

TP 10.2 Robot Ericc



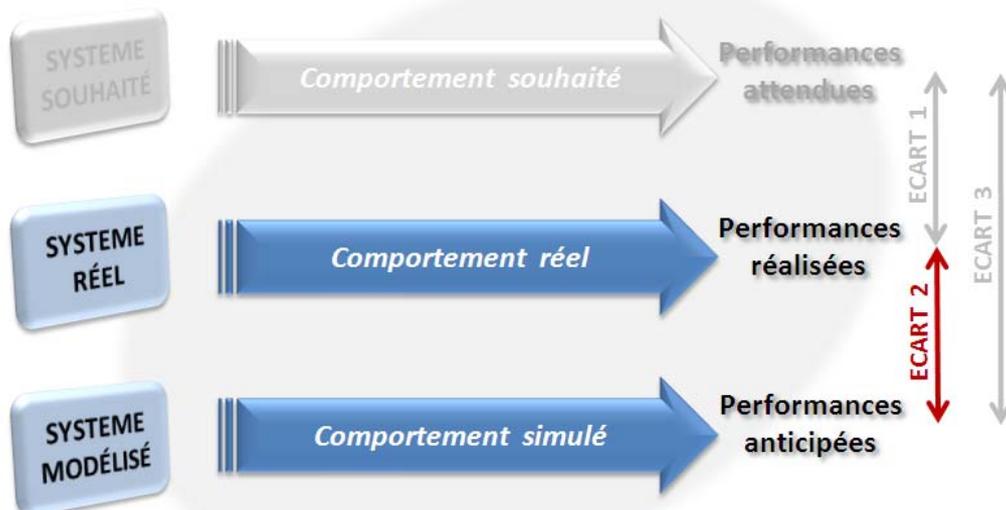
Objectifs :

Il est proposé dans ce TP de :

- découvrir les fonctions du logiciel de pilotage : pilotage par coordonnées directes, pilotage par coordonnées inverses, réglage de la temporisation ;
- évaluer, dans le cas d'un mouvement particulier de la pince par rapport au socle, les écarts entre le comportement cinématique prévisible (simulation manuelle) et le comportement réel (expérimentation).

La démarche de l'ingénieur d'étude :

Identifier, mesurer et analyser les écarts entre les performances du système souhaité, du système réel et du système simulé. Tous cela dans le but de réduire ces écarts.



SAVOIRS ET SAVOIR-FAIRE

Les observations, manipulations, mesures et simulations que vous allez réaliser au travers des activités proposées doivent vous permettre *d'acquérir ou d'approfondir les outils et les méthodes* listées ci-dessous.

Savoirs : je connais

Les différents types de mouvement d'un solide par rapport à un autre
la relation de composition des vecteurs vitesse et des vecteurs rotation
la relation du champ des vecteurs vitesse d'un solide

Savoir-faire : je sais

donner la nature d'un mouvement mouvement d'un solide
décrire la trajectoire d'un point appartenant à un solide en mouvement
dessiner une figure de changement de base et exprimer le vecteur rotation correspondant
déterminer le vecteur position d'un point appartenant à un solide en mouvement
changer de base un vecteur
dériver, par rapport au temps, un vecteur dans un repère
déterminer, à l'aide de deux méthodes, le vecteur vitesse d'un point appartenant à un solide en mouvement

ORGANISATION DE LA SEANCE

Les activités proposées sont à réaliser en 2 heures et en autonomie (sauf indication particulière).

La partie 1 est à réaliser par les deux binômes qui se partagent le système.

Les parties 2 (≈1 h) et 3 (≈30 min) sont indépendantes et doivent être effectuées par chacun des binômes en parallèle.

La partie 4 sera réalisée en commun avec l'autre binôme à la fin du TP.

Les résultats d'activités seront rédigés sur une feuille libre et sur le(s) document(s) réponse mis à disposition. Ils pourront aussi, à la demande du professeur, être uniquement exprimés à l'oral lors d'un échange avec ce dernier.

RESSOURCES MATERIELLES ET NUMERIQUES

Pour réaliser les activités proposées, vous avez à votre disposition :

- *le système réel instrumenté ;*
- *le dossier multimédia du système* sur le site internet de votre professeur ;
- *le cours « Comportement cinématique des systèmes »* que vous pouvez retrouver sur le site internet de votre professeur.

