

Brevet de technicien supérieur

Conception et réalisation de systèmes automatiques

E32
Sciences physiques et chimiques appliquées

SESSION 2018

SUJET

Durée : 2 h 00

Coefficient : 2

L'usage de tout modèle de calculatrice, avec ou sans mode examen, est autorisé.

**La clarté des raisonnements et la qualité de la rédaction interviendront
dans l'appréciation des copies.**

IMPORTANT

Ce dossier comporte 12 pages numérotées de 1/12 à 12/12.
Dès que ce dossier vous est remis, assurez-vous qu'il est complet.
Les documents réponses, pages 9 à 12, sont à remettre avec la copie.

2018	BTS - Conception et réalisation de systèmes automatiques			SUJET
id 18A – CSE3SPC - 1	Épreuve E32 - Sciences physiques et chimiques appliquées	Coefficient : 2	Durée : 2 h 00	Page 1/12

Groupe d'étiquetage pesage automatique



Les groupes d'étiquetage WLS 400 sont fabriqués intégralement en acier inoxydable et aluminium anodisé. Ils sont équipés de bandes de qualité alimentaire ce qui leur permet de répondre à toutes les contraintes de l'industrie agro-alimentaire.

Leurs conceptions modulaires permettent l'adaptation à la plupart des dimensions et poids des conditionnements non prévus dans les modèles standards. Ils sont équipés de 3 convoyeurs :

- le premier pour l'entrée,
- le second pour le pesage,
- le troisième pour l'étiquetage des produits.

Source :
<http://www.preciamolen.com/fr/>

Dans ce sujet, on traitera trois parties indépendantes :

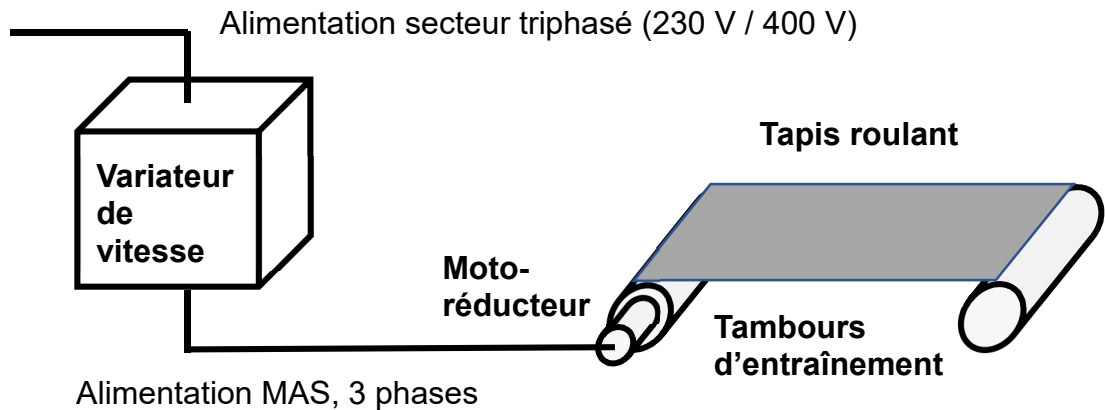
- la partie A, consacrée à la motorisation et l'alimentation (7,5 points) ;
- la partie B, consacrée à la pesée (9 points) ;
- la partie C, qui concerne la protection du matériel (3,5 points).

2018	BTS - Conception et réalisation de systèmes automatiques			SUJET
id 18A – CSE3SPC - 1	E32 - Sciences physiques et chimiques appliquées	Coefficient : 2	Durée : 2 h 00	Page 2/12

A. Motorisation et alimentation : énergie électrique (7,5 points)

Le tapis roulant est entraîné par une machine asynchrone (MAS) associée à un variateur de vitesse. La vitesse de rotation des tambours est fixée par un réducteur de vitesse.

L'alimentation électrique de la machine asynchrone est schématisée ci-dessous :



I. Étude de la machine asynchrone



Plaque
signalétique
de la MAS

BN 63C	4 pôles
1340 tr·min ⁻¹	0,25 kW
cos φ = 0,69	η = 65 %
230 V / 400 V	50 Hz

1. En utilisant la plaque signalétique du moteur, justifier que la machine est asynchrone.
2. Calculer la puissance P_a nominale absorbée par la machine asynchrone.
3. Calculer le couple utile T_u nominal.

II. Étude du variateur de vitesse

Le réglage de la vitesse de rotation de la machine asynchrone se fait par l'intermédiaire d'un variateur de vitesse. Le contrôle se fait à $U/f = \text{constante}$. Pour la fréquence maximale de 50 Hz, la valeur efficace U de la tension entre deux phases du moteur est de 400 V.

