

## LABORATOIRE N°6

**Gradateur monophasé****1. objectifs**

Étudier le fonctionnement et les caractéristiques d'un montage gradateur monophasé à thyristors sur des charges résistives et inductives.

**2. Introduction**

Dans ce laboratoire, les montages sont réalisés à l'aide des thyristors contenus dans un module de puissance. Le circuit d'allumage des thyristors est réalisé à l'aide d'un module de commande. Les simulations sont réalisées avec SimPowerSystems de Simulink. Le fichier SimPS gradateur.mdl est disponible sur le site du cours.

**3. Gradateur sur charge résistive**

## a) Simulation

- Simuler le montage sur charge résistive en utilisant SimPowerSystems. À partir des résultats de simulation, tracer les formes d'onde des tensions  $V_s$ ,  $V_{ch}$  et celle du courants  $I_{ch}$  pour  $\alpha = 60^\circ$ .
- Mesurer la valeur efficace de la tension  $V_{ch}$  pour  $\alpha = 0^\circ, 30^\circ, 60^\circ, 90^\circ, 120^\circ, 150^\circ, 180^\circ$ . Tracer la valeur efficace de la tension  $V_{ch}$  en fonction de l'angle d'amorçage  $\alpha$ .

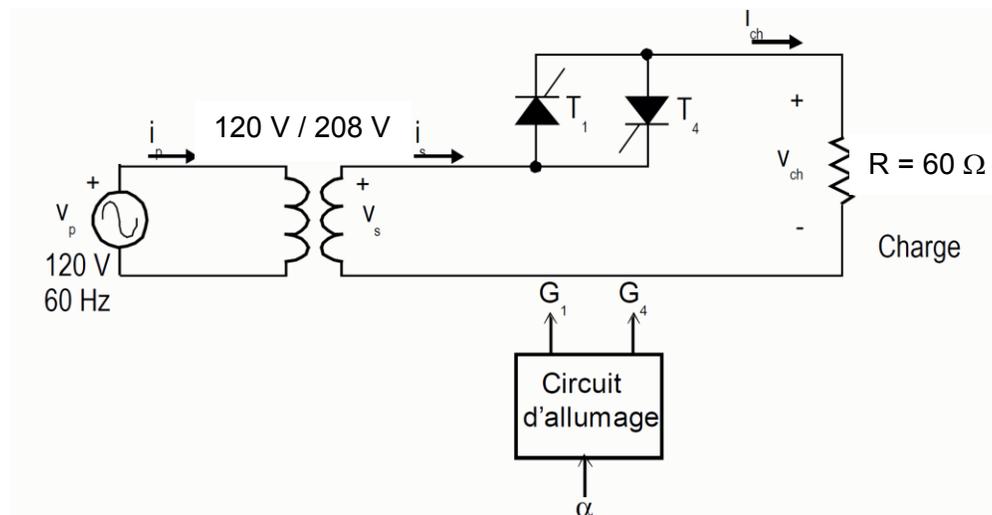


Fig 1 : Simulation d'un montage gradateur sur charge résistive

## b) Expérience

Réaliser le montage de la figure suivante. Chaque boîte de résistances sera réglée sur  $30\ \Omega$ . Brancher les appareils de mesure pour faire les observations demandées. Utiliser un analyseur de puissance (AVpower) pour mesurer les valeurs efficaces, les puissances et le facteur de puissance.

