

Condensateurs, le courant peut-il être en avance sur la tension ?

Olivier ADLER 16-06-2025

On dit souvent que dans un condensateur, le courant est en avance sur la tension. Mais c'est une vue de l'esprit et une formulation qui peut induire de la confusion.

En réalité, le courant traversant le condensateur est proportionnel à la variation de sa charge :

$$i(t) = \frac{dQ}{dt}$$

Le courant est le résultat de la variation de charge entre les plaques du condensateur, on peut le comparer à l'effort qu'il faut fournir pour déplacer une masse sur une certaine hauteur. Lorsque la masse a atteint la bonne hauteur, l'effort n'est plus nécessaire.

Sa charge étant directement proportionnelle à sa capacité et à la tension à ses bornes : $Q = C \cdot V$

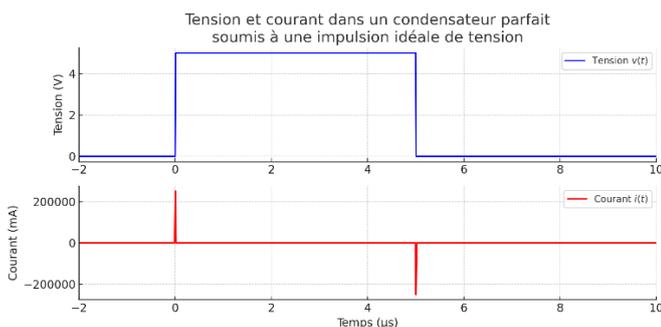
Le courant qui le traverse est donc égal à (on remplace Q par v) :

$$i(t) = C \cdot \frac{dv(t)}{dt}$$

Autrement dit, **le condensateur ne laisse passer un courant que si la tension à ses bornes varie**. Si la tension est constante, le courant est nul (dans un condensateur parfait).

Dans tous les cas, la variation de tension est la cause du courant, le courant ne peut donc en aucun cas exister sans variation de la tension. Une tension stable, qu'elle soit nulle ou non nulle, ne génère pas de courant !

Comme on peut le voir sur le graphique ci-dessous, la variation de tension produit un courant :



- Le courant est **généralisé par la pente de la tension au même instant** (il est théoriquement infini si le temps de montée de l'échelon est infiniment court).
- Le courant **débuté en même temps** que la variation de tension, et **s'arrête dès que la tension devient constante**.
- Le condensateur "**s'oppose**" aux changements de tension.
- Si vous essayez de **modifier rapidement** la tension à ses bornes, un **courant important apparaît**.
- Si vous appliquez une **tension constante**, le **courant tombe à zéro** une fois que la tension est établie.

Alors pourquoi dit-on que dans un condensateur, le courant est en avance sur la tension ?

Cette affirmation est liée à la comparaison des valeurs de tension et de courant en courant alternatif. En réalité, il faut comprendre : la variation de la valeur de courant est en avance sur la variation de la valeur de tension.

En régime sinusoïdal par exemple :

La tension est représentée par cette formule : $v(t) = V_0 \cos(\omega t)$

Le courant est donné par la dérivée de la tension :

$$i(t) = C \cdot \frac{dv(t)}{dt}$$

Calcul de la dérivée :

$$\frac{d}{dt}[V_0 \cos(\omega t)] = -\omega V_0 \sin(\omega t)$$

Donc :

$$i(t) = C \cdot (-\omega V_0 \sin(\omega t))$$

La présence du sinus dans la formule du courant à la place du cosinus pour la formule de la tension indique une avance de phase de 90° pour le courant. Donc en régime sinusoïdal, la variation du courant est en avance de phase de 90° sur la variation de la tension.

On peut aussi écrire, pour mieux mettre en évidence le déphasage de 90° (ou $\pi/2$ radian) :

$$i(t) = \omega C V_0 \cos\left(\omega t + \frac{\pi}{2}\right)$$

Pour expliquer ce résultat simplement, il faut observer la pente de la tension, car c'est elle qui détermine l'intensité du courant dans un condensateur.

Lorsque la tension commence à augmenter, sa pente est maximale, donc le courant est également maximal à ce moment-là. En revanche, lorsque la tension atteint son maximum, sa pente devient nulle, et le courant devient nul.

Ainsi, le courant atteint son maximum avant que la tension n'atteigne le sien. C'est pourquoi on dit que le courant est en avance sur la tension dans un condensateur.

En réalité, le courant n'anticipe rien : il est simplement proportionnel à la variation de la tension. En régime sinusoïdal, cela se traduit par un décalage de phase de 90° entre les valeurs de courant et de tension.

Il ne faut toutefois pas oublier que, sans variation de tension, il n'y a pas de courant : la causalité est respectée, la variation de tension reste la cause du courant.

En résumé :

En régime continu stable (tension constante ou nulle) :

- Il n'y a pas de courant dans un condensateur parfait.
- L'idée d'« avance » ne s'applique pas.

En régime impulsionnel :

- Le courant est lié à la variation instantanée de la tension.
- Il réagit, mais n'apparaît jamais avant une variation de tension.

En régime alternatif entretenu :

- Le maximum de courant précède le maximum de tension, ce qui peut faire penser à une avance du courant.
- Il réagit, mais ne précède jamais la variation de tension (c'est la variation de tension qui crée le courant).
- La variation du courant est en avance de phase de 90° sur la variation de la tension.

