AlloSchool

Physique et Chimie : Tronc Commun

Séance 21 (Caractéristique d'un dipôle actif)

Professeur : Mr EL GOUFIFA Jihad

Sommaire

I- Dipôles actifs

1-1/ Définition

1-2/ Convention générateur

1-3/ Caractéristique d'un dipôle actif

1-4/ Intensité de court-circuit d'un générateur

1-5/ Association en série des dipôles actifs linéaires

II- Caractéristiques d'un récepteur (l'électrolyseur)

III– Point de fonctionnement

3-1/ Notion de point de fonctionnement

3-2/ Détermination du point du fonctionnement d'un circuit

3-3/ Loi de Pouillet

IV- Exercices

4-1/ Exercice 1

4-2/ Exercice 2

4-3/ Exercice 3

4-4/ Exercice 4

I- Dipôles actifs

1-1/ Définition

Un dipôle est dite actif si, en circuit ouvert, la tension à ses bornes n'est pas nulle.

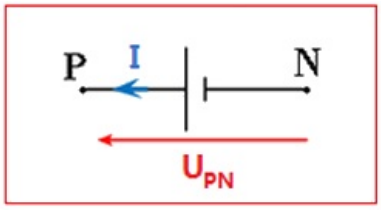
- Exemples : Piles, accumulateurs.



Pile 9V	Photopile ou cellules photovoltaïques	Batterie d'automobile	Dynamo

1-2/ Convention générateur

Dans la convention générateur, les flèches symbolisant l'intensité du courant et la tension aux bornes du générateur sont de même sens.



1-3/ Caractéristique d'un dipôle actif

Montage expérimental

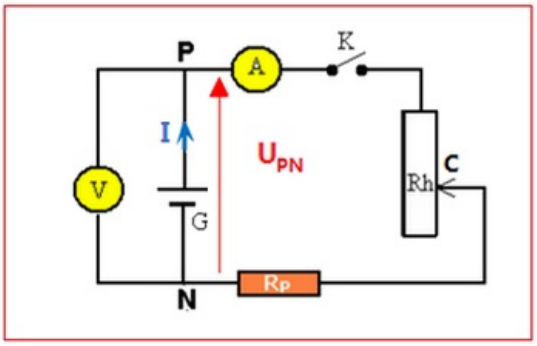
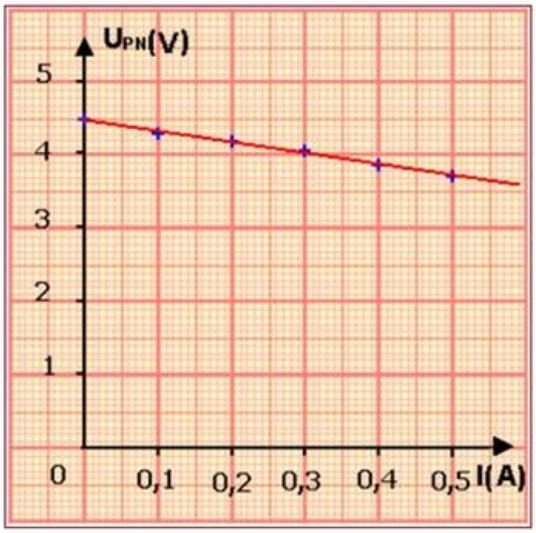


Tableau des résultats

$U_{PN}(V)$	4,50	4,35	4,20	4,05	3,90	3,75
$I\ (A)$	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5

Caractéristique $U = f\,(I)$



Conclusion

La caractéristique est une droite qui ne passe pas par l'origine, il représente une fonction affine d'équation : $U_{PN} = aI + b$

Calcul de la valeur de a

Le coefficient directeur a est négatif et s'exprime en $\frac{V}{A}$, c'est-à-dire en Ohm (Ω).

a est l'opposé de la résistance $a = -r$, r est appelé la résistance interne du générateur :

$$r = |a| = \left|\frac{\Delta U_{PN}}{\Delta I}\right| = \left|\frac{4{,}5-3{,}75}{0-0{,}5}\right| = 1,5\Omega$$

Calcul de la valeur de b

L'ordonné à l'origine b s'exprime en volt, il a les dimensions de la tension $b = E$.

