

(19)



(11)

EP 3 018 346 B1

(12)

FASCICULE DE BREVET EUROPEEN

(45) Date de publication et mention
de la délivrance du brevet:
09.11.2016 Bulletin 2016/45

(51) Int Cl.:
F04B 17/05 (2006.01) **F04B 49/00** (2006.01)
F04B 49/06 (2006.01) **E02F 9/20** (2006.01)
E02F 9/22 (2006.01)

(21) Numéro de dépôt: **15193043.5**

(22) Date de dépôt: **04.11.2015**

(54) **DISPOSITIF DE REGULATION DE PUISSANCE D'UNE POMPE HYDRAULIQUE**

LEISTUNGSREGULIERVORRICHTUNG EINER HYDRAULISCHEN PUMPE

POWER CONTROL DEVICE OF A HYDRAULIC PUMP

(84) Etats contractants désignés:
**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB
GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO
PL PT RO RS SE SI SK SM TR**

(30) Priorité: **05.11.2014 FR 1460653**

(43) Date de publication de la demande:
11.05.2016 Bulletin 2016/19

(73) Titulaire: **Groupe Mecalac**
74940 Annecy le Vieux (FR)

(72) Inventeurs:
• **MARCHETTA, Henri**
74320 SEVRIER (FR)

• **BONI, Maxime**
74330 SILLINGY (FR)
• **ROUSSEAU, Jean-Baptiste**
74230 THONES (FR)

(74) Mandataire: **Cabinet Laurent & Charras**
Le Contemporain
50 Chemin de la Bruyère
69574 Dardilly Cedex (FR)

(56) Documents cités:
EP-A1- 0 539 589 EP-A1- 1 154 162
US-A1- 2007 204 604

EP 3 018 346 B1

Il est rappelé que: Dans un délai de neuf mois à compter de la publication de la mention de la délivrance du brevet européen au Bulletin européen des brevets, toute personne peut faire opposition à ce brevet auprès de l'Office européen des brevets, conformément au règlement d'exécution. L'opposition n'est réputée formée qu'après le paiement de la taxe d'opposition. (Art. 99(1) Convention sur le brevet européen).

Description

DOMAINE DE L'INVENTION

[0001] La présente demande concerne le domaine technique des travaux publics et en particulier les engins de chantier comprenant une pompe hydraulique entraînée par un moteur thermique.

[0002] Plus précisément, l'invention a trait à un dispositif de régulation de la puissance hydraulique délivrée par une pompe entraînée par un moteur thermique d'engin de chantier.

ETAT ANTERIEUR DE LA TECHNIQUE

[0003] Les pompes hydrauliques convertissent une puissance mécanique en une puissance hydraulique apte à permettre le fonctionnement de systèmes ou d'outils. L'utilisation d'outils hydrauliques est très répandue dans le domaine des travaux publics.

[0004] Une pompe hydraulique comprend un dispositif de régulation permettant d'adapter sa puissance en fonction du besoin de l'outil qu'elle alimente. Le dispositif de régulation est généralement un dispositif électronique mesurant en temps réel le régime du moteur thermique entraînant la pompe. En cas de baisse de son régime, le dispositif électronique réduit le couple consommé par la pompe pour alléger la charge de la pompe sur le moteur thermique. De cette façon, le dispositif de régulation permet d'éviter un écrasement du régime du moteur lorsque la pompe sollicite trop brusquement le moteur. Par le terme « charge », on entend une action qui s'oppose au travail fourni par un autre dispositif.

[0005] Ce système de régulation a pour inconvénient de diminuer la charge du moteur après seulement avoir détecté une chute de son régime. La puissance hydraulique délivrée par la pompe entraînée par le moteur varie également brusquement lors de cette chute de régime. Cette variation est d'ailleurs amplifiée par le dispositif de régulation qui diminue la valeur de couple consommé par la pompe pour alléger la charge du moteur. De ce fait, la puissance hydraulique fournie par la pompe à l'outil diminue brusquement lorsque le régime du moteur chute. Cela se traduit par une perte de puissance momentanée pour l'outil qui se reproduit à chaque fois que la puissance demandée par l'outil est supérieure à la capacité instantanée d'entraînement du moteur. Ce mode de régulation a ainsi pour effet d'entraîner un comportement saccadé de l'outil lorsque la puissance demandée par l'outil est momentanément supérieure à la puissance du moteur. On constate ainsi que la dynamique des évolutions de besoin en couple et en puissance est importante.

[0006] Ce phénomène de chute de puissance est amplifié par l'application des nouvelles normes de pollution de type Tier 3B / Tier 4. Ces nouvelles normes ont pour effet de dégrader la dynamique de reprise de couple des moteurs thermiques, diminuant de façon importante leur

réactivité. Le comportement dynamique de l'outil en est encore plus dégradé.

[0007] Ce mode de régulation permet donc d'éviter un écrasement trop important du régime moteur lors d'une mise en charge brusque de la pompe, mais cela s'effectue au détriment de la continuité de la puissance hydraulique disponible pour l'outil alimenté par ladite pompe.

[0008] On connaît par ailleurs du document US 2007/204604 un procédé de régulation qui vise à optimiser la consommation en carburant du moteur thermique entraînant la pompe. Un tel procédé sans impact sur les à-coup de charge.

[0009] Le Demandeur vise à proposer un dispositif de régulation d'une pompe hydraulique préservant le régime du moteur l'entraînant, tout en permettant à la pompe hydraulique de répondre au mieux à une brusque demande de puissance de la part d'un système hydraulique.

EXPOSE DE L'INVENTION

[0010] La présente demande résout le problème technique mentionné ci-dessus, en proposant un dispositif de régulation de la puissance hydraulique fournie par une pompe hydraulique volumétrique à cylindrée variable alimentant un système hydraulique. Le dispositif de régulation comprend :

- une pompe hydraulique volumétrique à cylindrée variable apte à être entraînée par un moteur, par exemple de type thermique ;
- un dispositif de contrôle connecté à ladite pompe et apte à faire varier la valeur du couple consommé par la pompe en fonction d'une valeur de consigne ;
- des moyens de commande aptes à adresser une valeur de consigne au dispositif de contrôle ;
- des moyens d'évaluation d'une valeur du couple instantané réel-consommé par la pompe.

[0011] Le dispositif de régulation se caractérise en ce qu'il comprend :

- des moyens pour évaluer une valeur du couple théorique maximum pouvant être consommé par la pompe en fonction d'une valeur de consigne appliquée au dispositif de contrôle ;
- des moyens pour évaluer une valeur du couple réel instantané consommé par la pompe ;
- des moyens de calcul pour calculer un rapport entre la valeur du couple maximum théorique et le couple réel instantané ;
- des moyens de mémorisation d'au moins une valeur de référence ;
- des moyens pour modifier la valeur de consigne pour faire tendre vers ou rendre égal ledit rapport à la valeur de référence ;
- la valeur de la consigne étant modifiée par un ou plusieurs incréments dont les valeurs correspondent

à une fraction du couple maximal pouvant être consommé par la pompe, lesdits incréments étant appliqués selon des intervalles de temps, le rapport entre la valeur d'un incrément et son intervalle de temps associé étant inférieur à une valeur prédéterminée.

