

**LES CONVERTISSEURS CNA**

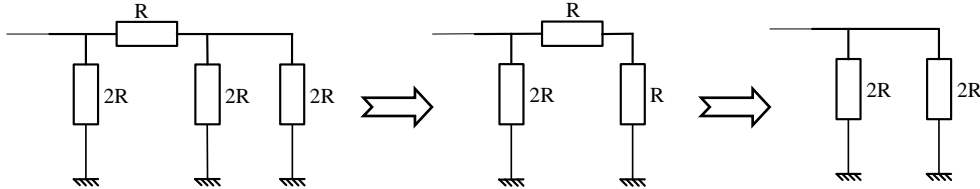
**EXERCICE 1**

- L'entrée "-" de l'ampli-op est une masse virtuelle ( car  $\varepsilon = 0$  ); on a donc :  
 $I_0 = a_0 U_{ref} / 16R$  ;  $I_1 = a_1 U_{ref} / 8R$  ;  $I_2 = a_2 U_{ref} / 4R$  ;  $I_3 = a_3 U_{ref} / 2R$  .
- Théorème de superposition :  

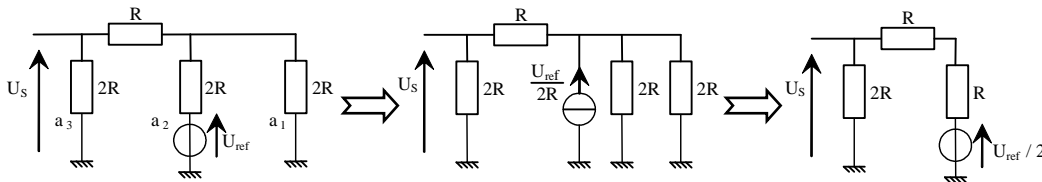
$$I = I_3 + I_2 + I_1 + I_0 = \frac{U_{ref}}{R} \left( \frac{a_3}{2} + \frac{a_2}{4} + \frac{a_1}{8} + \frac{a_0}{16} \right) = \frac{U_{ref}}{16R} (8a_3 + 4a_2 + 2a_1 + a_0)$$
 .
- $U_S = -RI = -R \frac{U_{ref}}{16R} (8a_3 + 4a_2 + 2a_1 + a_0) = -\frac{U_{ref}}{16} (8a_3 + 4a_2 + 2a_1 + a_0)$  .
- $Q = -U_{ref} / 16 = 12 / 16 = 0,75$  V .  
 On sait que  $U_S = N_{(10)} \times Q$  donc  $N_{(10)} = U_S / Q = 5 / 0,75 \approx 6,67$  ;  
 $\Rightarrow$  on prend  $N_{(10)} = 7$  soit  $N_{(2)} = 0111$  .

**EXERCICE 2**

Remarque 1 sur le circuit :



Remarque 2 sur le circuit :



Et on voit sur le dernier schéma que  $U_S = U_{ref} / 4$  .

- ① On voit d'après la remarque 1 et le pont diviseur de tension que  $U_{S3} = U_{ref} / 2$  .
- ② Avec les remarques 1 et 2, on obtient :  $U_{S2} = U_{ref} / 4$  .
- ③ Avec les remarques 1 et 2, on obtient :  $U_{S1} = U_{ref} / 8$  .
- ④ Avec les remarques 1 et 2, on obtient :  $U_{S0} = U_{ref} / 16$  .

2- Théorème de superposition :

$$U_S = a_3 U_{S3} + a_2 U_{S2} + a_1 U_{S1} + a_0 U_{S0} = \frac{U_{ref}}{16} (8a_3 + 4a_2 + 2a_1 + a_0) .$$

- $Q = \frac{U_{ref}}{n^4} = \frac{5}{16} = 0,3125$  V et  $U_{MAX} = Q N_{MAX} = \frac{5}{16} \times 15 \approx 4,69$  V .  
 $N_{(2)} = 0110 \Rightarrow N_{(10)} = 6$  donc  $U = Q N = 5/16 \times 6 = 1,875$  V .

**EXERCICE 3**

- On doit remarquer que les résistances  $2R$  sont reliées à la masse quelque soit l'état des bits  $a_i$  ( masse virtuelle sur l'entrée "-" ) .  
 On applique donc la remarque 1 de l'exercice précédant et la propriété du pont diviseur de tension pour trouver que :  
 ■  $U_3 = U_{ref} / 2$   
 ■  $U_2 = U_3 / 2 = U_{ref} / 4$   
 ■  $U_1 = U_2 / 2 = U_3 / 4 = U_{ref} / 8$   
 ■  $U_0 = U_1 / 2 = U_2 / 4 = U_3 / 8 = U_{ref} / 16$  .

2- On a :  $I_i = a_i U_i / 2R$  donc  $I_3 = a_3 U_{ref} / 4R$  ;  $I_2 = a_2 U_{ref} / 8R$  ;  $I_1 = a_1 U_{ref} / 16R$  et  $I_0 = a_0 U_{ref} / 32R$  .

3- Superposition :  $I = I_3 + I_2 + I_1 + I_0 = (U_{ref} / (32R)) (8a_3 + 4a_2 + 2a_1 + a_0)$   
 et  $U_S = -2RI = (-U_{ref} / 16) (8a_3 + 4a_2 + 2a_1 + a_0)$  .

**EXERCICE 4**

Dans cet exercice :  $U_{ref} = 1$  V et  $U_{MAX} = 5$  V  
 $\Rightarrow Q = (U_{ref+} - U_{ref-}) / 2^n = (U_{MAX} - U_{ref-}) / (2^n - 1)$  .

Le quantum est :  $Q = (5-1) / (2^{12} - 1) = 4 / 4095 \approx 0,977$  mV  
 ( on garde  $4 / 4095$  pour les calculs ) .

$$N_1 = (U_{S1} - U_{ref-}) / Q = (1,5 - 1) \times (4095 / 4) \approx 512 ;$$

$$N_2 = (U_{S2} - U_{ref-}) / Q = (3,2 - 1) \times (4095 / 4) \approx 2252 ;$$

$$N_3 = (U_{S3} - U_{ref-}) / Q = (4,5 - 1) \times (4095 / 4) \approx 3583 .$$