



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11)

EP 0 889 235 B1

(12)

FASCICULE DE BREVET EUROPEEN

(45) Date de publication et mention
de la délivrance du brevet:
18.12.2002 Bulletin 2002/51

(51) Int Cl.7: **F02P 15/08, F02P 7/077**

(21) Numéro de dépôt: **98401684.0**

(22) Date de dépôt: **03.07.1998**

(54) **Dispositif de détermination de la phase de fonctionnement d'un moteur à combustion interne**

Vorrichtung zur Bestimmung der Phase des Zyklus für eine Brennkraftmaschine

Device for determining the phase cycle of an internal combustion engine

(84) Etats contractants désignés:
CH DE ES GB IT LI PT SE

(30) Priorité: **04.07.1997 FR 9708529**

(43) Date de publication de la demande:
07.01.1999 Bulletin 1999/01

(73) Titulaires:
• **AUTOMOBILES PEUGEOT**
75116 Paris (FR)
• **AUTOMOBILES CITROEN**
92200 Neuilly-sur-Seine (FR)

(72) Inventeur: **Lambert, Denis**
92270 Bois-Colombes (FR)

(74) Mandataire:
Habasque, Etienne Joel Jean-François et al
Cabinet Lavoix
2, Place d'Estienne d'Orves
75441 Paris Cédex 09 (FR)

(56) Documents cités:
FR-A- 2 714 116 **US-A- 4 543 936**
US-A- 4 795 979 **US-A- 4 847 563**

EP 0 889 235 B1

Il est rappelé que: Dans un délai de neuf mois à compter de la date de publication de la mention de la délivrance du brevet européen, toute personne peut faire opposition au brevet européen délivré, auprès de l'Office européen des brevets. L'opposition doit être formée par écrit et motivée. Elle n'est réputée formée qu'après paiement de la taxe d'opposition. (Art. 99(1) Convention sur le brevet européen).

Description

[0001] La présente invention concerne un dispositif de détermination de la phase de fonctionnement d'un moteur à combustion interne.

[0002] Plus particulièrement, l'invention se rapporte à un tel dispositif qui permet de déterminer la phase de fonctionnement d'un moteur à combustion interne à allumage simultané par paire de cylindres, notamment pour véhicule automobile.

[0003] On connaît déjà dans l'état de la technique, des dispositifs de ce type, dans lesquels des bougies associées aux cylindres de chaque paire sont raccordées aux extrémités d'un bobinage secondaire d'une bobine d'allumage dont le bobinage primaire est raccordé à un calculateur de contrôle du fonctionnement du moteur, à travers un étage de puissance.

[0004] Le bobinage secondaire de cette bobine d'allumage est par exemple un bobinage à point milieu et le bobinage primaire de celle-ci reçoit un signal de commande d'allumage de l'étage de puissance.

[0005] Ces dispositifs sont utilisés pour optimiser le contrôle de l'injection de carburant et de l'avance à l'allumage dans les moteurs à combustion interne et à allumage commandé.

[0006] A cet effet, il est nécessaire de connaître non seulement la position angulaire du vilebrequin du moteur, mais également la phase de travail de celui-ci et plus particulièrement celle de chacun des cylindres de celui-ci.

[0007] Le document FR-A-2 732 723 au nom des Demandereses décrit un tel dispositif.

[0008] Le but de l'invention est de proposer un dispositif de ce type qui présente une structure simple et fiable.

[0009] A cet effet, l'invention a pour objet un dispositif de détermination de la phase de fonctionnement d'un moteur à combustion interne à allumage simultané par paire de cylindres notamment pour véhicule automobile, dans lequel des bougies associées aux cylindres de chaque paire sont raccordées aux extrémités d'un bobinage secondaire d'une bobine d'allumage dont le bobinage primaire reçoit un signal de commande d'allumage de moyens de commande pilotés par un calculateur de contrôle de fonctionnement du moteur, caractérisé en ce qu'il comporte des moyens de détermination de la valeur moyenne arithmétique des deux tensions de sortie du bobinage secondaire pour délivrer un signal binaire comportant des créneaux représentatifs du signe de cette moyenne, des moyens de mesure du temps s'écoulant entre l'instant de commande de la bobine par les moyens de commande et l'instant de changement d'état du signal binaire pour au moins deux commandes successives de la bobine et des moyens d'analyse de ces temps pour déterminer la phase de fonctionnement du moteur.

[0010] L'invention sera mieux comprise à l'aide de la description qui va suivre, donnée uniquement à titre

d'exemple et faite en se référant aux dessins annexés, sur lesquels :

- la Fig.1 représente un schéma synoptique d'une partie d'un dispositif de détermination de phase selon l'invention;
- les Figs.2 et 3 illustrent le fonctionnement d'un système d'allumage simultané par paire de cylindres d'un moteur de véhicule automobile;
- la Fig.4 représente un schéma synoptique d'une autre partie d'un dispositif de détermination de phase selon l'invention;
- la Fig.5 représente des chronogrammes illustrant des signaux présents dans cette partie du dispositif;
- la Fig.6 représente un organigramme illustrant le fonctionnement d'un tel dispositif de détermination de phase; et
- les Figs.7 à 11 illustrent différents exemples de détermination de phase grâce à un dispositif selon l'invention.

[0011] On reconnaît en effet sur la figure 1, un système d'allumage simultané par paires de cylindres notamment pour un moteur de véhicule automobile.

[0012] D'une façon générale, dans un tel moteur à allumage simultané par paires de cylindres, des bougies associées aux cylindres de chaque paire, sont raccordées aux extrémités d'un bobinage secondaire d'une bobine d'allumage, dont le bobinage primaire est relié à des moyens de commande pilotés par un calculateur de contrôle du fonctionnement du moteur.

[0013] Sur cette figure 1, la bobine d'allumage est désignée par la référence générale 1, tandis que le bobinage primaire de celle-ci est désigné par la référence générale 2.

[0014] L'une des bornes d'extrémité de ce bobinage primaire 2 est reliée par exemple à la borne positive +bat de la batterie d'alimentation du véhicule, tandis que l'autre borne d'extrémité de celui-ci est reliée à des moyens de commande de puissance désignés par la référence générale 3 sur cette figure, comprenant par exemple un transistor de puissance piloté par un calculateur 4 de contrôle du fonctionnement du moteur.

[0015] Le bobinage secondaire de la bobine d'allumage est quant à lui désigné par la référence générale 5 et chacune de ses extrémités est reliée à une borne d'une bougie, désignées par les références générales 6 et 7, correspondant respectivement au cylindre n°1 et au cylindre n°4 du moteur, associés dans la paire.

[0016] Les autres bornes de ces bougies 6 et 7 sont reliées ensemble à la masse.

[0017] On conçoit alors que le calculateur 4 de contrôle du fonctionnement du moteur permet par pilotage des moyens de commande de puissance 3 d'appliquer un signal de commande d'allumage V_c aux bougies par l'intermédiaire de la bobine d'allumage 1.