1. Sur quel paramètre agit le variateur pour faire varier la vitesse ?
2. Sur quel paramètre du variateur agit-on pour fonctionner à couple constant ?
3. Schématiser les connexions de la machine asynchrone à son alimentation ainsi que le couplage de ses enroulements sur le document-réponse 1 (page 9).

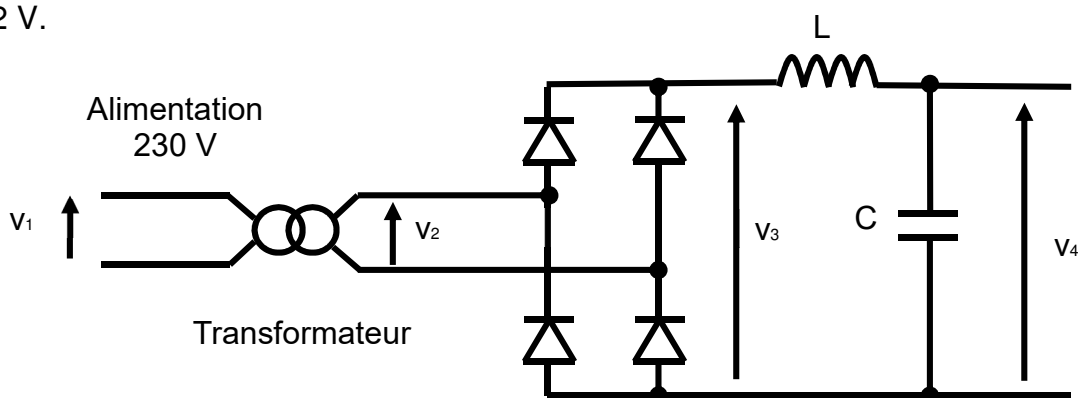
2018	BTS - Conception et réalisation de systèmes automatiques			SUJET
id 18A – CSE3SPC - 1	E32 - Sciences physiques et chimiques appliquées	Coefficient : 2	Durée : 2 h 00	Page 3/12

- Le variateur de vitesse impose une fréquence de 50 Hz. Pour un couple résistant T_r égal à 1,8 N·m, déterminer graphiquement la vitesse de rotation de la machine asynchrone sur le document-réponse 2 (page 9).
- Le variateur de vitesse impose une nouvelle fréquence de 25 Hz. Quelle est alors la valeur de la tension U délivrée par le variateur ? Le couple résistant T_r étant toujours égal à 1,8 N·m, déterminer graphiquement la vitesse de rotation de la machine asynchrone sur le document-réponse 2 (page 9).

III. Étude de l'alimentation continue

L'électronique et les circuits de commande de la machine sont alimentés en continu.

Soit le schéma de l'alimentation continue ci-dessous. La valeur efficace de la tension v_2 est de 12 V.



- Calculer le rapport de transformation m du transformateur.

Le filtrage réalisé sur le schéma ci-dessus, permet de ne conserver que la composante continue de la tension.

- Représenter les tensions v_2 , v_3 et v_4 (*sans souci d'échelle pour v_4*) sur le document réponse 3 (page 10).

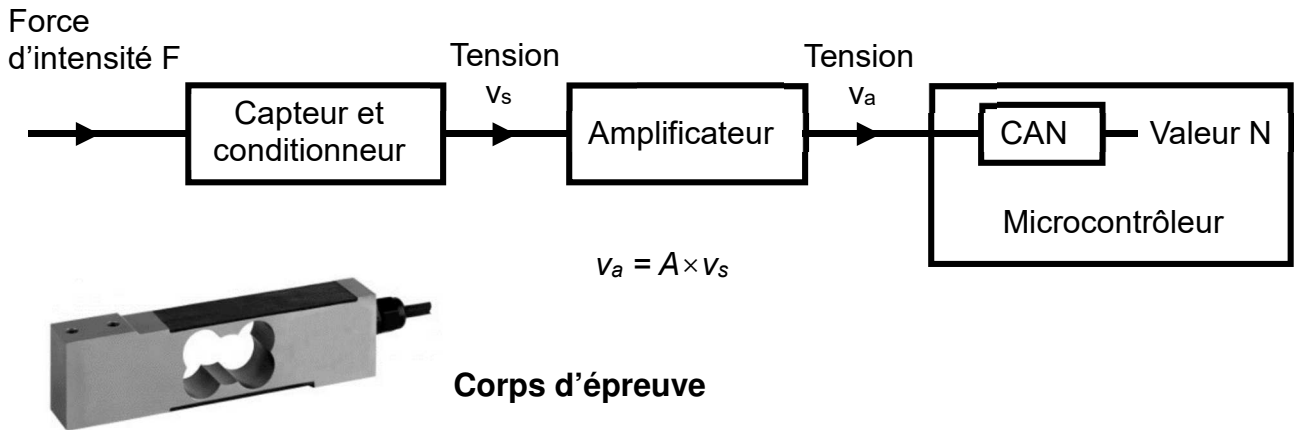
B. Étude de la pesée : les capteurs (9 points)

