

12

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22 Date de dépôt : 10.03.98.

30 Priorité : 10.03.97 DE 19709717.

43 Date de mise à la disposition du public de la demande : 11.09.98 Bulletin 98/37.

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) : SIEMENS AG — DE.

72 Inventeur(s) : GERKEN HARTMUT, FOERSTER RALF, HECKER MARTIN, PIRKL RICHARD, HOFFMANN CHRISTIAN et FREUDENBERG HELLMUT.

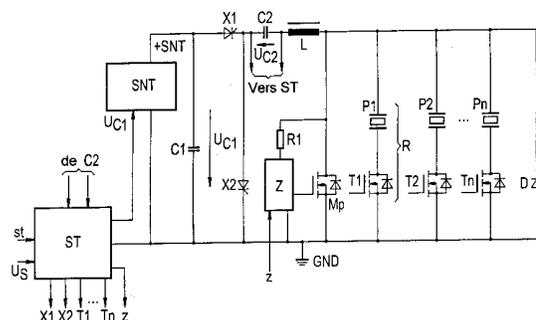
73 Titulaire(s) :

74 Mandataire(s) : CABINET DE BOISSE.

54 DISPOSITIF ET PROCÉDE DE COMMANDE D'AU MOINS UN ORGANE DE REGLAGE CAPACITIF, NOTAMMENT POUR SOUPE DE INJECTION.

57 Dans ce dispositif de commande, un interrupteur de puissance MOSFET (Mp) est monté en parallèle avec l'organe de commande (P1) pour le protéger contre des surtensions, et cet interrupteur est rendu conducteur par un circuit additionnel (Z) si la tension de l'organe de commande (P1) dépasse une valeur limite prédéfinie, ou si un circuit de commande (ST) émet un signal de commande correspondant.

Application notamment à la commande des soupapes d'injection d'un moteur à combustion interne, actionnés par des éléments piézo-électriques formant lesdits organes de commande (P1).



La présente invention concerne un dispositif pour commander au moins un organe de réglage capacitif, en particulier une soupape d'injection de carburant d'un moteur à combustion interne actionnée par piezoélectricité, au moyen d'un circuit de commande. Elle
5 concerne également un procédé pour mettre en oeuvre ce dispositif.

La tension appliquée sur un organe de commande capacitif, par exemple une soupape d'injection d'un
10 moteur à combustion interne, correspond sensiblement à la course mécanique de l'organe de commande. Cette tension ne doit pas dépasser une valeur limite, sans quoi l'organe de commande pourrait être détérioré.

Le but de l'invention est de créer un dispositif
15 pour commander au moins un organe de commande capacitif et un procédé pour mettre en oeuvre ce dispositif qui permette de limiter la tension à appliquer sur l'organe de commande.

Ce problème est résolu selon l'invention par le
20 fait que le dispositif du type indiqué ci-dessus comprend:

- un condensateur de charge connecté entre le pôle Plus et le pôle Moins d'une source de tension,
- un circuit série connecté parallèlement au
25 condensateur de charge et composé d'un interrupteur de charge relié au pôle Plus, laissant passer le courant provenant de ce pôle Plus, et d'un interrupteur de décharge relié au pôle Moins, laissant passer le courant vers ce pôle,
- un circuit série connecté entre le point de
30 raccordement des interrupteurs de charge et de décharge et du raccordement à la masse et composé d'une self de transfert d'énergie, d'un premier organe de réglage et d'un premier interrupteur de puissance MOSFET commandé,
- un circuit série prévu pour chacun des autres
35 organes de réglage, branché en parallèle avec le circuit

série du premier organe de réglage et du premier interrupteur de puissance MOSFET, et composé de cet organe de réglage et d'un autre interrupteur de puissance MOSFET,

5 - une diode raccordée en parallèle à tous les circuits série composés d'un organe de réglage et d'un interrupteur de puissance MOSFET, cette diode laissant passer le courant du raccordement à la masse vers la self de transfert d'énergie,

10 - un interrupteur de puissance MOSFET commandé supplémentaire, qui est connecté en parallèle à au moins un circuit série composé d'un organe de réglage et d'un interrupteur de puissance MOSFET associé, et

15 - un circuit additionnel par lequel peut être commandé l'état conducteur de l'interrupteur de puissance MOSFET supplémentaire.

Avantageusement, selon l'invention, le circuit additionnel présente un transistor, connecté comme puits de courant constant, dont la borne de collecteur est reliée à la borne de grille de l'interrupteur de puissance MOSFET supplémentaire, dont la borne de base est reliée à la prise d'un diviseur de tension, et dont la borne d'émetteur est reliée, par l'intermédiaire d'une résistance, au pôle Moins commun des tensions de référence.

