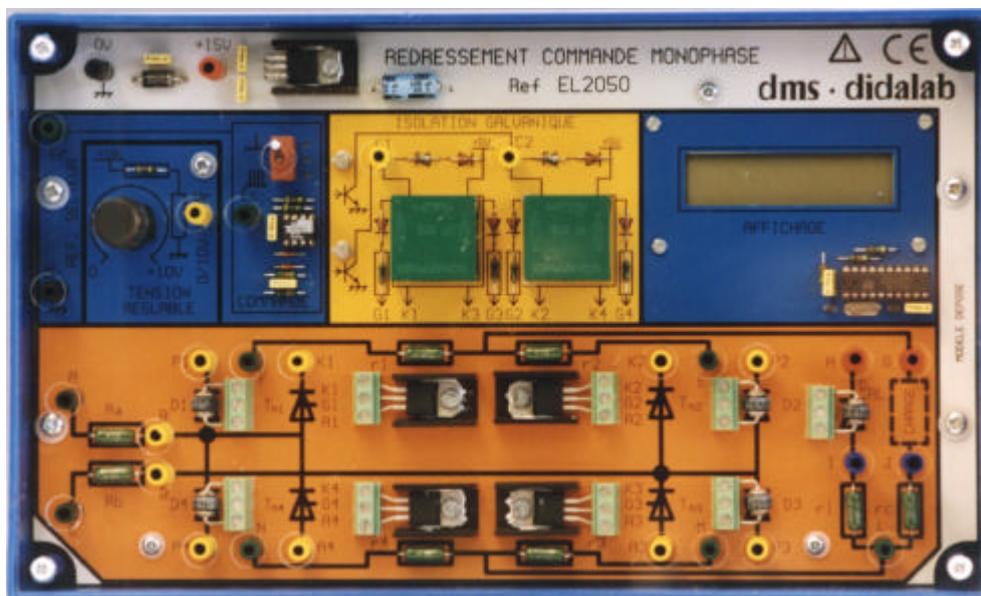


# PED020500

## Redresseur commandé monophasé TBT



# TRAVAUX PRATIQUES



DIDALAB  
5 Rue du Groupe Manoukian  
78990 Elancourt  
Tel: 01.30.66.08.88 / Fax: 01.30.66.72.20  
ge@didalab.fr



# SOMMAIRE

CAHIER DES CHARGES .....	7
PRESENTATION DE QUELQUES ELEMENTS DE LA MAQUETTE .....	9
I. PARTIE COMMANDE.....	9
I.1. Principe de fonctionnement .....	9
OSCILLOGRAMMES.....	10
I.2. Choix des transformateurs d'impulsions .....	10
I.3. Choix de la commande des transformateurs d'impulsions .....	11
II. Partie puissance.....	13
II.1. Choix des diodes .....	13
II.2. Choix des thyristors .....	14
II.3. Choix des résistances de visualisation .....	15
TRAVAUX PRATIQUES SUR LES MONTAGES REDRESSEURS.....	16
A) ETUDE D'UN REDRESSEMENT SIMPLE ALTERNANCE.....	16
I. REDRESSEMENT AVEC CHARGE INDUCTIVE .....	16
II. REDRESSEMENT AVEC CHARGE INDUCTIVE ET DIODE DE ROUE LIBRE .....	18
B) ETUDE D'UN REDRESSEMENT DOUBLE ALTERNANCE AVEC PONT DE GRAETZ.....	21
I. DEBIT SUR CHARGE RESISTIVE .....	21
1° Schéma de principe :.....	21
2° Travail à réaliser :.....	21
II. DEBIT SUR CHARGE INDUCTIVE .....	23
1° Schéma de principe :.....	23
2° Travail à réaliser.....	23
III. DEBIT SUR CHARGE $E, R, L$ .....	24
1° Schéma de principe :.....	24
2° Travail à réaliser :.....	25
C)ETUDE D'UN REDRESSEMENT DOUBLE ALTERNANCE AVEC TRANSFORMATEUR A POINT MILIEU .....	27
I. MONTAGE.....	27
II. EXPERIMENTATION :.....	27
D) ETUDE DU CIRCUIT DE COMMANDE .....	29
I. MONTAGE.....	29
II. COMMANDE PAR IMPULSION UNIQUE : .....	29
III. COMMANDE PAR TRAINS D'IMPULSIONS :.....	31
E) ETUDE D'UN REDRESSEMENT COMMANDE : PONT TOUT THYRISTORS .....	35
I. DEBIT SUR CHARGE RESISTIVE .....	35
1° Schéma de principe :.....	35
2° Travail à réaliser :.....	35

II. DEBIT SUR CHARGE INDUCTIVE .....	37
1° Schéma de principe : .....	37
2° Travail à réaliser.....	37
III. DEBIT SUR CHARGE $E, R, L$ .....	39
1° Schéma de principe : .....	39
2° Travail à réaliser : .....	39
F) ETUDE D'UN REDRESSEMENT COMMANDE AVEC TRANSFORMATEUR A POINT MILIEU.....	41
I. MONTAGE.....	41
II. EXPERIMENTATION.....	42
G) ETUDE D'UN REDRESSEMENT COMMANDE TOUT THYRISTORS AVEC DIODE DE RECUPERATION .....	45
I. PONT TOUT THYRISTORS .....	45
1° Schéma de principe : .....	45
2° Travail à réaliser : .....	46
II. MONTAGE AVEC TRANSFORMATEUR A POINT MILIEU .....	48
H) ETUDE D'UN REDRESSEMENT COMMANDE : PONT MIXTE A CATHODES COMMUNES .....	51
I. DEBIT SUR CHARGE INDUCTIVE .....	51
1° Montage .....	51
2° Expérimentation.....	52
II. LA CHARGE EST UN MOTEUR.....	53
1° Commande par impulsion unique .....	54
2° Commande par trains d'impulsions.....	55
I) MONTAGES FONCTIONNANT EN ONDULEUR ASSISTE .....	57
I. CIRCUIT DE CHARGE $E, R, L$ .....	57
1° Schéma de principe.....	57
2° Câblage de la maquette.....	58
3° Expérimentation.....	58
II. LA CHARGE EST UNE MACHINE A COURANT CONTINU.....	59
1° Schéma de principe.....	60
2° Câblage de la maquette.....	60
3° Expérimentation.....	60

## **ANNEXES**

Annexe 1 .....	63
Plan de la maquette REDRESSEUR MONOPHASE .....	63
Annexe 2 .....	65
Schéma de câblage de la maquette REDRESSEUR MONOPHASE.....	65
pour un fonctionnement en.....	65
PONT DE GRAETZ.....	65
Annexe 3 .....	67
Schéma de câblage de la maquette REDRESSEUR MONOPHASE.....	67
pour un fonctionnement en.....	67
PONT TOUT THYRISTORS .....	67
Annexe 4 .....	69
Schéma de câblage de la maquette REDRESSEUR MONOPHASE.....	69
pour un fonctionnement en.....	69
PONT TOUT THYRISTORS commandés.....	69
par TRAINS D'IMPULSIONS.....	69
Annexe 5 .....	71
Schéma de câblage de la maquette REDRESSEUR MONOPHASE.....	71
pour un fonctionnement en.....	71
PONT TOUT THYRISTORS .....	71
avec DIODE DE RECUPERATION .....	71
Annexe 6 .....	73
Schéma de câblage de la maquette REDRESSEUR MONOPHASE.....	73
pour un fonctionnement en.....	73
PONT MIXTE A CATHODES COMMUNES .....	73
Annexe 7 .....	75
Schéma de câblage de la maquette REDRESSEUR MONOPHASE.....	75
pour un fonctionnement en.....	75
PONT MIXTE ASYMETRIQUE .....	75



# CAHIER DES CHARGES

## - Puissance

Tension d'alimentation : 24 V alternatif 50 Hz

Intensité maximale de sortie : 2 A

Utilisation : tout type de redressement monophasé :

- non-commandé :
  - mono alternance ;
  - double alternance avec transformateur à point milieu ;
  - double alternance avec pont de Graetz ;
  
- commandé :
  - mono alternance ;
  - double alternance avec transformateur à point milieu ;
  - double alternance avec pont mixte ;
  - double alternance avec pont tout thyristor.

## - Commande

Commande linéaire de l'angle d'amorçage des thyristors par une tension continue réglable de 0 V à 10 V.

Commande par impulsion unique ou trains d'impulsions.

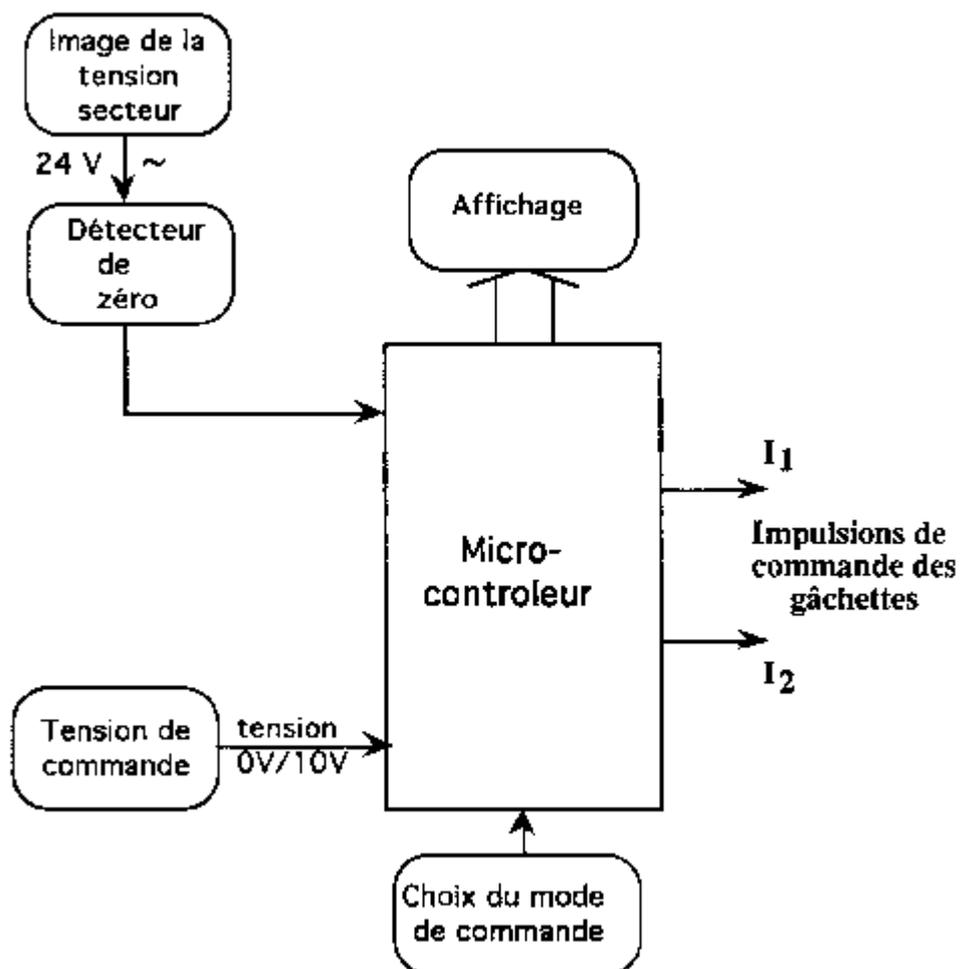


# PRESENTATION DE QUELQUES ELEMENTS DE LA MAQUETTE

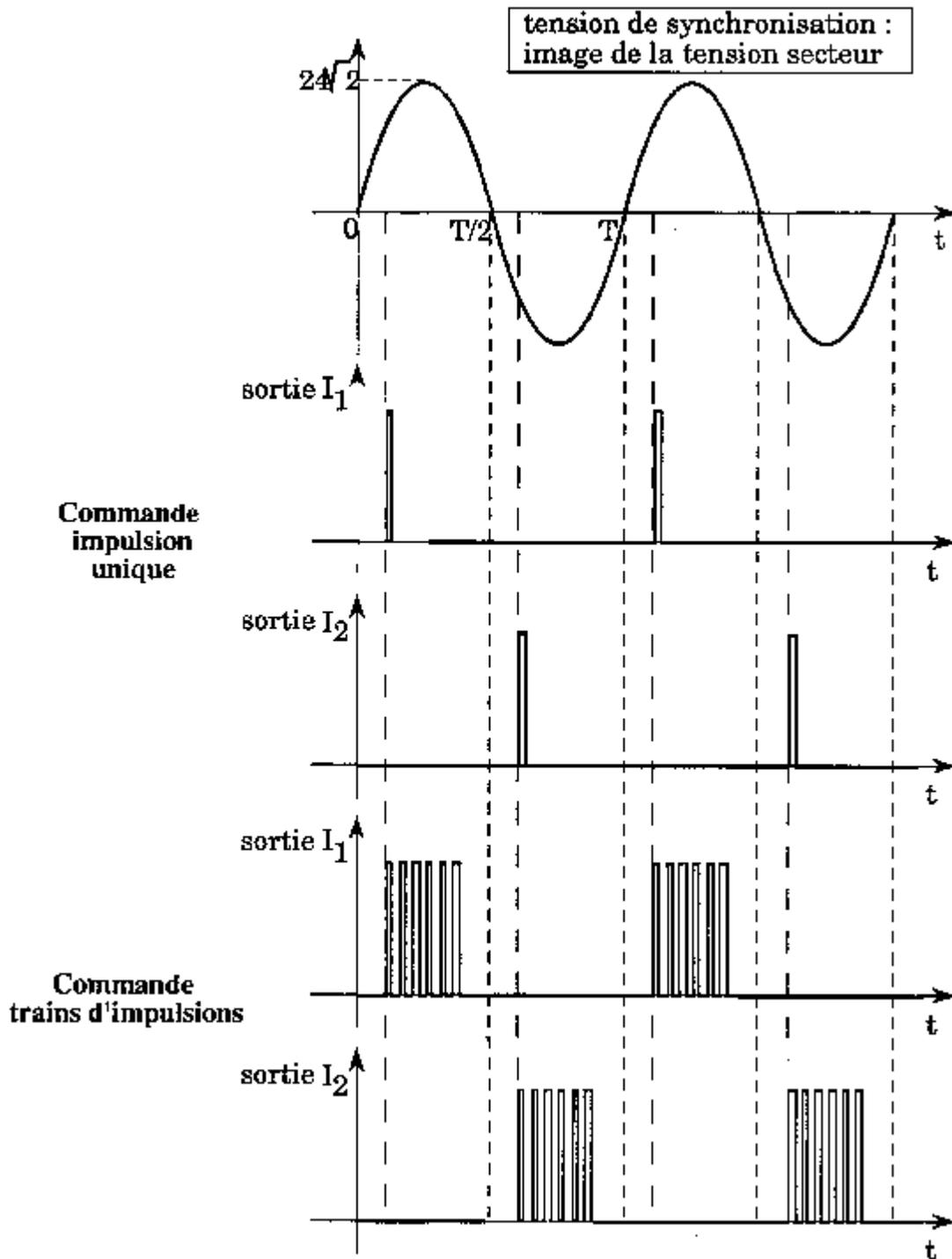
## I. PARTIE COMMANDE

### I.1. Principe de fonctionnement

#### SYNOPTIQUE



## OSCILLOGRAMMES



### I.2. Choix des transformateurs d'impulsions

Les critères de choix sont les suivants :

- l'intensité du courant de sortie pour les gâchettes,
- le produit  $E.t$ ,

- le nombre d'enroulements secondaires.

### Application pratique :

L'alimentation est égale à 5 V et la durée des impulsions est de 200  $\mu\text{s}$  : le produit  $E.t$  est donc :

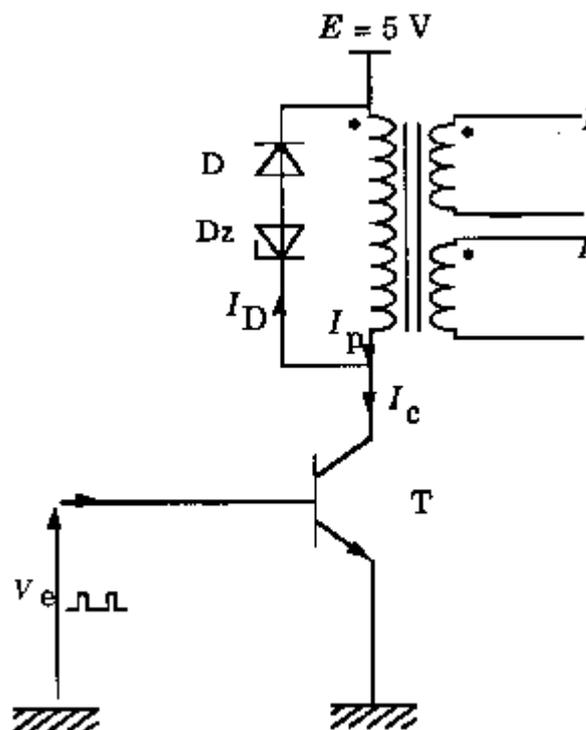
$$E.t = 1000 \text{ V}.\mu\text{s}$$

L'intensité du courant de sortie doit être supérieure à 100 mA.

Le choix s'est porté sur un transformateur d'impulsions de chez Schaffner type IT 312 dont les caractéristiques sont :

- $E.t = 1200 \text{ V}.\mu\text{s}$ ,
- $\hat{I}_{\text{gâchette}} = 250 \text{ mA}$ ,
- trois enroulements ayant le même nombre de spires, le rapport de transformation est donc 1 : 1 : 1,
- résistance de l'enroulement primaire : 1? ,
- inductance de l'enroulement primaire : 21 mH,
- résistance de l'enroulement secondaire : 2? ,
- tension d'isolement : 2,5 kV

### I.3. Choix de la commande des transformateurs d'impulsions



La diode D « fait » de roue libre lors du blocage du transistor, permettant ainsi la démagnétisation du transformateur d'impulsions.

La diode Zener Dz permet de réduire la durée de démagnétisation.

Une tension positive à l'entrée du montage sature le transistor. Une tension de 5 V est appliquée alors au primaire du transformateur : la diode D est bloquée. L'intensité du courant dans le collecteur du transformateur est égale à celle du courant traversant le primaire du transformateur :

$$I_{cmax} = \frac{I_{S1max}}{m_1} + \frac{I_{S2max}}{m_2} + \frac{U}{L} t_o$$

où  $t_o$  est la durée de l'impulsion.

#### Application pratique :

Les caractéristiques du transformateur d'impulsions sont :

$$m_1 = m_2 = 1$$

$$L = 21 \text{ mH}$$

L'alimentation délivre une tension égale à 5 V et la durée de l'impulsion est de 200  $\mu$ s et les intensités des courants de gâchettes de 100 mA.

$$I_{cmax} = 0,1 + 0,1 + \frac{5}{21 \cdot 10^{-3}} 200 \cdot 10^{-6}$$

$$I_{cmax} = 0,248 \text{ A}$$

Le transistor devra supporter une tension de 5 V + Vz à l'état bloqué et une intensité de 248 mA à l'état saturé.

