

### 3.) Caractère récepteur et générateur

#### Définition:

Un dipôle a un **comportement récepteur** à l'instant  $t$  si la **puissance reçue** à cet instant est **positive**.

Un dipôle a un **comportement générateur** à l'instant  $t$  si la **puissance reçue** à cet instant est **négative**.

En régime continu (indépendant du temps), la puissance reçue par un dipôle garde le même signe : le dipôle a un comportement **récepteur permanent** ou **générateur permanent**.

Récepteurs : Transforment l'énergie électrique reçue en	/ / / / / / / / / / / / / / / /
Chaleur	résistor (résistance chauffante) ex: bouilloire
Lumière	filaments de lampe à incandescence ou LED
Energie chimique	Batterie (électrolyseur).
Travail mécanique	Moteur

Générateurs : Produisent de l'énergie électrique reçue à partir de	/ / / / / / / / / / / / / / / /
Chaleur	Module peltier
Lumière	Panneau photovoltaïque
Energie chimique	Accumulateur (batterie en décharge)
Travail mécanique	Alternateurs

Rmq: CB SE2 Condensateur  $i \rightarrow \leftarrow$  CVR

- comportement récepteur quand on le charge puissance reçue :

$$P(t) = u(t) \times i(t) > 0$$

- comportement générateur quand il se décharge; puissance reçue :

$$P(t) = u(t) \times i(t) < 0$$

(perdue)

Puissance	Appareils
1mW = $10^{-3}$ W	montre - DEL laser
	calculatrices
1W	lampe de poche
	tube fluorescent
	lampe à incandescence
1kW (kilowatt)	appareil électroménager

1kW (kilowatt)	installation électrique domestique
1MW (mégawatt) = $10^6$ W	moteur de TGV
1GW (gigawatt) = $10^9$ W	centrale électrique
1PW (pétawatt) = $10^{15}$ W	Laser Méga Joule du CEA

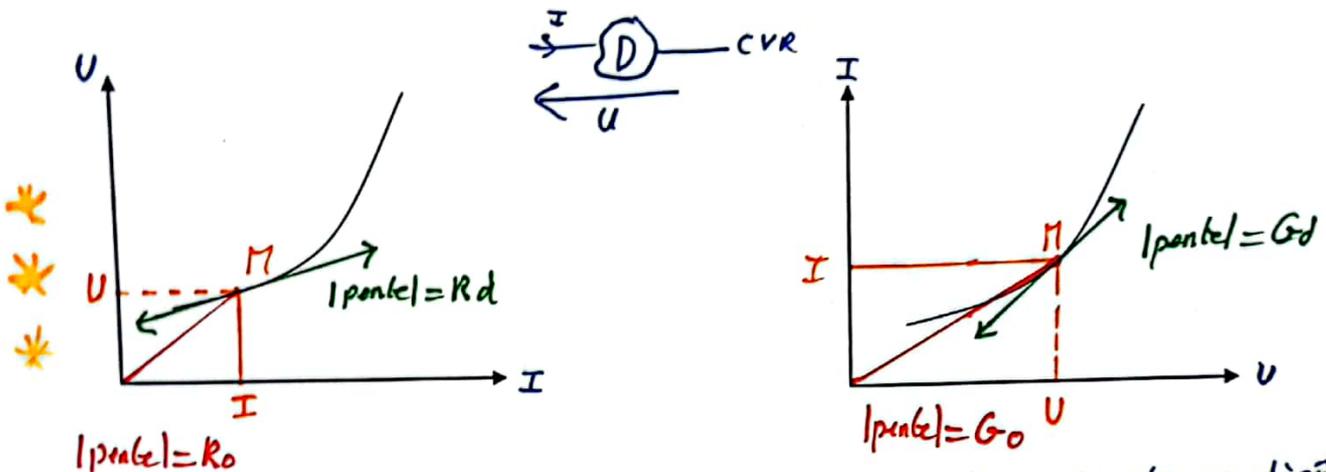
## IV Caractéristique d'un dipôle

### 1.) Caractéristique statique.

La **caractéristique statique** d'un dipôle est le graphe en régime continu de la fonction  $I = f(U)$  caractéristique tension-courant ou  $U = f(I)$  caractéristique courant-tension. Elle dépend de la convention d'orientation choisie.

