

5.1. Caracteristici tehnice a tensiometrelor

- 5.1.1. Definiții A₁ - A₆: Tehnicile tensiometrelor - aplicații a conversiilor U-f și f-U
- 5.2. Metode de specificare a preciziei de măsură pentru diferite tipuri de voltmetri / producători diferiți
- 5.3. Raportul de rezistență RRS (mRR) și RRMC. (5.5)
- 5.3. Legătura dintre nr. de cifre ale voltmetrului (N [digiti]) și nr. de baze ai CAH -ului din componenta m(a) EX01
- 5.4. Voltmetri de c.c. (5.4)
- 5.6. Voltmetri de c.a. (5.6)
- 5.7. Metode de corectare la sursele voltmetrului pentru indicațiile RRMC.

5.2. Metode de specificare a preciziei de măsură, pentru producători diferiți

- definiții precizie de măsură a tensiunii
- cântărire 5-10 producători diferiți pentru voltmetri
- măsurare

(TAS)

- 5.1. Cum se corectează un voltmeter, în serie, în paralel?
- 5.2. Cum este rezistența internă a voltmetrului, mare sau mică? Ordinul de măsurare?
- 5.3. Ce este o sursă standard de tensiune (V_{standard})?
- 5.4. Cum se simbolizează un voltmeter în circuit?
- 5.5. Cum funcționează un voltmeter analogic?

- Q6) Cum măsoară lumina cu valutară digitală?
- Q7) Ce este un CAT integrat? (DMM) CAT DP are o precizie bună sau o interes de conversie bună? Au avantajuri? Si ce clasele de aplicabilitate este util: valutară digitală / audio / procesare de semnal? De ce?
- Q8) Cum a inventat multimetrul? De ce? Când?
- Q9) Ce este rezoluția multimetrului? Caracteristică? Limită?
- Q10) La ce se referă eroarea de paralelism? Este o eroră prezentă la multimetrele digitale? Dar la cele analogice?
- Q11) Ce înțelegi prin "auto-ranging" în contextul multimetrului digital (DMM)?
- Q12) Ce înțelegi prin "DMM's test leads (probes)"?

Manufacturers: Digital multimeters GOOGLE SEARCH

Handheld multimeters Q13) Ce's area?! (😊) MASK!

AGILENT
AMPROBE
B&K PRECISION
EXTECH
FLUKE

listă de
DMM Manufacturers
posted by of Johns A2 on
17 Oct, 2010 19:14

etc.

Benchtop multimeters

AMULET
B&K PRECISION
TEKTRONIX

GW INSTRUK

etc.

Q14) ?! (😊) MASK!

E can make
links!

also also
actualized?
MASK!

- la rezultatele numerice scrise, se poate de măsura nu se scrie (21) specific nu forma clare de precizie (22) și prin eroare absolută limită (23/24/25)

$$C[\%] = \frac{U_x \cdot E_N}{U_{cs}} = \frac{U_x \cdot E_N}{U_{cs}}$$

(22)

la măsura rezultate numerice scrise

eroare absolută

conținut la măsura

trunchi în distanță

eroare relativă

trunchi de capăt de serie a rezultatului investigat

TASK!

trunchi în distanță

la model (215)

care este producătorul DMM - unde din laborator

TABELUL I. Specificație precizie la PRODUCATOR

(a) Faithley

(b) Siglent Technologies (Thuright)

(c) GW-Instek

MODUL DE SPECIFICARE A ERORII

% rdg + % range

(23)

ppm rdg + ppm range

(24)

% rdg + \pm LSD

least significant digit

(25)

\pm (percentage of reading + digits)

(23) \pm (percentage of reading + percentage of range)

(24) \pm (ppm of reading + ppm of range)

NOTA

ppm = părți pe milion;

reading = U_x = tensiunea care se măsoară;

range = U_{cs} = tensiunea de ap de serie a voltmetrului;

no. of digits =

$$E_{err. max} = E_N \cdot U_x + E_{mp} \cdot U_{cs} = E_N \cdot U_x + C \cdot U_{cs}$$

