

Se calculează identificatorul ID pe baza sumei codurilor ASCII (<http://www.asciitable.com/>) a inițialelor numelor și prenumelor studentului N_i (majuscule); se ia restul împărțirii la 100 al sumei, +1.

- $N_1, 2, 3, \dots$ = codurile ASCII al inițialelor majuscule (*uppercase*)
- $ID = (\sum_{i=1}^n N_i) \bmod 100 + 1$
- de exemplu, pt. Dorel Ionel Vasilescu = {D,I,V}: $N_1 = \text{ascii}("D") = 68$; $N_2 = 73$; $N_3 = 86$;
- $68 + 73 + 86 = 227$;

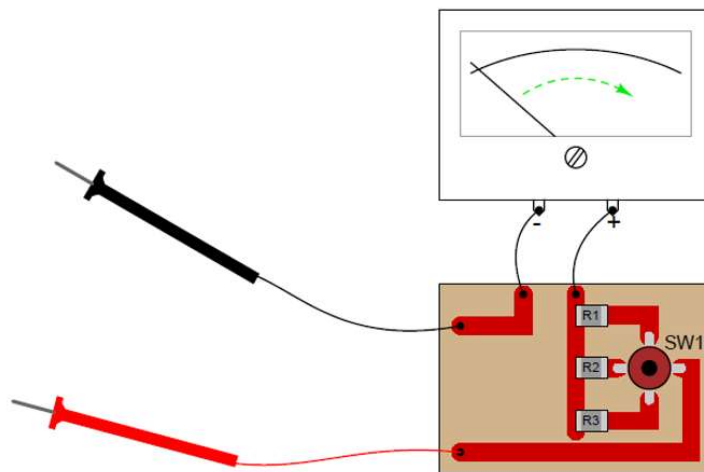
$$ID = 227 \bmod 100 + 1 = 27 + 1 = 28$$

4.1 Eroarea relativă a unei referințe de timp cu cuarț este $\varepsilon_1 = ID/50 \cdot 10^{-6}$ iar a uneia bazată pe GPS este $\varepsilon_2 = ID/30 \cdot 10^{-13}$. Se realizează câte un ceas pe baza acestor referințe. Calculați abaterea celor 2 ceasuri în secunde, după două săptămâni, respectiv un an de funcționare.

Indicație: eroarea relativă se definește cu formula clasică $\varepsilon = \Delta t/t$, cu $\Delta t = t_{\text{măs}} - t$, unde $t = 1\text{s}$ iar $t_{\text{măs}}$ este durata măsurată a unei secunde în cazul fiecărei referințe.

4.2 a) Se realizează un voltmetru ca în schema de mai jos, folosind un instrument indicator analogic (cu ac) de tip microampermetru, la care indicația maximă (notată cap scară CS și corespunzând poziției din extrema dreaptă a scării gradate) este pentru un curent de $I_{CS} \mu\text{A}$ și a cărei rezistență internă (datorată sîrmei cu care este bobinat instrumentul) este R_i . Determinați capetele de scară U_{CSi} ale voltmetrului, pentru $R_1 = 100\text{K}\Omega$, $R_2 = 500\text{K}\Omega$, $R_3 = 1000\text{K}\Omega$

- $I_{CS} = ID \mu\text{A}$, dacă $ID < 50$, și $(100 - ID) \mu\text{A}$, dacă $ID \geq 50$
- $R_i = ID + 330 \Omega$

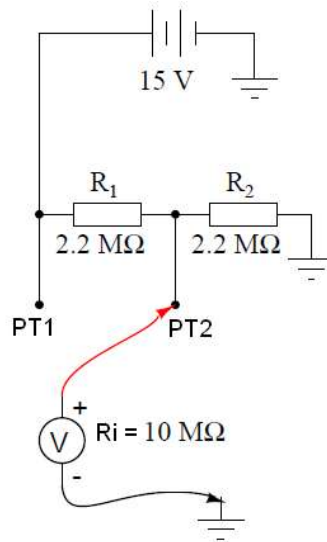


b) Voltmetrul de la punctul anterior încetează să funcționeze pentru scara CS_2 . Pentru celelalte două scări el funcționează în continuare bine. Identificați cea mai probabilă sursă de defectare.

