

12

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22 Date de dépôt : 29.06.01.

30 Priorité : 01.07.00 DE 10032022.

43 Date de mise à la disposition du public de la
demande : 04.01.02 Bulletin 02/01.

56 Liste des documents cités dans le rapport de
recherche préliminaire : *Ce dernier n'a pas été
établi à la date de publication de la demande.*

60 Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

71 Demandeur(s) : ROBERT BOSCH GMBH Gesellschaft
mit beschränkter Haftung — DE.

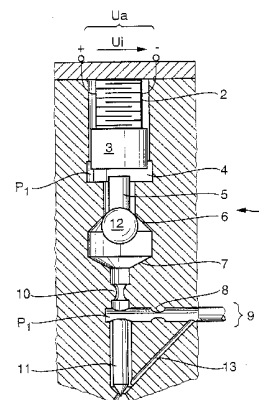
72 Inventeur(s) : RUEGER JOHANNES JORG.

73 Titulaire(s) :

74 Mandataire(s) : CABINET HERRBURGER.

54 PROCEDE POUR DETERMINER LA TENSION DE COMMANDE D'UN INJECTEUR AVEC UN ACTIONNEUR
PIEZO-ELECTRIQUE.

57 Procédé selon lequel avant l'injection suivante on me-
sure indirectement la pression dans un coupleur hydraulique (4). Pour cela on couple l'actionneur piézo-électrique (2) mécaniquement au coupleur (4) pour que la pression induise une tension piézo-électrique correspondante dans l'actionneur (2). Cette tension induite est utilisée avant l'opération d'injection suivante pour corriger la tension de commande de l'actionneur (2). La tension ainsi induite est exploitée comme défaut pour reconnaître un raté d'injection. L'injecteur (1) est utilisé de préférence dans un système de rampe commune d'injection de carburant d'un moteur à essence ou d'un moteur diesel.



Etat de la technique

La présente invention concerne un procédé pour déterminer la tension de commande d'un actionneur piézo-électrique d'un injecteur qui injecte une quantité de liquide à haute pression dans une cavité, l'actionneur étant relié, dans un perçage de l'injecteur, par un piston d'actionnement à un coupleur hydraulique adjacent fonctionnant comme convertisseur hydraulique et exerçant une pression élevée sur un piston avec un organe d'obturation pour déplacer ainsi l'organe d'obturation dans des positions comprises entre un premier siège et un second siège, et après une opération d'injection, le coupleur hydraulique est de nouveau rempli par un canal approprié,

Selon le document DE 197 328 02 on connaît par exemple un injecteur pour injecter de carburant dans la chambre de combustion d'un moteur thermique avec un système à haute pression (système de rampe commune). Cet injecteur comporte deux sièges de soupape vers lesquels est déplacé un organe d'obturation actionné par un moyen d'entraînement piézo-électrique. Lorsque l'organe d'obturation de l'injecteur est initialement dans une position de fermeture contre le premier siège de soupape, le moyen d'entraînement piézo-électrique peut le faire passer dans une position intermédiaire entre les sièges de soupape puis dans une seconde position de fermeture contre le second siège. A cet effet chargé l'actionneur piézo-électrique est à une tension de commande dépendant de la pression régnant dans le système de rampe commune. Du fait de la tension appliquée, l'actionneur s'allonge dans la direction longitudinale et déplace ainsi l'organe d'obturation vers le second siège. Pour inverser le mouvement de l'organe d'obturation en direction du premier siège on décharge de nouveau l'actionneur.

Le déroulement du mouvement de l'organe d'obturation d'un siège à l'autre est obtenu par une décharge brève de la chambre de commande d'injecteur soumise à une haute pression, le niveau de pression assurant la commande d'une aiguille d'injecteur en position d'ouverture ou de fermeture. L'injection du carburant se fait lorsque l'organe d'obturation occupe une position intermédiaire entre les deux sièges. Cela permet de réaliser également une double injection de carburant, par exemple une pré-injection et une injection principale.

