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

Assistance Technique d'Ingénieur

ÉPREUVE E3 – Mathématiques physiques

Sous-épreuve – U32 – Sciences physiques

SESSION 2019

Durée : 2 heures

Coefficient : 2

Matériel autorisé :

L'usage de tout modèle de calculatrice, avec ou sans mode examen, est autorisé.

Documents à rendre avec la copie :

- DOCUMENT RÉPONSE N°1 page 10
- DOCUMENT RÉPONSE N°2 page 11
- DOCUMENT RÉPONSE N°3 page 12

Dès que le sujet vous est remis, assurez-vous qu'il soit complet et comporte 12 pages numérotées de 1/12 à 12/12.

S'il apparaît au candidat qu'une donnée est manquante ou erronée, il pourra formuler toutes les hypothèses qu'il jugera nécessaires pour résoudre les questions posées. Il justifiera, alors, clairement et précisément ces hypothèses.

Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel

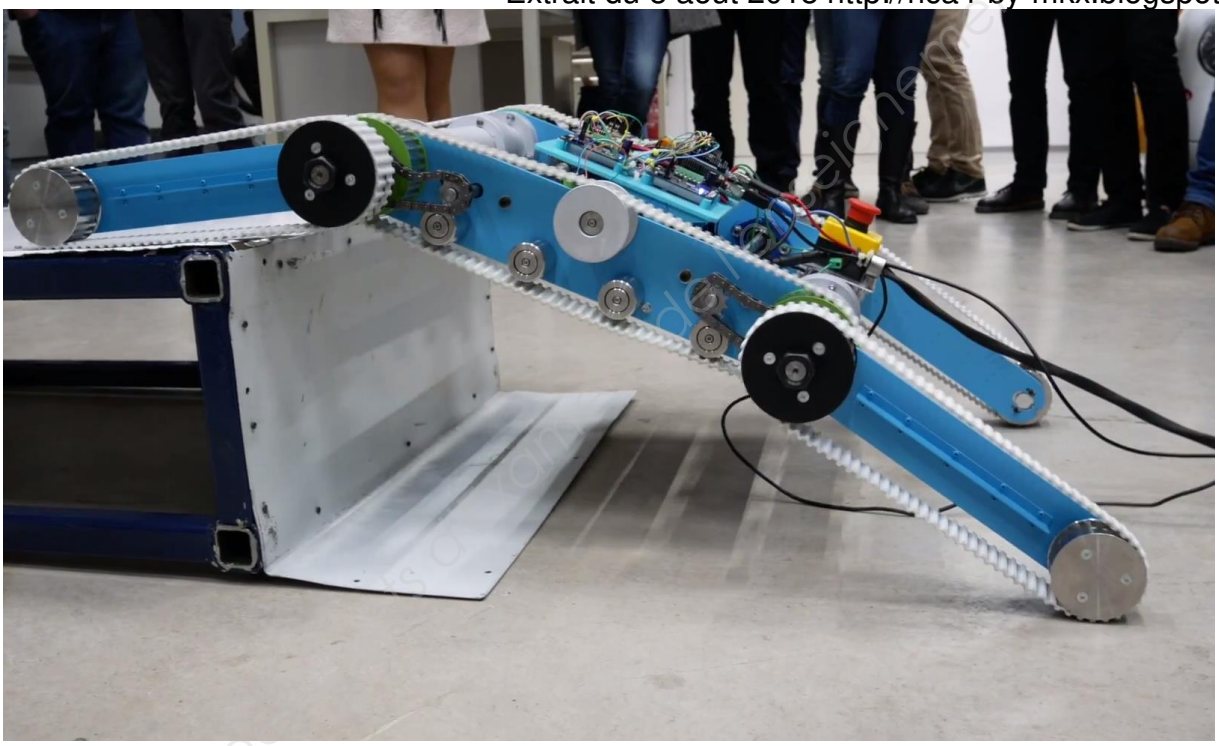
PROTOTYPE ROBOT RICA IV

Introduction.

L'objet de cette étude porte sur une partie du fonctionnement du prototype RICA IV (Robot pour l'Investigation des Cellules Aveugles), élaboré par l'IMT Mines Alès pour le CEA (Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives).

Les bras à l'avant et à l'arrière du robot lui permettent de monter les obstacles et de franchir les fosses qui se trouveront sur son passage. Ce robot sert au démantèlement des cellules aveugles, sortes de pièces où la radioactivité est élevée et dont l'accès est interdit aux humains.

