

3. | SURSE DE ALIMENTARE

Sursele de alimentare sunt utilizate în măsurările electrice ca surse etalon de tensiune, surse de activare pentru măsurarea marimilor pasive din punctul de vedere metrologic și surse pentru alimentarea montajelor electronice în curent continuu și determinarea punctului static de funcționare (*PSF*).

Utilizarea ca surse etalon a fost prezentată în capitolul 1 (v. subcap. 1.4).

În cele de față se prezintă la modul general sursele de alimentare a căror schema bloc (compusă din transformatorul de rețea, circuitul de redresare, stabilizatorul de tensiune și filtre, mai puțin elementele de reglare și comutare) este aratăată în figura 3.1.

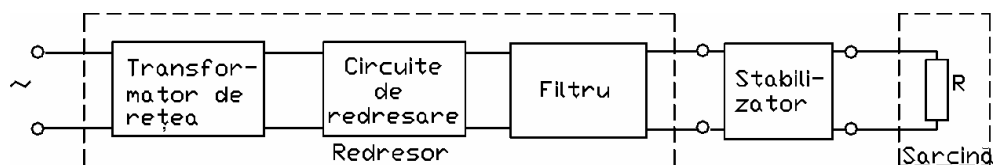


Fig. 3.1

Transformatorul este cunoscut de la cursurile “Masini și actionari electrice” și “Tehnologie electronică” (unde se face și un proiect de transformator de rețea). Blocul de redresare se realizează după scheme care au fost predate la cursul “Circuite și dispozitive electronice”, unde sunt tratate și filtrele de netezire și schemele stabilizatoare de curent și tensiune. La același curs sunt prezentate și schemele de redresare reglabile. În paragraful etaloane de tensiune din capitolul 1 au fost prezentate și două scheme de stabilizatoare.

De aceea, în continuare, se vor prezenta numai indicii de performanță și calitate ai surselor de alimentare, procedeele de determinare a lor și câteva scheme practice ale unor surse de alimentare.

3.1. REDRESOARE MONOFAZATE

Redresoarele monofazate au schema bloc aratăată în figura 3.2. Transformatorul modifică mărimea tensiunii alternative și izolează circuitul de rețea. Redresorul propriu-zis este circuitul neliniar care transformă tensiunea alternativă din secundarul transformatorului într-o tensiune cu componentă continuă U_0 . Filtrul trece jos “netezeste” forma de undă reducând componentele alternative ale tensiunii de ieșire ($u_{\sim}$).

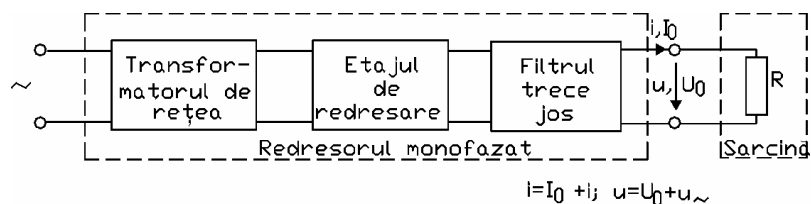


Fig. 3.2

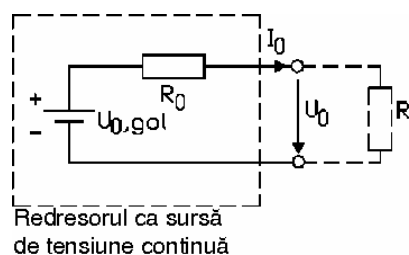


Fig. 3.3

Privit dinspre bornele de iesire, redresorul accepta, în curent continuu, o schema echivalenta ca aceea din figura 3.3.

Dependenta tensiunii continue redresate U_0 de curentul de sarcina I_0 , numita *caracteristica externa* (fig. 3.4,a), poate fi neliniara, caz în care rezistenta de iesire R_0 (fig. 3.3) nu este constanta si este asociata tangentei la caracteristica externa pentru un curent de sarcina I_0 dat.

Ea poate fi determinata prin masurari cu un montaj ca cel din figura 3.4,b. Forma cazatoare se datoreaza: caderii de tensiune pe rezistenta interna R_i (echivalenta) a sursei de alimentare, depasirii limitelor etajelor stabilizatoare, fluxului de scapari din tranformatorul de retea, rezistentelor de contact etc.

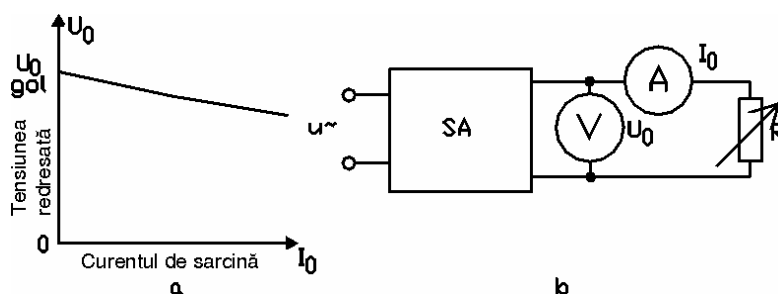


Fig. 3.4

Cu acelasi montaj se masoara si rezistenta interna:

$$R_i = \left. \frac{\Delta U}{\Delta I} \right|_{u_{\sim} = \text{const.}}$$

Ca marimi de interes în ceea ce priveste performantele redresorului, se mentioneaza *randamentul redresarii*:

$$\eta = \frac{U_0 I_0}{P_{\text{absorbitate la retea}}}$$

si factorul de ondulație al tensiunii si al curentului de sarcina, adica:

$$\gamma = \frac{\text{amplitudinea componentei alternative de frecventa minima}}{\text{componenta continua}},$$

sau

$$\gamma = \frac{\text{valoarea eficace a componente i alternativ e}}{\text{componenta continu a}}.$$

În figurile 3.5 la 3.7 se reprezinta schemele redresoarelor monoalternanta (fig. 3.5), dubla alternanta cu transformator cu priza mediana în secundar (fig. 3.6.) si a redresorului în punte (fig. 3.7).

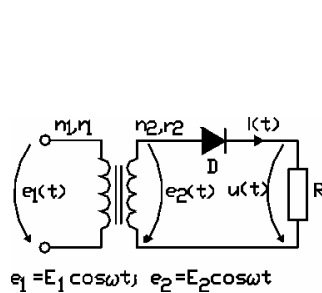


Fig. 3.5

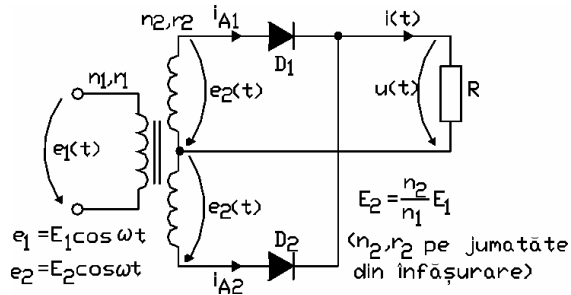


Fig. 3.6

Se considera caracteristica diodei semiconductoare liniarizata ca în figura 3.8. Transformatorul are primarul cu n_1 spire si rezistenta r_1 , secundarul cu n_2 spire si rezistenta r_2 .

Pentru redresarea monoalternanta formele de unda ale tensiunii electromotoare (e_2), tensiunii redresate (u) si curentului de sarcina (i) sunt prezentate în figura 3.9.

Aici modelul curentului de sarcina corespunde dezvoltarii în serie Fourier:

$$i(t) = I_M \left(\frac{1}{\pi} + \frac{\cos \omega t}{2} + \frac{2 \cos 2\omega t}{3\pi} + \dots \right) \quad (3.1)$$

unde $\frac{I_M}{\pi}$ este valoarea componentei continue, iar tensiunea redresata este de forma:

$$u(t) = Ri(t) = U_0 + \text{componente alternative}, \quad (3.2)$$

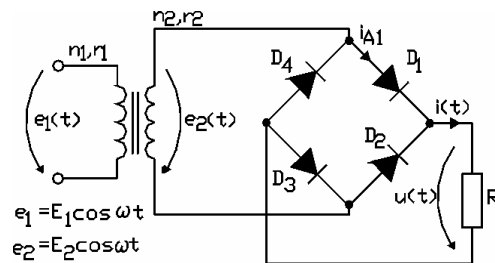


Fig. 3.7

$$U_0 = \frac{E_2}{\pi}, \quad (3.3)$$

$$E_2 = \frac{n_2}{n_1} E_1, \quad (3.4)$$

iar R_i' este rezistenta serie totala definita prin relatia:

$$R_i' = R_i + \left(\frac{n_2}{n_1} \right)^2 r_1 + r_2. \quad (3.5)$$

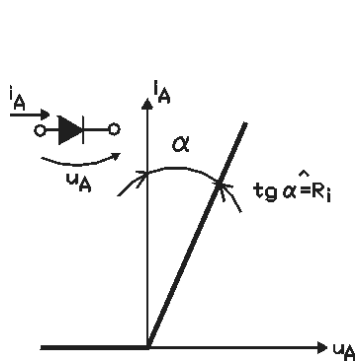


Fig. 3.8

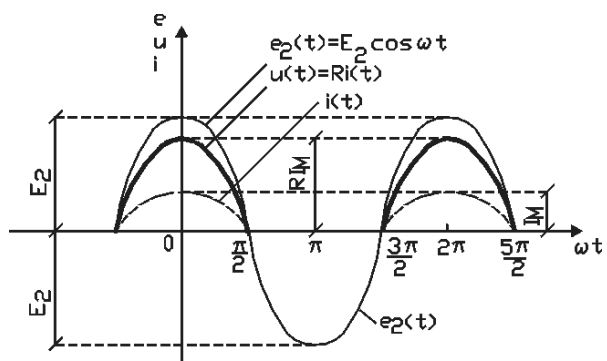


Fig. 3.9

Pentru celelalte doua scheme (de redresare dubla alternanta) formele de unda sunt cele din figura 3.10, iar curentul de sarcina are modelul:

$$i(t) = I_M \left(\frac{2}{\pi} + \frac{4}{3\pi} \cos 2\omega t - \frac{4}{15\pi} \cos 4\omega t + \dots \right). \quad (3.6)$$

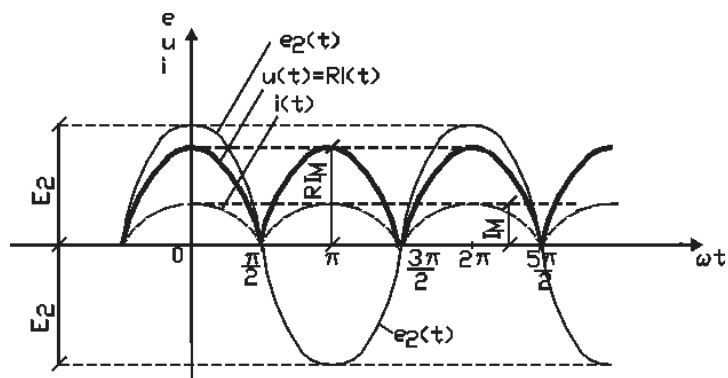


Fig. 3.10

Tensiunea redresata are o dezvoltare în serie de forma (3.2) unde:

$$U_0 = \frac{2E_2}{\pi} . \quad (3.7)$$

Din cele de mai sus rezulta cu usurinta principalii parametri ai redresoarelor fara filtru, pe care îi aratam în tabelul 3.1.

