Cahiers de notes documentaires - Hygiène et sécurité du travail - N° 189, 4º trimestre 2002

→ J. Marsot, Département Ingénierie des équipements de travail, Centre de Lorraine, INRS, Nancy

Dispositifs électrohydrauliques à commande proportionnelle

→ J. Marsot, Département Ingénierie des équipements de travail, Centre de Lorraine, INRS, Nancy

Dispositifs électrohydrauliques à commande proportionnelle

PROPORTIONAL ELECTRO-HYDRAULIC VALVES

This article presents the results of a study on proportional electrohydraulic valves used to control machine

After a brief reminder of the different operating principles, the author then goes on to show that these devices can lead to inappropriate movement commands (variation in speed, reversal of direction, setting in motion) in the presence of environmental failures and/or electrical disturbances. Technical solutions are proposed to avoid these malfunctions being at the source of hazardous situations for the operators.

proportional electronic valve
machinery
operational safety
malfunction
prevention measure

c e document présente les résultats d'une étude sur les distributeurs électrohydrauliques proportionnels utilisés pour la commande des mouvements de machine.

Après un bref rappel des différents principes de fonctionnement de ces dispositifs, cet article montre qu'ils peuvent conduire à des commande inappropriées de mouvement (variation de vitesse, inversion de sens mise en mouvement) en présence de défaillances

Après un prer rapper des différents principes de fonctionnement de ces dispositirs, cet article montre qu'ils peuvent conduire à des commandes inappropriées de mouvement (variation de vitesse, inversion de sens, mise en mouvement) en présence de défaillances et/ou de perturbations environnementales d'origine électrique. Ensuite, différentes voies de solutions techniques sont proposées afin d'éviter que ces dysfonctionnements soient à l'origine de situations dangereuses pour les opérateurs.

• distributeur électrohydraulique proportionnel • machine • sûreté de fonctionnement • dysfonctionnement • mesure de prévention

a technique des distributeurs électrohydrauliques à commande proportionnelle associe à la puissance de l'hydraulique, la précision et la souplesse de l'électronique [Dorr et coll., 1986]. Cette technique a pris son essor avec le développement de cartes électroniques et de distributeurs de conception simple. De tels dispositifs sont présents dans des machines possédant des entraînements et des commandes hydrauliques. C'est notamment le cas des machines destinées au levage ou au transport de charges et/ou de personnes, où ils sont entre autres utilisés pour la commande des vitesses de déplacement [Industries et Techniques, 1997; Danfoss, 1996]. Sur ces installations, une brusque variation de vitesse peut être à l'origine de situations dangereuses pour l'opérateur ; risque de chute suite à la perte de stabilité de la nacelle, risque d'écrasement ou d'électrocution suite à une collision avec un obstacle extérieur [Marsot, 1998]. Ce type de dispositif ne doit pas être confondu avec les servovalves [Dorr et coll., 1986; Guillon, 1992]. Ces dernières sont réservées à la réalisation d'asservissements de forte puissance et/ou de précision élevée (commande de vol des avions, par exemple).

1. Principe de fonctionnement d'un distributeur proportionnel

Un distributeur à commande proportionnelle n'est en fait qu'un élément d'un dispositif comprenant un manipulateur, un ou deux solénoïdes proportionnels et une carte électronique de traitement du signal, qui peut être intégrée ou non dans le corps des solénoïdes (cf. fig. 1, page suivante).

