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

2007

Sous épreuve U42 :

Vérification des performances mécaniques et électriques d'un système pluritechnologique

Dossier Corrigé

CHAINE DE FABRICATION DE SAVONS

CORRIGE
Base Nationale des Sujets d'Examen de l'enseignement professionnel
Réseau SCEREN

Partie I : VERIFICATION DES PERFORMANCES DE L'EXTRUSION ..... 20 PTS

Partie II VERIFICATION DES PERFORMANCES DU POSTE DE DECOUPE..... 20 PTS

Partie III : VERIFICATION DU VARIATEUR ET DE L'A.P.I..... 20 PTS

NE RIEN ECRIRE DANS LA PARTIE BARREE

Pour diversifier sa production, la société FAG désire fabriquer une nouvelle gamme de savon. Ces savons qui ont une masse de 200 grammes seront référencés SAS98_200. (Longueur : 98 mm, largeur : 63 mm et épaisseur : 28 mm).

La ligne de production fabrique actuellement des savons de 100 grammes référencés SAS87_100 (Longueur : 87 mm, largeur : 50 mm et épaisseur : 20 mm) à une cadence de 720 savons par heure (cadence maximale du poste de marquage). La société souhaite conserver cette cadence pour les nouveaux savons.

PARTIE 1 : VERIFICATION DES PERFORMANCES DE L'EXTRUSION

L'extrusion est réalisée par une extrudeuse à vis. La barre de savon est formée en continu grâce à une filière placée en bout du fourreau.

La rotation de la vis est assurée par un moto réducteur à vitesse variable VARMECA 10 (DT4) composé d'un moteur LS100L (puissance 3kW), d'un réducteur (indice de réduction 50) et d'un variateur de vitesse VMA 13 300 (DT5 à DT 8).

Données :

- Extrudeuse : $1{,}43.10^{-4}$ m³ par tour de vis.
- Réducteur : rapport de transmission $\mathbf{i = \omega e/\omega s} = 50$.
- Dimensions de la filière actuelle : 50 x 20.
- Longueur du savon de 100 grammes (SAS87_100) : 87 mm.
- Dimensions de la nouvelle filière : 63 x 28.
- Longueur du savon de 200 grammes (SAS98_200) : 98 mm.

I-1 Calculer le débit volumique en sortie de filière pour les savons de 100g (exprimé en $m^3.s^{-1}$).

$Q = \text{cadence} \times \text{Volume} = 720 \times 87.10^{-3} \times 50.10^{-3} \times 20.10^{-3}$

$\boxed{Q = 1{,}74.10^{-5}\ m^3.s^{-1}}$

I-2 En déduire la vitesse de rotation N_{100} du moteur.

$N_{100} = \frac{Q}{1{,}43.10^{-4}} \cdot i = \frac{1{,}74.10^{-5}}{1{,}43.10^{-4}} \cdot 50$

$\boxed{N_{100} = 6{,}08\ tr.s^{-1} = 365\ tr.mn^{-1}}$

I-3 Compléter les caractéristiques du moteur.

Fréquence nominale de la tension d'alimentation.....	50 Hz
Vitesse nominale de synchronisme (v_{s50}).....	1500 tr.mn⁻¹
Vitesse nominale de l'arbre moteur (v_{n50}).....	1430 tr.mn⁻¹
Couple nominal (T_{n50}).....	19,5 Nm

Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel
Réseau SCEREN

NE RIEN ECRIRE DANS LA PARTIE BARREE

Etendue de la gamme de vitesse de l'arbre de sortie moteur :

Vitesse la plus basse n_L (à l'exception de l'arrêt)..... $6,3 \times 50 = 320$ tr.mn^{-1}

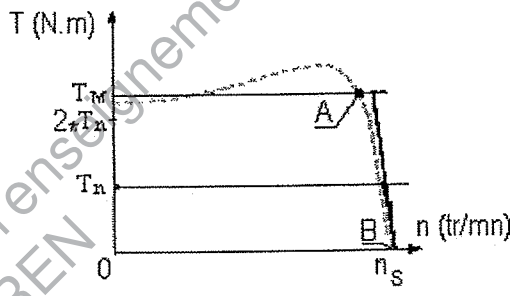
Vitesse la plus haute n_H..... $45 \times 50 = 2250$ tr.mn^{-1}

I-4 La partie d'utilisation normale (entre A et B) de la caractéristique mécanique T(n) d'un moteur asynchrone triphasé est souvent modélisée par une droite permettant d'étudier le moteur en régime permanent. (Voir ci-contre).