25 Une extension avantageuse de l'invention prévoit une résistance entre la borne de grille et la borne de l'interrupteur de puissance MOSFET supplémentaire recevant la tension de l'organe de réglage.

30 Le circuit additionnel peut avantageusement présenter un miroir de courant, dont le courant d'entrée est déterminé par un diviseur de tension connecté en parallèle au trajet de commutation de l'interrupteur de puissance MOSFET, le courant de sortie du diviseur de tension étant défini par le facteur d'image du miroir de courant, et le courant de sortie du miroir de courant

étant avantageusement envoyé au puits de courant constant par l'intermédiaire de la borne de collecteur du transistor.

L'invention prévoit avantageusement qu'un transistor supplémentaire, dont la borne de base est commandée, vers la conduction, par des signaux de commande du circuit de commande, et dont le trajet collecteur-émetteur relie, dans l'état conducteur, la borne de base de l'autre transistor au pôle Moins et commande ainsi, pour le rendre conducteur, l'interrupteur de puissance MOSFET supplémentaire.

L'invention a également pour objet un procédé pour mettre en oeuvre le dispositif tel que défini ci-dessus et qui est caractérisé en ce que le circuit additionnel commande, pour le rendre conducteur, l'interrupteur de puissance MOSFET supplémentaire, lorsque la tension de l'organe de réglage dépasse une valeur limite prédéfinie.

Ce procédé est également avantageusement caractérisé par le fait que le circuit additionnel, à la réception d'un signal de commande du circuit de commande, commande, pour le rendre conducteur, l'interrupteur de puissance MOSFET supplémentaire.

L'invention a encore pour objet un procédé pour mettre en oeuvre un dispositif pour commander un organe de réglage capacitif, en particulier une soupape d'injection de carburant d'un moteur à combustion interne actionnée par piezoélectricité, au moyen d'un circuit de commande, ce dispositif comportant :

- un condensateur de charge raccordé entre le pôle Plus et le pôle Moins d'une source de tension, réglable par le circuit de commande, ce condensateur pouvant être chargé par cette source de tension,

- un circuit série connecté en parallèle au condensateur de charge, composé d'un interrupteur de charge relié au pôle Plus, laissant passer le courant à

partir de ce dernier, et comportant un interrupteur de décharge relié au pôle Moins, laissant passer le courant vers ce pôle,

- un circuit série connecté entre le point de
5 raccordement des interrupteurs de charge et de décharge
et du raccordement à la masse et composé, d'un
condensateur de transfert de charge relié à
l'interrupteur de charge, d'une self de transfert
d'énergie, d'un premier organe de réglage et d'un premier
10 interrupteur de puissance MOSFET commandé,

- un circuit série prévu pour chacun des autres
organes de réglage, branché en parallèle au circuit série
du premier organe de réglage et du premier interrupteur
de puissance MOSFET, et composé de cet organe de réglage
15 et d'un autre interrupteur de puissance MOSFET,

- une diode connectée en parallèle à tous les
circuits série composés d'un organe de réglage et d'un
interrupteur de puissance MOSFET, cette diode laissant
passer le courant du raccordement à la masse vers la self
20 de transfert d'énergie, et

- un interrupteur de puissance MOSFET commandé
supplémentaire, qui est branché en parallèle au circuit
série formé du premier organe de réglage et du premier
interrupteur de puissance MOSFET associé, et qui peut
25 être rendu conducteur par des signaux de commande du
circuit de commande,

- l'interrupteur de charge et l'interrupteur de
puissance MOSFET supplémentaire, puis ensuite
l'interrupteur de décharge étant actionnés, dans cet
30 ordre, au moins une fois, aussitôt après l'enclenchement
de l'alimentation en tension du circuit de commande ou de
la source de tension et avant le premier actionnement de
l'organe de réglage.

Le dispositif selon l'invention, à côté de la
35 fonction de protection du ou des organes de commande pour
ce qui concerne la limitation de la tension, présente

d'autres avantages qui sont décrits à propos d'un exemple de soupapes d'injection de carburant d'un moteur à combustion interne, actionnées de façon piézoélectrique.

Ainsi, dans le cas d'un défaut se produisant dans le moteur à combustion interne jusqu'aux étages de puissance de sortie des soupapes d'injection, une opération d'injection peut être interrompue aussitôt, même lors de la charge des organes de commande.

