

Session 2004

BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR
ASSISTANCE TECHNIQUE D'INGÉNIEUR
MATHÉMATIQUES, PHYSIQUE ET PHYSIQUE APPLIQUÉE

ÉPREUVE E3

UNITE U 32 – SCIENCES PHYSIQUES

Durée : 2 heures

Coefficient : 2

A l'exclusion de tout autre matériel, l'usage de la calculatrice est autorisé conformément à la circulaire n°99-186 du 16 novembre 1999.

Documents à rendre avec la copie :

1. document-réponse n°1 page 6/9
2. document-réponse n°2 page 7/9.
3. document-réponse n°3 page 8/9

Dès que le sujet vous est remis, assurez-vous qu'il soit complet.
Le sujet comporte 9 pages, numérotées de 1/9 à 9/9.

Code sujet : ATPHY

Moteur asynchrone monophasé commandé par un variateur de fréquence

Le schéma simplifié de l'alimentation d'un moteur asynchrone monophasé dont on veut faire varier la fréquence est donné figure 1.

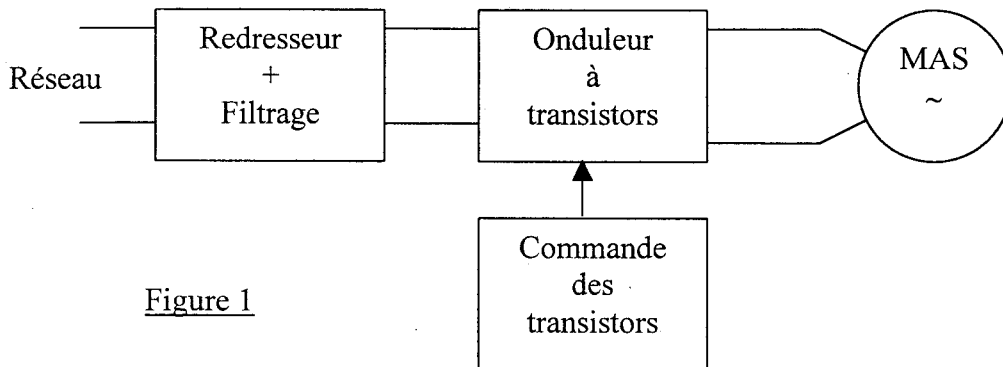


Figure 1

Le problème consiste à étudier la commande des transistors, l'onduleur à transistors et le moteur asynchrone.

Le redresseur ne sera pas étudié.

Les parties I, II et III peuvent être traitées de façon indépendante.

I - Etude de la commande des transistors

Le schéma complet de la commande est donné figure 2 en annexe, page 9/9.

Tous les amplificateurs de différence intégrés, notés ADI, appelés aussi amplificateurs opérationnels, sont alimentés symétriquement en $\pm V_{cc}$ avec $V_{cc} = 15 \text{ V}$. Ils seront considérés comme parfaits ($\pm V_{sat} = \pm 15 \text{ V}$)

Les bascules D sont alimentées en $+15 \text{ V}$.

Les diodes sont supposées idéales.

I.1 - Etude du montage astable

Le schéma du montage est donné ci-dessous figure 3.

