

**BREVET DE TECHNICIEN
SUPÉRIEUR**

**MÉCANIQUE
AUTOMATISMES INDUSTRIELS**

ÉPREUVE : SCIENCES PHYSIQUES

Durée : 2 heures

Coefficient : 2

La calculatrice (conforme à la circulaire N°99-186 du 16-11-99) est autorisée.

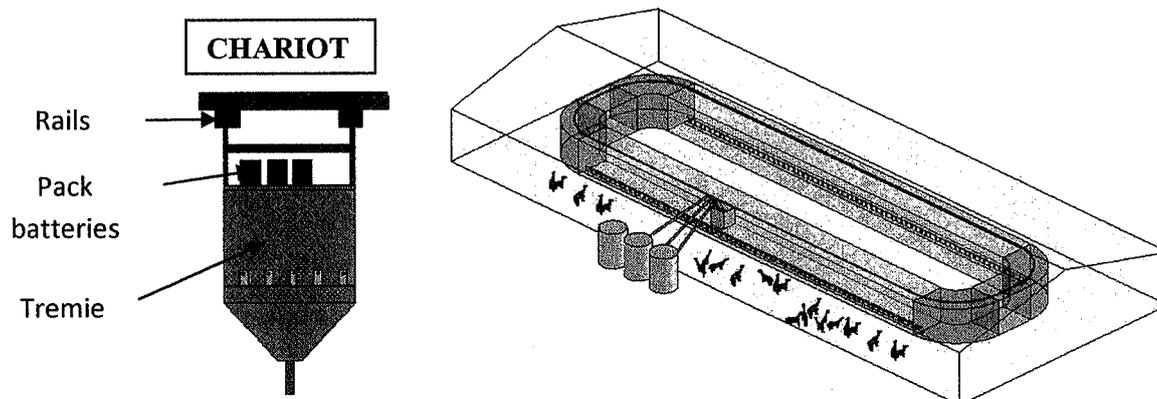
IMPORTANT

Ce sujet comporte 7 pages

La page 7, comportant les documents réponse est àagrafer à la copie normalisée.

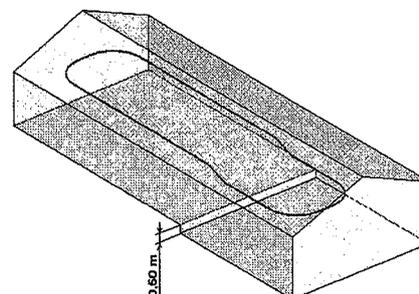
Système automatique de distribution d'aliments pour chèvres

Dans une chèvrerie, la distribution automatique des aliments est réalisée à l'aide d'un chariot mobile se déplaçant sur des rails.



La distribution des aliments se fait en continu. Le chariot se déplace à la vitesse constante v . Des batteries embarquées alimentent le motoréducteur qui entraîne la roue motrice du chariot. A la fin du cycle, le chariot regagne le poste de chargement pour le remplissage de la trémie et la recharge des batteries.

Le bâtiment de la chèvrerie comporte 2 niveaux séparés de 0,50 m, pour une montée de longueur égale à 3 m. Compte tenu de cette architecture, des modifications du dispositif standard sont nécessaires notamment pour assurer la montée d'un niveau à l'autre.



A. Adaptation au cahier des charges.

Le motoréducteur standard est composé du moteur de référence PM024 0722 et du réducteur type 045 de rapport de réduction 1/28 dont les caractéristiques sont données annexe 1 page 6.

Le moment T_1 du couple appliqué sur la roue motrice pour vaincre les résistances passives en déplacement horizontal est de 10,3 N.m. Pour assurer la montée à la vitesse constante v égale à $30 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$, la roue motrice doit fournir un couple supplémentaire T_2 de moment 78,5 N.m.

1. Sachant que la roue motrice a un diamètre D de 100 mm, calculer Ω_r sa vitesse de rotation.

2. En déduire la puissance mécanique P_r en sortie du réducteur nécessaire pour la montée.

BTS Mécanique Automatismes Industriels	SUJET	Session 2011
Epreuve U32 Sciences Physiques	Durée : 2 heures	Coefficient : 2
CODE : MSE3SC11		Page 1/7

3. Montrer que la puissance mécanique P_m que doit délivrer le moteur au réducteur lors de la montée est de 1,11 kW.

4. Indiquer si le moteur d'origine convient. Sinon, proposer, à partir de l'extrait du catalogue annexe 1 page 6, un ensemble moteur-réducteur compatible.

