

Sessions 2 : les constituants des circuits électriques

Préambule : Nous allons, dans cette seconde session, décrire les différents éléments qui composent les circuits électriques.

Nous nous contenterons de présenter ici les dipôles élémentaires, Nous distinguerons les dipôles actifs qui seront pour nous les sources de courants et de tensions et les dipôles passifs.

Un dipôle est un composant ayant deux bornes.

Les dipôles actifs

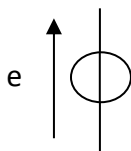
Nous verrons deux dipôles actifs pour l'instant : la source de courant et la source de tension.

La source de tension

C'est un dipôle qui impose la valeur de la tension à ses bornes.

Dans ce cours il sera généralement utiliser pour représenter le générateur de tension.

Symbole :



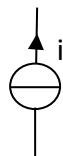
La tension aux bornes de la source de tension vaut e quel que soit la valeur du courant qui la traverse.

Remarque : e peut être une tension qui évolue au cours du temps (on notera souvent alors $e(t)$) ou une tension continu (constante) et on la notera souvent E .

La source de courant

C'est un dipôle qui impose la valeur de l'intensité et le sens du courant qui le traverse.

Symbole :



L'intensité du courant dans la source de courant vaut i quel que soit la valeur de la tension à ses bornes.

Remarque : i peut être une intensité qui évolue au cours du temps (on notera souvent alors $i(t)$) ou une intensité continu (constante) et on la notera souvent I .

Les dipôles passifs

Nous allons étudier dans ce chapitre, les trois dipôles passifs élémentaires que sont

- La résistance.
- La bobine pure (ou inductance).
- Le condensateur idéal.

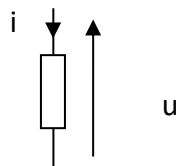
La résistance

Vous avez déjà rencontré la résistance lorsque vous étiez au collège.



La tension aux bornes d'une résistance est proportionnelle à l'intensité du courant qui la traverse, on note généralement R le coefficient de proportionnalité et on le nomme résistance.

Symbole :



$$u = R \cdot i \text{ (Loi d'Ohm)}$$

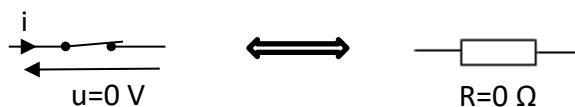
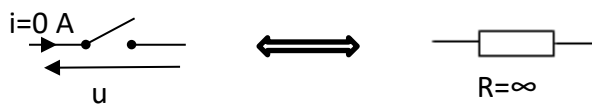
R est la résistance qui s'exprime en ohms (Ω).

$$1\Omega = \frac{1V}{1A}$$

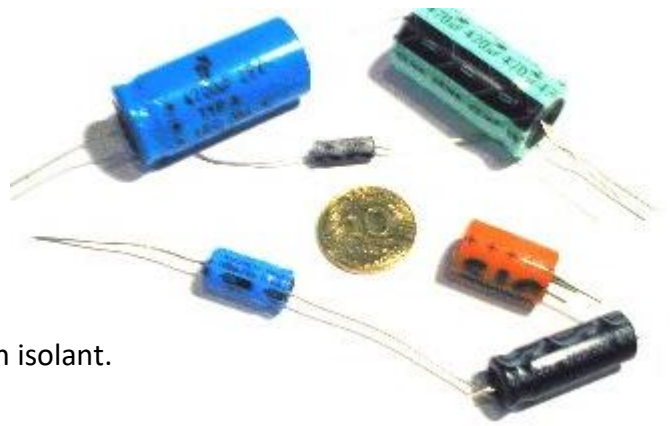
Remarques

La résistance d'un fil conducteur idéal est nulle : cela signifie que la tension aux bornes d'un fil conducteur sera toujours nulle quel que soit la valeur de l'intensité du courant qui le parcourt.

Une résistance infinie signifie que l'intensité du courant sera nulle quel que soit la valeur de la tension aux bornes du dipôle : c'est le cas d'un interrupteur ouvert.

