

Capacités exigibles :

- Appliquer les lois des circuits linéaires en régime sinusoïdal.

Capacités expérimentales :

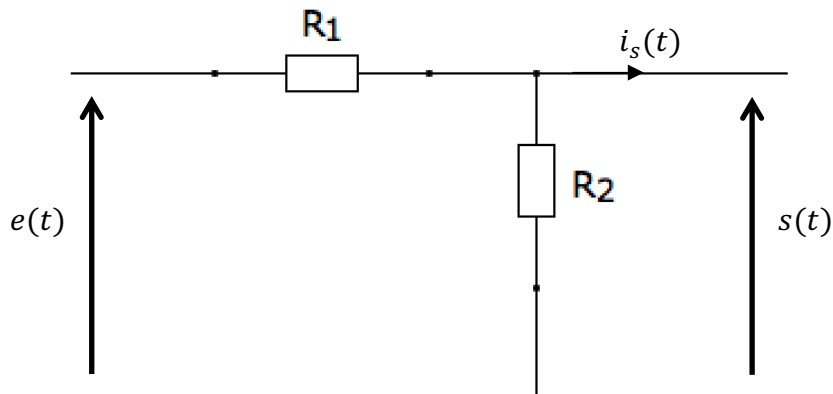
- Réalisation d'un système électrique
- Utilisation d'un multimètre en mode ohmmètre
- Utilisation d'une carte d'acquisition pour déterminer les caractéristiques d'un signal
- Utilisation des logiciels LATISPRO et REGRESSI pour modéliser une courbe

I. Étude théorique du système « pont diviseur de tension » :

Lire le *paragraphe II.A du chapitre 05*, indiquant la définition d'un quadripôle.

Le système étudié est un quadripôle nommé « pont diviseur de tension » : c'est un système permettant de diviser les valeurs du signal d'entrée, par un coefficient que l'on peut choisir.

Le système « pont de diviseur de tension » a pour schéma :



Pour ce système « pont diviseur », la formule littérale liant le signal de sortie $s(t)$, au signal d'entrée $e(t)$ est la suivante :

$$s(t) = \frac{R_2}{R_1 + R_2} \times e(t)$$

0. Donner la valeur de l'intensité du courant de sortie $i_s(t)$ pour un pont diviseur de tension, sachant que le circuit est ouvert en sortie.
1. Aux bornes de quel(s) dipôle(s), le signal d'entrée $e(t)$ est-il branché ?
2. Aux bornes de quel(s) dipôle(s), le signal de sortie $s(t)$ est-il branché ?
3. Sans justifier, pour chaque ligne, choisir la bonne proposition en la rédigeant sur votre copie :

R_1 et R_2 sont des grandeurs strictement positives ou R_1 et R_2 sont des grandeurs strictement négatives

$$\frac{R_2}{R_1 + R_2} > 0 \quad \text{ou} \quad \frac{R_2}{R_1 + R_2} < 0$$

$$R_2 > R_1 + R_2 \quad \text{ou} \quad R_2 < R_1 + R_2$$

$$\frac{R_2}{R_1 + R_2} > 1 \quad \text{ou} \quad \frac{R_2}{R_1 + R_2} < 1$$

$$s(t) > e(t) \quad \text{ou} \quad s(t) < e(t)$$

$$\frac{s(t)}{e(t)} = \frac{R_2}{R_1 + R_2} \quad \text{ou} \quad \frac{s(t)}{e(t)} = \frac{R_1 + R_2}{R_2}$$

$$\frac{s(t)}{e(t)} > 1 \quad \text{ou} \quad \frac{s(t)}{e(t)} < 1$$

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

II. Étude expérimentale du système « pont diviseur de tension » :

A. Réalisation du système :

Pour réaliser le système « pont diviseur de tension », on utilise deux conducteurs ohmiques dont le constructeur indique les valeurs de résistances suivantes, appelées « valeurs constructeurs » :

$$R_1 = 22 \text{ k}\Omega \quad \text{et} \quad R_2 = 10 \text{ k}\Omega$$

4. A l'aide du multimètre habituel et de la *fiche méthode expérimentale 03*, mesurer les valeurs des résistances R_1 et R_2 . On veillera à obtenir des mesures les plus précises possibles.
5. A l'aide de vos mesures et d'une de vos réponses à la question 3, déterminer la valeur théorique du rapport $\frac{s(t)}{e(t)}$ en respectant les règles sur les chiffres significatifs.

