

Résistances et loi de comportement

- ◇ GBF, oscilloscope, fils.
- ◇ Résistances type boîtes à décades, galvanomètre.
- ◇ Résistances inconnues.

- Lavez-vous les mains au gel hydro-alcoolique avant de manipuler le matériel.
- Remettre en l'état avant de quitter la salle (éteindre les appareils, débrancher les fils et les remettre aux bons emplacements, remettre les résistances dans les tiroirs).

Notions et contenus

Résistance de sortie, résistance d'entrée.

Capacités exigibles

Évaluer une résistance d'entrée ou de sortie à l'aide d'une notice ou d'un appareil afin d'appréhender les conséquences de leurs valeurs sur le fonctionnement d'un circuit. Étudier l'influence des résistances d'entrée ou de sortie sur le signal délivré par un GBF, sur la mesure effectuée par un oscilloscope ou un multimètre.

Nature et méthode

Électricité :

Mesurer une tension :

- mesure directe au voltmètre numérique ou à l'oscilloscope numérique.

Mesurer l'intensité d'un courant :

- mesure directe à l'ampèremètre numérique ;
- mesure indirecte à l'oscilloscope aux bornes d'une résistance adaptée.

Mesurer une résistance ou une impédance :

- mesure directe à l'ohmmètre/capacimètre ;
- mesure indirecte à l'oscilloscope ou au voltmètre sur un diviseur de tension.

Capacités expérimentales

Capacités communes à l'ensemble des mesures électriques :

- expliquer le lien entre résolution, calibre, nombre de points de mesure ;
- préciser la perturbation induite par l'appareil de mesure sur le montage et ses limites (bande passante, résistance d'entrée) ;
- définir la nature de la mesure effectuée (valeur efficace, valeur moyenne, amplitude, valeur crête à crête, etc.).

Le but de ce TP est de mesurer des valeurs de résistances de sortie ou d'entrée d'appareils usuels (oscilloscope, GBF) et de mesurer des résistances de faibles valeurs à l'aide d'un pont de Wheatstone.

1 Résistance de sortie d'un GBF

Une boîte à décades est équivalente à une résistance de valeur variable dont on peut choisir la valeur en utilisant un bouton de réglage. Le rapport entre la plus haute valeur de résistance (noté ici R_{\max}) et la plus faible valeur de résistance est un multiple de 10, d'où l'utilisation du mot "décades".

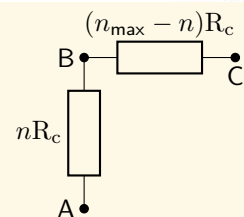
Le schéma électrique équivalent d'une telle boîte est représenté ci-contre. Ces boîtes comportent trois pôles A, B et C.

On note n la valeur choisie sur le cadran avec le bouton de réglage.

Entres les bornes A et B, la valeur de la résistance correspond au calibre de la boîte à décades noté R_c (sur la figure $R_c = 1 \text{ k}\Omega$) multiplié par n .

Entres les bornes B et C, la valeur de la résistance correspond au calibre de la boîte à décades noté R_c multiplié par la différence entre le calibre maximal n_{\max} ($n_{\max} = 10$ sur l'image), et n .

Entres les bornes A et C, la valeur de la résistance équivalente (équivalant à deux résistances en série) correspond au calibre de la boîte à décades noté R_c multiplié par le calibre maximal n_{\max} .





Étude préliminaire : Soit deux résistances R fixe et R_v variable branchées en série avec un générateur de tension idéal, de force électromotrice (f.é.m.) E . Exprimer la valeur de la tension, notée U , aux bornes de la résistance variable (reportez-là sur les figures ci-dessous) en fonction de la f.é.m. et des deux résistances.

En déduire que la tension mesurée vaut la moitié de la f.é.m. lorsque les deux résistances sont égales.

Que devient la valeur de la tension U lorsqu'une résistance R' est branchée en parallèle de la résistance R_v ?

Montrer que cette nouvelle expression redevient équivalente à la première dans le cas où $R' \gg R_v$.

Réponses :

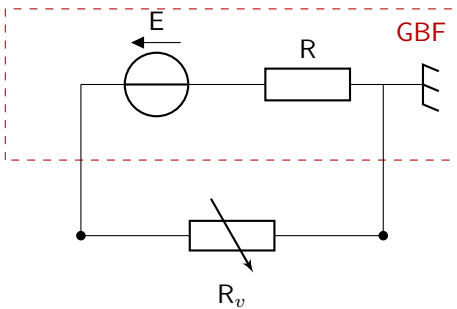


FIGURE 1 – Schéma électrique équivalent d'un générateur basses fréquences (GBF) branché à une résistance variable. Le GBF, quand le mode de tension continue est actif, est modélisable comme un générateur de Thévenin, dont une des bornes est relié à la masse en interne.

