

## TP 03 de Physique

## Étude du système pont diviseur de tension, en régime continu

Capacités exigibles :

- Connaître et savoir utiliser les lois fondamentales de l'électricité (loi des nœuds, loi des mailles, loi d'Ohm).
- Connaître et savoir utiliser la relation du pont diviseur de tension.

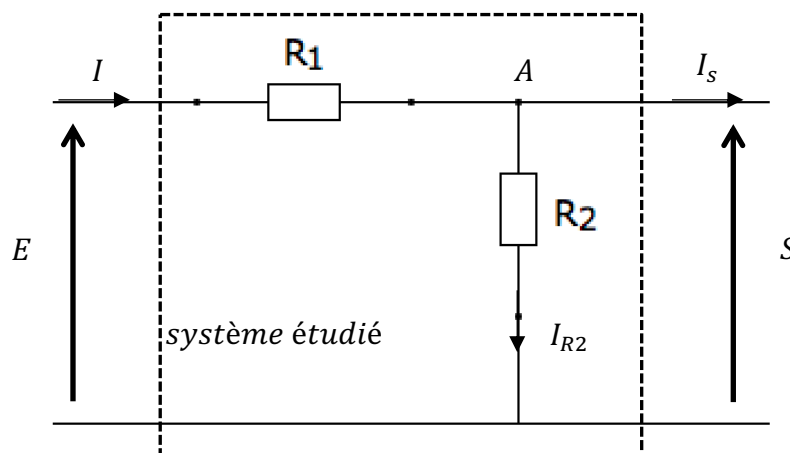
A faire chez soi, avant la séance, sur une feuille double : (toutes les questions jusqu'à l'appel 0)



Vidéo pour comprendre les notions abordées dans ce paragraphe  
« Pont diviseur de tension en régime continu »

I. Étude théorique du système :

Le système étudié est le quadripôle ou « système » suivant :



Le système est constitué de deux conducteurs ohmiques en série dont les résistances respectives sont  $R_1$  et  $R_2$ . La tension d'entrée  $E$  est délivrée par un générateur de tension continue.

La tension de sortie  $S$  est mesurée à l'aide d'un voltmètre (ou d'un oscilloscope ou encore d'une carte d'acquisition). La résistance interne de cet appareil de mesure étant infiniment grande (en théorie), l'intensité du courant de sortie  $I_s$  est donc nulle.

1. A l'aide de la loi des nœuds en A, déterminer l'expression littérale de l'intensité  $I_{R2}$  (circulant dans le conducteur ohmique de résistance  $R_2$ ) en fonction de  $I$  et/ou de  $I_s$  **uniquement**.
2. Aux bornes de quel(s) conducteur(s) ohmique(s), la tension d'entrée  $E$  est-elle ?
3. Aux bornes de quel(s) conducteur(s) la tension de sortie  $S$  est-elle ?
4. Quelle est la convention utilisée par le conducteur ohmique de résistance  $R_2$  ?
5. Ajouter sur le schéma, la flèche de tension nommée  $U_1$ , aux bornes de la résistance  $R_1$ , en convention récepteur.
6. Appliquer la loi des mailles au système afin de déterminer l'expression littérale liant  $E$  à  $U_1$  et  $S$ . On attend une réponse de la forme  $E = \dots$

7. Appliquer la loi d'Ohm au conducteur ohmique de résistance  $R_1$  afin de déterminer l'expression littérale liant  $U_1$  à  $R_1$  et  $I$ . On attend une réponse de la forme  $U_1 = \dots$
8. Appliquer la loi d'Ohm au conducteur ohmique de résistance  $R_2$  afin de déterminer l'expression littérale liant  $I$  à  $S$  et  $R_2$ . On attend une réponse de la forme  $I = \dots$
9. A l'aide de vos réponses aux questions 6 et 7, donner l'expression littérale liant  $U_1$  à  $R_1$ ,  $R_2$  et  $S$ .
10. A l'aide de vos réponses aux questions 5 et 8, donner l'expression littérale liant  $S$  à  $R_1$ ,  $R_2$  et  $E$ .

La formule littérale obtenue à la question 9 est l'équation régissant le système étudié dans ce TP.

11. Recopier en complétant à l'aide des symboles  $>$  ou  $<$  :

$$R_1 + R_2 \dots R_2 \text{ donc } \frac{R_2}{R_1 + R_2} \dots 1$$

$$\text{Avec } \frac{S}{E} = \frac{R_2}{R_1 + R_2}, \text{ on en conclut que } E \dots S$$

12. En déduire une justification expliquant le nom donné à ce système : « pont diviseur de tension ».
13. Déterminer l'expression littérale de  $R_2$  en fonction de  $R_1$ ,  $E$  et  $S$ .

### **APPEL 0 : Appeler le professeur afin qu'il valide et note votre travail.**

#### II. Recherche d'une solution répondant au cahier des charges :

##### Cahier des charges :

Deux systèmes présents sur une même carte, ont deux tensions d'alimentation différentes : l'un est alimenté en  $5,0 \text{ V}$  et l'autre est alimenté en  $3,4 \text{ V}$ .