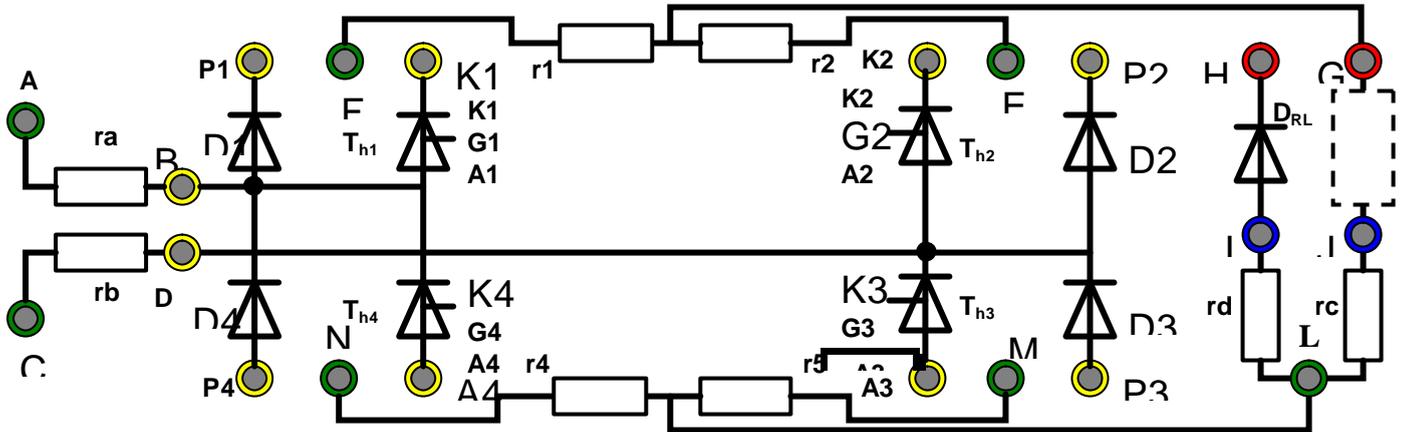
Choix de la diode Zener : Vz = 12 V

Choix du transistor : 2N2222

- $I_{cmax} = 500 \text{ mA}$
- $V_{CEmax} = 40 \text{ V}$
- $P_{max} = 500 \text{ mW}$
- $\beta_{min} = 100$

## II. Partie puissance

La maquette doit permettre d'étudier tous les types de redressement monophasé.



### II.1. Choix des diodes

Nous nous plaçons dans les conditions les plus défavorables d'utilisation qui, dans le cas des diodes seront obtenues avec un redressement double alternance avec transformateur à point milieu.

Soit  $U$  la valeur efficace de la tension d'alimentation de la partie puissance de la maquette. La tension maximale que devra supporter les diodes en inverse sera égale à :  $2\sqrt{2} U$ .

Soit  $\langle I \rangle$  la valeur moyenne de l'intensité du courant de sortie. La valeur efficace de l'intensité du courant traversant chaque diode sera pour un redressement sur charge résistive :

$$I_D = \frac{\pi}{2\sqrt{2}} \langle I \rangle$$

Soit :

$$I_D = 1,11 \langle I \rangle$$

Dans le cas d'un redressement sur charge inductive  $R,L$  avec un lissage supposé parfait, on obtiendrait :

$$I_D = \langle I \rangle / \sqrt{2} \sim 0,707 \langle I \rangle$$

Les diodes seront dimensionnées pour une charge résistive.

Application pratique :

La tension d'alimentation a une valeur efficace  $U$  de 24 V et la valeur moyenne maximale  $\langle I \rangle$  de l'intensité du courant de sortie est de 2 A (ou 5 A suivant la version).

On doit donc choisir une diode pouvant supporter une tension inverse maximale de 68 V et un courant d'intensité efficace 2,22 A (ou 5,55 A avec la version 5 A).

Le choix s'est porté sur des diodes dont les caractéristiques sont :

$$V_{D\text{inversemax}} = 100 \text{ V et } I_D = 5 \text{ A pour la version 2 A ;}$$

$$V_{D\text{inversemax}} = 100 \text{ V et } I_D = 12 \text{ A pour la version 5 A.}$$

## II.2. Choix des thyristors

Comme pour les diodes, nous plaçons dans les conditions les plus défavorables d'utilisation qui sont obtenues avec un redressement double alternance avec transformateur à point milieu avec un retard à l'amorçage des thyristors nul. Nous nous retrouvons alors dans la situation du redressement à diodes.

La tension maximale que devra supporter les thyristors en inverse sera égale à :  $2\sqrt{2} U$ .

Soit  $\langle I \rangle$  la valeur moyenne de l'intensité du courant de sortie. La valeur efficace de l'intensité du courant traversant chaque thyristor sera pour un redressement sur charge résistive :

$$I_{Th} = \frac{\pi}{2\sqrt{2}} \langle I \rangle$$

Soit :  $I_{Th} = 1,11 \langle I \rangle$

Dans le cas d'un redressement sur charge inductive  $R, L$  avec un lissage supposé parfait, on obtiendrait :

$$I_{Th} = \langle I \rangle / \sqrt{2} \sim 0,707 \langle I \rangle$$

Les thyristors seront dimensionnés pour une charge résistive.

### Application pratique :

La tension d'alimentation a une valeur efficace  $U$  de 24 V et la valeur moyenne maximale  $\langle I \rangle$  de l'intensité du courant de sortie est de 2 A.

On doit donc choisir un thyristor pouvant supporter une tension inverse maximale de 68 V et un courant d'intensité efficace 2,22 A (ou 5,55 A).

Le choix s'est porté sur des thyristors de type dont les caractéristiques sont :

$$V_{\text{thinversemax}} = 150 \text{ V} \text{ et } I_{\text{Th}} = 8 \text{ A pour la version 2 A}$$

$$V_{\text{thinversemax}} = 150 \text{ V} \text{ et } I_{\text{Th}} = 12 \text{ A pour la version 5 A}$$

### **II.3. Choix des résistances de visualisation**

Pour le modèle 2 A, nous avons choisi des résistances de 0,5  $\Omega$ . La puissance maximale reçue étant égale à  $rI^2$ , soit 2 W, nous avons retenu des résistances de 3 W.

Pour le modèle 5 A, nous avons choisi des résistances de 0,1  $\Omega$ . La puissance maximale reçue étant égale à  $rI^2$ , soit 2,5 W, nous avons retenu des résistances de 3 W.

# TRAVAUX PRATIQUES SUR LES MONTAGES REDRESSEURS

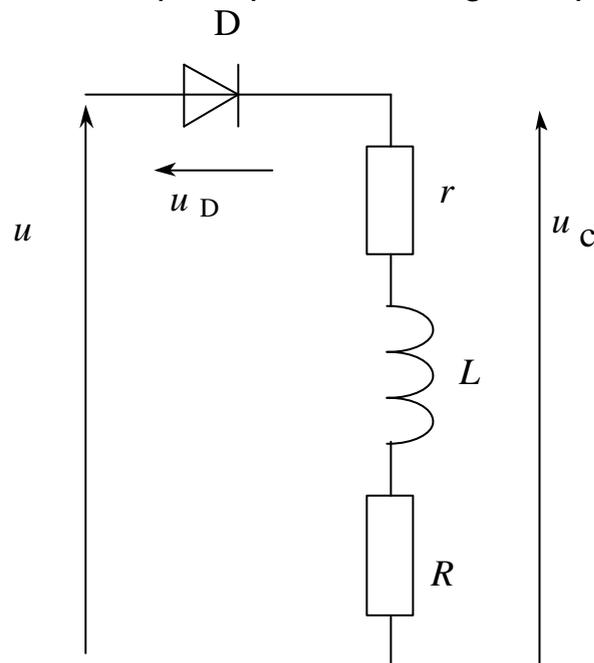
## A) ETUDE D'UN REDRESSEMENT SIMPLE ALTERNANCE

Pour cette étude, le circuit de commande n'est pas utilisé.

### I. REDRESSEMENT AVEC CHARGE INDUCTIVE

Préparation :

On étudie le schéma de principe du montage ci-après :



L'alimentation délivre une tension sinusoïdale :

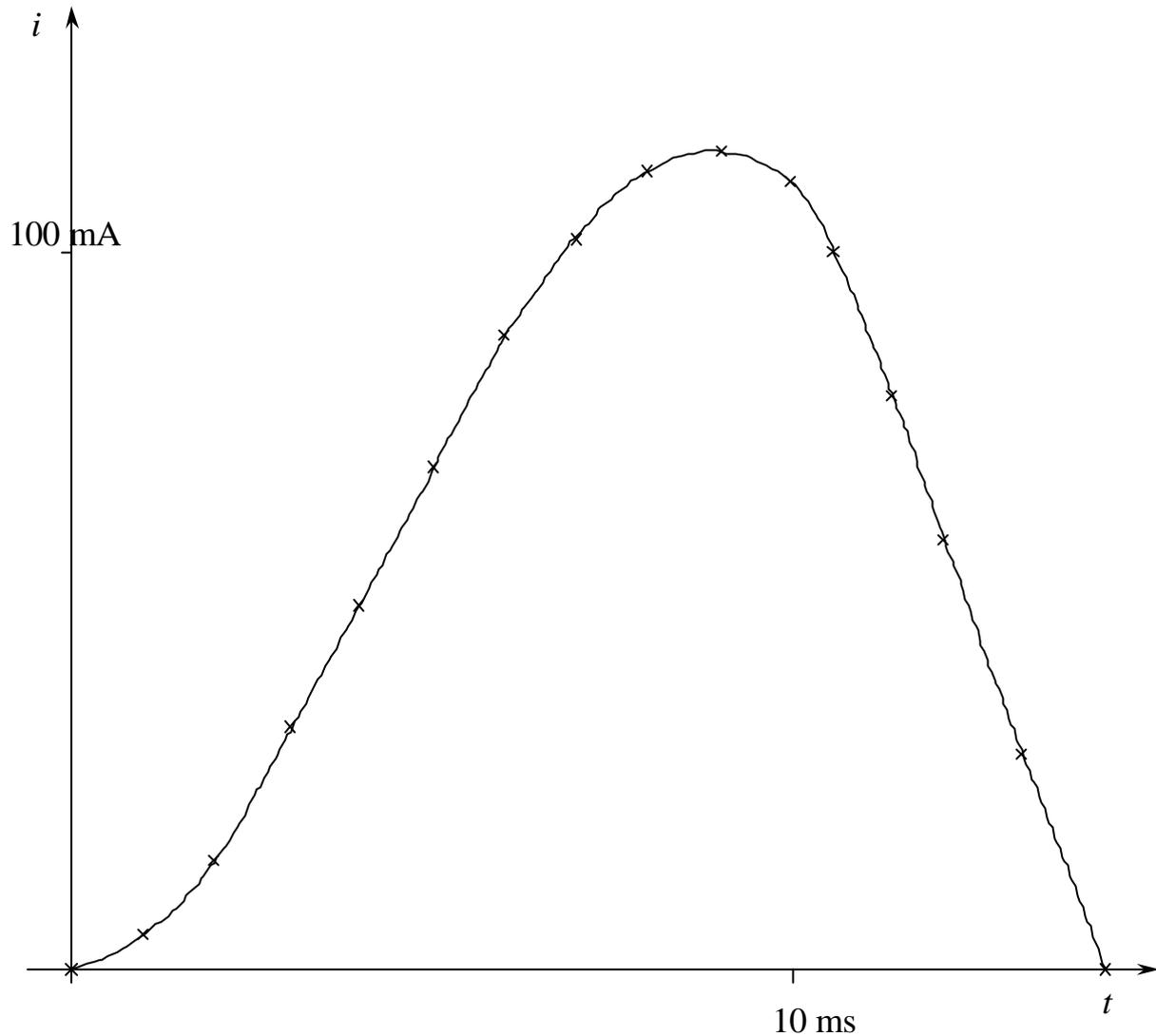
$$u = 24\sqrt{2} \sin \omega t$$

La bobine a une résistance  $r = 10 \text{ ?}$  et une inductance

$L = 1 \text{ H}$ .

Le rhéostat a une résistance  $R = 50 \text{ } \Omega$  .

Le chronogramme de  $i(t)$  est le suivant :



En déduire les courbes représentant :

$(R + r)i$  puis  $L di/dt$

Quelle relation existe-t-il entre  $u_C$ ,  $(R + r)i$  et  $L di/dt$  ?

Dessiner la courbe représentant tension  $u_C$ .

Expérimentation :

1° Montage

Réaliser le montage permettant l'étude du redressement proposé dans la préparation.

## 2° Mesures

- Indiquer sur un schéma le branchement de l'oscilloscope permettant la visualisation de  $u(t)$ ,  $u_C(t)$ ,  $i(t)$  et  $u_D(t)$ .

Comparer ces oscillogrammes aux courbes obtenues dans la préparation.

- Déterminer les instants de début et de fin de conduction de la diode.

Quelle est la tension  $u_D$  lorsque la diode conduit ?

La diode conduit-elle pendant toute l'alternance positive de  $u$  ?

La diode conduit-elle pendant une partie de l'alternance négative de  $u$  ?

- Construire point par point la courbe représentative de  $p(t) = u_C i$ .

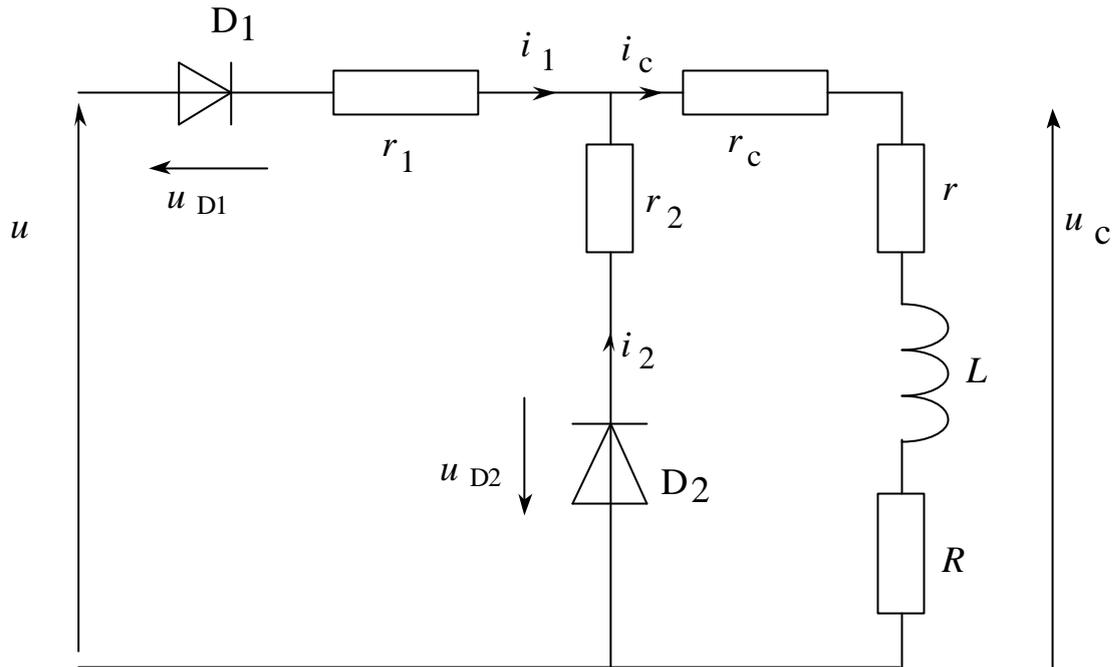
Montrer que la bobine a deux types de fonctionnement.

Décrire ces fonctionnements ?

## **II. REDRESSEMENT AVEC CHARGE INDUCTIVE ET DIODE DE ROUE LIBRE**

Montage :

On étudie le schéma de principe du montage ci-après :



L'alimentation délivre une tension sinusoïdale :

$$u = 24\sqrt{2} \sin \omega t$$

La bobine a une résistance  $r = 10 \text{ ?}$  et une inductance  $L = 1 \text{ H}$ .

Le rhéostat a une résistance  $R = 50 \text{ ?}$ .

$r_1 = r_2 = r_c = 0,5 \text{ ?}$  (ou  $0,1 \text{ ?}$  suivant version). Pour l'analyse du fonctionnement, on ne tient pas compte de ces résistances ; quelle est leur utilité ?

### Expérimentation :

Réaliser le montage permettant l'étude du redressement proposé dans la préparation.

- Indiquer la correspondance entre les résistances  $r_1$ ,  $r_2$  et  $r_c$  et celles de la maquette utilisée.

- Indiquer sur le schéma le branchement de l'oscilloscope permettant la visualisation de  $u(t)$ ,  $u_c(t)$ ,  $i_1(t)$ ,  $i_2(t)$ ,  $i(t)$  et  $u_{D1}(t)$ .

- Relever en concordance des temps, les chronogrammes de  $u(t)$ ,  $u_c(t)$ ,  $i_1(t)$ ,  $i_2(t)$ ,  $i(t)$  et  $u_{D1}(t)$ .

- Déterminer les instants de début et de fin de conduction des diodes  $D_1$  et  $D_2$ .

- Conduction de  $D_1$ .

Lorsque la diode  $D_1$  conduit, indiquer la maille de conduction.

Quelle relation existe-t-il entre la tension  $u_C$  et la tension  $u$  ?

Quelle est la tension  $u_{D1}$  lorsque la diode  $D_1$  conduit ?

Quelle est la tension  $u_{D2}$  lorsque la diode  $D_1$  conduit ?

La diode  $D_1$  conduit-elle pendant toute l'alternance positive de  $u$  ?

Quelle est l'énergie emmagasinée par la bobine à la fin de la phase de conduction de  $D_1$  ?

- Conduction de  $D_2$ .

Lorsque la diode  $D_2$  conduit, indiquer la maille de conduction.

Quelle relation existe-t-il entre la tension  $u_C$  et la tension  $u$  ?

Quelle est la tension  $u_{D1}$  lorsque la diode  $D_2$  conduit ?

Quelle est la tension  $u_{D2}$  lorsque la diode  $D_2$  conduit ?

La diode  $D_2$  conduit-elle pendant toute l'alternance négative de  $u$  ?

Quelle est l'énergie emmagasinée par la bobine à la fin de la phase de conduction  $D_2$  ?

- Montrer que la bobine a deux types de fonctionnement.

Décrire ces deux fonctionnements ?

