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

ÉPREUVE E3

Mathématiques et sciences physiques appliquées

UNITÉ U32

Sciences physiques appliquées

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

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.

Le candidat répondra aux questions sur le texte même de l'épreuve.
Si la place allouée pour telle ou telle réponse semble insuffisante, il est possible, en le précisant clairement, d'utiliser le verso de la feuille précédente.

Dès que le sujet vous est remis, assurez-vous qu'il soit complet et comporte 21 pages numérotées de 1/21 à 21/21.

MINI VOITURE SOLAIRE

INTRODUCTION : Une mini voiture solaire est un jouet électrique qui peut fonctionner sans pile. C'est un jouet éducatif qui apprend aux enfants à découvrir l'énergie lumineuse.

La voiture étudiée fonctionne en extérieur ou en intérieur sous lumière artificielle. Elle est télécommandée pour son déplacement et est équipée d'un panneau solaire pour être autonome. Elle possède 3 roues. Elle avance uniquement en ligne droite et tourne lorsqu'elle recule.





Roue directrice Récepteur IR Cellules photovoltaïques

Le problème est composé de 5 parties indépendantes :

- Partie A : Étude du mini panneau solaire (3 points).
- Partie B : Étude de l'alimentation (5,5 points).
- Partie C : Étude du moteur à courant continu (6 points).
- Partie D : Traitement du signal reçu par le récepteur (4 points).
- Partie E : Étude de la partie mécanique (1,5 point).

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

DANS CE CADRE

Académie : Session :

Examen : Série :

Spécialité/option : Repère de l'épreuve :

Epreuve/sous épreuve :

NOM :

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

Prénoms :

Né(e) le :

N° du candidat

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

Ne rien Écrire

Appréciation du correcteur

Note :

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

BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR

Conception et Industrialisation en Microtechniques

ÉPREUVE E3

Mathématiques et sciences physiques appliquées

UNITÉ U32

Sciences physiques appliquées

CAHIER RÉPONSE

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

- Partie A : Étude du mini panneau solaire (3 points).

Un panneau solaire est un système constitué de cellules photovoltaïques élémentaires qui permet de convertir de l'énergie solaire en énergie électrique continue. La puissance fournie est fonction du flux lumineux.

On a réalisé un relevé expérimental pour un flux lumineux donné et on obtient le tableau ci-dessous où U_p et I_p sont respectivement la tension et l'intensité du courant délivrées par le panneau solaire.

U_p (V)	2,2	2,15	2,05	2,0	1,9	1,8	1,0	0
I_p (mA)	0	50	85	100	105	110	115	120

Les mesures ont été réalisées en branchant le panneau solaire sur un rhéostat et en y insérant correctement les appareils de mesure nécessaires (ampèremètre et voltmètre numériques).

A.1 Sur quelle position le commutateur des appareils numériques était-il ? Entourer la bonne réponse.

AC ou DC

A.2 Parmi les rhéostats proposés ci-dessous, lequel a permis d'effectuer toutes les mesures ? Entourer une bonne réponse.

1000 Ω - 0,57 A	100 Ω - 1,25 A	23 Ω - 7 A	10 Ω - 5,7 A

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

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

A.3 Tracer la caractéristique $I_p(U_p)$ du panneau solaire sur la figure 1.

