

GÉNIE ÉLECTRIQUE

Chaîne automatisée d'assemblage de hayons arrières de véhicules automobiles

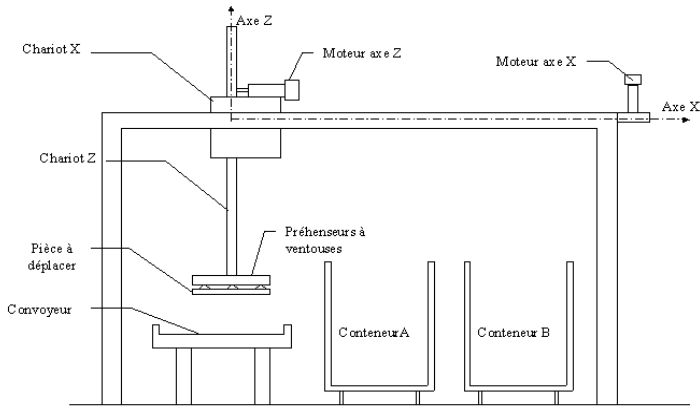


Figure 1 : Plan d'ensemble du portique

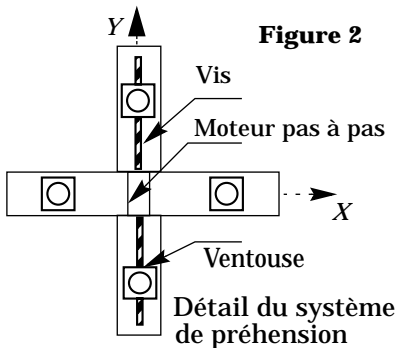


Figure 2

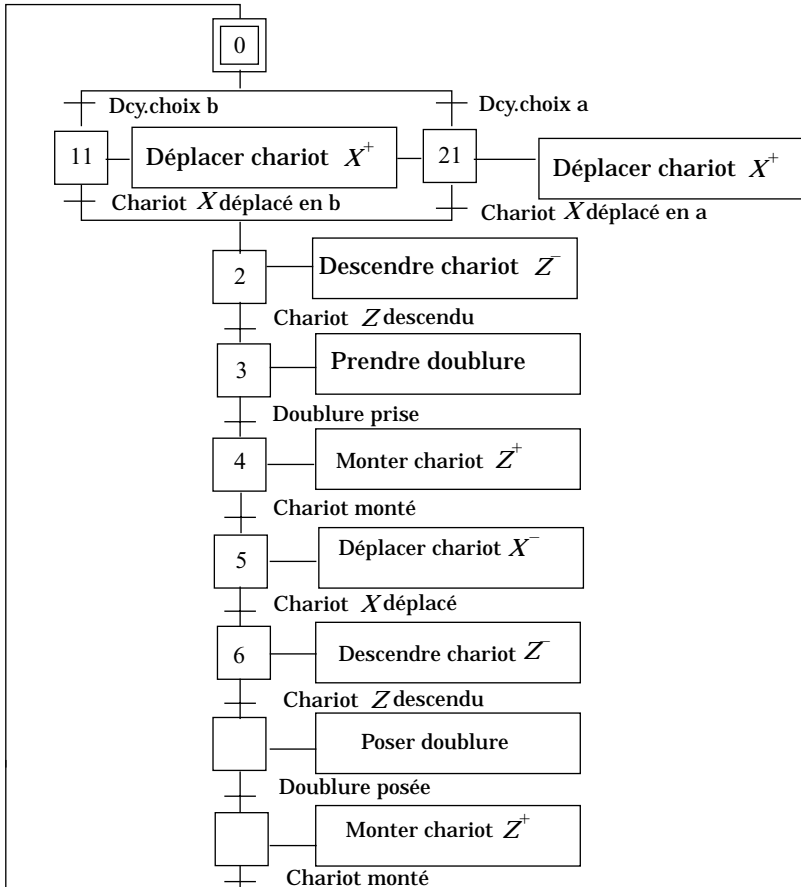
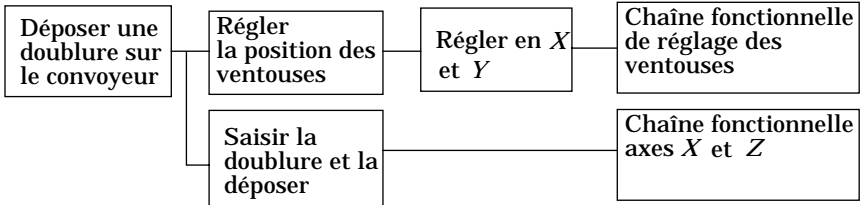
Les hayons arrières sont obtenus à partir de tôles embouties et découpées. Afin d'augmenter leur rigidité, on réalise un doublage intérieur en tôle, assemblé au hayon par soudage par points. L'étude porte sur le système de dépose des doublures sur le convoyeur d'entrée du poste de soudage par points. Les doublures arrivent en conteneurs des unités d'emboutissage. Pour permettre une alimentation continue du poste de soudage, le convoyeur est alimenté depuis deux conteneurs A et B (voir annexe 1 et figure 1). Un

conteneur plein contient 18 panneaux espacés de 55 mm. L'extrémité inférieure du chariot est munie d'un système de préhenseurs à ventouses. Pour rendre le préhenseur adaptable à différentes pièces, les ventouses peuvent être positionnées grâce à des mécanismes vis-écrou à billes entraînés par des moteurs pas à pas.

Le fonctionnement du système de dépose peut être résumé par le diagramme

Filière TSI

(FAST Partiel) complété par le GRAFCET de la partie opérative ci-dessous :



Les moteurs d'axe sont des moteurs à courant continu sans balai (moteurs synchrones autopilotés). L'axe Z est muni en outre d'un frein à manque de courant uniquement utilisé en cas de défaut d'alimentation. L'étude proposée abordera les points suivants :

- L'étude du cycle de déchargement des tôles.
- L'étude des capteurs de position et de vitesse.
- L'étude des moteurs pas à pas de positionnement des ventouses.