Tabelul 3.1

Principalii parametri ai redresoarelor fara filtru

Schema Marimile electrice	Redresorul monoalternanta (fig. 3.5)	Redresorul dubla alternanta cu priza mediana în secundar (fig. 3.6)	Redresorul dubla alternanta în punte (fig. 3.7)
Caracteristica externa, $U_0 = U_0(I_0)$	$U_0 = \frac{E_2}{\pi} - R_i' I_0$ $R_i' = R_i + \left(\frac{n_2}{n_1}\right)^2 r_1 + r_2$	$U_0 = \frac{2E_2}{\pi} - R_i I_0$ $R_i' = R_i + \left(\frac{n_2}{n_1}\right)^2 r_1 + r_2$	$U_0 = \frac{E_2}{\pi} - R_i' I_0$ $R_i' = R_i + \left(\frac{n_2}{n_1}\right)^2 r_1 + r_2$
Curentul maxim prin sarcina, I_M	$\frac{E_2}{R + R_i'}$	$\frac{E_2}{R + R_i'}$	$\frac{E_2}{R + R_i'}$
Curentul mediu prin sarcina, I_0	$\frac{I_M}{\pi}$	$\frac{2I_M}{\pi}$	$\frac{2I_M}{\pi}$
Valoarea efectiva a curentului prin sarcina, I	$\frac{I_M}{2}$	$\frac{I_M}{\sqrt{2}}$	$\frac{I_M}{\sqrt{2}}$
Randamentul redresarii, η	$\frac{\pi}{8(1 + \frac{R_i'}{R})}$	$\frac{\pi}{4(1 + \frac{R_i'}{R})}$	$\frac{\pi}{4(1 + \frac{R_i'}{R})}$
Curentul maxim prin diode, I_{AM}	I_M	I_M	I_M
Curentul mediu prin diode, I_{AO}	$I_0 = \frac{I_M}{\pi}$	$\frac{I_0}{2} = \frac{I_M}{\pi}$	$\frac{I_0}{2} = \frac{I_M}{\pi}$
Tensiunea inversa maxima pe diode, U_{RM}	E_2	$2E_2$	E_2
Frecventa minima a componentelor alternative	$\frac{\omega}{2\pi}$	$\frac{\omega}{\pi}$	$\frac{\omega}{\pi}$
Factorul de utilizare al transformatoru- lui, ξ_T	$\frac{2\sqrt{2}}{\pi^2}$	$\frac{4\sqrt{2}}{\pi^2}$	$\frac{8}{\pi^2}$

Date utile pentru proiectarea transformatorului de retea sunt cele prezentate în tabelul 3.2, unde s-a neglijat R_i' în raport cu R .

Tabelul 3.2

Date utile privind proiectarea transformatorului de retea

Schema Marimea electrica	Monoalternanta	Dubla alternanta cu priza mediana în secundar	Dubla alternanta în punte
Puterea de curent continuu în sarcina, $U_0 I_0$	$\frac{E_2}{\pi} \cdot \frac{E_2}{\pi R}$	$\frac{2E_2}{\pi} \cdot \frac{2E_2}{\pi R}$	$\frac{2E_2}{\pi} \cdot \frac{2E_2}{\pi R}$
Valoarea efectiva a tensiunii în secundar	$\frac{E_2}{\sqrt{2}}$	$\frac{E_2}{\sqrt{2}}$ (jumătate din înfasurare)	$\frac{E_2}{\sqrt{2}}$
Valoarea efectiva a curentului în secundar	$\frac{E_2}{R}$	$\frac{E_2}{2R}$ (jumătate din înfasurare)	$\frac{E_2}{R\sqrt{2}}$
Puterea aparenta totala în secundar	$\frac{E_2^2}{2\sqrt{2}R}$	$2 \times \frac{E_2^2}{2\sqrt{2}R}$	$\frac{E_2^2}{2R}$
Factorul de utilizare al transformatorului, ξ_T	$\frac{2\sqrt{2}}{\pi^2} \approx 0,29$	$\frac{4\sqrt{2}}{\pi^2} \approx 0,57$	$\frac{8}{\pi^2} \approx 0,8$
Randamentul redresarii (comparatie)	$\frac{4}{\pi^2} \approx 0,29$	$\frac{8}{\pi^2} \approx 0,8$	$\frac{8}{\pi^2} \approx 0,8$
Observatii	Saturarea miezului datorita curentului continuu în secundar		

Factorul de utilizare al transformatorului este definit astfel:

$$\xi_T = \frac{\text{puterea de curent continuu în sarcina}}{\text{puterea aparenta în secundar}}.$$

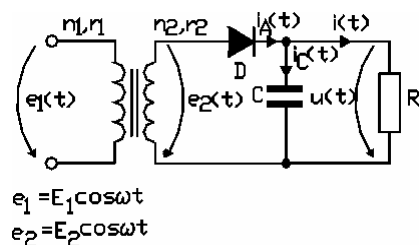


Fig. 3.11

Pentru „netezirea” curentului se utilizează filtre capacitive. Filtrarea cu „filtru-capacitate” se realizează așa cum rezultă din schemele din figurile 3.11 și 3.12. În ambele situații tensiunea rezultată maximă (în gol) este E_2 .

În figura 3.13 sunt prezentate formulele de undă idealizate pentru redresorul monoalternant. Idealizarea constă în neglijarea rezistenței echivalente serie ($R_i' \approx 0$).

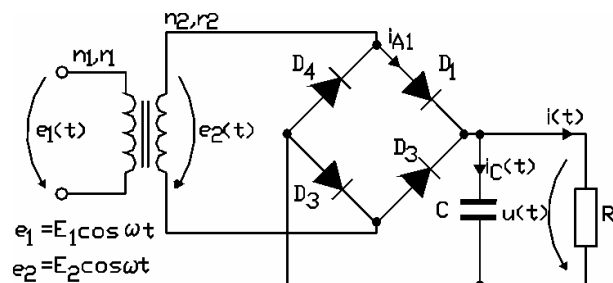


Fig. 3.12

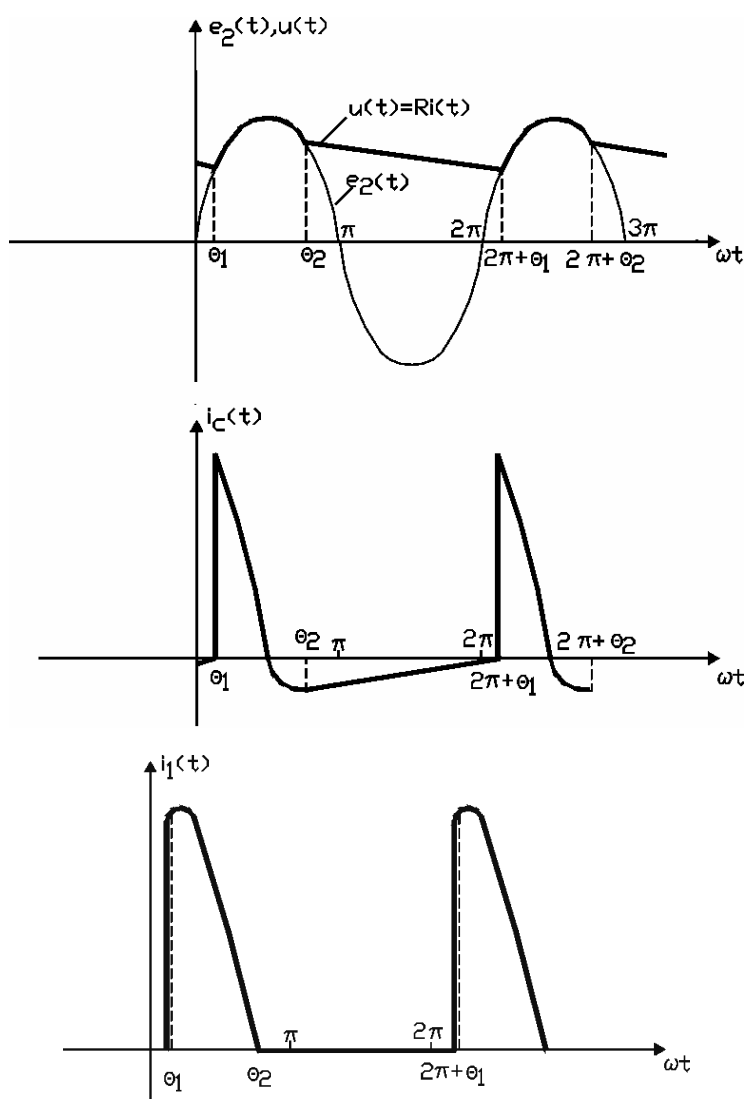


Fig. 3.13

Prin calcule se deduc, în aceasta ipoteza simplificatoare, caracteristica unghiului de conductie $\theta = \theta_2 - \theta_1 = f_1(\omega RC)$, precum și caracteristicile tensiunii redresate $U_0 = f_2(\omega RC)$, a factorului de ondulație $\gamma = f_3(\omega RC)$ și a raportului $I_{AN}/I_{AO} = f_4(\omega RC)$. Ele se pot reprezenta grafic așa cum se vede în diagramele din figurile 3.14, a, b, c, d. Rezultatele sunt aceleași pentru schema în punte și pentru cea cu transformator cu priză mediană. Pentru o rezistență de sarcină R dată se va alege condensatorul C pentru a satisface γ_{inpus} , dioda – pentru a suporta curentul, iar tensiunea în secundar E_2 – pentru a asigura tensiunea U_0 cerută la bornele sarcinii.