[0018] Ce fonctionnement est illustré sur les figures 2 et 3, dans lesquelles les références V_{HT1} et V_{HT4} repré-

sentent les tensions aux bornes respectivement des bougies 6 et 7 de la paire correspondante des cylindres n°1 et 4 et V_{PM} représente la valeur moyenne arithmétique de ces deux tensions.

[0019] On peut en effet constater à la lumière de ces figures 2 et 3 que lors de la production de l'allumage, l'un des deux cylindres est en phase de compression, tandis que l'autre est en phase d'échappement.

[0020] Les pressions dans les chambres de combustion de ces cylindres sont donc différentes et la tension nécessaire pour la génération d'un arc entre les électrodes de ces bougies est ainsi beaucoup plus élevée pour le cylindre en phase de compression que pour celui en phase d'échappement.

[0021] Les tensions V_{HT1} et V_{HT4} sont donc de signes opposés et leur moyenne arithmétique V_{PM} est du signe de la tension la plus élevée, en valeur absolue.

[0022] Dans les exemples représentés sur ces figures 2 et 3, on considère que sur la figure 2, le cylindre n°1 est en phase de compression et que le cylindre n°4 est en phase d'échappement.

[0023] A partir de l'instant t_0 où la commande de l'allumage est provoquée par le calculateur 4 de contrôle du fonctionnement du moteur, les tensions secondaires V_{HT1} et V_{HT4} du bobinage secondaire de la bobine d'allumage croissent simultanément et de façon opposée.

[0024] La tension V_{PM} reste proche de 0 volt jusqu'au moment où la bougie du cylindre n°4 passe dans un état conducteur.

[0025] La tension V_{HT4} aux bornes de cette bougie chute alors brusquement et la tension V_{PM} prend alors une valeur non nulle du signe de la tension V_{HT1} .

[0026] La tension V_{PM} continue de croître tant que s'élève la tension V_{HT1} , jusqu'à l'instant t_{ion} d'ionisation de la bougie correspondante.

[0027] Après établissement de l'arc électrique entre les électrodes de celle-ci, la tension V_{PM} oscille et s'amortit comme cela est illustré sur la figure 2.

[0028] Au tour suivant du moteur, le cylindre n°4 est en phase de compression et la tension V_{PM} prend le signe de la tension V_{HT4} entre t_0 et t_{ion} .

[0029] Le signe de cette tension V_{PM} renseigne donc sur le cylindre en phase de compression.

[0030] On conçoit alors qu'il est possible d'utiliser cette particularité de fonctionnement pour établir une stratégie permettant d'assurer le repérage du cycle de fonctionnement du moteur associé à la position physique des cylindres, afin de permettre le synchronisme de l'injection dès la mise en action du démarreur du moteur du véhicule.

[0031] Ce repérage peut s'effectuer par l'acquisition du temps s'écoulant entre la commande de l'allumage et le changement d'état d'un signal V_s issu de la bobine d'allumage, ce signal étant établi par exemple à partir de la valeur moyenne arithmétique des deux tensions du bobinage secondaire de celle-ci, pour délivrer un signal binaire représentatif du signe de cette moyenne.

[0032] Ce signal binaire V_s comporte alors des cré-

neaux représentatifs par exemple d'un signe négatif de cette valeur moyenne.

[0033] Le signal V_s , après traitement numérique, indique quel est le cylindre en phase de compression dans la paire de cylindres connectée à la bobine commandée.

[0034] Afin de garantir une bonne robustesse de la stratégie, au moins deux détections successives peuvent être prévues afin de confirmer la décision.

[0035] Le signal utilisé pour assurer cette détermination de phase, est un signal logique issu de la bobine d'allumage qui peut également être appelé signal de phase.

[0036] Ce signal est élaboré à partir des tensions des sorties de la bobine d'allumage commune aux cylindres n°1 et n°4 par exemple, c'est-à-dire à partir des tensions V_{HT1} et V_{HT4} , par des moyens de type classique de détermination de la valeur moyenne arithmétique de ces deux tensions, ces moyens étant désignés par la référence générale 8 sur la figure 1.

[0037] La sortie de ces moyens de détermination 8 est reliée par exemple à des moyens de mise en forme désignés par la référence générale 9 intégrés par exemple dans le calculateur 4 de contrôle du fonctionnement du moteur.

[0038] Ces moyens de détermination sont utilisés dans l'intervalle de temps compris entre t_0 et t_{ion} et doivent alors fournir sur une sortie, un signal V_s à créneaux présentant un état logique 1 si la tension V_{PM} est négative. Inversement, l'état logique de ce signal sera 0, si la tension V_{PM} est positive.

[0039] Ceci est illustré sur les figures 4 et 5.

[0040] On reconnaît en effet sur ces figures, le signal de commande V_c de la bobine d'allumage issu des moyens de commande de puissance 3 et le signal de sortie V_s des moyens de détection de phase, comprenant les moyens de détermination de la valeur moyenne arithmétique des tensions de sortie du bobinage secondaire de la bobine d'allumage, raccordés aux moyens de mise en forme 9.

[0041] En fait, l'information de phase est contenue dans la mesure du temps s'écoulant entre l'instant de commande d'allumage des cylindres n°1 et n°4 et l'instant de changement d'état du signal de phase.

[0042] A cet effet, et comme on peut le voir sur la figure 4, la sortie des moyens de mise en forme 9 peut être reliée à un compteur désigné par la référence générale 10, recevant un signal d'horloge CLK et lui-même associé à des moyens de mémorisation désignés par la référence générale 11 et à une unité centrale de traitement d'informations désignée par la référence générale 12, du calculateur 4, elle-même reliée aux moyens de commande de puissance 3 décrits précédemment pour assurer la commande du fonctionnement de la bobine d'allumage et au compteur 10 pour sa réinitialisation.

[0043] Les temps acquis lors des allumages successifs n-1 et n sont notés t_{n-1} et t_n sur cette figure 5.

[0044] Leur ordre de grandeur est de 10 à 40µs et

dans ce cas, la résolution du compteur 10 pour l'acquisition de ces temps doit être inférieure à $1\mu\text{s}$ (fréquence du signal d'horloge $\text{CLK} \geq 1\text{ MHz}$).

[0045] Cette mesure ne doit pas être perturbée par l'occupation de l'unité centrale 12 à servir à une tâche prioritaire.

[0046] Pour cela, il est préférable que le compteur 10 soit remis à zéro par le signal de commande d'allumage et que le signal de phase déclenche directement la mémorisation de l'état du compteur.

[0047] L'objet du traitement du signal est donc de faire correspondre à une commande d'allumage de la bobine correspondante, le numéro du cylindre qui est en phase de compression.

[0048] L'information utilisée est comme cela a été indiqué précédemment, le temps s'écoulant entre l'instant de commande d'allumage et l'instant de changement d'état du signal de phase Vs.