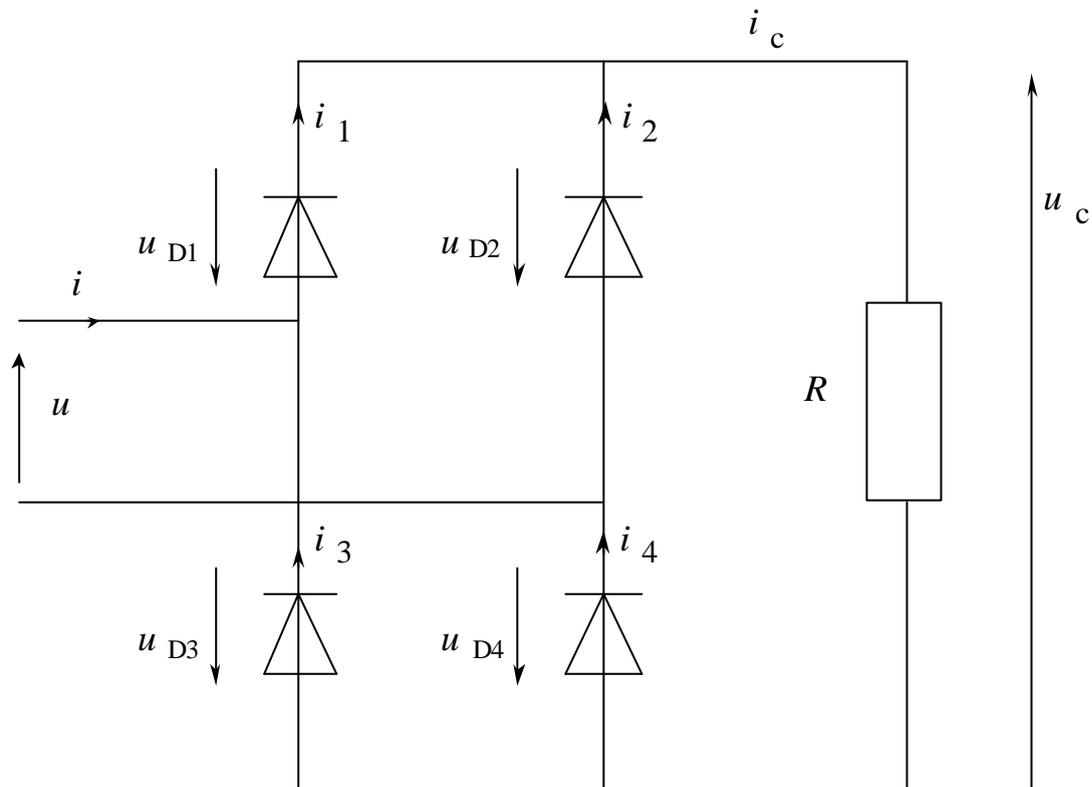
Préciser l'avantage du montage avec diode de roue libre sur le montage sans diode de roue libre.

## B) ETUDE D'UN REDRESSEMENT DOUBLE ALTERNANCE AVEC PONT DE GRAETZ

Pour cette étude, le circuit de commande n'est pas utilisé.

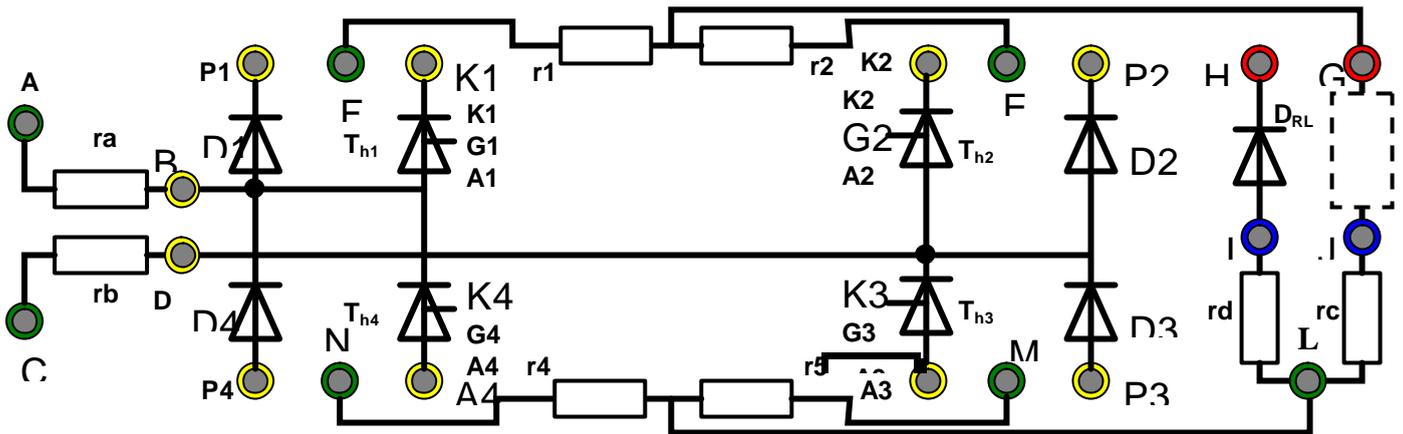
### I. DEBIT SUR CHARGE RESISTIVE

1° Schéma de principe :



2° Travail à réaliser :

Faire figurer, sur le synoptique de la maquette représenté ci-après, le câblage permettant l'étude expérimentale du redressement monophasé double alternance avec débit sur charge résistive.



L'alimentation délivre une tension sinusoïdale :

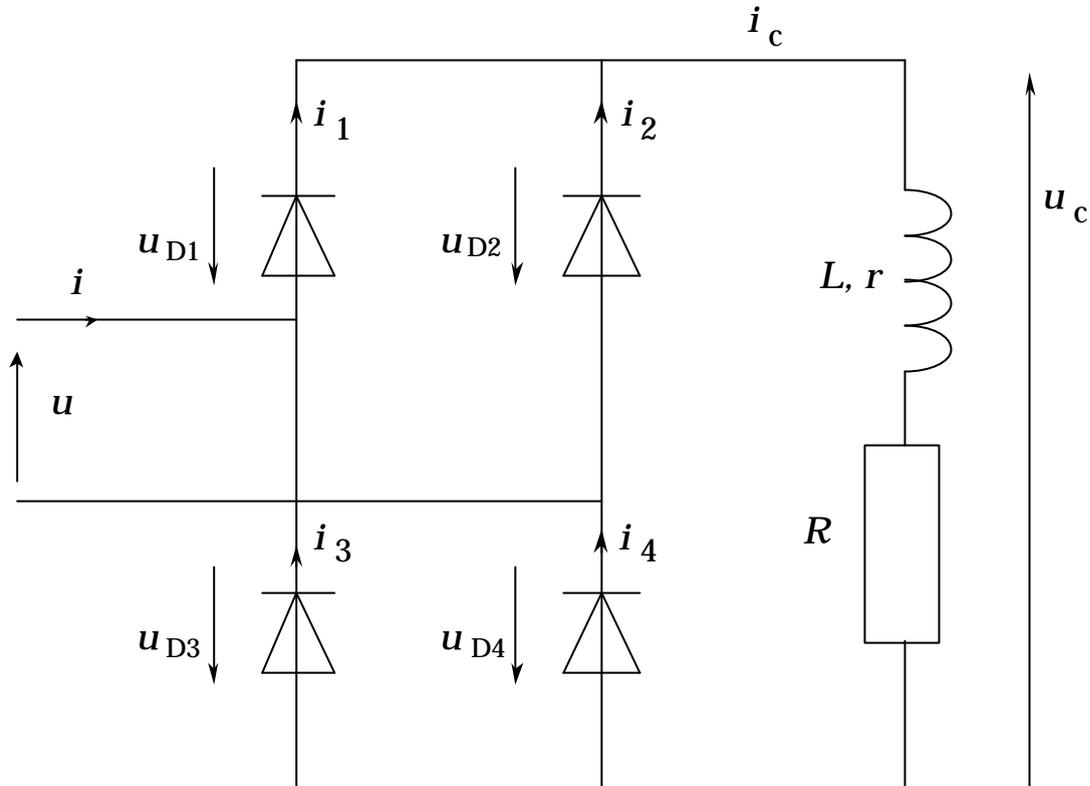
$$u = 24\sqrt{2} \sin \omega t$$

Le rhéostat de charge a une résistance  $R = 50 \, \Omega$  .

- Indiquer sur le schéma le branchement de l'oscilloscope permettant la visualisation de  $u(t)$ ,  $u_c(t)$ ,  $i_1(t)$ ,  $i_2(t)$ ,  $i(t)$  et  $u_{D1}(t)$ .
- Relever en concordance des temps, les chronogrammes de  $u(t)$ ,  $u_c(t)$ ,  $i_1(t)$ ,  $i_2(t)$ ,  $i(t)$  et  $u_{D1}(t)$ .
- Déterminer les instants de début et de fin de conduction des diodes  $D_1$ ,  $D_2$ ,  $D_3$ ,  $D_4$ . Quelles sont les diodes qui conduisent ensemble ?
- Mesurer les valeurs moyennes et efficaces des tensions et intensités suivantes :  $u(t)$ ,  $u_c(t)$ ,  $i_1(t)$ ,  $i_2(t)$ ,  $i(t)$  et  $u_{D1}(t)$ . Comparer les mesures aux valeurs théoriques attendues.

## II. DEBIT SUR CHARGE INDUCTIVE

### 1° Schéma de principe :



### 2° Travail à réaliser

Faire figurer, sur le synoptique de la maquette, le câblage permettant l'étude expérimentale du redressement monophasé double alternance avec débit sur charge inductive.

- Réaliser le montage

L'alimentation délivre une tension sinusoïdale :

$$u = 24\sqrt{2} \sin 314t$$

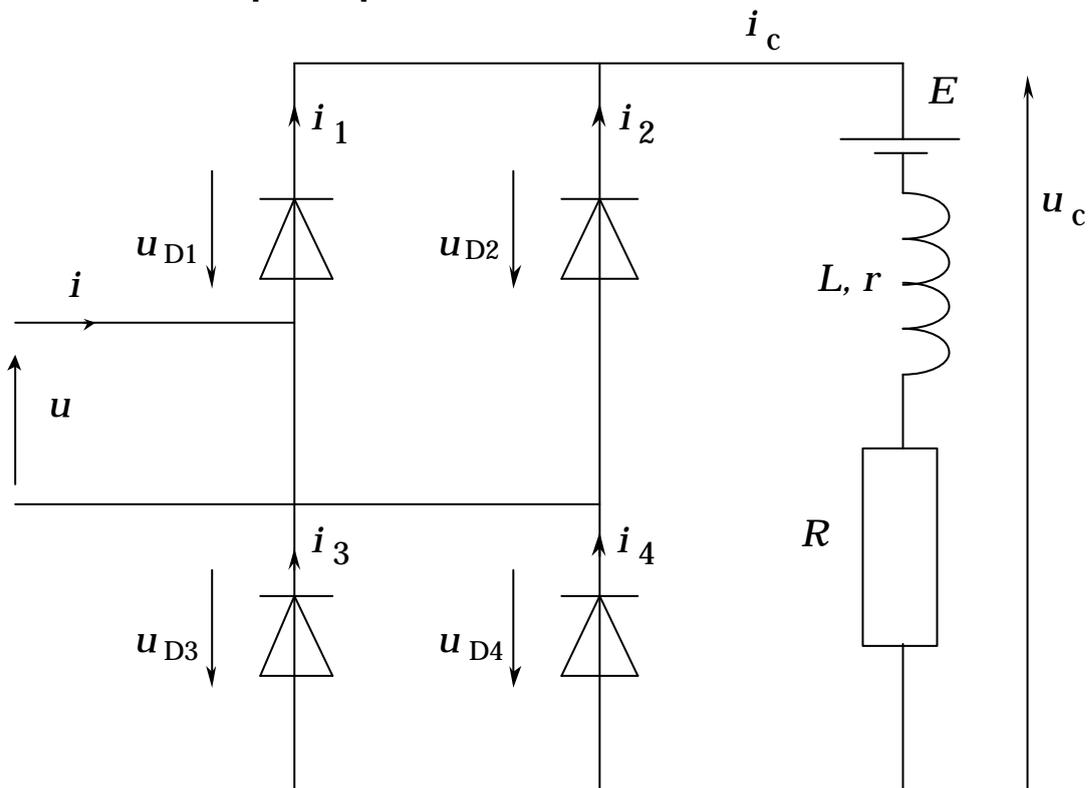
La bobine a une inductance réglable  $L = 0,1\text{H}/1\text{ H}$  et une résistance  $r = 10\text{ ?}$  .

Le rhéostat de charge a une résistance  $R = 23\text{ ?}$  .

- Indiquer sur le schéma le branchement de l'oscilloscope permettant la visualisation de  $u(t)$ ,  $u_c(t)$ ,  $i_1(t)$ ,  $i_2(t)$ ,  $i_c(t)$  et  $u_{D1}(t)$ .
- Relever en concordance des temps, les chronogrammes de  $u(t)$ ,  $u_c(t)$ ,  $i_1(t)$ ,  $i_2(t)$ ,  $i_c(t)$  et  $u_{D1}(t)$  pour :  
 $L = 0,1 \text{ H}$  puis  $1 \text{ H}$
- Déterminer pour chacune des valeurs de  $L$  précédentes, les instants de début et de fin de conduction des diodes  $D_1, D_2, D_3, D_4$ . Quelles sont les diodes qui conduisent ensemble ?
- Mesurer les valeurs moyennes et efficaces des tensions et intensités suivantes :  $u(t)$ ,  $u_c(t)$ ,  $i_1(t)$ ,  $i_2(t)$ ,  $i_c(t)$  et  $u_{D1}(t)$  lorsque  $L = 1 \text{ H}$ . Comparer les mesures aux valeurs théoriques attendues.

### III. DEBIT SUR CHARGE $E, R, L$

#### 1° Schéma de principe :



## 2° Travail à réaliser :

Faire figurer, sur le synoptique de la maquette, le câblage permettant l'étude expérimentale du redressement monophasé double alternance avec débit sur charge  $E$ ,  $R$ ,  $L$ .

- Réaliser le montage

L'alimentation délivre une tension sinusoïdale :

$$u = 24\sqrt{2} \sin 314t$$

La bobine a une inductance réglable  $L = 0,1\text{H}/1\text{ H}$  et une résistance  $r = 10\text{ ?}$  .

La f.é.m. provient d'une batterie de 12 V (et de résistance interne négligeable).

Le rhéostat de charge a une résistance  $R = 23\text{ ?}$  .

- Indiquer sur le schéma le branchement de l'oscilloscope permettant la visualisation de  $u(t)$ ,  $u_C(t)$ ,  $i_1(t)$ ,  $i_2(t)$ ,  $i_C(t)$  et  $u_{D1}(t)$ .

- Relever en concordance des temps, les chronogrammes de  $u(t)$ ,  $u_C(t)$ ,  $i_1(t)$ ,  $i_2(t)$ ,  $i_C(t)$  et  $u_{D1}(t)$  pour :

$L = 0\text{ H}$  (bobine court-circuitée) puis  $0,1\text{ H}$ , puis  $1\text{ H}$

- Déterminer pour chacune des valeurs de  $L$  précédentes, les instants de début et de fin de conduction des diodes  $D_1$ ,  $D_2$ ,  $D_3$ ,  $D_4$ . Quelles sont les diodes qui conduisent ensemble ?

- Mesurer les valeurs moyennes et efficaces des tensions et intensités suivantes :  $u(t)$ ,  $u_C(t)$ ,  $i_1(t)$ ,  $i_2(t)$ ,  $i_C(t)$  et  $u_{D1}(t)$  lorsque  $L = 1\text{ H}$ . Comparer les mesures aux valeurs théoriques attendues.

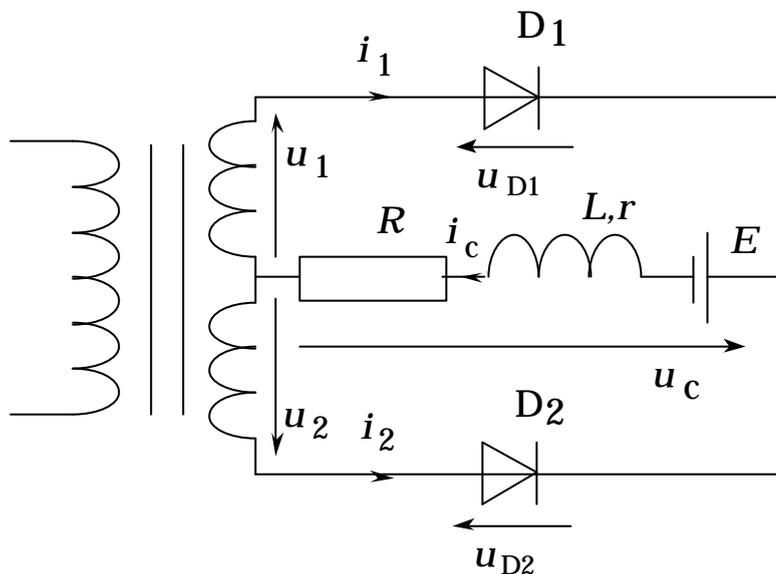


## C) ETUDE D'UN REDRESSEMENT DOUBLE ALTERNANCE AVEC TRANSFORMATEUR A POINT MILIEU

Pour cette étude, le circuit de commande n'est pas utilisé.

### I. MONTAGE

On étudie le schéma de principe du montage ci-après :



L'alimentation délivre deux tensions sinusoïdales :

$$u_1 = 24\sqrt{2} \sin 314t \quad \text{et} \quad u_2 = 24\sqrt{2} \sin 314t$$

La bobine a une résistance  $r = 10 \, \Omega$  et une inductance  $L = 1 \, \text{H}$ .

Le rhéostat a une résistance  $R = 23 \, \Omega$ .

$E$  est la f.é.m. d'une batterie de résistance négligeable.

### II. EXPERIMENTATION :

Réaliser le montage permettant l'étude du redressement proposé dans la préparation.

- Indiquer sur le schéma le branchement de l'oscilloscope permettant la visualisation de  $u(t)$ ,  $u_C(t)$ ,  $i_1(t)$ ,  $i_2(t)$ ,  $i_C(t)$ ,  $u_{D1}(t)$  et  $u_{D2}(t)$ .

- Relever en concordance des temps, les chronogrammes de  $u(t)$ ,  $u_C(t)$ ,  $i_1(t)$ ,  $i_2(t)$ ,  $i_C(t)$ ,  $u_{D1}(t)$  et  $u_{D2}(t)$  pour  $L = 0$  (bobine court-circuitée) et  $L = 1$  H.

- Déterminer les instants de début et de fin de conduction des diodes  $D_1$  et  $D_2$  pour  $L = 0$  (bobine court-circuitée) et  $L = 1$  H.

- Conduction de  $D_1$  avec  $L = 1$  H

Lorsque la diode  $D_1$  conduit, indiquer la maille de conduction.

Quelle relation existe-t-il entre la tension  $u_C$  et la tension  $u$  ?

Quelle est la tension  $u_{D1}$  lorsque la diode  $D_1$  conduit ?

Quelle est la tension  $u_{D2}$  lorsque la diode  $D_1$  conduit ?

La diode  $D_1$  conduit-elle pendant toute l'alternance positive de  $u$  ?

Quelle est l'énergie emmagasinée par la bobine à la fin de la phase de conduction de  $D_1$  ?

- Conduction de  $D_2$  avec  $L = 1$  H.

Lorsque la diode  $D_2$  conduit, indiquer la maille de conduction.

Quelle relation existe-t-il entre la tension  $u_C$  et la tension  $u$  ?

Quelle est la tension  $u_{D1}$  lorsque la diode  $D_2$  conduit ?