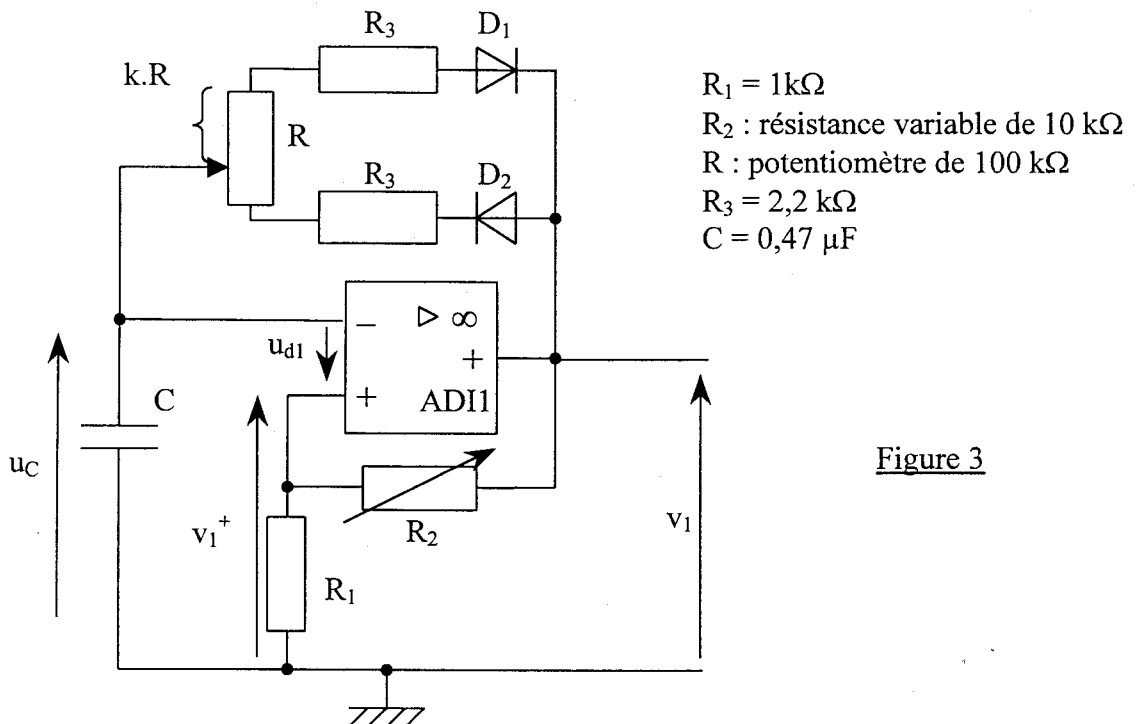


Figure 3

Le montage astable comporte un ADI fonctionnant en commutation ; la tension de sortie v_1 ne peut donc prendre que les deux valeurs $\pm V_{sat}$.

Sur le document réponse n°1, on donne l'oscillogramme de la tension $v_1(t)$.

I.1.1 - Exprimer v_1^+ en fonction de v_1 , R_1 et R_2 .

Lorsque $R_2 = 6,5 \text{ k}\Omega$, calculer les valeurs de v_1^+ pour les deux valeurs possibles de v_1 .

I.1.2 - Pour $v_1 = -V_{sat}$ et $v_1 = +V_{sat}$, préciser les états des diodes D_1 et D_2 .

I.1.3 - A $t = 0^-$, on a $v_1 = +V_{sat}$ et $u_c = 2 \text{ V}$.

A $t = 0^+$, v_1 passe à $-V_{sat}$.

I.1.3.1 - Donner les valeurs de $u_c(0^+)$ et de $v_1^+(0^+)$.

I.1.3.2 - Dessiner le schéma du circuit de charge du condensateur en ne gardant que les éléments utiles.

I.1.3.3 - Calculer la constante de temps τ du circuit lorsque $k = 0,6$.

I.1.3.4 - Etablir l'équation différentielle liant u_c et $\frac{du_c}{dt}$.

I.1.4 - Que se passe-t-il à l'instant où $u_c = v_1^+$?

I.1.5 - On donne la solution de l'équation différentielle du I.1.3.4 :

$u_c = -15 + 17 \cdot e^{-\frac{t}{\tau}}$. En déduire la durée Δt_1 de l'état bas.

I.1.6 - On donne la durée de l'état haut de v_1 : $\Delta t_2 = 5,23 \text{ ms}$.

Calculer la période T_c , la fréquence f_c et le rapport cyclique de la tension v_1 .

I.2 - Etude du comparateur à deux seuils

Le schéma est donné ci-dessous figure 4.

