

Étude énergétique d'un générateur

J.Clément – Lycée Louis Armand – Eaubonne – <http://labotp.org>

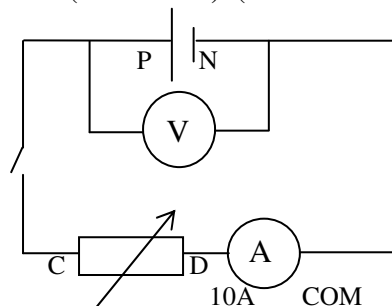
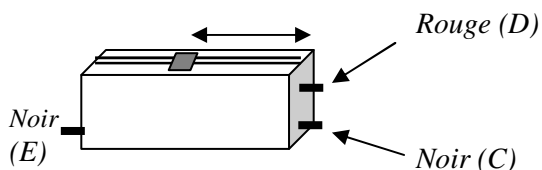
I. Caractéristiques de générateurs:

La caractéristique d'un générateur est la courbe $U_{PN} = f(I)$; U_{PN} étant la tension disponible aux bornes du générateur et I l'intensité du courant qu'il fournit au circuit.

1) Cas d'un générateur électrochimique: la pile plate

Un générateur électrochimique contient des espèces chimiques qui peuvent réagir suivant des réactions d'oxydoréduction qui créent une circulation d'électrons dans le circuit (le courant !). (Alessandro Volta 1800)

➤ Schéma du montage:



1.1. Compléter ce schéma en indiquant:

- le sens du courant
- les flèches tension U_{PN} et U_{CD}

Rappels du TP précédent: La tension aux bornes d'un fil de connexion est nulle, la tension aux bornes d'un ampèremètre est nulle et la tension aux bornes d'un interrupteur fermé (=fil de connexion) est également nulle.

1.2. En utilisant la loi d'additivité des tensions, montrer rapidement que $U_{PN} = U_{CD}$

➤ Mesures:

On ouvrira l'interrupteur entre chaque mesure pour ne pas user trop rapidement la pile.

Déplacer le curseur pour faire varier l'intensité du courant dans le circuit.

Ne pas dépasser $I = 2A$, effectuer la lecture sur les multimètres le plus rapidement possible.

U_{PN} (en V)									
I (en A)	0								

➤ Exploitation:

Entrer ces valeurs dans Regressi (I sera la première variable expérimentale, U_{PN} la seconde)

1.3. Modéliser, noter l'équation obtenue avec les valeurs.

L'expression littérale de la tension aux bornes d'un générateur électrochimique est:

$U_{PN} = E - r \cdot I$ où E est la tension aux bornes de la pile lorsqu'elle ne débite pas de courant ($I=0$).

E est appelée la force électromotrice (f.é.m) de la pile, elle s'exprime en volts.

et r est la résistance interne de la pile (en Ω).

1.4. Par analogie entre l'expression obtenue par modélisation et l'expression théorique, indiquer la valeur de la force électromotrice E de la pile (en V), et la valeur de sa résistance interne r (en Ω).

2) Cas d'une alimentation stabilisée

Une alimentation stabilisée est branchée sur la tension du secteur, ce qui lui permet de faire circuler des électrons dans le circuit.

➤ **Montage:** Remplacer simplement la pile par l'alimentation stabilisée (symbole:)

➤ Mesures:

U_{PN} (en V)	6								
I (en A)									ne pas dépasser 1A

➤ **Exploitation** (sans ordinateur...): Donner l'expression littérale de la droite modélisant le comportement de cette alimentation stabilisée.

II. Bilan énergétique d'un générateur électrochimique (pile):


On raisonnera en terme de puissance P plutôt qu'en terme d'énergie W_{el} pour simplifier les expressions.

Rappeler la relation entre puissance et énergie? A quelle condition a-t-on $P = W_{el}$?

1) Calcul de la valeur de la résistance du rhéostat:

En déplaçant le curseur, on a fait varier la résistance R du rhéostat.

Donner l'expression de R en fonction de U_{CD} et I . En déduire l'expression de R en fonction de U_{PN} et I .

A l'aide de Regressi, créer une nouvelle grandeur **calculée**  nommée R , indiquer son expression.

Pour obtenir le symbole Ω appuyer simultanément sur **CTRL** et majuscule puis sur **W**.

2) Puissance disponible aux bornes du générateur: P_{dispo}

Le rhéostat (résistance variable) est le seul dipôle qui reçoit de l'énergie de la part du générateur.

Exprimer la puissance disponible aux bornes du générateur P_{dispo} en fonction:

- de U_{PN} et I
- de U_{CD} et I
- de R et I

Choisir une de ces expressions pour faire calculer (via nouvelle grandeur calculée) la puissance disponible aux bornes du générateur.

3) Puissance dissipée par effet Joule dans le générateur: P_{dissip}

Le générateur électrochimique possède une résistance interne r , il est donc le siège de l'effet Joule.

Donner l'expression littérale de la puissance dissipée par effet Joule dans le générateur.

En utilisant la modélisation du I.1.4), entrer l'expression semi-littérale de P_{dissip} dans Regressi afin de la calculer.

4) Puissance nécessaire au fonctionnement du générateur: P_{necess}

Exprimer la puissance nécessaire au fonctionnement du générateur P_{necess} en fonction de la puissance disponible aux bornes du générateur P_{dispo} et de la puissance dissipée par effet Joule dans le générateur P_{dissip} .

Faire calculer à Regressi P_{necess} .

Obtenir sur un même graphe $P_{dispo} = f(I)$, $P_{dissip} = g(I)$ et $P_{necess} = h(I)$

Commenter chaque courbe très simplement. Pour quelle valeur de I , P_{dissip} devient supérieure à P_{dispo} ?

En utilisant la valeur de E force électromotrice de la pile, trouvée dans la modélisation du I.1), faire calculer à Regressi la valeur $E.I.$ (on la nommera EI , quelle est son unité?).

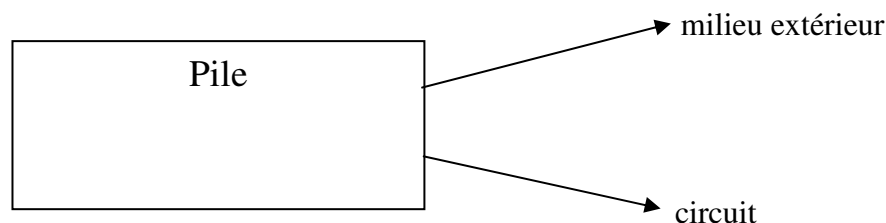
Sur le graphe précédent ajouter $EI = k(I)$.

Que remarque-t-on?

En déduire l'expression littérale de la puissance nécessaire au fonctionnement d'un générateur électrochimique.

5) Schéma récapitulatif:

Compléter le schéma suivant en plaçant les différentes puissances évoquées précédemment (avec leurs expressions littérales).



6) Rendement énergétique de la pile:

Ouvrir le fichier Excel: Bilan puissance pile.xls

Compléter les deux tableaux en prenant les valeurs dans Regressi:

- pour le premier tableau on prendra les valeurs correspondant à une intensité faible dans le circuit,
- pour le deuxième tableau, on prendra les valeurs correspondant à une intensité élevée.

Calculer le rendement énergétique de la pile dans les deux cas. (rendement = puissance utile / puissance dépensée). Commenter.