Indicație: transformarea unui ampermetru în voltmetru se face pur și simplu ținînd seama de legea lui Ohm. R_i este mic, după cum se vede, dar în serie cu rezistențele adiționale se obține o rezistență mare, așa cum se așteaptă de la un voltmetru. SW1 este un comutator cu 3 poziții, care introduce în circuit, în funcție de scară, rezistențele 1, 2 sau 3.

4.3 Se va analiza efectul măsurării unor circuite cu impedanțe mari folosind voltmetre ale căror impedanțe sînt tot mari, dar nu infinite. Ca aplicație, se dorește măsurarea tensiunii din punctul de test PT2 (pe rezistența R_2) din divizorul rezistiv din figură.

- calculați eroarea relativă de măsură dacă voltmetrul folosit este unul numeric care are R_i ca în figură ($10\text{M}\Omega$)
- calculați eroarea relativă de măsură dacă se folosește un voltmetru analogic cu $R_i = (333 + ID) \text{K}\Omega$. Ce concluzie trageți în legătură cu voltmetrul analogic?



Indicație: Eroarea se calculează ținând seama de valoarea reală a tensiunii, dată de divizorul care include și rezistența voltmetrului, în paralel pe R_2 , față de valoarea ideală care presupune că voltmetrul are rezistență infinită. În general, faptul că un voltmetru este analogic sau numeric se referă la afișaj, nu la impedanța (rezistența) de intrare, dar uzual voltmetrele numerice au impedanțe mai mari datorită schemei interne mai complexe.

4.4 Eroarea absolută limită la un V-metru numeric se poate exprima sub una din formele echivalente:

- I. % din U_X + % din U_{CS} (procentajul din al doilea termen corespunde clasei de precizie, căci este termenul constant în gama de măsură)
- II. % din $U_X + N$, unde N se înmulțește cu valoarea tensiunii dată de 1 unitate a digitului cel mai puțin semnificativ de pe afișaj pe acea scară (adică valoarea rezoluției).

Ambele specificații sînt echivalente, întrucît cuprind un termen proporțional cu valoarea măsurată și un termen constant în scara de măsură aleasă.

Pentru următoarele voltmetre: V1 cu $U_{CS} = 2V$ (indicație maximă pe afișaj 1.999V), și V2 cu $U_{CS} = 4V$ (indicație maximă 3.9999V)

- a) determinați rezoluția pe scara respectivă
- b) determinați clasa de precizie C necesară în varianta I pe scara respectivă, a.î. eroarea celui de-al doilea termen în varianta II să corespundă la $N=4$ (4 unități ale ultimului digit de pe afișaj).
- c) calculați eroarea limită în formă absolută și relativă, pentru ambele voltmetre, la măsurarea tensiunilor:

- $U_{X1} = U_{CS} * ID/987.6$
- $U_{X2} = U_{CS} * ID/101.2$

Indicație: Pentru varianta 2, de exemplu dacă scara este 1.999V, rezoluția este $\Delta U = 0.001V$, iar o eroare de forma $e = 0.01\%$ din $U_X + 3$ unități înseamnă $e = 0.01 * U_X / 100 + 3 * 0.001 [V]$

4.5 Tehnicianul Dorel are de ales între următoarele două voltmetre, pt măsurarea unei tensiuni $U_X = 1.89 + ID/10$ V:

- voltmetrul GW-Instek GDM-8246 din laborator, datasheet: [1], cu eroarea absolută limită $e_1 = 0.02\%$ din $U_X + 4$ unități [V], pe scara $U_{CS1} = 5V$ (indicație maximă pe afișaj 4.9999V). Preț: aproximativ 250\$.

- acest voltmetru cu $e_2 = 0.5\%$ din $U_X + 2$ unități [V], pe scara $U_{CS2} = 1.999V$. Preț: aproximativ 20\$.

- a) Dorel consideră că dacă $U_{CS2} < U_{CS1}$, și $\varepsilon = C \cdot U_{CS} / U_X$, rezultă că $\varepsilon_2 < \varepsilon_1$. Calculați cele 2 erori relative și argumentați corectitudinea afirmațiilor sale.
- b) Dorel vrea să verifice dacă raportul prețurilor este egal cu raportul claselor de precizie. Calculați clasa de precizie pentru fiecare voltmetru, pe scara dată.

[1] <https://www.gwinstek.com/en-global/products/downloadSeriesSpec/1140>

[2] <http://www.farnell.com/datasheets/3178896.pdf>

Indicație: semnificația erorii sub forma „0.02% din $U_X + 4$ unități” corespunde variantei II din problema precedentă.