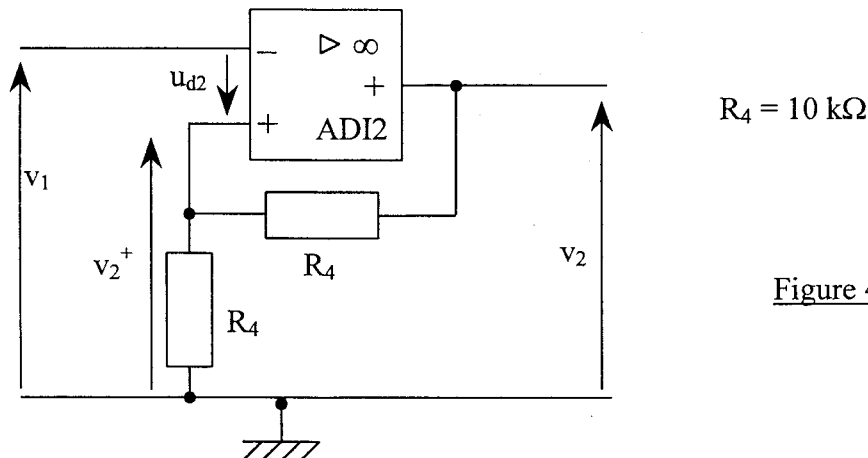


Figure 4

I.2.1 - Justifier le mode de fonctionnement du composant ADI2.

En déduire les valeurs que peut prendre v_2 .

I.2.2 - Donner l'expression de v_2^+ en fonction de v_2 .

I.2.3 - En déduire l'expression de u_{d2} .

I.2.4 - En déduire les valeurs de v_2 quand

a) $v_1 = +V_{sat}$; b) $v_1 = -V_{sat}$

I.2.5 - Tracer sur le document réponse n°1 le chronogramme de v_2 en concordance de temps avec v_1 .

I.3 Etude du sommateur inverseur constitué autour du composant ADI3

Le montage est donné ci-dessous figure 5.

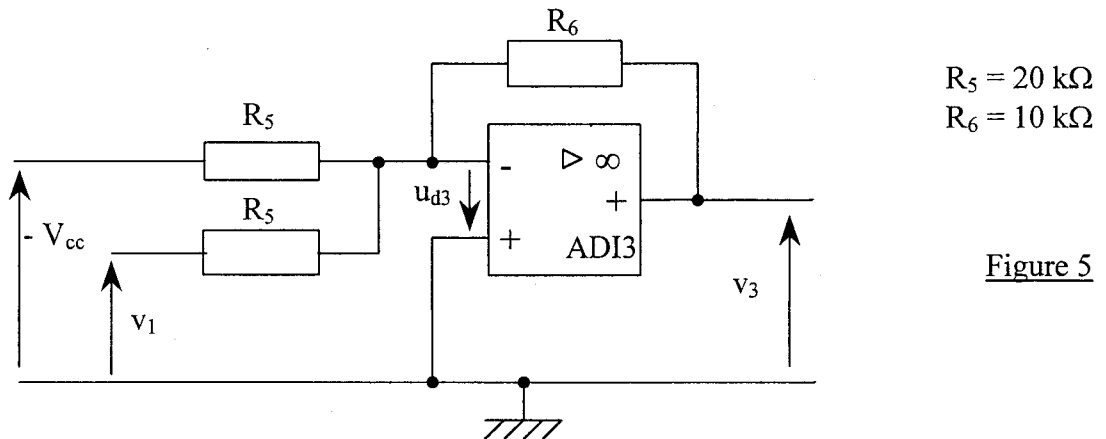


Figure 5

I.3.1 - Quel est le régime du composant ADI3 ? Que peut-on dire de u_{d3} ?

I.3.2 - Démontrer que $v_3 = \frac{R_6}{R_5} (V_{cc} - v_1)$.

I.3.3 - Tracer le chronogramme de v_3 sur le document réponse n°1.

II - Etude de l'onduleur

L'onduleur monophasé, dont le schéma de principe est donné à la figure 7, permet d'alimenter le moteur.

