

EXAMEN 1**Document autorisé : une feuille manuscrite*****Durée : 1h50****10% de la note maximale pourra être retiré suivant la qualité de présentation et du français***Exercice I : Analyse de signaux avec un oscilloscope (30 pts)**

La figure 1 montre le relevé à l'oscilloscope de deux signaux de fréquence identique. La position des traces correspondant à une tension nulle (masse) a été ajustée, préalablement, au milieu de l'écran.

- 1) Calculer la fréquence de ces deux signaux.
- 2) Mesurer la valeur maximale et la valeur minimale du signal 1 (tension). Donner les expressions mathématiques de sa forme sur une période, en précisant l'origine de temps sur un graphique. Calculer la valeur moyenne et la valeur efficace.
- 3) Mesurer la valeur maximale et la valeur minimale du signal 2 (courant). Donner les expressions mathématiques de sa forme sur une période, en précisant l'origine de temps sur un graphique. Calculer la valeur moyenne et la valeur efficace.
- 4) On utilise la fonction *Math* de l'oscilloscope pour faire un produit de ces deux signaux et en déduire la puissance instantanée. Tracer l'allure du signal résultant sur la figure jointe en utilisant une échelle verticale de 30 VA par division. La position verticale d'une tension nulle sera placée au milieu de l'écran. Calculer la valeur maximale et la valeur minimale du signal résultant. Donner des expressions mathématiques de sa forme sur une période, en précisant l'origine de temps sur le tracé. Calculer la valeur moyenne et la valeur efficace.

$$\text{Rappel : } \sin^2 \theta = \frac{1 - \cos 2\theta}{2} \text{ et } \cos^2 \theta = \frac{1 + \cos 2\theta}{2}$$

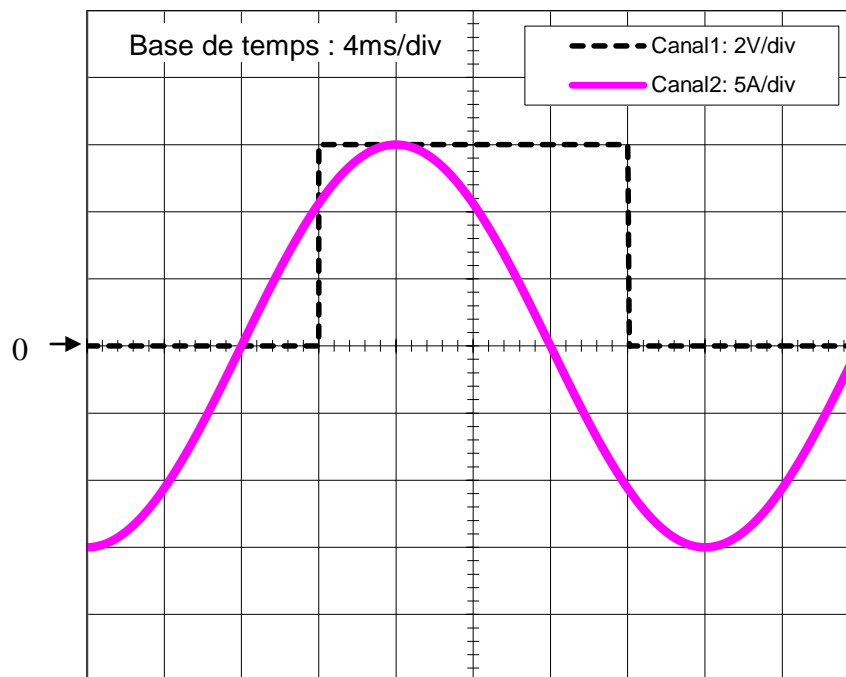


Figure 1

Exercice II : Convention générateur/récepteur et calcul de puissance (25 pts + bonus 5 pts)

Deux voltmètres et deux ampèremètres sont utilisés pour caractériser les échanges de puissance entre quatre systèmes électriques, A, B, C et D qui fonctionnent avec des alimentations continues. La figure 2 montre le branchement des équipements de mesure. Le résultat de ces mesures est le suivant :