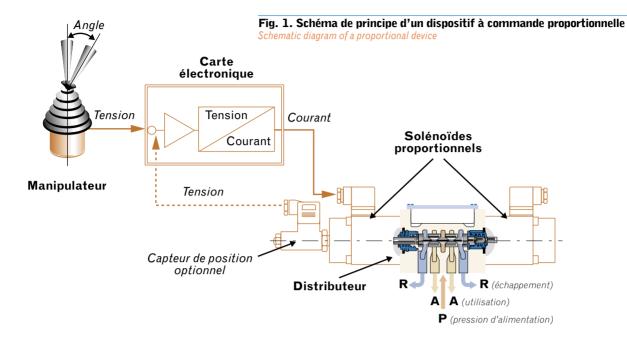
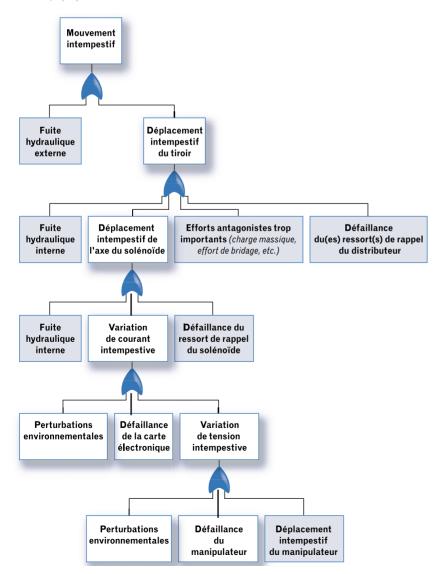


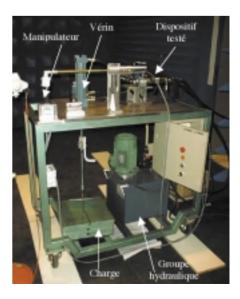
Fig. 2. Arbre de défaillance d'un distributeur à commande proportionnelle

- Fault tree of a proportional valve



Le manipulateur délivre une tension électrique proportionnelle à son déplacement angulaire. Une carte électronique de traitement, propre à chaque distributeur, transforme ensuite cette tension en un courant électrique. Le solénoïde proportionnel opère la transformation de ce courant en un déplacement (ou en une force), directement appliqué au tiroir du distributeur. Ce dernier délivre ainsi un débit (ou une pression) hydraulique, proportionnel au déplacement angulaire du manipulateur. Lorsque les solénoïdes ne sont pas excités (manipulateur en position neutre), la position du tiroir du distributeur est obtenue par des ressorts de rappel.

Fig. 3. Banc de tests. - Test bench



En option, certains distributeurs peuvent être équipés d'un capteur qui recopie la position réelle du tiroir pour la retransmettre à la carte électronique. On parle alors de distributeur à rétroaction électrique. La tension délivrée par ce capteur est comparée à la valeur de consigne, ce qui constitue une boucle de régulation de position, destinée à diminuer l'hystérésis et le défaut de reproductibilité du distributeur proportionnel. Le choix d'un distributeur avec ou sans rétroaction dépend essentiellement des performances fonctionnelles demandées par l'application : précision, effort, reproductibilité, etc.

- etc.) a nécessité d'une part, l'approvisionnement d'un échantillon représentatif des distributeurs à commande proportionnelle disponibles sur le marché français (¹) (tableau I) et d'autre part, la mise au point d'un banc de tests (cf. fig. 3). Ce dernier permet de piloter la montée et la descente d'une charge (²) à l'aide du dispositif testé dont le comportement est analysé à l'aide :
- d'un capteur de déplacement relié à la charge,

- de différents capteurs de pression,
- de la visualisation, sur un oscilloscope, de ses différents signaux électriques de commande.

2.1.1. Comportement en présence de défauts

Les défauts qui ont été appliqués à ces dispositifs sont des coupures, des courtscircuits ou des mises à la masse des différents conducteurs accessibles (tableau II).

2. Étude de sûreté de fonctionnement

Cette analyse de sûreté de fonctionnement des dispositifs à commande proportionnelle a été réalisée selon la méthode des Arbres de Défaillance (AdD) [Limnios, 1991]. C'est une démarche déductive qui a pour but de rechercher l'ensemble des événements ou combinaisons d'événements élémentaires qui peuvent conduire à un événement redouté (fig. 2). Dans le cas présent, l'événement redouté recherché était un mouvement intempestif (mise en marche, inversion de sens, variation de vitesse).

L'arbre obtenu met en évidence différents types de défaillances, selon qu'elles sont d'origine mécanique (rupture de ressorts), hydraulique (fuites) ou électrique (défaillance de composant, perturbations CEM). Si les causes d'origine mécanique et/ou hydraulique (cases grisées de l'arbre) peuvent être exclues en cas de fabrication, de dimensionnement et d'utilisation correctes du distributeur ; il n'en est pas de même pour les défaillances d'origine électrique [prEN 954-2, 2000 ; Kleinbreur et coll., 1999]. Ce sont donc uniquement ces dernières qui ont été approfondies par une étude expérimentale de type « boîte noire ».