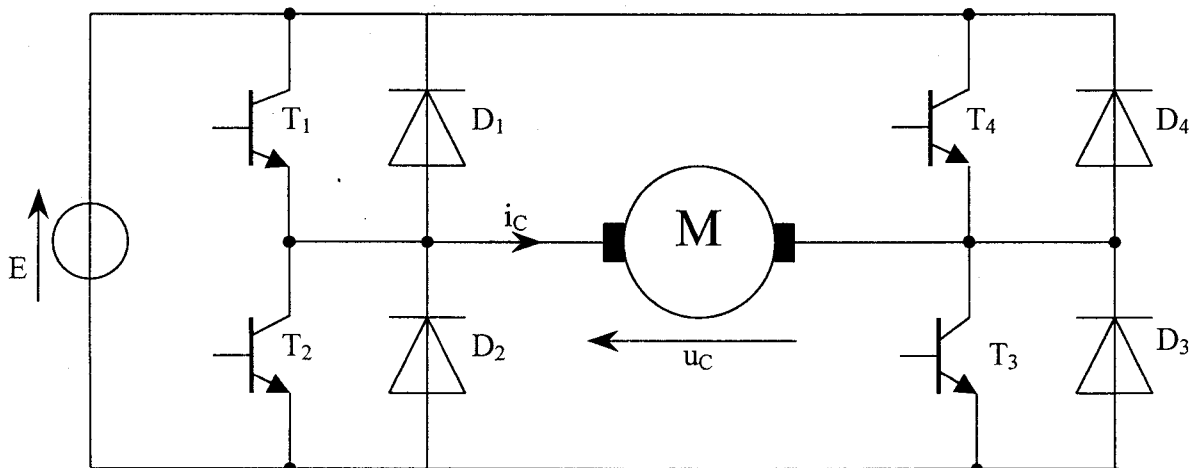


Figure 7

On donne les chronogrammes de u_c et i_c sur le document réponse n°2.

Le courant i_c traversant le moteur peut être considéré comme sinusoïdal.

II.1 - Sur le document réponse n°2, indiquer, sur une période de u_c , les intervalles de conduction des transistors et des diodes, en les hachurant.

II.2 - On rappelle que la valeur efficace de la tension u_c s'écrit :

$$U_{\text{ceff}} = E \sqrt{1 - \frac{2\tau}{T}}$$

Calculer U_{ceff} pour $\tau = 5,23 \text{ ms}$, $f = 38 \text{ Hz}$ et $E = 230 \text{ V}$

III - Etude du moteur asynchrone monophasé

La caractéristique mécanique du moteur asynchrone, alimenté par une tension de valeur efficace 230 V et de fréquence 50 Hz, est représentée sur le document réponse n°3.

L'onduleur qui alimente le moteur délivre une tension de valeur efficace U et de fréquence f telles que le rapport U/f reste constant. La partie linéaire de la caractéristique mécanique du moteur se déplace alors parallèlement à elle-même quand la fréquence varie.

III.1 - A la fréquence de 50 Hz,

III.1.1 - quelle est la valeur de la vitesse de synchronisme n_s ?

En déduire le nombre de paires de pôles .

III.1.2 - le moteur entraîne une charge qui impose un couple résistant dont le moment T_r est constant : $T_r = 20 \text{ Nm}$.

Déterminer la vitesse du moteur.

