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

Électrotechnique

Session 2007 • Code sujet : **Non indiqué** • Durée : **Non indiquée**

Sommaire

Cliquez sur une partie pour y accéder directement

1. **Étude du circuit de surveillance de la tension aux bornes de l'inducteur** (9 questions) — **Page 3**
2. **Étude du pont redresseur du convertisseur de fréquence** (7 questions) — **Page 7**
3. **Étude du moteur asynchrone en charge** (9 questions) — **Page 10**
4. **Ce qu'il faut retenir & Questions fréquentes (FAQ)** (Synthèse & Q&A Examen) — **Page 14**

Sujet officiel (PDF) : https://btsati.fr/assets/annales/bts-ati/E3.2 - Sciences physiques/2007/BTS ATI - E3.2 - Sciences physiques - Session 2007 - 1-Sujet.pdf

1. Étude du circuit de surveillance de la tension aux bornes de l'inducteur

Le traitement thermique par induction est réalisé dans un processus automatisé où la tension aux bornes de l'inducteur doit rester entre deux seuils. L'étude porte sur la détermination de ces seuils, leur comparaison à la tension mesurée, la signalisation des défauts et la commande de la chauffe.

Élaboration des tensions seuils

Question 1.1.1. Exprimer U_SL en fonction de R1, R2 et Vcc, puis calculer sa valeur à partir des données du schéma.

Le montage est un diviseur de tension, et U_{SL} est prise aux bornes de R_2 : $U_{SL} = V_{cc} \times R_2 / (R_1 + R_2)$. Avec $R_1 = 12$ kΩ, $R_2 = 2$ kΩ et $V_{cc} = 15$ V, $U_{SL} = 15 \times 2 / (12 + 2) = 2{,}14$ V.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> $U_{SL} = 2{,}14$ V.

Question 1.1.2. Exprimer U_SH en fonction de R3, R4 et Vcc, puis déterminer la valeur de R3 permettant d'obtenir U_SH = 10 V.

U_{SH} est prise aux bornes de R_4, donc $U_{SH} = V_{cc} \times R_4 / (R_3 + R_4)$. En isolant R_3 : $R_3 = R_4 \times (V_{cc} / U_{SH} - 1)$. Avec $R_4 = 2$ kΩ, $V_{cc} = 15$ V et $U_{SH} = 10$ V, on obtient $R_3 = 1$ kΩ.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> $R_3 = 1{,}0$ kΩ.

Signalisation des défauts et arrêt de chauffe

Question 1.2.1. Préciser et justifier le régime de fonctionnement des amplificateurs opérationnels ADI1 et ADI2.

ADI1 et ADI2 fonctionnent en comparateurs en boucle ouverte : aucune contre-réaction n'apparaît sur le schéma. Ils comparent u_c aux seuils U_{SL} et U_{SH}. Le signe de la tension différentielle commande la saturation de la sortie à +15 V ou à −15 V.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> ADI1 et ADI2 sont des comparateurs en boucle ouverte, à sortie saturée à +15 V ou −15 V.

Question 1.2.2. Exprimer u_dL en fonction de U_SL et de u_c.

Sur ADI1, l'entrée non-inverseuse (+) reçoit U_{SL} et l'entrée inverseuse (−) reçoit u_c. La tension différentielle est la tension (+) moins la tension (−), d'où $u_{dL} = U_{SL} - u_c$.

✓ RÉPONSE À RETENIR

$u_{dL} = U_{SL} - u_c$.

Question 1.2.3. **Exprimer u_dH en fonction de U_SH et de u_c.**

Sur ADI2, l'entrée non-inverseuse (+) reçoit u_c et l'entrée inverseuse (−) reçoit U_{SH}. La tension différentielle vaut donc la tension (+) moins la tension (−) : $u_{dH} = u_c - U_{SH}$.