La commande de l'organe d'obturation ne se fait pas directement mais par l'intermédiaire d'une conversion hydraulique dans un coupleur hydraulique. Si l'actionneur piézo-électrique est fortement solli-

cité en tension pour que son organe d'obturation se soulève par rapport à son siège, une partie de la quantité de carburant qui se trouve dans la chambre hydraulique est expulsée à travers des intervalles de fuite. Cet effet est particulièrement important si la soupape de commande est maintenue contre le second siège du côté de la zone haute pression car dans ce cas la pression antagoniste exercée par la pression dans la rampe est particulière importante. Le nouveau remplissage de la zone basse pression dans la chambre du coupleur hydraulique se fait par l'intermédiaire d'une pression du système qui en pratique peut être de l'ordre de 15 bars. Le remplissage se fait également par l'intervalle de fuite mais toutefois seulement pendant le temps que l'actionneur piézo-électrique n'est pas commandé.

Dans l'injecteur connu, la difficulté est que le coupleur hydraulique ne peut pas en général se remplir de nouveau compl tement. La course de la soupape qui peut s'établir pour une même tension de commande de l'actionneur piézo-électrique peut être ainsi très différente en fonction du degré de remplissage. Plus deux injections sont rapprochées et plus faible sera le nouveau remplissage du coupleur. Il est également gênant que pour une durée de commande prolongée de l'actionneur et une durée de sollicitation plus grande du coupleur hydraulique, les quantités de fuite augmentent. Dans ce cas, le nouveau remplissage n'est pas toujours assuré et ainsi on aura une course de soupape différente pour une tension de commande inchangée. Cette course de soupape différente aura de nouveau l'inconvénient que le dosage de l'injecteur ne sera pas précis et pourra aboutir le cas échéant à l'absence d'injection de carburant si du fait du nouveau remplissage, faible du coupleur, la soupape ne pourra être positionnée correctement et l'aiguille de l'injecteur ne s'ouvrira pas.

Avantages de l'invention

La présente invention a pour but de remédier à ces inconvénients et concerne à cet effet un procédé du type défini ci-dessus, caractérisé en ce que après une opération d'injection on mesure un paramètre correspondant à la pression dans le coupleur hydraulique et avec ce paramètre et d'un algorithme prédéterminé, on définit une valeur de la tension de commande de l'actionneur piézo-électrique.

Le procédé selon l'invention pour déterminer la tension de commande d'un actionneur piézo-électrique d'un injecteur offre l'avantage qu'indépendamment de la durée de l'injection précédente ou de sa commande on aura toujours une commande optimale de l'actionneur.

Il est particulièrement avantageux qu'indépendamment du degré de remplissage instantané du coupleur hydraulique et de la pression, à l'aide du paramètre mesuré on positionne l'injecteur pour qu'il fournisse effectivement la quantité nécessaire à l'injection. Cela est notamment nécessaire aux faibles dosages.

Il est particulièrement avantageux que la pression dans le coupleur hydraulique agisse sur l'actionneur piézo-électrique et y induise une tension mesurable sur les bornes de branchement. Cela permet de détecter avantageusement de manière indirecte la pression régnant dans le coupleur sans nécessiter d'autres capteurs ; cette pression agit sur l'actionneur et y induit une tension.

Il est en outre avantageux que la pression soit mesurée entre deux injections, par exemple juste avant le début de l'injection suivante. Cela garantit la saisie de la pression régnant instantanément dans le coupleur.

Une solution avantageuse consiste en outre à mémoriser l'algorithme sous la forme d'un tableau de sorte que les valeurs correspondantes associées entre la pression et la commande soient simplement accessibles.

Si toutefois la tension induite est inférieure à un seuil prédéterminé, on peut supposer qu'il n'y a pas eu d'injection ou pas d'injection correcte car le coupleur n'était pas suffisamment rempli. On peut utiliser avantageusement cet effet pour détecter des ratés ou un défaut de remplissage du coupleur.