Extrait du 8 août 2018 http://rica4-by-mkx.blogspot.com



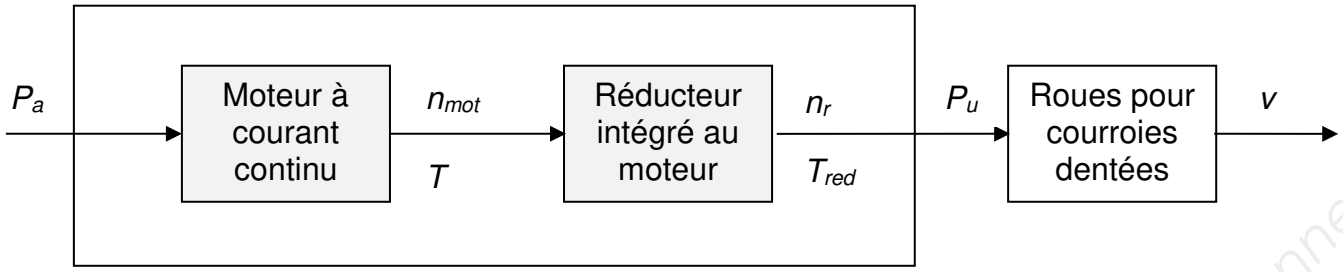
Le sujet comporte 3 parties indépendantes.

- Partie A. ÉTUDE DU MOTEUR A COURANT CONTINU (5 points)
- Partie B. ÉTUDE DE LA COMMANDE DU MOTEUR (4,5 points)
- Partie C. ÉTUDE DE LA CARTE CAPTEUR (10,5 points)

.

Base Nationale des Sujets d'examens de l'enseignement professionnel

<u>Partie A</u>. Étude du moteur à courant continu. (5 points)



Motoréducteur

On donne :

$r = n_r / n_{mot}$ rapport de réduction: r
fréquence de rotation du moteur (tr.s^{-1}) : n_{mot}
fréquence de rotation des roues (tr.s^{-1}) : n_r

$v = R \times \Omega_r$ vitesse angulaire de rotation des roues (rad.s^{-1}) : Ω_r
vitesse du robot (m.s^{-1}) : v
rayon des roues (m) : R

Le diamètre des roues est de 94 mm

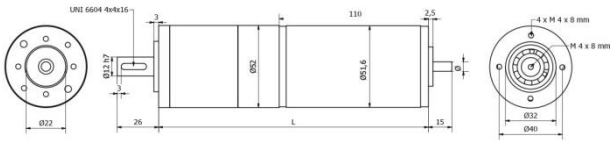
$\eta = 60\%$ rendement du motoréducteur

La motorisation est importante pour permettre le franchissement d'obstacles et de fosses.

Les 4 motoréducteurs fonctionnent indépendamment les uns des autres. L'étude suivante porte sur un de ces motoréducteurs (S1).

Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel

Pour la motorisation, il a été choisi des motoréducteurs à courant continu à aimant permanent pour faire fonctionner les chenilles.





TYPE	r	vitesse à vide tr.min^{-1}	vitesse de S1 tr.min^{-1}	T N.m	T_{max} N.m	I_{max} A
MR 752 52 1/6	1/6	440	380	0,43	3	7
MR 752 52 1/144	1/144	21	18	8,0	36	4,7
MR 752 52 1/216	1/216	14	11	13,5	36	3,3

r : rapport de réduction.
T : moment du couple mécanique de S1.
T_{max} : moment du couple mécanique maximal.
Le test de charge du motoréducteur S1 a été réalisé sous un courant de 1,5 A à la température de 70°C.
Il a été choisi, en gardant une marge de sécurité suffisante, de dimensionner le motoréducteur afin de franchir correctement les obstacles envisagés. Pour cela, il faut que le moment de couple mécanique du motoréducteur T_{red} soit au moins de 6,0 N.m pour une vitesse de rotation n_r de 17 tr.min^{-1}.

Q1. Parmi les motoréducteurs donnés dans le tableau ci-dessus, sélectionner le type de motoréducteur en justifiant votre choix.

Q2. Faire le tracé de la caractéristique mécanique T = f(n) du motoréducteur MR 752 52 1/144 sous une tension continue de 24 V sur le **document réponse N°1 page 10**.

Q3. Sur le **document réponse N°1 page 10**, déterminer graphiquement la valeur de la fréquence de rotation n_1 du motoréducteur pour un moment du couple utile T_u = 4.00 N.m.

Q4. En déduire la puissance utile P_u du motoréducteur.

Q5. Calculer en tr.min^{-1} la vitesse de rotation du moteur n_{mot}.