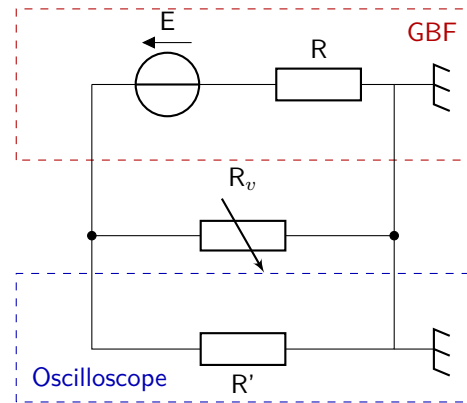


FIGURE 2 – Schéma électrique équivalent du GBF et d'un oscilloscope branché à une résistance variable, dont la tension est lue par l'oscilloscope.

Brancher une boîte à décades (résistance variable) de 0 à 100 Ohms en sortie du générateur basse fréquence (GBF). Utiliser des fils de couleur et de longueur appropriés et brancher-les sur deux des bornes de la boîte à décades choisies judicieusement.

Préregler le générateur pour qu'il sorte une tension de 2 V en continu. Brancher ensuite un voltmètre ou un oscilloscope aux bornes de la boîte à décade. Attention, si vous utilisez l'oscilloscope, veillez à ce que les masses de l'oscilloscope (connecteur noir) et du générateur (connecteur noir) soient reliées entre elles par des fils.

En utilisant la valeur de tension mesurée à l'oscilloscope en fonction de la valeur de la résistance, en déduire la valeur de la résistance de sortie du GBF. On pourra utiliser le fait qu'une tension de 1 V lue à l'oscilloscope alors que le GBF indique 2 V est obtenue pour une valeur de résistance variable particulière.



2 Résistance d'entrée d'un oscilloscope

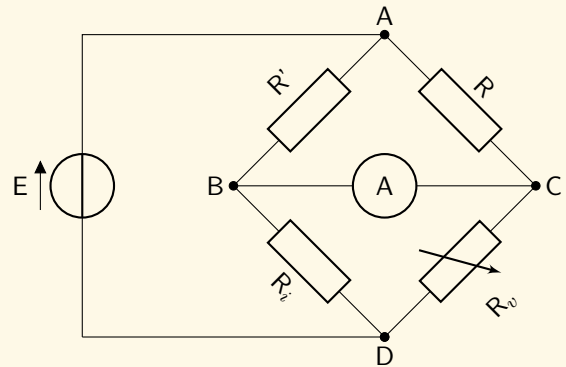


Proposer une méthode inspirée du protocole précédent pour mesurer la résistance d'entrée de l'oscilloscope et le mettre en oeuvre.

3 Pont de Wheatstone

De manière générale, un pont de Wheatstone est un assemblage de quatre dipôles de même type, associés deux à deux en série pour former des paires, ces paires de dipôles étant elle-même montées en parallèle à un générateur.

L'appellation de "pont" correspond à la liaison électrique avec l'entre-deux de chaque paire de dipôles : c'est là où est placé un appareil de mesure. L'intérêt de ce type de circuit est de mesurer finement la caractéristique d'un dipôle (résistance, capacité, inductance).



Sur le schéma ci-contre, les valeurs de E , R , R' et R_v sont connues, seule la valeur de R_i ne l'est pas. On montre que lorsque le pont est équilibré, c'est-à-dire lorsque l'intensité du courant traversant l'ampèremètre est nul, autrement dit lorsque le potentiel en B est égal au potentiel en C, alors les valeurs des résistances sont reliées par la relation :

$$R_i = \frac{RR'}{R_v} \quad (1)$$



La conductivité électrique du carbone est d'environ $3 \times 10^{-4} \Omega^{-1}\text{m}^{-1}$. La conductance, inverse de la résistance, est obtenue en multipliant la conductance par la surface du conducteur et en divisant par la longueur de celui-ci.



Proposer un montage permettant la mesure d'une résistance faible (mine de crayon) par un pont de Wheatstone en utilisant un ampèremètre mécanique à aiguille (galvanomètre, regarder dans le matériel disponible).

Estimer la valeur de la résistance d'une mine de crayon.

Proposer des valeurs de résistances et de tension qui limiteront le courant de sortie du générateur à 10 mA.

Après validation du montage par l'enseignant, mettre en oeuvre votre protocole.

Sachant qu'un générateur de tension réel se comporte comme un générateur de tension idéal en série avec une résistance dite "de sortie", et que brancher un oscilloscope (ou un voltmètre) aux bornes d'une résistance sur le circuit revient à placer une grande résistance en parallèle de cette résistance, faire le schéma et le modèle équivalent à la première expérience effectuée.



Comment diminuer la variabilité de la mesure de ces résistances d'entrée et de sortie d'oscilloscope ?



Donner la valeur numérique de la résistance de sortie du générateur de tension et la valeur de la résistance d'entrée de l'oscilloscope. On donnera l'incertitude de mesure (associé au calibre des boîtes à décades utilisées).



Donner la valeur numérique de la résistance d'une mine de crayon en indiquant la valeur des résistances choisies pour le pont de Wheatstone. Indiquer les sources de variabilités de votre mesure.

