

Rédaction d'un compte rendu de travaux pratiques

Un compte rendu doit comporter plusieurs rubriques :

Entête : Nom & Prénom, Groupe TP, date, Titre du TP

Introduction

Matériel utilisé

Travail préparatoire (doit être fait avant de la séance de TP)

Manipulations avec analyse des résultats

Conclusion

1. Entête

L'entête permet d'identifier facilement quel TP a été réalisé pendant la séance et par quelles personnes. Les informations suivantes doivent alors apparaître :

- Nom et prénom du (ou des) manipulateur(s)
- Groupe de TP
- Date du TP
- Titre du TP

2. Introduction

Le rôle de l'introduction est de définir les objectifs du travail à réaliser ainsi que les principaux points traités. **L'introduction doit être rédigée.**

3. Matériel utilisé

Dans cette section, le matériel utilisé pendant la manipulation doit être listé avec le rôle et la référence de chaque appareil.

4. Travail préparatoire

Pour certains TP, il est demandé aux étudiants de fournir un travail théorique avant la manipulation proprement dite. L'objectif de ce travail préparatoire est de permettre aux étudiants d'avoir les connaissances théoriques nécessaires à la bonne compréhension des phénomènes étudiés pendant le TP.

5. Manipulation

Cette section représente une grande part du travail réalisé par les étudiants. Pour chaque manipulation, le mode opératoire doit être décrit ainsi que les conditions expérimentales.

L'étudiant doit se poser des questions sur les grandeurs qu'il souhaite mesurer et dans quel but. Pour ce faire, le schéma de principe du montage doit être présenté en précisant les emplacements des appareils de mesure. Chaque résultat doit être **commenté, analysé** et **discuté** en s'aidant de la théorie. Il est important de bien faire la distinction dans le compte rendu entre un résultat théorique et un résultat expérimental. De plus, l'étudiant doit pouvoir reconnaître un résultat surprenant ou aberrant et d'en chercher la raison. Si la précision des appareils de mesure est mise en cause, un calcul doit permettre de valider cette hypothèse.

De manière générale, l'étudiant doit être attentif aux unités des grandeurs.

Les tableaux de relevés de mesures et de calculs doivent apparaître.

Les courbes doivent être tracées avec soin. Les axes d'un tracé doivent être parfaitement identifiés avec leurs échelles, unités et noms. Le tracé doit également porter un titre et une référence qui permettra de citer le tracé dans l'analyse des résultats.

6. Conclusion

La conclusion est la partie la **plus importante** du TP. Elle ne doit pas être rédigée à la va-vite à la fin de la séance de TP. L'étudiant doit gérer son temps durant la séance de TP pour lui permettre de rédiger calmement sa conclusion environ un quart d'heure avant la fin de séance. La conclusion doit être la synthèse des essais réalisés et des connaissances acquises ou validées.

Règles de notations

Le travail est noté sur 20 points en fonction de la qualité du travail rendu (rigueur, soin, précision sur les explications, qualité de l'analyse).

En l'absence des actions majeures listées ci-dessous, des points seront retirés à la note de base selon le barème suivant :

- ✓ **En tête incomplète : - 2 point**
- ✓ **Travail non préparé : - 5 points**
- ✓ **Absence d'introduction ou introduction non rédigée : -2 points**
- ✓ **Absence de conclusion ou conclusion non rédigée : - 2 points**
- ✓ **Absence de schéma de câblage, par schéma demandé : - 2 points**
- ✓ **Absence comparaison théorie/mesure : - 2 points**

Liste des TP

TP 1 : Validation expérimentale de la loi d'Ohm

TP 2 : Circuits électriques en régime continu. Câblage et mesures

TP 3 : Loi des mailles, loi des nœuds et caractéristique électrique d'un dipôle

TP 4 : Mesure d'une résistance équivalente et Générateur de Thévenin

TP 5 : Utilisation d'un GBF, de câbles BNC et d'un oscilloscope

TP 6 : Introduction aux circuits en régime sinusoïdal

Liste des Matériels

- ✓ 1 alimentation programmable DC RIGOL (Réf. DP 832A)
- ✓ 1 GBF TTi (Générateur Basse Fréquence) (Réf. TG120)
- ✓ 1 multimètre de table FLUCKE (Réf. 8845A)
- ✓ 2 multimètres de table Metrix (Réf. Mtx 3281 ou 3291)
- ✓ 1 multimètre de table METRALINE (Réf. DM 41)
- ✓ 1 oscilloscope Tektronix (Réf. TBS 1052B)