Partie I - Étude du cycle de déchargement des tôles

Cette étude a pour but de vérifier le choix du moteur de l'axe X . Les figures 3 et 4 montrent le type d'entraînement des axes. On précise les données suivantes :

Entraînement axe X :

Réducteur : coefficient de réduction : $k_x = 1/10$; rendement : $\eta_{x1} = 0,95$ (dans les deux sens). Poulie : diamètre 80 mm ; rendement de l'entraînement poulie – courroie incluant les pertes dans la liaison glissière : $\eta_{x2} = 0,92$ (dans les deux sens). On posera : $\eta_x = \eta_{x1} \cdot \eta_{x2}$.

Entraînement axe Z :

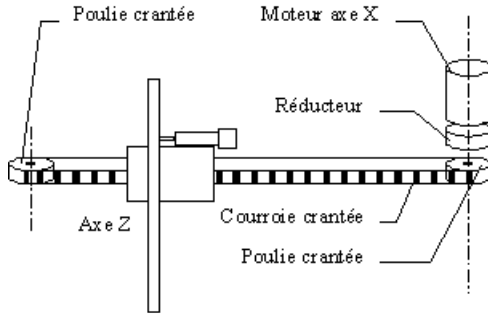
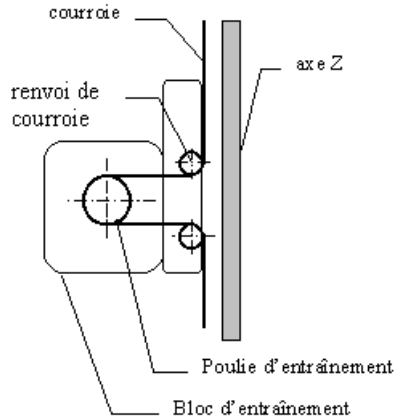
Réducteur : coefficient de réduction : $k_z = 1/4$; rendement $\eta_{z1} = 0,95$ (dans les deux sens). Poulie : diamètre 80 mm ; rendement de l'entraînement poulie – courroie incluant les pertes dans la liaison glissière : $\eta_{z2} = 0,92$ (dans les deux sens). On posera : $\eta_z = \eta_{z1} \cdot \eta_{z2}$.

Pour les deux axes :

Les phases de déplacement se font avec un profil de vitesse trapézoïdal, c'est-à-dire une accélération constante de 2 ms^{-2} jusqu'à atteindre la vitesse de 1 ms^{-1} et avec une décélération constante de 2 ms^{-2} jusqu'à l'arrêt à la position souhaitée.

Masses :

Pièces à manipuler : $M_1 = 8 \text{ kg}$; partie mobile suivant l'axe Z de l'axe Z : $M_2 = 26 \text{ kg}$. Partie non mobile suivant l'axe Z de l'axe Z (moteur de l'axe Z , support du moteur de l'axe Z , etc) : $M_3 = 28 \text{ kg}$. On prendra $g = 10 \text{ ms}^{-2}$.

**Figure 3 :** Entraînement axe X**Figure 4 :** Entraînement axe Z

On étudie le cycle de déchargement d'un conteneur en position B . Le point de départ de ce cycle sera choisi à l'instant où le portique est en position haute au-dessus du convoyeur. Il est constitué des phases suivantes :

- 1) Déplacement de 2,5 m vers la droite pour se positionner au-dessus du conteneur B .
- 2) Descente de 1 m (correspond à l'altitude moyenne du panneau à charger).
- 3) Prise de la pièce dans le conteneur (durée 2 s). La pièce sera supposée effectivement prise à la fin de cette phase.
- 4) Montée de 1 m (position de transport).
- 5) Déplacement de 2,5 m vers la gauche pour se positionner au-dessus du tapis.
- 6) Descente de 1,5 m vers le tapis.
- 7) Dépôt de la pièce sur le tapis (durée 2 s). La pièce sera supposée effectivement déposée à la fin de cette phase.
- 8) Montée de 1,5 m (retour au point de départ du cycle).

I.A - Étude des vitesses

L'origine des temps est choisie à l'instant de départ du cycle. On notera N_x (en tr/min) la vitesse de rotation du moteur de l'axe X et N_z (en tr/min) celle du moteur de l'axe Z . Tracer les courbes $N_x(t)$ et $N_z(t)$ sur un cycle de fonctionne-

ment. Préciser la durée de chaque phase de fonctionnement. En déduire la durée d'un cycle de fonctionnement et la durée de décharge d'un conteneur entier.

I.B - Étude du couple

Calculer, pour chaque phase de fonctionnement, la ou les expressions des moments du couple Cm_x du moteur de l'axe X . Tracer la courbe $Cm_x(t)$ sur un cycle de fonctionnement (déchargement d'une tôle).

I.C - Choix du moteur

Le moteur conseillé pour l'axe X par le fabricant est un moteur MSP-0T1C3M de couple permanent en rotation lente 0,5 Nm, de vitesse nominale 3000 tr/min associé à un variateur MSP-1D012M permettant un couple maximal de 1,8 Nm. Ce moteur vous semble-t-il convenablement dimensionné ?

Partie II - Étude des capteurs de position et vitesse

Les deux commandes d'axes intègrent chacune un capteur de position et de vitesse. Les capteurs utilisés sont des résolveurs. Cette question étudie le mode d'obtention de l'information vitesse analogique et de l'information position numérique à partir des signaux issus du résolveur. Le résolveur possède trois bobines : une bobine rotorique et deux bobines statoriques. La bobine rotorique est alimentée par un courant de fréquence f_{HF} élevée (de 3 à 20 kHz) nommé "référence". On trouve alors aux bornes des deux bobinages statoriques deux tensions en phase, dont l'amplitude est fonction de la position θ du rotor : $e_1 = E_0 \cos \theta \cos \omega_{HF} t$ et $e_2 = E_0 \sin \theta \cos \omega_{HF} t$.