2.1. Étude expérimentale

Cette étude expérimentale en présence de défauts électriques (coupure, court-circuit, perturbations électromagnétiques,

(1) Cette sélection, effectuée au moment de la campagne d'essais, ne revêt aucun caractère exhaustif. (2) 265 kg: charge utile maximale de la plupart des nacelles élévatrices de 2 personnes.

TABLEAU I

Types de distributeur à commande proportionnelle approvisionnés

- TYPES OF PROPORTIONAL COMMAND VALVES TESTED

	Distribute		Avec son propre	
Code	Symbole	Avec ou sans rétroaction électrique	Electronique	manipulateur
А	X T T T	Avec	Intégrée	Non
В		Avec	Intégrée	Oui
С		Avec	Intégrée	Oui
D	W X T T T W	Sans	Séparée	Non
E	XIII X	Avec	Intégrée	Oui

TABLEAU II

COMPORTEMENT DES DISPOSITIFS SOUS TESTS EN PRÉSENCE DE DÉFAUTS D'ORIGINE ÉLECTRIQUE

- BEHAVIOUR OF THE DEVICES UNDER TEST IN THE PRESENCE OF ELECTRICAL FAULTS

Défaut	Comportement du dispositif
Coupure de l'alimentation électrique (+24 V) du manipulateur Coupure de l'alimentation électrique du potentiomètre du manipulateur Coupure de masse du manipulateur	Le manipulateur devient inopérant. Le distributeur se met en position neutre (charge immobile) sur tous les dispositifs testés.
Coupure de l'alimentation électrique du distributeur	Le distributeur reste bloqué en position neutre (charge immobile) sur tous les dispositifs testés.
Mise à la masse (ou court-circuit) du signal de commande du solénoïde	Pour les dispositifs A, B, D et E on observe une descente (ou une montée) à pleine vitesse de la charge. Seul le dispositif C se met en position neutre (charge immobile).
Coupure de masse du solénoïde	Les distributeurs se mettent en position neutre (charge immobile) sauf pour le distributeur D qui fonctionne normalement.

Les défauts les plus critiques sont ceux appliqués aux conducteurs de commande du solénoïde proportionnel. Ils ont en effet été interprétés par le distributeur comme des consignes de montée ou de descente à pleine vitesse. Les autres défauts ont provoqué un blocage du distributeur en position neutre (charge immobile).

2.1.2. Comportement en présence de perturbations environnementales

Par analogie avec des composants de sécurité intégrant des cartes électroniques de traitement du signal tels que les dispositifs de protection électrosensibles [CEI/EN 61496-1, 1997], les perturbations environnementales qui ont été appliquées à ces dispositifs à commande proportionnelle sont :

- des variations lentes de la tension d'alimentation,
- des interruptions de la tension d'alimentation,
 - des perturbations rayonnées (fig. 4),
- des perturbations conduites induites par des champs de radiofréquence,
 - des transitoires rapides en salves,
 - des tensions de chocs,
 - des décharges électrostatiques.

Les spécifications de ces perturbations sont décrites dans le paragraphe 4.3.2 de la norme européenne CEI/EN 61496-1.

Des mises en mouvement et/ou des inversions de sens intempestives ont été

observées sur plusieurs de ces dispositifs, notamment en présence de perturbations rayonnées ou de perturbations conduites, induites par des champs de radiofréquence (tableau III).