B. Moteur à courant continu à aimants permanents.

Pour des raisons de coût, on décide d'utiliser le moteur de référence PM024 0922. En effet ce moteur peut travailler, **de manière momentanée**, au dessus des valeurs nominales et peut permettre ainsi de conserver le réducteur d'origine type 045 de rapport de réduction 1/28.

1. Expliquer sommairement comment, dans le moteur, s'effectue le contact électrique avec le circuit d'induit.

2. Représenter le modèle équivalent de l'induit du moteur en faisant apparaître la tension U aux bornes de l'induit, l'intensité I du courant d'induit, la f.é.m E et la résistance R de l'induit.

3. Fonctionnement nominal du moteur PM024 0922.

Le constructeur précise la tension nominale $U_N = 24 \text{ V}$ ainsi que la résistance $R = 101 \text{ m}\Omega$. La f.é.m E , exprimée en volts, et la vitesse de rotation Ω , exprimée en $\text{rad}\cdot\text{s}^{-1}$, du moteur sont liées par la relation $E = k\cdot\Omega$ avec $k = 69,4\cdot 10^{-3} \text{ V}\cdot\text{rad}^{-1}\cdot\text{s}$.

3.1. Relever, à partir de l'annexe 1 page 6, la fréquence de rotation nominale n_N du moteur. En déduire la valeur E_N de la f.é.m correspondante.

3.2. Calculer la valeur nominale I_N de l'intensité du courant d'induit. Dans la suite, on prendra $I_N = 36 \text{ A}$.

3.3. Montrer que le moment nominal T_{emN} du couple électromagnétique est de 2,5 N.m. On rappelle que $T_{em} = k\cdot I$.

3.4. Relever, à partir de l'annexe 1 page 6, la puissance utile nominale P_{mN} du moteur. En déduire le moment nominal T_{uN} du couple utile.

3.5. Montrer que le moment supposé constant du couple de pertes T_p est égal à 0,11 N.m.

BTS Mécanique Automatismes Industriels	SUJET	Session 2011
Epreuve U32 Sciences Physiques	Durée : 2 heures	Coefficient : 2
CODE : MSE3SC11		Page 2/7

4. Fonctionnement du moteur lors de la montée.

On souhaite déterminer les conditions de fonctionnement lors de la montée pour valider ou non son utilisation et régler le dispositif d'alimentation.

4.1. On rappelle la vitesse de rotation du réducteur : $\Omega_r = 10 \text{ rad.s}^{-1}$. Calculer la vitesse de rotation Ω_M du moteur puis la fréquence de rotation n_M .

4.2. Calculer le moment du couple utile T_{uM} du moteur sachant que la puissance mécanique utile P_{mM} lors de la montée est de 1,11 kW.

4.3. Le moment du couple utile T_{uM} que doit fournir le moteur est de 4 N.m pour une fréquence de rotation correspondante $n_M = 2673 \text{ tr.min}^{-1}$. Montrer que l'intensité I_M du courant est alors égale à 60 A.

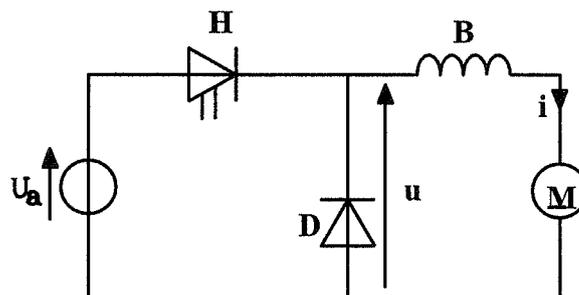
En déduire la tension U_M pour cette phase de montée.

4.4. Le constructeur précise que ce moteur accepte un dépassement en courant de 66 % pendant 1 minute maximum. Conclure à propos du choix d'utilisation de ce moteur.

C. Etude du variateur de vitesse.

L'induit du moteur est alimenté avec le circuit dont le schéma est représenté ci-dessous. L'interrupteur électronique H est supposé parfait et fonctionne sur une période T de la manière suivante : H fermé de 0 à αT puis H ouvert de αT à T.

