

Cours Electronique fondamentale 1

Chapitre 1 : Régime continu et théorèmes fondamentaux

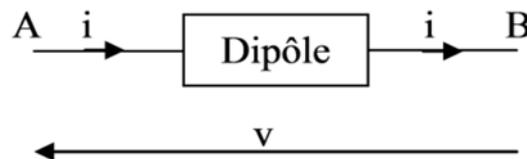
1. Introduction :

Ce chapitre consiste à donner quelques notions fondamentales nécessaires pour l'analyse des réseaux électriques à savoir la loi d'ohm, l'association des dipôles (série et parallèle), les lois de Kirchhoff et les règles de division de courant et de tension. Ces notions utilisées pour analyser les circuits électriques.

2. Définition :

1. Dipôle :

Un dipôle est un élément électrique capable ou non de fournir de l'énergie ; c'est un récepteur ou un générateur d'énergie électrique, susceptible de convertir l'énergie électrique en une énergie de type différent (mécanique, radiative, thermique). Il est relié à l'extérieur par deux bornes A et B ; à tout instant, le courant entrant par l'une des bornes est égal au courant sortant par l'autre borne.



2. Réseau :

C'est un ensemble de dipôles reliés entre eux.

3. Branche :

Dans un réseau ; une branche est constituée par un ensemble de dipôles reliés entre eux, et entre lesquels n'existe aucune dérivation.

4. Nœud :

Un nœud est un point de connexion entre plusieurs dipôles, on trouve au moins trois fils électriques qui viennent s'y raccorder. Il est souvent matérialisé sur un schéma électrique par un point.

5. Maille : C'est un ensemble de branches différentes qui forment un réseau fermé.

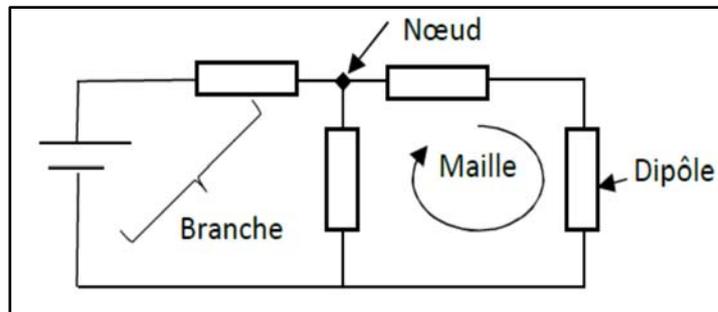


Figure 1 Réseau électrique

6. Tension électrique :

La tension électrique entre deux points d'un réseau est égale à la différence de potentiel électrique entre ces deux points. Cette dernière est une grandeur algébrique, représentée par une flèche figure ci-dessous.

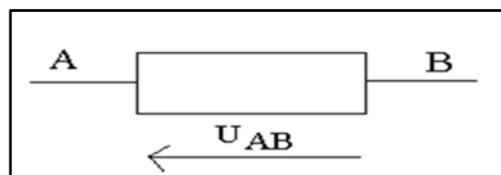


Figure 2 Tension aux bornes d'un dipôle

Si V_A est le potentiel dans le point A et V_B le potentiel dans le point B alors on a :

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

$$U_{AB} > 0 \Rightarrow V_A > V_B$$

$$U_{AB} < 0 \Rightarrow V_A < V_B$$

7. Intensité :

Grandeur caractérisant un courant électrique, c'est-à-dire un déplacement d'ensemble des charges mobiles dans un conducteur. L'intensité s'exprime en Ampère (A).

Relation de l'unité de courant avec d'autres unités du Système International : l'intensité $i(t)$ est liée à la charge q traversant une section du conducteur par la relation :

$$i(t) = \frac{dq}{dt}$$

$i(t)$ en A, q en Coulomb (C), t en seconde (s).

