Ce document a été mis en ligne par l'organisme FormaV©

Toute reproduction, représentation ou diffusion, même partielle, sans autorisation préalable, est strictement interdite.

Pour en savoir plus sur nos formations disponibles, veuillez visiter :
www.formav.co/explorer

BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR

Conception et Industrialisation en Microtechniques

Mathématiques Physique Appliquée

ÉPREUVE E3

UNITÉ U32

SCIENCES PHYSIQUES APPLIQUÉES

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

La clarté des raisonnements et la qualité de la rédaction interviendront dans l'appréciation des copies.

Documents à rendre avec la copie :

- Document Réponse n°1 page 10/14.
- Document Réponse n°2 page 11/14.
- Document Réponse n°3 page 12/14.
- Document Réponse n°4 page 13/14.
- Document Réponse n°5 page 14/14.

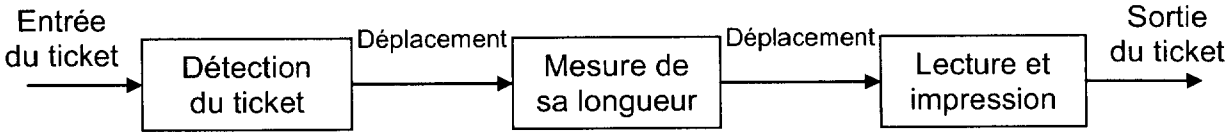
Dès que le sujet vous est remis, assurez-vous qu'il soit complet et comporte 14 pages numérotées de 1/14 à 14/14.

crdp Aquitaine

ÉTUDE D'UN VALIDEUR DE TITRE DE TRANSPORT

INTRODUCTION : Un valideur de titre de transport est un appareil installé à bord des véhicules de transport public comme les bus et les tramways. Il contrôle la validité du titre de transport (ou ticket) des usagers.

Une fois que le titre de transport est inséré dans la fente d'introduction, il est détecté par un capteur optique, puis déplacé vers un autre capteur optique afin d'être mesuré. Il est ensuite acheminé vers des têtes de lecture et d'écriture magnétiques qui contrôlent la validité du titre, puis vers la tête d'impression qui permettra au contrôleur de vérifier que le titre a bien été composté. Le déplacement du titre se fait grâce à un système de courroies, de poulies et de roues crantées, entraînées par un moteur à courant continu.



- Partie A.1. Étude de la liaison optique entre émetteur et récepteur (4 points).
- Partie A.2. Étude du signal électrique de sortie des capteurs (4 points).
- Partie B.1. Création de la tension de commande du moteur (2 points).
- Partie B.2. Étude du filtre (3,5 points).
- Partie C : Étude du moteur à courant continu (4 points).
- Partie D : Étude de la partie mécanique (2,5 points).

Rappels :

1 µ (1 micro) correspond à 10^{-6}.
1 n (1 nano) correspond à 10^{-9}.
1 mm^2 = 10^{-6} m^2.

crdp Aquitaine

Partie A : Étude des capteurs optiques

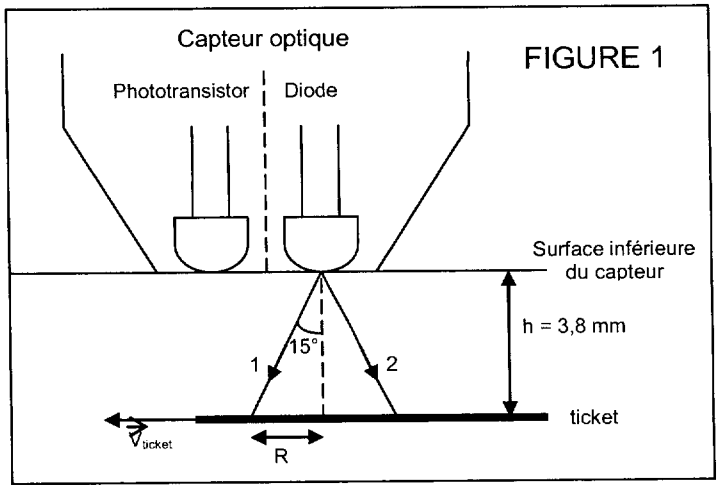
Les données suivantes sont valables pour les parties A.1 et A.2.

Les capteurs optiques d'entrée sont des détecteurs à réflexion, composés d'une diode émettrice et d'un phototransistor (figure 1). Le titre de transport présent réfléchit le faisceau de la diode vers la surface sensible du phototransistor : celui-ci est alors saturé. En absence de titre, le phototransistor est bloqué.

