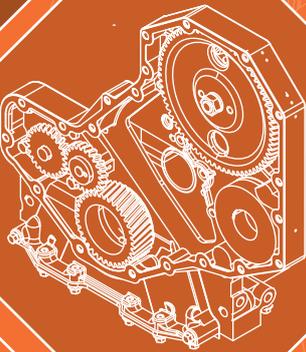
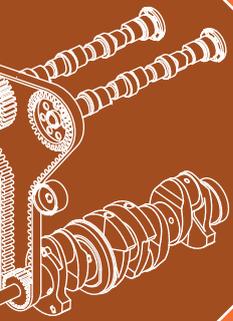
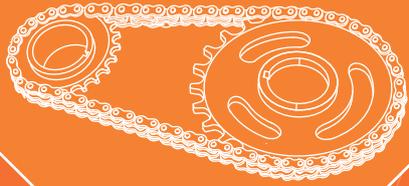


DIAGNOSTIC INFORMATIQUE



5

INTRODUCTION À LA MÉCANIQUE

Table des matières

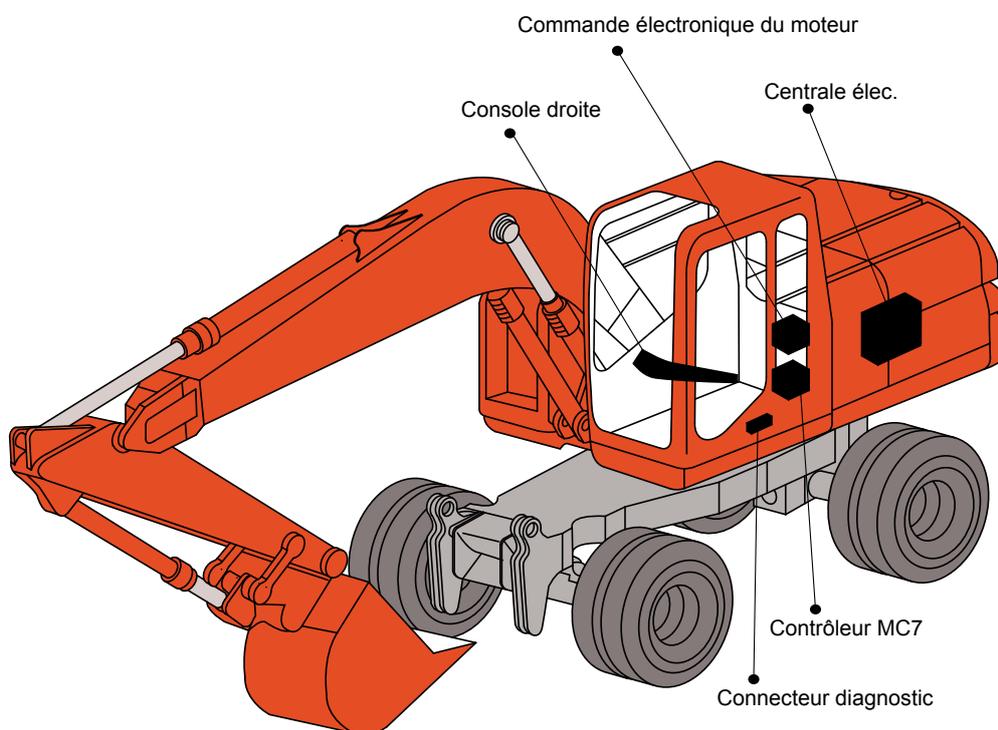
1. Introduction.....	1
2. Types de capteurs.....	3
2.1 Capteurs capacitifs de proximité.....	3
2.2 Capteurs inductifs de proximité.....	3
2.2.1 Sorties.....	4
2.2.1.1 Tension continue.....	4
2.2.1.2 Tension alternative.....	5
2.3 Capteurs magnétiques de proximité.....	8
2.4 Capteurs photoélectriques.....	9
3. Immunité à la lumière.....	11
4. Commande électronique de moteur diesel.....	17
5. Qu'est-ce qu'un PLC.....	19
5.1 Champs d'application du PLC.....	20
5.2 Conception de base d'un PLC.....	22
6. Bus CAN.....	28
7. Aperçu du contrôleur.....	32
8. Circuit de commande de la vitesse du moteur.....	35
9. Circuit de programmation de la vitesse du moteur.....	36
10. Circuit de détection de charge.....	36
11. Circuit de détection de vitesse.....	37
12. Déverrouillage du frein de stationnement pivotant.....	38
12.1 Déverrouillage du frein de stationnement pivotant.....	39
12.2 Application du frein de stationnement pivotant.....	39
13. Exercice pratique.....	43

Note : en conformité avec l'objectif de l'Académie d'enseigner à ses stagiaires des bases d'anglais technique, les textes de certaines des illustrations de ce manuel ont volontairement été laissés en anglais.

1. Introduction

Les modules électroniques des engins lourds fournissent des renseignements sur l'état des engins. Ces modules présentent les éléments de diagnostic des moteurs diesel, ainsi que des systèmes hydrauliques et de transmission. Le contrôle des émissions des moteurs diesel est un facteur important, en ce sens que le volume des émissions, ou plutôt leur changement dans le court terme indique des problèmes potentiels dans l'ensemble du groupe motopropulseur.

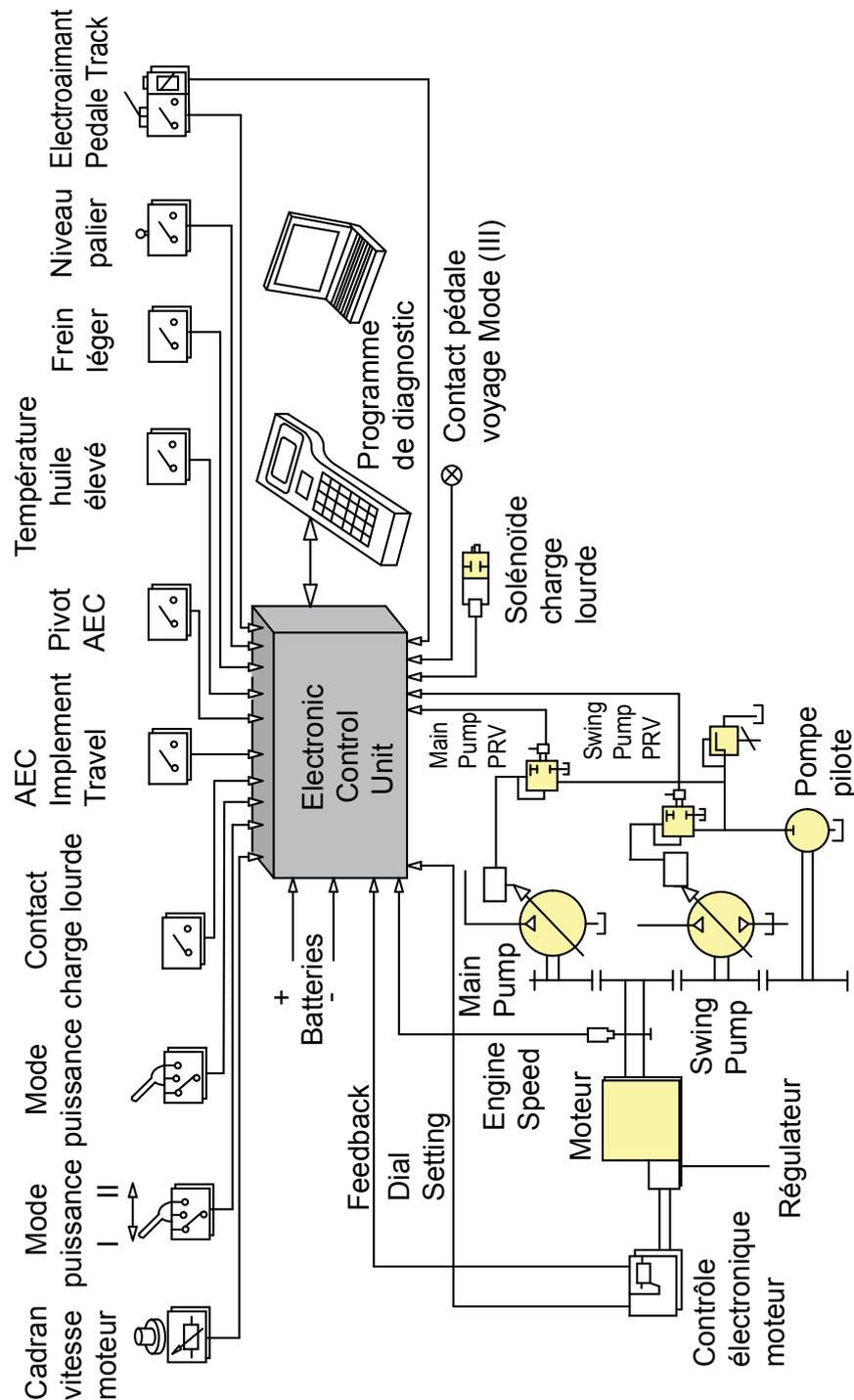
Les renseignements sur les pannes éventuelles des engins proviennent, en grande partie, des données fournies par les modules électroniques modernes



Avec l'introduction du bus CAN, le transfert numérique de l'information aux différents modules est devenu chose courante, et avec moins d'effort. Il suffit, en effet, d'une paire de câbles torsadés pour transmettre d'importantes informations à tous les modules. Les modules analysent l'information et agissent en conséquence.

Un outil spécial d'analyse ou un portable doté d'un logiciel de diagnostic est utilisé pour diagnostiquer, ajuster les applications existantes, ou télécharger de nouveaux logiciels. La plupart des fabricants ont élaboré des outils et logiciels d'analyse adaptés uniquement à leurs propres équipements. Ces outils sont donc spécifiques au fabricant et ne sont pas interchangeables. Ces outils d'analyse sont raccordés au Module de commande électronique (ECM) au moyen d'adaptateurs en vue d'effectuer les opérations de dépannage, télécharger les mises à jour et calibrer le système (hydraulique, transmission, moteur, etc.).

Le schéma suivant indique tous les composants nécessaires à la réalisation d'un système de commande électronique. Capteurs, unité de commande et actionneurs.



Afin de comprendre comment diagnostiquer un système de commande électronique, il convient tout d'abord de comprendre le fonctionnement des différents composants. Nous commencerons donc avec le capteur.

2. Types de capteurs

2.1 Capteurs capacitifs de proximité

Les capteurs capacitifs de proximité sont utilisés pour la détection hors-contact d'objets métalliques et non-métalliques (liquide, plastique, matériaux à base de bois, etc.).

Les capteurs capacitifs de proximité utilise la variation de la capacité entre le capteur et l'objet détecté. Lorsque l'objet est à une distance prédéterminée du côté sensible du capteur, un circuit électronique à l'intérieur du capteur commence à osciller. La hausse ou la baisse de ces oscillations est identifiée par un circuit de seuil qui entraine un amplificateur pour opérer une charge externe.

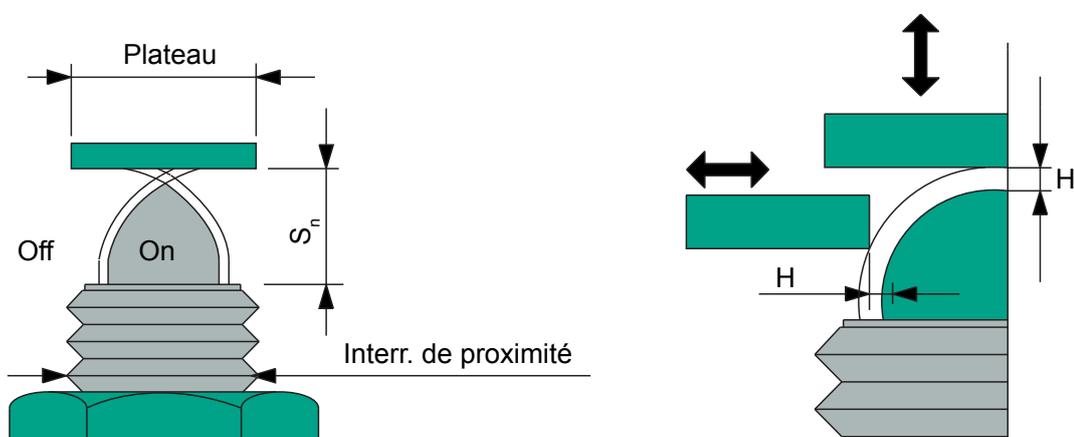
Une vis à l'arrière du capteur permet le réglage de la distance de détection. Ce réglage de sensibilité est utile dans des applications telles que la détection des conteneurs pleins et la non-détection des conteneurs vides. La distance de détection du capteur dépend de la forme et de la taille de l'actionneur et est strictement liée à la nature du matériau.

2.2 Capteurs inductifs de proximité

Les capteurs inductifs de proximité sont utilisés pour la détection hors-contact des objets métalliques. Leur principe de fonctionnement s'appuie sur une bobine et un oscillateur qui génère un champ électromagnétique dans l'environnement immédiat de la surface de détection.

La présence d'un objet métallique (actionneur) dans la zone d'opération induit un ralentissement de l'amplitude des oscillations. La hausse ou la baisse de ces oscillations est constatée au moyen d'un circuit de seuil qui modifie la sortie du capteur.

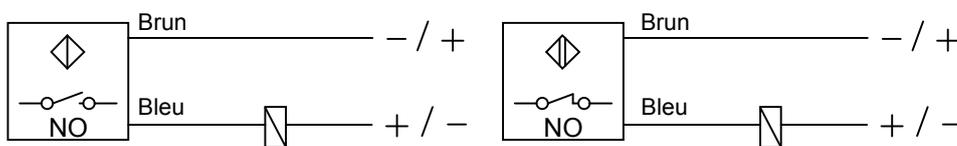
La distance de fonctionnement de ce capteur dépend de la forme et de la taille de l'actionneur et est strictement liée à la nature du matériau.



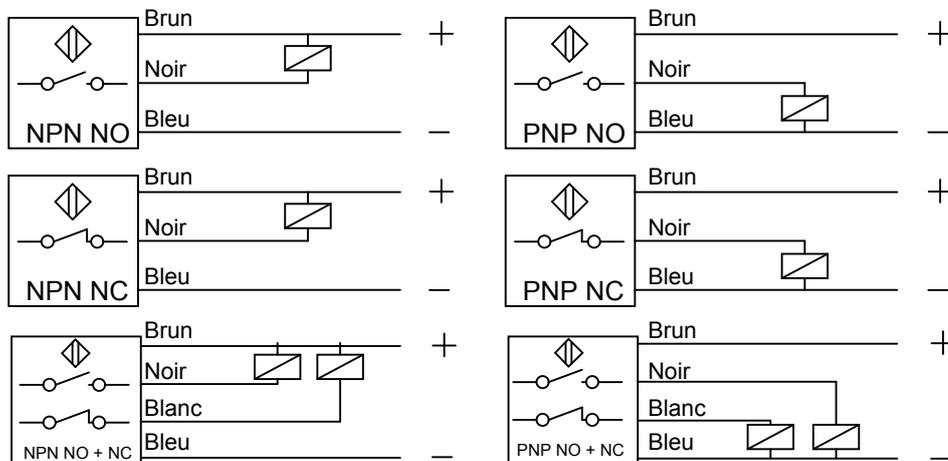
2.2.1 Sorties

2.2.1.1 Tension continue

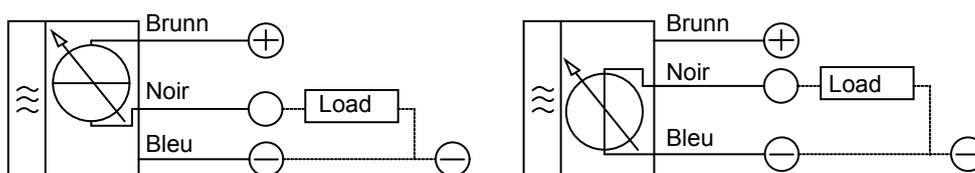
Câble DC à deux fils : Ces capteurs comportent un amplificateur de sortie avec fonction N.O. ou N.C. à même de piloter une charge raccordée en séries. N.O. = Normalement ouvert et N.C. est Normalement fermé (au point mort). Dans ce système, un courant résiduel circule à travers la charge même en position ouvert, et en position fermée le capteur enregistre une chute de tension. Ces restrictions doivent être prises en compte lors de la sélection des relais ou des commandes électroniques à utiliser avec ces capteurs. Ils sont compatibles avec les unités P.L.C. (Unités de programmation logique ou automate programmable)



Ils sont fournis en capteurs à 3 fils avec fonction N.O ou N.C., et à 4 fils avec sorties complémentaires (NO + NC) dans les types NPN et PNP. La version standard comprend une protection contre les courts-circuits, la polarité et les pointes générées par la déconnexion des charges inductives. Ils sont compatibles avec les unités P.L.C.



Analogique & Linéaire : Dans ces capteurs amplifiés à 3 fils, la sortie de courant ou de tension varie proportionnellement à la distance entre le capteur et l'objet métallique.

