

IEM 2025-2026 – Set de probleme nr. 6

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

- $N1,2,[3,4,...]$ = 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!

6.1 Tehnicianul Dorel aplică semnale pe următoarele frecvențe f_x : (a) 35 MHz; (b) 55 MHz; (c) 85MHz; (d) 125MHz (e) 255MHz la intrarea unui CAN cu frecvența de eșantionare $f_s = 90 + \text{round}(ID/4)$ [MHz] și se miră că în unele cazuri, frecvența măsurată corespunde cu cea aplicată, și alteori nu, suspectînd că sofonii [1] îi perturbă în mod aleator experimentele pentru a împiedica știința de pe Pământ să progreseze. Explicați-i lui Dorel de ce aceasta nu este o dovadă a existenței extratereștrilor, calculînd în ce cazuri are loc aliere (*aliasing*) și cît este frecvența aliată f_a reconstituită din eșantioanele CAN-ului.

Pentru a-l păcăli pe Dorel de 1 aprilie, calculați ce frecvență f_x aflată în intervalul $(f_s, 1.5f_s)$ produce o valoare $f_a = f_x$ pentru f_s dat.

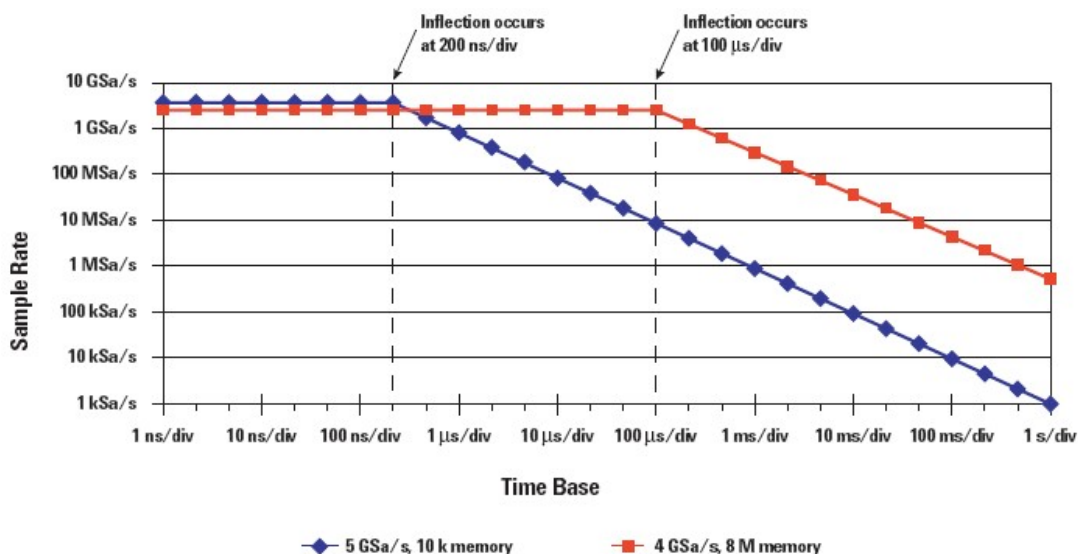
6.2 a) Pentru osciloscopul desenat cu roșu, determinați cîte puncte achiziționează (în locul maximului de 8M puncte) pentru valorile C_X : 10ns/div, 200ns/div, 20us/div.

Observație: este vorba de valori C_X din stînga punctului de inflexiune C_{Xlim} . Pe grafic, intenția autorului a fost să illustreze ce se întîmplă în dreapta punctului de inflexiune, și anume scăderea f_s sub f_{smax} . Dar, așa cum s-a arătat, în stînga C_{Xlim} se întîmplă alt fenomen nedorit și anume, scăderea nr. de puncte achiziționate.

b) Este vreo diferență pentru osciloscopul desenat cu albastru?

c) osciloscopul permite userului să facă *zoom* pe imaginea memorată (deci comutatorul RUN/STOP pe poziția STOP) atîta vreme cît memoria de formă de undă este mai mare decît nr. de puncte pe orizontală care formează imaginea pe ecran). Presupunînd că cele 2 osciloscopae au ambele ecrane cu $500 + 2ID$ puncte pe orizontală, determinați pentru fiecare C_X maxim peste care nu mai e posibil să se facă *zoom*.