Comme la dilatation d'un organe de commande piézoélectrique est soumise à des pertes, et comme l'organe de commande travaille comme détecteur dans le cas de sollicitations mécaniques (il crée du courant), il conserve, immédiatement après sa décharge, une tension résiduelle. Pour utiliser complètement la course de l'organe de commande, on doit donc s'assurer que plus aucune tension résiduelle ne demeure sur les organes de commande devant être activés. Au moyen du dispositif selon l'invention, il est possible de décharger complètement chaque organe de commande.

Dans le cas du circuit représenté sur la figure 1 pour commander des organes de commande capacitifs, plusieurs phases d'oscillation transitoires sont nécessaires jusqu'à ce que toute la tension de charge puisse être transférée aux organes de commande. Mais, dans le cas de l'injection de carburant, on demande de pouvoir déjà injecter toute la quantité de carburant lors de la première opération d'injection. Cela devient possible à l'aide du dispositif selon l'invention.

On décrira ci-après plus en détail des exemples d'exécution de l'invention, en référence aux dessins, sur lesquels:

- la figure 1 est un schéma d'un dispositif de commande pour au moins un organe de commande capacitif;
- la figure 2 représente un premier exemple d'exécution selon l'invention;

- la figure 3 représente un deuxième exemple d'exécution selon l'invention.

La figure 1 représente un schéma d'un dispositif de commande de n soupapes d'injection de carburant, non représentées plus en détail, d'un moteur à combustion interne, par des organes de réglage piézoélectriques P1 à Pn, au moyen d'un circuit de commande ST, qui constitue une partie d'un appareil de commande de moteur commandé par microprocesseur, non représenté plus en détail.

10 Un condensateur de charge C1 est raccordé entre le pôle Plus +SNT et le pôle Moins GND d'une source de tension régulée SNT, de préférence un bloc d'alimentation de réseau général. Parallèlement au condensateur de charge C1, est raccordé un circuit série, composé d'un interrupteur de charge X1 relié au pôle Plus +SNT, laissant passer le courant qui provient de ce pôle, et d'un interrupteur de décharge X2 relié au pôle Moins GND, laissant passer le courant vers ce pôle.

20 Dans le cas des interrupteurs X1 et X2, il s'agit d'interrupteurs électroniques laissant passer le courant seulement dans un sens et constitués d'au moins un semi-conducteur, de préférence des interrupteurs à thyristor, dont la conduction est commandée par le circuit de commande.

25 Entre le point de raccordement des interrupteurs de charge et de décharge X1 et X2 et du raccordement à la masse GND, se trouve un circuit série composé d'un condensateur de transfert de charge C2, d'une self de transfert d'énergie L, d'un premier organe de réglage P1 et d'un premier interrupteur de puissance MOSFET T1 commandé.

35 Une diode D est disposée en parallèle au circuit série composé de l'organe de réglage P1 et de l'interrupteur de puissance MOSFET T1, et laisse passer le courant du raccordement à la masse GND vers la self de transfert d'énergie L.

Pour chaque autre organe de réglage P2 à Pn, un circuit série, composé de cet organe de réglage et d'un autre interrupteur de puissance MOSFET T2 à Tn, est branché en parallèle au circuit série composé du premier organe de réglage P1 et du premier interrupteur de puissance MOSFET T1. Les interrupteurs de puissance MOSFET comportent habituellement une diode inverse, dont on utilise ici la fonction.

Les interrupteurs X1, X2 et T1 à Tn sont commandés par le circuit de commande ST en fonction de signaux de commande st de l'appareil de commande du moteur, d'une part par une valeur de consigne U_s qui, dans cet exemple d'exécution, est mémorisée dans le circuit de commande ST ou qui lui est fournie par l'appareil de commande de moteur, cette valeur étant une consigne pour la tension à laquelle doivent être chargés les organes de réglage P1 à Pn, et d'autre part par la valeur réelle U_{C2} de la tension sur le condensateur de recharge C2. Le condensateur de charge C1 peut être considéré comme un condensateur de sortie du bloc d'alimentation SNT.

En partant d'un état dans lequel, par exemple, le condensateur de charge C1 est chargé jusqu'à $U_{C1} = +60V$ et le condensateur de recharge C2 jusqu'à $U_{C2} = +100V$, donc en série à une valeur de consigne $U_s = +160V$, la self de transfert d'énergie L est sans courant et tous les interrupteurs X1, X2 et T1 à Tn sont non-conducteurs (résistance élevée) et tous les organes de réglage P1 à Pn sont déchargés, l'organe de réglage P1 doit être actionné pour injecter du carburant dans un cylindre par l'intermédiaire de la soupape correspondante. La valeur de consigne U_s de la tension est mise en mémoire dans le circuit de commande ST où lui est prescrite par l'appareil de commande du moteur, non représenté ici.

