

mică enciclopedie

TEHNICĂ

ilustrată

Traducerea a fost făcută de un colectiv de specialiști după lucrarea publicată în limba germană cu titlul

Wie funktioniert das?

editată de

Bibliographisches Institut. Mannheim

mică enciclopedie
TEHNICĂ
ilustrată

Alina



EDITURA ENCICLOPEDICĂ ROMÂNĂ
București • 1973

Redactor
ing. **Carmen Zgăvârdici**

Supracoperta și coperta
E. Chendea

Macheta
C. Branciu

Desenele
C. Ciachiris

Cuvînt înainte

Trăim într-o epocă fără precedent în evoluția științei și tehnicii. Ritmul în care acestea se dezvoltă face ca, în medie, la opt-zece ani toate cunoștințele dintr-un anumit domeniu, fie electronică, fie chimie cuantică, să se dubleze. Apare astfel evidentă imposibilitatea ca o persoană să îmbrățișeze totalitatea cunoștințelor umane. Un calcul relativ simplu arată că, la acest ritm, într-un singur deceniu — să spunem 1962—1972 — s-a produs mai multă știință decît în întreaga istorie a omenirii pînă în 1962!

Omul contemporan trăiește într-o ambianță în care mediul natural este permanent completat cu creații tehnice. În același timp, mijloacele de comunicare în masă — televiziunea, radioul, cinematograful etc. — ne transmit în permanență un volum uriaș de informații evaluat la 11 000 000 de biți pe secundă.

În aceste condiții strîngerea și organizarea informației în lucrări de specialitate devine o necesitate, deoarece la fiecare pas omul este confruntat atît cu probleme de decizie, cît și cu probleme tehnice cotidiene. Ce este cibernetică? Cum se realizează aselenizarea? Ce sînt calculatoarele? Cum funcționează o rachetă cosmică? Ce înseamnă un motor cu explozie în patru timpi? Sînt întrebări curențe. Desigur că pentru a le răspunde este necesar să cunoaștem atît noțiunile tehnice uzuale, cît și principiile de bază ale unor aparate și dispozitive integrate în ambianța umană.

Printre multiplele mijloace care oferă cititorului posibilitatea unei informări rapide și accesibile, se numără și enciclopediile și dicționarele enciclopedice.

*Mica enciclopedie tehnică ilustrată, editată în versiunea românească de Editura enciclopedică română, reprezintă traducerea lucrării *Wie funktioniert das?* elaborată de «Bibliographisches Institut» din Mann-*

heim. Ediția originală a fost tradusă, parțial, și în limba franceză de Editura Dunod din Paris și premiată printre cele mai bune 50 de cărți ale anului 1968 din Franța.

Prezentul volum reprezintă o selecție a articolelor ediției originale, fiind în același timp îmbogățit cu alte 20 de articole, elaborate de specialiști români. Articolele care completează textul original, ca, de exemplu, Efect Coandă, Sonicitate, Teoria relativității, Cibernetica, Maseri și laseri etc., oferă cititorului o informare la zi asupra tehnicii mondiale și asupra contribuției importante pe care savanții români au adus-o la dezvoltarea tehnicii și științei mondiale.

Înscriindu-se pe linia preocupărilor Editurii enciclopedice române de a face cunoscute cercurilor largi de cititori diferite domenii ale culturii și gândirii umane, Mica enciclopedie tehnică ilustrată este utilă celor care doresc să se informeze asupra principalelor realizări ale tehnicii contemporane.

Prof. dr. ing. EDMOND NICOLAU

Cuprins

	Pag		Pag
Cuvînt înainte	5	Tehnica telecomunicațiilor	78
Cuprins	7	Telegrafie, teleimprimatoare	80
		Radar	82
		Fotomultiplicatoare	84
Partea întâi		Ochi magic	86
Lucru mecanic, putere, energie I	11	Televiziunea alb-negru	88
Lucru mecanic, putere, energie II	14	Iconoscoape	90
De la atom la formula chimică	16	Tuburi cinescop	92
Structura atomului	18	Convertoare de imagini	94
Pompe	20	Aparate eidofor	96
Compresoare (compresoare cu piston)	22	Film alb-negru	98
Cărbuni	24	Aparate fotografice	100
Țiței	26	Fotografia în culori	102
Distilarea țițeiului	28	Televiziunea în culori	105
Gaze naturale	30	Aparate de filmat	110
Cazane de abur	32	Aparate de proiecție	112
Motoare cu abur cu piston	34	Procedeul ecran lat I (cinemascop)	114
Turbine cu abur	36	Procedeul ecran lat II (procedeul Todd-AO și cinerama)	116
Turbine cu gaze	38	Episcoape și diascoape	118
Turbine hidraulice I	40	Microscopae electronice	120
Turbine hidraulice II	42	Zgomot, intensitatea zgomotului	122
Reactoare nucleare	44	Rezonanță, ecou	124
Generatoare electrice	46	Ultrasunet	126
Baterii, acumulatori	48	Puțuri	128
Curent alternativ	50	Stăvilare și baraje	130
Producerea undelor electromagnetice	52	Tratarea apei	132
Emisia și recepția undelor electromagnetice	54	Alimentarea cu apă	134
Tuburi electronice	56	Canalizări orașenești, stații de epurare, cîm-puri de irigare	136
Generarea oscilațiilor de frecvență foarte înaltă I	58	Instalații de încălzire (sau de răcire) a unei încăperi	138
Generarea oscilațiilor de frecvență foarte înaltă II	60	Instalații de climatizare (condiționare)	140
Redresoare	62	Compresoare (turbocompresoare)	142
Semiconductoare	64	Aparate pentru încălzirea unui flux continuu de apă cu ajutorul gazelor	144
Radioreceptoare	66	Frigidere	146
Difuzoare	68	Aspiratoare de praf	148
Transformatoare	70	Mașini de calcul	150
Relee	72	Mașini cu cartele perforate	152
Raze Roentgen	74		
Acceleratoare ciclice	76		

Prelucrarea informației I	154	Navigație maritimă I	228
Prelucrarea informației II	156	Navigație maritimă II	230
Prelucrarea informației III (calculatoare electronice cu comandă-program)	158	Cum zboară avionul?	232
Prelucrarea informației IV (programul de calcul al unui calculator cu comandă-program)	160	Viteză supersonică	234
Prelucrarea informației V (traducere cu un calculator cu comandă-program)	162	Planoare	236
Picupuri I	164	Elicoptere	238
Picupuri II	166	Motoare reactive I	240
Discuri de patefon	168	Motoare reactive II	242
Magnetofoane I	170	Rachete I	246
Magnetofoane II	172	Rachete II	248
Materiale plastice	174	Navigație aeriană I	251
Mașini de spălat	176	Navigație aeriană II	254
Tractoare I	180	Navigație aeriană III	256
Tractoare II	182	Vehicule cu pernă de aer	258
Combine de secerat-treierat	184		
Combine de recoltat sfeclă	186	Partea a doua	
Mașini de adunat și presat fîn	188	Poluarea mediului	262
Aparate Roentgen	190	Combaterea zgomotului și vibrațiilor	264
Electrocardiograma	192	Demineralizarea apei de mare	266
Radioactivitate	194	Automobile I	268
De ce nu se răstoarnă bicicleta?	196	Automobile II	270
Motociclete	198	Comunicații telefonice	272
Motoare cu aprindere prin scînteie (cu explozie) I	200	Mijloace audio-vizuale moderne	276
Motoare cu aprindere prin scînteie (cu explozie) II	202	Calculatoare I	281
Motoare cu aprindere prin compresie (diesel)	204	Calculatoare II	282
Motoare cu piston rotativ (Wankel)	206	Cibernetică	284
Locomotive cu abur	208	Telecomunicații la distanțe mari I (prin radiorelee)	286
Locomotive electrice	210	Telecomunicații la distanțe mari II (prin sateliți artificiali)	288
Locomotive diesel	212	Sateliți artificiali ai Pămîntului I	290
Tramvaie și troleibuze	214	Sateliți artificiali ai Pămîntului II	292
Teleferice	216	Întîlniri aerospațiale. Aselenizare	294
Căi ferate de munte	218	Fiziune nucleară	296
Vehicule sistem Alweg	220	Fuziune nucleară	298
Scări rulante	222	Teoria relativității	300
De ce plutește o navă?	224	Maseri și laseri	303
Navigație cu vele	226	Sonicitate	306
		Efect Coandă	308

**Partea
întîi**

Lucru mecanic, putere, energie I

Lucrul mecanic. Fie o forță F , constantă ca mărime și direcție, al cărei punct de aplicație A se deplasează pe distanța s . Prin definiție, lucrul mecanic L efectuat de forță este egal cu produsul dintre mărimea forței și deplasarea punctului ei de aplicație cu condiția ca deplasarea să se facă pe direcția forței (fig. 1, a):

$$L = F \cdot s;$$

dacă deplasarea nu se face în direcția forței, ci formează cu aceasta un unghi, lucrul mecanic este egal cu produsul dintre deplasare și proiecția F_s a forței pe direcția drumului (fig. 1, b):

$$L = F_s \cdot s.$$

Noțiunea fizică de lucru mecanic definită ca mai sus nu corespunde întru totul cu aceea folosită în viața de toate zilele. Astfel, se consideră că lucru mecanic efectuează și un om care ține o greutate mare cu brațul întins în direcție orizontală (fig. 2), deși în sensul strict al cuvîntului nu se produce o deplasare sub efectul unei forțe.

Lucrul mecanic se măsoară în jouli. Un joule (simbol J) este lucrul mecanic efectuat de o forță de 1 newton al cărei punct de aplicație se deplasează pe direcția forței cu 1 metru:

$$1 \text{ J} = 1 \text{ N} \cdot 1 \text{ m}.$$

Lucrul mecanic se mai poate măsura în ergi (dacă se lucrează în sistemul de unități CGS) sau în kilograme forță-metri (dacă se folosește sistemul de unități MKfS). Relațiile de transformare a acestor unități sînt:

$$1 \text{ erg} = 10^{-7} \text{ J},$$

$$1 \text{ kgf} \cdot \text{m} = 9,81 \text{ J} = 9,81 \cdot 10^7 \text{ erg};$$

$$1 \text{ J} = 10^7 \text{ erg} = \frac{1}{9,81} \text{ kgf} \cdot \text{m}.$$

Pentru a ridica un corp de 1 kg la înălțimea de 1 m, este necesară o forță de 9,81 N. Lucrul mecanic efectuat în acest caz (fig. 3) este

$$9,81 \text{ N} \cdot 1 \text{ m} = 9,81 \text{ J}.$$

O altă unitate de măsură a lucrului mecanic (folosită în electricitate) este kilowattul-oră (kWh):

$$1 \text{ kWh} = 3\,600\,000 \text{ J} = 367\,098 \text{ kgf} \cdot \text{m}.$$

Efectuînd un lucru mecanic de 1 kWh, se pot ridica, de exemplu, 367 de saci a 50 kg la 20 m înălțime (fig. 4):

$$367 \cdot 50 \cdot 20 = 367\,000 \text{ kgf} \cdot \text{m} \approx 1 \text{ kWh}.$$

Puterea. În practică, lucrul mecanic poate fi efectuat într-un timp mai scurt sau într-un timp mai îndelungat. Evaluarea lucrului mecanic în timp impune folosirea unei noțiuni noi, și anume aceea de putere. Cu cât timpul în care se face un anumit lucru mecanic este mai mic, cu atât puterea este mai mare. În fizică, puterea P se definește ca fiind lucrul mecanic produs sau consumat în unitatea de timp, adică raportul dintre lucrul mecanic L și timpul t necesar efectuării acestuia:

$$P = L/t.$$

Unitatea de măsură uzuală a puterii este wattul (W) sau multiplul său kilowattul (kW): $1 \text{ kW} = 1\,000 \text{ W}$. Wattul reprezintă puterea necesară pentru efectuarea unui lucru mecanic de 1 J în timp de 1 s .

Pentru putere se mai folosesc unitățile de măsură: kilogram-forță-metru pe secundă ($\text{kgf}\cdot\text{m/s}$) în sistemul de unități MKfS, ergul pe secundă (erg/s) în sistemul CGS sau (din ce în ce mai rar) calul-putere (CP):

$$\begin{aligned} 1 \text{ CP} &\approx 736 \text{ W} = 75 \text{ kgf}\cdot\text{m/s} = 736 \cdot 10^7 \text{ erg/s}, \\ 1 \text{ kW} &= 1\,000 \text{ W} = 101,97 \text{ kgf}\cdot\text{m/s} = 1,36 \text{ CP}. \end{aligned}$$

O putere de 1 CP este dezvoltată, de exemplu, de un om în greutate de 75 kgf care se urcă pe o scară cu o înălțime de 1 m într-o secundă (fig. 5).

Energia. În general, se spune că orice sistem care are capacitatea de a efectua un lucru mecanic posedă energie; această energie se evaluează prin însuși lucrul mecanic pe care-l poate produce și se exprimă în aceleași unități ca și lucrul mecanic.

Energia potențială. Pentru ridicarea greutății din figura 2 s-a consumat un anumit lucru mecanic. Se spune că în poziția II corpul are o energie potențială (energie de poziție) mai mare decât în I. Energia potențială E_{pot} pe care o are un corp de greutate G ridicat la înălțimea h este egală cu lucrul mecanic necesar pentru ridicare, deci $E_{\text{pot}} = Gh$.

Dacă corpul se întoarce în poziția I, el poate dezvolta un lucru mecanic egal cu cel consumat înainte pentru a-l ridica. Greutatea din figura 2 poate deci, de exemplu cu ajutorul unei role, să ridice o altă greutate egală la aceeași înălțime h (fig. 6). Aceasta nu este valabil decât dacă se neglijează frecarea în rolă; altfel, pentru învingerea frecărilor mai este necesară o mică forță suplimentară.

Energia cinetică. Pentru a imprima unui corp cu masa m aflat în repaus o anumită viteză v , trebuie efectuat de asemenea un lucru mecanic (în contra forței de inerție).

În corp se va înmagazina o cantitate de lucru mecanic, care se numește energie cinetică (energie de mișcare) E_{cin} ; între E_{cin} , m și v există relația $E_{\text{cin}} = mv^2/2$. De aici se poate observa ușor că, la dublarea vitezei unui automobil, energia de lovire în cazul unei ciocniri se mărește de patru ori.

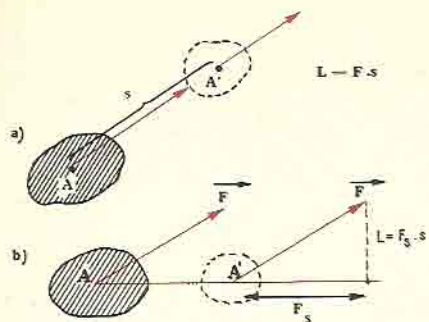
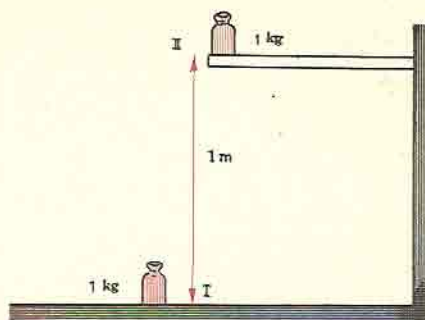


Fig. 1. Lucru mecanic



Lucru mecanic de ridicare: 9.8 J (1 kgf)

Fig. 3



Fig. 2

Nici un lucru mecanic (în sensul fizic)

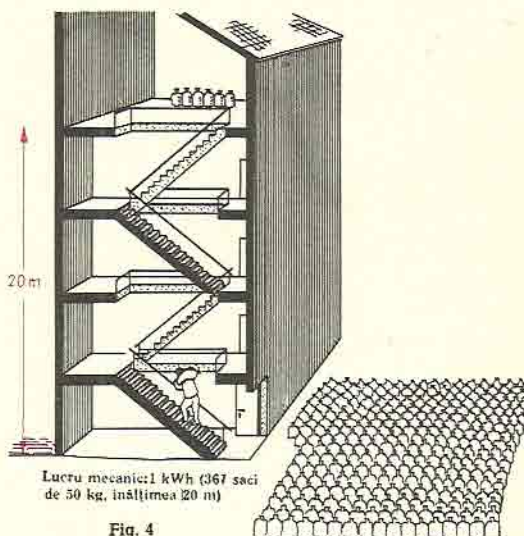


Fig. 4

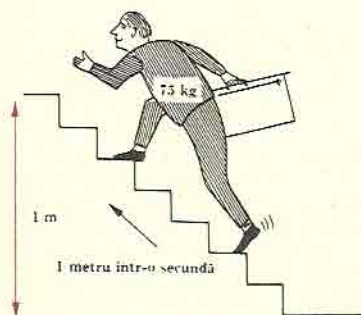


Fig. 5. Puterea 1 CP

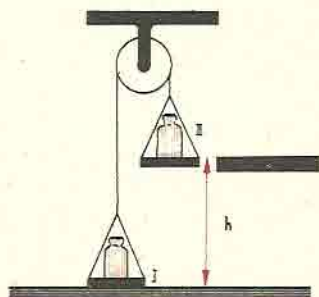


Fig. 6 Energie potențială („rezervă de lucru mecanic”) în poziția II

Lucru mecanic, putere, energie II

Diverse forme de energie. Pe lângă formele de *energie mecanică*, care cuprind energia cinetică și cea potențială, mai există și alte forme de energie: *energia termică*, *energia electrică*, *energia chimică*, *energia nucleară etc.* Și valoarea acestor energii este indicată prin lucrul mecanic care poate fi realizat cu ajutorul lor. De multe ori, pentru evaluarea diverselor forme de energie se folosesc și unități de măsură speciale; ele sînt însă raportate la unitățile clasice menționate (kgf·m, erg, J și kWh).

Energia termică se indică de obicei în calorii (cal), respectiv kilocalorii (kcal); 1 cal este căldura (energia termică) necesară pentru a ridica temperatura unui gram de apă la presiunea atmosferică normală, de la 14,5 la 15,5°C. Transformarea este: 1 cal = 4,1855 J = 0,42680 kgf·m (echivalentul termic).

Energia electrică se măsoară în kilowatt-ore (kWh).

În domeniul atomic, unitatea de măsură a energiei este electronvoltul (eV); 1 eV este energia pe care o capătă un electron cînd parcurge o diferență de potențial electric de 1 volt (V). Această unitate este foarte mică față de unitățile menționate înainte: $1 \text{ eV} = 4,45 \cdot 10^{-28} \text{ kWh} = 1,602 \cdot 10^{-19} \text{ J}$. Electronvoltul se folosește adesea ca unitate de măsură și pentru energia chimică. Energia chimică a unui atom este de ordinul a cîtorva eV. Cînd se vorbește însă de energie atomică, nu se înțelege energia atomilor unui anumit element ci aceea a nucleelor atomilor, care se numește mai corect ca energie nucleară. Energia cuprinsă în nucleul unui atom este mult mai mare, fiind de ordinul milioanele de eV pe fiecare nucleu. Un milion eV se numește megaelectronvolt (MeV); $1 \text{ MeV} = 1\,000\,000 \text{ eV}$.

Conservarea energiei. Diversele forme de energie se pot transforma dintr-una într-alta în diverse moduri, dar valoarea energiei rămîne aceeași (legea conservării energiei; Robert Mayer, 1842). De fapt nu există o producție de energie; energia unei surse de energie se transformă într-o formă corespunzătoare pentru a fi utilizată. De exemplu, energia chimică a cărbunelui se transformă prin ardere în energie termică, care se transformă în energie mecanică în mașina sau în turbina cu abur. Aceasta la rîndul ei este transformată în centrala electrică, prin generator, în energie electrică. Sub această formă, energia poate fi transportată ușor prin conducte electrice pe distanțe mari la locurile de consum, unde poate fi transformată în formele de energie necesare: acționare electrică, încălzire, iluminat etc. (fig. 7).

Într-o hidrocentrală electrică, de exemplu, se folosește energia potențială a apei dintr-un lac de acumulare, aflat la un nivel mai ridicat decît centrala (fig. 8). În sistemul de conducte de coborîre are loc o transformare a energiei apei din lac în energie cinetică, care se transformă apoi, în generatoare, în energie electrică.

Într-un vapor acționat cu energie nucleară (fig. 9), prin fisiunea (transformarea energiei nucleare) combustibilului nuclear în elementele de ardere ale reactorului nuclear se produce căldură. Reactorul este parcurs de un curent de apă, care se încălzește. Apa încălzită produce cu ajutorul unor schimbătoare de căldură abur, care, la rîndul său, acționează o instalație cu turbine, în care energia termică a aburului este transformată în energie mecanică (acționarea vaporului) și în energie electrică (pentru consumul propriu al vaporului).

Fig. 7. Transformarea energiei

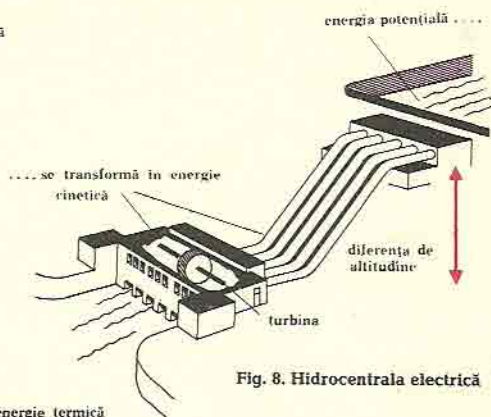
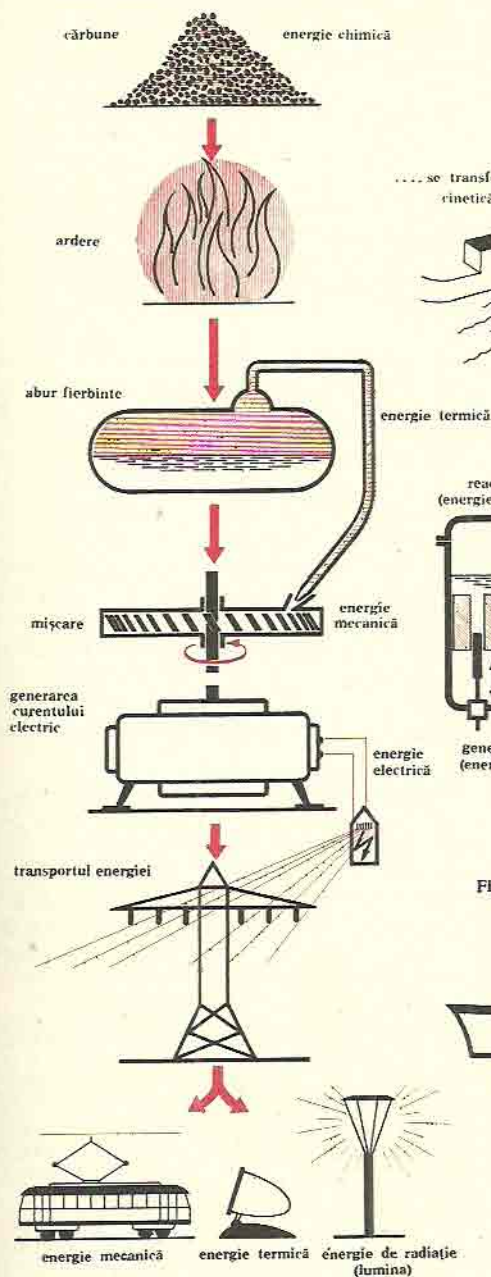


Fig. 8. Hidrocentrala electrică

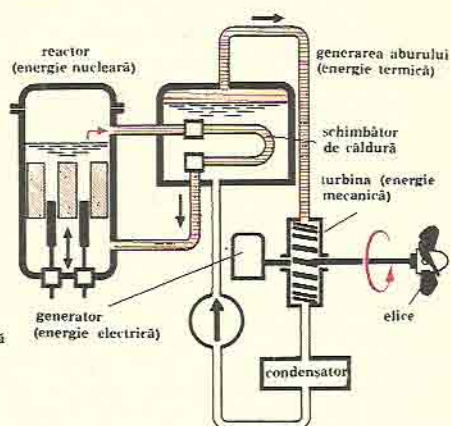


Fig. 9.a. Acționarea cu energie nucleară

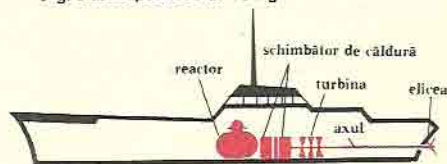


Fig. 9.b. Schema instalației de acționare cu energia nucleară a unui vapor

De la atom la formula chimică

Atomi și molecule. Cele mai mici particule ale unui element care păstrează proprietățile chimice ale elementului respectiv și care nu se mai pot divide prin mijloace fizice se numesc *atomi*. Ei sînt constituiți la rîndul lor din cîte un *nucleu* și unul sau mai mulți *electroni*.

Pînă în prezent se cunosc 104 elemente. Ele sînt reprezentate prin simboluri formate din una sau două litere (fig. 1). Toate elementele au tendința de a se combina între ele sau cu alte elemente, formînd *molecule*.

Formula brută. Compoziția chimică a unei molecule se exprimă cu ajutorul formulei sale folosind simbolurile elementelor (fig. 2). Cînd aceste formule reprezintă numai natura atomilor care intră în compoziția unei substanțe și raporturile numerice dintre aceștia, fără a lua în considerație natura legăturilor dintre atomi, ele se numesc *formule brute* sau *empirice*. În general, cînd o moleculă este formată din mai multe elemente, acestea formează de obicei grupe bine coordonate, cu sarcini electrice pozitive sau negative, numite *ioni*. Cînd o grupă este de mai multe ori prezentă, ea apare scrisă în paranteză rotundă, cu un indice în partea dreaptă jos, care arată de cîte ori se repetă în compus (fig. 3).

Compuși înrudiți au la bază, în general, un anumit tip de formulă. Așa, de exemplu, formula generală pentru baze este $\text{Me}(\text{OH})_n$, în care Me reprezintă metalul bazei, OH grupa hidroxil, caracteristică bazelor, iar n frecvența grupelor în moleculă. Deseori prin alte notații se dau indicații asupra legăturilor dintre grupe de elemente, asupra valenței, respectiv asupra sarcinii pozitive sau negative. În cazul moleculelor complicate (fig. 4), complexii stabili sînt scriși în paranteze drepte. În sfîrșit, pentru succesiunea elementelor în formulă, respectiv a grupelor, există anumite reguli. Așa, de exemplu, atomii metalelor sau grupele cu sarcini pozitive se scriu, în general, la începutul formulei.

Chimie anorganică și chimie organică. Se cunosc *compuși anorganici* (de exemplu minerale) și *compuși organici* (de exemplu grăsimi, albumine). Compuși anorganici au o structură incomparabil mai simplă decît a compușilor organici. Numărul compușilor anorganici este de aproximativ 60 000, pe cînd cel al compușilor organici de aproximativ 2 000 000. Toți compușii organici au la bază atomul de carbon, de care sînt legate anumite elemente sau grupe de elemente. Modul în care sînt legate diversele elemente este deosebit de important; două molecule cu aceeași formulă brută (izomeri), dar cu structură diferită, pot avea proprietăți foarte diferite.

Formula structurală. Dacă în chimia anorganică formula empirică este în general suficientă, în chimia organică este necesară *formula structurală* (de constituție), adică formula care dă indicații asupra modului de legare a elementelor sau a grupelor între ele. După necesitate, formula poate fi redată mai mult sau mai puțin simplificată. În figura 5 este ilustrată compoziția pentanului C_5H_{12} . Întrucît pentru cinci atomi de carbon sînt posibile mai multe structuri, trebuie să se țină seama de acest fapt și în formula structurală; deseori este suficientă indicarea poziției unei grupe anumite în moleculă. Restul moleculei poate fi indicat ca sumă R , anexat formulei sau ilustrat printr-un indicator simbolic (fig. 6).

Fig.1
Simbolurile citorva elemente:

Hidrogen = H
Carbon = C
Oxygen = O
Azot = N
Sodiu = Na

Fig.2
Scrierea formulelor chimice:

1 atom H + 1 atom Cl = HCl
(acid clorhidric)
2 atomi H + 1 atom O = H₂O
(apa)
1 atom C + 2 atomi O = CO₂
(bioxid de carbon)

Fig.3

Compusul	Grupa	Corect	Gresit
Sare amara	Mg ⁺⁺ + SO ₄ ⁻⁻	Mg SO ₄	SMgO ₄ , O ₄ MgS
Soda	2Na ⁺ + CO ₃ ⁻⁻	Na ₂ CO ₃	CNa ₂ O ₃ , O ₃ Na ₂ C
Azotat de amoniu	NH ₄ ⁺ + NO ₃ ⁻⁻	NH ₄ NO ₃	NNH ₄ O ₃ , O ₃ N ₂ H ₄
Carbonat de amoniu	2NH ₄ ⁺ + CO ₃ ⁻⁻	(NH ₄) ₂ CO ₃	C(NH ₄) ₂ O ₃ , (NH ₄) ₂ C

Fig.4

Exemple pentru formule complicate:

[Na₂Fe₃^{II}Fe₂^{III}(OH)₂]⁶⁺ [Si₈O₂₂]⁶⁻, hornblendă, format dintr-un complex cu sarcină pozitivă, fier cu două și trei valențe și un complex cu sarcină negativă

Fig.5

Structura formulelor empirice C₅H₁₂

H H H H H	Formula structurală	→ CH ₃ · CH ₂ · CH ₂ · CH ₂ · CH ₃
HC · C · C · C · CH	Formula simplificată	→ CH ₃ · (CH ₂) ₃ · CH ₃
H H H H H		

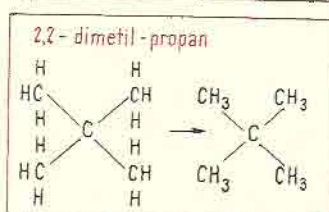
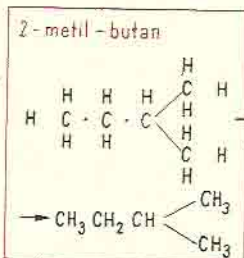
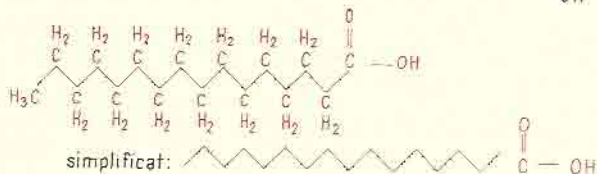


Fig.6

Acid palmitic: C₁₆H₃₂O₂ sau C₁₅H₃₁COOH = CH₃(CH₂)₁₄ · C(=O)OH



Structura atomului

Modelul atomic. Pentru a ne imagina compoziția și reacția chimică a compușilor este necesară cunoașterea structurii atomului. O imagine asupra acesteia ne dă modelul atomului (elaborat de Niels Bohr în 1913) care a permis să se rezolve problema foarte importantă a poziției electronilor în atomii diferitelor elemente și să se stabilească dependența proprietăților elementelor de structura învelișurilor de electroni ale atomilor lor. După teoria lui Bohr, atomul se compune dintr-un nucleu încărcat pozitiv (fig. 1), în jurul căruia se rotesc pe anumite straturi *electronii*. Toți electronii au aceeași sarcină elementară egală; sarcina pozitivă a nucleului corespunde sumei sarcinilor negative ale electronilor; atomul apare astfel electric neutru. Sarcina elementară a nucleului atomului corespunde cu aceea a electronilor. Odată cu numărul nucleelor crește și *masa atomică*, care este dată de masa nucleului (99,9%).

Învelișul de electroni al atomilor. Proprietățile chimice ale unui atom depind în mare măsură de structura *straturilor* de electroni. Electronii sînt repartizați pe maximum șapte straturi divizate în *substraturi*. Fiecărui strat îi aparține un anumit număr de electroni care îl saturează.

Electronii unuia și aceluiași strat se caracterizează printr-o rezervă de energie aproape identică, respectiv se găsesc pe aproximativ același nivel de energie. Întregul înveliș de electroni al atomului se descompune în straturi sau nivele de energie, notate prin literele *K, L, M, N, ...* Cu litera *K* se notează stratul cel mai apropiat de nucleu. Electronii din fiecare strat următor se găsesc la un nivel de energie mai înalt decît electronii stratului precedent. Numărul maxim de electroni care se pot găsi într-un strat dat (la un nivel de energie dat) este egal cu dublul pătratului numărului stratului $2n^2$, n fiind numărul stratului. Astfel, stratul *K* poate conține maximum $2 \cdot 1^2 = 2$ electroni, straturile *L* și *M* fiecare cite 8 electroni, straturile *N* și *O* cite 18, iar *P* și *Q* cite 32 de electroni. Electronii din stratul exterior, fiind cei mai depărtați de nucleu și deci cei mai slab legați de acesta, se pot desprinde din atom și adăuna la alți atomi, intrînd în componența stratului exterior al acestora din urmă. Stratul *K* se completează la heliu, stratul *L* la neon, stratul *M* la argon etc. Stratul *Q* este încă incomplet. Corespunzător teoriei electronice a valențelor, atomii tind să-și completeze straturile sau cel puțin substraturile cu electroni. Este cazul numai al gazelor rare, care, în condiții normale, nu se combină cu alți atomi (au toate straturile complete). Alte elemente capătă o structură ca cea a gazelor rare prin combinații între ele, astfel încît electronii de pe stratul lor exterior să se completeze (într-un fel mai mult sau mai puțin complicat), obținînd o configurație comună stabilă. Astfel se leagă Na (cu un electron pe stratul exterior) cu Cl (cu 7 electroni pe stratul exterior) rezultînd pentru fiecare cite un strat cu 8 electroni. Atomul de sodiu cedează atomului de clor electronul său, transformîndu-se în *ion pozitiv*, iar atomul de clor care a primit un electron devine *ion negativ* (fig. 2). Forța de atracție dintre sarcinile de semn contrar leagă între ei ionii formați, obținîndu-se ca rezultat o sare, clorura de sodiu. În mod asemănător se explică și formarea altor compuși ionici, reprezentați prin *formule chimice* în figura 3.

Sistemul periodic al elementelor. În sistemul periodic elementele sînt repartizate în ordinea numerelor lor atomice (numărul de electroni din atom) crescînde. Elementele care sînt înrudite prin proprietățile lor apar periodic, iar atomii cu același număr de electroni pe stratul exterior (de la 1 pînă la 8 electroni) sînt ordonați în coloane unul dedesubtul celuilalt. Rezultă astfel de la stînga la dreapta 8 grupe (fig. 4).

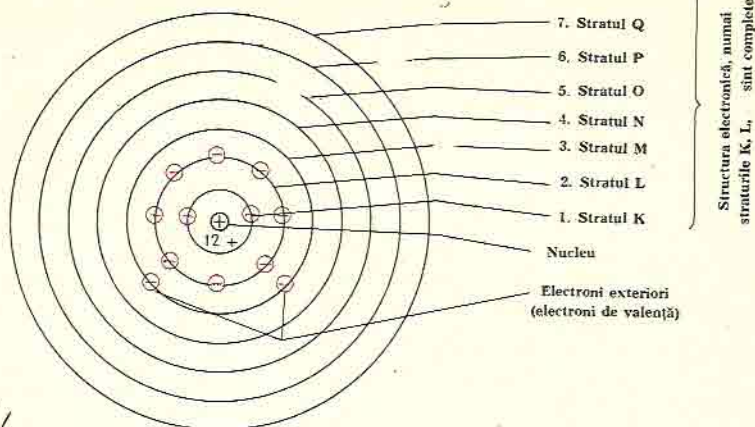


Fig. 1. Model atomic (magneziu)

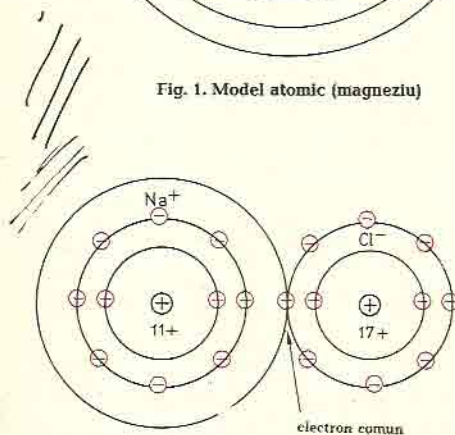
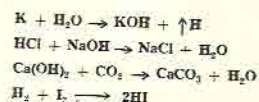


Fig. 2



→ direcția reacției
⇌ reacția este reversibilă
↑ se volatilizează sub formă de gaz

Fig. 3. Exemple de reacții chimice

Fig. 4. Sistemul periodic al elementelor (simplificat)

	Grupa I	Grupa II	Grupa III	Grupa IV	Grupa V	Grupa VI	Grupa VII	Grupa VIII
Perioada 1	Hidrogen						Heliu	
Perioada 2	Litiu	Beriliu	Bor	Carbon	Azot	Oxigen	Fluor	Neon
Perioada 3	Sodiu	Magneziu	Aluminiu	Siliciu	Fosfor	Sulf	Clor	Argon
Perioada 4	Potasiu	Calciu	Galiu	Germaniu	Arsen	Seleniu	Brom	Kripton
Perioada 5	Rubidiu	Stronțiu	Indiu	Staniu	Antimoniu	Telur	Iod	Xenon
Perioada 6	Cesiu	Bariu	Taliu	Plumb	Bismut	Poloniu	Astatin	Radon
Perioada 7	Franciu	Radiu						

Pompe

Pompele servesc la deplasarea lichidelor și funcționează după următorul principiu: pompa preia fluidul dintr-un spațiu de aspirație, unde se produce o subpresiune datorită căreia fluidul este aspirat, și-l debitează într-un spațiu de refulare, unde se produce o suprapresiune datorită căreia fluidul este refulat. După principiul de funcționare, pompele se pot clasifica în *pompe volumice* (cu piston, cu membrană), *pompe cu rotor* (centrifuge, axiale) etc.

1. **Pompe cu piston.** Dacă un piston, plasat în interiorul unui cilindru (fig. 1) în legătură cu un rezervor cu lichid, este deplasat de la poziția sa inițială (punctul mort), lichidul este aspirat datorită vidului creat prin deplasarea pistonului. Presiunea atmosferică este teoretic echilibrată de o coloană de apă de 10 m, deci, teoretic, înălțimea de aspirație a unei pompe este de 10 m. Lichidul are însă o tensiune de vapori și trebuie să învingă și forțele de frecare de pereții conductelor, încât înălțimea reală de aspirație este, în general, de numai 7 m (fig. 2). Ajuns la celălalt punct mort, pistonul schimbă sensul de deplasare și supapa de aspirație se închide datorită presiunii mari creată în cilindru, iar supapa de refulare se deschide. În timpul aspirației, supapa de refulare rămâne închisă, deoarece presiunea în conducta de refulare este mai mare decât în cilindru. Pistonul evacuează lichidul din cilindru, învingând presiunea din conducta de refulare. *Pompa aspiratoare* reprezentată în figura 3 este o pompă cu piston care refulază lichidul la ridicarea pistonului. *Pompa cu membrană* (fig. 4) folosește în locul pistonului o membrană elastică acționată de o tijă. La *pompa de mână* (tip Allweiler, fig. 5), pistonul este înlocuit cu un plan diametral, acționat cu mișcări alternative în jurul axului carcasei de o manivelă.

Supapele de aspirație sînt montate pe doi pereți radiali fiși.

2. **Pompe centrifuge.** Pompele centrifuge fac parte din categoria pompelor cu rotor, fiind de fapt niște turbine de apă cu funcționare inversă, prevăzute cu un rotor care deplasează lichidul. În cazul pompelor centrifuge, funcționarea neuniformă (cu șocuri) a pompelor cu piston este evitată, datorită continuității curentului de lichid care traversează pompa. Presiunea necesară pentru echilibrarea înălțimii coloanei de apă este realizată de acțiunea paletelor rotorului asupra lichidului, acțiune care se exercită prin forțe centrifuge. Lichidul pătrunde în pompă datorită aspirației rotorului și este condus în rotor în direcție axială, fiind apoi deviat între paletele rotorului după o direcție radială. Sub acțiunea rotorului, lichidul este împins spre periferia acestuia, de unde este evacuat. Lichidul este astfel dirijat în altă direcție și în același timp accelerat. Presiunea la ieșirea din rotor este mult ridicată, încît curentul de lichid poate învinge diferența de nivel. La ieșirea din rotor, lichidul intră în statorul prevăzut cu ajutaje divergente, care-i scad viteza, și în interiorul cărora energia cinetică a lichidului se transformă în energie potențială, restul transformării realizîndu-se într-o carcasă elicoidală (fig. 6). Pompa descrisă realizează presiuni joase de refulare. Pentru a construi pompe cu presiuni de refulare ridicate, se montează în serie mai multe elemente rotorice și statorice (compară figurile 8 și 7).

În general, pompele centrifuge nu se pot amorsa direct, deoarece aerul existent inițial în rotor împiedică antrenarea lichidului din spațiul de aspirație. Pentru amorsare, conducta de aspirație trebuie umplută cu lichid.

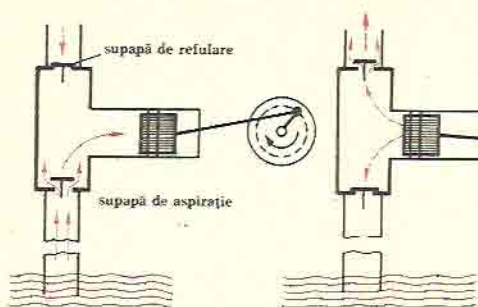


Fig. 1. Modul de funcționare a unei pompe cu piston

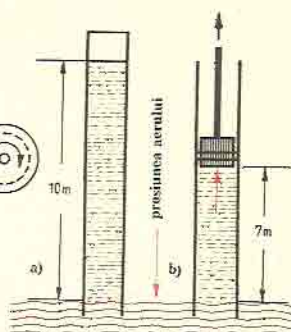


Fig. 2. Înălțimea de aspirație
(a) teoretică
(b) practică

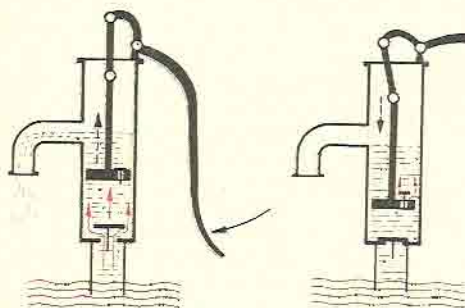


Fig. 3. Pompă aspiratoare

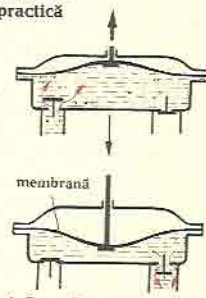


Fig. 4. Pompă cu membrană

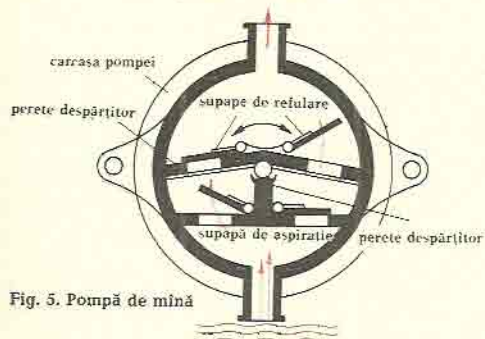


Fig. 5. Pompă de mină

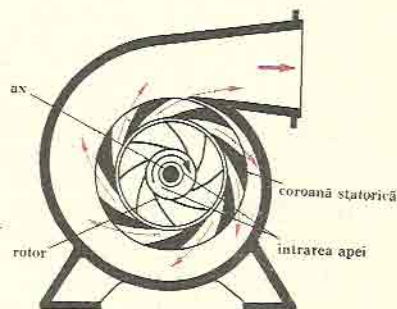


Fig. 6. Schema unei pompe centrifuge

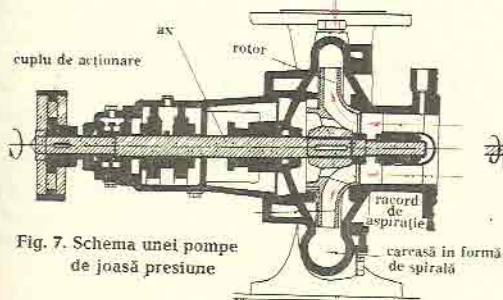


Fig. 7. Schema unei pompe de joasă presiune

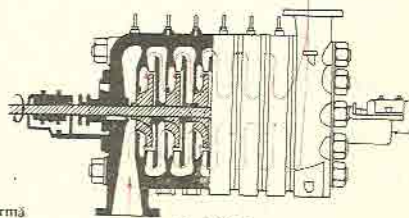


Fig. 8. Schema unei pompe de presiune ridicată

Compresoare (compresoare cu piston)

Compresoarele servesc pentru comprimarea aerului și a gazelor pînă la presiuni de 2 000 kgf/cm² și chiar mai mari. În vederea realizării unor presiuni înalte și foarte înalte se folosesc *compresoarele volumice* (cu piston, cu organ de comprimare rotitor), iar pentru realizarea unor presiuni mici și medii *compresoarele cu rotor* (sau turbocompresoarele). Un *compresor cu piston* este reprezentat în figura 1. Comprimarea gazului se realizează prin mișcarea pistonului în cilindru. Arborele cotit este acționat de un motor (electric, cu abur, cu ardere internă etc.) prin intermediul unui volant. Biela, articulată cu un capăt cu arborele cotit, iar cu celălalt capăt cu pistonul, transformă mișcarea rotativă a arborelui cotit într-o mișcare de du-te-vino a pistonului în cilindru. Supapele plate, prevăzute cu resorturi pentru reglarea obturatorului, reacționează la variațiile de presiune produse de mișcarea pistonului. La admisie, mișcarea pistonului produce în cilindru o subpresiune, obturatorul (fig. 2) se ridică și gazul pătrunde în cilindru. Cînd pistonul se deplasează în sens invers, supapa de admisie se închide, datorită suprapresiunii create, și începe comprimarea gazului pînă ce pistonul ajunge la punctul mort. În acest moment, presiunea în cilindru este suficient de mare pentru ca obturatorul supapei de refulare să se ridice, permițînd astfel evacuarea gazului în conducta de refulare. Resortul supapei de refulare nu opune o rezistență prea mare, deoarece la sfîrșitul cursei de comprimare presiunea în conducta de refulare este numai cu puțin mai mică decît presiunea în cilindru. Presiunea din conducta de refulare menține închisă supapa de refulare cînd are loc admisia gazului în cilindru.

În cele mai multe cazuri, instalațiile cu compresoare cu piston sînt prevăzute cu rezervoare intermediare (denumite rezervoare-tampon), care sînt ținute sub presiune. Punctele de consum sînt alimentate, de regulă, de la aceste rezervoare-tampon.

Modul de lucru al compresoarelor cu piston este caracterizat de așa-numita diagramă indicatoare, care reprezintă ciclul de funcționare a compresorului (fig. 3). În această diagramă este trasată curba variației presiunii cu volumul la o rotație a arborelui cotit, deci în timpul unei curse a pistonului. Linia 1 reprezintă admisia gazului în cilindru la presiunea spațiului de aspirație; la aceeași presiune, volumul gazului în cilindru crește. Linia 2 reprezintă compresia gazului pînă la presiunea de debitare; presiunea crește, iar volumul se micșorează. Linia 3 reprezintă refularea gazului la presiunea de debitare: la presiune constantă, volumul gazului în cilindru se micșorează. Linia 4 reprezintă expansiunea gazului comprimat, dar neevacuat la începutul cursei de admisie. Supapa de admisie nu se deschide imediat, admisia gazului în cilindru începînd numai după ce presiunea din cilindru devine egală cu presiunea spațiului de admisie.

Din diagramă reiese că numai o parte a cursei de admisie este folosită efectiv pentru aspirația gazului în cilindru, spațiul cuprins între capacul cilindrului și piston cînd acesta se găsește la punctul mort reprezentînd spațiul vătămător al compresorului în care rămîne un rest neutilizat de gaz. Dacă trebuie să se învingă diferențe mari de presiune, comprimarea se realizează în mai multe trepte. Se construiesc compresoare în care comprimarea gazului pînă la presiunea finală se realizează în două cicluri de compresii (bietetate) sau mai multe (multietate), folosind 1—4 cilindri (fig. 4). Deoarece în timpul comprimării gazele se încălzesc, este necesar ca între etajele de compresie să se facă o răcire a gazelor (fig. 4a). Compresoarele multietate se construiesc de obicei cu pistoane cu dublu efect: la mersul înainte al pistonului, pe o față a acestuia are loc comprimarea gazului, iar pe cealaltă față admisia gazului; la mersul înapoi al pistonului, acțiunea are loc invers (fig. 4b).

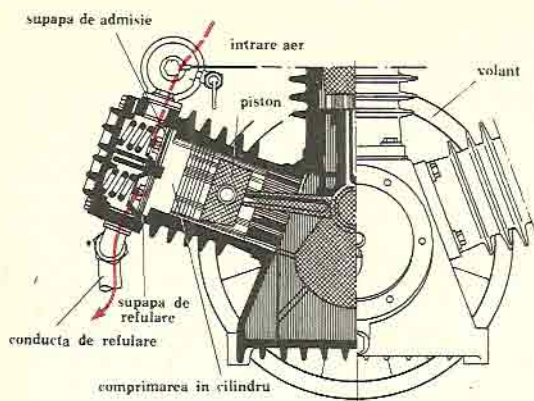


Fig. 1. Secțiune printr-un compresor cu piston

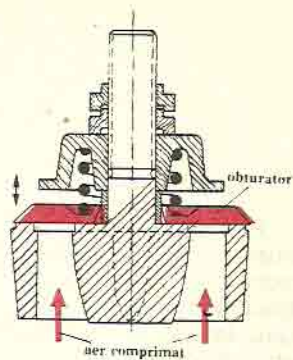


Fig. 2. Supapă de refulare

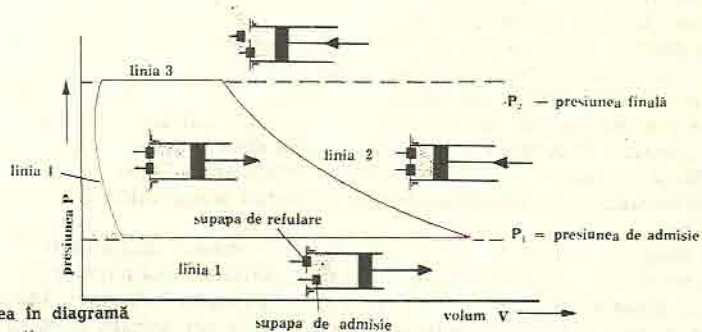


Fig. 3. Reprezentarea în diagramă a ciclului de funcționare a compresorului cu piston

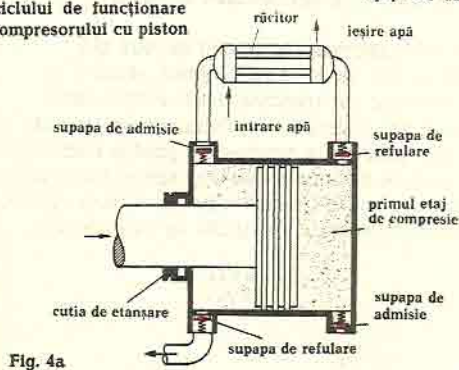


Fig. 4a

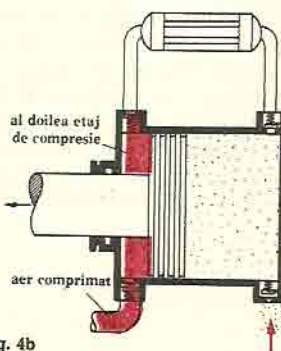


Fig. 4b

Cărbuni

Prin acumularea de materii vegetale (floră formată din alge, ciuperci etc. dezvoltată în mlaștini, floră luxuriantă, conifere), s-au format în timp de sute de milioane de ani, printr-un proces de încărbunare — transformări chimice (biochimice și geochimice), cărbuni. Continua surpare de terenuri și variațiile climatice au dus la inundarea și la îngroparea unor păduri bogate în care predominau foioasele și coniferele (arbori-mamut, chiparos de mlaștină, sorturi de cetină).

Astfel de transformări s-au repetat în decurs de milioane de ani, așa încât s-au format zăcămintele de cărbuni cu peste 100 de straturi suprapuse, având diferite grosimi. Presiunea, căldura, umiditatea și alți factori au transformat celuloza, lignina și celelalte substanțe conținute de plante în cărbune. Din punct de vedere chimic, cărbunele se compune din mii de compuși, dintre care marea majoritate o formează hidrocarburile aromate. Carbonul liber se găsește în cărbune numai în proporție de 10%. Compoziția elementară a cărbunelui este foarte diferită, unele sorturi de lignit deosebindu-se mult de cele ale cărbunelui de piatră. În timp ce un sortiment de lignit lipsit de cenușă are o compoziție tipică de 74% carbon, 5% hidrogen și 21% oxigen, un cărbune tipic de piatră conține 90% carbon, 5% hidrogen și 5% oxigen. Substanțele de bază pentru ambele sorturi au fost 50% carbon, 6% hidrogen și 44% oxigen. Prin procesul de încărbunare a crescut deci conținutul în carbon și a scăzut conținutul în oxigen. Conținutul părților inferioare și modul de prelucrare influențează nivelul de energie al cărbunelui (puterea calorică atinge valori cuprinse între 3 000 și 8 000 kcal/kg).

Cărbunele poate fi extras în funcție de volumul zăcămintului prin exploatare la zi, dacă stratul steril de deasupra este subțire (majoritatea zăcămintelor de lignit sînt exploatare la zi; zăcămintele mari acoperă suprafețe de aproximativ 2 000 km²), însă majoritatea exploatarea se fac la adîncimi ale subsolului (în S.U.A. la aproximativ 60 m, în Germania la 760 m adîncime în medie).

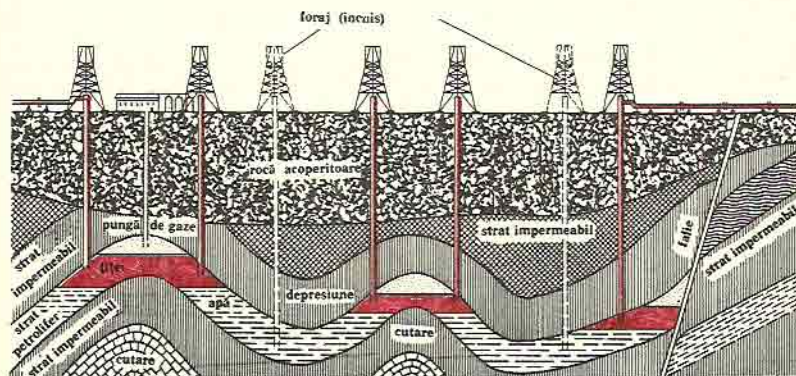
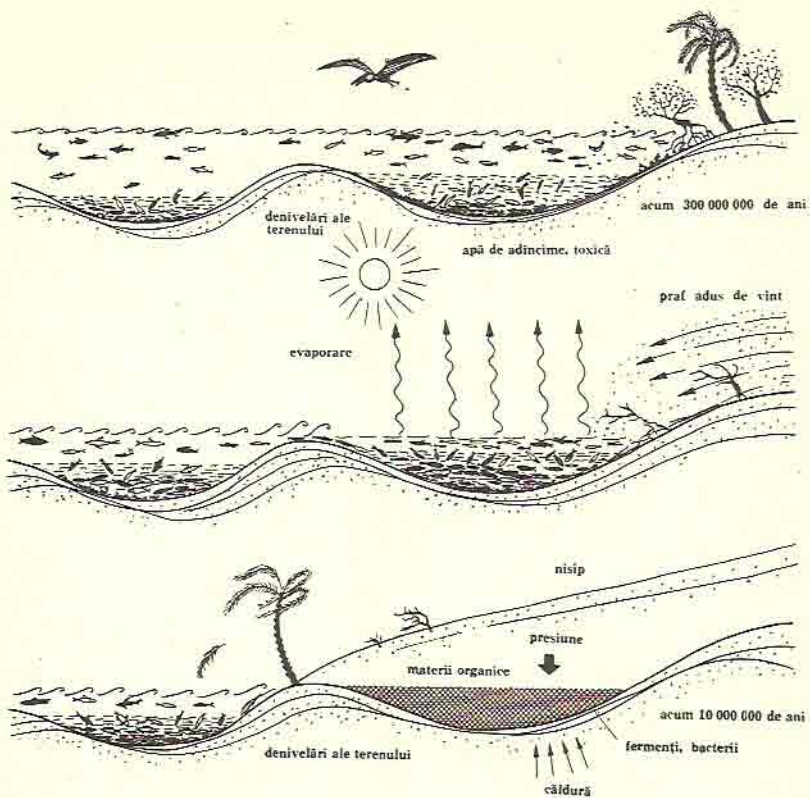
Cărbunele este principalul distribuitor de energie, materialul de bază al industriei chimice și al industriei grele. Din cărbune se obțin mii de produse chimice, materii prime necesare energiei. Circa 25% din producția de cărbune se folosește drept combustibil, aproximativ 25% este folosită în industria chimică pentru uleiuri, dizolvanți, medicamente, coloranți, fenoli, la obținerea sulfului, a materialelor plastice, a produselor pentru combaterea dăunătorilor, a produselor de impregnare, materiale de construcție etc., aproximativ 20% la elaborarea oțelului, 16% pentru producerea de energie (curent electric, vapori, gaze), iar 10% este folosită direct sau indirect (generare de energie electrică) la căile ferate.

Țiței

Acum circa 300 000 000 de ani s-au creat premisele pentru formarea* Țițeiului în apele puțin adânci de pe lângă țărmul mărilor din cantitățile uriașe de microorganisme, plante și alge existente în acea perioadă. În absența oxigenului, noroiurile provenite din aceste resturi de animale și plante nu s-au putut descompune complet. Schimbările climatice care au urmat au condus la înglobarea unora dintre aceste zone cu apă în zone de uscat; resturile de plante și animale acoperite de argilă și de nisip au fost supuse apoi, timp de milioane de ani, unei presiuni crescînde și temperaturii Pămîntului. Grăsimile, hidrații de carbon și albuminele resturilor de animale și plante au fost supuse astfel unor condiții care au permis realizarea unor transformări chimice importante. Prin degajarea bioxidului de carbon a luat naștere un număr mare de compuși chimici (alcani, compuși aromatici, compuși cu sulf etc.) componenți ai Țițeiului. Deoarece condițiile locale ale descompunerii nu au fost aceleași, compoziția Țițeiului din diferite regiuni variază uneori foarte mult. Pe lângă presiune și temperatură, asupra compoziției chimice a Țițeiurilor brute, au influențat în mare măsură catalizatorii, fermentii și în special bacteriile.

Utilizarea petrolului. În prezent, Țițeiul este o materie primă esențială pentru sute de produse, printre care gazele combustibile, păcura pentru încălzire, carburanții pentru automobile, avioane, vapoare și locomotive etc. Din Țiței se obțin, într-o măsură din ce în ce mai mare, substanțe chimice organice, din care se fabrică cauciuc sintetic, antidăunători, fibre sintetice, solvenți, medicamente și multe alte produse. Mii de tehnicieni se ocupă de problema petrolului. Extracția Țițeiului la scară industrială a început cu aproximativ 100 de ani în urmă, dezvoltarea tehnicii de extracție fiind de cea mai mare importanță pentru economia mondială.

* Asupra formării Țițeiului s-au emis două ipoteze: ipoteza formării «minerale» și ipoteza formării «organice». În prezent, majoritatea cercetătorilor consideră că Țițeiul s-a format potrivit ipotezei organice.

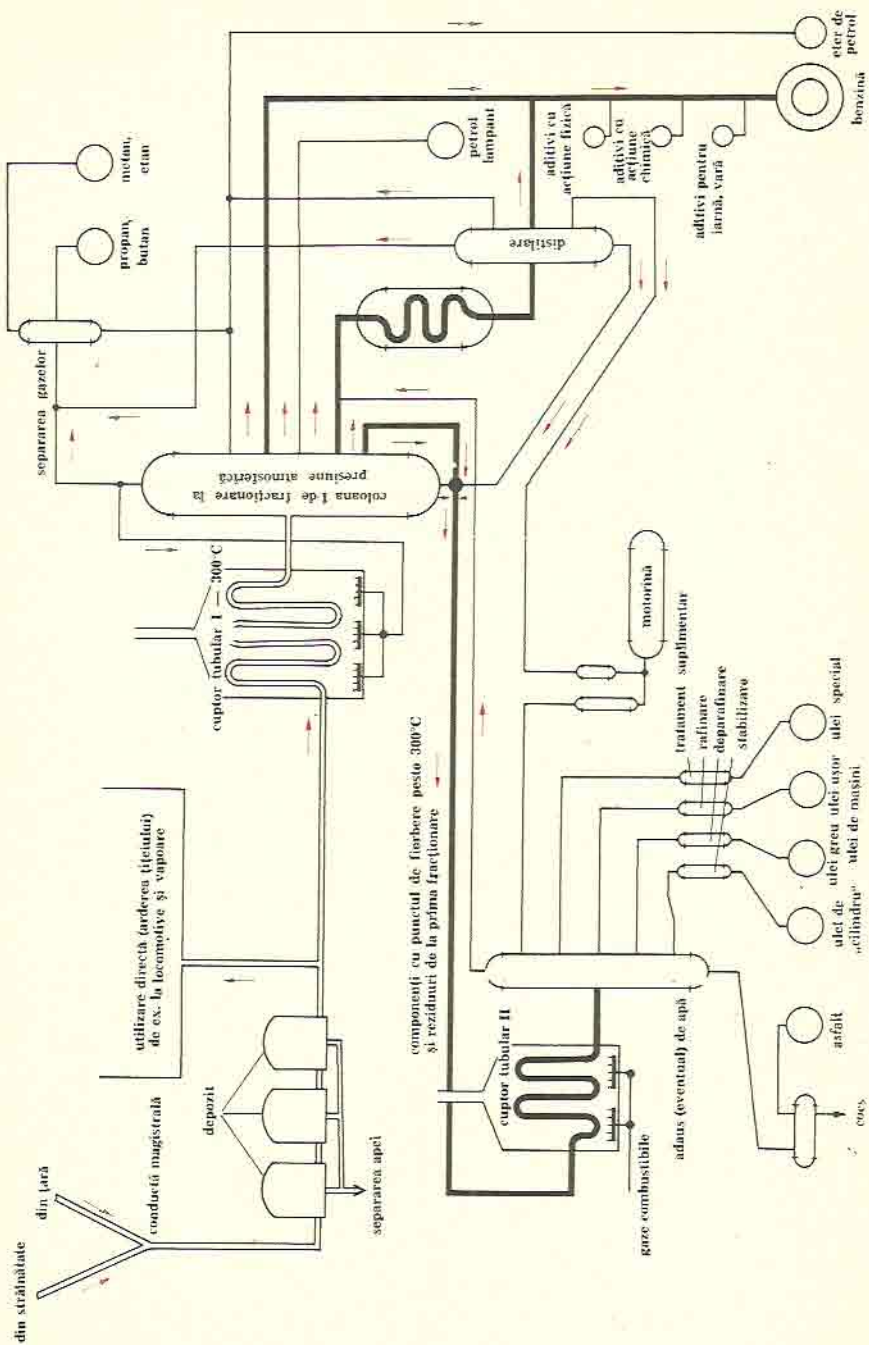


schema exploatării unui zăcămint de petrol

Distilarea țițeiului

Țițeiul este un amestec complex de hidrocarburi cu volatilități diferite și de cantități reduse de compuși cu oxigen, azot, sulf și cenușă, provenind din resturile vegetale și animale care l-au format. Transportat în rafinării prin conducte, tancuri sau cisterne, el este în primul rând separat de apă și de impurități mecanice și apoi supus distilării fracționate. Țițeiul este pompat în cuptoare tubulare încălzite cu flacără, unde este încălzit la 280—300°C, apoi intră într-o coloană de distilare (care lucrează la presiune atmosferică), unde se separă gazele, benzinele ușor volatile și petrolul lampant. Reziduul viscos al distilării se pompează într-un al doilea cuptor tubular, unde este încălzit, după care este introdus într-o a doua coloană de fracționare, care de data aceasta lucrează sub vid. În această coloană distilează uleiurile industriale (motorina, uleiul de cilindru, uleiul de mașini ș.a.); în urma acestei distilări, rămân asfaltul, smoala, coșul de petrol și resturi anorganice. Aproape toate fracțiunile de țiței, afară de cele gazoase, se tratează suplimentar pentru a micșora sau elimina complet conținutul în substanțe nedorite (cenușă, compuși cu sulf și azot, substanțe care formează rășini sau polimeri). Aceasta se realizează cu ajutorul unor produși chimici sau prin adaus de substanțe active (cărbune activ, silicagel, diatomit), care transformă chimic produsele nedorite sau le elimină fizic prin absorbție. Numeroase fracțiuni de petrol se supun unor tratări suplimentare (adaus de aditivi) pentru a le conferi proprietățile dorite. De exemplu, benzina trebuie să capete calitate antidetonante, să devină ușor inflamabilă și stabilă, iar uleiurile de mașini să devină slab colorate, inodore și stabile la oxidare.

Prin distilarea țițeiului se separă fracțiuni care conțin mai puțini componenți decât a avut produsul inițial; totuși benzina mai conține, de exemplu, peste o sută de produse diferite. Din această cauză, distilarea corectă a țițeiului este o «artă» și necesită o tehnologie avansată precum și utilaje numeroase și complicate. Deoarece țițeiul conține și substanțe corozive, coloanele pentru distilarea țițeiului sînt executate din oțel înobilat, iar funcționarea lor este aproape în întregime automatizată.



Gaze naturale

Anual se extrag din pământ peste 500 miliarde m^3 de gaze. Gazele naturale sînt gazele care se extrag din pământ fie singure, fie împreună cu țițeiul, folosindu-se ca atare sau în urma unor simple operații de separare a impurităților lichide și solide pe care le conțin.

Gazele naturale extrase din zăcămintele de gaze (zăcăminte în care nu se găsesc asociate cu țiței) se numesc *gaze naturale uscate* sau, impropriu, *gaz metan*. Gazele extrase din zăcăminte de țiței (zăcăminte în care se găsesc asociate cu țiței) constituie *gaze asociate*, *gaze de sondă* sau *gaze naturale umede*. Gazele asociate, la rîndul lor, pot fi bogate sau sărace, respectiv bogate sau sărace în hidrocarburi.

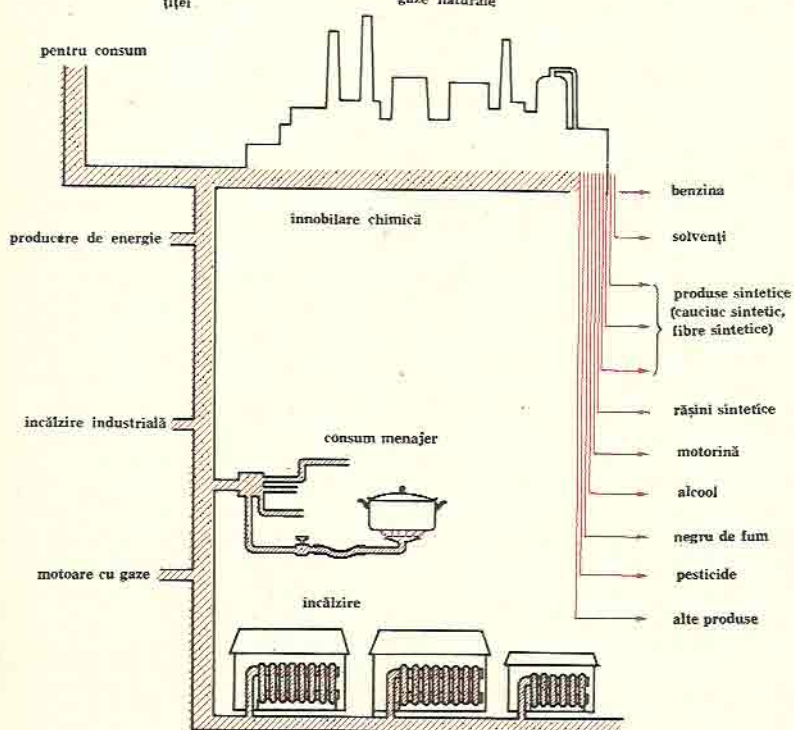
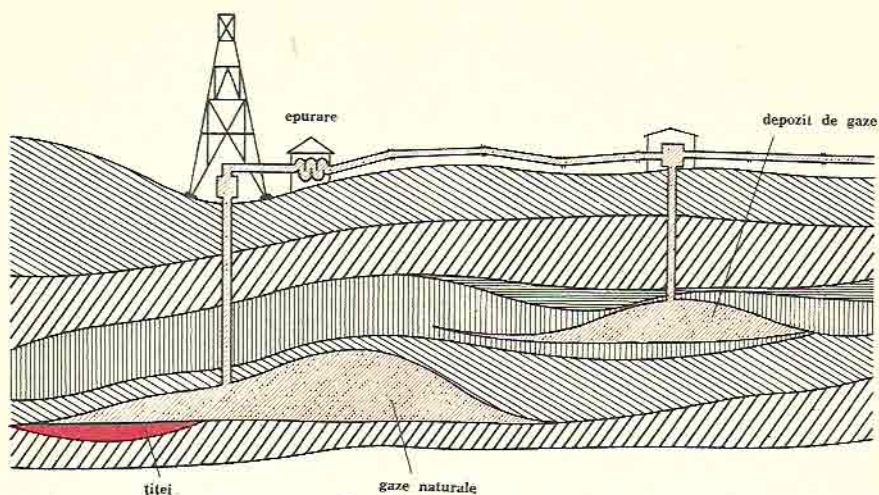
Componenta principală a gazelor naturale o constituie metanul, care se poate întîlni în proporții de 80 pînă la 95%. Gazele asociate sînt constituite din hidrocarburi aciclice saturate parafinice: metan, etan, propan, butan și alți omologi superiori, în funcție de compoziția chimică a țițeiului brut și de condițiile de separare.

Unele surse de gaze naturale sînt însoțite și de impurități foarte toxice, cum sînt bioxidul de carbon, azotul, hidrogenul sulfurat, bioxidul de sulf etc. Rareori aceste gaze sînt însoțite de unele gaze rare, cum sînt heliul, argonul, neonul etc.

Gazele naturale din zăcămintele independente se exploatează și sînt întrebuințate ca un excelent combustibil, o mare parte din gaze fiind arse în motoare pentru producerea energiei electrice. În acest scop, gazele sînt transportate prin conducte magistrale de la surse la centrele industriale. Gazele naturale constituie de asemenea o foarte importantă materie primă pentru industria chimică. Prin prelucrarea termică a hidrocarburilor constituenți (etan, propan) se obțin alcoolii, solvenți, fibre sintetice, cauciuc sintetic etc.

Consumul de gaze, menajer și industrial, variază atît în cursul aceleiași zile, cît și în cursul unui an. Pentru a asigura cantitatea necesară de gaze, acestea sînt înmagazinate în conducte de transport, în rezervoare sau în depozite subterane, în care caz se folosesc fostele zăcăminte de țiței (surse epuizate), care pot atinge uneori o capacitate de un miliard m^3 .

În prezent, cea mai mare sursă de gaze naturale este situată în apropiere de Groningen (Olanda), fiind estimată la cca. 1,1 bilioane m^3 .



Cazane de abur

În instalațiile industriale care necesită cantități mari de abur de presiune înaltă, în scopuri tehnologice și de încălzire se folosesc cazane de abur care produc abur la o presiune de 12—40 kgf/cm² (și în cazuri speciale până la 160 kgf/cm²).

Constructiv, cazanele de abur se deosebesc după modul în care căldura produsă de focar și de gazele de ardere aduc apa în stare de fierbere. La construcția cea mai simplă, oala de abur de uz menajer (fig. 1), apa este încălzită direct de o flăcără amplasată sub oală. În cazul *cazanelor ignitubulare* (cazane cu corp vaporizator), încălzirea apei se face prin trecerea flăcării și a gazelor de ardere prin țevile de flăcără ale cazanului. Deși de construcție și deservire simple, aceste cazane prezintă o serie de dezavantaje: suprafață de amplasare mare, capacitate mică, timp de punere în serviciu lung datorită suprafeței mici a grătarului și circulației lente a apei, presiune nominală mică. Astfel de cazane se folosesc, în general, la locomotive și în instalațiile industriale de capacitate mică pentru producerea aburului tehnologic.

Cazane de mare capacitate, care ajung rapid la regimul de vîrf, sînt *cazanele acvatubulare* (cu țevi vaporizatoare). În aceste cazane, apa este vaporizată în fascicule de țevi fierbătoare, a căror suprafață exterioară este supusă căldurii radiante a flăcării și a gazelor de ardere. Un astfel de cazan este prevăzut cu doi tamburi (camere de apă colectoare) între care se fixează țevile fierbătoare montate cu o înclinare mai mare sau mai mică (fig. 2) față de orizontală. De obicei tamburii sînt așezați perpendicular față de țevi. Apa de alimentare, preîncălzită cu ajutorul gazelor de ardere, intră în tamburul superior, trece prin țevile fierbătoare neîncălzite sau încălzite slab în tamburul inferior, iar de aici urcă în țevi. Apa vaporizată urcă sub formă de amestec apă-abur înapoi în tamburul superior. De aici aburul, separat de apa antrenată, trece prin țevile supraîncălzitorului (încălzite de gazele de ardere), de unde poate fi distribuit prin conducte la consumator. Apa separată de abur intră împreună cu apa proaspătă de alimentare într-un nou circuit de încălzire.

Cazanele de acest tip pot fi încălzite cu cărbune sau păcură. Pentru arderea combustibililor solizi (cărbuni) se folosesc focare cu grătar rulant (fig. 4). Acesta este constituit dintr-un transportor continuu (asemănător cu o bandă fără sfîrșit), alcătuit din bare. Cărbunii, introduși pe o parte, ard în focar, iar reziduurile, zgura și cenușa sînt evacuate pe partea opusă în cenușar. Pentru o ardere cît mai completă se insuflă aer pe la partea inferioară a focarului prin grătar. În alte sisteme de ardere, se insuflă în focar praf de cărbune amestecat cu aer; arderea are loc la o temperatură de cca. 1 800 °C. Cînd se folosesc combustibili lichizi (păcură), aceștia se pulverizează cu ajutorul injectoarelor direct în focar. Focarul este captușit în interior cu cărămizi refractare. În cazul *cazanelor de radiație* în pereții interiori ai focarului sînt montate țevi fierbătoare, care constituie suprafața de încălzire prin radiație.

În unele cazane de construcție specială se poate genera abur de înaltă presiune (100—225 kgf/cm²). În aceste cazane, care sînt *cazane cu circulație forțată* (fig. 5), prin țevile fierbătoare circulă un volum de apă de 6—7 ori mai mare decît cel corespunzător capacității lor de vaporizare, circulația apei fiind asigurată de pompe de circulație. În *cazanele cu trecere forțată* (fig. 6), apa este pompată direct în țevile cazanului.



Fig. 1. Ceainic

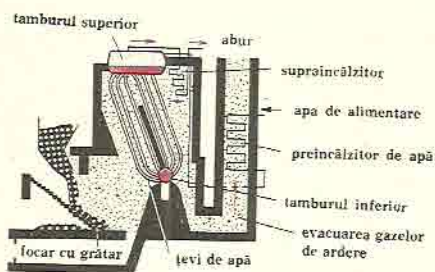


Fig. 2. Cazan cu țevi cu înclinare mare

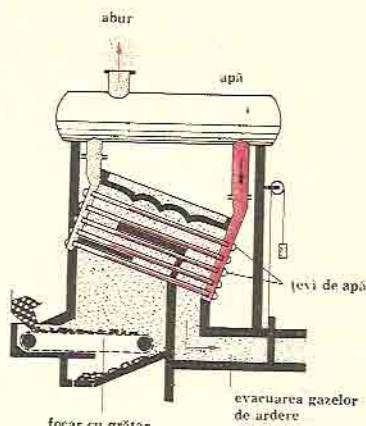


Fig. 3. Cazan cu țevi cu înclinare mică

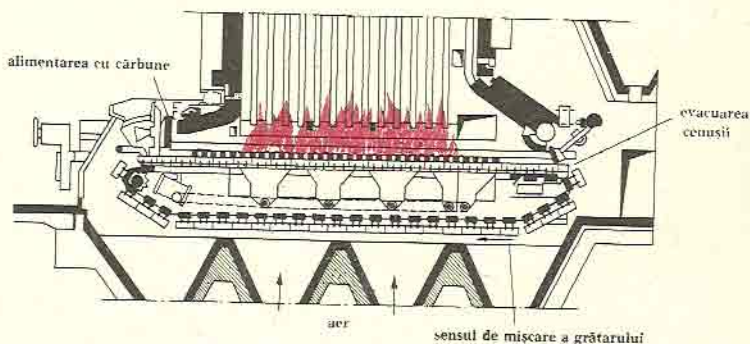


Fig. 4. Grătar rulant

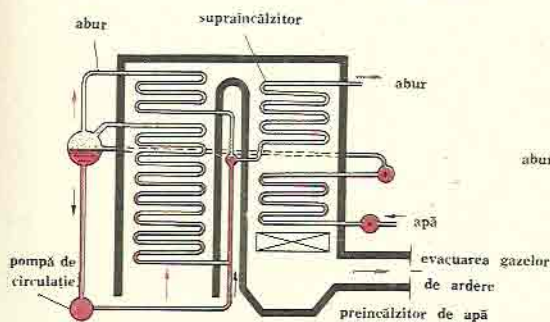


Fig. 5. Cazan cu circulație forțată

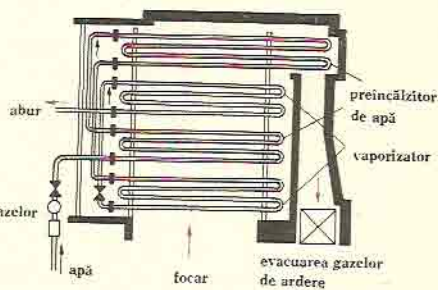


Fig. 6. Cazan cu trecere forțată

Motoare cu abur cu piston

Motorul cu abur cu piston, impropriu denumit mașină cu abur, utilizează energia furnizată de aburul de înaltă presiune. Energia pe care o eliberează aburul prin detentă poate fi folosită (prin transformare într-o mișcare de rotație) la acționarea mașinilor. Aburul de înaltă presiune este admis într-un cilindru în care se găsește un piston. Aburul expandează în cilindru și împinge pistonul, efectuând astfel un lucru mecanic (fig. 1a). Când pistonul ajunge la capătul cilindrului, respectiv la punctul mort sau de întoarcere (fig. 1b), aburul destins se evacuează, iar aburul proaspăt este admis în partea opusă. Aburul proaspăt admis acum în compartimentul cilindrului opus celui în care s-a produs expandarea, acționează asupra pistonului, deplasându-l înapoi spre punctul de pornire (fig. 1c), devenit acum noul punct de întoarcere (fig. 1d). O astfel de mașină se numește *cu dublu efect*, deoarece aburul acționează alternativ pe ambele fețe ale pistonului. În timp ce pe una dintre fețele pistonului se face admisia aburului, pe fața opusă a pistonului se efectuează evacuarea aburului destins. Schimbarea direcției de acționare a aburului, adică conducerea aburului proaspăt la fața corespunzătoare a pistonului, precum și evacuarea aburului destins, o efectuează un dispozitiv de distribuție numit *sertar* (la unele tipuri, schimbarea de sens se face prin supape, ca la motorul cu ardere internă). Cel mai folosit tip de sertar este *sertarul plan* (fig. 2), care obține alternativ fantele de admisie și, respectiv, de evacuare a aburului, punând succesiv fiecare dintre spațiile de lucru ale cilindrului mașinii în legătură cu camerele de admisie și de evacuare a aburului (fig. 2a și b). Pozițiile succesive ale sertarului sînt corelate cu pozițiile corespunzătoare ale pistonului, astfel încît sertarul să se afle într-o poziție care să permită ca pe o față a pistonului să se facă admisia aburului proaspăt, iar pe cealaltă față evacuarea aburului destins. Sertarul execută o mișcare de du-te-vino, fiind acționat de un excentric calat la arborele cotit (fig. 3). Deplasarea sa se face în sens invers cu a pistonului. La ieșirea din mașină, aburul evacuat se condensează într-un condensator. În unele cazuri, cum este la locomotivele cu abur, aburul este evacuat în atmosferă.

La mașinile compound, expansiunea se efectuează succesiv în mai mulți cilindri, dispuși cu axele paralele, în trepte succesive. La aceste mașini, pistoanele au, în general, aceeași cursă, fiind acționate de același arbore cotit. Deoarece la scăderea presiunii volumul aburului se mărește la destindere, în cazul unei mașini compound cu trei cilindri diametrul pistonului la treapta a doua (treapta presiunii medii) este mai mare decît la prima treaptă (treapta presiunii înalte), iar la treapta a treia (treapta presiunii joase) este mai mare decît la treapta presiunii medii. Lucrul mecanic efectuat de piston se transmite la arborele motor prin intermediul unui mecanism bielă-manivelă articulat la un cap de cruce (fig. 1 și 3), care execută o mișcare de du-te-vino într-un ghidaj cu glisare. Tija pistonului este articulată solidar la capul de cruce, iar biela este articulată mobil la un cap de capul de cruce și la celălalt cap la butonul manivelei sau la cotul arborelui motor.

Cînd pistonul și capul de cruce execută mișcarea de du-te-vino, capul de cruce transmite această mișcare prin intermediul bielei arborelui cotit, producînd o rotire. Un volant montat pe un capăt al arborelui cotit, asigură o rotire uniformă, nesacadată.

Mașinile cu abur se folosesc la instalațiile industriale mici și medii (sub 1 000 CP) și la instalațiile stabile cu sarcini variabile mari, ca, de exemplu, la instalațiile de ridicat (în mine), la acționarea laminoarelor, la unele nave, la locomotivele cu abur etc. Energia conținută în cărbune este valorificată numai 15—18%, chiar în mașinile cele mai perfecționate.

Fig. 1. Modul de funcționare a unui motor cu abur cu piston

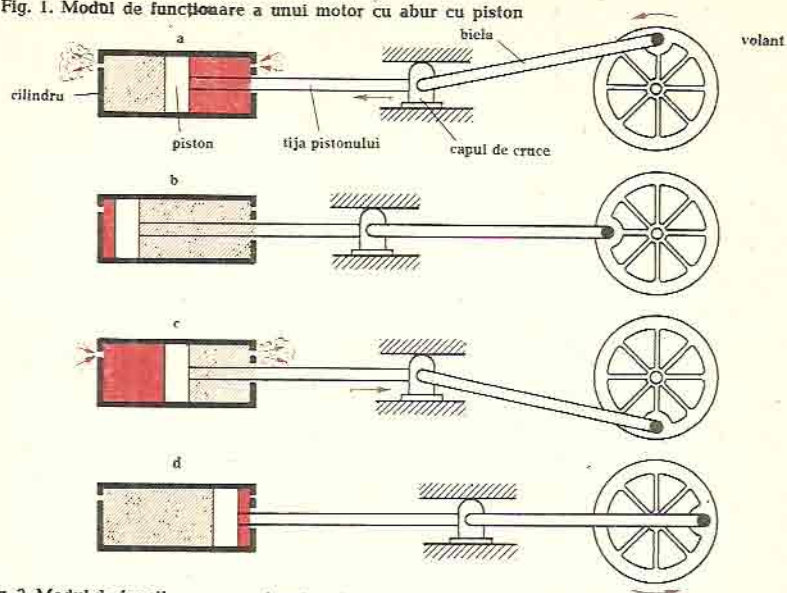


Fig. 2. Modul de funcționare a unui sertar plan

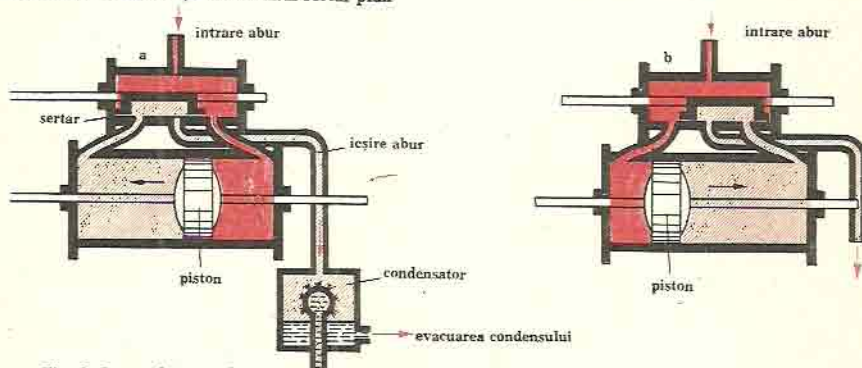
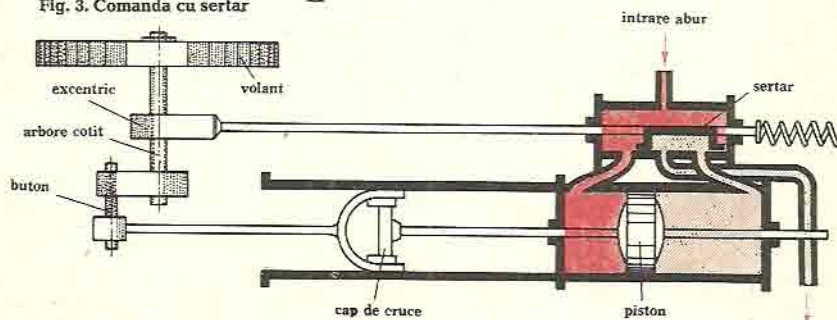


Fig. 3. Comanda cu sertar



Turbine cu abur

În turbinele cu abur, energia aburului sub presiune se transformă în energie mecanică folosită pentru acționarea generatoarelor electrice din centralele termoelectrice. Aburul este condus la un ajutoraj de unde iese cu viteză mare și lovește paletetele rotorului, care începe să se învârtască. Pentru a transforma energia de presiune a aburului cât mai complet în energie cinetică, turbinele cu abur folosesc așa-numitele ajutoraje Laval (fig. 1). Ajutorajul este prevăzut cu o deschidere a cărei secțiune se îngustează la partea de intrare și se lărgeste la partea de ieșire. Trecând prin ajutoraj, presiunea aburului scade continuu, iar viteza sa crește. Cu cât viteza aburului este mai mare, cu atât este mai mare și forța pe care jetul de abur o poate exercita asupra unui obstacol. Această forță depinde de unghiul cu care jetul de abur este deviat față de direcția inițială. Aburul expandat în ajutorajele statorice este dirijat cu viteză mare spre rotor, în care, prin devierea jetului de abur spre periferia acestuia (fig. 2), se generează forțe care îl pun în mișcare (fig. 3). Pentru folosirea completă a energiei pe care o conține aburul, este necesar ca destinderea aburului să se facă în trepte consecutive. Rotorii sînt fixați pe același ax și au deci același număr de rotații, scăderea presiunii aburului și mărirea diametrelor rotorilor avînd loc în trepte bine determinate. Teoretic, întreaga presiune a aburului (de exemplu 100 kgf/cm^2) poate fi destinsă pînă la presiunea atmosferică și transformată în viteză într-un singur ajutoraj. Cum însă pentru obținerea unui randament de transformare optim rotorul ar trebui să se învârtască cu o viteză periferică foarte mare, forțele centrifuge produse ar putea distruge mașina. Pentru a evita acest lucru, turbinele se construiesc cu micșorarea în trepte a energiei. După modul în care se produce destinderea aburului, turbinele pot fi:

1) **turbine cu trepte de viteză** (micșorarea în trepte a vitezei): energia potențială a aburului se transformă în energie cinetică într-o singură coroană statorică, aceasta transformîndu-se apoi fracționat în energie mecanică în două sau trei coroane de paletete rotorice montate pe același ax (*turbine Curtiss*, fig. 4);

2) **turbine cu trepte de presiune** (micșorarea în trepte a presiunii): energia potențială a aburului este transformată în energie mecanică în mai multe trepte de presiune, fiecare treaptă constînd dintr-o coroană statorică și una rotorică. Aburul este destins în coroana statorică și viteza este preluată de coroana rotorică următoare (fig. 2). Trecerea aburului prin coroanele statorice și rotorice se continuă pînă ce se consumă întreaga presiune a aburului. Prin toate coroanele rotorice trece consecutiv aceeași cantitate de abur. Deoarece însă la micșorarea în trepte a presiunii volumul aburului crește, diametrele exterioare ale coroanelor rotorice sînt din ce în ce mai mari pe măsură ce se trece de la partea de înaltă presiune spre partea de joasă presiune (*turbine cu acțiune*);

3) **turbine cu suprapresiune** (micșorarea în trepte a suprapresiunii): presiunea aburului se reduce atît în ajutorajele statorice, cît și în paletetele rotorice, obținîndu-se o viteză suplimentară (*turbine cu reacțiune*).

În funcție de presiunea aburului la ieșirea din turbină se deosebesc: *turbine cu condensare* (fig. 5), în care presiunea de sfîrșit de expansiune a aburului este inferioară presiunii atmosferice datorită vidului menținut într-un condensator legat cu tubul de aspirație al turbinei; *turbine cu contrapresiune*, în care presiunea de sfîrșit de expansiune este superioară presiunii atmosferice, și, în sfîrșit, *turbine cu emisie*, în care presiunea aburului de sfîrșit de expansiune este puțin superioară presiunii atmosferice, aburul fiind evacuat din turbină direct în atmosferă.

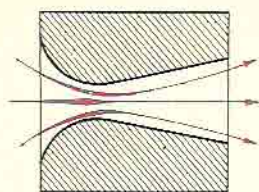


Fig. 1. Secțiune transversală printr-un ajutaj Laval

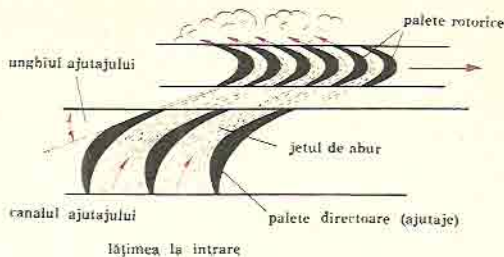


Fig. 2. Devierea jetului de abur, micșorarea în trepte a presiunii într-o turbină cu trepte de presiune

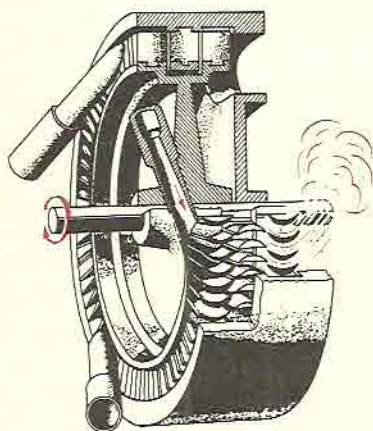


Fig. 3. Acționarea unei roți cu paletе rotorice

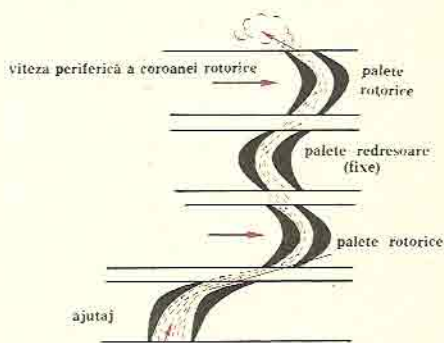


Fig. 4. Secțiune transversală prin ajutajele și paletеle unei turbine cu trepte de viteză (Curtis), cu două coroane. (Micșorarea în trepte a vitezei)

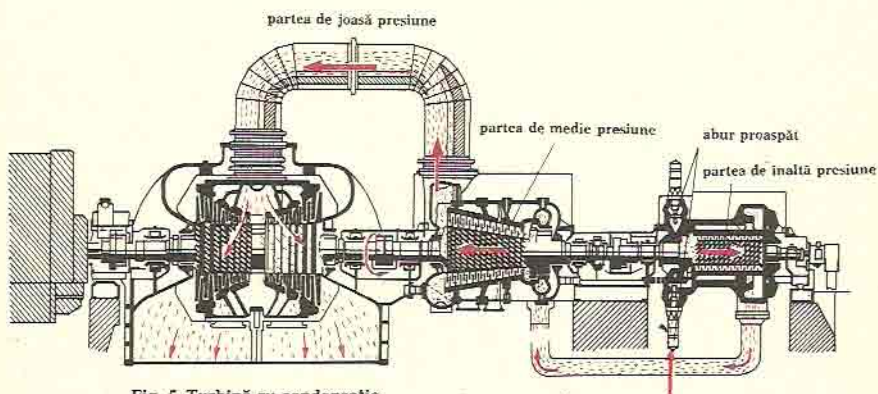


Fig. 5. Turbină cu condensareție

Turbine cu gaze

Turbinele cu gaze sînt acționate de gazele rezultate din arderea unor combustibili. După modul de funcționare și de construcție sînt asemănătoare turbinelor cu abur. Și în turbina cu gaze un mediu fluid cu mare energie (gazele de ardere) acționează paletelor unei roți, imprimîndu-i o mișcare de rotație. În figura 1 este reprezentat modul de funcționare a unei instalații de turbine cu gaze: compresorul, de tipul turbocompresoarelor, aspiră aer proaspăt pe care îl comprimă la 3—5 kgf/cm² și-l refulează în camera de ardere printr-un schimbător de căldură, în care aerul este preîncălzit de gazele de ardere fierbinți provenite din turbină. Prin arderea combustibililor se obțin gaze de ardere cu o temperatură de aproximativ 650° C, care acționează turbina.

Turbina propriu-zisă, compresorul și generatorul de energie electrică sînt montate, de regulă, pe același ax. În această situație, turbina nu transmite generatorului întreaga putere, deoarece o mare parte din energia livrată de aceasta este necesară pentru acționarea turbocompresorului. Pentru demararea turbinei se utilizează un motor electric, cu ajutorul căruia se pune în funcțiune turbocompresorul în vederea comprimării aerului necesar arderii. În figura 2 este reprezentată schema unei instalații de turbine cu gaze. Asemenea instalații de turbine cu gaze se întîlnesc în centralele electrice și la motoarele cu reacție ale avioanelor, unde reprezintă însă numai o formă specială de folosire. În general, turbinele cu gaze sînt utilizate numai atunci cînd se dispune de combustibili lichizi.

Un alt tip de turbină cu gaze este *turbina cu aer cald* (fig. 3), care folosește aerul atmosferic comprimat și apoi încălzit la temperatură înaltă într-un schimbător de căldură. Aerul evacuat din turbină este recirculat continuu: se răcește (preîncălzind aerul comprimat înainte de dirijarea în turbină) și apoi este din nou aspirat de către compresor. Aerul se răcește pentru a împiedica uzura prematură a paletelor turbinei.

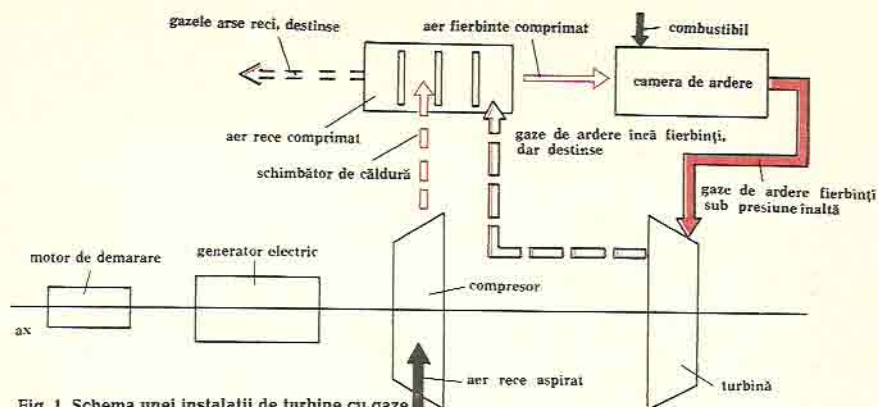


Fig. 1. Schema unei instalații de turbine cu gaze

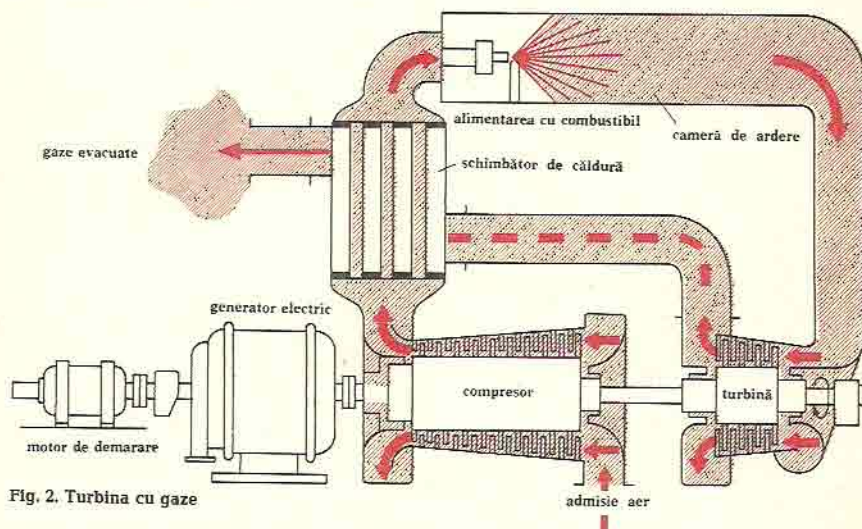


Fig. 2. Turbina cu gaze

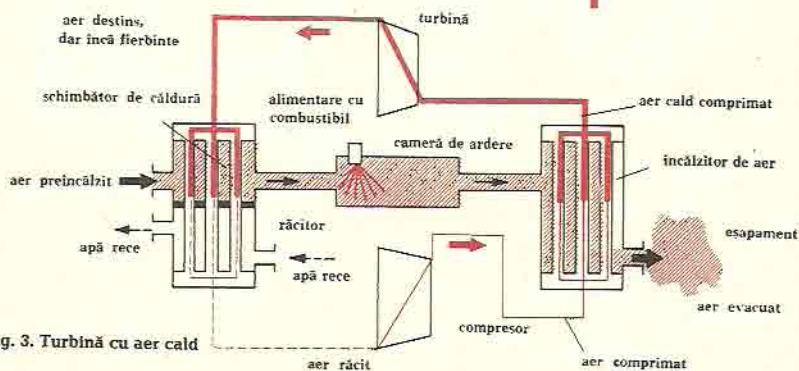


Fig. 3. Turbină cu aer cald

Turbine hidraulice I

În turbinele hidraulice, energia apelor curgătoare, captată prin amenajări sau instalații hidrotehnice, este transformată în energie mecanică de rotație, care acționează un rotor cu palete.

Forma cea mai veche și mai simplă a turbinei hidraulice este roata de moară (*roata hidraulică*), care folosește energia unui curs de apă. Apa lovește paletetele unei roți mari de lemn, care, în cele mai multe cazuri, antrenează moara de apă. După modul de admisie a apei, roțile hidraulice pot fi: cu admisie superioară (apa curge pe paletetele de sus ale roții) și cu admisie inferioară (apa lovește paletetele de jos ale roții) (fig. 1). Tehnica revine la forma roții de moară prin *turbina Pelton*, care este o *turbină cu egală presiune* (se transformă întreaga energie cinetică a apei) (fig. 2). Aceasta este constituită dintr-un rotor, pe periferia căruia sînt montate palete de forma unor cupe (fig. 3). Apa, admisă și dirijată spre rotor cu ajutorul unui injector, lovește cupele acestuia, imprimîndu-i o mișcare de rotație. Viteza rotației este determinată de debitul și de viteza apei, turbina funcționînd în condiții optime cînd viteza de rotație a rotorului este egală cu jumătatea vitezei de cădere a jetului de apă. Injectorul este prevăzut cu un ac, care permite reglarea debitului de apă, și cu un deflector, care acționează în vederea evitării loviturilor de berbec ale apei în conductă la descărcarea bruscă a turbinei. În asemenea situații, deflectorul deviază curentul de apă de la cupele rotorului pînă cînd acul a micșorat secțiunea de trecere a apei în mod corespunzător (fig. 4). În cele mai multe cazuri, reglarea deflectorului este cuplată cu un generator electric.

Turbina Pelton se folosește atunci cînd se dispune de căderi mari și debite specifice mici de apă. În aceste cazuri, apa se captează la înălțime într-un lac sau un rezervor de acumulare și este condusă la turbina montată la un nivel mai coborît prin conducte sau galerii.

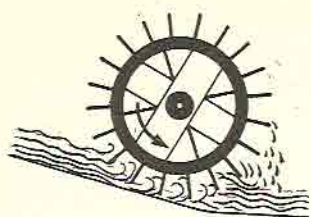


Fig. 1. Roată de moară
(roată hidraulică)
cu admisie inferioară

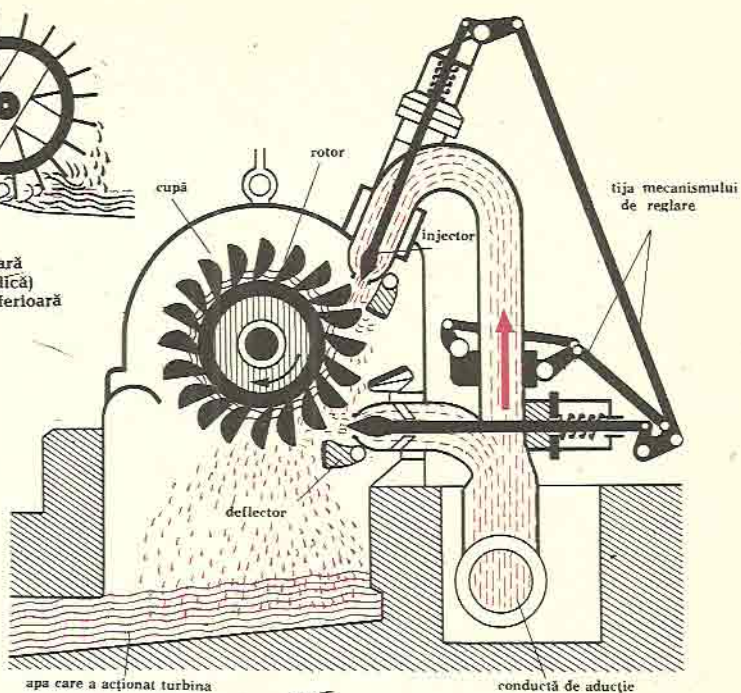


Fig. 2. Turbină Pelton cu două injectoare

Fig. 3. Injectorul și cupa unei
turbină Pelton

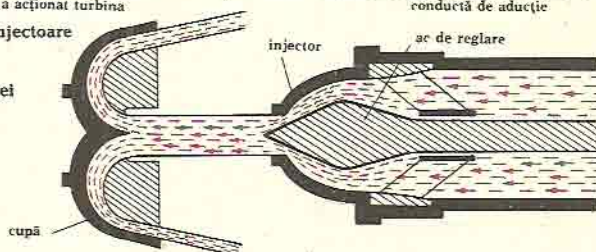
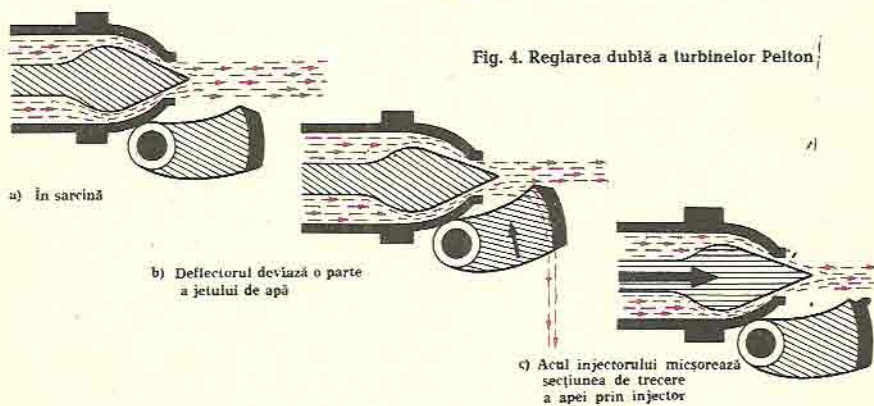


Fig. 4. Reglarea dublă a turbinelor Pelton



Turbine hidraulice II

Pentru căderi de apă mijlocii și debite specifice normale și pînă la foarte mari, se folosesc *turbine Francis* sau *turbine radiale*. Spre deosebire de turbina Pelton, în turbina Francis direcția jetului de apă este schimbată; schimbarea se face perpendicular pe direcția de intrare (fig. 1a și 1b), ceea ce face ca rotorul turbinei să fie pus în mișcare. Turbina este prevăzută cu un distribuitor echipat cu palete reglabile, cu ajutorul căruia se realizează admisia și dirijarea apei spre rotor. Dintr-un canal de aducție inelar care înconjură turbina, apa intră în distribuitor, care imprimă jetului de apă direcția de curgere cea mai favorabilă. Jetul de apă este distribuit uniform pe întreaga periferie a rotorului turbinei și trece radial prin acesta de la exterior spre centrul rotorului. Paletel distribuitorului (numite palete directoare) asigură astfel transformarea energiei apei în principal în energie de rotație, evitînd consumul acesteia prin vârtejuri și alți curenți de curgere.

Distribuitorul turbinei Francis este dispozitivul director căruia în cazul turbinei Pelton îi corespunde injectorul. Figura 1a reprezintă schéma unei turbine Francis, iar figura 1b o secțiune prin turbină; se poate observa deviația perpendiculară a jetului de apă. Pentru căderi de apă mici și debite mari, de exemplu, la barajul unui rîu se folosește *turbina Kaplan* sau *turbina elicoidală*. Construcția rotorului acestei turbine se aseamănă cu cea a unei elice de navă, cu deosebirea că, în timp ce elicea unei nave împinge prin rotire apa înapoi și deplasează nava înainte, în turbina Kaplan apa acționează elicea, imprimîndu-i o mișcare de rotație. Apa este admisă în turbină lateral printr-un canal de aducție inelar (fig. 2), apoi este deviată prin distribuitor și dirijată în lungul axei rotorului.

Acest tip de turbine se mai numesc *turbine axiale*. Debitul de apă care trece prin turbină poate fi reglat prin modificarea distanței dintre paletel distribuitorului, reglîndu-se în mod corespunzător și paletel rotorului (fig. 3). Fiecărei poziții a paletelor distribuitorului îi corespunde, în vederea obținerii unui randament înalt, numai o singură poziție a paletelor rotorului.

Turbinele hidraulice se utilizează în centralele hidraulice; rotoarele acestora, prin intermediul unui organ de transmisie, acționează generatoarele electrice.

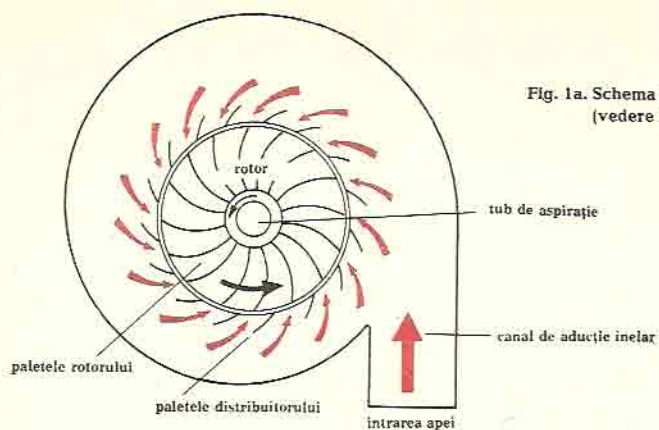


Fig. 1a. Schema turbinei Francis
(vedere laterală)

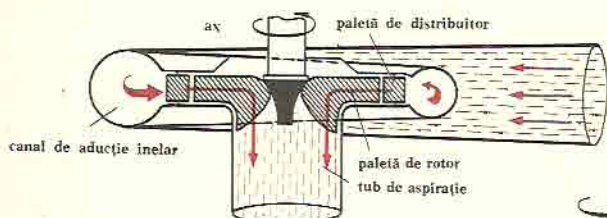
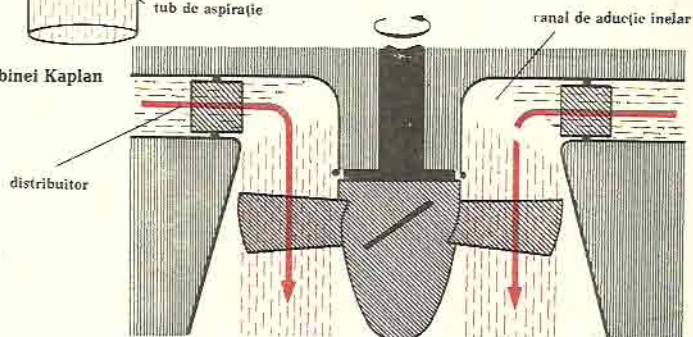
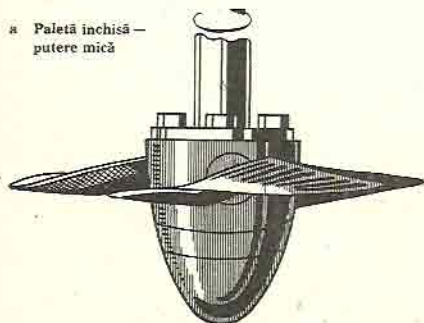


Fig. 1b. Secțiune printr-o
turbină Francis

Fig. 2. Schema turbinei Kaplan



a Paletă închisă –
putere mică



b Paletă deschisă –
putere mare

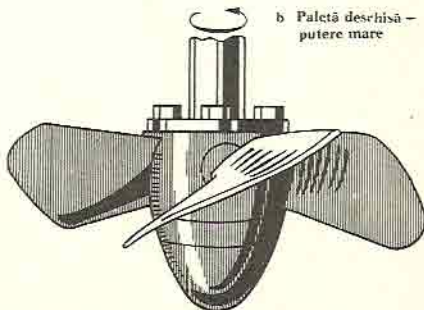


Fig. 3. Rotorul unei turbine Kaplan

Reactoare nucleare

În reactorul nuclear are loc transformarea energiei atomice în energie termică prin reacția de fisiune în lanț controlată a nucleelor izotopilor uraniului, plutoniului sau toriului. Primul reactor din lume a funcționat în 1942 la Chicago, sub conducerea lui E. Fermi. Reactorul nuclear conține combustibil sub forma unui element fisionabil: uraniu-235 (prezent în uraniu natural în proporție de 0,71%), plutiniu-239 sau uraniu-233. După energia neutronilor care produc majoritatea fisiunilor, reactoarele nucleare pot fi *termice* și *rapide*. Într-un reactor termic (fig. 2), fisiunea se produce sub acțiunea neutronilor lenti. Încetinirea neutronilor rapizi emiși în fisiune se face prin ciocnirea lor cu nucleele unei substanțe denumită moderator. Într-un reactor rapid, majoritatea fisiunilor sînt produse de neutroni rapizi și deci folosirea moderatorului nu mai este necesară. Reactoarele rapide prezintă interes prin faptul că pot fi construite astfel încît să genereze material fisionabil în timpul funcționării lor. În acest scop se folosesc așa-numitele materiale fertile, cum sînt uraniul-238, prezent în proporție de 99,2% în uraniul natural, și toriul-232. Aceste elemente nu sînt convenabile pentru producerea unei reacții în lanț; în schimb, prin absorbția unui neutron rapid emis în fisiunea uraniului-235, a uraniului-238 și a toriului-232, acestea trec prin cîteva transformări succesive (fig. 1), generînd în final elementele fisionabile plutiniu-239 și, respectiv, uraniu-233. Astfel de reactoare în care se generează combustibil nuclear se numesc *reactoare reproducătoare*.

În figura 2 este reprezentat un reactor termic cu apă sub presiune (reactorul propriu-zis, miezul, este situat în stînga figurii). În interiorul său, uraniul, sub formă de bare metalice, este introdus într-un vas umplut cu apă. Aici are loc reacția de fisiune în lanț. Neutronii eliberați în timpul reacției pătrund în apă și, prin ciocnirea cu atomii ușori ai hidrogenului și oxigenului, pierd din energia lor cinetică, fiind astfel frînați.

Neutronii lenti rezultați pot ajunge cu o oarecare probabilitate la o bară de uraniu și pot produce noi reacții de fisiune. Fragmentele de fisiune care iau naștere eliberează energia lor cinetică sub formă de căldură uraniului, care o cedează ulterior apei; prin intermediul unui schimbător de căldură, căldura este transferată apoi într-un circuit secundar normal de căldură. Pentru ca reactorul să nu înceteze să funcționeze sau să nu se încălzească excesiv, bilanțul neutronilor trebuie foarte precis reglat. În acest scop se folosesc bare de reglare confecționate din materiale care absorb neutroni; acestea se introduc în reactor pînă la adîncimi astfel reglate, încît în urma unei reacții de fisiune să rezulte un singur neutron pentru o nouă fisiune. Întrucît fragmentele de fisiune sînt puternic radioactive, este necesar ca reactorul să fie ecranat cu un strat gros de beton. În cazul reactorului cu apă fierbinte (fig. 3) schimbătorul de căldură poate lipsi, aburii rezultați prin evaporarea apei folosindu-se direct în circuit.

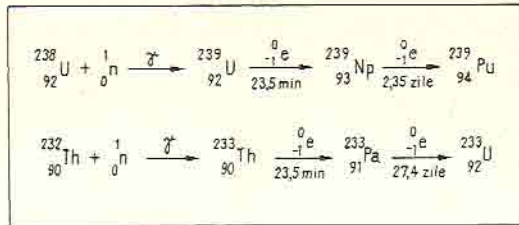


Fig. 1. Reacții de fisiune în lanț ale uraniului și toriului

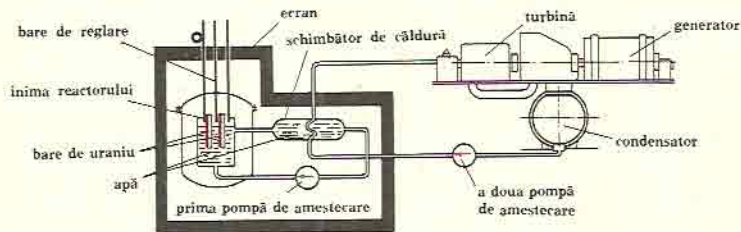


Fig. 2. Reactor cu apă sub presiune

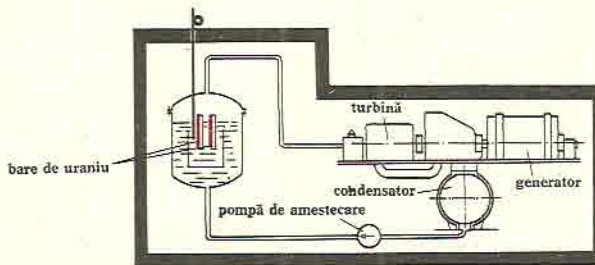


Fig. 3. Reactor cu apă fierbinte

Generatoare electrice

Producerea pe scară largă a energiei electrice se realizează cu ajutorul generatoarelor electrice. Modul lor de funcționare se bazează pe principiul inducției electromagnetice, și anume pe generarea unui curent electric într-o buclă de conductor sau o bobină (bobină de inducție) plasată într-un câmp magnetic prin variația periodică a fluxului magnetic. Această variație se poate obține fie rotind bobina într-un câmp magnetic constant, fie menținând fixă bobina și rotind câmpul magnetic.

Având în vedere principiul de funcționare menționat, tipurile constructive de generatoare se pot grupa în două mari categorii: *generatoare cu poli exteriori* (sau cu poli fiși), la care bobina de inducție se rotește între polii magnetici, și *generatoare cu poli interiori* (sau cu poli rotitori), la care polii magnetici se învârtesc în fața unor bobine de inducție fixe. În figurile 1 și 3 este reprezentată construcția unui generator electric ale cărui bobine (în care se induce curentul electric) sînt dispuse în interiorul unui inel de fier fix (stator), iar magneții (electromagneții) pe polii unui rotor. Distanța dintre polii statorului și cei ai rotorului este foarte mică. Tensiunea curentului alternativ indus este preluată nemijlocit de la stator, evitîndu-se contactele mobile (periile). Această construcție se pretează în special la generarea tensiunilor alternative înalte, deoarece partea în care se produce energia electrică este fixă. La tensiunile înalte ale generatoarelor mari (cca. 20 000 V), contactele mobile s-ar distruge prin formarea scinteiilor.

