

Laboratoire d'électrotechnique

Génie mécanique

Bachelor semestre 1

2023

3ème séance

PRINCIPE DE SUPERPOSITION

A. OBJECTIFS

- **Vérification du Principe de superposition.**

Le *Principe de superposition* énonce l'une des propriétés fondamentales des systèmes composés d'éléments linéaires, à savoir que la réponse du système à une somme d'excitations est égale à la somme des réponses dues à chaque excitation prise séparément.

B. LABORATOIRE



Cette séance comporte des calculs aux **pages 3 et 4** à effectuer lors de la préparation et **doivent donc se faire avant le TP.**

1. Introduction

Les multimètres utilisés dans le cadre de ces TP, ont une borne **COM** utilisée lors d'une mesure de tension ou de courant. Les conventions suivantes sont utilisées :

Multimètre HMC8012		Multimètre AM-530-EUR		
$V \begin{matrix} \text{red} \\ \circ \end{matrix} +$ $\downarrow U$ $COM \begin{matrix} \text{black} \\ \circ \end{matrix} -$	$A \begin{matrix} \text{blue} \\ \circ \end{matrix} +$ $\downarrow I$ $COM \begin{matrix} \text{black} \\ \circ \end{matrix} -$	$V \begin{matrix} \text{red} \\ \circ \end{matrix} +$ $\downarrow U$ $COM \begin{matrix} \text{black} \\ \circ \end{matrix} -$	$mA \begin{matrix} \text{red} \\ \circ \end{matrix} +$ $\downarrow I$ $COM \begin{matrix} \text{black} \\ \circ \end{matrix} -$	$A \begin{matrix} \text{red} \\ \circ \end{matrix} +$ $\downarrow I$ $COM \begin{matrix} \text{black} \\ \circ \end{matrix} -$

Les oscilloscopes **HMO2024** et **HMO724** possèdent la particularité suivante :

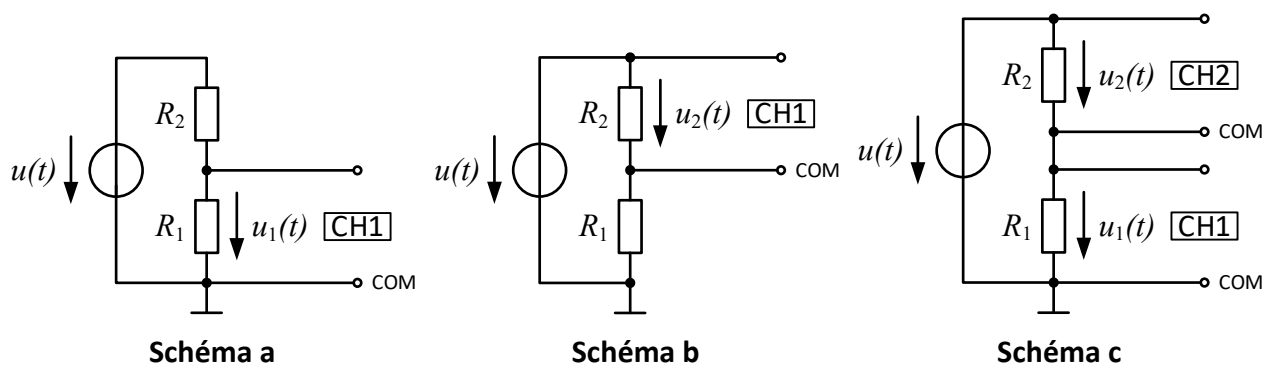




Les quatre canaux d'entrée **BNC** ont les parties **COM** connectées entre-elles !

Cette caractéristique a une influence sur l'utilisation de l'oscilloscope.

Comme exemple, on va utiliser un diviseur de tension et les schémas de montage **a**, **b** et **c** qui permettent de visualiser à l'oscilloscope les tensions $u_1(t)$ (**a**), $u_2(t)$ (**b**), $u_1(t)$ et $u_2(t)$ (**c**).



Analysez les trois montages et indiquez lesquels permettent d'effectuer une mesure correcte (plusieurs réponses possibles) :

- ☐ a
- ☐ b
- ☐ c

Pourquoi ?

.....

.....

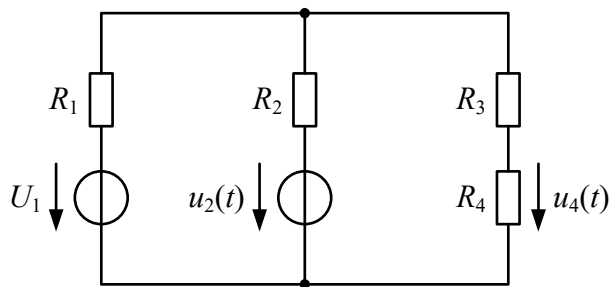
.....