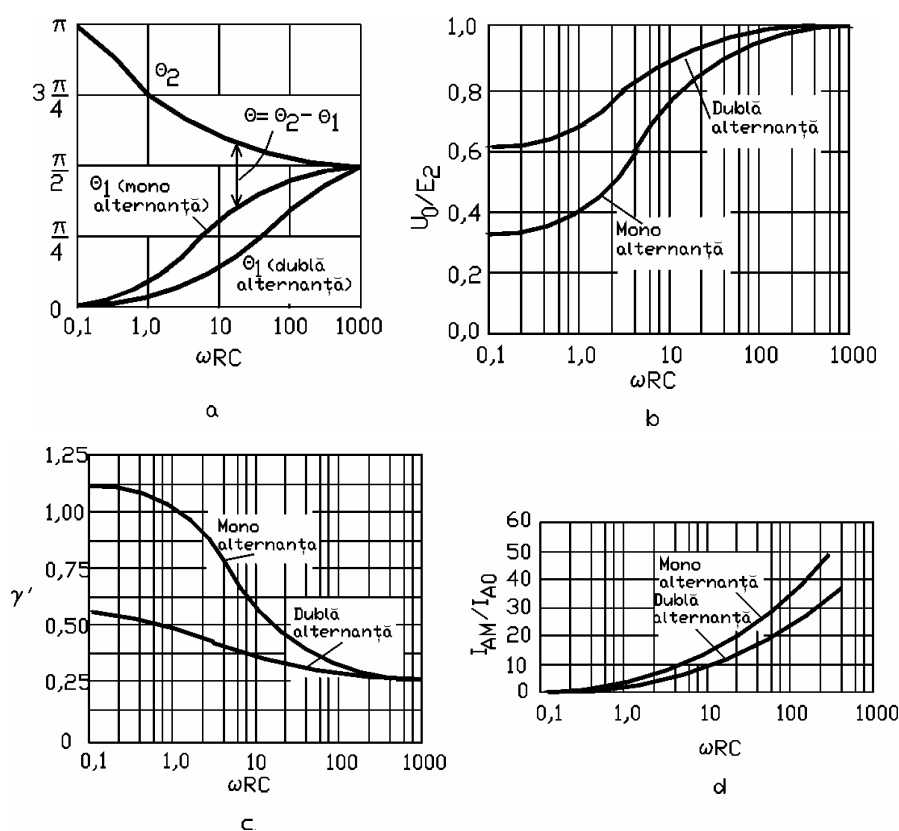
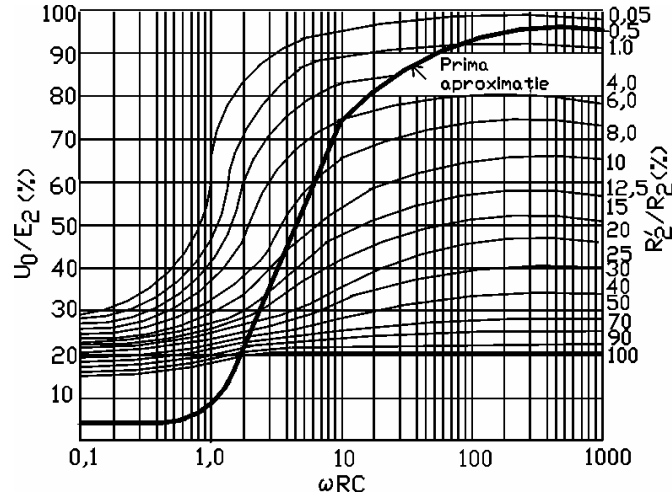


Fig. 3.14

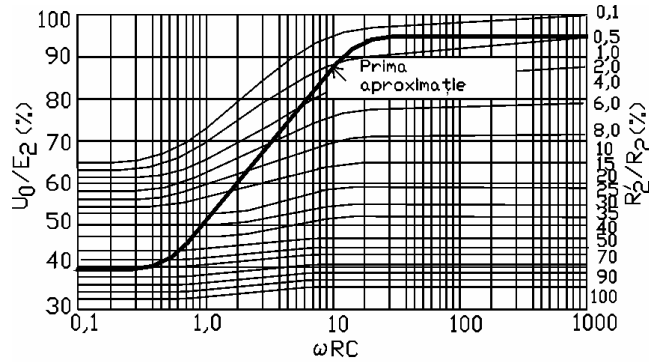
O proiectare mai precisă se face pe baza unor curbe calculate cu luarea în considerare a rezistenței R_i (care are valorile din tabelul 3.1). Dacă se introduce o rezistență serie suplimentară (pentru limitarea curentului la pornirea schemei), aceasta se va include în valoarea lui R_i .

În figura 3.15 sunt prezentate nomograme pentru tensiunea continuă normată (pentru schema monoalternanță fig. 3.15,a, iar pentru schema dublă alternanță cu transformator cu priză mediană sau în punte – fig 3.15,b. Dependentele factorului

de ondulație γ și, respectiv, a raportului I_{AN}/I_{AO} de ωRC se reprezintă grafic ca în figurile 3.15,c și – respectiv – 3.15,d.



a



b

Fig. 3.15, a, b

O a treia posibilitate de calcul include efectul rezistenței serie, dar presupune capacitatea C suficient de mare pentru ca pulsațiile tensiunii redresate să se negligeze într-o primă aproximatie; deci $u(t) \cong U_0 = \text{const.}$ (fig. 3.16).

Se obține:

$$\frac{U_0}{E_2} = \cos \theta, \quad (3.8)$$

$$\frac{I_n}{(mE_2/R_i)} = \frac{1}{\pi} (\sin \theta - \theta \cos \theta), \quad (3.9)$$

$$\frac{I_{AN}}{I_{AO}} = \frac{\pi(1 - \cos \theta)}{\sin \theta - \theta \cos \theta}, \quad (3.10)$$

$$\operatorname{tg} \theta - \theta = \frac{\pi R_i}{mR} \quad (3.11)$$

unde: $m = 1$ pentru redresorul monoalternanță și $m = 2$ pentru redresorul dubla alternanță, în ambele scheme.

Semiunghiul de conducție θ este reprezentat în figura 3.17,a, caracteristica externa normata – în figura 3.17,b, iar raportul curenților – în figura 3.17,c.

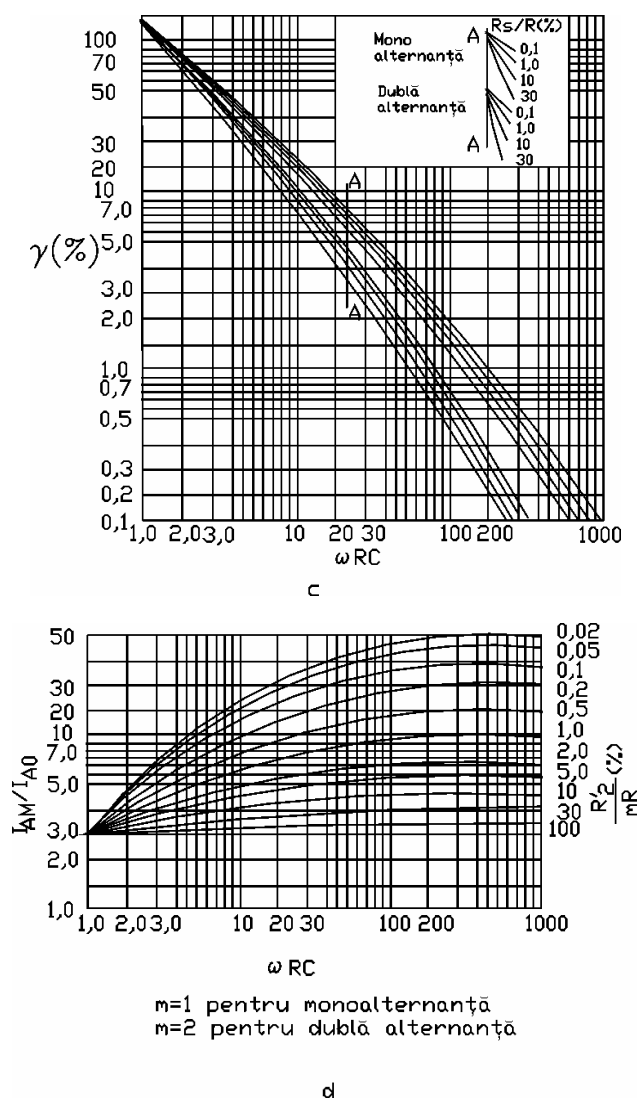


Fig. 3.15, c, d

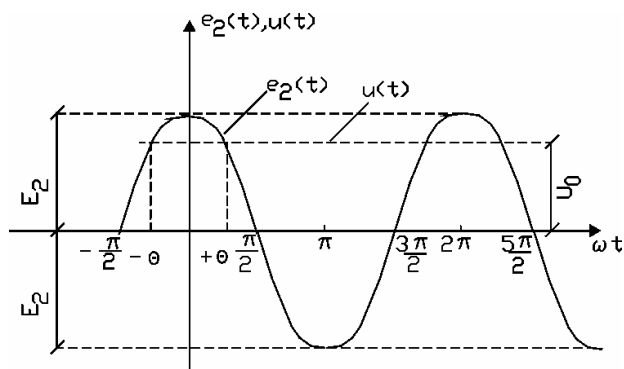


Fig. 3.16

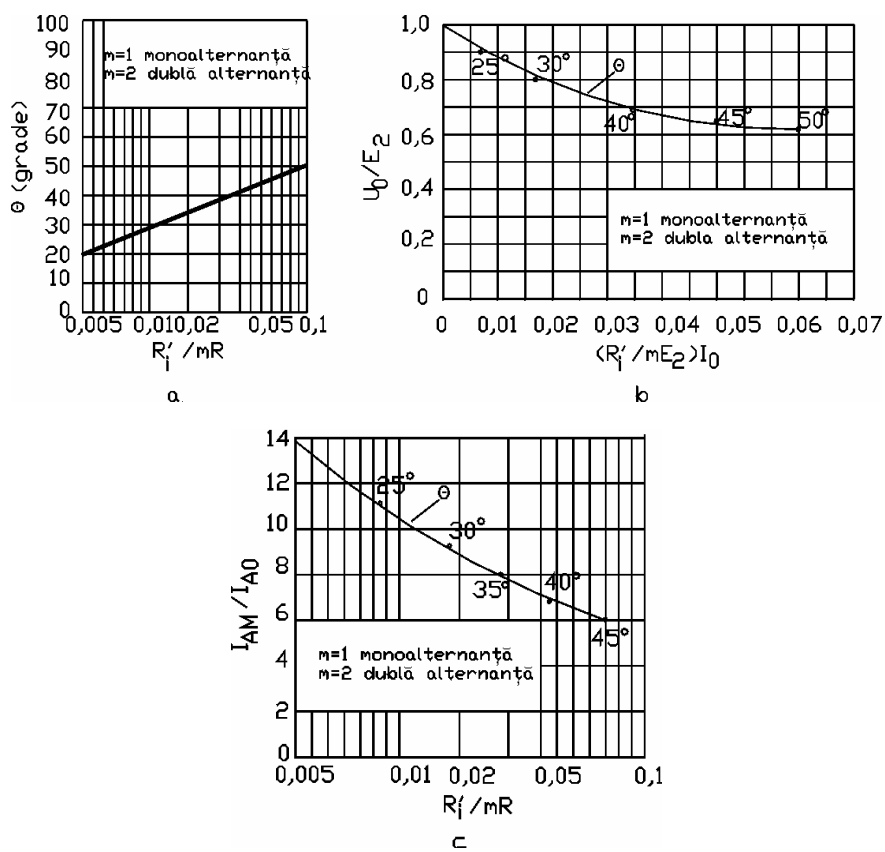


Fig. 3.17

Factorul de undulație pentru montajul monoalternantă este (v. fig. 3.18):

