**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 :Partie D :  | 70 min20 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 |  |  |  |  |  |  |  |  |

**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

**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 β=0° à β=90°) : 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**).

|  |
| --- |
| **αtotal = 180°**  |

**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 **ωmanivelle/bâti (t)** évolue suivant 3 phases :

* **phase 1** : une phase d’accélération constante pendant **0,5 s**
* **phase 2** : une phase à vitesse **ω0** constante (**ωmanivelle/bâti** = **ω0**)
* **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.

|  |
| --- |
| **ω0** |

**Question A-4**

Afin de respecter le cahier des charges, il est nécessaire d’obtenir une vitesse angulaire **ω0** suffisante.

La question A-2 donne l’angle total **αtotal** 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 :

**αtotal = αphase\_1+ αphase\_2 + αphase\_3**

La question A-4 a pour objectif de déterminer la vitesse **ω0** minimale recherchée. Pour cela, on exprimera pour chaque phase l’angle total parcouru en fonction de **ω0.**

**Question A-4-1**

Indiquer le type de mouvement correspondant à la phase 1. Ecrire les équations de mouvement correspondantes.

Exprimer l’angle **αphase\_1** en fonction de **ω0**.

|  |
| --- |
|  Accélération de 0 à ω0 en 0,5s **αphase\_1 = ½ (ω0\*0,5)= 0,25 ω0** |

**Question A-4-2**

Indiquer le type de mouvement correspondant à la phase 2. Ecrire l’équation de mouvement correspondante.

Exprimer l’angle **αphase\_2** en fonction de **ω0**.

|  |
| --- |
|  vitesse constante : **ω0**pendant 1,5 secondes**αphase\_2 = 1,5 ω0**  |

**Question A-4-3**

Exprimer l’angle **α** parcouru pendant la **phase 3** **en fonction de ω0**.

|  |
| --- |
| **αphase\_3 = 0,25 ω0**  |

**Question A-4-4**

Exprimer l’angle **αtotal** en fonction de **ω0**

En utilisant le résultat de la question A-2, déduire la valeur **ω0** **(exprimer votre résultat en rad/s).**

|  |
| --- |
| **αtotal = 2 ω0 =180°****ω0= 90°/s = 1,57 rad/s** |

**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 **ωm** en **rad/s** puis **Nm en tr/min**.

Rappel : **ωmanivelle/bâti** = **ω0 On prendra ω0 = 1,57 rad/s**.

|  |
| --- |
| **Réducteur :NMRV050 HA 31 FA60 PAM** rapport de réduction : 60**ωm = ω0 \*60 = 94,2 rad/s****Nm = ωm/ (2π/60) = 900 tr/min** |

**Partie B- Vérification de la résistance mécanique 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 **t0** pour lequel l’accélération est maximale (**l’accélération doit être positive**).

|  |
| --- |
| **t0 = 0,45 s (ou 0,5s accepté)**  |

**Question B-2**

Relever alors sur la figure 4 du DT6, la position angulaire **β0**du magasin correspondante à l’instant **t0** relevé à la question B-1.

|  |
| --- |
| **β0= 2° ou 3° accepté** |

**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.

|  |
| --- |
| **β = 3° proche de la valeur trouvée sur la fig 4**  |



**Echelle proposée 10mm ⟷ 100N**

α

β=3°

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

A

**G**

$$\vec{x}$$

$$\vec{y}$$

Ensemble moto-réducteur non représenté

B

C

O

**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 m/s².
* 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 $\vec{A\_{(magasin\rightarrow bielle)}}$

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

|  |
| --- |
| $\left‖\vec{P}\right‖$**= M \* g =400 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 : $\vec{A\_{(bielle\rightarrow magasin)}}$ et $\vec{C\_{(bâti\rightarrow magasin)}}$ (liaison pivot en C) et enfin écrire ci-dessous les normes trouvées.

|  |
| --- |
| **Résolution graphique : Echelle proposée 10mm ⟷ 100N.****Nombre d’actions mécaniques : 3 en C, A, G**$\left‖\vec{A\_{(bielle\rightarrow magasin)}}\right‖$ **= 769 N**$\left‖\vec{C\_{(bâti\rightarrow magasin)}}\right‖$ **= 730 N** |

**Question B-7**

Sachant que la section de la bielle est hexagonale de côté, **a = 8 mm**, calculer son moment quadratique (voir DT7).

|  |
| --- |
| **IGz = 0,06 \* 84 = 245,76 mm4** |

**Question B-8**

Quels que soient les résultats précédents, on considérera $\left‖\vec{A\_{(bielle\rightarrow magasin)}}\right‖=750 N.$

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 mm (2 articulations)****Fc = 3960 N****Conclusion : Effort total = 750 + 77 = 827 N < 3960 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.

**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 kW, **=** In=3,3 A, Cn = 1,61 Nm**=** Nn = 6000 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 :

* **Pnominal = 620 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 |

**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 de14,7 A, il sera alimenté en 230v monophaséDrivert - 1000Alimentation 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.*

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 |

**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/In = 14,7/6 = 2,45 on obtient un temps de déclenchement mini ≈ 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/In=5. la partie magnétique réagit pour I=5x6A donc I=30A.

Courbe C

Connecteur moteur

Réf couple

analogique

-10V+10V

Réf vitesse

analogique

-10V +10V

9 +cos

6 –cos

2 + sin

3 + sin

4 E-

5 E +

8 – PTC

7 + PTC

% Q3 .2

% Q3 .1

2

3

9

6

5

4

8

7

477

45

43

41

29

27

25

23

21

9

7

5

3

1

1

48

46

44

42

30

28

26

24

22

10

8

6

4

2

Variateur mini motor

J2

J1E et J1F

J1C et J1D

J1A et J1B

J3B

J3A

55

53

514

49

39

37

35

334

31

19

17

15

13

114

20

18

16

14

12

R1

R2

-B

+B

W2

V

U

L2

PE

L1

56

 54

52

504

40

38

36

34

324

FLT1 Filtre

L2 L1

L N

PE

Frein

-

+

W V U

M1

Gnd

N

Ph