

(12)

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

(21) Numéro de dépôt: 87402413.6

(51) Int. Cl.⁴: **F 02 P 3/04**
F 02 D 41/20

(22) Date de dépôt: 27.10.87

(30) Priorité: 26.11.86 FR 8616500

(43) Date de publication de la demande:
29.06.88 Bulletin 88/26

(84) Etats contractants désignés: DE GB IT SE

(71) Demandeur: **Bendix Electronics S.A.**
Avenue du Mirail, B.P. 1149
F-31036 Toulouse Cédex (FR)

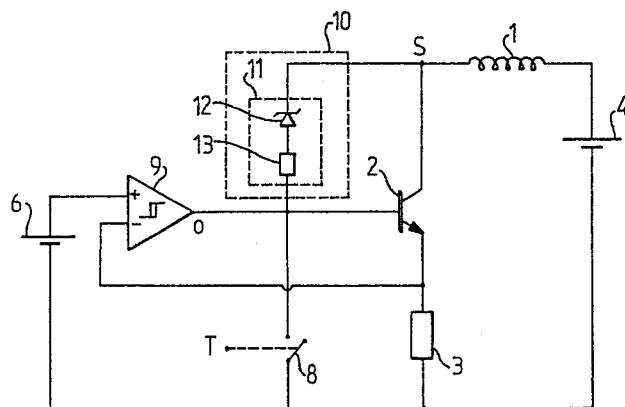
(72) Inventeur: **Suquet, Michel**
40, rue Saint-Périer
Villeneuve Tolosane F-31270 Cugnaux (FR)

(74) Mandataire: **Luziau, Roland et al**
CABINET DE BOISSE 37, avenue F. Roosevelt
F-75008 Paris (FR)

(54) **Circuit intégrable de régulation de courant dans une charge inductive et son application à la commande de bobine d'allumage d'un moteur à combustion interne.**

(57) Le circuit suivant l'invention comprend un comparateur à hystérésis 9 relié à un transistor 2 de commande du courant circulant dans une charge inductive 1. La tension prélevée aux bornes d'une résistance de mesure 3 est comparée à une tension de référence établie par une source 6. Suivant l'invention, une boucle de contre-réaction 10 établit une action proportionnelle du transistor 2 sur le courant dans la charge 1, quand la tension en S dépasse un seuil prédéterminé. On obtient ainsi une oscillation du courant entre deux valeurs encadrant une valeur nominale, ces deux valeurs étant liées aux seuils du comparateur à hystérésis.

Application à la réalisation d'un circuit intégré de commande de bobine d'allumage de moteur à combustion interne.



FIG_2

Description

**CIRCUIT INTEGRABLE DE REGULATION DE COURANT DANS UNE CHARGE INDUCTIVE ET SON APPLICATION
A LA COMMANDE D'UNE BOBINE D'ALLUMAGE D'UN MOTEUR A COMBUSTION INTERNE**

La présente invention est relative à un circuit de régulation de courant dans une charge inductive, conçu pour une réalisation en circuit intégré. L'invention est aussi relative à un tel circuit qui trouve notamment application dans la commande électronique d'une bobine d'allumage d'un moteur à combustion interne.

La régulation du courant dans une charge inductive intervient dans de nombreux domaines de la technique tels que, par exemple, l'alimentation de moteurs électriques, et, plus particulièrement dans le domaine de la propulsion des véhicules automobiles par des moteurs à combustion interne, dans la commande de l'alimentation des bobines d'allumage ou des électrovannes des injecteurs de combustible.

Se pose alors très souvent le problème de la limitation de la puissance dissipée dans un enroulement inductif lors d'une alimentation permanente, pour éviter par exemple un échauffement exagéré ou une consommation d'énergie électrique trop forte susceptible d'épuiser rapidement une source d'énergie embarquée, telle que la batterie d'un véhicule automobile.