[0012] Par les termes « couple réel instantané », on entend le couple consommé par la pompe à un instant t sur le moteur l'entraînant, correspondant à la puissance hydraulique fournie par la pompe et consommée par le système hydraulique à ce même instant et par les termes « couple maximum théorique », on désigne le couple maximum pouvant être consommé par la pompe en fonction de la valeur de consigne appliquée au dispositif de contrôle de ladite pompe

[0013] En pratique, suivant le type de pompe choisi, le dispositif de contrôle peut agir soit directement sur le limiteur de couple de la pompe, soit sur la cylindrée de celle-ci ;

[0014] En pratique, les moyens de commande, de calcul, de mémorisation et les moyens pour modifier la valeur de consigne peuvent être regroupés dans un même dispositif de type calculateur ou microcontrôleur.

[0015] Le calculateur contrôle en temps réel le rapport de la valeur du couple maximum théorique divisée par la valeur couple réel instantané vis-à-vis de la valeur de référence qui correspond une adéquation parfaite entre le couple de réglage de la pompe (consigne) et le couple réel consommé. Le calculateur adapte en permanence la valeur de consigne en fonction de ce rapport pour que la pompe soit exactement réglée en adéquation avec la puissance hydraulique demandée par le système hydraulique. Autrement dit, le calculateur tend à adapter en continu le réglage de couple de la pompe à l'utilisation, afin que toute augmentation de puissance demandée par le système hydraulique puisse être contrôlée par une augmentation correspondante du réglage de couple de la pompe. Idéalement, la valeur de référence correspondant au rapport évalué est donc égale à 1.

[0016] De façon avantageuse, le calculateur modifie graduellement la valeur de consigne par un ou plusieurs incréments de sorte que chaque variation modifie le couple maximum consommé par la pompe de manière à respecter la dynamique du moteur thermique. Par les termes « dynamique du moteur », on entend la capacité du moteur à répondre à des sollicitations rapides de charge qui modifient la valeur de son régime courant, c'est-à-dire sa capacité à maintenir son régime sous charge importante et ponctuelle. Le dispositif de régulation permet ainsi de reporter graduellement une brusque variation de puissance du système hydraulique sur le moteur thermique en respectant sa dynamique. De ce fait, le dispositif de régulation selon l'invention permet de façon avantageuse à la pompe hydraulique de répondre rapidement et de façon progressive à des sollicitations brusques du système hydraulique, tout en évitant une brusque chute du régime du moteur thermique l'entraînant.

[0017] Du fait qu'une pompe hydraulique comprenant un dispositif de régulation selon l'invention peut être commandée par différents types dispositifs de contrôle (électrovanne agissant sur le plateau, etc...), il est plus aisé de caractériser la valeur d'un incrément par rapport au couple maximal consommé par la pompe que par rapport à la donnée de contrôle du dispositif (courant pour l'électrovanne, etc...). La valeur d'un incrément peut par exemple correspondre à une variation du couple maximal consommé par la pompe entre 0% et 5%, de préférence entre 0.2% et 1%.

[0018] Le rapport entre un incrément de la valeur de consigne et son intervalle de temps associé est choisi de manière à être inférieur à une valeur prédéterminée de sorte que les variations de couple consommé par la pompe respectent la dynamique du moteur thermique. Afin que ce rapport soit inférieur à la valeur prédéterminée, la valeur d'un incrément et/ou son intervalle de temps associé peuvent être adaptés pour chaque moteur entraînant la pompe. La valeur prédéterminée peut par exemple être comprise entre 10 N.m par seconde et 5000 N.m par seconde, de préférence entre 500 N.m par seconde et 2000 N.m par seconde.

[0019] Les intervalles de temps sont évidemment adaptés en fonction de la valeur des incréments de manière à être inférieurs à la valeur prédéterminée mentionnée ci-dessus. A titre d'exemple, les intervalles de temps peuvent être compris entre 1 et 40 millisecondes, de préférence entre 5 et 20 millisecondes.

[0020] Pour éviter que la pompe ne sollicite le moteur au-delà de ses capacités dynamiques, la valeur de référence peut prendre en compte les incertitudes de mesures des moyens d'évaluation du couple réellement consommé par la pompe. Pour cela, la valeur de référence peut être inférieure à 1, par exemple être comprise entre 0,9 et 0,99 ; de préférence de l'ordre de 0,95. Bien entendu, la valeur de référence peut être adaptée en fonction des incertitudes des moyens d'évaluation.

[0021] Pour limiter un impact de charge de la pompe sur le moteur thermique lors d'une variation de puissance brusque du système hydraulique, le calculateur peut régler par défaut le couple maximal consommé par la pompe à une valeur minimale lorsque le système hydraulique sollicite peu ou pas la pompe. En d'autres termes, lorsque le système hydraulique est au repos, le calculateur maintient le réglage de couple maximal consommé de la pompe à une valeur basse. Par exemple, la valeur de réglage de couple peut être minimale lorsque la valeur du couple réel instantané consommé est inférieure à 100 N.m. Ainsi, un appel brusque de puissance de la part du système hydraulique aura un impact limité sur le moteur en raison de la faible valeur de réglage de la pompe.

[0022] La présente demande concerne également une pompe hydraulique telle que décrite ci-dessus, couplée à un moteur thermique de préférence de type diesel. Or, la dynamique d'un moteur thermique peut dépendre de son régime. Afin de prendre en compte les variations de sa dynamique en fonction de son régime moteur, la va-

leur de consigne peut être choisie en fonction du régime du moteur thermique.

[0023] Le calculateur peut également limiter les variations de couple consommé par la pompe en fonction du régime du moteur qui l'entraîne, en limitant par exemple la variation de la valeur de consigne entre deux valeurs extrêmes permettant notamment d'exploiter au mieux sa courbe de puissance.

[0024] Le système hydraulique alimenté par la pompe peut bien entendu être couplé à un ou plusieurs outils hydrauliques appartenant à un engin de chantier.

