



CONFÉDÉRATION SUISSE
OFFICE FÉDÉRAL DE LA PROPRIÉTÉ INTELLECTUELLE

⑤① Int. Cl.³: F 02 P 5/14
H 01 T 15/02

Brevet d'invention délivré pour la Suisse et le Liechtenstein
Traité sur les brevets, du 22 décembre 1978, entre la Suisse et le Liechtenstein



⑫ FASCICULE DU BREVET A5

⑪

630 442

⑫① Numéro de la demande: 7497/79

⑫② Date de dépôt: 25.07.1979

⑫③ Priorité(s): 26.07.1978 FR 78 22542

⑫④ Brevet délivré le: 15.06.1982

⑫⑤ Fascicule du brevet
publié le: 15.06.1982

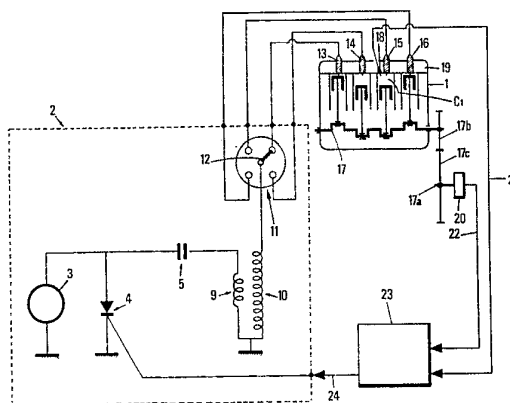
⑦③ Titulaire(s):
Institut Français du Pétrole, Rueil-Malmaison
(FR)

⑦② Inventeur(s):
André Douaud, Puteaux (FR)
Joseph Rialan, Meudon (FR)

⑦④ Mandataire:
William Blanc & Cie conseils en propriété
industrielle S.A., Genève

⑤④ Procédé et dispositif de réglage automatique de l'allumage d'un moteur à allumage commandé.

⑤⑦ On repère la position angulaire de l'arbre moteur (17) pour laquelle le rapport du volume de gaz brûlés au volume total des gaz dans le cylindre (C_1) a une valeur fixée et on modifie l'allumage pour que cette position coïncide avec une position déterminée.



1. Procédé de réglage de l'allumage d'un moteur à allumage commandé, caractérisé en ce que l'on repère, au cours de la combustion dans au moins un cylindre, la position angulaire de l'arbre moteur pour laquelle la valeur du rapport du volume de gaz brûlés au volume total du gaz dans le cylindre atteint une valeur fixée, et en ce que l'on modifie le réglage de l'allumage pour que la position repérée de l'arbre moteur coïncide avec une position angulaire déterminée.

2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que la valeur fixée du rapport et la position déterminée de l'arbre moteur correspondent au réglage optimal de l'allumage pour lequel le moteur fonctionne avec un rendement maximal.

3. Procédé selon la revendication 2, caractérisé en ce que la valeur du rapport est comprise entre 0,4 et 0,9.

4. Procédé selon la revendication 2, caractérisé en ce que la valeur du rapport est extérieure à l'intervalle 0,4-0,9 et en ce que la position angulaire déterminée de l'arbre moteur est choisie en fonction des conditions de fonctionnement du moteur.

5. Procédé selon la revendication 2, caractérisé en ce qu'on applique à ce réglage optimal une correction, qui tient compte des conditions de fonctionnement du moteur.

6. Procédé selon la revendication 2, caractérisé en ce que l'on détermine dans au moins un cylindre le passage de l'interface entre les gaz brûlés et les gaz frais dans une position repère à l'intérieur de la chambre de combustion au cours de la phase de combustion, et en ce que l'on ajuste l'instant d'allumage de façon à faire coïncider ce passage avec le passage de l'arbre moteur dans une position angulaire déterminée.

7. Dispositif pour la mise en œuvre du procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il comporte des moyens capables de repérer le passage en un point déterminé de l'interface gaz frais/gaz brûlés, pendant la combustion dans au moins un cylindre du moteur, des moyens de détection de la position angulaire de l'arbre moteur lorsque l'interface de gaz passe au point déterminé, des moyens de comparaison de cette position angulaire et d'une position de référence, des moyens de commande de l'allumage et des moyens pour modifier l'action des moyens de commande en fonction de l'écart entre la position angulaire de référence et celle correspondant au passage au point déterminé de l'interface des gaz.

8. Dispositif selon la revendication 7, caractérisé en ce que les moyens de repérage du passage de l'interface des gaz comportent une sonde à ionisation.

La présente invention concerne un procédé de réglage automatique de l'allumage d'un moteur à allumage commandé, en fonction des conditions de fonctionnement que l'on désire obtenir pour ce moteur, ainsi qu'un dispositif pour la mise en œuvre de ce procédé.

Lesdites conditions de fonctionnement peuvent être, par exemple, le fonctionnement du moteur avec un réglage optimal de l'avance à l'allumage, le moteur ayant alors un rendement maximal.

Selon l'art antérieur, on a proposé de mesurer certains paramètres caractéristiques du fonctionnement du moteur (régime, température de fonctionnement, dépression dans la pipe d'admission, etc.), de déterminer, par un processus approprié tel que le calcul, l'avance à l'allumage correspondant au fonctionnement désiré du moteur et de provoquer cet allumage pour la valeur déterminée de l'avance.

