

# MULTIMETRUL NUMERIC

## 1. Prezentare generală

Multimetrul numeric portabil este cel mai răspândit și ușor de utilizat aparat de măsură a mărimilor electrice uzuale. Orice model de multimetru numeric permite măsurarea următoarelor mărimi: tensiune continuă și alternativă, curent continuu și alternativ, rezistență. Pe lângă acestea, în funcție de model, complexitate și preț, cu multimetrul numeric se mai pot măsura: capacitate, frecvență, temperatură, factor de amplificare în curent ( $h_{FE}$ ), nivel logic. În plus, aparatul poate fi folosit pentru verificarea diodelor, precum și ca indicator de continuitate.

Domeniile de măsurare, erorile tolerate precum și alte caracteristici tehnice sunt prezentate în cartea tehnică a aparatului.

Valorile măsurate sunt afișate atât sub formă numerică – cu un anumit număr de cifre ( $3\frac{1}{2}$ ,  $4\frac{1}{2}$ ,  $3\frac{3}{4}$  în funcție de performanțe) – cât și sub formă analogică “bargraph”.

Unele modele pot oferi și facilități (funcții) suplimentare, cum ar fi:

- autotestarea afișajului la conectare;
- posibilitatea memorării rezultatului măsurării (funcția DATA-HOLD);
- posibilitatea determinării valorii maxime sau minime a unei mărimi (funcțiile MAX, respectiv MIN);
- posibilitatea comparării uneia sau a mai multor valori ale unei mărimi cu o valoare măsurată anterior și considerată ca referință; aparatul afișează numai diferența față de aceasta din urmă (funcția REL);
- indicarea stării necorespunzătoare a bateriei (tensiune prea mică);
- posibilitatea comunicației cu un calculator personal (PC) prin intermediul unei interfețe încorporate.

## 2. Structura internă

Componenta principală a multimetrului este un convertor analog – numeric, care poate măsura numai tensiuni continue, într-o gamă fixă. Toate celelalte mărimi se măsoară prin conversia în tensiune continuă, cu ajutorul unor convertoare adecvate. Rezultatul conversiei, precum și informațiile asupra funcției și domeniului de măsurare sunt preluate de un microcontroler, care comandă corespunzător afișajul și, totodată, asigură transmisia serială a rezultatului măsurării către un PC.

Spre exemplu, în figura 1 este prezentată schema bloc a multimetrului *Voltcraft 3650CR*.

