

TP N° : 02

# THÉORÈME DE SUPERPOSITION

## 1. Le but de la manipulation

Le but de ce TP est d'étudier des circuits comportant plusieurs générateurs (de tension ou de courant) en considérant l'influence de chaque générateur indépendamment des autres, ce qui va beaucoup simplifier la plupart des problèmes.

## 2. Rappel théorique

### 2.1. Théorème de superposition

**a. *Enoncé 1*** : La tension entre deux points dans un circuit électrique contient plusieurs sources d'énergie (générateur) est égale à la somme algébrique des tensions entre ces deux points lorsque chaque source d'énergie agit seule.

**b. *Enoncé 2*** : L'intensité du courant dans une branche dans un circuit électrique contient plusieurs sources d'énergie (générateur) est égale à la somme algébrique des intensités des courants dans cette branche lorsque chaque source d'énergie agit seule.

#### 2.1.1. Principe de superposition

Le courant  $I$  dans une branche de circuit complet (ou la tension  $U$ ) est égal à la somme algébrique des courants (ou des tensions) qu'imposerait chacun des générateurs, les autres étant passivés (ou bien neutraliser). Donc pour appliquer le théorème de superposition il suffit de mettre successivement chaque générateur en court-circuit.

Donc dans un circuit de  $N$  générateurs :

- ***Etat 1*** : tous les générateurs sont passivés sauf le n°1 → calcul de  $I_1$ .
- ***Etat 2*** : tous les générateurs sont passivés sauf le n°2 → calcul de  $I_2$ .
- ***Etat N*** : tous les générateurs sont passivés sauf le n°N → calcul de  $I_N$ .
- Calcul de courant  $I$  :  $I = \sum I_n$

Même principe avec les tensions :  $U = \sum U_n$ .

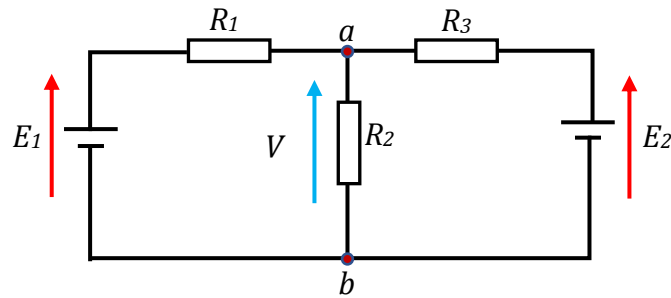
#### ✓ **Remarque** :

Passiver un générateur, c'est considérer qu'il est inopérant :

- Pour un générateur de tension, c'est considérer que la tension à ses bornes est nulle, c'est-à-dire en remplaçant le générateur idéal de tension par un court-circuit.
- Pour un générateur de courant, c'est considérer que le courant débité est nul.

**Exemple :**

Soit le circuit ci-dessous :



**Figure. 1**

Selon le théorème de superposition la tension  $V$  entre les deux points  $a$  et  $b$  est :

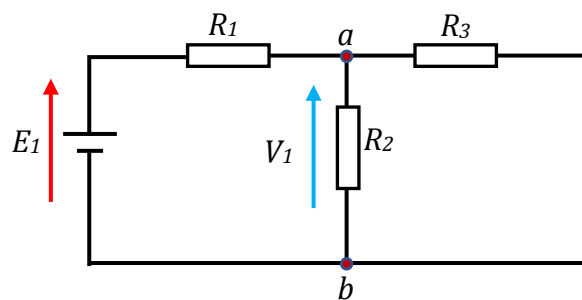
$$V=V_1+V_2 \quad (1)$$

Avec :

- $V_1$  est la tension entre les deux points  $a$  et  $b$  lorsque  $E_1$  agit seul (lorsque  $E_2$  est neutralisé).
- $V_2$  est la tension entre les deux points  $a$  et  $b$  lorsque  $E_2$  agit seul (lorsque  $E_1$  est neutralisé).

**a. Calculer  $V_1$**

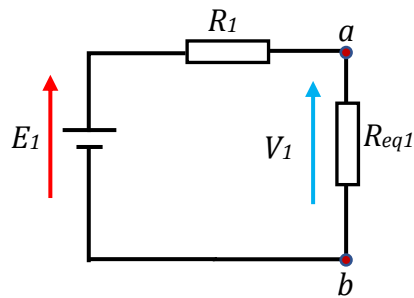
En neutralisant  $E_2$  le circuit de la figure. 1 sera comme suit :



Pour calculer la tension  $V_1$  on doit tout d'abord calculer la résistance équivalente entre les deux points  $a$  et  $b$  (la résistance équivalente des deux résistances  $R_2$  et  $R_3$  qui sont en parallèle) :

$$\frac{1}{R_{eq1}} = \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} \quad (2)$$