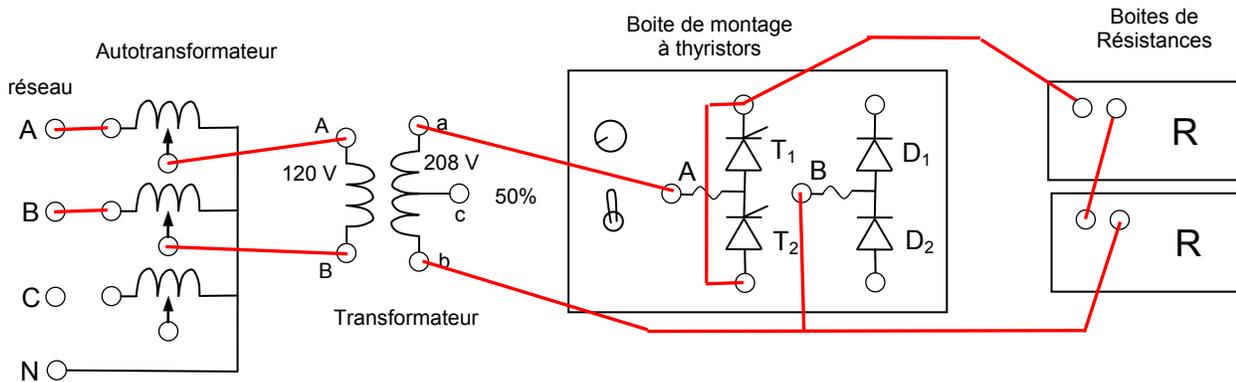


Fig 2 : Réalisation du montage gradateur sur charge résistive

- Observer les formes d'onde des tensions  $V_s$ ,  $V_{ch}$  et celle du courant  $I_{ch}$  pour  $\alpha = 0^\circ, 30^\circ, 60^\circ, 90^\circ, 120^\circ, 150^\circ, 180^\circ$ . Relever ces formes d'onde pour le cas de  $\alpha = 60^\circ$  seulement, en utilisant une feuille jointe (à remettre aux assistants). Valider ce tracé avec vos résultats de simulation.
- Pour  $\alpha = 0^\circ, 30^\circ, 60^\circ, 90^\circ, 120^\circ, 150^\circ, 180^\circ$ :
  - mesurer la valeur efficace de  $V_p$ ,  $V_{ch}$ ,  $I_p$  et  $I_{ch}$
  - mesurer la puissance active au primaire du transformateur
  - mesurer la puissance active dans la charge
- Tracer la valeur efficace de  $V_{ch}$  en fonction de  $\alpha$ . Comparer aux résultats de simulation.
- À partir des valeurs mesurées, calculer le facteur de puissance du montage gradateur en fonction de  $\alpha$ . Est-ce qu'il est toujours unitaire?
- À partir des valeurs mesurées, calculer le rendement du montage gradateur en fonction de  $\alpha$ . D'où proviennent les pertes?

#### 4. Gradateur sur charge R+L

##### a) Simulation

Simuler le montage avec une charge R+L en utilisant SimPowerSystems. À partir des résultats de simulation, tracer les formes d'onde des tensions  $V_s$ ,  $V_{ch}$  et celle du courant  $I_{ch}$  pour  $\alpha = 90^\circ$ .

- Déterminer l'angle d'amorçage  $\alpha_{\min}$  (en dessous de cette valeur, on n'a plus de contrôle sur la valeur efficace de  $V_{ch}$ ).

Note: La valeur théorique de  $\alpha_{\min}$  est donnée par la relation suivante:  $\alpha_{\min} = \arctan\left(\frac{L\omega}{R}\right)$

- Mesurer la valeur efficace de la tension  $V_{ch}$  pour  $\alpha = 60^\circ, 90^\circ, 120^\circ, 150^\circ, 180^\circ$ . Tracer la valeur efficace de la tension  $V_{ch}$  en fonction de l'angle d'amorçage  $\alpha$ .