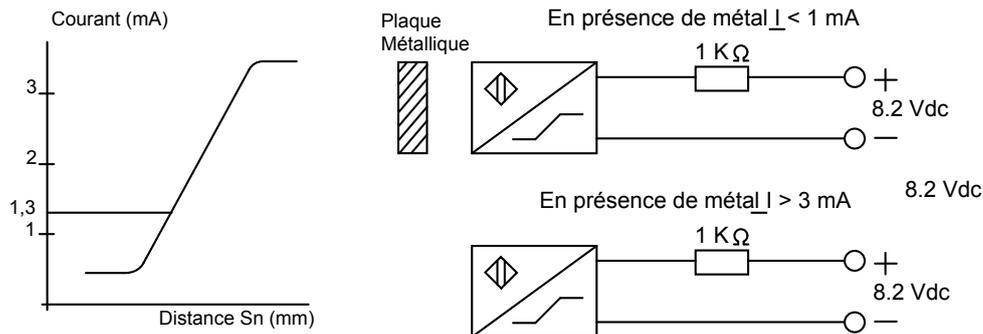


Courant analogique

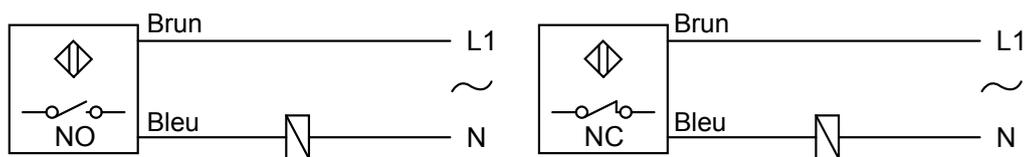
Tension linéaire

Namur :

Il s'agit de détecteurs non-amplifiés à 2 fils dont le courant varie en présence d'un objet métallique. La différence entre ces capteurs et les capteurs traditionnels est l'absence d'amplificateur à étages commandés par trigger. Les limites de leur courant et tension permet leur utilisation dans des situations dangereuses (explosives) mais avec des amplificateurs approuvés. En usage standard (atmosphère normale), le capteur peut être utilisé avec des amplificateurs.

**2.2.1.2. Tension alternative**

Câble DC à deux fils : Ce sont des capteurs à 2 fils comportant un amplificateur de sortie à thyristor. Dans ce système, un courant résiduel passe par la charge à l'état ouvert. A l'état fermé, le capteur subit une baisse de tension. Il faut s'assurer du courant minimum de commutation, du courant résiduel et de la chute de tension lors de la sélection des relais de faible consommation ou des commandes électroniques à haute impédance utilisables avec ces capteurs. Ils sont compatibles avec les unités P.L.C.

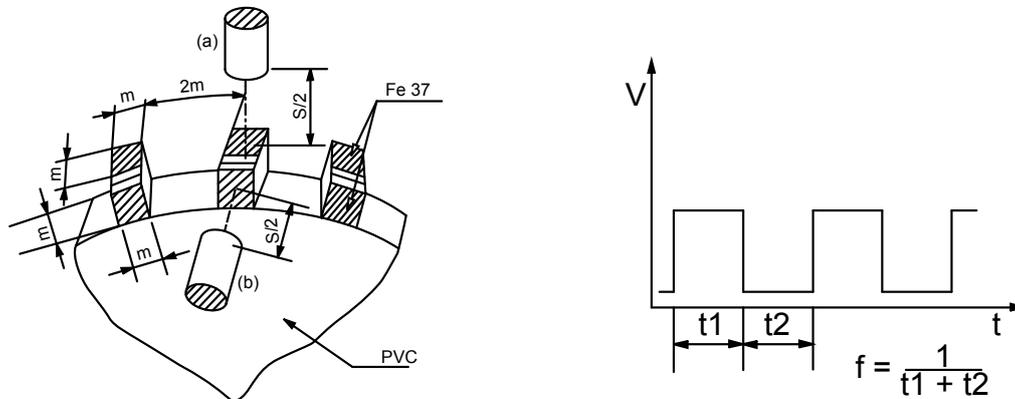


NO (normalement ouvert) : Sortie de commutation ouverte empêchant la circulation du courant lorsque l'actionneur est absent, et fermée pour permettre la circulation du courant lorsque l'actionneur est présent.

NC (normalement fermé) : Sortie de commutation fermée permettant la circulation du courant lorsque l'actionneur est absent et ouverte empêchant la circulation du courant lorsque l'actionneur est présent.

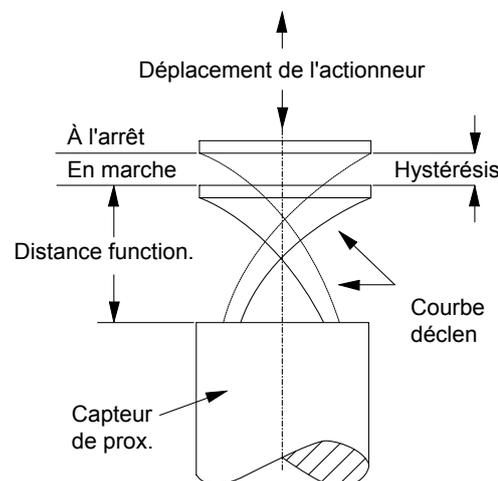
Sortie NPN : Sortie de transistor qui commute la tension commune ou négative à la charge. La charge est branchée entre l'alimentation positive et la sortie. Le courant passe de la charge à la sortie, puis à la terre lorsque le commutateur de sortie est actionné. Connue également sous le nom de courant absorbé ou commutation négative.

Sortie PNP : Sortie transistor qui transmet la tension positive à la charge. La charge est connectée entre la sortie et la terre. Le courant passe de la sortie de l'appareil vers la charge, puis à la terre lorsque le commutateur est activé. Connu également comme commutation positive.



Distance de fonctionnement (Sn): La distance maximale entre le capteur et une pièce carrée en fer (Fe₃₇) de 1 mm d'épaisseur et aux côtés égaux au diamètre de la face active, qui entrainera un changement dans la sortie du capteur. La distance diminue pour les autres matériaux et formes. Les essais sont effectués à 20°C avec une tension constante. La distance comporte une tolérance de fabrication de ± 10%.

Alimentation : Pour le fonctionnement du tendeur, la plage de tension d'alimentation est :



Courant maximal de commutation : Niveau maximal de courant continu autorisé à passer par le capteur sans l'endommager. Il est donné comme une valeur maximale.

Courant minimal de commutation : Est la valeur minimale de courant qui doit passer par le capteur afin d'assurer son fonctionnement.

Courant de crête maximum : Celui-ci indique la valeur maximale de courant que le capteur peut supporter dans un intervalle de temps déterminé.

Courant résiduel : Courant passant par le capteur lorsqu'il est en position ouverte.

Courant absorbé : Le volume de courant nécessaire pour opérer un capteur.

Chute de tension : Chute de tension dans un capteur entraînant une charge maximale.

Protection contre les courts-circuits : Protection du capteur contre les dommages causés par le court-circuitage de la charge.

Fréquence de fonctionnement : Le nombre maximum de cycles marche/arrêt (on/off) d'un appareil en une seconde. Selon EN 50010, ce paramètre est mesuré par la méthode dynamique, le capteur étant en position (a) et (b). S est la distance de fonctionnement et m le diamètre du capteur.

Répétitivité (%Sn) : La variation entre une valeur de distance de fonctionnement mesurée sur une période de 8 heures à une température entre 15-30° et une tension d'alimentation avec une déviation de $\leq 5\%$.

Hystérésis (%Sn) : La distance entre le point «d'enclenchement» de l'actionneur et le point de «fermeture» de l'actionneur. Cette distance réduit les risques de faux enclenchement. Sa valeur est exprimée en pourcentage de la distance de fonctionnement ou d'une distance. Voir Fig. 3

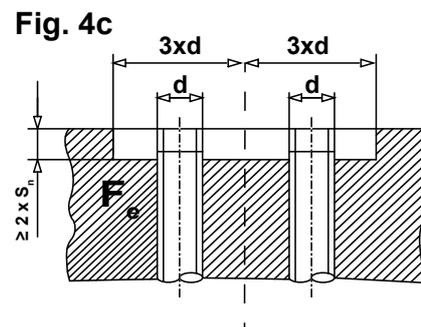
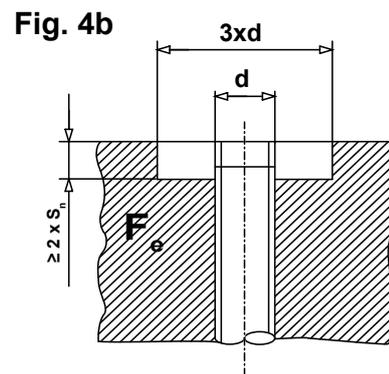
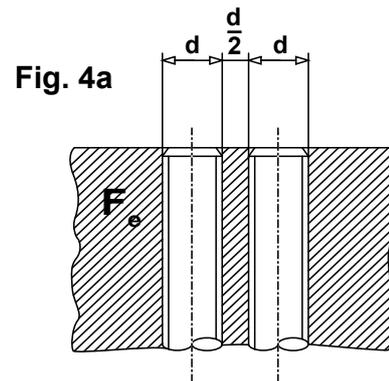
Montage encastré : Pour le montage côte à côte de modèles encastrés, se reporter à la Fig. 4a. Les modèles non encastrés peuvent être intégrés au métal comme dans la Fig. 4b. Se reporter à la Fig. 4c pour les modèles côte à côte.

S_n = distance de fonctionnement

Degré de protection : Le degré de protection du boîtier selon l'IEC (Commission électrotechnique internationale) est comme suit :

IP 65 : Etanche à la poussière. Protection contre les jets d'eau.

IP 67 : Etanche à la poussière. Protection contre les effets d'immersion

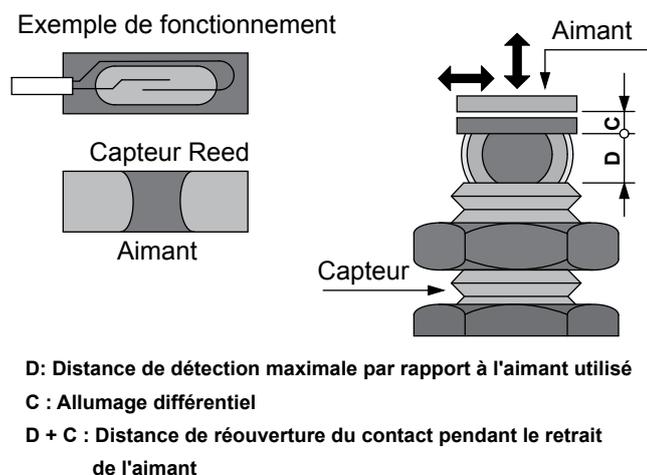


2.3 Capteurs magnétiques de proximité

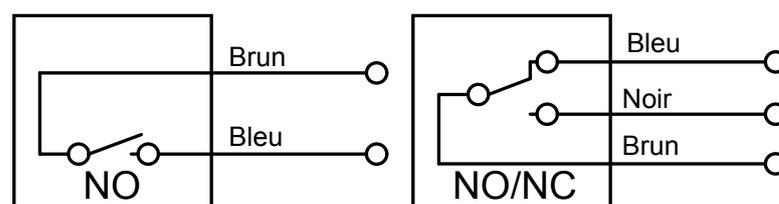
Les capteurs magnétiques de proximité sont actionnés en présence d'un aimant permanent. Leur principe de fonctionnement est basé sur l'utilisation de contacts Reed, dont les fines plaques sont hermétiquement scellées dans une ampoule de verre remplie de gaz inerte. La présence d'un champ magnétique fait plier les fines plaques jusqu'à se toucher, provoquant un contact électrique.

La surface de la plaque a été traitée avec un matériau adapté spécialement au courant faible ou aux circuits à induction élevée. Comparés aux capteurs mécaniques traditionnels, les capteurs magnétiques ont les avantages suivants :

- Contacts
- Sont bien protégés contre la poussière, l'oxydation et la corrosion grâce à l'ampoule de verre hermétique et au gaz inerte. Par ailleurs, les contacts sont actionnés par un champ magnétique et non de façon mécanique
- Le traitement spécial de la surface des contacts leur assure une longue durée
- Ne nécessite aucun entretien
- Facilité d'utilisation
- Taille réduite



Avec le type NO (normalement ouvert), le contact Reed ouvert se ferme à l'approche de l'aimant. Les capteurs magnétiques NO sont à 2-fils. Avec le type NO+NC, les fonctions NO (normalement ouvert) et NC (normalement fermé) sont rendues possibles grâce à une ampoule de verre unique. Les capteurs magnétiques NO+NC sont fournis avec trois fils, l'un est commun, le second est NO, et le troisième NC.

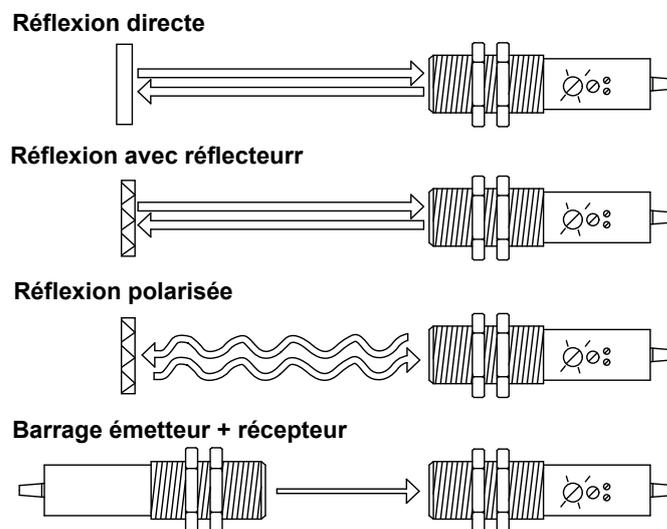


Protection normale des contacts Reed

La durée de vie d'un capteur magnétique à faibles valeurs de tension et de courant dépend des caractéristiques mécaniques du contact. Pour les valeurs plus élevées, cette durée dépend des caractéristiques de la charge. Dans ces cas, il est recommandé d'appliquer une certaine forme de protection externe à la sortie du capteur.

2.4. Capteurs photoélectriques

Ces capteurs utilisent des éléments sensibles à la lumière pour détecter les objets et comportent un émetteur (source de lumière) et un récepteur. Les capteurs photoélectriques (PhE) sont de quatre types :



Réflexion (Diffuse) - l'émetteur et le récepteur sont logés ensemble et utilisent la lumière réfléchiée directement par l'objet à détecter. Il est important de se rappeler la couleur et le type de surface de l'objet lors de l'utilisation de ces cellules PhE. En effet, la distance de détection des surfaces opaques est affectée par la couleur de l'objet.

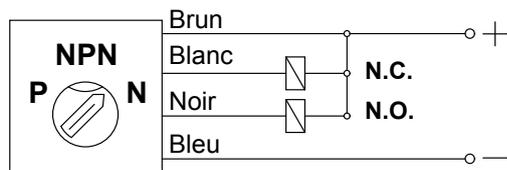
Les couleurs claires correspondent aux distances maximales, et inversement. Dans le cas d'objets brillants, l'effet de la surface est plus important que la couleur. Dans les données techniques, la distance de détection se rapporte au papier blanc mat.

Réflexion avec réflecteur (rétroreflective) - l'émetteur et le récepteur sont logés ensemble et nécessitent un réflecteur. L'objet est détecté lorsque le faisceau lumineux entre le capteur et le réflecteur s'interrompt. Ces cellules PhE permettent la détection sur des distances plus longues du fait que les rayons qu'elles émettent sont presque totalement réfléchis vers le récepteur.

Réflexion polarisée avec réflecteur - à l'instar de la Réflexion avec réflecteur, ces cellules PhE utilisent un dispositif anti-réflexion. Ce dispositif, qui fonctionne sur la base d'une bande de lumière polarisée, offre de multiples avantages et assure des relevés même lorsque la surface de l'objet à détecter est très brillante. Elles ne figurent pas dans les données techniques affectées par les réflexions aléatoires.

En barrage - l'émetteur et le récepteur sont logés séparément et détectent l'objet lorsque le faisceau de lumière entre l'émetteur et le récepteur s'interrompt. Ces cellules photo-électriques sont adaptées aux longues distances.

Câblage CC:



Câblage CA:



Sorties de type Light On / Dark On (lumineux/sombre) : La même terminologie est utilisée pour ce type de cellules que pour les détecteurs inductifs et capacitifs, à savoir : NO = normalement ouvert, NC = normalement fermé. Elle renvoie à l'état de l'unité en l'absence du produit à détecté. Dans le cas des cellules photo-électriques, on utilise *light on/dark on*. Dans le cas des types à réflexion directe, NO indique *light on* et NC *dark on*. Pour les autres types, NO indique *dark on* et NC *light on*.

Distance de détection (Sn) : C'est l'espace nécessaire à la détection d'un objet. Pour les types de réflexion directe, c'est la distance maximale entre la cellule PhE et l'objet. Pour les réflecteurs de type barrière, c'est la distance entre l'unité et le réflecteur ou entre les unités.

Alimentation : La plage de tension d'alimentation à laquelle le tendeur fonctionne.

Temps de réaction : Le temps écoulé entre la fourniture d'électricité et l'opération de la sortie. On peut ainsi éviter toute commutation inutile lorsque l'unité est sous tension.

Courant consommé : La quantité de courant nécessaire au fonctionnement d'un capteur.

Chute de tension : La chute de tension dans un capteur entraînant une charge maximale.

Courant de commutation (Max) : La quantité de courant continu pouvant circuler dans le capteur sans l'endommager. Elle est considérée comme une valeur maximale.

