

Circuits en régime permanent

Capacités exigibles

- | | |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> ☐ 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.) ; ☐ Gérer, dans un circuit électronique, les contraintes liées à la liaison entre les masses. | <ul style="list-style-type: none"> ☐ Mesurer une tension au voltmètre ou à l'oscilloscope ; ☐ Mesurer une intensité à l'ampèremètre ou à l'oscilloscope aux bornes d'une résistance adaptée. ; ☐ Mesurer une résistance à l'ohmmètre ou à l'oscilloscope ou au voltmètre par diviseur de tension ; |
|--|--|

I Objectifs

- | | |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> ◇ Réaliser des montages électriques lisibles ; ◇ Mesurer une tension et une intensité directement à l'aide d'un multimètre numérique. | <ul style="list-style-type: none"> ◇ Mesurer une résistance interne de manière indirecte avec un pont diviseur de tension. ◇ Réaliser une régression linéaire. |
|--|--|

II S'appropriier

II/A Le multimètre

Un multimètre permet de mesurer une intensité (ampèremètre), une différence de potentiel (voltmètre) ou une résistance (ohmmètre). Il est nécessaire de :

- ◇ Utiliser les bonnes bornes (la borne COM est toujours utilisée).
- ◇ Choisir le bon mode (AC ou DC).
- ◇ Choisir le bon calibre.

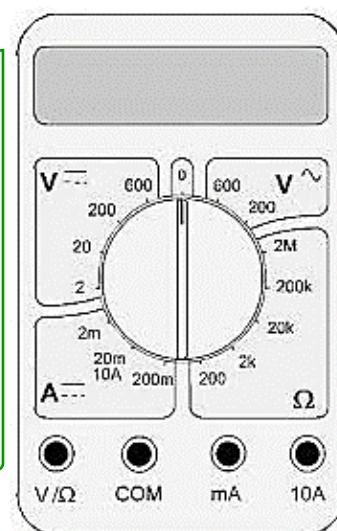
Définition TP5.1 : Les modes AC et DC

Le mode DC (courant continu, Direct Current), de symbole --- , permet de mesurer la valeur moyenne d'une tension ou d'une intensité :

$$\langle s \rangle = \frac{1}{T} \int_{t_0}^{t_0+T} s(t) dt$$

Le mode AC (courant alternatif, Alternating Current), de symbole $\sim$, permet de mesurer la valeur efficace d'une tension ou d'une intensité :

$$S_{\text{eff}} = \sqrt{\langle s^2 \rangle} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_{t_0}^{t_0+T} s^2(t) dt}$$



Outils TP5.1 : Choix de calibre

Il faut prendre le **plus petit calibre au-dessus** de la valeur mesurée pour maximiser la précision de la mesure.

II/B Gestion de la masse d'un circuit

Dans un circuit électrique, il ne peut y avoir **qu'un seul point de référence des potentiels** (masse), donc il ne peut donc y avoir qu'une seule masse dans le circuit (sauf si on utilise un transformateur d'isolement, voir le prochain TP). Une bonne habitude consiste à utiliser des câbles noirs uniquement pour indiquer où se trouvent les masses du circuit. Tous les câbles noirs d'un circuit doivent alors être reliés entre eux !

Attention TP5.1 : Couleur des fils

- 1) Un fil NOIR est toujours à la masse du circuit.
- 2) Un fil NOIR se branche uniquement sur un fil NOIR.

III Réaliser et valider

III/A Matériel

Matériel TP5.1 :

- ◇ Une alimentation stabilisée.
- ◇ Une boîte de résistances variables¹.
- ◇ Plaquette de branchement et fils.

Sur votre paillasse

- ◇ Un générateur basses fréquences.
- ◇ 2 multimètres.

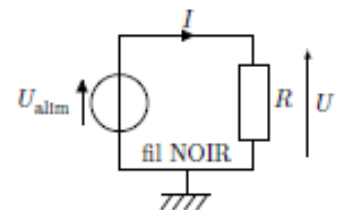
Sur la paillasse centrale

- ◇ Résistances de différentes valeurs : (1 kΩ, 2,2 kΩ, 10 kΩ, 5 MΩ et 10 MΩ).

III/B Les lois de base des circuits électriques

III/B) 1 La loi d'Ohm

- ◇ Réaliser le montage ci-contre avec une résistance R de 10 kΩ.
- ◇ Le générateur à utiliser est l'alimentation stabilisée variable (côté tension variable). La mettre sur 15 V environ.
- ◇ ATTENTION aux branchements des multimètres !!



