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 ASSISTANCE TECHNIQUE D\ • CORRIGÉ DÉTAILLÉ

Électronique

Session 2000 • Code sujet : **Non indiqué** • Durée : **Non indiquée**

Sommaire

Cliquez sur une partie pour y accéder directement

1. **Étude des potentiomètres de consigne et de recopie** (3 questions) — Page 3
2. **Étude de l'amplificateur AO3** (2 questions) — Page 4
3. **Étude du générateur de tension triangulaire** (3 questions) — Page 5
4. **Étude du comparateur AO4** (1 question) — Page 7
5. **Étude du circuit de puissance** (4 questions) — Page 8
6. **Étude du moteur à courant continu** (3 questions) — Page 10
7. **Étude du sens de rotation du moteur** (2 questions) — Page 12
8. **Ce qu'il faut retenir & Questions fréquentes (FAQ)** (Synthèse & Q&A Examen) — Page 13

Sujet officiel (PDF) : https://btsati.fr/assets/annales/bts-ati/E3.2 - Sciences physiques/2000/BTS ATI - E3.2 - Sciences physiques - Session 2000 - 1-Sujet.pdf

1. Étude des potentiomètres de consigne et de recopie

Le système utilise les potentiomètres de consigne Pc et de recopie Pr, alimentés respectivement par E1 et E2. Leurs curseurs sont reliés aux amplificateurs AO1 et AO2, représentés sur le schéma structurel.

Question 1.1. Identifier le type de montage des amplificateurs opérationnels AO1 et AO2, justifier la réponse et expliquer leur rôle.

AO1 et AO2 sont montés en suiveurs de tension : sur le schéma, chaque sortie est reliée à l'entrée inverseuse, tandis que le curseur du potentiomètre est branché à l'entrée non-inverseuse. En régime linéaire, la tension de sortie est donc égale à celle du curseur, avec un gain unitaire. Ces montages adaptent les impédances : leur forte impédance d'entrée évite de charger les potentiomètres et leur sortie peut alimenter l'étage suivant.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> AO1 et AO2 sont des suiveurs de tension à gain unitaire, utilisés comme adaptateurs d'impédance.

Question 1.2. Exprimer vc2 en fonction de R1, R2 et E1, puis exprimer vr2 en fonction de R3, R4 et E2.

Chaque potentiomètre est un diviseur de tension entre son alimentation et la masse. La tension du curseur se calcule à partir de la résistance située entre ce curseur et la masse, divisée par la résistance totale du potentiomètre. AO1 et AO2 recopient ces tensions sans modifier le rapport de division. On obtient donc :

$v_{c2} = E_1 \dfrac{R_1}{R_1 + R_2}$; $v_{r2} = E_2 \dfrac{R_3}{R_3 + R_4}$.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Tensions des curseurs, recopiées en sortie des suiveurs : $v_{c2} = E_1 \dfrac{R_1}{R_1 + R_2}$ et $v_{r2} = E_2 \dfrac{R_3}{R_3 + R_4}$.

Question 1.3. Avec R1 = 8,0 kΩ, R2 = 2,0 kΩ, R3 = 6,0 kΩ et R4 = 4,0 kΩ, calculer vc2 et vr2.

La figure 2 indique $E_1 = +10\,\text{V}$ et $E_2 = -10\,\text{V}$. En utilisant les rapports de division établis à la question 1.2, avec les résistances données :

$v_{c2} = 10 \times \dfrac{8,0}{8,0 + 2,0} = +8,0\,\text{V}$; $v_{r2} = -10 \times \dfrac{6,0}{6,0 + 4,0} = -6,0\,\text{V}$. Les signes suivent la polarité des alimentations des potentiomètres.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Pour les alimentations de la figure 2 : $v_{c2} = +8,0\,\text{V}$ et $v_{r2} = -6,0\,\text{V}$.

