

BTS CONTROLE INDUSTRIEL ET REGULATION AUTOMATIQUE

SCIENCES PHYSIQUES

Physique-Appiquée - U-32

Durée : 2h00

Coefficient : 2,5

Calculatrice réglementaire autorisée.

Ce sujet comporte 7 pages

***Les feuilles à rendre seront agrafées à la copie par le surveillant
sans aucune identité du candidat***

PHYSIQUE APPLIQUEE

Moteur asynchrone triphasé commandé par un variateur de fréquence

La figure 1 donne, pour information, le schéma fonctionnel simplifié d'un variateur de fréquence.

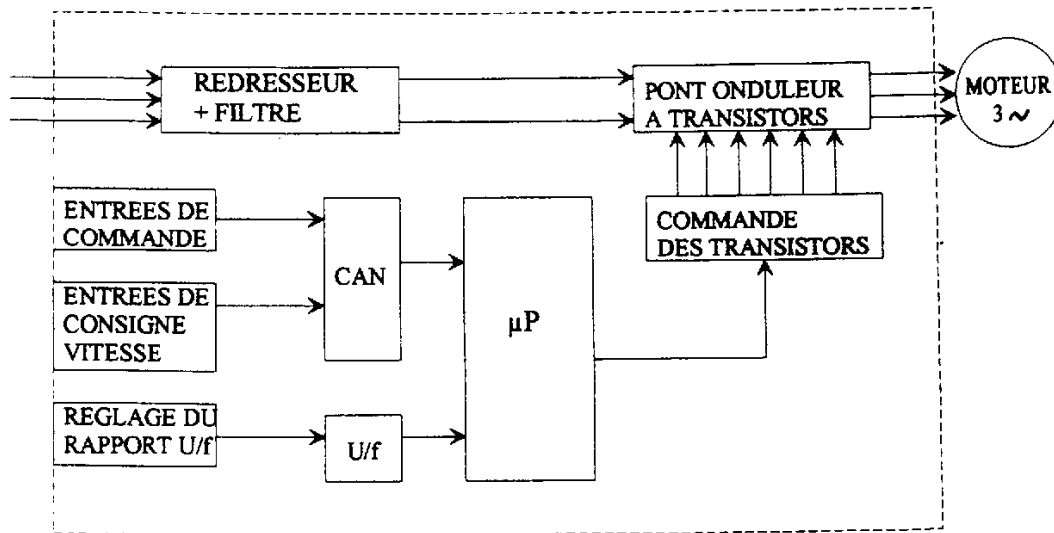


figure 1

Le problème consiste à étudier le moteur, le bloc "pont onduleur à transistors", le redresseur et le capteur de vitesse. Les quatre parties de ce problème sont indépendantes.

I - Etude du moteur asynchrone triphasé.

Le tableau ci-après est la reproduction de la plaque signalétique du moteur :

Puissance utile : 2kW		vitesse : 2910 tr/min	
380 V 3,9 A	220 V 6,7 A	cos φ : 0,90	
		fréquence : 50 Hz	

Cette plaque fournit les valeurs nominales de fonctionnement.

I-1 Comment doit-on coupler les enroulements statoriques du moteur si celui-ci est alimenté par un réseau dont la tension entre phases a pour valeur efficace 380 V ? Justifier votre réponse.

I-2 Calculer pour les conditions nominales de fonctionnement notées sur la plaque signalétique du moteur :

I-2-1. la puissance absorbée.

I-2-2. le rendement.

I-2-3. le moment du couple utile.

I-2-4. le glissement

II - Etude de la partie onduleur.

La figure 2 représente le schéma de principe d'un onduleur triphasé :

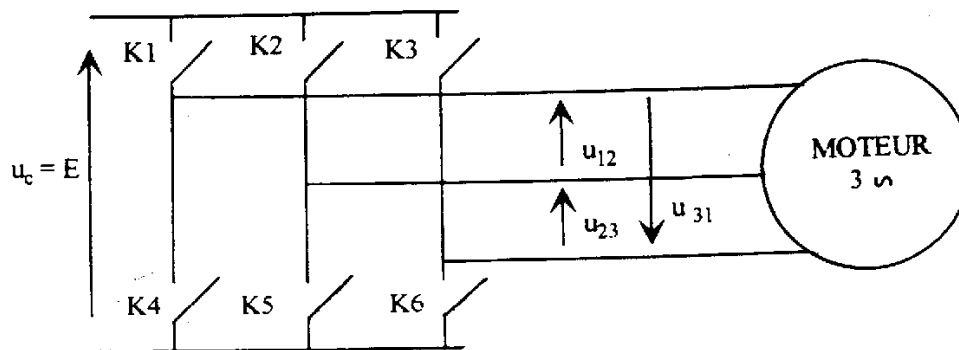


Figure 2 :

La tension continue E est la tension d'alimentation de l'onduleur, les six interrupteurs commandés seront supposés parfaits ; u_{12} , u_{23} , u_{31} sont les trois tensions composées (entre deux phases) alimentant le moteur asynchrone.

