

Chapitre 2 : Associations de résistors

LE COURS

A Résistances équivalentes

- A.1** Cas de résistors en série 1
A.2 Cas de résistors en parallèle 2

B Ponts diviseurs

- B.1** Pont diviseur de tension 3
B.2 Pont diviseur de courant 4

A Résistances équivalentes

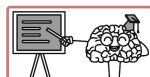
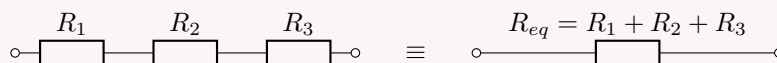
A.1 Cas de résistors en série

Règle d'association des résistors en série

N résistors connectés **en série** et de résistances $R_1, R_2, \dots, R_N$, se comportent comme un unique résistor de résistance équivalente :

$$R_{eq} = \sum_{k=1}^N R_k$$

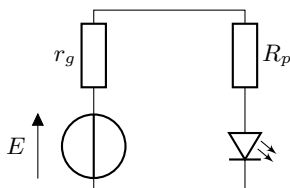
Ci-dessous, l'exemple de 3 résistors :



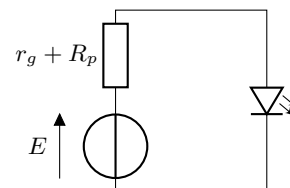
DÉMONSTRATION N°1

Exemple

La LED ci-dessous est alimentée par un générateur de Thévenin de fem E et de résistance interne r_g . La résistance R_p permet de protéger la LED en limitant l'intensité du courant la traversant.



En associant les résistances en série :



Tout se passe comme si la LED était connectée en parallèle d'un générateur de Thévenin équivalent de fem E et de résistance interne $r_g + R_p$. Cela simplifie l'étude du circuit. Implicitement, c'est d'ailleurs ce qui avait été fait dans l'**Exercice 4** du chapitre **EC1** afin de faciliter l'étude du point de fonctionnement de la LED en se ramenant à un circuit à deux dipôles uniquement (un générateur de Thévenin et une LED).

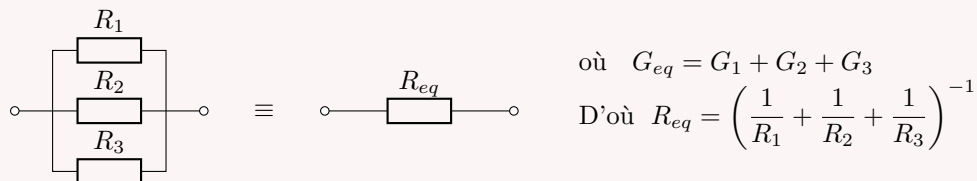
A.2 Cas de résistors en parallèle

Règle d'association des résistors en parallèle

N résistors connectés **en parallèle** et de conductances $G_1, G_2, \dots, G_N$, se comportent comme un unique résistor de conductance et résistance équivalentes :

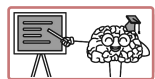
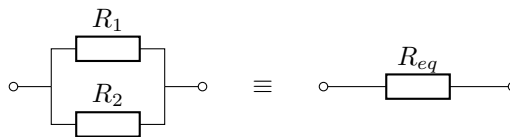
$$G_{eq} = \sum_{k=1}^N G_k \quad \text{d'où} \quad R_{eq} = \frac{1}{G_{eq}} = \left(\sum_{k=1}^N \frac{1}{R_k} \right)^{-1}$$

Ci-dessous, l'exemple de 3 résistors :



Dans le cas de deux résistors en parallèle :

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

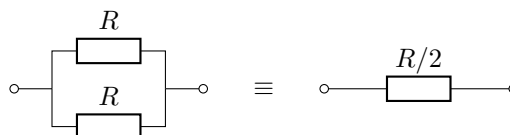


DÉMONSTRATION N°2

Deux cas particuliers dans le cas de deux résistors

❑ Dans le cas de deux résistors de même résistance R ($R_1 = R_2 = R$), le résultat précédent donne alors :