Rotorul, al cărui rol în cazul de față este acela de a genera câmpul magnetic rotitor, este prevăzut la generatoarele de puteri mici cu magneți permanenți (de exemplu lanterna de buzunar cu dinam, dinamul bicicletei), iar la generatoare de puteri mari cu electromagneți alimentați (sau, cum se mai spune, excitați) în curent continuu. Curentul continuu pentru alimentarea acestor electromagneți este produs de obicei de un mic dinam, montat pe același ax cu rotorul (fig. 2), numit generator de excitație sau excitatoare. Bobinele statorului și rotorului generatorului, reprezentat în figura 1, sînt bobinate consecutiv în sens invers, pentru ca tensiunea indusă să aibă aceeași direcție.

Acționarea generatoarelor de putere foarte mare se realizează prin cuplarea coaxială a generatoarelor cu turbine hidraulice, cu abur sau cu gaze. În uzinele mai vechi dotate cu mașini cu abur cu piston, rotorul generatorului constituie de obicei volantul, a cărui coroană poartă bobinele polilor magnetici. În figura 3 este reprezentat un dinam (generator) de putere mică construit după principiul descris (câmpul magnetic rotitor, bobinajul statorului fix). Roata polilor este în acest caz construită ca un rotor *T* din două părți.

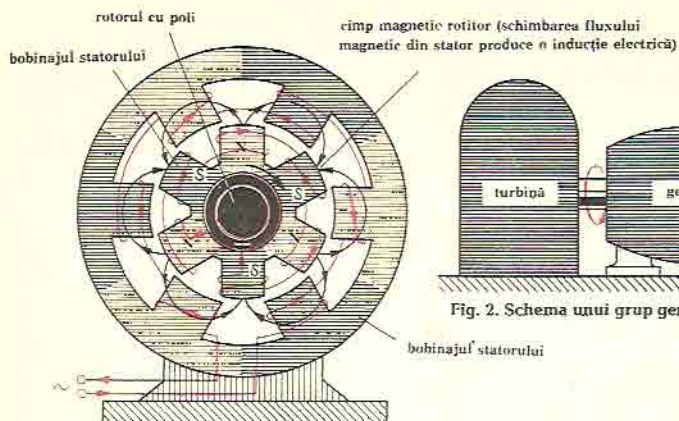


Fig. 1. Schema unui generator de curent alternativ (generator cu poli rotitori)

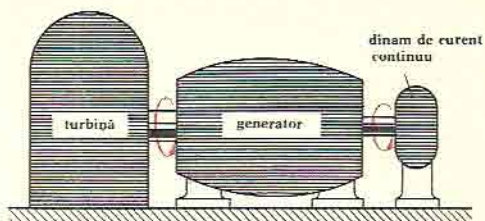


Fig. 2. Schema unui grup generator (turbogenerator)

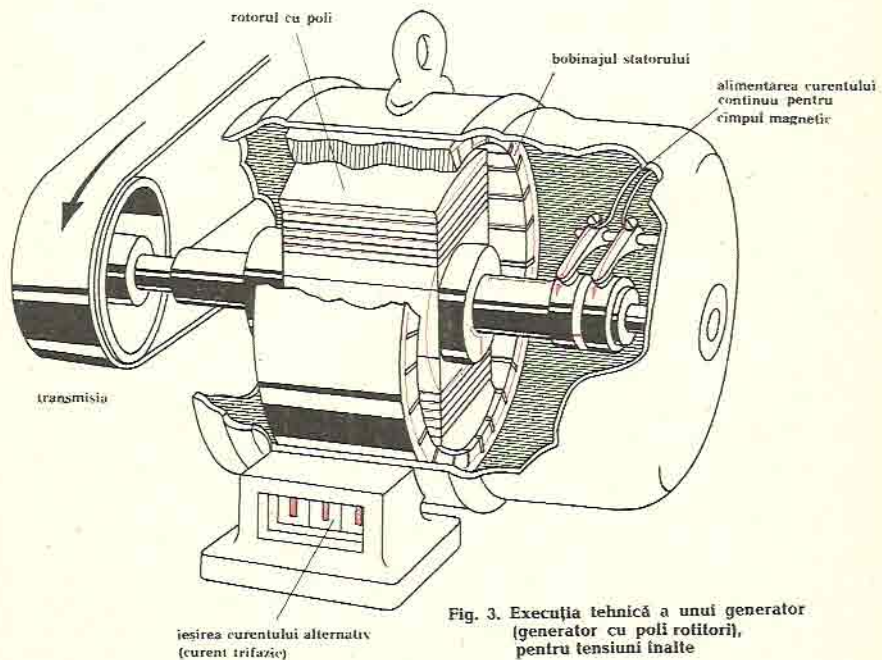


Fig. 3. Execuția tehnică a unui generator (generator cu poli rotitori), pentru tensiuni înalte

Baterii, acumulate

Dacă se introduc două metale diferite într-un electrolit (substanță care în stare lichidă conduce curentul electric, de exemplu o soluție apoasă de acid sulfuric), acestea au tendințe diferite de a trece în soluție, încărcându-se electric. Între metal și electrolit au loc reacții chimice a căror energie furnizează energie electrică, la suprafața de contact dintre metal și electrolit stabilindu-se o diferență de potențial. Studiind fenomenele care au loc la contactul dintre un metal și un electrolit, Volta a ordonat metalele într-un anumit șir (seria tensiunilor): C, Au, Ag, Cu, Sn, Pb, Fe, Zn,... Conform seriei tensiunilor, la introducerea într-un electrolit, C se încarcă pozitiv față de Au, Ag, Cu etc., Au se încarcă pozitiv față de Ag, Cu, Sn etc., diferența de potențial care se stabilește între cele două metale fiind cu atât mai mare cu cât acestea ocupă poziții mai depărtate în serie.

Un sistem electrochimic format din două metale introduse într-o soluție apoasă, capabil să genereze curent electric, reprezintă un *element (pilă) galvanic*. *Pila Volta* (fig. 1) este un element galvanic constituit dintr-o bară de cupru (anod) și una din zinc (catod), introduse într-o soluție apoasă de acid sulfuric. Dacă se face legătură între cei doi electrozi, cu ajutorul unui conductor și un bec se constată în exteriorul pilei existența unui curent electric. Circuitul electric, care în exterior este închis de conductor și de bec, se închide în interior prin soluția de acid sulfuric. În timpul funcționării pilei, în jurul anodului (Cu) se degajă hidrogen, care se depune pe suprafața Cu, dând naștere fenomenului de polarizare a electrozilor. Fenomenul este caracterizat prin mărirea rezistenței interioare, micșorarea tensiunii electrice produsă pe cale chimică și scăderea intensității curentului, uneori până la zero. Pentru evitarea acestor neajunsuri se folosesc depolarizanti, cu ajutorul cărora se înlătură pe cale chimică hidrogenul care acoperă anodul. În cazul *pilei Leclanché* (fig. 2) se folosește ca depolarizant bioxidul de mangan. Acesta, introdus într-o pungă de pânză de in, înconjoară anodul. O astfel de pilă furnizează curenți slabi (sonerii) și este constituită dintr-un anod de cărbune și dintr-un catod de zinc, introduși într-o soluție de clorură de amoniu. Pila dezvoltă o tensiune de 1—1,5 V. Dimensiunile pilei nu influențează valoarea tensiunii, însă au o influență hotărâtoare asupra intensității curentului. La introducerea în soluție, electrodul de zinc se descompune, zincul trece în soluție și energia chimică creată se transformă în energie electrică. Acest proces este ireversibil. În consecință, electrodul de zinc trebuie reînnoit după un anumit timp, ca și depolarizantul care, de altfel, se consumă. Pilele ai căror electrozi se consumă se numesc *pile primare*. Spre deosebire de acestea, în cazul *pilelor secundare*, prin aport de energie electrică de la o sursă de curent continuu (încărcare), starea inițială poate fi reconstituită, respectiv electrozii pot fi regenerați. Atât pilele primare cât și cele secundare se pot realiza sub formă de pile uscate, în care caz electrolitul se prezintă sub forma unei paste. Din categoria pilelor secundare fac parte *acumulatele*. Cele mai răspândite sînt *acumulatele cu plumb*. Acestea sînt constituite din electrozi de plumb introduși într-o soluție apoasă de acid sulfuric (fig. 3 și 4). Cînd acumulatorul debitează, pe electrozi se formează un strat de sulfat de plumb. La încărcare, stratul de pe anod este redus la bioxid de plumb (brun), iar cel de pe catod este redus la plumb spongios. Energia electrică este transformată în energie chimică, electrozii de plumb și, respectiv, de bioxid de plumb funcționînd împreună cu electrolitul ca un element galvanic. La descărcare are loc transformarea energiei chimice acumulate în energie electrică. În afara acumulatorului cu plumb se utilizează frecvent și *acumulatorul cu fier-nichel*, care folosește ca electrolit o soluție apoasă de hidroxid de potasiu. Acumulatorul cu plumb dezvoltă o tensiune de 2 V, iar cel cu fier-nichel o tensiune de 1,4 V. Prin legarea mai multor elemente în serie (fig. 5) sau în paralel (fig. 6), se obțin *baterii de acumulate* care furnizează curent continuu de tensiuni mari, respectiv de intensități superioare.

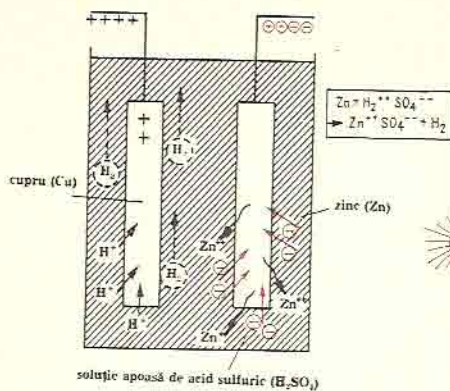


Fig. 1. Pila Volta

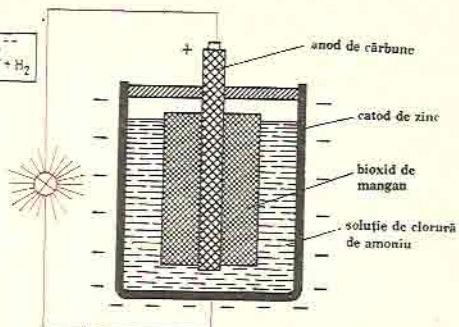


Fig. 2. Pila Leclanché

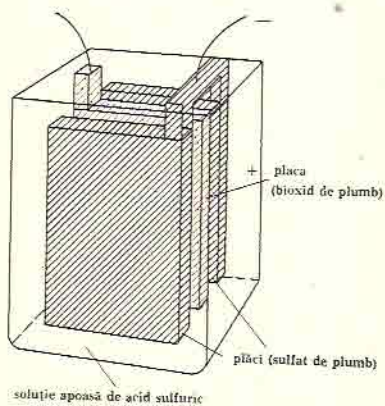


Fig. 3. Acumulator (principiu)

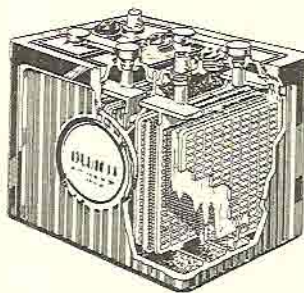


Fig. 4. Baterie pentru automobil,
execuția tehnică a unui acumulator

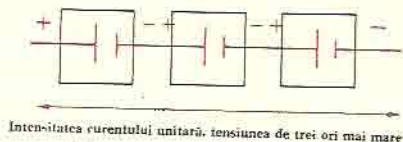


Fig. 5. Legarea elementelor în serie

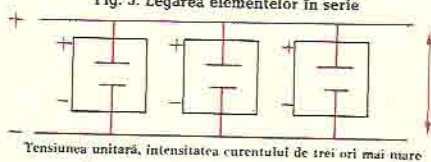


Fig. 6. Legarea elementelor în paralel

Putere electrică. La producerea energiei electrice prin inducție electromagnetică, în generatorul electric apare o tensiune alternativă care furnizează *curent alternativ* într-un circuit exterior (fig. 1a). Prezența unor capacități și a inductanțelor în circuit poate provoca defazarea (decalare în timp) a tensiunii față de intensitatea curentului (fig. 1b). *Puterea electrică* caracterizează viteza de transformare a energiei electrice în alte energii și reprezintă produsul dintre tensiunea și intensitatea curentului. Când tensiunea și intensitatea curentului au același semn, puterea este pozitivă (fig. 1a). Dacă există o defazare între tensiunea și intensitatea curentului, tensiunea și, respectiv, intensitatea au semne diferite și puterile sînt negative. În consecință, puterea activă (puterea utilă) în cazul defazării este mai mică (fig. 1b) din cauza părții negative decît în cazul cînd intensitatea este în fază cu tensiunea (fig. 1a). Dacă intensitatea este defazată față de tensiune cu un sfert de perioadă, puterea activă este nulă, deși conductorii sînt încărcăți cu așa-numiți curenți reactivi. Puterea activă este dată de relația $P = UI \cos \varphi$. Cu cît factorul $\cos \varphi$ (factorul de putere) are valoare mai mare, cu atît puterea activă se apropie mai mult de valoarea maximă, UI .

Curent trifazat. Trei curenți alternativi, defazați unul față de celălalt cu 120° , se caracterizează prin aceea că suma intensităților curenților, respectiv a tensiunilor, este întotdeauna zero (fig. 2a). Pentru transportul acestor curenți sînt necesari, în loc de șase, numai trei conductori, dacă aceștia sînt montați fie în stea (fig. 2b), fie în triunghi (fig. 2c). La o dispoziție geometrică corespunzătoare a electromagneților alimentați de un astfel de curent (fig. 2d), curenții din bobinele individuale (electromagneți) capătă valoarea lor maximă consecutiv, cu o defazare de 120° (fig. 2a), formîndu-se astfel un cîmp magnetic care se deplasează cu intensitate maximă și care, în consecință, se rotește (cîmp magnetic învîrtitor).

Frecvența curentului alternativ. Curenții alternativi se caracterizează prin durata perioadei (intervalul de timp după care tensiunea trece prin aceeași valoare) sau prin inversul acestei valori, *frecvența* (numărul de perioade pe secundă), a cărei unitate de măsură este hertzul (Hz). În funcție de valoarea frecvenței, curenții alternativi pot fi de joasă frecvență (pînă la 20 000 Hz), de medie frecvență (pînă la 300 000 Hz) și de înaltă frecvență (pînă la 3 000 MHz); peste aceste valori sînt curenți de frecvențe foarte înalte. Curentul alternativ industrial are frecvența standardizată la 50 Hz. Curenții alternativi de frecvență foarte înaltă, pînă la cîțiva GHz (1 gigahertz = 10^9 Hz = 1 miliard Hz), se folosesc în telecomunicații. Studiul fenomenelor electromagnetice a arătat că prin variația unui cîmp magnetic al unui curent alternativ de înaltă frecvență se poate genera un cîmp electric, între cele două cîmpuri existînd o profundă legătură, unul fiind generat prin variația celuilalt. Ansamblul acestor două cîmpuri se numește *cîmp electromagnetic*. O proprietate importantă a cîmpului electromagnetic este capacitatea sa de a se propaga în spațiu cu viteza luminii, respectiv cu 300 000 km/s. În cazul unui curent alternativ de joasă frecvență, energia emisă care se propagă în spațiu are timp suficient ca la schimbarea direcției curentului alternativ, să se întoarcă în conductorul electric; la frecvențe foarte înalte schimbarea direcției are loc înainte de revenirea din spațiu a întregii energii. Deci, o parte a energiei se propagă în spațiu sub formă de radiație electromagnetică. Datorită caracterului său periodic, această radiație a primit denumirea de *oscilație electromagnetică*, iar datorită propagării sale asemănătoare cu a unei unde de apă, denumirea de *undă electromagnetică*.

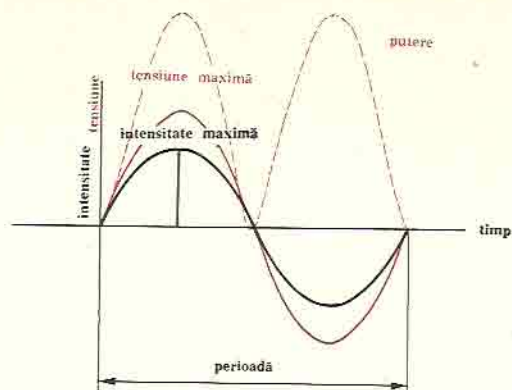


Fig. 1a. Variația în timp a unui curent alternativ

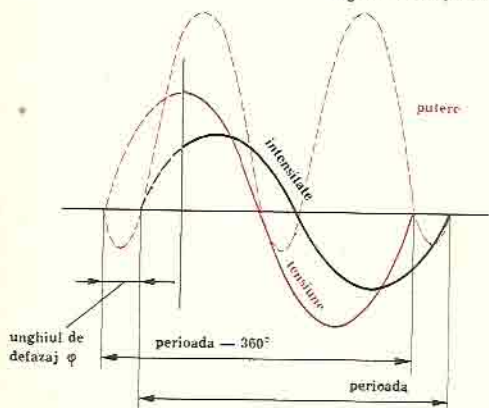


Fig. 1b. Defazarea intensității și tensiunii curentului

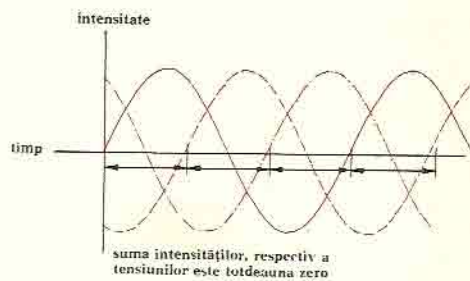


Fig. 2a. Curent trifazic

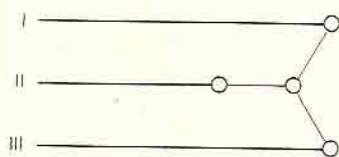


Fig. 2b. Montaj în stea

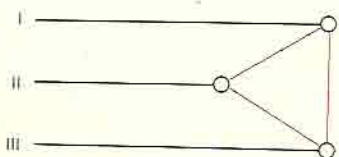


Fig. 2c. Montaj în triunghi

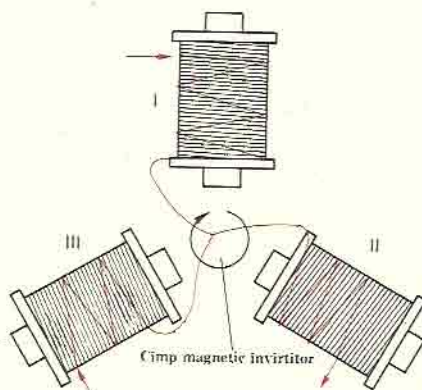


Fig. 2d.

Producerea undelor electromagnetice

Producerea undelor electromagnetice se datorește prezenței unui curent alternativ de înaltă frecvență, a cărui energie electromagnetică este radiată în spațiu (corespunzător cu frecvența curentului alternativ generator). Fenomenul de radiație electromagnetică poate fi pus în evidență cu ajutorul dipolului electric (*dipolul lui Hertz*). Acesta este un fir conductor liniar a cărui lungime se găsește într-un anumit raport față de lungimea unei electromagnetice care se formează. Lungimea unei unde reprezintă raportul dintre viteza de propagare (distanța pe secundă) și frecvență (număr de oscilații pe secundă). Dacă acest conductor este parcurs de un curent alternativ de înaltă frecvență (generat, de exemplu, prin inducție), în jurul său se formează un câmp electromagnetic alternativ de înaltă frecvență (fig. 3a). În figura 3b este reprezentată emisia undelor electromagnetice la distanța critică r_k . Legînd un capăt al dipolului la pămînt, se obține modelul cel mai simplu al unei antene (fig. 3c). Pentru obținerea undelor electromagnetice se folosește un oscilator electromagnetic, *circuitul oscilant*. Un circuit oscilant este un circuit care, prin proprietățile sale electrice (capacitatea) și prin cele magnetice (inductanța), este acordat cu frecvența curentului alternativ, respectiv care este în rezonanță cu acesta. Un circuit oscilant este constituit dintr-un condensator și o bobină. Odată încărcat, condensatorul se descarcă prin bobină, energia sa electrică transformîndu-se în energie magnetică. După descărcarea condensatorului, cîmpul magnetic dispare, inducînd în bobină un curent care încarcă condensatorul în sens invers. Dacă nu s-ar produce pierderi, încărcarea condensatorului ar oscila încontinuu într-un sens și altul. Frecvența acestei oscilații și, prin urmare, a curentului alternativ generat este cu atît mai înaltă, cu cît capacitatea C și inductanța L sînt mai mici (fig. 4a). Se poate calcula durata oscilației T (durata unei perioade) cu ajutorul formulei lui Thomson $T = 2\pi\sqrt{LC}$. Îndepărtînd una de alta armăturile condensatorului (fig. 4b), se obține un circuit oscilant deschis. Dipolul electric reprezintă cel mai simplu circuit oscilant deschis. Capacitatea și inductanța acestui circuit sînt distribuite de-a lungul întregului fir. În cazul antenei (fig. 4c și 4d), cîmpul electric al condensatorului este utilizat pentru emisia, respectiv recepția energiei electromagnetice sub formă de unde. O bobină prinsă pe un cadru (antena-cadru) poate fi folosită pentru recepția unui cîmp magnetic (fig. 3c și fig. 4e). În radiolocație, cadrul se rotește astfel încît să se obțină variația maximă a fluxului magnetic.

Pentru generarea undelor de frecvență foarte înaltă, cavitatea rezonantă este un element de construcție important. În figura 4f este prezentat modul în care se poate forma o cavitate rezonantă plecînd de la un circuit oscilant de capacitate și inductanță minime.

linii de cîmp ale undelor magnetice
unde electrice sferice

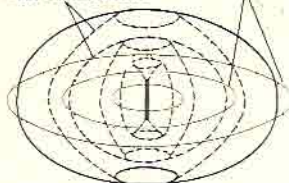


Fig. 3a. Sistem de unde sferice în jurul dipolului lui Hertz

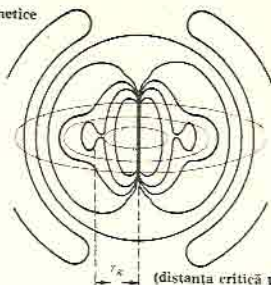


Fig. 3b. Emisia undelor

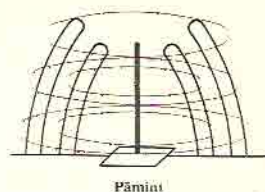


Fig. 3c. Dipol legat cu unul din capete la Pământ (Antenă)

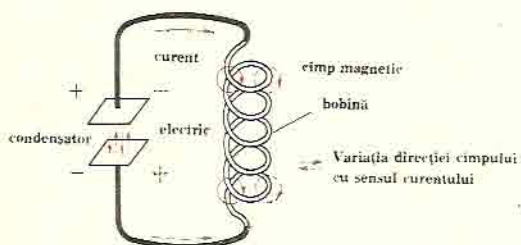


Fig. 4a. Circuit oscilant închis

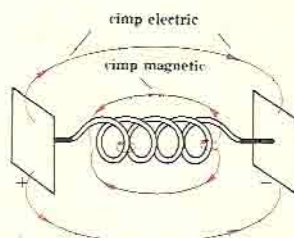


Fig. 4b. Circuit oscilant deschis

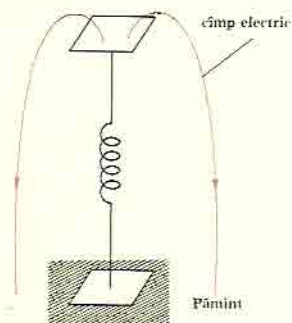


Fig. 4c. Antenă

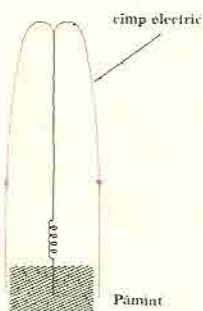


Fig. 4d. Antenă

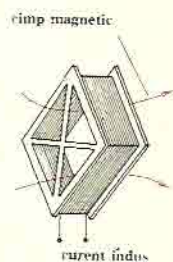


Fig. 4e. Antenă radiogoniometrică

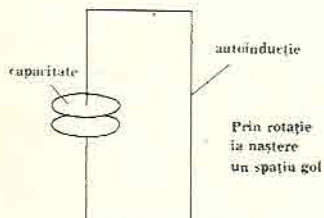
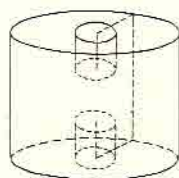
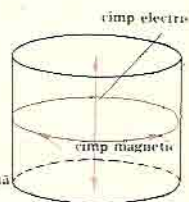


Fig. 4f. Cavitare servind drept rezonator



Prin micșorarea capacității se formează o cavitate rezonantă



Emisia și recepția undelor electromagnetice

(Emitătoare, receptoare)

Circuitele oscilante se utilizează ca organe de acordare sub formă de antene pentru emisia și recepția undelor electromagnetice. Deoarece prin *emisia* undelor electromagnetice de la emițător se preia continuu energie de la circuitul oscilant al acestuia, deci îl amortizează, este necesar să i se furnizeze continuu altă energie. Aceasta se realizează printr-o triodă sau un tranzistor în montaj cu reacție (fig. 1, 2 și 6). Prin reacție se introduce pe grilă sau bază, din circuitul anodului sau al colectorului, un curent sau o tensiune în fază care alimentează circuitul oscilant. Cu ajutorul unui microfon legat în mod corespunzător, se modulează în amplitudine și frecvență unda radiată. Prin *modulare*, în radiotehnică se înțelege variația amplitudinii, fazei sau frecvenței oscilațiilor de înaltă frecvență în ritmul semnalului de transmis. În funcție de mărimea modulată se realizează modulația în amplitudine, fază sau frecvență.

La receptor, circuitul oscilant este acordat pe frecvența unei recepționate, a cărei energie generează în circuitul oscilant un curent alternativ de aceeași frecvență. Tensiunea acestui curent comandă prin intermediul grilei (fig. 3 și 4), respectiv prin intermediul emiterului (fig. 5), curentul anodic, respectiv al colectorului. La *recepție*, după amplificarea oscilațiilor de înaltă frecvență modulate, se face o detecție sau o demodulare. Din oscilația recepționată se reține numai semnalul de joasă frecvență care a modulat oscilația de înaltă frecvență. Acesta, după o eventuală amplificare, se aplică difuzorului prin intermediul unei rezistențe sau al unui transformator (fig. 3, 4 și 5).

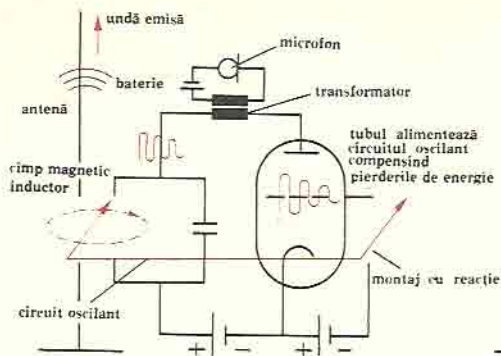


Fig. 1. Radioemittător cu tuburi (modularea în amplitudine)

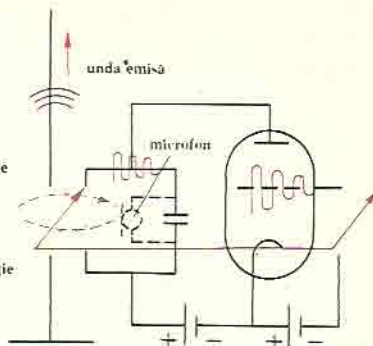


Fig. 2. Radioemittător cu tuburi (modularea în frecvență)

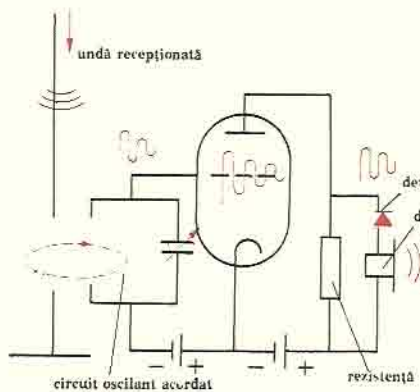


Fig. 3. Radioreceptor cu tuburi (modularea în amplitudine)

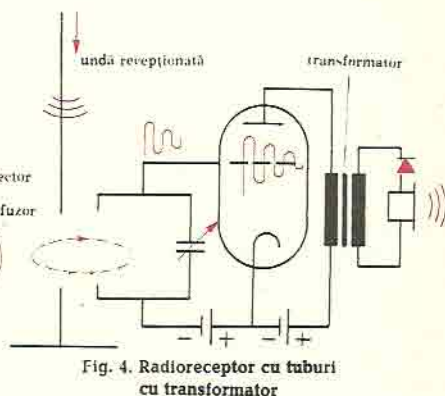


Fig. 4. Radioreceptor cu tuburi cu transformator

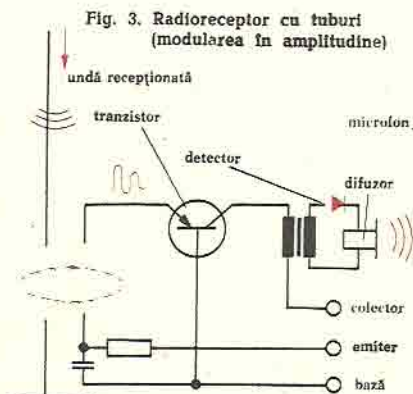


Fig. 5. Radioreceptor cu tranzistoare

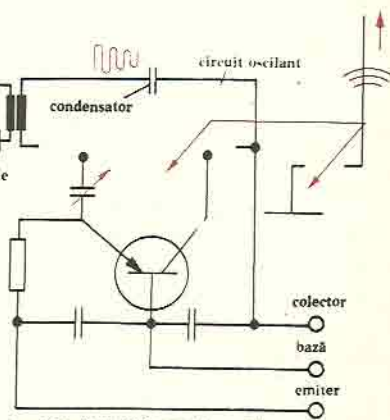


Fig. 6. Emittător cu tranzistoare

Tuburi electronice

Electronii cvasiliberi ai rețelei cristaline a metalelor pot fi eliberați prin adaos de energie. Aceasta se poate face cel mai simplu prin încălzirea metalului. Eliberarea electronilor din metal poate fi imaginată în cazul de față ca un proces de evaporare (fig. 1). Prin încălzirea metalului, numărul ciocnirilor dintre atomi ca urmare a agitației termice crește, punându-se în libertate în urma acestor ciocniri electroni cu energie mai mare. Energia electronilor eliberați din rețeaua cristalină este suficientă pentru a învinge bariera de potențial (forța de atracție a ionilor pozitivi rămași în metal) și electronii pot părăsi metalul. Emisia electronilor, numită în acest caz *emisie termoelectronică*, se face în vid, pentru a împiedica, în primul rând, oxidarea suprafeței metalului la temperaturi înalte și, în al doilea rând, ciocnirea electronilor și neutralizarea lor cu moleculele și cu ionii aerului. Dispozitivul care îndeplinește această condiție este *tubul electronic*; acesta trebuie să conțină cel puțin doi electrozi. Tuburile electronice sînt prevăzute cu mai mulți electrozi, pentru a putea modifica curentul electric care circulă prin tub. Forma cea mai simplă a unui tub electronic este *dioda*, tub cu doi electrozi (fig. 2). În fața catodului, adus la incandescență de un filament alimentat separat și plasat foarte aproape sau, direct, prin încălzirea lui, se găsește anodul. Acesta, conectat la polul pozitiv al bateriei, captează electronii emiși de catod, care este conectat la polul negativ al bateriei de alimentare. În drumul lor de la catod la anod, electronii formează o sarcină spațială negativă, care poate fi influențată de cîmpurile electrice create de alți electrozi (precum și de cîmpuri magnetice). Cel mai simplu tub electronic cu mai mulți electrozi este *trioda*, care este prevăzută cu un al treilea electrod, numit *grilă de comandă*. Prin construcția sa sub formă de sită sau de grătar, aceasta permite pătrunderea electronilor și poate comanda curentul de electroni, care circulă spre anod, prin modificarea sarcinii spațiale. În figura 3 este reprezentată schema circuitului unei triode, iar în figura 4 se observă acțiunea grilei asupra sarcinii spațiale. Variațiile tensiunii grilei micșorează sau măresc sarcina spațială, modificînd intensitatea curentului electric ce trece spre anod. Trioda reprezentată în figura 4 are o construcție specială a catodului; electronii nu sînt emiși de filamentul incandescent, ci de un strat de oxid (oxid de bariu) încălzit indirect prin filament. Catodul cu oxid prezintă două avantaje: emite electroni la temperaturi relativ mai scăzute, la roșu (fără a fi incandescent), astfel încît pierderile de căldură sînt mai mici și formează o suprafață echipotențială, ceea ce face ca emisia electronilor să aibă loc în aceleași condiții (acest lucru nu este posibil la tuburile cu încălzire directă a catodului, din cauza căderii de tensiune de la capetele acestuia).

Pentru trasarea (ridicarea) așa-numitelor curbe caracteristice, se măsoară curentul anodic I_a în funcție de tensiunea de grilă U_g (care, la triodă, poate fi pozitivă sau negativă), menținînd de fiecare dată constantă tensiunea anodică U_a . Pentru diferite valori ale tensiunii anodice U_{a1} , U_{a2} , U_{a3} rezultă o altă curbă caracteristică (fig. 5). Dintr-o familie de curbe caracteristice se pot determina anumite date (de exemplu panta S), servind la caracterizarea funcționării tubului. Pentru valori mari negative ale tensiunii de grilă, curentul prin tubul electronic poate fi anulat; pentru valori pozitive relativ mari ale tensiunii de grilă se obține o valoare maximă (curentul de saturație) atunci cînd toți electronii emiși de catod ajung la anod. Curentul prin tub crește aproape liniar cînd tensiunea anodică variază între valorile corespunzătoare dispariției curentului anodic și, respectiv, atingerii saturației.

Tubul electronic poate fi folosit ca *redresor*, deoarece curentul electronic poate să parcurgă tubul numai într-un sens, de la catod la anod. În general se folosesc ca redresoare diodele, tuburile cu mai mulți electrozi fiind utilizate mai ales ca amplificatoare, detectoare etc.

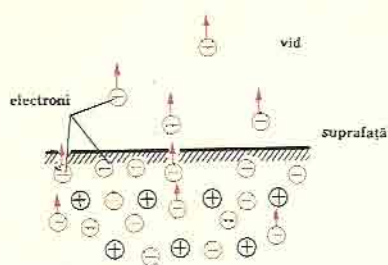


Fig. 1. Electronii emiși de un metal

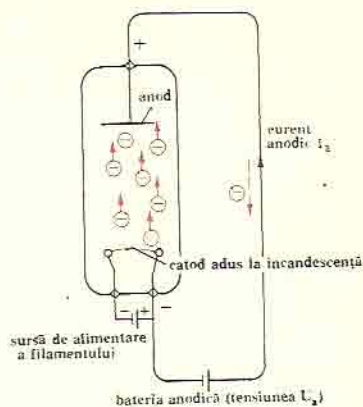


Fig. 2. Diodă

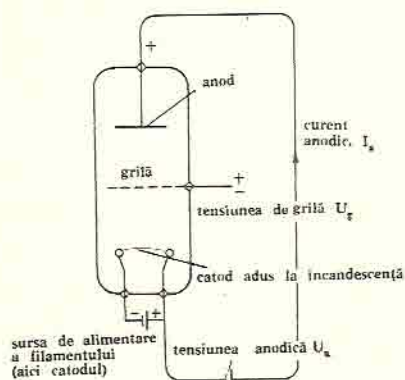


Fig. 3. Triodă

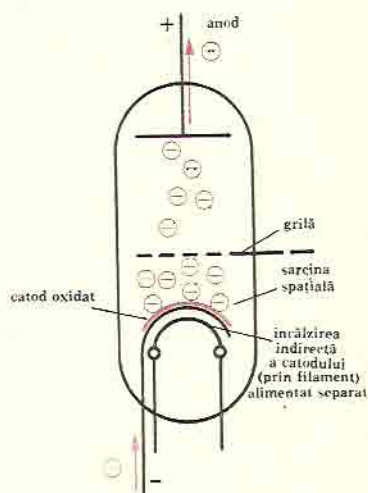


Fig. 4. Influența grilei asupra sarcinii spațiale

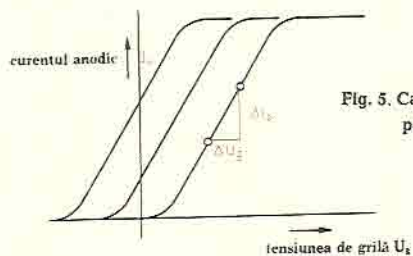


Fig. 5. Caracteristicile triodel ;
panta $S = \Delta I_a / \Delta U_g$

Generarea oscilațiilor de frecvență foarte înaltă I

Cînd intensitatea unui curent electric sau viteza electronilor variază, cîmpul electromagnetic creat variază în același ritm, iar cînd variațiile acestuia sînt periodice, sînt emise radiații electromagnetice. Radiația electromagnetică este condiționată în acest caz de existența unui curent alternativ de înaltă frecvență. Frecvența curentului alternativ care furnizează energia electromagnetică depinde de inductanța și de capacitatea circuitului care emite această energie. Frecvențele înalte, respectiv lungimile mici de undă, se pot obține prin micșorarea inductanței și capacității circuitului oscilant și prin provocarea unor variații periodice ale vitezei electronilor (fig. 1 și 2). În figura 2 este reprezentat montajul în trei puncte (1-2-3), conținînd inductanțele conductorilor (L_A și L_G) și capacitatea unui condensator (C), montat în circuitul anodic al triodei; capacitățile proprii ale tubului electronic constituie capacități ale circuitului oscilant. Micșorînd valoarea inductanței și a capacității, timpul necesar parcurgerii traseului de către electroni duce la perturbarea amorsării oscilațiilor. Dacă acest timp este mai mare decît perioada oscilațiilor (valoarea inversă a frecvenței lor) din circuitul oscilant, sînt introduse defazaje suplimentare. Pentru generarea oscilațiilor de înaltă frecvență se alege durata necesară parcursului drept perioada oscilațiilor (oscilații scurte Barkhausen), sau se micșorează distanțele între grilă și catod, respectiv anod, construindu-se pentru stabilitate electrozi de forma unor discuri (triodele tip far — fig. 4). În primul caz, grila trebuie să aibă o tensiune pozitivă, iar anodul o tensiune negativă pentru ca electronii să aibă o mișcare de du-te-vino între anod și catod (prin grilă). Frecvențele cele mai înalte pe care le poate genera o triodă sînt de cca. 10^4 MHz; valorile acestea sînt însă limitate de distanța grilă-catod (cea mai mică distanță realizată este 15μ).

Producerea unor variații periodice ale curentului electric fără ajutorul unei grile a fost obținută folosind un cîmp magnetic; electronii au putut fi dirijați să descrie fie o mișcare circulară, fie o traiectorie în spirală. Acest principiu stă la baza construcției magnetronului; în interiorul acestuia, cîmpul magnetic permanent de intensitate constantă joacă rolul unei grile virtuale. Frecvența de rotație a electronilor pe traiectoriile circulare dintre anod și catod determină frecvența oscilațiilor electromagnetice (fig. 5a, b, c).

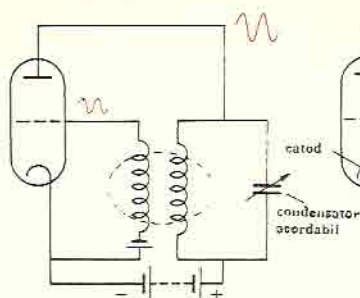


Fig. 1. Montaj de inducție reactiv (montaj Meisner)

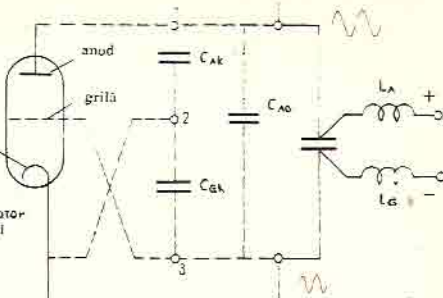


Fig. 2. Montaj în trei puncte pentru frecvențe foarte înalte

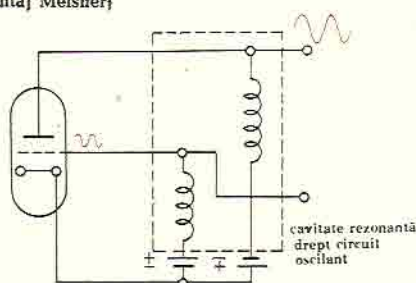


Fig. 3. Montajul Barkhausen-Kurtz, cu triode tip far pentru frecvențe foarte înalte

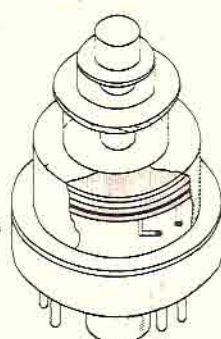
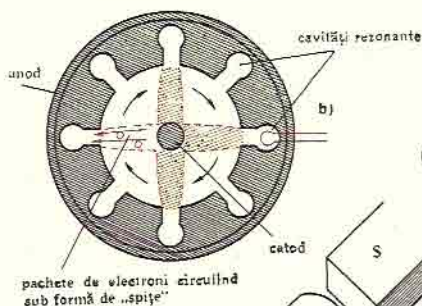


Fig. 4. Trioda tip far pentru oscilator



a) principiul de bază al magnetronului

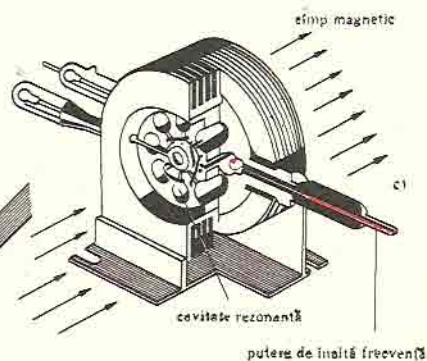
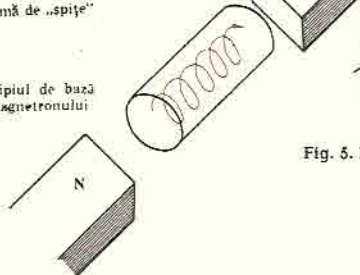


Fig. 5. Magnetron

Generarea oscilațiilor de frecvență foarte înaltă II

Datorită dimensiunilor mici ale elementelor de construcție, depășirea unor limite ale frecvenței curentului alternativ nu este posibilă, chiar în magnetron. În consecință, a fost necesar să se recurgă la modularea vitezei electronilor. Conform figurii 1, un fascicul de electroni de viteză constantă trece printr-o cavitate rezonantă, care modulează viteza electronilor în ritmul tensiunii aplicate. Datorită timpilor diferiți de parcurgere a spațiului dintre catod și anod și vitezelor diferite ale electronilor, apar variații ale densității acestora și, ca urmare, electronii sînt comprimați periodic în pachete de electroni. Energia amplificată a curentului alternativ trece printr-o a doua cavitate rezonantă și apoi este condusă la o antenă. Comanda se realizează prin cuplarea celor două cavități rezonante, în opoziție, prin intermediul unui ghid de unde. Un astfel de tub în care se obține modularea vitezei se numește *clisotron*. *Tubul cu cîmp învîrtitor* (fig. 2) se bazează pe proprietatea cîmpului electric de a prefera vidului metalele ca mediu de propagare. Dacă spirala metalică care conduce curentul electric are o pantă de $1/13$, pe direcția de curgere a electronilor cîmpul electric are o componentă a vitezei egală cu $1/13$ din viteza luminii, aproximativ egală cu viteza electronilor accelerați sub o tensiune de cca. 1 500 V. Cu astfel de tuburi se obțin radiații electromagnetice de frecvențe foarte înalte, avînd lungimi de undă de ordinul milimetrilor. Următoarea problemă care s-a pus a constituit-o realizarea dirijării radiației atomice electromagnetice. Aceasta poate fi rezolvată cu ajutorul unui generator de oscilații moleculare *maser* sau *laser*. Maserul și laserul se deosebesc prin lungimile de undă ale radiației emise: la maser acestea aparțin domeniului microundelor, iar la laser domeniului luminii. Principiul de funcționare al acestora este redat în figura 3, în care sînt reprezentate trei stări posibile ale energiei electronilor în atom, I, II, III, în jurul nucleului pozitiv. Sub acțiunea radiației de pompaj (I), electronii trec din starea I în starea III, unde vor găsi mai mulți electroni decît ar corespunde echilibrului termic. Datorită radiației de excitație (2), acești electroni, coborîți ulterior în starea II, trec în starea I, limitîndu-se astfel radiația (3).

Întregul proces (pompaj, excitație și emisie) se petrece atît de rapid, încît nu poate avea loc apariția echilibrului. Din această cauză, amplificatorii și generatorii de tip maser sau laser lucrează practic fără fading, adică nu prezintă perturbări datorate oscilațiilor termice ale electronilor (fading termic), care altfel nu s-ar putea remedia decît prin răcire pînă aproape de zero absolut (-273°C). Cu ajutorul lor se pot decela puteri foarte mici pînă la 10^{-28} W. Datorită originii lor atomice, radiațiile maser, respectiv laser, sînt coerente și prezintă o remarcabilă stabilitate a frecvenței, fiind emise în fascicule extrem de înguste. Maserul și laserul au multe aplicații în tehnică. În figura 4 este reprezentată execuția tehnică a unui laser cu rubin.

Fig. 1. Clistron

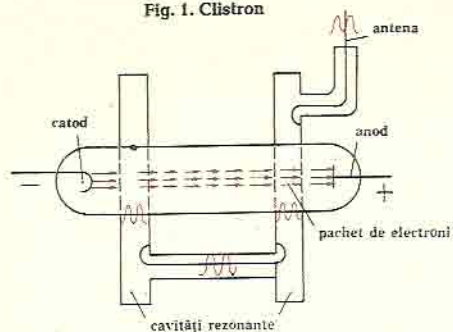


Fig. 2. Tub cu cimp învârtitor

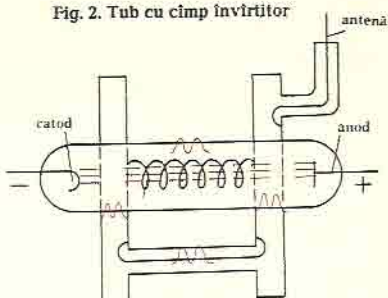
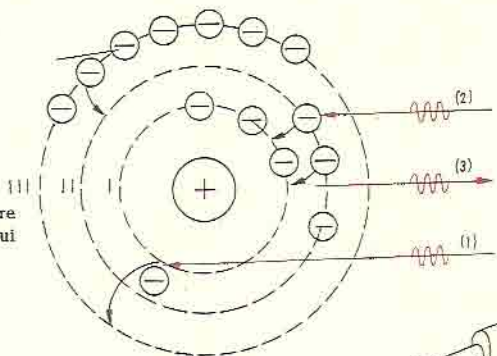


Fig. 3. Schema de funcționare a maserului și laserului



reglarea coaxială a
cercului de emisie
(precum și a excitării)

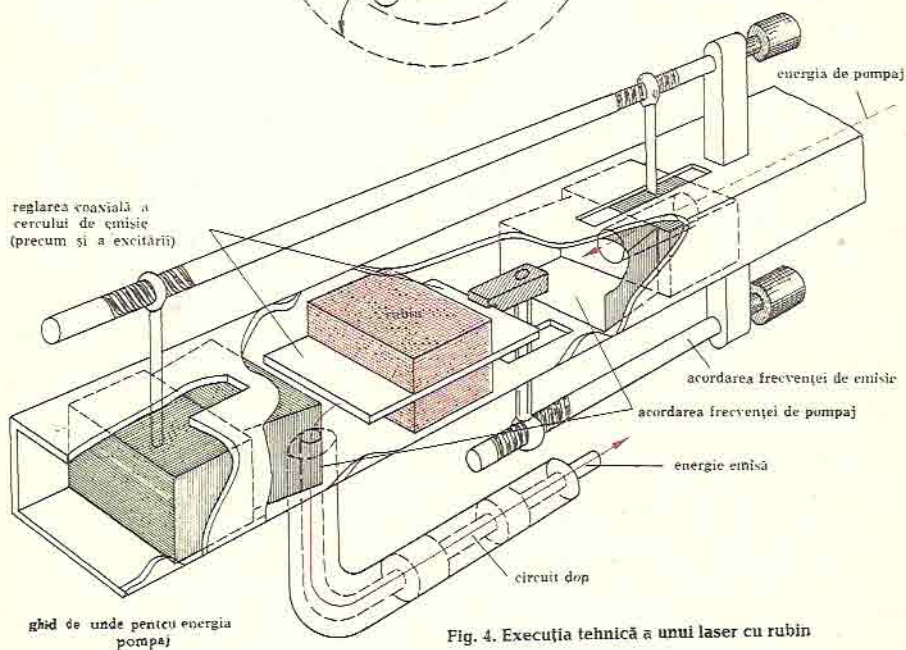


Fig. 4. Execuția tehnică a unui laser cu rubin

Redresoare

Redresoarele sînt dispozitive care permit trecerea curenților electrici într-o singură direcție, blocîndu-le trecerea în direcția cealaltă. Un echivalent mecanic este, de exemplu, un obturator de tip jaluzele (fig. 1).

Tuburile redresoare sînt, în general, diode, care au întotdeauna un catod (K), încălzit la incandescență, și un anod (A). Catodul emite electroni care sau se deplasează cu viteză mare spre anod, stabilind legătura electrică directă anod-catod (la *tuburile cu vid*), sau ionizează gazele din balonul de sticlă (la *tuburile cu gaze*). Tuburile redresoare cu vid sînt folosite numai pentru redresarea curenților relativ mici. În figura 2 este reprezentată o schemă de principiu a unuia dintre cele mai simple redresoare (redresor monoalternanță). Deoarece tubul redresor permite trecerea curentului într-o singură direcție (fig. 3), în circuitul redresorului rezultă un *curent pulsatoriu*. Pulsațiile curentului rezultat sînt «netezite» cu ajutorul filtrelor, formate din elemente reactive (bobine și condensatoare). Tuburile redresoare cu gaz (de cele mai multe ori cu vapori de mercur sau cu gaz nobil, de exemplu argon sau heliu) se comportă altfel decît tuburile cu vid. La aplicarea unei tensiuni anodice mari se formează un curent foarte slab, deoarece gazul se opune trecerii spre anod a electronilor emiși. Dacă se mărește tensiunea pînă la o anumită valoare, numită tensiune de aprindere, apare subit un curent de valoare mare și deci tubul «se aprinde». Crescînd cu puțin tensiunea anodică, electronii capătă o viteză atît de mare, încît ionizează atomii de gaz cu care se ciocnesc. Rezistența interioară a tubului cu gaz este mult mai mică decît rezistența internă a unui tub cu vid. În figura 4 este reprezentat un redresor de mare putere (redresor de curent), prevăzut cu trei anodi și un singur catod, pentru redresarea curentului alternativ trifazic, fiecare anod fiind conectat la una dintre cele trei faze.

Pe lîngă redresoarele echipate cu tuburi descrise mai sus se mai folosesc ca elemente redresoare și semiconductoarele. Caracteristica esențială a materialelor semiconductoare este posibilitatea modificării conductivității lor prin dotarea acestora cu cantități infime de substanțe străine. Dacă se impurifică cristalele de germaniu sau de siliciu în stare aproape pură cu un adaos dorit de substanțe străine (dopare), conductivitatea se mărește cu cîteva ordine de mărime. În funcție de materialul de dopare se poate crea un strat conductor pozitiv (strat p) sau un strat conductor negativ (strat n). Prin aceasta se poate determina direcția de deplasare a purtătorilor de sarcină. Dacă într-un cristal de germaniu există un strat n și un strat p , care formează o joncțiune $p-n$, acest cristal are proprietăți de redresor (fig. 6, diodă semiconductoare). Dacă se aplică o tensiune electrică exterioară, astfel ca polul negativ să fie conectat la stratul n , iar polul pozitiv la stratul p (fig. 6a), purtătorii de sarcină negativă ai stratului n (electronii) sînt atrași spre regiuni de trecere de către cîmpul de semn opus (+), creat de polul pozitiv al bateriei în stratul p , iar purtătorii de sarcină pozitivă ai stratului p (golurile) sînt atrași de polul (—) al bateriei. Datorită disponibilităților mari de purtători de sarcină, în regiunea de trecere va lua naștere un schimb puternic de electroni (—) și de goluri (+), deci un curent electric prin dispozitiv. Dacă se schimbă polaritatea tensiunii exterioare (fig. 6b), purtătorii de sarcini negative și pozitive vor fi retrași din regiunea de trecere de către cîmpurile electrice create în straturi. În regiunea de trecere în această situație nu mai sînt purtători de sarcină disponibili și prin dispozitiv nu circulă curent.

În figura 5 este reprezentată caracteristica diodei semiconductoare, tensiunea și curentul fiind trasate într-un sistem de coordonate rectangulare. Se observă creșterea curentului odată cu ridicarea tensiunii. Pentru tensiuni negative, intensitatea rămîne zero și devine ușor negativă de-abia la tensiuni negative mari.



Fig. 1. Obturator tip „jaluzea”
ca element de redresare

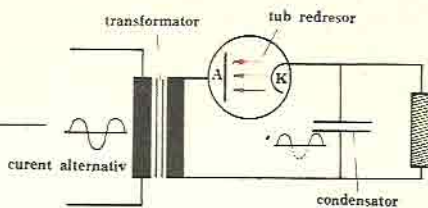


Fig. 2. Redresor monoalternanță simplă

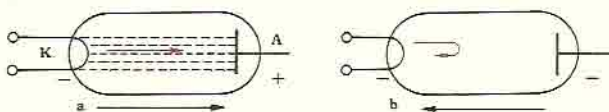


Fig. 3. Sensul de trecere (a) și sensul de blocare (b) la un tub redresor

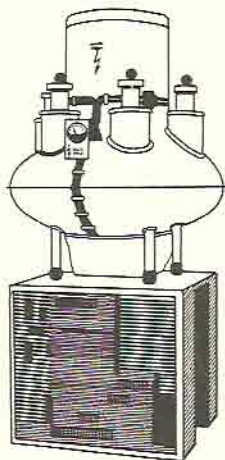


Fig. 4. Forma de execuție tehnică
a unui redresor de mare putere

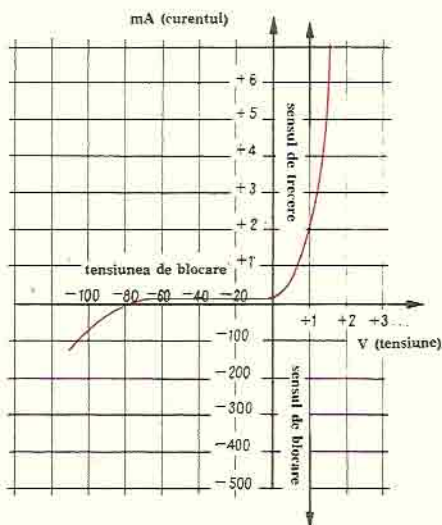


Fig. 5. Curba caracteristică a unei diode
semiconductoare, sensul de blocare

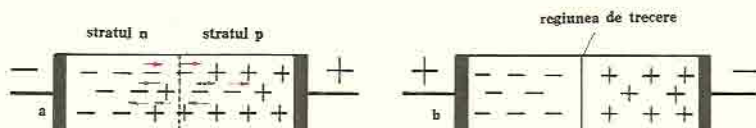


Fig. 6. Efectul de redresor al unei diode semiconductoare

Semiconductoare

Spre deosebire de metale, într-un semiconductor, la temperatura camerei, există mai puțini electroni «liberi». Din această cauză, conductivitatea semiconductoarelor este de cca. 10^5 ori mai mică decât a metalelor. Ea poate fi mărită, rupind legăturile electronice existente între atomii substanțelor semiconductoare (germaniu, siliciu), așa cum reiese din schemele structurii cristaline (fig. 1 și 2). Prin introducerea de atomi străini (cu valență mai mare sau mai mică decât valența patru a germaniului și a siliciului), care devin puncte de perturbare în rețeaua cristalină, conductivitatea semiconductoarelor poate fi modificată în limite foarte largi. Se numește *donor* un atom străin (pentavalent) care poate ceda un electron, iar *acceptor* un atom (trivalent) care poate primi un electron. În cazul dopării semiconductorului cu impurități acceptoare, are loc o conducție pozitivă, adică circulă purtători de sarcini pozitive (conducție prin goluri); o conducție negativă este provocată de un excedent de electroni, datorită dopării semiconductorului cu impurități donoare. La contactul unor zone conductive pozitive (de tip *p*), respectiv negative (de tip *n*) apare o zonă-limită, adică un strat cu rezistență mare, numit regiune de trecere a joncțiunii (fig. 6). Aplicarea unei tensiuni mărește sau micșorează regiunea de trecere după polaritatea sursei. În figurile 3 și 5 sînt reprezentate benzile energetice dintr-un semiconductor. Pe ordonată se reprezintă energia electronilor *E*, iar pe abscisă lungimea. Zona ΔE se numește «zonă interzisă». Elementele semiconductoare care conțin un strat semiconductor dopat *p* și unul dopat *n* (o joncțiune *p-n* sau *n-p*) se numesc *diode semiconductoare*. Elementele semiconductoare cu două joncțiuni de genul celor descrise se numesc *tranzistoare* (fig. 7) sau *triode semiconductoare*. Cei trei electrozi ai tranzistorului se numesc emiter, bază și colector. Pentru o bună funcționare, astfel ca purtătorii de sarcini să treacă din zona emiterului prin regiunea de trecere 1 și prin zona bazei ca să poată influența fenomenele din regiunea de trecere 2, este necesară o bază îngustă (50μ); în acest fel se comandă curentul între bază și colector. Aceasta permite folosirea tranzistorului pentru amplificarea și generarea oscilațiilor. Tranzistoarele înlocuiesc tuburile cu emisie termoelectronică într-o măsură tot mai mare, deoarece au avantajul unui volum mai mic și nu se încălzesc datorită pierderilor de energie prin disipare.

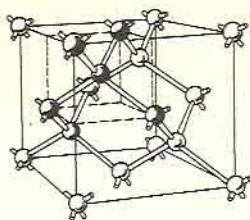


Fig. 1. Structura cristalină a unui semiconductor

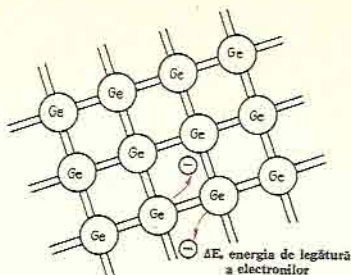


Fig. 2. Schema plană a unei rețele cristaline

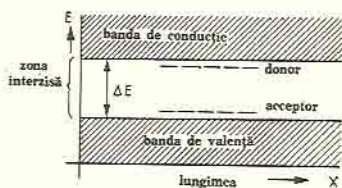


Fig. 3. Benzile de energie a unui semiconductor dotat cu impurități

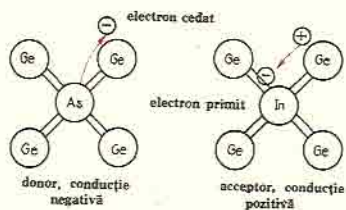


Fig. 4. Nod de rețea creat de donor și respectiv acceptor

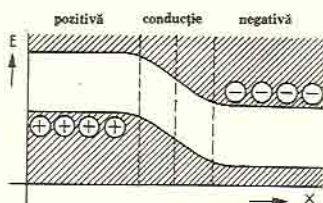


Fig. 5

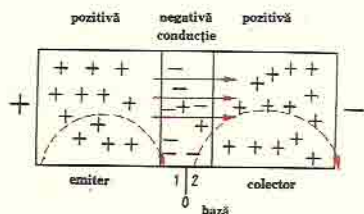


Fig. 7. Modul de funcționare a unui tranzistor. Curentul în circuitul colectorului este comandat prin circuitul emiterului

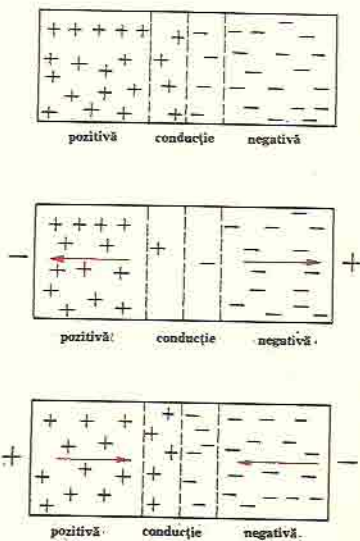


Fig. 6. Apariția și variația regiunii de trecere

Radioreceptoare

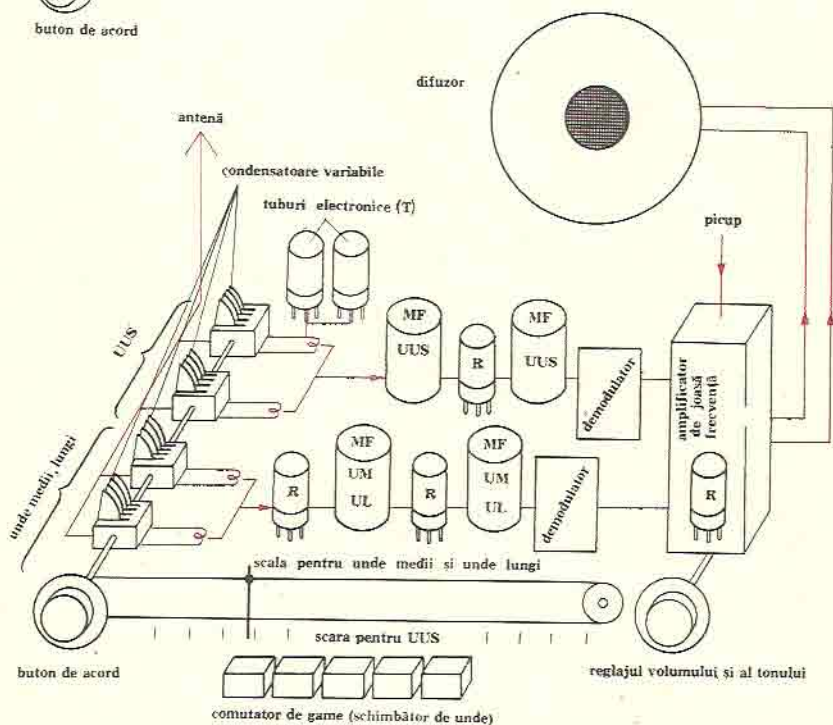
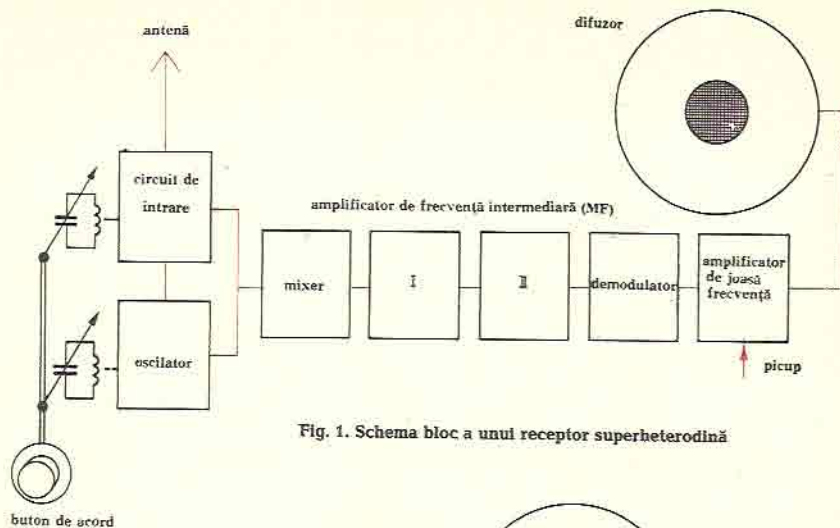
Cel mai simplu aparat de radio se compune din *circuitul de intrare* pentru acordul pe frecvențele diferitelor posturi de emisie, din *circuitul demodulator* pentru separarea oscilațiilor de frecvență audio (circuit detector), din *circuitul de joasă frecvență* și din *difuzor*. Pentru alimentarea elementelor de amplificare (tuburi cu vid, tranzistoare) există o sursă (redresor conectat la rețea sau baterii) care furnizează tensiunile continue necesare. În general receptoarele sînt prevăzute cu o gamă de unde lungi (150—285 kHz), o gamă de unde medii (pînă la 1605 kHz), o gamă de unde scurte (6—21,4 MHz) și o gamă de unde ultracurte (pînă la 100 MHz). Gamele de unde lungi, medii și scurte lucrează cu bandă de 9 kHz pentru fiecare post și cu modulație în amplitudine.

Banda cu gama de unde ultracurte este de 300 kHz și lucrează cu modulație de frecvență. Calitatea recepției în ultracurte este mai bună decît pe celelalte game, întrucît și frecvențele audio înalte, care influențează puternic timbrul sunetului pot fi transmise. De asemenea parazitii care produc modulație în amplitudine practic nu apar. Condițiile de propagare în cele 4 game determină utilizarea și posibilitățile de exploatare.

Emițătoarele de unde lungi și medii radiază o undă terestră de-a lungul solului și una în spațiu. În mod curent se recepționează unda terestră (distanța de propagare de cîteva sute de km). Unda spațială reflectată de ionosferă permite recepția la distanțe mult mai mari. În domeniul undelor scurte se lucrează numai cu undele spațiale. Undele ultracurte se propagă cvasioptic (în linie dreaptă) de aceea străbat distanțe relativ mici (plasarea emițătoarelor pe înălțimi). Cu cît numărul de etaje de frecvență intermediară (prevăzute cu circuite acordate) ale receptorului este mai mare, cu atît mai mare este și selectivitatea sa. Pentru a evita acordul manual al multor etaje, s-a realizat superheterodina («Super») (fig. 1). Într-un aparat de acest gen se produc în etajul oscilator local, oscilații proprii de înaltă frecvență, care se combină cu oscilațiile recepționate în etajul de intrare. Ambele etaje se acordă cu un condensator variabil cu două secțiuni montate pe același ax, astfel încît diferența celor două frecvențe să fie totdeauna aceeași. Toate filtrele de medie frecvență ale etajelor următoare sînt acordate pe diferența de frecvență. Se obține astfel o selectivitate mare și se acordă manual numai două etaje, frecvența intermediară fiind de valoare constantă.

Pentru frecvențele purtătoare mult mai înalte din gama undelor ultracurte sînt necesare circuite de dimensiuni mici acordate, folosind ansamble speciale. Condensatoarele variabile sînt însă, în general, fixate pe același ax ca pentru undele medii (fig. 2). Partea de joasă frecvență sau audiofrecvență a receptorului este împărțită, în general, în mai multe benzi pentru sunete înalte și sunete joase. Se folosesc și diferite difuzoare pentru sunete înalte și joase.

Pe lîngă aparatele descrise există, bineînțeles, și aparate de construcție specială, cum sînt receptoarele pentru autoturisme etc.



Difuzoare

Difuzorul transformă variațiile energiei electrice în energie acustică, adică în sunet, îndeplinind același rol pe care îl are la scară mai mică microreceptorul telefonului (casca telefonică). De aceea primele difuzoare aveau același mod de construcție (fig. 1) ca și micro-receptoarele, dar realizate la o scară mai mare. În interiorul unui magnet permanent este plasată o bobină prin care circulă curentul de audiofrecvență provenit de la amplificator. O membrană metalică vibrează în ritmul variațiilor cîmpului electromagnetic rezultat, producînd astfel sunetele corespunzătoare. Aceste oscilații ale aerului se transmit prin intermediul membranei unei pîlnii de formă conică. Datorită rigidității membranei, fidelitatea redării sunetului este influențată defavorabil. Pentru acest motiv, ameliorarea difuzoarelor a impus vibrații ale membranei cît mai libere. Prima construcție, cu paletă liberă, este reprezentată în figura 2. Ca membrană servește un con de carton fixat elastic și mișcat de o armătură datorită unui curent audio de excitație, aflat în cîmpul unui magnet permanent. Astfel se produce mișcarea liberă a conului. Un alt progres a fost realizarea *difuzorului dinamic* (fig. 3 și 4). Armătura care vibrează liber în cîmpul magnetului se compune dintr-o bobină solidară cu membrana, care, în cazul *difuzorului electrodinamic*, este situată în interiorul unui electromagnet excitat cu curent continuu, în timp ce la difuzorul permanent dinamic, bobina oscilează în cîmpul unui magnet permanent.

Principiul de funcționare a difuzoarelor descrise constă în transformarea oscilațiilor curentului electric în oscilații de natură mecanică, transformare bazată pe principiul electromagnetic al interacțiunii dintre curentul electric și cîmpul magnetic. Pe alte principii se bazează *difuzoarele cu cristal* (fig. 5) și cele *electrostatice* (fig. 6). *Difuzorul piezoelectric* (cu cristal) funcționează pe baza efectului piezoelectric, adică unele cristale (cuarț, sare Seignette) se încarcă cu sarcină electrică sub acțiunea unei forțe mecanice și invers, își modifică grosimea în funcție de sarcina electrică. Astfel, la aplicarea unui curent alternativ, apare variația alternativă a grosimii, care se transferă unei membrane, după cum reiese din figura 5. Difuzorul electrostatic folosește forțele de atracție și de respingere electrostatice, care acționează o membrană în cîmpul unui condensator cînd tensiunea oscilează. Plăcile condensatorului sînt găurite, astfel încît variațiile de densitate ale aerului pot părăsi dispozitivul sub formă de sunet.

Ultimele două tipuri de difuzoare descrise reproduc bine frecvențele înalte și, datorită acestui fapt, sînt folosite în instalațiile de înaltă fidelitate (high fidelity; Hi-Fi) împreună cu difuzoarele electrodinamice.

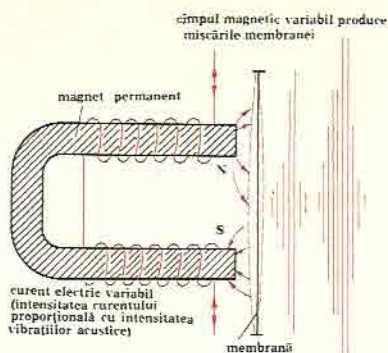


Fig. 1. Principiul difuzorului

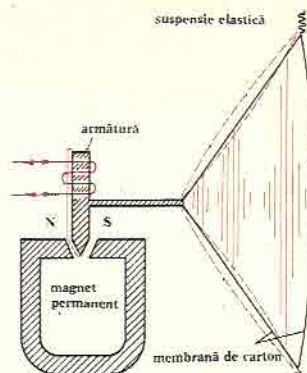


Fig. 2. Difuzor cu paletă liberă

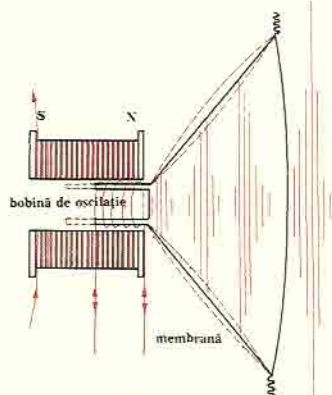


Fig. 3. Difuzor dinamic

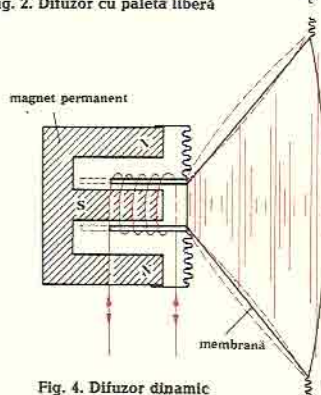


Fig. 4. Difuzor dinamic

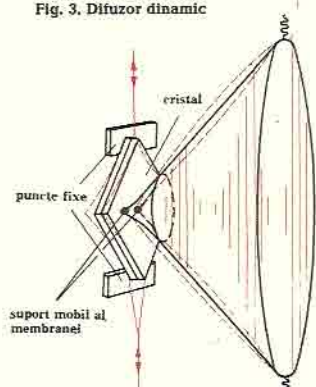


Fig. 5. Difuzor cu cristal

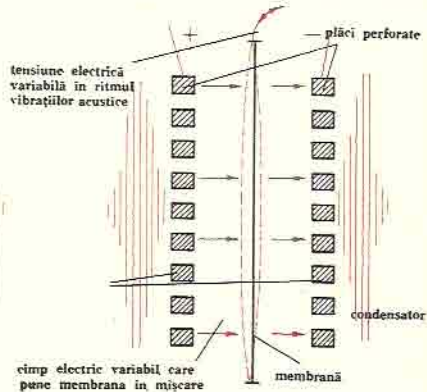


Fig. 6. Difuzor electrostatic

Transformatoare

Transformatoarele sînt aparate electrice care servesc la transformarea curentului alternativ mono- sau trifazat de o anumită tensiune într-un curent alternativ de altă tensiune, însă de aceeași frecvență. Ele sînt alcătuite în principal dintr-un cadru (miez) de fier închis, pe care sînt montate două înfășurări în formă de bobine: una prin care trece curentul de transformat (denumită bobină primară sau *primarul* transformatorului), iar alta (denumită bobină secundară sau *secundarul* transformatorului) în care se induce curentul cu tensiunea dorită. Principiul de funcționare al transformatoarelor se bazează pe fenomenul de inducție electromagnetică, conform căruia la variația fluxului magnetic într-o buclă inductivă iau naștere curenți electrici (de inducție) proporționali cu viteza de variație. Dacă se conectează o sursă de curent alternativ la bobina primară, se creează un cîmp magnetic, ale cărui linii de forță sînt situate în interiorul miezului de fier și a cărui intensitate și sens variază în permanență cu frecvența tensiunii din primar. În consecință, în bobina secundară se va induce un curent electric alternativ cu o frecvență egală cu frecvența curentului din primarul transformatorului. Deoarece viteza variației vitezei fluxului magnetic este aceeași pentru ambele bobine, ele fiind parcurse de aceleași linii de cîmp, procesul de transformare a tensiunii va fi influențat numai de numărul de spire al celor două bobine. Raportul dintre tensiunile bobinelor transformatorului este egal cu raportul numerelor de spire ale acestora,

$$\frac{U_1}{U_2} = \frac{W_1}{W_2}$$

Dacă la transformator este conectat un consumator, adică circuitul bobinei secundare este închis printr-o sarcină (motor electric, corp de iluminat etc.), puterea absorbită pe primar trebuie să fie egală (în cazul ideal) cu puterea cedată pe secundar: $U_1 I_1 = U_2 I_2$ (curent primar $\times$ tensiune primară = curent secundar $\times$ tensiune secundară). Rezultă astfel că, pornind de la o tensiune și un curent date în primarul unui transformator, putem obține în secundar o tensiune mai mare (respectiv un curent mai mic) sau o tensiune mai mică (respectiv un curent mai mare), după cum numărul de spire ale înfășurării secundare este mai mare sau mai mic decît ale înfășurării primare (fig. 1).

Transformarea se face cu un randament foarte mare (98–99%), pierderile care apar în transformator (la curenți alternativi de joasă frecvență) datorindu-se în special încălzirii miezului de fier prin curenți turbionari, fenomenului de histerezis și pierderilor reziduale. Reducerea pierderilor se poate obține confecționînd miezul din tole subțiri izolate una față de alta și aliate cu siliciu.

Pentru transportul pe distanțe mari a energiei electrice în condiții economice și tehnice cît mai avantajoase, sînt necesare tensiuni de valori foarte ridicate. Se folosesc astfel transformatoare ridicoare de tensiune, care ridică tensiunea furnizată de generatoarele electrice din centrale (cca. 10 kV) pînă la valori de ordinul 220–400 kV. În apropierea consumatorilor, tensiunea înaltă este redusă în stații de transformare la valori joase (cca. 6 kV), corespunzător tensiunii rețelelor de distribuție. Tensiunea rețelelor de distribuție se transformă apoi prin transformatoare coboritoare, așezate în cartiere sau în case, la 220 V. Un alt exemplu de utilizare a transformatorului îl constituie și instalația de sonerie, în care energia electrică de la rețeaua normală este transformată prin intermediul unui transformator mic de sonerie, autotransformator care debitează în secundar 4–8 V. În general, bobinele primară și secundară nu sînt separate una de alta. Înfășurările sînt așezate una deasupra alteia sau divizate sub formă de galeți și se montează alternativ pe miezul transformatorului. O astfel de execuție a transformatorului cu circuit magnetic închis pentru curent alternativ este reprezentată în figura 2. În figura 3 este reprezentat schematic un *autotransformator*. La această execuție bobinele nu sînt despărțite galvanic. Autotransformatorul are un singur bobinaj și prize în anumite locuri ale bobinajului, tensiunea dorită obținîndu-se de la una sau alta din prize.

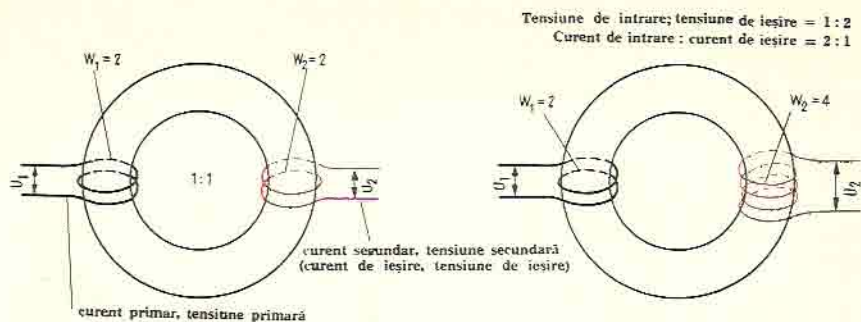
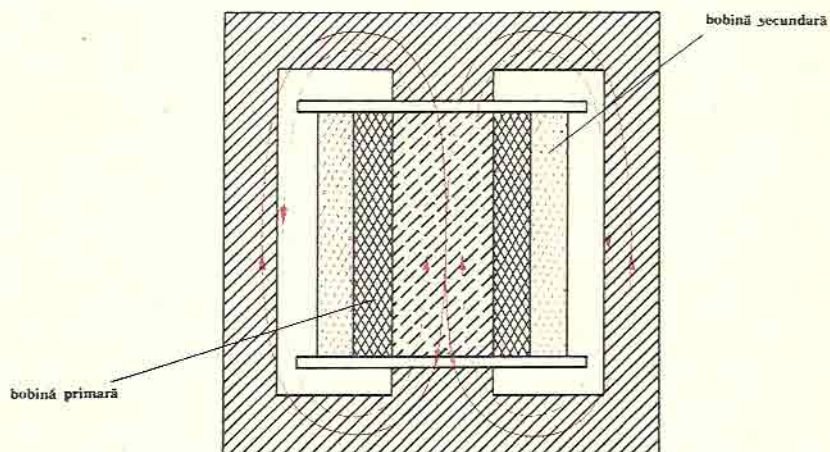


Fig. 1. Transformator cu miez inelar



Cîmpul magnetic rămîne practic în miez și cauzează inducția electrică în înfășurarea secundară

Fig. 2. Transformator cu miez

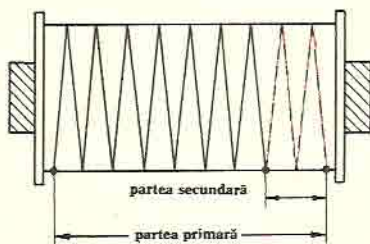


Fig. 3,a. Autotransformator

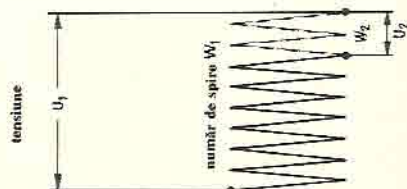


Fig. 3,b. Schema de principiu a unui autotransformator

Relee

Releul este un dispozitiv electric cu unul sau cu mai multe contacte care închid sau deschid calea curenților de lucru în circuitele electrice. Acțiunea de comutare se realizează cu ajutorul unei armături mobile, care, fiind atrasă sau eliberată de un electromagnet, închide sau deschide o serie de contacte. Există și relee la care comutarea se face prin forțe de altă natură, de exemplu forțele care iau naștere la încovoierea unei benzi bimetalice la *releele termice*.

În continuare se vor face precizări asupra *releelor electromagnetice*, care joacă un rol important în telecomunicații și automatizare. În figurile 1—3 se prezintă trei tipuri de relee electromagnetice, care se deosebesc între ele prin forma armăturii. Toate cele trei tipuri se compun dintr-o bobină cu miez de fier și o armătură mobilă. Un jug magnetic transferă polaritatea magnetică a părții posterioare a miezului magnetic armăturii, astfel încât între armătură și partea din față a miezului acționează o forță de atracție. Pentru ca armătura să nu rămână lipită de miez, datorită remanenței magnetice sau din cauza întreruperii curentului de excitație, se introduce între armătură și electromagnet o piesă nemagnetică îngustă (alamă), asigurând astfel dezlipirea armăturii la întreruperea curentului de excitație. Conductoarele de alimentare cu curent ale bobinei sînt conectate la terminațiile însemnate «pentru cositorire». La releul din figura 1, curentul de lucru dintre contactele 1 și 2 este întrerupt în repaus. Cînd armătura este atrasă, prin stabilirea contactelor se închide circuitul de lucru. După cum se vede din figurile 2 și 3, se pot atașa la un releu mai multe grupuri de contacte; contactele în acest caz sînt simultan acționate cînd armătura este atrasă. Sînt date și poziții de contact care lucrează în repaus, contactul fiind închis în repaus (deci circulă curent), și se întrerupe la atragerea armăturii (fig. 2 și 3; contactele de lucru 2 și 3). Un releu electro-dinamic cu aplicații mai ales în telegrafie este *releul polarizat* (fig. 4), a cărui armătură mobilă poate fi acționată în ambele sensuri. Armătura prevăzută cu contacte este suspendată de un fir de torsiune și, datorită unui magnet permanent, capătă polaritatea polului nord. Partea ei posterioară intră în întrefierul unui jug cu polaritatea polului sud. Pe jug este fixată și bobina releului, care produce cîmpul magnetic de comandă. Suprapunerea cîmpurilor magnetice și, prin aceasta, a forțelor reiese din figura 4.

Fig. 1

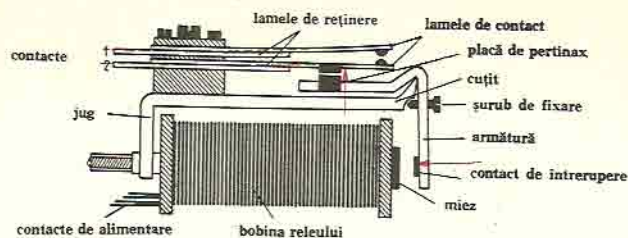


Fig. 2

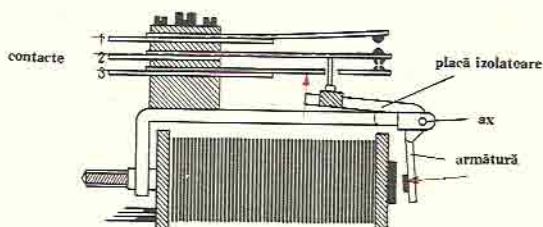


Fig. 3

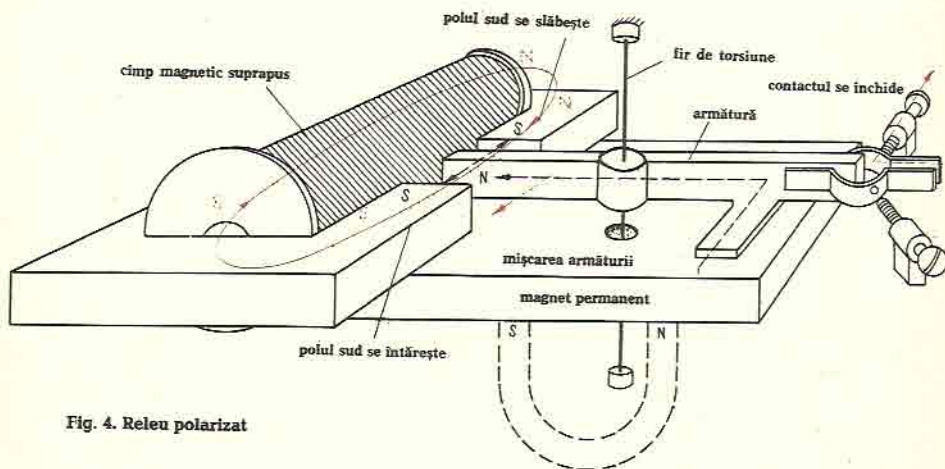
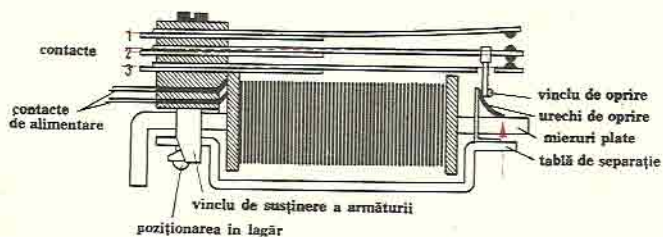


Fig. 4. Releu polarizat

Raze Roentgen

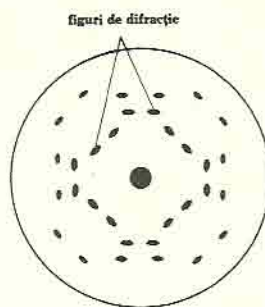
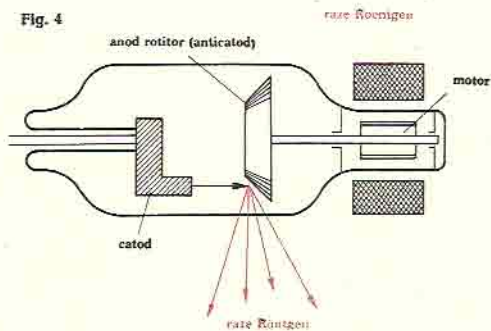
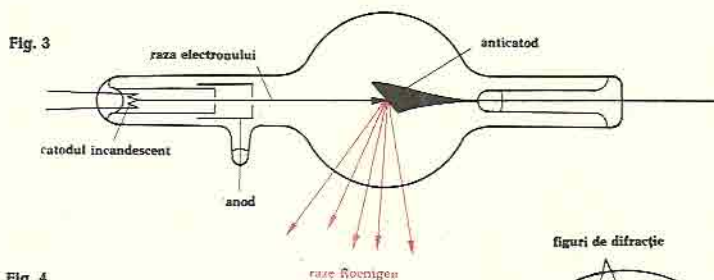
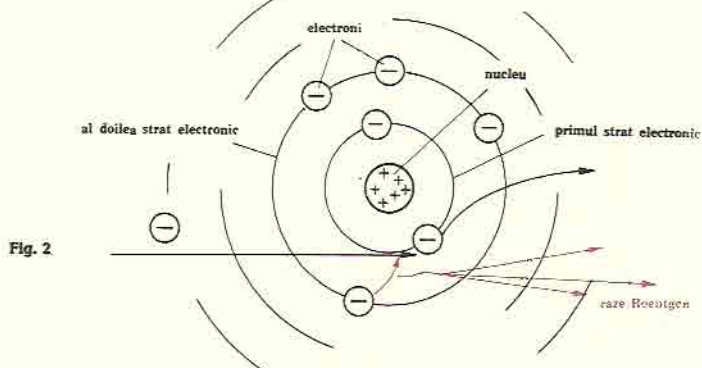
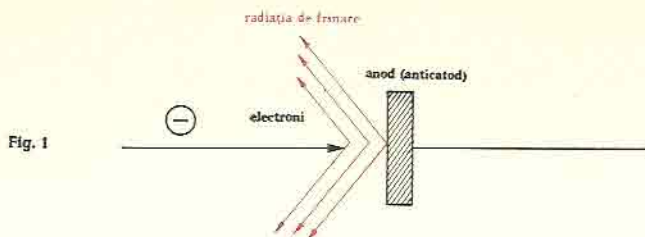
Un fascicul de electroni foarte rapizi și cu energie mare, incident pe un electrod (anod) metalic, pătrunde parțial în metal (fig. 1) și, în urma interacțiunii cu ionii acestuia este frinat, ceea ce duce la emisia unei radiații cu lungime de undă foarte scurtă, denumită *radiație Roentgen* (sau de frinare). Această radiație este compusă dintr-un amestec de raze cu lungimi de undă diferite, care, la rîndul lor, depind de tensiunea la care sînt accelerați electronii și de structura atomilor metalului din care este constituit anodul.

La pătrunderea în atom a unui electron astfel accelerat (fig. 2) un alt electron este smuls de pe un strat electronic interior apropiat de nucleu, locul său fiind ocupat de un alt electron dintr-un strat mai depărtat de nucleu. În urma acestui transfer se eliberează o cantitate de radiație, care se propagă în spațiu ca rază Roentgen. Această radiație a fost descoperită în 1895 de W.C. Roentgen (la Universitatea din Würzburg). Necunoscînd natura radiației, el a denumit-o «raze X», denumire des întîlnită și astăzi în limba engleză (X-rays). În limba germană, ea a primit numele descoperitorului ei. În figurile 3 și 4 sînt reprezentate construcțiile tehnice ale tuburilor de descărcare destinate producerii razelor Roentgen. În interiorul acestora, electrodul bombardat de fasciculul electronic nu este anodul, ci un anticatod plasat în fața catodului. Întrucît prin ciocnirea electronilor cu anticatodul se degajă o cantitate mare de căldură, este necesar ca acesta să fie răcit, sau construit ca un anod rotitor (fig. 4); astfel, fasciculul electronic cade pe suprafața sa, de fiecare dată în alt loc.

Datorită lungimii lor scurte de undă (10^{-8} – 10^{-12} cm) razele Roentgen pătrund prin obiecte opace pentru lumina obișnuită; cu razele X se poate obține o umbră a obiectelor străbătute de ele, prin proiecția pe un ecran fluorescent conținînd platinocianură de bariu.

La trecerea razelor Roentgen prin substanțe cristaline, apare fenomenul de difracție, care pune în evidență caracterul ondulatoriu al razelor Roentgen.

Prin interferența razelor difractate pe o placă fotografică apare un sistem de puncte și linii din care se poate deduce structura cristalină a materialului respectiv. Astfel de figuri de difracție au fost obținute și interpretate pentru prima oară de M. von Laue și au primit numele de diagrame Laue (fig. 5).



Acceleratoare ciclice

Studiul structurii atomilor se realizează prin bombardarea acestora cu particule elementare rapide, care constituie «proiectile» de mare energie. Întrucât majoritatea particulelor sînt încărcate electric, acestea pot fi accelerate cu ajutorul unor cîmpuri electrice și magnetice. Instalațiile folosite în scopul accelerării particulelor elementare se numesc *acceleratoare*; în cazul celor mai multe dintre ele, traiectoriile descrise de particule sînt circulare (acceleratoare circulare sau ciclice).

Din punct de vedere constructiv, *betatronul* (fig. 1) este asemănător unui transformator. Este constituit dintr-un miez de fier, care are o înfășurare de excitație (corespunzătoare înfășurării primare a transformatorului) străbătută de un curent alternativ. Spre deosebire de transformator, în locul secundarului, betatronul este prevăzut cu un tub circular vidat, în care sînt introduși electronii. Prin inducție magnetică, în tub apare un cîmp electric circular alternativ (cîmp turbionar), orientat în direcție perpendiculară pe cîmpul magnetic. Acest cîmp electric accelerează dar poate și încetini electronii, care sînt introduși intermitent în tubul circular; procesul este astfel condus, încît momentul de introducere a electronilor să fie cel în care cîmpul alternativ are intensitatea maximă. Trebuie procedat astfel din motive de stabilitate a traiectoriei. În următorul sfert de perioadă a curentului alternativ, electronii sînt accelerați, iar la sfîrșitul sfertului de perioadă are loc eliminarea electronilor din tubul circular (altfel în următoarea jumătate de perioadă ei ar fi încetiniți).

În electrodinamica clasică, frecvența de rotație a unei particule încărcate care se rotește într-un cîmp magnetic este independentă de raza traiectoriei, dar energia particulei crește odată cu valoarea acestei raze. Aceste două principii au dus la construcția *ciclotronului*. Ciclotronul este prevăzut cu o cameră de accelerare vidată, plasată într-un cîmp magnetic omogen, între piesele polare (fig. 2). În centrul acesteia se găsește o sursă de ioni. Părăsind cu o anumită viteză camera vidată, ionii sînt dirijați de cîmpul magnetic și descriu traiectorii circulare. Întrucît mișcarea lor de rotație are o frecvență constantă, ionii pot fi accelerați continuu cu ajutorul unui cîmp alternativ de aceeași frecvență. Aceasta se realizează alimentînd doi electrozi în formă de cavități semicilindrice (numiți *duanți* sau *deuri*) de la o sursă de curent alternativ de înaltă frecvență. Datorită cîmpului electric existent între electrozi, electronul este accelerat la fiecare trecere din interiorul unui duant în interiorul celui-lalt. În acest mod se modifică viteza ionului și raza traiectoriei, frecvența de rotație rămînînd aceeași. Descriînd în mod succesiv traiectorii de rază din ce în ce mai mare, ionul capătă o energie cinetică din ce în ce mai mare, pentru ca la sfîrșitul ciclului de accelerare să fie eliminat din interiorul camerei de vid cu ajutorul unui condensator de deflexie. Vitezele atinse de particule în interiorul ciclotronului sînt de ordin relativ mic. Accelerarea lor pînă la viteze apropiate de viteza luminii se obține în acceleratorul denumit *sincrotron* (fig. 3), al cărui principiu de funcționare este asemănător cu cel al ciclotronului. Spre deosebire însă de acesta, în sincrotron raza traiectoriei și frecvența de rotație rămîn constante în timp, în schimb crește cîmpul magnetic (ca și în cazul betatronului). Faptul că la o viteză aproape constantă a particulelor rezultă o creștere a energiei lor, se explică cu ajutorul teoriei relativității: cînd viteza particulei se apropie de viteza luminii, masa (implicit energia) sa crește foarte mult la o mică creștere a vitezei. Cîștigul de energie al particulelor în sincrotron nu se bazează deci în principal pe creșterea vitezei (ca în cazul primelor două tipuri de acceleratoare), ci pe creșterea masei lor.

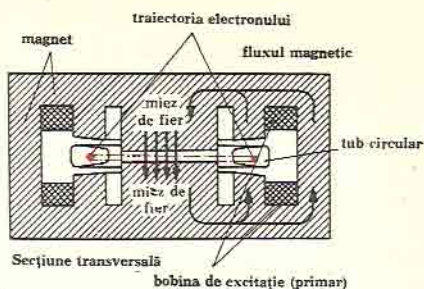
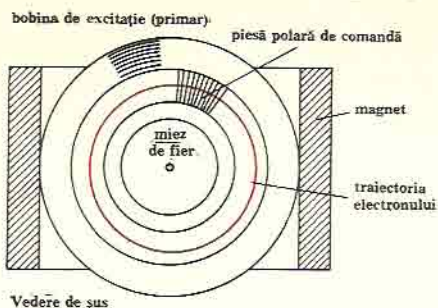


Fig. 1. Betatron

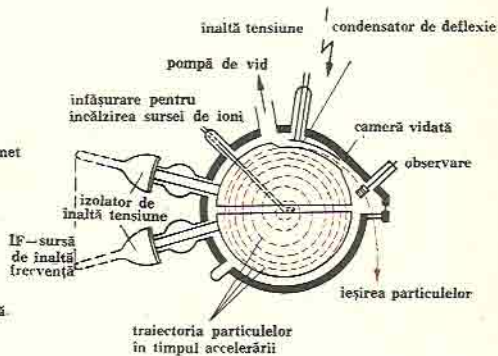
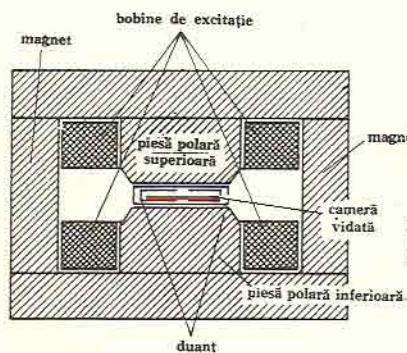


Fig. 2. Ciclotron

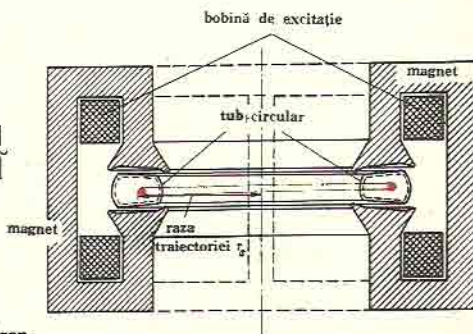
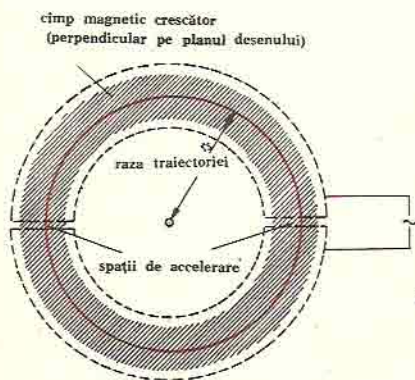


Fig. 3. Sincrotron

Tehnica telecomunicațiilor

Tehnica telecomunicațiilor este tot atât de veche ca și dorința omului de a face schimb de comunicații la distanțe mari. În antichitate și în evul mediu erau folosite *semnale optice* sub formă de focuri aprinse pe platformele turnurilor sau pe înălțimi. Semnalizarea optică se realiza prin brațe de semnalizare (semafoare), prin ridicarea și coborîrea unor steaguri, sau prin semnale luminoase (faruri), cum se practică de altfel și astăzi în navigație. Tehnica telecomunicațiilor în sensul modern începe după descoperirea *interacțiunii dintre curentul electric și câmpul magnetic*. Primul telegraf se compunea dintr-o busolă al cărei ac magnetic era deviat de acțiunea impulsurilor de curent (fig. 1). Un pas înainte a însemnat descoperirea *telegrafului Morse* (fig. 2). Pe o bandă de hîrtie în rulare cu un indicator pus în mișcare prin forța electromagnetică, se înscriu linii lungi și scurte după un cod al literelor, care, după inventatorul său, se numește alfabetul Morse.

De la transmiterea impulsurilor de curent s-a trecut (la mijlocul secolului trecut) la transmiterea variațiilor curentului produs prin modulații acustice. *Telefonul și microfonul* au fost descoperite și aplicate în rețeaua telecomunicațiilor. Transmiterea variațiilor curentului se face prin conductoare, prin cablu sau prin radio (fig. 4). Curenții electrici, respectiv undele radio pot primi informația prin diferite metode de modulare: prin *modulație în amplitudine* (fig. 5), adică prin variația intensității curentului, prin *modulație în frecvență*, adică prin variația în timp a trecerii prin zero (fig. 6), sau prin *succesiuni de impulsuri* (fig. 7).

Întrucît transmiterea informațiilor la distanțe mari prin cablu sau radio este costisitoare, s-a realizat transmiterea simultană multiplă prin curenți purtători. Astfel un curent de înaltă frecvență se modulează în diverse game de frecvență. În telefonie se alege pentru fiecare convorbire o lățime (bandă) de 3 600 Hz, care asigură inteligibilitatea. Banda de frecvențe a unui canal de telefonie se poate din nou împărți în 26 de canale necesare pentru rețeaua de teleimprimatoare. Canalele sînt prevăzute cu sisteme de filtre electrice. Pentru transmiterea frecvenței purtătoare înalte se folosesc cablurile coaxiale (fig. 8). O manta metalică flexibilă conține un conductor coaxial, care este foarte bine izolat cu un material de tipul trolit sau styroflex și bine fixat mecanic. Cablul mai conține de obicei circuite simetrice pentru transmiterea de joasă frecvență. Într-un astfel de cablu cu conductor coaxial și circuite simetrice pot fi introduse 2 880 de canale de telecomunicație. Conductorul central al cablului coaxial (tubul) este folosit pentru transmiterea unui canal de televiziune.

Tehnica telecomunicațiilor timpurilor noastre va fi revoluționată prin utilizarea maserilor și laserilor.

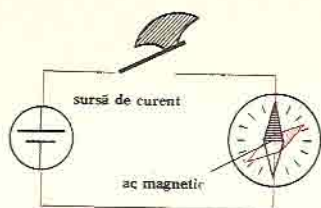


Fig. 1

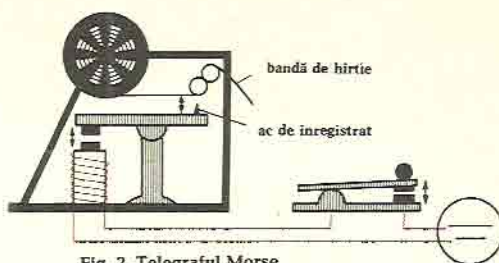


Fig. 2. Telegraful Morse

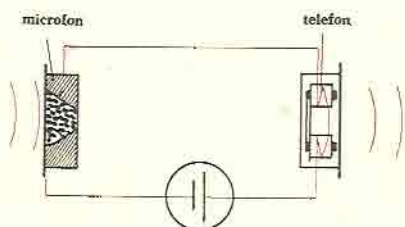


Fig. 3. Telecomunicație

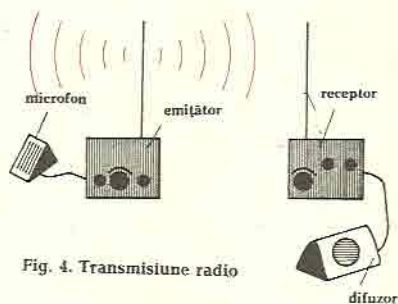


Fig. 4. Transmisiune radio

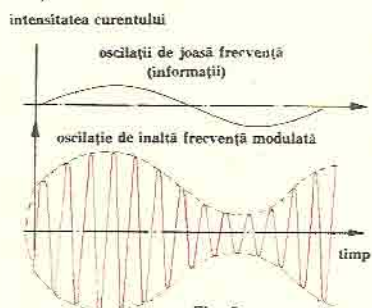


Fig. 5

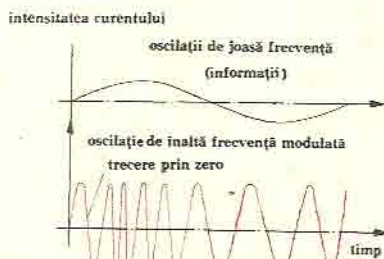


Fig. 6

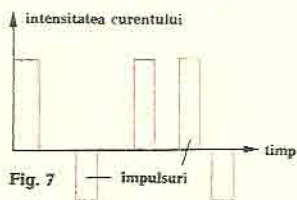


Fig. 7

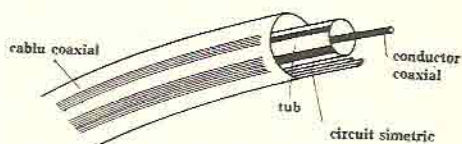


Fig. 8

Telegrafie, teleimprimatoare

După descoperirea electromagnetismului (sec. XIX), eforturile cercetătorilor s-au îndreptat spre găsirea unor aplicații practice în telecomunicații. În urma experimentărilor promițătoare din 1833 ale profesorilor Gauss și Weber de la Universitatea din Göttingen, Morse concepe o aparatură cu funcționare sigură și elaborează un cod practic utilizabil (alfabetul Morse). Aparatura Morse conține un sul de bandă de hirtie care se derulează în fața unui rulou imprimant. În repaus, banda nu atinge ruloul; în funcțiune, ea atinge însă un timp mai scurt sau mai îndelungat ruloul, fiind împinsă de un electromagnet, așa încât scrisul se compune din liniuțe mai lungi sau mai scurte, punctate pe banda de hirtie (fig. 1). Semnificația semnalelor Morse este următoarea:

a . -	j . - - -	t -	Cifre
ă . . - -	k . - . -	u . . -	1 . - - - -
b - . . .	l . - . .	ü . - - -	2 . - - - -
c - . - .	m - - -	v . . . -	3 . . . - -
ch - - - -	n - -	w - - - -	4 . . . - -
d - . .	o - - -	x - . . -	5 -
e .	ö - - - -	y - - - -	6 -
f . . - .	p . - . -	z - - . .	7 -
g - - .	q - - . -	ă . - . - -	8 - - - . .
h	r . - .	é	9 - - - . .
i .	s . . .	ñ - - - -	0 - - - - -
Punct . - . - .	Virgulă - - - - -	Două puncte - - - . .	
Liniuță de legătură - - - - -	Apostrof - - - - -	Paranteză - - - . -	
Semnul întrebării . - - - -	Ghilimele . - - - -	Semn de alarmă (SOS) . - - - -	

În deceniile următoare, eforturile s-au îndreptat spre recepționarea textului scris direct prin litere. Ultimele trepte de evoluție sînt *aparatele de scris Hell* (fig. 2) și *teleimprimatorul* (fig. 3). Atît inceptorul Hell, cît și teleimprimatorul folosesc alfabetul cu impulsuri pas cu pas, care se compune în total din 7 impulsuri, respectiv 5 impulsuri de curent și 2 de separare. Succesiunea grupurilor de impulsuri (la teleimprimatoarele care lucrează cu 5 impulsuri, 1/7 s pe grupă) se face atît la emisie, cît și la recepție prin mersul sincron al arborelui cu came, care execută 7 rot/s. Diferitele grupe de semnale (litere) corespund cu diferite creștături în sina de selecție de la emisie, care, după claviatură, se deplasează corespunzător impulsurilor de comandă (fig. 3, a). La recepție, șinele de selecție se deplasează în mod analog, astfel încît numai brațul corespunzător literei transmise prin cod cade în creștătură și astfel litera respectivă se înscrie pe o hirtie sau pe o bandă (fig. 3, b).

Teleimprimatorul seamănă în exterior cu o mașină mare de scris. Imprimarea literei se face prin acționare electrică, scrierea și transmiterea (recepția și transmisia) realizîndu-se cu aceeași mașină.

O altă ramură a telegrafiei este *fototelegafia*. O fotografie fixată pe un tambur este explorată cu ajutorul unei raze de lumină. Lumina reflectată produce variații de curent care corespund variațiilor de luminozitate corespunzătoare punctelor de pe fotografie (fig. 4, a). La recepție, variațiile de curent sînt transformate în variații de luminozitate de către o lampă cu neon. Acestea impresionează pelicula fotosensibilă a hirtiei fotografice.

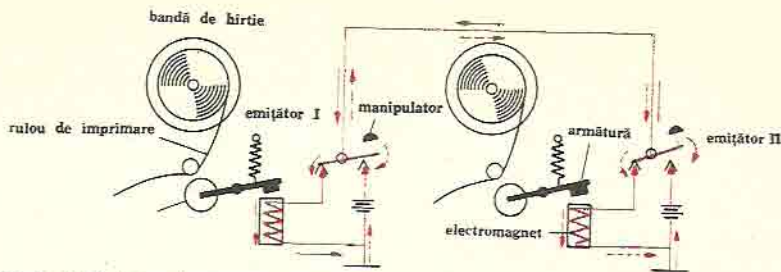


Fig. 1. Instalație telegrafică Morse cu curent de lucru

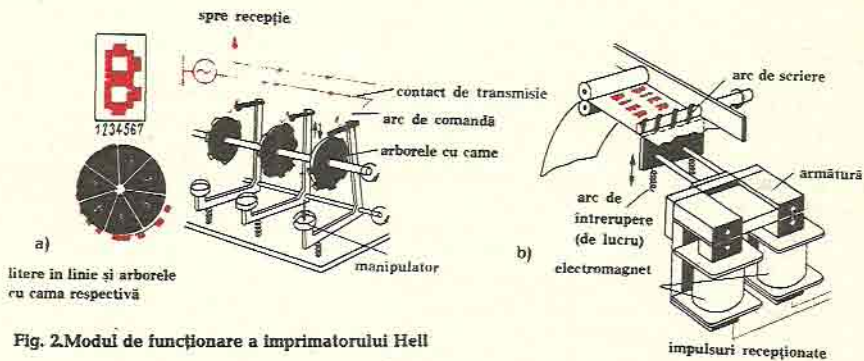


Fig. 2. Modul de funcționare a imprimatorului Hell

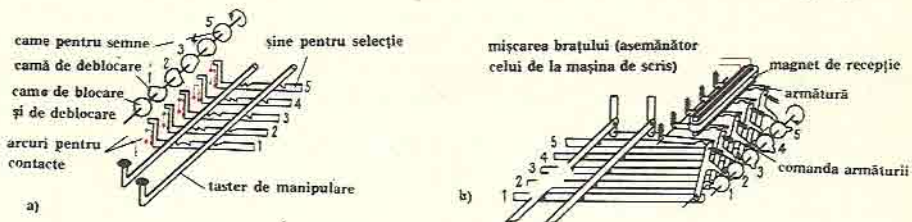


Fig. 3. Modul de funcționare a teleimprimatorului

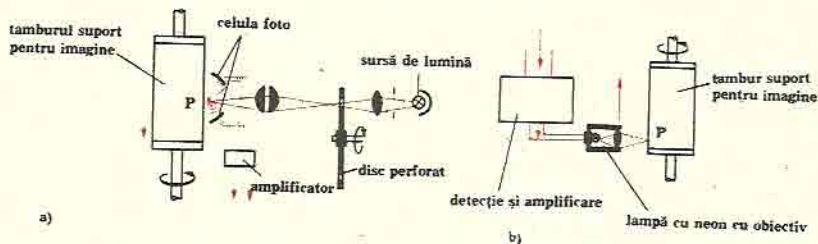


Fig. 4. Principiul telefotografiei

Radar

Radarul (Radio Detecting and Ranging = detecție și urmărire prin radio) este un procedeu de explorare a spațiului cu ajutorul undelor electromagnetice de înaltă frecvență. Când întâlnesc obstacole, undele se reflectă mai mult sau mai puțin intens. Unda reflectată este din nou recepționată. Prin intensitatea și direcția sa, unda reflectată dă informații asupra obiectului care a produs reflexia, de exemplu informații asupra mărимii, distanței, înălțimii și poziției obiectului. Astfel, radarul reprezintă nu numai o metodă de determinare a existenței obiectului (țintei), ci și o metodă de măsurare a parametrilor ei. Când este necesară supravegherea unui domeniu din spațiu, se emite, de exemplu, dintr-un avion (fig. 1) o undă electromagnetică; aceasta explorează circular un domeniu semisferic, din care iluminează în fiecare clipă cite un sector. Intensitatea undei reflectate variază în funcție de caracterul obiectului reflectant (în cazul de față a suprafeței Pământului) (fig. 2). Emisia și recepția undelor de înaltă frecvență se realizează cu instalația de radar (fig. 3). Undele electromagnetice sînt generate de emițător, care conține tuburi electronice de o construcție specială (clitron, magnetron). Antena de emisie recepționează, în general, și undele reflectate prin comutare periodică. Aceste unde sînt transmise unui tub catodic. Fasciculul de electroni din tubul catodic este deviat, astfel încît explorează radial ecranul, producînd un segment luminos din centru spre periferie. Acest segment se rotește în același timp cu antena, cu aceeași viteză de rotație. Un semnal-ecou recepționat determină pe ecranul tubului catodic un punct luminos. Punctele luminoase date de semnalele-ecou formează pe ecranul tubului catodic imaginea obiectului privit. Luminozitatea depinde de capacitatea obiectului de a reflecta undele de înaltă frecvență. O imagine radar arată cu totul altfel decît o imagine optică, însă conturul lor este același (fig. 4). Citirea și interpretarea imaginilor radar cere o pregătire intensă și multă îndemînare.

Dezvoltarea radarului a fost accelerată în timpul ultimului război mondial. În prezent are vaste domenii de aplicație în scopuri pașnice, ca, de exemplu, asigurarea navigațiilor aeriene și maritime, în meteorologie etc.

Fig. 1

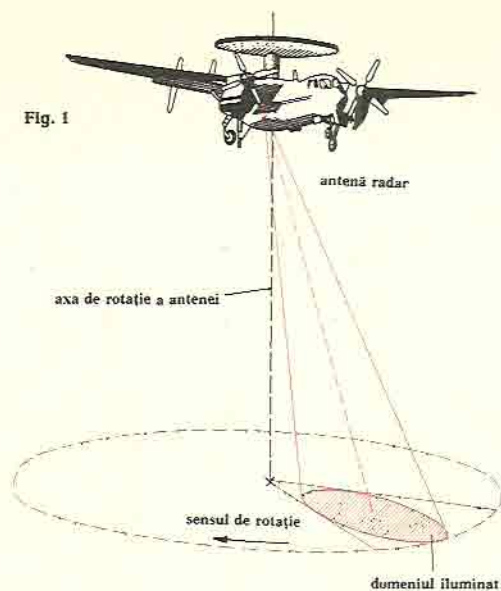


Fig. 2

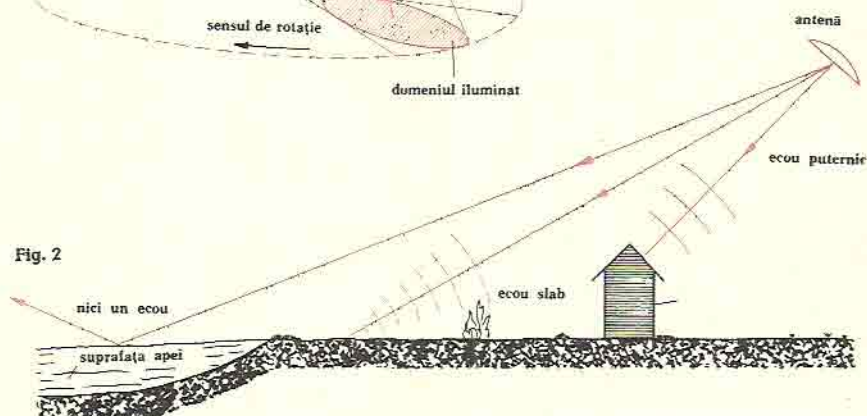


Fig. 3. Schema unei instalații radar

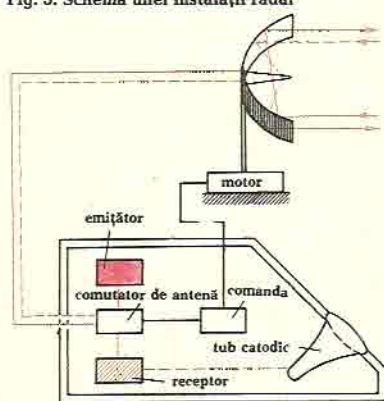


Fig. 4. Imaginea unui uragan pe ecranul unui radar

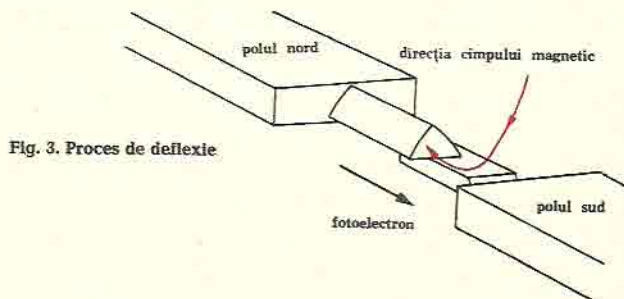
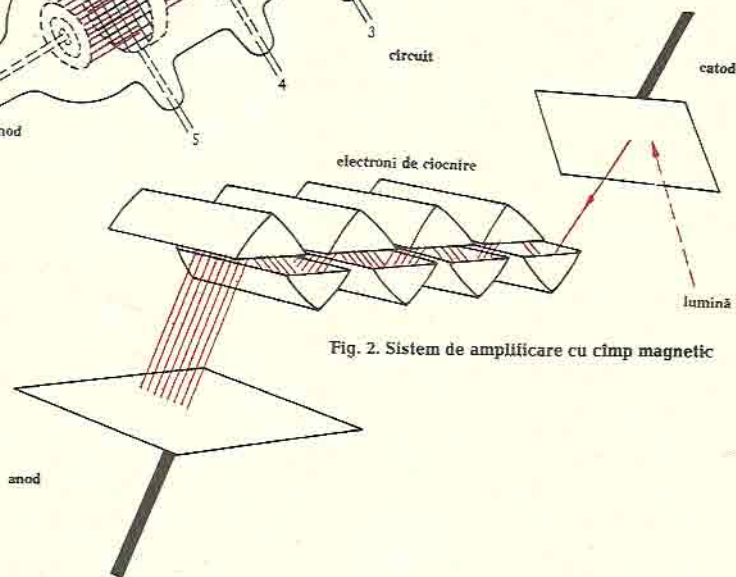
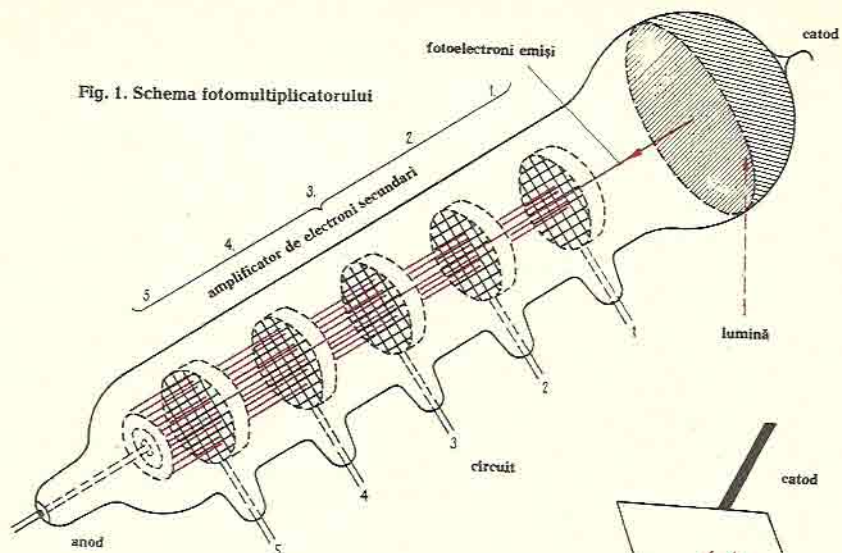


Fotomultiplicatoare

Fotomultiplicatorul servește la multiplicarea și, prin aceasta, la amplificarea emisiei fotocatodului, care emite electroni secundari. Principiul se bazează pe eliberarea de electroni prin bombardament electronic. În funcție de mărimea energiei cinetice a electronilor cu care se bombardează, se eliberează mai mulți sau mai puțini electroni secundari. O emisie secundară pronunțată prezintă straturile cu oxid de magneziu și oxid de cesiu. Numărul electronilor eliberați depinde de energia electronilor primari folosiți pentru eliberare cât și de tensiunea care îi accelerează. O tensiune joasă eliberează, în medie, mai puțin de un singur electron secundar pentru fiecare electron primar incident. Despre o multiplicare se poate vorbi numai atunci când factorul de emisie secundară este mai mare decât 1. Acesta este în general, cazul tensiunilor de accelerare mai mari de 100 V (pentru electronii primari). Pentru straturile de oxid de magneziu și oxid de cesiu amintite, factorul de emisie secundară capătă valori mai mari de 10. Se obține deci o multiplicare de zece ori. Prin înserierea unui număr mare de electrozi capabili să emită electroni secundari se poate mări factorul de multiplicare.