Le circuit de commande choisit d'abord l'organe de réglage correspondant, en rendant conducteur l'interrupteur de puissance MOSFET T1 associé à celui-ci.

Au début de l'injection, qui est déterminée par
5 le début d'un signal de commande st, l'interrupteur de charge X1 est déclenché par le circuit de commande ST. De ce fait, la tension $U_s = +160V$ sur les condensateurs C1 et de C2 en série se décharge pendant une demi-oscillation sinusoïdale complète, à travers la self de
10 transfert d'énergie L, dans l'organe de réglage P1 et ce dernier ouvre la soupape d'injection, non représentée. Le bloc d'alimentation SNT reste relié au condensateur de charge C1, de telle façon qu'il envoie également de l'énergie dans le circuit de transfert d'énergie.

15 Après le transfert d'énergie, l'interrupteur de charge X1 est rendu non conducteur, l'organe de réglage P1 reste chargé. Pour décharger l'organe de réglage à la fin d'un signal de commande st, l'interrupteur de décharge X2 est déclenché. Le circuit de courant de
20 décharge se ferme par la diode inverse de l'interrupteur de puissance MOSFET T1. L'énergie stockée dans l'organe de réglage retourne, par la self de transfert d'énergie L, dans le condensateur de recharge C2 qui est alors rechargé, par exemple, à $U_{c2} = +100V$, et peut être
25 utilisée pour le cycle suivant. Aussitôt que l'organe de réglage P1 est déchargé à la tension de seuil de la diode D connectée en parallèle sur le canal "actif", le courant qui passe encore par cette diode continue à s'écouler, ce qui empêche la charge de l'organe de réglage P1 à une
30 tension négative. Ensuite, l'interrupteur de décharge X2 est rendu non conducteur.

Ensuite, pour le cycle de charge de l'organe de réglage suivant, les pertes produites doivent être compensées. Pour cela, la tension U_{c2} du condensateur de
35 décharge C2 est mesurée, puis le bloc d'alimentation SNT est réglé sur une valeur de tension de sortie qui

correspond à la différence (60V) entre la valeur de consigne $U_s = +160V$ et la tension mesurée $U_{c2} = +100V$. La charge du condensateur de charge C1, relié au bloc d'alimentation SNT, est complétée en conséquence à cette
5 tension U_{c1} . De ce fait, pour la prochaine opération de charge sur les condensateurs C1 et C2 en série, on dispose de la tension complète $U_s = +160V$.

Si le dispositif est remis en service après une pause relativement longue, le condensateur de transfert
10 de charge C2 est d'abord déchargé et le condensateur de charge C1 est chargé à la tension de sortie du bloc d'alimentation SNT, par exemple à +60V. Quelques oscillations transitoires (quelques cycles de charge) ont lieu jusqu'à ce que la tension fournie en retour lors de
15 la décharge de l'organe de réglage P1, sur le condensateur de transfert de charge C2 après chaque phase d'oscillation atteint la valeur "stationnaire" admise $U_{c2} = +90V$.

Le dispositif selon l'invention consiste en ce
20 qu'un interrupteur de puissance MOSFET supplémentaire M_p est raccordé en parallèle à au moins un circuit série R, composé de l'organe de réglage P1 et de l'interrupteur associé T1 de l'organe de réglage, et en ce qu'il est prévu un circuit additionnel Z par lequel peut être
25 commandé l'interrupteur de puissance MOSFET M_p pour qu'il devienne conducteur.

La figure 2 représente un premier exemple d'exécution du circuit additionnel Z représenté schématiquement sur la figure 1. Il présente un
30 transistor Ta dont la borne de base est reliée à la prise d'un diviseur de tension mis au potentiel de référence, par exemple de +5V, composé des résistances R3 et R4 et dont la borne d'émetteur est reliée, par l'intermédiaire d'une résistance R2, au pôle Moins GND. La borne de
35 collecteur du transistor Ta est reliée, d'une part, à la borne de grille G de l'interrupteur de puissance MOSFET

Mp et d'autre part, par l'intermédiaire d'une résistance R5, à un potentiel de référence, par exemple de +12V.

Le transistor Ta est branché comme puits de courant constant et il est prévu une résistance R1 entre
5 la borne de grille G et la borne de l'interrupteur de puissance MOSFET Mp, se trouvant à la tension Up de l'organe de réglage.

