

Travaux dirigés N°2 : Convertisseurs AC/DC

Exercice 1

Soit le pont redresseur à cathodes communes (Fig. 1) avec $v_{\max} = 100V$.

1. Définir les instants de commutation naturelles des commutateurs du redresseur et déduire leurs séquences de conduction.
2. Tracer l'allure de la tension de sortie (ou chronogramme) $v_R(\theta)$.
3. Calculer la tension moyenne de sortie $\langle v_R \rangle$.
4. Tracer l'allure de la tension de sortie $v_R(\theta)$ pour les cas suivants :
 - (a) La diode $D1$ est hors service.
 - (b) Les diodes $D1$ et $D2$ sont hors service.
 - (c) La diode $D1$ est remplacé par un thyristor $Th1$ avec un angle d'amorçage $\beta = 90^\circ$.
 - (d) Les diodes $D1, D2$ sont remplacés par les thyristor $Th1, Th2$, respectivement, avec un angle d'amorçage $\beta = 90^\circ$.
 - (e) Les diodes $D1, D2, D3$ sont remplacés par les thyristor $Th1, Th2, Th3$, respectivement, avec un angle d'amorçage $\beta = 90^\circ$.

$$v_1(\theta) = v_{\max} \sin(\theta), v_2(\theta) = v_{\max} \sin\left(\theta - \frac{2\pi}{3}\right), v_3(\theta) = v_{\max} \sin\left(\theta - \frac{4\pi}{3}\right).$$

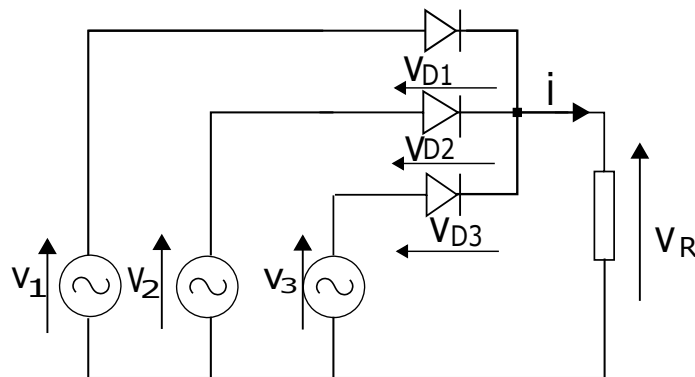


FIGURE 1 – Redresseur P3.

Exercice 2

Soit le montage PD2 (Fig. 2)

1. Définir la séquence de conduction des 4 diodes du PD2 sur l'intervalle $[0; 2\pi]$.
2. Tracer l'allure de la tension et du courant de sortie.
3. Calculer la valeur moyenne de la tension de sortie.
4. Tracer l'allure de la tension aux bornes de la diode ($D1$).
5. Calculer l'ondulation relative de la tension de sortie.
6. Calculer le facteur de puissance du montage.

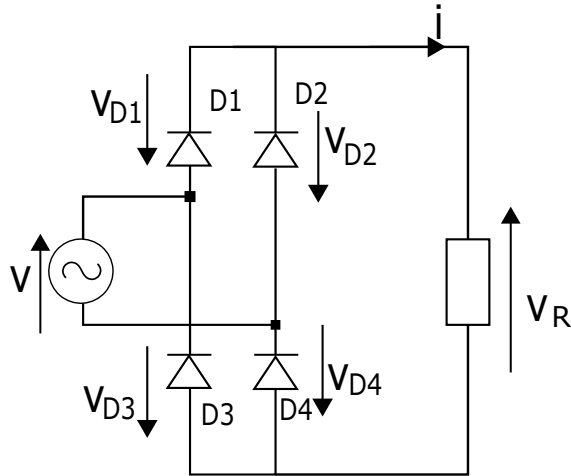


FIGURE 2 – Redresseur PD2.

Exercice 3

Un redresseur à thyristors alimente un récepteur *F.E.M.* ($E = 110V$) de résistance interne (ou résistance de visualisation du courant) ($R = 2\Omega$), $v_1(\theta) = -v_2(\theta) = \sqrt{2}V_{eff} \sin(\theta)$. (Fig. A).

1. Quelle est la valeur minimale de l'angle d'amorçage (β_{min}) des thyristors.
- Prendre ($\beta = \pi/3$) :
1. Tracer l'allure de tension et du courant de sortie et donner leur période.
- On ajoute au montage précédent une inductance (L) de valeur très grande et une diode parallèle à la charge (diode à roue libre, diode de retour, diode libre circulation - DRL) avec dans ce cas $E = 20V$. (Fig. B).
1. (K) est ouvert : Donner l'allure de (v_s) et la valeur de (i_s).
2. (K) est fermé : Donner l'allure de (v_s) et la nouvelle valeur de (i_s).