(216)

la baza datelor ul (la baza de date a) multitudine GDM-8246. **TASK!** măsura de 1 pag - 2 (see capitol)

- pag. 2 **A7** clasa de precizie numerică a V-Test-ului din laborator
 specifică precizie pe scară de 5V ca fiind $0,02\% + 4 =$
 $= \pm (\text{percentage of reading} + \text{digits})$. **a** identificați tu-
 rurile din surse, conform TABLEI I; **b** determinați
 rezoluția pe scară de 5V; **c** calculați erorile absolute maxime
 cu care se măsoară o tensiune $V_x = 2,65V$ pe scară de 5V;
d calculați erorile relative comparative a două surse diferite
 calculate; **e** determinați sursa de precizie a aparatului, pe
 scară de 5V.

Soluție

50000 counts

redat de aparat - al
 tensiunii ADM-8246

- a** • Range = $V_{os} = 5V$
 • $E_{abs. \text{ min}} = 0,02\% + 4 = \pm (\text{percentage of reading} + \text{digits})$
 \Rightarrow deci, ADM-ul în laborator are rezoluția \odot de pre-
 cizie a preciziei de măsurare burin, conform TABLE-
 I \Rightarrow este, deci, un ADM al G.V-Test-ului, mult
 mai precis decât laborator. Ce model? Căutăm în catalog
 aparatelor din laborator (care erau pe la) **TA5K!**

• a e cu digiti?! **redat**

calculăm rezoluția

Căutăm în manualul
 ADM-8246
 al sursei de alimentare.

ΔV - specificat în spec. de
 precizie de citire unei precizii electrice $\pm (\% \text{ delect} +$
 $+ \text{no. digiti})$.

Deci, $E_{abs. \text{ min}} = \pm (0,02\% \cdot V_x + 4 \Delta V) [V]$ **26**

b REZOLUȚIA = cea mai mică valoare a măsurării care
 poate fi făcută pe o scară de 5V.

⇒ conform definiției și cu identificările făcute la punctul a): $\Delta V = 0,0001V \Leftrightarrow \Delta V = 100\mu V$

4.9999 V

lumina
numărului
afisat de
GDM-8246
pe $U_{CS} = 5V$

Display-ul multimetrelor

Q17
punct central
sau punct
central în mV?

0.0001 V

cea mai mică valoare
afisată pe scară de
5V a multimetrelor
GDM-8246.

Q18

c) $U_x = 2,45V$

$e_{abs. lin} = 0,02\% \cdot U_x + 4 \cdot \Delta V = \frac{0,02}{100} \cdot 2,45V + 4 \cdot 100\mu V \Rightarrow$

$\Rightarrow e_{abs. lin} = 4,9 \cdot 10^{-4}V + 4 \cdot 10^{-4}V = 8,9 \cdot 10^{-4}V \Rightarrow$

$\Rightarrow e_{abs. lin} = 890\mu V$

d) $\varepsilon_n = \frac{e_{abs. lin}}{U_x} \cdot 100 = \frac{890\mu V}{2,45V} \cdot 100\% \Rightarrow$

$\Rightarrow \varepsilon_n \approx 0,04\%$

e) Din (2) $\Rightarrow C = \frac{U_x \cdot \varepsilon_n}{U_{CS}} = \frac{2,45V \cdot 0,04\%}{5V} \Rightarrow$

$\Rightarrow C \approx 0,02\%$

Văditi în
extensibilitate
accuracy și
Digital multimeter
to what you
it!
10 aug. 2021

• 50000 COUNTS \Rightarrow ? DIGITS ?

Urmasi 4 digiti pot lua orice valoare de la 0 la 9.

Prin urmare (sau mai semnificativ) poate lua
valoare {0, 1, 2, 3, 4}. Deci, toti digiti are valoare

138) Disponând de un DAC cu $V_{OS} = 20V$, rezoluție $\Delta V = 100\mu V$, dimensionați CAN-ul component.

