EL2 LES CIRCUITS LINEAIRES

I. Généralités sur les dipôles

I.1. Les différents types de dipôles

• Dipôles linéaires
Un dipôle est linéaire si la tension U à ses bornes et l'intensité I qui le traverse sont liées par une équation différentielle linéaire à coefficients constants (ex : R, L, C).

→ I proportionnelle à U (et inversement)
→ i proportionnelle à la dérivée de u du/dt (et inversement)
→ i proportionnelle à la primitive de u $\int$ udt (et inversement)

• Dipôles actifs / passifs
Un dipôle actif échange de l'énergie avec le circuit et reçoit de l'énergie depuis une source extérieure au circuit (Ex : une alimentation stabilisée (ou un GBF) est branchée sur le secteur EDF). Un dipôle passif n'échange de l'énergie qu'avec le circuit.
Ou Dipôle passif : c'est un dipôle pour lequel si u = 0V alors i = 0A

• Dipôle symétrique
Un dipôle est symétrique si son comportement reste inchangé lorsque l'on « retourne » le dipôle (Ex : R, L, C sont symétriques ; un GBF, une diode ne sont pas symétriques). Mathématiquement, la relation courant-tension qui caractérise le dipôle reste inchangée en changeant I et U en - I et -U .

I.2. La caractéristique courant-tension (ou tension-courant) d'un dipôle

• Un dipôle est caractérisé par la relation entre le courant I qui le traverse et la tension U à ses bornes. On peut considérer que l'on sait tout du dipôle lorsque l'on connaît cette relation.
Dans les cas les plus simples, il peut être utile de pouvoir représenter cette relation graphiquement.
La courbe I(U) est appelée la **caractéristique courant-tension** du dipôle.
La courbe U(I) est la **caractéristique tension-courant** du dipôle.
Ces deux courbes étant symétriques par permutation des axes, on parle souvent de la caractéristique du dipôle, sans plus de précision. La caractéristique d'un dipôle symétrique est symétrique par rapport à l'origine du graphe.

• En régime continu, la caractéristique est qualifiée de « statique ». En régime variable, elle est qualifiée de « dynamique » (on ne l'utilisera pas). Les caractéristiques statique et dynamique peuvent ou non être identiques.

• Attention : I et U étant des grandeurs algébriques, la représentation graphique dépend de la convention d'orientation choisie pour les deux grandeurs. Il faut donc toujours préciser cette convention !

I.3. Point de fonctionnement du dipôle

Inséré dans un circuit, en régime continu, le dipôle $\mathcal{D}$ est traversé par un courant I_0 avec une tension U_0 à ses bornes. Le point de coordonnées (I_0, U_0) représentatif de cet état sur la caractéristique du dipôle s'appelle le point de **fonctionnement du dipôle**.
Le reste du circuit est aussi un dipôle $\mathcal{D}'$; si l'on superpose les caractéristiques de $\mathcal{D}$ et $\mathcal{D}'$ sur le même graphe, elles se coupent en un point. Cette méthode permet de déterminer graphiquement le point de fonctionnement des deux dipôles.

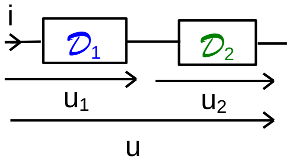
I.4. Notion de dipôle équivalent

On sera souvent amené à modéliser un ensemble de dipôles situés entre deux points d'un circuit par un dipôle équivalent situé entre ces deux mêmes points (Ex : résistance équivalente à une association de résistances).

Par définition, la relation courant-tension aux bornes du dipôle équivalent doit être identique à celle de la portion de circuit que l'on modélise.

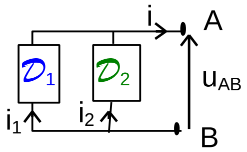
II.4.1. Définition d'une association en série

Deux dipôles $\mathcal{D}_1$ et $\mathcal{D}_2$ sont dits en série s'ils sont traversés par le même courant.
Avec les conventions choisies $u = u_1 + u_2$.



II.4.2. Définition d'une association parallèle

Deux dipôles $\mathcal{D}_1$ et $\mathcal{D}_2$ sont dits en parallèle s'ils sont soumis à la même tension.
Avec les conventions choisies $i = i_1 + i_2$.