8. Sources de tension idéales (parfaite) :

Une source de tension parfaite est un dipôle actif qui maintient entre ces bornes une d.d.p constante quel que soit le courant qu'il débite

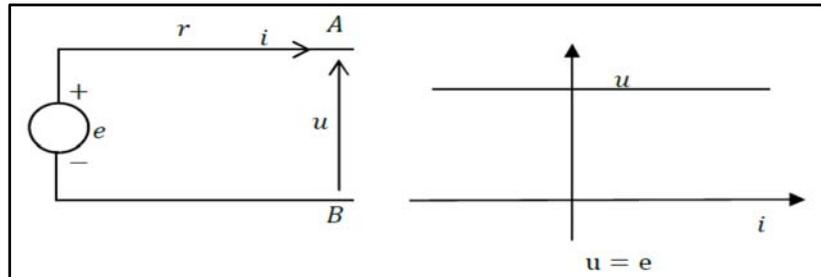


Figure 3 Générateur idéal parfait

$$V_A - V_B = V_{AB} = e = \text{constante} \forall i$$

9. Sources de tension réelle :

Un générateur réel est modélisé par un générateur idéal en série avec sa résistance interne. En convention générateur, la caractéristique statique tension courant du générateur de tension réel devient :

$$U = e - Ri$$

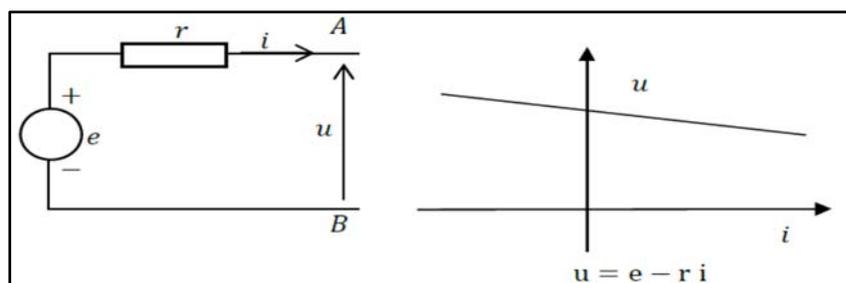


Figure 4 Générateur réel

9. Sources de courant idéales (parfaite) :

Une source de courant parfaite est un dipôle actif qui fournit à sa sortie un courant constant \forall la charge U

$$I = I_S = \text{constante} \forall U$$

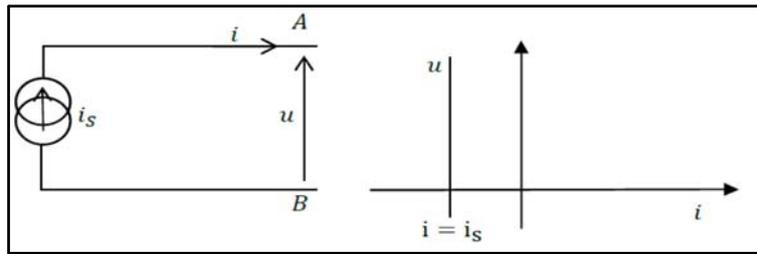


Figure 5 Source de courant idéale

11. Sources de courant réel :

Un générateur de courant réel possède une résistance interne, en le modélisant par une source idéale de courant en parallèle avec sa résistance interne r . En convention générateur, la caractéristique statique courant-tension du générateur de courant réel est donc :

$$I = I_S - \frac{U}{R}$$

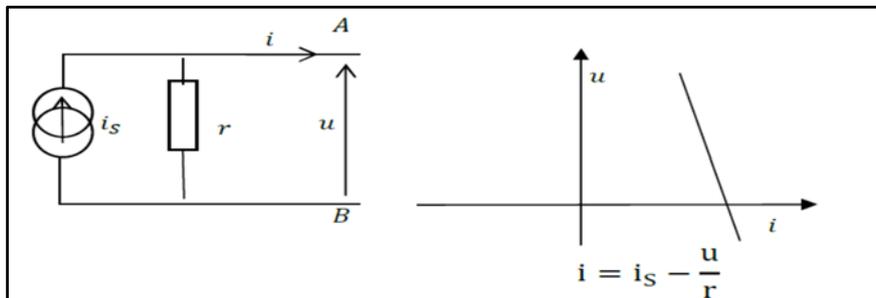


Figure 6 Source de courant réelle

3. Lois de Kirchhoff

- Loi des nœuds :** La somme algébrique de tous les courants en un nœud est nulle. Autrement dit, la somme des courants entrants dans un nœud est égale à la somme des courants sortants de ce nœud.

$$\sum i \text{ entrant au nœud} = \sum i \text{ sortant du nœud}$$

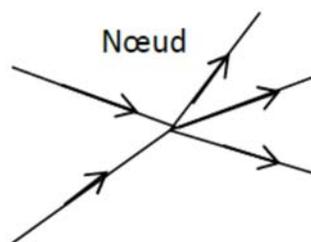


Figure 7 Les courants dans un nœud

- Loi des mailles :** La somme algébrique des tensions le long d'une maille comptabilisées dans un sens donné est nulle à tout instant.
 $(V_A - V_B) + (V_B - V_C) + (V_C - V_D) + \dots + (V_? - V_A) = 0$