$$\gamma \equiv \frac{\Delta U}{U_0} = \frac{\pi - \theta}{\omega CR}, \quad (3.12)$$

iar pentru dubla alternanta:

$$\gamma \cong \frac{\pi - 2\theta}{2\omega CR}. \quad (3.13)$$

Formulele de mai sus sunt valabile pentru valori mai mici ale lui θ (C mare, pulsatii mici).

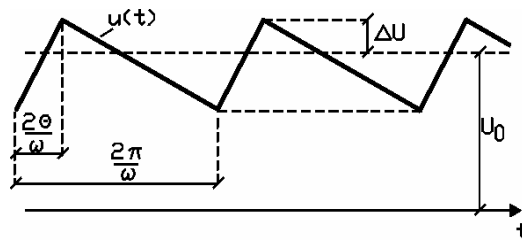


Fig. 3.18

În cazul redresorului cu filtru în π , ca cel din figura 3.19, calculul se face în doua etape. În prima etapa se calculeaza tensiunea continua U'_0 si pulsatiile $\Delta U'$ la bornele lui C_1 la fel ca la schema cu „filtru-capacitate“ cu $C = C_1$ si rezistenta de sarcina $R + R_f$.

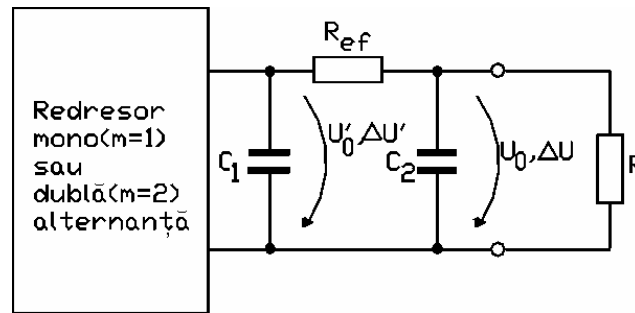


Fig. 3.19

În a doua etapa se calculeaza U_0 si ΔU cu relatiile:

$$U_0 = U'_0 \frac{R}{R + R_f}; \quad (3.14)$$

$$\Delta U \cong \Delta U' \frac{1}{m\omega R_f C_2}, \quad \frac{1}{m\omega C_2} \ll R_{ef}, R \quad (3.15)$$

($m = 1$ pentru monoalternanta si $m = 2$ pentru dubla alternanta).

3.2. STABILIZATOARE DE TENSIUNE

Parametrii unui stabilizator de tensiune (fig 3.20) sunt tensiunea si curentul de intrare (u_I, i_I), tensiunea de iesire (u_0) si curentul de sarcina i_L prin sarcina R_L . Valorile nominale se noteaza cu litere mari.

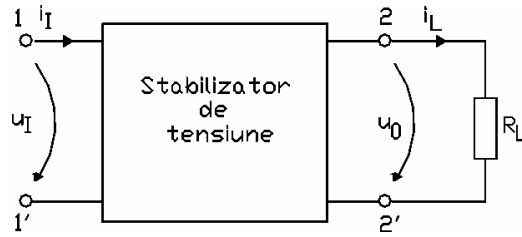


Fig. 3.20

Limitele de variatie (valoare minima, maxima) pentru tensiunea de intrare si curentul de sarcina se noteaza U_{Im}, U_{IM} , respectiv I_{Lm}, I_{LM} . Variatiile marimilor electrice se noteaza cu $\Delta u_I, \Delta i_I, \Delta u_0, \Delta i_L$.

Variatia incrementală a tensiunii stabilizate u_0 , cu tensiunea de intrare si respectiv curentul de sarcina este descrisa de urmatorii parametri:

– coeficientul de stabilizare:

$$S = \left. \frac{\Delta u_I}{\Delta u_0} \right|_{\Delta i_L = 0}, \quad (3.16)$$

definit la curent de sarcina constant;

– rezistenta la iesire:

$$R_0 = - \left. \frac{\Delta u_0}{\Delta i_I} \right|_{\Delta u_I = 0}. \quad (3.17)$$

Schema echivalenta a stabilizatorului, privit de la bornele de iesire, este aceea din figura 3.21. Este de dorit ca S sa fie cât mai mare, iar R_0 cât mai mica.

Un alt coeficient de stabilizare, notat cu K si definit prin:

$$K = \left. \frac{\Delta u_I}{\Delta u_0} \right|_{R_L \text{ dat}} = S \left(1 + \frac{R_0}{R_L} \right), \quad (3.18)$$

pune în evidență influența rezistenței de sarcina.

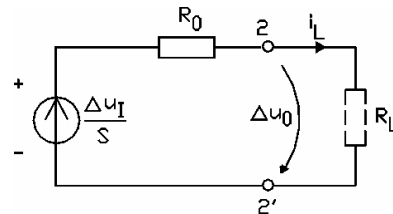


Fig. 3.21

Se vede ca poate fi calculat punând $R_L \rightarrow \infty$ în expresia lui K . Calculul dinamic (de semnal mic) al lui S se poate face cu iesirea stabilizatorului pusă în gol. Randamentul stabilizatorului este dat de relația:

$$\eta = \frac{U_0 I_L}{U_I I_I} . \quad (3.19)$$

Caracteristica de iesire a unui stabilizator de tensiune este aproximativ orizontala, așa cum se vede în figura 3.22. Protecția sursei se face prin limitarea curentului la o valoare fixă, eventual programabilă.

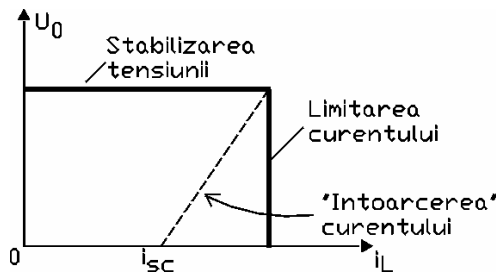


Fig. 3.22

Exista si caracteristici cu limitare „prin întoarcere” a curentului de iesire, așa cum se arata în diagrama din figura 3.22 (dreapta întreruptă). Prin „întoarcerea” curentului se înțelege o micșorare a lui i_L (curentul de iesire) astfel ca: $u_0 = 0 \rightarrow i_L = i_{sc}$ (valoarea curentului i_{sc} depinde de schema montajului).

Pentru măsurarea rezistenței interne a stabilizatorului de tensiune, notată cu R_{istU} și definită prin:

$$R_{istU} = -\frac{\Delta U_L}{\Delta I_L} , \quad (3.20)$$

se folosește montajul reprezentat în schema din figura 3.23,a, unde ΔI_L este data de diferența celor două indicații ale ampermetrului A pentru două valori diferite, R_L și R'_L , ale sarcinii ($\Delta I_L = I_L|_{R_L} - I_L|_{R'_L}$). Pentru determinarea factorului de stabilizare, notat cu F_V și definit prin:

$$F_V = \frac{\frac{\Delta U_L}{U_L}}{\frac{\Delta I_L}{I_L}} \bigg|_{R_L = const} , \quad (3.21)$$

se folosește montajul indicat în figura 3.23,b. Variația de tensiune ΔU_L este indicată de voltmetrul V pentru două valori diferite ale tensiunii de intrare (U_i și U'_i): $\Delta U_L = V_L - V_2 = V|_{U_i} - V|_{U'_i}$, iar variația de curent este dată de cele două indicații ale ampermetrului A_L , la U_i și U'_i ($\Delta I_L = I_L|_{U_i} - I_L|_{U'_i}$).

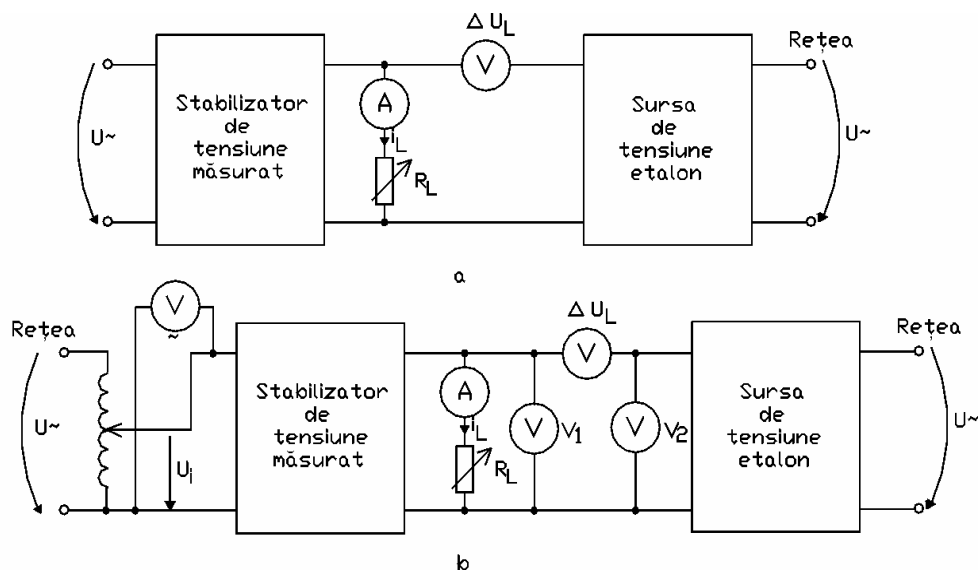


Fig. 3.23

3.2.1. Stabilizatorul parametric

În schema din figura 3.24,a dioda stabilizatoare de tensiune (dioda Zener) este exploatată în porțiunea caracteristicii în care tensiunea la borne este aproximativ constantă (fig. 3.24,b).

