

I Résumé

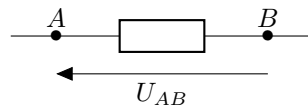
I.1 Les concepts fondamentaux

Définition : Tension

La tension est la grandeur algébrique additive correspondant à la différence de potentiel entre deux points A et B . Elle s'exprime en volts (V). Une tension est toujours mesurée entre deux points d'un circuit.

$$U_{AB} = V_A - V_B.$$

Dans un circuit électrique la tension est représentée par une flèche joignant les deux points concernés (voir figure 1).

FIGURE 1 – Représentation de la tension U_{AB} par une flèche

Définition : Intensité

L'intensité i du courant électrique est définie comme le débit de charges à travers une surface S du conducteur. C'est la charge algébrique dq qui traverse la surface S durant l'intervalle de temps dt (voir la figure 2) :

$$i = \frac{dq}{dt}.$$

L'intensité s'exprime en Ampère (A).

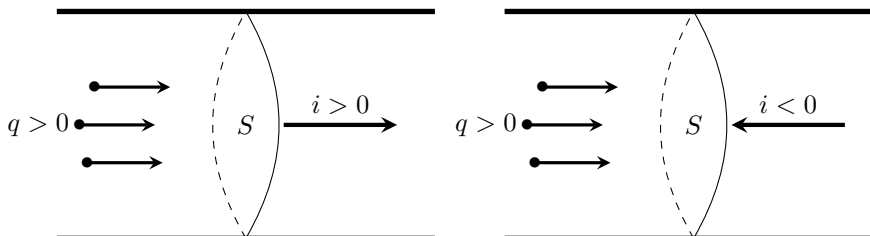


FIGURE 2 – L'intensité est une grandeur algébrique, elle peut être positive ou négative suivant l'orientation choisie.

Définition : Approximation des régimes quasi-stationnaires, ARQS

Lorsque $T \gg \frac{d}{c}$, avec d dimension caractéristique du circuit, le terme de propagation est négligeable et le courant est le même en tous points du conducteur.

I.2 Dipôles

Définition : dipôle

Un dipôle est un composant électrique qui possède deux bornes avec lesquelles il est relié au reste du circuit.

Définition : conventions

Deux remarques :

Attention au vocabulaire : on parle de la tension *aux bornes* d'un dipôle et de l'intensité qui *traverse* le dipôle.

Il existe deux conventions pour la représentation des tensions et des intensités :



Définition : caractéristique d'un dipôle

La caractéristique d'un dipôle est la courbe représentant les variations du courant i traversant le dipôle en fonction de la tension u à ses bornes (caractéristique courant-tension) ou inversement (caractéristique tension-courant).

Définition : dipôle linéaire

Un dipôle est linéaire si la relation entre u et i est :

- soit une relation affine entre i et u
- soit une équation différentielle linéaire à coefficients constants liant i et u .

Définition : dipôle passif

Un dipôle passif a une caractéristique qui passe par l'origine. Il ne peut pas créer de lui même le passage d'un courant pendant une durée arbitrairement longue.

Type	Grandeur caractéristique	Unité	Dipôle idéal	$u = f(i)$	Dipôle réel
Résistor	Résistance	Ohm (Ω)		$u = R \cdot i$	
Condensateur	Capacité	Farad (F)		$u = \frac{q}{C}$ et $i = \frac{dq}{dt}$	
Bobine	Inductance	Henry (H)		$u = L \frac{di}{dt}$	

TABLE 1 – Les dipôles linéaires passifs classiques

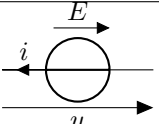
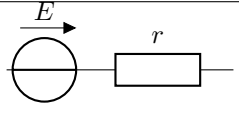
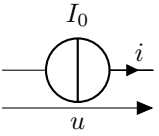
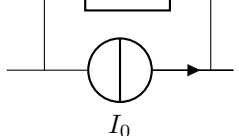
Type	Grandeur caractéristique	Unité	Dipôle idéal	$u = f(i)$	Dipôle réel
Source de tension	Force électromotrice	Volt (V)		$u = E$	
Source de courant	Courant électromoteur	Ampère (A)		$i = I_0$	

TABLE 2 – Dipôles actifs

Définition : puissance reçue par un dipôle

La puissance reçue par un dipôle est donnée par le produit $P = ui$ en convention récepteur et $P = -ui$ en convention générateur, elle s'exprime en Watt (W).

La puissance reçue *en convention récepteur* est une grandeur algébrique qui est :

- positive si le dipôle est récepteur, il reçoit de l'énergie électrique de l'extérieur et la convertit en un autre type d'énergie ;
- négative si le dipôle est générateur, il cède de l'énergie électrique au circuit.

I.3 Lois des réseaux électriques

I.3.a Vocabulaire

Vous avez ci-après quelques mots de vocabulaire relatif aux réseaux électriques.

Réseau : assemblage très général de conducteurs dans lesquels circulent des courants électriques.

