Concours Centrale-Supélec, France

Session 2004, filière TSI

Sciences industrielles 2

Ce que traite le sujet

- Partie I : comparaison du temps de travail entre usinage traditionnel et UGV
- Partie II : grandeurs électriques du moteur de broche au point nominal
- Partie III : caractéristiques mécaniques du moteur alimenté par son variateur

Sujet reproduit sans retouche à partir de la page suivante.

Résumé des parties, chapitres de cours liés et autres années :
prepahelp.com/annales/centrale/tsi/2004/si2

Prepa Help ne revendique aucun droit sur le sujet, propriété de l'organisateur du concours.

SCIENCES INDUSTRIELLES POUR L'INGÉNIEUR II

Présentation de la fraiseuse DMU ev50

La firme Deckel-Maho Gildmeister commercialise la fraiseuse cinq axes, DMU ev50, pour l'usinage grande vitesse (UGV). Les caractéristique principales de la machine sont les suivantes :



Figure 1 : vue de la fraiseuse DMU ev50, sans ses carters de protection

Broche verticale - puissance 15 kW - Gamme de vitesse : 20 $tr \cdot min^{-1}$ à 18000 $tr \cdot min^{-1}$

Table montée sur banc fixe, dimensions : 800 mm × 440 mm

L'axe $+C'$ (voir fig.2) permet à la table de tourner d'un angle compris entre 0° et 360°.

L'axe $+B'$ (voir fig. 2) permet à la table de pivoter d'un angle compris entre 0° et 180°. L'axe de pivotement est incliné de 45° par rapport à la verticale.

La charge maximale admissible sur la table est de 200 kg.

Axes linéaires :

Avance de travail : 0 à 20 $m \cdot min^{-1}$; vitesse rapide : 50 $m \cdot min^{-1}$.

Filière TSI

X : Course : 500 mm ; poussée maxi : 5000 N

Y : Course : 420 mm ; poussée maxi : 5000 N

Z : Course : 380 mm ; poussée maxi : 6000 N

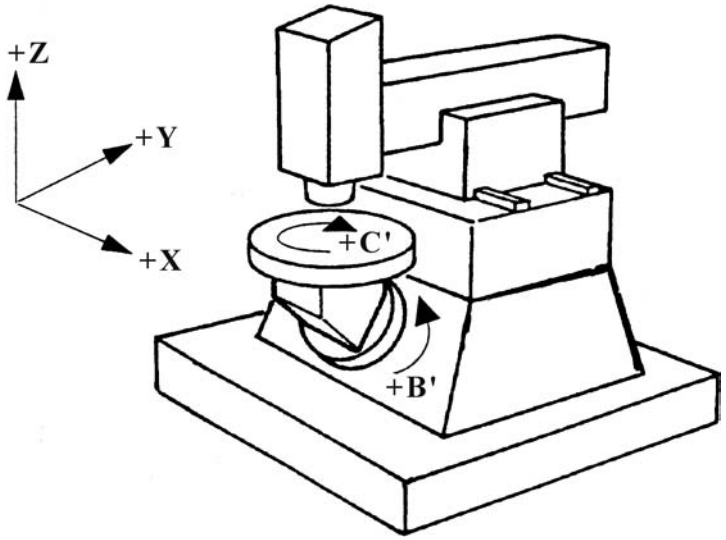


Figure 2 : définition des axes numériques

Usinage Grande Vitesse (UGV)

Principe : Cette technologie consiste à augmenter notablement les vitesses de coupe (de 5 à 10 fois supérieures aux valeurs traditionnelles) et de rotation de l'outil (de 10000 à 100000 $tr \cdot min^{-1}$) de manière à privilégier l'enlèvement de matière par de fortes avances et des profondeurs de coupe plus faibles. Cette méthode d'usinage permet, suivant les cas, de réduire les temps d'usinage ou d'améliorer l'état de surface de la pièce usinée.

Avantage : L'**UGV** apporte une solution au problème posé par l'usinage conventionnel qui peut modifier les caractéristiques mécaniques des matériaux usinés. En effet, on observe un durcissement de la surface par l'écrouissage du métal

pendant la formation du copeau et le transfert de chaleur occasionné par l'effort de coupe peut engendrer des modifications structurales superficielles. En **UGV**, la chaleur produite par le cisaillement du copeau est évacuée presque intégralement par un copeau court et fortement fragmenté qui est rapidement évacué de l'arête de coupe et de la zone d'usinage. Il n'occasionne donc pas de transfert de chaleur et la surface usinée reste froide. Avec l'**UGV**, la qualité des surfaces usinées est améliorée. Les efforts de coupe, plus faibles qu'en usinage conventionnel du fait de la limitation de la profondeur de passe, permettent une réduction voire l'élimination de la déformation des pièces. Ceci permet l'usinage de parois minces, la réduction de la flexion des outils donc l'amélioration de leur durée de vie. L'**UGV** permet de bénéficier d'une réduction des coûts de production grâce à l'importante diminution des temps de coupe. Elle peut atteindre 25 % dans le cas de pièces uniques, 35 à 40 % dans le cas de petites séries et 50 % pour les grandes séries. Cette technique d'usinage est très utilisée par les moulistes et les outilleurs.

