

12

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22 Date de dépôt : 26.06.03.

30 Priorité : 28.06.02 JP 02190258.

43 Date de mise à la disposition du public de la demande : 02.01.04 Bulletin 04/01.

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) : TOYOTA JIDOSHA KABUSHIKI  
KAISHA — JP.

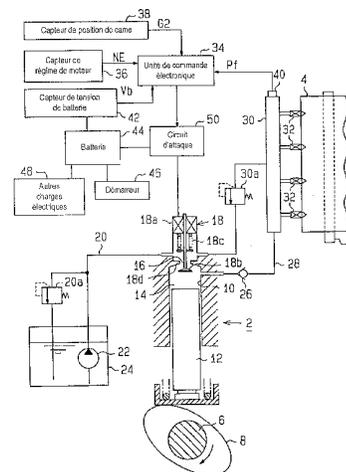
72 Inventeur(s) : SEO HIROMITSU et IDOGAWA  
MASANAO.

73 Titulaire(s) :

74 Mandataire(s) : NOVAGRAAF BREVETS.

54 DISPOSITIF DE DISTRIBUTION DE CARBURANT A HAUTE PRESSION POUR UN MOTEUR A COMBUSTION INTERNE ET PROCEDE POUR COMMANDER LE DISPOSITIF.

57 Une pompe à carburant (2) aspire du carburant depuis un réservoir de carburant (24) vers une chambre de compression (14) durant un temps d'aspiration, et met sous pression et envoie du carburant dans la chambre de compression (14) vers une conduite de distribution. Une électrovanne (18) est actionnée par de l'électricité provenant d'une batterie (44) pour raccorder et séparer sélectivement le réservoir de carburant (24) de la chambre de compression (14). Une unité ECU (34) détermine les instants d'ouverture et de fermeture de l'électrovanne (18) sur la base de la phase de rotation d'un moteur. Lorsque celle-ci n'est pas identifiée, l'unité ECU (34) exécute une commande de rapport cyclique pour répéter de façon cyclique l'application et l'arrêt du courant vers l'électrovanne (18). L'unité ECU (34) prolonge une période d'application de courant dans chaque cycle de la commande de rapport cyclique lorsque la tension de l'alimentation est diminuée.



## TITRE DE L'INVENTION

Dispositif de distribution de carburant à haute pression pour un moteur à combustion interne et procédé pour commander le dispositif

5

## ARRIERE-PLAN DE L'INVENTION

La présente invention se rapporte à un dispositif de distribution de carburant à haute pression destiné à un moteur à combustion interne, lequel dispositif envoie du carburant à haute pression à un système d'injection de carburant du moteur, et à un procédé de commande du dispositif.

La publication de brevet japonais mise à la disposition du public N° 10-61468 décrit une pompe à carburant à haute pression ayant un piston qui va et vient en raison de la rotation d'un vilebrequin d'un moteur. Le va-et-vient du piston dans une chambre de compression aspire du carburant dans la chambre de compression et met sous pression le carburant aspiré. Le carburant sous pression est envoyé à la conduite de distribution.

Durant un temps d'aspiration du piston, dans lequel la chambre de compression se dilate, une électrovanne située dans la chambre de compression ne reçoit aucun courant et est donc ouverte. Il en résulte que du carburant est fourni à l'intérieur de la chambre de la mise en pression depuis une pompe d'alimentation, qui fait partie de la source d'alimentation en carburant. Durant un temps de compression du piston, dans lequel la chambre de compression est comprimée, l'électrovanne reçoit du courant et est fermée à un instant correspondant à la quantité de carburant qui doit être envoyée au système d'injection de carburant. Il en résulte que le carburant dans la chambre de compression est sous pression. Le carburant sous pression repousse une vanne de décharge de carburant en l'ouvrant et il est fourni à la conduite de distribution, qui fait partie d'un système d'injection de carburant.

Le piston de la publication mentionnée précédemment va et vient en raison de la rotation du vilebrequin du moteur à combustion interne. De ce fait, pour pouvoir déterminer la position de la course du piston dans la chambre de compression, l'angle de phase de rotation du vilebrequin doit être identifié. Cependant, l'angle de phase de rotation du vilebrequin ne peut pas être identifié par exemple lorsque le moteur est démarré. A

ce moment, il est impossible de commander l'électrovanne conformément à un traitement normal même si la pompe à haute pression fonctionne. Donc, lorsque le moteur est en cours de démarrage, du carburant à haute pression n'est pas fourni au système d'injection de carburant, et le carburant dans le système d'injection de carburant n'est pas mis en pression à un stade antérieur. Ceci gêne une injection de carburant souhaitée et dégrade le démarrage du moteur.

Pour éliminer cet inconvénient, la technologie décrite dans la publication ci-dessus met sous pression le carburant dans le système d'injection de carburant à un stade antérieur de la manière suivante. C'est-à-dire que lorsque l'angle de phase de rotation du vilebrequin n'est pas identifié, une commande de rapport cyclique est exécutée pour un courant d'alimentation et d'arrêt vers l'électrovanne avec des cycles courts. Chaque temps d'aspiration du piston correspond à chaque période d'arrêt du courant de la commande avec rapport cyclique. Dans chaque période d'arrêt du courant, l'électrovanne est ouverte, et du carburant est aspiré dans la chambre de compression. Lorsque le piston est dans un temps de compression, l'électrovanne est fermée à un premier instant d'application de courant dans la commande de rapport cyclique. Durant cette période de fermeture de l'électrovanne, la pression du carburant dans la chambre de compression augmente. Bien que le courant vers l'électrovanne soit arrêté après la période de fermeture, la pression du carburant dans la chambre de compression maintient l'état fermé de l'électrovanne. Dans les temps de mise en pression suivants, l'électrovanne n'est pas ouverte indépendamment du fait que la commande de rapport cyclique est exécutée. Pour cette raison, même si l'angle de phase de rotation du vilebrequin n'est pas identifié, la pression du carburant dans la chambre de compression est augmentée, de sorte que le carburant repousse en l'ouvrant la vanne de décharge de carburant et qu'il est fourni au système d'injection de carburant dans un état sous pression.

Cependant, lorsque le moteur est démarré, la tension de l'alimentation, telle que la batterie, est diminuée en raison d'une charge électrique créée par l'activation d'un moteur de démarreur. Si la tension diminue significativement, l'électrovanne n'est pas complètement fermée durant la période d'application de courant de la commande de rapport cyclique, ce

qui résulte en une augmentation de pression insuffisante dans la chambre de compression. Ceci empêche éventuellement le système d'injection de carburant de recevoir du carburant à haute pression, et empêche l'efficacité de la mise en pression du carburant fourni au système d'injection de carburant d'être améliorée.

#### RESUME DE L'INVENTION

En conséquence, c'est un objectif de la présente invention de fournir un dispositif de distribution de carburant à haute pression destiné à un moteur à combustion interne et un procédé pour commander le dispositif, lesquels dispositif et procédé améliorent l'efficacité de la mise en pression du carburant fourni à un système d'injection de carburant.

Pour atteindre les objectifs qui précèdent et d'autres, et conformément aux buts de la présente invention, un dispositif de distribution de carburant à haute pression est fourni. Le dispositif met sous pression du carburant fourni depuis une source d'alimentation en carburant et envoie le carburant sous pression à un système d'injection de carburant d'un moteur à combustion interne. Le dispositif comprend une pompe à carburant, une électrovanne, un dispositif de détection de tension, et un contrôleur. La pompe à carburant comporte une chambre de compression, et répète un temps de compression et un temps d'aspiration conformément à une rotation du moteur. Durant chaque temps d'aspiration, la pompe à carburant aspire du carburant depuis la source d'alimentation en carburant vers la chambre de compression. Durant chaque temps de compression, la pompe à carburant met sous pression du carburant dans la chambre de compression et envoie le carburant sous pression vers le système d'injection de carburant. L'électrovanne raccorde et sépare sélectivement la chambre de compression de la source d'alimentation en carburant. L'électrovanne est actionnée par l'électricité fournie depuis une alimentation. Le dispositif de détection de tension détecte une tension de l'alimentation électrique. Le contrôleur commande l'électrovanne. Pour régler la quantité de carburant à fournir au système d'injection de carburant, le contrôleur détermine les instants d'ouverture et de fermeture de l'électrovanne sur la base d'une phase de rotation du moteur. Lorsque la phase de rotation du moteur n'est pas identifiée, le contrôleur exécute une commande de rapport

cyclique pour répéter de façon cyclique l'application et l'arrêt du courant vers l'électrovanne. Le contrôleur étend une période d'application de courant de chaque cycle de la commande de rapport cyclique lorsque la tension détectée par le dispositif  
5 de détection de tension est diminuée.

Sous un autre aspect de la présente invention, un procédé destiné à commander un dispositif de distribution de carburant à haute pression pour un moteur à combustion interne est fourni. Le dispositif comprend une pompe à carburant ayant une chambre  
10 de compression et une électrovanne. La pompe à carburant répète un temps de compression et un temps d'aspiration conformément à une rotation du moteur. Durant chaque temps d'aspiration, la pompe à carburant aspire du carburant depuis une source d'alimentation en carburant dans la chambre de compression.  
15 Durant chaque temps de compression, la pompe à carburant met sous pression le carburant dans la chambre de compression et envoie le carburant sous pression à un système d'injection de carburant du moteur. L'électrovanne est actionnée par de l'électricité fournie depuis une alimentation pour raccorder et  
20 séparer sélectivement la chambre de compression de la source d'alimentation en carburant. Le procédé comprend : la détermination des instants d'ouverture et de fermeture de l'électrovanne sur la base d'une phase de rotation du moteur, en réglant ainsi une quantité de carburant à fournir au système  
25 d'injection de carburant, l'exécution d'une commande de rapport cyclique pour répéter de façon cyclique l'application et l'arrêt du courant vers l'électrovanne lorsque la phase de rotation du moteur n'est pas identifiée, et le prolongement d'une période d'application de courant dans chaque cycle de la commande de  
30 rapport cyclique lorsque la tension de l'alimentation électrique est diminuée.

D'autres aspects et avantages de l'invention seront mis en évidence d'après la description suivante, prise conjointement avec les dessins, illustrant à titre d'exemple les principes de  
35 l'invention.

#### BREVE DESCRIPTION DES DESSINS

L'invention, de même que des objectifs et avantages de celle-ci, peut être mieux comprise en faisant référence à la description suivante des modes de réalisation actuellement  
40 préférés de même qu'aux dessins annexés dans lesquels :

La figure 1 est une vue simplifiée illustrant une pompe à carburant à haute pression, un moteur, et un système de commande conforme à un premier mode de réalisation,

Les figures 2(A) à 2(C) sont des vues en coupe transversale  
5 représentant un temps d'aspiration de la pompe à carburant à haute pression de la figure 1 après que l'angle de vilebrequin est identifié,

Les figures 3(A) à 3(C) représentent des vues en coupe  
10 transversale indiquant un temps de compression de la pompe à carburant à haute pression de la figure 1 après que l'angle de vilebrequin est identifié,

La figure 4 est un diagramme d'angle de vilebrequin  
représentant un fonctionnement de la pompe à haute pression de la figure 1 après que l'angle de vilebrequin est identifié,

15 La figure 5 est un organigramme représentant un traitement de commande de rapport cyclique exécuté lorsque le moteur est démarré,

La figure 6 est un graphe représentant une mappe de rapport  
20 cyclique Dmap utilisée dans le traitement de commande de rapport cyclique de la figure 5,

La figure 7 est un chronogramme représentant un exemple  
d'une commande de la pompe à carburant à haute pression représentée sur la figure 1,

25 La figure 8 est un organigramme représentant un traitement de commande de rapport cyclique conforme à un second mode de réalisation de la présente invention, lequel traitement est exécuté lorsque le moteur est en cours de démarrage,

La figure 9 est un chronogramme représentant un exemple  
30 d'une commande d'une pompe à carburant à haute pression conforme au second mode de réalisation,

La figure 10 est un organigramme représentant un traitement  
de commande de rapport cyclique conforme à un troisième mode de  
réalisation de la présente invention, lequel traitement est  
exécuté lorsque le moteur est en cours de démarrage,

35 La figure 11 est un graphe représentant une mappe d'une période d'application de courant Tmap utilisée dans le traitement de commande de rapport cyclique de la figure 10,

La figure 12 est un chronogramme représentant un exemple  
40 d'une commande de la pompe à haute pression conforme au troisième mode de réalisation, et

La figure 13 est un diagramme d'angle de vilebrequin représentant un fonctionnement de la pompe à carburant à haute pression conforme à un autre mode de réalisation après que l'angle de vilebrequin est identifié.

5 DESCRIPTION DETAILLEE DES MODES DE REALISATION PREFERES

Un premier mode de réalisation de la présente invention sera maintenant décrit en faisant référence aux figures 1 à 7.

La figure 1 représente une pompe à carburant à haute pression 2, un moteur à combustion interne, et un système de  
10 commande destiné à commander la pompe 2 et le moteur. Dans ce mode de réalisation, le moteur à combustion interne est un moteur à essence du type à injection dans les cylindres 4.

Le moteur 4 comporte des cylindres de moteur (non représentés), des injecteurs de carburant 32, un vilebrequin 5.  
15 Une chambre de combustion est définie dans chaque cylindre du moteur, et chaque injecteur de carburant 32 correspond à l'un des cylindres du moteur. Une conduite de distribution 30 est raccordée aux injecteurs de carburant 32. Les injecteurs de carburant 32 et la conduite de distribution 30 constituent un  
20 système d'injection de carburant. Un piston (non représenté) va et vient dans chaque cylindre du moteur. En conséquence, le vilebrequin 5 tourne.

La pompe à carburant à haute pression 2 comprend un arbre à cames 6 relié mutuellement au vilebrequin 5, une came 8 située  
25 sur l'arbre à cames 6, un cylindre 10, et un piston 12. Le piston 12 va et vient grâce à la came 8. Le cylindre 10 et le piston 12 définissent une chambre de compression 14. La pompe à carburant à haute pression 2 comprend en outre une électrovanne 18. L'électrovanne 18 est agencée pour correspondre à un orifice  
30 d'entrée de carburant 16 qui ouvre la chambre de compression 14.