La masse à mesurer exerce une force d'intensité F sur un capteur de flexion constitué d'un corps d'épreuve métallique déformable sur lequel sont collées des jauges d'extensométrie. La tension électrique v_s délivrée par le capteur et son conditionneur est appliquée après amplification à un microcontrôleur qui possède un convertisseur analogique-numérique ou CAN.

La masse maximale pesée est de 10 kg. La précision donnée par le fabricant est de 1 g.

2018	BTS - Conception et réalisation de systèmes automatiques			SUJET
id 18A – CSE3SPC - 1	E32 - Sciences physiques et chimiques appliquées	Coefficient : 2	Durée : 2 h 00	Page 4/12

Soit le schéma de l'installation :



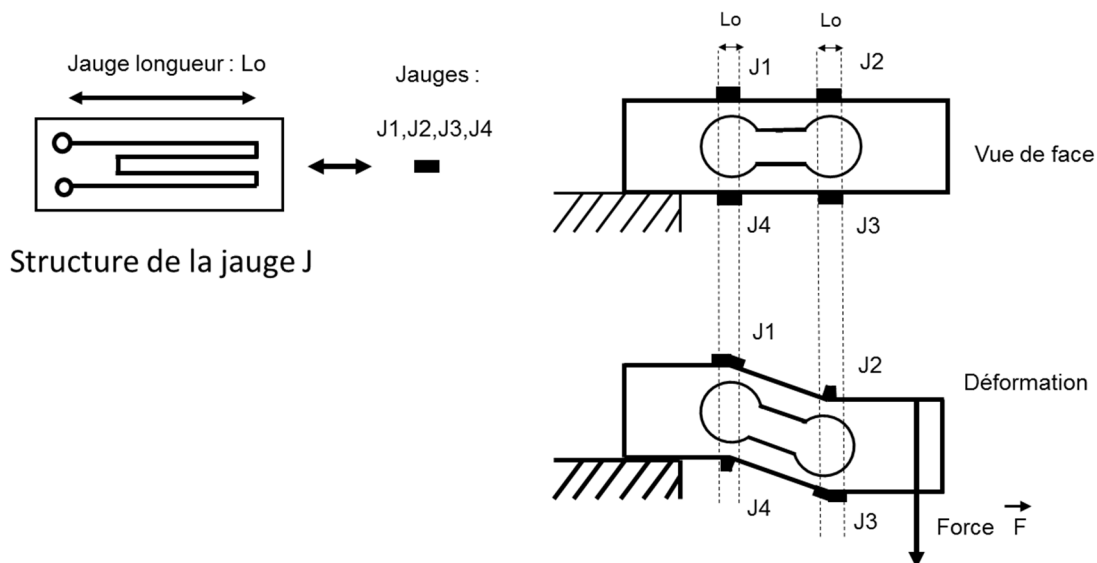
I. Étude des jauges

Le capteur de pesage en flexion est équipé de quatre jauges de contrainte : J_1 , J_2 , J_3 et J_4 de résistance R_1 , R_2 , R_3 et R_4 . Les brins de fils constituant la jauge sont alignés suivant la direction de déplacement du corps d'épreuve. On peut admettre que le fil subit les mêmes déformations que la surface du corps d'épreuve sur laquelle il est collé (voir schémas ci-dessous). La variation relative de résistance de la jauge de contrainte est proportionnelle à la variation relative de sa longueur L_0 . On a $\frac{\Delta R}{R_0} = k \times \frac{\Delta L}{L_0}$ avec k facteur de jauge, $k = 2,00$ et $R_0 = 350 \Omega$.