II-1 Les intervalles de fermeture des interrupteurs sont indiqués à la figure 3 du document réponse n°1, page 12, pour une période de fonctionnement $T = 20$ ms
Représenter sur ce document la courbe représentative de $u_{12}(t)$ sur une période T .

II-2 En réalité, le convertisseur de fréquence fonctionne sur le principe de la modulation de largeur d'impulsion : les six interrupteurs du pont sont commandés (à la fermeture et à l'ouverture) à partir d'un programme du microprocesseur. La figure 4 (voir page 11), donne deux exemples notés : u_{12A} et u_{12B} des variations de la tension u_{12} (entre deux phases).

II-2-1. Montrer que l'expression de la valeur efficace de la tension u_{12A} est donnée par :

$$U_A = 0,825 E$$

NB : un simple calcul d'aire est vivement conseillé.

- En déduire la valeur numérique de U_A si $E = 540$ V.

II-2-2 Donner les fréquences f_A et f_B des tensions u_{12A} et u_{12B} représentées fig. 4 page 11.

II-2-3 Comparer les rapports U_A/f_A et U_B/f_B sachant que la valeur efficace U_B de la tension u_{12B} est égale à 223 V.
 Quel est le fonctionnement particulier du moteur dans ces conditions ?.

III - Etude de la partie redresseur.

La figure 5 représente le pont redresseur à diodes.

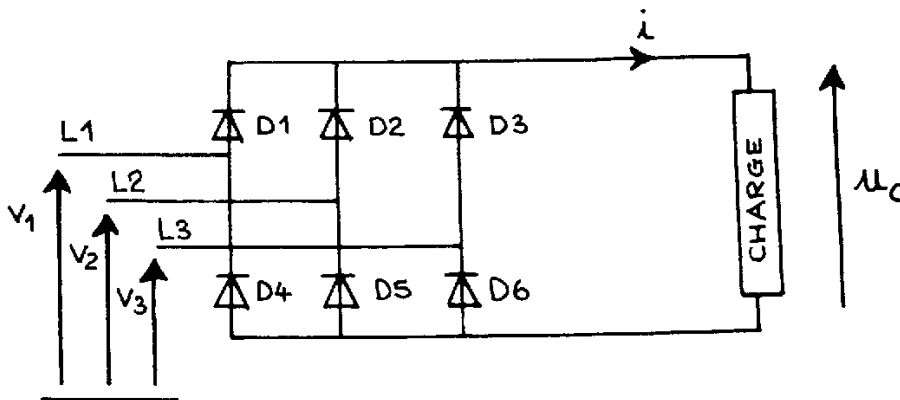


Figure 5

L1, L2 et L3 sont les trois lignes du réseau triphasé d'alimentation EDF 50 Hz.
 v_1 , v_2 et v_3 sont les trois tensions simples (entre phase et neutre).
 Les six diodes du pont seront supposées idéales.

Les chronogrammes des trois tensions simples v_1 , v_2 et v_3 sont donnés sur le document réponse n°2, figure 6 (page 13).
 On suppose que le courant i dans la charge est ininterrompu.

III-1 Analyse du fonctionnement du pont redresseur.

Entre les instants $\frac{T}{12}$ et $\frac{3T}{12}$:

III-1-1 Comparer $v_1(t)$, $v_2(t)$ et $v_3(t)$,

III-1-2 En déduire les deux diodes qui conduisent.

III-1-3 Représenter le schéma équivalent du circuit.

III-1-4 En déduire l'expression de la tension u_c aux bornes de la charge.

II-2-2 Donner les fréquences f_A et f_B des tensions u_{12A} et u_{12B} représentées fig. 4 page 11.

II-2-3 Comparer les rapports U_A/f_A et U_B/f_B sachant que la valeur efficace U_B de la tension u_{12B} est égale à 223 V.
 Quel est le fonctionnement particulier du moteur dans ces conditions ?