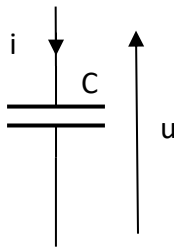


Le condensateur



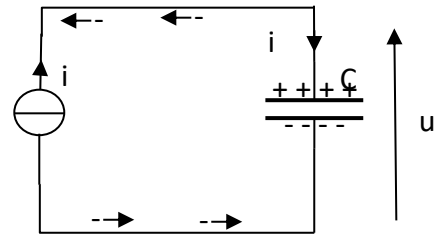
Il est constitué de deux armatures séparées par un isolant.

Symbole :



Si pendant quelques instant, on fait circuler un courant dans le condensateur comme sur le schéma ci-dessous.

Les électrons vont se déplacer pour s'accumuler sur l'une des armature car ils ne peuvent pas franchir l'isolant.



si n électrons ont quittés l'une des armature pour se retrouver sur l'autre :

l'armature sur laquelle il manque des électrons est alors chargée positivement avec une charge $q = n \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$.

L'autre armature porte une charge négative qui vaut $-q$.

On appelle q la charge du condensateur (c'est la charge se son armature positive). Cette charge est proportionnelle à la tension aux bornes du condensateur :

$$q = C \cdot u$$

Ou C est la capacité du condensateur qui s'exprime en Farad (F).

Remarque : les capacités des condensateurs utilisés habituellement sont en pF (pico : 10^{-12} F), nF (nano : 10^{-9} F) ou μF (micro : 10^{-6} F).

On a vu dans la première session que l'intensité du courant est la dérivée de la charge transportée par rapport au temps : $i = \frac{dq}{dt}$.

Si on applique cette relation au condensateur cela nous donne $i = \frac{d(Cu)}{dt}$.

Comme la capacité C du condensateur est une constante, on peut la sortir de l'opérateur de dérivée et on obtient :

$$i = C \frac{du}{dt}$$

Avec

i : intensité du courant dans le condensateur (en ampère (A))

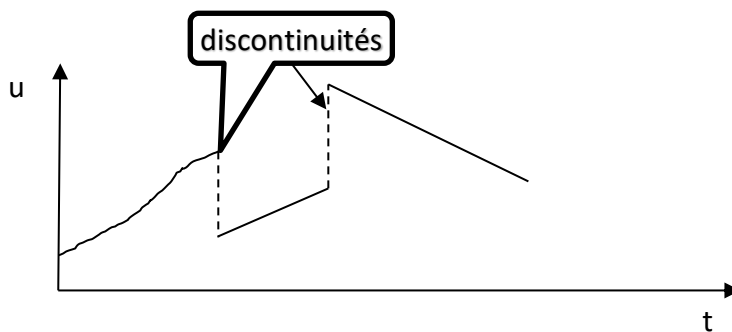
C : capacité du condensateur (en Farad (F))

$\frac{du}{dt}$: dérivée de la tension u par rapport au temps.

Cette relation est celle qui lie la tension aux bornes d'un condensateur au courant dans celui-ci, c'est l'équivalent pour le condensateur de la loi d'ohm pour une résistance. La valeur de i dépend donc des variations de u.

Conséquences

- **En continu** la tension u est constante et donc sa dérivée est nulle : En continu un condensateur ne laisse pas passer le courant : il se comporte comme un circuit ouvert. C'est la conséquence de la présence d'un isolant entre les deux armatures.
- Si la tension u subissait des discontinuités c'est-à-dire des saut brusques d'une valeur à une autre (comme sur le graphe ci-dessous) :



alors la dérivée de u à l'instant des discontinuités serait infinie et donc l'intensité du courant aussi, ce qui bien sûr n'est pas physiquement possible.

On en conclut que :

la tension aux bornes d'un condensateur ne peut pas subir de discontinuités.

On peut ici encore faire une comparaison hydraulique, où le condensateur serait un réservoir d'eau de capacité C,

la tension le niveau d'eau dans le réservoir et l'intensité du courant le débit du robinet de remplissage. :

Le niveau d'eau ne peut pas varier instantanément si le débit du robinet est fini.