On montre que la variation des résistances des jauges R_3 et R_4 est :

$$R_3 = R_0 + \Delta R \text{ et } R_4 = R_0 - \Delta R$$

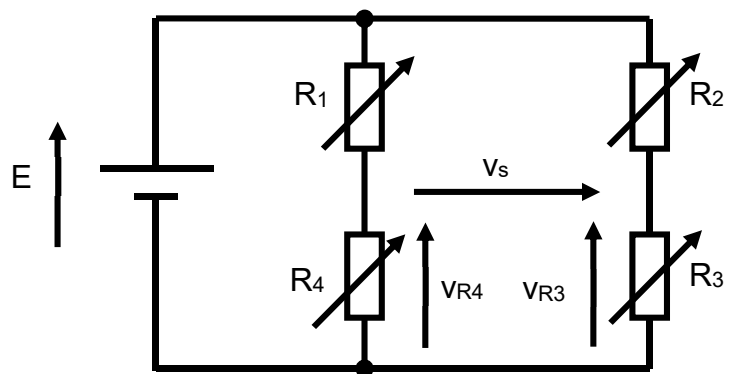
Sur le corps d'épreuve déformé sous la contrainte d'une force $\vec{F}$, justifier ces variations.



2018	BTS - Conception et réalisation de systèmes automatiques			SUJET
id 18A – CSE3SPC - 1	E32 - Sciences physiques et chimiques appliquées	Coefficient : 2	Durée : 2 h 00	Page 5/12

II. Étude du conditionneur

Les 4 jauges de contrainte sont câblées en pont de Wheatstone (voir schéma ci-contre). Le pont est alimenté avec une tension d'alimentation $E = 5,00 \text{ V}$.



1. Donner l'expression de la tension v_{R3} en fonction de E , R_2 et R_3
2. Donner l'expression de v_s en fonction de v_{R3} et v_{R4}

On montre que la tension v_s est égale à : $v_s = \frac{\Delta R}{R_0} \times E$

3. Lorsque le corps d'épreuve n'est pas chargé, on dit que le pont de Wheatstone est équilibré. Donner alors la valeur de la tension de sortie v_s .

III. Sensibilité du conditionneur

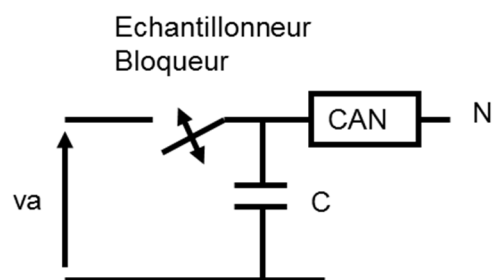
La sensibilité du conditionneur, pont de Wheatstone, représente le rapport de la tension de sortie v_s maximale pour la masse maximale pesée divisée par sa tension d'alimentation. Le constructeur affiche une sensibilité de $2 \text{ mV} \cdot \text{V}^{-1}$.

1. Montrer que pour la masse maximale pesée, la tension de sortie v_s maximale est de 10 mV .
2. Calculer la tension de sortie v_s pour une masse de 1 g .

IV. Étude du convertisseur analogique numérique (CAN)

Le nombre n de bits du Convertisseur Analogique Numérique est de 13 bits. Sa tension pleine échelle PE ou tension maximale d'entrée est de $10,0 \text{ V}$.

1. Montrer que la résolution ou le quantum q du CAN est de $1,22 \text{ mV}$.
2. En réalité, à l'entrée du CAN, on utilise un échantillonneur bloqueur (voir schéma ci-contre). Quelle est sa fonction ?



2018	BTS - Conception et réalisation de systèmes automatiques			SUJET
id 18A – CSE3SPC - 1	E32 - Sciences physiques et chimiques appliquées	Coefficient : 2	Durée : 2 h 00	Page 6/12