Avec ce circuit, par le courant constant, s'écoulant par les résistances R1 et R2, la borne de
10 grille G de l'interrupteur de puissance MOSFET Mp est maintenue à $<+0,5V$ aussi longtemps que la tension Up de l'organe de réglage reste en-dessous d'une valeur limite Ug prédéfinie.

Si lors du dépassement de la valeur limite Ug
15 prédéfinie, la tension Up de l'organe de réglage devient si grande que le courant traversant la résistance R1 devient plus grand que le courant constant, le transistor Ta commence à se bloquer: l'interrupteur de puissance MOSFET Mp est rendu conducteur par sa tension de grille
20 et limite ainsi la tension de l'organe de réglage.

La valeur du courant constant détermine le temps de réaction de l'interrupteur de puissance MOSFET Mp. Si un temps de réaction court est exigé, les pertes dans la résistance R1 deviennent grandes.

25 Cet inconvénient peut être éliminé par le circuit représenté sur la figure 3, d'un deuxième exemple d'exécution du circuit additionnel Z, qui présente, à côté du puits de courant constant, formé du transistor Ta et des résistances R2 à R4, un miroir de courant
30 comportant les transistors Tb et Tc et les résistances R8 à R10.

Le courant d'entrée Ie de ce miroir de courant est déterminé par un diviseur de tension composé des résistances R6 et R7, et connecté en parallèle au trajet
35 de commutation de l'interrupteur de puissance MOSFET Mp. Les résistances R6 et R7 peuvent être, en conséquence,

conçues avec une forte résistance ohmique et causer ainsi des pertes faibles, même dans le cas de temps de réaction courts de l'interrupteur de puissance MOSFET Mp. Le courant de sortie Ia de ce miroir de courant, déterminé
5 comme on le sait, par le facteur d'image du miroir de courant, est raccordé à la borne de collecteur du transistor Ta.

Avec le courant Ia du miroir de courant, comme dans le cas du premier exemple d'exécution de la figure
10 2, la borne de grille G de l'interrupteur de puissance MOSFET Mp est maintenue sur $<+0,5V$ aussi longtemps que la tension Up de l'organe de réglage reste en-dessous de la valeur limite Ug prédéfinie.

Si la tension Up de l'organe de réglage et, avec
15 elle, le courant de sortie Ia du miroir de courant augmente, le transistor Ta commence à se bloquer: l'interrupteur de puissance MOSFET Mp est de nouveau rendu conducteur par sa tension de grille et limite ainsi la tension de l'organe de commande.

Par un interrupteur supplémentaire représenté sur
20 la figure 2, qui est réalisé par un transistor Td dont le trajet collecteur-émetteur est branché entre la borne de base du transistor Ta et le pôle Moins GND, l'interrupteur de puissance MOSFET Mp peut être rendu
25 conducteur par des signaux de commande z du circuit de commande St, qui sont envoyés à la borne de base de ce transistor supplémentaire Td.

Il est ainsi facilement possible, par exemple en détectant un défaut se produisant dans le moteur à
30 combustion interne jusque dans les étages finaux de puissance des soupapes d'injection, ce défaut réclamant une coupure immédiate de l'injection de carburant, d'exécuter cette coupure par un signal de commande z du circuit de commande ST. Pour la durée de ce signal de
35 commande z, l'interrupteur de puissance MOSFET Mp devient conducteur; par lui et par la diode inverse des

interrupteurs T1 à Tn, les organes de réglage P1 à Pn sont déchargés, à la façon d'un court-circuit, même si une charge d'un organe de réglage devait juste avoir lieu.

5 De la même manière, on peut éliminer une tension résiduelle, dommageable pour une utilisation complète de la course de l'organe de réglage, provoquée par une charge des organes de réglage par sollicitation mécanique ou demeurant après la décharge. Pour cela, entre les
10 différents actionnement des organes de réglage, l'interrupteur de puissance MOSFET est alors rendu conducteur au moyen d'un signal de commande z, et ainsi tous les organes de réglage P1 à Pn sont complètement déchargés.

15 A l'aide du dispositif selon l'invention, il devient également possible de pouvoir injecter la totalité du carburant déjà lors de la première opération d'injection. Jusque là, comme on l'a exposé ci-dessus, plusieurs opérations d'oscillation transitoires par les
20 organes de réglage étaient nécessaires jusqu'à ce que le condensateur de transfert d'énergie C2 puisse être chargé et que la totalité de la charge puisse être transférée aux organes de réglage, de sorte qu'au début, seules des quantités partielles de carburant pouvaient être
25 injectées.