Q6. Vérifier que la puissance absorbée P_a par le motoréducteur est alors de 13,6 W.

Q7. Calculer la vitesse v du robot pour la fréquence de rotation n_1 et vérifier qu'elle est comprise entre 0,090 m.s^{-1} et 0,100 m.s^{-1}.

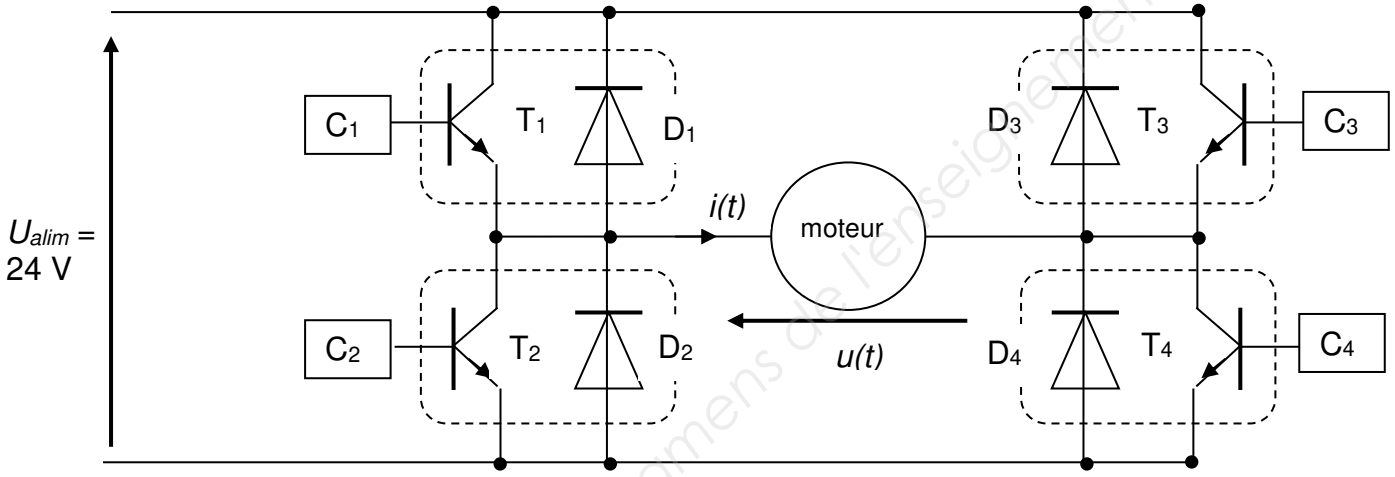
Base Nationale des Sujets d'Examen de l'enseignement professionnel

<u>Partie B</u>. Étude de la commande du moteur. (4,5 points)

La carte de commande doit permettre la variation de vitesse et le changement du sens de rotation du moteur.

La **marche avant** est obtenue lorsque la vitesse *v* du robot est positive.
La **marche arrière** est obtenue lorsque la vitesse est négative.

Pour cela on alimente le moteur par l'intermédiaire d'un hacheur 4 quadrants représenté ci-dessous :



On étudiera le cas où l'intensité fournie au moteur est *i(t)* > 0A.

Les diodes D_1, D_2, D_3 et D_4 sont supposées parfaites.
Les transistors T_1, T_2, T_3 et T_4 sont supposés parfaits (V_{cesat} = 0 V en régime saturé) et fonctionnent en commutation (bloqués ou saturés).

On supposera que les commandes C_1, C_2, C_3 et C_4 des transistors sont celles données sur le **document réponse N°2 page 11.** Elles proviennent d'une carte électronique programmable pour le pilotage du robot.

Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel

Q8. Remplir le tableau sur le **document réponse N°2 page 11**, en donnant le nom des composants qui conduisent.

Q9. Faire le tracé de la tension *u(t)* aux bornes du moteur sur le **document réponse N°2 page 11**.

Q10. Déterminer la valeur du rapport cyclique *α* grâce au **document réponse N°2 page 11**.

Q11. Justifier, avec ou sans calcul, que la valeur moyenne *<u>* de la tension *u(t)* est positive ou négative et en déduire le sens de marche (avant ou arrière) du robot.

Q12. Déterminer les valeurs limites du rapport cyclique *α* pour lesquelles le robot fait marche arrière.

Q13. Grâce aux signaux de commande, on peut faire varier le rapport cyclique *α* de 0 à 1. Indiquer quel est l'intérêt de faire varier le rapport cyclique.

Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel

<u>Partie C</u>. Étude de la carte capteur. **(10,5 points)**

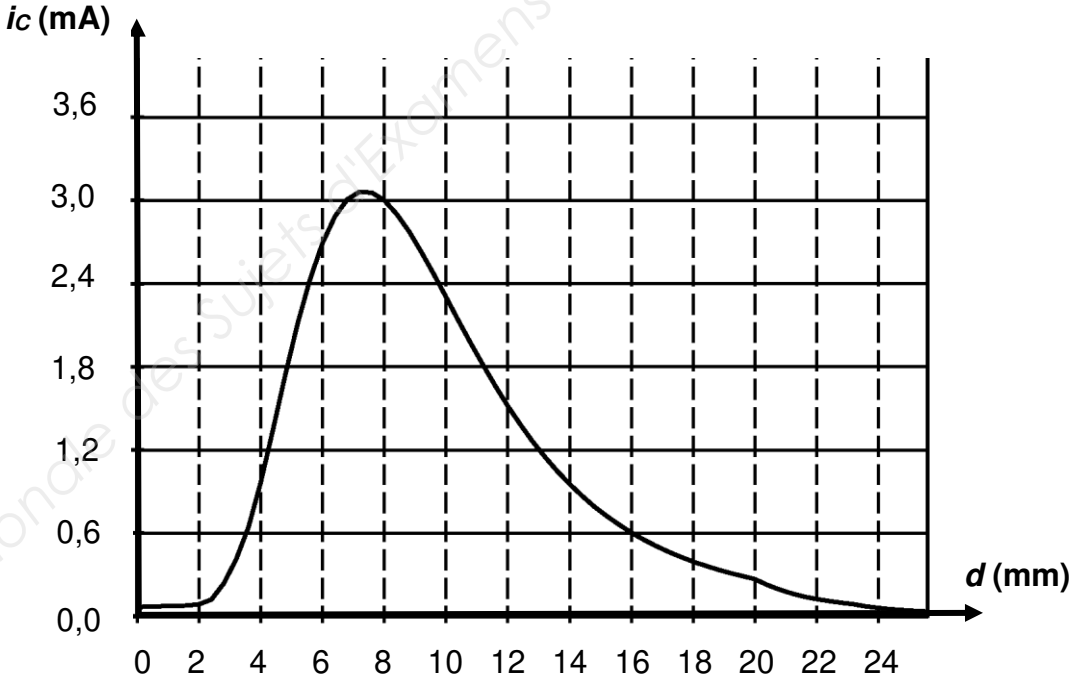
Les capteurs utilisés sont des détecteurs infrarouge IR de proximité. Ils sont composés d'une diode électroluminescente (DEL) et d'un phototransistor silicium (TS), montés côte à côte sur des axes optiques convergents dans un boitier en plastique noir.
Le phototransistor possède une tension de saturation v_{cesat} = 0,3 V.

Ces capteurs sont utilisés à proximité des courroies dentées de déplacement comme codeurs pour donner des informations de déplacement précises. La DEL émet un rayon IR pour détecter le passage des dents de la courroie.
Ils vont permettre de mesurer le déplacement du robot.
La vitesse réelle du robot sera alors comparée avec la vitesse souhaitée et elle sera réglée en conséquence au moyen d'une régulation tout ou rien.

On représente ci-après les valeurs du courant collecteur i_c en fonction de la distance d entre le capteur et la surface réfléchissante: i_c = f (d).