Donc le circuit se réduit au suivant :

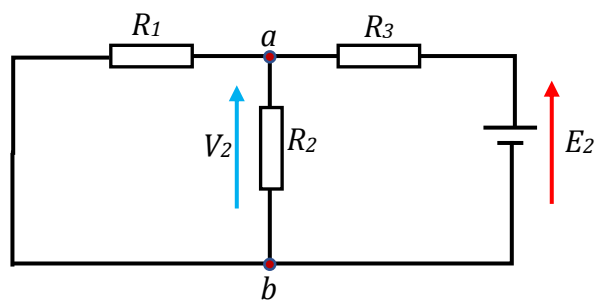


En utilisant la notion de diviseur de tension on trouve que :

$$V_1 = E_1 \frac{R_{eq1}}{R_{eq1} + R_1} \quad (3)$$

**b. Calculer  $V_2$**

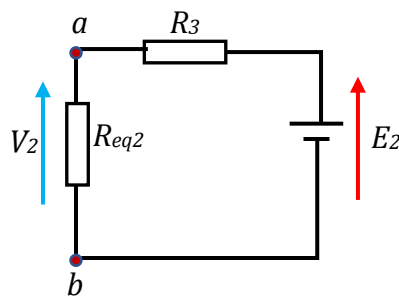
En neutralisant  $E_1$  le circuit de la figure. 1 sera comme suit :



Pour calculer la tension  $V_2$  on doit tout d'abord calculer la résistance équivalente entre les deux points  $a$  et  $b$  (la résistance équivalente des deux résistances  $R_1$  et  $R_3$  qui sont en parallèle) :

$$\frac{1}{R_{eq2}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_3} \quad (4)$$

Donc le circuit se réduit au suivant :



En utilisant la notion de diviseur de tension on trouve que :

$$V_2 = E_2 \frac{R_{eq2}}{R_{eq2} + R_3} \quad (5)$$

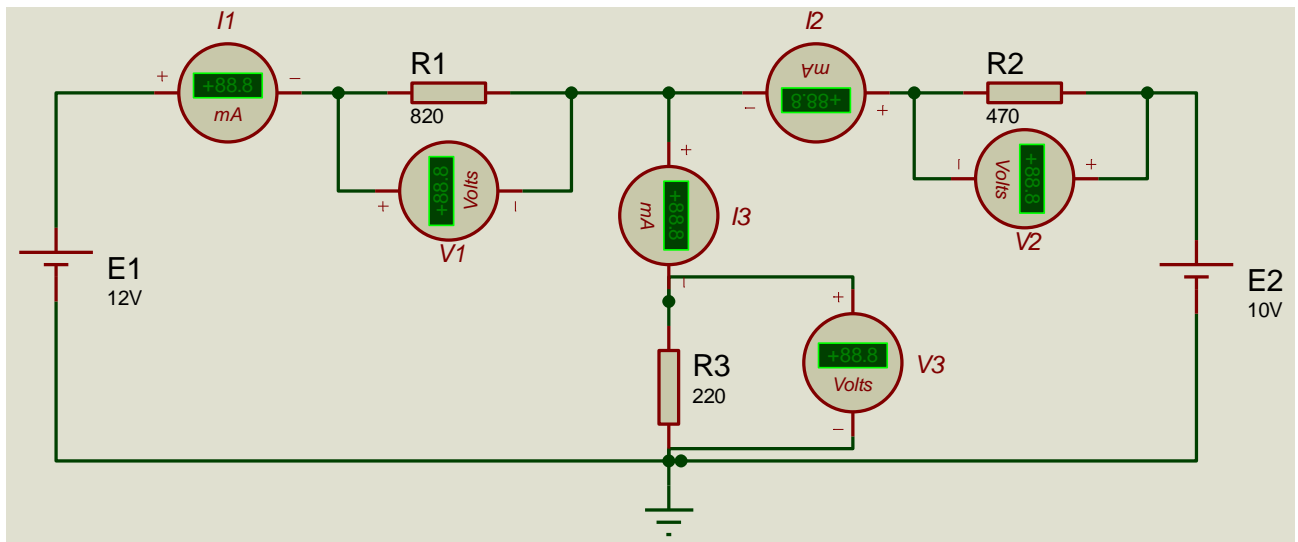
Finalement la tension  $V$  entre les deux points  $a$  et  $b$  est égale à la somme algébrique des deux tensions  $V_1$  et  $V_2$ :

$$V = V_1 + V_2 = E_1 \frac{R_{eq1}}{R_{eq1} + R_1} + E_2 \frac{R_{eq2}}{R_{eq2} + R_3} \quad (6)$$