Du carburant est pompé à partir d'un réservoir de carburant 24 par une pompe d'alimentation 22. Le réservoir de carburant 24 et la pompe d'alimentation 22 forment une source d'alimentation en carburant. Le carburant est alors aspiré dans la chambre de  
35 compression 14 par l'intermédiaire d'un conduit de carburant à basse pression 20 et de l'orifice d'entrée de carburant 16 durant un temps d'aspiration de la pompe à carburant à haute pression 2, ou bien pendant un temps d'aspiration du piston 12. Une partie du carburant qui est pompé par la pompe  
40 d'alimentation 22 n'est pas envoyée dans la pompe à carburant à

haute pression 2. Un tel carburant ou du carburant qui est renvoyé au conduit de carburant à basse pression 20 depuis la pompe à carburant à haute pression 2 est renvoyé au réservoir de carburant 24 par l'intermédiaire d'une soupape de surpression 20a.

Durant un temps de compression de la pompe à carburant à haute pression 2, ou bien durant un temps de compression du piston 12, du carburant à haute pression qui est mis sous pression dans la chambre de compression 14 repousse en l'ouvrant une soupape de non-retour 26 et il est envoyé à la conduite de distribution 30 par l'intermédiaire d'un conduit de carburant à haute pression 28. Il en résulte que du carburant à haute pression est mis sous pression à un niveau qui permet que le carburant soit injecté dans les chambres de combustion des cylindres du moteur à un temps de compression. Le carburant est alors fourni à chaque injecteur de carburant 32. S'il existe du carburant en surplus qui n'est pas soumis à une injection dans le conduit de distribution 30, le carburant en surplus est renvoyé vers un passage de carburant à basse pression 20 par l'intermédiaire de la soupape de surpression 30a.

Une unité de commande électronique (ECU) 34 commande l'électrovanne 18 pour régler la quantité de carburant à haute pression fournie depuis la pompe à carburant à haute pression 2 vers la conduite de distribution 30. L'unité ECU 34 est un contrôleur qui comporte un circuit électronique comprenant un ordinateur numérique. L'unité ECU 34 reçoit des signaux de détection provenant d'un capteur de régime de moteur 36, d'un capteur de position de came 38, d'un capteur de pression de carburant 40, d'un capteur de tension de batterie 42, et d'autres capteurs et commutateurs. Le capteur de régime de moteur 36 est prévu au niveau du vilebrequin 5, et fournit en sortie un signal d'impulsion NE à chaque fois que le vilebrequin 5 tourne de 30°. L'angle de phase de rotation du vilebrequin 5 (la phase de rotation du moteur 4) est appelée angle de vilebrequin. La plage de l'angle de vilebrequin par rapport à l'angle de référence prédéterminé, ou 0°, jusqu'à 720° est appelée un cycle. C'est-à-dire qu'un angle de rotation correspondant à deux tours du vilebrequin 5 est appelé un cycle. Le capteur de position de came 38 est prévu au niveau de l'arbre à cames 6, qui tourne d'un tour pendant que le vilebrequin 5

tourne de deux tours. Le capteur de position de came 38 fournit en sortie un signal d'angle de vilebrequin de référence G2 à un moment où l'angle de vilebrequin est à l'angle de vilebrequin de référence (la phase de rotation de référence du moteur 4). Le capteur de régime de moteur 36 et le capteur de position de came 38 agissent comme un dispositif pour détecter la phase de rotation du moteur 4. Le capteur de pression de carburant 40 est prévu au niveau de la conduite de distribution 30 et fournit en sortie un signal qui représente la pression du carburant dans la conduite de distribution 30, ou une pression Pf du carburant fourni aux injecteurs de carburant 32. Le capteur de tension de batterie 42, qui agit comme un dispositif de détection de tension, détecte une tension Vb d'une batterie 44 et fournit en sortie un signal correspondant à la tension Vb. La batterie 44 constitue une alimentation électrique de l'électrovanne 18, d'un démarreur de moteur 46, et d'autres charges électriques 48.

L'unité ECU 34 exécute des calculs sur la base des signaux appliqués en entrée pour commander un circuit d'attaque 50, en appliquant et en arrêtant ainsi un courant provenant de la batterie 44 vers l'électrovanne 18. L'unité ECU 34 exécute également d'autres commandes du moteur y compris une commande d'injection de carburant et une commande de synchronisation d'allumage.

L'unité ECU 34 identifie un angle de vilebrequin de référence sur la base du signal d'angle de vilebrequin de référence G2 provenant du capteur de position de came 38. En utilisant l'angle de vilebrequin de référence comme point de départ, l'unité ECU 34 identifie l'angle de vilebrequin en cours sur la base du signal d'impulsion NE provenant du capteur de vitesse de moteur 36. Pour cette raison, pendant que le moteur 4 est démarré, l'unité ECU 34 ne peut pas identifier l'angle de vilebrequin avant d'avoir reçu le premier signal d'angle de vilebrequin de référence G2.

L'électrovanne 18 comprend une bobine d'excitation 18a, un corps de vanne 18b, et un ressort 18c. Le corps de vanne 18b est situé dans la chambre de compression 14 et il est entraîné par la bobine d'excitation 18a. Le ressort 18c, qui agit comme un élément de sollicitation, sollicite le corps de vanne 18b en l'écartant d'un siège de vanne 18d prévu autour de l'orifice d'entrée de carburant 16. Le siège de vanne 18d est situé dans

une paroi intérieure de la chambre de compression 14 qui est face au corps de vanne 18b. Lorsque la bobine d'excitation 18a reçoit du courant, le corps de vanne 18b se déplace vers le siège de vanne 18d en s'opposant à la force du ressort 18c et entre en contact avec le siège de vanne 18d. Il en résulte que l'orifice d'entrée de carburant 16 est refermé par le corps de vanne 18b, et que la chambre de compression 14 est séparée de l'orifice d'entrée de carburant 16. Lorsque le courant vers la bobine d'excitation 18a est arrêté, le corps de vanne 18b s'écarte du siège de vanne 18d en raison de la force du ressort 18c, et ouvre l'orifice d'entrée de carburant 16. En conséquence, la chambre de compression 14 est reliée à l'orifice d'entrée de carburant 16. L'électrovanne 18 est configurée comme une vanne à ouverture interne qui s'ouvre lorsque le corps de vanne 18b dans la chambre de compression 14 se déplace vers l'intérieur de la chambre de compression 14.

Un traitement destiné à commander un courant vers l'électrovanne 18 lorsque l'angle de vilebrequin est identifié sera maintenant décrit en faisant référence aux figures 2(A) à 3(C). Le traitement est exécuté par l'unité ECU 34. Les figures 2(A) à 2(C) représentent un temps d'aspiration de la pompe à carburant à haute pression 2, et les figures 3(A) à (C) représentent un temps de compression de la pompe à carburant à haute pression 2. Dans un temps d'aspiration, la bobine d'excitation 18a de l'électrovanne 18 ne reçoit aucun courant, et l'électrovanne 18 est ouverte. Dans ce cas, lorsque le piston 12 se déplace en passant par les états de la figure 2(A), de la figure 2(B) et de la figure 2(C) dans cet ordre, le volume de la chambre de compression 14 est augmenté. C'est-à-dire que la chambre de compression 14 est dilatée. En conséquence, du carburant à basse pression est aspiré dans la chambre de compression 14 depuis le conduit de carburant à basse pression 20 par l'intermédiaire de l'orifice d'entrée de carburant 16.

Lorsque la pompe à carburant à haute pression 2 passe d'un temps d'aspiration à un temps de compression, le piston 12 passe par les étapes de la figure 3(A), de la figure 3(B), de la figure 3(C) dans cet ordre. En conséquence, le volume de la chambre de compression 14 est diminué. C'est-à-dire que la chambre de compression 14 est comprimée. Comme indiqué sur la figure 3(A), la bobine d'excitation 18a ne reçoit pas de courant

aux stades initiaux d'un temps de compression. L'électrovanne 18 est donc ouverte. Donc une partie du carburant dans la chambre de compression 14 est renvoyée au conduit de carburant à basse pression 20 depuis l'orifice d'entrée de carburant 16, et la  
5 pression du carburant dans la chambre de compression 14 n'augmente pas et est maintenue basse. Après cela, la bobine d'excitation 18a reçoit un courant à un instant calculé par l'unité ECU 34. Ensuite, comme indiqué sur la figure 3(B), le corps de vanne 18b entre en contact avec le siège de vanne 18d  
10 en s'opposant à la force du ressort 18c durant un temps de compression. Il en résulte que l'orifice d'entrée de carburant 16 est refermé, et que la pression du carburant dans la chambre de compression 14 est augmentée. Le carburant sous pression repousse en l'ouvrant la soupape de non-retour 26 représentée  
15 sur la figure 1 et il est envoyé à la conduite de distribution 30 par l'intermédiaire du conduit de carburant à haute pression 28.

Après que la pression dans la chambre de compression 14 a été augmentée la pression accrue est maintenue jusqu'à ce que le  
20 temps d'aspiration suivant soit lancé. De ce fait, même après que le courant vers la bobine d'excitation 18a a été arrêté, le corps de vanne 18b continue à être en contact avec le siège de vanne 18d en s'opposant à la force du ressort 18c en raison de la différence entre la haute pression dans la chambre de  
25 compression 14 et la basse pression dans la chambre à basse pression 20. Lorsque la pompe à carburant à haute pression 2 passe d'un temps de compression à un temps d'aspiration, la pression dans la chambre de compression 14 est diminuée à mesure que le volume de la chambre de compression 14 est augmenté. En  
30 conséquence, le corps de vanne 18b est écarté du siège de vanne 18d par la force du ressort 18c, ce qui ouvre l'électrovanne 18.

Pendant que l'arbre à cames 6 tourne d'un tour, en d'autres termes, pendant que le vilebrequin 5 tourne de deux tours, le piston 12 va et vient deux fois. En conséquence, le cycle de  
35 pompe comprenant un temps d'aspiration et un temps de compression se répète deux fois.

Lorsque l'angle de vilebrequin est identifié, l'unité ECU 34 peut identifier l'angle de phase de rotation de la came 8, qui tourne de façon synchrone du vilebrequin 5, sur la base de  
40 l'angle de vilebrequin, c'est-à-dire que l'unité ECU 34 peut

identifier la position de la course de la pompe à carburant à haute pression 2 (le piston 12). Pour cette raison, lorsque l'angle de vilebrequin est identifié, l'unité ECU 34 peut déterminer le cadencement pour le basculement des temps de la pompe à carburant à haute pression 2 et régler l'instant de lancement de l'alimentation en courant de la bobine d'excitation 18a en relation avec le cadencement du basculement des temps. Par exemple, pendant que l'arbre à cames 6 tourne d'un tour (ce qui correspond à deux tours du vilebrequin 5) comme indiqué sur la figure 4, l'unité ECU 34 peut régler l'instant pour lancer l'alimentation en courant vers la bobine d'excitation 18a pour qu'il corresponde aux angles de vilebrequin désirés  $\theta_a$ ,  $\theta_b$ . Il en résulte que la quantité de carburant à haute pression de carburant fournie au système d'injection de carburant comprenant le conduit de distribution 30 et l'injecteur de carburant 32 est réglée, de sorte que la pression de carburant  $P_f$  dans le système d'injection de carburant est réglée à une valeur cible. Si les angles de vilebrequin de début d'application du courant  $\theta_a$ ,  $\theta_b$  dans un temps de compression sont avancés, la quantité du carburant à haute pression envoyé au système d'injection de carburant est augmentée, et la pression de carburant  $P_f$  est augmentée. Si les angles de vilebrequin de début d'application du courant  $\theta_a$ ,  $\theta_b$  sont retardés, la quantité de carburant à haute pression envoyée au système d'injection de carburant est diminuée, et la pression de carburant  $P_f$  est diminuée.

Comme on l'a décrit ci-dessus, l'angle de vilebrequin ne peut pas être identifié lorsque le moteur 4 est en cours de démarrage jusqu'à ce qu'un premier signal d'angle de vilebrequin de référence G2 soit généré. Pour cette raison, la position de la course du piston 12, qui est relié mutuellement avec le vilebrequin 5 ne peut pas être identifiée, et la commande de courant qui est représentée sur la figure 4 ne peut pas être exécutée. Donc, lorsque l'angle de vilebrequin ne peut pas être identifié, ou bien lorsque le moteur 4 est en cours de démarrage, l'unité ECU 34 exécute un traitement de commande de rapport cyclique représenté sur la figure 5 pour commander un courant vers l'électrovanne 18, en envoyant ainsi du carburant sous pression au système d'injection de carburant.

Le traitement de commande de rapport cyclique sera maintenant décrit en faisant référence à la figure 5. Le

traitement de la figure 5 est exécuté de façon répétitive à un intervalle donné, par exemple 24 ms après que l'unité ECU 34 est activée. Lorsque le traitement est lancé, l'unité ECU 34 exécute l'étape S100. A l'étape S100, l'unité ECU 34 détermine si le démarrage du moteur 4 a été lancé (si le démarreur 46 a été actionné) et l'angle de vilebrequin doit encore être identifié. C'est-à-dire que l'unité ECU 34 détermine si l'angle de vilebrequin est encore à identifier. Si l'angle de vilebrequin reste encore à identifier, l'unité ECU 34 passe à l'étape S102. A l'étape S102, l'unité ECU 34 utilise une mappe de rapport cyclique Dmap représentée sur la figure 6 pour calculer un rapport cyclique Dton qui correspond à une tension de batterie en cours Vb.

Le rapport cyclique Dton représente un rapport du temps pendant lequel le courant est fourni à la bobine d'excitation 18a (période d'application de courant) sur le cycle d'exécution de la commande de rapport cyclique, qui est de 24 ms. Dans la mappe Dmap représentée sur la figure 6, le rapport cyclique Dton augmente lorsque la tension de la batterie Vb est diminuée.

