

Queste de savoir

Les conventions générateur et récepteur
en électronique

1^{er} août 2022

Table des matières

	Introduction	1
1.	Rappels sur la tension et le courant dans un dipôle	2
1.1.	Courant	2
1.2.	Tension	3
2.	Conventions générateur et récepteur	3
2.1.	Orientation relative de la tension et du courant	3
2.2.	Conventions et lois des composants	4
2.3.	Absence de lien avec la loi des mailles et la loi des nœuds	5
3.	Signification de la puissance en convention générateur ou récepteur	5
3.1.	Générateur et récepteur physiques	5
3.2.	Interprétation des conventions	5
3.3.	Comment choisir une convention?	6
4.	Exemple travaillé: la résistance	7
4.1.	Calcul de la puissance en convention récepteur	7
4.2.	Calcul de la puissance en convention générateur	8
	Conclusion	8

Introduction

Si vous avez déjà entendu parler des conventions générateur et récepteur sans bien comprendre ce dont il s'agissait, ce tutoriel est fait pour vous. Si vous n'avez jamais entendu parler de ces notions, ce tutoriel est aussi fait pour vous.

Les conventions générateur et récepteur sont une notion importante en électronique, même si on a tendance à l'oublier une fois que les habitudes s'installent. Comme nous le verrons dans ce tutoriel, il s'agit d'une convention de signe, qui parle de l'orientation du courant et de la tension.

Sans ces conventions, il est impossible par exemple de traduire rigoureusement des concepts tels que «consommer ou produire de la puissance» ou écrire correctement les lois régissant les composants sans faire appel à des théories physiques plus fondamentales.



Prérequis

Des notions de base en électronique sont nécessaires pour comprendre ce tutoriel.

1. Rappels sur la tension et le courant dans un dipôle

Un dipôle est un composant électronique doté de deux pôles, comme son nom l'indique. Autrement dit, il a deux bornes à l'aide desquelles il sera connecté au reste du circuit. En termes de grandeurs électriques, il suffit alors de deux choses pour le décrire: le courant qui le traverse et la tension à ses bornes.

1.1. Courant

Le courant correspond à un flux de charges électriques. Comme tout flux, il circule dans une certaine direction, c'est-à-dire qu'il est orienté. Dans un dipôle, on désigne le sens d'un courant par une petite flèche inscrite sur la branche.



FIGURE 1.1. – Flèche montrant le courant circulant de A vers B dans un dipôle quelconque.

Comme il a une orientation, le courant a aussi un signe: il peut être positif ou négatif. Un courant positif signifie que des charges positives se déplacent dans le sens de la flèche qui définit le sens du courant. Un courant négatif signifie que des charges positives se déplacent en sens inverse de la flèche.

Pour un flux de charges électriques donné, changer le sens de la flèche changera uniquement son signe, pas le phénomène physique. Le sens de la flèche n'est rien d'autre qu'une convention de signe, pas un schéma de la réalité physique.

Par exemple, si un dipôle est traversé par un courant i_{AB} , et qu'on change la flèche de sens, alors cette nouvelle notation i_{BA} sera liée à l'ancienne par la relation $i_{BA} = -i_{AB}$. Le schéma ci-dessous illustre cette relation.



FIGURE 1.2. – Relation entre un courant et son opposé.

2. Conventions générateur et récepteur

1.2. Tension

Entre deux points d'un circuit électrique, on peut définir une tension. On désigne la tension entre deux points d'un circuit électrique par une flèche.

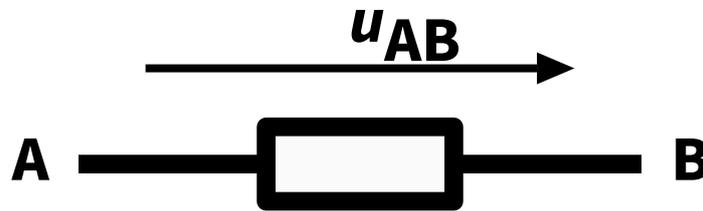


FIGURE 1.3. – Flèche montrant la tension u_{AB} , différence de potentiel entre B et A, pour un dipôle quelconque.

