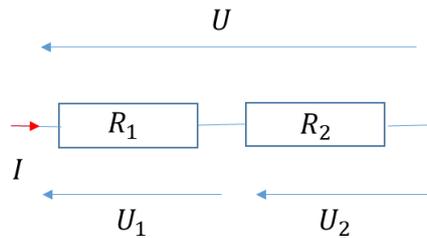


1) Compléments de cours (pour aller plus loin) : Associations de résistors

a) Association en série

Approche théorique :

On fait débiter dans deux résistors montés en série de résistances respectives R_1 et R_2 un courant I et on mesure la tension U aux bornes de l'ensemble formé par les deux résistors tel qu'indiqué par le schéma.



La loi d'additivité des tensions permet de prévoir que la tension U_1 aux bornes de R_1 et la tension U_2 aux bornes de R_2 sont liées à U par la relation :

$$U = U_1 + U_2$$

La loi d'Ohm (pourvu que U soit dans le domaine d'utilisation des résistor) permet de prévoir les relations :

$$U_1 = R_1 I$$

$$U_2 = R_2 I$$

Le traitement mathématique permet de déduire :

$$U = R_1 I + R_2 I = (R_1 + R_2) I$$

La caractéristique de l'association en série de deux résistors est donc celle d'un résistor unique de résistance :

$$R = R_1 + R_2$$

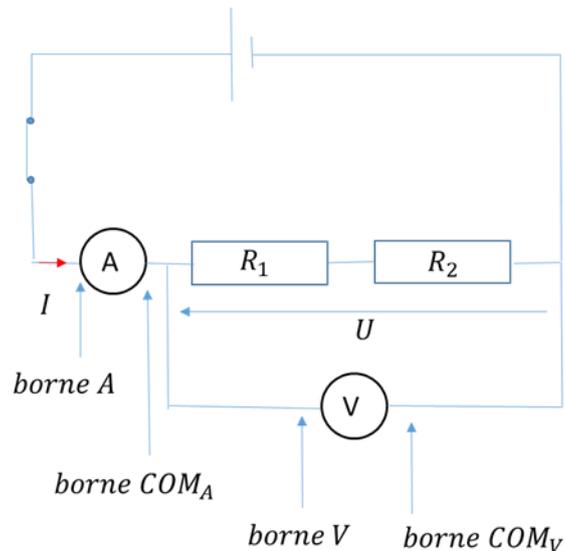
Cas particulier utile : Si on met en série deux résistors de même résistance, on obtient un résistor équivalent de résistance double

Vérification expérimentale

1^{ère} méthode :

Matériel utilisé : 1 pile plate de 4,5 V, des fils de connexion, deux multimètres, deux résistors de résistances respectives $R_1 = 47 \Omega$, $R_2 = 220 \Omega$

Montage :



Observation et conclusion :

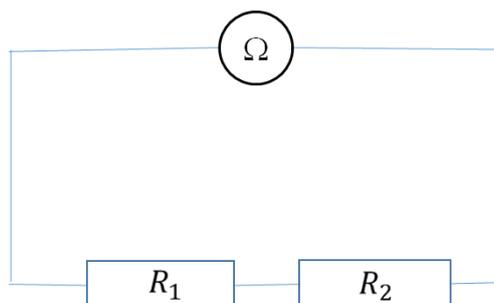
On relève les valeurs de U et I sur les multimètres et on calcule leur rapport. On observe qu'il a une valeur très voisine (à quelques Ohms près) de 267Ω c'est-à-dire la somme des deux résistances R_1 et R_2 . Pour être plus rigoureux, il faudrait utiliser à la place d'une pile, un générateur de tension continue variable allant de $3 V$ à $24 V$, tracer la caractéristique (I, U) et vérifier que les points sont alignés

2^{ème} méthode (plus pratique et plus rapide) :

Après s'être assuré qu'une association de deux résistors en série se comporte comme un résistor unique, c'est-à-dire obéit à la loi d'Ohm, il est plus simple, pour mesurer la résistance de l'association en série, d'utiliser un multimètre en mode Ohmmètre.

Matériel utilisé : 1 multimètre, des fils de connexion, deux résistors de résistances respectives $R_1 = 47 \Omega$, $R_2 = 220 \Omega$

Montage : Le multimètre, utilisé en fonction ohmmètre, est branché comme un générateur débitant dans l'association des deux résistors en série. L'appareil affiche alors directement la valeur de la résistance. A noter qu'il se connecte par une borne Ω qui est généralement commune avec la borne V et une borne COM, mais il n'est pas besoin de préciser les bornes sur le schéma car si on inverse les bornes l'affichage donnera la même valeur de résistance qui est, de toute façon, une valeur positive.



Observation et conclusion :

Nous avons d'abord mesuré R_1 et R_2 seules avec l'ohmmètre et trouvé respectivement 48Ω et 221Ω puis nous avons mesuré la résistance de l'association série et trouvé 269Ω soit la somme des deux résistances.