On définit au point M (U, I) de la courbe :

- la **résistance statique**  $R_s = \left| \frac{U}{I} \right|_M$  et la **conductance statique**  $G_s = \frac{1}{R_s}$ .
- la **résistance dynamique**  $R_d = \left| \frac{dU}{dI} \right|_M$  et la **conductance dynamique**  $G_d = \frac{1}{R_d}$ .



Ex: Les notries sont la puissance max. que peut recevoir un dipôle.  
 $P_{max} = U \times I \Rightarrow U = \frac{P_{max}}{I}$  Hyperbole de protection

### 2.) Classification des dipôles.

Un dipôle est **symétrique** si le régime de fonctionnement du circuit n'est pas modifié lorsqu'on permute son sens de branchement (≠ non symétrique ou polarisé).

⇒ Caractéristique statique symétrique / 0

Un dipôle est **passif** s'il n'est pas alimenté de l'extérieur (≠ actif).

⇒ Caractéristique statique passe par 0

Un dipôle est **linéaire** si la tension  $u(t)$  appliquée entre ses bornes et l'intensité  $i(t)$  du courant qui le traversent sont liés par une relation affine en régime continu ou par une équation différentielle linéaire à coefficients constants en régime variable (≠ non linéaire).

Ex de dipôle linéaire;  $U = aI + b$  en régime continu.

$\frac{du}{dt} + au = b$ ; en régime variable

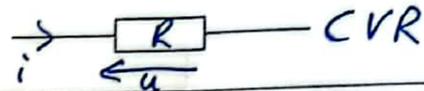
equa diff linéaire: ne faut pas intervenir de produit de fonctions.

## V Le conducteur ohmique

### 1.) Définition

#### a) Loi d'Ohm

Pour un conducteur ohmique en convention récepteur, à tout instant, la relation liant  $u(t)$  et  $i(t)$  est :  $u = R \cdot i$  où  $R$  est une constante positive appelée résistance.



#### Ordre de grandeur de résistances électriques

Corps humain : 10 Ohms (mouillé) à 1 MOhm (sec).

Résistance en électronique : de 1 à 10 MOhms

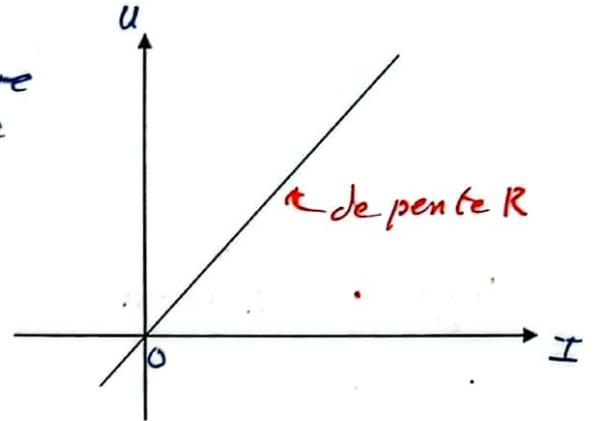
Résistance d'un Ampèremètre : qq Ohms

Résistance d'un Voltmètre : qq MOhms

Résistance d'un fer à repasser ou d'un sèche-cheveux : environ 40 Ohms

$G = \frac{1}{R}$   
 ↓  
 conductance  
 (Siemens S)  
 $S = \Omega^{-1}$   
 (Résistance R)  
 $\Omega$   
 Ex: résistance chauffante  
 d'une bouilloire électrique

Dipôle linéaire  
 passif symétrique



#### b) Puissance reçue

La puissance reçue par le dipôle à l'instant  $t$  est :  $P(t) = Ri^2(t) = \frac{u^2(t)}{R} > 0$

Loi d'Ohm  $u = RI \Rightarrow P = Ri^2 > 0$

$i = \frac{u}{R} \Rightarrow P = \frac{u^2}{R} > 0$

Dipôle (r) récepteur:

Toute la puissance reçue est dissipée  
 sous forme de chaleur.

C'est l'effet Joule.

#### c) Technologie des résistances :

Les résistances peuvent être bobinées (fil conducteur enroulé sur un support isolant), agglomérées (mélange carbone-résine thermoplastique) ou à couches (dépôt de carbone autour d'un bâtonnet isolant de céramique).

