

TRACÉ ET MODÉLISATION DE CARACTÉRISTIQUES - TP1

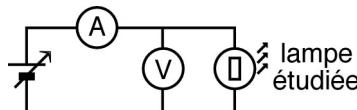
1. Caractéristique d'une lampe à incandescence

- Tout dipôle électrocinétique est caractérisé par une relation entre le courant I qui le traverse et la tension U entre ses bornes ; cette relation peut être exprimée sous forme d'équation ou sous forme graphique.
- Le but de ce TP n'est pas l'étude de la lampe à incandescence pour elle-même (seuls les dipôles linéaires seront étudiés en détail), mais en tant qu'exemple pour s'entraîner à manipuler et modéliser.

2. Mesure de la courbe "caractéristique"

2.1. Tracé point par point

- Avec un générateur de tension réglable, appliquer une tension U au dipôle et mesurer le courant I qui le traverse ; tracer ainsi la caractéristique "statique" $U = U(I)$.



◊ remarque : pour les lampes à incandescence "simples" (≈ 5 V pour une "lampe de poche"), la sortie tension continue d'un générateur BF suffit (10 V ; 200 mA) ; c'est insuffisant pour une lampe plus puissante (≈ 12 V).

⚠️ remarque : attention à ne pas dépasser les **limites de fonctionnement** de la lampe étudiée (certains modèles supportent ≈ 12 V et 300 mA ; d'autres sont limités vers ≈ 5 V et 100 mA) !

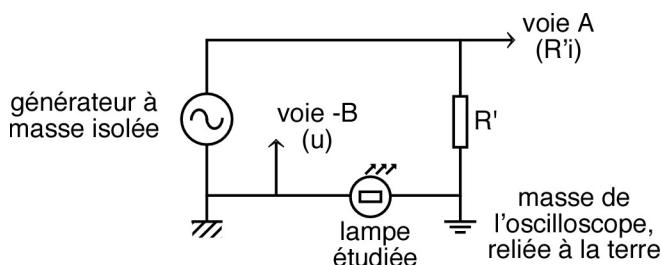
◊ remarque : pour les faibles courants, la lampe "ne brille pas" (elle brille moins que la lumière du jour, ou bien elle brille dans l'infrarouge) : elle n'est alors pas dans ses conditions "normales" d'utilisation, mais il faut tout de même effectuer les mesures ; il est d'ailleurs prudent de noter à partir de quelles conditions on voit briller la lampe car cela peut être utile dans l'interprétation finale.

2.2. Tracé "automatique" à l'oscilloscope (ou à l'ordinateur)

- Le tracé de la caractéristique $u = u(i)$ consiste à visualiser (en mode XY) : en ordonnée (voie B) la tension $u(t)$ et en abscisse (voie A) une tension $u'(t) = R'i(t)$ (proportionnelle à i) avec une résistance annexe R' .

Observer, à l'aide du montage ci-après, les caractéristiques de la lampe à incandescence déjà étudiée.

- L'oscilloscope ayant une borne de masse commune à ses deux voies, il faut faire attention à la compatibilité avec la masse du générateur. Si la masse du générateur n'est pas reliée à la terre (on peut au besoin l'isoler, avec un raccord sans prise de terre, ou avec un transformateur d'isolement), alors on peut réaliser le montage suivant, en retournant le sens de la voie B (bouton -B).



⚠️ remarque : choisir la résistance R' pour tracer presque jusqu'à la limite de fonctionnement de u et i (mais sans dépasser !).

3. Modélisations “statique” et “dynamique”

- Compte tenu du fonctionnement en alternatif, ce montage ne fonctionne toutefois pas exactement comme en continu :
 - ◊ pour une lampe à incandescence soumise à une tension continue donnée, le courant dépend de la résistance, qui dépend elle-même de la température ; or, en continu, la température s'équilibre à une valeur qui dépend de I et on observe $U(I)$ pour $T = T(I)$;
 - ◊ pour une lampe à incandescence soumise à une tension alternative d'amplitude donnée, la température s'équilibre à une valeur moyenne (dépendant de l'amplitude) et on observe $u(i)$ pour $T = T_{moy}$.
- Observer à l'oscilloscope les caractéristiques “dynamiques” d'une lampe à incandescence pour différentes valeurs de U_{max} (tension aux bornes du dipôle).

Remarquer que ces caractéristiques sont des droites passant par l'origine, ce qui permet de définir la résistance $R(T) = \frac{u}{i}$ selon la loi d'Ohm ; noter les résistances correspondantes (établir un tableau de mesures de R en fonction de $I_{eff} = \frac{I_{max}}{\sqrt{2}}$).

- La température moyenne dépend de la puissance moyenne, qui dépend de I_{eff} ; vérifier que la résistance augmente avec la température moyenne (qui augmente avec I_{eff}) et interpréter les résultats des mesures.
 - ◊ remarque : pour les faibles puissances ($U \leq 1$ V) on peut faire l'hypothèse que $U = R(T) I$ avec une variation affine $R(T) \approx R_0 \cdot [1 + \alpha \cdot (T - T_0)]$ où T_0 est la température ambiante, où $R_0 = R(T_0)$ et où α est une constante décrivant (en première approximation) l'augmentation de R en fonction de T ; on peut en outre faire l'hypothèse que $T \approx T_0 \cdot (1 + \beta I)$ où β est une constante décrivant (en première approximation) l'augmentation de T en fonction de I ; ceci donne : $R(I) \approx R_0 \cdot [1 + \alpha\beta T_0 I]$ et $U(I) \approx R_0 I \cdot [1 + \alpha\beta T_0 I]$.
- Reprendre les résultats de mesure obtenus en régime continu et vérifier que (bien que la caractéristique statique ne soit pas une droite) la quantité $R = \frac{U}{I}$ représentée en fonction de I est compatible avec les résultats de mesure en régime sinusoïdal pour $R = \frac{U_m}{I_m} = \frac{U_{eff}}{I_{eff}}$ représentée en fonction de I_{eff} .
 - ◊ remarque : la valeur efficace est la valeur qui, en régime continu, donnerait le même effet que l'effet moyen du régime variable étudié.

4. Approfondissement

- Si on mesure avec précision, on peut remarquer que $R(I)$ n'est pas exactement affine et essayer d'étudier $R(P)$ en fonction de la variable $P = U I = R I^2$.
- À quelles courbes correspond l'hypothèse $R(T) \approx R_0 \cdot [1 + \alpha \cdot (T - T_0)]$ mais avec $T \approx T_0 \cdot (1 + \lambda P)$?
- Peut-on interpréter la différence de fonctionnement à faible puissance et à forte puissance ?

TRACÉ ET MODÉLISATION DE CARACTÉRISTIQUES - TP1

Matériel

Pour chaque groupe (5 groupes)

1 oscilloscope
2 adaptateurs BNC
1 générateur BF
12 fils (des longs et des courts)
2 câbles coaxiaux (BNC d'un seul côté)
2 câbles coaxiaux (BNC des deux côtés)
1 raccord BNC en "T"
2 contrôleurs électroniques
2 boîtes de résistors $\times 1 \Omega$ à $\times 1000 \Omega$
1 lampe à incandescence
1 raccord à masse isolée et un transformateur d'isolement
1 plaque de montage

Au bureau

divers résistors $\approx 100 \Omega$ à $100 \text{ k}\Omega$