Objet de l'étude

Le sujet qui vous est proposé a pour objet l'étude de la motorisation de la broche. Cette broche est entraînée directement (sans réducteur) par un moteur asynchrone triphasé. Le schéma de principe de la commande à vitesse variable de ce moteur est fourni en Annexe 1. Les grandeurs commandées sont la vitesse et le courant en ligne absorbé par le moteur. L'efficacité de cette commande nécessite le contrôle, donc la mesure d'un certain nombre de paramètres : position et vitesse du rotor, courants statoriques. La qualité des informations issues de ces capteurs est prépondérante.

Le sujet comporte quatre parties indépendantes. Il est cependant conseillé de lire l'ensemble du sujet avant de composer.

Première partie : Comparer usinage conventionnel et usinage grande vitesse du point de vue du temps d'usinage.

Deuxième partie : Déterminer les caractéristiques électriques du moteur de broche au point nominal et détermination du paramètre $\boldsymbol{R}_2$ du schéma équivalent.

Troisième partie : Déterminer les propriétés mécaniques et électriques du moteur de broche, alimenté à fréquence variable par le variateur de vitesse.

Quatrième partie : Déterminer les caractéristiques (gamme de mesure) et les performances (erreur statique, bande passante) du capteur de courant. Améliorer la précision statique du capteur.

Partie I - Comparaison du temps de travail entre usinage traditionnel et UGV

Pour effectuer cette comparaison, on choisit de déterminer les temps d'usinage lors de la phase de finition d'une surface plane de ($80\ \text{mm} \times 200\ \text{mm}$). Cette phase d'usinage est une opération incluse dans la réalisation d'une pièce complexe. Le matériau usiné est un alliage d'aluminium de dénomination $AlCu4Mg$.

.

a_p	profondeur de passe	f_z	avance par dent
a_e	largeur de passe	z	nombre de dents de la fraise
V_c	vitesse de coupe	N	fréquence de rotation de la broche, exprimée en $\text{tr} \cdot \text{mn}^{-1}$
V_f	vitesse d'avance	S_u	aire de la surface à usiner
Q_v	le débit de copeau	L	longueur de la pièce à usiner
d_1	le diamètre de la fraise	T_u	temps d'usinage

L'outillage retenu et les conditions de coupe sont les suivants :

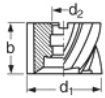
- **Usinage conventionnel** :

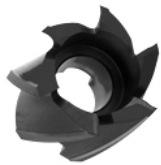
$$a_p = 0,5\ \text{mm}\ ;\ V_c = 200\ \text{m} \cdot \text{min}^{-1}\ ;\ f_z = 0,067\ \text{mm}\ ;\ a_e = 80\ \text{mm}.$$

Fraises 2 tailles en bout D9143TCN

Utilisation: Fraisage des matières de faible à moyenne résistance.
Avec revêtement TiCN permettant l'augmentation de la vitesse de coupe et de la durée de vie.
Particularités: Avec alésage et rainure transversale selon DIN 138.

DIN 1880 | N | $\lambda = 30°$ $\gamma = 12°$ | HSS-E Co8 | TCN





	d_1 mm js16	Nombre de dents	b k16	d_2 mm H7	Code de commande D9143TCN...
	100	12	50	32	...*100

Figure 3 : documentation usinage conventionnel

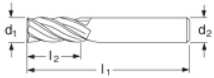
- **Usinage Grande Vitesse** :

$$a_p = 0,5 \text{ mm} \ ; \ V_c = 1000 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1} \ ; \ f_z = 0,18 \text{ mm} \ ; \ a_c = 10 \text{ mm}.$$

Fraises 3 dents en carbure monobloc 45° série longue D2474TCN

Utilisation: Fraisage de finition et rainurage dans les matières à copeaux longs, même de plus haute résistance et d'usinabilité difficile(aciers jusqu'à env. 1300 N/mm^2, aciers inoxydables, alliages d'aluminium, de cuivre, de titane, alliages à base de Ni-CO). *Avec revêtement TiCN permettant l'augmentation de la vitesse de coupe et de la durée de vie. Convient spécialement pour l'usinage à sec de l'acier et de la fonte.*

DIN 6527L A | N45 | $\lambda = 45°$ $\gamma = 12°$ | K30F | TCN | Z=3 | DIN6535 HA





d_1 mm h10	Nombre de dents	l_1 mm	l_2 mm	d_2 mm h6	Code de commande D2474TCN...
18	3	92	26	18	...*18

Figure 4 : documentation usinage grande vitesse

La fraise étant d'un diamètre inférieur à la largeur de la surface à usiner, il est nécessaire de faire plusieurs passages. En général, on choisit une trajectoire en colimaçon, l'usinage se fait en partant de l'extérieur pour finir au centre de la pièce. Les changements de directions se font en suivant des arcs de cercle afin de garder une section de copeau constante. Le faible diamètre de l'outil offre la possibilité d'effectuer d'autres opérations (rainurage par exemple) sur la même pièce sans changer d'outil, d'où un gain de temps.