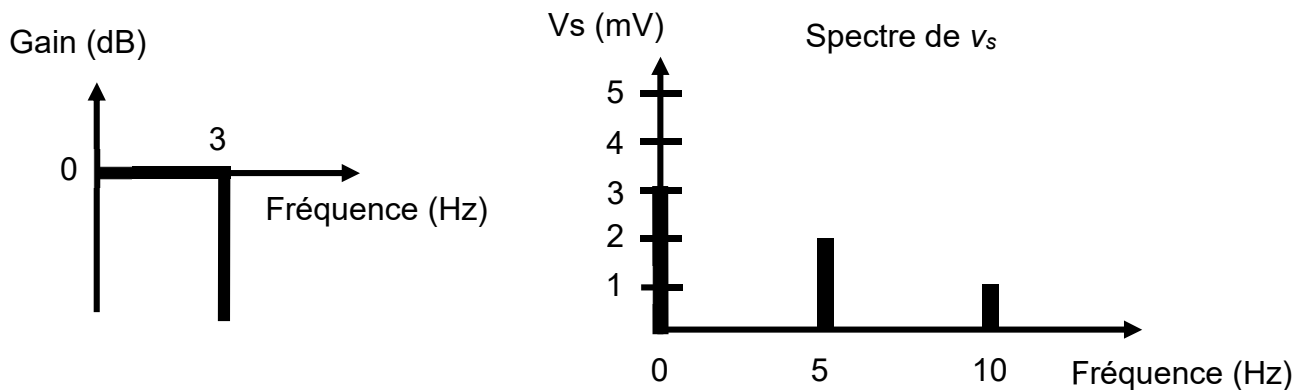
V. Étude de l'amplificateur

1. Pour la masse maximale pesée, calculer la valeur de l'amplification A pour obtenir à la sortie de l'amplificateur une tension v_a de 10,0 V.
2. Pour la plus petite variation du signal numérique, calculer la tension v_s . En déduire la masse minimale mesurable réelle.
3. Proposer une solution pour obtenir la précision de pesage de 1,0 g tout en conservant la valeur de la pesée maximale de 10 kg.

VI. Traitement du signal, le filtrage

Avant d'appliquer la tension v_s à l'amplificateur, on effectue sur la tension v_s un traitement du signal, le filtrage. Le spectre de la tension v_s est représenté ci-dessous.

1. Sur le document réponse 4 (diagramme de Bode, page 11), montrer comment déterminer graphiquement la fréquence de coupure à -3 dB de ce filtre et donner sa valeur.
2. On modélise ce filtre par un filtre idéal (voir représentation du gain ci-dessous). Représenter le spectre du signal de sortie du filtre sur le document réponse 5 (page 11). Quel est l'intérêt de ce filtre ? De quel type de filtre s'agit-il ?



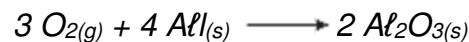
2018	BTS - Conception et réalisation de systèmes automatiques			SUJET
id 18A – CSE3SPC - 1	E32 - Sciences physiques et chimiques appliquées	Coefficient : 2	Durée : 2 h 00	Page 7/12

C. Anodisation de l'aluminium : protection des biens (3,5 points)

Certaines parties de la machine sont réalisées en alliages d'aluminium. Elles sont sensibles à la corrosion. L'aluminium s'oxyde spontanément au contact de l'air. L'anodisation est un traitement de surface qui permet de protéger les alliages d'aluminium. L'anodisation consiste à oxyder en surface la pièce en aluminium ; il se forme une couche d'alumine. Celle-ci octroie à la pièce une meilleure résistance à l'usure et à la corrosion. L'alumine est une matière très dure et transparente qui isole le métal et qui ne se propage pas vers l'intérieur comme peut le faire la rouille sur le fer.

Principe de l'anodisation

Cette technique consiste en une électrolyse en milieu acide. Un générateur de courant continu est relié à deux électrodes : la pièce d'aluminium (*Al*) à traiter et l'électrode de plomb (*Pb*). La surface de la pièce en aluminium est exposée directement au dioxygène formé par la décomposition de l'eau et elle est le lieu de la réaction d'oxydation de l'aluminium en alumine selon l'équation :



La cuve contient une solution d'acide sulfurique : ($2 H_3O^+ + SO_4^{2-}$)

1. Quel est le rôle de l'électrolyte dans la cuve ?
2. Donner la plage de valeurs du *pH* d'un acide.

Sur le document réponse 6 (page 12) :

3. Indiquer le sens du courant électrique I_g fourni par le générateur. En déduire le sens de déplacement des électrons dans les fils.
4. Définir le type de réaction d'oxydo-réduction produite sur chaque électrode. En déduire le nom de chaque électrode.
5. Déterminer l'emplacement de la pièce d'aluminium à traiter et celle de plomb.

2018	BTS - Conception et réalisation de systèmes automatiques			SUJET
id 18A – CSE3SPC - 1	E32 - Sciences physiques et chimiques appliquées	Coefficient : 2	Durée : 2 h 00	Page 8/12

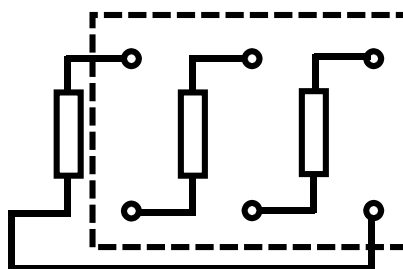
Document réponse 1
à rendre avec la copie