### 3. Manipulation

#### 3.1. Travail personnel

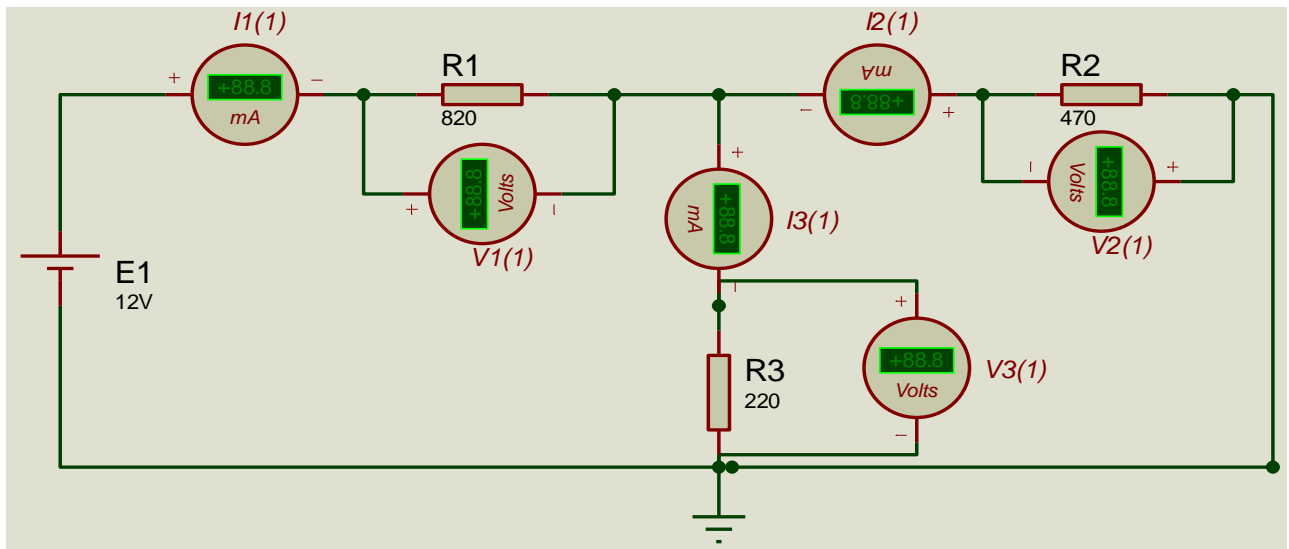
a. A l'aide de Proteus ([Voir Annexe. E](#)) réaliser le circuit ci-dessous :



b. Simuler le circuit et remplir le tableau ci-dessous :

$V_1$ (V)	$V_2$ (V)	$V_3$ (V)	$I_1$ (mA)	$I_2$ (mA)	$I_3$ (mA)

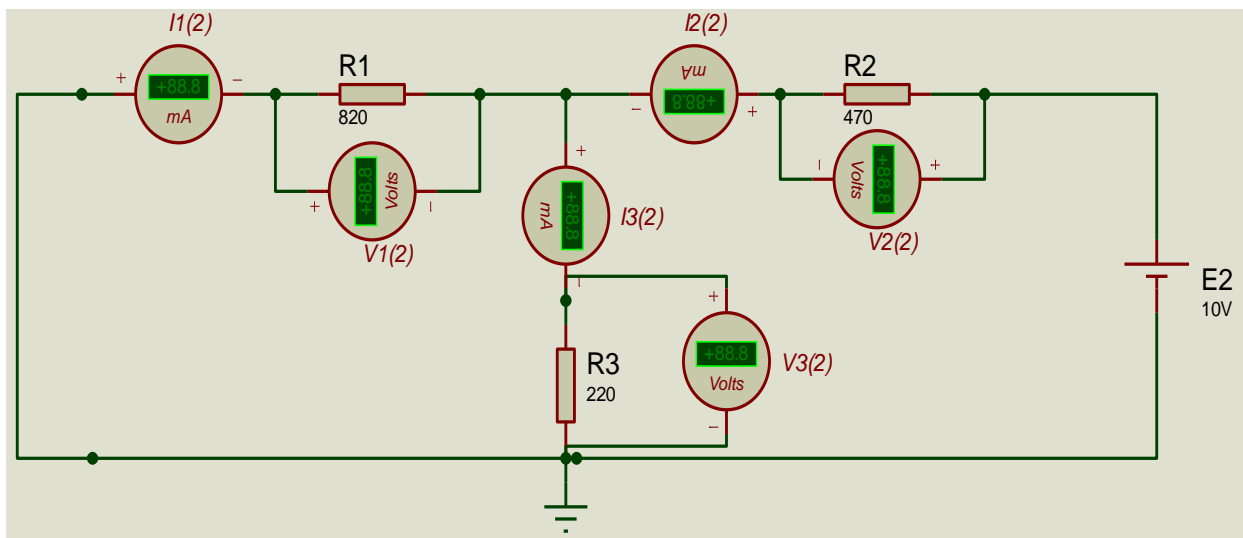
c. Mettre en court-circuit le générateur de tension  $E_2$  pour avoir le circuit ci-après :



d. Simuler ce circuit et remplir le tableau ci-dessous :