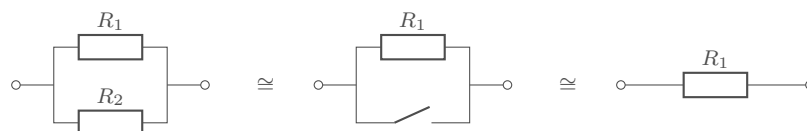
$$R_{eq} = \frac{R^2}{2R}, \text{ soit } R_{eq} = \frac{R}{2}$$



Ⓡ Par extension, dans le cas de N résistances R en parallèle, on pourrait montrer que $R_{eq} = \frac{R}{N}$.

❑ Dans le cas où $R_1 \ll R_2$, alors $R_1 + R_2 \simeq R_2$, d'où $R_{eq} \simeq \frac{R_1 R_2}{R_2}$, soit $R_{eq} \simeq R_1$.

Ⓡ On peut interpréter ce résultat ainsi : R_2 , de par sa forte valeur (vis-à-vis de R_1), se comporte quasiment comme un interrupteur ouvert.



Exemple

Si on insère un voltmètre de résistance interne $R_V = 10 \text{ M}\Omega$ dans un circuit en le connectant aux bornes d'une résistance $R = 100 \text{ k}\Omega$ afin d'en étudier la tension, on réalise ainsi une association parallèle des résistances R et R_V . L'ensemble se comporte alors comme une unique résistance équivalente $R' = \frac{RR_V}{R + R_V}$. Mais puisque $R_V \gg R$, alors $R' \simeq R$. Ainsi, le voltmètre perturbe peu le fonctionnement du circuit.

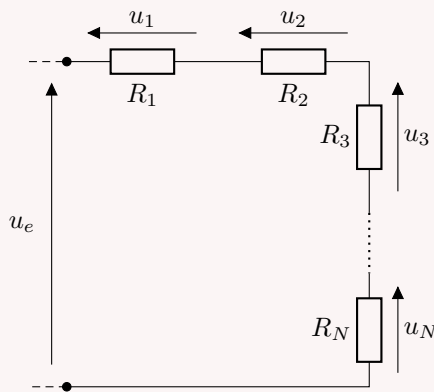


ACTIVITÉ N°1

B Ponts diviseurs

B.1 Pont diviseur de tension

Formule du pont diviseur de tension



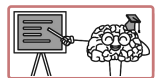
Soit N résistors **connectés en série** .

Ces résistors constituent alors un **pont diviseur de tension**. Il s'agit d'un **quadripôle** :

- ❑ la **tension d'entrée** (notée u_e ci-contre) est définie entre **deux bornes d'entrée** ;
- ❑ la **tension de sortie** est la tension u_k aux bornes de la résistance R_k ($k = 1$, ou 2 , ...), il s'agit donc des **deux bornes de sortie** du pont.

La tension de sortie u_k est reliée à la tension d'entrée par la **formule du pont diviseur de tension** :

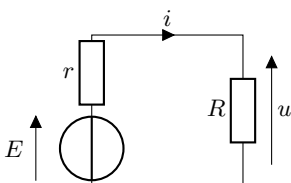
$$u_k = \frac{R_k}{R_1 + R_2 + \dots + R_N} u_e$$



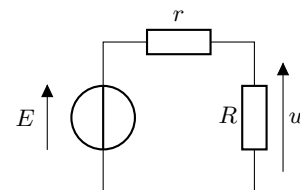
DÉMONSTRATION N°3

Exemple

Soit le générateur de Thévenin ci-dessous alimentant une résistance R .
Quelle est la tension u aux bornes de la résistance ?



circuit qu'on pourrait aussi représenter ainsi :
(sans que cela soit nécessaire !)



