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 :
formav.co/explorer

BTS CIM

Sciences physiques appliquées

Session 2019 • Code sujet : **19 - CDE3SC - ME1** • Durée : **2 h** • Coefficient : **1,5**

Sommaire

Cliquez sur une partie pour y accéder directement

1. Justification du choix du moteur du tapis (11 questions) **Page 3**

2. Variation de la vitesse du tapis par hacheur série (8 questions) **Page 7**

3. Réglage de l'inclinaison par potentiomètre rotatif (3 questions) **Page 11**

4. Conversion et affichage de la position d'inclinaison (5 questions) **Page 12**

5. Ce qu'il faut retenir & Questions fréquentes (FAQ) (Synthèse & Q&A Examen) **Page 14**

Sujet officiel (PDF) : https://btscim.fr/assets/annales/bts-cim/E3.2 - Sciences physiques appliquées/2019/BTS CIM - E3.2 - Sciences physiques appliquées - Session 2019 - 1-Sujet.pdf

1. Justification du choix du moteur du tapis

L'étude porte sur un tapis de course entraîné par un moteur à courant continu, avec une transmission par poulies et courroie vers le rouleau avant. Il faut déterminer les vitesses, vérifier les puissances du moteur et comparer ses capacités aux besoins du tapis chargé.

Transmission poulies-courroie

Question Q1. À partir de la vitesse linéaire du tapis de 16,0 km·h⁻¹ et du diamètre des rouleaux, montrer que la vitesse angulaire Ωpr de la poulie réceptrice vaut 178 rad·s⁻¹, sachant qu'elle est égale à celle du rouleau avant.

Sans glissement, la vitesse linéaire du tapis est celle du bord du rouleau avant : $v = \Omega_{av} D/2$. Conversion : $16,0\ \mathrm{km\cdot h^{-1}} = 16,0/3,6 = 4,44\ \mathrm{m\cdot s^{-1}}$, et $D = 50,0\ \mathrm{mm} = 0,0500\ \mathrm{m}$. Donc $\Omega_{pr} = \Omega_{av} = v/(D/2) = 177,8\ \mathrm{rad\cdot s^{-1}}$, soit 178 à trois chiffres significatifs.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> $\Omega_{pr} = 178\ \mathrm{rad\cdot s^{-1}}$

Question Q2. Vérifier que le rapport de réduction r de la transmission entre la poulie motrice et la poulie réceptrice vaut 0,591.

Sans glissement entre les poulies, leurs vitesses périphériques sont égales : $\Omega_{pm} D_m = \Omega_{pr} D_r$. Le rapport de réduction est défini par $r = \Omega_{pr}/\Omega_{pm}$, d'où $r = D_m/D_r$. Avec les diamètres fournis, $r = 52,0/88,0 = 0,5909$. La valeur demandée est donc vérifiée.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> $r = 0,591$

Question Q3. Calculer la vitesse angulaire de rotation Ωpm de la poulie motrice, en rad·s⁻¹.

Par définition, $r = \Omega_{pr}/\Omega_{pm}$, donc $\Omega_{pm} = \Omega_{pr}/r$. En utilisant les diamètres sans arrondir le rapport, $\Omega_{pm} = \Omega_{pr} \times D_r/D_m = (16,0/3,6)/(0,0500/2) \times 88,0/52,0$. On obtient la vitesse angulaire de la poulie motrice en unités SI.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> $\Omega_{pm} \approx 301\ \mathrm{rad\cdot s^{-1}}$

Question Q4. Déduire la vitesse de rotation nm du moteur, en tr·min⁻¹.

La conversion en tours par minute s'effectue avec $n_m = \Omega_{pm} \times 60/(2\pi)$. En conservant la valeur non arrondie de la question précédente, $n_m = ((16,0/3,6)/(0,0500/2) \times 88,0/52,0) \times 60/(2\pi)$. La vitesse obtenue est cohérente avec la vitesse nominale indiquée pour le moteur.