Dacă un fascicul primar de electroni, eliberat fotoelectric, ciocnește o serie de catozi acoperiți cu straturi care pot emite electroni secundari, se obțin amplificări până la 10^9 ori față de emisia primară. O amplificare mai mare este limitată de neomogenitatea fasciculului electronic, produsă de efectele căldurii (zgomot termic). Electrozii de ciocnire se realizează sub forma de electrozi reticulari (fig. 1) sau ca electrozi tubulari (fig. 2). În acest caz se folosește la nevoie, o deflexie magnetică (fig. 3).

Fotomultiplicatorul joacă un rol important în fizica nucleară la înregistrarea scintilațiilor care se produc datorită particulelor cu energie mare; este folosit des și ca un fotometru extrem de sensibil. De asemenea constituie un element important al tuburilor orticon fiind folosit în televiziune, la transmisia filmelor de cinematograf.



Ochi magic

Ochiul magic este o lampă radio (tub electronic) care indică la aparatele de radio și magnetofon, gradul de acord al receptorului pe semnalul recepționat, respectiv intensitatea semnalului dat de microfon (și, prin aceasta, intensitatea semnalului imprimat pe bandă). Ochiul magic se compune din două elemente electronice: o *triadă* (lampă de radio cu catod, grilă de comandă și anod) și un *tub catodic*, a cărui parte esențială o reprezintă ecranul iluminat, de care se ciocnesc electronii emiși de un catod incandescent; aceștia sînt accelerați de un anod și comandați de un electrod (grilă indicatoare), iluminînd astfel ecranul. Cele două părți ale lămpii indicatoare de acord au catodul încălzit comun, grila separată și o tensiune anodică comună. Ecranul luminos este circular și așezat simetric față de catod.

Lumina roșu-închis a catodului încălzit indirect este ecranată cu un capac. Imaginea ecranului în repaus este reprezentată în figura 1b. Sectoarele late întunecate sînt separate prin sectoare înguste luminate. La apariția semnalului (fig. 1a), sectoarele întunecate se micșorează, iar sectoarele luminate ocupă o suprafață mai mare.

Un tip perfecționat al ochiului magic este reprezentat de *ochiul magic dublu*, care permite o reglare grosieră și fină (pentru posturi de emisiune de putere mare și medie). El conține două triode și respectiv doi anodi. Imaginile ecranului în repaus pentru cazul reglajelor fin și grosier sînt redată în figura 2a, b, c.

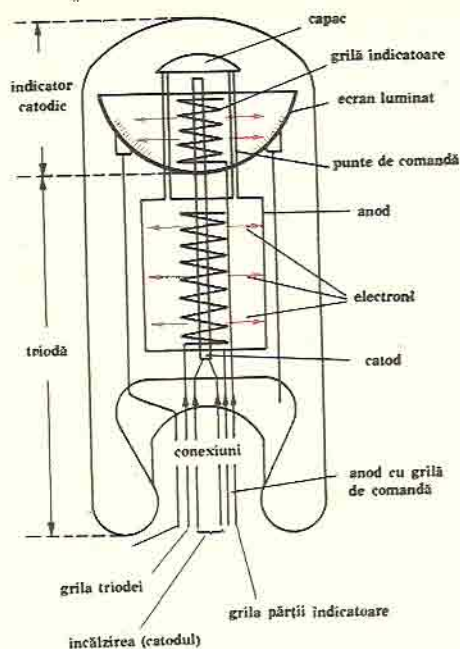


Fig. 1a. Schema ochiului magic

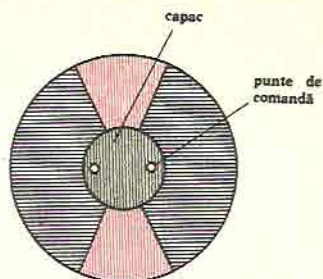


Fig. 1b. Starea de repaus

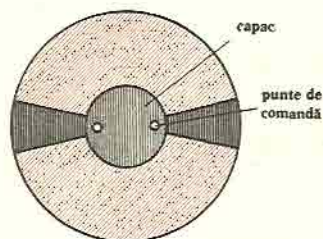
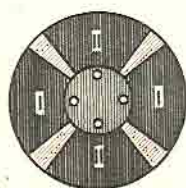
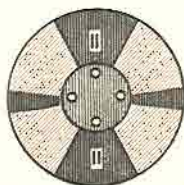


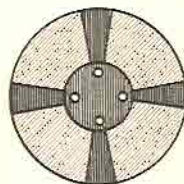
Fig. 1c. Acordare pe semnal



a) poziții de repaus



b) domeniul I modulat
(emițător de putere medie)



c) domeniul II
(emițător de putere mare)

Fig. 2. Imagini ale lămpii cu acord dublu

Televiziunea alb-negru

Televiziunea se bazează pe principiul cinematografului, adică transmite, ca și filmul, cel puțin 25 de imagini pe secundă, așa încît ochiul omului, datorită inerției sale, percepe imagini într-o mișcare continuă. Ca și în cazul rasterului din tipografie, folosit la redarea diferitelor valori de luminanță (de exemplu la redarea diferitelor clișee foto), televiziunea folosește descompunerea imaginii într-un număr mare de puncte (fig. 1). La tubul analizor (iconoscop) (fig. 2), placa de semnal (ținta) care îndeplinește rolul rasterului din tipografie, se compune din 500 000 de puncte, care sînt, în speță, identice cu tot atîtea fotocatode minuscule. Corespunzător valorilor de luminanță ale fiecărui punct luminos (fig. 3), aceste celule se încarcă la un potențial mai mult sau mai puțin pozitiv.

Un fascicul electronic care parcurge (baleiază) ținta în zig-zag în timp de $1/25$ s descarcă aceste celule, iar impulsurile electrice (semnalul de imagine), care iau naștere corespunzător luminozității fiecărui punct al imaginii, se transmit electrozudului de comandă al tubului cine-scop (tub Braun). Prin aceasta se modifică intensitatea fascicului electronic al cinescopului receptor, corespunzător luminanței imaginii transmise; fasciculul electronic are și la recepție o mișcare în zig-zag pe suprafața ecranului.

În acest fel apare pe ecranul luminos al receptorului TV prin acumulare de puncte și printr-o succesiune rapidă a imaginii, scena televizată, pe care o numim imagine de televiziune. Pe ecranul televizorului apare, potrivit alegerii luminoforului depus pe partea din față a ecranului, o imagine alb-negru. Simultan cu semnalele de imagine (fig. 5) se transmite telespectatorului și sunetul. Pentru transmisia semnalelor de la locul de captare pînă la stația locală de emisie se folosește nu numai transmisia prin radio (unde herziene), ci și prin cablu (cablu coaxial). Din cauza propagării în linie dreaptă a undelor de înaltă frecvență folosite în televiziune și datorită curburii globului pămîntesc, raza de acțiune a transmisiei este limitată. De aceea trebuie instalate, la distanțe de aproximativ 80 km, posturi de emisie (stații de radioreleu) de televiziune pentru a obține o recepție oarecum uniformă în zona deservită (fig. 6). Receptoarele de televiziune recepționează cîmpul electromagnetic transmis (semnalul de televiziune) cu ajutorul antenelor instalate pe case, sau, în cazul cîmpurilor suficient de puternice, de aproximativ 5 mV/m și mai mult, cu antene de cameră.

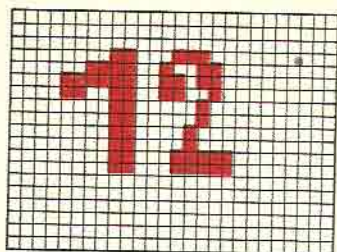


Fig. 1. Placa de semnal corespunzătoare rasterului din tipografie

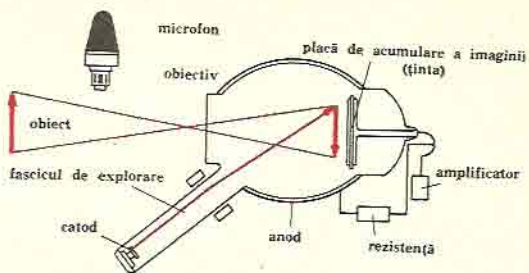


Fig. 2. Captarea sunetului și imaginii (microfon și iconoscop)

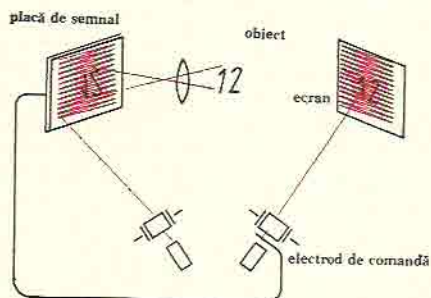


Fig. 3. Iconoscop (analizor) și tubul Braun (receptor)

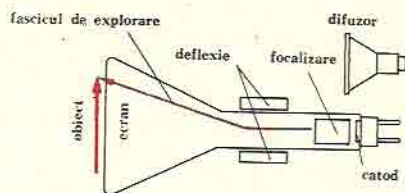


Fig. 4. Recepția sunetului și imaginii (difuzor și tubul Braun)

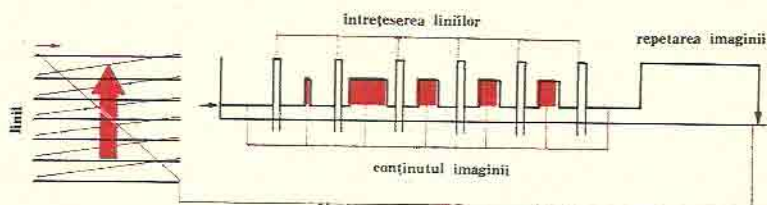


Fig. 5. Explorarea imaginii și semnalele electrice corespunzătoare

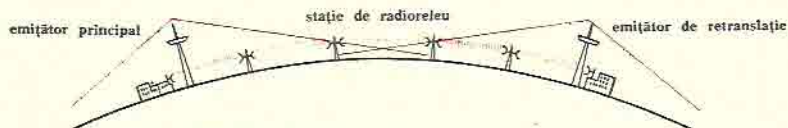


Fig. 6. Raza cvasioptică a undelor TV impune stații de radio relee și emițătoare de retranslație

Iconoscoape

Iconoscopul este cel mai vechi dispozitiv, complet electronic, care transformă o imagine optică în semnale electrice în camerele de luat vederi (de televiziune). Partea cea mai importantă a iconoscopului o constituie așa-numita placă de mozaic. Aceasta servește la descompunerea imaginii în puncte succesive de rastere, care realizează linii ce baleiază totalitatea imaginii. În cazul plăcii de mozaic, punctele de raster se compun din microcelule fotoelectrice de cesiu pe suport de oxid de argint. Cu ajutorul unui obiectiv, imaginea obiectului este proiectată pe placa de mozaic. Acolo se produc, în funcție de valorile intensității luminoase, sarcini electrice. Pe placa de mozaic se formează imaginea electrică corespunzătoare imaginii optice (fig. 1).

Deoarece particulele metalice (oxid de argint) sînt depuse pe o placă subțire izolantă (de mică) metalizată pe partea opusă, fiecare element al mozaicului formează un condensator elementar (fig. 2). Imaginea electrică ce se formează prin încărcarea acestora la valori diferite este explorată de un fascicul electronic (produs într-un circuit anexă) care se deplasează în zig-zag iar condensatorii atinși de fascicul se descarcă.

Descărcările dau naștere la impulsuri (fig. 3), formînd semnale care se transmit unui amplificator și în continuare emițătorului. Imaginea formată din 625 de linii, după norma internațională de televiziune, se compune din aproximativ 500 000 de puncte ale imaginii, pentru a căror transmisie sînt necesare frecvențe de ordinul 10 MHz.

Explorarea imaginii la emisie trebuie să fie sincronizată cu explorarea imaginii pe ecranul tubului catodic al receptorului în mai puțin de 1/25 s, acest interval de timp reprezentînd limita de percepere a ochiului omenesc; astfel succesiunea de imagini dă senzația de mișcare continuă.

Evoluția ulterioară a construcției tubului de televiziune a determinat înlocuirea plăcii de mozaic cu semiconductoare (de ex. straturi subțiri de sulfură de arsen) care, datorită conductibilității lor reduse, fac rasterul de prisos. Prin combinarea tubului videocaptor cu un multiplicator de electroni secundari s-au obținut sensibilități sporite. S-au consacrat astfel următoarele denumiri: tub cu strat rezistiv semiconductor = *rezistron*; idem cu multiplicatoare de electroni secundari = *orticon*. *Superorticonul* este un tub orticon îmbunătățit, realizînd o sensibilitate de aproape 1 000 de ori mai mare. *Vidiconul* este un tub electronic pentru transformarea imaginilor optice în semnale electrice în camera de luat vederi. Principiul său de funcționare se bazează pe efectul fotoelectric intern. Vidiconul reacționează lent la schimbări rapide ale scenei (persistența imaginii), necesită cheltuieli reduse și se folosește de aceea în special în televiziunea industrială, la controlul circulației etc. La vidicon, imaginea obiectului se proiectează optic pe o placă subțire de sticlă, a cărei parte opusă este acoperită cu un strat transparent de aluminiu și care primește, printr-o rezistență de polarizare, o mică tensiune pozitivă. Pe stratul de aluminiu se depune prin evaporare un strat semiconductor (de exemplu seleniu). Acest strat neiluminat se comportă ca un izolator, iar iluminat devine conducător. Un fascicul de electroni transmite succesiv stratului de seleniu potențialul zero al electrodului, așa încît stratul de seleniu și metalizarea formează un condensator încărcat. O nouă explorare nu modifică repartiția sarcinii cu nimic, întrucît seleniul neiluminat izolează. Dacă se iluminează o porțiune, sarcina scade treptat. La explorarea următoare, această porțiune primește instantaneu potențialul catodului. Apare astfel un impuls de curent care produce semnalul electric al imaginii dorite.

Fig. 1. Iconoscop (vedere)

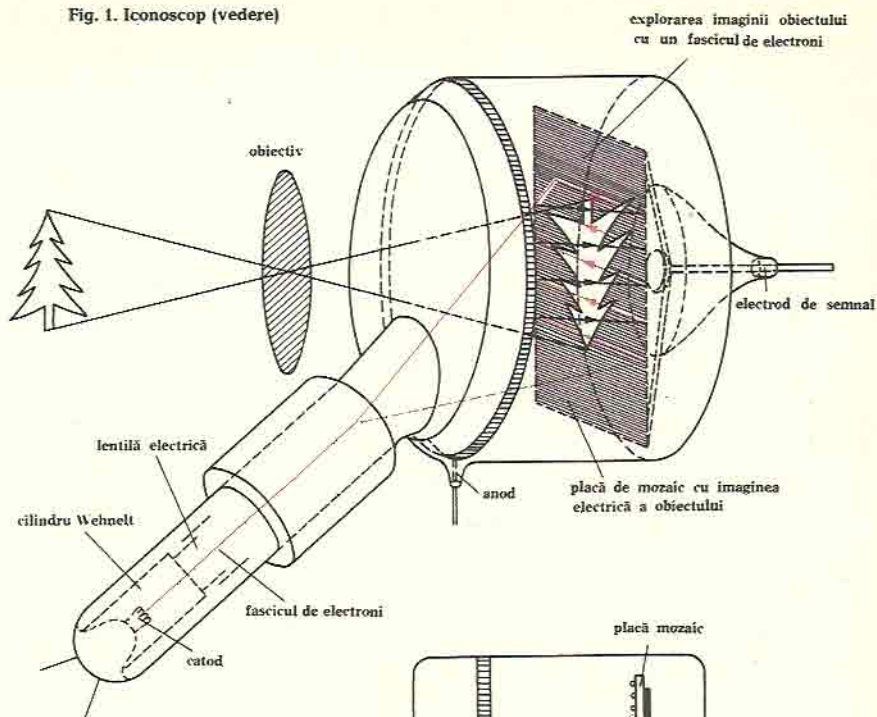


Fig. 2. Placă de mozaic

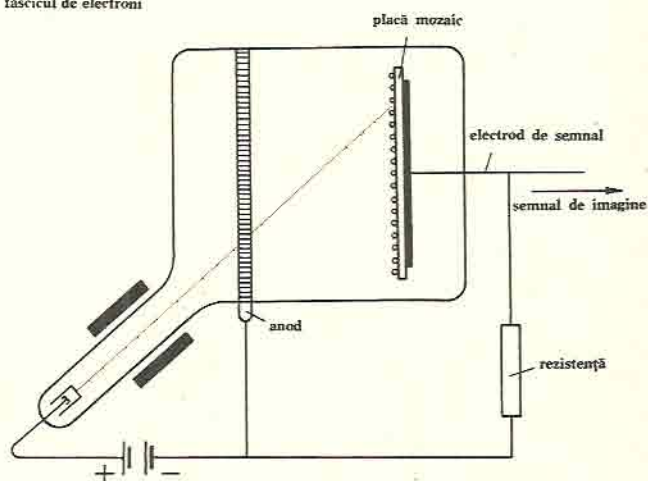
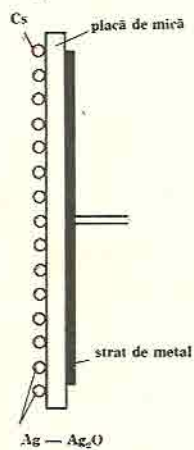


Fig. 3. Schema Iconoscopului

Tuburi cinescop

Tubul cinescop este format dintr-un balon de sticlă vidat, în interiorul căruia un filament adus la incandescență, formînd catodul, emite electroni focalizați într-un fascicul vizibil pe peretele opus (ecran) ca un punct luminos. Focalizarea fasciculului de electroni se realizează electrostatic, cu ajutorul unor electrozi acționînd ca niște lentile electrice (respectiv magnetic cu ajutorul unor bobine acționînd ca lentile magnetice) (fig. 2). Deflexia fasciculului se obține cu ajutorul a două perechi de plăci așezate perpendicular una față de cealaltă (electrostatic) (fig. 1) sau cu bobine de deflexie (magnetic) (fig. 2). Avantajul deflexiei magnetice constă în faptul că la o tensiune mică se obțin unghiuri de deflexie mai mari decît la deflexia electrostatică. În prezent se folosesc pentru receptoare de televiziune aproape în exclusivitate tuburi cinescop cu deflexie magnetică, deoarece se reduc considerabil dimensiunile aparatului, mai ales la cele cu diagonala ecranului mare. Fasciculul de electroni descrie un zig-zag explorînd (sincron cu mișcarea fasciculului tubului de la emisie) imaginea pe ecranul luminos al televizorului. În mișcarea de zig-zag a fasciculului, numai cursa directă (deplasarea de la stînga la dreapta) pe ecranul televizorului este vizibilă, revenirea (cursa inversă) nefiind sesizabilă ochiului. Ecranul luminos se compune dintr-un strat fin de substanță fluorescentă (de exemplu sulfură de zinc). Prin diferite adausuri se poate influența nuanța stratului fluorescent. Focalizarea fasciculului electronic se face mai ales în lentila electrică formată între cilindrul Wehnelt, pus la pămînt (cu potențial zero), și anodul sub formă de plasă (cu potențial pozitiv). Liniile cîmpului electric formează suprafețe echipotențiale, asemănătoare cu suprafețele curbate ale lentilelor optice. La focalizarea magnetică, fasciculul descrie o linie elicoidală. Deviația electrostatică a electronilor în cîmpul perechilor de plăci duble este comparabilă cu căderea unui corp în cîmpul de gravitație. Un electron se mișcă sub acțiunea cîmpului electric pe o traiectorie parabolică. La deflexia magnetică se obține același efect după parcurgerea parțială a unei traiectorii elicoidale. Tensiunile, respectiv curenții de deflexie, se obțin cu ajutorul unor circuite basculante, adaptate scopului aplicației.

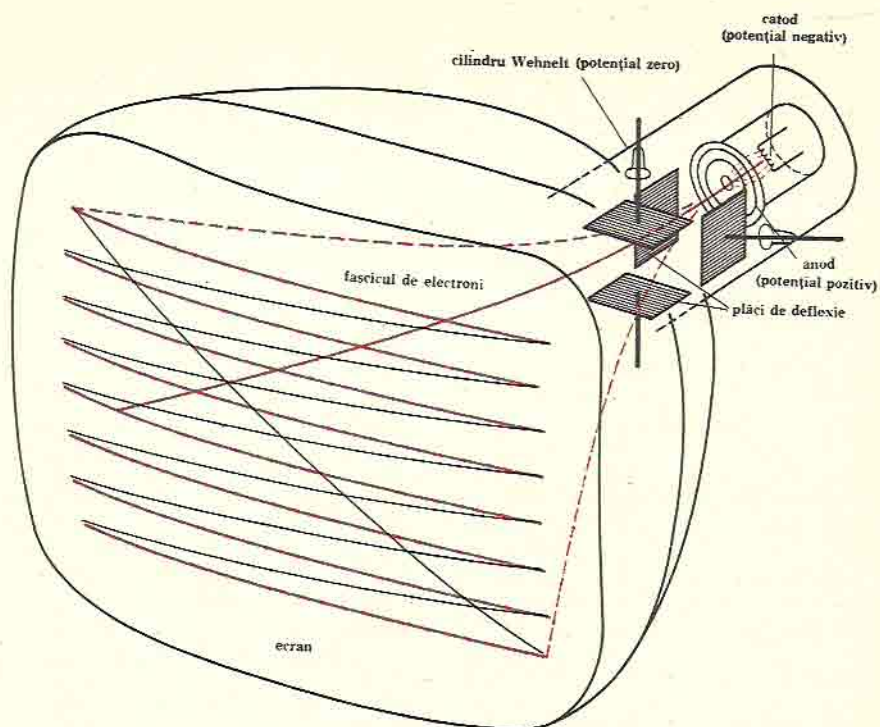


Fig. 1. Focalizarea electrostatică și deflexia într-un tub cinescop

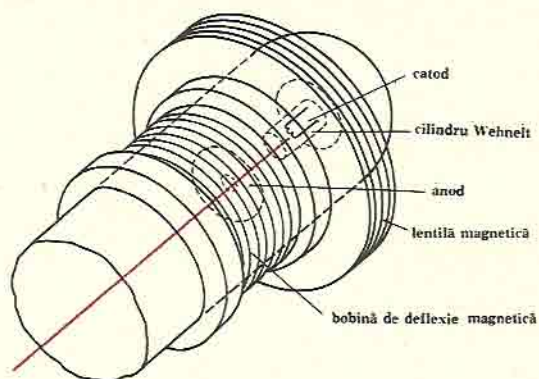


Fig. 2. Dispozitiv pentru focalizarea și deflexia magnetică

Convertoare de imagini

Prin convertor de imagini se înțelege un dispozitiv care transformă acțiunea unor raze imperceptibile (infraroșii, raze Roentgen etc.) într-o imagine perceptibilă ochiului. Aparatul se compune în principiu (fig. 1) dintr-un fotocatod, un ecran de proiecție (fluorescent) și o lentilă electronică. Imaginea electronică produsă de fotocatod este proiectată pe ecranul fluorescent, cu ajutorul lentilelor magnetice sau electrice (fig. 2 și 3), unde dă naștere unei imagini vizibile. Pentru transformarea razelor Roentgen se folosește un convertor de imagini format dintr-o folie subțire de aluminiu (fig. 4), avînd pe o parte ecranul fluorescent, iar pe cealaltă parte fotocatodul. Cu ajutorul convertorului de imagini pentru raze Roentgen se pot amplifica imaginile radioscopice. Astfel se obține o imagine radiografică precisă cu o doză mică de radiație, care nu prezintă pericol pentru pacient.

Principiul de funcționare a convertorului de imagini se bazează pe focalizarea fasciculelor de electroni cu ajutorul lentilelor electrice și magnetice. Noțiunea de lentilă este asimilată din optică. Această asimilare se bazează pe acțiunea comună de focalizare a lentilelor; cele optice focalizează raze luminoase, iar cele electronice fascicule de electroni. La lentila electrică, focalizarea fasciculului se obține prin existența unui cîmp electric (de exemplu între doi electrozi coaxiali cilindrici, din care al doilea are un potențial mai mare decît primul), cu suprafața curbată echipotențială (suprafețe cu potențial constant), comparabilă cu suprafețele curbate ale unei lentile optice (fig. 2).

Traectoria unui singur electron se modifică sub acțiunea cîmpului electric, fiind deviată spre cea a cilindrului. Fasciculul electronic compus dintr-un număr mare de electroni ia forma unui con cu vîrful într-un punct de pe ecran, realizîndu-se astfel focalizarea.

Modul de funcționare a unei lentile magnetice (fig. 3), constituită din bobine parcurse de curenți sau din sisteme de magneți permanenți, nu poate fi comparat cu cel al unei lentile optice. Electronii descriu în direcția componentei longitudinale a cîmpului magnetic (direcția de mișcare a electronilor este aproape paralelă cu această componentă a cîmpului magnetic) traiectorii elicoidale. Electronii cu diferite traiectorii, după unul sau mai multe cicluri, se întîlnesc într-un singur punct, realizîndu-se focalizarea fasciculului. Se preferă lentilele magnetice, deoarece acestea produc același efect ca cele electrice cu tensiuni mai joase. Deși mai puțin periculoase, ele necesită curenți mai puternici.

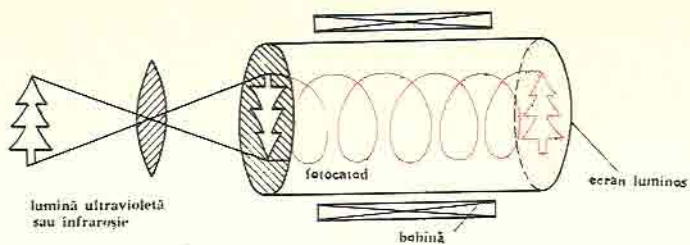


Fig. 1. Principiul convertorului de imagini

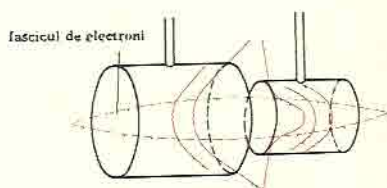


Fig. 2. Lentilă electrostatică

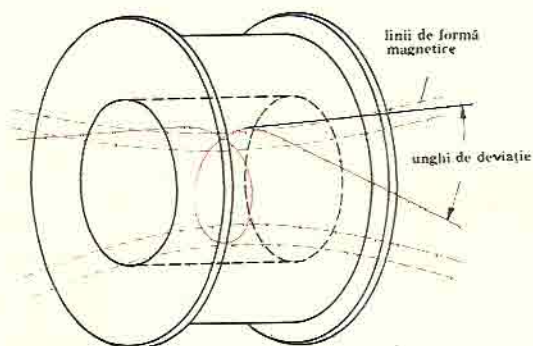


Fig. 3. Lentilă magnetică

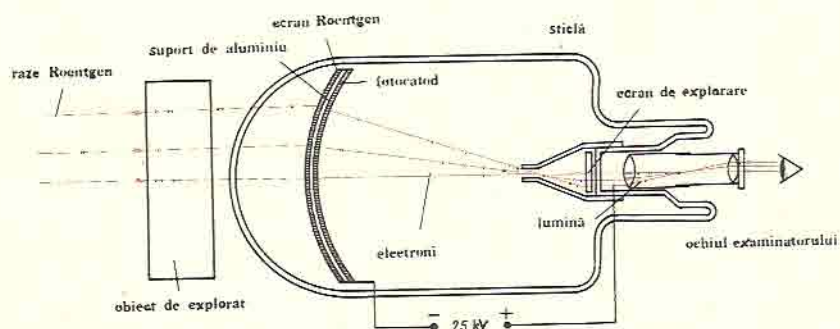


Fig. 4. Converter

Aparate eidofor

Aparatul eidofor, inventat de F. Fischer, servește la proiecția mărită pe un ecran a imaginilor de televiziune. Spre deosebire de imaginea de televiziune obișnuită, care primește intensitatea luminoasă de la stratul fluorescent al ecranului bombardat de fasciculul de electroni, eidoforul primește fluxul luminos de la o sursă locală de lumină foarte puternică. Intensitatea fasciculului de lumină care ajunge pe ecranul de proiecție este comandată prin semnalul de televiziune. Fluxul luminos al unei lămpi cu arc (la televiziunea în culori trecut prin filtre de culoare) este dirijat prin două obturatoare-grilă (fig. 1) care pot fi înlocuite cu o oglindă-grilă cu spatele argintat (fig. 2), pe o peliculă foarte fină (film) de ulei și proiectat cu ajutorul unui obiectiv pe ecranul de proiecție. Filmul de ulei se încarcă mai mult sau mai puțin, în funcție de intensitatea fasciculului electronic comandat de semnalul de televiziune. În funcție de mărimea forțelor electrostatice (deci de încărcarea cu sarcini electrice), filmul este mai mult sau mai puțin curbat. Suprafața curbată a filmului produce o deviere a razelor reflectate de oglinda-grilă, rezultând o schimbare a direcției acestora. Fasciculul de lumină incident pe film va trece la întoarcere prin fantele oglinzii-grilă cu intensitate variabilă, din cauza reflexiei pe filmul de ulei. Rezultă că prin acest efect, denumit, după descoperitorul său August Toepler, *efect de striție Toepler*, fluxul luminos al lămpii cu arc este comandat de la distanță în funcție de intensitatea semnalului. Prin explorarea filmului de ulei de către un fascicul de electroni, se formează pe acesta un relief de potențial corespunzător intensității luminoase a imaginii de televiziune. Comanda fluxului luminos al sursei locale de lumină permite proiecția mărită a imaginii cu luminozitate mare pe ecranul de proiecție. Razele luminoase nedeviate de relieful de potențial sînt reținute (fig. 2) de oglinda-grilă.

Aparatura, prezentată schematic în figura 2, trebuie, bineînțeles, închisă într-o carcasă cu vid înaintat, căci altfel comanda prin fasciculul de electroni nu ar fi posibilă. Sarcina electrică a filmului de ulei scade în timp; de aceea acesta se rotește cu o viteză mică; un dispozitiv de netezire creează pentru o explorare o suprafață a filmului de ulei complet descărcată și perfect netedă.

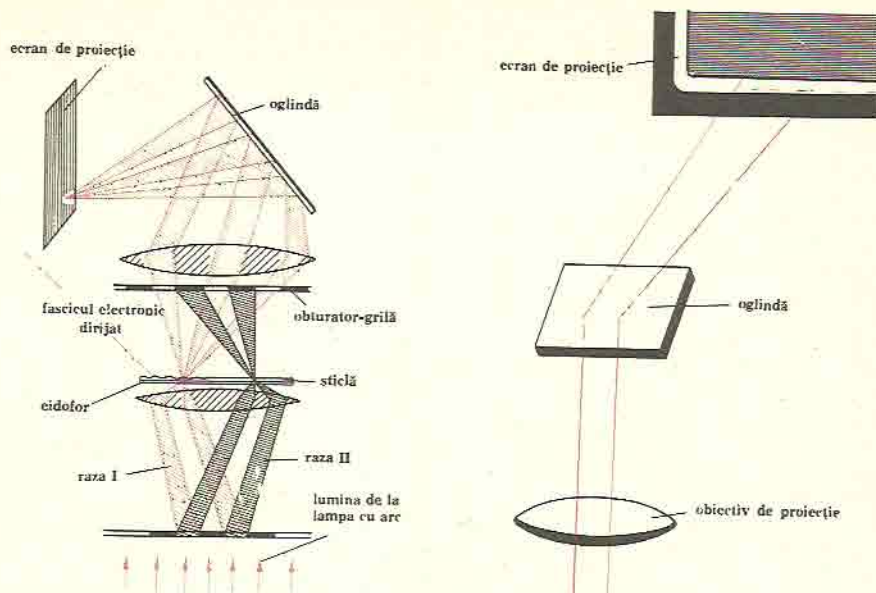


Fig. 1. Schema de proiecție cu eidofor

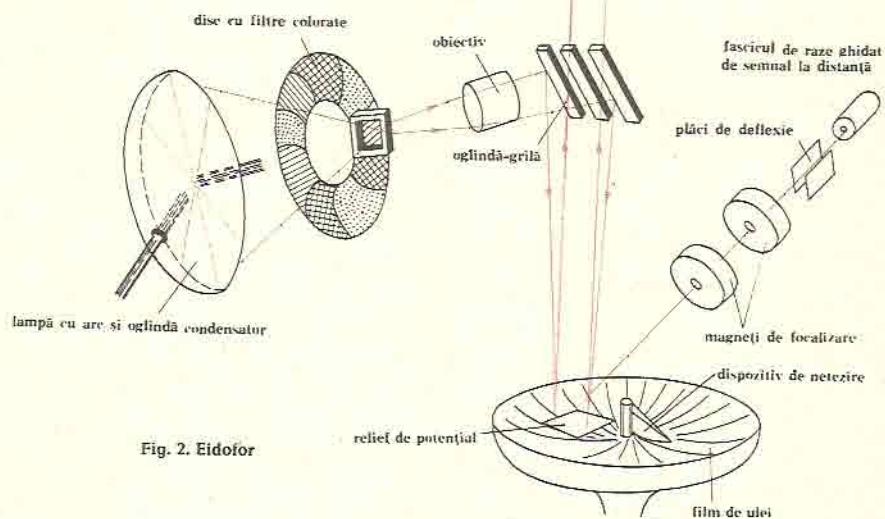


Fig. 2. Eidofor

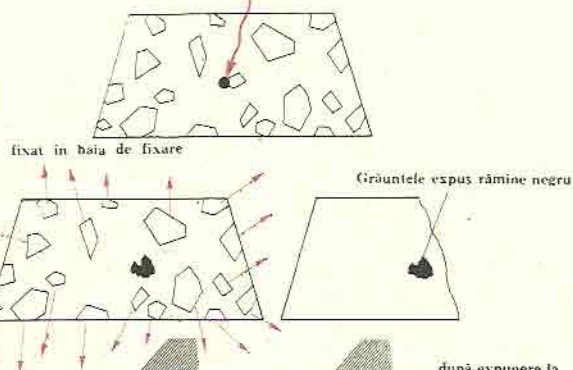
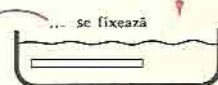
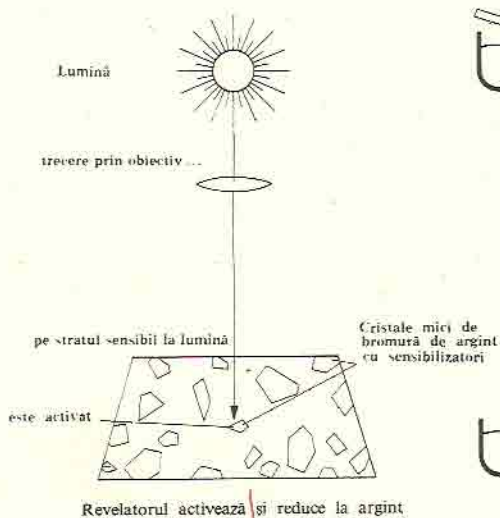
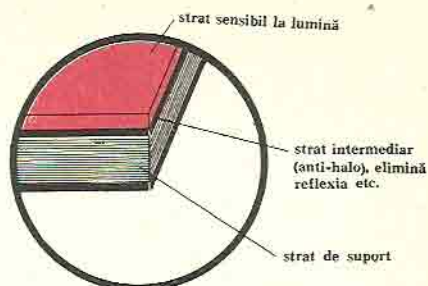
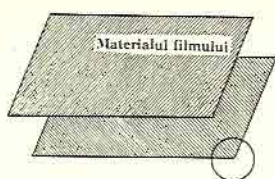
Film alb-negru

Filmele alb-negru sînt constituite în principal dintr-un strat-suport pe care se depune o emulsie fotografică foarte sensibilă la lumină și se comercializează sub formă de role, plăci fotografice sau hîrtie fotosensibilă. Suportul este format din materiale pe bază de nitroceluloză, acetil-celuloză sau metal. De obicei, pe un strat intermediar subțire, de culoare închisă (antihalo), se depune un strat de emulsie foarte subțire sensibilă la lumină, compusă din 40% cristale de bromură de argint, 50% gelatină, ca liant, și 10% apă. Într-o obscuritate perfectă soluția de gelatină, cu alte adausuri, se aplică pe suportul de film sau pe placă. Mărimea granulelor bromurii de argint determină sensibilitatea și puterea de rezoluție a emulsiei. Un grăunte grosier este foarte sensibil la lumină; cu un astfel de film se poate fotografia în condiții de iluminare foarte redusă, în schimb rezoluția optică e redusă. Fotografiiile făcute cu filme cu grăunți grosieri nu se pot mări mult, deoarece ar rezulta imagini prea granulate. Soluția inițială (primară) de emulsie de bromură de argint nu este la fel de sensibilă la toate culorile luminii (spectrului vizibil). Nuanțe de culori galben-verde, galben, portocaliu și roșu nu pot fi fotografiate cu un astfel de film. Pentru acest motiv se adaugă la stratul sensibil la lumină al bromurii de argint cantități minime de ioni ai aurului, mercurului sau ai altor metale grele care în reacție ușoară cu ionii sulfhidrici sensibilizează chimic filmul. Prin adaus de coloranți sensibilizatori în stratul sensibilizat fizic, acesta devine mai sensibil pentru o gamă mai mare de culori. Filmul ortocromatic este sensibil de la albastru la verde și pînă la galben, materialul ortopancromatic este sensibil la culorile: albastru, verde, galben pînă la portocaliu, iar filmul pancromatic este sensibilizat pentru întreg spectrul vizibil de culori, chiar și roșu.

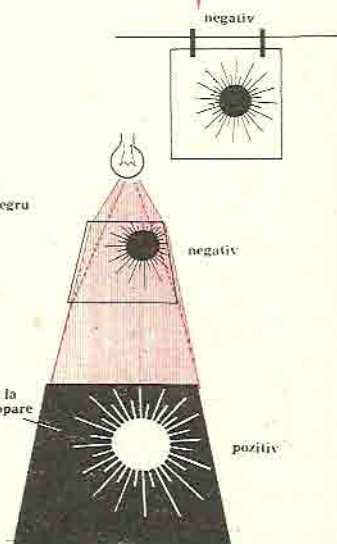
Pentru diverse scopuri științifice se fabrică și filme din materiale speciale, cu sensibilități variabile.

O imagine fotografică se formează cu ajutorul razelor luminoase reflectate de obiectul de fotografiat, care trec prin sistemul de lentile ale camerei de luat vederi fiind dirijate spre stratul fotosensibil al filmului. Fiecare rază de lumină atinge pe film micile cristale de bromură de argint, pe care le impresionează. În procesul de dezvoltare care urmează în baia de dezvoltare, soluția de dezvoltare chimică acționează asupra cristalelor din bromura de argint impresionate la expunerea filmului și reduce micii grăunți la argint metalic negru. Bromura de argint din emulsie neexpusă nu se reduce și poate fi solubilizată și îndepărtată din stratul filmului, în baia de fixare (o soluție pentru dizolvare sub formă de complex a bromurii de argint neexpuse).

Negativul se obține după trecerea filmului prin băile de dezvoltare, de fixare și de spălare, urmată de uscarea acestuia (negativul poate fi, bineînțeles, influențat în continuare prin băi intermediare, expuneri intermediare, încălziri intermediare etc.). Pe un negativ apare, de exemplu, umbra în alb și soarele în negru. Dacă se expune printr-un astfel de negativ un material fotografic pozitiv sau o hîrtie fotografică, lumina nu trece pe hîrtia fotografică prin părțile întunecoase ale negativului; astfel, hîrtia poate fi impresionată numai prin părțile luminoase. Părțile expuse pe hîrtia fotografică apar la dezvoltare din nou întunecate, cele neexpuse rămînînd deschise. Umbrele deschise din negativ devin în pozitiv închise, așa cum le-a văzut în realitate ochiul; în mod corespunzător, soarele negru de pe negativ apare în pozitiv luminat.



Puncte negre de argint cu grăunți mari (a) sau cu grăunți mici (b)



Aparate fotografice (privire de ansamblu)

Aparatele fotografice sînt dispozitive optice prevăzute cu o cameră obscură care prezintă o deschidere îngustă (orificiu) în peretele din față, putîndu-se realiza o imagine reală a unui obiect de fotografiat pe un strat sensibil la lumină plasat pe peretele opus. Un aparat modern (figurile arată o selecție a tipurilor curente) se compune din următoarele elemente componente: magazia de păstrare a filmului, dispozitivul de transport pentru derularea filmului, obiectivul, obturatorul, dispozitivul de punere la punct (eventual un telemetru) și vizorul pentru încadrarea imaginii. Pentru a obține o imagine reală, adică o fotografie care să corespundă dimensiunilor și aspectului obiectului de fotografiat, se lasă ca lumina reflectată de obiect să acționeze un timp scurt pe stratul sensibil la lumină. Acest lucru se poate obține cu o deschidere de 0,4 mm (așa-numita stenopă), situată în partea din față a camerei obscure. Se obține un aparat cu o optică de cea mai simplă execuție (fig. 1). De la fiecare punct al obiectului de fotografiat ajunge un fascicul îngust de lumină prin stenopa aparatului pe placa fotosensibilă, situată în interior pe partea opusă, pe care formează un punct-imagine. Fiecare punct-imagine al obiectului de fotografiat se prezintă însă sub formă de elipsă mică, ceea ce are ca efect suprapunerea parțială a elipselor elementare ale diferitelor puncte și formarea în ansamblu a unei imagini neclare. În afară de acest neajuns, o cameră obscură cu stenopă produce o imagine slab luminată și deci trebuie folosit un timp lung de expunere spre a obține o impresiune suficientă a plăcii fotografice. O imagine mai bună se obține folosind obiective compuse din asociații de mai multe lentile. În acest caz, lumina care se reflectă de la obiect formează un con al cărui vîrf se află pe obiectul fotografiat și cu baza pe obiectivul aparatului, astfel încît razele se focalizează și apar din nou ca puncte pe placa fotografică. La *aparatul fotografic tip box*, diafragma (fig. 2), deci implicit luminozitatea sînt fixe. Aparatul de tip box are un obiectiv compus dintr-una sau două lentile și reprezintă prima treaptă superioară a aparatelor de fotografiat. Se folosesc timpi de expunere lungi, cca. 1/2 s, astfel că fotografierea obiectelor în mișcare rapidă este imposibilă. De aceea s-au construit aparate la care atît diafragma, cît și timpii de expunere pot fi variați; obiectivele acestor aparate au mai multe lentile. Aparatele de format mai mare sînt prevăzute adesea cu camere obscure pliabile gen armonică cu burduf de piele (camere-burduf) (fig. 3), iar cele de format mai mic cu cameră obscură rigidă în formă de tub (fig. 4). Acestea din urmă prezintă avantaje optice importante mai ales în cazul folosirii filmelor de format mic (distanță focală scurtă, unghi de câmp mare al imaginii și avantajele rezultate de aici). Cele mai perfecționate sînt prevăzute cu telemetru cuplat de obiectiv, un obturator cu timpi de expunere pînă la 1/1250 s și cu obiective interschimbabile.

Aparatele fotografice reflex cu două obiective (fig. 5) se compun din partea optică de fotografiere și vizorul reflex. Punerea la punct a distanței este cuplată pentru ambele părți, așa încît imaginea clară care apare pe geamul mat al vizorului se formează și pe planul filmului. Obiectivele ambelor părți au aceeași distanță focală. Deseori obiectivul vizorului este mai luminos decît cel de fotografiat, pentru a permite o mai rapidă și mai precisă vizare a obiectului. Toate camerele cu două obiective folosesc rolfilme de format 6×6 cm. Camera mono-obiectiv reflex (fig. 6) are un singur obiectiv, prin care se face la început vizarea precisă pe geamul mat al aparatului sau pe un vizor cu prismă; după rotirea oglinzii cu 45°, imaginea obiectului de fotografiat se proiectează pe planul filmului. Înainte de fotografiere se fixează valoarea diafragmei la *aparatele cu preselectie automată a diafragmei*, care, imediat înainte de expunere, se închide la valoarea aleasă. La expunere, se ridică oglinda basculantă și obturatorul cu perdea deschide fanta de expunere, lăsînd liber drum razelor luminoase de la obiectiv spre film. După expunere, filmul se transportă mai departe odată cu obturatorul care se aramează; totodată oglinda este din nou coborîtă, așa încît se poate viza o imagine nouă.

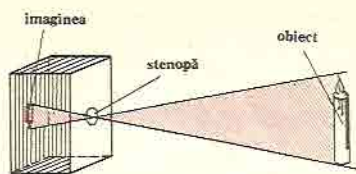


Fig. 1. Schema de principiu a camerei obscurae

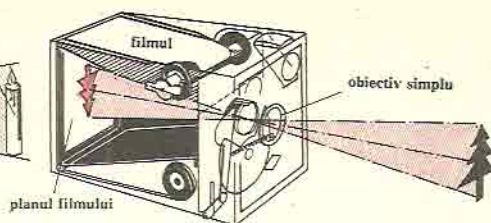


Fig. 2. Schema aparatului fotografic tip box

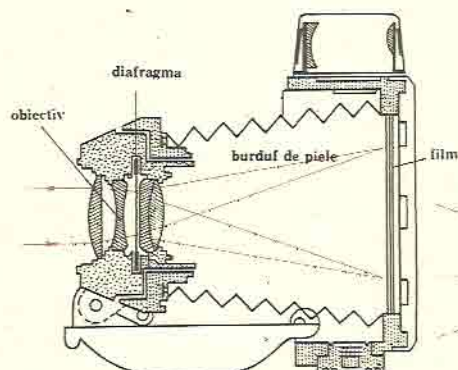


Fig. 3. Schema aparatului fotografic cu burduf

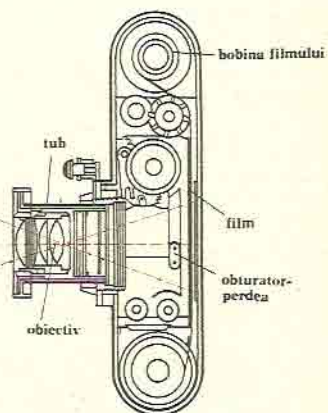


Fig. 4. Schema aparatului fotografic cu cameră obscură rigidă în formă de tub

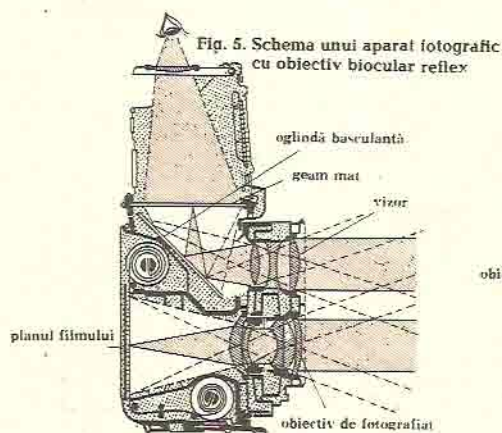


Fig. 5. Schema unui aparat fotografic cu obiectiv biocular reflex

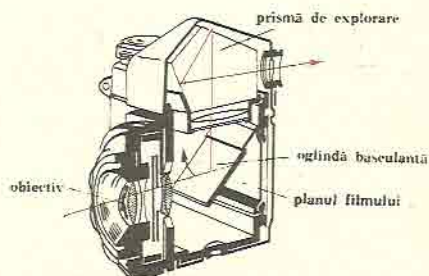


Fig. 6. Schema unui aparat fotografic cu monoobiectiv reflex

Fotografia în culori

Procedeul negativ-pozitiv și procedeul reversibil

Procedeele moderne de fotografiere în culori urmăresc obținerea a trei imagini fotografice (monocrome), fiecare având culoarea uneia dintre regiunile spectrului, și anume albastru, verde și roșu, și care interacționând în ansamblu redau imaginea în culori.

După unele procedee, un obiect colorat se fotografiază de trei ori consecutiv: o dată în culoare galbenă, o dată în culoare verde-albastră sau verde, o dată în purpuriu sau roșu; după alte procedee se expun trei filme sau, după un alt grup de procedee se folosește un film cu trei straturi sensibile la culori. Imaginea fotografică în culori se poate obține prin două procedee: aditiv (se compun trei imagini colorate în culorile fundamentale: albastru, verde și roșu) și substractiv (imaginile colorate se obțin scăzând din lumina albă anumite domenii de radiații: albastre, verzi și roșii). În cele ce urmează se va trata obținerea imaginilor colorate pe materiale fotografice cu trei straturi prin procedeele negativ-pozitiv și reversibil.

Procedeul de fotografiere negativ-pozitiv necesită un film sensibil la culori, care se compune din patru straturi suprapuse și anume: un strat de halogenură de argint sensibilizat la radiațiile albastre și care conține o componentă cromatică galbenă, un strat filtrant galben

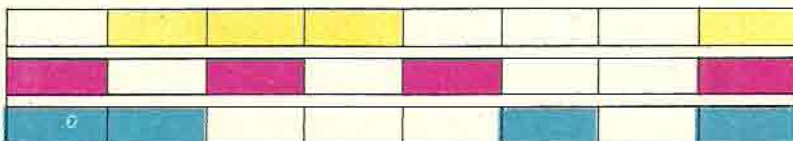
Procedeul reversibil de fotografiere în culori



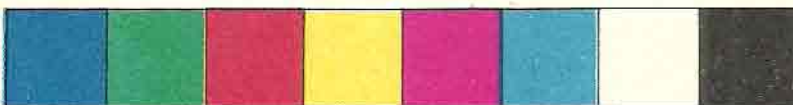
a) Culoarele obiectului



b) Straturile filmului după prima dezvoltare (negru-alb)
grăunți negri = argint dezvoltat, grăunți albi = bromură de argint neimpresionată;
stratul de filtru galben încă existent



c) Aceleași straturi după prelucrare: culorile din bromura de argint dezvoltate, argint și filtru galben extrase



d) Filmul gata dezvoltat în transparență: redarea culorilor

(pentru a opri acțiunea radiațiilor albastre asupra celui de al doilea și ultimului strat), un strat de halogenură de argint sensibilizat la verde și care conține o componentă cromatică purpurie, și un strat de halogenură de argint sensibilizat la roșu și care conține o componentă cromatică verde-albastru.

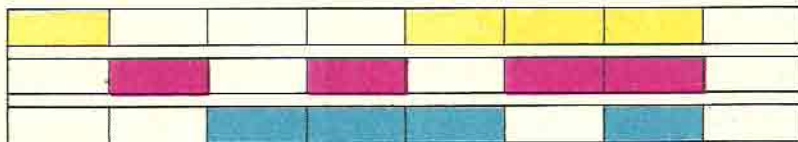
Atunci când lumina reflectată de obiectul colorat care trebuie fotografiat cade pe film, straturile de halogenură de argint, sensibile la culorile respective, sînt activate, adică impresionate. După expunere, filmul este dezvoltat. La dezvoltare se formează imagini de argint metalic (halogenură de argint redusă), și simultan din produsele de oxidare ale revelatorului compuși cromatici, coloranți, și anume în culorile complementare: lumina albastră dă deci culori galbene, lumina verde culori purpurii, iar lumina roșie culori verde-albastre. Acesta reprezintă negativul filmului colorat. Un astfel de negativ se copiază pe hîrtie color sau pe o peliculă pozitivă color cu trei straturi, rezultînd în final imaginea pozitivă color, în culori reale. Cerul albastru apare deci pe filmul negativ galben, după care, prin impresionarea în pozitiv a straturilor purpurii și verde-albastre, revine din nou albastru. Astfel se obține fotografia fidelă a imaginii în diapozitiv sau pe hîrtie.

În cazul *procedului reversibil*, după expunere filmul reversibil se dezvoltă întîi într-un revelator alb-negru, care reduce halogenura de argint la argint metalic numai în

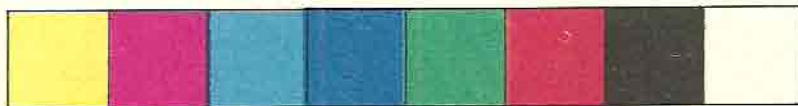
Procedul negativ-pozitiv de fotografiere în culori



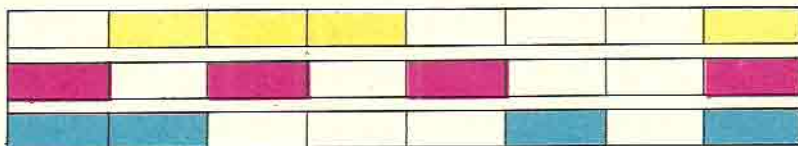
a) Culoarele obiectului



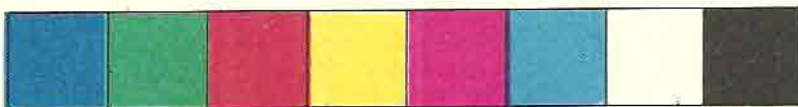
b) Straturile imaginii filmului negativ



c) Filmul negativ în transparență: culori complementare celor ale obiectului



d) Straturile imaginii filmului pozitiv



e) Filmul pozitiv în transparență: culorile de redare

straturile sensibile la albastru ale halogenurii de argint. După prima dezvoltare se expune din nou filmul la lumina zilei. Prin această expunere sînt activate straturile de halogenură de argint și sensibile la verde și roșu care nu au fost impresionate la fotografiere. A doua dezvoltare se face într-un revelator cromogen, în care halogenura de argint luminată la expunerea a doua se reduce la argint metalic. Formarea argintului este simultană cu formarea culorii complementare. Pe primul strat se formează culoarea galbenă, pe cel de al doilea culoarea purpurie și pe ultimul strat culoarea verde-albastru. Urmează dizolvarea argintului metalic într-o baie de albire și fixare, apoi spălarea și uscarea filmului. Cele trei imagini colorate suprapuse dau prin transparență imaginea pozitivă a obiectului fotografiat.

În cele ce urmează se prezintă succesiunea operațiilor (și durata acestora) în procesul de obținere a imaginilor color prin procedeul negativ-pozitiv («Ektacolor Profesional»).

Impresionarea filmului negativ (numai păstrînd cu strictețe parametrii de expunere se obțin culorile corecte): dezvoltarea cromogenă — 14 min, baie de oprire — 4 min, stabilizare — 4 min, spălare — 4 min, albire — 4 min, spălare — 4 min, fixare — 8 min, spălare finală — 8 min, înmuiere și apoi uscare — 1 min. Negativul color se copiază pe pelicula pozitivă care se prelucrează: dezvoltarea pozitivului — 7 min, baie de oprire-fixare — 2 min, spălare — 2 min, albire — 2 min, spălare — 2 min, fixare-întărire — 2 min, spălare — 4 min, stabilizare — 2 min și, în sfîrșit, uscare. Concentrația și temperatura fiecărei băi, cum și timpii de tratare, trebuie respectate în limite strînse, pentru ca imaginea să corespundă cromaticii obiectului fotografiat.

Din figurile colorate prezentate alăturat reiese procedeul de expunere și de obținere a imaginii color prin combinarea culorilor. Fotografia în culori, după procedeele expuse, folosește straturi colorate suprapuse, care sînt parțial transparente. Aceste straturi filtrează lumina albă, care cade astfel încît numai lumina neabsorbită de straturile de culori este sesizată de ochiul omnesc. De aici rezultă amestecul diferențiat de culori.

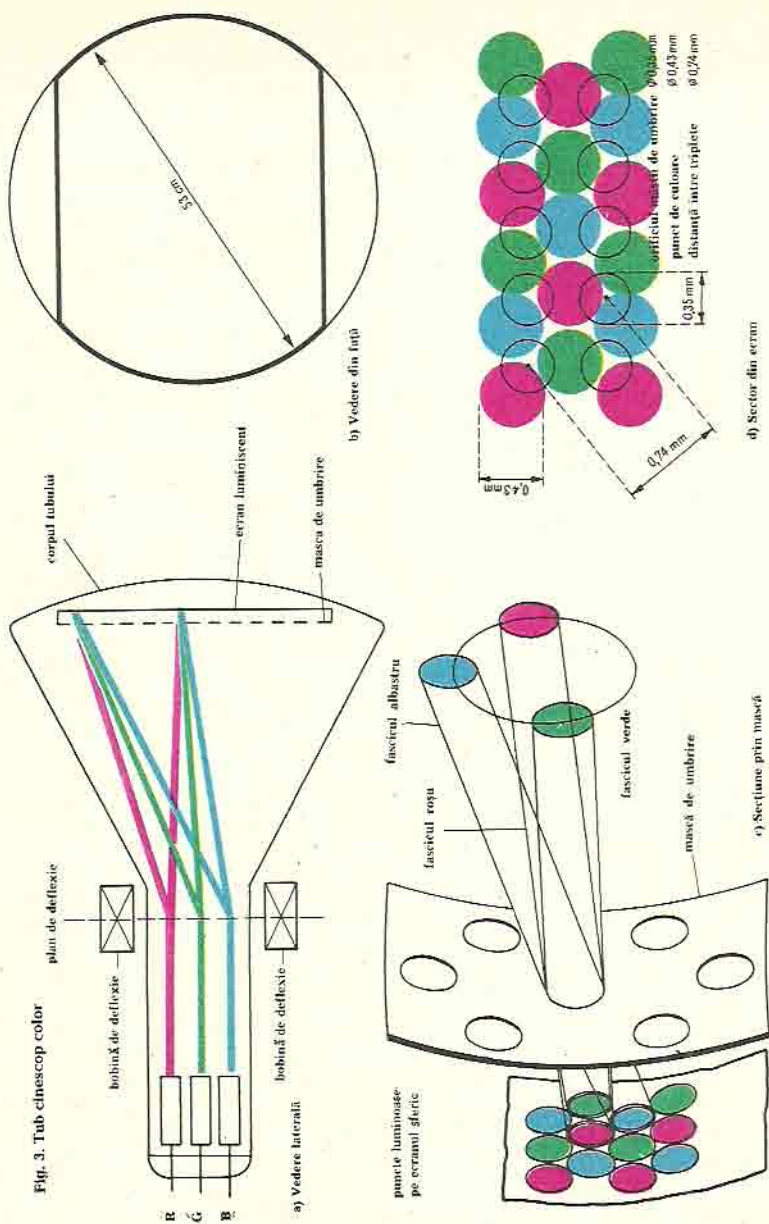
Televiziunea în culori

Televiziunea în culori înseamnă redarea corectă în culori, fără întârzieri apreciable de timp, prin sistemul transmisiei de televiziune, a evenimentelor sau a imaginilor statice pe ecranul televizorului.

Principii de bază: 1) transformarea nuanțelor și a saturațiilor (intensitate) culorii în semnale electrice (curenți sau tensiuni); 2) transmisia prin conductoare electrice sau unde radio spre locul de recepție; 3) refacerea imaginii în culori. Pentru transformarea obiect color-semnal electric se fac ca și în cazul tiparului în culori cei puțin trei selecții de culori (fig. 1) în culorile fundamentale: roșu (R), verde (G) și albastru (B), folosind trei camere de televiziune echipate cu filtre de culoare. Camera în sine este identică cu aceea folosită în televiziunea alb-negru. Straturile fotosensibile ale tuburilor analizoare sunt adaptate filtrelor. Țintele celor trei tuburi ale camerelor trebuie să se suprapună exact (fasciculele electronice ale tuburilor să fie convergente) pentru a nu apărea efecte de contur colorat (franșe de culoare, distorsiuni de convergență); acesta este și motivul pentru care se folosește un singur obiectiv, cu formarea unei singure imagini intermediare. Intensitatea semnalelor de culoare E_R , E_G , E_B , reprezintă o măsură pentru saturația celor trei canale de culoare.

Prin intermediul unui sistem de transmisie, semnalele de culoare E_R , E_G și E_B sunt transmise simultan celor trei tuburi cinescop și sunt transformate din nou în fascicule de culori R, G, B, iar apoi cele trei imagini de pe ecranele tuburilor cinescoape trec prin trei oglinzi de separare a culorilor (dicroice) și apar, datorită amestecului aditiv al culorilor, ca o imagine unică, colorată. Probleme dificile sînt transmisia și transformarea semnal electric-imagine color. În Statele Unite s-a adoptat ca sistem național NTSC — «National Television System Committee» (NTSC-System).

Conform sistemului NTSC, din semnalele E_R , E_G și E_B se formează într-un «codor», cu ajutorul unui cifru (cod) corespunzător curbei de sensibilitate a ochiului, un semnal de luminozitate (semnal de luminanță) E_Y , care se transmite cu întreaga bandă de 5 MHz spre un receptor de televiziune, pe ecranul căruia va apărea succesiunea de imagini alb-negru a unor imagini color (fig. 2). Această bandă de frecvențe nu este însă ocupată în întregime de semnalul de televiziune, ci prezintă unele spații goale; în spațiile respective, repartizate uniform cu frecvența liniilor, se intercalează informațiile de culoare (semnale de crominanță). În acest scop este folosită o purtătoare auxiliară de culoare (subpurtătoare de crominanță), a cărei frecvență este un multiplu impar al jumătății frecvenței liniilor. Subpurtătoarea de crominanță este situată la limita superioară a domeniului de transmisie și, în sistemul CCIR («Comité Consultatif International de Radiodiffusion»), ea este situată la ≈ 4.4296875 ($\approx 4,43$) MHz. Prin aceasta, distorsiunea fină de moirée, care apare datorită subpurtătoarei de crominanță, dispare aproape complet pe imaginea alb-negru, ca urmare a inerției ochiului; aceasta se explică prin faptul că, pentru două linii consecutive ale unui semicadru, pozițiile de luminanță (strălucire) maximă și minimă a moirée-ului sînt suprapuse nemijlocit. Sistemul NTSC este deci perfect adecvat pentru recepția în alb-negru (compatibil). Pentru informația de culoare este de ajuns să se formeze în codor două semnale, bazate pe diferența de culoare (de exemplu $E_R - E_Y$ și $E_B - E_Y$) și a le transmite prin modulația simultană a subpurtătoarei de crominanță: modulație de amplitudine (saturația) și modulație de fază (nuanța). Semnalul diferență de culoare, care lipsește (verde $E_G - E_Y$), se poate forma cu ușurință în receptor din celelalte două. În sistemul NTSC, se folosesc în practică, în locul semnalelor $E_R - E_Y$ și $E_B - E_Y$, două combinații noi, E_I și E_Q , datorită proprietăților lor mai bune de transmisie. Astfel pentru E_I este suficientă o lățime de bandă de 1,5 MHz și pentru E_Q de 0,6 MHz, deoarece ochiul distinge ceva mai ușor trecerile de culori portocaliu $\rightarrow$ verde $\rightarrow$ albastru (E_I) și ceva mai greu trecerile verde $\rightarrow$ purpuriu (E_Q). E_Y , E_I și E_Q modulează frecvența purtătoare a semnalului de televiziune, produs de emițător.



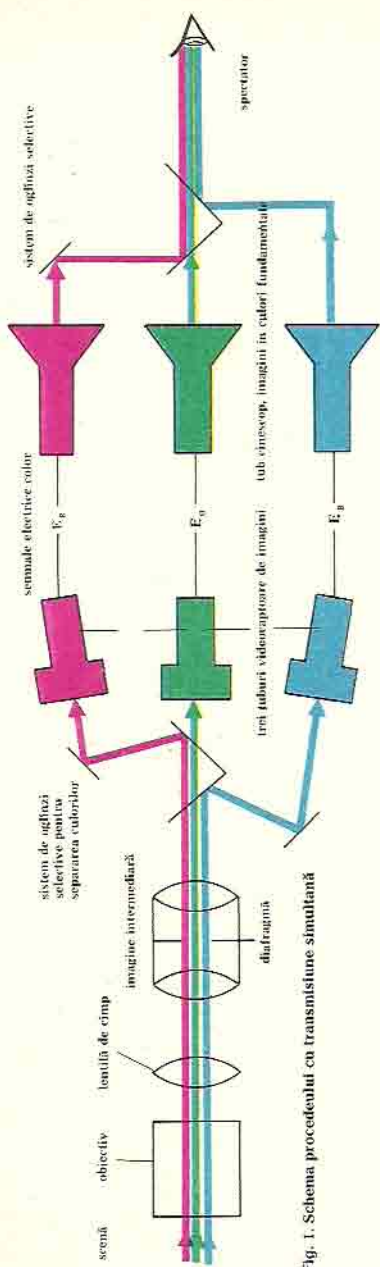
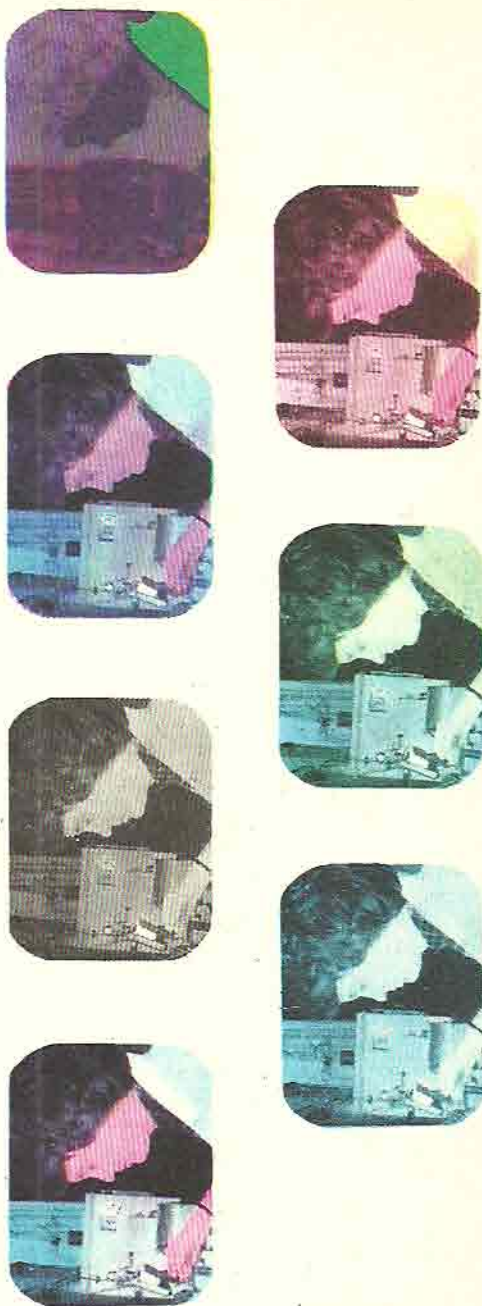


Fig. 1. Schema procedurii cu transmitere simultană



La locul de recepție apare semnalul de luminanță E_Y , imediat după prima demodulație, în timp ce E_I și E_Q apar după a doua demodulație a subpurătoarei de culoare — sinfază. Un decodor formează din E_I și E_Q semnalele diferență de culoare $E_R - E_Y$, $E_G - E_Y$ și $E_B - E_Y$; din ele se scade de fiecare dată semnalul de luminanță E_Y , astfel încît cele trei semnale de culoare inițial selectate, E_R , E_G și E_B , stau din nou la dispoziție (fig. 2). Tubul cinescop color produs de firma RCA («Radio Corporation of America») este elementul de bază al sistemului NTSC. După cum reiese din figura 3, acesta conține trei tunuri electronice, ale căror fascicule sînt astfel dispuse încît să treacă concomitent printr-unul din cele 357 000 de orificii ($\phi = 0,37$ mm) ale unei măști de umbrire (în engleză shadow-mask) și să cadă pe ecranul tubului color, format, la rîndul său, din grupe de cîte trei plăcuțe (triplet) roșu, verde și albastru fosforescente ($\phi = 0,43$ mm). Ecranul conține de obicei $3 \times 357\,000 = 1\,071\,000$ de puncte luminoase colorate. Distanța dintre ecran și mască este de 11,5 mm, iar aceea dintre tripleții de culoare de 0,74 mm. Dificultățile constructive ale măștilor tubului color apăreau la început de neînvins. Producția acestor tuburi constituie și astăzi o performanță a tehnicii de construcții în vid înaintat. Deflexia magnetică a celor trei fascicule electronice trebuie astfel realizată, încît la marginea imaginii ele să treacă prin orificiul corect și să cadă exact pe plăcuța fosforescentă respectivă, în caz contrar rezultînd franje colorate. Semnalul de luminanță E_Y se transmite simultan catodilor celor trei tunuri electronice, însă cele trei semnale «diferență de culoare» se trimit separat spre grilele de comandă (cilindru Wehnelt).

Intensitatea fasciculelor electronice și implicit puterea de iluminare a plăcuțelor de fosfor depind numai de E_R , E_G și E_B , astfel încît canalele de culoare R, G, B apar simultan pe ecran. Televizorul în culori are, spre deosebire de cel alb-negru, două reglaje suplimentare, și anume unul pentru reglarea nuanței culorii și altul pentru reglarea saturației culorii. Într-întîmarea în culori conține de trei ori mai multe informații decît aceea alb-negru, prețul televizorului în culori este de aproximativ trei ori mai mare. La începutul televiziunii în culori s-a folosit și un procedeu tehnic mai simplu, numit secvențial (selectarea succesivă a culorilor), pentru care, în fața camerei de luat imagini de televiziune și a ecranului televizorului, se rotea un disc cu sectoare colorate în R, G și B. Datorită acestui procedeu, camerele pentru televiziunea alb-negru și tuburile cinescoape puteau fi folosite și la televiziunea în culori, cu o calitate foarte bună a imaginii obținute; neajunsurile constau în lipsa de compatibilitate și în aceea că în receptor trebuiau folosite piese mecanice în mișcare.

*Sistemele europene de televiziune în culori*¹ (PAL și SECAM) își bazează funcționarea tot pe principiul descompunerii imaginii color în trei imagini monocrome, corespunzătoare culorilor fundamentale roșu, verde și albastru. Deosebirea provine, în mare, de la modul de transmitere a semnalului de luminanță E_Y (care avînd aceiași parametri ca și semnalul video transmis în televiziunea alb-negru asigură compatibilitatea acesteia cu televiziunea în culori, putînd recepționa cu televizorul alb-negru emisiuni color, bineînțeles fără atribute de culoare), precum și de la formarea și transmiterea semnalelor de crominanță (purtoare de informații asupra nuanței și saturației culorii).

Aceste deosebiri sînt proprii părții de emisie, ducînd însă la modificări esențiale în construcția receptoarelor. Astfel, decodoarele (blocurile care extrag din semnalul video compus semnalele diferență de culoare cu amplitudine și formă corespunzător modulării cinescopului tricrom) sînt complet diferite în fiecare din cele trei sisteme.

Sistemul PAL (Phase Alternation Line), pus la punct de un colectiv al societății Telefunken, are destule asemănări cu sistemul american NTSC. Astfel, culorile fundamentale R, G, B, ca și modul de obținere a semnalelor video primare E_R , E_G , E_B , sînt aceleași. De asemenea, semnalul de luminanță E_Y are aceeași structură, semnalele de crominanță fiind tot semnale video diferență de culoare $E_R - E_Y$ și $E_B - E_Y$ ponderate, notate E_U și E_V , dar

¹ Nota E.E.R. Deoarece la data apariției ediției germane nu exista decît sistemul american, în prezenta traducere s-au tratat pe scurt și sistemele europene.

obținute în același mod. Diferă însă față de sistemul american prin faptul că se realizează la emisie o codare secvențială a semnalelor de cromaticitate cu frecvența liniilor, transmițând alternativ, pentru fiecare linie explorată, perechile E_u, E_v și $E_u, -E_v$.

În acest mod se remediază principalul defect al sistemului NTSC, la care aceeași nuanță de culoare apare pe ecranul televizorului reprodusă în mod diferit (roșul nesaturat poate apărea ca roșu sau ca violet). Transmiterea semnalelor de cromaticitate în acest mod duce la adoptarea unui decodor care poate fi construit în două variante, după calitatea (și deci prețul) receptorului. Prima variantă, mai simplă, este întrucâtva asemănătoare decodării folosite în sistemul NTSC, aducând corecții de nuanță a culorii doar la unghiurile de eroare mici, în rest menținând dezavantajul sistemului NTSC. În cea de a doua variantă a decodării, printr-un procedeu electronic se corectează nuanța de culoare la orice unghi de eroare. Trebuie subliniat însă că la sistemul american a fost prevăzut un reglaj accesibil telespectatorului, de la care se poate stabili nuanța corectă a culorilor. Neîntrebuțat totdeauna corect, există tendința dotării tuturor receptoarelor cu un reglaj automat al nuanței culorilor (ATC = automatic tint control).

Sistemul SECAM (Sequentiel à mémoire) a fost elaborat de un colectiv de cercetători ai Companiei franceze de televiziune. Este un sistem secvențial, semnalele de cromaticitate transmițându-se alternativ, câte unul pentru fiecare linie explorată. Cum pentru reconstituirea unei imagini color pe ecranul televizorului este necesară, ca și la celelalte sisteme, prezența în orice moment în circuitele televizorului a trei semnale din care să fie extrase informațiile referitoare la luminozitatea imaginii, nuanța și saturația culorii, ar rezulta imposibilitatea utilizării sistemului (pe timpul unei linii nu se transmit decât două semnale: E_y și unul din semnalele de cromaticitate). Cercetătorii francezi au rezolvat elegant această problemă, reținând (memorând) într-o linie de întârziere semnalul de cromaticitate transmis anterior, cu un timp egal cu durata de explorare a unei linii (64 Ms). S-a pornit de la constatarea că, datorită vitezei mari de explorare a imaginii, descompunerii ei într-un număr relativ mare de linii și acuității scăzute a ochiului, parametrii culorii unei linii nu se modifică decât foarte puțin, insesizabil pentru ochi, dacă se folosește semnalul de cromaticitate al liniei anterioare.

Transmiterea secvențială a semnalelor de cromaticitate a permis adoptarea modulației în frecvență pentru semnale, dar mai ales eliminarea riscului de interferențe între semnalele de cromaticitate. Propriu sistemului SECAM este comutatorul electronic care asigură la emisie transmiterea secvențială a semnalelor de cromaticitate, iar la recepție (acesta fiind sincronizat cu cel al emițătorului) o triere a semnalelor de cromaticitate (notate aici cu D_R și D_B) și orientarea lor pe căi diferite. Sincronizarea comutatoarelor se face transmițând semnale de identificare a culorii pe timpul primelor două linii de explorare din fiecare cimp.

Celelalte circuite ale unui receptor de televiziune în culori lucrând în sistemul francez sînt aproximativ aceleași cu ale receptoarelor lucrând în celelalte sisteme. De fapt la un televizor în culori se pot distinge trei categorii de circuite. O primă categorie este cea a circuitelor comune televizoarelor alb-negru și în culori (antena, sector de canale, amplificatoare de frecvență intermediară, detector de videofrecvență, redresorul de FIT etc.), asigurându-se astfel compatibilitatea între televiziunea în alb-negru și cea în culori. Alte circuite sînt proprii televizoarelor în culori, indiferent de sistemul în care se lucrează (cinescopul tricrom, ansamblul de deflexie, circuitele de reglaj a purității etc.). În general se utilizează cinescopul tricrom cu mască perforată prezentat. În ultimul timp însă, mai ales pentru echiparea televizoarelor în culori, portabile, se utilizează un nou tip de tub denumit «trinitron», care permite unele simplificări în receptor. Ceea ce diferențiază receptoarele de televiziune în culori după sistemul în care lucrează sînt circuitele de decodare, datorită cărora este imposibilă recepția programelor emise de stații lucrând în alt sistem. Schimbul de programe se poate face totuși, existînd aparate care fac conversia SECAM — PAL și invers.

Aparate de filmat (de luat vederi)

În principiu, nu există diferență între un aparat normal de fotografiat și un aparat de filmat; cu aparatul de filmat se pot înregistra într-un timp scurt imagini multe, una după alta, dând, la o proiecție corespunzătoare, impresia mișcării.

În fig. 1 este reprezentat traseul filmului în aparatul de filmat: pe tamburul de derulare se află filmul neexpus și care este adus cu ajutorul unei role transportoare în fața ferestrei de imagine. Acționarea rolei de transport se face cu ajutorul unui mecanism cu arc sau al unui electromotor mic. Plăcuțele de presiune servesc pentru o așezare strânsă a filmului pe rolă. O placă de presare apasă filmul pe fereastra de imagine pentru asigurarea unei poziții plane, astfel încât la expunere filmul să nu se deplaseze. După expunere, grifa transportă filmul mai departe cu mărimea unei imagini. Întrucât transportul se face sacadat (cu smucituri), iar rola de transport a filmului are mers continuu, filmul trebuie să fie încărcat cu bucle de compensare. În timp ce grifa transportă filmul, obturatorul rotativ acoperă fereastra imaginii, pentru ca apoi să o descopere un anumit interval de timp (aproximativ $1/32$ — $1/50$ s), necesar expunerii filmului. Mișcările grifei și cele ale diafragmei trebuie să fie în consecință perfect sincrone.

Funcționarea grifei (fig. 2): grifa este ancorată într-un ax rotativ, cu un braț mobil. Cîrligul grifei prinde filmul de perforație și îl mișcă puțin înainte, întrucît partea opusă a grifei execută o mișcare excentrică. La camerele de luat vederi cu film îngust, filmul este reținut atît timp cît este necesar expunerii. Obturatorul rotativ are deci rolul să acopere filmul în timpul expunerii. Obturatorul este construit dintr-un disc rotund (fig. 3) din care s-au decupat sectoare de diverse unghiuri (obturator cu sector). La 16 imagini pe secundă, un sector de 180° , corespunde unui timp de expunere de $1/32$ s. În figura 4 sînt reprezentate mișcările corespunzătoare obturării ferestrei în funcție de transportul filmului.

Diferitele viteze de filmare (imagini/s) se pot varia cu un regulator mic (fig. 5). Pe un ax sînt așezate mici greutateți deplasabile centrifugale, care mențin un disc. În poziție de repaus (fig. 5a) un arc împinge discul spre exterior. Cînd axul se rotește (fig. 5b), greutatețile sînt azvîrlite spre exterior și atrag discul către un butuc de frecare care determină viteza de rotație a axului. Cu cît butucul de frecare este plasat mai spre stînga, cu atît viteza de rotație este mai mare. Filmarea cu acceleratorul sau încetînitorul depinde numai de raportul dintre viteza de filmare și viteza de proiecție. Dacă filmul se realizează cu o viteză mai mică decît cea cu care se proiectează, atunci în unitatea de timp trece prin projector o cantitate mai mare de film, decît a trecut prin camera de filmat. Prin aceasta mișcările sînt accelerate. Cu «lupa» de întîrziere (încetînire), lucrurile se petrec invers; în unitatea de timp, trec mai puține imagini prin projector decît prin cameră și astfel mișcările sînt încetinite.

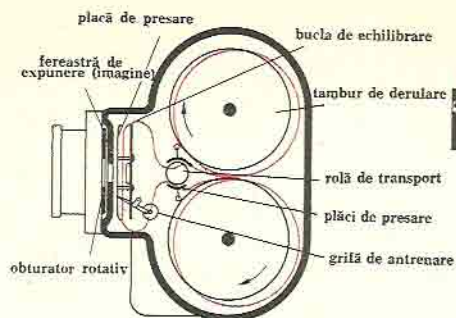


Fig. 1. Schema unei camere de luat vederi

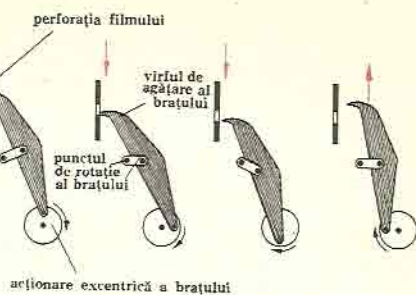


Fig. 2. Modul de funcționare a grifei de antrenare

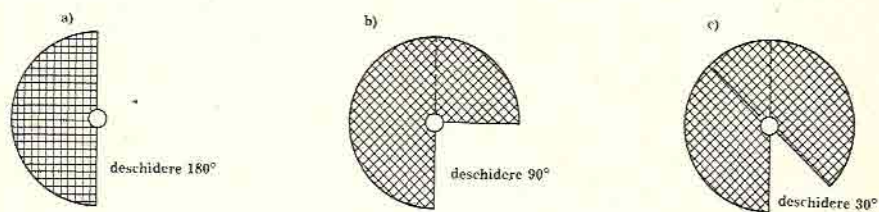


Fig. 3. Obturator rotativ

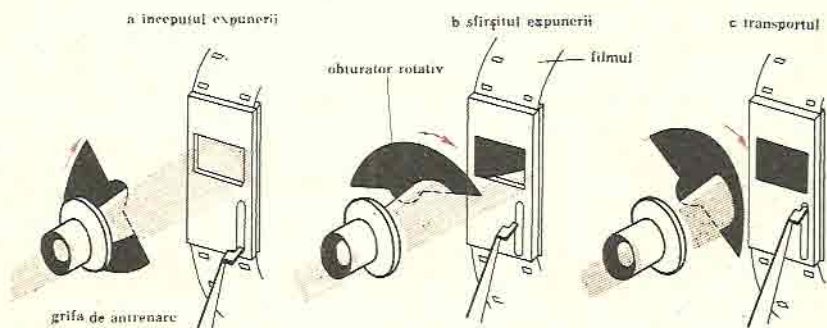


Fig. 4. Sincronizarea mișcărilor de expunere și transport ale filmului
a poziție de repaus b poziție de mers

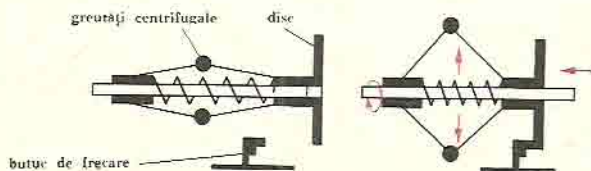


Fig. 5. Regulatorul de mers

Aparate de proiecție

Aparatele de proiecție funcționează după același principiu ca și camerele de luat vederi. Însă, în timp ce la camera de luat vederi fasciculul de lumină pornește de la subiect, trece prin obiectiv și ajunge la film, pe care îl impresionează, la aparatul de proiecție fasciculul de lumină trece prin imagine și prin obiectiv către ecran. În figura 1 este reprezentat schematic un aparat de proiecție de filme. Redarea filmului se face prin proiecția de scurtă durată a unei imagini a filmului, după care aceasta este transportată mai departe, făcând loc imaginii următoare; în timpul transportului, fereastra de proiecție este acoperită. Pentru a avea o rezervă suficientă de film și pentru a exista o concordanță între rola de derulare și mecanismul de transport care lucrează sacadat, este necesar ca între rola de transport și fereastra de proiecție să existe o buclă de film. Mecanismul care transportă filmul poate fi realizat sub formă de braț (fig. 2) cu gheare. Partea de jos a brațului este fixată excentric la un disc care se rotește uniform. Prin poziția de fixare la mijloc, brațul execută mișcările reprezentate în figura 2. Ghearele brațului intră în perforațiile filmului și trag în jos filmul exact cu cantitatea de film egală cu înălțimea unei imagini. În timp ce acea imagine se proiectează pe ecran, brațul revine la poziția inițială. Un alt sistem de transport lucrează cu o cruce de Malta (fig. 3). Crucea este montată în partea inferioară a buclei filmului; pe același ax este montat un tambur dințat, ai cărui dinți intră în perforațiile filmului. Crucea este acționată de un disc cu mișcare continuă, care pe partea sa plană poartă excentric un pinten. În figura 3a este reprezentată crucea de Malta în repaus. Pintenul intră apoi în creștătura crucii și o învîrtește; împreună cu aceasta este pus în mișcare și tamburul dințat în mod sacadat (fig. 3b). În timp ce filmul este transportat mai departe, obturatorul acoperă fereastra de proiecție. Această operație este asigurată de obturatorul rotativ, al cărui mod de funcționare este reprezentat în fig. 4. Prin acoperirea și descoperirea ferestrei de proiecție, apar pe ecranul de proiecție clipiri ale imaginii, care sînt cu atît mai vizibile cu cît este mai rară cadența de succedare a imaginilor. Pentru a evita pe cît posibil acest impediment, se acoperă parțial și partea liberă de proiecție a filmului; în acest scop se folosesc la proiectoare de filme înguste, discuri obturatoare cu trei palete. Banda de film ieșită din mecanismul de transport ajunge tot prin intermediul unei alte bucle pe un tambur de înfășurare care în ciuda efortului de tracțiune al acestuia pe partea de jos a bandei filmului, rămîne totdeauna cu bucla la fel de mare. Trauseul razelor luminoase prin aparatul de proiecție este reprezentat în figurile 1 și 5. O mare parte a luminii emise de lampă se împrășteie în mod uniform în toate părțile deci și în afara direcției imaginii: este necesar ca și această lumină să fie folosită pentru proiecție. În acest scop condensorul concentrează cît mai mult posibil din lumina emisă spre imagine, în timp ce oglinda concavă din spate reflectă lumina spre față. Ea este centrată astfel ca imaginea filamentului să fie proiectată între spirele filamentului real. În acest fel se obține o imagine uniform luminată. Obiectivele aparatelor de proiecție sînt, de obicei, de construcție simplă (distanța focală lungă și deci unghiul de cîmp mic). Aparatele de proiecție sînt acționate în general de motoare electrice. Motorul este prevăzut de obicei cu un ventilator care servește pentru răcirea lămpii și a ferestrei de proiecție.

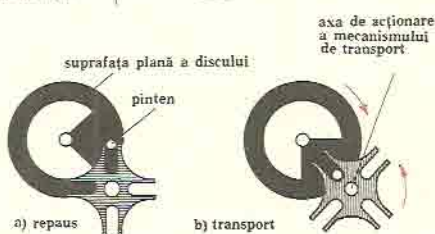
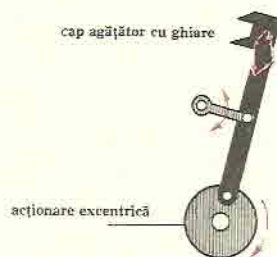
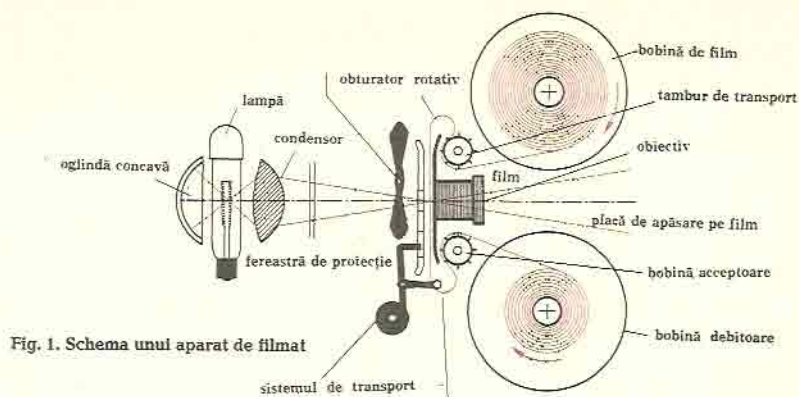


Fig. 2. Transportul filmului cu ajutorul unui mecanism cu braț cu ghiare

Fig. 3. Transportul filmului cu ajutorul unei cruci de Malla

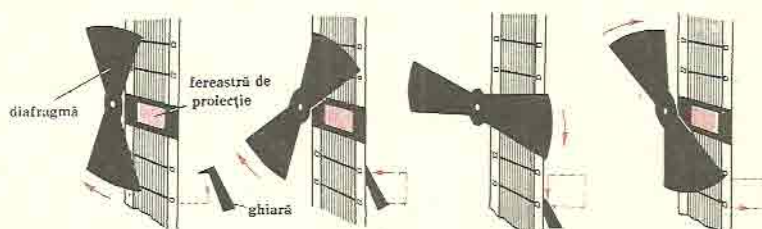
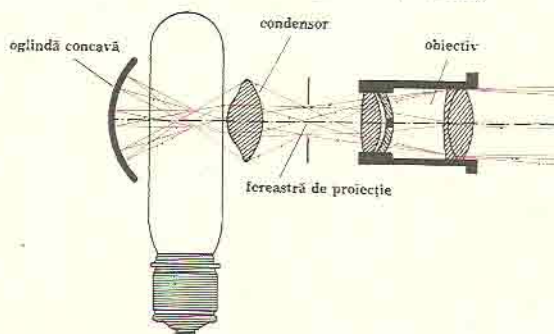


Fig. 4. Traectoria luminii unui proiector (schematic)



Procedeu ecran lat I (cinemascope)

Procedeu de filmare și de proiecție descris în cele ce urmează a plecat de la considerentul că raportul laturilor imaginii înălțime/lățime după procedeu vechi nu este pe deplin satisfăcător față de ceea ce ochiul omenesc ar putea să vadă pe ecran. În plus, trebuie îmbunătățită și calitatea sunetului, în care scop era necesară cunoașterea caracteristicilor sunetului și a corelării adecvate a sunetului și a direcției acestuia în acord cu imaginea.

«Cinemascope» este denumirea standardizată a procedurii de filmare și de proiecție care permite, printr-o optică specială, să redea pe un ecran lat scene de film cu extindere largă. Imaginea lată a cinemascopului este asociată cu o redare optică de sunet pe un singur canal, sau mai bine cu o redare magnetică de sunet pe mai multe canale, la care originea sunetului (de la difuzoarele din spatele ecranului) să se asocieze la imaginea de pe ecran. Filmul normal și filmul cinemascope (fig. 1) corespund ca lățime, având 35 mm. La introducerea filmului sonor, spațiile dintre imagini au fost considerabil lățite, întrucât la introducerea pistei sonore raportul laturilor imaginii de pe film se putea menține numai prin micșorarea simultană a lățimii și înălțimii imaginii. La cinemascope, formatul imaginii folosește și suprafața pierdută de banda dintre imagini, înălțimea imaginii fiind din nou mărită la dimensiunile imaginii filmului mut. Cele patru piste de sunet magnetic ale procedurii *cinemascope magnetic* se explică din necesitatea unei redări «stereofonice» de sunet, cât mai aproape de realitate. Audierea făcându-se cu ambele urechi, variațiile intensității sunetului și a timpului de propagare se transformă în impresia de direcție și de distanță. În acest scop se folosesc la priza de sunet trei microfoane, care înregistrează pe banda magnetică sunetul scenei în mod diferit, în funcție de intensitatea sunetului și a timpului său de propagare. În mod similar, se instalează pentru redare, trei tipuri de difuzoare în dreapta, în stînga și la mijloc, în spatele ecranului. Banda de efecte sonore conține sunete care se redau prin difuzoare instalate în sală, și care nu fac parte directă din acțiunea urmărită pe ecran. Pentru filmarea prin procedeu cinemascope, camera de luat vederi este prevăzută cu un sistem optic adițional, un *anamorfot*. Acest sistem de lentile are misiunea să reducă lățimea imaginii, să o comprime. Este deci o distorsiune a imaginii prin micșorarea dimensiunilor imaginii în direcție orizontală față de cea verticală. La proiecție, procedeu se desfășoară în sens invers: sistemul anamorfotic al aparatului de proiecție are rolul să înlăture distorsiunile imaginii, adică să le extindă, să le decompresie. Pe ecran, apare astfel din nou o imagine fidelă a scenei filmate. Anamorfoturile pot fi construite din lentile (fig. 2), din oglinzi (fig. 3) sau din prisme (fig. 4). Înaintea obiectivului de proiecție (fig. 2) sînt așezate cele două lentile cilindrice ale anamorfotului, efectul lor optic (asemănător unei lunete) fiind în direcție orizontală (factor de extindere 2). În sens vertical, lentilele cilindrice sînt practic fără efect, acționînd ca niște plăci plan-paralele.

Modul de funcționare a anamorfotului cu oglinzi corespunde unui sistem de lentile, dar oglinzile produc o oarecare mărire a secțiunii fasciculului luminos. Anamorfoturile cu prisme au avantajul că prin rotirea celor două prisme, factorul de mărire al sistemului poate fi modificat. Ecranul de proiecție pentru un film cinemascope ar trebui să fie, din motive fiziologice și geometrice, curbat, curbarea fiind necesară mai ales cînd se folosesc ecrane reflectorizante.

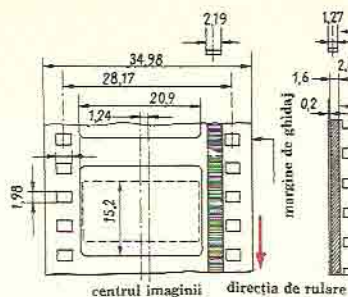


Fig. 1.a. Dimensiunile standardizate ale unui film normal (mm)

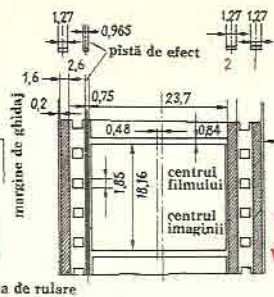


Fig. 1.b. Dimensiunile filmului cinematografic cu coloană sonoră magnetică (cu patru piste)

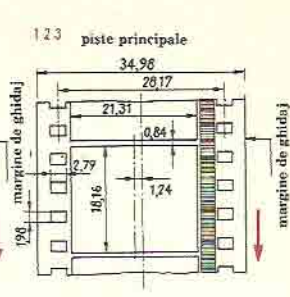


Fig. 1.c. Dimensiunile filmului cinematografic cu coloană optică sonoră

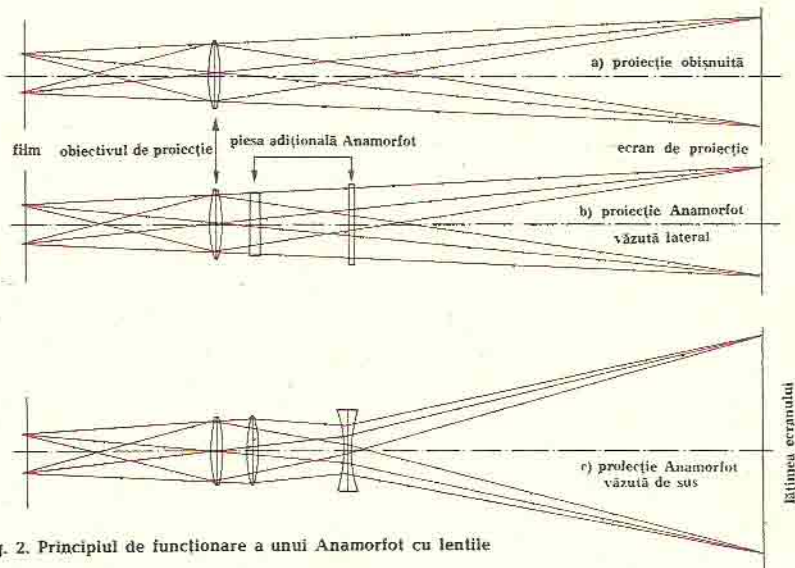


Fig. 2. Principiul de funcționare a unui Anamorfot cu lentile

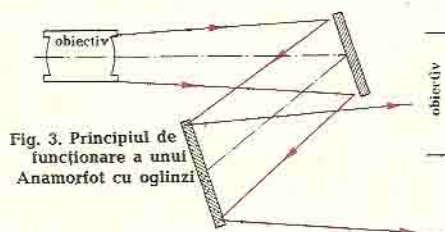


Fig. 3. Principiul de funcționare a unui Anamorfot cu oglinzi

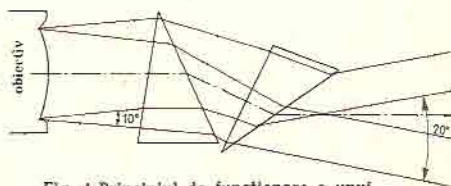


Fig. 4 Principiul de funcționare a unui Anamorfot cu prisme

Procedeu ecran lat II

(Procedul Todd — AO și cinerama)

Un alt procedeu modern este *procedul Todd-AO*. Acesta, ca și procedul cinerama, urmărește să lase spectatorului impresia unei participări personale pe scenă. Todd-AO folosește un film de aproximativ 65 mm lățime (copie 70 mm; fig. 1 a și 1 b). Mărimea imaginii fotografelei de pe filme permite o mărire moderată a proiecției, așa încât claritatea imaginii pe ecran crește. Sunetul se înregistrează la filmare cu șase microfoane și se imprimă pe șase piste magnetice.

Cinci piste corespund diferitelor direcții de sunet ale scenei, a șasea fiind pista de sunete de efect. Camera de luat vederi a sistemului Todd-AO are o construcție specială, impusă atât de lățimea filmului cât și de efectele ce se urmăresc; filmele Todd-AO se filmează cu obiective cu un unghi util mare (unghi de luat vederi de 128°). Caracteristica cea mai izbitoare și elementul cel mai important al procedului îl constituie ecranul foarte curbat de proiecție. Impresia spectatorului de participare nemijlocită la acțiunea de pe scenă se atribuie în bună parte acestui ecran curbat. Motivele sînt bazate pe explicațiile fiziologice și psihice ale mecanismului vederii.

Unui spectator care stă în față lateral, îi apar obiectele pe partea opusă a unui ecran drept, ca fiind comprimate (fig. 2a). Această deformare a imaginii este parțial corectată prin curbura pronunțată a ecranului. Acest lucru este valabil și pentru deformările datorate proiecției însăși. Curbarea ecranului elimină sau reduce de asemenea necesitatea de acomodare permanentă a ochiului pentru diferitele distanțe de privire ale ecranului, lucru care se impune la proiecția pe ecrane drepte mari și distanțe mici între spectator și ecran. La folosirea unui ecran, construit dintr-un material alb cu o putere de reflexie difuză, părțile curbate ale planului de proiecție reflectă înapoi lumină (fig. 2b) peste imagine. Aceasta influențează negativ contrastul imaginii. O structură de ecran de proiecție reprezentată în secțiune în fig. 2c (striuri verticale, din material plastic alb), constituie deseori un remediu, lumina căzută pe punctele izolate fiind practic reflectată numai către spectator.

În contrast cu procedul Todd-AO, unde este suficientă o cameră de filmare cu un proiector, la procedul *cinerama* se folosesc cîte trei aparate pentru filmare și proiectare, pentru filme de 35 mm. Unghiul total al imaginii, cuprins pe cele trei filme proiectate sincron din trei poziții diferite de vizionare, este de 146° ; filmul corespunde astfel aproximativ cîmpului vizual al ochiului omenesc. Pe ecranul în formă de semicerc apare întreaga panoramă a filmului, combinată din cele trei benzi proiectate (fig. 3). Procedul acustic al cineramei corespunde celui cu înregistrare magnetică cu șase piste (cinci piste principale și una de efect), folosit de procedul Todd-AO. Sunetul este redat însă aici printr-un al patrulea proiector, independent de proiectoarele de imagini (film orb numai înregistrare sonoră). Iluminarea reciprocă amintită a punctelor singulare ale ecranului curbat se elimină sau cel puțin se reduce prin divizarea planului de proiecție în benzi înguste, aproape perpendiculare pe direcția vizionării.

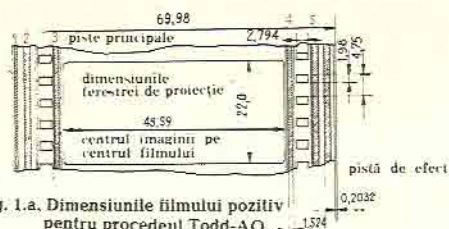


Fig. 1.a. Dimensiunile filmului pozitiv pentru procedeul Todd-AO (sunet pe șase canale magnetice)

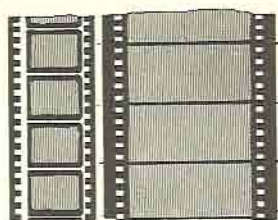


Fig. 1.b. Filmul normal în comparație cu filmul Todd-AO (comparația suprafețelor)



Fig. 2.a. Reducerea distorsiunii aparente a imaginii la privirea dintr-o parte, prin curbarea ecranului

Fig. 2.b. Iluminarea reciprocă a punctelor imaginii, la ecran curbat, de către lumina difuz reflectată la suprafața ecranului

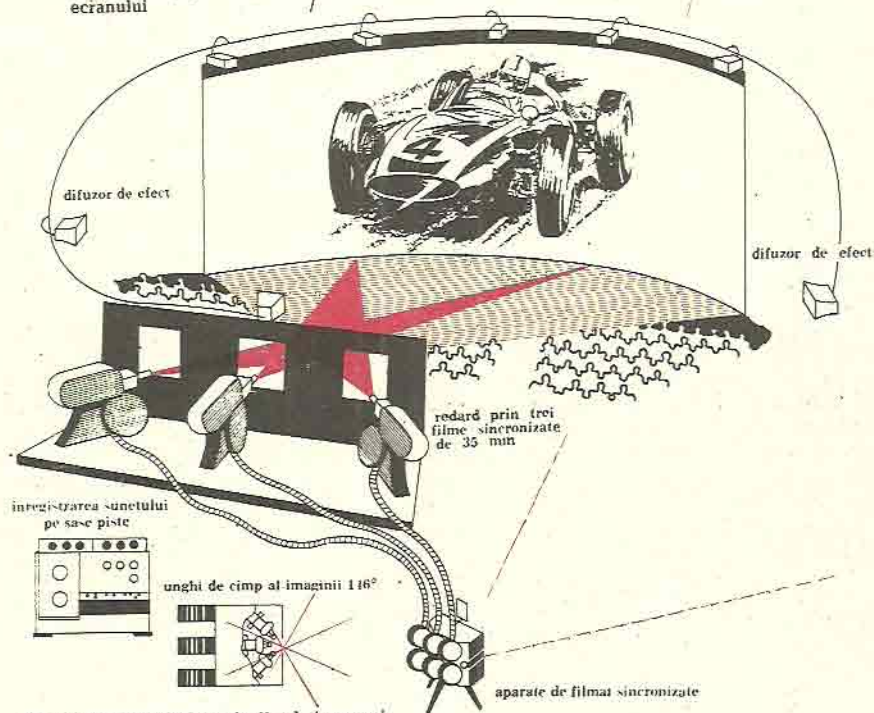
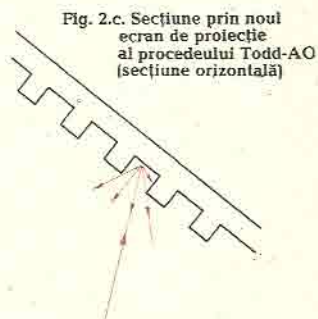


Fig. 3. Dispozitivul de proiecție al cineramei

Episcoape și diascoape

Episcopul este un aparat de proiecție pentru imagini opace și plane (fotografii, pagini de cărți etc.). Modul său de funcționare este reprezentat schematic în figura 1. Randamentul luminos al episcopului (raportul luminozitate ecran—lumină lampă) este scăzut, datorită multiplelor reflexii ale razelor luminoase în interiorul aparatului. Filamentul lămpii emite raze în toate direcțiile, însă numai o mică parte din acestea ating direct imaginea de proiectat, o mare parte ajungând numai prin reflector la imaginea de proiectat. De asemenea din fiecare punct singular al imaginii pornesc raze în toate direcțiile, din care numai o mică parte se proiectează direct pe ecran, trecând prin obiectiv, de pe oglinda deviatoare. O mare parte a razelor ajunge din nou la imagine, reprojectată de reflector. Printr-o alegere și aranjare convenabilă a reflectoarelor și prin folosirea de obiective cu unghi mare și cu luminozitate mare, se poate îmbunătăți randamentul luminos al aparatului. Aparatul reprezentat în figura 2, poate fi folosit prin comutare și pentru proiecția imaginilor transparente (epidiascop); în figură este reprezentată traiectoria razelor în cazul utilizării aparatului ca episcop.

Diascopul este un aparat de proiecție pentru imagini transparente (diapozitive, negative), fiind constituit, în principiu, dintr-o sursă de lumină, o oglindă concavă (fig. 3), un condensor și obiectivul de proiecție. Lumina emisă de o sursă de lumină (de obicei o lampă incandescentă cu filamentul plurifilar spiralizat) este radiată uniform în toate direcțiile și atinge într-o direcție o oglindă concavă, fiind reflectată de aceasta și returnată în planul filamentului spiralizat. În cealaltă direcție fasciculul de raze al sursei luminoase cade pe condensor, care la proiectoarele mari se compune din două lentile plan convexe (condensor dublu). Acesta cuprinde o mare parte a unghiului fasciculului luminos și formează imaginea sursei de lumină în interiorul obiectivului de proiecție, lucrând el însuși ca obiectiv.

Cu ajutorul condensorelui întreaga suprafață a diapozitivului este luminată intens și uniform. Randamentul luminos al unui proiector este cu atât mai mare, cu cât cuprinde un unghi mai mare de lumină. O mărire a unghiului fasciculelor de raze se poate obține dacă, de exemplu, se apropie sursa de lumină de condensor. Prin aceasta trebuie să crească puterea de refracție a condensorelui, întrucât distanța dintre sursa de lumină și obiectiv rămâne constantă. Această problemă este rezolvată de prezența unei lentile-menisc montată în fața condensorelui dublu (fig. 5). Prin apropierea sursei de lumină de condensor, căldura absorbită de acesta și emanată de spiralele incandescente, crește. O parte din căldură este absorbită de lentilele condensorelui care se dilată (și, de aceea, acestea trebuie astfel montate, încât efectul dilatării să fie prevăzut), iar o altă parte se transmite mai departe. Pentru a proteja diapozitivul, se montează în interiorul condensorelui o placă (ca un filtru) dintr-o sticlă absorbantă de raze calorice. Placa de sticlă este constituită din mai multe benzi, pentru ca, la încălzirea puternică a acesteia, tensiunile interne provocate de căldură să nu crească prea mult, producând spargerea plăcii. În figura 4 este reprezentată o secțiune într-un epidiascop utilizat ca diascop.

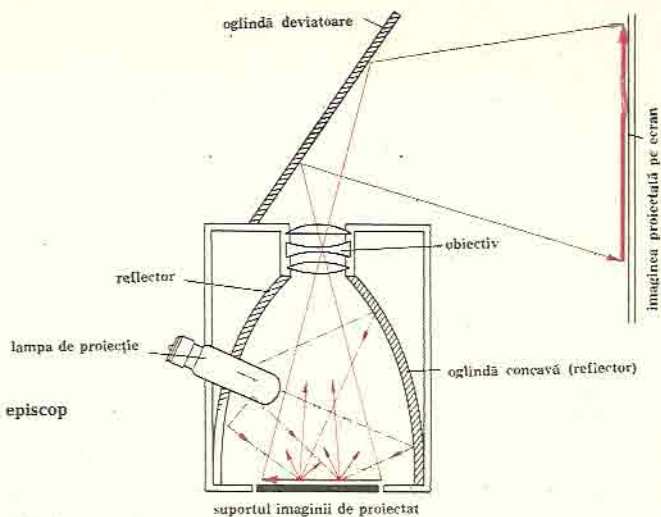


Fig. 1. Schema unui episcop

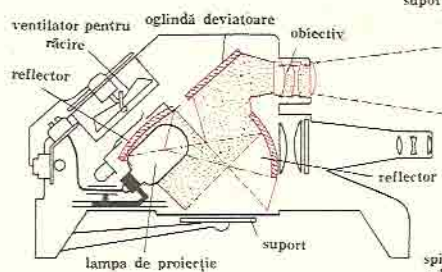


Fig. 2. Epidiascop montat ca diascopep episcop.

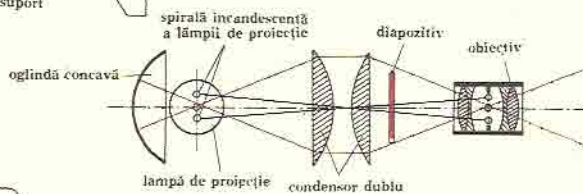


Fig. 3. Diascop cu condensor dublu

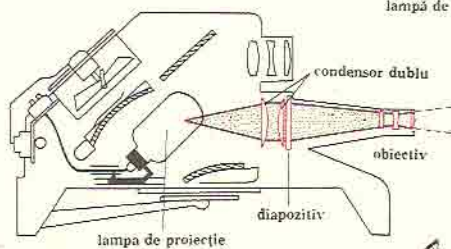


Fig. 4. Epidiascop montat ca diascope

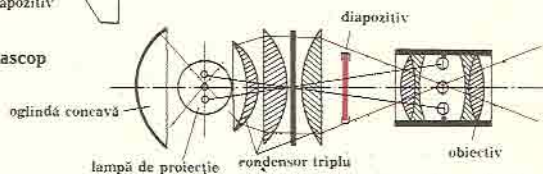


Fig. 5. Diascop cu condensor triplu

Microscopae electronice

Microscopul electronic este un instrument de cercetare, asemănător microscopului optic; el dă imagini reale care pot fi fotografiate. Spre deosebire de microscopul optic cel electronic are în locul fasciculelor luminoase, fascicule electronice, iar în loc de lentile optice, lentile electronice (lentile electrice sau magnetice).

Intrucât puterea de rezoluție a microscopului optic este limitată de lungimea de undă a razelor de lumină care formează imaginea, s-au utilizat raze cu lungimi de undă mai mici, fascicule de electroni; acestea, după deflexie, pot fi folosite pentru reproducerea imaginii. În funcție de viteza electronilor, razelor li se poate atribui o lungime de undă precisă, ele comportându-se în anumite condiții ca o radiație ondulatorie. Avînd o sarcină negativă, un electron aflat în cîmpul electric al unui condensator plan (fig. 1) este accelerat spre placa pozitivă a acestuia, sau, în general, spre domeniul cu un potențial mai ridicat; în direcție opusă, electronul este frînat. La reprezentarea unui cîmp magnetic, punctele care posedă același potențial sînt unite printr-o linie «echipotențială». Un electron care se deplasează oblic într-un cîmp electric, de exemplu între două grile încărcate electric (fig. 2), capătă o accelerație suplimentară, îndreptată spre domeniul cu un potențial ridicat și își schimbă direcția de deplasare. *Lentilele electrice* (analoge lentilelor din sticlă pentru lumină), bazate pe această deflexie a electronilor în cîmp electric, pot fi construite în formă de plase sferice de sîrmă (fig. 3), de tuburi (fig. 4) sau de diafragme (fig. 5); spre deosebire de primele, ultimele două tipuri de lentile prezintă avantajul că nu obturează fasciculele electronice.

În cazul unor linii echipotențiale simetrice, efectele de împrăștiere și de concentrare nu se anulează, datorită faptului că electronii străbat domeniul de dispersie cu viteză foarte mare, care are drept consecință micșorarea deflexiei.

Microscopaele electronice folosesc și *lentile magnetice*. În scopul producerii unui cîmp magnetic intens, ca lentile magnetice se folosesc bobine înconjurare de cîte o manta de fier, prevăzută cu o fantă îngustă (fig. 6).

Principiul de construcție al unui microscop electronic cu lentile electrostatice sau magnetice este foarte asemănător celui corespunzător unui microscop optic prevăzut cu o cameră fotografică (fig. 7a, b și c).

Electronii emiși din catodul incandescent trec prin condensator, fiind accelerați și focalizați asupra obiectului de cercetat. Obiectul (bacterie, virus etc.) se află pe o peliculă coloidală foarte subțire. După grosimea și compoziția obiectului, radiația electronică este atenuată în mod neuniform, iar obiectivul microscopului formează o imagine intermediară mărită. Prin proiecția optică a acesteia, se obține o imagine mult mărită a obiectului, care, pentru a putea fi observată, se proiectează pe un ecran fluorescent sau pe o placă fotografică sensibilă pentru electroni.

Lumina verde are o lungime de undă de cca $1/2\ 000$ mm, în timp ce electronii accelerați la o diferență de potențial de $50\ 000$ V au o lungime de undă de $100\ 000$ de ori mai mică. Apertura microscopului electronic este de $1\ 000$ de ori mai mică decît la microscopul optic, iar puterea de difracție este de $1\ 000$ de ori mai mare, cîștigul de rezoluție față de microscopul optic fiind caracterizat de un factor de 100 . Microscopaele electronice, folosind și măririle fotografice ulterioare, permit măririi totale de la $1:100\ 000$ pînă la $1:500\ 000^*$.

* Nota Ed. E. S-au construit microscopae electronice perfecționate care măresc pînă la $1\ 500\ 000$ de ori.

