



## Sommaire

Montage de l'expérience .....	1
Introduction.....	3
Redresseur à impulsion unique (M1).....	7
• Effet redresseur du circuit non commandé.....	8
• Effet redresseur du circuit commandé .....	13
• Analyse du mode d'action d'une diode de roue libre.....	19
Redresseur à deux impulsions (B2) .....	23
• Effet de redressement du circuit non commandé.....	25
• Effet de redressement du circuit entièrement commandé.....	31
• Effet de redressement du circuit demi-commandé symétriquement .....	40
• Effet de redressement du circuit demi-commandé asymétriquement .....	49
Redresseurs à six impulsions (B6).....	57
• Effet de redressement du circuit non commandé.....	58
• Effet de redressement du circuit entièrement commandé.....	63
• Effet de redressement du circuit demi-commandé.....	71
Gradateur de courant alternatif (W1).....	79
Commande de groupes d'oscillations.....	87
• Réglage de la puissance d'un consommateur monophasé.....	88
• Réglage de la puissance d'un consommateur triphasé.....	94
Analyse de vibrations harmoniques.....	99
• Analyse de Fourier de grandeurs idéales .....	100
• Analyse de Fourier du circuit B6 .....	105
• Analyse de Fourier de la commande de groupes d'oscillations .....	112



## Montage de l'expérience

Le montage de l'expérience pour les convertisseurs de courant commutés par réseau avec système de cartes est illustré à la figure 1.

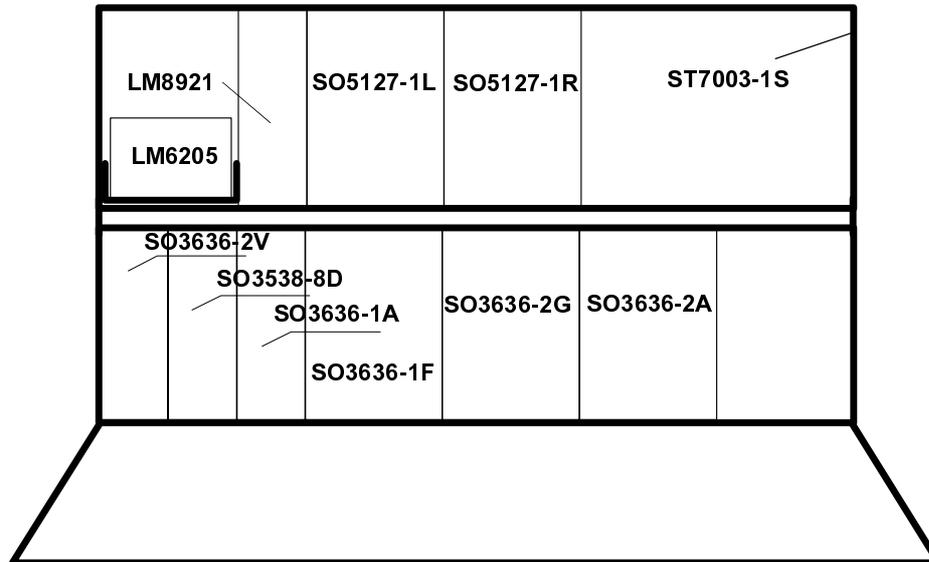


Fig. 1 : Montage de l'expérience - système de cartes

Ce montage expérimental systématique permet pour tous les essais un câblage clair des cartes et appareils dans les différentes séries d'expériences et assurer un guidage de câble court.

Pour réaliser une expérience de manière efficace, sans erreurs et sûre, vous trouverez ci-après un tableau avec toutes les cartes, appareils, connecteurs de sécurité et câbles de mesure requis.

Les essais peuvent être réalisés au choix de façon externe via une tension de commutation ou par un potentiomètre sur l'unité de commande.

La réalisation de l'expérience à partir d'un ordinateur est avantageuse et efficace.

La connexion à l'ordinateur nécessite :

1 Progiciel d'électronique de puissance pour l'unité de commande	SO6001-1A
	SO 3636-1A
1 Câble d'interface série	LM9040
1 Câble de liaison unité de commande-amplificateur de mesure	LM6119

et pour la réalisation de l'expérience de l'analyse de Fourier (série d'expériences 6):

1 Progiciel d'analyse Fourier	SO6001-1H
-------------------------------	-----------



### Composants et appareils requis

	Désignation des appareils	
SO3636-1A	Unité de commande univ., numérique	1
SO3636-1F	Unité de valve redresseur	1
SO3636-2A	Charge RCL	1
SO3636-2V	Amplificateur de mesure diff.	1
SO3538-8D	Bloc d'alimentation CC	1
SO3636-2G	Transfo-séparateur triphasé	1
SO5127-1L	Contrôleur de valeur efficace demo	1
SO5157-1R	Contrôleur de puissance demo	1
LM8921	Unité de commande à clavier	1
LM6205	Oscilloscope numérique avec têtes de palpé	1
SO5126-9X	Connecteur de sécurité 19/4 blanc	30
SO126-9Z	Connecteur de sécurité 19/4 avec prise de réglage	5
SO5126-8F	Câbles de mesure de sécurité 4 mm, 25 cm blanc	4
SO5126-8Q	Câbles de mesure de sécurité 4 mm, 50 cm blanc	4
SO5126-9A	Câbles de mesure de sécurité 4mm, 100 cm, bleu	4
SO5126-8U	Câbles de mesure de sécurité 4mm, 100 cm, rouge	4
ST7003-1S	Cadre d'expérimentation à deux niveaux 1460x740	1
LM9034	Câble de mesure BNC-BNC	2



## Introduction

Les convertisseurs de courant commutés par réseau sont utilisés dans tous les secteurs industriels, ainsi que dans le secteur domestique. Les blocs d'alimentation, installations de chauffage électriques, systèmes d'éclairage, entraînements électriques, système d'alimentation en énergie, etc. en sont des exemples typiques. Selon la puissance et la tension requise, les convertisseurs de courant commutés par réseau sont dotés d'une connexion monophasée ou triphasée. Il est en outre essentiel de savoir si la valeur de tension du réseau alternatif ou triphasé doit être modifiée ou si une tension continue variable doit être générée par le réseau d'alimentation à courant triphasé. Les deux ont en commun que l'énergie électrique est transformée et modifiée dans sa forme. Selon les exigences, il est ce faisant important que l'énergie soit prélevée via ces convertisseurs de courant ou renvoyée au réseau. Les possibilités de transformation suivantes existent (figure):

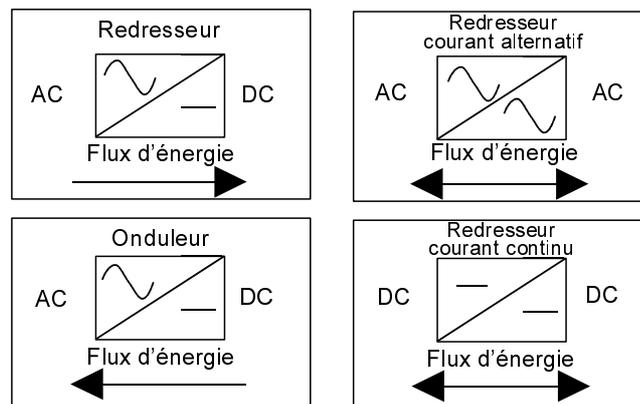


Fig. 2 : Types de redresseurs de courant

La désignation « Convertisseurs de courant commutés par réseau » décrit le type de commutation, c.-à-d. la transmission de courant d'une valve conductrice sur la vanne suivante, ce qui se fait, dans le cas présent, selon la courbe de tension secteur. Pour réaliser en pratique les circuits, les éléments de construction suivants sont utilisés :

- Diodes de capacité
- Thyristors

D'autres et importants semi-conducteurs de puissance sont les éléments de construction désactivables comme :

- Transistors de puissance
- Triacs (triodes bidirectionnelles, contrôleurs ac excités)
- IGBT (transistor bipolaire à porte isolée)

et

- GTO (thyristors désactivables, gate turn off).



Les circuits commutés par réseau suivants sont significatifs et leurs propriétés peuvent être analysées avantageusement avec diodes et thyristors :

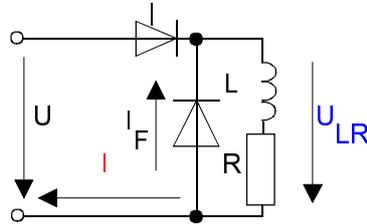


Fig. 3 : Redresseur à une impulsion (M1)

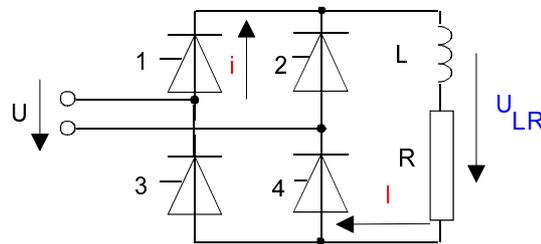


Fig. 4 : Redresseur à deux impulsions ( B2 )

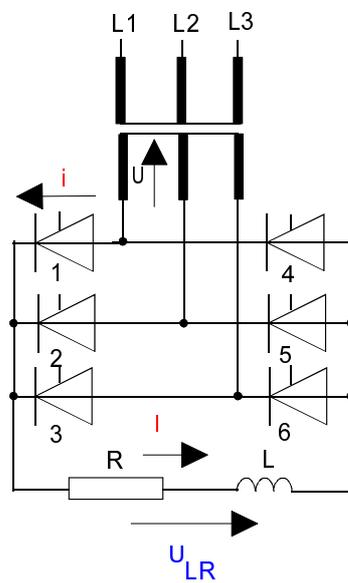


Fig. 5 : Redresseur à six impulsions ( B6 )

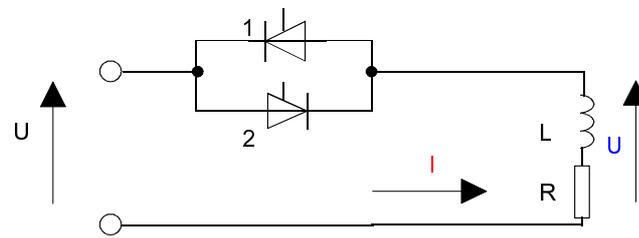


Fig. 6 : Gradateur de courant alternatif ( W1 )

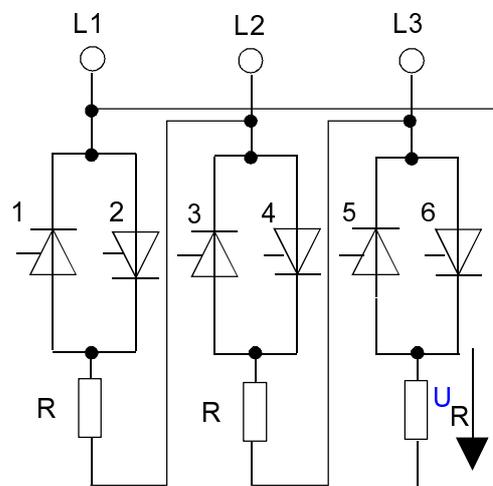


Fig. 7 : Gradateur de courant triphasé ( W3 )

Les circuits B2, B6, W1 et W3 peuvent être entièrement ou demi-commandés.

L'évaluation des bilans de puissance s'effectue suivant DIN 40110 :

Puissance apparente :  $S = U \cdot I$

Puissance effective :  $P = U \cdot I \cdot \cos \varphi$

Puissance déwattée :  $Q = U \cdot I \cdot \sin \varphi$

Il en résulte l'association puissance apparente, puissance effective et puissance déwattée suivant :

$$S = U \cdot I = \sqrt{P^2 + Q^2} .$$

Dans le cas présent d'analyse d'applications à convertisseurs de courant, d'autres définitions doivent être intégrées en raison des courbes de courant et tension non sinusoïdales. A la puissance effective ne contribue que l'oscillation de base du courant :



$$P = U \cdot I_1 \cdot \cos \varphi_1.$$

La puissance déwattée se compose de la puissance déwattée de l'oscillation de base

$$Q_1 = S_1 \cdot \sin \varphi_1$$

et de la puissance de distorsion

$$Q_d = U \sqrt{\sum_{m=2}^{\infty} I_m^2} = \sqrt{Q^2 - Q_1^2}.$$

La puissance apparente d'oscillation de base est donc calculée comme suit :

$$S_1 = U \cdot I = \sqrt{P^2 + Q_1^2}.$$

Pour résumer, on peut définir la puissance apparente globale par :

$$S = U \cdot I = \sqrt{P^2 + Q^2} = \sqrt{P^2 + Q_1^2 + Q_d^2}.$$

Les composants de puissance sont donc représentés par des triangles à angles droits qui, ordonnés de façon claire dans un parallélépipède (représentation vectorielle), permettent une évaluation optimale du bilan de puissance.

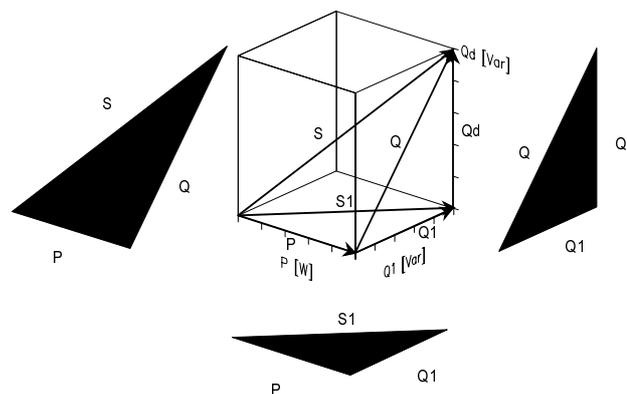


Fig. 8 : Bilan de puissance de convertisseurs de courant commutés par réseau



## Redresseur à impulsion unique

### Introduction

Les redresseurs à impulsions uniques ne sont généralement utilisés que pour les applications à faible puissance, comme par exemple les appareils électroménagers, ainsi que les simples appareils de chargement et d'alimentation en courant. L'exécution du circuit de convertisseur s'effectue comme redresseur à impulsions uniques non commandé (M1U) ou commandé (M1C). Les convertisseurs de courant sont alors fréquemment utilisés directement sur le réseau.

### Détail des exercices

Effet redresseur du circuit non commandé

- Enregistrement des courbes de tension alternative d'entrée, de tension continue de sortie et de courant à charge ohmique
- Calcul de la valeur moyenne de tension continue
- Détermination de la puissance effective
- Enregistrement des courbes de tension alternative d'entrée, de tension continue de sortie et de courant à charge ohmique-inductive

Effet redresseur du circuit commandé

- Enregistrement des courbes de tension alternative d'entrée, de tension continue de sortie et de courant à charge ohmique
- Enregistrement des courbes de tension alternative d'entrée, de tension continue de sortie et de courant à charge ohmique-inductive
- Enregistrement de la courbe caractéristique de commande
- Analyse du circuit TSE

Analyse du mode de fonctionnement d'une diode de roue libre

- Enregistrement des courbes de tension alternative d'entrée, de tension continue de sortie et de courant d'entrée et de courant continu à charge
- Enregistrement de la courbe caractéristique de commande



### Effet redresseur du circuit non commandé

#### Objet de l'expérience

L'élève doit :

- apprendre à connaître l'effet redresseur du redresseur à impulsion unique non commandé
- reconnaître qu'une bobine de lissage augmente la durée de conductibilité du courant en entraînant des surfaces tension-temps négatives
- reconnaître la division par deux de l'enregistrement de puissance effective.

#### Exercices

- Enregistrement des courbes de tension alternative d'entrée, de tension continue de sortie et de courant à charge ohmique
- Calcul de la valeur moyenne de tension continue
- Détermination de la puissance effective
- Enregistrement des courbes de tension alternative d'entrée, de tension continue de sortie et de courant à charge ohmique-inductive

Réalisez le circuit suivant le schéma des connexions indiqué (Fig. 1.3) et connectez les appareils. Mettez le circuit sous charge ohmique de 270 ohms. Activez le transformateur-séparateur. Connectez l'unité de commande universelle sur RS 232 et activez le convertisseur de courant via l'ordinateur (PHACON, mode : impulsion unique/plusieurs impulsions). Sur l'écran du clavier, le texte PC doit apparaître. Avant de commencer les mesures, calibrez le processus de mesure avec l'ordinateur (Offset).

#### Remarque :

La réalisation de l'expérience est généralement possible sans ordinateur, via le transmetteur de valeur de consigne intégré de l'unité de commande universelle. Pour ce faire, sélectionnez le mode 1 PHASE CONTROL avec le sélecteur de modes de fonctionnement. La représentation de puissances, valeurs moyennes, composants d'oscillation de base, etc. n'est pas possible dans ce mode !

Pour afficher les courbes temps sur l'oscilloscope, effectuez les réglages suivants sur l'oscilloscope :

CH 1 : 1V/DIV, CH 2 : 0,2V/DIV, Time : 1ms/DIV, Trigger : réseau

Sur l'amplificateur de mesure différentielle, sélectionnez les grandeurs de mesure respectives avec l'interrupteur à bascule :

Pos. Commut	Grandeur de mesure	Plage de mesure
A	tension de sortie	150 V
B	tension d'entrée	150 V
C	courant d'entrée	2,5 V
D	courant de sortie	2,5 V



**Enregistrement des courbes de tension alternative d'entrée, de tension continue de sortie et de courant à charge ohmique**

Affichez les fonctions suivantes selon l'angle de commande pour deux périodes :

- tension d'entrée
- tension de sortie continue
- courant alternatif
- valeur moyenne de tension continue

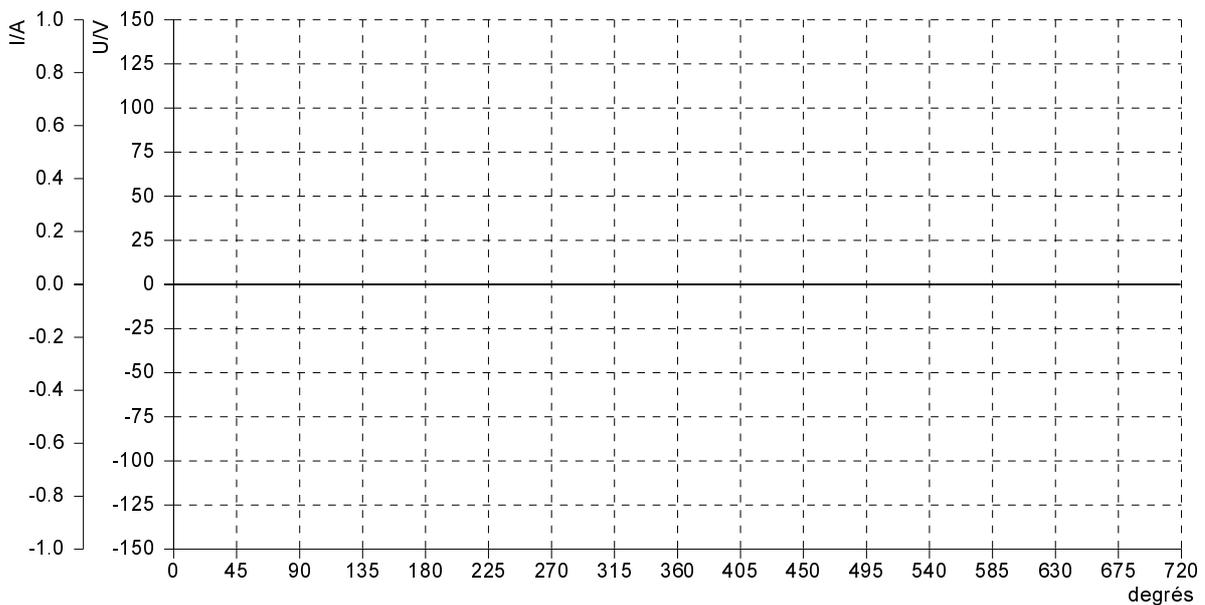


Fig. 1.1 : Courbes courant et tension du redresseur à impulsion unique non commandé à charge ohmique

Analysez la courbe temps de la tension et du courant de sortie :

**Calcul de la valeur moyenne de tension continue**

Calculez la valeur moyenne de tension continue et comparez le résultat avec la mesure.

$U_{m2} =$  \_\_\_\_\_

La valeur moyenne de tension continue mesurée est de :

$U_{m2} =$  \_\_\_\_\_



### Détermination de la puissance effective enregistrée

Calculez la puissance effective enregistrée avec et sans redresseur. Comparez le résultat avec la mesure !

La puissance effective enregistrée sans redresseur est de :

$$P_1 = \underline{\hspace{10em}}$$

Seule une demi-onde sur deux est effective et le bilan de puissance est alors divisé par deux :

$$P_1 = \underline{\hspace{10em}}$$

La puissance effective mesurée est de :

$$P_1 = \underline{\hspace{10em}}$$

### Enregistrement des courbes de tension alternative d'entrée, de tension continue de sortie et de courant à charge ohmique-inductive

Affichez les fonctions suivantes selon l'angle de commande pour deux périodes :

- tension d'entrée
- tension de sortie continue
- courant alternatif
- valeur moyenne de tension continue

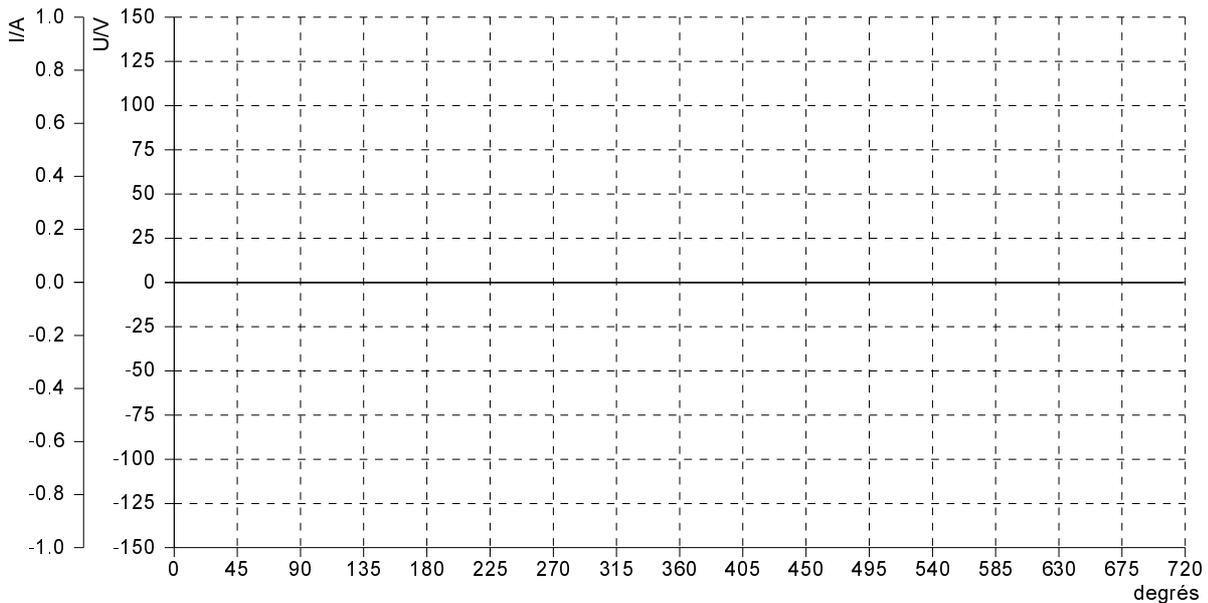


Fig. 1.2 : Courbes courant et tension du redresseur à impulsion unique non commandé à charge ohmique-inductive



Déterminez la durée de commutation du courant et comparez le résultat avec les mesures à charge ohmique .

---

---

Déterminez la valeur moyenne de tension continue  $U_{m2}$  et expliquez pourquoi cette valeur avec charge ohmique-inductive est inférieure à la valeur avec charge uniquement ohmique.