✓ RÉPONSE À RETENIR

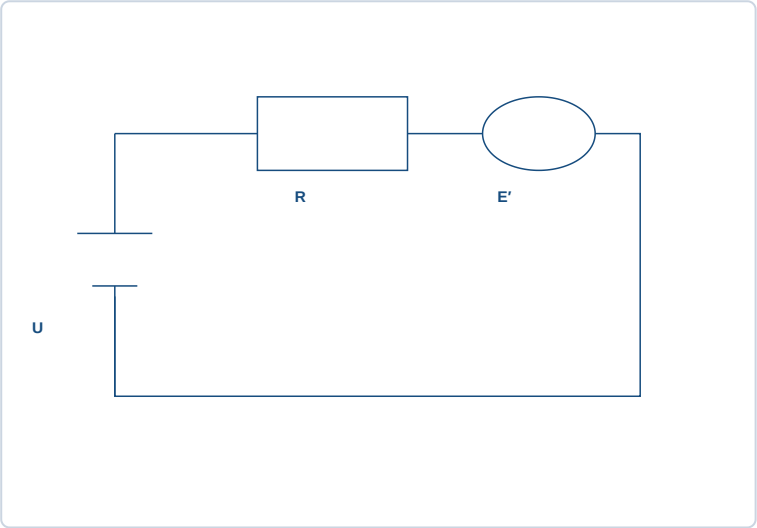
$n_m \approx 2,87 \times 10^3 \text{ tr}\cdot\text{min}^{-1}$

Puissance nominale du moteur

Question Q5. Représenter le circuit comportant le modèle électrique équivalent de l'induit du moteur à courant continu et sa source d'alimentation électrique.

Le modèle équivalent de l'induit comprend la source d'alimentation continue, la résistance d'induit R et la force contre-électromotrice E', montées en série dans une boucle fermée. Le courant d'induit traverse successivement ces éléments. La force contre-électromotrice est orientée en opposition à la source d'alimentation.

Modèle équivalent de l'induit du moteur



✓ RÉPONSE À RETENIR

Source continue, résistance d'induit et force contre-électromotrice montées en série, cette dernière opposée à la source.

Question Q6. Nommer l'élément du modèle électrique de l'induit qui permet de représenter les pertes par effet Joule.

Dans le modèle électrique équivalent, l'effet Joule est associé à la résistance de l'enroulement de l'induit. Le courant qui la traverse y dissipe une puissance thermique selon $P_J = RI^2$. C'est donc la résistance d'induit qui représente ces pertes.

✓ RÉPONSE À RETENIR

La résistance d'induit $R = 1,10\ \Omega$.

Question Q7. **Calculer la puissance des pertes par effet Joule au point de fonctionnement nominal, à partir des caractéristiques nominales fournies.**

La puissance des pertes par effet Joule vaut $P_J = RI_n^2$. Avec la résistance d'induit $R = 1,10\ \Omega$ et le courant nominal $I_n = 17,6\ \text{A}$, $P_J = 1,10 \times 17,6^2 = 340,736\ \text{W}$. À trois chiffres significatifs, cela donne 341 W.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> $P_J \approx 341\ \text{W}$

Question Q8. **Vérifier que la puissance utile nominale Pn vaut 1840 W, sachant que les pertes collectives Pc valent 107 W.**

La puissance électrique absorbée est $P_{abs} = U_n I_n = 130 \times 17,6 = 2288\ \text{W}$. La puissance utile est cette puissance diminuée des pertes Joule et des pertes collectives : $P_n = P_{abs} - P_J - P_c = 2288 - 340,736 - 107 = 1840,264\ \text{W}$. L'arrondi au watt confirme la valeur nominale indiquée.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> $P_n \approx 1840\ \text{W}$

Validation du choix du moteur

Question Q9. **À partir de la force exercée par le rouleau moteur sur le tapis et de la vitesse de déplacement, montrer que la puissance transmise au tapis roulant Pent vaut 1022 W.**