Selon l'enseignement du brevet US N° 3875912, on modifie l'instant d'allumage pour que, dans au moins un cylindre, l'explosion survienne dans une position déterminée de l'arbre moteur. Pour cela, on mesure en fait la pression dans le cylindre, à l'aide d'un détecteur capable de fournir une impulsion à front raide, et on repère l'instant

pour lequel la pression atteint en croissant un seuil prédéterminé, cet instant étant considéré comme l'instant auquel se produit l'explosion.

La demande de brevet allemand N° 1476322 préconise le réglage de l'allumage en fonction d'une mesure de la puissance du moteur, obtenue par l'intermédiaire de deux mesures de pression faites à l'aide de sondes de pression dans les cylindres du moteur.

Selon la demande de brevet allemand N° 2030679, on détecte les variations du couple moteur et on règle l'allumage en fonction de la valeur du couple moteur.

Ces solutions peuvent donner des résultats satisfaisants, mais ne permettent pas un réglage précis de l'avance à l'allumage à sa valeur optimale.

Selon une autre méthode décrite dans la demande de brevet français N° 2404121, on repère à l'aide d'au moins un capteur de pression le maximum de la pression dans au moins un cylindre du moteur en fonction de la position du vilebrequin et on modifie l'avance à l'allumage afin que ce maximum de pression apparaisse pour une position prédéterminée du vilebrequin. Les inconvénients de cette solution résident dans le coût actuellement élevé des capteurs de pression appropriés et dans la nécessité de modifier notablement certaines parties du moteur pour permettre l'implantation de ces capteurs.

Le but de l'invention est de proposer une solution simple qui permette d'éviter les inconvénients de l'art antérieur.

A cet effet, le procédé selon l'invention présente les caractéristiques spécifiées dans la revendication 1 et le dispositif pour la mise en œuvre de ce procédé présente les caractéristiques spécifiées dans la revendication 7.

L'invention pourra être bien comprise et tous ses avantages apparaîtront à la lecture du texte qui suit, illustré, à titre d'exemple, par les figures parmi lesquelles:

- la fig. 1 représente schématiquement un moteur équipé d'un dispositif selon l'invention,
- la fig. 2 illustre schématiquement l'ensemble électronique de commande du circuit d'allumage,
- les fig. 3 et 4 montrent des modes de réalisation possibles du détecteur, et
- les fig. 5 et 6 représentent, de façon plus détaillée, la constitution du circuit électronique schématisé sur la fig. 2.

Il a été observé que, dans la phase de combustion dans un cylindre de moteur à allumage commandé, lorsque l'avance à l'allumage est réglée à sa valeur optimale (qui correspond au rendement maximal du moteur), les différentes valeurs du rapport:

$$\frac{\text{volume de gaz brûlés}}{\text{volume total de gaz dans le cylindre}}$$

qui sera désigné dans ce qui suit par rapport volumétrique, sont obtenues pour des positions angulaires correspondantes bien déterminées du vilebrequin (dans un intervalle particulier de valeurs dudit rapport), ces positions étant indépendantes des paramètres (tels que régime de rotation, niveau de charge du moteur, dépression à l'admission, etc.) qui caractérisent le fonctionnement du moteur.

Inversement, on peut maintenir un réglage optimal de l'avance à l'allumage, indépendamment des variations de ces paramètres de fonctionnement en asservissant l'allumage de façon que les différentes valeurs du rapport volumétrique ci-dessus défini soient obtenues pour les mêmes positions angulaires que dans le fonctionnement avec avance optimale.

Un mode particulier de mise en œuvre du procédé consiste à ajuster l'instant d'allumage de façon que le passage du front de flamme dans une position repère à l'intérieur de la chambre de combustion se produise pour une position angulaire prédéterminée du vilebrequin, notamment celle correspondant au réglage optimal de l'avance.

L'expérience montre que, pour les valeurs du rapport du volume de gaz brûlés au volume total du gaz dans le cylindre comprises entre 0,4 et 0,9, correspondent des positions du vilebrequin comprises entre 30° avant le point mort haut et 90° après le point mort haut. A titre

d'exemple, pour une valeur du rapport volumétrique d'environ 0,75, la position du vilebrequin est comprise entre 6° et 10° de rotation après le point mort haut et est plus précisément voisine de 8°.

La fig. 1 montre, à titre d'exemple, un moteur 1 à quatre cylindres, équipé d'un circuit d'allumage électronique 2. Ce circuit d'allumage comprend schématiquement une source de tension 3 connectée à un circuit de décharge de capacité comportant un thyristor 4, branché en dérivation, et un condensateur 5 relié en série à l'enroulement primaire 9 de la bobine d'allumage. L'enroulement secondaire 10 alimente successivement chacune des bougies 13 à 16 du moteur 1 par l'intermédiaire du distributeur 11 dont le curseur 12 est lié en rotation de façon adéquate avec le vilebrequin 17 du moteur 1 par un organe d'entraînement non représenté.

