

Lois générales dans le cadre de l'ARQS

ARQS=Approximation des Régimes Quasi Stationnaires, consiste à négliger les temps de propagation ce qui est raisonnable si les fréquences et les dimensions des circuits ne sont pas trop grandes ce qui sera toujours le cas en première année.

De plus dans ce chapitre, les grandeurs électriques seront constantes : **ré-gime continu.**

Table des matières

1 Courant électrique	1
2 Loi d'Ohm	2
3 Composition des circuits	2
3.1 Les dipôles	2
3.2 Caractéristique d'un dipôle	2
3.3 Fils de connexion - Noeuds - Branche - Maille - Réseau	3
4 Lois de Kirchhoff	3
4.1 Loi des noeuds et conservation de la charge	3
4.2 Loi des mailles	4
5 Puissance électrocinétique reçue par un dipôle	4
6 Modélisations linéaires d'un dipôle actif	4
6.1 Représentation de THÉVENIN	4
6.2 Représentation de NORTON	5
7 Théorèmes généraux relatifs aux réseaux linéaires	5
7.1 Association série de dipôles - Diviseur de tension	5
7.2 Association parallèle de dipôles - Diviseur de courant	5

1 Courant électrique

Considérons un circuit très simple : une pile reliée à une ampoule par deux fils conducteurs.

La pile crée une **différence de potentiel** entre les points *A* et *B*, $V_A - V_B = U_{AB}$, **tension** entre les points *A* et *B*.

Cette différence de potentiel est à l'origine d'un champ électrique \vec{E} qui met en mouvement les **porteurs de charge**. Le résultat est un **courant électrique**.

Dans un métal, les porteurs de charge sont les **électrons libres**; dans les semiconducteurs, ce sont les électrons libres et les trous; dans les liquides conducteurs=électrolytes, ce sont les ions.

On définit l'**intensité** du courant comme étant la charge qui traverse une section du fil conducteur par unité de temps.

Si *dq* est la charge qui traverse la section pendant un intervalle de temps *dt* :

$$I = \frac{dq}{dt}$$

I en ampères (*A*);

dq en coulombs (*C*);

dt en secondes (*s*).

Exemple : $I = 1 \text{ mA}$, pendant 1 s il y a $\frac{10^{-3} \text{ A} \times 1 \text{ s}}{1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}} = 6.10^{15} e^-$ qui traverse la section !

Remarque : le sens conventionnel du courant est celui des porteurs de charges positifs.

L'électrocinétique est le domaine de l'électromagnétisme où les manifestations du mouvement des porteurs de charge sont étudiées en termes de courants et de tensions.

2 Loi d'Ohm

De nombreux conducteurs vérifient :

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

U_{AB} tension ou différence de potentiel entre les extrémités du conducteur en volt (V) ;

I intensité du courant circulant dans le conducteur en ampère (A) ;

R résistance en ohm (Ω).

On peut aussi écrire $I = GU_{AB}$ où $G = 1/R$ est la conductance en siemens (S).

Expérimentalement, la résistance d'un conducteur métallique cylindrique et homogène est proportionnelle à la longueur l et inversement proportionnelle à la surface de la section S .

$$R = \rho \frac{l}{S} = \frac{l}{\gamma S}$$

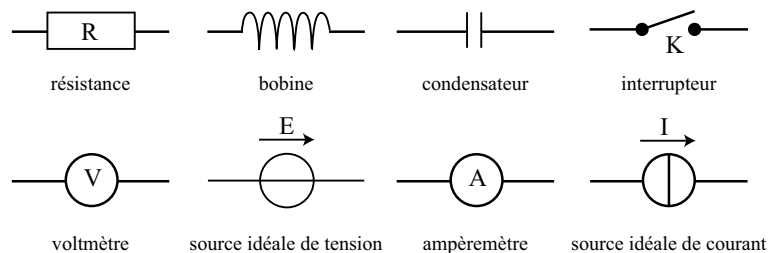
ρ résistivité en $\Omega.m$;

γ conductivité en $\Omega^{-1}.m^{-1}$ ou $S.m^{-1}$.