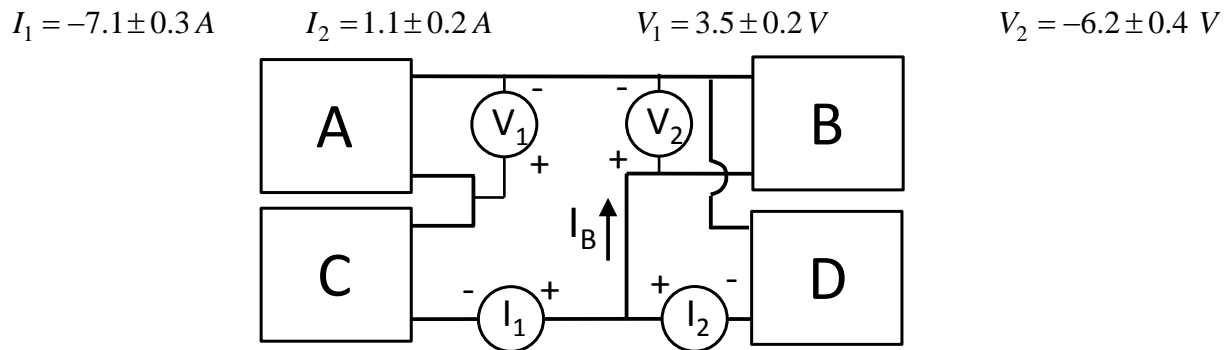


Figure 2

- 1) Le sens de branchement des appareils de mesure impose une convention (récepteur ou générateur) pour les systèmes A et D. Indiquer quelle est la convention utilisée pour chaque système?
- 2) Calculer les puissances de A et de D ainsi que les incertitudes correspondantes. Écrire correctement vos résultats de puissance en respectant les règles d'arrondi et d'affichage. Pour chaque système, préciser s'il absorbe ou s'il fournit de la puissance.
- 3) Utiliser la loi des nœuds pour déduire le courant I_B (Fig2) et calculer la puissance dans B et les deux incertitudes. Écrire correctement vos résultats. Préciser si B absorbe ou fournit de la puissance.
- 4) Faire un bilan de puissance ($\sum P_{fournies} = \sum P_{absorbées}$) pour obtenir la puissance de C. Préciser s'il absorbe ou s'il fournit cette puissance. Calculer l'incertitude sur cette valeur et écrire correctement le résultat de puissance en respectant les règles d'arrondi et d'affichage.

Exercice III : Dimensionnement d'une installation photovoltaïque (25 pts)

En lisant un document sur le potentiel des énergies solaires au Québec, on apprend que l'ensoleillement à Montréal donne une énergie solaire moyenne de 3.52 kWh/m^2 par jour (24h) pour une surface horizontale. Cette valeur est supérieure de 29% à celle de Berlin. Dans ces conditions, il est intéressant d'évaluer la rentabilité d'une installation photovoltaïque et on fait appel à votre expertise pour compléter ces calculs.

Un fournisseur propose des panneaux de 300 W à 800\$ pièce avec la pose. Leur surface est égale à 1.5 m^2 et leur durée de vie est d'environ 25 ans. La figure suivante montre les caractéristiques courant-tension $I(V)$ et puissance électrique-tension $P_{elec}(V)$ de ce panneau pour une puissance de rayonnement solaire (Pray) qui varie de 100 W/m^2 à 1000 W/m^2 .

- 1) Quelle est la puissance moyenne du rayonnement solaire en (W/m^2) à Montréal et l'énergie annuelle moyenne que cela représente en kWh/m^2 . ($1 \text{ an} = 365 \text{ jours}$)
- 2) En utilisant la figure 3 du panneau, mesurer la tension maximale possible, le courant maximal possible et la puissance électrique maximale si la puissance du rayonnement solaire est de 500 W/m^2 . Connaissant la surface du panneau, calculer la puissance du rayonnement solaire en W que peut effectivement capter ce panneau et en déduire le rendement du panneau.
- 3) Estimer le rendement pour la puissance moyenne du rayonnement solaire de Montréal qui sera capté par le panneau.

- 4) Si on équipe une surface de 50m^2 (au maximum) d'un immeuble de Montréal, quel sera le nombre de panneaux à utiliser ainsi que la quantité d'énergie électrique moyenne produite par an, en kWh. Quel sera le coût total de cette installation?
- 5) Hydro-Québec propose d'acheter la totalité de cette production à $0.08\$/\text{kWh}$, est-ce que c'est une bonne affaire? *pour le vérifier, vous pouvez calculer le temps nécessaire pour amortir l'investissement initial.*