[0049] Cette détection doit être exempte d'erreur et le nombre d'allumages nécessaire doit être minimum afin de ne pas prolonger le temps de démarrage du moteur du véhicule.

[0050] A cet effet, et comme on peut le voir sur la figure 6, qui représente un organigramme illustrant ce fonctionnement, après une phase d'initialisation désignée par la référence générale 13 sur cette figure, on déclenche en 14 et en 15, l'acquisition du temps correspondant, c'est-à-dire t_{n-1} , t_n , etc...

[0051] Ensuite, en 16, on effectue pour chaque acquisition, un test pour vérifier que le temps acquis, c'est-à-dire t_n par exemple, est compris entre des valeurs de seuil minimale et maximale $t_{\min}$ et $t_{\max}$.

[0052] Si le temps acquis est en dehors de ces limites, le traitement est abandonné et doit reprendre depuis le début, pour l'acquisition suivante.

[0053] Par contre, si le temps acquis est bien compris entre ces limites, et si l'acquisition est l'acquisition initiale, comme cela est détecté en 17, après la première commande d'allumage, le temps t_{n-1} acquis est comparé à une valeur calibrée t_s , en 18.

[0054] Selon le résultat de cette comparaison, un signe positif ou négatif est mémorisé pour être utilisé lors d'un traitement suivant.

[0055] En effet, si t_{n-1} est inférieur à cette valeur t_s , alors un signe par exemple + est mémorisé dans SGN, tandis que si t_{n-1} est supérieur ou égal à cette valeur t_s , un signe par exemple - est mémorisé dans SGN.

[0056] Ces étapes sont illustrées sur cette figure 6 par les références 19 et 20 respectivement. Ces signes indiquent le sens de la transition du t_n suivant.

[0057] L'acquisition est ensuite incrémentée lors de l'étape 21.

[0058] Lors de l'acquisition du temps correspondant à la seconde commande d'allumage, telle que détectée lors de l'étape 17, la différence signée de temps acquis lors des deux acquisitions successives $t_n - (t_{n-1})$ est multipliée par le signe SGN précédemment mémorisé en 19 ou 20, comme cela est illustré par l'étape 22.

[0059] Le résultat de cette opération nommé Δt_n est ensuite comparé à un seuil calibré par exemple positif t_{s+} qui représente l'amplitude de la transition nécessaire pour considérer le test valide, comme cela est illustré par l'étape 23.

[0060] Le produit par le signe SGN mémorisé permet de valider que la transition s'est bien produite dans le sens prévu.

[0061] Si Δt_n est supérieur à t_{s+} , la phase est déterminée et le prochain point mort haut du moteur sera ainsi connu en fonction de l'ordre d'allumage et de la paire de cylindres sur laquelle on effectue la mesure. Par contre si Δt_n est inférieur à t_{s+} , la phase est indéterminée et on réitère à partir de l'étape 23, la stratégie, en utilisant la dernière valeur de t_n , pour le prochain test.

[0062] Lors des étapes 24, 25 et 26, on peut déterminer quelle est la phase de fonctionnement du moteur par la détermination du prochain point mort haut d'un cylindre, à partir du signe mémorisé SGN.

[0063] Ces différentes étapes sont mises en oeuvre par exemple par l'unité centrale 12 du calculateur 4 de contrôle du fonctionnement du moteur, qui peut être programmée à cet effet.

[0064] Différents cas de fonctionnement de ce système sont illustrés sur les figures 7, 8, 9, 10 et 11.

[0065] Les figures 7 et 8 illustrent un bon fonctionnement du système qui permet de déterminer que le prochain point mort haut sera celui correspondant au cylindre n°2 sur la figure 7 et au cylindre n°3 sur la figure 8.

[0066] Les figures 9 et 10 illustrent quant à elles le cas d'un mauvais fonctionnement du système dû à une mauvaise calibration.

[0067] Enfin, la figure 11 illustre le cas d'une réitération du traitement.

[0068] On conçoit alors que le dispositif de détermination selon l'invention présente une structure extrêmement simple et fiable qui permet de déterminer de manière précise la phase de fonctionnement d'un moteur de véhicule automobile.

Revendications

1. Dispositif de détermination de la phase de fonctionnement d'un moteur à combustion interne à allumage simultané par paire de cylindres, notamment pour véhicule automobile, dans lequel des bougies (7, 6) associées aux cylindres de chaque paire sont raccordées aux extrémités d'un bobinage secondaire (5) d'une bobine d'allumage (1) dont le bobinage primaire (2) reçoit un signal (Vc) de commande d'allumage de moyens de commande (3) pilotés par un calculateur (4) de contrôle de fonctionnement du moteur, **caractérisé en ce qu'il** comporte des moyens (8) de détermination de la valeur moyenne arithmétique des deux tensions de sortie du bobinage secondaire (5) pour délivrer un signal binaire (Vs) comportant des créneaux représenta-

tifs du signe de cette moyenne, des moyens (9,10,11,12) de mesure du temps s'écoulant entre l'instant de commande de la bobine par les moyens de commande et l'instant de changement d'état du signal binaire (Vs) pour au moins deux commandes successives de la bobine et des moyens (12) d'analyse de ces temps pour déterminer la phase de fonctionnement du moteur.

2. Dispositif selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** les moyens d'analyse (12) des temps comprennent des moyens pour contrôler que ceux-ci sont compris entre des valeurs de seuil minimale et maximale ($t_{\min}$ et $t_{\max}$), des moyens de comparaison du temps correspondant à la première commande avec une valeur de seuil prédéterminée (t_s) pour mémoriser un signe (SGN) en fonction du résultat de cette comparaison, des moyens de calcul d'une valeur différentielle (Δt_n) par soustraction des deux temps (t_{n-1} , t_n), acquis lors des commandes successives de la bobine, des moyens de multiplication de la valeur différentielle (Δt_n) par le signe mémorisé (SGN), des moyens de comparaison du résultat de cette multiplication à une valeur de seuil calibrée (t_{s+}), pour valider la détermination de la phase de fonctionnement du moteur, en fonction du signe mémorisé (SGN) et de la valeur différentielle (Δt_n).
3. Dispositif selon la revendication 2, **caractérisé en ce que** le signe (SGN) est établi à partir de la relation suivante :
 - si $t < t_s$, alors signe = +
 - si $t \geq t_s$, alors signe = -
 - t représentant le temps correspondant, et t_s représentant la valeur de seuil prédéterminée,
 - et **en ce que** la valeur de seuil calibrée est une valeur positive (t_{s+}).
4. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** les moyens de mesure du temps comprennent un compteur (10) associé à des moyens de mémorisation (11) et recevant en entrée un signal d'horloge (CLK) et le signal de phase (Vs) et sur une borne de remise à zéro, le signal de commande (Vc) à partir d'une unité centrale (12) du calculateur (4).

Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Bestimmung der Zyklusphase einer Brennkraftmaschine mit gleichzeitiger Zündung durch ein Zylinderpaar, insbesondere für Kraftfahrzeuge, bei der zu den Zylindern eines jeden Paares gehörige Zündkerzen (7, 6) mit den Enden einer Sekundärwicklung (5) einer Zündspule (1) verbunden

sind, deren Primärwicklung (2) ein Zündstellungssignal (Vc) von Einstellungsmitteln (3) empfängt, die von einem Motorzyklussteuerrechner (4) gesteuert werden, **dadurch gekennzeichnet, dass** sie Mittel (8) zur Bestimmung des arithmetischen Mittelwerts der beiden Ausgangsspannungen der Sekundärwicklung (5) zum Abgeben eines Binärsignals (Vs), das Rechteckimpulse umfasst, die das Vorzeichen dieses Mittelwerts darstellen, Mittel (9, 10, 11, 12) zum Messen der Zeit, die zwischen dem Zeitpunkt einer Einstellung der Spule durch die Einstellungsmittel und dem Zeitpunkt der Zustandsänderung des Binärsignals (Vs) für mindestens zwei aufeinander folgende Einstellungen der Spule vergeht, und Mittel (12) zum Analysieren dieser Zeiten, um die Zyklusphase des Motors zu bestimmen, umfasst.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Zeitanalysemittel (12) Mittel zum Kontrollieren, dass diese zwischen Mindest- und Höchstschwellenwerten ($t_{\min}$ und $t_{\max}$) liegen, Mittel zum Vergleichen der Zeit, die der ersten Einstellung entspricht, mit einem vorherbestimmten Schwellenwert (t_s), um ein Vorzeichen (SGN) in Abhängigkeit von dem Ergebnis dieses Vergleichs zu speichern, Mittel zum Berechnen eines Differentialwerts (Δt_n) durch Subtraktion der beiden Zeiten (t_{n-1} , t_n), die während aufeinander folgender Einstellungen der Spule erfasst werden, Mittel zum Multiplizieren des Differentialwertes (Δt_n) mit dem gespeicherten Vorzeichen (SGN), Mittel zum Vergleichen des Ergebnisses dieser Multiplikation mit einem kalibrierten Schwellenwert (t_{s+}), um die Bestimmung der Zyklusphase des Motors in Abhängigkeit von dem gespeicherten Vorzeichen (SGN) und dem Differentialwert (Δt_n) zu bestätigen, umfassen.
3. Vorrichtung nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Vorzeichen (SGN) ausgehend von der folgenden Relation aufgestellt wird:
 - wenn $t < t_s$, dann ist das Vorzeichen = +,
 - wenn $t \geq t_s$, dann ist das Vorzeichen = -,
 - wobei t für die entsprechende Zeit steht, und wobei t_s für den vorherbestimmten Schwellenwert steht,
 - und dadurch dass der kalibrierte Schwellenwert ein positiver Wert (t_{s+}) ist.

4. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Zeitmessungsmittel einen Zähler (10) umfassen, der mit Speichermitteln (11) verknüpft ist und am Eingang ein Taktsignal (CLK) und das Phasensignal (Vs) empfängt und über eine Nullstellungsklemme das Einstellungssignal (Vc) von einer Zentraleinheit (12) des Rechners (4) empfängt.

Claims

and, at a resetting terminal, the control signal (Vc) from a central unit (12) of the computer (4).

1. Device for determining the operating phase of an internal combustion engine with simultaneous ignition per pair of cylinders, notably for motor vehicles, wherein spark plugs (7, 6) associated with the cylinders in each pair are connected to the ends of a secondary winding (5) of an ignition coil (1) the primary winding (2) of which receives an ignition command signal (Vc) from control means (3) controlled by a computer (4) monitoring the operation of the engine, **characterised in that** it comprises means (8) for determining the mean arithmetical value of two output voltages of the secondary winding (5) to deliver a binary signal (Vs) having square pulses representing the sign of this mean, means (9, 10, 11, 12) for measuring the time that elapses between the moment of actuation of the coil by the control means and the moment of the change of state of the binary signal (Vs) for at least two successive actuations of the coil and means (12) for analysing these times to determine the operating phase of the engine.

5
10
15
20

2. Device according to claim 1, **characterised in that** the means (12) for analysing the times comprise means for checking that these are between the minimum and maximum threshold values (tmin and tmax), means for comparing the time corresponding to the first command with a predetermined threshold value (ts) for memorising a sign (SGN) as a function of the result of this comparison, means for calculating a differential value (Δt_n) by subtracting the two times (t_{n-1} , t_n), acquired during successive actuations of the coil, means for multiplying the differential value (Δt_n) by the memorised sign (SGN), means for comparing the result of this multiplication with a calibrated threshold value (ts+), to validate the determination of the operating phase of the motor, as a function of the memorised sign (SGN) and the differential value (Δt_n).

25
30
35
40

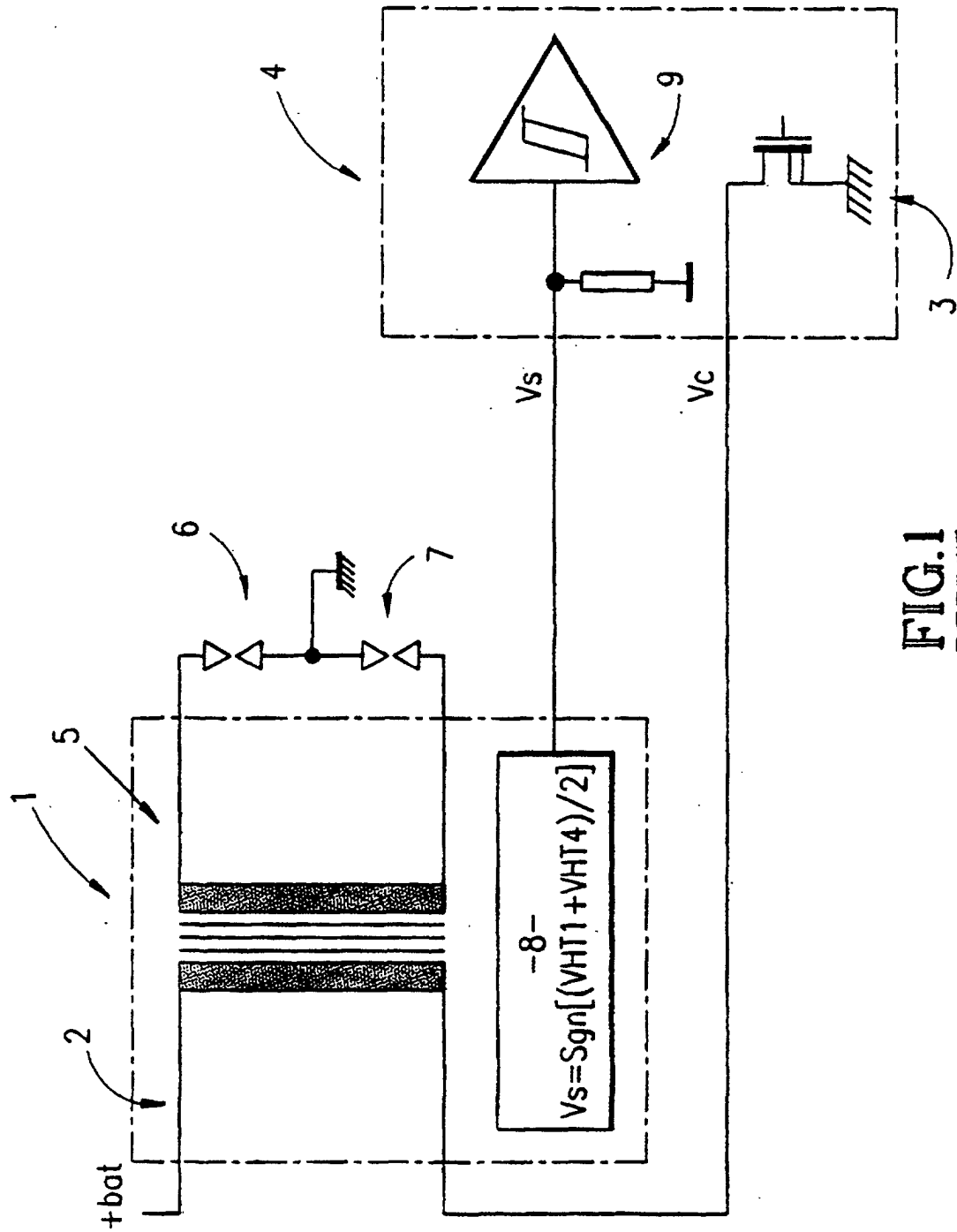
3. Device according to claim 2, **characterised in that** the sign (SGN) is obtained from the following equation:

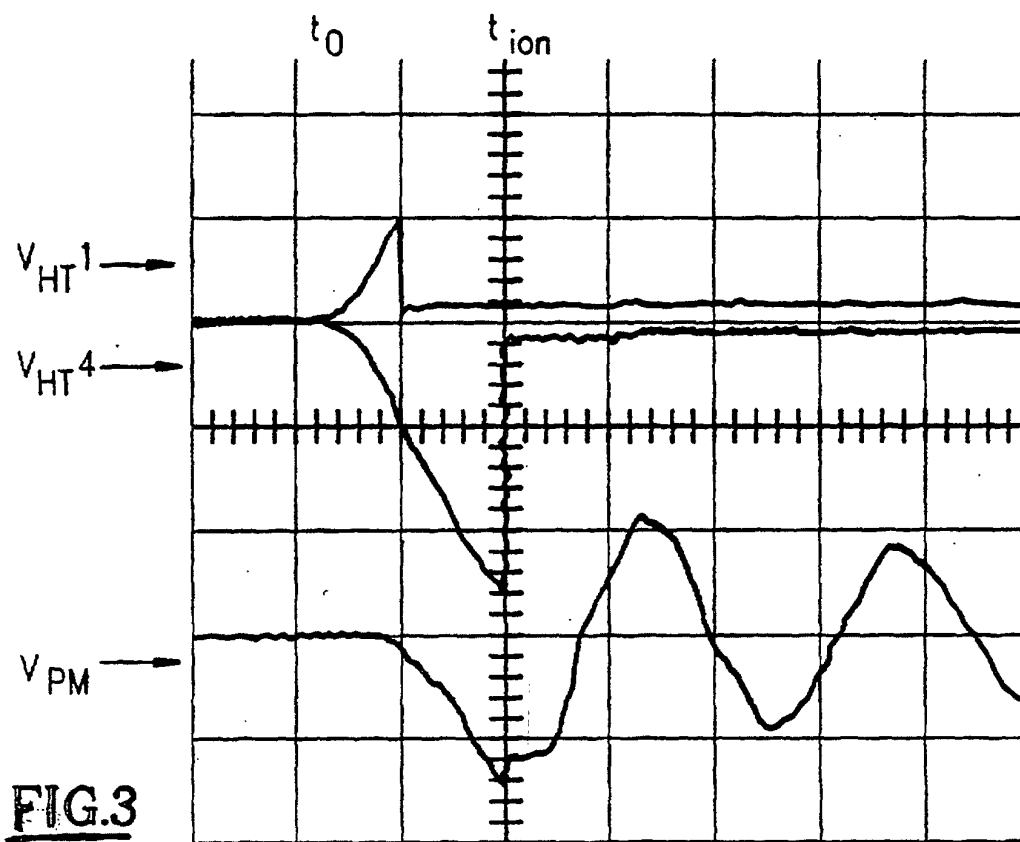
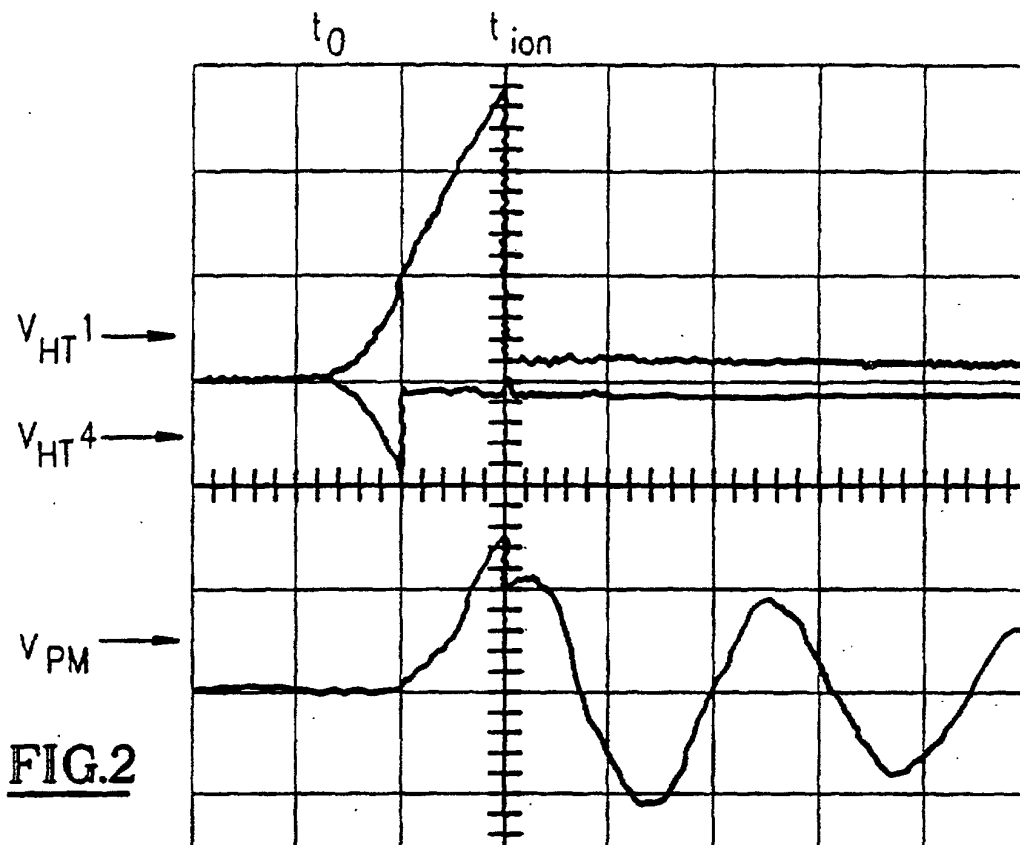
if $t < t_s$, then sign = +
 if $t \geq t_s$, then sign = -
 where t represents the corresponding time and
 t_s represents the predetermined threshold value, and **in that** the calibrated threshold value is a positive value (ts+) .