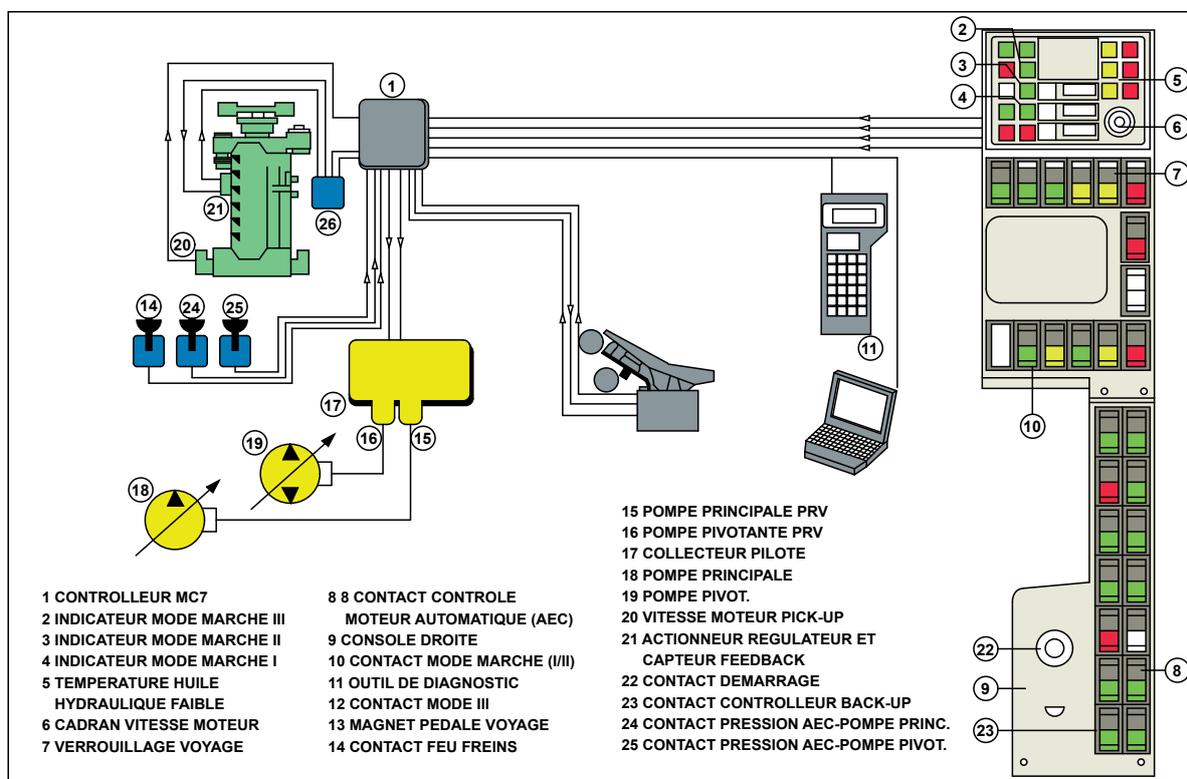
Protection contre les courts-circuits : Protection permettant d'éviter l'endommagement d'un capteur en cas de court-circuit.

Fréquence de fonctionnement : Le nombre maximum de cycles marche/arrêt qu'un élément peut soutenir en une seconde. Conformément à l'EN 50010.

3. Immunité à la lumière

La limite maximale d'une lumière incandescente ou solaire. Au delà de cette limite, les cellules PhE risquent de ne pas fonctionner correctement à cause de l'interférence sur le récepteur.

L'information reçue par les capteurs est transmise au Module de commande électronique. Une bonne partie de cette information est accessible à l'opérateur. La cabine de l'engin comporte un panneau de commande disposant des données techniques collectées par les différents capteurs. L'opérateur peut également programmer une partie du système. Son INPUT (intervention) consiste éventuellement à sélectionner le mode de puissance appropriée (1, 2 ou 3) disponible sur les pelles hydrauliques.



Les capteurs et actionneurs figurant dans la liste (tableau) ci-dessous peuvent être fixés aux systèmes hydrauliques (H) et/ou transmissions (T).

Description	Lieu	Objet	H/T	Observations
Robinet d'appoint	Soupape principale de contrôle	Utilisé pour prévenir les dégâts causés par la cavitation	H	Bascule, chargeur, circuits de voyage
Limiteur de puissance	Sur la pompe	Le limiteur de puissance permet de s'assurer que la sortie et la pression de la pompe restent constantes.	H	
Clapet sélecteur de puissance	Monté sur le châssis au-dessus de la pompe principale		H	Actionné par solénoïde
Décharge de pompe	Pompe principale		H/T	Décharge pour ligne et pompe
Valve principale de contrôle		Les soupapes principales de contrôle contrôlent le débit d'huile à la demande des valves de contrôle pilotes*	H	*ou manuellement à partir du Joystick
Variation sur bobine	A l'intérieur de la bobine principale de contrôle de soupape	Permettre à la pompe de remplacer les fuites dans un circuit	H	
Vanne de verrouillage hydraulique	Accoudeur gauche	Empêche le démarrage moteur en condition de chargement	H	Ensemble avec interrupteur électrique, clé de contact
Vanne de contrôle		Les vannes de contrôle pilotes régularisent le débit de l'huile qui commande le mouvement de la bobine dans les principales vannes de contrôle	H/T	Vanne de décharge de l'huile pilote
Clapet d'étranglement	Soupape de contrôle principale	Le clapet d'étranglement réduit le débit du vérin d'articulation lorsque celui-ci est déployé afin d'empêcher la cavitation	H	Pelle chargée, etc. La soupape est ajustable
Vanne de verrouillage de la flèche	Sur la flèche	Pour empêcher l'écoulement de l'huile au côté tige des vérins de flèche lors du transport de charges lourdes	H	Fonctionne par solénoïde
Indicateur de charge de la flèche	Extrémité inférieure du vérin de flèche	Ce manostat actionne un micro interrupteur pour enclencher l'alarme		Interrupteur à pression hydraulique/ électrique
Installation de vanne solénoïde		Pour actionner d'autres équipements facultatifs	H	(2) vannes solénoïdes 4/3 voies
Détente à balancement du groupe de vannes		Pour embrayer ou débrayer, selon que le basculement est lent ou rapide	H	
Joint pivotant	Entre la structure supérieure et le châssis	Le joint pivotant transmet l'huile hydraulique de la structure pivotante supérieure au châssis fixe	H	Cinq circuits d'huile séparés passent du dessus au dessous

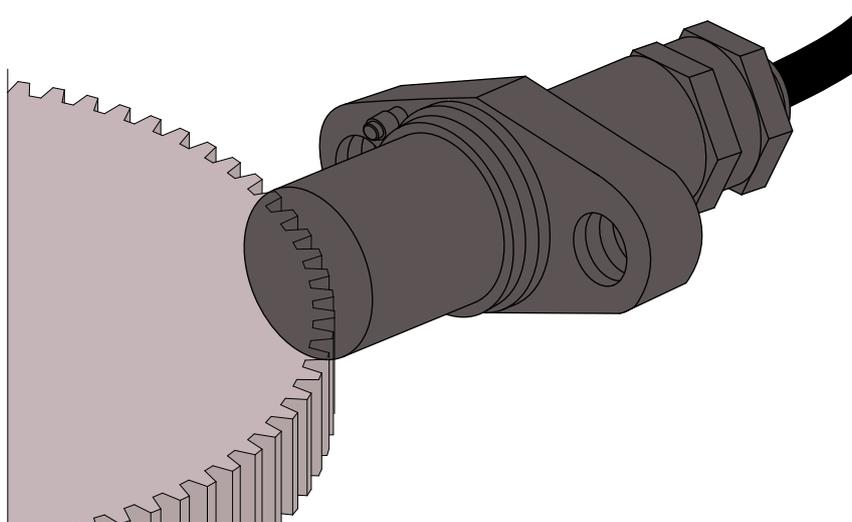
Description	Lieu	Objet	H/T	Observations
Soupape de refroidissement		Opérer le ventilateur lorsque la température de l'huile atteint 64 °C	H	Commande manuelle par solénoïde
Soupape de rapport	Commande groupe de transmission	La soupape de rapport contrôle la pression d'huile maximale au convertisseur	T	951Kpa
Limiteur pression de sortie du convertisseur	Commande groupe de transmission	Le limiteur de pression de sortie du convertisseur contrôle la pression minimale de convertisseur de couple	T	290Kpa
Valve de priorité	Commande groupe de transmission ou boîtier filtre à huile	La valve de priorité permet de s'assurer que la pression d'huile est d'abord disponible à la direction et aux freins et ensuite aux fonctions de transmission	T	Ouvert à 2900Kpa
Ensemble résonateur (valve)	Conduite d'huile au convertisseur de couple	Pour réduire les variations de pression dans l'alimentation d'huile au convertisseur de couple dues aux pulsations de pression pulsations de la pompe	T	Empêche les violentes vibrations dans la vanne de contrôle de transm.
Bobine du sélecteur de vitesse	Commande groupe de transmission	Transmet l'huile à l'embrayage de vitesse	T	
Bobine du sélecteur de direction	Commande groupe de transmission	Transmet l'huile à l'embrayage de direction	T	
Vanne de pression différentielle	Commande groupe de transmission	Maintenir une différence de pression entre l'embrayage de vitesse et de direction. Empêche le mouvement de l'engin si le moteur démarre avec la transmission en vitesse et direction	T	
Piston de charge (soupape)	Commande groupe de transmission	Contrôler le niveau d'augmentation de la pression dans l'embrayage	T	
Soupape de modulation de décharge	Commande groupe de transmission	Contrôler la pression maximale dans le système, et augmente progressivement la pression dans l'embrayage en combinaison avec le piston de charge	T	
Soupape de décharge	Soupape de contrôle principale	La soupape de déchargement "décharge" ou relâche la pression de la pompe lorsqu'aucune charge ou autre ne s'exerce sur la pompe hydraulique	H	Pression de pompe au minimum (380Kpa)
Soupape de contrôle du chargement		Empêcher le retour de l'huile dans le cylindre évitant ainsi la dérive du cylindre	H	
Soupape de contrôle de la benne (expulsion)	Soupape de contrôle principale	Placer automatiquement la pelle en position de charge/niveau	H	Fonctionnement électrique par solénoïde, commutateur magnétique
Soupape de décharge du système/circuit	Entre la soupape de contrôle et le(s) actionneur(s)	Relâcher la pression d'huile lorsque les actionneurs hydrauliques sont opérés par une force externe	H	Pression élevée actionnant la pompe de soupape de déchargement
Bobine/manche vanne 4/3 voies	Sous la colonne de direction	Utilisé sur le système de direction Orbitrol, système de direction entièrement hydraulique	H	

Description	Lieu	Objet	H/T	Observations
Soupape anti-choc	Dans le système de direction	Permettre à l'huile de passer d'un côté du cylindre vers l'autre lorsqu'une force externe actionne le volant	H	
Soupape de neutralisation	Direction articulée	La soupape de neutralisation empêche l'arrivée de l'huile à la soupape de commande de direction à l'achèvement d'un tour	H	2 soupapes
Clapet anti-retour, pompe de direction complémentaire	Dans le carter de pompe	Permet à la pompe d'huile de fonctionner dans les deux directions (gauche/droite)	H	4 soupapes
Soupape d'équilibrage				
Soupape d'amplification du débit	Dans le circuit	Augmenter le débit d'huile sur les systèmes hydraulique de direction lourds	H	
Soupape de séparation du débit	Circuit de l'embrayage de direction, etc.	Répartir le débit d'huile d'une pompe unique de façon égale, indépendamment de la différence des limites des sorties, permettant d'alimenter simultanément en huile deux circuits séparés	H/T	Direction, systèmes hydrauliques, transmissions, etc.
Ensemble de résonance (valve)	Conduite d'huile au convertisseur de couple	Réduire les variations de pression dans l'alimentation d'huile au convertisseur de couple causées par les pulsations de pression de la pompe	T	Empêche les violentes vibrations dans la vanne de contrôle de transm.
Réducteur de pression		Réduire la pression de la pompe (causée par la principale soupape de décharge), conformément aux besoins du système	H/T	
Soupape de contrôle de l'orifice		Fournir un débit différent de / vers le piston de charge	T	Embrayage assisté
Soupape séquentielle		Engager le débit d'huile seulement lorsque les soupapes sont opérées dans la bonne séquence	T	Embrayage assisté
Clapet anti-retour du convertisseur		Empêcher le flux excessif dans le circuit du convertisseur de passer dans la cavité du ressort du piston de charge pendant un déplacement	T	
Soupape de décharge		Éliminer rapidement la pression d'huile dans la cavité du piston pendant un déplacement pour permettre au piston de charge de revenir à zéro	T	
Soupape de neutralisation de la transmission		Neutraliser la transmission lorsque la pédale du frein est enfoncée	T	Fonctionne au solénoïde
Soupape différentielle à champignon		Maintenir la pression P1 345 kPa plus élevée que la pression P2	T	Embrayage assisté
Valve centrifuge	Boitier du convertisseur	VCTC - impulseur pleinement engagé au-dessus de 1800 tpm	T	Convertisseur de couple

La liste suivante (tableau) présente les **interrupteurs** qui peuvent être installés dans les systèmes hydrauliques (H) ou les transmissions (T).

Description	Objet	H/T	Observations
Interrupteur frein	Informar l'ETC de l'engagement du frein de stationnement		Entrée
Interrupteur rétro-gradation	Informar l'ETC que l'opérateur désire rétrograder la transmission d'une vitesse	T	Entrée
Interrupteur auto/manuel	Informar l'ETC du mode de transmission que l'opérateur a choisi d'utiliser	T	Entrée
Interrupteur entrée d'air de chauffage (le cas échéant)	Informar l'ETC que l'opérateur désire continuer à chauffer l'entrée d'air		Entrée
Interrupteur de contrôle de conduite	Informar l'ETC du mode de conduite (auto/marche/arrêt) que l'opérateur a choisi d'utiliser		Entrée
Interrupteur de changement de vitesse	Ce sont des données qui indiquent à l'ETC la vitesse et la direction que l'opérateur a choisies avec le levier de vitesse	T	Entrée
Interrupteur de neutralisation	Pour neutraliser la transmission	T	Entrée
Interrupteur de neutralisation de dérivation	Cet interrupteur est utilisé pour désactiver l'interrupteur de neutralisation lorsque l'opérateur ne souhaite pas neutraliser la transmission pendant le freinage	T	Entrée
Interrupteur embrayage de prise directe	Pour permettre au CC le verrouillage et l'engagement de l'entraînement direct	T	Entrée
Interrupteur changement rapide	Informar l'ETC que l'opérateur désire actionner le passage rapide des rapports	T	Entrée
Interrupteur filtre à dérivation	L'interrupteur demande au Système de suivi informatique - CMS d'informer l'opérateur que le filtre est encrassé	H/T	Entrée
Interrupteur cylindre de surcourse	L'interrupteur demande au CMS d'informer l'opérateur d'une condition anormale. Surcourse du cylindre principal		Entrée
Interrupteur courant de guidage switches	Informar l'opérateur d'un faible débit d'huile dans le système de direction		

Description	Objet	H/T	Observations
Capteur de vitesse du moteur			Capteurs de fréquence
Capteur de vitesse de transmission			
Capteur de vitesse du convertisseur de couple			Modulation à largeur d'impulsion, capteur PWM
Capteur de vitesse au sol			
Capteur de position de la pédale du frein			
Capteur de température			
Capteur de pression			
Capteur du niveau de carburant			
Interrupteur du niveau d'huile hydraulique	Informier l'opérateur du faible niveau d'huile hydraulique		Entrée
Interrupteur du débit du refroidisseur	Faible niveau du liquide de refroidissement		
Interrupteur de la température de l'huile des freins	Température élevée de l'huile des freins		



Le Module de commande électronique (ECM) est en principe un ordinateur installé dans

votre véhicule, camion ou engin de terrassement. Il se compose d'un circuit imprimé standard encodé avec le logiciel (programme qui informe le véhicule/engin comment opérer).

4. Commande électronique de moteur diesel

Tous les engins lourds modernes sont dotés d'une Commande électronique de moteur diesel, ou ECM, dont la fonction principale est de contrôler les performances du moteur, l'efficacité énergétique et les émissions ; de protéger le moteur contre les abus ; de résoudre les problèmes mécaniques et de surveiller le fonctionnement du véhicule. En cas d'anomalie, l'ECM peut également enregistrer des données qui seront utiles pour identifier le problème.

L'ECM peut, selon le type, modèle et année du moteur, enregistrer des données afférentes à un freinage brusque du véhicule. Les fabricants de moteurs donnent à ces situations différents noms, tels que Freinage brusque, Arrêt rapide, Décélération soudaine, et incident. Certaines ECM enregistrent également les données relatives au Dernier arrêt.

Le type de données enregistrées varie selon le fabricant, mais en général elles sont associées aux situations suivantes :

- Vitesse du véhicule
- Serrage des freins
- Pourcentage accélération
- Moteur TPM
- Croisière marche/arrêt (on/off)

Dotée d'une puce de 32-bit RISC haute performance, l'ECM permet le contrôle précis d'un système d'injection à rampe commune conçu pour injecter le carburant à très haute pression. L'ECM contrôle le moment et le volume de carburant injecté à une vitesse de 1/1000^{ème} de seconde pour une combustion optimale.

L'ECM assure un contrôle précis du système EGR, y compris la soupape RGR et le papillon d'admission d'air, ainsi que la réduction de NOx et les émissions de particules ultrafines (PM). Les systèmes de contrôle du traitement des gaz d'échappement, tel le filtre à particules, sont conçus pour brûler les accumulations de particules, et permettre la régénération du filtre et la capacité du système à réduire les PM des gaz d'échappement.

L'ECM utilise CAN pour communiquer avec les autres unités de commande et l'enregistreur de données du véhicule, et transmet les données aux dispositifs télématiques à bord afin d'améliorer les performances de conduite du véhicule.

Elle assure un contrôle précis et intégré du système d'injection à rampe commune, du système de recyclage du gaz d'échappement (EGR), et du système de traitement des gaz afin de maintenir propres les émissions du moteur diesel.