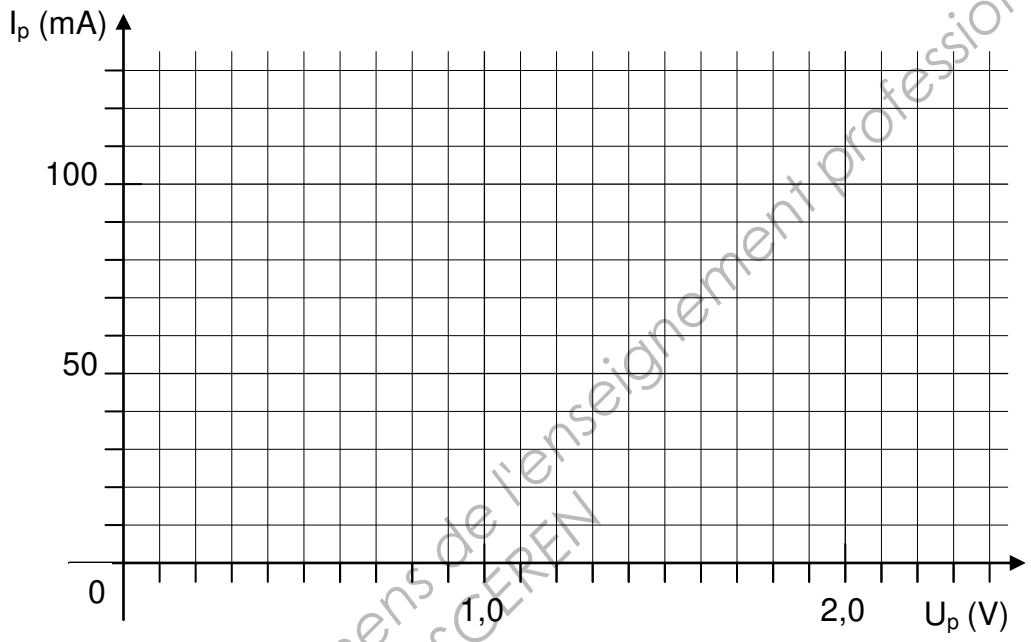


FIGURE 1

A.4 Donner les coordonnées du point C correspondant au fonctionnement en court-circuit et repérer ce point sur la figure précédente.

A.5 Donner les coordonnées du point V correspondant au fonctionnement à vide et repérer ce point sur la figure précédente.

La puissance maximale délivrée par le panneau solaire est obtenue au voisinage du coude de la caractéristique $I_p(U_p)$.

A.6 Estimer cette puissance maximale P_{max} en mW.

Le panneau solaire est constitué de 4 cellules élémentaires dont les caractéristiques sont les suivantes : tension à vide de 0,55 V et courant de court-circuit de 120 mA.

A.7 Comment sont associées les cellules pour que l'association globale ait pour caractéristique celle de la figure 1 ?

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

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

- Partie B : Étude de l'alimentation (5,5 points).

La tension fournie par le panneau solaire varie en fonction du flux lumineux. Elle n'est pas suffisante et constante pour alimenter les composants de la partie électronique et le moteur. Il est donc nécessaire d'élever la tension et de la rendre indépendante du flux lumineux. Un circuit spécialisé permet de réaliser cette fonction. Pour une tension d'entrée comprise entre 0,8 V et 3,3 V, le composant délivre une tension constante de 3,3 V et un courant pouvant atteindre 100 mA.

B.1 Étude du convertisseur DC/DC.

La figure 2 représente le principe d'un convertisseur DC/DC. L'étude se fait en régime permanent.

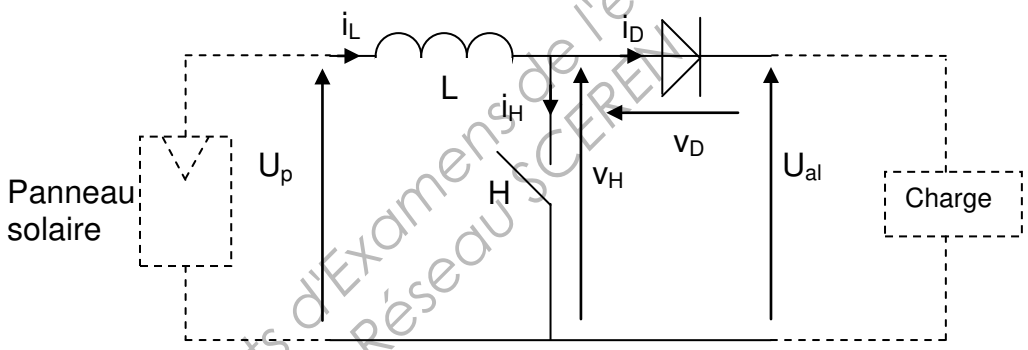


FIGURE 2

U_p est la tension délivrée par le panneau solaire supposée constante et positive mais qui peut évoluer en fonction du flux lumineux.
En régime permanent, la tension U_{al} est considérée constante et vaut 3,3 V.
L'inductance L de la bobine est assez grande pour que l'on puisse considérer l'ondulation du courant i_L comme négligeable par rapport à sa valeur moyenne I.
Les éléments du convertisseur sont supposés parfaits. H est un interrupteur électronique qui s'ouvre et se ferme périodiquement. Sur une période T : H est fermé de 0 à α.T et ouvert de α.T à T, α désignant le rapport cyclique.