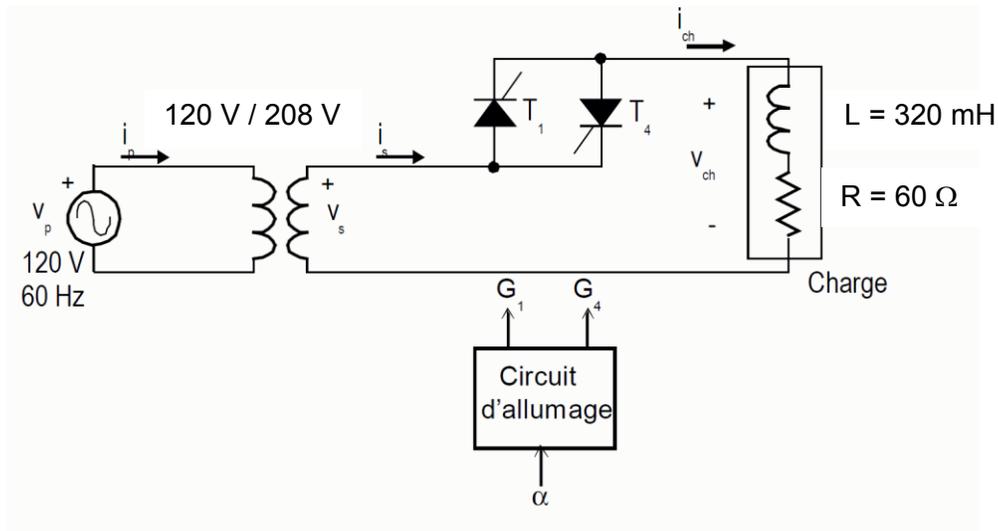


Fig 3 : Simulation d'un montage gradateur sur charge résistive

#### b) Expérience

Réaliser le montage de la figure suivante. Chaque boîte de résistances sera réglée sur  $30 \Omega$  et chaque boîte d'inductances, sur  $160 \text{ mH}$ . Brancher les appareils de mesure pour faire les observations demandées.

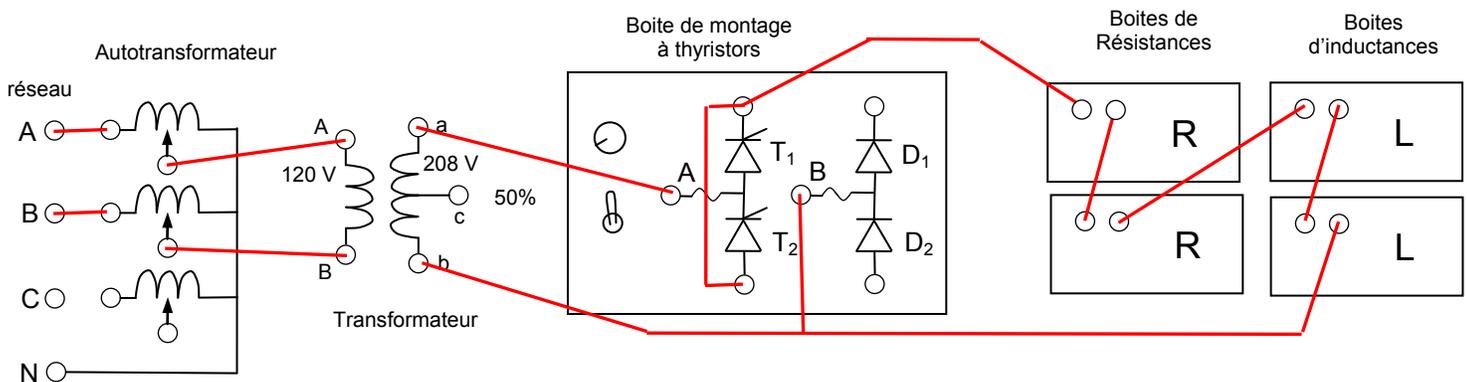


Fig 4 : Réalisation du montage gradateur sur charge R+L

- Observer les formes d'onde des tensions  $V_s$ ,  $V_{ch}$  et celle du courants  $I_{ch}$  pour  $\alpha = 0^\circ, 30^\circ, 60^\circ, 90^\circ, 120^\circ, 150^\circ, 180^\circ$ . Relever ces formes d'onde pour le cas de  $\alpha = 90^\circ$  seulement, en utilisant une feuille jointe (à remettre aux assistants). Valider ce tracé avec vos résultats de simulation.
- Diminuer lentement l'angle  $\alpha$  à partir de  $120^\circ$  tout en observant la tension  $V_{ch}$ . Déterminer l'angle  $\alpha_{min}$ . Comparer au résultat théorique.
- Pour  $\alpha = 60^\circ, 90^\circ, 120^\circ, 150^\circ, 180^\circ$ :
  - mesurer la valeur efficace de  $V_p$ ,  $V_{ch}$ ,  $I_p$  et  $I_{ch}$
  - mesurer la puissance active au primaire du transformateur
  - mesurer la puissance active dans la charge
- Tracer la valeur efficace de  $V_{ch}$  en fonction de  $\alpha$ . Comparer aux résultats de simulation.