Le moteur comporte au moins un détecteur schématisé en 18, capable de produire un signal lorsque la valeur du rapport du volume de gaz brûlés au volume total de gaz atteint dans un cylindre une valeur fixée à l'avance et des moyens 20 de repérage d'au moins une position de référence prédéterminée du vilebrequin ou d'un axe tournant à la demi-vitesse du vilebrequin. Dans le cas d'un moteur à quatre temps, cet axe peut être un arbre auxiliaire 17a entraîné en rotation par l'intermédiaire d'un réducteur 17b-17c de sorte que l'arbre 17a tourne deux fois moins vite que le vilebrequin 17. Lorsque le moteur est équipé d'un distributeur 11, l'arbre 17a pourra être avantageusement constitué par le rotor du distributeur. Le détecteur 18 et les moyens de repérage ou capteur de position 20 produisent des informations sous forme de signaux transmis respectivement par les conducteurs 21 et 22 à un ensemble électronique 23 capable d'élaborer automatiquement un signal de commande du circuit d'allumage, ce signal étant appliqué par le conducteur 24 à l'électrode de commande ou gâchette du thyristor 4.

La fig. 2 représente de façon sommaire l'agencement des principaux circuits électroniques de l'ensemble 23.

Comme on peut le voir sur cette figure, le signal produit par les moyens de repérage 20 est transmis à un circuit 25 capable d'engendrer un signal représentatif de la rotation angulaire du vilebrequin. Le signal du détecteur 18 et celui issu du circuit 25 sont appliqués à un circuit 26 fournissant un signal représentatif de la position angulaire du vilebrequin lorsque le rapport du volume des gaz brûlés au volume total de gaz atteint une valeur fixée à l'avance. Ce dernier signal est transmis à un circuit 27 où il est comparé à un signal de consigne ou de référence et où est automatiquement élaboré le signal de commande du circuit d'allumage.

Le détecteur 18 pourra être de tout type connu, comportant par exemple deux électrodes conductrices écartées l'une de l'autre et reliées à un circuit électrique de mesure.

Sur la fig. 3, le détecteur 18 est constitué par une bougie 6 implantée sur la culasse 19 de telle sorte que ses électrodes 7, 8 débouchent dans l'un des cylindres du moteur, tel que le cylindre C₁, à une distance d des électrodes de la bougie d'allumage 15. Ainsi lorsque, après le début de la combustion amorcée par la bougie d'allumage dans le cylindre C₁, le front de flamme, qui délimite le volume de gaz brûlés dans le cylindre, atteint en se propageant les électrodes 7 et 8 du détecteur 6, la conductivité électrique entre ces électrodes est modifiée, on observe alors une variation de l'intensité du courant électrique dans le circuit (non représenté) auquel ces électrodes sont reliées, cette variation constituant le signal délivré par le détecteur 18.

La distance d est choisie pour que, lorsque le moteur fonctionne avec le réglage optimal de l'avance à l'allumage tel que défini plus haut, le détecteur 6 délivre son signal pour une valeur prédéterminée du rapport du volume de gaz brûlés au volume total du gaz dans le cylindre.

Selon une variante de réalisation schématisée sur la fig. 4, les électrodes 7 et 8 du détecteur 6 peuvent être constituées par les extrémités convenablement dénudées des fils d'un câble bifilaire dont l'implantation peut être réalisée dans toutes les parties du moteur, y compris le joint de culasse. De préférence, on utilise un conducteur unifilaire correctement isolé, dont l'extrémité dénudée constitue l'une

des électrodes, l'autre électrode étant constituée par une partie métallique du moteur (culasse, cylindre) qui est reliée au potentiel électrique de la masse.

Bien entendu, il sera possible d'utiliser n'importe quel autre type de détecteur capable de repérer, par tout procédé physique connu (tel que réflexion, etc.), la position de l'interface entre les gaz brûlés et les gaz frais à l'intérieur du cylindre.

Les moyens tels que le capteur 20, qui sont adaptés à repérer le passage du vilebrequin 17 ou de l'arbre auxiliaire 17a dans une position de référence prédéterminée, peuvent également être de tout type connu. En particulier, ils pourront être constitués par une roue calée sur le vilebrequin 17 ou l'arbre auxiliaire 17a et portant au moins un repère optique, qui modifie à chaque tour l'état d'un détecteur optique tel qu'une cellule photo-électrique. Des systèmes mécaniques pourront également être utilisés, tels que ceux comportant une came associée à la rotation du vilebrequin 17 ou de l'arbre auxiliaire 17a et qui ouvre ou ferme périodiquement un interrupteur.

La fig. 5 illustre un mode de réalisation du circuit électronique 25 qui reçoit du capteur 20 un signal composé d'impulsions I₁, I₂ dont l'intervalle est représentatif d'un angle de rotation α_R du vilebrequin, la valeur de cet angle, qui est de préférence un sous-multiple de 360° et au plus égale à 360°, dépendant essentiellement du mode de réalisation du capteur 20. L'intervalle de temps T entre ces impulsions est inversement proportionnel à la vitesse de rotation N du vilebrequin 17 et directement proportionnel à α_R

$$T = 6 \frac{\alpha_R}{N}$$

T étant la période mesurée en secondes séparant deux impulsions consécutives, N, mesurée en tours/minute, étant la vitesse moyenne de rotation du vilebrequin pendant l'intervalle de temps T, et α_R étant mesuré en degrés.

La fréquence apparente de production des impulsions est

$$F = \frac{1}{T}$$

Le signal délivré par le capteur 20 est appliqué à une première entrée du circuit 29 du type porte ET.

