

I Approximation des Régimes Quasi-Stationnaires

L'ARQS consiste à négliger la durée de propagation des ondes électromagnétiques dans le circuit, devant le temps caractéristique de variation du signal T , c'est-à-dire

$$\frac{L}{c} \ll T$$

où L désigne la taille caractéristique du circuit.

Pour un signal périodique, T désigne simplement la période du signal, la condition d'application de l'ARQS devient

$$L \ll cT = \lambda$$

II Grandeurs électriques

1 Charge électrique

Dans un métal, les porteurs de charge sont les électrons dits de conduction. Dans une solution, les porteurs de charges sont des ions.

La charge électrique q s'exprime en Coulomb (C).

La charge électrique est quantifiée : $q = Ne$, où $N \in \mathbb{Z}$ et $e = 1,60 \times 10^{-19} \text{ C}$ est la charge élémentaire. A l'échelle macroscopique, $|N| \gg 1$, donc la charge électrique est pratiquement **continue**.

2 Intensité du courant

L'intensité du courant est le **débit de charge**, soit

$$i = \frac{\delta q}{dt}$$

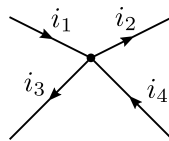
où δq est la charge infinitésimale qui traverse une section du circuit, pendant la durée infinitésimale dt .¹

L'intensité du courant s'exprime en Ampère (A = C/s).

Dans le cadre de l'ARQS, l'intensité dans une branche est la même dans toute la branche.

a Loi des nœuds

La somme des intensités des courants qui arrivent à un nœud est égale à la somme des intensités des courants qui partent.

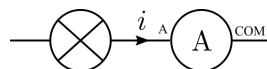


$$i_1 - i_2 - i_3 + i_4 = 0 \Leftrightarrow i_1 + i_4 = i_2 + i_3$$

La loi des nœuds traduit en fait la conservation de la charge dans l'ARQS : $\delta q_1 + \delta q_4 = \delta q_2 + \delta q_3$

b Mesure d'une intensité

Un ampèremètre mesure l'intensité du courant qui le traverse, de la borne A (ou mA) vers la borne COM. L'intensité du courant qui traverse un dipôle se mesure donc avec un ampèremètre placé en série.



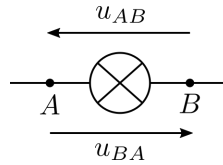
1. Ici δq désigne une charge infiniment petite. On ne la note pas dq qui désignerait une variation infinitésimale d'une charge q . En revanche la durée dt est une variation infinitésimale du temps t , d'où la notation d et non δ .

3 Potentiel/tension électrique

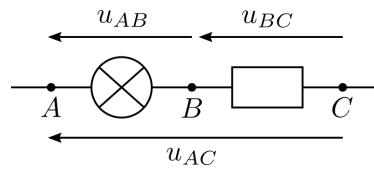
Le potentiel électrique en un point est défini par $V = \frac{E_{pe}}{q}$, où E_{pe} est l'énergie potentielle électrique qu'aurait une charge q située en ce point.

Le potentiel électrique s'exprime en volt (V).

La tension entre deux points est la différence de potentiel, soit $u_{AB} = V_A - V_B$.



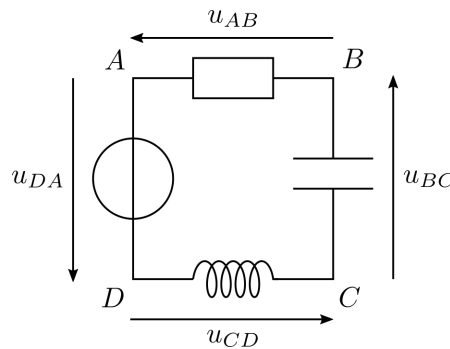
a Loi d'additivité des tensions



$$\begin{aligned} u_{AC} &= V_A - V_C \\ &= V_A - V_B + V_B - V_C \\ &= u_{AB} + u_{BC} \end{aligned}$$

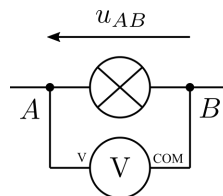
b Loi des mailles

La somme algébrique des tensions le long d'une maille est nulle : $u_{AB} + u_{BC} + u_{CD} + u_{DA} = 0$



c Mesure d'une tension

Un voltmètre mesure la différence de potentiel entre la borne V et la borne COM. La tension aux bornes d'un dipôle se mesure donc avec un voltmètre placé en parallèle.



4 Analogie hydraulique

Grandeur électrique	Grandeur hydraulique équivalente
Intensité du courant	Débit
Potentiel électrique	Pression
Tension électrique	Différence de pression

III Dipôles électriques

La loi de comportement d'un dipôle est la relation entre l'intensité i qui le traverse et la tension u à ses bornes. Le graphe $u(i)$ ou $i(u)$ de cette relation est appelé **caractéristique** du dipôle.

1 Conventions récepteur et générateur

La **convention générateur** consiste à choisir i et u , dans le même sens.

En convention générateur, $P = ui$ est la puissance fournie par le dipôle.

Le travail (énergie échangée) électrique fourni par le dipôle entre 2 instants t_1 et t_2 s'écrit

$$W = \int_{t_1}^{t_2} P dt$$

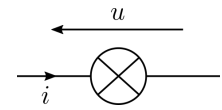
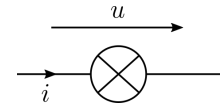
Le travail s'exprime en Joule (J). La puissance s'exprime en Watt $W = J \cdot s^{-1} = V \cdot A$.

Si P est constante, alors $W = P(t_2 - t_1) = P\Delta t$.