3 Composition des circuits

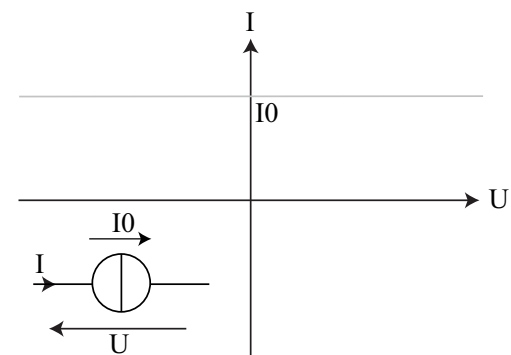
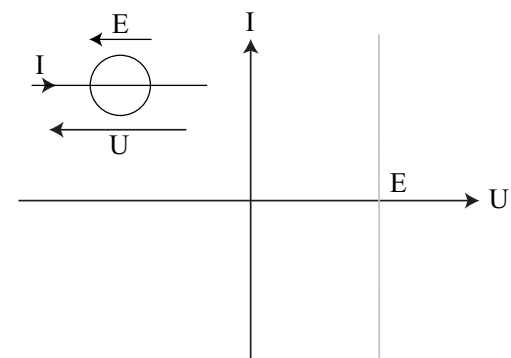
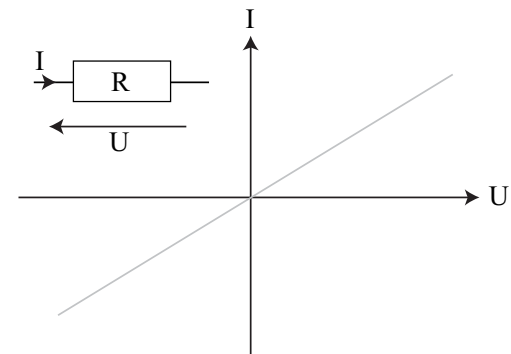
3.1 Les dipôles

Le branchement d'un dipôle se fait par une paire de bornes ou de pôles :



3.2 Caractéristique d'un dipôle

La relation entre l'intensité du courant I qui traverse le dipôle et la tension U à ses bornes caractérise le dipôle. Cette relation dépend du fléchage et doit toujours être accompagnée d'un schéma :



Retenons :

$U = RI$ pour une résistance.

En régime continu, la bobine se comporte comme un fil.

En régime continu, le condensateur se comporte comme un interrupteur ouvert.

Une source (idéale) de tension maintient entre ses bornes une tension indépendante de l'intensité du courant qui la traverse.

$$U = E$$

Une source (idéale) de courant débite un courant d'intensité indépendante de la tension appliquée à ses bornes.

$$I = I_0$$

3.3 Fils de connexion - Noeuds - Branche - Maille - Réseau

Les composants d'un circuit sont reliés par des **fils de connexion** qui sont des fils conducteurs dont la faible résistance est négligeable devant les autres résistances du montage. $U \simeq 0$ aux bornes d'un fil de connexion.

Les branchements donnent naissance à ce que l'on appelle des **noeuds** qui sont des points de jonction entre au moins 3 fils de connexion.

Des dipôles montés en série entre 2 noeuds constituent une **branche**. Rappelons que 2 dipôles sont montés en série lorsqu'ils ont une borne commune et lorsqu'ils sont traversés par le même courant.

Un ensemble de branches formant un contour fermé que l'on peut parcourir en ne passant qu'une fois par chaque noeud est une **maille**.

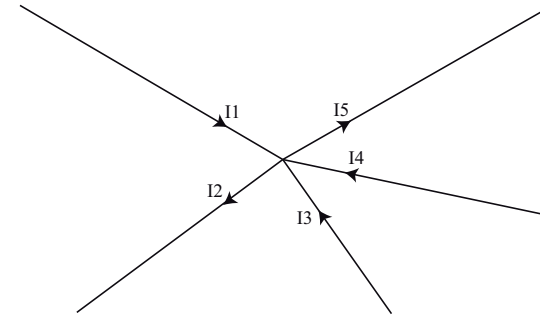
Et enfin un **réseau** ou circuit est un ensemble de composants reliés par des fils de connexion qui peut être analysé en termes de noeuds, branches et mailles.

4 Lois de Kirchhoff

4.1 Loi des noeuds et conservation de la charge

Pour un noeud donné, la somme des intensités des courants qui y arrivent est égale à la somme des intensités des courants qui en repartent.

Exemple : $I_1 + I_3 + I_4 = I_2 + I_5$

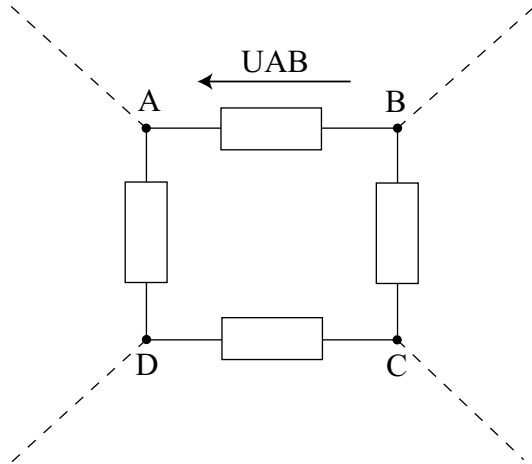


C'est une conséquence de la conservation de la charge, les charges ne peuvent être ni créées, ni détruites.

En particulier, l'intensité est la même en tout point d'un circuit sans dérivation (dans l'ARQS).