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

Préparation du GBF : à l'aide de la fiche méthode expérimentale 02

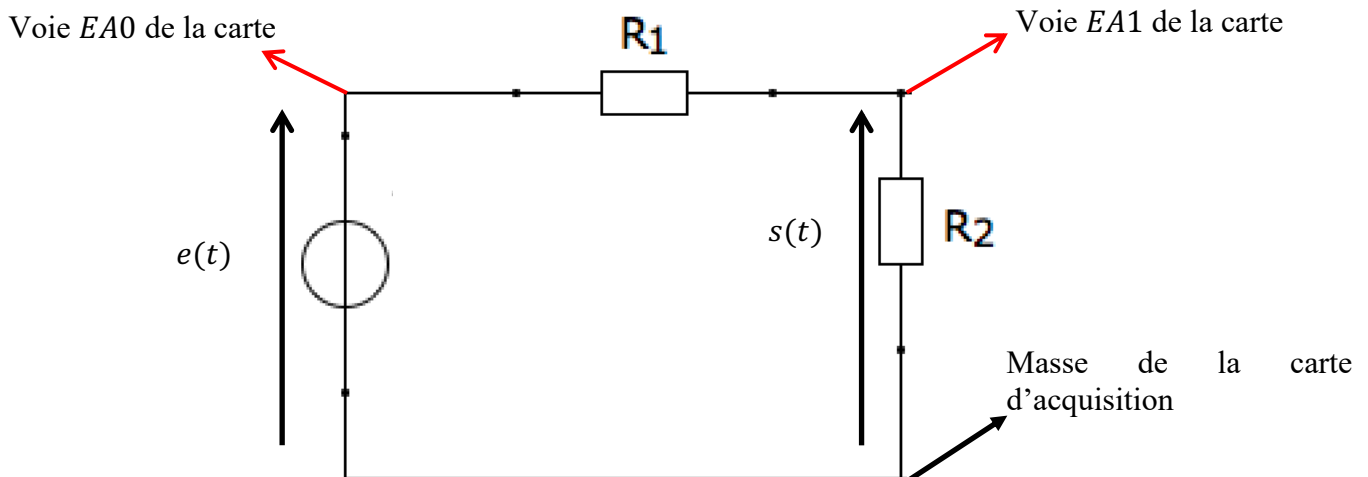
Attention à la LED « OUTPUT ON » du GBF, qui doit-être éteinte.

Le signal d'entrée $e(t)$ est variable, périodique, sinusoïdal, alternatif, d'amplitude $U_m = 1,6 \text{ V}$, de fréquence $f_E = 500 \text{ Hz}$.

Le signal d'entrée (issu du GBF) sera relié sur la voie EA0 et à la masse de la carte d'acquisition SYSAM-SP5.

Préparation du système étudié :

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



Préparation de LATISPRO :

Dans le répertoire Physique, ouvrir le logiciel nommé LATISPRO. A l'aide de la *fiche méthode expérimentale 07*, sélectionner la voie EA0 et la voie EA1 puis cocher Périodique et mettre deux périodes. Dans Déclenchement, choisir EA0 comme source avec le sens montant pour un seuil de 0V.

6. La voie EA1 de la carte d'acquisition mesure-t-elle le signal d'entrée $e(t)$ ou de sortie $s(t)$ du système ?

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

Acquérir les deux signaux avec la touche F10. Double-cliquer sur le nom de l'axe des ordonnées EA0 afin d'adapter l'échelle du graphe.

Effectuer un clic droit sur le nom de l'axe des ordonnées EA0, puis Propriétés et choisir comme style « traits » en noir.

Effectuer un clic droit sur le nom de l'axe des ordonnées EA1, puis Propriétés et choisir comme style « traits » en une autre couleur que noir.

B. Comparaison du signal de sortie au signal d'entrée :

La suite de notre étude a pour objectif de comparer le signal de sortie $s(t)$ au signal d'entrée $e(t)$ afin de modéliser le système se trouvant entre ces deux signaux.

