

DANS CE CADRE

Académie :	Session :
Examen :	Série :
Spécialité/option :	Repère de l'épreuve :
Epreuve/sous épreuve :	
NOM :	
(en majuscule, suivi s'il y a lieu, du nom d'épouse)	
Prénoms :	N° du candidat
Né(e) le :	(le numéro est celui qui figure sur la convocation ou liste d'appel)

NE RIEN ÉCRIRE

Appréciation du correcteur

Note :

Il est interdit aux candidats de signer leur composition ou d'y mettre un signe quelconque pouvant indiquer sa provenance.

Sous – Epreuve U42

Vérifications des performances mécaniques et électriques d'un système pluritechnologique

CORRIGE

MAGASIN BASCULANT DE LIGNE DE CONDITIONNEMENT DE CAPSULES DE CAFE

Ce dossier comprend les documents DR1 à DR13

	Temps conseillé
Lecture du sujet :	10 min
Partie A :	35 min
Partie B :	45 min
Partie C :	70 min
Partie D :	20 min

PROPOSITION DE BAREME

A1	A2	A3	A41	A42	A43	A44	A5	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8
1	1	1	2	1	1	1	3	1	1	3	2	2	4	2	3

C11	C12	C21	C22	C23	C24	C25	C26	D1	D2	D3	total
2	1	2	2,5	2	7	4,5	3	1	2	4	60

0,25/case

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

PRESENTATION DE L'ETUDE

Dans le cadre d'une étude visant à améliorer les performances de sa ligne de remplissage de dosettes pour machine à expresso, l'entreprise FICHAUX Industries envisage de remplacer l'ensemble moto-variateur du système de chargement des dosettes en début de ligne. Cette modification présente deux intérêts pour l'entreprise :

- harmoniser les différents ensembles moto-variateur brushless présents sur les différentes lignes de l'entreprise pour minimiser les coûts de maintenance
- permettre un chargement plus rapide des dosettes et donc une augmentation possible de la cadence de production (passage de 3 s à 2,5 s).

L'étude portera donc sur :

Partie A : Détermination de la vitesse de rotation du moteur

Partie B : Vérification de la résistance mécanique de la bielle

Partie C : Etude de la motorisation

Partie D : Etude de la protection électrique

BTS Assistance Technique d'Ingénieur	Code : ATVPM-NC	Session 2019	CORR
EPREUVE U42	Durée : 3 h	Coefficient : 3	Page DR1/13

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

Partie A- DETERMINATION DE LA VITESSE DE ROTATION DU MOTEUR



Documents techniques : DT 2, 3,4, 5 et 8

Question A-1

A partir des documents techniques DT2 et DT3, énoncer la fonction principale du magasin basculant au sein de la chaîne de production de dosettes de café de l'entreprise FICHAUX Industries.

Basculer 6 lignes de capsules vides venant du convoyeur de la position horizontale vers la position verticale pour charger le système d'alimentation en capsules vides du tapis convoyeur de remplissage et d'encapsulage.

Le fonctionnement du système de mise en rotation du magasin est décrit sur le DT4.

L'objectif est de remplacer l'ensemble moteur + variateur actuel par un système équivalent et permettant de respecter le cahier des charges suivant :

- temps de montée (pour passer de $\beta=0^\circ$ à $\beta=90^\circ$) : 2,5 s.
- Temps de retour (de 90° à 0°) : 2,5 s.
- Temps d'accélération du moteur : 0,5 s.
- Temps de décélération du moteur : 0,5 s.
- Masse du magasin avec capsules 40 kg.

Question A-2

La figure 1 du DT5 représente la loi Entrée/Sortie du système de basculement.

Sachant que le système doit basculer de 90° en sortie (angle β), relever l'angle de rotation total en sortie de réducteur (angle α).