III - Etude de la partie redresseur.

La figure 5 représente le pont redresseur à diodes.

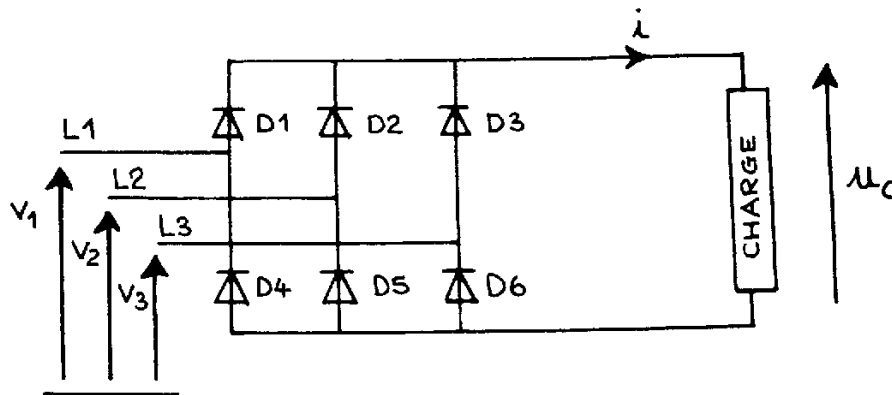


Figure 5

L1, L2 et L3 sont les trois lignes du réseau triphasé d'alimentation EDF 50 Hz.
 v_1 , v_2 et v_3 sont les trois tensions simples (entre phase et neutre).
 Les six diodes du pont seront supposées idéales.

Les chronogrammes des trois tensions simples v_1 , v_2 et v_3 sont donnés sur le document réponse n°2, figure 6 (page 13).

On suppose que le courant i dans la charge est ininterrompu.

III-1 Analyse du fonctionnement du pont redresseur.

Entre les instants $\frac{T}{12}$ et $\frac{3T}{12}$:

III-1-1 Comparer $v_1(t)$, $v_2(t)$ et $v_3(t)$,

III-1-2 En déduire les deux diodes qui conduisent.

III-1-3 Représenter le schéma équivalent du circuit.

III-1-4 En déduire l'expression de la tension u_c aux bornes de la charge.