Si la tension de batterie Vb est diminuée lorsque le moteur 4 est en cours de démarrage, le temps entre le moment où l'application du courant à la bobine d'excitation 18a est lancée et celui où la force électromagnétique générée par la bobine d'excitation 18a est suffisamment augmentée, est prolongé. Alors, le corps de vanne 18b ne peut pas être en contact avec le siège de vanne 18d dans chaque période d'application de courant de la commande de rapport cyclique, ce qui résulter en une fermeture insuffisante de l'électrovanne 18. C'est-à-dire que si l'amplitude de la force électromagnétique générée au niveau de la bobine d'excitation 18a augmente lentement, le courant est arrêté avant que le corps de vanne 18b n'atteigne le siège de vanne 18d même si l'alimentation en courant vers la bobine d'excitation 18a est lancée. Donc, pour refermer complètement l'électrovanne 18 dans au moins une partie de chaque période d'application de courant de la bobine d'excitation 18a, même si la tension de batterie Vb est faible, la mappe de rapport cyclique Dmap représentée sur la figure 6 est définie sur la base d'expérimentations, de sorte que le rapport de la période d'application de courant est augmenté lorsque la tension de batterie Vb est diminuée.

A l'étape S104 de la figure 5, l'unité ECU 34 commande le circuit d'attaque 50 de manière à ce que le circuit d'attaque 50 exécute une commande de rapport cyclique conformément au rapport cyclique  $D_{ton}$  calculé de la manière décrite ci-dessus. C'est-à-dire que l'unité ECU 34 ordonne au circuit d'attaque 50 de fournir du courant à la bobine d'excitation 18a dans la période calculée par la formule  $(D_{ton}/100) \times 24$  ms à partir de l'instant actuel, et d'arrêter le courant vers la bobine d'excitation 18a après la période calculée. Alors, l'unité ECU 34 suspend temporairement le traitement.

Après cela, tant que l'angle de vilebrequin n'est pas identifié (résultat positif à l'étape S100), l'unité ECU 34 règle le rapport cyclique  $D_{ton}$  conformément à la tension de batterie  $V_b$  et continue à commander le rapport cyclique de la bobine d'excitation 18a.

Si l'angle de vilebrequin est identifié (résultat négatif à l'étape S100), l'unité ECU 34 passe à l'étape S106. A l'étape S106, l'unité ECU 34 arrête la commande du rapport cyclique et suspend temporairement le traitement. Alors, comme indiqué sur la figure 4, une commande de courant normale conforme à l'angle de vilebrequin est lancée.

Un premier exemple du traitement conforme à ce mode de réalisation est représenté sur le chronogramme de la figure 7. Lorsque le démarreur 46 est actionné à l'instant  $t_0$ , c'est-à-dire lorsque le démarrage du moteur 4 est lancé, le traitement de commande de rapport cyclique de la figure 5 est exécuté car l'angle de vilebrequin est tout d'abord non identifié. En conséquence, le courant est appliqué et arrêté vers la bobine d'excitation 18a suivant de courts cycles. A ce moment, chaque période d'application de courant est prolongée conformément à la mappe de rapport cyclique  $D_{map}$  lorsque la tension de batterie  $V_b$  est diminuée de sorte que l'électrovanne 18 est complètement fermée dans au moins une partie de chaque période d'application de courant de la bobine d'excitation 18a.

Dans l'exemple de la figure 7, la pompe à carburant à haute pression 2 est dans un temps d'aspiration de l'instant  $t_0$  à l'instant  $t_1$ . Dans la commande de rapport cyclique durant le temps d'aspiration, l'électrovanne 18 est refermée dans la deuxième moitié de la période d'application de courant de la bobine d'excitation 18a. C'est-à-dire que l'électrovanne 18 est

refermée peu de temps après que l'application de courant à la bobine d'excitation 18a est lancée. Lorsqu'aucun courant n'est fourni à la bobine d'excitation 18a, ou bien durant une période d'arrêt du courant, l'électrovanne 18 est ouverte. Lorsque  
5 l'électrovanne 18 est ouverte, du carburant à basse pression est aspiré dans la chambre de compression 14 depuis le conduit de carburant à basse pression 20 par l'intermédiaire de l'orifice d'entrée de carburant 16.

De l'instant  $t_1$  à l'instant  $t_3$ , la pompe à carburant à haute  
10 pression 2 est dans un temps de compression. Dans la commande de rapport cyclique durant le temps de compression, le corps de vanne 18b entre en contact avec le siège de vanne 18d et l'électrovanne 18 est fermée à l'instant  $t_2$ , ce qui est un peu plus tard que le moment où l'application de courant vers la  
15 bobine d'excitation 18a est lancée. En conséquence, la pression dans la chambre de compression 14 est augmentée lorsque le piston 12 se déplace. La pression accrue empêche le corps de vanne 18b de se séparer du siège de vanne 18d même si le courant vers la bobine d'excitation 18a est arrêté après cela. Donc, de  
20 l'instant  $t_2$  à l'instant  $t_3$ , qui représente le moment où le temps de compression s'achève, l'électrovanne 18 est maintenue fermée indépendamment du nombre de fois où le courant est arrêté vers la bobine d'excitation 18a. Dans la période de l'instant  $t_2$  à l'instant  $t_3$ , du carburant à haute pression dans la chambre de  
25 compression 14 repousse en l'ouvrant la soupape de non-retour 26 et il est envoyé au conduit de distribution 30.

Lorsque la pompe à haute pression 2 passe à un temps d'aspiration (de l'instant  $t_3$  à l'instant  $t_5$ ) l'électrovanne 18 qui est commandée par le rapport cyclique, s'ouvre et se ferme  
30 de façon répétitive conformément à l'arrêt et à l'application du courant comme dans le temps d'aspiration précédent (de l'instant  $t_0$  à l'instant  $t_1$ ). Dans l'exemple de la figure 7, l'angle de vilebrequin est identifié à l'instant  $t_4$ , qui se trouve dans ce temps d'aspiration. De ce fait, après l'instant  $t_4$ , la commande  
35 passe de la commande de rapport cyclique à la commande normale de l'électrovanne 18, qui est décrite en se référant à la figure 4. C'est-à-dire que comme l'instant  $t_4$ , auquel l'angle de vilebrequin est identifié, est un temps d'aspiration, aucun courant n'est appliqué à la bobine d'excitation 18a de l'instant

t4 à l'instant t5, qui représente la fin du temps d'aspiration, pour maintenir l'électrovanne 18 ouverte.

Bien qu'un temps de compression débute à l'instant t5, le démarrage du moteur 4 n'est pas encore terminé à l'instant t5, et la pression de carburant Pf n'est pas suffisamment augmentée. Pour cette raison, le courant est appliqué à la bobine d'excitation 18a à l'instant t5 pour augmenter la pression de carburant Pf. Il en résulte que l'électrovanne 18 est refermée à l'instant t6, ce qui est légèrement plus tard que l'instant t5. Comme on l'a décrit ci-dessus, la pression dans la chambre de compression 14 est augmentée une fois que l'électrovanne 18 est refermée dans un temps de compression, et l'électrovanne 18 est maintenue fermée jusqu'à la fin du temps de compression même si le courant vers la bobine d'excitation 18a est arrêté. De ce fait, le courant vers la bobine d'excitation 18a est arrêté à l'instant t7, qui se trouve dans le temps de compression. De l'instant t6 à l'instant t8, qui représente la fin du temps de compression, l'électrovanne 18 est maintenue fermée. Durant cette période, du carburant à haute pression est fourni à la conduite de distribution 30 depuis la chambre de compression 14.

Lorsqu'un temps d'aspiration est lancé à l'instant t8, la pression dans la chambre de compression 14 est diminuée, ce qui amène l'électrovanne 18 à être ouverte par la force du ressort 18c. Après cela, le traitement normal, dans lequel l'électrovanne 18 est ouverte dans un temps d'aspiration et est fermée dans un temps de compression, est répété de manière à ce que la pression de carburant Pf dans le système d'injection de carburant soit augmentée jusqu'à une pression de carburant cible.

Dans la technique antérieure, chaque période d'application de courant dans une commande de rapport cyclique n'est pas prolongée même si la tension de batterie Vg est faible. De ce fait, même si l'application et l'arrêt du courant vers la bobine d'excitation 18a sont répétés dans le temps de compression initial (se référer à la période entre l'instant t1 et l'instant t3 sur la figure 7), le corps de vanne 18b ne peut pas entrer en contact avec le siège de vanne 18d dans chaque période d'application de courant. En d'autres termes, l'électrovanne 18 ne peut pas être complètement fermée. Donc, dans le temps de compression initial, la pression du carburant dans la chambre de

compression 14 n'est pas augmentée, et le carburant n'est pas  
fourni à la conduite de distribution 30. De ce fait, du carburant  
à haute pression n'est pas fourni à la conduite de distribution  
30 au moins jusqu'au temps de compression suivant. Il en résulte  
5 que par comparaison avec ce mode de réalisation, la pression du  
système d'injection du carburant est augmentée avec un retard,  
d'au moins 0,3 à 0,5 seconde.

Ce mode de réalisation donne les avantages suivants.

Lorsque l'angle de vilebrequin reste encore à identifier  
10 pendant que le moteur 4 est en cours de démarrage, la quantité  
de carburant fournie ne peut être pas être réglée conformément à  
l'angle de vilebrequin contrairement au cas représenté sur la  
figure 4. De ce fait, dans ce mode de réalisation,  
15 l'électrovanne 18 est commandée conformément au traitement de  
commande de rapport cyclique représenté sur la figure 5. Dans le  
traitement de commande de rapport cyclique, le rapport cyclique  
Dton est augmenté lorsque la tension de batterie Vg est diminuée  
conformément à la mappe de rapport cyclique Dmap, en prolongeant  
20 ainsi chaque période d'application de courant. En conséquence,  
comme indiqué dans le chronogramme de la figure 7, la fermeture  
de l'électrovanne 18 dans chaque période d'application de  
courant, en particulier la fermeture de l'électrovanne 18 dans  
un temps de compression qui est indiqué à l'instant t2, est  
exécutée de façon fiable. Il en résulte que même si la tension  
25 de batterie Vb est basse lorsque l'angle de vilebrequin n'est  
pas identifié, la pression du carburant fourni au système  
d'injection de carburant est augmentée effectivement par  
comparaison à la technique antérieure.

Pour cette raison, lorsque le moteur 4 est en cours de  
30 démarrage, la pression du carburant dans le système d'injection  
de carburant est augmentée jusqu'à une valeur cible à un stade  
antérieur, ce qui permet que du carburant soit injecté de façon  
fiable. Ceci permet que le moteur 4 soit démarré  
progressivement.

35 Même si l'angle de vilebrequin n'est pas identifié, chaque  
période d'application de courant est progressivement raccourcie  
(ou maintenue courte) si la tension de batterie Vb est  
progressivement augmentée (ou si la tension de batterie Vb est  
élevée depuis le début). Pour cette raison, la charge sur le

circuit électrique, y compris le circuit d'attaque 50 et la bobine d'excitation 18a est empêchée d'augmenter.

Un second mode de réalisation de la présente invention sera maintenant décrit en faisant référence aux figures 8 et 90. Les différences par rapport au premier mode de réalisation des figures 1 à 7 seront principalement expliquées.

Le mode de réalisation diffère du premier mode de réalisation en ce que, lorsque le moteur 4 est en cours de démarrage, un traitement de commande de rapport cyclique de la figure 8 est exécuté à la place du traitement de commande de rapport cyclique de la figure 5. Comme le traitement de commande de rapport cyclique du premier mode de réalisation, le traitement de commande de rapport cyclique de ce mode de réalisation est exécuté pour commander la bobine d'excitation 18a de l'électrovanne 18 avant que l'angle de vilebrequin soit identifié. Cependant, dans ce mode de réalisation, le rapport cyclique n'est pas modifié conformément à la tension de batterie Vb mais il est fixé à une valeur donnée (par exemple 50 %). Au lieu de cela, le cycle de la commande de rapport cyclique varie conformément à la tension de batterie Vb.

Le traitement de commande de rapport cyclique de ce mode de réalisation sera maintenant décrit en faisant référence à un organigramme de la figure 8. Le traitement est exécuté de façon répétitive à un intervalle donné, par exemple 8 ms, après que l'unité ECU 34 est activée. Lorsque le traitement est lancé, l'unité ECU 34 détermine si le démarrage du moteur 4 a été lancé et si l'angle de vilebrequin reste encore à identifier à l'étape S200. Si l'angle de vilebrequin reste encore à identifier, l'unité ECU 34 passe à l'étape S202, et détermine si la tension de batterie Vb est inférieure à une première valeur de détermination prédéterminée V1. Si la tension de batterie Vb est inférieure à la première valeur de détermination V1, l'unité ECU 34 passe à l'étape S204, et détermine si la tension de batterie Vb est inférieure à une seconde valeur de détermination prédéterminée V2. La seconde valeur de détermination V2 est inférieure à la première valeur de détermination V1.

Si la tension de batterie Vb est inférieure à la seconde valeur de détermination V2, l'unité ECU 34 passe à l'étape S206, et règle le cycle de la commande de rapport cyclique à 32 ms. A l'étape S208, l'unité ECU 34 commande le circuit d'attaque 50

pour exécuter la commande de rapport cyclique du cycle établi à 32 ms. Alors, l'unité ECU 34 suspend temporairement le traitement.

5 Pour cette raison, si la tension de batterie Vb est inférieure à la seconde valeur de détermination V2, la commande de rapport cyclique à un cycle de 32 ms est exécutée avec un rapport cyclique constant vers la bobine d'excitation 18a de l'électrovanne 18. Alors, lorsque le rapport cyclique est réglé à 50 %, chaque période d'application de courant est de 16 ms  
10 dans la commande de rapport cyclique.