Les ingénieurs d'Exponent sont spécialisés dans l'imagerie exhaustive et sûre des données d'ECM. Ces données peuvent être très utiles dans l'analyse et la correction d'une défaillance. Cependant, la preuve physique est tout aussi importante, car la dépendance exclusive sur les

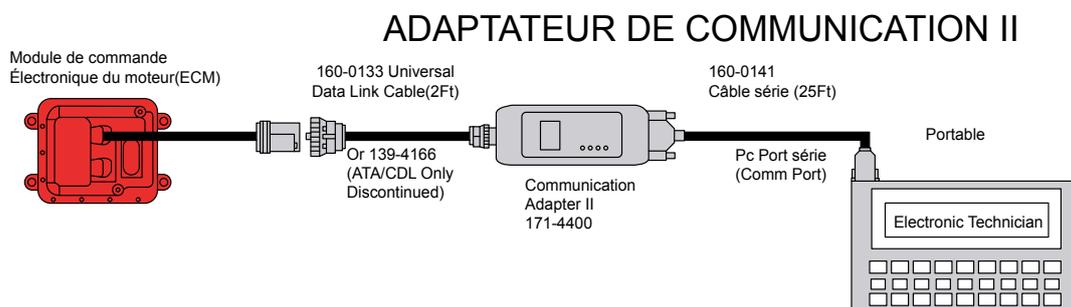
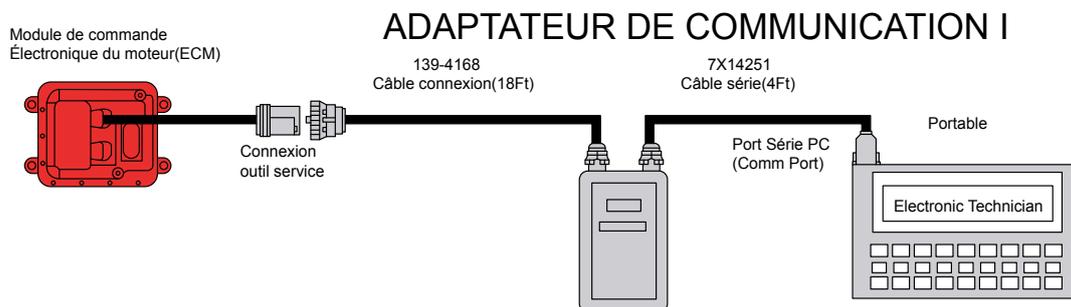
données ECM peut conduire à des conclusions incorrectes ou peu fiables.

Les systèmes de transmission et hydrauliques possèdent généralement leur propre ECU (unité de commande électronique).

Il faut un adaptateur de communication pour relier l'ECM à l'ordinateur



portable ou outil de diagnostic électronique



L'ECM ou le PLC

PLC = Contrôleur logique programmable

Un module électronique de contrôle est installé comportant des informations numériques qui peuvent être converties en commandes. Il est possible de programmer l'ECM. Les camions utilisés dans l'industrie minière et opérant hors routes sont 'chargés' de tout une gamme de PLC assurant le contrôle du système.

5. Qu'est-ce qu'un PLC

Contrôleurs logiques programmables – PLC

Introduction

Le premier Contrôleur logique programme (PLC) a été mis au point par un groupe d'ingénieurs de General Motors en 1968, lorsque l'entreprise cherchait une solution alternative aux systèmes complexes de commande de relais.

Le nouveau système de contrôle doit répondre aux conditions suivantes :

- Programmation simple
- Changement de programme sans intervention du système (pas de recâblage interne)
- Plus petit, moins cher et plus fiable que les systèmes correspondant de contrôle de relais
- Simple, entretien peu coûteux

Les progrès ultérieurs ont débouché sur un système permettant une connexion simple de signaux binaires. Le programme de contrôle indique les conditions de connexion de ces signaux. Avec les nouveaux systèmes, il devient possible pour la première fois de tracer des signaux sur un écran et les enregistrer dans des mémoires électroniques.

Depuis, trois décennies sont passées pendant lesquelles les progrès énormes intervenus en microélectronique ne se sont pas arrêtés aux contrôleurs logiques programmables. Par exemple, si l'optimisation du programme et, donc, la réduction de la capacité de mémoire requise demeurait naguère une tâche essentielle pour le programmeur, cette tâche a désormais perdu tout son intérêt.

L'éventail des fonctions a, lui aussi, considérablement augmenté. S'il était utopique il y a 15 ans de parler de visualisation du processus, de traitement analogique, voire même d'utilisation d'un PLC comme contrôleur, aujourd'hui ces fonctions font partie intégrante de bon nombre de PLC.

Les fiches info suivantes de ce chapitre introductif soulignent la conception de base d'un PLC, assortie des tâches et applications les plus importantes.

5.1 Champs d'application du PLC

Chaque système ou machine possède son contrôleur. Les contrôleurs peuvent être pneumatiques, hydrauliques, électriques ou électroniques, selon le type de technologie utilisée, et très souvent une combinaison de ces technologies. On distingue, par ailleurs, entre contrôleurs programmables à câble (câblage de composants électromécaniques ou électroniques) et logiques. Les premiers sont principalement utilisés dans les cas où il est impossible à l'utilisateur de procéder à leur reprogrammation et où le volume de travail exige l'élaboration d'un contrôleur spécial.

Le PLC est un contrôleur universel qui peut être utilisé dans bon nombre d'applications et, grâce au programme installé dans sa mémoire, permet facilement à l'utilisateur de changer, élargir et optimiser le processus de contrôle.

La fonction initiale du PLC était l'interconnexion des signaux entrants selon un programme déterminé et, si «true» (exact), activer la réponse correspondante. L'algèbre booléenne constitue la base mathématique de cette opération qui reconnaît deux états déterminés d'une seule variable, à savoir «0» et «1». Par conséquent, la réponse ne peut supposer que ces deux valeurs. Un moteur connecté, par exemple, peut soit être mis en «marche» ou «arrêt», c.-à-d. contrôlé.

Cette fonction a reçu le nom de PLC, ou Contrôleur logique programmable, où le comportement de l'entrée/sortie est similaire à un relai électromagnétique ou contrôleur de vanne à commutation pneumatique. Le programme est stocké dans une mémoire électronique.

Cependant, les fonctions du PLC se sont rapidement multipliées : minuterie et fonctions contraires, configuration et réinitialisation de la mémoire, calculs mathématiques sont autant de fonctions qui peuvent être exécutées aujourd'hui par pratiquement tous les PLC.

La demande aux PLC a continué de croître parallèlement à leur propagation rapide et le développement de la technologie de l'automatisation. La visualisation est la représentation de l'état de la machine, affiché sur un écran ou moniteur, notamment le programme de contrôle en cours d'exécution. Il en est de même du contrôle, c.-à-d. la possibilité d'intervenir dans un processus ou, à défaut, de rendre cette intervention impossible à une personne non autorisée. Mais très vite il était devenu nécessaire d'interconnecter et d'harmoniser les systèmes individuels contrôlés par PLC au moyen de la technologie de l'automatisation. C'est ainsi que, grâce à un ordinateur central (serveur), une invite de commandes de niveau supérieur peut être transmise à plusieurs systèmes PLC pour le traitement d'un programme.

La mise en réseau de plusieurs PLC, ainsi que d'un PLC et d'un serveur, s'effectue à travers des interfaces spéciales de communication. A cet effet, de nombreux PLC plus modernes sont compatibles avec les systèmes ouverts ou bus standards. De par leurs performances phénoménales, les PLC avancés peuvent même assumer directement les fonctions d'ordinateur central.

A la fin des années 70, les entrées et sorties binaires se sont étendues avec l'ajout des entrées et sorties analogiques, surtout que beaucoup d'applications techniques exigent le traitement analogique (mesure de force, réglage de vitesse, systèmes de positionnement

servo-pneumatiques). Par la même occasion, l'acquisition ou la sortie de signaux analogiques permet une comparaison de la valeur actuelle d'un point déterminé et, partant, la réalisation automatique de fonctions de contrôle d'ingénierie, tâche qui dépasse de loin la portée que le nom suggère (contrôleur logique programmable).

Les PLC proposés actuellement sur le marché répondent aux besoins de la clientèle, à telle



enseigne qu'il est possible désormais d'acquérir un PLC adapté pratiquement à tous les types d'applications. Il existe à présent des PLC miniatures avec un nombre minimum d'entrées/sorties que l'on peut acheter avec seulement quelques centaines de dollars. On trouve également de plus grands PLC ayant 28 ou 256 entrées/sorties.

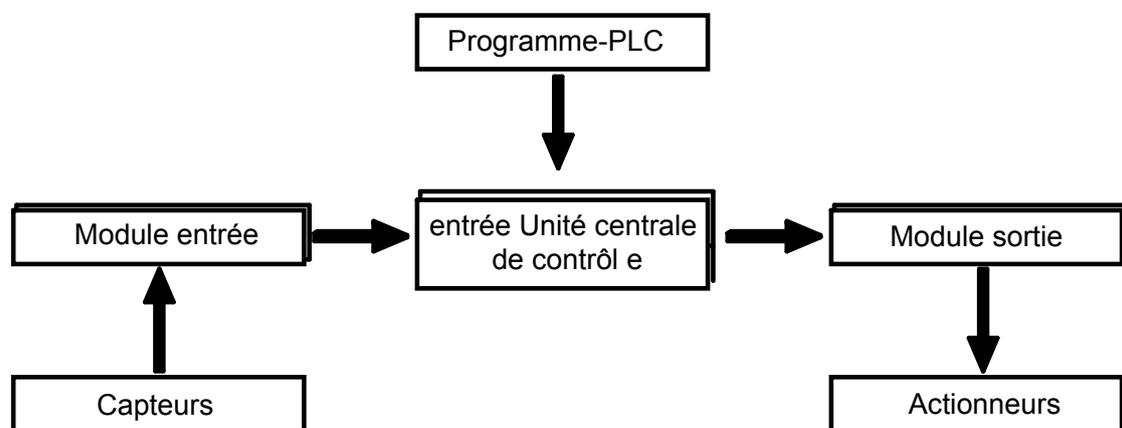
De nombreux PLC peuvent être étendus au moyen de modules supplémentaires d'entrées/sorties, analogiques, de positionnement et de communication. On en trouve également des PLC spéciaux pour la technologie de sécurité et les tâches maritimes et minières.

D'autres PLC peuvent traiter plusieurs programmes simultanément (multitâches). Les PLC peuvent s'associer à d'autres composants d'automatisation, créant ainsi des champs d'application beaucoup plus vastes.

5.2 Conception de base d'un PLC

Le terme 'Contrôleur logique programmable' est défini comme suit : «Un système électronique numérique, conçu pour travailler dans un environnement industriel, utilisant une mémoire programmable pour le stockage interne d'instructions à l'intention de l'utilisateur aux fins de mise en œuvre de fonctions spécifiques, telles que la logique, le séquençage, le calendrier, le calcul et l'arithmétique, pour le contrôle de différents types d'équipements ou de procédés au moyen d'entrées et de sorties numériques ou analogiques. Le PC, ainsi que les périphériques connexes, sont conçus de manière à être facilement intégrés dans un système de contrôle industriel et utilisés pour l'exécution de toutes les fonctions qui y sont prévues».

Un Contrôleur logique programmable n'est rien d'autre qu'un ordinateur, conçu spécialement pour certaines tâches.



La fonction d'un module d'entrée est de convertir les signaux entrants en signaux que le PLC traitera avant de les passer à l'unité centrale de commande. La tâche inverse s'effectue au moyen d'un module de sortie. Le signal du PLC est ainsi transformé en signaux adaptés aux actionneurs.

Le traitement des signaux est exécuté dans l'unité centrale de commande, conformément au programme stocké en mémoire.

Le programme d'un PLC peut être créé de différentes façons, notamment dans les commandes de type assembleur dans une 'liste d'état', les langages de haut niveau axés sur les problèmes tels que les textes structurés ou sous forme d'un organigramme de type *sequential function chart* (diagramme fonctionnel en séquence). En Europe, on utilise largement des schémas de blocs fonction basés sur les diagrammes fonctionnels avec des symboles graphiques pour les portes logiques.

En Amérique, les utilisateurs préfèrent le langage du 'diagramme en échelle'.

On peut distinguer entre les PLC compacts (module entrée, unité centrale de commande et le module sortie en un seul boîtier) et les PLC modulaires selon la manière dont l'unité centrale de commande est reliée aux modules d'entrée et de sortie.

On peut configurer manuellement les PLC modulaires. En dehors des modules numériques d'entrée/sortie qui peuvent comprendre, par exemple, les modules analogiques, de positionnement et de communication, les modules nécessaires à l'application pratique sont insérés dans un rack, où les modules individuels sont reliés au moyen d'un système bus. Ce type de montage est connu également sous le nom de technologie des séries.

Les variantes de PLC sont nombreuses, en particulier pour les plus récents qui comprennent les caractéristiques tant du modulaire que du compact, tout en étant peu encombrants, flexibles, et possédant un potentiel d'expansion.

Le PLC format carte est un PLC spécial de type modulaire, mis au point au cours des dernières années. Dans ce type, un ou plusieurs circuits imprimés sont placés dans un boîtier standard.

La conception matérielle d'un contrôleur logique programmable est telle qu'elle peut supporter les milieux industriels types sur le plan du niveau des signaux, la chaleur, l'humidité, les fluctuations électriques et les chocs mécaniques.

Le nouveau PLC norme IEC 1131

En Europe, à la fin des années 70, les normes de programmation des PLC étaient axées sur la technologie de pointe en vigueur à l'époque. Celle-ci prenait en compte les systèmes PLC non-reliés en réseau, qui exécutent principalement des opérations logiques avec des signaux binaires. DIN 19 239, par exemple, spécifie le langage de programmation qui possède le langage de commande correspondant à ces applications.

Auparavant il n'existait pas d'éléments de langage équivalent normalisé pour l'élaboration et l'extension des systèmes PLC des années 80, tels que le traitement des signaux analogiques, l'interconnexion des modèles intelligents, les systèmes PLC en réseau, etc., de sorte qu'il fallait programmer différemment les systèmes PLC produits par les différents fabricants.

Il existe depuis 1992 une norme internationale pour les contrôleurs logiques programmables et les périphériques connexes (outils de programmation et de diagnostic, dispositifs d'analyse, interfaces homme-machine, etc.). A noter que le mécanisme configuré par l'utilisateur et comportant les composants précités est connu sous le nom de système PLC.

La nouvelle norme IEC 1131 comporte les cinq parties suivantes :

- Partie 1 : Informations générales
- Partie 2 : Spécifications et essais des équipements
- Partie 3 : langages de programmation
- Partie 4 : Guide de l'utilisateur (avec l'élaboration de l'IEC)
- Partie 5 : Spécifications du service de messagerie (avec l'élaboration de l'IEC)

Parties 1 à 3 de cette norme ont été adoptées comme Norme européenne EN 61131.

L'objet de cette nouvelle norme est de définir et de normaliser la conception et la fonctionnalité du PLC, ainsi que le langage de programmation, dans la mesure où les usagers peuvent utiliser différents systèmes PLC sans difficultés particulières.

Les chapitres suivants traiteront de cette norme en plus de détail. Pour l'instant l'information suivante devrait suffire.

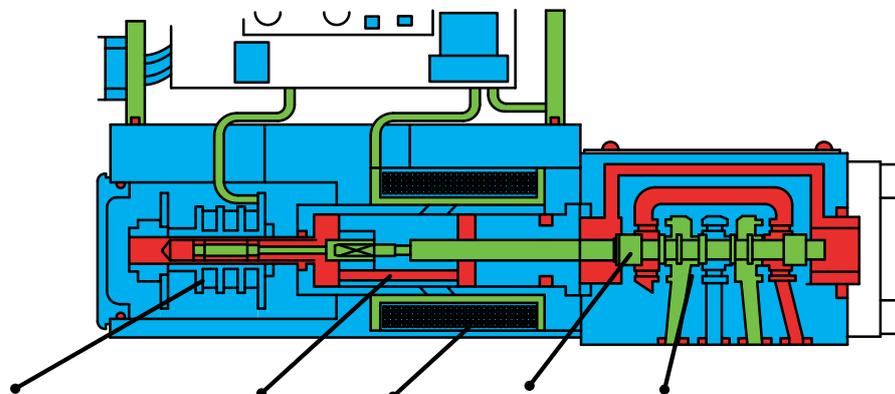
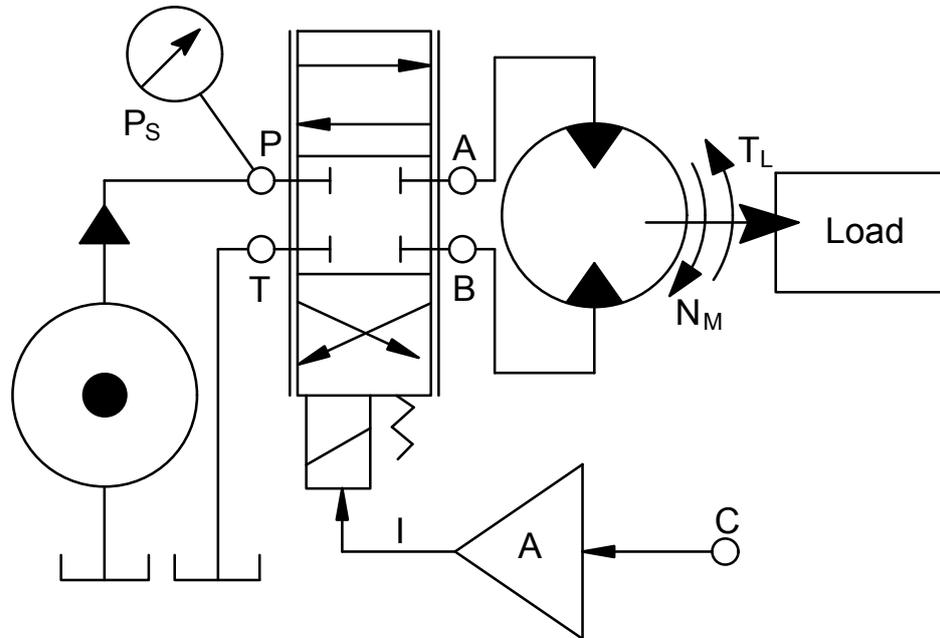
- La nouvelle norme prend en considération autant d'aspects que possible indépendamment du design, de l'application et de l'emploi des systèmes PLC.
- Les spécifications étendues permettent la définition de systèmes PLC ouverts et normalisés.
- Les fabricants doivent se conformer aux spécifications de cette norme aussi bien en termes de conditions techniques des PLC que de leur programmation.
- Toute variation doit être entièrement documentée à l'intention de l'utilisateur.