Le circuit AD2S90 d'Analog Devices permet d'obtenir, à partir de ces deux signaux, les informations vitesse et position souhaitées. Un extrait de la documentation de ce circuit, donné en annexe 2, on explique le fonctionnement général. Une étude statique préliminaire du fonctionnement de ce circuit permettra de déterminer la précision de la mesure de ce capteur pour une position donnée fixe de son rotor. Une étude dynamique nous permettra d'évaluer l'erreur sur la mesure de la position lorsque le rotor est entraîné à vitesse constante puis à accélération constante. Nous étudierons enfin la mise en oeuvre du AD2S90.

II.A - Principe et étude statique

Le AD2S90 asservit la valeur mesurée ϕ de la position angulaire à la valeur réelle θ de cette grandeur. Son principe général de fonctionnement (décrit dans l'annexe 2 jointe) peut être illustré par la figure ci-dessous.

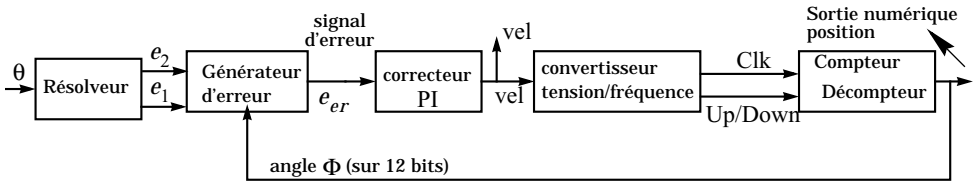


Figure 5 : principe du AD2S90

II.A.1) Générateur d'erreur (notice technique : Bloc Multiplieur sin cos)

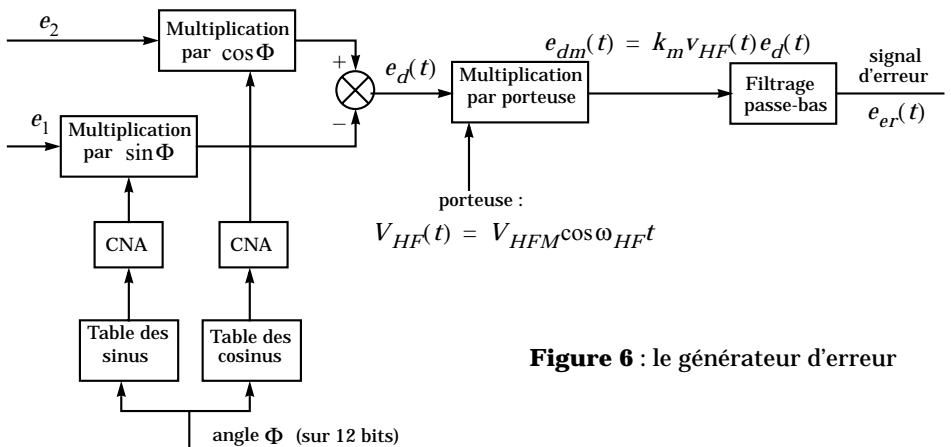


Figure 6 : le générateur d'erreur

Le filtre passe-bas de fréquence de coupure f_c (de l'ordre de 1 kHz) est supposé idéal : il laisse passer sans atténuation un signal de fréquence inférieure à sa fréquence de coupure, il coupe totalement tout signal de fréquence supérieure à sa fréquence de coupure. Le rotor est immobile. Montrer que le signal d'erreur e_{er} peut s'écrire : $e_{er} = E_{er} \cdot \sin(\theta - \Phi)$. Exprimer E_{er} en fonction de E_0 , V_{HFM} et k_m .

II.A.2) Ensemble Convertisseur tension/fréquence+Compteur (notice technique : Oscillateur commandé en tension+Compteur Décodeur).

Le compteur-décodeur (voir figure 5) compte lorsque le signal Up/Down est au niveau logique "1" et décode lorsque le signal Up/Down est au niveau logique "0". Le niveau de Up/Down est fonction du signe de la tension vel : $vel > 0 \Rightarrow Up/Down = 1$; $vel < 0 \Rightarrow Up/Down = 0$. Le convertisseur tension/fréquence, nommé

"oscillateur commandé en tension" par la notice technique du AD2S90, délivre sur sa sortie CLK, un signal logique de fréquence proportionnelle à $|vel|$.

On suppose dans un premier temps que le correcteur n'a qu'une action proportionnelle ($vel = A \cdot e_{er}$ avec $A > 0$). En analysant successivement les réactions du système si $\theta > \psi$, puis, si $\theta < \psi$ expliquer qualitativement le fonctionnement de cet asservissement. Expliquer qualitativement que le signal vel mesure la vitesse de rotation. Si l'angle θ à mesurer reste constant, le système a-t-il une erreur statique ? Justifier votre réponse. Si l'angle θ varie continûment ($\dot{\theta} = cte$), a-t-on à chaque instant, $\psi = \theta$? Justifier votre réponse.

Quel est alors l'apport de l'action intégrale ?

II.A.3) Synthèse.

La notice technique du AD2S90 fournit les données suivantes :

- Pour une tension de 1 V sur la sortie vitesse vel , le rotor tourne à 150 tr/s.
- La vitesse maximale d'utilisation est de 500 tr/s.
- La valeur maximale F_{max} de la fréquence F du signal CLK est de 2,048 MHz.

En supposant que la position mesurée ϕ est égale à la position angulaire θ , préciser la fréquence du signal CLK et la valeur de Up/Down et de vel dans les cas suivants :

- rotation dans le sens θ croissant à 150 tr/s,
- rotation dans le sens θ décroissant à 150 tr/s,
- arrêt.

À quelle variation angulaire de l'angle θ (à donner en minutes) correspond une variation de 1LSB (Least Significant Bit : Bit le moins significatif) de ϕ .

II.B - Étude dynamique

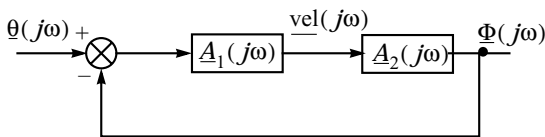


Figure 7 : schéma bloc

Il s'agit, dans cette partie, de déterminer si le résolveur et son électronique associée, donneront une mesure exacte de l'angle θ pour chaque phase de fonctionnement du système technique. Pour réaliser cette étude

dynamique, on utilisera le schéma bloc proposé par le constructeur donné figure 7.