Il est également avantageux d'adapter la tension de commande proportionnellement à la pression du coupleur. Cette adaptation peut se faire à l'aide d'un facteur par lequel on multiplie par exemple la tension de commande. Notamment lorsqu'on mesure la pression de couplage juste avant l'injection suivante, il est avantageux de tenir compte du degré de remplissage actuel du coupleur.

La détermination et l'obtention de la tension de commande pour l'actionneur à l'aide d'un programme constitue une solution simple permettant de simplifier également l'application à différents types de moteur car cela ne nécessite aucune modification mécanique.

Un avantage particulier réside dans l'utilisation du procédé pour l'injection de carburant dans un moteur à combustion interne, du moins le calcul de la tension de commande, réglable individuellement pour chaque cylindre du moteur.

Dessins

La présente invention sera décrite ci-après à l'aide d'un exemple de réalisation de l'invention représenté dans les dessins dans lesquels :

- 5 - la figure 1 montre une construction schématique d'un injecteur,
- les figures 2a et 2b montrent des diagrammes de la tension de commande et de la courbe de pression,
- la figure 3 montre un diagramme de la pression du coupleur et de la tension de l'actionneur,
- 10 - la figure 4 montre un diagramme de structure,
- la figure 5 montre un autre diagramme.

Description

La figure 1 montre schématiquement un injecteur 1 muni d'un perçage central. La partie supérieure reçoit un piston d'actionnement 3 avec un actionneur piézo-électrique 2. Le piston d'actionnement 3 est
15 relié solidairement à l'actionneur 2. Le piston d'actionnement 3 ferme en partie haute un coupleur hydraulique 4 dont la partie inférieure est reliée par une ouverture et un canal de liaison jusqu'à un premier siège 6 recevant un piston 5 avec un organe d'obturation 12. L'organe d'obturation 12
20 est une soupape de commande à double fermeture. Cette soupape ferme le premier siège 6 lorsque l'actionneur 2 est en phase de repos. Lorsque l'actionneur 2 est mis en œuvre, c'est-à-dire lorsqu'on applique une tension de commande U_a aux bornes (+, -), l'actionneur 2 agit sur le piston d'actionnement 3 et pousse par le coupleur hydraulique 4, le piston 5 et
25 l'organe d'obturation 12 vers le second siège 7. Sous le second siège 7, le canal reçoit une aiguille d'injecteur 11 ; cette aiguille ferme ou libère la sortie du canal de haute pression 13 (pression de la rampe commune) suivant la tension de commande U_a qui est appliquée. La haute pression provient du fluide à injecter, par exemple du carburant d'un moteur
30 thermique arrivant par une alimentation 9. Un organe d'étranglement d'alimentation 8 et un organe d'étranglement de sortie 10 permettent de commander le débit de fluide arrivant en direction de l'aiguille 11 et du coupleur hydraulique 4. Le coupleur hydraulique 4 a ainsi pour fonction d'une part d'amplifier la course du piston 5 et d'autre part de découpler la
35 soupape de commande vis-à-vis des dilatations statiques de température de l'actionneur 2. Le moyen de remplissage du coupleur n'est pas représenté.

Le fonctionnement de cet injecteur sera décrit ci-après de manière plus détaillée. A chaque commande de l'actionneur 2, le piston d'actionnement 3 est déplacé en direction du coupleur hydraulique 4. Le piston 5 se déplace également avec l'organe d'obturation 12 vers le second siège 7. Une partie du fluide par exemple du carburant, qui se trouve dans le coupleur hydraulique 4 est éjecté par les intervalles de fuite. Entre deux injections il faut ainsi de nouveau remplir le coupleur hydraulique 4 pour garantir son fonctionnement.

Une pression élevée est appliquée par le canal d'alimentation 9 ; dans le cas d'un système à rampe commune, cette pression peut être de l'ordre de 200 à 1600 bars. Cette pression agit contre l'aiguille d'injecteur 11 et la maintient fermée de sorte que le carburant ne peut s'échapper. Si maintenant par suite de la tension de commande U_a , l'actionneur 2 est commandé et que l'organe d'obturation 12 est déplacé en direction du second siège, la pression régnant dans la zone à haute pression diminue et l'aiguille 11 libère le canal d'injection.

