

2^{ème} Partie
Chapitre 4

Réseaux électriques linéaires en régime permanent

I. Définitions

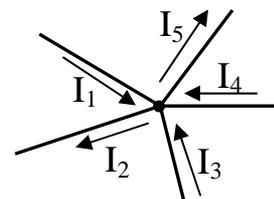
- Réseau électrique : c'est un ensemble de conducteurs (générateurs, récepteurs ou résistances) reliés entre eux par des fils conducteurs.
- Le réseau est dit linéaire lorsqu'il est constitué par des dipôles dont la caractéristique $u=f(I)$ est une droite.
- Un nœud est un point du réseau où sont connectés plus de 2 conducteurs.
- Une branche est une portion du circuit située entre 2 nœuds.
- Une maille est un ensemble de branches formant une boucle fermée.

En général, l'étude des réseaux électrique consiste à déterminer les intensités de courant qui circule dans chaque branche, connaissant les valeurs des résistances, des f.e.m et des f.c.e.m constituant le circuit.

II. Lois de Kirchhoff

II.1 Loi des nœuds

Pour un nœud, la somme des intensités des courants entrants est égal à la somme des intensités des courants sortants : $I_1 + I_3 + I_4 = I_2 + I_5$



II.2 Loi des mailles

Lorsqu'on parcourt une maille dans un sens déterminé, la somme des d.d.p est nulle lorsque on effectue un tour complet.

II.3 Utilisation des lois de Kirchhoff

- Sur chaque branche, on choisit (s'il n'est pas donné) un sens positif du courant et on écrit les équations aux nœuds,

- Pour chaque maille, on choisit un sens de parcours arbitraire, et on applique la loi des mailles, en tenant compte des conventions suivantes :

- On compte positivement les produits $R.I$ si le sens positif pris pour I est le même que le sens de parcours de la maille. Les produits $R.I$ sont affectés d'un signe négatif dans le cas contraire.

- On affecte aux f.e.m le signe de la borne par laquelle on entre dans le générateur suivant le sens positif de parcours de la maille.

- La polarité des récepteurs est fixé par le sens du courant qui les traverse : le courant allant du pôle positif vers le pôle négatif à l'intérieur du récepteur.

Ainsi l'application de la loi des nœuds et la loi des mailles conduit à un système d'équation dont la solution donne des valeurs algébriques des intensités des courants dans les différentes branches du circuit.

- Si le calcul donne une intensité positive, alors le courant réel circule dans le sens choisi sur la branche,

- Si on trouve une valeur négative, il suffit de changer le sens du courant dans la branche correspondante. Mais attention au cas où la branche comporte un récepteur, il faut reprendre les calculs en inversant le sens du courant dans la branche en question. Si de nouveau on trouve une valeur négative cela signifie que la d.d.p aux bornes du récepteur est insuffisante : aucun courant ne traverse cette branche et on peut la supprimer.

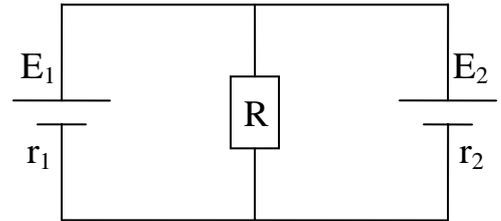
Remarque : Dans le cas où le circuit comporte une seule maille la loi des mailles conduites à la loi de Pouillet.

Exemple

Calculer les intensités de courant I_1 et I_2 dans

le circuit ci-contre. On donne :

$$E_1 = 6 \text{ V}, r_1 = 1 \Omega, E_2 = 12 \text{ V}, r_2 = 2 \Omega, R = 10 \Omega$$



III. Théorèmes généraux

III.1 Théorème de superposition

Dans un réseau de conducteur, l'intensité du courant dans chaque branche est la somme algébrique des courants dans cette branche que produirait chacun des générateurs agissant seul, les autres générateurs étant remplacés par leurs résistances internes.

Pour appliquer ce théorème, on procède comme suit :

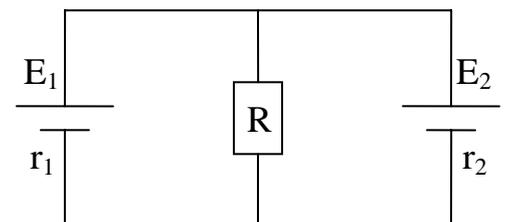
- On supprime successivement tous les générateurs sauf un,
- On calcul pour chaque branche tous les courants partiels,
- L'intensité de courant dans une branche donnée du circuit est la somme de toutes les intensités partielles dans cette branche.

Exemple

Calculer les intensités de courant I_1 et I_2 dans

le circuit ci-contre. On donne :

$$E_1 = 6 \text{ V}, r_1 = 1 \Omega, E_2 = 12 \text{ V}, r_2 = 2 \Omega, R = 10 \Omega$$



III.2 Théorème de Thévenin

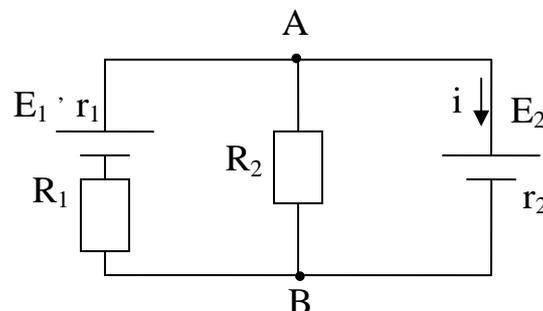
Lorsqu'on veut calculer l'intensité de courant dans une branche déterminée d'un réseau, on peut modéliser le reste du réseau à l'aide du théorème de Thévenin : on fractionne le réseau initial en deux dipôles :

- Un dipôle actif constitué par un générateur de tension de f.e.m E_0 et de résistance interne R_0 . On a alors : $V_A - V_B = E_0 - R_0 \cdot I$
- Un dipôle quelconque dans lequel on veut calculer l'intensité de courant.