I.A - Détermination des relations liant les grandeurs de coupe lors d'un usinage

Pour l'établissement des formules littérales, la fréquence de rotation N est exprimée en $\text{tr} \cdot \text{min}^{-1}$, les autres grandeurs sont exprimées dans les unités légales.

I.A.1) Exprimer N en fonction de d_1 et V_c.

I.A.2) Exprimer V_f en fonction de z, f_z et N.

I.A.3) Exprimer Q_v en fonction de a_p, a_e et V_f.

I.B - Comparaison des temps de coupe

I.B.1) Calculer N, V_f, Q_v pour chacun des types d'usinage retenu.

I.B.2) Vérifier que la fraiseuse étudiée a les possibilités d'effectuer cette opération d'usinage grande vitesse.

I.B.3) *Usinage conventionnel* : on considère que l'usinage est terminé lorsque la fraise est totalement sortie de la surface à usiner ; justifier la relation :

$$T_u = \frac{(L + d_1)}{V_f}.$$

Usinage grande vitesse : justifier la relation approchée

$$T_u = \frac{S_u \cdot a_p}{Q_v}.$$

Calculer ces deux temps d'usinage et conclure.

I.C - Calcul du temps de changement d'outil

En usinage grande vitesse, le temps de changement d'outil n'est pas une grandeur négligeable. Pour limiter le nombre de démarrage, on utilise le plus possible, le même outil pour les différentes phases d'usinage de la pièce. Le temps de changement d'outil se décompose en trois temps T_a, T_c et T_d.

T_a	temps nécessaire à la broche pour s'arrêter	Soit :	N	fréquence de rotation de la broche en $\text{tr} \cdot \text{min}^{-1}$
T_c	temps nécessaire au changement automatique d'outil		C_m	couple moteur en Nm
T_d	temps nécessaire à la broche pour redémarrer		J	moment d'inertie des parties tournantes (broche + porte-outil + outil)
Tous les frottements sont négligés.				

Le démarrage de la broche s'effectue en deux phases :

- Première phase : $0 \leq N \leq 2800 \text{ tr} \cdot \text{min}^{-1}$: $C_m = 120$ Nm
- Deuxième phase : $2800 \text{ tr} \cdot \text{min}^{-1} \leq N \leq 18000 \text{ tr} \cdot \text{min}^{-1}$: $C_m = -7 \cdot 10^{-3} N + 140$

Le temps de la première phase (110 ms) est négligeable devant le temps T_d de la seconde phase. On considérera donc que à l'instant initial $t = 0$, la fréquence de rotation de la broche est $N_0 = 2800 \text{ tr} \cdot \text{min}^{-1}$.

I.C.1) Établir l'équation différentielle qui décrit le comportement de la grandeur N au cours de la deuxième phase du démarrage.

I.C.2) Résoudre cette équation pour $J = 0,05 \text{ kg} \cdot \text{m}^2$. Donner l'allure de la courbe $N = f(t)$.

I.C.3) Calculer le temps T_d, temps mis par la broche pour passer de $2800 \text{ tr} \cdot \text{min}^{-1}$ à $18000 \text{ tr} \cdot \text{min}^{-1}$.

I.C.4) On estime que $T_a = T_d$ et que $T_c = 10$ s. Calculer le temps total nécessaire à la mise en place d'un nouvel outil. Conclure.

Relevé de la plaque signalétique du moteur de broche

La documentation technique de la machine a permis de relever les grandeurs nominales suivantes :

Le moteur est un moteur asynchrone triphasé à rotor en court-circuit.

Couple utile nominal :	$C_{un} = 87$ Nm
Tension d'alimentation composée, efficace, nominale :	$U_n = 418$ V
Fréquence nominale des courants statoriques :	$f_n = 97,5$ Hz
Fréquence de rotation nominale :	$N_n = 2800 \text{ tr} \cdot \text{min}^{-1}$
Couplage de la machine :	Étoile

Modélisation d'une phase du moteur de broche

Le modèle équivalent par phase de la machine est donnée ci-dessous :

Notation : on note $\underline{G}$, le nombre complexe associé à la grandeur sinusoïdale $g(t)$ et G sa valeur efficace.

