

IEM 2025-2026 – Set de probleme nr. 3

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!

3.1 Tehnicianul Dorel măsoară timpul de conversie al unui CNA cu rezistențe ponderate, folosind o sondă activă Tektronix P7240 cu timp de creștere de doar 0.12ns [1] și obține un timp de comutare al comutatoarelor care formează biții de 2ns. Instalând însă CNA-ul în schema finală, constată că timpul de conversie este mult mai mare, și nu știe de ce. Ajutați-l pe Dorel: știind că $R = 1\text{K}\Omega$, determinați valoarea maximă a capacității parazite C_P de la ieșirea CNA, a.î. timpul de stabilire pînă cînd tensiunea de ieșire depășește 99% din valoarea finală să fie maxim **ID/10+7ns**
Indicații: 1) regula cu 5RC prezentată la curs 2) reamintiți-vă de la METc că timpii se adună pătratic.

3.2 Tehnicianului Dorel nu-i este clar ce se întîmplă cînd numărul de biți dintr-un lanț CAN/CNA nu este constant. El aplică o tensiune triunghiulară de amplitudine $A = 4 + ID/33$ V și componentă continuă egală cu A la intrarea unui CAN unipolar de 4 biți cu $V_{REF} = 7.66 + ID/33$ V. Cei mai semnificativi 3 biți de la ieșirea CAN se leagă la intrările unui CNA de 3 biți și $V_{REF} = 5\text{V}$. Desenați semnalul de la ieșirea CNA.

Indicație: s-a ales componenta continuă egală cu amplitudinea pt. a "ridica" forma de undă deasupra axei, astfel încît să nu mai existe valori negative și să fie permisă folosirea unui CAN unipolar.

3.3 Să se determine ENOB al unui CAN cu $V_{REF} = 5\text{V}$ la care zgomotul de cuantizare este de același ordin de mărime ca zgomotul analogic. Se știe că valoarea efectivă a tensiunii de zgomot analogic este max. **ID+25** uV la un semnal de $U_{ef} = 1\text{V}$.

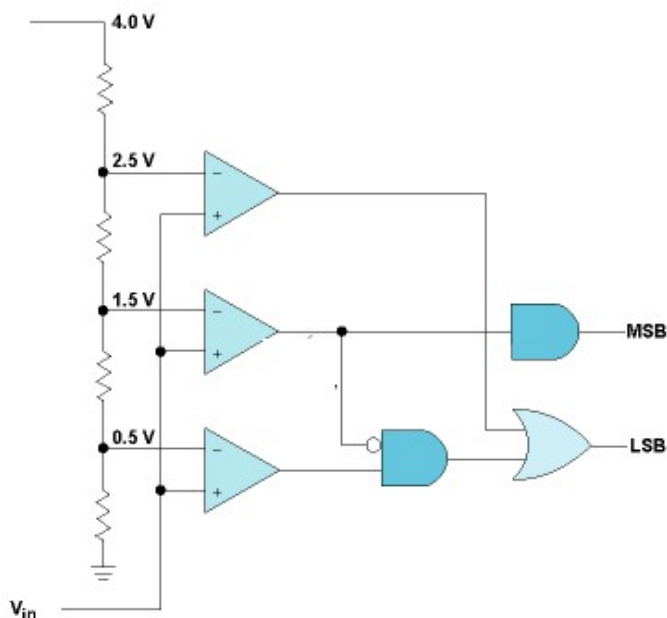
Indicație: Se calculează SINAD; tensiunea de zgomot rezultantă (analogic+de cuantizare) folosită în calculul SINAD se obține prin adunarea componentelor la pătrat și extragerea radicalului ($U_{efz\text{ rezultant}}^2 = U_{efz\text{ analogic}}^2 + U_{efzg}^2$), căci dpdv fizic în cazul zgomotului puterile se adună, nu tensiunile.

În general, 2 valori sînt de același ordin de mărime atunci cînd nu diferă printr-un factor multiplicativ mai mare de 10.

3.4 Se dă CAN-ul FLASH pe 2 biți din figură la care decodorul termometric-binar este implementat cu porți logice. Se cunosc $V_{ref} = 4\text{V}$ și $V_{in} = 1.98 + ID/66$ V. Rezistorii care divizează referința au valori care să determine tensiunile de comparație marcate pe figură.

- Să se propună valori pentru rezistori și să se calculeze numărul N de la ieșirea CAN-ului;
- Să se obțină codul de la ieșirea comparatoarelor.
- Ce fel de caracteristică de conversie are CAN, cu trunchiere sau rotunjire? repetați a), b) dacă toți rezistorii sînt egali. Comentați ce se întîmplă cu caracteristica de conversie. Reprezentați grafic caracteristica de conversie în cele 2 cazuri.
- Dat fiind circuitul de decodificare din figură, să se găsească expresiile logice pentru biții MSB și LSB. Explicați rolul porții conectate la bitul MSB.
- Tehnicianul Dorel a pierdut documentația CAN-ului. Proiectați un decodor termometric cu 3 biți și redesenați schema CAN-ului pe 3b (în cazul cu trunchiere).

IEM 2025-2026 – Set de probleme nr. 3



3.5 Se dă un CAN cu $n=10b$ care eșantionează un semnal sinusoidal cu $U_{RMS} = 5.43 + ID/66$ [V].

- Știind că gama dinamică a CAN-ului este cea necesară pt a cuprinde amplitudinea vîrf-la-vîrf a semnalului, calculați rezoluția CAN-ului, RSZ de cuantizare și valoarea efectivă a tensiunii zgomotului de cuantizare
- Știind că semnalul este de bandă $f_{MAX} = 10KHz$ și frecvența de eșantionare este $f_s = 33 + \text{round}(ID/33)$ KSa/s (*oversampling*), calculați noua valoare RSZ_C , valoarea efectivă a tensiunii zgomotului de cuantizare și ENOB (presupunînd că nu există alt zgomot decît cel de cuantizare).
- pt semnalul dat, calculați cît trebuie să fie frecvența de eșantionare a.î. CAN cu *oversampling* să aibă aceeași rezoluție cu un CAN cu $n=14b$.

Indicație: CAN cu oversampling are rezoluție mai mică, deci mai bună, la fel ca un CAN cu nr mai mare de biți.

3.6 Fie un CAN de 12 biți, $V_{REF} = 5 + \text{round}(ID/33)$ V, construit din 3 CAN de 4 biți conform schemei paralel-serie. Se cere:

- desenați schema bloc, prin extinderea schemei de 8 biți de la curs;
- calculați eroarea absolută maximă de cuantizare la ieșirea din fiecare din cele 2 CNA componente.
- calculați valorile întârzierilor (*delta t*) pentru cele 2 circuite de întârziere necesare, știind că timpul de conversie al unui CNA este de 10ns, iar al unui CAN $ID + 15$ ns.

[1] <https://www.tek.com/en/datasheet/4-ghz-active-probe>