

Généralités pour commandes proportionnelles électro-hydrauliques

1 QU'EST-CE QU'UNE COMMANDE ÉLECTRO-HYDRAULIQUES ?

Les commandes électro-hydrauliques proportionnelles régulent les paramètres hydrauliques sur la base de signaux électroniques de consigne. Elles constituent une interface idéale entre des systèmes hydrauliques et électroniques et sont utilisées sur des systèmes à boucle ouverte ou fermée (voir section 3) afin d'obtenir des mouvements rapides, doux et précis des machines et installations les plus modernes.

Le système électro-hydraulique est une partie de l'architecture générale de l'unité d'automatisation sur laquelle les informations, les commandes et les alarmes peuvent être transmises de manière « transparente » à l'unité électronique centralisée de commande et vice-versa via bus de terrain standard (voir fiche F002 pour « Systèmes électro-hydrauliques de base »).

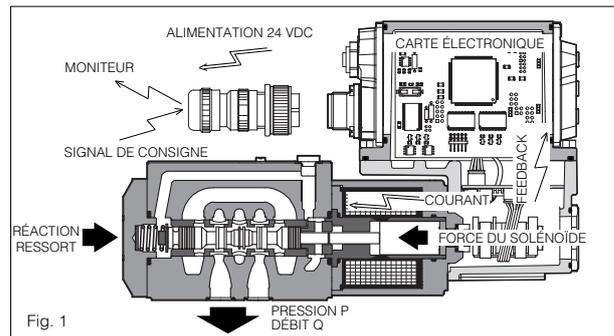
Les commandes électro-hydrauliques proportionnelles fournissent les avantages suivants par rapport aux systèmes électro-mécaniques ; protection de surcharge intrinsèque, adaptation automatique de la puissance, réponse de fonctionnement rapide, auto-lubrification du système, variation sans palier en vitesse, capacité de stockage d'énergie, haute puissance compacte, forces et couples, grande durée de vie et grande fiabilité.

2 QU'EST-CE QU'UNE VALVE PROPORTIONNELLE ?

Le cœur d'une commande électro-hydraulique est une valve proportionnelle qui régule une pression P ou un débit Q en fonction d'un signal de consigne (généralement $\pm 10 V_{cc}$) fourni par la CNC de la machine. La valve proportionnelle doit être commandée par une carte électronique (voir fiche G001) qui régule à cet effet un courant électrique fourni au solénoïde de la valve proportionnelle au signal de consigne. Le solénoïde convertit le courant électrique en force mécanique en actionnant le tiroir contre un ressort de rappel : l'augmentation du courant produit une augmentation de la force de sortie et, en conséquence, la compression du ressort de rappel et le mouvement du tiroir. Les valves proportionnelles peuvent être directes ou pilotées, avec ou sans capteur de pression/position. Les valves proportionnelles à capteur assurent une meilleure précision de réglage.

Sur les versions pilotées, la valve proportionnelle régule le débit et la pression sur l'étage de commande principal.

En cas de coupure de courant, les ressorts de rappel remettent en position neutre conformément à la configuration de la valve pour assurer la sécurité de fonctionnement ; par exemple pour garantir qu'en cas d'absence de signal de consigne ou, plus généralement, en cas de panne du système électrique, la configuration du système ne provoque pas de dommages. La sécurité peut être assurée directement par la valve proportionnelle (sécurité de fonctionnement intrinsèque sur configuration valve) ou bien peut être assurée par l'intervention d'un groupe de valves.



3 BOUCLES DE COMMANDE

Aujourd'hui, les machines industrielles sont des machines multi-axe, de plus en plus souvent contrôlées par des dispositifs proportionnels. L'actionnement des axes peut être commandé en « boucle ouverte » ou en « boucle fermée » en fonction du degré de précision requis par l'application. Sur de nombreuses applications les cycles de mouvement ne nécessitent pas de précision extrême, aussi ils sont effectués en boucle ouverte tandis que dans le cas où l'application nécessite le positionnement d'un actionneur, une commande à boucle fermée doit être assurée.

COMMANDE D'ACTIONNEMENT A BOUCLE OUVERTE

La commande des axes est assurée à travers la fourniture d'un signal de consigne à la carte de la valve proportionnelle.

Il n'y a aucun feedback du paramètre de régulation hydraulique de la valve.

La précision des commandes à boucle ouverte est liée à la qualité du système hydraulique, elle dépend en particulier de la valve proportionnelle et de la carte correspondante.

COMMANDE D'ACTIONNEMENT A BOUCLE FERMÉE

La commande des axes est assurée à travers la fourniture d'un signal de consigne au contrôleur des axes à boucle fermée qui reçoit le signal de feedback du capteur de l'actionneur. Le contrôleur compare les deux signaux et l'erreur qui en résulte est traitée sur la valve proportionnelle, pour aligner sa régulation sur les besoins de la boucle de commande PID.