1 - Découverte du système

Activité 1 :

Ressources nécessaires	Dossier multimédia	Mise en situation
		Présentation du robot Ericc 3 didactisé du laboratoire

- **Réaliser les activités décrites dans le dossier multimédia, et observer le système réel.**

2 – Etude analytique du comportement cinématique du robot Ericc

L'objectif de cette partie est de déterminer les valeurs des paramètres directs (position angulaire θ_i et vitesses angulaires $\dot{\theta}_i$ de chacun des 5 axes) pour obtenir un mouvement particulier de la pince du robot par rapport au socle.

Ce mouvement particulier de la pince par rapport au socle doit satisfaire, en même temps, les 4 conditions suivantes :

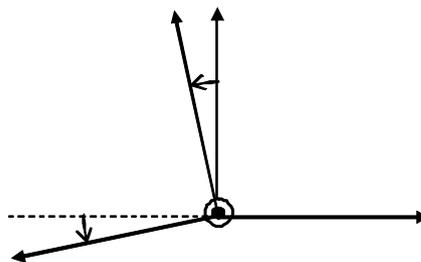
CONDITION 1	CONDITION 2
la pince 5 a un mouvement de translation rectiligne de direction \vec{x}_0 par rapport au socle 0	l'axe de la pince (O_5, \vec{x}_4) est vertical descendant
CONDITION 3	CONDITION 4
$\vec{V}_{O_5 \in 5/0} = -v \cdot \vec{x}_0$ avec $v = 15 \text{ mm/s}$	O_5 , le centre de la pince 5, a une trajectoire suivant (O_2, \vec{x}_0) ce qui impose que le vecteur $\vec{O_2O_5}$ soit toujours colinéaire avec \vec{x}_0

2.1 Découverte du paramétrage direct du robot

Activité 2 :

Ressources nécessaires	Document	Travaux Pratiques \Rightarrow TP 10.2 \Rightarrow Ressources \Rightarrow Paramétrage de Robot Ericc3
------------------------	----------	--

- Découvrir et comprendre le paramétrage du robot.
- Imaginer, en observant la figure sur laquelle est explicité le paramétrage, le mouvement décrit ci-dessus.
- Réaliser, en s'inspirant de la figure ci-dessous, la figure plane illustrant le paramètre d'orientation θ_3 .



- Indiquer sous la figure, le vecteur rotation correspondant.

2.2 Détermination des valeurs de paramètres directs θ_i et $\dot{\theta}_i$.

Activité 3 :

Ressources nécessaires	Document	Travaux Pratiques \Rightarrow TP 10.2 \Rightarrow Ressources \Rightarrow Paramétrage de Robot Ericc3
------------------------	----------	--

- Donner la valeur que doit prendre θ_1 pour satisfaire à la 1ère condition du mouvement particulier. En déduire $\dot{\theta}_1$. Indiquer alors la particularité des bases des repères R_0 et R_1 .

Pour simplifier les prochains calculs, ces 2 valeurs seront directement utilisées dans les expressions suivantes.

- Donner la valeur en degré de l'angle $(\overline{x_1}, \overline{x_4})$ pour satisfaire à la 2^{ème} condition du mouvement particulier.
- Donner, en traduisant le fait que l'angle $(\overline{x_1}, \overline{x_4}) = (\overline{x_1}, \overline{x_2}) + (\overline{x_2}, \overline{x_3}) + (\overline{x_3}, \overline{x_4})$, une relation que doivent vérifier les paramètres θ_j . (Cette relation sera nommée **Relation 1**).
- En déduire une relation entre les vitesses angulaires $\dot{\theta}_j$ (Cette relation sera nommée **Relation 2**).
- Déterminer par la méthode de votre choix l'expression littérale du vecteur vitesse $\overline{V_{O_5 \in 5/0}}$ en fonction des $\dot{\theta}_j$, des θ_j et des L_j .
- Donner l'expression de ce vecteur vitesse en tenant compte des simplifications déterminées dans la **Relation 2**.
- Projeter le vecteur $\overline{V_{O_5 \in 5/0}}$ dans la base 0.
- En déduire deux nouvelles relations que doivent vérifier les paramètres θ_j , traduisant la 3^{ème} condition du mouvement particulier (Ces relations seront nommées **Relation 3** et **Relation 4**).