$\alpha_{\text{total}} = 180^\circ$

BTS Assistance Technique d'Ingénieur	Code : ATVPM-NC	Session 2019	CORR
EPREUVE U42	Durée : 3 h	Coefficient : 3	Page DR2/13

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

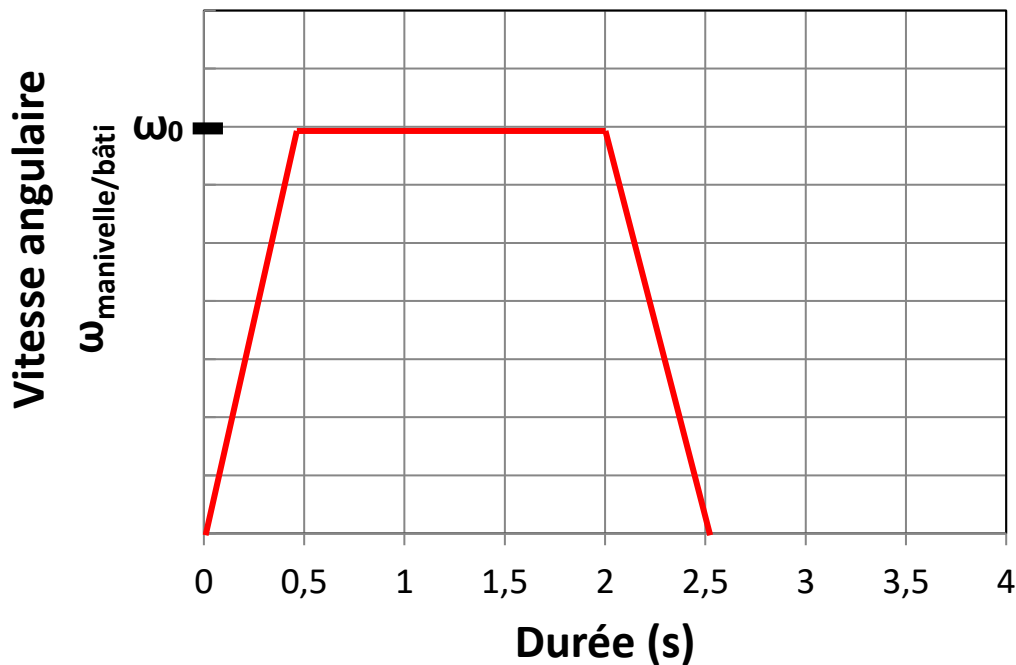
Question A-3

Le temps de basculement total souhaité est de **2,5 s**.

Le moteur impose que la vitesse angulaire en sortie de réducteur $\omega_{\text{manivelle/bâti}}(t)$ évolue suivant 3 phases :

- **phase 1** : une phase d'accélération constante pendant **0,5 s**
- **phase 2** : une phase à vitesse ω_0 constante ($\omega_{\text{manivelle/bâti}} = \omega_0$)
- **phase 3** : une phase de décélération constante de **0,5 s**.

Tracer le profil de l'évolution de la vitesse en sortie de réducteur pendant la montée du basculeur.



Question A-4

Afin de respecter le cahier des charges, il est nécessaire d'obtenir une vitesse angulaire ω_0 suffisante.

La question A-2 donne l'angle total α_{total} parcouru pendant les 3 phases. On peut alors écrire que l'angle total parcouru est la somme des angles parcourus pendant chacune des phases soit :

$$\alpha_{\text{total}} = \alpha_{\text{phase}_1} + \alpha_{\text{phase}_2} + \alpha_{\text{phase}_3}$$

La question A-4 a pour objectif de déterminer la vitesse ω_0 minimale recherchée. Pour cela, on exprimera pour chaque phase l'angle total parcouru en fonction de ω_0 .

BTS Assistance Technique d'Ingénieur	Code : ATVPM-NC	Session 2019	CORR
EPREUVE U42	Durée : 3 h	Coefficient : 3	Page DR3/13

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

Question A-4-1

Indiquer le type de mouvement correspondant à la phase 1. Ecrire les équations de mouvement correspondantes.
Exprimer l'angle α_{phase_1} en fonction de ω_0 .

