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

Électricité et électronique

Session 2003 • Code sujet : **Non indiqué** • Durée : **Non indiquée**

Sommaire

Cliquez sur une partie pour y accéder directement

1. **Entraînement en rotation du ventilateur** (6 questions) — **Page 3**
2. **Étude du capteur de température et mise en forme des tensions** (10 questions) — **Page 6**
3. **Commande du moteur et des générateurs d'air chaud et d'air froid** (6 questions) — **Page 10**
4. **Génération de la tension continue d'alimentation des modules électroniques** (5 questions) — **Page 13**
5. **Affichage de la température ambiante** (2 questions) — **Page 17**
6. **Ce qu'il faut retenir & Questions fréquentes (FAQ)** (Synthèse & Q&A Examen) — **Page 18**

Sujet officiel (PDF) : https://btsati.fr/assets/annales/bts-ati/E3.2 - Sciences physiques/2003/BTS ATI - E3.2 - Sciences physiques - Session 2003 - 1-Sujet.pdf

1. Entraînement en rotation du ventilateur

Un moteur asynchrone triphasé tétrapolaire entraîne le ventilateur d'une station de mûrissement de fruits. Ses caractéristiques nominales servent à déterminer ses grandeurs de fonctionnement et à tracer sa caractéristique mécanique pour trouver le point de fonctionnement avec le ventilateur.

Question I.1. Déterminer la vitesse de synchronisme du moteur en tr/min, puis en déduire son glissement.

Le moteur est tétrapolaire, donc il possède deux paires de pôles. À 50 Hz, sa vitesse de synchronisme est **n_s = 60 f / 2**. Le glissement relatif se calcule avec la vitesse nominale n_n : **$g = (n_s - n_n) / n_s$**.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> n_s = 1 500 tr/min ; g = 0,040, soit 4,0 %.

Question I.2. Calculer la puissance électrique absorbée par le moteur.

En couplage étoile sur un réseau 230/400 V, la tension composée appliquée au moteur est 400 V. Pour un moteur triphasé, la puissance active absorbée est **$P_e = \sqrt{3}\, U\, I \cos \varphi$**. En utilisant U = 400 V, I = 12 A et cos φ = 0,85, le calcul donne la puissance électrique nominale.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> $P_e \approx 7{,}07$ kW.

Question I.3. Déduire le rendement du moteur à son point de fonctionnement nominal.

Le rendement est le rapport de la puissance utile à la puissance électrique absorbée.

Grandeur	Valeur
P_u	6 050 W
P_e	7 066,8 W
$\eta = P_u / P_e$	0,856

Le rendement nominal s'exprime en pourcentage en multipliant le rapport par 100.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> $\eta \approx 85{,}6$ %.

Question I.4. **Calculer le moment du couple utile du moteur à son point de fonctionnement nominal.**

La puissance mécanique vérifie $P_u = T_u\omega$, avec $\omega = 2\pi n/60$. À la vitesse nominale n = 1 440 tr/min, on isole le couple : $T_u = P_u / (2\pi n/60)$. On obtient ainsi le point nominal à reporter sur la caractéristique mécanique du moteur.

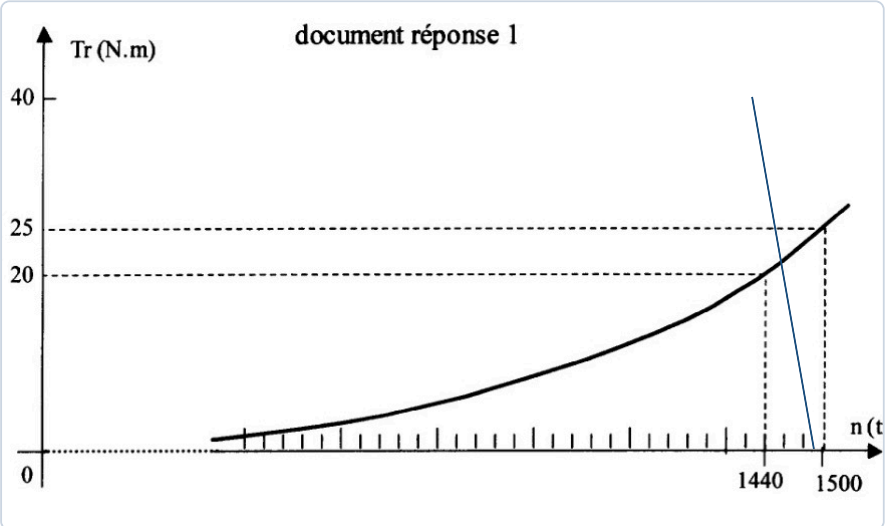
> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> $T_{u,n} \approx 40{,}1$ N·m.