✓ RÉPONSE À RETENIR

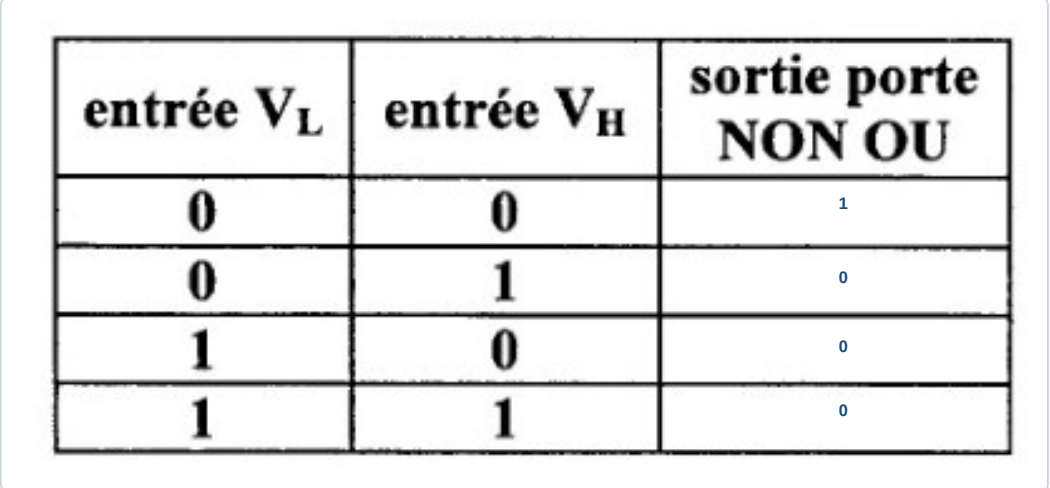
$u_{dH} = u_c - U_{SH}$.

Question 1.2.4. **Compléter le tableau 1 du document réponse concernant la porte logique NON OU.**

La porte NON OU donne 1 uniquement lorsque ses deux entrées sont à 0. Pour les autres combinaisons, sa sortie vaut 0.

Entrée V_L	Entrée V_H	Sortie NON OU
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	0

Tableau 1 complété



entrée V_L	entrée V_H	sortie porte NON OU
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	0

✓ RÉPONSE À RETENIR

Sortie NON OU : 1, 0, 0, 0.

Question 1.2.5. **Identifier le type des transistors T1, T2 et T3.**

Les symboles du schéma montrent des transistors bipolaires NPN : leurs émetteurs sont reliés à la masse et ils sont commandés en commutation par leur base.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> T_1, T_2 et T_3 sont des transistors bipolaires NPN.

Question 1.2.6. **Indiquer le rôle de la diode D4.**

D_4 est montée en parallèle sur la bobine du relais K. À la coupure, elle conduit le courant de la bobine et limite la surtension induite, protégeant ainsi le transistor T_3.

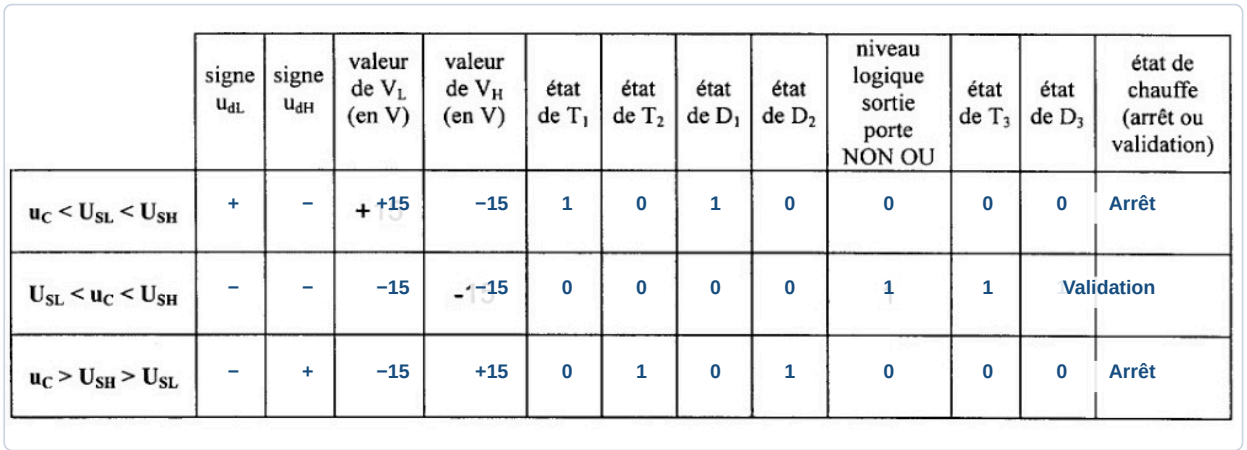
> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> D_4 est la diode de roue libre du relais K ; elle protège T_3 à la coupure.