---

---



Montage de l'expérience

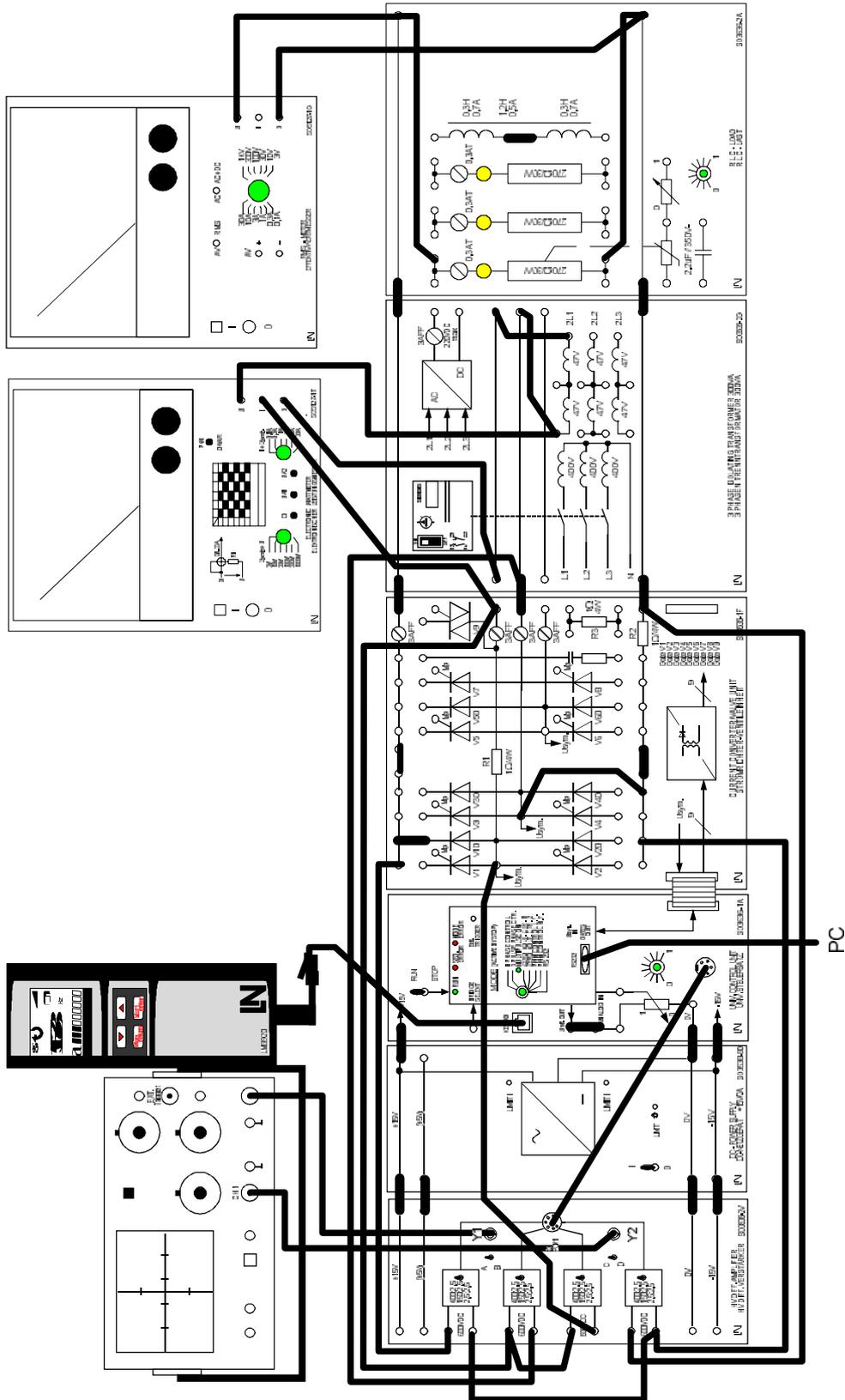


Fig. 1.3 : Schéma des connexions pour analyse de redresseur de courant à impulsion unique non commandé (M1U)



## Effet redresseur du circuit commandé

### Objet de l'expérience

L'élève doit :

- apprendre à connaître l'effet redresseur du redresseur à impulsion unique commandé.
- reconnaître qu'une bobine de lissage augmente la durée de conductibilité du courant en entraînant des surfaces tension-temps négatives.
- reconnaître que la valeur moyenne de tension continue et donc l'enregistrement de puissance effective peuvent être réglés en continu.
- reconnaître la nécessité de circuit de protection des thyristors.

### Exercices

- Enregistrement des courbes de tension alternative d'entrée, de tension continue de sortie et de courant à charge ohmique
- Enregistrement des courbes de tension alternative d'entrée, de tension continue de sortie et de courant à charge ohmique-inductive
- Enregistrement de la courbe caractéristique de commande
- Analyse du circuit TSE

Réalisez le circuit suivant le schéma des connexions indiqué (Fig. 1.8) et connectez les appareils. Mettez le circuit sous charge ohmique de 270 ohms. Activez le transformateur-séparateur. Connectez l'unité de commande universelle sur RS 232 et activez le convertisseur de courant via l'ordinateur (PHACON, mode: impulsionsunique/plusieurs impulsions). Sur l'écran du clavier, le texte PC doit apparaître. Avant de commencer les mesures, calibrez le processus de mesure avec l'ordinateur (Offset)

### Remarque :

La réalisation de l'expérience est généralement possible sans ordinateur, via le transmetteur de valeur de consigne intégré de l'unité de commande universelle. Pour ce faire, sélectionnez le mode 1 PHASE CONTROL avec le sélecteur de modes de fonctionnement. La représentation de puissances, valeurs moyennes, composants d'oscillation de base, etc. n'est pas possible dans ce mode !

Pour afficher les courbes temps sur l'oscilloscope, effectuez les réglages suivants sur l'oscilloscope :

CH 1 : 1V/DIV, CH 2 : 0,2V/DIV, Time : 1ms/DIV, Trigger : réseau

Sur l'amplificateur de mesure différentielle, sélectionnez les grandeurs de mesure respectives avec l'interrupteur à bascule :

Pos. Commut	Grandeur de mesure	Plage de mesure
A	tension de sortie	150 V
B	tension d'entrée	150 V
C	courant d'entrée	2,5 V
D	courant de sortie	2,5 V



## Enregistrement des courbes de tension alternative d'entrée, de tension continue de sortie et de courant à charge ohmique

Affichez les fonctions suivantes selon l'angle de commande pour deux périodes ( $\alpha = 90$  degrés,  $R=270 \Omega$ ):

- tension d'entrée
- tension de sortie continue
- courant alternatif
- valeur moyenne de tension continue

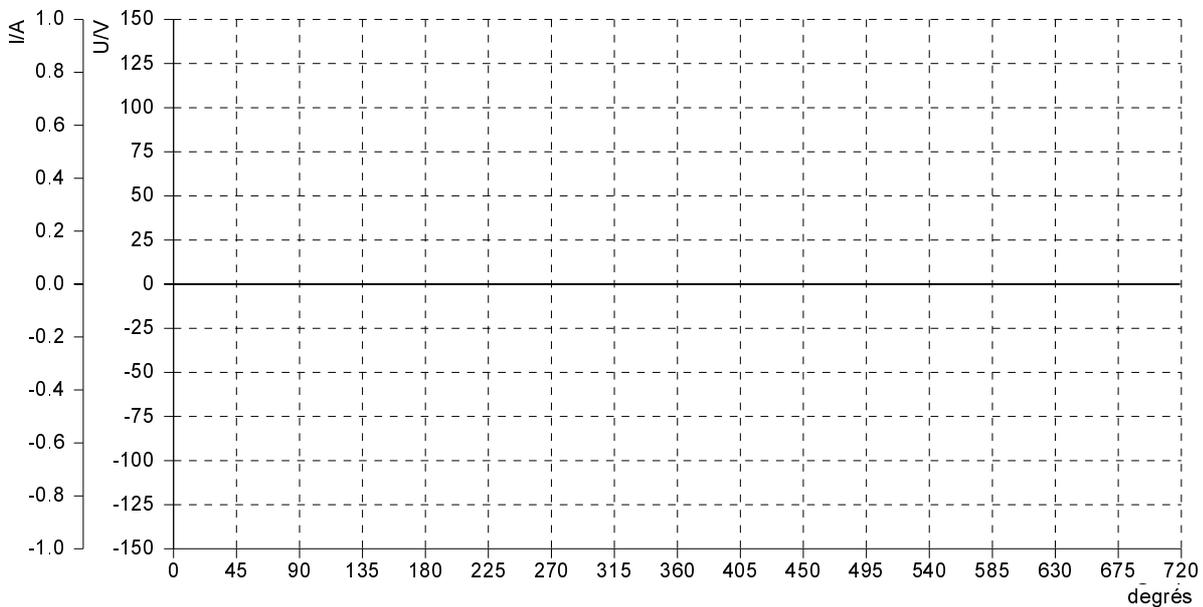


Fig. 1.4 : Courbes courant et tension du redresseur à impulsion unique commandé à charge ohmique

Analysez les courbes temps de courant et de tension:

---

---



**Enregistrement des courbes de tension alternative d'entrée, de tension continue de sortie et de courant à charge ohmique-inductive**

Affichez les fonctions suivantes selon l'angle de commande pour deux périodes ( $\alpha = 90$  degrés,  $R=270 \Omega$ ,  $L=1,2 \text{ H}$ ):

- tension d'entrée
- tension de sortie continue
- courant alternatif
- valeur moyenne de tension continue

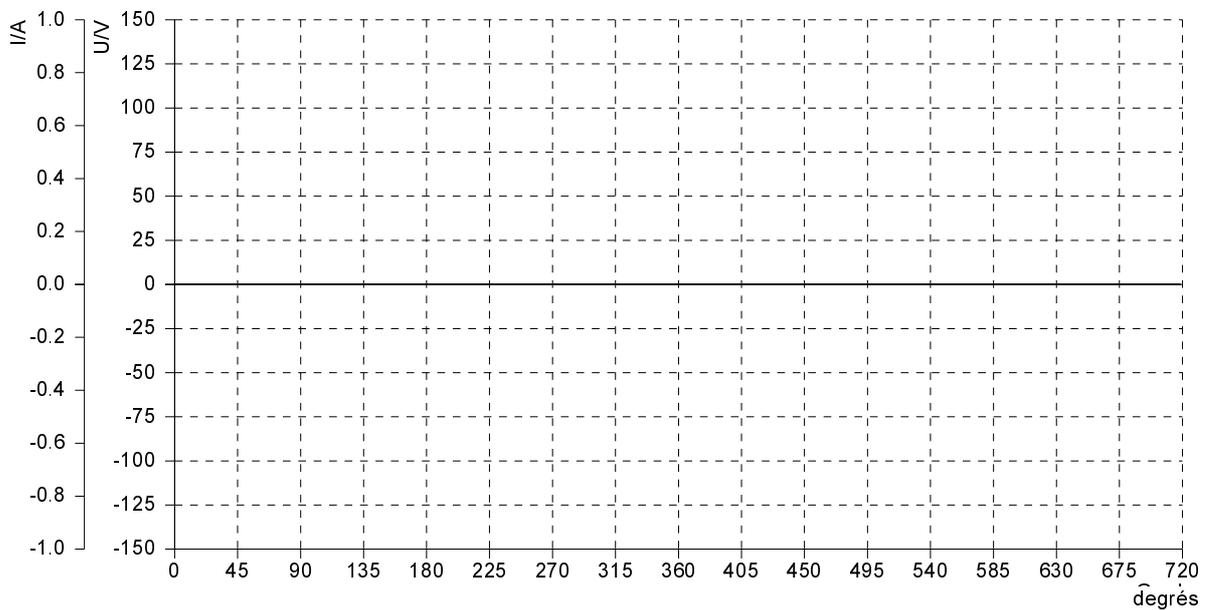


Fig. 1.5 : Courbes courant et tension du redresseur à impulsion unique commandé à charge ohmique-inductive

Analysez les courbes temps de courant et de tension:

---



---



---



**Enregistrement des courbes caractéristiques de commande :**

Déterminez la tension continue moyenne et la puissance effective enregistrée selon l'angle de commande et inscrivez les résultats dans le graphique suivant :

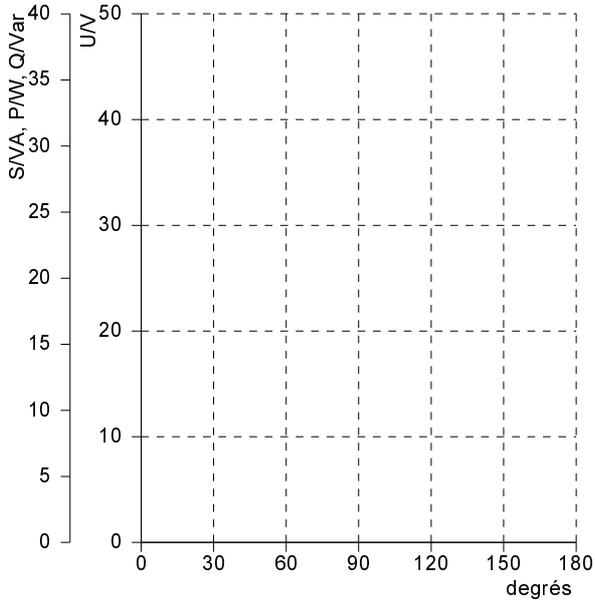


Fig. 1.6 : Courbe de commande et enregistrement de puissance effective des redresseurs à impulsion unique commandé (charge ohmique)

Que peut-on dire à propos de la plage de réglage ?

---

---

**Analyse d'un circuit TSE**

Évaluez le processus de commutation (passage en état de verrouillage du thyristor) suivant Fig. 1.4 und 1.5

---

---

Indiquez-en les causes :

---

---



Connectez le redresseur à impulsion unique suivant la Fig. 1.8 avec le réseau RC (ligne en tirets) et affichez la tension d'entrée, courant de sortie et tension de sortie continue selon l'angle de commande pour deux périodes ( $\alpha = 90$  degrés,  $R=270 \Omega$ ,  $L=1,2 H$ ):

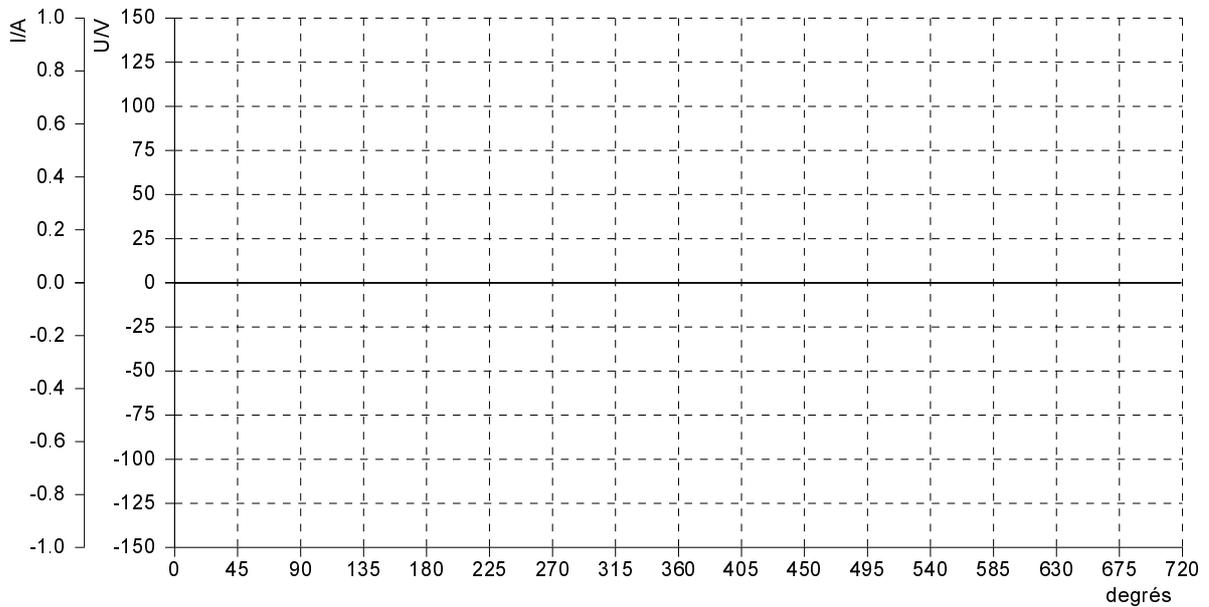


Fig. 1.7 : Courbes courant et tension du redresseur à impulsion unique commandé à charge ohmique-inductive et circuit RC

Interprétez le résultat:

---



---



---



Montage de l'expérience

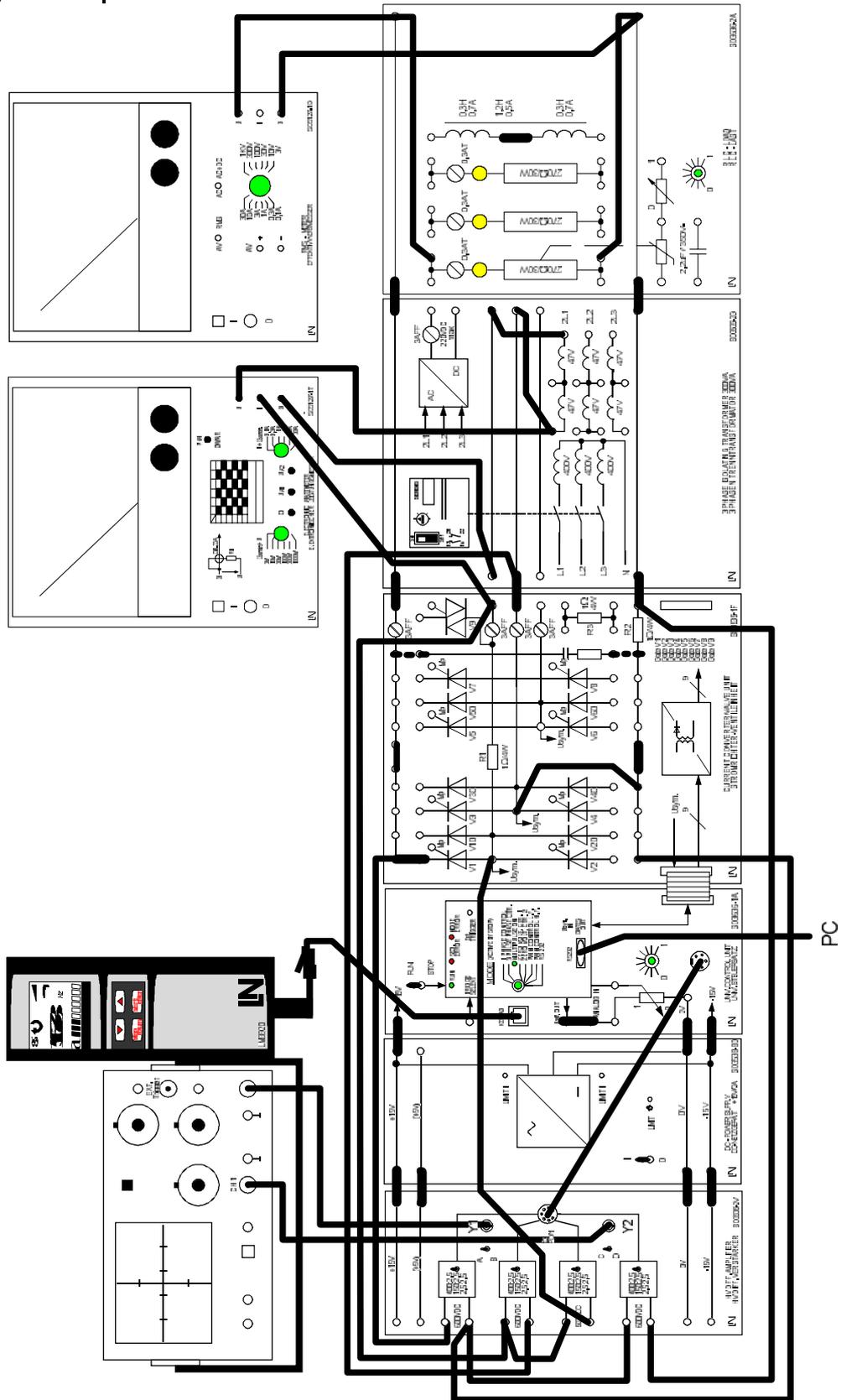


Fig. 1.8 : Schéma des connexions pour l'analyse du redresseur à impulsion unique commandé (M1C)



## Analyse du mode d'action d'une diode de roue libre

### Objet de l'expérience

L'élève doit:

- apprendre à reconnaître l'effet redresseur du redresseur à impulsion unique commandé avec bras de roue libre.
- reconnaître qu'une diode de roue libre réduit la durée de conductibilité du courant dans la valve et empêche les surfaces tension-temps négatives de la tension de sortie.
- reconnaître que la valeur moyenne de tension continue à charge ohmique-inductive correspond à celle à charge ohmique.
- reconnaître que les courbes caractéristiques de commande des circuits à bras de roue libre ne dépendent pas des rapports de charge ohmique-inductive.

### Exercices

- Enregistrement de la tension d'entrée alternative, de la tension de sortie continue et des courbes de courant d'entrée et continu à charge ohmique-inductive
- Enregistrement de la courbe caractéristique de commande.

Réalisez le circuit suivant le schéma des connexions indiqué (Fig. 1.11) et connectez les appareils. Mettez le circuit sous charge ohmique-inductive de 270 ohms et  $L=1,2$  H. Activez le transformateur-séparateur. Connectez l'unité de commande universelle sur RS 232 et activez le convertisseur de courant via l'ordinateur (PHACON, mode : impulsion unique/plusieurs impulsions).

Sur l'écran du clavier, le texte PC doit apparaître. Avant de commencer les mesures, calibrez le processus de mesure avec l'ordinateur (Offset).

### Remarque:

La réalisation de l'expérience est généralement possible sans ordinateur, via le transmetteur de valeur de consigne intégré de l'unité de commande universelle. Pour ce faire, sélectionnez le mode 1 PHASE CONTROL avec le sélecteur de modes de fonctionnement. La représentation de puissances, valeurs moyennes, composants d'oscillation de base, etc. n'est pas possible dans ce mode !

Pour afficher les courbes temps sur l'oscilloscope, effectuez les réglages suivants sur l'oscilloscope :

CH 1 : 1V/DIV, CH 2 : 0,2V/DIV, Time : 1ms/DIV, Trigger : réseau

Sur l'amplificateur de mesure différentielle, sélectionnez les grandeurs de mesure respectives avec l'interrupteur à bascule :

Pos. Commut	Grandeur de mesure	Plage de mesure
A	tension de sortie	150 V
B	tension d'entrée	150 V
C	courant d'entrée	2,5 V
D	courant de sortie	2,5 V



### Enregistrement des courbes de tension alternative d'entrée, de tension continue de sortie et de courant d'entrée et continu à charge ohmique-inductive.

Affichez les fonctions suivantes selon l'angle de commande pour deux périodes ( $\alpha = 90$  degrés,  $R=270\Omega$ ,  $L=1,2$  H).

