

TD* : Robot Kuka

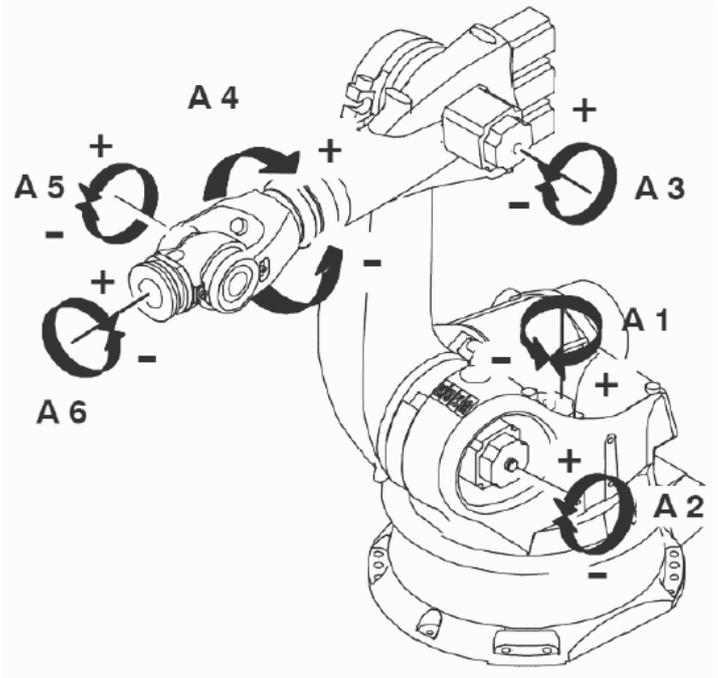
1- Présentation du mécanisme

Mise en situation

Le robot KUKA de notre étude est un robot 6 axes utilisé pour la manutention d'objets ou d'outils industriels. Notre étude porte sur l'utilisation de ce robot pour la palettisation de bidons destinés à l'industrie agronomique.

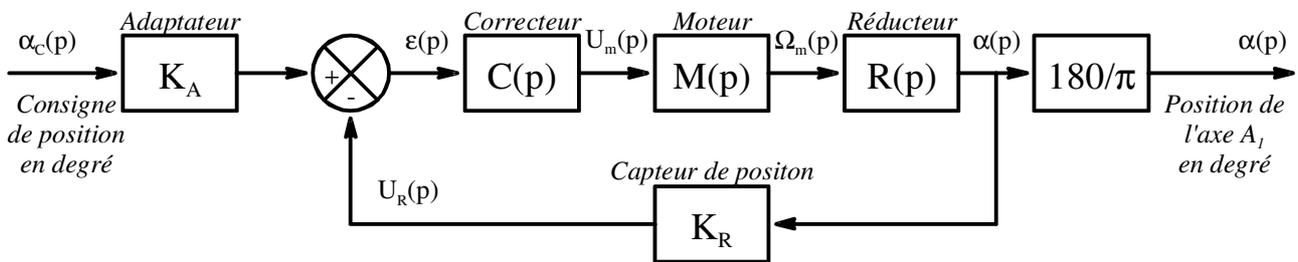
Les trajectoires que doit suivre le poignet de ce robot nécessite que la position angulaire de chacun des axes réponde de manière précise à la consigne donnée par le calculateur. On s'intéresse dans cette étude à l'asservissement en position de l'axe A_1 .

La difficulté de cet asservissement réside dans la précision requise pour suivre les trajectoires imposées et le fait que l'inertie des pièces en mouvement dépend de la configuration du robot et de la charge qu'il emporte à son extrémité.



Modélisation de l'asservissement

On envisage la structure de l'asservissement décrite par le schéma bloc ci-dessous :



Le gain du capteur de position est de : $K_R = 4 \text{ V} \cdot \text{rad}^{-1}$.

Le réducteur de vitesse à un rapport de réduction de : $N = 200$.

Le correcteur est un correcteur proportionnel de gain K_{C1} : $C(p) = K_{C1}$.

Le moteur a une fonction de transfert $M(p)$ du premier ordre : $M(p) = \frac{K_M}{1 + \tau_M \cdot p}$

Avec un gain $K_M = 5 \text{ rad} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{V}^{-1}$. Et une constante de temps τ_M qui suivant la configuration du robot et la charge à son extrémité peut varier de $0,25 \text{ s}$ à $0,45 \text{ s}$.

Objectifs de l'exercice

Le but de cet exercice est de déterminer les caractéristiques de l'asservissement pouvant répondre aux éléments suivant du cahier des charges :

- ☞ Erreur statique en réponse à une consigne de type échelon : $\epsilon_s = 0$
- ☞ Erreur de poursuite (de trainage) en réponse à une rampe de pente $\omega_c = 105 \text{ }^\circ/\text{s}$: $\epsilon_t \leq 1^\circ$
- ☞ Stabilité : Marge de phase : $M_\phi \geq 45^\circ$.