7. Qualifier à l'aide des adjectifs usuels, le signal d'entrée et le signal de sortie.
8. A l'aide du *paragraphe II du chapitre 04*, en déduire la valeur du taux de distorsion du signal d'entrée et la valeur du taux de distorsion du signal de sortie.
9. Le système étudié (le pont diviseur de tension) change-t-il le type du motif du signal entre son entrée et sa sortie ?
10. A l'aide du réticule de LATISPRO, mesurer la valeur moyenne $\langle s \rangle$ du signal de sortie et la valeur moyenne $\langle e \rangle$ du signal d'entrée (avec 4 chiffres significatifs).
11. La valeur moyenne $\langle s \rangle$ du signal de sortie et la valeur moyenne $\langle e \rangle$ du signal d'entrée ont elles une valeur sensiblement identique ?
12. A l'aide du réticule de LATISPRO, mesurer la fréquence f_S du signal de sortie et la fréquence f_E du signal d'entrée (avec 4 chiffres significatifs).
13. La fréquence f_S du signal de sortie et la fréquence f_E du signal d'entrée ont elles une valeur sensiblement identique ?
14. A l'œil, le signal de sortie est-il en opposition de phase, en phase ou en quadrature de phase par rapport au signal d'entrée ?
15. La phase à l'origine φ_S du signal de sortie et la phase à l'origine φ_E du signal d'entrée ont elles une valeur sensiblement identique ?
16. A l'aide du réticule de LATISPRO, mesurer l'amplitude $U_{m,S,1}$ du signal de sortie et l'amplitude $U_{m,E,1}$ du signal d'entrée (avec 4 chiffres significatifs).
17. L'amplitude $U_{m,S,1}$ du signal de sortie et l'amplitude $U_{m,E,1}$ du signal d'entrée ont elles une valeur sensiblement identique ?
18. Conclure en justifiant/en expliquant le nom donné à ce système.

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

III. Linéarité du système et rapport du signal de sortie sur le signal d'entrée :

A. Ce système est-il « linéaire » ?

Lire l'introduction du chapitre 06 concernant la définition d'un système linéaire.

Principe de proportionnalité :

Sur le GBF, multiplier l'amplitude du signal d'entrée par 2 . Acquérir les signaux d'entrée et de sortie avec la touche F10.

19. A l'aide du réticule de LATISPRO, mesurer l'amplitude du nouveau signal d'entrée $e_2(t)$, notée $U_{mE,2}$ et l'amplitude du nouveau signal de sortie $s_2(t)$, notée $U_{mS,2}$.

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

Principe de superposition :

Sur le GBF, mettre l'amplitude du signal d'entrée à la valeur correspondant à $U_{mE,1} + U_{mE,2}$. Acquérir les signaux d'entrée et de sortie avec la touche F10.

21. A l'aide du réticule de LATISPRO, mesurer l'amplitude du signal d'entrée $e_3(t)$, notée $U_{mE,3}$ et l'amplitude du signal de sortie $s_3(t)$, notée $U_{mS,3}$.

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

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

APPEL 5 : Appeler le professeur afin qu'il valide et note votre travail (55 minutes)

B. Obtention de nouveaux signaux :

Le signal d'entrée $e(t)$ est variable, périodique, sinusoïdal, alternatif, d'amplitude $U_m = 3,2 V$, de fréquence $f_E = 1000 Hz$.

Acquérir les deux signaux avec la touche F10. Double-cliquer sur le nom de l'axe des ordonnées EA0 afin d'adapter l'échelle du graphe.

Effectuer un clic droit sur le nom de l'axe des ordonnées EA0, puis Propriétés et choisir comme style « traits » en noir.

Effectuer un clic droit sur le nom de l'axe des ordonnées EA1, puis Propriétés et choisir comme style « traits » en une autre couleur que noir.

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

Imprimer la représentation temporelle au format paysage : on ajoutera une légende à la main pour distinguer les deux signaux.

C. Expression numérique expérimentale du signal d'entrée :

Le signal d'entrée $e(t)$ a pour expression littérale :

$$e(t) = \langle e \rangle + U_{mE} \times \cos(2\pi f_E t + \varphi_E)$$

24. À l'aide de l'outil réticule, déterminer la valeur expérimentale de l'amplitude U_{mE} du signal d'entrée, en volt, avec 4 chiffres significatifs.