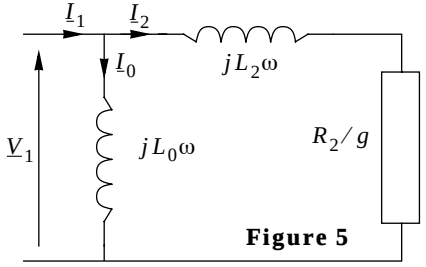


Figure 5

L_0 est l'inductance d'une phase statorique

L_2 est l'inductance de fuite d'une phase rotor ramenée au stator

R_2 est la résistance d'une phase rotorique, ramenée au stator

g est le glissement

$\omega = 2 \cdot \pi \cdot f$ est la pulsation des courants statoriques

On posera $X_2 = L_2\omega$ et $X_0 = L_0\omega$. Des essais ont permis de déterminer les valeurs de L_0 et L_2 : $L_0 = 16,6$ mH ; $L_2 = 1,3$ mH.

Toutes les pertes de la machine sont négligées, exceptées les pertes Joules rotoriques.

Partie II - Détermination des grandeurs électriques du moteur de broche au point nominal. Identification au modèle

Dans cette partie la machine asynchrone est alimentée par un système triphasé équilibré de tensions sinusoïdales de valeurs efficaces $U_1 = U_n = 418\,\text{V}$ et de fréquence $f = f_n = 97,5\,\text{Hz}$. On utilise le modèle équivalent par phase de la figure 5.

II.A - Calcul des grandeurs nominales du moteur

Pour une utilisation au point nominal de la machine, déterminer les grandeurs suivantes :

- Le nombre de paires de pôles p de la machine.
- La fréquence de rotation N_s, exprimée en $\text{tr} \cdot \text{min}^{-1}$ du champ statorique.
- Le glissement nominal g_n.
- La puissance P_n transmise au rotor.
- Les pertes Joules rotoriques P_{jn}.
- La puissance utile P_{un} fournie par le moteur.
- Le rendement η du moteur.

II.B - Détermination de l'expression du courant moteur

Déterminer l'expression de la valeur efficace I_2 du courant $i_2(t)$ en fonction de V_1, X_2, R_2 et g.

II.C - Détermination de l'expression de la puissance transmise

Déterminer l'expression de la puissance transmise au rotor P_{tr} en fonction de V_1, X_2, R_2 et g.

II.D - Détermination de l'expression du couple utile

II.D.1) Déterminer l'expression du couple utile C_u en fonction de V_1, X_2, R_2, g, f et p.

II.D.2) Simplifier l'expression précédente si le terme $g^2 \cdot X_2^2$ est négligeable devant R_2^2.

II.E - Calcul de la résistance R_2

À l'aide de l'expression trouvée au II.D.2, de la valeur du glissement nominal (question II.A), et de la valeur fournie par le constructeur pour le couple nominal. Calculer la valeur numérique de R_2.

II.F - Calcul des intensités et des puissances nominales

II.F.1) Calculer I_{2n} et I_0 à partir du schéma de la figure 5 (sans approximation).

II.F.2) Calculer la puissance active P_a, consommée par la machine au point de fonctionnement nominal.

II.F.3) Calculer la puissance réactive Q_a consommée par la machine au point de fonctionnement nominal.

II.F.4) Calculer l'intensité efficace I_1 du courant en ligne, ainsi que le facteur de puissance de la machine pour le point de fonctionnement nominal.

Partie III - Détermination des caractéristiques mécaniques du moteur de broche, alimenté par son variateur

Afin de faire varier la fréquence de rotation de la broche, on alimente le moteur à l'aide de tensions triphasées de fréquence f variable. Nous supposons que ces tensions forment un système triphasé équilibré de tensions sinusoïdales.

V_1 : tension efficace aux bornes d'une phase,

g : glissement du moteur,

f : fréquence des tensions d'alimentation,

p : nombre de paires de pôles de la machine.

Le modèle d'une phase statorique est toujours celui de la figure 5. On donne la valeur de $R_2 = 0,3\Omega$.

III.A - Choix de la loi $\frac{V_1}{f}$

III.A.1) Quelle relation doit-on conserver entre V_1 et f afin de conserver le courant I_0 constant ? Quel est le rôle du courant $i_0(t)$?

III.A.2) Exprimer g en fonction de f, f_r (fréquence de rotation du rotor exprimée en Hz ou $\text{tr}\cdot\text{s}^{-1}$) et p (nombre de paires de pôles de la machine). On pose $\Delta f = f - pf_r$. Exprimer g en fonction de Δf et f.

III.A.3) À partir du modèle de la figure 5, montrer que lorsque le rapport $K = \frac{V_1}{f}$ reste constant, la grandeur I_2, ne dépend que de Δf. Quelle est la condition nécessaire pour que l'on puisse écrire $I_2 = K \cdot \frac{\Delta f}{R_2}$?

