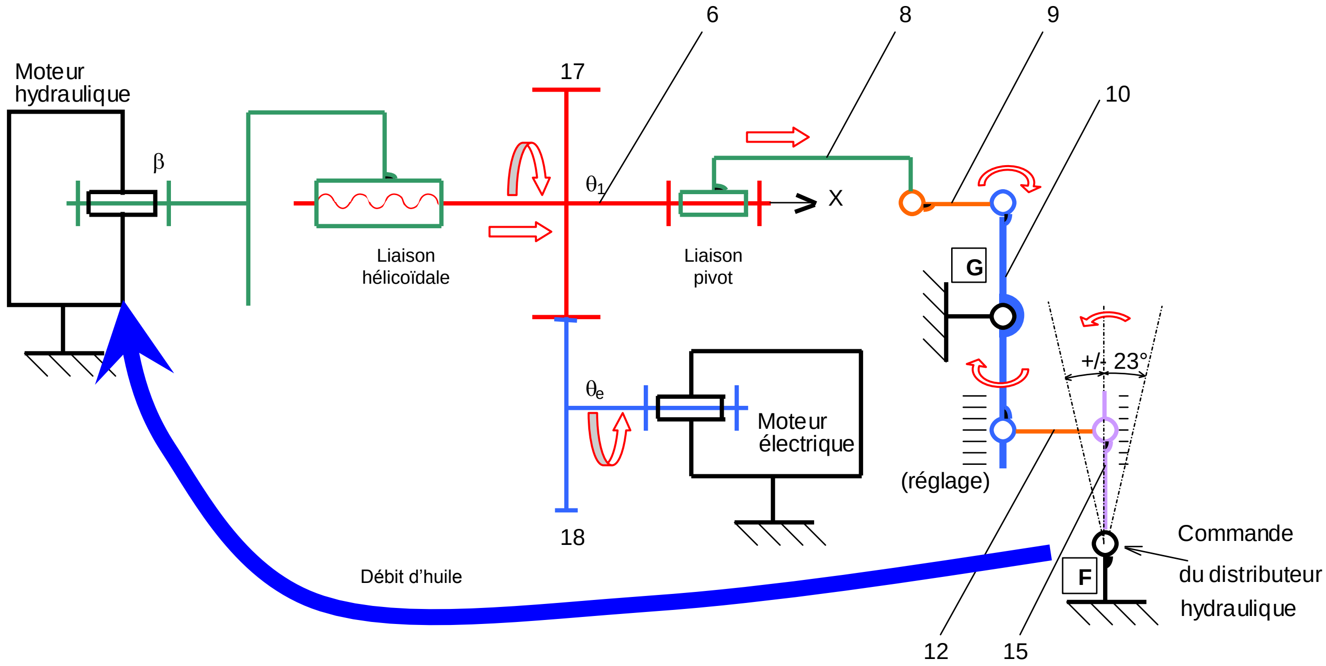
MOTEUR PAS A PAS ÉLECTROHYDRAULIQUE

A partir d'un moteur de faible puissance électrique pas à pas (qui tourne d'un pas par impulsion électrique), on génère des déplacements sur un moteur hydraulique de forte puissance. Le schéma ci-dessous montre le fonctionnement de l'ensemble. Le moteur électrique fait tourner la roue dentée 18 d'un angle θ_e, celle-ci engrène sur la roue dentée 17 de même nombre de dents. La liaison hélicoïdale (vis-écrou) fait donc translater et tourner la vis 6 selon l'axe $\vec{x}$. Grâce à la liaison pivot 8/6 on récupère uniquement la translation sur la pièce 8, qui fait pivoter tour à tour les balanciers 10 et 15, par l'intermédiaire des biellettes 9 et 12. En pivotant, la pièce 15 ouvre un distributeur rotatif qui alimente en huile le moteur hydraulique. Celui-ci se met donc à tourner entraînant avec lui l'écrou de la liaison hélicoïdale, ce qui stoppe la translation de la vis 6 et stabilise le débit d'huile, donc la vitesse du moteur hydraulique. Pour arrêter le moteur hydraulique, il suffit de stopper le moteur électrique, ce qui a pour effet d'inverser la translation de la pièce 6, donc de fermer le distributeur.