Pour limiter le courant dans une charge inductive, on utilise classiquement un circuit tel que celui représenté à la Fig. 1 du dessin annexé, dans lequel la charge inductive 1 est montée en série avec un organe de commande électronique 2 tel qu'un transistor, une résistance de mesure 3, et une source d'énergie électrique 4 alimentant ce circuit. L'une des entrées d'un amplificateur différentiel 5 est alimentée par une source de tension de référence 6, l'autre entrée de l'amplificateur étant alimentée par la tension prélevée aux bornes de la résistance de mesure, tension dont l'amplitude est représentative de l'intensité du courant circulant dans la charge inductive 1. La sortie de l'amplificateur différentiel 5 alimente la base du transistor 2 pour commander ce transistor de manière que le courant circulant dans la charge et dans le circuit émetteur-collecteur du transistor soit régulé à la valeur qui correspond à la tension de référence choisie. La coupure du courant dans la charge inductive peut être obtenue par la fermeture d'un interrupteur 8 qui connecte la base du transistor 2, du type NPN, à la masse.

Le circuit comprend ainsi une boucle de réaction qui asservit le courant dans la charge à une valeur choisie. Pour assurer la stabilité de cette boucle, on prévoit généralement un sous-circuit correcteur 7, installé entre la sortie de l'amplificateur différentiel 5 et l'entrée de cet amplificateur qui est alimentée par le signal de mesure. Ce correcteur est classiquement constitué par un agencement de résistances et de capacités choisi parmi diverses configurations bien connues dans la technique des asservissements. Dans certaines applications, et c'est notamment le cas des circuits de commande d'allumage de moteurs à combustion interne, ces résistances et

ces capacités présentant l'inconvénient d'être de trop grandes valeurs pour pouvoir être incorporées à un circuit intégré à un coût raisonnable.

La présente invention a donc pour but de réaliser un circuit de régulation du courant circulant dans une charge inductive, qui soit facilement intégrable par les techniques actuelles de fabrication de circuits intégrés par gravure photo-chimique et diffusion d'impuretés, par exemple.

La présente invention a aussi pour but de réaliser un tel circuit intégrable, plus particulièrement destiné à la commande du courant circulant dans une bobine d'un dispositif électronique de commande d'allumage pour moteur à combustion interne.

On atteint ces buts de l'invention avec un circuit de régulation du courant circulant dans une charge inductive alimentée par une source de tension, comprenant un organe de commande électronique placé en série avec cette charge et un comparateur alimenté par un premier signal représentatif d'une intensité de courant de référence et par un deuxième signal représentatif de l'intensité instantanée du courant circulant dans la charge et dans l'organe de commande électronique, dont une électrode de commande est connectée à la sortie du comparateur, ce circuit étant caractérisé en ce qu'il comprend une boucle de contre-réaction entre la borne commune à la charge et l'organe de commande électronique, et l'électrode de commande de celui-ci, propre à commander une conduction à action proportionnelle de l'organe quand la tension sur ladite borne commune atteint un seuil prédéterminé, cette conduction se substituant à la conduction en saturation de l'organe de commande électronique établie par le comparateur, quand la tension à la borne commune est inférieure au seuil prédéterminé, de manière à faire osciller l'intensité du courant dans la charge autour d'une valeur nominale.

Au dessin annexé, donné seulement à titre d'exemple :

- la figure 1 représente schématiquement un circuit de régulation du courant dans une charge inductive, de la technique antérieure,

- la figure 2 est une représentation schématique du circuit de régulation suivant la présente invention,

- la figure 3 est un graphe qui représente la caractéristique de transfert d'un comparateur à hystérésis qui fait partie du circuit de la figure 2,

- les figures 4A et 4B sont des graphes qui représentent l'évolution du courant dans la charge inductive et celle de la tension prélevée au point S du circuit suivant l'invention, respectivement, et

- la figure 5 est une représentation schématique d'un deuxième mode de réalisation du circuit suivant la présente invention.

