

TP 6 : Mesures en électricité

💡 Compétences expérimentales exigibles du programme :

- ✓ *Mesurer une résistance : - mesure directe à l'ohmmètre ;
- mesure indirecte au voltmètre sur un diviseur de tension.*
- ✓ *Faire une mesure directe de tension au voltmètre numérique.*
- ✓ *Définir la nature de la mesure effectuée (valeur efficace, valeur moyenne, amplitude, valeur crête à crête, etc...).*
- ✓ *Mettre en évidence l'influence de la résistance d'entrée d'un voltmètre ou d'un ampèremètre sur les valeurs mesurées.*
- ✓ *Préciser la perturbation induite par l'appareil de mesure sur le montage et ses limites (bande passante, résistance d'entrée).*
- ✓ *Évaluer la résistance de sortie d'une source de tension réelle.*
- ✓ *Faire une mesure directe l'intensité d'un courant à l'ampèremètre numérique.*



But du TP

Se familiariser avec le matériel électrique (générateurs, multimètre) et l'utiliser pour évaluer la résistance de sortie d'une source de tension réelle.

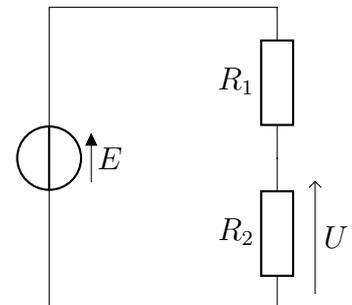
Matériel :

- | | |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> — 1 multimètre — 1 GBF | <ul style="list-style-type: none"> — fils sécurisés — boîtes de résistances à décades |
|---|---|

I Travail préparatoire 🏠

- Q1. Représenter le schéma électrique de l'association de résistances suivante :
 $R_1 = 2200 \Omega$ en dérivation avec $R_2 = 4700 \Omega$. L'ensemble en série avec $R_3 = 1000 \Omega$, elle même en série avec la résistance $R_4 = 470 \Omega$.
- Q2. Déterminer la valeur de la résistance équivalente à l'association de résistance de la question Q1, que l'on notera R_{eq} .

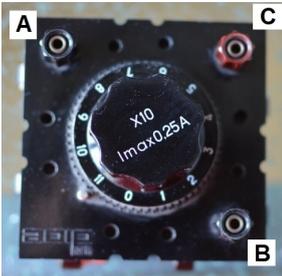
- Q3. À quelle condition sur R_1 et R_2 a-t-on $U = \frac{E}{2}$ dans le schéma ci-contre ?



- Q4. Recopier le schéma du circuit de la question Q3 en ajoutant un voltmètre permettant de mesurer la tension U .
- Q5. Lire l'annexe du TP6.

II Mesure de résistances

II.1 Mesure d'une résistance sur une boîte AOIP



Les boîtes AOIP (Association des Ouvriers en Instruments de Précision) sont constituées de résistances très précises (0,2%) et sont pour cette raison très coûteuses (150€). Ce sont des potentiomètres (= résistance variable à 3 bornes) dans lesquels la borne mobile C ne peut se déplacer que par sauts quantifiés (rotation du bouton et inscription k correspondante). Les bornes A et B sont les deux bornes fixes du potentiomètre. Les boîtes AOIP s'emboîtent et peuvent être mises en série.

Q6. Lire les indications portées sur les boîtes AOIP, et en déduire entre quelles bornes (A, B ou C) la résistance vaut la valeur indiquée par le nombre situé en face de la tige métallique multiplié par la puissance de 10 indiquée au centre.

🔧 Protocole 1

- Réaliser une résistance de $3000\ \Omega$.
- Mesurer sa valeur à l'ohmmètre et déterminer l'incertitude-type associée.
- Conclure sur la validité de la mesure.

II.2 Vérification de la validité des lois d'association de résistances

🔧 Protocole 2

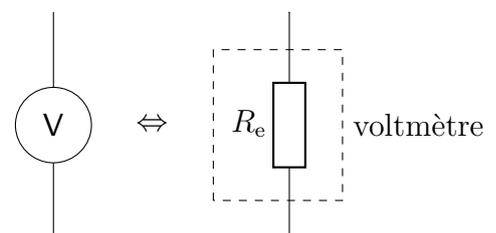
- Sur la platine, câbler l'association de résistances schématisée à la question Q1.
- Mesurer la valeur de la résistance équivalente R_{eq} , déterminer son incertitude-type.
- Déterminer à l'aide du code couleurs ^a l'incertitude-type sur chaque valeur de résistance
- Compléter le script Python `incertitude_TP6` pour déterminer l'incertitude-type sur la valeur de R_{eq} à partir des incertitudes-types sur chaque résistance.
- Les deux valeurs sont-elles compatibles ?

^a. la précision vaut 10% de la valeur de la résistance lorsque le 4^e anneau est argenté, et 5% lorsque le 4^e anneau est doré

III Mesure de tensions

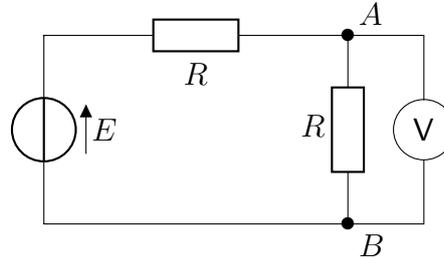
III.1 Mise en évidence de la résistance d'entrée du voltmètre

L'insertion d'un voltmètre dans un circuit perturbe ce circuit en prélevant une partie du courant, et donc, en particulier, la tension à mesurer : la tension mesurée n'est pas exactement la différence de potentiel en l'absence du multimètre. Vis à vis du circuit, le voltmètre se comporte comme une résistance R_e : la résistance d'entrée du voltmètre. La valeur de cette résistance est fournie par le constructeur ($10\ M\Omega$ en continu).