On utilisera ce modèle dans la suite du sujet.

Le document DR3 (donné par le constructeur du moteur) délimite l'ensemble des courbes mécaniques lorsque la vitesse du moteur varie.

Tracer sur ce graphique, la caractéristique (modélisée) pour un fonctionnement du moteur connecté directement au réseau.



I-5 Sous certaines conditions (notamment en conservant le rapport U/f constant dans le domaine hypo synchrone) la caractéristique mécanique à une fréquence f (Hz) de la tension d'alimentation est obtenue par translation de la caractéristique modélisée à la valeur de fréquence nominale.

Le glissement a été évalué à 13%. Déterminer la vitesse de synchronisme N_{SA100} et la fréquence f_{SA100} (la valeur sera arrondie à l'unité la plus proche) de la tension d'alimentation du moteur. (On prendra N_{100} = 365 tr.mn^{-1}).

$N_{SA100} = N_{100} / (1-g)$; $N_{100} = 365$; $g = 0,13$ $\Rightarrow$ $N_{SA100} = 419,5$ tr.mn^{-1}

N_{SA100} = 420 tr.mn^{-1}

$N_{S50} = \frac{f}{p}$ $\Rightarrow$ $p = 2$; $N_{SA100} = 420$ $\Rightarrow$

f_{SA100} = 14 Hz

I-6 Sur le document DR3 tracer la caractéristique mécanique modélisée correspondante à N_{s100}. En déduire la valeur du couple moteur nécessaire T_{100}.

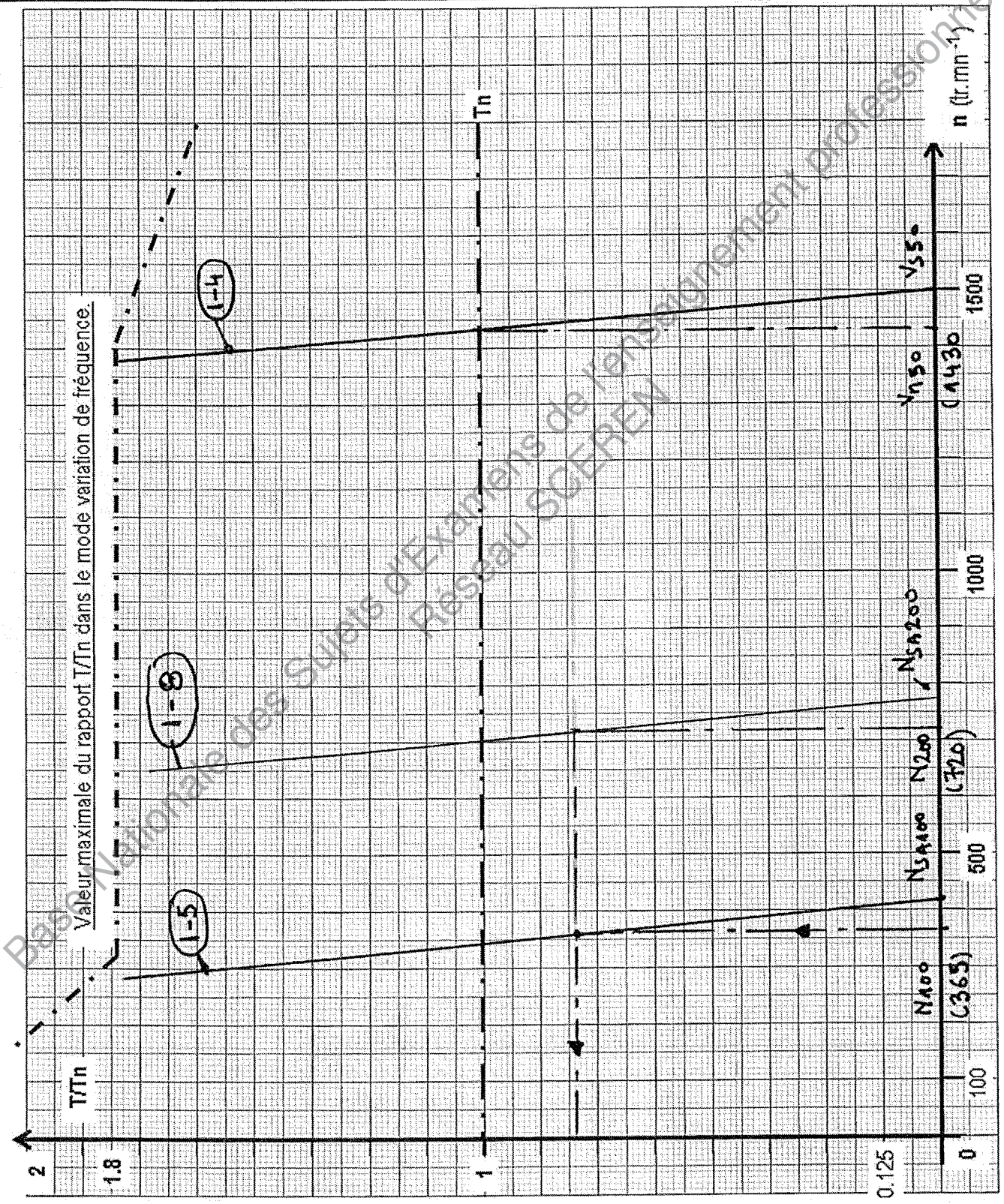
Pour $N_{100} = 365$, la droite I-5 a une ordonnée égale à 0,8 (6,4 x 0,125) ⚠