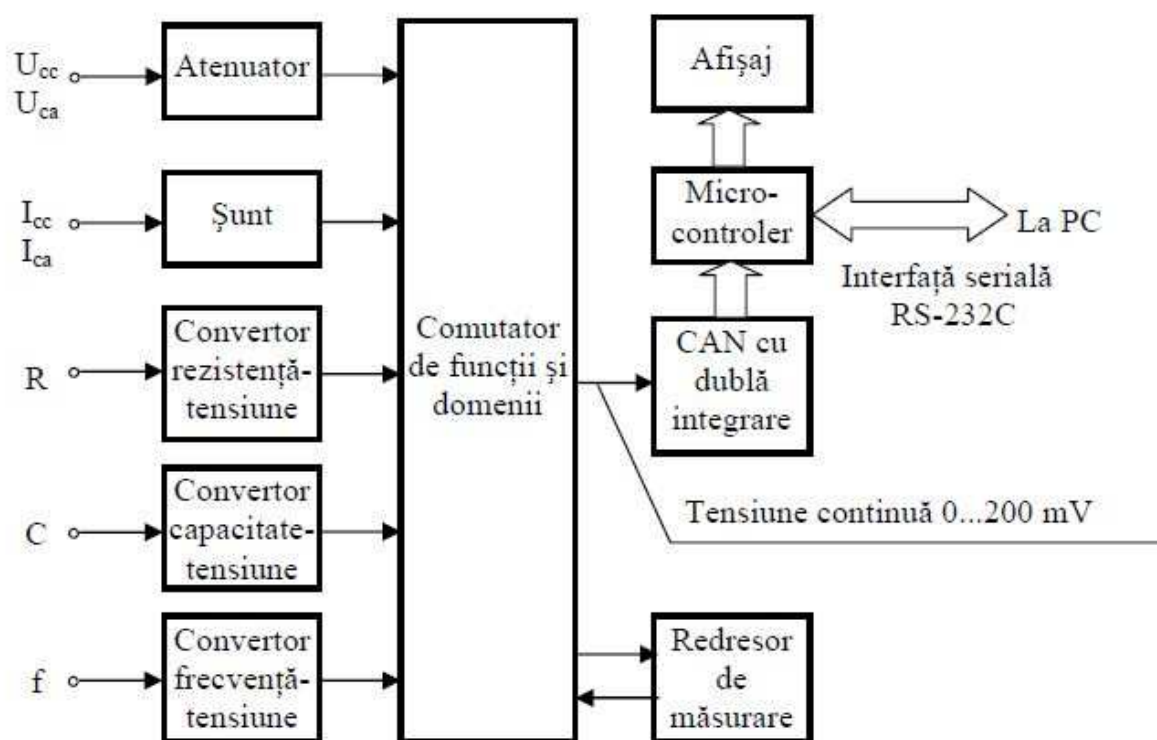


Fig. 1. Schema bloc a multimetrului numeric Voltcraft 3650CR.

### 3. Efectuarea măsurărilor

Pentru efectuarea măsurărilor se parcurg următorii pași:

- a. se selectează funcția;
- b. se selectează domeniul potrivit;
- c. măsurandul se aplică la bornele corespunzătoare:
  - între V/ $\Omega$  și COM la măsurarea mărimilor: tensiune continuă sau alternativă, rezistență, frecvență, nivel logic;
  - între A și COM pentru curenți mai mici decât 200 mA;
  - între 20 A și COM pentru curenți mai mari decât 200 mA;
  - $C_x$  – la măsurarea capacităților (la măsurarea condensatoarelor electrolitice, plusul acestora se conectează la borna superioară).

Pentru ca multimetrul să nu se deterioreze **trebuie să nu fie depășite** valorile maxime indicate în cartea tehnică a aparatului.

De asemenea, este necesar să fie respectate următoarele reguli:

- comutarea domeniului și/sau funcției se va face **deconectând măsuradul** de la bornele multimetrului;
- nu se vor aplica **tensiuni** între bornele V/ $\Omega$  și COM la măsurarea rezistențelor (rezistențele se măsoară deconectate din circuit);
- condensatoarele **trebuie descărcate** înainte de efectuarea măsurării;
- nu se vor aplica **tensiuni** între bornele de măsurare a curentului.

#### 4. Rezultatul măsurărilor

Valoarea indicată de aparat pe afișaj la un moment reprezintă valoarea măsurată. Rezultatul măsurării trebuie prezentat ca valoarea măsurată  $\pm$  incertitudinea de măsurare. În cazul măsurărilor uzuale incertitudinea de măsurare se ia egală cu eroarea absolută tolerată.

**Exemplu.** La măsurarea unui curent continuu pe domeniul de 20 A aparatul a indicat 9,39 A. În cartea tehnică, pentru domeniul de 20 A, eroarea absolută tolerată se dă sub forma:

$$2\% \times \text{val. măsurată} + 5 \text{ digiți}$$

**Notă.** 1 digit reprezintă o unitate a celui mai puțin semnificativ rang al afișajului (în acest caz, 0,01 A).

Eroarea absolută tolerată se calculează astfel:

$$\Delta_t = 2/100 \times 9,39 \text{ A} + 5 \times 0,01 \text{ A} = 0,2378 \text{ A} \approx 0,24 \text{ A}.$$

Rezultatul măsurării se exprimă astfel:

$$I = 9,39 \text{ A} \pm 0,24 \text{ A}.$$

Să se explice de ce exprimările  $I = 9,39 \text{ A} \pm 0,2 \text{ A}$  și  $I = 9,39 \text{ A} \pm 0,238 \text{ A}$  sunt greșite.