.....

.....

2. Principe de superposition

Schéma pour les calculs :



$$U_1 = 5 \text{ V}$$

$$u_2(t) = 6 \sin(2\pi ft) \text{ V}$$

$$f = 2 \text{ kHz}$$

$$R_1 = 15 \, \Omega$$

$$R_2 = 50 \, \Omega$$

$$R_3 = 270 \, \Omega$$

$$R_4 = 1 \text{ k}\Omega$$

2.1. Calcul de la contribution de chacune des sources de tension prise séparément

Le *Principe de superposition* permet d'éviter une méthode d'analyse globale souvent très lourde, en la remplaçant par une succession de calculs partiels effectués sur des circuits simplifiés.

À chaque étape, **une** seule source du réseau initial est prise en compte, les autres étant annulés.

Quelles affirmations sont-elles correctes (plusieurs réponses possibles) ?

- ☐ Une source de tension annulée est remplacée par un court-circuit
- ☐ Une source de tension annulée est remplacée par un circuit-ouvert
- ☐ Une source de courant annulée est remplacée par un court-circuit
- ☐ Une source de courant annulée est remplacée par un circuit-ouvert

Calculer la valeur numérique de la tension $u_{4,1}$ due à la source de tension U_1 .

On obtient une grandeur continue :

$$u_{4,1} = \dots\dots\dots$$

Calculer la valeur numérique de la tension $u_{4,2}(t)$ due à la source de tension $u_2(t)$.

On obtient une grandeur sinusoïdale en fonction du temps :

$$u_{4,2}(t) = \dots\dots\dots$$

2.2. Calcul de la tension $u_4(t)$ en utilisant toutes les sources de tension

En appliquant le *Principe de superposition*, écrire la relation qui permet de calculer la tension $u_4(t)$ en fonction de $u_{4,1}$ et de $u_{4,2}(t)$:

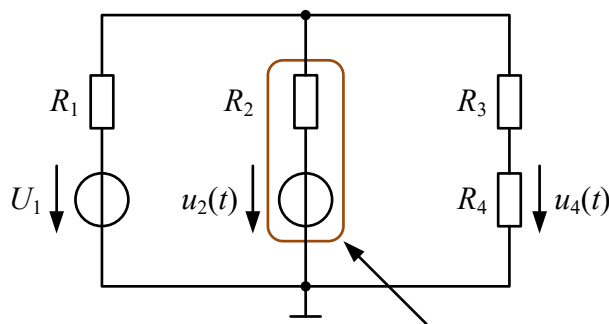
$$u_4(t) = \dots\dots\dots$$

À l'aide de la relation ci-dessus et des valeurs numériques calculés, écrire l'expression de la tension $u_4(t)$:

$$u_4(t) = \dots\dots\dots$$

2.3. Mesure de la contribution de chacune des sources de tension prise séparément

Schéma de montage pour vérifier le *Principe de superposition* :



$$U_1 = 5 \text{ V} \quad (\text{Alimentation HMP2030})$$

$$\left. \begin{aligned} u_2(t) &= 6 \sin(2\pi ft) \text{ V} \\ f &= 2 \text{ kHz} \\ R_2 &= 50 \Omega \end{aligned} \right\} \quad (\text{HMF2525})$$

$$R_1 = 15 \Omega \quad R_3 = 270 \Omega \quad R_4 = 1 \text{ k}\Omega$$



Générateur de fonctions avec une résistance interne R_2 de 50Ω

	Réaliser les deux montages avec une seule source de tension à la fois.
	Le générateur de fonctions possède une résistance interne $R_2 = 50 \Omega$. Éliminer le générateur de fonctions pour mesurer la contribution de U_1, revient à éliminer aussi sa résistance interne. Pour appliquer correctement le <i>Principe de superposition</i>, il faudra alors le remplacer par une résistance $R_2 = 50 \Omega$.

Avec les résistances à disposition, comment peut-on obtenir une résistance $R_2 = 50 \Omega$?

.....

Points pratiques :

1. Observer à l'oscilloscope la tension $u_{4,1}$ due à la source de tension U_1 (Entrée CH1).
2. Choisir la position du **GND** et le calibre de tension afin d'utiliser au maximum la taille de l'écran de l'oscilloscope et augmenter la précision des calculs.

Quel couplage faut-t-il choisir pour visualiser la courbe correctement ?

- ☐ **AC**
- ☐ **DC**
- ☐ **AC ou DC**

3. Utiliser le menu **AUTO MEASURE** pour mesurer la tension $u_{4,1}$ due à la source de tension U_1 et écrire son expression.

