

Găyăneanu Nicodeta Monica  
433E

(1) Un volmetru numeric are  $4 \frac{1}{2}$  digiti,  $V_{cs} = 20V$ .

Calculați:

(a) rezoluția pe această scară

\* volmetru cu  $4 \frac{1}{2}$  digiti și  $V_{cs} = 20V \rightarrow$

+	1	9	9	9
---	---	---	---	---

densitatea de capăt de  
scară 20V

\* rezoluție = cea mai mică valoare a semnalului care poate  
fi afișată. (pe scară obișnuită)

$$\delta V = 0,001V = 1mV$$

(b) numărul de biți echivalenți ai CAN folosit

CAN  $\Rightarrow$  limboj biți (sau  $n = \log_2 19999 \approx 15$ )

$N = 19999$  digiti

$$2^{14} < 19999 < 2^{15}$$

$\hookrightarrow$  rezoluție către vol. urm.

$$\Rightarrow n = 15 \text{ biți}$$

$$\Rightarrow N_{\max} = 124$$

(2) Manualul voltmetrului numeric GW-Instek din laborator specifică precizia pe scara de 5V (val. max. indicată 4,9999, adică 4 4/5 digiti) ca fiind 0,03% + 3, cu semnificația " $\pm$  (percentage of reading + digits)".

Determinați:

(a) rezoluția pe această scară

$$\delta V = 0,0001 \text{ V} = 100 \mu\text{V} \Rightarrow \boxed{\delta V = 100 \mu\text{V}} \rightarrow \text{val max. of error}$$

(b) eroarea relativă maximă cu care se măsoară o tensiune  $U_x = 2,45V$  pe această scară.

$$(\varepsilon)_{R, \max}: e = \pm (\%U_x + \text{digits} \cdot \delta V) = \pm \left( \frac{0,03}{100} + 2,45 + 3 \cdot 100 \cdot 10^{-6} \right)$$

$$= \pm (3 \cdot 2,45 \cdot 10^{-4} + 3 \cdot 10^{-4}) =$$

$$= 10,35 \cdot 10^{-4} \text{ V} = 1,035 \text{ mV} =$$

$$\Rightarrow e = \pm 1,035 \text{ mV}$$

(c) eroarea <sup>relativă</sup> ~~absolută~~ corespunzătoare lui (b).

$$e_{\text{rel}} = \frac{e}{U_x} = \frac{E_{r, \text{max}}}{U_x} = \frac{1,035 \text{ mV}}{2450 \text{ mV}} = 0,000422 = 0,042\%$$

$$\boxed{e_{\text{abs}} = 0,042\%} \quad (E_r)$$

(d) să se determine clasa de precizie a aparatului pe această scară.

$$e = \pm \left( \overset{\substack{\uparrow \\ \text{enunț } +2,45V}}{E_r \cdot U_x} + \overset{\substack{\uparrow \\ V_{cs}=5V}}{C \cdot U_{cs}} \right)$$

$\downarrow$  (b) -  $E_{r, \text{max}}$        $\downarrow$  (c) -  $E_r$        $\downarrow$  de offset

$$\boxed{C = \frac{e - E_r \cdot U_x}{U_{cs}}} = \frac{1,035 - 0,042 \cdot 2450 \cdot 10^{-2}}{5000} =$$

$$= \frac{1,035 - 1,029}{5000} = 0,0000012 = 0,00012\% \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \boxed{C = 0,000012}$$

(3) Pentru volmetrul de c.a. cu 3 borne din Fig. 1 (atg) să se det. CMRR/dB la frecvențele:

(a) 100 KHz, (b) 50 Hz, (c) în curent continuu, cunoscând componentele parazite:  $Z_1$  este format din  $R_1 = 100 \text{ M}\Omega \parallel C_1 = 2 \text{ nF}$  și  $Z_2$  este format din  $R_2 = 500 \text{ M}\Omega \parallel C_2 = 50 \text{ pF}$ . Rezistențele cablurilor / bornelor de legătură  $R_a = R_b = 15 \Omega$