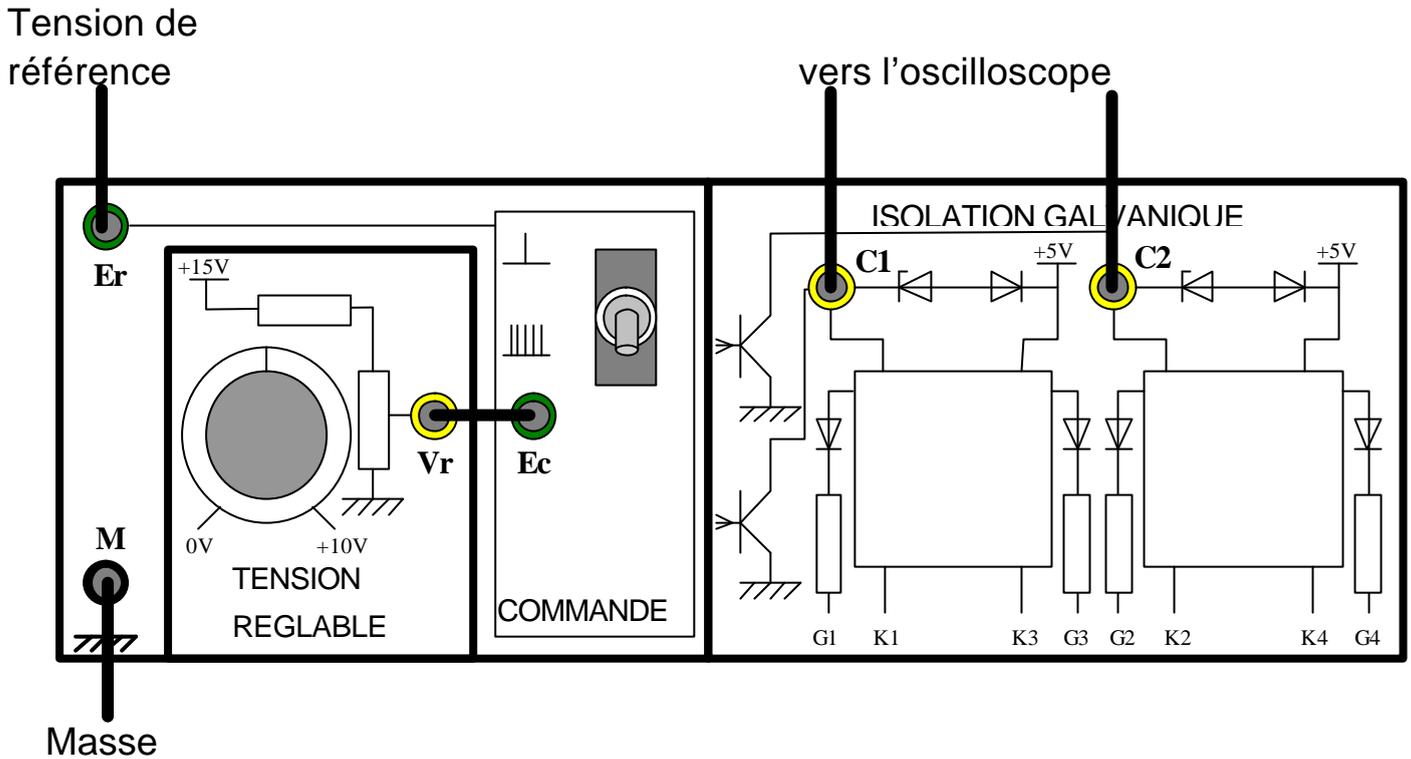
Quelle est la tension  $u_{D2}$  lorsque la diode  $D_2$  conduit ?

La diode  $D_2$  conduit-elle pendant toute l'alternance négative de  $u$  ?

Quelle est l'énergie emmagasinée par la bobine à la fin de la phase de conduction de  $D_2$  ?

# D) ETUDE DU CIRCUIT DE COMMANDE

## I. MONTAGE



Réaliser le montage précédent et alimenter la maquette en 15 V.

L'image de la tension du secteur est appliquée à l'entrée Er. Cette référence secteur peut être prise sur un secondaire de transformateur 6 V, 12 V ou 24 V.

## II. COMMANDE PAR IMPULSION UNIQUE :

Mettre les alimentations hors tension.

Brancher un voltmètre entre la borne Vr et la masse pour mesurer la tension continue de référence  $u_{ref}$  appliquée à l'entrée de commande Ec.

Le commutateur est en position haute : « impulsion unique »

## Expérimentation

### Réglages initiaux :

- Mettre les alimentations en service.
- Visualiser, sur la voie 1 d'un oscilloscope, la tension image  $u_e$  de la tension secteur.
- Régler la durée de balayage à une valeur permettant la visualisation de la sinusoïde sur une période.
- Régler la tension continue  $u_{ref}$  appliquée à l'entrée de commande Ec.

### Etude de la tension disponible sur la borne C1 :

- Visualiser, sur la voie 2 de l'oscilloscope, la tension de sortie  $u_{C1}$  disponible à la borne C1.  
Qu'observe-t-on ?
- Mesurer la durée de l'état haut de la tension  $u_{C1}$  et la comparer à la durée d'une période  $T$  de la tension image du secteur.
- Modifier le réglage du potentiomètre agissant sur la tension continue de commande  $u_{ref}$ .  
Qu'observe-t-on ?
- Relever, en concordance des temps, les oscillogrammes de  $u_e(t)$  et de  $u_{C1}(t)$  pour :  
 $u_{ref} = 0 \text{ V}$ ,  $u_{ref} = 5 \text{ V}$  et  $u_{ref} = 10 \text{ V}$ .

- Permuter les deux fils de la référence secteur.  
Qu'observe-t-on ? Expliquer les oscillogrammes obtenus.

#### Etude de la tension disponible sur la borne C2 :

- Visualiser, sur la voie 2 de l'oscilloscope, la tension de sortie  $u_{C2}$  disponible à la borne C2.  
Qu'observe-t-on ?
- Mesurer la durée de l'état haut de la tension  $u_{C2}$  et la comparer à la durée d'une période  $T$  de la tension image du secteur.
- Modifier le réglage du potentiomètre agissant sur la tension continue de commande  $u_{ref}$ .  
Qu'observe-t-on ?
- Relever, en concordance des temps, les oscillogrammes de  $u_e(t)$  et de  $u_{C2}(t)$  pour :  
 $u_{ref} = 0 \text{ V}$ ,  $u_{ref} = 5 \text{ V}$  et  $u_{ref} = 10 \text{ V}$ .

### **III. COMMANDE PAR TRAINS D'IMPULSIONS :**

Mettre les alimentations hors tension.

Brancher un voltmètre entre la borne Vr et la masse pour mesurer la tension continue de référence  $u_{ref}$  appliquée à l'entrée de commande Ec.

Le commutateur est en position basse : « trains d'impulsions ».

## **Expérimentation**

### Réglages initiaux :

- Mettre les alimentations en service.
- Visualiser, sur la voie 1 d'un oscilloscope, la tension image  $u_e$  de la tension secteur.
- Régler la durée de balayage à une valeur permettant la visualisation de la sinusoïde sur une période.
- Régler la tension continue  $u_{ref}$  appliquée à l'entrée de commande  $E_c$ .

#### Etude de la tension disponible sur la borne C1 :

- Visualiser, sur la voie 2 de l'oscilloscope, la tension de sortie  $u_{C1}$  disponible à la borne C1.  
Qu'observe-t-on ?
- Mesurer la durée de l'un des états hauts de la tension  $u_{C1}$  et la comparer à la durée d'une période  $T$  de la tension image du secteur.
- Modifier le réglage du potentiomètre agissant sur la tension continue de commande  $u_{ref}$ .  
Qu'observe-t-on ?
- Relever, en concordance des temps, les oscillogrammes de  $u_e(t)$  et de  $u_{C1}(t)$  pour :  
 $u_{ref} = 0 \text{ V}$ ,  $u_{ref} = 5 \text{ V}$  et  $u_{ref} = 10 \text{ V}$ .
- Permuter les deux fils de la référence secteur.  
Qu'observe-t-on ? Expliquer les oscillogrammes obtenus.

#### Etude de la tension disponible sur la borne C2 :

- Visualiser, sur la voie 2 de l'oscilloscope, la tension de sortie  $u_{C2}$  disponible à la borne C2. Qu'observe-t-on ?
- Mesurer la durée de l'un des états hauts de la tension  $u_{C2}$  et la comparer à la durée d'une période  $T$  de la tension image du secteur.
- Modifier le réglage du potentiomètre agissant sur la tension continue de commande  $u_{ref}$ . Qu'observe-t-on ?
- Relever, en concordance des temps, les oscillogrammes de  $u_e(t)$  et de  $u_{C2}(t)$  pour :  
 $u_{ref} = 0 \text{ V}$ ,  $u_{ref} = 5 \text{ V}$  et  $u_{ref} = 10 \text{ V}$ .

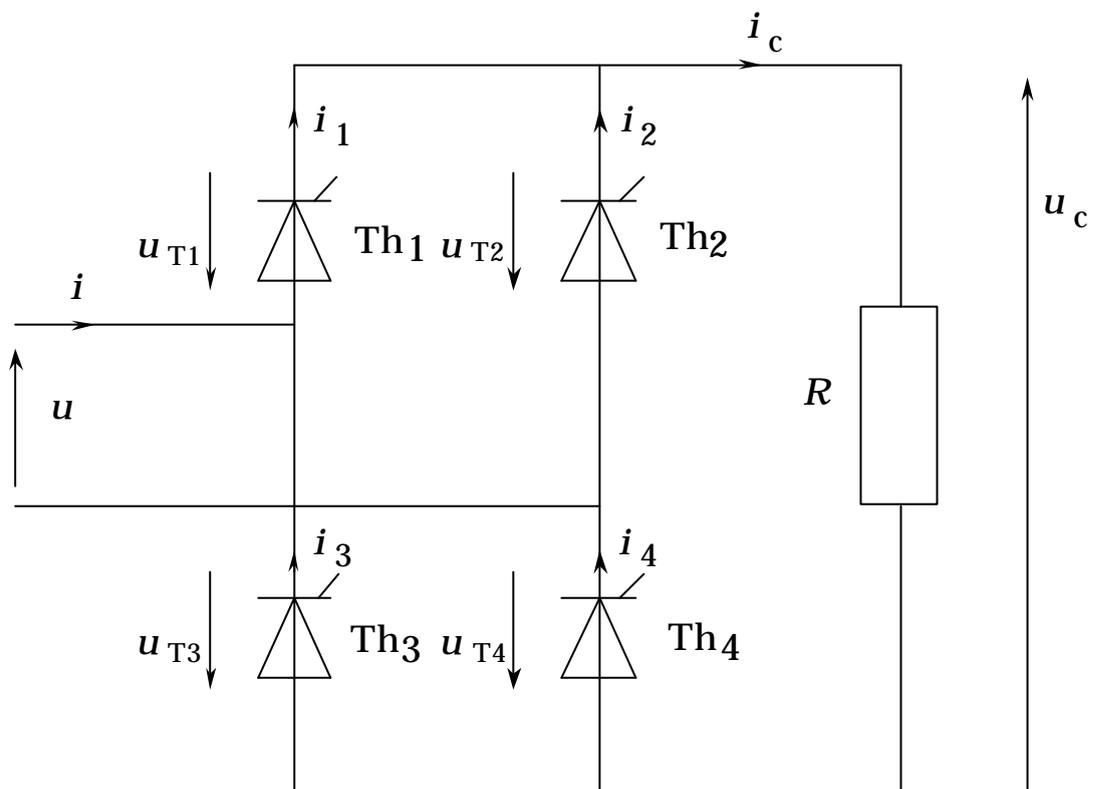


## E) ETUDE D'UN REDRESSEMENT COMMANDE : PONT TOUT THYRISTORS

Pour cette étude, la commande se fait par impulsion unique.

### I. DEBIT SUR CHARGE RESISTIVE

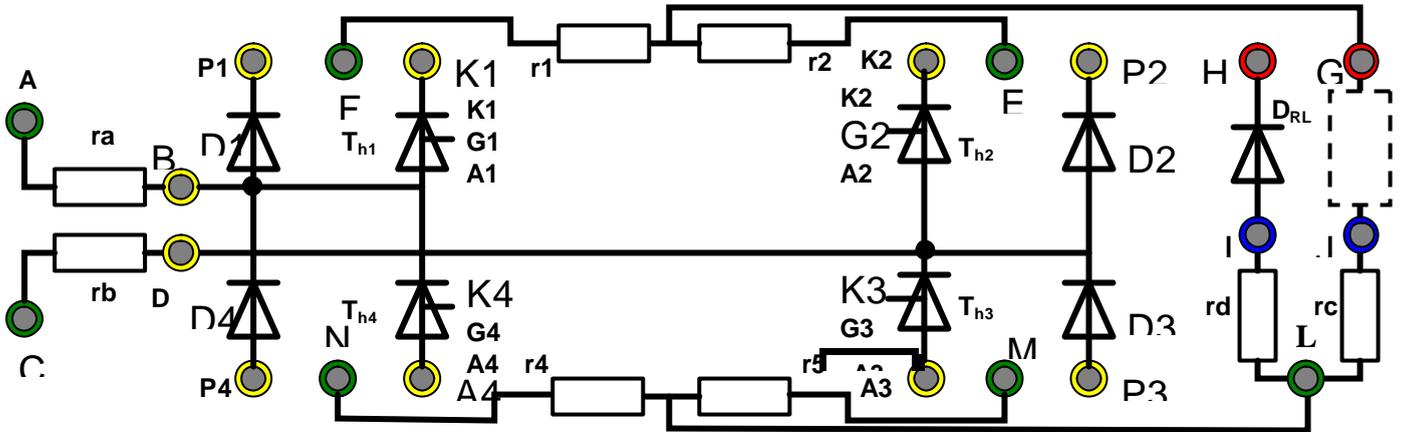
1° Schéma de principe :



2° Travail à réaliser :

Faire figurer, sur le synoptique de la maquette représenté ci-après, le câblage permettant l'étude expérimentale.

tale du redressement monophasé double alternance avec  
 débit sur charge résistive.



L'alimentation délivre une tension sinusoïdale :

$$u = 24\sqrt{2} \sin \omega t$$

Le rhéostat de charge a une résistance  $R = 50 \, \Omega$  .

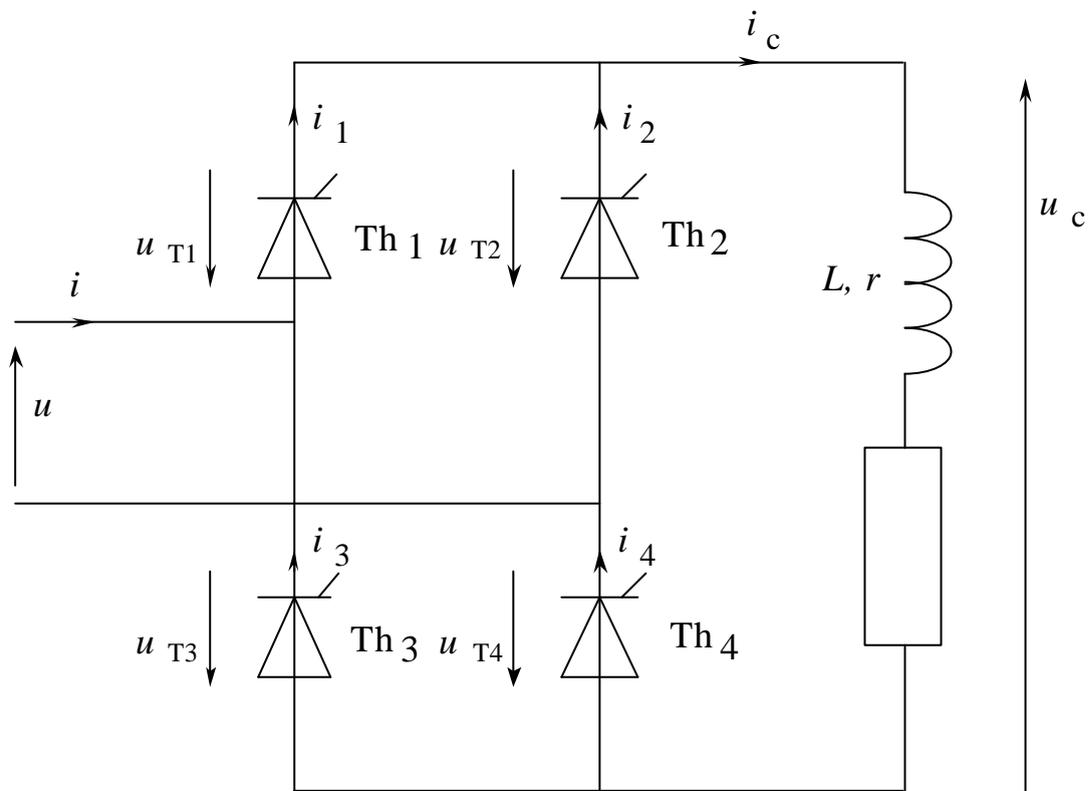
- Indiquer sur le schéma le branchement de l'oscilloscope permettant la visualisation de  $u(t)$ ,  $i(t)$ ,  $u_C(t)$ ,  $i_1(t)$ ,  $i_2(t)$ ,  $i_C(t)$ ,  $u_{T1}(t)$  et  $u_{T2}(t)$ .
- Relever en concordance des temps, les chronogrammes de  $u(t)$ ,  $i(t)$ ,  $u_C(t)$ ,  $i_1(t)$ ,  $i_2(t)$ ,  $i_C(t)$ ,  $u_{T1}(t)$  et  $u_{T2}(t)$  pour un retard à l'amorçage des thyristors de  $\alpha = 60^\circ$  puis de  $\alpha = 120^\circ$ .
- Déterminer les instants de début et de fin de conduction des thyristors  $Th_1$ ,  $Th_2$ ,  $Th_3$ ,  $Th_4$  pour  $\alpha = 60^\circ$ . Quels sont les thyristors qui conduisent ensemble ?
- Mesurer les valeurs moyennes et efficaces des tensions et intensités suivantes :  $u(t)$ ,  $i(t)$ ,  $u_C(t)$ ,  $i_1(t)$ ,  $i_2(t)$ ,  $i_C(t)$ ,  $u_{T1}(t)$  et  $u_{T2}(t)$  pour  $\alpha = 60^\circ$ . Comparer les mesures aux valeurs théoriques attendues.
- Pour différentes valeurs de  $\alpha$ , relever la valeur moyenne  $\langle u_C \rangle$  de la tension aux bornes de la charge.

Tracer le graphe  $\langle u_c \rangle(a)$ . Dessiner, sur le même graphe, la courbe représentative des variations de  $\frac{\hat{u}}{\pi} (1 + \cos a)$

en  
fonction de  $a$ . Conclure.

## II. DEBIT SUR CHARGE INDUCTIVE

### 1° Schéma de principe :



### 2° Travail à réaliser

Faire figurer, sur le synoptique de la maquette, le câblage permettant l'étude expérimentale du redressement monophasé double alternance avec débit sur charge inductive.

- Réaliser le montage
- L'alimentation délivre une tension sinusoïdale :

$$u = 24\sqrt{2} \sin 314t$$

La bobine a une inductance réglable  $L = 0,1\text{H}/1\text{ H}$  et une résistance  $r = 10\text{ ?}$  .

Le rhéostat de charge a une résistance  $R = 23\text{ ?}$  .

- Indiquer sur le schéma le branchement de l'oscilloscope permettant la visualisation de  $u(t)$ ,  $i(t)$ ,  $u_C(t)$ ,  $i_1(t)$ ,  $i_2(t)$ ,  $i_C(t)$ ,  $u_{T1}(t)$  et  $u_{T2}(t)$ .

- Relever en concordance des temps, les chronogrammes de  $u(t)$ ,  $i(t)$ ,  $u_C(t)$ ,  $i_1(t)$ ,  $i_2(t)$ ,  $i_C(t)$ ,  $u_{T1}(t)$  et  $u_{T2}(t)$  pour :

- $L = 0,1\text{ H}$  et  $\alpha = 60^\circ$ ,
- $L = 0,1\text{ H}$  et  $\alpha = 120^\circ$ ,
- $L = 1\text{ H}$  et  $\alpha = 60^\circ$ ,
- $L = 1\text{ H}$  et  $\alpha = 120^\circ$ .