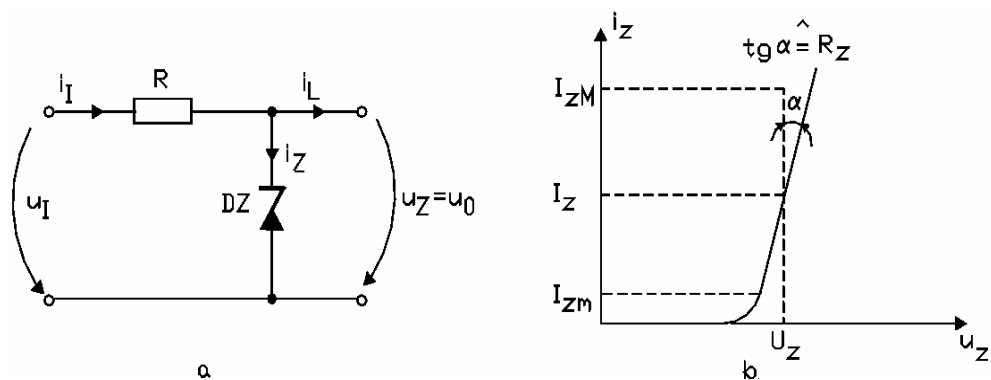


Fig. 3.24

Parametrii diodei sunt: tensiunea nominală standardizată, curentul minim, curentul maxim (determinat de puterea disipată maxim admisibilă), coeficientul de variație al tensiunii cu temperatura și rezistența dinamică R_{ez} .

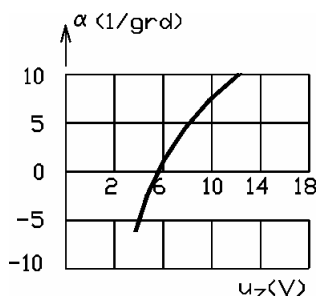


Fig. 3.25

Ultimele doua marimi depind de curentul de lucru I_L . Variatia coeficientului de temperatura α în functie de tensiunea de stabilizare U_Z este indicata în figura 3.25.

Pentru $U_Z > 6$ V se pot pune în serie cu dioda Zener una sau mai multe diode *pn* deschise, pentru a asigura compensarea termica în jurul unui anumit curent de lucru.

3.2.2. Stabilizatoare electronice cu tranzistoare

Se realizeaza dupa o schema ca cea din figura 3.26, ce are repetor pe emitor (cu tranzistorul T) intercalat între dioda Zener si sarcina; acest amplificator de curent permite stabilizarea la variatii ale curentului de sarcina mult mai mari decât variatiile de curent admise de dioda Zener.

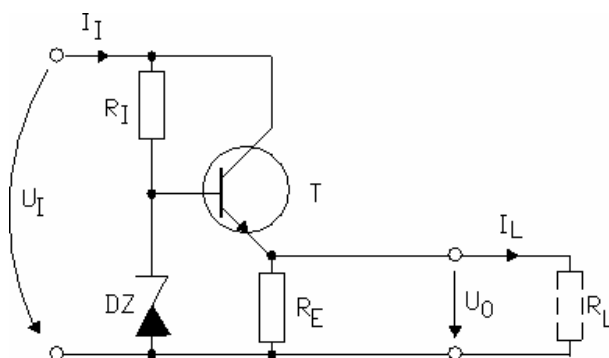


Fig. 3.26

În schema urmatoare din figura 3.27, dioda Zener DZ_1 este polarizata de generatorul de curent format de T_1 , DZ_2 , R_2 si R_3 .

În acest mod se reduce efectul variatiei tensiunii de intrare. În schemele cu reactie se asigura o stabilizare mai buna. Concomitent, tensiunea stabilizata este mai mare decât tensiunea pe dioda Zener folosita ca element de referinta. Ca urmare, alegerea diodei se face în primul rând pe criterii de coeficient de temperatura sau rezistenta dinamica.

În figura 3.28 este reprezentata schema bloc a stabilizatorului cu element de control (reglaj) serie.

Schema din figura 3.29 este o schema de baza, unde tranzistorul T_1 amplifica diferenta între un esantion al tensiunii de iesire si tensiunea de referinta, culeasa la bornele diodei DZ .

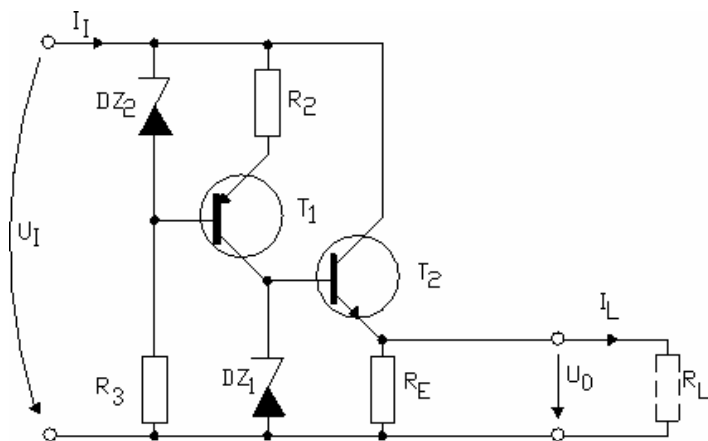


Fig. 3.27

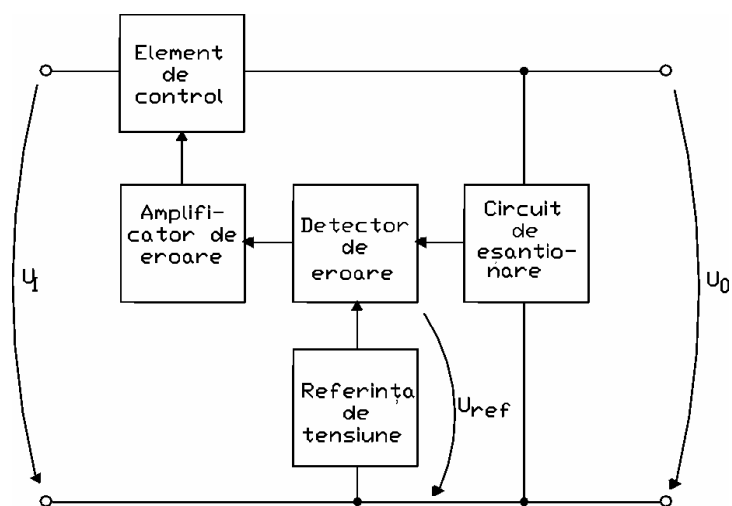


Fig. 3.28

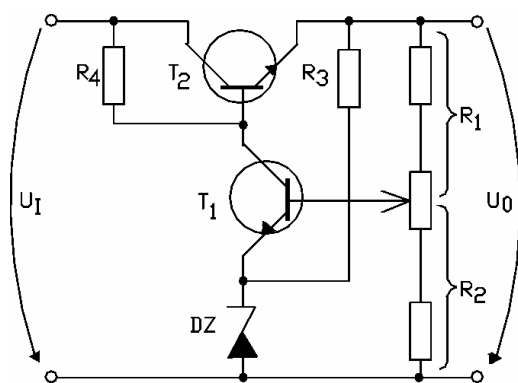


Fig. 3.29

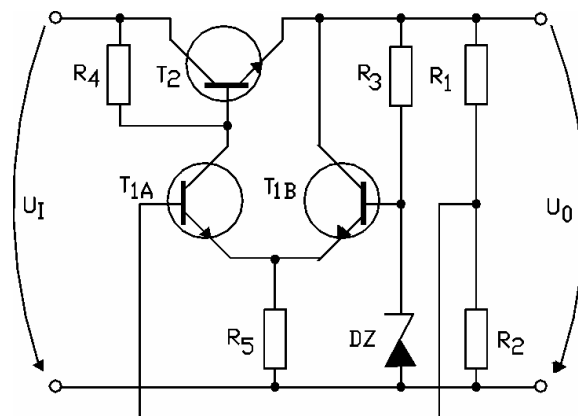


Fig. 3.30

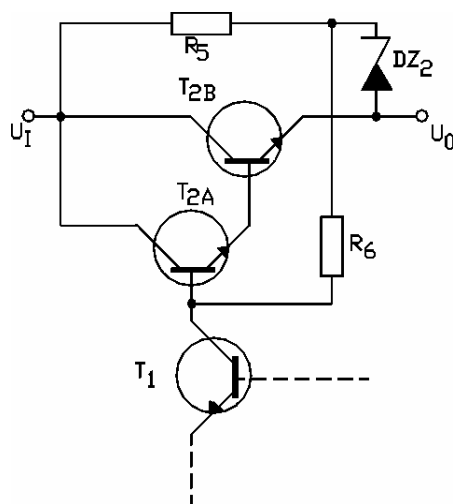


Fig. 3.31

Variatiile curentului prin T_1 se transmit însa diodei DZ , provocând modificarea nedorita a punctului de funcționare, deci a tensiunii de referință. Din acest motiv se prefera o alta schema, ca cea din figura 3.30, care utilizeaza un amplificator diferential (cu tranzistoarele T_{1A} si T_{1B}) ca detector si amplificator de eroare. În acest caz dioda de referință este încarcata doar de curentul de baza al tranzistorului T_{1B} .

O alta ameliorare a schemei consta în “prestabilizarea” alimentării tranzistorului amplificator. Aceasta se poate realiza printr-un generator de curent ca în figura 3.31 unde catodul diodei este la potential constant, atunci când stabilizatorul funcționeaza corect si U_0 este constanta.

În aceeași schema se arata și utilizarea unei perechi Darlington pe post de tranzistor de control.

3.2.3. Stabilizatoare de tensiune cu amplificator operational

Se realizeaza după schema din figura 3.32, care este, în fapt, un amplificator cu reacție negativă, la care amplificarea în buclă deschisă este foarte mare.