Vous prendrez soin de refaire tous les schémas des circuits mis en place ou étudiés.

- /2 1 Vérifier que vos données suivent la loi d'OHM à l'aide d'une mesure de U (grâce au voltmètre « portable ») et de I (grâce au multimètre Métrix), par le calcul d'un écart relatif.

Réponse

$$R_{\text{exp}} = \frac{U_{\text{exp}}}{I_{\text{exp}}} \quad \text{avec} \quad \begin{cases} U_{\text{exp}} = 15,0 \text{ V} \\ I_{\text{exp}} = 1,50 \text{ mA} \end{cases}$$

$$\text{A.N. : } \underline{R_{\text{exp}} \approx 10 \text{ k}\Omega} \Rightarrow \varepsilon = \frac{|R_{\text{exp}} - R_{\text{theo}}|}{R_{\text{theo}}} = 0 \%$$

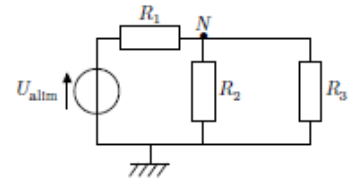
Les valeurs sont compatibles avec la loi d'OHM.



1. Boîte à décades.

III/B) 2 Lois des mailles et des nœuds

- ◇ Réaliser le montage ci-contre en utilisant de nouveau l'alimentation stabilisée variable et en donnant aux trois résistances des valeurs différentes comprises par exemple entre $1\text{ k}\Omega$ et $10\text{ k}\Omega$.



- /2 2 Vérifier expérimentalement la loi des mailles sur la maille de gauche en utilisant les multimètres, par le calcul d'un écart relatif.

Réponse

$$U_{\text{exp}} = U_{R_1} + U_{R_2} \quad \text{avec} \quad \begin{cases} U_{R_1} = 3,62 \text{ V} \\ U_{R_2} = 1,26 \text{ V} \end{cases}$$

$$\text{A.N. : } U_{\text{exp}} \approx 4,88 \text{ V} \quad \text{avec} \quad U_{\text{alim}} = 5,0 \text{ V} \quad \text{soit} \quad \varepsilon = \frac{|U_{\text{exp}} - U_{\text{alim}}|}{U_{\text{alim}}} = 2,4 \%$$

C'est satisfaisant, les tensions sont compatibles avec la loi des mailles.



- 3 (Optionnel, dépend du temps) Vérifier aussi la loi des nœuds en N à l'aide des multimètres (vous pourrez emprunter un 3^e multimètre à un-e de vos voisin-es), par le calcul d'un écart relatif.

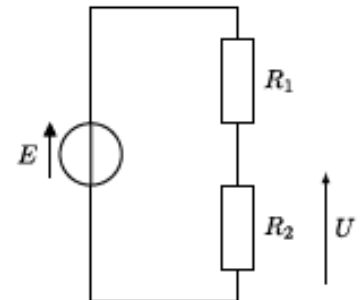
Réponse

En cours...



III/B) 3 Pont diviseur de tension

On réalise le montage ci-contre, dans lequel $E \approx 5 \text{ V}$, $R_2 = 1\text{ k}\Omega$ et R_1 est une résistance variable. Les résistances R_1 et R_2 étant en série, le pont diviseur de tension sur R_2 conduit à : $U_{\text{theo}} = \frac{R_2}{R_1 + R_2} E$.



- /3 4 **Vérifier** la valeur effective de E à l'aide du multimètre (ne jamais faire confiance aux valeurs affichées par un générateur, ça n'est pas un appareil de mesure). Mesurer plusieurs valeurs (≈ 5) de la tension U_{exp} pour plusieurs valeurs de la résistance $R_1 \in [0,1 ; 10]\text{ k}\Omega$. Écrire le résultat sous la forme d'un tableau comportant les valeurs de R_1 , U_{theo} , U_{exp} et ε_r l'écart relatif. Conclure.

Réponse

On a bien mesuré $E = 5,00 \text{ V}$.

R_1 (k Ω)	U_{theo} (V)	U_{exp} (V)	ε (%)
0,10	4,54	4,45	2,0
0,50	3,33	3,30	1,0
1,0	2,50	2,51	0,52
2,2	1,56	1,51	3,0
5,0	0,83	0,82	1,4
10	0,45	0,44	1,1

Toutes les valeurs sont compatibles avec la formule du pont diviseur.