Analyser les oscillogrammes obtenus.

- Déterminer pour chacun des cas précédents, les instants de début et de fin de conduction des thyristors  $Th_1$ ,  $Th_2$ ,  $Th_3$ ,  $Th_4$ . Quels sont les thyristors qui conduisent ensemble ?

- Mesurer les valeurs moyennes et efficaces des tensions et intensités suivantes :  $u(t)$ ,  $i(t)$ ,  $u_C(t)$ ,  $i_1(t)$ ,  $i_2(t)$ ,  $i_C(t)$ ,  $u_{T1}(t)$  et  $u_{T2}(t)$  lorsque  $L = 1\text{ H}$  et  $\alpha = 60^\circ$ .

Comparer les mesures aux valeurs théoriques attendues.

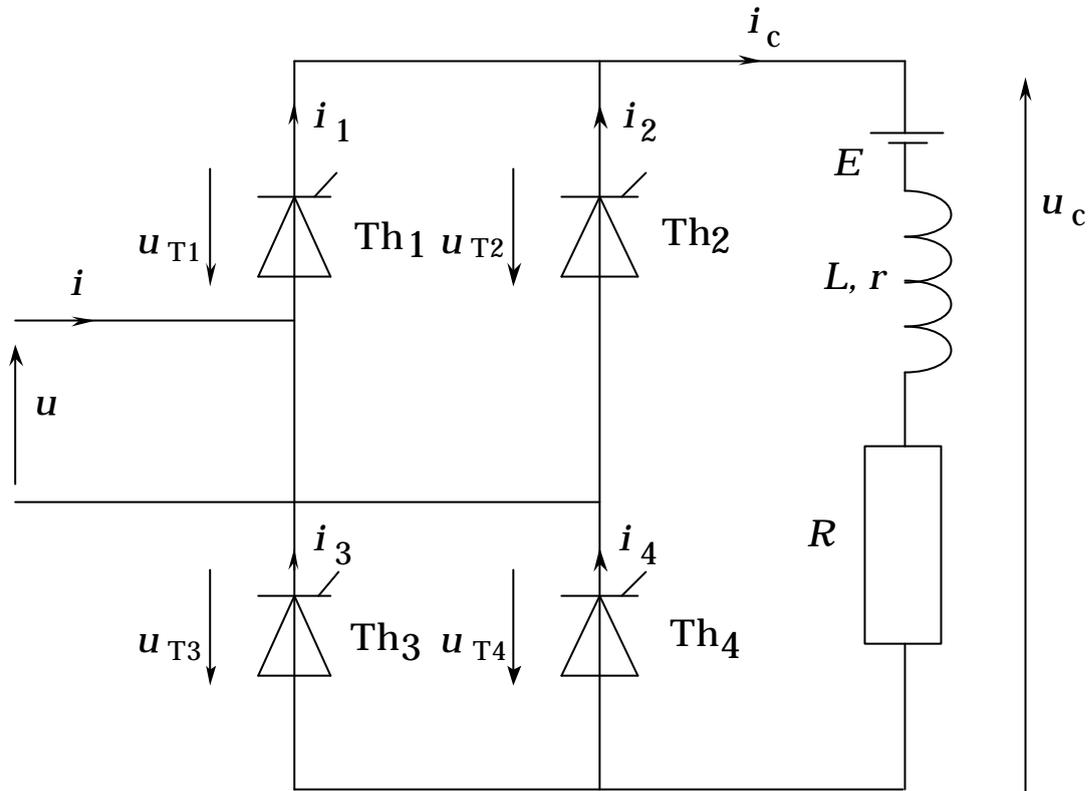
- $L = 1\text{ H}$ . Pour différentes valeurs de  $\alpha$ , relever la valeur moyenne  $\langle u_C \rangle$  de la tension aux bornes de la charge.

Tracer le graphe  $\langle u_C \rangle(\alpha)$ . Dessiner, sur le même graphe, la courbe représentative des variations de

$2 \frac{\hat{U}}{\pi} \cos \alpha$  en fonction de  $\alpha$ . Conclure.

### III. DEBIT SUR CHARGE $E, R, L$

#### 1° Schéma de principe :



#### 2° Travail à réaliser :

Faire figurer, sur le synoptique de la maquette, le câblage permettant l'étude expérimentale du redressement monophasé double alternance avec débit sur charge  $E, R, L$ .

- Réaliser le montage

L'alimentation délivre une tension sinusoïdale :

$$u = 24\sqrt{2} \sin 314t$$

La bobine a une inductance réglable  $L = 0,1\text{H}/1\text{ H}$  et une résistance  $r = 10\text{ ?}$ .

La f.é.m. provient d'une batterie de 12 V (et de résistance interne négligeable).

Le rhéostat de charge a une résistance  $R = 23 \text{ } \Omega$  ? .

- Indiquer sur le schéma le branchement de l'oscilloscope permettant la visualisation de  $u(t)$ ,  $i(t)$ ,  $u_C(t)$ ,  $i_1(t)$ ,  $i_2(t)$ ,  $i_C(t)$ ,  $u_{T1}(t)$  et  $u_{T2}(t)$

- Relever en concordance des temps, les chronogrammes de  $u(t)$ ,  $u_C(t)$ ,  $i_1(t)$ ,  $i_2(t)$ ,  $i_C(t)$  et  $u_{T1}(t)$  pour :

- $L = 0 \text{ H}$  (bobine court-circuitée) et  $a = 60^\circ$ ,
- $L = 0 \text{ H}$  (bobine court-circuitée) et  $a = 120^\circ$ ,
- $L = 0,1 \text{ H}$  et  $a = 60^\circ$ ,
- $L = 0,1 \text{ H}$  et  $a = 120^\circ$ ,
- $L = 1 \text{ H}$  et  $a = 60^\circ$ ,
- $L = 1 \text{ H}$  et  $a = 120^\circ$ .

Analyser les oscillogrammes obtenus.

- Déterminer pour chacune des valeurs de  $L$  précédentes, les instants de début et de fin de conduction des thyristors  $Th_1$ ,  $Th_2$ ,  $Th_3$ ,  $Th_4$ . Quels sont les thyristors qui conduisent ensemble ?

- Mesurer les valeurs moyennes et efficaces des tensions et intensités suivantes :  $u(t)$ ,  $i(t)$ ,  $u_C(t)$ ,  $i_1(t)$ ,  $i_2(t)$ ,  $i_C(t)$ ,  $u_{T1}(t)$  et  $u_{T2}(t)$  lorsque  $L = 1 \text{ H}$  et  $a = 60^\circ$ . Comparer les mesures aux valeurs théoriques attendues.

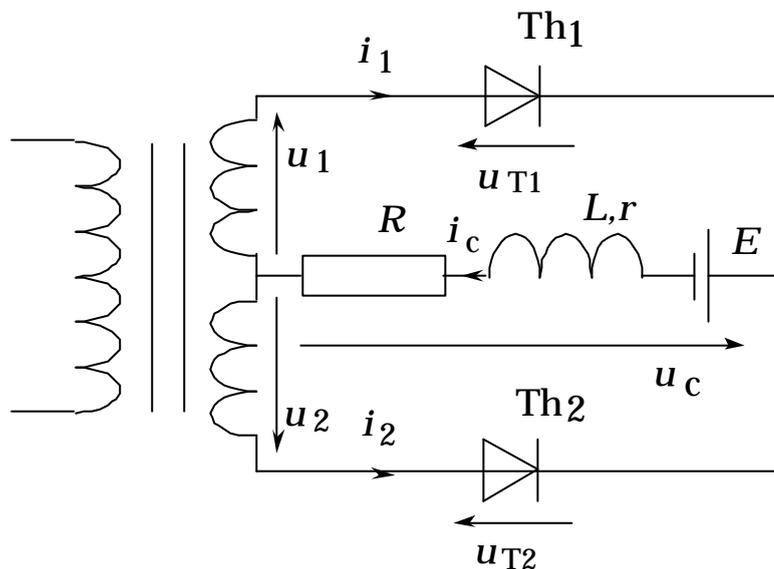
- $L = 1 \text{ H}$ . Pour différentes valeurs de  $a$ , relever la valeur moyenne  $\langle u_C \rangle$  de la tension aux bornes de la charge. Tracer le graphe  $\langle u_C \rangle(a)$ . Dessiner, sur le même graphe, la courbe représentative des variations de  $2 \frac{\hat{U}}{\pi} \cos a$  en fonction de  $a$ . Conclure.

## F) ETUDE D'UN REDRESSEMENT COMMANDE AVEC TRANSFORMATEUR A POINT MILIEU

Pour cette étude, le circuit de commande est utilisé.

### I. MONTAGE

On étudie le schéma de principe du montage ci-après :



L'alimentation délivre deux tensions sinusoïdales :

$$u_1 = u = 24\sqrt{2} \sin 314t \quad \text{et} \quad u_2 = u = 24\sqrt{2} \sin 314t$$

La bobine a une résistance  $r = 10 \, \Omega$  et une inductance  $L = 1 \, \text{H}$ .

Le rhéostat a une résistance  $R = 23 \, \Omega$ .

$E$  est la f.é.m. d'une batterie de résistance négligeable ( $E = 12 \, \text{V}$  par exemple).

## II. EXPERIMENTATION

Réaliser, à partir de la maquette, le montage permettant l'étude du redressement proposé dans la préparation.

- Indiquer sur le schéma le branchement de l'oscilloscope permettant la visualisation de  $u(t)$ ,  $u_C(t)$ ,  $i_1(t)$ ,  $i_2(t)$ ,  $i_C(t)$ ,  $u_{T1}(t)$  et  $u_{T2}(t)$ .

- Relever en concordance des temps, les chronogrammes de  $u(t)$ ,  $u_C(t)$ ,  $i_1(t)$ ,  $i_2(t)$ ,  $i_C(t)$  et  $u_{T1}(t)$  pour :

- $L = 0$  H (bobine court-circuitée) et  $a = 60^\circ$ ,
- $L = 0$  H (bobine court-circuitée) et  $a = 120^\circ$ ,
- $L = 0,1$  H et  $a = 60^\circ$ ,
- $L = 0,1$  H et  $a = 120^\circ$ ,
- $L = 1$  H et  $a = 60^\circ$ ,
- $L = 1$  H et  $a = 120^\circ$ .

Analyser les oscillogrammes obtenus.

- Déterminer pour chacune des valeurs de  $L$  précédentes, les instants de début et de fin de conduction des thyristors  $Th_1$ ,  $Th_2$ .

- Mesurer les valeurs moyennes et efficaces des tensions et intensités suivantes :  $u(t)$ ,  $u_C(t)$ ,  $i_1(t)$ ,  $i_2(t)$ ,  $i_C(t)$  et  $u_{T1}(t)$  lorsque  $L = 1$  H et  $a = 60^\circ$ . Comparer les mesures aux valeurs théoriques attendues.

- $L = 1$  H. Pour différentes valeurs de  $a$ , relever la valeur moyenne  $\langle u_C \rangle$  de la tension aux bornes de la charge. Tracer le graphe  $\langle u_C \rangle(a)$ . Dessiner, sur le même graphe, la courbe représentative des variations de  $\frac{\hat{U}}{\pi} (1 + \cos a)$  en fonction de  $a$ . Conclure.

- Conduction de  $Th_1$  avec  $L = 1$  H  
Lorsque le thyristor  $Th_1$  conduit, indiquer la maille de conduction.

Quelle relation existe-t-il entre la tension  $u_C$  et la tension  $u$  ?

Quelle est la tension  $u_{T1}$  lorsque le thyristor  $Th_1$  conduit ?

Quelle est la tension  $u_{T2}$  lorsque le thyristor  $Th_1$  conduit ?

Le thyristor  $Th_1$  conduit-il pendant toute l'alternance positive de  $u$  ?

- Conduction de  $Th_2$  avec  $L = 1$  H.

Lorsque le thyristor  $Th_2$  conduit, indiquer la maille de conduction.

Quelle relation existe-t-il entre la tension  $u_C$  et la tension  $u$  ?

Quelle est la tension  $u_{T1}$  lorsque le thyristor  $Th_2$  conduit ?

Quelle est la tension  $u_{T2}$  lorsque le thyristor  $Th_2$  conduit ?

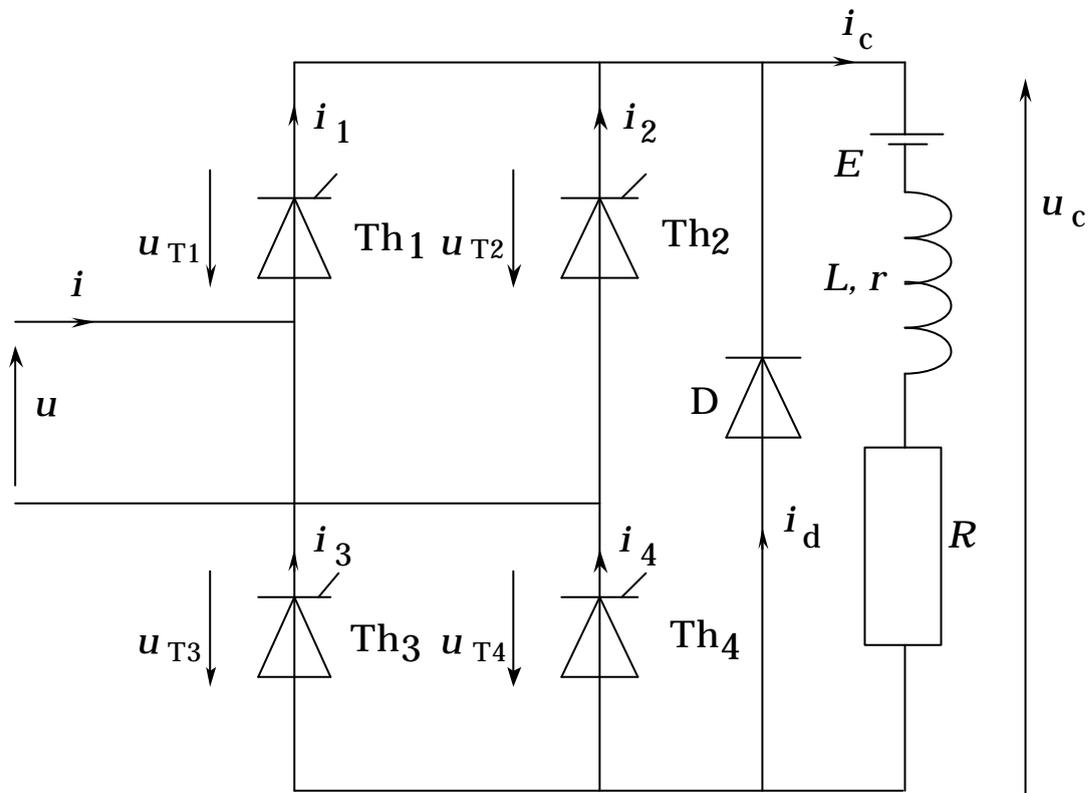
Le thyristor  $Th_2$  conduit-il pendant toute l'alternance négative de  $u$  ?



# G) ETUDE D'UN REDRESSEMENT COMMANDE TOUT THYRISTORS AVEC DIODE DE RECUPERATION

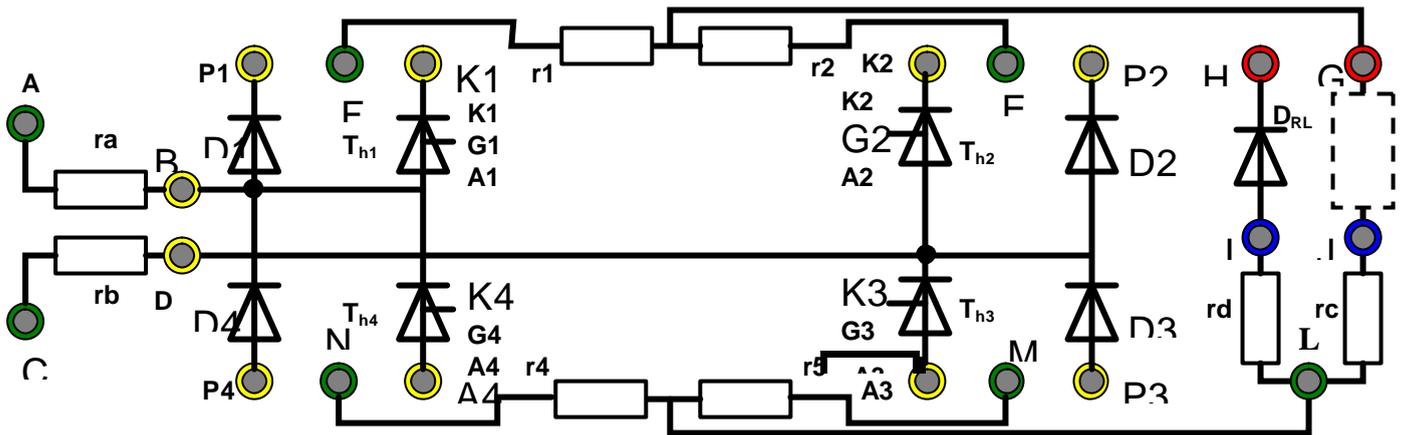
## I. PONT TOUT THYRISTORS

1° Schéma de principe :



## 2° Travail à réaliser :

Faire figurer, sur le synoptique de la maquette, le câblage permettant l'étude expérimentale du redressement monophasé commandé double alternance avec débit sur charge  $E, R, L$  et diode de récupération.



Le circuit de commande délivrera soit une impulsion, soit un train d'impulsions par alternance (voir T.P. sur le circuit de commande).

- Réaliser le montage

L'alimentation délivre une tension sinusoïdale :

$$u = 24\sqrt{2} \sin 314t$$

La bobine a une inductance réglable  $L = 0,1\text{H}/1\text{ H}$  et une résistance  $r = 10\text{ ?}$ .

La f.é.m. provient d'une batterie de 12 V (et de résistance interne négligeable).

Le rhéostat de charge a une résistance  $R = 23\text{ ?}$ .

- Indiquer sur le schéma le branchement de l'oscilloscope permettant la visualisation de  $u(t)$ ,  $i(t)$ ,  $u_c(t)$ ,  $i_1(t)$ ,  $i_2(t)$ ,  $i_d(t)$ ,  $i_c(t)$  et  $u_{T1}(t)$ .

- Relever en concordance des temps, les chronogrammes de  $u(t)$ ,  $i(t)$ ,  $u_c(t)$ ,  $i_1(t)$ ,  $i_2(t)$ ,  $i_d(t)$ ,  $i_c(t)$  et  $u_{T1}(t)$  pour :

- $L = 0$  H (bobine court-circuitée) et  $\alpha = 60^\circ$ ,
- $L = 0$  H (bobine court-circuitée) et  $\alpha = 120^\circ$ ,
- $L = 0,1$  H et  $\alpha = 60^\circ$ ,
- $L = 0,1$  H et  $\alpha = 120^\circ$ ,
- $L = 1$  H et  $\alpha = 60^\circ$ ,
- $L = 1$  H et  $\alpha = 120^\circ$ .

Analyser les oscillogrammes obtenus.