B.1.1 Donner la relation entre v_H, v_D et U_{al}.

B.1.2 Donner la relation entre i_D, i_H et I.
On rappelle que i_L = I.

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

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

B.1.3 Compléter le tableau ci-dessous en vous aidant des relations précédentes.

H est **fermé** sur [0 ; α.T]	H est **ouvert** sur [α.T ; T]
v_H =	i_H =
v_D =	i_D =
État de D :	État de D :
i_D =	v_D =
i_H =	v_H =

B.1.4 Étude sur une période T.

B.1.4.1 Représenter, en vous aidant du tableau précédent, la courbe représentative de v_H sur la figure 3.

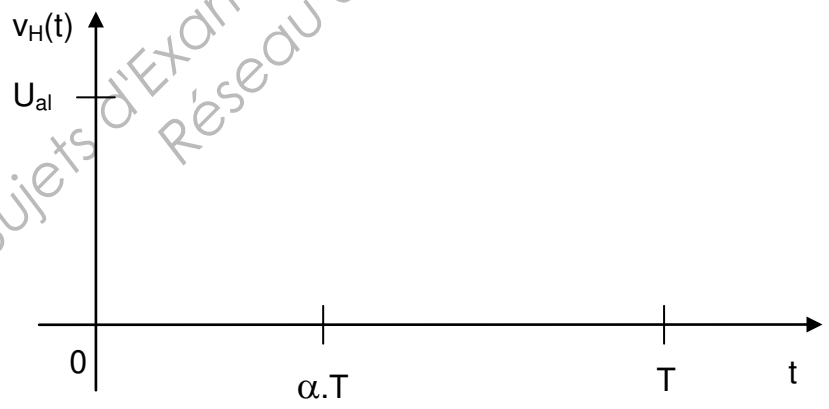


FIGURE 3

B.1.4.2 Montrer que la valeur moyenne de $v_H(t)$ s'écrit : $\langle v_H \rangle = (1-\alpha).U_{al}$.

B.1.4.3 Montrer, en appliquant la loi des mailles à l'entrée du circuit, que $\langle v_H \rangle = U_p$. On rappelle que la valeur moyenne de la tension aux bornes d'une bobine est nulle.

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

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

B.1.4.4 Calculer α pour $U_p = 2{,}0$ V et $U_{al} = 3{,}3$ V.

B.2 Étude de l'inversion de l'alimentation (pont en H).

La figure 4 permet d'obtenir une tension continue positive ou négative aux bornes du moteur, selon l'état des interrupteurs électroniques K_i (i = 1, 2, 3, 4) supposés parfaits. Ainsi, la voiture peut se déplacer en marche avant ou marche arrière.

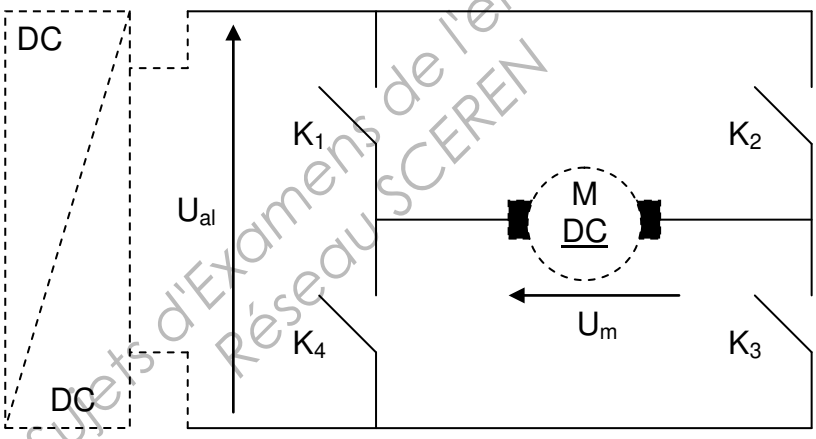


FIGURE 4

U_m représente la tension aux bornes du moteur.