- ✓ 1 résistance $1k\Omega$ (1/4 W)
- ✓ 1 résistance $2,2k\Omega$ (1/4 W)
- ✓ 1 résistance 100Ω (1/4 W)
- ✓ 1 résistance 220Ω (1/2 W)
- ✓ 1 condensateur $1\mu F$
- ✓ 1 condensateur $22nF$
- ✓ 1 condensateur $47nF$
- ✓ 1 résistance 220Ω (1/4 W) en série avec une Diode LED rouge

Consignes

1. Ne jamais brancher un circuit sans que celui-ci n'ait été validé par l'enseignant
2. Les câblages doivent être « propres » et respecter les règles de l'art.
3. Avant la mise sous tension d'un circuit, les appareils de mesures doivent être allumés, correctement paramétrés et correctement positionnés sur la table de manipulation.
4. Ne jamais décâbler un circuit sous tension.
5. Ne pas superposer les matériels.

A la fin de la séance :

6. Les appareils doivent être éteints.
7. Les tables doivent être rangées et remise dans la configuration initiale.
8. Les câbles doivent être rangés par couleur et par longueur.

TP 1 : Validation expérimentale de la loi d'Ohm

Durée : 1 séance de 3 h

1. Objectifs

- Apprendre les règles du câblage électrique
- Vérifier la loi d'Ohm par l'expérimentation
- Apprendre à mesurer une tension et un courant

2. Matériels utilisés

- Alimentation DC, réglable
- Multimètres
- Résistances

3. Travail préparatoire

- Rappeler en l'expliquant la loi d'Ohm
- Calculer la valeur de la tension aux bornes d'une résistance lorsqu'elle est parcourue par un courant de 5 mA :
 - Pour une résistance de $1\text{ k}\Omega$ (0,5 W max)
 - Pour une résistance de $2,2\text{ k}\Omega$ (0,5 W max)

4. Vérification de la loi d'Ohm par la méthode voltampèremétrique

- Expliquer le principe de la méthode voltampèremétrique.
- Proposer un schéma de câblage permettant de vérifier la loi d'Ohm par la méthode voltampèremétrique.
- Après validation du schéma de câblage par l'enseignant, réaliser le câblage proposé.
- En fonction de la résistance choisie ($1\text{ k}\Omega$ ou $2,2\text{ k}\Omega$), déterminer si, pour un courant de 5 mA, la limite en puissance dissipable est dépassée ou non.
- Après validation du câblage, effectuer la mesure du courant et de la tension.
- A partir de cette mesure, montrer que la loi d'Ohm est bien vérifiée. On discutera des écarts observés entre l'expérimentation et la théorie.

5. Relevé de la caractéristique Courant/tension d'une résistance

- Proposer le schéma de câblage et le mode opératoire permettant de relever la caractéristique $U = f^o(I)$ d'une résistance.
- Après validation par l'enseignant de la solution proposée, réaliser le câblage.

Pour les deux résistances $1\text{ k}\Omega$ et $2,2\text{ k}\Omega$

- Effectuer les mesures permettant le relevé des caractéristiques.
- Représenter, sur un même tracé, les deux caractéristiques.
- Mesurer, les deux pentes obtenues et conclure.

6. Mesure au multimètre des résistances

- Mesurer, à l'aide du multimètre la valeur des deux résistances.
- Comparer les deux valeurs ainsi obtenues avec celles obtenues à partir des essais de la partie précédente puis conclure.

7. Résistance et influence d'un câble dans un circuit électrique

- Proposer une méthode permettant de mesurer l'influence des câbles électriques dans un circuit.
- Après validation, effectuer l'essai proposé puis conclure.