Document-réponse 1

Question I.5. **Tracer la caractéristique mécanique utile Tu(n) du moteur sur le document-réponse 1, en utilisant le point imposé (1 500 tr/min ; 0) et la caractéristique mécanique Tr(n) du ventilateur déjà tracée.**

Le point nominal du moteur est (1 440 tr/min ; 40,1 N·m), d'après le couple calculé à la question précédente. Le sujet impose également le point (1 500 tr/min ; 0 N·m). La caractéristique mécanique utile est le segment de droite reliant ces deux points. Il est décroissant lorsque la vitesse augmente et se trace sur le graphique du document-réponse 1.

Caractéristique utile du moteur



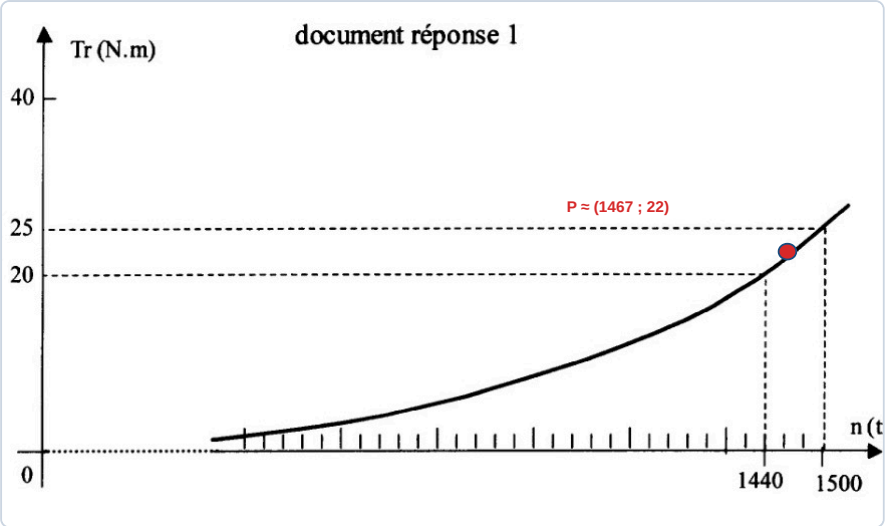
> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Tracer le segment reliant (1 440 tr/min ; 40,1 N·m) à (1 500 tr/min ; 0 N·m).

Question I.6. **Déduire du graphique le point de fonctionnement (n_1 ; T_1) du groupe tournant moteur-ventilateur.**

Le point de fonctionnement correspond à l'intersection du segment moteur et de la courbe de couple résistant du ventilateur. La lecture du document-réponse donne une vitesse proche de 1 467 tr/min. À cette vitesse, le couple lu sur le graphique est d'environ 22 N·m. Ces valeurs sont approximatives, car elles sont déterminées par lecture

graphique.

Point de fonctionnement moteur-ventilateur



✓ RÉPONSE À RETENIR

$(n_1 ; T_1) \approx (1\,467$ tr/min ; 22 N·m).

2. Étude du capteur de température et mise en forme des tensions

Dans la station, le capteur fournit une tension affine de la température, et des amplificateurs opérationnels alimentés sous 15 V traitent ce signal. La figure A présente le capteur, les montages à amplificateurs opérationnels et les tensions utilisées pour la commande et l'affichage.

Question II.1. À partir de la relation entre la tension de sortie du capteur et la température, calculer les tensions V_{18} et V_{25} correspondant respectivement à 18 °C et à 25 °C.

La loi du capteur est **$V_{out} = 0{,}02\ \theta + 2{,}73$**, avec θ en °C et V_{out} en V. Pour 18 °C : 0,02 × 18 + 2,73 = 3,09 V. Pour 25 °C : 0,02 × 25 + 2,73 = 3,23 V. Ces valeurs constituent les deux tensions de seuil utilisées par les comparateurs.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> V_{18} = 3,09 V ; V_{25} = 3,23 V.

Étude de AO_1

Question II.2.1. Justifier le régime de fonctionnement de l'amplificateur opérationnel AO_1 à partir de la figure A.

La figure A montre que la sortie de AO_1 est reliée à son entrée inverseuse et que V_{out} arrive sur l'entrée non-inverseuse. Il s'agit donc d'une contre-réaction négative. L'amplificateur ajuste sa sortie pour maintenir ses deux entrées au même potentiel, sans atteindre ses limites d'alimentation dans le fonctionnement considéré.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> AO_1 fonctionne en régime linéaire avec contre-réaction négative.