### 2.) Association de résistances

#### a) Résistances en série : $R_{eq} = R_1 + R_2$

Application au pont diviseur de tension :  $\frac{u_1}{u} = \frac{R_1}{R_1 + R_2}$

Deux dipôles sont en série si ils ont une borne en commun et s'ils sont parcourus par le même courant

Loi d'Ohm en CVR :  $\begin{cases} u_1 = R_1 i \\ u_2 = R_2 i \end{cases}$

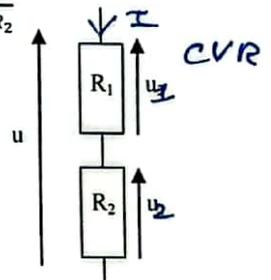
Loi d'additivité des tensions  $u = u_1 + u_2$

$u = R_1 i + R_2 i \Rightarrow u = (R_1 + R_2) i$

$R_{eq} = R_1 + R_2$  où  $u = R_{eq} i$  (résistance équivalente)

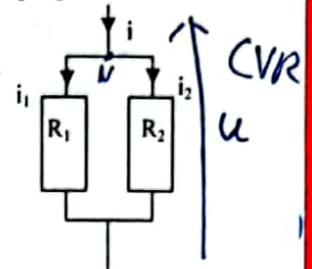
Pont diviseur de tension :  $\frac{u_1}{u} = \frac{R_1 i}{(R_1 + R_2) i} \Rightarrow \frac{u_1}{u} = \frac{R_1}{R_1 + R_2}$

si les résistances sont parcourues par le même courant



b) Résistances en parallèle :  $\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$  Application au pont diviseur de courant :  $\frac{i_1}{i} = \frac{\frac{1}{R_2}}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}}$

Loi d'Ohm en CVR :  $\begin{cases} u = R_1 i_1 \\ u = R_2 i_2 \end{cases}$



Loi des nœuds en N :  $i = i_1 + i_2$

$i = \frac{u}{R_1} + \frac{u}{R_2} = u \left( \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right) = \frac{u}{R_{eq}}$

$\Rightarrow u = R_{eq} i$

où  $\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \Leftrightarrow G_{eq} = G_1 + G_2$

Dipôles en 11 s'ils ont 2 bornes en commun  $\Rightarrow$  ils auront même tension à leur bornes

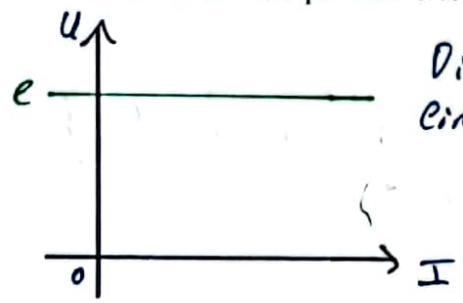
Pont diviseur de courant :

(in branch aux bornes de  $R_1$  et  $R_2$ )  $\frac{i_1}{i} = \frac{\frac{1}{R_2}}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}} \Rightarrow \frac{i_1}{i} = \frac{1}{R_1} \times \frac{1}{\frac{R_2 + R_1}{R_1 R_2}} \Rightarrow \frac{i_1}{i} = \frac{R_2}{R_1 + R_2} \Rightarrow \frac{i_1}{i} = \frac{G_1}{G_1 + G_2}$

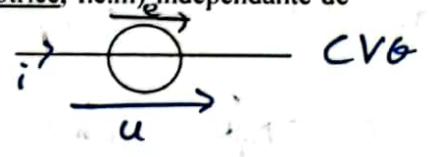
VI Modélisation d'un dipôle linéaire actif

1.) Source idéale

Source idéale de tension : Elle délivre une tension  $e$  (appelée force électromotrice, f.é.m) indépendante de l'intensité  $i$  du courant qui la traverse.

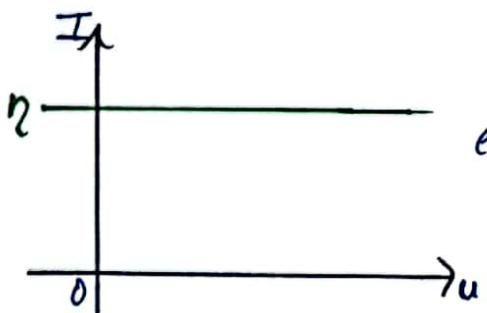


Dipôle actif linéaire non-symé.

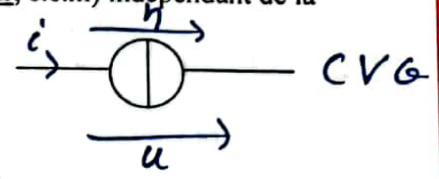


$\forall i \quad u = e$

Source idéale de courant : Elle délivre un courant  $\eta$  (appelée courant électromoteur, c.é.m) indépendant de la tension  $u$  à ses bornes.