- tension d'entrée
- tension de sortie continue
- courant alternatif
- courant de sortie continu

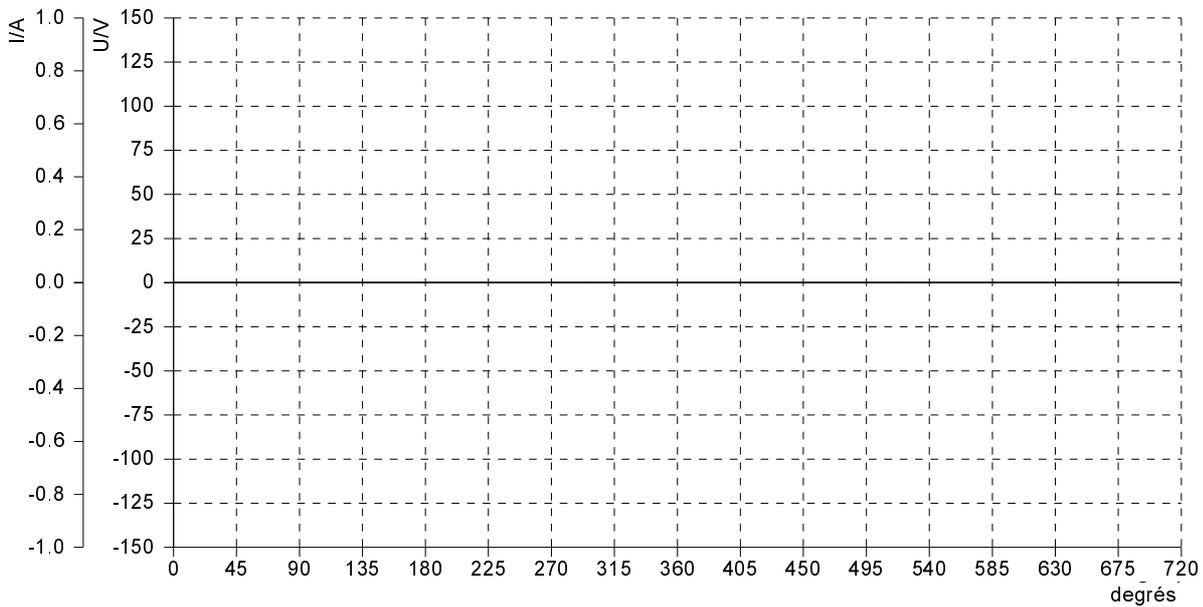


Fig. 1.9 : Courbes de courant et tension, reprise de courant par bras de roue libre

Analysez la courbe de courant d'entrée et continu. Comparez le résultat de la courbe de tension avec la Fig 1.5 :

---

---

---



## Enregistrement de la courbe caractéristique de commande

Enregistrez la tension continue moyenne selon l'angle de commande et inscrivez les résultats dans le graphique ci-dessous :

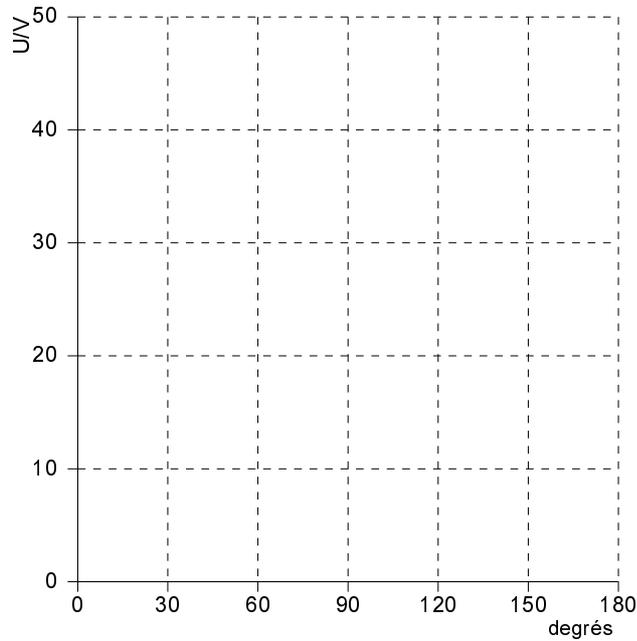


Fig. 1.10 : Courbe caractéristique de commande avec bras de roue libre

Comparez le résultat avec la Fig 1.6 !

---



---



---



Montage de l'expérience

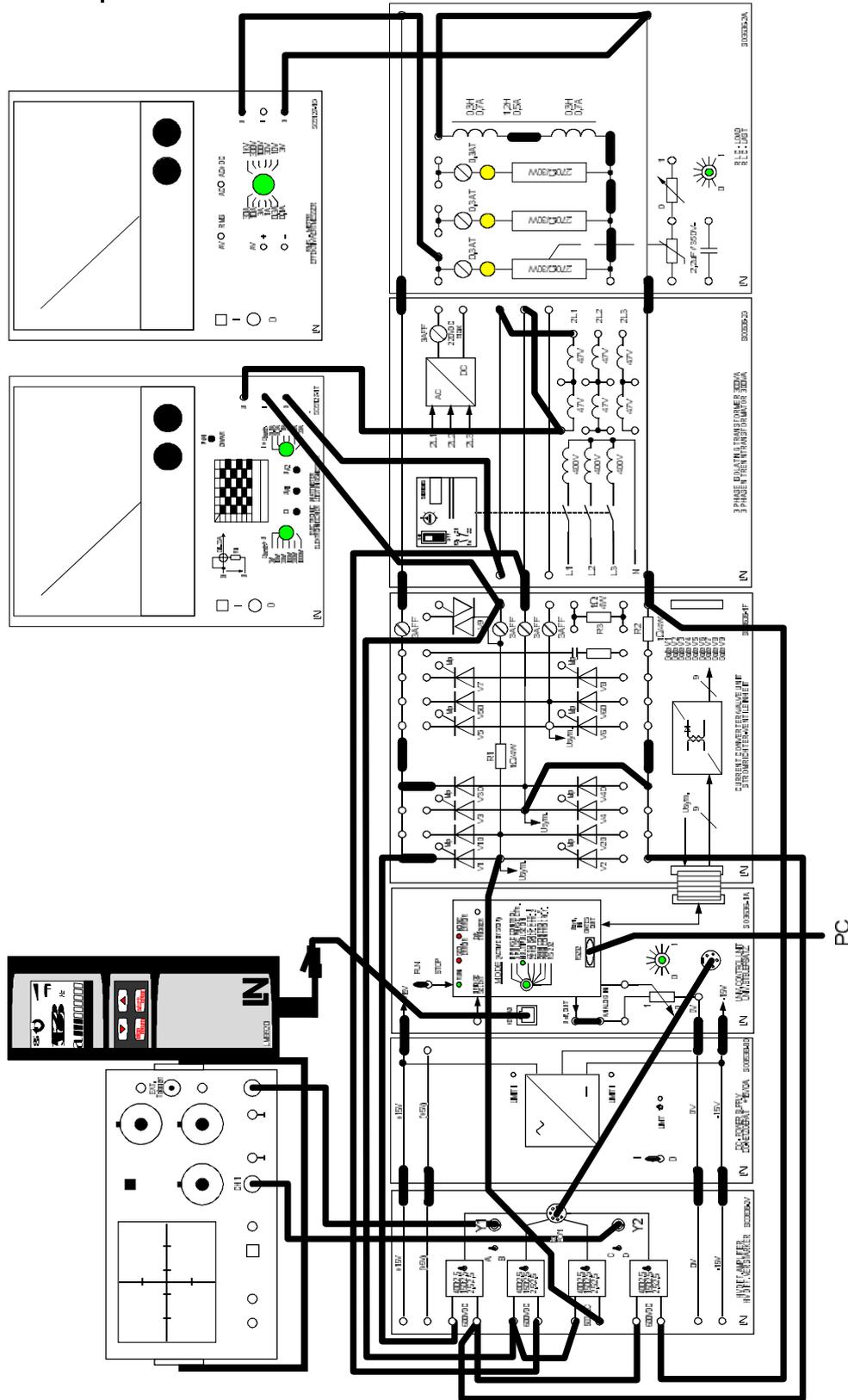


Fig. 1.11 : Schéma des connexions pour l'analyse du redresseur à impulsion unique commandé avec diode de roue libre



## Redresseur à deux impulsions

### Introduction

Les redresseurs à deux impulsions sont fréquemment utilisés comme circuits non commandés, entièrement commandés ou demi-commandés, fonctionnant en monophasé sur le réseau de courant alternatif.

Abrév.	Exécution de la commande de valves
B2U	non commandé
B2HK	demi-commandé/symétrique
B2HZ	demi-commandé/asymétrique
B2C	entièrement commandé

Pour ces circuits de base, l'effet de redressement, la possibilité de commande de la tension de sortie continue, ainsi que la puissance requise doivent être analysés. Ce faisant, l'influence d'une bobine de lissage dans les circuit de courant continu est également à analyser.

### Détail des exercices

#### Effet de redressement du circuit non commandé

- Enregistrement de la courbe de tension d'entrée alternative et de tension de sortie continue
- Calcul de la valeur moyenne de tension continue
- Détermination des composants de puissance:
  - puissance apparente
  - puissance effective
  - puissance déwattée
  - puissance déwattée d'oscillation de base

#### Effet de redressement du circuit entièrement commandé

- Enregistrement de la courbe de tension d'entrée alternative et de tension de sortie continue
- Enregistrement de la courbe caractéristique de commande
- Détermination des composants de puissance:
  - puissance apparente
  - puissance effective
  - puissance déwattée
  - puissance déwattée d'oscillation de base



### Effet de redressement du circuit non demi-commandé symétriquement

- Enregistrement de la courbe de tension d'entrée alternative et de tension de sortie continue
- Enregistrement de la courbe caractéristique de commande
- Détermination des composants de puissance:
  - puissance apparente
  - puissance effective
  - puissance déwattée
  - puissance déwattée d'oscillation de base

### Effet de redressement du circuit demi-commandé asymétrique

- Effet de redressement du circuit non demi-commandé asymétriquement
- Enregistrement de la courbe caractéristique de commande
- Détermination des composants de puissance:
  - puissance apparente
  - puissance effective
  - puissance déwattée
  - puissance déwattée d'oscillation de base



## Effet de redressement du circuit non commandé

### Objet de l'expérience

L'élève doit:

- apprendre à connaître l'effet de redressement d'un pont à deux impulsions non commandé.
- reconnaître qu'une bobine de lissage a pour effet que le courant continu ne se déroule plus de manière sinusoïdale.
- reconnaître que le courant secteur est déformé de manière rectangulaire en cas de fort lissage
- reconnaître que la puissance de commande déwattée est nulle.

### Exercices

- Enregistrement de la courbe de tension d'entrée alternative et de tension de sortie continue
- Calcul de la valeur moyenne de tension continue
- Détermination des composants de puissance
  - puissance apparente
  - puissance effective
  - puissance déwattée
  - puissance déwattée d'oscillation de base

Réalisez le circuit suivant le schéma des connexions indiqué (Fig. 2.5) et connectez les appareils. Mettez le circuit sous charge ohmique de 270 ohms. Activez le transformateur-séparateur. Connectez l'unité de commande universelle sur RS 232 et activez le convertisseur de courant via l'ordinateur (PHACON, mode: impulsion unique/plusieurs impulsions). Sur l'écran du clavier, le texte PC doit apparaître. Avant de commencer les mesures, calibrez le processus de mesure avec l'ordinateur (Offset).

### Remarque :

La réalisation de l'expérience est généralement possible sans ordinateur, via le transmetteur de valeur de consigne intégré de l'unité de commande universelle. Pour ce faire, sélectionnez le mode 1 PHASE CONTROL avec le sélecteur de modes de fonctionnement. La représentation de puissances, valeurs moyennes, composants d'oscillation de base, etc. n'est pas possible dans ce mode !

Pour afficher les courbes temps sur l'oscilloscope, effectuez les réglages suivants sur l'oscilloscope : CH 1 : 1V/DIV, CH 2 : 0,2V/DIV, Time : 1ms/DIV, Trigger : réseau  
 Sur l'amplificateur de mesure différentielle, sélectionnez les grandeurs de mesure respectives avec l'interrupteur à bascule :

Pos. Commut	Grandeur de mesure	Plage de mesure
A	tension de sortie	150 V
B	tension d'entrée	150 V
C	courant d'entrée	2,5 V
D	courant de sortie	2,5 V



## Enregistrement des courbes de tension alternative d'entrée et de tension de sortie continue :

Affichez les fonctions suivantes selon l'angle de commande pour deux périodes :

- tension d'entrée
- tension de sortie continue
- courant continu
- valeur moyenne de tension continue

Charge  $R=270\Omega$  et suivante  $R=270\Omega$ ,  $L=1,2\text{ H}$

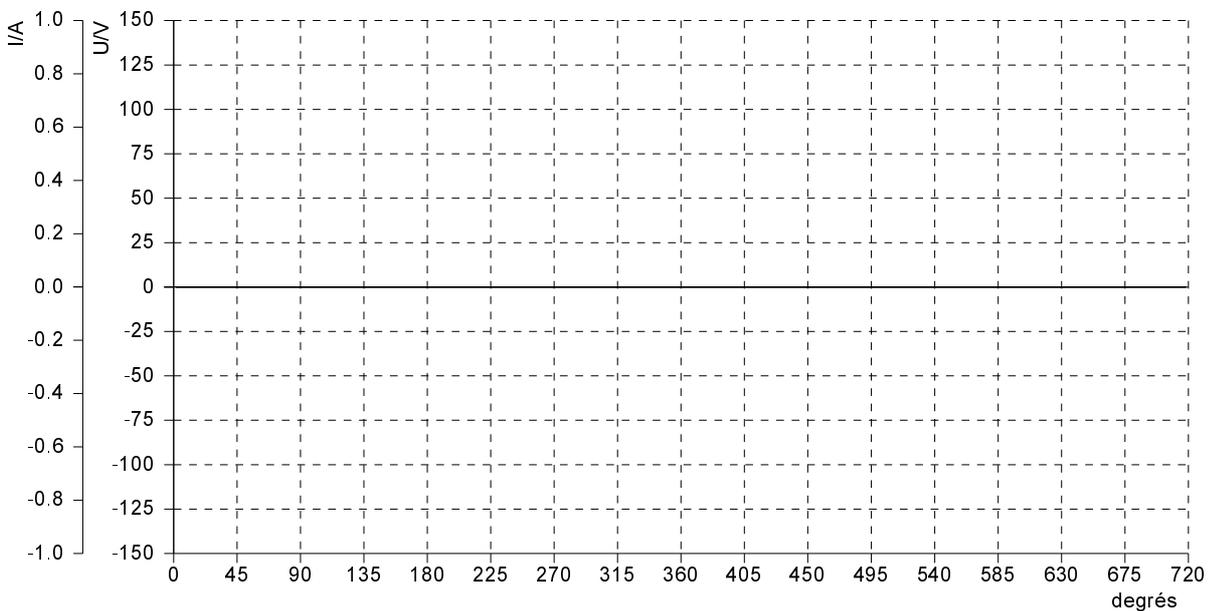


Fig. 2.1 : Courbes courant et tension du redresseur non commandé à charge ohmique

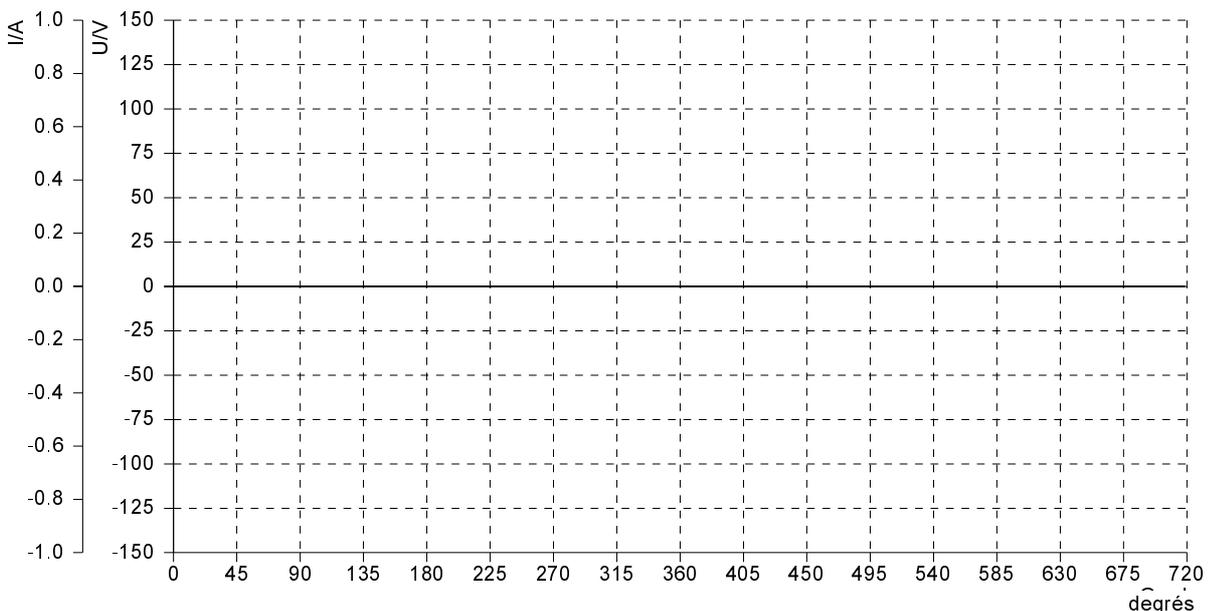


Fig. 2.2 : Courbes courant et tension du redresseur non commandé à charge ohmique-inductive



Comparez les courbes temps courant continu, courant d'entrée et oscillation de base de courant d'entrée.

---



---



---

**Calcul de la valeur moyenne de tension continue**

Calculez la valeur moyenne de tension continue et comparez le résultat avec la mesure !

$U_{m2} = \dots\dots\dots$

La valeur moyenne de tension continue mesurée est de :

$U_{m2} = \dots\dots\dots$

**Détermination de composants de puissance**

Calculez la puissance effective enregistrée (charge ohmique) et comparez le résultat avec la mesure.

La puissance effective enregistrée sans redresseur est de :

$P_1 = \dots\dots\dots$

Comme chaque demi-onde est effective, la somme de puissance est de :

$P_1 = \dots\dots\dots$

La puissance effective mesurée est de :

$P_1 = \dots\dots\dots$

Comparez le résultat avec les mesures de l'essai réalisé avec le redresseur à impulsion unique (Fig. 1.2).

---



---



Expliquez pourquoi la puissance déwattée d'oscillation de base est de  $Q1\_1 = 0$  à charge ohmique.

Etablissez le bilan de puissance pour la charge ohmique et pour la charge ohmique-inductive à l'aide de la représentation vectorielle.

**Remarque :**

Cet exercice ne peut être exécuté qu'avec le progiciel PHACON !

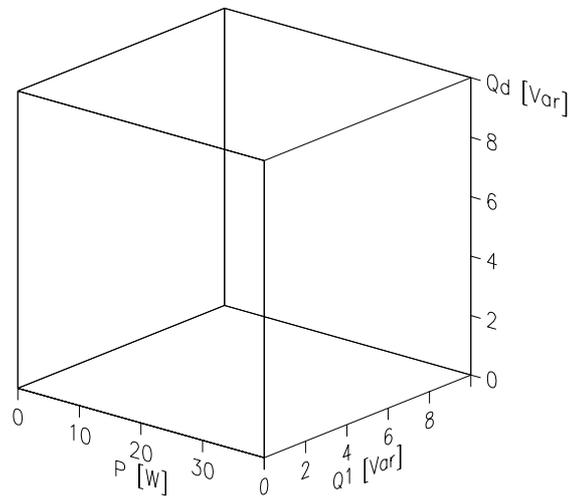


Fig. 2.3 : Bilan de puissance du redresseur non commandé (charge ohmique)

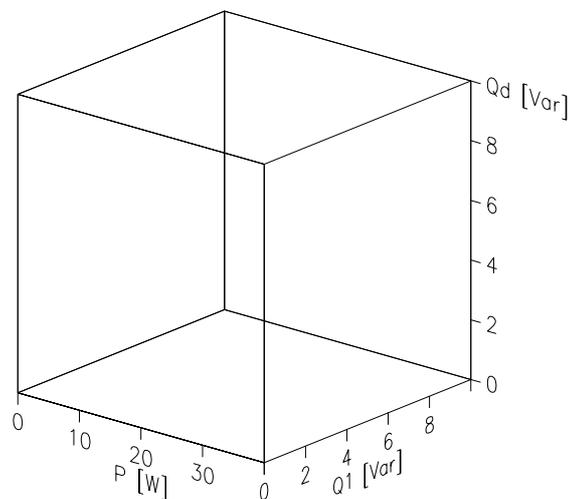


Fig. 2.4 : Bilan de puissance du redresseur non commandé (charge ohmique-inductive)



Évaluez les résultats en tenant compte des résultats suivant les Fig 2.1 et 2.2.

Charge ohmique (Fig. 2.1 et 2.3) :

---

---

---

Charge ohmique-inductive (Fig. 2.2 et 2.4) :

---

---

---



Montage de l'expérience

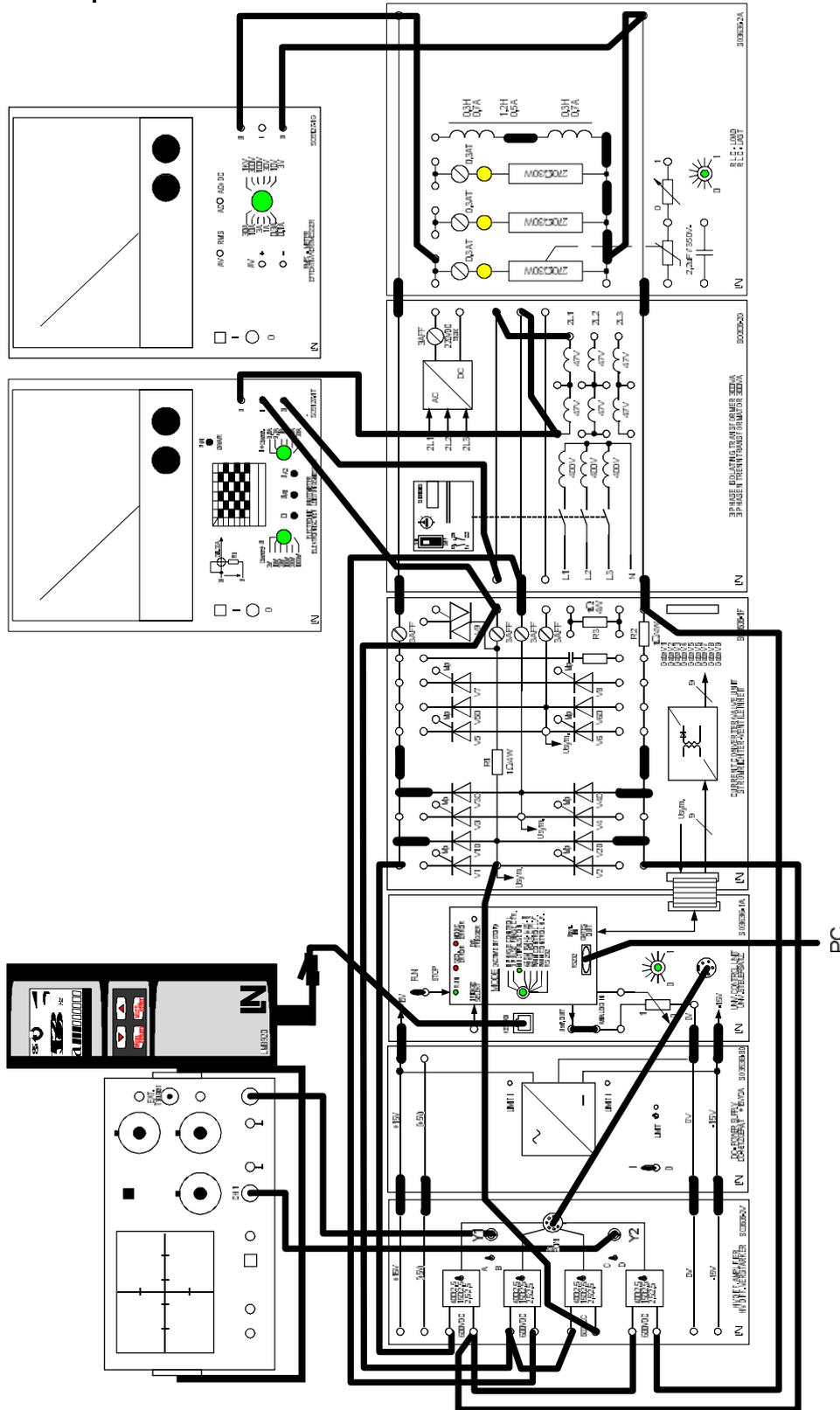


Fig. 2.5 : Schéma des connexions pour analyse du redresseur à deux impulsions non commandé (B2U)



## Effet de redressement du circuit entièrement commandé

### Objectif de l'expérience

L'élève doit:

- apprendre à connaître la commande de coupe de phase d'un pont à deux impulsions entièrement commandé.
- reconnaître que des surfaces tension-temps apparaissent en cas de charge ohmique-inductive.
- reconnaître que la possibilité de commande de la tension dépend de la charge.
- reconnaître que le courant secteur est rectangularisé en cas de fort lissage.
- démontrer une puissance déwattée de commande élevée.

### Exercices

- Enregistrement de la courbe de tension d'entrée alternative et de tension de sortie continue
- Enregistrement de la courbe caractéristique de commande
- Détermination des composants de puissance
- puissance apparente
- puissance effective
- puissance déwattée
- puissance déwattée d'oscillation de base

Réalisez le circuit suivant le schéma des connexions indiqué (Fig. 2.16) et connectez les appareils. Mettez le circuit sous charge ohmique de 270 ohms. Activez le transformateur-séparateur. Connectez l'unité de commande universelle sur RS 232 et activez le convertisseur de courant via l'ordinateur (PHACON, mode: impulsion unique/plusieurs impulsions). Sur l'écran du clavier, le texte PC doit apparaître. Avant de commencer les mesures, calibrez le processus de mesure avec l'ordinateur (Offset).

