

CHAPITRE IV.4

La loi d'ohm

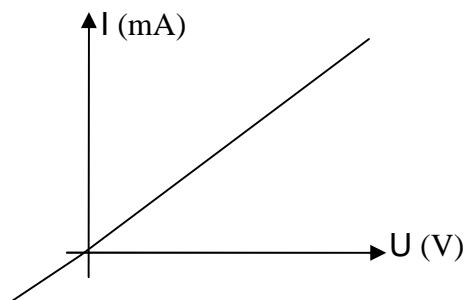
A. Compte tenu de la courbe $I = f(U)$ obtenue :

Synthèse de l'étude expérimentale.

(Voir TP " Etude d'un composant résistif linéaire ").

1. Dipôle linéaire :

La caractéristique $I = f(U)$ d'un dipôle résistif linéaire est la suivante :



La caractéristique est une droite passant par l'origine :

⇒ **Le dipôle résistif est passif (\neq actif).**

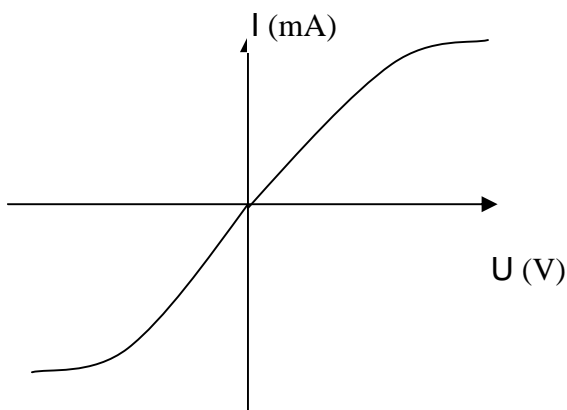
La caractéristique est une droite :

(U et I sont proportionnelles)

⇒ **Le dipôle résistif est dit linéaire.**

2. Dipôle non linéaire :

La caractéristique $I = f(U)$ d'un dipôle résistif non linéaire est la suivante :



La caractéristique passe par l'origine :

⇒ **Le dipôle résistif est passif.**

La caractéristique n'est pas une droite :

(U et I ne sont pas proportionnelles)

⇒ **Le dipôle résistif est dit non linéaire.**

C. Généralisation :

Les dipôles résistifs sont passifs, non polarisés et symétriques.

D. Enoncé de la loi :

A température invariable, l'intensité du courant I qui traverse un dipôle résistif linéaire est proportionnelle à la différence des potentiels U appliquée à ses bornes.

Le coefficient de proportionnalité (noté G) est la conductance du dipôle.

La conductance G s'exprime en siemens (S) ou Ω^{-1} .

Soit :

$$I = G \cdot U$$

E. Enoncé de la loi d'ohm :

On a: $I = G \cdot U$ ou $U = I / G$

Loi d'ohm :

A température invariable, la différence de potentiels U appliquée aux bornes d'un dipôle résistif linéaire R est proportionnelle à l'intensité du courant I qui le traverse.

Si l'on pose $R = 1 / G$

Alors

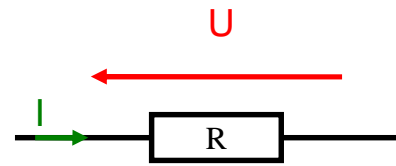
$$U = R \cdot I$$

Rappel : R est la résistance du dipôle résistif ou élément résistif;

Elle s'exprime en ohms (Ω).

F. Orientation de U et I :

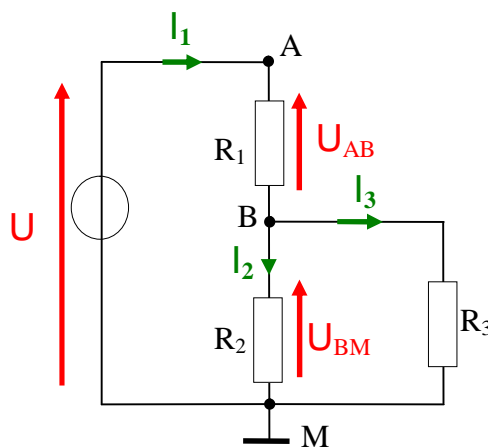
U et I sont de même signe mais de sens opposés



G. Exercices :

👉 **IMPORTANT :** Pour chaque calcul, vous devrez donner l'expression littérale avant d'effectuer l'application numérique. Toutes les grandeurs utilisées dans vos calculs devront être représentées sur un schéma que vous dessinerez sur le sujet.