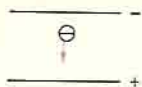


Fig. 1. Electron în câmp electric



Fig. 2. Difracția electronului

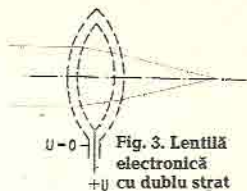


Fig. 3. Lentilă electronică cu dublu strat

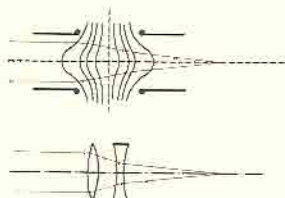


Fig. 4. Comparație între o lentilă electronică în formă de tub și o lentilă optică

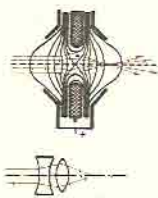


Fig. 5. Comparație între o lentilă electronică cu obturator și o lentilă optică

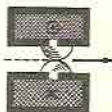


Fig. 6. Lentilă magnetică

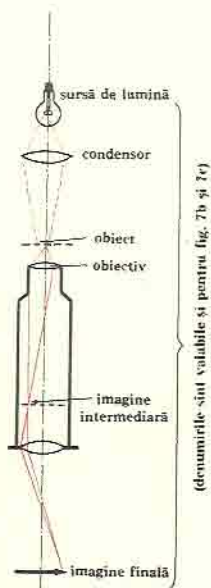


Fig. 7a. Microscop optic

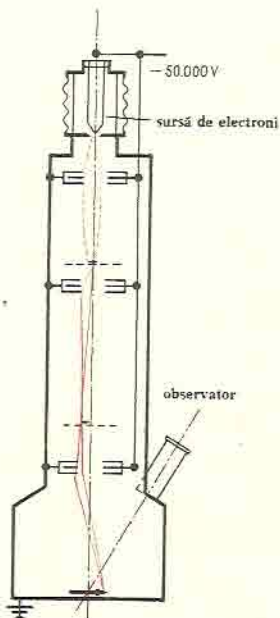


Fig. 7b. Microscop electronic electric

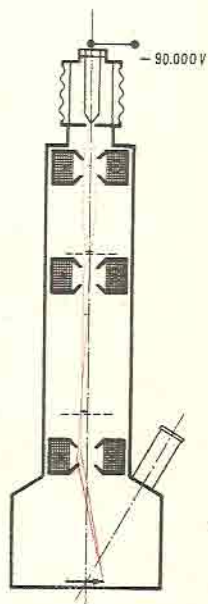


Fig. 7c. Microscop electronic magnetic

Zgomot, intensitate sonoră

Prin zgomot se înțelege un sunet compus din vibrațiile complet neregulate ca intensitate, frecvență și fază ale aerului. La intensitate prea mare, zgomotele sînt supărătoare, putînd produce leziuni ale organului auzului; un astfel de zgomot ia naștere, de exemplu, cînd se lovește cu un ciocan o tablă subțire (fig. 1 a). Dacă se studiază variația intensității sonore în funcție de timp, se obține o curbă neregulată (fig. 1 b). Protecția împotriva zgomotelor este o problemă a tehnicii construcțiilor. Astfel, de exemplu, în sălile de birou în care bătăile mașinilor de scris produc prin reflexie pe pereți un zgomot insuportabil (fig. 2), plafoanele se căptușesc cu materiale absorbante de zgomote (vată de sticlă sau minerală). Acestea sînt introduse între plafon (respectiv perete) și plăcile perforate așezate la o oarecare distanță de plafon. Zgomotul pătruns prin găurile plăcii este puternic atenuat de materialul absorbant. Diferitele intensități ale vibrațiilor sînt percepute de noi ca sunete. Conform legii Weber-Fechner, tăria (sau intensitatea auditivă) este aproximativ proporțională cu logaritmul presiunii sonore. Ca unitate de măsură pentru intensitatea auditivă se utilizează fonul, care reprezintă logaritmul raportului dintre presiunea sonoră a sunetului și cea a unui sunet cu frecvența de 1 000 Hz. Valorile nivelului de tărie (exprimate în foni) pentru diferite surse de zgomote sînt cuprinse în tabelul următor:

— sirena pentru alarma aeriană	135 foni
— aeroplan la decolare	130 „
— ciocan pneumatic	120 „
— sirenă	110 „
— hală de fabrică	100 „
— metrou	95 „
— camioane	90 „
— motocicletă	85 „
— motoretă	80 „
— birou	75 „
— circulație în oraș pe străzi	70 „
— transformator	60 „
— foșnetul frunzelor	30 „
— spațiu izolat contra sunetului	10 „

Sunetele ale căror intensități auditive depășesc 130 de foni produc senzații dureroase. Un zgomot continuu de 100 de foni poate pricinui defecțiuni ale auzului. Măsurarea presiunii sonore se poate face cu *discul Rayleigh* (fig. 4). Acesta constă dintr-un mic disc plat atîrnat de un fir torsionat, al cărui plan face un unghi de 45° cu direcția de propagare a sunetului. În cîmpul sonor, discul ia o poziție perpendiculară pe această direcție. Unghiul de rotire din poziția de echilibru este proporțional cu presiunea sonoră.

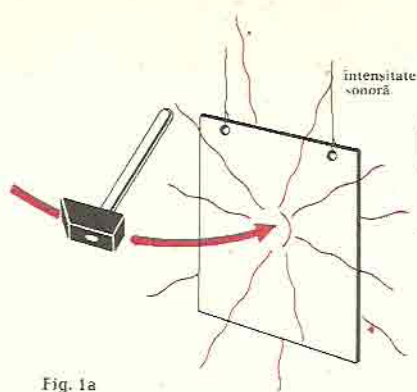


Fig. 1a

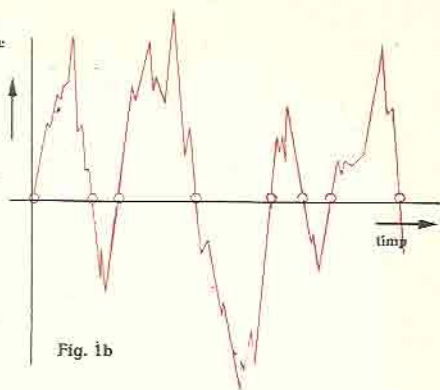


Fig. 1b

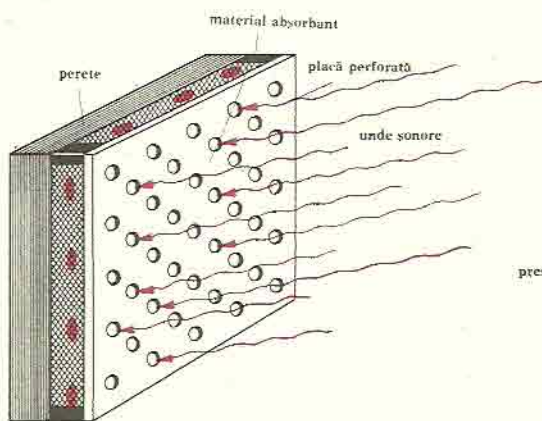


Fig. 2. Absorbția sunetului

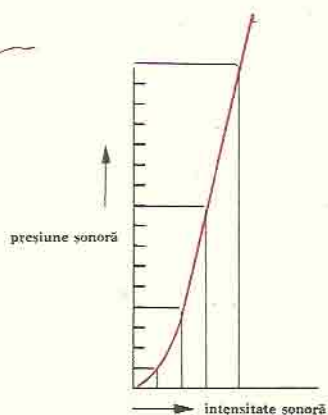


Fig. 3. Legea Weber-Fechner

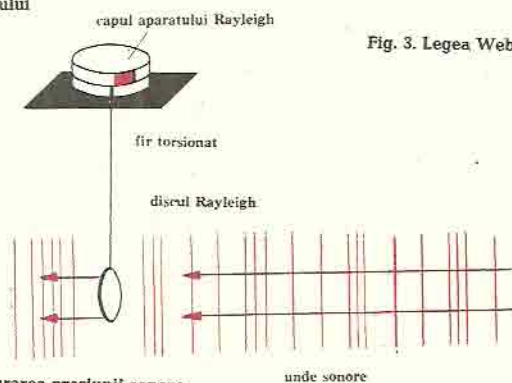


Fig. 4. Măsurarea presiunii sonore

unde sonore

Rezonanță, ecou

Prin rezonanță se înțelege oscilația simultană a unor elemente capabile să vibreze sub influența unor forțe externe relativ slabe care acționează periodic și a căror perioadă de oscilație corespunde cu aceea a fiecărui element. În stare de rezonanță, elementele oscilante acumulează o cantitate de energie, care, în anumite împrejurări, poate fi atât de mare, încât să ducă la deteriorarea elementului. Un exemplu simplu de element capabil să oscileze este leagănul de copii (fig. 1a). Un alt exemplu este o coloană de lichid într-un tub în formă de U (fig. 1b). Dacă este scoasă din poziția de repaus, această coloană începe să oscileze și, prin acționări periodice, poate căpăta amplitudini din ce în ce mai mari. Aceste amplitudini sînt însă limitate din cauza pierderilor de energie (în special prin frecări). În cazul unei coloane de lichid oscilante, pierderile se datoresc frecării lichidului cu pereții tubului. În figura 2a este reprezentată producerea la rezonanță a oscilațiilor unei lame de oțel magnetizate în cîmpul magnetic al unui electromagnet alimentat în curent alternativ. O astfel de rezonanță prezintă aplicații la frecvențmetre.

La origine, noțiunea de *rezonator* aparține domeniului acusticii. În figura 2b este reprezentat un astfel de rezonator, *tubul lui Kundt*, care servește la stabilirea lungimii de undă a oscilațiilor sonore. Acesta constă dintr-un tub de sticlă în care se introduce capătul unei bare de metal fixate la mijloc; prin frecare cu o cîrpă presărată cu colofoniu, în bară sînt induse oscilații longitudinale. Discul fixat la capătul tubului produce comprimări și rarefieri ale aerului din tub, care se reflectă pe celălalt disc (de acord). La rezonanță, distanța dintre cele două discuri este egală cu un multiplu impar de sfert de lungime de undă a oscilației în aer. Pentru punerea în evidență a fenomenului, în tub este introdusă pulbere de plută, care se va dispune ordonat, formînd noduri și ventre.

Distanțele dintre ventre, respectiv dintre noduri, pot fi măsurate direct și sînt egale cu valoarea jumătății de lungime de undă a oscilațiilor aerului. Și în domeniul fenomenelor electromagnetice se observă efecte de rezonanță. Cel mai cunoscut exemplu este cazul unui circuit electromagnetic oscilant, compus din inductanța L și capacitatea C (fig. 3). În curent alternativ energia oscilează, fiind înmagazinată periodic fie în cîmpul electric al condensatorului (fig. 3a), fie în cel magnetic al inductanței (fig. 3b). Cînd perioada oscilațiilor proprii (și prin aceasta frecvența) ale circuitului oscilant corespunde cu cea a curentului alternativ, are loc fenomenul rezonanței; în acest caz, circuitul absoarbe maximum de energie de la sursa de curent alternativ. Acest efect se folosește în radiotehnică pentru acordarea posturilor de emisie și de recepție. Atingerea valorilor mari ale energiei care ar duce la deteriorarea circuitului este evitată prin conectarea de rezistențe ohmice, care produc disiparea energiei sub formă de căldură.

O formă de apariție comună a oscilațiilor acustice și electrice este ecoul. Se înțelege prin ecou reflexia undelor sonore sau electromagnetice pe obstacole (fig. 4).

Fig. 1a

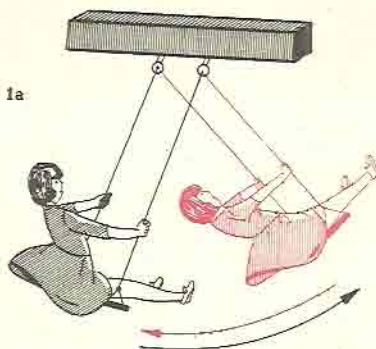


Fig. 1b

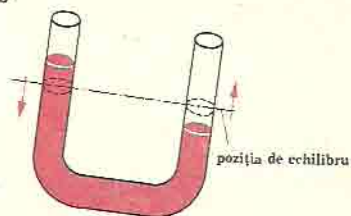


Fig. 2a

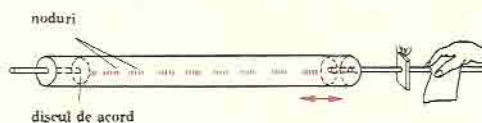
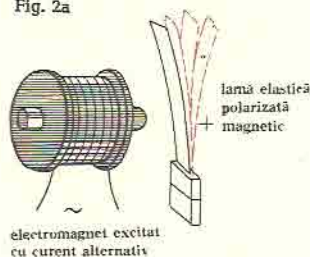


Fig. 2b. Rezonator acustic

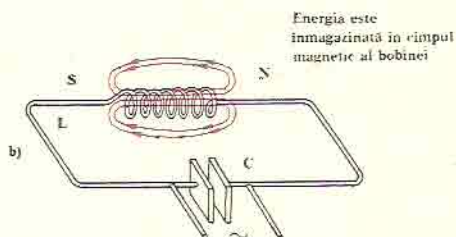
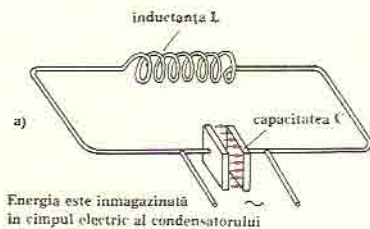


Fig. 3. Circuit oscilant

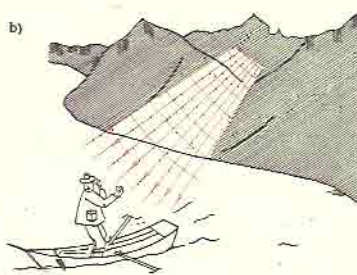
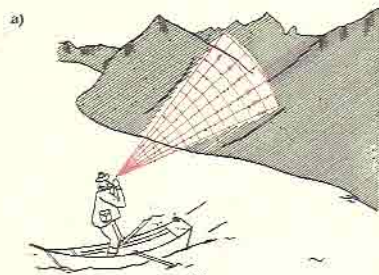


Fig. 4. Ecoul ca reflexie a undelor sonore pe un obstacol

Ultrasunet

Ultrasunetele sînt vibrații elastice constînd în variații de densitate ale diverselor medii (de exemplu aer), avînd frecvența situată deasupra pragului de audibilitate, deci superioară valorii de 20 000 Hz. Pînă în prezent, limita maximă atinsă de frecvența ultrasunetelor este de 10 000 000 Hz. Producerea vibrațiilor elastice de înaltă frecvență poate avea loc în urma unor fenomene fizice diferite. La baza construcției primelor surse de vibrații ultrasonore a stat producerea sunetului în mod analog ca la instrumentele de suflat. Astfel, în cazul flui-ierului Galton (fig. 1), fanta prin care este suflat aerul sub presiune și vârful (opus fantei) pot fi reglate micrometric. Un astfel de fluier permite producerea ultrasunetelor cu frecvențe de pînă la 30 000 Hz. Frecvențe mai înalte se obțin prin alte fenomene, și anume prin efect magnetostrictiv direct sau prin efect piezoelectric invers, care constau în modificarea dimensiunilor unor materiale aflate în cîmp magnetic sau, respectiv, în cîmp electric variabil. În figura 2 este reprezentată schema unui *generator magnetostrictiv* de ultrasunet. Construcția acestuia se aseamănă cu aceea a unui transformator. Bobinajul său este astfel plasat, încît cîmpul magnetic să fie închis în pachetul de tole. Cu un astfel de generator se pot produce ultrasunete cu frecvențe de pînă la 200 000 Hz. Propagarea vibrațiilor în aer și apă are loc în direcție verticală și în două sensuri (în sus și în jos). Dacă se urmărește obținerea unei propagări numai într-un singur sens, se acoperă o parte cu o pernă din cauciuc buretos, care acționează ca un strat impermeabil pentru sunete. Frecvențe mai înalte se obțin cu ajutorul unor materiale piezoelectrice. Într-un *generator piezoelectric*, o placă rotundă din cuarț hexagonal, secționat așa cum se indică în figura 3, este încastrată între două plăci (fig. 4), care, prin intermediul unor folii metalice subțiri, supun cele două suprafețe circulare ale cuarțului unei tensiuni electrice alternative de înaltă frecvență. Vibrațiile corespunzătoare, datorate variației grosimii plăcii de cuarț produse prin efect piezoelectric invers, sînt transmise aerului dintr-o cameră de aer și de acolo, prin intermediul unei membrane, către un mediu adiacent (de exemplu apă). Ultrasunetele sînt folosite în tehnică (pentru controlul nedis-tructiv al materialelor, pentru degazarea lichidelor, pentru sondaj prin ecou etc.) și în medicină.

Fig. 1. Fluierul Galton

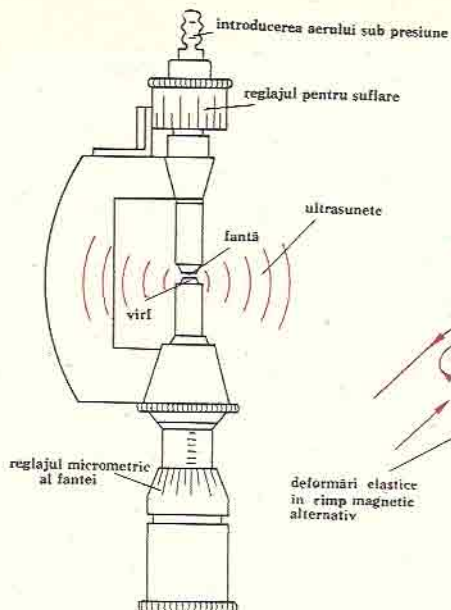


Fig. 2. Schema unui generator magnetostrictiv

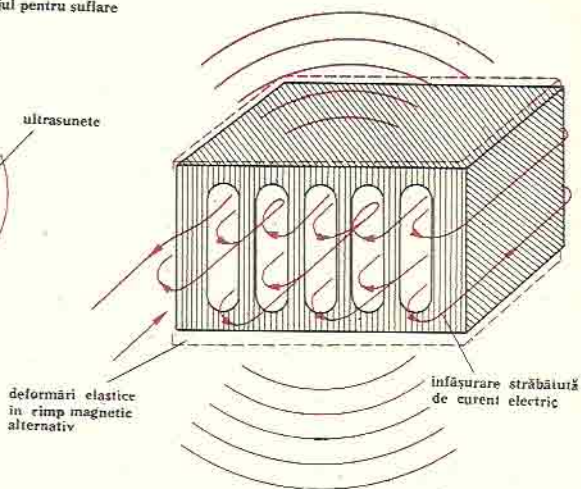


Fig. 3. Cristal de cuarț

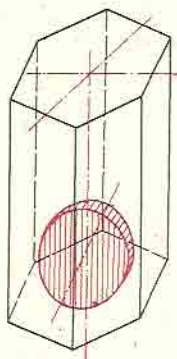
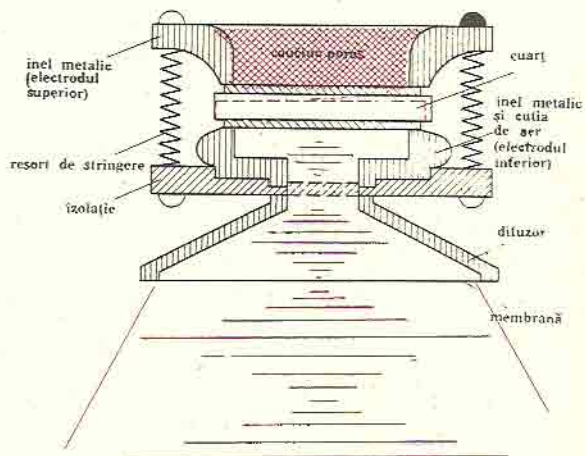


Fig. 4. Generator piezoelectric



Puțuri

Puțurile sînt construcții utilizate pe scară largă pentru captarea apei subterane necesare alimentării cu apă potabilă sau industrială. În Republica Federală a Germaniei, necesitățile de apă sînt acoperite în proporție de 48% cu apă subterană infiltrată prin mal, 30% cu apă din straturi subterane, 8% cu apă de izvor și numai 14% cu apă de suprafață.

Apa de suprafață meteorică se adună în cisterne (fig. 6); apa din riuri și din lacuri naturale sau artificiale este pompată în conducte; apa de izvor este captată în camere colectoare, de unde pornesc conducte de alimentare care transportă apa captată și o conductă de preaplin; apa subterană este colectată cu ajutorul unor captări orizontale, verticale sau cu drenuri radiale.

Uneori apa subterană poate apărea la suprafața solului sub formă arteziană (pe baza principiului vaselor comunicante), în cazul în care stratul acvifer cuprins între două strate impermeabile (de exemplu argilă) se găsește sub presiune (fig. 1).

Captările orizontale (fig. 2) se folosesc atunci cînd stratul acvifer are debit și permeabilitate mici și este situat la o adîncime mică. Aceste captări se construiesc sub formă de drenaje sau de galerii orizontale de captare.

Atunci cînd debitul de apă subteran este important, iar stratul acvifer este alimentat continuu, se pot utiliza captări verticale. Pentru cazurile cînd apa se găsește la adîncimi de 5—12 m, se recomandă *puțuri săpate* (de diametru 1—3 m) și în special acolo unde pot fi captate cantități mai mari de apă în fiecare puț. Aceste puțuri sînt cunoscute din antichitate; apa era ridicată în burdufuri sau găleți cu ajutorul pîrghiilor, roților, scripetilor sau frînghiilor acționate de oameni sau animale. Pentru adîncimi mai mari sînt avantajoase *puțurile forate* (de diametru 20—50 cm), constituite din următoarele părți principale: filtru, mantaua puțului, capul puțului și instalația de captare propriu-zisă (fig. 3). Mai multe puțuri forate, amplasate la distanțe de 10—50 m (alcătuiind un șir de puțuri), se conectează la aceeași conductă de sifonare, apa fiind condusă la un puț colector executat prin săpare.

O combinație de captare orizontală cu captare verticală o prezintă *puțul cu drenuri radiale* (fig. 4), alcătuit dintr-un puț colector și mai multe tuburi orizontale (similare puțurilor forate). În acest fel se realizează o captare prin puțuri, însă fără conductă de sifonare.

Ridicarea nivelului oglinzii apei subterane poate fi obținută în apropierea unui curs de apă fie prin infiltrare naturală în mal, fie prin infiltrare artificială în sol cu ajutorul unor bazine de infiltrare (fig. 5). Nivelul oglinzii apei subterane mai poate fi ridicat și prin pomparea directă a apei brute pretratate în bazinul de alimentare al stratului acvifer respectiv.

Pentru dimensionarea corectă a captărilor este necesară cunoașterea exactă a cantităților de precipitații și a vitezei cu care sînt alimentate respectivele surse de apă subterană.

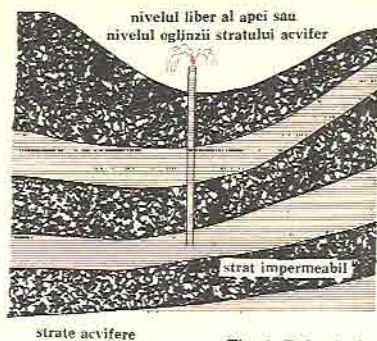


Fig. 1. Puț artezian

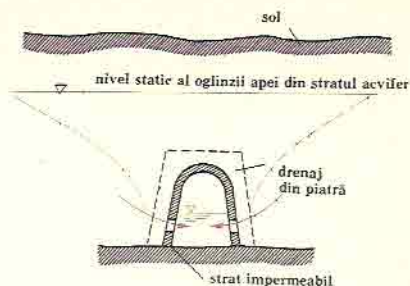


Fig. 2. Captare orizontală

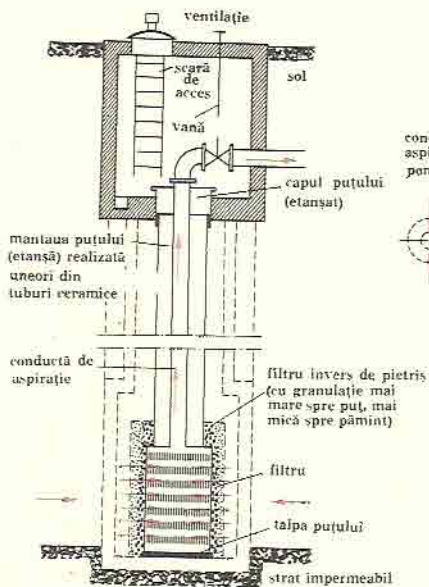


Fig. 3. Puț forat

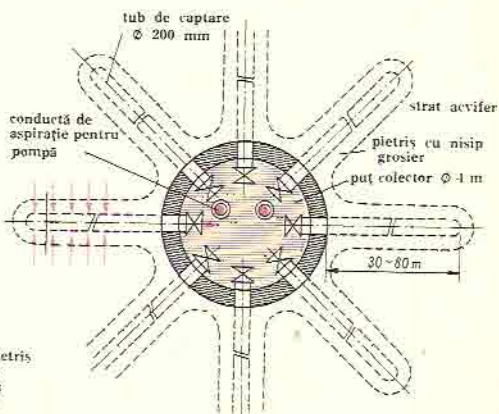


Fig. 4. Vedere în plan a puțului cu drenuri radiale

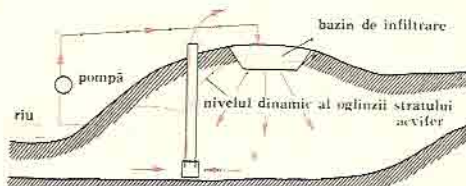


Fig. 5. Apă subterană infiltrată în mal

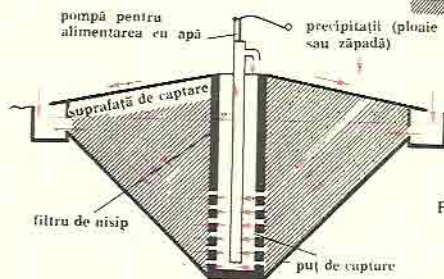


Fig. 6. Cisternă venețiană

Stăvilare și baraje

Stăvilarele și barajele sînt construcții care servesc pentru modificarea nivelului apei și pentru regularizarea cursurilor de apă naturale sau artificiale. Stăvilarele au mai mult rolul de a regla nivelul apelor din amonte, iar barajele de a crea acumulări de apă.

Stăvilarele sînt necesare atunci cînd se dorește să se mărească adîncimea apei (de exemplu pentru căile de navigație, pentru captări din cursuri de apă cu adîncime mică etc.), să se reducă variațiile nivelului apei (de exemplu la captări pentru alimentări cu apă), să se micșoreze viteza apei, să se acumuleze cantități mici de apă sau să se realizeze căderi de apă. Stăvilarele pot fi: fixe (stabile) (fig. 1) sau mobile (fig. 2), apa trecînd pe deasupra (prin deversare) sau pe dedesubt în curent liber sau în formă de jet.

Stăvilarele fixe se construiesc, în general, din beton, ele trebuind să asigure o scurgere nepericuloasă a apelor la inundații. Stăvilarele mobile permit regularizarea apelor de viitură sau a debitelor prin stăvile ușor de manevrat, care pot fi îndepărtate parțial sau integral din curentul de apă. De asemenea ele trebuie să fie capabile ca la viituri să lase liber curentul de apă, să regularizeze nivelul apei în cazul unor variații, să permită evacuarea ghețurilor, să evite retenția aluviunilor sau formarea bancurilor (de depuneri) în zona de barare. Stăvilarele reprezentate în figurile 1 și 2 sînt stăvilare cu deversare, iar cele din figura 3 a, b stăvilare în care apa trece pe dedesubt.

Baraje de acumulare se consideră construcțiile cu retenție cu înălțimi de peste 5 m deasupra fundului cursului apei (albici rîului) și o capacitate de înmagazinare de peste 100 000 m³ de apă, considerîndu-se umplerea pînă la coronament. Acestea servesc în special la acumularea apei în cazul unor debite variabile. Întrucît însă construcția și întreținerea lor sînt costisitoare, se folosesc în special pentru producerea de energie electrică, alimentare cu apă potabilă și industrială, irigare (pentru terenuri agricole), protecție contra inundațiilor, agrement. Barajele de acumulare trebuie să fie fundate pe roci stîncoase, impermeabile și rezistente. De aceea pentru alegerea tipului de baraj potrivit sînt indispensabile cercetări geologice foarte dezvoltate.

Se construiesc următoarele tipuri de baraje pentru acumulare:

- baraje de pămînt din argilă, pietriș sau nisip, deosebit de sigure împotriva degradărilor (distrugerilor) și de aceea recomandate pentru a fi folosite (barajul de la Hennetal);
- baraje din piatră, de obicei protejate cu o mască din bitum (barajul de la Assuan II);
- baraje de greutate, construite cu parament vertical (barajul de la Mohnetal);
- baraje în arc, care se construiesc în special în regiuni muntoase;
- tipuri speciale, ca de exemplu, baraje cu contraforți (barajul Vöhrenbach).

Forțele care acționează asupra barajelor sînt forțe statice (fig. 4), datorate în special presiunii apei (care acționează întotdeauna perpendicular pe fața dinspre apă a barajului) și greutatea proprie. Acestea li se adaugă presiunile apei pe talpa barajului, care se creează datorită infiltrației apei pe sub baraj, pămîntului, gheții, apelor capilare, și forțele care iau naștere din cauza variațiilor de temperatură și cele datorate mișcării proprii a materialelor în timpul prizei. Forțele dinamice sînt neînsemnate față de cele statice. Rezultanta forțelor — greutatea proprie, presiunea apei și a celorlalte forțe — trebuie să acționeze în interiorul suprafeței de fundare. Pentru a împiedica alunecarea barajului pe pămîntul de fundare, fundația se ancorează puternic în sol, realizîndu-se în acest scop o suprafață de contact în trepte (fig. 3 a). De asemenea barajul de acumulare trebuie astfel construit, încît în materiale să nu se nască eforturi de tensiune mai mari decît cele luate în considerare în calcule.

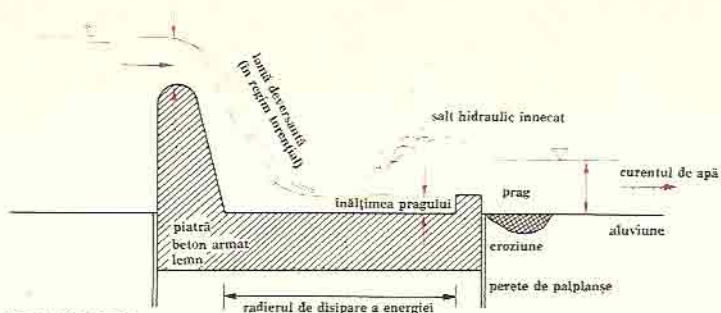


Fig. 1. Stăvilă fix

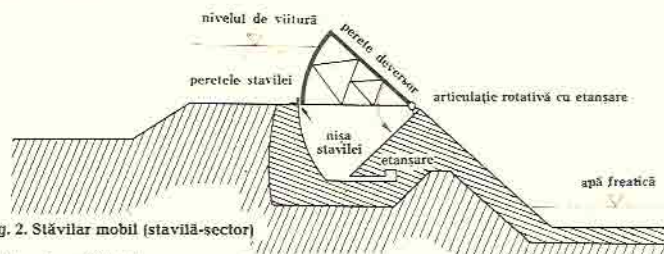


Fig. 2. Stăvilă mobilă (stăvilă-sector)

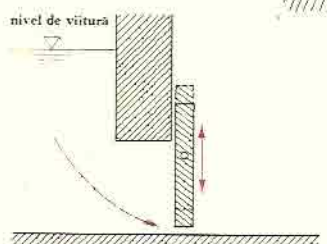


Fig. 3a. Forme de închidere pentru stăvilă traversată pe dedesubt

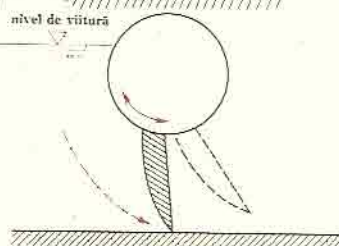


Fig. 3b. Stăvilă cilindrică

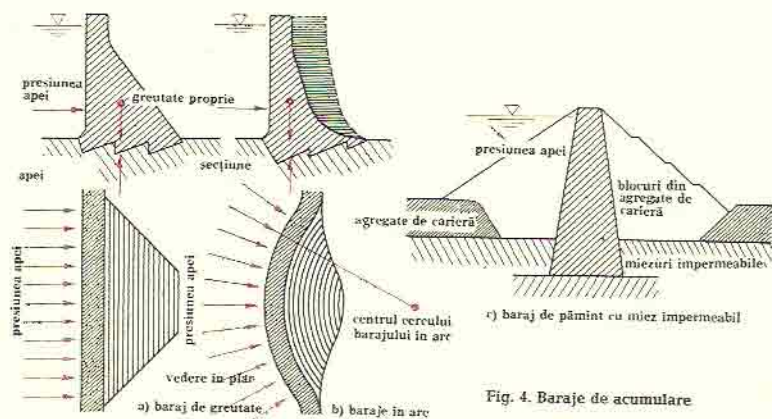


Fig. 4. Baraje de acumulare

Tratarea apei

Apa potabilă, ca și apa de alimentare necesară industriilor, trebuie tratată, adică trebuie supusă unor operații în urma cărora sînt îndepărtate suspensiile, substanțele dizolvate și bacteriile pe care le conține și după caz i se reduce conținutul în fier, în mangan și aciditatea.

Cea mai mare parte din suspensiile aflate în apă sînt reținute în mari bazine de sedimentare (numite și *decantoare*), pe care apa le parcurge cu o viteză de cca. 10 mm/s. Prin această operație, particulele cu granulație mai mare se depun pe fund. Particulele cu granulație mai mică sînt îndepărtate cu ajutorul *filtrelor de nisip* (fig. 1), în care sînt reținute și bacteriile. Nisipul folosit are o granulație de aproximativ 1 mm; apa este trecută prin stratul de nisip fie foarte încet, în *filtre lente*, fie mai repede, în *filtre rapide*, acestea lucrînd uneori sub presiune. Filtrele rapide sînt curățate (spălate) prin trimiterea de jos în sus cu viteză mare a unor mari cantități de apă care trec prin stratul de nisip. Nisipul este astfel dislocat și agitat, iar particulele depuse în timpul filtrării sînt desprinse de pe suprafața granulelor de nisip și antrenate de către curentul de apă.

Fierul și manganul dizolvate în apă trebuie îndepărtate dacă conținutul lor depășește 0,1 mg/l. *Instalațiile de deferizare și demanganizare* au scopul de a transforma cele două metale în compuși insolubili, care coagulează în flocoane reținute în filtre de nisip. Adeseori cele două metale se găsesc sub formă de bicarbonați; ele se separă însă ușor în prezența oxigenului, cu care formează un compus insolubil. Contactul apei cu oxigenul are loc în așa-numitele *instalații de stropire* (fig. 2), în care apa este pulverizată de jos în sus cu ajutorul unor duze sau prin alt sistem de stropire; apa cade pe un strat filtrant de 2 m grosime, constituit din cocs, deșeuri de zidărie sau alt material poros. Prin pulverizare se mărește suprafața de contact a apei cu oxigenul conținut în aerul atmosferic. Apa aerată cade într-un bazin de sedimentare, pe fundul căruia se depun flocoanele. Acestea mai pot fi reținute și într-un filtru care urmează sedimentării (fig. 3).

Deosebit de dificilă devine tratarea cînd fierul și manganul nu sînt legate cu CO_2 (în bicarbonați), ci se prezintă ca săruri ale acidului sulfuric sau acidului humic. În acest caz, apa se tratează într-un *accelerator* (fig. 4), în care, pentru coagulare, în loc de aer se introduc reactivi chimici corespunzători. În scopul de a înlesni flocularea, apa brută intră lateral în aparat, într-un punct în care se găsește apă conținînd flocoane formate anterior. Apa brută intră astfel într-o primă zonă de reacție, care se află în continuă mișcare (cu ajutorul unui agitator) și în care se adaugă reactivi chimici. Apa pătrunde apoi într-o a doua zonă de reacție, în care se introduc noi reactivi chimici. De aici apa este trecută peste un deversor într-un bazin circular de sedimentare. Printr-o rigolă situată la partea superioară a bazinului se evacuează apa decantată, iar pe la partea inferioară nămolul. Urmează apoi o tratare suplimentară a apei printr-un filtru de nisip.

Un accelerator pentru alimentarea cu apă a unui oraș cu 100 000 de locuitori are un diametru de cca. 26 m și o adîncime de cca. 6 m.

Fig. 1. Filtru de nisip lent

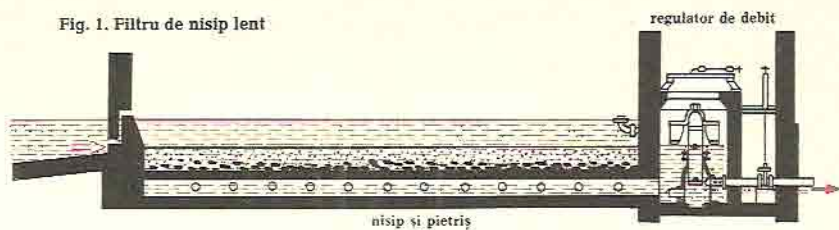


Fig. 2. Instalație de stropire

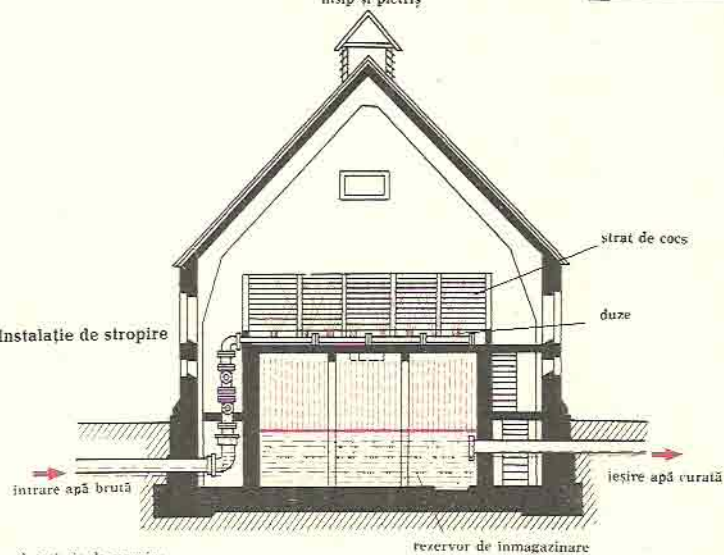


Fig. 3. Schema unei instalații de tratare a apei

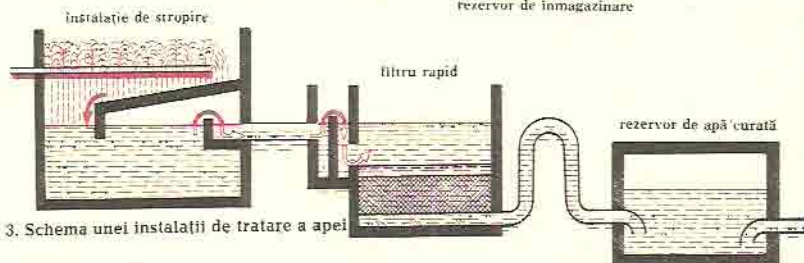
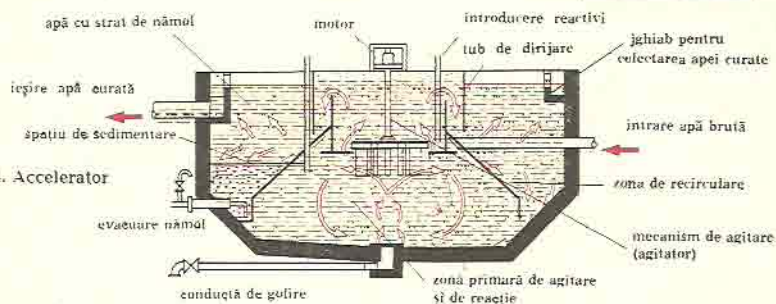


Fig. 4. Accelerator



Alimentarea cu apă

Într-o locuință cu confort modern, o persoană are nevoie de aproximativ 75—100 l de apă pe zi; într-un oraș cu o populație de 100 000 de locuitori se consumă deci 3 650 000 m³ de apă anual.

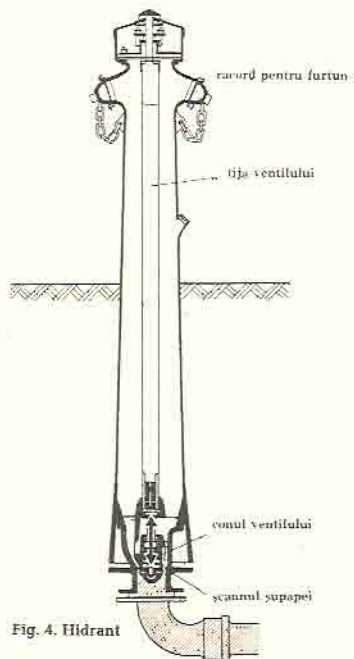
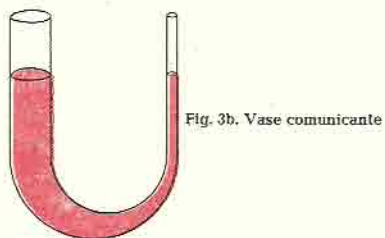
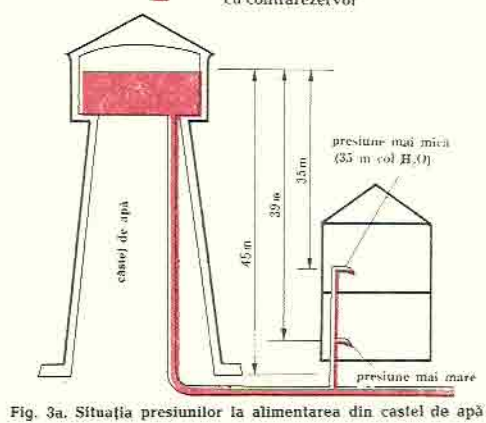
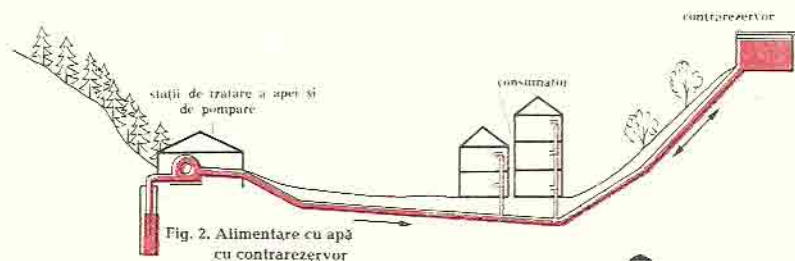
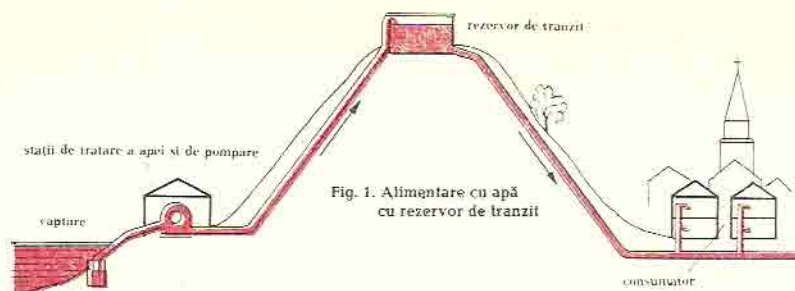
Apa potabilă, care se ia din rețeaua publică (orășenească) de distribuție, trebuie să posede o serie de calități, și anume trebuie să fie lipsită de germeni, să fie inodoră și incoloră, să aibă gust plăcut și să conțină cât mai puține substanțe dizolvate. În afară de aceasta, ea trebuie să fie pusă la dispoziție în cantitate suficientă și la o presiune corespunzătoare. Pentru a i se conferi aceste calități, apa brută se supune unor operații de tratare.

Apa brută se găsește ca apă subterană, care se captează fie ca izvoare, fie cu ajutorul puțurilor și al pompelor, sau ca apă de suprafață din râuri și lacuri. Apa provenind de la aceste surse se tratează în *stația de tratare* și apoi este condusă la consumator direct prin pompare sau prin *rezervoare de înmagazinare intermediare*.

În regiunile de munte, rezervoarele se construiesc pe coline și pe dealuri, iar în orașele de șes adeseori în *castele de apă*. Rezervoarele trebuie să compenseze variațiile consumului de apă și să asigure o anumită rezervă pentru cazuri de avarii ale aducției sau ale pompelor. Rezervoarele pot fi amplasate, astfel încât să treacă prin ele întreaga cantitate de apă, funcționând cu intrare și ieșire ca *rezervoare de tranzit* (fig. 1) sau drept *contrarezervoare*, în care apa intră în rezervor numai în perioadele când prisosește consumului, iar în momentele consumului de vîrf apa curge din nou în rețeaua de distribuție; contrarezervoarele funcționează cu o singură conductă, care servește atât pentru intrarea, cât și pentru ieșirea apei înmagazinate (fig. 2). Suprafața oglinzii apei în rezervoare trebuie să se găsească la un nivel cu 35—40 m mai înalt decât nivelul străzii, astfel încât să se poată asigura o presiune suficientă la punctul (robinetul) de consum (fig. 3 a). Se știe că în două vase comunicante nivelul apei se găsește la aceeași înălțime (legea vaselor comunicante) (fig. 3 b); de aici rezultă că, în conducta de alimentare cu apă a unui imobil, presiunea la robinet este tot atât de mare ca presiunea în rețeaua de distribuție în dreptul imobilului respectiv, adică egală cu diferența dintre nivelul apei din rezervor (castel de apă) și nivelul robinetului de consum, făcînd, bineînțeles, aproximația că se neglijează pierderile prin frecarea apei în instalațiile de transport dintre aceste două puncte. Coloana de apă din rezervor (care constituie unul dintre vasele comunicante) împinge apa în coloana ascendentă din casă (celălalt vas comunicant) pînă la un nivel egal (ținînd seama de aproximația citată anterior). Dacă robinetul se găsește cu 10 m deasupra nivelului străzii, iar rezervorul cu 20 m deasupra aceluiași nivel, presiunea de apă la robinet va fi de 10 m coloană de apă (10 m col H₂O), ceea ce reprezintă o atmosferă.

Alimentarea cu apă se face prin conducte din fontă, oțel, beton armat, azbociment sau materiale plastice, montate în pămînt la adîncimi de 1,25—1,5 m. Alimentarea cu apă a unor zone locuite (sectoare, cartiere) se poate opri, folosind *vane* și *ventile*.

Pentru consumul de stradă, de exemplu pentru stinsul incendiilor, se folosesc *hidranți* (fig. 4).



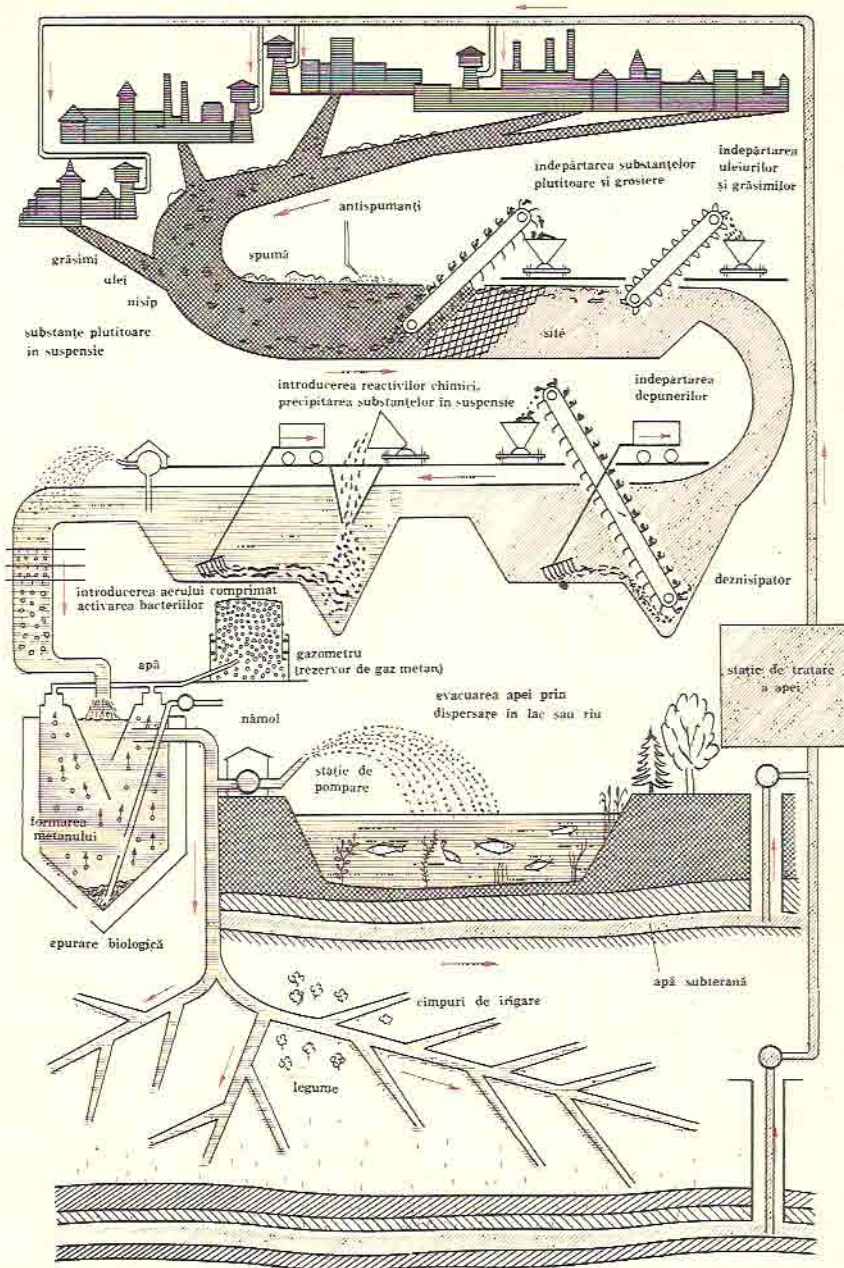
Canalizări orășenești, stații de epurare, câmpuri de irigare

Toate gospodăriile și foarte multe industrii consumă zilnic apă din rețeaua de distribuție (publică) de apă potabilă, pe care o evacuează apoi, în majoritatea cazurilor puternic impurificată, în rețeaua de canalizare a localității. Un consum însemnat de apă au spălătoriile, abatoarele, uzinele de gaze și majoritatea întreprinderilor chimice și tehnice, situate în afara cartierelor de locuințe (vopsitorii, fabrici de hârtie, fabrici de zahăr, cocserii, fabrici de produse de semicocsificare, uzine metalurgice, întreprinderi de exploatare minieră). Într-un oraș de mărime mijlocie se evacuează apă uzată în cantitate de cca. 150 l de persoană zilnic.

În trecut, când populația era mai puțin densă, aceste ape erau vărsate în râuri sau în sol; pe măsură ce s-a dezvoltat însă industrializarea, gradul de impurificare a apelor naturale de suprafață și subterane s-a mărit în asemenea măsură, încât a devenit necesar ca apele uzate să fie supuse epurării (curățirii pînă la nivelul stabilit de normele sanitare) înainte de a li se permite să fie reintroduse în circuitul apelor din natură. Nisipurile, reziduurile grosiere plutitoare, suspensiile plutitoare ce se transformă în nămoluri, sărurile anorganice solubile, acizii și alcalii, detergenții, substanțele organice în stare coloidală, bacteriile, coloranții, grăsimile și uleiurile formează impuritățile și murdăriile din apă. De aceea apa de canalizare a unui oraș trebuie curățată în *stații de epurare*, constituite din construcții și instalații speciale. Pentru epurare se aplică diverse metode și procedee: *epurarea mecanică*, care folosește grătare, site și deznisipatoare; *epurarea chimică*, care se realizează prin tratare cu reactivi chimici, cu ajutorul cărora se precipită impuritățile din apă, se oxidează sau, printr-o activă coagulare fizică și chimică, permite îndepărtarea lor. În acest scop, în apa ce se tratează se introduc, spre exemplu, soluții cu săruri de magneziu, de aluminiu și de fier, care transformă alcaliile în hidroxizi activi ce absorb și precipită numeroase substanțe. Restul de impurități se neutralizează prin metode de *epurare biologică*. Pentru aceasta, apa este supusă aerării, creîndu-se astfel condiții favorabile pentru dezvoltarea bacteriilor și protozoarelor corespunzătoare, obținîndu-se o epurare satisfăcătoare. Apa epurată biologic poate fi condusă spre câmpuri de irigare în cursuri de apă de suprafață sau subterane, în care caz este supusă filtrării naturale prin straturile permeabile ale solului. În urma acestor procese de filtrare, în mod normal apa redevine curată, încît poate fi din nou captată prin izvoare, puțuri, drenuri și galerii.

Din procesele de epurare fizică, chimică și biologică rezultă mari cantități de nămol. Nămolul este supus unor procese de fermentare (de descompunere), din care rezultă metan și alte gaze, produse organice de descompunere nenocive. După fermentare, nămolul poate fi utilizat, spre exemplu ca îngrășămint organic natural sau uneori se incinerează.

În funcție de proveniența apelor uzate, în măsură tot mai mare epurarea se face astfel încît materialele extrase să fie valorificate, reducînd costul acestor operații de tratare. Uneori însă apele reziduale sînt atît de murdare, încît trebuie să fie incinerate, introduse în canalizări speciale sau chiar încărcate în vase impermeabile și evacuate în mare. În multe întreprinderi tehnice și chimice, apa este atît de bine epurată, încît poate fi refolosită chiar în cadrul aceiași întreprinderi. Multe orașe însă trebuie să-și aducă apa potabilă de la distanțe mari, din lacuri sau din râuri depărtate la peste 100 km, întrucît nu se reușește o epurare suficientă a apelor uzate deversate în cursurile de apă utilizate pentru alimentarea cu apă a acelor localități. Spre exemplu, impurificarea lacului Bodensee este atît de avansată, încît apă curată, nenocivă, se poate extrage numai de la adîncimi de peste 60 m. Menținerea curată a lacurilor, riurilor, izvoarelor și stratorilor acvifere prin epurarea apelor uzate și evitarea impurificărilor grosiere (șitei) a devenit actualmente o problemă vitală pentru milioane de oameni.



Instalații de încălzire (sau de răcire) a unei încăperi

În principiu, o astfel de instalație se aseamănă cu o instalație de răcire cu compresor, conținând aceleași elemente constructive, și anume *compresor, condensator, ventil cu patru căi și evaporator*. Spre deosebire de instalația de răcire, care absoarbe căldura unui spațiu închis prin evaporarea agentului de răcire, coborînd temperatura, instalația de încălzire introduce căldură într-un spațiu închis prin condensarea agentului termic, mărind temperatura. Principiul este următorul (fig. 1): două spații închise se află în comunicație; în spațiul din stînga există presiune atmosferică (760 mm Hg), iar în cel din dreapta presiune scăzută (100 mm Hg). Dacă se încălzește o cantitate de apă în spațiul din dreapta, aceasta va fierbe la o temperatură sub 100°C și se va evapora. Vaporii de apă ajunși în spațiul din stînga se vor condensa la presiunea atmosferică (mai ridicată decît presiunea din dreapta), eliberînd căldură.

În cazul instalației reale (fig. 2), agentul de lucru (freon sau amoniac) se evaporă în evaporator la presiune mică. Căldura necesară poate fi luată din diferite surse. În cazul unei instalații mici este suficient să se plaseze evaporatorul în pămînt, deoarece acesta conține în toate anotimpurile suficientă căldură pentru a evapora agentul de lucru.

Vaporii agentului de lucru sînt comprimați în compresor la presiunea dorită. Ajungînd în condensator, vaporii agentului de lucru, aflați la presiune mare se condensează, cedînd căldura, de exemplu, unui circuit de apă rece, care se încălzește astfel pînă la 60—70°C, putînd fi folosită în corpurile de încălzit ale unei clădiri. După răcire, apa, avînd încă o temperatură de 30—35°C, poate fi utilizată la încălzirea agentului de lucru în evaporator; apoi se întoarce în condensator, unde se încălzește din nou. Vaporii condensați trec prin ventilul de strangulare în evaporator, se destind și se evaporă din nou. Evaporatorul acestei instalații înlocuiește deci cazanul la instalații de încălzire a apei. În acest circuit închis, agentul de lucru circulă datorită faptului că procesele de condensare și de evaporare se produc la presiuni diferite. Instalațiile de încălzire de acest gen sînt economice acolo unde energia electrică pentru acționarea compresorului este ieftină. De asemenea sînt recomandate în cazul producerii căldurii și al producerii frigului, ca, de exemplu, la prelucrarea laptelui. Încăperile beciurilor se răcesc prin consumarea căldurii la evaporarea agentului de lucru, iar încăperile de la etaj sînt încălzite prin căldura livrată de condensator.

Din figura 3 reiese modul de funcționare a instalației în funcție de anotimp: încălzirea (fig. 3a) sau răcirea încăperilor (fig. 3b) prin poziția ventilului cu patru căi.

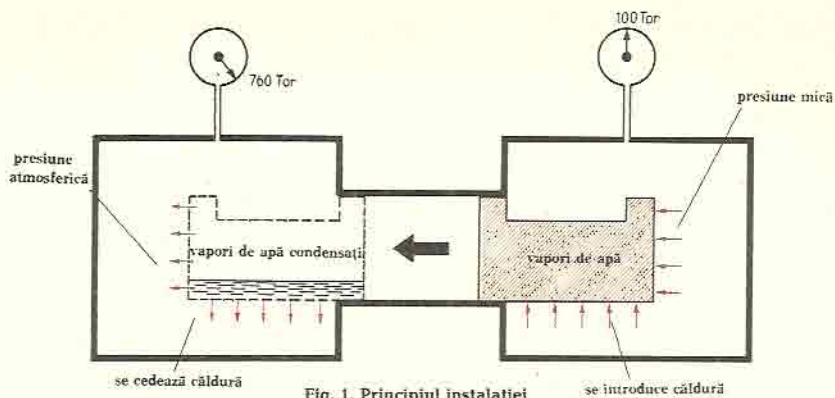


Fig. 1. Principiul instalației

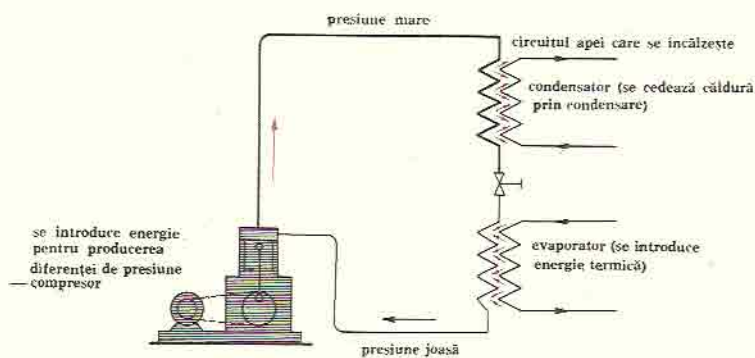


Fig. 2. Schema de lucru a instalației

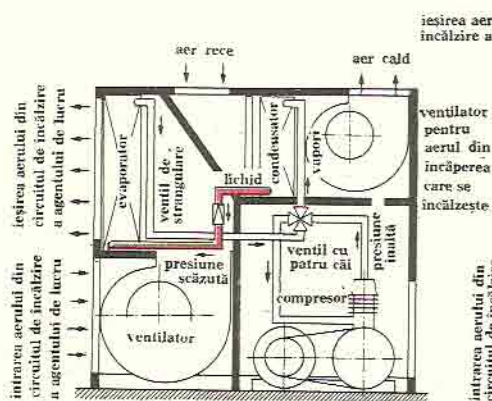


Fig. 3a. Schema unei instalații de încălzire a aerului dintr-o încăpere

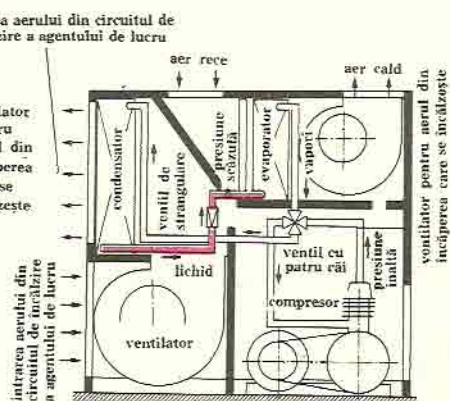


Fig. 3b. Schema unei instalații de răcire a aerului dintr-o încăpere

Instalații de climatizare (condiționare)

Instalațiile de condiționare a aerului au scopul să mențină în încăperi închise un regim agreeabil bine determinat de temperatură, de umiditate, de mișcare și puritate a aerului, indiferent de condițiile meteorologice exterioare. Iarna se realizează, în general, temperaturi cuprinse între 19 și 23°C, iar vara între 20 și 26°C, la o umiditate relativă cuprinsă între 35 și 70%. Umiditatea relativă este raportul dintre cantitatea de vapori de apă efectiv prezenți în aerul atmosferic și cantitatea maximă de vapori de apă necesară pentru a satura atmosfera la aceeași temperatură.

Elementul principal al unei instalații de condiționare a aerului este *bateria de condiționare*. În acest agregat are loc prepararea aerului (fig. 1). Aerul exterior este aspirat într-un compartiment împreună cu o parte din aerul din încăperea climatizată (aer de recirculație). Amestecul de aer proaspăt din exterior și de aer de recirculație (în proporții stabilite) se realizează cu ajutorul unor clape de reglare. Bateria de condiționare este prevăzută cu filtre pentru curățirea aerului, constituite din plăci umplute cu vată de sticlă, care rețin praful conținut în aer. După filtrare, în baterie mai au loc procese de preîncălzire, răcire, umidificare și încălzire suplimentară, funcție de caracteristicile aerului tratat și ale parametrilor stabiliți. Procesele de încălzire și de răcire au loc la trecerea aerului prin bateriile de încălzire sau de răcire — schimbătoare de căldură, formate din țevi cu aripioare prin care trece un fluid de încălzire (abur sau apă caldă) sau de răcire (apă rece, amoniac etc.). Cu cât aerul are o temperatură mai ridicată, cu atât poate să conțină o cantitate mai mare de vapori de apă. Dacă aerul cu un anumit conținut de vapori de apă se răcește, apa se condensează în picături mici (acest fenomen se poate observa și în natură când, la o coborîre mai mare a temperaturii, se produce ceață).

În bateria de răcire a agregatului are loc uscarea aerului (dezumidificare); apa este separată prin condensare și se adună în părțile mai reci ale bateriei. Temperatura și umiditatea aerului răcit sînt determinate de temperatura condensatorului de răcire a bateriei. Aerul rece uscat se amestecă cu aerul cald, trecut prin bateria de preîncălzire, în compartimentul de amestecare, sub controlul unor aparate de măsurat și de reglare.

Reglarea parametrilor (temperatură și umiditate) în instalațiile de condiționare se realizează cu ajutorul unor *termostate* care acționează asupra bateriilor de încălzire și de răcire, modificînd în acest fel temperatura aerului, și al unor *higrostate* care reglează bateriile de răcire și *instalația de umidificare*, menținînd umiditatea aerului în limitele dorite.

În cazul în care se realizează temperatura dorită a aerului, dar, datorită uscării puternice a aerului rece, umiditatea aerului devine prea scăzută, se face o umidificare a aerului cu ajutorul unor duze, care pulverizează în circuitul de aer picături fine de apă, pînă la obținerea umidității dorite. Deoarece în acest proces de umidificare temperatura aerului scade, acesta este trecut printr-o baterie de încălzire suplimentară pentru a-i menține temperatura la valoarea dorită. Aerul condiționat este aspirat de un ventilator și refulat printr-o rețea de canale de distribuție a aerului în încăperei. Prin introducerea continuă de aer în încăperei se realizează o ușoară suprapresiune, care permite ca aerul uzat să fie evacuat din încăperei. Distribuirea (introducerea și evacuarea) aerului în și din încăperei trebuie să se realizeze continuu, fără curenți de aer și fără zgomot. Aerul evacuat urmează două circuite: al aerului de recirculație, care este trimis în compartimentul de amestecare, și al aerului uzat, care este evacuat în atmosferă. În majoritatea instalațiilor de condiționare, cantitatea principală de aer este recirculată.

În afara instalației de condiționare descrisă se întîlnesc și alte tipuri constructive care au în vedere obținerea unei reglări mai bune sau care țin seama de condițiile locale ale diferitelor părți ale clădirii. Astfel se poate împărți, de exemplu, circuitul de aer preparat înainte de bateria de încălzire suplimentară în două circuite: un circuit de aer încălzit și un circuit de aer răcit. Amestecul de aer rece cu aer cald se realizează în fiecare încăperei în funcție de temperatura dorită (fig. 2).

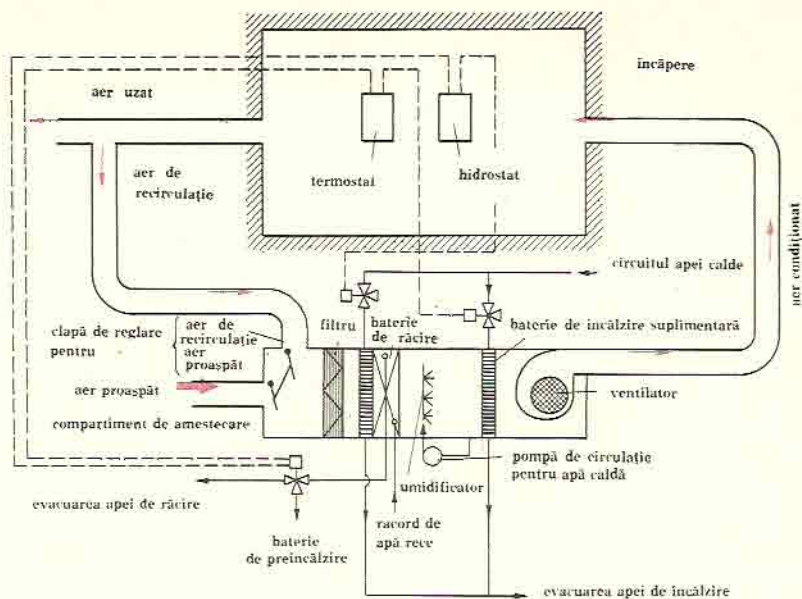


Fig. 1. Schema unei instalații de condiționare a aerului cu baterie centrală

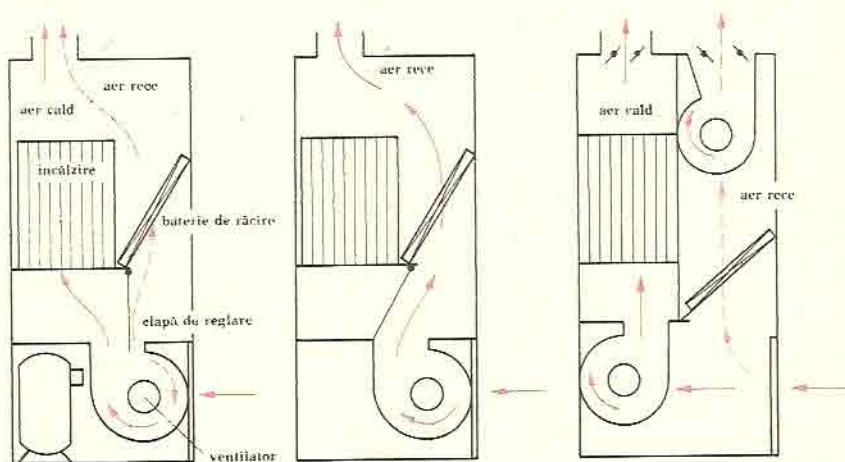


Fig. 2. Schemele unor instalații de condiționare pentru producerea separată de aer cald și rece

Compresoare (turbocompresoare)

Turbocompresoarele sînt mașini de forță în care comprimarea gazului se realizează prin acțiunea unui rotor asupra curentului de gaz ce trece prin mașină.

Turbocompresoarele se pot clasifica, după presiunea de refulare, în: *ventilatoare* (debite mari de aer, presiuni de refulare mici), *suflyante* (debite mari, presiuni de refulare mijlocii) și *compresoare propriu-zise* (presiuni de refulare mari).

Turbocompresoarele sînt constituite dintr-un rotor montat într-o carcasă, care aspiră aerul sau alt gaz după același principiu ca al pompelor centrifuge și îl refulează în stare comprimată. Într-o reprezentare simplificată, un ventilator poate fi și o elice, care prin forma sa poate produce deplasarea aerului sau a altor gaze (fig. 2).

În principiu, toate cele trei tipuri de turbocompresoare au același mod de funcționare. Aerul este aspirat, în general, în mijlocul carcasei (fig. 1) prin rotorul (acționat de un electro-motor) echipat cu două discuri, între care se fixează paletelile rotorice curbate (fig. 3). Aerul refulat de rotor iese prin racordul de refulare după ce a trecut prin canalele carcasei cu viteză și presiune mai mari decît cele de la intrare (fig. 1b). Dacă se urmărește realizarea unor diferențe mari de presiune, atunci se montează pe același ax mai multe rotoare, realizîndu-se astfel o creștere a presiunii de la rotor la rotor (fig. 4). Comprimarea gazului se poate realiza și prin mișcarea de rotație a unui organ de compresie într-o carcasă.

Figura 5 reprezintă construcția unui compresor cu organ de compresie rotitor (*compresorul cu lamele*): o tobă rotitoare este montată excentric într-o carcasă cilindrică; la extremitatea acesteia sînt montate niște lamele, care la rotirea tobei sînt presate pe suprafața interioară a carcasei, compartimentînd spațiul de lucru al compresorului în celule în care pătrunde aerul. Prin rotație, volumul acestor celule devine din ce în ce mai mic, comprimînd în acest fel aerul. Aerul comprimat trece printr-o fantă îngustă dintr-o celulă în alta.

În figura 6 este reprezentată o *suflyantă tip Roots*. La acest tip, două corpuri rotitoare în formă de aripioară, angrenate, se rotesc în sens contrar, fiind acționate de două roți dințate de aceeași mărime.

Suflyanta este astfel construită, încît spațiile dintre cele două corpuri rotitoare și dintre corpurile rotitoare și carcasă sînt în fiecare poziție foarte mici, permițînd ca acestea să se rotească fără atingere.

Principalele avantaje ale turbocompresoarelor față de compresoarele cu piston constau în construcția lor relativ simplă și în debitarea continuă și uniformă a gazului comprimat. Se folosesc în instalațiile pneumatice, în industriile metalurgică, minieră și chimică, precum și în instalații energetice.

Fig. 1. Turbocompresor

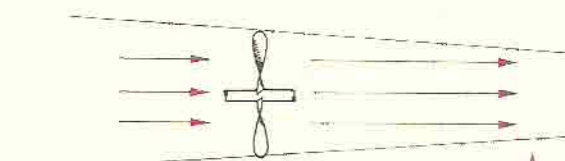
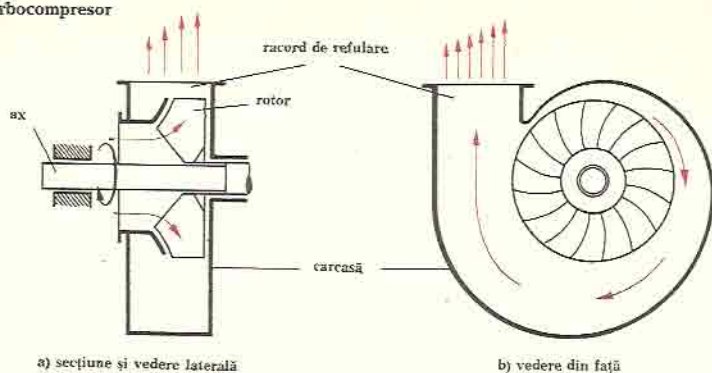


Fig. 2. Reprezentarea schematică a unui ventilator axial

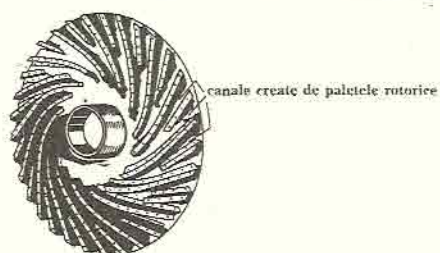


Fig. 3. Interiorul unui rotor

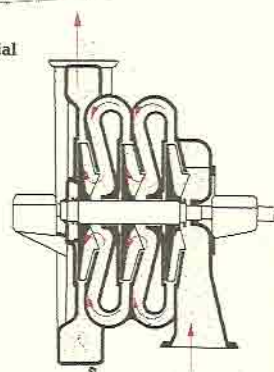


Fig. 4. Turbocompresor multietajat

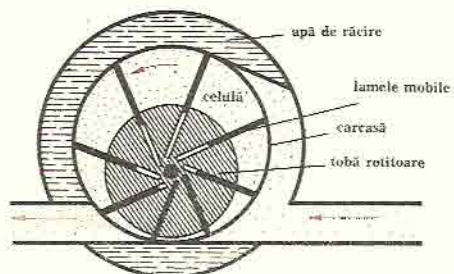


Fig. 5. Compresor cu lamele

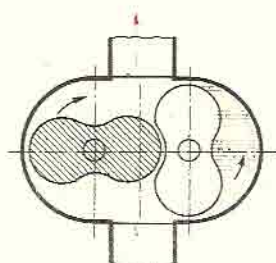


Fig. 6. Suflantă cu corpuri rotitoare angrenate tip Roots

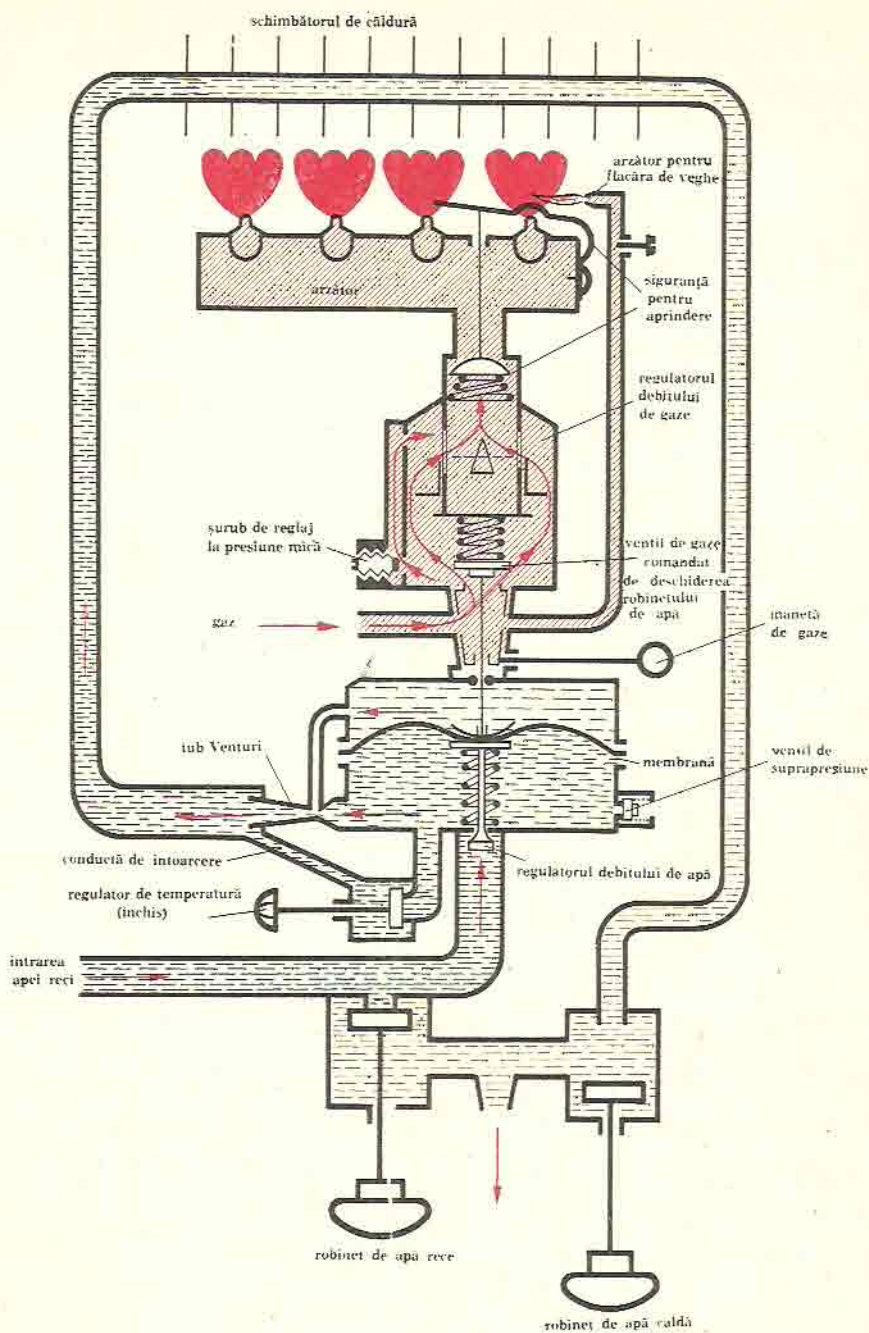
Aparate pentru încălzirea unui flux continuu de apă cu ajutorul gazelor

Caracteristic acestui aparat este faptul că fluxul de apă se încălzește în timpul cât trece prin aparat; aparatul fiind permanent alimentat cu apă proaspătă de la rețea. În figură este reprezentată schema unui astfel de aparat. Partea principală a aparatului o constituie *schimbătorul de căldură*, format din țevi, prin interiorul cărora curge apa. Suprafața exterioară a țevelor este încălzită de flacăra și de gazele calde rezultate din arderea unui gaz, care cedează o mare parte din căldura lor suprafeței exterioare a schimbătorului de căldură. Cantitatea de căldură transmisă este determinată de coeficientul de schimb de căldură dintre gaze și peretele schimbătorului. Acest coeficient depinde în special de viteza gazelor de ardere, de diferența de temperatură dintre gazele de ardere și suprafața schimbătorului și de mărimea suprafeței de contact (din această cauză, țevile sînt nervurate la exterior). Căldura se transmite de la suprafața țevii spre interiorul acesteia. Cu cât valoarea conductibilității termice a materialului țevelor este mai mare, cu atât cantitatea de căldură transmisă apei este mai mare. Căldura acumulată în peretele interior al țevii se transmite apei, fiind determinată în special de viteza de curgere a acesteia și de diferența de temperatură dintre peretele țevii și apă.

Arderea completă a gazului este asigurată de un *arzător*. *Flacăra de veghe* și *siguranța de aprindere* mențin aparatul gata de funcționare, asigurînd evitarea gazelor nearse. *Regulatorul debitului de gaze* menține constantă alimentarea cu gaze și ferește aparatul de supraîncălzire. *Ventilul de gaz* este comandat de debitul de apă printr-o membrană și un tub Venturi. *Regulatorul debitului de apă* menține constant debitul acesteia, independent de presiunea de la rețea. La *regulatorul de temperatură* se fixează temperatura dorită pentru apa caldă; cu ajutorul acestuia se poate regla debitul de apă ce trece prin schimbătorul de căldură, influențîndu-se astfel temperatura finală a apei.

Atunci cînd se dorește ca încălzitorul să fie în stare de funcționare, se aduce maneta de gaz în poziția «deschis» și se aprinde gazul care iese prin arzătorul flăcării de veghe. Datorită căldurii flăcării de veghe, un arc din bimetal (siguranță de aprindere) se deplasează în jos, deschizînd ventilul de siguranță al arzătorului. În poziția «deschis», gazul principal poate pătrunde sub ventilul de gaz comandat de debitul apei, care pînă atunci era închis. Dacă se deschide acum robinetul de apă caldă, prin curgerea apei se produce o creștere de presiune la intrarea în tubul Venturi, care determină ridicarea membranei contra presiunii arcului ventilului de gaz, dînd posibilitate gazului să treacă spre arzător, unde se aprinde de la flacăra de veghe. În cazul în care curgerea apei se întrerupe, forța arcului închide ventilul de gaz, eliminînd astfel pericolul deteriorării schimbătorului de căldură (siguranța la lipsa de apă). Același lucru se întîmplă la închiderea ventilului de curgere pentru apa caldă. După închiderea ventilului de gaz, arzătorul se stinge, rămînînd numai flacăra de veghe; aparatul este însă gata pentru funcționare.

Dacă se închide gazul sau dintr-un motiv oarecare se stinge flacăra de veghe, bimetalul se răcește și se reîntoarce în poziția inițială, închizîndu-se ventilul de siguranță al aprinderii prin forța arcului. Gazul nu mai poate ajunge la arzător și nici să scape nears în atmosferă chiar atunci cînd ventilul de apă este deschis și apa curge prin aparat.



Frigidere

Frigiderele absorb căldura din interiorul lor, coborînd astfel temperatura spațiului pe care-l închid și în care se menține o temperatură inferioară temperaturii mediului ambiant. Funcționarea frigiderului are la bază două legi fizice: 1) Punctul de fierbere al unui lichid, respectiv temperatura la care se transformă în vapori, depinde de presiunea mediului ambiant. Astfel apa, la presiunea de 1 at, se transformă în abur la temperatura de 100°C ; la presiunea de 0,1 at, transformarea are loc la 46°C . Aceasta înseamnă că, de exemplu, aburul la 50°C și 0,1 at poate fi lichefiat prin ridicarea presiunii la 1 at. 2) La trecerea din starea lichidă în starea de vapori, orice lichid absoarbe căldură, pe care o cedează din nou la trecerea din starea de vapori în starea lichidă. Un lichid al cărui punct de fierbere la presiunea normală se află la o temperatură joasă apropiată aceleia care trebuie obținută se va evapora la această temperatură joasă, absorbind căldura mediului înconjurător. Supunînd vaporii formați unei presiuni ridicate, datorită faptului că punctul lor de fierbere este mai ridicat, la răcirea lor la temperatura ambiantă aceștia se vor lichefia, cedînd căldură sub formă de căldură de condensare. Dacă lichidul se destinde la presiunea normală, circuitul poate începe din nou. Pentru a realiza aceste transformări se folosesc așa-numiții *agenți frigorigeni* (substanțe care, evaporîndu-se, absorb căldură la temperatură joasă, cum sînt: freonul, amoniacul, clorura de etil etc.). În figura 1 este reprezentat ciclul agentului frigorigen: căldura necesară evaporării este absorbită din spațiul care trebuie răcit și a cărui temperatură scade prin pierderea căldurii. Agentul frigorigen se lichefiază, cedînd căldura, după care este din nou evaporat. După modul de realizare a ciclului agentului frigorigen, frigiderule pot fi *cu compresor* și *cu absorbție*.

Frigidere cu compresor (fig. 2 și 3). Agentul frigorigen, care se află sub presiune mică, se evaporă, preluînd din exterior căldură la temperatură joasă, într-un vaporizator (o serpentină din țevă fixată în compartimentul de înghețare). Prin evaporare, scade temperatura incintei răcite. Vaporii sînt aspirați din vaporizator și comprimați de un mic compresor, iar apoi refulați într-un dispozitiv de lichiefiere (condensator) montat în serie, unde sînt răciți (vaporii cedează căldura în exterior). Prin efectul comun al presiunii ridicate și al cedării de căldură, agentul frigorigen este lichefiat. În ultima parte a ciclului, agentul frigorigen lichid este destins la o presiune mai mică printr-un ventil de laminare și ajunge din nou în vaporizator. Temperatura interioară a frigiderului este reglată printr-un termostat, care, prin intermediul unui releu, anclanșează și declanșează motorul compresorului.

Frigidere cu absorbție (fig. 4). Frigiderul cu absorbție funcționează fără compresor. Presiunea este generată într-un fierbător, încălzit de obicei electric, în care se găsește o soluție concentrată de amoniac în apă. Încălzind soluția, amoniacul se evaporă și rămîne apa. Deoarece evaporarea continuă, presiunea crește pînă cînd ajunge suficient de mare ca să condenseze vaporii de amoniac în condensator. Ca și în cazul frigiderului cu compresor, amoniacul este destins printr-un ventil de laminare și apoi se evaporă, absorbînd căldură din interiorul frigiderului. Apa cu concentrație mică de amoniac din fierbător, care este încă foarte caldă, trece printr-un schimbător de căldură, unde cedează o parte din căldură, și apoi în absorbitor. Aici apa absoarbe din nou vaporii de amoniac curat, care vin din fierbător pînă ce se saturează. O mică pompă de circulație pompează soluția amoniacală obținută prin schimbătorul de căldură înapoi în fierbător, de unde ciclul reîncepe.

Fig. 1. Ciclul agentului frigorigen

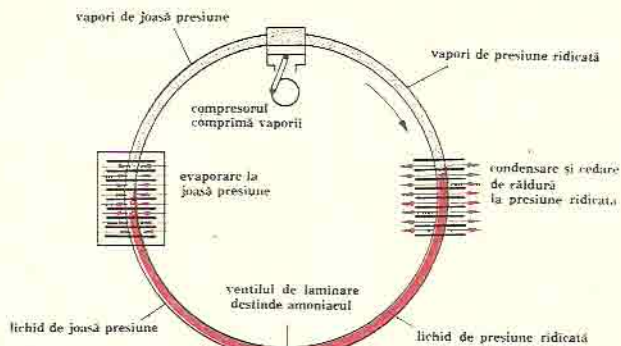
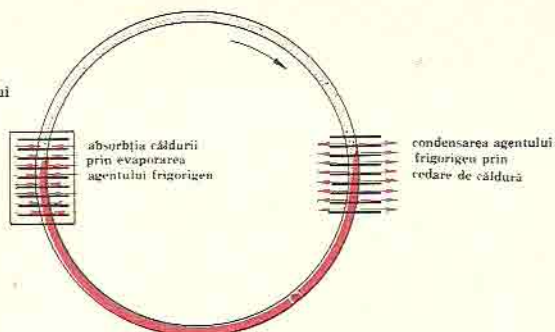


Fig. 2. Schema de funcționare a unui frigider cu compresor

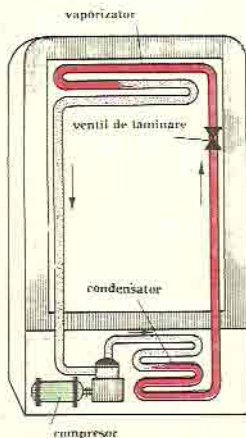


Fig. 3. Frigider cu compresor

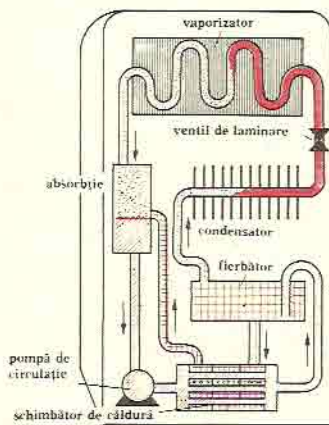


Fig. 4. Frigider cu absorbție

Aspiratoare de praf

Aspiratoarele de praf sînt aparate electrice de uz gospodăresc prevăzute cu un ventilator, care produce o aspirație sau o refluxare puternică a aerului, antrenînd particulele de pe covoare, mobile, pardoseli etc. Pentru acționarea ventilatorului se folosesc motoare electrice speciale de mare turație; la aceeași capacitate de aspirație a aerului, diametrul rotorului poate fi cu atît mai mic, cu cît turația sa este mai mare.

Modul de funcționare a aspiratorului rezultă în principal din caracteristicile ventilatorului și din modul în care se formează curentul de aer. Axul rotorului motorului electric imprimă o mișcare de rotație ventilatorului. Acesta este prevăzut cu palete montate sub un anumit unghi (rezultat din calcul) față de axul ventilatorului (fig. 1). Paletetele pot fi liniare, curbe sau răsucite (elice). În funcție de tipul și de înclinația paletelor, între spațiile din fața și spatele ventilatorului se creează o diferență de presiune, care generează un curent de aer. Aerul aspirat trece printr-un filtru, în care se depun particulele de praf. Filtrele folosite pot fi cu acumulare interioară sau cu acumulare exterioară. La *aspiratoarele cu filtru cu acumulare interioară*, filtrul constituie totodată spațiul pentru colectarea prafului. În cazul *aspiratoarelor prevăzute cu filtru cu acumulare exterioară* (fig. 2 și 3), praful este reținut de filtru și se acumulează într-un rezervor situat în fața filtrului. Din această particularitate constructivă rezultă avantajele aspiratoarelor cu filtre cu acumulare exterioară, și anume capacitatea de reținere sporită prin menținerea suprafeței de filtrare curată un timp mai mare decît la aspiratoarele cu filtre cu acumulare interioară. Această particularitate este valorificată la *aspiratoarele de praf manuale*, deoarece în cazul acestora spațiul pentru colectarea prafului este relativ mic și în acest fel, capacitatea de aspirație se menține la puterea integrală pentru o durată destul de mare.

Aprecierea capacității de aspirație nu se face în funcție de puterea consumată (wați), ci de debitul de aer (măsurat în m^3/min sau l/s) și de depresiunea realizată (măsurată în mm col H_2O). Dacă se reprezintă grafic relația depresiune-debit de aer pentru două tipuri de aspiratoare, se obține diagrama din figura 4. În această figură, dreapta cu înclinație mare reprezintă funcția aspiratoarelor cu ventilator cu două trepte, iar cea cu înclinație mai mică funcția aspiratoarelor cu ventilator cu o singură treaptă. Din diagramă (fig. 4) reiese că la o depresiune maximă debitul de aer este zero și, invers, la un debit de aer maxim, depresiunea este zero. În consecință, în ambele puncte considerate capacitatea de aspirație este zero, aceasta reprezentînd produsul dintre depresiune și debitul de aer. Rezultă deci că aspiratoarele de praf cu debite de aer mari, sau cu depresiuni mari nu au capacitate optimă de aspirație decît la jumătatea maximelor acestora, zonă în care se definește domeniul de lucru optim al aspiratorului. La construirea unui bun aspirator de praf trebuie să se aibă în vedere ca gurile de aspirație să fie adecvate domeniilor de folosire.

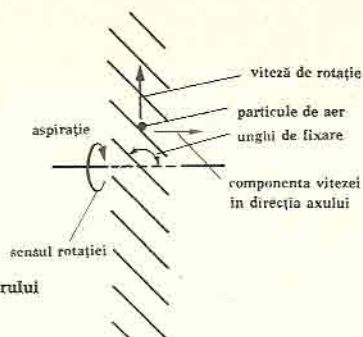


Fig. 1. Modul de lucru al rotorului

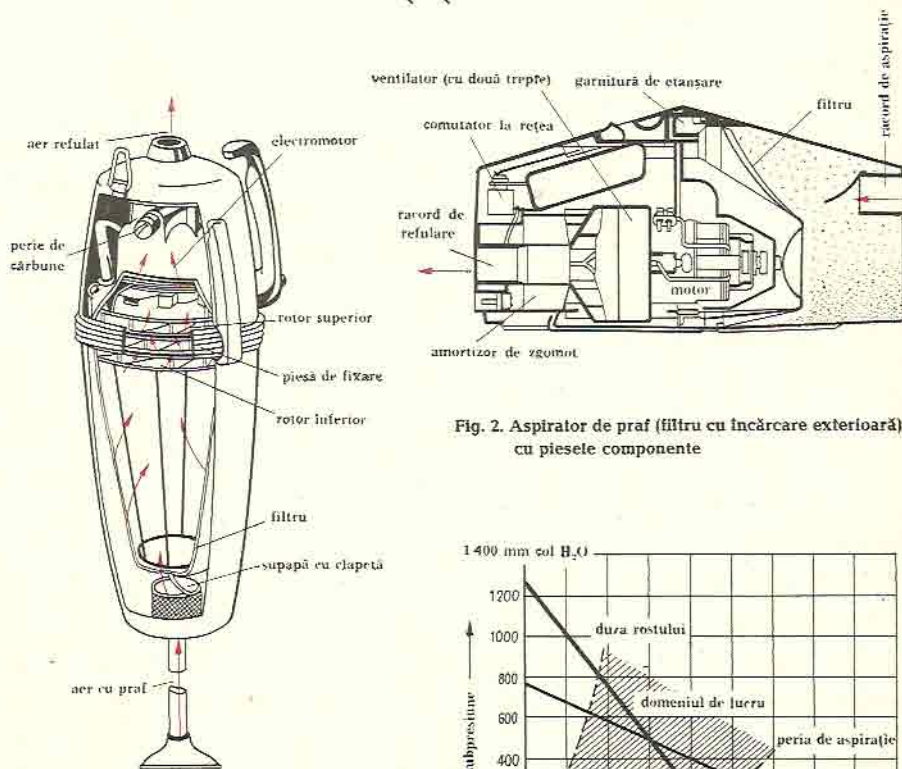


Fig. 2. Aspirator de praf (filtru cu încărcare exterioară) cu piesele componente

Fig. 3. Aspirator de praf (filtru cu încărcare exterioară)

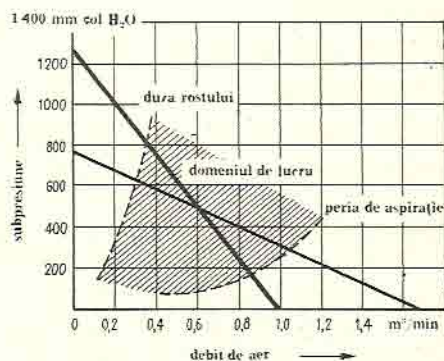


Fig. 4. Diagrama debit de aer — subpresiune

Mașini de calcul

Mașinile de calcul pentru adunări și scăderi constau dintr-un *mecanism de potrivire a numerelor* și un *mecanism contor* (mecanism numărător cu transfer decadic). În mecanismul de potrivire a numerelor, prin apăsarea clapelor se poate introduce numărul care trebuie să fie adunat sau scăzut din numărul conținut în mecanismul contor. În figura 1 este reprezentat mecanismul de potrivire a numerelor al unei *mașini de calcul cu pîrghii proporționale*. Sub clape se găsesc zece cremaliere, care se angrenează la partea lor inferioară printr-un știft în canelura pîrghiei proporționale. Cînd mașina este reglată pentru adunare, cremaliera, reprezentată în desen la partea din spate, este blocată. Printr-o rotire a manivelei de mîină, pîrghia proporțională este făcută să oscileze în jurul știftului acestei cremaliere spre dreapta și apoi înapoi. Astfel cremaliera cea mai din față se deplasează cu 9 locuri, cremaliera următoare cu 8 locuri, ș.a.m.d. Peste cremaliere se găsesc atîtea axe cu secțiune pătrată și cu roți dințate glisante cîte poziții are mecanismul contor. Pentru fiecare două clape, pe axa cu secțiune pătrată corespunde o roată dințată glisantă. Roata glisantă este deplasată de un dispozitiv cu cursor, astfel că diferitele roți dințate nu sînt montate direct sub clapele subordonate. Dacă se bate pe clapă, de exemplu, numărul 3, atunci roata este decuplată și o altă roată se angrenează cu cremaliera. Cînd este acționată manivela de mîină, aceasta se deplasează cu trei dinți (fig. 2). La începutul mișcării înainte, cuplajul dintre mecanismul de potrivire a numerelor și mecanismul contor este basculat spre interior. Prin aceasta, în fiecare loc zecimal roata contor este rotită mai departe cu numărul de dinți bătut pe clapă. Dacă numărul este mai mare ca 9, atunci el deplasează prin intermediul unei nuci un cursor de preatenționare pentru transferul decadic. Mai înainte ca cremalierele să inverseze direcția lor de deplasare, cuplajul este din nou decuplat.

La scădere este blocată cremaliera situată la partea din față. Fiecare cremalieră nu se mai deplasează acum înainte și înapoi cu 9 dinți, ci cu $(9-n)$ dinți. În locul calculului $a-b$ se execută acum calculul $a+(999...999-b)$. La sfîrșitul scăderii, rezultatul mai este majorat încă o dată cu 1. Rezultatul $a+(100...000-b)$ este identic la mașină $a-b$, deoarece adunarea a 1 000...000 are efect numai în locul imediat următor, care nu există în mașină.

În a doua jumătate a rotației manivelei se execută transferul decadic. Cu această ocazie, excentricii, dispuși decalat pe o axă, împing în sus succesiv în mecanismul contor pîrghiile zecilor, începînd cu locul unu. Atunci cînd cursorul de preatenționare a fost deplasat, pîrghia zecilor nu mai poate să alunece printre roțile dințate, ci alunecă spre stînga, deplasînd astfel cu un dinte roata dințată a poziției imediat următoare. Deplasările necesare atunci cînd se produce un transfer decadic sînt indicate în figura 4 prin săgeți roșii din linii întrerupte.

Înmulțirea și împărțirea sînt executate ca adunări succesive. Pentru aceasta se utilizează un mecanism contor de rotație special. La o înmulțire se reglează primul factor în mecanismul contor de rotație, iar al doilea este reglat prin apăsarea clapelor respective.

Adunările executate sînt scăzute din mecanismul contor de rotație. Dacă se deplasează mecanismul contor față de mecanismul de potrivire a numerelor cu n coloane, atunci cu o rotație a manivelei se adună de 10^n ori numărul bătut pe clapă. În acest caz, poziția corespunzătoare a mecanismului contor de rotație trebuie micșorată cu 1. Mașinile complet automate preiau deplasările necesare și termină calculul atunci cînd mecanismul contor de rotație este în poziția zero. Împărțirea este executată în mod analog.

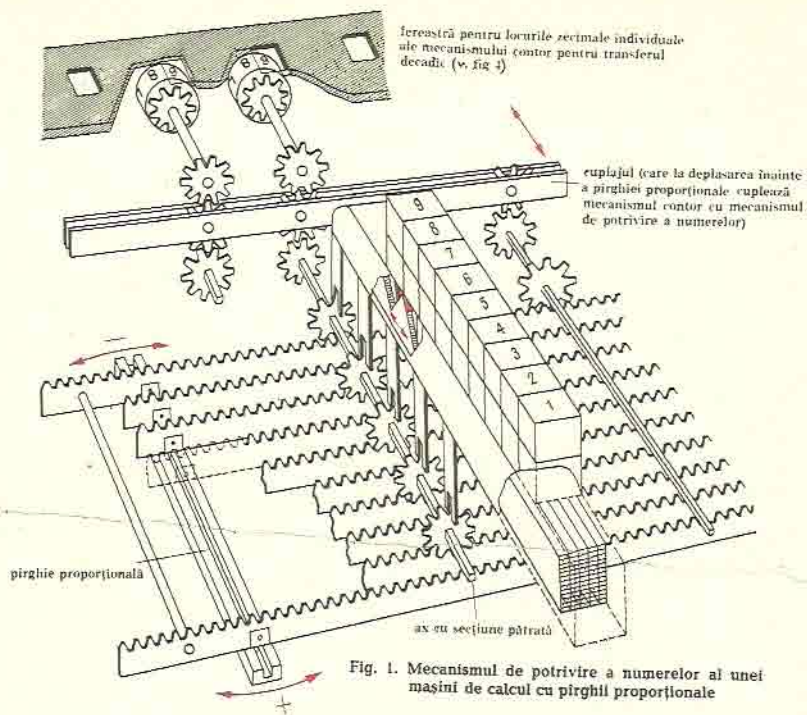


Fig. 1. Mecanismul de potrivire a numerelor al unei mașini de calcul cu pirghii proporționale

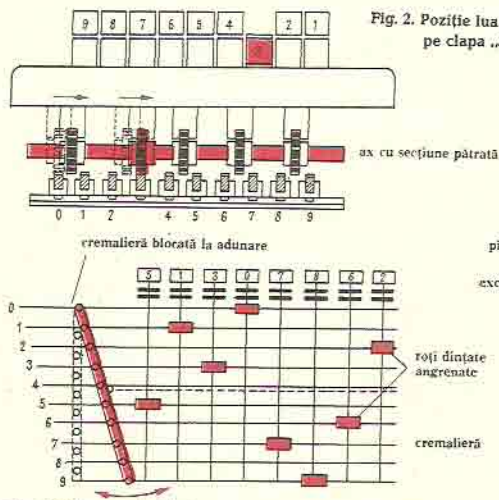


Fig. 2. Poziție luată când se apasă pe clapa „3”

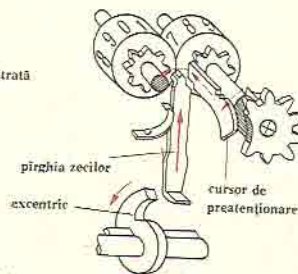


Fig. 4. Transmisie decadică în mecanismul contor

Fig. 3. Mișcarea pirghiei proporționale și a cremalierelor (roțile dințate care nu se angrenează, nu sînt figurate)

Mașini cu cartele perforate

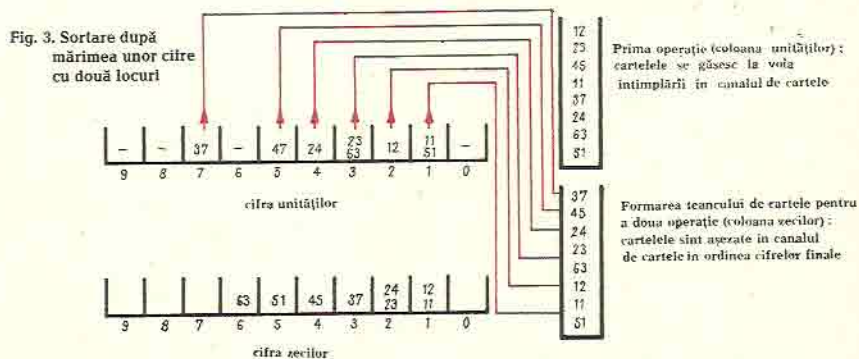
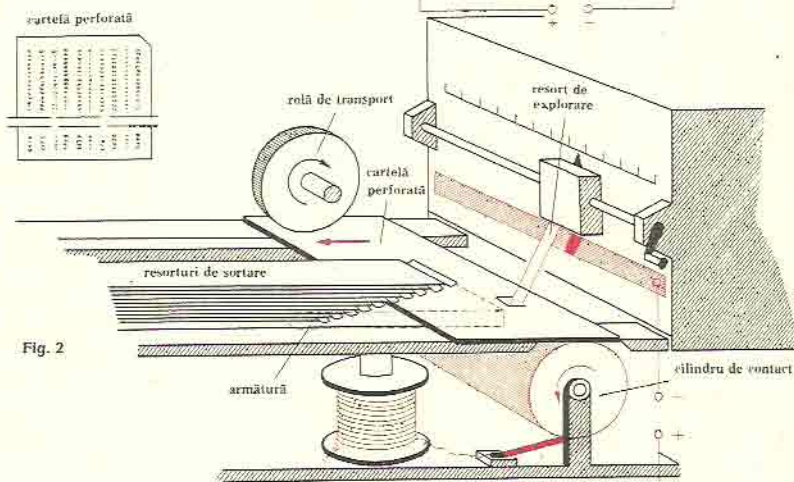
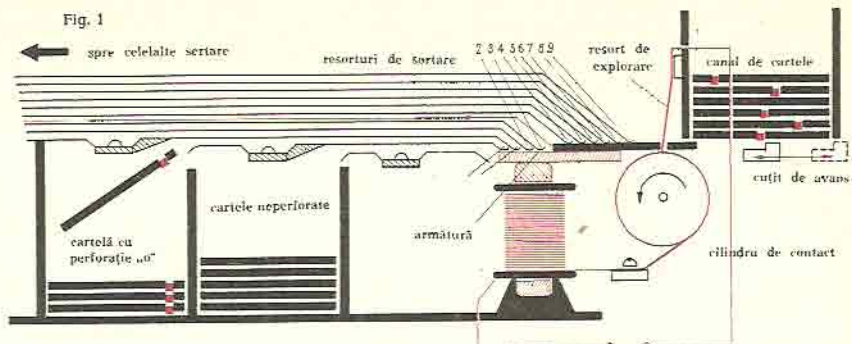
Cartelele perforate (cartelele Hollerith) sînt utilizate, la fel ca benzile perforate, ca suport pentru informații la intrarea și la ieșirea datelor în operațiile de prelucrare mecanică a informațiilor.

O cartelă perforată este împărțită în coloane, în rîndurile cărora sînt trecute cifrele de la 0 la 9. Dacă, de exemplu, în primele trei coloane ale unei cartele perforate trebuie trecut numărul 403, se va perfora în prima coloană rîndul 4, în a doua rîndul 0 și în a treia rîndul 3. Cartelele perforate cele mai des utilizate conțin 80 de coloane, astfel încît într-o cartelă pot fi perforate mai multe date numerice. Perforînd coloane neocupate cu cifre, semnul perforat poate reprezenta, în baza unui cod convenit, o literă și nu o cifră. Colțul din stînga sus al fiecărei cartele perforate este tăiat astfel încît într-un teanc de cartele se poate constata imediat dacă o cartelă a fost pusă pe dos. În figurile 1 și 2, ca exemplu de mașină cu cartele perforate este reprezentată o *mașină de sortat*. Pot fi sortate în funcție de conținutul lor și separate în baza oricăror criterii dorite peste 100 000 de cartele pe oră. Teancul de cartele care trebuie sortat este introdus într-un canal de cartele, în care cuștile de avans, avînd o mișcare de du-te-vino, apucă de fiecare dată cartela cea mai de jos și o împing sub o roată de transport.

Cartela se deplasează între un cilindru de contact și un resort explorator care alunecă în cadrul coloanelor reglate peste cifrele de la 9 la 0 ale coloanei. În poziție de repaus, resorturile de sortare sînt puțin peste calea de deplasare a cartelelor. Cartelele la care coloanele explorate nu sînt perforate, alunecă pe sub toate resorturile de sortare și cad în sertarul de cartele neperforate. Cînd coloana conține o perforare, atunci cartela alunecă sub resorturile de sortare pînă cînd perforarea ajunge sub resortul de explorare. În acest moment se închide circuitul unui electromagnet și armătura pe care se sprijină resorturile de sortare este trasă în jos.

Resorturile de sortare, al căror capăt nu a depășit marginea cartelei, se coboară sub nivelul cartelei, care se deplasează, condusă între două resorturi, în sertarul corespunzător perforației.

Ordonarea unui teanc de cartele după mărimea unor numere ocupînd mai multe poziții se face executînd succesiv mai multe operații de sortare (fig. 3). Se începe cu sortarea după cifrele din coloana unităților. Înainte de a executa a doua operație de sortare, cartelele trebuie să fie făcute teanc în canalul de cartele în ordinea crescătoare a cifrelor finale (cifra 0 finală fiind cea mai de jos, apoi peste aceasta cifra finală 1 ș.a.m.d. pînă la 9). Dacă acum se sortează în funcție de cifra zecilor, toate cartelele cu cea mai mică cifră finală din sertarul zecilor se așază în poziția cea mai de jos, apoi celelalte cartele în ordinea cifrei lor finale. În următoarea operație se sortează în funcție de cifra sutelor, apoi după cifra miilor ș.a.m.d. La formarea teancurilor înainte de sortare trebuie avută în vedere introducerea cartelelor în canalul de cartele în ordinea cifrelor sortate anterior. Cu patru operații de sortare pot fi sortate corect 10 000 de cartele.



Prelucrarea informației I

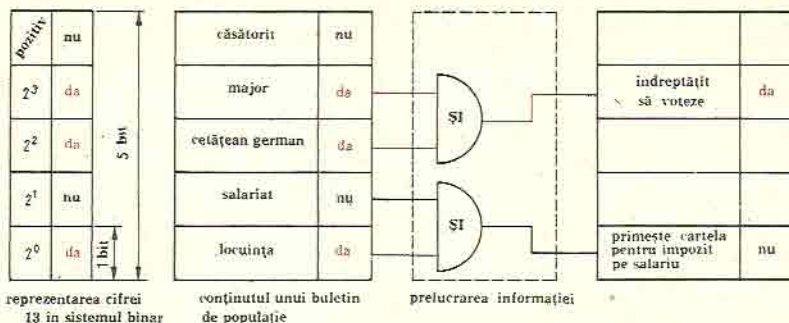
(Principii fundamentale 1)

Informație este denumirea dată în matematică și tehnică pentru conținutul unei descrieri sau comunicări. Informația se poate referi la mărimea unui număr, la locul unde locuiește o anumită persoană sau la orice altă situație. Din aceste informații pot fi trase concluzii. Astfel, din informațiile «A este major» și «A este cetățean german» în baza legii electorale se obține informația «A are dreptul să voteze». Această selecționare a informațiilor care ne interesează se numește prelucrarea informației sau prelucrarea datelor. Operația poate fi executată mecanic dacă în baza aceluiași reguli trebuie prelucrat un mare număr de informații. Pentru un domeniu limitat, orice descriere poate fi înlocuită printr-un număr de întrebări, la care se răspunde cu «da» sau «nu». În baza unei astfel de scheme de codificare, informațiile pot fi reprezentate tehnic prin două simboluri (1 și 0), corespunzătoare lui «da» și «nu» (sistem binar). Unitatea de informație, 1 bit, este informația conținută de o decizie între «da» și «nu». Pentru aceasta sînt necesare elemente cu două stări net distincte (elemente bistabile).

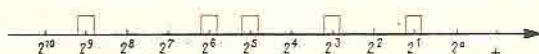
În general se folosesc circuite cu tranzistoare și diode, dar și miezuri de ferită cu unul sau cu mai multe orificii, parametre sau criotroane. Stările acestora sînt transferate memoriei, care, ținînd seama de diferiți parametri (viteza de acces, capacitate, cost, consum etc.), poate fi construită cu miezuri magnetice, tamburi magnetici, linii de întârziere etc. În memoria unei mașini (calculator) sînt înregistrate simboluri, grupate în secvențe separate prin spații libere. Un grup de simboluri situat între două spații libere formează un cuvînt, o succesiune de cuvinte numindu-se mesaj. Celulele utilizate pentru înmagazinarea de scurtă durată a unui cuvînt în timpul prelucrării lui se numesc registre.

Pentru prelucrarea informației se formează din conținutul unui registru sau al mai multora un nou cuvînt, potrivit unor reguli bine definite. Pentru aceasta sînt necesare anumite montaje de conexiune. Toate regulile concepute pentru prelucrarea informației pot fi realizate cu un număr mic de circuite simple, de exemplu «ȘI» «SAU» și «NU». În cazul exemplului de mai sus, un circuit ȘI este suficient pentru a stabili dreptul la vot, trecînd datele buletinului de populație pe o cartelă perforată. Circuitul livrează la ieșire un «da», numai cînd atît la o intrare, cît și la cealaltă există un «da». Pentru a însuma în cifre binare conținutul unei celule de memorie cu conținutul unui registru, este necesar un montaj (sumatorul) mult mai complicat, care poate fi combinat din mai multe circuite simple. Pentru mașinile de calcul mecanice, acest principiu nu este rațional, astfel încît nu este utilizat decît la mașinile electrice sau electronice (calculatoare). Pentru operațiile de calcul cele mai des utilizate în calculatoare, sînt asamblate montaje prefabricate. Prelucrările de informații mai complicate (de exemplu calcule cifrice mai lungi) pot fi combinate din operații fundamentale. Un calculator care lucrează pe bază de program execută comenzile în ordine în care sînt dispuse în celulele succesive ale memoriei sale sau pe o bandă perforată.

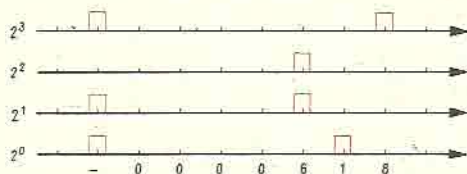
Descompunerea unor informații de naturi diferite în enunțuri elementare



representarea cifrei — 618 printr-o succesiune de impulsuri



representarea cifrei — 618 prin patru succesiuni paralele de impulsuri.
Semnal „+” este codificat cu „12”, semnal „-” cu „11”



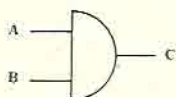
circuite logice elementare și simbolurile grafice

A	B	C
nu	nu	nu
da	nu	nu
nu	da	nu
da	da	da

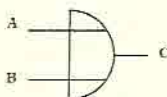
A	B	C
nu	nu	nu
da	nu	da
nu	da	da
da	da	da

A	C
nu	da
da	nu

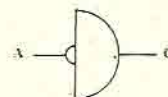
„ȘI”



„SAU”



„NU”



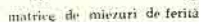
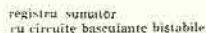
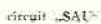
Prelucrarea informației II

(Principii fundamentale 2)

Circuitele logice elementare sînt elementele cu care se assemblează mașinile de calcul. În figură sînt reprezentate circuitele pentru cazul în care «da» este reprezentat de un impuls electric pozitiv și «nu» de un impuls negativ sau prin lipsa impulsului. În cazul circuitelor ȘI, în stare de repaus (negru) curentul nu circulă, deci tensiunea la ieșirea *C* este aceeași ca la bornele *A* și *B*, și anume +20 V. Dacă la cel puțin una dintre intrările *A* și *B* tensiunea este de 0 V, prin dioda respectivă trece un curent și pe rezistența *R* se produce o cădere de tensiune. Deoarece dioda practic nu opune o rezistență la trecerea curentului în această direcție, la *C* tensiunea va fi de 0 V. În cazul circuitului SAU, amîndouă diodele se blochează atunci cînd la bornele *A* și *B* tensiunea este de 0 V. Dacă la una dintre intrările *A* sau *B* sau la amîndouă tensiunea este de +20 V, atunci și *C* este legat fără rezistență cu +20 V. La circuitul NU, grila tubului este negativă față de catod. Tubul este blocat și impulsurile succesive trec prin cei doi condensatori către anod. Dacă la borna *A* se aplică un impuls pozitiv, tubul electronic conduce, tensiunea anodică scade și impulsul care trece în acest moment spre ieșirea *C* este suprimat sau puternic slăbit. Adeseori impulsurile de la ieșirea circuitelor nu au forma necesară pentru prelucrări ulterioare. De exemplu, circuitul SAU livrează pentru «nu» un impuls cu tensiunea de -20 V în loc de 0 V, iar circuitul NU nu suprimă complet impulsurile negatve.

Există circuite care formează din impulsurile pozitive, indiferent de formă, impulsuri dreptunghiulare cu aceeași înălțime. Aceste circuite se numesc «triggere». La triggerul reprezentat în stare de repaus (negru), tubul 2 conduce, iar tubul 1 este blocat, deoarece grila sa este negativă față de catod. Tensiunea anodică mare a tubului 1 produce pe grila tubului 2, printr-un divizor de tensiune, o tensiune pozitivă. Dacă la intrare se aplică un impuls pozitiv, atunci cînd este depășită o anumită tensiune de grilă tubul 1 începe să conducă. Tensiunea anodică a tubului 1 începe să scadă și, prin intermediul divizorului de tensiune, tensiunea de grilă a tubului 2 devine atît de mică, încît tubul se blochează. În același timp crește tensiunea anodică a tubului 2 (la ieșire). Trecerea de la o stare la alta se produce atît de brusc, încît impulsurile de intrare pozitive cu o înălțime suficientă, indiferent de formă, produc la ieșire impulsuri dreptunghiulare clar definite. Dacă se utilizează un montaj simetric, se obține un montaj basculant bistabil (circuit «flip-flop»). Un impuls negativ aplicat la una dintre grile aduce sistemul într-o stare în care cele două tuburi și-au inversat rolurile. Prin asimilarea celor două cifre 0 și 1 ale codului binar celor două stări, se pot construi sumatorii. Impulsul de ieșire, care ia naștere la trecerea de la 1 spre 0, este introdus în circuitul basculant bistabil ca transmisie de două locuri, pentru locul imediat superior.

O altă posibilitate pentru memorizarea unei informații de 1 bit este oferită de miezurile magnetice de ferită de formă inelară. Acestea își modifică direcția de magnetizare atunci cînd cîmpul electric exterior depășește un anumit prag de intensitate și trec imediat într-o stare de saturație magnetică. Miezurile de ferită sînt utilizate pentru memorii, fiecare celulă putînd fi citită și descrisă practic fără timpi morți. În matricea de miezuri de ferită figurată, numai miezurile prin care trec două conductoare sub tensiune își schimbă direcția de magnetizare. În acest mod, fiecare miez poate fi influențat separat. La citire este înregistrat «nu» succesiv în toate miezurile celei respective. Miezurile în poziția «da», prin modificarea magnetizării lor, induc trecerea unui curent în conductorul de citire. Starea lor inițială trebuie apoi să fie restabilă.