Accélération de 0 à ω_0 en 0,5s

$$\alpha_{\text{phase}_1} = \frac{1}{2} (\omega_0 * 0,5) = 0,25 \omega_0$$

Question A-4-2

Indiquer le type de mouvement correspondant à la phase 2. Ecrire l'équation de mouvement correspondante.
Exprimer l'angle α_{phase_2} en fonction de ω_0 .

vitesse constante : ω_0 pendant 1,5 secondes

$$\alpha_{\text{phase}_2} = 1,5 \omega_0$$

Question A-4-3

Exprimer l'angle α parcouru pendant la phase 3 en fonction de ω_0 .

$$\alpha_{\text{phase}_3} = 0,25 \omega_0$$

Question A-4-4

Exprimer l'angle α_{total} en fonction de ω_0

En utilisant le résultat de la question A-2, déduire la valeur ω_0 (exprimer votre résultat en rad/s).

$$\alpha_{\text{total}} = 2 \omega_0 = 180^\circ$$

$$\omega_0 = 90^\circ/\text{s} = 1,57 \text{ rad/s}$$

BTS Assistance Technique d'Ingénieur	Code : ATVPM-NC	Session 2019	CORR
EPREUVE U42	Durée : 3 h	Coefficient : 3	Page DR4/13

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

Question A-5

En vous aidant du DT4 et du DT8, écrire la référence du réducteur puis indiquer son rapport de réduction.

En déduire la vitesse angulaire de sortie du moteur ω_m en rad/s puis N_m en tr/min.

Rappel : $\omega_{\text{manivelle/bâti}} = \omega_0$ On prendra $\omega_0 = 1,57$ rad/s.


Réducteur : **NMRV050 HA 31 FA60 PAM**

rapport de réduction : 60

$$\omega_m = \omega_0 * 60 = 94,2 \text{ rad/s}$$

$$N_m = \omega_m / (2\pi/60) = 900 \text{ tr/min}$$

Partie B- VERIFICATION DE LA RESISTANCE MECANIQUE DE LA BIELLE DE BASCULEMENT

 Documents techniques : DT5, 6 et 7

On se propose dans cette partie de modéliser le système de basculement dans la position d'accélération maximale (position la plus défavorable pour la bielle).

Question B-1

Sur la figure 2 du DT5 donner le temps t_0 pour lequel l'accélération est maximale (l'accélération doit être positive).

$$t_0 = 0,45 \text{ s (ou } 0,5\text{s accepté)}$$

Question B-2

Relever alors sur la figure 4 du DT6, la position angulaire β_0 du magasin correspondante à l'instant t_0 relevé à la question B-1.

$$\beta_0 = 2^\circ \text{ ou } 3^\circ \text{ accepté}$$

BTS Assistance Technique d'Ingénieur	Code : ATVPM-NC	Session 2019	CORR
EPREUVE U42	Durée : 3 h	Coefficient : 3	Page DR5/13

