

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}: $N_1 = \text{ascii}("D") = 68$; $N_2 = 73$; $N_3 = 86$;
- $68 + 73 + 86 = 227$;

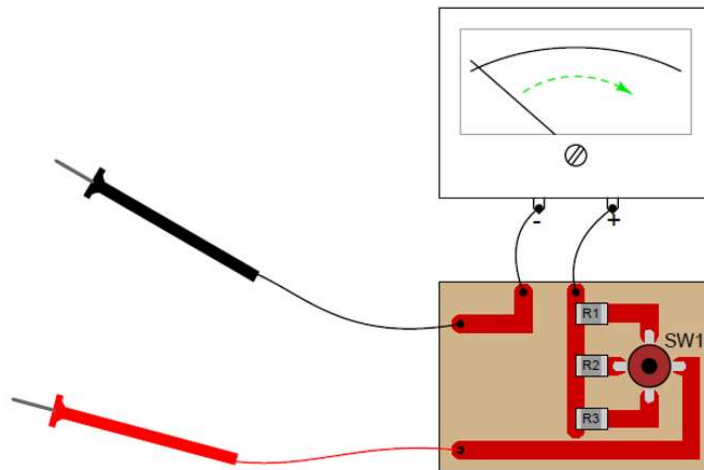
$$ID = 227 \bmod 100 + 1 = 27 + 1 = 28$$

4.1 Eroarea relativă a unei referințe de timp cu cuarț este $\varepsilon_1 = ID/40 \cdot 10^{-6}$ iar a uneia bazată pe GPS este $\varepsilon_2 = ID/40 \cdot 10^{-10}$. Se realizează câte un ceas pe baza acestor referințe. Calculați abaterea celor 2 ceasuri în secunde, după două săptămîni, 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 $t = 1s$ 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 corespunzînd poziției din extrema dreaptă a scării gradate) este pentru un curent de $I_{CS} \mu A$ și a cărui rezistență internă (datorată sîrmei cu care este bobinat instrumentul) este R_i . Determinați capetele de scară U_{CSi} ale voltmetrului, pentru $R_1 = 100K\Omega$, $R_2 = 500K\Omega$, $R_3 = 1000K\Omega$

- $I_{CS} = ID \mu A$, dacă $ID > 50$, și $(100 - ID) \mu A$, dacă $ID \leq 50$
- $R_i = ID + 300 \Omega$



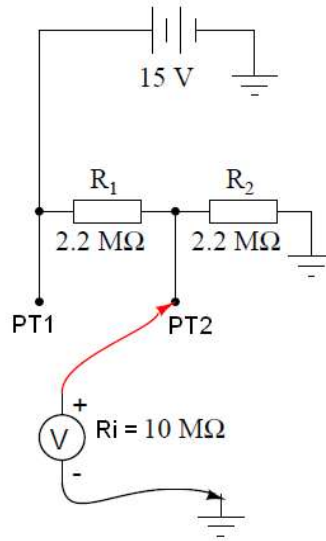
b) Voltmetrul de la punctul anterior încetează să funcționeze pentru scara CS_2 . Pentru celelalte două scări el funcționează în continuare bine. Identificați cea mai probabilă sursă de defectare.

Indicație: R_i este mic, după cum se vede, ceea ce ar face ca instrumentul singur să fie mai aproape de un ampermetru decît un voltmetru, dar în serie cu rezistențele adiționale, se obține o rezistență mare, așa cum se așteaptă de la un voltmetru. Relația dintre U_{CS} și I_{CS} este conform legii lui Ohm: $U_{CS} = R I_{CS}$ unde R este rezistența totală pe acea scară ($R_i + R_{1,2,3}$ în funcție de scară). $SW1$ 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.

a) calculați eroarea relativă de măsură dacă voltmetrul folosit este unul numeric care are R_i ca în figură ($10M\Omega$)

b) calculați eroarea relativă de măsură dacă se folosește un voltmetru analogic cu $R_i = (100 + ID) \text{ K}\Omega$.
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, și deci curentul de intrare este 0. 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. Valoarea de $10\text{M}\Omega$ este tipică pentru voltmetre de uz general, dar există și voltmetre pentru aplicații speciale, cu rezistențe de peste $1\text{G}\Omega$ și implicit curent de intrare de ordinul 10^{-15}A .

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

- I. $\% \text{ din } U_X + \% \text{ din } U_{CS}$ (procentajul din al doilea termen corespunde clasei de precizie, căci este termenul constant în gama de măsură), așa cum s-a văzut și în exemplul din curs pentru voltmetrul din multimetrul Agilent/Keysight 34401
- II. $\% \text{ din } U_X + N$, unde N nu se adună pur și simplu, ci se înmulțește cu valoarea rezoluției (adică tensiunea dată de 1 unitate a digitului cel mai din dreapta de pe afișaj pe acea scară).

Ambele specificații sînt echivalente, întrucît primul termen e proporțional cu valoarea măsurată și al doilea termen e constant pe scara de măsură aleasă.

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

- $U_{X1} = U_{CS} * ID/910$
- $U_{X2} = U_{CS} * ID/110$

Indicație: Pentru varianta 2, de exemplu dacă scara este 1.999V , înseamnă că rezoluția este $\Delta U = 0.001\text{V}$, iar o eroare de forma $e = 0.01\% \text{ din } U_X + 3 \text{ unități}$ 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 $U_X = 1.78 + ID/10$ 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 cu capătul de scară $U_{CS1} = 5$ V (indicație maximă pe afișaj 4.9999V). Preț: aproximativ 250\$.

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

a) Dorel consideră că dacă $U_{CS2} < U_{CS1}$, și $\varepsilon = C \cdot U_{CS} / U_X$ [3], 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. Relația [3] este adevărată și se obține din egalarea erorii absolute e din relațiile de definiție $\varepsilon = e / U_X$ și $C = e / U_{CS}$.