Caractéristiques de l'émetteur et du récepteur du capteur optique :

	Diode			Phototransistor			
Paramètres	Longueur d'onde	Puissance lumineuse émise	Intensité du courant dans la diode	Longueur d'onde	Puissance lumineuse minimum de saturation	Tension de saturation	Intensité à l'état bloqué
Symboles	λ	Φ_d	I_f	λ	Φ_{ph}	V_{cesat}	I_c
Valeurs	930 nm	0,5 mW	20 mA	930 nm	0,04 mW	1 V	0 A

- Partie A.1. Étude de la liaison optique entre émetteur et récepteur (4 points).



Le faisceau fourni par la diode est délimité sur la figure par les rayons 1 et 2 et son angle d'ouverture est de 15° :

la tache du faisceau portée sur le titre est donc circulaire et de rayon R.

La distance h entre le capteur et le ticket est de 3,8 mm.

1 On rappelle que le domaine des longueurs d'onde de la lumière visible s'étend de 400 nm (violet) à 700 nm (rouge). Dans quel domaine la radiation produite par la diode est-elle située ?

2 Démontrer que le rayon de la tache portée sur le ticket est R = 1,02 mm.

3 Vérifier que l'aire S de cette tache circulaire est égale à 3,27 mm^2.

crdp Aquitaine

4 Tracer, sur la figure 9 du DOCUMENT RÉPONSE N°1, la suite des rayons 1 et 2 après réflexion.

5 Calculer le rayon R' de la tache circulaire formée sur la surface inférieure du capteur.

6 Démontrer que l'aire S' de cette tache est quatre fois plus grande que S.

7 Calculer l'éclairement E (en $W.m^{-2}$) sur cette surface d'aire S', sachant que toute la puissance lumineuse émise par la diode a été renvoyée par le ticket. On rappelle que l'éclairement correspond à la puissance lumineuse reçue par unité de surface en un lieu donné.

8 La surface sensible du transistor est de 5 mm^2. Quelle est la puissance lumineuse Φ reçue par le phototransistor ?

9 Cette puissance est-elle suffisante pour saturer le phototransistor ?

- Partie A.2. Étude du signal électrique de sortie des capteurs (4 points).

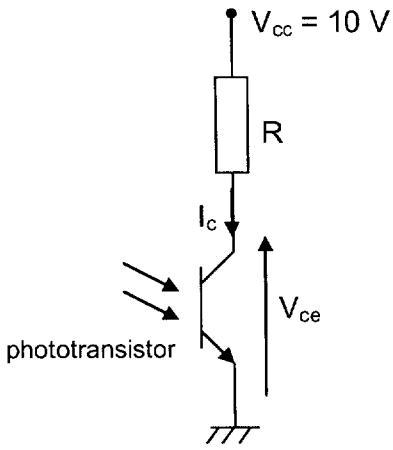


FIGURE 2

La figure 2 représente une partie du circuit dans lequel s'insère le phototransistor.

1 Présence d'un ticket sous le capteur optique.

1.1 Dans quel état se trouve le phototransistor ?

1.2 Que vaut la tension V_{ce} ?

crdp Aquitaine

2 Absence de ticket sous le capteur.

2.1 Dans quel état se trouve le phototransistor ?

2.2 Que vaut I_c ?

2.3 En déduire la tension aux bornes de R.

2.4 Calculer la tension V_{ce}.

Un ticket entre dans le valideur à la vitesse V_{ticket} = 0,825 $m.s^{-1}$. Deux capteurs optiques (appelés 1 et 2), identiques à celui étudié ici, sont placés à l'entrée du valideur afin de détecter le ticket et de mesurer sa longueur pour de refuser les titres non conformes.

3 Identifier, grâce à la figure 10 du document réponse, l'instant t_1 où le ticket est détecté par le capteur 1.

4 Indiquer à quel instant t_2 il quitte la zone de détection du capteur.

5 Connaissant la vitesse V_{ticket} du ticket, calculer la longueur de celui-ci.

6 Le capteur 2 étant placé à 66 mm du premier, représenter, sur la figure 10 du DOCUMENT RÉPONSE N°2, la tension V_{ce2} aux bornes du phototransistor 2.

crdp Aquitaine

Partie B : Commande du moteur.

- Partie B.1. Création de la tension de commande du moteur (2 points).

Le circuit de la figure 3 permet de délivrer une tension continue V_{moteur} qui servira pour l'alimentation du moteur à courant continu.