Étant donné qu'on a une grandeur continue, choisir **valeur moyenne** comme type de mesure :

PLACE MESURE (MEAS. PLACE)	1
MESURE 1 (MEASURE 1)	Marche (On)
TYPE	Valeur Moyenne (Mean Value)
SOURCE	CH1

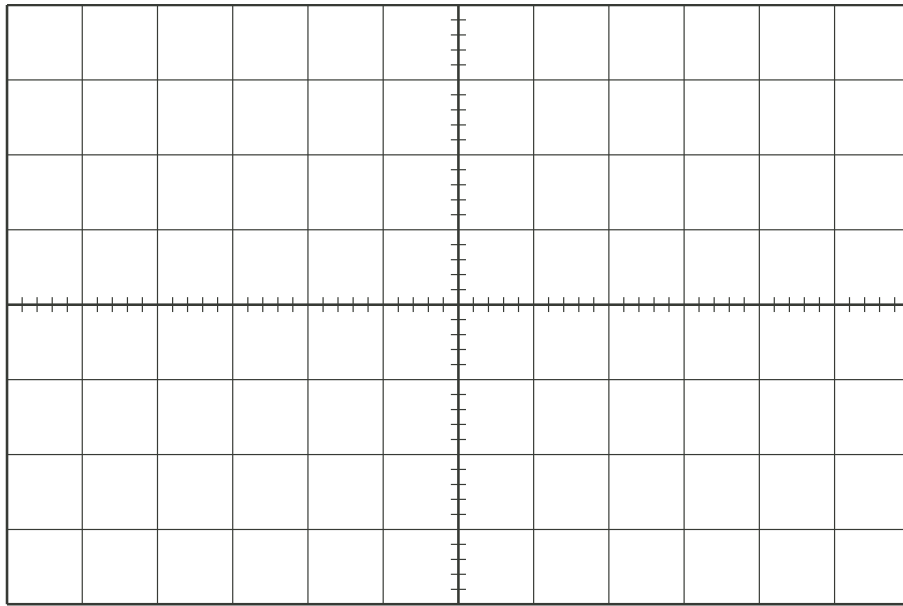
Valeur mesurée :

Valeur Moyenne (Mean Value) :

À l'aide de la valeur mesurée ci-dessus, écrire la valeur de la tension $u_{4,1}$:

$u_{4,1} =$

4. Représenter la tension $u_{4,1}$ sur le graphique ci-dessous



5. Observer à l'oscilloscope la tension $u_{4,2}(t)$ due à la source de tension $u_2(t)$ (Entrée CH1).

Configurer correctement le générateur de fonctions **HMF2525** :

Quelle amplitude faut-t-il choisir avec la touche **AMPLITUDE** ?

- ☐ 6 V
☐ 12 V

Quelle composante continue (**OFFSET**) faut-t-il choisir avec la touche **OFFSET** ?

- ☐ 0 V
☐ 6 V

6. Choisir la position du **GND** et le calibre de tension afin d'utiliser au maximum la taille de l'écran de l'oscilloscope et augmenter la précision des calculs.

Visualiser **deux** périodes de la tension $u_{4,2}(t)$.

Quel couplage faut-t-il choisir pour visualiser la courbe correctement ?

- ☐ **AC**
☐ **DC**
☐ **AC ou DC**

7. Utiliser le menu **AUTO MEASURE** pour mesurer la **valeur moyenne** et la **valeur de crête** de la tension $u_{4,2}(t)$ due à la source de tension $u_2(t)$ et écrire son expression en fonction du temps.

PLACE MESURE (MEAS. PLACE)	1
MESURE 1 (MEASURE 1)	Marche (On)
TYPE	Valeur Moyenne (Mean Value)
SOURCE	CH1

PLACE MESURE (MEAS. PLACE)	2
MESURE 1 (MEASURE 1)	Marche (On)
TYPE	Crête + (Peak +)
SOURCE	CH1

Valeurs mesurées :

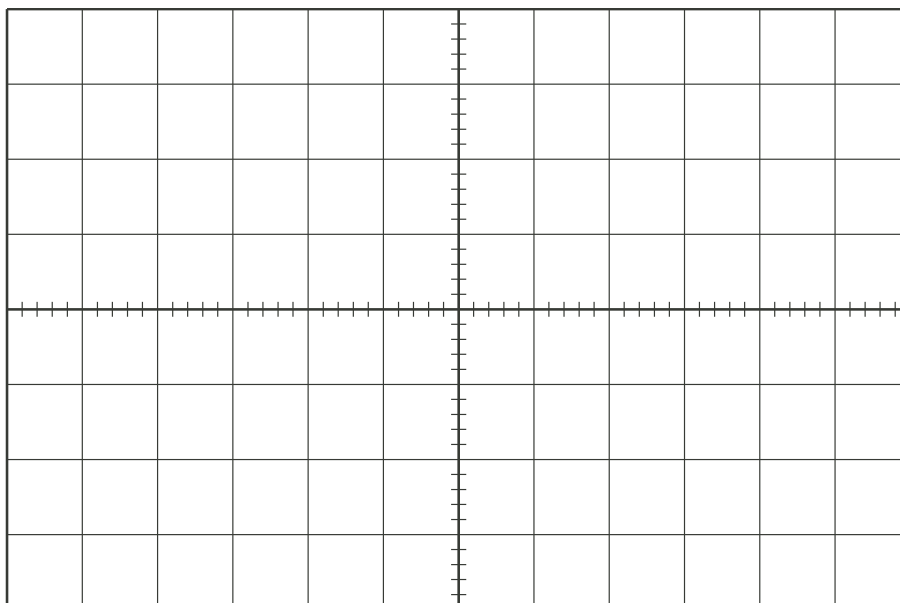
Valeur Moyenne (Mean Value) :