Question II.2.2. Écrire la relation entre les tensions v_1 et Vout.

> En régime linéaire, les tensions des deux entrées de AO_1 sont égales. La sortie étant directement reliée à l'entrée inverseuse, elle prend la valeur de l'entrée non-inverseuse, alimentée par V_{out}.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> $v_1 = V_{out}$.

Question II.2.3. Donner le nom du montage réalisé autour de AO_1.

1. Le signal est appliqué à l'entrée non-inverseuse.
2. La sortie est renvoyée directement sur l'entrée inverseuse.
3. Le gain est unitaire : la sortie reproduit le signal d'entrée.

✓ RÉPONSE À RETENIR

AO_1 est un suiveur de tension non-inverseur.

Étude des montages utilisant AO_2 et AO_3

Question II.3.1. Écrire la relation entre la tension à l'entrée inverseuse de AO_2, notée V^-AO_2, et Vcc, R_1 et R_2.

Branche du diviseur	Résistance
Entre V_{cc} et le point de prélèvement	R_1
Entre le point de prélèvement et 0 V	R_2

L'entrée de AO_2 ne consommant pas de courant, la tension prélevée est celle d'un diviseur à vide.

✓ RÉPONSE À RETENIR

$V^-_{AO_2} = V_{cc} \times R_2 / (R_1 + R_2)$.

Question II.3.2. Calculer la valeur de R_2 nécessaire pour obtenir $V^-AO_2 = 3{,}09$ V.

1. À partir du diviseur : $R_2 = R_1 \times V^-_{AO_2} / (V_{cc} - V^-_{AO_2})$.
2. Avec $R_1 = 10$ kΩ, $V_{cc} = 15$ V et $V^-_{AO_2} = 3{,}09$ V : $R_2 = 10 \times 3{,}09 / (15 - 3{,}09)$ kΩ.

✓ RÉPONSE À RETENIR

$R_2 \approx 2{,}59$ kΩ.

Question II.3.3. Pour R_3 réglée à 2,74 kΩ, déterminer la valeur numérique de V^-AO_3.

R_1 et R_3 forment le diviseur de tension de AO_3, R_3 étant reliée à 0 V. Comme l'entrée de l'amplificateur ne prélève aucun courant, **$V^-_{AO_3} = V_{cc} \times R_3 / (R_1 + R_3)$**. En remplaçant par 15 V, 2,74 kΩ et 10 kΩ, on obtient 3,2257 V, soit 3,23 V à trois chiffres significatifs.

✓ RÉPONSE À RETENIR

$V^-_{AO_3} \approx 3{,}23$ V.

Question II.3.4. Indiquer le régime de fonctionnement des amplificateurs opérationnels AO_2 et AO_3.

Les sorties de AO_2 et AO_3 ne sont pas reliées à leurs entrées par une contre-réaction. Ils fonctionnent donc en boucle ouverte et basculent selon le signe de la différence entre leurs tensions d'entrée :

- la sortie atteint un niveau d'alimentation haut si l'entrée non-inverseuse est supérieure à l'entrée inverseuse ;
- elle atteint le niveau bas dans le cas contraire.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> AO_2 et AO_3 fonctionnent en régime saturé, en boucle ouverte.

Question II.3.5. Donner le nom des montages réalisés autour de AO_2 et AO_3.

AO_2 et AO_3 comparent le signal V_1 aux tensions de référence réglées par leurs diviseurs. Sans contre-réaction, ils ne réalisent pas une amplification linéaire : chaque sortie bascule selon que V_1 est inférieur ou supérieur au seuil correspondant.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> AO_2 et AO_3 sont des comparateurs de tension, utilisés comme détecteurs de seuil.