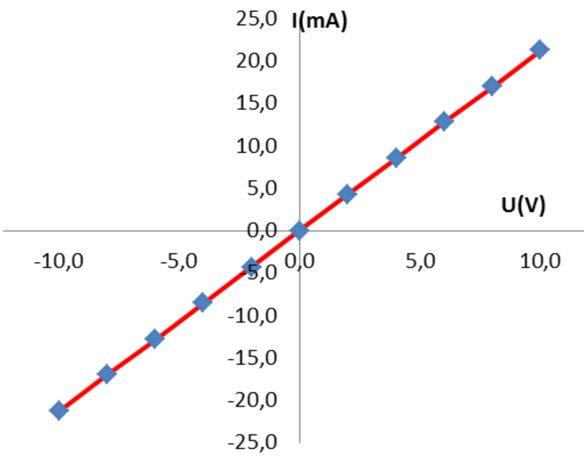


II. Le résistor de résistance R

II.1. Caractéristique

La caractéristique est tracée pour un dipôle en convention récepteur

U(V)	I(mA)
-10,0	-21,3
-8,0	-17,0
-6,0	-12,8
-4,0	-8,5
-2,0	-4,3
0,0	0,0
2,0	4,3
4,0	8,5
6,0	12,8
8,0	17,0
10,0	21,3



II.2. Relation courant-tension et symbole du dipôle

La loi d'Ohm permet d'écrire selon la convention choisie :

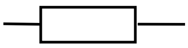
Convention récepteur $u = Ri$ (R résistance en Ohm Ω)

$i = Gu$ ($G = 1/R$ conductance en Siemens S)

Convention générateur $u = -Ri$ ou $i = -Gu$.

Symboles :


R


R

II.3. Ordre de grandeur

Les électrons libres, au cours de leur déplacement le long du circuit, entrent constamment en collision avec les ions du réseau métallique. La résistance est interprétée comme la « difficulté » qu'ont les électrons libres de se déplacer dans le milieu matériel du fait de ces collisions. Si on considère un conducteur cylindrique et homogène de section s et de longueur L, on peut montrer que la résistance du conducteur s'écrit :

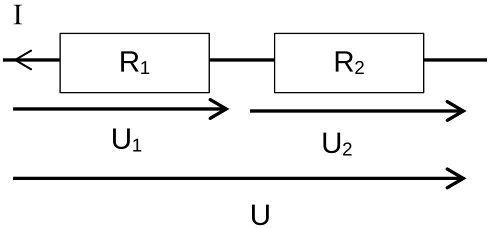
$$R = \rho L/s$$

où le coefficient de proportionnalité ρ est la résistivité du matériau d'unité Ω.m. Cette relation est bien naturelle : la résistance augmente avec la longueur de conducteur et diminue lorsque la surface offerte aux électrons pour passer augmente. La résistivité est un paramètre physique qui peut varier, selon les matériaux, sur une grande plage d'ordres de grandeur

Matériau		ρ (Ω.m) à 20°C
Métaux	Argent	$1{,}5\ 10^{-8}$
	Cuivre	$1{,}7\ 10^{-8}$
Semi-conducteur	Alliage Co/Si/B/Mn	0.13
	Germanium	0.46
Isolant	Eau	$2{,}5\ 10^{5}$
	Polychlorure de vinyle	10^{14}

II.4. Association de deux résistances

II.4.1. Association en série



Dans le cas de 2 résistances R_1 etR_2 associées en série :

$U = U_1 + U_2$

or $U_1 = R_1 I$ et $U_2 = R_2 I$

d'où $u = (R_1 + R_2) I$

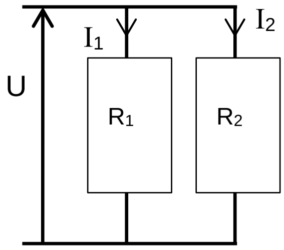
Dans le cas de 2 résistances R_1 et R_2 associées en série la résistance équivalente est la somme des résistances :

$$R = R_1 + R_2$$

En termes de conductances : $\frac{1}{G} = \frac{1}{G_1} + \frac{1}{G_2}$

Ce résultat établi pour deux résistances peut être généralisé à N résistances

II.4.2. Association parallèle



Dans le cas de 2 résistances R_1 et R_2 associées en parallèle :

$I = I_1 + I_2$

or $I_1 = G_1 U$ et $I_2 = G_2 U$

d'où $i = (G_1 + G_2) u$

Dans le cas de 2 résistances R_1 et R_2 associées en parallèle la résistance équivalente est telle que

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$$

En termes de conductances : $G = G_1 + G_2$

Ce résultat établi pour deux résistances peut être généralisé à N résistances

II.5. Puissance reçue par une résistance : effet joule

Pour établir l'expression de la puissance reçue par un résistor, on choisit de se placer en convention récepteur. La puissance reçue est alors égale à :

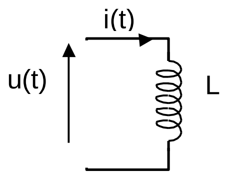
$$P = U.I = R.I^2 = \frac{U^2}{R}$$

Quelque soient les signes de U etI, la puissance reçue est toujours positive : un résistor reçoit toujours de l'énergie électrique du reste du circuit. Un résistor ne fournit jamais d'énergie électrique.
On verra dans le cours de Thermodynamique que l'énergie - sous toutes ses formes - ne se crée pas ni ne disparaît, elle ne peut être qu'échangée ou emmagasinée. Dans le cas du résistor, l'énergie électrique reçue est intégralement convertie sous forme d'énergie « thermique » (dont on précisera la nature cette année). On dit aussi qu'elle est dissipée sous forme de chaleur : c'est ***l'effet Joule***.