Un oscillateur 30, par exemple du type résistance-capacité, de fréquence F₁, est relié à un circuit 31 diviseur par K (nombre entier supérieur à 1) qui est à son tour connecté par le conducteur 32 à une seconde borne d'entrée du circuit 29 auquel il délivre des impulsions à la fréquence

$$F_2 = \frac{F_1}{K}$$

et donc de période T₂ = KT₁. La sortie du circuit 29 est réunie à l'entrée de comptage C₃₃ d'un compteur d'impulsions électriques 33. Ce compteur 33 pourra être d'un type classique, connu des spécialistes sous la désignation Type 7493 et commercialisé par divers fabricants.

A la réception de l'impulsion T₁, le circuit 29 laisse apparaître sur sa borne de sortie les impulsions produites par le circuit 31 qui sont comptabilisées par le compteur 33 pendant l'intervalle de temps T séparant l'impulsion T₁ de l'impulsion I₂.

Les bascules du compteur 33 sont reliées en parallèle, par des conducteurs, à autant d'éléments indépendants, du type bascule, d'un circuit à mémoire 34. Ce circuit 34 pourra être d'un type connu des spécialistes sous la dénomination Type 7474.

Le compteur 33 possède une entrée de remise à zéro RAZ₃₃ qui est connectée au capteur 20 par un conducteur 35 comportant des moyens classiques 35A pour retarder la transmission du front des impulsions I₁, I₂ ... à la borne RAZ₃₃ du compteur 33.

Le circuit à mémoire 34 possède une entrée de chargement Ch₃₄ qui est connectée au capteur 20 par un conducteur 36.

Dans ces conditions, lorsque l'impulsion I₂ est produite après une rotation α_R du vilebrequin, le front 34A de l'impulsion I₂ provoque le

transfert du contenu numérique égal à $F_2 \times T$ du compteur 33 dans le circuit à mémoire 34, puis le front 33A reçu par le compteur 33 avec un certain retard par rapport au front 34A (retard provoqué par les moyens 35A) provoque la remise à zéro du compteur 33. Ce dernier est alors prêt à enregistrer de nouvelles impulsions venant de la porte ET 29, pendant une nouvelle rotation α_R du vilebrequin 17.

Le circuit de stockage à mémoire 34 possède des bornes de sortie respectivement reliées aux bornes d'initialisation d'un organe 37 de décomptage (Type 74 193, par exemple).

Cet organe 37 possède une entrée de décomptage D_{37} reliée par le conducteur 38 à la sortie de l'oscillateur 30 de fréquence F_1 . Le circuit 37 possède également une borne $R_{0\ 37}$ sur laquelle apparaît un signal à chaque passage à zéro de cet organe de décomptage.

L'intervalle de temps T_s nécessaire à la remise à zéro de l'organe 37 dont le contenu numérique initial délivré par le circuit de stockage 34 est $F_2 T$ et qui reçoit des impulsions de décomptage de fréquence F_1 est défini par la relation $T_s \cdot F_1 = F_2 \cdot T$, et la fréquence F_s des passages à zéro de l'organe 37 est donc égale à :

$$F_s = \frac{F_1}{F_2 \times T} = \frac{KF_2}{F_2/F} = KF$$

F étant la fréquence des impulsions $I_1, I_2, \dots$

En d'autres termes, il apparaît K impulsions sur la borne $R_{0\ 37}$ de l'organe de décomptage 37 au cours de chaque rotation α_R du vilebrequin, et la périodicité de ces impulsions consécutives correspond à une rotation

$$\frac{\alpha_R}{K}$$

du vilebrequin 17.

L'organe de décomptage 37 possède une entrée de chargement Ch_{37} qui est reliée à sa borne de sortie par le conducteur 39. Dans ces conditions, chaque passage au zéro de l'organe de décomptage 37, délivrant un signal sur la borne $R_{0\ 37}$, remet automatiquement cet organe en position de chargement.

La borne de sortie $R_{0\ 37}$ de l'organe de décomptage 37 est connectée par le conducteur 40 à la borne de comptage C_{28} d'un circuit schématisé en 28 et pouvant comporter m circuits élémentaires du type registre à décalage, bien connu des spécialistes (Type 74 164, par exemple), comportant chacun 8 bornes de sortie. Les différentes sorties du circuit 28 émettent alors une impulsion, image de chaque angle, unitaire de rotation du vilebrequin et de valeur

$$\frac{\alpha_R}{K},$$

l'agencement de ces sorties pouvant permettre de différencier de 0 à $(8^m - 1)$ impulsions délivrées par le circuit 37.

Chacune de ces impulsions émanant du circuit 37 produit l'incrémentement du circuit 28 qui délivrera, à chaque instant, un signal représentatif du nombre d'impulsions reçues pendant l'intervalle de temps

$$T' = (8^m - 1) T_s = \frac{(8^m - 1)}{K} T$$

avec $K \geq 8^m - 1$.