DESCRIPTION DES FIGURES

[0025] Certains aspects de l'invention seront mieux compris à la lecture de la description qui suit, donnée uniquement à titre d'exemple et réalisée en relation avec les dessins annexés, dans lesquels les mêmes références désignent des éléments identiques ou analogues et dans lesquels :

- la figure 1 est une représentation schématique simplifiée d'un engin de chantier selon l'invention ;
- la figure 2 est un graphique représentant la puissance hydraulique théorique d'une pompe en fonction de la valeur du courant appliqué à une vanne électrohydraulique commandant la cylindrée de la pompe ;
- la figure 3 est une représentation schématique simplifiée d'un diagramme de fonctionnement d'un dispositif de régulation selon l'invention ;
- la figure 4 est une représentation schématique simplifiée d'une variante d'un engin de chantier selon la figure 1.

EXEMPLES DE REALISATION DE L'INVENTION

[0026] Pour rappel, la présente demande concerne un dispositif de régulation d'une pompe hydraulique visant à préserver le régime du moteur l'entraînant, tout en permettant à la pompe hydraulique de répondre au mieux à une brusque demande de puissance de la part d'un système hydraulique.

[0027] La figure 1 illustre un schéma simplifié d'un engin de chantier **2** selon l'invention. L'engin de chantier peut être en particulier une pelleteuse comprenant un moteur **4** thermique de type diesel, entraînant par l'intermédiaire d'un arbre de puissance **6** une pompe **8** hydraulique volumétrique à cylindrée variable. La pompe alimente par l'intermédiaire de canaux **10** hydrauliques plusieurs vérins **12** hydrauliques permettant de déplacer un équipement, comme par exemple un bras articulé **14**.

[0028] Dans cet exemple de réalisation, le couple maximal consommé par la pompe est commandée par l'intermédiaire d'une valve **16** électrohydraulique. La valve contrôle l'inclinaison d'un plateau mobile agencé en vis-à-vis des pistons de la pompe, en fonction de la valeur d'un courant alimentant ladite valve et de la pression hy-

draulique. Ainsi, pour une même vitesse de révolution de l'arbre de puissance **6** et de pression hydraulique dans le circuit, la cylindrée de la pompe peut être modifiée en fonction d'une valeur de consigne (VC), sous la forme d'un courant électrique adressée à la valve électrohydraulique.

[0029] La figure 2 montre l'influence de la valeur de consigne sur la puissance hydraulique théorique (PHT) de la pompe **8**, pour un régime d'entraînement fixé à 2000 tours par minute. Une première courbe **A** d'iso-puissance est représentée pour une valeur de consigne égale à **A1**, en fonction du débit (en abscisse) et de la pression (en ordonnée) d'un fluide sortant de la pompe. Une deuxième courbe **B** d'iso-puissance est également représentée pour une valeur de consigne égale à **B1**, il est à noter que la valeur de puissance associée à la courbe **A** est environ deux fois supérieure à la valeur de puissance associée à la courbe **B**. Comme on peut observer à la figure 2, la puissance hydraulique théorique (PHT) générée par la pompe dépend de son débit qui dépend lui-même du régime du moteur **4**, et d'autre part de la pression du fluide circulant dans la pompe **8**, laquelle alimente le système hydraulique **18** formé des canaux **10** et des vérins **12**. Par exemple pour une valeur de consigne égale à **B1**, le débit et la pression du fluide circulant dans le système hydraulique peuvent varier dans toute l'aire délimitée par les axes débit nul et pression nulle, et par la courbe **B** soit entre 50 et 185 l/min et entre 110 et 350 bars.

[0030] Selon le présent exemple, la valve **16** électrohydraulique est avantageusement configurée de sorte que la valeur de consigne **A1** est inférieure à la valeur de consigne **B1** afin de consommer moins de courant lorsque le moteur **4** est le plus sollicité. Bien entendu, on peut envisager un fonctionnement inverse concernant la valve **16**.

[0031] A titre d'exemple, une pompe distribuée par la société BOSCH REXROTH sous la référence A11VO95LE2S2, dont le réglage de couple maximal consommé est contrôlé par l'intermédiaire d'une valve électrohydraulique intégrée à la pompe, de type LEXSX peut convenir à la réalisation de l'invention. Dans ce cas, les courbes **A** et **B** sur la figure 2 peuvent respectivement correspondre à une valeur de puissance hydraulique de la pompe égale à 90kW et 40kW, lorsqu'on applique une valeur de consigne à la valve électrohydraulique égale respectivement à 200mA et 511 mA. Bien entendu, différentes combinaisons de pompes et de valves peuvent être envisagées pour réaliser l'invention.

[0032] La pression dans le système hydraulique **18** varie en fonction de l'effort effectué par la flèche **14**. Par exemple, lorsque l'opérateur de l'engin commande à la flèche **14** de soulever une charge importante, le poids de la charge crée une force s'opposant au déplacement des vérins dans les pistons **12** permettant d'actionner la flèche. Cela se traduit par une augmentation brusque de la pression dans le système hydraulique **18**. Si la puissance hydraulique théorique (PHT) de la pompe corres-

pond à la valeur associée à la courbe **A** avec et que le mouvement de la flèche demande un débit égale 140 l/min, le poids de la charge peut brusquement faire passer la pression, par exemple, de 80 bars à 330 bars. La puissance hydraulique réelle PHR de la pompe augmente alors très rapidement passant du point **C** au point **D** sur la courbe **A**. Cette variation brutale de puissance est imposée au moteur **4** par l'intermédiaire de l'arbre de puissance **6**. La pompe **8** exerce alors un couple résistif bien supérieur au couple du moteur disponible. Par exemple, si la puissance nominale instantanée du moteur est inférieure à la moitié de la puissance maximale correspondant à la courbe **A**, le moteur ne pourra pas répondre à cette demande brusque de puissance et son régime chutera très rapidement jusqu'à son arrêt. On parlera de chute de régime voire d'écrasement lorsqu'on constate une diminution, même minime, du régime du moteur. L'invention permet de gérer les situations où une diminution de régime liée à la charge qui ferait passer le régime du moteur thermique en dessous de sa consigne de régime, définie par la position de la commande d'accélérateur. Une charge trop importante et/ou appliquée au moteur thermique trop rapidement peut amener jusqu'au calage de celui-ci.

[0033] L'invention vise à limiter ce phénomène de perte de puissance dans le système hydraulique **18** lors de brusques variations de puissance, en proposant un nouveau dispositif de régulation de la pompe **8** comprenant un calculateur **20** tel qu'illustré à la figure 1. Le calculateur **20** comporte au moins une entrée connectée à des dispositifs de mesure **22** de la puissance hydraulique dans le système hydraulique **18**. Le calculateur comporte un dispositif de commande **24** permettant d'adresser une valeur de consigne (VC) à la valve **16** électrohydraulique, un dispositif de calcul **26** et un dispositif de mémorisation **28** de données. Sur les figures 1, 3 et 4, les flèches représentent le sens de circulation d'informations entre différents éléments de l'engin de chantier **2**.