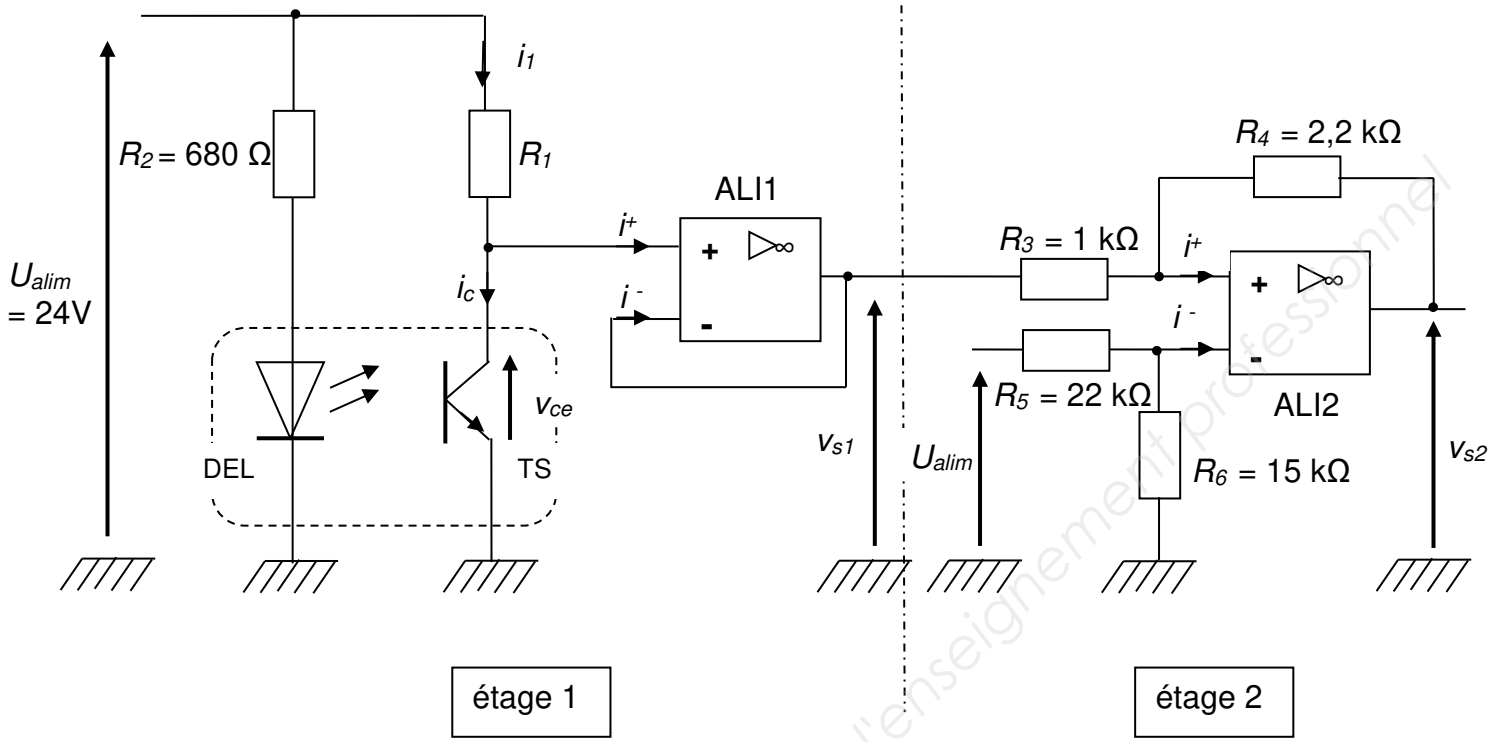
Comme le montre ce tracé :
- la réflexion du rayon émis par la DEL est optimale lorsqu'il y a passage d'une dent de la courroie devant le capteur, le courant collecteur i_c est alors maximal.
- la réflexion est diffuse et le courant i_c est alors minimal dans le cas contraire.

i_c = f (d)



Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel

Les amplificateurs linéaires intégrés (ALI1 et ALI2) de la carte capteur sont considérés parfaits et alimentés en +24 V / 0 V.



Étude de l'étage 1.

Q14. Indiquer quel est le type du phototransistor TS.

Q15. D'après le tracé $i_c = f(d)$, déterminer la distance optimale de détection.

Q16. Donner le nom du montage réalisé par ALI1. Donner la relation entre v_{s1} et v_{ce}.

Q17. Déterminer en justifiant la relation entre les deux courants i_1 et i_c.

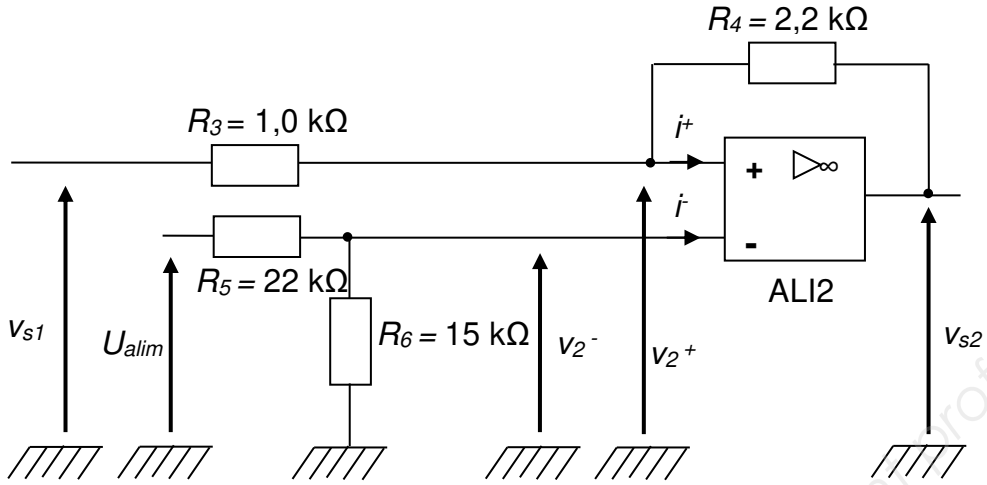
Q18. Lorsque le transistor est saturé, le courant collecteur i_c doit être compris entre 0,21 mA et 3 mA et la tension v_{cesat} = 0,3 V.
Déterminer parmi les résistances données ci-dessous, celle qu'il convient de choisir comme résistance R_1 pour un fonctionnement correct.