Rem : un réseau est dit linéaire s'il est constitué exclusivement de dipôles linéaires.

Noeud : point d'interconnexion du réseau à au moins trois dipôles électrocinétiques.

Branche : tronçon de réseau compris entre deux noeuds.

Rem : une branche peut contenir plusieurs dipôles.

Maille : ensemble de branches formant une boucle fermée qui ne passe qu'une fois par un noeud donné.

I.3.b Lois de Kirchhoff

Définition : loi des noeuds

En un noeud N d'un réseau électrique sur lequel arrivent p branches parcourues par des courants d'intensité I_k :

$$\sum_{k=1}^p \epsilon_k I_k = 0.$$

avec $\epsilon_k = 1$ si le courant arrive en N et -1 s'il repart de N .

Définition : loi de mailles

Le long d'une maille orientée la somme des différences de potentiel est nulle puisque l'on revient au point de départ.

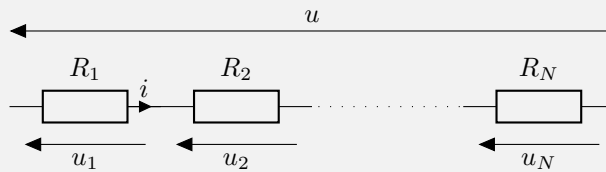
Le long d'une maille orientée comportant p dipôles, on peut écrire :

$$\sum_{k=1}^p \epsilon_k U_k = 0$$

avec U_k la tension aux bornes du dipôle k et $\epsilon_k = 1$ si elle est dans le sens positif choisi pour la maille, $\epsilon_k = -1$ sinon.

Définition : association de résistors

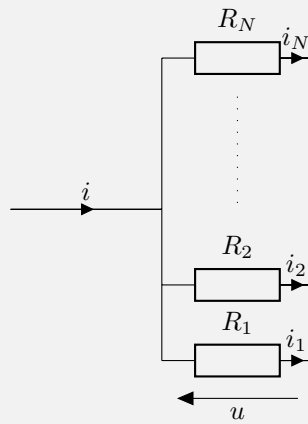
Association de résistors en série :



La résistance équivalente à cette association s'écrit :

$$R_{eq} = \sum_{i=1}^n R_i$$

Association de résistors en parallèle :

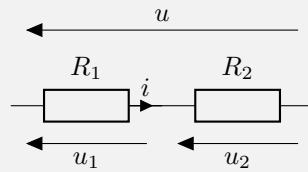


La résistance équivalente à cette association s'écrit :

$$\frac{1}{R_{eq}} = \sum_{i=1}^n \frac{1}{R_i} \text{ ou } G_{eq} = \sum_{i=1}^n G_i.$$

Définition : diviseur de tension

On considère deux résistors de résistances respectives R_1 et R_2 associées en série :

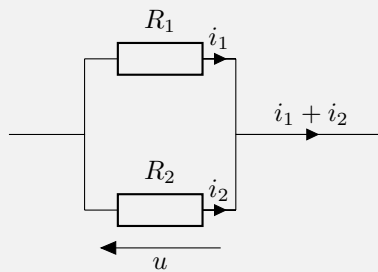


On peut écrire :

$$u_2 = \frac{R_2}{R_1 + R_2} u.$$

Définition : diviseur de courant

On considère maintenant une association parallèle de ces deux résistors :

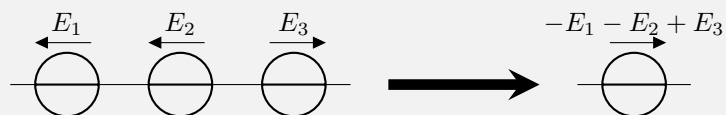


On peut écrire :

$$i_2 = \frac{G_2}{G_1 + G_2} i.$$

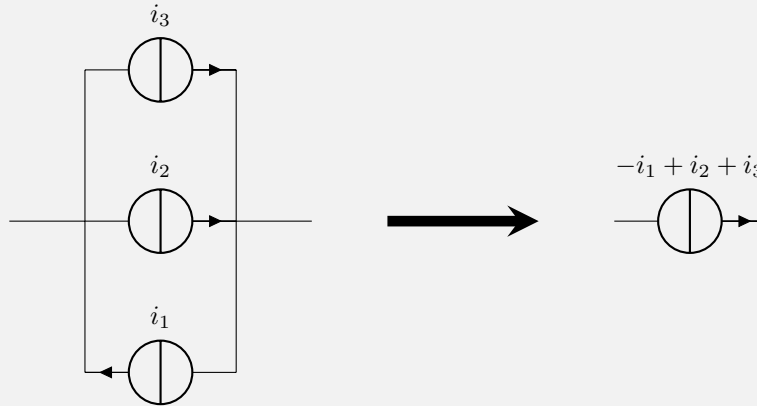
Définition : association série de sources idéales de tension

Il est évident qu'un ensemble de sources idéales branchées en série est équivalent à une seule source idéale de tension de f.e.m égale à la somme algébrique des f.e.m des sources. Pour s'en convaincre il suffit d'utiliser l'additivité des tensions.