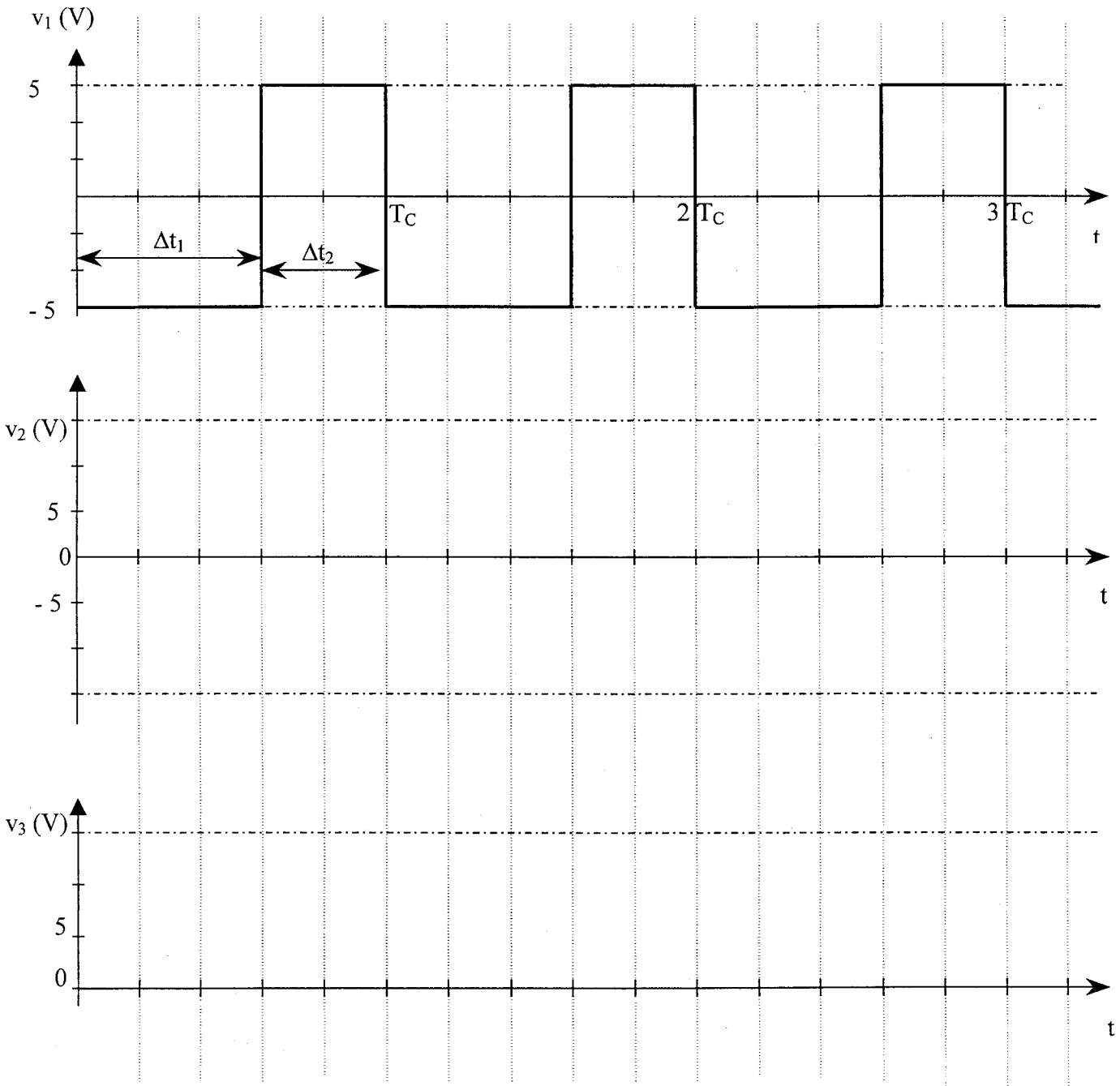
III.2 - Pour la fréquence $f = 38 \text{ Hz}$:

III.2.1 - calculer la valeur efficace U de la tension d'alimentation ;