La **convention récepteur** consiste à choisir i et u en sens opposés.

En convention récepteur, $P = ui$ est la puissance recue par le dipôle.

Le travail électrique recu par le dipôle entre 2 instants t_1 et t_2 s'écrit $W = \int_{t_1}^{t_2} P dt$.

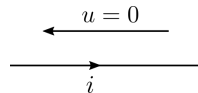


La convention générateur/récepteur est un choix. Elle ne dit rien du fonctionnement réel d'un dipôle :

- un dipôle fonctionne en générateur si il fournit de la puissance électrique, c'est-à-dire si u et i sont de même signe en convention générateur, ou de signes opposés en convention récepteur
- un dipôle fonctionne en récepteur si il recoit de la puissance électrique, c'est-à-dire si u et i sont de signes opposés en convention générateur, ou de même signe en convention récepteur.

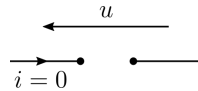
2 Fil

Loi de comportement : $u = 0, \forall i$



3 Coupe-circuit

Loi de comportement : $i = 0, \forall u$

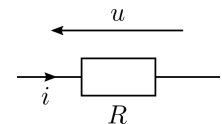


4 Résistance

Loi de comportement en convention récepteur : $u = Ri$ (loi d'Ohm)

La résistance R s'exprime en Ohms ($\Omega = V/A$).

Les résistances utilisées en électronique sont généralement de l'ordre du $k\Omega$.



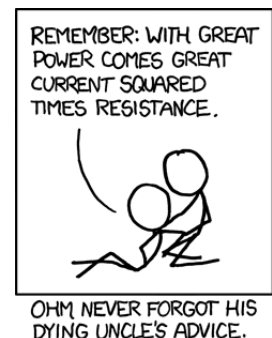
La conductance est l'inverse de la résistance $G = \frac{1}{R}$. Elle s'exprime en Siemens ($S = \Omega^{-1}$).

La puissance électrique recue par une résistance s'écrit en convention récepteur :

$$P = ui = Ri^2 = \frac{u^2}{R} > 0$$

Une résistance fonctionne toujours en récepteur.

Elle dissipe l'énergie électrique sous forme de transfert thermique : c'est l'**effet Joule**.



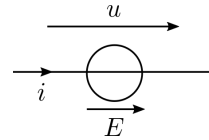
Résistance d'entrée d'un appareil

La résistance d'entrée d'un appareil est la résistance équivalente à l'appareil vu du circuit.

- Pour ne pas perturber le circuit, un ampèremètre doit se comporter comme un fil, c'est-à-dire avoir une résistance d'entrée très faible.
- Pour ne pas perturber le circuit, un voltmètre doit se comporter comme un coupe-circuit, c'est-à-dire avoir une résistance d'entrée très grande.

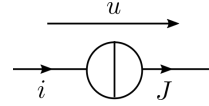
5 Source idéale de tension

Loi de comportement : $u = E, \forall i$



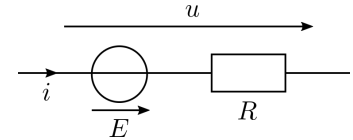
6 Source idéale de courant

Loi de comportement : $i = J, \forall u$



7 Source linéaire

Une source linéaire peut être représentée par un modèle de Thévenin, constitué d'une source idéale de tension et d'une résistance en série.



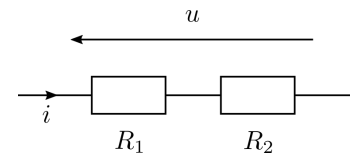
Loi de comportement en convention générateur : $u = E - R_s i$, où R_s est la résistance de sortie de la source.

IV Associations de deux résistances

1 Association série

Par additivité des tensions, $u = R_1 i + R_2 i = (R_1 + R_2) i$

L'association est équivalente à une résistance $R_{\text{éq}} = R_1 + R_2$.

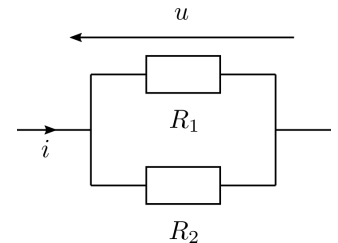


2 Association parallèle

D'après la loi des nœuds, $i = \frac{u}{R_1} + \frac{u}{R_2} = \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right) u$

L'association est équivalente à une résistance de conductance $\frac{1}{R_{\text{éq}}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$,

soit $R_{\text{éq}} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$

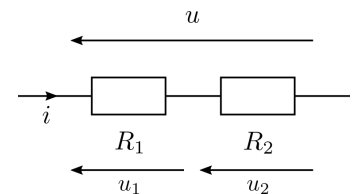


3 Diviseur de tension

Deux résistances en série constituent un diviseur de tension.

On a alors $u_1 = \frac{R_1}{R_1 + R_2} u$ et $u_2 = \frac{R_2}{R_1 + R_2} u$

Démonstration : $u_1 = R_1 i$ et $u = (R_1 + R_2) i$, donc $u_1 = \frac{R_1}{R_1 + R_2} u$



4 Diviseur de courant

Deux résistances en parallèle constituent un diviseur de courant.

On a alors $i_1 = \frac{G_1}{G_1 + G_2} i = \frac{R_2}{R_1 + R_2} i$ et $i_2 = \frac{G_2}{G_1 + G_2} i = \frac{R_1}{R_1 + R_2} i$

Démonstration : $i_1 = \frac{u}{R_1}$ et $i = \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right) u$, donc $i_1 = \frac{\frac{1}{R_1}}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}} i = \frac{R_2}{R_1 + R_2} i$