### Remarque :

La réalisation de l'expérience est généralement possible sans ordinateur, via le transmetteur de valeur de consigne intégré de l'unité de commande universelle. Pour ce faire, sélectionnez le mode 1 PHASE CONTROL avec le sélecteur de modes de fonctionnement. La représentation de puissances, valeurs moyennes, composants d'oscillation de base, etc. n'est pas possible dans ce mode !

Pour afficher les courbes temps sur l'oscilloscope, effectuez les réglages suivants sur l'oscilloscope :

CH 1 : 1V/DIV, CH 2 : 0,2V/DIV, Time : 1ms/DIV, Trigger : réseau

Sur l'amplificateur de mesure différentielle, sélectionnez les grandeurs de mesure respectives avec l'interrupteur à bascule :



Pos. Commut	Grandeur de mesure	Plage de mesure
A	tension de sortie	150 V
B	tension d'entrée	150 V
C	courant d'entrée	2,5 V
D	courant de sortie	2,5 V

## Enregistrement des courbes de tension alternative d'entrée et de tension de sortie continue

Affichez les fonctions suivantes selon l'angle de commande pour deux périodes :

- tension d'entrée
- tension de sortie continue
- courant alternatif
- courant continu

Angle de commande:  $\alpha=90$  degrés,  
Charge:  $R=270\Omega$  et suivante  $R=270\Omega$ ,  $L=1,2H$

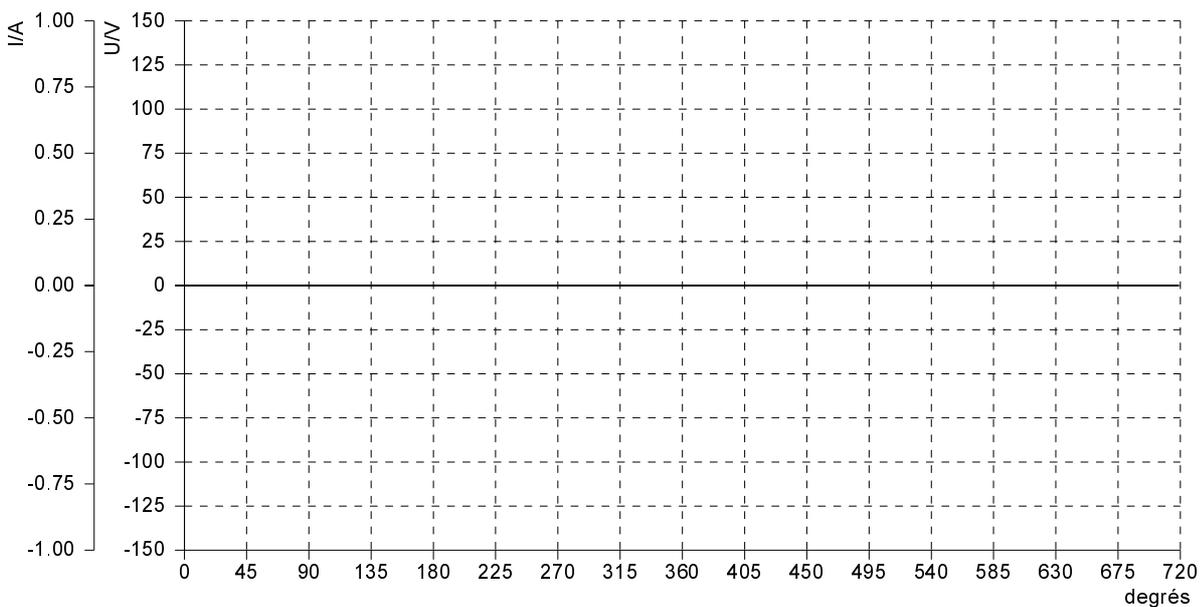


Fig. 2.6 : Courbes courant et tension du redresseur entièrement commandé à charge ohmique

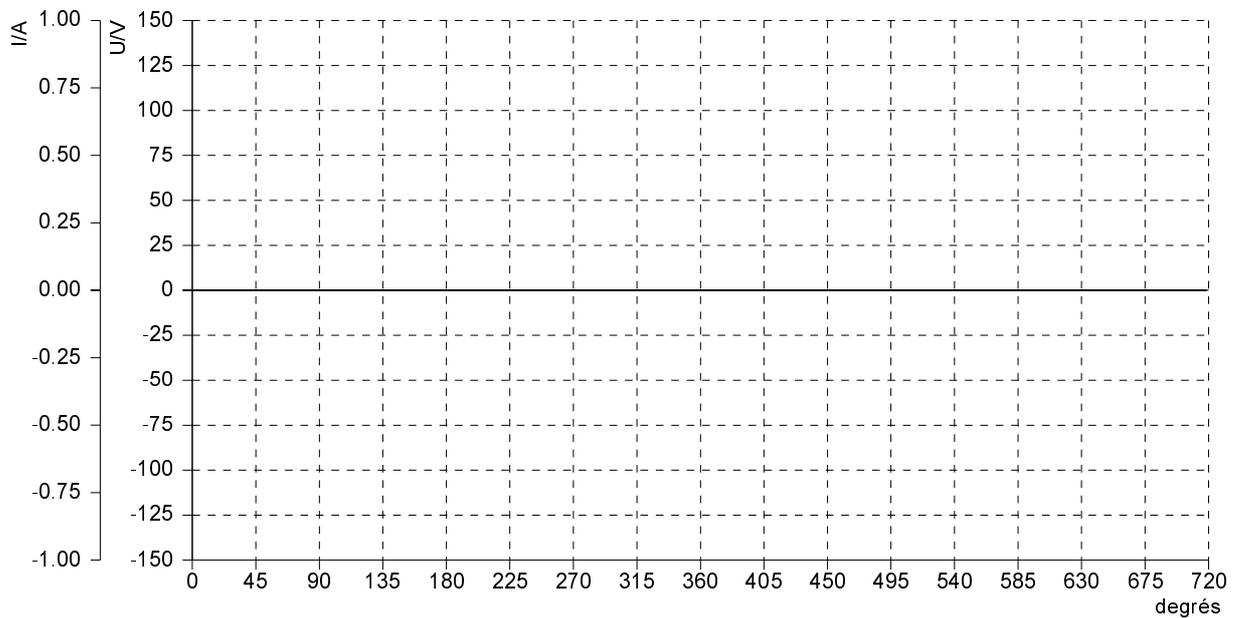


Fig. 2.7 : Courbes courant et tension du redresseur entièrement commandé à charge ohmique-inductive

Comparez l'effet de redressement dans les deux cas de charge pour ce qui est de la durée de commutation de courant et de la courbe de tension continue.

---



---



---

Quel mode de redresseur est autorisé par les valeurs de tension continue négatives?

---



---



---



### Enregistrement de la courbe caractéristique de commande

Déterminez la tension de sortie, la puissance active et la puissance déwattée d'oscillation de base selon l'angle de commande et représentez le résultat sous forme graphique.

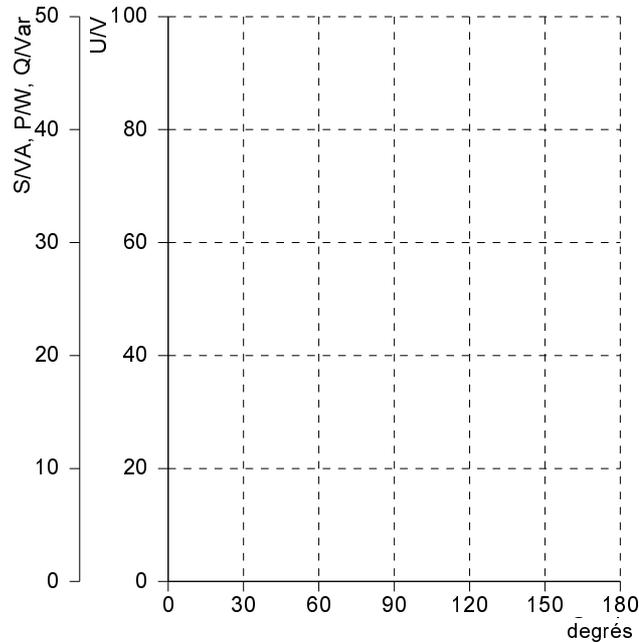


Fig. 2.8 : Courbe caractéristique de commande (charge ohmique)

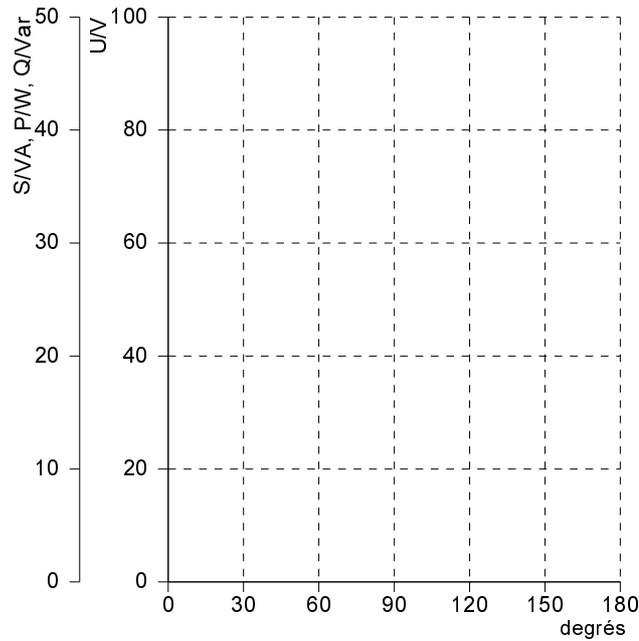


Fig. 2.9 : Courbes caractéristiques de commande (charge ohmique-inductive)



Comparez le résultat dans les deux cas de charge. Déterminez la plage de commande possible.

---



---

Quelle courbe de tension est-elle possible avec une inductance de valeur infinie (accumulation d'énergie dans le circuit de charge)?

---



---

### Détermination des composants de puissance

- puissance apparente
- puissance effective
- puissance déwattée
- puissance déwattée d'oscillation de base

Représentez le bilan de puissance sous forme vectorielle:

#### Remarque :

Cet exercice ne peut être exécuté qu'avec le progiciel PHACON !

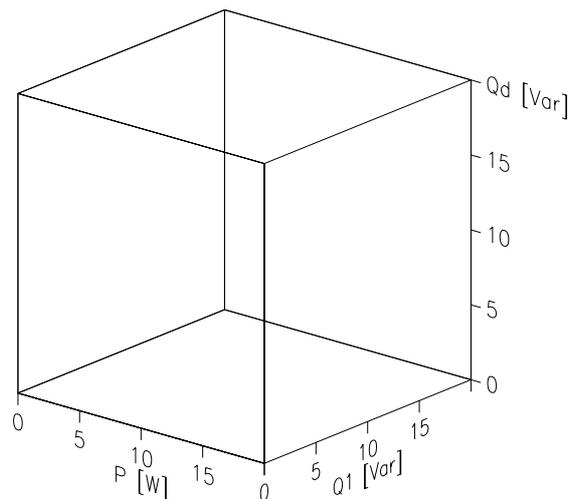


Fig. 2.10 : Bilan de puissance du redresseur entièrement commandé (charge ohmique)

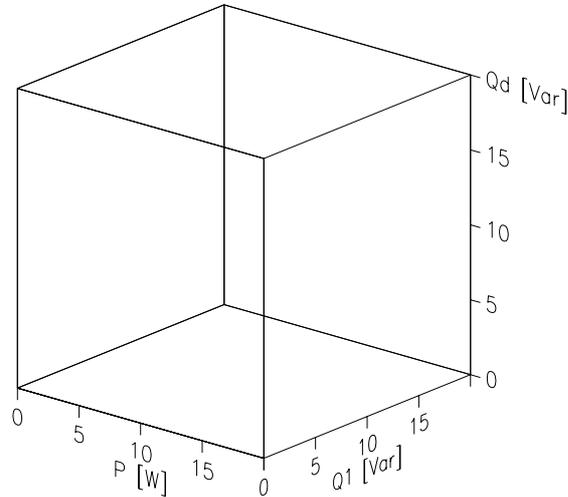


Fig. 2.11 : Bilan de puissance du redresseur entièrement commandé (charge ohmique-inductive)

Expliquez pourquoi une puissance de commande déwattée apparaît en cas de charge ohmique et charge ohmique-inductive. Représentez à ce propos la tension alternative et l'onde de base du courant d'entrée :

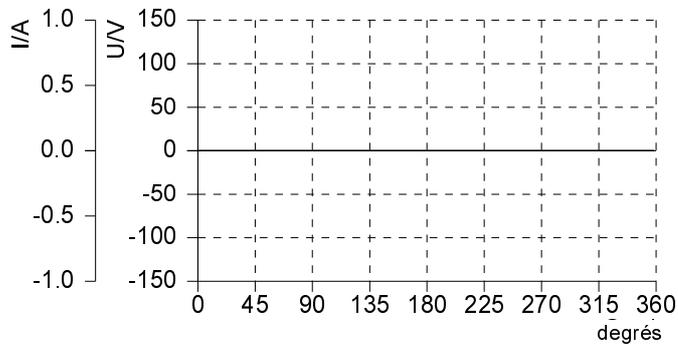


Fig. 2.12 : Position de phase de l'oscillation de base du courant d'entrée (charge ohmique)

Analysez le résultat .

---

---

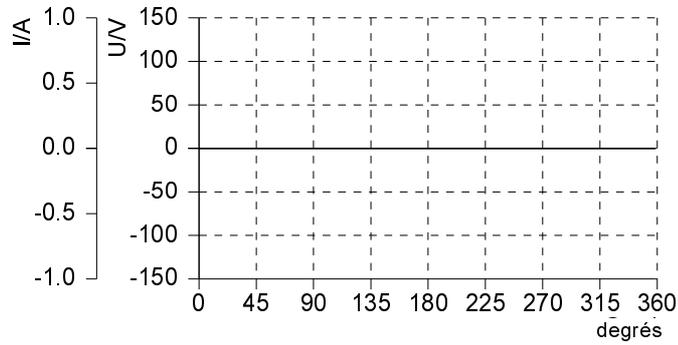


Fig. 2.13 : Position de phase de l'oscillation de base du courant d'entrée (charge ohmique-inductive)

Analysez le résultat :

---



---

Représentez le bilan de puissance sous forme vectorielle par rapport à la puissance effective.

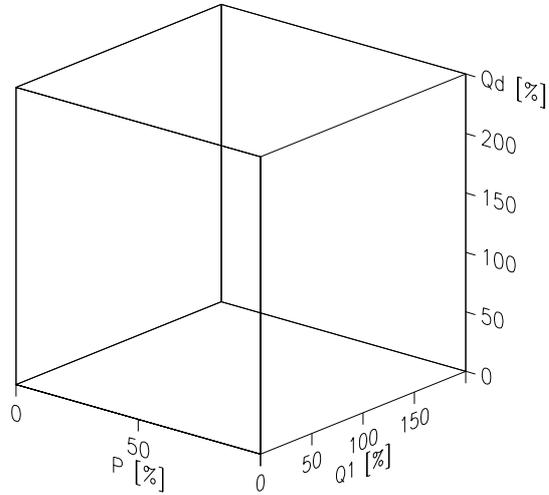


Fig. 2.14 : Bilan de puissance comparé (ohmique)

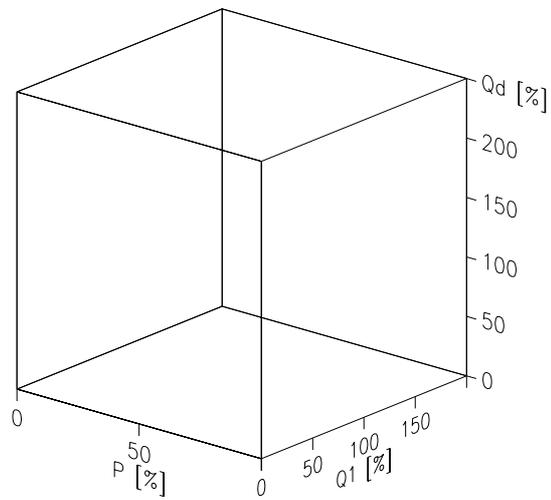


Fig. 2.15 : Bilan de puissance comparé (ohmique-inductif)

Analysez les circuits sur la base des exigences relatives à la puissance déwattée.

---

---

---



## Montage de l'expérience

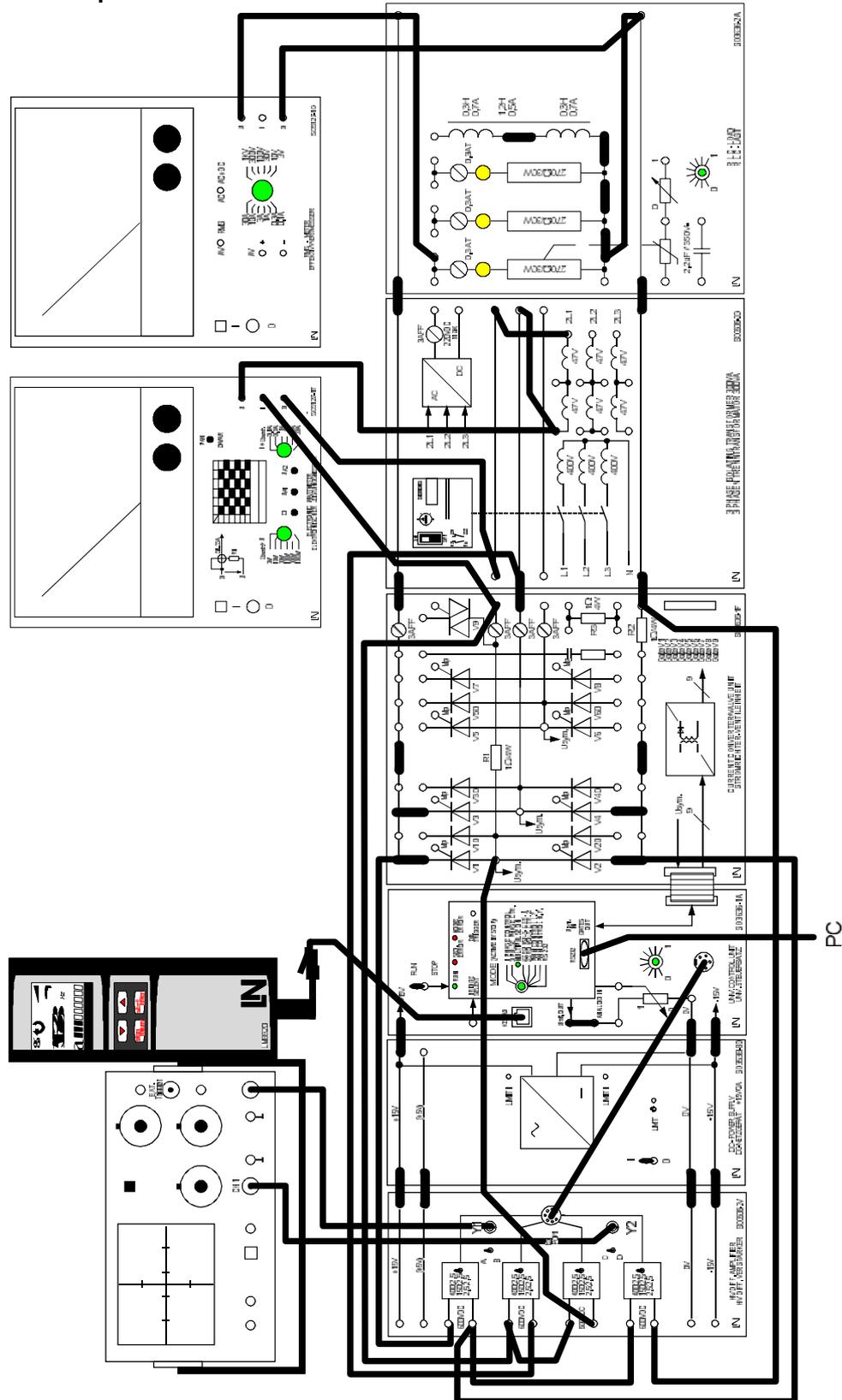


Fig. 2.16 : Schéma des connexions pour analyse du redresseur à deux impulsions entièrement commandé (B2C)



### Effet de redressement du circuit demi-commandé symétriquement

#### Objectif de l'expérience

L'élève doit:

- apprendre à connaître la commande de coupe de phase d'un pont à deux impulsions demi-commandé.
- reconnaître que des surfaces tension-temps n'apparaissent pas en cas de charge ohmique-inductive.
- reconnaître que la possibilité de commande de la tension ne dépend pas de la charge.
- reconnaître que le courant secteur est rectangularisé en cas de fort lissage.
- démontrer une puissance déwattée de commande moins élevée qu'avec le circuit entièrement commandé.

#### Exercices

- Enregistrement de la courbe de tension d'entrée alternative et de tension de sortie continue
- Enregistrement de la courbe caractéristique de commande
- Détermination des composants de puissance
  - puissance apparente
  - puissance effective
  - puissance déwattée
  - puissance déwattée d'oscillation de base

Réalisez le circuit suivant le schéma des connexions indiqué (Fig. 2.27) et connectez les appareils. Mettez le circuit sous charge ohmique de 270 ohms. Activez le transformateur-séparateur. Connectez l'unité de commande universelle sur RS 232 et activez le convertisseur de courant via l'ordinateur (PHACON, mode: impulsion unique/plusieurs impulsions). Sur l'écran du clavier, le texte PC doit apparaître. Avant de commencer les mesures, calibrez le processus de mesure avec l'ordinateur (Offset).

#### Remarque :

La réalisation de l'expérience est généralement possible sans ordinateur, via le transmetteur de valeur de consigne intégré de l'unité de commande universelle. Pour ce faire, sélectionnez le mode 1 PHASE CONTROL avec le sélecteur de modes de fonctionnement. La représentation de puissances, valeurs moyennes, composants d'oscillation de base, etc. n'est pas possible dans ce mode !