Après cela, lorsque la tension de batterie Vb est remontée pour être supérieure ou égale à la seconde valeur de détermination V2 est inférieure à la première valeur de détermination V1, le résultat de l'étape S204 est négatif. Dans  
15 ce cas, l'unité ECU 34 passe à l'étape S210. A l'étape S210, l'unité ECU 34 règle le cycle de la commande de rapport cyclique à 16 ms et passe à l'étape S208. De ce fait, si la tension de batterie Vb est supérieure ou égale à la seconde valeur de détermination V2 et inférieure à la première valeur de  
20 détermination V1, une commande de rapport cyclique à un cycle de 16 ms est exécutée avec un rapport cyclique constant (50 %) vers la bobine d'excitation 18a de l'électrovanne 18. Chaque période d'application de courant de la commande de rapport cyclique est de 8 ms.

25 Après cela, lorsque la tension de batterie Vb est augmentée jusqu'à une valeur supérieure ou égale à la première valeur de détermination V1, le résultat de l'étape S202 est négatif. Dans ce cas, l'unité ECU 34 passe à l'étape S212. A l'étape S212, l'unité ECU 34 règle le cycle de la commande de rapport cyclique  
30 à 8 ms et passe à l'étape S208. De ce fait, si la tension de batterie Vb est supérieure ou égale à la première valeur de détermination V1, une commande de rapport cyclique à un cycle de 8 ms est exécutée avec un rapport cyclique constant (50 %) vers la bobine d'excitation 18a de l'électrovanne 18. Chaque période  
35 d'application de courant de la commande de rapport cyclique est de 4 ms.

Tant que l'angle de vilebrequin n'est pas identifié (cas du résultat positif à l'étape S200), l'unité ECU 34 règle le cycle du rapport cyclique conformément à la tension de la batterie Vb

et continue à commander le rapport cyclique de la bobine d'excitation 18a.

Si l'angle de vilebrequin est identifié (résultat négatif à l'étape S200), l'unité ECU 34 passe à l'étape S214. A l'étape S214, l'unité ECU 34 arrête la commande de rapport cyclique et suspend temporairement le traitement. Après cela, tant que l'angle de vilebrequin est identifié, une commande de courant normale conforme à l'angle de vilebrequin est exécutée (se reporter à la figure 4).

Un premier exemple du traitement conforme à ce mode de réalisation est représenté sur le chronogramme de la figure 9. Lorsque le démarreur 46 est actionné à l'instant  $t_{20}$ , le traitement de commande de rapport cyclique de la figure 8 est exécuté jusqu'à l'instant  $t_{26}$ , auquel l'angle de vilebrequin est identifié. En conséquence, un courant est appliqué et arrêté vers la bobine d'excitation 18a à des cycles courts. Dans la période entre l'instant  $t_{20}$  et l'instant  $t_{23}$ , dans laquelle la tension de batterie  $V_b$  est inférieure à la seconde valeur de détermination  $V_2$ , le cycle de la commande de rapport cyclique est réglé à 32 ms. Dans la période de l'instant  $t_{23}$  à l'instant  $t_{25}$ , dans laquelle la tension de batterie  $V_b$  est supérieure ou égale à la seconde valeur de détermination  $V_2$  et inférieure à la première valeur de détermination  $V_1$ , le cycle de la commande de rapport cyclique est réglé à 16 ms. Dans la période depuis l'instant  $t_{25}$ , auquel la tension de batterie  $V_b$  est supérieure ou égale à la première valeur de détermination  $V_1$ , à l'instant  $t_{26}$ , le cycle de la commande de rapport cyclique est réglé à 8 ms.

Pendant la commande de rapport cyclique décrite ci-dessus, l'électrovanne 18 est fermée et ouverte de façon répétitive conformément à l'application et à l'arrêt du courant dans la période de chaque temps d'aspiration de la pompe à haute pression 2 (la période entre l'instant  $t_{20}$  et l'instant  $t_{21}$ , et la période de l'instant  $t_{24}$  à l'instant  $t_{26}$ ). Lorsque l'électrovanne 18 est ouverte, du carburant à basse pression est aspiré dans la chambre de compression 14 depuis le conduit de carburant à basse pression 20 par l'intermédiaire de l'orifice d'entrée de carburant 16.

Dans un temps de compression de l'instant  $t_{21}$  à l'instant  $t_{24}$ , l'électrovanne 18 est fermée à l'instant  $t_{22}$ . Après cela,

l'électrovanne 18 est maintenue fermée en raison d'une pression accrue de la chambre de compression 14 jusqu'à l'instant  $t_{24}$ , qui représente la fin du temps de compression, indépendamment du nombre de fois où le courant de la bobine d'excitation 18a est arrêté. Dans la période entre l'instant  $t_{22}$  et l'instant  $t_{24}$ , dans laquelle l'électrovanne 18 est fermée, du carburant à haute pression dans la chambre de compression 14 repousse en l'ouvrant la soupape de non-retour 26 et il est envoyé dans le conduit de distribution 30.

10 Dans un temps d'aspiration depuis l'instant  $t_{24}$  jusqu'à l'instant  $t_{27}$ , l'angle de vilebrequin est identifié en  $t_{26}$ . Pour cette raison, après l'instant  $t_{26}$ , la commande passe de la commande de rapport cyclique à la commande normale pour la commande électromagnétique décrite en se référant à la figure 4.

15 C'est-à-dire que le traitement normal, dans lequel l'électrovanne 18 est ouverte dans un temps d'aspiration et est fermée dans un temps de compression, est répété de manière à ce que la pression de carburant  $P_f$  soit augmentée jusqu'à une pression de carburant cible.

20 Dans la technique antérieure, le cycle de la commande de rapport cyclique n'est pas prolongé même si la tension de batterie  $V_g$  est faible, et chaque période d'application de courant de la commande de rapport cyclique n'est pas prolongée. Pour cette raison, dans le temps de compression initial (se référer à la période entre l'instant  $t_{21}$  et l'instant  $t_{24}$  de la figure 9), la pression du carburant dans la chambre de compression 14 n'est pas augmentée, et le carburant n'est pas fourni au conduit de distribution 30. De ce fait, par comparaison à ce mode de réalisation, l'augmentation de pression

25 dans le système d'injection de carburant est retardée.

Ce mode de réalisation donne les avantages suivants.

Dans la commande de rapport cyclique de ce mode de réalisation, le cycle de la commande de rapport cyclique est prolongé lorsque la tension de batterie  $V_b$  est diminuée, en prolongeant ainsi chaque période d'application de courant. En conséquence, comme indiqué dans le chronogramme de la figure 9, la fermeture de l'électrovanne 18 dans chaque période d'application de courant, en particulier comme indiqué à l'instant  $t_{22}$ , la fermeture de l'électrovanne 18 dans un temps

35 de compression, est exécutée de façon fiable. Il en résulte que

40

même si la tension de batterie  $V_b$  est faible lorsque l'angle de vilebrequin n'est pas identifié, la pression du carburant fourni au système d'injection de carburant est efficacement augmentée par comparaison à la technique antérieure.

5 Pour cette raison, lorsque le moteur 4 est en cours de démarrage, la pression du carburant dans le système d'injection de carburant est augmentée jusqu'à une valeur cible à un stade antérieur, ce qui permet que du carburant soit injecté de façon fiable. Ceci permet que le moteur 4 soit démarré  
10 progressivement.

Même si l'angle de vilebrequin n'est pas identifié, le cycle de la commande de rapport cyclique est progressivement raccourci (ou maintenu court) si la tension de batterie  $V_b$  est progressivement augmentée (ou bien si la tension de batterie  $V_b$   
15 est élevée depuis le début). Pour cette raison, chaque période d'application de courant de la commande de rapport cyclique n'est pas prolongée inutilement, et ainsi la charge sur le circuit électrique y compris le circuit d'attaque 50 et la bobine d'excitation 18a est empêché d'augmenter inutilement.

20 Lorsque la tension de batterie  $V_b$  est basse, chaque période d'application de courant est prolongée non seulement en augmentant le rapport de la période d'application de courant sur un cycle de la commande de rapport cyclique mais en prolongeant le cycle de la commande de rapport cyclique. De ce fait, le  
25 rapport cyclique n'a pas besoin d'être modifié. Ceci empêche efficacement la charge sur le circuit électrique d'augmenter.

En outre, le cycle de la commande de rapport cyclique est raccourci (ou maintenu court) si la tension de batterie  $V_b$  est augmentée (ou est élevée depuis le début). En conséquence, la  
30 probabilité pour que l'électrovanne 18 soit fermée à un stade antérieur au temps de compression est augmentée. Ceci est avantageux pour garantir qu'une quantité suffisante de carburant à haute pression soit fournie au système d'injection de carburant, et que la pression de carburant  $P_f$  soit en outre  
35 efficacement augmentée.

Un troisième mode de réalisation de la présente invention sera maintenant décrit en faisant référence aux figures 10 et 12. La différence par rapport au premier mode de réalisation des figures 1 à 7 sera principalement expliquée. Ce mode de  
40 réalisation est différent du premier mode de réalisation en ce

que lorsque le moteur 4 est en cours de démarrage, un traitement de commande de rapport cyclique de la figure 10 est exécuté à la place du traitement de commande du rapport cyclique de la figure 5.

5 Le traitement de commande de rapport cyclique de ce mode de réalisation sera maintenant décrit en faisant référence à un organigramme de la figure 10. Le traitement est exécuté de façon répétitive à un intervalle donné, par exemple 8 ms, après que  
10 l'unité ECU 34 est activée. Lorsque le traitement est lancé, l'unité ECU 34 détermine si le démarrage du moteur 4 a été lancé et si l'angle de vilebrequin reste encore à identifier à l'étape S300. Si l'angle de vilebrequin reste encore à identifier, l'unité ECU 34 passe à l'étape S302. A l'étape S302, l'unité ECU  
15 34 utilise une mappe de période d'application de courant Tmap indiquée sur la figure 11 pour calculer une période d'application de courant Ton qui correspond à la tension de batterie Vb.

La période d'application de courant Ton représente la durée de la période d'application de courant dans un cycle de la  
20 commande de rapport cyclique. Dans la mappe de la période d'application de courant Tmap de la figure 11, la période d'application de courant Ton est réglée plus longue pour des valeurs plus basses de la tension de batterie Vb. Cependant, si la tension de batterie Vb est inférieure à une basse tension  
25 prédéterminée Vx, la période d'application de courant Ton est maintenue à une valeur la plus élevée, soit 16 ms. Egalement, si la tension de batterie Vb est égale ou supérieure à une tension élevée prédéterminée Vz, la période d'application de courant Ton est maintenue à une valeur la plus basse, soit 4 ms.

30 A l'étape S304, l'unité ECU 34 détermine si la période d'application de courant calculée Ton est inférieure ou égale à 8 ms. Si la période d'application de courant Ton est plus longue que 8 ms, l'unité ECU 34 passe à l'étape S312, et règle le cycle de la commande de rapport cyclique à 32 ms. A l'étape S310,  
35 l'unité ECU 34 commande le circuit d'attaque 50 pour exécuter une commande de rapport cyclique du cycle de 32 ms avec la période d'application de courant calculée Ton. Alors, l'unité ECU 34 suspend temporairement le traitement.

40 De ce fait, dans un cycle de la commande de rapport cyclique vers l'électrovanne 18, la bobine d'excitation 18a reçoit un

courant pendant la période d'application de courant Ton. Après cela, le courant vers la bobine d'excitation 18a est arrêté pendant une période calculée en soustrayant la période d'application de courant Ton de 32 ms.

5       Après cela, si la tension de batterie Vb est augmentée, la période d'application de courant Ton est progressivement raccourcie à chaque fois que le sous-programme de la figure 10 est exécuté. Cependant, sauf si la période d'application de courant Ton est inférieure ou égale à 8 ms, le cycle de la  
10       commande de rapport cyclique est maintenu à 32 ms. En conséquence, le rapport cyclique (le rapport de la période d'application de courant Ton sur 32 ms) est progressivement diminué.

15       Lorsque la période d'application de courant Ton est raccourcie pour être inférieure ou égale à 8 ms lorsque la tension de batterie Vb augmente, le résultat de l'étape S304 est positif, et l'unité ECU 34 passe à l'étape S306. Le fait que la période d'application de courant Ton soit inférieure ou égale à 8 ms indique que le rapport cyclique est maintenu inférieur ou  
20       égal à 50 % même si le cycle du rapport cyclique passe à 16 ms. A l'étape S306, l'unité ECU 34 détermine si la période d'application de courant calculée Ton est égale à 4 ms. Si la période d'application de courant Ton n'est pas égale à 4 ms, c'est-à-dire si la période d'application de courant Ton est plus  
25       longue que 4 ms, qui est la valeur la plus basse, l'unité ECU 34 passe à l'étape S314, et règle le cycle de la commande de rapport cyclique à 16 ms. A l'étape S310, l'unité ECU 34 commande le circuit d'attaque 50 pour exécuter une commande de rapport cyclique du cycle de 16 ms avec la période d'application  
30       de courant Ton calculée à l'étape S302. Alors, l'unité ECU 34 suspend temporairement le traitement.

Après cela, si la tension de batterie Vb est augmentée, la période d'application de courant Ton est progressivement raccourcie à chaque fois que le sous-programme de la figure 10  
35       est exécuté. Cependant, sauf si la période d'application de courant Ton est inférieure ou égale à 4 ms, le cycle de la commande de rapport cyclique est maintenu à 16 ms. Pour cette raison, le rapport cyclique est progressivement diminué.

40       Lorsque la période d'application de courant Ton est raccourcie pour être inférieure ou égale à 4 ms lorsque la

tension de batterie  $V_b$  augmente, le résultat de l'étape S306 est positif, et l'unité S306 passe à l'étape S308. A l'étape S308, l'unité ECU 34 règle le cycle de la commande de rapport cyclique pour qu'il soit de 8 ms. Le fait que la période d'application de courant  $T_{on}$  est inférieure ou égale à 4 ms indique que le rapport cyclique devient à 50 % lorsque le cycle de la commande de rapport cyclique passe à 8 ms. A l'étape S310, l'unité ECU 34 commande le circuit d'attaque 50 pour exécuter une commande de rapport cyclique dont le cycle est 8 ms avec la période d'application de courant  $T_{on}$  calculée à l'étape S302. Alors, l'unité ECU 34 suspend temporairement le traitement.