56 Ω	**100 Ω**	**2,2 kΩ**	**10 kΩ**	**120 kΩ**	**820 kΩ**	**4,7 MΩ**

Q19. Comment varie la tension v_{s1} lorsqu'une dent s'approche du capteur ? Justifier.

Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel

Étude de l'étage 2.



Q20. Donner le mode de fonctionnement de ALI2 en justifiant votre choix.

Q21. Calculer la tension v_2^-.

Q22. Démontrer que $v_2^+ = (0{,}69 \times v_{s1}) + (0{,}31 \times v_{s2})$.

Q23. D'après la caractéristique de transfert $V_{s2} = f(V_{S1})$ donnée dans le **document réponse N°3 page 12**, donner les valeurs des 2 seuils de basculement (seuil bas S_B et seuil haut S_H).

Q24. Vérifier les valeurs des seuils d'après les questions **Q21** et **Q22**.

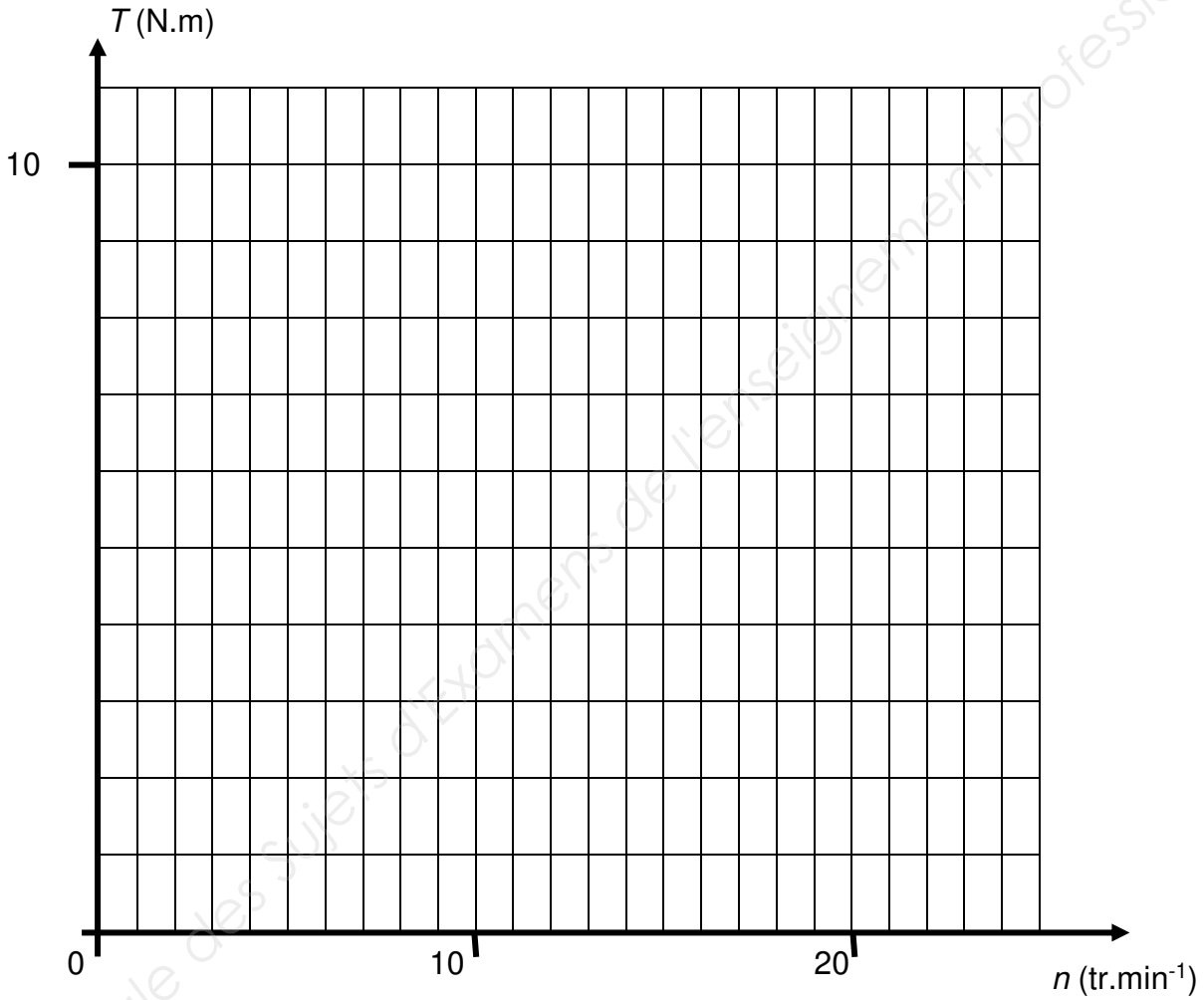
Q25. Le tracé de $v_{s1}(t)$ étant donné, tracer $v_{S2}(t)$ sur la figure 1 du **document réponse N°3 page 12**, en vous aidant de la caractéristique de transfert.

