

IEM 2025-2026 – Set de probleme nr. 7

Fiecare student are un identificator ID în funcție de nume astfel:

- $N1,2,[3,4,\dots]$ = codul ASCII al primei litere mari (*uppercase*) a fiecărui nume și prenume
- $ID = \prod_{i=1}^n N_i \bmod 100 + 1$
- de exemplu, pt. Dorel Ionel Vasilescu: $N1 = \text{ascii}('D') = 68$; $N2 = 73$; $N3 = 86$;
- $68 \cdot 73 \cdot 86 = 426904 \bmod 100 = 4$, deci $ID = 4 + 1 = 5$

Nu folosiți mai puține prenume decât aveți în catalog, în scopul de a obține același ID ca un coleg!

7.1 a) Un semnal de amplitudine $5V_{VV}$ peste care este suprapusă o tensiune de zgomot de valoare efectivă $66 + ID/2$ mV este vizualizat cu un osciloscop în modul mediere cu $M=128$ cicluri de achiziție. Să se determine RSZ_{dB} al semnalului memorat de osciloscop în acest mod.

Indicație: atenție la relația dintre valoare efectivă și cea vîrf-la-vîrf!

b) Să se calculeze nr. de biți ai CAN din osciloscop necesari pentru această situație.

Indicație: se va alege următorul număr întreg $> ENOB$.

7.2 a) Să se calculeze C_X limită a unui osciloscop cu $f_s = 1\text{GSa/s}$ și N_s puncte a.î. să mai poată fi folosit modul de mediere *Hi-Res (Boxcar)*, considerînd o mediere pe minim 4 eșantioane. $N_s = \{25K \text{ puncte, pt } ID \leq 33; 40K \text{ puncte, pt } 33 < ID \leq 66; 150K \text{ puncte, pentru } ID > 66\}$.

b) Justificați dacă la $C_X < C_{X \text{ lim}}$ la care nu se mai poate folosi modul *Hi-Res*, se poate folosi modul *Average*.

Indicație: o prezentare demonstrativă pentru compararea modurilor Sample, Hi-Res și Average aici:
<https://www.youtube.com/watch?v=036EmsIz-o0>

7.3 a) Pentru $C_X = 100\text{us/div}$, calculați timpul pre-trigger maxim pt osciloscopul din laborator, avînd $f_{s,\text{max}} = 1\text{GSa/s}$ și $N_s = 2500\text{pct}$, respectiv un osciloscop avînd $f_{s,\text{max}} = 1 + \text{round}(ID/3)$ GSa/s și $N_s = 1\text{Mpct}$.

b) calculați cît reprezintă timpul post-trigger pt fiecare osciloscop în situația implicită de la pornirea osciloscopului (cînd săgeata momentului de trigger este poziționată la jumătatea ecranului).

7.4 Se dau 3 voltmetre numerice cu următoarele specificații:

- V1: 3 ½ digiți, 2000 counts ($N_{\text{max}} = 1999$)
- V2: 5 ½ digits, 200000 counts ($N_{\text{max}} = 199999$)
- V3: 5 ¾ digiți, 500000 counts ($N_{\text{max}} = 499999$)

a) determinați scările posibile pentru a măsura tensiuni între 0 și $ID/100 + 2.98V$, știind că scara cea mai mică are U_{CS} în intervalul $[100\text{mV}, 1V]$ (la fiecare voltmetru, în funcție de N_{max}) și scările pot fi schimbate decadic; determinați scara optimă și rezoluția pe fiecare scară.

Indicație: scările unui V-metru numeric se schimbă doar prin mutarea punctului zecimal și alegerea unității de măsură mV sau V. De exemplu, pt. V1, $N_{\text{max}} = 1999$ poate însemna scara de 19.99mV sau 199.9mV sau 1999mV (echivalent cu 1.999V); dintre cele 3, a doua satisface condiția din ipoteză privind scara cea mai mică, adică mai sensibilă. Se vor identifica intervalele de tensiuni posibile pe fiecare scară.

b) Tehnicianul Dorel nu înțelege de ce se fabrică voltmetre atît cu N ½ digiți cît și N ¾ și care sînt avantajele unora față de altele la aceeași valoare N . Pentru a-l lămuri, calculați subintervalul de tensiuni din cadrul intervalului (1-10V) pentru care unul din voltmetrele V2, V3 este mai precis, pe baza calculului rezoluțiilor pe scările corespunzătoare.

Indicație: nr. întreg de digiți la V2, V3 este același, dar unul dintre ele permite să schimbi scara pe una mai puțin sensibilă (cu mai multe zecimale, adică cu rezoluție mai mică deci mai bună) mai tîrziu în cadrul intervalului de tensiuni.

De exemplu, pt un voltmetru de 2000 counts, la tensiuni mai mici de 2V folosim scara de 1.999V cu rezoluția de 0.001V, apoi tb. mutat pe scara de 19.99V cu rezoluție mai proastă, de 0.01V.

Pe de altă parte, la un voltmetru cu 4000 counts de exemplu, putem folosi scara mai sensibilă pt tensiuni de pînă la 4V.

7.5 Tehnicianul Dorel lucrează la secția de circuite digitale a fabricii RomVolt Impex SRL și decide să țină locul inginerului proiectant pe partea digitală, atunci cînd acesta stă acasă, motivînd că a făcut simultan Covid și variola maimuței. Întrucît Dorel a auzit că 10 este un număr perfect [1], el alege să facă un afișaj cu 10 cifre. Ce nu știe Dorel este că pragul de zgomot pt. partea analogică dezvoltată de fabrică pentru acest voltmetru este de $ID/3 + 55$ $\mu\text{V RMS}$.

a) cîte cifre va trebui să scoată de pe afișajul lui Dorel inginerul, atunci cînd se întoarce la serviciu ? Justificați!

b) justificați alegerea optimă știind că nr. de cifre ale afișajului fizic poate să fie de forma N sau N ½ sau N ¾ (nu doar varianta N).

c) determinați pe cîți biți trebuie să fie CAN folosit dacă se implementează varianta lui Dorel

d) determinați pe cîți biți trebuie să fie CAN în cazul optim.

IEM 2025-2026 – Set de probleme nr. 7

7.6 Un voltmetru numeric de c.c. realizat cu CAN DP este folosit în România unde rețeaua electrică publică garantează până recent frecvența $f = 50\text{Hz} \pm 0.1\%$. Pe fondul crizei pieței de energie, furnizorul de electricitate anunță că de acum înainte nu va mai putea garanta frecvența decât în limita de $\pm 0.5\%$.

Știind că voltmetrul avea $RRS_{\min}$ măsurat = $65 + ID/10$ dB în condițiile inițiale, calculați frecvența de tăiere a filtrului FTJ necesar de a fi adăugat la intrarea în voltmetru pentru ca $RRS_{\min}$ al voltmetrului să nu scadă sub valoarea inițială.

Indicație: evident $RRS_{\max} = \text{infinit}$ (dat de integrare) atunci când eroarea frecvenței este 0 (fix 50.000Hz); se va calcula $RRS_{\min}$ în cazul cel mai defavorabil, și anume verificând unde în intervalul specificat în procente față de 50Hz este valoarea minimă a RRS_1 , cf. formulei și graficului cu asimptote verticale.

[1] În școala Pitagorică, 10 era considerat un număr perfect deoarece $1+2+3+4=10$.