

Documentation technique

PQP-176-P

Module universel de commande de pompe avec étage de puissance intégré



CONTENUS

1	Inforamtion générale	4
1.1	Référence de commande	4
1.2	Étendue de la fourniture	4
1.3	Accessoires	4
1.4	Symbole utilisés	5
1.5	Notice légale	5
1.6	Consignes de sécurité	6
2	Caractéristiques	7
2.1	Description de l'article	8
3	Utilisation et application	9
3.1	Instructions d'installation	9
3.2	Mode de fonctionnement	10
3.3	Structure de contrôle	11
3.4	Mise en service	12
4	Description technique	13
4.1	Signaux d'entrée et de sortie	13
4.2	Définitions des LED	14
4.3	Diagramme de circuit	15
4.4	Câblage typique	16
4.5	Exemples de connexion	16
4.6	Données techniques	17
5	Paramètres	18
5.1	Aperçu des paramètres	18
5.2	Paramètres de base	20
5.2.1	MODE Vue des paramètres)	20
5.2.2	LG (Changement de langue)	20
5.2.3	SENS (MMoniteur de dysfonctionnement)	20
5.2.4	CTRL OUT (Choix du signal de commande)	21
5.2.5	LIM:XQ (Angle de pivotement pour la surveillance de la rupture du câble)	21
5.2.6	CTRL (Fonction de limitation de la puissance)	22
5.3	Adaptation du signal d'entrée	22
5.3.1	SYS_RANGE (Pression du système)	22
5.3.2	SIGNAL (Type de signal d'entrée)	22
5.3.3	N_RANGE:X (Pression nominale du capteur)	23
5.3.4	OFFSET:X (Décalage du capteur)	23
5.3.5	RA (Temps de rampe du signal de commande)	23
5.3.6	CORR:Q (Correction du débit volumétrique)	24
5.3.7	CQLF (SFonction de limitation de l'angle de pivotement)	24
5.3.8	XQ (Fonction de mise à l'échelle de Retour d'angle de pivotement)	24
5.4	Paramètres de contrôle	25
5.4.1	CQ (PID angle de pivotement du contrôleur)	25
5.4.2	CP (PID Contrôleur de pression)	26
5.4.3	PL (Fonction de limitation de la puissance)	27
5.5	Adaptation du signal de sortie	28
5.5.1	SIGNAL (Type / polarité des sorties)	28
5.5.2	MIN (Compensation de la one morte)	29
5.5.3	MAX (Décalage de sortie)	29
5.5.4	TRIGGER (Seuil de réponse pour le paramètre MIN)	29
5.6	Etage de puissance	30
5.6.1	COURANT (Courant nominal du solénoïde)	30

5.6.2	DITHER (Paramètres du bruit)	30
5.6.3	PWM (Fréquence PWM)	30
5.6.4	ACC (Réglage automatique de la boucle de courant)	31
5.6.5	PPWM (P Gain de la boucle du courant)	31
5.6.6	IPWM (I Gain de la boucle du courant)	31
5.7	DONNEES DU PROCESSUS (Surveillance)	32
6	Annexe	33
6.1	Surveillance des défaillances	33
6.2	Dépannage	34
7	Notes	35

1 Informations générales

1.1 Numéro de commande

PQP-176-P - module de commande de pompe pour la régulation en cascade dans le circuit hydraulique ouvert avec sortie de commande analogique et étage de puissance intégré et demandes analogiques

Produits alternatifs :

PQP-176-P-PFN - module de commande de pompe pour la régulation en cascade en circuit hydraulique ouvert avec sortie de commande analogique, étage de puissance intégré et interface ProfinetIO

1.2 Étendue de la fourniture

L'étendue de la fourniture comprend le module et les borniers qui font partie du boîtier. Le connecteur Profibus, les câbles d'interface et les autres pièces éventuellement nécessaires doivent être commandés séparément. Cette documentation peut être téléchargée sous forme de fichier PDF à l'adresse suivante www.w-e-st.de.

1.3 Accessoires

WPC-300 - Outil de démarrage (téléchargeable sur notre page d'accueil - produits/logiciels)

Tout câble standard avec un connecteur USB-A et USB-B peut être utilisé comme câble de programmation.

1.4 Symboles utilisés



Informations générales



Informations relatives à la sécurité

1.5 Notice légale

W.E.St. Elektronik GmbH

Gewerbering 31
D-41372 Niederkrüchten

Tel.: +49 (0)2163 577355-0
Fax.: +49 (0)2163 577355-11

Home page: www.w-e-st.de
EMAIL: contact@w-e-st.de

Date: 05.06.2020

Les données et caractéristiques décrites ici servent uniquement à décrire le produit. L'utilisateur est tenu d'évaluer ces données et de vérifier l'adéquation à l'application particulière. L'aptitude générale ne peut être déduite de ce document. Nous nous réservons le droit d'apporter des modifications techniques en raison du développement ultérieur du produit décrit dans ce manuel. Les informations techniques et les dimensions sont sans engagement. Aucune réclamation ne peut être faite sur cette base. Ce document est protégé par le droit d'auteur.

1.6 Instructions de sécurité

Veillez lire attentivement ce document et les consignes de sécurité. Ce document vous aidera à définir le domaine d'application du produit et à le mettre en service. Des documents complémentaires (WPC-300 pour le logiciel de mise en service) et des connaissances de l'application doivent être pris en compte ou être disponibles. Les réglementations et lois générales (selon le pays : par exemple, la prévention des accidents et la protection de l'environnement) doivent être respectées.



Ces modules sont conçus pour des applications hydrauliques dans des circuits de commande en boucle ouverte ou fermée. Les mouvements incontrôlés peuvent être causés par des défauts du dispositif (dans le module hydraulique ou les composants), des erreurs d'application et des défauts électriques. Les travaux sur l'entraînement ou l'électronique doivent être effectués uniquement lorsque l'équipement est hors tension et non sous pression.



Ce manuel décrit les fonctions et les connexions électriques de cet ensemble électronique. Tous les documents techniques relatifs au système doivent être respectés lors de la mise en service.



Cet appareil ne doit être raccordé et mis en service que par un personnel spécialisé et formé. Le manuel d'instructions doit être lu avec attention. Les instructions d'installation et les instructions de mise en service doivent être respectées. Les droits à la garantie et à la responsabilité ne sont pas valables si les instructions ne sont pas respectées et/ou en cas d'installation incorrecte ou d'utilisation inappropriée.



ATTENTION!

Tous les modules électroniques sont fabriqués avec une grande qualité. Des dysfonctionnements dus à la défaillance de composants ne peuvent toutefois pas être exclus. Il en va de même pour le logiciel, malgré des tests approfondis. Si ces appareils sont utilisés dans des applications liées à la sécurité, des mesures externes appropriées doivent être prises pour garantir la sécurité nécessaire. Il en va de même pour les défauts qui affectent la sécurité. Aucune responsabilité ne peut être assumée pour d'éventuels dommages.



Further instructions

- Le module ne peut être utilisé que dans le respect des réglementations nationales en matière de CEM. Il est de la responsabilité de l'utilisateur de respecter ces réglementations.
- L'appareil est uniquement destiné à être utilisé dans le secteur commercial.
- Lorsqu'il n'est pas utilisé, le module doit être protégé des intempéries, de la contamination et des dommages mécaniques.
- Le module ne doit pas être utilisé dans un environnement explosif.
- Pour assurer un refroidissement adéquat, les fentes de ventilation ne doivent pas être couvertes.
- L'appareil doit être éliminé conformément aux dispositions légales nationales.

2 Caractéristiques

Ce dispositif représente un contrôleur de pompe pour le contrôle de la cylindrée, de la pression et de la puissance/couple des servopompes.

Le module peut commander des vannes directionnelles pour le réglage de l'angle d'orientation de la pompe avec un ou deux solénoïdes. Pour la commande de vannes avec électronique intégrée, l'étage de puissance peut être désactivé.

La structure de contrôle est une régulation en cascade qui le rend universel pour être utilisé avec de nombreuses pompes différentes de plusieurs fabricants. Le pivotement négatif pour la réduction active de la pression (mode amarrage) peut également être paramétré.

Divers paramètres permettent une adaptation optimale à l'application concernée.

Les valeurs de commande et les valeurs de retour sont lues via des signaux analogiques évolutifs dans la gamme de 0 ... 10 V ou 4 ... 20 mA.

Le courant de sortie est contrôlé en boucle fermée et donc indépendant de la tension d'alimentation et d'une résistance de solénoïde variable. L'étage de sortie est surveillé pour détecter toute rupture de câble et s'éteint en cas d'erreur détectée.