*Indicație: evident, memoria de formă de undă de 10K, respectiv 8M, așa cum se vede pe grafic, nu mai este folosită la C_X sub valoarea de inflexiune desenată. Sub această valoare, osciloscopul achiziționează mai puține puncte, cf. calculului de la punctul a), dar de obicei userul nu vede aceasta, pentru că osciloscopul face interpolare. Dar, interpolarea reprezintă puncte create artificial, ceea ce duce la riscul de a pierde evenimente care „cad” între 2 puncte reale, deci se va lua în calcul doar posibilitatea de a face *zoom* folosind puncte reale.*



6.3 Pentru cele 2 osciloscopae din figura precedentă, știind valorile C_{Xlim} (scrise deasupra graficului ca puncte de inflexiune) precum și N_s , f_{smax} de pe grafic, calculați N_X .

IEM 2025-2026 – Set de probleme nr. 6

Indicație: $N_X=10$ a fost o constantă aproape universală pentru oscilosoape pînă acum aprox. 15 ani. Odată cu apariția ecranelor late, pentru a păstra diviziunea pătrată (latura unei diviziuni era în mod tradițional 1 cm), s-a ajuns la creșterea N_X .

6.4 Pentru un osciloscop $f_{S\text{ MAX}} = 1\text{GSa/s}$, știind $f_{-3\text{dB}} = 60+\text{ID MHz}$ și $N_S = 10\text{K}$ puncte, calculați C_X limită pînă la care banda analogică la -3dB se comportă ca un filtru antialiere.

Indicație: Banda analogică este de obicei mult mai mică decît f_S , de exemplu la osciloscopul din laborator, $f_S=1\text{GSa/s}$ în timp de $f_{-3\text{dB}}=40\text{MHz}$, deci $f_{-3\text{dB}}$ are un rol în în prevenirea alierii. Întrucît știm că o caracteristică FTJ de ordinul 1 (gaussiană) nu este foarte abruptă și rejectează incomplet frecvențele mai mari decît $f_{-3\text{dB}}$ dar apropiate de aceasta, se va alege limitarea nu la $f_S/2$ ci la $f_S/10$.

6.5 Tehnicianul Dorel trebuie să verifice un dispozitiv care generează impulsuri de lățime $t_0 = 50+\text{ID}/2 \text{ ns}$ cu frecvența de repetiție $f = 100+\text{ID Hz}$. În acest scop, el folosește osciloscopul din laborator cu $f_{-3\text{dB}} = 40\text{MHz}$ (considerînd că este mult peste frecvența f), $f_{S\text{ MAX}} = 1\text{GSa/s}$, memoria de achiziție de 2500 puncte. El setează osciloscopul astfel încît să observe 2 impulsuri pe tot ecranul, pentru a verifica frecvența (perioada) de repetiție. Făcînd apoi zoom pe impulsuri, constată că lățimea acestora este neconformă cu specificația și decide că dispozitivul este defect. Argumentați dacă decizia este corectă și, în caz contrar, propuneți-i lui Dorel o soluție.

Indicație: Problema se bazează pe același principiu ca în exemplul cu DMX, unde trebuie inițial văzut pe tot ecranul un eveniment foarte lung, cu C_X mare, ca după aceea să se micșoreze mult C_X (zoom) pentru a detalia un eveniment mult mai scurt. Reprezentați la scară semnalul și determinați C_X necesar pentru a vedea două impulsuri pe ecran și, pe baza lui, calculați f_S . Această imagine trebuie detaliată (zoom). Determinați nr. de pct. necesare a putea detalia impulsurile cu rezoluția dorită și verificați dacă osciloscopul dispune de destule puncte în memorie.

Observați că este vorba de un semnal cu factor de umplere extrem de mic (lățimea impulsurilor extrem de scurtă față de perioada semnalului – aici intervine frecv. de repetiție, care trebuie cunoscută pt. a vedea **min. 2 impulsuri** pe tot ecranul, căci văzînd un singur impuls pe ecran nu se poate verifica perioada de repetiție). Făcînd zoom pe impulsurile deja memorate, nu se achiziționează noi puncte, la fel cum un zoom mare pe o poză existentă nu permite vederea a prea multe detalii, dacă rezoluția de fotografiere a fost mică. Numărul de eșantioane și T_S rămîn cele achiziționate cu C_X de la început, dinainte de zoom.

Această problemă demonstrează, în continuare, situațiile în care parametrul N_S este important și devine un factor limitativ pentru f_S la anumite valori C_X .

[1] Cixin Liu, *The 3-Body Problem*