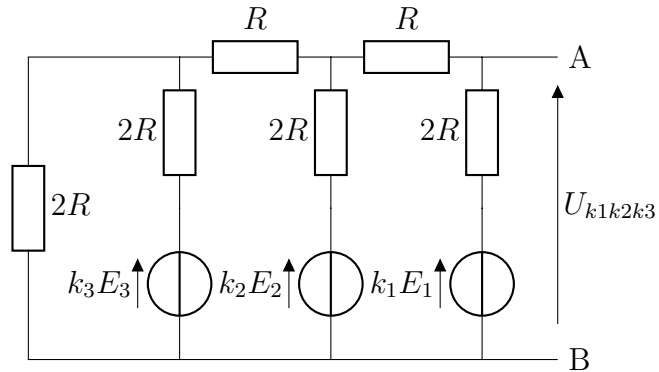


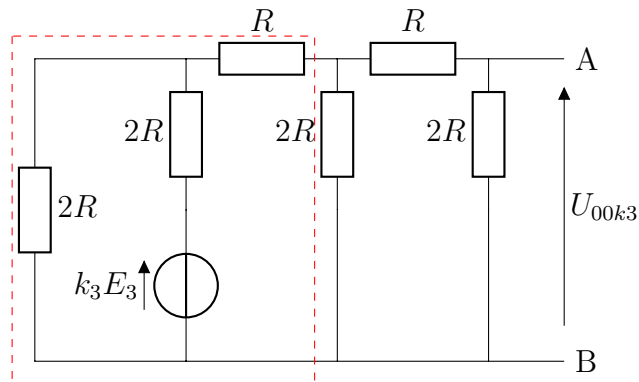
Complément de cours (paragraphe III.3) : Le Convertisseur Numérique Analogique

On veut déterminer la tension $U_{k_1 k_2 k_3}$ à l'aide du théorème de superposition.

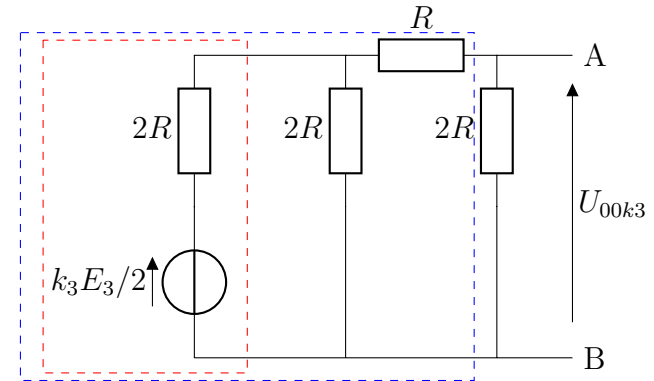


Première distribution

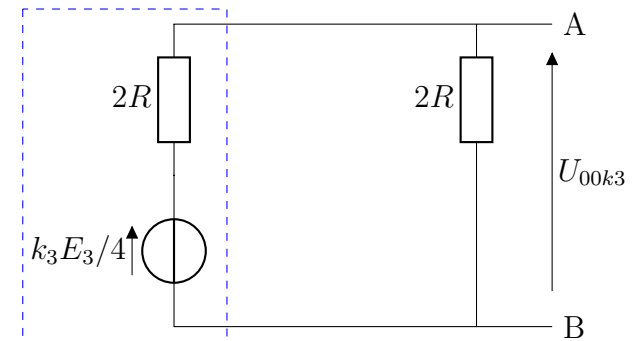
On éteint les générateurs $k_1 E_1$ et $k_2 E_2$. On a donc $k_1=0$ et $k_2=0$. On cherche donc U_{00k_3} à partir du circuit ci-dessous :



On a déjà trouvé le générateur de Thévenin équivalent à la partie encadrée en pointillé rouge en cours (paragraphe III.2). On obtient le circuit équivalent suivant avec $e_T = \frac{k_3 E_3}{2}$ et $R_T = 2R$:



On peut de nouveau remplacer le réseau encadré en pointillé bleu par son générateur de Thévenin équivalent ($e_T = \frac{k_3 E_3 / 2}{2}$ et $R_T = 2R$)

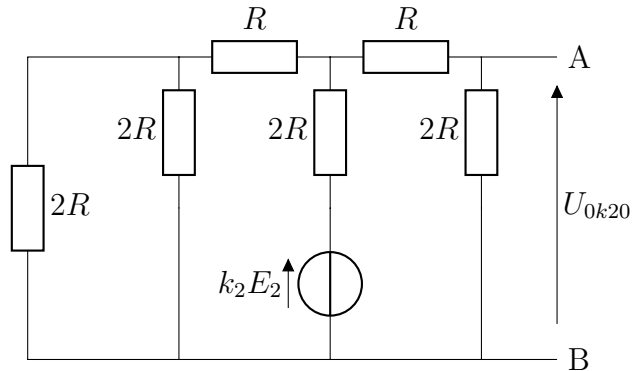


On peut utiliser la formule du pont diviseur de tension et on trouve :