La force exercée dans le sens du déplacement transmet une puissance $P_{ent} = Fv$. Conversion de la vitesse : $16,0\ \text{km}\cdot\text{h}^{-1} = 16,0/3,6 = 4,44\ \text{m}\cdot\text{s}^{-1}$. Avec $F = 230\ \text{N}$, $P_{ent} = 230 \times (16,0/3,6) = 1022,2\ \text{W}$, ce qui confirme la valeur demandée.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> $P_{ent} \approx 1022\ \text{W}$

Question Q10. **Déduire la puissance mécanique PM que doit fournir le moteur, sachant que le rendement global de la transmission entre le moteur et le tapis vaut 0,90.**

Le rendement global vérifie $\eta = P_{ent}/P_M$, donc la puissance mécanique fournie par le moteur est $P_M = P_{ent}/\eta$. Avec $P_{ent} = 1022\ \text{W}$ et $\eta = 0,90$, $P_M = 1022/0,90 \approx 1136\ \text{W}$, soit environ 1,14 kW.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> $P_M \approx 1,14\ \text{kW}$

Question Q11. Justifier que le moteur choisi par le constructeur est bien adapté.

La puissance mécanique requise est d'environ $1,14\ \mathrm{kW}$, inférieure à la puissance utile nominale du moteur, $1,84\ \mathrm{kW}$. La vitesse calculée du moteur, environ $2873\ \mathrm{tr\cdotp min^{-1}}$, est également proche de sa vitesse nominale de $3050\ \mathrm{tr\cdotp min^{-1}}$. Le moteur peut donc entraîner le tapis à la vitesse demandée.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Le moteur est adapté : sa puissance nominale de 1,84 kW dépasse les 1,14 kW requis.

2. Variation de la vitesse du tapis par hacheur série

Le moteur du tapis est alimenté par un convertisseur continu-continu, dont la tension moyenne est réglée par un hacheur série. L'étude traite le rôle de la diode, la forme de la tension moteur et la génération du signal de commande par comparaison d'une tension triangulaire à une consigne.

Hacheur série

Question Q12. Préciser le rôle de la diode D dans le schéma du hacheur série.

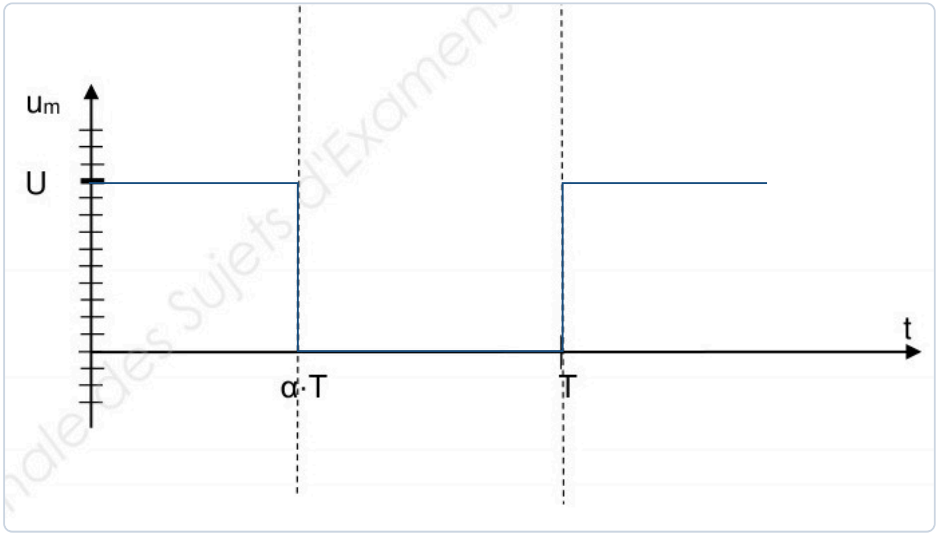
D est la diode de roue libre. Lorsque K est fermé, elle est bloquée. À l'ouverture de K, l'induit du moteur, qui est inductif, tend à maintenir le courant. La diode devient alors passante et offre un chemin à ce courant. Elle assure sa continuité pendant la phase où K est ouvert et limite ainsi la surtension aux bornes de l'interrupteur. C'est une protection du circuit de puissance.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> D assure la roue libre du courant de l'induit lorsque K est ouvert.