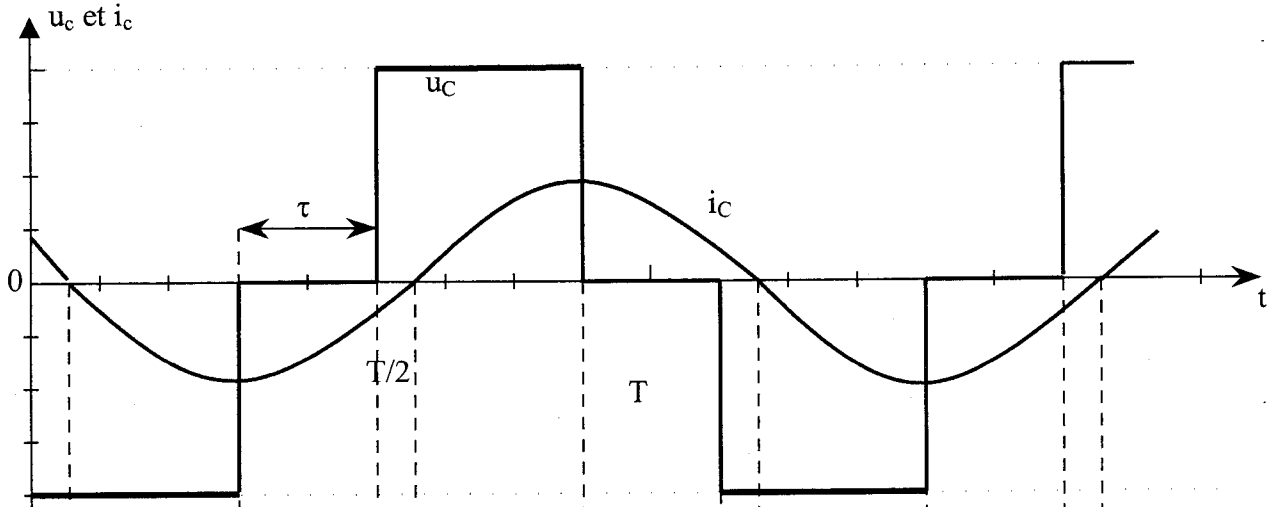
III.2.2 - représenter la zone utile de la caractéristique ;

III.2.3 - déterminer graphiquement la nouvelle vitesse du moteur.