2. Étude de l’amplificateur AO3

AO3 est associé aux résistances R et R' et reçoit les tensions vc2 et vr2 issues des potentiomètres. Il fonctionne en régime linéaire et sa sortie est notée vA.

Question 2.1. Démontrer que vA peut s’écrire vA = K(vc2 + vr2), puis exprimer K en fonction de R et R'.

Le schéma montre AO3 en montage sommateur inverseur : l’entrée non-inverseuse est à la masse et la résistance R' assure la contre-réaction. En régime linéaire idéal, le potentiel de l’entrée inverseuse est donc nul et aucun courant n’entre dans l’amplificateur. La loi des nœuds au point sommateur donne $\frac{v_{c2}}{R} + \frac{v_{r2}}{R} + \frac{v_A}{R'} = 0$. En isolant la sortie, $v_A = -\frac{R'}{R}(v_{c2} + v_{r2})$. On identifie ainsi $K = -\frac{R'}{R}$.

✓ **RÉPONSE À RETENIR**

$K = -\frac{R'}{R}$

Question 2.2. Calculer vA pour R = 10 kΩ, R' = 30 kΩ, vc2 = 8,0 V et vr2 = -6,0 V.

On utilise la relation précédente. Avec $R = 10\,\text{k}\Omega$ et $R' = 30\,\text{k}\Omega$, le coefficient vaut $K = -30/10 = -3$, le rapport des résistances étant sans dimension. La somme des tensions d’entrée est $v_{c2} + v_{r2} = 8,0 + (-6,0) = 2,0\,\text{V}$. Ainsi, $v_A = -3 \times 2,0 = -6,0\,\text{V}$.

✓ **RÉPONSE À RETENIR**

$v_A = -6,0\,\text{V}$

3. Étude du générateur de tension triangulaire

Les amplificateurs AO5 et AO6 réalisent le générateur de signaux triangulaires représenté sur le schéma structurel. Le document réponse fournit le graphe de vD et un graphe à compléter pour vE.

Question 3.1. Identifier et justifier la fonction réalisée par l'amplificateur AO5 associé aux résistances R5 et R6.

AO5 est monté en comparateur non-inverseur à hystérésis, aussi appelé trigger de Schmitt. Son entrée « − » est à la masse ; son entrée « + » reçoit v_E par R_5 et une réaction positive de la sortie v_D par R_6. Cette réaction crée deux seuils de basculement : la sortie commute entre ses saturations lorsque v_E franchit le seuil correspondant. AO5 fournit ainsi le signal rectangulaire qui commande l'intégrateur AO6.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> AO5 réalise un comparateur non-inverseur à hystérésis, qui fournit le signal rectangulaire v_D.

Question 3.2. Sachant que AO6 fonctionne en régime linéaire, démontrer la relation entre vD et vE, en déduire la relation entre vE et vD, puis identifier la fonction du montage.