Pour afficher les courbes temps sur l'oscilloscope, effectuez les réglages suivants sur l'oscilloscope :

CH 1 : 1V/DIV, CH 2 : 0,2V/DIV, Time : 1ms/DIV, Trigger : réseau

Sur l'amplificateur de mesure différentielle, sélectionnez les grandeurs de mesure respectives avec l'interrupteur à bascule :



Pos. Commut	Grandeur de mesure	Plage de mesure
A	tension de sortie	150 V
B	tension d'entrée	150 V
C	courant d'entrée	2,5 V
D	courant de sortie	2,5 V

### Enregistrement des courbes de tension alternative d'entrée et de tension de sortie continue

Affichez les fonctions suivantes selon l'angle de commande pour deux périodes :

- tension d'entrée
- tension de sortie continue
- courant alternatif
- courant continu
- oscillation de base du courant d'entrée

Angle de commande :  $\alpha=90$  degrés,  
Charge :  $R=270\Omega$  et suivante  $R=270\Omega$ ,  $L=1,2H$

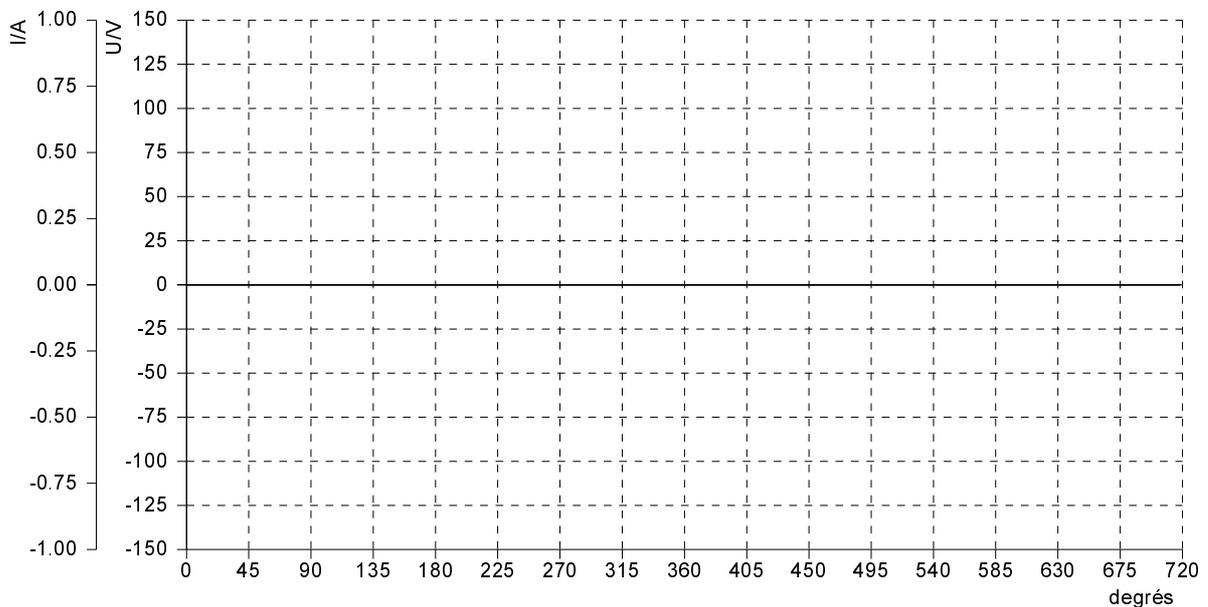


Fig. 2.17 : Courbes courant et tension du redresseur demi-commandé symétriquement à charge ohmique

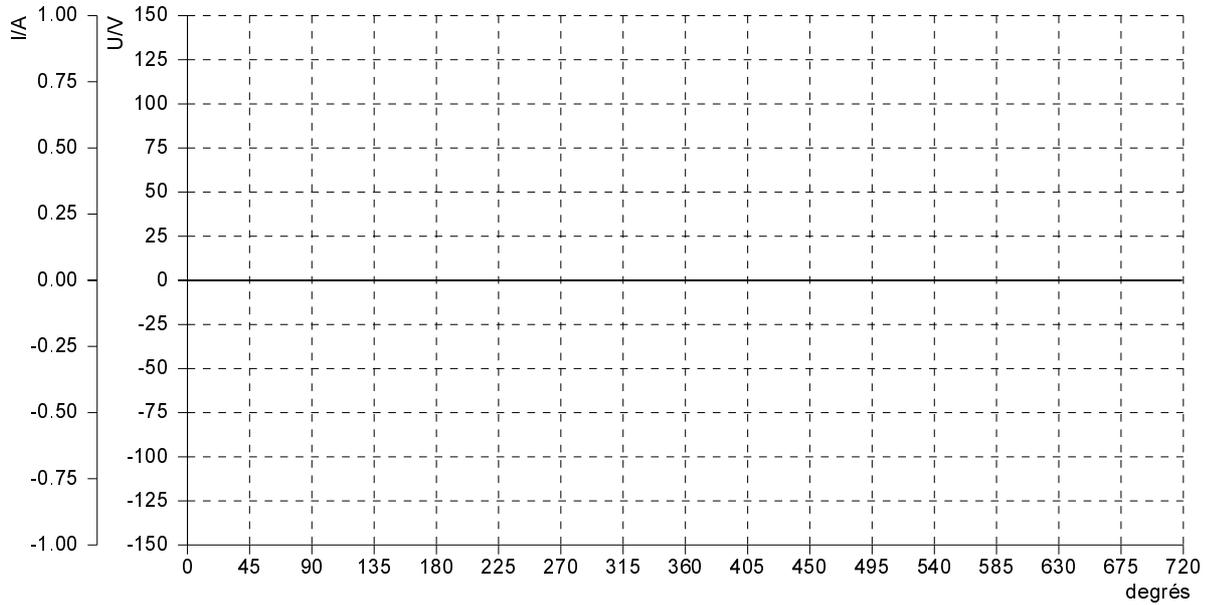


Fig. 2.18 : Courbes courant et tension du redresseur demi-commandé symétriquement à charge ohmique-inductive

Comparez les résultats avec ceux de l'analyse du circuit entièrement commandé.

Charge ohmique :

---

---

---

Charge ohmique-inductive :

---

---

---

Expliquez pourquoi le courant continu passe en permanence bien que le courant secteur comporte des interruptions.

---

---



## Enregistrement de la courbe caractéristique de commande

Déterminez la tension de sortie, la puissance active et la puissance déwattée d'oscillation de base selon l'angle de commande et représentez le résultat sous forme graphique.

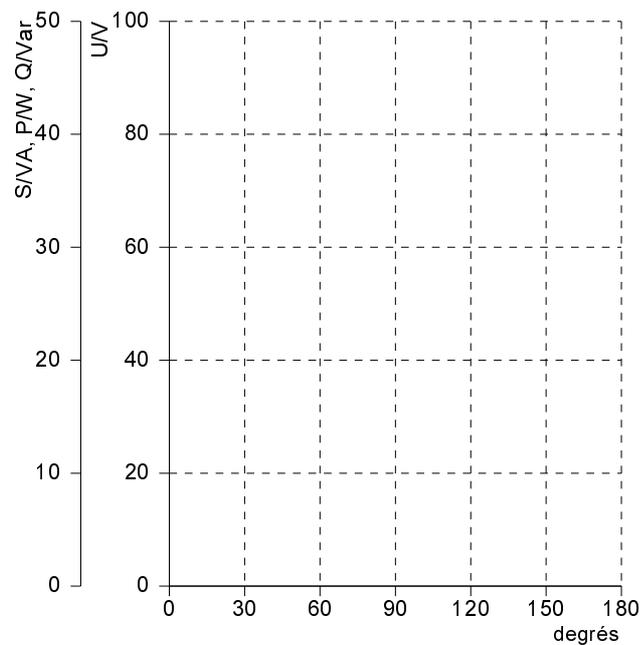


Fig. 2.19 : Courbe caractéristique de commande d'un circuit demi-commandé symétriquement (ohmique)

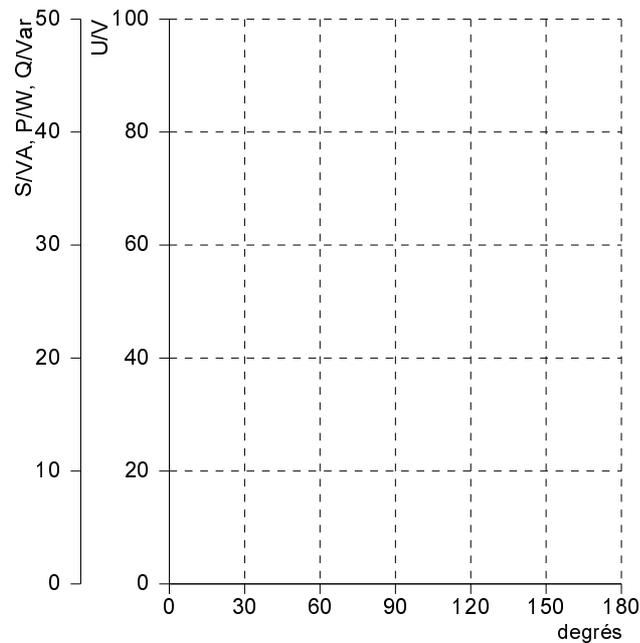


Fig. 2.20 : Courbe caractéristique de commande d'un circuit demi-commandé symétriquement (ohmique-inductif)



Comparez les résultats entre eux et avec ceux de l'analyse du circuit entièrement commandé:

Ohmique :

---

---

ohmique-inductif :

---

---

### Détermination des composants de puissance

- puissance apparente
- puissance effective
- puissance déwattée
- puissance déwattée d'oscillation de base

Représentez le bilan de puissance sous forme vectorielle :

#### Remarque :

Cet exercice ne peut être exécuté qu'avec le progiciel PHACON.

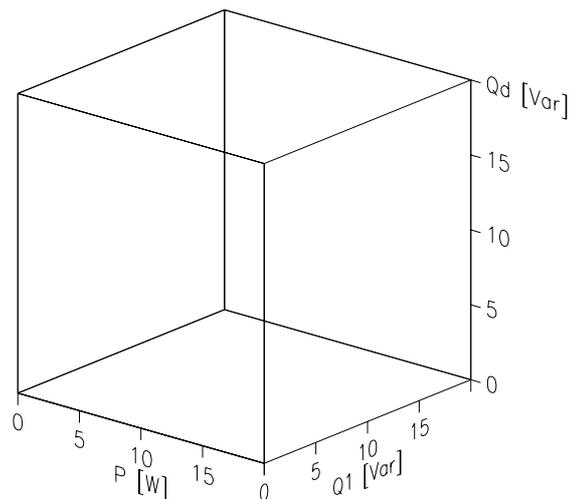


Fig. 2.21 : Bilan de puissance du redresseur demi-commandé symétriquement (charge ohmique)

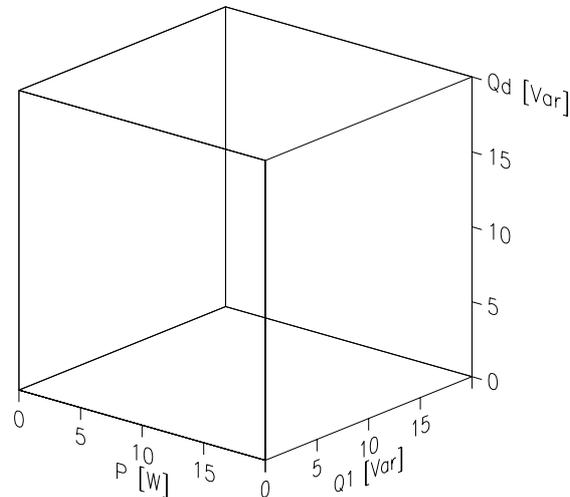


Fig. 2.22 : Bilan de puissance du redresseur demi-commandé symétriquement (charge ohmique-inductive)

Expliquez pourquoi une puissance de commande déwattée apparaît. Représentez à ce propos la tension alternative et l'onde de base du courant d'entrée :

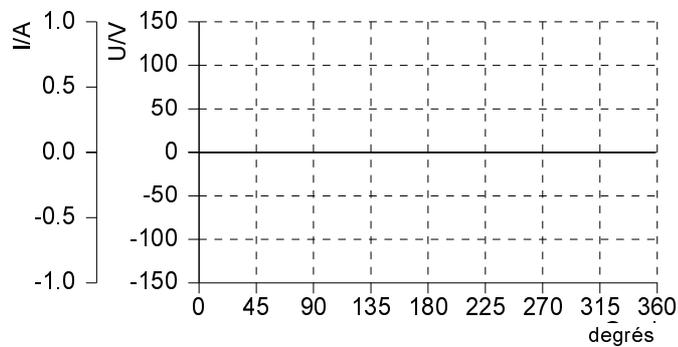


Fig. 2.23 : Position de phase de l'oscillation de base du courant d'entrée (ohmique)

Déterminez le décalage de phase et analysez le résultat:

---



---

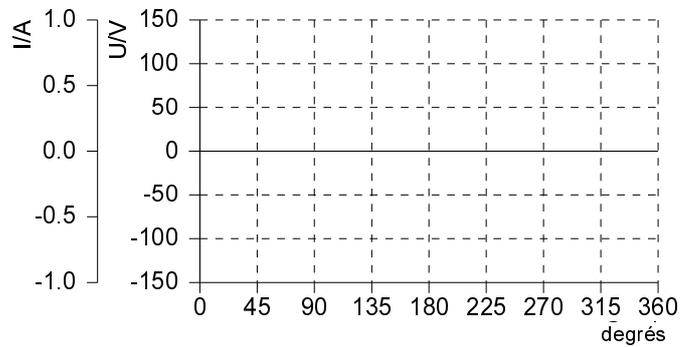


Fig. 2.24 : Position de phase de l'oscillation de base du courant d'entrée (ohmique-inductif)

Déterminez le décalage de phase et analysez le résultat:

---

---

Représentez le bilan de puissance sous forme vectorielle par rapport à la puissance effective.

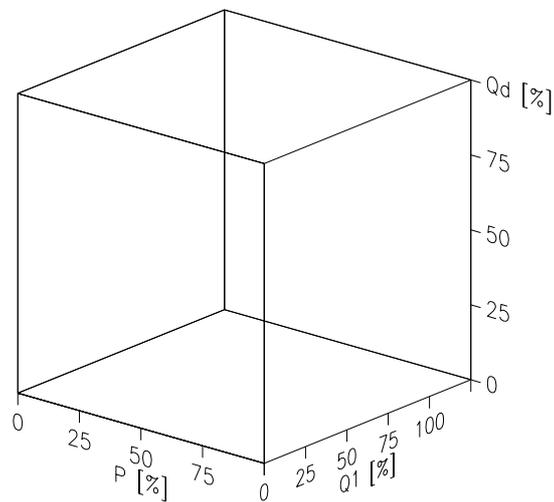


Fig. 2.25 : Bilan de puissance comparé (charge ohmique)

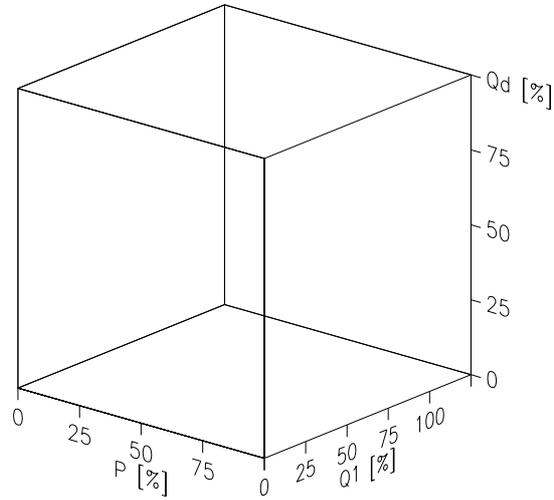


Fig. 2.26 : Bilan de puissance comparé (charge ohmique-inductive)

Analysez les circuits sur la base des exigences relatives à la puissance déwattée:

---



---



Montage de l'expérience

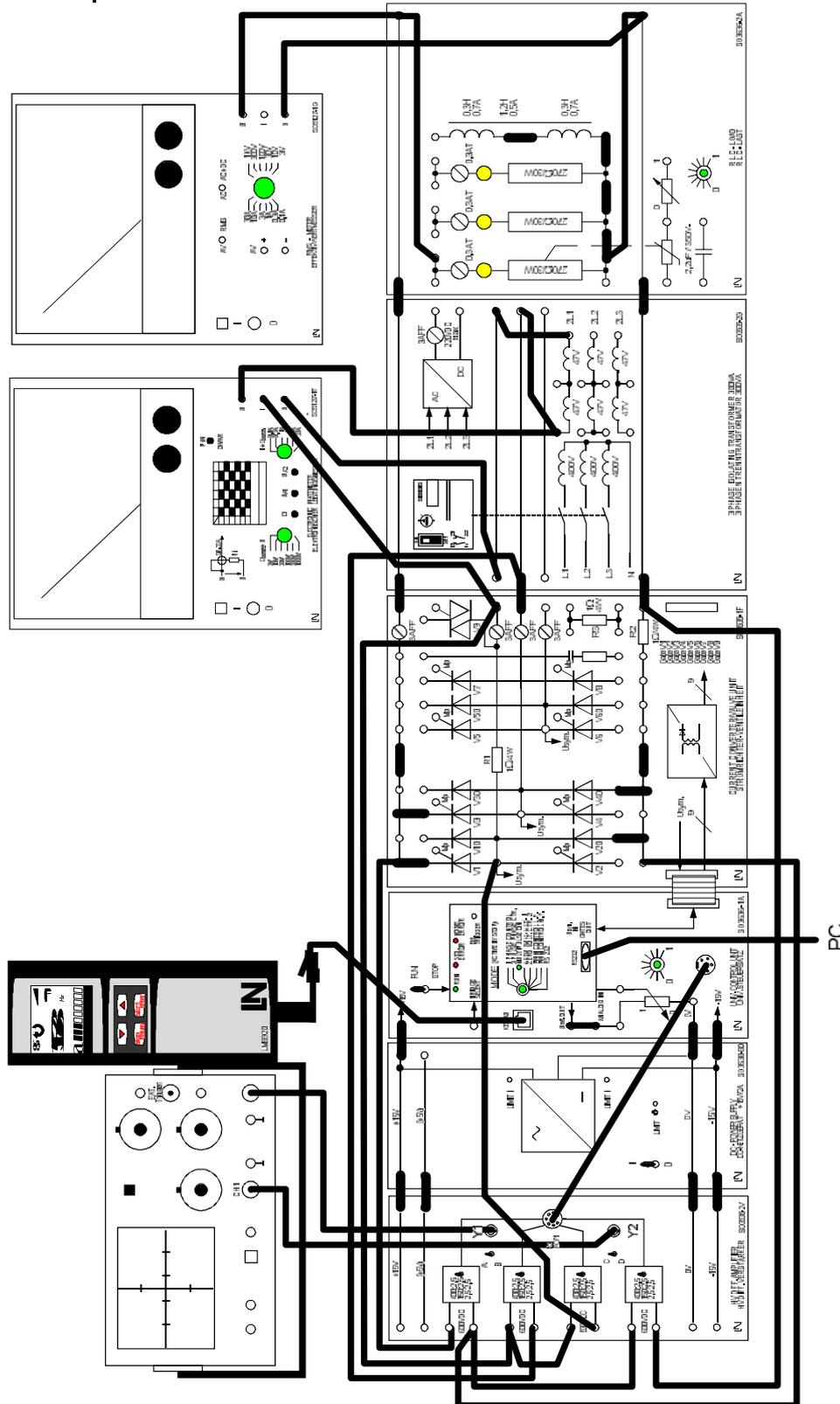


Fig. 2.27 : Schéma des connexions pour analyse du redresseur à deux impulsions demi-commandé symétriquement (B2HK)



## Effet de redressement du circuit demi-commandé asymétriquement

### Objectif de l'expérience

L'élève doit :

- apprendre à connaître la commande de coupe de phase d'un pont à deux impulsions demi-commandé asymétriquement.
- reconnaître que des surfaces tension-temps n'apparaissent pas en cas de charge ohmique-inductive,
- reconnaître que la possibilité de commande de la tension ne dépend pas de la charge,
- reconnaître que le courant secteur est rectangularisé en cas de fort lissage,
- analyser la charge de valve asymétrique par rapport au circuit commandé symétriquement.

### Exercices

- Enregistrement de la courbe de tension d'entrée alternative et de tension de sortie continue
- Enregistrement de la courbe caractéristique de commande
- Détermination des composants de puissance
  - puissance apparente
  - puissance effective
  - puissance déwattée
  - puissance déwattée d'oscillation de base

Réalisez le circuit suivant le schéma des connexions indiqué (Fig. 2.4.9) et connectez les appareils. Mettez le circuit sous charge ohmique-inductive de 270 ohms et  $L=1,2$  H. Activez le transformateur-séparateur. Connectez l'unité de commande universelle sur RS 232 et activez le convertisseur de courant via l'ordinateur (PHACON, mode: impulsion unique/plusieurs impulsions).

Sur l'écran du clavier, le texte PC doit apparaître. Avant de commencer les mesures, calibrez le processus de mesure avec l'ordinateur (Offset)

### Remarque :

La réalisation de l'expérience est généralement possible sans ordinateur, via le transmetteur de valeur de consigne intégré de l'unité de commande universelle. Pour ce faire, sélectionnez le mode 1 PHASE CONTROL avec le sélecteur de modes de fonctionnement. La représentation de puissances, valeurs moyennes, composants d'oscillation de base, etc. n'est pas possible dans ce mode !

Pour afficher les courbes temps sur l'oscilloscope, effectuez les réglages suivants sur l'oscilloscope :

CH 1 : 1V/DIV, CH 2 : 0,2V/DIV, Time : 1ms/DIV, Trigger : réseau

Sur l'amplificateur de mesure différentielle, sélectionnez les grandeurs de mesure respectives avec l'interrupteur à bascule :



Pos. Commut	Grandeur de mesure	Plage de mesure
A	tension de sortie	150 V
B	tension d'entrée	150 V
C	courant d'entrée	2,5 V
D	courant de sortie	2,5 V

## Enregistrement des courbes de tension alternative d'entrée et de tension de sortie continue

Affichez les fonctions suivantes selon l'angle de commande pour deux périodes .

- tension d'entrée
- tension de sortie continue
- courant alternatif
- courant continu
- oscillation de base du courant d'entrée

Angle de commande :  $\alpha=90$  degrés,  
Charge :  $R=270\Omega$  et suivante  $R=270\Omega$ ,  $L=1,2H$

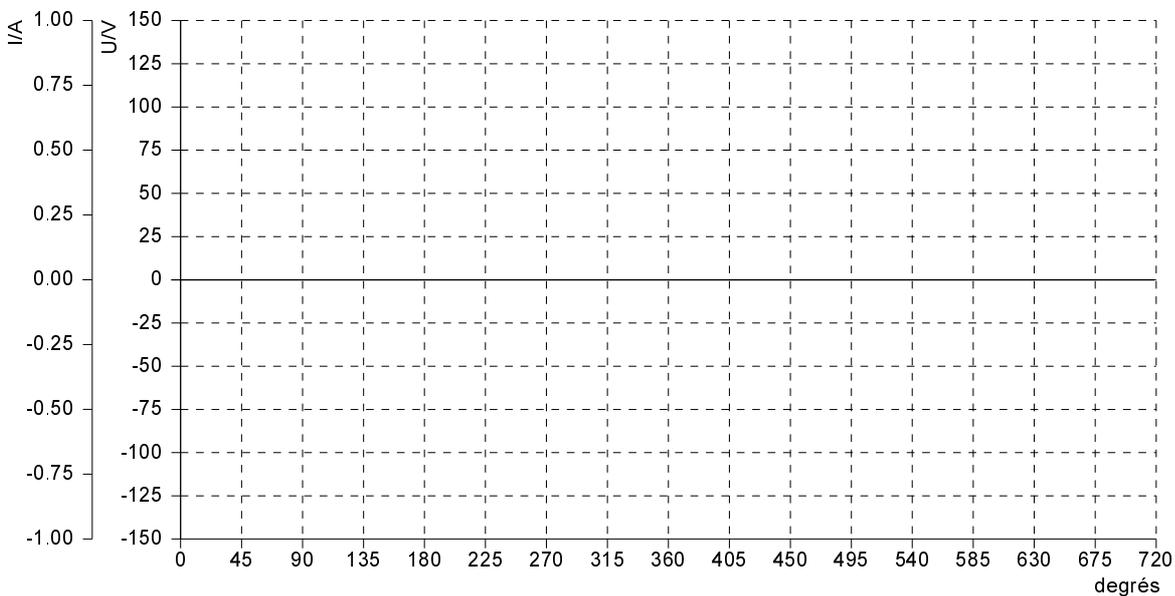


Fig. 2.28 : Courbes courant et tension du redresseur demi-commandé asymétriquement à charge ohmique

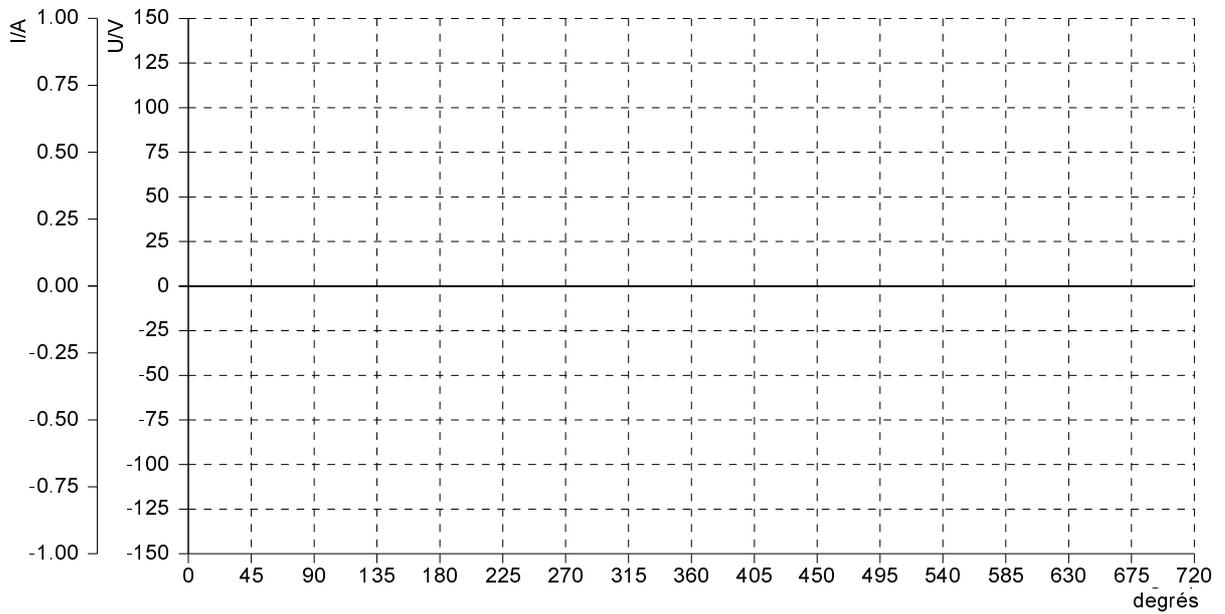


Fig. 2.29 : Courbes courant et tension du redresseur demi-commandé asymétriquement à charge ohmique-inductive

Comparez les résultats avec ceux de l'analyse du circuit demi-commandé symétriquement.