SOLUȚIE

5.3

Negativă, elctre M digiti cu valoarea n este ai CAN-ului component.

• V_{OS} este numărul de referință a CAN-ului component.

• M este numărul maxim măsurărilor disponibile pe scară.

D_1, D_2, \dots, D_M

$M = 18 \text{ bits}$

$$\Delta V = \frac{V_{REF}}{M_{max}}$$

27

$\Rightarrow M_{max} = 200000 \Rightarrow$ deci, numărul

măsurărilor este, de fapt, 199999, n
 $200000 = \text{COUNTS}$.

• $M_{max} = 199999$, deci primul digit poate lua valorile $\{0, 1\}$, restul 5 digiti sunt, "cărți", deci, celelalte valori $\{0, 1, \dots, 8, 9\}$.

\Rightarrow valoarea are $5 \frac{1}{2}$ digiti

• acest număr măsurărilor, este pe $5 \frac{1}{2}$ digiti M

$M_{max} = 199999$ corespunde numărului de biți n ai CAN-ului din componentă, valoarea:

$$M_{max} = 10^H = 2^N$$

28

$$\Rightarrow n = \log_2 M_{max} = \frac{\log M_{max}}{0,3}$$

\Rightarrow deci, pentru a dimensiona CAN-ul trebuie

aproxim $n \Rightarrow n = 17,61 \Rightarrow$ deci, CAN-ul are 18 biți. Cu puterea are 9,61 biți (câtul e 10, biți).

A9) La un voltmetru analogic, valoarea efectivă măsurată (29)
 ignorându-se care efectuează partea analogică este $+0,1V$ fiind
 că $V_{cs} = 2V$, calculați ER0D și numărul de biți ech
 valute ai unui CAN cu același parametru.

~~Soluție~~

• ne aducem aminte că $U_{eq, RMS}$

$$U_{eq, RMS} = \frac{\Delta V_{cs}}{\sqrt{12}} \quad (29)$$

$$\Rightarrow \Delta V_{cs} = 242,49 \mu V$$

• ER0D = effective number of digits:

$$M_{max} = 8248$$

$$(27) \Rightarrow ER0D = \lg \left(\frac{V_{REF}}{\Delta V_{cs}} \right) \quad (30)$$

$$\Rightarrow ER0D = 3,916 \Rightarrow \text{folosim 4 biți} \Rightarrow M_{max} = 9999 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow n_{ech} = \log_2(9999) = \frac{\lg(9999)}{0,3} = 13,29$$

DAR, pentru că M_{max} este, ale fapt, $M_{max} \approx 8248$

$$n_{ech} = \frac{\lg(8248)}{\lg 2} \approx 13,01$$

$$n_{ech} = 13 \text{ biți}$$

$$V_{cs} = V_{REF} - \frac{V_{REF}}{2^n} \quad (31)$$

ne reamintim
 că la CAN-uri

$$\Rightarrow V_{REF} = V_{cs} = 2V$$

Ata Un voltmetru numeric are $4 \frac{1}{2}$ cifre, $V_{cc} = 2V$.
 Caracteristici:
 (a) Rezoluție pe scară citită; (b) nr. de cifre
 semnificative cu care folosește în voltmetru; (c) eroare cel.
 Voltmetrului datorată la care se citește V_{cc} și nr. cifrelor
 de la (a) Notă: Se cunoaște valoarea actuală

Parametri:

(a) $\Delta V = 50 \mu V$; (b) $n_{cif} = 15$ cifre; (c) $\Delta_{MOD} = 4 \frac{1}{2}$ cifre

TRSK! Paraboli!

Precizie (accuracy): măsura în care valoarea măsurată
 diferă de valoarea calculată. Infinită. Cel mai
 mic caracteristic este, măsura preciziei se face
 la cel mai mic număr, cu atât eroarea este mai
 mică \Rightarrow eroare mai mică, precizie mai bună.