#### 5. Lucrarea practică

**Atenție: Aparatele se pornesc doar cu acordul cadrului didactic! Montajele sunt alimentate doar după ce au fost verificate de cadrul didactic! După efectuarea măsurării, montajul este scos de sub tensiune (se oprește sursa)!**

**5.1.** Se va măsura cu multimetrul o rezistență pe care sunt specificate explicit valoarea nominală și toleranța.

a) Măsurarea se face pe AutoRange. Se notează: valoare nominală, toleranță, valoare măsurată. Se calculează eroarea absolută tolerată (conform datelor tehnice ale multimetrului) și apoi eroarea relativă tolerată. Se verifică dacă rezistența se încadrează în câmpul de toleranță specificat.

b) Se reglează manual domeniul de măsurare și se efectuează măsurarea pe domeniile de: 4 k $\Omega$ , 40 k $\Omega$  și 400 k $\Omega$ . Se calculează eroarea absolută tolerată în fiecare caz. Ce se observă?

**5.2.** Se identifică valoarea unei rezistențe utilizând codul culorilor pentru 4 linii. Se măsoară apoi cu multimetrul pentru a se constata dacă valoarea a fost corect identificată.

**5.3.** Se vor măsura două condensatoare de valori diferite. Calculați eroarea absolută tolerată. Reprezentați rezultatele în  $\mu F$  și  $nF$ .

**5.4.** Se verifică două diode: una cu germaniu și una cu siliciu. Ce se observă?

**5.5.** Se verifică funcția de testare conducție cabluri, respectiv se verifică continuitatea și absența scurtcircuitului la o sondă de osciloscop. Se folosește funcția de ohmmetru cu avertizare acustică (multimetrul emite un beep dacă rezistența măsurată este mai mică de  $30\ \Omega$ ). Se testează continuitatea firului central (beep), apoi a celui de masă (beep) și se măsoară rezistența între cele două fire (multimetrul trebuie să afișeze OL – overload). Observații.

**5.6.** Se măsoară tensiunea de la o baterie și se compară cu valoarea nominală specificată pe aceasta. Mai poate fi utilizată această baterie?

**5.7.** La o sursă de tensiune se reglează tensiunea pe valoarea de 5V. Se măsoară această valoare cu multimetrul. Calculați eroarea absolută tolerată.

**5.8.** La generatorul de semnal se setează pe Ch1, un semnal sinusoidal, de frecvență  $f = 1\ \text{kHz}$ , valoare vârf la vârf  $V_{pp} = 4\text{V}$ , Offset = 0V, Phase =  $0^\circ$ .

**a)** Se măsoară cu multimetrul frecvența semnalului. Calculați eroarea absolută tolerată.

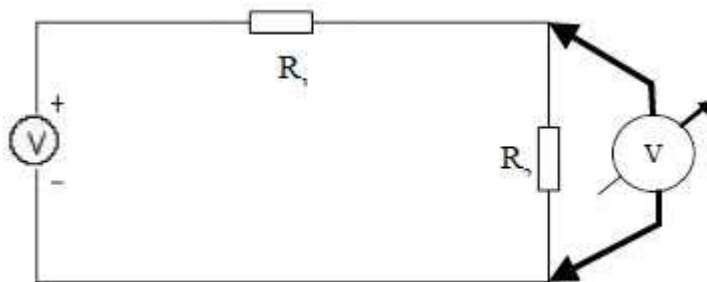
**b)** Comutăm pe funcția de măsurare ACV (unde multimetrul indică valoarea efectivă a tensiunii). Valoarea măsurată de multimetru se compară cu cea indicată de generator. Explicați diferența.

**5.9.** Utilizarea funcțiilor MAX și MIN.

**a)** Se măsoară tensiunea de 5V de la sursa DC. Apăsăm opțiunea de MAX. Se modifică tensiunea la valoarea de 4 V, apoi la 6V. Ce observați?

**b)** Se măsoară tensiunea de 5V de la sursa DC. Apăsăm opțiunea de MIN. Se modifică tensiunea la valoarea de 4 V, apoi la 6V. Ce observați?

**5.10.** Se consideră divizorul rezistiv de tensiune din figura 2, alimentat cu o tensiune continuă egală cu 10V, unde rezistența  $R_1$  are valoarea de  $5\text{k}\Omega$ .