T_n = 19,5 Nm ; $\frac{T}{T_n} = 0,8$ $\Rightarrow$

T_{100} = 15,6 N.m.

Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel
Réseau SCEREN

NE RIEN ECRIRE DANS LA PARTIE BARREE



Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel
Réseau SCEREN

DR 3

NE RIEN ECRIRE DANS LA PARTIE BARREE

Pour obtenir une cadence de production, de savons de 200g (SAS98_200), identique à la cadence de production des savons de 100g (SAS87_100), on augmente la vitesse de rotation de la vis de l'extrudeuse.

Le rapport de transmission est tel que la modification de la vitesse de rotation de la vis agit de façon non sensible sur le couple résistant. On fait l'hypothèse que le moteur travaille à couple constant quel que soit le savon fabriqué.

I-7 Pour les savons de 200g, déterminer les vitesses de rotation de la vis N_{v200} et du moteur N_{200}.

$Q = 720 \times 99.10^{-3} \times 63.10^{-3} \times 28.10^{-3} = 3,46.10^{-5}\ m^3.s^{-1}$

$N_{200} = \frac{3,46.10^{-5}}{1,43.10^{-4}} \times 50 = 12,08\ tr.s^{-1}$ $\quad N_{200} = 725\ tr.mn^{-1}$

$N_{v200} = \frac{3,4610^{-5}}{1,43.10^{-4}} = 2,42\ tr.s^{-1}$ $\quad N_{v200} = 14,5\ tr.mn^{-1}$

I-8 Sur le document DR3 :

Tracer la caractéristique mécanique modélisée lorsque le moteur tourne à la vitesse N_{200}.

Déterminer la vitesse de synchronisme N_{SA200} et la fréquence f_{SA200} (la valeur sera arrondie à l'unité la plus proche) de la tension d'alimentation du moteur. (On prendra $N_{200} = 720\ tr.mn^{-1}$).

N_{200} et $T/T_n = 0,8$ (Couple constant) permettent de tracer la droite I-8. On détermine alors.

$N_{SA200} = 770\ tr.mn^{-1}$

$N_{SA200} = 770$, $p = 2$ $\Rightarrow 25,6$ $\quad f_{SA200} = 27\ Hz$

I-9 Le moto réducteur convient-il toujours ? Justifier.

oui.

La vitesse de sortie (arbre moteur) est supérieure à la vitesse la plus basse (voir I-3)
le couple moteur est voisin de T_n (utilisation correcte).

I-10 Calculer la vitesse V_{200} de la barre de savon, à la sortie de la filière.