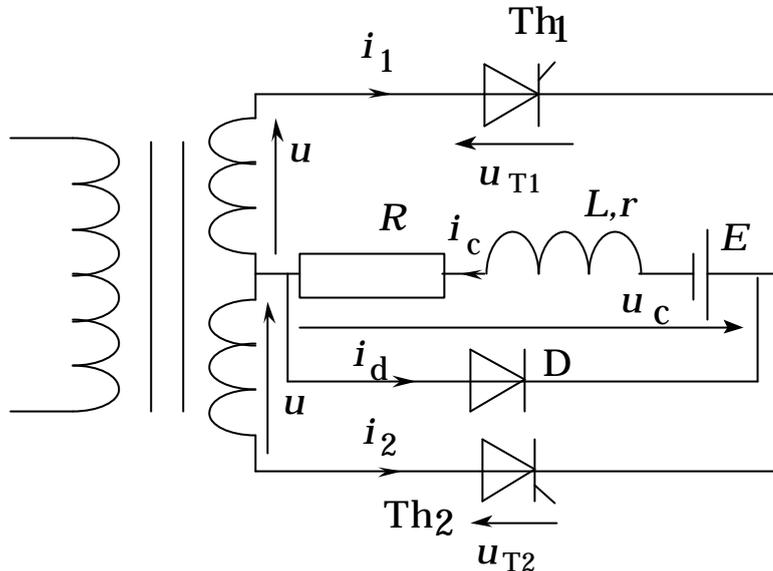
- Déterminer pour chacune des valeurs de  $L$  précédentes, les instants de début et de fin de conduction des thyristors  $Th_1, Th_2, Th_3, Th_4$  et de la diode  $D$ .  
Quels sont les thyristors qui conduisent ensemble ?  
Quel est l'état des thyristors lorsque la diode  $D$  conduit ?

- Mesurer les valeurs moyennes et efficaces des tensions et intensités suivantes :  $u(t), i(t), u_C(t), i_1(t), i_2(t), i_d(t), i_C(t)$  et  $u_{T1}(t)$  lorsque  $L = 1$  H et  $\alpha = 60^\circ$ . Comparer les mesures aux valeurs théoriques attendues.

- $L = 1$  H. Pour différentes valeurs de  $\alpha$ , relever la valeur moyenne  $\langle u_C \rangle$  de la tension aux bornes de la charge. Tracer le graphe  $\langle u_C \rangle(\alpha)$ . Dessiner, sur le même graphe, la courbe représentative des variations de  $2 \frac{\hat{U}}{\pi} \cos \alpha$  en fonction de  $\alpha$ . Conclure.

## II. MONTAGE AVEC TRANSFORMATEUR A POINT MILIEU

On étudie le schéma de principe du montage ci-après :



L'alimentation délivre deux tensions sinusoïdales :

$$u_1 = u = 24\sqrt{2} \sin 314t \quad \text{et} \quad u_2 = u = 24\sqrt{2} \sin 314t$$

La bobine a une résistance  $r = 10 \, \Omega$  et une inductance  $L = 1 \, \text{H}$ .

Le rhéostat a une résistance  $R = 23 \, \Omega$ .

$E$  est la f.é.m. d'une batterie de résistance négligeable ( $E = 12 \, \text{V}$  par exemple).

Le circuit de commande délivrera soit une impulsion, soit un train d'impulsions par alternance (voir T.P. sur le circuit de commande).

- Réaliser le montage

La bobine a une inductance réglable  $L = 0,1\text{H}/1 \, \text{H}$  et une résistance  $r = 10 \, \Omega$ .

La f.é.m. provient d'une batterie de  $12 \, \text{V}$  (et de résistance interne négligeable).

Le rhéostat de charge a une résistance  $R = 23 \, \Omega$ .

- Indiquer sur le schéma le branchement de l'oscilloscope permettant la visualisation de  $u(t)$ ,  $i(t)$ ,  $u_C(t)$ ,  $i_1(t)$ ,  $i_2(t)$ ,  $i_d(t)$ ,  $i_C(t)$  et  $u_{T1}(t)$ .
- Relever en concordance des temps, les chronogrammes de  $u(t)$ ,  $i(t)$ ,  $u_C(t)$ ,  $i_1(t)$ ,  $i_2(t)$ ,  $i_d(t)$ ,  $i_C(t)$  et  $u_{T1}(t)$  pour :
  - $L = 0$  H (bobine court-circuitée) et  $a = 60^\circ$ ,
  - $L = 0$  H (bobine court-circuitée) et  $a = 120^\circ$ ,
  - $L = 0,1$  H et  $a = 60^\circ$ ,
  - $L = 0,1$  H et  $a = 120^\circ$ ,
  - $L = 1$  H et  $a = 60^\circ$ ,
  - $L = 1$  H et  $a = 120^\circ$ .
 Analyser les oscillogrammes obtenus.
- Déterminer pour chacune des valeurs de  $L$  précédentes, les instants de début et de fin de conduction des thyristors  $Th_1$ ,  $Th_2$  et de la diode  $D$ . Quel est l'état des thyristors lorsque la diode  $D$  conduit ?
- Mesurer les valeurs moyennes et efficaces des tensions et intensités suivantes :  $u(t)$ ,  $i(t)$ ,  $u_C(t)$ ,  $i_1(t)$ ,  $i_2(t)$ ,  $i_d(t)$ ,  $i_C(t)$  et  $u_{T1}(t)$  lorsque  $L = 1$  H et  $a = 60^\circ$ . Comparer les mesures aux valeurs théoriques attendues.
- $L = 1$  H. Pour différentes valeurs de  $a$ , relever la valeur moyenne  $\langle u_C \rangle$  de la tension aux bornes de la charge. Tracer le graphe  $\langle u_C \rangle(a)$ . Dessiner, sur le même graphe, la courbe représentative des variations de  $2 \frac{\hat{U}}{\pi} \cos a$  en fonction de  $a$ . Conclure.



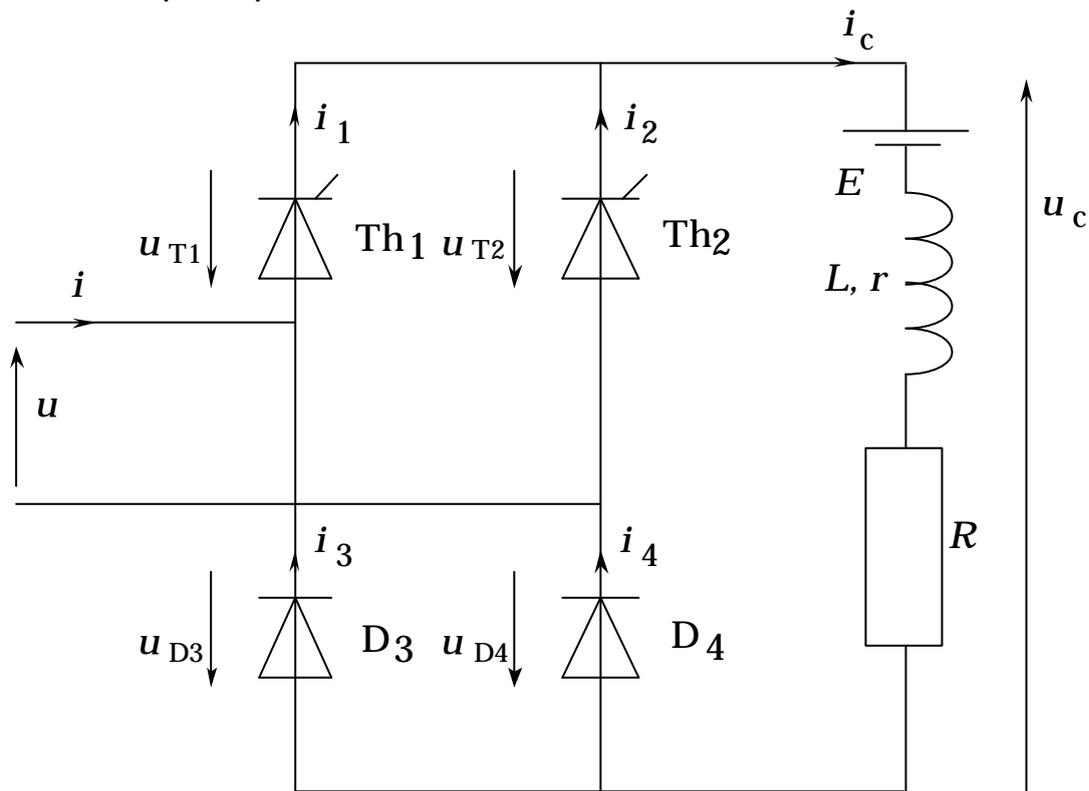
## H) ETUDE D'UN REDRESSEMENT COMMANDE : PONT MIXTE A CATHODES COMMUNES

Le circuit de commande délivre une impulsion par alternance (voir T.P. sur le circuit de commande).

### I. DEBIT SUR CHARGE INDUCTIVE

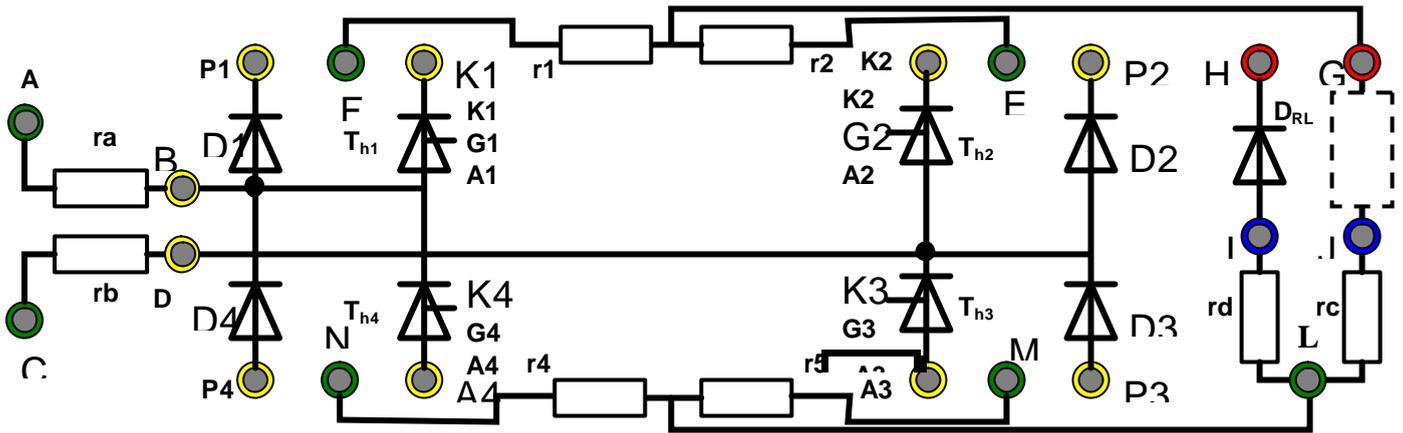
#### 1° Montage

##### a) Schéma de principe



##### b) Câblage de la maquette

Faire figurer, sur le synoptique de la maquette, le câblage permettant l'étude expérimentale du redressement monophasé commandé mixte, double alternance, avec débit sur charge  $E, R, L$ .



- Réaliser le montage

L'alimentation délivre une tension sinusoïdale :

$$u = 24\sqrt{2} \sin 314t$$

La bobine a une inductance réglable de  $L = 0$  H à 1 H et une résistance  $r = 10$  ? .

La f.é.m. provient d'une batterie de 24 V (et de résistance interne négligeable).

Le rhéostat de charge a une résistance  $R = 23$  ? .

## 2° Expérimentation

- Indiquer sur le schéma le branchement de l'oscilloscope permettant la visualisation de  $u(t)$ ,  $i(t)$ ,  $u_C(t)$ ,  $i_1(t)$ ,  $i_2(t)$ ,  $i_C(t)$ ,  $u_{D3}(t)$  et  $u_{T1}(t)$ .

- Relever en concordance des temps, les chronogrammes de  $u(t)$ ,  $i(t)$ ,  $u_C(t)$ ,  $i_1(t)$ ,  $i_2(t)$ ,  $i_C(t)$ ,  $u_{D3}(t)$  et  $u_{T1}(t)$  pour :

- $L = 0$  H (bobine court-circuitée) et  $\alpha = 60^\circ$ ,
- $L = 0$  H (bobine court-circuitée) et  $\alpha = 120^\circ$ ,
- $L = 0,1$  H et  $\alpha = 60^\circ$ ,
- $L = 0,1$  H et  $\alpha = 120^\circ$ ,
- $L = 1$  H et  $\alpha = 60^\circ$ ,
- $L = 1$  H et  $\alpha = 120^\circ$ .

Analyser les oscillogrammes obtenus.

- Déterminer pour chacune des valeurs de  $L$  précédentes, les instants de début et de fin de conduction des thyristors

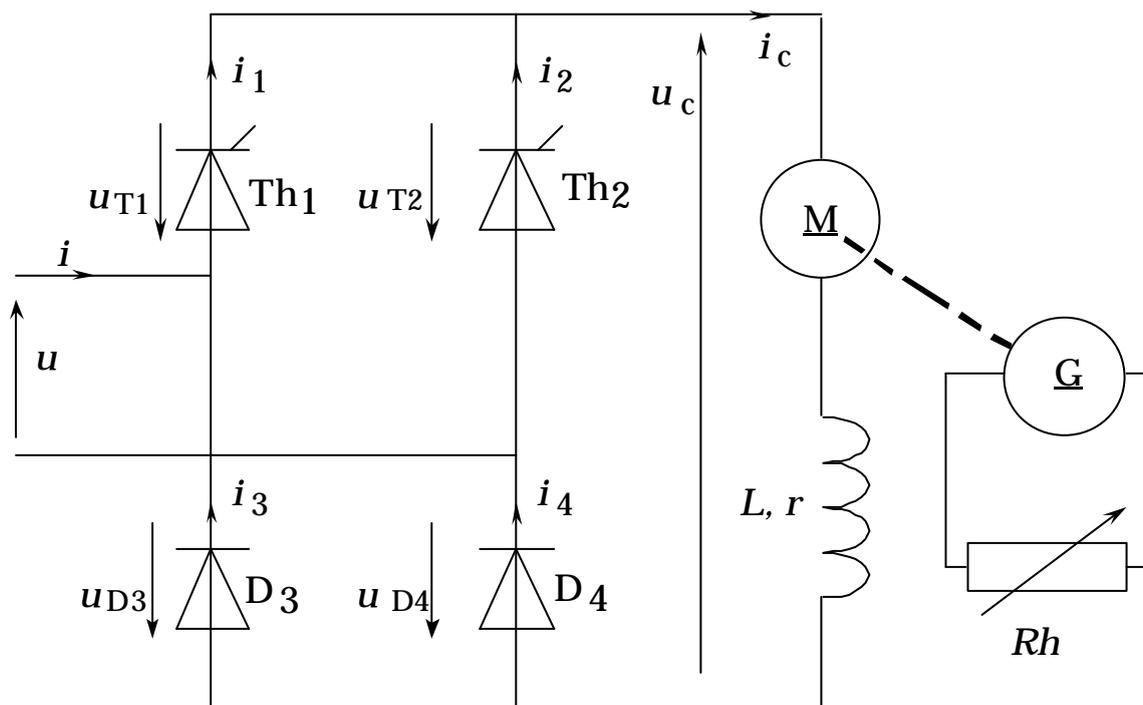
Th<sub>1</sub>, Th<sub>2</sub> et de diodes D<sub>3</sub>, D<sub>4</sub>. Quels sont les éléments qui conduisent ensemble ?

- Mesurer les valeurs moyennes et efficaces des tensions et intensités suivantes :  $u(t)$ ,  $i(t)$ ,  $u_c(t)$ ,  $i_1(t)$ ,  $i_2(t)$ ,  $i_c(t)$ ,  $u_{D3}(t)$  et  $u_{T1}(t)$  lorsque  $L = 1$  H et  $a = 60^\circ$ . Comparer les mesures aux valeurs théoriques attendues.

- $L = 1$  H. Pour différentes valeurs de  $a$ , relever la valeur moyenne  $\langle u_c \rangle$  de la tension aux bornes de la charge. Tracer le graphe  $\langle u_c \rangle(a)$ . Dessiner, sur le même graphe, la courbe représentative des variations de  $\frac{\hat{u}}{\pi} (1 + \cos a)$  en fonction de  $a$ . Conclure.

## II. LA CHARGE EST UN MOTEUR

Remplacer l'ensemble  $E, R$  par un banc de petites machines à courant continu à aimant permanent . L'une des machines est alimentée par le montage, l'autre débite dans une résistance de charge  $R_c$ . Le schéma de principe est alors le suivant :



## 1° Commande par impulsion unique

Ne pas modifier le câblage du circuit de commande.

Pour  $a = 0$  et  $L = 0,5$  H, régler la résistance de charge de la génératrice permettant l'obtention d'un courant de charge moyen  $\langle i_C \rangle = 0,6$  A.

- En maintenant  $\langle i_C \rangle = 0,6$  A, relever en concordance des temps, les chronogrammes de  $u(t)$ ,  $i(t)$ ,  $u_C(t)$ ,  $i_1(t)$ ,  $i_2(t)$ ,  $i_C(t)$ ,  $u_{D3}(t)$  et  $u_{T1}(t)$  pour :

- $L = 0$  H (bobine court-circuitée) et  $a = 60^\circ$ ,
- $L = 0$  H (bobine court-circuitée) et  $a = 120^\circ$ ,
- $L = 0,1$  H et  $a = 60^\circ$ ,
- $L = 0,1$  H et  $a = 120^\circ$ ,
- $L = 1$  H et  $a = 60^\circ$ ,
- $L = 1$  H et  $a = 120^\circ$ .

- Mesurer la vitesse  $n$  du moteur et la tension moyenne  $\langle u_C \rangle$  à ces bornes, pour différentes valeurs de  $a$  en maintenant  $\langle i_C \rangle$  à 0,6 A. Tracer les courbes représentatives de  $n(a)$  et de  $\langle u_C \rangle(a)$ . Conclure.

- Lorsque  $L = 0$  H, expliquer l'allure de la tension aux bornes du moteur et de l'intensité du courant qui le traverse.

Indiquer pourquoi, pour certaines valeurs de  $a$ , le moteur tourne mal.

- Lorsque  $L = 1$  H, expliquer l'allure de la tension aux bornes du moteur et de l'intensité du courant qui le traverse.

Indiquer pourquoi, la rotation du moteur est dans ce cas plus régulière.

Quel est l'inconvénient majeur de ce dernier fonctionnement ?

## 2° Commande par trains d'impulsions

Modifier la position du commutateur pour réaliser une commande en trains d'impulsions.

Pour  $a = 0$  et  $L = 0,5$  H, régler la résistance de charge de la génératrice permettant l'obtention d'un courant de charge moyen  $\langle i_C \rangle = 0,6$  A.

- En maintenant  $\langle i_C \rangle = 0,6$  A, relever en concordance des temps, les chronogrammes de  $u(t)$ ,  $i(t)$ ,  $u_C(t)$ ,  $i_1(t)$ ,  $i_2(t)$ ,  $i_C(t)$ ,  $u_{D3}(t)$  et  $u_{T1}(t)$  pour :

- $L = 0$  H (bobine court-circuitée) et  $a = 60^\circ$ ,
- $L = 0$  H (bobine court-circuitée) et  $a = 120^\circ$ ,
- $L = 0,1$  H et  $a = 60^\circ$ ,
- $L = 0,1$  H et  $a = 120^\circ$ ,
- $L = 1$  H et  $a = 60^\circ$ ,
- $L = 1$  H et  $a = 120^\circ$ .