La précision des commandes à boucle fermée est supérieure à celle des boucles ouvertes et elle est moins sujette aux interférences ambiantes externes grâce à la présence du feedback.

Dans tous les cas, meilleure est la qualité du système hydraulique, meilleure est la précision de la commandes des axes.

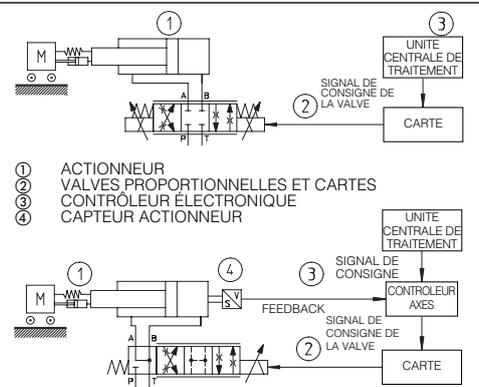


Fig 2 : Axes électro-hydrauliques : diagrammes de base par blocs

4 VALVES PROPORTIONNELLES ET CARTES

Les valves Atos peuvent être de type à tiroir ou à cartouche et peuvent être regroupés dans trois familles fonctionnelles différentes :

- **valve contrôle pression: limiteurs de pression et valves de réduction de pression** régulent la pression de systèmes hydrauliques proportionnellement à un signal de consigne ;
- **valves de commande directionnelle à 4 voies** : commandent et régulent le débit sur un actionneur proportionnellement à un signal de consigne ; Ces valves peuvent être utilisées sur les systèmes de commande en boucle ouverte ou en boucle fermée pour établir la direction, la vitesse et l'accélération d'actionneurs ;
- **valve contrôle débit** : à 2 ou 3 voies, à pression compensée, pour moduler le débit indépendamment des charges de l'utilisateur.

Les valves proportionnelles Atos sont équipées de solénoïdes hautes performances **ZO** et **ZOR** (30 W et 40 W), respectivement conçus pour la commande directe de valves ISO 4401, taille 06 et 10 ; elles sont montées selon différentes options, comme suit :

- A**: sans capteur intégré, boucle ouverte ;
- AE, AEB, AES**: idem ZO-A avec carte électronique intégrée, analogique ou numérique ;
- R**: avec capteur de pression intégré ;
- REB, RES**: idem R avec carte électronique intégrée ;
- T et L**: avec capteur LVDT à une/deux positions, boucle fermée, gage de hautes performances statiques et dynamiques ;
- TE, TEB, TES, LE, LES**: idem T et L avec carte électronique intégrée, analogique ou numérique ;

Sur la nouvelle génération de valves AE, TE et LE, la carte électronique est intégrée à la valve proportionnelle et elle est réglée en usine pour assurer une haute fonctionnalité, l'interchangeabilité des valves et pour simplifier les branchements d'installation et la configuration du système. Les composants électroniques sont logés et encapsulés sous résine dans un boîtier métallique IP67, assurant une protection anti-vibrations, anti-chocs et des caractéristiques d'étanchéité ; les bobines sont entièrement encapsulées sous plastique. Pour plus d'informations sur les cartes électroniques, voir fiche G001

5 TERMINOLOGIE ÉLECTRO-HYDRAULIQUE

Répétabilité: la différence maximale de régulation de la valve hydraulique en répétant le même signal de consigne. La répétabilité est mesurée en pourcentage de la valeur maximale du paramètre hydraulique réglé.

Recouvrement: pourcentage de course du tiroir, à partir de la position centrale dans laquelle la valve reste fermée.

Sécurité: configuration de sécurité hydraulique du tiroir en l'absence d'alimentation électrique.

Tiroirs linéaires: assure la correspondance linéaire entre régulation valves et signal de consigne.

Tiroir progressif: assure le réglage progressif pour un meilleur contrôle à faible débit.

Tiroir différentiel: idem progressif, avec P-B = 50% de P-A

Fuite: le débit passant à travers l'orifice P vers l'orifice T du réservoir avec tiroir de valve en position centrale. Directement lié à la qualité de la construction mécanique de la valve.

Signal de consigne en entrée: le signal électrique envoyé par la machine CNC à la carte électronique de la valve pour obtenir la valeur de réglage voulue.

Courant d'actionnement: le courant envoyé de la carte électronique au solénoïde de la valve.

Courant de Bias: offset statique ajouté au signal de consigne en entrée pour compenser le recouvrement positif des tiroirs.

Dither: la fréquence d'impulsion de la carte de réglage utilisée pour minimiser l'hystérésis de la valve.

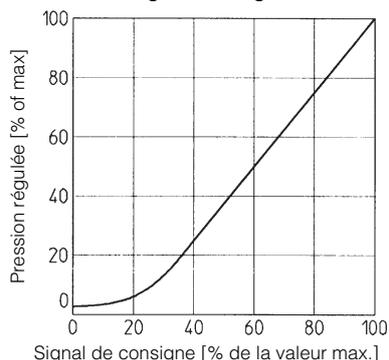
Échelle de régulation: réglage de la valve avec le signal de consigne maximum.