8. Conclusion

TP 2 : Circuits électriques en régime continu

Câblage et mesures

Durée : 1 séance de 3 h

1. Objectifs

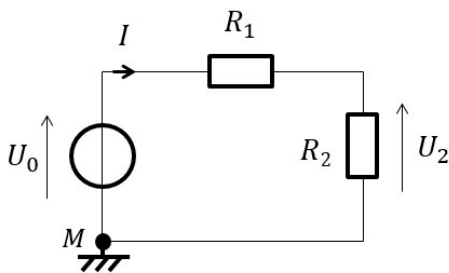
- Apprendre à lire et mesurer la valeur d'une résistance
- Apprendre à calculer une incertitude de mesure
- Apprendre à câbler des circuits électriques

2. Matériels utilisés

- Alimentation DC, réglable
- Multimètres
- Résistances

3. Travail préparatoire

On étudiera, lors de ce TP le circuit à une maille ci-dessous.



$$\begin{aligned}U_0 &= 5 \text{ V} \\ R_1 &= 220 \ \Omega \\ R_2 &= 100 \ \Omega\end{aligned}$$

Figure 1 : Montage 1 - Circuit électrique résistif à une maille

- Rappeler la loi d'Ohm en l'appliquant aux deux résistances R_1 et R_2 .
- Calculer la valeur théorique du courant I .
- En déduire la valeur théorique de la tension U_2 .

4. Identification des résistances à l'aide du code des couleurs

- Expliquer le principe du code des couleurs pour les résistances en électricité.

- Déterminer la valeur des résistances mises à disposition à partir du code des couleurs.

5. Mesure de résistances à l'aide d'un multimètre

- Mesurer, à l'aide d'un multimètre en position ohmmètre, la valeur des résistances mises à disposition.
- Comparer cette valeur avec celle spécifiée par le code des couleurs.
- Conclure.

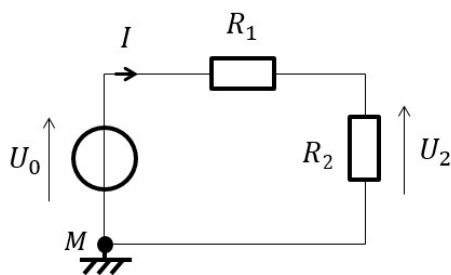
6. Réglage de la tension à vide d'une alimentation en tension continue

- Régler, à l'aide d'un multimètre, la tension de l'alimentation continue à 5V, lorsque celle-ci est à vide (on la notera U_0).
- Détailler le mode opératoire suivi.
- A partir de la notice de l'appareil de mesure utilisé, donner la formule permettant de calculer l'incertitude de mesure (incertitude de type B) que l'on notera $u_B(U_0)$.
- Calculer cette incertitude puis calculer l'incertitude relative que l'on écrira sous la forme :

$$\frac{u_B(U_0)}{U_0} = x \%$$

7. Câblage d'un circuit électrique à une maille avec mesures des courants et tensions

On travaillera, dans cette partie, sur le circuit électrique suivant :



$$R_1 = 220 \Omega$$

$$R_2 = 100 \Omega$$

- Proposer un schéma de câblage permettant de réaliser la mesure des tensions U_0 et U_2 ainsi que la mesure du courant I , à l'aide de multimètres.
- Indiquer, le ou les réglages nécessaires à une bonne utilisation des multimètres.
- Comparer vos mesures (U_2 et I) aux résultats issus de la théorie.

8. Mesure voltampèremétrique de la résistance R_2 .

- Déduire des mesures de la partie précédente la valeur de la résistance R_2 que l'on comparera avec la valeur indiquée par le code des couleurs.
- A partir des mesures de la partie précédente, calculer les deux incertitudes suivantes :

$$u_B(U_2)$$
$$u_B(I)$$

- En déduire l'incertitude relative sur la mesure de R_2 .

