

Sciences de
l'Ingénieur

TP n°1 : Structure fonctionnelle et comportementale d'un SLCI Robot Ericc 3



Objectifs :

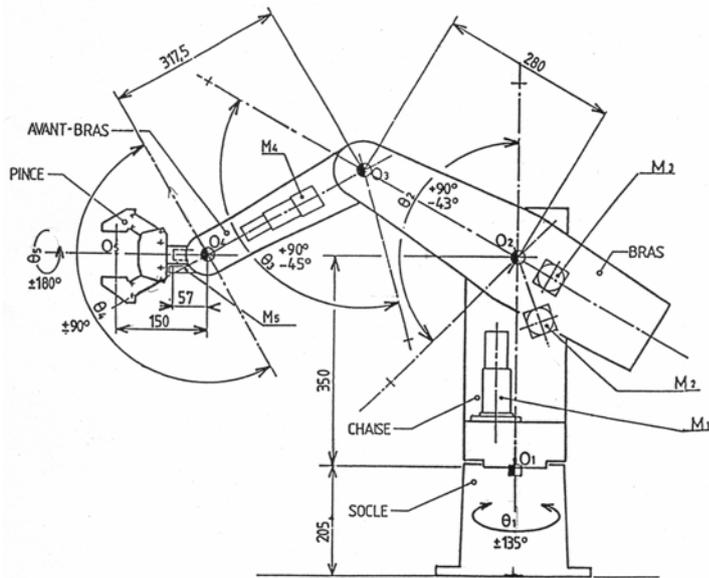
- Identifier l'organisation structurelle et comportementale d'un système,
- Modèle de connaissance d'un moteur à courant continu.

PRESENTATION

Le robot Ericc est un robot série à 5 degrés de libertés pouvant être utilisé dans une chaîne de production ou d'assemblage automatisée. La photo ci-dessous montre une chaîne d'assemblage automobile comportant un nombre important de robot.



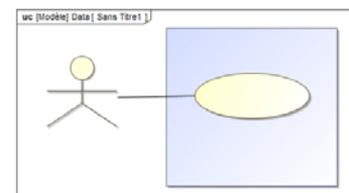
L'architecture du robot Ericc est donnée sur la figure suivante. On y trouve le socle, le bras, l'avant-bras et la pince. On peut aussi considérer entre la pince et l'avant-bras une pièce que l'on nommera le poignet.



- ☒ Allumer l'ordinateur, allumer le robot.
- ☒ Appuyer sur l'icône pilotage manuel. Puis prise d'origine. A votre avis pourquoi le robot doit il effectuer cette prise d'origine.
- ☒ Sortez du menu. Mettre le robot en position de repos (icône parking).
- ☒ Appelez le professeur pour qu'il modifie les caractéristiques de l'asservissement (mise à zéro du gain intégral et dérivé, gain proportionnel inchangé : $K_p=1\ 000\ 000$).

Fonction globale

- ☒ Définir la fonction globale du système en réalisant le diagramme SysML des cas d'utilisation.



STRUCTURE FONCTIONNELLE ET COMPORTEMENTALE DE L'AXE DU LACET

Le système automatisé robot est constitué :

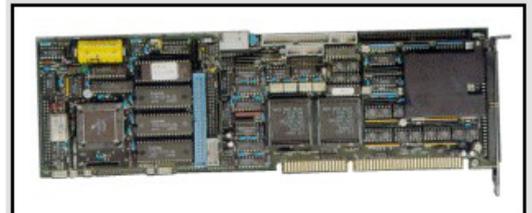
- ✓ D'un ordinateur de type PC avec le logiciel de commande, dont la fonction principale est de contrôler le robot tant au niveau de ses déplacements, qu'au niveau de son dialogue avec les périphériques,
- ✓ D'une carte de commande d'axes qui assure l'ensemble des asservissements. Le contrôle des axes est géré de manière autonome par le processeur local indépendamment du calculateur hôte,
- ✓ D'un coffret de puissance comportant notamment :
 - Les amplificateurs de puissance,
 - Les alimentations à partir du 220 V,
 - Les contacteurs de commande des freins,
 - L'électrovanne de commande de la pince pneumatique.
- ✓ D'un robot 5 axes.