Les chapitres suivants traiteront de cette norme en plus de détail. Pour l'instant l'information suivante devrait suffire.

Après des réserves initiales, un groupe relativement important de personnes intéressées par le PLC ouvert a été formée pour soutenir cette norme. Un grand nombre des principaux fournisseurs de PLC sont membres de l'association dont Allen Bradley, Klockner-Moeller, Philips, pour n'en citer que quelques uns. Des fabricants de PLC, tels que Siemens ou Mitsubishi, proposent également des systèmes de commande et de programmation répondant à la norme IEC 1131.

Les premiers systèmes de programmation sont actuellement disponibles sur le marché, et au moment de mise sous presse, d'autres étaient en cours d'élaboration. La norme a donc de bonnes chances d'être acceptée et de réussir.

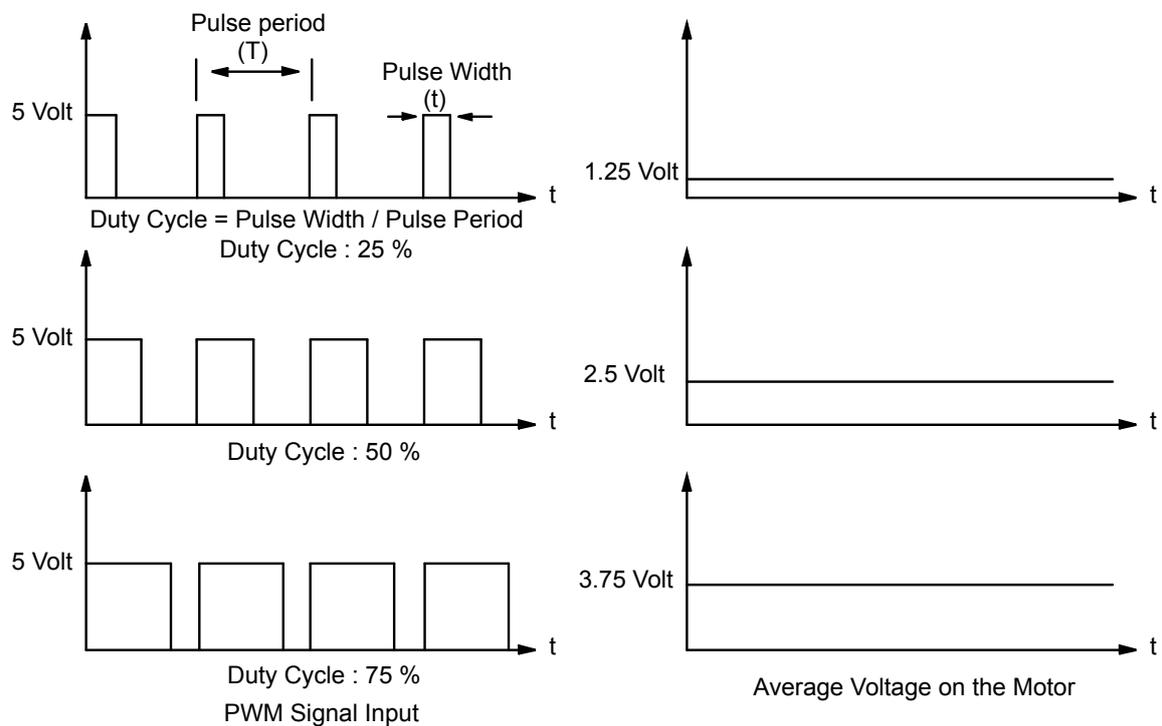
Les systèmes équipés de soupapes proportionnelles opérant par solénoïde sont également contrôlés par un Contrôleur logique programmable. Les capteurs placés dans le système donnent leur feedback au PLC. Pour tenir les valves de contrôle hydraulique dans la position précise requise, le circuit fermé transmettra au PLC l'information relative à la position de la valve et, le cas échéant, des corrections sont apportées.



Feedback position Armature Solénoïde Bobine Manche

Le feedback sur la position, installé dans la bobine de la valve, continuera à transmettre l'information au module de commande électronique. Le module de commande augmentera ou réduira le courant de sorte à maintenir la bobine de la valve dans la bonne position, empêchant ainsi les influences extérieures au système de changer la position de la vanne.

Impulsion avec modulation (cycle de service)



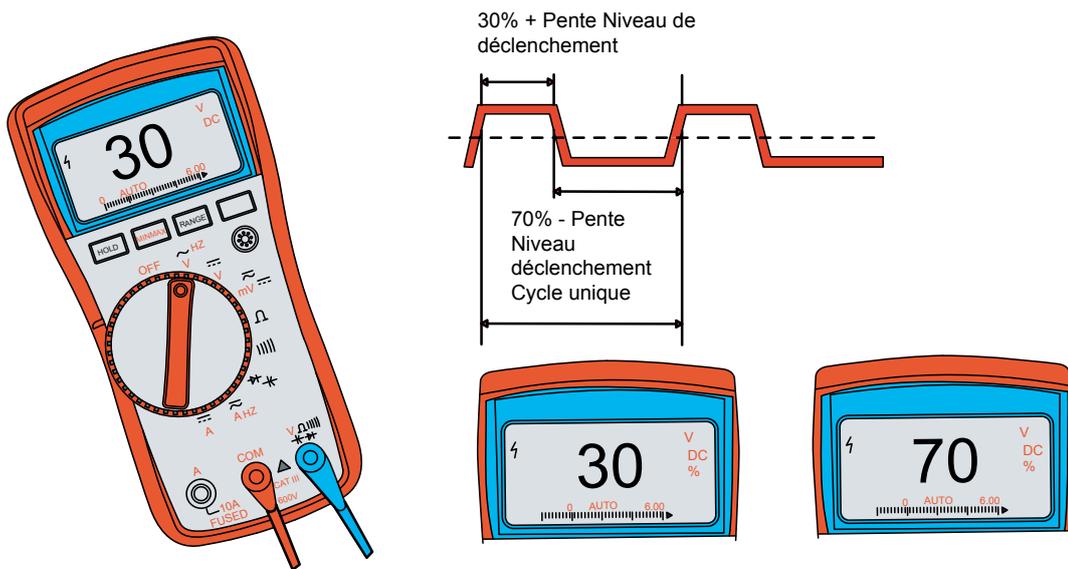
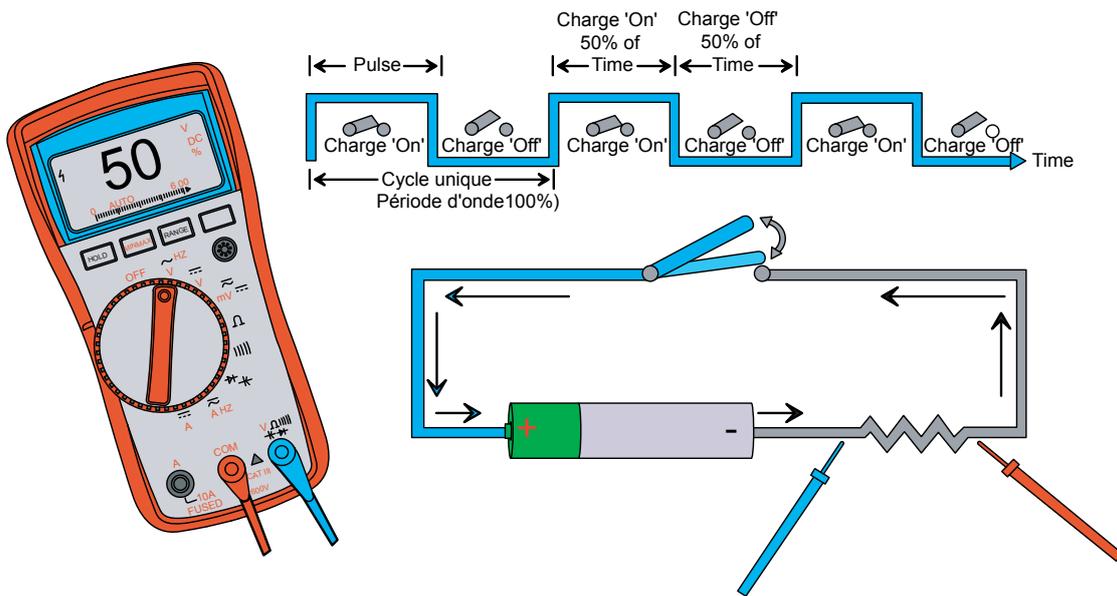
La **Modulation par largeur d'impulsion (PWM)**, est une technique de modulation utilisée pour encoder un signal d'impulsion dans un message. Bien que cette technique de modulation puisse servir à encoder l'information à transmettre, elle est utilisée principalement pour contrôler la puissance fournie aux appareils électriques, en particulier aux charges d'inertie, tels que les moteurs électriques. La valeur moyenne de tension (et de courant) alimentant la charge est contrôlée en tournant le commutateur marche/arrêt à un rythme rapide entre l'alimentation et la charge. Plus la durée de la position marche du commutateur est longue, plus la puissance totale fournie à la charge est élevée.

La fréquence de commutation PWM doit être beaucoup plus élevée que ce que la charge peut soutenir (le mécanisme utilisant le courant). En d'autres termes, la forme d'onde obtenue, telle qu'elle est perçue par la charge, doit être aussi lisse que possible. La commutation doit être répétée plusieurs fois par minute dans un four électrique, 120 Hz dans un variateur de lumière, allant de quelques kilohertz (kHz) à des dizaines de kHz pour un entraînement moteur, et à des dizaines, voire des centaines de kHz pour des amplificateurs audio et des alimentations d'ordinateur.

Le terme cycle de service décrit la part de durée 'en marche' par rapport à l'intervalle régulier ou 'période' de temps ; un faible cycle de service correspond à une puissance faible, étant donné que le courant est éteint la plupart du temps. Le cycle de service est exprimé en pourcentage, 100% indique un plein régime.

Le principal avantage d'une PWM est la très faible perte de puissance dans les dispositifs de commutation. Lorsqu'un commutateur est éteint, il n'y pratiquement aucun courant, et lorsqu'il est en marche, le courant passe à la charge, pratiquement sans chute de tension dans le commutateur. Etant le produit de la tension et du courant, la perte de puissance est ainsi, dans les deux cas, proche de zéro. La PWM fonctionne également bien avec les commandes numériques qui, en raison de leur nature 'marche/arrêt', peuvent facilement fixer le cycle de service requis.

Les solénoïdes proportionnels ont une force 'variable' proportionnelle à la force du cycle de service. Un moteur électrique peut facilement changer de vitesse en augmentant ou en réduisant le cycle de service. On utilise un endoscope ou un multimètre spécial pour mesure la force d'un signal PWM.

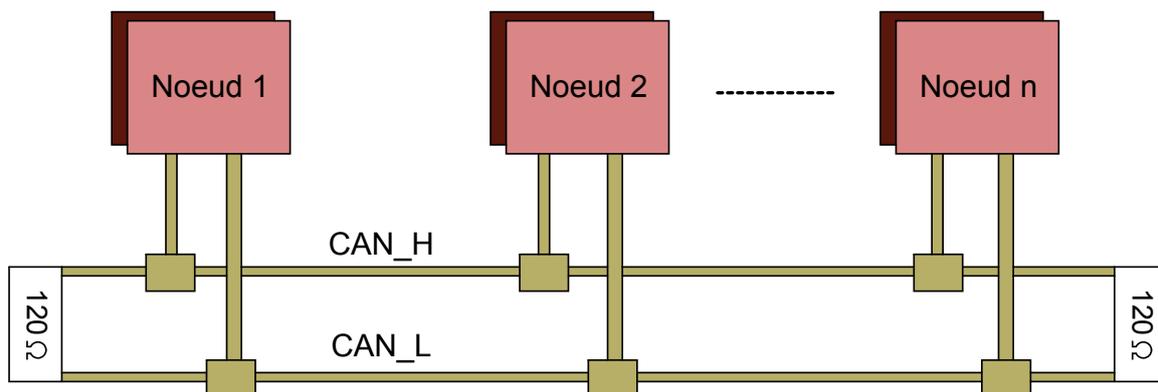


6. Bus CAN

Le bus CAN est un système de communication en série utilisé dans de nombreux véhicules motorisés pour connecter les systèmes individuels et les capteurs, comme alternative aux toiles multicâbles conventionnelles. CAN est l'acronyme de *Controller Area Network* (contrôleur de réseau). Il est de plus en plus courant dans les véhicules personnels et les utilitaires. Il a l'avantage d'être léger, fiable, facile d'entretien, et possède des options accrues pour le Diagnostic embarqué.

Les inconvénients comprennent le coût plus élevé et la nécessité d'un savoir spécialisé pendant l'entretien et la réparation du véhicule.

Le contrôleur CAN est au cœur du bus CAN. Celui-ci est connecté à tous les composants (Nœuds) du réseau au moyen de câbles CAN-H et CAN-L. Le signal est différentiel : Chacune des lignes CAN fait référence à l'autre ligne et non au véhicule au sol, éliminant ainsi considérablement les parasites dans un environnement électriquement bruyant tel que les véhicules motorisés.



Les réseaux de nœuds ont chacun son propre identifiant. Les ECM sur le bus étant en parallèle, les nœuds voient toutes les données tout le temps. Un nœud ne répond que lorsqu'il détecte son propre identifiant. Par exemple, lorsque l'ECM ABS envoie une commande pour actionner l'unité ABS (système d'antiblocage des roues), cette dernière répond en conséquence tandis que le reste du réseau ignore la commande. Des nœuds individuels peuvent être retirés du réseau sans affectés les autres nœuds.

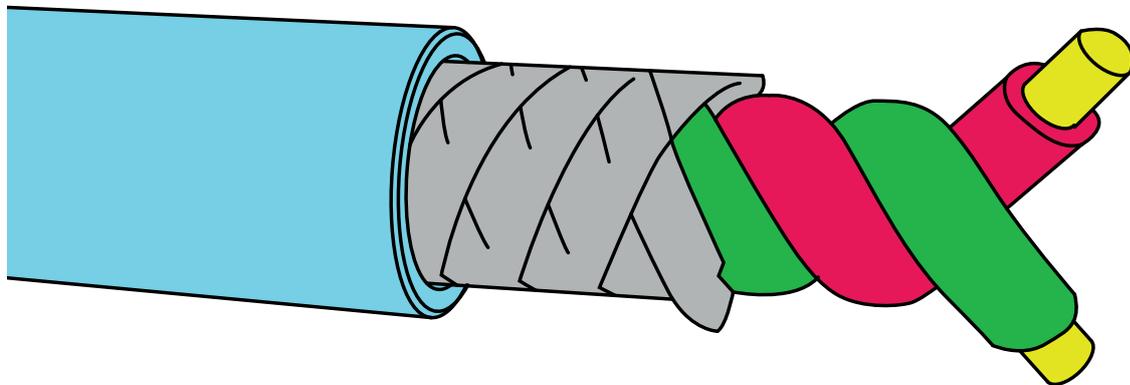
Il est important, d'autre part, qu'une largeur de bande du bus CAN soit affectée d'abord aux systèmes essentiels à la sécurité, du fait que les composants de véhicules sont nombreux à partager le même matériel bus. Les nœuds sont généralement attribués à l'un des différents niveaux de priorité.

Du point de vue de la sécurité, par exemple, le contrôle du moteur, des freins et des airbags est de prime importance, d'où la nécessité que ces systèmes soient activés en priorité, avant

les commandes moins critiques. Les dispositifs audio et de navigation sont d'une priorité moyenne, et l'activation de l'éclairage peut être la moins prioritaire.

Le processus appelé arbitrage décide de l'ordre de priorité des messages. Dans la pratique, cependant, toutes les actions sont considérées par l'utilisateur comme immédiate.

La plupart des réseaux CAN des véhicules opèrent à une vitesse bus de 250 kB/s ou 500 kB/s, bien qu'il existe des systèmes allant jusqu'à 1 MHz. Les véhicules récents utilisent jusqu'à 3 réseaux CAN séparés, généralement de vitesses différentes et interconnectés par des passerelles. Les fonctions de gestion de l'engin, par exemple, peuvent être sur un bus grande vitesse à 500 kB/s et les systèmes de châssis sur un bus CAN à 250 kB/s. Les fonctions internes, telles que l'éclairage, l'ICE et les miroirs, sont sur un bus LIN séparé à câble unique et faible vitesse.



Les données sur l'un des trois réseaux sont récupérées par les deux autres au moyen de passerelles qui leur permettent, par exemple, d'obtenir des données du système de gestion du moteur et inversement.

Les sons (nuisance électrique) sont générés par les champs magnétiques environnants en lignes de signal. Ainsi, le courant de bruit en lignes de données est le résultat de ce champ magnétique. Dans un câble droit, le courant de bruit s'écoule entièrement dans la même direction, tout comme une bobine de transformateur ordinaire.

Lorsque le câble est torsadé, la direction du courant des sons dans certaines parties des lignes du signal va dans le sens opposé du courant dans les autres parties du câble. Pour cette raison, le courant du son qui en résulte est de loin inférieur qu'avec un câble droit ordinaire.

Le bus CAN est présent de plus en plus dans les équipements de terrassement, et gagnera en popularité avec l'évolution de la technologie et la réduction des coûts.