Pour le quotient de deux grandeurs X et Y (dont on connaît les incertitudes, respectivement $u_B(X)$ et $u_B(Y)$) :

$$Z = \frac{X}{Y}$$

On calculera l'incertitude relative :

$$\frac{u_B(Z)}{Z} = \sqrt{\left(\frac{u_B(X)}{X}\right)^2 + \left(\frac{u_B(Y)}{Y}\right)^2}$$

9. Conclusion

TP 3 : Loi des mailles, loi des nœuds et caractéristique électrique d'un dipôle

Durée : 1 séance de 3 h

1. Objectifs

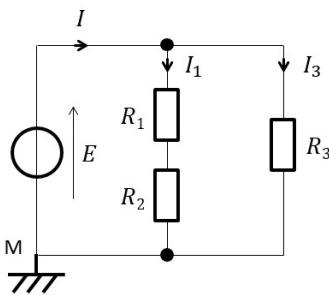
- Vérifier expérimentalement les deux lois fondamentales de l'électricité (loi des mailles et loi des nœuds)
- Apprendre à relever la caractéristique électrique d'un dipôle

2. Matériels utilisés

- Alimentation DC, réglable
- Multimètres
- Résistances

3. Travail préparatoire

On étudiera le circuit électrique ci-dessous :



$$E = 5 \text{ V}$$

$$R_1 = 220 \Omega$$

$$R_2 = 100 \Omega$$

$$R_3 = 1 \text{ k}\Omega$$

Figure 1 : Circuit électrique résistif à deux mailles

- Appliquer la loi des mailles et la loi des nœuds au circuit.
- Calculer la valeur théorique des courant I_1 , I_3 et I .
- En déduire la valeur de la tension aux bornes de R_2 .

4. Câblage du circuit électrique et mesures

- Proposer un schéma de câblage permettant de mesurer E et I sur le circuit de la figure 2 .
- Effectuer les mesures et comparer la valeur du courant I mesurée avec celle calculée théoriquement.

- Proposer un nouveau schéma de câblage permettant de mesurer E et les courants I_1 et I_3 .
- Effectuer les mesures puis les comparer aux valeurs calculées théoriquement.

5. Vérification expérimentale de la loi des nœuds

- Proposer maintenant un schéma de câblage permettant de mesurer, toujours sur le circuit de la figure 1, les trois courants I , I_1 et I_3 .
- Effectuer ces mesures et appliquer la loi des nœuds en utilisant les valeurs mesurées.
- Calculer l'incertitude de mesure sur les trois courants I , I_1 et I_3 .
- Conclure.

6. Vérification expérimentale de la loi des mailles

- Proposer un schéma de câblage permettant de mesurer, toujours sur le circuit de la figure 1, les tensions suivantes : E , U_{R1} (tension aux bornes de R_1) et U_{R2} (tension aux bornes de R_2)
- Effectuer ces mesures et appliquer la loi des mailles à la maille de gauche du circuit.
- Calculer l'incertitude de mesure sur les trois tensions E , U_{R1} et U_{R2} .
- Conclure.

7. Mesure de la caractéristique Tension/Courant d'une diode LED

On dispose d'un dipôle constitué d'une résistance de $220\ \Omega$ en série avec une diode électroluminescente rouge.

On souhaite déterminer la caractéristique $Tension = f^o(courant)$ de la diode pour un courant compris **entre 0 et 20 mA**.

- Proposer une méthode, un mode opératoire et un schéma de câblage permettant de tracer la caractéristique de la diode.
- Après validation par l'enseignant de la solution proposée, réaliser les mesures puis tracer la caractéristique de la diode.
- Conclusion.

8. Conclusion

TP 4 : Mesure d'une résistance équivalente et Générateur de Thévenin

Durée : 1 séance de 3 h

1. Objectifs

- Apprendre mesurer une résistance équivalente
- Apprendre à calculer puis mesurer les éléments d'un générateur de Thévenin équivalent

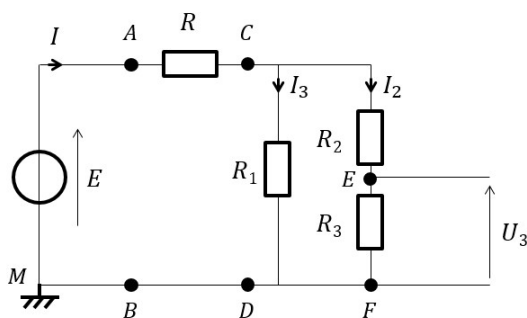
2. Matériels utilisés

- Alimentation DC, réglable
- Multimètres
- Résistances

3. Travail préparatoire

- Rappeler, l'expression permettant de calculer la résistance équivalente à deux résistances R_1 et R_2 connectées en série.
- Rappeler, l'expression permettant de calculer la résistance équivalente à deux résistances R_1 et R_2 connectées en parallèle.