Vue de détail du motoréducteur



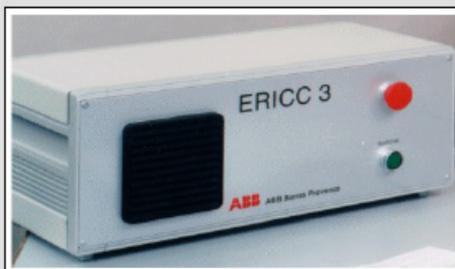
Ensemble motoréducteur à jeu réduit et codeur incrémental.

Vue de détail de la carte de contrôle commande

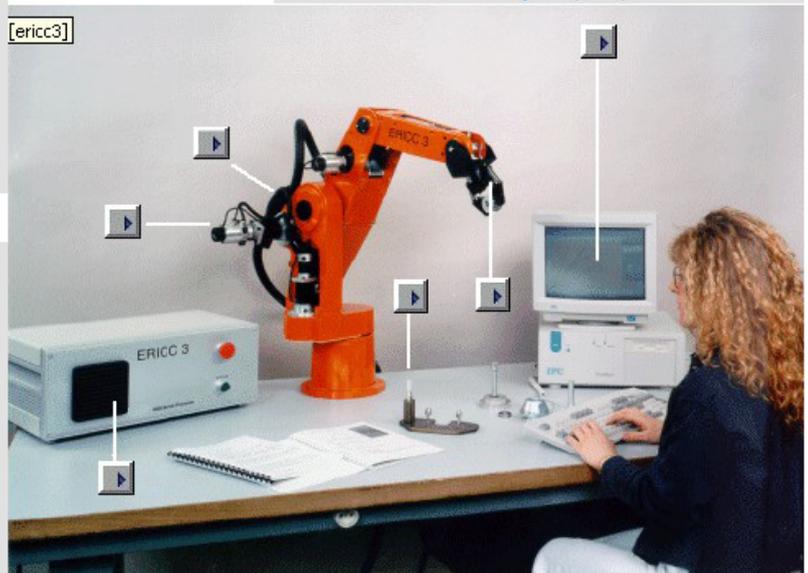


Carte de contrôle commande pour l'asservissement numérique des cinq axes du robot à l'aide d'un processeur de signaux numériques (DSP)

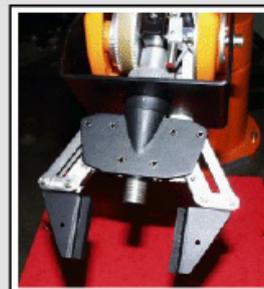
Vue de détail du coffret de puissance



Coffret des amplificateurs de puissance ; raccords en face arrière vers la carte de contrôle commande et vers le bras du robot ; face avant équipée d'un bouton de mise sous tension, d'un bouton d'arrêt d'urgence et de voyants témoins de l'état des freins et des sorties tout-ou-rien.



Vue de détail de la pince de préhension



Pince à parallélogrammes déformables (mors parallèles)

L'axe du lacet comporte un moteur à courant continu. Une génératrice tachymétrique qui mesure en permanence la vitesse du moteur et la compare à la consigne de vitesse du moteur (boucle de vitesse). En aval du moteur, on trouve un réducteur et un système poulie courroie. La position de l'axe du lacet est vérifiée par un codeur. La position réelle est comparée à la position de consigne (boucle de position).

- ✎ Réaliser le schéma bloc de ce système en indiquant la correspondance entre les éléments de la chaîne fonctionnelle et les éléments de ce schéma bloc.
- ✎ Indiquer les différentes grandeurs physiques circulant dans le schéma bloc ainsi que leurs unités.
- ✎ En vous aidant de l'annexe, déterminer la valeur des blocs codeur, réducteur, génératrice tachymétrique.