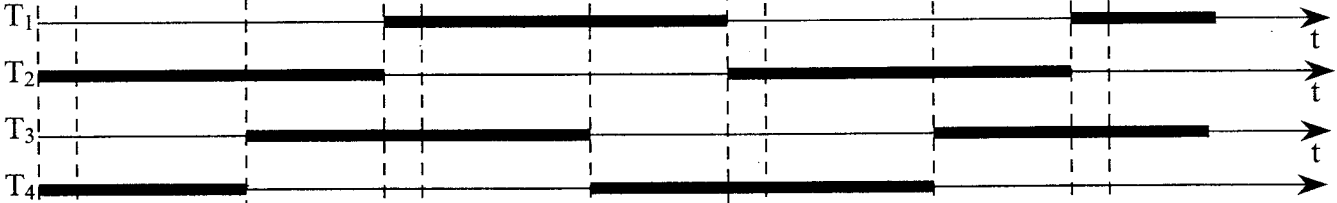
DOCUMENT REPOSE N°1



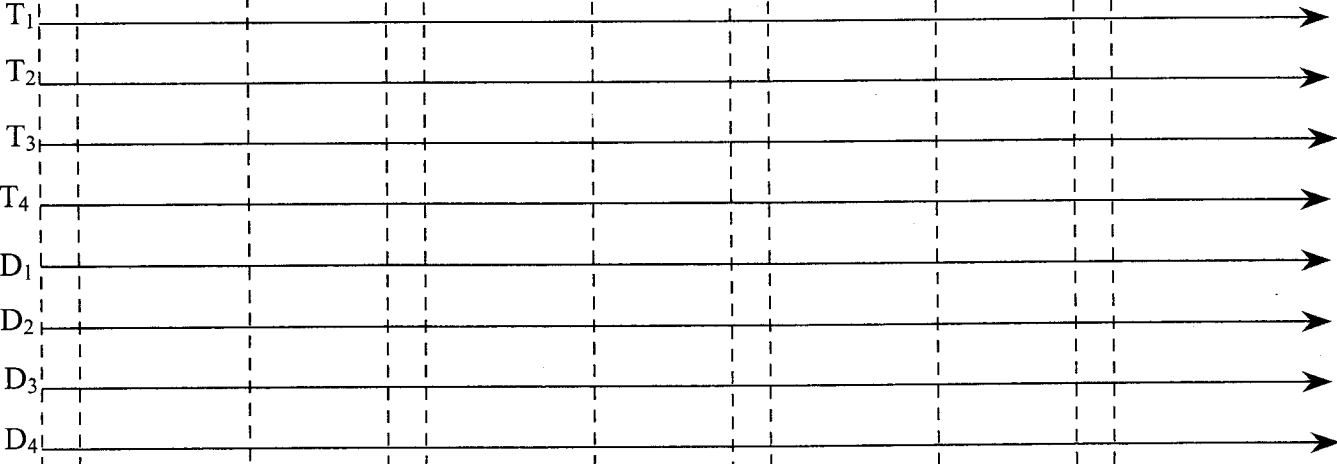
DOCUMENT REPONSE N°2



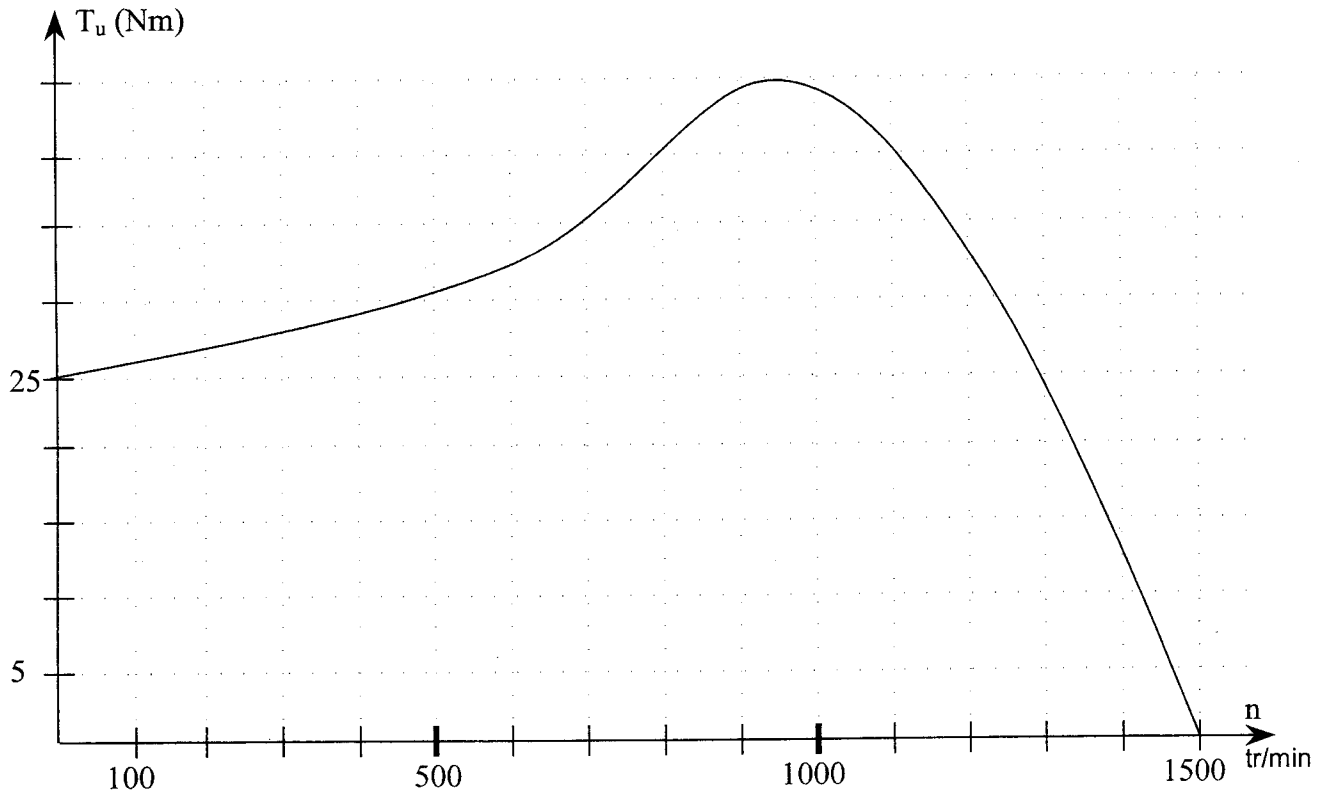
