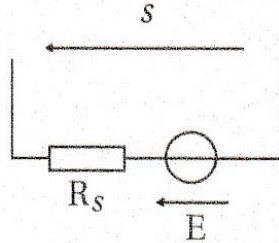
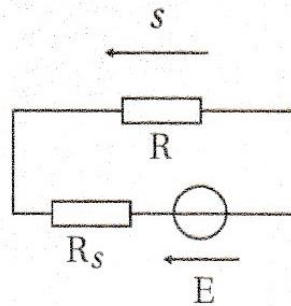


**Problème 1 : Résistances d'entrée et de sortie, influence sur les mesures...**

1) On branche un générateur de Thévenin de force électromotrice  $E$  et de résistance de sortie  $R_s = 50 \, \Omega$  et on mesure la tension  $s$  en sortie du générateur à vide (en circuit ouvert). Quelle valeur obtient-on ?

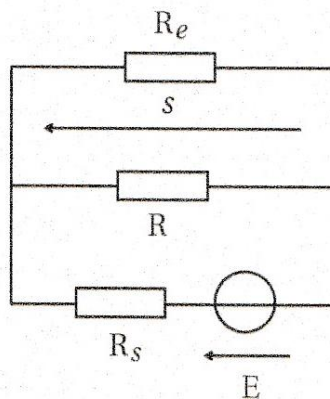


2) On branche alors en série avec le générateur une résistance  $R$  et on mesure toujours la tension  $s$  de sortie. Déterminer  $s$  en fonction de  $E$  pour  $R = 50 \, \Omega$  puis  $R = 5,0 \, k\Omega$ . Commenter. En déduire une méthode expérimentale pour mesurer la résistance de sortie d'un générateur réel.

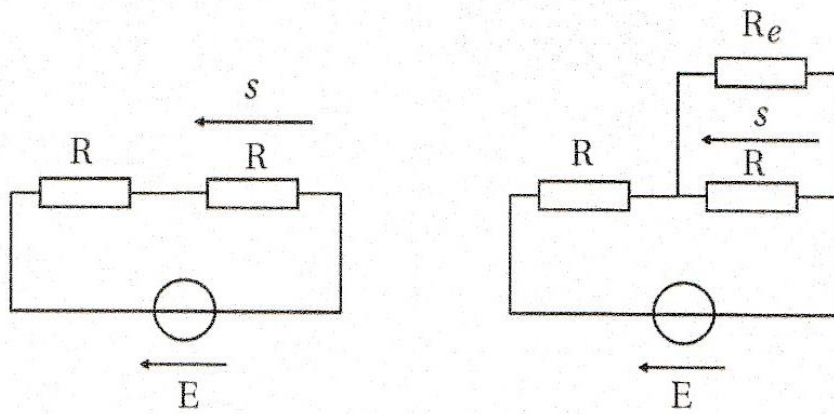


3) Afin d'assimiler le générateur à un générateur idéal (sans résistance de sortie), quelles valeurs de résistances doit-on utiliser dans le circuit ? Pour quelle plage de résistances  $R$  mesure-t-on bien  $E$  à 5,0 % près ?

4) En fait, la mesure de la tension se fait à l'aide d'un appareil de mesure (voltmètre, oscilloscope....) branché en parallèle de la résistance  $R$  et possédant lui-même une résistance d'entrée  $R_e = 1,0 \, M\Omega$  de sorte que le schéma équivalent au circuit total avec appareil de mesure est celui représenté ci-dessous. Exprimer la tension  $s$  mesurée en fonction des données. La résistance d'entrée de l'appareil de mesure influe-t-elle ici aussi sur la mesure dans les deux cas envisagés ? Justifier.



5) On considère désormais le montage constitué par deux résistances  $R = 1,0 \, M\Omega$  branchées en série avec le générateur. Au vu de la valeur des résistances du circuit, on peut négliger la résistance de sortie du générateur. On mesure la tension aux bornes de la première résistance selon le montage suivant :



Sans appareil de mesure introduit dans le circuit (schéma de gauche), quelle serait la tension  $s$  aux bornes de la résistances ? Que devient-elle quand on branche l'appareil de mesure (schéma de droite) ? Dans le cas général, pour quelles valeurs de résistances  $R$  peut-on négliger l'influence du branchement de l'appareil de mesure ?

6) A l'aide de ces observations, avec quelles valeurs de résistances doit-on travailler en travaux pratiques pour ne pas être gêné par l'influence de  $R_s$  et de  $R_e$  ?

7) Les varistances sont des composants utilisés pour protéger les circuits et réseaux de distribution d'éventuelles surtensions. En effet, la varistance se comporte comme un conducteur ohmique dont la résistance varie avec la tension  $U$ . On relève les couples  $(U, I)$  d'une varistance en convention récepteur. Ces valeurs sont données dans le tableau ci-dessous :

$U(V)$	0,00	0,76	1,20	1,74	2,11	2,52	3,00	3,46	4,10
$I(mA)$	0,00	1,53	2,80	4,87	6,68	9,02	12,3	16,2	22,2

$U(V)$	4,47	5,07	5,54	6,00	6,45	7,00	7,40
$I(mA)$	27,2	36,2	44,4	53,5	66,2	83,4	98,3

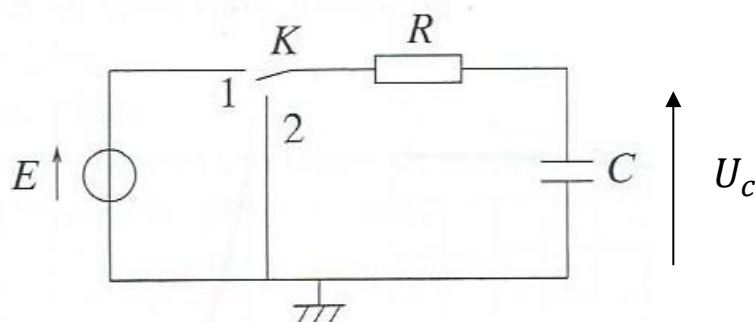
-a- Tracer la caractéristique courant-tension  $I = f(U)$  de la varistance. Est-ce un composant linéaire ? Comment varie sa résistance  $R$  avec la tension à ses bornes ?

-b- On branche la varistance aux bornes du générateur de Thévenin de force électromotrice  $E = 5,00 V$  et de résistance de sortie  $R_s = 50 \Omega$ . Déterminer le point de fonctionnement du montage. Comment évolue ce point de fonctionnement avec  $E$  ?

## Problème 2 : Etude de circuits RC

### A : Etude expérimentale d'un circuit RC

On considère le circuit suivant comprenant une résistance de valeur  $R$ , un condensateur de capacité  $C$  et une alimentation stabilisée de tension à vide  $E$  :



- 1) A l'instant  $t' = 0$ , on place l'interrupteur  $K$  en position 1, le condensateur est déchargé. Décrire qualitativement ce qui se passe (aucun calcul n'est demandé ici).
- 2) On suppose que le régime permanent a été atteint. On place l'interrupteur  $K$  en position 2 à  $t = 0$ . Etablissez l'équation différentielle vérifiée par  $U_C(t)$ . En tenant compte des conditions initiales, déterminez  $U_C(t)$  puis représentez ses variations aux cours du temps.
- 3) Quelle est la nature de la courbe représentant  $\ln\left(\frac{E}{U_C}\right)$  en fonction du temps ?
- 4) On réalise l'expérience avec les valeurs  $R = 10\text{ M}\Omega$ ,  $C = 10\text{ }\mu\text{F}$  et  $E = 10\text{ V}$ . On branche un voltmètre numérique (calibre  $20\text{ V}$ ) aux bornes du condensateur et on étudie la décharge du condensateur à partir de la date  $t = 0$  où on place l'interrupteur en position 2. On relève les valeurs suivantes :

$t(\text{s})$	5	10	15	20	30	45	60	90	120	150
$U_C(\text{V})$	9,05	8,19	7,41	6,70	5,49	4,07	3,01	1,65	0,91	0,50

Représentez la courbe  $\ln\left(\frac{E}{U_C}\right)$  en fonction du temps. Déterminez la constante de temps du circuit.

L'expérience est-elle en accord avec la théorie ?

5) Si oui, justifier. Si non, pour quel composant a-t-on utilisé un modèle inadapté aux caractéristiques du circuit ? On indiquera alors quel serait le modèle adapté et les valeurs des caractéristiques de ce dernier compte tenu des données expérimentales.

6) Quelle aurait été la condition à vérifier pour avoir accord parfait entre théorie et expérience ?

7) On souhaite visualiser sur un oscilloscope en mode DC les courbes théoriques de charge et de décharge du condensateur. On choisit comme valeurs  $R = 10\text{ k}\Omega$  et  $C = 10\text{ nF}$ . L'alimentation stabilisée est remplacée par un générateur basse fréquence (GBF) et on place l'oscilloscope aux bornes du condensateur. Rappeler le modèle électrique du GBF et donner les valeurs des éléments du modèle.

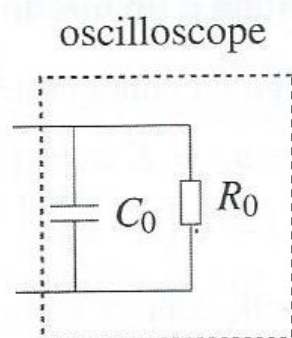
8) On admettra qu'en mode DC l'entrée de l'oscilloscope est équivalente à l'association d'un condensateur de capacité  $C_0$  et d'un conducteur ohmique de résistance  $R_0$  en dérivation (cf schéma ci-contre) :

Dessiner le schéma électrique équivalent au circuit en tenant compte des paramètres du GBF et de l'oscilloscope.

9) Qualitativement, justifier quelle valeur doit avoir  $C_0$  (grande ou petite devant  $C$ ) et  $R_0$  (grande ou petite devant  $R$ ) pour ne pas perturber le circuit ? En déduire la justification du choix des valeurs employées pour  $R$  et  $C$ .

10) Quelle forme de signal doit-on choisir à la sortie du GBF pour observer sur l'oscilloscope une succession de charges et de décharges du condensateur ?

11) Comment doit-on choisir la fréquence de ce signal pour observer pratiquement toute la charge puis la décharge du condensateur ? Dans ce cas, représenter l'allure du signal obtenu.



## B : Charge ou décharge d'un condensateur...?

On reprend le circuit précédent en ajoutant un conducteur ohmique de résistance  $\frac{R}{2}$  en dérivation avec le condensateur selon le schéma ci-dessous. Nous noterons  $i$ , l'intensité dans le résistor de résistance  $R$ ,  $i_1$  l'intensité dans le condensateur de capacité  $C$ ,  $i_2$  l'intensité dans le résistor de résistance  $R/2$  et  $u(t)$  la tension aux bornes du condensateur.

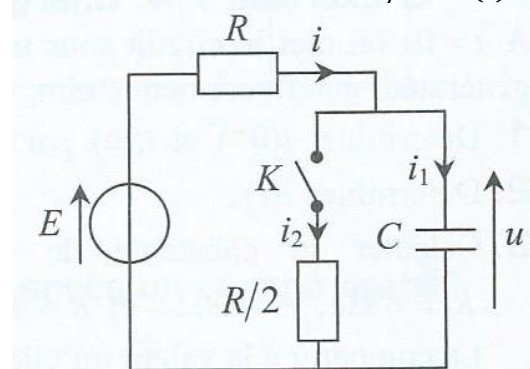
L'interrupteur  $K$  est ouvert depuis très longtemps et on suppose que le régime permanent est établi.

A l'instant  $t = 0$ , pris pour origine des temps, nous fermons l'interrupteur  $K$ .

1) Préciser  $i$ ,  $i_1$ ,  $i_2$  et  $u$  à l'instant  $t = 0^-$ , juste avant la fermeture de l'interrupteur.

2) En déduire  $i$ ,  $i_1$ ,  $i_2$  et  $u$  à l'instant  $t = 0^+$ , juste après la fermeture de l'interrupteur.

3) Que deviennent ces grandeurs quand  $t$  tend vers l'infini ?



4) Montrer que l'équation différentielle en  $u(t)$  après fermeture de l'interrupteur peut se mettre sous la forme :

$$\frac{du}{dt} + \frac{u}{\tau} = \frac{E}{3 \cdot \tau}$$

On précisera la valeur de la constante  $\tau$  en fonction de  $R$  et  $C$ .

5) Déterminer complètement  $u(t)$  en résolvant l'équation différentielle. Tracer l'allure de  $u(t)$ .

6) En déduire  $i(t)$ .

7) Déterminer la variation d'énergie stockée dans le condensateur en fonction de  $C$  et  $E$ . Commenter son signe.

8) On donne le graphe de l'intensité  $i(t)$  (en  $A$ ) ou de la tension  $u(t)$  (en  $V$ ) en fonction du temps  $t$  (en  $s$ ). De quelle grandeur s'agit-il ? Déterminer graphiquement  $\tau$  et en déduire les valeurs de  $R$  et de  $C$  prises dans le circuit sachant que  $E = 5,0 \text{ V}$ .

