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

Robot suiveur de ligne

Les cinq parties à traiter sont indépendantes.

Présentation

Les robots sont très fortement utilisés en industrie. Celui-ci permet de se déplacer dans des conduits étroits, en utilisant, éventuellement, un guidage au sol sous forme d'une piste noire sur fond blanc.

Diagramme de fonctionnement du robot

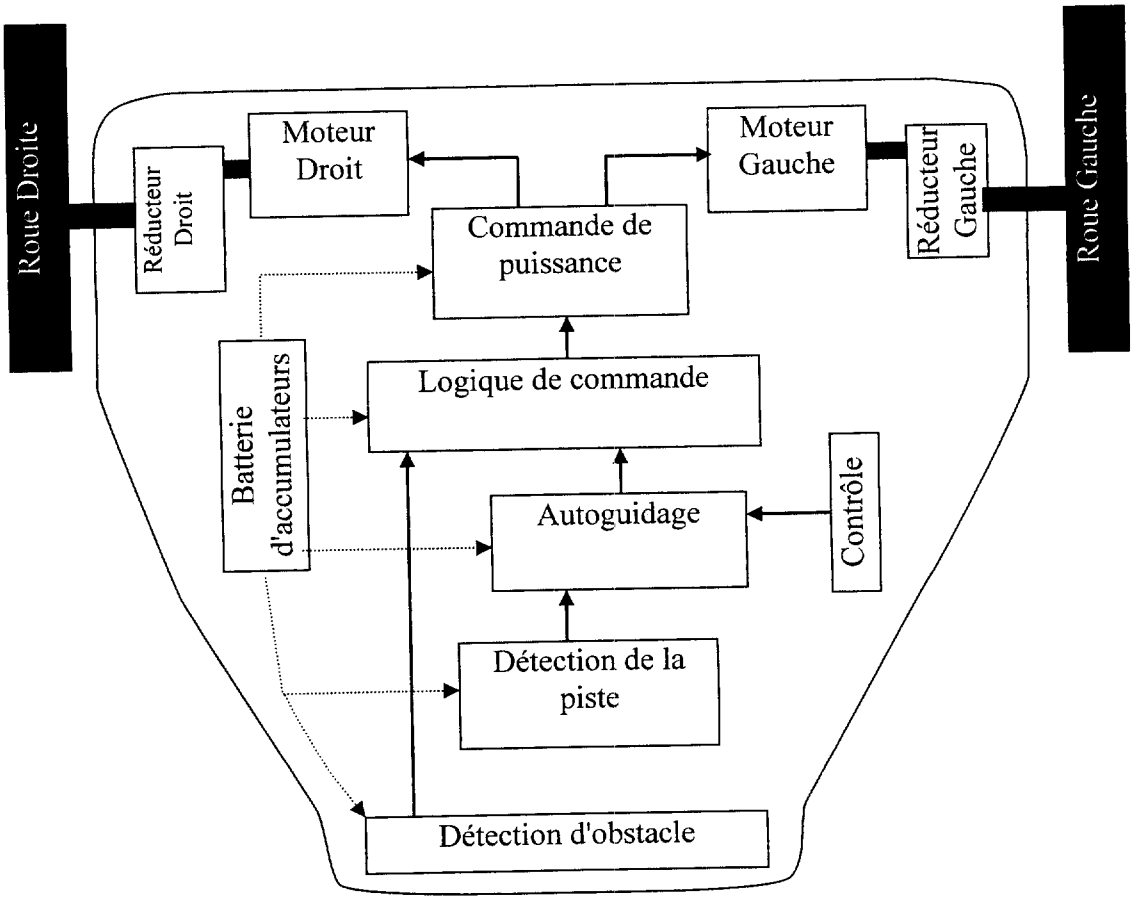


Figure n°1

1 - Étude de l'ensemble Moteur-Réducteur-Roue

Le moteur à aimants permanents utilisé est alimenté sous 6 V, appelle un courant d'intensité 500 mA, tourne à une vitesse nominale $n_0 = 4500$ tr/min et délivre un couple moteur de moment 0,6 N.cm.

1.1 - Les deux roues ont un diamètre d = 6cm et on veut obtenir une vitesse de rotation maximale de $n_r = 4$ tr/min.