D est une diode supposée parfaite et B une bobine de résistance négligeable ; U_a est une tension continue fixe délivrée par le pack batterie.



1. Donner le nom de ce variateur et indiquer le type de conversion réalisée.

2. Citer un composant permettant de réaliser l'interrupteur H, puis préciser le rôle de la bobine présente en série avec l'induit du moteur.

BTS Mécanique Automatismes Industriels	SUJET	Session 2011
Epreuve U32 Sciences Physiques	Durée : 2 heures	Coefficient : 2
CODE : MSE3SC11		Page 3/7

3. Fonctionnement pour une valeur constante du rapport cyclique α lors de la montée.

On dispose d'une pince ampère-métrique de constante a égale à $100 \text{ mV}\cdot\text{A}^{-1}$, et d'un oscilloscope permettant de visualiser la forme de la tension u et la tension image de i . On relève les oscillogrammes représentés sur l'annexe 2 page 6.

3.1. Indiquer le nom des tensions représentées sur la voie 1 et sur la voie 2.

3.2. Déterminer la valeur du rapport cyclique α .

3.3. Déterminer la valeur de la tension continue U_a . Justifier.

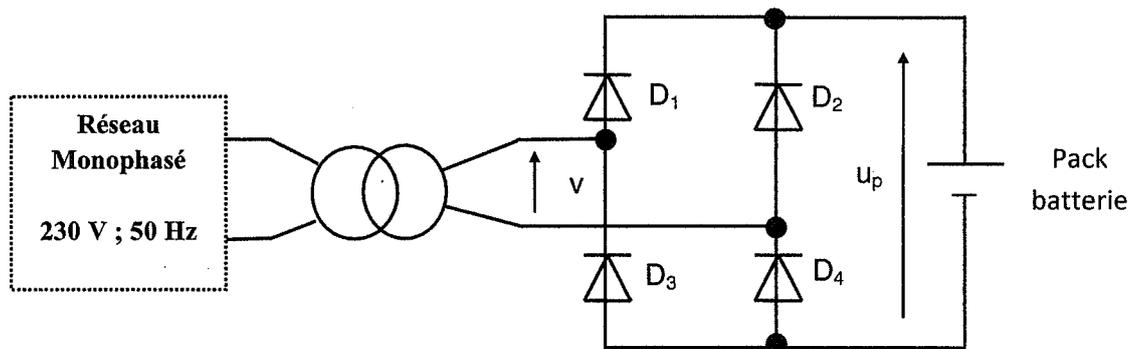
En déduire le nombre de batteries de 12 V à placer en série pour réaliser le pack batterie.

3.4. Montrer que la valeur I_M de l'intensité du courant I est bien égale à 60 A .

3.5. La valeur moyenne $\langle u \rangle$ de la tension u est mesurée égale à $25,2 \text{ V}$, valeur légèrement inférieure à U_M . Quelle est la conséquence de cette différence sur le fonctionnement du chariot ?

D. Recharge des batteries à l'arrêt.

Lors de son arrêt, le pack batterie est rechargé à partir du secteur, par l'intermédiaire du montage ci-dessous :



On relève, à l'oscilloscope, l'allure de la tension v à l'entrée du pont de diodes sur le document réponse 1 page 7.

1. Déterminer la valeur efficace V de la tension v . Préciser la nature de l'appareil permettant de la mesurer, ainsi que la position AC ou DC à choisir.

2. Calculer le rapport m de transformation du transformateur.

BTS Mécanique Automatismes Industriels	SUJET	Session 2011
Epreuve U32 Sciences Physiques	Durée : 2 heures	Coefficient : 2
CODE : MSE3SC11		Page 4/7

3. Tracer sur le document réponse 1 page 7, l'allure de la tension u_p aux bornes de la charge.

4. Spectre en amplitude de la tension u_p .

Un analyseur de spectre permet de tracer le spectre en amplitude de la tension u_p . Ce dernier est représenté sur le document réponse 2 page 7.

4.1. Compléter le document réponse 2 page 7 en attribuant à chaque raie le nom qui lui correspond (composante continue, fondamental, harmonique de rang.....).