25. À l'aide de l'outil réticule, mesurer la valeur moyenne $\langle e \rangle$ du signal d'entrée, en volt, avec 4 chiffres significatifs. Le signal d'entrée est-il rigoureusement alternatif ? Justifier votre réponse.

26. À l'aide de l'outil réticule, mesurer la valeur expérimentale de la période T_E du signal d'entrée en seconde avec 4 chiffres significatifs. À l'aide d'un calcul, en déduire la valeur expérimentale de la fréquence du signal d'entrée, notée f_E , en hertz.

27. A l'aide de la **fiche méthode 03**, déterminer, sans aucun calcul, la valeur expérimentale de la phase à l'origine φ_E du signal d'entrée. On choisira parmi les valeurs proposées dans la fiche méthode 03. Attention ici, le signal de référence n'est pas présent sur le graphe.

28. En supposant que le **signal d'entrée est alternatif** et que $f_E = 1000 Hz$, rédiger sur votre copie, l'expression numérique de ce signal d'entrée $e(t)$.

Vérification de vos valeurs à l'aide de LATISPRO :

Dans LATISPRO, aller dans Traitements/Modélisation. Aller dans Listes des courbes (icône « courbe verte »), puis faire glisser le nom EA0 dans le cadre « Courbe à modéliser ». Choisir un modèle en cosinus. Puis cliquer sur Calculer le modèle et la double flèche.

LATISPRO modélise alors le signal d'entrée et détermine les valeurs expérimentales, des grandeurs précédentes : vérifier que l'ensemble de vos réponses précédentes soient justes.

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

D. Expression numérique expérimentale du signal de sortie :

Le signal de sortie $s(t)$ a pour expression littérale :

$$s(t) = \langle s \rangle + U_{mS} \times \cos(2\pi f_S t + \varphi_S)$$

29. À l'aide de l'outil réticule, déterminer la valeur de l'amplitude U_{mS} du signal de sortie, en volt, avec 4 chiffres significatifs.
30. À l'aide de l'outil réticule, mesurer la valeur moyenne $\langle s \rangle$ du signal de sortie, en volt, avec 4 chiffres significatifs. Le signal de sortie est-il rigoureusement alternatif ? Justifier votre réponse.
31. À l'aide de l'outil réticule, mesurer la période T_S du signal de sortie en seconde avec 4 chiffres significatifs. À l'aide d'un calcul, en déduire la fréquence du signal de sortie, notée f_S , en hertz.
32. A l'aide de la **fiche méthode 03**, déterminer, sans aucun calcul, la valeur de la phase à l'origine φ_S du signal de sortie. On choisira parmi les valeurs proposées dans la fiche méthode 03. Attention ici, le signal de référence n'est pas présent sur le graphe.
33. En supposant que **le signal de sortie est alternatif** et que $f_S = 1000 \text{ Hz}$, rédiger sur votre copie, l'expression numérique de ce signal de sortie $s(t)$.

Vérification de vos valeurs à l'aide de LATISPRO :

Dans LATISPRO, aller dans Traitements/Modélisation. Aller dans Listes des courbes (icône courbe verte), puis faire glisser le nom EA1 dans le cadre « Courbe à modéliser ». Choisir un modèle en cosinus. Puis cliquer sur Calculer le modèle et la double flèche.

LATISPRO modélise alors le signal d'entrée et détermine les valeurs expérimentales, des grandeurs précédentes : vérifier que l'ensemble de vos réponses précédentes soient justes.

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

E. Rapport du signal de sortie sur le signal d'entrée :

Pour étudier le système (pont diviseur de tension), nous allons étudier le signal de sortie par rapport au signal d'entrée. Dans cette partie, on suppose que $f_S = f_E = 1000 \text{ Hz}$ et que $\langle s \rangle = \langle e \rangle = 0 \text{ V}$

34. A l'aide des questions 28 et 33, déterminer la valeur expérimentale du rapport $\frac{s(t)}{e(t)}$ en respectant les règles sur les chiffres significatifs.
35. A l'aide de la question 5, calculer l'écart relatif pour le rapport $\frac{s(t)}{e(t)}$. Conclure.