1.1.1 - Calculer le rapport de réduction R_r ;

1.1.2 - Calculer la vitesse v_R de déplacement du robot ;

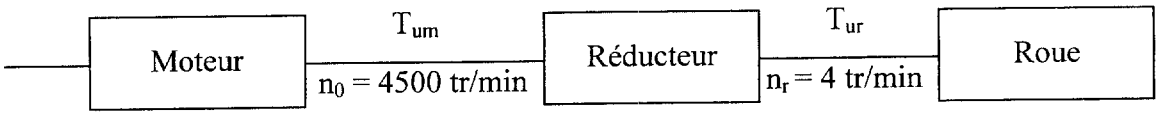
1.1.3 - Calculer la puissance P_{am} absorbée par le moteur ;

1.1.4 - Calculer la puissance utile P_{um} sur l'axe du moteur ;

1.1.5 - En déduire le rendement η_m du moteur.

1.2 - Le rendement du réducteur est de 0,70.

Le transfert de couple peut être schématisé par :



1.2.1 - Calculer le moment T_{ur} du couple utile sur la roue.

1.2.2 - En déduire le rendement global η de l'ensemble moteur/réducteur.

1.2.3 - Calculer la capacité de la batterie d'accumulateurs qui alimente les deux moteurs si le robot doit fonctionner sans interruption pendant une durée de 10 heures.

2 - Étude de la commande de puissance d'une des deux roues (fig. 2)

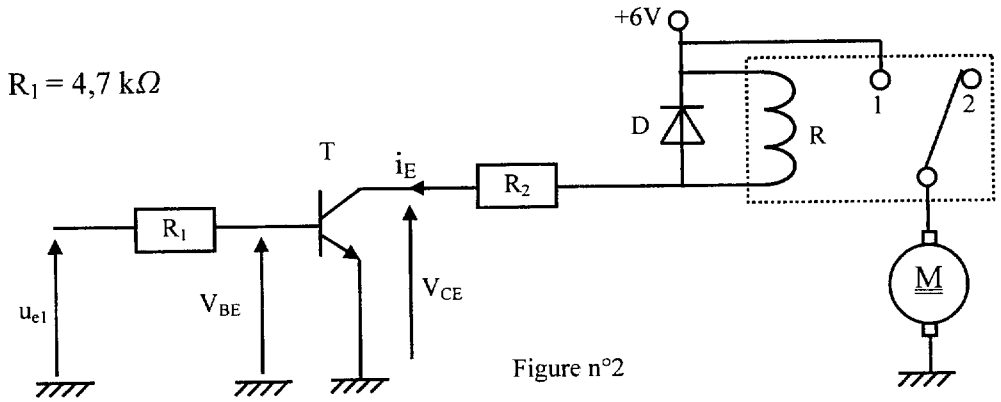


Figure n°2

Le transistor T fonctionne comme un interrupteur commandé. Il alimente la bobine de résistance 200 Ωd'un relais R commandant le moteur à courant continu M.
La tension u_{e1} ne peut prendre que 2 valeurs : 0 et 12V. La diode D est supposée idéale.

Le fonctionnement du transistor T peut être décrit par les deux états ci-dessous :

- si v_{BE} est positive $v_{CE} = 0$ V et $i_E > 0$ A ;
- si v_{BE} est nulle $v_{CE} > 0$ et $i_E = 0$ A.

2.1 - Donner les états du transistor T en fonction de la tension d'entrée u_{e1}.

2.2 - Donner les états du relais R en fonction de ceux du transistor T.

2.3 - Quel est le rôle de la diode D ?

2.4 - Calculer la résistance R_2 qui permet d'obtenir un courant d'intensité 20 mA dans le relais.

3 - Étude du détecteur de piste (fig. 3 et 4)

Le robot se déplace au dessus d'une piste peinte en noir sur un sol peint en blanc. Les détecteurs D_3/T_3 et D_4/T_4 sont placés de chaque côté de la piste pour permettre sa détection si le robot s'en écarte (voir figure n°3).
D_3/T_3, ainsi que D_4/T_4, sont séparées d'une distance de 17,3mm et se trouvent à une hauteur de 5mm au dessus de la piste et du sol.