B.2.1 Pourquoi ne peut-on pas commander la fermeture des interrupteurs (K_1 et K_4) ou (K_2 et K_3) simultanément ?

B.2.2 Quels sont les interrupteurs fermés pour avoir $U_m = U_{al}$?

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

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

B.2.3 Quels sont les interrupteurs fermés pour avoir $U_m = - U_{al}$?

B.2.4 En quoi le dispositif répond-il au cahier des charges ?

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

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

- Partie C. Étude du moteur à courant continu (6 points).

Le moteur à courant continu est à aimant permanent.

C.1 Détermination de la résistance du moteur.

C.1.1 Compléter, à partir des éléments représentés ci-dessous, le schéma de câblage de la figure 5 afin de déterminer expérimentalement la résistance de l'induit du moteur par la méthode volt-ampèremétrique. Repérer par un plus (+) la borne positive des appareils de mesure.



FIGURE 5

C.1.2 Pour quelle raison faut-il bloquer le rotor lors de l'essai ?

C.1.3 Déterminer, dans les conditions précédentes, la résistance R de l'induit du moteur ; les mesures ayant donné : U_c = 1,1 V et I_c = 105 mA.

C.2 Exploitation des caractéristiques du moteur.

Les caractéristiques du moteur sont données figure 6 pour une tension d'alimentation de U = 3 V ;

- Caractéristique du courant en fonction du moment du couple utile $I(T_u)$,
- Caractéristique de la vitesse de rotation en fonction du moment du couple utile $N(T_u)$,
- Caractéristique du rendement en fonction du moment du couple utile $\eta(T_u)$,

La résistance d'induit R vaut 10 Ω.

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

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

Traduction :

Efficiency : rendement η en %,
Current : intensité I en A,
Speed : vitesse de rotation N en $tr.min^{-1}$,
Torque : moment du couple utile T_u en mN.m,
r/min : tr/min.

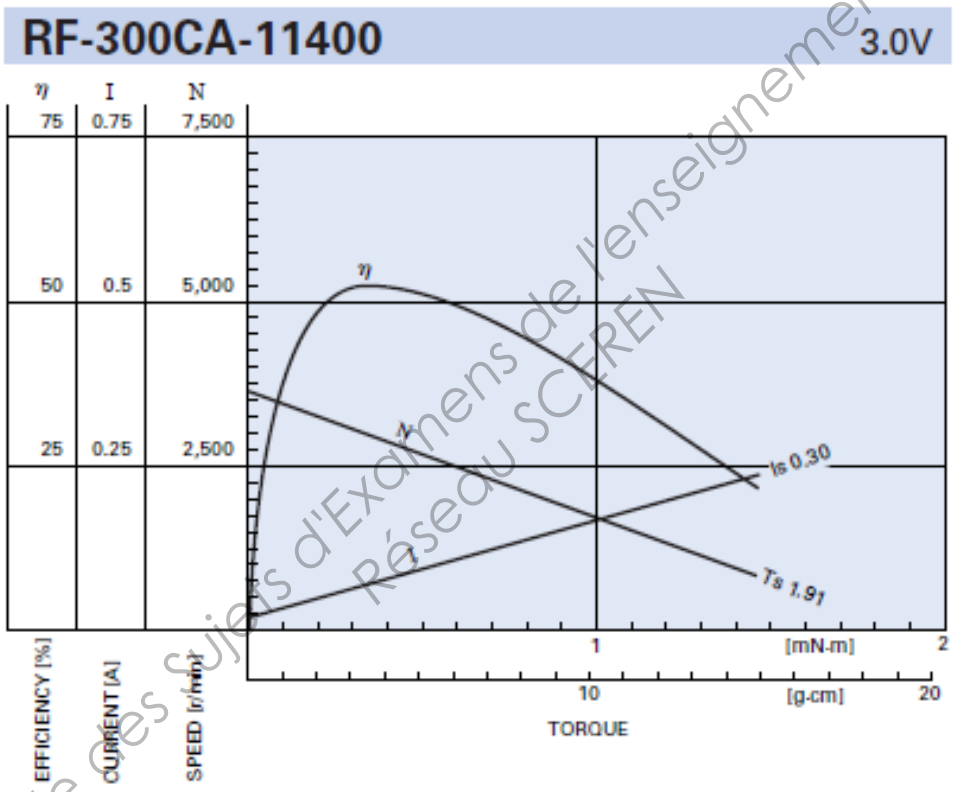


FIGURE 6

C.2.1 Fonctionnement à vide du moteur.