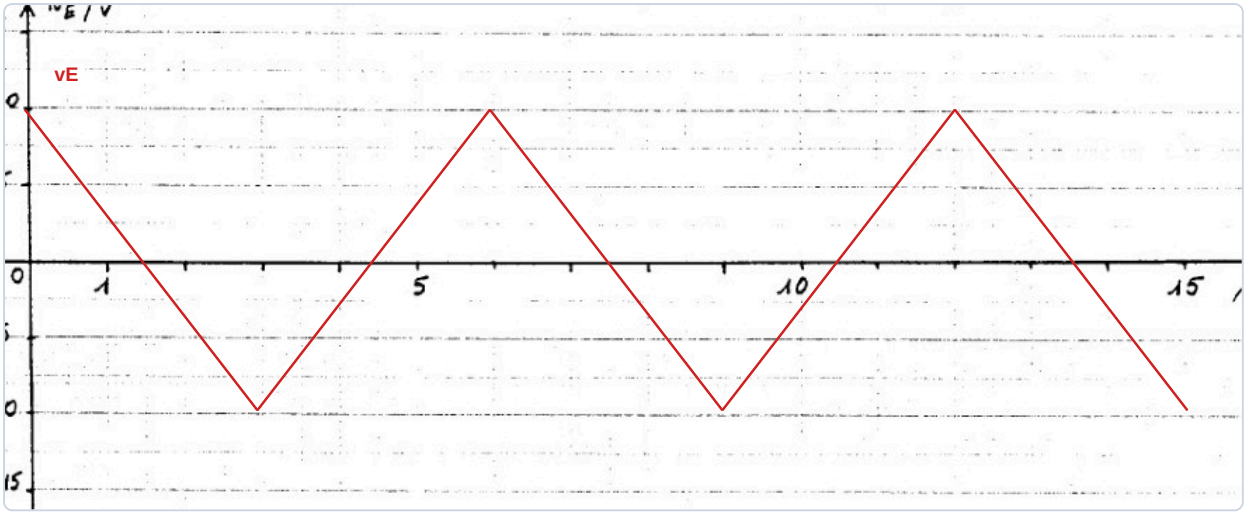
En régime linéaire, l'entrée « + » d'AO6 est à la masse, donc $v_- = 0$. Le courant d'entrée de l'amplificateur étant nul, la loi des courants au nœud inverseur donne $v_D/R_7 = -C\,\mathrm{d}v_E/\mathrm{d}t$. Ainsi, $v_D = -R_7C\,\mathrm{d}v_E/\mathrm{d}t$, soit $v_E(t) = v_E(0) - (1/(R_7C))\int_0^t v_D(\tau)\,\mathrm{d}\tau$. AO6 est donc un intégrateur inverseur : il transforme le signal rectangulaire en signal triangulaire.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> $v_D = -R_7C\,\mathrm{d}v_E/\mathrm{d}t$; AO6 réalise un intégrateur inverseur.

Question 3.3. Sachant que vE varie entre -10 V et +10 V, tracer vE sur le graphe 2 en concordance de temps avec vD et justifier le tracé.

Le graphe 1 montre v_D à +15 V de 0 à 3 ms, puis à −15 V de 3 à 6 ms, avec alternance toutes les 3 ms. Comme AO6 inverse et intègre, v_E décroît lorsque v_D est positif et croît lorsqu'il est négatif. En utilisant les limites données, placer les extrema successifs aux instants 0, 3, 6, 9, 12 et 15 ms, puis les relier par des segments droits.

Graphe 2 complété : vE



✓ RÉPONSE À RETENIR

v_E est triangulaire : +10 V à 0 ms, −10 V à 3 ms, puis alternance des extrema toutes les 3 ms.

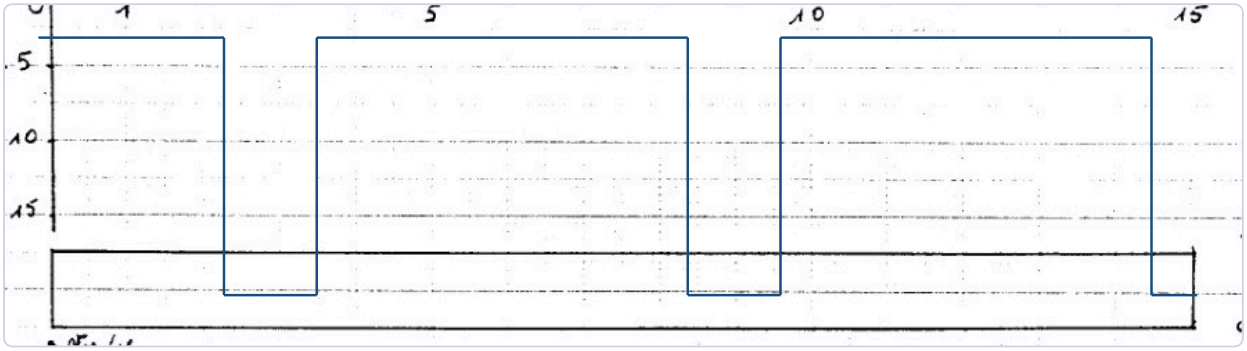
4. Étude du comparateur AO4

AO4 est le comparateur du système de positionnement. Pour vA = -6 V, il faut compléter le graphe temporel de vB en s'appuyant sur les graphes précédents et le schéma du circuit.