Une tension correspond à une différence de potentiel, un potentiel électrique étant une grandeur qu'on peut associer à tous les nœud. La tension a aussi une orientation: il s'agit du potentiel du nœud pointé par la flèche (B) moins celui au pied de la flèche (A).

Comme elle est orientée, la tension a un signe: elle peut être positive ou négative. La tension est positive quand le potentiel du point B est supérieur à celui du point A et elle est négative dans le cas contraire.

Comme pour le courant, il s'agit d'une convention de signe: changer le sens de la tension ne change pas la différence de potentiel présente physiquement. La tension «retournée» sera l'opposée de la tension normale.

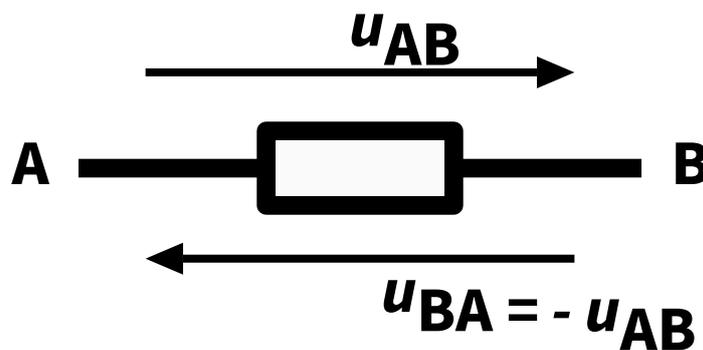


FIGURE 1.4. – Relation entre une tension et la tension opposée.

2. Conventions générateur et récepteur

2.1. Orientation relative de la tension et du courant

On a vu que le courant et la tension étaient tous les deux orientés. Quand on les définit pour un dipôle, il faut aussi orienter l'un par rapport à l'autre. Autrement dit, il faut choisir une convention pour le sens relatif des flèches.

2. Conventions générateur et récepteur

Il y a seulement deux possibilités:

- les flèches sont dans le même sens, et on dit qu'il s'agit de la convention générateur;
- les flèches sont de sens opposés, et on dit qu'il s'agit de la convention récepteur.

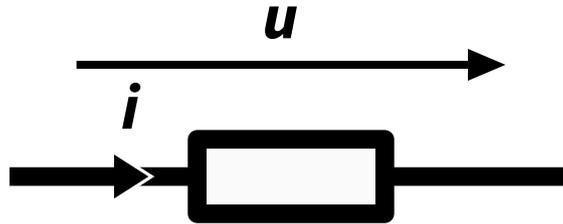


FIGURE 2.5. – Convention générateur, les deux flèches sont dans le même sens.

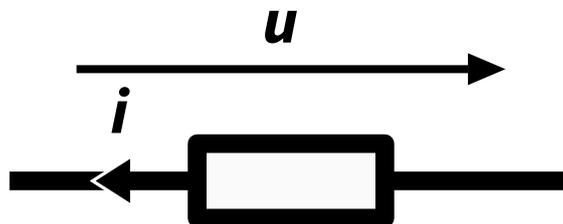


FIGURE 2.6. – Convention récepteur, les deux flèches sont de sens opposés.

2.2. Conventions et lois des composants

Vous êtes probablement déjà familier avec les lois des composants usuels:

- $u = Ri$ pour la résistance,
- $i = C \frac{du}{dt}$ pour la capacité,
- $u = L \frac{di}{dt}$ pour l'inductance.

Ces équations ne sont vraies qu'en **convention récepteur**! L'écriture exacte des lois dépend de la convention choisie pour définir le courant et la tension.

Dans tout cours d'électronique correct, on accompagne l'introduction de ces lois avec un schéma qui indique le sens relatif du courant et de la tension. Habituellement, ces schémas dessinent le courant et la tension de sens opposés. Même si ce n'est pas dit explicitement, il s'agit en fait d'une utilisation de la convention récepteur.

Changer la convention dans ces lois change le signe. Par exemple, avec une tension et un courant définis en convention générateur, la loi d'Ohm devient $u = -Ri$. On a un changement similaire pour la capacité et l'inductance.