MODELE DE COMPORTEMENT D'UN MOTEUR A COURANT CONTINU

Dans cette partie vous allez déterminer la fonction de transfert du moteur à courant continu. Vérifier votre modèle (fonction de transfert) par rapport au réel.

MODELE GENERAL DU SECOND ORDRE D'UN MOTEUR A COURANT CONTINU

A partir des équations classiques de comportement du moteur à courant continu :

$$u_m(t) = e(t) + R \cdot i(t) + L \cdot \frac{di(t)}{dt} \quad (1)$$

$$e(t) = k_e \cdot \omega_m(t) \quad (2)$$

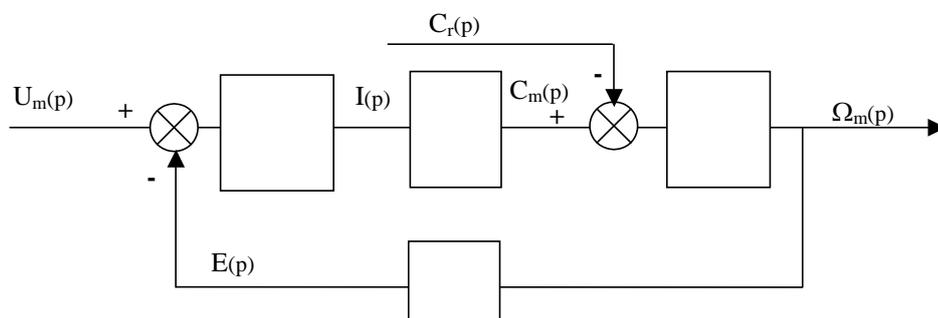
$$c_m(t) = k_t \cdot i(t) \quad (3)$$

$$c_m(t) - c_r(t) - f \cdot \omega_m(t) = J_t \cdot \frac{d\omega_m(t)}{dt} \quad (4)$$

dans lesquelles :

$u_m(t)$: tension aux bornes de l'induit	R : résistance de l'induit
$e(t)$: force contre électromotrice	L : inductance de l'induit
$i(t)$: intensité dans le circuit induit	k_e : constante de fem (inverse de la constante de vitesse)
$\omega_m(t)$: fréquence de rotation de l'arbre moteur	k_t : constante de couple
$c_m(t)$: couple moteur sur l'arbre moteur	f : coefficient de frottement visqueux : 0
$c_r(t)$: « couple résistant » sur l'arbre moteur	J_t : inertie sur l'arbre moteur :

On peut passer dans le domaine de LAPLACE si les conditions initiales sont toutes nulles
Ce qui conduit à la représentation sous forme du schéma bloc suivant :



- ✎ En vous aidant de l'annexe, déterminer les valeurs de R , L , J_t , k_e et K_t .
- ✎ Compléter le schéma bloc ci-dessus.
- ✎ Pour un couple résistant nul, calculer la fonction de transfert du moteur ; la mettre sous forme canonique ; faire les applications numériques.

☒ Mettre la fonction de transfert sous la forme : $\frac{K}{(1+\tau_1 p)(1+\tau_2 p)}$

☒ Déterminer τ_1 et τ_2 , simplifier alors la fonction de transfert.

VALIDATION DU MODELE DU MOTEUR

Le système global (schéma bloc première partie) permet de réaliser des essais en boucle fermée ou en boucle ouverte :

Boucle fermée : prise en compte de la chaîne de retour + le comparateur.

Boucle ouverte : prise en compte de la chaîne de retour mais pas de comparaison commande/mesure. Prise en compte du retour tachymétrique

- ☒ Quel essai faut-il alors réaliser pour valider le modèle du moteur ? Quel résultat devrait-on obtenir ? (prise en compte ou non de la boucle de vitesse ?)
- ☒ Réaliser alors l'essai demandé (Appuyer sur l'icône nouvelle mesure temporelle, puis sollicitation à un échelon en boucle ouverte). Afficher la position et la tension au niveau du moteur.
- ☒ Valider ou non le modèle du moteur.