- À partir des valeurs mesurées, calculer le facteur de puissance du montage gradateur en fonction de  $\alpha$ .

## 5. Gradateur sur charge inductive

### a) Simulation

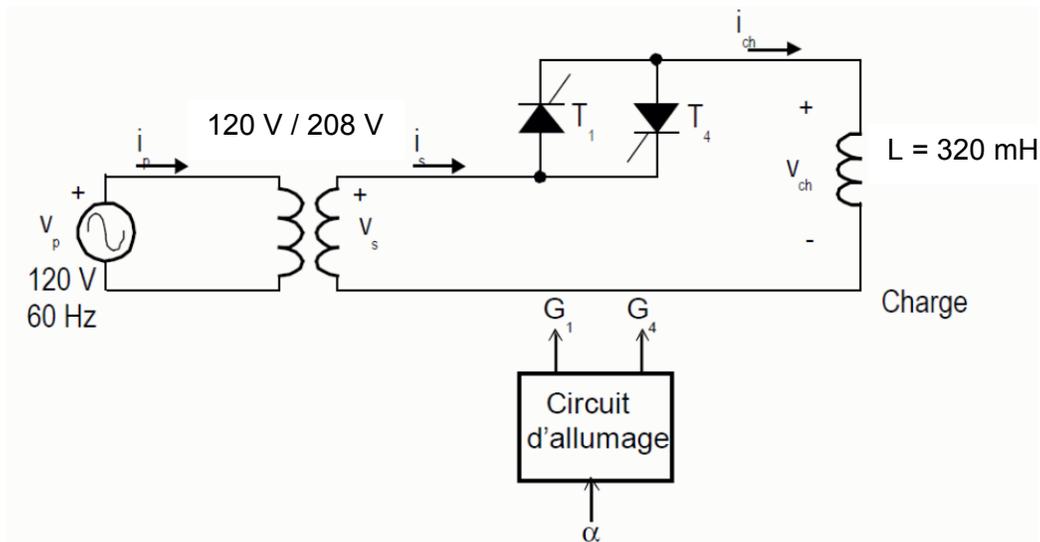


Fig 5 : Simulation d'un montage gradateur sur charge inductive

- Simuler le montage avec une charge inductive en utilisant SimPowerSystems. À partir des résultats de simulation, tracer les formes d'onde des tensions  $V_s$ ,  $V_{ch}$  et celle du courants  $I_{ch}$  pour  $\alpha = 130^\circ$ .  
Note: La valeur théorique de  $\alpha_{\min}$  dans ce cas est :  $\alpha_{\min} = 90^\circ$
- Mesurer la valeur efficace de la tension  $V_{ch}$  pour  $\alpha = 90^\circ, 110^\circ, 130^\circ, 150^\circ, 170^\circ$ . Tracer la valeur efficace de la tension  $V_{ch}$  en fonction de l'angle d'amorçage  $\alpha$ .

### b) Expérience

Réaliser le montage de la figure suivante. Chaque boîte d'inductances sera réglée à 160 mH. Brancher les appareils de mesure pour faire les observations demandées.

- Observer les formes d'onde des tensions  $V_s$ ,  $V_{ch}$  et celle du courants  $I_{ch}$  pour  $\alpha = 90^\circ, 110^\circ, 130^\circ, 150^\circ, 170^\circ$ . Relever ces formes d'onde pour le cas de  $\alpha = 130^\circ$  seulement, en utilisant une feuille jointe (à remettre aux assistants). Valider ce tracé avec vos résultats de simulation.
- Pour  $\alpha = 90^\circ, 110^\circ, 130^\circ, 150^\circ, 170^\circ$ :
  - mesurer la valeur efficace de  $V_p$ ,  $V_{ch}$ ,  $I_p$  et  $I_{ch}$
  - mesurer la puissance active au primaire du transformateur
- Tracer la valeur efficace de  $V_{ch}$  en fonction de  $\alpha$ . Comparer aux résultats de simulation.
- À partir des valeurs mesurées, calculer le facteur de puissance du montage gradateur en fonction de  $\alpha$ .