On étudiera le circuit électrique ci-dessous :



$$E = 5 \text{ V}$$

$$R = 2,2 \text{ k}\Omega$$

$$R_1 = 1 \text{ k}\Omega$$

$$R_2 = 220 \Omega$$

$$R_3 = 100 \Omega$$

Figure 1 : Circuit électrique résistif à deux mailles

- Calculer, pour le circuit de la figure 1, la résistance équivalente R_{AB} entre les bornes A et B (résistance « vue » par le générateur).

- Calculer, pour le circuit de la figure 1, la résistance équivalente R_{CD} entre les bornes C et D .

4. Mesure de la résistance équivalente R_{AB}

- Proposer un schéma de câblage permettant de réaliser la mesure, par la méthode voltampèremétrique, de la résistance équivalente R_{AB} .
- Dédire, des mesures effectuées précédemment, la valeur de la résistance équivalente R_{AB} .
- Mesurer cette résistance par l'utilisation d'un multimètre en position Ohmmètre. Faire valider le mode opératoire par l'enseignant.
- Conclure en comparant les trois valeurs :

$$R_{AB} \text{ (théorique)}$$

$$R_{AB} \text{ (voltampèremétrique)}$$

$$R_{AB} \text{ (ohmmètre)}$$

5. Mesure de la résistance équivalente R_{CD}

- Proposer un schéma de câblage permettant de réaliser la mesure, par la méthode voltampèremétrique, de la résistance équivalente R_{CD} .
- Dédire, des mesures effectuées précédemment, la valeur de la résistance équivalente R_{CD} .
- Mesurer cette résistance par l'utilisation d'un multimètre en position Ohmmètre. Faire valider le mode opératoire par l'enseignant.
- Conclure en comparant les trois valeurs :

$$R_{CD} \text{ (théorique)}$$

$$R_{CD} \text{ (voltampèremétrique)}$$

$$R_{CD} \text{ (ohmmètre)}$$

6. Détermination des éléments d'un générateur de Thévenin

On étudie ici le circuit de la figure 2.a qu'on souhaite remplacer par un générateur équivalent de Thévenin figure 2.b.

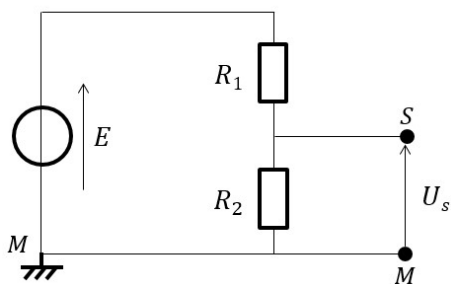


Fig. 2.a

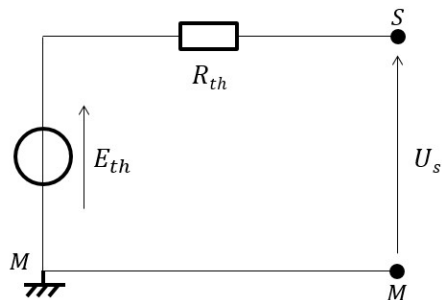


Fig. 2.b Générateur équivalent de Thévenin

A vide, les deux circuits, s'ils sont équivalents, doivent délivrer la même tension entre les bornes S et M .

- Que vaut théoriquement la tension à vide du circuit de la figure 2.a ?
- Proposer un schéma de câblage permettant de mesurer cette tension.

Générateurs éteints, les deux circuits, s'ils sont équivalents, doivent également avoir la même résistance vue de la sortie entre les bornes S et M (résistance interne du générateur de Thévenin).

- Que vaut théoriquement la résistance équivalente du circuit de la figure 2.a entre les bornes S et M .
- Proposer un schéma de câblage permettant de mesurer cette résistance équivalente.
- Après validation par l'enseignant du schéma proposé, mesurer la résistance entre les bornes S et M puis la comparer aux résultats issus de la théorie.