Après cela, la commande de rapport cyclique d'un cycle de 8 ms est poursuivie au rapport cyclique de 50 % jusqu'à ce que l'angle de vilebrequin soit identifié.

Si l'angle de vilebrequin est identifié, (un résultat négatif à l'étape S300) l'unité ECU 34 passe à l'étape S316. A l'étape S316, l'unité ECU 34 arrête la commande de rapport cyclique et suspend temporairement le traitement. Après cela, tant que l'angle de vilebrequin est identifié, une commande de courant normale conforme à l'angle de vilebrequin est exécutée (se reporter à la figure 4).

Un premier exemple du traitement conforme à ce mode de réalisation est représenté sur le chronogramme de la figure 12. Lorsque le démarreur 46 est actionné à l'instant  $t_{40}$ , le traitement de commande de rapport cyclique de la figure 10 est exécuté jusqu'à l'instant  $t_{46}$ , auquel l'angle de vilebrequin est identifié. En conséquence, un courant est appliqué et arrêté à la bobine d'excitation 18a suivant des cycles courts. A ce moment, la période entre l'instant où l'alimentation en courant vers la bobine d'excitation 18a est lancée et celui où l'électrovanne 18 est ouverte est progressivement raccourcie à mesure que la tension de batterie  $V_b$  augmente. En conséquence, la période d'application de courant  $T_{on}$  est progressivement raccourcie sur la base de la mappe de période d'application de courant  $T_{map}$  de la figure 11.

Durant la commande de rapport cyclique décrite ci-dessus, la tension de batterie  $V_b$  est inférieure à une tension intermédiaire  $V_y$  dans une période allant de l'instant  $t_{40}$  à l'instant  $t_{43}$ , et donc la période d'application de courant  $T_{on}$  est plus longue que 8 ms. Dans la période entre l'instant  $t_{40}$  et

l'instant t43, le cycle de la commande de rapport cyclique est réglé à 32 ms. Dans une période de l'instant t43 à l'instant t45, la tension de batterie Vb est supérieure ou égale à la tension intermédiaire Vy et inférieure à la tension élevée Vz.

5 Donc, la période d'application de courant Ton est inférieure ou égale à 8 ms et plus longue que 4 ms. Dans la période entre l'instant t43 et l'instant t45, le cycle de la commande de rapport cyclique est réglé à 16 ms. Dans une période entre l'instant t45 et l'instant t46, la tension de batterie Vb est  
10 supérieure ou égale à la tension élevée Vz, et donc la période d'application de courant Ton est réglée à 4 ms. Dans la période entre l'instant t45 et l'instant t46, le cycle de la commande de rapport cyclique est réglé à 8 ms. C'est-à-dire que bien que la période d'application de courant Ton et le cycle de la commande  
15 de rapport cyclique soient raccourcis lorsque la tension de batterie Vb est augmentée, le cycle de la commande de rapport cyclique est raccourci de façon discrète de manière à ce que le rapport cyclique ne dépasse 50 %, ce qui constitue une valeur prédéterminée acceptable.

20 Durant la commande de rapport cyclique décrite ci-dessus, l'électrovanne 18 est fermée et ouverte de façon répétitive conformément à l'application et à l'arrêt du courant dans la période de chaque temps d'aspiration de la pompe à haute pression 2 (la période entre l'instant t40 et l'instant t41, et  
25 la période entre l'instant t44 et l'instant t46). Lorsque l'électrovanne 18 est ouverte, du carburant à basse pression est aspiré dans la chambre de compression 14 depuis le passage de carburant à basse pression 20 par l'intermédiaire de l'orifice d'entrée de carburant 16.

30 Dans un temps de compression entre l'instant t41 et l'instant t44, l'électrovanne 18 est fermée à l'instant t42. Après cela, l'électrovanne 18 est maintenue fermée jusqu'à l'instant t44, qui représente la fin du temps de compression, indépendamment du nombre de fois où le courant vers la bobine  
35 d'excitation 18a est arrêté. Dans la période entre l'instant t42 et l'instant t44, dans laquelle l'électrovanne 18 est fermée, du carburant à haute pression dans la chambre de compression 14 repousse en l'ouvrant la soupape de non-retour 26 et il est envoyé à la conduite de distribution 30.

Dans un temps d'aspiration entre l'instant  $t_{44}$  et l'instant  $t_{47}$ , l'angle de vilebrequin est identifié en  $t_{46}$ . De ce fait, après l'instant  $t_{46}$ , la commande passe de la commande de rapport cyclique à la commande normale pour la commande électromagnétique décrite en se référant à la figure 4. C'est-à-dire que le traitement normal, dans lequel l'électrovanne 18 est ouverte dans un temps d'aspiration et est fermée dans un temps de compression, est répétée de manière à ce que la pression de carburant  $P_f$  soit augmentée à une pression de carburant cible.

Dans la technique antérieure, le cycle et la période d'application de courant d'une commande de rapport cyclique ne sont pas prolongés même si la tension de batterie  $V_b$  est basse. Pour cette raison, dans le temps de compression initiale (se référer à la période entre le temps  $t_{41}$  et le temps  $t_{44}$  de la figure 12), la pression du carburant dans la chambre de compression 14 n'est pas augmentée, et le carburant n'est pas fourni à la conduite de distribution 30. De ce fait, par comparaison à ce mode de réalisation, l'augmentation de pression dans le système d'injection de carburant est retardée.

Ce mode de réalisation présente pratiquement les mêmes avantages que les premier et second modes de réalisation. Si la tension de batterie  $V_b$  est élevée, le cycle de la commande de rapport cyclique est diminué à un niveau auquel le rapport cyclique ne dépasse pas 50 %. Pour cette raison, le rapport de la période d'application de courant dans la commande de rapport cyclique n'est pas augmenté inutilement, et la charge sur le circuit électrique est empêchée efficacement d'augmenter.

La présente invention peut être modifiée comme suit.

Dans le second mode de réalisation des figures 8 et 9, le cycle de la commande de rapport cyclique est modifié de manière discrète en fonction de la tension  $V_b$  de la batterie. Cependant, le cycle de la commande de rapport cyclique peut être modifié en continu. Dans le premier mode de réalisation des figures 1 à 7 et dans le troisième mode de réalisation des figures 10 à 12, la période d'application de courant dans la commande de rapport cyclique (rapport cyclique) peut être modifiée de manière discrète en fonction de la tension  $V_b$  de la batterie.

Dans les modes de réalisation illustrés, la pompe à carburant à haute pression est commandée pour régler la quantité

de carburant du carburant sous pression dans chaque temps de compression après que l'angle de vilebrequin est identifié. C'est-à-dire qu'après que l'angle de vilebrequin est identifié, l'électrovanne 18 est ouverte dans le temps d'aspiration entier.

5 Dans le temps de compression, l'électrovanne 18 est fermée dans une plage d'angles du vilebrequin qui correspond à la quantité de carburant à envoyer à la conduite de distribution 30 (se reporter à la figure 4). Cependant, la pompe à carburant à haute pression peut être commandée pour régler la quantité de

10 fourniture de carburant sous pression dans des temps d'aspiration après que l'angle de vilebrequin est identifié. Par exemple, durant un temps d'aspiration après que l'angle de vilebrequin est identifié, le courant vers l'électrovanne 18 peut être arrêté pour ouvrir l'électrovanne 18 dans une plage

15 d'angles de vilebrequin correspondant à la quantité de carburant à envoyer à la conduite de distribution 30 (une plage depuis l'angle  $\theta_c$  à l'angle  $\theta_d$  et une plage de l'angle  $\theta_e$  à l'angle  $\theta_f$ ), de sorte que du carburant soit aspiré dans la chambre de compression 14 uniquement dans ces plages d'angles de vilebrequin. L'électrovanne 18 est refermée dans le temps de

20 compression entier. Dans ce cas, la quantité de fourniture de carburant sous pression est diminuée si les angles de vilebrequin de début d'alimentation en courant  $\theta_d$ ,  $\theta_f$  sont avancés. La quantité de fourniture de carburant sous pression

25 est augmentée si les angles de vilebrequin de début d'alimentation en courant  $\theta_d$ ,  $\theta_f$  sont retardés.

Pour cette raison, les présents exemples et modes de réalisation doivent être considérés comme étant illustratifs et non pas restrictifs, et l'invention ne doit pas être limitée aux

30 détails fournis ici.

## REVENDICATIONS

1. Dispositif de distribution de carburant à haute  
pression, qui met sous pression du carburant fourni depuis  
5 une source d'alimentation en carburant et envoie le carburant  
sous pression dans un système d'injection de carburant (32)  
d'un moteur à combustion interne, le dispositif comprenant :

une pompe à carburant (2) ayant une chambre de  
compression (14), dans laquelle la pompe à carburant (2)  
10 répète un temps de compression et un temps d'aspiration  
conformément à une rotation du moteur, où, pendant chaque  
temps d'aspiration, la pompe à carburant (2) aspire du  
carburant depuis la source d'alimentation en carburant (22,  
24) vers la chambre de compression (14), et où, durant chaque  
15 temps de compression, la pompe à carburant (2) met sous  
pression du carburant dans la chambre de compression (14) et  
envoie le carburant sous pression au système d'injection de  
carburant (32),

une électrovanne (18) qui raccorde et sépare  
20 sélectivement la chambre de compression (14) de la source  
d'alimentation en carburant (22, 24), où l'électrovanne (18)  
est actionnée par l'électricité fournie depuis une  
alimentation électrique, et

un contrôleur (34), qui commande l'électrovanne (18),  
25 dans lequel, pour régler une quantité de carburant à fournir  
au système d'injection de carburant (32), le contrôleur (34)  
détermine les instants d'ouverture et de fermeture de  
l'électrovanne (18) sur la base d'une phase de rotation du  
moteur, où, lorsque la phase de rotation du moteur n'est pas  
30 identifiée, le contrôleur (34) exécute une commande de  
rapport cyclique pour répéter de façon cyclique l'application  
et l'arrêt du courant vers l'électrovanne (18), le dispositif  
étant **caractérisé par** :

un dispositif de détection de tension (42), lequel  
35 détecte une tension de l'alimentation, où le contrôleur (34)  
prolonge une période d'application de courant de chaque cycle  
de la commande de rapport cyclique lorsque la tension  
détectée par un dispositif de détection de tension est  
diminuée.

2. Dispositif selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le contrôleur (34) fait varier continuellement la période d'application de courant conformément à la tension détectée par le dispositif de détection de tension (42).

3. Dispositif selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le contrôleur (34) modifie de façon discrète la période d'application de courant conformément à la tension détectée par le dispositif de détection de tension (42).

4. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce que** le contrôleur (34) modifie le rapport cyclique pour modifier la période d'application de courant.

5. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce que** le contrôleur (34) modifie le cycle de la commande de rapport cyclique pour modifier la période d'application de courant.

6. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce que**, lorsque la phase de rotation du moteur n'est pas identifiée, le contrôleur (34), en plus de prolonger la période d'application de courant, prolonge le cycle de la commande de rapport cyclique lorsque la tension détectée par le dispositif de détection de tension (42) est diminuée, et dans lequel le contrôleur (34) règle le cycle de la commande de rapport cyclique de manière à ce que le rapport cyclique ne dépasse pas une valeur acceptable prédéterminée.

7. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, **caractérisé en ce que** l'électrovanne (18) comprend un corps de vanne (18b) situé dans la chambre de compression (14), où un siège de vanne (18d) est prévu en tant que partie de la paroi intérieure de la chambre de compression (14), lequel est face au corps de vanne (18b), où, lorsque l'application d'un courant à l'électrovanne (18) est lancée, le corps de vanne (18b) est déplacé vers le siège de vanne (18d) et entre en contact avec celui-ci, et où lorsque le courant vers l'électrovanne (18) est arrêté, le corps de

vanne (18b) est déplacé vers l'intérieur de la chambre de compression (14) en s'écartant du siège de vanne (18d).

8. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, **caractérisé en ce que** l'électrovanne (18) comporte un corps de vanne (18b) et un élément de sollicitation (18c), où le corps de vanne (18b) peut se déplacer entre une position fermée pour séparer la chambre de compression (14) de la source d'alimentation en carburant (22, 24) et une position ouverte pour raccorder la chambre de compression (14) avec la source d'alimentation en carburant, où l'élément de sollicitation (18c) sollicite le corps de vanne (18b) vers la position ouverte, où, lorsqu'un courant est appliqué à l'électrovanne (18), le corps de vanne (18b) passe vers la position fermée en s'opposant à la force de l'élément de sollicitation (18c), et où, lorsqu'un courant n'est pas appliqué à l'électrovanne (18), le corps de vanne (18b) est déplacé vers la position ouverte par la force de l'élément de sollicitation (18c).

9. Dispositif selon la revendication 8, **caractérisé en ce que**, lorsque le corps de vanne (18b) est déplacé vers la position fermée durant un temps de compression de la pompe à carburant (2), la pression dans la chambre de compression (14) agit sur le corps de vanne pour retenir le corps de vanne (18b) à la position fermée.

10. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 7 à 9, **caractérisé en ce que** le contrôleur (34) détermine une position de course de la pompe à carburant (2) sur la base de la phase de rotation du moteur, où, lorsque la pompe à carburant est à un temps d'aspiration, le contrôleur (34) arrête le courant vers l'électrovanne (18), et où, lorsque la pompe à carburant (2) est à un temps de compression, le contrôleur commence à appliquer un courant à l'électrovanne (18) à un instant qui correspond à la quantité de carburant à fournir au système d'injection de carburant (32).

11. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 7 à 9, **caractérisé en ce que** le contrôleur (34) détermine une position de course de la pompe à carburant (2) sur la base de

la phase de rotation du moteur, où, lorsque la pompe à carburant (2) est à un temps d'aspiration, le contrôleur (34) arrête le courant vers l'électrovanne (18) pendant une période qui correspond à la quantité de carburant à fournir  
 5 au système d'injection de carburant (32), et où, lorsque la pompe à carburant (2) est à un temps de compression, le contrôleur (34) referme l'électrovanne (18).

12. Procédé destiné à commander un dispositif de  
 10 distribution de carburant à haute pression destiné à un moteur à combustion interne, où le dispositif comprend une pompe à carburant (2) ayant une chambre de compression (14) et une électrovanne (18), où la pompe à carburant (2) répète un temps de compression et un temps d'aspiration conformément  
 15 à une rotation du moteur, où durant chaque temps d'aspiration, la pompe à carburant (2) aspire du carburant depuis une source d'alimentation en carburant (22, 24) vers la chambre de compression (14), et où durant chaque temps de compression, la pompe à carburant (2) met sous pression du  
 20 carburant dans la chambre de compression et envoie le carburant sous pression à un système d'injection de carburant (32) du moteur, où l'électrovanne (18) est actionnée par de l'électricité fournie depuis une alimentation électrique pour relier et séparer sélectivement la chambre de compression  
 25 (14) de la source d'alimentation en carburant (22, 24), le procédé comprenant :

la détermination des instants d'ouverture et de fermeture de l'électrovanne (18) sur la base d'une phase de rotation du moteur, en réglant ainsi une quantité de  
 30 carburant à fournir au système d'injection de carburant (32), et

l'exécution d'une commande de rapport cyclique pour répéter de façon cyclique l'application et l'arrêt d'un courant vers l'électrovanne (18) lorsque la phase de rotation  
 35 du moteur n'est pas identifiée, le procédé étant **caractérisé par :**

le prolongement d'une période d'application de courant dans chaque cycle de la commande de rapport cyclique lorsque la tension de l'alimentation électrique est diminuée.  
 40

Fig.1

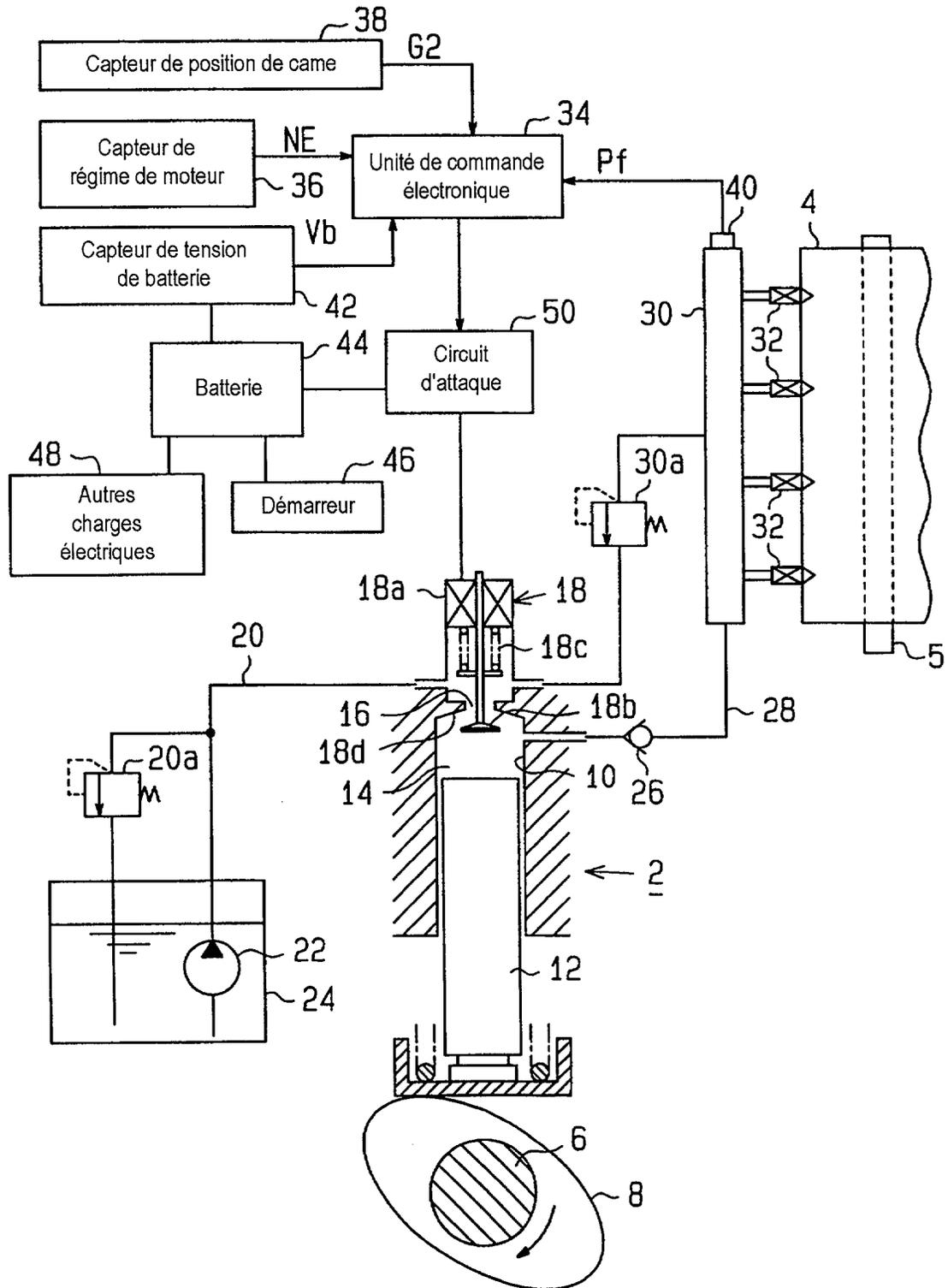


Fig. 2(C)

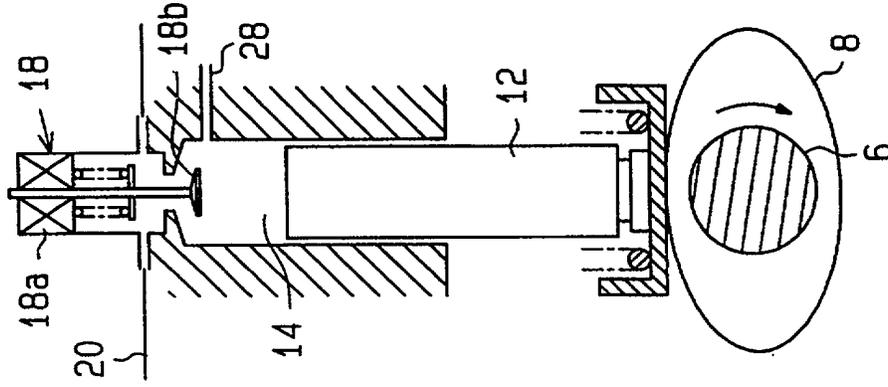


Fig. 2(B)

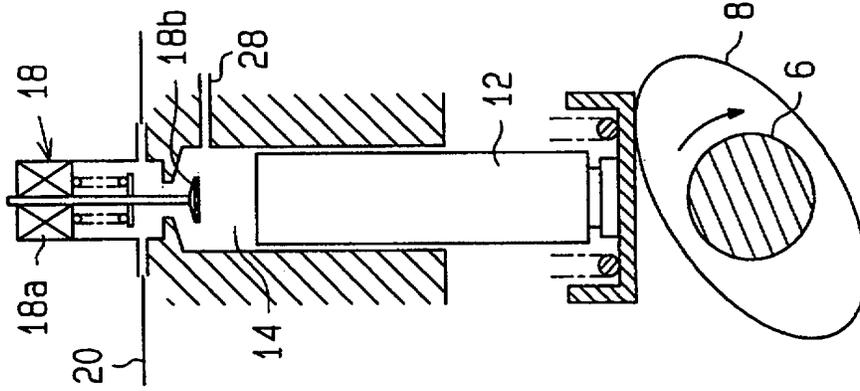


Fig. 2(A)

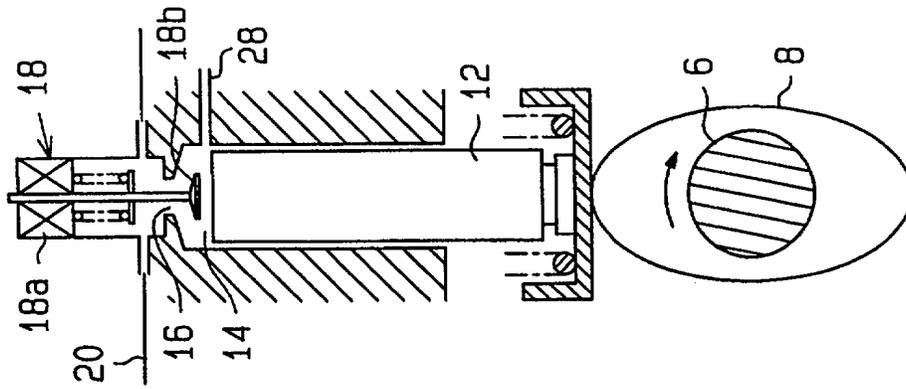


Fig. 3(C)

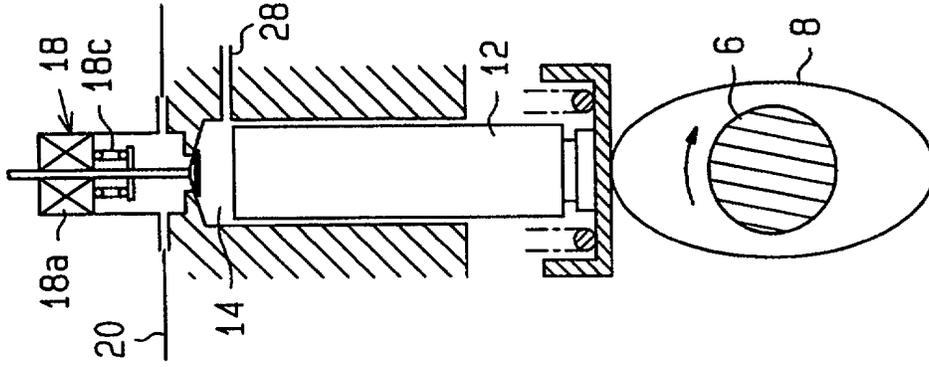


Fig. 3(B)

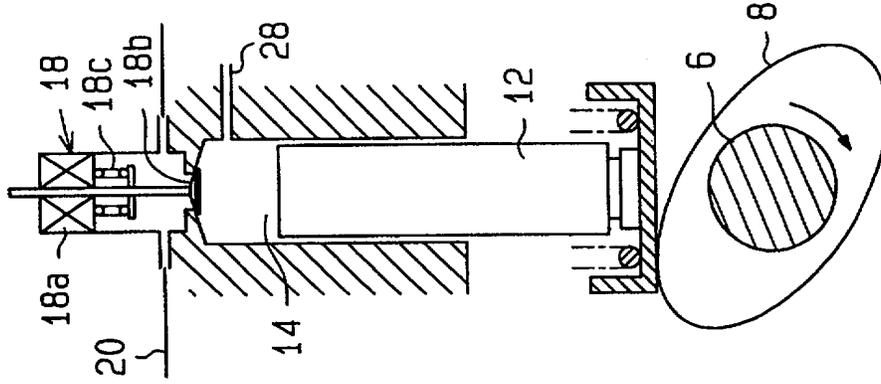


Fig. 3(A)