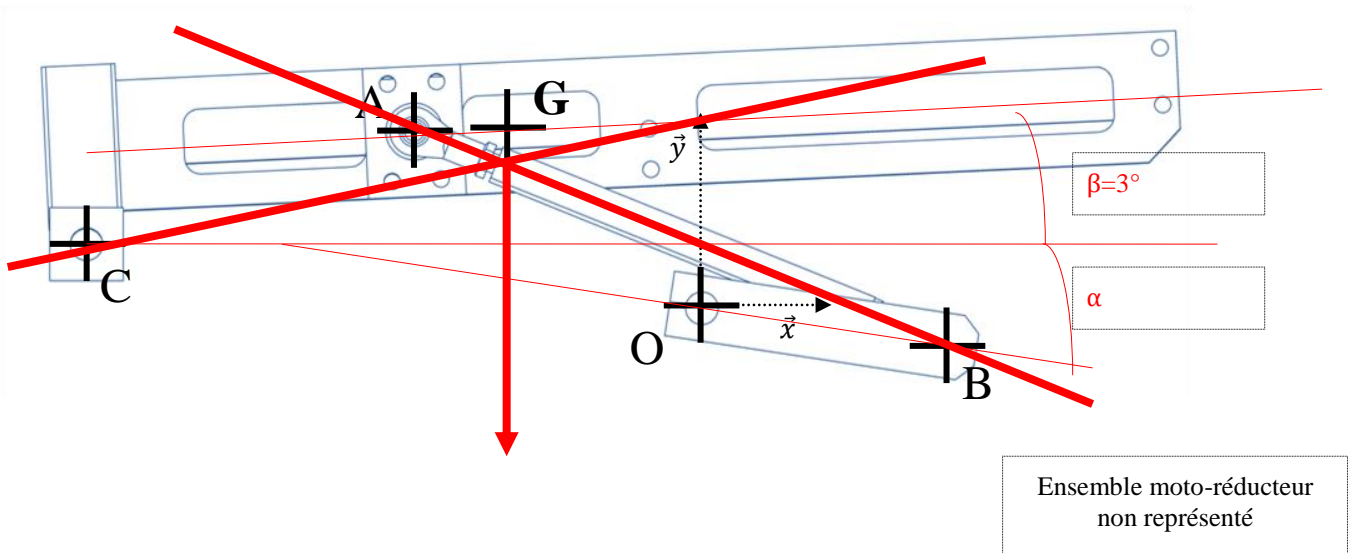
NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

Question B-3

Tracer sur le schéma ci-dessous l'angle α et l'angle β

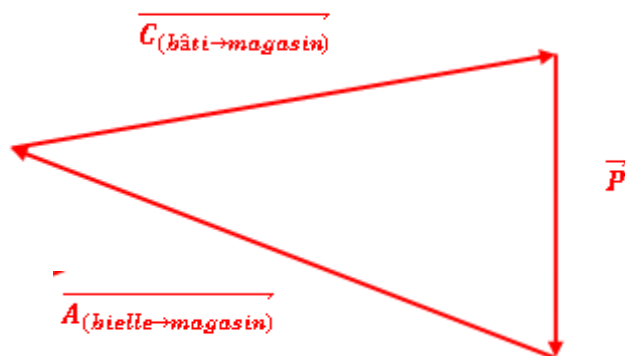
Evaluer la valeur de l'angle β en degré. Conclure en vérifiant que le système est bien représenté en position d'accélération maximale.

$\beta = 3^\circ$ proche de la valeur trouvée sur la fig 4



Espace disponible pour les constructions graphiques de la Question B-6

Echelle proposée 10mm ↔ 100N



NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

Détermination de l'effort dans la bielle

Hypothèses :

- On peut considérer le plan (O, \vec{x}, \vec{y}) comme plan de symétrie.
- La masse des pièces est négligée sauf celle du magasin.
- L'accélération de la pesanteur sera $g = 10 \text{ m/s}^2$.
- Les liaisons seront considérées comme parfaites et sans frottement.

Question B-4

Après avoir isolé la bielle, justifier ci-dessous et tracer sur le schéma du DR6 la direction de l'action du magasin sur la bielle, que l'on notera $\vec{A}_{(\text{magasin} \rightarrow \text{bielle})}$

Direction de $\vec{A}_{(\text{magasin} \rightarrow \text{bielle})}$: la bielle est soumise à 2 forces celle-ci sont égales et directement opposées et donc la direction de $\vec{A}_{(\text{magasin} \rightarrow \text{bielle})}$ passe par A et B

Question B-5

Calculer l'action du poids du magasin plein et représenter sur DR6 cette action au centre de gravité **G**.

$$\|\vec{P}\| = M * g = 400 \text{ N}$$

Question B-6

A partir de l'isolement du magasin, indiquer à combien d'actions mécaniques et en quels points est soumis celui-ci puis déterminer graphiquement, sur le DR6, les actions mécaniques : $\vec{A}_{(\text{bielle} \rightarrow \text{magasin})}$ et $\vec{C}_{(\text{bâti} \rightarrow \text{magasin})}$ (liaison pivot en C) et enfin écrire ci-dessous les normes trouvées.