Définition : association parallèle de sources idéales de courant

'après la loi des nœuds, un ensemble de sources idéales de courant associées en parallèle est équivalent à une source idéale de courant de c.e.m égale à la somme algébrique des c.e.m des sources.



Remarque

Ce sont les deux seules associations possibles avec des sources actives idéales. Toute autre association amène à une contradiction dans le circuit.

I.3.c Caractéristique d'un dipôle actif réel

Pour un dipôle actif réel¹, on rencontre la caractéristique de la figure 3.

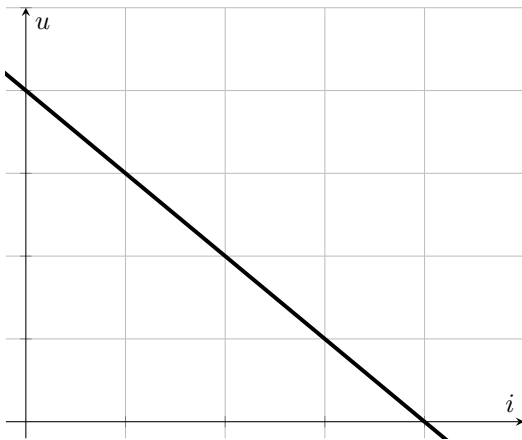


FIGURE 3 – Caractéristique d'un dipôle actif réel.

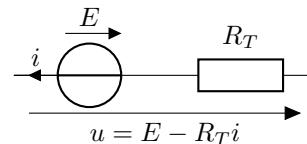


FIGURE 4 – Représentation de Thévenin d'un dipôle actif réel.

I.4 Cas particulier des réseaux non-linéaires

La technique que nous allons développer permet de déterminer le courant circulant dans un réseau comportant un et un seul dipôle non linéaire (figure 5).

Le circuit linéaire dans son ensemble peut être représenté par un générateur de Thévenin. Une fois les caractéristiques de ce générateur équivalent déterminées, la méthode la plus simple est graphique : on trace la caractéristique du dipôle linéaire puis celle du dipôle non linéaire sur le même graphique.

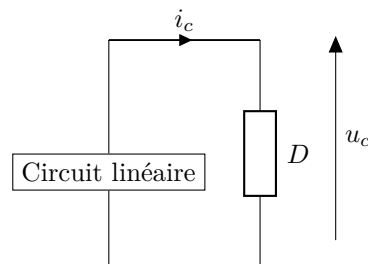


FIGURE 5 – Association d'un dipôle linéaire et d'un dipôle non linéaire.

1. Une pile, un accumulateur...

Les coordonnées du point d'intersection, nommé point de fonctionnement, des deux caractéristiques donnent la valeur de u_c et celle de i_c (voir figure 6).

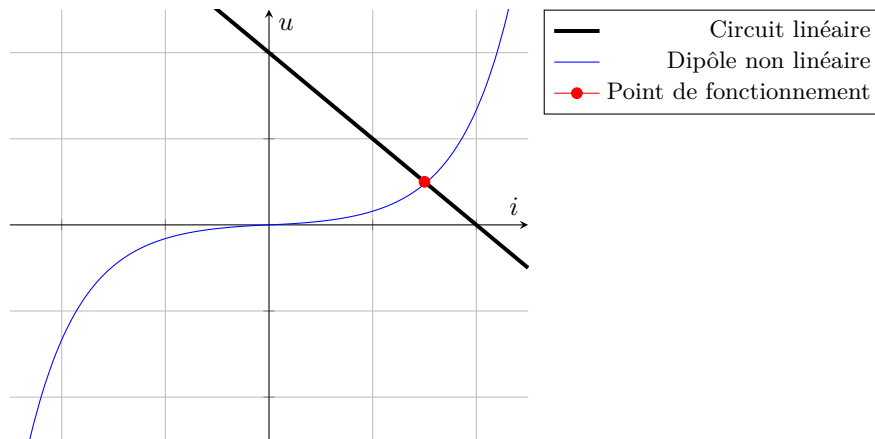


FIGURE 6 – Point de fonctionnement d'un dipôle non linéaire associé à un dipôle linéaire

II Méthode

Si la question posée est du type déterminer le courant i circulant dans le dipôle D ou déterminer la tension u aux bornes de D , il faut procéder de la manière suivante :

- simplifier le circuit en utilisant les associations série ou parallèle de résistances en faisant bien attention à ne pas « éliminer » la grandeur qu'on cherche à déterminer :
 - dans le cas d'un courant, il ne faut pas associer la résistance concernée avec une autre en parallèle,
 - dans le cas d'une tension, il ne faut pas associer la résistance concernée avec une autre en série ;
- indiquer les courants qui circulent dans le circuit en utilisant directement la loi des nœuds afin de minimiser le nombre d'inconnues ;
- déterminer le nombre d'inconnues ;
- écrire autant d'équations de mailles que d'inconnues.