FM 6 – Etude d'un circuit électrique

I. Bien commencer l'exercice

Dans la plupart des situations, la résolution du problème débute selon la méthode suivante.

1. **Identifier les grandeurs connues.** La réponse à la question posée ne doit naturellement faire intervenir que des grandeurs connues !

2. **Définir les grandeurs pertinentes : il faut impérativement prendre le temps de refaire le schéma du circuit, et d'y préciser toutes les variables utiles.**
- Donner un nom à chaque nœud (A, B, etc).
- Définir la tension aux bornes de chaque dipôle : tracer la flèche (qui définit son sens) et lui donner un nom (u_1, u_2, etc). *Si deux dipôles sont entre les deux mêmes nœuds, la tension à leurs bornes est la même, et cela permet de définir moins d'inconnues*.
- Définir l'intensité dans chaque branche : tracer la flèche (qui définit son sens) et lui donner un nom. *Tant qu'il n'y a pas de nœud, l'intensité reste la même dans toute la branche*.

3. **Choisir une méthode** parmi les méthodes suivantes.

Il y a 2 grandes méthodes de travail, suivant les cas, on peut privilégier l'une par rapport à l'autre.

✓ **Méthode des lois de Kirchhoff :** méthode purement "calculatoire" **(en dernier recours)**

La méthode des lois de Kirchhoff permet de résoudre tous les problèmes de génie électrique, cependant suivant la configuration du circuit, des méthodes de calcul complémentaires peuvent permettre d'arriver au résultat beaucoup plus rapidement.

✓ **Méthode des circuits équivalents par association de résistances (ou d'impédances).**

On peut parfois être amené à utiliser la **méthode graphique** en traçant les caractéristiques des dipôles u(i), pour trouver des points de fonctionnements notamment *(cas d'un circuit avec une diode dont on connaît la caractéristique par exemple)*

☞ Lors de l'étude de circuits électriques, il faut toujours avoir en tête que des **ponts diviseurs** peuvent être présents. Cela permet d'utiliser directement le résultat connu, plutôt que de le retrouver avec les lois des mailles et des nœuds.

Quand peut-on utiliser un pont diviseur ?

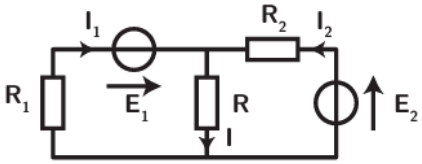
Quand il y a des résistances en série (pont diviseur de tension), ou des résistances en parallèle (diviseur de courant).
Pour cela, il faut bien vérifier que les résistances soient parcourues par le même courant (diviseur de tension) ou que la tension aux bornes des résistances soit identique (diviseur de courant).

II. Méthode des lois de Kirchhoff

☞ **Quand l'utiliser ?** si le circuit n'est pas trop complexe (2 mailles maximum) ou si les méthodes suivantes ne sont pas applicables.

1. Ecrire les **lois des nœuds** à tous les nœuds du circuit en respectant bien les orientations.
2. Ecrire les **lois des mailles** en choisissant un sens arbitraire en comptant positivement les tensions dont la flèche va dans le sens de la maille, et négativement sinon.
3. **Résoudre** le système d'équations obtenus.

Exemple : On cherche à déterminer I en fonction de E_1, E_2 et des résistances.



Loi des nœuds : $I_2 = I - I_1$

Lois des mailles :
- $E_1 - R_1 I_1 - RI = 0$
- $E_2 - RI - R_2 I_2 = 0$

On résout le système d'équations obtenu… $I = \frac{R_1 E_2 + R_2 E_1}{R_1 R + R_2 R + R_1 R_2}$

III. Méthode des circuits équivalents

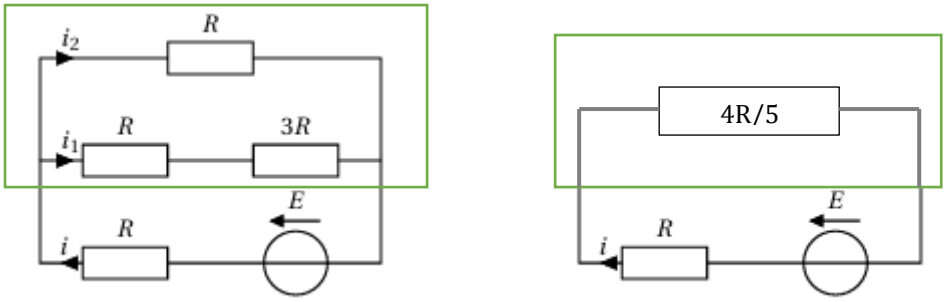
☞ **Quand l'utiliser ?** Lorsqu'il y a des associations de résistances (ou impédances) en série ou parallèle. Elle est efficace si on souhaite déterminer une seule grandeur électrique : l'intensité du courant dans une branche ou une tension.

