

În cadrul acestui capitol vor fi prezentate unele modalitati de realizare a unor masurari electronice de laborator, prin utilizarea sistemelor de calcul automat (“hardware”-ul si “software”-ul necesar achizitionarii, monitorizarii si prelucrării datelor), precum si testarea echipamentelor electronice cu ajutorul calculatoarelor personale (PC) universale sau specializate (microprocesoare pentru masurari).

Precizam ca nu este vorba de tratarea sistemelor automate de masurare, care fac obiectul unui alt curs (asa cum s-a precizat în INTRODUCERE).

În orice laborator de masurari electronice unde exista cel putin un sistem de calcul automat de tip PC compatibil IBM (si o astfel de conditie este usor de realizat astazi), se pot efectua o serie de masurari, operatii de testare si activitati de urmarire a comportarii unor echipamente electronice cu asistenta calculatorului, ca:

- *masurarea* unor marimi si a unor parametri specifice dispozitivelor si circuitelor electronice (electrice) în regim de durata, cu *memorarea* si *prelucrarea* datelor obtinute din masurari, precum si *reprezentarea* lor într-o forma comoda pentru interpretare (grafice, tabele, diagrame). În acest fel se pot masura marimi ca: tensiuni la borne, curenti electrici, frecvente, defazaje, faze, derive, factori de cuplaj etc. ;

- *reprezentarea grafica*, atât pe un “display” propriu sistemului de achizitie cât si pe “display”-ul calculatorului, a modului de variatie în timp pentru marimi nerepetitive sau a dependentei dintre diferite marimi de circuit, parametri, frecventa, temperatura etc.;

- *monitorizarea* comportarii în functionare a unor echipamente si instalatii electrice, cu exploatarea unor fisiere (de date dedicate);

- *analiza armonica* (spectrala) a semnalebr în cazul determinarii distorsiunilor (mai ales la frecvente înalte);

- *reprezentarea caracteristicilor unor semnale* precum si a functiilor de transfer ale unor etaje sub forma dependentei de frecventa (amplitudine-frecventa) sau laplacion.

Aceasta lista poate continua în functie de necesitati, dotari, specificul aplicatiilor, imaginatia “operatorului”.

15.1. STRUCTURA ECHIPAMENTELOR PENTRU MASURAREA ASISTATA

Un sistem destinat efectuării măsurării și achiziției de date cu asistență *PC* are structura generală prezentată în figura 15.1, în care elementul de preluare este determinat de modul cum se “conectează” aparatul de măsurat la echipamentul testat și poate fi format din: fise, sonde, elemente sensibile, traductoare, senzori etc., sau – mai general – un “senzor inteligent”, care conține un convertor.

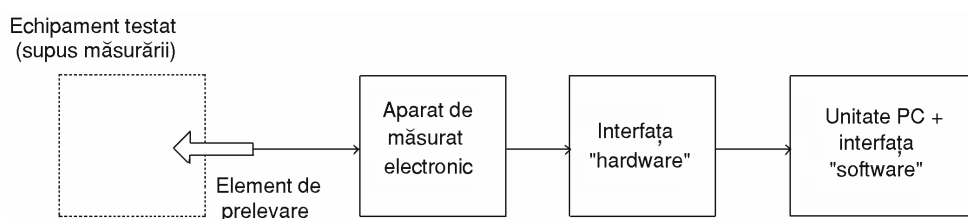


Fig. 15.1

Tendința actuală este ca structura unui sistem de achiziție și măsurare să arate așa ca în schema din figura 15.2.

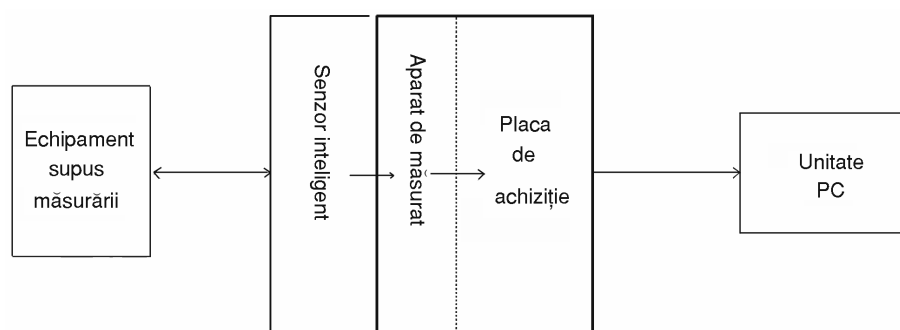


Fig. 15.2

Calculatorul de tip *PC* folosit trebuie să aibă configurația următoare:

- placă de bază, de tip Pentium;
- microprocesor (Pentium);
- RAM (memorie cu acces aleator – “Random Access Memory”);
- HDD (“Hard Disc”);
- FDD (unitatea pentru disc flexibil – “Floppy Disc”);
- placă video SVGA pentru prelucrarea datelor grafice;
- monitor;
- tastatură, mouse și alte periferice (scanner, plotter, imprimantă);
- fax MODEM;
- placă rețea.

Structura interfeței “hardware” sau a plăcii de achiziție este prezentată în figura 15.3.

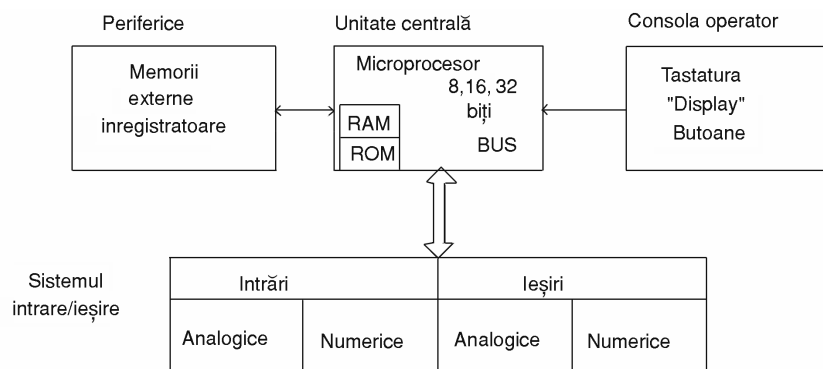


Fig. 15.3

Pentru aceasta figura sunt necesare precizarile:

– intrări/ieșiri (*I/O*) analogice sunt semnale, perturbatoare de informație, de tipul:

- curent $\left\{ \begin{array}{l} 2 - 20 \text{ mA}; \\ 4 - 20 \text{ mA}; \end{array} \right.$
- tensiune $\left\{ \begin{array}{l} 0 - 100 \text{ V}; \\ +/\text{--} 10 \text{ V}; \\ +/\text{--} 5 \text{ V}; \\ 0 - 20 \text{ mV}; \end{array} \right.$

– intrări/ieșiri (*I/O*) numerice sunt semnale:

- numerice $\left\{ \begin{array}{l} \text{de tip doua stari (DA, NU); (0,1);} \\ \text{valoarea numerica a unor marimi (binar, BCD, zecimal);} \end{array} \right.$
- cvasinumerice $\left\{ \begin{array}{l} \text{numar de impulsuri/secunda;} \\ \text{frecventa/perioada unui tren de impulsuri (în general} \\ \text{un tren de impulsuri modulat în frecventa sau factor} \\ \text{de umplere).} \end{array} \right.$

15.2. ACHIZITIA DATELOR

Sistemele de achiziție a datelor sunt sisteme care îndeplinesc următoarele cerințe:

- preiau date despre măsurare;
- stochează datele;
- prelucrează datele în vederea luării unei decizii;
- transmit informația (catre un centru de decizie sau catre operator).

Sistemele de achizitie a datelor se pot clasifica dupa numarul canalelor de preluare a datelor în:

- sisteme *monocanal*, cele care preiau datele de la un singur masurand;
- sisteme *multicanal*:
 - cu *multiplexare analogica* (comutarea intrarilor se face analogic);
 - cu *multiplexare digitala* (comutarea intrarilor se face dupa ce au fost convertite).

Alegerea tipului de sistem de achizitie multicanal cu multiplexare analogica sau digitala se face în functie de tipul si numarul marimilor de masurat, modul de variatie al acestor marimi, viteza de achizitie necesara etc.

