

GENERATEURS ET RECEPTEURS ELECTRIQUES

Classe concernée : 1^{ère} S

(Biblio : Livre de 1^{ère} S Hachette)

INTRODUCTION

Thomas Edison (1847-1931) a réalisé la première « ampoule » électrique constituée d'un filament de carbone enfermé dans une ampoule de verre contenant une atmosphère privée de dioxygène. Cet objet, tout simple, a révolutionné l'éclairage de nos lieux de vie, mais aussi des animaux domestiques et des plantes cultivées. Ce dispositif, aussi appelé récepteur électrique, nécessite pour fonctionner un apport énergétique de la part d'un générateur électrique.

Nous présenterons dans ce montage les caractéristiques tension-intensité d'un générateur (pile) et d'un récepteur (électrolyseur) électriques et mettre en évidence les bilans énergétiques correspondants au point de fonctionnement.

I. MISE EN EVIDENCE DU TRANSFERT D'ENERGIE

Réaliser le montage série avec suivant (un générateur de tension continue ; un moteur ; un électrolyseur avec 2 électrodes de graphite contenant une solution de bromure de cuivre ; une lampe) et mettre en évidence que l'énergie électrique apportée par le générateur est convertie :

- en transfert thermique et rayonnement dans la lampe
- en travail mécanique dans le moteur
- en énergie chimique dans l'électrolyseur

- Faire le lien avec la partie du programme de mécanique concernant la conservation de l'énergie mécanique, vue au chapitre précédent.

- Définition de la tension algébrique et de la puissance électrique fournie ou reçue : $P = U.I$ (vitesse de transfert énergétique : $P = We/\Delta t$)

- Aux bornes d'une résistance, $P = R.I^2$, puissance évacuée par effet Joule.

II. ETUDE D'UN GENERATEUR ELECTRIQUE : LA PILE

1. Caractéristique tension - intensité

Définition

Une pile est un dispositif qui transforme une énergie chimique en énergie électrique, transmise au reste du circuit. On la caractérise par l'évolution de sa tension en fonction de l'intensité qui la traverse.

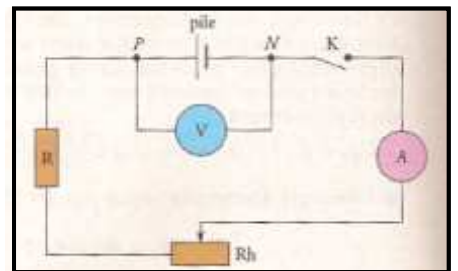
- une pile de 4,5 V
- une résistance R_p de protection (12 ohms ; 2 watts)
- un rhéostat R_h (0-100 watts ; 2 A_{max})

Les élèves ont vu en 3^{ème} la loi d'ohm. On peut exprimer $I = U/R$ aux bornes des résistances. On peut donc faire varier le courant dans le circuit électrique en jouant sur R_h .

- Remplir un tableau à 3 colonnes : R_h , I et U_{PN} .
- Tracer $U_{PN} = f(I)$ sur tableur ⁽¹⁾

On peut définir $P_{elec} = P_{chim} - P_{joule}$, avec $P_{elec} = U_{PN}.I$; $P_{chim} = E.I$; $P_{joule} = r.I^2$ (E : fem de la pile et r : résistance interne de la pile), soit $U_{PN} = E - r.I$

- Déterminer graphiquement E et r de la pile



Transition

Dans le circuit, les récepteurs sont purement ohmiques. Les élèves ont vu en 3^{ème} la caractéristique tension-intensité de ce genre de dipôle et peuvent définir alors un point de fonctionnement pour R_h fixé, pour lequel on peut établir un bilan énergétique.

2. Bilan énergétique

Protocole

- Se placer à un point de fonctionnement et on mesure avec le voltmètre les potentiels en différents points du circuit, en ayant au préalable défini un zéro (N).
- Dédire de I et U_{PN} P_{elec} et P_{joule} du générateur.
- Remplir un tableau où, pour chaque point, est noté le potentiel associé.

On remarque que les potentiels vont en décroissant de P vers N et que I circule des potentiels les plus hauts vers ceux les plus bas (*cours*). Remarquer qu'il n'y a pas de ddp aux bornes d'un fil donc que la puissance est nulle.