Plus le réservoir a une grande capacité, plus le niveau variera lentement pour un même débit.

La bobine pure (aussi appelée inductance).

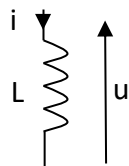
Tout fil électrique à un comportement inductif.

Pour construire une bobine, on pourra enrouler un fil électrique, vous verrez en cours d'électromagnétique que lorsque le fil conducteur est parcouru par un courant électrique il apparaît alors un champ magnétique.



Nous ne montrerons pas ici la relation entre la tension et le courant pour une bobine pure mais vous le ferez en cours d'électromagnétisme.

Symbole :



La relation entre la tension aux bornes d'une bobine et l'intensité du courant dans celle-ci est :

$$u = L \frac{di}{dt}$$

Dans laquelle

u est la tension aux bornes de la bobine (en volt (V)),

L est l'inductance de la bobine (en Henry (H)),

$\frac{di}{dt}$ est la dérivée de l'intensité dans la bobine par rapport au temps (en A.s⁻¹).

Vous verrez en électromagnétisme que l'inductance L est le coefficient de proportionnalité entre le flux magnétique engendré par la bobine et le courant qui traverse celle-ci : $\phi = L \cdot i$.

Conséquences :

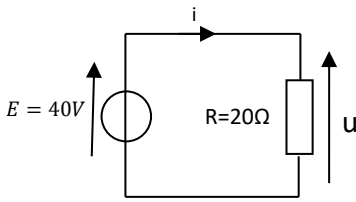
En continu : l'intensité du courant est constante et donc sa dérivée est nulle. On peut en déduire que la tension aux bornes d'une bobine pure est nulle en continu :

En continu une bobine se comporte comme un fil électrique ou un interrupteur fermé.

Si l'intensité du courant i qui parcourt une bobine subissait des discontinuités alors, par le même raisonnement que pour un condensateur on pourra en déduire que la tension u aux bornes de cette bobine sera infinie au moment de la variation instantanée du courant, ce qui est impossible. On peut en déduire qu'

une bobine s'oppose à toute variation brutale du courant qui la traverse.

Aspect énergétique.

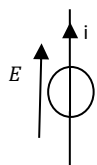


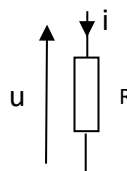
Dans le circuit ci-contre, la source de tension E fournit de l'énergie à la résistance R .

La puissance (c'est-à-dire la quantité d'énergie échangée par seconde) s'exprime $p = ui$. Ou p est en watt (W).

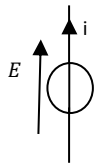
Comme il n'y a pas de nœud dans ce circuit l'intensité du courant est la même partout : l'intensité i fournie par le générateur est celle qui circule dans la résistance.

Comme il n'y a pas de dipôle entre la source de tension et la résistance, la tension u aux bornes de la résistance est la même que la tension E que fournit la source de tension : $u = E$.

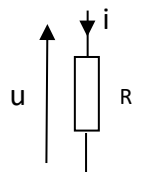
La source de tension  fournit la puissance $p = Ei$.

La résistance  reçoit une puissance $p = ui$.

Pour la source de tension, le sens de la flèche du courant i est le même que celui de la flèche représentant la tension aux bornes E : c'est la **convention générateur**. Avec cette représentation, une puissance p positive est une puissance **fournie** par le dipôle, une puissance négative est alors une puissance reçue par le dipôle.



Pour la résistance, le sens de la flèche du courant i est contraire à celui de la flèche représentant la tension aux bornes u : c'est la **convention récepteur**. Avec cette représentation, une puissance p positive est une puissance **reçue** par le dipôle, une puissance négative est alors une puissance fournie par le dipôle.



On $u = Ri$,

si on remplace u dans l'expression de la puissance, on trouve $p = Ri^2$

Si au contraire, on remplace i par $\frac{u}{R}$ on trouve $p = \frac{u^2}{R}$.

Ces deux expressions permettent de calculer la puissance dissipée par la résistance