Realizarea unei arhitecturi pentru un sistem de achizitie de date impune, în prealabil, studii complete si complexe de natura *tehnica-tehnologica* (analiza sistemului, procesului sau fenomenului ce trebuie monitorizat) si totodata o analiza de natura *economica* (pentru a detine: eficienta, economie si preturi de cost, întretinere si exploatare corespunzatoare obiectivelor impuse).

Cu alte cuvinte, se impune realizarea unei functii obiectiv (care va avea un minimum sau un maximum) în care parametrii de modificat vor fi ponderile functiilor fundamentale ale sistemelor de achizitie, iar restrictiile vor fi conditii de natura tehnica si economica.

Prin urmare, este necesara definirea si analiza:

- functiilor fundamentale ale sistemelor de achizitie;
- conditiilor tehnice impuse de proces (proces);
- conditiilor economice.

15.2.1. Functiile fundamentale ale sistemelor de achizitie

Preluarea datelor despre marimile de interes (în cazul nostru marimi electrice), cu precizarea ca se analizeaza numai marimi electrice (curenti, tensiuni) deoarece în esenta semnalul aferent oricarei alte marimi fizice va fi convertit în final tot în tensiune sau curent (tehnica si arhitectura convertoarelor nefiind obiectul nostru de studiu) se realizeaza – practic – cu ajutorul asa-numitelor *placi de achizitie* (carte sunt interfete), majoritatea placilor sau interfetelor utilizând semnale primare, semnale de curent sau tensiune (unificate).

Stocarea datelor se face fie *temporar* (pentru analiza momentana sau transmisie), fie *permanent*.

Suportul de stocare poate fi, în functie de necesitati si conditii de lucru:

- memorii: *ROM* ("Read Only Memory"), *RAM* sau/si magnetice (suport magnetic);
- suport nevolatil, ca: înregistratoare, imprimante, memorii nevolatile de capacitati mari (de exemplu un *CD*).

Interpretarea si prelucrarea datelor se poate face în functie de complexitatea sistemului asistat si de tipurile de marimi achizitionate: local sau global.

Transmiterea datelor se face conform standardelor, iar modalitatile de transmisie se adapteaza în functie de topologia ariei în care se desfasoara procesul precum si de amplasarea centrului de decizie.

Astfel se poate folosi pentru transmisia de date standardul *RS 232, 485* etc. (pentru transmisia seriala, în cazul în care distanta de transmisie este mai mica decât 200 m), transmisia pe portul paralel (prin retea), transmisia prin *MODEM* (pentru distante mari) si nu în ultimul rând transmisia radio sau *GSM*.

15.2.2. Conditiiile impuse de proces

Aceste conditii sunt determinate de:

- tipul parametrilor (marimilor) monitorizate;
- modul de variatie a marimilor;
- numarul marimilor monitorizate;
- dispunerea în spatiu a senzorilor sau traductoarelor ce preiau marimile.

Conditiiile impuse de proces determina numarul si natura intrarilor si iesirilor necesare sistemului de achizitie precum si algoritmi ce se preteaza pentru manipularea si prelucrarea datelor.

“Dispunerea spatiala” a marimilor masurate (eventual controlate) determina metodele de transmisie locala a datelor.

Este de precizat ca aceste conditii impuse de proces, împreuna cu conditiile de natura economica, determina în final arhitectura sistemului de masurare electronic. Pentru clarificare, se prezinta în continuare un exemplu.

Se da un proces pentru care este necesara monitorizarea a cel puțin 7 parametri, iar procesul se “întinde” pe o arie de 800 m. Trei parametri variaza lent, doi parametri sunt de natura numerica, iar ceilalti doi parametri variaza rapid.

În urma masurarilor electronice, deciziile asupra procesului se iau centralizat, de catre un sistem “master” aflat la distanta fata de proces. Exemplul practic al acestui tip de proces îl poate constitui sistemul de transport al petrolului prin conducte.

În aceste conditii, un sistem de masurat electronic elegant, acoperitor, dar care nu este restrictionat economic ar avea urmatoarele caracteristici:

- 7 intrari: cinci analogice, doua numerice si doua analogice;
- transmisie la distanta prin radio sau *GSM*;
- transmisie locala prin cablu.