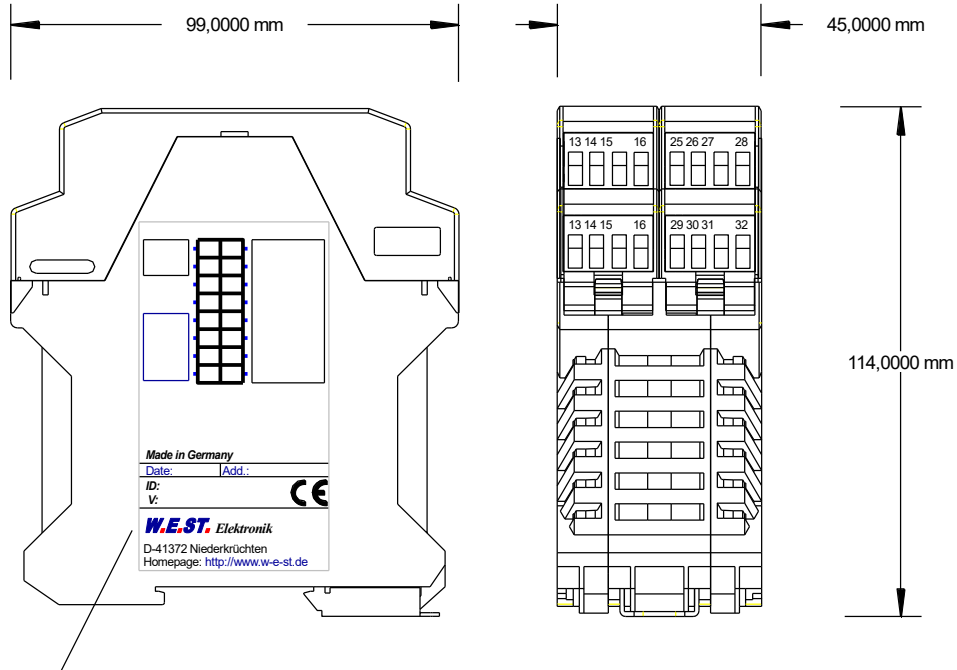
L'utilisation simple et orientée vers le travail garantit une période de formation très courte.

Application typique: Contrôle général de la pression avec des valves de pression (directement ou via une servo-pompe).

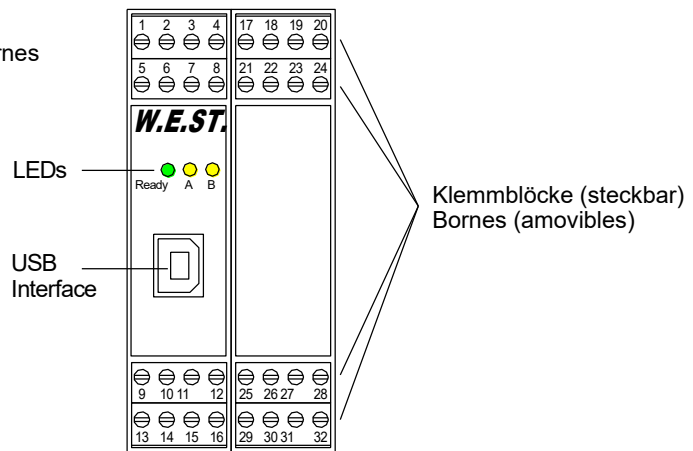
Carctéristiques

- **Contrôle du déplacement, de la pression et de la limitation de puissance**
- **Réglages numériques reproductibles**
- **Mise à l'échelle libre des signaux d'entrée analogiques**
- **Boîtier compact**
- **Fonction de contrôle optimisée**
- **Paramétrage orienté vers l'application**
- **Deux jeux de paramètres pour le contrôleur de pression**
- **Fonction de limitation de l'angle de pivotement**
- **Etage de puissance intégré**
- **Sortie analogique alternative pour la commande de vannes avec OBE**
- **Diagnostic des défauts et contrôle étendu des fonctions**
- **Paramétrage simplifié avec le logiciel WPC-300**

2.1 Description de l'article



Typenschild und Anschlussbelegung Plaque
 signalétique et affectation des broches des bornes



3 Utilisation et application

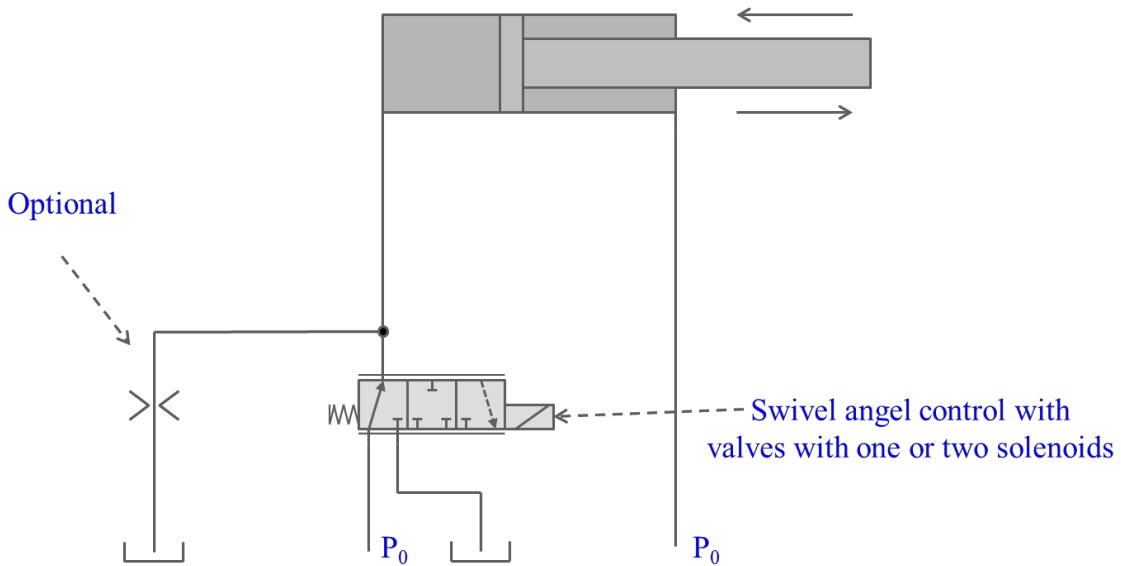
3.1 Instructions d'installation

- Ce module est conçu pour être installé dans un boîtier CEM blindé (armoire de commande). Tous les câbles qui mènent à l'extérieur doivent être blindés ; un blindage complet est nécessaire. Il est également nécessaire d'éviter que de fortes sources d'interférences électromagnétiques soient installées à proximité lors de l'utilisation de nos modules de contrôle en boucle ouverte et fermée.
- **Emplacement typique de l'installation:** Zone de signal de commande 24 V (près de l'automate)
Les appareils doivent être disposés dans l'armoire électrique de manière à ce que la partie puissance et la partie signal soient séparées l'une de l'autre.
L'expérience montre que le lieu d'installation le plus approprié est la proximité de l'automate (zone 24 V). Toutes les entrées et sorties numériques et analogiques sont équipées de filtres et d'absorbeurs de surtension dans l'appareil.
- Le module doit être installé et câblé conformément à la documentation en tenant compte des principes de la CEM. Si d'autres consommateurs sont exploités avec la même alimentation, un schéma de câblage de mise à la terre en étoile est recommandé. Les points suivants doivent être respectés lors du câblage :
 - Les câbles de signaux doivent être posés séparément des câbles d'alimentation..
 - Les câbles de signaux analogiques doivent être **blindés**.
 - Tous les autres câbles doivent être blindés en cas de présence de sources d'interférences puissantes (convertisseurs de fréquence, contacteurs de puissance) et de longueurs de câble > 3 m. Des ferrites SMD peu coûteuses peuvent être utilisées en cas de rayonnement haute fréquence.
 - Le blindage doit être connecté à PE (borne PE) aussi près que possible du module. Les exigences locales en matière de blindage doivent être prises en compte dans tous les cas. Le blindage doit être raccordé aux deux extrémités. Une liaison équipotentielle doit être prévue lorsqu'il existe des différences entre les composants électriques connectés.
 - En cas d'utilisation de câbles de grande longueur (> 10 m), les diamètres et les mesures de blindage doivent être vérifiés par des spécialistes (par exemple, pour d'éventuelles interférences, sources de bruit et chutes de tension). Une attention particulière est requise en cas d'utilisation de câbles de plus de 40 m de long, et si nécessaire, le fabricant doit être consulté.
- Une connexion à faible résistance entre PE et le rail de montage doit être prévue. Les interférences transitoires sont transmises du module directement au rail de montage et de là à la terre locale.
- L'alimentation doit être fournie par une unité d'alimentation régulée (généralement un système PELV conforme à la norme IEC364-4-4, basse tension sécurisée). La faible résistance interne des alimentations régulées permet une meilleure dissipation des tensions parasites, ce qui améliore la qualité du signal des capteurs à haute résolution en particulier. Les inductances commutées (relais et bobines de vannes) qui sont connectées à la même alimentation doivent toujours être dotées d'une protection appropriée contre les surtensions directement au niveau de la bobine.