Question 1.2.7. **Compléter le tableau 2 pour chacun des domaines de tension indiqués, en précisant les signes et valeurs des tensions, les états des transistors et des diodes, le niveau logique de sortie de la porte NON OU et l'état de chauffe.**

Chaque comparateur sature à +15 V si sa tension différentielle est positive, et à −15 V si elle est négative. Les niveaux logiques sont respectivement 1 et 0. En dehors de l'intervalle de chauffe, le comparateur correspondant active T_1 ou T_2 et son voyant d'alarme. Entre les seuils, la sortie NON OU vaut 1 : T_3, D_3 et le relais sont activés.

Domaine de u_c	Signe u_{dL}	Signe u_{dH}	V_L (V)	V_H (V)	T_1	T_2	D_1	D_2	Sortie NON OU	T_3	D_3	Chauffe
$u_c < U_{SL} < U_{SH}$	+	−	+15	−15	1	0	1	0	0	0	0	Arrêt
$U_{SL} < u_c < U_{SH}$	−	−	−15	−15	0	0	0	0	1	1	1	Validation
$u_c > U_{SH} > U_{SL}$	−	+	−15	+15	0	1	0	1	0	0	0	Arrêt

Tableau 2 complété



✓ **RÉPONSE À RETENIR**

Chauffe validée uniquement pour $U_{SL} < u_c < U_{SH}$; sinon, arrêt et alarme correspondante.

2. Étude du pont redresseur du convertisseur de fréquence

Le convertisseur de fréquence comprend un redresseur commandé alimentant un onduleur de courant associé au moteur asynchrone, avec un courant de charge constant de 20 A. L'étude porte sur la fréquence de la tension redressée, l'angle d'amorçage des thyristors, leurs chemins de conduction et les valeurs moyenne et efficace du courant de ligne.

Question 2.1. Déterminer la fréquence de la tension u, sachant que la tension d'alimentation v a une fréquence f = 50 Hz.

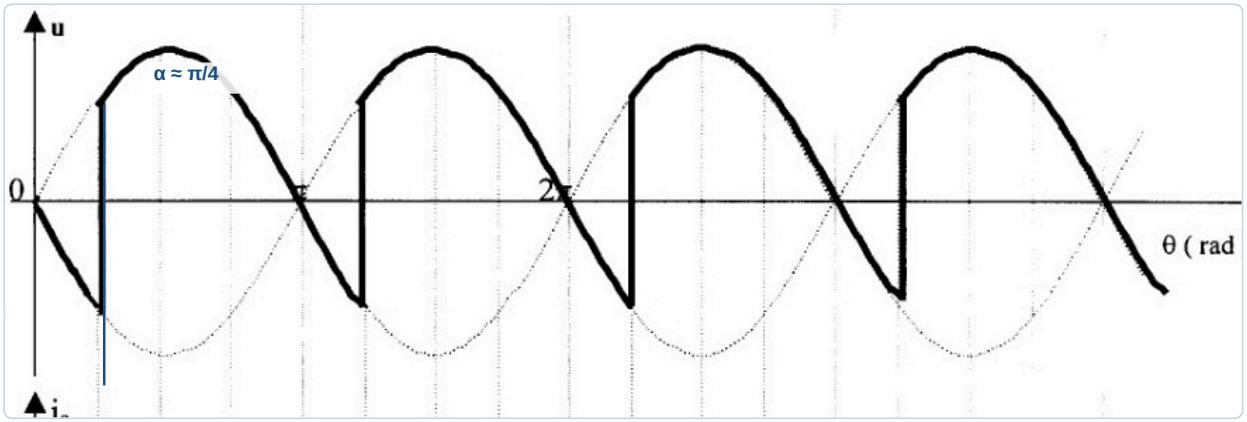
Le pont monophasé est redresseur double alternance : la tension de sortie se répète à chaque demi-période de la tension d'alimentation. Ainsi, sa fréquence est doublée : $f_u = 2f$. Avec $f = 50\,\text{Hz}$, $f_u = 2 \times 50 = 100\,\text{Hz}$.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> $f_u = 100\,\text{Hz}$

Question 2.2. À partir du chronogramme de u du document réponse n° 2, déterminer la valeur de l'angle de retard à l'amorçage α.