Prelucrarea informației III

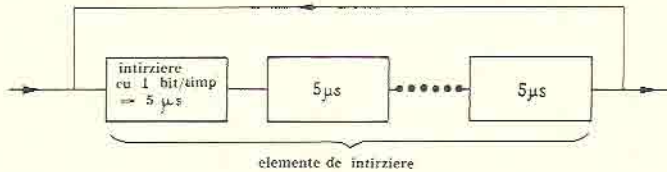
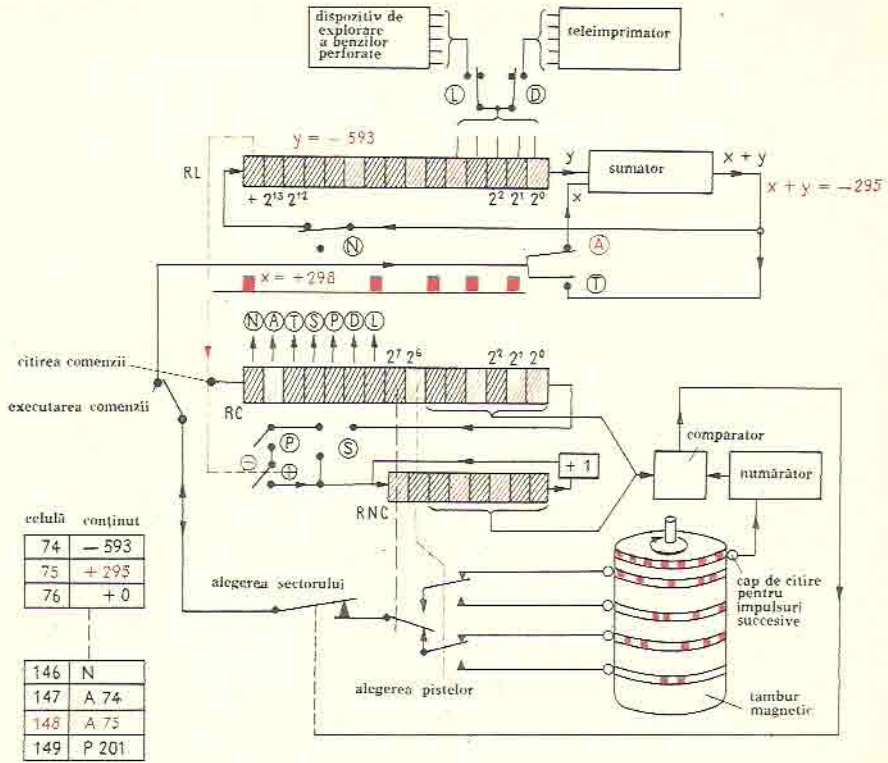
(Calculatoare electronice cu comandă-program)

Calculatoarele electronice sînt instalații universale pentru prelucrarea informației. Calculele numerice mari reprezintă numai una dintre utilizările lor deosebit de frecvente. Denumirea de calculator este uzuală, deoarece orice informație poate fi codificată prin numere și prelucrarea ei devine astfel un calcul numeric. Proprietățile principale ale unui calculator electronic modern sînt: 1) executarea rapidă a tuturor operațiilor de calcul, datorită utilizării unor elemente constructive fără inerție; 2) comanda în baza unui program înregistrat sau nu în memoria mașinei. Desenul schematic alăturat redă principalele ansamble ale unui calculator electronic de tip serie, în care toate unitățile bit ale unui cuvînt (impulsuri de tensiune) sînt prelucrate succesiv. Ca registre sînt utilizate lanțuri de elemente de întârziere, în care un impuls este întârziat cu intervalul de timp dintre două impulsuri. La sfîrșitul lanțului, succesiunea de impulsuri revine la intrare. Atunci cînd ultimul impuls (bit) al unui cuvînt a fost introdus, poate fi extras fiecare bit la elementul corespunzător al lanțului. În registrul de lucru (RL) s-a intercalat în circuit un sumator. Acesta însumează bit cu bit, începînd cu locul binar cel mai mic, conținutul registrului de lucru și succesiunea de impulsuri care vine de la tamburul magnetic (memorie). Registrul de numărare a comenzilor (RNC) nu preia în acest caz decît 8 locuri binare, iar conținutul său este majorat cu 1 după fiecare operație. Calculatorul lucrează în două cicluri: în primul, RNC determină cuvîntul care va ajunge de la tamburul magnetic (memorie) la registrul de comenzi (RC). Unele poziții binare ale cuvîntului de comandă acționează o serie de comutatoare electronice în canalele de impulsuri, stabilind operația care trebuie să fie executată în ciclul următor. În acest al doilea ciclu, cele 8 locuri inferioare ale registrului de comenzi, așa-numita adresă a comenzii, determină alegerea celei de înmagazinare. În figură, în RNC se găsește numărul 148. Aceasta înseamnă că în ciclul precedent s-a adus în RC conținutul celei 148. Această comandă conține în loc de *A* un impuls și închide comutatorul *A*. Adresa este 75. În momentul în care celula 75 ajunge la capul de citire și de înregistrare al tamburului, se închide comutatorul «alegerea sectorului» pentru durata unui cuvînt și succesiunea de impulsuri înmagazinată (295, scris în cod binar) străbate sumatorul împreună cu conținutul de pînă atunci al RL. Între timp, nivelul RNC s-a ridicat la 149, iar în ciclul următor se va aduce la RC comanda existentă în celula 149, și anume «P 201». În figură mai sînt prevăzute următoarele comenzi:

- N: stingerea lui RL; circuitul din RL este întrerupt pe durata unui cuvînt;
- Tn: succesiunea de impulsuri care circulă în RL este înregistrată în celula *n*;
- SN: desfășurarea programului sare spre celula *n*; adresa ajunge în RNC prin intermediul comutatorului *S*;
- Pn: salt spre celula *n*, cînd conținutul RL este pozitiv;
- D: tipărirea unui semn de telescriptor corespunzător celor 5 locuri de jos ale RL;
- L: combinația de perforații existente în dispozitivul de exploatare a benzilor perforate livrează cele 5 locuri de jos ale RL.

Calculatoarele mai necesită comenzi suplimentare pentru decalarea conținutului unui registru la stînga sau la dreapta, pentru schimbarea de semn etc. Unele comenzi pentru înmulțire și împărțire pot fi înlocuite dacă este necesar prin programe în care nu sînt utilizate decît adunări. Este mai comod de lucrat cu mașinile la care în patru canale de impuls paralele sînt reprezentate și prelucrate cifrele zecimale 6 pînă la 9 (mașini serie-paralel).

Schema unui calculator cu programare



registru pentru înmagazinarea unei succesiuni de impulsuri cu lungimea de 15 bit

Prelucrarea informației IV

(Programul de calcul al unui calculator cu comandă-program)

Pentru calculul funcției exponențiale $y = e^x$ se utilizează dezvoltarea în serie infinită:

$$e^x = 1 + x + \frac{x^2}{1 \cdot 2} + \frac{x^3}{1 \cdot 2 \cdot 3} + \dots + \frac{x^k}{1 \cdot 2 \dots k} + \dots$$

Deoarece valoarea termenilor seriei devine tot mai mică, se poate întrerupe însumarea atunci când ultimul element calculat este mai mic ca un număr ϵ , care prescrie eroarea. Să considerăm un program pentru calculator electronic cu reprezentare zecimală a cifrelor pe patru canale de impuls paralele. Un cuvânt al calculatorului va fi format din 12 locuri zecimale și un semn (+ sau -). Frațiile zecimale, ca, de exemplu, 0,00347, vor fi scrise în forma 0,347 · 10⁻² și pentru primele 10 locuri după virgulă se vor utiliza 10 locuri ale cuvântului calculatorului. Exponentul numărului 10 (în exemplul 2), înmulțit cu 50, se denumește caracteristică și ocupă ultimele două locuri. Mașina trebuie să execute următoarele comenzi:

Bn = deplasează conținutul celulei n și în RL (registru de lucru);

Ta = transportă conținutul RL în celula n ;

+n = adună conținutul RL cu conținutul celulei n ;

×n = multiplică conținutul RL cu conținutul celulei n ;

:n = divide conținutul RL prin conținutul celulei n ;

V = pune semnul pozitiv la RL;

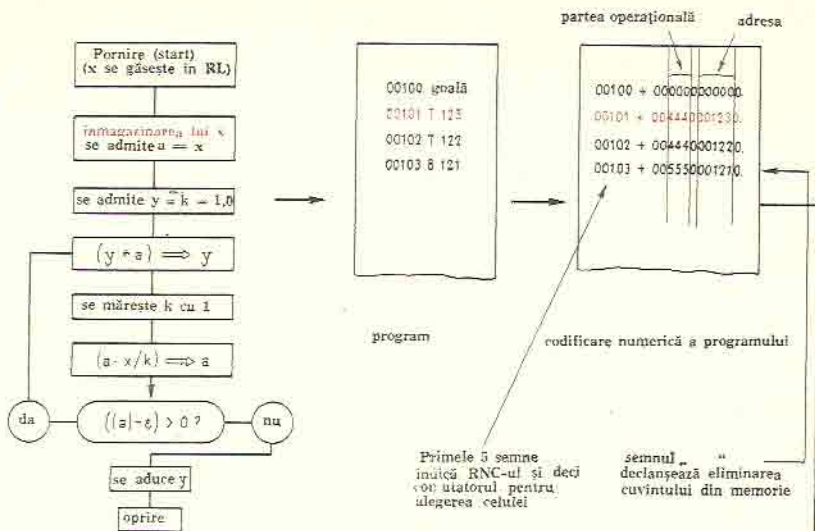
Pn = transportă adresa n în RNC (registru de numărarea comenzilor) dacă RL este pozitiv;

Rn = transportă adresa existentă în celula n în RNC;

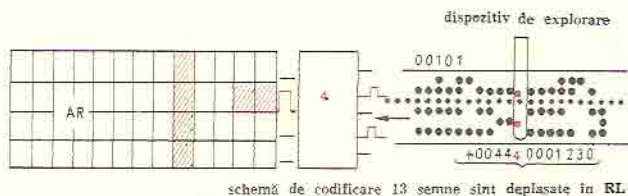
Z = oprirea programului.

Din schema logică a programului se obține următorul program pentru calculul lui e^x :
1 — celulă; 2 — conținut; 3 — goală.

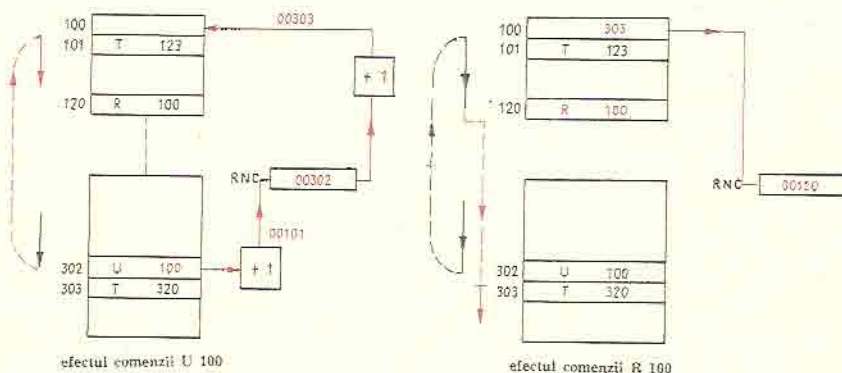
S-a presupus că, la început, argumentul x se găsește în RL. La oprirea calculului, rezultatul se găsește în RL. Acest program trebuie să fie înregistrat într-un cod numeric corespunzător mașinii (vezi figura) pe o bandă perforată. La citirea benzii perforate, primele cinci cifre stabilesc comutatorul pentru alegerea unei celule de înmagazinare, în care vor fi memorizate apoi celelalte 13 semne. Calculul lui e^x pentru o singură valoare a lui x poate fi apoi executat astfel: introducerea lui x în RL, reglarea lui RNC la 00101, începerea desfășurării programului. Programul nu începe să capete sens practic decât numai ca subprogram. O nouă comandă este necesară, atunci când aceasta se găsește în celula x , pentru a aduce adresa $x+1$ în celula n și a regla RNC la $n+1$. Datorită comenzii Rn, se efectuează revenirea prin salt la $x+1$. În acest mod, în fiecare loc al unui program mare se poate declanșa prin U 100 calculul funcției exponențiale e^x , la fel ca la o comandă proprie.



schema logică a programului pentru calculul lui x^k



RL: 5 semne au fost citite, semnul 6 este totuși explorat și codificat



saltul subprogramului

Prelucrarea informației V

(Traducerea cu un calculator cu comandă-program)

Pentru traducerea automată într-o altă limbă, textul de tradus trebuie codificat în forma unei succesiuni de simboluri. De exemplu, se poate afecta fiecăruia dintre cele 32 de semne ale unui telescriptor un număr de la 01 la 32. Un cuvânt cu n litere ocupă în acest caz $2n$ locuri zecimale în memorie, eventual în mai multe celule succesive.

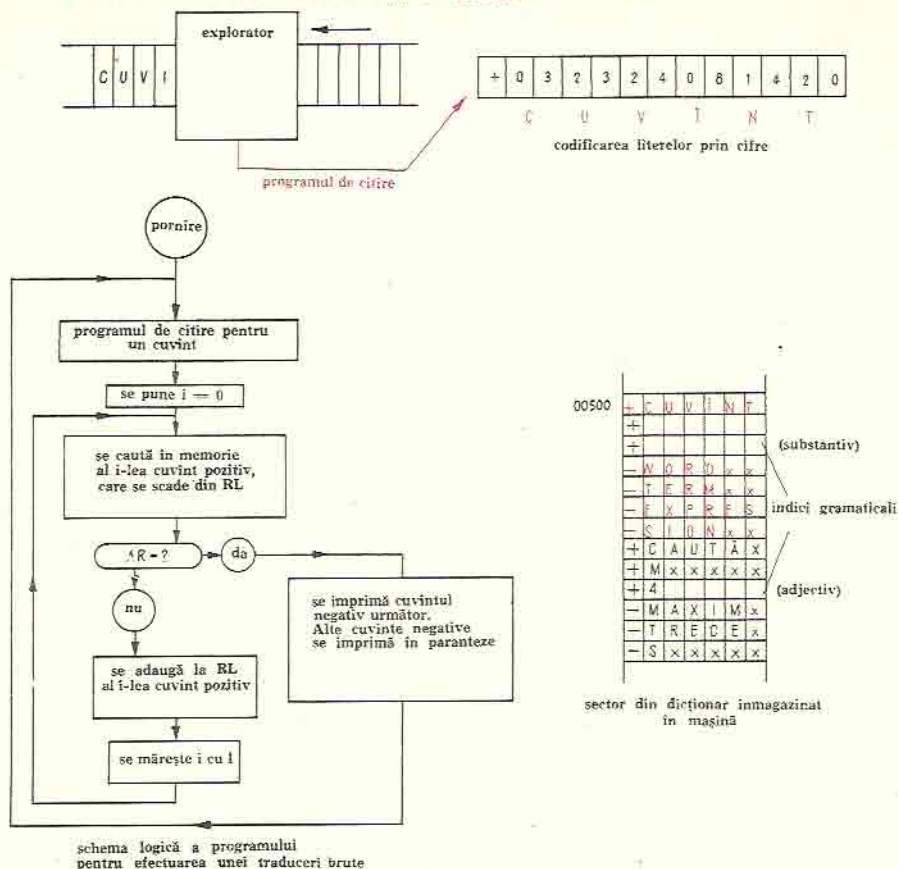
În acest mod se poate memora un «dicționar» cu indicarea proprietăților gramaticale ale fiecărui cuvânt. Traducerea brută a unei propoziții necesită compararea cuvintelor citite de pe o bandă perforată cu înregistrările din «dicționar». Dacă «dicționarul» conține fiecare cuvânt în fiecare dintre formele lui, atunci în memorie nu trebuie căutat decât numărul, egal cu numărul citit. Pentru a micșora volumul de locuri al memoriei este mai avantajos să se înmagazineze numai o specificație a rădăcinilor cuvintelor și o altă specificație a terminațiilor și a prefixelor. În acest caz se caută pentru rădăcina cuvintului numărul corespunzător celui citit în cit mai multe locuri.

Traducerea brută imprimată de calculator nu economisește decât căutarea cuvintelor într-un dicționar și deci mai trebuie prelucrată. Marcarea înregistrărilor din «dicționar» cu cifre caracteristice pentru substantive, verbe etc. face însă posibil să fie luată în considerare și structura sintactică a unei propoziții. De exemplu, o frază sintactic complicată poate fi divizată în elementele ei cu ajutorul unor paranteze, așa cum se procedează cu formulele matematice. În limba germană, succesiunea de substantiv și de pronume reflexive corespunde unei paranteze deschise și verbul la diateza activă unei paranteze închise. În limba engleză, parantezele trebuie deschise. Pentru a putea obține aceasta de fiecare dată când apar una după alta cifrele caracteristice pentru substantiv și pronume reflexiv, se începe un nou sector de înmagazinare a traducerii. La apariția verbului, programul este inversat din nou pentru înmagazinare în sectorul de memorie utilizat mai înainte.

Programele de traduceri necesită pentru «dicționar» un spațiu de înmagazinare foarte mare. Pentru acest motiv sînt utilizate benzi magnetice ca memorie de alimentare. Derularea unei benzi magnetice pînă la locul căutat necesită mai multe secunde. Pentru ca extragerea să se facă mai repede, capitolul din «dicționar» necesar într-o anumită fază a programului de traducere este bine să fie transferat în memoria de lucru a calculatorului (un tambur magnetic sau o memorie cu miezuri de ferită).

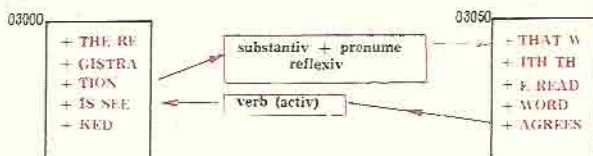
Textul tradus :

SE CAUTĂ INTRAREA CARE COINCIDE CU CUVÎNTUL CITIT



Traducerea brută a textului în limba engleză :

THE REGISTRATION, THAT WITH THE READ WORD (TERM. EXPRESSION) AGREES, IS SEEKED (SEARCHED)



se ține cont de structura frazei schimbînd sectoarele de memorie la apariția unor cifre caracteristice categoriilor gramaticale

Picupuri I

În cadrul unei instalații (lanț) de redare, picupul are sarcina de a reda imaginea electrică a vibrațiilor sonore, fixate în discuri sub formă de șanțuri (rile). Tensiunea creată direct în picup nu este suficientă pentru a acționa un difuzor. Ea trebuie amplificată într-un amplificator intercalat în circuit și, dacă este cazul, corectată de un corector de distorsiuni, sau de un regulator de sunet. Picupul, amplificatorul și difuzorul formează un lanț de reproducere (fig. 1). Întregul agregat de redare a discurilor (cuprinzând *picupul propriu-zis, amplificatorul și difuzorul*) este denumit impropriu picup. Pentru reproducerea sunetului cu înaltă fidelitate, aparatele sînt montate separat. Asamblate împreună (bloc), se pot influența reciproc nefavorabil, datorită căldurii, vibrațiilor și reacțiilor acustice. În cele ce urmează, picupurile vor fi prezentate în primul rînd din punctul de vedere al redării sunetelor cu înaltă fidelitate (High Fidelity).

Un picup este format din mecanismul de rotație, brațul articulat și doza de redare a sunetului. Fiecare dintre aceste piese este în mare măsură independentă ca funcțiune și construcție de celelalte două. Mecanismul de rotație (fig. 2) are sarcina de a roti discul cu o viteză prescrisă, uniformă, fără vibrații. Vibrațiile provocate de rotații neuniforme se transmit prin platanul plăcii la acul de redare și provoacă un zgomot corespunzător frecvenței vibrațiilor. Suprapuse sunetelor redade, ele se aud ca niște «huruturi». Pentru acest motiv, motorul este montat, de cele mai multe ori, pe resorturi și mișcarea lui de rotație este transmisă platanului printr-o serie de elemente intermediare (de exemplu o roată de fricțiune din cauciuc), care au și rolul de a amortiza vibrațiile. Cu ajutorul roții de fricțiune antrenate de axul motorului, se asigură în majoritatea cazurilor comutarea vitezei de rotație. Poziția ei este reglabilă în lungul axului motorului, al cărui diametru se reduce în trepte. În stare de repaus, roata de fricțiune este decuplată pentru a nu se deforma în locul de contact, rămînînd continuu în același loc și devenind ea însăși o cauză de rotații neuniforme.

Mecanismele de rotație ale picupurilor de calitate «studio», posedă în genere un platan greu echilibrat dinamic, a cărui masă în rotație contribuie la egalizarea variațiilor de antrenare și la menținerea constantă a vitezei de rotație. Variațiile vitezei de rotație încep să se facă auzite ca «vaiete», atunci cînd viteza de rotație se modifică cu trei miimi. La mecanismele de rotație de înaltă calitate, platanul trebuie să fie confecționat din metal nemagnetic, de exemplu zinc turnat sub presiune, pentru evitarea influențelor magnetice asupra dozelor de redare magnetică (de o calitate superioară). Acestea apasă asupra discului cu o forță anumită și care trebuie respectată cu strictețe.

Brațul articulat (fig. 3) are rolul de a conduce astfel doza de redare pe disc, încît la acul de redare să nu se facă resimțite alte forțe în afara forțelor de deviere ale rilelor (șanțurilor) discului. Orice altă forță și efectele ei denaturează reproducerea sunetului. Nu se poate însă elimina complet «eroarea unghiulară» (fig. 5). Cînd sînt tăiate șanțurile, dălțița este condusă în lungul unei raze a discului. În schimb, brațul picupului montat în lagăr se rotește în jurul unui punct fix, iar capul său cu doza de redare descrie un arc de cerc. În consecință, doza de redare nu se va situa, în genere, în direcția optimă de explorare (ceea ce este o cauză de distorsiuni). Printr-o curbură a capului exact calculată, eroarea unghiulară este limitată la numai cîteva grade pentru întregul domeniu de explorare. În cazul ideal, brațul articulat trebuie să se deplaseze complet silențios. La brațele de calitate superioară, frecarea lagărelor este redusă atît de mult prin utilizarea de rulmenți de precizie sau de lagăre din pietre prețioase, încît practic nu mai are nici un efect.

Fig. 1. Lanț de reproducere pentru redare stereofonică
(două canale)

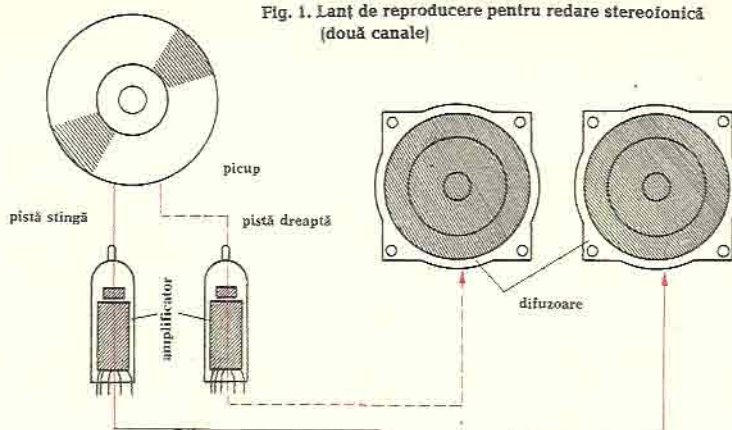


Fig. 2. Mecanism de rotire
(reprezentare schematică)

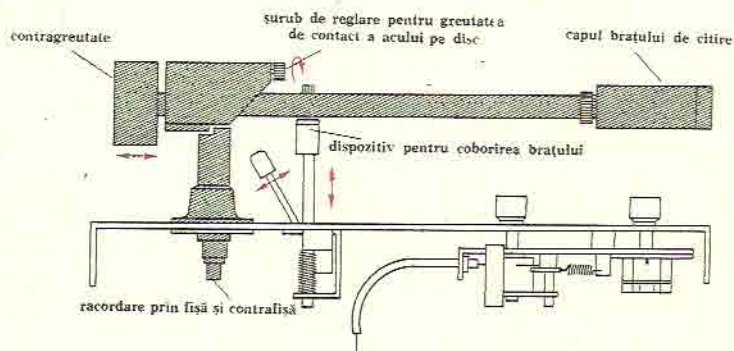
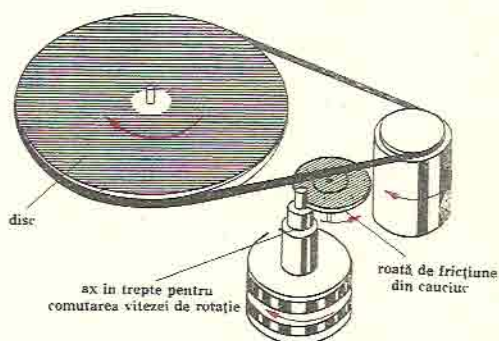


Fig. 3. Secțiune printr-un braț articulat

Picupuri II

Principial însă nu se poate elimina niciodată inerția masei brațelor articulate la mișcarea lor în sus și în jos, datorită așa-numitei «bătăi de înălțime» a discului și nici forțele de inerție perpendiculare rezultate pe placă. Aceasta limitează posibilitatea de reducere a masei brațului articulat. Pentru ca modulațiile rilei să poată fi transmise acului ca o mișcare față de doza de redare, brațul trebuie să fie rigid față de acestea. Funcționarea picupului nu trebuie să fie influențată de poziția la un moment dat a brațului. De aceea se face o echilibrare statică a brațului (se asigură o independență a acestuia față de efectul static al gravitației). În direcția de deplasare pe verticală, echilibrarea brațului este asigurată de o contragreutate reglabilă opusă dozei; pe orizontală, echilibrul este obținut, în general, datorită modului de proiectare a formei lui (repartiția maselor), fără să mai poată fi reglat ulterior. Forța necesară pentru conducerea acului perpendicular pe disc este produsă cu ajutorul unui resort sau al unei greutate.

În ultimul timp, unele brațe articulate, de calitate deosebită, posedă o posibilitate suplimentară de echilibrare, care trebuie să compenseze așa-numitul *skating* (patinare). Deoarece brațul este tras spre interiorul discului de către rile, capul brațului articulat stă în consolă peste centrul discului. Astfel acul apasă mai puternic pe flancul interior al șanțului (fig. 4). Compensarea acestui efect se face cu o greutate, care trage brațul articulat spre exterior, cu o forță exact calculată.

Brațele nu trebuie să intre în rezonanță cu oscilațiile acului, ci să se comporte rigid pe întregul domeniu de redare. Uneori ele se execută din lemn, deoarece, datorită structurii sale celulare, lemnul este deosebit de inert față de oscilații. Foarte des sînt utilizate brațele din oțel tubular rezistente la torsiuni.

Pentru a proteja discurile, brațele articulate sînt prevăzute adesea cu dispozitive auxiliare pentru așezarea acului pe disc. În stare de repaus, acestea stau sprijinite pe un suport. La așezarea acului pe disc, suportul este aplecat cu o viteză demultiplicată prin acționarea unei pîrghii sau, la alte modele, este chiar frînat hidraulic. Suportul nu are nici o legătură cu brațul și deci nu poate influența în mod nepermis brațul articulat după ce acul a fost așezat pe disc.

Doza de redare a sunetului transformă mișcarea acului în curent electric alternativ. Acul își modifică continuu direcția și viteza, datorită devierii comandate de rilele discului (sau de forțele perturbatoare). La dozele de redare cu cristal (fig. 6), datorită devierii acului sînt îndoite plăcuțele subțiri de cristale de tartrat de sodiu și de potasiu, ceea ce provoacă apariția unor tensiuni electrice în urma efectului piezoelectric. La dozele de redare magnetice (și dinamice) din figura 7, curentul electric este produs într-o bobină (la dozele stereofonice în două bobine), datorită mișcării lor relative față de un cîmp magnetic. Sistemele magnetice sînt mai complicate și mai costisitoare și tensiunea produsă este mai slabă decît la sistemele cu cristal, însă provoacă mai puține distorsiuni, motiv pentru care sînt utilizate în special în cazul aparatelor de calitate superioară. Virful acului trebuie să fie rotunjit în mod corespunzător secțiunii șanțului, pentru a se putea deplasa în mod sigur pe flancurile șanțurilor înclinate la 45°. Partea mobilă trebuie să fie fixată în doza de redare atît de flexibil, încît acul să poată urmări aproape fără rezistență orice schimbare bruscă a direcției. În sfîrșit, pentru același motiv, masa tuturor pieselor mobile trebuie să fie cît mai mică posibil. Dozele de redare, la care acele sînt sprijinite foarte flexibil, pot fi conduse cu o forță de contact corespunzător de mică. Dozele de redare moderne, de înaltă calitate, foarte flexibile și a căror masă mobilă este foarte mică, reduc atît de mult deformările și degradările rilelor provocate de redarea discului, încît practic nu se mai poate constata o uzură a discului.

Fig. 4. Forțele de tragere care acționează asupra brațului articulat (modul cum ia naștere fenomenul de „skating”)

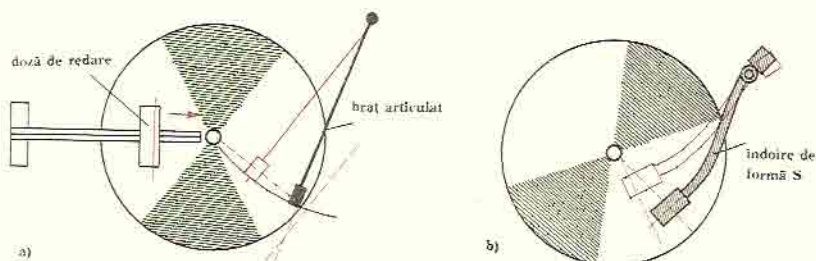
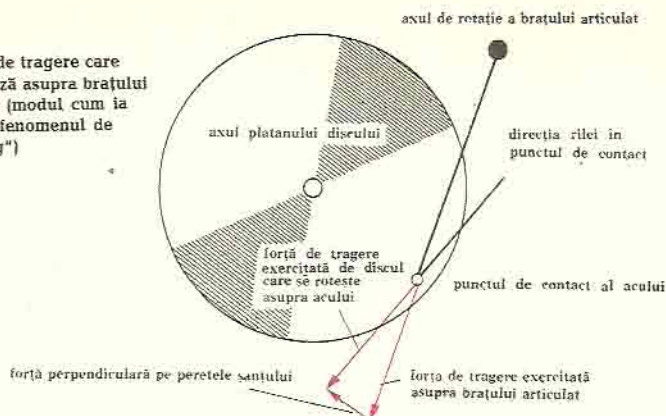


Fig. 5. Producerea (a) și eliminarea (b) erorii unghiulare

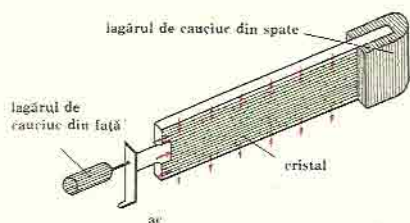


Fig. 6. Schema unei doze de redare cu cristal

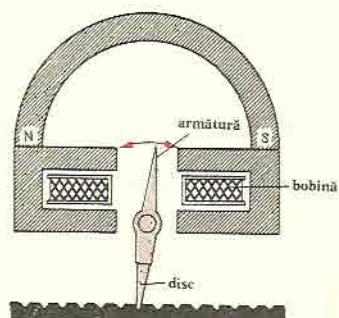


Fig. 7. Schema unei doze de redare magnetică

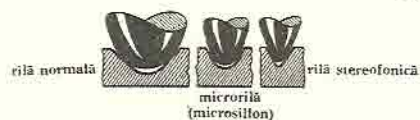


Fig. 8. Comparație între mărimea a trei tipuri de rile

Discuri de patefon

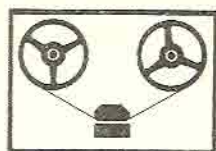
Discurile sînt plăci circulare din material plastic, folosite pentru înregistrarea și redarea vibrațiilor sonore. Vibrațiile se înregistrează în lungul unui șanț, trasat în spirală pe suprafața discului. Sunetul este o vibrație rapidă, ondulatorie, percepută de ureche atunci cînd este produsă de o sursă sonoră, solidă, lichidă sau gazoasă. De exemplu, coarda unei viori transmite mișcarea ei aerului înconjurător, care vibrează astfel în același ritm. În caz că sunetul este destul de intens, adică vibrația corzii și deci a aerului înconjurător este suficient de puternică, această vibrație va fi transmisă organelor auzului. În mod asemănător, sunetul este transmis unei dălțițe foarte ascuțite, care trasează un șanț pe un disc metalic acoperit cu un strat de material plastic. Vibrațiile sunetului sînt înregistrate în stratul de material plastic ca o linie ondulată în formă de spirală, care avansează spre centrul discului. Prin caracteristicile sale, frecvența (numărul de vibrații în unitatea de timp) și amplitudinea laterală (mărimea vibrației), linia ondulată fixează calitățile sunetului înregistrat (înălțimea și intensitatea). Dacă discul astfel obținut (rotit cu aceeași viteză ca la înregistrare) ar fi explorat cu un ac, asigurîndu-se o amplificare corespunzătoare, s-ar putea auzi sunetul înregistrat anterior, datorită vibrațiilor acului. Prima înregistrare nu este utilizată pentru a reda sunetele. Astfel primul disc înregistrat este acoperit cu un lac pe bază de nitroceluloză și supus unui bombardament cu aur sau argint la presiune redusă. În acest fel se realizează acoperirea discului cu un strat metalic foarte fin, bun conducător de electricitate. Discul astfel tratat se introduce într-o baie galvanică și pe el se depune un strat gros de cupru. Prin desprindere de pe discul original se obține o matriță cu șanțuri în relief, numită matriță-«tată», păstrată ca original.

Prin galvanoplastie se obține după aceasta o matriță-«mamă», după care se obține o altă matriță cu șanțuri în relief, numită matriță-«fiu», din oțel de calitate superioară. Aceasta constituie matrița propriu-zisă, folosită pentru presare. Discurile se deosebesc după viteză de rotație, care poate fi de 78, 45 și 33 1/3 turații pe minut. În cazuri speciale sînt executate și discuri pentru 16 2/3 turații pe minut. Se mai deosebesc *discuri cu rîle normale* și *cu micro-rîle* (șanțuri mai fine, cu adîncime mică, care nu pot fi reproduse decît cu doze de redare speciale). Există posibilitatea de înregistrare cu distanță variabilă între rîle, în funcție de intensitatea sunetului exprimată prin amplitudinea oscilației laterale a rîlei, pentru a mări utilizarea suprafeței înregistrate, deci durata de înregistrare.

În general, calitatea sunetului se reduce pe măsură ce scade viteză de rotație; calitatea reproducerii este determinată însă într-o mare măsură și de calitatea picupului, a dozei de redare și a materialului din care este confecționat discul.

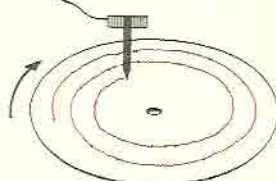
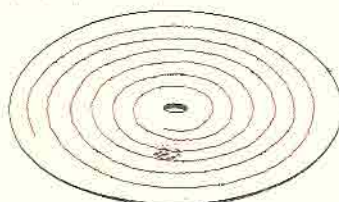
Calitatea materialului din care sînt confecționate discurile este determinantă pentru fidelitatea redării. Discurile ieftine sînt confecționate dintr-un liant amestecat cu materiale de umplutură și plastifianți. În prezent, ca liant se folosesc etilceluloză sau polivinilformol. Ca plastifianți sînt întrebuințate rășini sau deșeuri de la fabricarea zahărului din trestie de zahăr, iar ca material de umplutură caolin, cretă sau negru de fum. Discurile mai scumpe, incasabile, sînt fabricate din policlorură de vinil sau dintr-un copolimer de policlorură de vinil și acetat de polivinil, amestecat cu anumite cantități de negru de fum și de stabilizatori. În toate cazurile, rîlele sînt presate cu ajutorul matrițelor la temperaturi și la presiuni înalte. Discurile format carte poștală au un strat dur din material plastic, în care sînt presate șanțurile. Discurile stereofonice care la redare dau o senzație de spațiu, sînt înregistrate cu două microfoane. În șanțuri, înregistrările sînt tăiate în două direcții, înclinate una față de cealaltă cu 90°. Doza de redare specială a picupului stereofonic transmite înregistrarea la două difuzoare separate. Amplasarea corectă a difuzoarelor și a ascultătorului față de acestea sînt absolut necesare pentru obținerea impresiei spațiale, stereofonice.

Inregistrare în primul rând pe bandă

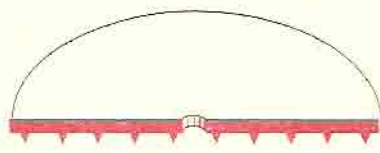


sunetul este transformat
în șanțuri (rile) cu undulații

transmiterea electrică a sunetului,
la dăltița care taie placa



tragerea matriței după acoperirea cu un strat de metal



... matriță din oțel (negativ) cu șanțuri în relief

matriță negativă



placă



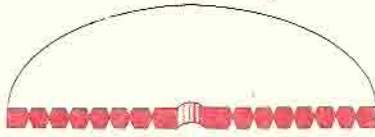
presare



placă finită



placa brută este presată pe amândouă părțile

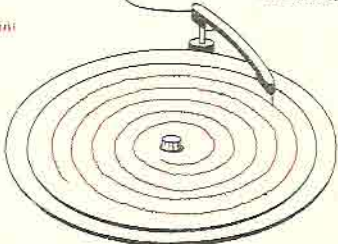


secțiune printr-o placă finită

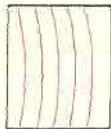


amplificator

doză de redare a sunetului



vibrațiile șanțurilor cu undulații sunt
transformate în sunete



șanțuri (rile)

normale



microrile (microșillon)



Magnetofoane I

Numeroase emisiuni de radio și aproape toate informațiile repetate automat sînt înregistrate și redade cu ajutorul magnetofonului, al cărui principiu de funcționare se bazează pe înregistrarea magnetică a sunetului. În principiu, vocile, muzica și zgomotele audibile sînt transformate de un microfon în impulsuri de curent electric. Acestea produc modificări ale intensității cîmpurilor magnetice ale unor micromagneți înglobați într-o *bandă magnetică*, fiind transpuși din starea de dezordine magnetică în care se află, într-o stare de orientare direcțională. Micromagneții sînt, de exemplu, cristalele foarte fine de magnetit, un minereu de fier cu compoziția chimică Fe_3O_4 , sau de oxidul de fier Fe_2O_3 , de culoare roșu pînă la negru tratat special. Acestea sînt înglobate ca strat foarte subțire în lianții formați din folii de material plastic. Micile cristale de oxid de fier au o grosime de $0,1\text{--}0,01\ \mu$ și o lungime de $0,3\text{--}1,0\ \mu$. Ele se pot magnetiza ușor și practic rămîn magnetizate o perioadă de timp indefinit. În afara benzilor cu straturi magnetice mai sînt utilizate și fire (sîrme) magnetice, care pot fi total magnetizate.

Sunetul este o mișcare oscilatorie a particulelor materiale, transmisă prin unde de presiune în medii elastice. Dacă se determină numărul oscilațiilor de presiune pe secundă, se constată că nota cea mai joasă, importantă pentru muzică, constă din 30 de unde sau vibrații pe secundă, iar notele de bază cele mai înalte prezintă 4 000 de vibrații pe secundă. Frecvența audibilă cea mai înaltă se situează la $16\text{--}20\ 000$ de vibrații pe secundă. Culoarea (timbrul) unui sunet și deci calitatea unei voci sau a unui zgomot este formată dintr-un amestec foarte complex de frecvențe audio. Astfel în muzică nota *do*, deși se aude la orice instrument la fel de înaltă, timbrul ei va fi diferit, după instrumentul muzical cu care este redată. Aceasta datorită armonicilor, amestecate în acest sunet, care pot avea frecvența egală cu mai mult de șase ori frecvența sunetului fundamental.

La înregistrare, vibrațiile sonore sînt captate de un microfon, transformate de acesta în oscilații electrice, amplificate fără a fi deformate de un amplificator. Aplicate unui mic electromagnet cu întrefier numit *cap de înregistrare*, semnalele electrice amplificate sînt transformate în variații ale cîmpului magnetic al purtătorului de sunet — *banda magnetică*.

La redare, banda magnetică este condusă prin fața *capului de redare* (un electromagnet asemănător celui de la înregistrare, dar mai mic) cu aceeași viteză ca la înregistrare. Capul de redare transformă variațiile cîmpului magnetic de pe bandă în semnale electrice, care după ce sînt amplificate, devin audibile cu ajutorul unui sau mai multor difuzoare.

Fig. 1. Inregistrare

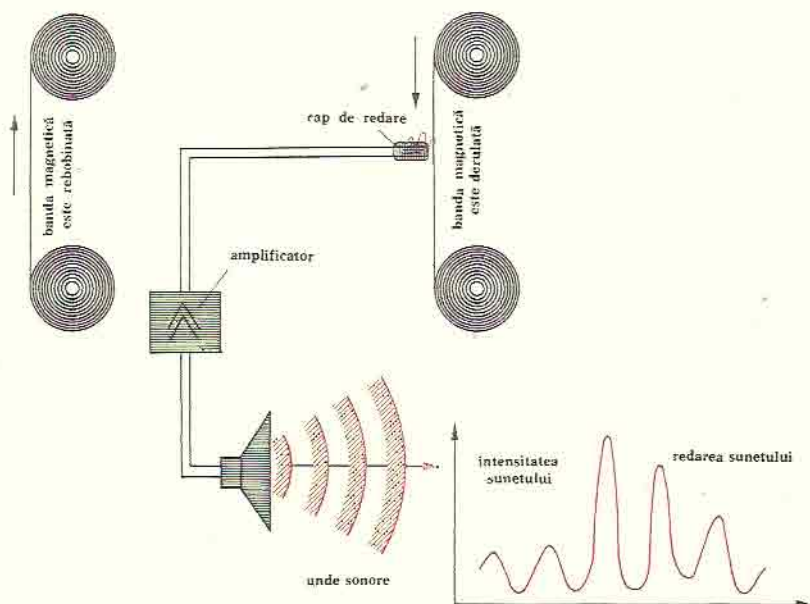
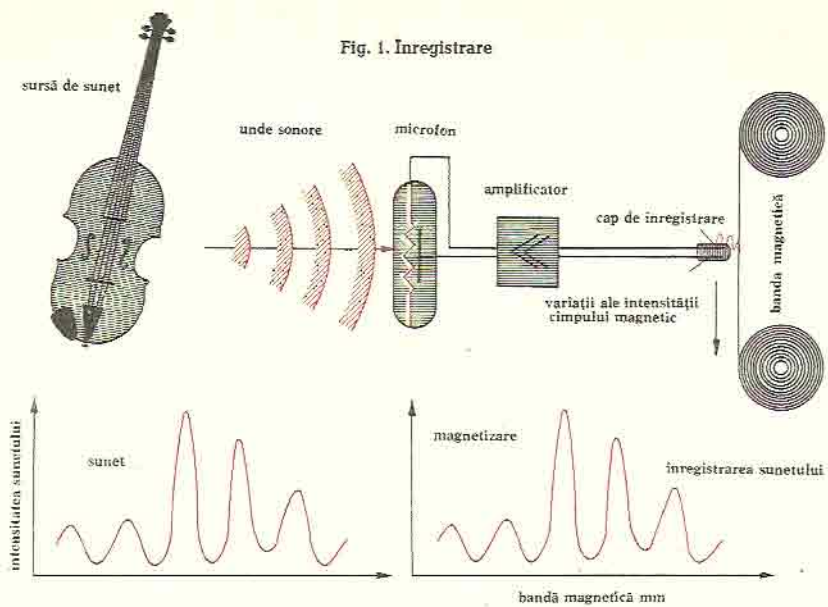


Fig. 2. Redare

Magnetofone II

La înregistrare, variațiile cîmpului magnetic produse în capul de înregistrare de către curenții de audiofrecvență reprezentînd semnalul de înregistrat sînt transmise stratului magnetic de la o distanță foarte mică: cîteva miimi de mm (fig. 3). La redare, banda este condusă cu exact aceeași viteză prin fața capului de redare. Întreaga operație de înregistrare este efectuată acum în sens invers, începînd cu intensitatea variabilă a cîmpului magnetic pînă la sunetul audibil (fig. 4). Cu cît banda magnetică trece mai repede prin fața capului de înregistrare, cu atît este mai mult loc pentru introducerea pe bandă a celor mai înalte frecvențe, iar sunetul va fi mai puțin denaturat. Pentru a putea înregistra de exemplu armonicile unei note înalte pe o bandă de magnetofon, timbrul unui sunet cu 8 000 de vibrații pe secundă, trebuie să fie înregistrate 8 000 de variații ale cîmpului magnetic pe lungimea de bandă care trece prin fața fantei capului de înregistrare. Cantitatea de bandă pentru înregistrare este cu atît mai mare, cu cît banda magnetică trece mai repede la înregistrare. Magnetofonele de studio au o viteză de deplasare a benzii de 38 cm/s, deci fiecare dintre cele 8 000 de vibrații se înregistrează pe 4 sutimi de milimetru de bandă de magnetofon. Magnetofonele utilizate de amatori lucrează în majoritatea cazurilor cu 19,0 sau 9,5 cm/s, astfel încît pentru fiecare vibrație a notei de 8 000 de vibrații nu stau la dispoziție decît 1 sau 2 sutimi de milimetru din lungimea benzii. Cu cît finețea execuției capetelor de înregistrare, mai precis a întrefierului lor, este mai mică, cu atît locul ocupat de fiecare oscilație va fi mai mare. Lățimea întrefierului capului de înregistrare nu poate fi însă micșorată, decît în anumite limite, din motive tehnice. În plus, finețea execuției capetelor de înregistrare este determinantă pentru prețul lor. În consecință, pentru a putea înregistra și reda bine muzica, deci pentru ca sunetele să fie înregistrate fără deformări, trebuie să se utilizeze atît magnetofone de concepție superioară, cît și benzi de cea mai bună calitate.

Pentru a satisface toate pretențiile în ceea ce privește aparatul și benzile, trebuie acordată atenția necesară unui mare număr de detalii tehnice, ca: sensibilitate, caracteristica de frecvență, capacitatea de modulație, atenuarea distorsiunilor, atenuarea de ștergere, domeniul tensiunii de zgomot a cîmpurilor magnetice de egală intensitate, viteza benzii, diametrul bobinelor, domeniul de frecvență, numărul pistelor, variațiile de înălțime a tonului, dinamica, puterea preluată și cedată, particularitățile mecanismului automat de înregistrare, posibilitatea de racordare a unor aparate auxiliare etc.

Fig. 3. Înregistrare

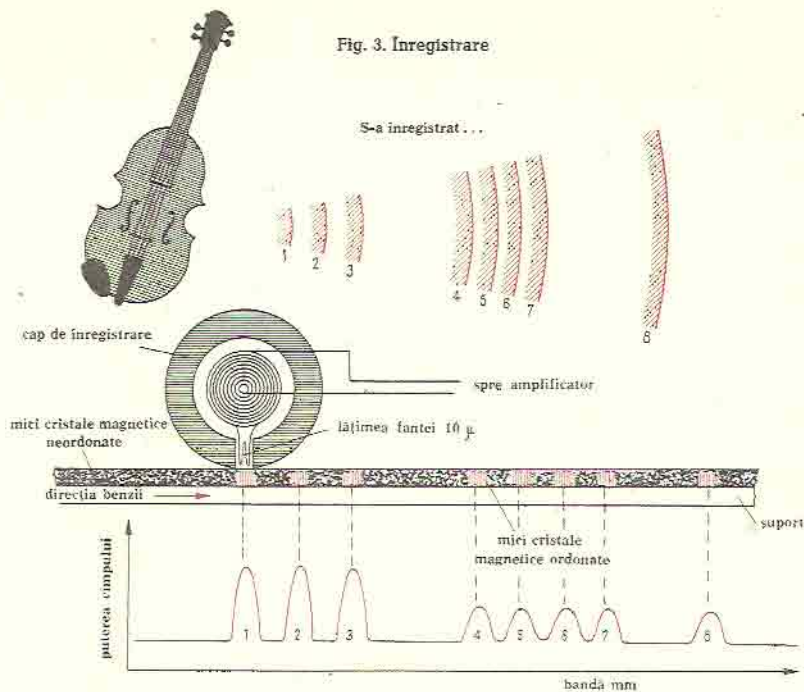
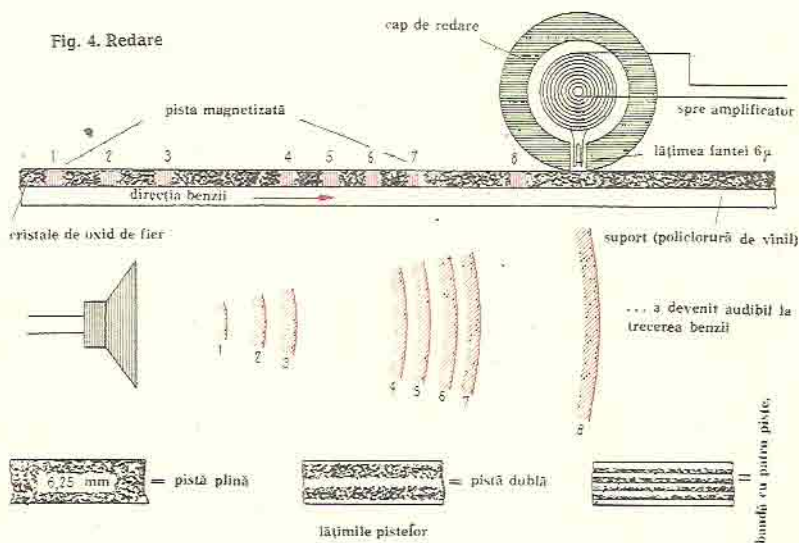


Fig. 4. Redare



Materiale plastice

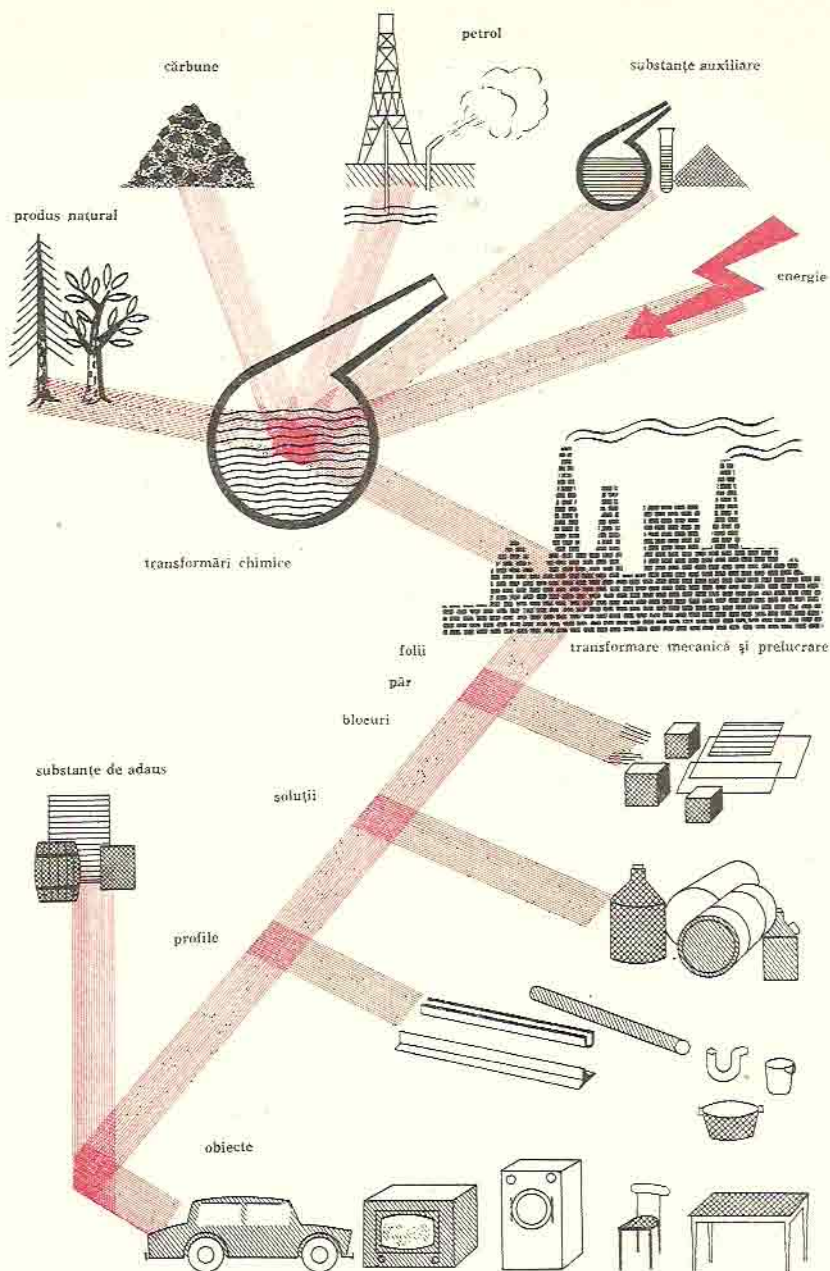
Materialele plastice sînt materiale constituite din compuși organici cu molecule de dimensiuni mari, numiți *compuși macromoleculari*, obținuți din materiale de origine animală, vegetală sau minerală și care pot fi prelucrate prin deformare plastică, prin modelare, într-o anumită fază tehnologică. În același mod se pot defini și fibrele chimice și alte materiale sintetice, nu însă și fibrele sintetice. Sursa principală pentru fabricarea materialelor plastice o constituie avuțiile naturale vegetale: pădurile, stuful, paie cerealiere. Materialele plastice își au deci originea în produse naturale: lemn, cărbune, petrol, sucuri de plante, albumină. Materialele plastice sintetice au, în general, caracteristici tehnice superioare sau echivalente cu ale produselor naturale neînnobilate, deoarece nu sînt supuse influenței atmosferei, climatului, înghețurilor, amplasamentului și efectelor dăunătoare neprevăzute (incalculabile) ale naturii, care, la rîndul lor, pot influența calitatea produselor.

Materialele plastice pot fi prelucrate, obținînd rezultatele dorite și în același timp li se pot imprima unele proprietăți superioare.

În compoziția materialelor plastice intră macromolecule, care conțin 500—10 000 de molecule de bază asociate chimic. Materialele plastice dure, rigide sînt constituite în mare parte din macromolecule sferice, puternic reticulate, iar cele plastice și elastice sînt constituite în majoritate din macromolecule filiforme.

Cîteva materiale plastice, cum sînt celulozoidul, nitroceluloza și clorcauciucul, sînt constituite din macromolecule mari naturale, supuse unor tratamente chimice și fizice suplimentare. Materialele complet sintetice, ca Buna, polistirenul, poliacrilonitrilul, policlorura de vinil ș.a., au la bază molecule mici, numite *monomeri*. Ele se obțin prin polimerizare sau policondensare a acestora, fiind apreciate pentru proprietățile lor: greutate specifică mică, deformare plastică ușoară, stabilitate la acțiunea corosivă, posibilitate de a fi colorate, neotrăvitoare, caracteristici electrice excelente.

Materialele plastice au aplicații în industria electrotehnică (instalații* cabluri, izolații, carcase), în industria îmbrăcăminte (industria textilă), la fabricarea foliilor, pieilor artificiale, linoleumurilor etc. Folosirea lor în tehnică și pentru uzul menajer a devenit indispensabilă, întrucît înlocuiesc în măsură din ce în ce mai mare alte materiale care nu se găsesc în cantități suficiente. Sînt frecvent utilizate în construcția de mașini, construcția vehiculelor, în industria mobilei și instalațiilor, la ambalarea produselor expuse degradării.



Mașini de spălat

Mașinile de spălat se clasifică în două grupe mari:

- 1) **mașini de spălat cu bazin**, cum sînt mașini de spălat cu agitator mecanic sau mașini de spălat cu paletе, mașini cu duze (fig. 1) și mașini cu roată pentru valuri;
- 2) **mașini de spălat cu tambur** (fig. 2).

Mașinile de spălat pot fi parțial sau complet automatizate. În cazul mașinilor de spălat cu bazin, în timpul spălării rufele sînt antrenate în mișcare continuă, curățirea lor realizîndu-se prin producerea unor vârtejuri ale apei de spălare. Pentru 1,5—2,5 kg de rufe uscate este necesară o cantitate de cca. 40—60 l de apă de spălare cu adaos de detergenți.

În mașinile de spălat cu agitator mecanic, mișcarea apei și a rufelor se realizează cu ajutorul unor paletе amestecătoare care se rotesc încet, în mașinile cu roată pentru valuri prin roata plană pentru valuri, iar în mașinile cu duze prin distribuirea cu ajutorul unor ajutaje (duze) a emulsiei de apă și detergent, care se recirculă continuu. În general, mașinile de spălat cu bazin, în care apa se încălzește, sînt prevăzute cu o pompă pentru emulsie și dispozitive automate de reglare a temperaturii și a timpului de spălare. După atingerea temperaturii dorite se pornește agitatorul mecanic sau roata pentru valuri, realizîndu-se spălarea rufelor pînă cînd durata spălării se consumă.

La mașinile cu tambur (fig. 2, a, b), un tambur perforat din oțel, prevăzut în interior cu nervuri pentru antrenare, se rotește alternativ în ambele sensuri. În timpul spălării, rufele sînt ridicate și lăsate să cadă în bazinul mașinii, care este plin de emulsie. Pentru 5 kg de rufe uscate sînt necesari 25 l de apă de spălare.

În cazul mașinilor complet automatizate, operațiile de prespălare, spălare propriu-zisă, clătire și centrifugare sînt controlate automat, fără intervenția gospodinei.

Mașinile parțial automatizate execută aceleași operații, cu excepția centrifugării, care se realizează separat într-o centrifugă. În aceste mașini, temperatura și timpul de spălare sînt controlate automat, dar apa trebuie introdusă manual cu furtunul și scursă cu pompa de emulsie.

Elementele de construcție ale mașinilor de spălat

Regulatorul de nivel al apei (presostat)

Controlul automat al intrării și al nivelului apei în mașină se face cu regulatorul de nivel, sau presostat (fig. 3). Acesta constă dintr-o membrană care, în cazul ridicării presiunii, se curbează, acționînd un contact. În funcție de înălțimea comandată, măsurată în mm de coloană de apă, se pot comanda electric diferite operații, ca intrarea sau oprirea apei etc. Deoarece pentru clătirea și spălarea rufelor fine este necesar un raport mai mare între rufe uscate și apă (1:7 față de 1:5) decît pentru prespălarea și spălarea propriu-zisă, sînt necesare două presostatе. Un presostat este destinat realizării raportului de 1:7, iar cel de-al doilea pentru realizarea raportului de 1:5. Presostatеle sînt legate între ele prin furtunuri de cauciuc și prin intermediul unei țevi de distribuire la țeava de alimentare care intră în bazinul pentru emulsie. Coloana de aer din țeava de alimentare și din furtunurile de cauciuc se comprimă cînd nivelul crește în bazinul pentru emulsie, acționînd asupra membranei (fig. 4).

Supapa de admisie, care poate fi simplă (fig. 5) sau dublă, este acționată de presostat. În poziția închis, miezul de fier este așezat pe ventilul de cauciuc și închide orificiul A. Deoarece suprafața activă pe care poate acționa presiunea apei este mai mare deasupra ventilului decît sub acesta, membrana este presată fix pe scaunul ventilului; supapa se închide, datorită greutatei apei. La trecerea curentului, miezul magnetului este atras, eliberînd astfel orificiul A. Se produce o egalare a presiunii în orificiile A și B; presiunea exercitată asupra membranei crește, și aceasta se ridică de pe scaunul ventilului. Deschiderea și închiderea ventilului se

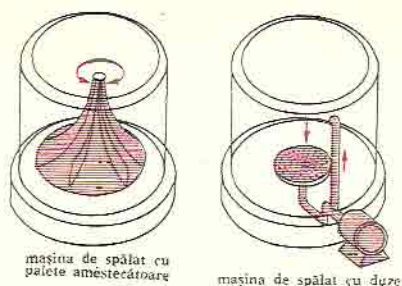


Fig. 1. Mașini de spălat cu bazin

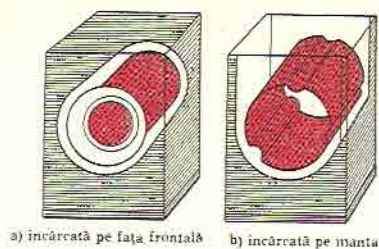


Fig. 2. Mașini de spălat cu tambur

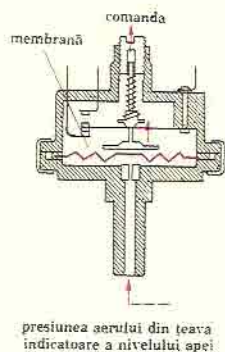


Fig. 3. Presostat

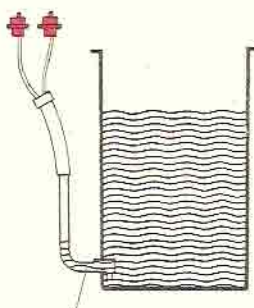


Fig. 4. Țeava indicatoare a
nivelului de apă

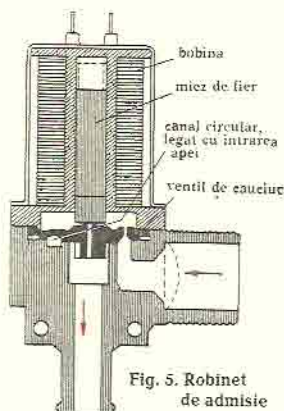
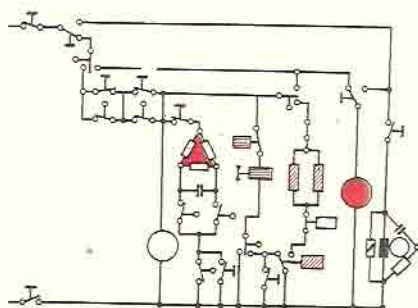


Fig. 5. Robinet
de admisie



- b1 comutator principal
- b2 mecanism pentru controlul programului
- b3 comutator pentru spălare-centrifugare
- b4 comutator pentru pompa de emulsie
- b5 comutator pentru blocarea capacului (motorul pentru spălat)
- b6 comutator pentru blocarea capacului (motorul centrifugal)
- f1 presostat (nivelul inferior)
- f2 presostat (nivelul superior)
- t3 termosta
- r1 încălzirea
- s1 robinet de admisie
- m1 motor pentru spălat
- m2 motor sincron
- m3 pompa pentru emulsie
- m4 motorul centrifugii cu frina magnetică

Fig. 6. Schema comenzilor unui automat de spălat

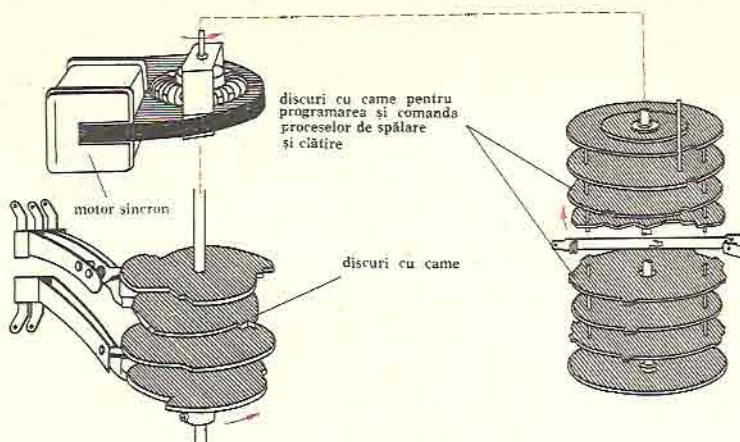


Fig. 7. Schema dispozitivului de comandă a programului

Modul de lucru	prespălare	spălarea propriu-zisă	limpezire
încălzire			
pompă de emulsie			
robinet de admisie (nivel inferior)			
robinet de admisie (nivel superior)			

Fig. 8. Diagrama de comandă a mecanismului de control al programului

produc cu o mică întârziere, asigurându-se prin aceasta o funcționare aproape fără șocuri.

Mecanismul de control al programului generează impulsuri, care, prin intermediul unor organe de comandă și de reglare, controlează desfășurarea programului (fig. 6). Mecanismul de control al programului este constituit din dispozitive de acționare, de control al timpului de spălare, de comandă a turației și de comandă a programului. Întregul mecanism de control al programului este acționat de un motor sincron, care, prin intermediul unor roți dințate, acționează niște discuri cu came. Fiecărui disc cu camă i se impune prin segmentii exteriori un anumit program (fig. 7). Acești segmenti sînt palpați de contacte cu arc, efectuînd, de exemplu, fixarea prin intermediul contorului, a timpului de spălare. Se pot înregistra timpi mai lungi sau mai scurți de prespălare sau de spălare propriu-zisă, în funcție de gradul de murdărire a rufelor.

Dispozitivul de comandă pas cu pas are scopul să transforme turația constantă a motorului sincron într-o mișcare în pași. Cu aceste unități în pași se poate realiza o programare clară, precum și controlul proceselor de spălare și de clătire.

În figura 9 este reprezentată diagrama de comandă a mecanismului de control al programului. Încălzirea și robinetul de admisie (nivelul inferior) nu sînt acționate în tot domeniul prezentat. Conectarea și deconectarea încălzirii sînt executate de un termostat, iar robinetul de admisie este acționat prin presostat.

Încălzirea și termostatul. Temperatura de spălare poate fi fixată fără trepte intermediare între 30 și 100°C. Reglarea temperaturii în bazinul pentru emulsie, paralel cu rezistențele

de încălzire se realizează cu ajutorul capului de măsurare al termostatlui, care execută conectarea și deconectarea încălzirii. Prin această reglare, temperatura emulsiei, fixată pe inelul de reglare se menține între anumite limite de toleranță.

Pentru evacuarea apei de spălare și de centrifugare se folosește o pompă cu palete, așa-numita pompă de emulsie, acționată de un motor.

Acționarea tamburului centrifugii se face direct printr-un motor electric (circa 2 800 de ture/min). Forța centrifugă ce se creează la această turație a centrifugii expulzează particulele de apă rămase în rufe.

Mașinile moderne de spălat sînt echipate cu dispozitive de siguranță. Comutatorul de la capac are scopul să împiedice introducerea mîinii în tambur cînd acesta se rotește; la deschiderea capacului, funcționarea mașinii se întrerupe (motorul centrifugii mai poate fi frînat cu o frînă magnetică). Dacă nivelul inferior al apei în tambur n-a fost atins, încălzirea nu are loc; după ce presostatul transmite semnalul atingerii nivelului inferior, se conectează încălzirea. O siguranță acționează în cazul în care intervin perturbări în alimentarea cu apă, întrerupînd funcționarea mașinii, iar o sită de scurgere servește pentru reținerea corpurilor străine care ar provoca înfundarea și deci defectarea pompei de emulsie.

Tractoare I

Tractorul este folosit fie ca mijloc de tractare a utilajelor agricole, fie la remorcarea sau la acționarea anumitor utilaje folosite în agricultură, silvicultură etc. Construcția unui tractor nu se deosebește în prea mare măsură de aceea a unui automobil. Mișcarea de la arborele cotit al unui motor Diesel se transmite prin intermediul unui arbore cardanic, unei cutii de viteze cu 8—10 trepte și al unui angrenaj diferențial, roților motoare. Prin alegerea unui raport de transmitere corespunzător, este posibil ca forța obținută la roțile din spate să fie oricât de mare se dorește. Forța de tracțiune a tractorului depinde de sarcina suportată de roțile motoare. La o încărcare prea mică, roțile motoare încep să patineze. Pentru acest motiv, o creștere însemnată a forței de tracțiune poate fi obținută nu numai printr-un raport de transmitere corespunzător, ci și prin creșterea presiunii exercitate de roțile motoare asupra solului. Pentru acest motiv, pe osiile motoare se pot prevedea greutatea suplimentare sau pneuri umplute cu apă. De obicei utilajele tractate sînt construite astfel încît forțele care iau naștere în timpul utilizării lor să producă o încărcare suplimentară a osiei din spate. Pe lângă utilizările sale ca mijloc de tractare, tractorul servește tot mai mult ca sursă de energie pentru diferite utilaje racordate. Mișcarea este preluată de la unul dintre arborii prizei de putere care ies din cutia de viteze.

Tractoarele moderne posedă trei arbori ai prizei de putere, doi dintre aceștia fiind montați în partea din spate a cutiei de viteze, sub dispozitivul de remorcare. Cu ajutorul unui arbore cardanic, mișcarea poate fi transmisă unei mașini remorcate. Al treilea arbore al prizei de putere este dispus în partea din față a cutiei de viteze, servind în special pentru antrenarea secerătoarelor tractate.

O altă utilizare a tractoarelor se datorează mecanismului lor hidraulic. Inițial acest mecanism a fost proiectat pentru reglarea cursei barelor de ghidaj superioare și inferioare ale tractorului, însă ulterior s-a folosit pentru acționarea unor utilaje montate pe tractor sau ca macara frontală.

Circuitul uleiului în instalația hidraulică de ridicare. Pompa cu roți dințate a instalației hidraulice (se pot utiliza și pompe cu piston sau pompe cu celule) este antrenată de motorul Diesel prin intermediul unui angrenaj.

Pompa aspiră uleiul printr-o conductă racordată la rezervorul de ulei și îl pompează în conducta de refulare spre ventilul de comandă. În poziția «ridică», ventilul comandă deschiderea conductei de refulare spre cilindrul de lucru. Pistonul se ridică încet în cilindru (aerul refulat de acesta poate ieși prin filtrul de aer). Această deplasare, transmisă printr-un dispozitiv format din balansoar, arbore, braț și cuplaj, provoacă modificarea cursei celor două bare de ghidaj inferioare (fig. 1). În acest mod, presiunea în conducta de refulare variază în mod corespunzător sarcinii ridicate. Dacă însă sarcina este prea mare, iar în conducta de refulare se depășește presiunea maximă admisă de cca. 150 kgf/cm², intră în acțiune un ventil de siguranță, montat înainte de ventilul de comandă. Ventilul de siguranță deschide o conductă auxiliară, racordată direct la rezervorul de ulei. Sarcina nu mai poate fi ridicată, însă instalația nu suferă degradări.

În poziția «neutră», clapeta de comandă închide conducta spre cilindrul de lucru, astfel încît pistonul este blocat. Deoarece însă pompa lucrează în continuare, clapeta de comandă deschide o conductă spre filtrul de ulei, prin care uleiul este împins cu o ușoară presiune înapoi în rezervorul de ulei. În cazul în care filtrul este plin de impurități, un ventil de supra-presiune deschide accesul uleiului printr-o conductă auxiliară spre rezervorul de ulei.

În poziția «coboară», clapeta de comandă deschide conducta spre cilindrul de lucru. Datorită presiunii exercitate de sarcina suspendată, uleiul curge din cilindrul de lucru înapoi cu uleiul care vine de la pompă prin filtru înapoi în rezervor. Pentru blocarea instalației hidraulice, aceasta este prevăzută cu un opritor care blochează balansoarul.

Fig. 1. Tractor

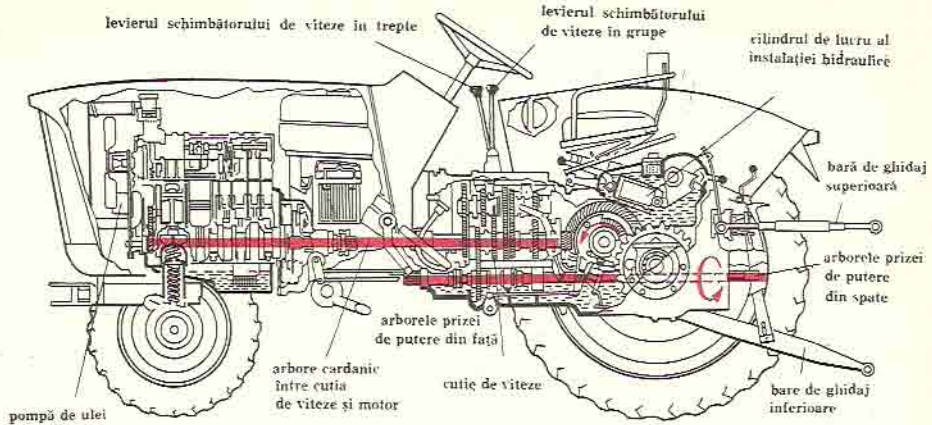
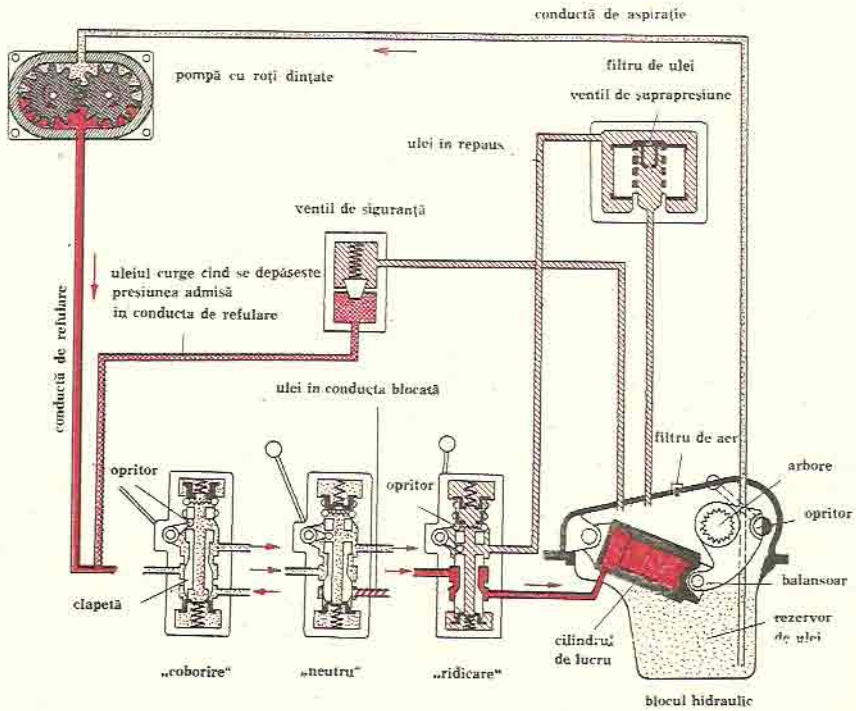


Fig. 2. Circuitul uleiului în instalația hidraulică



Tractoare II

Secerătoarea tractată. Al treilea arbore de priză de putere al tractorului (din partea din față a cutiei de viteze) servește în special pentru antrenarea secerătoarelor tractate (fig. 1). În acest scop se fixează pe acest arbore de priză un disc cu camă, care transmite lamei-cuțit o mișcare de ridicare prin intermediul unui dispozitiv articulat, format dintr-o bielă, o pîrghie oscilantă și un balansoar. Împotriva pericolului de rupere datorită înfundării sau unor obiecte prea mari (pietre, lemne), mecanismul de antrenare este asigurat de un cuplaj de alunecare montat în discul cu camă.

Plugul. Plugul este unul dintre cele mai vechi unelte agricole. Cu ajutorul său se afinează pămîntul în vederea unor noi culturi și se introduc în interiorul solului îngrășămintele naturale, buruienile și ierburile miriștei.

Cu toate progresele tehnicii, forma și construcția plugului aproape că nu s-au schimbat. Numai coarnele plugului și-au pierdut dreptul la existență, noile pluguri fiind remorcate de tractoare.

Cuțitul lung, fixat de grindei, execută o tăietură verticală în pămînt, despărțind astfel pămîntul nearat de brazda trasă anterior. Apoi brăzdarul determină adîncimea brazdelor, taie pămîntul vertical și îl ridică spre cormana (trupița) fixată de cadrul plugului, a cărei sarcină este să-l întoarcă. În timpul înaintării continue, conducerea prin pămînt este asigurată de călcîiul plugului, iar conducerea sa laterală de patul acestuia. Pentru întoarcerea sau introducerea completă sub brazdă a paielor și a ierburilor, se prevede adesea o antetrupiță (fig. 3). *Plugul tractat* este fixat în trei puncte de bara de ghidaj superioară și de cele două bare de ghidaj inferioare ale tractorului cu ajutorul unor bolțuri.

În figura 4a este reprezentat un *plug reversibil*. Acesta este echipat cu două corpuri de plug suprapuse, dintre care unul întoarce brazda spre stînga, iar celălalt spre dreapta. Plugul devine astfel mult mai greu (și, bineînțeles, și mai scump), însă prezintă avantajul că este evitat mersul în gol. La capătul brazdei, plugul este întors de tractorist fără ca acesta să coboare de pe scaun, prin acționarea pîrghiei de schimbare a mecanismului de întoarcere, și tractorul se poate întoarce acum pe aceeași brazdă, plugul răsturnînd pămîntul în aceeași parte ca la ducere. *Plugul de strat* este un plug simplu relativ ușor, care însă nu întoarce pămîntul decît într-o singură parte (fig. 4b). Dacă se dorește păstrarea lățimii inițiale a terenului arat fără să fie extinsă sau micșorată prin răsturnarea brazdei, trebuie admis ca plugul să se întoarcă o dată fără să are.

Un plug modern, încă puțin utilizat, este așa-numitul *plug rotativ*, reprezentat în figura 4c. Un brăzdar îngust conduce pămîntul la un corp rotativ (antrenat de arborele prizei de putere al tractorului), care întoarce brazda. În acest mod se economisește o parte relativ mare din forța de tracțiune. Puterea acum în exces a tractorului, care nu poate fi transformată în forță de tracțiune datorită aderenței reduse a pneurilor, este transmisă corpurilor rotative prin arborele cardanic. În acest mod se poate ara mai repede și mai adînc decît cu celelalte tipuri de pluguri și, în același timp, pămîntul este bine mărunțit.

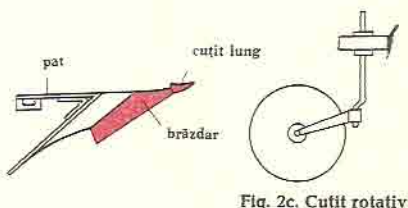
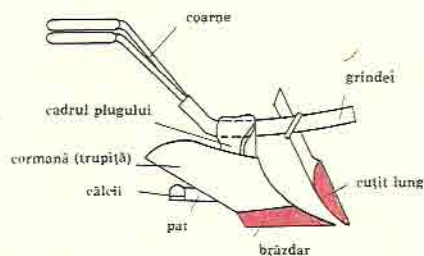
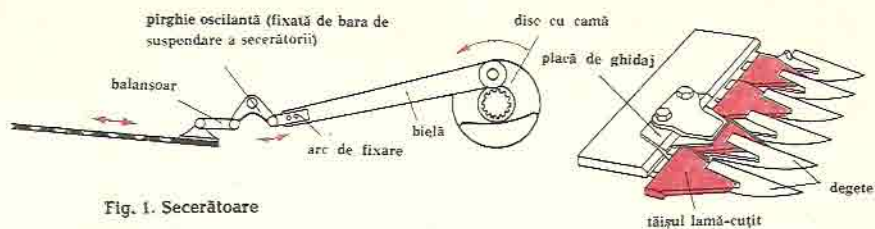
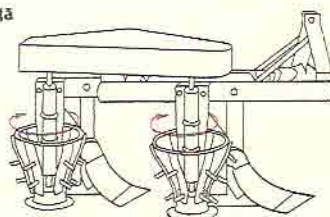
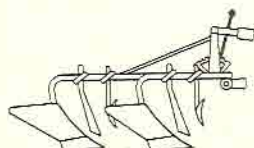
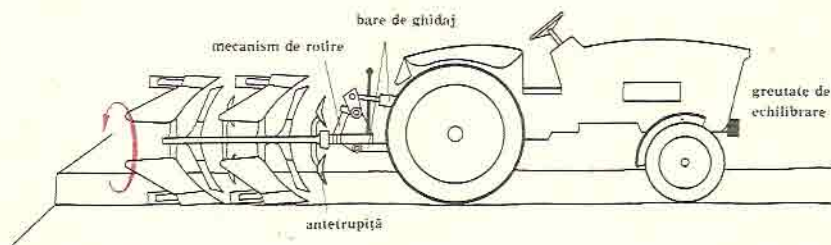
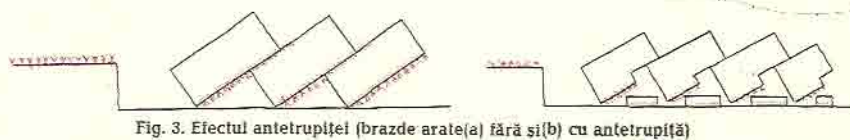


Fig. 2c. Cuțit rotativ



Combine de secerat-treierat

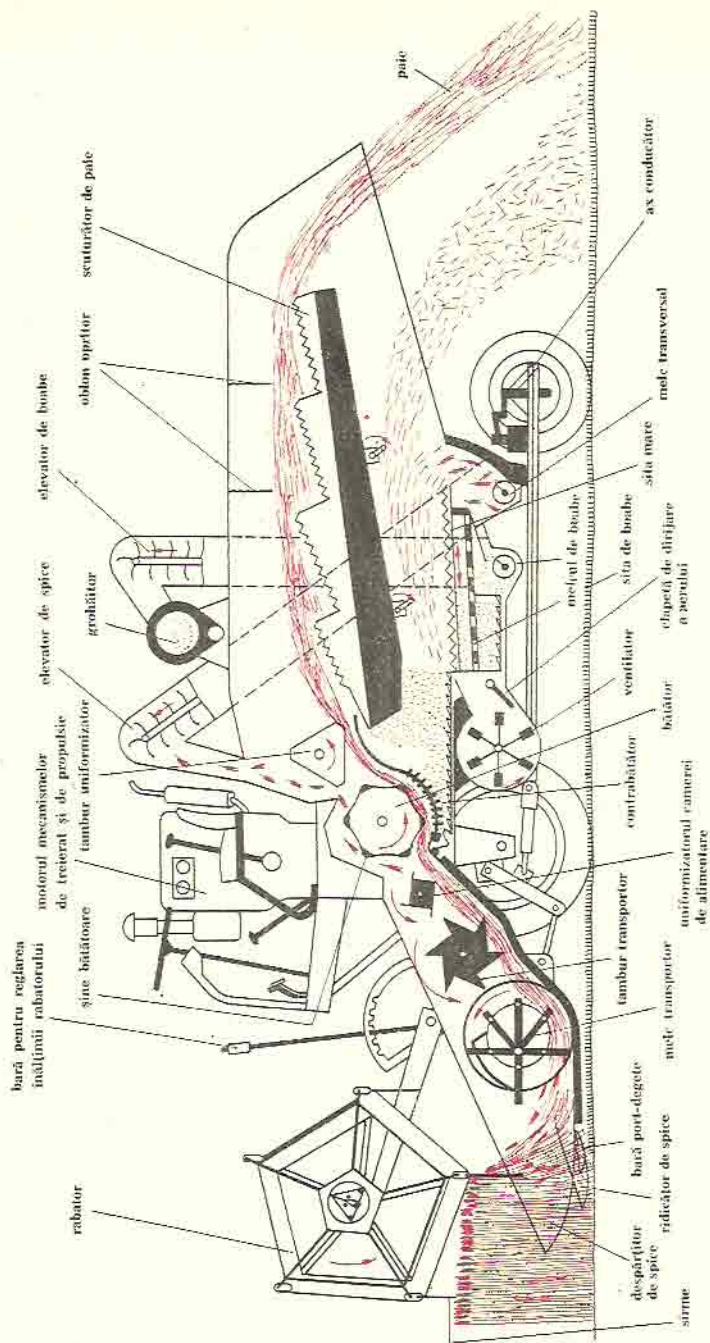
Secerătoarea-treierătoare este o combinație între o mașină de recoltat cereale și o batoză. Într-un singur proces de lucru tulpinile sînt secerate, boabele sînt desprinse din spice, curățate și paiele, eventual, sînt legate. După modul de antrenare se deosebesc combine *secerătoare-treierătoare tractate* sau *autopropulsate*.

Tulpinele păioase sînt apucate de ridicătorul de spice și de bara portdegete și tăiate cu un cuțit oscilant, în timp ce rabatorul, care se rotește fără întrerupere, împiedică căderea tulpinilor înspre direcția de înaintare și le împinge spre transportorul cu melc. Cînd cerealele sînt culcate de vînt și ploaie pe suprafețe mai mari, sirmele rabatorului, reglat la mică înălțime de sol, și mai multe ridicătoare de spice, montate pe bara portdegete, ridică tulpinile, care altfel ar putea fi tăiate prea scurt sau chiar neapucate de degete. Melcul transportor împinge cerealele secerate spre tamburul transportor, care le prinde și le introduce între bătător și contrabătător, unde se execută operația de treierat propriu-zisă.

Cînd se rotesc cu 25—35 m/s, șinele de batere ale bătătorului prevăzute cu creștături oblice lovesc spicele provocînd o frecare între acestea și ca urmare desprinderea boabelor de pe ele. Boabele împreună cu pleava (frînturi de paie și spice bătute) cad prin grătarul contrabătătorului și ajung pe sita mare. Paiele treierate sînt aruncate în sus spre scuturătorul de paie. Tamburul uniformizator, dispus deasupra bătătorului, conduce paiele de la contrabătător la scuturătorul de paie, împiedicînd ca unele paie mai lungi să se înfășoare pe bătător. Boabele proiectate de bătător sau uniformizator în sus sînt oprite de obloanele opritoare, care le determină să cadă pe scuturătorul de paie. Acesta execută o mișcare de scuturare-săltare ritmică, determinînd scuturarea puternică a paielor înainte de a fi aruncate afară, astfel încît și boabele rămase (cu excepția unor mici pierderi) cad din paie și alunecă pe fundul scuturătorului, de unde cad pe sita mare.

Sita mare și sita de boabe execută de asemenea o mișcare de scuturare, însă de mai mică amploare. Boabele, pleava și bucățile mici de paie se așază uniform pe toată lățimea sitei. Cînd ajung în dreptul ventilatorului, datorită curențului de aer pleava ușoară și frînturile mici de paie sînt antrenate în exterior, descriind un arc larg; spicele mai grele cad în jos și ajung la melcul transversal, de unde sînt transportate pînă la elevatorul de spice, care le readuce la mecanismul de batere. Boabele cad prin sita mare pe sita de boabe, unde are loc o curățire preliminară (curățirea întii), și apoi ajung la melcul de boabe. Reglarea corectă a ventilatorului determină atît gradul de curățire a cerealelor treierate, cît și procentul de boabe pierdute. Pentru a putea treiera diferite soiuri de cereale, debitul și direcția curențului de aer al ventilatorului se pot regla.

În general, debitul de aer poate fi corectat prin strangularea volumului de aer cu ajutorul unei clapete de dirijare a aerului. Melcul de boabe transportă boabele treierate la elevatorul de boabe, cu ajutorul căruia acestea ajung în cilindrul curățitor, unde sînt eliminate majoritatea impurităților rămase mai înainte ca boabele să fie încărcate în saci cu ajutorul unui mecanism de umplere.



Combine de recoltat sfeclă

Cu ajutorul combinei de recoltat sfeclă (fig. 1), într-o singură operație de lucru este tăiat coletul (frunzele și capetele rădăcinii), se smulg rădăcinile și se curăță, apoi se adună și se descarcă într-un camion. Tăierea coletului este executată de un aparat de tăiere (fig. 3 și 4). Roata palpatoare, care are o viteză de rotație puțin mai mare decât viteza de înaintare a combinei, este condusă de o roată de sprijin la mică distanță de nivelul pământului. Când roata palpatoare trece peste șirul de sfeclă aflat în drumul combinei, la fiecare sfeclă ridică cuțitul de tăiere la înălțimea necesară. Datorită vitezei de rotație mai mari a roții palpatoare, se împiedică împingerea spre înainte a sfeclelor datorită presiunii exercitate de cuțit. Frunzele care eventual mai rămân lateral pe rădăcini după tăierea coletului, sînt curățate de brațele bătătoare din cauciuc, cu sensuri de rotație opuse, ale unui curățător centrifugal. Coletele tăiate împreună cu frunzele sînt împinse de roata palpatoare peste portcuțit pe elevatorul de colete, care le transportă într-un buncăr (care nu este figurat) sau le lasă să alunece la pămînt peste o suprafață înclinată (fig. 2). Paralel cu aparatul de tăiat colete lucrează mecanismul de smulgere a rădăcinilor de sfeclă. Furca de smuls rădăcini este condusă de săniile de ghidaj la o adîncime de lucru, care trebuie stabilită înainte de începerea lucrului. Furca apucă rădăcina de sfeclă sub diametrul ei cel mai mare, o smulge din pămînt și o conduce la valțul melcat curățător, dispus lateral. Transportorul cu valț melcat aruncă sfeclele de mai multe ori pe un grătar conducător, desprinzînd astfel pămîntul de pe ele. Grătarul conducător transportă apoi sfeclele la elevatorul de sfeclă, care le aruncă într-un buncăr. În funcție de lungimea tarlalei și de productivitatea acesteia pot fi extrase sfeclele de pe mai multe șiruri, înainte ca să fie necesară golirea buncărului într-un camion. Pentru golire este necesar ca combina să se apropie lateral de un camion cu banda transportoare de descărcat. Pentru ca toate rădăcinile să fie prinse de dinții benzii transportoare, buncărul poate fi ridicat (fig. 1), cu ajutorul unui piston acționat hidraulic.

În acest scop, organele de comandă vor fi montate lateral pe aripa tractorului. Combina de recoltat sfeclă primește energia de la arborele prizei de putere al tractorului prin intermediul unui arbore cardanic.

Fig. 1

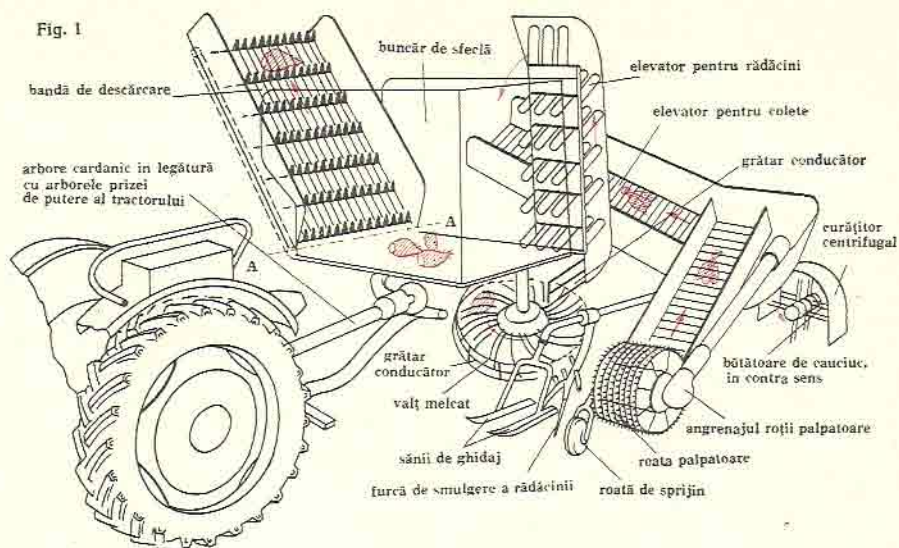


Fig. 2

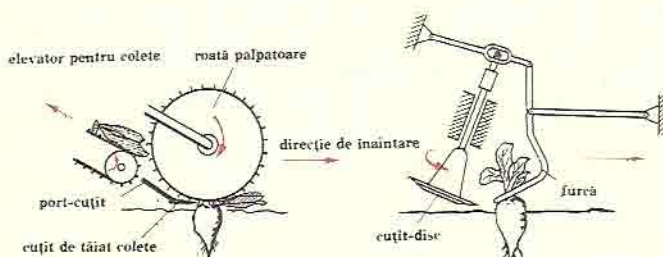
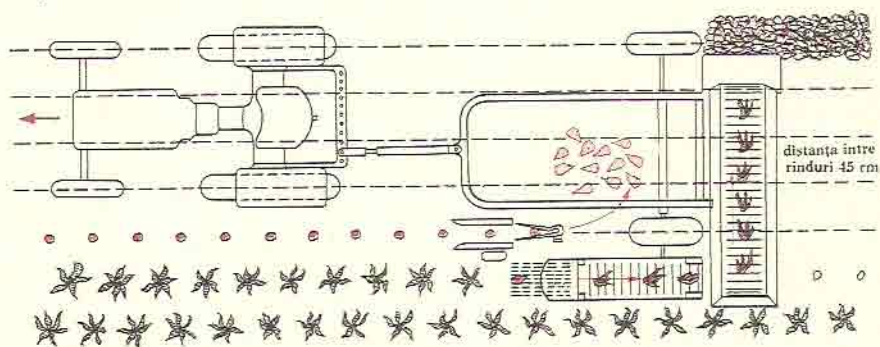


Fig. 3 și 4. Aparatul de tăiat colete

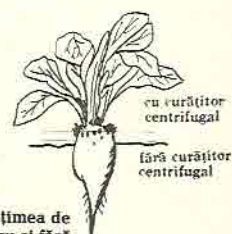


Fig. 5. Înălțimea de tăiere cu și fără curățător centrifugal

Mașini de adunat și presat fin

Mașina de adunat și presat fin asigură strângerea și balotarea finului și a paielor de pe tarla. Finul cosit și depus în brazde pe tarla este apucat de ridicătorul de brazdă, ridicat și condus la melcul transportor. Acesta împinge finul în camera de presare, unde este presat de un piston în baloturi ușor de manipulat. Tulpinele care ies în afara balotului sînt tăiate de cuțitul pistonului de presare și de contracuțit. Gradul de presare se poate modifica mărind sau micșorînd camera de presare prin reglarea șinei de presare (fig. 1).

Baloturile legate sînt împinse în așa-numitul hambar de baloturi, unde sînt preluate și stivuite. Există de asemenea posibilitatea ca baloturile, în loc să fie împinse în hambar, să fie aruncate pe tarla. Mașina de balotat fin primește energia necesară prin intermediul unui arbore cardanic de la arborele prizei de putere al tractorului. Volantul mașinii este necesar pentru asigurarea mișcării în punctele moarte ale pistonului, obținîndu-se o funcționare relativ liniștită a mașinii. În cazul în care împreună cu finul pătrund în mașină și corpuri tari (pietre, lemne, bucăți de fier) se evită producerea unor degradări ale mașinii prin forfecarea știftului de siguranță, care asigură antrenarea volantului de către arborele cotit. În acest caz, volantul se rotește liber și nu mai poate transmite pistonului energia acumulată. După înlăturarea corpurilor străine se înlocuiește știftul de siguranță și mașina este din nou gata de lucru. Pentru prevenirea suprasolicităților sînt montate și cuplaje de siguranță, în care se produce o alunecare atunci cînd sarcina maximă reglată este depășită înainte ca limita de rupere a pieselor mecanismului de antrenare să fie atinsă.

Operația de legare (fig. 3): dispozitivele de legare sînt reprezentate în figurile 2a, 2b și 2c. În figura 3a se arată poziția inițială. După ce sfoara este introdusă într-un ac, care nu este desenat în figura 3a, capătul ei liber este tras prin pîrghia-cuțit, așezat peste limba înnodătorului și fixat între clema de sfoară și disc. În timpul operației de presare, sfoara este trasă afară din cutia ghemelor de sfoară și întinsă în jurul balotului. Cînd balotul a ajuns la lungimea reglată, se declanșează mecanismul de legare (fig. 3b). În timp ce pistonul se pregătește pentru presarea următoare, acul ridică sfoara, înconjură balotul și așază al doilea fir de sfoară în disc, trecînd peste limba înnodătorului, către capătul liber. Acesta, mai înainte ca acul să revină, începe să se rotească și astfel ține strîns cele două fire de sfoară (fig. 3c). În același timp începe rotația înnodătorului. La ultima treime de rotație (fig. 3e, d), limba înnodătorului se deschide, astfel încît cele două capete de sfoară se găsesc acum între limbă și cioc. Discul se rotește mai departe și, în următorul moment, fixează în a doua canelură sfoara introdusă mai înainte în ac (fig. 3e). În acest moment, rotația înnodătorului trebuie să fie terminată. Ciocul s-a închis și cuțitul, datorită unei oscilații a pîrghiei sale, taie sfoara între înnodător și disc. Datorită continuării mișcării de oscilație a pîrghiei, bucla formată de sfoară este împinsă de pe înnodător de o racletă (fig. 3f), cu care ocazie cele două capete scurte, libere, sînt trase prin buclă. Între timp acul s-a coborît atît de mult, încît a eliberat camera de presare pentru următoarea cursă a pistonului.

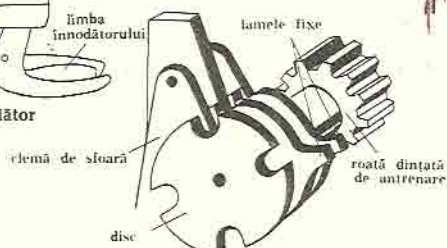
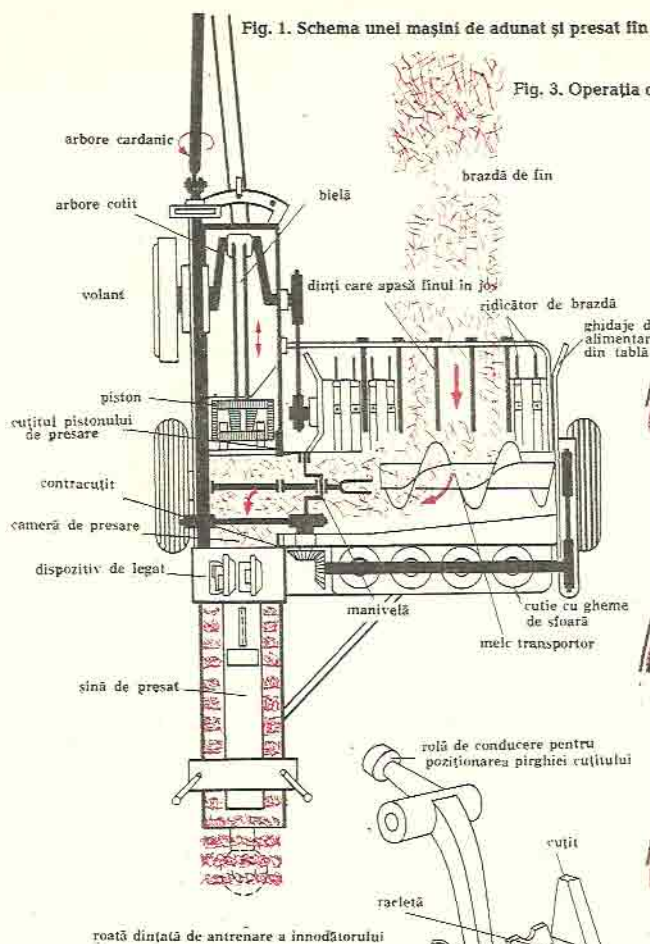


Fig. 2a. Pirghia cuțitului

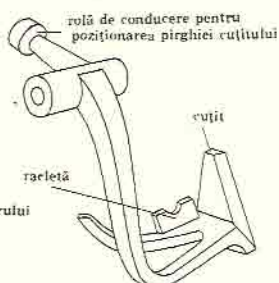
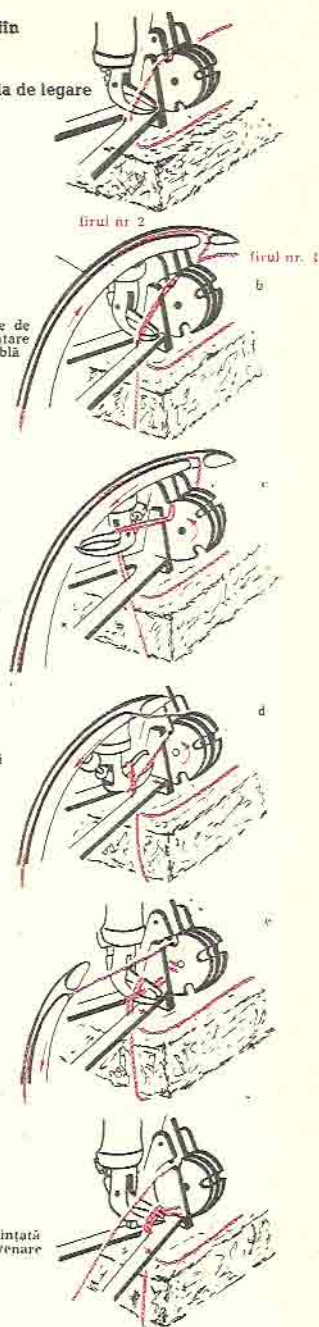


Fig. 3. Operația de legare



Aparate Roentgen

În sensul larg al noțiunii, aparatele Roentgen sînt toate aparatele cu care se fac cercetări în medicină în vederea stabilirii diagnosticului sau tratamente curative cu radiații, precum și aparatele cu care se execută în tehnică încercări de materiale. În funcție de scopul urmărit, sînt utilizate aparate și tuburi de construcții speciale. În *roentgenterapie* diferitele tipuri de aparate și de tuburi urmăresc în primul rînd expunerea organului bolnav unui flux intens de radiații, menajînd însă, cît de mult posibil, țesuturile vecine.

Radiația X (sau Roentgen) este de natură ondulatorie electromagnetică, cu lungime de undă mică, putînd să străbată corpurile solide. Aceste radiații iau naștere atunci cînd într-un spațiu vidat electronii liberi sînt accelerați puternic și apoi frînați brusc; fenomenul are loc în *tuburile Roentgen*. În scopul obținerii de electroni liberi, filamentul de wolfram al catodului este încălzit la cca. 2 000°C pînă la incandescență de un cîmp electric. Accelerația lor se realizează prin aplicarea unei tensiuni înalte de cca. 10 000 (pînă la peste 100 000)V între anod și catod. Electronii sînt apoi frînați prin ciocnirea lor de anod, pe care formează un spot luminos. În prezent la majoritatea tuburilor se utilizează un anod rotitor, în formă de disc (fig. 3). În acest fel, în fiecare moment spotul luminos cade pe o altă regiune a anodului.

Tubul Roentgen propriu-zis (un balon de sticlă prevăzut cu un anod și un catod) este înconjurat cu un înveliș metalic de protecție. Răcirea tubului se face cu ajutorul uleiului conținut într-o baie de răcire. Curentul de înaltă tensiune necesar alimentării tubului Roentgen este obținut prin intermediul unui transformator de înaltă tensiune, care transformă tensiunea curentului alternativ de la rețea în tensiunea necesară pentru stabilirea diagnosticului. În scopul evitării preluării șocurilor de curent de la rețea, în circuit sînt intercalate înaintea tuburilor Roentgen tuburi redresoare. Se construiesc aparate cu patru sau șase tuburi redresoare (fig. 4), ultimele avînd o putere mai mare. În instalațiile moderne se folosesc redresoare cu strat de baraj.

Pe radiografii, apar cel mai bine conturat oasele sau organele în care se pot introduce substanțe de contrast. Pentru radiografia oaselor se utilizează o masă de tip Bucky, la care tuburile Roentgen cu diafragmă în adîncime și vizieră de lumină sînt fixate pe un stativ, peste o masă cu diafragmă pentru limitarea cîmpului de iradiere. Pentru radiografiile stomacului și intestinului, ca și cele ale inimii și plămînilor, se utilizează aparatul de radioscopie (fig. 1). Pentru radiografia unor părți mai mici ale corpului (mîinile, degetele) se utilizează *sfera Roentgen*, în care tubul Roentgen și transformatorul sînt asamblate în același bloc. De la pupitrul de comandă se pot acționa, după necesități, fie masa Bucky, fie aparatul de radioscopie.

Pentru roentgenterapie, și în special pentru tratarea tumorilor canceroase, sînt utilizate tensiuni mult mai înalte decît pentru stabilirea unui diagnostic. În acest scop pacientul este întins pe o masă sau este așezat pe un scaun în fața tubului de terapie. Acesta iradiază fie fără să fie deplasat, fie deplasat într-un anumit fel, astfel încît radiațiile Roentgen să fie îndreptate asupra focarului bolnav, dar și să treacă prin regiuni diferite ale pielii sau ale celorlate țesuturi, datorită rotației lor continue.

Cînd se execută o «tomografie», se urmărește ca locurile bolnave să poată fi studiate precis pe o radiografie luată la anumită adîncime în interiorul regiunii cercetate. Cu ajutorul tomografiilor (executate după diferite metode) se pot localiza și stabili exact, de exemplu, cavernele de natură tuberculoasă ale plămînilor. Astfel, la fotografia din figura 2, radiografiile de la diferite adîncimi se execută deplasînd pe un arc de cerc și în direcții opuse tubul și filmul, cuplate între ele, obținîndu-se în acest fel o radiografie în care se poate observa foarte clar numai țesutul de la adîncimea dorită.

Fig. 1. Instalatie roentgen complexă (vedere parțială)
pentru stabilirea diagnosticului, prevăzută
cu un spațiu pentru electroterapie

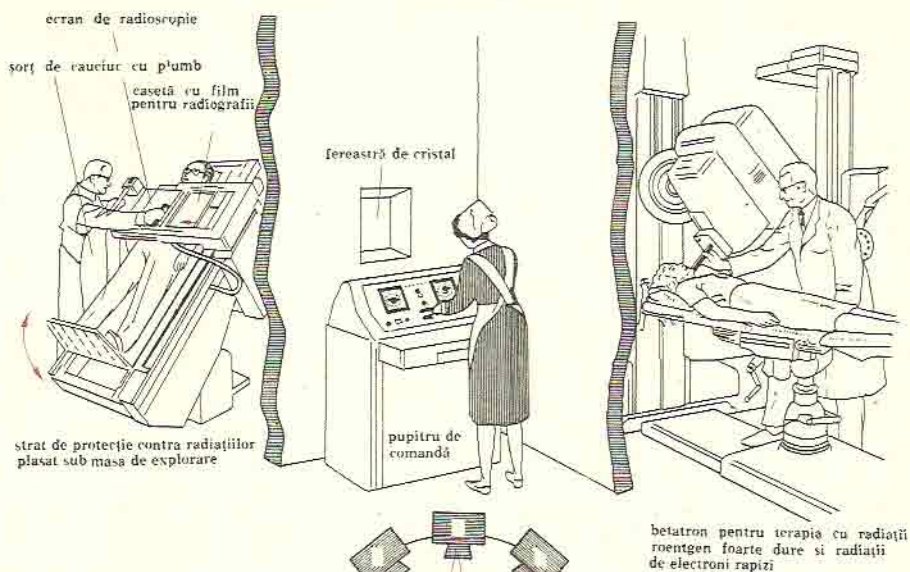
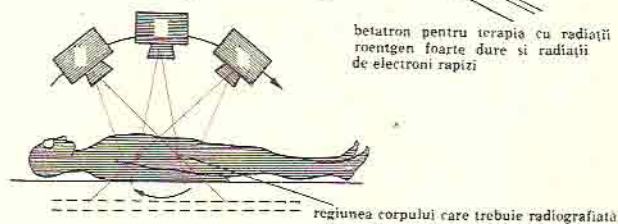


Fig. 2. Tomografie



1, 2, 3 = traseul tuburilor
I, II, III = traseul filmului

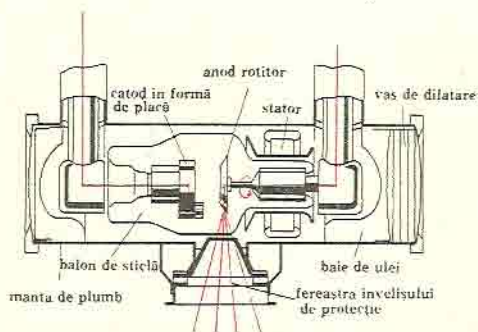


Fig. 3. Reprezentare schematică a capătului unui
tub roentgen cu baie de răcire a
anodului rotitor

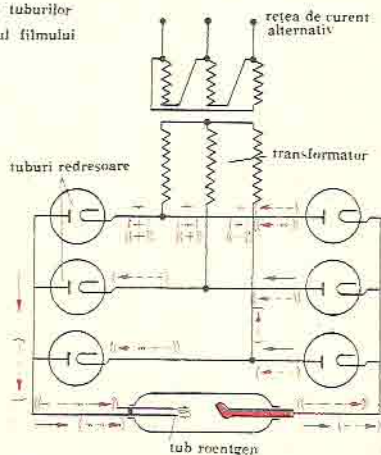


Fig. 4. Schema electrică a unui aparat
cu 6 tuburi redresoare

Electrocardiogramă

Mușchii inimii, ca oricare dintre mușchii corpului, nu pot efectua decât o singură mișcare: scurtarea fibrelor lor prin contracție. Mișcarea mușchilor provoacă apariția unor curenți electrici, a căror mărime se modifică în timp. Trecând prin diferitele țesuturi ale corpului, aceștia ajung la suprafață, unde, prin intermediul unor electrozi de captare, pot fi înregistrați de un aparat, denumit electrocardiograf. Curba obținută prin înregistrare se numește *electrocardiogramă*. Metoda inițială, elaborată în 1903 de fiziologul olandez Willem Einthoven, folosea pentru înregistrare un galvanometru cu coardă (fig. 1). Un fir de cuarț argintat, plasat într-un câmp magnetic, primește impulsuri electrice de la curenții de acțiune culeși de electrozii de pe suprafața corpului. Firul este deviat în funcție de sensul și de intensitatea curentului. Mișcarea firului este proiectată cu ajutorul unui dispozitiv optic pe o bandă de hârtie acoperită cu un strat de emulsie fotosensibilă și care se derulează cu o viteză constantă. Când prin aparat nu trece curent, pe bandă apare o linie dreaptă. Mișcarea mușchiului cardiac provoacă o diferență de potențial, partea imobilă avînd un potențial electric pozitiv, iar partea mobilă unul negativ. Curenții de acționare rezultați provoacă deviația firului de cuarț, pe bandă înregistrîndu-se o curbă tipică, a cărei formă este determinată de poziția inimii (de axa electrică a inimii) și de circuitul electric din interiorul acesteia. Modificările acestor doi factori, provocate de anumite boli, pot fi recunoscute după diferitele abateri de la forma ideală ale curbei înregistrate.

În practica medicală nu se mai folosește galvanometrul cu coardă. În prezent se utilizează *electrocardiograful cu amplificator* echipat cu tuburi sau tranzistoare (fig. 2). Curenții de acțiune (E_1 și E_2), produși de corpul omenesc intră în amplificator, unde sînt amplificați de mai multe mii de ori și conduși la un galvanometru cu oglindă. O rază de lumină este reflectată de un sistem de oglinzi, care o deviază proporțional cu mărimea curenților de acțiune. Ea înregistrează pe un film fotosensibil o diagramă a variațiilor mărimii acestora.

Locul de culegere a curenților de acțiune pe corpul omenesc sînt punctele standard propuse de Einthoven (fig. 3): priza 1, brațul stîng și brațul drept; priza 2, piciorul stîng și brațul drept; priza 3, piciorul stîng și brațul stîng. În prezent, la acestea se adaugă și alte prize de la membre și piept. Electrocardiograma normală are forma reprezentată în figura 4, porțiunea de curbă cuprinsă între P și Q corespunde contracției auriculelor, iar cea cuprinsă între Q și T contracției ventriculelor.

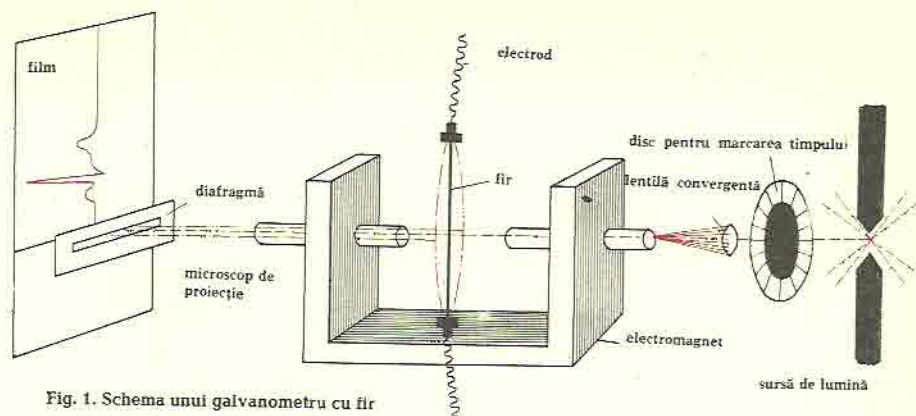


Fig. 1. Schema unui galvanometru cu fir

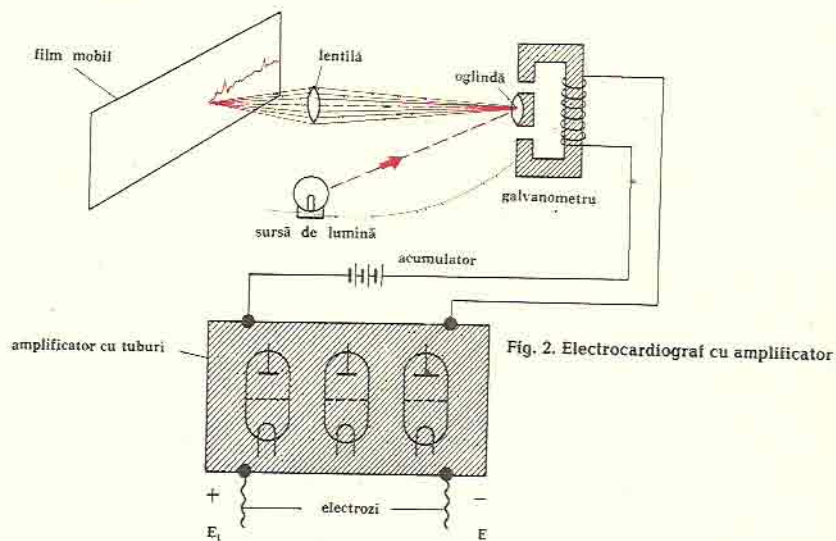


Fig. 2. Electrocardiograf cu amplificator

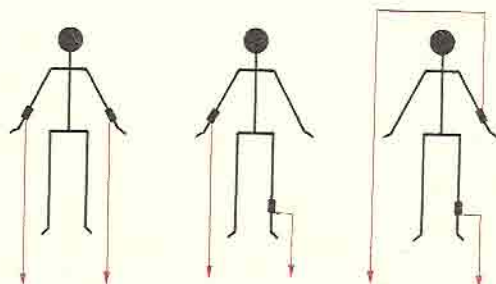


Fig. 3. Prize de curent standard (după Einthoven)

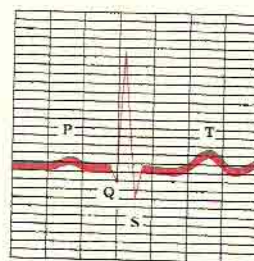


Fig. 4. Electrocardiogramă normală

Radioactivitate

Prin radioactivitate se înțelege totalitatea fenomenelor prezentate de unele elemente chimice în timpul dezintegrării lor radioactive, însoțită de transmutația lor (transformarea nucleului unui element în nucleul altuia). Dezintegrarea este însoțită de emisia unor radiații, care, sub influența unui câmp magnetic, pot fi separate în trei componente: α , β și γ (fig. 1). Radiația α (sau emisia de particule α) este constituită din nuclee ale gazului nobil heliu încărcate cu două sarcini pozitive, iar radiația β este formată din electroni încărcati cu cîte o sarcină negativă; ambele radiații sînt deviate de un câmp magnetic în sensuri opuse. În schimb radiația γ este de natură electromagnetică, are o lungime de undă extrem de mică ($\approx 10^{-12}$ cm) și trece nedeviată prin câmpul magnetic. Datorită energiei lor mari, cele trei radiații sînt capabile să impresioneze o placă fotografică sau să producă ionizarea unui gaz; din aceste motive, ele pot fi detectate cu ajutorul unor metode electrice sau fotografice. Determinîndu-se energia particulelor α în funcție de o distanță anumită a lor față de nucleul atomului, se constată că în interiorul nucleului acestea se află într-o stare de energie minimă, într-un echilibru stabil.

Potrivit concepției lui G. Gamow, ne putem închipui modul în care se produce dezintegrarea radioactivă reprezentînd schematic un nucleu de atom, ca în figura 2, sub forma unei gropi de potențial, în care se găsesc elementele constitutive ale nucleului printre care și particulele α . În mod normal, cînd energia lor depășește barierele marginilor gropii, particulele pot părăsi domeniul acesteia. Datorită faptului că particulele α posedă însă și unele proprietăți ondulatorii, ele reușesc (în număr limitat) să străbată pereții barierei (prin efect tunel). Particulele astfel emise constituie radiația α . În mod asemănător se explică și radiațiile β care provin tot din nuclee, în timp ce radiația γ se datorește modificărilor stării de energie legate de primele două feluri de radiații provenite din interiorul nucleelor. În figura 3 este reprezentat schematic un instrument folosit la detecția radiației α , denumit *contorul Geiger-Müller*. Detecția se realizează printr-o metodă electrică bazată pe ionizările pe care radiațiile le produc într-un gaz rarefiat. La trecerea radiațiilor ionizate prin tubul de descărcare în care se află gazul rarefiat, la capetele rezistenței montate în circuitul exterior apare un impuls de tensiune. Acest impuls este amplificat și introdus apoi într-un dispozitiv de contorizare. Sensibilitatea înaltă a contorului se datorește configurației geometrice a electrozilor săi. Anodul (polul pozitiv) este constituit dintr-un fir subțire, iar catodul (polul negativ), concentric cu acesta, este de formă cilindrică, avînd o suprafață mare. Posibilitatea ca electronii rezultați în urma proceselor de ionizare să fie captați rapid de anod este destul de limitată. În general, electronii sînt proiectați pe lîngă anod și, datorită câmpului electric intens, cu linii concentrice, din vecinătatea anodului, descriu traiectorii în formă de spirală, declanșînd înainte de a ajunge la anod numeroase alte procese de ionizare prin soc.