Reacția negativă de tensiune serie se aplica prin divizorul R_1, R_2 . Tensiunea de referință apare la ieșire amplificata:

$$U_0 = \left(1 + \frac{R_1}{R_2} \right) U_{ref} \quad (3.22)$$

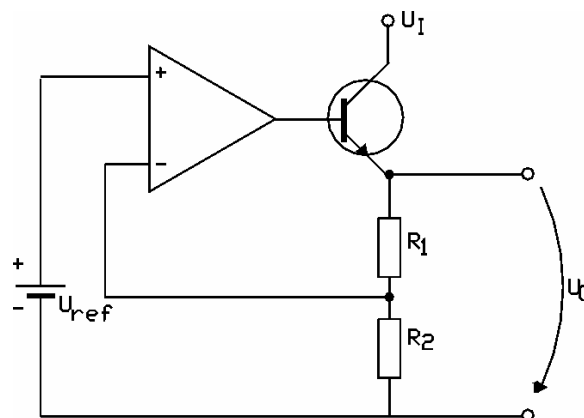


Fig. 3.32

Sursa de referință lucrează practic în gol, deoarece amplificatorul are o impedanță de intrare foarte mare. Rezistența de ieșire este și ea micșorată prin reacție.

În continuare, în scopul înlesnirii aplicațiilor practice, se face o prezentare a surselor din sistemul unificat *SEROM* și a altor două surse care sunt utilizate în mod curent și în laboratoarele de electronică.

3.3. EXEMPLE DE SURSE DE ALIMENTARE

În cadrul acestui subcapitol sunt prezentate câteva dintre sursele de alimentare utilizate în laboratorul de Măsurări electronice din U.P.G. Ploiești.

3.3.1. Sursa individuală cu separare galvanică *ELX 422*

Sursa este un element auxiliar de automatizare din cadrul sistemului electronic unificat, fiind destinată pentru alimentarea traductoarelor electronice care funcționează în conexiune bifilară.

Sursa *ELX 422* este prevăzută cu separare galvanică atât între rețea și bornele de alimentare ale traductorului, cât și între ieșirea traductorului și intrarea aparatelor secundare. Sursa este realizată cu componente electronice de mare fiabilitate, cu tranzistoare cu siliciu, rezistente cu peliculă metalică etc. Schema bloc a sursei *ELX 422* este aceea din figura 3.33.

Transformatorul de rețea *Tr1* are două înfășurări secundare: una pentru alimentarea circuitului de intrare și alta pentru alimentarea circuitului de ieșire, ceea ce este necesar pentru separarea galvanică a acestora. Curentul maxim al sursei de alimentare a circuitului de intrare pentru o rezistență de maximum 1200 ohmi este între 4 și 20 mA. Protecția la scurtcircuit este realizată prin rezistența R_1 de limitare a curentului și prin siguranțe fuzibile. Curentul din circuitul traductorului este modulat cu ajutorul oscilatorului *O*, a două tranzistoare de separare T_1 , T_2 și a transformatorului *Tr2*. Demodularea este de tip asincron, adică nu este necesar ca

blocul sa fie sensibil la faza semnalului de intrare. Demodularea se realizeaza cu tranzistoarele T_3 , T_4 . Semnalul de la iesirea demodulatorului este aplicat unui amplificator operational a , prevazut cu reactie negativa, realizata cu un tranzistor T_5 si un condensator C , de pe care se transmite la iesire un semnal unificat de tensiune.

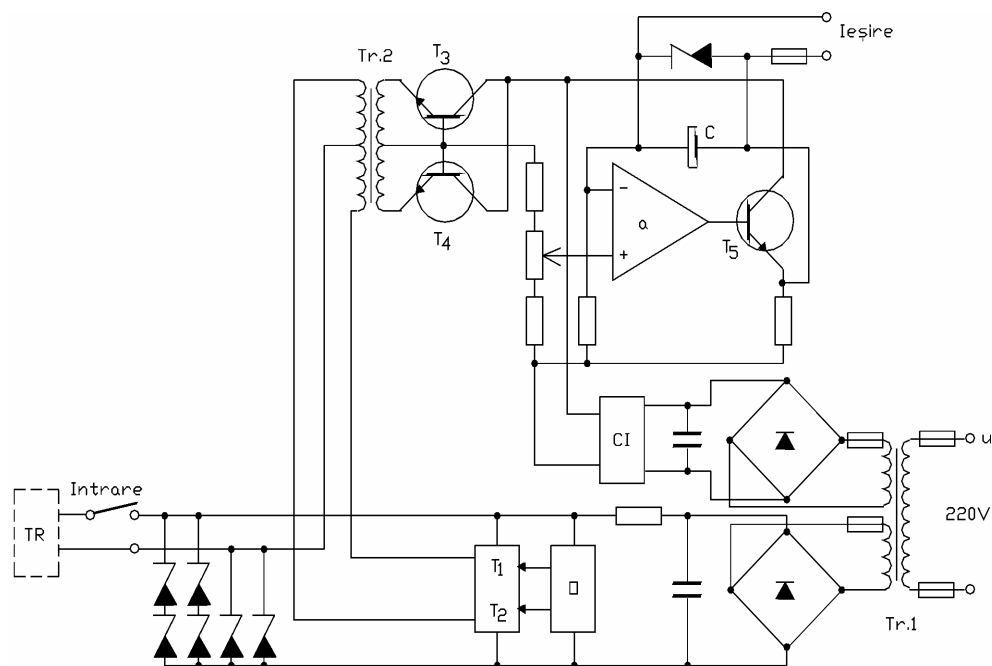


Fig. 3.33

Pentru alimentarea amplificatorului operational cu tensiune stabilizata se foloseste un circuit integrat CI de tipul $A 78C 20$.

Sursa $ELX 422$ are protectie intrinseca, deoarece asigura o tensiune minima, pentru curentul maxim de 20 mA în circuitul de alimentare al traductorului TR . Aceasta tensiune minima, stabilita în functie de sarcina traductorului si de conditiile de mediu în care functioneaza acesta, este fixata prin standarde, iar în cazul sursei $ELX 422$ este asigurata cu sase diode Zener pe circuitul de iesire din sursa, fata de masa electrica a circuitului de iesire.

3.3.2. Sursa de alimentare multipla $ELX 423$

Aceasta sursa are la iesire o tensiune minima de 25 V c.c. si un curent maxim de 1 A. Are la baza o schema clasica de stabilizator de tensiune, realizata printr-un circuit integrat $\mu A 732$. Curentul furnizat la iesire permite alimentarea prin distribuitoare pâna la 50 de traductoare. În cazul în care este necesara o separare galvanica între distribuitoare, sursa si traductoare se pot introduce separatoare galvanice sau se foloseste o sursa cu separator galvanic.

Problema separării galvanice include două aspecte:

- separarea galvanică a circuitelor rețelei de alimentare de schemele aparatelor de automatizare. Aceasta măsură de precauție este necesară pentru a preveni deteriorarea mai multor aparate în cazul conectării gresite a unei tensiuni de alimentare mai mari. Prin aceasta se asigură o separare galvanică a circuitelor intrare/ieșire ale unui aparat de circuitele rețelei de alimentare;

- separarea galvanică a circuitelor de intrare de circuitele de ieșire ale unui aparat. Aceasta măsură de precauție este necesară pentru localizarea efectului unei defecțiuni la un singur aparat.

Separarea galvanică a circuitelor de intrare de circuitele de ieșire și separarea galvanică a circuitelor de alimentare de circuitele intrare/ieșire sunt probleme rezolvate prin utilizarea unui separator galvanic *ELX 251* care este un element auxiliar în sistemul unificat electronic. Schema acestui separator galvanic este prezentată în figura 3.34. Se observă că pentru separarea circuitului de intrare de circuitul de ieșire, semnalul de intrare este modulat, amplificat în c.a. și demodulat.

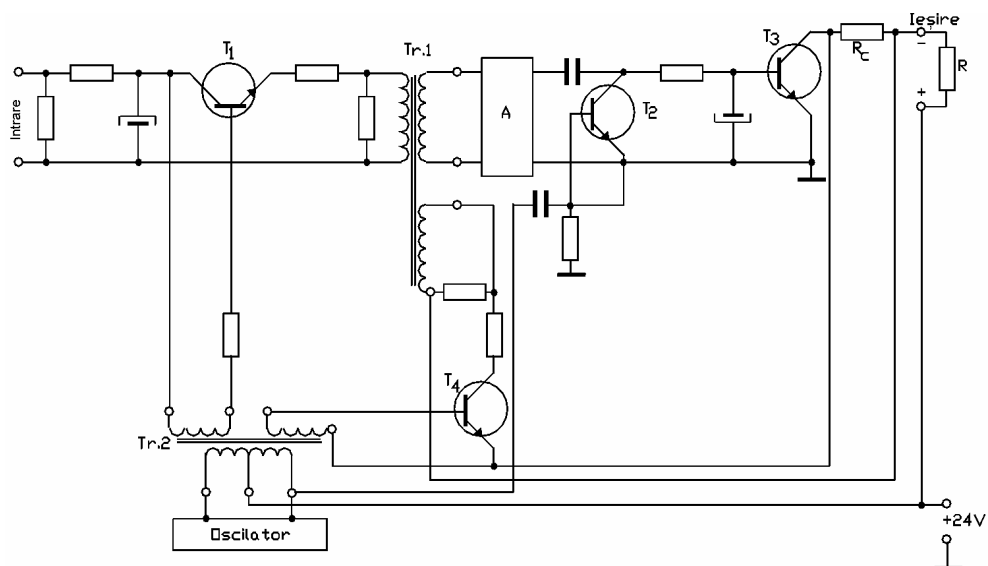


Fig. 3.34

Pentru modulare se folosește un oscilator alimentat de la borna de alimentare de + 24 V față de punctul de masă generală. Prin utilizarea transformatorului *Tr2*, circuitul de intrare este separat galvanic față de punctul de masă al bornei de alimentare. Prin folosirea transformatorului de separare *Tr1* circuitul de intrare este separat galvanic de circuitul de ieșire. Modularea semnalului de intrare se face prin comanda joncțiunii bază-colector a tranzistorului *T1*, iar demodularea în mod identic cu tranzistorul *T2*. Pentru modulare și demodulare sunt folosite înfășurări separate ale transformatorului *Tr2*, conectat la ieșirea oscilatorului electronic.