Avec $\underline{A}_1(j\omega) = \frac{K_1}{j\omega} \frac{1 + \tau_1 j\omega}{1 + \tau_2 j\omega}$ et les données numériques :

$$K_1 = 4,875 \text{ V} \cdot \text{LSB}^{-1} \cdot \text{s}^{-1} ; \tau_1 = 1 \text{ ms} \text{ et } \tau_2 = 90 \mu\text{s}.$$

Par souci de simplification, les angles seront mesurés en LSB c'est-à-dire qu'on prendra comme mesure d'un angle, la grandeur numérique 12 bits qui lui correspond. On considérera que les variations de cette grandeur sont continues.

II.B.1) Identification des blocs A_1 et A_2 .

a) Résolveur, générateur d'erreur et correcteur (Bloc A_1).

Justifier la forme de la fonction de transfert $\underline{A}_1(j\omega)$ (les valeurs numériques de K_1 , τ_1 et τ_2 ne sont pas à justifier).

b) Convertisseur tension-fréquence.

Exprimer l'équation différentielle liant ϕ à F , fréquence du signal CLK. Exprimer la relation liant la tension v_{el} à la fréquence F de CLK.

$$\text{En déduire que } \underline{A}_2(j\omega) = \frac{614400}{j\omega}.$$

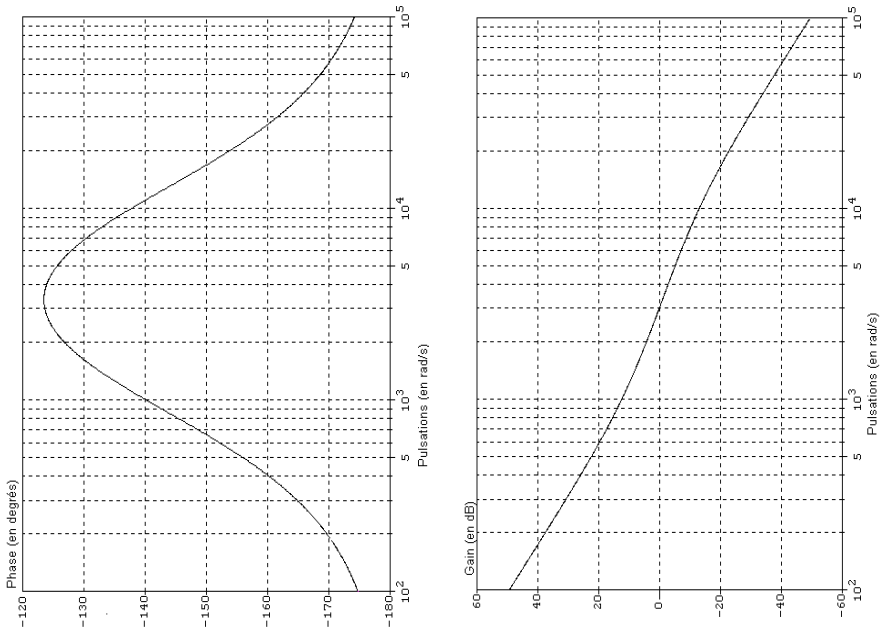
On utilisera cette expression pour la suite du problème même si elle n'a pas été démontrée.

II.B.2) Schéma bloc du circuit.

Déterminer la fonction de transfert en boucle ouverte $\underline{A}(j\omega)$ du système. Quel est l'ordre du système ? Déterminer la fonction de transfert en boucle fermée $\underline{A}_f(j\omega)$ du système.

II.B.3) Stabilité du système.

Le diagramme de Bode de $\underline{A}(j\omega)$ est donné figure 8. Montrer que le système est stable en boucle fermée. Déterminer sa marge de phase. Qu'en concluez-vous ?

Figure 8 : Diagramme de Bode de $\underline{A}(j\omega)$ 

II.B.4) Précision du système.

Déterminer l'erreur permanente du système dans les cas suivants :

- Le rotor subit un échelon de 10° .
- Le rotor tourne à la vitesse de 50 tr/s.

Si le rotor subit une accélération angulaire constante, à partir de quelle accélération angulaire ($\text{rad} \cdot \text{s}^{-2}$), a-t-on un décalage de 1 LSB entre la position réelle et la position lue en régime permanent ? L'accélération angulaire maximale dans les conditions de fonctionnement de la chaîne étant de $500 \text{ rad} \cdot \text{s}^{-2}$, ce décalage est-il observable ?

II.C - Mise en œuvre du AD2S90 : sortie position

II.C.1) Information position absolue.

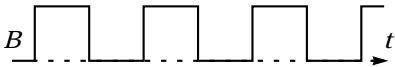
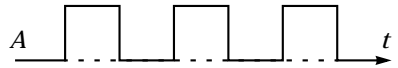
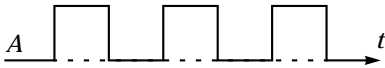
La fréquence maximale du signal SCLK (horloge série : voir documentation) est de 2 MHz. Cette horloge cadence l'émission des bits de données (un par période). Sachant qu'outre la durée d'émission des bits de données, la transmission série de l'information position comprend des temps d'accès et de repos d'une durée totale minimale de $1,3 \mu\text{s}$, déterminer la fréquence maximale de lecture de

l'information position en nombre d'informations acquises par secondes. Quels avantages voyez-vous à la fourniture de l'information position absolue par une liaison série ?

II.C.2) Information position incrémentale.

L'information position est également disponible sous la forme de deux signaux A et B décalés d'un quart de période. B est en avance sur A lors d'une rotation dans le sens des θ croissants, B est en retard sur A lors d'une rotation dans le sens des θ décroissants (voir figure 9)

Figure 9 : Information position



Rotation dans le sens des θ croissants

Rotation dans le sens des θ décroissants

Montrer qu'étant donnée la précision de l'information position obtenue, les signaux A et B auront 1024 périodes par tour.

Comment générer les signaux A et B à partir des sorties S_1 et S_0 (poids faible) du compteur ?

II.D - Mise en œuvre du AD2S90 : Excitation du résolveur.

Le AD712 est un double amplificateur linéaire intégré que nous supposons parfait.