Résolution graphique : Echelle proposée 10mm \leftrightarrow 100N.

Nombre d'actions mécaniques : 3 en C, A, G

$$\|\vec{A}_{(\text{bielle} \rightarrow \text{magasin})}\| = 769 \text{ N}$$

$$\|\vec{C}_{(\text{bâti} \rightarrow \text{magasin})}\| = 730 \text{ N}$$

BTS Assistance Technique d'Ingénieur	Code : ATVPM-NC	Session 2019	CORR
EPREUVE U42	Durée : 3 h	Coefficient : 3	Page DR7/13

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

Question B-7

Sachant que la section de la bielle est hexagonale de côté, $a = 8 \text{ mm}$, calculer son moment quadratique (voir DT7).

$$I_{Gz} = 0,06 * 8^4 = 245,76 \text{ mm}^4$$

Question B-8

Quels que soient les résultats précédents, on considérera $\| \overrightarrow{A_{(bielle \rightarrow magasin)}} \| = 750 \text{ N}$.

Le fait de modifier la motorisation pour pouvoir effectuer la montée du magasin en 2,5 s au lieu des 3 s entraîne un effort supplémentaire dans la bielle de 77 N.

Lors de la phase de montée, la bielle est soumise à une contrainte de compression qui la sollicite que très faiblement. Néanmoins vu la géométrie très élancée de la bielle, la contrainte de compression risque d'entraîner le flambage de celle-ci. En vous aidant du DT7 et sachant que la longueur ℓ de la bielle est de 350 mm, vérifier si le nouvel effort risque d'entraîner le flambage de la bielle.


Longueur libre de flambage : $L = 350 \text{ mm}$ (2 articulations)

$$F_c = 3960 \text{ N}$$

Conclusion : Effort total = $750 + 77 = 827 \text{ N} < 3960 \text{ N}$ donc pas de risque de flambage

Partie C-ETUDE DE LA MOTORISATION

C-1 : Etude de l'existant.

 Documents techniques : DT9, 10 et 11

Quels que soient les résultats précédents, on considérera que **le couple moteur à fournir est de 1 Nm, la vitesse d'utilisation sera de 900 tr/min**, on utilise un variateur de vitesse pour adapter la vitesse moteur à l'utilisation. La tension d'alimentation de 230 V en monophasé. Notre objectif est de remplacer le moteur existant par un moteur équivalent et existant dans l'entreprise afin d'harmoniser les composants pour réduire les coûts de maintenance.

BTS Assistance Technique d'Ingénieur	Code : ATVPM-NC	Session 2019	CORR
EPREUVE U42	Durée : 3 h	Coefficient : 3	Page DR8/13

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

Question C-1-1

En vous aidant des documents techniques DT9 et DT10, relever la référence du moteur actuellement installé sur le système, sa puissance, son courant en continu, son couple et sa vitesse de rotation. Conclure sur l'utilisation possible de ce moteur avec le nouveau cahier des charges.

MPL-B220T-VJ74AA ,

$P = 0,62 \text{ kW}$, =

$I_n = 3,3 \text{ A}$,

$C_n = 1,61 \text{ Nm}$ =

$N_n = 6000 \text{ tr/min}$

Conclusion : Nous pourrions utiliser le même moteur

Question C-1-2

En vous aidant des documents techniques DT10 et DT11, donner le type de moteur installé.

Type de moteur : moteur brushless

C-2 : Etude de la nouvelle motorisation

☞ Documents techniques : DT12, 13, 14, 15, 16, 17, 18 et 19

L'entreprise possède déjà des moteurs brushless de la marque Mini motor. Et quelles que soient les réponses aux questions précédentes, on vous demande de faire un nouveau choix de moteur pour le système de basculement. Ce moteur devra donc répondre au cahier des charges et aux exigences suivantes :

- $P_{\text{nominal}} = 620 \text{ W}$
- le moteur sera bloqué par un frein en position d'arrêt.