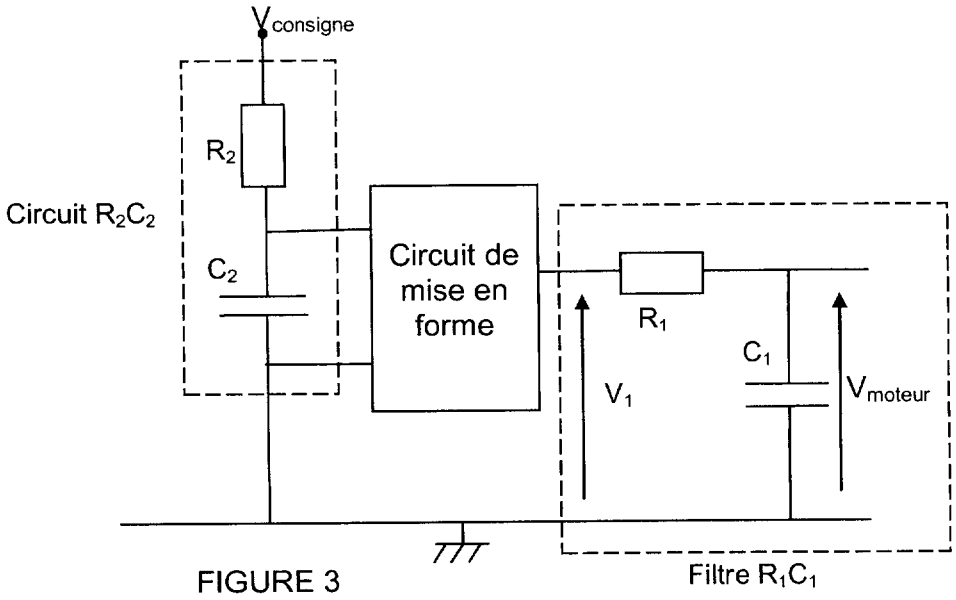


FIGURE 3

1 Étude du circuit R_2C_2 (figure 4).

La tension V_2 est représentée sur la FIGURE 11 du DOCUMENT REPONSE N°3 lorsque la tension $V_{consigne}$ passe de 0 à 5 V (à l'instant t = 0).

Donnée : C_2 = 10 nF

La constante de temps d'un circuit RC s'écrit $\tau = RC$.

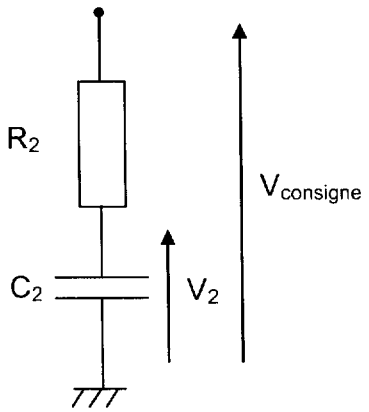


FIGURE 4

1.1 Déterminer graphiquement, à l'aide de la figure 11, la constante de temps τ par la méthode de votre choix.

1.2 En déduire la valeur de R_2 sachant que C_2 = 10 nF.

crdp Aquitaine

Ceci permet d'obtenir une tension V_1 représentée sur la FIGURE 13 du DOCUMENT RÉPONSE N°5.

1.3 Calculer la fréquence de cette tension V_1.

1.4 Caractérisation de la tension V_1.

1.4.1 Déterminer le rapport cyclique α de V_1.

1.4.2 En déduire la valeur moyenne $<V_1>$ de V_1.

2 Étude du filtre R_1C_1 (figure 5).

Données :

$C_1 = 4{,}7\ \mu F$; $R_1 = 1000\ \Omega$.

La caractéristique du gain G_{dB} ($G_{dB} = 20\log\left|\frac{V_{Moteur}}{V_1}\right|$) en fonction de la fréquence du filtre R_1C_1 est donné sur la figure 6 ci-dessous.