Phase 1

Phase 2

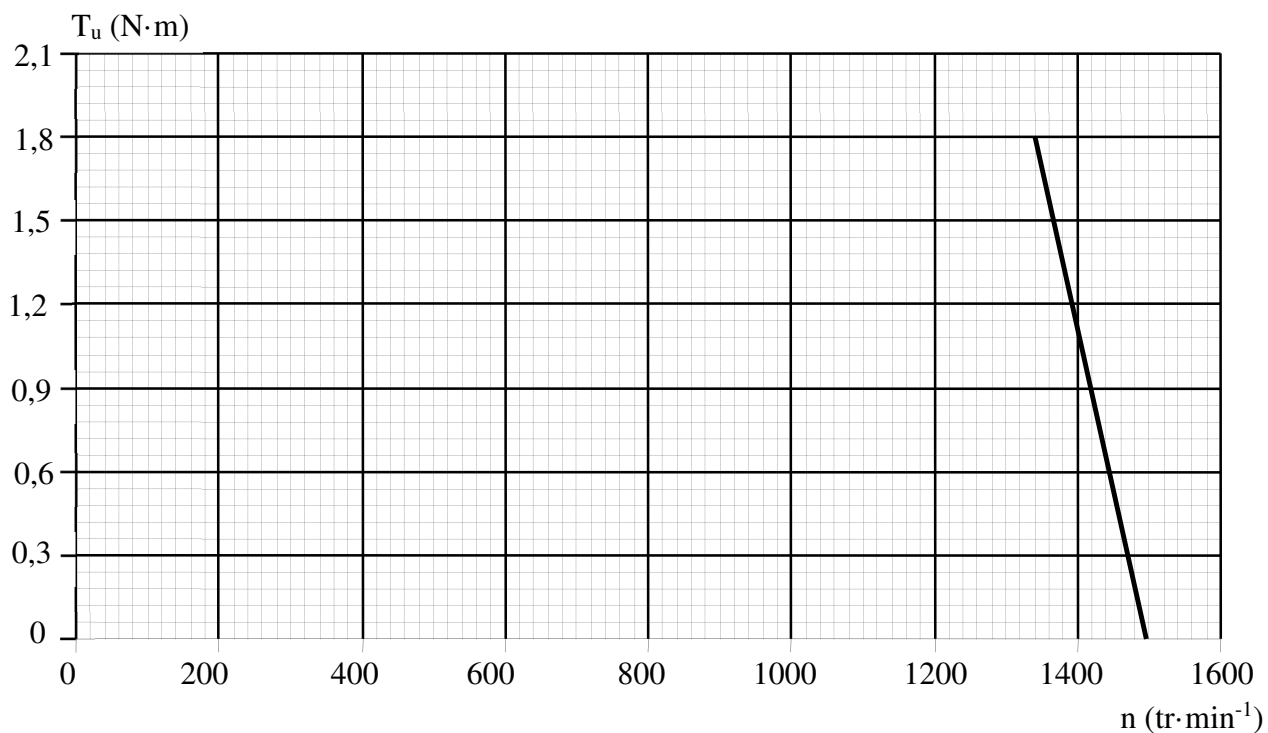
Phase 3

Alimentation
MAS, 3 phases

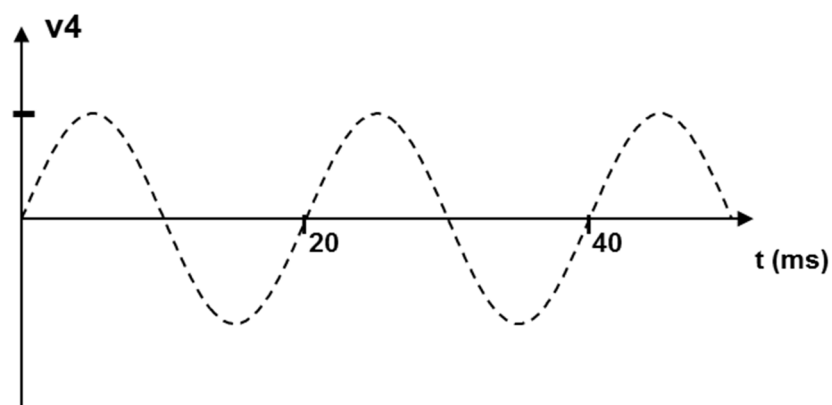
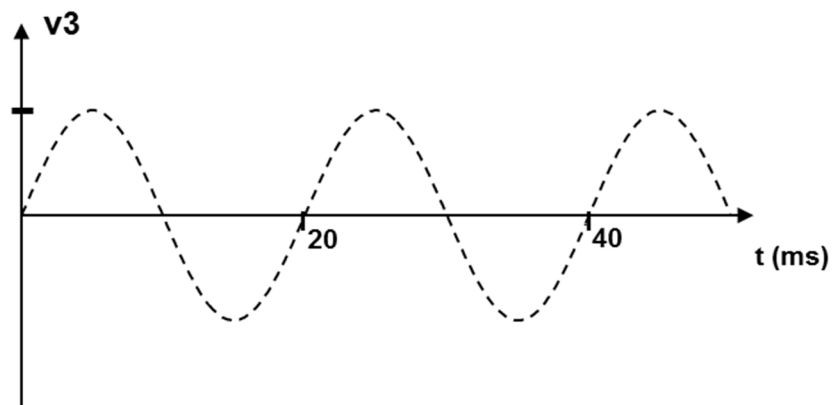
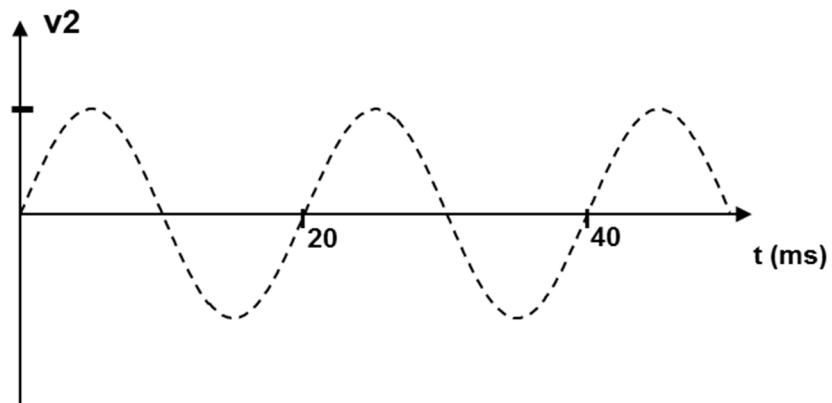