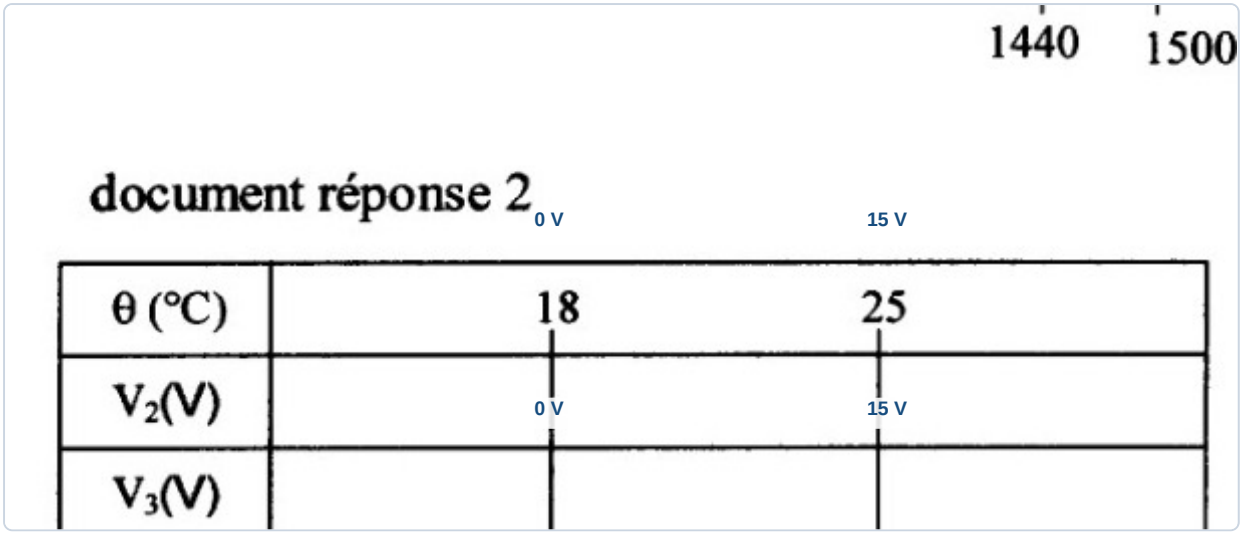
Document-réponse 2, partie 1

Question II.3.6. Compléter la partie 1 du document-réponse 2 en renseignant les tensions V_2 et V_3 pour les températures de 18 °C et 25 °C.

V_1 vaut 3,09 V à 18 °C et 3,23 V à 25 °C. AO_2 compare V_1 à 3,09 V ; AO_3 le compare à environ 3,226 V. On retient pour la valeur exactement égale au seuil de AO_2 le niveau bas, convention de basculement au seuil.

Température	V_2	V_3
18 °C	0 V	0 V
25 °C	15 V	15 V

Document-réponse 2, partie 1 complétée



✓ RÉPONSE À RETENIR

18 °C : V_2 = 0 V, V_3 = 0 V. 25 °C : V_2 = 15 V, V_3 = 15 V.

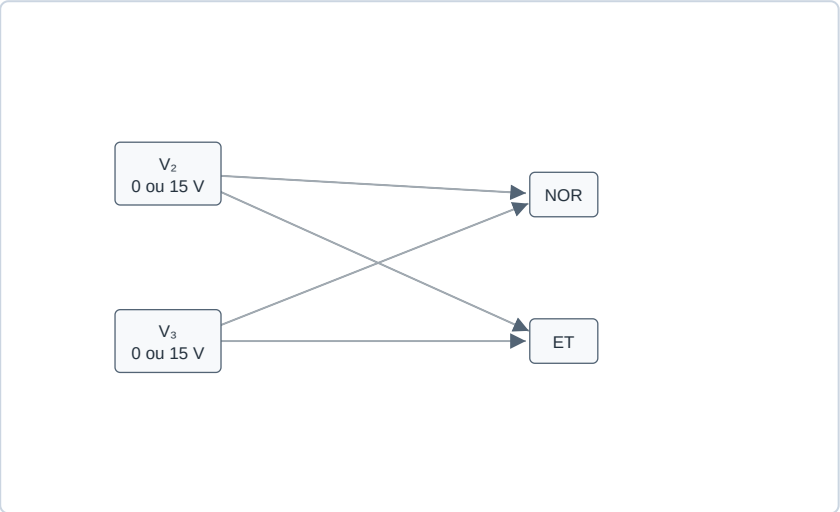
3. Commande du moteur et des générateurs d’air chaud et d’air froid

Deux relais commandent le moteur du ventilateur avec le générateur d’air chaud ou celui d’air froid. La figure B associe des portes logiques, des transistors de commutation et les bobines des relais pour étudier les états de commande.

Question III.1. Déterminer les valeurs des tensions appliquées aux entrées des portes logiques, sachant que V_2 et V_3 valent 0 V ou 15 V.

Les deux portes reçoivent les signaux logiques V_2 et V_3. D’après l’énoncé, chacun vaut soit 0 V, niveau logique 0, soit 15 V, niveau logique 1. Ces deux tensions sont les niveaux appliqués aux entrées des portes, et non les seuils analogiques de température.

Signaux appliqués aux portes logiques



Chaque signal d’entrée vaut 0 V ou 15 V.

✓ RÉPONSE À RETENIR

V_2 et V_3 : 0 V ou 15 V, soit un niveau logique 0 ou 1.