---



---



---



### Enregistrement de la courbe caractéristique de commande

Mesurez la tension de sortie, puissance effective et puissance déwattée d'oscillation de base selon l'angle de commande et représentez graphiquement le résultat.

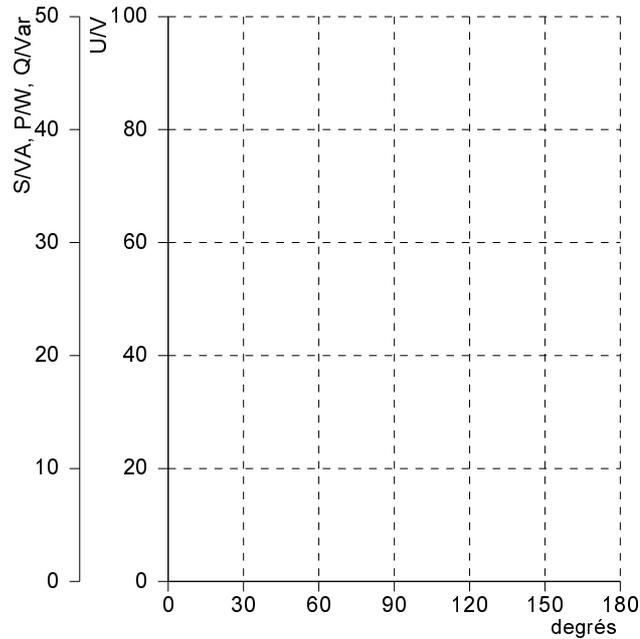


Fig. 2.30 : Courbe caractéristique de commande (charge ohmique)

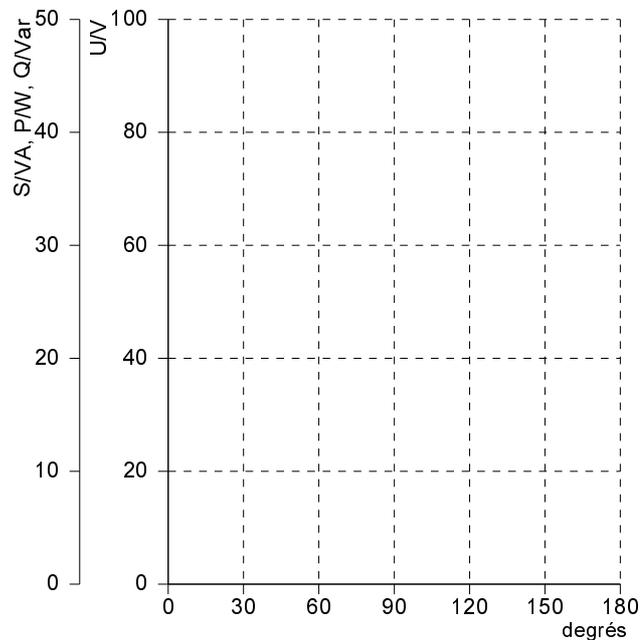


Fig. 2.31 : Courbe caractéristique de commande (charge ohmique-inductive)



Comparez les courbes caractéristiques.

---



---



---

**Détermination des composants de puissance**

- puissance apparente
- puissance effective
- puissance déwattée
- puissance déwattée d'oscillation de base

Représentez le bilan de puissance sous forme vectorielle.

**Remarque :**

Cet exercice ne peut être exécuté qu'avec le progiciel PHACON.

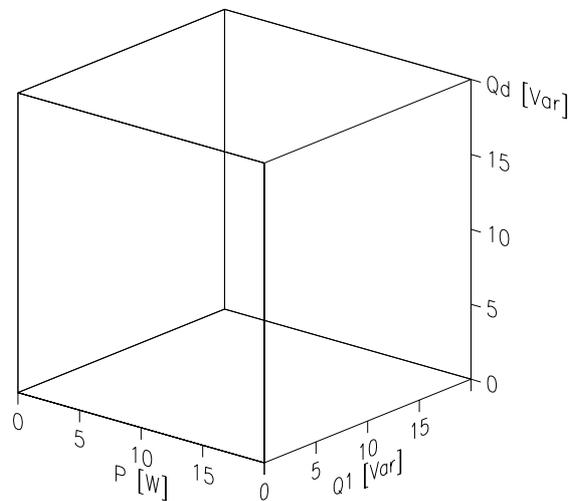


Fig. 2.32 : Bilan de puissance du redresseur demi-commandé symétriquement (charge ohmique)

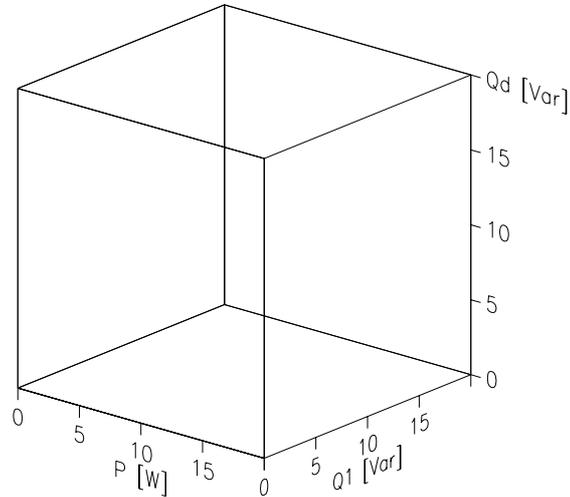


Fig. 2.33 : Bilan de puissance du redresseur demi-commandé symétriquement (charge ohmique-inductive)

Expliquez pourquoi une puissance de commande déwattée apparaît. Représentez à ce propos la tension alternative et l'onde de base du courant d'entrée:

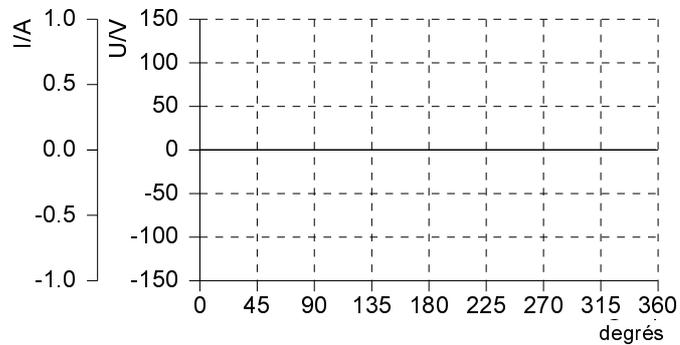


Fig. 2.34 : Position de phase de l'oscillation de base du courant d'entrée (ohmique)



Déterminez le décalage de phase et analysez le résultat ::

---



---



---

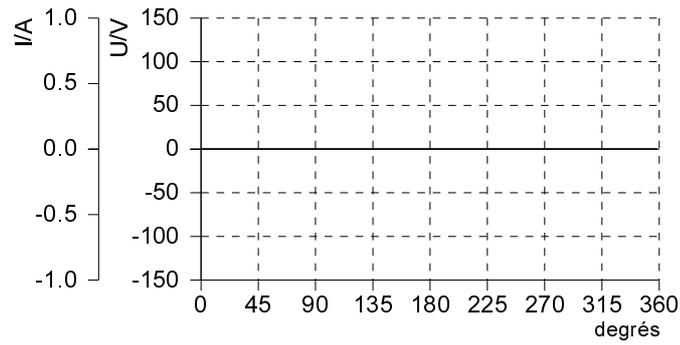


Fig. 2.35 : Position de phase de l'oscillation de base du courant d'entrée (ohmique-inductif)

Déterminez le décalage de phase et analysez le résultat:

---



---



---



Montage de l'expérience

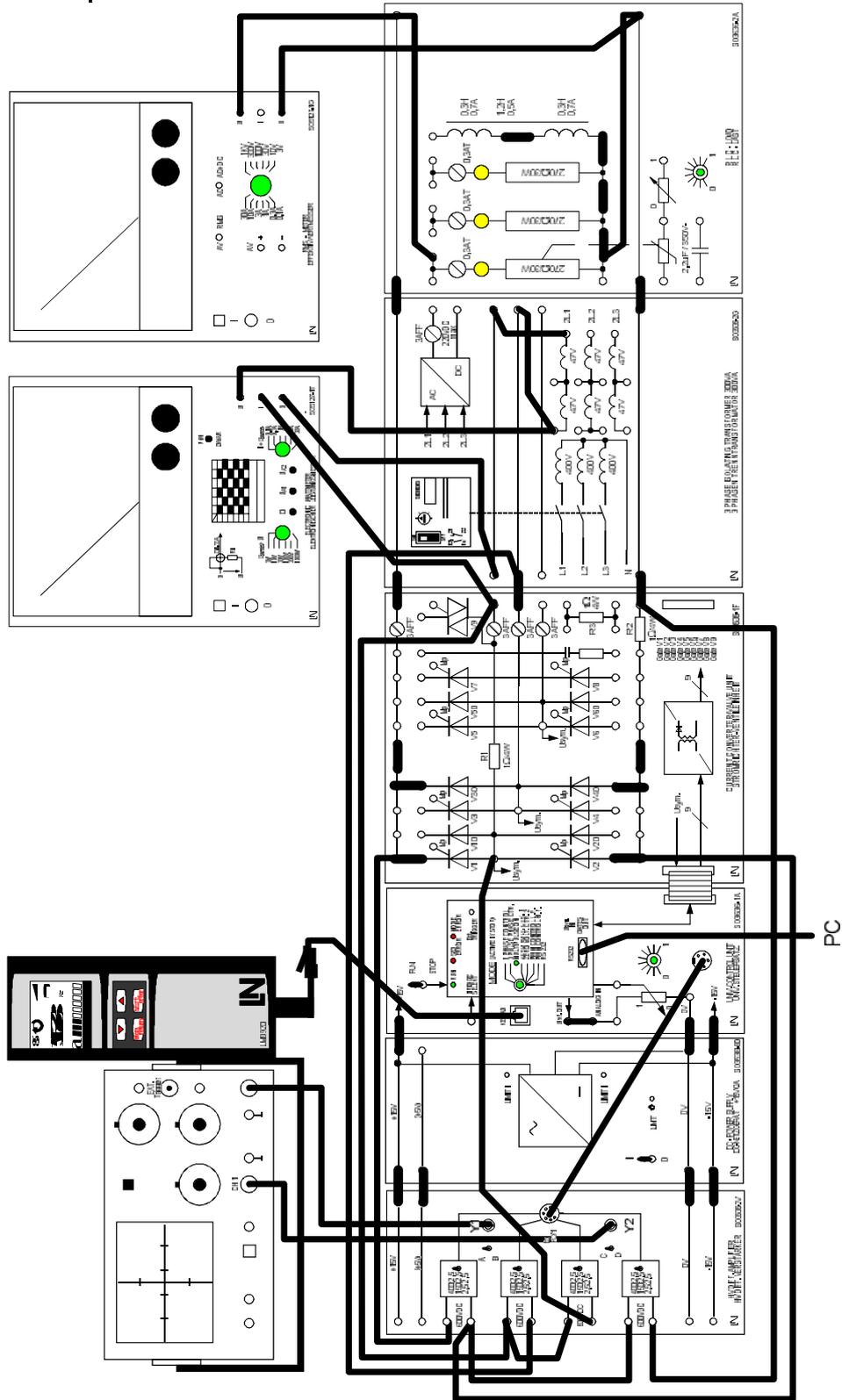


Fig. 2.36 : Schéma des connexions pour analyse du redresseur à deux impulsions demi-commandé asymétriquement (B2H2)



## Redresseur à six impulsions

### Introduction

Les redresseurs à six impulsions sont fréquemment utilisés comme circuits non commandés, entièrement commandés ou demi-commandés, fonctionnant en triphasé sur le réseau de courant triphasé.

Abrév.	Exécution de la commande de valves
B6U	non commandé
B6CH	demi-commandé
B6C	entièrement commandé

Pour ces circuits de base, l'effet de redressement, la possibilité de commande de la tension de sortie continue, ainsi que la puissance requise doivent être analysés. Ce faisant, l'influence d'une bobine de lissage dans les circuit de courant continu est également à analyser.

### Détail des exercices

#### Effet de redressement du circuit non commandé

- Représentation de l'effet de redressement
- Calcul de la valeur moyenne de tension continue
- Détermination des composants de puissance
  - puissance apparente
  - puissance effective
  - puissance déwattée
  - puissance déwattée d'oscillation de base

#### Effet de redressement du circuit entièrement commandé

- Représentation de l'effet de redressement
- Enregistrement de la courbe caractéristique de commande
- Détermination des composants de puissance
  - puissance apparente
  - puissance effective
  - puissance déwattée
  - puissance déwattée d'oscillation de base

#### Effet de redressement du circuit demi-commandé

- Représentation de l'effet de redressement
- Enregistrement de la courbe caractéristique de commande
- Détermination des composants de puissance
  - puissance apparente
  - puissance effective
  - puissance déwattée
  - puissance déwattée d'oscillation de base



## Effet de redressement du circuit non commandé

### Objectif de l'expérience

L'élève doit:

- apprendre à connaître l'effet de redressement d'un circuit triphasé non commandé.
- reconnaître la présence d'un extrême lissage à charge ohmique-inductive.
- reconnaître que le courant secteur est déformé de manière rectangulaire en cas de fort lissage.
- reconnaître qu'il n'y a pas de puissance dévattée d'oscillation de base.

### Exercices

- Représentation de l'effet de redressement
- Calcul de la valeur moyenne de tension continue
- Détermination des composants de puissance
  - puissance apparente
  - puissance effective
  - puissance dévattée
  - puissance dévattée d'oscillation de base

Réalisez le circuit suivant le schéma des connexions indiqué (Fig. 3.5) et connectez les appareils. Mettez le circuit sous charge ohmique de 270 ohms. Activez le transformateur-séparateur. Connectez l'unité de commande universelle sur RS 232 et activez le convertisseur de courant via l'ordinateur (PHACON, mode: triphasé).

Sur l'écran du clavier, le texte PC doit apparaître. Avant de commencer les mesures, calibrez le processus de mesure avec l'ordinateur (Offset).

### Remarque :

La réalisation de l'expérience est généralement possible sans ordinateur, via le transmetteur de valeur de consigne intégré de l'unité de commande universelle. Pour ce faire, sélectionnez le mode 3 PHASE CONTROL avec le sélecteur de modes de fonctionnement. La représentation de puissances, valeurs moyennes, composants d'oscillation de base, etc. n'est pas possible dans ce mode !

Pour afficher les courbes temps sur l'oscilloscope, effectuez les réglages suivants sur l'oscilloscope :

CH 1 : 1V/DIV, CH 2 : 0,2V/DIV, Time : 1ms/DIV, Trigger : réseau

Sur l'amplificateur de mesure différentielle, sélectionnez les grandeurs de mesure respectives avec l'interrupteur à bascule :

Pos. Commut	Grandeur de mesure	Plage de mesure
A	tension de sortie	150 V
B	tension d'entrée	150 V
C	courant d'entrée	2,5 V
D	courant de sortie	2,5 V



## Représentation de l'effet de redressement

**Enregistrement de tension d'entrée, courant d'entrée, tension continue, tension continue moyenne et calcul de l'oscillation de base du courant d'entrée.**

Réalisez les mesures pour charge ohmique ( $R=270$  ohms) et ohmique-inductive ( $R= 270$  ohms,  $L=1,2$  H).

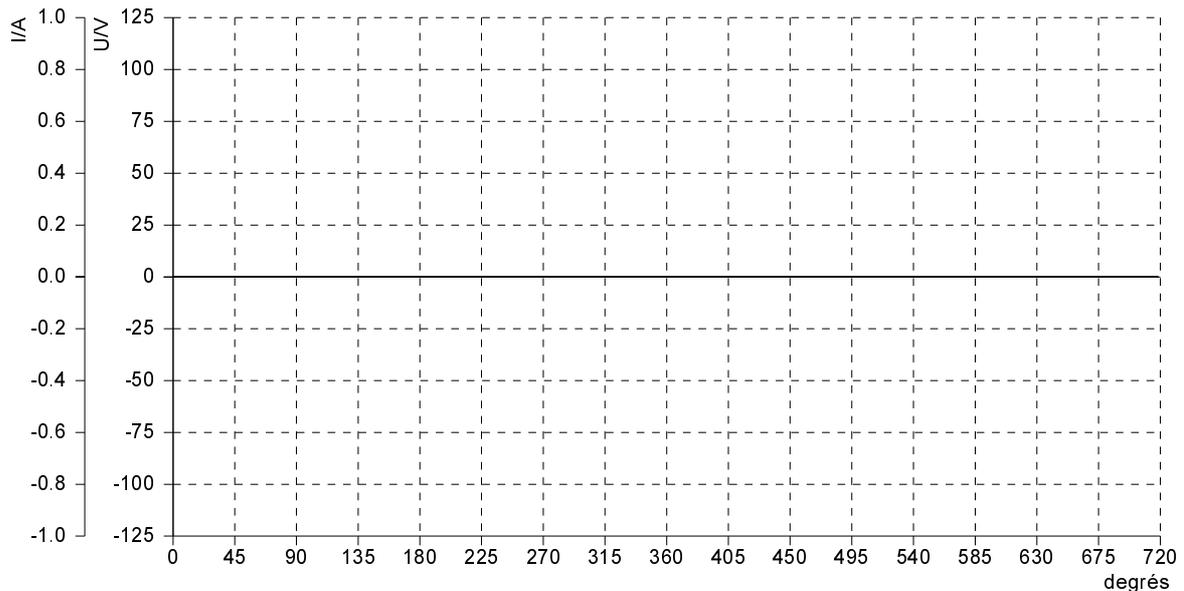


Fig. 3.1 : Courbes courant et tension du redresseur non commandé ( $R=270$  hms,  $L=0$  H)

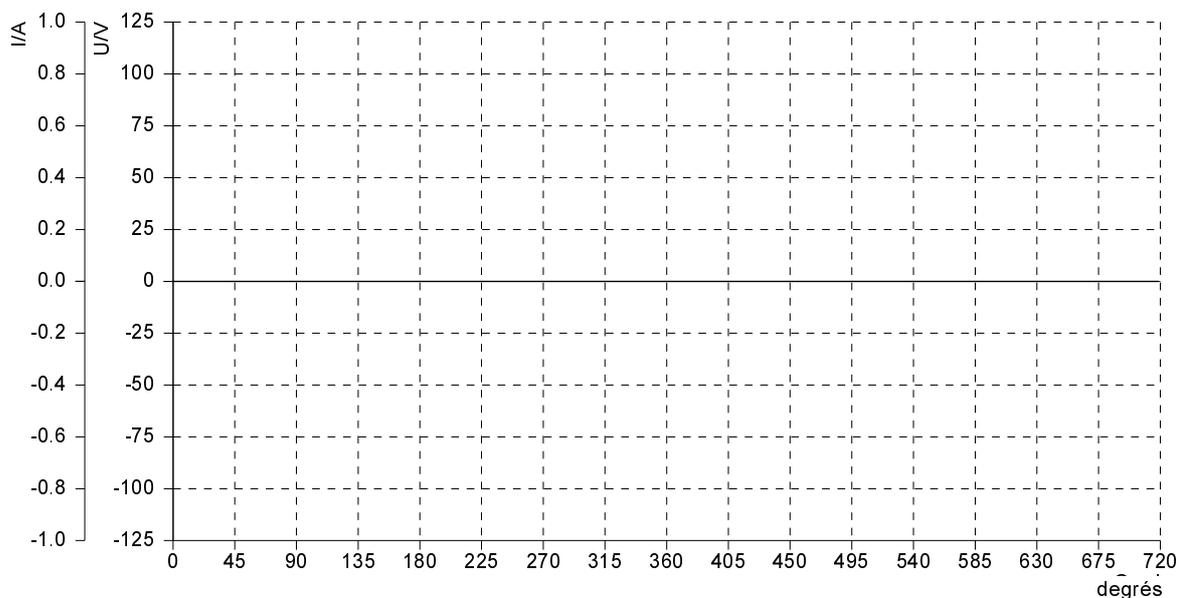


Fig. 3.2 : Courbes courant et tension du redresseur non commandé ( $R=270$  ohms,  $L= 1,2$ H)



Comparez l'enveloppante de la tension continue avec la courbe de tension continue du circuit B2U:

---

Déterminez la durée de commutation de courant des valves pour charge ohmique et charge ohmique-inductive:

---

---

Comparez la forme du courant d'entrée alternatif et du courant continue à charge ohmique-inductive:

---

---

Quelles conséquences peut-on tirer de la position de l'oscillation de base du courant d'entrée et de la forme du courant d'entrée ?

---

---

### Calcul de la valeur moyenne de tension continue

Calculez la valeur moyenne de tension continue et comparez le résultat avec la mesure.

$$U_{m2} = \underline{\hspace{10em}}$$

La valeur moyenne de tension continue mesurée est de

$$U_{m2} = \underline{\hspace{10em}}$$

### Détermination des composants de puissance

- puissance apparente
- puissance effective
- puissance déwattée
- puissance déwattée d'oscillation de base

Représentez le bilan de puissance pour les deux cas de charge sous forme vectorielle



**Remarque :**

Cet exercice ne peut être exécuté qu'avec le progiciel PHACON.