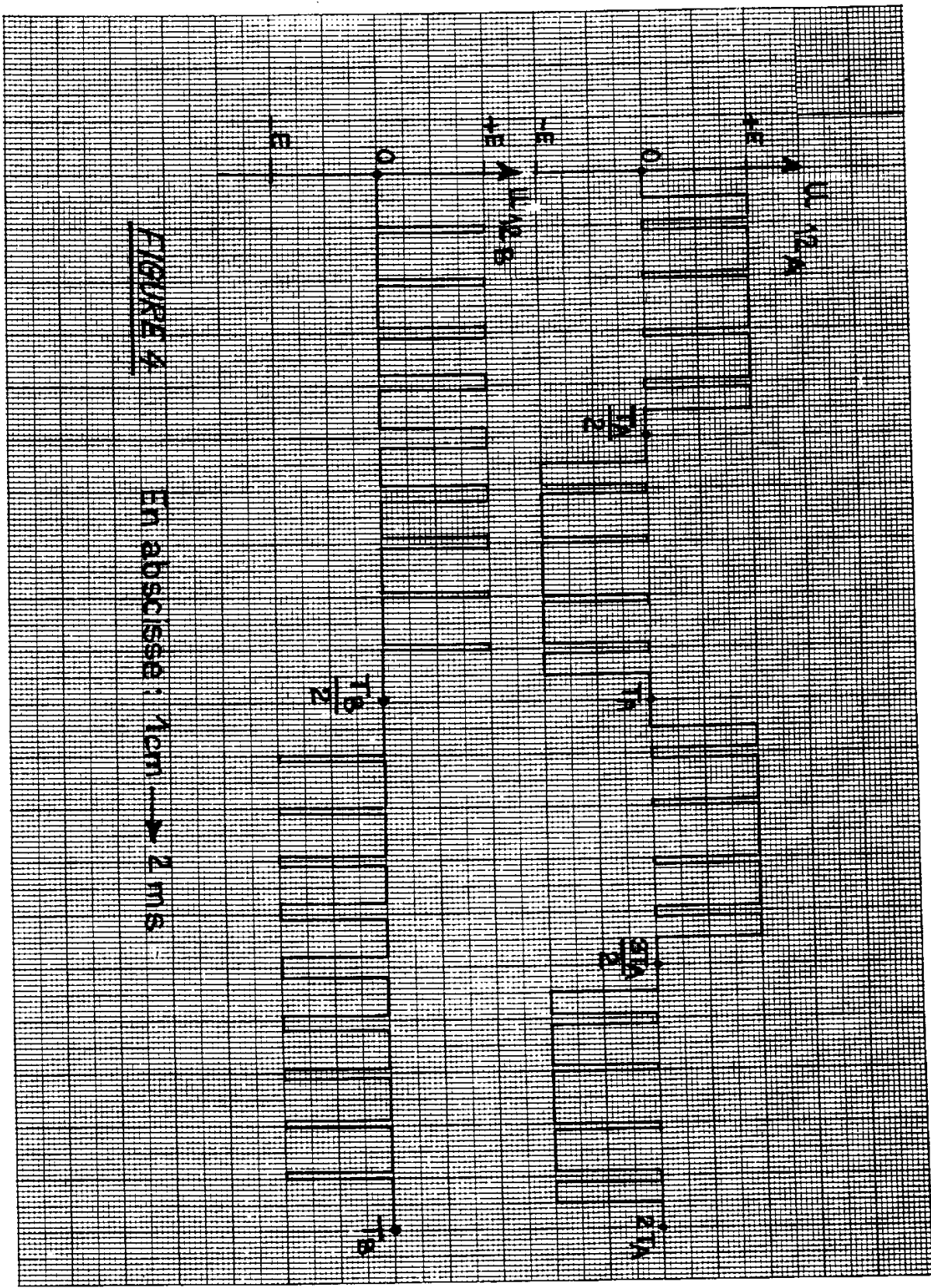


FIGURE 4

EN abscisse : 1cm \rightarrow 2 ms

DOCUMENT REPONSE N° 1

(à rendre avec la copie)

Chaque interrupteur est fermé dans l'intervalle hachuré.

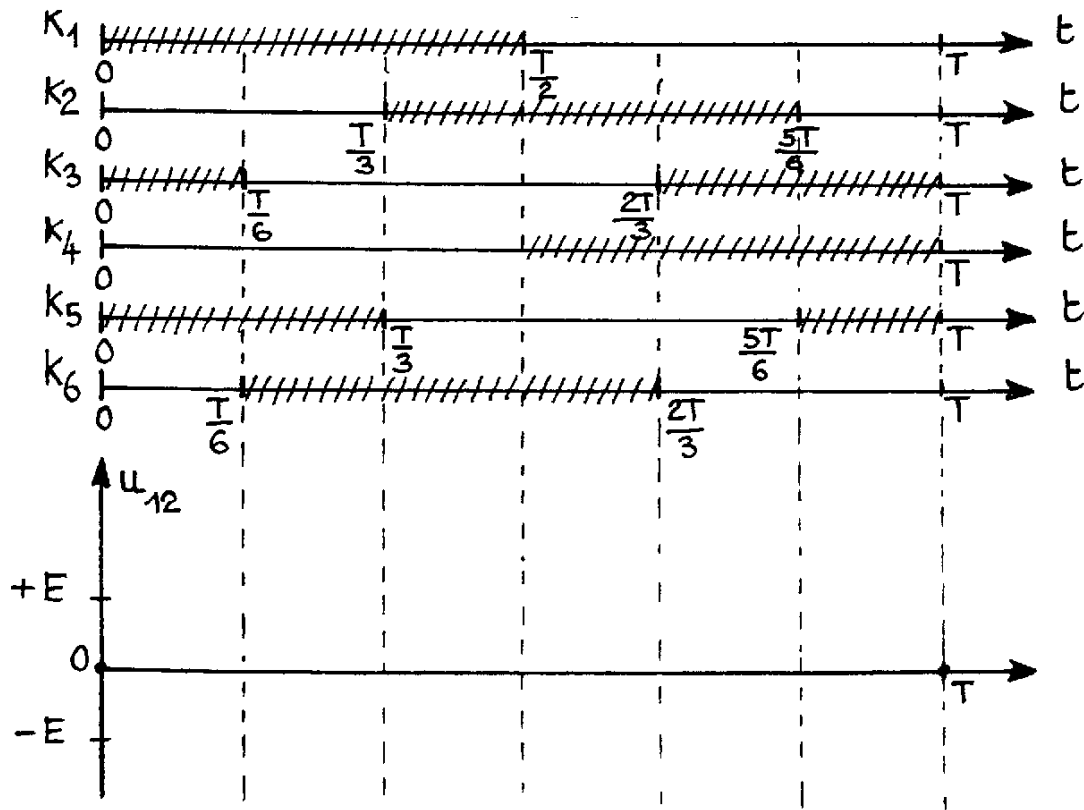


Figure 3

DOCUMENT REPONSE N° 2

(à rendre avec la copie)