3.2 Méthode de fonctionnement

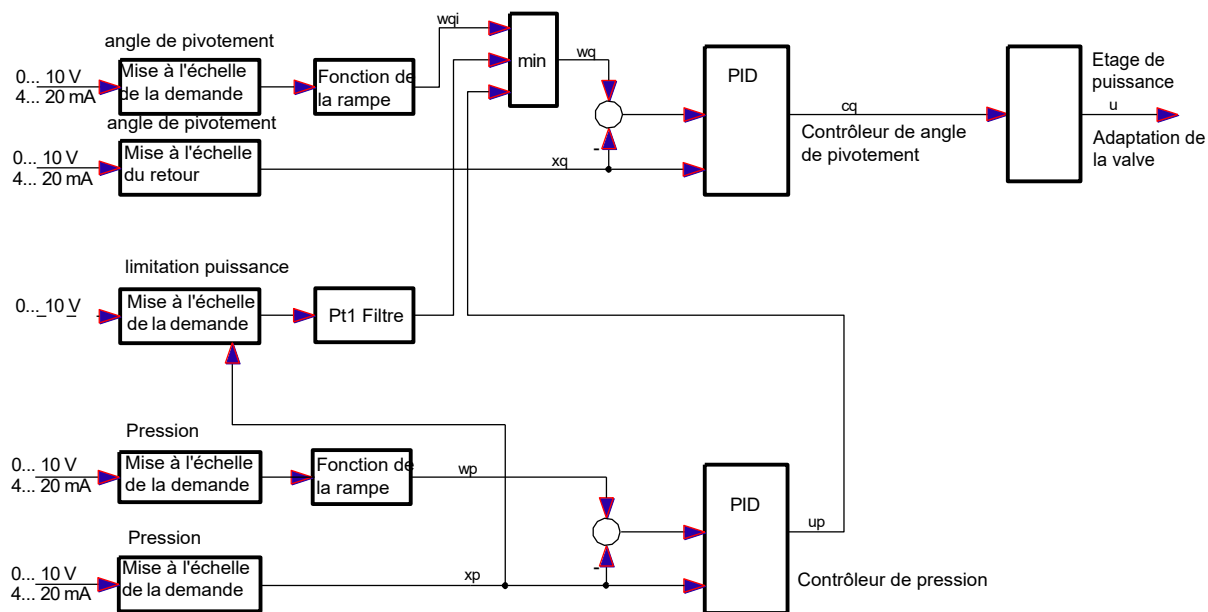
Le dispositif décrit ici réalise une commande de pompe en contrôlant sa valve d'angle de pivotement. Comme pour le déplacement d'un vérin dans une commande de positionnement, l'angle de pivotement peut être déplacé vers l'extérieur et vers l'intérieur afin d'atteindre le niveau d'ouverture correspondant à la demande. La demande externe peut être influencée par plusieurs paramètres et fonctions. Un facteur de correction du débit volumétrique peut être ajouté et une fonction de limitation peut entrer en action. La fonction de limitation de puissance intégrée et le contrôleur de pression, qui peuvent être activés et désactivés, peuvent limiter la valeur de la commande d'angle de pivotement. Si une réduction active de la pression (mode amarrage) est possible, le contrôleur de pression peut être libéré pour la plage de contrôle négative.

En raison de sa masse relativement faible, l'actionneur a une fréquence naturelle élevée, ce qui fait que la valve d'angle de pivotement détermine principalement le comportement dynamique. Il en découle que la qualité de la régulation est proportionnelle à la qualité et à la capacité de la vanne.



3.3 Structure de contrôle

La structure de contrôle décrit le comportement commun du système. La valeur de la demande d'angle de pivotement WQI peut être limitée par la limitation de puissance ou le contrôleur de pression. Ainsi, le plus faible des signaux actifs sera pris en charge par le contrôleur d'angle de pivotement. Le contrôleur de pression peut également être paramétré pour contrôler les valeurs négatives de l'angle de pivotement en cas de réduction active de la pression (mode amarrage).



L'entrée de rétroaction de l'angle de pivotement peut être réglée sur 0 ... 10 V ou 4 ... 20 mA, une inversion pouvant être réalisée par la fonction de mise à l'échelle suivante.

3.4 Mise en service

Etape	Tâche
Installation	Installez l'appareil conformément au schéma de câblage. Veillez à ce que le câblage soit correct et que les signaux soient bien protégés. L'appareil doit être installé dans un boîtier de protection (armoie électrique ou similaire).
Mise en marche pour la première fois	Assurez-vous qu'aucun mouvement indésirable n'est possible dans l'entraînement (ex: coupez le système hydraulique). Branchez un amp et vérifiez le courant consommé par le dispositif. S'il est sup à celui spécifié, il y a une erreur dans le câblage. Eteignez le dispositif et vérifiez le câblage.
Mise en place de la communication	Une fois que l'alimentation est correcte, le PC (ordinateur portable) doit être connecté à l'interface série. Veuillez consulter la documentation du programme WPC-300 pour savoir comment établir la communication. Le logiciel d'exploitation permet de poursuivre la mise en service et le diagnostic.
Pré-paramétrage	Paramétrez maintenant (à l'aide du dimensionnement du système et du diagramme de connexion) les paramètres suivants : Signal de sortie, adaptation de la vanne et mise à l'échelle des entrées. Le pré-paramétrage est nécessaire pour minimiser le risque d'un mouvement / pression non intentionnel. Veuillez lire les informations nécessaires ou vous adresser aux personnes responsables.
Signal de commande	Vérifiez le signal de commande de la vanne. A l'état actuel, il doit être de 0 mA, à la sortie analogique ainsi qu'à l'étage de puissance.
Mise en marche du système hydraulique	Le système hydraulique peut être mis en marche. Le module ne génère pas encore de signal, ce qui signifie qu'aucune réaction (indésirable) ne doit se produire.
Activé ENABLE	ATTENTION! Avec le bouton ENABLE, l'étage de sortie est activé. Selon les réglages effectués, la vanne sera commandée. Un mauvais paramétrage peut provoquer un comportement incontrôlé. Le contrôleur d'angle de rotation et le contrôleur de limitation de puissance (si désactivé) sont maintenant activés.
Activation CONTRÔLEUR DE PRESSION	Avec ENABLE_P, le contrôleur de pression est activé. Le système fonctionne maintenant en boucle fermée pour le contrôle de la pression (mode PQ). ATTENTION! Un paramétrage erroné peut entraîner un comportement incontrôlé.
Optimisation du contrôleur	Optimisez maintenant les paramètres. Les paramètres PID doivent être adaptés en fonction de l'application.