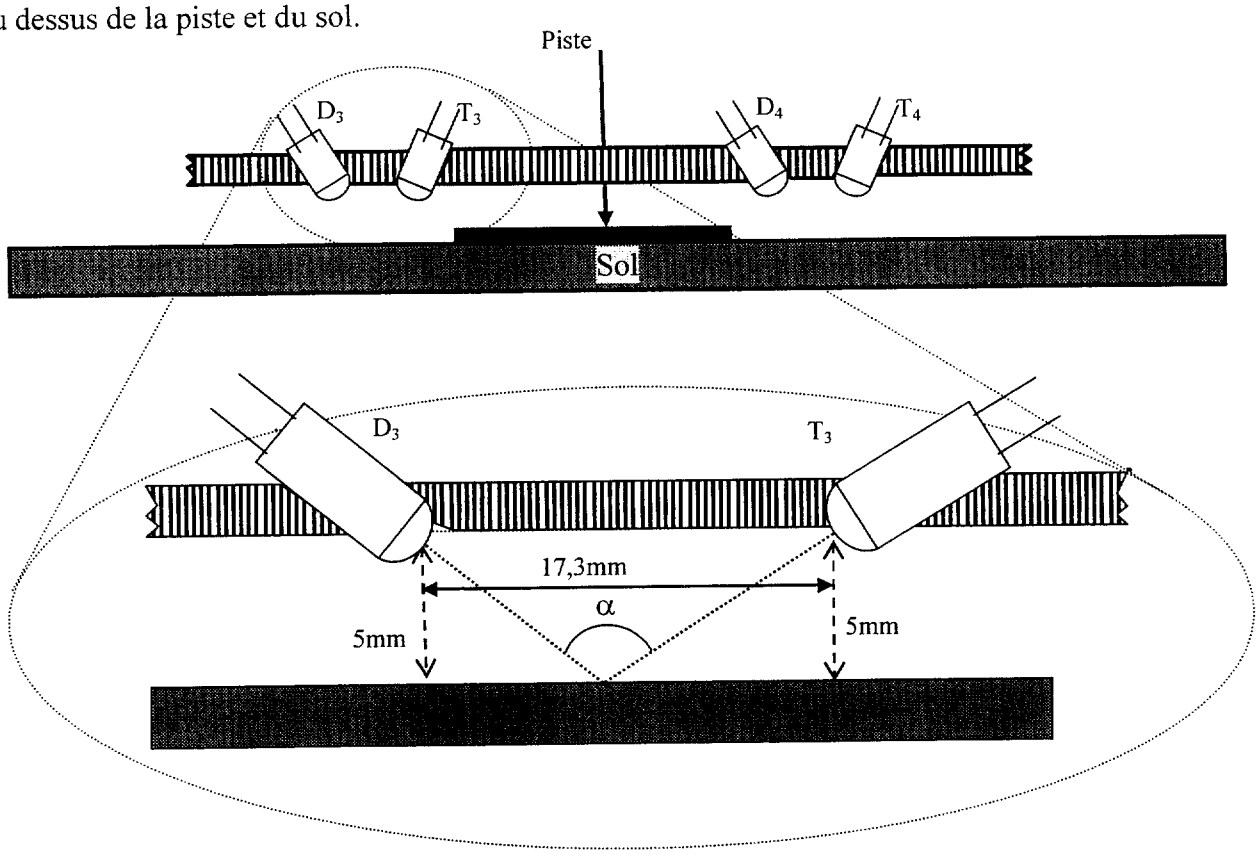


Figure n°3

Les schémas ne sont pas à l'échelle.

Le circuit électrique schématisant la situation se trouve ci-dessous :

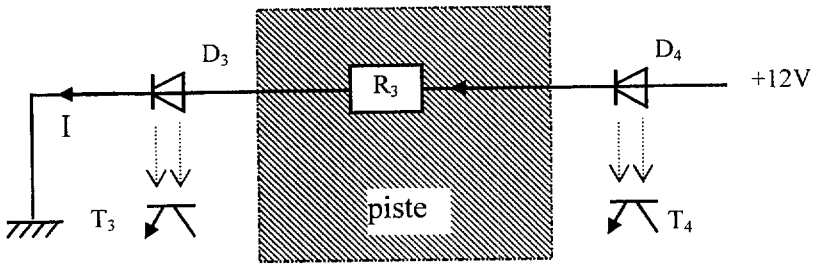


Figure n°4

La détection est assurée par deux couples formés des émetteurs infrarouges D_3 et D_4, et des photo-transistors T_3 et T_4 disposés de chaque côté de la piste.
On suppose que les diodes infrarouges sont idéales.