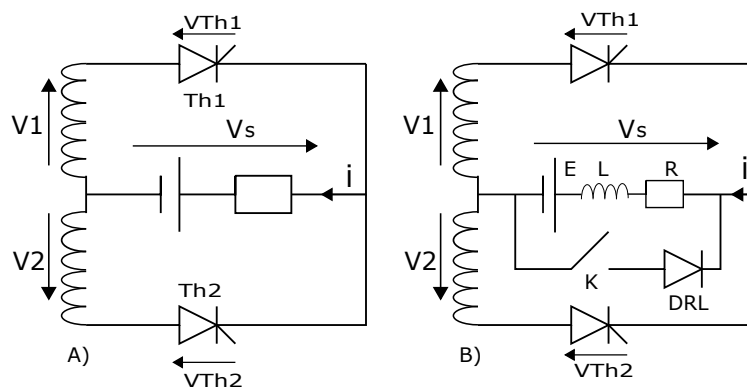


FIGURE 3 – Redresseur à point milieu.

Exercice 4

Un moteur est alimenté par un pont monophasé PD2 tout thyristors alimenté par la tension d'un réseau monophasé donnée par : $v(\theta) = 220\sqrt{2}\sin(\theta)$.

En série avec l'induit (ou rotor) du moteur, on dispose une bobine de lissage, d'inductance L assez grande pour obtenir un courant d'intensité pratiquement constante. Le couple résistant

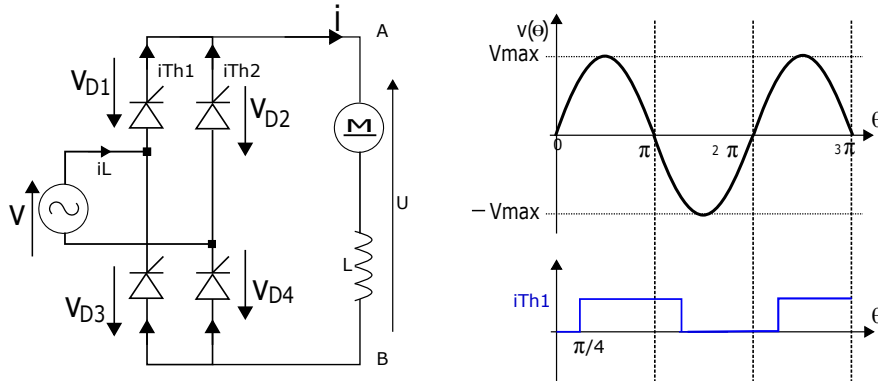


FIGURE 4 – PD2 tout thyristors.

est toujours constant. L'intensité du courant absorbé par le moteur est $30A$, la résistance de l'induit $R = 0.1\Omega$.

Le moteur entraîne le monte-charge en montée et à vitesse constante (la machine fonctionne en moteur).

On relève les graphes de la tension d'entrée $v(\theta)$ et du courant i_{Th1} traversant le thyristor $Th1$ (Fig. B).

1. Donner la valeur de l'angle de retard β des thyristors.
2. - Donner le tableau des cycles de conduction des thyristors sur une période de 2π .
- Représenter le graphe de la tension $U(\theta)$ aux bornes de la charge. Quelle est la période de cette tension? Quelle est la valeur maximale de cette tension?
3. Représenter l'intensité i_L du courant dans un fil de ligne.
4. Calculer la valeur moyenne et la valeur efficace :

* de l'intensité i_{Th1} du courant dans le thyristor $Th1$,

* de l'intensité i_L du courant dans la ligne.

5. Représenter le modèle électrique de l'induit du moteur à courant continu en régime permanent.
6. L'angle de retard des thyristors est $\beta = \pi/4$.

6.1) Déduire la force électromotrice de cette machine.

6.2) Quelle est la fréquence de rotation de la machine, sachant que le coefficient de flux de la machine vaut $K\phi = 0,097V.mn.tr - 1$?

7. L'angle de retard de l'amorçage des thyristors est maintenant $\beta = 2\pi/3$. Le courant dans l'induit de la machine garde le même sens et la même intensité $30A$.

7.1) Représenter la nouvelle tension de sortie et calculer sa valeur de $\langle U \rangle$.