Avant d'entreprendre une description détaillée du

circuit suivant l'invention, il est utile de rappeler quelques caractéristiques d'une application particulière, mais non limitative, de l'invention, à savoir la régulation du courant dans une bobine d'un dispositif d'allumage électronique d'un moteur à combustion interne. Dans cette application on doit faire passer un courant dans la bobine pendant un intervalle de temps suffisant pour charger celle-ci avec une énergie électromagnétique prédéterminée qu'on libère ensuite brusquement par ouverture du circuit d'alimentation de la bobine, ce qui provoque l'émission d'une étincelle d'allumage dans une bougie formant partie d'un circuit secondaire couplé à la bobine par inductance mutuelle. L'émission de cette étincelle est déclenchée à un instant déterminé d'avance d'allumage calculé en fonction de certains paramètres de fonctionnement du moteur (vitesse de rotation, pression à l'admission, etc...). Bien entendu, il faut qu'à cet instant, la bobine d'allumage soit suffisamment chargée par le courant ayant traversé la bobine antérieurement à cet instant et postérieurement à l'émission de la dernière étincelle. A la fermeture du circuit d'alimentation, ce courant croît d'abord jusqu'à une valeur prédéterminée puis doit être stabilisé jusqu'à la décharge de la bobine, pour éviter que celle-ci ne soit soumise à un échauffement excessif, et d'ailleurs inutile, à partir du moment où l'énergie stockée dans la bobine est suffisante pour permettre le déclenchement d'une étincelle d'allumage d'énergie convenable. C'est à la stabilisation du courant dans l'intervalle de temps dit "temps de régulation" qui précède l'instant d'allumage que s'adresse la présente invention, dans son application à la commande d'allumage d'un moteur à combustion interne.

On se réfère maintenant à la Figure 2 du dessin où les références numériques 1,2,3,4 et 8 correspondent à des composants ou organes correspondants du circuit suivant l'invention qui sont identiques à ceux du circuit de la figure 1, commenté dans le préambule de la présente description, circuit dans lequel l'organe de commande électronique prend la forme d'un transistor 2 du type NPN.

Sur cette figure, il apparaît que l'électrode de commande de cet organe, la base du transistor 2 en l'occurrence, est commandée par la sortie d'un comparateur à hystérésis 9, dont la caractéristique de transfert est représentée à la Figure 3. L'entrée positive du comparateur est connectée à la source de tension de référence 6, de valeur U_0 , tandis que l'entrée négative est alimentée par la tension prélevée sur la résistance de mesure 3. Suivant l'invention, une boucle de réaction 10 supplémentaire fait réagir la tension de collecteur du transistor 2 sur la base de ce transistor, pour rétablir la conduction de celui-ci lorsque cette tension dépasse un seuil prédéterminé.

On se réfère maintenant aux Fig. 3 et 4 pour expliquer le fonctionnement du circuit de régulation suivant l'invention.

A l'ouverture de l'interrupteur 8, le comparateur envoie sur la base du transistor 2 un signal "haut" (Fig. 3) qui commute le transistor dans son état conducteur. Le courant I dans la charge 1, le transistor 2 et la résistance de mesure commence

alors à croître (partie a du graphe $I = f(t)$ de la Fig. 4A). La chute de tension aux bornes de la résistance de mesure croît alors jusqu'à dépasser une valeur $U_0 + H/2$ correspondant au franchissement du seuil de commutation "bas" $-H/2$ du comparateur 9 (Fig. 3). En effet, au moment du passage, La différence de potentiel entre les entrées positive et négative du comparateur est :

$$V^+ - V^- (U_0 - (U_0 + H/2)) = -H/2$$

A ce moment, le courant dans la charge inductive atteint une valeur I_{N+} (Fig. 4A). La commutation de la sortie O du comparateur à l'état "bas" bloque alors le transistor 2. Il en résulte immédiatement une surtension en S, sur le collecteur du transistor. Suivant la présente invention, cette surtension établit alors une conduction à action proportionnelle du transistor 2, par l'intermédiaire de la boucle de contre-réaction 10 qui comprend un organe 11 sensible à cette surtension. Dans un premier mode de réalisation de l'invention, cet organe 11 est constitué par une diode Zener 12 montée en inverse et une résistance 13 en série. Quand la surtension en S est telle que la tension de claquage de la diode est dépassée, une tension est transmise sur la base du transistor 2 qui conduit alors de nouveau.