45
50

4. Device according to any one of the preceding claims, **characterised in that** the means for measuring the time comprise a counter (10) associated with memorising means (11) and receiving at its input a clock signal (CLK) and the phase signal (Vs)

55





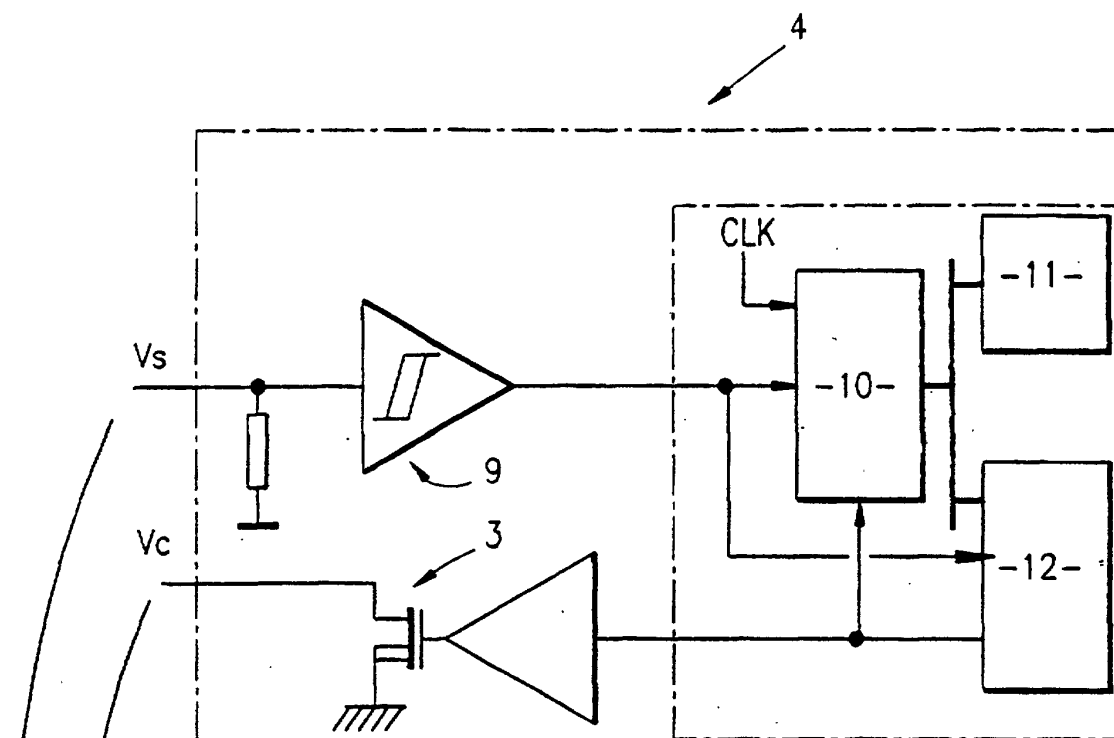


FIG.4

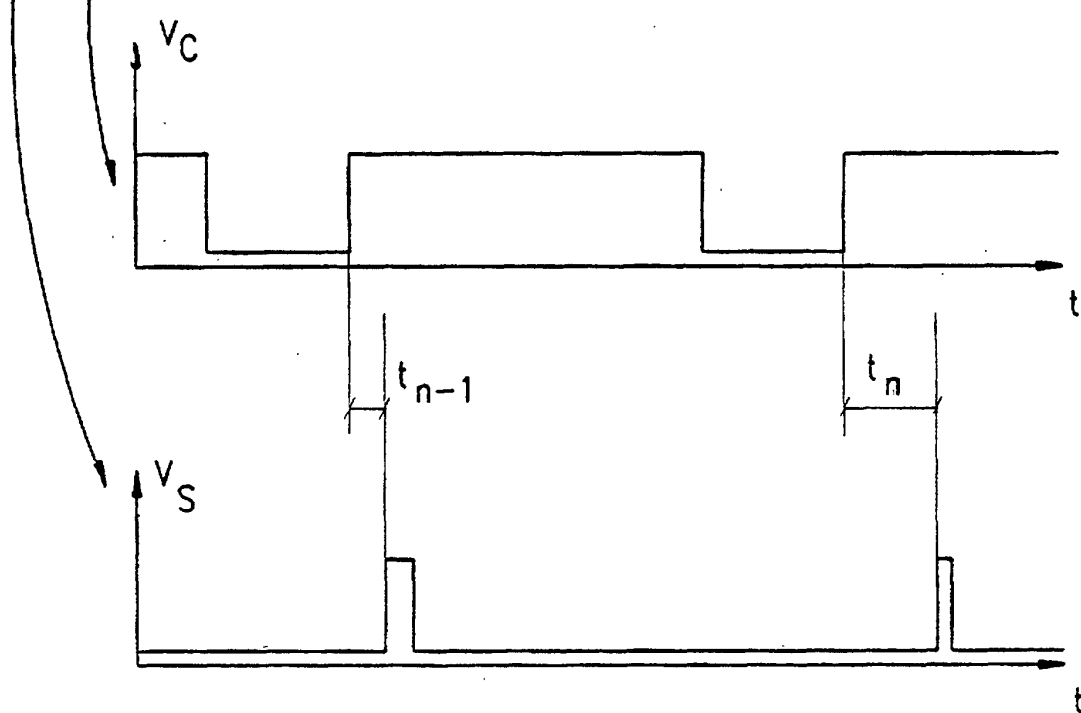
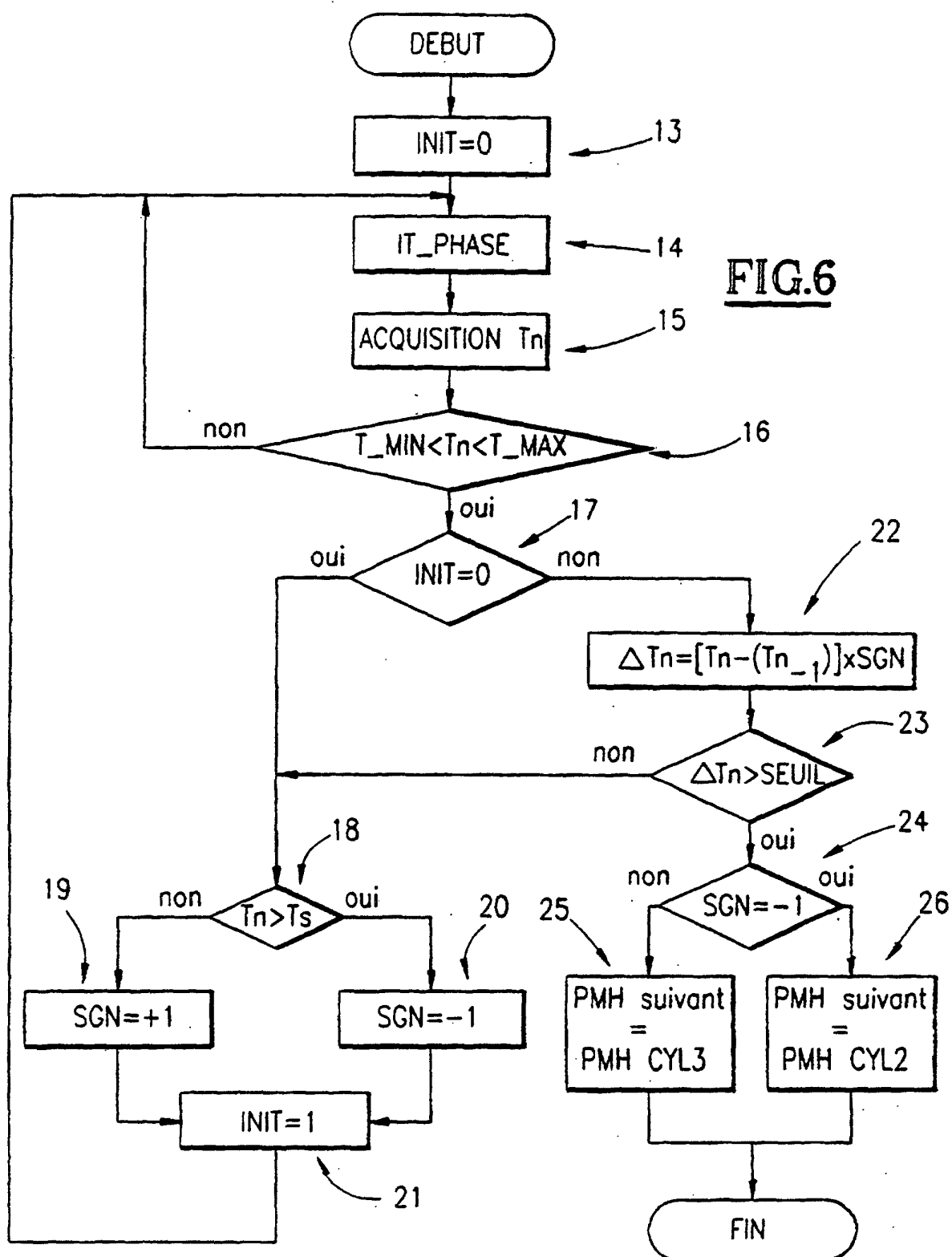