Question 4. Pour vA = -6 V, tracer vB sur le graphe 3 en concordance de temps avec les graphes précédents et justifier le tracé.

AO4 reçoit v_E sur l'entrée « + » et v_A sur l'entrée « − ». Avec $v_A = -6\ V$, la sortie vaut +15 V lorsque $v_E > -6\ V$, et −15 V lorsqu'il est inférieur. D'après les graphes, v_E descend de +10 V à −10 V entre 0 et 3 ms, puis remonte de −10 V à +10 V entre 3 et 6 ms. Les franchissements de −6 V se produisent donc à 2,4 ms et 3,6 ms, puis se répètent selon la même séquence.

Graphe 3 complété : vB



✓ RÉPONSE À RETENIR

v_B = +15 V de 0 à 2,4 ms, −15 V de 2,4 à 3,6 ms, puis +15 V jusqu'à 8,4 ms. La séquence se répète : −15 V jusqu'à 9,6 ms, +15 V jusqu'à 14,4 ms, puis −15 V.

5. Étude du circuit de puissance

Le circuit de puissance comprend deux transistors T1 et T2 qui commandent le moteur à partir du signal vB. Le document réponse présente le tableau de conduction et le graphe de la tension moteur vM à compléter.

Question 5.1. Indiquer le type des transistors T1 et T2.

Le montage utilise deux transistors complémentaires en commutation. Sur la figure 2, T1 est relié au rail +10 V et fournit le courant au moteur : c'est un NPN. T2 est relié au rail -10 V et conduit pour la polarité opposée : c'est un PNP.

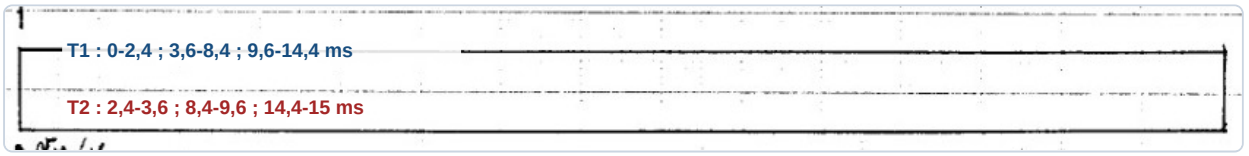
> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> T1 : NPN. T2 : PNP.

Question 5.2. En fonction du signe de vB sur le graphe 3, indiquer dans le tableau les intervalles de conduction des transistors T1 et T2.

AO4 compare vE à vA = -6 V : vB est positif lorsque vE > -6 V. La rampe de vE parcourt 20 V en 3 ms, donc elle franchit -6 V à 2,4 ms pendant la descente et 0,6 ms après le début de la montée.

Transistor	Intervalles de conduction (ms)
T1	[0 ; 2,4[, [3,6 ; 8,4[, [9,6 ; 14,4[
T2	[2,4 ; 3,6[, [8,4 ; 9,6[, [14,4 ; 15]