Question Q13. Compléter sur le document réponse DR1 le chronogramme de la tension um(t) aux bornes de l'induit du moteur.

Le schéma du hacheur indique que K est fermé pendant la durée αT et ouvert pendant le reste de la période. K fermé, le moteur reçoit la tension d'alimentation $U = 200$ V. K ouvert, la diode de roue libre conduit : dans le modèle idéal, la tension aux bornes de l'induit est nulle. Le chronogramme est périodique de période T, avec une alternance de ces deux niveaux.

DR1 complété : tension um



> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> $u_m = 200$ V pendant αT, puis $u_m = 0$ V jusqu'à T, périodiquement.

Question Q14. Donner l'expression de la valeur moyenne de la tension um(t), notée <um>, en fonction du rapport cyclique α et de la tension U.

Sur une période T, la tension vaut U pendant la conduction de K, de durée αT, puis vaut zéro pendant $(1-\alpha)T$. La moyenne s'obtient en additionnant les contributions de chaque intervalle et en divisant par la période. Le rapport cyclique α est compris entre 0 et 1. Cette expression correspond au hacheur série idéal présenté sur le schéma.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> $\langle u_m \rangle = \alpha U$.

Question Q15. Calculer le rapport cyclique α nécessaire pour obtenir une tension moyenne <um> égale à 116 V.

1. La tension moyenne vérifie $\langle u_m \rangle = \alpha U$.
2. On isole le rapport cyclique : $\alpha = \frac{\langle u_m \rangle}{U} = \frac{116}{200} = 0{,}58$.

Le rapport cyclique est sans unité. Il représente la fraction de la période pendant laquelle K est fermé. Ici, l'interrupteur conduit donc pendant 58 % de chaque période, ce qui permet d'obtenir la tension moyenne demandée de 116 V.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> $\alpha = 0{,}58$, soit 58 %.

Circuit de commande

Question Q16. Donner, en le justifiant, le régime de fonctionnement de l'amplificateur différentiel intégré ADI1, puis préciser la fonction réalisée par le circuit.

ADI1 fonctionne en régime saturé, car il est utilisé sans contre-réaction : une faible différence entre ses entrées suffit à entraîner sa sortie vers l'un des rails d'alimentation. Le signal triangulaire v_1 est appliqué à l'entrée inverseuse et la consigne continue V_0 à l'entrée non-inverseuse. Le circuit compare ces deux tensions et transforme le signal triangulaire en une commande rectangulaire u_c pour l'interrupteur K.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> ADI1 fonctionne en comparateur saturé : il compare v_1 à V_0.

Question Q17. Donner la valeur que peut prendre la tension de commande uc suivant le signe de la tension différentielle ud.

Les signes « − » et « + » du schéma identifient respectivement les entrées inverseuse et non-inverseuse. La tension différentielle u_d, orientée de l'entrée inverseuse vers l'entrée non-inverseuse, vaut donc $V_0 - v_1$. La sortie saturée est limitée par l'alimentation de 0 à 12 V. Ainsi :