Sur le chronogramme du document réponse, le premier saut de la tension redressée marque l'amorçage. L'axe angulaire indique 0 puis π ; le saut apparaît à environ un quart de l'intervalle $[0;\pi]$. On lit donc graphiquement $\alpha \approx \pi/4$, soit environ $45°$.

Lecture graphique de l'angle d'amorçage



> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> $\alpha \approx \pi/4 \approx 45°$

Question 2.3. Déterminer la valeur de α pour laquelle la puissance de chauffe est maximale.

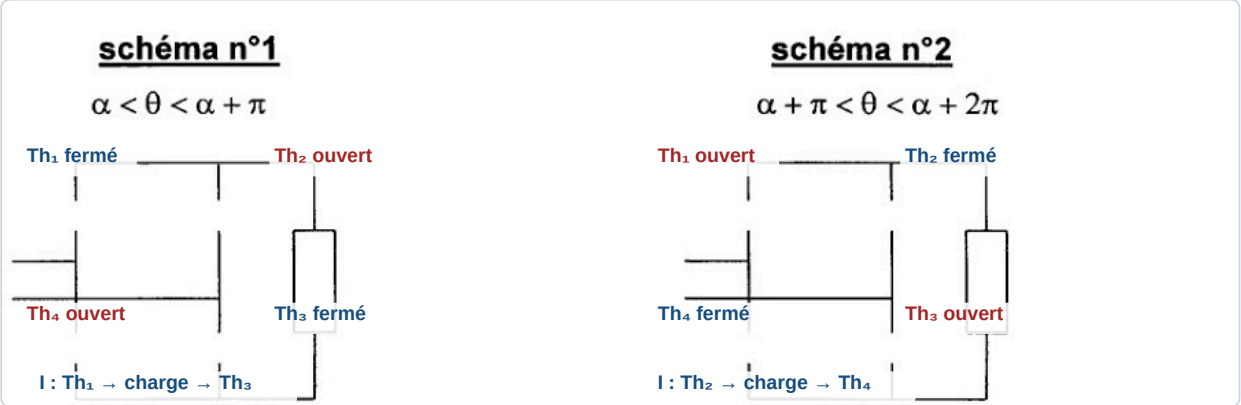
Pour le pont entièrement commandé en conduction continue, la tension moyenne redressée est proportionnelle à $\cos\alpha$. La puissance de chauffe est maximale lorsque cette tension moyenne est maximale. Comme $\cos\alpha$ atteint son maximum pour un angle nul, les thyristors doivent être amorcés sans retard, au passage par zéro de la tension d'alimentation.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Puissance maximale pour $\alpha = 0\,\text{rad}$.

Question 2.4. **Compléter les schémas n° 1 et n° 2 du document réponse n° 2 en fléchant le chemin du courant, en remplaçant les éléments passants par des interrupteurs fermés et les éléments bloqués par des interrupteurs ouverts.**

1. Sur l'intervalle $\alpha < \theta < \alpha + \pi$, Th_1 et Th_3 sont passants : interrupteurs fermés. Th_2 et Th_4 sont bloqués : interrupteurs ouverts. Le courant circule par Th_1, la charge puis Th_3.
2. Sur l'intervalle $\alpha + \pi < \theta < \alpha + 2\pi$, Th_2 et Th_4 sont passants : interrupteurs fermés. Th_1 et Th_3 sont bloqués : interrupteurs ouverts. Le courant circule par Th_2, la charge puis Th_4.