Exercice N°1



Données :

- U = 12V
- R₁ = 1kΩ
- R₃ = 390Ω
- I₁ = 9,75 mA

a. Déterminer U_{AB}.

$$U_{AB} = R_1 \cdot I_1 = 1 \cdot 10^3 \times 9,75 \cdot 10^{-3} = \underline{9,75V}$$

Attention, R₁ doit être en Ω et I₁ en A pour pouvoir obtenir U_{AB} en volt.

b. Déterminer U_{BM}. En déduire l'intensité du courant I₃ (en mA).

$$U - U_{AB} - U_{BM} = 0 \quad \text{alors} \quad U_{BM} = U - U_{AB} = 12 - 9,75 = \underline{2,25V}$$

$$I_3 = U_{BM} / R_3 = 2,25 / 390 = 0,00577A = \underline{5,77mA}$$

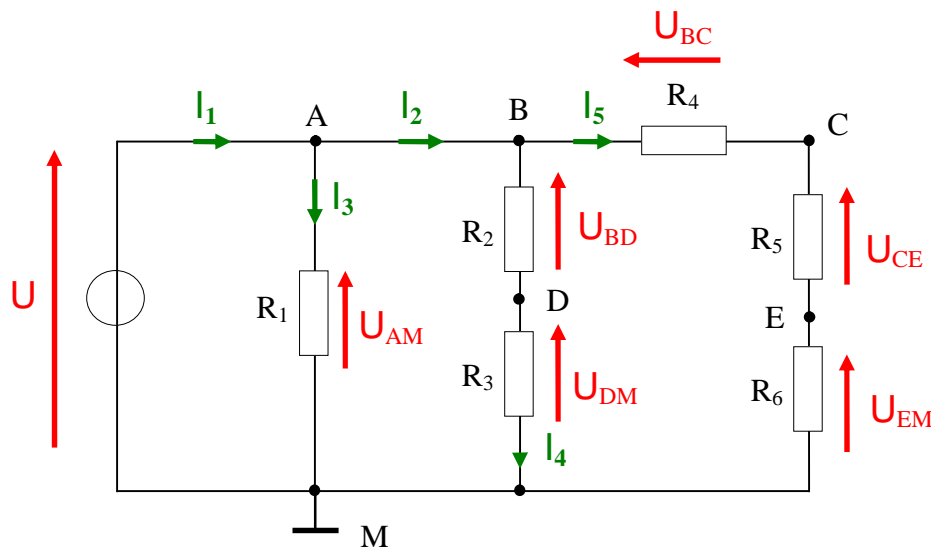
c. Déterminer l'intensité du courant I₂. En déduire la valeur de R₂.

$$\text{Loi au nœud B : } I_1 = I_2 + I_3$$

$$\text{Alors,} \quad I_2 \text{ (mA)} = I_1 - I_3 = 9,75 - 5,77 = \underline{3,98 \text{ mA}}$$

$$\text{Aussi,} \quad R_2 = U_{BM} / I_2 = 2,25 / 3,98 \cdot 10^{-3} = \underline{565,33\Omega}$$

Exercice N°2



Données :

U	=	10V
U _{DM}	=	6V
U _{BC}	=	2V
U _{EM}	=	7V
R ₁	=	10kΩ
R ₂	=	4,7kΩ
R ₅	=	1,8 kΩ

a. Déterminer U_{BD}. En déduire l'intensité du courant I₄ (en μA).²

$$U - U_{BD} - U_{DM} = 0$$

Alors, $U_{BD} = U - U_{DM} = 10 - 6 = \underline{4V}$

$$I_4 = U_{BD} / R_2 = 4 / 4,7 \cdot 10^3 = \underline{851,06\mu A}$$

b. Déterminer U_{CE}. En déduire l'intensité du courant I₅ (en μA).

$$U_{DM} + U_{BD} - U_{BC} - U_{CE} - U_{EM} = 0$$

$$U_{CE} = U_{DM} + U_{BD} - U_{BC} - U_{EM} = 6 + 4 - 2 - 7 = \underline{1V}$$

Ou encore,

$$U - U_{BC} - U_{CE} - U_{EM} = 0$$

$$U_{CE} = U - U_{EM} - U_{BC} = 10 - 7 - 2 = \underline{1V}$$

On en déduit:

$$I_5 = U_{CE} / R_5 = 1 / 1,8 \cdot 10^3 = \underline{555,56\mu A}$$

c. Déterminer l'intensité du courant I₂.

$$I_2 = I_4 + I_5 = 851,06 + 555,56 = \underline{1,406 mA}$$

d. Déterminer les valeurs de R₃, R₄ et R₆.

