

Physique : Conversion des Signaux

Exercice n°1 :

On considère le convertisseur numérique C.N.A à 4 bits de la figure n°1, utilisant une échelle de résistances pondérées. L'amplificateur opérationnel fonctionne en régime linéaire.

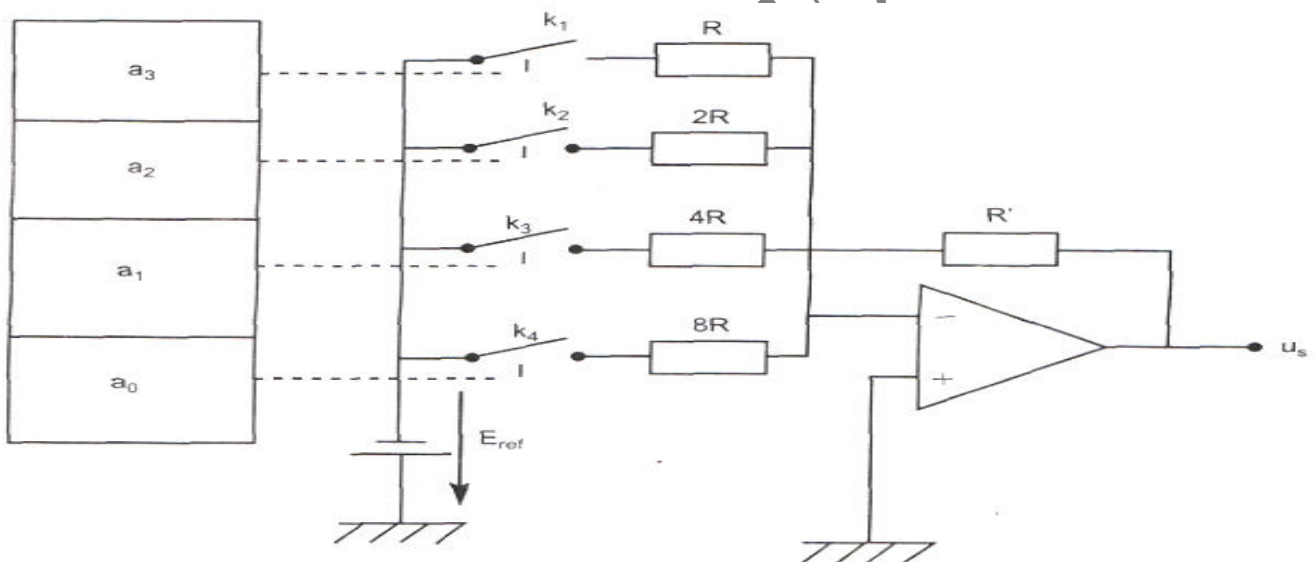
Il est supposé parfait. Il est polarisé à  $\pm V_{cc}$ , avec  $V_{cc} = 12V$ ;  $E_{ref} = 4V$  et  $R = R'$ .

Les interrupteurs  $K_j$  sont commandés par un circuit logique tel que :  $j=0,1,2$  et  $3$

Pour  $a_j = 1$ , on a  $K_j$  fermé.

Pour  $a_j = 0$ , on a  $K_j$  ouvert.

1°) a°) Définir un C.N.A et un C.A.N



b°) Montrer que l'expression de l'intensité du courant  $I_3$  qui parcourt le résistor de résistances  $R$

$$\text{est : } I_3 = - \frac{a_3 E_{ref}}{R}$$

2°) Exprimer l'intensité du courant  $i$  qui traverse le résistor  $R'$  en fonction de  $a_j$ ,  $E_{ref}$  et  $R$ .

3°) Préciser l'importance de l'amplificateur opérationnel dans un montage pareil.

4°) Exprimer  $U_s$  en fonction de  $a_j$ ,  $E_{ref}$ ,  $R$  et  $R'$  et montrer que  $U_s = K.N$

5°) En déduire le quantum  $q$  et la pleine échelle  $U_{smax}$  du C.N.A.

Exercice n°2 :

On considère le convertisseur numérique analogique à 8 bits schématisé par la figure n°3.

Les variables logiques  $a_j$  du registre binaire commandent les interrupteurs  $K_j$  associés aux résistances pondérées  $128R$  à  $R$ . L'interrupteur  $K_0$  est associé au résistor  $128R$ .