La difficulté est de bien visualiser les dipôles en série ou en parallèle mais <u>attention</u> cela peut être ni l'un ni l'autre.

1. **Simplifier le circuit sans perdre la grandeur recherchée en utilisant les lois d'association de résistances.** Si la grandeur cherchée est une tension, les deux points M et N entre lesquels elle est mesurée ne doivent jamais disparaitre ; si la grandeur est une intensité, la branche MN dans laquelle elle circule ne doit jamais disparaitre.
   - Identifier la grandeur cherchée et identifier les deux points M et N.
   - Simplifier le circuit sans jamais faire disparaitre les points M et N ; indiquer explicitement ces points sur tous les circuits équivalents successifs**.**
2. **Utiliser les lois de l'électrocinétique** (lois de Kirchhoff et ponts diviseurs) en considérant le circuit équivalent.

☞ **Le raisonnement peut faire intervenir le circuit initial et tous les circuits équivalents successifs qui ont été définis. On peut également avoir besoin de faire disparaitre M et N pour déterminer une grandeur intermédiaire nécessaire au calcul de la grandeur recherchée**.

Exemple : on souhaite déterminer l'intensité i



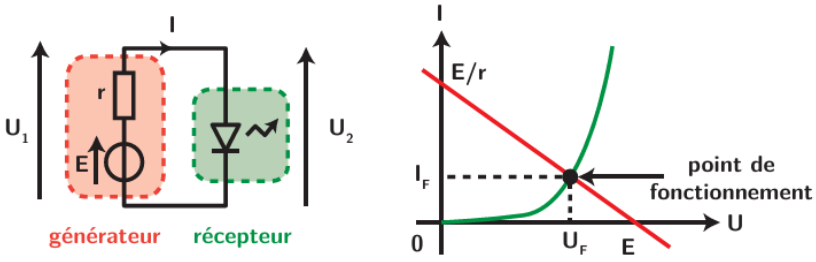
Après une loi des mailles, on obtient : $i = 5\frac{E}{9R}$

IV. Méthode graphique

☞ **Quand l'utiliser ?** Pour un circuit composé d'une seule maille et dont on connaît les caractéristiques des différents dipôles.

1. Décomposer le circuit en deux dipôles, l'un fléché en convention générateur, l'autre en convention récepteur.
2. Tracer les deux caractéristiques statiques sur un même graphique.
3. Rechercher le point de fonctionnement à l'intersection des deux caractéristiques (lecture graphique ou éventuellement écriture littérale si on possède l'équation des deux caractéristiques).

Prenons l'exemple de l'alimentation d'une LED par un générateur de tension non parfait (possédant une résistance interne) :

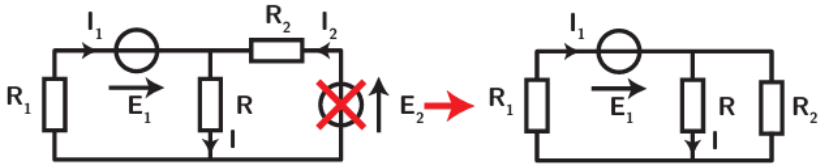


V. Complément : théorème de superposition

☞ **Quand l'utiliser ?** Dans le cas où un circuit électrique comportant des composants linéaires contient plusieurs sources de tensions et de courants. Méthode intéressante si le circuit possède des symétries, l'expression du premier courant obtenu permettant d'en déduire toutes les autres par permutation sur les indices.

1. **Choisir une source et éteindre toutes les autres.** Concrètement, cela signifie qu'il faut remplacer une source de tension par un fil, et une source de courant par un interrupteur ouvert.
2. Déterminer la grandeur électrique sur le réseau simplifié avec les méthodes précédentes.
3. Reprendre le calcul en allumant les différentes sources fonctionnant seules.
4. **Additionner** les résultats obtenus pour chacun des générateurs.

Reprenons l'exemple précédent. Eteignons la source 2 et calculons I.



On pose $R_{eq} = \frac{RR_2}{R+R_2}$*, aux bornes de R : pont divisuer de tension* $U_R = E_1 \frac{R_{eq}}{R_{eq}+R_1}$ *donc* $I_{E1} = \frac{1}{R} E_1 \frac{R_{eq}}{R_{eq}+R_1} =$

$= E_1 \frac{R_2}{R_1 R+R_2 R+R_1 R_2}$

Par symétrie, le courant en l'absence de E_1 *est* $I_{E2} = E_2 \frac{R_1}{R_1 R+R_2 R+R_1 R_2}$

On retrouve $I = \frac{R_1 E_2+R_2 E_1}{R_1 R+R_2 R+R_1 R_2}$.