Autrement dit, le circuit 28 qui constitue une horloge angulaire se comporte comme un circuit du type registre à décalage ayant 8^m bornes de sortie repérées 0 à $(8^m - 1)$ sur la fig. 5, ce qui permet de suivre la rotation du vilebrequin à partir de la position de référence par angle de rotation de

$$\frac{\alpha_R}{K},$$

la vitesse de rotation du vilebrequin 17 étant considérée comme constante pendant un intervalle de temps T séparant deux impulsions I consécutives. On voit donc que le choix des valeurs de α_R et K

permet de suivre avec précision la rotation du vilebrequin. Généralement, on choisira des valeurs de α_R et de K de telle sorte que la valeur de l'angle

$$\frac{\alpha_R}{K}$$

soit comprise, par exemple, entre $0^\circ 30'$ et quelques degrés, le circuit 28 pouvant alors être composé de trois circuits élémentaires du type registre à décalage ayant 8 bornes de sortie chacun.

Le circuit 28 a une borne de remise à zéro RAZ_{28} qui est connectée au compteur 20 par le conducteur 41, de façon à être remis à zéro par chaque impulsion I_1 .

Le registre à décalage 28 permet de sélectionner une fenêtre angulaire dont l'utilité apparaîtra ultérieurement.

A cet effet, les deux bornes de sortie du registre à décalage 28, correspondant aux deux angles limites de cette fenêtre angulaire, sont respectivement connectées aux deux bornes d'entrée d'un circuit à bascule 42 du type SET-RESET.

La bascule délivre ainsi sur sa borne de sortie un signal en forme de créneau entre les deux positions angulaires limitant la fenêtre angulaire choisie: le créneau débute lorsque apparaît un signal sur la borne de sortie du registre 28 correspondant au premier angle limite de cette fenêtre (premier changement d'état de la bascule 42), et ce créneau se termine lorsque apparaît un signal sur la borne de sortie du registre 28 correspondant au second angle limite de la fenêtre (deuxième changement d'état de la bascule 42).

La fig. 6 représente schématiquement la composition des circuits 26 et 27 (fig. 2) qui constituent avec le circuit 25 l'ensemble électronique 23.

Comme on peut le voir sur cette figure, les électrodes 7 et 8 du détecteur 6 sont connectées en série avec une résistance 44 et une source de tension continue 45. Comme on l'a indiqué précédemment, lorsque le front de flamme atteint les électrodes 7 et 8, le courant électrique dans la résistance 44 augmente ainsi que la tension aux bornes de la résistance. L'expérience montre que la variation de la tension aux bornes de la résistance 44 est très rapide. Le signal représentatif de cette tension est transmis, éventuellement par l'intermédiaire d'un amplificateur adaptateur 46, à une borne d'entrée d'un circuit 48 du type porte ET qui le transmet à une bascule 49 lorsque le circuit 48 reçoit simultanément un signal de validation.

Dans le mode de réalisation illustré par la fig. 1, on a choisi de n'observer les phénomènes intéressants que dans un seul cylindre C_1 . On considère alors que les phénomènes sont semblables dans les autres cylindres et le calage de l'allumage sera identique pour chaque cylindre.

Dans ce but, on utilise comme signal de validation celui fourni par la bascule 42 qui est connectée au circuit 28 (fig. 5), de sorte que ce signal de validation n'apparaisse que pour des positions prédéterminées du vilebrequin pour lesquelles le front de flamme dans le cylindre C_1 est susceptible d'atteindre le détecteur 6 lors du fonctionnement du moteur.

Outre le signal délivré par la porte ET 48, la bascule 49 reçoit un signal de synchronisation S qui peut être constitué par les impulsions I produites par le capteur 20 situé sur un arbre tournant à la demi-vitesse du vilebrequin.

La sortie de la bascule 49, étant initialement à l'état 0, est élevée à l'état 1 à la réception du signal S , et remise à l'état 0 à la réception du signal validé provenant de la porte 48. On obtient ainsi un signal ayant la forme d'un créneau dont la largeur est fonction de l'angle de rotation θ du vilebrequin entre la position de référence et celle où se manifeste le signal produit par le détecteur 6. Ce signal est transmis à une première entrée d'un circuit 51 du type porte ET qui reçoit sur une seconde entrée des impulsions de sortie du circuit 28, ou horloge angulaire H . Sur une troisième borne d'entrée du circuit 51 est appliqué le signal de sortie d'une bascule 52 qui est commandée par le signal de synchronisation S et par le signal de sortie d'un compteur 53 du type registre à décalage (type 74 164, par exemple). Ce circuit compte les impulsions S de synchronisation et délivre un

signal sur l'une de ses bornes de sortie qui représente un nombre n de cycles de fonctionnement du moteur.

A l'apparition d'un premier signal de synchronisation, la porte ET 51 reçoit simultanément le signal issu de la bascule 49 et celui de la bascule 52 qui constituent des signaux de validation et la porte 51

$$\frac{\theta_K}{\alpha_R}$$

impulsions provenant de l'horloge H pendant toute la durée du signal produit par la bascule 49. Le même phénomène se produit pendant n cycles de fonctionnement du moteur (n étant un nombre entier égal ou supérieur à 1) et le compteur de cycles 53 émet un signal qui change l'état de la bascule 52. Le nombre d'impulsions qui ont traversé la porte ET 51 est divisé par le nombre de cycles n dans le circuit 54 qui délivre un nombre moyen d'impulsions

$$r_m = \frac{\theta_m \cdot K}{\alpha_R}$$

représentatif de la valeur moyenne de l'angle de rotation θ_m du vilebrequin entre le passage à la position de référence et celle correspondant à la production d'un signal par le détecteur 6.