Ce comportement de l'injecteur 1 sera une nouvelle fois décrit à l'aide des diagrammes des figures 2a, 2b.

La figure 2a représente sur l'axe Y la tension de commande U_a en fonction du temps (t). La figure 2b représente la pression de couplage P_1 correspondante, mesurée dans le coupleur hydraulique 4. En l'absence de tension de commande U_a il s'établit une pression stationnaire P_1 dans le coupleur ; cette pression peut représenter par exemple 1/10 de la pression P_r régnant dans la partie haute pression. Après la décharge de l'actionneur 2, la pression du coupleur est voisine de 0 et elle sera relevée par le nouveau remplissage. Avant la nouvelle opération de charge, on n'atteint toutefois pas la pression de remplissage stationnaire P_1 comme cela apparaît pour la position $t = b$. Ce n'est qu'à l'instant (c) que la montée en pression par le nouveau remplissage du coupleur 4 atteint de nouveau la pression de couplage P_1 (d). La courbe de pression est commandée par la tension de commande U_a . Dans la position (a) on atteint la tension la plus élevée par exemple 200 V et la pression la plus élevée. La pression suit alors la courbe de tension c'est-à-dire suivant la position prise par l'organe d'obturation 12 entre le premier siège 6 et le second siège 7. Il serait souhaitable qu'à l'instant (b) on ait déjà atteint la pression de couplage initiale P_1 . Mais comme cela n'est pas le cas, il faut corriger de manière correspondante la tension de commande.

Selon l'invention, il est proposé de mesurer la courbe de pression dans le coupleur hydraulique 4 à l'aide de la tension induite (tension piézo-électrique) U_i dans l'actionneur 2. Du fait de la pression élevée notamment dans le système à rampe commune, à cause du rapport de
5 démultiplication du coupleur par exemple de 1:10, on aura une pression de remplissage allant jusqu'à 160 bars. Cette pression de remplissage, élevée fait que lorsque l'actionneur est déchargé, c'est-à-dire que l'organe d'obturation 12 est appliqué contre le premier siège 6 de l'injecteur à double fermeture 1, on aura une pression élevée dans le coupleur 4 créant
10 une tension piézo-électrique U_i correspondante dans l'actionneur 2. Si le coupleur 4 n'est pas rempli ou ne l'est pas suffisamment, la pression dans le coupleur 4 sera plus faible et la tension U_i plus faible.

La figure 5 montre des courbes correspondantes pour la tension U_i . La courbe (a) correspond à un coupleur 4 vide ; les courbes b,
15 c correspondent à un coupleur rempli. Si à l'instant t_1 mesuré directement avant la commande à l'instant t_2 , on mesure la tension U_i , selon le degré de remplissage du coupleur 4 on aura une courbe de tension correspondante.

En prédéfinissant un seuil S on peut déterminer à l'instant
20 t_1 si le coupleur 4 est ou non suffisamment rempli. Ceci constitue un bon indicateur de défaut pour déceler des ratés de combustion. En effet lorsqu'un coupleur 4 n'est pas suffisamment rempli, il peut provoquer une injection incomplète ou une absence d'injection de carburant. Dans ce cas le cas échéant par une augmentation de la tension de l'actionneur, on ne
25 peut plus commander correctement l'injecteur car il n'y a plus la pression nécessaire dans le coupleur. Ce défaut de passage en dessous du seuil peut être indiqué par voie optique ou acoustique et/ou mémorisé dans une mémoire de défaut correspondante de sorte que même ultérieurement, on peut avoir la trace de ce défaut, par exemple en atelier.