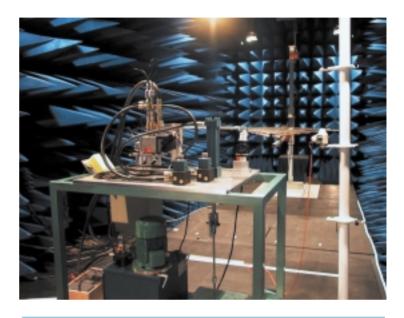


Fig. 4. Essais de perturbations électromagnétiques rayonnées - Radiated electromagnetic disturbance tests

TARIFALLIII

COMPORTEMENT DES DISPOSITIFS SOUS TESTS EN PRÉSENCE DE PERTURBATIONS ENVIRONNEMENTALES

- BEHAVIOUR OF THE DEVICES UNDER TEST IN THE PRESENCE OF ENVIRONMENTAL DISTURBANCES

Essais	Comportement du dispositif
Variation lente d'alimentation du manipulateur	Sur le dispositif D, une montée de la charge est observée, quelle que soit la position du manipulateur. Le distributeur revient en position neutre (charge immobile) en dessous d'une certaine tension pour les quatre autres dispositifs testés.
Microcoupures d'alimentation	Pour les cinq dispositifs, le distributeur se met en position neutre pendant le temps de la microcoupure ce qui occasionne un mouvement saccadé de la charge.
Perturbations rayonnées	Pour les dispositifs A (cf. figure 5) et D, on observe des mises en mouvement et/ou des inversions du sens de mouvement pour des perturbations de 30 V/m, dans la bande de fréquence 80 - 1 000 MHz.
	Pour les dispositifs B, C et E, les seuls dysfonctionnements relevés sont un retour à la position neutre (charge immobile) et/ou de très légères variations de vitesse de déplacement pour des perturbations de 30 V/m dans la bande de fréquence 80 - 220 MHz.
Perturbations induites conduites	Pour les dispositifs A, B, C (cf. figure 6) et D, on observe des mises en mouvement et/ou des inversions du sens de mouvement pour des perturbations injectées entre le manipulateur et la carte électronique ou entre cette carte et le solénoïde.
	(Cet essai n'a pas pu être réalisé sur le dispositif E car il a été rendu définitivement inopérant suite aux essais de microcoupure d'alimentation.)
Transitoires rapides (3) Décharges électrostatiques (3)	Pour les dispositifs B et C, les seuls dysfonctionnements relevés sont un retour à la position neutre (charge immobile). Aucun dysfonctionnement n'a été constaté sur le dispositif D.
Ondes de chocs (3)	Aucun dysfonctionnement n'a été constaté sur les dispositifs B, C et D.

3. Discussion

Comme le montre cette étude expérimentale, une défaillance et/ou des perturbations environnementales d'origine électrique peuvent conduire à des commandes intempestives de mouvement, et ce pour tous les dispositifs testés. Toutefois, selon que l'on souhaite obtenir un arrêt sûr ou un déplacement sûr, différentes voies de solution sont envisageables pour éviter ce type de dysfonctionnement.

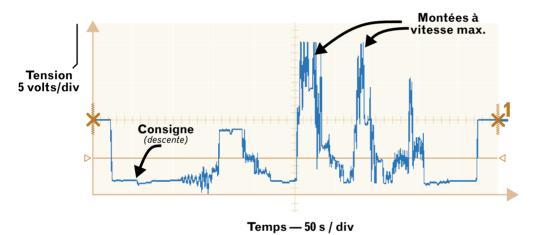
3.1. Arrêt sûr

En hydraulique proportionnelle, la position d'arrêt correspond généralement à la position médiane du distributeur et du manipulateur. Afin d'éviter des mises en mouvement non souhaitées, telles que celles identifiées lors de l'étude expérimentale, il est recommandé que ces positions médianes soient obtenues par l'effet des ressorts de rappel suite à une mise hors tension du distributeur à commande proportionnelle, et non seulement par une simple application de la valeur de

consigne correspondant à une vitesse de déplacement nulle. A cet effet, certains manipulateurs sont équipés d'un interrupteur de position neutre. Il est donc recommandé de les utiliser si, comme le préconise la norme NF EN 60204-1, ils sont à manœuvre positive d'ouverture (4) et

(4) Manœuvre positive d'ouverture [NF EN 60204-1, 1993] : accomplissement de la séparation des contacts résultant directement d'un mouvement spécifié de l'organe de commande et effectué au moyen de pièces non élastiques (par exemple, sans l'intermédiaire de ressorts)

Alors que le dispositif en test est soumis à une consigne de descente en vitesse maximale, on observe en sortie des inversions de sens du mouvement (montée à vitesse max.).