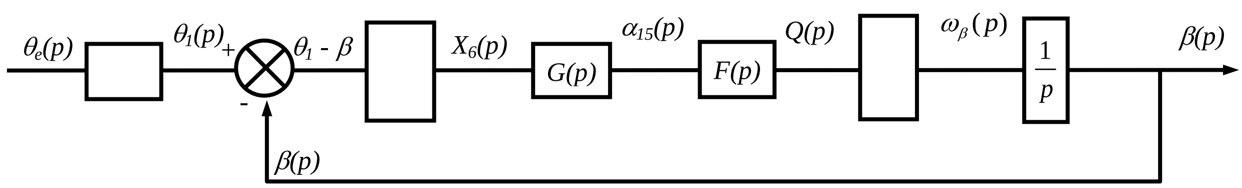


Caractéristiques techniques :

- Pression maximale d'utilisation : 200 bars
- Couple utile à 750 tr/min sous 200 bars : 150 Nm
- Vitesse maximale d'utilisation : 750 tr/min
- Fréquence correspondante à 750 tr/min : 2500 pas/s
- Débit à 750 tr/min : 49 L/min
- Angle de rotation d'un pas : 1,8°
- Nombre de dents des roues : $Z_{18} = Z_{17} = 50$ dents

Q1. Proposer un diagramme des cas d'utilisation (uc) du système.

On propose le schéma bloc suivant :

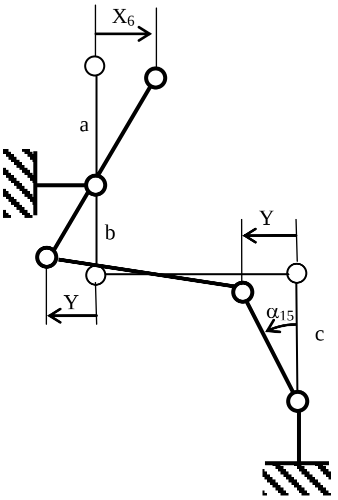


Où : p est la variable de Laplace ; $Q(p)$ est la transformée de Laplace du débit d'huile ; $X_6(p)$ celle du déplacement de la vis 6 et $\alpha_{15}(p)$ celle de l'angle du distributeur rotatif. *cyl* est la cylindrée du moteur hydraulique, exprimé en m^3.

Q2. Compléter le schéma bloc précédent.

Q3. Donner l'expression de la fonction de transfert en boucle ouverte $H_O(p) = \dfrac{\beta(p)}{\varepsilon(p)}$, où $\varepsilon(p) = \theta_1(p) - \beta(p)$ en fonction des données du schéma bloc.

On propose le paramétrage des pièces 10, 12 et 15 suivant :



Q4. Dans le cas où les angles et les déplacements sont supposés petits, donner une modélisation de la transmittance $G(p) = \dfrac{\alpha_{15}(p)}{X_6(p)}$ en fonction des grandeurs du schéma ci-contre.

Q5. Sous l'hypothèse d'incompressibilité de l'huile, la fonction de transfert du distributeur hydraulique est égale à une constante : $F(p) = K_1$. Exprimer la fonction de transfert en boucle fermée du système : $H_F(p) = \dfrac{\beta(p)}{\theta_1(p)}$.
Donner les expressions du gain statique K_F et de la constante de temps T_F.

Q6. Expliquer l'utilité du réglage en hauteur de la biellette 12.

Q7. Sachant que le moteur électrique est commandé par des impulsions (1 impulsion ⇔ 1 pas) et que la fréquence maximale des impulsions est de 2500 Hz, calculer la vitesse maximale moteur hydraulique. Quel est le débit minimum de la pompe qui permet d'obtenir cette vitesse ? En déduire la valeur de la cylindrée du moteur hydraulique.