Rezoluția (resolution): cea mai mică valoare a semnalului
 care poate fi afișat pe o anumită scară.

Sensibilitatea (sensitivity): cea mai mică variație a
 semnalului care poate fi detectată.

\Rightarrow sensibilitate = rezoluția aparatului pe care se măsoară
 semnalul (cu V_{cc} sau nr. cifre).

Tablă II. Parametri DMM vs. CAM.

Parametri	DMM	CAM
nr. măs. afișate	$N_{măso}$	V_{af}
nr. de cifre	N_{cif}	n_{cif}
Rezoluție	ΔV	
$10^4 = 2^4 \Rightarrow \log_{10} 10^4 = n \Rightarrow n = \frac{N}{0.301}$		
	ΔV	V_{af}
	$N_{măso}$	$N_{măso}$
	N_{cif}	2^n
	$\log(N_{măso})$	$\log(N_{măso})$
	n_{cif}	n_{cif}

411) Pentru un voltmetru se cunosc specificațiile de precizie la măsurarea tensiunii continue din Tabelul II. a) Identificați termenii din formulă dintr-o etichetă limită, cu formă Tabelului I. b) cât este e_{abs} în la măsurarea unei tensiuni $U_x = 2V$ cu acest aparat și cum se calibrază?

Soluție

Tabelul II. Accuracy specifications
 $\pm (\% \text{ rdg} + \% \text{ range})$

Range	24 hours $23^\circ\text{C} \pm 1^\circ\text{C}$	30 days $23^\circ\text{C} \pm 5^\circ\text{C}$	1 year $23^\circ\text{C} \pm 5^\circ\text{C}$
100.0000mV	$0.0030 + 0.0030$	$0.0040 + 0.0035$	$0.0050 + 0.0035$
1.000000V	$0.0020 + 0.0006$	$0.0030 + 0.0008$	$0.0040 + 0.0008$
10.00000V	$0.0015 + 0.0004$	$0.0020 + 0.0005$	$0.0035 + 0.0005$
100.0000V	$0.0020 + 0.0006$	$0.0035 + 0.0006$	$0.0045 + 0.0006$
1000.000V	$0.0020 + 0.0006$	$0.0035 + 0.0010$	$0.0045 + 0.0010$

a) $e_{abs} = \pm (\% \text{ rdg} + \% \text{ range}) \Rightarrow$ din Tabelul I este formula de specificare a e_{abs} în mV sau μV .

$$e_{abs} = \pm (\% \cdot 2V + \% U_{cs})$$

• am două etichete de circuite, aici:

U_{cs} în $\%$, cât este $\%$, după cum se calibrază \Rightarrow

\Rightarrow etich. se referă la cel mai mic cap de scară, care înșiși permite să măsurăm tensiunea în cauză, U_x .

• Deci, $U_{cs} = 10.00000V$, căci $100.00000mV \neq 1.000000V$ nu este o putere \Rightarrow

$$\Rightarrow e_{abs} = 0.0035\% + 0.0005$$

$$e_{abs} = \pm (0.0035\% \cdot 2V + 0.0005 \cdot 10V) = 120\mu V$$

• De ce se nu ai ales $U_{cs} = 100.0000V$ sau $U_{cs} = 1000.000V$? În-ar fi putut să măsoară $U_x = 2V$.

TRSK! Că ar fi marea pe pământ $U_{cs} = 100.0000V$ (2. de zii.)

$U_{cs} = 1000.000V$.

• De ce pui totuși al o alupă virgule? La ce serve?

Q19: Căți sigifi ore voluntarul nostru, alii precizie A11?

Q19: Precizie lină este de valoare mică sau mare? De ce?

A12: Pentru voluntarul de la A11, determinate rezoluție pe scară citire; b) determinate clase de precizie a aparatului; c) de ce clasa de precizie este mai mare (mai mică) pe scară ale 100 mV?