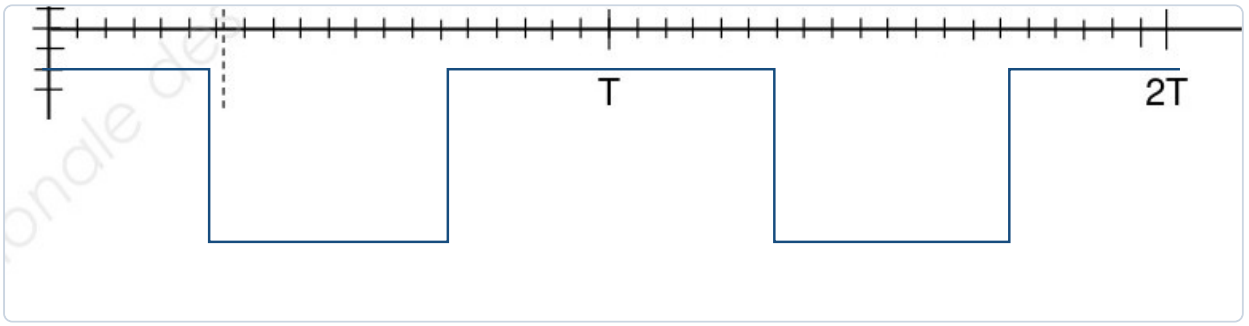
- si $u_d > 0$, l'entrée non-inverseuse est la plus élevée et $u_c = 12$ V ;
- si $u_d < 0$, $u_c = 0$ V.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> $u_d > 0$: $u_c = 12$ V ; $u_d < 0$: $u_c = 0$ V.

Question Q18. Pour V0 = 1,6 V, représenter la tension uc sur le document réponse DR2 à partir du signal triangulaire v1 fourni.

La sortie vaut 12 V lorsque la tension à l'entrée non-inverseuse dépasse celle de l'entrée inverseuse, soit lorsque $V_0 > v_1$. Avec $V_0 = 1{,}6$ V, elle est donc haute sous le niveau de consigne et basse au-dessus. Sur le document, les commutations se produisent à chaque franchissement du seuil par le triangle. On répète le même tracé sur les deux périodes représentées.

DR2 complété : commande uc



> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> $u_c = 12$ V si $v_1 < 1{,}6$ V ; sinon, $u_c = 0$ V.

Question Q19. À partir de la représentation graphique, vérifier que le rapport cyclique α de la tension de commande uc vaut environ 0,58.

Sur le graphique, le triangle varie linéairement entre -10 V et $+10$ V. Le seuil de 1,6 V est atteint après la fraction $\frac{1{,}6+10}{20} = 0{,}58$ de la montée, soit après $0{,}29T$, puisque cette montée dure $T/2$. Par symétrie, le signal de commande est haut pendant deux intervalles de $0{,}29T$ par période. La durée totale à l'état haut vaut donc environ $0{,}58T$.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Le signal est haut pendant environ $0{,}58T$: $\alpha \approx 0{,}58$.

3. Réglage de l’inclinaison par potentiomètre rotatif

L’inclinaison du tapis peut prendre 13 positions commandées par impulsions et est mesurée par un potentiomètre rotatif linéaire. Le sujet exploite le pont diviseur formé par les résistances du potentiomètre pour relier la tension mesurée à la position et à l’angle de rotation.

Potentiomètre

Question Q20. Établir l’expression de la tension Up en fonction des résistances R1 et R2 et de la tension d’alimentation Vcc du montage potentiométrique.

Les résistances **R_1** et **R_2** sont en série sous **V_{cc}**, donc le courant vaut $I = \dfrac{V_{cc}}{R_1 + R_2}$. La sortie **$U_p$** est mesurée aux bornes de **R_2**. Avec la loi d’Ohm, $U_p = R_2 I$, d’où la relation du pont diviseur.

✓ RÉPONSE À RETENIR

$$U_p = V_{cc}\frac{R_2}{R_1 + R_2}$$

Question Q21. À partir des valeurs données pour les positions basse et haute du tapis, calculer la valeur de Vcc.

En position basse, $V_{cc} = U_p\dfrac{R_1 + R_2}{R_2} = 0{,}6 \times \dfrac{8{,}8 + 1{,}2}{1{,}2} = 5{,}0\ \text{V}$.

Vérification en position haute : $V_{cc} = 3{,}6 \times \dfrac{2{,}8 + 7{,}2}{7{,}2} = 5{,}0\ \text{V}$. Les deux positions donnent la même tension d’alimentation.