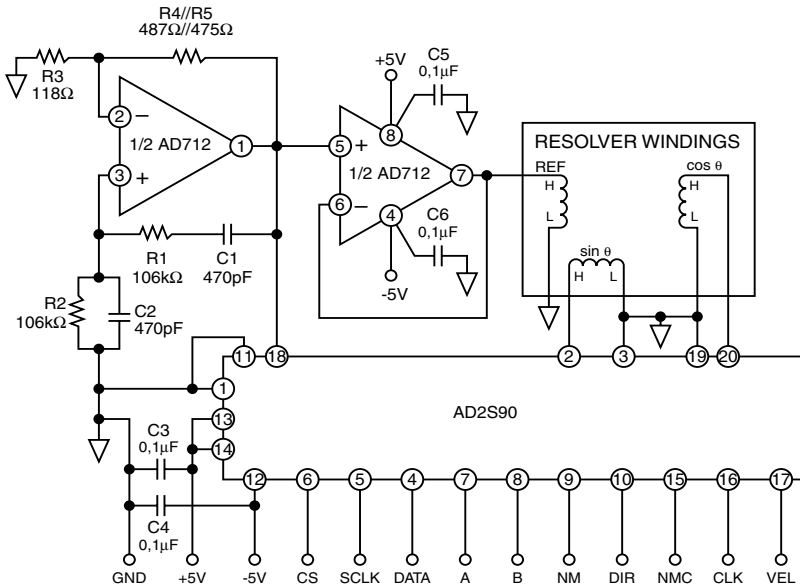


Figure 10 : Excitation du résolveur

II.D.1) Soit $s(t)$ la tension entre la borne 1 du AD712 et la masse, $x(t)$ la tension entre la borne 3 et la masse et $e(t)$ la tension entre la borne 7 et la masse. En étudiant le montage constitué des résistances R_1 et R_2 et des condensateurs C_1 et C_2 , déterminer la fonction de transfert

$$\underline{T}_1(j\omega) = \frac{\underline{X}(j\omega)}{\underline{S}(j\omega)}. \text{ Pour quelle pulsation } \omega_1 \text{ sa phase est-elle nulle ?}$$

Déterminer alors le module $T_1(\omega_1)$ de $\underline{T}_1(j\omega)$ pour cette pulsation. Tracer le diagramme de Bode asymptotique et donner l'allure du diagramme de Bode réel (gain et phase) de $\underline{T}_1(j\omega)$.

II.D.2) On étudie le montage constitué du premier demi AD712 et des résistances R_3 , R_4 et R_5 . Déterminer la fonction de transfert $\underline{T}_2(j\omega) = \frac{\underline{S}(j\omega)}{\underline{X}(j\omega)}$ en fonction de R_3 , R_4 et R_5 .

II.D.3) Calculer le produit $\underline{T}_1(j\omega_1)\underline{T}_2(j\omega_1)$. Montrer que ce montage constitue un système bouclé qui, pour $\bar{\omega} = \omega_1$, est dans les conditions d'oscillation. On supposera par la suite que $s(t)$ est une tension sinusoïdale.

II.D.4) Synthèse.

Quelle est la fonction du deuxième demi AD712 (bornes 4, 5, 6, 7, 8) ?

Quelle est l'allure du signal $e(t)$? Quelle est sa fréquence ?

Partie III - Étude des moteurs pas à pas de positionnement des ventouses

Les moteurs pas à pas doivent assurer un positionnement suffisamment précis des ventouses du préhenseur. Cette partie permet, grâce à une première approche du fonctionnement des moteurs pas à pas à aimants permanents de déterminer la précision du positionnement. Pour obtenir de bonnes performances, ces moteurs nécessitent une alimentation en courant. Elle est réalisée par les circuits spécialisés : L297 et L298 que nous étudierons.

Le L298 constitue le noyau de l'interface de puissance.

Le L297 reçoit en entrée les consignes vitesse, sens et mode de fonctionnement et génère les signaux de commande nécessaires au fonctionnement du L298.

III.A - Nombre de pas du moteur. On s'intéresse à la direction et à l'intensité du champ magnétique créé par différentes circulations de courant dans les bobines AB et CD .

On raisonnera sur le champ au centre de la figure, rotor absent. La direction de \vec{B} sera repérée par l'angle θ_B , orienté dans le sens horaire. On notera B_0 son intensité quand un seul enroulement est alimenté.

III.A.1) Moteur à une paire de pôles ($p = 1$).

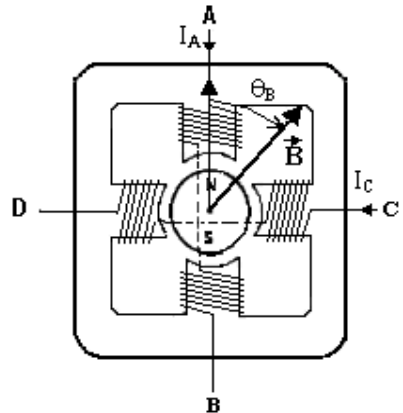
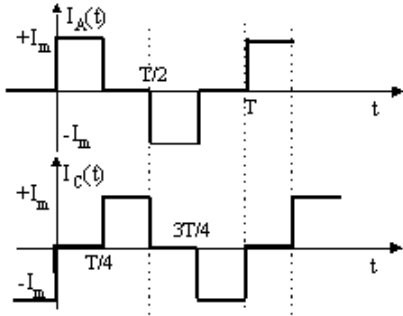


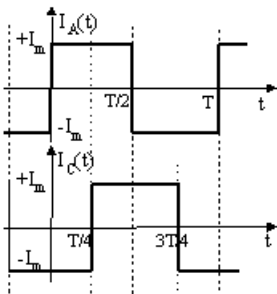
Figure 11 : Moteur à une paire de pôles

Indiquer la succession d'angle θ_B et d'intensité du champ magnétique lors des séquences d'alimentation suivantes :