III. La bobine d'inductance L

III.1. Relation courant-tension et symbole du dipôle

• Une bobine parfaite d'inductance L constante est un dipôle idéal pour lequel la relation courant tension en convention récepteur s'écrit:

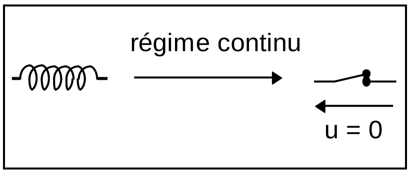


$$\boxed{u(t) = L\frac{di}{dt}}$$

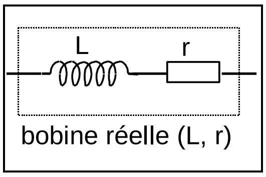
V Henry(H) $A.s^{-1}$

• Si on utilise les conventions générateur $u(t) = -L\dfrac{di}{dt}$

• En régime stationnaire i est constant donc la tension aux bornes de L est nulle.
L'inductance se comporte comme un interrupteur fermé.



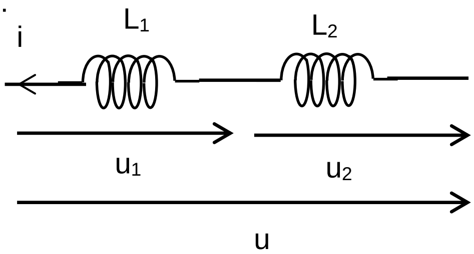
• Le dipôle L, défini précédemment est un modèle théorique et non un composant réel.
Une bobine réelle possède une résistance non nulle, elle est modélisable aux basses fréquences par l'association série d'une bobine parfaite d'inductance L et d'une résistance r.



III.2. Association de deux inductances

III.2.1. Association en série

Dans le cas de 2 bobines d'inductances L_1 et L_2 associées en série :



$u = u_1 + u_2$

or $u_1 = L_1\dfrac{di}{dt}$ et $u_1 = L_1\dfrac{di}{dt}$

d'où $u = (L_1 + L_2)\dfrac{di}{dt}$

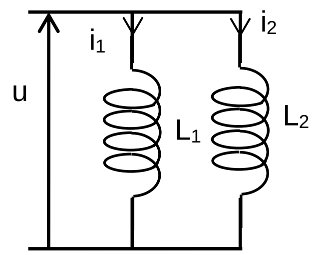
Dans le cas de 2 bobines d'inductances L_1 et L_2 associées en série la bobine équivalente à une inductance égale à la somme des inductances :

$$L = L_1 + L_2$$

Ce résultat établi pour deux inductances peut être généralisé à N inductances.

III.2.2. Association en parallèle

Dans le cas de 2 bobines d'inductances L_1 et L_2 associées en parallèle :



$$i = i_1$$

or $$u = L\frac{di}{dt} = L\frac{di_1}{dt} + L\frac{di_2}{dt}$$

or $$u = L_1\frac{di_1}{dt}$$

d'où $$u = \frac{L}{L_1}u + \frac{L}{L_2}u$$

Dans le cas de 2 bobines d'inductances L_1 et L_2 associées en parallèle la bobine équivalente à une inductance telle que :

$$\frac{1}{L} = \frac{1}{L_1} + \frac{1}{L_2}$$

Ce résultat établi pour deux inductances peut être généralisé à N inductances.

III.3. Energie emmagasinée dans une bobine

• Pour établir l'expression de la puissance reçue par une bobine à l'instant t, on choisit de se placer en convention récepteur. La puissance reçue est alors égale à :

$$P = u(t).i(t) = L.i(t)\frac{di(t)}{dt} = \frac{d}{dt}\left(\frac{1}{2}Li^2(t)\right)$$

Contrairement au cas du résistor, la puissance reçue peut être positive ou négative. La bobine peut recevoir ou fournir de l'énergie électrique.

Le terme $\frac{1}{2}Li^2(t)$ est homogène à une énergie. Il peut être interprété comme *l'énergie emmagasinée* par la bobine.

Lorsque la puissance est effectivement reçue par la bobine ($P > 0$), l'énergie emmagasinée augmente.
Lorsque la puissance est effectivement fournie par la bobine ($P < 0$), l'énergie emmagasinée diminue.
On peut signaler que l'énergie stockée par la bobine est d'origine magnétique.

• Energie reçue par la bobine entre t et t+dt : $\delta W_L = u(t).i(t)dt = Li(t)di$

Soit $\delta W_L = d(\frac{1}{2}L.i^2(t))$ avec L constante

• Energie reçue par la bobine entre 0 et t : $W_L(0 \rightarrow t) = \int_0^t d(\frac{1}{2}Li^2) = \frac{1}{2}Li^2(t) - \frac{1}{2}Li^2(0)$

Cette énergie ne dépend que de la valeur instantanée de i et on de son évolution au cours du temps.