4 Description technique

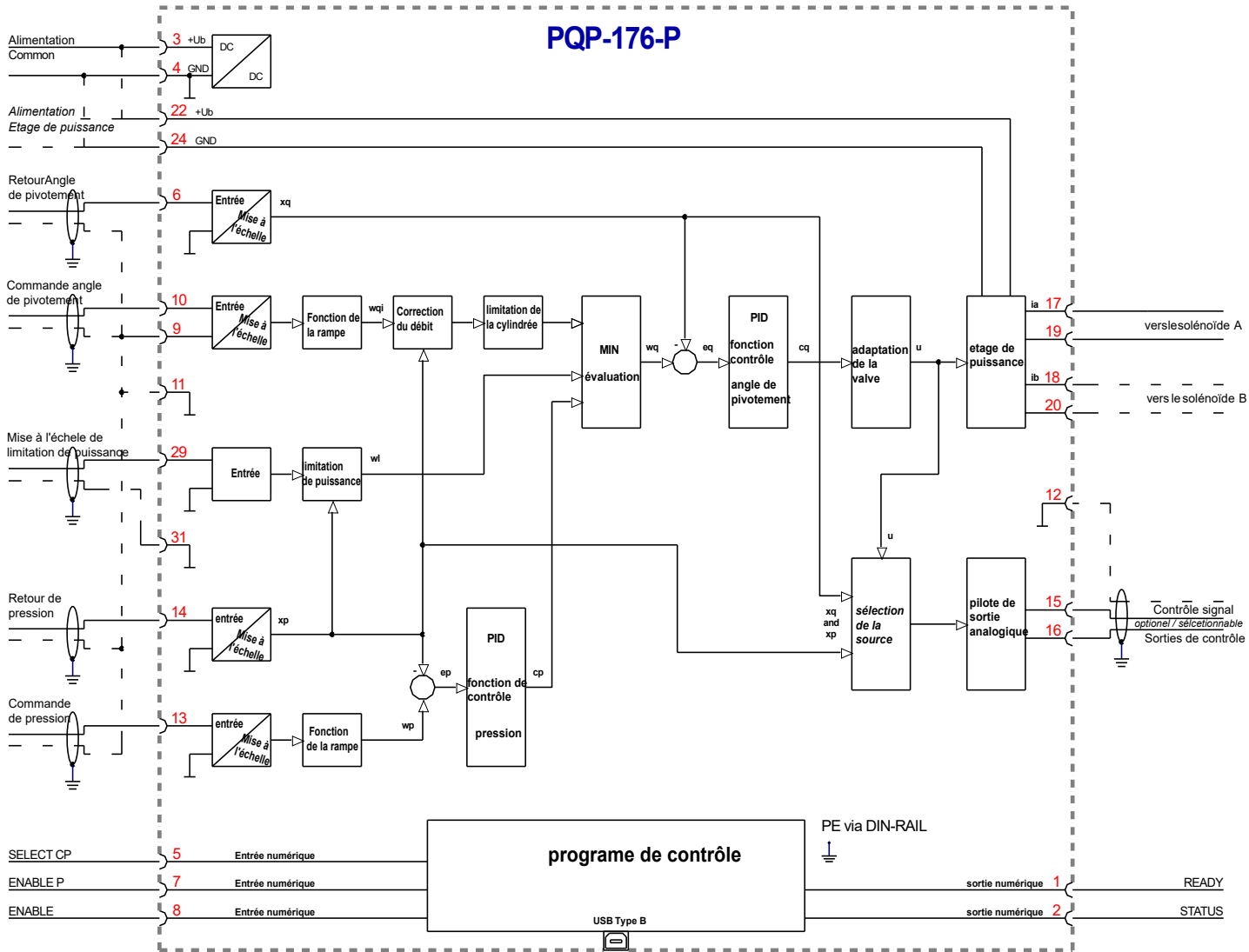
4.1 Signaux d'entrée et de sortie

Connexion	Alimentation
PIN 3	Alimentation de puissance (voir données techniques).
PIN 22	0 V (GND) connexion.
PIN 4	Alimentation (voir les données techniques) de l'étage de puissance.
PIN 24	0 V (GND) onnexion de l'étage de puissance.
Connexion	Signaux analogiques
PIN 6	Vlr de retour angle de pivotement (XQ),signaux 0..10 V ou 4..20 mA, échelonnable
PIN 10	Vlr de commande angle de pivotement(WQI),signal 0-10V ou 4-20mA,échelonnable
PIN 9	Vlr de commande de l'angle,connecter à0V lors de l'utilisation de signaux unipolaires
PIN 13	Vlr de commande pression (WP), signal r0... 10 V or 4... 20 mA, échelonnable
PIN 14	valeur retour pression (XP), signal 0... 10 V or 4... 20 mA,échelonnable
PIN 11	0 V (GND) potentiel de référence pour les signaux d'entrée analogiques.
PIN 12	0 V (GND) potentiel de référence pour les signaux d'entrée analogiques
PIN 15	Contrôleur de sortie + (U) ou le signal de surveillance (XQ), 0... 10 V or 4... 20 mA.
PIN 16	Contrôleur de sortie + (U) ou le signal de surveillance (XP), 0... 10 V or 4... 20 mA.
Connexion	Entrées et sorties numériques
PIN 8	Entrée ENABLE Activation de l'application. Active le contrôleur et la sortie de l'angle de pivotement (Q).
PIN 7	Entrée ENABLE P: Active le contrôleur de pression (P).
PIN 5	SELECT Entrée CP : Sélection du jeu de paramètres responsable pour le contrôleur de pression(ON=CP2)
PIN 1	Sortie READY : ON: Le module est activé ; il n'y a pas d'erreurs perceptibles. OFF: ENABLE n'est pas disponible ou une erreur a été détectée.
PIN 2	Sortie STATUS : ON: Le système est en limitation de puissance. OFF: La fonction de limitation de la puissance n'est pas active.
Connexion	Sorties de vannes
PIN 17 / 19	Solénoïde A
PIN 18 / 20	Solénoïde B

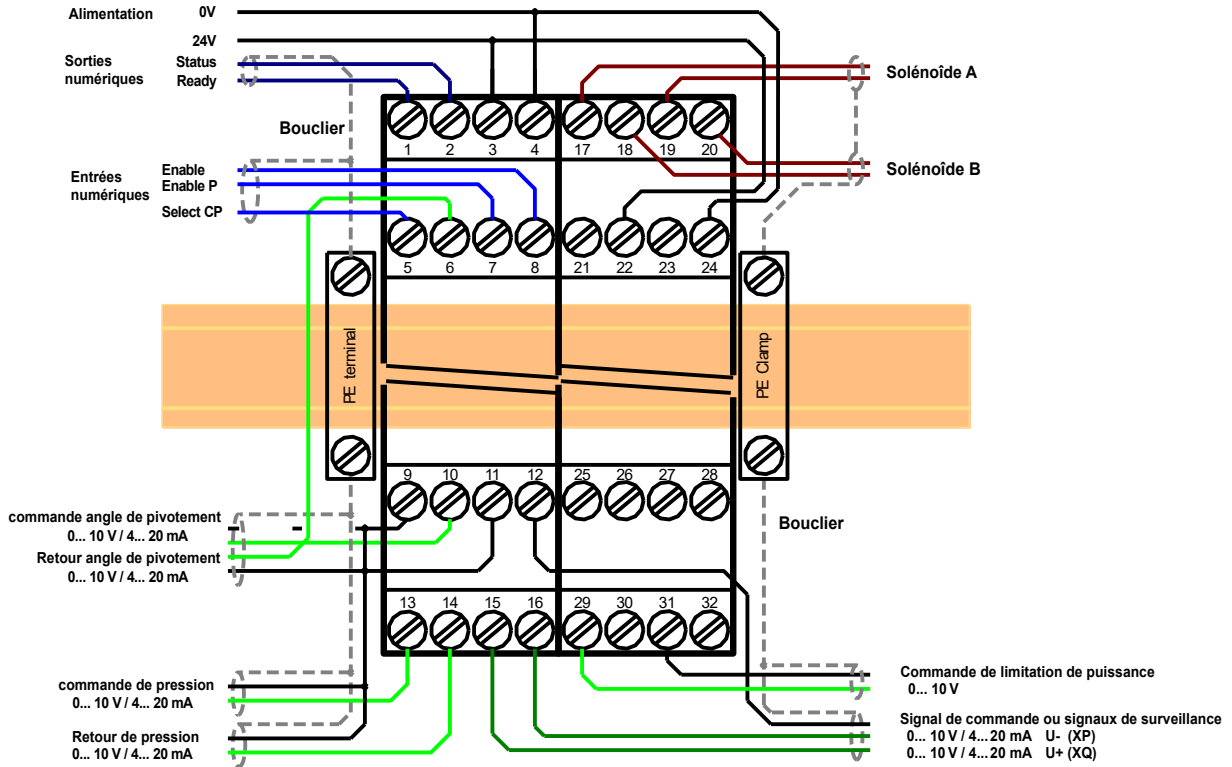
4.2 Définition LED

LEDs	Description de la fonction des LED
VERT	Identique à la sortie READY. OFF: Pas d'alimentation ou ENABLE n'est pas activé. ON: Système prêt pour fonctionnement. Flashing: Erreur détectée Pas actif si SENS = OFF.
JAUNE A	OFF: Pas d'activation de limitation de puissance Le ON: système est en limitation de puissance.
JAUNE B	OFF: Pas d'activation de limitation de pression ON: Le système est en limitation de pression.
Messages d'erreur	
VERT + JAUNE	1. Lumière de poursuite (sur toutes les LED) : Le chargeur de démarrage est actif. Aucune fonction normale n'est possible. 2. Toutes les LEDs clignotent brièvement toutes les 6s: Une erreur de données interne a été détectée et corrigée automatiquement ! Le module fonctionne encore régulièrement. Pour acquitter l'erreur, le module doit être alimenté par cycle.
JAUNE A + JAUNE B	Les deux LED jaunes clignotent en sens inverse toutes les 1s: Les paramètres stockés de manière non volatile ne sont pas cohérents ! Pour acquitter l'erreur, les données doivent être sauvegardées avec la commande SAVE ou le bouton correspondant dans le WPC.

4.3 Diagramme du circuit

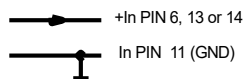


4.4 Câblage typique



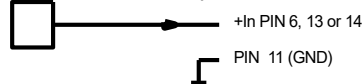
4.5 Exemples de connexion

0... 10 V Signal du capteur



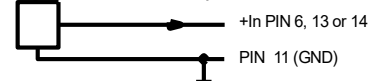
z. B. 24 V

Capteur 4... 20 mA connexion à deux fils



z. B. 24 V

Capteur 4... 20 mA connexion à trois fils



4.6 Données techniques

Tension d'alimentation (Ub) PConsommation électrique Protection externe	[VDC] [W] [A]	12... 30 (incl. ondulation) max. 1,2 + consommation des bobines connectées 3 décalage moyen
Entrées numériques OFF ON Résistance d'entrée	[V] [V] [kOhm]	< 2 > 10 25
Sortie numériques OFF ON Courant maximal	[V] [V] [mA]	< 2 max. Ub 50
Entrées analogiques Tension Résistance d'entrée Résolution du signal Courant Résistance Résolution du signal	[V] [kOhm] [%] [mA] [Ohm] [%]	Unipolaire / différentiel 0... 10 / -10... 10 min. 25 0,003 incl. Sur-échantillonnage 4... 20 240 0,006 incl. Sur-échantillonnage
Sorties analogiques Tension Charge max Courant Charge max Résolution du signal	[V] [mA] [mA] [Ohm] [%]	0... 10, +/- 10 différentiel 10 4... 20 390 0,007
Sortie PWM Courant de sortie max Fréquence	[A] [Hz]	Surveillance des ruptures de fil et des courts-circuits 2,6 60... 2941 sélectionnable par étapes définies
Temps de cycle des contrôleurs Contrôle du courant du solénoïde Traitement du signal	[µs] [ms]	125 1
Interface série Taux de transmission	- [kBaud]	USB - Port COM virtuel 9,6... 115,2
Corps Matériau Classe de flamabilité	- - -	Module à enclicheté selon EN 50022 PA 6.6 polyamide V0 (UL94)
Poids	[kg]	0,28
Classe de protection Plage de température Température du stockage Humidité	[IP] [°C] [°C] [%]	20 -20... 60 -20... 70 < 95 (sans condensation)
Connexions Communication Connecteurs à fiches PE	-	USB type B 4 blocs de connexion à 4 pôles via le rail de montage DIN
EMC	-	EN 61000-6-2: 8/2005 EN 61000-6-4: 6/2007 + A1:2011