États des thyristors et chemins de conduction



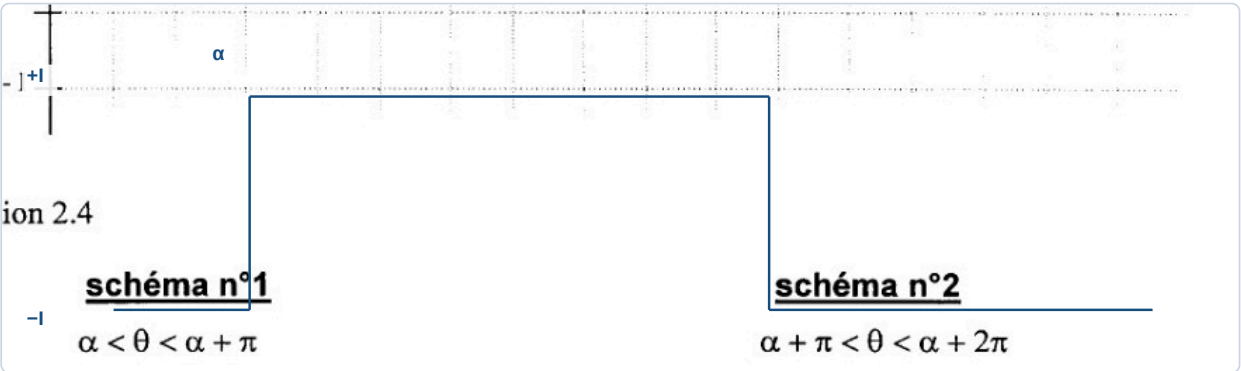
✓ **RÉPONSE À RETENIR**

Schéma 1 : Th_1 et Th_3 fermés, Th_2 et Th_4 ouverts. Schéma 2 : Th_2 et Th_4 fermés, Th_1 et Th_3 ouverts.

Question 2.5. **Tracer le chronogramme du courant de ligne i_a sur le document réponse n° 2.**

Le courant de charge est constant, $I = 20\ \text{A}$. Avec le sens de référence de i_a indiqué sur le schéma, le courant de ligne vaut $-I$ avant l'amorçage à l'angle α. Il devient $+I$ pendant la conduction de Th_1 et Th_3, puis s'inverse à $\alpha + \pi$ lorsque Th_2 et Th_4 prennent le relais. Le créneau se répète toutes les 2π.

Chronogramme du courant de ligne i_a



✓ **RÉPONSE À RETENIR**

Créneau : $-20\ \text{A}$ de 0 à α, puis $+20\ \text{A}$ jusqu'à $\alpha + \pi$, puis $-20\ \text{A}$ jusqu'à $\alpha + 2\pi$.

Question 2.6. **Déterminer la valeur moyenne du courant de ligne i_a.**

Sur une période, i_a vaut $+20\ \mathrm{A}$ pendant une demi-période et $-20\ \mathrm{A}$ pendant l'autre. Les durées étant égales, les aires algébriques se compensent : $I_{a,\mathrm{moy}} = (20 \times \pi - 20 \times \pi)/(2\pi) = 0$. Cette moyenne concerne le courant de ligne ; le courant de charge, lui, reste égal à $20\ \mathrm{A}$.

✓ **RÉPONSE À RETENIR**

$I_{a,\mathrm{moy}} = 0\ \mathrm{A}$

Question 2.7. **Déterminer la valeur efficace du courant de ligne i_a.**

Grandeur	Valeur
Courant de ligne	$+20\ \mathrm{A}$ ou $-20\ \mathrm{A}$
Courant efficace	$I_{a,\mathrm{eff}} = \sqrt{\langle i_a^2 \rangle} = \sqrt{20^2} = 20\ \mathrm{A}$

Le signe du courant s'inverse, mais sa valeur absolue reste égale à $20\ \mathrm{A}$. Son carré est donc constant sur toute la période, ce qui donne une valeur efficace égale à cette amplitude.

✓ **RÉPONSE À RETENIR**

$I_{a,\mathrm{eff}} = 20\ \mathrm{A}$

3. Étude du moteur asynchrone en charge

Le moteur asynchrone est alimenté par un réseau 230 V / 400 V, 50 Hz, et sa plaque signalétique fournit ses caractéristiques nominales. L'étude demande de déterminer ses grandeurs électriques et mécaniques, de tracer sa caractéristique mécanique et d'établir le point de fonctionnement de l'ensemble moteur-convoyeur soumis à un couple résistant constant.

Fonctionnement nominal

Question 3.1.1. Justifier le couplage étoile des enroulements du stator.