La figure 3 montre la relation entre la pression de coupleur
30 P_1 et la tension U_i induite dans l'actionneur. On remarque que la tension U_i de l'actionneur est proportionnelle à la pression P_1 du coupleur. La courbe 31 montre la pression du coupleur et la courbe 32 la tension induite U_i dans l'actionneur. Ces courbes montrent par exemple qu'on peut
35 former un algorithme avec un simple coefficient de proportionnalité, cet algorithme servant ensuite à corriger la tension d'actionneur U_i en fonction de la pression de coupleur P_1 .

Selon une variante de réalisation de l'invention, il est prévu d'enregistrer les valeurs correspondant à la relation entre la pression et la tension induite sous la forme d'un tableau inscrit dans une mémoire correspondante. A l'aide d'un programme approprié on peut utiliser ces valeurs pour corriger la tension de commande U_a . Le programme correspondant fait de préférence partie d'un système de commande de moteur en particulier pour l'injection directe d'un moteur à essence ou d'un moteur diesel.

La figure 4 montre un diagramme de structure permettant de déduire le programme de correction de la tension de commande U_a . On remarque que ce diagramme de structure s'applique par exemple à un cylindre du moteur thermique et peut être modifié au choix pour un autre cylindre. La tension U_i induite dans l'actionneur 2 qui est une mesure de la pression dans le coupleur 4 est préparée comme signal à la position 41 et elle est appliquée comme grandeur de pression P_1 à un soustracteur 42. Ce soustracteur 42 reçoit en outre la valeur de la pression P_1 qui se réglerait de manière stationnaire dans le coupleur 44. Comme résultat, à la sortie du soustracteur 42 on a une différence de pression dP . La différence de pression est appliquée à une courbe caractéristique 43 donnant ainsi une tension de correction U_{corr} . Cette tension de correction est additionnée à la tension de commande U_a . Pour déceler des ratés on fournit cette tension U_{corr} par exemple à un comparateur non représenté pour la comparer à un seuil prédéterminé S ; le cas échéant on génère un signal de défaut et/ou on enregistre. Dans ces conditions le défaut sera encore disponible ultérieurement comme preuve.

Selon une variante de réalisation de l'invention, on utilise la tension induite U_i ou la pression de couplage P_k qui en résulte pour détecter un défaut.

Selon une autre caractéristique, la tension d'actionneur U_1 est mesurée directement avant la commande suivante, de préférence à l'instant auquel on mesure la pression de rampe dans le canal à haute pression.

REVEN DICATIONS

1°) Procédé pour déterminer la tension de commande d'un actionneur piézo-électrique (2) d'un injecteur (1) qui injecte une quantité de liquide à haute pression dans une cavité,

5 l'actionneur (2) étant relié, dans un perçage de l'injecteur (1), par un piston d'actionnement (3) à un coupleur hydraulique (4) adjacent fonctionnant comme convertisseur hydraulique et exerçant une pression élevée sur un piston (5) avec un organe d'obturation (12) pour déplacer ainsi l'organe d'obturation (12) dans des positions comprises entre un premier
10 siège (6) et un second siège (7), et

après une opération d'injection, le coupleur hydraulique (4) est de nouveau rempli par un canal approprié,

caractérisé en ce que

après une opération d'injection on mesure un paramètre correspondant à
15 la pression (P_1) dans le coupleur hydraulique (4) et

avec ce paramètre et d'un algorithme prédéterminé, on définit une valeur de la tension de commande (U_a) de l'actionneur piézo-électrique (2).

2°) Procédé selon la revendication 1,

20 caractérisé en ce qu'

aux bornes de l'actionneur on mesure comme paramètre, une tension (U_i) induite dans l'actionneur (2) par la pression (P_1) dans le coupleur (4).

3°) Procédé selon la revendication 2,

25 caractérisé en ce qu'

on mesure la tension entre deux injections.

4°) Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 3,

caractérisé en ce qu'

30 on adapte la tension de commande (U_a) à la pression (P_1) régnant effectivement dans le coupleur (4).

