

**Objectifs :**

- ❑ Déterminer la fonction de transfert d'un système par une analyse harmonique.
- ❑ Comparer le modèle au réel.

Mise en situation.

Le support de TP Maxpid, objet de notre étude, est extrait d'un robot cueilleur de fruit Citrus (figure 1). La société Pellenc qui développe ce produit, conçoit d'autres systèmes automatisés utilisant ce dispositif : Robot cueilleur de pommes Magali ; Robot greffeur de rosiers : Rosal ; Système de tri automatique : Planeco. (Voir vidéo)
Tous ces systèmes présentent un bras constitué d'éléments rigides articulés entre eux. Le support Maxpid est l'une des articulations entre deux éléments rigides que l'on rencontre sur le bras Citrus.



Figure 1 : Bras Citrus

Présentation du support du TP**Architecture générale**

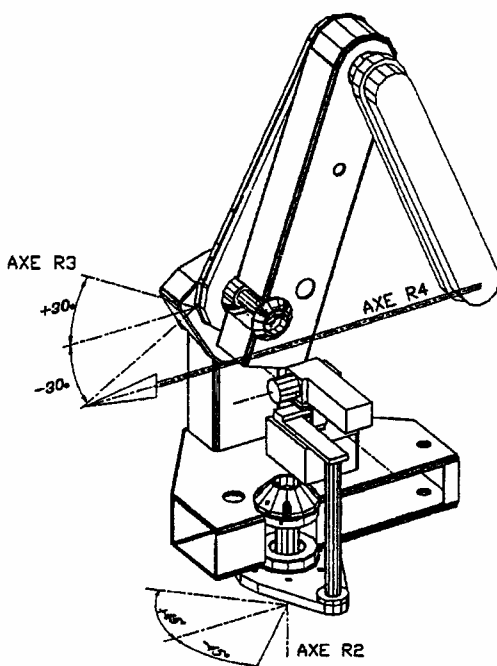
L'architecture générale des deux robots (cueilleur de fruits et trieur de déchets), est semblable. L'unique différence se trouve dans l'orientation de l'embase fixe. Dans le cas du robot cueilleur de fruits, cette embase est horizontale alors qu'elle est verticale pour le robot de tri de déchets. L'équilibrage de l'ensemble des axes s'en trouve donc modifié, mais la chaîne cinématique reste la même.

L'orientation du robot est réalisée par trois chaînes fonctionnelles pilotant les axes de rotation :

- De la structure par rapport à l'embase fixe (azimut) (axe R2),
- De la chaise par rapport à la structure (site) (axe R3),
- Du bras par rapport à la chaise.

Le support de TP (boîte orange) disposé sur la table représente la chaîne fonctionnelle permettant l'orientation des différentes pièces. Les trois chaînes fonctionnelles ont la même structure.

Ce système est principalement constitué d'un bras guidé en rotation par rapport au bâti. Ces deux pièces (bâti et bras) constituent deux éléments rigides successifs du bras du robot cueilleur de fruit.





Commande d'un axe du robot (Maxpid)

Le support de TP (Maxpid) permet de régler les paramètres de commande d'un des axes du robot. La partie commande est gérée par l'ordinateur et par la carte de pilotage associée. La partie opérative est représentée par la « boîte orange ».

Si ce n'est déjà fait, allumer la maquette (interrupteur à gauche) et tirer sur l'arrêt d'urgence. Le voyant rouge indique que le banc est actif. Allumer l'ordinateur et lancer le logiciel Maxpid. Placer la maquette en position verticale (en manipulant avec précaution). Pour imposer une position du bras, utilisez le logiciel Maxpid et laissez-vous guider dans les différents menus.

Étude expérimentale : réponse fréquentielle.

Enlever les masses. Envoyer en une **entrée sinusoïdale d'amplitude 20° , position de départ $\theta = 0$, période 10s et de durée de mesure 20s** sur le bras commandé en **Boucle Fermée avec K_p (coefficient du correcteur proportionnel) = 120, $K_D = 0$ et $K_I = 0$** (menu PID)

Lancer la MESURE ; le bras oscille autour de sa position de départ. Puis, la fenêtre d'AFFICHAGE DE COURBES s'ouvre.

- ✎ Observer les courbes obtenues et relever la valeur du déphasage temporel, ainsi que l'amplitude du signal de sortie. (Voir annexe)
- ✎ Recommencer la mesure pour une vingtaine de points en faisant varier la période de 10s à 0.1s.