5 Paramètres

5.1 Aperçu des paramètres

Groupe	Commande	Défaut	Unité	Description
	MODE	SYSTEM	-	Groupe de paramètres visibles
Paramètres de base				
	LG	EN	-	Sélection de la langue
	SENS	ON	-	Surveillance des dysfonctionnements
<i>Configuration du système</i>				
	CTRL:OUT	2SOL	-	Configuration de la sortie de contrôle
	LIM:XQ	0	0.01 %	Surveillance de la rupture du câble de Retour d'angle de pivotement
	PL:CTRL	OFF	-	Activation de la fonction de limitation de la puissance.
adaptation du signal d'entrée				
<i>Commande de pression</i>				
	SYS_RANGE	100	bar	Commande du système de pression
	SIGNAL:WP	100	bar	Type des signaux d'entrées
	RAP:UP	100	ms	Temps de rampe de la demande de pression
	RAP:DOWN	100	ms	
<i>Retour de pression</i>				
	SIGNAL:XP	U0-10	-	Type de signal d'entrée
	N_RANGE:XP	100	bar	Pression nominale du capteur
	OFFSET:XP	0	mbar	Décalage du capteur
<i>Commande d'angle de pivotement</i>				
	SIGNAL:WQ	U0-10	-	Type de signal d'entrée
	RAQ:UP	100	ms	Temps de rampe de la demande d'angle de pivotement
	RAQ:DOWN	100	ms	
	CORR:Q	0	0.01 %	Facteur de correction du débit
	CQ:LF	OFF	-	Fonction de limitation de l'angle de pivotement
	CQLF:PV	5000	0.01 %	
	CQLF:WQ	2500	0.01 %	
<i>Swivel angle feedback</i>				
	SIGNAL:XQ	U0-10	-	Type de signal d'entrée
	ZERO:XQ	0	0.01 %	Mise à l'échelle du signal de retour de l'angle de pivotement
	MAX:XQ	10000	0.01 %	

Groupe	Commande	Défaut	Unité	Description
Contrôle des paramètres				
<i>angle de pivotement</i>				
	CQ:FF	5000	0.01 %	Vlr de décalage pr la position neutre des vannes avec une solénoïde
	CQ:P	100	0.01	PID contrôleur de l'angle de pivotemen
	CQ:I	4000	0.1 ms	
	CQ:I_LIM	2500	0.01 %	
	CQ:D	0	0.1 ms	
	CQ:T1	10	0.1 ms	
<i>Pression</i>				
	CP:LLIM	0	0.01 %	Contrôleur de pression de limite inférieure
	CP1:P	100	0.01	PID jeu de paramètres de pression du contrôleur 1
	CP1:I	4000	0.1 ms	
	CP1:D	0	0.1 ms	
	CP1:T1	10	0.1 ms	
	CP2:P	100	0.01	PID jeu de paramètres de pression du contrôleur 2
	CP2:I	4000	0.1 ms	
	CP2:D	0	0.1 ms	
	CP2:T1	10	0.1 ms	
<i>Limitation de la puissance</i>				
	PL:RPM	1500	1/min	Fonction de limitation de la puissance
	PL:QMAX	100	cm ³	
	PL:EFF	7850	0.01 %	
	PL:PL	318	0.1 kW	
	PL:T1	500	0.1 ms	
Adaptation du signal de sortie				
	SIGNAL:M	U0-10	-	Type de signaux de sortie
	SIGNAL:UP	+	-	Polarité du signal de commande de l'étage de puissance
	SIGNAL:U	U+-10	-	Type et polarité du signal de commande
	MIN:A	0	0.01 %	Compensation de la zone morte
	MIN:B	0	0.01 %	
	MAX:A	10000	0.01 %	Mise à l'échelle de la sortie
	MAX:B	10000	0.01 %	
	TRIGGER	200	0.01 %	Point de déclenchement de la compensation de la bande morte
	CURRENT	1000	mA	Courant nominal du solénoïde
Étage de puissance				
	DFREQ	121	Hz	Fréquence Dither
	DAMPL	500	0.01 %	Amplitude Dither
	PWM	2604	Hz	Fréquence PWM
	ACC	ON	-	Réglage automatique de la boucle de courant
	PPWM	7	-	Contrôleur de courant à boucle fermée
	IPWM	40	-	

5.2 Paramètres de bases

5.2.1 MODE (Vue des paramètres)

Commande	Paramètres	Unité	Groupe
MODE x	x= SYSTEM IO_CONF Q_CTRL P_CTRL PL_CTRL ALL	-	-

Cette commande permet de définir la liste des paramètres. Pour une meilleure vue d'ensemble, seuls les paramètres du groupe sélectionné sont affichés. Si vous le souhaitez, tous les paramètres actifs peuvent également être affichés.

5.2.2 LG (Changement de langue)

Commande	Paramètres	Unité	Groupe
LG x	x= DE EN	-	SYSTEM

Il est possible de choisir entre l'allemand et l'anglais pour les textes d'aide

5.2.3 SENS (Moniteur de dysfonctionnement)

Command	Paramètres	Unité	Groupe
SENS x	x= ON OFF AUTO	-	SYSTEM

Cette commande est utilisée pour activer/désactiver les fonctions de surveillance (capteurs 4... 20 mA, courant de sortie, plage de mesure et pannes internes) du module.

ON: Toutes les fonctions de surveillance sont actives. Les défaillances détectées peuvent être réinitialisées en désactivant l'entrée ENABLE.

OFF: Aucune fonction de surveillance n'est active.

AUTO: Mode de réinitialisation automatique. Toutes les fonctions de surveillance sont actives. Si la panne n'existe plus, le module reprend automatiquement son fonctionnement.



Les fonctions de surveillance sont toujours actives car sinon aucune erreur n'est détectable via la sortie READY. La désactivation est possible principalement pour le dépannage.

5.2.4 CTRLOUT (Choix du signal de contrôle)

Commande	Paramètres	Unité	Groupe
CTRLOUT x	x= ANA 1SOL 2SOL	-	SYSTEM

L'étage de sortie est conçu pour la commande universelle de vannes avec OBE ou de vannes proportionnelles standard (vannes directionnelles 4/3) avec un ou deux solénoïdes.

ANA: Signal de commande via une sortie analogique universelle pour les vannes de commande avec OBE.

1SOL: Signal de commande via l'étage de puissance vers des vannes avec un solénoïde et un décalage.

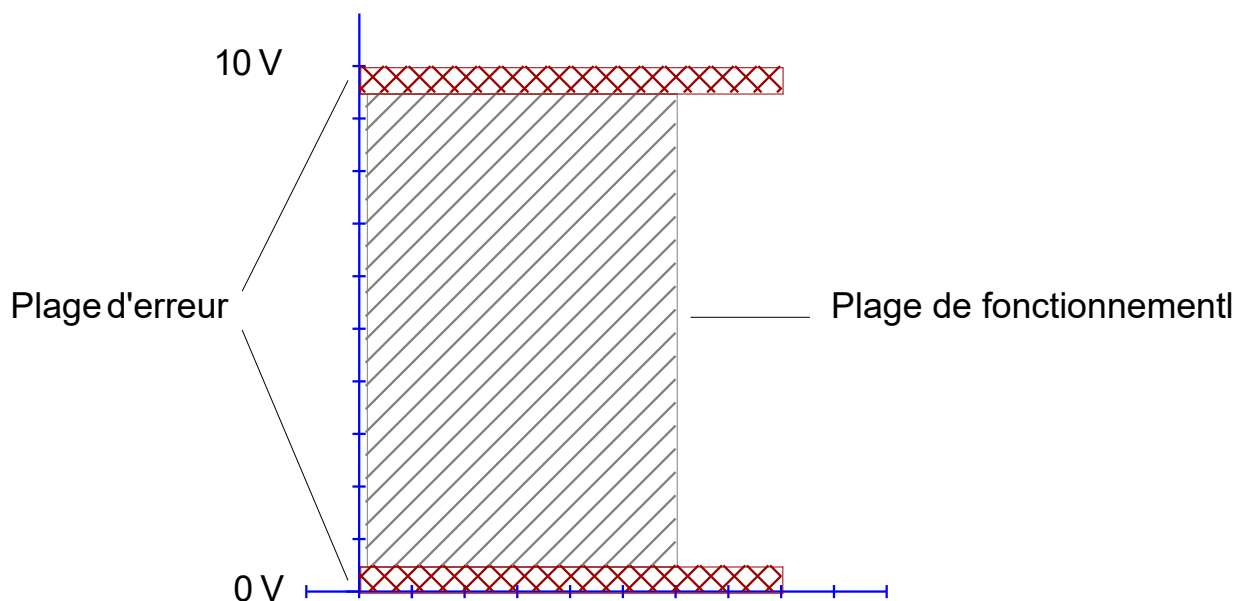
2SOL: Signal de commande via l'étage de puissance pour les vannes avec deux solénoïdes.

5.2.5 LIM:XQ (Angle de pivotement pour la surveillance de la rupture du câble)

Commande	Paramètres	Unité	Groupe
LIM:XQ X	x= 0... 2000	0.01 mV	SYSTEM

Ce paramètre définit le seuil au-dessus de 0 V et au-dessous de 10 V dans lequel le signal sera défini comme défectueux. S'il est réglé sur 0, la fonction n'est pas active.

Si un signal de courant est utilisé, la surveillance est automatiquement active (en fonction de SENS). Une valeur inférieure à 3 mA est toujours considérée comme une rupture de câble, ce qui signifie une erreur détectée.



5.2.6 PL:CTRL (Fonction de limitation de puissance)

Commande	Paramètres	Unité	Groupe
PL:CTRL x	x= OFF INT EXT	-	SYSTEM

Cette commande active / désactive et configure la fonction de limitation de la puissance.