5°) Procédé selon la revendication 1,

caractérisé en ce que

35 l'algorithme comprend un tableau dans lequel sont enregistrées les valeurs associées entre la pression (P_1), la tension induite (U_i) et/ou la tension de commande (U_a).

6°) Procédé selon la revendication 2,
caractérisé en ce qu'
en cas de dépassement vers le bas d'un seuil donné pour la tension in-
duite (U_i) et/ou la pression de couplage calculée (P_k), on émet un signal de
5 défaut.

7°) Procédé selon la revendication 6,
caractérisé en ce que
le signal de défaut est émis par un moyen optique, acoustique et/ou est
10 enregistré dans une mémoire de défaut.

8°) Procédé selon la revendication 1,
caractérisé en ce que
la tension de commande (U_a) est adaptée de manière proportionnelle à la
15 pression de coupleur (P_1).

9°) Procédé selon la revendication 1,
caractérisé en ce que
la tension d'actionneur (U_1) est mesurée directement avant la commande
20 suivante, de préférence à l'instant auquel on mesure la pression de rampe
dans le canal à haute pression.

10°) Procédé selon la revendication 1,
caractérisé en ce qu'
25 on détermine la tension de commande (U_a) à l'aide d'un programme.

11°) Procédé selon la revendication 10,
caractérisé en ce que
le programme fait partie d'un système de calculateur pour la commande
30 du moteur, de préférence pour un système à rampe commune.

12°) Application du procédé selon l'une quelconque des revendications
1 à 11,
caractérisée en ce que
35 l'injection directe de carburant est appliquée à un moteur à essence ou un
moteur diesel.