E est appelé la force électromotrice du générateur.

$$b = E = 4,5V$$

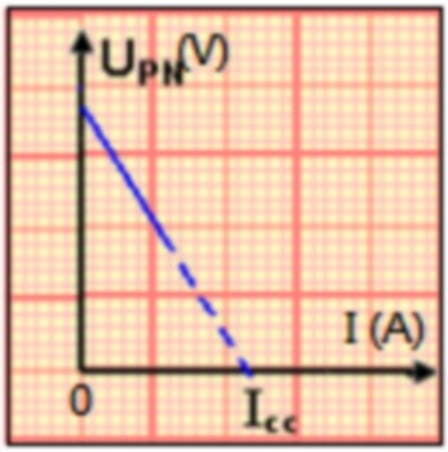
Équation de la caractéristique de générateur

$$U_{PN} = 4,5 - 1,5I$$

1-4/ Intensité de court-circuit d'un générateur

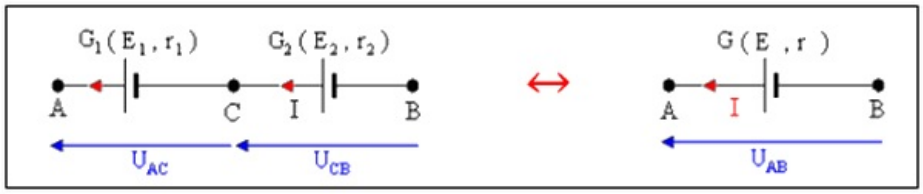
Pour mettre le générateur en court-circuit, on relie ses pôles par un fil métallique, dans ce cas la tension est nulle.

$$E = r.I_{CC} = 0$$
$$I_{CC} = \frac{E}{r} = \frac{4{,}5}{1{,}5} = 3A$$



1-5/ Association en série des dipôles actifs linéaires

Soit deux piles $G_1\,(E_1, r_1)$ et $G_2\,(E_2, r_2)$ associées en série, cette association est équivalente à un dipôle actif $G\,(E, r)$:



- La loi d'additivité des tensions :

$$U_{AB} = U_{AC} + U_{CB}$$

- La loi d'ohm pour les trois piles :

$$E - rI = (E_1 - r_1.I) + (E_2 - r_2.I)$$
$$\Rightarrow E = E_1 + E_2 \ et \ r = r_1 + r_2$$

Généralisation

L'association des n dipôles actifs et linéaires est équivalente à un dipôle actif et linéaire sa force électromotrice $E = \sum E_i$ et de résistance interne $r = \sum r_i$.

II- Caractéristiques d'un récepteur (l'électrolyseur)

Montage expérimental

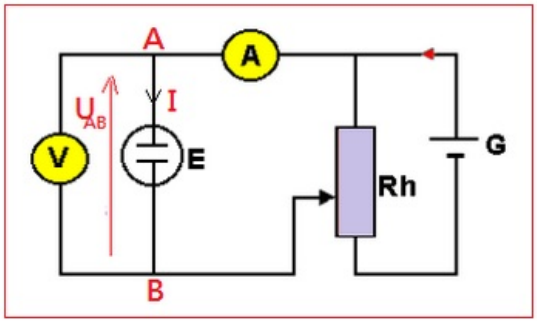
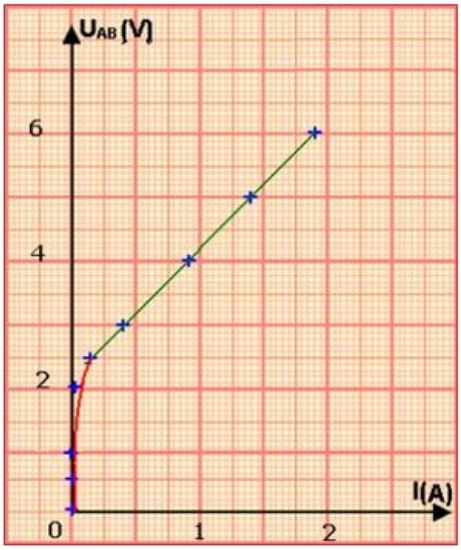


Tableau des résultats

$U_{AB}(V)$	0	0,50	1,00	1,50	2,00	2,50	3,0	4	5	6
$I(A)$	0	0	0	0,02	0,06	0,14	0,4	0,9	1,4	1,9

Caractéristique $U = f(I)$



Conclusion

La caractéristique intensité-tension de l'électrolyseur est une portion de droite d'équation :
$U_{AB} = E' + r'I$

Avec $E' = 2,2V$ et $r' = \frac{\Delta U_{AB}}{\Delta I} = \frac{5,0-3,0}{1,4-0,4} = 2\Omega$.

III– Point de fonctionnement

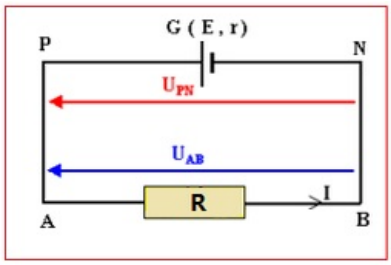
3-1/ Notion de point de fonctionnement

Le branchement d'un dipôle actif (piles) aux bornes d'un dipôle passif (électrolyseur), forme un circuit électrique.