- Mesurer la vitesse  $n$  du moteur et la tension moyenne  $\langle u_C \rangle$  à ces bornes, pour différentes valeurs de  $a$  en maintenant  $\langle i_C \rangle$  à 0,6 A. Tracer les courbes représentatives de  $n(a)$  et de  $\langle u_C \rangle(a)$ . Conclure.

Relever en concordance des temps, les tensions  $u_{g1k1}(t)$ ,  $u_C(t)$  et l'intensité  $i_C(t)$  à l'oscilloscope lorsque  $L = 0$  H.

Faire varier le retard à l'amorçage de 0 à  $\pi$ .

Indiquer pourquoi la rotation du moteur est régulière.

En déduire l'avantage d'une commande par trains d'impulsions sur une commande en impulsion unique.

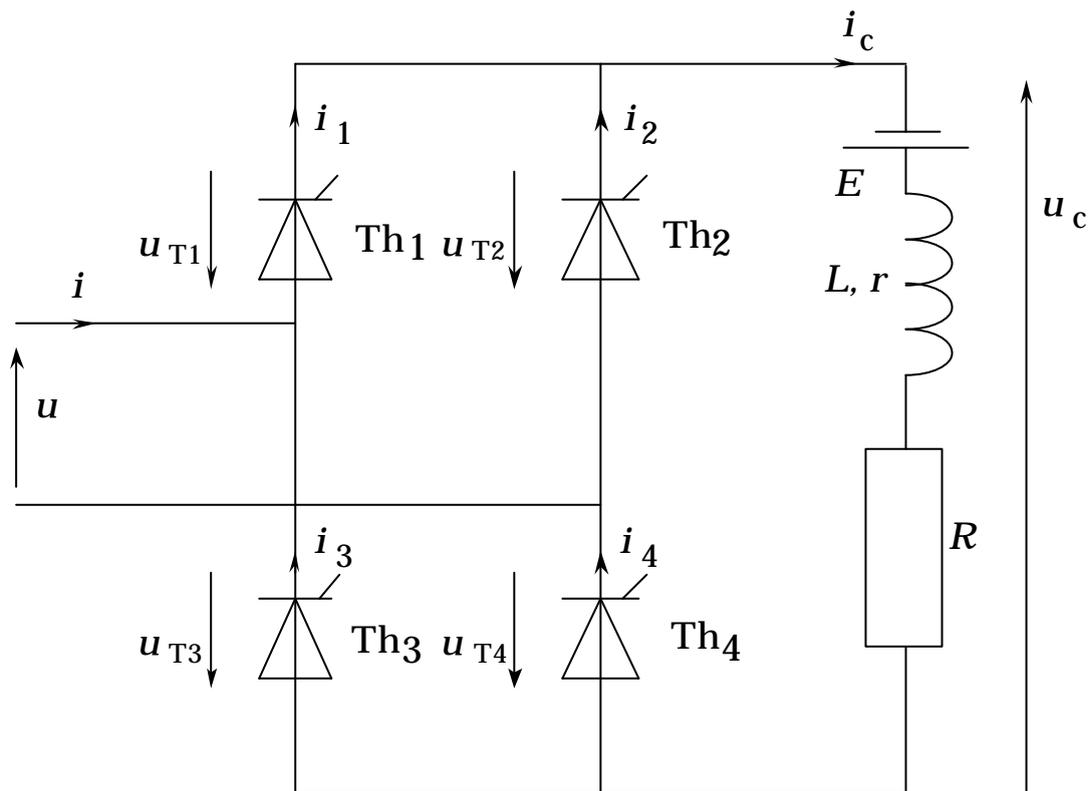


# I) MONTAGES FONCTIONNANT EN ONDULEUR ASSISTE

Le circuit de commande délivrera soit une impulsion, soit un train d'impulsions par alternance (voir T.P. sur le circuit de commande).

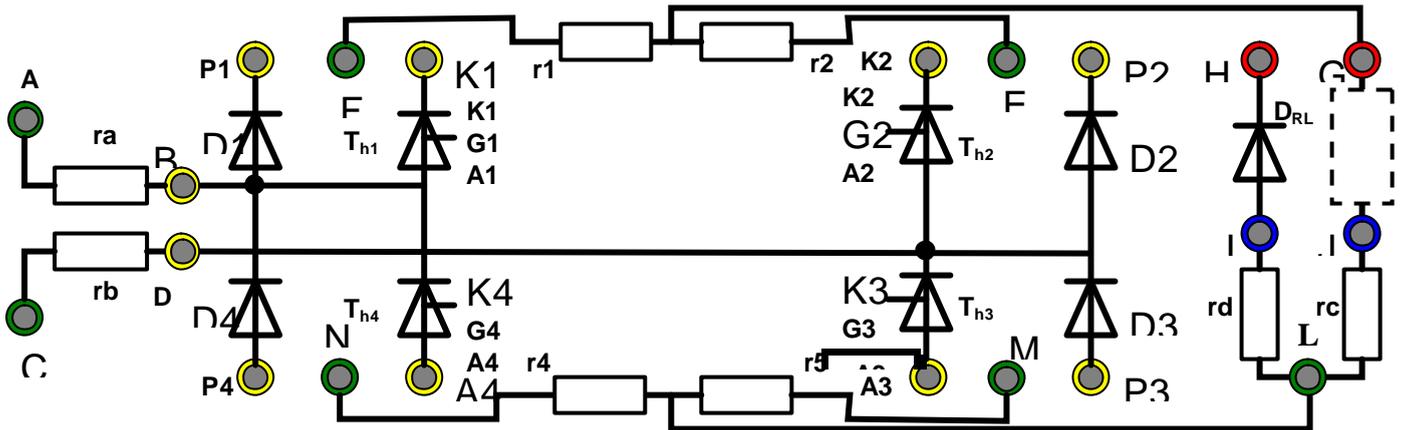
## I. CIRCUIT DE CHARGE $E, R, L$

### 1° Schéma de principe



## 2° Câblage de la maquette

Faire figurer, sur le synoptique de la maquette, le câblage permettant l'étude expérimentale du montage en onduleur assisté.



- Réaliser le montage

L'alimentation délivre une tension sinusoïdale :

$$u = 24\sqrt{2} \sin 314t$$

La bobine a une inductance réglée à  $L = 1$  H et une résistance  $r = 10 \text{ ?}$ .

La f.é.m. provient d'une batterie de 24 V (et de résistance interne négligeable).

Le rhéostat de charge a une résistance  $R = 150 \text{ ?}$ .

## 3° Expérimentation

- Indiquer sur le schéma le branchement de l'oscilloscope permettant la visualisation de  $u(t)$ ,  $i(t)$ ,  $u_c(t)$ ,  $i_1(t)$ ,  $i_2(t)$ ,  $i_c(t)$  et  $u_{T1}(t)$ .

- Pour un retard à l'amorçage de  $\alpha = 0$ , régler le rhéostat à une valeur permettant l'obtention d'un courant de charge d'intensité moyenne  $\langle i_c \rangle = 0,5$  A.

La batterie fonctionne-t-elle en générateur ou en récepteur ?

- Augmenter  $a$  tout en diminuant la résistance du rhéostat afin de maintenir la valeur moyenne de l'intensité du courant de charge à 0,5 A.

Relever les oscillogrammes de  $u_C(t)$  et  $i_C(t)$  pour  $a = 30^\circ, 60^\circ, 90^\circ, 120^\circ$  et  $150^\circ$ .

Pour chacune de ces valeurs relever  $\langle u_C \rangle$  puis tracer  $\langle u_C \rangle(a)$ .

- Pour  $a = 60^\circ$  et pour  $a = 120^\circ$ , relever en concordance des temps, les chronogrammes de  $u(t), i(t), u_C(t), i_1(t), i_2(t), i_C(t)$  et  $u_{T1}(t)$ .

Analyser les oscillogrammes obtenus.

- Pour  $a < \pi/2$  rad, quel est le signe de  $\langle u_C \rangle$  ? Dans quel sens s'effectue le transfert d'énergie ? Comment fonctionne le montage ?

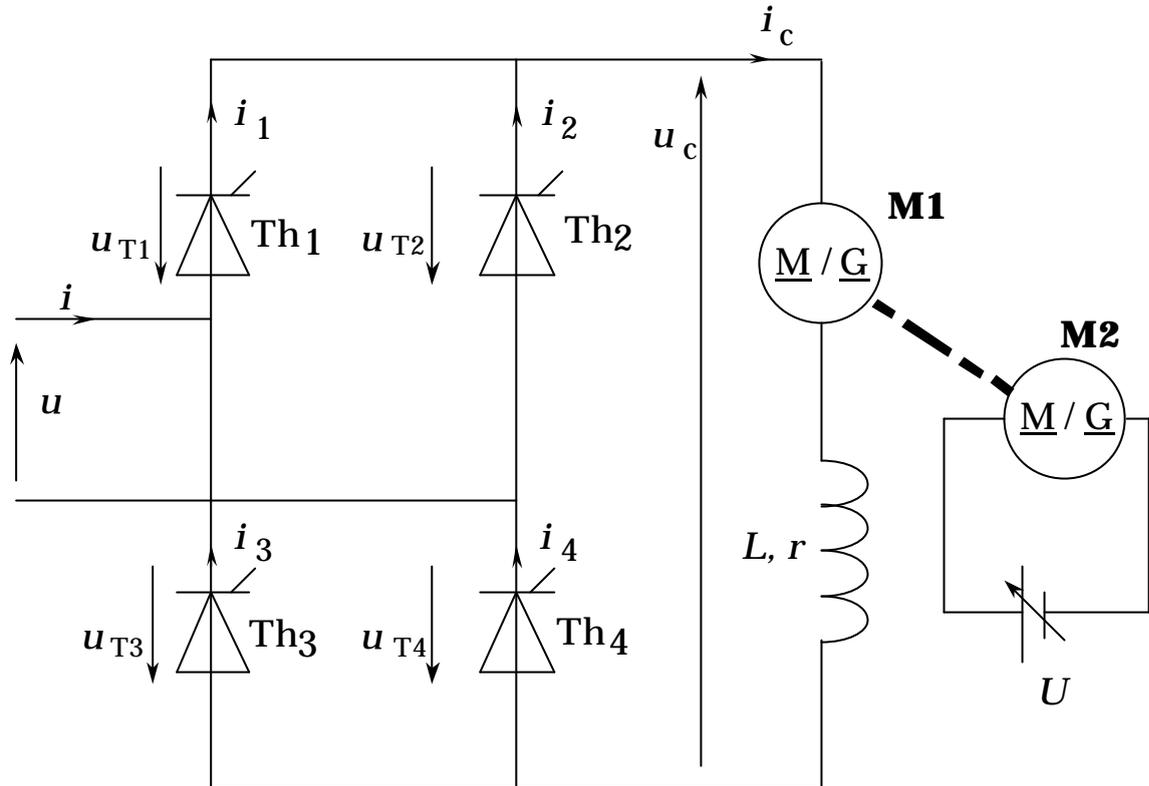
- Pour  $a > \pi/2$  rad, quel est le signe de  $\langle u_C \rangle$  ? Dans quel sens s'effectue le transfert d'énergie ? Comment fonctionne le montage ?

En déduire les conditions d'un fonctionnement en onduleur.

## II. LA CHARGE EST UNE MACHINE A COURANT CONTINU

Remplacer l'ensemble  $E, R$  par un banc de petites machines à courant continu à aimant permanent . L'une des machines est alimentée par le montage, l'autre peut être alimentée par une source de tension continue.

### 1° Schéma de principe



### 2° Câblage de la maquette

Faire figurer, sur le synoptique de la maquette, le câblage permettant l'étude expérimentale du montage théorique proposé.

### 3° Expérimentation

- Indiquer sur le schéma le branchement de l'oscilloscope permettant la visualisation de  $u(t)$ ,  $i(t)$ ,  $u_c(t)$ ,  $i_1(t)$ ,  $i_2(t)$ ,  $i_c(t)$  et  $u_{T1}(t)$ .

- 1<sup>er</sup> réglage

Le circuit d'alimentation de la machine  $M_2$  étant ouvert, le montage alimente la machine  $M_1$ .

Donner à l'inductance sa valeur minimale pour l'amorçage des thyristors.

Régler le retard à l'amorçage  $\alpha$  à  $\pi/3$  radian environ.

Lorsque le moteur est en rotation, donner à l'inductance sa valeur maximale.

Repérer le sens de rotation du moteur.

En augmentant le retard à l'amorçage, qu'observe-t-on au niveau de la machine ?

Lorsque  $a$  est supérieur à  $\pi/2$ , que se passe-t-il ?

- 2ème réglage

Le montage étant déconnecté de la machine  $M_1$ , alimenter la machine  $M_2$  afin qu'elle tourne en sens inverse du sens observé précédemment. Noter la polarité des bornes de la machine.

- Expérience :

- Replacer le montage dans la situation du premier réglage.

Alimenter la deuxième machine sous tension réduite (quelques volts) en respectant bien les polarités déterminées lors du deuxième réglage.

Donner à  $a$  un retard de  $\pi/3$  rad. Agir sur la tension d'alimentation  $U$  de la deuxième machine pour obtenir un courant de charge d'intensité moyenne  $\langle i_C \rangle \sim 0,8$  A.

Relever les chronogrammes de  $u(t)$ ,  $i(t)$ ,  $u_C(t)$ ,  $i_1(t)$ ,  $i_2(t)$ ,  $i_C(t)$  et  $u_{T1}(t)$  ainsi que les valeurs de  $\langle u_C \rangle$  et de  $n$  (vitesse de rotation du groupe). Comparer le signe de  $\langle u_C \rangle$  à celui de  $\langle i_C \rangle$ .

En déduire le sens du transfert de l'énergie dans le pont.

- En agissant avec précaution sur le retard à l'amorçage  $a$  et sur la tension d'alimentation  $U$  de la deuxième machine, régler  $\langle i_C \rangle$  à 0,8 A avec un retard à l'amorçage supérieur à  $\pi/2$  rad. Ce réglage est-il possible sans inversion du sens de rotation du groupe ?

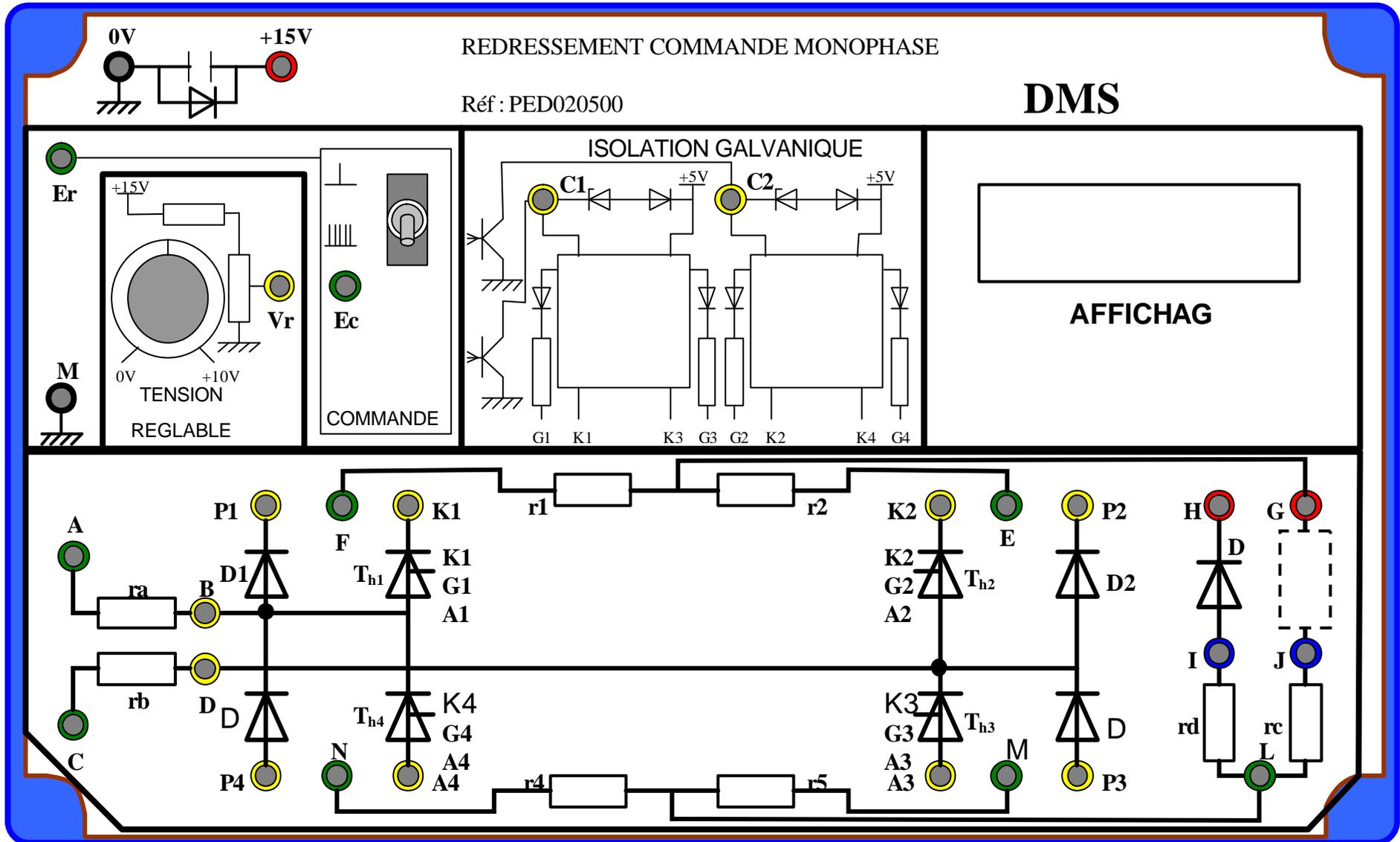
Relever les chronogrammes de  $u(t)$ ,  $i(t)$ ,  $u_C(t)$ ,  $i_1(t)$ ,  $i_2(t)$ ,  $i_C(t)$  et  $u_{T1}(t)$  ainsi que les valeurs de  $\langle u_C \rangle$  et de  $n$  (vitesse de rotation du groupe). Comparer le signe de  $\langle u_C \rangle$  à celui de  $\langle i_C \rangle$ .

En déduire le sens du transfert de l'énergie dans le pont.