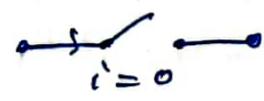
Dipôle actif linéaire non-symétrique.



Rmq: Si l'on veut éteindre une source idéale de tension, on veut

$e = 0$  : on la remplace par un fil  $\begin{matrix} \times & \text{---} & \times \\ & \underline{u=0} & \end{matrix}$

Pour éteindre une source idéale de courant on veut  $\eta = 0$  : on la remplace par un interrupteur ouvert



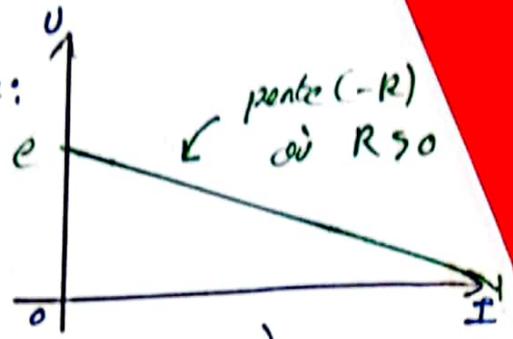
2.) Générateur réel en régime continu



caractéristique statique:

$$u = e - Ri$$

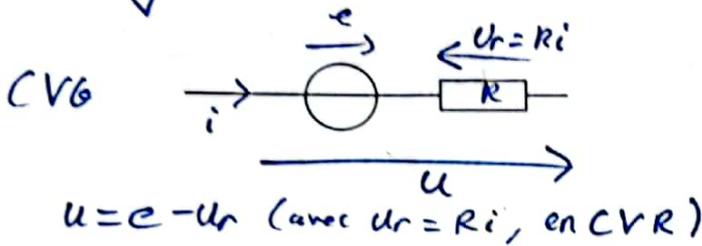
ef.ém du gen. de tension équivalente



R: résistance interne  $(u=0 \Rightarrow e - Ri = 0 \Rightarrow i = \frac{e}{R})$

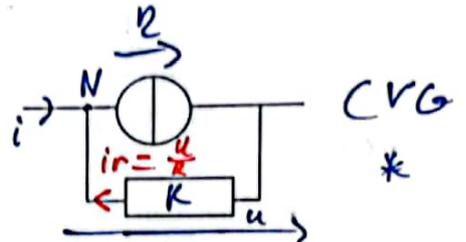
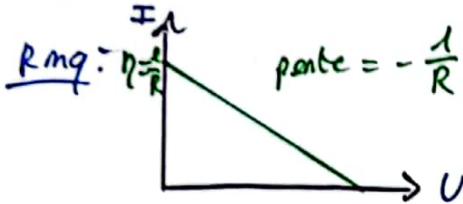
Modèles de Thévenin (générateur de tension) et Norton (générateur de courant)

$$u = E - Ri \Leftrightarrow i = \eta - \frac{u}{R} \text{ où } \eta = \frac{E}{R}$$



$$u = e - u_r \text{ (avec } u_r = Ri, \text{ en CVR)}$$

\* Loi des Nœuds :  $i = \eta - i_r = \eta - \frac{u}{R}$



$$u = e - Ri \Rightarrow Ri = e - u$$

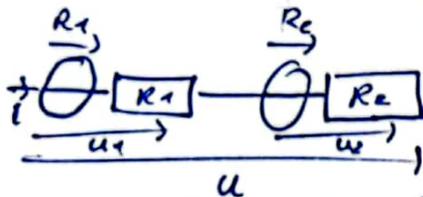
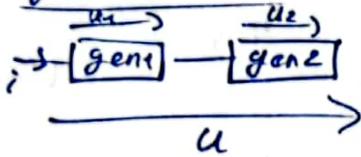
$$\Rightarrow i = \frac{e}{R} - \frac{1}{R} u$$

$$\left. \begin{matrix} \eta = \frac{e}{R} \\ G = \frac{1}{R} \end{matrix} \right\} i = \eta - \frac{1}{R} u = \eta - Gu$$

3.) Association de dipôles actifs

a) En série:

générateurs réels en série:

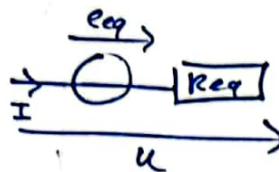


Modèle de Thévenin

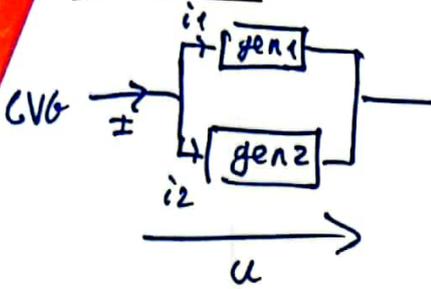
Loi d'additivité des tensions  
 $u = u_1 + u_2$  où  $u_1 = e_1 - R_1 i$   
 $u_2 = e_2 - R_2 i$

$$\Rightarrow u = e_1 - R_1 i + e_2 - R_2 i$$

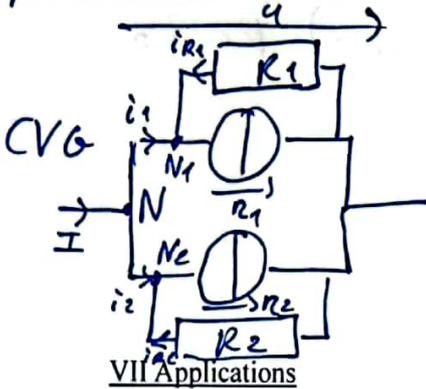
$$\Rightarrow u = e_{eq} - (R_{eq}) i \text{ où } \left( \begin{matrix} e_{eq} = e_1 + e_2 \\ R_{eq} = R_1 + R_2 \end{matrix} \right)$$



b) En parallèle :



On remplace chaque gen par son modèle de Norton



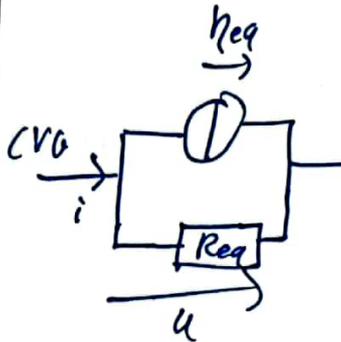
VII Applications

Loi des Nœuds  $N_1$ :  $i_1 = \eta_1 - i_{r1} = \eta_1 - \frac{u}{R_1}$

$N_2$ :  $i_2 = \eta_2 - i_{r2} = \eta_2 - \frac{u}{R_2}$

$N$ :  $i = i_1 + i_2 \Rightarrow i = \eta_1 + \eta_2 - \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}\right)u$

$i = \eta_{eq} - \frac{u}{R_{eq}}$  ( $\eta_{eq} = \eta_1 + \eta_2$ )

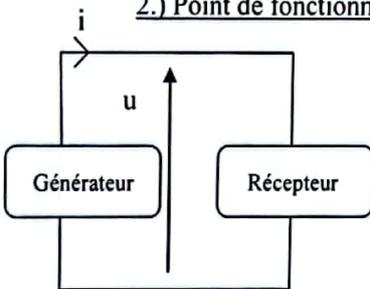


1.) Méthode de résolution

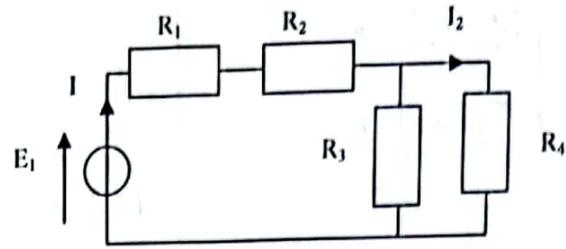
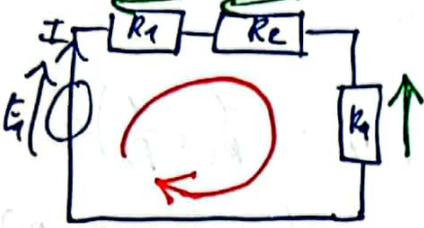
- simplifier le schéma en calculant des résistances équivalentes
- introduire les courants sur le schéma (en appliquant la loi des nœuds)
- flécher les résistances en convention récepteur
- appliquer loi des mailles et pont diviseur de tension



2.) Point de fonctionnement



## 3.) Application directe

Déterminer  $I$  et  $I_2$ .

$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \Leftrightarrow \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} = R_{eq}$$

Loi des mailles:

$$E_1 = U_{R1} + U_{R2} + U_{eq}$$

$$E_1 = (R_1 + R_2 + R_{eq}) I$$

$$\Leftrightarrow I = \frac{E_1}{(R_1 + R_2 + R_{eq})}$$

$$U = R_3 (I - I_2) = R_4 I_2$$