Question C-2-1

En vous aidant du document technique DT12, déterminer la référence du nouveau moteur qui répond à la demande (en tenant compte du frein). Justifier votre réponse.

Il nous faut un moteur de triphasé 230V de type brushless, de puissance 620W avec un couple de 1 Nm, une vitesse de 900tr/min Le moteur devra être équipé d'un frein. Qui sera désigné par la lettre K en fin de référence.

BSK 80/100

BTS Assistance Technique d'Ingénieur	Code : ATVPM-NC	Session 2019	CORR
EPREUVE U42	Durée : 3 h	Coefficient : 3	Page DR9/13

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

Question C-2-2

A partir de votre choix de moteur, relever les valeurs du courant à vitesse nominale, du courant maxi, de la vitesse nominale, de la puissance et du couple maxi.

Courant nominal = 3,6 A ; couple nominal = 1,6 Nm, vitesse nominale = 4000 tr/min, P = 670 W,

courant maxi = 14,7 A

Question C-2-3

En vous aidant du document technique DT13, choisir un variateur qui répond aux nouvelles exigences. Argumenter votre réponse. Vous indiquerez les valeurs importantes du variateur qui vous a permis de faire votre choix.

Le variateur devra fournir un courant de nominal de 3,6 A, accepter des pointes de courant de 14,7 A, il sera alimenté en 230v monophasé

Drivert - 1000

Alimentation en 230 V monophasé, courant de 6A > 3,6A moteur, et un courant de pointe de 15A > au 14,7 du moteur.

Question C-2-4

En vous aidant des documents techniques DT14 et DT15, compléter les schémas du variateur sur le DR17. L'alimentation du variateur se fera par l'intermédiaire d'un filtre et d'un disjoncteur.

Compléter :

- la partie alimentation au variateur.
- la partie alimentation du moteur et du frein au variateur
- la partie consigne :
 - la validation couple et vitesse se fera par d'intermédiaire de deux sorties d'automate réciproquement vitesse et couple %Q3.1 et %Q3.2
 - la consigne vitesse et couple se fera par deux sorties analogiques provenant de l'automate réciproquement %QW1 et %QW2.

Question C-2-5

En vous aidant des documentations techniques DT16, 17 et 18. Déterminer les paramètres de réglage du variateur pour obtenir **un contrôle en vitesse avec commande de marche par entrées digitales**. On définit un **temps maxi de courant de pic dans le moteur de 2s**. La vitesse maxi correspond à la vitesse d'utilisation de **900 tr/min**.

Rappel : notre moteur devra répondre à la caractéristique de marche suivante : une première phase d'accélération pendant 0,5 s permettant d'atteindre la vitesse souhaitée suivie d'une phase à vitesse constante pendant 1,5s et enfin une dernière phase de décélération pour revenir à une vitesse nulle pendant 0,5s.

BTS Assistance Technique d'Ingénieur	Code : ATVPM-NC	Session 2019	CORR
EPREUVE U42	Durée : 3 h	Coefficient : 3	Page DR10/13

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

Compléter les colonnes « Fonction » et « Valeur » dans le tableau ci-après pour la configuration du variateur. Compléter la colonne « Valeur » pour répondre aux demandes d'accélération, de décélération et de vitesse en régime établie.

Désignation du paramètre	Fonction	Valeur
Type moteur	F41	0
Vitesse maxi	F03	900
Origine commande	F07	0
Type de contrôle	F10	1
Type de référence vitesse	F09	0
Rampe d'accélération	F04	500
Rampe de décélération	F05	500
Courant nominal moteur	F23	3600
Courant de pic moteur	F24	14700
Constant de temps courant de pic	F25	2s

Question C-2-6

L'entreprise prévoit de créer un réseau de communication des différents préactionneurs et automates. Le choix se portera sur un réseau CAN. En vous aidant des documents techniques DT17 et DT18, répondre aux questions suivantes

- Le variateur choisi peut être connecté sur ce réseau. Indiquer les paramètres (ou les numéros de fonctions) à prendre en compte pour configurer le réseau.