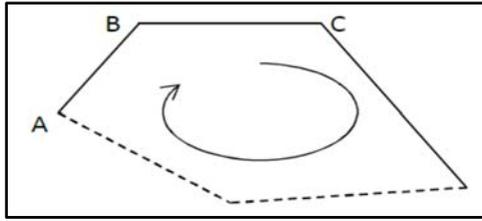
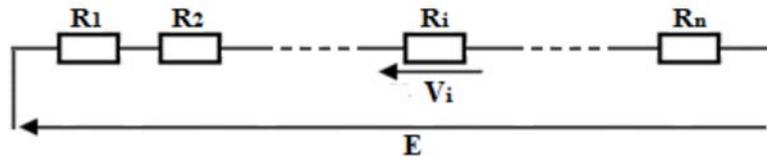


Figure 8 Les tensions dans une maille

4. Règles de diviseurs :

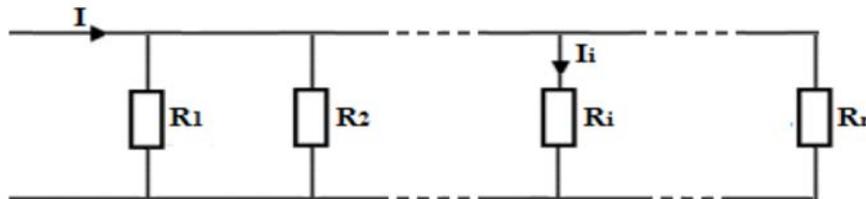
- 1) **Règle de diviseur de tension** : Elle est appliquée pour les éléments (R_i) en série, traversés par le même courant



La tension aux bornes de la i -ième résistance R_i s'écrit :

$$V_i = \frac{R_i}{\sum_{j=1}^n R_j} E$$

- 2) **Règle de diviseur de courant** : Soit n résistances placées en parallèle et alimentées par un courant I .



Le courant I_i traversant la i -ième résistance R_i s'écrit :

$$I_i = \frac{\frac{1}{R_i}}{\sum_{j=1}^n \frac{1}{R_j}} I$$

5. Théorèmes d'analyse :

1. Théorème de superposition :

Ce théorème est utilisé lorsqu'on a un circuit contenant plusieurs sources électriques (de tension ou de courant). Le principe est de prendre à chaque fois une seule source qui alimente le circuit et annuler les autres sources (court-circuiter toute source de tension et ouvrir toute source de courant), la tension (le courant) au borne de n'importe quel élément est la somme algébrique des tensions (ou de courants) prélevées pour chaque source prise seule. L'exemple suivant illustre bien le principe de ce théorème.

- **Exemple :** Soit le circuit de la figure I.8. Déterminer les intensités des courants dans les trois branches par la méthode de superposition ?

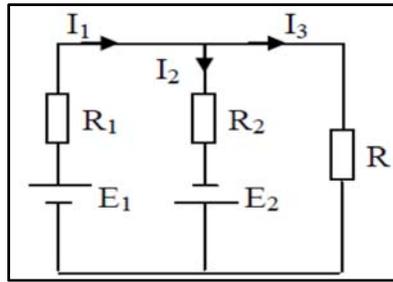
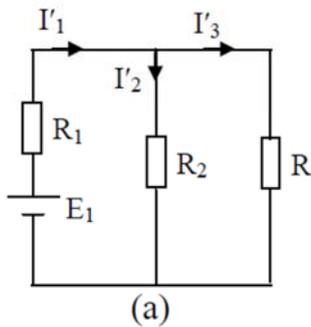


Figure 9 Circuit simple alimenté par deux sources.

Solution : Le circuit initial est équivalent à deux circuits selon deux cas :

Premier cas

Neutraliser la source E_2



Deuxième cas

Neutraliser la source E_1

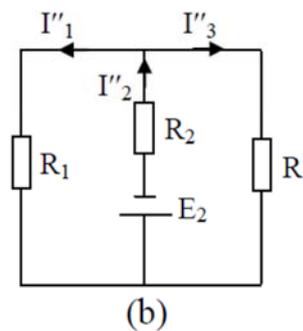


Figure 10 Circuit initial est équivalents à la superposition de deux états (a) et (b).