- Déterminer les tensions aux bornes des dipôles R_h , A et R_p et appliquer l'expression de la puissance à chacun.
- Sommer ces puissances et observer que $P_{Rh} + P_{Rp} + P_A = P_{elec}$.
- Soit $U_{Rh} + U_{Rp} + U_A = U_{PN}$ ou $(R_h + R_p + R_A) \cdot I = U_{PN}$

R : On retrouve, via la **conservation d'énergie électrique**, la loi d'**additivité des tensions** et de la **résistance équivalente**.

⇒ On peut ainsi déterminer R_A , la résistance de l'ampèremètre.

Transition

Paul Héroult (1868-1914), ingénieur métallurgiste français, déposa, le 23 avril 1896, un brevet, sous le titre Procédé électrolytique pour la préparation de l'aluminium. Sa mise en œuvre nécessite un apport important en énergie électrique bien qu'elle n'utilise pas que des récepteurs purement ohmiques.

III. ETUDE D'UN RECEPTEUR ELECTRIQUE : L'ELECTROLYSEUR

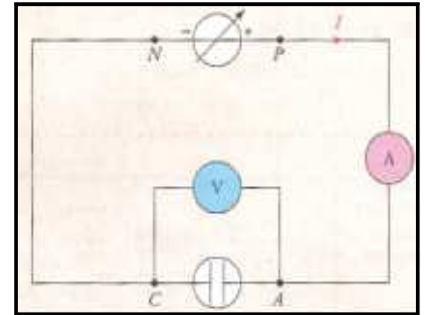
1. Caractéristique tension - intensité

Définition

Un électrolyseur est un récepteur qui reçoit une énergie électrique d'un générateur et qui la transforme en énergie chimique et en transfert thermique (effet joule). On le caractérise également par l'évolution de sa tension en fonction de l'intensité qui le traverse.

Matériel

- un générateur de tension (6 V ; 30W_{max})
- un rhéostat R_h (0-100 watts ; 2 A_{max})
- un électrolyseur à électrodes de graphite rempli d'une solution de bromure de cuivre)
- Faire varier I avec le rhéostat et noter I et U_{AC} .
- **Tracer $U_{AC} = f(I)$ sur tableur** ⁽¹⁾



On peut définir aux bornes de l'électrolyseur $P_{elec} = P_{chim} + P_{joule}$, avec $P_{elec} = U_{AC} \cdot I$; $P_{chim} = E' \cdot I$; $P_{joule} = r' \cdot I^2$ (E' : fem de l'électrolyseur et r' : résistance interne de l'électrolyseur), soit $U_{AC} = E' + r' \cdot I$

- **Déterminer** graphiquement E' et r' de l'électrolyseur

2. Bilan énergétique

Protocole

- Se placer à un point de fonctionnement et on mesure avec le voltmètre les tensions aux bornes d'électrolyseur, de l'ampèremètre et du générateur.
- Dédire de I et U_{AC} P_{elec} et P_{joule} de l'électrolyseur.
- Faire de même pour le générateur et l'ampèremètre.
- Sommer ces puissances et observer que $P_{AC} + P_A = P_{PN}$. Et exprimer : $E' + r' \cdot I + R_A \cdot I = U_{PN}$ et donc $R_A = (U_{PN} - E')/I - r'$

⇒ On peut aussi retrouver R_A , la résistance de l'ampèremètre.

CONCLUSION

Les générateurs transmettent de l'énergie aux récepteurs d'un circuit électrique. Selon l'application que l'on souhaite développer, l'effet Joule sera favorisé (chauffage) ou réduit (moteur). Dans tous les cas, les générateurs et les récepteurs ohmiques ne pourront délivrer ou accepter une puissance supérieure à celle, maximale, donnée par le constructeur. Au-delà, comme $P_{max} = r \cdot I_{max}^2 = U_{max}^2 / r$, le courant circulant dans le dipôle ou la tension à ses bornes est si grand(e) qu'il le (la) dégrade. D'où l'intérêt d'utiliser pour les chauffages de grosses résistances pour lesquelles une plus importante énergie peut être dissipée par effet Joule.