3. Signification de la puissance en convention générateur ou récepteur

2.3. Absence de lien avec la loi des mailles et la loi des nœuds

Disons-le clairement: il n'y a aucun lien entre les conventions générateur et récepteur et les lois des mailles et des nœuds. Ces deux lois ne dépendent absolument pas des conventions adoptées pour décrire les différents dipôles du circuit.

Les conventions ne prennent leur sens que dans la relation entre le courant et la tension. Puisque les lois des mailles et des nœuds ne parlent respectivement que des tensions ou que des courants, les conventions n'ont aucun rôle à y jouer.

3. Signification de la puissance en convention générateur ou récepteur

Les noms «convention générateur» et «convention récepteur» ne sont pas choisis par hasard. Bien que les conventions ne parlent que du sens relatif du courant et de la tension, les noms font référence aux producteurs d'énergie électrique (les générateurs) et aux consommateurs d'énergie électrique (les récepteurs). Nous allons ici éclaircir le lien entre les deux.

3.1. Générateur et récepteur physiques

Pour garder les idées claires, il nous sera utile de définir ce qu'est un générateur et un récepteur du point de vue de la physique. Nous pourrons ensuite utiliser ces notions pour les comparer avec les notions de générateur et récepteur issues des conventions.

Un générateur physique donne de l'énergie au circuit électrique. Je dirai par la suite qu'il **produit physiquement** de l'énergie. Si le circuit électrique ne perd pas d'énergie par ailleurs, l'énergie contenue dans le circuit augmentera. C'est par exemple le cas d'une pile qu'on branche sur un condensateur vide: la pile charge le condensateur en lui donnant de l'énergie.

Un récepteur physique prend de l'énergie au circuit électrique. Je dirai par la suite qu'il **consomme physiquement** de l'énergie. Si le circuit électrique ne gagne pas d'énergie par ailleurs, l'énergie contenue dans le circuit diminuera. C'est par exemple le cas d'une résistance qu'on branche sur un condensateur chargé: la résistance consomme l'énergie du condensateur qui se décharge alors.

3.2. Interprétation des conventions

La formule pour calculer la puissance pour un dipôle est toute simple; il s'agit de $p = ui$. En fonction de la convention, l'interprétation qui doit être faite de p est différente:

- en convention récepteur, elle doit être interprétée comme la puissance **consommée** par le dipôle;
- en convention générateur, elle doit être interprétée comme la puissance **produite** par le dipôle.

3. Signification de la puissance en convention générateur ou récepteur

Il faut cependant garder en tête que la puissance aussi a un signe; elle est positive ou négative. En plus de la convention il est nécessaire de connaître ce signe pour avoir la signification physique de la puissance.

- En convention récepteur, on parle de puissance consommée. Une puissance positive est alors *physiquement consommée*, alors qu'une puissance négative est *physiquement produite*.
- En convention générateur, on parle de puissance produite. Une puissance positive est alors *physiquement produite*, alors qu'une puissance négative est *physiquement consommée*.

Le tableau ci-dessous résume tous ces signes et leur signification physique.

	$p = ui \geq 0$	$p = ui \leq 0$
Convention récepteur	Physiquement consommée	Physiquement produite
Convention générateur	Physiquement produite	Physiquement consommée

Tous ces jeux de signes ne changent pas la physique: un générateur physique produira toujours physiquement de la puissance et un récepteur physique en consommera toujours physiquement¹. Le tableau ci-dessous résume ce qu'il se passe dans ces cas-là.

	Convention générateur	Convention récepteur
Récepteur physique	$p = ui \leq 0$	$p = ui \geq 0$
Générateur physique	$p = ui \geq 0$	$p = ui \leq 0$

3.3. Comment choisir une convention ?

Les deux conventions offrent les mêmes possibilités, mais il y a quand même des situations où il est préférable d'utiliser l'une ou l'autre.