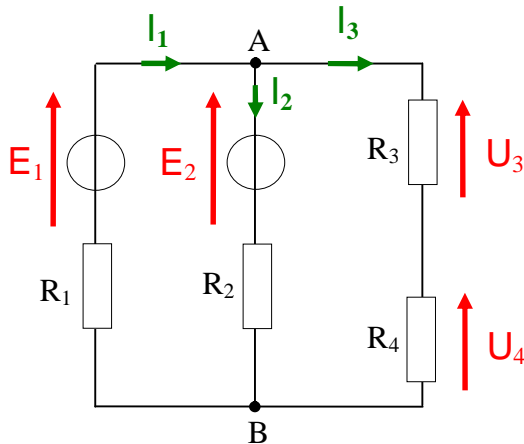
$$R_3 = U_{DM} / I_4 = 6 / 851,06 \cdot 10^{-6} = \underline{7,05k\Omega}$$

$$R_4 = U_{BC} / I_5 = 2 / 555,56 \cdot 10^{-6} = \underline{3,6k\Omega}$$

$$R_6 = U_{EM} / I_5 = 7 / 555,56 \cdot 10^{-6} = \underline{12,6k\Omega}$$

Exercice N°3

Soit le schéma structurel suivant :

Données :

U_{AB}	$= 8.75V$
E_1	$= 23V$
E_2	$= 5V$
R_1	$= 6\Omega$
R_3	$= 4\Omega$
I_2	$= 1,5A$

a. Déterminer l'expression de l'intensité du courant I_1 . Calculer sa valeur.

$$I_1 = U_1 / R_1 = (E_1 - U_{AB}) / R_1 = (E_1 - U_{AB}) / R_1 = (23 - 8,75) / 6 = \underline{2,375A}$$

b. Déterminer la valeur de R_2 . Calculer sa valeur.

$$R_2 = U_2 / I_2 = (U_{AB} - E_2) / I_2 = (8,75 - 5) / 1,5 = \underline{2,5\Omega}$$

c. Déterminer l'intensité du courant I_3 . Calculer sa valeur. En déduire U_3 .

$$I_1 = I_2 + I_3 \Leftrightarrow I_3 = I_1 - I_2 \Leftrightarrow I_3 = 2,375 - 1,5 = 0,875A = \underline{875mA}$$

$$\text{On en déduit: } U_3 = R_3 \cdot I_3 = 4 \times 0,875 = \underline{3,5v}$$

d. Calculer la valeur de R_4 .

$$R_4 = U_4 / I_3 = (U_{AB} - U_3) / I_3 = (8,75 - 3,5) / 0,875 = \underline{6\Omega}$$

EN SAVOIR UN PEU PLUS

A. ETUDE D'UN CONDUCTEUR HOMOGENE, DE SECTION UNIFORME :

1. Loi de variation de la résistance d'un conducteur.

Enoncé de la loi :

La résistance d'un élément conducteur homogène et de section uniforme est :

- proportionnelle à sa longueur (l),
- inversement proportionnelle à sa section (s),
- variable avec la nature du conducteur. On parle alors de la résistivité du matériau. La résistivité est notée ρ (rhô).

$$R = \frac{\rho \cdot l}{s}$$

Ω ← (pointing to R) ← (pointing to $\rho \cdot l$) ← (pointing to s) m^2

2. Unité de la résistivité.

Détermination de l'unité de la résistivité :

$$R = \frac{\rho \cdot l}{s} \quad \text{D'où} \quad \rho = \frac{R \cdot s}{l} = \frac{\Omega \cdot m^2}{m} = \Omega \cdot m$$

L'unité légale de la résistivité est l'ohmmètre ($\Omega \cdot m$).