• <u>Conséquences :</u>

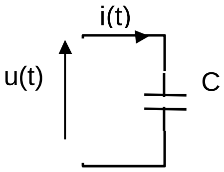
L'expérience montre que la puissance échangée par un système ne peut être infinie.

L'intensité i(t) du courant traversant une bobine parfaite est une fonction continue du temps.

IV. Le condensateur de capacité C

IV.1. Relation courant-tension et symbole du dipôle

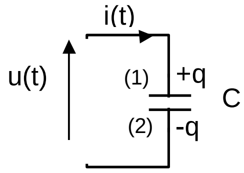
• Un condensateur parfait de capacité C constante est un dipôle idéal pour lequel la relation courant tension en conventions récepteur s'écrit :



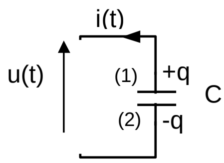
$$\boxed{i(t) = C\frac{du}{dt}}$$

A   Farad (F) $V.s^{-1}$

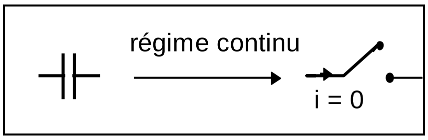
En effet: avec les conventions du schéma, entre t et t+ dt, l'armature (1) du condensateur reçoit une charge dq = i(t) dt or la capacité du condensateur est définie par q(t) = C u(t) donc si C est constant on obtient la relation courant-tension ci-dessus.



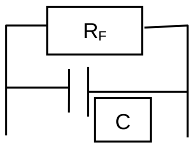
• Si on utilise les conventions générateur $i(t) = -C\frac{du}{dt}$ mais attention on a toujours q(t) = C u(t) tandis que dq = - i(t) dt



• En régime stationnaire u est constant donc l'intensité du courant traversant le condensateur est nulle. Le condensateur se comporte comme un interrupteur ouvert.



• Le dipôle C, défini précédemment est un modèle théorique et non un composant réel. Pour un condensateur réel il faut tenir compte de la conductivité non nulle du diélectrique. Il est modélisable aux basses fréquences par l'association parallèle d'un condensateur parfait et d'une résistance (résistance de fuite).



IV.2. Association de deux condensateurs

IV.2.1. Association en série

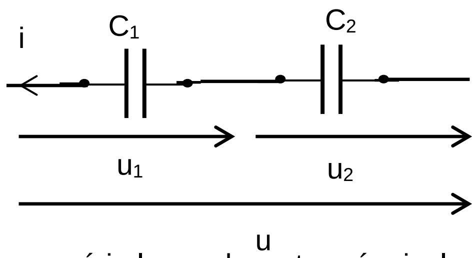
Dans le cas de 2 condensateurs de capacités C_1 et C_2 associés en série :

$u = u_1 + u_2$

or $\quad i = C\frac{du}{dt} = C\frac{d(u_1 + u_2)}{dt} = C\frac{du_1}{dt} + C\frac{du_2}{dt}$

or $\quad i = C_1\frac{du_1}{dt}$ et $i = C_2\frac{du_2}{dt}$

d'où $\quad i = \frac{C}{C_1}i + \frac{C}{C_2}i$

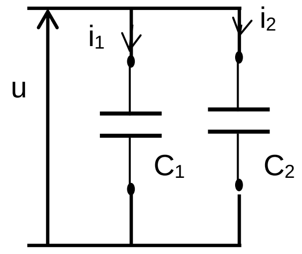


Dans le cas de 2 condensateurs de capacités C_1 et C_2 associées en série le condensateur équivalent à une capacité telle que :

$$\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2}$$

Ce résultat établi pour deux capacités peut être généralisé à N capacités.

IV.2.2. Association parallèle



Dans le cas de 2 condensateurs de capacités C_1 et C_2associés en parallèle :

$$i = i_1 + i_2$$

or $\quad i_1 = C_1 \dfrac{du_1}{dt}$ et $i_2 = C_2 \dfrac{du_2}{dt}$

d'où $\quad i = (C_1 + C_2) \dfrac{du}{dt}$

Dans le cas de 2 condensateurs de capacités C_1 et C_2associées en parallèle le condensateur équivalent à une capacité égale à la somme des capacités :

$$C = C_1 + C_2$$

IV.3.Energie emmagasinée dans un condensateur

• Pour établir l'expression de la puissance reçue par un condensateur à l'instant t, on choisit de se placer en convention récepteur. La puissance reçue est alors égale à :

$$P = u(t).i(t) = C.u(t)\frac{du(t)}{dt} = \frac{d}{dt}\left(\frac{1}{2}Cu^2(t)\right)$$

Contrairement au cas du résistor, la puissance reçue peut être positive ou négative. Le condensateur peut recevoir ou fournir de l'énergie électrique.
Le terme $\frac{1}{2}Cu^2(t)$ est homogène à une énergie. Il peut être interprété comme *l'énergie emmagasinée* par le condensateur.
Lorsque la puissance est effectivement reçue par le condensateur ($P > 0$), l'énergie emmagasinée augmente.
Lorsque la puissance est effectivement fournie par le condensateur ($P < 0$), l'énergie emmagasinée diminue.
On peut signaler que l'énergie stockée par le condensateur est d'origine magnétique.