Vous devez réaliser un système « pont diviseur de tension » avec un conducteur ohmique de  $R_1 = 10 \text{ k}\Omega$ , un signal d'entrée de valeur constante  $E = 5,0 \text{ V}$ , afin d'obtenir un signal de sortie de valeur constante  $S = 3,4 \text{ V}$ .

##### A. Première étude rapide d'une solution :

14. Calculer la valeur de la résistance  $R_2$  (en  $\text{k}\Omega$ ) permettant de réaliser ce système et valider ce cahier des charges. On respectera les règles usuelles concernant les chiffres significatifs.

### **APPEL 1 : Appeler le professeur afin qu'il valide et note votre travail.**

##### B. Préparation du système :

Les conducteurs ohmiques ayant des valeurs « constructeurs » prédéterminée, vous utiliserez un conducteur ohmique de résistance  $R_1 = 10 \text{ k}\Omega$  (valeur constructeur) et un conducteur ohmique de résistance  $R_2 = 22 \text{ k}\Omega$  (valeur constructeur se rapprochant le plus de votre résultat de la question précédente).

A l'aide du multimètre MX5060, de sa fiche technique et de la *fiche méthode expérimentale 03*, réaliser le mesurage de la valeur de la résistance  $R_1$ .

15. Pour quelle raison est-il préférable d'utiliser une évaluation des incertitudes de type B ?
16. Rédiger le résultat du mesurage de la résistance  $R_1$ , en  $\text{k}\Omega$ .

### **APPEL 2 : Appeler le professeur afin qu'il valide et note votre travail.**

A l'aide du multimètre MX5060, de sa fiche technique et de la *fiche méthode expérimentale 03*, réaliser le mesurage de la valeur de la résistance  $R_2$ .

17. Rédiger le résultat du mesurage de la résistance  $R_2$ , en  $k\Omega$ .

**APPEL 3 : Appeler le professeur afin qu'il valide et note votre travail.**

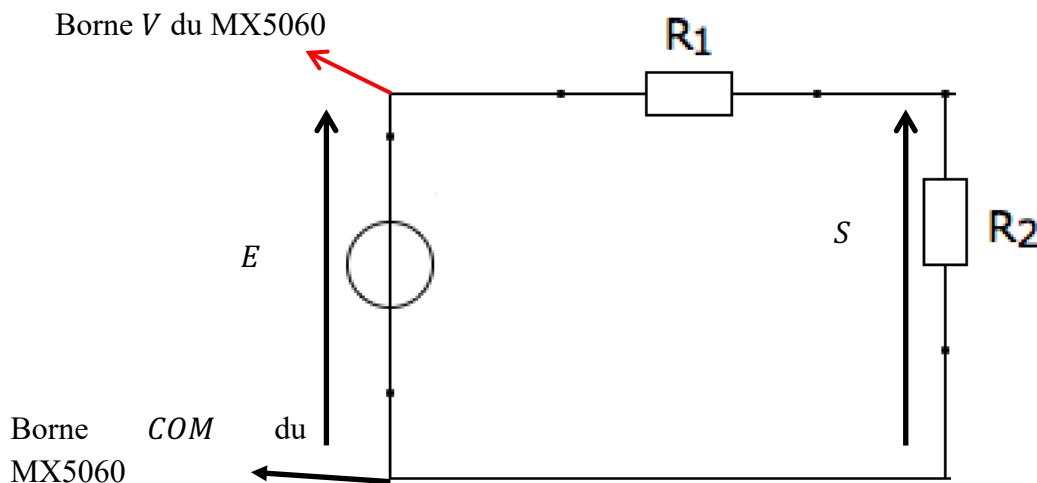
C. Réalisation expérimentale du système :

**Attention au bouton « POWER » de l'alimentation SEFRAM, qui doit-être en position OFF.**

Le signal d'entrée  $E$  continue, avec  $E = 5,0V$ , est délivré par l'alimentation SEFRAM 6330 (bornes rouge et noire, les plus à droite sur l'alimentation).

Le multimètre MX5060 est utilisé en mode voltmètre, pour mesurer une valeur de tension continue. Régler le multimètre (à l'aide de la *fiche méthode expérimentale 03* si nécessaire).

Câbler le système suivant : on réalisera la première boucle contenant les deux conducteurs ohmiques dans un premier temps, puis on terminera par les branchements du voltmètre.



**APPEL 4 : Appeler le professeur afin qu'il valide et note votre travail.**

18. Le voltmètre MX5060 mesure-t-il la tension d'entrée  $E$  ou de sortie  $S$  du système ?

19. A l'aide de la fiche technique du multimètre MX5060, rédiger le résultat du mesurage de cette tension, en volt (à l'aide d'une incertitude-type de type B).

**APPEL 5 : Appeler le professeur afin qu'il valide et note votre travail.**

Brancher le voltmètre pour qu'il réalise le mesurage de la seconde tension. Si la valeur mesurée n'est pas proche de  $3,4 V$ , appeler l'enseignant pour de l'aide.