On suppose cette condition réalisée pour les questions qui suivent.

III.B - Détermination de l'expression du couple utile C_u

III.B.1) Montrer que le couple C_u est proportionnel à KI_2. Calculer ce coefficient de proportionnalité. Pour la suite, on posera : $C_u = 0,95 \cdot \mathrm{K} \cdot \mathrm{I}_2$.

III.C - Détermination des caractéristiques mécaniques de la broche

La machine est alimentée de la façon suivante :

- Couplage Étoile.
- Première plage de variation de fréquence : le rapport K reste constant pour f variant de $10\ \mathrm{Hz}$ à $97,5\ \mathrm{Hz}$. La valeur de K est celle correspondant au point nominal. $V_1 = 241,5\ \mathrm{V}$, $f = 97,5\ \mathrm{Hz}$.
- Deuxième plage de variation de fréquence $V_1 = 241,5\ \mathrm{V}$ pour f variant de $97,5\ \mathrm{Hz}$ à $627\ \mathrm{Hz}$.

III.C.1) Indiquer en $\mathrm{tr} \cdot \mathrm{min}^{-1}$, la vitesse de synchronisme N_s, qui correspond aux fréquences suivantes des tensions d'alimentation de la machine ; $f = 10\ \mathrm{Hz}$; $f = 97,5\ \mathrm{Hz}$; $f = 627\ \mathrm{Hz}$.

III.C.2) Pour des raisons d'échauffement de la machine on limite le courant I_2 à $I_{2\mathrm{Max}} = 37\ \mathrm{A}$. Pour les deux plages de variation de fréquence, exprimer le couple utile maximun disponible C_{umax} et la puissance maximale absorbée P_{max} (suivant le cas, on donnera soit une valeur numérique, soit une fonction de N_s). Représenter sur le même graphique, les courbes C_{umax} et P_{max} en fonction de N_s. Indiquer les valeurs remarquables de ces deux courbes.

III.D - Synthèse

Pour cette question, on utilise la machine à fréquence de rotation variable et à couple utile C_u fourni constant. $C_u = 10\ \mathrm{Nm}$. On s'intéresse uniquement au régime établi (vitesse constante).

On rappelle $R_2 = 0,3\Omega$, $I_2 = K \cdot \dfrac{\Delta f}{R_2}$ et $C_u = 0,95 \cdot \mathrm{K} \cdot \mathrm{I}_2$.

III.D.1) Pour trois fréquences différentes des courants d'alimentation $f = 10\ \mathrm{Hz}$, $f = 80\ \mathrm{Hz}$, $f = 627\ \mathrm{Hz}$. Déterminer I_2. Déterminer N, la fréquence de rotation de la machine, exprimée en $\mathrm{tr} \cdot \mathrm{min}^{-1}$. Déterminer P_u (puissance utile fournie), P_a (puissance absorbée). La condition nécessaire exprimée au III.A.3 étant remplie, montrer que $i_0(t)$ et $i_2(t)$ sont en quadrature. Déterminer I_0, I_1 et le facteur de puissance de la machine.

III.D.2) Pour f variant de $10\ \mathrm{Hz}$ à $97,5\ \mathrm{Hz}$, si le couple utile demandé est faible, conserver le rapport K constant n'est pas forcément la meilleure solution. On se place dans le cas où la condition nécessaire du III.A.3 est remplie. Exprimer I_1 en fonction de L_0, K et C_u. Déterminer la valeur K_0 en fonction de C_u qui minimise I_1.

A.N. : pour $C_u = 10\ \text{Nm}$ et $C_u = 86\ \text{Nm}$, déterminer K_0 et I_1.

Partie IV - Détermination, des performances du capteur d'intensité à effet Hall

Comme cela a été précisé dans l'introduction, les performances des capteurs ont une grande importance. Cette partie évalue celles des capteurs de courant utilisés et montre comment l'utilisation d'un correcteur permet d'en améliorer la robutesse.