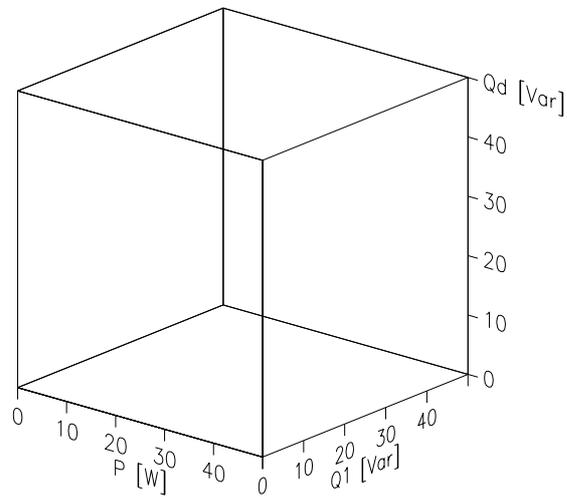


Fig. 3.3 : Bilan de puissance ( R=270 ohms )

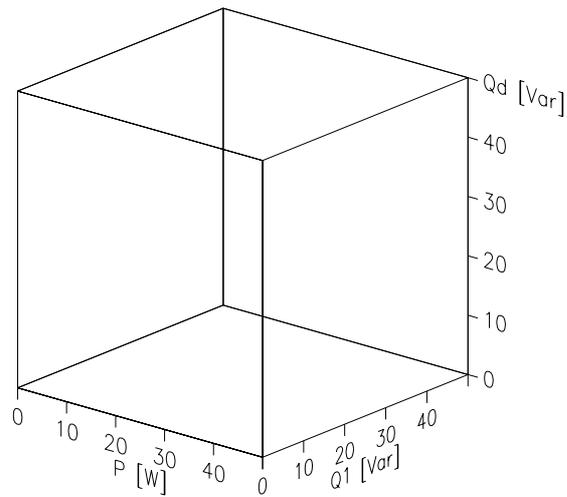


Fig. 3.4 : Bilan de puissance ( R=270 ohms, L=1,2 H )

Comparez les bilans de puissance:

---



---



Montage de l'expérience

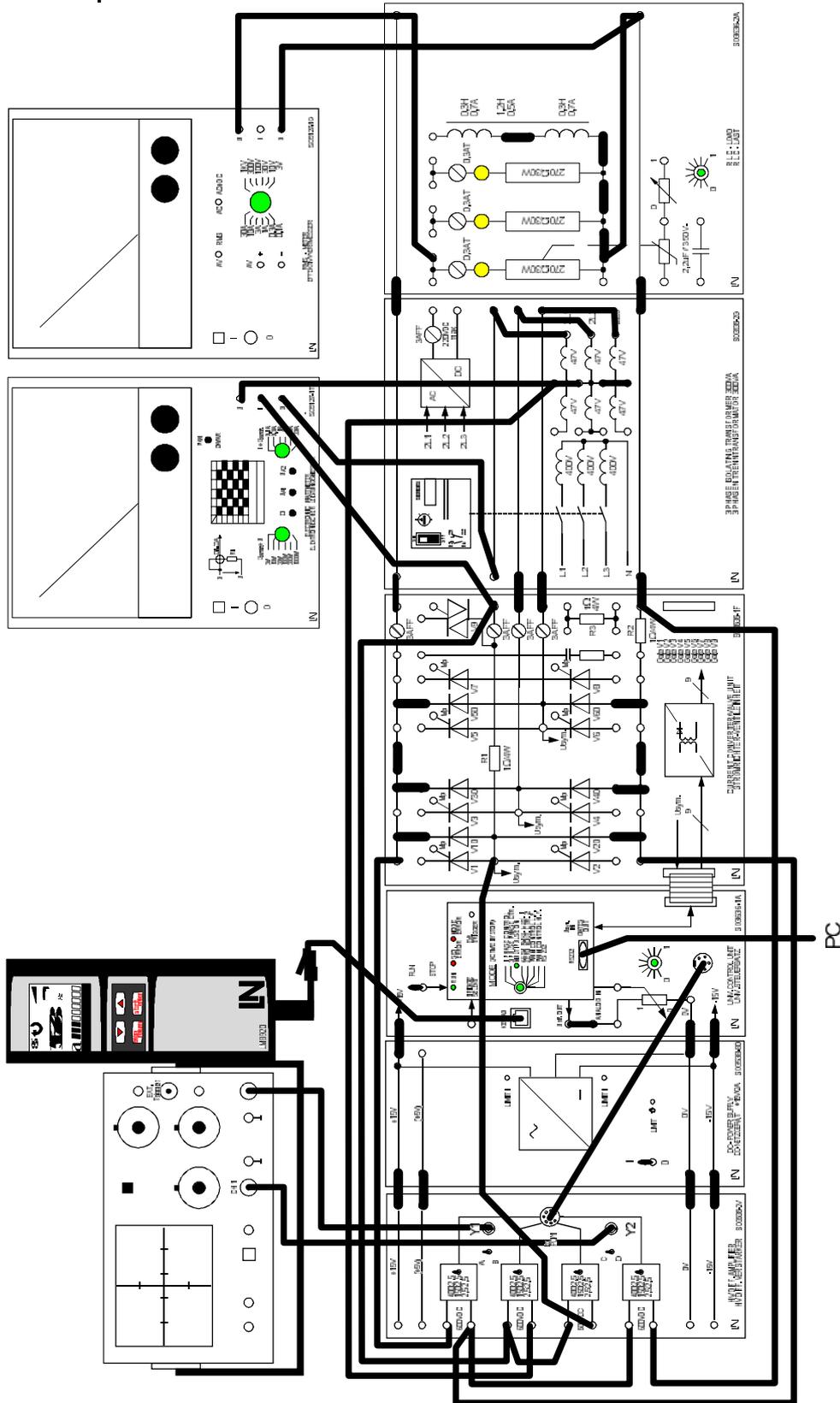


Fig. 3.5 : Schéma des connexions pour analyse du redresseur à six impulsions non commandé (B6U)



## Effet de redressement du circuit entièrement commandé

### Objectif de l'expérience

L'élève doit:

- apprendre à connaître la commande de coupe de phase d'un circuit à six impulsions entièrement commandé.
- reconnaître que des surfaces tension-temps négatives peuvent apparaître à charge ohmique-inductive.
- reconnaître que la capacité de commande du circuit dépend de la charge.
- reconnaître qu'une puissance de commande déwattée apparaît.

### Exercices

- Représentation de l'effet de redressement
- Enregistrement de la courbe caractéristique de commande
- Détermination des composants de puissance
  - puissance apparente
  - puissance effective
  - puissance déwattée
  - puissance déwattée d'oscillation de base

Réalisez le circuit suivant le schéma des connexions indiqué (Fig. 3.15) et connectez les appareils. Mettez le circuit sous charge ohmique de 270 ohms. Activez le transformateur-séparateur. Connectez l'unité de commande universelle sur RS 232 et activez le convertisseur de courant via l'ordinateur (PHACON, mode: triphasé). Sur l'écran du clavier, le texte PC doit apparaître. Avant de commencer les mesures, calibrez le processus de mesure avec l'ordinateur (Offset).

### Remarque :

La réalisation de l'expérience est généralement possible sans ordinateur, via le transmetteur de valeur de consigne intégré de l'unité de commande universelle. Pour ce faire, sélectionnez le mode 3 PHASE CONTROL avec le sélecteur de modes de fonctionnement. La représentation de puissances, valeurs moyennes, composants d'oscillation de base, etc. n'est pas possible dans ce mode !

Pour afficher les courbes temps sur l'oscilloscope, effectuez les réglages suivants sur l'oscilloscope :

CH 1 : 1V/DIV, CH 2 : 0,2V/DIV, Time : 1ms/DIV, Trigger : réseau

Sur l'amplificateur de mesure différentielle, sélectionnez les grandeurs de mesure respectives avec l'interrupteur à bascule :

Pos. Commut	Grandeur de mesure	Plage de mesure
A	tension de sortie	150 V
B	tension d'entrée	150 V
C	courant d'entrée	2,5 V
D	courant de sortie	2,5 V



## Représentation de l'effet de redressement

**Enregistrement de tension d'entrée, courant d'entrée, tension continue, tension continue moyenne et calcul de l'oscillation de base du courant d'entrée.**

Réalisez les mesures pour charge ohmique ( $R=270$  ohms) et ohmique-inductive ( $R=270$  ohms,  $L=1,2$  H) pour angles de commande de 30 et 60 degrés.

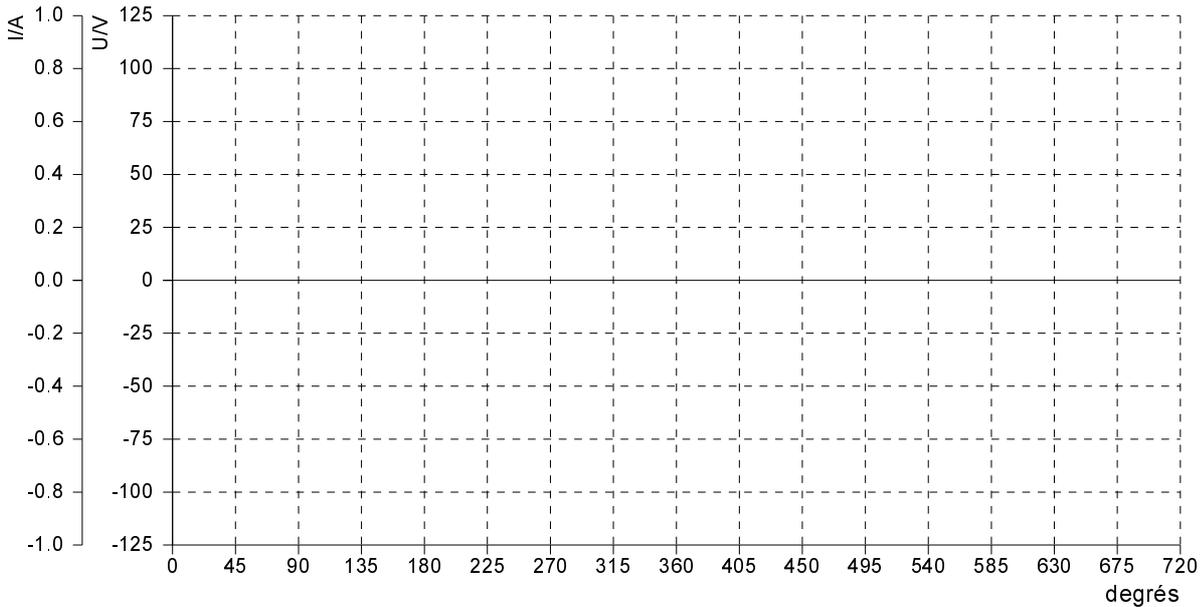


Fig. 3.6 : Courbes courant et tension du redresseur entièrement commandé (charge ohmique,  $R=270$  ohms), angle de commande 30 degrés

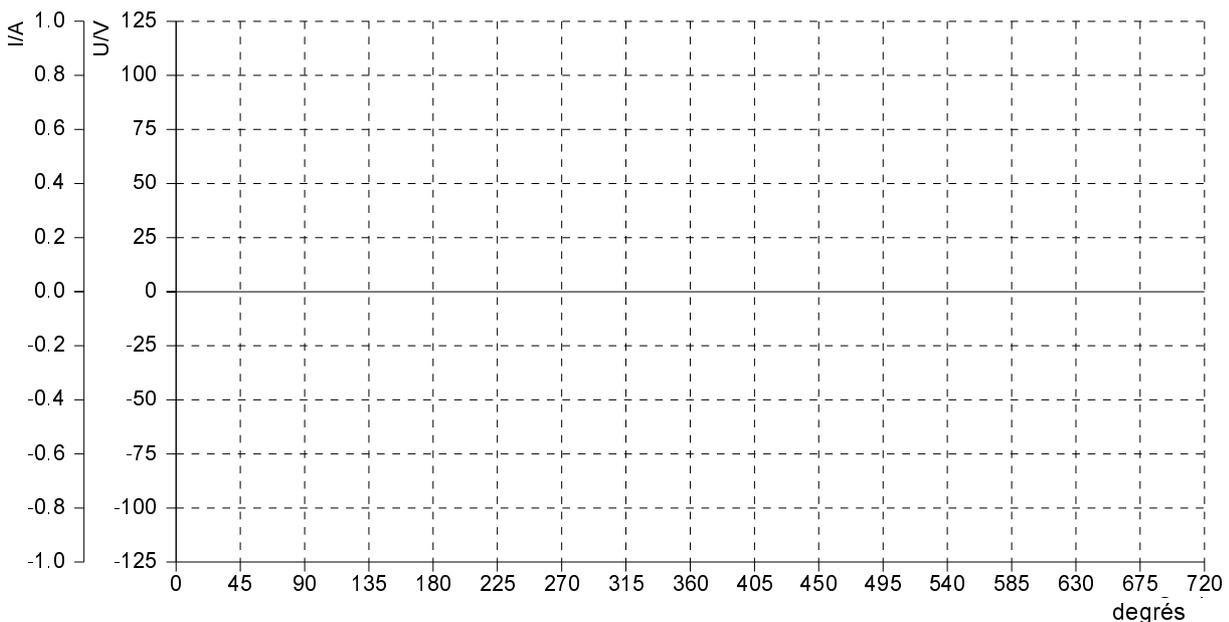


Fig. 3.7 : Courbes courant et tension du redresseur entièrement commandé (charge ohmique,  $R=270$  ohms), angle de commande 60 degrés

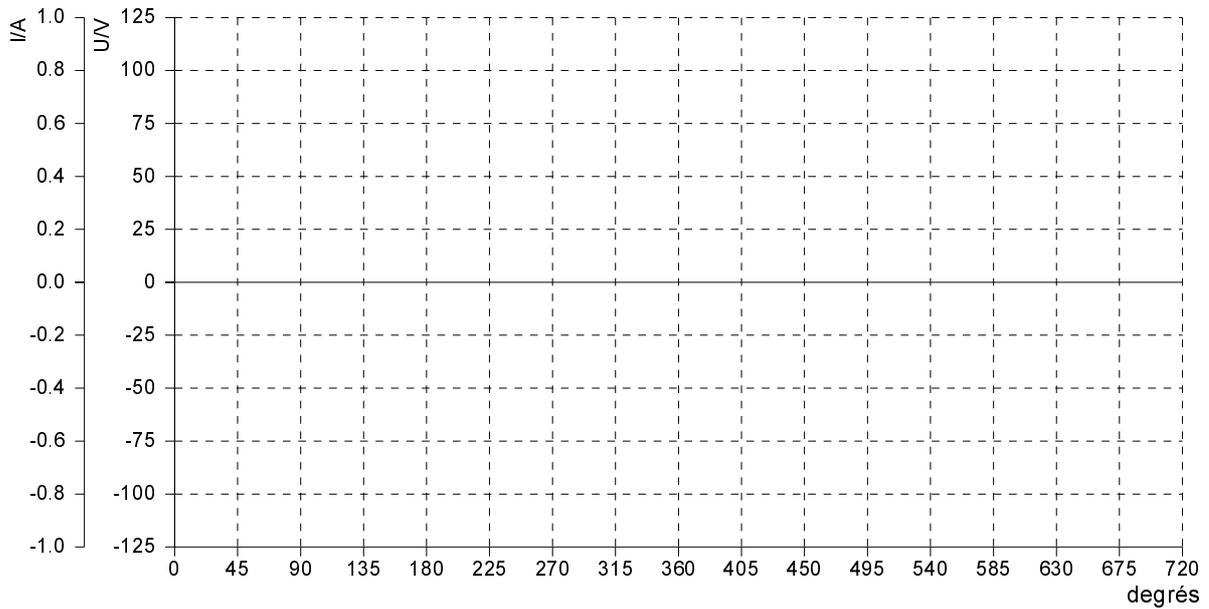


Fig. 3.8 : Courbes courant et tension du redresseur entièrement commandé ( charge ohmique-inductive,  $R=270$  ohms,  $L=1,2$  H) , angle de commande 30 degrés

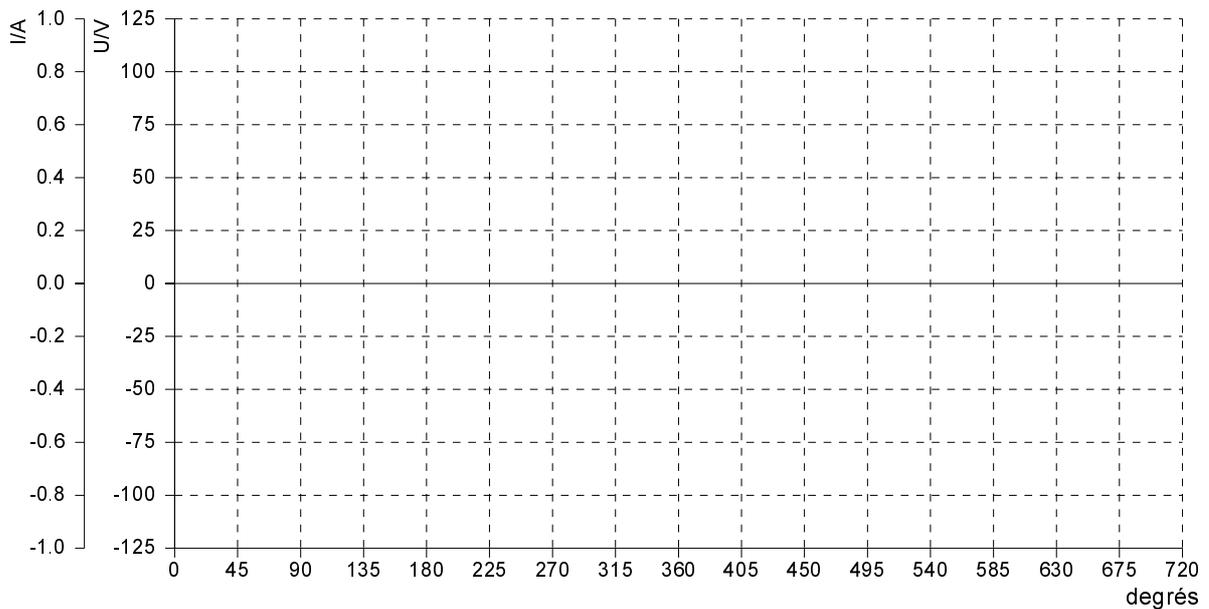


Abb. 3.9 : Courbes courant et tension du redresseur entièrement commandé à charge ohmique-inductive ( $R=270$  ohms,  $L=1,2$  H), angle de commande 60 degrés



Comparez les résultats au vu des interruptions de courant et de tension :

---

---

---

Comparez la position de phase de l'oscillation de base du courant d'entrée quand les charges sont différentes et les angles de commande identiques:

---

---

Déterminez la courbe de tension continue et de courant continu à une charge de  $R=270$  ohms ,  $L= 0,3$  H et à un angle de commande de 70 degrés.

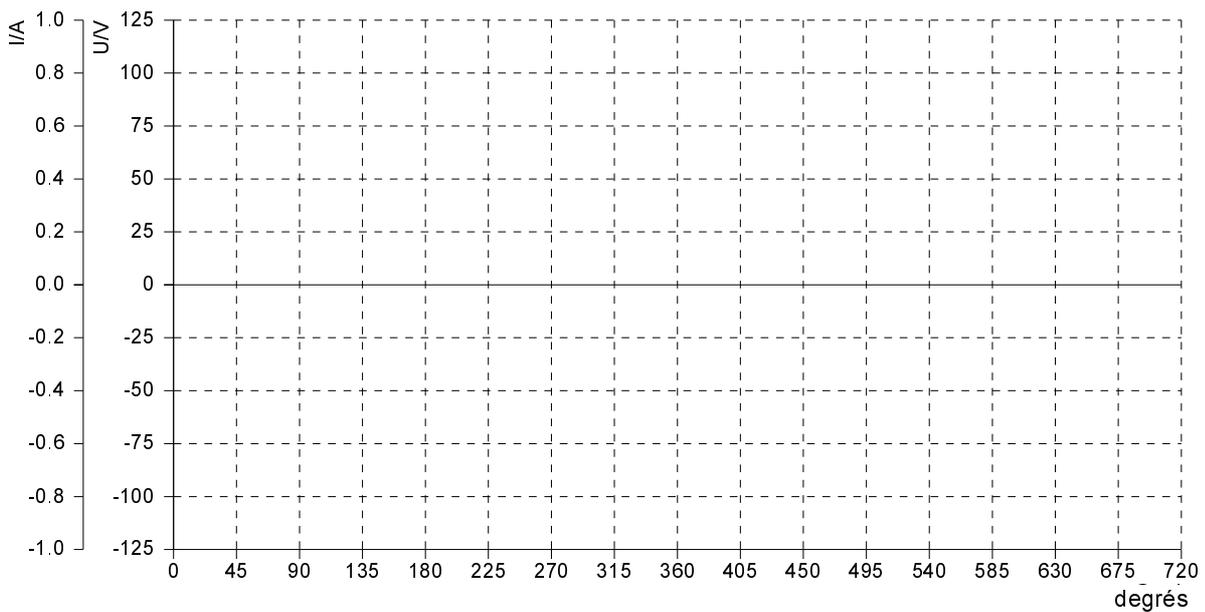


Fig. 3.10 : Courbes courant et tension du redresseur entièrement commandé ( $R=270$  ohms,  $L= 0,3$  H, 70 degrés)

Evaluez la courbe de tension continue :

---

---

---



**Enregistrement de la courbe caractéristique de commande**

Enregistrez les courbes caractéristiques de commande à charge ohmique (R=270 ohms) et à charge ohmique-inductive ( R=270 ohms, L=1,2 H).

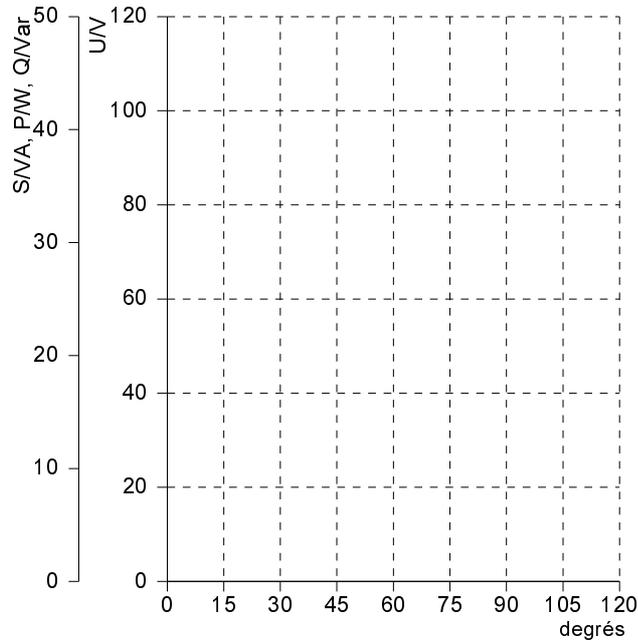


Fig. 3.11 Courbes caractéristiques de commande, charge ohmique (R=270 ohms)

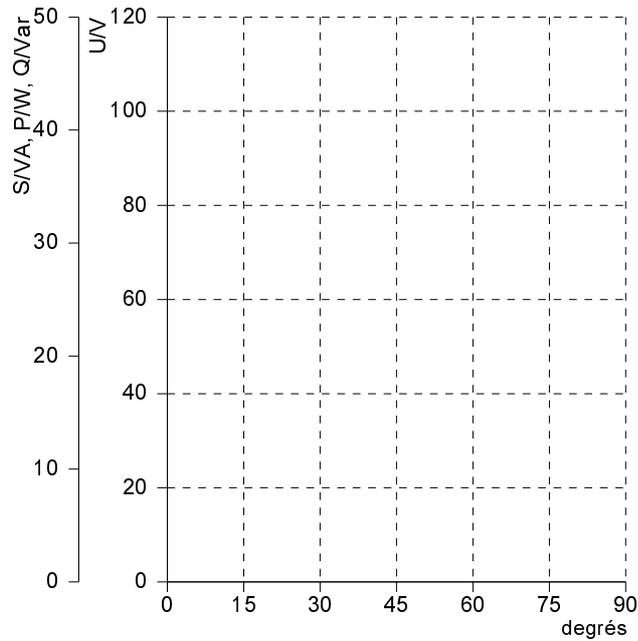


Fig. 3.12 Courbes caractéristiques de commande, charge ohmique-inductive (R=270 ohms, L=1,2 H)



Comparez les courbes caractéristiques de commande

---

---

---

### Détermination des composants de puissance

- puissance apparente
- puissance effective
- puissance déwattée
- puissance déwattée d'oscillation de base

Représentez le bilan de puissance sous forme vectorielle par rapport à la puissance effective et comparez les résultats.

#### Remarque:

Cet exercice ne peut être exécuté qu'avec le progiciel PHACON !

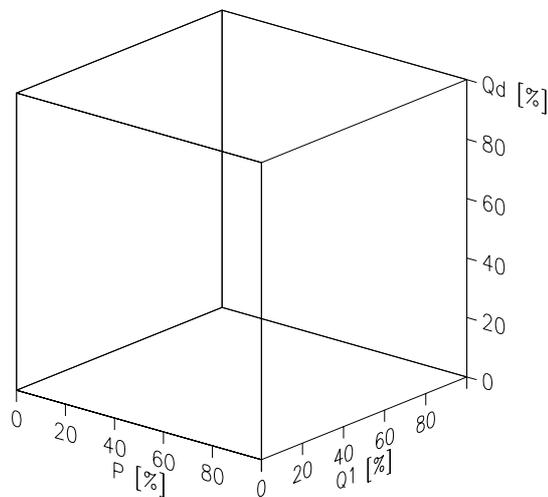


Fig. 3.13 : Bilan de puissance, angle de commande 30 degrés, charge ohmique ( $R=270$  ohms)

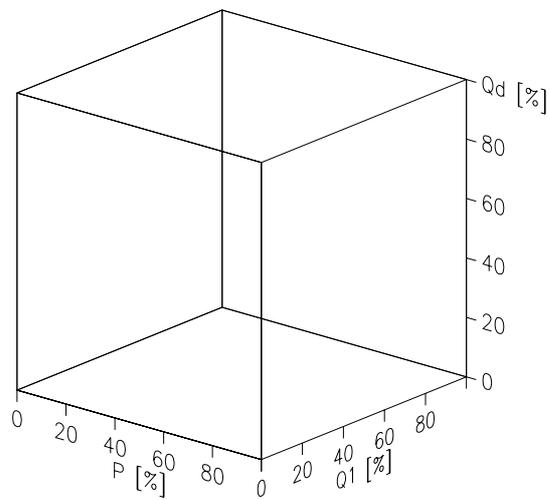


Fig. 3.14 : Bilan de puissance, angle de commande 30 degrés, charge ohmique-inductive (R=270 ohms, L=1,2 H)

Comparez les bilans de puissance.