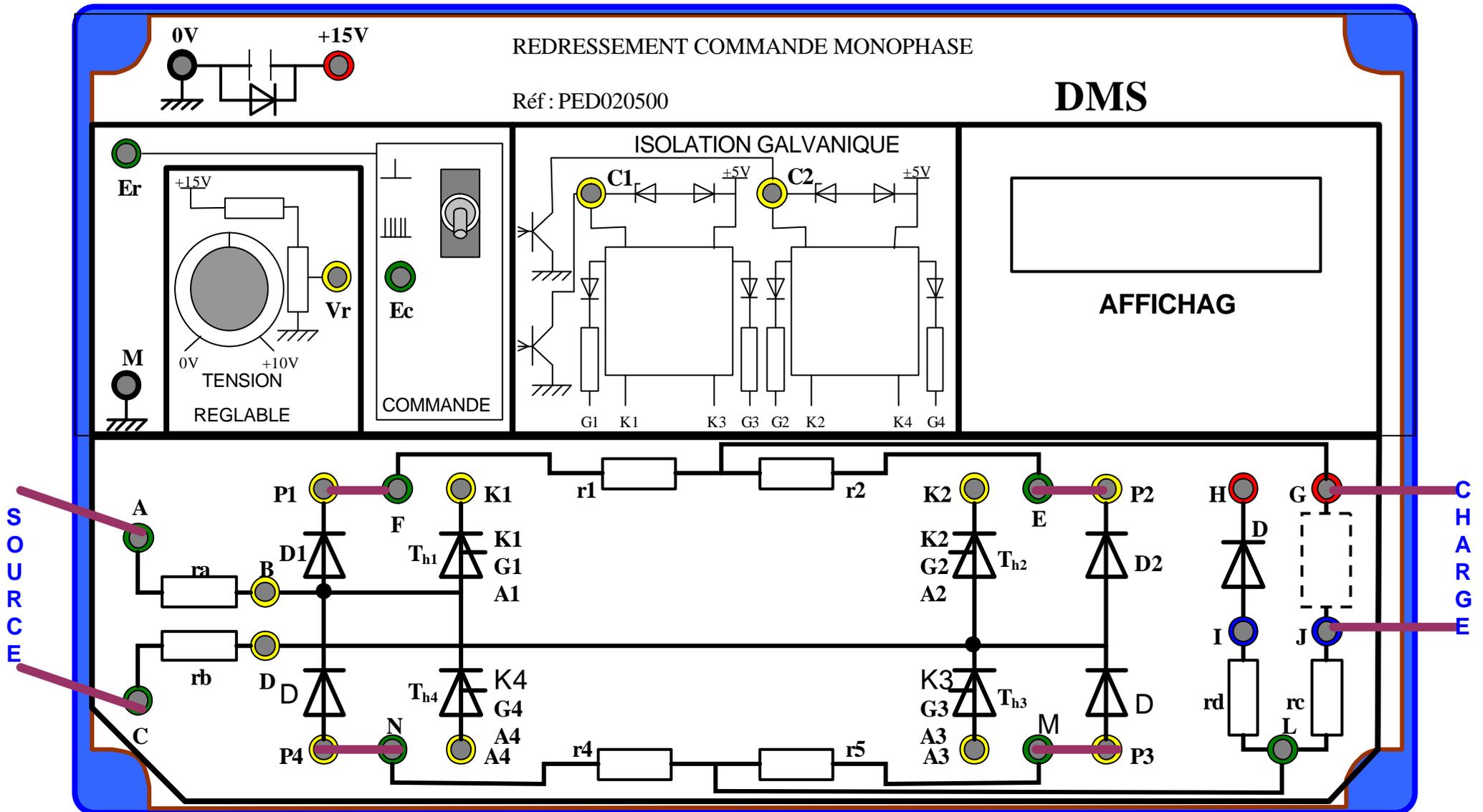
# **Annexe 1**

## **Plan de la maquette REDRESSEUR MONOPHASE**



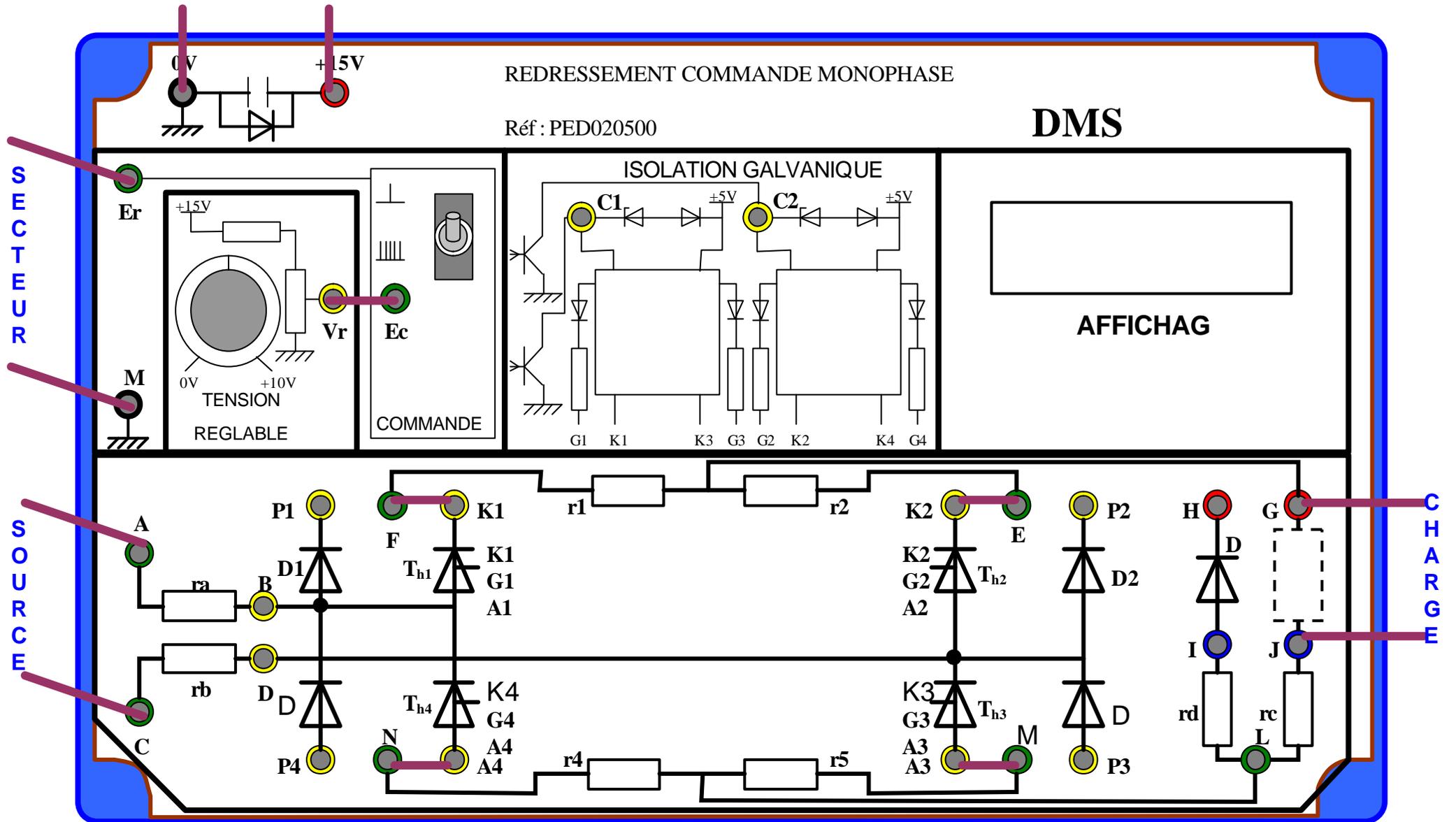
## **Annexe 2**

**Schéma de câblage de la maquette REDRESSEUR MONOPHASE  
pour un fonctionnement en  
PONT DE GRAETZ**



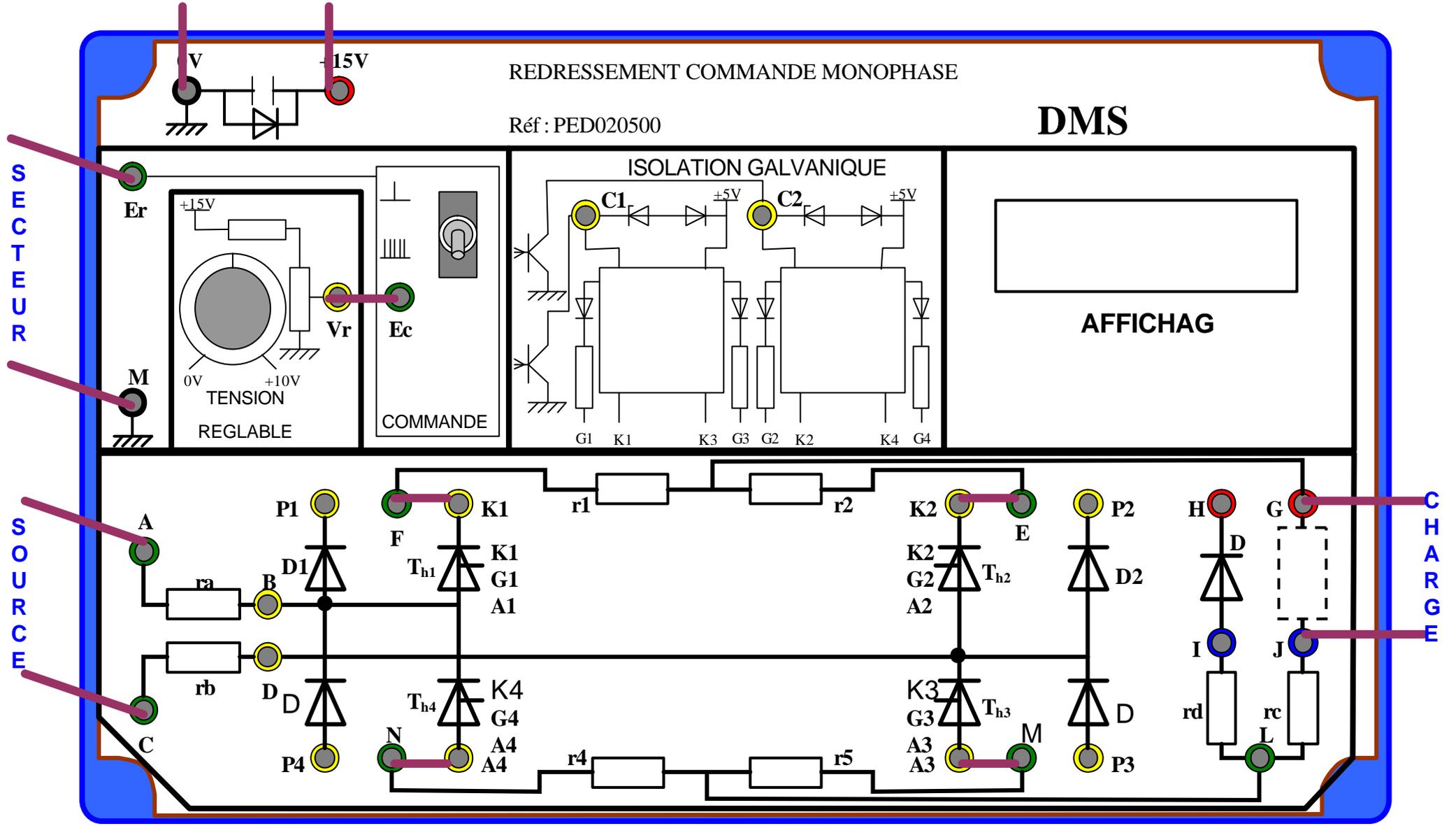
## **Annexe 3**

**Schéma de câblage de la maquette REDRESSEUR MONOPHASE  
pour un fonctionnement en  
PONT TOUT THYRISTORS**



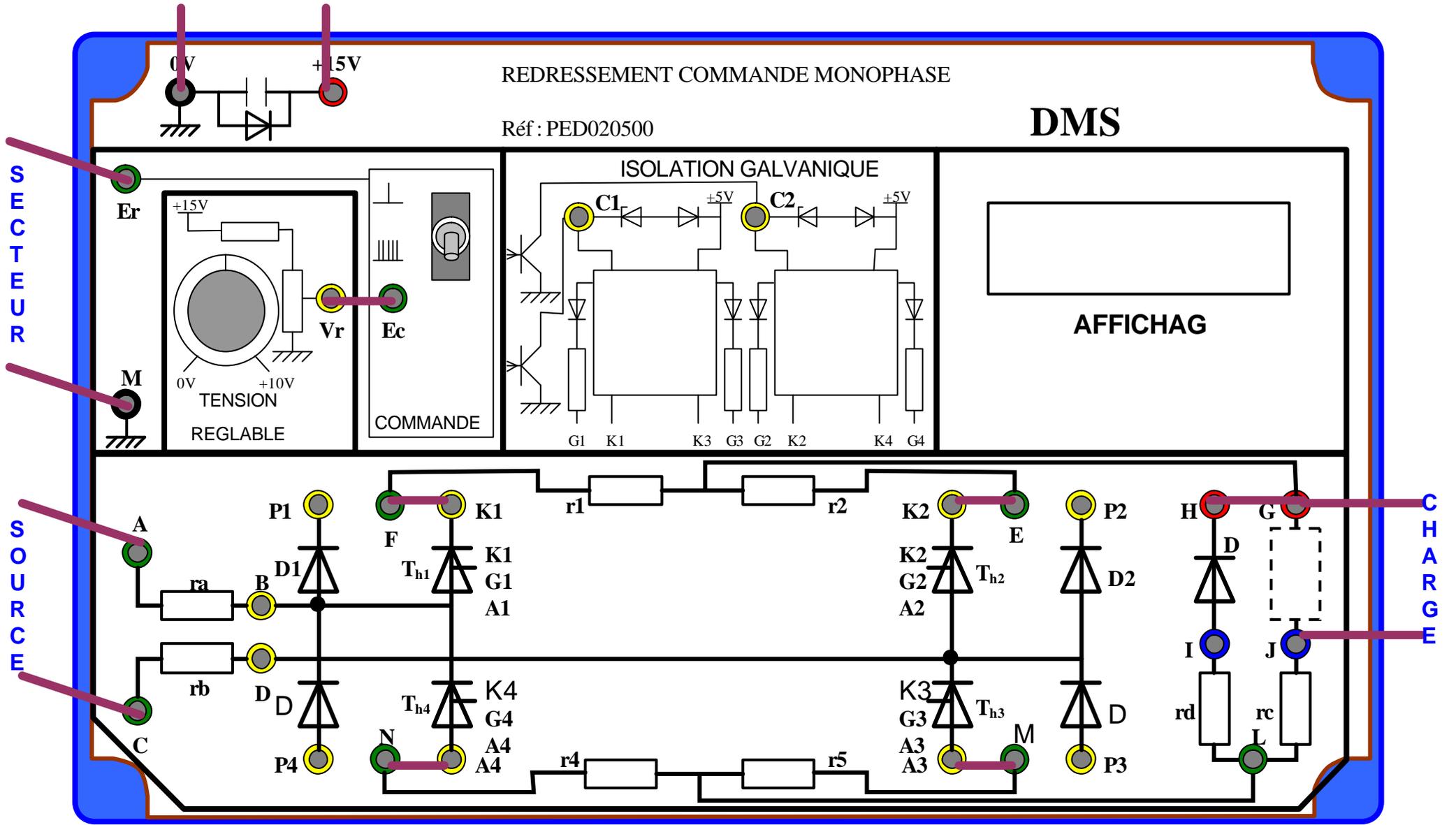
## **Annexe 4**

**Schéma de câblage de la maquette REDRESSEUR MONOPHASE  
pour un fonctionnement en  
PONT TOUT THYRISTORS commandés  
par TRAINS D'IMPULSIONS**



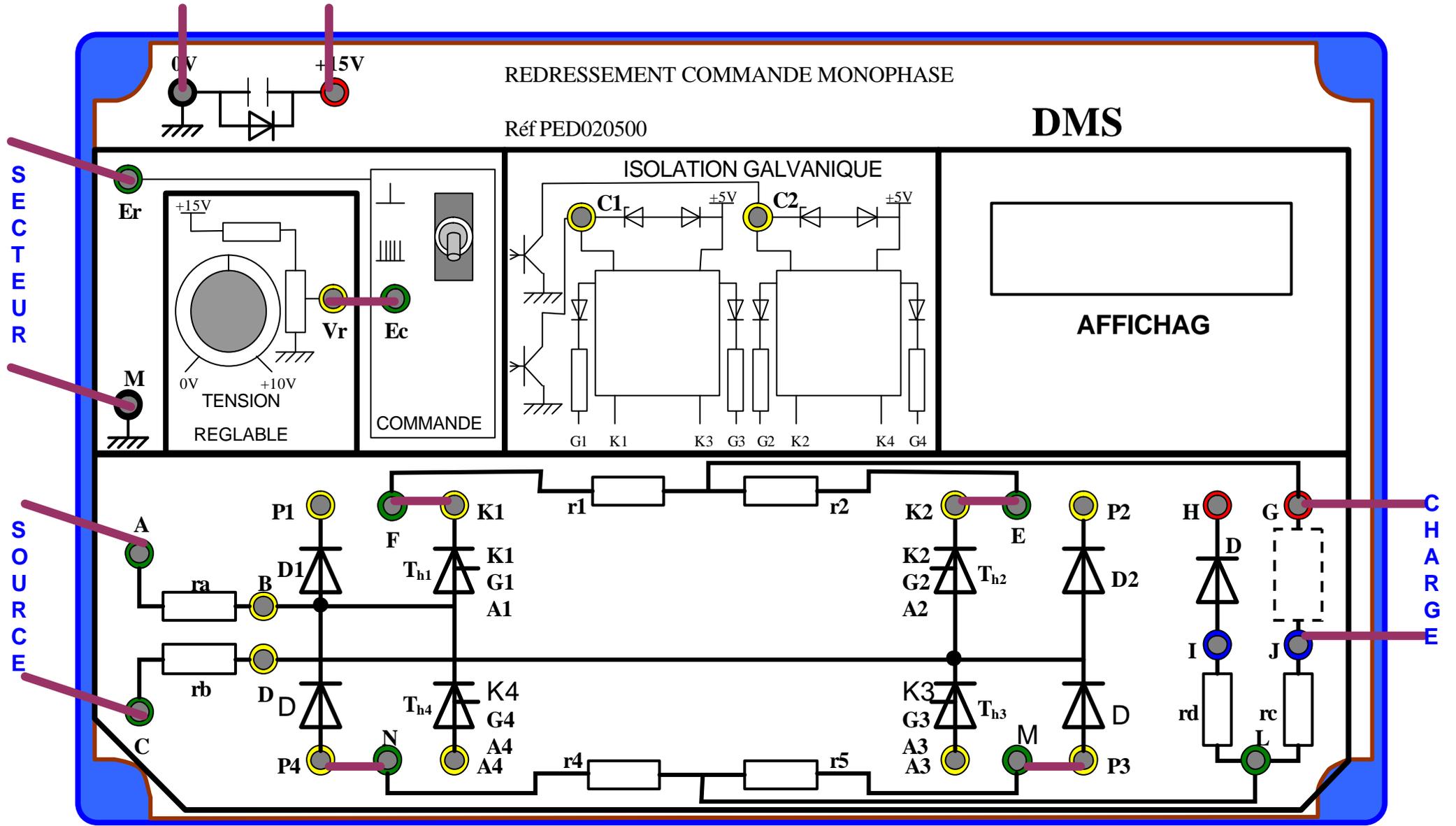
## **Annexe 5**

**Schéma de câblage de la maquette REDRESSEUR MONOPHASE  
pour un fonctionnement en  
PONT TOUT THYRISTORS  
avec DIODE DE RECUPERATION**



## **Annexe 6**

**Schéma de câblage de la maquette REDRESSEUR MONOPHASE  
pour un fonctionnement en  
PONT MIXTE A CATHODES COMMUNES**



## **Annexe 7**

**Schéma de câblage de la maquette REDRESSEUR MONOPHASE  
pour un fonctionnement en  
PONT MIXTE ASYMETRIQUE**