Sortie de la porte NON-OU au niveau logique 1

Question III.2.1. Indiquer l’état du transistor T_1 lorsque la sortie de la porte NON-OU (NOR) est au niveau logique 1.

La sortie de la porte NOR est au niveau logique 1, donc à 15 V. Elle commande la base de T_1 par la résistance de 330 Ω. Le transistor NPN reçoit alors une polarisation suffisante pour conduire. En commutation, son état passant est l’état saturé, conformément aux données de l’énoncé pour les transistors utilisés dans ce montage.

> Une sortie NOR à 1 entraîne donc la conduction de T_1.

✓ RÉPONSE À RETENIR

T_1 est passant et saturé.

Question III.2.2. Déterminer la valeur de VCE_1 et calculer la tension VKM_1 de la bobine du relais KM_1.

Lorsque T_1 est saturé, sa tension collecteur-émetteur est la valeur de saturation donnée : V_{CE1} = 0,40 V. La bobine KM_1 est alimentée depuis V_{cc} = 15 V ; la tension restante à ses bornes est donc la différence entre l'alimentation et la chute de tension du transistor.

$V_{KM1} = V_{cc} - V_{CE1} = 15 - 0{,}40 = 14{,}6$ V.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> V_{CE1} = 0,40 V ; V_{KM1} = 14,6 V.

Sortie de la porte NON-OU au niveau logique 0

Question III.3.1. Indiquer l'état du transistor T_1 lorsque la sortie de la porte NON-OU (NOR) est au niveau logique 0.

Une sortie NOR au niveau logique 0 correspond à 0 V appliqué à la commande de T_1. La base n'est alors pas polarisée pour faire conduire le transistor. Dans le fonctionnement en commutation demandé, on retient donc l'état bloqué :

- aucun courant ne traverse T_1 ;
- la bobine KM_1 n'est pas alimentée par ce transistor.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> T_1 est bloqué.

Question III.3.2. Déterminer les valeurs de VCE_1 et de VKM_1 dans ce cas.

Grandeur	État de T_1	Valeur
V_{CE1}	Bloqué	15 V
V_{KM1}	Bobine non alimentée	0 V

T_1 bloqué, le courant dans la bobine est nul. Il n'y a donc aucune chute de tension à ses bornes ; le collecteur se trouve au potentiel V_{cc} = 15 V. La tension de la bobine est la différence entre l'alimentation et ce potentiel collecteur.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> V_{CE1} = 15 V ; V_{KM1} = 0 V.

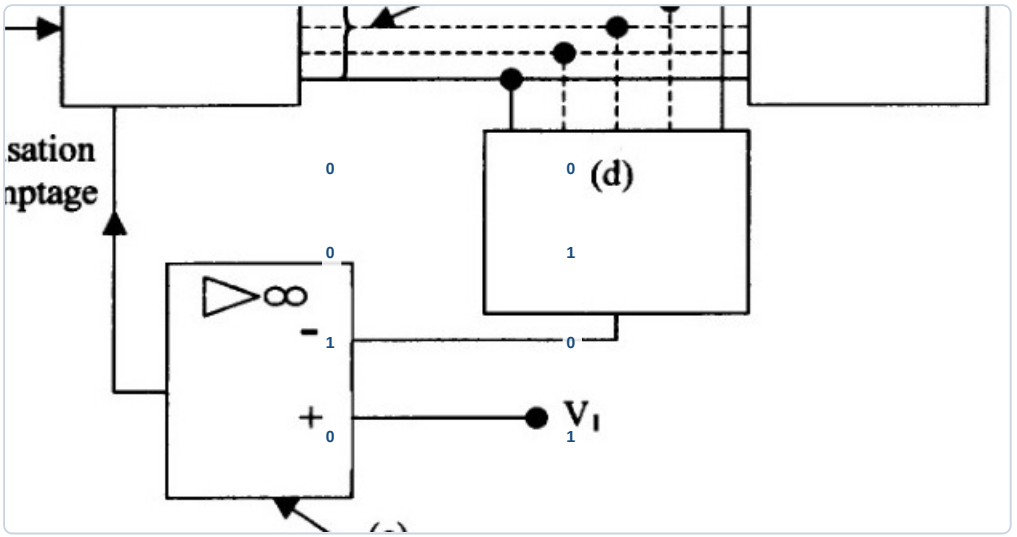
Document-réponse 2, partie 2

Question III.4. À partir des résultats précédents et du fonctionnement de la porte ET et du transistor T_2, compléter le tableau du document-réponse 2 en indiquant l'état logique des relais KM_1 et KM_2.