APPEL 9 : Appeler le professeur afin qu'il valide et note votre travail.

F. Influence de la fréquence du signal d'entrée sur la valeur du rapport $\frac{s(t)}{e(t)}$:

Mettre la fréquence du signal d'entrée sur $f_E = 5,000 \text{ kHz}$. Lancer l'acquisition sur LATISPRO.

36. A l'œil, déterminer la valeur du déphasage du signal de sortie par rapport au signal d'entrée : $\Delta\varphi = \varphi_S - \varphi_E$
37. Calculer la valeur expérimentale du rapport $\frac{s(t)}{e(t)}$ en respectant les règles sur les chiffres significatifs.

Mettre la fréquence du signal d'entrée sur $f_E = 10 \text{ kHz}$. Lancer l'acquisition sur LATISPRO.

38. A l'œil, déterminer la valeur du déphasage du signal de sortie par rapport au signal d'entrée : $\Delta\varphi = \varphi_S - \varphi_E$
39. Calculer la valeur expérimentale du rapport $\frac{s(t)}{e(t)}$ en respectant les règles sur les chiffres significatifs.
40. Conclure en répondant aux questions suivantes : le rapport $\frac{s(t)}{e(t)}$ dépend-il sensiblement de la fréquence du signal d'entrée ? La valeur du déphasage $\Delta\varphi$ du signal de sortie par rapport au signal d'entrée dépend-elle sensiblement de la fréquence du signal d'entrée ?

APPEL 10 : Appeler le professeur afin qu'il valide et note votre travail.

IV. Une meilleure méthode expérimentale pour déterminer le rapport du signal de sortie sur le signal d'entrée :

Plutôt que de comparer **une** mesure expérimentale du rapport $\frac{s(t)}{e(t)}$ à la valeur attendue (voir question 35), nous allons réaliser **une série** de mesures expérimentales du rapport $\frac{s(t)}{e(t)}$ puis obtenir une valeur moyenne de ce rapport, grâce à un logiciel nommé Regressi.

41. Dans un tableau, sur votre copie, relever l'amplitude du signal de sortie U_{mS} , mesurée grâce à LATISPRO, pour six valeurs différentes d'amplitude du signal d'entrée (sinusoïdal alternatif) U_{mE} (entre 0 et 10 V).

Ouvrir le logiciel Regressi. Sur Regressi, aller dans FICHER/NOUVEAU/CLAVIER. Saisir deux variables expérimentales : Ume en volt (V) et Ums en volt (V).

Dans l'onglet TABLEAU, saisir les différentes mesures réalisées.

Tracer ensuite U_{mS} , en fonction de U_{mE} . On ne fera apparaître que des points, reliés, en noir.

Document 1 : comment déterminer si deux grandeurs sont proportionnelles ?

Soient deux grandeurs x et y . On souhaite déterminer si x et y sont proportionnelles.

On trace alors y en fonction de x sur un graphique.

Si la courbe tracée est une droite passant par l'origine, alors x et y sont proportionnelles. x et y sont liées par une fonction linéaire.

En Physique, les valeurs de x et y étant des mesures, les points tracés sur un graphe sont rarement parfaitement alignés : on trace alors la droite passant par le maximum de points et ayant « autant de points au-dessus qu'en dessous ».

42. A l'aide du document 1, répondre à la question suivante : U_{mS} et U_{mE} sont-elles des grandeurs proportionnelles ? Justifier votre réponse.

APPEL 11 : Appeler le professeur afin qu'il valide et note votre travail.

Document 2 : comment déterminer la formule liant deux grandeurs proportionnelles à l'aide d'un graphe ?

Si x et y sont proportionnelles, alors la formule liant ces deux grandeurs sont :

$$y = a \times x, \text{ fonction linéaire}$$

a : coefficient de proportionnalité

Nous souhaitons déterminer le coefficient directeur de la droite obtenue, à l'aide du logiciel Regressi. Pour cela, dans GRAPHE, sélectionner MODELE puis MODELES. Choisir alors le modèle correspondant à l'aide du document 2. Valider et cliquer sur « Ajuster ».