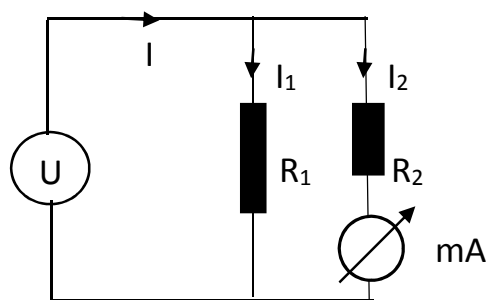
*Fig.2. Divizor de tensiune*

**a)** Să se dimensioneze rezistența  $R_2$  astfel încât căderea de tensiune pe aceasta să fie de 5V, 3,3 V și respectiv 1,8V (3 cazuri).

**b)** Se realizează practic montajul din figura 2, utilizând rezistențe decadice pentru  $R_1$  și  $R_2$ . Divizorul se alimentează cu tensiune continuă egală cu 10 V (de la sursa de tensiune continuă). **Circuitul va fi verificat de cadrul didactic înainte de pornirea sursei!** Se va măsura cu voltmetrul căderea de tensiune pe rezistența  $R_2$  în fiecare dintre cele 3 cazuri stabilite anterior. Se vor compara valorile măsurate cu valorile teoretice (obținute prin calcul). Se calculează eroarea absolută tolerată pentru fiecare măsurare.

**5.11.** Un divizor rezistiv cu  $R_1$  aproximativ  $1\text{M}\Omega$  și  $R_2$  de aproximativ  $2\text{M}\Omega$  se alimentează la o tensiune de  $10\text{V}$ . Mășurați căderea de tensiune pe  $R_2$  și comparați valoarea cu cea obținută prin calcul. Ce observați? Indicație: care este valoarea rezistenței interne a voltmetrului (ideal – real)?

**5.12.** Se consideră divizorul de curent din figura 3, alimentat cu o tensiune continuă egală cu  $10\text{V}$ , unde rezistențele  $R_1$  și  $R_2$  au valori egale cu  $1\text{k}\Omega$ .

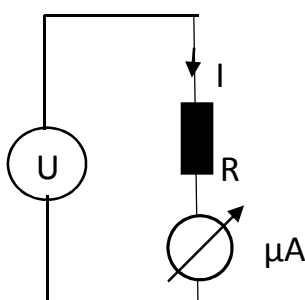


*Fig.3. Divizor de curent*

- Să se calculeze valoarea curentului  $I$  și respectiv curenții prin cele 2 brațe:  $I_1$  și  $I_2$ .
- Să se dimensioneze rezistența  $R_2$  astfel încât curentul  $I_2$  să fie de  $5\text{mA}$ .
- Se realizează practic montajul din figura 3, utilizând rezistențe decadice pentru  $R_1$  și  $R_2$ . **Atenție la conectarea ampermetrului (bornele corespunzătoare)! Circuitul va fi verificat de cadrul didactic înainte de pornirea sursei!** Divizorul se alimentează cu tensiune continuă egală cu  $10\text{V}$  (de la sursa de tensiune continuă). Se va măsura cu ampermetrul curentul  $I_2$  în fiecare dintre cele 2 cazuri descrise anterior. Se vor compara valorile măsurate cu valorile teoretice.

**5.13.** Se realizează montajul din figura 4, utilizând o rezistență decadică și sursa de tensiune continuă. Se iau  $U=1\text{V}$  și  $R=500\Omega$ .

- Se calculează valoarea curentului prin rezistență.
- Pentru multimetru se selectează măsurarea pe  $\mu\text{A}$ , **curent continuu**. **Atenție la conectarea ampermetrului (bornele corespunzătoare)! Circuitul va fi verificat de cadrul didactic înainte de pornirea sursei!** Se măsoară curentul prin circuit. Pe ce domeniu s-a făcut măsurarea? Comparați valoarea măsurată cu cea calculată. Cât este rezistența internă a ampermetrului (ideal – real)?



*Fig.4. Măsurarea curentului*