Dans un deuxième mode de réalisation, l'organe 11 est constitué par une résistance qui conduit un courant de déblocage du transistor 2 quand la tension en S atteint un seuil prédéterminé.

La conduction du transistor 2 fait décroître la tension en S et le courant I dans la charge inductive 1 (phase b sur le graphe $I = f(t)$ de la Fig. 4A). Lorsque I devient inférieur à la valeur I_{N-} qui correspond à une chute de tension $U_0 - H/2$ dans la résistance de mesure, il y a de nouveau commutation du comparateur à hystérésis 9, dont la sortie revient à l'état "haut" pour saturer le transistor (2) et provoquer ainsi une remontée du courant dans la charge inductive 1.

En fonctionnement stabilisé, le courant dans la charge (1) et dans le transistor (2) oscille donc entre les valeurs I_{N+} et I_{N-} alors que la tension V_S en S oscille entre une surtension contrôlée voisine de la tension E fournie par la source 4 et une valeur très proche de zéro (Fig. 4B). On peut choisir un comparateur à hystérésis 9, dans lequel les seuils $-H/2$ et $+H/2$ sont très proches, ce qui procure une quasi-stabilisation du courant dans la charge.

Bien entendu, il faut assurer la stabilité de la boucle de réaction 10 qui permet d'atteindre ce résultat. Suivant une caractéristique particulièrement avantageuse de la présente invention, les capacités et résistances du réseau de correction (non représenté) utilisé à cet effet sont de valeurs beaucoup plus faibles que celles des composants correspondants nécessaires dans le circuit de la technique antérieure représenté à la Fig. 1. En effet, la fréquence critique de la boucle 10 est beaucoup plus élevée que celle de la boucle de la Fig. 1. Par exemple, dans une application de l'invention à la régulation d'un courant dans une bobine d'allumage d'un moteur à combustion interne, on a relevé pour la boucle 10 une fréquence critique de l'ordre de 2 MHz, à comparer à une fréquence critique d'environ

30 kHz pour la boucle d'un circuit du type de celui de la Fig. 1. Les constantes de temps du réseau de correction associé à la boucle 10 sont donc plus faibles ainsi que les valeurs et l'encombrement des composants résistifs et capacitifs utilisés dans ce réseau. De ce fait, on peut aisément les incorporer à une réalisation en circuit intégré du circuit suivant l'invention, ce qui est un objectif essentiel de la présente invention. Dans certaines applications, l'utilisation d'un réseau correcteur pourra même être complètement supprimée. Ce sera le cas, par exemple, quand la surtension en phase b (Fig. 4) n'a pas besoin d'être contrôlée avec précision. Le gain de la boucle 10 peut alors être faible et ne pas nécessiter de réseau de correction.

On pourra, à la limite, obtenir un courant non oscillant dans la charge inductive. Par exemple, dans le cas de la commande du courant dans une bobine d'allumage de moteur à combustion interne, on peut faire en sorte que la durée de la phase b (Fig. 4) soit plus longue que le temps de régulation désiré du courant. Cela peut être obtenu avec une boucle 10 telle que le seuil V de remise en conduction du transistor 2 soit suffisamment proche de la valeur $E - R_c I$ ou R_c est la résistance de la charge inductive 1 et E la tension d'alimentation, l'égalité conduisant à une phase b de durée infinie.

Suivant un autre mode de réalisation de l'invention, représenté à la Fig. 5, on remplace le comparateur à hystérésis 9 par un comparateur classique 9' dont la sortie alimente une bascule monostable 14 de période T_0 , la sortie Q de cette bascule étant connectée à la base du transistor 2. Ainsi, le transistor fonctionne en limiteur de tension à action proportionnelle, à chaque fois que le courant dépasse le courant nominal, pendant un intervalle de temps T_0 . A l'expiration de cet intervalle, le transistor 2 est saturé de nouveau alors que le courant I repasse en dessous du courant nominal.