L'expression du vecteur $\overline{O_2 O_5} = L_2 \cdot \overline{x_2} + L_3 \cdot \overline{x_3} + L_5 \cdot \overline{x_4}$ dans la base du repère R_1 est donnée ci-dessous :

$$\overline{O_2 O_5} = [L_2 \cdot \cos \theta_2 - L_3 \cdot \sin(\theta_2 + \theta_3) - L_5 \cdot \sin(\theta_2 + \theta_3 + \theta_4)] \cdot \overline{x_1} + [-L_2 \cdot \sin \theta_2 - L_3 \cdot \cos(\theta_2 + \theta_3) - L_5 \cdot \cos(\theta_2 + \theta_3 + \theta_4)] \cdot \overline{z_1}$$

- Donner, en traduisant la 4^{ème} condition, la relation que doivent vérifier les paramètres θ_j .
- Simplifier cette relation en tenant compte de la **Relation 1**. La relation obtenue sera nommée **Relation 5**

Grace à ces 5 relations, nous obtenons un système à 5 équations pour 6 inconnues : $\theta_2, \theta_3, \theta_4, \dot{\theta}_2, \dot{\theta}_3$ et $\dot{\theta}_4$.

Si, nous nous intéressons à une position (lorsque $\theta_2 = -40^\circ$ par exemple) du système lors de son mouvement, nous pouvons déterminer les 5 autres paramètres θ_j et $\dot{\theta}_j$ à cet instant là.

Activité 4 :

Ressources nécessaires	Document	Travaux Pratiques \Rightarrow TP 10.2 \Rightarrow Ressources \Rightarrow Résolution du système d'équations
------------------------	----------	--

- Comparer les relations obtenus avec celles utilisées dans la résolution du système d'équations.

3 – Observation expérimentale du comportement cinématique du robot.

L'objectif de cette partie est de mettre en évidence les différences entre le pilotage du robot par les paramètres directs (position θ_i et vitesse $\dot{\theta}_i$ angulaire de chacun des 5 axes) et le pilotage par les paramètres inverses (position X, Y, Z et orientation β, γ de la pince du robot / socle).

3.1 Découverte du pilotage du robot

Activité 5 :

Ressources nécessaires	Dossier multimédia	Utilisation du logiciel de pilotage et d'analyse
	Logiciel	Robot Ericc 3

- Réaliser quelques essais de pilotage du robot.

3.2 Pilotage par les coordonnées inverses

Dans ce mode de pilotage, les paramètres de mouvement utilisés pour piloter le robot sont 3 paramètres de position de la pince X, Y, Z et 2 paramètres d'orientation de la pince β, γ .

On souhaite piloter le robot afin que la pince est un mouvement par rapport au socle de :

CAS 1	CAS 2
translation rectiligne dans le plan horizontal	translation rectiligne dans le plan vertical
CAS 3	
translation de direction \vec{x}_0 par rapport au socle 0 avec l'axe de la pince (O_5, \vec{x}_4) qui soit vertical descendant, $\vec{V}_{O_5 \in 5/0} = -v \cdot \vec{x}_0$ ($v = 15$ mm/s) et O_5 (centre de la pince 5) qui ait une trajectoire suivant (O_2, \vec{x}_0)	

Activité 6 :

Ressources nécessaires	Document	Travaux Pratiques \Rightarrow TP 10.2 \Rightarrow Ressources \Rightarrow Paramétrage de Robot Ericc3
	Dossier multimédia	Utilisation du logiciel de pilotage et d'analyse
	Logiciel	Robot Ericc 3

- Piloter le robot pour obtenir chacun des mouvements de la pince décrits ci-dessus.

3.3 Pilotage par les coordonnées directes

Dans ce mode de pilotage, les paramètres de mouvement utilisés pour piloter le robot sont les position angulaire θ_i et vitesses angulaires $\dot{\theta}_i$ de chacun des 5 axes.