$V_{200} = \frac{Q}{S_{buse}} = \frac{3,46.10^{-5}}{63.10^{-3} \times 28.10^{-3}} = 1,96.10^{-2}\ m.s^{-1}$

$V_{200} = 19,6\ mm.s^{-1}$

Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel
Réseau SCEREN

NE RIEN ECRIRE DANS LA PARTIE BARREE

PARTIE 2 : VERIFICATION DES PERFORMANCES DU POSTE DE DECOUPE

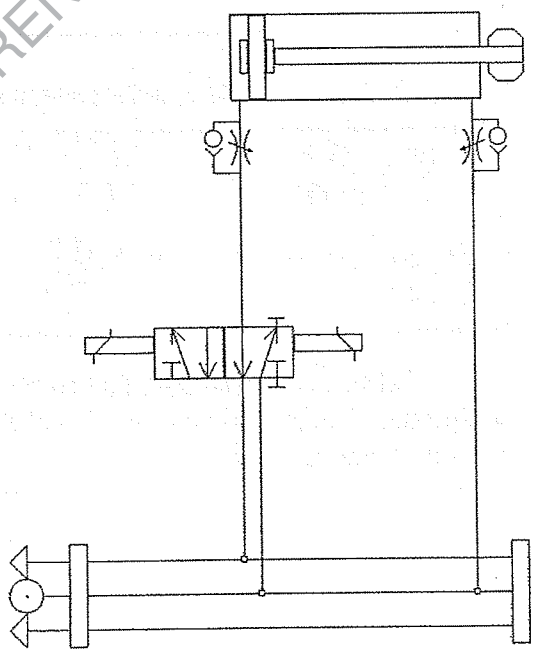
L'augmentation de la vitesse de la barre de savon implique une adaptation du poste de découpe.

II-1 Déterminer la durée entre deux « top coupe ».

$T = \frac{360°}{\text{cadence}}$ ou $\frac{L_{200}}{V_{200}}$

$= \frac{3600}{720}$ ou $\frac{98.10^{-3}}{19,6.10^{-3}} \Rightarrow$ **T = 5 secondes**

La découpe d'un bondon se réalise en synchronisant la vitesse du chariot de découpe avec celle de la barre de savon. Cette opération est réalisée à l'aide d'un vérin double effet DNC-32-100-PPVA S10 (DT2) appelé vérin d'assistance piloté par un distributeur 5/2 bistable. Sa chambre annulaire est constamment alimentée à la pression du réseau pneumatique (6 bars).



II-2 Lors de l'avance de la tige, les deux chambres du vérin sont soumises à une pression de 6 bars. Pourquoi la tige se déplace t'elle ? Justifier.

Différence de surface ⇒ différence de force

$F = F_{poussée} - F_{frein} = 483 - 415 = 68\ N$

La tige du vérin sort avec une poussée théorique de 68 N (voir DT2)

(On peut aussi le faire par le calcul : $F = p.S$)

Base Nationale des sujets d'examen de l'enseignement professionnel
Réseau SCEREN

NE RIEN ECRIRE DANS LA PARTIE BARREE

Un vérin de serrage permet de maintenir la barre pendant la découpe effectuée par la translation de la lame à double tranchant (voir document DT1). Les ordres de mise en mouvement du vérin d'assistance et du vérin de serrage sont donnés simultanément (voir document DT1), il est donc primordial que le chariot ait atteint la vitesse de la barre avant la fin du serrage.

Les courbes du document DT3 permettent de visualiser le comportement du vérin d'assistance en situation de charge et sans limitation de course pour atteindre 4 vitesses en avance lentes (11, 13, 16 et 20 $mm.s^{-1}$) et pour un retour rapide.

II-3 Déterminer la distance parcourue par le chariot de découpe pendant la phase d'accélération lors de la synchronisation de sa vitesse avec celle de la barre de savon (Document DT3).

On prendra 20 $mm.s^{-1}$ pour la vitesse de la barre de savon en sortie de filière.

$\Delta X \simeq 3$ mm (Voir DR6')

II-4 En déduire la valeur de l'accélération (supposée constante).