Remarque :

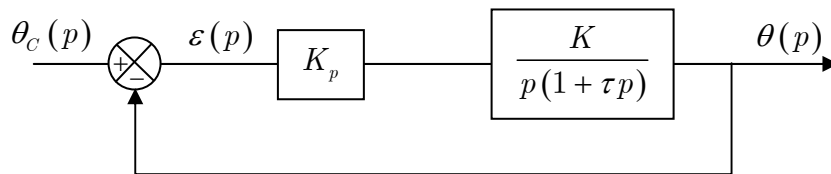
Il est fortement conseillé de relever les mesures en parallèle sur un tableau Excel ou Calc que vous sauvegarderez régulièrement.

Lorsque la période diminue, on peut également diminuer la durée de mesure afin d'obtenir des courbes plus lisibles.

Analyse.

- ✎ A l'aide des relevés précédents, tracer les diagrammes de Bode du système. (Voir annexe)
- ✎ Le système possède-t-il une résonance ?
- ✎ Pouvez-vous estimer l'ordre du système ? Précisez les critères de choix.

- ✎ En déduire la pulsation de cassure.
- ✎ Déterminez les caractéristiques de la fonction de transfert en boucle fermée en supposant que le système est modélisable par un second ordre.
- ✎ On suppose le système modélisable par le schéma bloc ci-dessous, déterminer alors les valeur de K et τ_1 .



Annexe : Diagramme de Bode :

Considérons un système linéaire soumis à une entrée sinusoïdale : $e(t) = e_0 \sin \omega t$

On montre qu'après extinction du régime transitoire, la réponse $s(t)$ est sinusoïdale de même pulsation, mais avec une amplitude s_ω et une phase φ_ω fonctions de la pulsation : $s(t) = s_\omega \sin(\omega t + \varphi_\omega)$

Pour chaque valeur de ω , on va définir les deux quantités suivantes :

$$\text{Le gain } G_\omega = \frac{s_\omega}{e_0}$$

$$\text{La phase } \varphi_\omega = \Delta t \cdot \omega$$

On caractérise ainsi l'évolution du gain et de la phase en fonction de la pulsation.

Soit $H(p)$ la fonction de transfert d'un système linéaire.

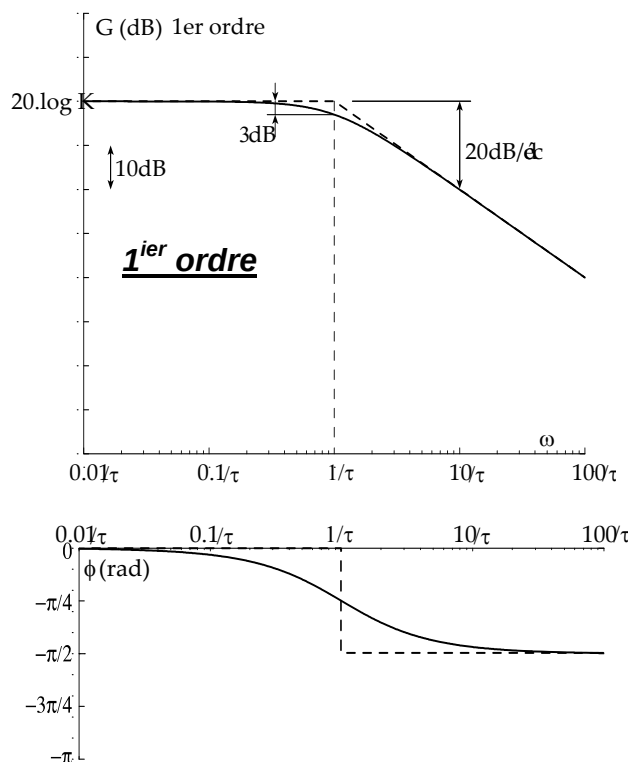
On peut démontrer qu'en remplaçant la variable p de Laplace par $j\omega$, cette fonction de transfert s'écrit :

$$H(j\omega) = \frac{s_\omega}{e_0} e^{j\varphi_\omega} ;$$

$H(j\omega)$ est un nombre complexe : de module $|H(j\omega)| = G_\omega$ et d'argument $\arg(H(j\omega)) = \varphi_\omega$

Diagramme de Bode : au nombre de deux, ces diagrammes représentent les variations de gain $|H(j\omega)|$ en décibel et de phase $\arg(H(j\omega))$ en degré en fonction de la pulsation en radian par seconde tracée sur une échelle logarithmique. On se contente dans la majorité des cas d'un tracé asymptotique.

Allures des tracés pour un premier et un second ordre :



2nd ordre