Or, si par exemple, aussitôt après l'enclenchement de l'alimentation en tension du circuit de commande ST, l'interrupteur de charge X1 et l'interrupteur de puissance MOSFET Mp sont actionnés en
30 même temps puis dans cet ordre l'interrupteur de décharge X2 une fois ou plusieurs fois (en fonction du dimensionnement des condensateurs C1 et C2), alors le condensateur de transfert d'énergie C2 est déjà complètement chargé grâce à cette façon de procéder,
35 avant le lancement de la première opération d'injection.

REVENDICATIONS

1. Dispositif de commande d'au moins un organe de réglage capacitif (P1 à Pn), en particulier d'une soupape d'injection de carburant d'un moteur à combustion interne actionnée par piezoélectricité, au moyen d'un circuit de commande (ST), comportant :
- 5 - un condensateur de charge (C1) disposé entre le pôle Plus (+SNT) et le pôle Moins (GND) d'une source de tension (SNT),
 - 10 - un circuit série connecté en parallèle au condensateur de charge (C1) et composé d'un interrupteur de charge (X1) relié au pôle Plus (+SNT), laissant passer le courant provenant de ce pôle Plus, et d'un interrupteur de décharge (X2) relié au pôle Moins (GND),
15 laissant passer le courant vers ce pôle,
 - un circuit série situé connecté entre le point de raccordement des interrupteurs de charge (X1) et de décharge (X2) et du raccordement à la masse (GND) et composé d'une self de transfert d'énergie (L), d'un
20 premier organe de réglage (P1) et d'un premier interrupteur de puissance MOSFET (T1) commandé,
 - un circuit série prévu pour chacun des autres organes de réglage, branché en parallèle au circuit série du premier organe de réglage (P1) et du premier
25 interrupteur de puissance MOSFET (T1), et composé de cet organe de réglage (P2 à Pn) et d'un autre interrupteur de puissance MOSFET (T2 à Tn),
 - une diode (D) raccordée en parallèle à tous les circuits série composés d'un organe de réglage et
30 d'un interrupteur de puissance MOSFET, cette diode laissant passer le courant du raccordement à la masse (GND) vers la self de transfert d'énergie (L),
 - un interrupteur de puissance MOSFET commandé supplémentaire (Mp), qui est connecté en parallèle à au
35 moins un circuit série (R) composé d'un organe de réglage

(P1 à Pn) et d'un interrupteur de puissance MOSFET (T1 à Tn) associé, et

- un circuit additionnel (Z) par lequel l'état conducteur de l'interrupteur de puissance MOSFET supplémentaire (Mp) peut être commandé.

2. Dispositif suivant la revendication 1, caractérisé en ce que le circuit additionnel (Z) présente un transistor (Ta), connecté comme puits de courant constant,

dont la borne de collecteur est reliée à la borne de grille (G) de l'interrupteur de puissance MOSFET supplémentaire (Mp),

dont la borne de base est reliée à la prise d'un diviseur de tension (R3, R4, D1), et

dont la borne d'émetteur est reliée, par l'intermédiaire d'une résistance (R2), au pôle Moins (GND) commun des tensions de référence.

3. Dispositif suivant la revendication 2, caractérisé en ce qu'une résistance (R1) est prévue entre la borne de grille (G) et la borne de l'interrupteur de puissance MOSFET supplémentaire (Mp), recevant la tension (Up) de l'organe de réglage.

4. Dispositif suivant l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé

en ce que le circuit additionnel (Z) présente un miroir de courant (Tb, Tc),

dont le courant d'entrée (Ie) est déterminé par un diviseur de tension (R6, R7) connecté en parallèle au trajet de commutation de l'interrupteur de puissance MOSFET (Mp), le courant (Ia) de sortie du diviseur de tension (R6, R7) étant défini par le facteur d'image du miroir de courant (Tb, Tc),

et en ce que le courant de sortie (Ia) du miroir de courant (Tb, Tc) est envoyé au puits de courant constant par l'intermédiaire de la borne de collecteur du transistor (Ta).

5. Dispositif suivant la revendication 2, caractérisé en ce qu'il est prévu un transistor supplémentaire (Td), dont la borne de base est commandée, vers la conduction, par des signaux de commande (st) du circuit de commande (ST), et

5 dont le trajet collecteur-émetteur relie, dans l'état conducteur, la borne de base de l'autre transistor (Ta) au pôle Moins (GND) et commande ainsi, pour le rendre conducteur, l'interrupteur de puissance MOSFET supplémentaire (Mp).