Crête + (Peak +) :

À l'aide des valeurs mesurées ci-dessus, écrire l'expression de la tension $u_{4,2}(t)$:

$u_{4,2}(t) =$

8. Représenter la tension $u_{4,2}(t)$ sur le graphique ci-dessous



2.4. Mesure de la tension $u_4(t)$ en utilisant toutes les sources de tension

Réaliser le montage dans lesquels on utilise **toutes** les sources de tension.

Points pratiques :

1. Observer à l'oscilloscope la tension $u_4(t)$ (Entrée CH1).
2. Choisir la position du **GND** et le calibre de tension afin d'utiliser au maximum la taille de l'écran de l'oscilloscope et augmenter la précision des calculs.

Visualiser **deux** périodes de la tension $u_4(t)$.

Quel couplage faut-t-il choisir pour visualiser la courbe correctement ?

- ☐ **AC**
- ☐ **DC**
- ☐ **AC ou DC**

3. Utiliser le menu **AUTO MEASURE** pour mesurer la **valeur moyenne** et la **valeur de crête** de la tension $u_4(t)$ et écrire son expression en fonction du temps.

PLACE MESURE (MEAS. PLACE)	1
MESURE 1 (MEASURE 1)	Marche (On)
TYPE	Valeur Moyenne (Mean Value)
SOURCE	CH1

PLACE MESURE (MEAS. PLACE)	2
MESURE 1 (MEASURE 1)	Marche (On)
TYPE	Crête + (Peak +)
SOURCE	CH1

Valeurs mesurées :

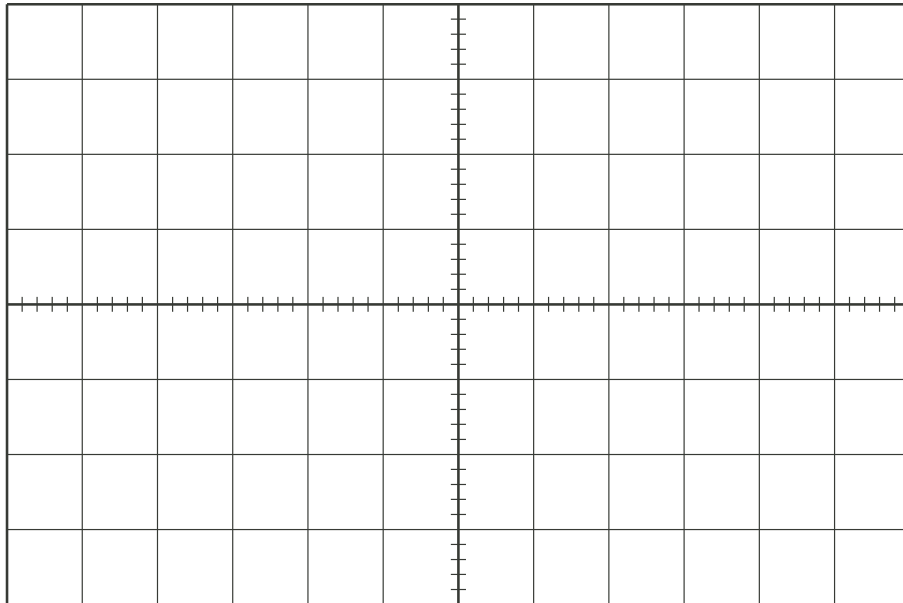
Valeur Moyenne (Mean Value) :

Crête + (Peak +) :

À l'aide des valeurs mesurées ci-dessus, écrire l'expression de la tension $u_4(t)$:

$u_4(t) =$

4. Représenter la tension $u_4(t)$ sur le graphique ci-dessous



En tenant compte de la précision des appareils de laboratoire, de la tolérance des résistances et des imperfections de la plaque "Hirshman", utilisez les valeurs mesurées pour vérifier que le *Principe de superposition* est satisfait.