Q8. On appelle écart statique $\varepsilon_S = \lim_{t \to +\infty}(\theta_1(t) - \beta(t))$ dans le cas où $\theta_1(t)$ est un échelon unitaire. Exprimer la quantité $\varepsilon(p) = \theta_1(p) - \beta(p)$ en fonction de $H_O(p)$ et de $\theta_1(p)$. En déduire la valeur de ε_S. Faire une application numérique.

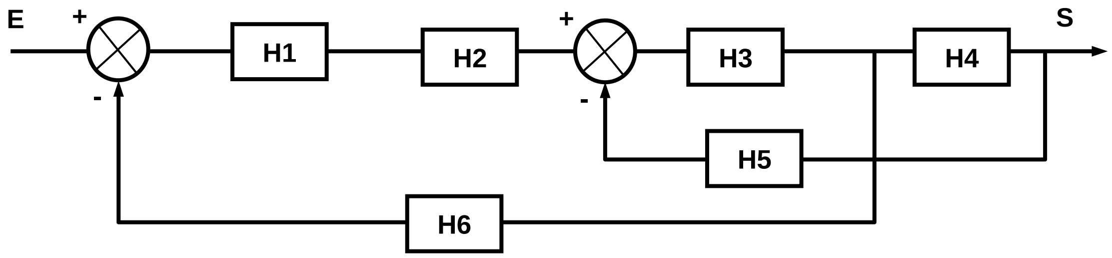
Q9. Calculer la constante de temps T_F du système, sachant que le décalage angulaire entre le moteur électrique et le moteur hydraulique est 120° pour une vitesse de 750 tr/min.

TRANSFORMÉE INVERSE

1. Calculer la transformée de Laplace de la fonction e^{-at}, notée $\mathcal{L}\{e^{-at}\}$.
2. En utilisant les transformées de Laplace, déterminer la fonction *y(t)* solution de l'équation différentielle :

$$y''(t) + 6y'(t) + 8y(t) = 5.u(t)$$, avec comme conditions initiales : $y(0) = 2$; $y'(0) = 3$.

FONCTION DE TRANSFERT



1. Donner la fonction de transfert en boucle fermée (FTBF) du système représenté à la figure précédente.

SYSTÈME DU PREMIER ORDRE

Un système est défini par la fonction de transfert suivante : $G(p)=\frac{S(p)}{E(p)}=\frac{2}{1+0.5p}$

On applique à ce système une entrée échelon d'amplitude $U_m = 5$.

1. Tracer approximativement le signal de sortie. On précisera les valeurs caractéristiques (T_r, valeur finale : *VF*).
2. On boucle ce système par un retour unitaire. Trouvez les nouvelles valeurs de T_r et de *VF*.

IDENTIFICATION D'UN SECOND ORDRE.

On considère le système asservi de fonction de transfert en boucle ouverte définie par : *H(p)*. La figure page suivante donne les réponses temporelles de ce système en boucle fermée à **retour unitaire**, pour une entrée échelon de **4 unités** et pour des valeurs de $K = 10$, $K = 50$ et $K = 100$.

Q1. On pose $H(p)=\frac{K}{1+ap+bp^2}$. Exprimer la FTBF *G(p)* en fonction de *K*, *a*, *b* et *p*.

Q2. A l'aide du tracé ci-dessous, déterminer les valeurs des constantes de gain statique K_F, du coefficient d'amortissement z_F et de la pulsation propre ω_F de la fonction *G(p)* en précisant clairement la démarche utilisée. On travaillera sur la courbe $K = 100$.

Q3. En déduire les valeurs de *a* et *b*. Faire une application numérique.

Q4. Déterminer la valeur de *K* pour obtenir le temps de réponse minimum sans dépassement de la valeur finale.