Ces impulsions sont appliquées sur la borne de décomptage D_{55} d'un compteur-décompteur 55 (Type 74 193, par exemple) qui a été initialisé à la valeur théorique du nombre d'impulsions r_{th} qui correspond à l'écart angulaire théorique θ_{th} entre la position de référence du vilebrequin et celle où doit se produire le signal du détecteur 6, compte tenu de la valeur déterminée du rapport du volume de gaz brûlés au volume total de gaz dans le cylindre.

La valeur absolue de la différence $r_{th} - r_m$ qui est représentative de l'écart $\epsilon = \theta_{th} - \theta_m$ apparaît sur les bornes de sortie du circuit 55, reliées aux bornes d'entrée de la mémoire 56 (Type 74 174, par exemple) tandis que le signe de cette différence est indiqué par l'une des sorties dénommées généralement par les termes anglo-saxons carry ou borrow, suivant que ce signe est positif ou négatif.

Le transfert de l'information ϵ du décompteur 55 à la mémoire 56 est assuré par l'impulsion produite par le compteur de cycles 53, retardée par le circuit à retard 57a. Cette même impulsion retardée une deuxième fois dans un circuit à retard 57b remet à l'état initial le compteur-décompteur 55, par l'intermédiaire de l'entrée ch 55. L'information ϵ mémorisée est appliquée dans un circuit additionneur-soustracteur 58 (Type 7483) dans lequel est également appliquée

la valeur théorique β_{th} représentant l'intervalle angulaire théorique entre la position de référence du vilebrequin et la commande de l'allumage auquel correspond le délai angulaire théorique θ_{th} défini ci-dessus, entre cette même position de référence et la détection du front de flamme par le détecteur 6 dans le cylindre C_1 .

Le circuit 58 délivre un signal représentatif de l'angle

$$\beta_{com} = \beta_{th} \pm \epsilon$$

de rotation du vilebrequin entre la position de référence et la position réelle pour laquelle la commande de l'allumage dans le cylindre C_1 doit intervenir. Ce signal est appliqué aux bornes d'initialisation d'un compteur-décompteur 59 (Type 74 193) dont la borne de décomptage D_{59} est reliée à la sortie d'un circuit ET 60 recevant, sur une borne d'entrée, le signal de synchronisation S et, sur une seconde borne d'entrée, le signal de l'horloge angulaire H. Lors du passage à zéro, le circuit 59 produit sur sa borne R_{059} un signal de commande de l'allumage qui est transmis par un circuit approprié 61 à la gâchette du thyristor 4 ainsi qu'à la borne de chargement ch_{59} permettant la réinitialisation du compteur-décompteur 59.

Il est possible de régler séparément l'allumage dans chacun des cylindres du moteur en utilisant autant de circuits que nécessaire, composés des éléments de circuit 48 à 61.

Dans certains cas de fonctionnement du moteur, le réglage de l'allumage devra, pendant une période plus ou moins grande, être différent de l'avance optimale, par exemple si, au démarrage, on désire que la montée en température du moteur soit plus rapide. De façon générale, on interpose entre les circuits 58 et 59 un circuit additionneur-soustracteur 62 (représenté en pointillé sur la fig. 4) qui modifie la valeur de β_{com} en ajoutant algébriquement une valeur corrective γ . Cette modification pourra être effectuée en permanence, ou seulement temporairement. Dans ce dernier cas, la durée de la correction pourra être constante ou encore être fonction de la valeur prise par un paramètre mesuré par un détecteur 63.

De telles corrections pourront également être effectuées à l'apparition du phénomène de cliquetis ou encore pour obtenir des gaz à combustion aussi peu polluants que possible, etc.

Une correction γ de valeur appropriée pourra être appliquée lorsque le moteur ne fonctionne pas à son rendement maximal ou lorsque la valeur du rapport du volume de gaz brûlés au volume total de gaz dans le cylindre n'est pas comprise dans l'intervalle 0,4-0,9. L'affichage de γ , dont les valeurs auront pu être préalablement déterminées pour différentes conditions de fonctionnement, pourra être programmé en fonction de ces mêmes conditions.