4.2. Relever graphiquement la valeur moyenne de la tension u_p .

5. Filtrage de la tension u_p

Afin de rendre la tension u_p la plus continue possible, on envisage d'intercaler un filtre entre la sortie du pont de diodes et les batteries. La réponse en fréquence du filtre à disposition est donnée sur le document réponse 2 page 7.

5.1. Nommer le type du filtre choisi.

5.2. Indiquer la fréquence de coupure à - 3 dB en la faisant apparaître distinctement sur le diagramme représenté sur le document réponse 2 page 7.

Ce filtre convient-il ? Justifier.

BTS Mécanique Automatismes Industriels	SUJET	Session 2011
Epreuve U32 Sciences Physiques	Durée : 2 heures	Coefficient : 2
CODE : MSE3SC11		Page 5/7

ANNEXE

A. Adaptation au cahier des charges. Annexe 1

Le motoréducteur est constitué de trois éléments : un moteur ; un réducteur ; une bride, qui permet la fixation du réducteur sur le moteur ;

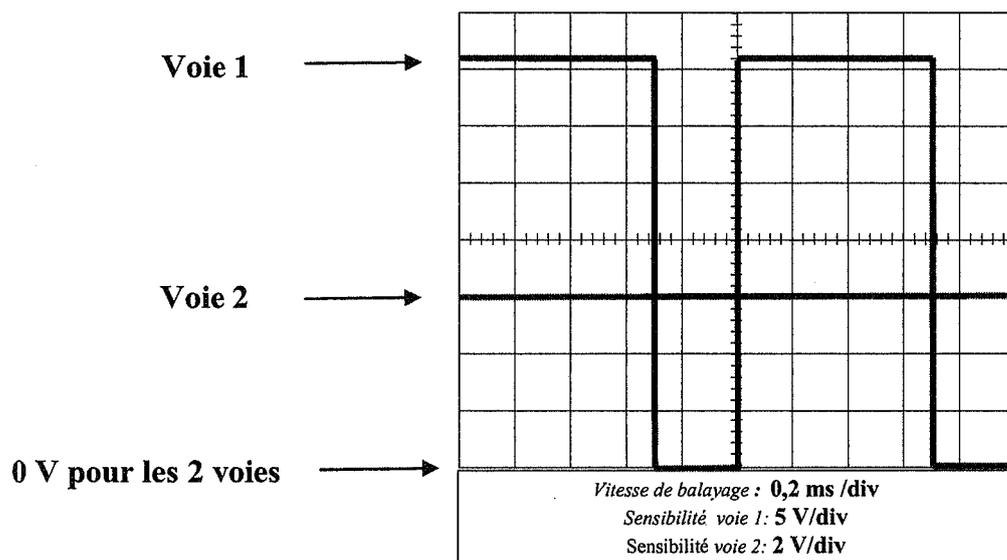
Extrait catalogue moteur

Référence moteur	Puissance utile en Watt	tr/min	Réducteurs compatibles
PM024 0644	140	1400	Type 030
PM024 0722	275	2800	Type 045
PM024 0622	320	3100	Type 045
PM024 0822	500	2800	Type 045
PM024 0922	700	2800	Type 045
PM024 1244	1000	3000	Type 050
PM024 1444	1400	3000	Type 050
PM024 1744	2100	3000	Type 063

Extrait catalogue réducteurs

Référence réducteur	Rapport de réduction r	Rendement η
Type 030	1/19	0,79
Type 030	1/30	0,69
Type 045	1/21	0,8
Type 045	1/28	0,8
Type 050	1/26	0,74
Type 050	1/36	0,7
Type 063	1/24	0,81
Type 063	1/30	0,76

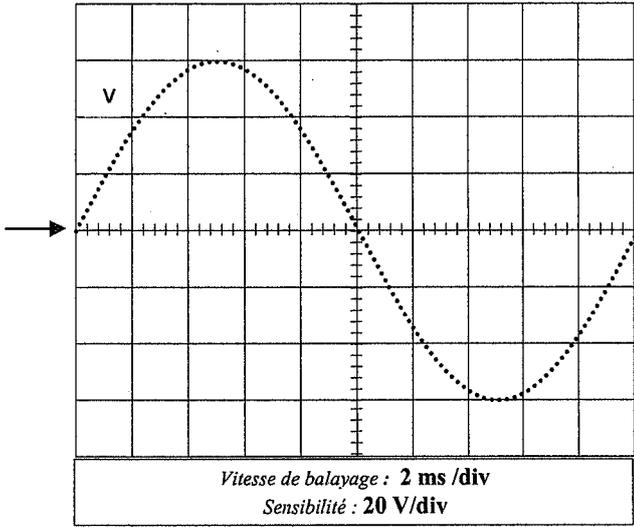
C. Etude du variateur de vitesse. Annexe 2