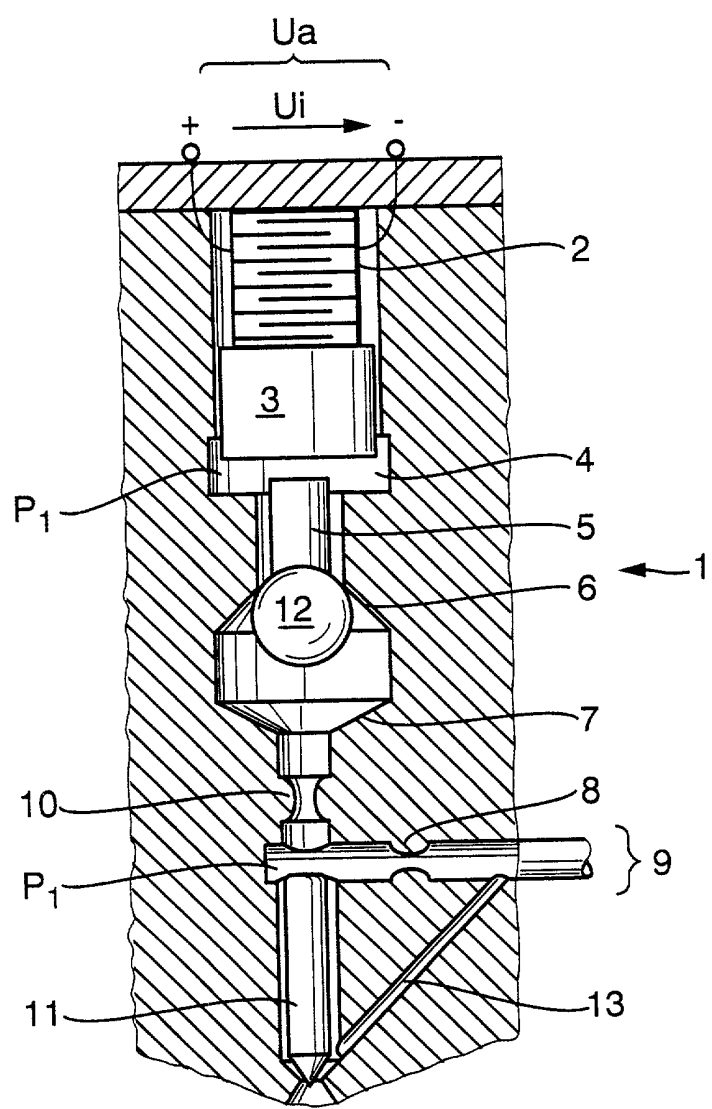


Fig. 1

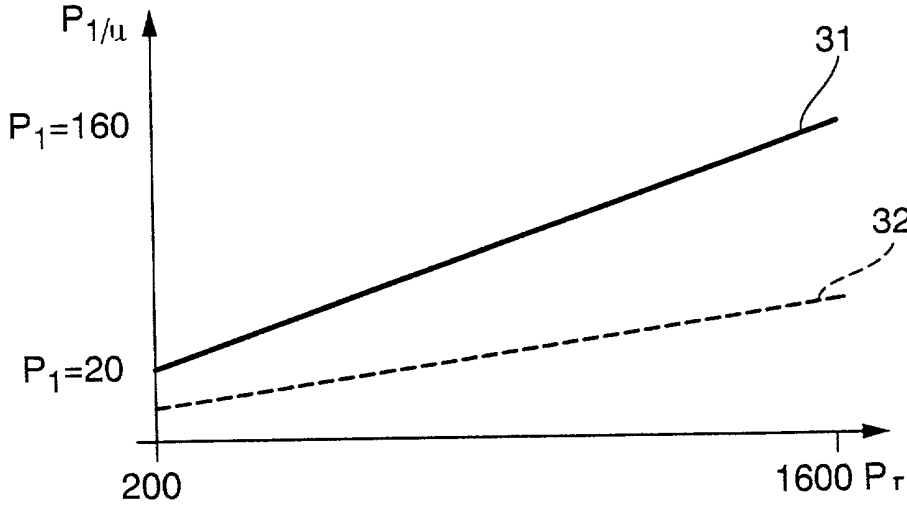
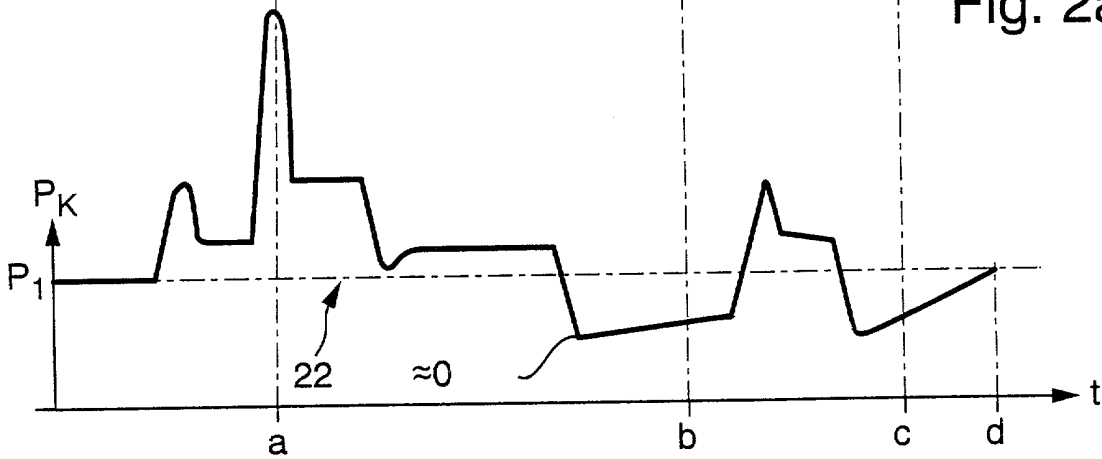
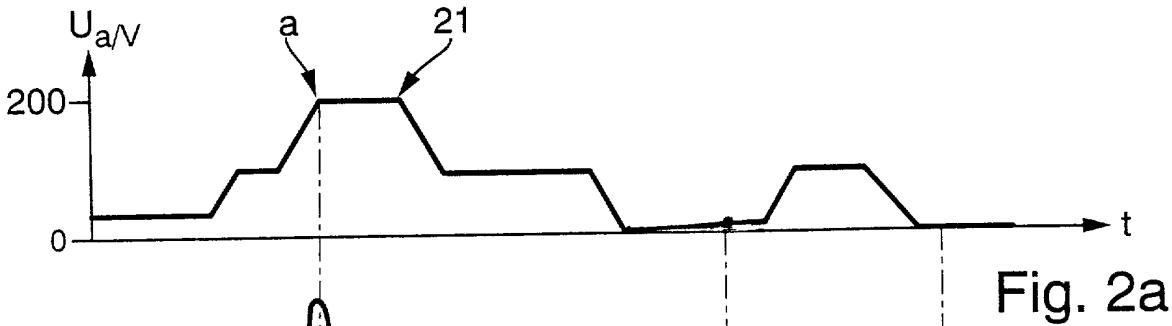