Pentru a reduce costurile unui asemenea sistem se face o analiza în urma careia se constata daca: alegerea unui procesor mai ieftin (care asigura performante mai slabe, un numar de *I/O* mai mic) în combinatie cu un sistem de multiplexare al *I/O* este mai ieftin decât un procesor mai avansat care ofera un numar suficient de *I/O*.

O alta problema care apare deriva din plasarea spatiala a sistemului de masurare electronica în raport cu procesul si cu calculatorul, aceasta ducând la solutii diferite atât pentru achizitie cât si pentru transmisie (cazurile din figura 15.4).

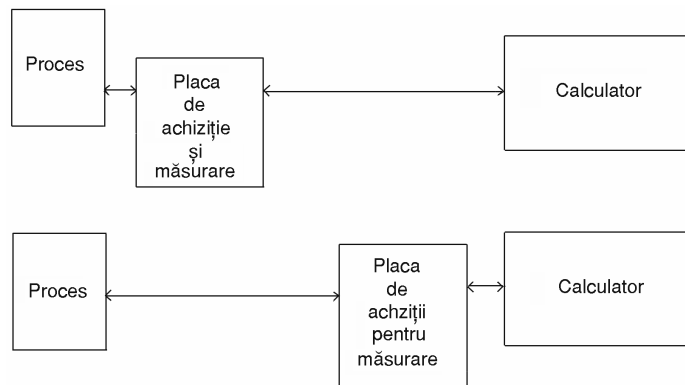


Fig. 15.4

În urma analizei caracteristicilor, funcțiilor și restricțiilor pe care trebuie să le satisfacă un sistem de achiziție și măsurare se poate avansa o arhitectură de sistem de măsurare, achiziție și monitorizare modern (fig. 15.5).

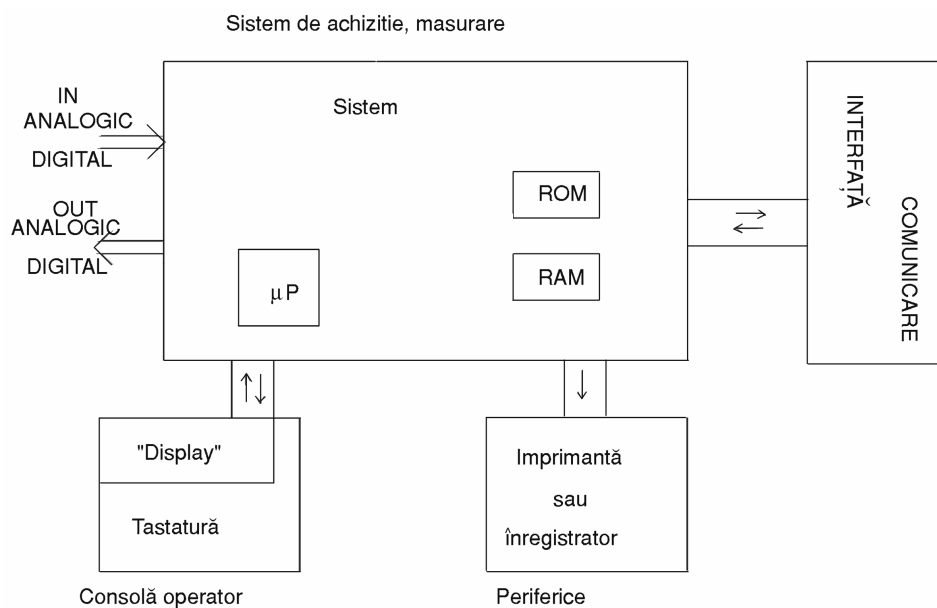


Fig. 15.5

Pe baza acestei arhitecturi se poate realiza un sistem de măsurare, achiziție și monitorizare folosind un procesor pe 8 biți din clasa 80C522, sistem ce va fi prezentat pe larg în cele ce urmează.

În general, în cazul măsurării, monitorizării și achiziției de date se folosesc procesoare industriale, ce înglobează, pe lângă funcții de unitate centrală, și funcții

specifice circuitelor programabile. În sens strict, procesoarele 80C522 fac parte din familia MCS-5X, cu specificatia ca 8052 are în plus un “timer” de 16 biti utilizabil la generarea “clock”-ului pentru linia seriala. “Timer”-ul de 16 biti poate opera în doua moduri: “autoload” sau “captura”.