On calcul ensuite R_0 , E_0 et on en déduit I .

Exemple: En appliquant le théorème de Thévenin,

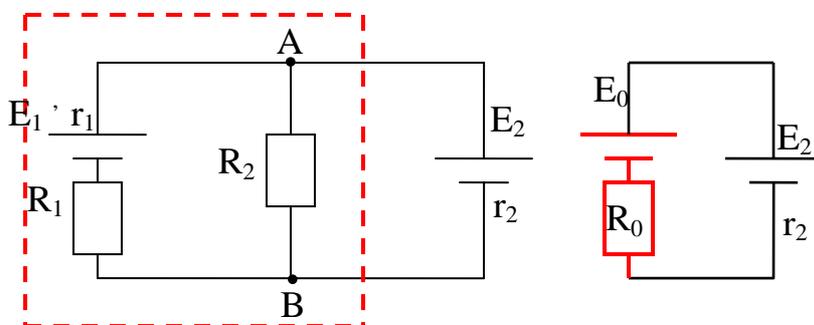
Calculer l'intensité de courant dans la branche du récepteur E_2 de la figure ci contre.



On garde la branche où on veut

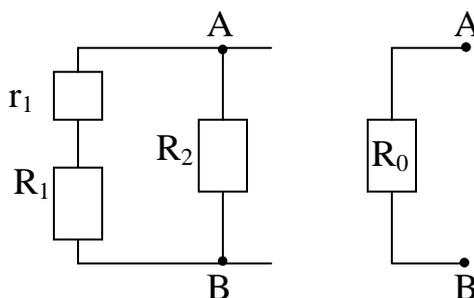
calculer le courant, et on remplace le reste par un dipôle actif (E_0 , R_0)

Calcul de R_0



On supprime toutes les f.e.m et les

f.c.e.m contenues à l'intérieur du dipôle actif en gardant les résistances internes des générateurs et des récepteurs, le dipôle est transformé en dipôle passif dont la résistance totale entre les bornes A et B est R_0 .



$$R_0 = \frac{(R_1 + r_1) \cdot R_2}{R_1 + r_1 + R_2}$$

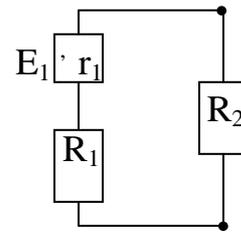
Calcul de E_0

La f.e.m d'un générateur est la tension entre ses bornes lorsqu'il ne débite aucun courant. E_0 est donc la d.d.p du dipôle actif lorsqu'il n'est pas relié à un circuit extérieur.

On supprime la branche extérieure et l'on calcule la d.d.p E_0 :

$$E_0 = R_2 \cdot i = R_2 \frac{E_1}{R_1 + r_1 + R_2} \rightarrow E_0 = E_1 \frac{R}{R_1 + r_1 + R_2}$$

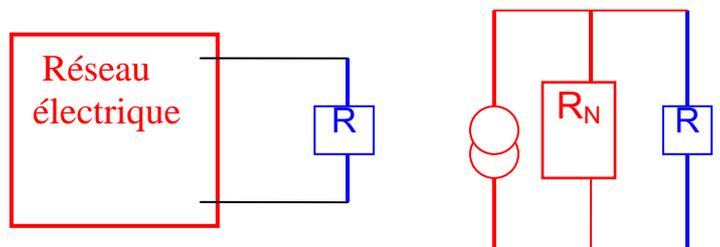
Calcul de I :
$$I = \frac{E_0 - E_2}{R_0 + R_2}$$



III.3 Théorème de Norton

Une autre méthode pour calculer l'intensité de courant dans une branche déterminée d'un réseau, est de modéliser le reste du réseau à l'aide du théorème de Norton : on fractionne le réseau initial en deux dipôles :

- Un dipôle actif constitué par un générateur de courant dont le courant principal est le courant de court-circuit I_{cc} et dont la résistance interne, montée en parallèle, est la résistance équivalente R_N du réseau sans f.e.m. et f.c.e.m.



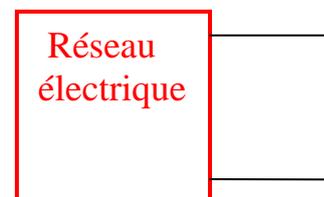
- Un dipôle quelconque dans lequel on veut calculer l'intensité de courant.

On calcul d'abord I_{cc} ensuite R_N , et on en déduit I.

Etapes du théorème de Norton :

On procède en deux étapes :

- On remplace le dipôle par un court-circuit et on calcul le courant I_{cc}



- On calcul la résistance équivalente du réseau R_N



- On calcul l'intensité de courant I dans le dipôle