[0034] Le fonctionnement du calculateur **20** est représenté sous forme d'un diagramme à la figure 3. Selon une première étape **30**, le calculateur **20** détermine en temps réel le couple réel instantané consommé (CRI) dans le système hydraulique **18**, et le couple maximum théorique (CMT) généré par la pompe **8**. Le couple réel instantané consommé est déterminé à partir des valeurs générées par le dispositif de mesure **22**. Le couple maximum théorique est évalué par le calculateur à partir d'une base de données contenue dans le dispositif de mémorisation **28**, permettant d'identifier à partir de la valeur de consigne (VC), de la pression et/ou du débit du fluide présent dans le système hydraulique **18**, la valeur de CMT correspondante. A titre d'exemple, le calculateur peut identifier le CMT à partir des données de la figure 2 lorsque la valeur de consigne est connue. Le calculateur peut réaliser cette première étape de façon cyclique par exemple toutes les millisecondes.

[0035] Selon une deuxième étape **32**, le calculateur détermine le rapport entre le couple réel instantané et le

couple maximum théorique (CRI/CMT) et compare ce rapport à une valeur de référence (VR), également mémorisée par les moyens de mémorisation **28**. A titre d'exemple, cette valeur de référence peut être égale à 0.9.

[0036] Selon une troisième étape **34**, le calculateur modifie ou non la valeur de consigne (VC) selon les critères suivants.

[0037] Dans le cas où la valeur de ce rapport est supérieure à la valeur de référence, cela signifie que la puissance hydraulique disponible pour le système hydraulique **18** est limitée par le réglage de la pompe (CMT défini par VC). Afin d'éviter cela et de répondre à la demande de puissance du système hydraulique **18**, le calculateur **20** modifie la valeur de consigne (VC) adressée à la valve **16** de manière à augmenter progressivement le couple consommé par la pompe et ainsi lui permettre de répondre à l'appel de puissance du système hydraulique. Plus précisément, le calculateur commande l'augmentation du réglage de couple maximal théorique CMT de la pompe de sorte à respecter la dynamique du moteur **4**. Le moteur est conçu de manière à supporter des variations limitées (en amplitude et/ou en dynamique) de sa charge sans que cela ne modifie son régime de façon significative. Dans le cas présent, le moteur est capable de passer d'un couple « nul » à son couple nominal à un régime donné, en un temps compris entre 500 ms et 2000 ms suivant le régime considéré, sans chuter en dessous de son régime de consigne. Avantagusement, le calculateur **20** modifie le réglage de la pompe **8** de manière à respecter les capacités du moteur et à ne pas le faire exagérément baisser en régime. Bien entendu, la dynamique du moteur varie en fonction du moteur considéré.

[0038] Ces étapes sont reproduites autant de fois que nécessaire pour que le rapport entre le couple réel instantané et le couple maximum théorique soit égal ou légèrement inférieur à la valeur de référence (VR). Ainsi, le calculateur **20** permet à la pompe **8** de répondre rapidement à la demande de puissance du système hydraulique **18** tout en respectant la dynamique du moteur **4**. De ce fait, une hausse brutale de la puissance dans le système hydraulique **18** n'entraîne plus un écrasement de son régime, ce qui permet à la pompe de répondre progressivement et rapidement aux besoins du système hydraulique. Plus précisément, chaque palier modifiant la puissance de la pompe est réalisé en respectant la dynamique du moteur **4**. Ainsi, la charge importante mentionnée ci-dessus est soulevée par la flèche **14** de façon plus régulière et progressive.

[0039] Dans le cas où le rapport entre le couple réel instantané (CRI) et le couple maximum théorique (CMT) est supérieur à la valeur de référence (VR), cela signifie que la pompe hydraulique est réglée pour une puissance supérieure aux besoins du système hydraulique **18**. Dans ce cas, une éventuelle augmentation de charge demandée par le système hydraulique **18** ne serait plus contrôlée par modification du réglage de CMT de la pompe, le calculateur modifie la valeur de consigne (VC) de

manière à diminuer le réglage de la pompe, afin d'être en adéquation avec la puissance effectivement consommée par le système hydraulique 18. La variation de la valeur de consigne est également choisie de manière à respecter la dynamique du moteur. Ces étapes sont reproduites autant de fois que nécessaire pour que le rapport entre la puissance hydraulique théorique et la puissance hydraulique réelle reste égal ou légèrement inférieur à la valeur de référence (VR).

[0040] Par exemple, pour une même amplitude de variation de la valeur de consigne, celle-ci peut être réalisée environ trois fois plus rapidement lorsqu'on augmente sa valeur (baisse de réglage de la pompe) que quand on la diminue (augmentation du réglage). Cela permet avantageusement de mettre rapidement la pompe en condition d'attente avec un CMT limité, afin de contrôler précisément la demande suivante de puissance appliquée par le système hydraulique 18 sur la pompe 8 et donc sur le moteur 4.

[0041] Enfin, dans le cas où la valeur du rapport entre le couple réel instantané (CRI) et le couple maximum théorique (CMT) est égal à la valeur de référence (VR), le calculateur maintient la valeur de consigne (VC).

[0042] La valeur du couple réel instantané (CRI) dans le système hydraulique 18 peut être déterminée par le dispositif de mesure 22 de différentes façons. Pour calculer le CRI, il est nécessaire de connaître la pression et le débit du fluide circulant dans le système hydraulique 18. Pour cela, une solution consiste à placer des capteurs de pression et de débit dans le système hydraulique. En pratique, ces capteurs peuvent être positionnés sur la ligne principale de sortie de la pompe, pour une meilleure précision. Cependant, en adaptant la valeur de référence VR, il est également possible de mesurer la pression sur le circuit de Load Sensing. La valeur du couple réel instantané peut être mesurée par tous autres moyens, comme par exemple par l'utilisation d'un moyen de mesure de la vitesse de déplacement d'un piston appartenant à au moins un vérin 12 actionnant la flèche 14. A partir de la vitesse de déplacement du piston et du volume connu de la chambre dudit piston, on peut aisément déterminer le débit du fluide l'actionnant. Selon un autre mode de réalisation, le débit du fluide peut être déterminé à partir de la mesure de l'angle d'inclinaison du plateau mobile permettant de faire varier la course des pistons de la pompe 8, et de la mesure du régime du moteur 4 l'entraînant. En effet, à partir de ces mesures il est possible de déterminer le débit du fluide dans le système hydraulique en multipliant la valeur de la cylindrée de la pompe (déterminée à partir de l'angle mesuré du plateau mobile) par le régime du moteur 4. Evidemment, d'autres moyens pour mesurer la puissance hydraulique réelle dans le système hydraulique sont envisageables.