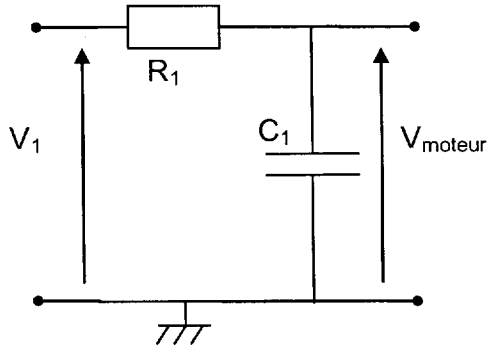


FIGURE 5

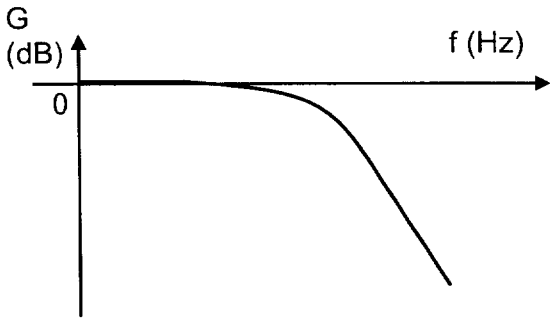


FIGURE 6

2.1 D'après la FIGURE 6, quelle est la nature de ce filtre ?

2.2 La fréquence de coupure d'un tel filtre s'écrit $f_c = \frac{1}{2\pi R_1 C_1}$. Calculer f_c.

2.3 Décomposition de $V_1(t)$. On donne les premiers termes de la décomposition en série de Fourier de la tension V_1 (t) :

$V_1(t) = 3{,}75 + 2{,}5.\sin(\omega t) + 1{,}75.\sin(2\omega t + \frac{\pi}{2}) - 0{,}82.\sin(3\omega t) \ldots$

$\omega = 2\pi.2500$ rad/s et V_1 (t) est exprimé en volt.

2.3.1 A quoi correspondent les 3,75 V ?

2.3.2 Quel nom donne-t-on au terme $2{,}5.\sin(\omega t)$?

2.3.3 Quel est le nom donné aux termes suivants ?

crdp Aquitaine

2.4 Représenter les quatre premiers termes du spectre en amplitude de V_1 sur la figure 12 du DOCUMENT RÉPONSE N°4.

2.5 Placer la fréquence de coupure f_c sur ce graphique.

2.6 En déduire l'expression de V_{moteur} (tension de sortie du filtre R_1C_1) et la représenter sur la figure 13 du DOCUMENT RÉPONSE N°5.

- Partie C : Étude du moteur à courant continu (4 points).

Le moteur à courant continu étant à aimant permanent, on rappelle que la f.e.m. E peut s'écrire : E = kn (avec n en tr/min).

Les caractéristiques de ce moteur sont les suivantes : U = 24 V ; I = 1,1 A ; R = 3,5 Ω ; n = 3580 tr/min.

1 Exploitation des données du moteur.

1.1 Calculer la puissance P_a absorbée par le moteur.

1.2 Calculer la f.e.m. E.

1.3 Calculer la constante k. Quelle est son unité ?

1.4 Calculer les pertes par effet Joule.

1.5 Calculer la puissance utile P_u, sachant que les pertes autres que par effet Joule sont égales à 2 W.

1.6 Déduire de ce qui précède le rendement η du moteur.

2 Déterminer le moment du couple utile T_u.

3 On souhaite que la vitesse du moteur passe de n = 3580 tr/min à n' = 3000 tr/min. Calculer la nouvelle f.e.m. E'.

4 En déduire la nouvelle valeur de U, si I reste inchangé.

5 Comment évolue la vitesse de rotation du moteur si I augmente (U restant constante) ? Expliquer pourquoi.

crdp Aquitaine

- Partie D : Étude de la partie mécanique (2,5 points).

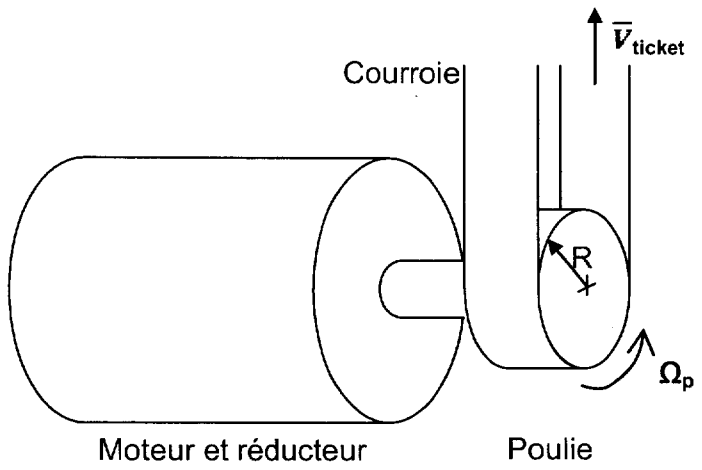


FIGURE 7

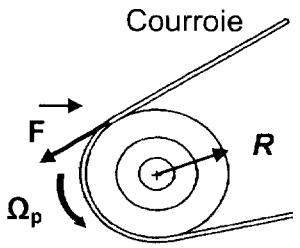


FIGURE 8

Le moteur entraîne un réducteur de rapport de réduction ¼ (figure 7). En sortie de réducteur, une poulie entraîne une courroie qui va permettre le déplacement du ticket (la courroie et le ticket ont la même vitesse). La vitesse de progression du ticket est limitée à $V_{ticket} = 0{,}825\ m.s^{-1}$.