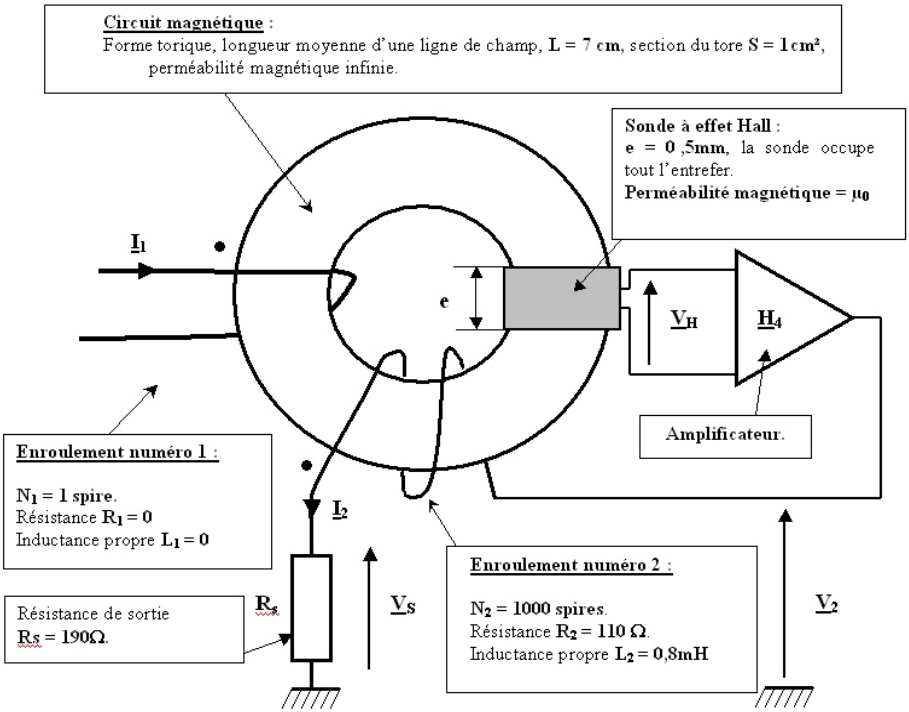


Figure 6 : schéma de principe du capteur

Convention : un courant qui entre par l'extrémité d'un enroulement repérée par le ● crée un flux positif dans le tore (circuit magnétique). Le courant $i_1(t)$ est le courant à mesurer. On suppose que ce courant est sinusoïdal de pulsation ω et de valeur efficace I_1.

L'enroulement numéro 2 est connecté à la résistance de mesure R_s. On suppose que le trajet des lignes de champ ne subit pas de déformation au passage dans l'entrefer.

IV.A - Modélisation du capteur de courant

IV.A.1) Soit $\underline{B}_e$, champ magnétique dans l'entrefer, et $\underline{B}_t$, champ magnétique dans le tore. Donner la relation qui lie $\underline{B}_e$ à $\underline{B}_t$.

IV.A.2) Donner la valeur de l'excitation magnétique $\underline{H}_t$, dans le tore.

IV.A.3) À l'aide du théorème d'Ampère, exprimer le flux magnétique Φ dans le tore, en fonction de e, S, N_1, N_2, $\underline{I}_1$, $\underline{I}_2$ et μ_0.

IV.A.4) On modélise le capteur par le schéma-bloc ci-dessous :

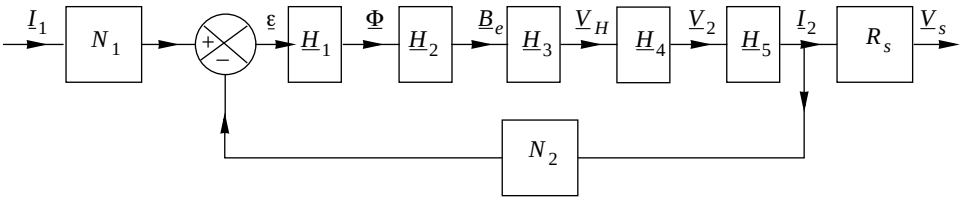


Figure 7 : modélisation du capteur de courant

On donne $\underline{H}_3 = H_3 = 0,5\ \mathrm{V \cdot T^{-1}}$. Exprimer $\underline{H}_1$, $\underline{H}_2$, $\underline{H}_5$ en fonction des données figurant sur le schéma de principe du capteur.

IV.A.5) $\underline{H}_4 = K$, réel positif. Exprimer la fonction de transfert

$$\underline{H} = \frac{\underline{I}_2}{\underline{I}_1} \text{ en fonction de } e,\ N_1,\ N_2,\ \mu_0,\ R_2,\ R_s,\ L_2,\ \omega,\ H_3 \text{ et } K.$$

IV.A.6) Déterminer la valeur de K, qui permet d'obtenir un courant continu $I_2 = 25\ \mathrm{mA}$ pour un courant continu mesuré $I_1 = 100\ \mathrm{A}$.

Calculer alors $\underline{H} = \dfrac{\underline{I}_2}{\underline{I}_1}$.

Pour les questions suivantes, on pose $K = 80$ et $\underline{H} = \dfrac{25 \cdot 10^{-5}}{1 + 2 \cdot 10^{-6} \cdot j\omega}$.

IV.B - Détermination des performances du capteur de courant

IV.B.1) Tracer le diagramme de Bode de gain de la transmittance $\underline{H}$. Indiquer, sur ce diagramme, les valeurs numériques remarquables.