Quel que soit le mode de réalisation choisi du circuit suivant l'invention, on peut interrompre à tout moment le courant dans la charge inductive 5 pour créer une surtension aux bornes de celle-ci, en fermant l'interrupteur 8 connecté entre la masse du circuit et la base du transistor NPN 2, sous la commande d'un signal T par exemple. Il faut, bien entendu, que l'impédance d'entrée de la boucle de contre-réaction 10 du circuit soit convenablement choisie pour ne pas empêcher et supporter cette surtension sans dommage.

Ainsi, dans une application du circuit suivant l'invention en électronique automobile, on peut provoquer une surtension, à un instant prédéterminé, sur la charge inductive (5). Quand celle-ci est couplée par inductance mutuelle à un circuit secondaire comportant une bougie d'allumage formant partie d'un moteur à combustion interne, il résulte de la fermeture de l'interrupteur 8 la génération d'une étincelle d'allumage dans cette bougie.

Le circuit suivant l'invention permet de même d'obtenir une stabilisation puis une coupure rapide du courant dans le bobinage d'un électro-aimant, tel que celui que l'on trouve classiquement dans une électrovanne d'injecteur de carburant pour moteur

à combustion interne.

Bien entendu, les applications de l'invention citées ci-dessus ne sont pas limitatives. L'invention trouve application, au contraire, partout où il faut réguler le courant circulant dans une charge inductive, comme c'est le cas aussi, par exemple, dans la commande des enroulements de moteurs électriques. L'invention s'étend encore à toutes les applications où le courant régulé de la charge inductive doit pouvoir être brusquement interrompu, à l'exemple de ce qui se pratique dans le fonctionnement de certains électro-aimants où une démagnétisation rapide conditionne l'obtention de courts temps de réponse.

Il est clair que l'invention n'est pas limitée à un circuit de régulation de courant où l'organe de commande électronique prend la forme d'un transistor réalisé en technologie bipolaire. L'utilisation d'une technologie MOS ou CMOS, par exemple, est particulièrement adaptée à l'intégration du circuit suivant l'invention.

Revendications

1. Circuit intégrable de régulation du courant circulant dans une charge inductive alimentée par une source de tension, comprenant un organe de commande électronique placé en série avec cette charge et un comparateur alimenté par un premier signal représentatif d'une intensité de courant de référence et par un deuxième signal représentatif de l'intensité instantanée du courant circulant dans la charge et dans l'organe de commande électronique, dont une électrode de commande est connectée à la sortie du comparateur, ce circuit étant caractérisé en ce qu'il comprend une boucle de contre-réaction (10) à réseau correcteur de stabilité intégrable, entre la borne commune à la charge et à l'organe de commande électronique, et l'électrode de commande de celui-ci, propre à commander une conduction à action proportionnelle de cet organe quand la tension sur ladite borne commune atteint un seuil prédéterminé, cette conduction se substituant à la conduction en saturation de l'organe établie par le comparateur, quand la tension à la borne commune est inférieure au seuil prédéterminé, de manière à faire osciller l'intensité du courant dans la charge autour d'une valeur nominale.

2. Circuit conforme à la revendication 1, caractérisé en ce que ladite boucle de réaction comprend une résistance.

3. Circuit conforme à la revendication 1, caractérisé en ce que ladite boucle de réaction comprend une diode Zener montée en inverse et placée en série avec une résistance.

4. Circuit conforme à l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que le comparateur présente une caractéristique de transfert hystérétique, dont les seuils $-H/2$; $+ H/2$ définissent les passages de l'organe de commande électronique (2) à

l'état bloqué où à l'état conducteur en saturation, de manière à faire osciller le courant dans la charge entre deux valeurs (I_{N+} , I_{N-}) proche par excès ou par défaut, respectivement, du courant nominal à établir dans cette charge.

5

5. Circuit conforme à l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que la sortie du comparateur alimente une bascule monostable dont une sortie alimente l'électrode de commande de l'organe de commande électronique, qui fonctionne alors en limiteur de tension à action proportionnelle à chaque fois que le courant dans la charge dépasse la valeur du courant nominal, pendant un intervalle de temps T_0 égal à la période de la bascule, de manière à ramener ce courant à sa valeur nominale.