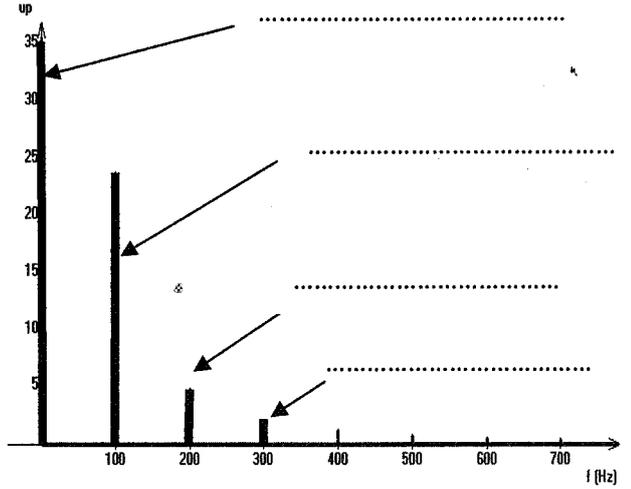
BTS Mécanique Automatismes Industriels	SUJET	Session 2011
Epreuve U32 Sciences Physiques	Durée : 2 heures	Coefficient : 2
CODE : MSE3SC11		Page 6/7

DOCUMENTS REPONSE

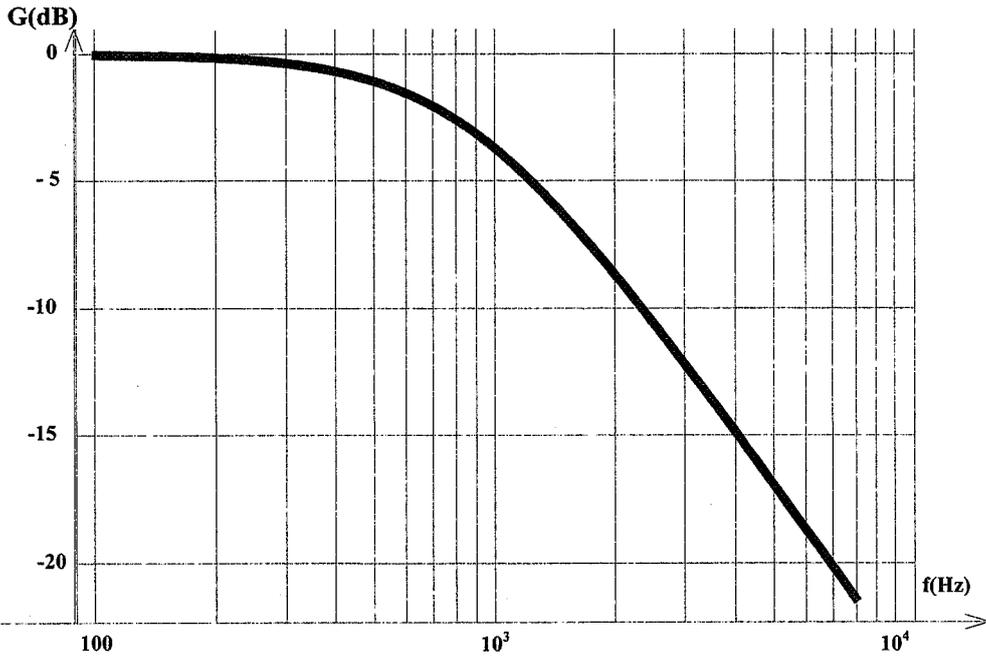
DOCUMENT REPONSE 1



DOCUMENT REPONSE 2



DOCUMENT REPONSE 3



BTS Mécanique Automatismes Industriels	SUJET	Session 2011
Epreuve U32 Sciences Physiques	Durée : 2 heures	Coefficient : 2
CODE : MSE3SC11		Page 7/7