- Vérifier que le montage gradateur avec une charge purement inductive se comporte comme une inductance variable (dont la valeur est contrôlée par l'angle d'amorçage  $\alpha$ ). Tracer en fonction de  $\alpha$ , la valeur effective de l'inductance variable.

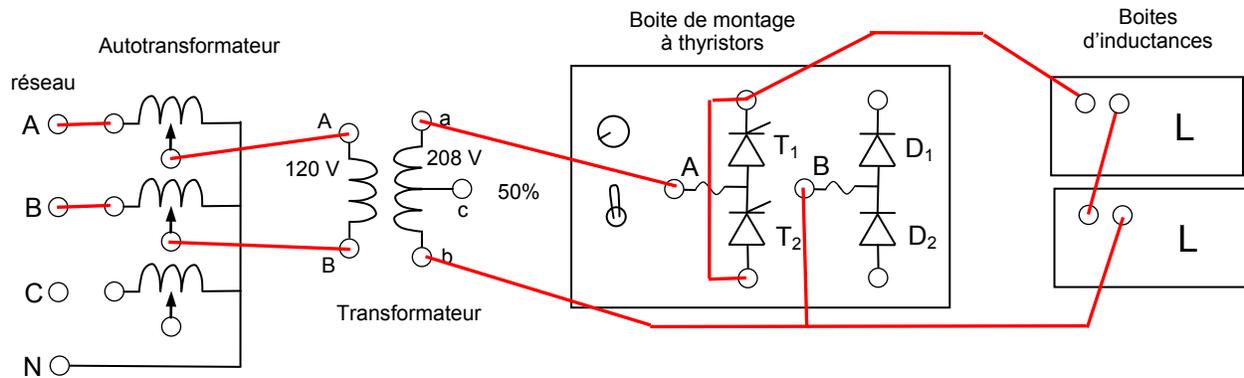
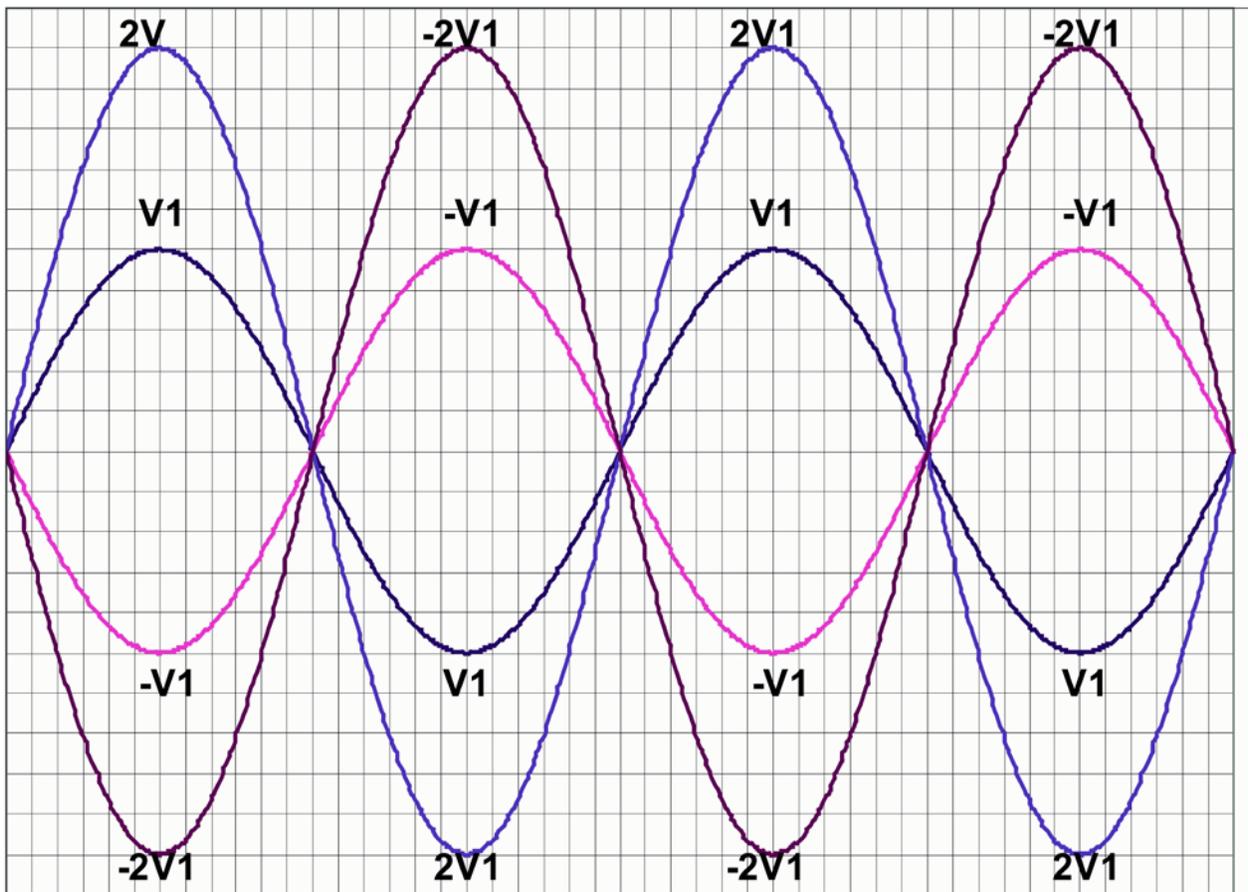
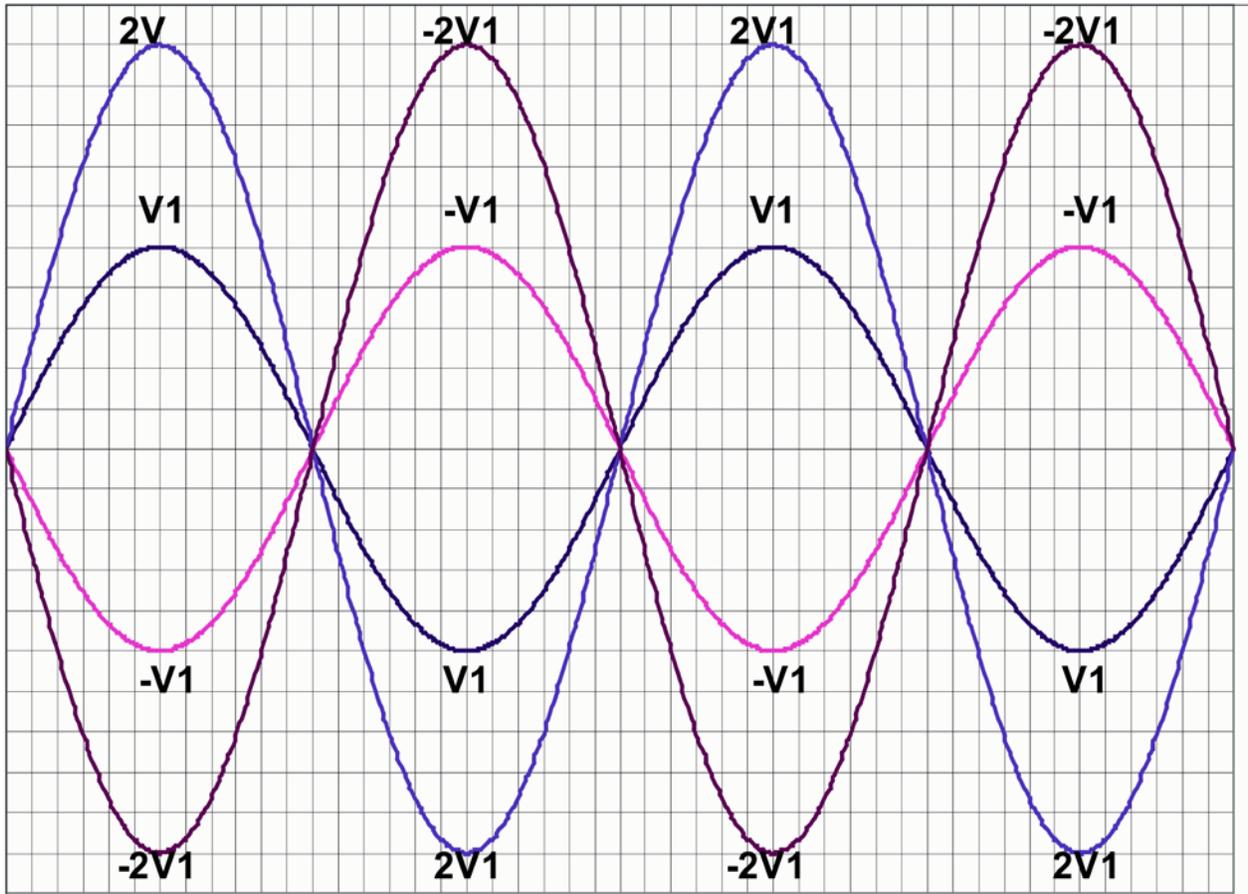