Tableau de conduction complété



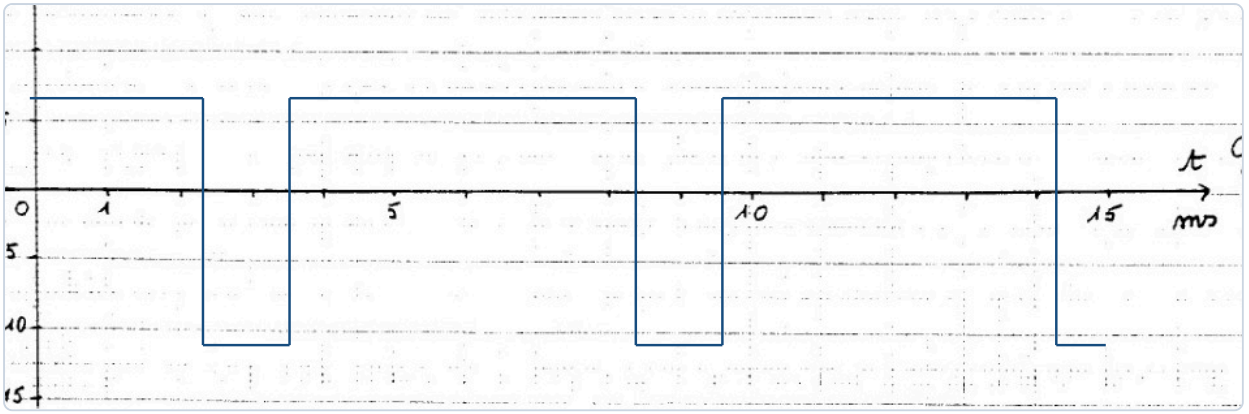
> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> T1 conduit lorsque vB > 0 ; T2 conduit lorsque vB < 0, aux intervalles indiqués.

Question 5.3. Tracer vM en fonction du temps sur le graphe 4 et justifier le tracé.

Lorsque T1 conduit, le moteur reçoit +10 V ; lorsque T2 conduit, il reçoit -10 V. Tracer ces niveaux en fonction des intervalles de conduction :

1. +10 V de 0 à 2,4 ms, de 3,6 à 8,4 ms et de 9,6 à 14,4 ms.
2. -10 V de 2,4 à 3,6 ms, de 8,4 à 9,6 ms et de 14,4 à 15 ms.

Graphe 4 complété : tension moteur



✓ RÉPONSE À RETENIR

vM alterne entre +10 V et -10 V aux instants 2,4 ; 3,6 ; 8,4 ; 9,6 et 14,4 ms.

Question 5.4. À partir de la représentation graphique de vM, calculer sa valeur moyenne Vm moy.

Sur 15 ms, vM vaut +10 V pendant 12 ms et -10 V pendant 3 ms. La moyenne temporelle est donc :

Vm moy = [12 × 10 + 3 × (-10)] / 15 = +6,0 V.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Vm moy = +6,0 V.

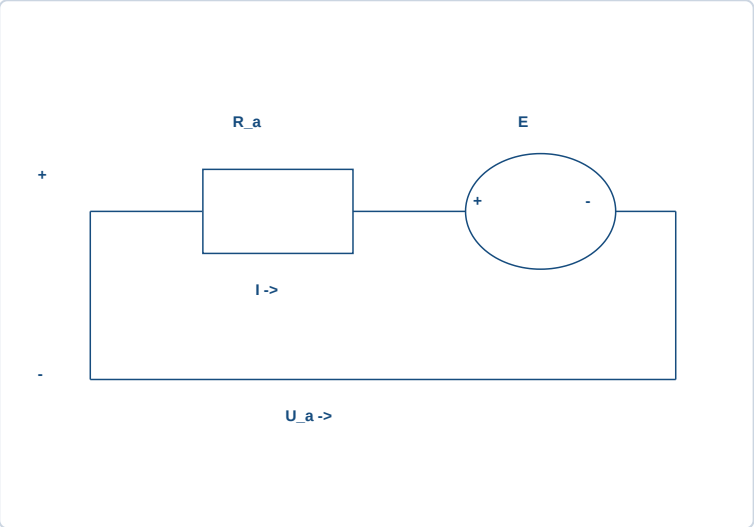
6. Étude du moteur à courant continu

Le moteur à courant continu possède un stator constitué d'un aimant permanent et un induit caractérisé par son courant, sa tension, sa résistance et sa vitesse de rotation. Les questions portent sur le schéma équivalent, la force électromotrice, la puissance électromagnétique et le couple.