• Energie reçue par le condensateur entre t et t+dt : $\delta W_C = u(t).i(t)dt = Cu(t)du$

Soit $\delta W_C = d(\frac{1}{2}C.u^2(t)) = d(\frac{1}{2}\frac{q^2}{C})$ avec C constante

• Energie reçue par le condensateur entre 0 et t : $W_C(0 \to t) = \int_0^t d(\frac{1}{2}Cu^2) = \frac{1}{2}Cu^2(t) - \frac{1}{2}Cu^2(0)$
Cette énergie ne dépend que de la valeur instantanée de i et on de son évolution au cours du temps.

• <u>Conséquences :</u>

L'expérience montre que la puissance échangée par un système ne peut être infinie.

La tension u(t) aux bornes du condensateur est une fonction continue du temps. Il en est de même pour la charge.

V. Valeur efficace d'un signal

La plus part des grandeurs énergétiques associées à un signal est proportionnelle au carrée de cette grandeur.

Exemples : L'énergie cinétique $E_c = \frac{1}{2}mv^2$
L'énergie potentielle d'un ressort élastique $E_p = \frac{1}{2}kx^2$
L'énergie emmagasinée respectivement par une bobine et un condensateur $E_L = \frac{1}{2}Li^2$; $E_c = \frac{1}{2}Cu^2$
…

Dans le cas d'une résistance pure $P(t) = Ri^2(t)$ quelque soit le régime.
En régime périodique quelconque la puissance moyenne : $< P(t)> = R< i^2(t)>$.
Dans le cas d'un courant périodique, on définit l'intensité efficace de la façon suivante :

> **C'est l'intensité d'un courant continu I qui, traversant la même résistance R provoque les mêmes pertes par effet joule que i(t)**
>
> $$\boxed{I^2 =< i^2(t) >= \frac{1}{T}\int_T i^2(t)dt}$$

Dans le cas du régime sinusoïdal : $i(t) = I_M \cos \omega t \Rightarrow I \ \frac{I_M}{\sqrt{2}}$

Si le signal est périodique mais non sinusoïdal il faut utiliser la définition.

On définit de même la valeur efficace de tout signal périodique.

VI. Modèle linéaire de dipôles actifs.

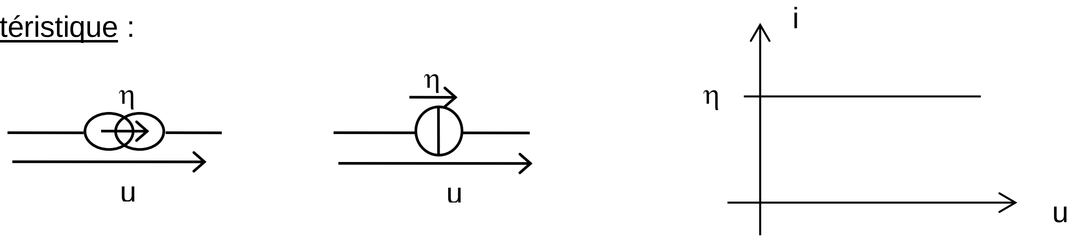
VI.1. Sources idéales

VI.1.1.Source de courant parfaite ou idéale

C'est un dipôle fournissant un courant externe constant $i = \eta$ imposé par le courant électromoteur (c.e.m) η et ceci quel que soit la tension à ses bornes.

En pratique ce modèle n'est utilisable que dans une plage de tension donnée

Symboles et caractéristique :



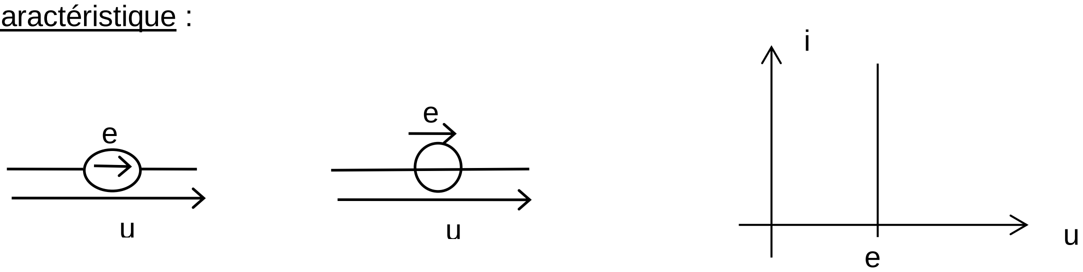
Certains composants réels ont des comportements voisins de ceux des sources de courant parfaites : cellule photoélectrique, alimentation stabilisée dans la plage à limitation en courant ...