Commande des transistors



Intervalles de conduction



DOCUMENT REPOSE N°3



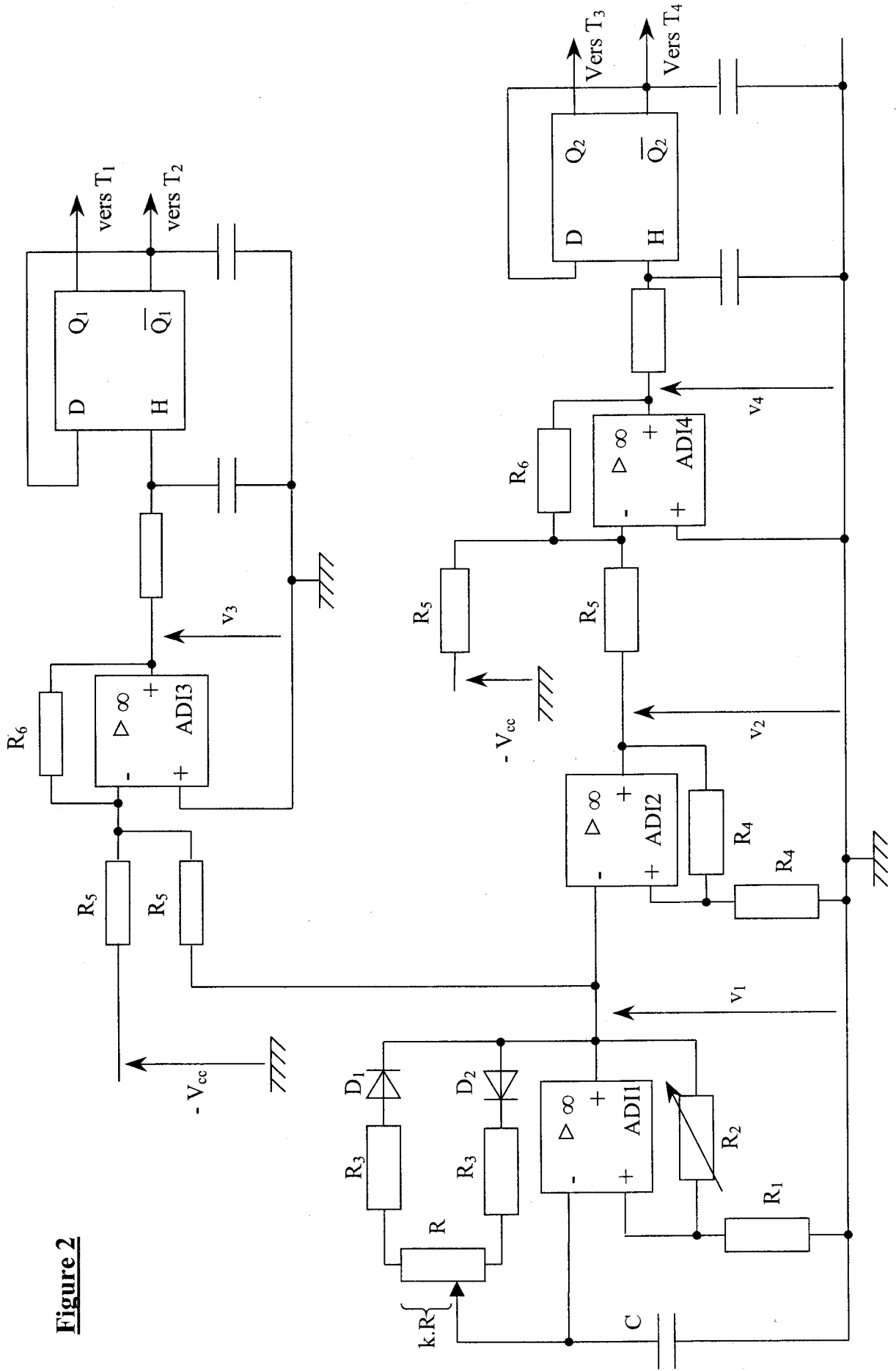


Figure 2