43. Relever sur votre copie, la valeur et l'unité du coefficient directeur de la droite.

44. En déduire la relation numérique liant U_{mS} et U_{mE} puis en déduire la valeur expérimentale du rapport $\frac{U_{mS}}{U_{mE}}$.

On rappelle que le signal d'entrée $e(t)$ et le signal de sortie $s(t)$ ont pour expression littérale :

$$e(t) = U_{mE} \times \cos(2\pi f t + \varphi)$$

$$s(t) = U_{mS} \times \cos(2\pi f t + \varphi)$$

45. Démontrer que $\frac{s(t)}{e(t)} = \frac{U_{mS}}{U_{mE}}$

La valeur théorique du rapport $\frac{U_{mS}}{U_{mE}}$ a été calculée en question 5.

46. Comparer cette valeur théorique à la valeur obtenue à la question 44 et conclure.

APPEL 12 : Appeler le professeur afin qu'il valide et note votre travail.

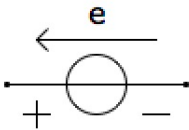
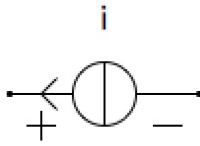
Imprimer au format paysage, le graphe obtenu avec la modélisation.

V. Autour du théorème de superposition :

Lire le *paragraphe IV.B du chapitre 06* donnant le principe de superposition pour un système électrique.

Document 3 : les générateurs idéaux

Les générateurs idéaux ne possèdent pas de résistance interne.

Schéma d'un générateur idéal de tension	Schéma d'un générateur idéal d'intensité
	

Un générateur idéal de tension, éteint, se comporte comme un **interrupteur fermé** (comme un fil).

Un générateur idéal d'intensité, éteint, se comporte comme un **interrupteur ouvert** (comme une résistance infinie).

Il suffit d'enlever le rond du schéma du générateur, pour savoir comment il se comporte, une fois éteint.

Document 4 : méthode d'application du théorème de superposition

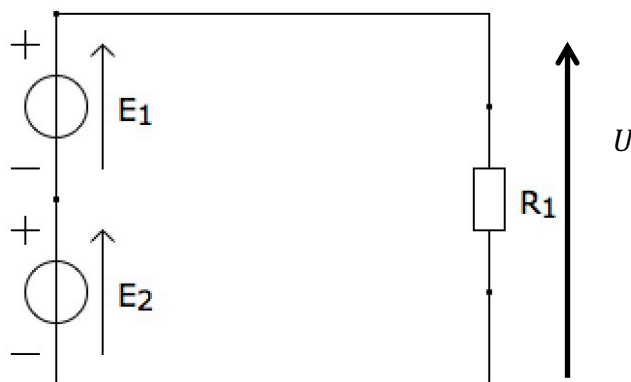
On dispose d'un circuit possédant deux générateurs idéaux et l'on souhaite connaître l'expression ou la valeur d'une tension U (cela peut-être une intensité I).

- On éteint le premier générateur dans le circuit et on cherche à exprimer/calculer la tension U . Sa valeur sera notée U_1
- On éteint le deuxième générateur dans le circuit (on rallume le premier) et on cherche à exprimer/calculer la tension U . Sa valeur sera notée U_2
- On cite le théorème de superposition puis on pose :

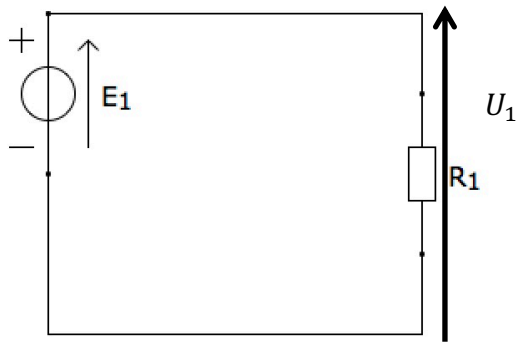
$$U = U_1 + U_2$$

Exemple :

On cherche à déterminer la valeur de la tension U aux bornes du conducteur ohmique de résistance R_1 . Les deux générateurs idéaux de tension délivrent $E_1 = 10,0V$ et $E_2 = 5,0 V$.