IV.B.2) Le courant $i_1(t)$ est un courant sinusoïdal de fréquence $164\ \mathrm{Hz}$ et de valeur efficace $I_1 = 50\ \mathrm{A}$. Déterminer B_M, la valeur maximale du champ magnétique dans le tore. Quelle sera la valeur efficace maximale du courant I_1 mesurable à l'aide de ce capteur, si on impose un champ magnétique maximal $B_M = 0,2\ \mathrm{T}$?

IV.C - Étude de la robustesse du capteur

IV.C.1) La robustesse est un critère qui caractérise un système asservi, plus un système est robuste, moins les perturbations extérieures influent sur la grandeur de sortie. Étudier l'influence de la température ambiante sur la valeur de I_2.

À la température ambiante de $25°\,\mathrm{C}$, la valeur du paramètre H_3 est $H_3 = 0,5\ \mathrm{V \cdot T^{-1}}$. Lorsque la température varie, on estime que la valeur maximale de

$$\frac{dH_3}{H_3} = \pm 2\,\%.$$

Soit H_0, le gain statique de la fonction de transfert $\underline{H} = \dfrac{\underline{I_2}}{\underline{I_1}}$.

Exprimer $\dfrac{dH_0}{H_0}$ en fonction de H_0, H_3, dH_3, K, N_1, e, μ_0, R_2 et R_s.

Pour un courant continu $I_1 = 100\ \mathrm{A}$, donner la fourchette de valeur dans laquelle sera contenue la grandeur I_2 lorsque la température varie. En déduire les valeurs correspondantes de la valeur finale de ε.

IV.C.2) On remplace, dans la chaîne directe, l'amplificateur de fonction de transfert $\underline{H}_4$ par un correcteur $\underline{H}_c = H_{c0}\left(1 + \dfrac{\omega_i}{j\omega}\right)$.

On donne $\underline{H}_6 = \underline{H}_1 \cdot \underline{H}_2 \cdot \underline{H}_3 \cdot \underline{H}_5 = \dfrac{1}{24 \cdot 10^4 \cdot \left(1 + \dfrac{j\omega}{\omega_6}\right)}$ avec $\omega_6 = 3,75 \cdot 10^5\ \mathrm{rd \cdot s^{-1}}$.

Dans le but de compenser le pôle de la fonction de transfert $\underline{H}_6$, on choisit $\omega_i = \omega_6$.

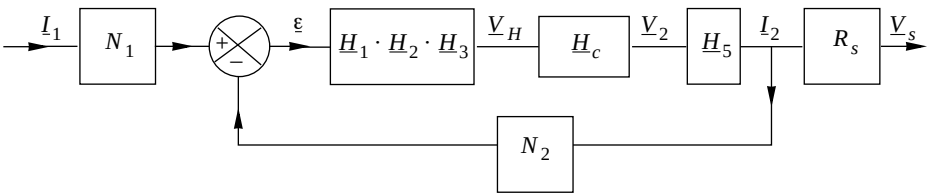


Figure 8 : modélisation du capteur de courant et de son correcteur

Exprimer $\underline{H}_7 = \dfrac{\underline{I}_2}{\underline{I}_1}$. Mettre $\underline{H}_7$ sous la forme $\underline{H}_7 = \dfrac{H_{70}}{1 + \dfrac{j\omega}{\omega_7}}$.

Donner la valeur de H_{70} et l'expression de ω_7 en fonction de H_{c0}. Calculer la valeur de H_{c0} permettant d'obtenir une bande passante à -1 db de 40 kHz.

IV.C.3) Pour un courant continu $I_1 = 100$ A donner la valeur de I_2. En déduire la valeur finale de ε. Quelle sera l'influence de la variation dH_3 sur la valeur finale de ε ? Conclure quant à la robustesse du système.

IV.C.4) La structure suivante permet de réaliser le correcteur.

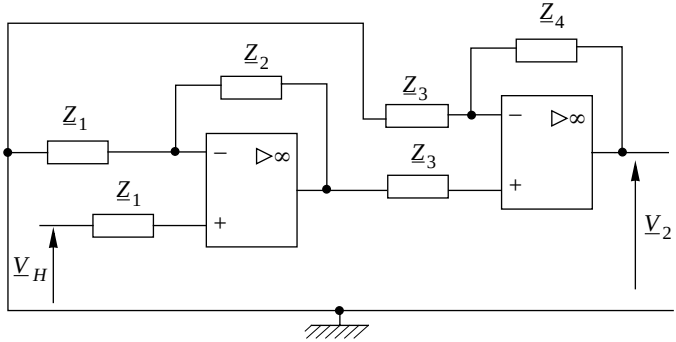


Figure 9 : schéma structurel du correcteur

Déterminer la fonction de transfert $\underline{H}_c$ de ce montage. Quelle est l'impédance d'entrée du correcteur ?