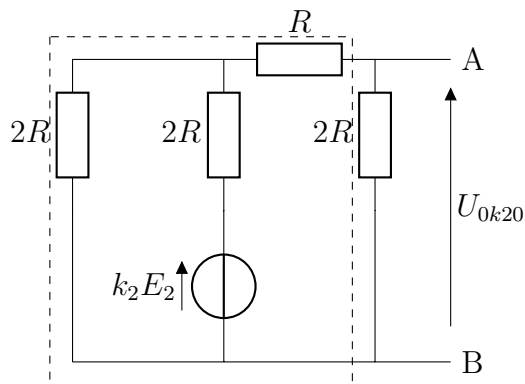
$$U_{00k_3} = \frac{2R}{2R+2R} \frac{k_3 E_3}{4} = \frac{k_3 E_3}{8}$$

Deuxième distribution

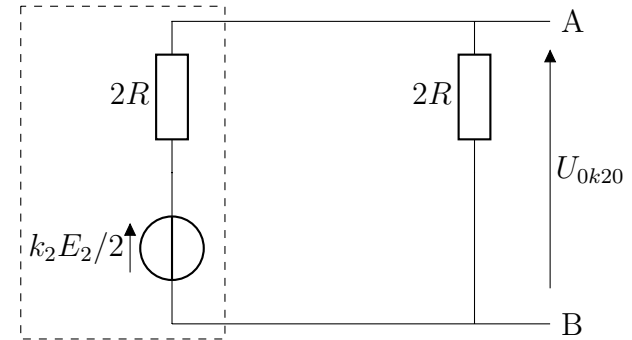
On éteint les générateurs $k_1 E_1$ et $k_3 E_3$. On a donc $k_1=0$ et $k_3=0$.
On cherche donc U_{0k20} à partir du circuit ci-dessous :



On peut remplacer la partie gauche par sa résistance équivalente $R_{eq} = 2R$ (les résistances $2R$ sont en parallèle puis en série avec la résistance R) :



La partie encadrée en pointillé correspond au même générateur de Thévenin que précédemment ($e_T = \frac{k_2 E_2}{2}$ et $R_T = 2R$).

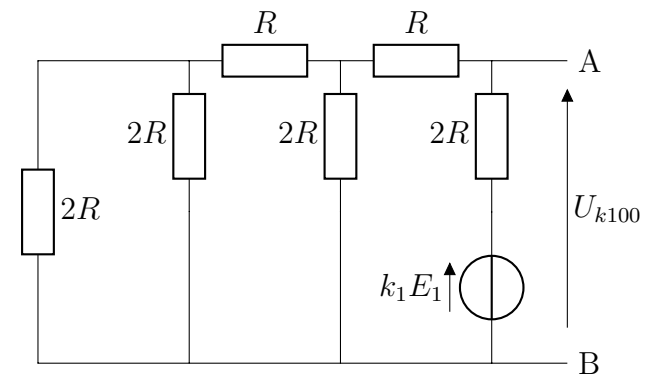


Le même pont diviseur de tension donne :

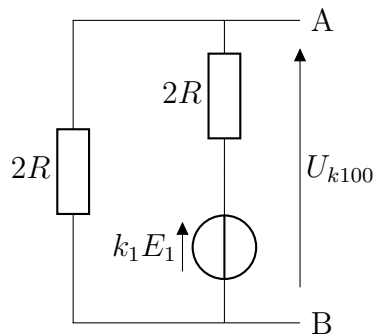
$$U_{0k20} = \frac{2R}{2R+2R} \frac{k_2 E_2}{2} = \frac{k_2 E_2}{4}$$

Troisième distribution

On éteint les générateurs $k_2 E_2$ et $k_3 E_3$. On a donc $k_2=0$ et $k_3=0$.
On cherche donc U_{k100} à partir du circuit ci-dessous :



On peut simplifier toute la partie gauche par la détermination de la résistance équivalente ($R_{eq} = 2R$).



Le même pont diviseur de tension donne encore :

$$U_{k100} = \frac{2R}{2R+2R}k_1E_1 = \frac{k_1E_1}{2}$$

Conclusion

D'après le principe de superposition, pour avoir $U_{k_1k_2k_3}$, on somme les tensions calculées à chaque étape. On obtient bien le résultat énoncé dans le polycopié de cours.

$$U_{k_1k_2k_3} = U_{k100} + U_{0k20} + U_{00k3} = \frac{k_1E_1}{2^1} + \frac{k_2E_2}{2^2} + \frac{k_3E_3}{2^3}$$

On a un convertisseur numérique-analogique (CNA) 3 bits. Pour comprendre la conversion Numérique-Analogique, on va supposer que $E_1 = E_2 = E_3 = 8 \text{ V}$.

Par exemple, si on a un signal numérique 101, cela correspond à une tension correspondante en sortie du CNA $U_{101} = \frac{8}{2^1} + \frac{0}{2^2} + \frac{8}{2^3} = 5 \text{ V}$.

Le CNA est saturé quand $k_1 = k_2 = k_3 = 1$. $U_{sat} = U_{111} = \frac{8}{2^1} + \frac{8}{2^2} + \frac{8}{2^3} = 7 \text{ V}$. La tension maximale délivrée par le CNA est 7 V. Avec trois bits, on peut avoir 7 valeurs binaires possibles et donc 7 valeurs possibles de la tension de sortie entre 0 V et 7 V.

La résolution du CNA est la plus petite variation de U se produit lors du basculement du dernier interrupteur k_3 . Cela correspond à une variation $\frac{8}{2^3} = 1 \text{ V}$. Cette résolution n'est pas très bonne. UN CNA 8 bits aurait une résolution $\frac{8}{2^8} = 31 \text{ mV}$ et on pourrait avoir 256 valeurs binaires possibles.