Din punct de vedere al structurii, familia MCS-5X contine:

- unitatea centrala pe 8 biti;
- oscilator si ceas intern;
- 32 linii de I/O;
- 64 K spatiu de adresare pentru memoria RAM externa;
- 64 K spatiu de adresare pentru memoria program externa (EPROM);
- doua “timer”-e de 16 biti (la 8052 – 3 “timer”-e);
- 5 linii de întrerupere cu doua nivele de prioritate (la 8052 – 6 linii);
- port serial “full-duplex”;
- procesor logic.

“Controler”-ele 80C5X posedă spatiu separat pentru adresarea memoriei program si a memoriei de date.

Memoria program externa (ROM) la 80C52 poate fi de maximum 64 K, cu precizarea ca 4 K sau 8 K sunt în interiorul “cip”-ului (pentru programe mici, memoria program interna este suficienta).

Memoria de date externa (RAM) poate fi de maximum 64 K, 128 K sau 256 K, fiind disponibili în interiorul circuitului, alaturi de o seama de registre SFR (“Special Function Registers”).

În figura 15.6 este prezentata organizarea memoriei program (ROM) în ambele configuratii, iar în figura 15.7, organizarea memoriei de date (RAM), de asemenea în dubla configuratie.

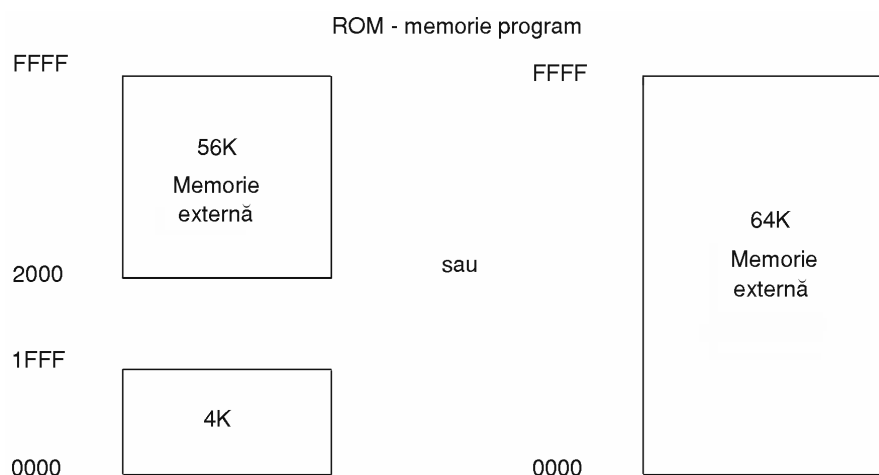


Fig. 15.6

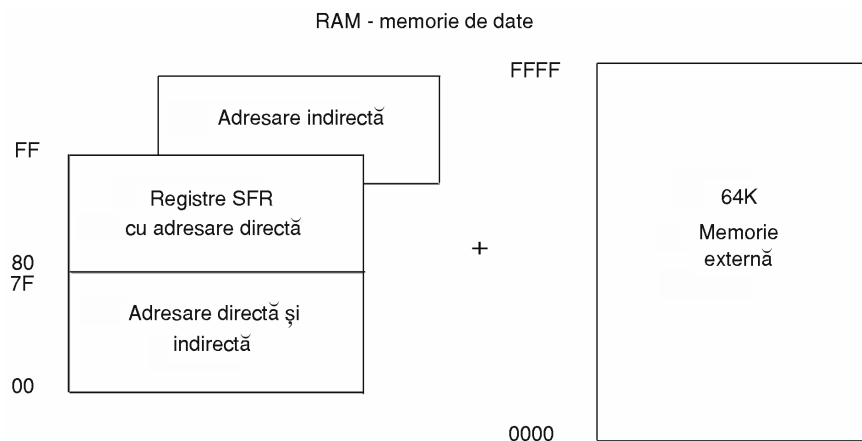


Fig. 15.7

În continuare vor fi prezentate registrele *SFR* la nivel de byte (grupuri de 8 biti), pentru a ilustra în ce manieră se pot controla resursele unui astfel de procesor.