6. Procédé pour mettre en oeuvre le dispositif suivant la revendication 1, caractérisé en ce que le circuit additionnel (Z) commande, pour le rendre conducteur, l'interrupteur de puissance MOSFET supplémentaire (Mp), lorsque la tension (Up) de l'organe de réglage dépasse une valeur limite (Ug) prédéfinie.

7. Procédé pour la mise en oeuvre du dispositif suivant la revendication 1, caractérisé en ce que le circuit additionnel (Z), à la réception d'un signal de commande (st) du circuit de commande (ST), commande, pour le rendre conducteur, l'interrupteur de puissance MOSFET supplémentaire (Mp).

8. Procédé pour la mise en oeuvre d'un dispositif de commande d'au moins un organe de réglage capacitif (P1 à Pn), en particulier une soupape d'injection de carburant d'un moteur à combustion interne actionnée par piezoélectricité, au moyen d'un circuit de commande (ST), comportant :

- un condensateur de charge (C1) raccordé entre le pôle Plus (+SNT) et le pôle Moins (GND) d'une source de tension (SNT), réglable par le circuit de commande (ST), ce condensateur pouvant être chargé par cette source de tension,

- un circuit série connecté en parallèle au condensateur de charge (C1), composé d'un interrupteur de charge (X1) relié au pôle Plus (+SNT), laissant passer le

courant à partir de ce dernier, et comportant un interrupteur de décharge (X2) relié au pôle Moins (GND), laissant passer le courant vers ce pôle,

- un circuit série connecté entre le point de
5 raccordement des interrupteurs de charge (X1) et de décharge (X2) et du raccordement à la masse (GND) et composé d'un condensateur de transfert de charge (C2) relié à l'interrupteur de charge (X1) et d'une self de transfert d'énergie (L), d'un premier organe de réglage
10 (P1) et d'un premier interrupteur de puissance MOSFET (T1) commandé,

- un circuit série prévu pour chacun des autres organes de réglage, branché en parallèle au circuit série du premier organe de réglage (P1) et du premier
15 interrupteur de puissance MOSFET (T1), et composé de cet organe de réglage (P2 à Pn) et d'un autre interrupteur de puissance MOSFET (T2 à Tn),

- une diode (D) connectée en parallèle à tous les circuits série composés d'un organe de réglage et
20 d'un interrupteur de puissance MOSFET, cette diode laissant passer le courant du raccordement à la masse (GND) vers la self de transfert d'énergie (L), et

- un interrupteur de puissance MOSFET commandé supplémentaire (Mp), qui est branché en parallèle au
25 circuit série formé du premier organe de réglage (P1) et du premier interrupteur de puissance MOSFET (T1) associé, et qui peut être rendu conducteur par des signaux de commande (z) du circuit de commande (ST),

- l'interrupteur de charge (X1) et l'interrupteur
30 de puissance MOSFET supplémentaire (Mp), puis ensuite l'interrupteur de décharge (X2) étant actionnés, dans cet ordre, au moins une fois, aussitôt après l'enclenchement de l'alimentation en tension du circuit de commande (ST) ou de la source de tension (SNT) et avant le premier
35 actionnement de l'organe de réglage.