7.2) Quel est alors le mode de fonctionnement de cette machine à courant continu?

7.3) L'énergie est-elle transférée du réseau monophasé vers le monte-charge ou du monte-charge vers le réseau?

Exercice 5

Le montage suivant représente l'étage d'entrée d'une alimentation à découpage destinée à maintenir en parfait état électrique une batterie d'accumulateurs. Il est un pont redresseur non commandé PD3.

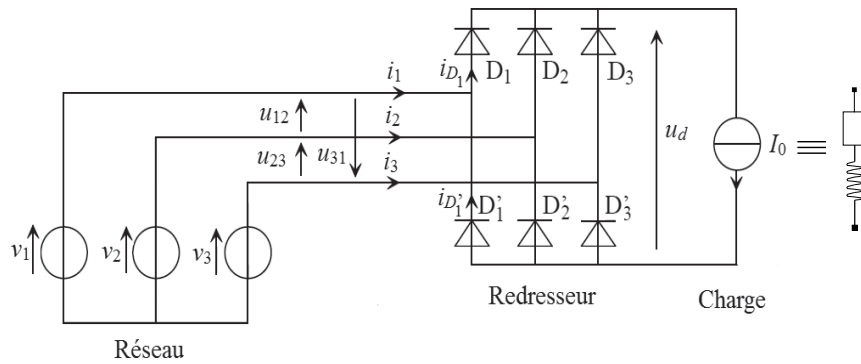


FIGURE 5 – Redresseur non commandé PD3.

Les diodes sont supposées idéales. elles sont alimentées par un réseau dont les tensions simples v_1 , v_2 et v_3 forment un système triphasé équilibré de valeur efficace $v_{eff} = 230V$ et de fréquence $f = 50Hz$: $v_1 = v_{eff}\sqrt{2}\cos(\theta)$, $v_2 = v_{eff}\sqrt{2}\cos(\theta - 2\pi/3)$, $v_3 = v_{eff}\sqrt{2}\cos(\theta + 2\pi/3)$. La sortie du pont PD3 est branchée sur un récepteur dont l'inductance est suffisamment élevée pour que la charge puisse être assimilée à une source de courant continu $I_0 = 7,20A$.

A. Étude des tensions

1. Tracer la courbe de la tension redressée (u_d) aux bornes du récepteur en fonction de l'angle (3b8). Indiquer les intervalles de conduction de chacune des diodes.
2. Quel est l'indice de pulsation (p) de la tension redressée ?
3. Exprimer la valeur moyenne (U_{d0}) de la tension redressée (u_d) en fonction de V puis effectuer l'application numérique.

B. Étude des courants

1. Tracer la courbe de l'intensité (i_{D1}) du courant dans la diode ($D1$) en fonction de l'angle (3b8).
2. Exprimer l'intensité moyenne (I_{D0}) du courant dans une diode en fonction de (I_0) puis effectuer l'application numérique.
3. Établir l'expression de l'intensité efficace (I_D) du courant dans une diode en fonction de (I_0) et calculer sa valeur.
4. Tracer la courbe de l'intensité (i_1) du courant dans le fil de (ligne1) en fonction de l'angle (3b8).
5. Exprimer l'intensité efficace (I) des courants en ligne en fonction de (I_0) et calculer sa valeur.

C. Étude des puissances

1. Déterminer la puissance apparente (S) à l'entrée du redresseur.
2. Calculer la puissance active (P) appelée par le redresseur.
3. Calculer le facteur de puissance (f_p) à l'entrée du montage.
4. Tracer l'allure de la courbe du fondamental (i_{1f}) du courant en ligne (i_1) (sans donner la valeur de son amplitude). En déduire le déphasage ($3c6_f$) du fondamental (i_{1f}) du courant (i_1) par rapport à la tension (v_1).
5. Que peut-on dire de la puissance réactive (Q) appelée par le redresseur ?

6. En déduire la puissance déformante (D) appelée par le redresseur.

D. Fonctionnement en cas de défaut

La diode (D_1) est détruite et elle se comporte comme un circuit ouvert.

1. Tracer la courbe de la tension redressée (u_d) aux bornes du récepteur en fonction de l'angle (3b8). Indiquer les intervalles de conduction de chacune des diodes.

E. Fonctionnement en pont mixte

La diode (D_1) est maintenant remplacée par un thyristor (Th1) et son angle d'amorçage est égale à $\beta = \pi/2$.

1. Que devient la tension redressée (u_d) aux bornes de la charge.