Q26. Indiquer sur la figure 2 du **document réponse N°3 page 12**, les intervalles dans lesquels il y a passage d'une dent devant le capteur. Noter O pour oui dans le cas d'une réflexion optimale et N pour non dans le cas contraire.

Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel

DOCUMENT RÉPONSE N°1
À rendre avec votre copie

Q2 et Q3.

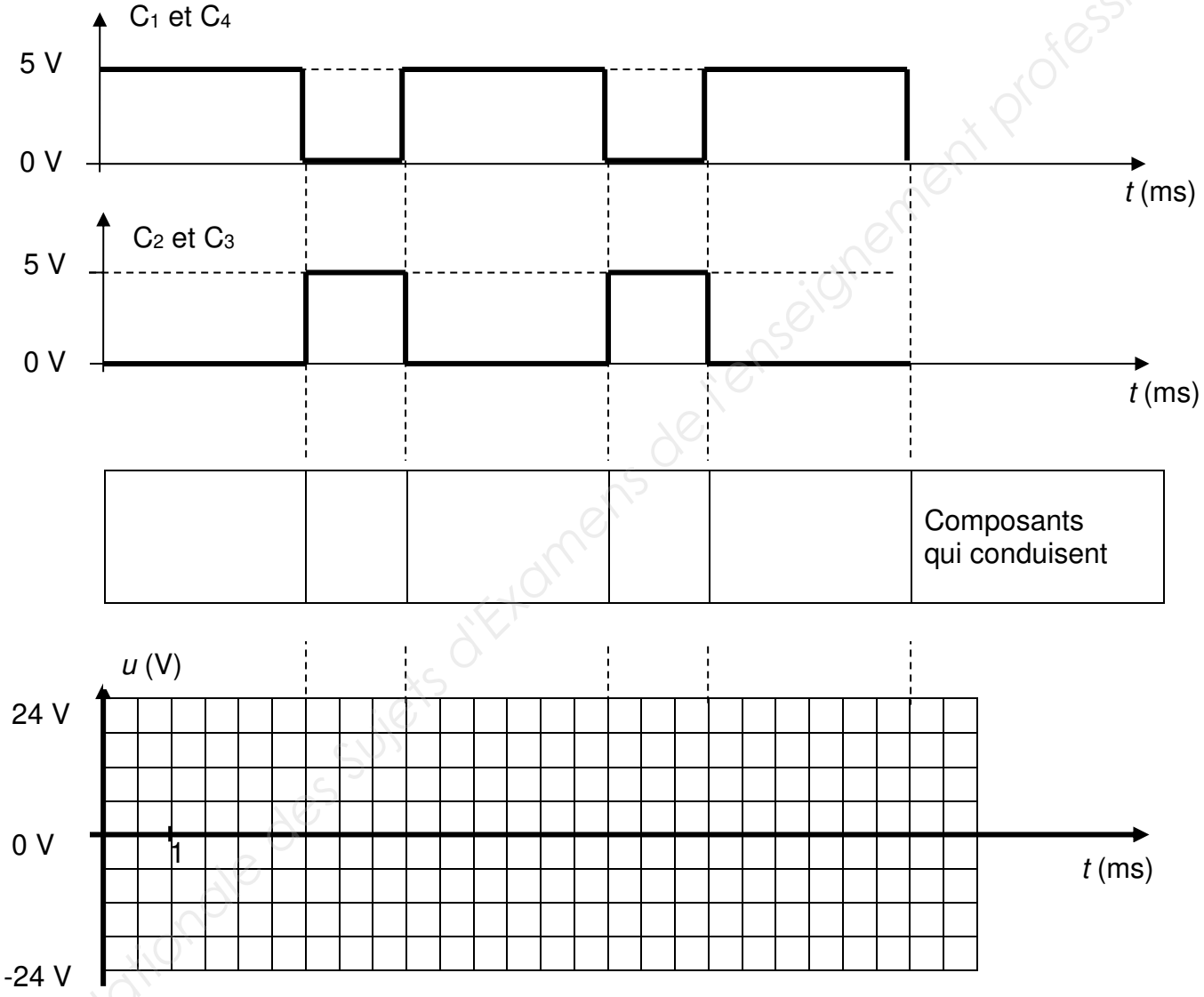


Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel

DOCUMENT RÉPONSE N°2

À rendre avec votre copie