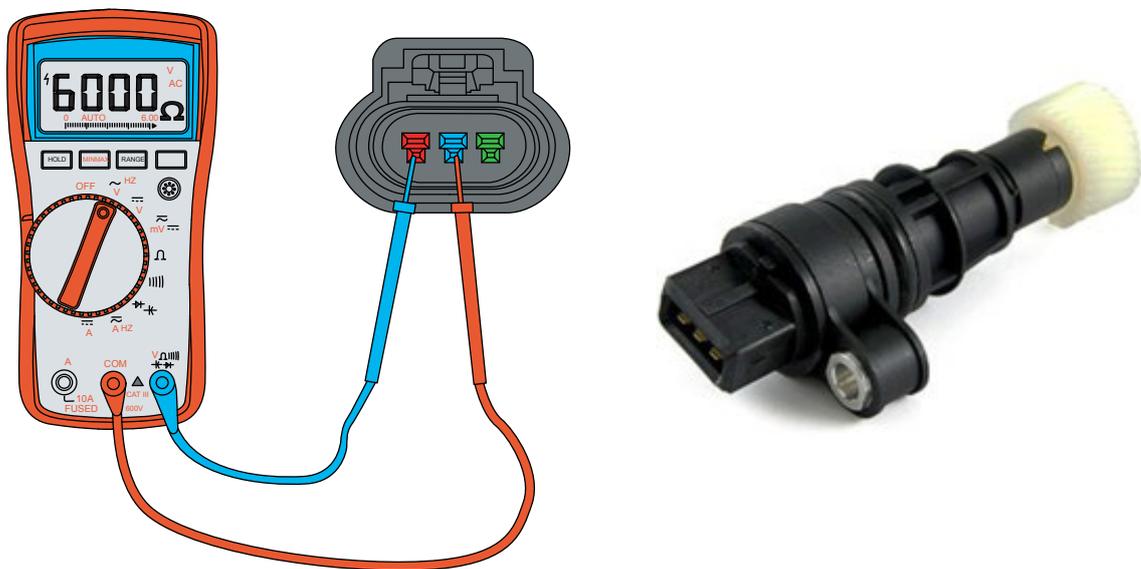
Lorsqu'une machine est équipée de la technologie moderne (bus CAN), l'ordinateur portable sera l'outil adéquat pour diagnostiquer un système. Une machine équipée du bus CAN dispose souvent de son propre outil de diagnostic à bord. Un code d'erreur spécial apparaît sur l'affichage du tableau de bord informant l'opérateur (mécanicien) du défaut (capteur, commutateur, etc.).

Si tous les capteurs sont défectueux en même temps, le défaut peut provenir d'une mauvaise connexion dans le système de câblage.

Cependant il n'arrive jamais que tous les capteurs soient défectueux en même temps.

Par le passé, on constatait de nombreux problèmes de ce type après le lavage de la machine à la vapeur. Le jet d'eau chaude très puissant s'infiltrant dans les connexions du système donnait lieu à des indications sur de drôles de défaillances. Aujourd'hui, ces connexions ont été améliorées et sont correctement étanches à l'humidité.

Dans le cas où le portable, le logiciel et adaptateurs vous font défaut, un multimètre assorti d'un diagramme du câblage électrique peut servir à inspecter le système. On peut tester les capteurs et actionneurs à l'aide d'une échelle de mesure de résistance (Ohm).

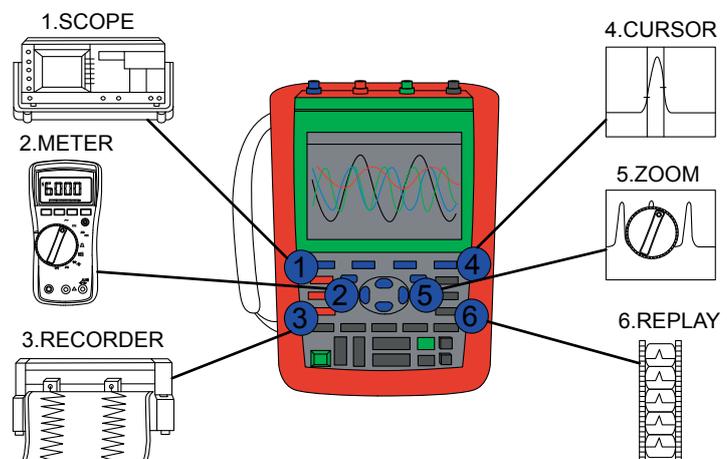


Dans la partie pratique du programme de formation, vous apprendrez à diagnostiquer différents capteurs à l'aide d'un multimètre.

Pour mesurer les signaux PWM, on utilise un scope numérique, ou oscilloscope manuel (multiscope portable)

Ces instruments peuvent être connectés aux systèmes en service pour lire les différents signaux

3-en-1 multimètre, Oscilloscope portable avec sauvegarde mémoire et rappel configuration.



Exemple pratique :

Le système suivant est utilisé dans une pelle hydraulique. Il vous permettra de mieux comprendre le besoin des capteurs et des contrôleurs dans un système hydraulique général entraîné par un moteur diesel.

EC = Contrôleur de moteur

PVC = Commande de pompe et de valve

P mode = Mode de puissance, 100% (maximum) régime moteur disponible

E mode = Régime moteur élevé

L mode = Régime moteur moyen

I mode = Moteur au ralenti

Contrôleur de moteur (EC)

Le tableau de commutation de la cabine conducteur est muni de quatre contacts (I, L, E et P). Le conducteur en choisit un, lequel transmet des signaux à l'EC qui, à son tour, utilise le microordinateur pour contrôler la vitesse du moteur.

L'EC se trouve juste derrière le siège du conducteur. Aussi longtemps que l'EC fonctionne normalement, un LED rouge clignotera régulièrement au-dessus du boîtier EC.

Contrôleur de pompe et de valve (PVC)

Le PVC, située sous l'EC dans la cabine du conducteur, reçoit les signaux électriques générés par les différents capteurs et commutateurs, les traite avec son microordinateur, et ajuste la pression et le débit d'huile à travers les valves solénoïdes de la pompe.

Tout comme pour l'EC, le PVC comporte un LED rouge qui clignotera régulièrement aussi longtemps que le PVC fonctionne normalement.

Valve solénoïde de débit de la pompe (marche/arrêt)

Les valves solénoïdes de débit de la pompe reçoivent les signaux de la PVC, et répond à ces signaux en ouvrant et fermant rapidement les valves, régulant ainsi le débit d'huile hydraulique vers le servo-piston de la pompe hydraulique en vue de contrôler le débit.

Valves solénoïdes proportionnelles (variables)

Ces valves reçoivent également des signaux du PVC ; lorsque de nombreux actionneurs sont opérés et que le débit est inférieur à la demande, le PVC commande aux valves solénoïdes proportionnelles de réduire la pression des soupapes de compensation variable afin d'ajuster le débit d'huile hydraulique dans les actionneurs.

Capteur de vitesse du moteur (N-sensor)

Le N-sensor, fixé au fond de la pompe hydraulique, contrôle la vitesse de la pompe et, par le biais de l'EC, transmet cette information au PVC qui, à son tour, contrôle le débit de la pompe.

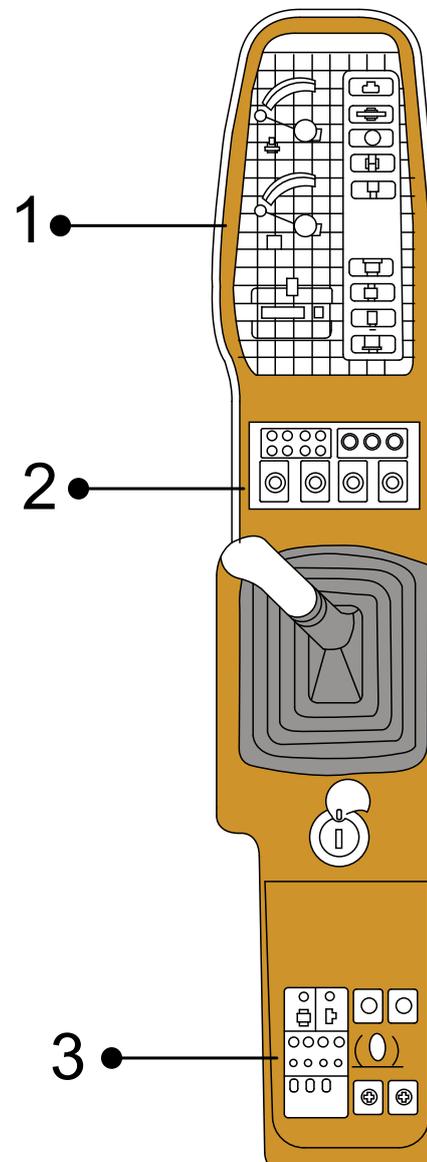
7. Aperçu du contrôleur

Les excavatrices sont munies de différents mécanismes pour contrôler le fonctionnement de l'engin. Les signaux électriques envoyés par les capteurs et commutateurs au contrôleur sont traités et transformés, puis transmis aux jauges et indicateurs appropriés.

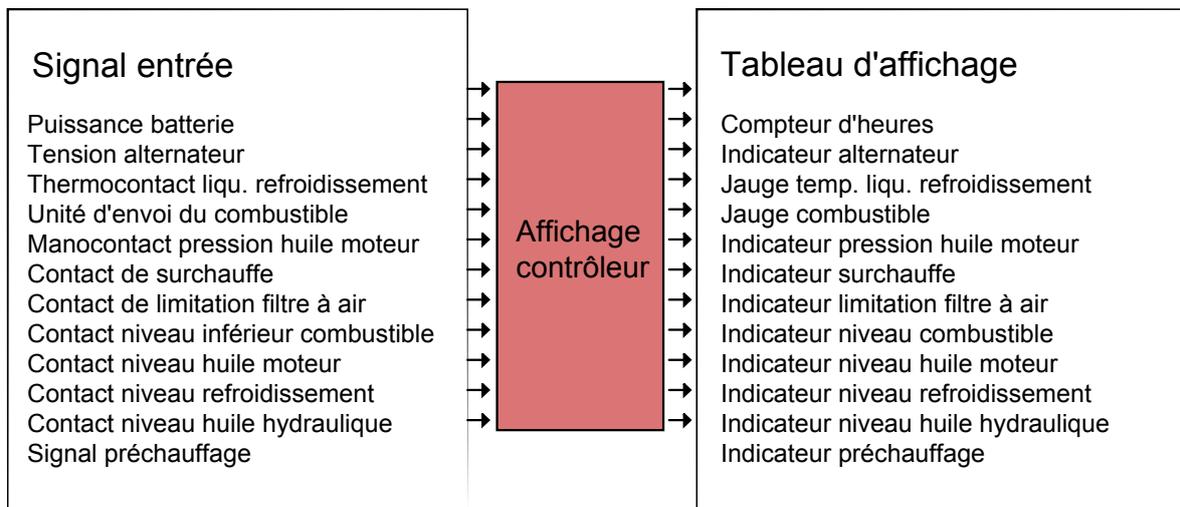
Le panneau d'affichage du contrôleur est muni de jauges, d'indicateurs et d'un avertisseur sonore

Affichage (à l'intérieur de la cabine)

1. Des microordinateurs sont fixés dans 6 endroits du contrôleur, EC, PVC, tableau commutateur NO.1, tableau commutateur NO.1, et relai d'urgence.
2. Fonction autodiagnostic du contrôleur. Les contrôleurs diagnostiquent les signaux transmis par les capteurs et commutateurs, stockent ces signaux et envoient à l'analyseur (outil de scannage). Cette fonction facilite le dépannage.
3. Fonction de surveillance
Les données introduites dans les contrôleurs de l'engin et la valve de pompe sont surveillées par l'analyseur. L'analyseur peut, par ailleurs, mesurer le débit de la pompe, calculé selon les données introduites.



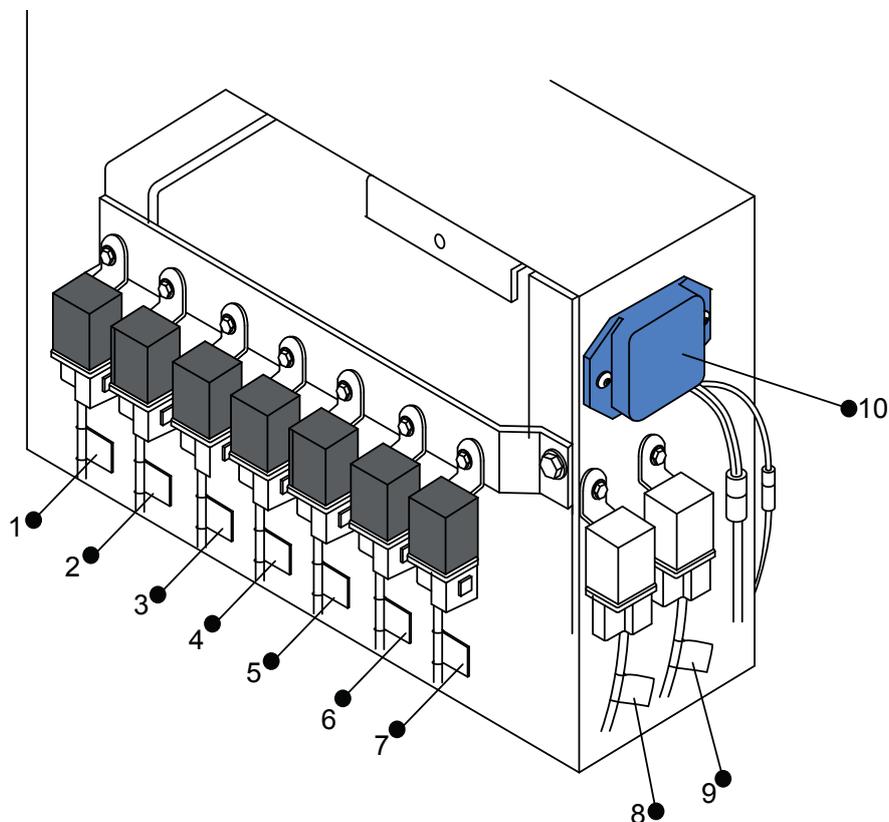
Aperçu du contrôleur



Les relais font aussi partie du système électrique.

Ils se situent dans la cabine du conducteur, derrière le siège conducteur.

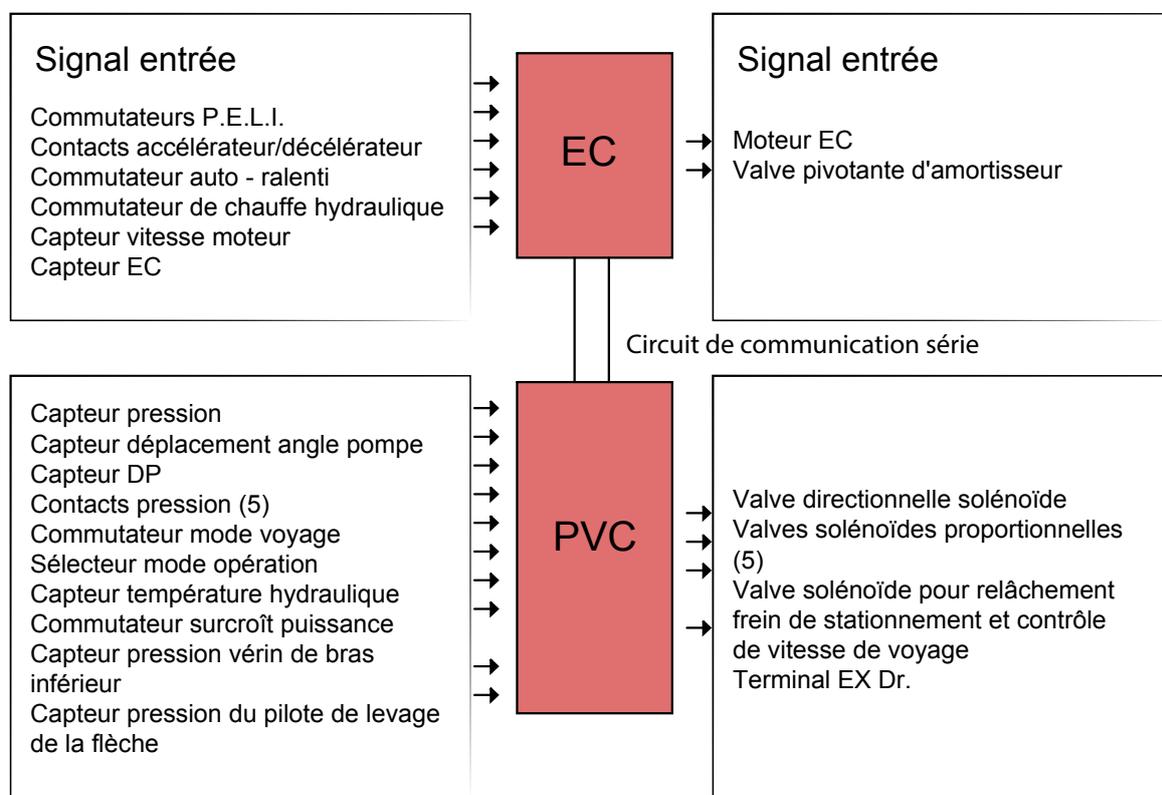
Le moteur EC est un moteur électrique responsable du changement de la vitesse du moteur.



Le système est commandé par deux microordinateurs, le Contrôleur de moteur (EC) et le Contrôleur de pompe et de valve (PVC). L'EC et le PVC reçoivent les signaux que les capteurs et commutateurs du système ont détectés. L'EC et le PVC analysent les signaux reçus et transmettent des signaux de contrôle aux actionneurs.