Pe lîngă *radioactivitatea naturală*, din 1934 este cunoscută și o *radioactivitate artificială*, care apare la transmutația atomică a unor elemente făcute radioactive pe cale artificială. În industria atomică modernă, astfel de elemente rezultă în timpul funcționării reactoarelor nucleare ca deșeuri radioactive.

Fenomenele radioactive au o durată limitată în timp. Ca unitate de măsură a duratei lor s-a introdus noțiunea de *timp de înjumătățire*, adică intervalul de timp în care se dezintegrează jumătate din atomii radioactivi existenți la începutul măsurării. Fragmente radioactive care iau naștere în urma proceselor de fisiune nucleară declanșate la explozia armelor nucleare au, în general, timpi de înjumătățire de 10—60 de zile. În cazul stronțului-90 și cesiului-137, aceștia sînt de 28, respectiv 30 de ani.

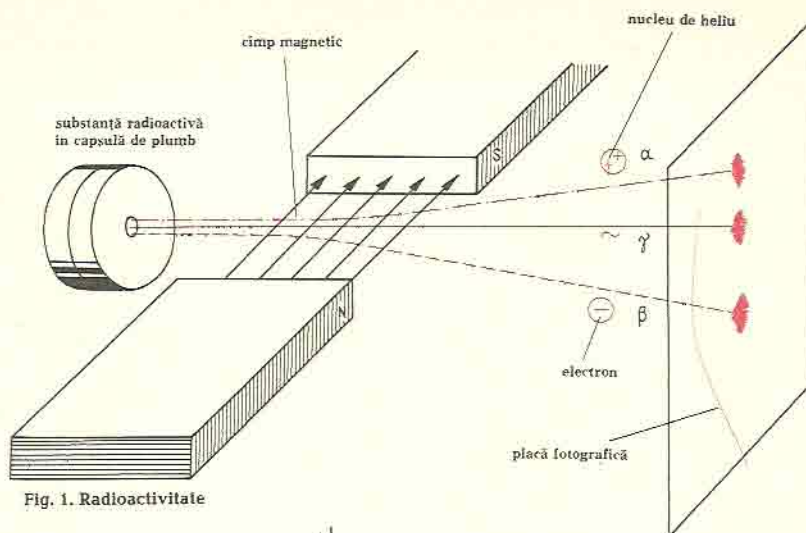


Fig. 1. Radioactivitate

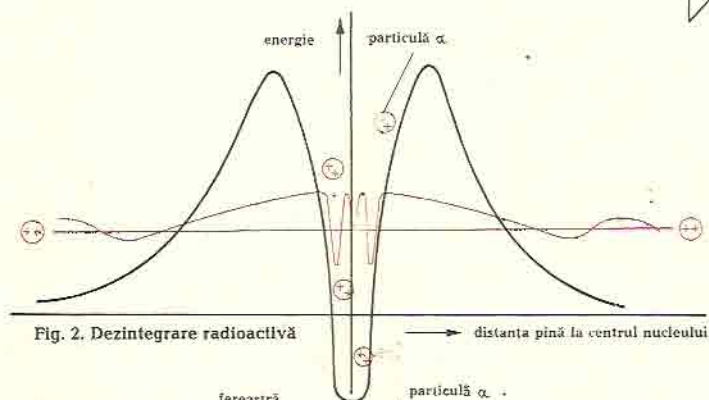


Fig. 2. Dezintegrare radioactivă

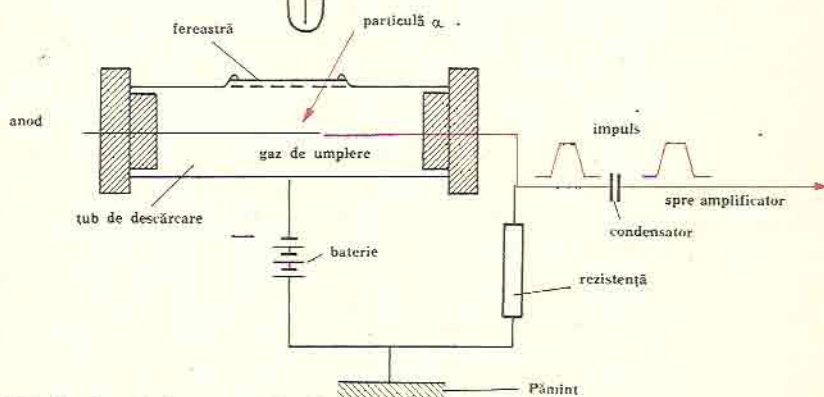


Fig. 3. Contor de particule reprezentate schematic

De ce nu se răstoarnă bicicleta?

Stabilitatea unei biciclete se bazează în primul rând pe *acțiunea forței centrifuge*, care acționează în centrul de greutate unic al bicicletei și al conducătorului ei și pe *acțiunea giroscopică a roților*. La deplasarea în linie dreaptă, pe lângă efectul giroscopic apar și forțe centrifuge. Întrucât traiectoria, aparent în linie dreaptă, este de fapt undulată (fig. 1). Deci, la mersul «drept înainte», bicicleta descrie în realitate consecutiv multe curbe mici spre dreapta și stînga.

Forța centrifugă apare la fiecare corp care se mișcă pe o traiectorie circulară. Ea este cu atât mai mare, cu cît masa corpului și viteza sînt mai mari și cu cît raza cercului traiectoriei este mai mică. Asupra unei sfere atîrnate de un fir, aflată în mișcare circulară (fig. 2), acționează forța centrifugă, greutatea proprie și forța de susținere a firului. Firul tinde să ia poziția în care forța de susținere este egală și de sens opus rezultantei celorlalte două forțe. La fel, bicicleta și conducătorul acesteia, la parcurgerea unei curbe, se înclină pînă cînd rezultanta greutății și forței centrifuge trec prin punctul de sprijin (fig. 3). Dacă centrul de greutate coboară, conducătorul se va răsturna dacă nu mărește imediat viteza și deci forța centrifugă sau dacă nu micșorează raza curbei, păstrînd viteza. Bicicleta este susținută și de acțiunea giroscopică a roților. Cînd o roată în mișcare este forțată să parcurgă o traiectorie circulară, cotind spre dreapta (fig. 4), asupra ei se exercită un moment giroscopic care, ca și forța centrifugă, caută s-o îndrepte spre stînga. La parcurgerea unei curbe, momentul giroscopic acționează atît pe roata din față, cît și pe cea din spate, astfel încît conducătorul se poate înclina mai mult în curbe decît este indicat în figura 3. Atunci cînd apare pericolul de răsturnare, conducătorul poate mări atît forța centrifugă cît și momentul giroscopic prin viraj spre interior pentru redresare. De fapt roata din față, mobilă pe axa ghidonului, «spune singură» conducătorului în ce direcție trebuie să cotească. Dacă bicicleta, și prin aceasta roata din față, trebuie înclinată spre interior, atunci roata din față se orientează de la sine prin acțiunea giroscopică mai mult spre interior (fig. 5), efectuînd o curbă mai mică spre stînga. Prin această mișcare se măresc atît forța centrifugă, cît și momentul giroscopic, împiedicînd astfel căderea conducătorului. Efectele descrise sînt susținute prin construcția corespunzătoare a bicicletei (coloana ghidonului și furca roții din față).

La mersul cu miinile libere și viteză suficientă, momentul giroscopic al roții din față în cazul unei înclinări este destul de mare ca să aducă ghidonul în poziția corectă pînă ce rezultanta greutății și forței centrifuge și momentul giroscopic trec prin punctul de sprijin, împiedicînd astfel răsturnarea conducătorului.

La mersul «drept înainte», bicicleta face la început o curbă lină spre dreapta și se îndreaptă datorită forței centrifuge și efectului giroscopic, înclinîndu-se spre stînga; face apoi o curbă lină spre stînga și se îndreaptă din nou datorită forței centrifuge și efectului giroscopic, înclinîndu-se spre dreapta, astfel încît rezultă traiectoria reprezentată în figura 1.



Fig. 1. La mersul „drept înainte”, se descriu alternativ mici curbe spre dreapta și spre stînga

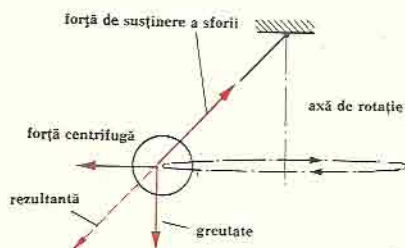


Fig. 2. Forțele care acționează asupra unei sfere în mișcare circulară



Fig. 3. Forțele care acționează asupra conducătorului la efectuarea unei mișcări circulare

axă care trece prin centrul
drumului de parcur

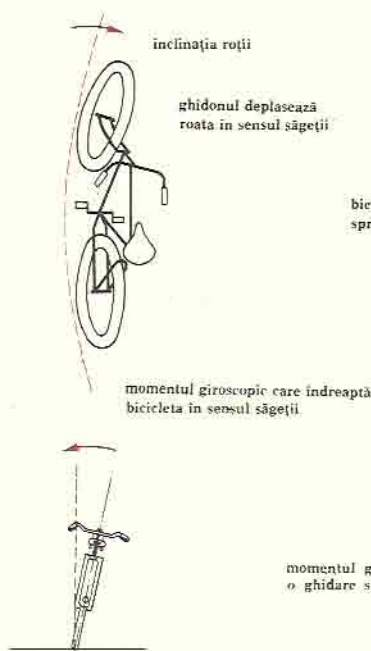


Fig. 4

direcția în care se înclină roata
bicicleta tinde să se incline spre stînga



momentul giroscopic care produce o ghidare spre stînga



Fig. 5

Motociclete

Din această categorie de vehicule fac parte: *motocicleta* obișnuită, *scuterul* și *mopedul*. Construcția și modul de funcționare sînt în general aceleași la toate trei tipurile, astfel că în cele ce urmează descrierea acestora se va face considerînd tipul uzual, motocicleta.

Motocicleta se compune din următoarele patru părți principale: cadrul, motorul cu cutia de viteze, organele de transmisie (lanț sau ax cardanic), roțile și rezervorul de combustibil (fig. 1). Cadrul, care servește ca element purtător pentru tot ansamblul, este o construcție metalică, executată din țevi de oțel sau profile presate. Părțile cadrului sînt asamblate cu ajutorul unor manșoane ranforsate sau sudate.

Pentru evitarea șocurilor provocate de neregularitățile drumului, cadrul este prevăzut cu un sistem de suspensie mecanic sau hidromecanic. La aceste sisteme se asociază amortizoare mecanice, hidromecanice și hidraulice.

După modul de realizare a schemei mecanice, suspensiile pot fi de patru tipuri: paralelogram (fig. 2), basculă scurtă (fig. 3), basculă lungă (fig. 5) și telescopic (fig. 4 și 5).

Suspensia de tip paralelogram este greoaie și incomodă, deoarece transmite șocurile prin furcă și ghidon la conducător. Este folosită la roata din față.

Suspensia de tip basculă scurtă este modernă, fiind folosită împreună cu *suspensia telescopică* la roata din față. Pîrghia scurtă (articulată la ambele capete) oscilează scurt, antrenînd în mișcare numai masa sistemului roată. Acest tip de suspensie nu transmite șocurile la ghidon.

Suspensia de tip basculă lungă este folosită la roata din spate. Datorită brațelor de pîrghie mai lungi, tot articulate, care antrenează în oscilație mase mai mari, apare o uzură mai mare, motiv pentru care acest tip de suspensie este prevăzut cu rulmenți cu role conice, care permit reglarea după un număr de ore de rulare. Și această suspensie se folosește combinată cu suspensia telescopică.

Folosirea combinațiilor acestor patru tipuri de suspensie pentru ambele roți creează condiții optime de circulație cu acest tip de vehicul, șocurile fiind aproape total absorbite. Perfecționarea acestor tipuri de suspensie a permis să se renunțe parțial la suspensia șei (fig. 3), aceasta fiind înlocuită cu o pernă din cauciuc expandat.

Pentru acționarea motocicletei se folosesc motoare cu ardere internă în doi sau în patru timpi. Transmisia puterii la roata motoare din spate se realizează prin cutia de viteze (fig. 6), prin pinioane cu lanț sau prin axa cardanică. Transmisia cu lanț este similară celei de la bicicletă. Transmisia cu axa cardanică este reprezentată în figura 5, de unde reiese folosirea rațională a basculei din spate drept carcasă. Roțile motocicletei și ale mopedului sînt cu spițe, iar ale scuterului sînt de obicei roți pline, asemănătoare celor folosite la automobil.

Rezervorul de benzină servește la înmagazinarea benzinei, fiind proiectat astfel încît să asigure o autonomie de cel puțin 300 km de mers.

Fig. 1. Motocicleta (vedere laterală)

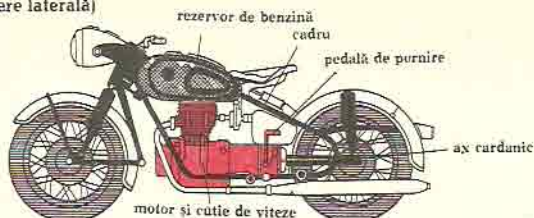


Fig. 2. Suspensie tip paralelogram

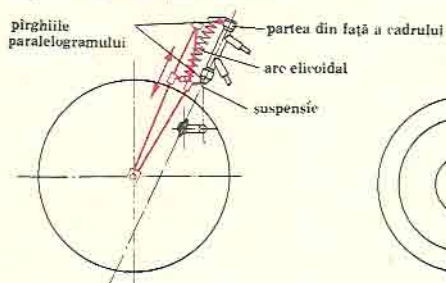


Fig. 3. Suspensie din față și din spate prin bascule și amortizor telescopic

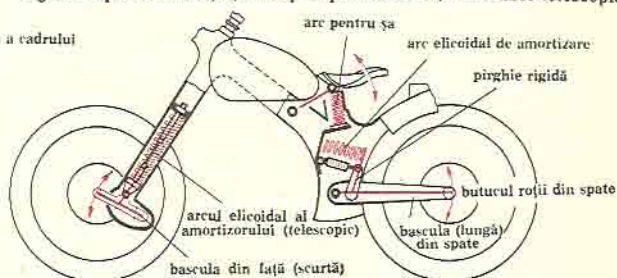


Fig. 4. Bascula lungă cu suspensie pentru roata din față

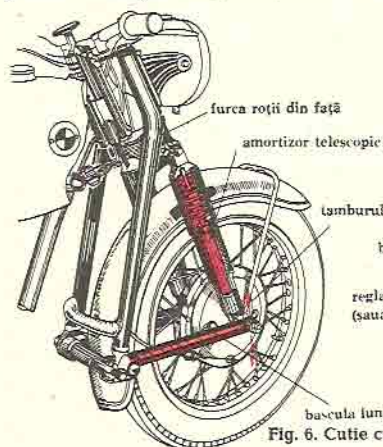


Fig. 5. Roata din spate cu elementele de acționare, frinare și suspensie

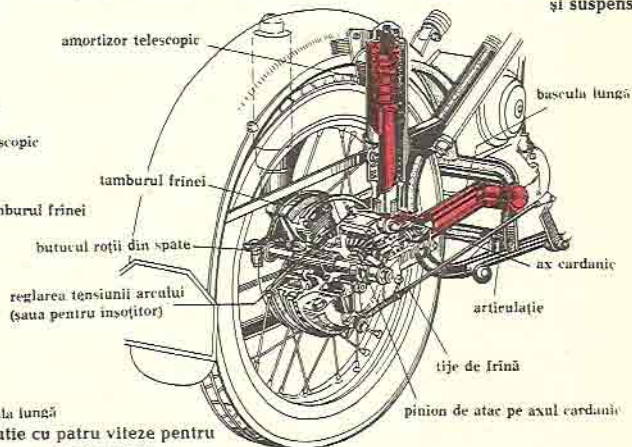
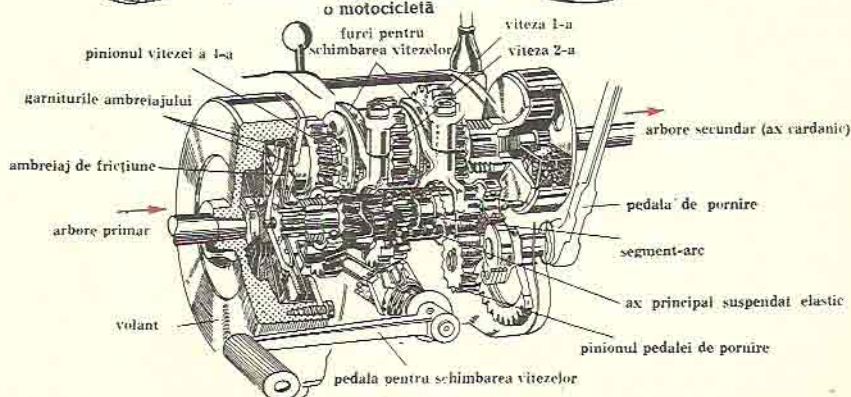


Fig. 6. Cutie cu patru viteze pentru o motocicletă



Motoare cu aprindere prin scînteie (cu explozie) I

Motorul cu aprindere prin scînteie, ca și motorul cu aprindere prin comprimare (diesel) este o mașină termică de forță cu combustie internă în care energia termică eliberată prin arderea combustibilului este transformată în energie mecanică. Spre deosebire de motorul diesel, la motorul cu aprindere prin scînteie combustibilul lichid este amestecat înainte de aprindere cu aerul necesar arderii într-un carburator sau cu ajutorul unui injector de benzină; apoi amestecul inflamabil combustibil-aer este comprimat cu ajutorul pistonului în cilindru și aprins (extern) prin scînteia unei bujii. Datorită presiunii gazelor rezultate în urma arderii, pistonul este deplasat în jos. Mișcarea de translație a pistonului prin bielă, la care este articulată, se transmite arborelui cotit ce capătă astfel o mișcare de rotație. Pentru ca procesul din motor să continue este necesar ca gazele arse să fie evacuate din cilindru și să fie introdus un amestec proaspăt combustibil-aer care să poată fi comprimat și aprins din nou. Aceste faze pregătitoare, împreună cu arderea propriu-zisă și cu destinderea gazelor arse, formează un ciclu de lucru, care în timpul funcționării motorului se repetă periodic.

Motoarele cu aprindere prin scînteie pot fi *motoare în patru timpi* sau *în doi timpi*. Pentru executarea unui ciclu de lucru (schimbarea încărcăturii și arderea), motorul în patru timpi necesită două rotații ale arborelui cotit, respectiv patru curse ale pistonului, iar motorul în doi timpi numai o rotație, respectiv două curse ale pistonului.

Motorul în patru timpi:

— primul timp, *admisia*: supapa de admisie este deschisă, pistonul se deplasează spre capătul exterior al cilindrului (punctul mort exterior), iar în cilindru este aspirat un amestec proaspăt combustibil-aer;

— al doilea timp, *comprimarea*: supapele sînt închise, pistonul se deplasează spre capătul interior al cilindrului și comprimă amestecul combustibil-aer la o presiune de cca. 7—8 at; urmează apoi aprinderea prin declanșarea unei scînteii de la o bujie;

— al treilea timp, *destinderea gazelor arse*: supapele sînt închise și presiunea gazelor formate prin ardere deplasează pistonul spre capătul exterior. Acest timp este singurul «timp motor» (în cursul căruia se produce lucrul mecanic) din ciclul de lucru;

— al patrulea timp, *evacuarea*: supapa de evacuare este deschisă și pistonul se deplasează spre capătul interior al cilindrului, evacuînd gazele arse.

Deci lucrul mecanic se produce numai în timpul al treilea (în cursa de destindere a gazelor arse), restul timpilor fiind consumatori de energie. Energia necesară pentru realizarea acestor timpi este furnizată de către un volant, care, fiind montat pe arborele cotit, se rotește odată cu acesta și întretine mișcarea pistonului în cursul ciclului de lucru.

Deoarece lucrul mecanic se produce numai într-o singură cursă, motorul cu un singur cilindru are în timpul funcționării un grad mare de neuniformitate, adică în cursul unui ciclu de lucru arborele cotit este supus unor mari accelerări și decelerări de rotație. *Motoarele policilindrice* (cu mai mulți cilindri) au un mers mai uniform, pentru că prin decalarea corespunzătoare a coturilor arborelui (fig. 3) se poate obține o decalare în timp a curselor pistonelor din fiecare cilindru, astfel încît timpii ciclurilor de lucru să nu se execute concomitent, ci consecutiv sau intercalat dacă este cazul. După modul în care sînt dispuși cilindrii se deosebesc: motoare cu cilindri în linie (fig. 3), motoare cu cilindri opuși orizontal (fig. 4), motoare cu cilindri în V (fig. 5) și motoare cu cilindri în stea (fig. 6).

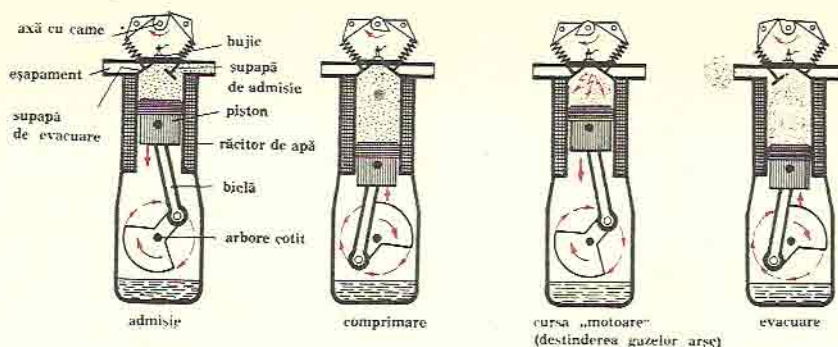


Fig. 1. Modul de funcționare a unui motor în patru timp

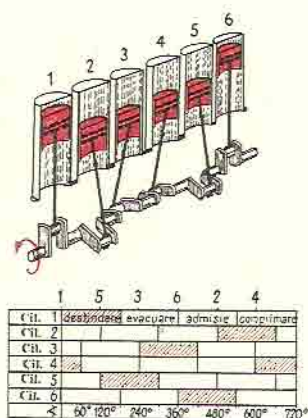


Fig. 2. Schema de lucru a unui motor cu șase cilindri în linie

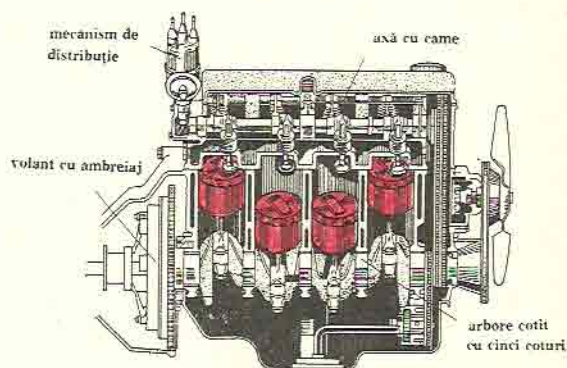


Fig. 3. Secțiune printr-un motor cu patru cilindri în linie

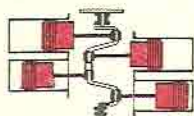


Fig. 4. Motor cu cilindri opuși orizontal

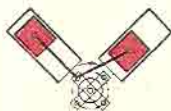


Fig. 5. Motor cu cilindri în V

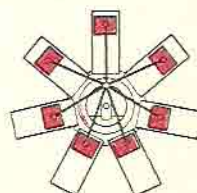


Fig. 6. Motor cu cilindri în stea

Motoare cu aprindere prin scînteie (cu explozie) II

Motorul în doi timpi. Spre deosebire de motoarele în patru timpi, motoarele în doi timpi nu sînt prevăzute cu supape, admisia combustibilului și evacuarea gazelor arse făcîndu-se prin niște fante practice în peretele cilindrului. În timpul deplasării sale rectilinii (mers de du-te-vino), pistonul (prevăzut cu un cap profilat special) eliberează pe rînd aceste fante.

În figura 7 este prezentat modul de funcționare a unui motor în doi timpi baleiat* cu o suflantă. Se presupune că la începutul primei curse, pistonul se află în poziția cea mai ridicată și că amestecul de combustibil-aer de deasupra este aprins. Sub presiunea gazelor arse, pistonul se deplasează, eliberînd mai întîi cu muchia sa superioară fanta de evacuare. Deci gazele arse din cilindru, care se găsesc sub presiune mare, și se destind, sînt evacuate prin această fantă în eșapament. Deplasîndu-se în continuare în jos, pistonul eliberează fanta de admisie și suflanta refulează un amestec proaspăt de combustibil-aer în cilindru, evacuînd restul gazelor arse. La mișcarea în sus a pistonului (cursa a doua), după închiderea tuturor fantelor, amestecul combustibil-aer este comprimat și se poate începe un nou ciclu de lucru.

La motorul în doi timpi baleiat cu autoprecompresiune, se folosește carterul motorului (fig. 8) și nu se mai folosește suflanta; rolul ei funcțional este realizat prin închiderea etanșă a carterului, care poate lucra astfel împreună cu pistonul ca o pompă.

La deplasarea în sus a pistonului, în carter se creează o subpresiune pînă ce muchia inferioară a pistonului eliberează fanta de admisie, deschizînd calea pentru intrarea în carter a unui amestec proaspăt de combustibil-aer. La deplasarea în jos a pistonului, amestecul combustibil-aer din carter este puțin comprimat, astfel încît, după ce muchia superioară a pistonului a eliberat fanta de trecere, respectiv canalul de trecere (legătura dintre carter și cilindru), amestecul combustibil-aer poate intra în cilindru.

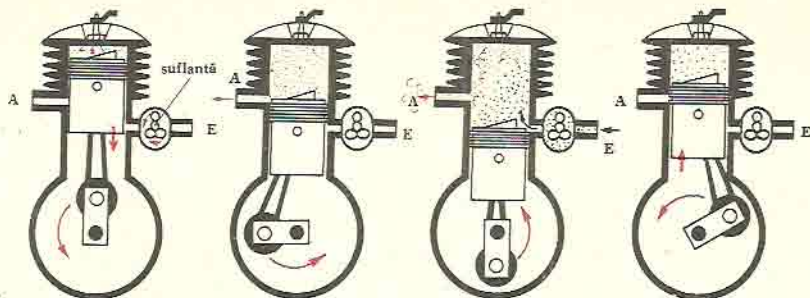
Folosirea suflantei la baleiajul motorului ridică costul motorului, dar are avantajul că elimină canalul de trecere dintre cilindru și carter, arborele cotit putînd fi astfel prevăzut cu o lubrifiere sub presiune în circuit închis, fără ca uleiul din carter să pătrundă în spațiul cilindrului. La motorul baleiat de la carter, care este mai ieftin, uleiul se adaugă la combustibil și pătrunde împreună cu acesta în carter sau este adus sub formă de picături, prin pompe mici de ungere, la locurile care necesită lubrifierea. Uleiul din carter este antrenat prin canalul de trecere în cilindru, de unde ajunge în eșapament prin fanta de evacuare și apare în atmosferă ca un fum de culoare albastră.

* Prin baleiaj se realizează evacuarea forțată a gazelor de ardere din cilindrul motorului.

Fig. 7. Motor cu aprindere prin scînteie în doi timpi baleiat cu suflantă

A = fanta de evacuare

B — fanta de admisie



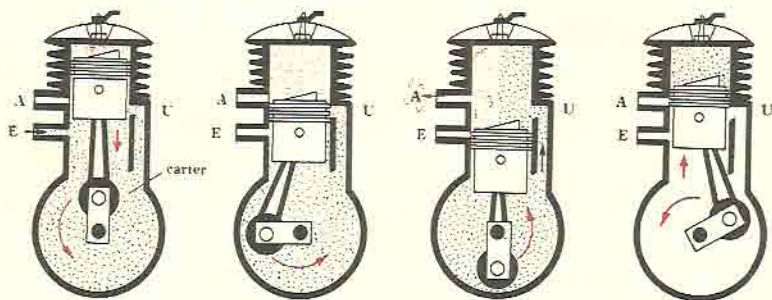
După aprindere, se efectuează lucrul mecanic, la deplasarea în jos a pistonului

La eliberarea fantei de evacuare A, gazele arse sînt evacuate

La eliberarea fantei de admisie E, suflanta refulază în cilindru un amestec proaspăt de combustibil-aer

La deplasarea în sus a pistonului, după închiderea fantelor A și E, are loc comprimarea amestecului combustibil-aer

Fig. 8. Motor cu aprindere prin scînteie în doi timpi baleiat de la carter



Deasupra pistonului :

După aprindere, se efectuează lucrul mecanic la deplasarea în jos a pistonului

La eliberarea fantei de evacuare A — are loc evacuarea gazelor arse

La eliberarea fantei de trecere V, amestecul combustibil-aer trece din carter, unde se află sub presiune, în cilindru

La deplasarea în sus a pistonului după închiderea fantelor A și U, are loc comprimarea amestecului combustibil-aer

Dedesubtul pistonului :

La eliberarea fantei de admisie E, în carter intră un amestec proaspăt de combustibil

După închiderea fantelor E și U, amestecul combustibil-aer este comprimat în carter

După închiderea fantelor E și U, la deplasarea în sus se formează o subpresiune în carter a pistonului

Motoare cu aprindere prin compresie (diesel)

Procesele de ardere din motoarele cu aprindere prin scînteie, respectiv din motoarele diesel, se deosebesc în principiu prin mai multe aspecte. Astfel, spre deosebire de motorul cu aprindere prin scînteie, la care amestecul combustibil-aer este aspirat în cilindru, comprimat (raportul de comprimare fiind cuprins între 4:1 și 10:1) și apoi aprins printr-o scînteie, la motorul diesel este aspirat numai aer curat în cilindru, unde se comprimă mult mai mult decît la motorul cu aprindere prin scînteie (raportul de comprimare fiind cuprins între 14:1 și 25:1). Cînd temperatura aerului atinge prin comprimare valori cuprinse între 700 și 900° C se injectează în cilindru o anumită cantitate de combustibil (motorină). Din cauza temperaturii înalte, combustibilul se aprinde singur. Picăturile de combustibil se amestecă fin cu aerul din spațiul de ardere, se încălzesc și se evaporă; astfel aprinderea nu are loc imediat după intrarea particulelor de carburant în spațiul de ardere, ci după aproximativ 1/1 000 s. Timpul consumat între momentul injecției și aprindere se numește *întîrziere de aprindere*. Pentru asigurarea unei pulverizări cît mai fine și mai uniforme a combustibilului injectat în cilindru, injectorul este prevăzut la partea inferioară cu un pulverizor. Picăturile injectate au însă dimensiuni diferite și, ca atare, sînt distribuite neuniform în jetul de combustibil. Se aprind întîi picăturile mai mici, repartizate mai mult în zona marginală a jetului injectat (fig. 1), și apoi picăturile mai mari, distribuite în interiorul jetului. Injectarea combustibilului continuă și după formarea primei flăcări (arderea principală). Dacă o parte din combustibil arde incomplet în prima fază a arderii, sau dacă întîrzierea la aprindere este prea mare, arderea se produce violent sub formă de explozie (fenomenul de detonație) și motorul bate. La motorul cu aprindere prin scînteie, amestecul combustibil-aer se aprinde mai întîi lîngă bujie (fig. 2). Căldura eliberată de particulele care ard lîngă bujie provoacă aprinderea particulelor vecine; astfel se propagă în spațiul de ardere, pornind de la bujie, un front de flăcără, care, cu timpul, cuprinde tot spațiul de ardere. Prin radiația căldurii și ridicarea presiunii, ca și prin centrul fierbinții de ardere din spațiul de ardere, în amestecul nears de combustibil-aer, neatins încă de frontul de flăcără, se poate produce în anumite condiții o nouă aprindere și o nouă direcție de propagare a frontului de flăcără, care pot conduce la o ardere instantanee a amestecului. În acest caz apare detonația, care generează o undă de șoc puternică, provocînd zgomete metalice în cilindrul motorului (bătăi, detonație).

Motoarele diesel, ca și motoarele cu aprindere prin scînteie, pot fi în patru și în doi timpi. Deosebirile constructive ale motoarelor diesel constau în special în modul în care se realizează amestecul dintre combustibil și aer și felul în care se aprinde acesta. Avînd în vedere aceste considerente, motoarele diesel se pot clasifica în:

— **motoare diesel cu injecție directă** (fig. 3), în cazul cărora combustibilul este injectat direct în cilindru sau într-un spațiu sferic de ardere, prevăzut la capătul pistonului. Injectorul este astfel construit, încît să aprindă cu razele sale, pe cît posibil, tot aerul din spațiul de ardere pentru a asigura arderea completă a combustibilului;

— **motoare diesel cu cameră de turbulență** (fig. 4), la care aerul este împins de către piston, într-o cameră de formă sferică situată în culasa motorului, căpătînd o mișcare circulară (cu viteză mare), ceea ce permite amestecarea cu combustibilul;

— **motoare diesel cu cameră de preardere** (fig. 5 și 6), la care în camera de preardere, situată tot în culasa motorului și legată cu spațiul din cilindru printr-un mic orificiu, are loc o amestecare a combustibilului cu aerul și o ardere parțială a amestecului. În urma prearderii, presiunea amestecului combustibil-aer crește, și acesta, ars incomplet, trece cu viteză mare din camera de preardere în cilindru, unde arderea va fi completă.

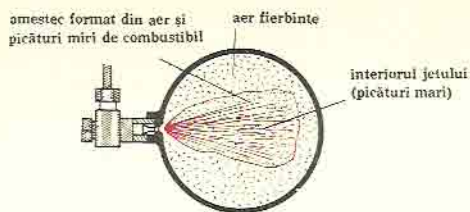


Fig. 1. Procesul de ardere la motorul diesel

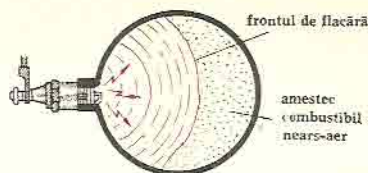


Fig. 2. Procesul de ardere la motorul cu aprindere prin scintei

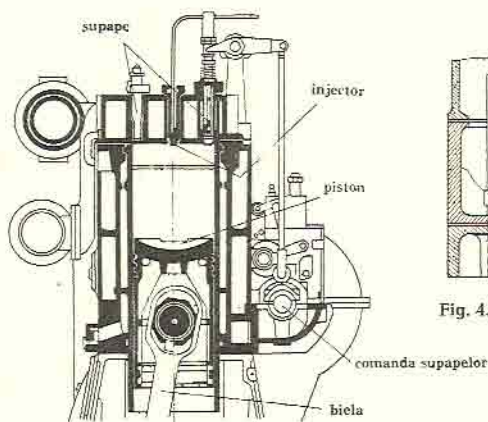


Fig. 3. Motor diesel cu injecție directă

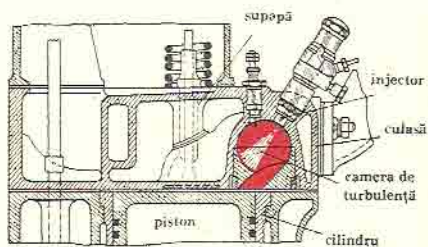


Fig. 4. Motor diesel cu cameră de turbulență

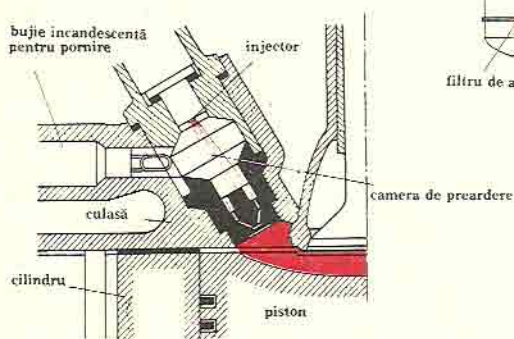


Fig. 5. Camera de preardere a unui motor diesel

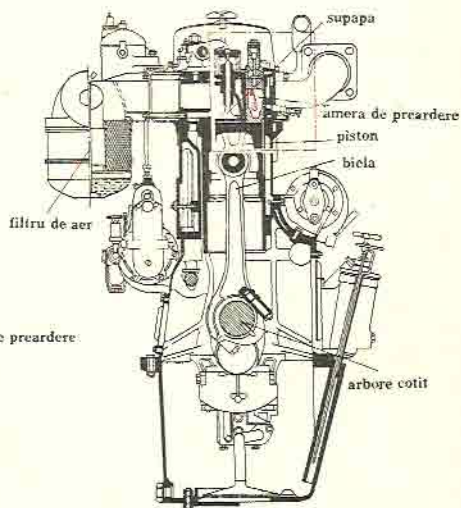


Fig. 6. Motor diesel cu cameră de preardere

Motoare cu piston rotativ (Wankel)

Motorul cu piston rotativ este un motor cu ardere internă care lucrează în patru timpi, ca și un motor cu aprindere prin scînteie. Spre deosebire însă de motorul cu aprindere prin scînteie obișnuit, în cazul căruia mișcarea de rotație a arborelui cotit se obține prin transformarea mișcării de du-te-vino (oscilantă) a pistonului cu ajutorul bielei (fig. 1), la motorul cu piston rotativ mișcarea de rotație se obține direct cu ajutorul unui piston rotativ. Aceasta înseamnă că nu mai trebuie accelerate, respectiv decelerate masele care fac o mișcare de du-te-vino. În acest caz, prin eliminarea forțelor masice respective se pot obține turații mai mari. Pistonul rotativ deschide sau, respectiv, închide cu muchiile sale niște fante simple practicate în pereții cilindrului, comandînd schimbarea gazelor singur, fără supape (pistonul are formă triunghiulară, cu laturile convexe). Pentru realizarea unei etanșări cît mai bune, muchiile pistonului sînt prevăzute cu niște rigle de etanșare, care ating încontinuu în cursul rotației pereții carcasei; între piston și carcasă se realizează astfel trei spații închise care, în decursul unei rotații a pistonului, se măresc și se micșorează.

Variația volumului acestor spații permite, ca și în cazul motorului cu aprindere prin scînteie în patru timpi obișnuit, să se realizeze un ciclu de lucru complet în timpul unei rotații: aspirația amestecului combustibil-aer, comprimarea și aprinderea sa prin declanșarea unei scînteii de la o bujie, destinderea gazelor arse aflate la presiune ridicată (deci efectuarea de lucru mecanic) și evacuarea gazelor arse (fig. 2). În cele trei spații de ardere au loc deci aceleași procese, însă decalate cu cîte 120 de grade. La o învîrtire a pistonului se obțin deci trei aprinderi. În fiecare dintre cele trei spații se realizează separat cîte un ciclu de lucru, care decurge ca la motorul cu ardere internă cu trei cilindri obișnuit. Pentru a înțelege mai bine modul în care decurg procesele în motor se va urmări în continuare un ciclu de lucru realizat în camera dintre muchiile *A* și *C*. Cei patru timpi ai ciclului vor fi:

— *primul timp*: pistonul rotativ eliberează canalul de admisie și permite intrarea unui amestec gazos combustibil-aer;

— *al doilea timp*: amestecul este comprimat;

— *al treilea timp (timpul motor)*: amestecul comprimat este aprins de la o bujie, arde și acționează pistonul;

— *al patrulea timp*: gazele arse sînt evacuate prin canalul de evacuare.

În celelalte două camere are loc același proces, dar decalat cu 120°.

Din figura 2 reiese că motorul Wankel are numai două părți mobile: pistonul și axul motor. Pistonul este prevăzut în centru cu o dantură interioară și un lagăr palier pentru excentricul axului motorului. Dantura interioară rulează pe o roată dințată, concentrică cu axul motorului, dar montată fix pe carcasă. Raportul numărului dinților acestor două roți este 3:2.

O problemă dificil de rezolvat în construcția motorului Wankel constă în asigurarea etanșării camerelor individuale între ele deoarece, în cazul în care conținuturile acestor camere ar comunica, funcționarea motorului ar fi problematică. Această problemă a fost rezolvată cu ajutorul riglelor de etanșare.

Fig. 1. Comparație între modul de funcționare a motorului cu piston în doi timpi și motorul cu piston rotativ

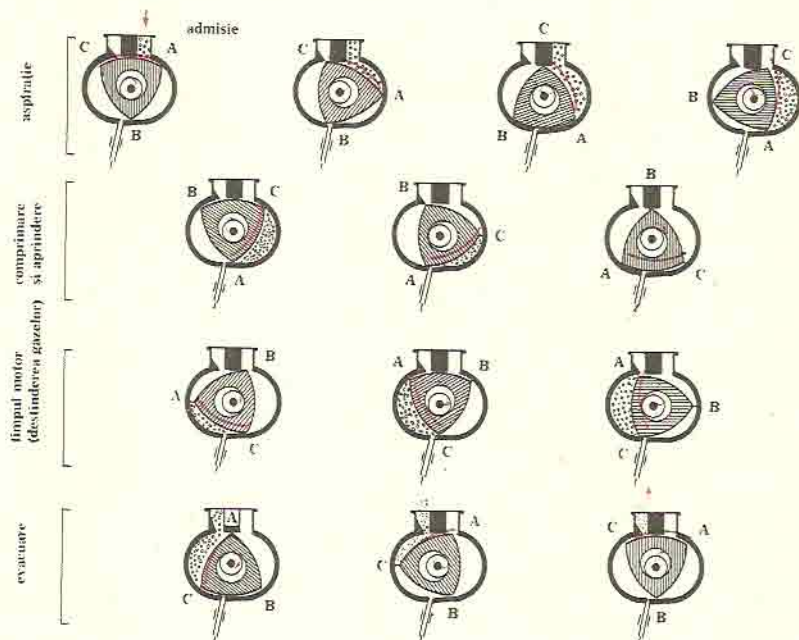
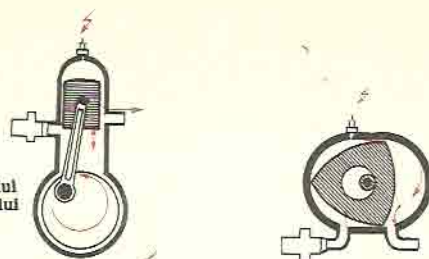


Fig. 2. Desfășurarea ciclului de lucru la motorul cu piston rotativ

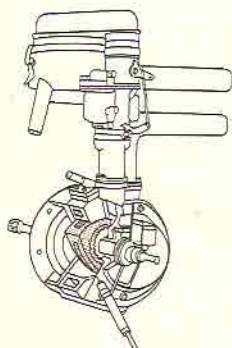


Fig. 3. Secțiune printr-un motor cu piston rotativ

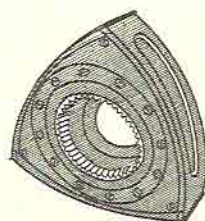


Fig. 4. Piston rotativ

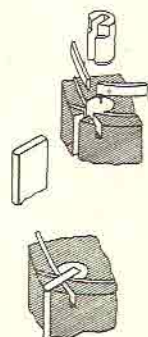


Fig. 5. Etanșare pe muchie

Locomotive cu abur

Locomotivele cu abur sînt acţionate de maşini cu abur cu piston, care constau dintr-un cilindru în care se găseşte abur sub presiune mare şi care prin destindere pune în mişcare un piston. Mişcarea pistonului se transmite roţilor locomotivei. Mecanismele de comandă şi de acţionare ale unei locomotive cu abur sînt prezentate în figura 1. Prin canalul de admisie, aburul, produs într-un cazan de abur (cu ţevi de foc sau cu tub de flacăra), intră în sertarul de distribuţie şi este distribuit în cilindru, în partea din faţă sau din spate a pistonului, unde se destinde şi deplasează pistonul spre înapoi, respectiv înainte. În cazul locomotivei reprezentate în figura 1, aburul este admis din partea stîngă a pistonului pe care îl deplasează spre dreapta. După ce se destinde în cilindru, aburul este evacuat în atmosferă prin sertar, canalul circular şi canalul de evacuare. Pistonul este cuplat fix cu capul de cruce prin tija pistonului. Ghidat într-o glisieră, capul de cruce execută o mişcare de du-te-vino odată cu pistonul. De capul de cruce este fixată printr-o articulaţie biela motoare, care la cealaltă extremitate este fixată de butucul roţii motoare. În felul acesta, mişcarea de du-te-vino a pistonului este transformată într-o mişcare de rotaţie. Roţile motoare sînt legate între ele prin biele de cuplare. Locomotiva reprezentată în figura 1 se deplasează înapoi, roţile ei mişcîndu-se în sensul invers acelor de ceasornic. Dacă trebuie inversat sensul de deplasare, sertarul de distribuţie trebuie să trimită aburul în partea dreaptă a pistonului. Schimbarea poziţiei sertarului de distribuţie se obţine de la pupitrul de comandă al locomotivei prin rotirea unei roţi de mîna. Prin această mişcare, bara se roteşte în jurul punctului fix, trăgînd în sus şi spre stînga sertarul de distribuţie (fig. 2). În timpul mersului, aburul este distribuit succesiv cînd pe o faţă, cînd pe cealaltă a pistonului (maşină cu dublu efect). În acelaşi scop sertarul descrie o mişcare sincronă de du-te-vino; acest lucru îl asigură o bielă de dirijare. Cu ajutorul contramanivelei şi al barei de comandă a culisei se roteşte culisa în jurul punctului fix. Cînd bara de comandă a sertarului se află deasupra punctului fix, sertarul se deplasează spre stînga, iar cînd bara de comandă a sertarului se află dedesubtul punctului fix, sertarul se deplasează spre dreapta. Prin tija pistonului, capul de cruce şi biela principală, forţa rezultată prin destinderea aburului în cilindru antrenează roţile; întrucît între roţi şi şine există o frecare, se produce o forţă de tracţiune care determină mişcarea locomotivei.

Forţa periferică transmisă roţilor de către maşina cu abur nu trebuie să fie mai mare decît forţa de frecare la periferia roţii, deoarece în acest caz roţile ar patina (aluneca) pe loc.

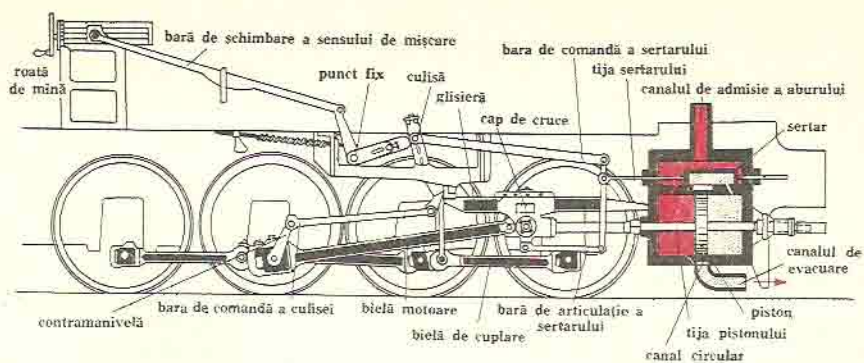


Fig. 1. Mecanismele de comandă și de acționare ale unei locomotive cu abur

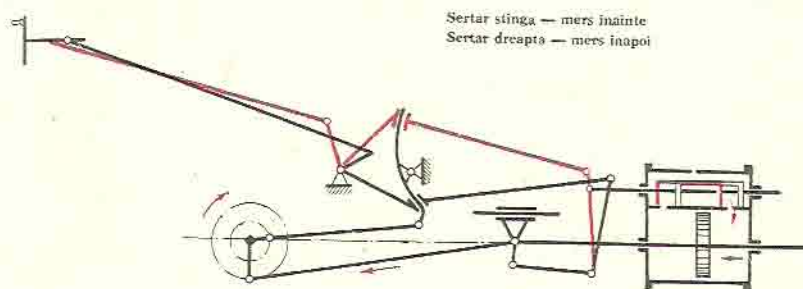


Fig. 2. Mecanismul de comandă a sertarului (comandă Heusinger)

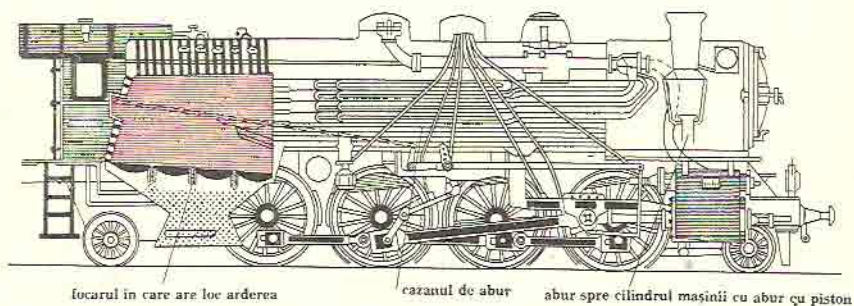


Fig. 3. Secțiune printr-o locomotivă cu abur

Locomotive electrice

În tracțiunea feroviară, locomotivele electrice s-au impus față de locomotivele cu abur, datorită faptului că energia necesară nu se produce în locomotivă, ci în centrale electrice, putând fi ușor transportată la distanțe mari. În plus, la pornire cuplul electric are valoarea cea mai mare și se micșorează pe măsură ce crește viteza, comportare favorabilă la tracțiunea feroviară, unde este necesară o forță mare la pornire pentru a pune trenul în mișcare; pentru menținerea sa în mișcare este nevoie de o forță mult mai mică.

Energia electrică alimentează motoarele electrice de tracțiune, care antrenează osiile individual (fig. 1), sau în colectiv, cu ajutorul unui motor electric puternic și al unei biele (fig. 2). *La antrenarea individuală*, fiecare roată sau osie motoare este acționată de un motor electric de putere mică și de turație mare. Turația este redusă cu ajutorul unui angrenaj reductor. *La antrenarea colectivă*, un motor electric de tracțiune de putere mare și care poate fi ușor construit pentru turație mică acționează, prin intermediul unei biele motoare și a mai multor biele de cuplare, osiile motoare.

În figura 3 este reprezentată schema unei locomotive electrice cu antrenare individuală a roților. Curentul electric folosit (curent alternativ de 15 000 V, cu frecvență de $16\frac{2}{3}$ Hz), este preluat de la firul de cale aerian prin troleu fiind transformat apoi de la 15 000 V la tensiunea de lucru de 300—700 V cu ajutorul unui transformator. Variația vitezei se realizează prin variația tensiunii de alimentare prin comutarea treptelor transformatorului. Astfel se evită pierderea de energie prin folosirea de rezistențe.

Cele mai puternice locomotive electrice dezvoltă puteri de peste 5 000 CP. Greutatea mare a transformatoarelor montate în astfel de locomotive asigură aderență mare între roțile locomotivei și șine.

O variantă a locomotivei electrice este *locomotiva diesel-electrică*. În acest caz, curentul electric este furnizat de un generator propriu antrenat de un motor diesel, combinând astfel avantajele alimentării descentralizate cu cele ale tracțiunii electrice.

Locomotivele diesel-electrice sînt folosite astăzi pe linii electrificate numai parțial.

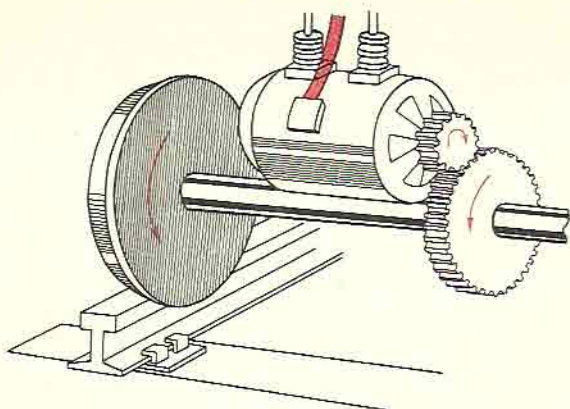


Fig. 1. Antrenare individuală

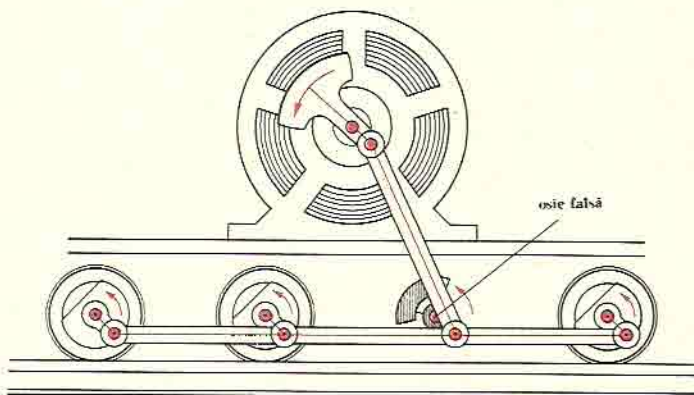


Fig. 2. Antrenare colectivă cu ajutorul unui motor electric și al unei biele

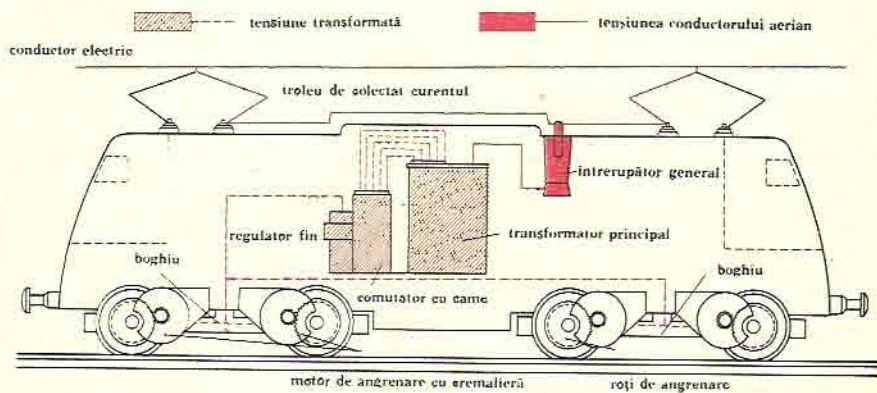


Fig. 3. Schema unei locomotive electrice cu antrenare individuală

Locomotive diesel

Locomotivele diesel-electrice sînt ușor de pus în funcțiune, sînt rentabile și dau un randament superior locomotivelor cu abur, care necesită un timp îndelungat pentru încălzire și un spațiu mare de depozitare a combustibilului. În același timp, locomotivele diesel nu necesită conductori electrici scumpi pentru transportul energiei și aparatul electric al locomotivelor electrice.

În funcție de felul transmisiei energiei de la motorul diesel la roțile locomotivei, locomotivele diesel pot fi cu *transmisie mecanică*, *hidraulică* (*diesel-hidraulică*), *electrică* (*diesel-electrică*) sau *pneumatică*.

În figura alăturată este prezentată construcția unei locomotive diesel-hidraulice V 320, aflată în dotarea căilor ferate ale Republicii Federale a Germaniei. Această locomotivă are două unități de acționare independente, care lucrează pe câte un boghiu. Pentru acționare se folosesc două motoare diesel cu 16 cilindri în patru timpi, fiecare cu o putere de 2 000 CP, supraalimentate, o suflantă radială comprimînd aerul necesar arderii în cilindrii motorului. Suflanta radială este acționată de o mică turbină cu gaz, care folosește energia gazelor de evacuare din motorul diesel. În felul acesta, puterea dezvoltată de motorul diesel supraalimentat este mai mare decît a aceluiasi motor nesupraalimentat.

Energia motorului diesel V 320 este transmisă printr-un cuplaj și un arbore cardanic la un mecanism hidraulic și apoi prin intermediul unui alt arbore cardanic, la boghiu. Mecanismele hidraulice asigură două domenii de viteze (viteză mare și viteză mică). Apa de răcire pentru schimbătorul de căldură al uleiului de ungere și al uleiului mecanismelor hidraulice și pentru răcitorul aerului de supraalimentare se obține într-o instalație de răcire cu aer forțat.

Cadrul și cutia locomotivei V 320 sînt din oțel sudat de construcție ușoară. Cutia locomotivei, în formă de casetă, este împărțită prin pereți intermediari în: o încăpere pentru motoarele diesel și cazanul de abur și două încăperi pentru mecanismele și cabinele de comandă la fiecare capăt.

Locomotiva are frînă cu discuri, câte o pereche pentru fiecare roată, și suplimentar o frînă magnetică de șină, care asigură un spațiu mic de frinare și la viteze mari.

La locomotivele diesel-electrice, un generator electric de curent continuu este antrenat de motorul diesel. Curentul electric produs este transmis la motoarele electrice de tracțiune care acționează osiile motoare.

Pentru încălzire, trenurile de persoane sînt prevăzute cu o instalație de cazan cu abur alimentată cu motorină. De asemenea, trenurile sînt prevăzute cu instalații de iluminat electric, de comandă și de control.

Tramvaie și troleibuze

Tramvaiul este un vehicul de transport în comun, care se deplasează pe șine cu ajutorul energiei electrice, preluată de la un fir de cale aerian sau de la un conductor subteran, așa-numitul *tramvai cu linia conductoare montată în canivou* (fig. 2). În figura 1 este reprezentat schematic un vagon motor de tramvai; de la troleu, care se așază singur în poziția optimă la o schimbare a direcției (înainte-înapoi), curentul trece prin intermediul unui întreruptor general de siguranță cu paratrâșnet, la un controler (regulator de mers), care schimbă după necesitate diferitele rezistențe necesare pornirii și mersului. Curentul electric acționează două motoare electrice (de exemplu legate în paralel), care antrenează prin intermediul unui angrenaj reductor cele două osii ale vagonului, iar apoi se scurge prin roți în șine. La frinare, motoarele electrice pot să lucreze ca generatoare (cu rezistențele ca sarcină), în paralel cu frâna cu saboți.

În S.U.A. se mai găsesc izolat și tramvaie cu alimentare subterană a curentului (cablecars, fig. 2). În locul troleului montat pe acoperișul vagonului, există un braț de contact care pătrunde, printr-o fantă între șine, într-un canivou, unde este montat, izolat electric, cablul de alimentare.

În figura 2 este reprezentat circuitul electric. La acest tip de alimentare, construcția macazurilor este mult mai complicată decât în cazul conductoarelor aerieni. De asemenea există pericolul producerii de scurtcircuitate atunci când în canivou pătrunde apă (datorită unor ploii puternice sau spargerii unei conducte de apă).

Un alt vehicul de transport în comun, folosit în general pentru distanțe scurte și acționat electric, este *troleibuzul*. Acesta este un autobuz alimentat cu energie electrică prin doi conductori cu polarități diferite (fig. 3). Posibilitatea de a se abate de pe traseul său este însă limitată de lungimea troleului, care este apăsător cu arcuri pe firele de alimentare. În ceea ce privește eficiența economică, troleibuzele sînt concurate în prezent de autobuzele acționate de motoare cu ardere internă.

În figura 4 este schițat modul cum lucrează sistemul automat de schimbare a macazelor la tramvaie: în firul de cale este intercalată o piesă izolată (contactul de macaz) legată cu electromagnetul unui macaz, care poate fi deplăcat electromagnetic. Atunci cînd troleul alunecă peste contactul de macaz cu motorul cuplat, curentul electric trece prin electromagnetul macazului, schimbîndu-l. Dacă tramvaiul trece, în virtutea inerției, cu motorul nealimentat cu curent de către manipulant peste contactul de macaz, macazul nu va fi deplasat.

Pentru tramvaie se utilizează curent continuu cu tensiunea de 500—1 000 V. Intensitatea curentului preluat de un motor de tramvai la pornire este de ordinul a 100 A. Pentru a reduce pierderile de tensiune, locurile de contact din rețeaua de șine sînt scurtcircuitate cu etriere din cupru.

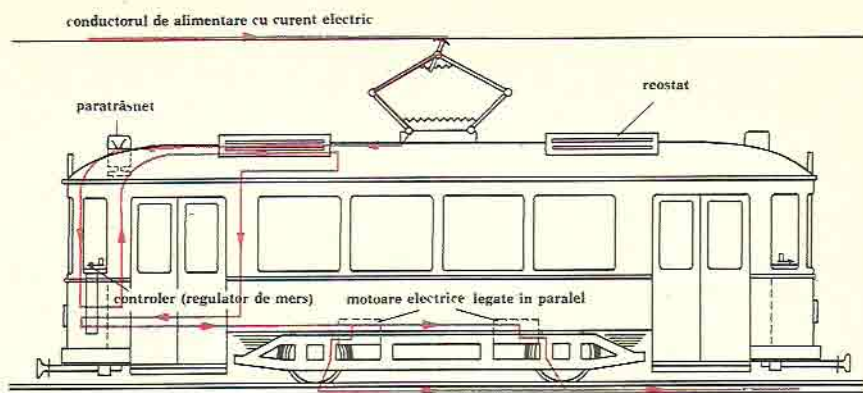


Fig. 1. Schema unui tramvai electric

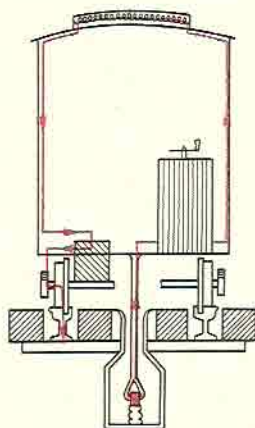


Fig. 2. Tramvai cu linia în canivou, la care alimentarea cu curent electric este subterană

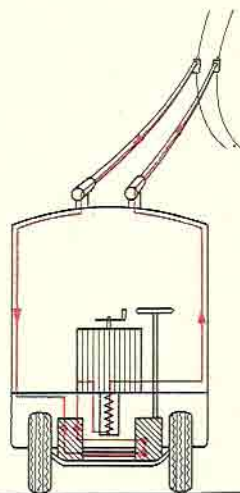


Fig. 3. Troleibuz cu alimentare prin doi conductori aerieni cu polarități diferite

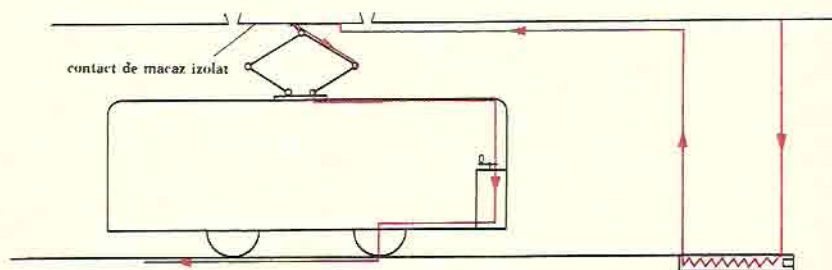


Fig. 4. Schema schimbării automate a macazului

Teleferice

Telefericul (funicularul) este cel mai obișnuit mijloc de transport în comun în regiunile de munte (fig. 1). Cabina telefericului se deplasează pe un cablu purtător, care este ancorat în stația din munte și tensionat de o greutate în stația din vale. Dacă se folosesc două cabine, telefericul este echipat cu două cabluri purtătoare montate în paralel, fiecare cabină deplăsindu-se cu ajutorul unui cablu purtător. Acest sistem este folosit în majoritatea cazurilor. În regiunile mai puțin abrupte sînt folosite teleferice cu mai mult de două cabine, în acest caz dispuse una după cealaltă pe un cablu fără fine, care se rotește în circuit închis. Cablurile purtătoare sînt sprijinite la anumite distanțe pe stîlpi. Aceștia trebuie să fie suficient de înalți pentru a evita pericolul lovirii cabinelor de stînci. Cabinele (fig. 2 și 3), suspendate de un cărucior mobil (piscă), sînt articulate mobil în lagăre, astfel încît să atîrne întotdeauna vertical, indiferent de panta cablului purtător. Căruciorul este prevăzut cu un număr de role legate articulat între ele, care permit ca trecerea peste punctele de reazem să se facă fără șocuri (fig. 3). Dacă se folosesc două cabine, cărucioarele celor două cabine sînt legate de un cablu de tracțiune, antrenat în stația din vale de o rolă motrice și inversat în stația din munte de mai multe role. Mecanismul de antrenare, care, în afară de rola motrice, mai include un motor electric și un angrenaj reductor, este sprijinit elastic în lagăre; cablul de tracțiune este tensionat cu ajutorul unei greutăți. În mod asemănător căilor ferate de munte cu tracțiune prin cablu, cele două cabine, legate prin cablul de tracțiune, pornesc simultan din stația din munte și din stația din vale în momentul în care cablul de tracțiune este pus în mișcare.

Telefericul este prevăzut cu un dispozitiv de siguranță (frînă de blocare), acționat automat în momentul ruperii cablului de tracțiune (fig. 4), care fixează căruciorul de cablul purtător, cabina rămînînd nemișcată; călătorii pot fi coborîți din cabină, fără pericol, cu ajutorul unor frînghii. Telefericele construite pentru diferențe de altitudine mari sînt prevăzute în plus, cu un cablu auxiliar. Atunci cînd se rupe cablul de tracțiune, căruciorul cabinei se fixează singur de cablul auxiliar iar cabina poate fi adusă la stație.

În cazul *telefericelor cu scaun*, scaunele sînt fixate de cablul purtător, care servește, în același timp, drept cablu de transport fără fine. Călătorii se urcă sau coboară de pe scaune, în stații. *Schi-lifturile* sînt construite în mod asemănător cu telefericele cu scaun, numai că în locul scaunelor sînt prevăzute cu cabluri de tras schiorii, fixate de etrieri.

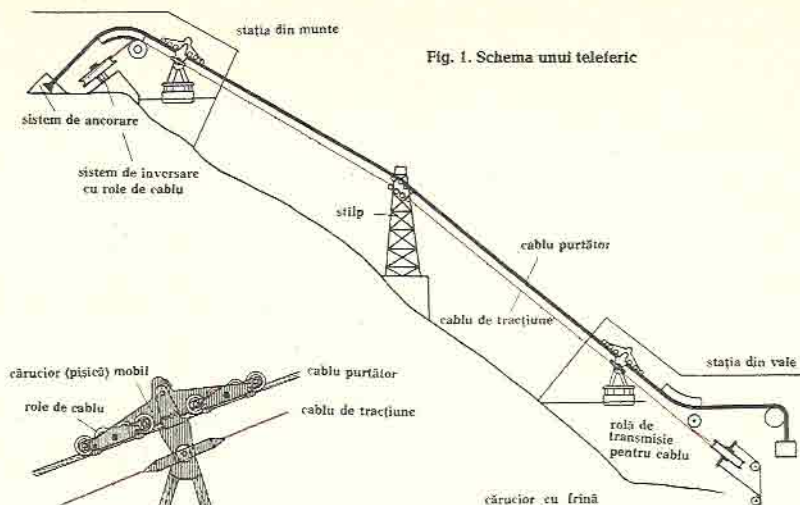


Fig. 1. Schema unui teleferic

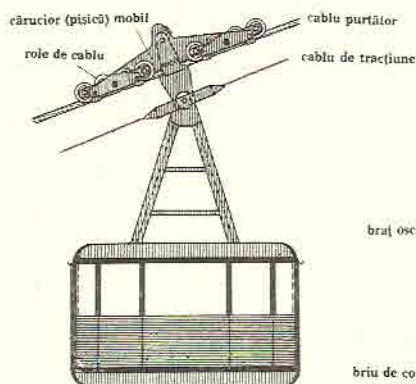


Fig. 2. Cabina unui teleferic

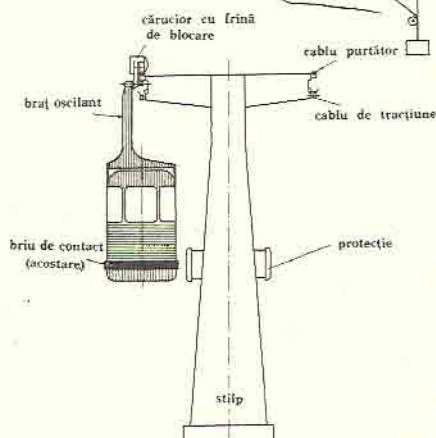


Fig. 3. Cabina telefericului la trecerea pe lângă un stîlp

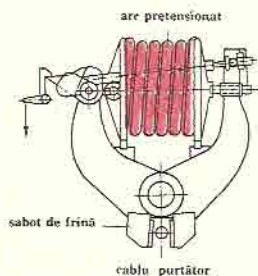


Fig. 4a. Dispozitivul de siguranță al cabinei (frîna de blocare)

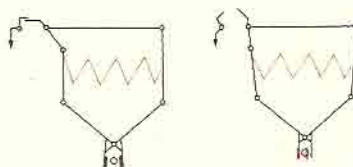


Fig. 4b. Modul de funcționare a dispozitivului de siguranță

Căi ferate de munte

Pentru transportul în comun în regiuni cu diferențe de altitudine foarte mari se folosesc căi ferate de munte, în cazul cărora vagoanele se deplasează pe șine trase de un cablu de tracțiune sau acționate cu ajutorul unei roți dințate.

Căile ferate de munte cu acționare prin cabluri sînt echipate de obicei cu două vagoane, care se deplasează unul în sus și celălalt în jos pe o cale simplă. La mijlocul traseului există o porțiune de cale dublă pentru evitare. Amîndouă vagoanele sînt fixate de un cablu de tracțiune, ghidat între șine cu ajutorul unor role și antrenat de la stația din munte. Pentru antrenare este folosit un tambur de cablu, acționat de un motor electric prin intermediul unui angrenaj reductor. Pentru ca, în cazul unei ruperi a cablului, vagoanele să nu pornească la vale cu viteză mare, este necesar un mecanism automat de frinare. Securitatea vagoanelor este asigurată prin montarea la mijlocul părții inferioare a vagonului a unei roți dințate care angrenează cu o cremalieră, situată la mijlocul intervalului dintre șine. Această cremalieră poate fi asemănată cu un lanț rigid în ale cărui goluri intră dinții roții. În timpul înaintării normale, roata dințată este antrenată în direcția de înaintare. În cazul cînd se rupe cablul de tracțiune, roata dințată este frînată automat, deoarece prin întreruperea forței de tracțiune (transmisia prin intermediul cablului de tracțiune) este detensionat un sistem de arcuri care apasă șaboții de frînă pe un tambur de frinare; acesta face corp comun cu axul roții dințate.

În figura 2 este reprezentată porțiunea de evitare a unei căi ferate de munte cu linie simplă. Se poate constata că nu există un macaz, ca în cazul liniilor de tramvai sau de cale ferată. Șinele exterioare sînt sudate fără întrerupere, iar roțile exterioare ale celor două vagoane, asemănătoare cu rolele de cablu, cuprind cu buzele lor de bandaj șina, care are profilul în formă de ciupercă. Roțile interioare sînt mai late și nu au buze de bandaj. Datorită acestei construcții, fiecare vagon este ghidat întotdeauna pe aceeași parte a locului de evitare, și anume spre dreapta în direcția de înaintare.

Căile ferate de munte cu acționare prin roți dințate au vagoanele prevăzute cu o roată dințată, antrenată de un motor electric prin intermediul unui angrenaj reductor. Între șinele pe care se deplasează vagonul se găsește o cremalieră, care angrenează roata dințată. Curentul electric este preluat de la o linie aeriană de o priză de contact.

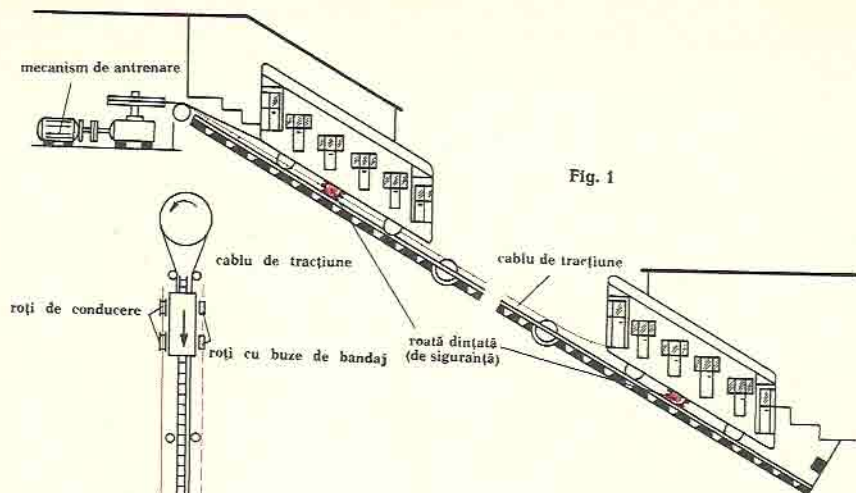


Fig. 1

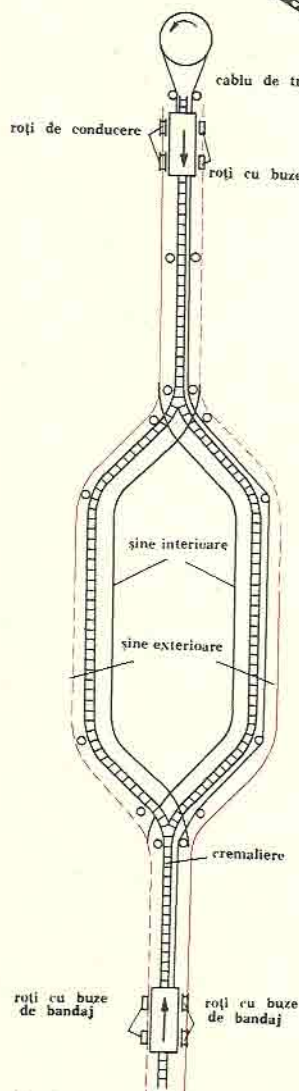


Fig. 2. Porțiunea de evitare a unei căi ferate de munte cu tracțiune prin cablu

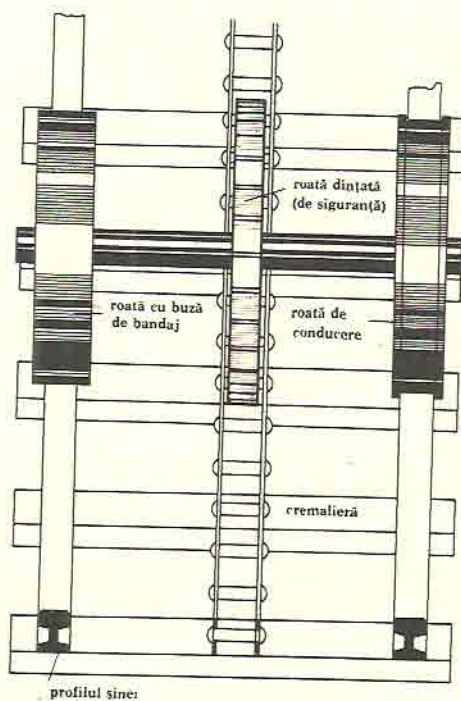


Fig. 3. Axul de rulare a unei căi ferate de munte cu tracțiune prin cablu

Vehicule sistem Alweg

Principiul constructiv al vehiculelor sistem Alweg combină principiul constructiv al trenurilor care se deplasează pe șine cu principiul constructiv al vehiculelor cu pneuri. La fel ca în cazul vagoanelor de cale ferată, vagoanele sistem Alweg se deplasează pe o cale formată din grinzii de beton pretensionat, care servesc în același timp ca suport și cale de rulare, și, la fel ca în cazul vehiculelor cu pneuri, mecanismul de rulare a vagoanelor sistem Alweg este format din roți cu anvelope cu aer, suspensie pneumatică și frîne.

În figura 1 este reprezentată o vedere generală a unui tren sistem Alweg, format din trei părți. Fiecare parte a trenului are două perechi de roți purtătoare individuale cu anvelope cu aer, care se deplasează pe muchia superioară a grinzilor de rulare din beton (fig. 2). Partea superioară a acestor roți pătrunde în interiorul spațiului rezervat călătorilor. Pe suprafețele laterale ale grinzilor de rulare se deplasează roțile de conducere, care stabilizează lateral vehiculul (roțile purtătoare nu pot să alunece în jos de pe calea de rulare) și îl conduc de-a lungul căii de rulare, urmărind curbele. Fiecare garnitură de roți nu poate fi dirijată, însă cele trei părți ale trenului posedă o anumită mobilitate una față de cealaltă. În afară de roțile purtătoare și conducătoare, vehiculele sistem Alweg mai sînt echipate și cu roți auxiliare, care susțin și conduc trenul în cazul în care se pierde aerul din anvelope. Roțile purtătoare sînt montate într-o culisă fixată în cadrul șasiului vehiculului (fig. 1).

Între cadrul șasiului și culisă este prevăzut un sistem de suspensie pneumatică pentru a se asigura o înălțime mereu constantă a pardoselii vehiculului indiferent de încărcarea ei, ceea ce este deosebit de important în special la stațiile de oprire. Motoarele de acționare a trenului (motoare electrice în majoritatea cazurilor) antrenează roțile purtătoare. Motoarele sînt montate sub pardoseala vagonului în două camere dispuse simetric, lateral față de grinzile de rulare. Turația mare a motoarelor electrice este redusă cu ajutorul unui angrenaj reductor (fig. 1). Vehiculele sistem Alweg sînt construite cu planșeul coborît între roțile purtătoare. Cutia vagonului este construită din elemente foarte ușoare.

Grinzile din beton ale căii de rulare sînt sprijinite la fiecare 30 m pe reazeme oscilante, care permit deplasări longitudinale pe fundațiile lor, necesare în cazul în care grinzile de rulare își modifică lungimea (de exemplu la schimbări de temperatură). Schimbarea direcției se realizează cu ajutorul unui macaz curb (cu o lungime de cca. 45 m), constituit dintr-o grindă elastică executată din duraluminu. Cînd se pun în funcțiune motoarele de acționare a macazului, grinda elastică unește între ele liniile de cale corespunzătoare. Durata de schimbare este de cca. 15 s.

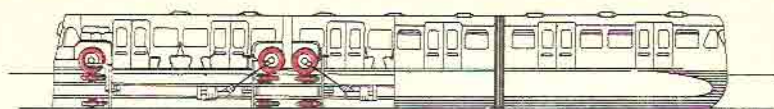


Fig. 1. Secțiune printr-un tren sistem Alweg

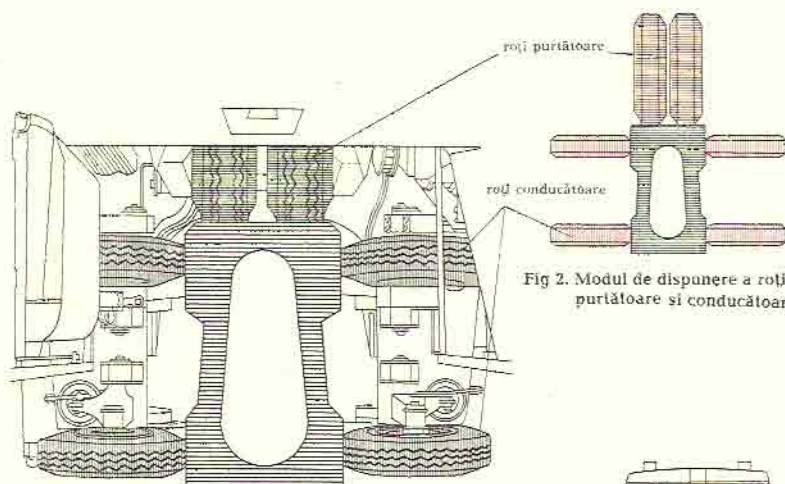


Fig 2. Modul de dispunere a roților purtătoare și conducătoare.

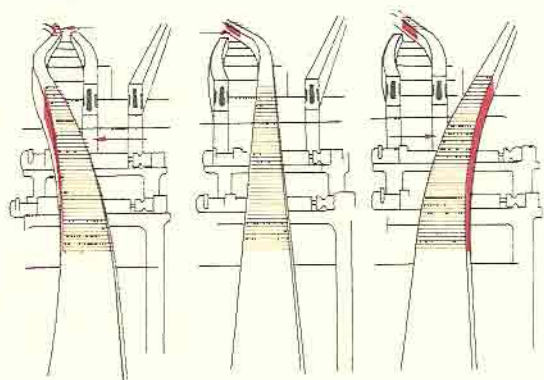


Fig. 4. Macaz curb pentru cale de rulare Alweg

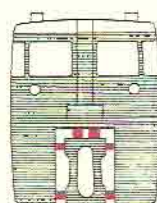


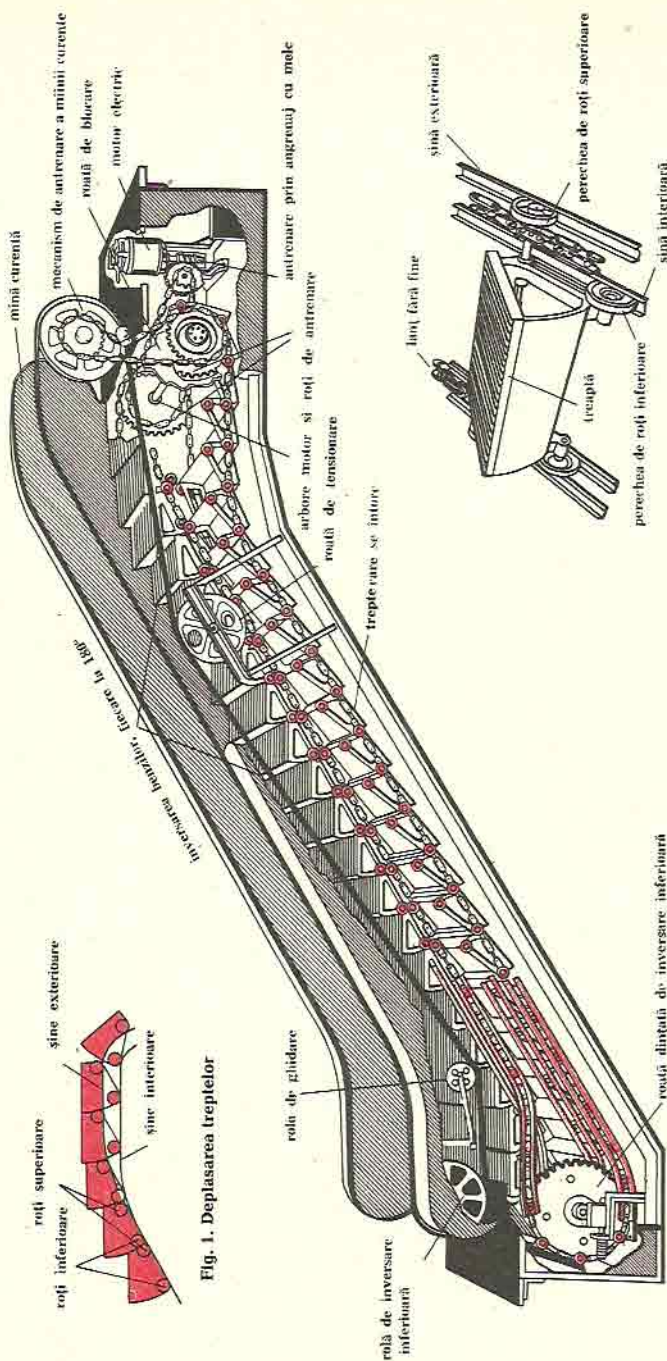
Fig. 3. Vedere din față a trenului sistem Alweg

Scări rulante

Scara rulantă este un mijloc de transport cu funcționare continuă pentru persoane. care, în comparație cu un ascensor cu funcționare discontinuă, transportă în aceeași perioadă de timp aproximativ de zece ori mai multe persoane. Viteza admisibilă de transport a scărilor rulante este de 0,5—0,75 m/s.

Fiecare treaptă a unei scări rulante este construită ca un mic vehicul prevăzut cu o pereche de roți superioare și o pereche de roți inferioare (fig. 1 și 3). Fiecare pereche de roți se deplasează pe o șină de rulare separată, șinele perechii de roți superioare fiind dispuse mai spre exterior, față de șinele perechii inferioare. Atunci când treapta se deplasează în sus, cele două șine se găsesc în același plan. La o mică distanță înainte de punctul de inversare de sus și după punctul de inversare de jos, șinele sînt deplasate unele față de celelalte, astfel încît șina perechii inferioare de roți, situată spre interior, să se situeze mai jos. În acest fel se formează sus și jos o treaptă lată. Pe partea inferioară (nevizibilă — cursa de întoarcere) a scării, șinele și treptele se deplasează în sens invers (fig. 2). Fiecare treaptă în parte este fixată de două lanțuri fără fine, care angrenează în partea de sus și de jos cîte o pereche de roți dințate. Roțile dințate de sus sînt antrenate de un motor electric. Pe arborele motor este montată de asemenea o roată de blocare, prevăzută cu o dantură cu profil de dinți de ferăstrău. Dacă unul dintre lanțuri se rupe, un clichet angrenează cu dinții roții de blocare, oprind scara rulantă. În același timp, motorul este oprit în mod automat.

«Miinile curente», executate din bandă de cauciuc cu inserții din pînză, sînt acționate prin intermediul unei roți dințate și al unui lanț de la arborele motor al scării. La mijlocul scării este montată o roată de tensionare, apăsată contra benzii de mînă curente care se întoarce; această roată determină o tensionare continuă, astfel încît banda să nu poată sări de pe rolele de inversare de sus și de jos. Înainte și după roata de tensionare, banda este deviată cu 180° pentru ca suprafața ei să nu fie înăsprită. Roata conducătoare conduce banda exact pe rola de inversare inferioară.



De ce plutește o navă?

Potrivit principiului lui Arhimede, orice corp cufundat într-un fluid suferă o pierdere în greutate egală cu greutatea volumului de fluid dezlucuit. Un cub masiv de aluminiu cu un volum de 1 dm^3 și greutatea de $2,7 \text{ kgf}$ (fig. 1a) cîntărește numai $1,7 \text{ kgf}$ după cufundarea în apă (fig. 1b). În consecință, cubul din aluminiu a dezlucuit 1 dm^3 de apă și a devenit mai ușor cu 1 kgf , respectiv cu greutatea volumului de apă dezlucuit. Forța ascensională de 1 kgf acționează asupra cubului vertical, de jos în sus, și are punctul de aplicație în centrul de greutate al volumului de apă dezlucuit. Dacă un corp cufundat într-un fluid dezlucuește un volum de fluid cu o greutate mai mare ca greutatea sa proprie, atunci el nu se va cufunda complet în fluid decât pînă în momentul în care forța ascensională produsă este egală cu propria sa greutate. Un cub din lemn cu un volum de 1 dm^3 cîntărește cca. $0,8 \text{ kgf}$. Introdus în apă, acest cub se va cufunda pînă cînd va dezlucui $0,8 \text{ dm}^3$, adică $0,8 \text{ kgf}$ de apă (fig. 2). Restul de $0,2 \text{ dm}^3$ lemn nu se afundă, deoarece s-a stabilit un echilibru între propria sa greutate și forța ascensională. În această situație se poate afirma că corpul plutește. Potrivit principiului lui Arhimede, orice corp cufundat într-un fluid poate să dezlucuiască un volum de fluid cu o greutate mai mare decît propria lui greutate, deci poate să plutească în acel fluid. O navă trebuie să posede în plus proprietatea de a putea reveni dintr-o poziție înclinată. O navă se canarisește (se bandează) atunci cînd se înclină spre tribord sau babord (fig. 3a) și iese din asietă sa dreaptă atunci cînd se înclină spre provă sau pupă (este apupată sau aprovată) (fig. 3b). Pentru ca o navă să nu se răstoarne, trebuie să se acorde o atenție deosebită stabilității ei transversale. În figura 4a este reprezentată o navă în poziția sa normală. Greutatea navei este aplicată în centrul de greutate S , în timp ce forța ascensională acționează în centrul de greutate al volumului de apă dezlucuit W (centrul de carenă).

În poziție normală, cele două centre de greutate și de carenă se situează, în general, pe o dreaptă verticală. Cînd o navă este înclinată (fig. 4b și c), centrul de carenă W' al volumului de apă dezlucuit se deplasează. Forța ascensională, care acționează în acest punct W' , încearcă să rotească nava în jurul centrului său de greutate S . Punctul de intersecție M al liniei de acțiune a forței ascensionale cu axa de simetrie a navei se numește metacentru. Dacă metacentrul este situat deasupra centrului de greutate S al navei (fig. 4b), nava revine la poziția normală, poziția de plutire fiind stabilă; dacă metacentrul este situat sub centrul de greutate al navei (fig. 4c), nava se va răsturna.

Principiul lui Arhimede

Fig. 1a

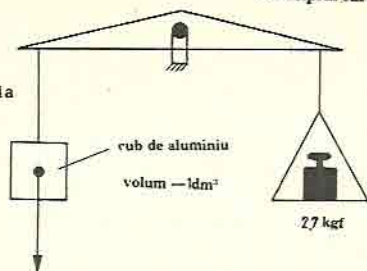


Fig. 1b

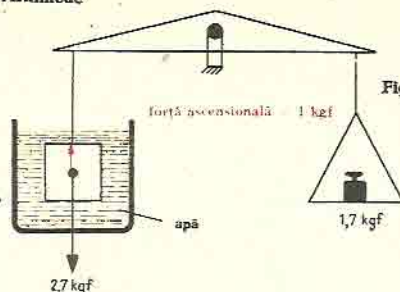


Fig. 2. Plutirea

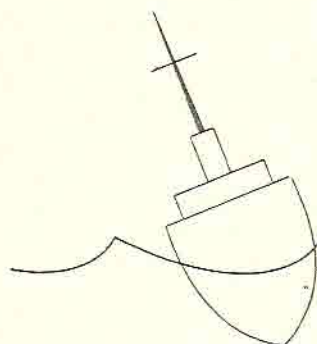
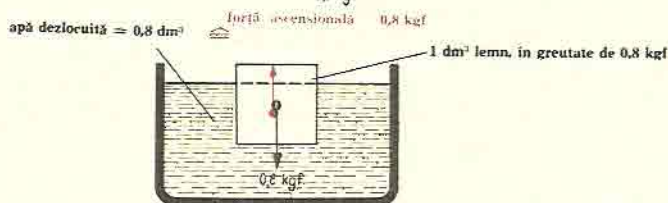


Fig. 3a. Navă înclinată transversal (canarită sau bandală)

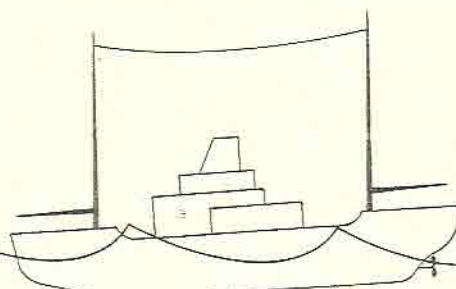


Fig. 3b. Navă înclinată longitudinal (îeșită din asietă dreaptă, aprobată)

forță ascensională A

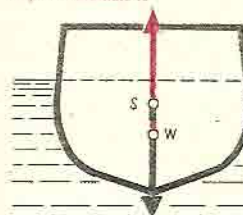


Fig. 4a

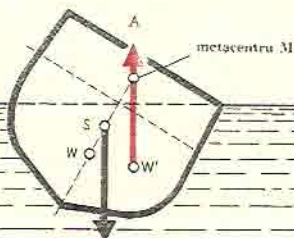


Fig. 4b

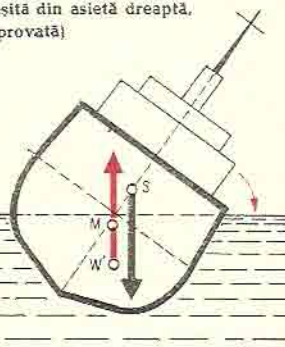


Fig. 4c

Navigație cu vele

Navigația cu vele constă în deplasarea pe apă a navelor sau a ambarcațiilor echipate cu una sau cu mai multe vele, folosind vîntul. Velele moderne au o formă triunghiulară (fig. 1, vela mare), pentru ridicarea sau filarea lor utilizîndu-se o singură parîmă (fig. 1, foc mare și foc de drum). Datorită formei lor triunghiulare, velele moderne, la suprafețe egale, sînt mult mai înalte în comparație cu alte tipuri de vele (de exemplu, vela pic în formă de trapez) și astfel prind mai bine vîntul (care nu ajunge pînă la nivelul apei); apoi muchia lor de atac lungă este favorabilă din punct de vedere aerodinamic. Poziția velei față de direcția de înaintare și față de direcția vîntului este reglată cu ajutorul scotei (parîma care întinde vela).

În trecut, navigatorii puteau face navigație cu vele numai cu vînt din pupă (fig. 2a) sau cu vînt de mare larg. Atunci cînd pe direcția lor primeau vînt de travers (fig. 2c) sau chiar vînt din provă, vînt strîns (fig. 2c și 2d), trebuiau să aștepte schimbarea vîntului. Printr-o continuă îmbunătățire a formelor corpului navei, respectiv a velelor, în prezent orice navă înzestrată cu vele este capabilă să navigheze oblic împotriva vîntului și, înaintînd în zig-zag (făcînd volte), să ajungă chiar la o țintă, situată exact în direcția din care bate vîntul.

Deși aerodinamica navigației cu vele nu a fost studiată complet, efectele ei sînt în mare măsură cunoscute. Datorită suprafeței sale mari, vela, pe de o parte, acționează prin captarea vîntului și produce astfel direct înaintarea navei, iar pe de altă parte sub presiunea vîntului se bombează (comportîndu-se asemănător unei suprafețe portante de avion), exercitînd un efect de sugere spre înainte la partea exterioară. Ca o a treia forță intervine efectul unui jet de reacție, provocat de aerul care curge ca printr-un ajutor atunci cînd trece între foc și vela mare. Pentru acest motiv, la iahturile rapide și la ambarcațiile de regate, velatura din față (focul, trinca) ajunge mult în spatele catargului. În figura 3 este reprezentată acțiunea vîntului asupra unei nave care navighează în vînt strîns. Săgeata W indică forța constantă a vîntului care presează asupra velei, potrivit cu direcția și cu mărimea sa.

Din această forță, care acționează oblic pe vela, nu este eficientă decît componenta S , perpendiculară pe vela, care deplasează nava în direcția S . Deoarece însă nava întîmpină o rezistență foarte mare din partea apei, rezistență care acționează transversal pe chilă, obligînd nava să înainteze aproape numai în direcția chilei, din forța S nu ajunge să acționeze ca forță de înaintare decît componenta V , îndreptată în direcția longitudinală a navei. Nava se deplasează cu forța V în direcția punctului C . Dacă în punctul C vîrful navei este adus în direcția D și se întoarce vela astfel încît suprafața ei să împartă din nou, aproximativ în jumătate, unghiul format de direcția din care bate vîntul și direcția de înaintare a navei, atunci nava se va deplasa spre D . În acest fel, cu ajutorul vîntului, nava va naviga în cruce (navigație crucieră), făcînd volte și apropiindu-se în tot acest timp de locul de unde bate vîntul. Vîntul care acționează vela reprezintă vînt relativ (sau vîntul aparent). Cu cît o navă înaintează mai repede pe timp liniștit, cu atît mai puternic va fi vîntul produs de mișcarea sa (vîntul navei). Vîntul relativ rezultă din însumarea geometrică a vîntului adevărat cu vîntul navei. Cînd viteza de înaintare a navei este mare, vîntul relativ bate tot mai strîns din față. În figura 3 această situație nu a fost luată în considerație, deoarece navigația crucieră trebuie efectuată simetric față de direcția vîntului adevărat. De asemenea, în figura 3 nu s-a ținut seama de derivă (deplasarea laterală), care impune executarea unui număr mai mare de volte. Deriva și canarisirea (bandarea) pot fi reduse printr-o construcție corespunzătoare a chilei.

Rigid încastrată în corpul navei, chilă cu balast din plumb este denumită chilă lestată (fig. 1), în timp ce chilă rabatabilă a iolelor se numește derivor (fig. 5). Balastul de plumb al unei chile lestate este astfel calculat, încît în orice situație cuplul de rotire format din greutatea totală a navei și forța de împingere să fie superior cuplului format de rezistența apei și presiunea vîntului (fig. 4a). La iole, derivorul nu are balast, încît, pentru a împiedica răsturnarea iolei, echipajul trebuie să acționeze ca un balast viu, plasînd greutatea corpului cît mai în afara navei (fig. 4b).

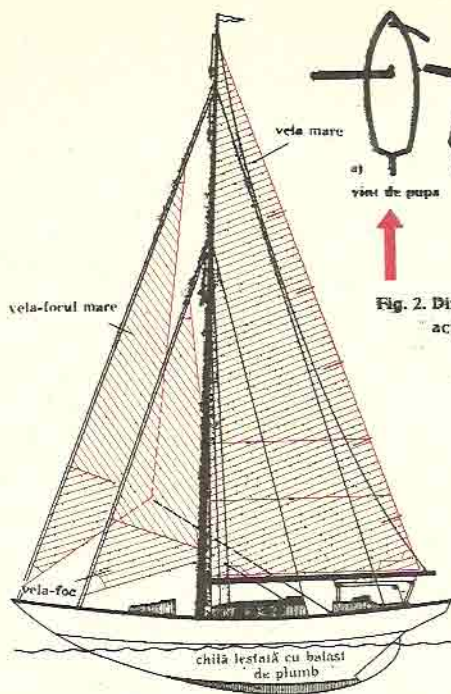


Fig. 1. Velotură modernă

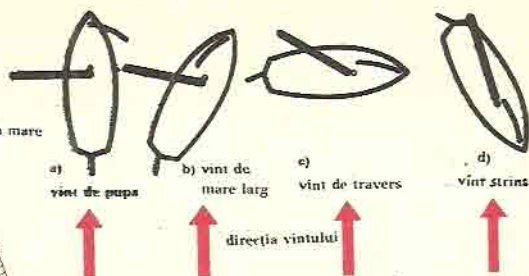


Fig. 2. Direcțiile importante de acționare a vântului

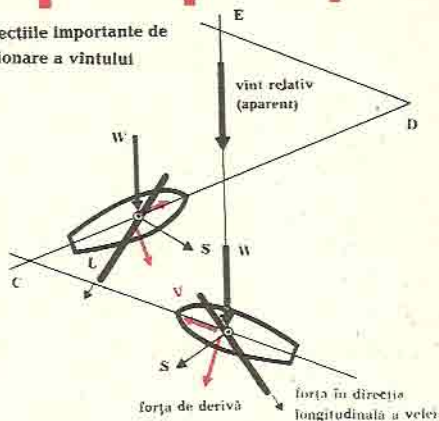


Fig. 3. Acțiunea vântului asupra unei nave cu vele care navighează în vânt

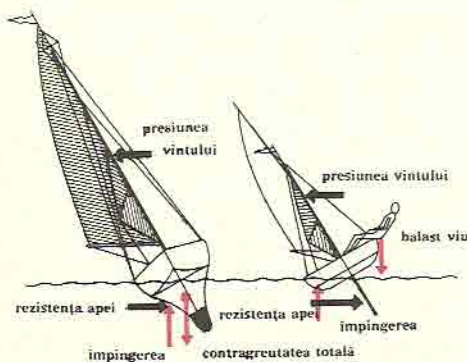


Fig. 4a. Forțele care acționează asupra chilei lestațe

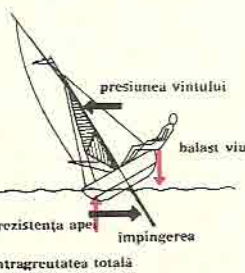


Fig. 4b. Forțele care acționează asupra unei iole cu derivor

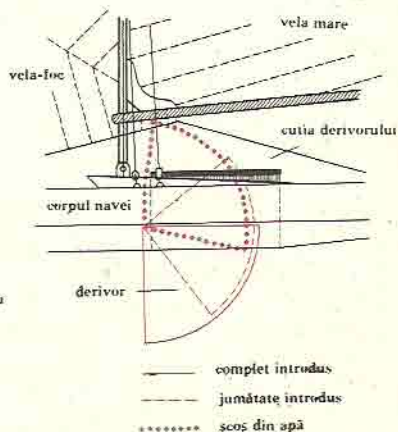


Fig. 5. Derivor răbatabil

Navigatione maritimă I

Navigatione maritimă este știința de a conduce o navă pe mare și de a face punctul navei la un moment dat. În navigatione maritimă, poziția este stabilită, în general, ca punctul de intersecție a două sau mai multe drepte de poziție. Aceste drepte de poziție sînt determinate prin relevarea unor puncte fixe terestre sau astronomice. *Punctele fixe terestre* sînt situate în apele din apropierea coastelor: repere geografice deosebite, semnale de navigatione aflate la suprafața apei (ca geamanduri și balize), semnale luminoase ale farurilor, care pot fi văzute de la distanțe mari și care corespund punctelor terestre observate. În figura 1 este reprezentat modul de determinare a poziției cu ajutorul a două repere de pe coastă sau a două semnale maritime de navigatione. Cu ajutorul sextantului se măsoară unghiul α pentru fiecare din cele două puncte fixe A și B , distanța dintre ele fiind cunoscută (din hărți). Tot astfel se măsoară unghiul β pe care îl face unul dintre cele două puncte de poziție cu direcția nord, indicată de compasul vasului. Deoarece longitudinea și latitudinea geografică, ca și distanța dintre punctele fixe (A și B), sînt cunoscute, se cunosc acum pentru triunghiurile ABS , respectiv ABS' , o latură și două unghiuri. În acest mod se pot determina lungimea, liniile de poziție și coordonatele geografice ale poziției S , respectiv S' . În largul mării nava trebuie să recurgă la *relevul unor puncte astronomice* sau la relevele radiogoniometrice. În cazul cînd sînt utilizate relevele astronomice (fig. 2), se vizează, de exemplu, o stea aflată la sud și se determină înălțimea astrului, adică unghiul dintre linia de vizibilitate a stelei și orizont. Apoi se citește în efemeridele anuale astronomice poziția stelei pe cer. Cu ajutorul *cronometrului de bord* cu funcționare foarte precisă se stabilește ora exactă. Cu aceste date se determină apoi poziția navei. Releveurile obținute prin goniometre sînt înscrise în hărțile marine în vederea determinării drumului urmat. Pe hărțile marine sînt indicate și adîncimile pînă la fundul mării.

Pentru drumul propus între două localități A și B se alege sau ortodroma, drumul cel mai scurt pe arc de cerc mare, sau loxodroma (fig. 3a), al cărei specific îl constituie faptul că taie meridianele totdeauna sub unghi constant. Pentru acest motiv, pe o hartă în proiecția cartografică cilindrică (proiecția Mercator) loxodromele apar ca linii drepte (fig. 3b). Loxodroma este însă totdeauna mai lungă ca ortodroma.

Radiogoniometria indică puncte de reper în mod asemănător cu goniometria bazată pe semnalele luminoase ale farurilor, a căror poziție geografică și tipul semnalului emis sînt indicate în tabele. În figura 4 este reprezentat indicatorul unui semnal luminos rotativ, care constă din jeturi de lumină periodice lungi și scurte.

Pentru păstrarea drumului (rutei), reglarea vitezei de înaintare, manevrele în porturi și ecluze sau în situații periculoase, la comanda mașinilor principale se folosește ca mijloc auxiliar important *telegraful* (fig. 5). Acesta este montat în cabinele de comandă ale navei (timonerie) și este utilizat, în genere, de comandantul vasului pentru a transmite personalului tehnic din sala mașinilor indicații în legătură cu funcționarea acestora. Prin manevrarea pîrghiei de comandă a telegrafului pentru o anumită funcționare a mașinilor, este acționată o transmisie prin cablu (la aparatele moderne este transmis un semnal electric). De la sala mașinilor, semnalul este «confirmat» prin reglarea la primitor a transmițătorului de semnale de confirmare pe sectorul de comandă corespunzător. Cînd semnalele nu corespund este emis un semnal de alarmă.

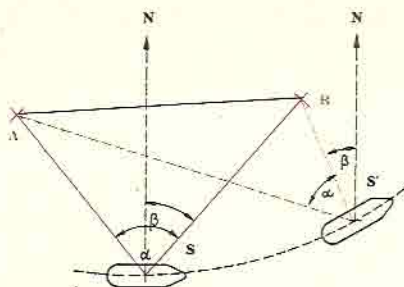


Fig. 1. Determinarea poziției cu ajutorul semnalelor de navigație

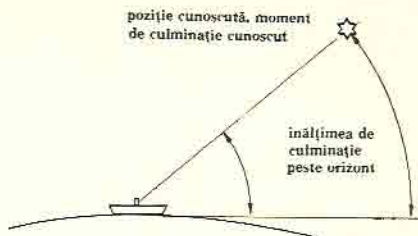


Fig. 2. Determinarea poziției cu ajutorul unei stele

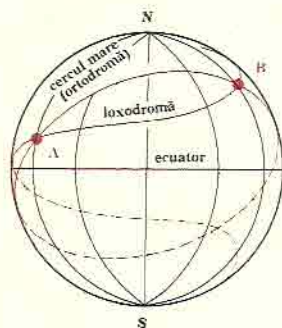


Fig. 3a

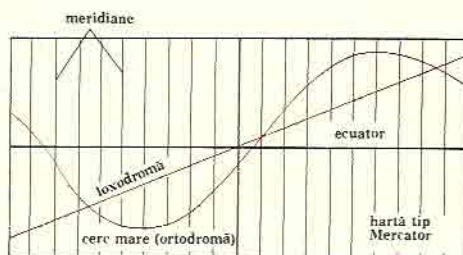


Fig. 3b

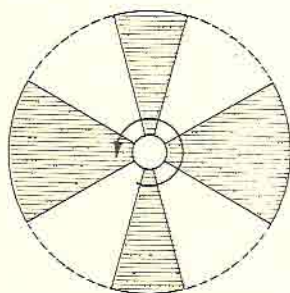


Fig. 4. Identificarea unui semnal luminos rotativ

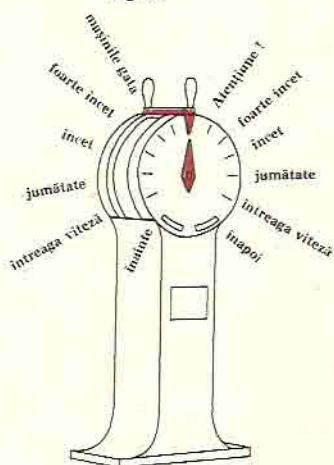


Fig. 5. Telegraf pentru sala mașinilor

Navigație maritimă II

Un important mijloc auxiliar pentru navigație, pe lângă cronometru, este busola (magnetică sau giroscopică). Nava este comandată direct cu ajutorul busolei. Drumul este urmat după diviziunile rozei vinturilor. Unul dintre cele mai vechi aparate auxiliare folosite pentru luarea relevmentelor astronomice este *sextantul*, al cărui principiu de funcționare reiese din figura 6. Cu ajutorul unei oglinzi argintate pe jumătate (cealaltă fiind transparentă), observatorul vizează direct o stea prin orificiul unei lunete. O a doua stea este adusă indirect de observator în câmpul său vizual prin rotirea unei alte oglinzi fixată pe alidadă (pînă la reflexia razei luminoase a celei de-a doua stele pe partea argintată a primei oglinzi), astfel încît în ochiul observatorului luminile celor două stele se vor suprapune. Acum se poate citi distanța unghiulară dintre cele două stele pe un sector de 60° (care a și dat numele de «sextant») cu diviziuni față de poziția luată de brațul rotativ al alidadei prin mișcarea oglinzii.

Viteza navei, factor tot atît de important pentru stabilirea drumului, este măsurată cu *lochul*. Frecvent utilizat este așa-numitul loch mecanic (fig. 7). Acesta constă dintr-o mică elice pe care o trage după sine nava prin apă și care transmite rotațiile ei, prin intermediul unui ax flexibil, unui cadran gradat; pe acesta se poate citi direct viteza navei. Lochul modern măsoară viteza navei funcție de presiunea hidrodinamică a curentului de apă produs de navă (fig. 8). Aparatul constă dintr-un tub prevăzut cu orificii. Diferența de presiune măsurată (cum reiese din figură) este proporțională cu pătratul vitezei navei. Aparatul este utilizat și în navigația aeriană, ca și pentru măsurarea vitezei de curgere a fluidelor în hidrodinamică și aerodinamică.

Pentru determinarea adîncimii mărilor, care, cu ajutorul hărților marine, constituie un alt mijloc auxiliar de stabilire a poziției navei se folosesc *sondele sonore*. În figura 10 este reprezentată o sondă sonoră, care măsoară adîncimea prin impulsuri sonore emise la intervale scurte de timp. Pe fundul navei, emițătorul și receptorul de sunete sînt astfel dispuse, încît numai sunetul reflectat de fundul mării poate să parvină la receptor. Emițătorul este cuplat cu ajutorul unui contact acționat de arborele aparatului de măsurat impulsurile sonore. La închiderea contactului se descarcă un condensator în emițătorul electromagnetic de sunete, provocînd emiterea unui impuls sonor scurt. Aparatul de măsurat impulsurile sonore constă dintr-o lampă cu descărcare în neon, care se rotește în fața unei scale gradate în unități de timp. Impulsul sonor este declanșat atunci cînd lumina lămpii trece prin poziția de nul. Durata corespunde propagării sunetului pe distanța navă-fund-navă și este marcată, respectiv citită pe scală, datorită unei sclipiri a lămpii cu neon, care între timp s-a rotit mai departe. Deoarece impulsul sonor reflectat este prea mic (nu este suficient pentru a provoca sclipirea lămpii cu neon), în receptor este intercalat un amplificator.

În figura 9 este reprezentat un emițător electromagnetic de sunete al cărui mod de funcționare este următorul: prin bobina emițătorului circulă un curent alternativ; miezul bobinei, format din lamele de fier, vibrează corespunzător cu frecvența curentului alternativ, transmițînd vibrațiile respective unei membrane elastice. În timp ce la sonda sonoră se lucrează în majoritatea cazurilor cu sunete (frecvență $< 20\,000$ Hz), pentru măsurări la adîncimi foarte mari se utilizează sondele ultrasonore. Unele tipuri de emițătoare ale sondelor ultrasonore își bazează funcționarea pe efectul magnetostrictiv sau pe cel piezoelectric.

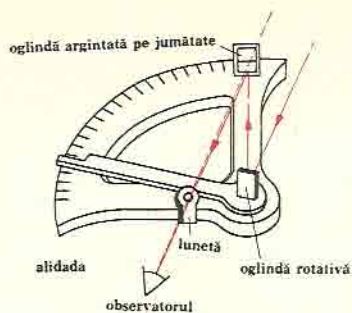


Fig. 6. Sextant

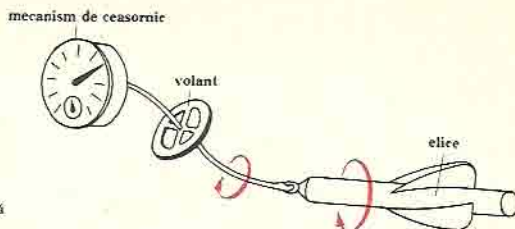


Fig. 7. Loch mecanic

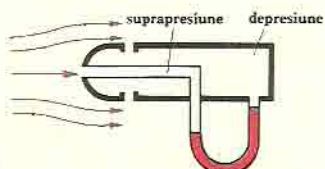


Fig. 8. Aparat pentru măsurat presiunea dinamică (tub Prandtl)

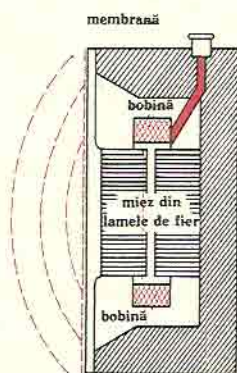


Fig. 9. Emițător electromagnetic de sunete

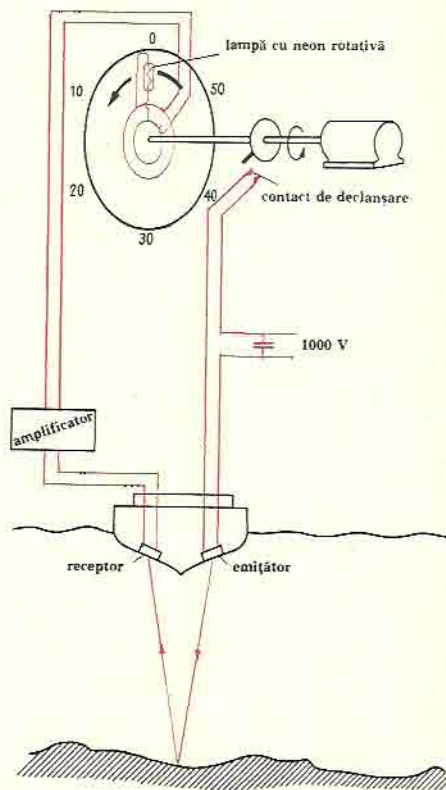


Fig. 10. Sondă sonoră tip Atlas pentru măsurat adâncimile la intervale de timp scurte (după Behm)

Cum zboară avionul?

Pentru ca un avion, care este «mai greu» decât aerul înconjurător, să poată zbura, este nevoie de o forță opusă gravitației. Această forță este portanța, care se produce pe suprafața aripilor avionului și este orientată perpendicular pe direcția de zbor. În aer, la fel ca la deplasarea într-un lichid, mai apare, ca urmare a formei aparatului și a frecării, o rezistență aerodinamică, care acționează pe direcția de înaintare (fig. 1) și care se opune acesteia. Asigurând aripilor portanță o formă corespunzătoare (fig. 2), se poate realiza ca rezistența acestora să fie foarte mică față de forța portantă și astfel forța aerodinamică rezultată din compunerea acestor forțe să fie formată aproape numai din forța portantă.

Pe cele două fețe ale aripilor avionului apar presiuni diferite ca valoare, care depind de viteza de zbor și de înclinarea (incidența) profilului aripii. Rezultanta acestor presiuni, numită forță aerodinamică de sustentare, este orientată în sens invers greutății aparatului și îl susține în aer.

Pentru a se produce în jurul aripii circulația de aer necesară pentru crearea forței portante, profilul aripilor trebuie să fie proiectat în mod corespunzător. În momentul când avionul se pune în mișcare, datorită diferențelor de viteză și deci de presiune a aerului pe cele două fețe ale aripii, se produce și desprinderea stratului-limită de aer de la marginea din spate (bordul de fugă) a aripilor, care se răsucește, formând așa-numitul vârtej inițial. Pentru compensarea acestui vârtej, în jurul aripilor portante apare un curent de aer în sens invers, cu o intensitate turbionară la fel de mare. În final se ajunge la o stare de echilibru a curgerii aerului pe aripă, caracterizată prin forța portantă și cea de rezistență.

Aripile avionului sînt profilate în forme variate, cu diferite curburi ale suprafețelor superioare (extrados) și inferioare (intrados). Aripile se rotunjesc în față (au bordul de atac rotunjit) și sînt mai ascuțite la marginea din spate (bordul de fugă). Modul cum este înclinat bordul de atac și curbura mai mare a extradოსului face ca, datorită căii mai lungi urmate de aer, la suprafața superioară a aripii viteza să fie mai mare decât la suprafața inferioară (fig. 3). În consecință, presiunea va fi mai mică la suprafața superioară (partea de aspirare) a aripii decât la suprafața inferioară (partea de presiune) a acesteia. Așa cum rezultă din diagrama repartiției presiunilor (fig. 4), pe aripă apare portanța, a cărei mărime (ca și a rezistenței) se modifică în funcție de unghiul de atac.

Se consideră că forța aerodinamică de sustentare poate fi concepută ca o forță avînd punctul de aplicație în așa-numitul centru de presiune al profilului (fig. 4). Modificarea poziției acestui punct depinde de forma profilului, de unghiul său de incidență (atac) și de viteza de zbor (fig. 5). Numai profilele simetrice au centrul de presiune fix. Stabilitatea unui avion este determinată într-o măsură hotărîtoare de deplasarea centrului de presiune. Pe măsură ce unghiul de atac crește, centrul de presiune se deplasează spre înainte. Dacă unghiul de incidență (atac) al aripii este mărit peste așa-numita valoare critică la care forța portantă ajunge la maximum (în funcție de forma profilului), atunci avionul își pierde stabilitatea. Concomitent, curentul de aer care conturează extradოსul profilului se desprinde (fig. 6) și formează o «zonă de apă moartă», porțiunea respectivă din aripă nemaicontribuind la sustentarea aparatului.