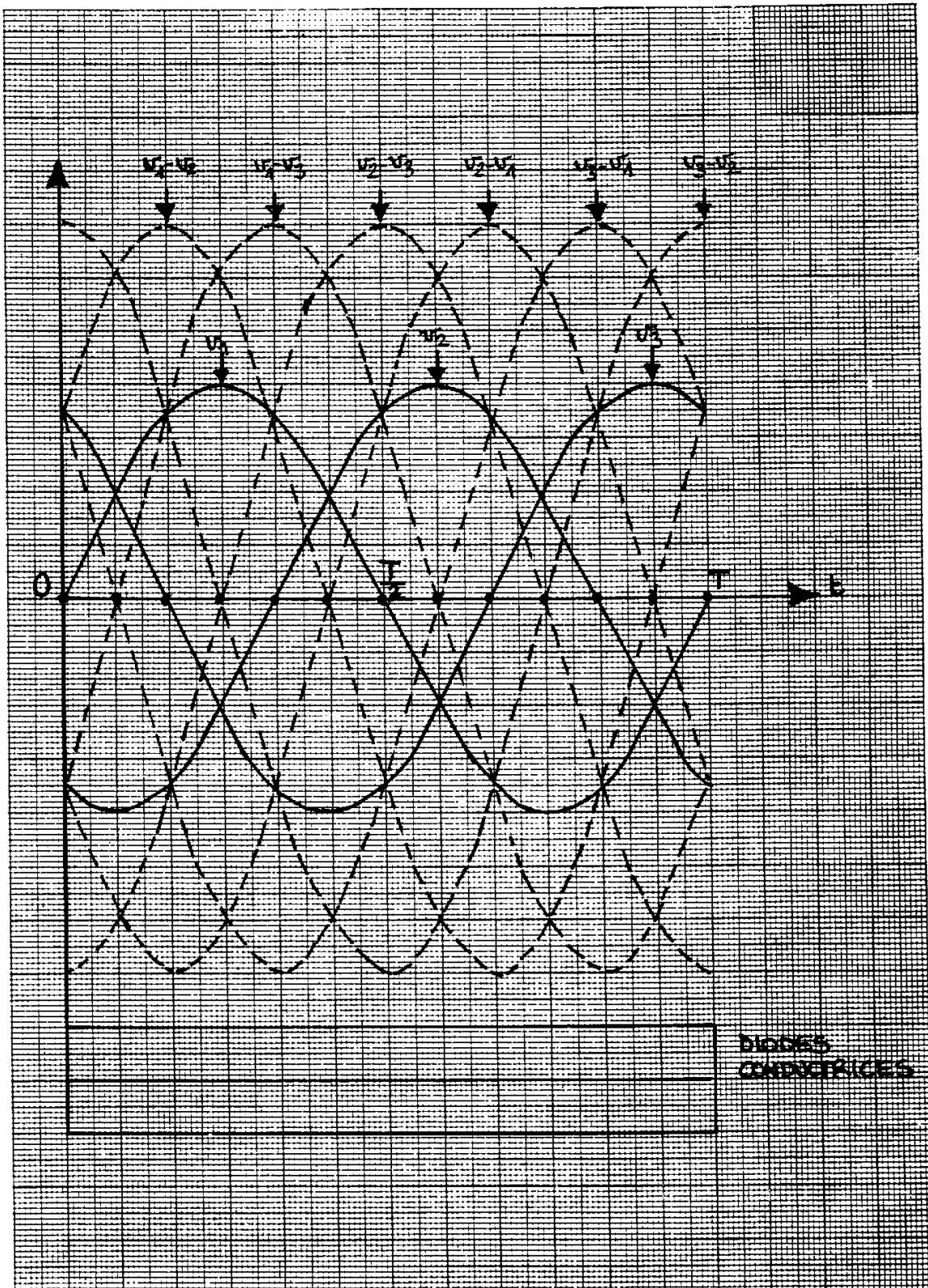


Figure 6