À l'aide de la figure 6, on relève l'intensité du courant I_v ainsi que la vitesse N_v du moteur à vide : I_v = 25 mA et N_v = 3625 $tr.min^{-1}$.

C.2.1.1 Quel est le moment du couple utile à vide T_{uv} du moteur ?

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

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

C.2.1.2 Calculer la vitesse Ω_v en rad.s^{-1} et la f.e.m. E_v.

C.2.1.3 Déduire la constante $K = E / \Omega$ de la machine et préciser son unité.

C.2.1.4 Calculer la puissance absorbée P_{av}, les pertes par effet Joule p_{Jv} et les pertes collectives p_{Cv} à vide.

C.2.2 Fonctionnement en charge.

On considère un couple utile en charge de moment $T_{uch} = 5.10^{-4}$ N.m.

C.2.2.1 Déterminer, à l'aide de la figure 6, la vitesse N_{ch} du moteur en charge pour $I_{ch} = 90$ mA.

C.2.2.2 Étude du rendement en charge.

C.2.2.2.1 Calculer la puissance absorbée P_{ach}.

C.2.2.2.2 Calculer la puissance utile P_{uch}.

C.2.2.2.3 En déduire le rendement et le comparer à celui indiqué par la figure 6.

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

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

C.2.2.3 Calculer les pertes par effet Joule $p_{J\,ch}$ et les pertes collectives p_{Cch} en charge.

C.2.2.4 En comparant les pertes collectives à vide et en charge, préciser si celles-ci dépendent de la vitesse de rotation.

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

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

- Partie D : Traitement du signal reçu par le récepteur (4 points).

  En fonction du déplacement choisi au niveau de la télécommande, la partie réception doit traiter, après mise en forme, l'un ou l'autre des signaux représentés figure 7 et figure 8.

Cas du déplacement en avant

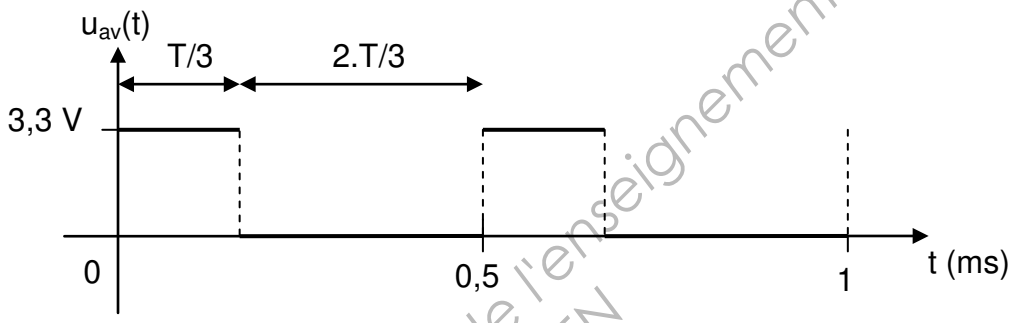


FIGURE 7

Cas du déplacement en arrière

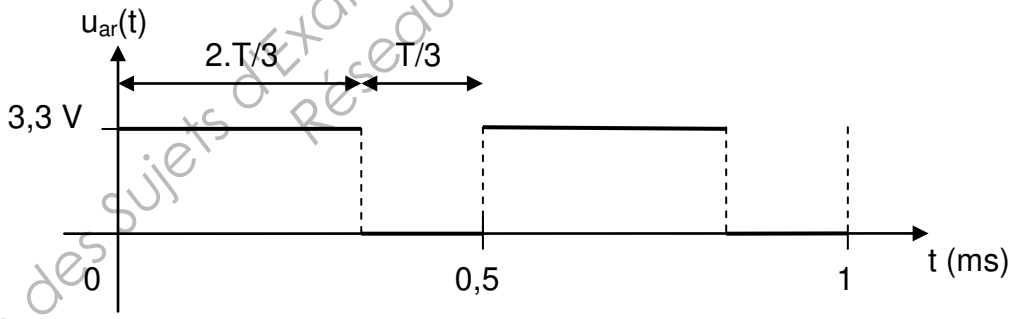


FIGURE 8

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

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

D.1 Traitement analogique du signal

L'une des solutions pour déterminer le sens de déplacement consiste à appliquer l'un des signaux représentés ci-dessus à l'entrée d'un filtre analogique et à analyser le signal de sortie $v_s(t)$.

