Correction UPSTI – CCP 2018 – TSI

Etude d’une machine de microfraisage par électro-érosion

# Partie 1 : présentation et analyse du système

# Partie 2 :Détermination des spécifications du système de débobinage/récupération pour le respect de l’exigence 1.1

Q1. A l’aide des caractéristiques indiquées, on a :

Conductibilité électrique 20% IACS

Résistance à la traction > 500 N.mm-2,

Pas de Nickel ni de Plomb

A l’aide du document 2, on peut sélectionner CuZn30 et CuZn36. Le moins cher étant le CuZn36, c’est celui qu’il faut choisir.

Q2. Vitesse de rotation de la bobine de débobinage : ωdeb

La vitesse du fil est constante : vfil  or le diamètre de la bobine de débobinage varie entre Ddebvide (bobine vide) et Ddebpleine (bobine pleine).

 donc 

A.N.  et 

Q3. Vitesse de rotation du moteur

 d’où 

A.N.  et 

Remarque : Le signe du rapport de réduction a été ignoré, car les calculs sont faits en norme.

Q4. Couple moteur

 d’où 



Q5. Couple moteur minimum et maximum



A.N. 

Q6. Moteur 2232 024 SR

Sa puissance utile est de 8,68 W et celle nécessaire est de .

Cette dernière est largement inférieure à celle fournie par le moteur.

De plus sa vitesse nominale est  soit inférieure à celle nécessaire.

Le couple moteur nominal est inférieur au couple moteur déterminé à la question 5. Il aurait mieux valu augmenter le rapport du réducteur épicycloïdal puisque la vitesse de rotation nominale est très supérieure à la vitesse de rotation d’utilisation.

Q7. Température maximale de l’induit : 125 °C (Tableau 1)

Q8. Équation du moteur :



Q9.  en tenant compte du couple de frottement sec donné dans le tableau 1.

 et ainsi les pertes Joule 

Q10. Température du bobinage de l’induit, Tbobinage

Par l’application de la loi d’Ohm thermique, on a :  soit :



A.N. 

Q11. La température n’excède pas les 125°C max. Le moteur convient.

Q12. A partir des questions Q2 et Q3, on a besoin de faire varier la vitesse du moteur.

Cela est possible par l’emploi d’un hacheur 1 quadrant minimum.

Ce variateur SC 2402 propose 2 quadrants (donc compatible) :

 compatible avec les données du moteur 

A partir des données calculées précédemment :  (valeur compatible avec le variateur).

Q13. Le variateur décrit fonctionne dans les 4 quadrants. Il faut donc un hacheur en pont. Le fonctionnement est bipolaire.

Q14. Par lecture des chronogrammes (figure 9), on a :

La période T est de 42μs, ainsi  et 

Q15. Par  et 

 et donc 

Q16. Ondulation en courant 

 et donc .

Cette variation entraine des variations de vitesse dans la commande (TMD).

Q17. Identification de la fonction de transfert :

On reconnait une fonction du premier ordre de la forme :  où :

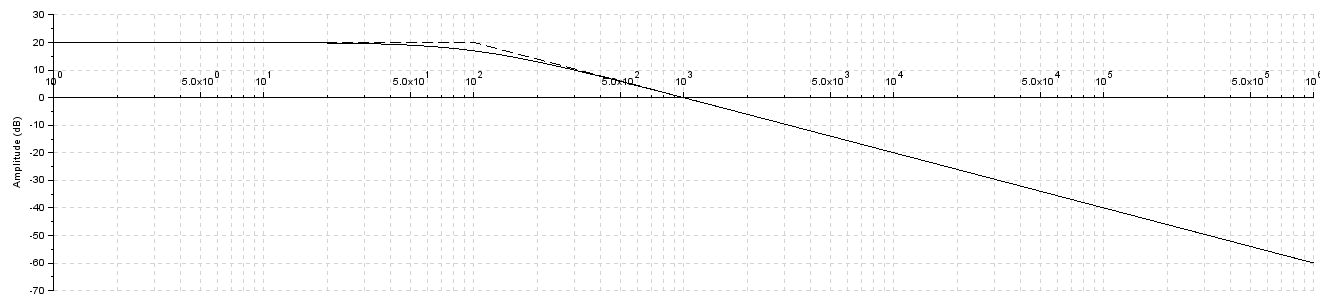
K est calculé à partir de la vitesse de rotation en régime permanent 

Et est le temps nécessaire pour atteindre 63% de la Valeur finale de , soit 75,6 rd/s

On obtient .