L'intensité I_f du courant qui traverse le circuit et la tension U_f aux bornes du dipôle actif définit le point du fonctionnement du circuit $F\left(I_f, U_f\right)$.

3-2/ Détermination du point du fonctionnement d'un circuit

Méthode graphique

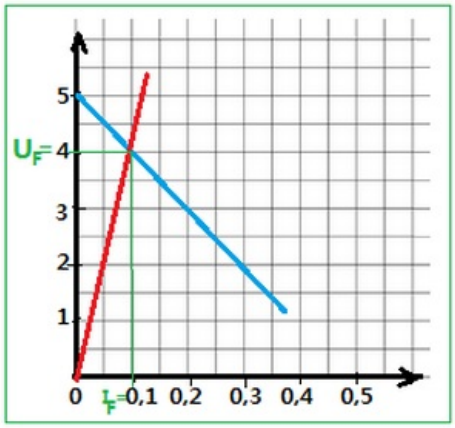


E=5 V ; r=10 Ω
R=40 Ω

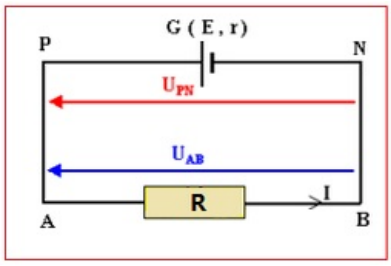
Traçons les caractéristiques de la pile et du conducteur ohmique dans le même repère.

Les deux caractéristiques se coupent en un point F de cordonnées :

$$F\left(I_f = 0,1A, U_f = 4V\right)$$



Méthode algébrique



E=5 V ; r=10 Ω
R=40 Ω

Appliquons la loi d'ohm :

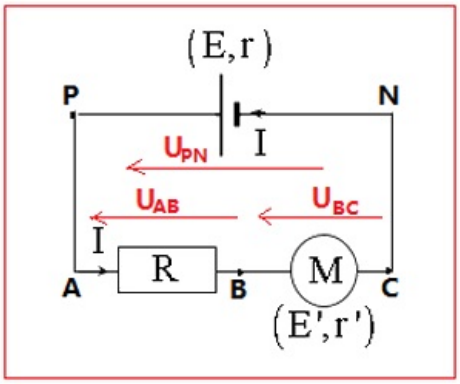
- Pour un générateur : $U_{PN} = E - r.I$
- Pour un conducteur ohmique : $U_{AB} = R.I$

D'après la loi d'additivité des tensions :

$$U_{PN} = U_{AB}$$
$$E - r.I = R.I$$
$$I_f = I = \frac{E}{R+r} = 0,1A$$
$$U_f = U_{AB} = R.I = R\frac{E}{R+r} = 4V$$
$$F\left(I_f = 0,1A, U_f = 4V\right)$$

3-3/ Loi de Pouillet

On considère le montage qui contient un générateur (E, r), un moteur (E', r') et un conducteur ohmique de résistance R :



Appliquons la Loi d'ohm :

- Pour le générateur : $U_{PN} = E - r.I$
- Pour le moteur : $U_{AB} = E' + r'.I$
- Pour le conducteur ohmique : $U_{BC} = R.I$

D'après la Loi d'additivité des tensions :

$$U_{PN} = U_{AB} + U_{BC}$$
$$E - r.I = E' + r'.I + R.I$$
$$I = \frac{E-E'}{R+r+r'} \quad (1)$$

La relation (1) exprime la loi de Pouillet, qui concerne les circuits électriques constitués uniquement des dipôles linéaires associés en série.

Généralisation

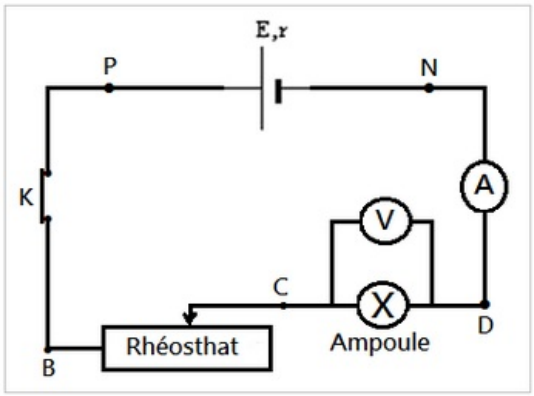
L'intensité du courant qui passe dans un circuit série comportant n générateurs, m récepteurs actifs et k conducteurs ohmiques est :

$$I = \frac{\sum E_i - \sum E'_i}{\sum r_i + \sum r'_i + \sum R_i}$$

IV- Exercices

4-1/ Exercice 1

On dispose d'une ampoule de lampe de poche, d'un générateur continu de f.é.m. $E = 6V$ et de résistance interne $r = 2,5\Omega$, d'un rhéostat dont la valeur de la résistance peut varier entre 0 et 120Ω, de deux multimètre et de fil de connexion. On a réalisé le montage suivant :



La tension aux bornes de l'ampèremètre est négligeable.