Q20: Indicație: Cum este $U_{cs} = 100 mV$, comparat cu signalele oferite aparatului de măsură?

Scenariu

a) $U_{cs} = 10V$

(mai puțin 10.00000 V) \Rightarrow cea mai mică valoare

posibilă este 0.00001 V $\Rightarrow \Delta V = 10 \mu V$

$$\begin{aligned} \text{Q11: } \left[\epsilon_{abs. lin} = \% U_x + \% U_{cs} \right] &= \left[\epsilon_n \cdot U_x + \epsilon_c \cdot U_{cs} \right] \\ &= 0,0035\% U_x + 0,0005 \cdot U_{cs} \end{aligned}$$

32

Exemplu: DMM cu $7\frac{1}{2}$ cifre (Hi PX1-4071) ←

pag 18

11 Digits	$3\frac{1}{2}$	4	$4\frac{1}{2}$	5	$5\frac{3}{4}$	$6\frac{1}{2}$	7	$7\frac{1}{2}$
ENOD	3,01	3,61	4,21	4,81	5,42	6,02	6,62	7,22
COUNTS	1024	4096	16384	65536	262144	1048576	4194304	16777216
n BITS	10	12	14	16	18	20	22	24

• COUNTS = 2 BITS

• $10^{ENOD} = 2 \text{ BITS} \Rightarrow ENOD = \text{BITS} \cdot \lg 2 = 0,301 \cdot \text{BITS}$

• cifre = nr. de cifre care accommodation pe 2 BITS =
 $10^{ENOD} = M_{max}$

Structura cu 3 cifre $\Rightarrow M_{max} = 999$

$3\frac{1}{2}$ cifre $\Rightarrow M_{max} = 1999$

$3\frac{3}{4}$ cifre $\Rightarrow M_{max} = 3999$

etc.

5.5 Raportul de Rejetare (RRS) = $\frac{CMRR}{CMRR}$ și $CMRR$



Fig. 1

Schema unei voltmeter numerice de cc.

Exemplu: 410017 ($3\frac{1}{2}$ cifre).

NOTA

$$U_{cs \text{ structură}} = 10^k \cdot U_{cs \text{ CAT}}; k \in \{0, 1, \dots, 4\}$$

- la acest subcapitol ne interesează partea din Fig. 1, filtrul trece-jos al CMC-ul dublu-pole. Alături de el este ală la capitolul 2 (CMC al CMC), canal care elimină semnalele de joasă frecvență, perturbări alternative - seria de măsurare a vitezei continue, U_v .

$$RRS_{\text{integrare}} = -20 \lg \left| \sin \left(\frac{\omega t_1}{2} \right) \right|$$
 puncte perturbate alternative serie de tip continuu efect pe frecvență $f = \frac{\omega}{2\pi}$ și trece prin un CMC-IP cu timpul de integrare (PRIF) de 1.

$$RRS_{\text{FTJ de tip RC}} = +20 \lg \frac{1}{|H(\omega)|} = -20 \lg |H(\omega)|$$

Canal trece-pas FTJ, U_{ps} , la ieșirea acestuia nu mai rămân

$$RRS = 20 \lg \frac{U_{ps} \leftarrow \text{perturbate serie}}{U_{cc} \text{ ech. serie}}$$

$$\Rightarrow 20 \lg \frac{U_{ps}}{U_{ps} \cdot |H(\omega)|}$$

$|H(\omega)|$ pentru FTJ RC este $|H(\omega)| = \frac{1}{\sqrt{1 + (\omega RC)^2}}$

$$= \frac{1}{\sqrt{1 + \left(\frac{\omega}{\omega_{-3dB}} \right)^2}} \Rightarrow RRS_{\text{FTJ}} = 20 \lg \sqrt{1 + \left(\frac{\omega}{\omega_{-3dB}} \right)^2}$$

$$\Rightarrow \boxed{RRS_{FT} = 10 \lg \left[1 + \left(\frac{\omega}{\omega - \omega_B} \right)^2 \right]}$$

36

pag. 4

A13 Calculați RRS al unei rețele cu FT și $CAT-3P$ la $f = 50,1 \text{ Hz}$, proiectat pentru România. $PC = 100 \text{ m}$.

