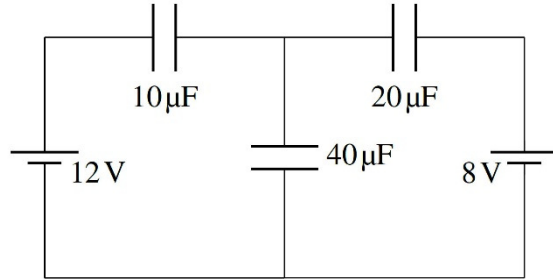


La résolution de circuit comportant uniquement des condensateurs à l'aide des lois de Kirchhoff

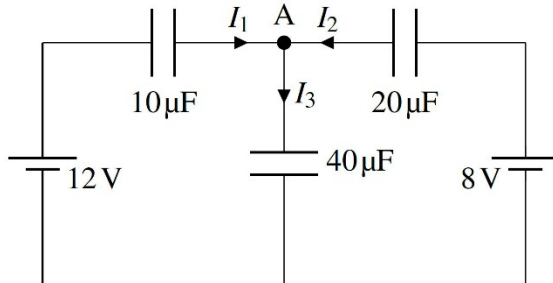
Une variante de la loi des nœuds

Supposons qu'on veuille savoir la charge des condensateurs de ce circuit.

La méthode utilisée précédemment dans laquelle on trouvait le potentiel des fils ne fonctionne pas parce qu'on ne peut pas trouver le potentiel à certains endroits sur la figure. Si on suppose, par exemple, que le fil du bas est à 0 V, on ne peut pas savoir le potentiel du fil du haut entre les 3 condensateurs. De plus, il n'y a pas de condensateurs en série ou en parallèle, ce qui permettrait de simplifier le circuit comme on le fera dans la section suivante. On pourrait appliquer les lois de Kirchhoff pour trouver les charges des condensateurs, mais la loi des nœuds donne toujours $0 = 0$ puisqu'il n'y a pas de courant dans un circuit dans lequel il y a uniquement des condensateurs. Une fois que les condensateurs sont chargés, il n'y a plus de charges qui arrivent au condensateur, donc plus de courant dans les branches où il y a des condensateurs.



Toutefois, on peut quand même trouver une équation des nœuds, car il y a eu des courants au départ pendant le bref instant durant lequel les condensateurs se sont chargés. On avait alors la situation de droite.



On avait alors, au nœud a,

$$I_1 + I_2 = I_3$$

Or, ces courants chargeaient les condensateurs, ce qui veut dire que

$$I_1 = \frac{dQ_1}{dt} \quad I_2 = \frac{dQ_2}{dt} \quad I_3 = \frac{dQ_3}{dt}$$

L'équation des nœuds devient donc

$$\begin{aligned} \frac{dQ_1}{dt} + \frac{dQ_2}{dt} &= \frac{dQ_3}{dt} \\ \frac{d(Q_1 + Q_2)}{dt} &= \frac{dQ_3}{dt} \end{aligned}$$

Si on intègre, on obtient

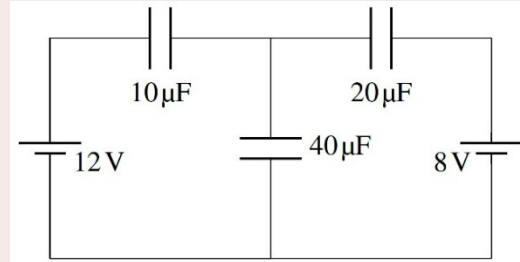
$$Q_1 + Q_2 = Q_3$$

(Comme on a choisi une constante d'intégration nulle pour obtenir cette équation, on vient de supposer que tous les condensateurs étaient vides au départ. C'est toujours ce qu'on va supposer dans ce chapitre à moins qu'on spécifie que ce n'est pas le cas.)

En gros, cela veut dire qu'avec des condensateurs, on fait notre loi des nœuds puis on remplace simplement les courants I par les charges Q . Appliquons cela ici.

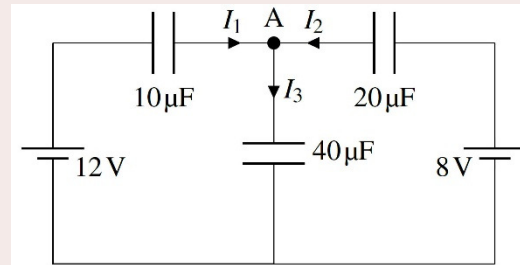
Exemple

Quelles sont les charges des condensateurs de ce circuit ?



Nous allons travailler avec les courants montrés sur la 2^e figure. On a supposé la direction des courants.

(Il n'y a pas de courants une fois que les condensateurs sont chargés, mais ce sont les courants initiaux qui ont chargé les condensateurs.)



La première loi des mailles se fait avec la maille de gauche. En partant du point A et en faisant le tour de la maille dans le sens des aiguilles d'une montre, on obtient

$$-\frac{Q_3}{40\mu F} + 12V - \frac{Q_1}{10\mu F} = 0$$

La seconde loi des mailles se fait avec la maille de droite. En partant du point A et en faisant le tour de la maille dans le sens contraire des aiguilles d'une montre, on obtient

$$-\frac{Q_3}{40\mu F} + 8V + \frac{Q_2}{20\mu F} = 0$$

Finalement, la loi des nœuds au point A est

$$I_1 = I_2 + I_3$$

Cette équation signifie que

$$Q_1 = Q_2 + Q_3$$

Pour résoudre, on va commencer par isoler Q_1 dans la première loi des mailles

$$-\frac{Q_3}{40\mu F} + 12V - \frac{Q_1}{10\mu F} = 0$$

$$\frac{Q_1}{10\mu F} = -\frac{Q_3}{40\mu F} + 12V$$

$$Q_1 = -0,25 \cdot Q_3 + 120\mu C$$

et isoler Q_2 dans la seconde loi des mailles

$$-\frac{Q_3}{40\mu F} + 8V + \frac{Q_2}{20\mu F} = 0$$

$$\frac{Q_2}{20\mu F} = \frac{Q_3}{40\mu F} - 8V$$

$$Q_2 = 0,5 \cdot Q_3 - 160\mu C$$

On va ensuite remplacer ces deux valeurs dans la loi des nœuds pour obtenir

$$Q_1 = Q_2 + Q_3$$

$$-0,25 \cdot Q_3 + 120\mu C = 0,5 \cdot Q_3 - 160\mu C + Q_3$$

$$-0,25 \cdot Q_3 + 120\mu C = 1,5 \cdot Q_3 - 160\mu C$$

$$280\mu C = 1,75Q_3$$

$$Q_3 = 160\mu C$$

On peut ensuite trouver les autres charges.

$$\begin{aligned} Q_1 &= -0,25 \cdot Q_3 + 120\mu C \\ &= -0,25 \cdot 160\mu C + 120\mu C \\ &= 80\mu C \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q_2 &= 0,5 \cdot Q_3 - 160\mu C \\ &= 0,5 \cdot 160\mu C - 160\mu C \\ &= -80\mu C \end{aligned}$$

On a donc les charges montrées à droite. Selon nos conventions, la plaque positive est du côté où le courant supposé arrive si on obtient une réponse positive pour Q (c'est le cas ici pour les condensateurs 1 et 3) et la plaque négative est du côté où le courant supposé arrive si on obtient une réponse négative pour Q (c'est le cas ici pour le condensateur 2).