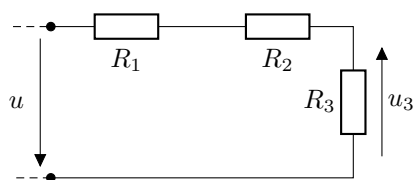
L'expression de u peut être établie de la manière suivante : introduire une intensité i et résoudre un système de deux équations à deux inconnues u et i (avec la loi des mailles et la loi d'Ohm, établir : $0 = E - (R + r)i$, en déduire i et remplacer dans la loi d'Ohm $u = Ri$). C'est d'ailleurs ce qui a été fait, sans vraiment le présenter comme cela, dans l'**Activité n°4** du chapitre **EC1** ...

Méthode **fastidieuse** toutefois car la **formule du pont diviseur de tension** donne **directement** le résultat.
Attention simplement à **s'adapter aux notations** : ici, E est la tension d'entrée et u est la tension de sortie.

D'où : $u = \frac{R}{R + r} E$.

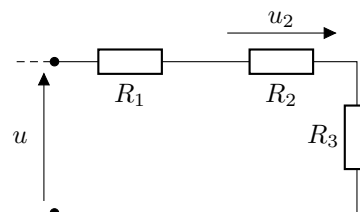


ATTENTION À L'ORIENTATION DES TENSIONS



Dans le cas ci-contre à gauche, la tension u n'est pas orientée dans le bon sens, mais $-u$ oui par conséquent. En choisissant les bornes de R_3 comme bornes de sortie, la formule du pont diviseur de tension devient alors : $u_3 = -\frac{R_3}{R_1 + R_2 + R_3}u$

Dans le cas ci-contre à droite, la tension de sortie u_2 n'est pas orientée dans le bon sens, mais $-u_2$ oui par conséquent. En choisissant les bornes de R_2 comme bornes de sortie, la formule du pont diviseur de tension devient alors : $-u_2 = \frac{R_2}{R_1 + R_2 + R_3}u$



S'entraîner à appliquer la formule du pont diviseur de tension avec l'activité ci-dessous :



ACTIVITÉ N°2

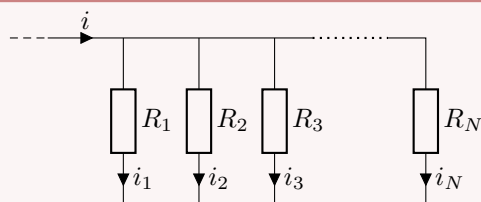
On peut se servir de ponts diviseurs de tension pour **estimer la résistance d'entrée ou la résistance de sortie d'un dispositif** :



ACTIVITÉS N°3 ET 4

B.2 Pont diviseur de courant

Formule du pont diviseur de courant



Soit N résistors **connectés en parallèle**.

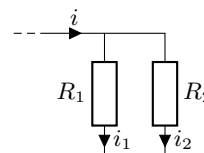
Ces résistors constituent alors un **pont diviseur de courant** : l'intensité i du courant alimentant le pont se subdivise en différentes parts dans les différentes branches du pont.

L'intensité i_k dans la branche comportant la résistance R_k est reliée à l'intensité i par la **formule du pont diviseur de courant** :

$$i_k = \frac{G_k}{G_1 + G_2 + \dots + G_N} i$$

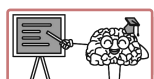
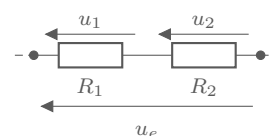
Dans le cas de deux résistors uniquement :

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



ATTENTION à ne pas confondre avec la formule du pont diviseur de tension pour deux résistors EN SERIE :

$$u_1 = \frac{R_1}{R_1 + R_2} u_e \quad \text{et} \quad u_2 = \frac{R_2}{R_1 + R_2} u_e$$



DÉMONSTRATION N°4



ACTIVITÉ N°5