Q18. 

Q19. Diagramme de Bode du gain



Q20. Pulsation des trois composantes (la fondamentale et les deux premières harmoniques)

Les trois composantes de tension ont pour fréquence celle du signal figure 9, soit 23,8 kHz. Donc :



Q21. Par lecture du diagramme de Bode de la question Q19



|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Pulsation |  |  | Vitesse de rotation en |
| 0 | 20 dB | 10 |  |
|  | -43 dB | 0,0067 |  |
|  | -50 dB | 0,0033 |  |
|  | -53 dB | 0,0022 |  |

Q22. Variation de vitesse



Conclusion : Valeur inférieure à celle indiquée (< 1%) p10. L’ondulation de vitesse maximale est respectée, il n’est pas nécessaire de mettre en place une boucle d’asservissement.

# Partie 3 : Variation de l’exigence 1.1.1 – Contrôle de la vitesse et de la tension du fil

Q23. Ecriture des deux équations :

 en utilisant ce résultat dans les équations (7) et (8) et par identification avec les équations (9) et (10), on trouve .

Q24. Les fonctions de transfert :

On suppose que les conditions d’Heaviside sont nulles : ;; et .

A partir de l’équation (11) et en utilisant la transformée de Laplace :



On retrouve 

De la même façon, à partir de l’équation (12) :







Par identification on a : 

Q25. A l’aide du diagramme de Bode (p5/9) :

Le gain statique K2 est lisible lorsque la fréquence est faible on peut lire 8 dB. Ainsi



Q26. A l’aide des suppositions : 

On a à la pulsation de résonnance :

* 
* Un gain de 40dB, soit 

Q27. La seconde pulsation de cassure a lieu lorsque le déphasage est égal à -135°. En outre on sait que . Soit par lecture du diagramme de phase : .

Q28. Boucle d’asservissement : 

Boucle interne  d’où 



Q29. A l’aide du document 6, on lit :

* La valeur finale = 0,87N donc à -5% on a tr = 14ms.
* 
* Le premier dépassement relatif 

Q30. Performance :

Le premier dépassement et le temps de réponse sont inférieurs aux valeurs limites.

Seule l’erreur statique est trop importante. L’ajout d’un correcteur proportionnel suffirait à réduire cette erreur dans la limite imposée. Une autre solution serait l’ajout d’un correcteur Proportionnel Intégral pour annuler cette erreur.

Q31. Marge de phase et de gain :

Par lecture du document 7, on a 

Ceci est conforme au cahier des charges.

# Partie 4 : Détermination des caractéristiques de la motorisation afin de respecter l’exigence 1.1.2

Q32. Expression du couple résistant :

En isolant le système DBB + 1 + 2 : Seule la pesanteur agit donc la puissance des forces extérieures en phase de descente :



 Le signe varie selon le sens du mouvement (- si phase de montée () et + sinon, ()).

Remarque : En prenant en compte les rendements décrient dans le sujet :

En phase de descente, or

D’où

Remarque 2 : On trouve déjà le résultat de la question 44 où lorsque le système n’est pas en fonctionnement, . D’où .

Q33. Expression du rapport de réduction d’un étage :

Les étages sont en cascade donc 

Q34. Expression les rapports de réduction d’un étage :

Q35. Expression les rapports de réduction du train épicycloïdal :

 (car 3 est fixe par rapport à 0) et 

ainsi  

A.N. 