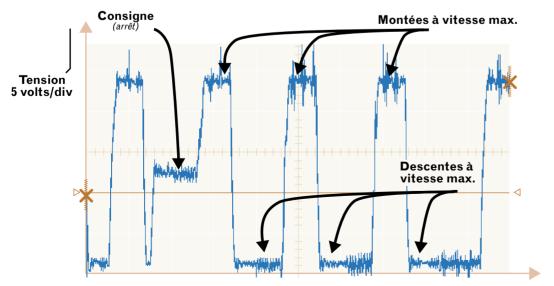


du dispositif « A » en présence de perturbations rayonnées (220-400 MHz à 30 V/m)

Fig. 5. Comportement

- Behaviour of device "A" in the presence of radiated disturbances (220-400 MHz at 30 V/m)

Alors que le dispositif en test est soumis à une consigne d'arrêt (vitesse nulle), on observe en sortie des mises en mouvement (montées ou descentes à vitesse max.).



Temps — 50 s / div

Fig. 6. Comportement du dispositif « C » en présence de perturbations induites conduites (100 – 220 KHz à 10 V)

- Fig. 6. Behaviour of device "C' in the presence of conducted induced disturbances (100-220 KHz at 10 V) actionnés suivant le mode positif (ou action mécanique positive (5)). Dans le cas contraire, des moyens de coupure complémentaires doivent être utilisés pour cette mise hors tension (fig. 7) (6).

Par ailleurs il existe, pour les distributeurs, différents types de position de replis (tableau IV). Le choix d'une de ces positions est fonction de l'application et du comportement souhaité pour la position de replis.

L'arrêt par coupure d'énergie avec mise à l'air libre du circuit d'alimentation doit être privilégié, chaque fois que la disparition de la pression d'alimentation n'engendre pas de mouvement intempestif. Si l'application comporte des vérins de bridage ou qui effectuent un travail contre la pesanteur, des dispositions particulières doivent alors être prises (clapets antiretour pilotés par exemple) Des informations détaillées relatives à la sécurité sur ces dispositions particulières et sur le choix des distributeurs sont données dans la brochure ED 736 [INRS, 1990].

Enfin, le recouvrement du distributeur dans cette position médiane doit être positif, pour garantir une position d'arrêt stable [Kleinbreur et coll, 1999]. En effet, un recouvrement positif permet d'isoler tous les orifices du distributeur entre eux, et de minimiser les fuites hydrauliques axiales entre le tiroir et le corps du distributeur [Reminiac, 1986]. Dans ces conditions, l'arrêt sûr peut être obtenu, par un ou deux distributeurs, en fonction du niveau de risque de l'application (cf. annexe I).

3.2. Déplacement sûr

Dans ce cas, contrairement aux distributeurs hydrauliques conventionnels (« toutou-rien »), il n'existe pas de position prédéfinie pour le tiroir par rapport au corps du distributeur. Le niveau de sûreté du déplacement dépend donc essentiellement du niveau de sûreté de l'électronique de commande du dispositif.

(5) Action mécanique positive [NF EN 292-2, 1991] : si un organe en mouvement entraîne inévitablement un autre organe, par contact direct ou par l'intermédiaire d'éléments rigides, on dit que ces organes sont liés suivant le mode positif (ou positivement). Il en est de même lorsqu'un organe s'oppose uniquement par sa présence à tout mouvement d'un autre organe. Dans le cas contraire, lorsqu'un organe mécanique, en se déplaçant, en laisse un autre libre de se déplacer (par gravité, sous l'effet d'un ressort, etc.), il n'y a pas d'action mécanique positive du premier sur le second.

(6) Ce schéma n'est en aucun cas un schéma de mise en œuvre. Il donne uniquement des idées de réalisation dont il est possible de l'inspirer.