Sursă

Q21 Vămi pe Internet, cât este frecvența rețelei de distribuție în România!

• proiectat pentru **ROADE SEARCI**

TASK!

claims electricity by country

$$\Rightarrow T_1 = \frac{1}{f} = 20 \text{ ms}$$

• încreșterea se realizează la $f = 50,1 \text{ Hz}$ (perturbator pe scară frecvență), minuscule (de la telecom. de di)

$$\Rightarrow RRS_I = -20 \lg |\sin(\pi f T_1)| = -20 \lg |\sin(\pi \cdot 50,1 \text{ Hz} \cdot \frac{1}{50})|$$

$$\Rightarrow RRS_I = -20 \lg |\sin(3,14159 \cdot 50,1)| \approx 53,99 \text{ dB}$$

Se amplasă, calculat care este valoarea

$$0,0549131823$$

și rețeaua de distribuție este de

$$3,14159 \cdot 50,1$$

de distribuție cu (rețeaua de distribuție)

comutatoare

rețeaua

version

can cu

$$\Rightarrow \boxed{RRS_I = 54 \text{ dB}}$$

Deci, variația cu $0,1 \text{ Hz}$ a frecvenței

rețelei de distribuție nu reduce

RRS_I de la ∞ la doar 54 dB !

35

$$\cdot \boxed{RRS_F = 20 \lg \left[1 + \left(\frac{2\pi \cdot 50,1 \text{ Hz} \cdot 100 \text{ m}}{12} \right)^2 \right]} = 29,97 \text{ dB}$$

este magnitudinea
frec. de 991
când calculăm

$$\Rightarrow \boxed{RRS_{tot} = RRS_I + RRS_F = 84 \text{ dB}}$$

• Descrierea și introducerea FTJ: măsurarea amplitudinii și conversiei / măriri, pentru ca FTJ introduce o întărire de $\gamma = RC$.

• Avantajul introducerii FTJ: RRS crește \Rightarrow va crește în RRMC (CMRR/dc) în sursele de tensiune (nu în e.o.)

$$CMRR_{total/cc} = RRMC_{cc} + RRS$$

- \pm număr care = multiple de 4.
- timpul FTJ; $\gamma \approx 5RC$ este semnificativ mai mare.
- timpul rejecției (RRS_I sau $RRS_I + RRS_F$) și timpul de mărime sunt aliniți cu cele utilizate, în funcție de precizia calculată.

EXEMPLU: Agilent 34401A

	DIGITS	HPLEs	Integration time	MMR[dB]
①	4 1/2 FAST	0,02	60Hz (50Hz)	0
②	4 1/2 SLOW	1	16,7ms (20ms)	60
③	5 1/2 FAST	0,2	3ms (3ms)	0
④	5 1/2 SLOW	10	167ms (200ms)	60
⑤	6 1/2 FAST	10	167ms (200ms)	60
⑥	6 1/2 SLOW	100	1,67s (2s)	60

number of power line cycles = nr. de perioade (50/60 Hz) care se integrează

normal mode rejection ratio (MMR) sau RRS_I

$$RRS_I = -20 \lg \left| \cos \left(\frac{\omega \tau}{2} \right) \right|$$

① $-20 \lg \left| \cos \left(\pi \cdot \frac{100}{50} \right) \right| \approx 62,85 \text{ dB}$

② $-20 \lg \left| \cos \left(\pi \cdot \frac{1}{50} \right) \right| \approx 0,04 \text{ dB}$