1°) a°) Donner l'expression de l'intensité du courant électrique  $I_0$  qui traverse le résistor  $128R$

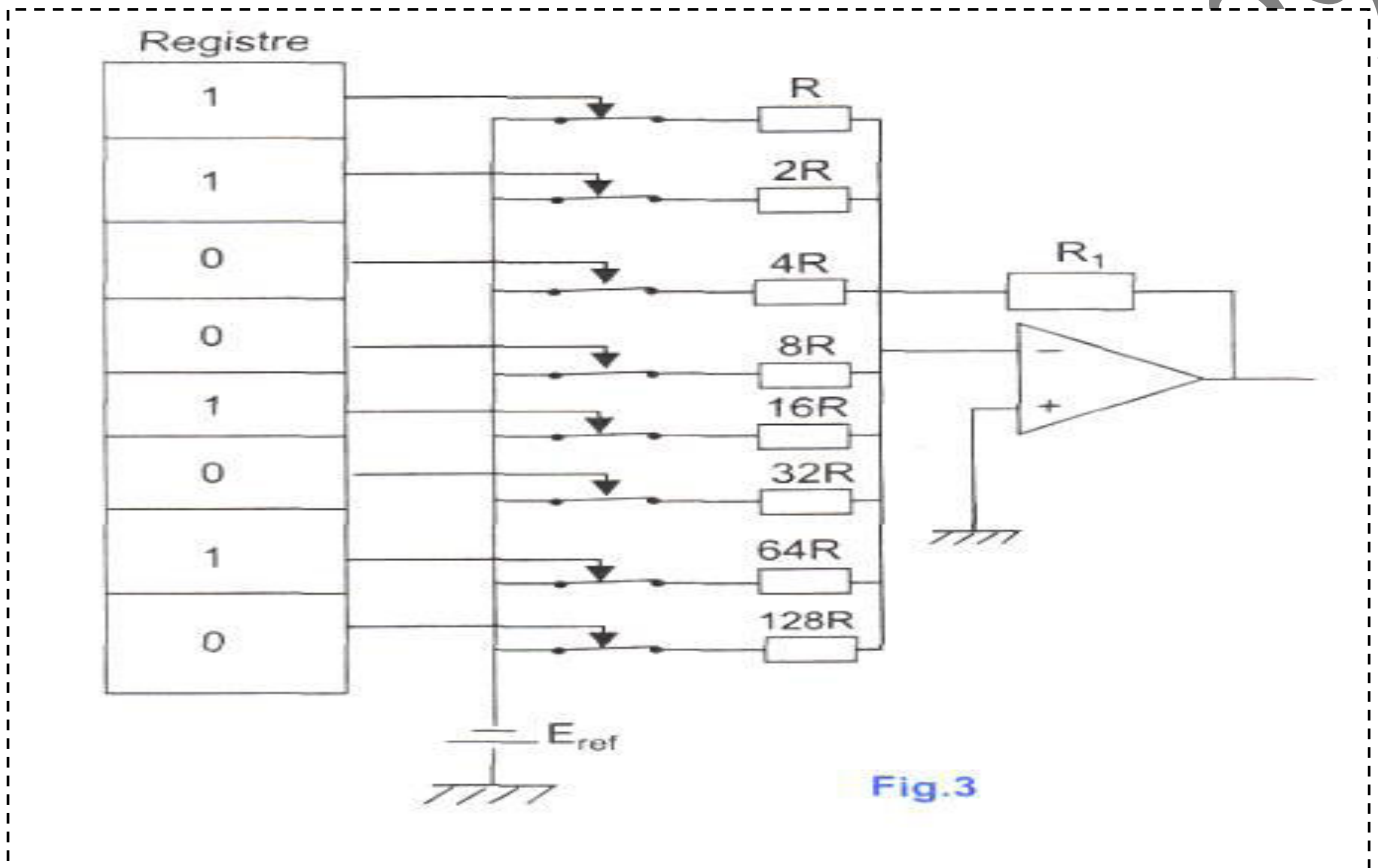
b°) Etablir l'expression de la tension de sortie  $U_s$  du convertisseur en fonction de  $a_0$ ,  $R$ ,  $R_1$  et  $E_{ref}$ .

2°) Montrer que la tension de sortie associée à l'information numérique 11001010

est :  $U_s = R_1 \cdot \left( \frac{E_{ref}}{R} + \frac{E_{ref}}{2R} + \frac{E_{ref}}{16R} + \frac{E_{ref}}{64R} \right)$