3.1 - Calculer la résistance R_3 qui permet d'obtenir : I = 100mA (voir figure 4).

3.2 - Déterminer l'angle d'inclinaison α des diodes par rapport aux phototransistors (voir figure 3).

4. Étude de l'autoguidage et du contrôle (fig. 5)

L'autoguidage est un système électronique comportant deux ADI (amplificateur de différence intégré, appelé aussi amplificateur opérationnel) parfaits, ADI_1 et ADI_2. Ils sont alimentés sous les tensions de +12V et 0V.

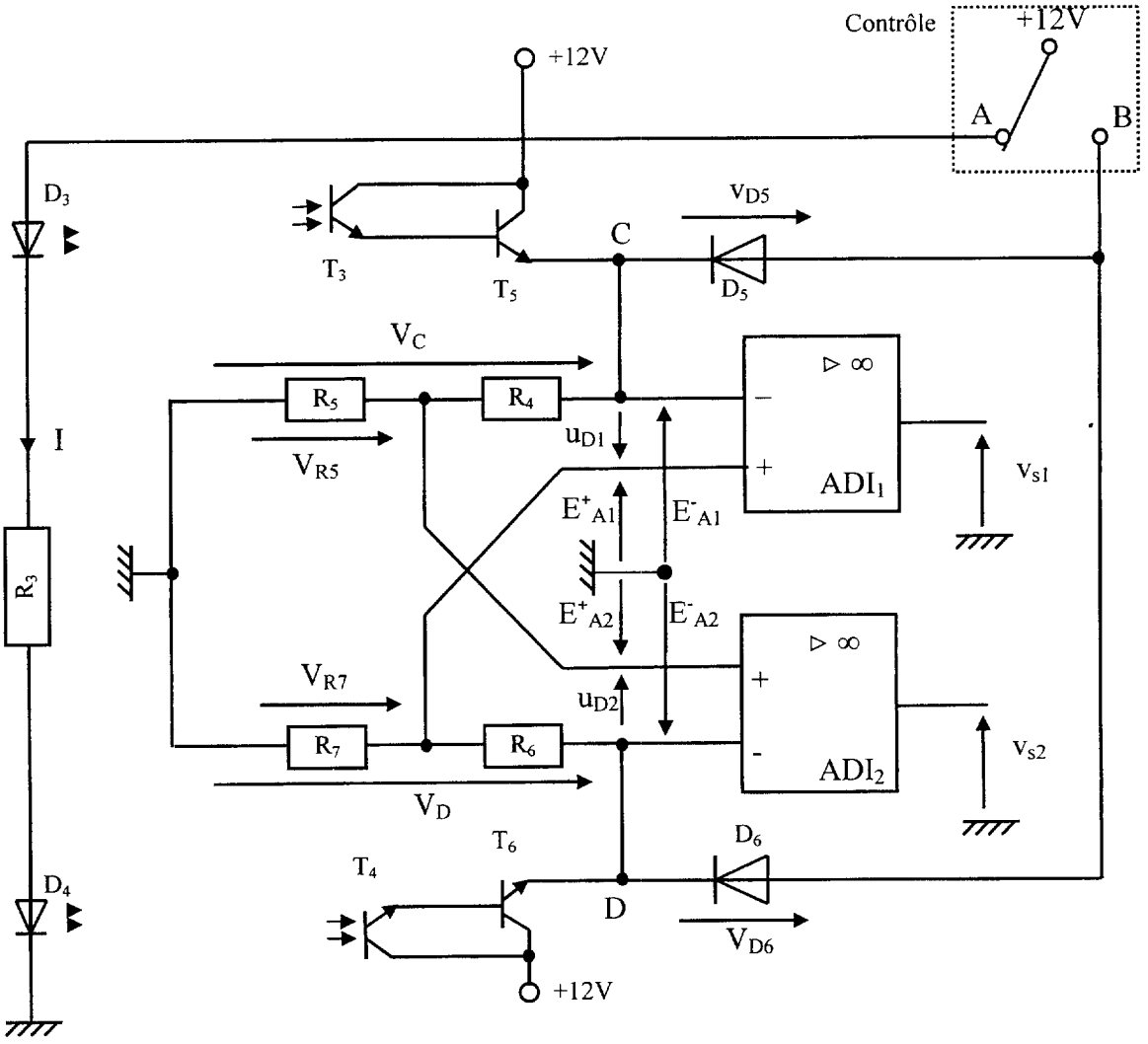


Figure n°5

Données : $R_5 = R_7 = 82\ k\Omega$, $R_4 = R_6 = 22\ k\Omega$.