F8								FF
F0	B							
E8								
E0	ACC							
D8								
D0	PSW							
C8								
C0								
B8	IP							
B0	P ₃							
A8	IE							
A0	P ₂							
98	SCON	SBUF						
90	P ₁							
88	TCON	TMOD	TLO	TL1	TH0	TH1		8F
80	P ₀	SP	DPL	DPH			PCON	87

- întreaga coloană este adresabilă la nivel de bit

Fiecare registru din *SFR* este compus din 8 biti, cu precizarea că pot fi registre de 16 biti (8 "Low" + 8 "High"). Tipul *80C52* dispune de două registre numărătoare de 16 biti ("timer" 0 și "timer" 1), plus un al treilea "timer" (folosit de regulă pentru prelucrarea serială).

Aceste "timer/counter"-e pot funcționa atât ca "timer", numărator de evenimente, cât și ca generatoare de frecvență.

15.3. EXEMPLU DE MASURARE

Deoarece o tratare mai amanuntita a temei “masurarea asistata” ar necesita un spatiu ce depaseste programa cursului, întrucât intervin foarte multe detalii legate de produsele de firma (în special de sistemele de programare), se va încheia acest capitol prin prezentarea “în extenso” a unui exemplu de masurare electronica asistata de un *PC*.

Este vorba de masurarea performantelor unui amplificator de audiofrecventa cu ajutorul unui sistem de interfata de tip utilizator *PROTEK* 806. S-a utilizat montajul din figura 15.8.

