

## TP6 : Commande électrohydraulique

### Introduction :

Le module de robotisation doit s'adapter à la situation de conduite en agissant sur le temps de synchronisation lors d'un changement de rapport.

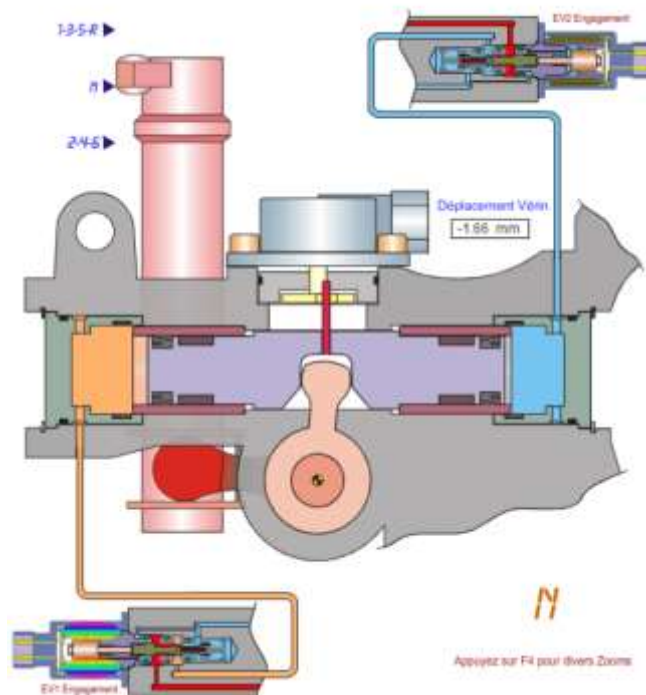
Le temps de synchronisation dépend de la pression qui s'exerce sur le piston du vérin d'engagement. C'est pourquoi il est alimenté par deux électrovannes rétro-pilotées par la pression.

### Objectifs :

Analyser le fonctionnement des électrovannes d'engagement.

Etablir la relation entre courant d'alimentation de l'électrovanne et pression dans la chambre du vérin d'engagement.

Modéliser la chaîne d'action de l'engagement et simuler son fonctionnement



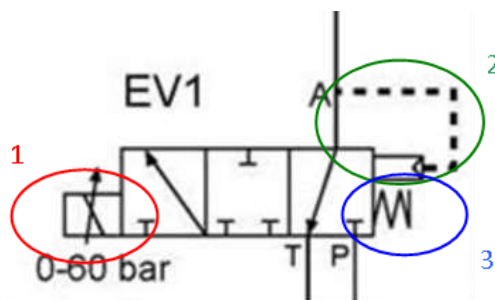
### Travail à réaliser

#### 1 Fonctionnement de l'électrovanne

Le schéma hydraulique ci-contre montre le pilotage de l'électrovanne EV1 :

Repérer sur le schéma technologique du document « 5 : Pilotage du vérin d'engagement », les différents pilotages de l'électrovanne :

1. le solénoïde de l'électrovanne (force  $F_N$ )
2. le pilotage par la pression (force  $F_P$ )
3. le ressort de rappel (force  $F_R$ )



On suppose que la résultante des forces électromagnétiques de la bobine sur le noyau plongeur est proportionnelle à l'intensité du courant traversant la bobine :  $F_N = K_N \cdot I$ .

Le ressort de rappel a une longueur au repos  $L_0$  et une raideur  $K_R$ .

En s'appuyant sur le schéma du document « 5 : Engagement.docx », et l'animation 2D :

**Question 1 :** Décrire le comportement de l'électrovanne lors d'une variation de courant dans la bobine (à la hausse et à la baisse) partant de la position centrale d'équilibre (vanne fermée). Préciser l'influence qu'une telle variation aura sur la pression dans le vérin.