Question 6.1. Représenter le schéma électrique équivalent de l'induit avec les flèches des tensions et de l'intensité, noter E la force électromotrice, puis montrer que E = k·n.

On modélise l'induit par la résistance $\mathbf{R_a}$ en série avec la f.é.m. **E**. En prenant le courant **I** de gauche à droite et les tensions comme des chutes dans ce sens, la loi des mailles donne $\mathbf{U_a = R_aI + E}$. Le stator étant un aimant permanent, le flux est constant. La loi de l'induction donne alors une f.é.m. proportionnelle à la vitesse angulaire : $\mathbf{E = N\Phi\omega}$. Comme $\mathbf{\omega = 2\pi n/60}$, on obtient $\mathbf{E = kn}$, avec k constant pour ce moteur.

Schéma équivalent de l'induit



✓ RÉPONSE À RETENIR

Équivalent : R_a en série avec E ; $U_a = R_aI + E$ et $E = kn$.

Question 6.2. Avec I = 1 A, Ua = 6 V, Ra = 0,5 Ω et n = 5000 tr/min, calculer numériquement E.

La loi des mailles appliquée au circuit équivalent donne $\mathbf{U_a = R_aI + E}$. On isole la f.é.m. : $\mathbf{E = U_a - R_aI}$. En remplaçant par les valeurs de l'énoncé, **E = 6 - 0,5 × 1 = 5,5 V**. Cette valeur est cohérente avec une tension d'alimentation supérieure à la chute de tension ohmique. La vitesse n'est pas nécessaire pour déterminer E ici.

✓ RÉPONSE À RETENIR

E = 5,5 V.

Question 6.3. Calculer la puissance électromagnétique Pem et le moment du couple électromagnétique Tem.

La puissance électromagnétique convertie vaut $\mathbf{P_{em} = EI}$, soit **5,5 × 1 = 5,5 W**. Pour calculer le couple, on convertit la vitesse : $\boldsymbol{\omega = 2\pi n/60 = 2\pi \times 5000/60 \approx 523{,}6\ rad \cdot s^{-1}}$. La relation mécanique $\mathbf{P_{em} = T_{em}\omega}$ donne alors $\mathbf{T_{em} = 5{,}5/523{,}6 \approx 0{,}0105\ N \cdot m}$.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> P_{em} = 5,5 W ; T_{em} ≈ 0,0105 N·m.

7. Étude du sens de rotation du moteur

Le sens de déplacement de l'outil dépend du signe de la valeur moyenne de la tension aux bornes du moteur. La dernière question étudie le cas où cette valeur moyenne est nulle et demande d'ajuster R1.

Question 7.1. À partir du résultat de la question 5.4, déterminer le sens de rotation du moteur.

Le comparateur AO4 fournit un niveau positif lorsque la tension triangulaire dépasse le seuil $v_A = -6\,\mathrm{V}$. Comme elle varie linéairement entre -10 et $+10\,\mathrm{V}$, elle dépasse ce seuil pendant $(10-(-6))/(10-(-10)) = 80\,\%$ de la période. Le moteur reçoit alors $+10\,\mathrm{V}$, puis $-10\,\mathrm{V}$ pendant les $20\,\%$ restants. Ainsi, $V_{M\,\mathrm{moy}} = +6\,\mathrm{V}$, donc le moteur tourne dans le sens horaire.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> $V_{M\,\mathrm{moy}} = +6\,\mathrm{V}$: sens horaire.

Question 7.2. Si Vm moy = 0, décrire le comportement de l'outil, déterminer la valeur de vA correspondant à cette condition, puis en déduire la nouvelle valeur de R1 en supposant inchangées toutes les autres valeurs.