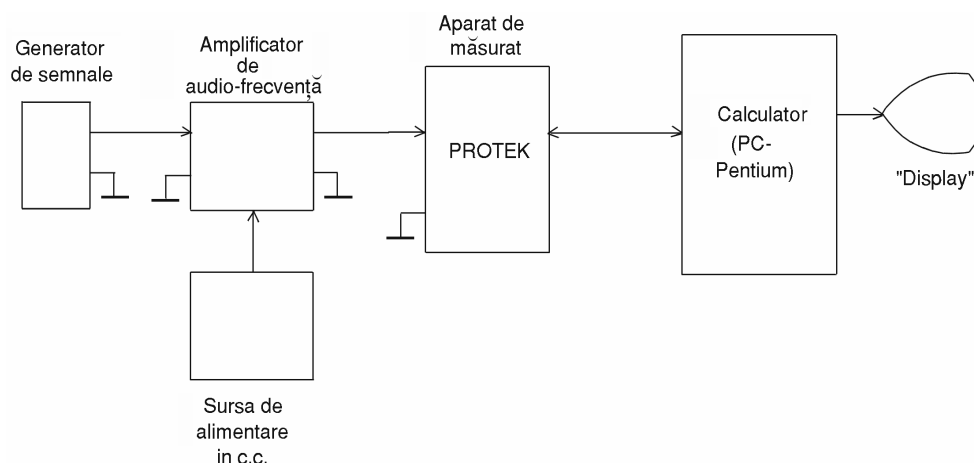


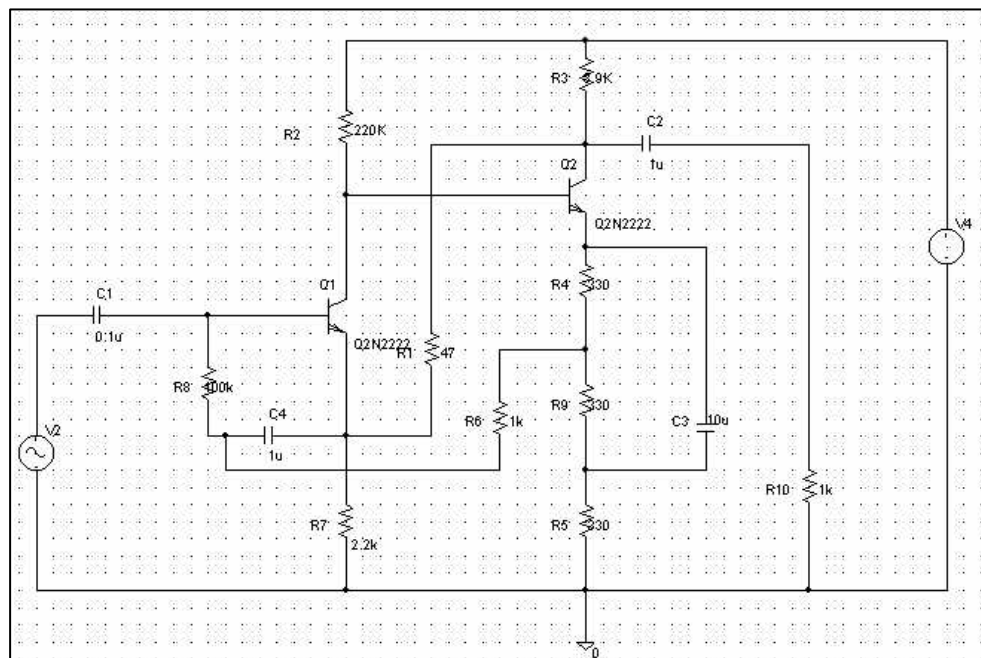
Fig. 15.8

Sistemul *PROTEK* este, de fapt, un aparat de masurat electronic ce are încorporat o placa de interfata *PC* ↔ proces, care comunica cu programul *PROTEK* instalat în prealabil în sistemul de calcul *PC*.

S-a procedat în modul urmator:

- s-a pus în functiune montajul cu amplificatorul testat, dupa ce în prealabil s-au realizat conexiunile aratate în figura 15.8;
- s-a reglat generatorul de semnale sinusoidale la o tensiune de atac a amplificatorului cu nivelul de 200 mV, cu o frecventa reglabila (manual) în intervalul 0 Hz la 50 kHz;
- pentru fiecare valoare a frecventei de atac s-au masurat: tensiunea de raspuns (de iesire) a amplificatorului, frecventa semnalului, factorul de amplificare (sub forma câstigului $U_2/U_1 = U_2/200$ [mV]).

Toate datele au fost afisate sub forma unui tabel si s-a trasat, automat, caracteristica amplitudine frecventa, redată pe ecranul “display”-ului asa ca în figura 15.9 (fig. 15.9,a – schema amplificatorului, fig. 15.9,c – semnalul si fig. 15.9,b – raspunsul).



a

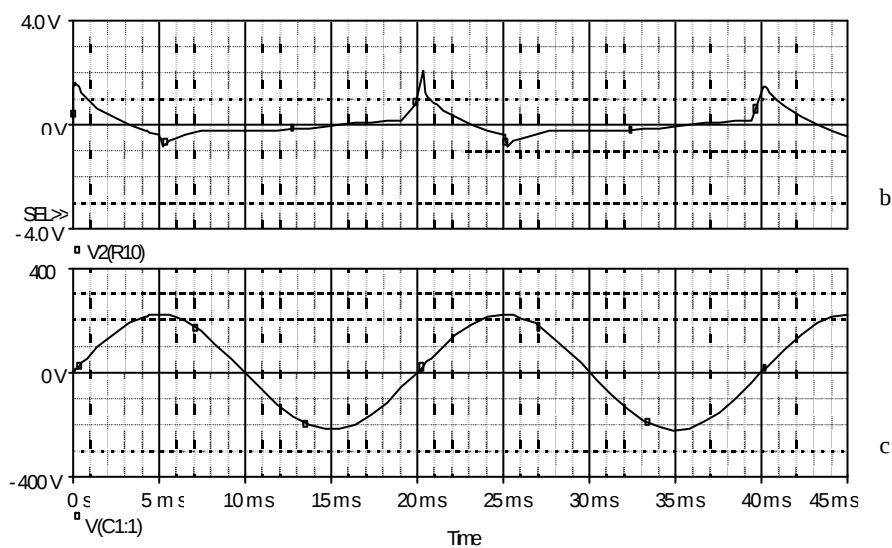


Fig. 15.9

În prealabil, cu același montaj (fig. 15.9,a) au fost măsurate și parametrii componentelor amplificatorului. Pentru studiarea efectului lor, operațiile de măsurare de la aliniatul precedent au fost repetate pentru diverse valori ale condensatoarelor și rezistoarelor de cuplaj ale amplificatorului R-C.