7. Conclusion

TP 5 : Utilisation d'un GBF, de câbles BNC et d'un oscilloscope

Durée : 1 séance de 3 h

1. Objectifs

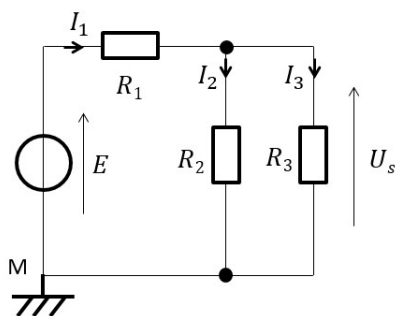
- Apprendre à utiliser un générateur Basses-fréquences (GBF)
- Apprendre utiliser des câbles BNC
- S'initier à l'utilisation de l'oscilloscope

2. Matériels utilisés

- Générateur Basses-fréquences (GBF)
- Câbles BNC
- Multimètres
- Oscilloscope
- Résistances

3. Travail préparatoire

On étudiera le circuit électrique ci-dessous :



$$\begin{aligned} E &= 5 \text{ V} \\ R_1 &= 220 \, \Omega \\ R_2 &= 1 \text{ k}\Omega \\ R_3 &= 100 \, \Omega \end{aligned}$$

Figure 1 : Circuit électrique résistif à deux mailles

- Calculer la valeur théorique des courants I_1 , I_2 et I_3 .
- En déduire la valeur de la tension U_s .

4. Principe du cordon BNC

- Expliquer le principe de fonctionnement et d'utilisation d'un cordon BNC.

5. Réglage d'une tension continue délivrée par un GBF

- Régler la tension de l'alimentation continue à 5V.
- Détailler le mode opératoire suivi.

6. Câblage et mesures utilisant le GBF et les câbles BNC

- Proposer un schéma de câblage permettant de mesurer E (tension fournie par le GBF) et U_s sur le circuit de la figure 1.
- Effectuer les mesures et comparer les valeurs obtenues avec celles calculées théoriquement. Réajuster, si nécessaire, la tension E du générateur à 5V.
- Proposer un nouveau schéma de câblage permettant de mesurer E et les courants I_2 et I_3 .
- Effectuer les mesures puis les comparer aux valeurs calculées théoriquement.

7. Calcul des incertitudes de mesure

- A partir de la notice des appareils de mesure, donner la formule permettant de calculer l'incertitude de mesure sur la tension U_s et sur les courants I_2 et I_3 .
- Calculer l'incertitude de mesure pour la mesure de la tension U_s et sur les courants I_2 et I_3 .
- Conclure.

8. Visualisation et mesure d'une tension continue à l'oscilloscope

- Proposer un schéma de câblage pour la visualisation à l'oscilloscope la tension E (tension fournie par le GBF) et U_s sur le circuit de la figure 1 (voir p.36 du cours).
- Mesurer, en détaillant la méthode utilisée, sur l'oscilloscope, la tension U_s .
- Après avoir repéré le réglage « **COUPLAGE AC** ou **DC** » sur l'oscilloscope, observer puis analyser l'effet de ce réglage sur l'observation du signal.
- Conclure.

9. Conclusion

TP 6 : Introduction aux circuits Electriques en régime sinusoïdal

Durée : 1 séances de 3 h

1. Objectifs

- Apprendre à câbler des circuits avec cordons BNC,
- Apprendre à utiliser un oscilloscope,
- Apprendre à mesurer des valeurs efficaces.

2. Matériels utilisés

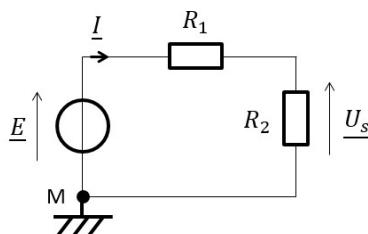
- GBF, Câbles BNC,
- Multimètres,
- Oscilloscope,
- Résistances.

3. Travail préparatoire

On donne l'expression temporelle d'une tension sinusoïdale : $e(t) = E_{max} \sin(\omega t)$

- Rappeler pour cette tension, la relation entre valeur efficace et amplitude
- Rappeler la relation entre pulsation et fréquence
- Rappeler la relation entre fréquence et période

On étudiera le circuit électrique ci-dessous :



$$E_{eff} = 5 V$$

$$R_1 = 220 \Omega$$

$$R_2 = 100 \Omega$$

Figure 1 : Circuit électrique résistif à une maille

- Calculer la valeur théorique du courant efficace et de la tension U_s efficace.
- Calculer le déphasage entre les tensions u_s et e .