* pentru $f_{PL} \pm 1\%$,
 care 40dB at $\pm 3\%$
 care 30dB

$f_{ps} = 50Hz \pm 0,1\% =$
 $= [49,5; 50,5] \text{ Hz}$

REȚEA DE MOD HIRARHIC ȘI REȚEA DE MOD CANON

pag 19

HMAR

CMRG

39

$$\text{raport de rețea} = \frac{\text{lung. perturbatoare}}{\text{lung. perturbat. răsunătoare}}$$

după rețetă
efectul
de c.a. în
pe care
proprietate
ce c.c.
perturbator

- **REȘ sau HMAR**: raportul de rețetă a perturbatorului alternativ, la măsurarea tensiunii continue, atunci când tensiunea perturbatoare apare în serie cu tensiunea care este măsurată.

23

Tensiunile de tensiune aplicate au oare ce caracteristici. Da, rețetă care presupune că tensiunea perturbatoare să difere nu numai prin amplitudine de cea utilă, ci și prin frecvență, pentru a se putea separa.

Exemplu

a perturbatorului de c.a. care este tensiunea de la AC care este diversă de cea care tensiune este măsurată.

- **RRMC**: raportul de rețetă când tensiunea perturbatoare este în același mod ca tensiunea de lucru de intrare într-o care se măsoară tensiunea utilă.

→ de tensiune (H.M.L.)
la înălțime

când U₁ se măsoară față de masă (CMV), atunci RMV nu are OV, ci un potențial negativ, există, atunci, o tensiune de mod canonic.

Tensiunea perturbatoare poate fi de orice frecvență sau natură (sine, lung continuă), pentru că există o relație între ele și că RMAR poate să se separe.

RRMC există pentru tensiunea de c.a. măsurată!

pag. 20

$$MRR = RPS = \frac{E_{\text{max publizat}}}{U_{\text{ech. ech.}}}$$

39

$$CMRR = RMC = \frac{E_{\text{cm}}}{U_{\text{ech. ech.}}}$$

40

A114 ~~Se~~ Un voltmetru electronic de co cu osc-DP se poate folosi la $T_1 = 20 \text{ ms}$ este folosit pentru măsurarea unei tensiuni sinusoidale prin reținerarea curentului alternativ la un nivel al oscilatorului de $f = 49,7 \text{ Hz}$. Tenta se limitează la o altă cauză relativ datorată caracteristicilor componentelor alternative de timp măsurate?

~~Scor~~

• $T_1 = 20 \text{ ms} \Rightarrow f_{\text{oscilator}} = \frac{1}{T_1} = 50 \text{ Hz}$

→ frecvența oscilatorului este echivalentă cu numărul de cicle reținute (SMN) la valoarea de co!

• $U_{\text{ech. ech.}} = U_{\text{max}} \cdot RDA_{\text{min}} = \frac{2A}{\pi}$

41

• $RPS_T = -20 \lg \left| \sin \left(\frac{\omega T_1}{2} \right) \right|$

$\Rightarrow RPS_T = -20 \lg \left| \sin \left(\pi \cdot 49,7 \text{ Hz} \cdot \frac{1}{50 \text{ Hz}} \right) \right| = 46,7 \text{ dB}$

33

$\Rightarrow 20 \lg \frac{U_{\text{ps}}}{U_{\text{ech. ech.}}} = 46,7 \text{ dB} \Rightarrow U_{\text{ech. ech.}} = U_{\text{ps}} \cdot 10^{2,34}$

$\Rightarrow U_{\text{ech. ech.}} = \frac{2A}{\pi \cdot 28,78} \approx A \cdot 3 \text{ [mV]}$, cu $A = \text{amplitudinea curentului sinusoidal} \Rightarrow \frac{8}{6} \text{ dV}$ $\varepsilon = \frac{+3A \cdot 10^{-3}}{2A/\pi} \cdot 100\% \Rightarrow$
 $\Rightarrow \varepsilon = \pm 0,15 \cdot 100\% \Rightarrow \varepsilon = \pm 0,15\%$ $\frac{2A/\pi}{\text{limita scutit}}$