Une moyenne nulle correspond à des durées égales aux deux niveaux de sortie. Pour une rampe triangulaire symétrique entre -10 et $+10\,\mathrm{V}$, le seuil doit donc être $v_A = 0\,\mathrm{V}$. Avec $v_A = -3(v_{c2} + v_{r2})$ et $v_{r2} = -6\,\mathrm{V}$, il faut $v_{c2} = +6\,\mathrm{V}$.

Le potentiomètre donne $v_{c2} = 10R_1/(R_1 + R_2)$. En gardant $R_2 = 2{,}0\,\mathrm{k\Omega}$, on obtient $R_1 = 6 \times 2/(10-6) = 3{,}0\,\mathrm{k\Omega}$. L'outil n'a alors aucun déplacement résultant.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Outil sans déplacement résultant ; $v_A = 0\,\mathrm{V}$ et $R_1 = 3{,}0\,\mathrm{k\Omega}$.

Ce qu'il faut retenir de ce sujet (Session 2000)

Bilan de l'épreuve : Cette épreuve d'électronique étudie le positionnement automatique d'un outil sur un tour. La session, le code sujet, la durée et le coefficient ne sont pas indiqués. Les sept parties portent sur les potentiomètres de consigne et de recopie, les amplificateurs opérationnels, le générateur triangulaire, le comparateur, le circuit de puissance et le moteur à courant continu, avec calculs et tracés de signaux.

Notions-clés, formules & règles à maîtriser

- Un potentiomètre divise la tension d'alimentation selon la position du curseur et les résistances situées de part et d'autre.
- AO1 et AO2 sont représentés en suiveurs, avec leur sortie renvoyée sur l'entrée inverseuse.
- Le générateur triangulaire associe le montage à AO5 et celui à AO6 ; les relations entre vD et vE déterminent leurs formes d'onde.
- Pour l'induit, la relation électrique est Ua = E + RaI ; la puissance électromagnétique vaut EI et le couple se déduit de la vitesse angulaire.

Points de vigilance & attentes du jury

- Respecter le repérage des résistances et la polarité des alimentations E1 et E2 lors des calculs de tension des curseurs.
- Identifier les entrées et les boucles de rétroaction de chaque amplificateur avant d'établir sa fonction.
- Tracer les signaux sur la base de temps commune et justifier les niveaux à partir des seuils et des instants de commutation.
- Pour calculer le couple, convertir la vitesse de rotation en rad/s et conserver les unités des grandeurs électriques et mécaniques.

Questions fréquentes sur cette épreuve (Q&A Examen)

Q : Comment reconnaître un amplificateur opérationnel monté en suiveur ?

On reconnaît un suiveur lorsque la sortie est reliée directement à l'entrée inverseuse et que le signal est appliqué à l'entrée non-inverseuse. En régime linéaire, la sortie reproduit la tension d'entrée.

Q : Comment déterminer le sens de déplacement de l'outil ?

Il faut utiliser le signe de la valeur moyenne de la tension moteur Vm moy. Une valeur positive correspond au sens horaire, une valeur négative au sens anti-horaire et une valeur nulle au cas étudié en 7.2.

Q : Quelles parties peuvent être traitées indépendamment ?

Le sujet précise que les parties 1, 2, 3 et 6 sont indépendantes. Le document réponse doit être rendu avec la copie ; les graphes demandés sont à compléter sur ses tracés.

Q : Que faut-il faire apparaître dans les calculs et sur les graphes ?

Le sujet demande des justifications pour les identifications de montage et les tracés. Présentez les relations utilisées, les valeurs avec leurs unités et les niveaux des signaux en concordance de temps, sans omettre les polarités.

Sujet officiel associé (PDF) : https://btsati.fr/assets/annales/bts-ati/E3.2 - Sciences physiques/2000/BTS ATI - E3.2 - Sciences physiques - Session 2000 - 1-Sujet.pdf
Ressources BTS Assistance Technique d\ : 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.