Q36. Energie cinétique de l’étage 1 :



Q37. Vitesse du point I :

 donc 

 donc 

 donc 

Relation de composition des vitesses 

Donc la condition de roulement sans glissement donne :  soit  ou en utilisant  



Sachant que , alors d’où 

On obtient ainsi : 



Q38. Energie cinétique de l’étage 1 :



Q39. Application numérique :





Q40. Conclusion :

L’inertie du moteur indiquée est J=3,8 g.cm² = 380.10-9 kg.m².

L’inertie du réducteur est négligeable devant celle du moteur, d’où le choix de la société de ne pas la donner dans sa documentation technique.

Q41. Torseur équivalent des actions mécaniques du pignon sur l’ensemble DBB au point I1 :



Q42. Expression de Tpc :

On isole le solide Moteur+Réducteur+Pignon (mrp) :

couple exercé par le moteur sur le pignon vaut :

effort exercé par l’ensemble DBB : -

En déplaçant les moments :

Le TMS en O selon  :

-

Autre solution (en puissance voir Q32) :

Or est la vitesse de rotation de la poulie et la vitesse de rotation du moteur.

Donc

Q43. BAME sur le système DBB :

La pesanteur en G1: 

La liaison glissière en O1 : 

Et 

Q44. En appliquant le TRS selon :

 et donc  (le pignon (de rayon Rp) est le pignon 7 sur la figure 15).

Q45. Application numérique :

 et donc 

Q46. Type de sollicitation : flexion simple

Q47. Les composantes non nulles sont l’effort tranchant selon  et le moment de flexion autour de .

Q48. Torseur de cohésion

1 seul tronçon : on peut calculer le torseur de cohésion sur la partie avale (tête de la dent en A) :  donc 

Q49. Diagramme des efforts

Ty(x)

x

h



Mfz(x)

x



h

Q50. Le moment de flexion est maximal pour x= 0 et donc 

Q51. Etant donné la répartition de la contrainte normale de flexion, celle-ci est maximale pour  et donc



Q52. Valeur minimale du module admissible :

 donc 

A.N. 

Q53. Conclusion : le module choisi est supérieur à cette valeur. Il peut donc supporter une plus grande charge. Le pignon est correctement dimensionné.

Q54. L’équation du moteur est . Je suppose que .

Donc 



Q55. 



Q56. 

Donc pour  

Le cahier des charges est respecté.

Q57. Nombre de points du codeur

Lorsque le système DBB se déplace de 0,1mm, le pignon a tourné  et le moteur de . Il faut donc être capable de mesurer 0,033ième de tour. Le codeur devra donc disposer d’au moins 31 points / tour.

Q58. Le codeur à choisir : Ils conviennent tous, puisqu’ils fournissent au minimum 50 impulsions par tour. On choisit le IE2-50

Vérification de la fréquence : on a une vitesse de 2000 tr/min soit tr/s. Et comme chaque tour délivre N impulsions, la fréquence du signal sur les sorties A ou B est de : . Cette valeur est en deçà de la fréquence maximale admissible par la carte contrôleur de mouvement.

Q59. Longueur d’une trame Bus CAN :

A l’aide du document 8, on a :

|  |  |
| --- | --- |
| Champs | Nb de bits |
| SOF | 1 |
| Identificateur | 11 |
| RTR | 1 |
| Commande | 6 |
| Données | 8 \* 8 = 64 |
| CRC | 16 |
| ACK | 2 |
| EOF | 7 |
| Total | 108 bits |

Q60. Durée d’une trame Bus CAN :

1 bit dure 8 μs. Le débit binaire est .

Et la trame nécessite 

Cette trame peut donc être transmise en moins de 1ms.

Q61. Champs identificateur :

Le code de la fonction est 00012

L’adresse du nœud est : 00001102

Q62. Cela donne (000 1000 0110)2 soit (0 85)16. Cet identificateur indique bien un message d’urgence.

Q63 et Q64.

Les deux propositions, pages suivantes, répondent au cahier des charges. La solution à base de clavette permet de transmettre un couple plus important que celle à base de vis de pression.