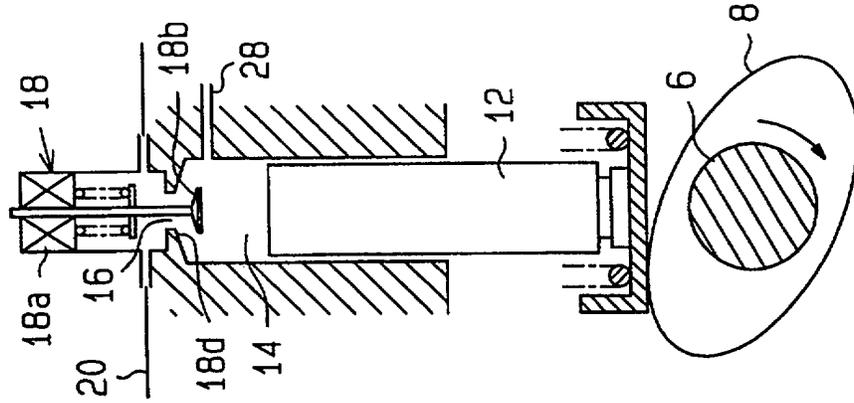
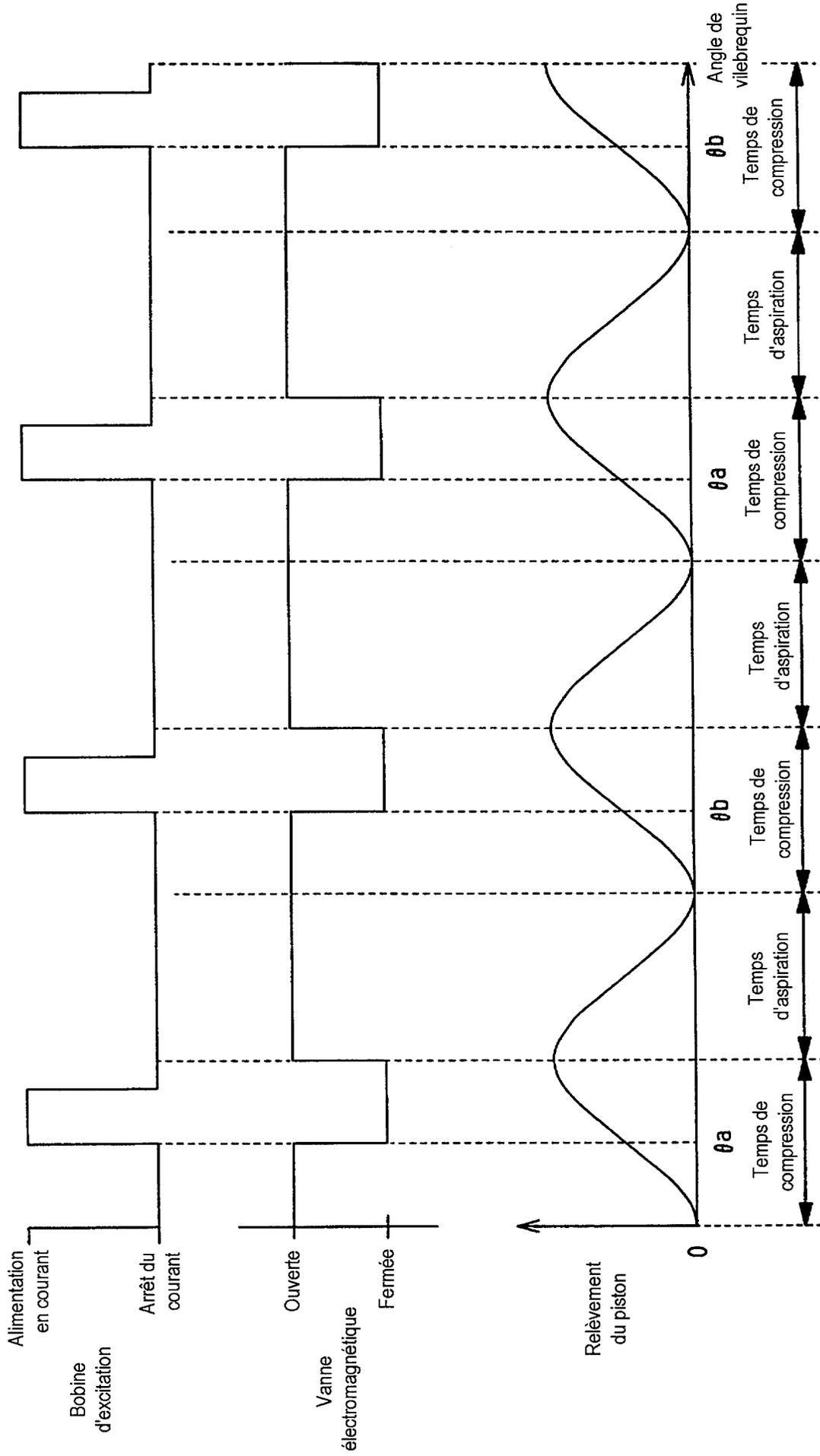
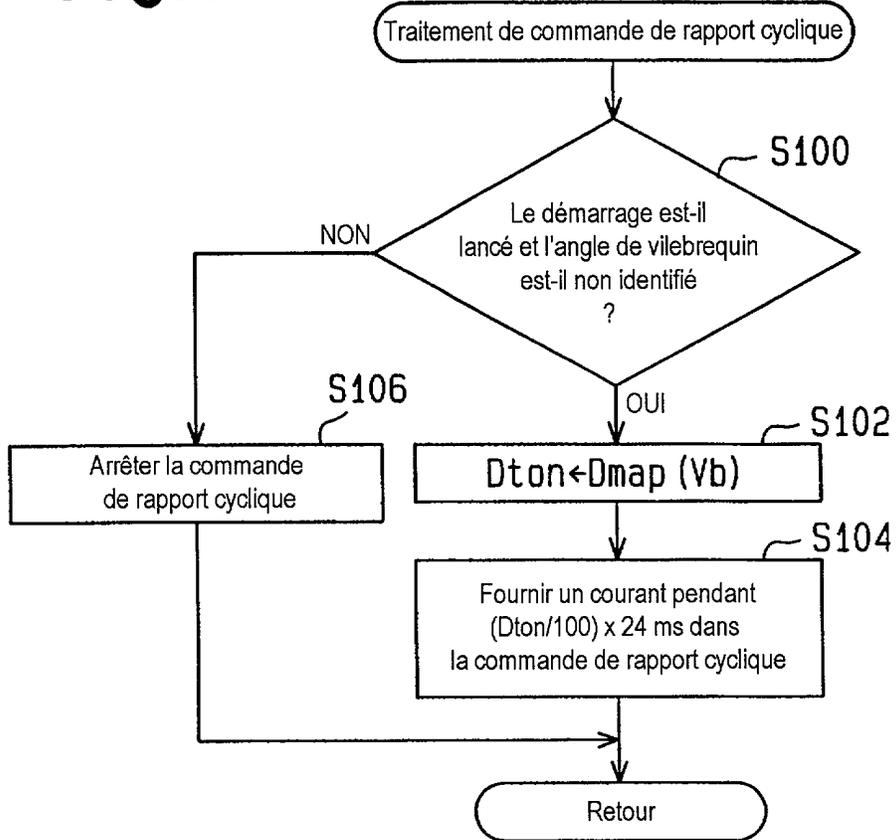
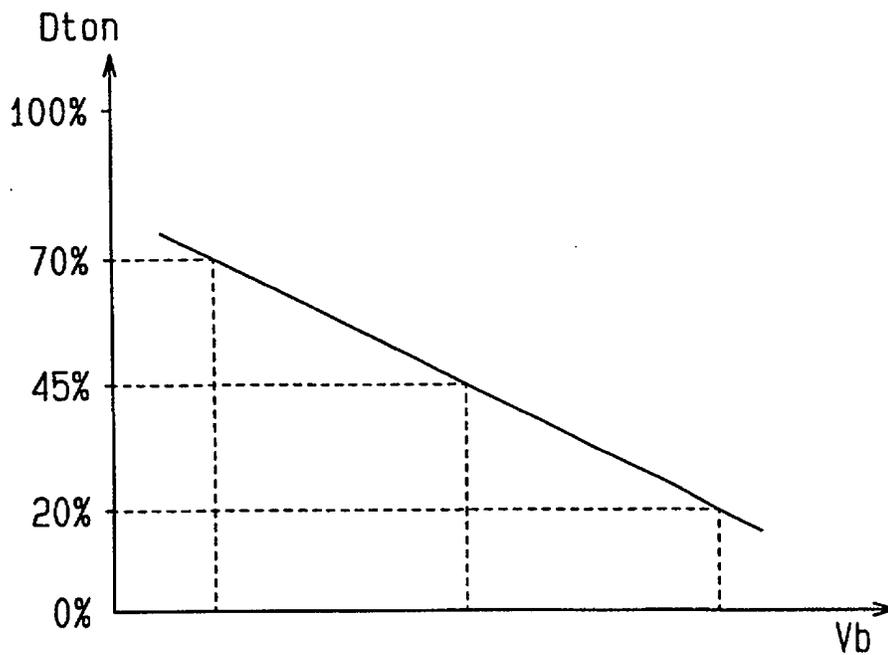
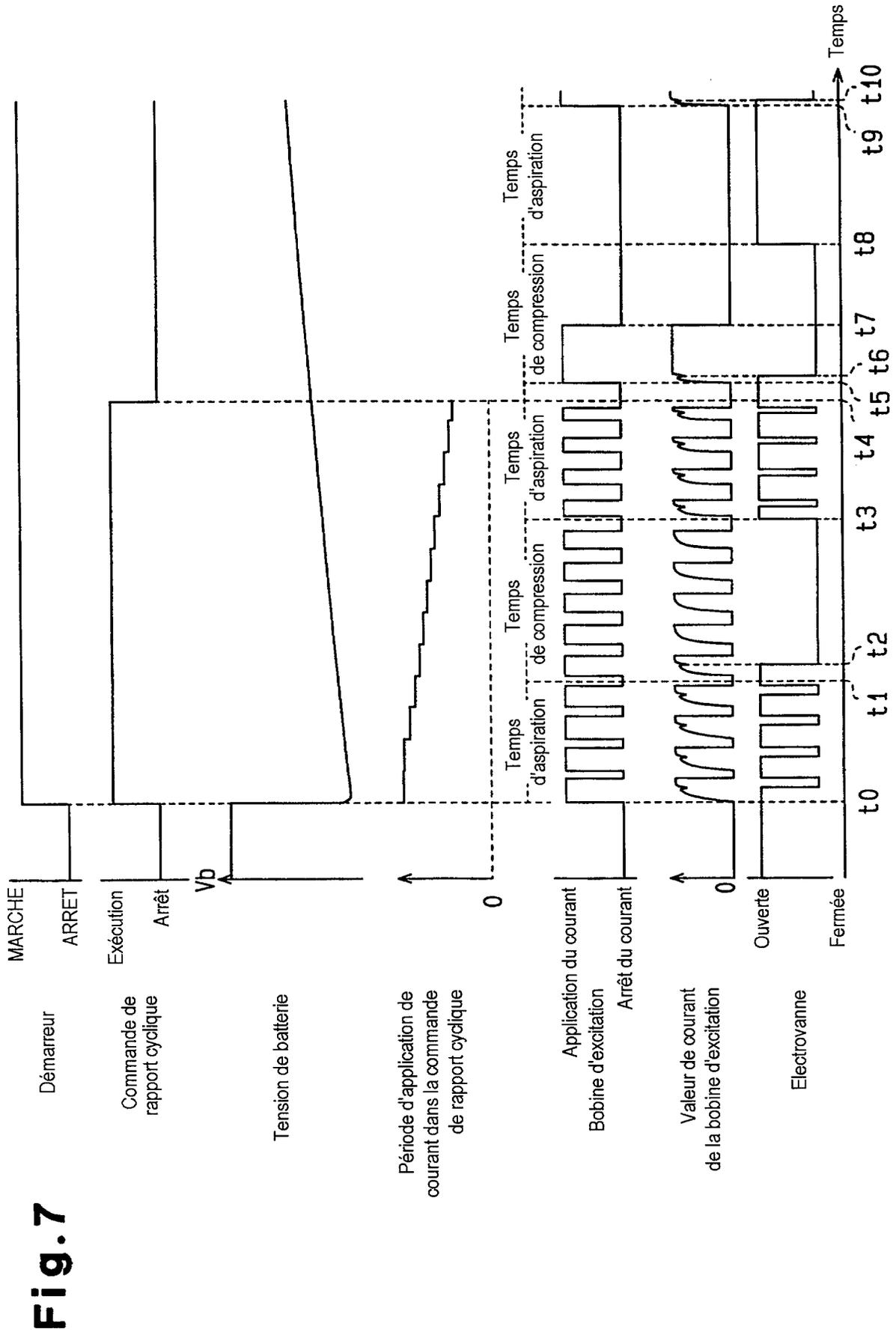
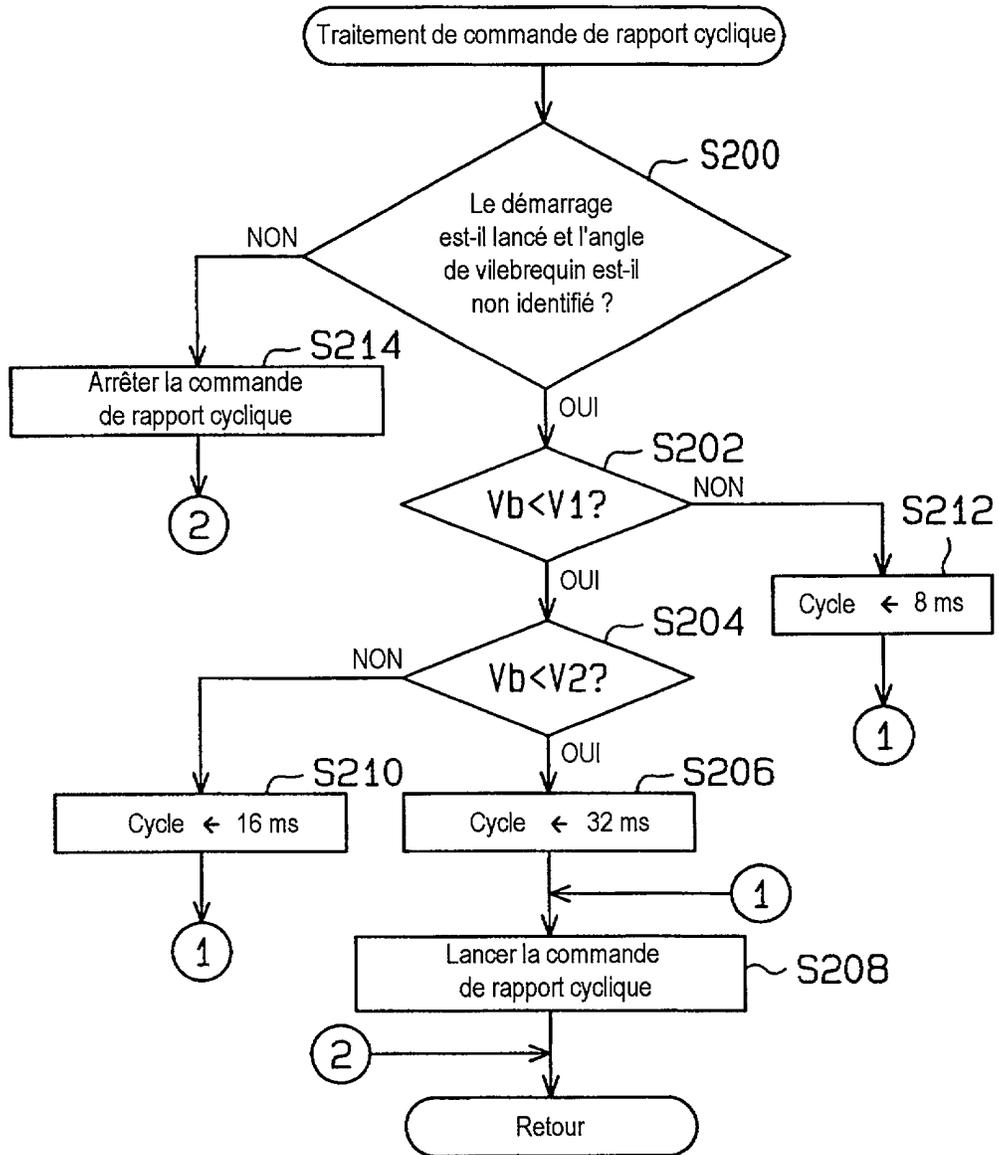