Les intensités réelles I_1 , I_2 et I_3 sont données par les relations suivantes à partir des deux circuits (a) et (b) :

$$I_1 = I'_1 - I''_1$$

$$I_2 = I'_2 - I''_2$$

$$I_3 = I'_3 + I''_3$$

2. Théorème de Thévenin :

Le théorème de Thévenin est utilisé pour réduire les réseaux électriques quelque soit leurs complexités à un simple circuit constitué d'un générateur de tension en série avec sa résistance interne. La forme équivalente d'un circuit de Thévenin de tout circuit résistif est constituée d'une source de tension équivalente (V_{TH}) et d'une résistance équivalente (R_{TH}). Ces deux valeurs dépendent des valeurs originales. Tout circuit résistif peut être réduit ainsi quelle que soit sa complexité.

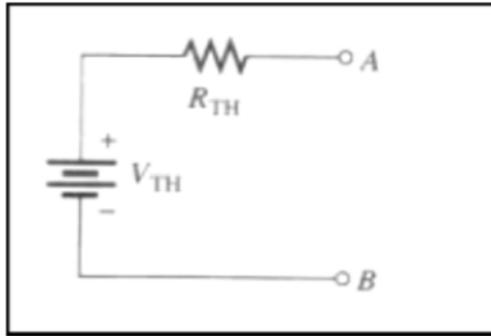
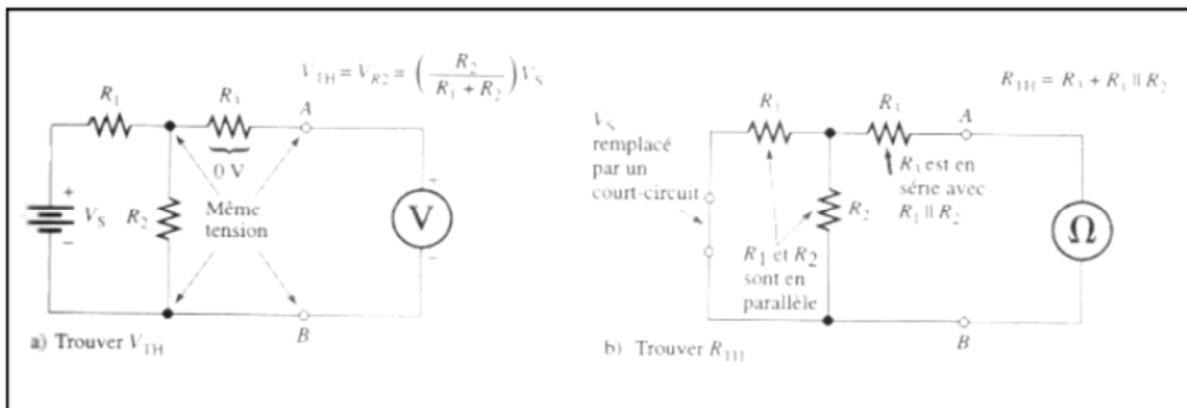


Figure 11 : Circuit équivalent de Thévenin

V_{TH} : la tension du circuit ouvert entre deux points spécifiés du circuit.

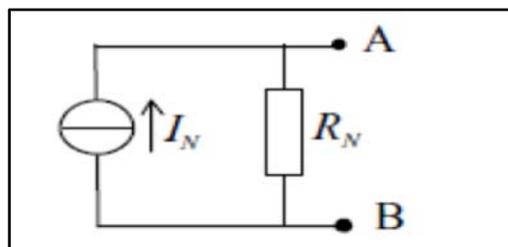
R_{TH} : la résistance totale quand toutes les sources ont été remplacées par leur résistance interne.

Exemple de la marche à suivre du théorème de Thévenin



3. Théorème de Norton :

Tout circuit résistif peut être remplacé par une source de courant en parallèle avec une résistance. L'intensité du courant I_N est le courant de court-circuit et la résistance est celle du circuit vu de ces deux bornes lorsque toutes les sources sont éteintes.