$\Gamma = \frac{\Delta V^2}{2\Delta X} = \frac{20^2 - 0}{2(3-0)} \Rightarrow \boxed{\Gamma = 6,67\ m.s^{-2}}$

On peut passer par $\Gamma = \frac{\Delta V}{\Delta t}$, mais la méthode est moins précise car le début de la phase n'est pas à t=0s. Le démarrage n'est pas instantané

II-5 Calculer l'intensité de l'effort de poussée minimal nécessaire à la mise en mouvement du chariot de découpe. Les frottements seront négligés, on prendra une accélération de 67 $mm.s^{-2}$. Le chariot de découpe à une masse de 32 Kg.

$F = m.\Gamma = 32.67.10^{-3} = 2,1\ N$

$\boxed{F = 2,1\ N}$

Le serrage s'effectue en 0,5 seconde, le desserrage en 0,5 seconde et la coupe en 1 seconde.

II-6 A l'aide des courbes du document DT3, déterminer la course de la tige du vérin pour réaliser la coupe.

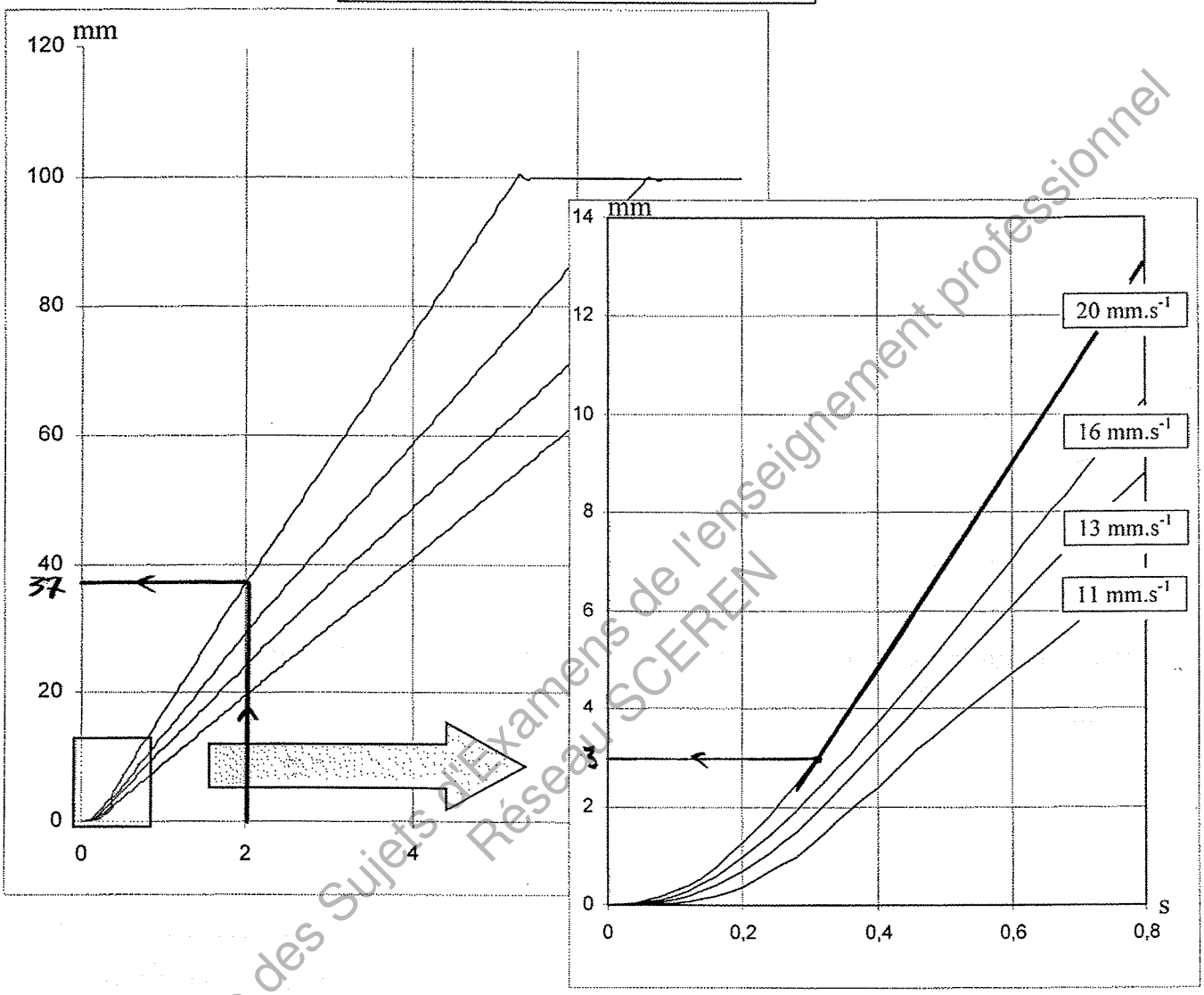
$\Delta T = 0,5 + 0,5 + 1 = 2$ secondes

$\Delta X \simeq 37$ mm (Voir DR6')

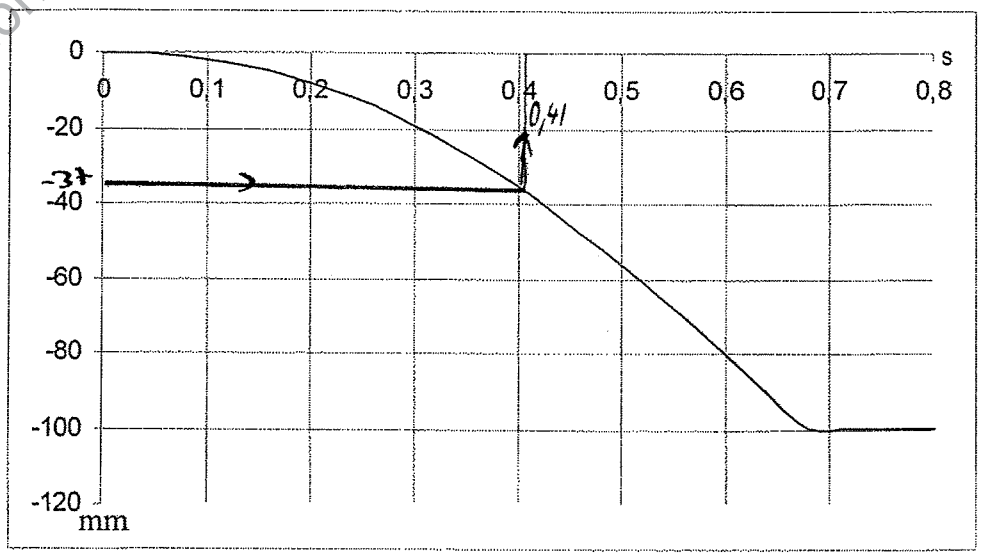
Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel
Réseau SCEREN

Courbes du comportement du vérin d'assistance

AVANCE LENTE



RETOUR RAPIDE



Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel
Réseau SCEREN

~~DT5~~
DR6

NE RIEN ECRIRE DANS LA PARTIE BARREE

II-7 Vérifier les caractéristiques techniques du vérin (DT2).

Efforts : poussée : 483 N recul : 415 N F = 2,1 N pour 68 N