D.1.1 Les signaux appliqués à l'entrée du filtre sont représentés figure 7 et figure 8. Compléter le tableau ci-dessous :

	T (ms)	F (kHz)	α	<u> (V)
$u_{ar}(t)$				
$u_{av}(t)$				

Où T, F, α et <u> représentent respectivement la période, la fréquence, le rapport cyclique et la valeur moyenne des signaux $u_{ar}(t)$ et $u_{av}(t)$.

D.1.2 Étude du filtre

On donne figure 9 le gain du filtre $G_{dB} = 20.\text{Log}(T) = 20\log\left(\frac{V_S}{V_E}\right)$ en fonction de la fréquence. La tension $V_E(t)$ est soit $U_{av}(t)$ ou $U_{ar}(t)$.

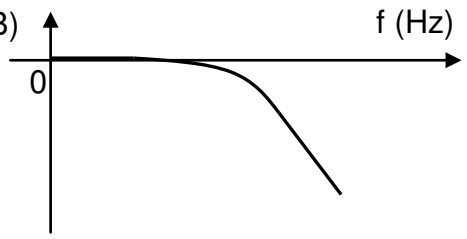


FIGURE 9

D.1.2.1 Déterminer la nature du filtre, son gain G_0 et l'amplification T_0 quand $f \rightarrow 0$.

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

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

D.1.2.2 Comment choisir la fréquence de coupure f_c du filtre par rapport à la fréquence F du signal appliqué à l'entrée afin que le filtre puisse extraire la valeur moyenne du signal ?

D.1.3 Dans les conditions de la question précédente, donner les 2 valeurs de $v_s(t)$ selon le signal appliqué à l'entrée du filtre.

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

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

D.2 Traitement numérique du signal.

Après avoir réalisé une étude de coût, on s'aperçoit que l'on peut remplacer le traitement analogique par un traitement numérique utilisant le microcontrôleur déjà présent.

Celui-ci, associé à son programme, analyse alors le signal reçu pour lui permettre de distinguer la marche avant de la marche arrière.

Les signaux analogiques doivent donc être, avant tout, échantillonnés : cela consiste à prélever les valeurs du signal analogique à des instants multiples entiers de la période d'échantillonnage T_E. L'ensemble de ces échantillons constitue le signal échantillonné.

D.2.1 Cas du déplacement en avant.

On a tracé sur la figure 10 le signal échantillonné à la fréquence F_E dans le cas d'un déplacement en AV.

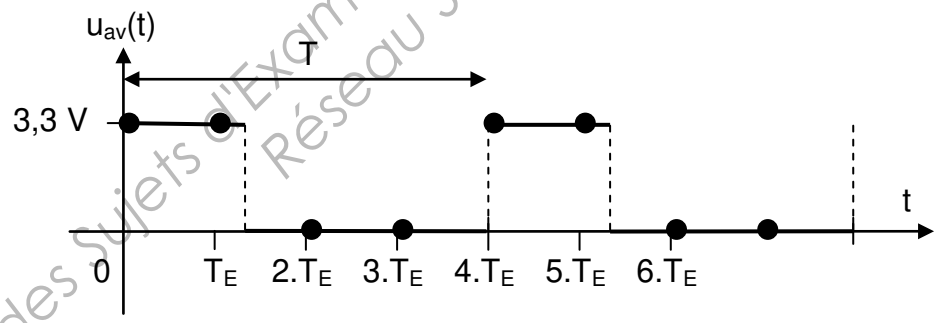


FIGURE 10

D.2.1.1 En s'appuyant sur le figure 10, donner la relation entre la fréquence d'échantillonnage F_E et la fréquence $F = 1/T$.