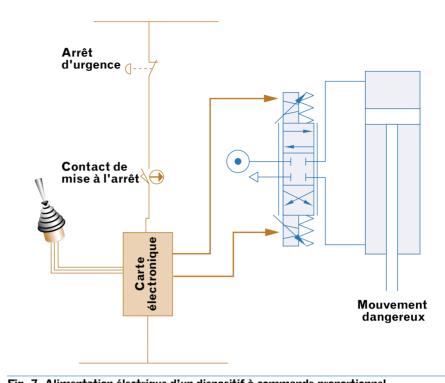


Fig. 7. Alimentation électrique d'un dispositif à commande proportionnel - Electrical power supply of a proportional device (this diagram is in no way a diagram of a practical application. It merely gives development ideas that can be drawn upon).

TABLEAU IV

PRINCIPAUX TYPES DE POSITION MÉDIANE RENCONTRÉS SUR DES DISTRIBUTEURS PROPORTIONNELS

- MAIN TYPES OF MID-POSITION SYSTEMS FOUND ON PROPORTIONAL VALVES

Type de position	Symboles
Centre fermé- Départ fermé	A B
Centre ouvert- Départ fermé	A B P ⊙ ∨ T
Centre P fermé – Y à droite	A B P ⊙ ∨ T
Centre Y à gauche – T fermé	A B P ⊙ ∨ T
Centre en H	A B P ⊙ ∨ T

En conséquence, en l'absence de dispositif dit de sécurité, il n'est pas possible d'obtenir un déplacement sûr à l'aide d'un seul distributeur proportionnel.

Il est néanmoins possible de sécuriser ces déplacements par l'utilisation d'un ou plusieurs distributeurs « tout-ou-rien » (cf. annexe II) afin de valider la mise en mouvement et/ou son sens, et ainsi de prévenir des dysfonctionnements tels que ceux constatés lors de l'étude expérimentale.

Par ailleurs, afin de prévenir les risques liés à une brusque variation de vitesse, il est nécessaire de contrôler la vitesse réelle de déplacement du mouvement dangereux, afin de pouvoir agir sur la commande des différents distributeurs (proportionnels et « tout-ou-rien »). En ce qui concerne les machines mobiles où l'opérateur est embarqué, ce contrôle peut être réalisé par l'opérateur lui-même. Dans ce cas, il est recommandé d'une part, de limiter la vitesse maximale de déplacement (7) et d'autre part, que la commande du mouvement soit obtenue par l'action simultanée du conducteur sur deux organes de service distincts : l'un pilotant la commande proportionnelle, l'autre le distributeur « tout-ou-rien »

CONCLUSION

Il est important de rappeler qu'à ce jour, aucun des fabricants de dispositifs à commande proportionnelle identifiés ne revendique le qualificatif de composant de sécurité pour ce type de dispositif. De ce fait ceux-ci n'entrent pas, en tant que tel, dans le champ d'application de la directive européenne « Machines » n° 98/37/CE. En conséquence, il appartient aux fabricants de machines, qui intègrent ces commandes proportionnelles dans les produits, de s'assurer que les mouvements intempestifs qui, comme le montre cette étude, peuvent être provoqués par ces dispositifs, n'engendrent pas de situations dangereuses pour les opérateurs.

(7) Pour les plates-formes élévatrices mobiles de personnel automotrices, cette vitesse est limitée à 0,7 m/s lorEN 280. 20001.

BIBLIOGRAPHIE

CEI/EN 61496-1 - Sécurité des machines. Equipements de protection électrosensibles - Partie 1 : Prescriptions générales et essais. Bruxelles, CENE-LEC, mars 1997, 96 p.

DANFOSS - Hydraulic components Applications. Journal, Denmark, 1994, 49 p.

Directive n° 98/37/CE du 22 juin 1998 - Rapprochement des législations des états membres relatives aux machines. Journal Officiel des Communautés Européennes, n° L 207 du 23 juillet 1998, 46 p.

DORR H., EWALD R., UTTER J., LIEDHEGENER F., SCHMITT A., REIK M. – Le cours d'hydraulique – Tome 2 : Technique des valves proportionnelles. Mannesmann Rexroth GmbH, 1986, 224 p.

GUILLON M. – Commande et asservissements hydrauliques et électrohydrauliques – *Paris, Lavoisier, coll.* Techniques et documentation, 1992, 451 p.

Industries & Techniques - Engins mobiles : les prouesses de l'hygraulique embarquée. *Industries et Techniques*, *Avril 1997*, *781*, *pp. 70-73*.

