

PARTIE ÉLECTRICITÉ (durée conseillée 1h30 mn) 8 POINTS

Cet exercice est constitué de quatre parties indépendantes.

Les documents réponses doivent impérativement (même vierges) être joints à la copie.

LES RÉSULTATS DES APPLICATIONS NUMÉRIQUES SERONT DONNÉS AVEC DEUX OU TROIS CHIFFRES SIGNIFICATIFS.

ÉTUDE D'UN VISCOSIMÈTRE

La partie mobile d'un viscosimètre est entraînée à fréquence de rotation variable, notée n , par un moteur à courant continu. À des fins d'analyse, cette fréquence de rotation est traduite sous forme d'une tension quasi-continue v_s à l'aide d'un dispositif constitué par un disque troué associé à un photodétecteur (fourche optique), un monostable et un filtre (cf. fig. 1).

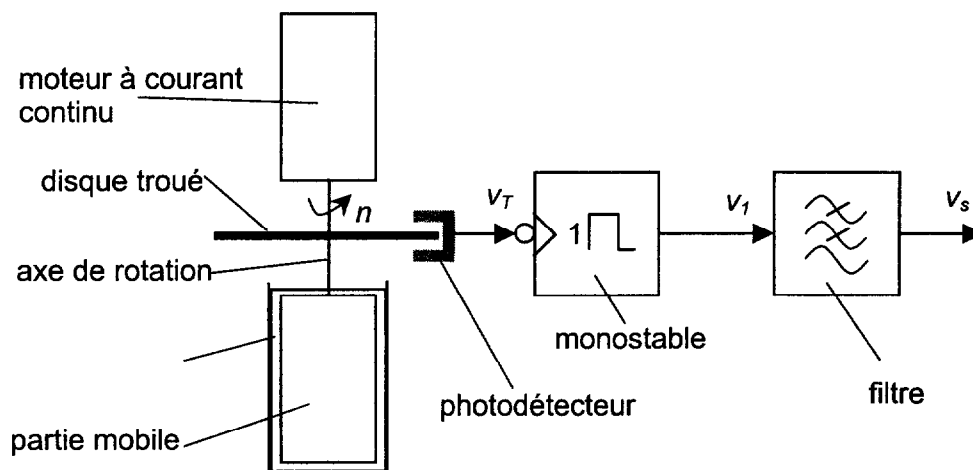


FIGURE 1

Partie 1 : Étude du moteur à courant continu

La f.é.m. du moteur à aimant permanent (flux constant) est liée à sa fréquence de rotation par la relation : $E = 3,5 \cdot 10^{-3} \times n$. Cette expression est valable que le moteur soit à vide ou en charge, E étant exprimée en volts et n en $\text{tr} \cdot \text{min}^{-1}$.

La résistance r de l'induit du moteur vaut $0,33 \Omega$.

Les pertes magnétiques et mécaniques développent un couple résistant de moment supposé constant : $T_p = 0,02 \text{ N} \cdot \text{m}$.

Le mobile du viscosimètre développe un couple résistant (égal au couple utile développé par le moteur en régime permanent) de moment T_u variant de 0 à $0,28 \text{ N} \cdot \text{m}$ selon la fréquence de rotation et la viscosité du fluide à étudier.

- 1.1** - Faire un schéma électrique équivalent représentant l'induit du moteur en y faisant figurer la tension U à ses bornes, la f.e.m E , l'intensité I du courant absorbé par l'induit de résistance r . Préciser la relation liant alors U , E , r et I .

1.2 - Le moteur tournant à vide :

1.2.1 - Exprimer la puissance électromagnétique P_{em0} développée par le moteur en fonction de T_p et de la fréquence de rotation à vide n_0 (en tr.min^{-1}).

1.2.2 - Exprimer cette même puissance en fonction de la f.e.m E_0 et de l'intensité I_0 du courant absorbé par l'induit.

1.2.3 - En déduire la valeur de I_0 .

1.3 - On note I_{max} l'intensité du courant absorbé par l'induit du moteur lorsque celui-ci développe son couple maximal. Montrer que I_{max} vaut 9 A.

1.4 - En déduire la tension U_{max} qu'il faut appliquer au moteur pour qu'il tourne, à pleine charge, à la fréquence de rotation $n_{max} = 6000 \text{ tr.min}^{-1}$.

1.5 - Calculer le rendement du moteur lorsqu'il développe son couple maximal à 6000 tr.min^{-1} .

Partie 2 : Étude du photodétecteur

Un photodétecteur à transmission (fourche optique) CNY29 est installé à proximité d'un disque solidaire du rotor du moteur et percé de dix trous équidistants à sa périphérie (un angle au centre de 36° sépare donc deux trous consécutifs).

L'entrée (diode électroluminescente) et la sortie (phototransistor) du photodétecteur sont respectivement reliées à une même source de tension $V_{CC} = +5 \text{ V}$ par deux résistances R_F (à déterminer) et $R_L = 1 \text{ k}\Omega$ (cf. fig.2).

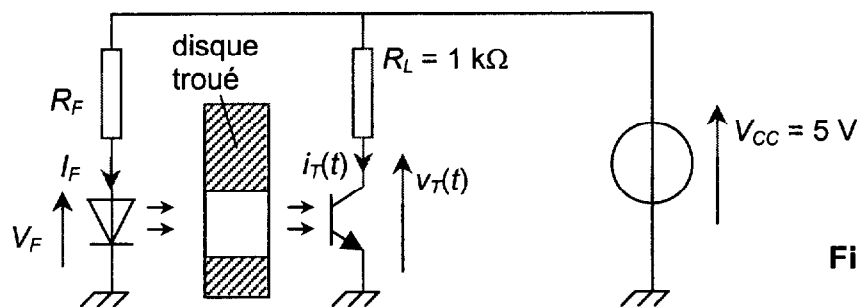


Figure 2

2.1 - Calculer la tension v_{Tsat} aux bornes du phototransistor lorsque celui-ci est saturé (photodétecteur en face d'un trou), sachant que l'intensité i_T est alors maximale et vaut 4 mA.

2.2 - À l'aide du graphe qui représente la caractéristique $I_T = f(I_F)$ du photodétecteur CNY 29 (voir figure 3), rechercher graphiquement la valeur minimale I_{Fmin} de l'intensité I_F pour que le phototransistor soit sûrement saturé au passage d'un trou devant le photodétecteur.

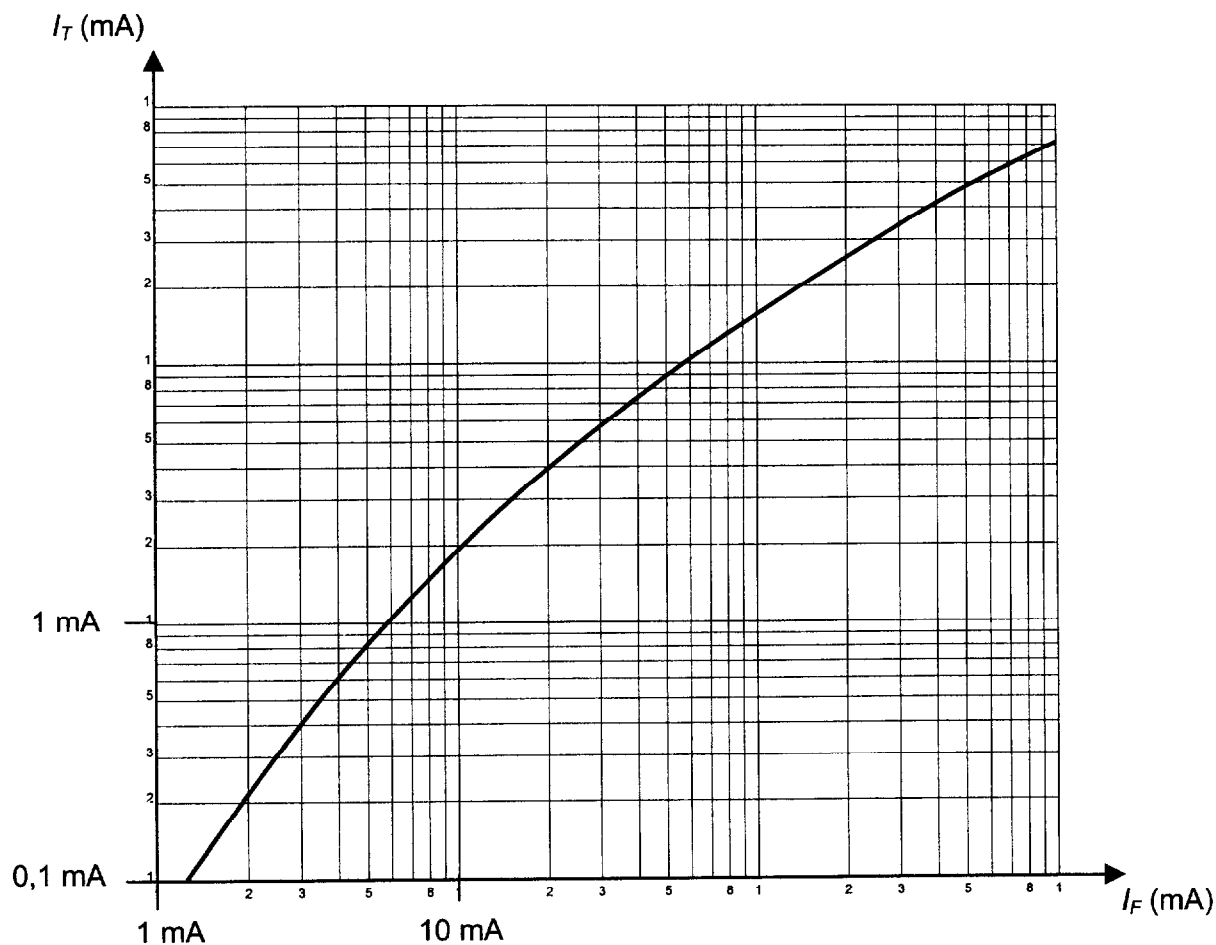


Figure 3.

- 2.3 - La puissance dissipée par la diode électroluminescente (DEL) doit rester inférieure à 100 mW. Sachant que la tension directe V_F aux bornes de la diode électroluminescente est égale à 1,7 V lorsque $I_F > 0$, calculer l'intensité maximale I_{Fmax} , pouvant traverser cette diode.
- 2.4 - Déterminer le domaine des valeurs théoriques possibles de R_F , (valeur maximale et valeur minimale), en donnant les expressions et en effectuant les applications numériques.

Partie 3 : Étude du monostable

La tension de sortie $v_1(t)$ (voir figure 1) du monostable est nulle lorsqu'il est au repos (à l'état stable). Le monostable considéré **n'est pas redéclenchable**.

3.1 - Que signifie le symbole représenté figure 4 ?

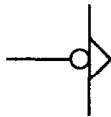


Figure 4

3.2 - À partir des chronogrammes de la figure A du document-réponse :

3.2.1 - déterminer la durée T_0 de l'état instable du monostable.

3.2.2 - déterminer la fréquence f de la tension $v_1(t)$; en déduire, en tr.s^{-1} , la fréquence de rotation n_A du disque.

RAPPEL : le disque est percé de 10 trous.

3.2.3 - pour $T > 1 \text{ ms}$, exprimer en volts la valeur moyenne $\langle v_1 \rangle$ de $v_1(t)$ en fonction de T , puis de n_A en tr.s^{-1} .

3.3 - La figure B du document-réponse représente la tension $v'_T(t)$ à l'entrée du monostable pour une fréquence de rotation n_B (non demandée) supérieure à n_A .

La valeur de T_0 étant inchangée, tracer l'allure de la tension $v'_1(t)$ en correspondance avec la tension $v'_T(t)$.

NOTA : Les échelles de temps des figures A et B sont différentes.

3.4 - À quelle condition, portant sur la période de $v_1(t)$, la mesure de la fréquence de rotation du disque est-elle fiable ?

Partie 4 : Étude du filtre

La tension $v_f(t)$ est appliquée à l'entrée d'un filtre dont le diagramme de Bode est partiellement représenté figure 5.

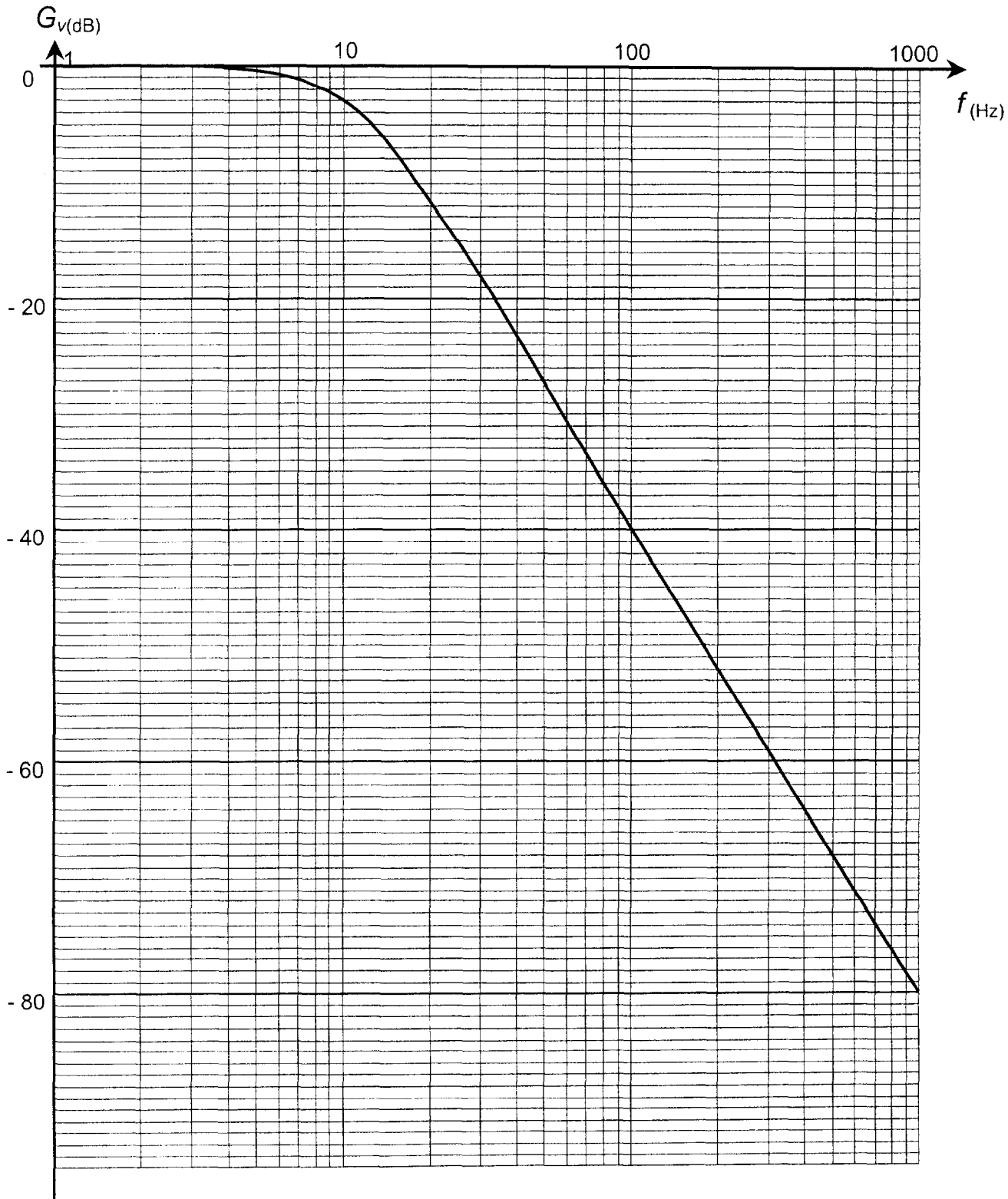


Figure 5.

4.1 - Qualifier précisément ce filtre (nature, fréquence de coupure à - 3 dB, ordre).

4.2 - Pour une fréquence de rotation particulière, la tension $v_1(t)$ possède la décomposition en série de Fourier suivante :

$$v_1(t) = 2 + \frac{10}{\pi} \sum_{k=0}^{\infty} \frac{1}{(2k+1)} \sin[(2k+1)1000\pi t]$$

v_1 étant exprimée en volts et t en secondes.

4.2.1 - Quelle relation existe-t-il entre la fréquence de $v_1(t)$ et la fréquence du fondamental de $v_1(t)$? Déterminer numériquement cette fréquence.

4.2.2 - Préciser la valeur moyenne de $v_1(t)$.

4.2.3 - En utilisant le diagramme de la figure 5, déterminer la valeur moyenne de la tension $v_s(t)$, puis l'amplitude du fondamental de $v_s(t)$, lorsque la tension $v_1(t)$ de la question 4.2. est appliquée à son entrée.

4.2.4 - Un tel filtrage vous paraît-il suffisant ? Justifier rapidement.

Examen ou Concours

Série* :

Spécialité/option* :

Repère de l'épreuve :

Épreuve/sous-épreuve :

NOM :

(en majuscules, suivi s'il y a lieu, du nom d'épouse)

Prénoms :

N° du candidat

Né(e) le :

(le numéro est celui qui figure sur la convocation ou la liste d'appel)

* Uniquement s'il s'agit d'un examen

Repère : TPSP

Session : 2002

Durée : 4 H

Page : 19/19

Coefficient : 4

DOCUMENT-RÉPONSE

(à rendre obligatoirement avec votre copie)

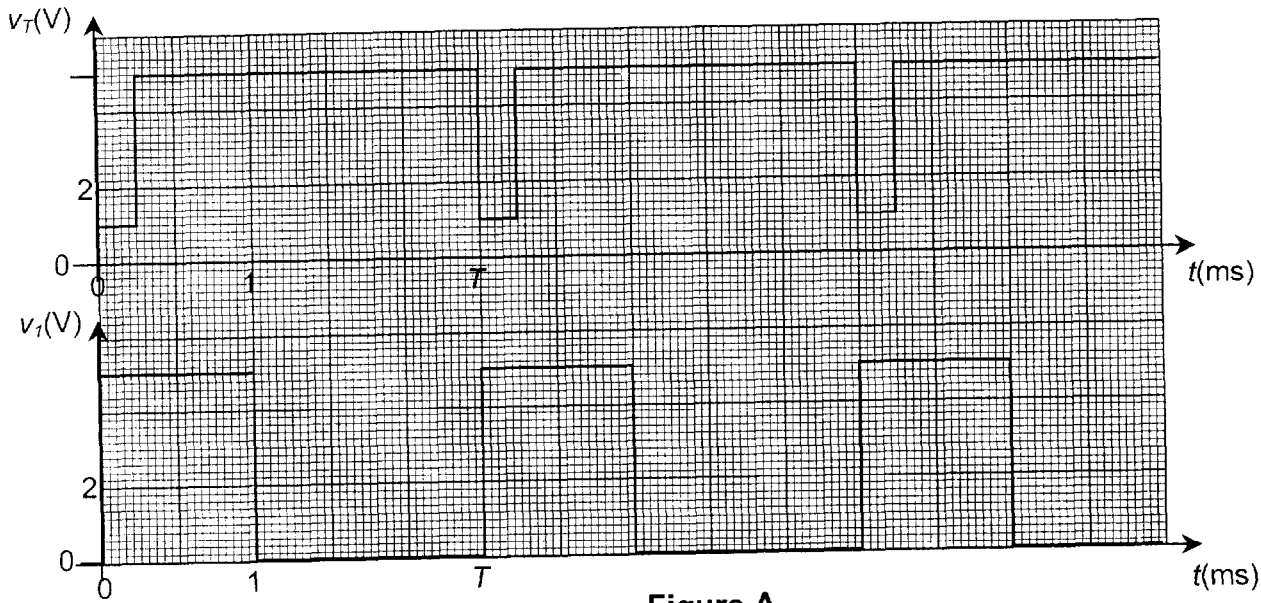


Figure A.

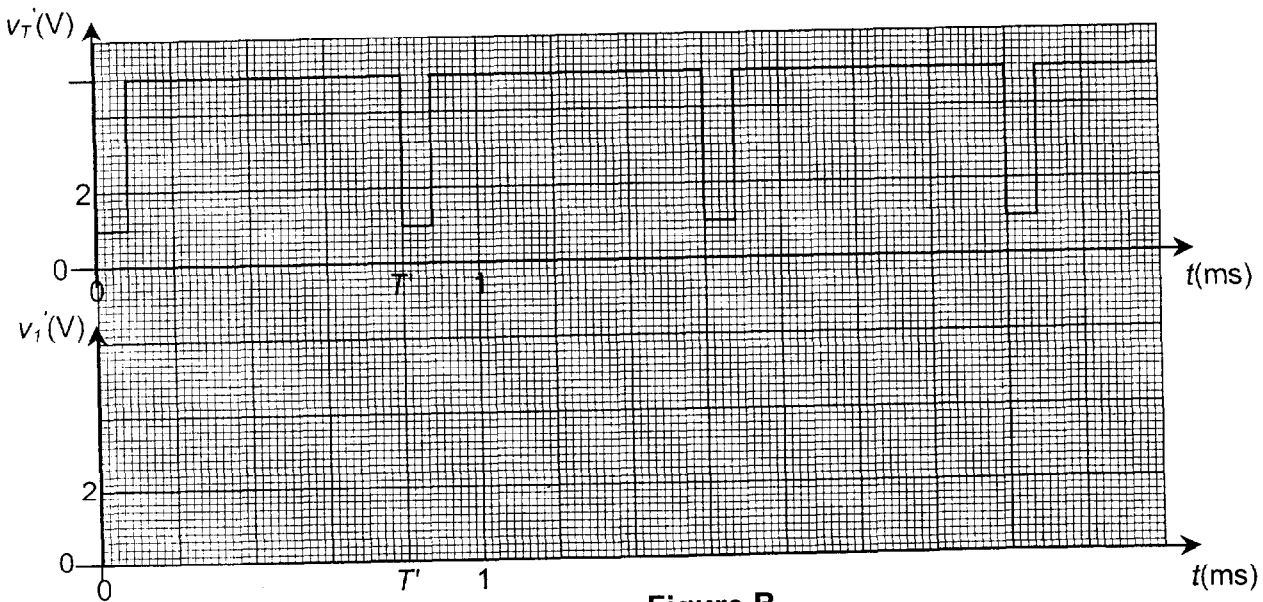


Figure B.