La porte NOR commande KM_1 : sa sortie est à 1 si V_2 et V_3 sont tous deux à 0. La porte ET commande KM_2 : sa sortie est à 1 si V_2 et V_3 sont tous deux à 1. Au seuil de 18 °C, on retient le niveau bas du comparateur au point de bascule ; à 25 °C, la tension capteur dépasse les deux références réglées.

Température	V_2	V_3	KM_1	KM_2
18 °C	0	0	1	0
25 °C	1	1	0	1

Document-réponse 2, partie 2 complétée



✓ RÉPONSE À RETENIR

À 18 °C : $KM_1 = 1$, $KM_2 = 0$. À 25 °C : $KM_1 = 0$, $KM_2 = 1$.

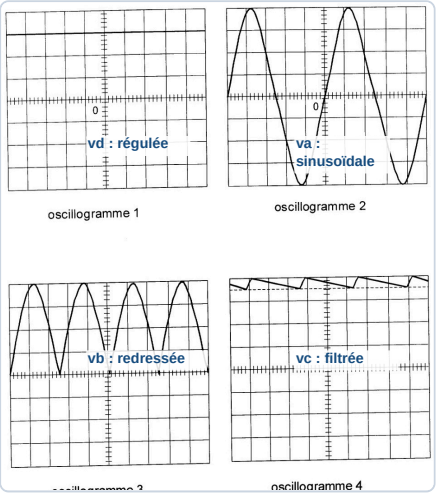
4. Génération de la tension continue d’alimentation des modules électroniques

La figure C présente une chaîne d’alimentation reliée au secteur, comprenant un transformateur, un pont de diodes, un condensateur et un régulateur de tension. Les oscillogrammes de la figure D permettent d’identifier les tensions de la chaîne et d’en déterminer les caractéristiques.

Question IV.1. Pour chacune des tensions va, vb, vc et vd, nommer l’oscillogramme associé et justifier l’association.

Dans la chaîne de la figure C, le transformateur délivre une tension sinusoïdale, puis le pont redresse les alternances. Le condensateur lisse ensuite la tension redressée, tandis que le régulateur fournit une tension constante. Les formes observées permettent donc d’associer chaque tension à son étape de conversion.

Association des tensions et oscillogrammes



✓ RÉPONSE À RETENIR

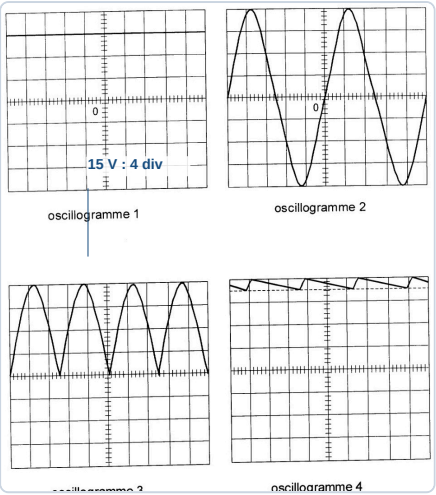
v_a : oscillogramme 2 ; v_b : oscillogramme 3 ; v_c : oscillogramme 4 ; v_d : oscillogramme 1.

Question IV.2.1. Déterminer le calibre en tension, exprimé en volts par division, des oscillogrammes.

L’oscillogramme 1 correspond à la sortie régulée, égale à 15 V. Sur le tracé, son niveau est à 4 divisions au-dessus de zéro. Le calibre vertical commun vaut donc :

$15/4 = 3{,}75\ \mathrm{V/div}.$

Détermination du calibre vertical



✓ RÉPONSE À RETENIR

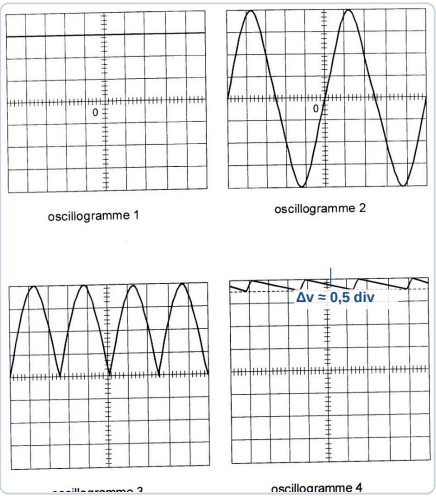
Calibre vertical : 3,75 V/div.

Question IV.2.2. Déterminer la valeur de l'ondulation de la tension représentée par l'oscillogramme 4.