OFF: La valeur de performance XL est calculée en fonction du paramétrage, mais n'est pas prise en compte.

INT: La valeur de performance calculée XL peut limiter la valeur de commande de l'angle de pivotement.

EXT: La limite de puissance paramétrable PL:PL peut être mise à l'échelle via la PIN 29 entre 0 ... 100 %.

5.3 Adaptation du signal d'entrée

5.3.1 SYS_RANGE (Système de pression)

Commande	Paramètres	Unité	Groupe
SYS_RANGE x	x= 10... 1000	bar	IO_CONF

La pression du système qui se réfère à 100% du signal d'entrée de commande est définie ici. Des réglages erronés peuvent conduire à des réglages incorrects du système et les paramètres dépendants ne peuvent pas être calculés correctement.

5.3.2 SIGNAL (Type de signal d'entrée)

Commande	Paramètres	Unité	Groupe
SIGNAL:XQ x	x= U0-10 I4-20	-	IO_CONF
SIGNAL:i x	i= WQ WP XP x= OFF U0-10 I4-20 U10-0 I20-4		

Cette commande peut être utilisée pour changer le type de signal d'entrée (tensions ou courant) et pour définir la direction du signal. Cette commande est disponible pour toutes les entrées analogiques.

5.3.3 N_RANGE:X (Pression nominale du capteur)

Commande	Paramètres	Unité	Groupe
N_RANGE:X X	x= 10... 1000	bar	IO_CONF

Cette commande définit la plage de travail nominale du capteur de retour. Un paramétrage erroné entraîne des réglages incorrects du système. Les paramètres de commande ne peuvent pas être calculés correctement en cas de valeurs erronées.

5.3.4 OFFSET:X (Décalage du capteur)

Commande	Paramètre	Unité	Groupe
OFFSET:X X	x= -60000... 60000	mbar	IO_CONF

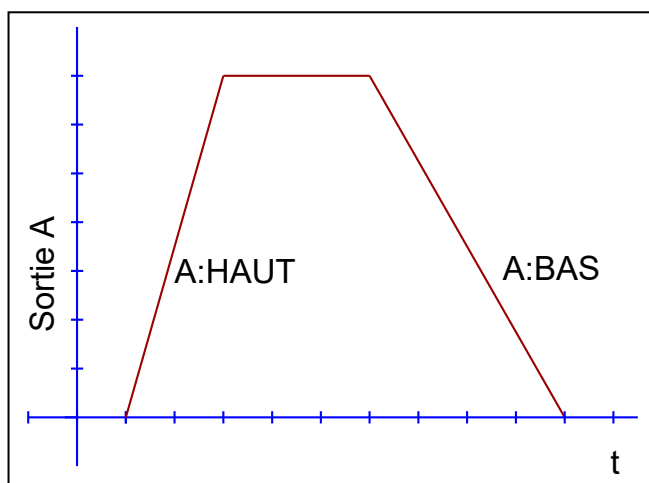
Réglage du point zéro du capteur. La valeur de référence est toujours la plage de travail.

5.3.5 RA (Temps de rampe du signal de commande)

Commande	Paramètres	Unité	Groupe
RAP:I X	i= UP DOWN		P_CTRL
RAQ:I X	x= 1... 600000	ms	Q_CTRL

Fonction de rampe à deux quadrants.

La durée de la rampe est réglée séparément pour les rampes de montée et de descente.



5.3.6 CORR:Q (Correction du débit)

Commande	Paramètres	Unité	Groupe
CORR:Q x	x= 0.. 1000	0.01 %	Q_CTRL

Avec cette commande, la perte de débit volumétrique peut être compensée. Cela peut être nécessaire pour conserver des valeurs correctes car le débit volumique de la pompe diminue linéairement avec l'augmentation de la pression.

Il est recommandé d'utiliser la fonction de rampe afin d'éviter des oscillations indésirables.

5.3.7 CQLF (Fonction de limitation de l'angle de pivotement)

Commande	Paramètres	Unité	Groupe
CQ:LF x	x= OFF ON	-	Q_CTRL
CQLF:PV x	x= 0... 10000	0.01 %	
CQLF:WQ x	x= 0... 10000	0.01 %	

Les paramètres suivants permettent une limitation de l'angle de pivotement en boucle ouverte et contrôlée par la pression.

Explication:

CQ:LF - Activation de la fonction

CQ:LFPV - Valeur de commutation en pourcentage (XP en relation avec WP).

CQ:LFWQ - - Valeur de la commande d'angle de pivotement si elle est active.

Si la pression réelle dépasse le facteur de relation LFPV (par exemple 5000 = 50 %), la valeur de la commande d'angle de pivotement sera immédiatement réduite à la valeur paramétrée LFWQ. Les dépassements de pression peuvent être réduits efficacement de cette manière.



ATTENTION: Le paramétrage à des valeurs de commande faibles pour l'angle de pivotement peut provoquer une rupture de pression et conduire à une oscillation du système avec une fréquence relativement faible.

5.3.8 XQ (Fonction de mise à l'échelle du Retour d'angle de pivotement)

Commande	Paramètres	Unité	Groupe
ZERO:XQ x	x= 0.. 10000	0.01 %	IO_CONF
MAX:XQ x	x= 0.. 10000	0.01 %	

Le capteur de la pompe délivre un signal unipolaire de 0 ... 10 V ou 4 ... 20 mA. Ce signal peut être mis à l'échelle correctement avec ces paramètres. Le signal d'entrée pour la position réelle de 100% (MAX:XQ) et la position de 0% (ZERO:XQ) doit être introduit. Cela permet également d'obtenir des valeurs négatives pour le mode d'amarrage. La valeur d'entrée avant cette mise à l'échelle est fournie en permanence comme donnée de processus XQA.

5.4 Contrôle des paramètres

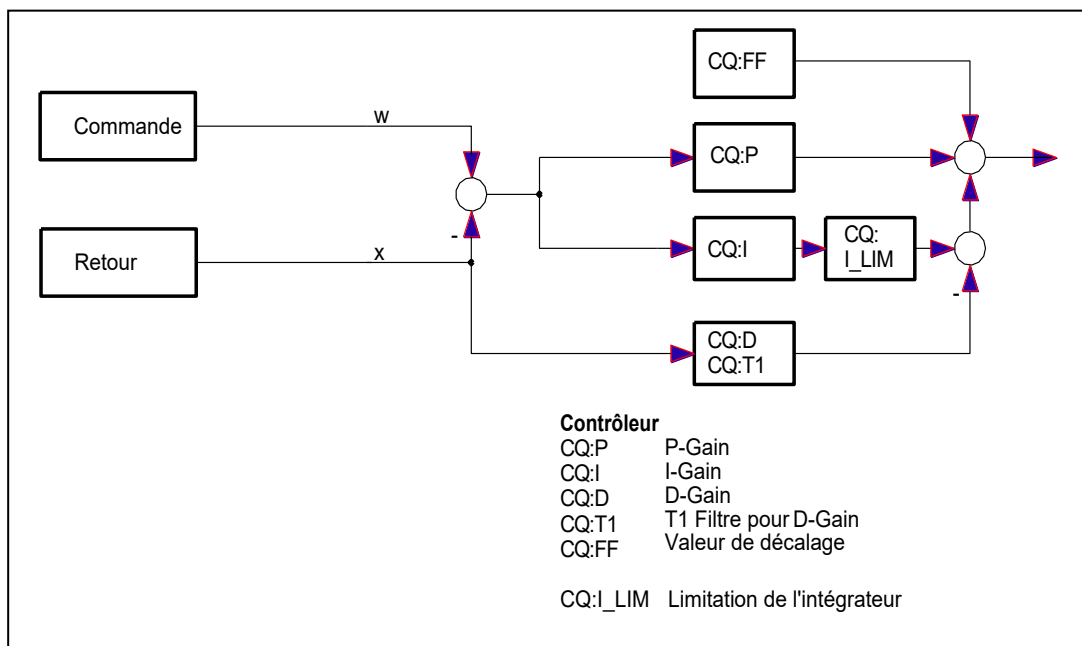
5.4.1 CQ (PID contrôleur de l'angle de pivotement)

Commande	Paramètres	Unité	Groupe
CQ:I X	i= FF P I I_LIM D T1 :FF x= 0... 10000 :P x= 0... 10000 :I x= 0... 30000 :I_LIM x= 0... 10000 :D x= 0... 1200 :T1 x= 10... 1000	0.01 % 0.01 0.1 ms 0.01 % 0.1 ms 0.1 ms	Q_CTRL

La fonction de régulation Q sera paramétrée par cette commande. Elle est réalisée comme un régulateur PID classique.

Explication:

- CQ:FF - Valeur de décalage pour le réglage de la position neutre de la vanne (1 solénoïde).
Valeur typique = 5000.
- CQ:P - P gain du contrôleur.
- CQ:I - I-gain du contrôleur. L'intégrateur peut être désactivé avec une valeur programmée de 0.
- CQ:I_LIM - Limitation de la plage de travail. Cette valeur doit être choisie la plus basse possible car elle permet de compenser uniquement la non-linéarité du système.
- CQ:D - D-gain du contrôleur.
- CQ:T1 - Le facteur T1 est utilisé pour le gain D afin de supprimer le bruit à haute fréquence.