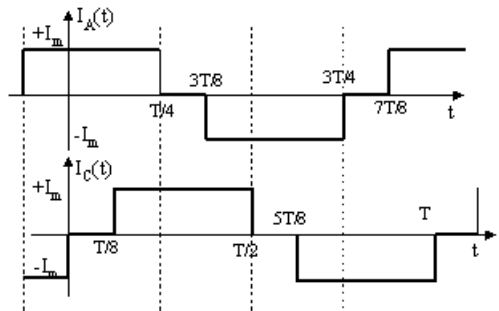
Séquence a : Mode «Wave Drive»



Séquence b : Mode «Two phase on drive»



Séquence c : Mode «Half step drive»



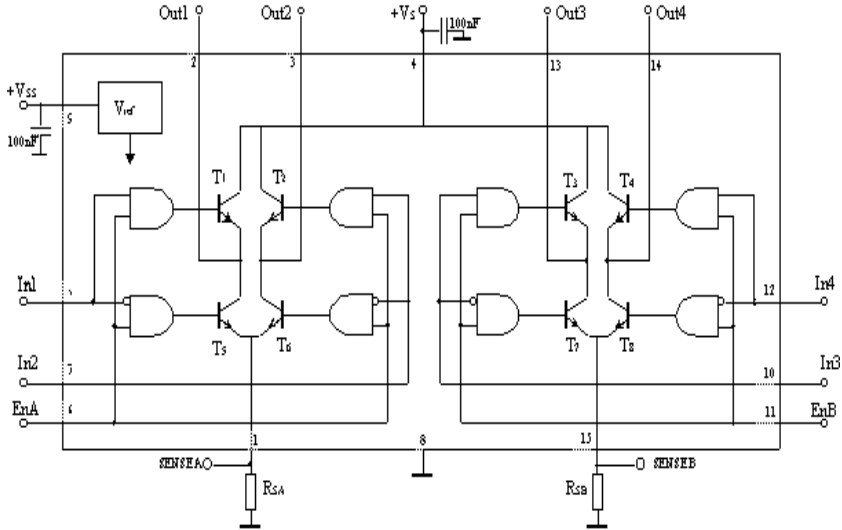
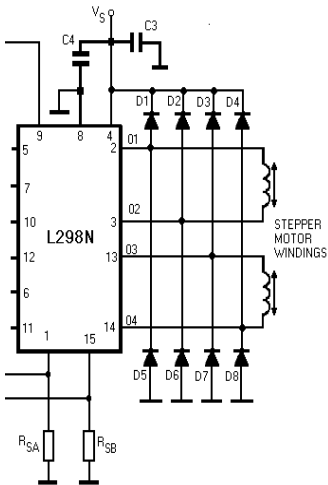
Le couple électromagnétique est proportionnel à l'intensité du champ magnétique créé par les bobines du stator. Citer un avantage et un inconvénient du mode « Half step drive ».

III.A.2) Moteur à 12 paires de pôles ($p = 12$).

On admet que le nombre de pas est proportionnel au nombre de pôles rotoriques. Quel est le nombre de positions stables différentes que peut prendre le rotor (ou nombre de pas du moteur) pour chacun des modes précédents ?

Le pas des vis étant de 5 mm, déterminer la précision du positionnement pour chaque type de commande.

III.B - Étude de l'étage puissance. Le L298 est un double pont en H . Chaque pont prend en charge un enroulement du moteur. Son synoptique est représenté figure 12 :

Figure 12 : Synoptique du L298**Figure 13 :** Câblage du L298

On place huit diodes en anti-parallèle sur chaque transistor. On alimente le montage entre les bornes 4 et 8 par une source de tension V_s pouvant atteindre 45 V (voir figures 12 et 13). Les diodes seront supposées idéales, les transistors fonctionnent en commutation, leurs tensions de saturation seront négligées. On admet comme modèle des enroulements un modèle R, L série. On donne $R = 6,5\Omega$ et $L = 90\text{ mH}$, $R_{SA} = R_{SB} = 1\Omega$. On étudie le courant $i(t)$ sortant de la borne OUT1. Les chronogrammes des signaux logiques de commande sont donnés figure 14 :

Figure 14 : Chronogrammes de la commande

Pour les questions III.B.1 et III.B.2. En_A et En_B sont au niveau logique 1.

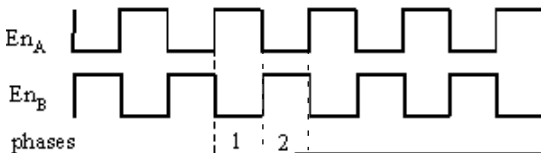
III.B.1) Durée d'établissement du courant pendant la phase 1.

Préciser la maille dans laquelle circule le courant $i(t)$ (en citant l'ensemble des composants parcourus par $i(t)$). Donner l'expression de l'intensité $i(t)$ pendant la phase 1, l'intensité étant supposée nulle au début de cette phase. L'intensité $i(t)$ est réglée à la valeur maximale permanente indiquée par le constructeur ($I_p = 0,5 \text{ A}$) dès qu'elle atteint cette valeur, par un procédé étudié ultérieurement. Calculer la durée t_m nécessaire à l'établissement de cette intensité de $0,5 \text{ A}$ si $V_s = 45 \text{ V}$.

III.B.2) Durée d'annulation du courant.

Lors de la phase 2, établir la loi de décroissance du courant $i(t)$ précédent. Quelle sera la durée t_{d1} nécessaire à l'annulation du courant à 5 % près de sa valeur initiale ?

III.B.3) Modification de la commande.