ANNEXES

Réducteurs et coefficients

Axe	réducteur	courroie crantée	Nb pulses codeur	comptage	coefficient
01	1/100	12/40	500	x 4	1851.851852
02	1/100	12/40	500	x 4	1851.851852
03	1/100	15/52	500	x 4	1925.925926
04	1/60	18/60	500	x 1	277.777778
05	1/262	18/36	16	x 4	93.155556

Coefficient = nombre d'impulsions codeur correspondant à 1 degré sur l'axe final.

Caractéristiques de l'axe de lacet

Motorisation : RS 120 G (Parvex)

Tension de définition	21.2 V	Inertie du rotor	$0.41 \cdot 10^{-5} \text{ kg.m}^2$
Vitesse de définition	3000 tr/mn	Couple perm. rotation lente	0.092 N.m
FEM par 1000 tr/mn	4.4 V	Courant perm. rotation lente	2.3 A
Résistance du bobinage	2.3Ω	Courant maxi	7 A
Constante de couple	0.042 N.m/A	Cte de temps thermique	5.2 mn
Inductance du bobinage	1.1 mH	Masse du moteur	0.36 kg

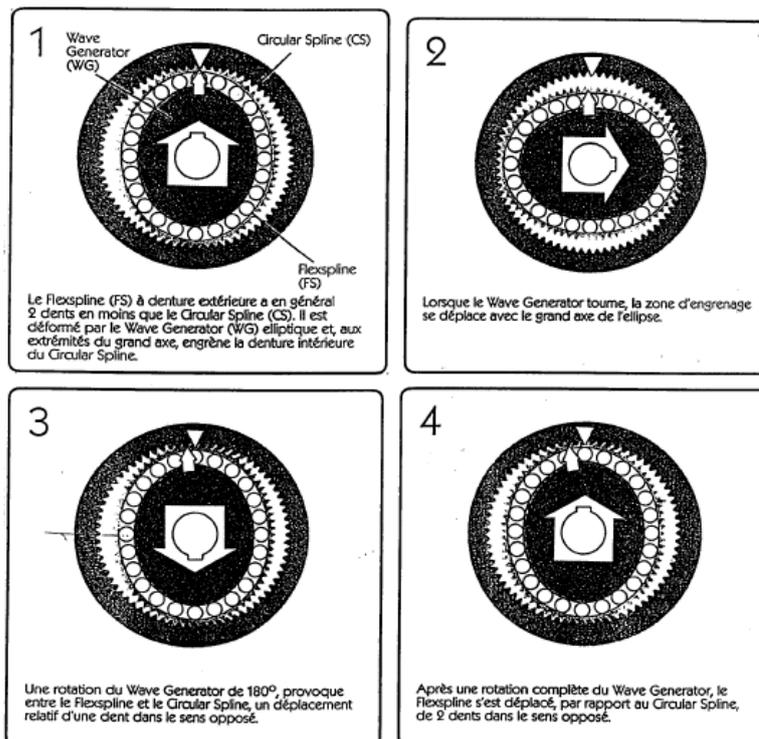
Génératrice tachymétrique

FEM pour 1000 tr/mn	3 V	Inertie	$0.1 \cdot 10^{-5} \text{ kg.m}^2$
Résistance	60Ω	Masse	0.1 kg

Codeur K9

Pulses en standard	500	Inertie	$0.03 \cdot 10^{-5} \text{ kg.m}^2$
Par comptage	X 4	Masse	0.07 kg

Réducteur associé : Harmonic Drive



Rapport : 100

Vitesse d'entrée : 3500 tr/mn

Avec Lub. Spéciale : 5000 tr/mn

Cple sortie maxi : 7.8 N.m

Inertie à l'entrée : 0.0033 kg.cm^2