Plaque à bornes
du stator : MAS

Document réponse 2
à rendre avec la copie

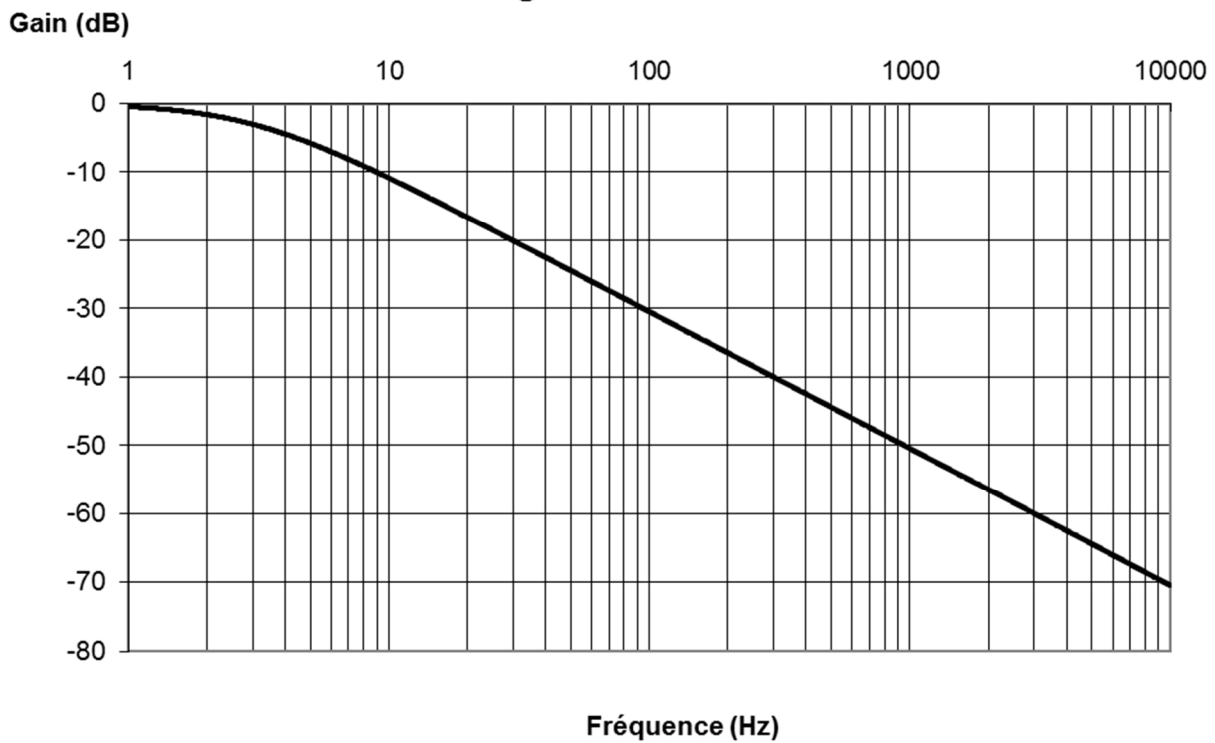


Document réponse 3
à rendre avec la copie

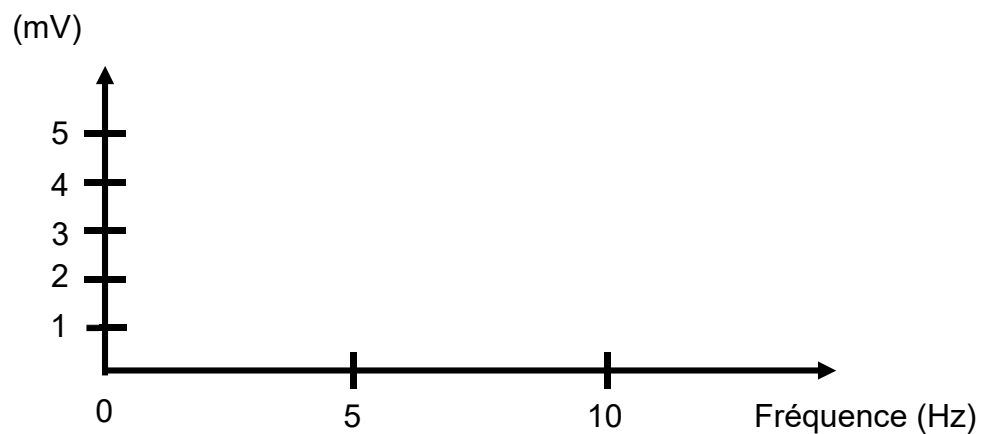


2018	BTS - Conception et réalisation de systèmes automatiques			SUJET
id 18A – CSE3SPC - 1	E32 - Sciences physiques et chimiques appliquées	Coefficient : 2	Durée : 2 h 00	Page 10/12