Vitesse : 20 mm.s⁻¹ pour 8 mm.s⁻¹ mini et 100 mm.s⁻¹ maxi

Course : 37 mm pour 100 mm

Conclusion : Le vérin convient toujours.

Nous allons vérifier à présent que le vérin d'assistance a le temps de revenir en position initiale avant le « top coupe » qui relance une procédure de découpe. On considère la durée d'un cycle de découpe égale à 5 secondes.

II-8 Déterminer le temps nécessaire pour le retour rapide du chariot. En déduire la durée totale du mouvement de la tige du vérin d'assistance (DT3) et la comparer à la durée d'un cycle de découpe. Conclure.

$T \simeq 0,4$ seconde (Voir DR6')

II-9 Le vérin de serrage (DNC-32-30-PPVA) permet également le maintien de la barre de savon pendant la coupe pour assurer une coupe nette. L'effort de serrage doit être suffisant pour maintenir la barre mais ne doit pas la déformer. Les mors utilisés ont pour dimensions L60xH40. La résistance à l'écrasement des savons à la température ambiante est de 2,5 Mpa. Le refroidissement de la barre étant lent et non homogène implique une baisse non négligeable de la valeur de cette résistance. Pour éviter le risque d'écrasement de la barre de savon, la société s'est fixée un coefficient de sécurité minimal de 5. Calculer les coefficients de sécurité pour les deux gammes de savon. Conclure.