🔧 Protocole 3

- Régler le générateur de tension continue sur 12 V. Avec le multimètre réglé en voltmètre, mesurer la tension à ses bornes, c'est sa force électromotrice. Noter sa valeur : $E =$
- Le montage à réaliser ensuite est représenté ci-dessous, en utilisant la source de tension continue (réglée sur 12 V), deux résistances R de valeur égales, et un voltmètre branché entre les points A et B .



- Mesurer la tension U_{AB} avec le voltmètre numérique pour les valeurs R suivantes : 1 k Ω , 100 k Ω , 1 M Ω et 4,7 M Ω (réalisées avec 2 boîtes à décades).
- Présenter les résultats sous forme d'un tableau.

- Q7. Quelle est la valeur théorique de la tension U_{AB} ? Cette valeur dépend-elle de R ?
- Q8. Comparer vos résultats expérimentaux avec la valeur théorique. Pour quelles valeurs de résistances, l'écart est-il significatif?
- Q9. Pour expliquer les écarts, reproduire sur votre compte-rendu le schéma du montage en remplaçant le voltmètre par une résistance R_e et donner l'expression de la tension mesurée par le voltmètre (notée U') en fonction de E , R et R_e .
- Q10. En déduire une condition sur R_e pour que la tension mesurée par le voltmètre soit égale à la tension en l'absence de voltmètre.

III.2 Mesure de la résistance d'entrée du voltmètre

- Q11. En utilisant la question Q3, élaborer et rédiger un protocole permettant de déterminer la valeur de la résistance d'entrée du voltmètre.
- Q12. Mettre en œuvre le protocole et déterminer la valeur de la résistance d'entrée du voltmètre. Comparer à la valeur fournie par le constructeur.

III.3 Mesure de la tension de sortie du 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 .

🔧 Protocole 4

On considère deux situations :

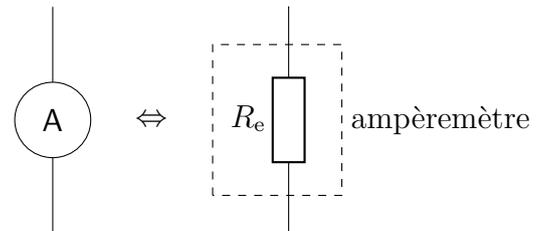
- Situation 1 : un voltmètre numérique est directement branché aux bornes d'un GBF (utilisé en continu réglé sur 5 V). Faire un schéma du circuit sur votre compte-rendu, puis réaliser le montage. Noter la valeur de la tension U_1 mesurée aux bornes du GBF.
- Situation 2 : une boîte à décades de résistances est branchée aux bornes du GBF, et on branche le voltmètre en dérivation sur cette boîte à décades. Faire un schéma du circuit sur votre compte-rendu puis réaliser le montage. Ajuster la valeur de R pour obtenir une tension U_2 égale à $\frac{E}{2}$ aux bornes de cette résistance R . Noter cette valeur de R .

- Q13. Situation 1 : exprimer la tension U_1 mesurée par le voltmètre en fonction de E .
- Q14. Situation 2 : exprimer U_2 en fonction de E , R_s et R .
- Q15. En exploitant le fait que dans la situation 2, $U = E/2$, déterminer la valeur de R_s du générateur.

IV Mesure d'intensités

IV.1 Utilisation du multimètre en ampèremètre

Un ampèremètre numérique est en fait un voltmètre numérique mesurant la tension produite par le courant à mesurer dans une résistance, appelée résistance d'entrée (ou « shunt ») notée R_e , dont la valeur dépend du calibre utilisé. En application de la loi d'Ohm, la tension U mesurée est convertie, en fonction de la valeur de résistance connue R_e de la résistance d'entrée, en une valeur I correspondant à l'intensité du courant. La valeur de cette résistance est très faible (quelques Ω en continu).



IV.2 Détermination d'une résistance par mesure de I et U

- Q16. Élaborer un protocole permettant de déterminer la valeur de la résistance de $1000\ \Omega$ de la boîte AOIP, en utilisant une mesure de l'intensité et de la tension avec des multimètres. Après accord du professeur mettre en œuvre le protocole.
- Q17. Discuter de la validité du montage en fonction de la valeur de la résistance à mesurer.



Indices pour la question Q17 :

- Quelle est la mesure (I ou U) qui est entachée d'une erreur systématique avec mon montage ?
- Pour quelles valeurs de résistances à mesurer l'erreur commise est-elle négligeable devant les incertitudes de mesure ?
- Si l'erreur systématique n'est pas négligeable, comment adapter le montage pour réaliser les mesures autrement ?



Auto-évaluation

J'ai compris et réalisé correctement les protocoles expérimentaux : 😊 😞

J'ai rédigé clairement les réponses aux questions : 😊 😞