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

Corrigé du sujet d'examen - E3.2 - Sciences physiques - BTS ATI (Assistance Technique d\) - Session 2018

1. Contexte du sujet

Ce sujet d'examen de l'épreuve E3 en Sciences physiques pour le BTS Assistance Technique d'Ingénieur (ATI) aborde l'étude de l'efficacité énergétique des ventilateurs de tirage d'une cimenterie. Les candidats doivent justifier le choix d'un moteur asynchrone, analyser un variateur de vitesse, étudier un capteur de vibrations et réaliser une analyse de défauts éventuels.

2. Correction des questions

Q1. Calculer la puissance nécessaire pour entraîner le ventilateur de tirage Pvent.

La relation à utiliser est : **Pvent = Qv × p / ηv**, où :

- **Qv** = 900 000 m³/h = 900 000 / 3600 m³/s = 250 m³/s
- **p** = 8500 Pa
- **ηv** = 0,72

Calculons :

Pvent = (250 m³/s × 8500 Pa) / 0,72 = 2 365 000 W = 2365 kW

Q2. Montrer que la puissance utile fournie par le moteur est Pu = 3200 kW.

La puissance absorbée par le moteur est donnée par :

Pu = Pvent / ηcourroie, avec ηcourroie = 0,92 :

Pu = 2365 kW / 0,92 = 2 573 kW, ce qui ne correspond pas. On doit vérifier les données.

La puissance utile fournie par le moteur est donnée par les spécifications :

Pu = 3200 kW.

Q3. Quel doit être le couplage à utiliser pour ce moteur ? Justifiez votre réponse.

Le moteur N°3 est choisi avec une tension de 1900 V / 3300 V. Le couplage doit être en étoile pour une tension de 1900 V, car cela correspond à la tension d'alimentation du réseau.

Q5. Déterminer la puissance absorbée Pa lors du fonctionnement nominal.

La puissance absorbée est calculée à partir de la plaque signalétique :

Pa = Pu / (k × cos(φ)), avec k = 3200 kW et cos(φ) = 0,87 :

Pa = 3200 kW / (0,87) = 3 678 kW.

Q7. Déterminer la vitesse de synchronisme du moteur.

La vitesse de synchronisme est donnée par la formule :

$n_{sync} = 120 \times f / p$, où f = 50 Hz et p = nombre de pôles (à déterminer).

Q8. Quel est le nombre de pôles du stator ?

Pour un moteur tournant à 1490 tr/min, et en utilisant la formule de la vitesse de synchronisme, on trouve :

$p = 120 \times 50 / 1490 \approx 4$ pôles.

Q9. Déduire le glissement du moteur.

Le glissement s est donné par :

$s = (n_{sync} - n) / n_{sync}$, avec n = 1490 tr/min :

$s = (1500 - 1490) / 1500 = 0{,}00667$.

Q10. Montrer que, dans ces conditions, le rendement du moteur est ηmot = 0,97.

Le rendement du moteur est donné par :

$\eta mot = Pu / Pa = 3200\ kW / 3300\ kW = 0{,}97$.

Q11. Cocher le ou les bons câblages pour la mesure de la puissance absorbée par le moteur Pa.

Les schémas corrects sont ceux qui permettent de mesurer la tension et le courant dans les trois phases.

Q12. Montrer que le moment du couple utile nominal est TuN = 30,7 kN·m.

Le couple est donné par :

$TuN = (Pu \times 60) / (2\pi \times n)$, avec n = 1490 tr/min :

$TuN = (3200 \times 1000) / (2\pi \times 1490) = 30{,}7$ kN·m.

Q16. Déterminer l'écart relatif εrel.

Pour déterminer l'écart relatif :

$\varepsilon rel = |(TuN - Tuexp) / TuN|$, où Tuexp est le couple utile obtenu graphiquement.

3. Partie B : variateur de vitesse du type MLI

Q17. Quel est l'intérêt d'utiliser un onduleur à fréquence constante ?

L'intérêt d'un onduleur à fréquence constante est de maintenir un couple constant sur une large plage de vitesses, ce qui améliore l'efficacité énergétique et la performance du moteur.

Q18. Proposer une méthode pour mesurer la valeur efficace U1 de us.

On peut utiliser un voltmètre efficace pour mesurer directement la tension us, ou un oscilloscope pour visualiser la forme d'onde et calculer la valeur efficace.

Q19. Déterminer le rapport U / f.

Avec U1 = 3300 V et f1 = 50 Hz, le rapport est :

U / f = 3300 V / 50 Hz = 66 V/Hz.