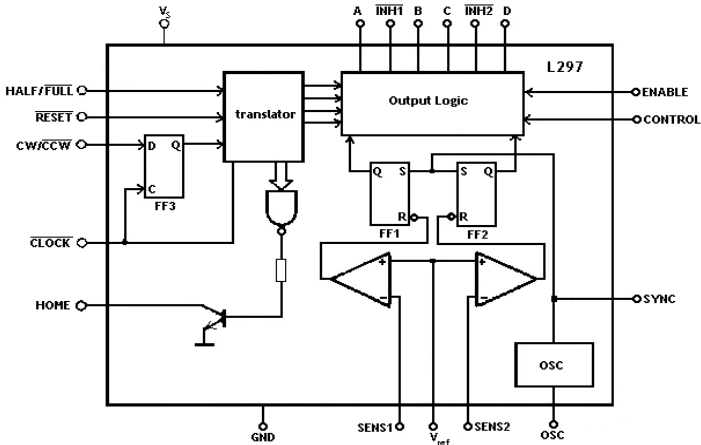
**Figure 15** : Commande par En_A et En_B

Le circuit de commande offre également la possibilité de commander les entrées En_A et En_B de la façon indiquée figure 15, les autres signaux de commande étant inchangés. Indiquer la durée t_{d2} d'annulation du courant dans la phase 2 dans ces conditions. Représenter dans ces conditions le courant $i(t)$ pour les deux phases (durée d'une phase 3 ms, on supposera que l'intensité reste constante pendant la régulation).

III.C - Étude de la partie commande.

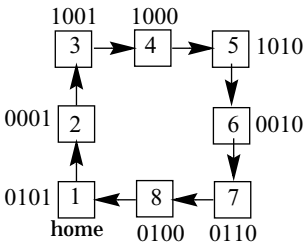
Le synoptique du circuit de commande (L297) est le suivant :

Figure 16 : Circuit L297



III.C.1) Étude du bloc « translator ».

Figure 17 : Cycle en « half step drive»



Ce bloc logique génère 4 signaux logiques, notés I_A , I_B , I_C et I_D à partir d'un signal d'horloge $\overline{\text{CLOCK}}$ et de trois signaux logiques $\overline{\text{HALF/FULL}}$ (noté H), $\overline{\text{RESET}}$ et $\overline{\text{CW/CCW}}$ (noté CW).

- En mode "half step drive", la séquence réalisée est représentée figure 17. Chaque rectangle représente une phase du fonctionnement, à côté de chaque phase est reporté l'état des signaux générés. Par exemple, pour la phase de départ notée « home » qui porte le numéro 1, les signaux I_A , I_B , I_C et I_D ont respectivement les valeurs 0, 1, 0, 1. Ce mode est obtenu en imposant un signal H toujours à 1. Le fléchage correspond au sens horaire ($CW = 1$).

- En mode "two phase on drive" seules les phases impaires existent, pour une rotation dans le sens horaire, la succession des phases est donc : 1, 3, 5, 7, 1, ... Ce mode est obtenu si H passe au niveau logique "0" (et y reste) pendant une phase impaire.
- En mode "wave drive" seules les phases paires existent, pour une rotation dans le sens horaire, la succession des phases est donc : 2, 4, 6, 8, 2, ... Ce mode est obtenu si H passe au niveau logique "0" (et y reste) pendant une phase paire.

On propose de concevoir un montage permettant de réaliser cette fonction autour d'un compteur synchrone 3 bits à bascules D cadencé par le signal $\overline{\text{CLOCK}}$ (voir figure 18). 3 variables binaires M , N et P permettent de coder la phase (Phase 1 : $MNP = 000$, phase 2 : $MNP = 001$, ..., phase 8 : $MNP = 111$). Ces variables binaires sont les sorties des trois bascules D d'entrée respectives D_M , D_N et D_P . I_A , I_B , I_C et I_D sont alors des fonctions logiques combinatoires de M , N et P . Le signal $\overline{\text{RESET}}$ intervient sur ces bascules comme une remise à zéro asynchrone (entrée "clear" des bascules).

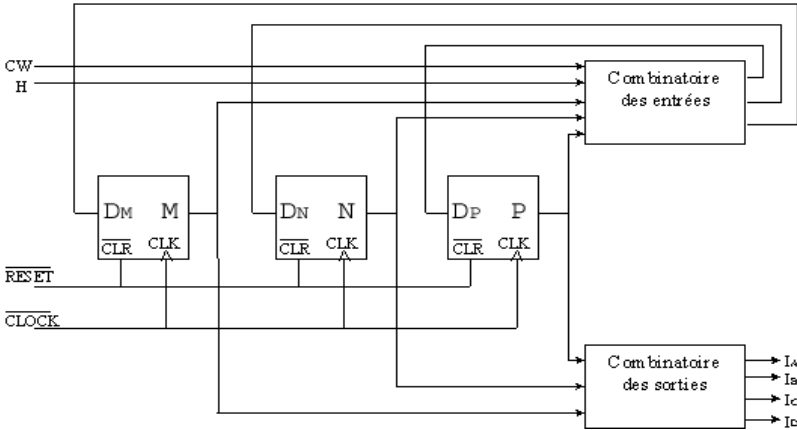


Figure 18 : Réalisation du bloc «Translator»

- Exprimer I_A , I_B , I_C et I_D en fonction de M , N et P .
- En vous inspirant de la figure 17, représenter les séquences correspondant aux modes «two phases on drive» et «wave drive».

À un instant t_0 donné, l'entrée CW est au niveau logique 1, tandis que H est au niveau logique 0. Les sorties M , N et P des bascules D sont respectivement à 0, 1 et 0.

Quels seront les états de ces sorties au front d'horloge suivant ? En déduire l'état des entrées D_M , D_N et D_P à t_0 .

Figure 19 : Table de vérité

H	M	N	P	D_M	D_N	D_P
0	0	0	0	.	.	.
0	0	0	1	.	.	.
.

c) Étude de la rotation dans le sens des aiguilles d'une montre.

Dresser la table de vérité du bloc «combinatoire des entrées» dans le cas $CW = 1$ en respectant le modèle donné figure 19. Proposer des fonctions $D_M = F_1(M, N, P, H)$, $D_N = F_2(M, N, P, H)$ et $D_P = F_3(M, N, P, H)$ respectant le cahier des charges pour une rotation dans le sens des

aiguilles d'une montre.

d) Synthèse : Dans le cas $CW = 0$, les fonctions $D_M = F'_1(M, N, P, H)$, $D_N = F'_2(M, N, P, H)$ et $D_P = F'_3(M, N, P, H)$ remplissent le cahier des charges. Proposer des fonctions de $D_M = F_1(CW, M, N, P, H)$, $D_N = F_2(CW, M, N, P, H)$ et $D_P = F_3(CW, M, N, P, H)$ de M, N, P, H et CW que doit réaliser le bloc «combinatoire des entrées» (On exprimera chaque fonction F_i en fonction de F_j, F'_j et CW).

e) Proposer une structure de montage différente répondant au cahier des charges.