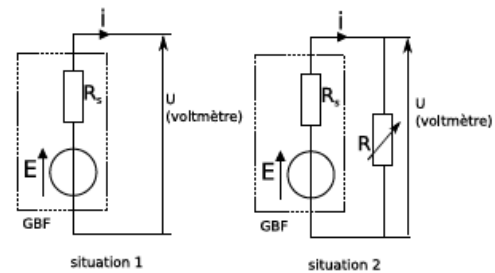
III/C Résistances d'entrée et de sortie d'un dipôle

III/C) 1 Résistance de sortie du GBF

Expérience TP5.1 : R sortie GBF

Le GBF n'est pas une source idéale de tension : c'est une source de tension que l'on peut modéliser par un générateur de Thévenin caractérisé par une *fem* E et une résistance de sortie R_s , comme dans la situation 1.

Dans la situation 2, R est une résistance variable (boîte à décades).



- /2 5 Sachant que **le circuit est ouvert**, exprimer U en fonction de E dans la situation 1. En déduire un protocole simple de mesure de E .

Réponse

On a immédiatement $U = E$. Il suffit donc de brancher le voltmètre aux bornes du GBF à vide pour mesurer E .

- /3 6 Exprimer U en fonction de E , R (résistance variable) et R_s dans la situation 2. Dans le cas particulier où $U = E/2$, quelle est la relation entre R et R_s ? En déduire un protocole de mesure de R_s .

Réponse

Pont diviseur de tension :

$$U = \frac{R}{R + R_s} E \quad \text{soit} \quad U = \frac{E}{2} \Leftrightarrow R = R_s$$

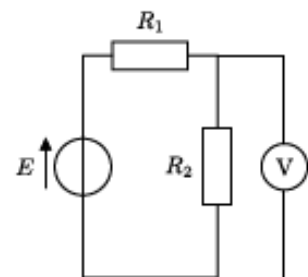
Pour trouver R_s , on branche une résistance variable R aux bornes du GBF et un voltmètre en parallèle. On fait varier R jusqu'à obtenir $U = E/2$: cette valeur de R est alors égale à R_s .

III/C) 2 Résistance d'entrée d'un voltmètre

Expérience TP5.2 : R entrée voltmètre

Un voltmètre idéal est supposé de résistance infinie. Ainsi, branché en dérivation, il ne perturbe pas le système en absorbant une partie du courant. En réalité, un voltmètre possède une résistance interne grande mais finie, appelée résistance d'entrée du Voltmètre.

Avec un GBF générant une tension continue, réaliser le montage ci-contre avec $R_1 \approx 5 \text{ M}\Omega$ et $R_2 \approx 10 \text{ M}\Omega$.



Attention TP5.2 : Utilisation GBF continu

Dans cette partie, on utilise le générateur basse fréquence (GBF) en mode continu (« DC » pour *direct current*) en **tirant le bouton offset** et le tournant de façon à lui faire délivrer 5 V environ. Il ne faut, par ailleurs, qu'aucun des boutons de la ligne du haut ne soit enfoncé. On utilisera la sortie 50Ω (aussi notée *output*).

- /3 7 Quelle devrait être la valeur mesurée par le voltmètre, si celui-ci était idéal ?

Réponse

Un voltmètre idéal est un interrupteur ouvert, donc R_1 et R_2 seraient en série. On aurait $U_{R_2} = \frac{R_2}{R_1 + R_2} E \Rightarrow U_{R_2} = 3,33 \text{ V}$.

- /3 8 Faire la mesure. Que pensez-vous de ce résultat ? Pouvez-vous donner une explication ?

Réponse

On trouve $U_{R_2} \approx 2,72 \text{ V}$. En réalité, $R_V \neq 0$: on a $R_{\text{para}} = \frac{R_V R_2}{R_V + R_2}$ et $U = \frac{R_{\text{para}}}{R_{\text{para}} + R_1} E \neq U_{R_2}$ si $R_1 \approx R_{\text{para}}$.

/2 9 **Conclure.**

Réponse

Il faut prendre en compte la résistance d'entrée du voltmètre dans les mesures pour des circuits de **haute résistance** uniquement, si $R \approx R_v$. Dans la majorité des cas, R_v est suffisamment grand pour être négligé.