VI.1.2.Source de tension parfaite ou idéale

C'est un dipôle fournissant une tension externe constant $u = e$ imposée par la force électromotrice (f.e.m) e et ceci quel que soit l'intensité débitée.

En pratique ce modèle n'est utilisable que dans une plage de courant donné

Symbole et caractéristique :

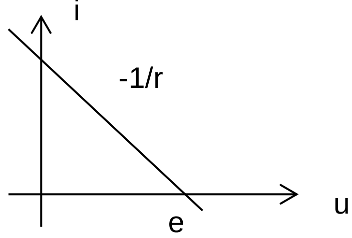


Certains composants réels ont des comportements voisins de ceux des sources de tension parfaites : batterie d'accumulateur (quand la résistance interne est faible devant celle du circuit), alimentation stabilisée dans la zone à limitation en tension...

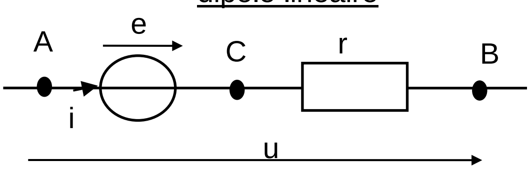
VI.2. Modèle générateur de tension

• Il s'agit de dipôles dont la relation tension courant s'écrit : **u = e -ri**.

Il en résulte qu'un dipôle linéaire peut être représenté par l'association série d'un générateur de tension idéal de fem e et d'une résistance r dite résistance interne du générateur de tension équivalent au dipôle.



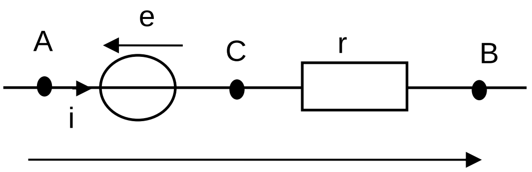
Représentation de Thévenin du dipôle linéaire



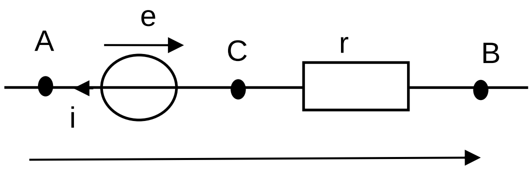
On vérifie : $u = V_B - V_A = V_B - V_C + V_C - V_A$

$\Rightarrow u = -ri + e$

• Remarque : Attention aux conventions d'orientation.



u = -e -ri

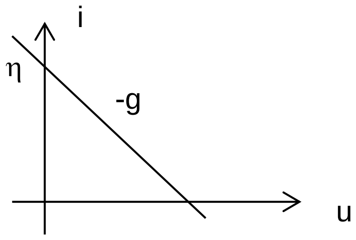


u = e +ri

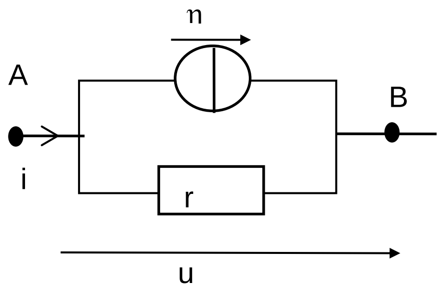
VI.2. Modèle générateur de courant

• Il s'agit de dipôles dont la relation courant tension s'écrit : **i = η -gu**.

Il en résulte qu'un dipôle linéaire peut être représenté par l'association parallèle d'un générateur de courant idéal de cem η et d'une conductance g dite conductance interne du générateur de courant équivalent au dipôle.



Représentation de Norton du dipôle linéaire



On vérifie :

- courant dans la branche supérieure i' = η
- courant dans la branche inférieure i'' = - gu

$\Rightarrow i = i' + i'' = \eta - gu$

• Remarques

→ Attention aux conventions d'orientation.

→ Dans la pratique on utilise peu les conductances, on préfère utiliser les résistances. La relation s'écrit alors : **i = η -u/r**.

VI.3. Passage d'un modèle à l'autre

Comme tout modèle, ces représentations traduisent des phénomènes extérieurs au dipôle. Ces deux modèles traduisent la même réalité physique, ils sont donc strictement équivalents.
Le passage d'un modèle à l'autre lorsque les conventions générateurs ont été choisies :

$$\mathbf{g = 1/\,r \text{ et } \eta = e\,/\,r}$$

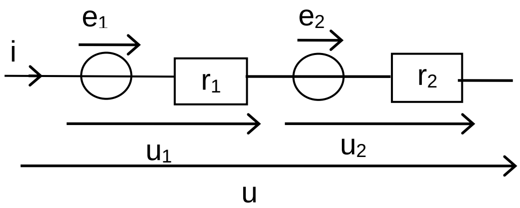
VI.4. Associations

VI.4.1. Association série

Il est pratique dans ce cas de remplacer chaque dipôle linéaire par sa représentation de Thévenin.