Profilele se aleg astfel încît la o gamă cît mai largă de viteze de zbor coeficientul rezistenței să fie cît se poate de mic și, în același timp, coeficientul forței portante să aibă valori cît mai mari. În figura 7 sînt reprezentate două profile aerodinamice: unul destinat aripii unui avion de transport (fig. 7a) și al doilea destinat aripii unui avion mai rapid (fig. 7b). Dacă forța portantă dată de profilul gros și cu mare curbură destinat avionului de transport este de două ori mai mare ca a profilului subțire, în schimb la viteze egale ale aerului rezistența profilului gros devine de două ori mai mare. Principiile enunțate mai sus sînt valabile și pentru alegerea profilelor palelor de elice. Funcțiunea elicei este să transforme momentul de rotație al unui motor în forță de propulsie. Aceasta ia naștere prin accelerarea unor mase de aer care trec prin discul elicei (fig. 8).

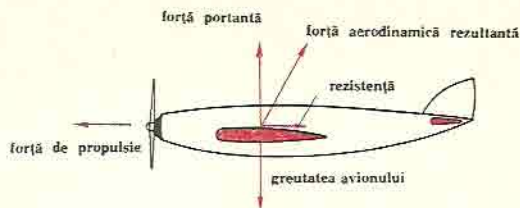


Fig. 1. Forțele care acționează asupra avionului clasic în zbor

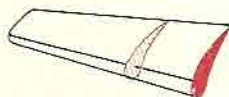


Fig. 2. Secțiune prin aripa portantă

curbura mare conduce la creșterea vitezei aerului



o curbura mică implică o viteză mică

Fig. 3. Circulația aerului în jurul profilului unei aripi portante

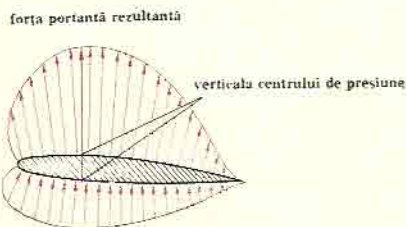


Fig. 4. Repartiția presiunilor pe profilul aripii portante plasată în curenți de aer

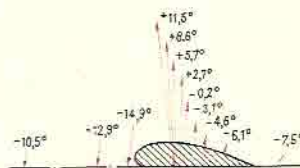


Fig. 5. Modificarea forțelor aerodinamice și a poziției centrului de presiune pe măsură ce se schimbă unghiul de atac

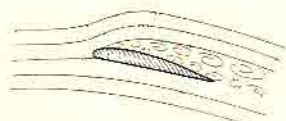


Fig. 6. Desprinderea curentului de aer pe extrasosul profilului când unghiul de atac este prea mare (peste valoarea critică)

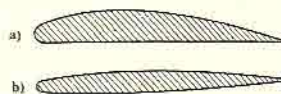


Fig. 7. Diferite profile:

- a) avion de transport
- b) avion mai rapid

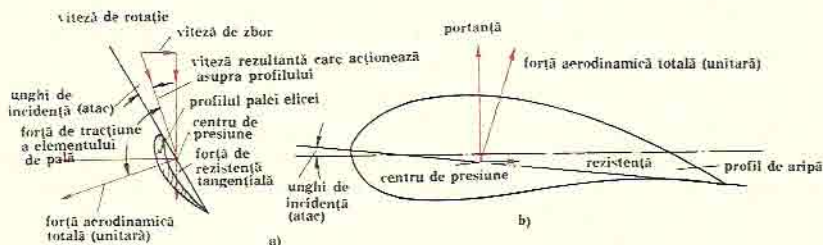


Fig. 8. Forțele care acționează pe profilele aerodinamice la elice (a) și la aripa portantă (b)

Viteză supersonică

Viteza sunetului este viteza cu care se propagă o perturbație elastică într-un mediu; ea depinde de proprietățile elastice și de densitatea mediului respectiv. În aer, la nivelul mării și la temperatura de 15°C, viteza sunetului este de 340 m/s (1 224 km/h). Viteza de propagare a sunetului variază în funcție de temperatura aerului și de altitudine (densitatea aerului). Atât timp cât un corp se deplasează prin aer cu viteze mici, cu mult inferioare vitezei sunetului, aerul este deviat, la fel ca un corp foarte moale, în toate părțile. La viteze de deplasare care trec de 700—750 km/h încep să se facă simțite efectele compresibilității mediului, aerul comportându-se la fel ca un obstacol care trebuie străpuns. În aceste condiții, în punctele de străpungere, numite și unde de discontinuitate, se desprind unde elastice, care se deplasează cu viteza sunetului și rămân în urma corpului în caz că acesta zboară cu o viteză supersonică. La trecerea de la curgerea cu viteze supersonice la curgerea cu viteze subsonice se produc așa-numitele «unde de șoc», ale căror urmări pentru evoluția aeronavelor sînt nedorite.

Pentru ca aceste fenomene să fie mai ușor de înțeles, ele pot fi comparate cu tăierea cu cuțitul a unei substanțe solide (fig. 1). Cînd se taie cu cuțitul un sul de hîrtie de ambalaj, se aude un zgomot ca un șuierat. Aceste unde sonore sînt provocate de tăișul cuțitului. La fel se întîmplă cînd un corp zboară în aer cu viteză supersonică. După cum s-a mai spus, față de aparatul care îl traversează cu viteză supersonică, aerul se comportă ca o substanță solidă. Din vîrfurile corpului zburător, de exemplu un proiectil, pornesc unde de șoc al căror unghi de înclinare față de direcția de zbor este cu atât mai mic (deci undele mai apropiate de corp), cu cît viteza de zbor este mai mare. Aceste unde se numesc «de cap». De asemenea, de la marginea suprafeței inferioare a corpului se desprind alte unde sonore (unde «de coadă»), deoarece în spatele proiectilului se produce o zonă depresionară în care năvălește în mod turbulent aer din zonele laterale, formînd o cale turbionară. Acest ansamblu de unde de șoc evidențiază și creșterea deosebit de mare a rezistenței aerodinamice la înaintare, care constructiv poate fi redusă dacă proiectilele, rachetele și avioanele supersonice sînt prevăzute la partea frontală cu un vîrf (fig. 3), profilat astfel încît undele de șoc să apară la viteze cît mai mari.

Aripile avioanelor supersonice au profil, formă și dimensiuni astfel alese, încît portanța să aibă valorile necesare fiecărui regim de zbor, iar rezistența aerodinamică să fie cît mai mică. Au fost adoptate în acest sens profile subțiri (simetrice și laminare) și aripi în formă de săgeată sau de forma literei grecești delta.

Unda de șoc frontală provocată de avioanele supersonice formează un con, care, deplăsîndu-se cu viteza sunetului, rămîne în spatele aparatului ca o imensă dîră; la impactul cu pămîntul, ea provoacă un «covor» de zgomot lat (fig. 4). Presiunile sonore măsurate în aceste zone prezintă valori cuprinse între 25 și 150 kg/m², în funcție de viteză, dimensiunile și altitudinea de zbor ale aparatului. Aceste presiuni sînt suficiente pentru a sparge geamurile ferestrelor. Cînd altitudinea de zbor are valori de peste 10 000 m pentru avioanele supersonice curente, valorile presiunilor sonore rămîn sub aceste limite. Acest fenomen a fost denumit «detunătură sonică» sau «bang sonic». El provoacă nenumărate dificultăți, mai ales în cazul extinderii exploatării avioanelor supersonice de pasageri, care trebuie să survoleze zone intens populate.

* Nota Ed.E. În cazul vitezelor supersonice numărul Mach, egal cu raportul dintre viteza unui corp într-un fluid și viteza sunetului în acel fluid, este supraunitar. (fig. 3).

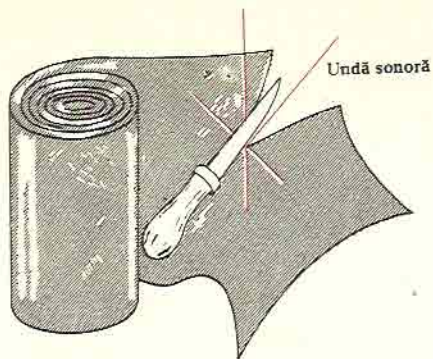


Fig. 1.

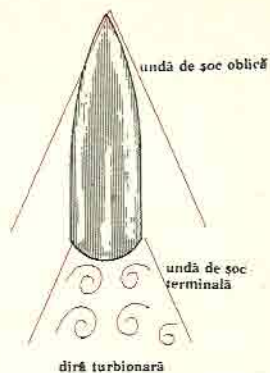


Fig. 2.

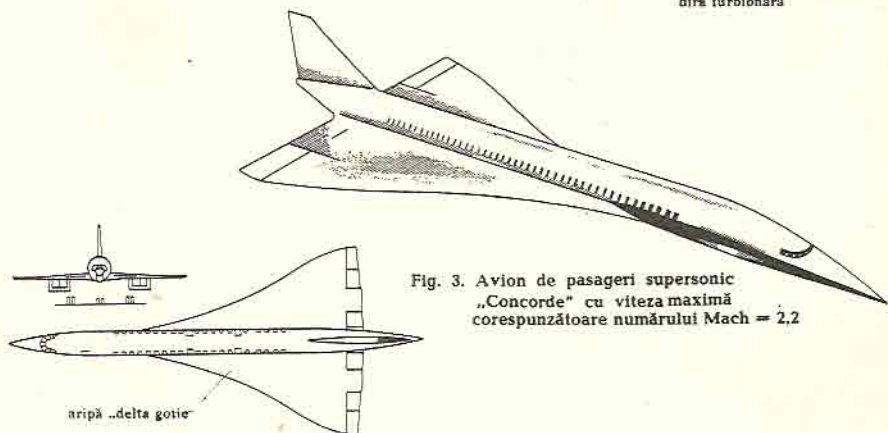


Fig. 3. Avion de pasageri supersonic „Concorde” cu viteza maximă corespunzătoare numărului Mach = 2,2

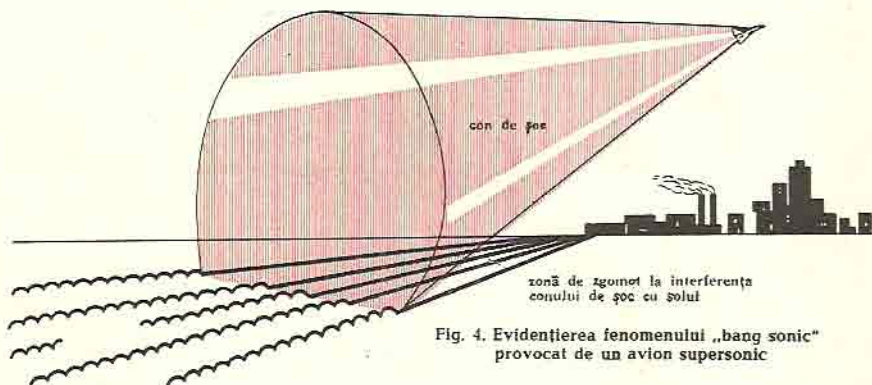


Fig. 4. Evidențierea fenomenului „bang sonic” provocat de un avion supersonic

Planoare

Pentru echilibrarea forțelor care acționează asupra unui avion de tip clasic în zbor orizontal, este necesar ca greutatea acestuia să fie compensată de portanță și ca rezistența opusă înaintării să fie învinsă de o forță de propulsie aplicată pe direcția de înaintare. La avioanele cu elice (fig. 1), forța de propulsie este produsă de grupul motor-propulsor. Planorul însă nu are motor, astfel încât, atunci când atmosfera este perfect liniștită, el nu poate să zboare orizontal (la înălțime constantă). Fără vânt, planorul nu poate executa decît un zbor staționar, pe o direcție înclinată spre pămînt. În aceste condiții, forțele își fac echilibru datorită faptului că componenta greutății planorului perpendiculară pe direcția de zbor este egală cu portanța, iar componenta greutății planorului pe direcția de zbor egalează rezistența. Cu alte cuvinte, în cazul planorului, forța aerodinamică rezultantă (ale cărei componente sînt portanța și rezistența la înaintare) trebuie să fie egală cu propria sa greutate (fig. 2). Înclinarea direcției de zbor a planorului (fig. 3a și 3b) depinde de raportul dintre valoarea forței portanță și a celei de rezistență pentru un anumit unghi de planare. Cu cît rezistența este mai mare, cu atît direcția de zbor va fi mai puternic înclinată. În consecință, planorul va avea un randament cu atît mai bun, cu cît rezistența opusă aerului va fi mai mică pentru o anumită forță portantă.

Unghiul de planare determină durata zborului de la altitudinea de decuplare a planorului la avionul care l-a remorcat pînă la suprafața pămîntului. Deoarece înaintarea este legată de o pierdere de înălțime, fiecare aterizare a unui planor înseamnă în realitate o aterizare forțată.

Planorismul este atrăgător, prin faptul că, datorită căutării unor curenți de aer ascendenți, durata zborului poate fi prelungită peste limitele indicate, planorul reușind să cîștige altitudine. Pentru aceasta sînt necesare cunoștințe temeinice de aerodinamică, de mecanică a zborului și de meteorologie, precum și multă experiență. Un indiciu absolut sigur care semnalează prezența unei zone de curenți ascendenți îl constituie existența păsărilor care se rotesc în zona respectivă fără să bată din aripi.

Un planor poate să se înalțe atunci cînd viteza masei de aer ascendente este mai mare ca viteza lui de coborîre. Viteza ascendentă sau descendentă a unui aparat de zbor se citește pe cadranul unui aparat de bord numit variometru.

Curenții ascendenți iau naștere în zonele versanților munților sau ai dealurilor (vînt de pantă, fig. 4) atunci cînd suprafața pămîntului este puternic încălzită și se află sub nori cumulus în curs de formare (curenți ascendenți termici, fig. 5). De asemenea fronturile de furtună dau naștere curenților ascendenți, deoarece aerul rece al frontului de furtună împinge în sus aerul cald staționat la suprafața pămîntului.

Fig. 1

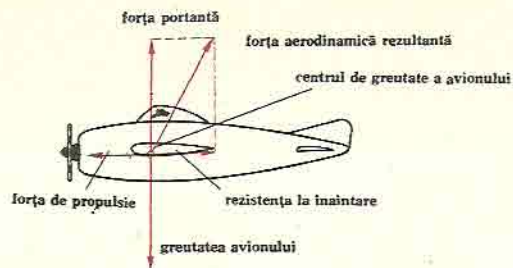


Fig. 2

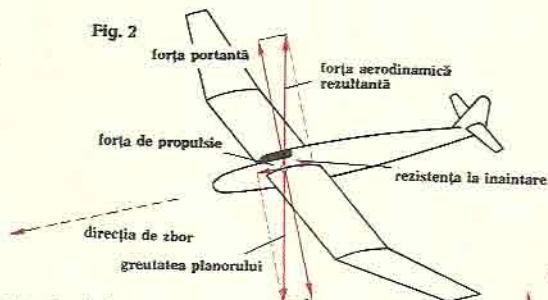


Fig. 3a. Zbor în picaj (coborîre abruptă)

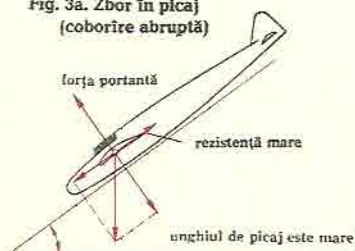


Fig. 3b. Zbor planat (coborîre lină)

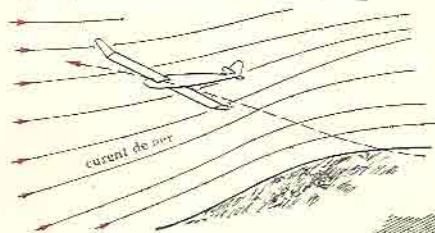
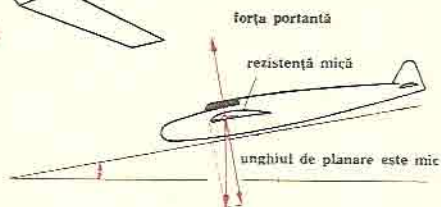
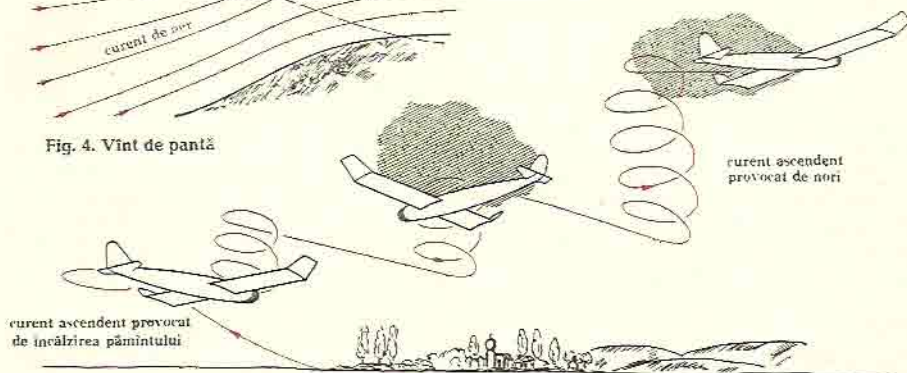


Fig. 4. Vînt de pîntă

Fig. 5. Curenți ascendenți termici



Elicoptere

Elicopterul folosește în locul unei aripi portante solide o elice de sustentare rotitoare (rotor), ale cărei pale au un profil asemănător cu al aripii portante de avion. Capacitatea de sustentare sau ascensională a unei aripi portante depinde, în principal, de doi factori: unghiul de atac al aripii (fig. 1) și viteza de curgere a aerului. Deoarece în cazul unui avion aripile fac corp comun cu fuselajul, pentru a căpăta forța portantă necesară aparatul trebuie să posede o anumită viteză de înaintare. La elicopter viteza aerului este obținută prin rotația elicei de sustentare. Atunci când unghiul de atac a ajuns la o anumită valoare, forța ascensională începe să învingă gravitația. Pentru viteze de ridicare mari este necesar ca rotorul să se rotească repede și unghiul de atac să fie mare. Elicopterul se ridică vertical, deoarece forța ascensională acționează pe direcția axului rotorului (fig. 2). Dacă elicopterul trebuie să se deplaseze pe orizontală, pilotul îl va face să basculeze înainte cu un anumit unghi (fig. 3). Pentru aceasta va comanda un dispozitiv atașat elicei portante, numit platou de variație a pasului elicei, care va da un unghi de atac mai mare palei ce tocmai trece peste partea din spate a elicopterului, astfel încât portanța acestuia să devină mai mare ca a celorlalte pale. În această poziție a elicopterului, forța aerodinamică rezultantă (care la zborul vertical acționează numai ca forță ascendentă) se descompune acum într-o forță portantă și o forță tractivă, care asigură deplasarea. Dispozitivul numit platou de comandă ciclică a pasului cu discul pendular (fig. 4) urmărește ca de fiecare dată, ciclic și la momentul potrivit fiecărei pale, să i se modifice pasul, respectiv unghiul de înclinare (incidență) față de planul de rotație, de care depinde portanța.

Discul inferior al platoului de comandă este menținut blocat rigid, la un anumit unghi față de axul rotorului, de aparatele de comandă ale pilotului prin intermediul tijelor de comandă. Aceste tije rigide de comandă, în timp ce se rotesc în jurul arborelui rotorului, trag în sus sau în jos palele, care se pot roti în jurul axului lor lung, modificând astfel unghiul de atac, respectiv pasul.

Articulațiile care asigură mișcarea de bătaie a palelor, reprezentate în figura 4, îndeplinesc și altă sarcină. După cum reiese din figura 5, cuplurile R reprezintă mișcarea de rotație, iar forțele T direcția de deplasare.

Pe suprafața rotorului, linia $X-X$ (fig. 5), trebuie deosebite două sectoare: pe partea dreaptă, forțele ascensionale sînt produse de curgerea aerului, determinată atât de mișcarea de rotație, cît și de cea de înaintare; pe partea stîngă, forța portantă va fi mai mică, deoarece viteza tangențială ca urmare a rotației este de sens invers față de înaintare. Pe partea dreaptă, portanța este mai mare, astfel încît, atunci cînd viteza crește, elicopterul ar trebui să se aplece la stînga și chiar să se răstoarne. Adaptarea pentru pale a unui lagăr cu articulație perpendiculară față de axul de rotație (fig. 6) permite ca palele rotorului să facă mișcări de bătaie, eliminîndu-se astfel momentele de răsturnare. Astfel fiecare pală de rotor este în orice moment în stare de echilibru, deoarece articulațiile nu pot să transmită momentele de răsturnare, iar racordările palelor rotorului nu mai sînt expuse la încovoiere, ci numai la solicitări centrifugale. La fiecare ciclu, fiecare pală de rotor se ridică lateral la înălțimea la care ajunge în timpul rotației ei în zona semiplanului cu forță portantă mare. Mișcarea de bătaie verticală a palelor rotorului influențează, de asemenea, periodic unghiul de atac sub care curenții de aer lovește pala și astfel reglează portanța palelor de rotor în timpul mișcării lor de rotație; în acest mod sînt evitate și variațiile de sarcină. În afara acestor mișcări, ca urmare a rotației elicei portante și conform principiului acțiunii și reacțiunii al lui Newton, fuselajul elicopterului are tendința să se rotească în sens invers. Această mișcare de rotație nedorită poate fi compensată fie prin montarea a două elice portante, care se rotesc în sensuri opuse, fie a unei elice denumite «anticuplu», montată lateral la partea terminală a fuselajului elicopterului (fig. 7).

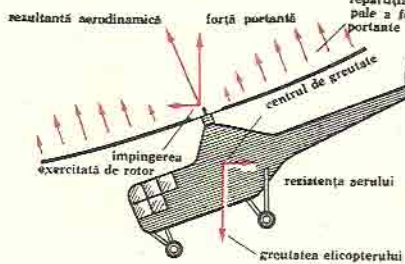
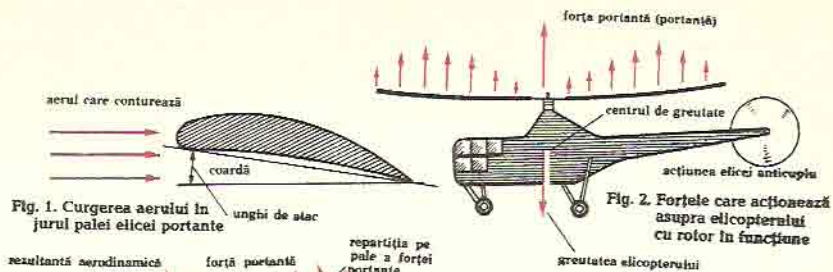


Fig. 3. Zborul în translație al elicopterului

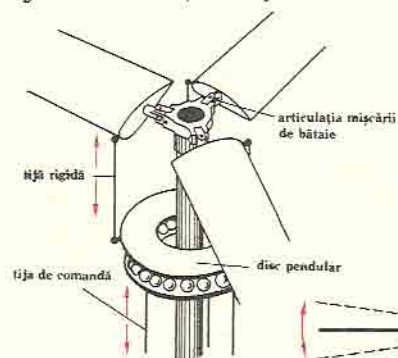


Fig. 4. Platoul de comandă și variația pasului palelor rotorului

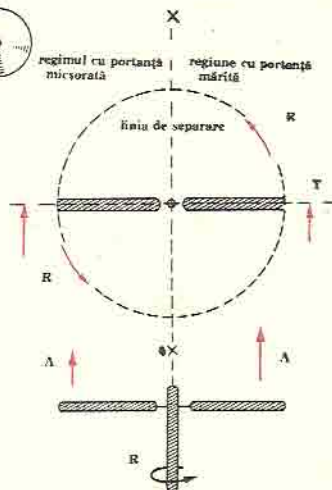


Fig. 5. Repartiția forțelor de susținere pe discul elicei portante



Fig. 6. Articulația mișcării de bătaie

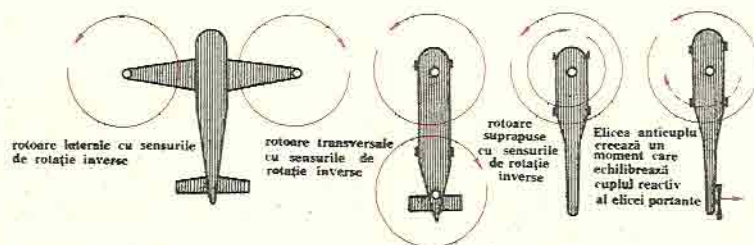


Fig. 7. Metode pentru eliminarea mișcării de rotație a fuselajului

Motoare reactive I

Motoarele reactive sînt motoare termice folosite pentru asigurarea propulsiei unor vehicule (de obicei avioane). Ele pot fi clasificate în două mari grupe: *motoare aeroreactoare* și *motoare-rachetă*. Din grupa motoarelor aeroreactoare fac parte motoarele aeroreactoare cu compresor (motoreactorul, turboreactorul cu dublu flux etc.) și motoarele aeroreactoare fără compresor (pulsoreactorul și statoreactorul). Obținerea forței de tracțiune a acestor motoare (cu excepția rachetelor) se bazează în principiu pe modificarea impulsului aerului care le traversează și care este comprimat și încălzit pînă la o temperatură suficient de mare, funcție de rezistența organelor motorului, folosind în acest scop arderea unui combustibil. În acest proces, masa de aer se transformă într-o masă de gaze cu mare energie potențială. Această energie se transformă ulterior în energia cinetică a jetului de gaze evacuat din motor prin ajutorul reactiv, la o viteză astfel aleasă încît la ieșirea din motor presiunea gazelor să scadă la valoarea presiunii mediului.

Tracțiunea motoarelor reactive are ca suport fizic modificarea în timp a impulsului masei de gaze evacuate de motor conform celui de al treilea principiu al dinamicii, enunțat de Newton. Acest principiu stabilește că efectul este egal cu contraefectul sau acțiunea este egală cu reacțiunea. În consecință, jetul de gaz, pentru a produce propulsia, nu execută o respingere a atmosferei înconjurătoare și nici nu «se sprijină» pe aceasta! Principiul lui Newton este explicat în figura 1: apa este împinsă afară de către presiunea existentă în conducta de apă. Impulsul masei de apă care iese afară reprezintă acțiunea. În concordanță cu principiul enunțat, în același timp se produce ca reacțiune o forță la fel de mare, îndreptată în direcție opusă. Aceasta permite apariția unui moment care conferă unui braț articulat la un lagăr, o mișcare de rotație.

Principiul explicat pentru cazul unui dispozitiv de stropit spațiile verzi este aplicat de asemenea la avioane, în cazul cărora, cu ajutorul ansamblului motopropulsor (motor + elice), o masă mare de aer este accelerată pînă cînd viteza sa crește în mică măsură, sau la un motor cu reacție (jet), care accelerează mase mici de aer pînă cînd viteza lor crește foarte mult (fig. 2).

Un alt exemplu pentru ilustrarea legii impulsului și principiului lui Newton este dat în figura 3a: într-o incintă închisă se produce căldură și, deci, presiune (de exemplu, prin arderea unui combustibil). Dacă această incintă prezintă o deschidere, gazele vor ieși afară cu mare viteză și vor imprima incintei o forță de tracțiune în direcție opusă (fig. 3b). Întrucît forța de tracțiune a unui motor reactiv este proporțională cu densitatea aerului aspirat, la altitudine această forță se va reduce. Deoarece însă rezistența avionului scade în aceeași măsură și aerul aspirat, mai rece, necesită un aport mai mare de căldură, la altitudine mai mare viteza de zbor crește în oarecare măsură.

Motoarele statoreactoare sînt cele mai simple motoare reactive, deoarece nu posedă piese în rotație. Ele sînt construite în principal numai din difuzor, cameră de ardere și ajutor reactiv.

La trecerea aerului printr-un tub a cărui secțiune se lărgeste la început în direcția de curgere (fig. 4a), frînarea sa va provoca o creștere a presiunii. Dacă secțiunea se reduce, situația se inversează: nu mai ia naștere o împingere, ci apare o forță de rezistență, datorită pierderilor prin frecare. Dacă în fluxul de aer frînat se injectează un combustibil lichid care se arde (fig. 4b), în urma procesului de ardere volumul amestecului și viteza de ieșire a gazelor vor crește brusc, generînd astfel o forță de tracțiune.

La «punct fix», de exemplu, la bancul de probă, motorul statoreactor nu poate produce o forță de tracțiune, deoarece pentru creșterea de presiune necesară în camera de ardere

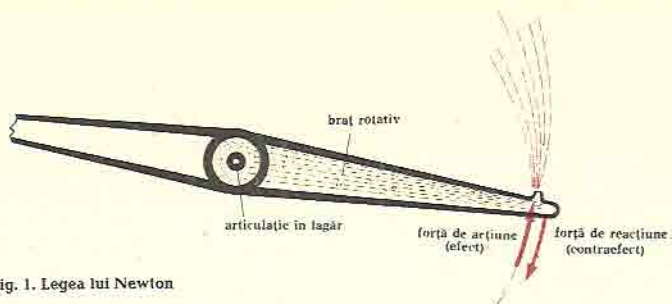


Fig. 1. Legea lui Newton

Fig. 2. Comparație între propulsia cu elice și propulsia cu jet

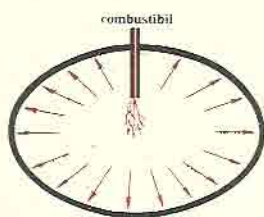
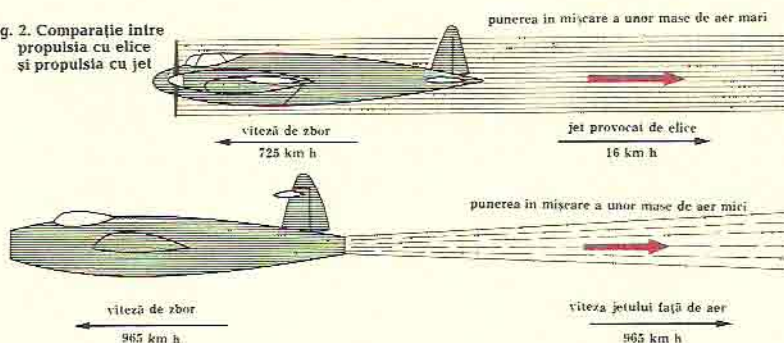


Fig. 3a. Presiune mare obținută prin arderea într-o incintă închisă etanș



Fig. 3b. Particulele gazoase evacuate creează propulsia

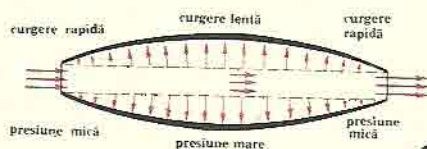
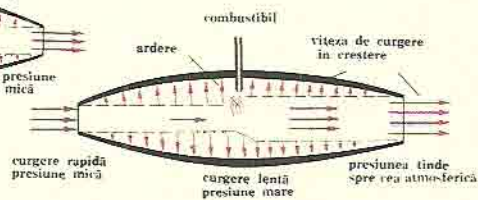


Fig. 4. Explicarea funcționării motorului statoreactor



trebuie asigurată în difuzorul motorului o presiune dinamică, respectiv o energie cinetică a aerului. Totuși, ca urmare a absenței pieselor mobile, compresor, palete etc., regimul termic al acestor motoare este foarte ridicat, putîndu-se atinge în camera de ardere temperaturi de $2\,000^{\circ}\text{C}$! Ca urmare, tracțiunea acestor motoare atinge valori foarte mari, în jurul a $20\,000$ — $30\,000$ kgf!

Cu cît viteza de zbor este mai mare, cu atît înălțimea-limită (plafonul) la care poate funcționa acest tip de motoare este mai mare, deoarece, deși densitatea aerului scade în altitudine, aportul vitezei de intrare a aerului în motor este preponderent în obținerea presiunii dinamice în difuzor. În prezent sînt elaborate proiecte de statoreactoare supersonice în care scurgerea fluidului de lucru prin motor se efectuează la viteze mai mari decît cea de propagare a sunetului (cca. 340 m/s la nivelul mării).

Motoarele pulsoreactoare, realizabile în variantele «cu supape» și «cu rezonanță», au un randament scăzut, tracțiuni mici și o siguranță în funcționare redusă. Denumirea motorului provine de la funcționarea în impulsuri (40—50 de cicluri de explozii în motor într-o secundă!). Constructiv, este relativ simplu, ceea ce explică utilizarea sa la unele aeromodele cu motor, motoplanoare etc. Cu ajutorul acestui motor s-au obținut pe timp scurt viteze de 700 — 900 km/h.

Motoare reactive II

Motoarele turboreactoare dispun în plus față de statorreactoare de un compresor antrenat de o turbină, ceea ce le oferă posibilitatea de a produce tracțiune și la punct fix (fig. 1). Printr-un difuzor, un compresor axial cu mai multe trepte de comprimare aspiră aerul exterior, îl comprimă și îl refulează în camera de ardere, unde este injectat și arde combustibilul. Creșterea volumului gazelor, determinată de ridicarea temperaturii prin ardere, provoacă ieșirea acestora cu mare viteză prin turbină și apoi prin ajutorul reactiv. Gazele de ardere cedează turbinei doar o parte din energie, și anume cantitatea necesară pentru antrenarea compresorului și agregatelor auxiliare. Restul de energie, care reprezintă cea mai mare parte din energia potențială a gazelor de ardere, se transformă în energie cinetică în ajutorul reactiv, unde se dezvoltă forța de tracțiune a turboreactorului. Conul de reglare din ajutorul reactiv determină viteza de ieșire a jetului de gaze și astfel mărimea tracțiunii prin modificarea secțiunii de ieșire a ajutorului reactiv: o secțiune redusă corespunde unei viteze mari de ieșire a gazelor (considerând că volumul gazelor este constant).

La motoarele turboreactoare se poate obține o creștere a tracțiunii prin postcombustie (combustie suplimentară). Aceasta se realizează prin intercalarea unei camere de precombustie între turbină și ajutorul reactiv și injectarea unei noi cantități de combustibil în gazele ieșite din turbină, ceea ce conduce la o accelerare suplimentară a jetului. Procedul este însă neeconomic, ceea ce face să fie utilizat pe perioade scurte de timp.

Motoarele turboreactoare cu tracțiuni mici utilizează compresoare centrifuge, care sînt constructiv mai simple și mai ieftine. Unele motoare folosesc atît compresoare axiale, cît și compresoare centrifuge.

Pentru domeniul vitezelor subsonice medii sînt utilizate în condiții economice deosebit de favorabile motoare turbopropulsoare, echipate și cu o elice antrenată de turbină prin intermediul unui angrenaj, care reduce turația axului turbinei (10 000–15 000 rot/min) la 1 000–1 500 rot/min (fig. 2 și 3). Tracțiunea turbopropulsorului se compune din tracțiunea reactivă a turboreactorului și din tracțiunea elicei. În cazul motoarelor turbopropulsoare, gazele de ardere cedează turbinei 80–90% din energia lor pentru antrenarea compresorului și elicei. Restul energiei gazelor (10–20%) este folosită pentru o tracțiune suplimentară în momentul ieșirii lor. În afara motoarelor turbopropulsoare prezentate există tipuri constructive cu doi arbori concentrici care se rotesc cu viteze diferite. Antrenarea lor se realizează fie cu o turbină cu mai multe trepte, fie cu două turbine separate: una antrenează compresorul și cealaltă elicea. Acest motor cu două circuite este folosit în special pentru domeniul de viteze cuprins între domeniile de viteze acoperite de avioanele cu elice și, respectiv, de turboreactoare. În cazul turboreactoarelor cu dublu flux (motoare turboventilatoare), spre deosebire de turbopropulsoare, turbina antrenează un compresor și un ventilator în loc de elice. Aceste motoare sînt caracterizate prin existența unei trepte de compresie de joasă presiune, în care o parte din aerul precomprimat este separat și refulat printr-un canal care înconjură motorul (by-pass) în duza de împingere (fig. 4). Acest proces necesită fie o turbină separată, fie un consum sporit de energie al turbinei de bază, deci viteza de ieșire a gazelor se reduce, dar crește foarte mult debitul de fluid evacuat din motor, inclusiv tracțiunea. La aceste motoare se pot utiliza tipurile constructive ale motoarelor turbopropulsoare cu doi arbori prezentate. Aerul din circuitul de joasă presiune (by-pass) este antrenat de a doua treaptă a turbinei (în figură desenat în negru), iar în circuitul de înaltă presiune de prima treaptă a turbinei (desenată hașurat). Raportul flux rece-flux cald se situează între 0,7 și 2,0. Din categoria turboreactoarelor cu dublu flux fac parte și motoarele cu flux concentric.

Paletele turbinelor acestor motoare sînt mai lungi și profilate corespunzător pentru a aspira un volum mai mare de aer rece. Aceasta se poate realiza constructiv prin schimbarea treptelor turbinelor motoarelor existente.

Motoarele turboventilatoare (ca și cele turbopropulsoare) sînt avantajoase la decolare și la viteze mici, cînd tracțiunea suplimentară a ventilatorului este maximă. De asemenea, în cazul turboventilatoarelor, zgomotul este mult redus în comparație cu cel produs de turbo-reactoare și de palele elicelor obișnuite.

Dacă în circuitul exterior (de joasă presiune) se folosește un sistem adecvat de post-combustie, motorul turboventilator poate fi folosit și pentru evoluții la viteze supersonice.

În majoritatea cazurilor, motoarele reactive dispun de un dispozitiv de inversare a tracțiunii pentru aterizarea pe piste scurte. În acest scop sînt folosite mai ales dispozitive capabile să devieze pînă la 180° jetul reactiv, și grile de palete cu corpuri de închidere a accesului gazelor în direcție contrară zborului.

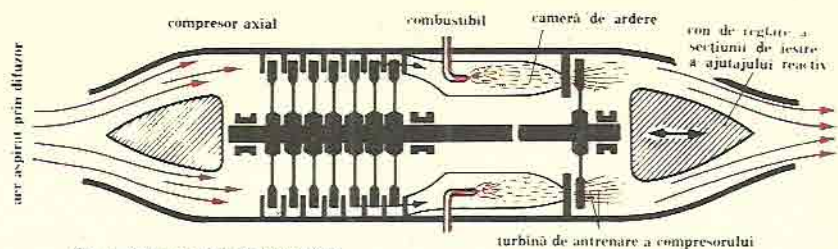


Fig. 1. Schema unui turboreactor

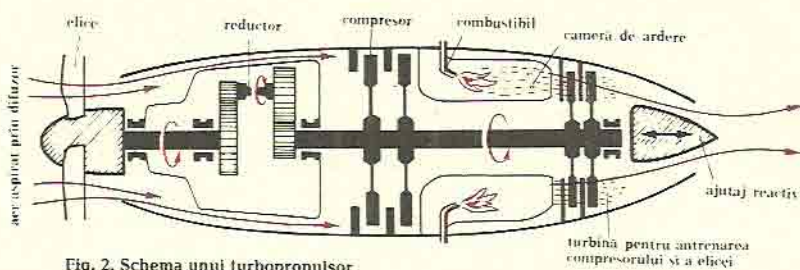


Fig. 2. Schema unui turbopropulsor

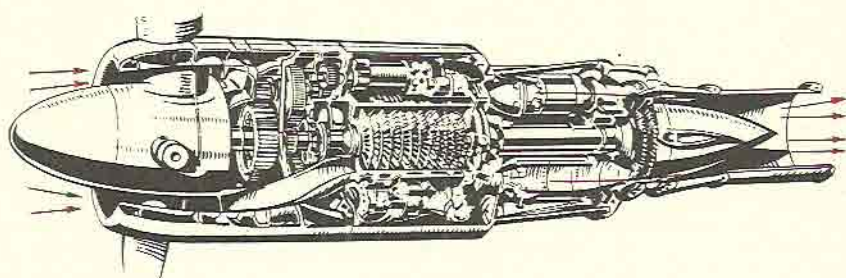


Fig. 3. Secțiune printr-un turbopropulsor

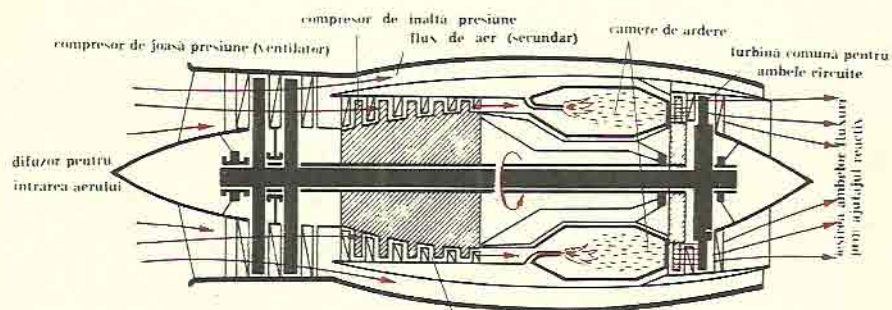


Fig. 4. Schema unui turboreactor cu dublu flux

Rachete I

Rachetele ca mijloc de transport în spațiu sînt astfel construite, încît să poată produce singure energia necesară deplasării lor și a sarcinilor utile la înălțimi și distanțe corespunzătoare. Pentru a funcționa, motoarele reactive utilizează aerul direct ca fluid de lucru, deci sînt dependente de mediul înconjurător, ceea ce reprezintă de altfel și o limitare pentru viteza și altitudinea zborului lor; în schimb, rachetele sînt propulsate în mod independent de mediul înconjurător și, în principiu, nu sînt limitate în ceea ce privește înălțimea și viteza zborului. Toate motoarele cu reacție se bazează pe principiul fundamental al lui Newton, care, în expresia lui cea mai simplă, afirmă că orice «acțiune» provoacă o «reacțiune» de aceeași mărime, orientată însă în direcție opusă. Din acest principiu se poate deduce teorema impulsului, pe care se bazează funcționarea tuturor motoarelor reactive. În figura 1 este ilustrat principiul lui Newton cu ajutorul unor exemple simple. De exemplu, dacă se permite gazului dintr-un balon să iasă într-o anumită direcție (fig. 1a), acestei acțiuni îi corespunde o reacțiune, și anume deplasarea balonului în direcție opusă. În cazul proiectilelor (fig. 1b), pentru a accelera masa proiectilului pînă la viteza cu care iese din gura tunului este necesar ca presiunea gazelor produse în camera de explozie a tunului cu ajutorul unei încărcături de explozibil să acționeze o anumită perioadă de timp. Produsul dintre forța datorată presiunii gazelor și perioada de timp cît aceasta acționează, denumit impuls elementar este egal cu produsul dintre masa proiectilului și viteza lui la ieșirea din gura tunului, adică așa-numita cantitate de mișcare a proiectilului.

La rachete, condițiile sînt asemănătoare (fig. 1c și 1d).

Atunci cînd într-o cameră de ardere este produs un gaz cu presiune și temperatură înaltă, acesta va exercita aceeași presiune pe pereții camerei. Dacă se practică o deschidere într-o latură a camerei, gazul va ieși afară cu viteză foarte mare și, în același timp, pe perețele opus al camerei de ardere se va exercita o forță de reacțiune, care se transmite de la motor la rachetă, punînd-o în mișcare. Această forță de tracțiune este egală cu produsul dintre masa gazelor evacuate din motor în unitatea de timp și viteza jetului de gaze. În aceste condiții, tracțiunea nu este obținută prin ciocnirea gazelor emise de mediul ambiant (atmosferă), ci prin producerea forței de reacțiune, care ia naștere totdeauna cînd un fluid curge cu mare viteză dintr-un vas sub presiune. În figura 2 sînt reprezentate exemple de utilizări practice ale legii impulsului și ale principiului acțiunii și reacțiunii.

Atunci cînd cantitatea de combustibil este consumată complet pentru obținerea tracțiunii, racheta se deplasează cu viteza ei maximă. Această viteză finală depinde de viteza de ejectare a particulelor și de așa-numitul raport de mase al rachetei. Prin aceasta se înțelege raportul dintre masa inițială (masa de start, inclusiv rezerva de combustibil) și masa finală (diferența dintre masa inițială și cea a combustibilului consumat). Viteza finală poate fi majorată, utilizînd rachete cu mai multe trepte. Fiecare treaptă posedă propriul ei motor (sau grup de motoare) împreună cu rezerva de combustibil necesară, ultima treaptă transportînd, în plus, și sarcina utilă. După ce combustibilul unei trepte a fost consumat, aceasta este separată mecanic de celelalte trepte. Tracțiunea dezvoltată de treapta următoare servește pentru o nouă creștere a vitezei rachetei, a cărei masă s-a redus între timp tocmai prin largarea primei trepte, devenită nefolositoare.

Fig. 1a. Balon umplut cu gaz

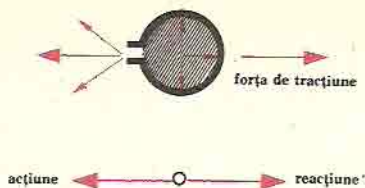


Fig. 1b. Proiectil

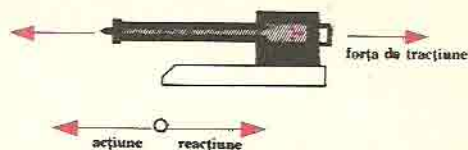


Fig. 1c. Camera de ardere

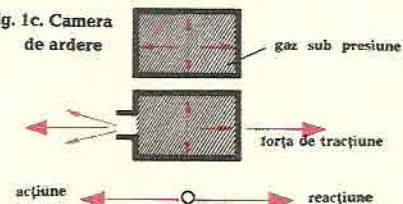


Fig. 1d. Rachetă

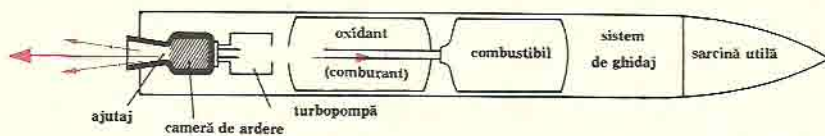
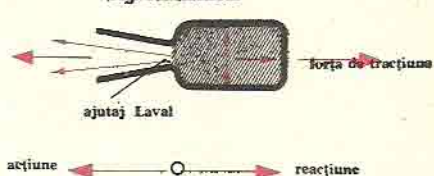
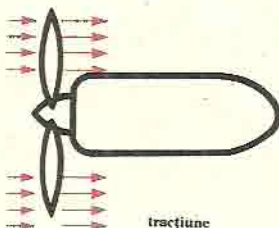


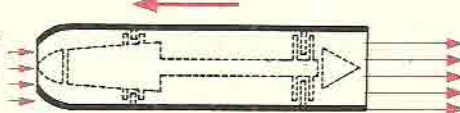
Fig. 2. Aplicații ale legii impulsului și principiului acțiunii și reacțiunii

Forța de tracțiune sau împingere reprezintă produsul dintre debitul masic și modificarea vitezei masei de gaz

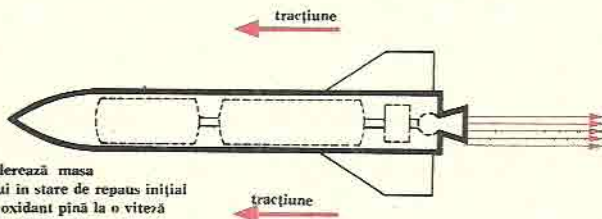


Elicea vehiculează mase relativ mari de aer cu o creștere mică a vitezei

Turboreactorul accelerează o masă relativ redusă de gaz (aer + produsele de ardere) cu o creștere mare a vitezei



Racheta accelerează masa combustibilului în stare de repaus inițial (carburant + oxidant) până la o viteză de evacuare foarte mare



Rachete II

Modurile de antrenare a rachetelor

Motoarele-rachetă pot să accelereze în diferite moduri masa gazelor provenite din arderea componentelor combustibili până la viteze de ejecție foarte înalte. În prezent sînt utilizate *motoare-rachetă chimice*, care pot fi împărțite în motoare-rachetă cu combustibil solid, lichid sau hibride. Aceste motoare se bazează pe același mod de funcționare: într-o cameră de ardere se produc gaze sub presiune la temperaturi înalte, care sînt apoi accelerate într-un ajutoraj reactiv de forma ajutorajului Laval.

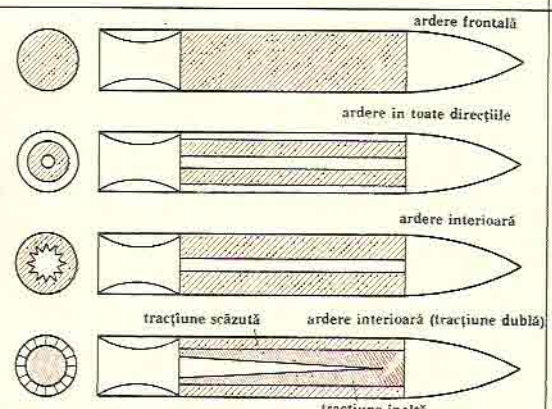
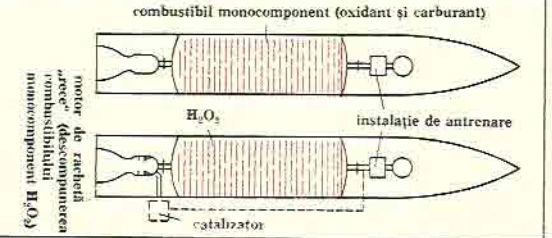
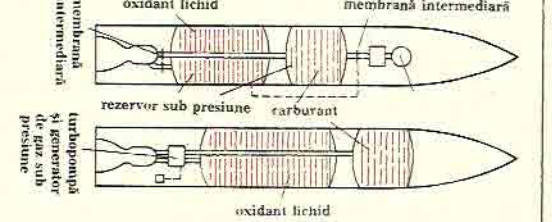
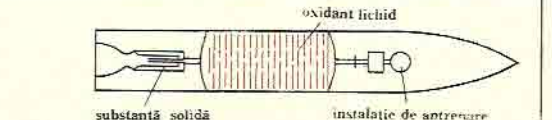
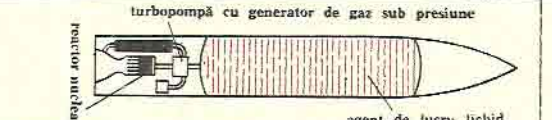
Combustibilul solid al primului tip de motoare-rachetă constă dintr-un purtător de combustibil și un oxidant, ale căror formă exterioară și mod de dispunere pot fi foarte diferite. Combustibilul este introdus în camera de ardere, unde, prin ardere, produce gaze cu presiune și temperatură înaltă. Gazele sînt apoi destinse și accelerate într-un ajutoraj Laval supersonic unde se produc diferite fenomene gazodinamice, caracterizate în final prin obținerea forței de tracțiune. În cazul *motoarelor-rachetă hibride*, fenomenul combustiei este declanșat de reacția unui lichid oxidant cu un combustibil solid, ceea ce permite și o reglare a mărimii forței de tracțiune.

Motoarele rachetă cu combustibil lichid sînt prevăzute cu două rezervoare separate pentru cele două componente ale combustibilului (carburant + oxidant sau comburant), care alimentează camera de ardere prin intermediul unor turbopompe cu mare debit și presiune. Pentru combustibilii chimici lichizi curenții se obțin viteze de jet de 3—4,2 km/s, iar pentru ansamblul hidrogen lichid + oxigen lichid se obțin viteze de jet teoretice de 5,2 km/s, respectiv practice de peste 4 km/s. Motoarele-rachetă cu combustibili lichizi folosesc numeroase combinații formate din carburanți (produse petroliere, alcooli, compuși nitrici etc.) și comburanți (acid azotic, peroxid de hidrogen, oxigen lichid, ozon lichid, pentaoxid de azot etc.). În cazul altei metode (în stadiu experimental), gazul sub presiune de temperatură înaltă nu este produs de arderea chimică a unui combustibil, ci cu ajutorul energiei nucleare. În acest scop, un agent de lucru (de exemplu hidrogen, apă etc.) este încălzit într-un reactor atomic în anumite condiții. Gazele comprimate la presiuni înalte sînt apoi accelerate într-un ajutoraj Laval.

Motoarele-rachetă prezentate au durate de ardere relativ scurte, de ordinul sutelor de secunde, și permit obținerea unor forțe de tracțiune puternice, ceea ce le permite să transporte sarcini utile mari. În prezent se lucrează la dezvoltarea unui nou tip de rachetă, capabilă să dezvolte forțe mici de tracțiune, dar care să poată fi imprimate un timp îndelungat unor greutăți inițiale mari. Acestea vor putea fi utilizate pentru deplasări în spațiul interplanetar. În principal în zonele unde câmpurile gravitaționale sînt slabe.

Dintre așa-numitele rachete electrice, rachetele electrotermice sau cu arc electric (arc-jet) sînt asemănătoare rachetelor chimice, respectiv termonucleare, deoarece și în cazul acestora un agent de lucru (hidrogen, heliu etc.) este încălzit și apoi accelerat «termodinamic» într-un ajutoraj. Încălzirea se realizează cu ajutorul unui arc electric.

Rachetele electrostatice, sau ionice, folosesc ionizarea unei substanțe în anumite condiții. Ionii formați sînt accelerați cu ajutorul unor câmpuri electrostatice și proiectați din motor cu viteze pînă la 100 000 km/h, rezultînd, pe baza unor tracțiuni extrem de mici, impulsuri specifice foarte înalte. Sistemul constă dintr-o instalație în care are loc ionizarea substanței, o instalație de accelerare a ionilor formați și o zonă de neutralizare în care «se injectează» un flux de electroni, pentru ca echilibrul electric să fie restabilit și nava-rachetă să nu se încarce la un potențial electrostatic cu efect de frinare.

natura combustibilului	rachete termochimice				rachete termonucleare
	solid	lichid	lichid-lichid	solid-lichid (titeron)	energie nucleară cu agent de lucru lichid
schema construcției	 ardere frontală ardere în toate direcțiile ardere interioară tracțiune scăzută ardere interioară (tracțiune dublă) tracțiune înaltă	 combustibil monocomponent (oxidant și carburant) H_2O_2 instalație de antrenare catalizator	 oxidant lichid membrană intermediară rezervor sub presiune carburant oxidant lichid turbopompă și generator de gaz sub presiune	 oxidant lichid substanță solidă instalație de antrenare	 turbopompă cu generator de gaz sub presiune agent de lucru lichid reactor nuclear
tipuri de carburanți	combustibili de bază dubli: combustibili compoziți	$C_2H_5NO_2$ H_2O_2 + peroxidant de potasiu	carburanți: petrol, hidrazină, hidrogen oxigen compuși sau elemente oxidante: O_2 , F_2 , HNO_3	carburant sărac în oxigen + O_2 , HNO_3 , H_2O_2	agenți de lucru: hidrogen, amoniac, apă
viteza jetului reactiv	până la 3000 m/s	2000 m/s	până la 4500 m/s	2500 m/s	7000-30000 m/s

La alte modele, cu ajutorul unui câmp electromagnetic este accelerată *plasma*, gaz ionizat în care peste 50 % din particule sînt încărcate electric. În această grupă sînt incluse rachetele electromagnetice, cu plasmă și magnetohidrodinamice.

În cazul rachetelor electrice, pentru producerea cîmpurilor electrice necesare trebuie să fie transportată și sursa de energie corespunzătoare; se apreciază, după încercările făcute cu pile atomice luate deja la bordul unor aparate cosmice experimentale, că aceste surse energetice vor fi minireactoare atomice.

Motoarele-rachetă se folosesc pentru viteze mari, folosirea lor la viteze mici fiind complet dezavantajoasă. La viteze subsonice, consumul specific de combustibil al motorului-rachetă este de 12-16 ori mai mare decît în cazul turboreactorului, ceea ce face ca acesta din urmă să fie preferat. Situația este complet inversată la mari altitudini și pentru viteze foarte mari, unde folosirea motorului aeroreactiv devine ineficace.

Principală utilizare actuală a rachetelor se referă la cercetările cosmonautice. Pentru lansarea unui satelit este absolut necesară o rachetă cu motoarele dispuse în așa-numitele trepte sau etaje reactive, deoarece, la sfîrșitul funcționării motoarelor rachetei, aceasta trebuie să fie în măsură să imprime greutatea utile (de exemplu un satelit) o viteză egală cu prima viteză cosmică (în cazul Pămîntului cca. 7,9 km/s). Acest deziderat se poate obține numai cu o rachetă în trepte.

Rachetele cosmice formate prin gruparea corespunzătoare a motoarelor-rachetă chimice în trepte (etaje) reactive, sînt utilizate pentru cercetarea atmosferei înalte, cercetări geo- și astrofizice, lansarea de sateliți meteorologici, telecomunicații la mari distanțe etc. De asemenea, la lansarea navelor cosmice cu echipaj pe trasee circumterestre și spre Lună, pentru realizarea laboratoarelor spațiale (locuite sau automate) pe orbite circumterestre, la plasarea pe traiectorii planetare (spre Marte, Venus și în curînd spre Mercur) a unor sonde automate.

Navigație aeriană I

(Metode și instrumente)

Navigația aeriană, știința și tehnica de a conduce o aeronavă, are ca scop determinarea drumului aerian de parcurs și a poziției aeronavei. Pentru a asigura navigația aeriană se alege o anumită metodă de navigație.

Navigația verticală. O metodă simplă frecvent utilizată în navigația pe verticală este următoarea: cu ajutorul unui *barometru aneroid* este înregistrată la bordul avionului presiunea statică corespunzătoare *altitudinii de zbor*. Indicația barometrului aneroid se ia ca măsură a presiunii locale a aerului și se introduce într-o formulă de etalonare în raport cu *altitudinea*. Readucerea la valoare inițială a presiunii corespunzătoare de la sol se face manual cu ajutorul unui mecanism (subscala, fig. 1).

Fiecare valoare a presiunii corespunde unei altitudini, respectiv unei *înălțimi* manometrice. În unele convenții se admite că presiunea manometrică corespunzătoare unei diferențe de înălțime de 100 de picioare (cca. 30 m) conduce la un nivel de referință izobar de 1013,3 mb. În sistemul zborului orizontal, menținerea unei distanțe verticale de trecere între avioane, unul sub altul în timpul raidului este o cerință absolut respectată. La decolare și la aterizare, indicatorul de altitudine barometric trebuie să indice o valoare pentru altitudinea absolută față de nivelul mării, *NN*, sau altitudinea deasupra aeroportului, *H* (fig. 2). Pentru a obține valorile corespunzătoare, se deplasează curba de etalonare a altitudinii pe verticală cu ajutorul unui buton de poziție. Față de planul în care se efectuează zborul, valoarea presiunii, *QNH*, care trebuie fixată pe subscala barometrului pentru a indica la aterizare altitudinea aeroportului, respectiv elevația *NN* a aeroportului, precum și valoarea presiunii momentane la nivelul aeroportului, *QFE*, sînt deplasate. Valoarea acestei deplasări verticale (fig. 3) depinde de altitudinea aeroportului ca elevație *NN* și de presiunea corespunzătoare condițiilor locale de zbor. După decolare, la trecerea la verticala stației aeroportului, pilotul aduce indicația altimetruului *QNH* corespunzător valorii de 1013,3 mb. Înainte de aterizare procedează invers: readuce aparatul cînd trece la altitudine de «tranzit», repunînd 1013,3 mb pe *QNH*. În urma unor convenții recente, distanțele minime pe verticală între traseele parcurse de aeronave sînt de cca. 200—250 m pentru evitarea coliziunilor.

Altitudinea aeronavei deasupra solului se măsoară cu ajutorul radioaltimetrelor. Pentru aceasta se emite un radio-semnal spre sol, care este apoi reflectat și recepționat la bord. Din înregistrarea electronică a timpului parcurs de semnal dus-întors se determină altitudinea (fig. 4).

Indicațiile *radioaltimetruului* sînt mult influențate însă de denivelările reliefului. Diferența dintre indicația *radioaltimetruului* și cea obținută cu ajutorul presiunii manometrice se numește valoarea *D*, care permite stabilirea prin calcul a derivei și cu aceasta luarea în considerație a influenței vîntului. Această metodă a căpătat inițial o mare importanță la zborurile efectuate deasupra mării și oceanelor.

Un alt aparat de măsurat absolut necesar navigației aeriene este *variometrul*. Aparatul folosește un barometru aneroid. O cavitate a aparatului este în legătură cu presiunea aerului din exterior printr-un dispozitiv căruia i se cunoaște rezistența hidrodinamică (fantă, tub capilar sau difuzor). În schimbările de altitudine, presiunea statică variază, restabilirea echilibrului presiunii la volumul aerului din incinta amintită avînd loc încet, din cauza rezistenței hidrodinamice. Diferența de presiune, pe care această rezistență hidrodinamică o face ușor citibilă, permite înregistrarea vitezei verticale (fig. 5), fie ascendente, fie descendente.

Determinarea parcursului. Un traseu de zbor se măsoară prin unghiul față de o direcție de referință (fig. 6), stabilită, de regulă, cu ajutorul busolei (numită, în navigația aeriană, compas). Unghiul dintre direcția de referință și axa longitudinală a avionului este denumit curs de navigație, iar unghiul dintre direcția de referință și tangenta drumului de parcurs peste sol, curs.

Cursul și cursul de navigație se deosebesc între ele prin unghiul de vânt l (curs de navigație = curs + unghi de vânt), ceea ce înseamnă că în absența vântului cursul și cursul de navigație corespunzător sînt egale. În figura 6, l este negativ (unghiurile măsurate în sensul de deplasare a acelor ceasornicului fiind admise pozitive). Cursul corect (sau cursul compus) și cursul deviat (sau cursul de navigație) se deosebesc prin deviație.

În concluzie, pentru a calcula cursul (sau traseul) real este necesar ca la valoarea obținută prin adunarea cursului dat de compas (busolă) cu declinația locală să se adauge și valoarea abaterilor (deviației) datorate surselor magnetice de la bordul aeronavei, care pot provoca dispersări, erori etc.

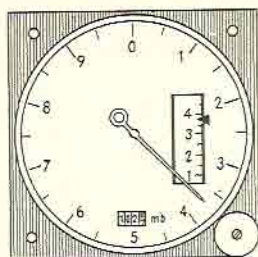


Fig. 1. Măsurarea altitudinii de zbor folosind barometrul aneroid

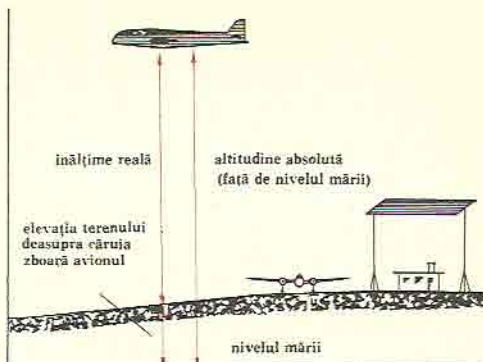


Fig. 2

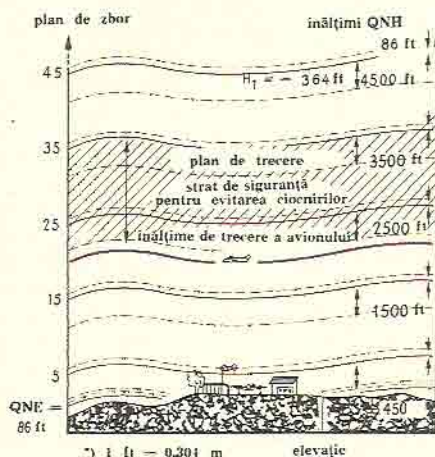


Fig. 3

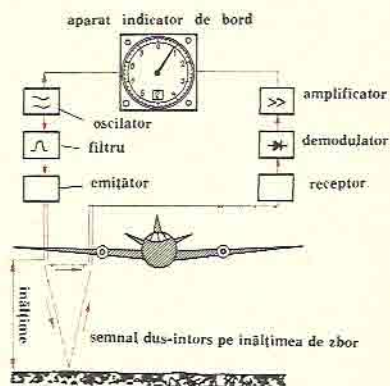


Fig. 4. Măsurarea altitudinii de zbor cu radioaltimetrul

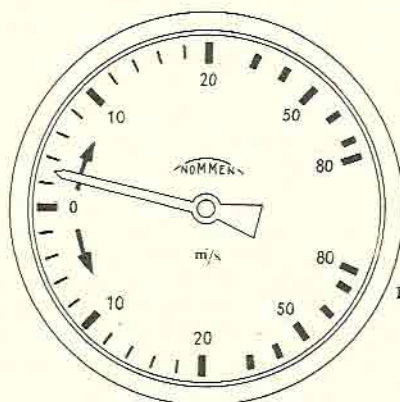


Fig. 5. Variometru cu folosirea variațiilor presiunii mediului

Navigație aeriană II

În cazul calculului unui relevment (curs) real, traseul de navigație deasupra solului reprezintă o curbă numită loxodromă sau curs corect.

Traseul cel mai scurt de navigație aeriană între punctele A și B nu este o loxodromă, așa cum s-ar putea crede, ci un cerc mare sau o ortodromă. Cercul mare se determină (de exemplu cu ajutorul unei hărți de proiecție centrală) aproximînd loxodroma cu o serie de segmente și folosind un compas magnetic sau o instalație de giroscop, dirijată în raport cu indicațiile compasului. *Giroscopul de traseu* (curs) (fig. 7) indică azimutul în funcție de direcția aleasă, de exemplu nord (caroiaj pe direcția nord). Giroscopul este montat la bordul avionului, iar acul aparatului indicator, fixat în carcasa sa, se rotește la schimbarea cursului față de giroscopul suspendat într-o articulație cardanică; citirea se face pe un cadran gradat, indicînd direcția. Din cauză că se iau drept referință indicații ale sistemului geografic (mobil) și erorile aparatului, giroscopul se deplasează față de poziția sa de bază (drift), constanța în timp fiind deci limitată. Pentru trasee lungi, giroscopul este combinat cu un sistem de măsurare a cîmpului magnetic terestru (instalație de giroscop condusă de compas). În cazul urmăririi unui traseu folosind giroscopul, se ia ca direcție de referință caroiajul în raport cu direcția nord. Deseori caroiajul pe direcția nord se pune în direcția nord raportat la meridianul Greenwich (sistem de rețea tip amiral Tonta); se folosește o rețea de orientare compusă din linii paralele cu meridianul Greenwich. În cazul parcursului aerian calculat în sistemul cu rețea constantă, se folosește un cerc mare, așa încît pentru această navigație corespund scopului hărții la care pe anumite porțiuni segmentul de cerc mare poate fi reprezentat aproximativ printr-o dreaptă tangentă. Pe o astfel de hartă, între cursul de rețea și cursul corect există relația: $\text{curs rețea} = \text{curs corect} \pm \text{constanta de cerc} \times \text{longitudinea geografică}$. Navigația în sistemul-rețea se aplică cu precădere în cazul latitudinilor mari, compasul magnetic avînd abateri prea mari și deci nefiind util în astfel de regiuni. Se poate utiliza și o determinare astronomică a traseului, folosind un *compas* așa-numit *astronomic*. Polarizarea luminii dispersate cînd Soarele este la azimut este de folos pentru utilizarea compasului adaptat cazului unui crepuscul polar îndelungat. Cu ambele instrumente se face din timp în timp corecția necesară giroscopului de traseu.

Determinarea vitezei. Trebuie făcută o distincție netă între valoarea vitezei în raport cu mediul înconjurător (V_e), valoarea vitezei în raport cu un observator de pe sol (V_g)* și viteza vîntului (V_w). Triunghiul format din cei trei vectori care materializează vitezele menționate (fig. 8) are o importanță fundamentală pentru navigația aeriană. Măsurarea și înregistrarea vitezei avionului față de aerul înconjurător se face cu un ansamblu de aparate format de indicatorul numit *vitezometru* și priza de presiune. Ca traductor servește un tub Prandtl-Pitot instalat la exteriorul avionului (pe bordul de atac al aripilor), deci în curentul liber de aer. Diferența celor două presiuni, statică și totală, se măsoară cu un manometru indicator, de exemplu de tip aneroid (fig. 9). Pentru stabilirea valorilor reale ale vitezei de zbor trebuie să se țină seama de corecția impusă de variația presiunii aerului cu altitudinea. Pentru navigație este importantă și cunoașterea vectorului vitezei vîntului.

* V_g este suma vectorială $\vec{V}_e + \vec{V}_w$.

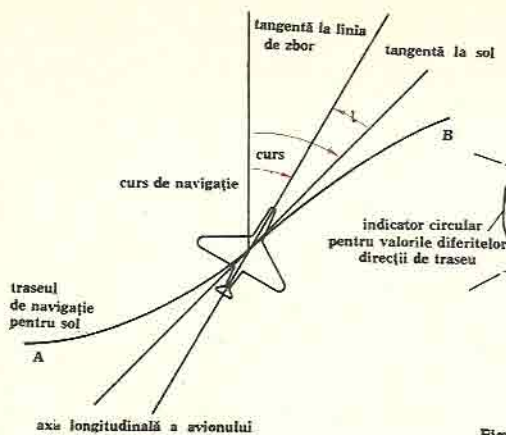


Fig. 6. Schema de stabilire a parametrilor parcursului unui avion

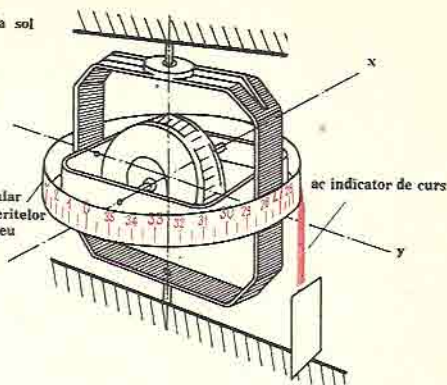


Fig. 7. Schema giroscopului de curs

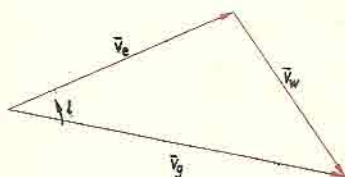


Fig. 8. Componerea vitezelor

$$\vec{V}_g = \vec{V}_e + \vec{V}_w$$

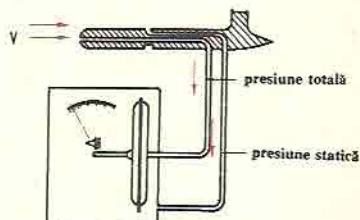


Fig. 9. Tub (priză) de presiune Prandtl-Pitot

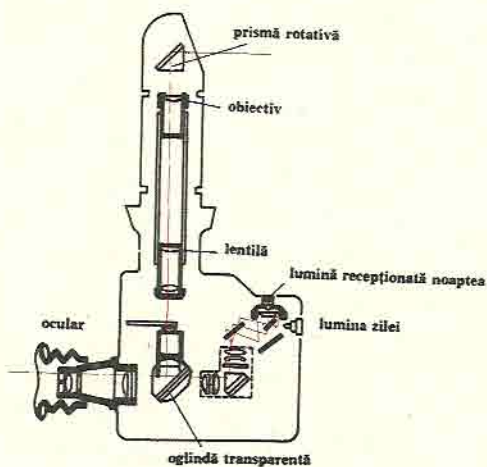


Fig. 10. Periscop sextant

Navigație aeriană III

Locația. Observarea traseului deasupra căruia se zboară este astăzi fără importanță dacă aparatul evoluează la altitudini foarte mari. Determinarea poziției se face prin astrogoniometrie în raport cu stelele; în acest scop se folosește, de exemplu, periscopul sextant (fig. 10).

Aparatul este scos printr-un orificiu în exteriorul avionului, fiind orientat automat spre obiectul explorat. Metoda cea mai răspândită în navigația aeriană este *radiolocația*. La radiogoniometrie, stabilirea poziției se face cu o antenă de emisie-recepție dirijată, instalată la bordul avionului, care stabilește unghiul de incidență al undelor electromagnetice în funcție de axa longitudinală a avionului. Acest unghi de incidență poartă denumirea de radiogoniometrie frontală (ζ). Dacă la radiogoniometria frontală se adaugă cursul real, se obține goniometria corectă ($rw \zeta$). Adăugând 180° , se obține unghiul liniei de poziție ($\zeta \text{ StalW}$), una dintre laturi fiind linia de poziție (fig. 11). Prin intersecția mai multor linii de poziție (deseori se explorează cu trei stații de emisie) se obține locația. La explorări pe distanțe mari, goniometria corectă ($rw \zeta$) trebuie corectată (poziția după loxodromă, după cercul mare).

Radiocompasul este un aparat de recepție de frecvență medie (MF), al cărui sistem de antenă, având curba caracteristicii de tip cardioidă, este îndreptat automat (printr-un sistem de dirijare) spre emițătorul ales. Pilotul are în orice moment indicată poziția antenei ca măsură pentru direcția emițătorului față de axa longitudinală a avionului (fig. 12). Dacă explorarea la bordul avionului nu se face folosind un emițător terestru, ci o altă stație de recepție explorează emițătorul situat la bord, atunci se utilizează termenul explorare «străină». Alte sisteme de radiolocație dau un sistem stabil de linii de poziție. În cazul *procedurii VOR* (prescurtare pentru *Very High Frequency Omnidirectional Range*), la bord este recepționat semnalul selectat al emițătorului terestru (gama 112–118 MHz) și, prin compararea fazelor (faza de referință și faza direcțională), se determină azimutul emițătorului față de receptor prin linii de poziție dispuse radial dintr-un punct de referință. În cazul *procedurii Decca*, totul este similar, dar se formează un sistem stabil de hiperbole. Prin radiolocație se poate determina poziția aeronavei cu ajutorul unui aparat radar instalat la sol și al cărui fascicul de radiații electromagnetice localizează înălțimea și direcția de zbor a aeronavei.

Navigația inercială este complet independentă de semnalele externe. Pe o platformă stabilizată sînt fixate aparate care măsoară accelerațiile după trei direcții ortogonale prin componentele respective față de un sistem de referință ales. Printr-o simplă sau dublă integrare se obțin viteza momentană și drumul parcurs (fig. 13). Stabilizarea platformei se obține cu precădere prin giroscopice. În apropierea pămîntului este necesară o orientare corespunzătoare suprafeței acestuia (ca la toate aparatele giroscopice), iar la zborurile de lungă durată este necesară o asigurare a compensării erorilor prin alte procedee. Aici, ca și la alte procedee, datele căpătate pot fi comunicate automat unui «pilot automat» (regulator de zbor), care preia comanda în locul pilotului pentru dirijarea avionului.

În prezent, *procedeele de aterizare uzuală* este «aterizarea instrumentală», una dintre cele mai folosite metode fiind denumită ILS (prescurtare pentru *Instrumentenlandesystem*). De la două antene de pe sol se emit semnale radio, care formează fascicule («petale») de ghidare orizontală și verticală (fig. 15). În funcție de variația intensității semnalelor celor două fascicule emise, se pot identifica abaterile din sectorul respectiv. Indicația apare ca semnal indicator și apoi de comandă la un aparat cu reticul cu două indicatoare (fig. 14). Pentru fiecare ghidaj, pe orizontală sau verticală există un indicator. O indicare grosieră rezultă la zborul dintre semnalele de marcaj, denumite în engleză *Outer Marker* (OM, stație îndepărtată), *Middle Marker* (MM, stație medie) și *Boundary Marker* (BM, stație apropiată). Receptorul de bord transformă semnalele radio în componente auditive și vizuale. Pentru aterizare complet fără vizibilitate, precizia sistemelor instrumentale actuale nu este suficientă, dar se lucrează la îmbunătățirea lor. Un alt procedeu de aterizare include urmărirea continuă a parametrilor variabili de zbor ai aparatului de către o instalație radar de pe sol; pilotul primește numai indicații, iar avionul este «chemat jos» (*talk down*). Acest procedeu este denumit *aterizare controlată de pe sol*, *GCA* (prescurtarea pentru *Ground Controlled Approach*). În prezent se studiază rezolvarea problemei aterizării independent de condițiile meteorologice.

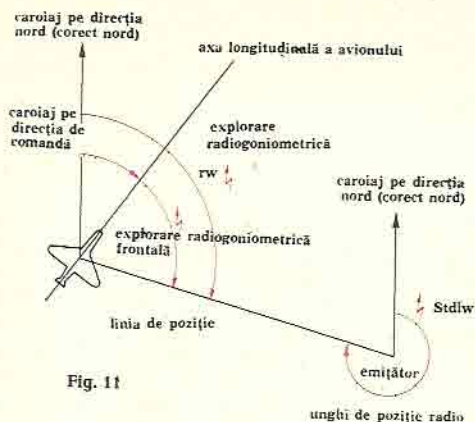


Fig. 11

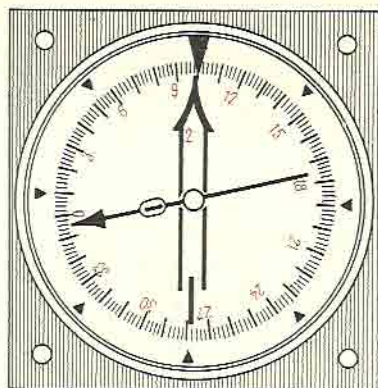
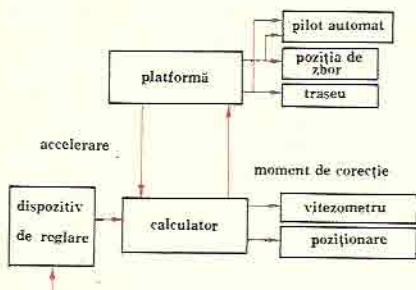


Fig. 12. Radiocompas în sistem VOR



poziție de decolare

Fig. 13. Schema bloc pentru „aterizare instrumentală“

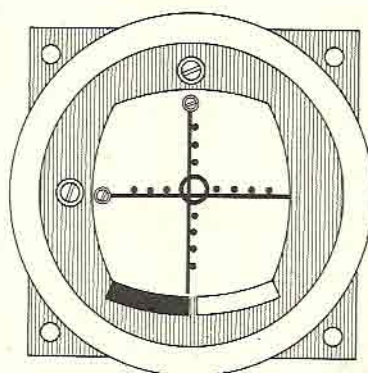
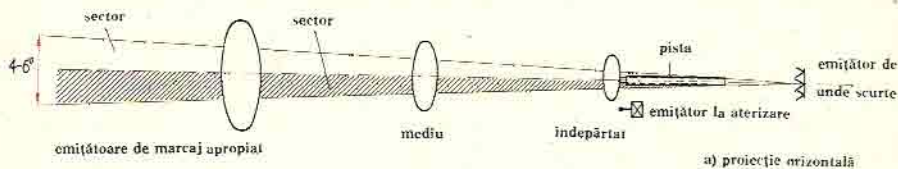
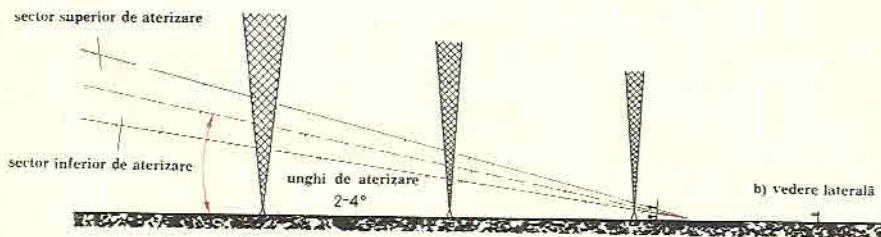


Fig. 14. Indicator de bord la aterizare în sistemul ILS



a) proiecție orizontală



b) vedere laterală

Fig. 15. Aterizare instrumentală în sistemul ILS

Vehicule cu pernă de aer

În principiu, un vehicul cu pernă de aer constă dintr-un corp sustentator pe care este montat un grup motocompresor (suflantă), astfel încât să producă sub vehicul o «pernă» de aer pe care acesta plutește. În consecință, vehiculul nu ajunge în contact cu solul și deci nu trebuie să învingă rezistența creată de frecările roților de sol, caracteristice celorlalte vehicule terestre. Pentru acest motiv, vehiculele cu pernă de aer ar trebui să fie incluse printre aparatele de zbor sau de plutire. Însă, datorită lipsei aderenței la sol, ele ridică probleme de stabilitate, de frînare și de conducere cu totul diferite față de vehiculele care se deplasează pe roți. Atunci când vehiculele cu pernă de aer plutesc la mică distanță de suprafața pământului, așa-numitul «efect de sol» provoacă formarea unei perne de aer. Curentul de aer produs de un ventilator, care la o distanță mai mare de sol ia forma unui jet circular (prin întreaga secțiune circulară a jetului curge un debit de aer repartizat uniform), în apropierea pământului devine inelar (fig. 1). La centru, sub rotorul ventilatorului, se formează o pernă de aer, în care curgerea aerului este foarte slabă. La marginea acestei perne ia naștere un jet inelar, care menține perna de aer, realizând un fel de etanșare față de presiunea exterioară joasă. În consecință, forța portantă crește, astfel încât, pentru a pluti în aer în apropierea solului, vehiculului cu pernă de aer îi este necesară o putere mult mai mică decât pentru a pluti la înălțimi mai mari.

Pînă acum este cunoscută o mare diversitate de aparate cu pernă de aer, bazate pe utilizarea «efectului de sol». În fig. 2 este reprezentat un aparat cu cameră semicirculară, a cărui construcție este deosebit de simplă și ușor de înțeles. La acest aparat, distanța pînă la sol corespunde unei stări de echilibru determinată de volumele de aer aspirat și refulat. Deoarece presiunea din cameră este joasă, trebuie construite camere cu deschidere mare, deci suprafața de bază a aparatelor trebuie să fie foarte mare pentru a putea transporta sarcini relativ ridicate.

În prezent, se urmărește dezvoltarea vehiculelor cu cameră inelară (fig. 3), care, în comparație cu vehiculele cu cameră semicirculară, au avantajul unui consum de energie mai mic. La aparatele cu cameră inelară, datorită modului de dirijare a aerului, jetul este produs direct în formă de inel, ceea ce, după cum s-a arătat mai sus, contribuie în mare măsură la creșterea forței portante. Înclinarea ajutoarelor la partea inferioară cu un anumit unghi spre interior asigură o creștere suplimentară a sustentanței verticale.

Deplasarea este obținută, în general, cu ajutorul unui motopropulsor suplimentar. Vehiculele cu pernă de aer dau bune rezultate atunci cînd sînt utilizate ca mașini de antrenare. Pe baza unui mare număr de încercări s-a stabilit că aceste aparate dau cele mai bune rezultate din punctul de vedere al stabilității și al randamentului mecanic atunci cînd înălțimea la care plutesc este puțin mai mică decât o zecime din diametrul lor, adică un vehicul cu diametrul de 4 m ar trebui să plutească la cca. 40 cm deasupra solului. Pentru ca rezistențele la înaintare să nu fie prea mari, iar lățimea vehiculului să nu crească prea mult, vehiculele nu sînt construite cu suprafața de bază circulară, ceea ce ar fi optim din punctul de vedere al portanței și al stabilității, ci ovală sau dreptunghiulară. Astfel, în figura 4 este reprezentat un vehicul proiectat cu suprafața de bază dreptunghiulară, care folosește jeturi inelare; el trebuie să transporte o greutate totală de 400 t cu o viteză maximă de 160 km/h.

Forțele care intervin la deplasarea înaintea unui vehicul cu pernă de aer sînt reprezentate în figura 5. Pe măsură ce crește viteza, rezistența aerodinamică capătă o influență tot mai mare.

Fig. 1. Efectul solului (formarea unui jet inelar și a pernei de aer)

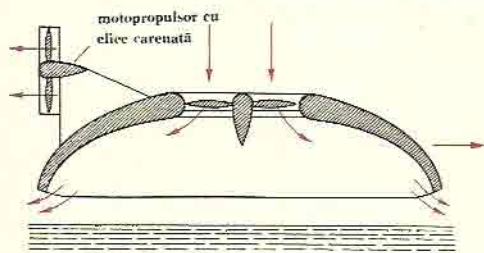
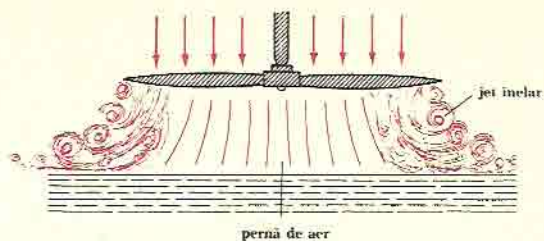


Fig. 2. Vehicul cu pernă de aer și cameră semicirculară a cărei deplasare este asigurată de un grup motopropulsor

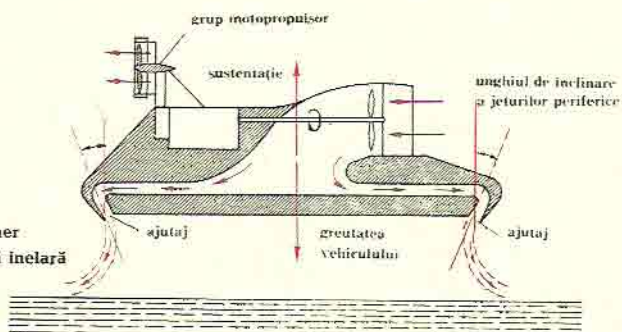


Fig. 3. Vehicul cu pernă de aer în sistemul cu cameră inelară

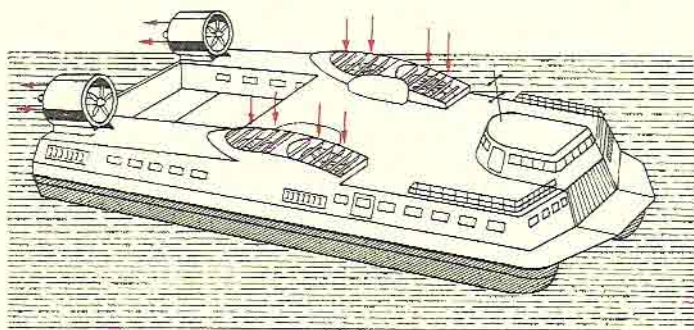


Fig. 4. Vehicul cu pernă de aer pentru pasageri (greutatea totală 400 t, viteza pînă la 160 km/h)

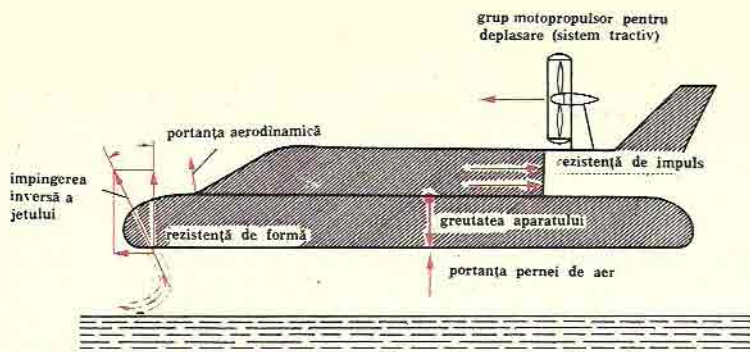


Fig. 5. Forțele care intervin la deplasarea unui vehicul cu pernă de aer

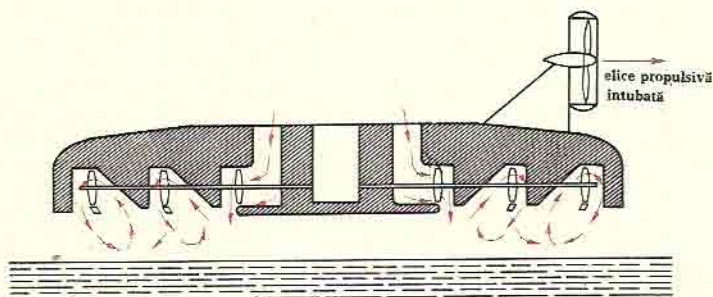


Fig. 6. Vehicul cu pernă de aer la care „perna” este menținută prin jeturi inversate (sistem Weiland, în două trepte)

În afara rezistenței de formă, care se produce și în cazul deplasării avioanelor, mai intervine și o rezistență așa-numită de impuls, care ia naștere la accelerarea aerului necesar pentru formarea pernei. Când vitezele sînt mici, rezistența de impuls este mai mică decît rezistența de formă, însă la viteze mai înalte raportul se inversează. Pentru deplasare, ajutajele situate pe suprafața interioară a vehiculului pot fi reglate spre înapoi. În acest mod, jetul de aer care provoacă perna de aer produce cca. 20% din forța de propulsie, astfel încît rotorul propriu-zis nu trebuie să mai utilizeze pentru înaintare decît 80% din totalul energiei de propulsie.

La vehiculele cu pernă de aer cu etanșare a pernei prin jet invers (fig. 6), etanșarea marginilor este obținută de un curent inelar exterior. În acest mod, pierderile de aer se reduc la minimum, obținîndu-se un randament maxim. În același timp însă, costul construcției aparatului devine mult mai mare.

În cazul vehiculelor cu pernă de aer, frînarea și conducerea nu sînt eficiente, astfel încît fac în continuare obiectul unui mare volum de cercetări*. Problemele ridicate de stabilitate joacă un rol determinant pentru funcționarea vehiculelor cu pernă de aer. De exemplu, în timpul înaintării, stabilitatea mobilului este periclitată, pe măsură ce crește viteza de deplasare, de creșterea simultană a presiunii dinamice a zborului, aceasta avînd tendința să elimine perna de aer.

*Nota Ed. E. În România există preocupări intense în domeniul construcției unor vehicule cu pernă de aer (București, Brașov, Galați, Maliuc).

**Partea
a doua**

Poluarea mediului

Poluarea mediului constă în murdărirea sau în impurificarea atmosferei și a apelor ca urmare a degajărilor de substanțe nocive sau evacuării apelor uzate industriale rezultate din procesele de producție, din activitățile oamenilor etc. Ea are o acțiune vătămătoare atît asupra oamenilor, plantelor și animalelor, cît și asupra unor bunuri materiale, construcții și instalații.

Principalii poluanți ai atmosferei sînt: gazele, pulberile și aerosolii nocivi (bioxidul de sulf, oxidul de carbon, hidrocarburile, compuși fluorului sau ai plumbului, mirosurile dezagreabile, gazele de eșapament, gazele degajate de la deșeuri menajere situate în aer liber sau cele incinerate în aer liber, substanțe provenite prin interacțiuni chimice în atmosferă etc.). Gradul de *poluare a atmosferei* este influențat în mod complex de factorii meteorologici. Din figura 1 reiese dispersia diferențiată a gazelor pentru trei coșuri de înălțimi diferite la schimbarea condițiilor meteorologice, caracterizate de variația temperaturii aerului cu înălțimea.

Impurificarea apelor este cauzată de evacuarea în emisari sau în rețeaua de canalizare a apelor uzate industriale sau menajere conținînd impurități imputrescibile (acizii și alcalii proveniți din reziduurile industriei metalurgice, substanțe toxice: amoniac, clor, hidrogen sulfurat, provenite din industria textilă, pielărie) sau putrescibile (materii organice reziduale rezultate de la fabricile de celuloză, zahăr, hîrtie etc.), care fac ca apele respective și, în general, emisarii să nu mai poată fi folosiți. Uneori apele evacuate în emisar produc schimbarea calităților fizice, modificînd aspectul acestuia, tulburîndu-l și dîndu-i un anumit gust sau miros.

Efectele dezastruoase ale poluării mediului au condus la luarea unor măsuri de prevenire și de combatere a poluării. Prevenirea *poluării apelor* emisarilor sau din rețelele de canalizare orășenești se face prin epurare mecanică (reținere pe grătare, deznisipare etc.) sau biologică (cu nămol activ sau pe biofiltre) a apelor industriale. Metodele de epurare a apelor uzate curent folosite sînt: neutralizarea, flotația, extracția, adsorbția, electrodializa, spumarea, schimbul ionic etc. În figura 2 este reprezentată schema instalației de epurare a apelor uzate provenite de la o instalație chimică pentru rafinarea uleiurilor vegetale. Apele epurate sînt apoi purificate.

Combaterea poluării atmosferei de către gaze în special și aerosoli se realizează prin reținerea și neutralizarea acestora cu diverse procedee, printre care cele fizico-chimice (adsorbția, absorbția, condensarea și oxidarea) ocupă un loc important. În figura 3 este reprezentată schema tehnologică a unei instalații de reținere și de recuperare a bioxidului de sulf din gazele de ardere.

Reținerea pulberilor și aerosolilor nocivi se realizează în principal prin separare pe cale mecanică în agregate de diverse tipuri (cicloane uscate și umede, scrubere), prin materiale filtrante etc. Reducerea generării de substanțe nocive, diluarea sau distrugerea acestora sub limita de concentrații nocive admise, reținerea lor prin instalații adecvate, modificarea sau înlocuirea de procese tehnologice sînt măsuri menite să reducă efectele nefaste ale poluării mediului ambiant.

ing. O. POPESCU

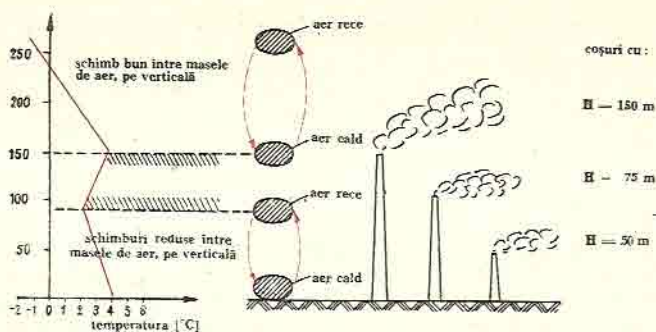


Fig. 1. Dispersarea gazelor la inversiunea condițiilor meteorologice

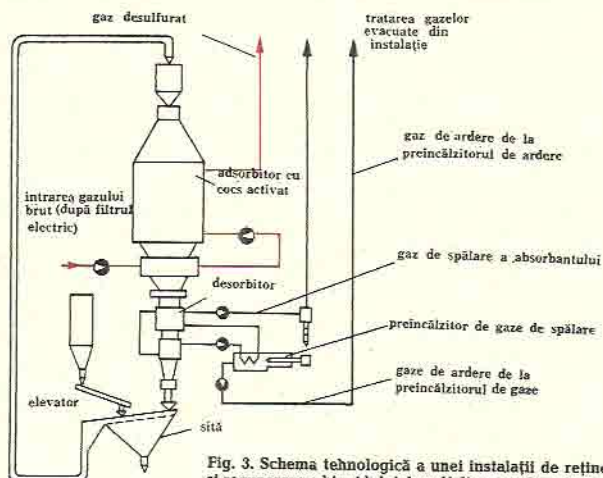


Fig. 3. Schema tehnologică a unei instalații de reținere și recuperare a bioxidului de sulf din gaze de ardere

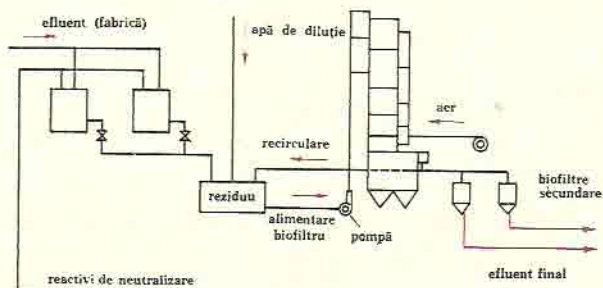


Fig. 2. Schema unei instalații de epurare a apelor uzate provenite de la o instalație chimică pentru rafinarea uleiurilor vegetale

Combaterea zgomotului și vibrațiilor

Dezvoltarea impetuoasă a industriei și transporturilor a condus la creșterea numărului surselor de zgomot și de vibrații, avînd ca urmare poluarea cu zgomot și cu vibrații a numeroase locuri de muncă și a unor zone întinse. Zgomotul și vibrațiile care depășesc anumite limite prezintă o gamă largă de efecte nocive, mergînd pînă la afecțiuni organice grave.

Combaterea zgomotului și vibrațiilor urmăresc atingerea a trei scopuri distincte:

- un scop de natură tehnică, care urmărește crearea de mașini, instalații și agregate silențioase;

- un scop de natură socială, constînd în înlăturarea aspectului de noxă socială a poluării cu zgomote și vibrații;

- un scop de natură medico-sanitară, care are în vedere protejarea individului împotriva efectelor complexe provocate de aceste noxe.

Combaterea zgomotului și vibrațiilor se realizează prin *măsuri de protecție activă* (se acționează direct asupra surselor) și prin *măsuri de protecție pasivă* (împiedicînd propagarea undelor sonore primare sau a celor reflectate). Măsurile de combatere a zgomotului la sursă sînt cele mai eficiente și mai economice, constînd în: înlocuirea unui proces tehnologic cu altul mai silențios (de exemplu înlocuirea războaielor de țesut clasice cu suveică prin războaie acționate pneumatic sau hidraulic), utilizarea unor mecanisme sau dispozitive silențioase, utilizarea unor materiale corespunzătoare (cauciuc, mase plastice, fibre de sticlă) etc.

Mijloacele de protecție pasivă propun utilizarea unor ecrane sau carcase fonoizolante și fonoabsorbante și insonorizarea încăperilor în care sînt amplasate sursele de zgomot. În figura 1 sînt reprezentate căile pe care se propagă în exterior zgomotul și vibrațiile generate de o sursă situată într-o încălț, iar în figura 2 diverse variante de rezolvare a combaterii zgomotului și vibrațiilor produse în cazul de mai sus, și anume:

- montarea mașinii sau a agregatului pe elemente vibroizolante. Nivelul de zgomot măsurat în punctul *M* indică o atenuare de pînă la 6 dB în gama de frecvențe 63—250 Hz (fig. 2, *a*);

- amplasarea între sursă și observator (punctul *M*) a unui ecran fonoizolant și fonoabsorbant. Se obține o atenuare a nivelului de zgomot cu 5–6 dB pe o gamă largă de frecvențe 63—8 000 Hz (fig. 2, *b*);

- amplasarea sursei de zgomot într-o carcasă din material poros. Se obțin atenuări de 6—10 dB în gama de frecvențe 500—8 000 Hz (fig. 2, *c*);

- amplasarea sursei de zgomot într-o carcasă din material rigid și compact (de exemplu tablă de oțel). În punctul *M* se obțin atenuări de 13—30 dB în gama de frecvență 250—8 000 Hz (fig. 2, *d*);

- montarea sursei pe elemente vibroizolante și introducerea ei într-o carcasă. Se obțin atenuări pînă la 35 dB la frecvența de 8 000 Hz (fig. 2, *e*);

- amplasarea sursei de zgomot într-o carcasă cu pereți dubli și cu spațiu de aer între cei doi pereți și montarea sa pe elemente vibroizolante. Se obțin atenuări de 15—45 dB în gama de frecvențe 63—8 000 Hz (fig. 2, *f*);

- utilizarea unor carcase prevăzute cu orificii de ventilație (fig. 2, *g*). Prezența acestora diminuează eficacitatea atenuării de la 35 dB la 15 dB la frecvența de 8 000 Hz;

- utilizarea unor atenuatoare de zgomot la orificiile de ventilație (fig. 2, *h*) în vederea îmbunătățirii eficacității carcasei.

ing. A. DARABONT

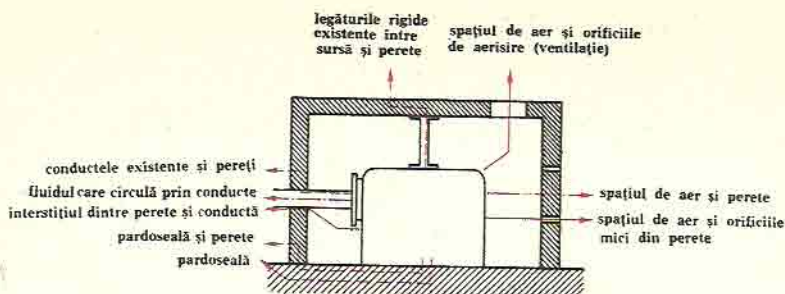


Fig. 1. Propagarea zgomotului și vibrațiilor de la sursă spre exterior

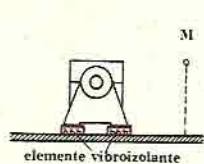


Fig. 2.a



Fig. 2.b



Fig. 2.c

carcasă din material rigid și compact

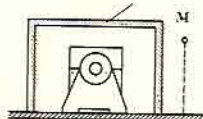


Fig. 2.d



Fig. 2.e

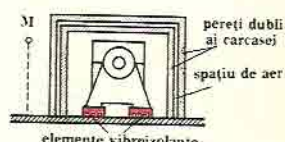


Fig. 2.f

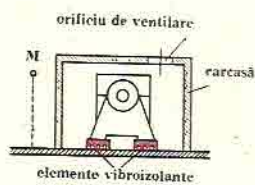


Fig. 2.g

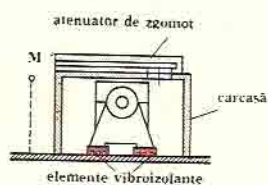


Fig. 2.h

Fig. 2. Diferite moduri de combaterea zgomotului și vibrațiilor

Demineralizarea apei de mare

Societatea modernă, caracterizată prin dezvoltarea tot mai accentuată a producției industriale și agrare, prin creșterea gradului de urbanizare și a condițiilor de confort, necesită cantități sporite de apă pentru irigații, industrie și consumul populației.

Curba necesarului de apă în multe țări, mai ales în țările dezvoltate, va depăși în curând disponibilul de ape interioare; pe de altă parte, în multe zone resursele de apă sînt cu totul limitate; poluarea apelor îngustează și mai mult posibilitățile de utilizare a apelor interioare, astfel încît apare necesar să se apeleze la mările rezorvor natural de ape pe care-l constituie apa mărilor și oceanelor.

În acest fel, în ultimele două decenii, problema «desalinizării» apei de mare a devenit o preocupare de prim ordin, fiind cercetată sub aspecte multiple; tehnica desalinizării a făcut cuceriri importante, fapt evidențiat de tot mai numeroasele instalații de desalinizare a apelor de mare sau salmastre, realizate în Kuweit, Grecia, S.U.A., Italia, Israel, Japonia etc.

De ce este necesară această «desalinizare»? Se cunoaște că, pentru a fi proprie consumului, apa trebuie să aibă anumite însușiri organoleptice, fizice, chimice și microbiologice.

Apa de mare are o concentrație foarte ridicată în săruri; din această cauză, ea nu poate fi utilizată ca apă potabilă și nici ca apă industrială sau de irigații decît după ce i se aduc «corec-tările» necesare.

În figura 1 se redau unele caracteristici chimice ale diverselor categorii de apă în compara-ție cu apa de mare. Se constată, față de condițiile admise, diferențe foarte mari, ceea ce arată că este necesar să se intervină asupra elementelor respective (fig. 1).

Procedeele de demineralizare a apelor sînt foarte variate:

I. Procedee fizice

- distilare simplă, distilare sub vid, distilare — evaporare cu efect multiplu;
- criomineralizare;
- electrodializă;
- osmoză inversă.

II. Procedee fizico-chimice

- procedeul de tratare prin schimb ionic;
- filtrarea prin membrane schimbătoare de ioni.

III. Procedee chimice

- tratarea cu substanțe care formează cu apa cristal-hidrați;
- precipitarea parțială a unor componente (tratarea cu AgNO_3 și cu hidroxid de bariu).

Din enunțarea procedeeleor, se poate deduce că demineralizarea apei de mare presupune cheltuieli însemnate, fiind necesară consumarea unei cantități însemnate de energie și de materiale.

Cele mai rentabile procedee pentru demineralizare sînt cele care folosesc energia solară (pionierul acestui tip de instalații este savantul român Henri Coandă). Un sistem de lentile concentrează energia solară, asigurînd evaporarea unor volume mari de apă de mare, care, prin condensare, devine apă practic demineralizată. Schematic, o asemenea instalație este redată în figura 2.

În instalațiile din Kuweit, sistemul de lentile este înlocuit cu un sistem de oglinzi. Instalațiile realizate produc pînă la 6 000 m³/zi de apă demineralizată.

În figura 3 este reprezentată schema tehnologică de desalinizare a apei de mare folo-sind filtrarea pe schimbători de ioni. Un procedeu de reducere parțială a sărurilor din apele cu o salinitate de pînă la 5 g/l îl constituie procedeul prin electrodializă. Desalinizarea se pro-duce prin concentrarea sărurilor din apă între membrane cu permeabilitate preferențială față de anioni sau cationi, dispuse alternativ într-o cuvă și supuse unei tensiuni de curent continuu. Între trei membrane succesive se obține într-o celulă apă dulce, iar în cealaltă apă cu conținut de săruri (fig. 4).

ing. G. FERENBACH

Caracteristici	Apă potabilă	Apă de irigații	Apă industrială	Apă de mare
Reziduu fix la 105°C mg/l	max. 500	max. 1 000	100—500	16 000—24 000
Cloruri, mg/l	200	400	20—100	12 000—18 000
Sulfat, mg/l	200	400	max. 4 000	2 000
Duritate, grade	30	70	funcție de folosință	funcție de concentrația în Ca și Mg

Fig. 1

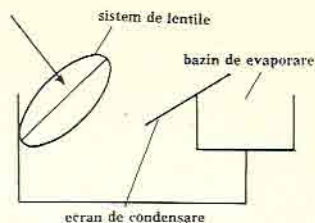


Fig. 2. Instalatie pentru demineralizarea apei de mare cu ajutorul energiei solare

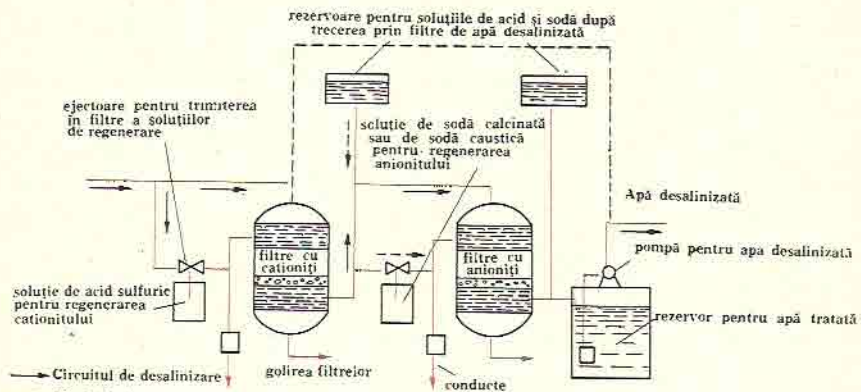


Fig. 3. Schema instalației de desalinizare a apei de mare prin mase schimbătoare de ioni

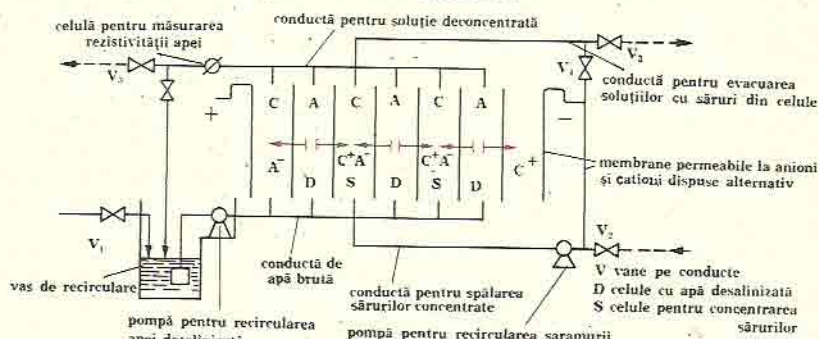


Fig. 4. Schema instalației de desalinizare prin electrodializă

Automobile I

Automobilul poate fi definit ca un vehicul terestru care rulează pe cel puțin patru roți nealiniate și tot timpul în contact cu solul, dintre care cel puțin două asigură direcția și cel puțin două propulsia (Federația Internațională de Automobilism nu omologhează recordurile de viteză dacă vehiculele au trei roți sau sunt propulsate reactiv).

Străbunul autovehiculelor este considerat vehiculul cu trei roți acționat cu abur, construit de Cugnot în 1771. Primul automobil care a circulat pe o șosea folosind un combustibil petrolier a fost realizat în 1883, iar prima mașină acționată de un motor cu ardere internă a fost construită de Benz și Daimler în 1886. În figurile 1a și 1b sunt reprezentate diferite tipuri de automobile în evoluția lor constructivă.

Părțile principale ale unui automobil (fig. 2) sunt motorul, transmisia, șasiul și caroseria. Dintre motoarele folosite în construcția automobilelor, cea mai largă răspândire o au motoarele cu aprindere prin scînteie, în patru timpi, și cele cu aprindere prin compresie (diesel), în patru timpi. Acestea sunt prevăzute cu instalații anexe de ungere, de răcire, de alimentare și de aprindere. *Organele de transmisie* constau din ambreiaj, cutie de viteze, cruci cardanice, ax cardanic, diferențial și roți. *Șasiul* este constituit din cadrul sau rama, organele de suspensie, mecanismul de frinare, mecanismul direcției, instalația electrică și instalația de ungere. *Caroseria* cuprinde următoarele părți principale: masca radiatorului, capota motorului, torpedoul, corpul caroseriei (la autoturisme), cabina și platforma (la autocamioane), aripi, scări, bare de protecție etc. Aceste părți principale pot suferi unele modificări; de exemplu, în cazul caroseriilor autoportante, renunțarea la soluția clasică a cadrului șasiului.

Instalația de ungere a tuturor motoarelor moderne în patru timpi constă dintr-o pompă de ulei, care împinge uleiul în circuit prin conducte, ungînd palierile și lagărele de bielă și ale axei cu came. Celelalte piese, ca cilindri, segmenti, bolțuri, came etc., sunt unse prin stropire, iar supapele, tacheții și alte organe în diverse moduri, în funcție de construcția respectivă. Uleiul este colectat în baia de ulei, de unde se recirculă.

Instalația de răcire menține temperaturile diverselor piese în limite admisibile, eliminînd aproximativ 1/3 din căldura produsă prin arderea combustibilului. Majoritatea automobilelor moderne realizează răcirea în circuit închis cu circulație forțată. Elementele principale sînt: pompa de apă, radiatorul și termostatul, racordate prin conducte flexibile la camera de apă a blocului. O parte din căldura apei de răcire poate fi utilizată pentru încălzirea automobilului.

Instalația de alimentare cu combustibil este compusă din: rezervor (de benzină sau motorină), pompa de benzină și carburatorul, respectiv pompa de injecție.

Instalația de aprindere (inexistentă la motoarele Diesel) permite aprinderea forțată a amestecului carburant cu ajutorul unei scînteii furnizate de bujie într-un moment bine precizat al ciclului. În circuitul primar se includ: bateria de acumulare, bobinajul primar al bobinei de inducție și ruptorul cu contacte (numite și «platine»), iar în cel secundar: înfășurarea de înaltă tensiune a bobinei, fișa centrală, capacul distribuitorului, rotorul distribuitorului, fișele de bujie și bujiile. Ansamblul distribuitorului, în care este înglobat și ruptorul, poartă denumirea de delco (de la firma constructoare «Delco-Remy», care l-a lansat).

Organele de suspensie au rolul să atenueze trepidațiile cauzate de denivelările drumurilor. Aceste organe sînt: arcurile (care amortizează șocurile mari), cauciucurile (care amortizează șocurile mici), amortizoarele (care frînează oscilațiile arcurilor) și tampoane sau bușe elastice pe care stau arcurile. Suplimentar, șocurile suportate de persoane sînt diminuate prin perne (arcuri și burete).

Instalația electrică este compusă dintr-un organ care produce energia electrică (dynam sau alternator), un organ care acumulează (bateria de acumulare) și diverse organe consumatoare: sistemul de aprindere, electromotorul de pornire (numit și demaror), farurile și luminile de poziție, ștergătoarele de parbriz, claxoanele, diverse lumini interioare (plafoniere, tablou de bord), bricheta, aparatul de radio, televizorul, etc.

ing. P. VEZEANU

Fig. 1a. Diferite tipuri de automobile

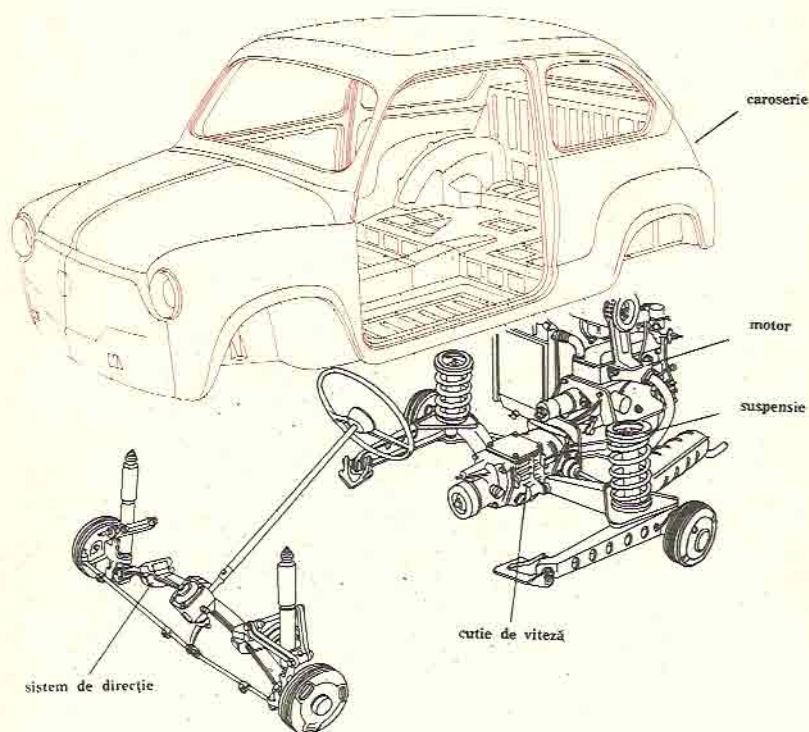
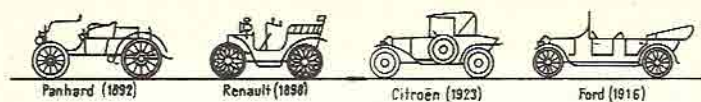


Fig. 2. Părțile componente ale unui automobil

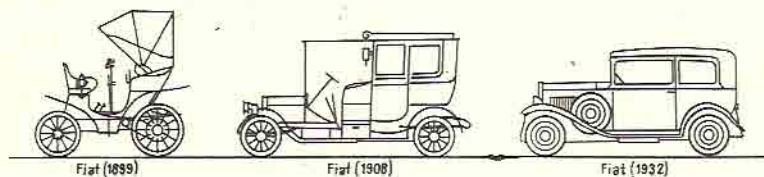


Fig. 1b. Diferite tipuri de automobile

Automobile II

Autovehiculele, în general, pot fi clasificate după mai multe criterii, dintre care cele mai semnificative sînt următoarele: tipul motorului (motor cu aprindere prin scînteie, motor cu aprindere prin compresie, motor electric, turbină cu gaze etc.), tipul transmisiei puterii (mecanică, hidraulică, electrică), posibilitatea de adaptare la condiții rutiere și destinație (de transport, tehnice etc.).

Automobilele sînt destinate transportului diverselor sarcini; în funcție de acestea se deosebesc: automobile de persoane (autoturisme, automobile de performanță, autobrecuri, autocomerciale, autobuze), automobile de bunuri (autodube, autocamionete, autocamioane), automobile de servicii auxiliare (autocisterne, autosanitare, autofrigorifere, autobasculante etc.) și automobile de tracțiune (autotractoare, autotractoare cu șa).

Autoturismele (fig. 3) sînt automobile destinate pentru transportul a cel mult opt persoane, avînd caroseria închisă, deschisă sau decapotabilă.

În funcție de cilindrul totală a motorului se deosebesc: autoturisme pitice și de tip triciclu (cu cilindrul totală sub 400 cm³), microautoturisme (între 400 și 900 cm³), autoturisme mici (între 900 și 1 400 cm³), autoturisme mijlocii (între 1 400 și 2 700 cm³) și autoturisme mari (peste 2 700 cm³).