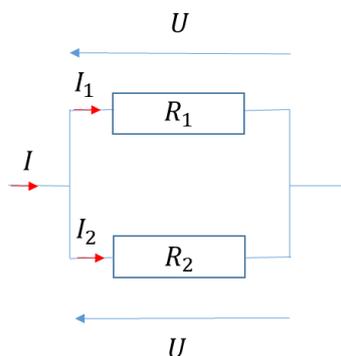
Remarque : Quelques bizarreries sont apparues lors de l'expérience. Dans un premier temps la mesure de R_1 affichée par l'ohmmètre ne correspondait pas du tout à celle qui était inscrite sur le résistor. Pire, la valeur changeait d'une mesure à l'autre. Alors nous avons décidé de tester la résistance des fils de connexion, car ce sont des résistors également, même si on s'attend à ce qu'ils aient une très faible valeur de résistance. Et là, l'explication apparut. Un des fils mis en court circuit entre les deux bornes de l'ohmmètre fit apparaître une valeur de résistance qui changeait tout le temps et ce, d'autant plus qu'on bougeait une des deux fiches de connexion du fil. En fait cette fiche étant usée, corrodée par endroit, laisse très mal passer le courant et lui oppose de ce fait une résistance qui vient polluer les mesures quand ce fil se trouve dans le circuit. Nous avons testé d'autres fils plus récents et plus neufs et l'ohmmètre a affiché, avec sa plus grande sensibilité (calibre 200Ω) une valeur de $0,0 \Omega$ confirmant que ce fil avait une résistance négligeable.

Nous conseillons donc, aux apprentis électriciens sérieux, de tester à l'ohmmètre tous les fils de connexion avant de les utiliser pour constituer un circuit, sinon, en cas de fil défectueux, les mesures de tension ou d'intensité risquent d'être soit faussées, soit instables.

b) Association en dérivation

Approche théorique :

On fait se partager dans deux résistors montés en dérivation de résistances respectives R_1 et R_2 un courant I et on mesure la tension commune U aux bornes chaque résistor tel qu'indiqué par le schéma



La loi des noeuds permet de prévoir que l'intensité I_1 traversant R_1 et l'intensité I_2 traversant R_2 sont liées à I par la relation :

$$I = I_1 + I_2$$

La loi d'Ohm (pourvu que U soit dans le domaine d'utilisation des résistors) permet de prévoir les relations :

$$U = R_1 I_1$$

$$U = R_2 I_2$$

Ces lois peuvent se réécrire sous forme :

$$I_1 = \frac{1}{R_1} U$$

$$I_2 = \frac{1}{R_2} U$$

On peut alors définir des grandeurs inverse des résistances appelées conductances par :

$$G_1 = \frac{1}{R_1}$$

$$G_2 = \frac{1}{R_2}$$

Leur unité est le Siemens (symbole S).

Les lois deviennent :

$$I_1 = G_1 U$$

$$I_2 = G_2 U$$

Le traitement mathématique permet de déduire :

$$I = G_1 U + G_2 U = (G_1 + G_2) U$$

La caractéristique de l'association en dérivation de deux résistors est donc celle d'un résistor unique de conductance :

$$G = G_1 + G_2$$

Soit de résistance R vérifiant :

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

ou encore, après mise au même dénominateur puis inversion :

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

Cas particulier utile :

Si on met en dérivation deux résistors de même résistance, on obtient un résistor de résistance moitié

La preuve du cas particulier tient au fait suivant :

$$\frac{R \times R}{R + R} = \frac{R \times R}{2 \times R} = \frac{R}{2}$$

Vérification expérimentale

On procède comme pour le montage en série et là encore, la mesure de la résistance de l'association s'obtient plus facilement avec un seul multimètre utilisé en ohmmètre.

Observation et conclusion :

Nous avons d'abord mesuré R_1 et R_2 seules avec l'ohmmètre et trouvé respectivement 48Ω et 221Ω puis nous avons mesuré la résistance de l'association en dérivation et trouvé 38Ω . Cette valeur est très voisine de celle obtenue par le calcul suivant :

$$\frac{R_1 \times R_2}{R_1 + R_2} = \frac{48 \times 221}{48 + 221} \approx 39,4 \Omega$$

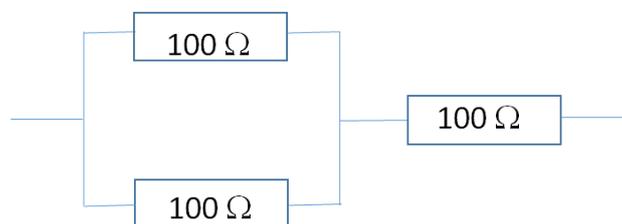
c) Exercice :

On dispose de résistors de résistances 100Ω et 220Ω . Concevoir un résistor équivalent de résistance 150Ω puis 270Ω puis 320Ω

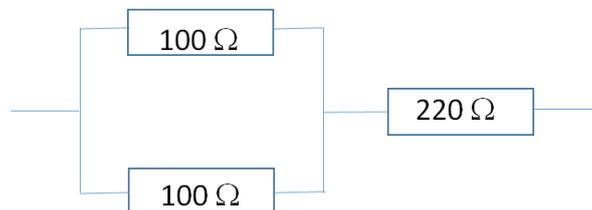
Réponse :

résistance de 150Ω : on note que : $150 = 50 + 100 = 100:2 + 100$

donc deux résistors de 100Ω en dérivation donneront un résistor de 50Ω qui mis en série avec un résistor de 100Ω donnera un résistor de 150Ω



résistance de 270Ω : on note que : $270 = 50 + 220 = 100:2 + 220$



résistance de 320Ω : on note que : $320 = 100 + 220$