INRS - Conception des automatismes pneumatiques. Paris, INRS, 1990, ED 736, 35p.

KLEINBREUR W., KREUTZKAMPF F., MEFFERT K., REINERT D. – Categories for Safety-related control Systems in Accordance with EN 954-1. Sankt Augustin, HVBG, sept. 1999, BIA Report 6/97e, 216 p.

LIMNIOS N. - Arbres de défaillances. Paris, Hermès, 1991, coll. Traité des nouvelles technologies, série diagnostic et maintenance.

MARSOT J. – Etude des schémas de commande de nacelles élévatrices de personnel. Cahiers de notes documentaires – Hygiène et Sécurité du Travail, 1998, ND 2079, 12 p.

NF EN 292-2 – Sécurité des machines. Notions fondamentales - Principes généraux de conception. Partie 2 : Principes et spécifications techniques. Paris, AFNOR, déc. 1991, 56 p.

NF EN 60204-1 - Sécurité des machines. Equipement électrique des machines. Partie 1 : règles générales. Paris, AFNOR, févr. 1993, 105 p.

Pr EN 280 – Sécurité des machines. Plates-formes élévatrices mobiles de personnel – Calculs – Stabilité – construction – Sécurité – Examens et essais. Bruxelles, CEN, août 2000, 77 p.

Pr EN 954-2 - Sécurité des machines. Parties des systèmes de commande relatives à la sécurité. Partie 2 : validation. Bruxelles, CEN janv. 2000, 67 p.

REMINIAC B. – Hydraulique industrielle appliquée – Les distributeurs. Bois-le-Roi, ISF, Division hydraulique, 1986, pp. E1-E100.

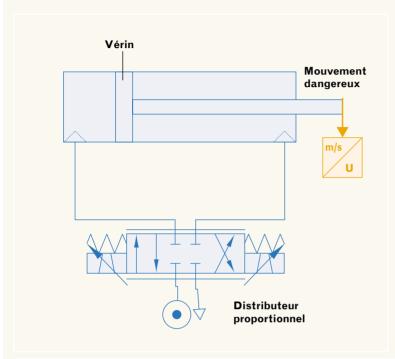
ANNEXES



ANNEXE

ARRÊT SÛR

SCHÉMAS DE PRINCIPE (8) DE CIRCUIT DE COMMANDE HYDRAULIQUE INTÉGRANT UN DISTRIBUTEUR À COMMANDE PROPORTIONNEL



Le distributeur proportionnel est un distributeur à position de verrouillage médiane, à recouvrement positif.

COMMENTAIRES

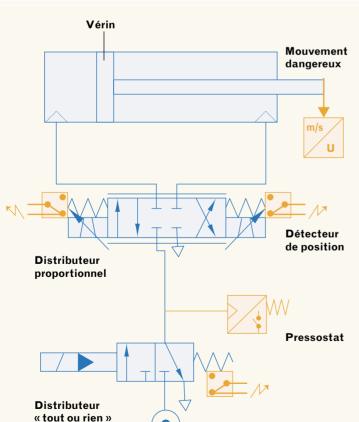
Cette position médiane est obtenue par l'effet des ressorts de rappel, éprouvés suite à une mise hors tension du dispositif à commande proportionnelle.

La défaillance du distributeur peut entraîner la perte de la fonction d'arrêt.

La fonction d'arrêt peut être périodiquement testée en vérifiant, par exemple, la cohérence entre la commande et la vitesse de déplacement de la tige de vérin (consigne d'arrêt ou mise hors tension/vitesse nulle et inversement).

Le niveau de sécurité de ce type de circuit est essentiellement basé sur sa fiabilité. En conséquence, des mesures appropriées contre la pénétration d'impuretés dans le vérin et dans le distributeur (joints racleurs par exemple, filtre « pression » avec indicateur de colmatage) doivent être mises en place afin de garantir une fiabilité de fonctionnement satisfaisante.

Ce type de circuit correspond uniquement à des applications à faible niveau de risque.