4.1 - Quel est le régime de fonctionnement des ADI ADI_1 et ADI_2 ? Justifier votre réponse.

4.2 - On positionne l'interrupteur de contrôle sur A. D_5 et D_6 sont alors bloquées. Selon la position du robot par rapport à la piste, plusieurs cas sont possibles pour les transistors T_3, T_5, T_4 et T_6 .

4.2.1 – Cas n°1 : T_3, T_5, T_4 et T_6 sont passants.

a) Quelle est la valeur de V_C ?

b) En déduire E^-_{A1}.

c) Calculer V_{R5}.

d) En déduire E^+_{A2}.
e) Par symétrie, en déduire E^+_{A1} et E^-_{A2}.
f) Consigner les résultats dans le tableau du document réponse page 9/9.
g) Compléter le tableau avec les valeurs de u_{D1} et u_{D2}, puis v_{s1} et v_{s2}.

4.2.2 – Cas n°2 : T_3 et T_5 restent passants, T_4 et T_6 sont maintenant bloqués.
a) Que peut-on dire des valeurs de E^-_{A1} et E^+_{A2} ?
b) Justifier qu'il n'y ait aucun courant dans R_6 et R_7.
c) En déduire V_D , V_{R7} puis u_{D1} et u_{D2}, enfin v_{s1} et v_{s2}. Consigner les résultats dans le tableau du document réponse page 9/9.

5 - Étude du détecteur d'obstacle.

Le détecteur d'obstacle est composé d'un émetteur (figure 6) et d'un récepteur (figure7) ultrasonores (US) fonctionnant à la fréquence de 40 kHz. Les trains d'ondes se propagent dans l'air à la vitesse de 340 m/s et, lors d'une rencontre avec un obstacle, une partie de l'énergie émise est absorbée et une autre partie est renvoyée sous forme d'écho vers le récepteur.
La mesure de la durée du trajet de l'onde permet de déterminer la distance entre le chariot et l'obstacle. Nous n'allons pas déterminer précisément cette distance, mais simplement détecter la présence d'un objet situé à une **petite distance** de l'émetteur.

5.1 - Étude de l'émetteur à ultrasons.
L'amplificateur de différence intégré est parfait. Il est alimenté sous une tension symétrique de +12 V et -12 V.