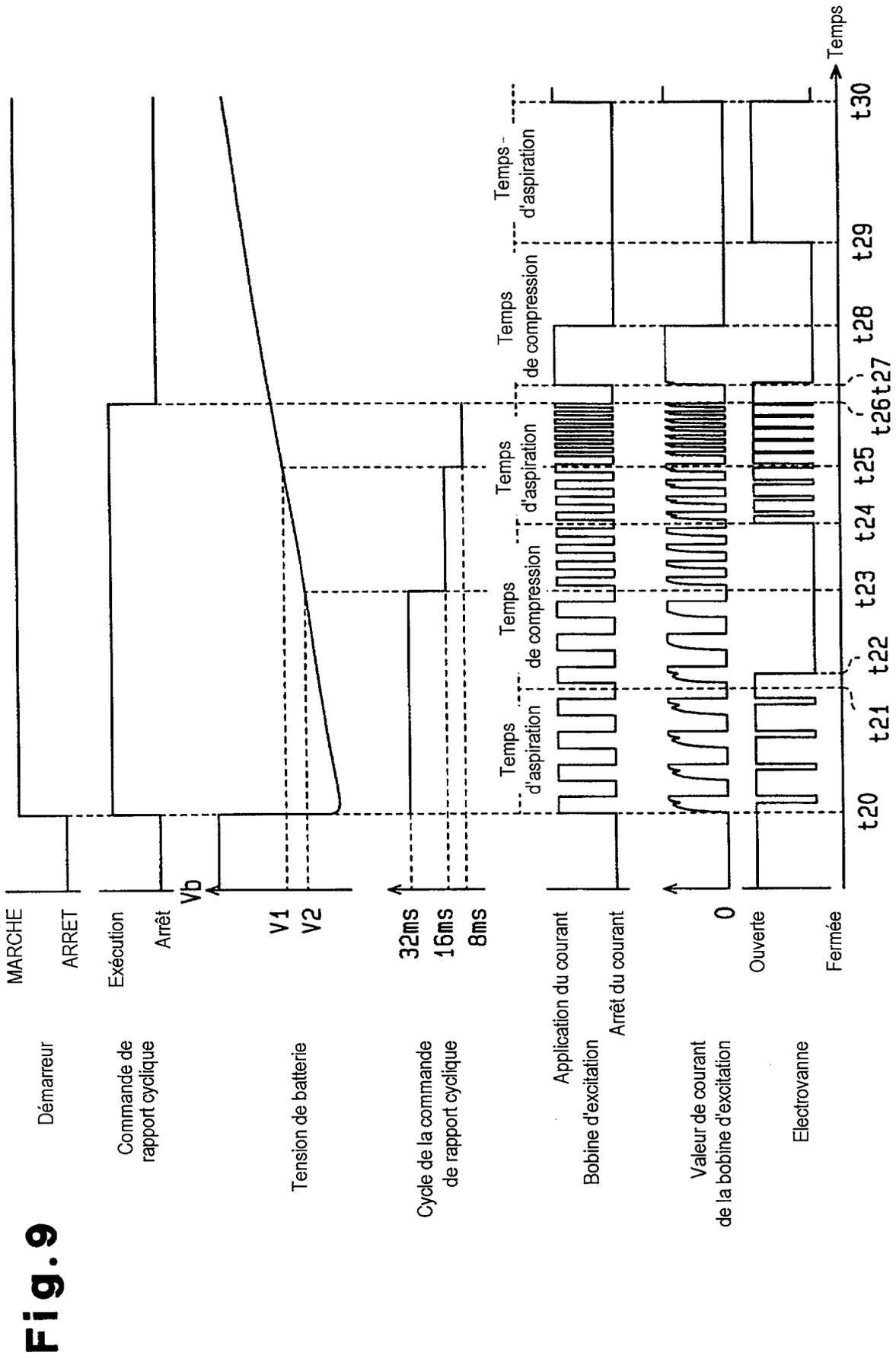
Fig.4

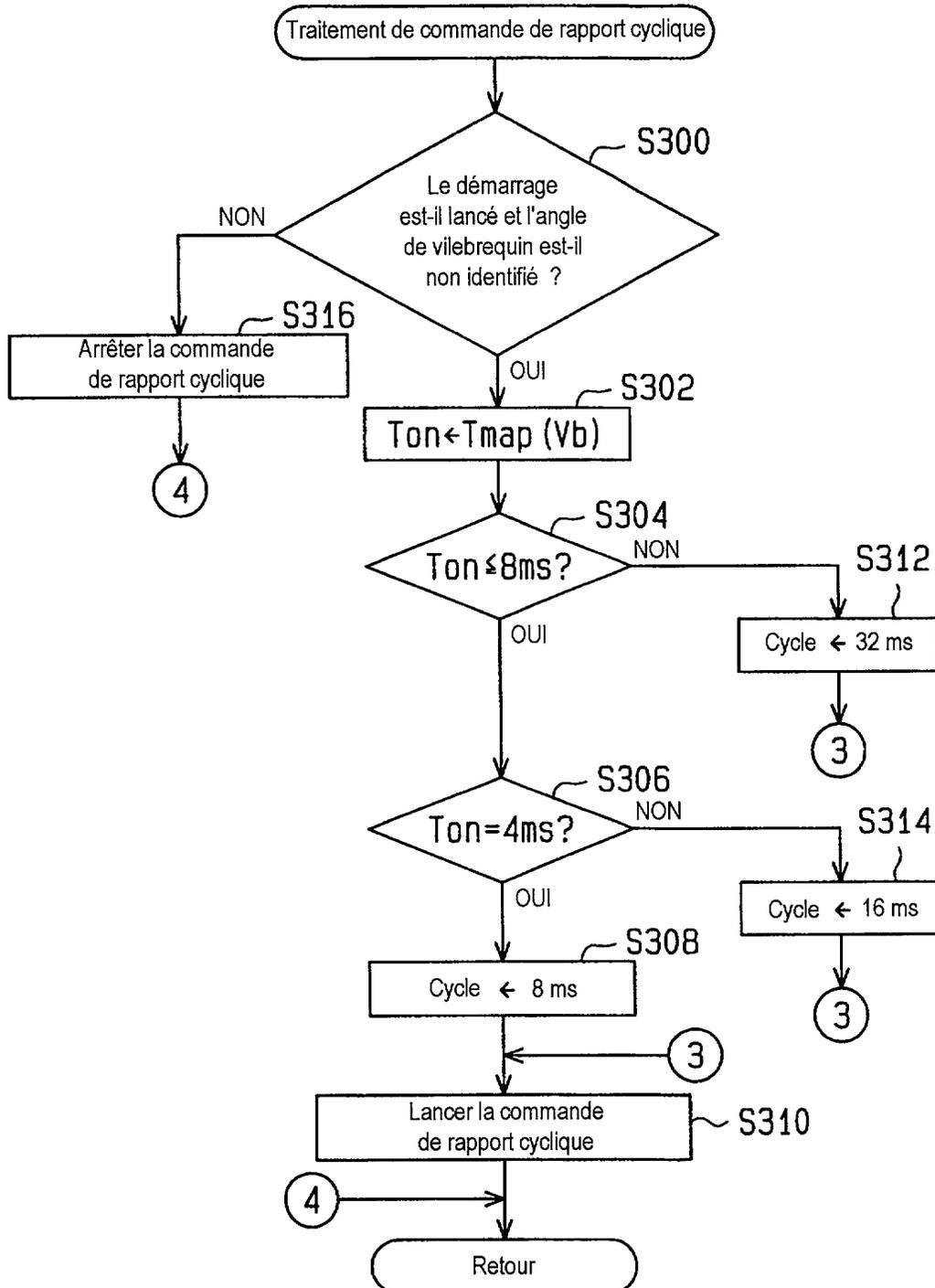


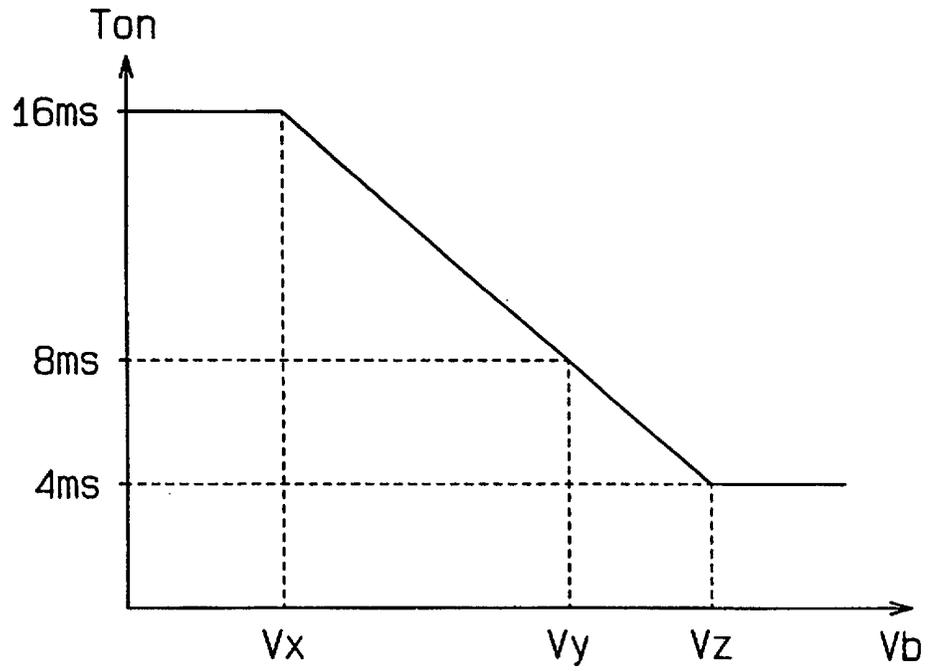
**Fig.5****Fig. 6**



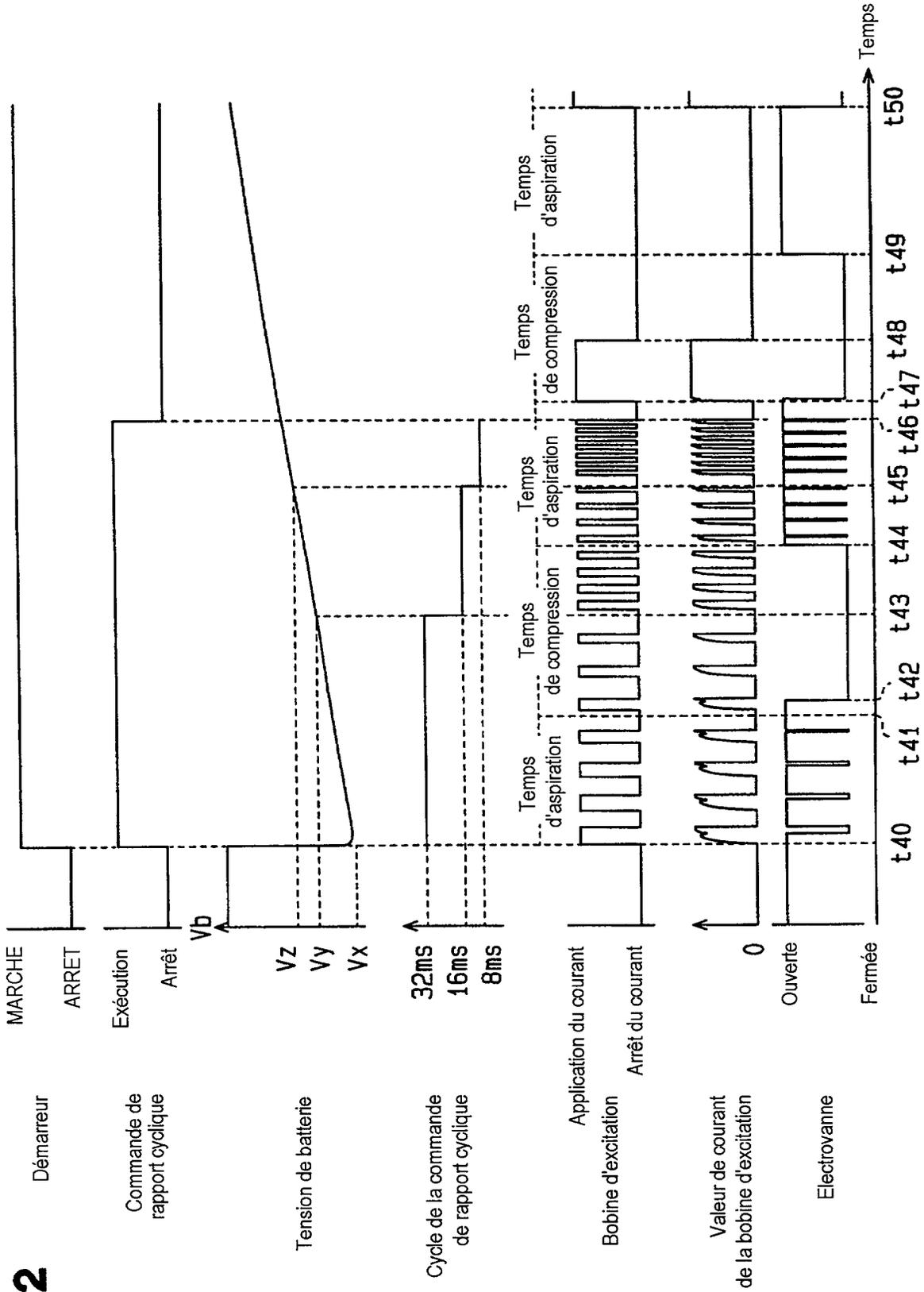
**Fig.8**



**Fig.10**

**Fig.11**

**Fig.12**



**Fig.13**