---



---



---



Montage de l'expérience

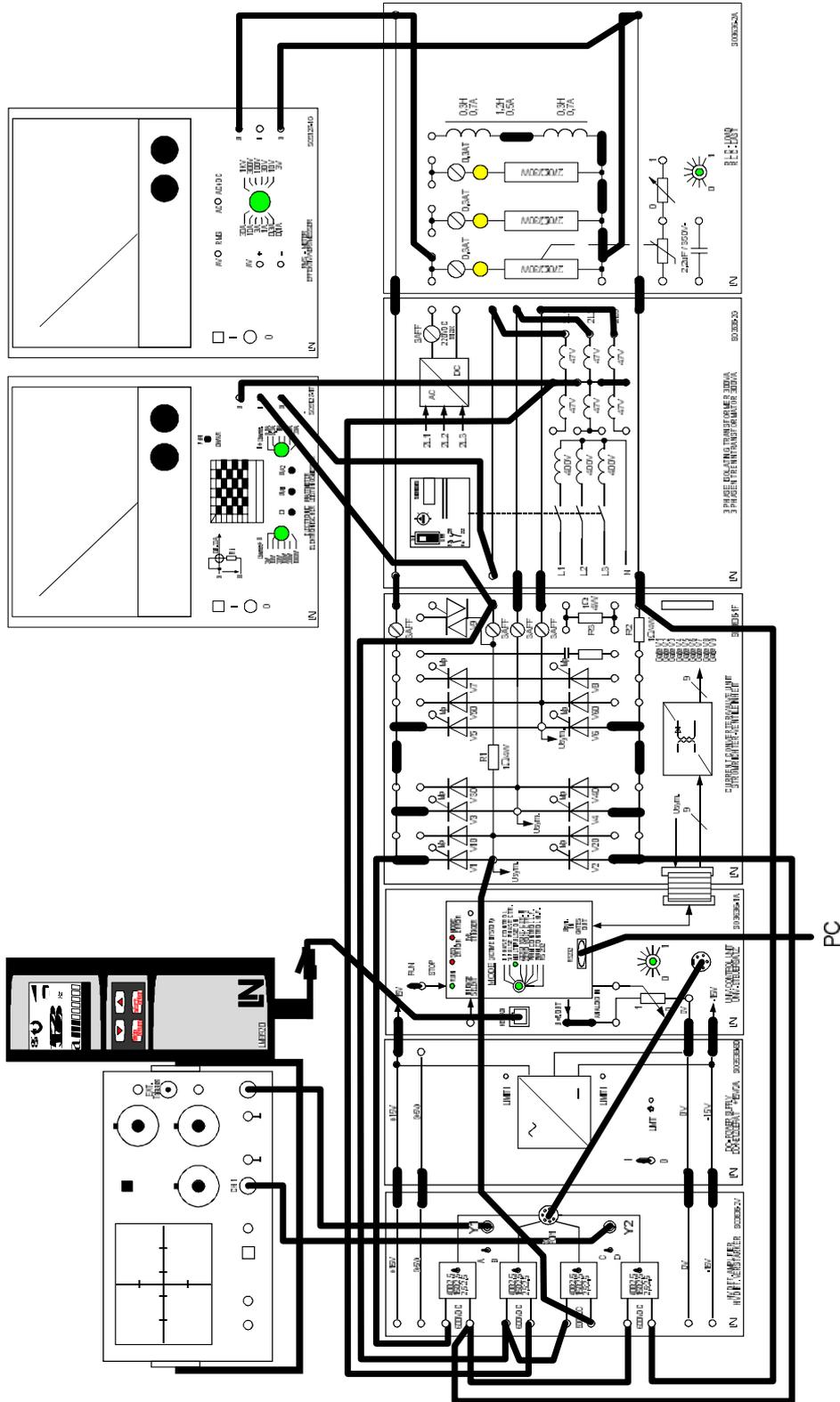


Fig. 3.15 : Schéma des connexions pour analyse du redresseur à six impulsions entièrement commandé (B6C)



## Effet de redressement du circuit demi-commandé

### Objectif de l'expérience

L'élève doit:

- apprendre à connaître l'effet de redressement d'un circuit à six impulsions demi-commandé.
- reconnaître que le circuit a une faible puissance déwattée.
- constater qu'une modulation de redresseur alternatif n'est pas possible.
- reconnaître que par rapport au circuit entièrement commandé et avec le même angle de commande on a une tension de sortie plus élevée.

### Exercices

- Représentation de l'effet de redressement
- Enregistrement de la courbe caractéristique de commande
- Détermination des composants de puissance
  - puissance apparente
  - puissance effective
  - puissance déwattée
  - puissance déwattée d'oscillation de base

Réalisez le circuit suivant le schéma des connexions indiqué (Fig. 3.23) et connectez les appareils. Mettez le circuit sous charge ohmique de 270 ohms. Activez le transformateur-séparateur. Connectez l'unité de commande universelle sur RS 232 et activez le convertisseur de courant via l'ordinateur (PHACON, mode: triphasé).

Sur l'écran du clavier, le texte PC doit apparaître. Avant de commencer les mesures, calibrez le processus de mesure avec l'ordinateur (Offset).

### Remarque :

La réalisation de l'expérience est généralement possible sans ordinateur, via le transmetteur de valeur de consigne intégré de l'unité de commande universelle. Pour ce faire, sélectionnez le mode 3 PHASE CONTROL avec le sélecteur de modes de fonctionnement. La représentation de puissances, valeurs moyennes, composants d'oscillation de base, etc. n'est pas possible dans ce mode !

Pour afficher les courbes temps sur l'oscilloscope, effectuez les réglages suivants sur l'oscilloscope :

CH 1 : 1V/DIV, CH 2 : 0,2V/DIV, Time : 1ms/DIV, Trigger : réseau

Sur l'amplificateur de mesure différentielle, sélectionnez les grandeurs de mesure respectives avec l'interrupteur à bascule :

Pos. Commut	Grandeur de mesure	Plage de mesure
A	tension de sortie	150 V
B	tension d'entrée	150 V
C	courant d'entrée	2,5 V
D	courant de sortie	2,5 V



### Représentation de l'effet de redressement

**Enregistrement de tension d'entrée, courant d'entrée, tension continue, tension continue moyenne et calcul de l'oscillation de base du courant d'entrée.**

Réalisez les mesures pour charge et ohmique-inductive ( $R= 270$  ohms,  $L=1,2$  H) à un angle de commande de 30 degrés.

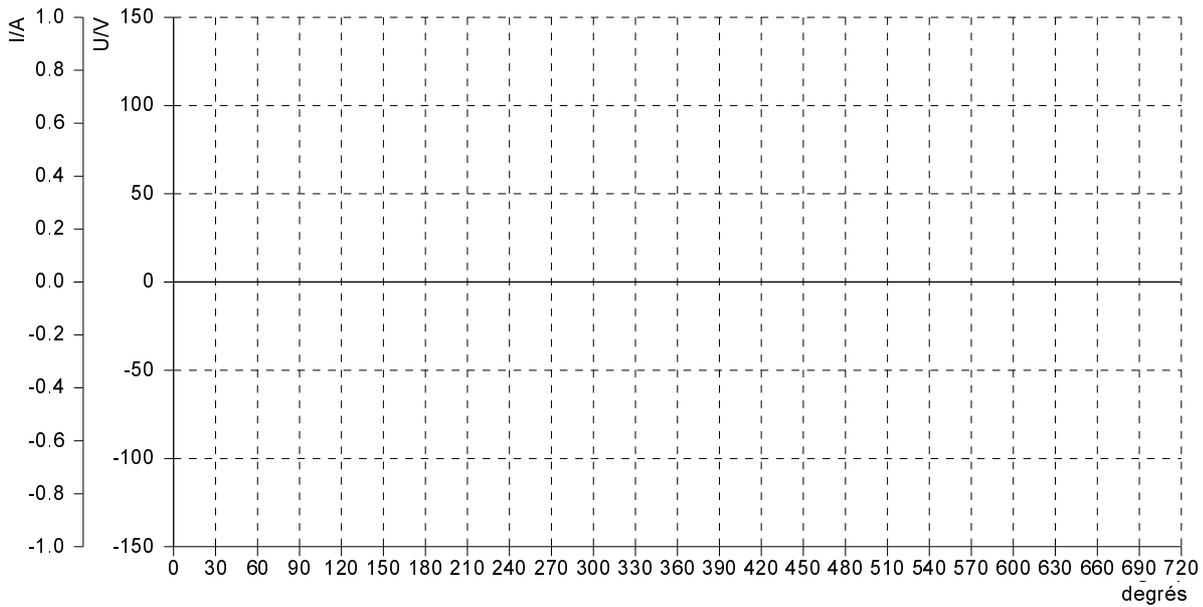


Fig. 3.16 : Courbes courant et tension du redresseur demi-commandé, charge ohmique-inductive (  $R=270$  ohms,  $L=1,2$  H ), angle de commande 30 degrés

Évaluez la courbe de tension (enveloppante de tension continue) et l'ondulation.

---

---

---

---

---

---

---

---



Réalisez les mesures pour une charge ohmique-inductive ( $R= 270$  ohms,  $L=1,2$  H) à un angle de commande de 60 degrés et puis de 90 degrés.

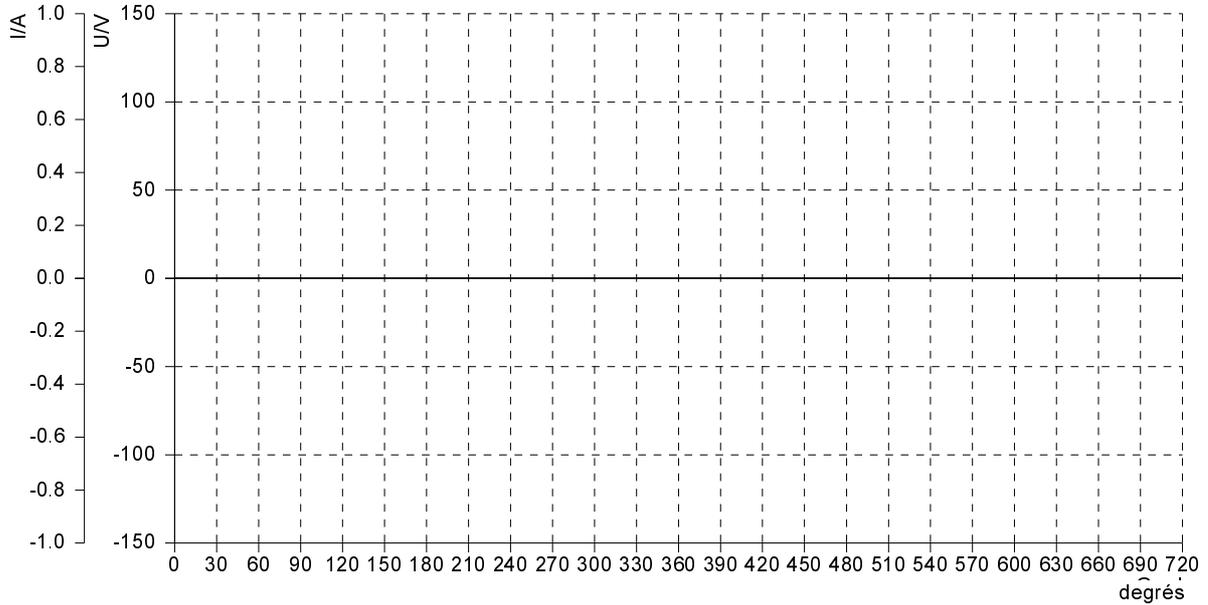


Fig. 3.17 : Courbes courant et tension du redresseur demi-commandé, ( $R=270$  ohms,  $L=1,2$  H ), 60 degrés

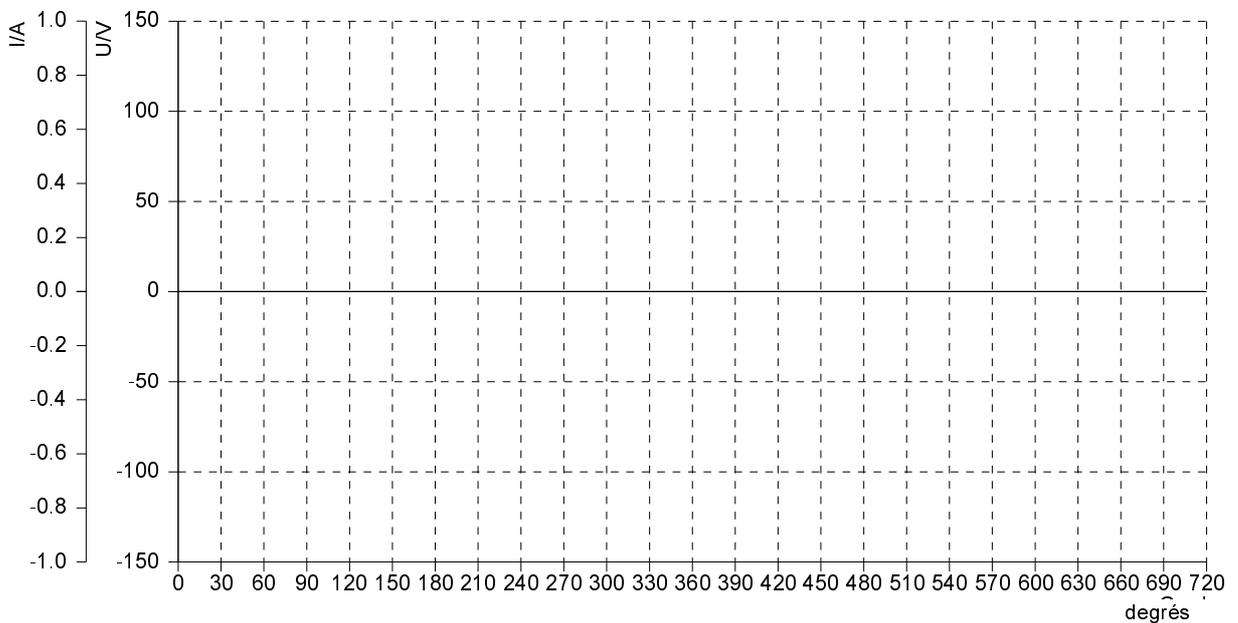


Fig. 3.18 : Courbes courant et tension du redresseur demi-commandé,  $R=270$  ohms,  $L=1,2$  H, 90 degrés



Déterminez la durée de commutation du courant  $\delta$  des valves. Observez ce faisant le courant continu et le courant secteur :

---

---

---

---

**Enregistrement de la courbe caractéristique de commande**

Enregistrez les caractéristiques de commande à charge ohmique ( $R=270$  ohms) et charge ohmique-inductive ( $R=270$  ohms,  $L=1,2$  H).

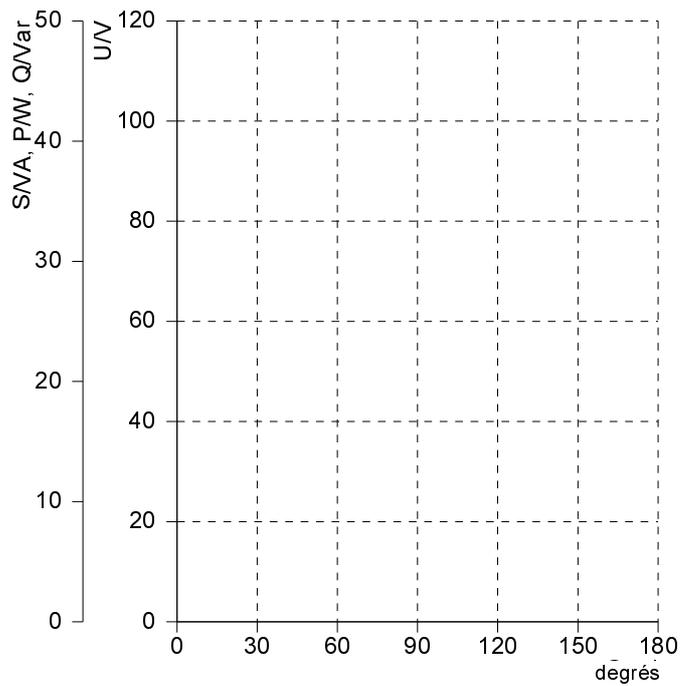


Fig. 3.19 : Courbes caractéristiques de commande, charge ohmique,  $R=270$  ohms

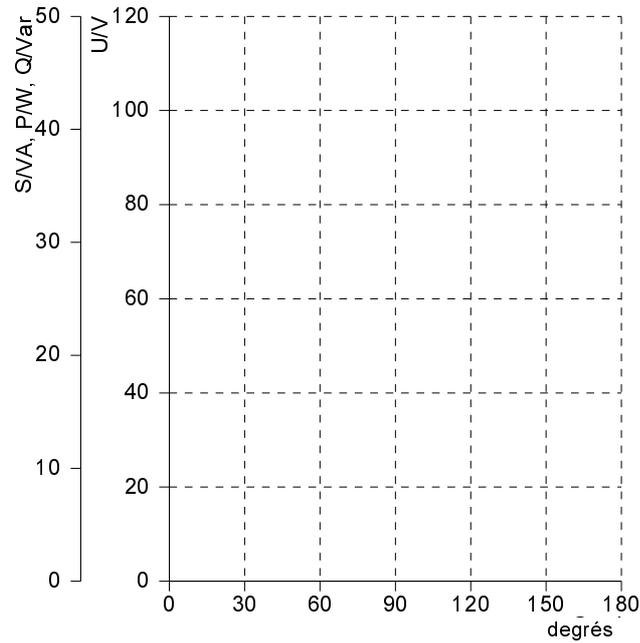


Fig. 3.20 : Courbe caractéristique de commande, charge ohmique-inductive,  $R=270$  ohms,  $L=1,2$  H

Comparez les courbes caractéristiques de commande

1. entre elles,
2. avec celles du circuit entièrement commandé

---



---



---



---

### Détermination des composants de puissance

- puissance apparente
- puissance effective
- puissance déwattée
- puissance déwattée d'oscillation de base

Représentez le bilan de puissance sous forme vectorielle par rapport à la puissance effective.

### Remarque:

Cet exercice ne peut être exécuté qu'avec le progiciel PHACON !

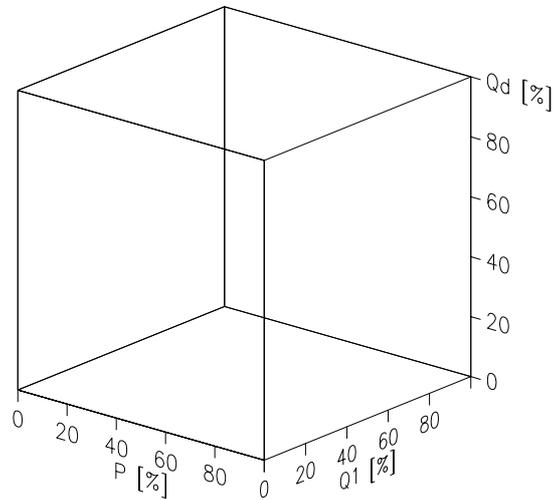


Fig. 3.21 : Bilan de puissance, angle de commande 30 degrés, charge ohmique,  $R=270$  ohms

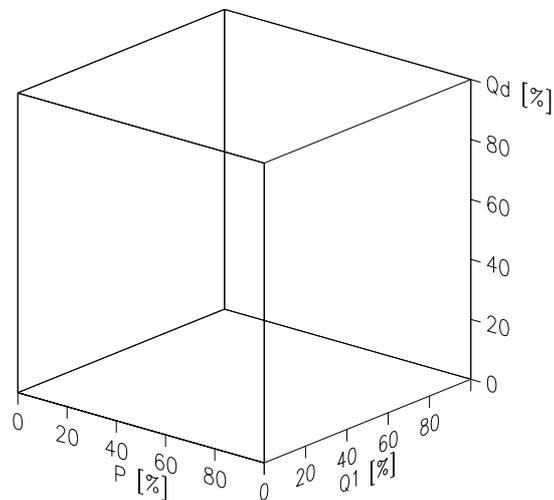


Fig. 3.22 : Bilan de puissance, angle de commande 30 degrés, charge ohmique-inductive,  $R=270$  ohms,  $L=1,2H$

Comparez les bilans de puissance avec ceux du circuit entièrement commandé.

---

---



## Montage de l'expérience

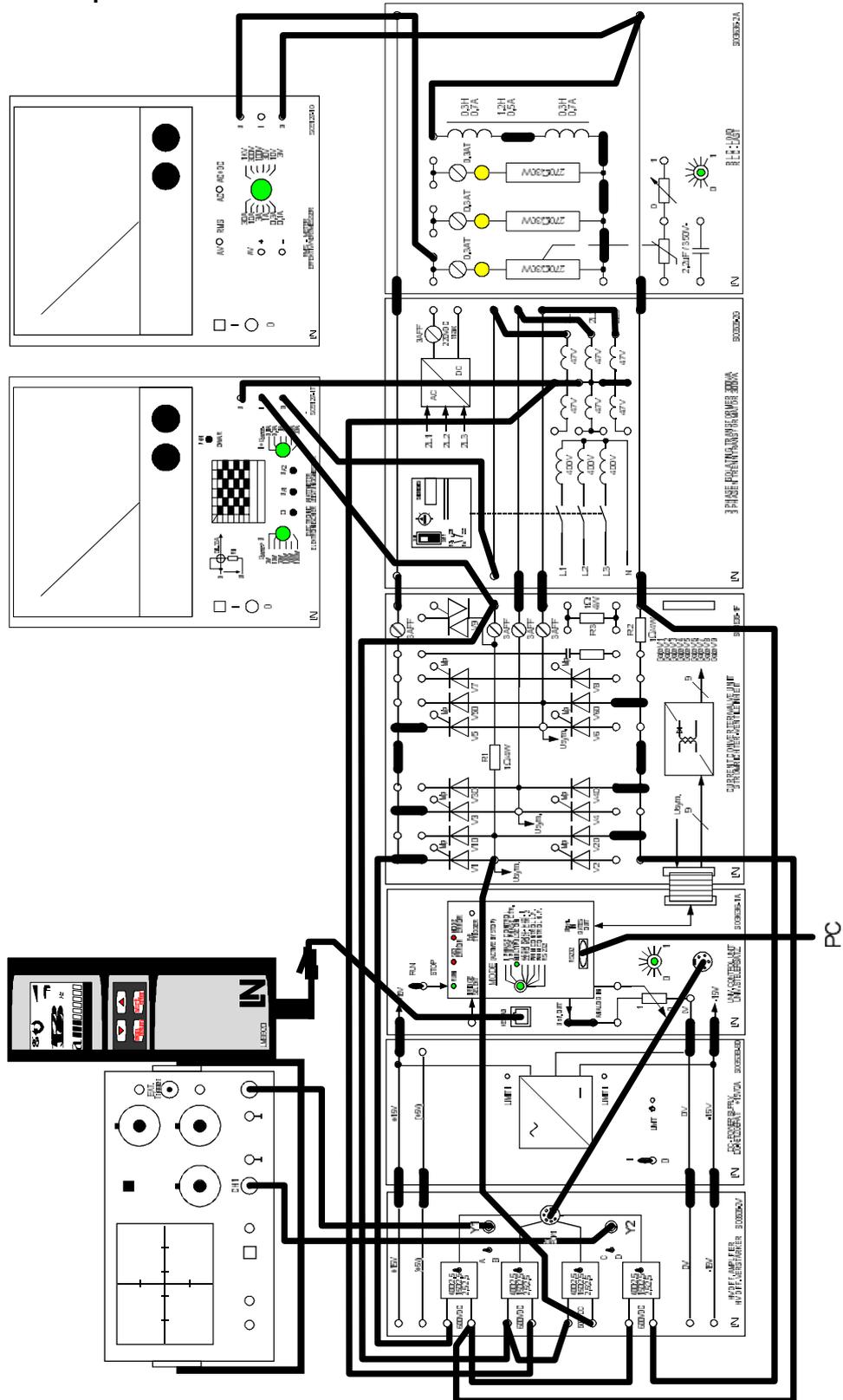


Fig. 3.23 : Schéma des connexions pour analyse du redresseur à six impulsions demi-commandé (B6H)