4. Réglage d'une tension sinusoïdale sur un GBF

On souhaite produire une tension sinusoïdale possédant les caractéristiques suivantes :

- ✓ Une tension efficace de 5 V
- ✓ Une fréquence de 1 kHz

On utilisera pour cela un oscilloscope et un multimètre. Le signal doit être fixe à l'écran, centré horizontalement avec deux à trois périodes.

- Décrire le mode opératoire utilisé. Le signal sera visualisé sur la voie 1 (Ch. 1) de l'oscilloscope.
- Comparer les mesures obtenues par le multimètre et par l'oscilloscope.

5. Réglage de la synchronisation des signaux sur un oscilloscope

- Visualiser maintenant le signal sur la voie 2 (Ch.2) de l'oscilloscope puis observer le signal visualisé et la mesure de la valeur efficace.
- Décrire avec précision le mode opératoire nécessaire à une synchronisation correcte de l'oscilloscope.

6. Câblage d'un circuit et mesures de tensions en régime sinusoïdal (AC)

On étudiera ici le circuit électrique de la figure 1.

- Proposer un schéma de câblage permettant à la fois de mesurer $U_{s\text{eff}}$ au multimètre et à l'oscilloscope.
- Effectuer les mesures.
- Comparer les deux valeurs obtenues puis conclure.

7. Relevé d'un courant à l'oscilloscope

On souhaite ici relever l'allure du courant à l'oscilloscope sur le circuit précédent.

L'oscilloscope ne mesure pas directement un courant. On dispose, pour cela, d'un capteur de courant délivrant une tension proportionnelle au courant mesuré.

Attention : le capteur doit être alimenté en +/-15 V pour un fonctionnement correct.

- Préciser la valeur du gain de mesure (en précisant son unité) du capteur utilisé.

- Proposer un schéma de câblage permettant de visualiser la tension e (sur Ch.1) et le courant i (sur Ch. 2) à l'oscilloscope.

Pour une tension e sinusoïdale de valeur efficace 5V avec une fréquence de 1 kHz :

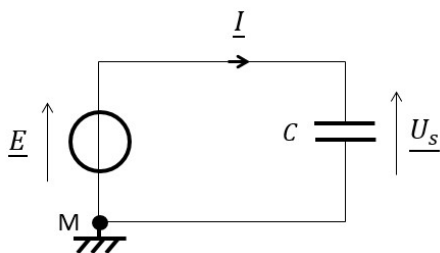
- Relever l'allure observée sur les deux voies de l'oscilloscope en précisant bien les calibres et la base de temps.
- En déduire :
 - Les valeurs efficaces de la tension e et du courant i
 - Le déphasage entre la tension e et le courant i
- Comparer la valeur du courant obtenue par la mesure et la valeur du courant calculée par la théorie.

8. Mesure d'une capacité au multimètre

- Lire la valeur de la capacité indiquée sur chacun des condensateurs fournis.
- Mesurer ces capacités à l'aide d'un multimètre.
- Comparer les valeurs mesurées aux indications lues sur les condensateurs.

9. Mesure de l'impédance du condensateur

On étudie ici le circuit de la figure ci-dessous :



- Régler le GBF, en utilisant un oscilloscope et un cordon BNC, pour obtenir un signal sinusoïdal ayant les caractéristiques suivantes :
 - ✓ Une tension efficace de 1 V
 - ✓ Une fréquence de 1,6 kHz
- Proposer un schéma de câblage permettant de visualiser la tension e (sur Ch.1) et le courant i (sur Ch. 2) à l'oscilloscope.

- Relever l'allure observée sur les deux voies de l'oscilloscope en précisant bien les calibres et la base de temps.
- En déduire :
 - Les valeurs efficaces mesurées de la tension e et du courant i ,
 - Le déphasage entre la tension e et le courant i ,
- Déduire des mesures précédentes, l'expression complexe de l'impédance du dipôle que constitue le condensateur.

10. Conclusion