✓ RÉPONSE À RETENIR

$$V_{cc} = 5{,}0\ \text{V}$$

Question Q22. À l’aide de la figure 5 et de la relation entre résistance et angle de rotation, déterminer l’angle αb correspondant à la position basse du tapis.

La résistance varie proportionnellement à l’angle : $10\ \text{k}\Omega$ correspondent à $270°$. En position basse, la résistance associée à α_b vaut $1{,}2\ \text{k}\Omega$, mesurée depuis l’extrémité à $0\ \Omega$ de la figure 5. Ainsi, $\dfrac{\alpha_b}{270°} = \dfrac{1{,}2}{10}$. Les angles du dessin ne sont pas à l’échelle.

✓ RÉPONSE À RETENIR

$$\alpha_b = 32{,}4°$$

4. Conversion et affichage de la position d'inclinaison

La tension issue du potentiomètre représente la position d'inclinaison et est conditionnée par un amplificateur avant d'être convertie sur 8 bits par un CAN, puis affichée. Les questions portent sur le montage à amplificateur, le quantum de conversion et le codage des positions sous forme décimale et binaire.

Amplificateur

Question Q23. Donner le nom du montage réalisé par l'amplificateur ADI2 et indiquer son intérêt dans la chaîne d'informations.

La sortie est reliée à l'entrée inverseuse et U_p est appliquée à l'entrée non-inverseuse : ADI2 est monté en **suiveur de tension**. Ce montage adapte les impédances : il prélève très peu de courant sur le potentiomètre et fournit au CAN une tension peu sensible à sa charge.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Suiveur de tension : adaptation d'impédance entre le potentiomètre et le CAN.

Question Q24. Déduire la relation entre la tension de sortie Us et la tension d'entrée Up.

En contre-réaction négative, l'amplificateur parfait fonctionne en régime linéaire et ses deux entrées sont au même potentiel. La sortie étant reliée à l'entrée inverseuse, elle prend la valeur de la tension appliquée à l'entrée non-inverseuse. Le suiveur a donc un gain unitaire, sans inversion du signal.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> $U_s = U_p$.

Convertisseur analogique-numérique

Question Q25. Calculer le quantum q du CAN en précisant son unité et en donnant sa valeur avec trois chiffres significatifs.

Le CAN convertit sur $n = 8$ bits et sa tension de référence vaut $V_{ref} = 5{,}0$ V. Avec la relation donnée, $q = V_{ref}/2^n = 5{,}0/2^8 = 0{,}01953125$ V. À trois chiffres significatifs, cela donne 0,0195 V, soit 19,5 mV.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> $q = 0{,}0195$ V = 19,5 mV.

Question Q26. Donner l'expression de la valeur de sortie du CAN N10 en fonction de la tension d'entrée Us et du quantum q.

Le nombre décimal délivré par le CAN correspond à la tension d'entrée rapportée au quantum. Comme le tableau DR3 demande la partie entière, on prend la partie entière du quotient. La tension d'entrée est U_S, exprimée en volts, et le résultat numérique est sans unité.

✓ **RÉPONSE À RETENIR**

N_{10} = partie entière de (U_S/q).

Tableau de synthèse

Question Q27. Compléter le tableau de synthèse du document réponse DR3 pour les positions indiquées, en utilisant la relation entre position et Up, la conversion analogique-numérique et les écritures décimale et binaire demandées.

Le suiveur donne $U_S = U_p$. La tension augmente de 0,25 V par position à partir de 0,60 V. Pour chaque position, le code décimal est la partie entière de U_p/q, avec q = 5,0/256 V. Les codes binaires sont écrits sur 8 bits.