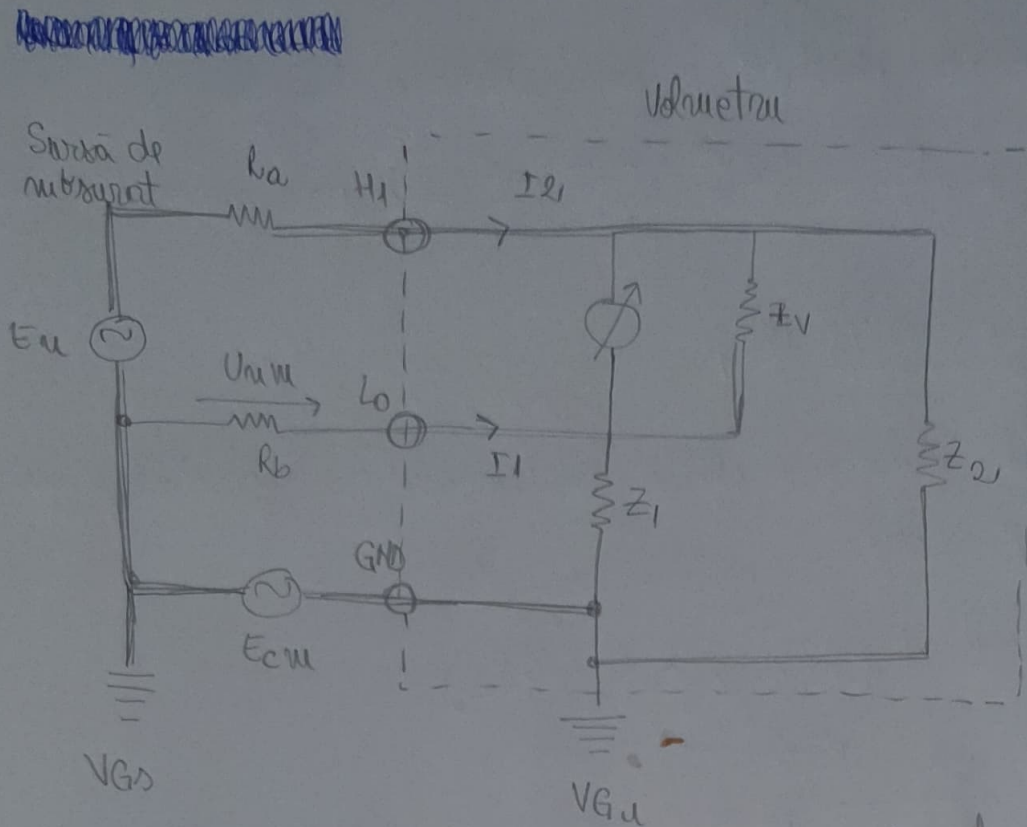


Fig 1: Conexiune ale sursei de măsurat la bornele volmetrului

$$Z_1 = R_1 \parallel C_1 \Rightarrow |Z_1| = \frac{R_1}{\sqrt{1 + (\omega R_1 C_1)^2}}$$

$E_u$  - tens. normală  
(de măsurat)

$$Z_2 = R_2 \parallel C_2 \Rightarrow |Z_2| = \frac{R_2}{\sqrt{1 + (\omega R_2 C_2)^2}}$$

$$E_{cm} = V_{GS} - V_{GU} \rightarrow \text{tensiune de mod comun.}$$

$$U_{nm} = \frac{E_{cm} \cdot R_b}{R_b + |Z_1|} \rightarrow \text{dens. de mod continuu (NEDORITA).}$$

$$CMRR = 20 \lg \frac{E_{cm}}{U_{nm}} = 20 \lg \left( 1 + \frac{|Z_1|}{R_b} \right)$$