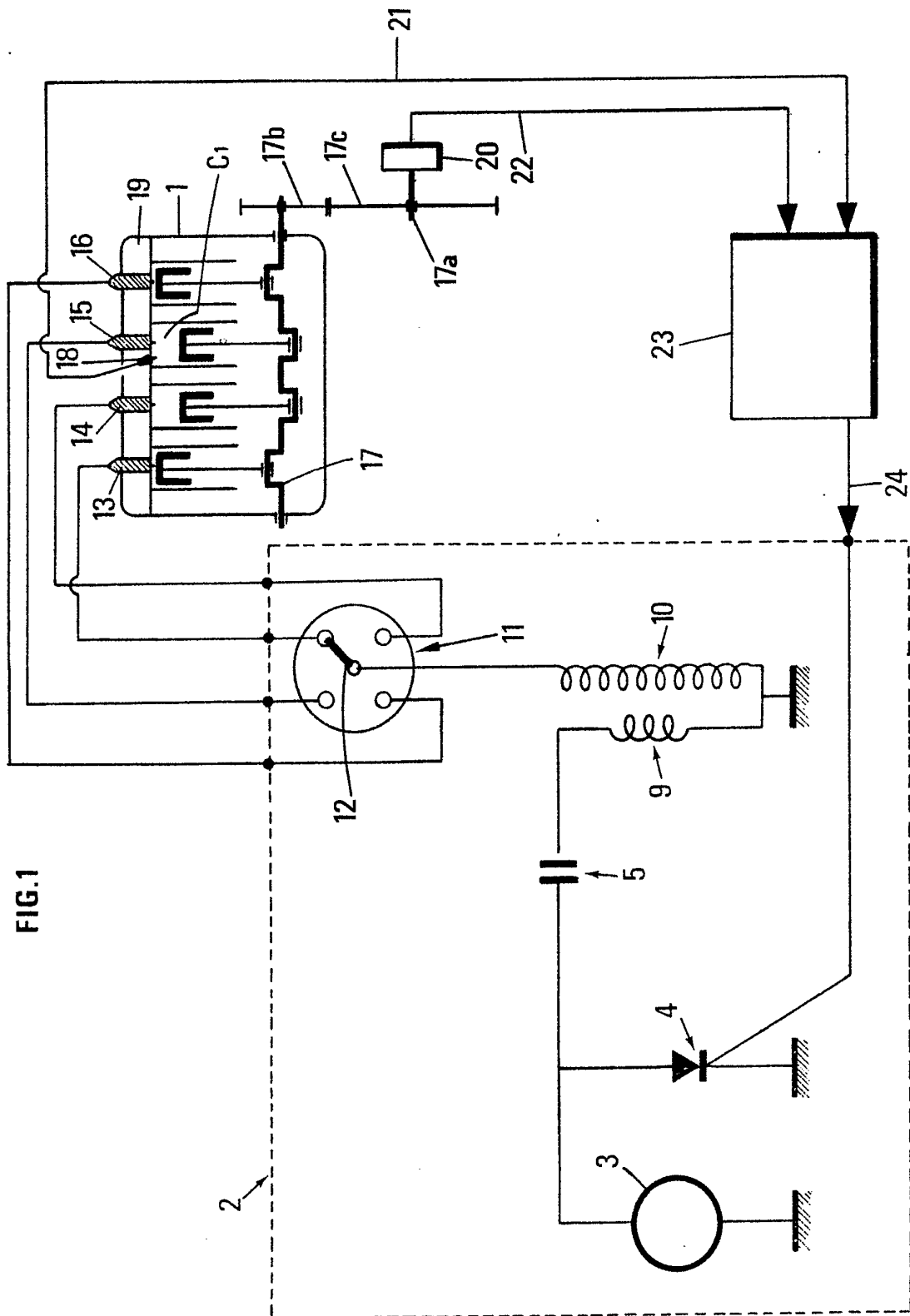


FIG. 2

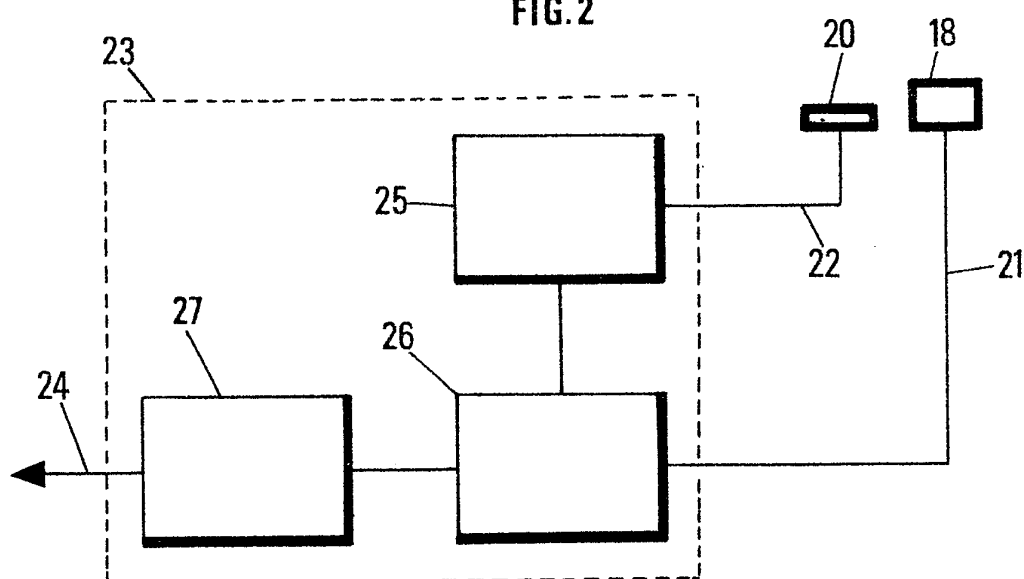


FIG. 5

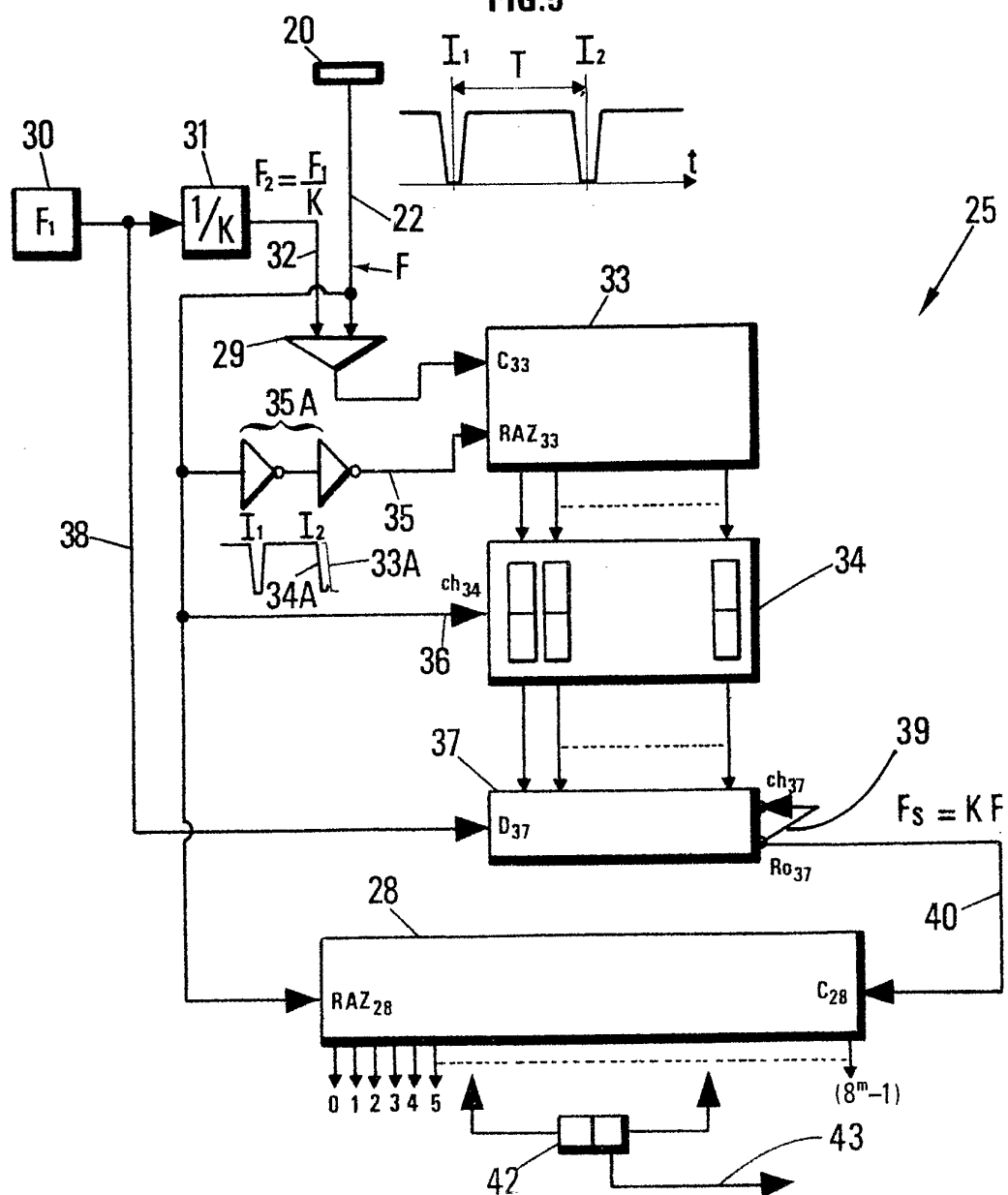