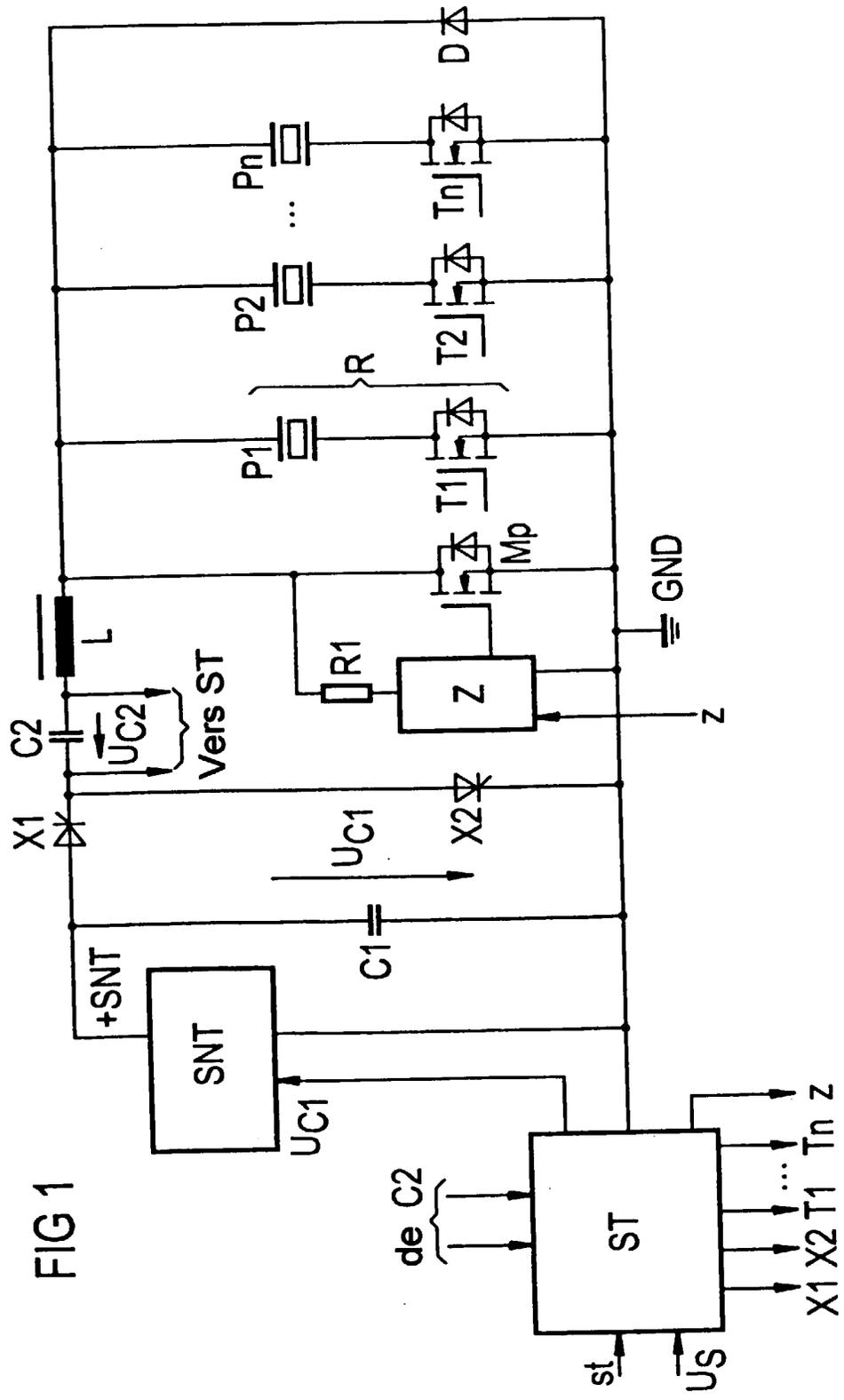


FIG 1

FIG 2

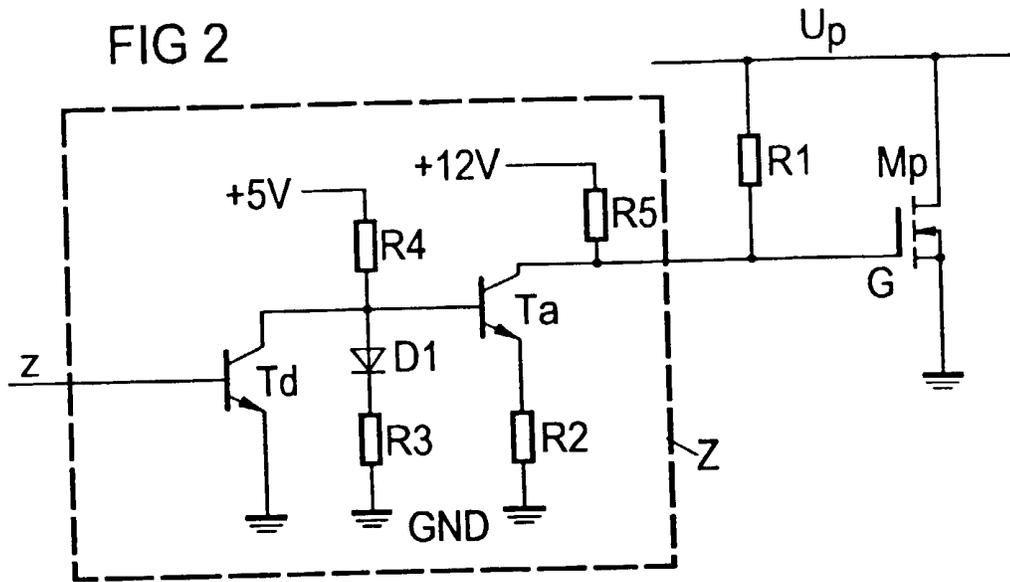


FIG 3