$V_1(1)$ (V)	$V_2(1)$ (V)	$V_3(1)$ (V)	$I_1(1)$ (mA)	$I_2(1)$ (mA)	$I_3(1)$ (mA)

e. Mettre en court-circuit le générateur de tension  $E_1$  pour avoir le circuit ci-dessous :



f. Simuler ce circuit et remplir le tableau ci-dessous :

$V_1(2)$ (V)	$V_2(2)$ (V)	$V_3(2)$ (V)	$I_1(2)$ (mA)	$I_2(2)$ (mA)	$I_3(2)$ (mA)

g. Vérifiez que :

$$V_n = V_n(1) + V_n(2) \quad 1 \leq n \leq 3$$

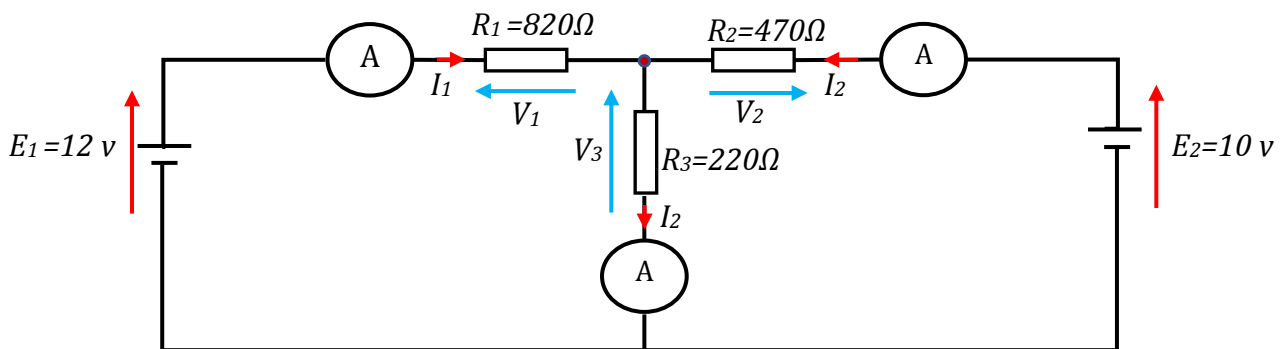
**Et**

$$I_n = I_n(1) + I_n(2) \quad 1 \leq n \leq 3$$

### 3.2. Travail Présentiel

#### 3.2.1. Réalisation

a. Réalisez le circuit suivant :



b. Relever sur le tableau suivant les différentes mesures des courants et des tensions :

**Tableau. 1**

$V_1$	$V_2$	$V_3$	$I_1$	$I_2$	$I_3$

c. Nous allons essayer maintenant de mesurer les courants et les tensions du circuit précédent en utilisant le théorème de superposition.

1. **Etape 1** :  $E_1$  seul,  $E_2$  neutralisée :

- Dessinez et réalisez le Montage ?
- Relevez sur le tableau suivant les différentes mesures des courants et des tensions :

**Tableau. 2**

$V'_1$	$V'_2$	$V'_3$	$I'_1$	$I'_2$	$I'_3$

2. **Etape 2** :  $E_2$  seule,  $E_1$  neutralisée :

- Dessinez et réalisez le Montage ?

- Relevez sur le tableau suivant les différentes mesures des courants et des tensions :

**Tableau. 3**

$V''_1$	$V''_2$	$V''_3$	$I''_1$	$I''_2$	$I''_3$

### 3.2.2. Travail à faire

- Quel est le matériel utilisé pour réaliser ces montages ?
- Calculer théoriquement les tensions aux bornes des résistances  $R_1$ ,  $R_2$  et  $R_3$  en utilisant le théorème de superposition.
- Calculer théoriquement les intensités des courants dans toutes les branches en utilisant le théorème de superposition.
- A partir des valeurs des tensions trouvées précédemment (mesurer pratiquement et calculer théoriquement), peut-on dire que le théorème de superposition est vérifié dans le cas de ces tensions ? pourquoi ?
- A partir des intensités des courants trouvées précédemment (mesurer pratiquement et calculer théoriquement), peut-on dire que le théorème de superposition est vérifié dans le cas des courants ? pourquoi ?
- La puissance dissipée dans une résistance est donnée par la relation suivante :  $P = I^2 \cdot R = VI$ . Vérifié que le théorème de superposition est utilisable ou non pour calculer la puissance dissipée par une résistance ( $R_1$ ,  $R_2$  et  $R_3$ ) (c'est-à-dire : est-ce que  $P=P'+P''$  ou non).