F21 et F22 : vitesse de communication et valeur de nœud ID

Il est prévu de raccorder à ce réseau les différents variateurs et automates de la chaîne. On comptabilise un nombre de 10 variateurs et autant d'automates plus un poste maître. La longueur du bus sera de 450m.

- Le nombre d'objets à connecter est-il compatible ? si oui ou non pourquoi ?
La longueur entre les différents variateurs et le poste maître est-elle compatible? Si oui donner la vitesse de transmission des informations pour cette distance et la valeur du paramètre de communication.

Oui, on peut connecter jusqu'à 112 dispositifs connectables. Nous n'avons que 21 objets.

Oui la distance est compatible 450m, la distance maxi supérieure est de 500 m pour une vitesse de 125 Kbit/s.

F21 = 125

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

Partie D-ETUDE DE LA PROTECTION ELECTRIQUE

☞ Documents techniques : DT19 et 20

Question D-1

En vous aidant du schéma du DR17, identifier l'appareil de protection à installer.

On doit installer un disjoncteur monophasé unipolaire

Question D-2

Sachant que le courant nominal absorbée par le variateur est de 6A, faire le choix du disjoncteur de protection du variateur dans la gamme iC60N pour une courbe C. Justifier votre choix.

Il nous faut un disjoncteur uni polaire + neutre - 230 V calibre de 6 A (variateur) courbe C.

Référence : A9F74606

Question D-3

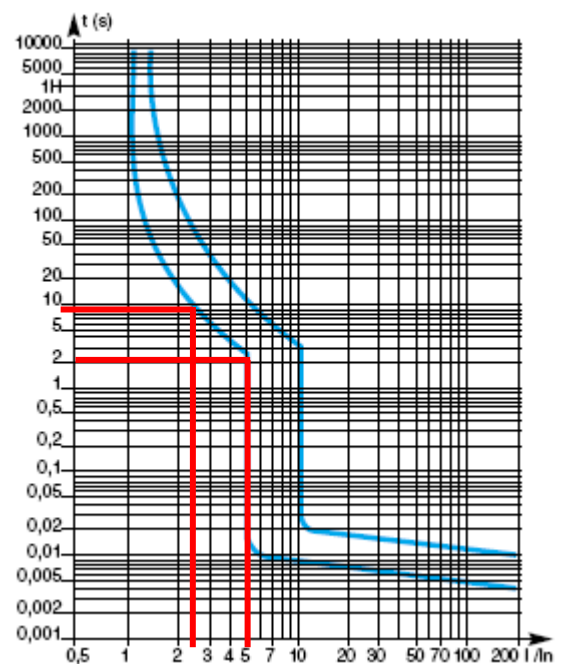
Pour une surcharge du moteur de 14,7A, le variateur va déclencher en 2s. En utilisant la courbe C :

- Vérifier que le disjoncteur ne va pas déclencher pour cette valeur. Justifier votre réponse.

Pour un temps de 2s le disjoncteur ne déclenche pas. $I/I_n = 14,7/6 = 2,45$ on obtient un temps de déclenchement mini $\approx 10s$

- A partir de quelle valeur de courant la partie magnétique du disjoncteur est-elle susceptible de réagir? Justifier la réponse.

$t=2s$ donne une valeur $I/I_n=5$. la partie magnétique réagit pour $I=5 \times 6A$ donc $I=30A$.



Courbe C

BTS Assistance Technique d'Ingénieur	Code : ATVPM-NC	Session 2019	CORR
EPREUVE U42	Durée : 3 h	Coefficient : 3	Page DR12/13

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