Le réseau indiqué est un réseau triphasé 230 V / 400 V : 400 V est la tension entre phases. En étoile, chaque enroulement est soumis à la tension simple, soit $U_{ph} = U_{ligne}/\sqrt{3} = 400/\sqrt{3} \approx 231\ \text{V}$. Cette valeur correspond à la tension nominale de 230 V inscrite pour chaque enroulement. Le couplage étoile est donc adapté à l'alimentation du moteur sur ce réseau.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Couplage étoile : chaque enroulement reçoit environ 231 V, valeur proche de ses 230 V nominaux.

Question 3.1.2. Déterminer la valeur de la vitesse de synchronisme n_s.

À 50 Hz, la vitesse nominale de 935 tr·min^{-1} est proche de 1 000 tr·min^{-1}, ce qui correspond à un moteur ayant trois paires de pôles. Pour ce moteur, la vitesse de synchronisme est $n_s = 60f/p$, avec $p = 3$. La vitesse nominale est inférieure à cette valeur car le moteur asynchrone fonctionne avec un glissement en charge.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> $n_s = 1\,000$ tr·min^{-1}.

Question 3.1.3. Déterminer la valeur efficace de l'intensité du courant appelé par le moteur.

Le moteur est alimenté par le réseau 230 V / 400 V, donc la tension entre phases est 400 V. La plaque signalétique donne les courants correspondant aux deux tensions : 2,8 A pour 230 V et 4,8 A pour 400 V. Le courant demandé est le courant efficace appelé sur le réseau, donc le courant nominal de ligne associé à l'alimentation 400 V.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Courant efficace nominal appelé : $I = 4,8\ \text{A}$.

Question 3.1.4. Calculer la puissance active absorbée par le moteur et son rendement η.

En triphasé, la puissance active absorbée est $P_a = \sqrt{3}UI\cos\varphi$. Avec $U = 400\ \text{V}$, $I = 4,8\ \text{A}$ et $\cos\varphi = 0,78$, on obtient $P_a \approx 2,59\ \text{kW}$. La puissance utile inscrite sur la plaque est $P_u = 1,1\ \text{kW}$. Le rendement vaut donc $\eta = P_u/P_a \approx 0,424$, soit environ 42,4 %.

✓ RÉPONSE À RETENIR

$P_a \approx 2,59\,\text{kW}$; $\eta \approx 42,4\,\%$.

Question 3.1.5. **Calculer le moment du couple utile T_u.**

La puissance utile et la vitesse nominale sont données sur la plaque : $P_u = 1\,100\,\text{W}$ et $n = 935\,\text{tr}\cdot\text{min}^{-1}$. La vitesse angulaire vaut $\Omega = 2\pi n/60$. Le couple utile est alors $T_u = P_u/\Omega = 1100/(2\pi \times 935/60) \approx 11,2\,\text{N}\cdot\text{m}$. On utilisera cette valeur arrondie pour tracer la caractéristique mécanique.

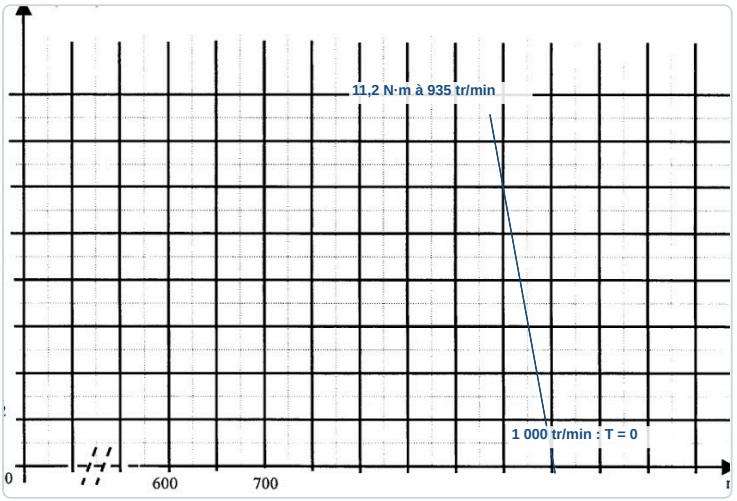
✓ RÉPONSE À RETENIR

Couple utile nominal : $T_u \approx 11,2\,\text{N}\cdot\text{m}$.