10

15

6. Circuit conforme à l'une quelconque des revendications 1 à 5, caractérisé en ce qu'il prend la forme d'un circuit intégré.

20

7. Circuit conforme à l'un quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il comprend un interrupteur pour connecter sélectivement l'électrode de commande à une tension de blocage de l'organe de commande électronique.

25

8. Application du circuit conforme à la revendication 7, à la génération d'une étincelle d'allumage pour un moteur à combustion interne, caractérisée en ce que ladite tension de blocage provoque la formation d'une étincelle dans un circuit secondaire coulé par induction mutuelle à la charge inductive.

30

9. Application du circuit conforme à la revendication 7, à la coupure du courant dans le bobinage d'un électro-aimant.

35

10. Application conforme à la revendication 10, dans laquelle ledit bobinage fait partie d'une électrovanne de commande d'injection de carburant dans un moteur à combustion interne.

40

45

50

55

60

65

5

0272946

Technique antérieure

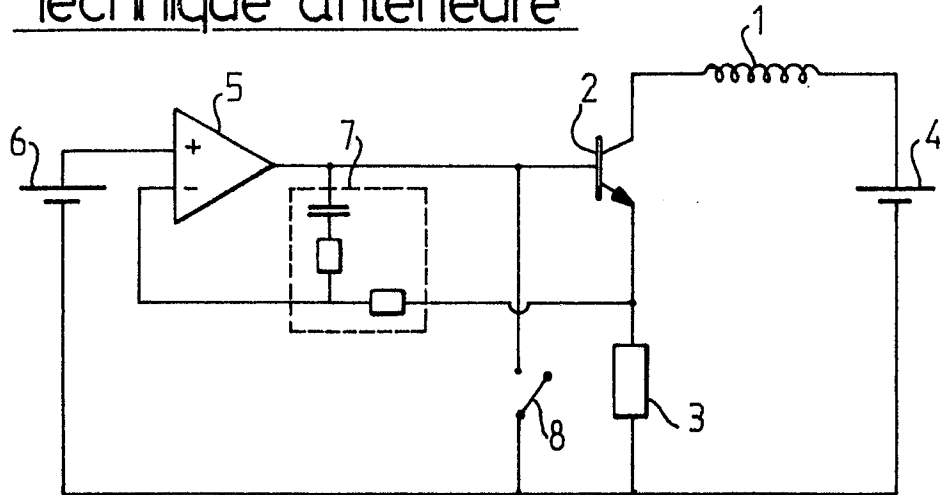


FIG. 1

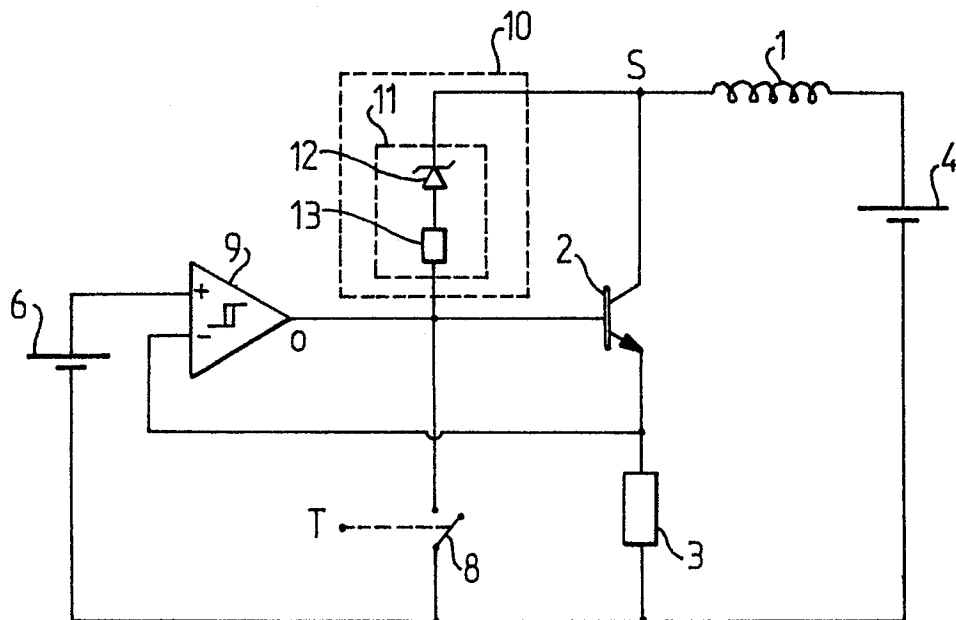
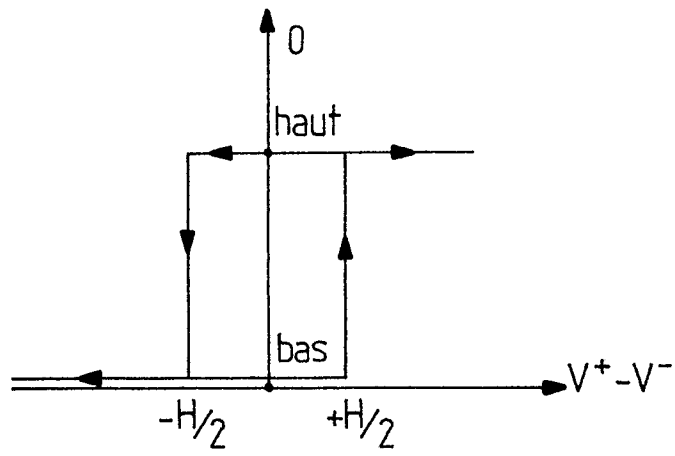
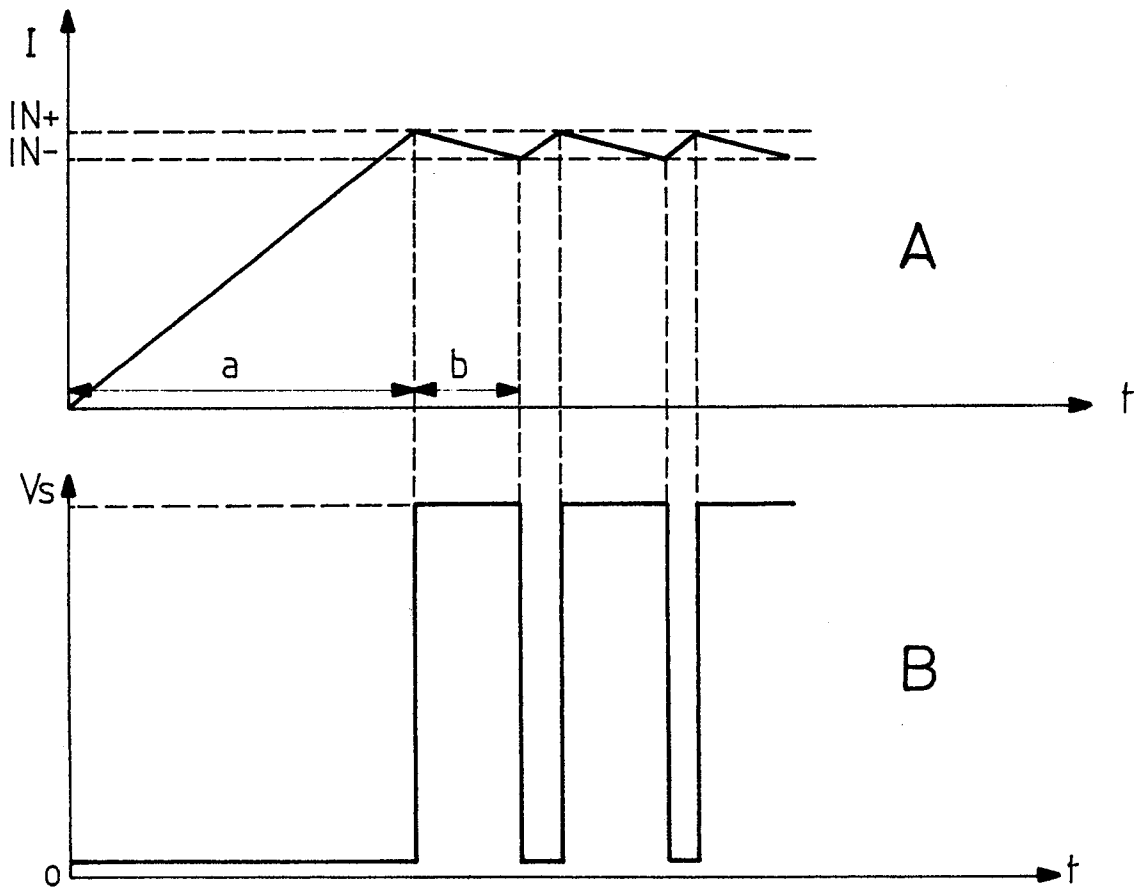