Le rayon de la poulie est R = 8,8 mm.

1 Déterminer la vitesse maximale de rotation Ω_p de la poulie.

2 Déterminer alors la vitesse de rotation Ω du moteur.

3 En déduire la vitesse n de rotation du moteur en tr/min.

4 La poulie en rotation à vitesse constante, soumise à un couple T par rapport à son axe de rotation, engendre sur la courroie une force $\vec{F}$ de valeur F telle que :
T = F.R.
Calculer la valeur F de cette force lorsque le moteur tourne (figure 8), sachant que le couple T est égal à 0,15 N.m.

5 Un objet soumis à une force $\vec{F}$ et se déplaçant à la vitesse $\vec{V}$ (colinéaire à $\vec{F}$ et de même sens) reçoit la puissance : P = F.V.
Montrer que la puissance P fournie à la courroie est de 14 W.

6 Le moteur absorbant une puissance de 26,4 W, déterminer le rendement η de l'ensemble Moteur-Réducteur-Poulie.

crdp Aquitaine

DOCUMENT RÉPONSE N°1
À rendre avec votre copie

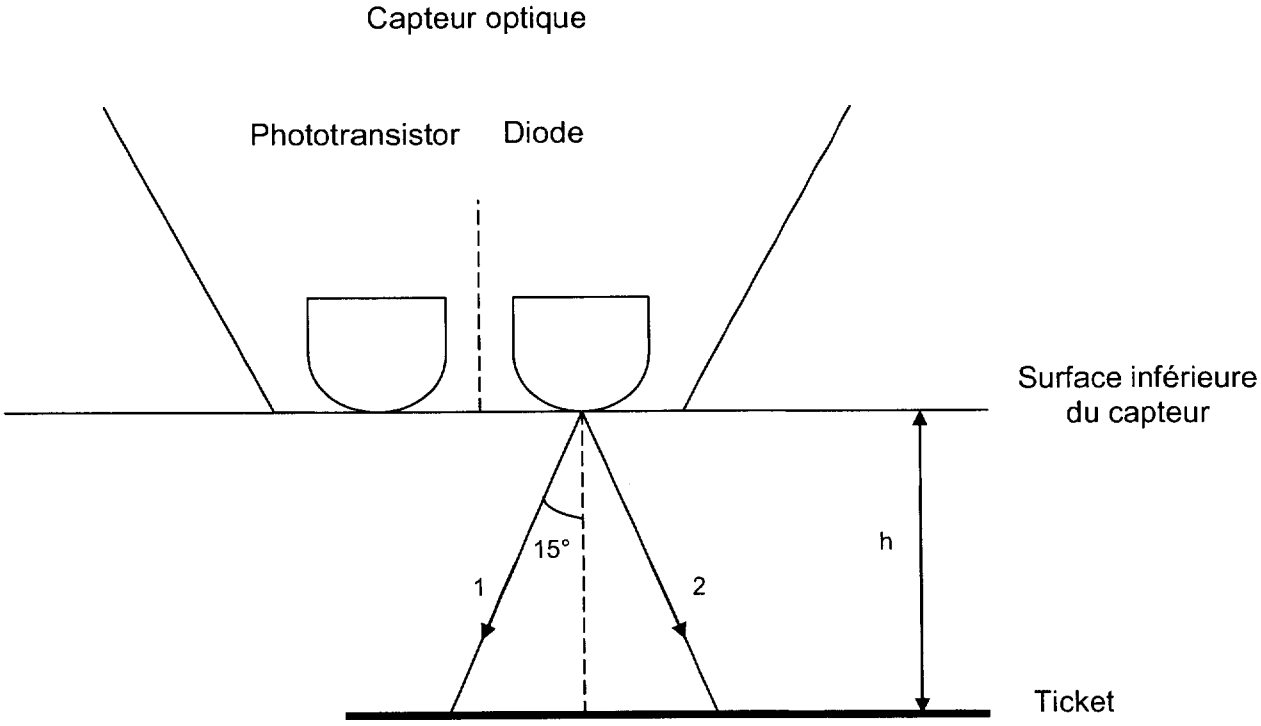


FIGURE 9

crdp Aquitaine

DOCUMENT RÉPONSE N°2

À rendre avec votre copie

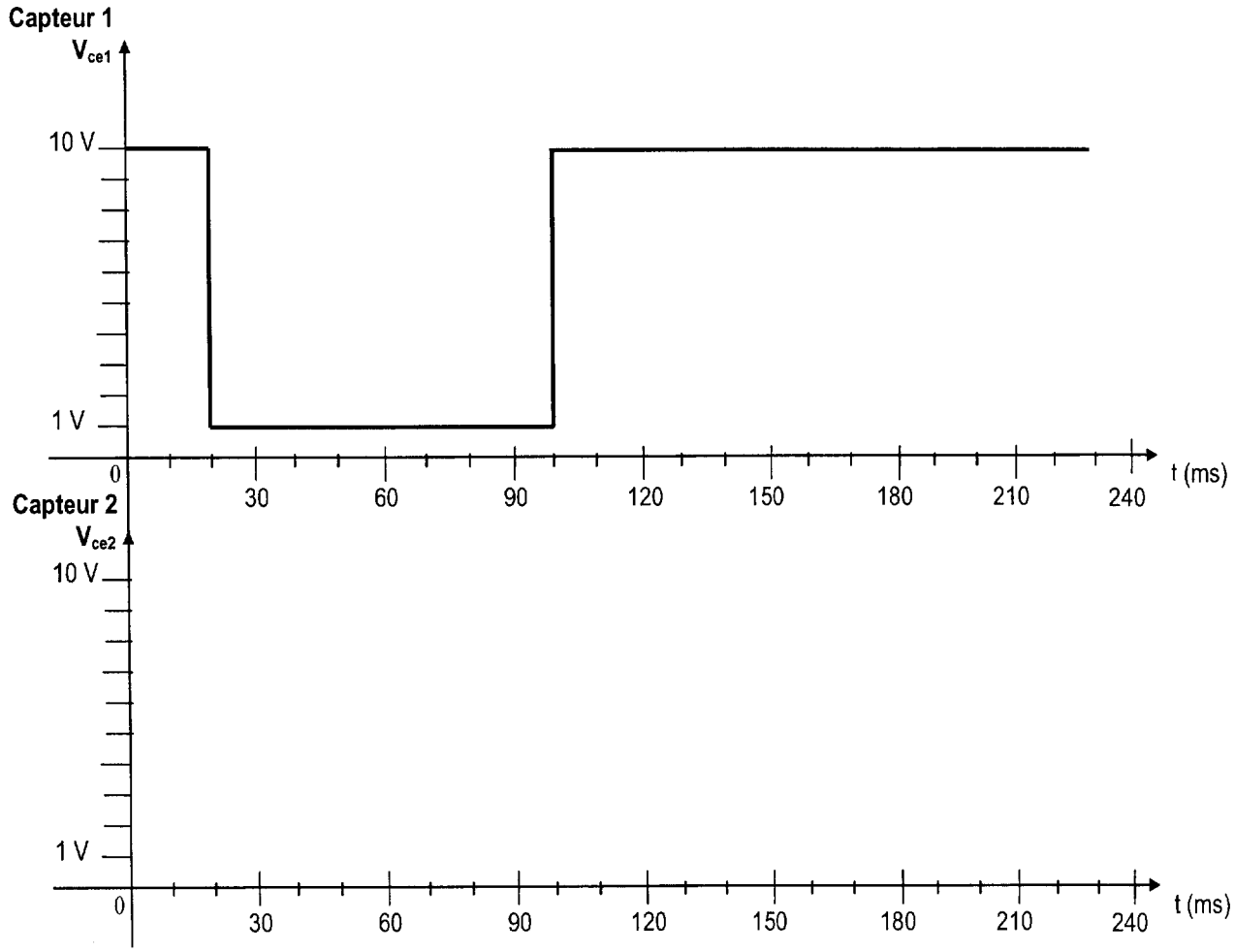


FIGURE 10

crdp Aquitaine

DOCUMENT RÉPONSE N°3
À rendre avec votre copie

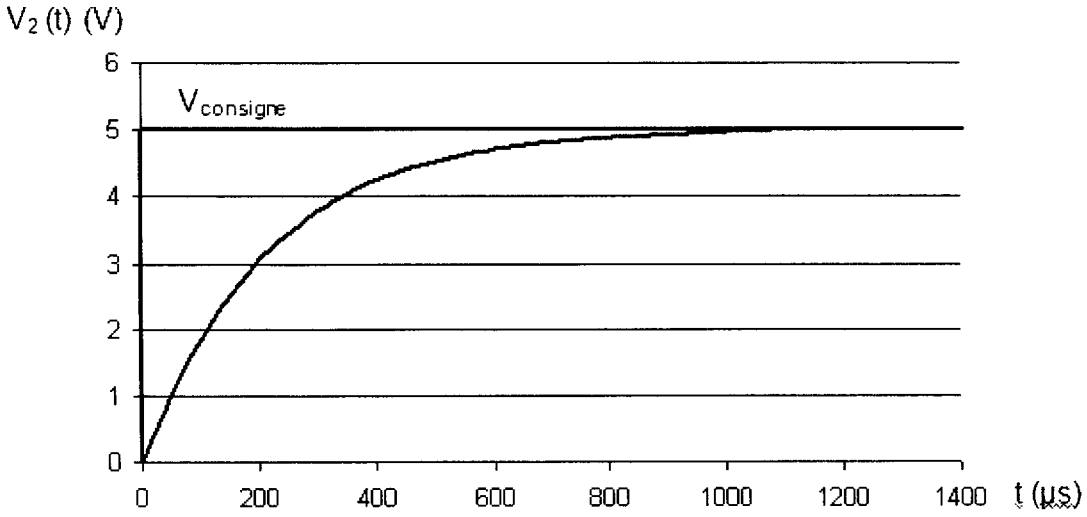


FIGURE 11

crdp Aquitaine

DOCUMENT RÉPONSE N°4

À rendre avec votre copie

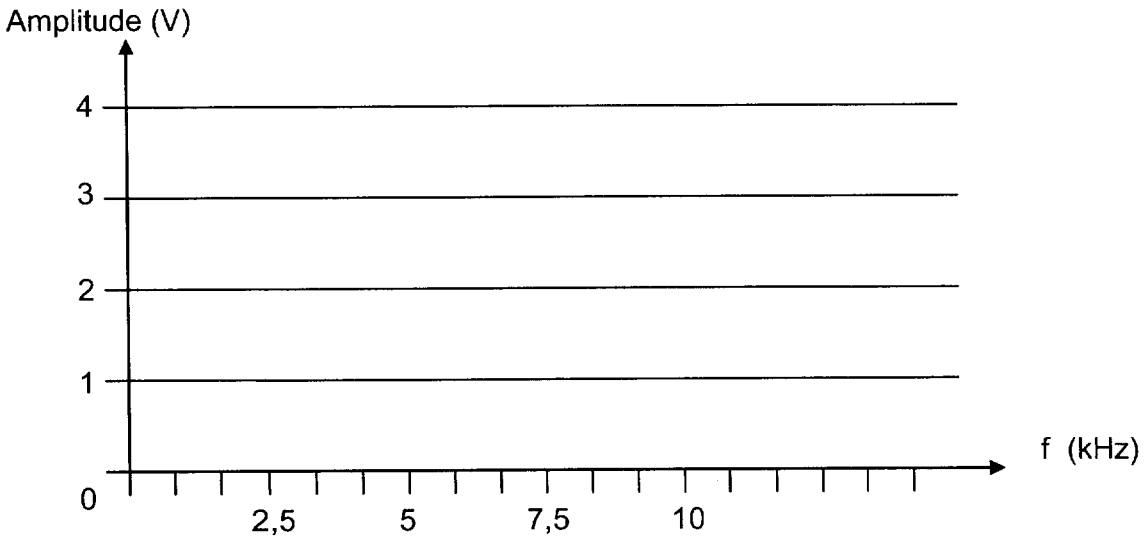


FIGURE 12

crdp Aquitaine

DOCUMENT RÉPONSE N°5

À rendre avec votre copie

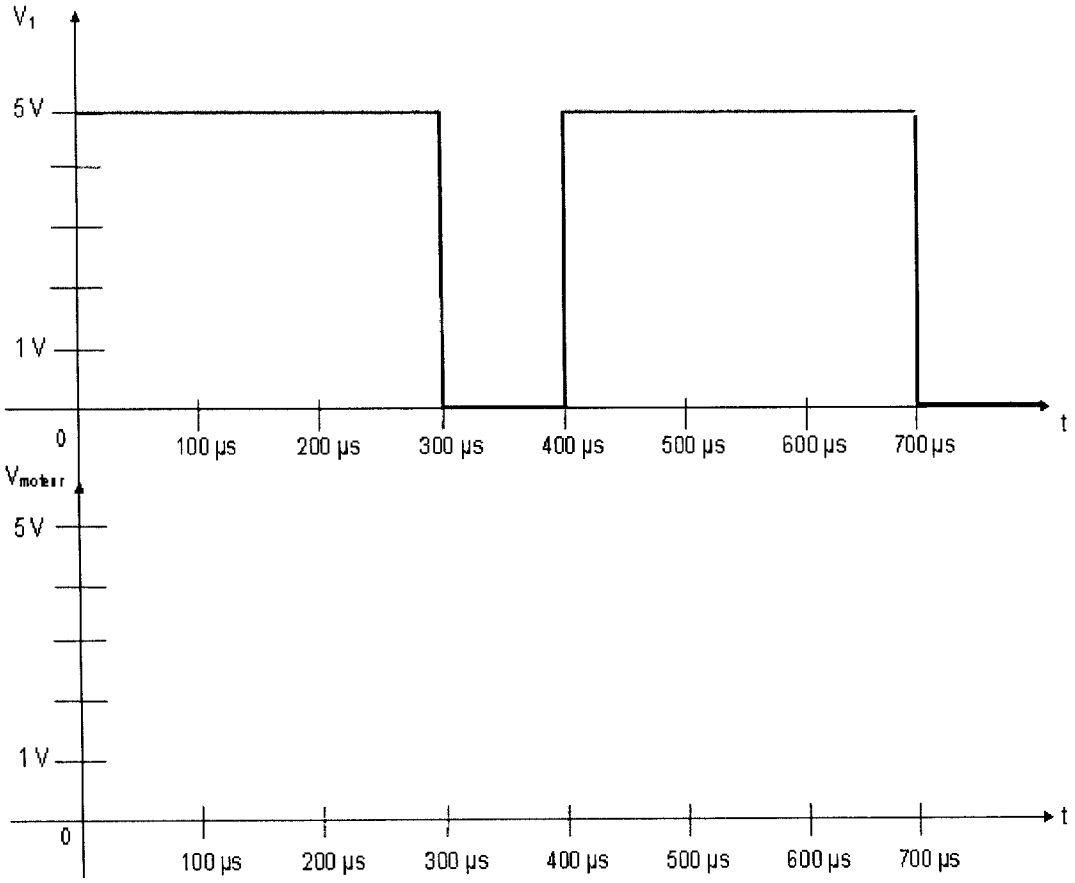


FIGURE 13

crdp Aquitaine

Copyright © 2026 FormaV. Tous droits réservés.

Ce document a été élaboré par FormaV© avec le plus grand soin afin d'accompagner chaque apprenant vers la réussite de ses examens. Son contenu (textes, graphiques, méthodologies, tableaux, exercices, concepts, mises en forme) constitue une œuvre protégée par le droit d'auteur.