3. Notion de conductivité.

Soit :

$$G = \frac{1}{R} \quad \text{D'où} \quad G = \frac{s}{\rho \cdot l}$$

Par définition, γ (lambda) est la conductivité du matériau : $\gamma = 1 / \rho$

L'unité de la conductivité γ est le siemens par mètre (S / m).

B. INFLUENCE DE LA TEMPERATURE :

Nous admettons que les variations de résistance et de résistivité sont proportionnelles aux variations de température.

On notera : ρ_0 : la valeur de la résistivité à la température de 0°C
 R_0 : la valeur de la résistance à la température de 0°C
 ρ_θ : La valeur de la résistivité à la température de θ °C
 R_θ : la valeur de la résistance à la température de θ °C

Alors on pourra écrire :

$$\rho_\theta = \rho_0 (1 + a_0 \cdot \theta)$$

$$R_\theta = R_0 (1 + a_0 \cdot \theta)$$

a_0 est le coefficient de température qui dépend de la nature du conducteur.

Il est défini à la température de 0 °C (degré celcius). Il s'exprime en (°C)⁻¹.

(Voir le tableau donnant la résistivité et le coefficient de quelques substances)

Exercice 1 :

Un conducteur est bobiné avec 360m de fil de cuivre, de section 0,12mm².

a. Préciser la résistivité ρ_0 et le coefficient de température du matériau utilisé.

Le fil est en cuivre, alors la résistivité $\rho_0 = 1,6 \cdot 10^{-8} \Omega \cdot m$ et son coefficient de température $a_0 = 4 \cdot 10^{-3} K^{-1}$ (voir tableau ci-dessous).

b. Calculer la résistance du conducteur à 0° C

$$R_0 = \rho \cdot L / s = 1,6 \cdot 10^{-8} \cdot 360 / 0,12 \cdot 10^{-6} = (1,6 \cdot 360 / 0,12) \cdot 10^{-2} = 4800 \cdot 10^{-2}$$

Alors : $R_0 = 48 \Omega$

c. Déterminer la résistivité du cuivre à 100°C

$$\rho_\theta = \rho_0 (1 + a_0 \cdot \theta) \text{ Donc } \rho_{100^\circ} = 1,6 \cdot 10^{-8} \cdot (1 + 4 \cdot 10^{-3} \cdot 100) =$$

$$1,6 \cdot 1,4 \cdot 10^{-8} \text{ Alors : } \rho_{100^\circ} = 2,24 \cdot 10^{-8} \Omega \cdot m$$

d. Déterminer la résistance pour $T^\circ = 100^\circ\text{C}$

$$R_\theta = R_0 (1 + a_0 \cdot \theta) \text{ Donc } R_{100^\circ} = 48. (1 + 4 \cdot 10^{-3} \cdot 100) =$$

$$48.1,4 \quad \text{Alors : } \underline{R_{100^\circ} = 67,2\Omega}$$

TABLEAU donnant la résistivité ρ et le coefficient a_0 de quelques substances :

<i>Nom des substances</i>	<i>Résistivité ρ $\Omega \cdot m$</i>	<i>Coefficient a_0 $(^\circ\text{C})^{-1}$</i>
<i>Métaux</i>		
Argent	$1,5 \cdot 10^{-8}$	$4,5 \cdot 10^{-3}$
Cuivre	$1,6 \cdot 10^{-8}$	$4 \cdot 10^{-3}$
Aluminium	$2,6 \cdot 10^{-8}$	$4,5 \cdot 10^{-3}$
Tungstène	$5 \cdot 10^{-8}$	$5 \cdot 10^{-3}$
Fer	$8,5 \cdot 10^{-8}$	$7 \cdot 10^{-3}$
<i>Alliages</i>		
Laiton (Cu 60% + Zn 40%)	$7,5 \cdot 10^{-8}$	$1,5 \cdot 10^{-3}$
Maillechort (Cu 60% + Zn 25% + Ni 15%)	$34 \cdot 10^{-8}$	$0,25 \cdot 10^{-3}$
Manganine (Cu 84% + Mn 12% + Ni 4 %)	$42 \cdot 10^{-8}$	$0,02 \cdot 10^{-3}$
Constantan (Cu 60% + Ni 40%)	$49 \cdot 10^{-8}$	$0,01 \cdot 10^{-3}$
Ferronickel (Fe 75% + Ni 40%)	$80 \cdot 10^{-8}$	$0,9 \cdot 10^{-3}$