$\sigma = \frac{F}{S} < R_{pe} = \frac{R_e}{s} \Rightarrow s = \frac{S R_e}{F}$ S = Longueur mors x hauteur savon

100 grammes : $s_{100} = \frac{60 \times 20 \times 2,5}{483} \Rightarrow \boxed{s_{100} = 6,21}$

200 grammes : $s_{200} = \frac{60 \times 28 \times 2,5}{483} \Rightarrow \boxed{s_{200} = 8,69}$

Dans les 2 cas s est supérieur à 5 donc tout va bien.

Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel
Réseau SCEREN

NE RIEN ECRIRE DANS LA PARTIE BARREE

PARTIE 3 : VERIFICATION DU VARIATEUR ET DE L'A.P.I.

Le système (chaîne complète) est contrôlé par un API TSX MICRO. On veut à partir de cet automate piloter le variateur de vitesse VMA13 300, appartenant à la famille des VARMECA 10 (DT5 à DT8).

III-1 L'opérateur règle la vitesse de rotation du moteur par l'intermédiaire d'une entrée « référence vitesse ». Quelles sont les possibilités offertes à l'utilisateur.

Reference vitesse : 0-10V par potentiomètre intégré
" " à distance
" référence extérieure
4-20mA " " "

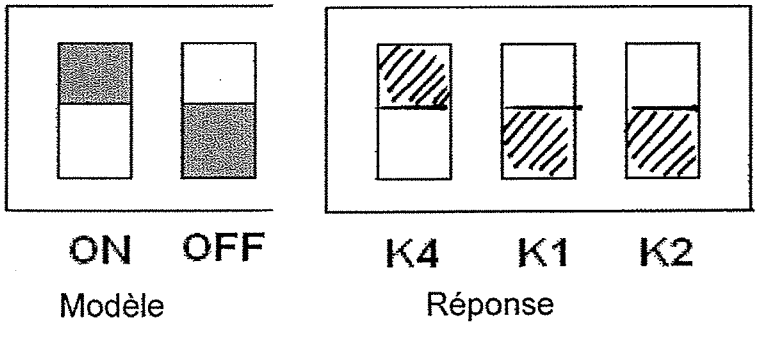
III-2 On choisit une commande de type 4-20mA. Justifier ce choix.

- Immunité aux bruits
- Liaison bifilaire
- Stabilité de la consigne

III-3 On veut obtenir :

- une référence vitesse de type 4-20mA.
- une limitation de la fréquence à 50Hz

Positionner les mini-dip K4, K1 et K2 de façon correcte.



Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel
Réseau SCEREN

NE RIEN ECRIRE DANS LA PARTIE BARREE

III-4 L'API choisi initialement pour contrôler le processus est un TSX Micro 37-08 (DT9). Est-il, dans sa version standard, adapté avec le choix du type de « référence vitesse » ? Dans les deux cas (oui ou non) justifier votre réponse.

Non, il n'y a pas de sorties 4.20mA intégrées.

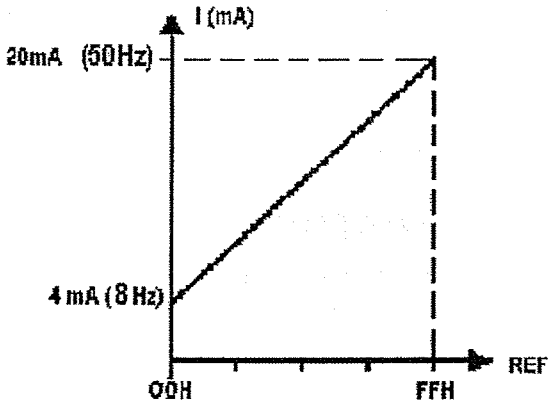
Dans la gamme des modules optionnels proposés (DT9) on choisit le module TSX3722, justifier ce choix.