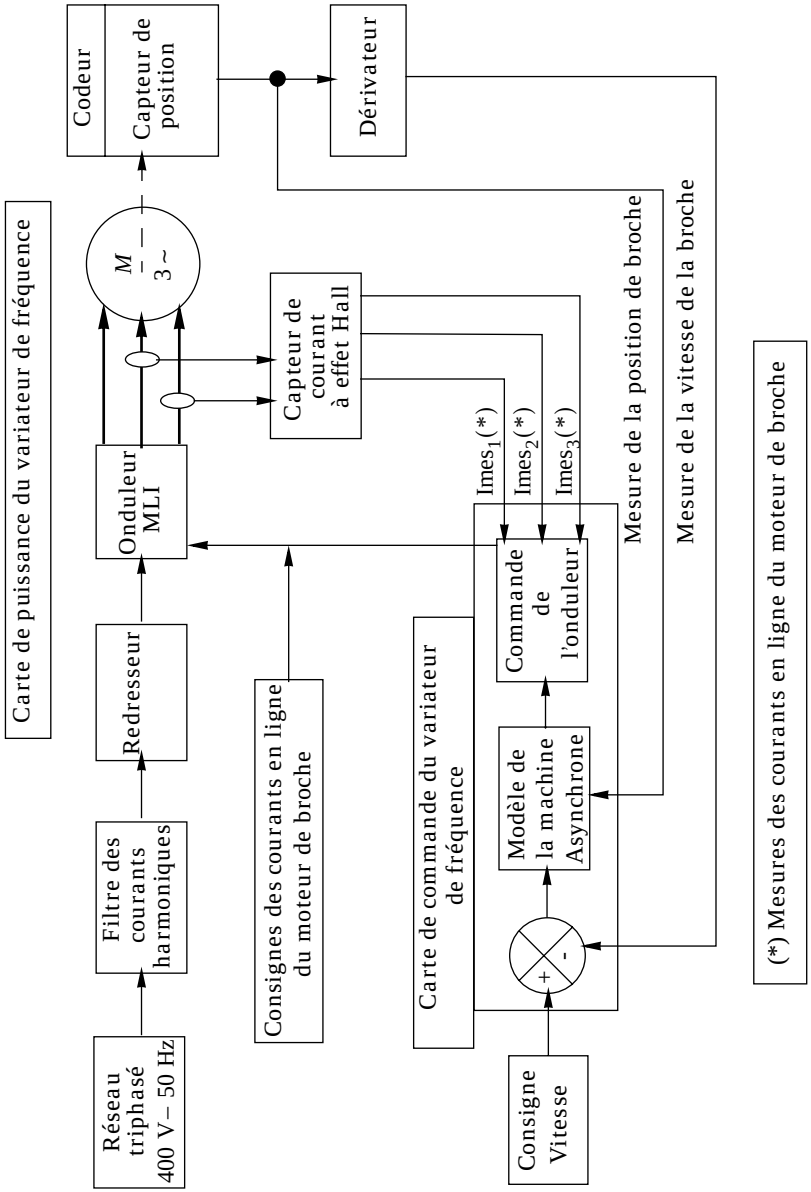
IV.C.5) On rappelle les valeur de la série $E12$:

10 – 12 – 15 – 18 – 22 – 27 – 33 – 39 – 47 – 56 – 68 – 82 .

Déterminer la nature (condensateurs ou résistances) et la valeur (choisie dans la série $E12$) des composants nécessaires à la réalisation du correcteur.

••• FIN •••

Annexe 1


Réseau triphasé 400 V – 50 Hz
Filtre des courants harmoniques
Redresseur
Carte de puissance du variateur de fréquence
Onduleur MLI
Consignes des courants en ligne du moteur de broche
M
3 ~
Capteur de courant à effet Hall
Codeur
Capteur de position
Dérivateur
Carte de commande du variateur de fréquence
Imes_1(*)
Imes_2(*)
Imes_3(*)
Commande de l'onduleur
Modèle de la machine Asynchrone
Consigne Vitesse
+
-
Mesure de la position de broche
Mesure de la vitesse de la broche
(*) Mesures des courants en ligne du moteur de broche

Prepa Help

prepahelp.com · classes préparatoires, Maroc et France

Travailler les chapitres de ce sujet

Prepa Help suit le programme de TSI chapitre par chapitre : cours détaillé, méthodes, pièges, exercices et problèmes corrigés pas à pas, tirés des concours. L'essai gratuit donne accès aux chapitres offerts de ta filière, sans carte bancaire.

Chapitres liés à ce sujet

Ouvrir l'essai gratuit

Scanne le code ou clique sur le bouton.

prepahelp.com/#essai

Une question sur le concours ou sur ta filière : **écrire sur WhatsApp**

- Réponse fréquentielle et diagrammes de Bode
- Magnétostatique : formulation locale

Les autres années et épreuves : prepahelp.com/annales/centrale/tsi