On préfère choisir la convention générateur pour les générateurs physiques, parce que la puissance est physiquement produite et donc on aura $p > 0$. De même, on préfère la convention récepteur pour les récepteurs physiques, parce que la puissance est physiquement consommée et $p > 0$.

Même s'ils sont parfois tantôt récepteurs physiques, tantôt générateurs physiques, les dipôles passifs (condensateur, inductances) sont généralement traités en convention récepteur. Cela permet d'avoir à faire aux équations familières sans signe «moins» partout.

Les sources de courant et de tension sont souvent traitées en convention générateur. Notez bien que même si c'est souvent le cas, les sources ne sont pas forcément des générateurs physiques!

Le choix des conventions est arbitraire, puisqu'il ne change pas les résultats des calculs. Cependant, si on fait les calculs à la main, on peut être amené à inverser des conventions pour garder le

1. Notez bien qu'un dipôle n'est pas soit toujours générateur, soit toujours récepteur. Il peut être l'un ou l'autre à différents instants. Par exemple, les condensateurs et les inductances stockent ou restituent de l'énergie en fonction des conditions.

4. Exemple travaillé: la résistance

nombre d'inconnues assez bas. Il reste bien entendu possible de changer les signes à la fin des calculs pour retomber sur ses pieds.

4. Exemple travaillé: la résistance

Pour bien consolider toutes ces notions, prenons l'exemple de la résistance.

Une résistance est un récepteur physique: elle prend physiquement de l'énergie au circuit. Cette énergie consommée correspond à une transformation de l'énergie électrique en énergie thermique: c'est l'effet Joule.

4.1. Calcul de la puissance en convention récepteur

En convention récepteur, le courant et la tension sont reliés par la loi d'Ohm:

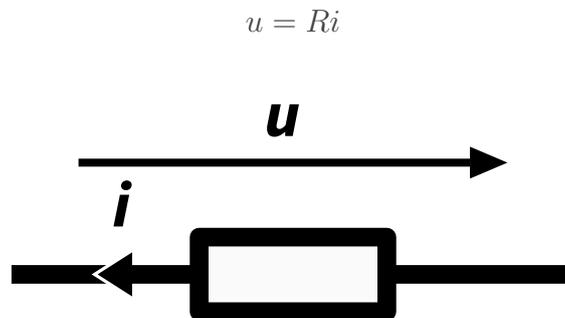


FIGURE 4.7. – Rappel de la convention récepteur.

Puisqu'on est en convention récepteur, c'est bien la puissance consommée qui est donnée par la relation:

$$p = ui$$

En utilisant la loi d'Ohm, on peut remplacer, la tension dans l'expression de la puissance, et obtenir:

$$p = Ri^2$$

Comme R est une grandeur positive et qu'un carré est toujours positif, la puissance est positive. Nous sommes en convention récepteur, donc il s'agit bien d'une puissance consommée positive, ce qui est en accord avec le fait que la résistance est un récepteur physique.

Conclusion

4.2. Calcul de la puissance en convention générateur

En convention générateur, la loi d'Ohm change de signe pour devenir:

$$u = -Ri$$

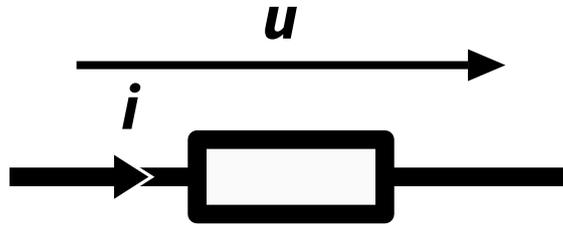


FIGURE 4.8. – Rappel de la convention générateur.

La puissance (qui s'interprète comme la puissance produite) s'écrit:

$$p = -Ri^2$$

Cette fois-ci, la puissance est négative. En convention générateur, la puissance doit être interprétée comme une puissance produite. Comme la puissance produite est négative, la puissance est en fait physiquement consommée, ce qui est de nouveau en accord avec le fait qu'une résistance est un récepteur physique. La physique est sauve!

Conclusion

Voilà! Vous savez l'essentiel sur les notions de convention récepteur et générateur. Il ne reste plus qu'à mettre en application. 🍊