On souhaite piloter le robot afin que la pince ait un mouvement par rapport au socle de translation rectiligne dans le plan horizontal.

Activité 7 :

Ressources nécessaires	Dossier multimédia	Utilisation du logiciel de pilotage et d'analyse
	Logiciel	Robot Ericc 3

- Essayer de piloter le robot pour obtenir le mouvement de la pince décrit ci-dessus. **NE PAS PASSER PLUS DE 5 MINUTES.**
- Conclure sur la facilité d'utilisation des différents modes de pilotage du robot Ericc.

3.4 Etude expérimentale

Les différents axes du robot sont munis de capteur incrémentaux permettant de mesurer les positions angulaires, mais aussi les vitesses de rotation des différents axes.

On se propose de réaliser l'acquisition de ces grandeurs lors d'un déplacement programmé correspondant au cas 3 des mouvements particuliers décrit dans la partie 3.2.

Pour ce mouvement, le robot part d'une position initiale, et réalise un aller-retour de $X = 540\text{mm}$ à $X = 480\text{mm}$.

Activité 8 :

Ressources nécessaires	Dossier multimédia	Utilisation du logiciel de pilotage et d'analyse
	Logiciel	Robot Ericc 3
	Fichier	Travaux Pratiques ⇒ TP 10.2 ⇒ Ressources ⇒ déplacement_programmé.zip

- Effacer tous les fichiers et répertoires placés à l'intérieur du répertoire « mes documents élève » situé sur le bureau, à l'exception du répertoire « 00 Digiview » s'il existe.
- Mettre le robot dans la position initiale : $\begin{cases} X = 540\text{mm}, Y = 0\text{mm}, Z = 512\text{mm} \\ \beta = 90^\circ, \gamma = 0^\circ \end{cases}$.
- Copier dans le répertoire « mes documents élèves », le fichier « déplacement_programmé.zip », puis extraire le fichier " PROGR114.pmc ".
- Ouvrir ce fichier à partir du logiciel Robot Ericc puis cliquer sur Fichier / Transfert vers la carte pour transférer le programme du PC vers la mémoire de la carte du robot
- Fermer ce fichier, cliquer sur Fichier / Nouvelle mesure temporelle.
- Cliquer sur Mesure / Déplacement programmé.
- Cocher et renseigner les différents champs pour pouvoir réaliser les mesures souhaitées comme indiqué sur la figure ci-contre. La mesure débute après avoir sélectionné les commandes « DEPART ».
- Observer et commenter l'aspect « symétrique » de la courbe obtenue.
- Pour la position particulière où $\theta_2 = -40^\circ$, déterminer les valeurs de $\theta_3, \theta_4, \dot{\theta}_2, \dot{\theta}_3$ et $\dot{\theta}_4$.
- Recopier et compléter le tableau de la partie 4 - Bilan.
- Remettre le robot en position repos, en cliquant sur le bouton « Position repos du robot »

The screenshot shows a configuration window for measurements. It has columns for 'Lacet', 'Epaule', 'Coudé', 'Incl.', and 'Rot.'. Rows include 'Position mesurée', 'Cons. position', 'Vitesse mesurée', 'Cons. vitesse', 'Courant moteur', 'C.N.A.', and 'Capteur de P.D. Top zéro'. There are checkboxes for each cell. Below the table are buttons for 'Tout effacer' and 'Fermer'. On the right, there are input fields for 'Numéro du programme' (114), 'Durée de la mesure' (8000 ms), and 'Nombre de points' (300).

4 – Bilan.

La résolution du système d'équation obtenue lors de l'étude analytique du comportement cinématique du robot à permis de remplir la première ligne du tableau ci-dessous.

Pour $\theta_2 = -40^\circ$.	θ_3	θ_4	$\dot{\theta}_2$	$\dot{\theta}_3$	$\dot{\theta}_4$
Etude analytique	-45,5°	85,5°	-4,4°/s	7,3°/s	-3,0°/s
Etude expérimentale					

- Comparer les résultats (mesurés et calculés) et expliquer l'origine des écarts éventuels.

Eteindre le système et l'ordinateur. Merci de laisser votre espace de travail plus propre que vous ne l'avez trouvé, chaises rangées et tables nettoyées !