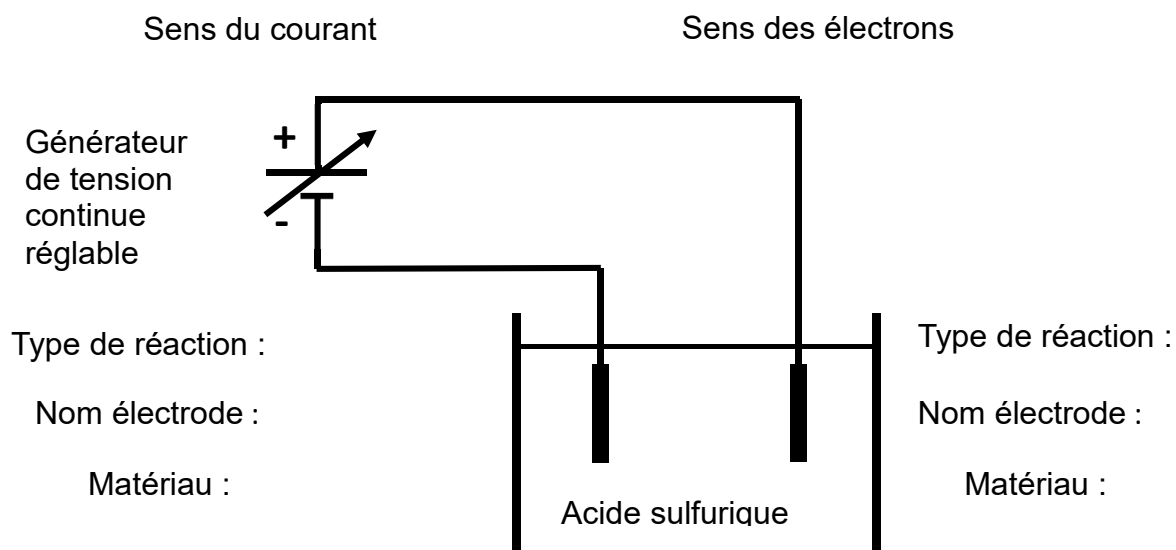
Diagramme de Bode



Spectre sortie filtre



Document réponse 6
à rendre avec la copie



2018	BTS - Conception et réalisation de systèmes automatiques			SUJET
id 18A – CSE3SPC - 1	E32 - Sciences physiques et chimiques appliquées	Coefficient : 2	Durée : 2 h 00	Page 12/12