20. Rédiger le résultat du mesurage de cette seconde tension, en volt (à l'aide d'une incertitude-type de type B).

### D. Vérification de la compatibilité des mesurages :

Dans cette partie du TP, on souhaite vérifier « expérimentalement » la formule du pont diviseur  $\frac{S}{E} = \frac{R_2}{R_1 + R_2}$  pour le système réalisé.

21. Rédiger le résultat du mesurage de la grandeur  $\frac{S}{E}$ , à l'aide de la formule suivante :

$$u\left(\frac{S}{E}\right) = \left|\frac{S}{E}\right| \times \sqrt{\left(\frac{u(S)}{S}\right)^2 + \left(\frac{u(E)}{E}\right)^2}$$

**APPEL 6 : Appeler le professeur afin qu'il valide et note votre travail.**

22. Rédiger le résultat du mesurage de la grandeur  $R_1 + R_2$  à l'aide de la formule suivante :

$$u(R_1 + R_2) = \sqrt{(u(R_1))^2 + (u(R_2))^2}$$

23. Rédiger le résultat du mesurage de la grandeur  $\frac{R_2}{R_1 + R_2}$  à l'aide de la formule suivante :

$$u\left(\frac{R_2}{R_1 + R_2}\right) = \left|\frac{R_2}{R_1 + R_2}\right| \times \sqrt{\left(\frac{u(R_2)}{R_2}\right)^2 + \left(\frac{u(R_1 + R_2)}{R_1 + R_2}\right)^2}$$

24. Calculer l'écart normalisé, noté  $E_N$ , afin de vérifier la compatibilité du mesurage de la grandeur  $\frac{S}{E}$  et du mesurage de la grandeur  $\frac{R_2}{R_1 + R_2}$ . Conclure.

**APPEL 7 : Appeler le professeur afin qu'il valide et note votre travail.**

III. Linéarité du système « pont diviseur de tension » :

❖ **Qu'est-ce qu'un système linéaire ?**

Un système est linéaire si  $E$  et  $S$  sont liés par une équation linéaire qui vérifie les principes :

- de proportionnalité : si on divise par un nombre  $k$  le signal d'entrée  $E$  le signal de sortie devient alors  $\frac{S}{k}$
- de superposition : si  $S_1$  est la réponse au signal d'entrée  $E_1$  et  $S_2$  est la réponse au signal d'entrée  $E_2$  alors  $S_1 + S_2$  est la réponse au signal d'entrée  $E_1 + E_2$

Éteindre l'alimentation SEFRAM 6330, puis placer les câbles d'alimentation des deux bornes de droite aux deux bornes (rouge et noir) de gauche.

Vérifier que les deux boutons rotatifs soient placés sur les valeurs les plus faibles (en tournant au maximum les boutons vers la gauche).

Brancher le voltmètre MX5060 afin qu'il mesure la tension d'entrée du système.

**APPEL 8 : Appeler le professeur afin qu'il valide votre travail.**

Allumer l'alimentation puis la régler, sous le contrôle du professeur, afin qu'elle délivre une tension  $E_2 = \frac{E_{exp}}{2}$

Vérification du principe de proportionnalité pour ce système :

Brancher le voltmètre pour qu'il réalise le mesurage de la tension de sortie, noté  $S_2$ .

25. Rédiger le résultat du mesurage de cette tension de sortie, noté  $S_2$  (à l'aide d'une incertitude-type de type B).

26. Rédiger le résultat du mesurage de  $\frac{S}{2}$ , à l'aide de la formule suivante :

$$u\left(\frac{S}{2}\right) = \frac{u(S)}{2}$$

27. Calculer l'écart normalisé, noté  $E_N$ , afin de vérifier la compatibilité du mesurage de la grandeur  $\frac{S}{2}$  et du mesurage de la grandeur  $S_2$ . Conclure.

28. Pour cette mesure, le principe de proportionnalité est-il vérifié par ce système ?

Vérification du principe de superposition pour ce système :

Brancher le voltmètre MX5060 afin qu'il mesure la tension d'entrée du système.

Régler l'alimentation, afin qu'elle délivre une tension  $E_3 = E_1 + E_2$  (valeur à obtenir sur le voltmètre).

Brancher ensuite le voltmètre pour qu'il réalise le mesurage de la tension de sortie, noté  $S_3$ .

29. Rédiger le résultat du mesurage de cette tension de sortie, noté  $S_3$  (à l'aide d'une incertitude-type de type B).

30. Rédiger le résultat du mesurage de  $S_1 + S_2$ , à l'aide de la formule suivante :

$$u(S_1 + S_2) = \sqrt{(u(S_1))^2 + (u(S_2))^2}$$

31. Calculer l'écart normalisé, noté  $E_N$ , afin de vérifier la compatibilité du mesurage de la grandeur  $S_1 + S_2$  et du mesurage de la grandeur  $S_3$ . Conclure.

32. Pour cette mesure, le principe de superposition est-il vérifié par ce système ?

33. Pour vos mesures, le système est-il linéaire ? Justifier votre réponse.

**APPEL 9 : Appeler le professeur afin qu'il valide votre travail**