Pentru liniarizarea caracteristicii statice ieșire-intrare s-a introdus o reacție negativă prin intermediul rezistenței R_c din circuitul colectorului tranzistorului *T3*.

Tensiunea de reactie este modulata cu ajutorul tranzistorului T_4 , folosind oscilatii de aceeasi frecventa ca la modulare-demodulare, si însumata cu tensiunea de intrare modulata prin intermediul transformatorului de separare $Tr1$.

Semnalul de iesire, în c. c., este preluat de borna plus a alimentarii si un punct al rezistentei de colector R_c . Se foloseste o schema simpla pentru convertorul de tensiune – curent iesire deoarece puterea semnalului este asigurata de amplificatorul electronic A , care este un amplificator operational în regim de amplificare-inversare.

3.3.3. Sursa multipla cu separare galvanica *ELX 424*

Aceasta sursa da o tensiune minima de 24 V c.c. pentru un numar de maximum doua traductoare montate în conexiune bifilara.

Solutiile adoptate în constructia sursei multiple cu separare galvanica sunt identice cu cele descrise în prezentarea surselor *ELX 423* si a separatorului galvanic *ELX 251*.

3.3.4. Distribuitor pentru alimentarea traductoarelor *ELPX 425*

Pentru alimentarea traductoarelor se folosesc sursele electronice *ELX 423* (care dau 37 V, max. 1 A, având o schema clasica) si *ELX 422*, *ELX 424* cu separatoare galvanice. Însa alimentarea unui traductor uneori trebuie efectuata cu protectie individuala la scurtcircuit si, în plus, atunci când un traductor prezinta un scurtcircuit este necesara o semnalizare optica, ceea ce sursa *ELX 425* le are realizate.

În figura 3.35 este prezentata schema simplificata a distribuitorului *ELX 425*. Aceasta serveste pentru alimentarea a 10 traductoare, în desen fiind prezentate numai doua. Din punctul de vedere al capacitatii sursei de alimentare se pot folosi 5 distribuitoare care ar putea alimenta pâna la 5 grupe de câte 10 traductoare.

Pe fiecare linie de alimentare a unui traductor este montata o siguranta H_1 , câte o rezistenta reglabila R_8 si câte o rezistenta fixa R_2 . Rezistenta reglabila serveste pentru adaptarea alimentarii unui traductor la rezistenta de linie. Când în linia de alimentare a traductorului $TR1$ nu exista un scurtcircuit, tranzistorul T_1 este blocat. La aparitia unui curent mai mare de 50 mA, tranzistorul se satureaza. Saturarea tranzistorului T_1 determina aprinderea lampii de semnalizare D_3 (un LED) si saturarea tranzistoarelor T_3 si T_4 , ceea ce provoaca anclansarea releului R_0 de semnalizare, prevazut cu o protectie prin dioda (D_5) a tranzistorului T_4 .

În unele scheme de alimentare a traductoarelor se folosesc doua surse de alimentare, una principala si una secundara, alimentate de la puncte diferite ale retelei de curent alternativ. În cazul caderii sursei principale, un releu R_{20} comuta alimentarea distribuitorului de la o sursa secundara, prin contactul normal deschis K_2 .

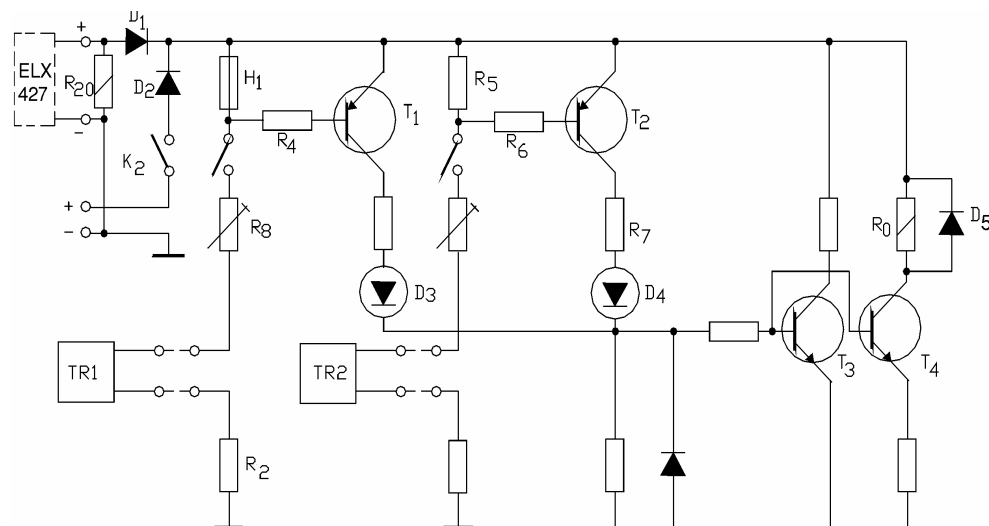


Fig. 3.35

Distribuitoarele pentru alimentarea traductoarelor sunt prevazute si cu comutatoare individuale pentru fiecare traductor, ceea ce simplifica operatiile de întretinere.

3.3.5. Sursa de alimentare FE 100

Aceasta sursa de alimentare se foloseste pentru alimentarea traductoarelor în sistemul ‘pe doua fire’ (fig. 3.36), fiind montata separat sau în interiorul unor aparate, ca de exemplu înregistratoarele electronice.

Tensiunea din secundarul T_{r1} este redresata în dubla alternanta (D_1, D_2), filtrata (C_1, C_2, R_2) si stabilizata (R_1, D_5). Tensiunea U_1 servește pentru alimentarea pe doua fire a traductorului TR. În functie de valoarea marimii masurate va rezulta un semnal unificat de iesire în domeniul 4 ... 20 mA. Rezistenta de linie RV_1 servește pentru stabilirea zeroului fals în functie de lungimea liniei, care poate avea o rezistenta variabila.

Sursa de alimentare în varianta FE 100B este prevazuta cu un modul încadrat punctat pe figura 3.36, în vederea obtinerii si a unui semnal de iesire în domeniul 2 ... 10 mA. Pentru aceasta semnalul 4 ... 20 mA trece în rezistentele R_3 si RV_3 si cu ajutorul amplificatorului operational $A1$ si a tranzistorului T , care împreuna formeaza un convertor de tensiune – curent, se obtine un semnal unificat de curent 2 ... 10 mA. Rezistentele reglabile RV_2 si RV_3 servesc pentru stabilirea gamei de variatie a curentului. Pentru alimentarea cu + 15 V a acestui convertor tensiune-curent se foloseste o redresare în dubla alternanta (D_3, D_4), filtrare (C_3) si stabilizare (R_{10}, D_7). Alimentarea cu – 15 V se obtine prin etajul grupului de stabilizare R_9, D_6 .

Sursa de alimentare FE 100 este specifica sistemului electronic de elemente de automatizare, la care masurarea se face prin alimentarea traductoarelor dupa sistemul ‘cu doua fire’. În functie de varianta utilizata se introduce sau se scoate suntuul care conecteaza modulul auxiliar.

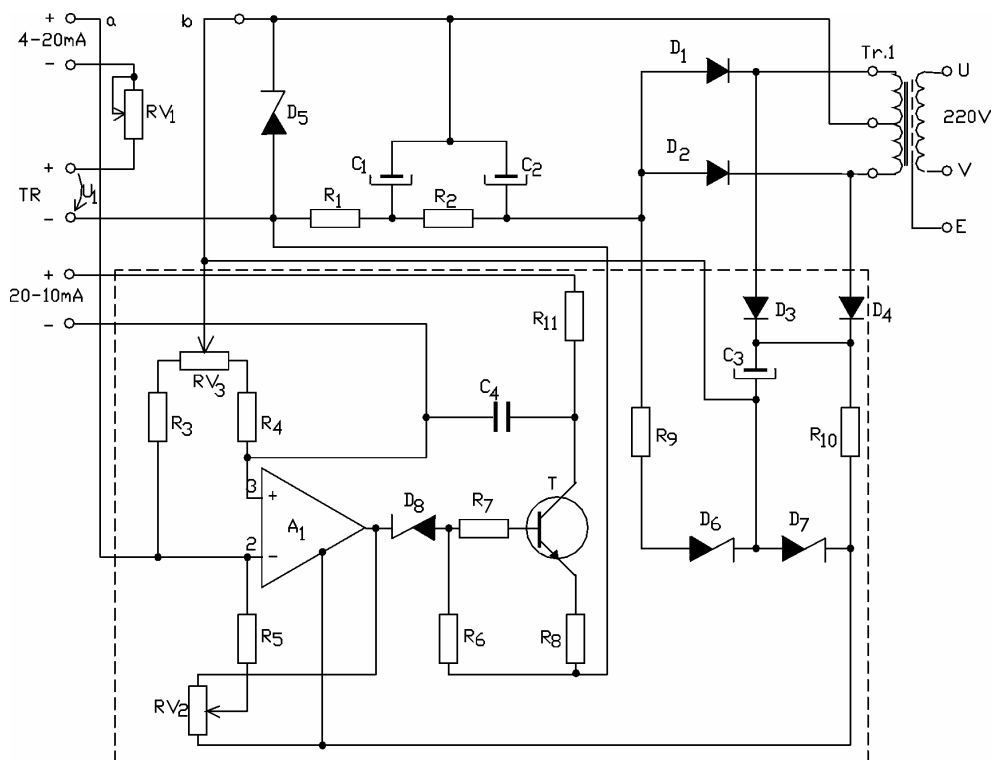


Fig. 3.36

3.3.6. Sursa stabilizata 30 V – 15 A tip I-4115

Sursa stabilizata 30 V – 15 A tip I-4115 este un aparat electronic utilizat în laboratoarele electronice pentru testari. Ea este realizata dupa o schema de principiu care asigura concomitent performante superioare si randament ridicat.

Principiul de functionare al sursei este urmatorul (v. fig. 3.37):

- tensiunea de alimentare de la retea este aplicata unui transformator (*TR1*) care furnizeaza în secundar tensiunea de alimentare pentru puntea redresoare comandata (*PRC*) ce asigura o cadere de tensiune constanta pe elementul de reglaj serie (*ERS*) independent de conditiile de iesire. Puntea redresoare comandata este formata din diode si tiristoare ale caror unghiuri de aprindere (deschidere) sunt controlate de un amplificator comparator si oscilator autoblocat (*BCT*), iar tensiunea continua este filtrata de grupul *LC*;

- elementul de reglaj serie (*ERS*) mentine sau regleaza tensiunea si curentul de iesire în concordanta cu comenzile impuse de operator prin reglajele principale P_v (tensiune constanta) si P_c (curent constant). Acest element de reglaj serie este comandat de catre amplificatorul comparator de tensiune (*ACU*) când sursa lucreaza în modul de lucru tensiune constanta, sau (circuit *SAU*) de amplificatorul comparator de curent (*AC₁* si *AC₂*) când sursa lucreaza în modul de lucru curent constant, prin intermediul amplificatorului de comanda.