Fig. 3

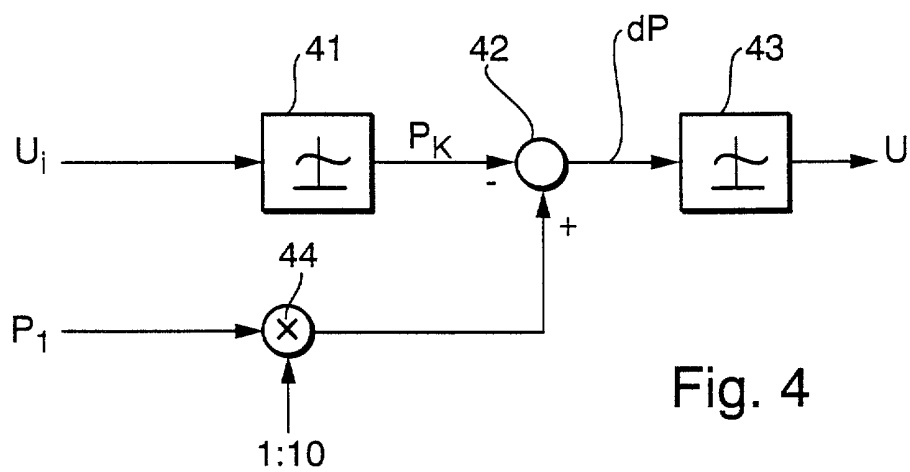


Fig. 4

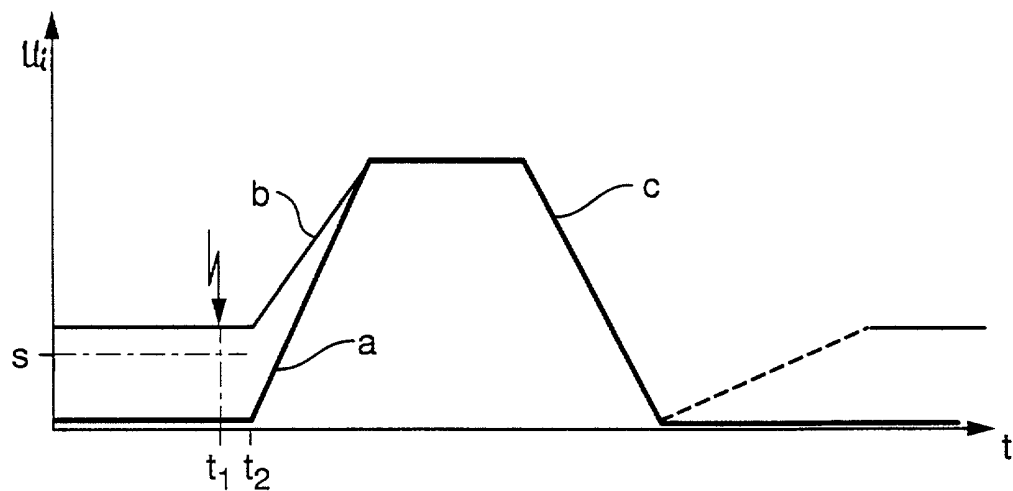


Fig. 5