L'ondulation de l'oscillogramme 4 se mesure crête à crête. Sa hauteur est d'environ 0,5 division. Avec le calibre commun de 3,75 V/div :

$\Delta v_c \approx 0{,}5 \times 3{,}75 = 1{,}875\ \text{V}$.

Ondulation de l'oscillogramme 4



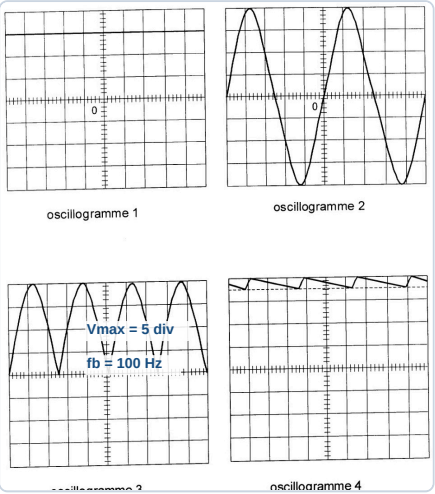
✓ RÉPONSE À RETENIR

Ondulation de l'oscillogramme 4 : environ 1,9 V crête à crête.

Question IV.2.3. **Calculer la valeur moyenne de vb ainsi que sa fréquence à partir des oscillogrammes et des données fournies.**

L'oscillogramme 3 est la tension redressée double alternance. Son maximum vaut $5 \times 3{,}75 = 18{,}75$ V. La valeur moyenne d'une tension redressée est $2V_{\max}/\pi$, soit environ 11,9 V. Le redressement double la fréquence du secteur : $f_b = 2 \times 50 = 100$ Hz.

Maximum et fréquence de vb



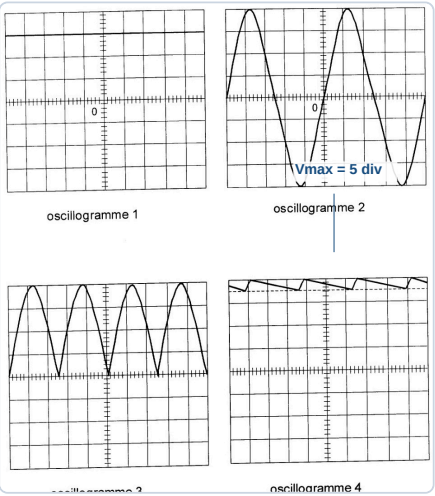
✓ **RÉPONSE À RETENIR**

$\langle v_b \rangle \approx 11{,}9$ V ; $f_b = 100$ Hz.

Question IV.2.4. **Calculer la valeur efficace Va de la tension secondaire va du transformateur.**

L'oscillogramme 2 montre la tension secondaire sinusoïdale. Son amplitude lue est de 5 divisions, soit $V_{\max} = 5 \times 3{,}75 = 18{,}75$ V. Pour une sinusoïde, la valeur efficace est $V_a = V_{\max}/\sqrt{2}$, donc environ 13,3 V.

Amplitude de la tension secondaire va



✓ RÉPONSE À RETENIR

Valeur efficace de la tension secondaire : $V_a \approx 13{,}3\ \mathrm{V}$.

5. Affichage de la température ambiante

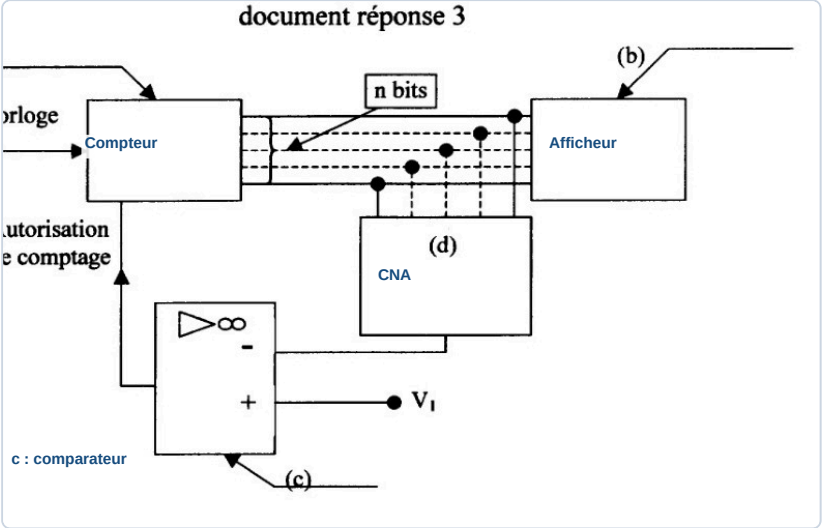
La température ambiante est affichée numériquement à partir d'un convertisseur analogique-numérique à rampe numérique simple. Le document-réponse 3 présente le synoptique dont les fonctions principales sont à identifier.