Fig 6 : Réalisation d'un montage gradateur sur charge inductive

**Donner vos tracés aux assistants de laboratoire avant de quitter la salle. Ces tracés vont compter pour l'évaluation.**

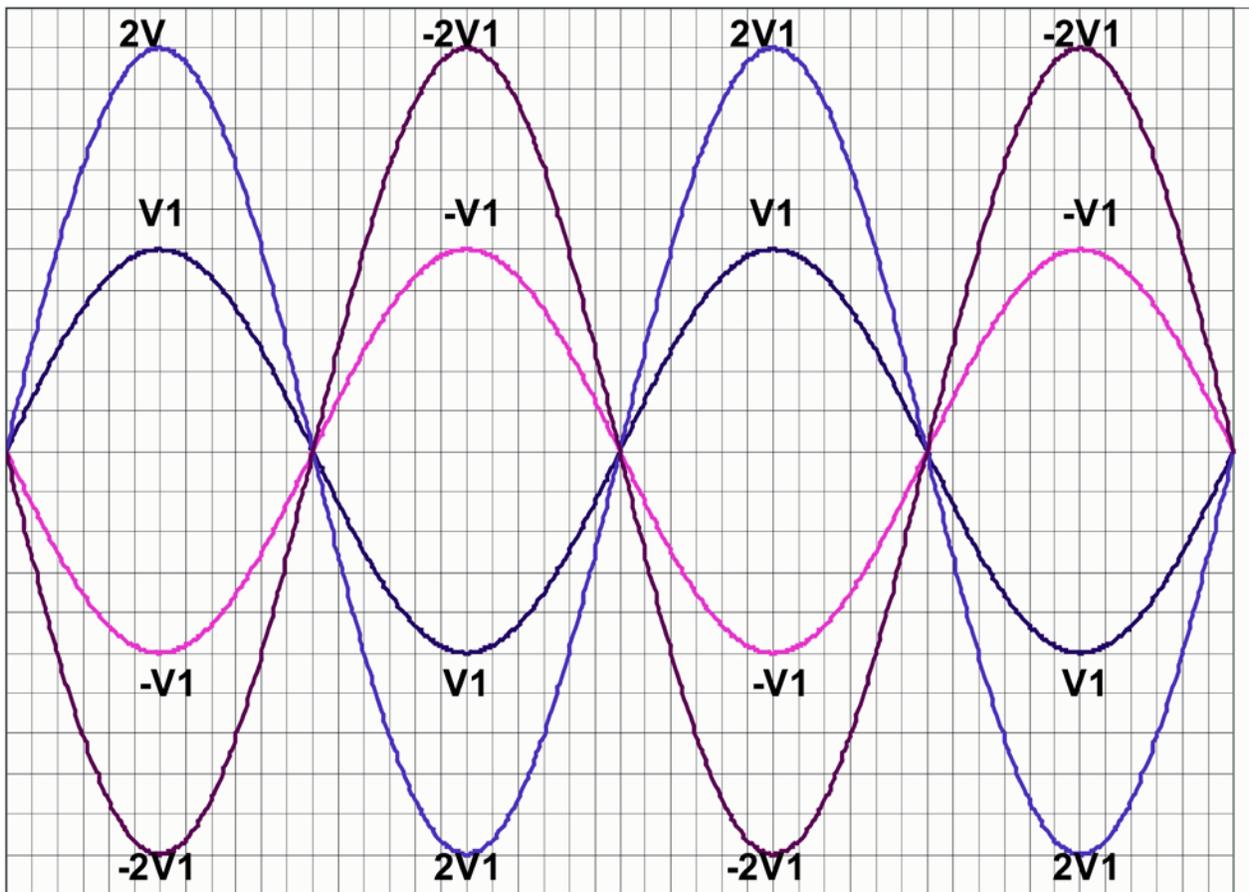
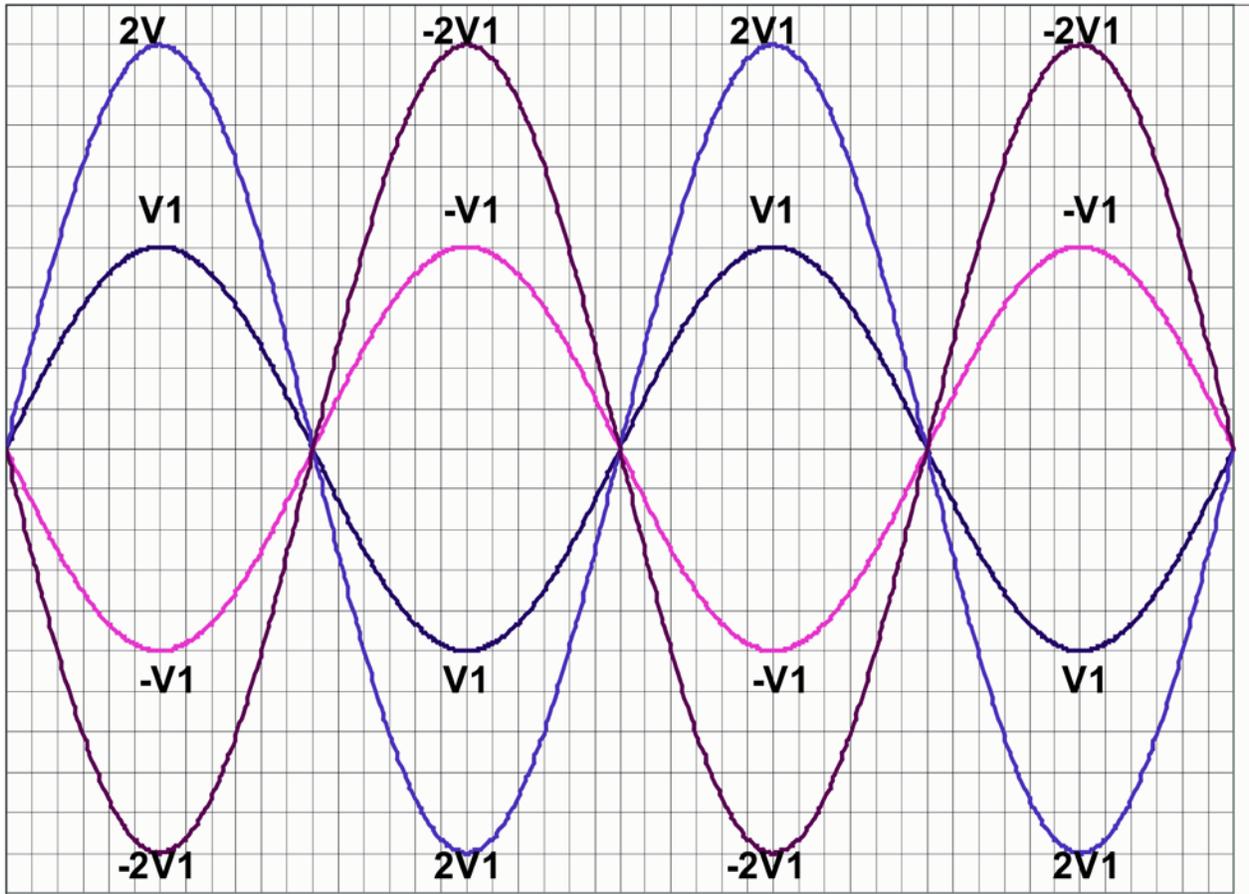
Nom1 :

Nom2 :



Nom1 :

Nom2 :



Nom1 :

Nom2 :