4.2 Loi des mailles

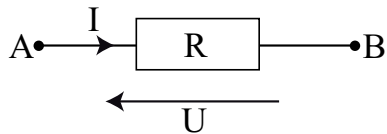
Exemple :



$$V_A - V_B + V_B - V_C + V_C - V_D + V_D - V_A = 0$$

$$U_{AB} + U_{BC} + U_{CD} + U_{DA} = 0$$

5 Puissance électrocinétique reçue par un dipôle



Pendant dt il y a $\frac{Idt}{q}$ porteurs de charge qui entrent en A , leur énergie est $\frac{Idt}{q} \times qV_A$ (énergie d'un porteur cf électromagnétisme).

Il y en a le même nombre qui sortent en B , leur énergie est $\frac{Idt}{q} \times qV_B$ le dipôle **reçoit** donc l'énergie $\delta W = I dt(V_A - V_B) = UI dt$ ce qui correspond à la puissance **reçue**

$$\mathcal{P} = \frac{\delta W}{dt} = UI$$

Un dipôle à un comportement récepteur si $\mathcal{P} > 0$.

Un dipôle à un comportement générateur si $\mathcal{P} < 0$.

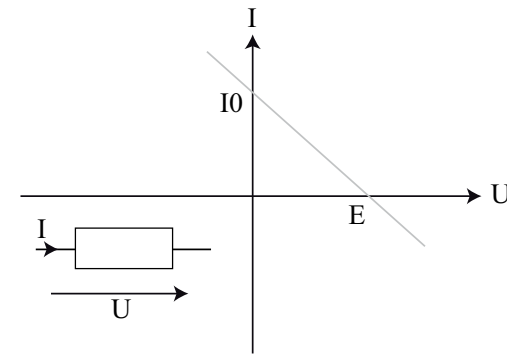
Un dipôle peut avoir un comportement récepteur à certains moments et un comportement générateur à d'autres moments (ex. batterie).

Pour une résistance $U = RI$:

$$\mathcal{P} = UI = RI^2$$

6 Modélisations linéaires d'un dipôle actif

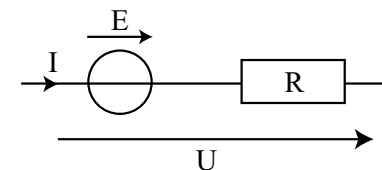
Consiste à linéariser la caractéristique du dipôle :



6.1 Représentation de Thévenin

$$U = E - RI$$

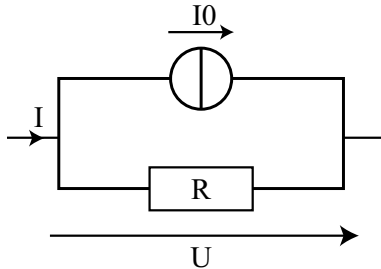
Le dipôle peut être considéré comme l'association série d'une source de tension E (tension à vide) et d'une résistance R (pente) :



6.2 Représentation de Norton

$$I = I_0 - \frac{U}{R} \quad \text{avec} \quad I_0 = \frac{E}{R}$$

Le dipôle peut être considéré comme l'association parallèle d'une source de courant I_0 (courant de court circuit) et d'une résistance R (pente) :



7 Théorèmes généraux relatifs aux réseaux linéaires

Circuit constitué uniquement de composants linéaires c-à-d de composants pour lesquels tension et intensité sont reliés soit par une relation affine soit par une équation différentielle linéaire.

7.1 Association série de dipôles - Diviseur de tension

Association série de résistances équivaut à une résistance :

$$R = \sum_i R_i$$

Association série de condensateurs équivaut à un condensateur de capacité C tel que (voir chapitre suivant) :

$$\frac{1}{C} = \sum_i \frac{1}{C_i}$$

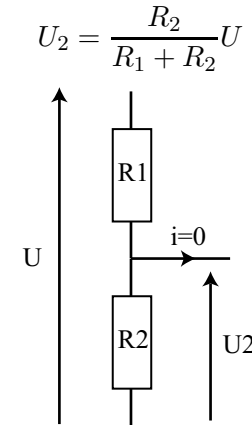
Association série de bobines équivaut à une bobine d'inductance (voir chapitre suivant) :

$$L = \sum_i L_i$$

Association série de générateurs de THÉVENIN :

$$E = E_1 + E_2 \quad \text{et} \quad R = R_1 + R_2$$

Diviseur de tension :



7.2 Association parallèle de dipôles - Diviseur de courant

Association parallèle de résistances équivaut à une résistance R telle que :

$$\frac{1}{R} = \sum_i \frac{1}{R_i}$$

Association parallèle de condensateurs équivaut à un condensateur de capacité (voir chapitre suivant) :

$$C = \sum_i C_i$$

Association parallèle de bobines équivaut à une bobine d'inductance L telle que (voir chapitre suivant) :

$$\frac{1}{L} = \sum_i \frac{1}{L_i}$$

Association parallèle de générateurs de NORTON :

$$I_0 = I_{01} + I_{02} \quad \text{et} \quad R = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$$

Diviseur de courant :

$$I_2 = \frac{R_1}{R_1 + R_2} I$$