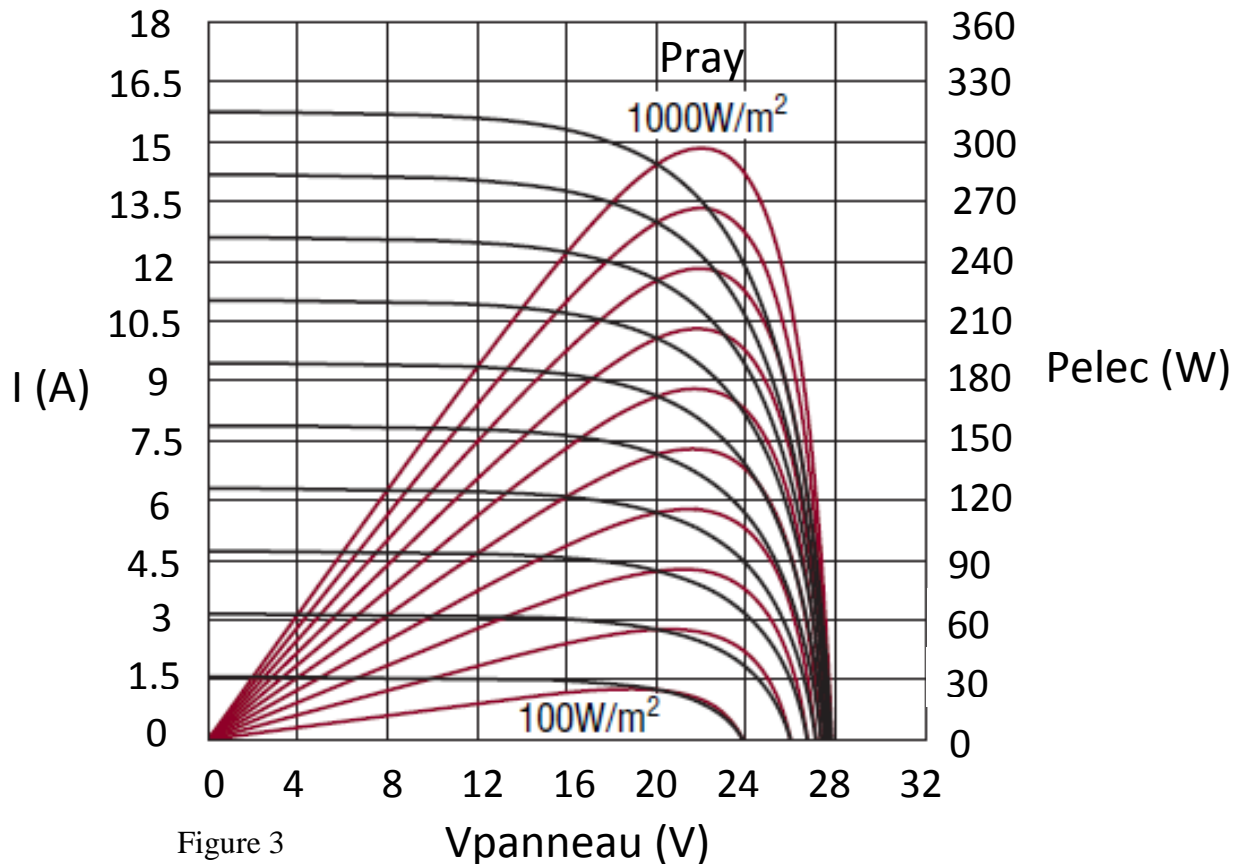


Figure 3

Exercice IV : Identification d'un circuit équivalent (20 pts + bonus 5 pts)

On veut caractériser un circuit dans une boîte qui a deux points de sortie, a et b. On suppose qu'il y a une source de tension continue V_T avec une résistance en série R_T , dans cette boîte. Pour cette analyse, on dispose uniquement d'un ampèremètre et d'une résistance. Lors d'un premier essai (Fig.4a), on utilise la résistance R égale à 60Ω avec une précision de 5%. La valeur affichée par l'ampèremètre est $I_1 = 0.225\text{ A}$ (sur le calibre 2A). On réalise ensuite un deuxième essai en utilisant uniquement l'ampèremètre (Fig.4b). Dans ce cas, la valeur affichée par l'ampèremètre est $I_2 = 0.600\text{ A}$ (sur le calibre 2A).

- La précision de l'ampèremètre est : $\pm 0.3\%$ de la mesure + 1 digit (affichage avec 3 digits et demi).

On néglige la résistance interne de l'ampèremètre.

- 1) Pour chaque essai, calculer les incertitudes sur la mesure du courant.
- 2) Calculer les valeurs de la tension V_T et de la résistance R_T .
- 3) Calculer les incertitudes sur la valeur de V_T et sur la résistance R_T .