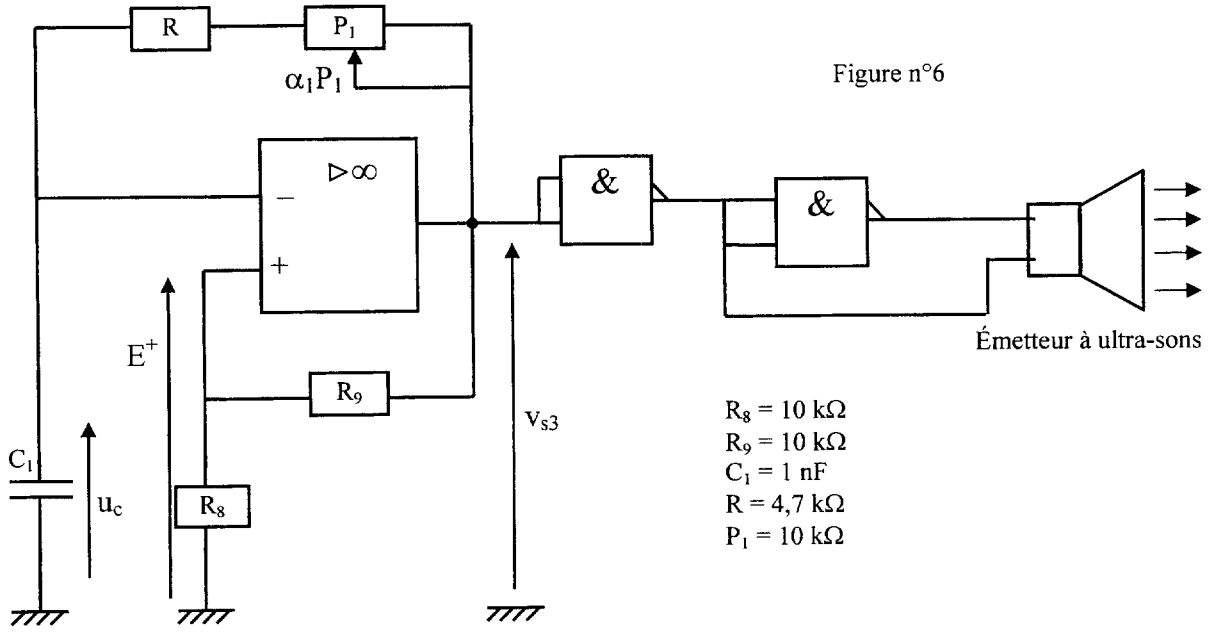


Figure n°6

5.1.1 - Donner l'expression de E^+ en fonction de R_8, R_9 et v_{s3}.
5.1.2 - Application numérique : Calculer E^+ pour les deux valeurs possibles de v_{s3}.
5.1.3 - Donner l'expression de la constante de temps τ caractéristique des évolutions dans le temps du courant dans le condensateur C_1.
5.1.4 - On rappelle que, dans les conditions de fonctionnement de ce montage, la période T est obtenue par la formule suivante : $T = 2\tau \ln 3$. Calculer la valeur de $\alpha_1 P_1$ pour que la fréquence d'émission de l'émetteur ultrasonore soit de 40 kHz. En déduire α_1.

5.2 - Étude du récepteur ultra-sonore.

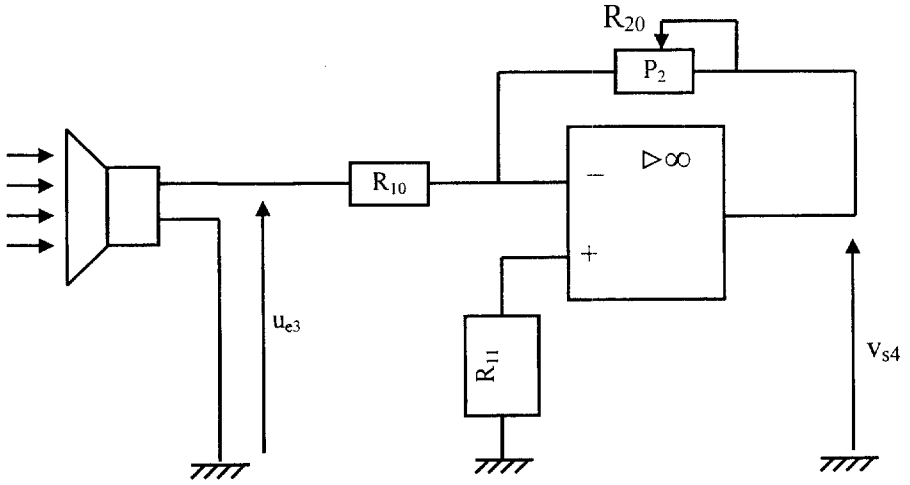


Figure n°7

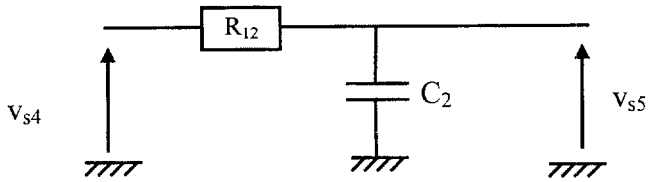
L'amplificateur de différence intégré est parfait. Il est alimenté sous deux tensions de +12 V et 0 V.
Un obstacle doit être détecté quand le robot s'en approche à une distance de 3 cm.
Données : $R_{10} = 1\ k\Omega$, $R_{11} = 2{,}2\ k\Omega$ et $P_2 = 300\ k\Omega$.

5.2.1 - Exprimer v_{s4} en fonction de R_{20} et u_{e3}.