Document-réponse 3

Question V.1. Compléter les repères a), b), c) et d) du synoptique du convertisseur analogique-numérique avec les fonctions afficheur, comparateur, CNA et compteur.

Dans le synoptique, l'horloge et l'autorisation de comptage entrent dans le bloc a : c'est le compteur. Le bus de n bits relie ce compteur au bloc d, qui réalise la conversion numérique-analogique (CNA). Le comparateur c confronte la tension issue du CNA à V_i et pilote l'autorisation de comptage. Enfin, le bloc b reçoit le résultat numérique et assure l'affichage. Les repères correspondent donc à la fonction de chaque bloc dans la chaîne.

Synoptique du CAN complété



✓ **RÉPONSE À RETENIR**

a : compteur ; b : afficheur ; c : comparateur ; d : CNA.

Question V.2. À partir d'une tension pleine échelle de 5,12 V et d'un quantum de 20 mV, déterminer le nombre de bits du convertisseur.

Le quantum q représente le pas de tension entre deux niveaux. La pleine échelle vaut 5,12 V et le pas vaut 20 mV, soit 0,020 V. Le nombre de niveaux est donc **N = 5,12 / 0,020 = 256**. Pour un convertisseur binaire, le nombre de niveaux vaut 2^n. Comme $256 = 2^8$, le nombre de bits nécessaire est n = 8.

✓ **RÉPONSE À RETENIR**

Le convertisseur possède 8 bits, soit 256 niveaux de quantification.

Ce qu'il faut retenir de ce sujet (Session 2003)

Bilan de l'épreuve : Cette épreuve, sans session, code ni durée indiqués, porte sur la régulation de température d'une station de mûrissement de fruits. Répartie en cinq parties indépendantes et notée sur 20 points, elle évalue les calculs liés au moteur, l'étude du capteur et des amplificateurs, la commande logique, l'analyse d'une alimentation redressée et l'identification des blocs d'un convertisseur analogique-numérique.

Notions-clés, formules & règles à maîtriser

- Pour un moteur asynchrone, ns = 60f/p, où p est le nombre de paires de pôles, et g = (ns - n)/ns.
- En triphasé équilibré, la puissance active absorbée est Pe = √3 U I cos φ, avec U la tension entre phases.
- Le couple utile se déduit de Tu = Pu/ω, avec ω = 2πn/60 lorsque n est exprimée en tr/min.
- La valeur moyenne en sortie d'un pont redresseur idéal double alternance est = 2Vmax/π.

Points de vigilance & attentes du jury

- Distinguer les tensions simple et composée avant d'appliquer une formule de puissance triphasée.
- Convertir la vitesse de rotation en rad/s pour calculer le couple à partir de la puissance.
- Relier chaque oscillogramme à l'étape correspondante de la chaîne transformateur, redresseur, filtrage et régulation.
- Pour le CAN, vérifier la cohérence entre la tension pleine échelle, le quantum et le nombre de niveaux codés.

Questions fréquentes sur cette épreuve (Q&A Examen)

Q : Comment déterminer le glissement du moteur à partir de sa vitesse nominale ?

Calculez d'abord la vitesse de synchronisme avec la fréquence et le nombre de paires de pôles. Appliquez ensuite g = (ns - n)/ns, en exprimant ns et n dans la même unité.

Q : Comment distinguer les oscillogrammes de la chaîne d'alimentation ?

Suivez les blocs de la figure C : le secondaire du transformateur fournit une tension alternative, le pont redresse les alternances, le condensateur réduit l'ondulation et le régulateur stabilise la tension continue.

Q : Comment organiser son temps dans cette épreuve en cinq parties ?

Les parties étant indépendantes, commencez par celles que vous maîtrisez. Répartissez le temps selon les points indiqués et gardez une marge pour les tracés, les tableaux du document-réponse et la vérification des unités.

Q : Quels éléments faut-il soigner dans les réponses pour la notation ?

Présentez les relations utilisées, les substitutions numériques, les unités et les résultats clairement identifiés. Justifiez les associations d'oscillogrammes et complétez lisiblement les documents-réponses demandés.

Sujet officiel associé (PDF) : https://btsati.fr/assets/annales/bts-ati/E3.2 - Sciences physiques/2003/BTS ATI - E3.2 - Sciences physiques - Session 2003 - 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.