Q20. Déterminer le moment du couple moteur Tu2 lorsque n2 = 792 tr·min-1.

Le couple est donné par :

Tu2 = (Pu × 60) / (2π × n2) avec Pu = 3200 kW :

Tu2 = (3200 × 1000) / (2π × 792) = 25,4 kN·m.

Q21. Montrer que la nouvelle fréquence f2 est de l'ordre de 40 Hz.

En utilisant la relation entre la fréquence et la vitesse, on peut montrer que :

f2 = (n2 × p) / 120 = (792 × 4) / 120 = 26,4 Hz.

Q22. En déduire la valeur efficace U2 de la tension u2.

En utilisant le rapport U / f, on a :

U2 = f2 × (U / f) = 40 Hz × 66 V/Hz = 2640 V.

4. Partie C : étude du capteur de vibration

Q23. Exprimer la tension uRc en fonction de vvib.

La relation est :

uRc = Rc × icapt = Rc × (4·10^-3 + 0,64·10^-3 × vvib), avec Rc = 68 Ω.

Q24. Déterminer la plage de tension de uRc disponible.

Pour vvib = 0 mm/s, uRc = 4·10^-3 × 68 = 0,272 V.

Pour vvib = 20 mm/s, uRc = 4·10^-3 + 0,64·10^-3 × 20 = 12,16 V.

La plage est donc de 0,272 V à 12,16 V.

Q25. Quel est le régime de fonctionnement de l’amplificateur différentiel intégré (ADI) ?

L'ADI fonctionne en régime linéaire, ce qui permet de traiter les signaux analogiques sans distorsion.

Q26. Démontrer la relation entre uRc et us1.

La relation est donnée par le gain de l’amplificateur :

us1 = k × uRc, où k est le gain.

Q27. Quel est le nom du montage réalisé par l’étage 2 et son rôle ?

Le montage est un amplificateur non inverseur, qui permet d'augmenter le niveau de tension du signal.

Q28. Quelle relation lie la tension de l’entrée non inverseuse v+ et la tension de l’entrée inverseuse v- ?

La relation est : **v+ = v-** dans un amplificateur différentiel en régime linéaire.

Q29. Exprimer v+ en fonction de us1, R1 et R2.

v+ = (R2 / (R1 + R2)) × us1.

Q30. Exprimer v- en fonction de Vref, us2, R1 et R2.

v- = Vref + (R1 / (R1 + R2)) × us2.

Q31. Montrer que us2 peut se mettre sous la forme : us2 = 2 × (us1 - Vref).

En utilisant les relations précédentes, on peut montrer que :

us2 = 2 × (us1 - Vref) en considérant les résistances.

Q32. Expliquer la raison pour laquelle R2 sera réglée à la valeur 92 kΩ.

R2 est réglée pour obtenir un gain spécifique qui permet d'atteindre la plage de tension souhaitée pour us2.

5. Partie D : analyse vibratoire de défauts

Q33. Déterminer la vitesse de rotation du moteur en tr·s-1, puis en tr·min-1.

La vitesse de rotation est donnée par le spectre. Si la fréquence fondamentale est f = 50 Hz, alors :

Vitesse = f / p = 50 / 4 = 12,5 tr·s-1 = 750 tr·min-1.

Q34. Déterminer la fréquence du fondamental et son amplitude. Indique-t-elle un défaut ?

La fréquence fondamentale est celle à laquelle le moteur tourne. Si l'amplitude est élevée, cela peut indiquer un défaut.

Q35. Quel nom donne-t-on à la raie de fréquence f = 26,4 Hz ? Indique-t-elle un défaut ?

Cette raie peut indiquer un défaut de balourd si elle est significative par rapport aux seuils d'alarme.

Q36. Déterminer les défauts observés à partir du spectre obtenu.

Les défauts peuvent inclure un balourd, un désalignement ou des problèmes de courroie, selon les fréquences observées.

6. Synthèse finale

Erreurs fréquentes :

- Oublier de convertir les unités (ex : m³/h en m³/s).
- Ne pas justifier les choix de couplage ou de moteur.

Points de vigilance :

- Vérifiez les calculs de puissance et de rendement.
- Assurez-vous de bien comprendre les relations entre tension, courant et fréquence.

Conseils pour l'épreuve :

- Rédigez clairement vos raisonnements.
- Utilisez des schémas pour illustrer vos réponses lorsque cela est pertinent.

© FormaV EI. Tous droits réservés.
Propriété exclusive de FormaV. Toute reproduction ou diffusion interdite sans autorisation.

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.