Travail demandé

1- Etude avec une boucle de retour simple

1.1- Donner la fonction de transfert $R(p)$ du réducteur ainsi que le gain K_A de l'adaptateur permettant un fonctionnement normal de cet asservissement.

1.2- En déduire l'expression, en fonction des constantes du système, de $H_{BO1}(p)$ la fonction de transfert en boucle ouverte de cet asservissement.

1.3- Déterminer la/les condition(s), en fonction de ω_c et ε_t , sur le gain de la boucle ouverte K_{BO} permettant de répondre aux critères de précision du cahier des charges. Puis faire la/les application(s) numériques pour obtenir la/les condition(s) numérique(s) sur le gain du correcteur K_{C1} .

1.4- Donner, en fonction de la pulsation ω et des constantes du système, l'expression de $G_{dBBO}(\omega)$ le gain dynamique en décibel de la fonction de transfert en boucle ouverte. Puis en déduire en fonction de la constante de temps du moteur τ_M et du gain K_{BO} la pulsation ω_{0dB} à laquelle ce gain est de 0 décibel.

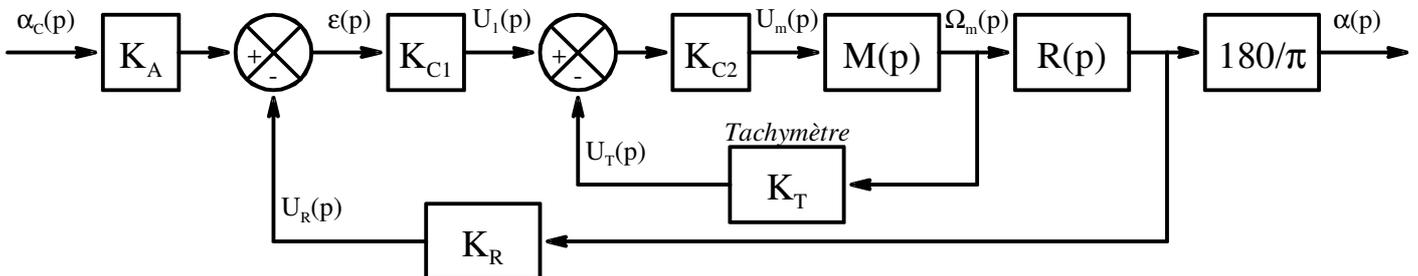
1.5- Donner, en fonction de la pulsation ω et des constantes du système, l'expression de $\varphi_{BO}(\omega)$ la phase de la fonction de transfert en boucle ouverte.

Puis montrer que pour répondre au critère de stabilité du cahier des charges le gain de la boucle ouverte doit vérifier la condition : $K_{BO} \leq \sqrt{2}/\tau_M$. Enfin faire les applications numériques (avec les deux valeurs de τ_M) pour obtenir les conditions numériques sur le gain K_{C1} .

1.6- Conclure sur la capacité à satisfaire au cahier des charges avec un asservissement ayant cette structure composée d'un seul correcteur proportionnel.

2- Etude avec une boucle de vitesse

On modifie la structure de l'asservissement en introduisant une boucle de vitesse. La structure de l'asservissement est alors la suivante :



Le tachymètre placé sur l'arbre moteur mesure la vitesse de rotation de celui-ci et délivre une tension $u_T(t)$ qui est comparée à la tension $u_1(t)$ issue du premier correcteur de gain K_{C1} puis est amplifiée par un deuxième correcteur proportionnel de gain K_{C2} . Ce deuxième correcteur alimente alors le moteur avec une tension $u_m(t)$. Le tachymètre est un gain pur : $K_T = 3,3 \cdot 10^{-2} \text{ V.s.rad}^{-1}$.

2.1- Déterminer $H_V(p) = \frac{\Omega_m(p)}{U_1(p)}$ la fonction de transfert de la boucle de vitesse. Puis en déduire les expressions en fonction des constantes du système de son gain K'_M et de sa constante de temps τ'_M .

2.2- A partir des conditions sur le gain de la boucle ouverte établies aux questions 1.3 et 1.5, donner les conditions sur le nouveau gain de la boucle ouverte K'_{BO} permettant de répondre aux trois critères du cahier des charges. En déduire l'inégalité entre τ'_M et ω_c et enfin la condition sur le gain K_{C2} . Faire l'application numérique pour $\tau_M = 0,45 \text{ s}$.

2.3- En déduire en fonction des constantes du système et du gain K_{C2} , les conditions sur le gain K_{C1} permettant de répondre aux trois critères du cahier des charges. Faire les applications numériques pour un gain $K_{C2} = 250$ et une constante de temps $\tau_M = 0,45 \text{ s}$.

2.4- On choisit des gains $K_{C1} = 200$ et $K_{C2} = 250$ vérifier que le cahier des charges est également satisfait pour une constante de temps du moteur $\tau_M = 0,25 \text{ s}$.