FIG.5



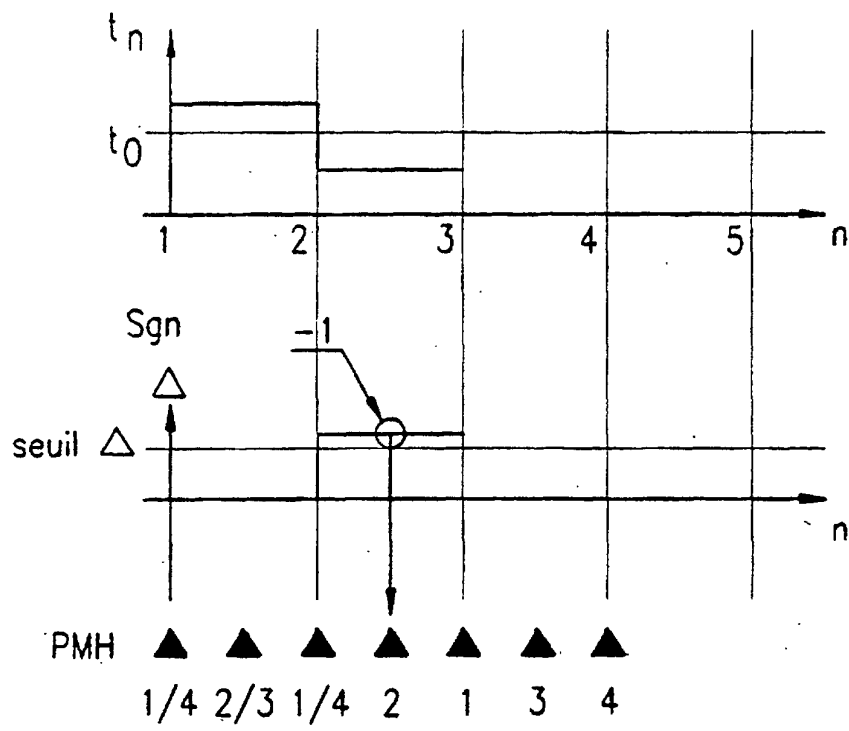


FIG.7

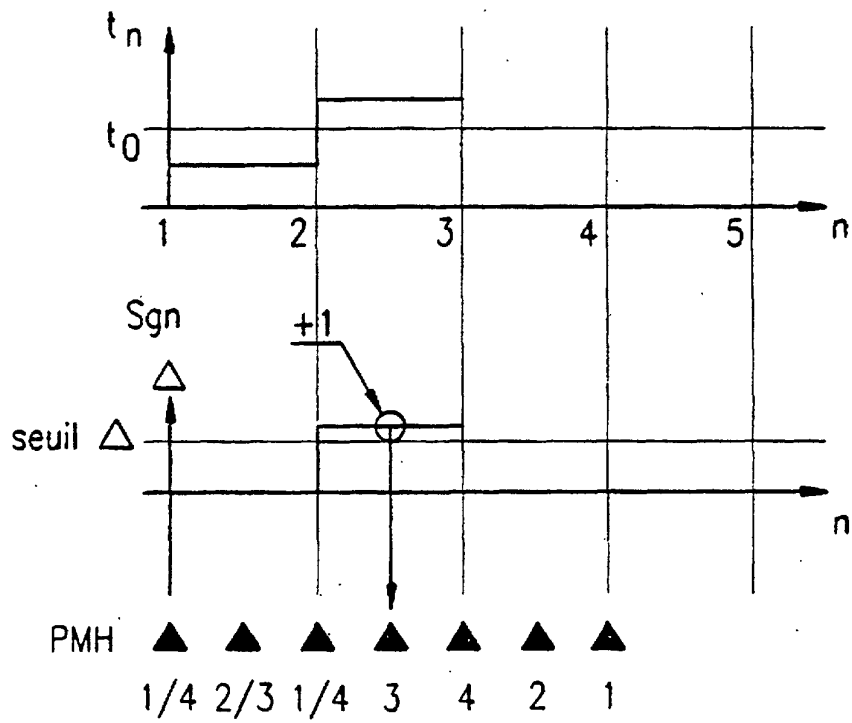
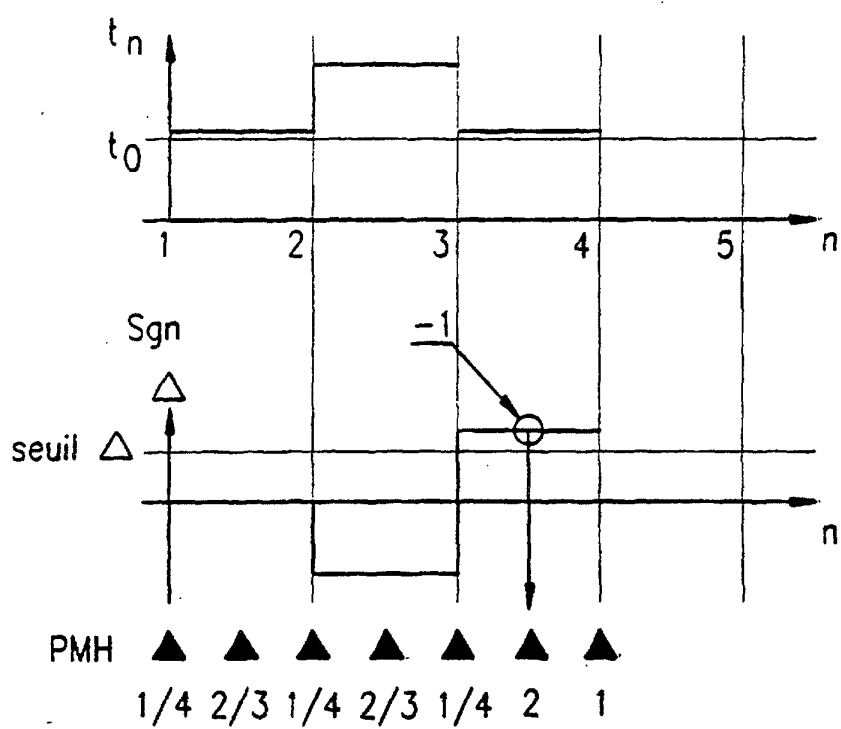