(a)  $f = 400 \text{ KHz}$

$\omega = 2\pi f$

$$|Z_1| = \frac{R_1}{\sqrt{1 + (2\pi f R_1 C_1)^2}} = \frac{100 \cdot 10^6}{\sqrt{1 + 4\pi^2 \cdot 10^{10} \cdot 25 \cdot 10^{-16}}} \approx 795,54 \Omega$$

$$|Z_2| = \frac{R_2}{\sqrt{1 + (2\pi f R_2 C_2)^2}} = \frac{500 \cdot 10^6}{\sqrt{1 + 4\pi^2 \cdot 10^{10} \cdot 25 \cdot 10^{-16} \cdot 2500 \cdot 10^{-24}}} \approx 34,8 \text{ KHz}$$

$$\text{CMRR} = 20 \lg \left( 1 + \frac{|Z_1|}{R_6} \right) = 20 \lg \left( 1 + \frac{795,54}{15} \right) =$$

$= 34,63 \text{ dB} \Rightarrow \boxed{\text{CMRR} = 34,63 \text{ dB}}$

(b)  $f = 50 \text{ Hz}$

$$|Z_1| = \frac{100 \cdot 10^6}{\sqrt{1 + 4\pi^2 \cdot 25 \cdot 10^8 \cdot 10^{16} \cdot 4 \cdot 10^{-18}}} = 1,591 \text{ MHz}$$

$$|Z_2| = \frac{500 \cdot 10^6}{\sqrt{1 + 4\pi^2 \cdot 25 \cdot 10^2 \cdot 25 \cdot 10^{16} \cdot 25 \cdot 10^2 \cdot 10^{-24}}} = 63,15 \text{ MHz}$$

$$\text{CMRR} = 20 \lg \left( 1 + \frac{1,591 \cdot 10^6}{15} \right) \Rightarrow \boxed{\text{CMRR} = 100,5 \text{ dB}}$$

(c) current continuous

$|Z_1| = R_1 = 100 \text{ M}\Omega$

$|Z_2| = R_2 = 500 \text{ M}\Omega$

$$\text{CMRR} = 20 \lg \left( 1 + \frac{100 \cdot 10^6}{15} \right) \Rightarrow \boxed{\text{CMRR} = 136,77 \text{ dB}}$$

(4) Pentru volmetrul din fig.1 (stg) :

(a) să se calc. eroarea absolută comisă din cauza CMRR, știind că între cele 2 prize de pământ există o diferență de potențial  $V_{GS} - V_{GI} = 50V$  la  $f = 50Hz$ .

$$CMRR = \frac{U_{mc}}{U_{ecf\ MN}}, \quad \boxed{\varepsilon = U_{ecf\ MN}}$$

$$CMRR = 20 \lg \frac{E_{cm}}{U_{nm}}, \quad E_{cm} = V_{GS} - V_{GI} = 50V.$$

$$CMRR = 100,513 \text{ dB} \rightarrow \text{din ex (3), subpunctul (b)}.$$

$$* U_{nm} = \varepsilon = U_{ecf\ MN} *$$

$$\frac{E_{cm}}{U_{nm}} = 10^{\frac{CMRR}{20}} \Rightarrow U_{nm} = \frac{1}{E_{cm}} \cdot 10^{\frac{CMRR}{20}} =$$

$$= \frac{1}{50} \cdot 10^{\frac{100,513}{20}} = 4,413 \cdot 10^{-4} V = 0,44 \text{ mV.} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \boxed{U_{nm} = 0,44 \text{ mV}} \rightarrow \text{dens. de mod normal (eroare abs. din cauza CMRR)}.$$

(b) știind că scara de măsură este de 2V, să se determ. nr. de cifre a.d. eroare precedentă să nu fie mai mare de 4 unități ale ultimei cifre (4 counts).

$$\boxed{N = \lg N_{max} = \lg \frac{V_{cs}}{U_{nm}}} = \lg \frac{2V}{0,44 \text{ mV}} = \lg \frac{2000}{0,44} = 3,628$$

$\downarrow$   
 $U_{nm}$

$$\boxed{N = 3,628} \text{ digiti} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \underline{\underline{3 \text{ și } 4 \text{ digiti}}}$$