

Exercice 2 : (5,5 points)

Le circuit électrique, schématisé sur la figure 5, représente un convertisseur numérique-analogique (C.N.A) à quatre bits ($n = 4$) et à réseau de conducteurs ohmiques de résistances pondérées $R, 2R, 4R$ et $8R$.

L'amplificateur opérationnel, polarisé et supposé idéal, fonctionne en régime linéaire. La liaison entre son entrée inverseuse et sa sortie est assurée par un conducteur ohmique de résistance $R' = R$.

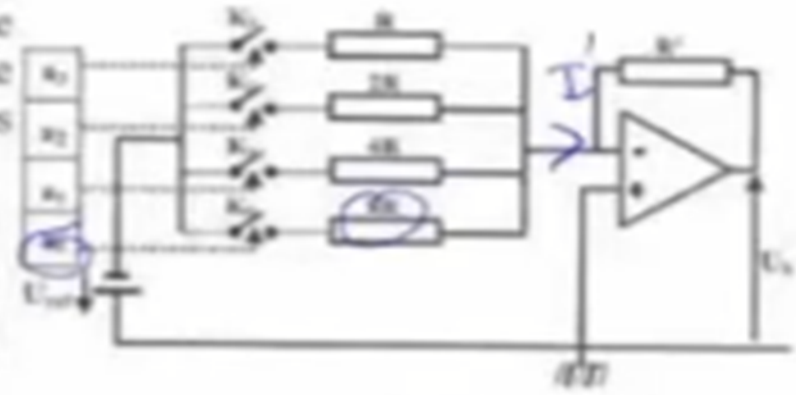


figure 5

Chaque nombre binaire N appliqué à l'entrée du (C.N.A) est composé de deux états électriques 0 et 1 établis à partir d'une tension de référence notée U_{ref} . Le nombre N est converti en tension notée U_s à la sortie du convertisseur.

Les variables logiques a_j (j ne peut prendre que les valeurs 0, 1, 2 et 3) commandent les interrupteurs K_j associés aux conducteurs ohmiques de résistances $R_j = 2^{3-j}R$, telles que : si $a_j = 0$ alors K_j est ouvert; si $a_j = 1$ alors K_j est fermé.

Le nombre binaire N s'écrit $N = a_3a_2a_1a_0$ et son équivalent décimal est :

$$[N] = 2^3a_3 + 2^2a_2 + 2^1a_1 + a_0$$

1-a- Reproduire et compléter les phrases suivantes par l'un des termes (numérique ou analogique) qui convient :

*un signal.....est quantifiable et passe d'une valeur à une autre sans rupture (sans discontinuité).

*un signal.....ne peut prendre que des valeurs bien définies, en nombre limité.

b-Définir le convertisseur numérique-analogique (C.N.A) et donner son symbole.

2-L'expression de l'intensité I_1 du courant qui parcourt le conducteur ohmique de résistance

$$R_j \text{ est: } I_1 = -\frac{a_1 U_{ref}}{R_1}$$

a-Exprimer les intensités I_0, I_1, I_2 et I_3 des courants circulant respectivement, dans les conducteurs ohmiques de résistance $8R, 4R, 2R$ et R , en fonction de U_{ref}, R et de la variable logique correspondante.

b-Montrer que l'intensité I' , du courant circulant dans le conducteur ohmique de résistance R' , a pour expression : $I' = -\frac{U_{ref}[N]}{8R}$

3-Montrer que la tension de sortie U_s a pour expression : $U_s = \frac{R'}{8R} U_{ref}[N]$.

4-La tension U_s est proportionnelle à $[N]$, et s'exprime par la relation: $U_s = q[N]$.

a- Nommer la constante de proportionnalité q .

b- Exprimer q en fonction de R, R' et U_{ref} .

5-La tension de sortie U_s a pour valeur maximale $U_{smax} = 9,38$ V.

a- Définir la tension pleine échelle (P.E) d'un convertisseur numérique-analogique.

b- En déduire la valeur de la tension de référence U_{ref} .

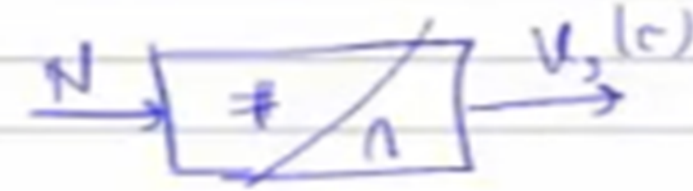
c-Déterminer la valeur de la tension de sortie U_s pour une entrée numérique correspondant au nombre binaire $N = 1010$.

Exercice

1°/a/ → analogique

→ numérique

b/ un convertisseur CNA est un montage électrique qui permet de transformer un signal numérique (mot binaire) en un signal analogique (tension ou courant)



$$2^0/ a/ I_0 = -\frac{a_0 U_{ref}}{8R} = -\frac{a_0 U_{ref}}{8R}$$

$$I_1 = -\frac{a_1 U_{ref}}{4R} ; I_2 = -\frac{a_2 U_{ref}}{2R} ; I_3 = -\frac{a_3 U_{ref}}{R}$$

b/ d'après la loi des mailles :

$$I' = I_0 + I_1 + I_2 + I_3$$

$$I' = -\frac{a_0 U_{ref}}{8R} - \frac{a_1 U_{ref}}{4R} - \frac{a_2 U_{ref}}{2R} - \frac{a_3 U_{ref}}{R}$$

$$I' = -\frac{U_{ref}}{8R} (a_0 + 2a_1 + 4a_2 + 8a_3)$$

$$I' = -\frac{U_{ref}}{8R} [N]$$

3°/ Zoi desmanilles (manille de sorties)

$$U_S + R' I' + q = 0 \quad (a=0)$$

$$U_S = -R' I' = \boxed{\frac{R'}{8R} U_{ref} [N]}$$

4°/a/ $U_S = q [N]$
quantum

b/ $q = \frac{U_S}{[N]}$

$$q = \frac{R'}{8R} U_{ref}$$

5°/a/ P.E et la largeur maximale de sortie.

b/ $U_{ref} = \frac{q \cdot 8R}{R'}$ or $q = \frac{U_{max}}{[N_{max}]} = \frac{9,30}{15} = 0,62$

Rappel.

$$N_{max} = 2^m - 1$$

$$N_{max} = 2^4 - 1 = 16 - 1 = 15$$

$$R' = R$$

$$U_{ref} = 0,625 \times 8 = 5V$$

c/ $N = a_3 a_2 a_1 a_0$
 $1 0 1 0$

$$N = 1010 \rightarrow 8 + 0 + 2 + 0 = 10 \text{ (decimal)}$$

$$U_S = q [N]$$

$$U_S = 0,625 \times 10 = 6,25V$$