$$\begin{cases} u_1 = e_1 - r_1\, i \\ u_2 = e_2 - r_2\, i \end{cases} \Rightarrow u = u_1 + u_2$$

$$\Rightarrow u = (e_1 + e_2) - (r_1 + r_2)\, i$$



$\Rightarrow$ association modélisable par un générateur de tension unique caractérisé par : $\mathbf{e = \Sigma\, e_i}$ **et** $\mathbf{r = \Sigma\, r_i}$

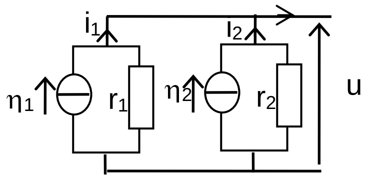
En série les résistances et les forces électromotrices s'ajoutent.

VI.4.2. Association en parallèle

Il est pratique dans ce cas de remplacer chaque dipôle linéaire par sa représentation de Norton.

$$\begin{cases} i_1 = \eta_1 - \dfrac{u}{r_1} = \eta_1 - g_1 u \\ i_2 = \eta_2 - \dfrac{u}{r_2} = \eta_2 - g_2 u \end{cases} \Rightarrow i = i_1 + i_2$$

$$\Rightarrow i = (\eta_1 + \eta_2) - (g_1 + g_2)\, u$$



$\Rightarrow$ association modélisable par un générateur de courant unique caractérisé par : $\mathbf{\eta = \Sigma\, \eta_i}$ **et** $\mathbf{g = \Sigma\, g_i}$

En parallèle les conductances et les courants électromoteurs s'ajoutent.

VII. Réseaux linéaires en régime permanent

VII.1.Rappels : les lois de Kirchhoff

• La loi des nœuds

La somme algébrique des intensités des courants qui convergent vers un nœud est égale à zéro.
$\mathbf{\Sigma i_K = 0}$ **avec** $\mathbf{+i_K}$ **si vers le nœud,** $\mathbf{-i_K}$ **si sens opposé au nœud.**

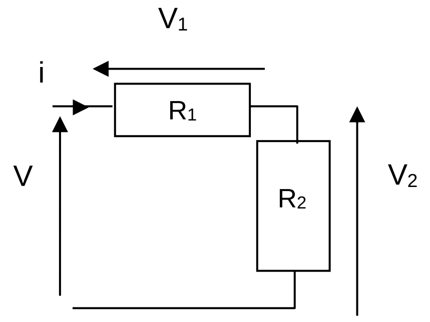
• La loi des mailles

La somme algébrique des tensions aux bornes des branches successives d'une maille parcourue dans un sens déterminé est nulle. $\mathbf{\Sigma u_K = 0}$**.**

⚠ ***Les lois de Kirchhoff ne servent que d'intermédiaire de calculs. Elles donnent des calculs beaucoup trop lourds (n équations, n inconnues), elles ne doivent jamais être utilisées pour résoudre entièrement un problème.***

VII.2. Les diviseurs en régime permanent

VII.2.1. Diviseur de tension



• Le schéma d'un diviseur de tension correspond à l'association de deux résistances en série.
On a les relations suivantes :

$V = (R_1 + R_2)i$
$V_1 = R_1 i$
$V_2 = R_2 i$

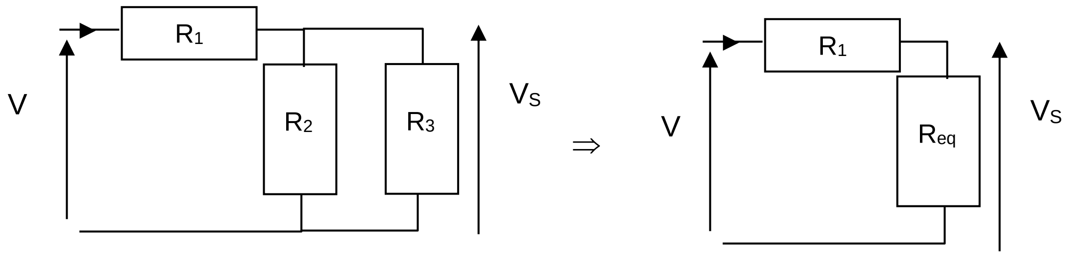
Ainsi on obtient :

$$V_1 = \frac{R_1}{R_1 + R_2} V \text{ et } V_2 = \frac{R_2}{R_1 + R_2} V$$

On peut bien sur généraliser ce résultat dans le cas de N résistances

• Remarques

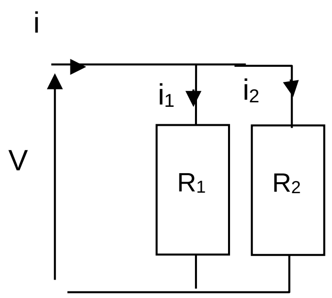
→ Attention à bien prendre en compte le schéma. Il faut toujours se ramener à celui-ci.