III.C.2) Étude de la régulation de courant d'un enroulement.

R	S	Q_n
0	0	Q_{n-1}
0	1	1
1	0	0
1	1	1

Cette régulation est articulée autour de bascules RS (fonctions $FF1$ et $FF2$) et de comparateurs de tensions. V_{ref} est une tension continue réglable à l'aide d'un ajustable (montage non représenté). V_{sens1} et V_{sens2} sont des tensions liées à l'intensité du courant dans les enroulements du moteur. En pratique ce sont les tensions V_{SA} et V_{SB} délivrées par le circuit de puissance. L'oscillateur délivre un signal logique de fréquence réglable $F_{0,S}$ de rapport cyclique 0,5. La table de vérité de ces bascules

est donnée ci-dessus.

On étudie le comportement de cette régulation pendant l'alimentation d'un seul enroulement. Dans le mode envisagé, la tension V_{sens1} évolue de façon proportionnelle au courant $i(t)$ lors de sa croissance dans l'enroulement, suivant la relation $V_{sens1}(t) = R_{SA}i(t)$ avec $R_{SA} = 1\Omega$. Lors de la décroissance du courant, la tension $V_{sens1}(t)$ est nulle.

On admet l'hypothèse d'une croissance et d'une décroissance linéaire du courant de pente $500 A/s$. La croissance intervient quand la sortie Q de $FF1 = 1$, la décroissance pour $Q = 0$.

On règle $F_{0,s} = 800 \text{ Hz}$, $V_{ref} = 0,5 \text{ V}$.

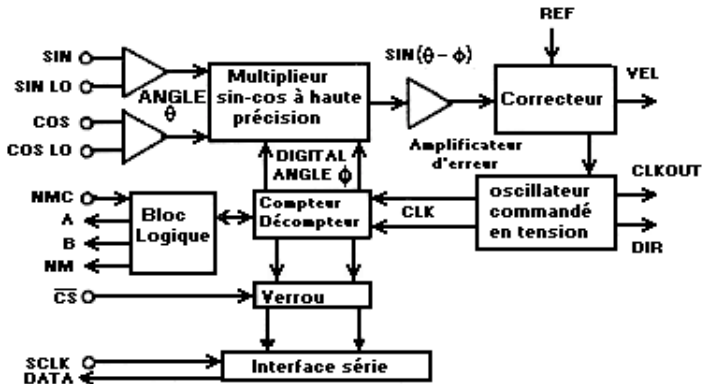
Représenter $i(t)$ et Q de $FF1$ lors d'une alimentation de l'enroulement de durée 4 ms (on supposera qu'un front montant du signal de l'oscillateur et le début de l'alimentation de l'enroulement sont concomitants et que le courant est nul à l'instant initial).

Annexe 1 : Vue de l'installation





Convertisseur Résolveur-Numérique complet, 12 bits, à faible coût

AD2S90


CARACTERISTIQUES

Convertisseur complet monolithique résolveur-digital
 Emulation de codeur incrémental (1024 lignes)
 Données séries absolues (12 bits)
 Entrées différentielles
 Résolution 12-Bit
 Gamme de température industrielle
 Boîtier PLCC, 20 broches
 Basse consommation (50 mW)

APPLICATIONS

Contrôle de moteur industriel
 Contrôle de ServoMoteur
 Calibrage industriel
 Emulation de codeur
 Capteurs de déplacements
 Automatismes industriels

Annexe 2 : AD2S90 (traduction)

DESCRIPTION GENERALE

Le AD2S90 est convertisseur complet résolveur-numérique 12 bits. Aucun composant externe n'est nécessaire pour mettre en œuvre ce dispositif.

Le convertisseur admet des signaux de 2V efficace, $\pm 10\%$ dans la gamme 3kHz-20kHz sur les entrées SIN, COS et REF. Une boucle d'asservissement de classe II est utilisée pour suivre les entrées et convertir les informations des entrées SIN et COS en une représentation numérique de l'angle d'entrée. La largeur de bande du convertisseur est mise à 1KHz de manière interne. La vitesse maximale de fonctionnement garantie est de 500 tr/min.

La sortie position est disponible sous deux formes : absolue (sortie numérique série) et incrémentale (signaux A et B en quadrature)

La sortie numérique série absolue a 12 bit. La sortie de données est en haute impédance quand le signal \overline{CS} est au niveau logique haut. Ceci permet la connexion de plusieurs convertisseurs sur un même bus. L'information position absolue, en binaire pur, est obtenue en positionnant \overline{CS} tout en appliquant une horloge externe de fréquence maximale 2 MHz, sur SCLK. Les sorties A,B et NM, toujours présentes, sont équivalentes aux sorties d'un codeur incrémental à 1024 lignes. Après décodage, on retrouve une résolution de 12 bits.

La largeur de l'impulsion " top zéro " peut être choisie parmi trois valeurs par la borne NMC.

Un signal de sortie analogique donne une image de la vitesse de l'arbre du résolveur qu'il tourne dans le sens des aiguilles d'une montre ou dans le sens inverse.

Le AD2S90 nécessite une alimentation en ± 5 V continu $\pm 5\%$ et est fabriqué suivant le procédé LC2MOS d'Analog device.

LC2MOS est une technologie mixte alliant la précision des circuits bipolaires à la faible consommation des circuits CMOS.

LES PLUS DU PRODUIT

Interface résolveur-numérique complète. Le AD2S90 fournit une solution complète pour numériser les signaux d'un résolveur (résolution 12 bits) sans composants extérieurs.

Sortie position en deux formats. Emulation de codeur incrémental avec deux signaux standards A et B en quadrature et un " top zéro " de la largeur réglable. Information position absolue, numérique, 12 bits, accessible par une simple interface trois fils.

Haute précision dans un boîtier de faible coût.

Faible consommation. Typiquement 50 mW.

••• FIN •••