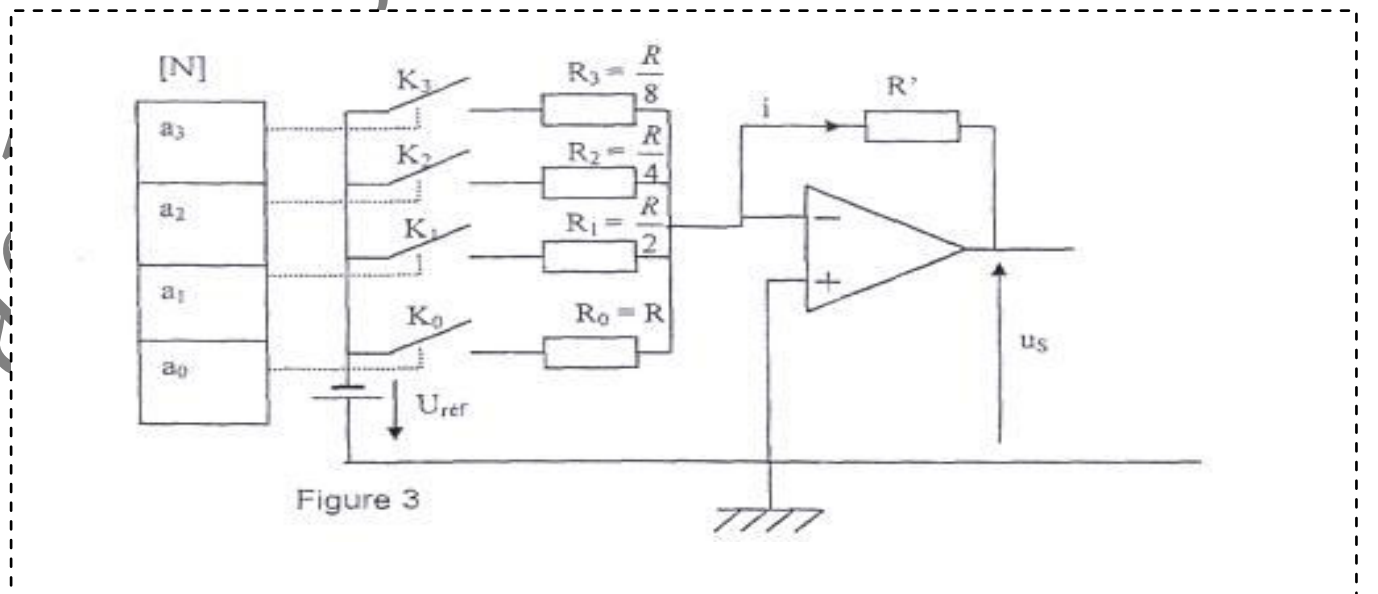
3°) Calculer la valeur de tension  $U_s$  correspondant à cette information sachant que la tension maximale de sortie de l'amplificateur opérationnel est 10V.

4°) Comment faut-il choisir la valeur de  $E_{ref}$  pour assurer un fonctionnement convenable du C.N.A ?



**Exercice n°3 :**

On considère le convertisseur numérique -analogique( C.N.A ) à quatre bits et à réseau de résistance pondérées de  $R/8$  à  $R$ , comme le montre la figure 3



L'amplificateur opérationnel, supposé idéal, fonctionne en régime linéaire et polarisé  $\pm 12$  V.

La tension de référence  $U_{ref}$  fixe le potentiel d'entrée. Les variables logiques  $a_j$  (de  $a_3$  à  $a_0$ ) commandent les interrupteurs  $K_j$  associés aux résistances pondérées de  $R/8$  à  $R$  et peuvent prendre les valeurs suivantes :

\*Pour  $a_j = 1$ , l'interrupteur  $K_j$  est fermé.

\*Pour  $a_j = 0$ , l'interrupteur  $K_j$  est ouvert.

1°) Définir un convertisseur numérique-analogique et donner son symbole.

2°) Le mot binaire d'entrée de ce convertisseur est  $[N] = [a_3 a_2 a_1 a_0]$ .

Ecrire l'équivalent décimal  $N$  associée à ce mot binaire.

3°) On s'intéresse au cas où :  $a_0 = a_1 = a_2 = 0$ .

a°) Pour  $a_3 = 0$ , quelle est la valeur de l'intensité  $I_3$  du courant qui traverse le résistor  $R_3$  ?

b°) Pour  $a_3 = 1$ , exprimer en fonction de  $U_{ref}$  et  $R$ , l'intensité  $I_3$  du courant qui traverse le résistor  $R_3$

c°) En déduire que :  $I_3 = -\frac{2^3 a_3 U_{ref}}{R}$

4°) Déduire que l'intensité du courant traversant le résistor  $R_j$  est :  $I_j = -\frac{2^j a_j U_{ref}}{R}$

5°) On s'intéresse au cas où tous les interrupteurs sont fermés.

a°) Etablir en fonction de  $a_0, a_1, a_2, a_3, U_{ref}$  et  $R$ , l'expression de l'intensité  $i$  du courant qui traverse le résistor  $R'$

b°) Montrer que le signal analogique de sortie  $u_s$  s'écrit sous la forme :  $u_s = k \cdot N$  où  $k$  est constante que l'on exprimera en fonction de  $R', R$  et  $U_{ref}$ .

c°) Préciser que le montage ainsi réalisé constitue un C.N.A

6°) a°) Calculer la valeur de la pleine échelle (P.E) de ce convertisseur.

b°) Déterminer la tension de sortie associée au mot binaire d'entrée 1010. On donne :  $R' = \frac{R}{10}$  et  $U_{ref} = 4$  V