Position	U_p (V)	N_{10} décimal	N_2 binaire
0	0,60	30	00011110
1	0,85	43	00101011
12	3,6	184	10111000

DR3 complété pour la Q27

Position	U_p	N_{10} en décimal (partie entière)	N_2 en binaire
0	0,60	30	00011110
1	0,85	43	00101011
12	3,6	184	10111000

✓ **RÉPONSE À RETENIR**

Position 0 : 0,60 V, 30, 00011110. Position 1 : 0,85 V, 43, 00101011. Position 12 : 3,6 V, 184, 10111000.

Ce qu'il faut retenir de ce sujet (Session 2019)

Bilan de l'épreuve : Épreuve E3, unité U32 de sciences physiques appliquées du BTS Conception et Industrialisation en Microtechniques, session 2019, code 19 - CDE3SC - ME1, durée 2 h, coefficient 1,5. À partir d'un tapis de course interactif, elle évalue les transmissions, le moteur à courant continu, le hacheur, le potentiomètre et la conversion analogique-numérique pour régler la vitesse et afficher l'inclinaison.

Notions-clés, formules & règles à maîtriser

- Sans glissement, la vitesse périphérique vérifie v = ΩR ; pour les poulies, le rapport des vitesses dépend du rapport de leurs diamètres.
- Pour une force parallèle au mouvement, la puissance mécanique vaut P = Fv ; le rendement est le rapport de la puissance utile à la puissance fournie.
- Pour un hacheur série idéal, la tension moyenne vaut = αU, où α est la fraction de période pendant laquelle l'interrupteur est fermé.
- Un pont diviseur donne Up = Vcc × R2/(R1 + R2) ; le quantum du CAN vaut q = Vref/2^n.

Points de vigilance & attentes du jury

- Convertir la vitesse en unités SI avant d'utiliser v = ΩR ou P = Fv, puis vérifier la cohérence des unités.
- Distinguer puissance électrique, pertes Joule, pertes collectives et puissance mécanique utile dans le bilan du moteur.
- Pour tracer la commande, respecter les entrées de l'amplificateur comparateur et ses niveaux de saturation liés à l'alimentation.
- Pour le tableau du CAN, appliquer la partie entière indiquée et écrire les résultats binaires sur 8 bits.

Questions fréquentes sur cette épreuve (Q&A Examen)

Q : Comment passer de la vitesse du tapis à la vitesse angulaire du rouleau ?

Convertissez d'abord la vitesse linéaire en mètres par seconde, puis utilisez v = ΩR avec le rayon du rouleau en mètres. En entraînement sans glissement, la vitesse du tapis correspond à la vitesse périphérique du rouleau.

Q : Comment déterminer le rapport cyclique d'un hacheur série ?

Pour un hacheur idéal, la tension moyenne est le produit de la tension d'alimentation par le rapport cyclique : = αU. Isolez ensuite α et vérifiez qu'il est compris entre 0 et 1.

Q : Quels documents réponse faut-il rendre et comment organiser l'épreuve ?

Le sujet demande de rendre les documents réponse DR1, DR2 et DR3 avec la copie. Les quatre parties sont indépendantes et totalisent 20 points ; répartissez le temps selon leur barème et gardez quelques minutes pour vérifier les unités.

Q : Quelles précautions prendre pour les calculs et les tracés afin de répondre aux attentes du jury ?

Présentez les relations utilisées, les substitutions numériques et les unités, puis respectez la précision demandée. Pour les chronogrammes et tableaux, soignez les axes, les niveaux, la période, la partie entière et le codage sur 8 bits.

Sujet officiel associé (PDF) : https://btscim.fr/assets/annales/bts-cim/E3.2 - Sciences physiques appliquées/2019/BTS CIM - E3.2 - Sciences physiques appliquées - Session 2019 - 1-Sujet.pdf
Ressources BTS Conception et Industrialisation en Microtechniques : Toutes les annales & corrigés • Fiches de révision complètes • Simulateur de notes d'examen

Copyright © 2027 FormaV®. Tous droits réservés.

FormaV® est une marque déposée auprès de l'INPI sous le numéro 5227897.

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.