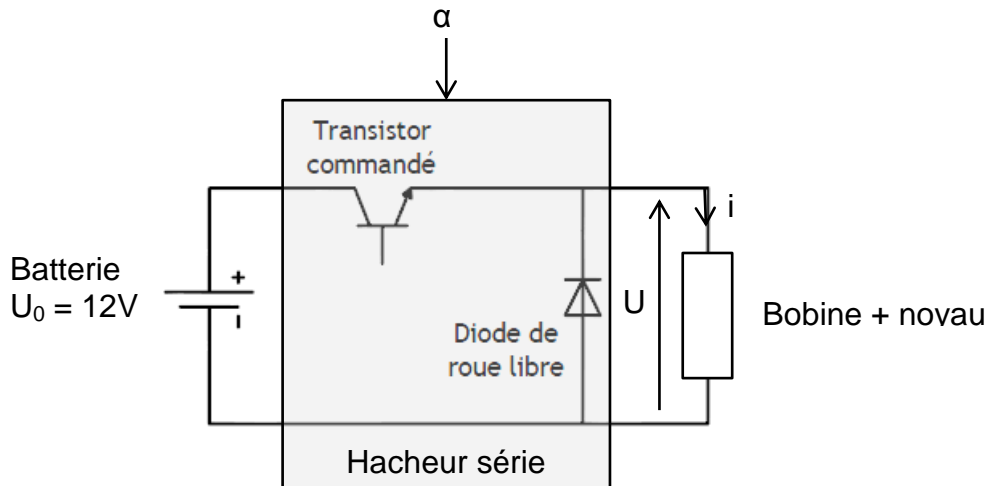
**Réaliser un enregistrement à l'oscilloscope** de la pression  $p$  dans le vérin et du courant  $I$  traversant la bobine (passage  $N - 1$  ; voie 1 : pression dans le vérin, voie 4 : courant dans la bobine, déclenchement sur front montant voie 4) et Utiliser le logiciel « SXMetro » pour exporter vos mesures dans « EXCEL ».

La loi du capteur de pression est fournie dans le fichier « *Loi\_capteur\_pression.xls* »

**Question 2 :** Tracer les courbes de courant  $I$  (A) et la pression  $p$  (bar) en fonction du temps et constater la relation entre les variations de courant dans la bobine et les variations de pression dans le vérin d'engagement. Calculer le rapport  $p/I_{moy}$  lorsque le vérin arrive en butée.

## 2 Modélisation de la commande l'électrovanne

Afin de moduler le courant dans la bobine de l'électrovanne (donc l'effort de synchronisation), celle-ci est alimentée par un hacheur série selon le schéma ci-dessous.



En l'absence de mouvement du tiroir, l'équation électrique de la bobine s'écrit :

$$u(t) = r \cdot i(t) + L \cdot \frac{di}{dt}$$

**Question 3 :** Tracer le schéma électrique correspondant et justifier chaque terme de l'équation.

**Réaliser un enregistrement à l'oscilloscope** de la tension  $U$  aux bornes de la bobine et du courant  $i$  traversant la bobine. (passage  $N - 1$  ; voie 1 : tension, voie 2 : courant dans la bobine, déclenchement sur front montant voie 2).

**Question 4 :** Proposer un réglage de l'oscilloscope adapté permettant de visualiser la courbe de charge et décharge de la bobine, exporter ces enregistrements vers le PC et tracer les courbes  $u(t)$  et  $i(t)$ .

On note  $T_H$  la période de découpage du hacheur et  $\alpha$  le rapport cyclique du signal de tension. A partir de l'enregistrement :

**Question 5 :** Déterminer la période de découpage du signal de tension  $T_H$  et le rapport cyclique  $\alpha$ .

**Question 6 :** Calculer les valeurs moyennes  $\langle u(t) \rangle$  et  $\langle i(t) \rangle$ . En déduire une estimation de la résistance  $r$  de la bobine et le gain du système  $K = \frac{1}{r}$ .

On fait l'approximation sur l'intervalle  $[0 ; \alpha \cdot T_H]$  :  $\frac{di}{dt} = \frac{\Delta i}{\alpha \cdot T_H}$ .

**Question 7 :** Donner une estimation de l'inductance  $L$  de la bobine et de la constante de temps  $\tau = \frac{L}{r}$ . Etablir la relation entre la période de découpage  $T_H$  et l'amplitude des oscillations de courant  $\Delta i$ , comparer les valeurs de  $T_H$  et  $\tau$  et justifier le choix de la fréquence de hachage.

### 3 Simulation de la commande d'engagement (Matlab)

**Question 8 :** **Elaborer l'algorithme** (algorithme, pseudo-code ou langage programmé) d'une fonction permettant de calculer la tension en sortie d'un hacheur en fonction du temps, du rapport cyclique  $\alpha$  et de la tension d'alimentation  $U_0$ .

Charger le fichier simulink « *Modele\_hacheur.mdl* » du hacheur série sous Matlab. Il comporte deux modèles du hacheur. **Importer les courbes** de tension  $u$ , intensité du courant  $i$ , et pression  $p$  dans matlab à partir du fichier « *Enregistrements U-i-p.xls* » et **lancer la simulation**.

**Question 9 :** **Commenter ces modèles** et comparer les courbes simulées et pratiques de tension et de courant. Préciser l'intérêt du modèle simplifié du hacheur pour la simulation.

Charger le modèle simulink « *Electrovanne\_hydraulique.mdl* » de la commande d'engagement sous Matlab.

**Question 10 :** **Comparer les courbes** simulées et pratiques de l'intensité et de la pression, commenter les écarts et conclure quant à la validité du modèle ainsi élaboré.