[0043] Quels que soient les dispositifs de mesures utilisés, il est inévitable que ces mesures comportent des incertitudes. Afin de tenir compte de celles-ci pour que la pompe 8 fournisse effectivement la puissance demandée par le système hydraulique sans être bridée par son

réglage CMT, la valeur de référence (VR) est minorée de manière à prendre en compte ces incertitudes de mesures. Par exemple, la valeur de référence peut être réduite de 1% à 10% en fonction de la précision des mesures réalisées, elle peut ainsi être comprise entre 0,99 et 0,9. Selon une alternative, on peut soustraire à la valeur de consigne une quantité prenant en compte ces incertitudes.

[0044] Comme illustré à la figure 4, le moteur 4 de l'engin de chantier 2 entraîne généralement d'autres systèmes qui peuvent être de type hydraulique 42 (vérins permettant de stabiliser l'engin), mécanique 44 (engrenages permettant le pivotement de la cabine de l'engin) ou électrique 46 (générateur électrique alimentant par exemple un système de climatisation de la cabine). La puissance du moteur est répartie entre ces différents systèmes, de ce fait la puissance disponible du moteur pour la pompe 8 varie en fonction du nombre de systèmes que le moteur alimente. Afin de tenir compte de cela, le calculateur peut comprendre un dispositif de détection 48 permettant de prendre en compte la puissance réellement disponible pour la pompe. Par exemple, ce moyen peut détecter le fonctionnement de l'un des systèmes mentionnés ci-dessus, comme par exemple le fonctionnement du système de climatisation de la cabine, et permettre au calculateur 20 de limiter en conséquence la puissance de la pompe 8 pour respecter la dynamique du moteur 4.

[0045] Il est à noter que le couple nominal et la dynamique du moteur 4 varient en fonction de son régime. Afin de prendre en compte ces caractéristiques, le calculateur 20 peut adapter la valeur de consigne (VC) et/ou contrôler la variation de puissance hydraulique théorique de la pompe entre une valeur minimale et une valeur maximale, pour exploiter au mieux la courbe de puissance du moteur 4. De façon avantageuse, la valeur de puissance hydraulique minimale de la pompe peut être choisie de manière à maîtriser l'impact de charge sur le moteur, lorsque le système hydraulique sollicite pour la première fois la pompe. La valeur de couple maximum théorique CMT peut également être choisie pour utiliser de manière optimale la courbe de couple du moteur thermique, quel que soit le régime d'utilisation. La valeur du régime du moteur peut être mesurée par un moyen approprié, comme par exemple par un capteur 50 représenté sur la figure 4, permettant de mesurer en temps réel la vitesse de rotation de l'arbre de puissance 6.

[0046] En conclusion, le dispositif de régulation selon l'invention permet de façon avantageuse de limiter la dynamique d'impact de charge de la pompe sur un moteur l'entraînant de sorte à respecter la dynamique du moteur. Ainsi, le régime du moteur fluctue beaucoup moins et la puissance disponible pour la pompe est constamment ajustée, permettant à la pompe d'alimenter de façon continue un système hydraulique quelle que soit la dynamique du système. La dynamique du moteur est donc préservée et le comportement du système hydraulique est plus fluide.

Revendications

1. Dispositif de régulation de la puissance hydraulique fournie par une pompe (8) hydraulique volumétrique à cylindrée variable alimentant un système hydraulique (18) comprenant :
 - une pompe (4) hydraulique volumétrique à cylindrée variable apte à être entraînée par un moteur thermique (4) ;
 - un dispositif de contrôle (16) connecté à ladite pompe et apte à faire varier la valeur de couple maximal consommé par la pompe en fonction d'une valeur de consigne (VC) ;
 - des moyens de commande (24) aptes à adresser une valeur de consigne (VC) au dispositif de contrôle (16) ;
 - des moyens d'évaluation (22) d'une valeur du couple réel instantané (CRI) consommé par la pompe, **caractérisé en ce que** le dispositif de régulation comprend :
 - des moyens (26, 28) pour évaluer une valeur du couple maximum théorique (CMT) consommé par la pompe (8), en fonction d'une valeur de consigne (VC) appliquée au dispositif de contrôle (16); de
 - des moyens (26) pour calculer un rapport entre la valeur de couple réel instantané (CRI) et le couple maximum théorique (CMT) ;
 - des moyens de mémorisation (28) d'au moins une valeur de référence (VR) ;
 - des moyens (24, 26) pour modifier la valeur de consigne (VC) pour faire tendre vers ou rendre égal ledit rapport à la valeur de référence (VR) ;
 - la valeur de la consigne (VC) étant modifiée par un ou plusieurs incréments dont les valeurs correspondent à une fraction du couple maximal pouvant être consommé par la pompe (4), lesdits incréments étant appliqués selon des intervalles de temps, le rapport entre la valeur d'un incrément et son intervalle de temps associé étant inférieur à une valeur prédéterminée.
2. Dispositif selon la revendication 2, **caractérisé en ce que** la valeur prédéterminée est inférieure à 2000 N.m par seconde.
3. Dispositif selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que** la valeur d'un incrément correspond à une variation du couple maximal consommé par la pompe comprise entre 0% et 5%.
4. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce que** les intervalles de temps sont compris entre 1 et 40 millisecondes.
5. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 4, **caractérisé en ce que** la valeur de référence est com-

prise entre 0,9 et 0,99.

6. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 5, **caractérisé en ce que** le moyen de calcul (22) règle le couple maximum théorique de la pompe à une valeur minimale lorsque la valeur du couple réel consommé est inférieure à 100 Nm.
7. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 6, **caractérisé en ce que** la pompe (8) est actionnée par un moteur (4).
8. Dispositif selon la revendication 7, **caractérisé en ce que** la valeur de consigne (VC) dépend du régime du moteur (4).
9. Dispositif selon la revendication 7 ou 8, **caractérisé en ce que** le moyen (24) limite la valeur de consigne (VC) entre deux valeurs extrêmes dépendantes du régime du moteur (4).
10. Engin de chantier comprenant un dispositif de régulation selon l'une des revendications 1 à 9.