Exemple : L'opérateur actionne le commutateur de mise en marche (P). Un signal électrique est envoyé du commutateur «P» à l'EC. Le module logique EC envoie un signal de commande au moteur EC afin d'augmenter la vitesse. Au même moment, l'EC transmet un signal au PVC. Le PVC analyse le signal et envoie un signal de commande à la valve solénoïde de la pompe hydraulique principale afin d'accroître le débit.

L'EC et le PVC règlent la vitesse du moteur, le débit de la pompe hydraulique et la soupape de compensation de la pression variable.



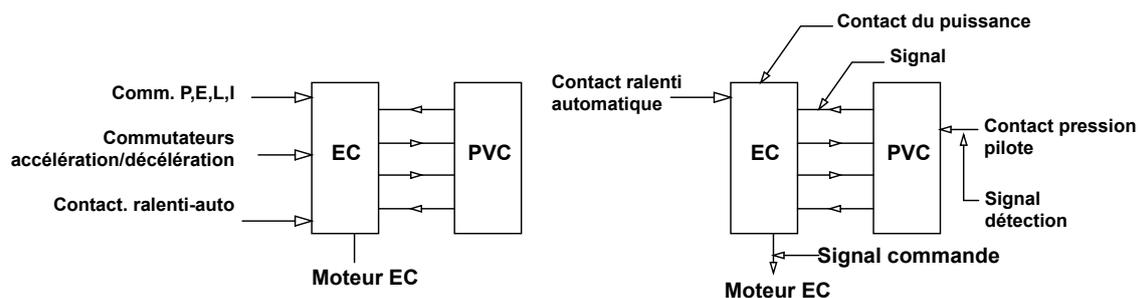
L'EC et le PVC sont reliés électriquement et échangent les signaux afin d'améliorer le contrôle et l'efficacité de l'unité. Lorsque la demande hydraulique devient plus grande que le débit de la pompe pendant le fonctionnement, le PVC intervient pour limiter le débit.

Le PVC reçoit les signaux relatifs à la vitesse du moteur, la pression de la pompe, l'angle de déplacement, la pression différentielle et la pression pilote. La priorité est toujours accordée à la minimisation du débit de la pompe.

Après l'analyse de tous les signaux, le PVC transmet un signal de contrôle à la valve directionnelle solénoïde (régulateur de la pompe) pour ajuster le débit de la pompe. Le débit est ensuite ajusté pour offrir une performance maximale et une efficacité améliorée.

8. Circuit de commande de la vitesse du moteur

Ce circuit permet au conducteur de sélectionner la vitesse adaptée aux conditions d'opération et faire fonctionner le moteur le plus efficacement possible. L'EC reçoit les signaux des sélecteurs de puissance (P, E, L, I), des commutateurs d'ajustement de la vitesse du moteur (accélération et décélération) et du contacteur ralenti automatique. L'EC analyse les signaux et transmet un signal de commande au moteur de commande du moteur. Le moteur EC prend alors la commande de la vitesse du moteur.

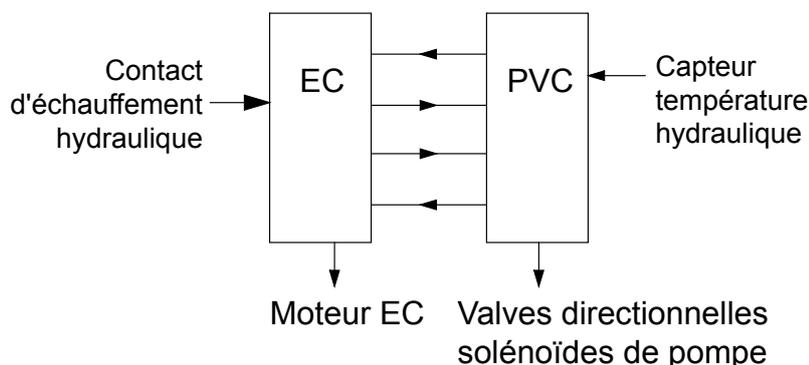


Circuit ralenti automatique

Le circuit ralenti automatique réduit la consommation de combustible ainsi que le niveau de bruit du moteur. Lorsque le commutateur ralenti automatique est sur «marche» et les contrôleurs pilotes sont en position neutre pendant plus de quatre secondes, l'EC émet un signal au moteur EC. Le moteur EC réduit la vitesse du moteur en la mettant sur la vitesse ralenti automatique préétablie.

Circuit d'échauffement de l'huile hydraulique

Le circuit d'échauffement hydraulique élève automatiquement la température de l'huile hydraulique sans que le conducteur ait à actionner les circuits hydrauliques. Le circuit d'échauffement hydraulique, d'une durée limite de 16 minutes, contrôle automatiquement la vitesse du moteur et le débit de la pompe hydraulique. Lorsqu'on appuie sur le commutateur de chauffage, un signal de détection est envoyé à l'EC.

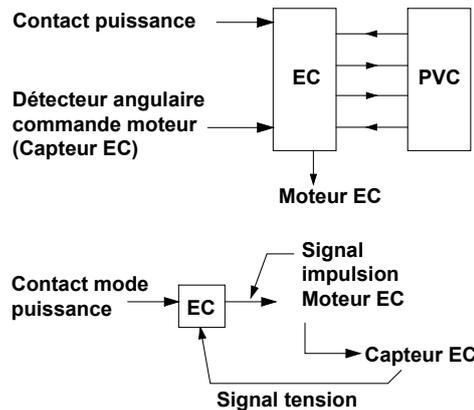


Le capteur de température hydraulique transmet un signal de détection au PVC.

Si la température de l'huile est inférieure à 30°C, le PVC envoie un signal aux valves directionnelles solénoïdes leur commandant d'accroître le débit de la pompe. Au même moment, l'EC transmet un signal au moteur EC pour augmenter la vitesse du moteur.

9. Circuit de programmation de la vitesse du moteur

Le circuit de programmation de la vitesse du moteur permet à l'EC d'établir la valeur d'impulsion du signal requise pour faire tourner le moteur EC assez pour déplacer le levier de la pompe d'injection du combustible contre l'arrêt au ralenti accéléré. Cette position sera mémorisée par l'EC comme position mode puissance.



Pour actionner le programme vitesse moteur, tournez la clé de contact ON et appuyez sur le contact mode puissance.

La commande du programme vitesse moteur ne fonctionne que lorsqu'on tourne la clé de contact de OFF (arrêt) à ON (marche) et on pousse le contact mode puissance. Le contact mode puissance envoie un signal de détection au contrôleur du moteur. Le détecteur angulaire de la commande moteur transmet un signal de tension à l'EC. L'EC envoie un signal de commande au moteur EC.

Double fonction de l'arrêt moteur

On arrête le moteur au moyen de la clé de contact. Lorsque la clé de contact est placée en position OFF, le moteur EC remet le levier de régulateur en position arrêt, limitant le débit du combustible en dessous du volume nécessaire au maintien du fonctionnement.

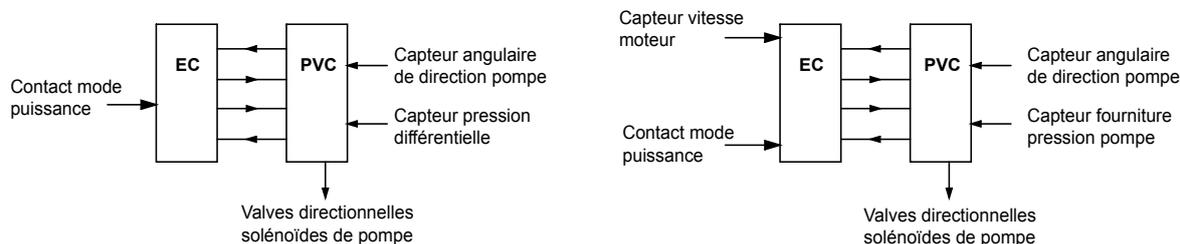
Le relai d'urgence est aussi activé, actionnant à son tour l'arrêt du moteur en interrompant l'écoulement du combustible dans le moteur.

10. Circuit de détection de charge

Le circuit de détection de charge permet aux microordinateurs d'ajuster le débit de la pompe de manière à fournir le débit nécessaire à la charge hydraulique et à la vitesse du moteur afin d'assurer le fonctionnement efficace du système.

Lorsqu'on appuie sur le sélecteur de puissance (P, E, L, I), un signal de détection est transmis à l'EC pour régler le régime moteur. Le détecteur angulaire de la pompe directionnelle et le capteur de pression différentielle envoient des signaux de détection au PVC. Ce dernier transmet un signal de commande à la pompe.

Valves directionnelles solénoïdes pour ajuster le débit de la pompe



11. Circuit de détection de vitesse

Le circuit de détection de vitesse permet aux microordinateurs d'ajuster le débit de la pompe hydraulique afin que la puissance du moteur soit efficacement employée.

Le détecteur de vitesse du moteur transmet à l'EC des signaux sur la vitesse du moteur.

Le PVC reçoit des signaux du capteur angulaire de direction de la pompe et du capteur de fourniture de pression

L'EC et le PVC analysent ensuite les signaux et le PVC transmet signal commandant aux valves directionnelles solénoïdes de pompe de contrôler le débit de la pompe. Le circuit de détection de la vitesse opère en modes P et E.

Les autres circuits de contrôle sont :

- Circuit de contrôle de division du débit
- Circuit de déverrouillage du frein pivotant
- Circuit de freinage pivotant
- Circuit de surcroît de puissance
- Circuit de contrôle de la vitesse de croisière

Configuration du mode et programme des vitesses du moteur

Le contrôleur du moteur (EC) contrôle la rotation du moteur EC. La rotation du moteur EC contrôle le levier de pompe d'injection du carburant qui contrôle la vitesse du moteur.

Lorsque le moteur est à l'arrêt (OFF) et l'on tourne la clé de contact sur ON, l'EC envoie une impulsion de signal au moteur EC. Le moteur EC tourne à une position légèrement plus élevée que celle du ralenti. Le capteur EC envoie alors un signal de tension vers l'EC. Le signal de tension est subordonné à l'ampleur de la rotation du moteur EC. Lorsque le signal de tension atteint 2,5 volts, le logiciel EC reconnaît la valeur de l'impulsion du signal et fait tourner le moteur EC assez pour que la pompe

d'injection du carburant tourne au ralenti. Ainsi la valeur de l'impulsion du signal est réglée sur le ralenti.

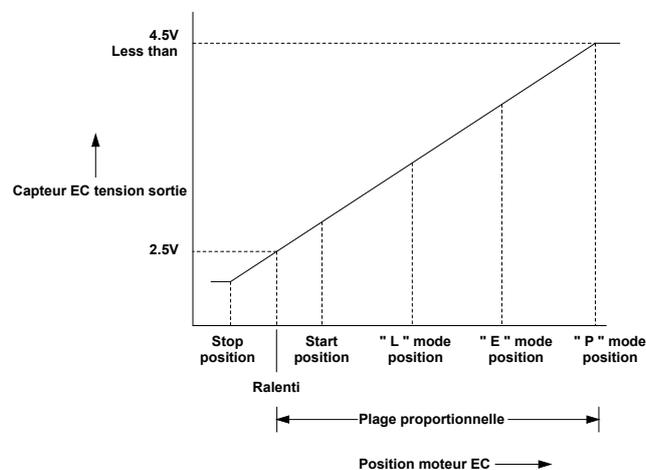
Lorsque la clé de contact est tournée sur START (démarrer), la vitesse du moteur sera légèrement plus élevée que celle du régime ralenti. En poussant le contact sur le mode 'I' la vitesse du moteur passe au régime ralenti. Si l'on pousse le contact sur le mode 'P', le moteur EC tourne pour déplacer le levier de la pompe d'injection du carburant contre la vis d'arrêt du ralenti.

Quand le moteur EC tourne, le signal de tension du capteur EC augmente jusqu'à ce que le levier de la pompe d'injection se place contre l'arrêt du ralenti. La tension cesse de croître et devient constante. Le point exact où elle devient constante est reconnu par le logiciel EC comme la valeur d'impulsion du signal nécessaire au moteur EC pour déplacer le levier de la pompe d'injection du carburant contre l'arrêt du ralenti.

Toutes les fois que la clé de contact est tournée du mode ON à celui de P, l'EC répète ce processus pour réinitialiser la position P. On appelle ce processus la commande du programme vitesse moteur. L'impulsion du signal de l'EC contrôle les paramètres de vitesse E, L, et le ralenti.

Les paramètres E, L et ralenti sont déterminés par rapport au mode P, le mode P étant égal à 100% de la vitesse de moteur disponible.

L'exemple suivant explique la manière dont un module de commande électronique intervient



pour serrer et desserrer le frein de stationnement pivotant.

12. Déverrouillage du frein de stationnement pivotant

Le frein de stationnement pivotant contenu dans le moteur pivotant empêche la structure supérieure de dériver par la force de gravité lorsque l'engin stationne sur une pente.

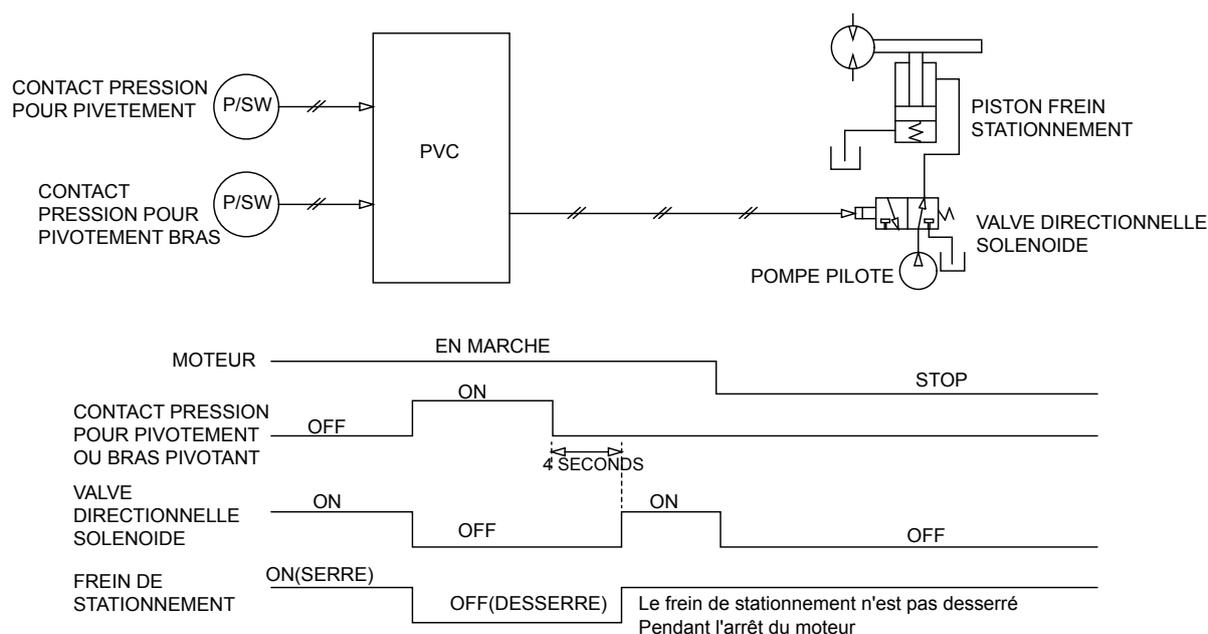
12.1 Déverrouillage du frein de stationnement pivotant

Le frein de stationnement pivotant est desserré par la pression pilote d'huile de la pompe d'huile. Lorsque la fonction de pivotement est actionnée, des signaux des contacts de pression concernés passe au PVC. Le PVC coupe alors le signal allant à la valve directionnelle solénoïde tout en ouvrant le port de pression pilote d'huile de la valve directionnelle solénoïde et la dirigeant vers le piston du frein de stationnement. La pression pilote d'huile pousse alors le piston du frein de stationnement, desserrant ainsi le frein de stationnement pivotant.

12.2. Application du frein de stationnement pivotant

Lorsque le levier de commande est actionné pour des fonctions autres que celles du pivotement, le PVC transmet un signal à la valve directionnelle solénoïdes, fermant le port de pression pilote de l'huile de la valve directionnelle solénoïde allant au piston de frein de stationnement tout en permettant à la pression pilote de l'huile de s'écouler vers le réservoir d'huile hydraulique. En conséquence, le ressort repousse le piston du frein de stationnement et le serre.

Par ailleurs, lorsque les leviers de commande sont au point mort, le PVC transmet un signal à la valve directionnelle solénoïde, actionnant ainsi le frein de stationnement. Si la force du frein de stationnement pivotant est appliquée rapidement après le retour au point mort du levier de commande du pivotement, l'effet excessif de choc dû à la force d'inertie du pivotement de la structure supérieure risque d'endommager les composants. Pour empêcher un tel dommage, il est prévu un décalage de quatre (4) secondes après le retour au point mort du levier de commande du pivotement. Ce décalage permet à la structure supérieure de s'arrêter avec que le frein de stationnement pivotant soit appliqué.



Utilisation d'un ordinateur portable pour le diagnostic



On peut utiliser un appareil de diagnostic portable, ou un ordinateur portable pour diagnostiquer le système ECM ou PLC. L'information sur le moteur ou le système hydraulique est affichée sur l'écran. Le technicien peut effectuer les réglages nécessaires en les téléchargeant dans l'ECM de l'excavatrice.

Assurez-vous que vous avez accès au logiciel correspondant à l'engin concerné. Outre le dia-

M300 Technician - Configuration			
File Tools Data Link Settings Help			
Status		Active Codes	Logged Codes
Configuration		Exit	
Parameter Description	Data Value	Units	
Flywheel			
No.of Teeth	126		
Speed Limit			
Heavy lift	41	bit	
Load RPM Shift			
Shift M3 [RPM]	0	rpm	
Shift M2 [RPM]	87	rpm	
Shift M1 [RPM]	1	rpm	
Speed Delays			
AEC Delay [s]	3	sec	
Main Pump			
Max Press M3	144	bit	
Max Press M2	109	bit	
Max Press M1	90	bit	
Swing Pump			
Max Press M2	92	bit	
Max Press M1	65	bit	
Test Operation			
Operation Mode	Normal	bit	
Constant Adjust	65		
Change Value		Print	
Change Parameter Value		M318	

gnostic des moteurs diesel et des systèmes hydrauliques, l'ordinateur portable peut aussi servir à tester et calibrer la transmission hydrostatique et hydrodynamique. Un **code d'erreur** indiquera les raisons éventuelles d'un mauvais fonctionnement.