D.2.1.2 Compléter le tableau ci-dessous.

t	0	T_E	$2T_E$	$3T_E$
$u_{av}(t)$ en V				

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

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

D.2.2 Cas du déplacement en arrière

D.2.2.1 Représenter, sur la figure 11, le signal obtenu par échantillonnage de $u_{ar}(t)$ pour une fréquence d'échantillonnage $F_E = 4.F$.

Cas du déplacement en arrière

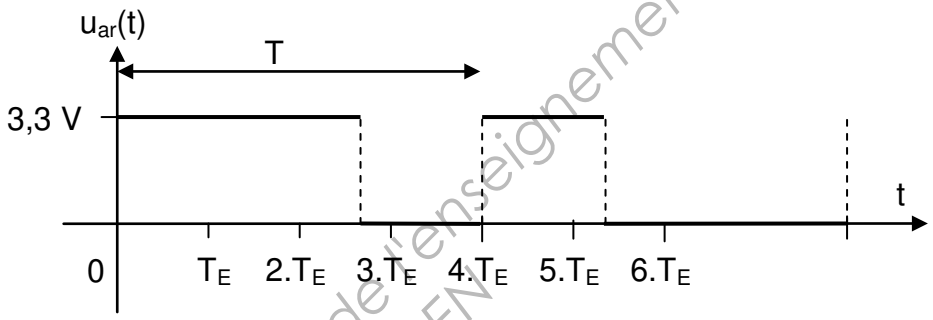


FIGURE 11

D.2.2.2 Compléter le tableau ci-dessous.

t	0	T_E	$2.T_E$	$3.T_E$
$u_{ar}(t)$ en V				

D.2.3 Proposer une méthode pour détecter le sens de rotation du moteur.

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

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

- Partie E : Étude de la partie mécanique (1,5 points).

E.1 La voiture ne peut se déplacer qu'en ligne droite en marche avant. Pour tourner il suffit de commander la marche arrière. Ainsi, l'axe de la roue avant pivote, lui permettant de tourner dans une direction privilégiée comme indiquée sur la figure 12.

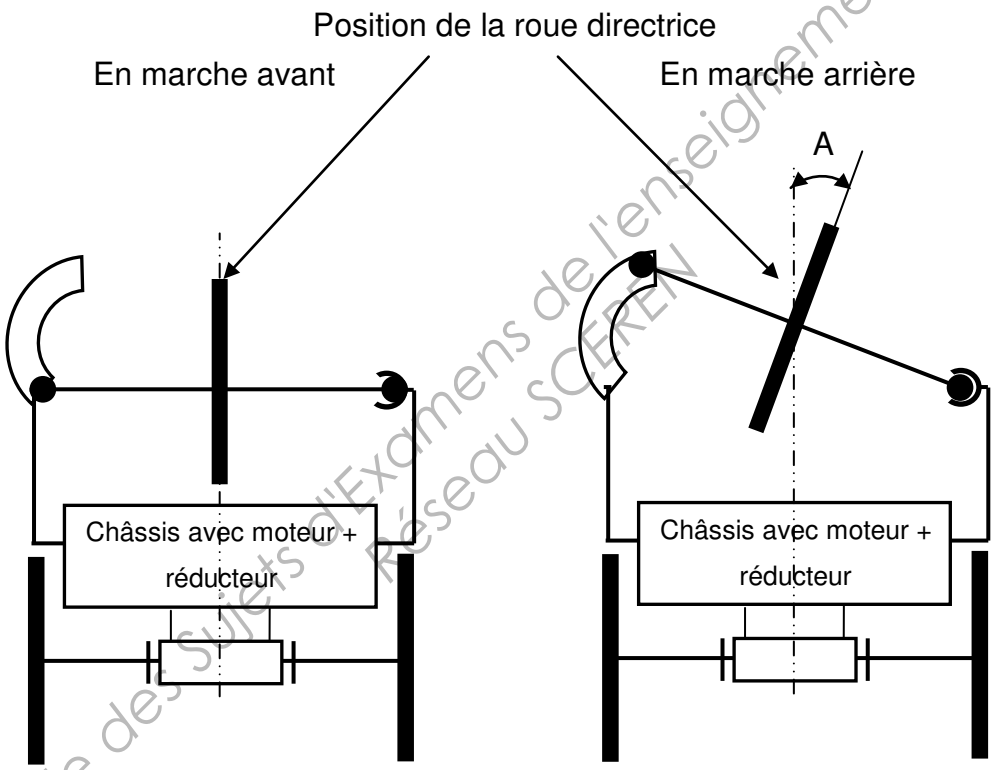


FIGURE 12 (vue de dessus)

E.1.1 Lorsque la voiture arrive devant un obstacle, quelle manœuvre doit-on effectuer et dans quel sens va-t-elle alors le contourner ?