Q8, Q9 et Q10.



Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel

DOCUMENT RÉPONSE N°3
À rendre avec votre copie

Q25 et Q26. La caractéristique de transfert de l'étage 2 est représentée ci-dessous.

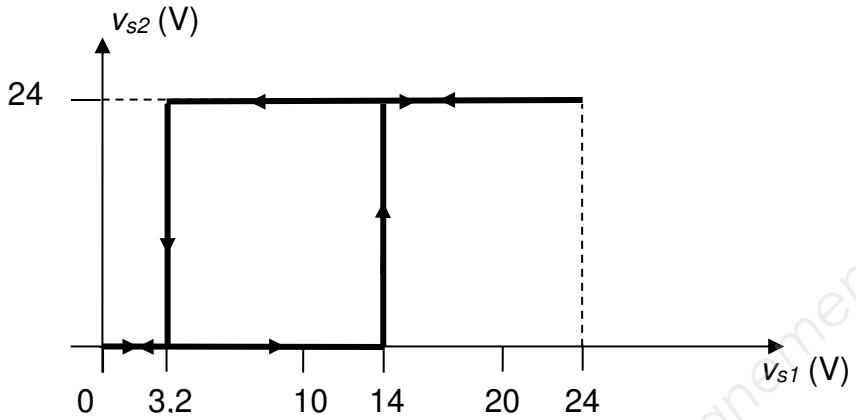
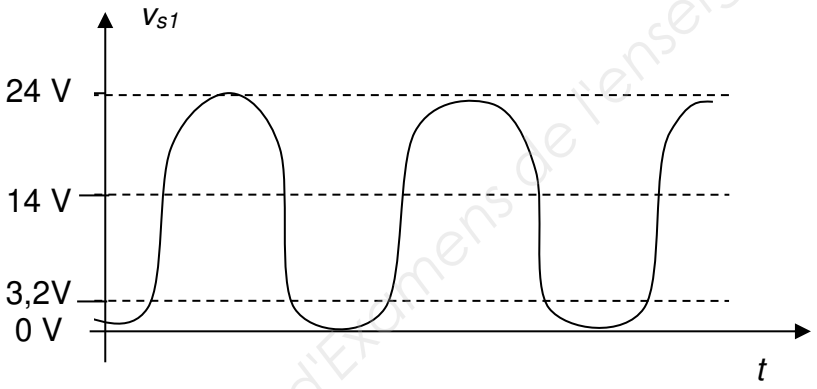


figure 1



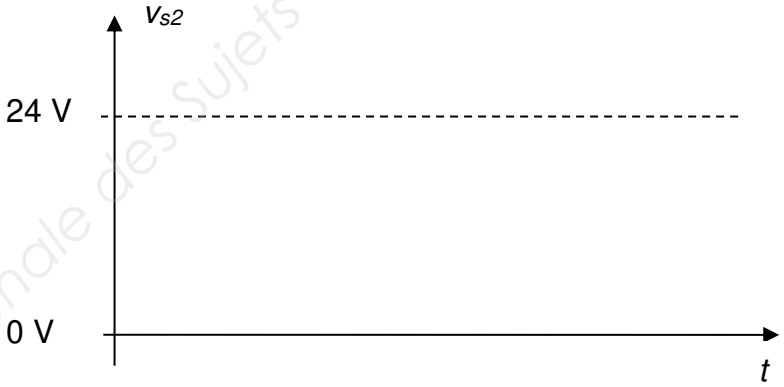


figure 2

	Passage d'une dent devant le capteur

Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel

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.