5.4.2 CP (PID pression du contrôleur)

Commande	Paramètres	Unité	Groupe
CP:LLIM X	x= 0... -10000	0.01 %	P_CTRL
CP1:I X	i= P I D T1		
CP2:I X	:P x= 0... 10000	0.01	
	:I x= 0... 30000	0.1 ms	
	:D x= 0... 1200	0.1 ms	
	:T1 x= 10... 1000	0.1 ms	

La fonction de commande P sera paramétrée par cette commande.

Il existe deux jeux de paramètres pour ce régulateur entre lesquels on peut commuter par l'entrée numérique PIN 5..

Explication:

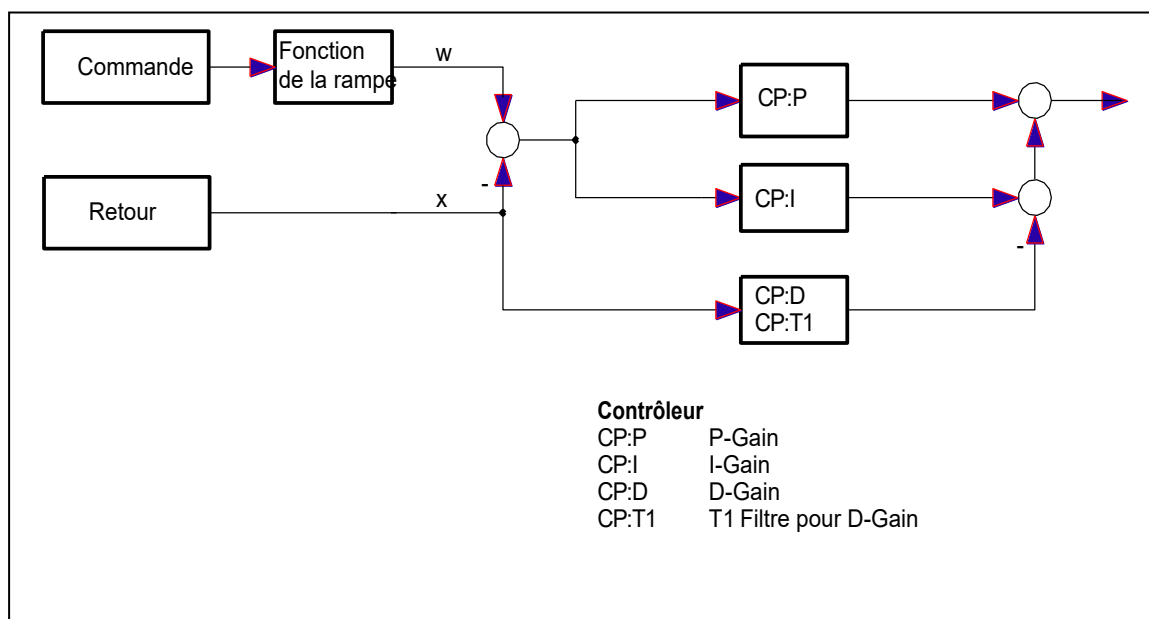
CP:LLIM - Limite inférieure pour le contrôleur de pression. Elle peut être étendue de 0% à -100%.



ATTENTION: If CP:LLIM sera négatif, le mode d'amarrage sera activé. Pour cela, le signal de surveillance de l'angle de pivotement peut être mis à l'échelle de -100 % à .100 % au lieu de 0 ... 100 %.

- CP:P - P gain du contrôleur. En raison de la régulation de la pression par la vanne de régulation de pression, des valeurs relativement faibles doivent être paramétrées. Valeurs typiques : 50... 200.
- CP:I - I-gain du contrôleur. L'intégrateur peut être désactivé avec une valeur programmée de 0.
- CP:D - D-gain du contrôleur.
- CP:T1 - T- Le facteur T1 est utilisé pour le gain D afin de supprimer le bruit haute fréquence.

La limite pour l'intégrateur dans le sens positif est la commande d'angle de pivotement. La limite pour la direction négative est paramétrée par LLIM (intégrateur et donc sortie du contrôleur).



5.4.3 PL (Fonction de limitation de puissance)

Commande		Paramètres	Unité	Groupe
PL:RPM	X	x = 300... 3000	1/min	PL_CTRL
PL:QMAX	X	x = 1... 1000	cm ³	
PL:EFF	X	x = 5000... 10000	0.01 %	
PL:PL	X	x = 1... 10000	0.1 kW	
PL:T1	X	x = 10... 10000	0.1 ms	

Ces commandes sont utilisées pour paramétrer la fonction de limitation de la puissance. Elle peut être activée via le paramètre PL:CTRL dans le groupe système.

Explication:

- PL:RPM - Vitesse du moteur
- PL:QMAX - Cylindrée de la pompe.
- PL:EFF - Degrée d'efficacité.
- PL:PL - limite de capacité.
- PL:T1 - Facteur du temps.

En fonction de cette entrée, la puissance maximale théorique est calculée :

$$P_{MAX} = \frac{Q_{MAX} \cdot RPM \cdot P_{SYS_RANGE}}{Eff \cdot 600}$$

Si des changements sont apportés aux paramètres qui les contiennent, la valeur de P:MAX est calculée automatiquement.

La limite de capacité paramétrable PL est limitée automatiquement par cette puissance maximale. La valeur minimale réglable est de 20% de P:MAX. PL peut également être limité par l'entrée analogique de la broche 29 si PL:CTRL est réglé sur EXT. 10 V correspondent à 100 %, c'est-à-dire à la limite de capacité PL.

Le facteur temps détermine la dynamique de la limitation de puissance. Les valeurs typiques sont entre 20 et 50 ms.

5.5 Adaptation du signal de sortie

5.5.1 SIGNAL (Type / polarité de la sortie)

Commande		Paramètres	Unité	Groupe
SIGNAL:U	x	x= OFF U+-10 I4-20 U-+10 I20-4	-	IO_CONFIG
SIGNAL:UP	x	X= + -	-	
SIGNAL:M	x	X= U0-10 I4-20 U0-5-10 I4-12-20	-	

Cette commande permet de définir le type de signal de sortie et / ou sa polarité.

Explication:

- SIGNAL:U - Type et polarité du signal de commande aux PIN 15 / 16 si la commande analogique est sélectionnée.
- SIGNAL:UP - Polarité du signal de commande de l'étage de puissance si la commande directe par solénoïde est sélectionnée.
- SIGNAL:M - Type des signaux de contrôle aux PIN 15 et 16 si l'étage de puissance actif est sélectionné.



ATTENTION: Si les connexions PIN 15 et 16 sont utilisées comme sorties de surveillance, la valeur de la pression mise à l'échelle est disponible sur la PIN 16 ainsi que la valeur de l'angle de pivotement sur la PIN 15. En utilisation normale, la valeur de l'angle de pivotement de 0 à 100 % peut être affichée avec 0 ... 10 V ou 4 ... 20 mA. Mais il est également possible d'obtenir des valeurs d'angle de pivotement négatives jusqu'à -100 %. Pour cela, les options 0 ... 5 ... 10 V et 4 ... 12 ... 20 mA sont prévues afin d'afficher également la plage négative. Les 5 V respectifs 12 mA correspondent alors à la position zéro.

Cette option n'a aucune influence sur le moniteur de pression, qui est toujours gradué pour 0 ... 100 %.

5.5.2 **MIN (Compensation de la zone morte)**

5.5.3 **MAX (Mise à l'échelle de la sortie)**

5.5.4 **TRIGGER (Seuil de réponse pour le paramètre MIN)**

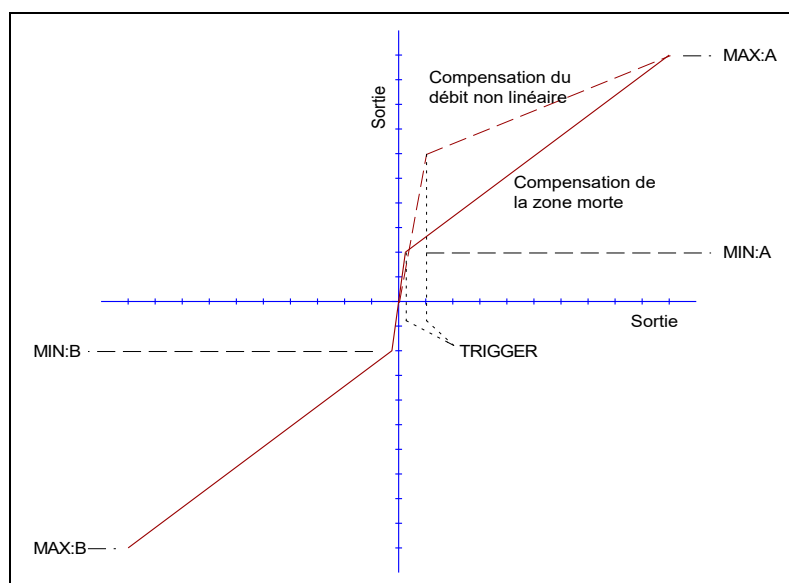
Commande	Paramètres	Unité	Groupe
MIN:I	X	$i = A B$ $x = 0 \dots 6000$	0.01 %
MAX:I	X	$x = 5000 \dots 10000$	0.01 %
TRIGGER	X	$x = 0 \dots 3000$	0.01 %

Le signal de sortie vers la vanne est ajusté au moyen de ces commandes. Une caractéristique de débit volumique coudée est utilisée pour la position et d'autres contrôles en boucle fermée au lieu du pas de chevauchement typique. L'avantage est un comportement (de positionnement) meilleur et plus stable.