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

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

E.1.2 Déterminer la relation entre le rayon de braquage R, l'empattement L de la voiture et l'angle A, en vous aidant de la figure 13.

E.1.3 La voiture est engagée dans un couloir, elle est donc limitée dans son déplacement à sa gauche et à sa droite. Déterminer quelle est la distance minimale D_{min} entre les deux murs pour que la voiture puisse effectuer un demi-tour en effectuant une seule marche arrière.
On donne ; L = 12 cm, d = 8 cm et A = 15°.

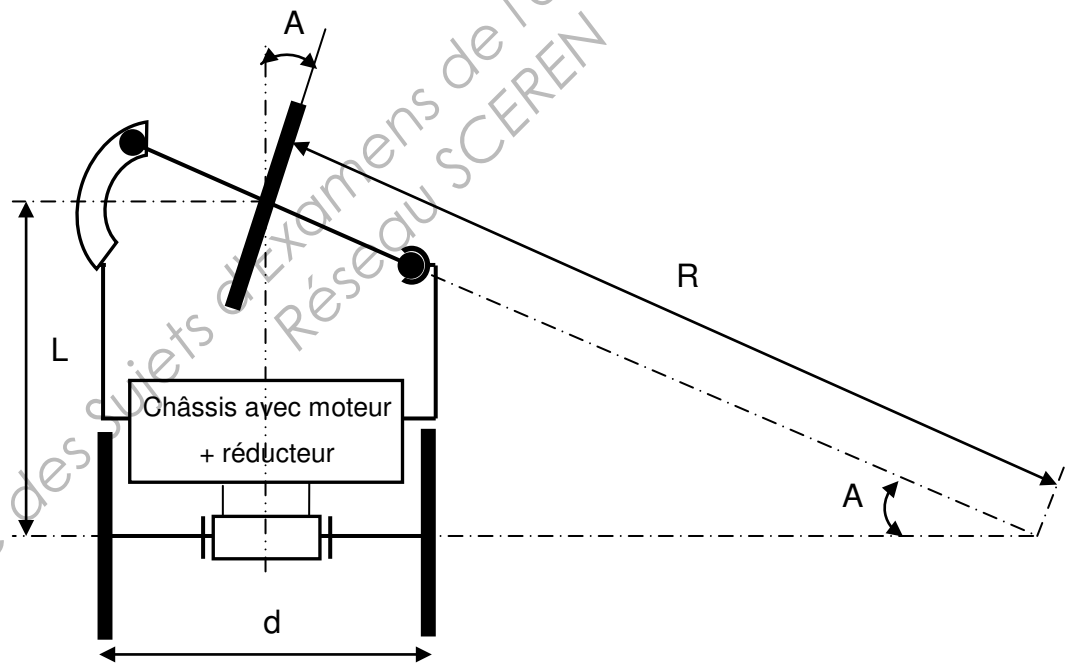


FIGURE 13

Base Nationale des sujets d'examens de l'enseignement professionnel
Réseau SCEREN

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

E.2 Les roues motrices de la voiture sont entraînées par un moteur associé à un réducteur de rapport de réduction 27 : 1. La vitesse de rotation du moteur est $N_m = 3500$ tr.min^{-1}.

E.2.1 Déterminer la vitesse de rotation Ω_r en rad.s^{-1} des roues de la voiture.

E.2.2 Déterminer la vitesse de déplacement v (en m.s^{-1}) de la voiture si le diamètre des roues est $D_r = 25$ mm.

E.2.3 Calculer la durée Δt mise pour se déplacer de 3 m en ligne droite pour une vitesse $v = 0{,}17$ m.s^{-1}.

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

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.