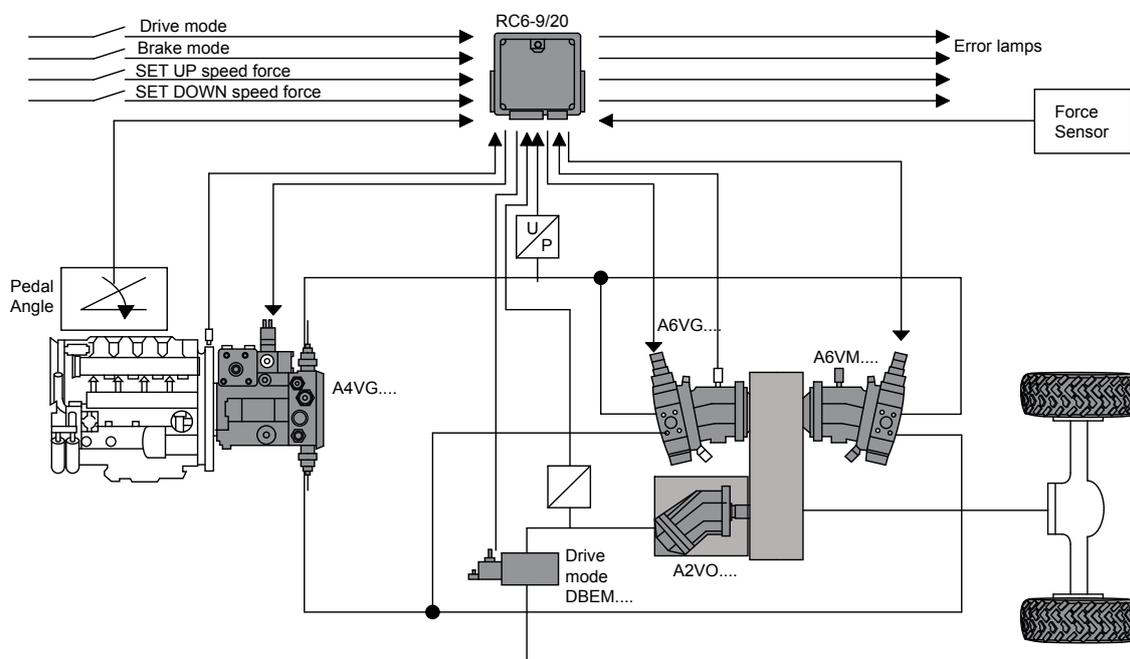
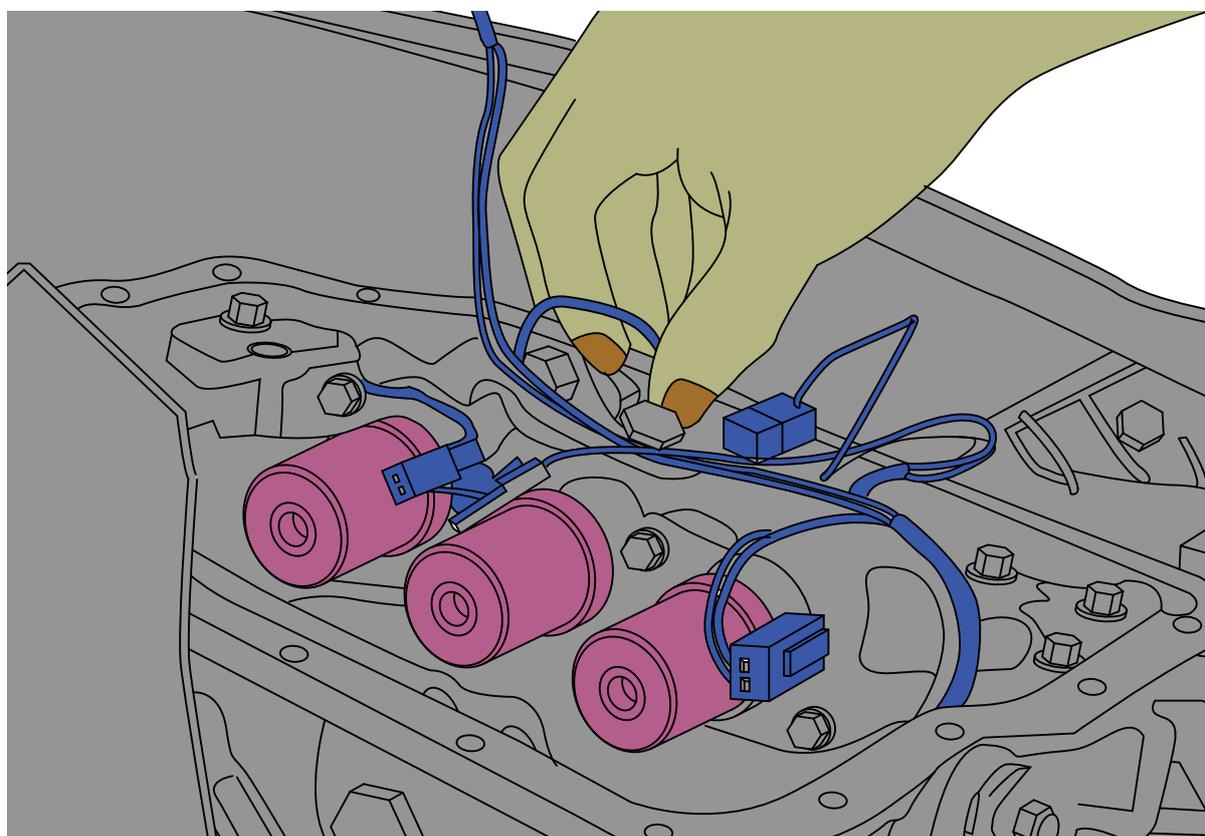
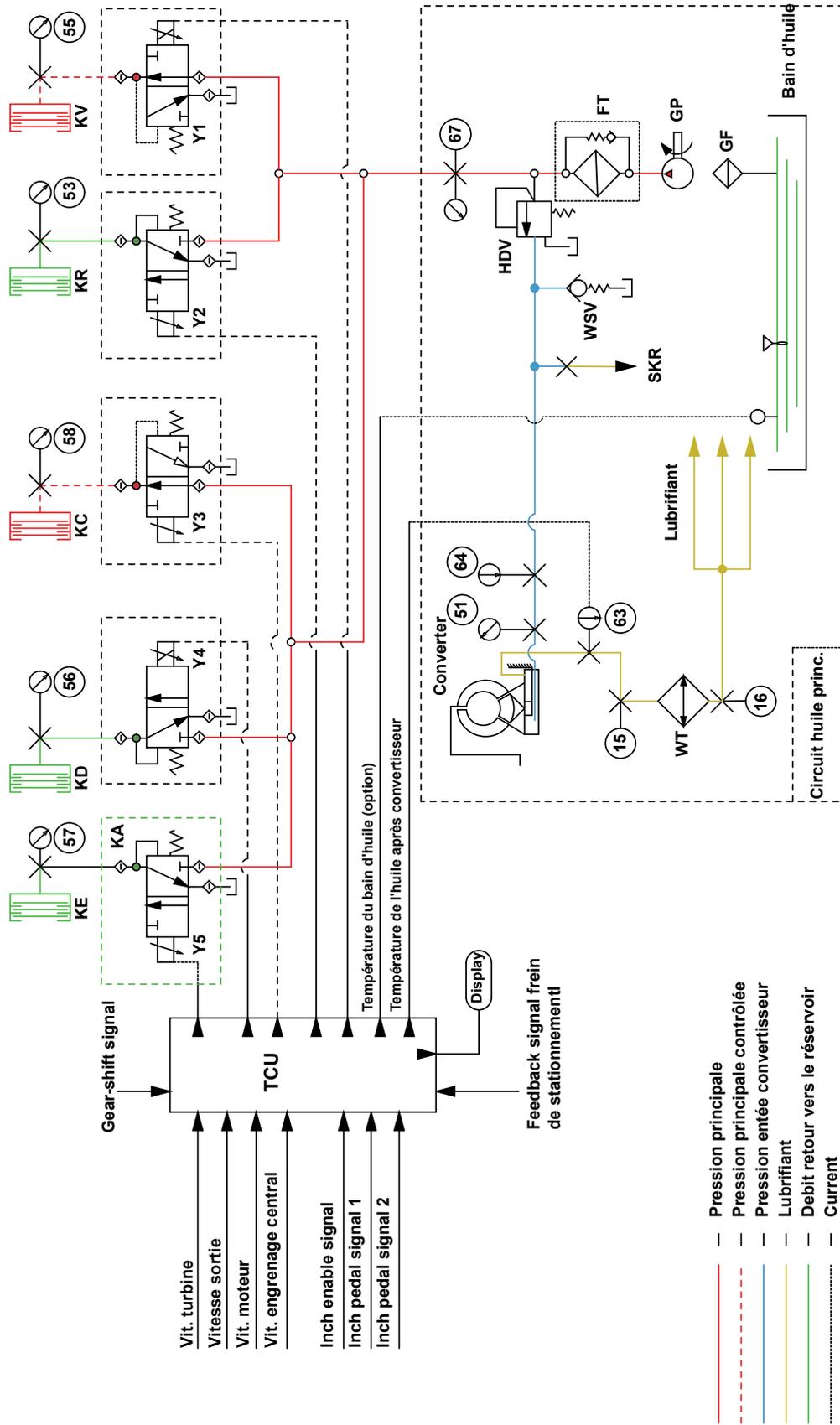


Schéma type d'un circuit de transmission ZF3 WG94 EC





13. Exercice pratique

1) Se reporter au manuel correspondant et compléter les Questions A, B et C

A) Localisez les capteurs suivants

Capteur	Lieu
Capteur vilebrequin de vitesse	
Capteur arbre à cames de vitesse	
Capteur de pression absolue du collecteur admission (MAP)	
Capteur de débit massique d'air (MAF)	
Capteur de température d'air d'admission (IAT)	
Capteur de température du liquide de refroidissement du moteur (ECT)	
Capteur de pression de la pompe hydraulique	
Capteur de la pédale d'accélération (APS)	

Notez les suivants en utilisant un appareil d'essais multiples

Nom du capteur	MAP
# de câbles dans le connecteur	
Numéro terminal câble d'alimentation	
Numéro terminal câble masse	
Tension entrée lorsque clé d'allumage est ON	
Tension sortie – moteur au ralenti	
Tension sortie – moteur 1500 TPM	

Nom du capteur	IAT
# de câbles dans le connecteur	
Numéro terminal câble d'alimentation	
Numéro terminal câble masse	
Tension entrée lorsque clé d'allumage est ON	
Tension sortie – moteur au ralenti	
Tension sortie – moteur 1500 TPM	

Nom du capteur	MAF
# de câbles dans le connecteur	
Numéro terminal câble d'alimentation	
Numéro terminal câble masse	
Tension entrée lorsque clé d'allumage est ON	
Tension sortie – moteur au ralenti	
Tension sortie – moteur 1500 TPM	

Nom du capteur	ECT
# de câbles dans le connecteur	
Numéro terminal câble du signal	
Numéro terminal câble masse	
Tension signal lorsque le moteur est froid	
Tension signal lorsque le moteur tourne à température normale de fonctionnement	

Nom du capteur	IAT
# de câbles dans le connecteur	
Numéro terminal câble du signal	
Numéro terminal câble masse	
Tension signal lorsque le moteur est froid	
Tension signal lorsque le moteur tourne à température normale de fonctionnement	

Nom du capteur	CKP
# de câbles dans le connecteur	
Numéro terminal câble du signal	
Tension signal du moteur au démarrage	
Tension sortie moteur au ralenti	
Tension sortie – moteur 1500 TPM	

Nom du capteur	CMP
# de câbles dans le connecteur	
Numéro terminal câble du signal	
Tension signal du moteur au démarrage	
Tension sortie moteur au ralenti	
Tension sortie – moteur 1500 TPM	

Nom du capteur	APS
# de câbles dans le connecteur	
Numéro terminal câble du signal	
Tension sortie pédale en position ralenti	
Output voltage pédale accélérateur à fond	
Numéro terminal câble masse	

C) Effectuez le test suivant au moyen d'un outil de scannage

i) Autotest sur le diagnostic et la détection du code défaut (DTC)

Notes:

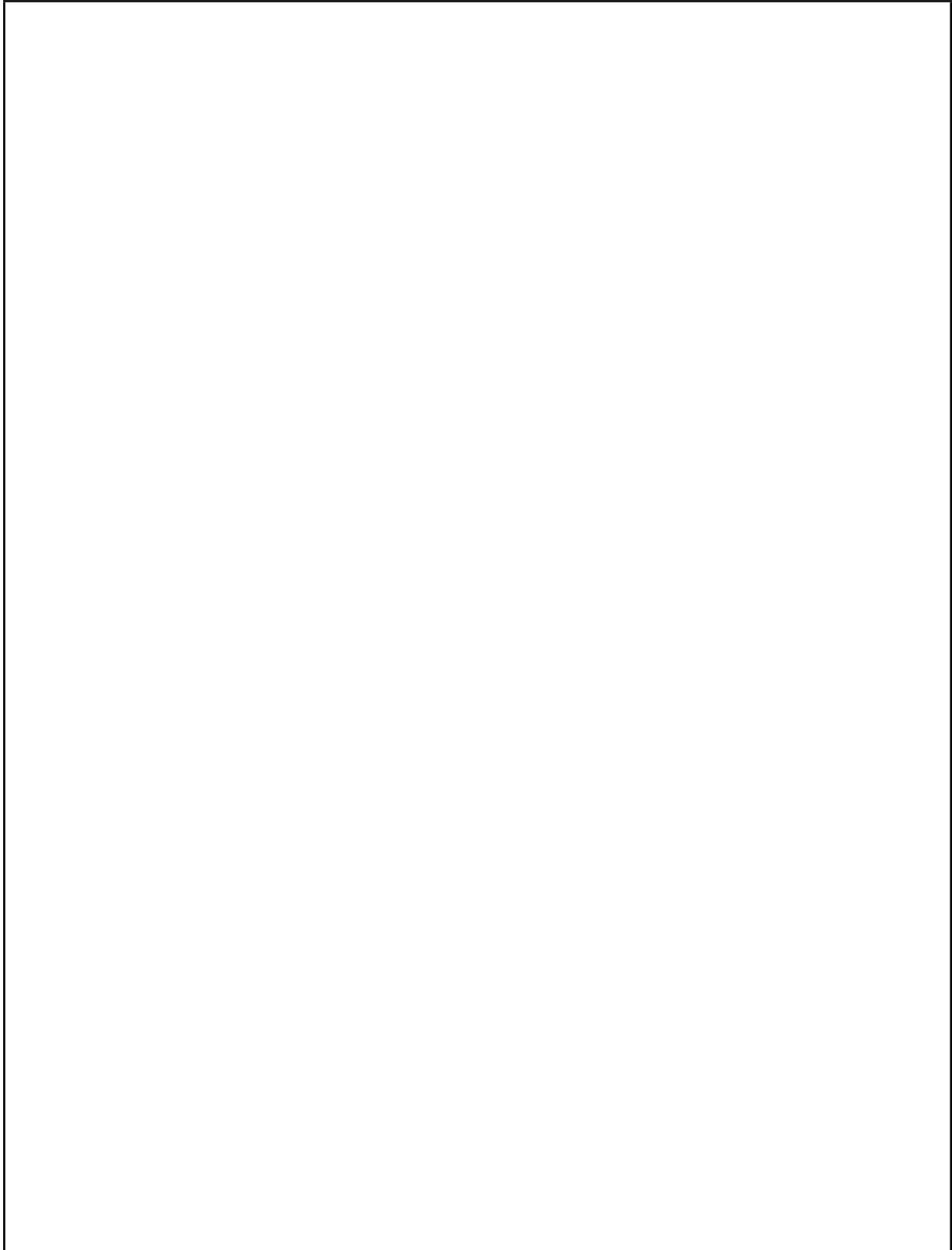
ii) Accès aux données gelées lorsque le DTC a été enregistré (cadre de données gelées)

Notes:

iii) Suppression du code erreur diagnostiqué

Notes:

Rédigez un rapport sur vos conclusions dans l'espace prévu ci-dessous.



Ce module s'inscrit dans le cadre de la Learning and Knowledge Development Facility (Plateforme d'Apprentissage et de Développement des Connaissances - LKDF), mise au point par la Swedish International Development Cooperation Agency (Agence suédoise pour le développement international - Sida) et l'Organisation des Nations unies pour le développement industriel (ONUDI). Le but de la LKD Facility est de promouvoir les compétences industrielles des jeunes dans les économies émergentes. Opérant conjointement avec le secteur privé par le biais des Partenariats de développement public privé (PDPP), la LKD Facility soutient la création et l'amélioration des centres locaux de formation industrielle afin qu'ils puissent répondre aux demandes croissantes du marché de l'emploi en matière de main-d'oeuvre qualifiée, contribuant ainsi au développement industriel inclusif et durable.



ORGANISATION DES NATIONS UNIES
POUR LE DÉVELOPPEMENT INDUSTRIEL

Centre international de Vienne,
B.P. 300, 1400 Vienne, Autriche
Tél : +43 (1) 26026-3752
E-mail : lkd-facility@unido.org

www.lkdfacility.org