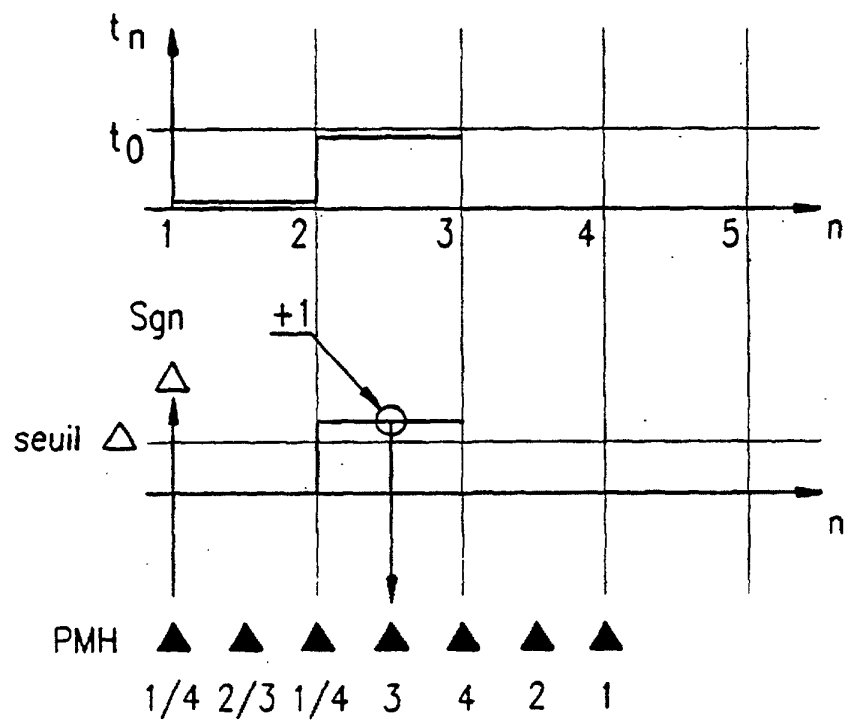


FIG.8

FIG.9FIG.10

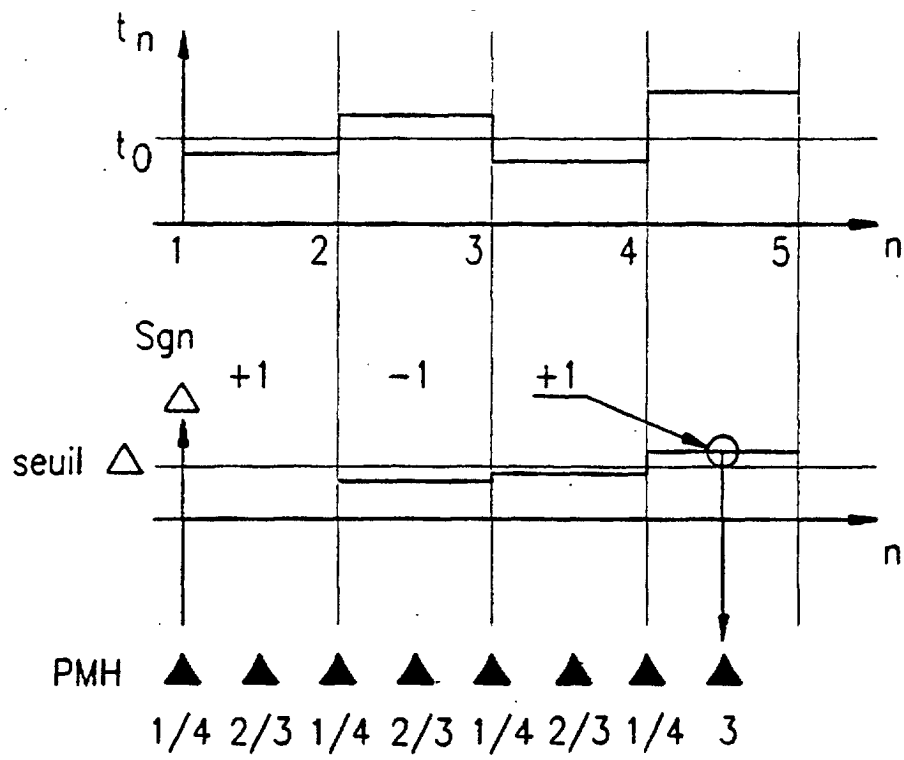


FIG.11