FIG.3

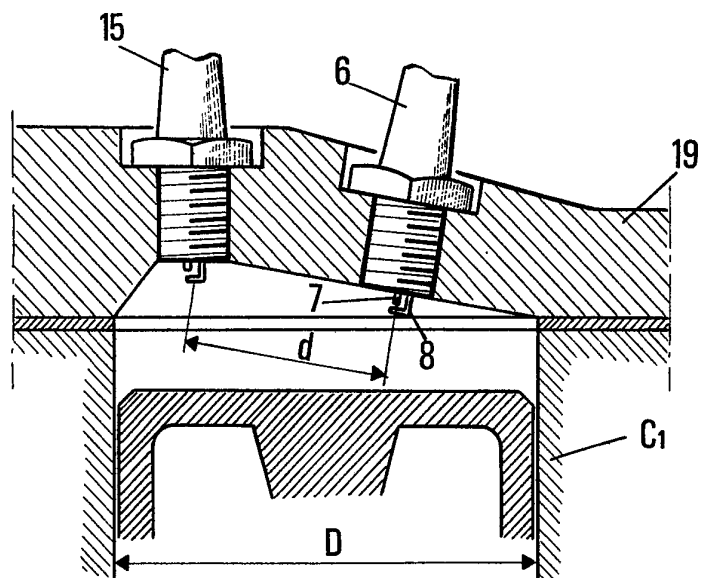


FIG.4

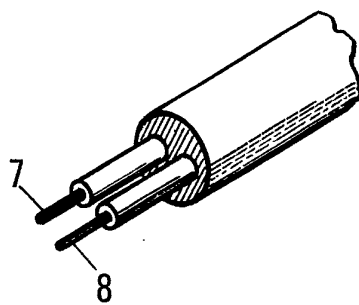


FIG.6