5.2.2 -Déterminer la valeur de U_{e3max} lors de la détection d'un obstacle, en vous servant de l'annexe page 8/9.

5.2.3 - Calculer R_{20} pour avoir $V_{s4max} = 10$ V

5.3 - Étude du filtre



$R_{12} = 1\ k\Omega$
$C_2 = 100\ nF$

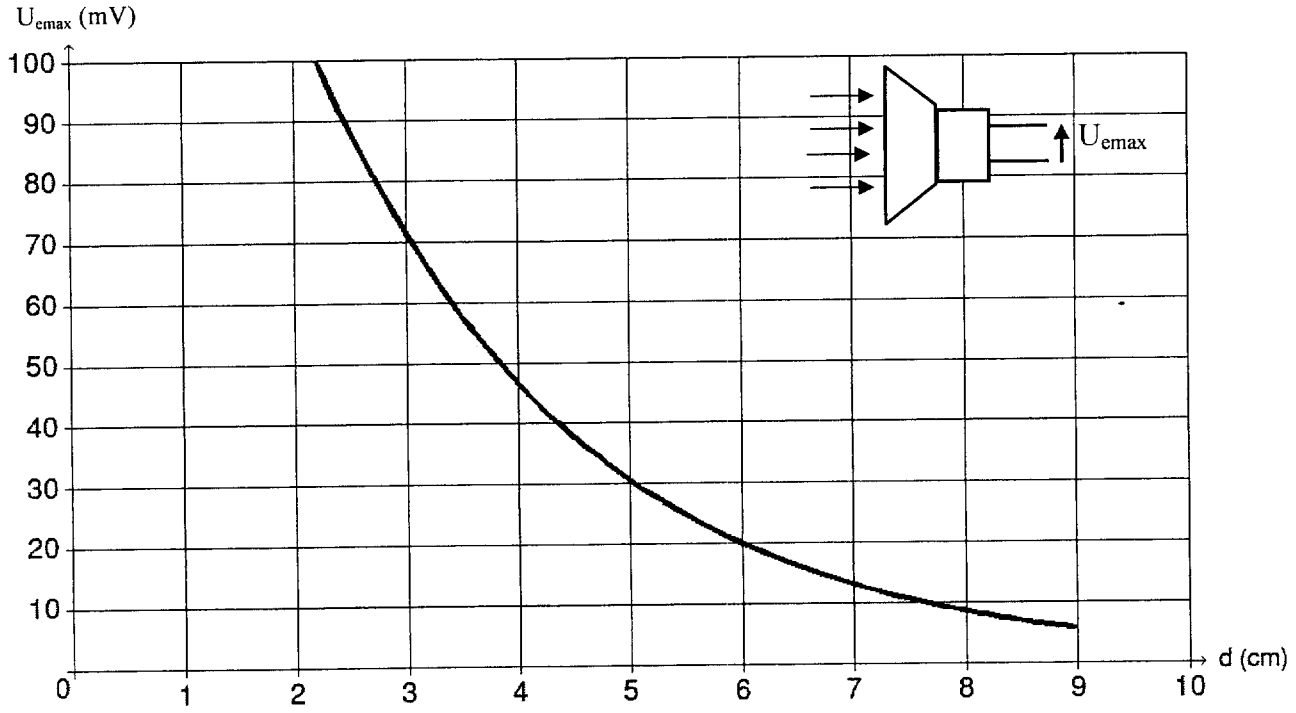
Figure n°8

5.3.1 - Montrer qualitativement, en supposant que la fréquence de v_{s4} est soit très basse, soit très élevée, la nature de ce filtre.

5.3.2 - Exprimer la fonction de transfert $\underline{T} = \frac{\underline{V}_{s5}}{\underline{V}_{s4}}$ en fonction de R_{12}, C_2 et ω.

5.3.3 - Exprimer alors la fréquence de coupure à -3dB.

Annexe : caractéristique du récepteur ultrasonore



DOCUMENT RÉPONSE (à rendre avec la copie)

	T_3 et T_5 passants							
	E^+_{A1} (V)	E^-_{A1} (V)	u_{D1} (V)	v_{s1} (V)	E^+_{A2} (V)	E^-_{A2} (V)	u_{D2} (V)	v_{s2} (V)
T_6 et T_4 passants								
T_6 et T_4 bloqués								

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.