Question 3.1.6. **Tracer sur le document réponse n° 3 la partie utile de la caractéristique mécanique du moteur, supposée être une portion de droite, en utilisant l'indication que le moteur tourne à la vitesse de synchronisme à vide.**

La caractéristique utile est supposée linéaire. À vide, le couple utile est nul et la vitesse est la vitesse de synchronisme, soit $1\,000\,\text{tr}\cdot\text{min}^{-1}$. Au point nominal, elle passe par $(935\,\text{tr}\cdot\text{min}^{-1}; 11,2\,\text{N}\cdot\text{m})$. Sur le document réponse, tracer le segment reliant ces deux points. La vitesse augmente vers la droite, donc le segment descend vers l'axe horizontal.

Caractéristique mécanique du moteur



✓ RÉPONSE À RETENIR

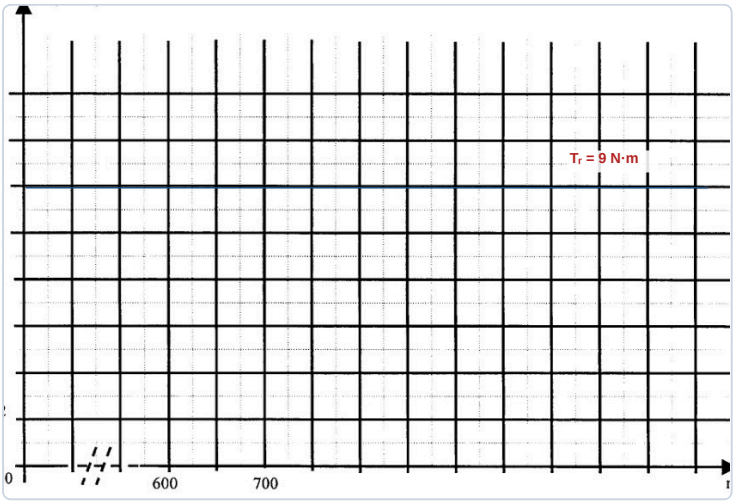
Tracer le segment reliant $(935; 11,2)$ et $(1\,000; 0)$, avec n en tr·min^{-1} et T en N·m.

Ensemble moteur-convoyeur

Question 3.2.1. Tracer sur le document réponse n° 3 la caractéristique mécanique du convoyeur, dont le couple résistant constant vaut 9 N·m.

Le convoyeur impose un couple résistant constant de $9\,\mathrm{N\cdot m}$, quelle que soit la vitesse. Sa caractéristique mécanique est donc une droite horizontale d'ordonnée $T_r = 9\,\mathrm{N\cdot m}$ sur le repère $T = f(n)$. La droite est placée au niveau correspondant à 9 N·m sur l'axe vertical du document réponse n° 3.

Caractéristique du convoyeur

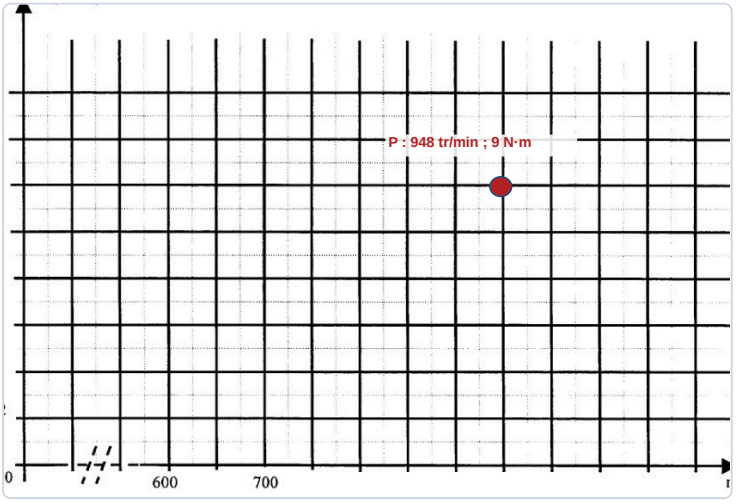


> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> Caractéristique du convoyeur : droite horizontale $T_r = 9\,\mathrm{N\cdot m}$.

Question 3.2.2. Déterminer les coordonnées du point de fonctionnement de l'ensemble moteur-convoyeur en régime permanent.