ATTENTION: S'il existe également des possibilités de réglage pour la compensation de la bande morte sur la vanne ou l'amplificateur de vanne, il faut veiller à ce que le réglage soit effectué soit sur l'amplificateur de puissance, soit dans le module.

Si la valeur MIN est réglée trop haut, cela se répercute sur l'ouverture minimale de la vanne, qui ne peut plus être réglée. Dans des cas extrêmes, cela conduit à une oscillation autour de la position contrôlée.



5.6 Etage de puissance

5.6.1 COURANT (Courant nominale de la solénoïde)

Commande	Paramètres	Unité	Groupe
CURRENT X	x= 500... 2600	mA	IO_CONFIG

Le courant nominal du solénoïde est réglé ici. Le Dither et aussi le MIN/MAX se réfèrent toujours à cette valeur de courant.

5.6.2 DITHER (Paramètres de tramage)

Commande	Paramètres	Unité	Groupe
DFREQ X	x= 60... 400	Hz	IO_CONFIG
DAMPL X	x= 0... 3000	0.01 %	

Le signal de dither peut être défini avec cette commande. Différentes amplitudes ou fréquences peuvent être nécessaires en fonction de la vanne. L'amplitude du signal est définie en % (valeur crête à crête) du courant de sortie nominal.



ATTENTION: Les paramètres PPWM et IPWM influencent l'effet du réglage du dither. Ces paramètres ne doivent pas être modifiés une fois le tramage optimisé. Si la fréquence PWM est inférieure à 500 Hz, l'amplitude du dither DAMPL doit être réglée sur zéro.

5.6.3 PWM (Fréquence PWM)

Commande	Paramètres	Unité	Groupe
PWM X	x= 61... 2604	Hz	IO_CONFIG

La fréquence peut être changée selon des étapes définies (60 Hz, 70 Hz, 80 Hz, 90 Hz, 100 Hz, 110 Hz, 120 Hz, 130 Hz, 150 Hz, 199 Hz, 230 Hz, 280 Hz, 336 Hz, 405 Hz, 511 Hz, 1069 Hz, 1470 Hz, 1960 Hz, 2252 Hz, 2941 Hz). La fréquence optimale dépend de la vanne.



Attention: Les paramètres PPWM et IPWM doivent être adaptés lors de l'utilisation de basses fréquences PWM en raison des temps morts plus longs qui entraînent une stabilité réduite de la commande en boucle fermée. Ces réglages sont effectués automatiquement si ACC est réglé sur ON.

5.6.4 ACC (Réglage automatique de la boucle de courant)

Commande	Paramètres	Unité	Groupe
ACC X	x= ON OFF	-	IO_CONFIG

Mode de fonctionnement de la commande de courant en boucle fermée.

ON: En mode automatique, les PPWM et IPWM sont calculés en fonction de la fréquence PWM.

OFF: Une adaptation manuelle par l'utilisateur est nécessaire.

5.6.5 PPWM (P gain de la boucle du courant)

5.6.6 IPWM (I gain de la boucle du courant)

Commande	Paramètres	Unité	Groupe
PPWM X	x= 0... 30	-	IO_CONFIG
IPWM X	x= 1... 100	-	

Le contrôleur de courant PI pour la commande du solénoïde est paramétré avec ces commandes. Un gain P plus élevé augmente la dynamique de la boucle de courant fermée et donc son influence sur le dither. Le gain I ne doit être modifié que si l'on a une connaissance détaillée de la commande de courant.



ATTENTION: Ces paramètres ne doivent pas être modifiés sans installations de mesure adéquates et sans expérience. Les modifications ne sont possibles que si ACC est réglé sur OFF.

Avoir une fréquence PWM > 1000 Hz, la dynamique du contrôleur de courant peut être augmentée.

Valeurs possibles pour PPWM = 7 et IPWM = 40 peuvent être choisies.

A une fréquence PWM ajustée < 250 Hz, la dynamique du contrôleur de courant peut être augmentée.

Valeurs typiques sont: PPWM = 1... 3 and IPWM = 40... 80.

5.7 DONNEES DU PROCESSUS (Surveillance)

Commande	Description	Unité
WQI	Commande d'angle de pivotement	%
WQ	Comande de la valeur d'angle de pivotement	%
XQ	Valeur réelle de l'angle de pivotement	%
EQ	Angle de pivotement de la déviation de contrôle	%
CQ	Signal de sortie du contrôleur de pression de l'angle	%
WP	Valeur de commande	bar
XP	Valeur réelle de la pression	bar
EP	Pression d'écart de contrôle	bar
CP	Signal de sortie du contrôleur de pression	%
WL	Commande de limitation de la puissance externe	%
XL	Valeur de sortie de la limitation de puissance	%
XQA	Signal de retour de l'angle avant la mise à l'échelle	%
U	Signal de commande de la vanne	%
IA	Solénoïde de courant de vanne A	mA
IB	Solénoïde de courant de vanne B	mA

Les données du processus sont les variables qui peuvent être observées en permanence sur le moniteur ou sur l'oscilloscope.

6 Annexe

6.1 Surveillance des défaillances

Les sources d'erreur possibles suivantes sont surveillées en permanence lorsque SENS = ON / AUTO

Source	Fault	Characteristic
Entrée analogique PIN 6	Hors gamme ou fil cassé	L'étage de puissance et la sortie READY seront désactivés.
Entrée analogique PIN 10 4... 20 mA	Hors gamme ou fil cassé	L'étage de puissance et la sortie READY seront désactivés.
Entrée analogique 13 4... 20 mA	Hors gamme ou fil cassé	L'étage de puissance et la sortie READY seront désactivés.
entrée analogique 14 4... 20 mA	Hors gamme ou fil cassé	L'étage de puissance et la sortie READY seront désactivés.
Solénoïde A à PIN 17 + 19	Mauvais câblage, fil cassé	L'étage de puissance et la sortie READY seront désactivés.
Solénoïde A à PIN 3-4	Mauvais câblage, fil cassé	L'étage de puissance et la sortie READY seront désactivés.
EEPROM (lors de la mise en marche)	erreur de données	L'étage de puissance et la sortie READY seront désactivés. Le module peut être activé en sauvegardant les paramètres.

6.2 Dépannage

Il est supposé que le dispositif est dans un état opérationnel et qu'il existe une communication entre le module et le WPC-300. En outre, le paramétrage de la commande de la vanne a été effectué à l'aide des fiches techniques de la vanne.

Le RC en mode moniteur peut être utilisé pour analyser les défauts.



ATTENTION: Tous les aspects liés à la sécurité doivent être soigneusement vérifiés lorsque l'on travaille en mode RC (Remote Control). Dans ce mode, le module est contrôlé directement et la commande de la machine ne peut pas influencer le module.

DEFAULTS	CAUSE / SOLUTION
ENABLE est actif, le module ne répond pas, et la LED READY est éteinte.	Il n'y a pas d'alimentation ou le signal ENABLE n'est pas présent. D'autres erreurs sont affichées par la LED READY. S'il n'y a pas d'alimentation électrique, il n'y a pas non plus de communication via notre programme d'exploitation. Si une connexion a été établie, alors une alimentation électrique est également disponible. Dans ce cas, dans la fenêtre du moniteur, l'entrée ENABLE peut être vérifiée.
ENABLE est actif, la LED READY clignote.	La LED READY clignotante signale qu'un défaut a été détecté par le module. Le défaut peut être : <ul style="list-style-type: none"> • Un câble cassé ou un mauvais signal sur une entrée analogique si des signaux 4 ... 20 mA sont utilisés ou un câblage incorrect vers les solénoïdes. • Signal hors de portée du capteur d'angle de pivotement • Erreur de données interne : appuyez sur le bouton commande/SAVE pour supprimer l'erreur de données. Le système recharge les données par DEFAULT. Le programme d'exploitation permet de localiser le défaut directement via le moniteur.
ENABLE est actif, la LED READY est active et la pression est instable.	Dans de nombreux cas, vous pouvez avoir un problème hydraulique. Les problèmes électriques peuvent être : <ul style="list-style-type: none"> • Bruit électrique au niveau du fil de l'alimentation. • Câblage du solénoïde (> 40 m), perturbation de la boucle de contrôle du courant¹. • Boucle de régulation de courant instable. Les réglages de la fréquence PWM et du dither (fréquence et amplitude) doivent être vérifiés avec soin. De bonnes expériences sont faites avec : <ol style="list-style-type: none"> a. PWM-fréquence = 2600 Hz (haute fréquence), le dither doit être aligné sur la vanne (amplitude et fréquence). b. Fréquence PWM = 100 ... 400 Hz (fréquence plus basse), l'amplitude du dither est réglée sur 0 % (désactivé). • Boucle de régulation PID instable (angle de pivotement) Les paramètres de contrôle P, I, D doivent être vérifiés, premières étapes: <ol style="list-style-type: none"> a. Diminuez P (par exemple, à la moitié de la valeur réelle). b. Augmenter I (temps d'intégration lent) c. Diminuer D d. Observez le comportement et remarquez les différences après vos changements. En fonction de cela, vous pouvez évaluer les prochaines étapes de l'optimisation.

¹ Vous devez peut-être ajuster / optimiser la boucle de contrôle du solénoïde (P et I).

7 Notes