Patentansprüche

1. Leistungsregulierungsvorrichtung der von einer volumetrischen Hydraulikverstellpumpe (8) bereitgestellten hydraulischen Leistung, welche ein Hydrauliksystem (18) versorgt und folgendes umfasst:
 - eine volumetrische Hydraulikverstellpumpe (4), die geeignet ist, um von einem Verbrennungsmotor (4) angetrieben zu werden;
 - eine Kontrollvorrichtung (16), die an der Pumpe angeschlossen und geeignet ist, um den von der Pumpe maximal verwendeten Drehmomentwert in Anlehnung an einen Sollwert (VC) zu variieren;
 - Steuerungsmittel (24), die geeignet sind, der Kontrollvorrichtung (16) einen Sollwert (VC) zu übermitteln;
 - Bewertungsmittel (22) eines momentanen, von der Pumpe verbrauchten realen Drehmomentwerts (CRI), **dadurch gekennzeichnet, dass** die Regulierungsvorrichtung folgendes umfasst:
 - Mittel (26, 28), um den maximalen theoretischen, von der Pumpe (8) verbrauchten Drehmomentwert (CMT) je nach dem auf der Kontrollvorrichtung (16) parametrisierten Sollwert (VC) zu bewerten;
 - Mittel (26) zur Berechnung eines Verhältnisses zwischen dem realen momentanen Drehmoment (CRI) und dem maximalen theoretischen Drehmoment (CMT);
 - Mittel zum Speichern (28) von mindestens

- einem Referenzwert (VR);
- Mittel (24, 26) zur Änderung des Sollwerts (VC), um ihn an den Referenzwert (VR) anzunähern oder mit diesem übereinzustimmen;
 - da der Sollwert (VC) mit Hilfe von einem oder mehreren Inkrementen verändert wird, deren Werte einem Bruchteil des maximalen von der Pumpe (4) verwendbaren Drehmoments bilden, und die besagten Inkremente gemäß bestimmter Zeitintervalle angewendet werden, ist das Verhältnis zwischen dem Wert eines Inkrements und seines assoziierten Zeitintervalls kleiner als ein vorgegebener Wert.
2. Vorrichtung gemäß Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** der vorgegebene Wert kleiner ist als 2.000 N.m pro Sekunde.
 3. Vorrichtung gemäß Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Wert eines Inkrements einer maximalen von der Pumpe verbrauchten Drehmomentsschwankung entspricht, welche zwischen 0% und 5% beträgt.
 4. Vorrichtung gemäß einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Zeitintervalle zwischen 1 und 40 Millisekunden betragen.
 5. Vorrichtung gemäß einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Referenzwert zwischen 0,9 und 0,99 beträgt.
 6. Vorrichtung gemäß einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Rechenmittel (22) das maximale theoretische Drehmoment der Pumpe auf einen Mindestwert einstellt, wenn der Wert der real verbrauchten Drehmoments kleiner als 100 Nm ist.
 7. Vorrichtung gemäß einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Pumpe (8) von einem Motor (4) aktiviert wird.
 8. Vorrichtung gemäß Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Sollwert (VC) von der Motordrehzahl (4) abhängig ist.
 9. Vorrichtung gemäß Anspruch 7 oder 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Mittel (24) den Sollwert (VC) zwischen zwei, von der Motordrehzahl (4) abhängigen Extremwerten begrenzt.
 10. Baumaschine, umfassend eine Reguliervorrichtung gemäß einem der Ansprüche 1 bis 9.

Claims

1. Device regulating the hydraulic power supplied by the variable capacity volumetric hydraulic pump (8) feeding a hydraulic system comprising:
 - a variable capacity volumetric hydraulic pump (4) capable of being driven by a thermal (4)
 - a control device (16) connected to the said pump and which is capable of varying the maximum value of the torque consumed by the pump according to a set value (VC);
 - means of control (24) capable of addressing a set value (VC) to the control device (16);
 - means of evaluating (22) the value of the instantaneous real torque (CRI) consumed by the pump, **characterized in that** the regulating device comprises:
 - means (26, 28) of evaluating a maximum theoretical torque (CMT) value consumed by the pump (8) according to a set value (VC) applied to the control device (16);
 - means (26) of calculating a ratio between the real instantaneous torque value (CRI) and the maximum theoretical torque value (CMT);
 - means (26) of memorizing at least one reference value (VR);
 - means (24, 26) of modifying the set value (VR) to tend to bring the said ratio towards or make it equal to the reference value (VR);
 - with the set value (VC) being modified by one or several increments whose values correspond to a fraction of the maximum torque that the pump (4) can consume, with the said increments applied according to time intervals, the ratio between the value of an increment and its associated time interval being less than a predetermined value.
2. Device according to claim 2, **characterized in that** the predetermined value is less than 2000 Nmper second.
3. Device according to claim 1 or 2, **characterized in that** the value of an increment corresponds to a variation of the maximum torque consumed by the pump, included between 0% and 5%.
4. Device according to one of the claims 1 to 3, **characterized in that** the time intervals are included between 1 and 40 milliseconds.
5. Device according to one of the claims 1 to 4, **characterized in that** the reference value is included between 0.9 and 0.99.

6. Device according to one of the claims 1 to 5, **characterized in that** the means of calculation (22) adjusts the maximum theoretical torque of the pump 28 minimum value when the real consumed torque value is less than 100 N.m. 5
7. Device according to one of the claims 1 to 6, **characterized in that** the pump (8) is operated by an engine (4). 10
8. Device according to claim 7, **characterized in that** the set value (VC) depends on the configuration of the engine (4). 15
9. Device according to the claim 7 or 8, **characterized in that** the means (24) limits the excess value (VC) to between the two extreme values depending on the engine configuration (4). 20
10. Worksite machine including a regulating device according to one of the claims 1 to 9. 25