După forma caroseriei se deosebesc următoarele tipuri de autoturisme:

Autoturismul decapotabil (fig. 3, a), pentru 2-4 locuri, cu caroseria complet deschisă, capota putînd fi înfășurabilă sau pliabilă;

Autoturismul parțial decapotabil (fig. 3, b), la care capota se deplasează numai pe o anumită porțiune;

Autoturismul cu capotă rigidă detașabilă (fig. 3, c) la care se poate demonta toată capota;

Cabrioleta (fig. 3, d), autoturism decapotabil, cu două uși, două locuri și două geamuri laterale sau patru locuri și patru geamuri laterale, cu spații pentru bagaje;

Coachul (fig. 3, e), autoturism cu două uși și două sau patru locuri, avînd caroseria închisă și geamuri laterale;

Sedanul (berlină sau salon) (fig. 3, f), autoturism cu patru uși și patru, cinci sau șase locuri, avînd caroseria închisă și geamuri laterale;

Cupeul, autoturism cu caroseria format sport, cu două uși (fig. 3, g) și patru locuri, cele din spate cu spațiu redus;

Limuzina (fig. 3, h), autoturism cu patru uși și 4-8 locuri, două rînduri de scaune permanente (și scaune suplimentare între ele), avînd caroseria închisă, uneori cu geamuri despărțitoare între locurile din față și cele din spate;

Automobilele de performanță, clasificate, potrivit normelor Federației Internaționale de Automobilism, după diverse criterii de cilindree, număr de bucăți fabricate în 12 luni consecutive, modificări efectuate etc.;

Autobrecul, automobil amenajat pentru transportul în comun a 6-12 persoane, în general cu o cabină separată pentru șofer;

Autocomercialul (fig. 4), care poate transporta cca. 6 persoane sau 500 kg de mărfuri, avînd caroseria închisă; spațiul de bagaje se mărește prin rabatarea spătarelor scaunelor din spate. O ușă separată este prevăzută în peretele din fund;

Autobuzul, care permite transportul în comun a cel puțin 12 persoane, avînd caroseria, în general, închisă. Cele mai mici (8-12 locuri) se numesc microbuze, iar cele cu două niveluri de locuri autobuze etajate. Cînd sînt utilizate pentru transporturi într-o localitate se numesc de tip urban, iar cînd sînt amenajate cu confortul necesar unor călătorii mai lungi avînd și

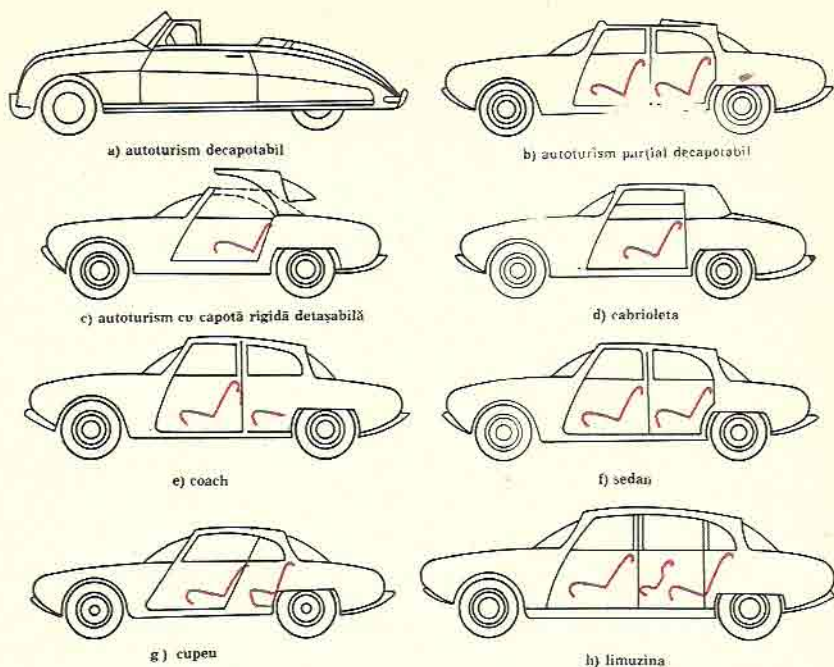


Fig. 3. Tipuri de autoturisme

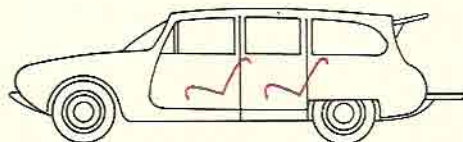


Fig. 4. Autocomercial

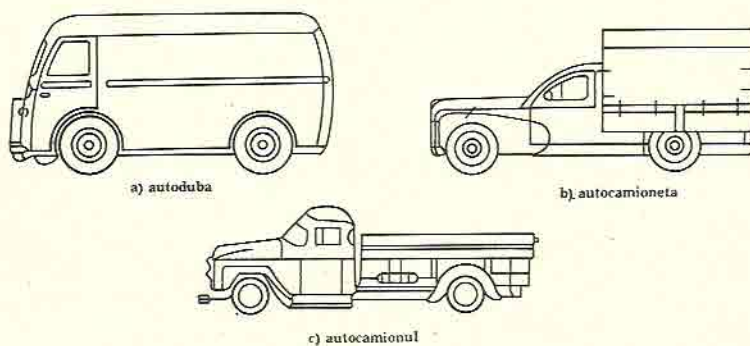


Fig. 5. Automobile de bunuri

spații de bagaje sînt de tip interurban. Autobuzele special amenajate scopurilor turistice se numesc autocare;

Autoduba (fig. 5, a), automobil de bunuri, destinat transportului diferitelor produse, avînd caroseria închisă și o cabină separată pentru șofer;

Autocamioneta (fig. 5, b), care poate transporta pînă la 2,5 t, avînd caroseria deschisă (eventual acoperită cu o prelată), cu obloanele rabatabile și o cabină pentru șofer. Autocamioneta ușoară (pînă la 1,5 t) se numește furgonetă;

Autocamionul (fig. 5, c), care poate transporta peste 2,5 t, avînd caroseria deschisă și obloane rabatabile sau eventual numai o platformă și o cabină pentru șofer. După capacitatea de transport se deosebesc: autocamioane obișnuite (între 2,5 și 5 t), grele (între 5 și 10 t) și foarte grele (peste 10 t).

ing. P. VEZEANU

Comunicații telefonice

Comunicațiile telefonice au ca scop schimbul de mesaje vorbite între două persoane care se află în locuri diferite și fac uz de aparatele telefonice.

Mesajul furnizat de o sursă sonoră *SM* (organul vorbirii *OV*, fig. 1) se transmite prin mediul elastic *ME* la traductorul electroacustic *M* (microfon), care transformă energia acustică în energie electrică. Semnalele electrice se propagă pe circuitul de legătură *L* prin sistemul de comutație *SC* către postul telefonic, selectat în prealabil de către sistemul de comutație pe principiul «unul și numai unul» din mulțimea abonaților.

Traductorul electroacustic *R* din aparatul telefonic al postului terminal cheamă refacerea entității originale a mesajului, pe care îl transmite prin mediul elastic primitivului de mesaje *OA* (organul auzului).

Semnala transmis prin canalul de comunicație suferă anumite modificări, datorită surselor de perturbații *SP*.

La stabilirea legăturii dintre două posturi telefonice, rolul principal revine sistemului de comutație cunoscut sub denumirea de centrală telefonică automată *CTA*.

Din punct de vedere logic, *CTA* poate fi comparată cu un calculator, care, pe baza unui program dat, prelucrează o serie de date. Soluția constă în selecția abonatului chemat.

Inițial în *CTA* se introduc date cu privire la abonatul chemător și la abonatul chemat.

Informațiile asupra abonatului chemător necesită o comandă simplă, de obicei ridicarea microreceptorului de pe suportul aparatului telefonic.

Pe baza programului inițial transmis de către abonatul chemător, *CTA* este obligată să efectueze următoarele operații:

- să identifice abonatul chemător sau să ocupe un organ de selecție liber;

- să transmită informații asupra stării organelor din *CTA* și asupra abonatului chemat dacă sistemul de comutație nu este prevăzut cu registru (circuit de memorie) sau numai asupra abonatului chemat dacă *CTA* este echipată cu registru. Acest lucru se realizează cu ajutorul telesemnalizărilor de stare (prin ton de ocupat sau prin prelungirea timpului de selecție);

- să realizeze selecția și stabilirea legăturii dacă abonatul chemat este liber.

Pentru transmiterea datelor inițiale, aparatul telefonic este înzestrat cu un dispozitiv special (discul de apel sau butoane de apel) prin care abonatul chemător transmite programul de selecție sub formă de mărimi codificate. Codul cel mai utilizat este mixt: zecimal în interiorul numărului și monar în interiorul cifrei.

Pentru explicitarea procesului de selecție, în figura 2 este reprezentată schema unui selector electromagnetic cu două mișcări și cu o capacitate de 100 de abonați, folosit în *CTA* sistem «pas cu pas». Abonații sînt conectați la terminalele 1...0 ale fiecărei decade și au numerotația 11, 12, ..., 10, 21, 22, ..., 20, la 01, 02, ..., 00. Echipamentul mobil (periile de contact) au posibilitatea să se deplaseze pe verticală în mișcare de ascensiune (selecția primei cifre a abonatului chemat) și pe orizontală în mișcare de rotație (selecția celei de-a doua cifre a abonatului chemat). Cele două serii de impulsuri formate de abonatul chemat sînt canalizate prin intermediul comutatorului de serie impulsuri *SC* către electromagnetul de rotație *ER*. În figura 2 este prezentată selecția abonatului cu nr. 98 de către abonatul cu nr. 12. Prima serie de impulsuri recepționate de *EA* plasează periile de contact în dreptul decadei cu nr. 9. A doua serie de impulsuri (în număr de 8) este recepționată de *ER* pe poziția 2 a comutatorului *CS* și face ca periile să se rotească pînă pe terminalul cu nr. 8 al decadei, unde este conectat abonatul chemat.

În procesul de selecție și de căutare liberă se face verificarea, ocuparea și blocarea treptelor de selecție, inclusiv a abonatului chemător și a abonatului chemat dacă ultimul nu este angajat într-o altă legătură telefonică. Dacă abonatul chemat este ocupat, se trimite către

chemător tonul de ocupat; în caz contrar, se trimit semnalele de apel către chemat și revers apelul către abonatul chemător.

Urmează convorbirea dintre abonați. În final se dă comanda de sfârșit de convorbire. Aceasta se realizează de obicei prin întreruperea pe o durată mai mare a circuitului de legătură dintre abonat și CTA. Comanda de sfârșit de convorbire sau de întrerupere a legăturii nu este condiționată de evoluția schemei, putându-se realiza în orice etapă.

Condițiile tehnice de funcționare impun ca evoluția schemei să se stabilizeze între două comenzi. Acest deziderat este asigurat la CTA de tip electronic prin sporirea vitezei de selecție sau prin obligarea abonatului de a trimite datele la anumite intervale de timp. Ultima soluție este aplicată la sistemele de comutație uzuale și se realizează prin viteza discului de apel și prin telesemanalizările de stare și de execuție astfel:

- telesemanlizarea că CTA poate recepționa datele cu privire la numărul abonatului chemat sau că poate începe selecția (tonul de disc);

- telesemanlizarea că treptele de selecție sînt ocupate sau că abonatul chemat este ocupat;

- telesemanlizările de control al trimiterii semnalului de apel (revers apel).

În schema-bloc din figura 3 sînt reprezentate circuitele care asigură succesiunea de operații și condiții logice enumerate anterior. Centrala telefonică automată este echipată cu circuit de registru și, ca urmare, apar în plus următoarele operații:

- se ocupă un circuit de registru liber;

- se memorează în registru datele cu privire la selecția abonatului chemat;

- se face controlul execuției de către registru;

- se eliberează circuitul de registru după realizarea legăturii.

Posibilitatea ca mai mulți abonați să obțină selecția și să vorbească simultan reclamă existența mai multor selectoare cu terminalele cîmpului de contacte multiple sau mai multe circuite de cordon.

În domeniul telefoniei, tendința generală este de a se introduce componentele electronice atît în principalele circuite de comandă și de control, cît și în aparatele telefonice. Dealtfel, pe plan mondial se estimează că în viitorul apropiat soluțiile cvasielectronice și electronice de CTA și echipamente terminale vor ocupa un loc preponderent, mai ales că sînt susținute și de un preț de cost acceptabil.

Atît recepționarea mesajelor în lipsa abonatului chemat, cît și videotelefonul sînt de natură să lărgescă sfera comunicațiilor telefonice actuale.

dr. ing. E. BARBU

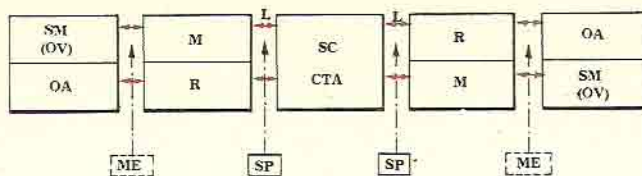


Fig. 1

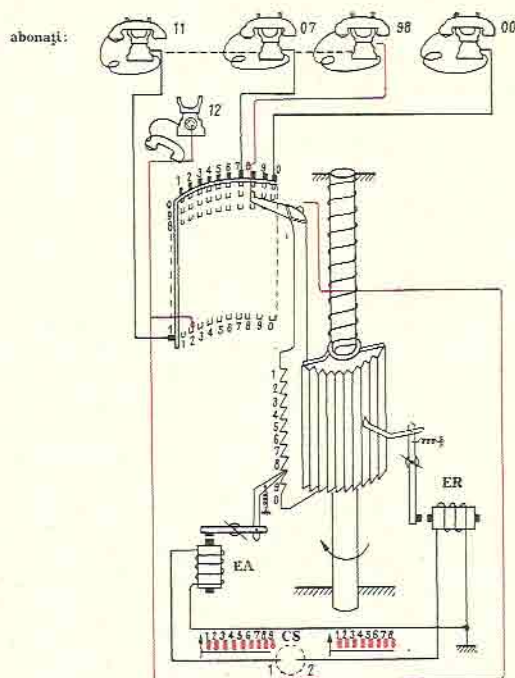


Fig. 2

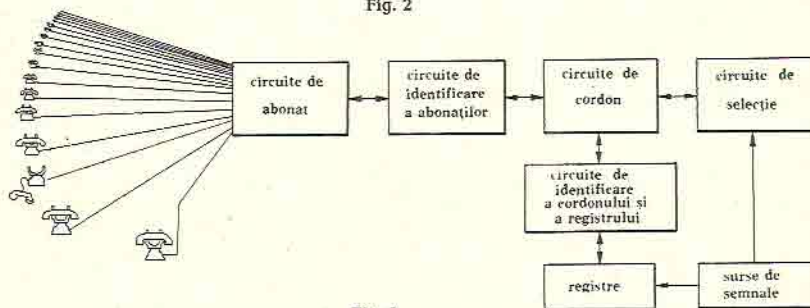


Fig. 3

Mijloace audiovizuale moderne I, II

Pe piața mondială au apărut noi tipuri de suporturi pentru înregistrarea programelor audiovizuale și dispozitive care permit redarea acestor programe pe ecranul televizorului. Cu ajutorul acestora, micul ecran poate reda, în afara programelor difuzate de societățile de radioteleviziune, și programe realizate individual sau comercializate de firme producătoare specializate.

Variantele tehnice ale sistemelor audiovizuale depind de natura și de însușirile suporturilor folosiți pentru înmagazinarea informațiilor audiovizuale. Fiecare tip de suport determină, la rândul lui, principiul de funcționare a dispozitivului de redare care furnizează semnalele necesare aplicării la intrarea televizorului.

În prezent există următoarele cinci tipuri de suporturi imagine-sunet și aparatajul asociat necesar redării programelor:

1. **Casete cu bandă video** de 25, 12, 5, 75 sau 6 mm lățime, având volumul unei cărți de format mediu, care permit înregistrarea și redarea programelor în alb-negru sau în culori cu o durată de până la o oră (fig. 1). Unele firme producătoare au realizat dispozitive de redare numai pentru casete preînregistrate, prevăzând posibilitatea de achiziționare a unui adaptor care să permită și operația de înregistrare.

Toate dispozitivele audiovizuale magnetice cu casete folosesc sistemul de înregistrare oblic, în care banda magnetică este înfășurată pe o traiectorie elicoidală de-a lungul unui tambur, pe care se găsesc unul sau două capete magnetice. Acest sistem este mai robust și mai economic, dar oferă parametri de calitate tehnică mai reduși decât sistemul transversal, folosit la magnetoscoapele profesionale cu patru capete rotative.

2. **Caseta EVR (Electronic Video Recording, fig. 2)** cu o peliculă fotosensibilă specială fără perforații, având lățimea de 8,75 mm (un sfert din formatul de 35 mm), mult mai subțire decât filmul cinematografic, pe care înregistrarea imaginii se face în vid cu ajutorul unui fascicul electronic foarte fin. Pelicula EVR comportă două șiruri de imagini cu două piste magnetice laterale pentru sunet și o pistă centrală pentru topurile optice necesare sistemului de sincronizare a imaginii.

Dispozitivul de redare EVR cuprinde un sistem optic, care restituie imaginea înregistrată pe peliculă, și un sistem electronic, care traduce efectele luminoase în semnale transmise direct unui televizor. În cazul programelor în alb-negru, fiecare dintre cele două șiruri de imagini de pe peliculă și pista de sunet corespunzătoare sînt parcurse separat, ceea ce face ca durata de redare să fie de circa 50 min. Dacă programul este în culori, un șir de imagini conține informația de luminanță, al doilea șir informația de cromaticitate, iar durata de redare se reduce la jumătate.

3. **Casete cu peliculă transparentă din vinilin**, pe care imaginea este înregistrată sub formă de holograme (fig. 3 și 4). În procedeul «Selectavision», conceput de firma RCA, programele în alb-negru și color sînt transpuse de pe film sau bandă magnetică pe o peliculă de 16 mm, imprimată de un fascicul electronic. Iluminînd această peliculă cu un fascicul laser, se obțin holograme care se proiectează pe un material fotosensibil special. După dezvoltarea acestei pelicule printr-un procedeu de metalizare, rezultă negativul necesar pentru presarea pe vinilin, material deosebit de rezistent și ieftin.

Dispozitivul de redare «Selectavision» conține un laser de 0,2 mW cu ajutorul căruia se efectuează reconstruirea imaginilor, un mic tub vidicon și un dispozitiv de decodare, care elaborează semnalul alb-negru sau color, aplicat la intrarea televizorului.

Deși mai necesită unele perfecționări, «Selectavision» este unul din cele mai interesante procedee audiovizuale. Calitatea imaginilor nu este afectată de zgîrieturi și praf, iar prețul

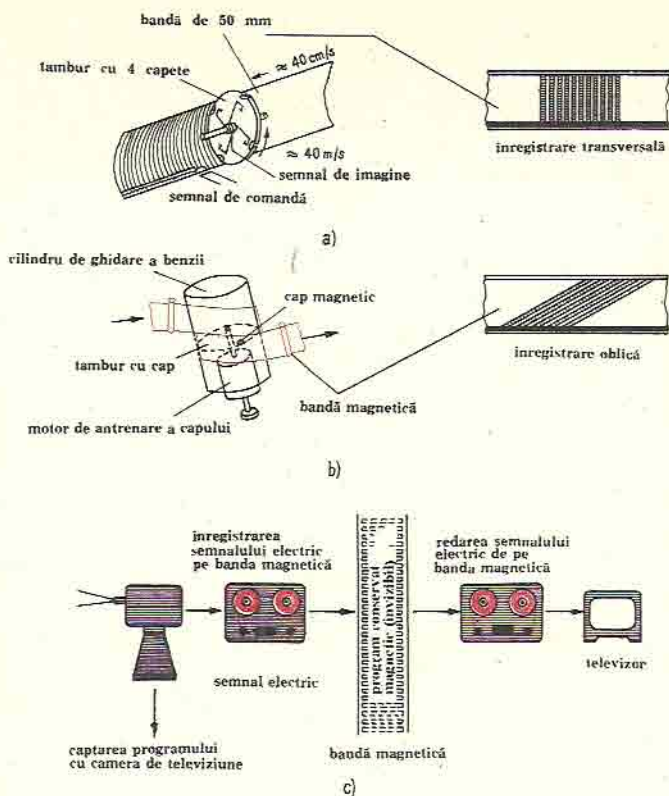


Fig. 1a, b, c. Înregistrarea semnalelor video pe bandă magnetică

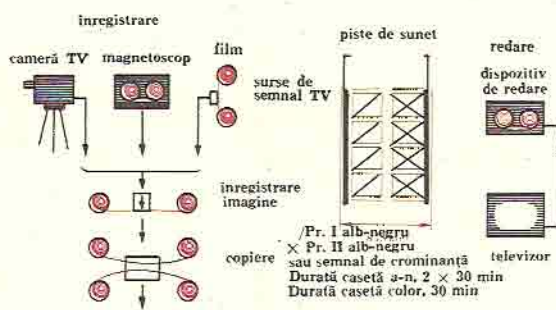


Fig. 2. Casetă EVR

casetelor este cu mult inferior celorlalte procedee. Bazat pe principiul holografiei* și folosit deocamdată numai bidimensional, «Selectavision» deschide perspective de redare în viitor a imaginilor tridimensionale.

4. **Caseta cu 15, 30, 60 sau 120 m de peliculă fotosensibilă Super-8** (fig. 5), pe care imaginea este înregistrată cu ajutorul unei camere de filmat, iar pentru sunet sînt prevăzute piste magnetice laterale. Informația înregistrată poate fi redată direct pe un ecran cu ajutorul unor aparate de proiecție optică, care permit mersul înainte și înapoi cu diferite viteze. Cu ajutorul unor dispozitive de redare speciale, așa-numitele «teleplayer» (procedeele «Spectra Colorvision»—R.F.G. și «Vidicord»—Anglia), în care imaginile înregistrate pe peliculă sînt explorate electronic cu un spot volant, programele în alb-negru sau în culori pot apărea și pe ecranul receptorului de televiziune. Recent au fost perfecționate procedee de copiere pe peliculă Super-8 a programelor în culori după originale de 16 și 35 mm.

5. **Discuri video** (fig. 6), realizate recent de firma TELDEC, care conțin înregistrată mecanic în șanțuri de 7–8 μ lățime și a căror desime este de 120–140 șanțuri/mm, informația referitoare la imagine și la sunet.

Principiul de înregistrare și de redare a discului video este asemănător cu cel aplicat în tehnica discului audio. La înregistrare, semnalul video este codat în mod corespunzător și transformat într-o deplasare mecanică. Pentru a putea înregistra spectrul de videofrecvență se recurge la modulația în frecvență, iar înscirerea oscilațiilor, ținînd seama de desimea mare a șanțurilor, se face în adîncime. Procesul galvanic de realizare a matritelor este asemănător celui folosit la discul audio, dar procesul de multiplicare pe suportul din PVC este mult mai rapid. Durata de redare a discurilor este redusă, fiind limitată la 5 și 12 min la discuri cu diametrul de 21, respectiv 30 mm.

La redare, discul se rotește, sprijinit pe o pernă subțire de aer, cu 1 500 rot/min. Dispozitivul captor, compus dintr-un vîrf de diamant slefuit și un cristal piezoceramic, este ghidat în sincronism cu dispozitivul de antrenare a discului și transformă oscilațiile înscrise în adîncime în variații de presiune și mai departe în semnale electrice.

În paralel cu înregistrarea mecanică a imaginii și sunetului probabil se va dezvolta și «discul optic», în care înregistrarea informației se face cu un fascicul luminos de mare intensitate (în viitor un laser) pe o suprafață fotosensibilă cu o granulație foarte fină. Noul sistem va permite redarea unui program color de 30 min de pe un disc de 30 cm diametru.

Sistemele descrise comportă dispozitive de redare bazate pe procedee tehnice diferite. Suportii pentru imagine și sunet folosiți în fiecare caz au caracteristici tehnice specifice și nu sînt intersanjabili. Cele cinci sisteme audiovizuale menționate sînt deci incompatibile și se vor impune în funcție de meritele tehnice și economice ale fiecăruia.

* **Holografia** (*holos* «total»; *gramos* «înregistrare») este un procedeu nou de înregistrare a imaginilor și de conservare a informației, bazat pe un principiu diferit de cel utilizat în fotografia convențională.

Prin holografie este posibil să se înregistreze pe o peliculă fotosensibilă toată informația luminoasă provenită de la un obiect tridimensional și să se refacă imaginile acestor obiecte fără dispozitive stereoscopice sau de altă natură. Acest rezultat se obține suprapunînd peste o undă luminoasă de referință undele difractate și difuzate de un obiect expus în lumina coerentă a unui fascicul laser. Prin această operație de modulație fixată pe o placă fotografică, se obține holograma, care conține configurația de interferență a undelor suprapuse.

Dacă holograma este traversată de un fascicul de lumină coerentă, are loc reconstrucția fronturilor de undă și ochiul care o privește prin transparență se poate acomoda direct pe imaginea virtuală a obiectului original.

În afară de posibilitatea de a reproduce și vizualiza imagini tridimensionale, procedeul holografic posedă, în raport cu fotografia clasică avantajul că permite prelucrarea informației după înregistrarea ei.

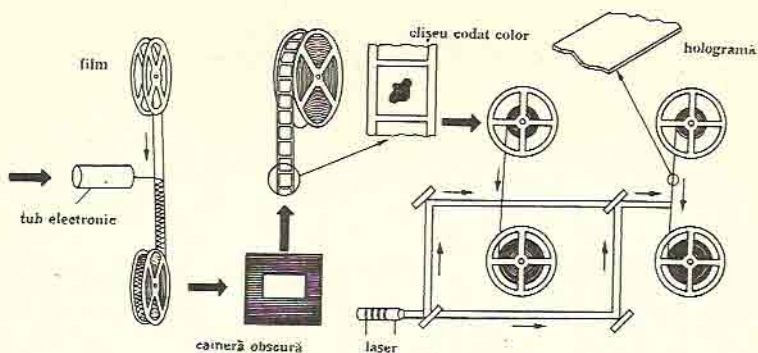


Fig. 3. Procedul Selectavision

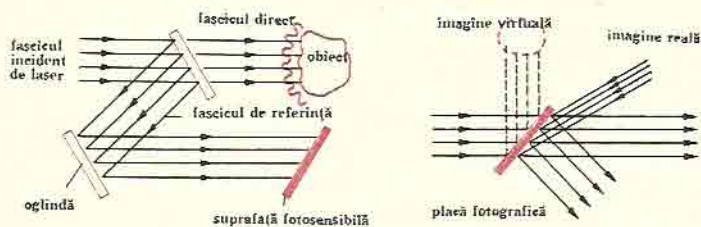


Fig. 4. Principiul de înregistrare și de reproducere a hologramelor

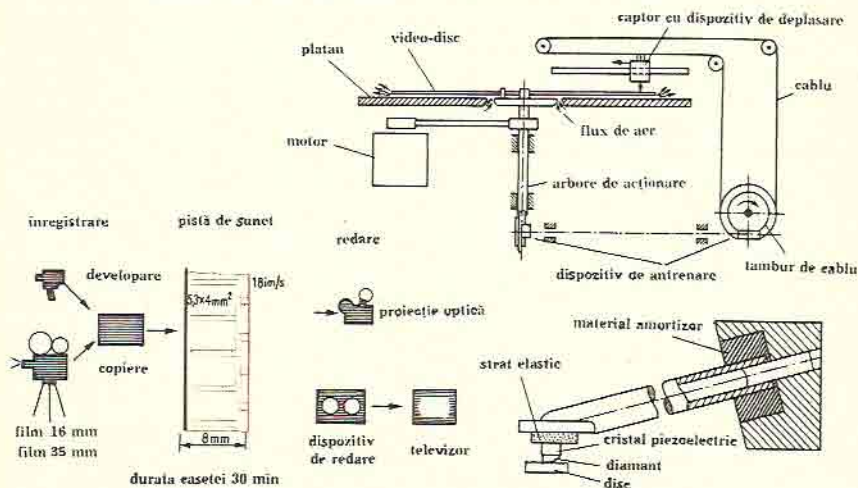


Fig. 5. Procedul Super 8

Fig. 6. Tehnica de redare a discului video

În cele ce urmează sînt enumerate pe scurt principalele criterii care stau la baza alegerii unui sistem audiovizual și modul în care acestea pot fi optimizate de aparatajul existent în prezent pe piața mondială:

- | | |
|--|---------------------------------------|
| 1. Posibilitatea înregistrării de la televizor (în alb-negru și în culori) | — Magnetoscop |
| 2. Posibilitatea de a elabora programe proprii | — Magnetoscop (cu cameră electronică) |
| | — Super-8 (cu cameră de filmat) |
| 3. Posibilități de redare imediată | — Bandă magnetică |
| 4. Posibilitate de ștergere și refolosire a suportului | — Bandă magnetică |
| 5. Cost minim al suportului | — «Selectavision» |
| 6. Cost minim al dispozitivului de redare | — Disc video |
| 7. Definiție maximă a imaginii | — EVR |
| 8. Durată de redare maximă | — Bandă magnetică |
| | — «Selectavision» |
| 9. Acces rapid de informație | — Disc video |

ing. N. WEGENER

Calculatoare I

Calculatoarele numerice — numite și digitale sau cifrice — sînt sisteme care în mod automat efectuează succesiunea de calcule indicată (programul). Ele sînt deci modele ale unor algoritmi de analiză numerică; în fiecare moment anumite mărimi din calculator — tensiuni de obicei — pot fi puse în corespondență cu numere. Funcționarea acestor calculatoare este eminamente discontinuă. Numerele se reprezintă binar, ceea ce prezintă avantajul că sînt redade prin prezența sau absența unui semnal unic.

Calculatoarele numerice au în general o structură complexă, fiind constituite din organe diferențiate cu funcții specializate. În linii generale, un calculator numeric cuprinde o unitate centrală UC, un sistem de memorie externă M și un ansamblu de echipamente periferice de intrare — ieșire I, E. La rîncul său unitatea centrală cuprinde o unitate aritmetică A, o unitate de memorie internă sau operativă MI și o unitate de control central C. Eventual memoria externă poate lipsi. O structură simplă de calculator numeric este ilustrată în fig. 1.

Memoria operativă se realizează în mod curent cu inele de ferită, cu ciclu de histerezis dreptunghiular. (Aspectul unui fragment de memorie este reprezentat în figură.)

Unitatea aritmetică efectuează cu mare rapiditate operațiile aritmetice. Sistemul de memorie operativă reține datele care intervin în procesul de calcul și le livrează într-un timp foarte scurt. Sistemul de control central asigură coordonarea desfășurării operațiilor în toate blocurile. În calculatoarele numerice moderne intervin mai multe unități din cele menționate mai sus, interconectate în mod convenabil, astfel încît să se poată realiza un schimb rapid și eficient de informație.

În vederea prelucrării datelor inițiale în conformitate cu un anumit algoritm, se introduce în calculator un program constituit dintr-un ansamblu de instrucțiuni care sînt stocate în sistemul de memorie. În prelucrarea informației de către calculator acesta operează atît cu date numerice propriu-zise cît și cu instrucțiunile care permit realizarea algoritmului de calcul. Sistemul de control central preia din memorie instrucțiunile și determină sistemul aritmetic să prelucreze datele numerice în conformitate cu aceste instrucțiuni. Introducerea datelor inițiale și a programului și extragerea rezultatelor finale se face prin unitățile de intrare-ieșire.

Calculatoarele se clasifică după tehnologia de fabricație și după organizare. Din punct de vedere tehnologic, calculatoarele din generația întâia utilizau tuburi electronice, cele din generația a doua tranzistoare, iar cele din generația a treia circuite integrate. Tehnologia circuitelor integrate pe scară largă pare a fi caracteristică generației a patra.

Ca limbaje de programare, calculatoarele din generația întâia utilizau limbajul mașinii; cele din generația a doua acceptau programe în limbaje de asamblare conținînd macroinstrucțiuni; calculatoarele din generația a treia acceptă programe scrise în limbaje algoritmice evaluate ca FORTRAN, COBOL, PL-1 etc.

În ceea ce privește organizarea, calculatoarele din prima generație dispuneau de o singură memorie. În generația a doua apare separarea memoriei într-o parte operativă, rapidă, și într-o parte externă, de mare capacitate. Calculatoarele din generația a treia se caracterizează printr-un stoc de programe (sistemul de operare) care coordonează funcționarea întregului sistem.

dr. ing. E. NICOLAU

Calculatoare II

Atunci cînd dorim să rezolvăm o ecuație, realizăm un sistem-model la care între mărimile de stare caracteristice există aceleași relații ca și între necunoscutele din problema dată. Observînd și înregistrînd variația în timp a acestor mărimi în sistemul realizat, se deduce variația în timp a mărimilor căutate.

Calculatoarele analogice sînt modele la care mărimile au o variație continuă în timp. Calculatoarele analogice universale sînt formate dintr-un număr de elemente standardizate: sumatoare, derivatoare, integratoare etc.

Din teoria generală a sistemelor liniare, se știe că orice sistem liniar poate fi modelat, utilizînd cîteva elemente standard (fig. 1).

Pentru modelarea sistemelor neliniare, se utilizează blocuri funcționale la care au loc relațiile:

$$y_j = f_j(x_1, x_2, \dots, x_k),$$

(se presupune că funcția f are un număr finit de discontinuități de prima speță).

Ca exemplu de bloc funcțional, poate fi considerat sistemul la care ieșirea este $\log u$, u fiind semnalul de intrare.

Pentru a integra o ecuație diferențială, liniară sau neliniară, în condiții inițiale date, se realizează un montaj la care tensiunea într-un punct verifică ecuația de integrat. Înregistrînd variația în timp a acestei mărimi, se dispune de variația în timp a funcției căutate.

Deoarece totdeauna semnalele sînt afectate de perturbații, în calculatoarele analogice se evită circuitele de derivare, ele producînd la ieșire semnale cu erori mari, cauzate de derivata în timp a perturbațiilor. De aceea se preferă montaje cu circuite de integrare.

Esențial la calculatoarele analogice este faptul că ele prezintă erori sistematice: blocul de derivare nu produce o derivare exactă, ci una aproximativă, blocul de integrare prezintă de asemenea erori etc. În prezent, calculatoarele analogice se utilizează rar, locul lor fiind luat de calculatoarele numerice, eventual hibride (în unele aplicații). Există atunci posibilitatea de a construi blocuri care efectuează derivarea, integrarea, însumarea etc. prin tehnici numerice. Interconectînd aceste elemente într-o structură de calculator analogic, se obține un *analizor diferențial numeric*. De asemenea există posibilitatea de a interconecta un calculator numeric cu unul analogic, obținîndu-se un *calculator hibrid*.

Acestea sînt principalele tipuri de calculatoare, clasificate din punctul de vedere al principiului de funcționare.

Evident, există posibilitatea clasificării calculatoarelor după natura fenomenelor utilizate și anume calculatoare electrice, electromecanice, pneumatice, hidraulice, electronice. Dintre aceste tipuri, cea mai largă răspîndire o au în prezent calculatoarele analogice electronice.

dr. ing. E. NICOLAU

Cibernetică

În momentul de față coexistă mai multe definiții pentru cibernetică. Din punct de vedere istoric, în epoca noastră se vorbește de cibernetică datorită cărții matematicianului Norbert Wiener, carte intitulată *«Cibernetica sau știința comenzii și comunicării la mașini și ființe vii»* (1948). Ideea fundamentală a lui Wiener constă în posibilitatea aplicării teoriei reglării automate atât la mașini cât și la ființe vii. În accepțiunea lui Wiener cibernetică este știința sistemelor cibernetice, adică a sistemelor la care semnalele circulă atât în sens direct cât și în sens invers. Acest punct de vedere este însușit de numeroși ciberneticieni. În fig. 1 a este reprezentat un sistem deschis, sau de comandă, iar în fig. 1 b un sistem închis, sau cu reacție, sau cibernetic.

După alți autori, pentru ca un sistem să fie cibernetic este necesar să cuprindă și un element de decizie, ca cel din fig. 1c.

Pentru alt grup de cercetători, cibernetică este știința utilizării calculatoarelor electronice numerice în științele sociale: psihologie, economie etc.

Cele două puncte de vedere nu sînt total diferite, deoarece utilizarea calculatoarelor în științele sociale presupune existența mai multor sisteme cu circuit închis. Astfel cercetătorul își propune un anumit model ca fiind cel mai adecvat să descrie realitatea, apoi compară rezultatele obținute din model cu realitatea. Aplicarea modelului se face totdeauna cu calculatorul, existînd în acest sens tehnici de simulare bine puse la punct.

Caracteristic pentru cibernetică este considerarea diferitelor sisteme independente de modul lor particular de realizare, urmărindu-se numai raporturile cantitative dintre diferitele mărimi caracteristice. Astfel Wiener studiază în același cadru conceptual atât sistemele de reglare automată din tehnică cât și sistemele de reglare automată din ființele vii.

În figura 2 se dă un exemplu de sistem cibernetic întîlnit în biologie: sistemul de reglare a deschiderii irisului în funcție de iluminarea ce cade pe retină. Semnalul de la retină este transmis sistemului nervos de unde revine un semnal ce comandă mușchii irisului. Atunci cînd iluminarea este puternică, diametrul pupilei se micșorează și invers.

În figura 3 este reprezentat sistemul cibernetic de reglare a tensiunii musculare: prin unele fibre se comandă contracția fibrelor musculare; prin alte fibre se măsoară această contracție. În ganglionii măduvei se compară efectul cu comanda, dozînd efortul.

În prezent, se disting diferite ramuri, în bună parte distincte, ale ciberneticii. Astfel neurocibernetica se ocupă cu stabilirea unor modele cibernetice ale sistemului nervos — în special în cazul celui central. În aceste modele conceptul fundamental este cel de semnal.

În psihologie, se disting: inteligența artificială, modele ale percepției, euristica. Inteligența artificială are drept scop elaborarea unor modele care să permită calculatoarelor electronice să rezolve probleme date mașinii fără a le da acestora și programele de rezolvare. Mașina alege din stoc elemente cu care construiește programul adecvat. Modelele de percepție își propun să «învețe» mașini specializate sau universale să efectueze operații psihice fundamentale. Euristica este o ramură a ciberneticii care elaborează programe cu care mașina caută să facă față unor situații cât mai diferite, rezolvînd probleme cât mai diferite, preocupîndu-se și de modele ale personalității umane. Modelele sînt realizate tot sub formă de program.

Cibernetica economică caută să aplice în economia concretă metodele generale ale ciberneticii și totodată să utilizeze cât mai eficient calculatoarele electronice în scopul optimizării producției și în general al activității economice.

Cibernetica este strîns legată și de teoria sistemelor. Ea aplică cele mai variate procedee teoretice pentru a face acțiunile noastre cât mai eficiente.

dr. ing. E. NICOLAU

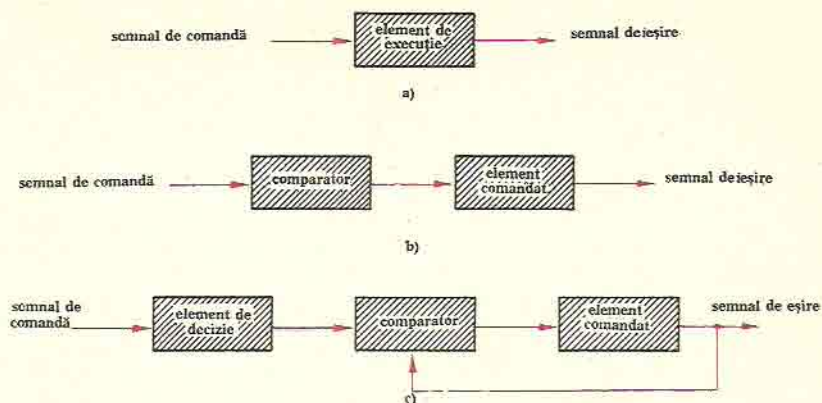


Fig. 1. Sisteme cibernetice

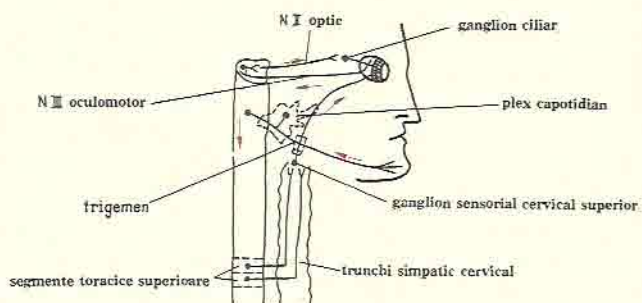


Fig. 2. Sistem de reglare a deschiderii irisului în funcție de iluminarea retinei

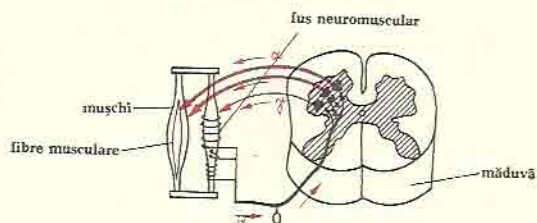


Fig. 3. Sistemul de reglare a tensiunii musculare

Telecomunicații la distanțe mari I

(prin sateliți artificiali)

Sistemele de radiocomunicații prin sateliți sînt de tipul punct la punct. O legătură radio prin satelit poate fi considerată ca un radioreleu cosmic (fig. 1). Acesta este format din stațiile terestre cu rolul de stații terminale și unul sau mai mulți sateliți cu rolul de stații intermediare. Satelitul este vizibil simultan pentru mai multe stații terestre situate într-o anumită regiune a globului terestru (se realizează în acest sens un sistem cu acoperire în suprafață).

Satelitul de telecomunicații poate fi periodic, cînd se deplasează în jurul Pămîntului pe o orbită circulară sau eliptică (fig. 2), apărînd periodic la orizontul unei anumite regiuni, sau *staționar* (sincron), cînd, lansat la 36 000 km de suprafața Pămîntului, se rotește în jurul acestuia cu aceeași viteză unghiulară ca și Pămîntul, rămînînd fix în raport cu o anumită regiune a suprafeței globului terestru.

Trei sateliți staționari, amplasați la 120° unul de altul și comunicînd între ei, acoperă suprafața intens locuită a globului. Dintre sateliții de telecomunicații mobili pot fi amintiți sateliții «Molnia» și «Telstar», primul deplasîndu-se pe o orbită eliptică puternic alungită. Dintre sateliții staționari, menționăm tipul «Syncom».

Radiocomunicațiile prin sateliți se realizează în gama undelor centimetrice (frecvențe de 3—10 GHz). Stațiile de sol au un emițător de mare putere și receptoare de extremă sensibilitate. Antenele, de obicei reflectoare parabolice prevăzute cu sisteme de urmărire (chiar sateliții staționari, lansați în planul ecuatorial, execută o traiectorie de mică deschidere unghiulară de forma cifrei opt așezată orizontal) au dimensiuni apreciabile de ordinul 25 m și reprezintă o treime din costul întregii instalații. Pentru a crește sensibilitatea receptoarelor din stațiile de pe sol, se folosesc în primele etaje amplificatoare cuantice cu zgomot redus, răcite cu heliu lichid, de tipul maser (Microwave Amplification by Stimulated Emission of Radiation; amplificarea microundelor prin emisia stimulată a radiației) sau de tipul amplificator parametric, de exemplu cu varactori. De asemenea, în primele etaje se folosește tubul electronic cu undă progresivă. Instalațiile de recepție și de retransmisie (emisie) instalate pe satelit trebuie să fie de volum și de greutate reduse, să aibă un consum redus și o mare siguranță în funcționare. Satelitul recepționează semnalele transmise de stația de sol, le amplifică și apoi le retransmite către Pămînt. Poziția satelitului pe orbită trebuie să fie stabilă, iar antenele să aibă o caracteristică de directivitate care să permită legătura cu solul.

În unele cazuri, de exemplu la «Telstar» (fig. 4), radiația satelitului este uniformă în planul său ecuatorial (caracteristică omnidirecțională). Alimentarea electrică se face cu baterii chimice speciale sau cu baterii solare. Satelitul este prevăzut și cu un sistem de telecomandă și de urmărire, care lucrează la frecvențe mai joase (sute de MHz) și are antene separate pe sol și pe satelit.

dr. ing. G. RULEA

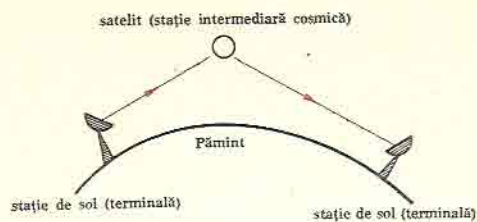


Fig. 1. Radiocomunicația prin satelit (radioreleu cosmic)

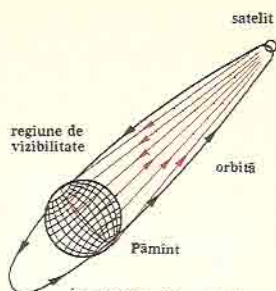


Fig. 2. Satelit periodic cu orbită eliptică alungită

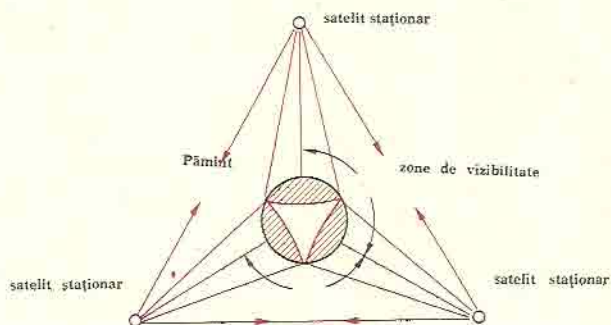


Fig. 3. Sistemul mondial de radiocomunicații cu trei sateliți staționari situați în planul ecuatorial

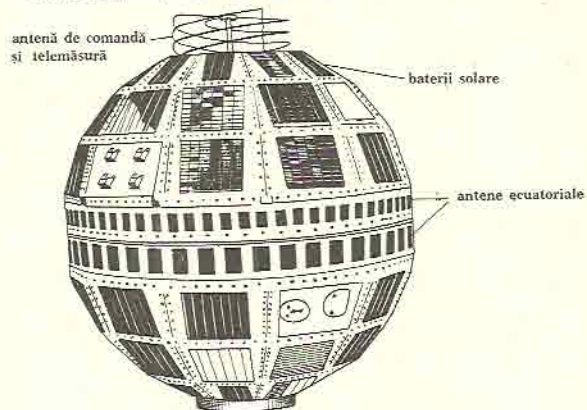


Fig. 4. Schema satelitului de telecomunicații Teistar I

Telecomunicații la distanțe mari II

(prin radiorelee)

Sistemele de radiocomunicații se împart în două mari categorii:

sisteme cu radiație în suprafață (fig. 1, a), care deservește o regiune a suprafeței globului terestru, de obicei o parte a suprafeței unei țări sau a unui continent,

sisteme care asigură radiocomunicația între două puncte (point to point communication = = comunicație de la punct la punct) (fig. 1, b).

Radioreleul reprezintă un sistem de radiocomunicații punct la punct cu ajutorul căruia se pot transmite convorbiri telefonice, programe de radiodifuziune și programe de televiziune. Pentru a se asigura o capacitate mare de transmisie, sute pînă la mii de convorbiri telefonice simultane pe unul sau mai multe canale de televiziune, radioreleele lucrează în unde decimetrice și centimetrice.

În această gamă de lungimi de undă, propagarea undelor electromagnetice capătă proprietăți similare cu cele din optică: undele se propagă în linie dreaptă, se reflectă și se refractă. Cu ajutorul reflectoarelor, în special parabolice, cu rol similar celui al oglinzilor în optică, se realizează fascicule concentrate de unde electromagnetice foarte înguste pe o direcție precis determinată. Acest fascicul îngust de unde electromagnetice este denumit cablu hertzian.

Antenele au dimensiuni reduse, datorită lungimilor de undă mici la care se lucrează. Reflectoarele parabolice au deschidere circulară, cu diametrul de 1,5–2,5 m pentru unde cu lungimi $\lambda = 5\text{--}7\text{ cm}$.

Linia de radioreleu (fig. 2) este formată din stații terminale, sau de capăt, și stații intermediare, sau de retranslație. Întrucît propagarea are loc în linie dreaptă, iar suprafața Pămîntului este curbă, antenele de recepție și de reemisie trebuie amplasate la înălțime: pe stâlpi metalici sau de beton, pe turnuri, clădiri înalte sau înălțimi ale reliefului regiunii. Astfel este posibil să se realizeze vizibilitatea directă de la antena de emisie și cea de recepție. Vizibilitatea directă este funcție de înălțimea la care sînt așezate antenele și de distanța dintre ele. Distanța uzuală corespunde la 40 km. Dacă în intervalul dintre antene există obstacole, de exemplu un vîrf de deal, și vizibilitatea directă este afectată, transmisia nu are loc în bune condiții.

Stația intermediară primește semnalul atenuat datorită distanței parcurse, îl amplifică și apoi îl retransmite către stația următoare. Acest proces explică denumirea de releu, provenită de la substantivul englez *relay* (schimb, ștafetă), folosit încă de la sistemul stațiilor de poștă unde se schimbau caii poștălișilor. Pentru a se elimina influențele supărătoare dintre antena de la intrare și cea de la ieșire, frecvența semnalului de la ieșire este diferită de frecvența semnalului de la intrare.

În stațiile terminale au loc și introducerea sau extragerea informației, convorbiri telefonice, programe de radiodifuziune sau televiziune, în timp ce în stațiile intermediare acest proces nu apare.

Stația de radioreleu intermediară realizează: recepția prin antenă și ghidul de undă care conduce semnalul la receptor, schimbarea de frecvență la recepție, amplificarea în frecvență intermediară, schimbarea de frecvență la emisie și emisia (fig. 3). În unele stații, amplificarea se obține fără a mai trece la frecvența intermediară. În acest caz se folosesc tuburi speciale pentru microunde, ca, de exemplu, tubul cu undă progresivă.

Linia de radioreleu poate folosi în unele cazuri legătura transorizont sau difracția troposferică (fig. 4a și b). În cazul legăturii transorizont se folosesc la emisie puteri mari, astfel încît unda care atinge la orizont suprafața Pămîntului formează o zonă de difracție suficientă pentru a servi drept emițător pentru stația aflată sub orizont.

În cazul legăturii prin difracția troposferică, se ține seama că în troposferă sînt regiuni cu densitate diferită de a regiunilor învecinate. Dacă o undă electromagnetică întâlnește o asemenea regiune, se produce o radiație, care servește ca emițător pentru stația de sol aflată la distanță. Calitatea transmisiei depinde de stabilitatea poziției și a parametrilor regiunii în care are loc difracția.

dr. ing. G. RULEA

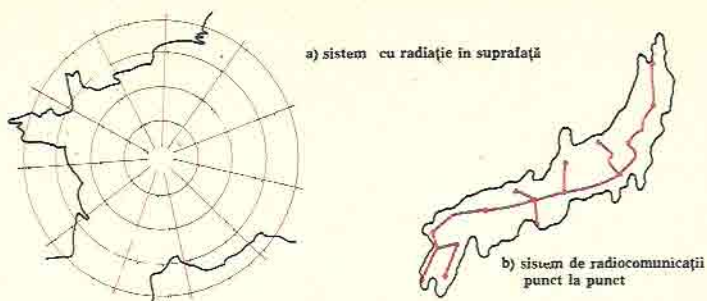


Fig. 1. Tipuri de sisteme de comunicații

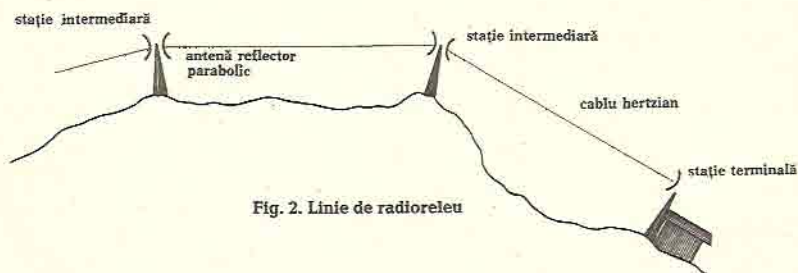


Fig. 2. Linie de radioreleu

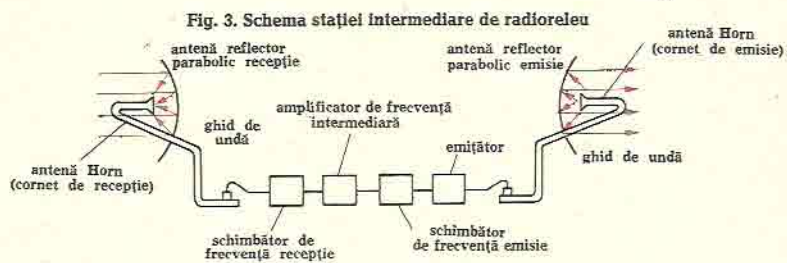


Fig. 3. Schema stației intermediare de radioreleu

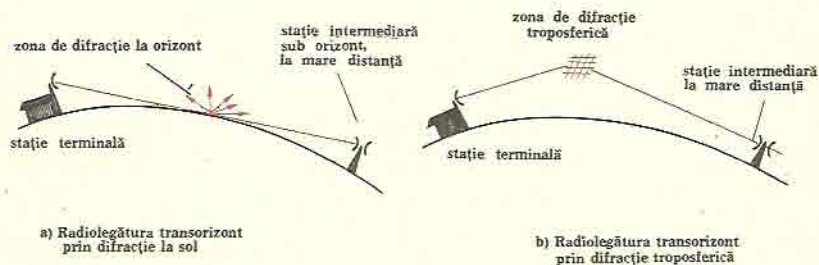


Fig. 4. Radioreleu cu comunicație transorizont

Sateți artificiali ai Pământului I

Prin satelit artificial al unui astru se înțelege un corp, construit și lansat de către om, care se rotește în jurul astrului, efectuând o mișcare de revoluție numai sub acțiunea forței de atracție a acestuia, fără ajutorul vreunei instalații motoare proprii. Până în prezent au fost realizați sateliți artificiali ai Pământului, ai Lunii, ai planetei Marte și ai Soarelui. Cel mai simplu studiu al sateliților artificiali se poate efectua când aceștia evoluează pe orbite circulare, adică descriu o traiectorie circulară cu centrul în centrul astrului. Pornind de la legile mecanicii, și în primul rând de la legea atracției universale enunțată de Newton, pentru obținerea unei mișcări circumplanetare a unui mobil trebuie ca acestuia să i se imprime o viteză orizontală (tangentă într-un punct M de pe cercul care reprezintă traiectoria), având o anumită valoare (fig. 1). Pentru Pământ, această viteză este de 7,91 km/s; pentru calcul a fost admisă o orbită teoretică de înălțime nulă, unde accelerația gravitației este de $9,81 \text{ m/s}^2$ și raza Pământului de 6 378 km. Viteza de 7,91 km/s este numită viteză circulară de zero sau prima viteză cosmică, căreia îi corespunde satelitul artificial de zero.

Timpul necesar unei rotații complete a mobilului devenit satelit artificial în jurul astrului la o înălțime oarecare H , raportată la sistemul stelar, este denumit perioadă de revoluție siderală a satelitului, valoarea acesteia în cazul satelitului de zero al Pământului fiind de 1 h 24' 25". Pe măsură ce înălțimea de zbor a satelitului este mai mare, viteza pe orbită scade, iar perioada de revoluție siderală crește; pentru Pământ, această afirmație este evidențiată în tabelul din figura 2. În cazul Lunii, planetei Marte și planetei Venus, primele viteze cosmice și, respectiv, perioadele siderale ale sateliților de zero sînt: pentru Lună 1,68 km/s și 6 500 s, pentru Marte 3,56 km/s și 6 000 s, iar pentru Venus 7,31 km/s și 5 329 s. În calcule s-a avut în vedere că planul orbitei satelitului trece prin centrul astrului, dar păstrează o direcție fixă în raport cu sistemul stelar, vitezele calculate fiind raportate la centrul astrului de referință. Mișcarea unui satelit pe o orbită circulară este foarte greu de realizat, cea mai mică deviere a vitezei de la direcția tangentei la cercul orbital sau de la valoarea numerică corespunzătoare transformînd traiectoria circulară în traiectorie eliptică. Sateliții artificiali nu se pot mișca pe orbite prea apropiate sau prea depărtate de astru. În primul caz, limita este impusă de eventuala atmosferă a planetei (astrului), iar pentru cel de-al doilea limita este stabilită de raza de atracție gravitațională a astrului; în cazul Pământului, distanțele sînt cuprinse între 200 și 900 000 km. Durata de evoluție a satelitului pe orbită depinde de altitudinea inițială, de densitatea particulelor mediului în care evoluează și de raportul dintre greutatea sa și suprafața secțiunii transversale maxime. După legile lui Kepler, perioada de revoluție a unui satelit pe o orbită eliptică nu depinde de axa mică a elipsei, ci numai de axa mare, crescînd odată cu aceasta (fig. 3). Satelitul artificial pe o orbită circulară îi este proprie o perioadă de revoluție sinodică, adică timpul raportat la Pământ dintre două treceri consecutive ale satelitului la zenitul unui observator plasat pe linia ecuatorului; această perioadă depinde de faptul dacă satelitul se rotește sau nu în sensul rotației Pământului. Ca urmare, în cazul rotației directe, perioada sinodică este de 1 h 29' 41", iar pentru rotația retrogradă de numai 1 h 19' 44". În caz că un satelit artificial ar fi plasat pe o orbită la 35 810 km deasupra ecuatorului, acesta va părea că stă fix pe bolta cerească, deși viteza sa pe orbită este de 3,08 km/s; acesta este *satelitul artificial staționar*, numit și *satelit geostaționar* sau *sincron* (fig. 4). S-a propus plasarea a trei asemenea sateliți staționari, decalați cu 120° (fig. 5) între ei, care ar putea fi folosiți pentru transmisii TV pe întreg globul terestru. De asemenea, sînt interesați sateliții artificiali la care perioada siderală este egală cu cea sinodică (aceștia ocolesc Terra în două zile siderale), cum și satelitul diurn, care execută zilnic un număr întreg de revoluții.

Sateliții artificiali în mișcare directă pot avea față de un observator terestru ambele sensuri de mișcare, spre deosebire de cei retrograzi, care se deplasează totdeauna de la răsărit spre apus. Sateliții care evoluează la depărtări mari de astrul central au perioada siderală mare și viteza pe orbită mică; ei par în raport cu Pământul că se mișcă de la răsărit spre apus, iar perioada lor sinodică se apropie de ziua siderală.

dr. ing. FL. ZĂGĂNESCU

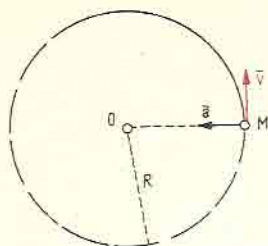


Fig. 1. Mișcarea unui mobil M pe o traiectorie circulară cu viteza uniformă $\vec{V}$; accelerația mobilului este dirijată după raza R a cercului-trajectorie, înspre centrul O și are valoarea $a = V^2 : R$

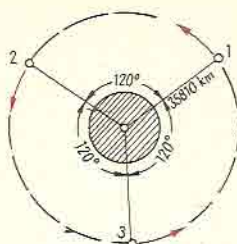


Fig. 5. Cu trei sateliți staționari, decalati cu 120 de grade unul față de celălalt se poate obține un sistem de televiziune la scară planetară

înălțimea de zbor km	viteza circulară m/s	perioada siderală		
		h	m	s
0	7 912	1	24	25
2 000	7 791	1	28	25
3 000	7 732	1	30	27
4 000	7 675	1	32	29
5 000	7 619	1	34	32
10 000	7 356	1	45	02
20 000	7 003	2	07	09
30 000	6 525	2	30	31
40 000	6 203	2	55	17
50 000	5 924	3	21	12
60 000	5 679	3	48	10
63 780	5 595	3	58	47
70 000	5 463	4	16	31

Fig. 2. Reprezentarea tabelară a micșorării vitezei circulare și a creșterii perioadei siderale în cazul sateliților artificiali ai Pământului plasați pe orbite din ce în ce mai înalte

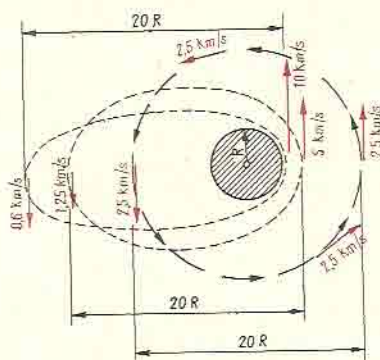


Fig. 3. Conform legilor lui Kepler, perioada de rotație a unui satelit pe o orbită eliptică depinde doar de axa mare a elipsei, crescând odată cu aceasta. În caz că axele mari ale orbitelor mai multor sateliți sînt egale, perioada de rotație a acestora este aceeași dar lungimea orbitei și viteza sînt diferite

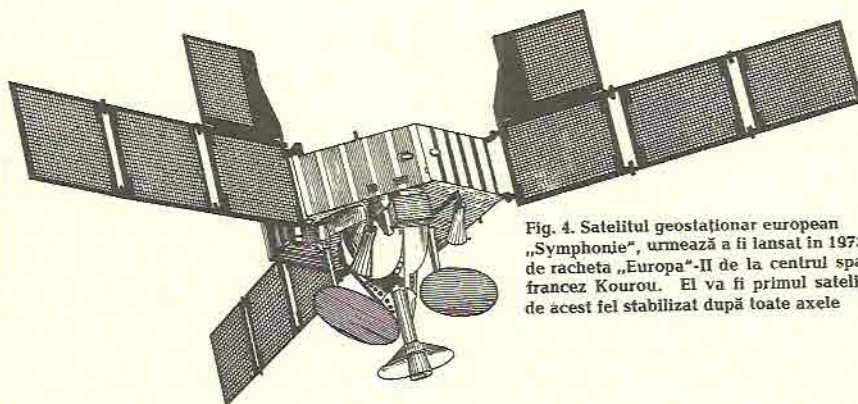


Fig. 4. Satelitul geostaționar european „Symphonie”, urmează a fi lansat în 1973 de racheta „Europa”-II de la centrul spațial francez Kourou. El va fi primul satelit de acest fel stabilizat după toate axele

Sateți artificiali ai Pământului II

Un satelit artificial care se deplasează sub acțiunea unei forțe centrale poate evolua pe o traiectorie circulară, eliptică, parabolică sau hiperbolică, în funcție de viteza inițială imprimată. Dacă vehiculul de lansare, de regulă o rachetă cu mai multe trepte, a reușit să imprime satelitului o viteză mai mare decât prima viteză cosmică corespunzătoare altitudinii respective, traiectoria satelitului nu va mai fi un cerc, ci o elipsă, cu atât mai alungită cu cât viteza de lansare a fost mai mare. O mărire a primei viteze cosmice (7,91 km/s) cu numai 1 km/s are drept consecință îndepărtarea perigeului satelitului (punctul de pe orbită cel mai apropiat de Terra) cu 2—5 raze pămîntești. Încă o mică mărire, și Luna va intra în interiorul elipsei traiectoriei (fig. 7). Acest traseu eliptic se va alungi în continuare dacă se mărește viteza de lansare; o mărire de 0,1 km/s la startul spre Lună (înscrierea pe așa-numita traiectorie translunară) poate reduce durata drumului Terra-Lună de la 5 la numai 2 zile. Aceasta teoretic, deoarece pentru traseele care intersectează cimpuri gravitaționale ale unor aștri trebuie să se țină seama de atracția gravitațională respectivă. Problema celor trei corpuri este astăzi rezolvată, iar traseele spre Lună și planetele apropiate sînt perfect calculate și cunoscute. Calculele au arătat că, pentru ca un corp artificial să evolueze în spațiu avînd ca forță preponderentă atracția solară, trebuie să i se imprime o viteză cu 41—42% mai mare decât prima viteză cosmică; aceasta se numește a doua viteză cosmică, sau viteză parabolică, iar satelitul căruia i se imprimă o asemenea viteză va evolua pe o traiectorie în formă de parabolă. Și cea de-a doua viteză cosmică depinde de coordonatele geografice ale punctului de lansare; spre exemplu, în cazul Terrei, la ecuator ea are valoarea de 11,18 km/s.

Dacă un corp artificial trebuie să părăsească sistemul solar, adică să se desprindă și din sfera de atracție a Soarelui, este necesar să i se imprime o viteză mai mare decât cea parabolică. Analog, în raport cu Soarele, se va găsi că valoarea necesară a vitezei este de 42,095 km/s; știind că Pământul se rotește în jurul Soarelui cu viteza de 29,726 km/s, rezultă o diferență de viteze raportată la Soare de 12,33 km/s. Întrucît ne referim mai des la viteza față de Pămînt, putem menționa că, imprimînd unui satelit artificial viteză de 16,22 km/s în raport de Terra, acesta poate ieși din zona de atracție a Soarelui; această valoare corespunde celei de-a treia viteze cosmice, numită și viteză hiperbolică. Pînă acum au fost atinse și depășite primele viteze cosmice, reușindu-se parcurgerea unor trasee spre Lună, Marte, Venus și Jupiter (fig. 8). Problema zborurilor spre planete exterioare, ca, de exemplu, Marte (mai depărtată de Soare decât Pămîntul), se pune altfel, din punctul de vedere al mărîmii și direcției vectorului vitezei de lansare pe orbita transplanetară, decât în cazul zborurilor spre planetele interioare, ca Venus, mai apropiată de Soare decât Pămîntul (fig. 9).

În vederea plasării corecte pe orbită a unui satelit artificial are importanță foarte mare nu numai valoarea, ci și direcția vectorului vitezei de lansare (fig. 6).

Tehnica spațială permite astăzi recuperarea sateliților artificiali, precum și a aparatelor spațiale care revin din cosmos cu viteze apropiate de prima sau de-a doua viteză cosmică. Partea cea mai dificilă a traseului este intrarea în straturile dense ale atmosferei terestre. În raport de condițiile concrete ale corpului care revine spre Pămînt, există limite foarte strînse în ceea ce privește unghiul pe care îl face traiectoria corpului artificial cu orizontul și forma aerodinamică a corpului respectiv. Sateți artificiali ai Pământului au extrem de numeroase utilizări, telecomunicațiile, meteorologia și astronomia fiind primii mari beneficiari.

dr. ing. FL. ZĂGĂNESCU

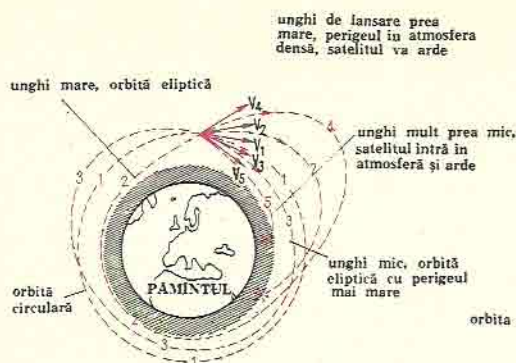


Fig. 6. Influența unghiului de lansare a satelitului asupra formei și existenței orbitei ulterioare

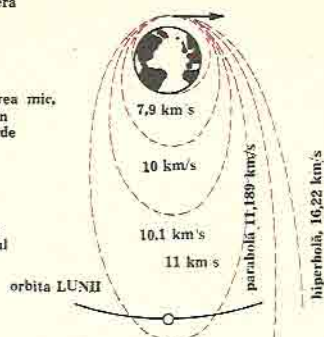


Fig. 7. Forma orbitelor sateliților artificiali în funcție de viteza inițială de lansare de pe Pământ

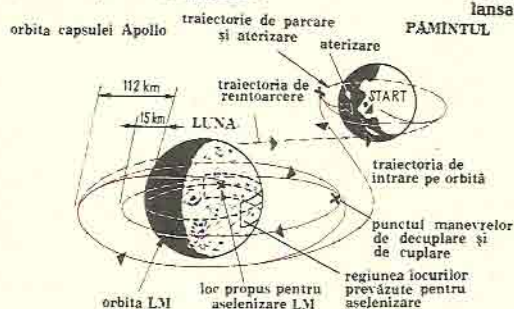


Fig. 8. Traiectoria „Terra-Selena-Terra” parcursă de aparatele spațiale cu echipaj „Apollo”, destinate să devină un timp sateliți circumlunari cu aselenizare și recuperarea cabinei cu echipaj, care reintră în straturile dense ale atmosferei cu cea de a doua viteză cosmică

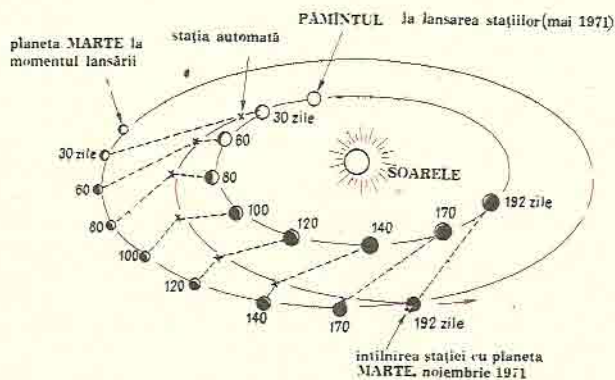


Fig. 9. Schema traiectoriei interplanetare parcursă de stațiile automate destinate să devină în noiembrie 1971, sateliți artificiali ai planetei Marte

Întâlniri aerospațiale. Aselenizare

Întâlnirile aerospațiale, în care sînt angajate cel puțin două vehicule aerospațiale, pot conduce la coliziune, interceptare sau cuplare (temporară ori definitivă), în funcție de misiunea stabilită. Odată cu dezvoltarea astronauticii și cu realizarea stațiilor interplanetare și a navelor cosmice, noțiunea de întîlnire aerospațială s-a extins și la apropierea (survolarea sau coborîrea «dură» sau «lină») de o planetă ori satelit-țintă.

Primele întîlniri a două aparate de zbor, realizate înaintea celui de-al doilea război mondial, erau pline de pericol, în special pe timp lipsit de vizibilitate. Odată cu dezvoltarea aparatului radioelectronice de bord și pe măsura extinderii transportului aerian și a utilizării aviației în război, tehnica întîlnirii a două aparate de zbor s-a perfecționat. Creșterea vitezelor de zbor și aglomerarea spațiului aerian au condus la necesitatea punerii la punct a mijloacelor de interceptare radio a aparatelor de zbor și la cunoașterea cu precizie a poziției spațiale a acestora. În prezent, conduse prin radio, aeronavele de măruri și de pasageri se deplasează pe adevărate «culoare aeriene», așteptîndu-și «cuminți» rîndul pentru aterizare. În ce privește interceptarea și distrugerea avioanelor sau a rachetelor avînd încărcătură de luptă, au fost puse la punct mijloace terestre și de bord eficiente.

Interceptarea și întîlnirea aeriană au fost «completate» cu cea spațială, care are două variante: una *aerospațială*, incluzînd mijloacele antiaeriene și antirachetă, și una *cosmică*, privînd întîlnirile pe orbită atît a unor aparate construite de către om, cît și atingerea unor obiective cosmonautice (sateliți naturali, planete, astri etc.).

Vom exemplifica cele de mai sus prezentînd schematic, un sistem antirachetă pentru distrugerea (după interceptare) a rachetelor de luptă balistice, întîlnirea spațială a două aparate cosmice orbitale, precum și atingerea de către un aparat spațial artificial a unei ținte astronautice (Luna).

Cu sistemul antirachetă reprezentat schematic în figura 1, se poate descoperi (și distruge ulterior) o rachetă balistică intercontinentală cu raza de acțiune de peste 10 000 km la cîteva minute după lansare, i se pot stabili continuu parametrii de zbor și se poate comanda intrarea în acțiunea eficace a sectorului din sistemul antirachetă care poate rezolva optim distrugerea țintei. Procesele importante incluse în întîlnirea aerospațială respectivă durează foarte puțin (de exemplu 20 s pentru determinarea traiectoriei rachetei, 30 s pentru identificarea țintei, 10 s pentru determinarea coordonatelor componentei de luptă, 10 s pentru însoțirea țintei și cca. 80 s pentru ca antiracheta să ajungă în zona țintei la «întîlnire»!).

În decembrie 1965 a fost realizată una dintre cele mai perfecte întîlniri a două aparate spațiale (Gemini-6 și 7), ambele pilotate. Menționăm cu această ocazie că puțin timp mai tirziu a fost realizat de sateliții automați sovietici «Cosmos»-186 și 188 primul «rendez-vous» cosmic pe orbită circumterestră fără aportul pilotului. În figura 2 este reprezentată schema manevrelor efectuate de piloții celor două nave «Gemini»-6 și 7 pentru realizarea întîlnirii spațiale și a apropierii pe orbită la numai cîteva zeci de cm! Juncțiunea completă a două nave spațiale cu echipaj la bord a fost realizată în 1969 de echipajele navelor sovietice «Soiuz»-4 și 5.

Prima «interceptare» a unui corp cosmic a fost realizată la 12 septembrie 1959, cînd stația interplanetară automată sovietică «Luna»-2 a atins suprafața Lunii, realizînd o coborîre «dură». Aselenizarea «lină» a realizat-o în 1966 «Luna»-9, după care a urmat lansarea a numeroase stații transformate în sateliți ai Lunii sau care au aselenizat lin. Menționăm stațiile de tip «Ranger», «Surveyor», «Zond», «Lunar Orbiter» etc.

În vara anului 1969, la zece ani după «țintirea» Lunii, satelitul natural al Terrei a primit vizita primilor pămînteni, astronautii americani N. Armstrong și E. Aldrin. Folosind un complex spațial format din vehiculul-rachetă purtătoare «Saturn»-5 și ansamblul de module numit «Apollo»-11, aceștia au reușit un uriaș «opt cosmic», întrerupt temporar pentru coborîrea cabinei «Apollo» în Marea Liniștii. Schematic, traiectoria de aselenizare pe Lună este redată în figura 1. Ulterior, pe Lună au fost folosite și mijloace autopropulsate: «Lunohod»-1 și 2, vehicule dirijate prin radio, și «Lunar Rover», automobil selenar dirijat de piloții misiunilor «Apollo»-15 (fig. 4), «Apollo»-16 și «Apollo»-17.

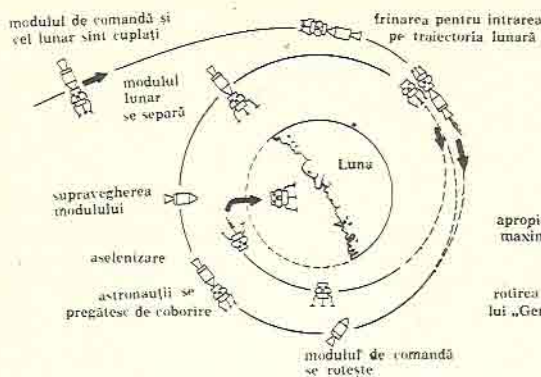


Fig. 1. Schema aselenizării navei „Apollo”-11

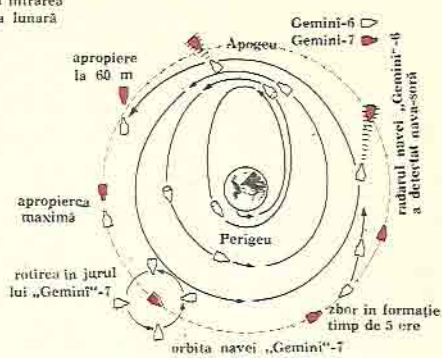


Fig. 2. Manevrele efectuate pentru întîlnirea spațială dintre navele spațiale „Gemini”-6 și 7

Fig. 3. Schema unui sistem de întîlnire și distrugere a unei rachete intercontinentale

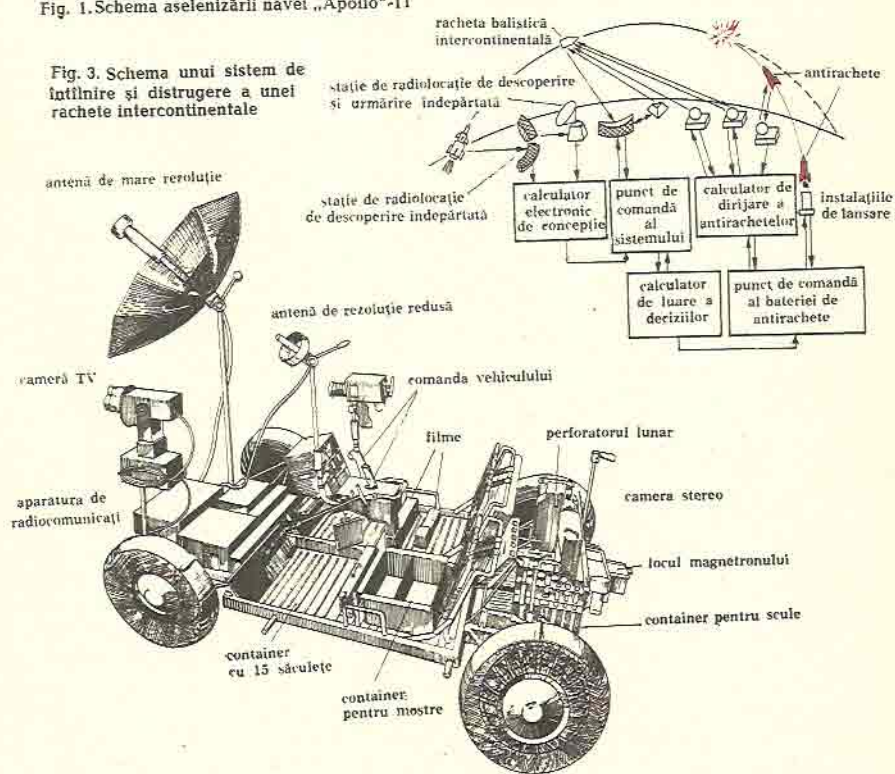


Fig. 4. Vehiculul misiunii „Apollo”-15 — „Lunar Rover”

Fisiune nucleară

Fisiunea nucleară este un proces de diviziune a unui nucleu greu în două nuclee ușoare, însoțit de eliberarea câtorva neutroni și a unei cantități mari de energie. Fisiunea poate avea loc spontan, dar în mod uzual este produsă prin absorbția de către un nucleu greu a unei radiații γ , a unui neutron sau unei alte particule. Fenomenul a fost descoperit în 1938 de către O. Hahn și F. Strassmann, prin bombardarea uraniului natural cu neutroni de energie mică.

Să considerăm nucleul ca o picătură de lichid (fig. 1), care poate fi divizată în două picături mai mici, prin absorbția unei cantități de energie. Dacă nucleul a primit o energie suficientă pentru a se deforma în starea C, respingerea electrostatică dintre sarcinile pozitive de pe cele două extremități depășește atracția nucleară care acționează în regiunea centrală și sistemul se divide în două nuclee separate. Energia care trebuie comunicată unui nucleu pentru a-l deforma în starea C este numită *energie critică*. Această energie este câștigată de nucleu prin absorbția unei particule cu energie cinetică convenabilă; de exemplu, după cum este arătat în figura 4, uraniul-235 fisionează sub acțiunea unui neutron lent cu energia de cca. 0,03 eV ($1 \text{ eV} = 1,6 \cdot 10^{-12} \text{ erg}$), pe când fisiunea uraniului-238 este posibilă doar pentru absorbția unui neutron rapid cu energia de 1 MeV ($1 \text{ MeV} = 10^6 \text{ eV}$).

În procesul de fisiune a unui nucleu greu are loc o regrupare a protonilor și a neutronilor constituenți, având ca rezultat o scădere a masei nucleare globale. Conform teoriei relativității, diferența de masă este echivalentă cu o cantitate de energie care este eliberată în cursul fisiunii.

Pentru folosirea reacției de fisiune ca sursă de energie este esențial faptul că în fiecare proces de fisiune se pun în libertate, în medie, 2–3 neutroni. Explicația acestui fenomen constă în faptul că nucleele grele conțin un exces de neutroni față de numărul de protoni. Astfel raportul dintre numerele de neutroni și de protoni dintr-un nucleu greu este de cca. 1 : 5, pe când într-un nucleu de masă intermediară care apare din fisiune acest raport este 1 : 3. Dacă neutronii rapizi emiși la fisiunea uraniului-235 sînt încetiniți printr-un procedeu oarecare, ei pot produce, la rîndul lor, fisiunea altor nuclee. Se obține astfel o *reacție în lanț* (fig. 3), care, o dată declanșată, se poate întreține singură. Pentru aceasta este necesar ca raportul dintre numărul de neutroni dintr-o generație și cel din generația precedentă, numit factor de multiplicare, să nu scadă sub valoarea 1. În bomba de fisiune, factorul de multiplicare este aproximativ 2 și reacția în lanț este explozivă.

Reacții de fisiune în lanț controlate au loc în reactoarele nucleare.

dr. doc. A. CORCIOVEI



Fig. 1. Modelul-picătură de lichid al unui nucleu care fisionează

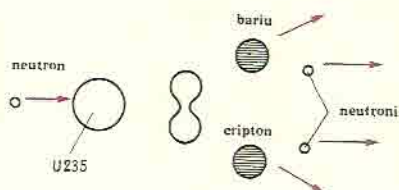


Fig. 2. Reacția de fisiune a uraniului-235

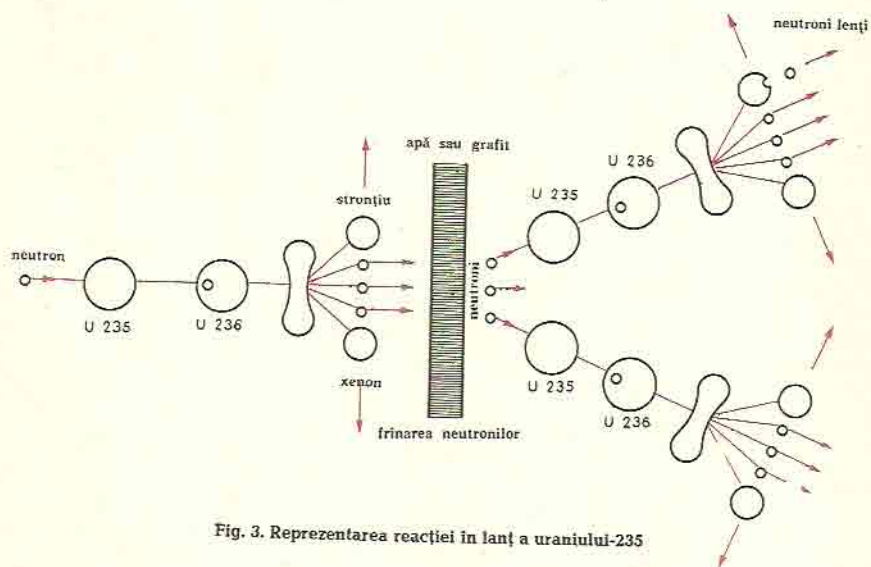


Fig. 3. Reprezentarea reacției în lanț a uraniului-235

Fuziune nucleară

Fuziunea nucleară este un proces de ciocnire a două nuclee ușoare, care are ca rezultat formarea unui nucleu mai greu și eliberarea unei cantități de energie. Este cunoscut că nucleul atomic este constituit dintr-un număr de nucleoni (protoni și neutroni) între care se exercită forțe de atracție care asigură stabilitatea nucleului. Pentru ca fuziunea să fie posibilă, două nuclee trebuie să se apropie la distanță suficient de mică, astfel încât aceste forțe nucleare să determine interacțiunea lor. Dar apropierea nucleelor este frinată de respingerea electrostatică dintre sarcinile pozitive conținute în nucleu. Fuziunea este posibilă doar dacă cele două nuclee se deplasează cu viteze foarte mari unul către altul. Întrucât aceste viteze se obțin la temperaturi de milioane de grade Kelvin, fuziunea este numită și *reacție termonucleară*.

În general, la formarea unui nucleu prin unirea unui număr de nucleoni se degajă o cantitate de energie, numită energie de legătură, masa nucleului obținut fiind mai mică decât suma maselor nucleonilor care îl formează. Prin formarea unui nucleu cu o energie de legătură mai mare din nuclee cu energii de legătură mai mici, se trece de la un sistem cu masă mai mare la un sistem cu masă mai mică și, în consecință, se eliberează o cantitate de energie. În figura 1 este reprezentată formarea unui nucleu de deuteriu prin fuziunea unui proton cu un neutron. Din figură reiese că masa nucleului de deuteriu este mai mică decât suma maselor protonului și neutronului din care acesta este format.

Energia de legătură care revine unui nucleon în funcție de masa nucleelor din sistemul periodic al elementelor, denumită energie de legătură specifică este reprezentată în figura 2. Se observă că nucleele ușoare de la începutul sistemului periodic au o energie de legătură specifică mai mică decât nucleele cu masă intermediară. Acest fapt explică degajarea considerabilă de energie în procesul de fuziune a nucleelor ușoare. Figura 3 ilustrează câteva exemple de reacții de fuziune în care se indică repartizarea energiei eliberate ca energie cinetică a produșilor finali.

Fuziunea nucleară este sursa energiei imense a stelelor, în particular a energiei pe care Pământul o primește de la Soare. Această energie rezultă dintr-un lanț de reacții nucleare, descoperit de fizicianul H.A. Bethe, având ca rezultat final formarea heliului din patru nuclee de hidrogen. În stelele mari și fierbinți domină ciclul carbon-carbon (fig. 4), pe când în stelele mai reci, de exemplu în Soare, este dominant ciclul proton-proton (fig. 5).

Pe Pământ prezintă interes practic reacțiile de fuziune ale izotopilor hidrogenului, deuteriul și tritiul (fig. 3). Explozii termonucleare au fost produse în bomba cu hidrogen, în care temperatura de milioane de grade necesară declanșării fuziunii este obținută prin explozia unei bombe de fisiune.

Până în prezent nu s-a reușit încă realizarea unei reacții termonucleare controlate. La temperaturile înalte necesare producerii fuziunii, materia devine un gaz format din nuclee și electroni liberi, acest sistem complet ionizat purtând numele de plasmă. Plasma trebuie menținută într-un volum limitat, fără a veni în contact cu pereții solizi ai recipientelor, care s-ar vaporiza instantaneu și ar răci plasma sub temperatura necesară declanșării fuziunii. În acest scop se folosesc câmpuri electrice și magnetice cu configurații speciale care acționează asupra plasmei. În figura 6 este reprezentată o particulă încărcată electric reflectată de o regiune în care liniile de câmp magnetic converg. Pe acest principiu, plasma este localizată în așa-numitele «oglinzi (sau dopuri) magnetice». O creștere bruscă a intensității câmpului magnetic comprimă plasma, ceea ce face ca temperatura ei să crească până la valori foarte mari. Dificultatea majoră constă în menținerea plasmei astfel încălzite un timp suficient pentru declanșarea fuziunii.

Când reacția termonucleară controlată se va realiza, deuteriul prezent în apa oceanelor va constitui o sursă de energie practic inepuizabilă.

dr. doc. A. CORCIOVEI

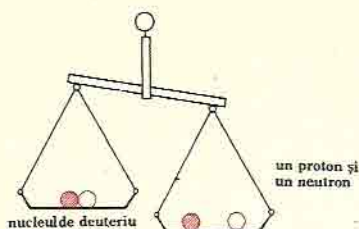


Fig. 1. Masa nucleului de deuteriu este mai mică decât suma maselor unui proton și a unui neutron

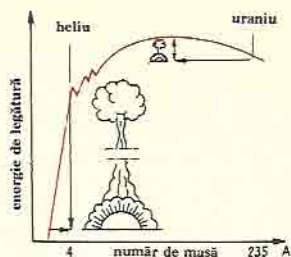


Fig. 2. Energia de legătură ce revine unui nucleon, în funcție de masa nucleului A

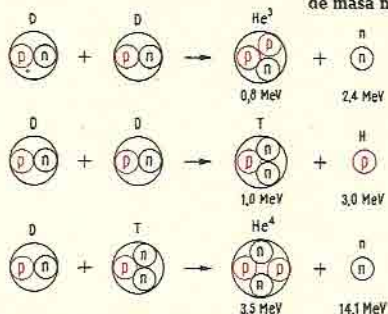


Fig. 3. Reacții de fuziune posibile. Energia eliberată se distribuie ca energie cinetică a produșilor finali ($1 \text{ MeV} = 1,6 \cdot 10^{-13} \text{ erg}$)

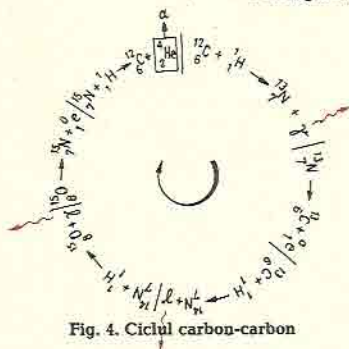


Fig. 4. Ciclul carbon-carbon

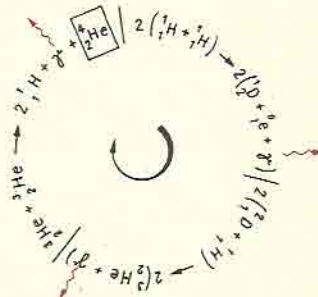


Fig. 5. Ciclul proton-proton

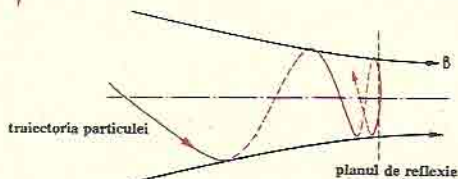


Fig. 6. O particulă încărcată electric este reflectată de o regiune de câmp magnetic convergent

Teoria relativității

Teoria relativității a apărut din necesitatea rezolvării unui impas în care se găsea fizica la sfârșitul secolului trecut. Pentru ilustrare, să considerăm două sisteme inerțiale, adică două sisteme de referință care se mișcă unul față de altul cu viteză constantă. În figura 1 sînt reprezentate două sisteme: sistemul de referință S , în repaus față de Pămînt, și sistemul S' , în repaus față de un vehicul aflat în mișcare uniformă-rectilinie față de Pămînt. Se știe că legile mecanicii, formulate de Newton, sînt invariante la transformările coordonatelor indicate în figura 1, numite transformări Galilei. Deci legile mecanicii au aceeași formă în toate sistemele inerțiale și, în consecință, este imposibil să se determine mișcarea uniformă a unui sistem printr-o experiență efectuată cu aparate în repaus față de acest sistem. Astfel, un observator situat în vehiculul din figura 1 nu-și poate da seama de mișcarea sa față de Pămînt, deoarece, orice experiență mecanică ar efectua, rezultatul acesteia ar fi același ca și în cazul efectuării ei în repaus.

Pe de altă parte, se observase că legile fenomenelor electrice și optice, descoperite de J. Maxwell, nu sînt invariante la transformările Galilei. Părea deci posibil ca, folosind un fenomen luminos, să se poată determina viteza de translație uniformă a unui sistem inerțial. O experiență celebră efectuată în 1887 de A.A. Michelson și E.W. Morley, prin care se urmărea determinarea vitezei de translație a Pămîntului față de mediul înconjurător (numit eter), a avut însă un rezultat negativ: mișcarea Pămîntului nu avea nici un efect nici asupra fenomenelor optice. Legile electromagnetismului păreau deci greșite, deoarece se aflau în contradicție cu rezultatul experienței lui Michelson și Morley. În același timp însă, ele explicau corect toate fenomenele electrice și optice cunoscute. Soluția acestui impas a fost dată în 1905 de către A. Einstein, care a arătat că transformările corecte ale coordonatelor a două sisteme inerțiale S și S' constau din relațiile indicate în figura 2. Aceste relații constituie așa-numitele transformări Lorentz, pentru că fuseseră propuse mai înainte de H.A. Lorentz pentru a explica rezultatul experienței Michelson-Morley.

Einstein a obținut transformările Lorentz, admitînd două postulate care stau la baza teoriei relativității restrînse: legile naturii au aceeași formă în toate sistemele inerțiale și viteza luminii în vid este aceeași în toate sistemele inerțiale. Legile electromagnetismului sînt invariante la transformarea Lorentz, deci sînt corecte. Dar, pentru a fi conforme cu postulatele teoriei relativității, legile mecanicii au trebuit să fie modificate. Mecanica clasică, creată de Newton, s-a dovedit a fi corectă doar pentru corpurile care se mișcă cu viteze mici față de viteza luminii. În această limită, transformările Lorentz (fig. 2) coincid cu transformările Galilei (fig. 1).

Mecanica relativistă a modificat ideile de masă, impuls și energie. Einstein a arătat că între masa m a unui sistem și energia sa E există relația $E = mc^2$, în care c este viteza luminii în vid. Masa unui corp nu este constantă, ci crește cu viteza sa, după cum se indică în figura 3. Relația de echivalență a masei cu energia explică obținerea de energie prin fisiunea sau fuziunea nucleelor atomice.

În cadrul teoriei relativității, mărimi ca lungimea sau durata nu sînt absolute, ci depind de mișcarea sistemului de referință în care se face măsurarea. Presupunem că distanța dintre două corpuri, de exemplu cei doi stîlpi de telegraf din figura 4, este Δx . Dacă doi observatori aflați într-un tren în mișcare față de Pămînt se găsesc fiecare în dreptul cîte unui stîlp, la același moment indicat de ceasurile lor, aceștia măsoară o distanță între stîlpi Δx , mai mică decît distanța «în repaus» Δx . De asemenea să considerăm că într-un tren în mișcare (fig. 5) un pasager doarme un interval de timp Δt , măsurat de ceasul din tren. Durata măsurată însă cu ceasuri de pe Pămînt este Δt , mai mare decît durata reală $\Delta t'$ (diferența $\Delta t - \Delta t'$ este extrem de

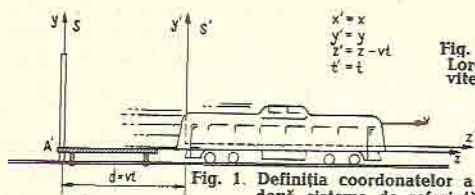


Fig. 1. Definiția coordonatelor a două sisteme de referință inerțiale. Transformările Galilei

$$\begin{aligned}x' &= x \\y' &= y \\z' &= z - vt \\t' &= t\end{aligned}$$

Fig. 2. Transformările Lorentz (c reprezintă viteza luminii în vid)

$$\begin{aligned}x' &= x \\y' &= y \\z' &= \frac{z - vt}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \\t' &= \frac{t - \frac{vz}{c^2}}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}\end{aligned}$$

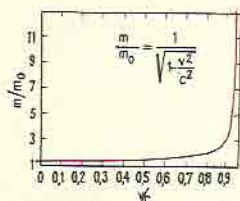


Fig. 3. Variația masei unui corp în funcție de variația vitezei sale (m_0 reprezintă masa de repaus a corpului)

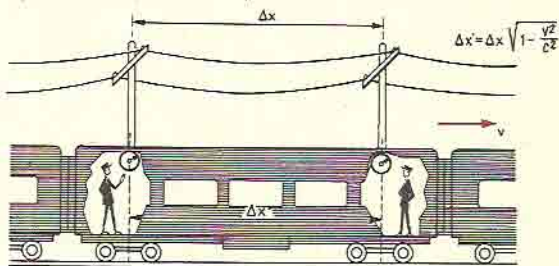


Fig. 4. Con tracție relativistă a lungimilor

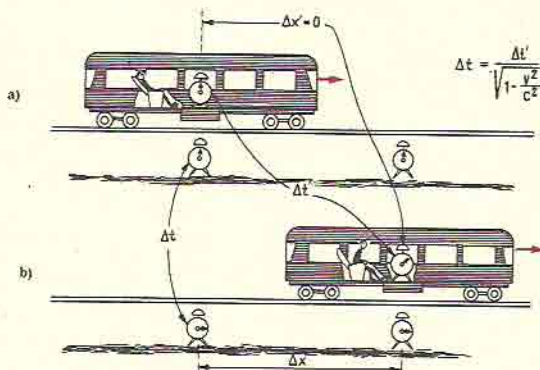


Fig. 5. Dilatarea relativistă a timpului

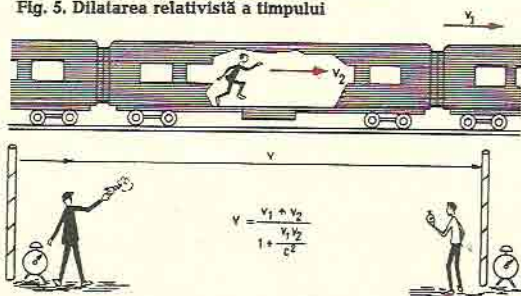


Fig. 6. Legea de adunare relativistă a vitezelor

mică pentru a putea fi sesizată, avînd în vedere viteza trenurilor actuale). Un alt efect relativist este reprezentat în figura 6: un pasager aleargă cu viteza v_2 față de un tren care se deplasează cu viteza v_1 față de Pămînt. Observatorii de pe Pămînt măsoară viteza v a pasagerului și o găsesc a fi nu $v_1 + v_2$, ci mai mică. Reciproc, pasagerul din tren găsește că viteza Pămîntului față de el este dată de aceeași ecuație din figura 6. Aceste consecințe ale teoriei relativității, practic neobservabile în cazul vitezelor mici ale corpurilor, devin importante în cazul vitezelor foarte mari care se apropie de viteza luminii.

În 1915 teoria relativității a fost generalizată de Einstein pentru a include sistemele de referință în mișcare accelerată.

dr. doc. A. CORCIOVEI

Maseri și laseri

Maserul (Microwave Amplification by Stimulated Emission of Radiation, în limba română: amplificarea microundelor prin emisia stimulată a radiației) și *laserul* (Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation, în limba română: amplificarea luminii prin stimularea emisiei radiației) sînt aparate utilizate pentru generarea energiei electromagnetice coerente la frecvențe situate într-un domeniu cuprins între regiunile microundelor și radiațiilor aparținînd spectrelor vizibil și ultraviolet.

Într-un atom, moleculă sau ion, electronii se află în stări energetice bine determinate. Electronii periferici (numiți și optici) se pot găsi fie în starea cu energie minimă, numită «stare fundamentală» (E_1 , fig. 1), fie în «stări excitate» sau «stări instabile» (E_2 , fig. 1). Trecerea unui electron al atomului dintr-o stare în alta este însoțită de o absorbție sau de o emisie de radiație, după cum starea inițială are o energie mai mică (absorbție) sau mai mare (emisie) în raport cu starea finală. În funcție de mărimea saltului de energie realizat de electron, radiația de natură electromagnetică poate aparține domeniilor ultraviolet, vizibil, infraroșu sau celui al microundelor. Frecvența ν a radiației emise este dată de relația:

$$h\nu = E_2 - E_1,$$

în care h reprezintă constanta lui Planck, iar E_2 și E_1 energiile electronilor între care are loc tranziția.

Atomii care se află în starea fundamentală (avînd electronii situați în starea fundamentală) nu pot decît să absoarbă energie radiantă, trecînd pe o stare excitată. La rîndul lor, atomii care se află pe un nivel excitat (avînd cel puțin un electron situat într-o stare excitată) pot să treacă pe un nivel de energie mai joasă, emițînd radiații. Acest proces de revenire a electronilor spre nivelele inferioare (însoțit de emisia unei anumite radiații) poate avea loc atît spontan, cît și stimulat (adică forțat, sub acțiunea unui cîmp de radiație exterior).

Maserul și laserul sînt dispozitive care amplifică sau generează radiația pe baza acestui fenomen de emisie stimulată. Interpretarea fenomenului a fost dată de A. Einstein în 1917 prin explicarea radiației emise de corpul negru. În cazul în care o radiație de intensitate I_0 și frecvență ν străbate un mediu absorbant, intensitatea sa scade exponențial conform legii:

$$I_\nu(x) = I_0 e^{-k_\nu x},$$

în care k_ν este coeficientul de absorbție, iar x grosimea stratului parcurs. Coeficientul de absorbție depinde, printre altele, și de numerele de electroni (numite populații) N_1 , de pe nivelul energetic inferior E_1 , și N_2 , de pe nivelul energetic superior E_2 . De obicei $N_2 < N_1$, avînd loc absorbția radiației de către mediu; în situația în care $N_2 > N_1$ (inversie de populație), are loc amplificarea radiației de către mediu (fenomenul purtînd numele de emisie stimulată).

Pentru a intensifica apreciabil radiația într-un mediu pe baza tranzițiilor stimulate, mediul trebuie să fie situat într-o cavitate rezonantă, iar energia emisă să fie superioară energiei disipate în mediul ambiant. Deci un anumit mediu (fig. 2, a), în care electronii atomilor sînt

distribuiți după nivelele de energie conform legii lui Boltzmann: $N_2 = N_1 e^{\frac{E_2 - E_1}{kT}}$ se transformă sub acțiunea unei radiații incidente de o frecvență corespunzătoare într-un mediu în care se realizează inversiunea de populație (fig. 2, b), iar radiația incidentă este amplificată (sau generată) prin emisie stimulată (fig. 2, c).

În ultimii zece ani, dezvoltarea laserilor a depășit cu mult pe cea a maserilor; se construiesc laseri de diverse tipuri: cu mediu activ solid dielectric, cu mediu activ gazos (atomici,

ionici sau moleculari), cu mediu activ lichid, cu semiconductoare și chimici (în care emisia stimulată este declanșată pe baza energiei rezultată din reacții chimice).

Caracteristicile speciale ale radiației laser (fig. 3), directivitatea, monocromaticitatea și coerența, au făcut ca dispozitivele de tip laser și maser să aibă aplicații multiple. Astfel ele sînt utilizate la construirea unor standarde de timp (ceasuri atomice și moleculare) și de lungime de mare precizie (fig. 4), la verificarea unor experiențe fundamentale în fizică, la detectarea radiațiilor termice sau de altă natură provenite de la diferite corpuri cerești, precum și a semnalelor radar reflectate de planete sau de alte corpuri.

dr. ing. I. POPESCU

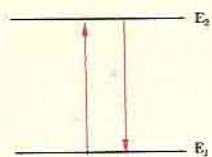


Fig. 1

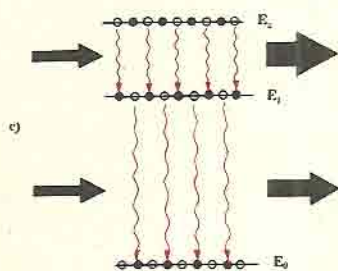
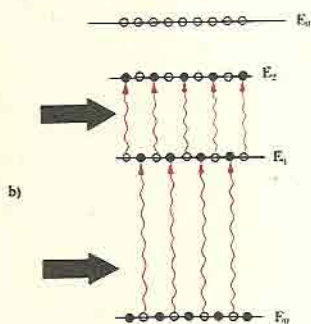
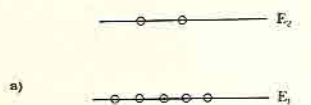


Fig. 2

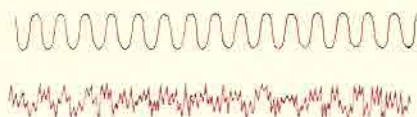


Fig. 3. Comparație între o rază laser și lumina obișnuită

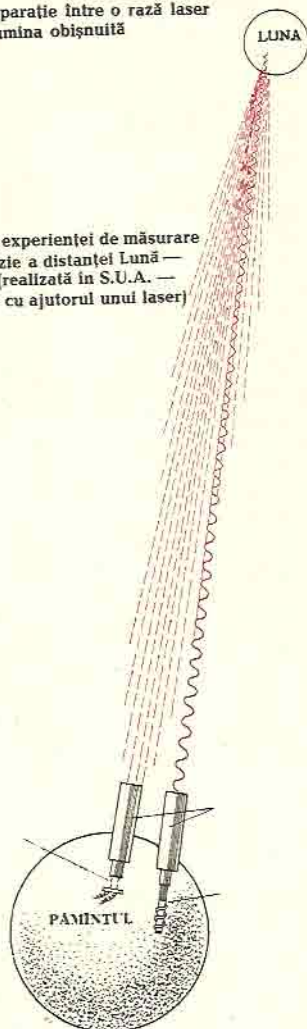


Fig. 4. Schema experienței de măsurare cu precizie a distanței Lună — Pământ (realizată în S.U.A. — 1962 — cu ajutorul unui laser)

Sonicitate

Creată în primele două decenii ale secolului al XX-lea de G. Constantinescu, sonicitatea este o ramură a mecanicii mediilor continue, bazată pe transmiterea energiei mecanice prin vibrații elastice în fluide sau solide.

După cum a arătat G. Constantinescu, într-o conductă cu fluid orice fluctuație de debit sau de presiune se transmite în fluidul respectiv cu viteza sunetului (fig. 1). Energia poate fi deci convertită în fluctuații de debit și de presiune, care apoi sînt radiate cu viteza sunetului către orice punct în care se va utiliza energia respectivă. Aceste fluctuații se prezintă sub formă de oscilații sau unde. Un sistem de transmisie sonică ar fi deci format dintr-un generator sonic, care are scopul de a genera oscilații în mediul elastic, dintr-o conductă de transmisie și dintr-un motor (sau un alt receptor) sonic, care are scopul de a transforma oscilațiile în mișcări convenabile: rotații, translații, oscilații etc.

G. Constantinescu a remarcat analogia dintre electrotehnică și sonicitate, ajungînd să realizeze o transpunere a echipamentului electrotehnic în echipament sonic cu o terminologie similară. De exemplu, o conductă cu diametru interior foarte mic reprezintă o rezistență (fig. 2), fiind capabilă să genereze chiar căldură, deși lichidul în amonte și în aval de ea rămîne rece; un recipient cu fluid elastic reprezintă o capacitate (fig. 3), iar o masă reprezintă o inerțanță sau o inductanță (fig. 4); trecînd mai departe cu analogia, el a construit toată clasa de motoare sonice sincrone, asincrone, cu colector etc., corespondente celor din electrotehnică.

În figura 5 este reprezentat un motor sonic asincron trifazat cu pistoane radiale (așa cum a fost prezentat în cartea *Teoria sonicității*, 1918). La cele trei faze sosesc trenuri de oscilații defazate cu 120° , care produc o mișcare de oscilație rotativă plan-paralelă a statorului. Această mișcare determină apariția unor forțe pe capetele pistoanelor din rotor, care-l pun în mișcare de rotație.

Analogia sonoelectrică și folosirea oscilațiilor au condus la inventarea convertizorului de cuplu (*torque converter*), o cutie de viteze automată care amplifică cuplul în funcție de rezistența opusă (fig. 6). Motorul antrenează axul primar și, în funcție de rezistența opusă la axul secundar (care ar antrena, de exemplu, puntea din spate la un automobil), articulația va avea o mișcare rezultată din comportamentul oscilatoriu al pîrghiei-pendul. Este de remarcat că în orice moment vom avea puncte ale pendulului care vor rămîne imobile, respectiv punctele I, II, III. Aceasta determină o amplitudine diferită a articulației, care este transmisă ansamblului torpedu unidirecțional rotativ și, implicit, arborelui secundar. Sincronizarea tragerii prin elice, pompele de injecție și injectoarele pentru motoare diesel (realizate cu mult înaintea pompelor Bosch), motoarele sonice rotative, perforatoarele sonice, ciocanele sonice reprezintă de asemenea aplicații practice ale sonicității.

ing. M. MARCU



Fig. 1. Transmisie sonică

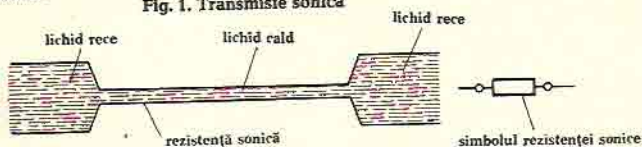


Fig. 2

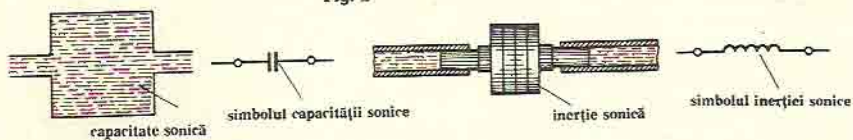


Fig. 4

Fig. 3

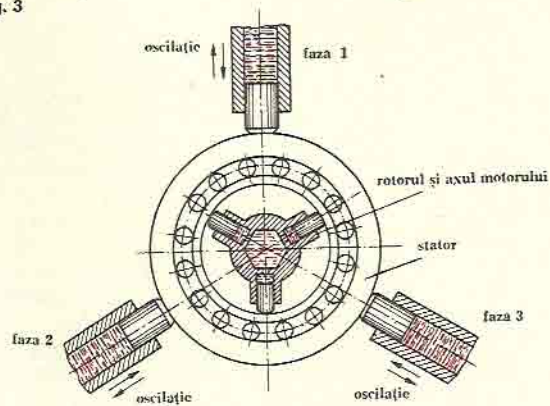


Fig. 5. Motor sonic asincron trifazat cu pistoane radiale

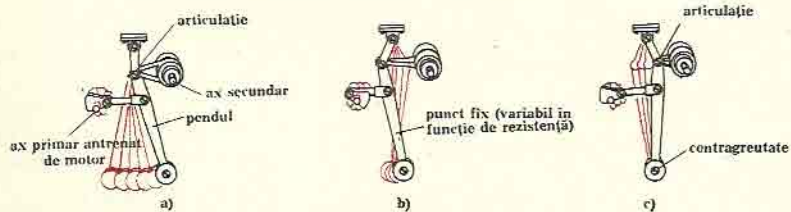


Fig. 6. Convertizorul de cuplu

Efect Coandă

Efectul Coandă este legat de comportarea unui jet în apropierea unui perete. Ieșind printr-un orificiu, un jet fluid va antrena uniform particulele mediului ambiant (fig. 1). Dacă lângă orificiul de alimentare a jetului există un perete de obicei de formă curbă sau poligonală (fig. 2), va avea loc o antrenare rapidă a fluidului aflat în spațiul dintre perete și jet, producându-se o depresiune în această zonă. Presiunile în cele două vecinătăți ale jetului fiind diferite, acesta va fi forțat să se alăture peretelui unde presiunea este mai mică (fig. 3).

Acest efect a fost observat pentru prima oară de către H. Coandă în timpul zborului istoric al primului avion cu reacție din lume, pe care l-a inventat și pilotat (16 decembrie 1910). Cu această ocazie s-a observat că flăcările motorului cu reacție, în loc să se depărteze de fuselaj, urmînd traseul unor deflectoare din azbest, se lipeau de fuselaj, pîrînd că deflectoarele amplifică această alipire. Din figura 4 reies următoarele consecințe specifice ale efectului Coandă: abaterea jetului de fluid conform formei profilului (mergînd pînă la 180°); depresiuni pe suprafața profilului (ajungînd în funcție de viteza jetului pînă la $9\,000\text{ kgf/m}^2$); accelerarea curgerii în ajutorul de alimentare al jetului.

Pe lângă aceste efecte specifice fenomenului Coandă, se produc și efectele normalîntîlnite la jeturi, respectiv: antrenarea fluidului din mediul ambiant; amestecul fluidului ambiant cu fluidul din jet; obținerea unui debit de ieșire după volet mai mare decît debitul inițial al jetului. Aceste consecințe pot fi folosite pentru a se obține efecte de sucțiune, eiecție, amestec, forță, antrenare-deplasare, amplificări de forță de reacție, atenuare de zgomot etc.

Efectul Coandă are nenumărate aplicații practice. Mai jos se dau cîteva dintre ele. Un prim exemplu sînt dispozitivele fluidice folosite în tehnica prelucrării semnalelor, care înlocuiesc cu succes dispozitivele electronice. În figura 5 este reprezentat un element basculant bistabil fluidic cu efect Coandă. Jetul va rămîne în poziția stabilă dreapta sau stînga, după cum se primește un semnal de comandă prin orificiul de comandă stîng sau drept. În figura 6 este reprezentat oscilatorul fluidic cu efect Coandă: impulsul de presiune cules de la unul dintre traseele spre orificiile de ieșire este întors la orificiul de comandă, rezultînd comutarea jetului. Semnalul captat de cealaltă buclă de întoarcere acționează ca un semnal de comandă, provocînd bascularea jetului în poziția sa inițială. Procesul continuă, producîndu-se oscilații ale jetului la ieșire cu o frecvență care depinde de forma și de mărimea buclei.

Un alt dispozitiv, ejectorul exterior bazat pe efectul Coandă, este reprezentat în figura 7. Pinza fluidă de mare viteză care iese prin fanta inelară din partea superioară îmbracă corpul de rezoluție respectiv, determinînd o antrenare a fluidului din mediul înconjurător și o depresiune pe suprafața corpului. Datorită acestei depresiuni, corpul se poate ridica de la sol. Această configurație pe bază de eiecție exterioară (datorită faptului că jetul se află pe exteriorul corpului) poate determina antrenarea aerului ambiant în proporții de zeci de ori față de debitul de alimentare al fantei.

În figura 8 este reprezentat ejectorul interior bazat pe efectul Coandă. Fluidul sub presiune iese cu o viteză foarte mare prin fanta inelară interioară, aflată la intrare în configurația Venturi, urmînd, datorită efectului Coandă, profilul curb convergent interior. Această pinză fluidă interioară de mare viteză antrenează aerul ambiant, punîndu-l în mișcare datorită sucțiunii create. Odată cu sucțiunea de fluid ambiant are loc și o amestecare intimă a fluidului ce iese prin fantă cu fluidul ambiant antrenat.

O aplicație deosebit de interesantă a efectului Coandă este aerodina lenticulară (fig. 10). Aerul ambiant este absorbit și comprimat cu ajutorul unor ejectoare centrifugale alimentate de

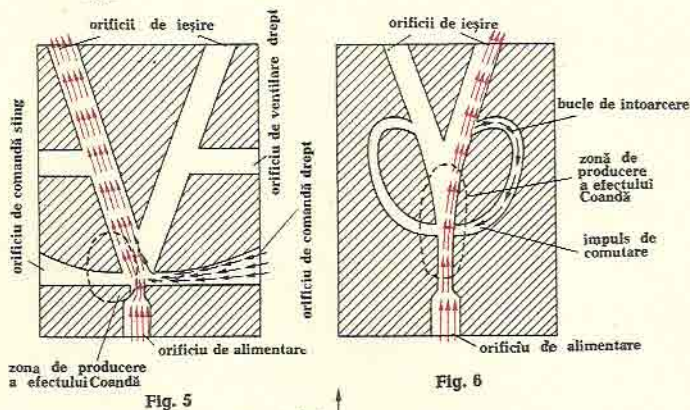
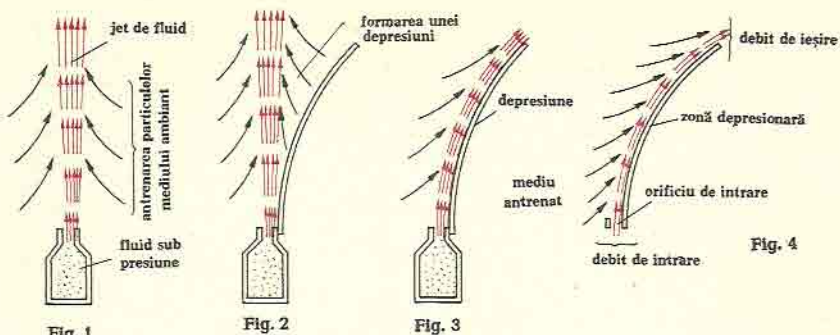


Fig. 7. Ejector exterior bazat pe efectul Coandă

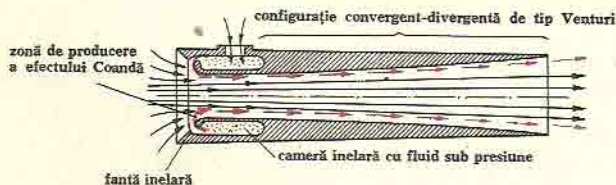
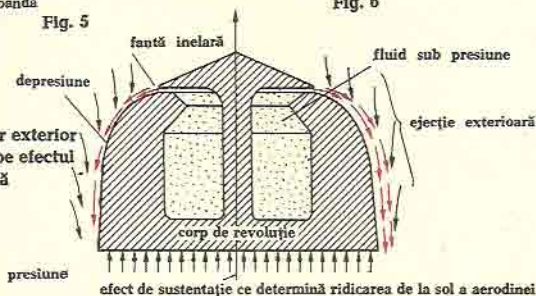


Fig. 8. Ejector interior bazat pe efectul Coandă



aburul produs de un generator. În continuare, aerul comprimat astfel obținut este destins în elementele de sustentare montate la periferie, care sînt de fapt niște ejectoare interioare ce produc sucliuena aerului de deasupra lor și depresiune pe profilul curb convergent, determinînd ridicarea de la sol a aerodinei.

Prin fenomenele produse, efectul Coandă are un cîmp fertil de aplicații: arzătoare de mare capacitate pentru combustibili grei, atenuatoare de zgomot (fig. 9), dispozitive de frinare, dispozitive de propulsie, amplificarea forței de tracțiune la motoare cu reacție, la extracții petroliere prin metoda gazlift, dispozitive de hipersustentare, transporturi în tuburi etc.

ing. M. MARCU