Temps de rampe: durée (en sec.) nécessaire pour actionner avec souplesse la valve au regard d'un signal de consigne de phase.

6 DIAGRAMMES TYPES DES COMMANDES PROPORTIONNELLES

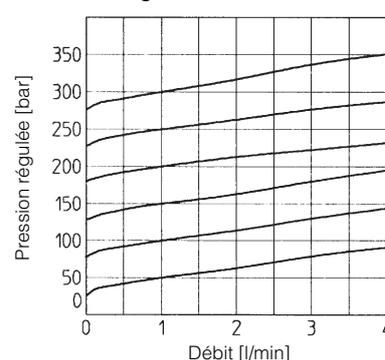
6.1 VALVE CONTROLE PRESSION

Diagrammes régulation



Variation pression valve régulée en fonction du signal de consigne

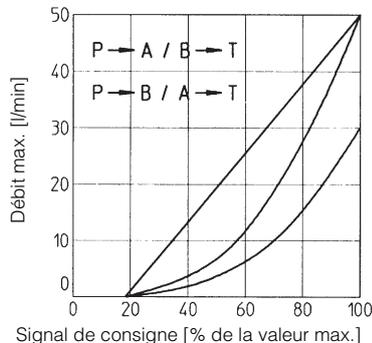
Diagramme fonctionnement



Variation pression valve régulée en fonction du signal de consigne du débit passant à travers la valve

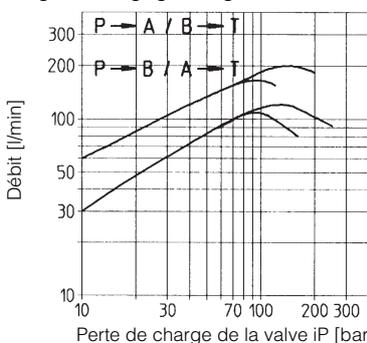
6.2 VALVES DE CONTROLE DIRECTIONNEL ET DEBIT

Diagramme réglage à la caractéristique Δp



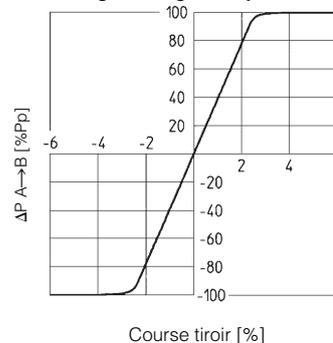
Variation débit valve régulée en fonction du signal de consigne.

Diagramme réglage au signal max. de consigne



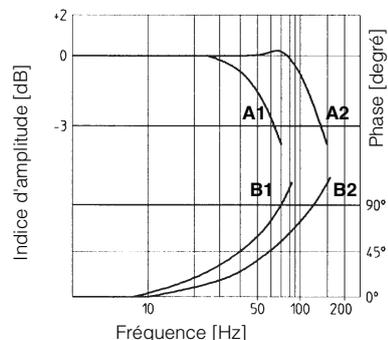
Débit régulé - Δp fonctionnel au signal max. de consigne.

Diagramme gain de pression



Variation de pression sur orifices d'utilisation en fonction de la course du tiroir (uniquement pour valves à recouvrement nul en position de repos).

Diagrammes de Bode

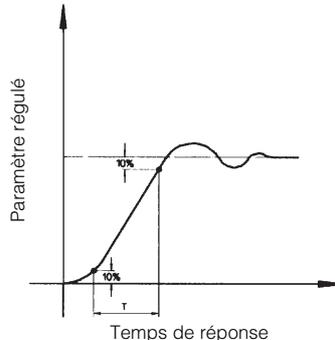


La courbe montre pour des plages de réglages types ($\pm 5\%$ et $\pm 90\%$) à différentes fréquences sinusoïdales du signal de consigne :

A) variation du rapport d'amplitude, entre signal de consigne et le signal de sortie de la position régulée du tiroir ;

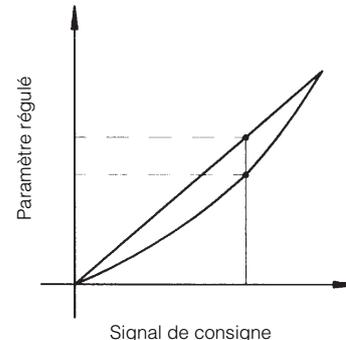
B) décalage de phase entre signal de consigne et le signal de position régulée du tiroir.

Temps de réponse - entrée de phase



Le décalage de temps requis par la valve pour atteindre le réglage hydraulique requis au regard d'un changement de pallier du signal de consigne (généralement 0÷100%). Le temps de réponse est mesuré en millisecondes de seconde [ms] de 10 à 90% du pallier de valve.

Hystérésis



La différence maximale de réglage de la valve entre le signal de consigne de 0 au maximum et du maximum à 0. L'hystérésis est mesurée en pourcentage de la valeur maximale du paramètre hydraulique réglé.