Exemple de la marche à suivre du théorème de Norton

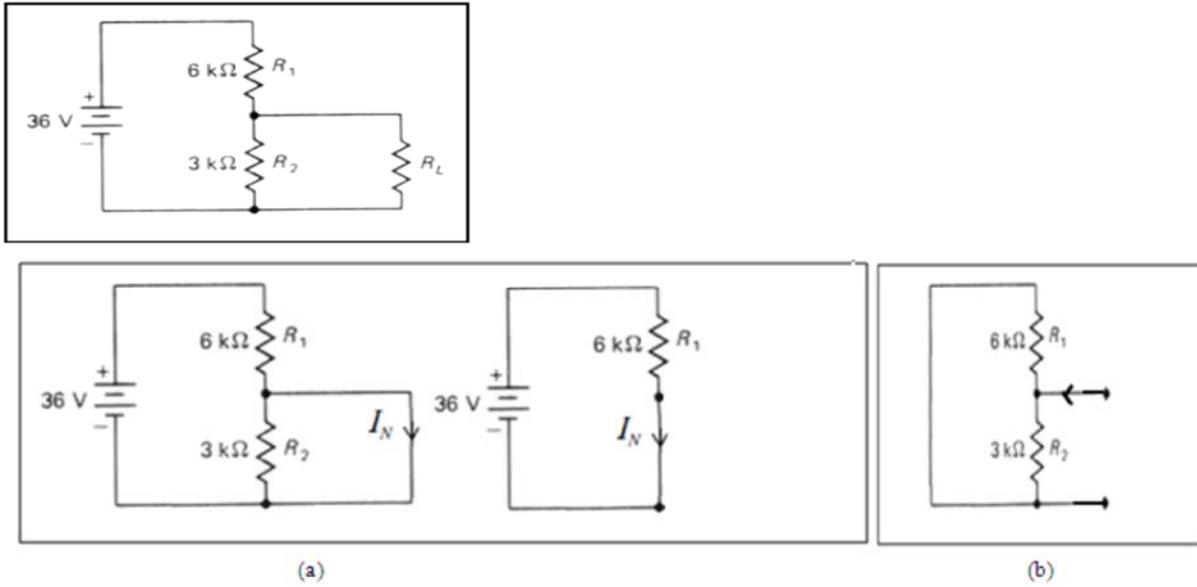


Figure 12 : Démonstration du théorème de Norton. a) calcul du I_N . b) calcul de R_N .

En appliquant les étapes du théorème de Norton sur l'exemple, nous trouvons :

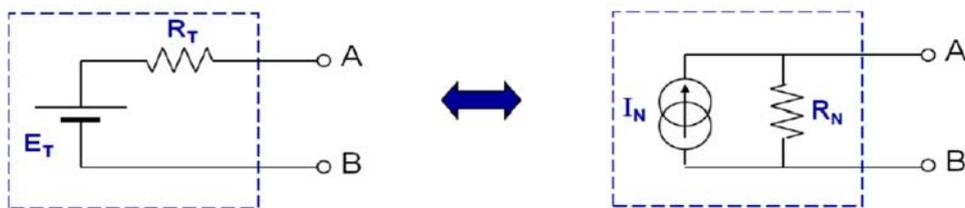
$$I_n = \frac{E}{R_1}$$

$$R_n = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$$

4. Equivalence Thévenin-Norton :

Tout générateur de Thévenin peut être transformé en générateur de Norton (et inversement). Cette méthode permet de réaliser des transformations de schémas électriques pour pouvoir les simplifier : association de résistances en série ; association de résistances en parallèle ; association de sources de tensions en série ; association de sources de courant en dérivation.

On peut alors établir l'équivalence suivante :



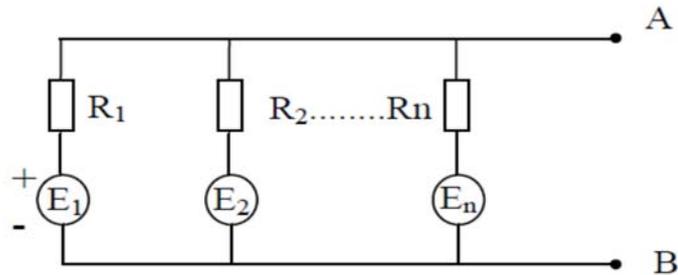
Soit :

$$I_N = \frac{E_T}{R_T}, \quad E_T = R_T \cdot I_N \quad \text{et} \quad R_T = R_N \quad (I.31)$$

5. Théorème de Millman :

Soit un circuit électrique comportant n branches en parallèle, comprenant chacune une source de tension parfaite en série avec un élément linéaire.

Pour déterminer la différence de potentiel aux bornes de plusieurs branches en parallèle (E_{AB}) souvent qu'on applique ce théorème à cause de sa simplicité.



E_{AB} est donnée par l'expression suivante :

$$E_{AB} = \frac{\sum_{k=1}^n \pm \frac{E_K}{R_K}}{\sum_{K=1}^n \frac{1}{R_K}}$$