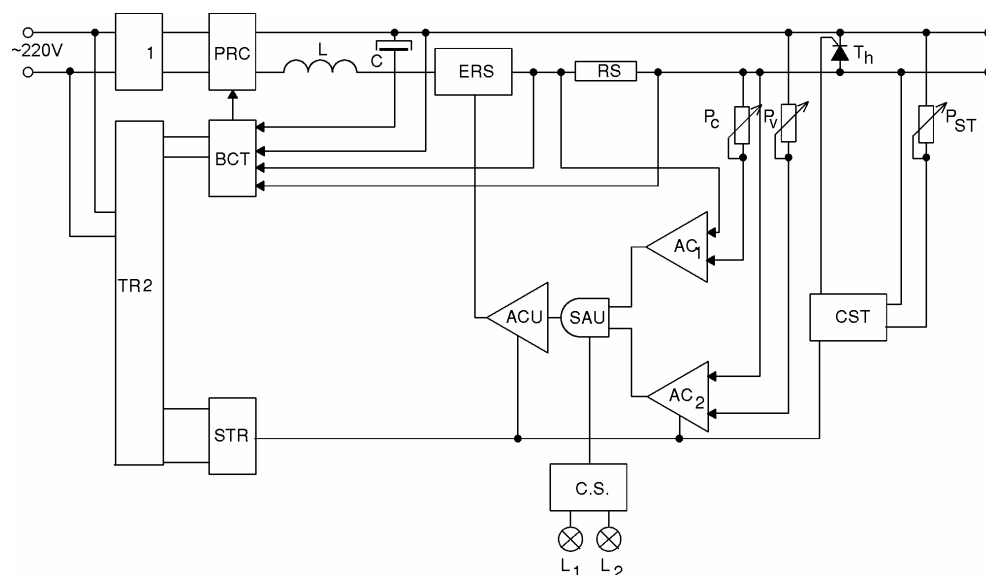


Fig. 3.37

De asemenea circuitul SAU da semnalele pentru circuitul care semnalizează modul de lucru (C.S) cu ajutorul celor două LED-uri L_1 și L_2 ;

– pentru alimentarea tuturor elementelor din schema se folosesc tensiuni stabilizate (+ 12 V ... 6 V, + 5,6 V), furnizate de stabilizatorul tensiunii de referință (STR) alimentat dintr-un transformator de rețea TR2;

– protecția la supratensiune este realizată cu un tiristor comandat de un circuit (CST) la care pragul de anclansare este stabilit cu un potentiometru aflat pe panoul sursei (P_{st}).

Valoarea tensiunii de ieșire și a curentului de ieșire se citesc simultan pe două instrumente amplasate pe panoul frontal, iar modul de lucru în care operează sursa este afișat prin două diode LED. Pentru o citire mai exactă a tensiunii de ieșire, aparatul dispune de un afișaj numeric cu 3 cifre (comutatoare dinamice).

3.3.7. Sursa stabilizată de tensiune continuă (7,5 V / 2 A) tip I-4103

Sursa stabilizată de tensiune continuă I-4103 este un aparat de laborator destinat în principal alimentării montajelor electronice cuprinzând circuite integrate logice care necesită pentru alimentare tensiuni continue cuprinse între 0 și 7,5 V și curenți între 0 și 2 A.

Reglajul tensiunii de ieșire, al curentului limitat și al nivelului de acționare a protecției la supratensiune, se face în mod continuu cu ajutorul unor potentiometre plasate pe panoul frontal.

Sursa se alimentează de la rețeaua de c.a. de 220 V / 50 Hz și funcționează după schema bloc din figura 3.38.

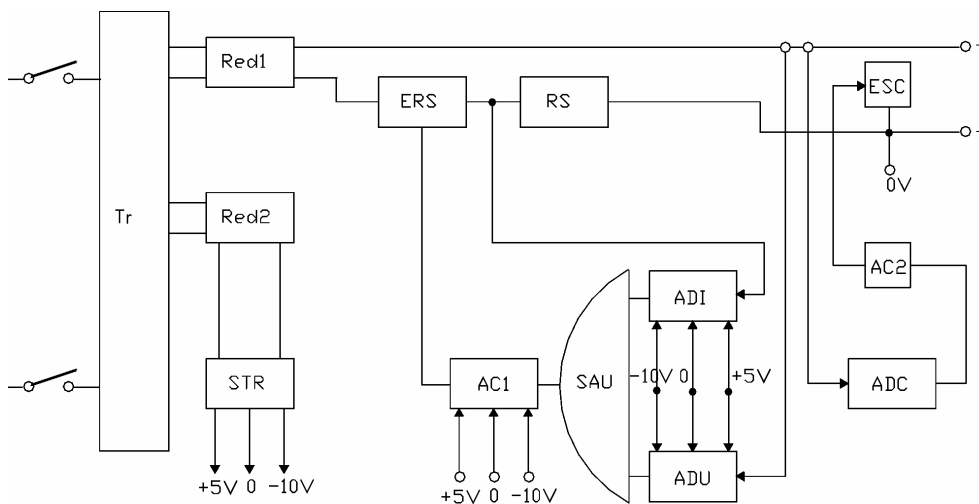


Fig. 3.38

Tensiunea de alimentare de la rețea este aplicată unui transformator *Tr*, care furnizează, prin cele două înfășurări secundare, două tensiuni de alimentare pentru redresoarele *Red 1* și *Red 2*.

Tensiunea nestabilizată de la ieșirea redresorului *Red 1* este înseriată cu elementul de reglaj serie *ERS* și cu o rezistență serie *RS* pentru sesizarea curentului care trece prin sarcină.

Amplificatoarele diferențiale *ADU* și *ADI* primesc la intrare semnale proporționale respectiv cu tensiunea și curentul de la ieșirea sursei. Ieșirile lor se aplică printr-un circuit "SAU" la intrarea amplificatorului de comandă *AC1*. Semnalul obținut la ieșirea acestuia modifică rezistența echivalentă a elementului de reglaj serie *ERS* (comanda fiind în funcție fie de curent, fie de tensiune). În acest fel, sursa își alege singura mod de funcționare (în regim de "generator de tensiune constantă" sau de "generator de curent limitat"), în funcție de valoarea rezistenței de sarcină de la ieșire.

Ea poate avea ca punct de funcționare oricare din punctele interioare dreptunghiului din planul (U, I) marginit de axele de coordonate și de dreptele $U = 7,5 \text{ V}$ și $I = 2 \text{ A}$.

Se observă că, dacă se impun valorile U_1 pentru tensiunea de ieșire și I_1 pentru curentul limitat, o rezistență de sarcină determină funcționarea sursei în regim de generator de curent limitat.

Protecția la supratensiune este de tip "Crowbar" și funcționează astfel: o tensiune proporțională cu valoarea tensiunii de ieșire se aplică la intrarea unui amplificator diferențial comparator *ADC*. La depășirea unei anumite valori de prag, semnalul de la ieșirea amplificatorului diferențial comandă declansarea elementului de scurtcircuitare *ESC* plasat în paralel pe ieșirea sursei, prin intermediul amplificatorului de comandă *AC2*.

Pentru alimentarea tuturor elementelor din schema-bloc se folosesc tensiunile stabilizate de $+5 \text{ V}$ și -10 V , furnizate de stabilizatorul tensiunilor de

referinta *STR* alimentat de la redresorul *Red 2*. Aspectul exterior al aparatului este indicat în figura 3.39.

Panoul frontal cuprinde:

- aparatul de masurat indicator cu scala (0 ... 7,5) V pentru tensiune si (0 ... 2) A – pentru curent;

- butoane pentru actionarea potenciometrelor de reglaj: U_p – tensiunea de iesire, P_1 – curentul limitat, P_2 (cu întreruptorul K_1) – reglajul nivelului protectiei la supratensiune si respectiv, conectarea si deconectarea tensiunii de la retea;

- doua lampi: L_1 si L_2 – pentru indicarea regimului de functionare al sursei: “generator de curent limitat”, respectiv “generator de tensiune constanta”;

- comutatorul K_2 – pentru comutarea instrumentului de masurat la masurarea tensiunii sau a curentului;

- doua borne: (+) si (–) – pentru conectarea sarcinii;

- doua borne (+ S) si (– S) – pentru sesizarea la distanta (“remote sensing”);

- o borna de masa.

Panoul din spate cuprinde:

- o siguranta pentru intrarea retelei (F_1);

- o siguranta pentru curentul în sarcina (F_2);

- trei borne: (U_1), (U_2), (U_3) – pentru programarea din exterior a curentului (care, în cazul functionarii normale, sunt scurtcircuitate);

- trei borne: (I_1), (I_2), (I_3) – pentru programarea din exterior a curentului (care, în cazul functionarii normale, sunt scurtcircuitate).

Aparatul a fost conceput pentru a lucra în interior; dimensiunile de gabarit reduse (100 × 160 × 240 mm) ofera posibilitatea plasarii lui pe mesele de lucru, în apropierea circuitelor care urmeaza sa fie alimentate.

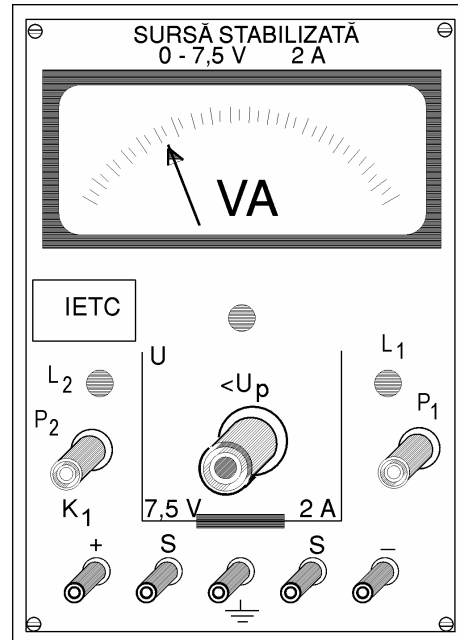


Fig. 3.39