FIG. 2

0272946



FIG_3



FIG_4

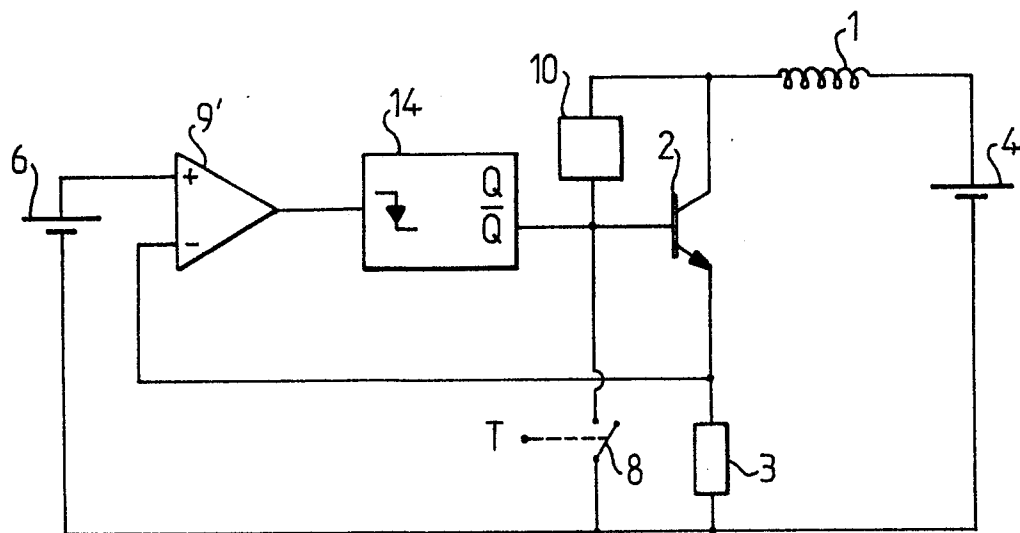


FIG. 5



Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numero de la demande

EP 87 40 2413

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int. Cl.4)
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN, vol. 3, no. 4 (M-45), 17 janvier 1979, page 128 M45; & JP-A-53 129 741 (NIPPON DENSO K.K.) 13-11-1978 ---	1-3,4,8	F 02 P 3/04 F 02 D 41/20
X	GB-A-2 024 941 (BOSCH) * Figures 1,2d-2f; page 2, ligne 64 - page 3, ligne 70 * ---	1-3,8	
X	FR-A-2 330 875 (S.E.V. MARCHAL) * Figures 1,3-5; page 6, ligne 22 - page 7, ligne 40; page 8, ligne 39 - page 13, ligne 7; page 14, ligne 1 - page 15, ligne 26 * ---	1,5,8	
A	US-A-4 520 420 (H. ARIYOSHI et al.) * Résumé; figure 2; colonne 7, lignes 63-67 * ---	1,6,9,10	
A	US-A-3 549 955 (T.O. PAINE) * Résumé; figures 1-3 * ---	1,9,10	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl.4)
A	US-A-3 709 206 (E.S. MYERS) ---		F 02 P
A	US-A-3 575 154 (D.W. TAYLOR) ---		F 02 D
A	EP-A-0 124 239 (LUCAS INDUSTRIES) -----		
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 26-01-1988	Examineur LEROY C.P.
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant			