

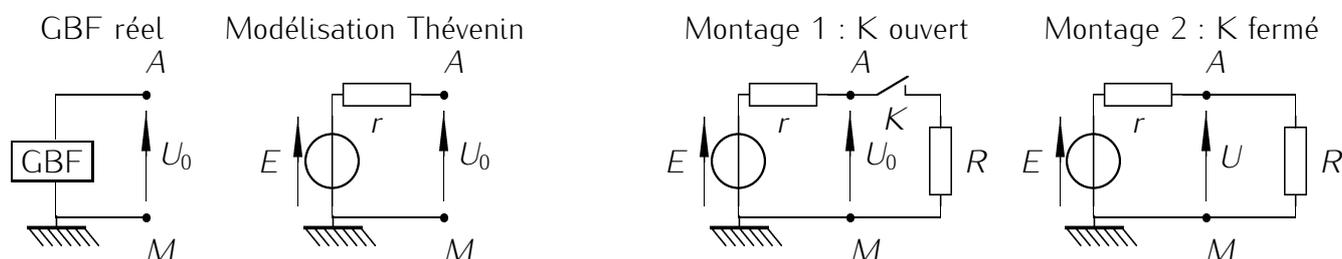
TP – circuit RC

PCSI 2023 – 2024

I Mesure de résistances interne

1. Résistance interne ou impédance de sortie

Le GBF est un générateur linéaire, qu'on peut modéliser par un générateur de Thévenin représenté ci-dessous à gauche.



► Réaliser le montage 1 ci-dessus à droite avec R une boîte à décade, un interrupteur (ou un simple fil qu'on branche ou débranche) et le GBF qui délivrera une tension continue de valeur $U_0 = 2,0 \text{ V}$: on utilisera le voltmètre numérique pour effectuer ce réglage.

1. Quelle est la relation liant U_0 à E ?

► Fermer K (montage 2 ci-dessus) et chercher par tâtonnement la valeur de R telle que $U \simeq \frac{U_0}{2}$.

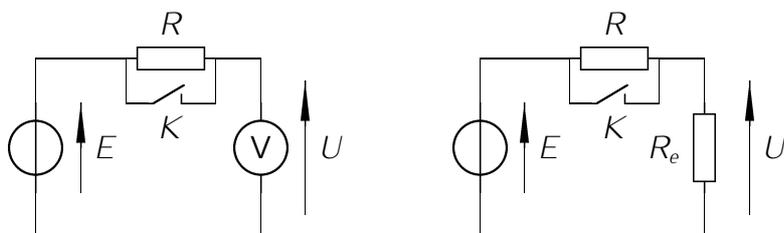
2. Quel est le lien entre U et E ? En déduire la valeur de r .

2. Résistance d'entrée d'un voltmètre

La borne d'entrée d'un voltmètre peut être modélisé par une résistance R_e . L'objectif est de mesurer cette résistance R_e .

Le montage représenté ci-contre permet de mesurer R_e .

► Réaliser le montage représenté ci-contre où E est l'alimentation stabilisée réglée à $5,0 \text{ V}$ et 100 mA maxi pour protéger la boîte à décades R .



Sur la figure de droite, le voltmètre est modélisé par sa résistance interne (on rappelle qu'en régime permanent le condensateur se comporte comme un interrupteur ouvert).

L'interrupteur K est tout d'abord fermé.

3. Quelle est la valeur de la tension affichée par le voltmètre $U = U_0$, qu'il soit idéal ou pas ?

4. On ouvre ensuite K . Quelle est la valeur indiquée si le voltmètre est idéal ?
5. Et si le voltmètre est équivalent à un résistor de résistance R_e ?
Exprimer alors U en fonction de U_0 , R et R_e .



6. Pour quelle valeur de R a-t-on : $U = \frac{U_0}{2}$?

- ▶ K étant fermé, mesurer $U = U_0 = E$
- ▶ Ouvrir K et en déduire par modification de R la valeur de R_e .

Conclusion : on retiendra que la résistance interne d'un voltmètre est de 10 à 100 M Ω .

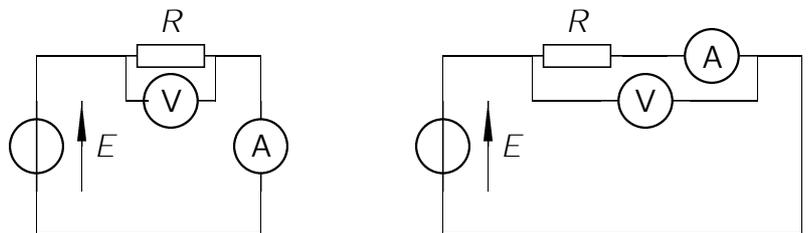
Remarques :

- Lors d'une mesure, l'erreur commise du fait de la résistance interne peut être corrigée : il suffit de la connaître et d'en tenir compte dans les calculs : c'est une erreur systématique.
- On peut aussi utiliser cette méthode pour mesurer la résistance d'entrée d'un voltmètre.

3. Mesures de résistances

Pour mesurer la résistance R d'un résistor, on cherche à mesurer simultanément la tension u à ses bornes et l'intensité i du courant le parcourant. À l'aide de la loi d'ohm on en déduit $R = u/i$. Une alimentation stabilisée fournit la tension (tension à vide $E \simeq 4V$ - courant de court circuit à 0,08 A). On utilisera une résistance de 500 Ω .

Les circuits ci-contre sont envisagés pour mesurer u et i : Celui de gauche est appelé montage « courte dérivation », celui de droite « montage longue dérivation ».



- ▶ Réaliser le montage courte dérivation.
- ▶ Relever les valeurs mesurées par le voltmètre et par l'ampèremètre. En précisant :
 - Le calibre choisi.
 - La précision de la mesure donnée dans les notices.
 - L'incertitude-type sur la mesure.
 - La valeur de $\frac{u}{i}$ avec son incertitude-type. On rappelle que $\left(\frac{u(R)}{R}\right)^2 = \left(\frac{u(u)}{u}\right)^2 + \left(\frac{u(i)}{i}\right)^2$.
 - Le constructeur de la résistance précise que sa valeur est 500 $\Omega \pm 5$ (présence de la bague dorée).
Calculer l'écart-normalisé entre la valeur mesurée et la valeur fournie par le constructeur.



- ▶ Reprendre le même protocole pour le montage longue dérivation.

7. Vos deux mesures sont-elles en accord entre elles ?
8. Pour chaque montage, préciser si les voltmètres et ampèremètres mesurent effectivement u et i .
9. Pour chaque montage, donner l'expression du rapport $\frac{u}{i}$ en fonction de R et éventuellement de R_v et R_a les résistances internes du voltmètre et de l'ampèremètre.
10. À quelle catégorie de résistances chaque méthode de mesure sera-t-elle adaptée.

II Circuit RC

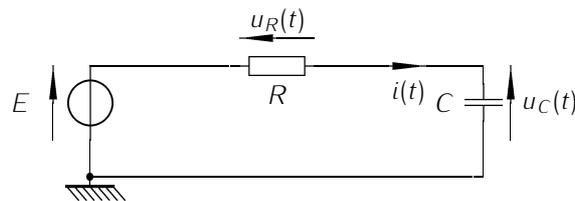
But et matériel : vous disposez d'un condensateur de capacité inconnue que l'on souhaite mesurer. Pour cela, vous avez à votre disposition : une boîte à décades de résistances, un GBF, un oscilloscope et un ordinateur.

Réponse à un échelon de tension : Pour observer simplement le régime transitoire d'un circuit RC, on va le soumettre à un échelon de tension entre 0 et 5V à l'aide d'un signal délivré par un GBF.



► Brancher le GBF sur l'oscilloscope et réglez-le pour qu'il délivre une tension créneau, comprise entre 0 et 5V, de fréquence 100 Hz.

On va étudier l'évolution temporelle de la tension aux bornes du condensateur au cours du régime transitoire. Pour cela, vous réaliserez le montage suivant :



11. Reproduire le schéma en précisant les points de branchements de l'oscilloscope. On placera la tension du GBF sur la voie 1 et la tension aux bornes du condensateur sur la voie 2 de l'oscilloscope.

► Réaliser le montage en prenant $R = 10 \text{ k}\Omega$

► Modifier éventuellement la fréquence du GBF de manière à observer la charge et la décharge en entier.

► Faites varier R , comment varie le temps caractéristique du circuit ?

► En prenant $R = 100 \Omega$, le GBF délivre-t-il toujours un beau signal créneau ?

12. Expliquez en tenant compte de la résistance interne du GBF.

Mesure du temps caractéristique par la méthode des 5 carreaux : Régler R et f de manière à observer *correctement* le régime transitoire.

► Faites les réglages nécessaires (sur l'oscilloscope et/ou le GBF) pour que la réponse du circuit s'étale **verticalement** sur 8 carreaux à l'écran de l'oscilloscope.

► À $t = \tau$ la tension du condensateur vaut 63% de la valeur finale : cela correspond à 5 carreaux. Mesurez par cette méthode le temps caractéristique du montage. Estimez grossièrement l'incertitude de mesure.



Courant dans le circuit ► Modifiez le montage pour observer la tension aux bornes de la résistance.

► Cette tension est proportionnelle à $i(t)$. Réglez la tension du GBF entre 0 et 5 V et choisissez $R = 10 \text{ k}\Omega$. Que vaut l'intensité maximale dans le circuit ?



Mesure de l'épaisseur d'une feuille de papier :

On lit sur Wikipédia la définition suivante pour un condensateur : Un condensateur est un composant électronique ou électrique élémentaire, constitué de deux armatures conductrices (appelées « électrodes ») en influence totale et séparées par un isolant polarisable (ou « diélectrique »). Sa propriété principale est de pouvoir stocker des charges électriques opposées sur ses armatures.

Un peu plus loin dans la page web, on trouve la relation entre la capacité d'un condensateur C , la surface en regard S des plaques, e la distance entre les plaques, la constante diélectrique ϵ du diélectrique :

$$C = \frac{\epsilon S}{e}$$

Remarque fondamentale : si les deux armatures n'ont pas la même surface, la formule ci-dessus reste valide mais la surface S à considérer est celle de l'armature la plus petite. ϵ s'exprime comme le produit de la constante diélectrique ϵ_0 par la permittivité relative du diélectrique ϵ_r avec

$$\epsilon_0 = 8,85418782 \cdot 10^{-12} \text{ F.m}^{-1}$$

On donne le tableau suivant pour les ϵ_r :

air	1	paraffine	2,2	Porcelaine	5 - 6
bakélite	5	PVC	5	Polystyrène	2,4
caoutchouc	4	plexiglas	3,3	Polypropylène	2,2
papier	2	polyester	3,3	Teflon	2,1
carton	4	polyéthylène	2,25	Verre	5 - 7

Défis : Mesurer l'épaisseur d'une feuille de papier par une méthode électrique.