En régime permanent, le couple moteur équilibre le couple résistant : le point de fonctionnement est l'intersection de la caractéristique moteur avec la droite $T_r = 9\,\mathrm{N\cdot m}$. La caractéristique moteur est linéaire entre le point nominal $(935\,;\,11,23)$ et le point à vide $(1\,000\,;\,0)$. L'interpolation donne $n = 1\,000 - 9(1\,000 - 935)/11,23 \approx 948\,\mathrm{tr\cdot min^{-1}}$. Le couple au point d'intersection est 9 N·m.

Point de fonctionnement moteur-convoyeur



✓ RÉPONSE À RETENIR

Point de fonctionnement : $(n \approx 948\,\text{tr}\cdot\text{min}^{-1};\ T = 9\,\text{N}\cdot\text{m})$.

Question 3.2.3. Calculer le glissement g du moteur.

Le glissement relatif se calcule avec les vitesses de synchronisme et de fonctionnement : $g = (n_s - n)/n_s$. On reprend $n_s = 1\,000\,\text{tr}\cdot\text{min}^{-1}$ et la vitesse du point de fonctionnement, $n \approx 947,9\,\text{tr}\cdot\text{min}^{-1}$. Ainsi, $g \approx 0,0521$. Pour l'exprimer en pourcentage, on multiplie par 100 : le glissement est donc d'environ 5,2 %.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Glissement : $g \approx 0,052$, soit $5,2\,\%$.

Ce qu'il faut retenir de ce sujet (Session 2007)

Bilan de l'épreuve : Cette épreuve d'électrotechnique porte sur le traitement thermique par induction. Les pages fournies ne précisent ni la session, ni le code, ni la durée, ni le coefficient. Les trois études évaluent la mise en place des seuils de surveillance, l'analyse d'un redresseur commandé et l'exploitation des caractéristiques électriques et mécaniques d'un moteur asynchrone entraînant un convoyeur.

Notions-clés, formules & règles à maîtriser

- Pour un diviseur de tension, la tension aux bornes de la résistance basse vaut Vcc × R_bas / (R_haut + R_bas).
- La porte NON OU délivre un niveau logique 1 uniquement lorsque ses deux entrées sont à 0.
- Les paires de thyristors conduisent alternativement sur [α ; α + π] et [α + π ; α + 2π].
- Le glissement du moteur s'écrit g = (n_s - n) / n_s, où n_s est la vitesse de synchronisme et n la vitesse du rotor.

Points de vigilance & attentes du jury

- Repérer la résistance haute et la résistance basse du diviseur avant d'établir la relation de tension.
- Distinguer les tensions de seuil, la tension mesurée et les tensions différentielles des amplificateurs.
- Respecter les intervalles de conduction des thyristors pour tracer les courants et les chemins de conduction.
- Indiquer les unités et utiliser les axes du document réponse pour tracer les caractéristiques et lire le point de fonctionnement.

Questions fréquentes sur cette épreuve (Q&A Examen)

Q : Comment déterminer la tension fournie par un diviseur résistif ?

Dans un diviseur alimenté par Vcc, la tension aux bornes de la résistance basse vaut Vcc multipliée par cette résistance, puis divisée par la somme des deux résistances. Repérez d'abord la sortie et les résistances concernées sur le schéma.

Q : Comment déterminer quels thyristors sont passants sur chaque intervalle ?

Le sujet indique les paires de thyristors conductrices en fonction de l'angle α. Pour chaque intervalle, identifiez la paire passante, remplacez-la par des interrupteurs fermés, représentez les éléments bloqués par des interrupteurs ouverts et suivez le trajet du courant.

Q : Le sujet précise-t-il une durée, un coefficient ou un barème ?

Aucune durée, aucun coefficient ni aucun barème n'est indiqué dans les pages fournies. Suivez la numérotation des questions, consacrez du temps aux calculs et gardez une dernière vérification pour les chronogrammes et les documents réponses.

Q : Quelles précautions prendre pour tracer les caractéristiques mécaniques ?

Respectez les grandeurs et les unités des axes. Pour le moteur, utilisez les conditions à vide et au point nominal afin de tracer la portion de droite demandée. Pour le convoyeur, représentez le couple résistant constant de 9 N·m.

Sujet officiel associé (PDF) : https://btsati.fr/assets/annales/bts-ati/E3.2 - Sciences physiques/2007/BTS ATI - E3.2 - Sciences physiques - Session 2007 - 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.