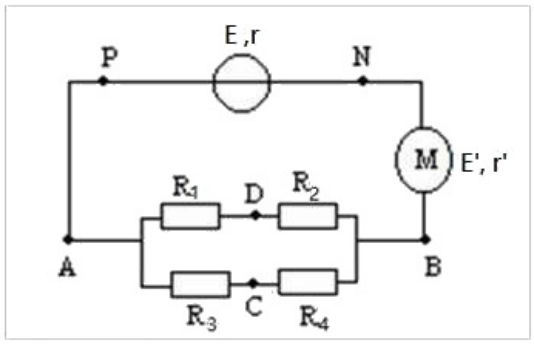
1. Comment peut-on varier l'intensité I du courant électrique dans ce circuit ?

Quand l'intensité I du courant électrique dans le circuit est égale à $0,3A$, la tension mesurée entre C et D est égale à $U_{CD} = 2,25V$.

2. Calculer la tension U_{PN} entre les bornes du générateur continu.
3. Quelle est la valeur de la résistance R du rhéostat (Déterminer d'abord la tension à ses bornes) ?

4-2/ Exercice 2

Soit le montage suivant :



On donne :

$$E = 15V\ ;\ r = 0\ ;\ E' = 5V\ ;\ r' = 1\Omega$$
$$R_1 = 10\Omega\ ;\ R_2 = 20\Omega\ ;\ R_3 = 33\Omega\ ;\ R_4 = 50\Omega$$

1. Calculer la résistance équivalente $R_{eq(AB)}$ à la portion AB. Représenter le circuit équivalent.
2. Calculer l'intensité traversant le générateur.
3. Déterminer l'intensité traversant R_1 (Calculer U_{AB}).
4. Déterminer U_{AC}.

4-3/ Exercice 3

Un circuit électrique comporte une pile, un rhéostat, un ampèremètre et un voltmètre.

Les mesures expérimentales ont donné les valeurs reportées dans le tableau suivant :

$U_{PN}\,(V)$	9,00	8,89	8,78	8,66	8,56	8,35	8,12
$I\,(A)$	0	0,10	0,20	0,30	0,40	0,60	0,80

1. Faire un schéma du montage électrique permettant d'étudier cette caractéristique.
2. Tracer la courbe $U_{PN} = f(I)$

Axe des abscisses : $0,1A \leftrightarrow 2cm$
Axe des ordonnées : $0,1V \leftrightarrow 1cm$ (commencer le graphe à $8V$)

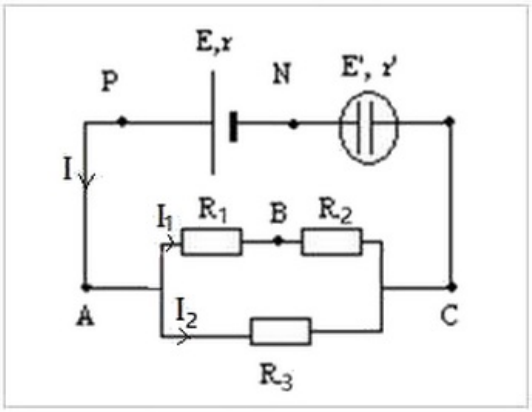
3. Déduire du graphe les valeurs de la force électromotrice et de la résistance interne de la pile.

On relie un générateur linéaire de force électromotrice $E = 9V$ et de résistance interne $r = 1,2\Omega$ à une portion de circuit comportant un électrolyseur de force contre électromotrice $E' = 4V$ et de résistance interne $r' = 2\Omega$ et un conducteur ohmique de résistance $R = 20\Omega$ associé en série.

4. Déterminer la valeur de l'intensité I du courant qui circule dans le circuit.
5. Calculer la tension U_{AB} aux bornes de l'électrolyseur et U_{PN} aux bornes de générateur.

4-4/ Exercice 4

Un générateur de force électromotrice $E = 12V$ et de résistance interne $r = 2,5\Omega$ est utilisé dans le circuit suivant :



L'électrolyseur à une force contre électromotrice $E' = 4V$ et une résistance interne $r' = 5\Omega$.

On donne : $R_1 = 100\Omega$; $R_2 = 220\Omega$; $R_3 = 680\Omega$

1. Calculer la résistance équivalente R_{eq} au dipôle AC.
2. Calculer l'intensité I du courant électrique. Justifier.
3. Calculer l'intensité I_1 et l'intensité I_2.