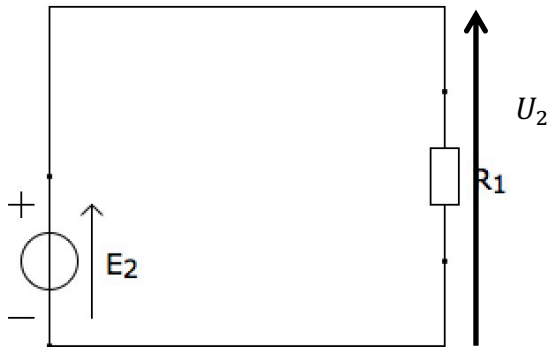
On applique le théorème de superposition pour déterminer U . On éteint le générateur 2. Le circuit devient alors :



On en déduit :

$$U_1 = E_1 = 10,0V$$

On éteint le générateur 1 et on rallume le générateur 2. Le circuit devient alors :



On en déduit :

$$U_2 = E_2 = 5,0V$$

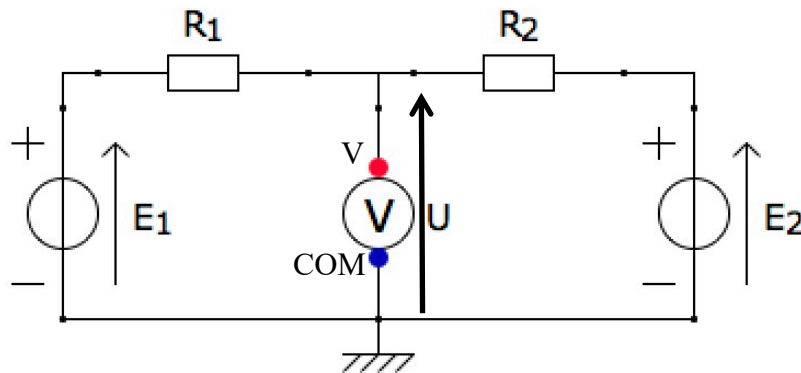
D'après le théorème de superposition, toute tension dans une branche de ce circuit est égale à la somme des tensions créées par chacun des générateurs, dans cette branche. Il vient donc :

$$U = U_1 + U_2 = E_1 + E_2 = 15,0V$$

On retrouve l'expression de la loi des mailles: $U = E_1 + E_2$.

Expérience :

A l'aide du générateur de tension continue +15V/-15V présent sur votre paillasse, réaliser le circuit suivant, **générateur éteint :**



E_1 correspond à la partie du générateur délivrant une tension de +15V. E_2 correspond à la partie du générateur délivrant une tension de -15V. Le voltmètre est en mode DC.

APPEL 13 : Appeler le professeur afin qu'il valide votre travail.

Pour simuler le fait d'éteindre un générateur, on débranche le fil connecté à sa borne + et on le connecte à la borne - .

47. Les générateurs allumés, mesurer la valeur expérimentale de la tension U , notée U_{exp} .
48. Éteindre le générateur $E_1 = 15V$ et mesurer la tension U_1 .
49. Éteindre le générateur $E_2 = -15V$ et allumer le générateur $E_1 = 15V$ puis mesurer la tension U_2 .
50. En utilisant le théorème de superposition (voir document 4), en déduire la valeur théorique de la tension U , notée U_{th} .
51. Comparer U_{th} à U_{exp} et conclure.

APPEL 14 : Appeler le professeur afin qu'il valide votre travail.

Étude théorique du circuit précédent :

On souhaite retrouver la valeur de la tension U mesurée, notée U_{exp} , par une étude théorique, à l'aide des documents 1, 4, 5 et 6.

52. En éteignant le générateur 2, exprimer U_2 en fonction de R_1, R_2 et de E_1 . Aucun calcul n'est attendu. Justifier votre réponse à l'aide d'un schéma du circuit électrique.
53. En éteignant le générateur 1, exprimer U_1 en fonction de R_1, R_2 et de E_2 . Aucun calcul n'est attendu. Justifier votre réponse à l'aide d'un schéma du circuit électrique.
54. En utilisant le théorème de superposition, en déduire l'expression théorique de la tension U , en fonction de R_1, R_2, E_2 et E_1 .
55. Calculer la valeur théorique de U .
56. Conclure.

APPEL 15 : Appeler le professeur afin qu'il valide votre travail.