Toute copie, partage, reproduction, diffusion ou mise à disposition, même partielle, gratuite ou payante, est strictement interdite sans accord préalable et écrit de FormaV©, conformément aux articles L.111-1 et suivants du Code de la propriété intellectuelle. Dans une logique anti-plagiat, FormaV© se réserve le droit de vérifier toute utilisation illicite, y compris sur les plateformes en ligne ou sites tiers.

En utilisant ce document, vous vous engagez à respecter ces règles et à préserver l'intégrité du travail fourni. La consultation de ce document est strictement personnelle.

Merci de respecter le travail accompli afin de permettre la création continue de ressources pédagogiques fiables et accessibles.

Copyright © 2026 FormaV. Tous droits réservés.

Ce document a été élaboré par FormaV© avec le plus grand soin afin d'accompagner chaque apprenant vers la réussite de ses examens. Son contenu (textes, graphiques, méthodologies, tableaux, exercices, concepts, mises en forme) constitue une œuvre protégée par le droit d'auteur.

Toute copie, partage, reproduction, diffusion ou mise à disposition, même partielle, gratuite ou payante, est strictement interdite sans accord préalable et écrit de FormaV©, conformément aux articles L.111-1 et suivants du Code de la propriété intellectuelle. Dans une logique anti-plagiat, FormaV© se réserve le droit de vérifier toute utilisation illicite, y compris sur les plateformes en ligne ou sites tiers.

En utilisant ce document, vous vous engagez à respecter ces règles et à préserver l'intégrité du travail fourni. La consultation de ce document est strictement personnelle.

Merci de respecter le travail accompli afin de permettre la création continue de ressources pédagogiques fiables et accessibles.