Module programmable en sortie 4.20 mA.
1 sorte est suffisante
La précision* ne nécessite pas 12 bits de résolution (de la vitesse de sortie).

III-5 La loi de commande de la fréquence de la tension d'alimentation du VARMECA est décrite ci-contre.

On veut obtenir en sortie une excursion de fréquence de 8 à 50 Hz. Pour obtenir la fréquence 8 Hz la sortie du module convertisseur vaut 4mA et la consigne (REF) de l'entrée du module convertisseur est positionnée à : 00_H.

Pour obtenir la fréquence 50 Hz du moteur, la sortie du module convertisseur vaut 20mA et la consigne (REF) de l'entrée du module convertisseur est positionnée à : FFH.



Déterminer l'incrément du convertisseur (résolution) :

$\Delta i = \frac{I_{max} - I_{min}}{2^8}$ $\Delta I = 0,0625$ mA

$\Delta f = \frac{f_{max} - f_{min}}{2^8}$ $\Delta f = 0,164$ Hz.

Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel
Réseau SCEREN

NE RIEN ECRIRE DANS LA PARTIE BARREE

III-6 La consigne de référence vitesse est donnée en fréquence.

Calculer les valeurs (hexadécimales) REF $_{100}$ et REF $_{200}$ à afficher à l'entrée du convertisseur pour obtenir les fréquences f_{SA100} (voir DR2 question I-5)et f_{SA200} (voir DR4 question I-8) de la tension d'alimentation du moteur correspondantes aux vitesses N_{s100} et N_{s200}.

Si les questions I-5 et I-8 n'ont pas été résolues prendre :

- f_{SA100} : = 20 Hz
- f_{SA2100} = 32 Hz

$REF_{100(D)} = \frac{f_{SA100} - 8}{\Delta f}$.

Si $f_{SA100} = 20\ Hz$

$REF_{100(D)} = 73_{(D)}$

$REF_{100(H)} = 49_{H}$.

Si $f_{SA100} = 14\ Hz$

$REF_{100(D)} = 37_{(D)}$

Soit $REF_{100} = 25_{H}$.

$REF_{200(D)} = \frac{f_{SA200} - 8}{\Delta f}$

Si $f_{SA200} = 32\ Hz$

$REF_{200} = 146_{(D)}$

$REF200_{(H)} = 92_{H}$.

Si $f_{SA200} = 27\ Hz$

$REF200_{(D)} = 116_{(D)}$

Soit $REF_{200} = 74_{H}$

Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel
Réseau SCEREN

NE RIEN ECRIRE DANS LA PARTIE BARREE

III-7 Pour paramétrer le variateur VARMECA 10, l'entreprise FAG dispose d'une micro console CDC-VMA.

On vous demande de compléter le document récapitulatif (ci-dessous) des réglages du VARMECA 10 installé sur la chaîne de fabrication. Les réglages désirés sont les suivants :

- Configuration standard.
- Fmin = 10 Hz.
- Fmax = 50Hz.
- Rampes d'accélération et de décélération égales à 2s.
- Loi U/f dynamique.
- Fréquence de découpage.
- Fmot : lecture de 0 à 50Hz.
- Sortie image vitesse.
- Arrêt par la consigne.

PARAMETRES	Valeur réglée	PARAMETRES	Valeur réglée
P01 FMIN	10	P15 VP1-1	Non utilisé
P02 REF 0V-4mA	8	P16 VP2-1 VP1-2	Non utilisé
P03 F MAX	50	P17 VP2-2	Non utilisé
P04 REF 10V-20mA	50	P18 VP3-2	Non utilisé
P05 ACCEL	2	P19 ROTATION	0
P06 DECEL	2	P20 SELECT 3	0
P07 STOP MODE	0	P21 PI KPRO	Non utilisé
P08 UN MOT	100	P22 PI KINT	Non utilisé
P09 Fn MOT	50	P23 FMOT	50
P10 U / F	1	P24 IMOT	Lecture
P11 BOOST	40	P25 FAULT	Lecture
P12 OVERBOOST	100	P26 STOP Fmin	1
P13 F PWM	1	P27 LOG CDC-VMA	v3.2
P14 CONFIG	0	P28 CAL MOT	8

Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel
Réseau SCEREN

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.