30

35

40

45

50

55

60

65

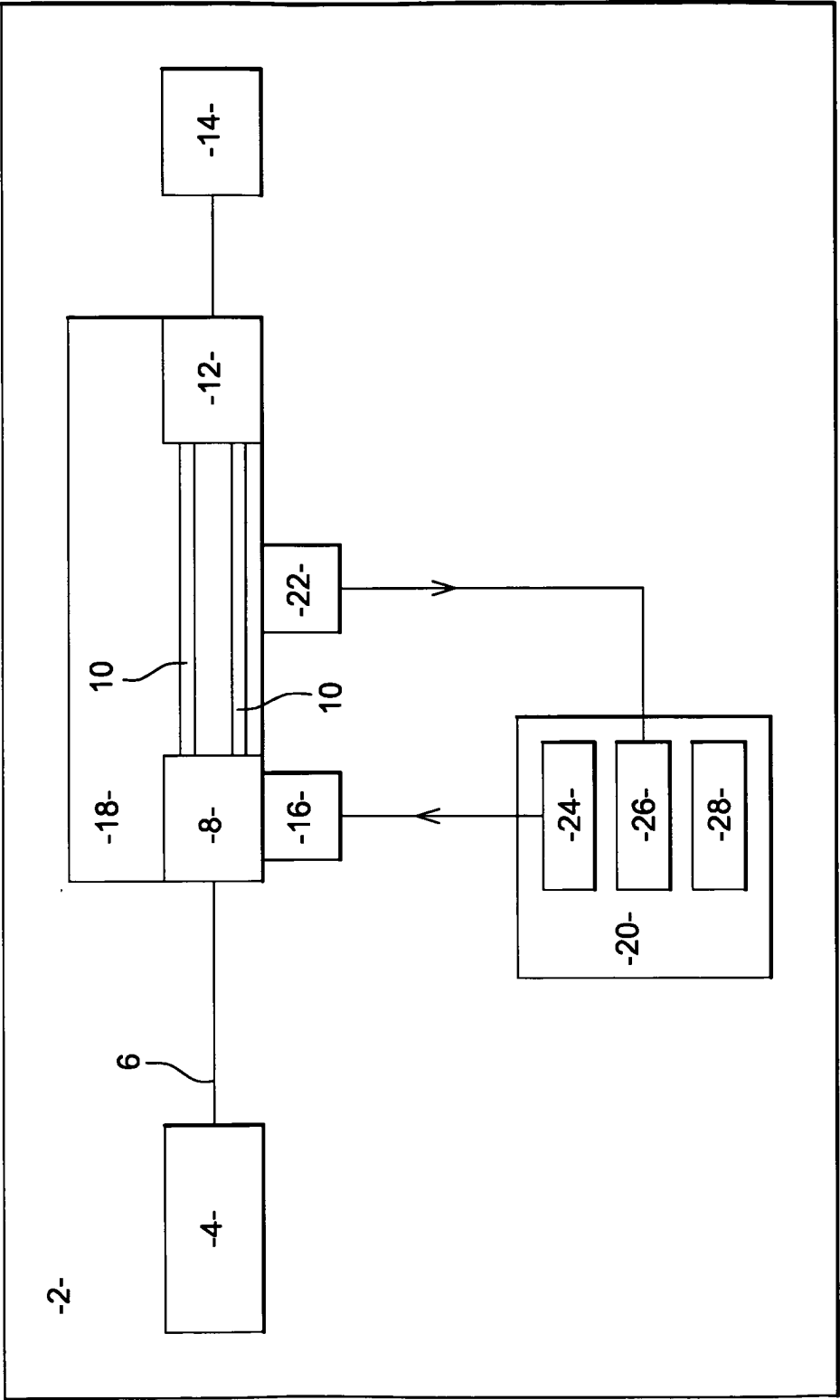


Fig. 1

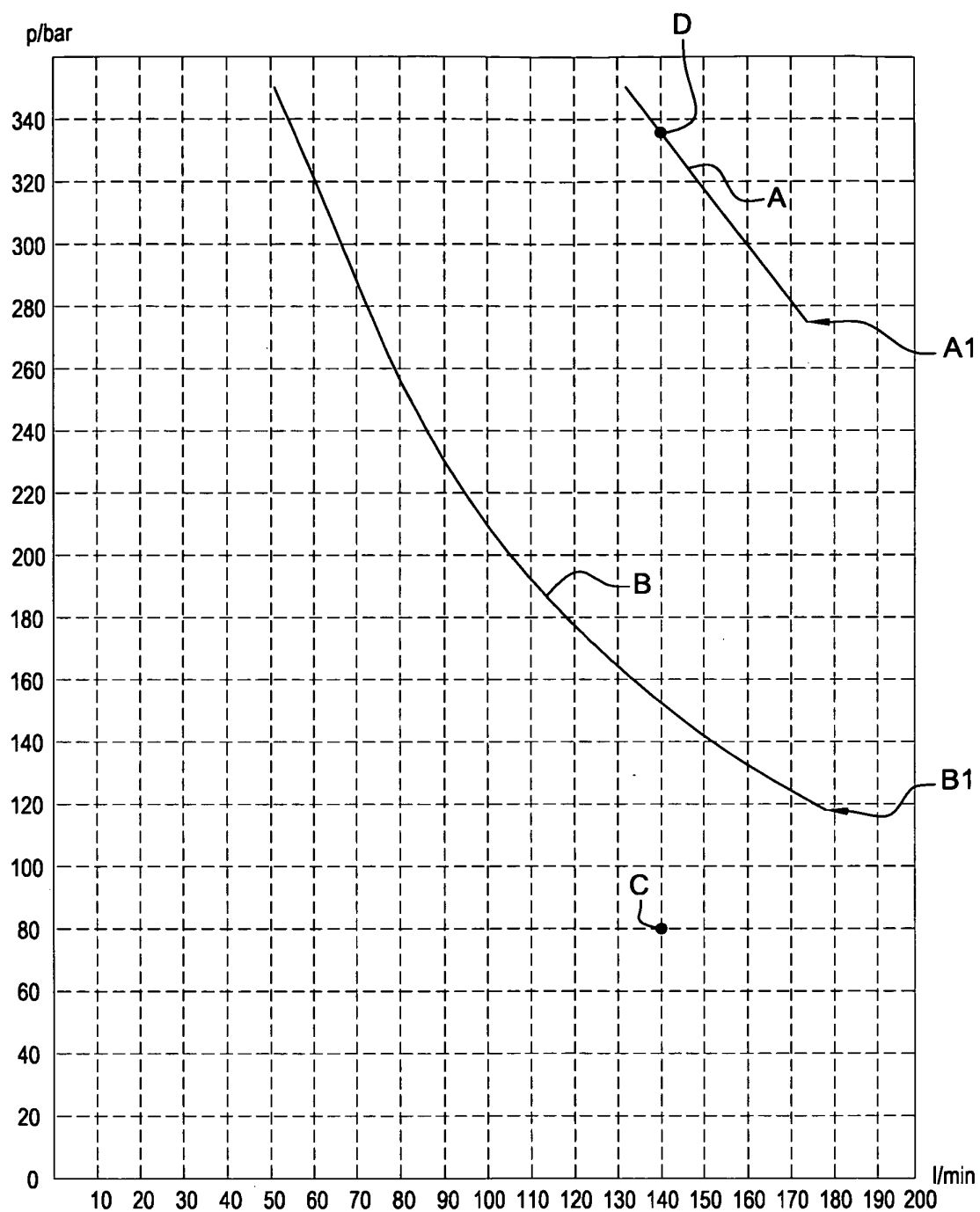


Fig. 2

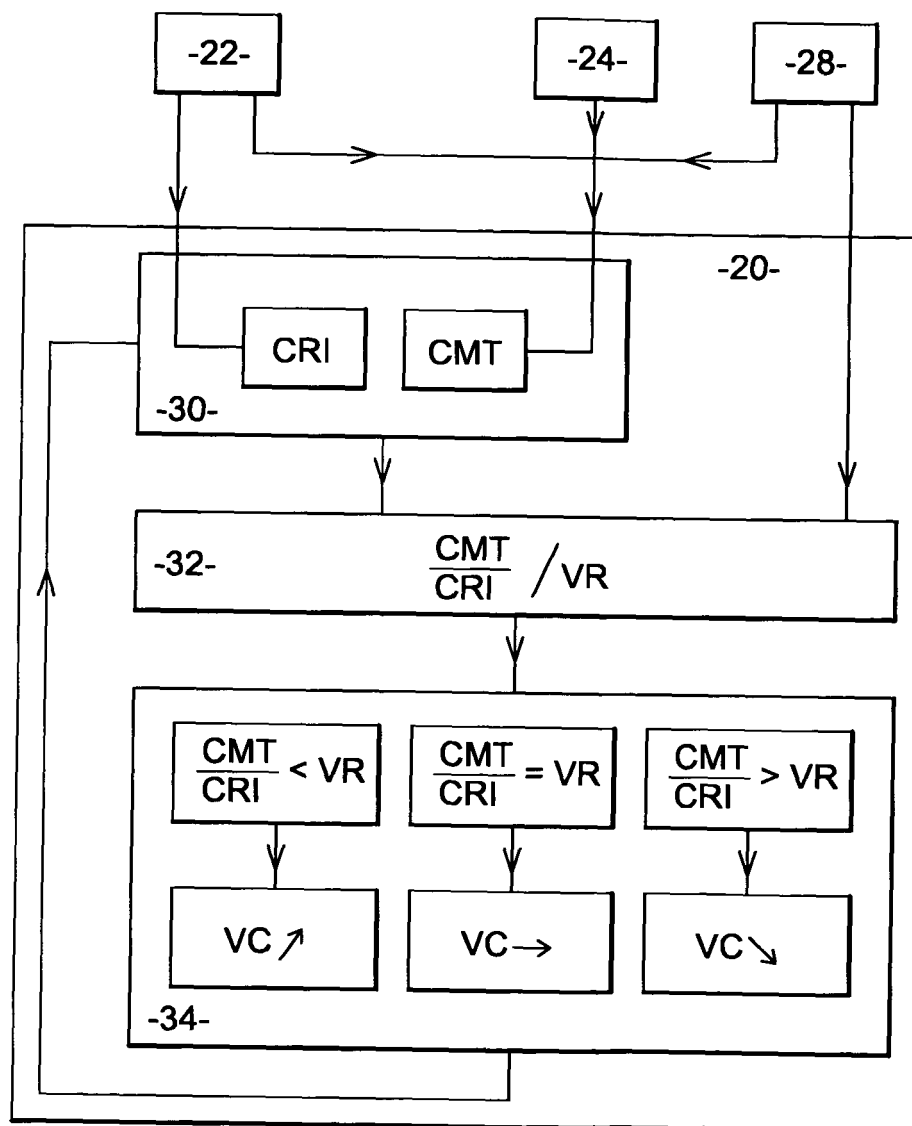


Fig. 3

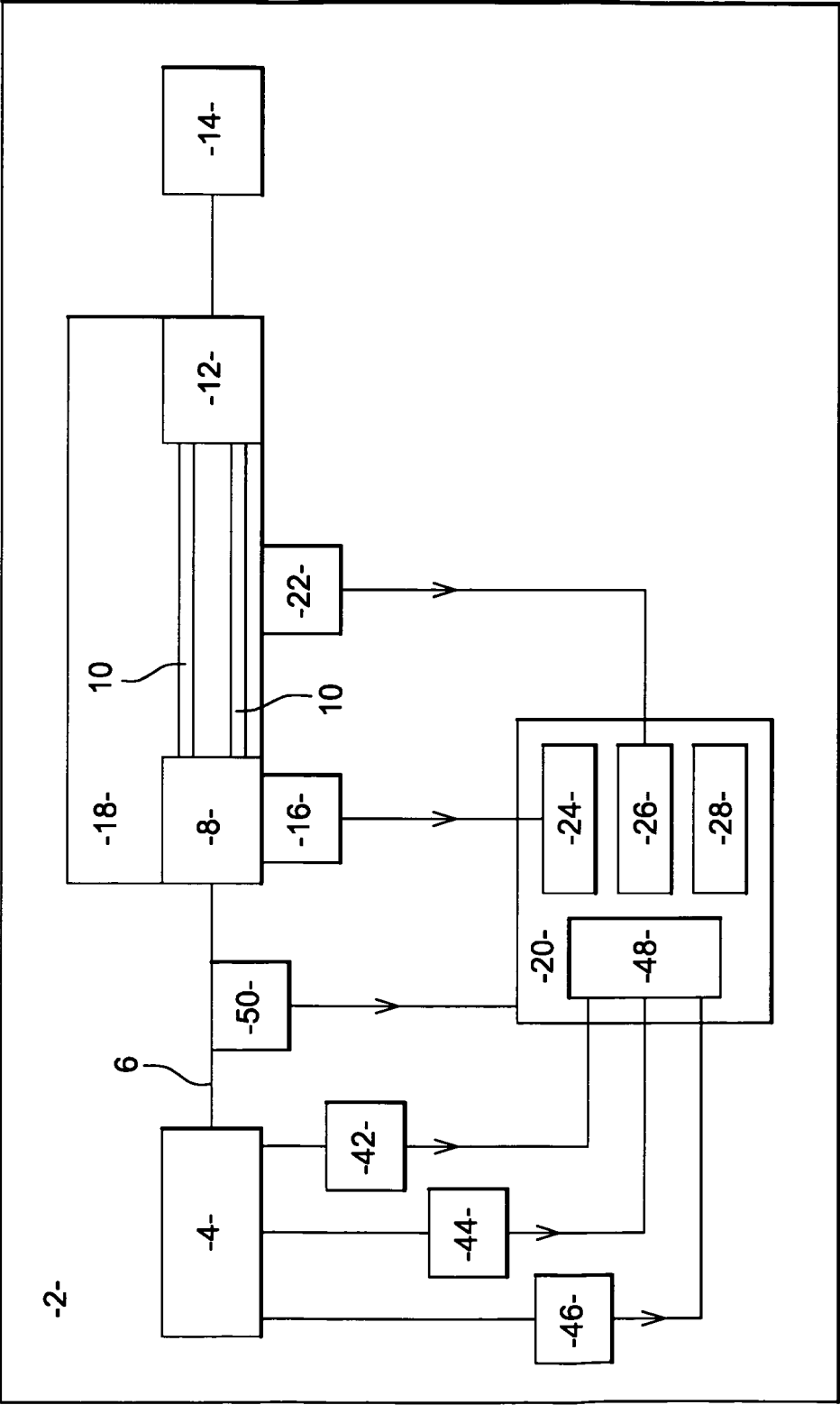


Fig. 4

RÉFÉRENCES CITÉES DANS LA DESCRIPTION

Cette liste de références citées par le demandeur vise uniquement à aider le lecteur et ne fait pas partie du document de brevet européen. Même si le plus grand soin a été accordé à sa conception, des erreurs ou des omissions ne peuvent être exclues et l'OEB décline toute responsabilité à cet égard.

Documents brevets cités dans la description

- US 2007204604 A [0008]