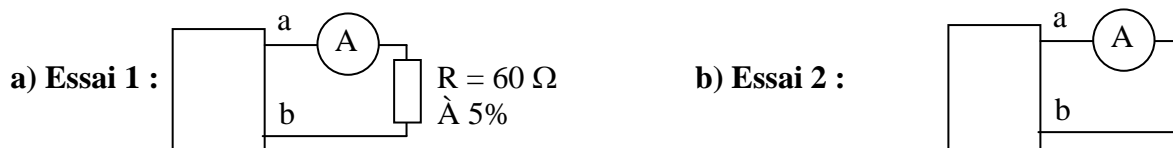


Figure 4 : Identification d'un circuit équivalent

Nom :

Prénom :

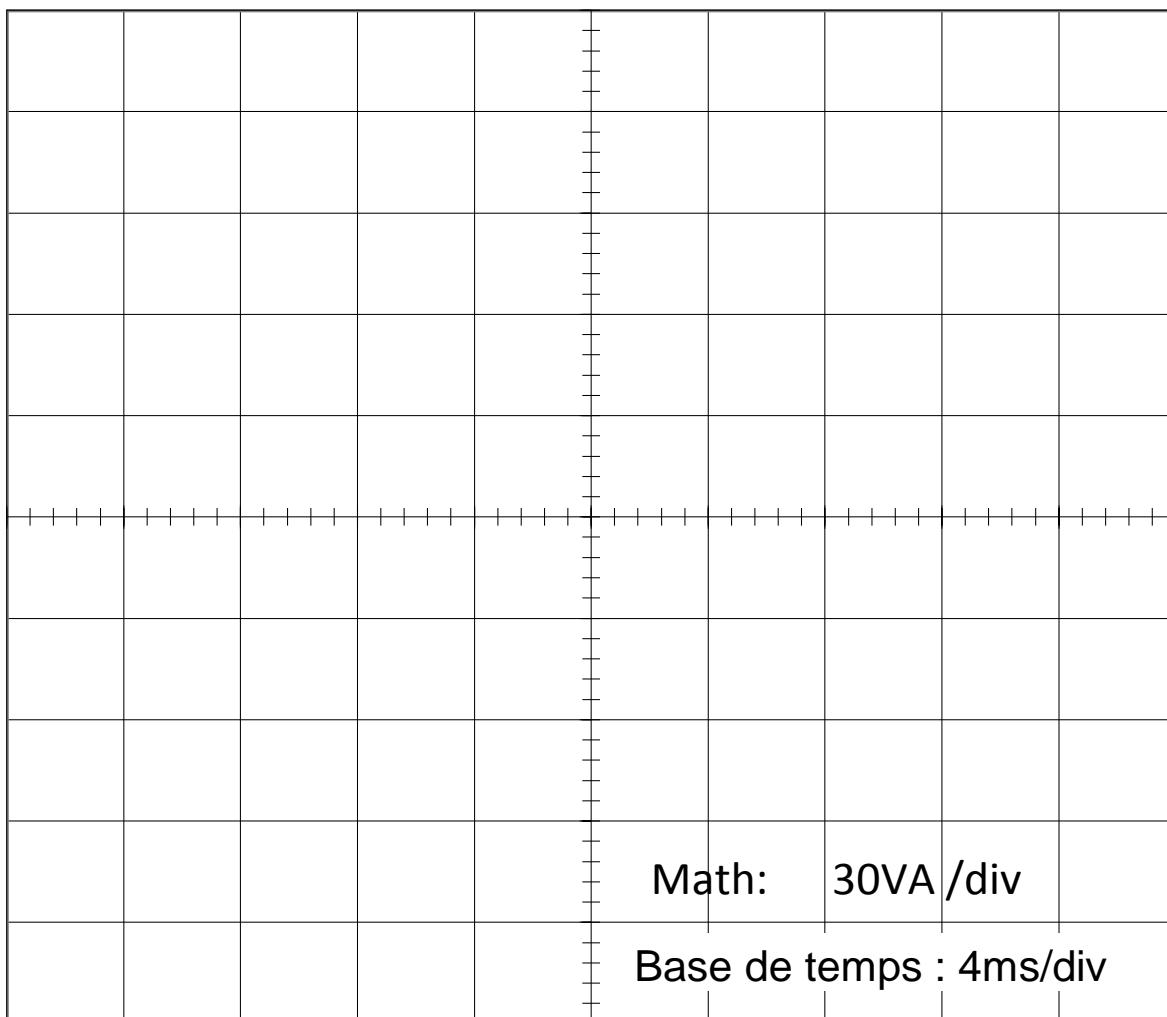


Figure pour l'exercice 1