L'arrêt sûr est commandé par un distributeur proportionnel et un distributeur conventionnel « tout ou rien » (ou par l'arrêt de la pompe hydraulique si le temps de réponse est acceptable).

Pour ces deux distributeurs, la position correspondant à une commande d'arrêt est à recouvrement positif et elle est obtenue par manque de tension à l'aide de ressorts de rappel.

La défaillance d'un des deux distributeurs n'entraîne pas la perte de la fonction d'arrêt.

La fonction d'arrêt peut être périodiquement testée en vérifiant, par exemple, la cohérence entre les signaux de commande des distributeurs et ceux issus de pressostats, de détecteurs de positions et/ou de contrôleurs de vitesse de déplacement de la tige de vérin (consigne d'arrêt ou mise hors tension/pression nulle et/ou vitesse nulle et inversement).

L'accumulation de défauts non détectés peut entraîner la perte de la fonction d'arrêt sûr.

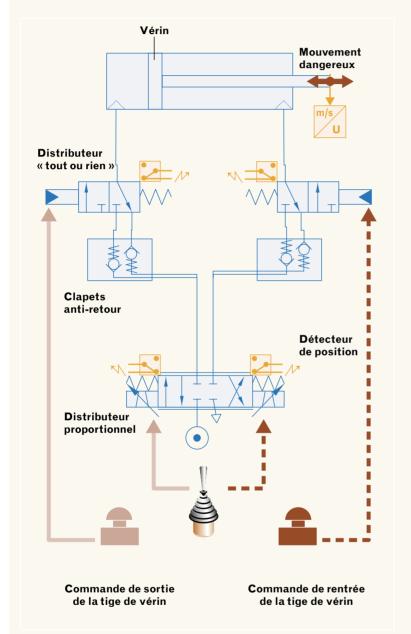
Des mesures appropriées contre la pénétration d'impuretés dans le vérin et dans les distributeurs (joints racleurs par exemple, filtre « pression » avec indicateur de colmatage) doivent également être mises en place afin de garantir des conditions de fonctionnement mécanique et hydraulique satisfaisantes.

En fonction de la nature des contrôles effectués et de leur niveau de sécurité, la partie hydraulique de ce circuit correspond à des applications dont le niveau de risque est moyen à élevé.

ANNEXE II

DÉPLACEMENT SÛR

SCHÉMA DE PRINCIPE (9) DE CIRCUIT DE COMMANDE HYDRAULIQUE INTÉGRANT UN DISTRIBUTEUR À COMMANDE PROPORTIONNEL



COMMENTAIRES

Le déplacement sûr est commandé par un distributeur proportionnel et un distributeur conventionnel « tout ou rien ».

Pour ces distributeurs, la position correspondant à une commande d'arrêt est à recouvrement positif, et elle est obtenue par manque de tension à l'aide de ressort de rappel.

La défaillance d'un des deux distributeurs ne peut pas entraîner d'inversion du sens de mouvement.

La fonction de déplacement peut être contrôlée en vérifiant, par exemple, la cohérence entre la consigne de commande du distributeur proportionnel et un signal électrique représentatif de la vitesse réelle de déplacement.

Lorsque ce contrôle est assuré par l'opérateur, il est recommandé de limiter la vitesse maximale de déplacement, et de piloter les différents distributeurs par des organes de service distincts actionnés simultanément ; l'un (manipulateur) pilotant la commande proportionnelle, l'autre (bouton poussoir à action maintenue) le distributeur « tout-ou-rien » correspondant au sens de mouvement désiré.

L'accumulation de défauts non détectés peut entraîner la perte de la fonction de déplacement sûr.

Des mesures appropriées contre la pénétration d'impuretés dans le vérin et dans les distributeurs (joints racleurs par exemple, filtre « pression » avec indicateur de colmatage) doivent également être mises en place afin de garantir des conditions de fonctionnement mécanique et hydraulique satisfaisantes.

En fonction de la nature des contrôles effectués et de leur niveau de sécurité, la partie hydraulique de ce circuit correspond à des applications dont le niveau de risque est moyen à élevé.

(9) Ce schéma n'est en aucun cas un schéma de mise en œuvre. Ils donne uniquement des idées de réalisation dont ils est possible de s'inspirer.