Avec $R_{eq} = \frac{R_2 R_3}{R_2 + R_3}$ on obtient $V_S = \frac{R_{eq}}{R_1 + R_{eq}} V$

→ Attention aux sens d'orientation des tensions

VII.2.2. Diviseur de courant



• Le schéma d'un diviseur de courant correspond à l'association de deux résistances en parallèle.

On a les relations suivantes :

$i = (G_1 + G_2)V$
$i_1 = G_1 V$
$i_2 = G_2 V$

Ainsi on obtient :

$$i_1 = \frac{G_1}{G_1 + G_2} i \text{ et } i_2 = \frac{G_2}{G_1 + G_2} i$$

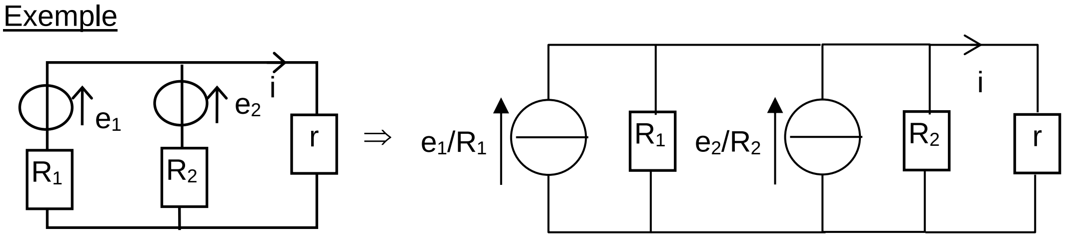
$$\text{soit encore } i_1 = \frac{R_2}{R_1 + R_2} i \text{ et } i_2 = \frac{R_1}{R_1 + R_2} i$$

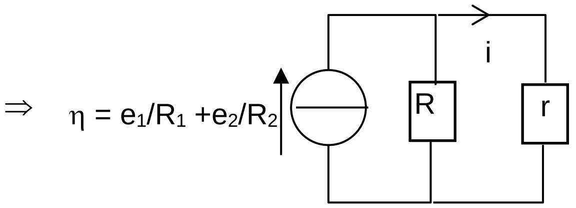
Attention au sens d'orientation des intensités.

VII.3. Simplification d'un réseau

Avant toute mise en équation on procédera dans un premier temps à une simplification de réseau grâce au modèle de Thévenin et de Norton et aux associations série et parallèle.
On cherchera au maximum à se ramener à une seule maille ou encore à faire apparaître les diviseurs de tension ou courant.

Exemple





Avec $R = (R_1R_2)/(R_1+R_2)$

On retrouve ainsi le diviseur de courant $i = \dfrac{R}{R+r}\,\eta = \dfrac{R_2e_1+R_1e_2}{r(R_2+R_1)+R_2R_1}$

EL2 LES CIRCUITS LINEAIRES

I. Généralités sur les dipôles 1
I.1. Les différents types de dipôles 1
I.2. La caractéristique courant-tension (ou tension-courant) d'un dipôle 1
I.3. Point de fonctionnement du dipôle 1
I.4. Notion de dipôle équivalent 1
II.4.1. Définition d'une association en série 2
II.4.2. Définition d'une association parallèle 2
II. Le résistor de résistance R 2
II.1. Caractéristique 2
II.2. Relation courant-tension et symbole du dipôle 2
II.3. Ordre de grandeur 2
II.4. Association de deux résistances 3
II.4.1. Association en série 3
II.4.2. Association parallèle 3
II.5. Puissance reçue par une résistance : effet joule 3
III. La bobine d'inductance L 4
III.1. Relation courant-tension et symbole du dipôle 4
III.2. Association de deux inductances 4
III.2.1. Association en série 4
III.2.2. Association en parallèle 5
III.3. Energie emmagasinée dans une bobine 5
IV. Le condensateur de capacité C 6
IV.1. Relation courant-tension et symbole du dipôle 6
IV.2. Association de deux condensateurs 6
IV.2.1. Association en série 6
IV.2.2. Association parallèle 7
IV.3.Energie emmagasinée dans un condensateur 7
V. Valeur efficace d'un signal 7
VI. Modèle linéaire de dipôles actifs. 8
VI.1. Sources idéales 8
VI.1.1.Source de courant parfaite ou idéale 8
VI.1.2.Source de tension parfaite ou idéale 8
VI.2. Modèle générateur de tension 9
VI.2. Modèle générateur de courant 9
VI.3. Passage d'un modèle à l'autre 10
VI.4. Associations 10
VI.4.1. Association série 10
VI.4.2. Association en parallèle 10
VII. Réseaux linéaires en régime permanent 10
VII.1.Rappels : les lois de Kirchhoff 10
VII.2. Les diviseurs en régime permanent 11
VII.2.1. Diviseur de tension 11
VII.2.2. Diviseur de courant 11
VII.3. Simplification d'un réseau 12