

(19)



CONFÉDÉRATION SUISSE

BUREAU FÉDÉRAL DE LA PROPRIÉTÉ INTELLECTUELLE

(51)

Int. Cl.²: G 04 B 17/12

(12)

FASCICULE DE LA DEMANDE

A3

(11)

612 062 G

- (21) Numéro de la demande: 7939/75
- (61) Additionnel à:
- (62) Demande scindée de:
- (22) Date de dépôt: 18. 06. 1975
- (30) Priorité: Japon, 18. 06. 1974 (49-69499)
- (42) Demande publiée le: } 13. 07. 1979
(44) Fascicule de la demande }
publié le: }
- (71) Requérant: Kabushiki Kaisha Seikosha, Tokyo (Japon)
- (74) Mandataire: Bovard & Cie, Bern
- (72) Inventeur: Souichi Inoue, Yokohama-shi/Kanagawa, Katsumi Kato, Tokyo,
et Yoshiharu Marumo, Matsudo-shi/Chiba (Japon)
- (56) Rapport de recherche au verso

(54) Appareil pour ajuster la fréquence d'un élément oscillant

- (57) Pour ajuster la fréquence d'un élément oscillant comprenant un ressort spiral, un signal représentatif de la période d'oscillation est tiré d'un circuit électrique agencé pour entraîner cet élément oscillant. Des impulsions à haute fréquence sont comptées durant un nombre prédéterminé de périodes d'oscillation. D'autre part, d'autres impulsions à haute fréquence sont comptées par un autre compteur. Lorsque le contenu de comptage des deux compteurs coïncide, le premier compteur est stoppé par un étage de coïncidence. Jusqu'à ce que les compteurs coïncident, l'extrémité du spiral est déplacée pour ajuster sa longueur. Une fois que la longueur est ajustée, le comptage d'une période d'oscillation doit correspondre à une valeur déterminée. Le spiral, exactement ajusté en longueur, est alors coupé.

19.5.1976

REVENDECATIONS

1. Appareil pour ajuster la fréquence d'un élément oscillant comprenant un ressort spiral, caractérisé en ce qu'il comprend un circuit électrique (D, E) pour entraîner ledit élément oscillant (A) et produire un signal électrique en réponse à l'oscillation de celui-ci, la durée de cette oscillation étant déterminée par la longueur dudit ressort spiral (B),

des premiers moyens générateurs d'impulsions (80, 89) pour engendrer des impulsions cadencées ayant une période courte en comparaison de la période des oscillations dudit élément oscillant (A),

des premiers moyens de comptage (82, 83, 84, 85) pour compter lesdites impulsions cadencées durant un intervalle de temps correspondant à au moins une desdites périodes d'oscillation de l'élément oscillant,

des deuxièmes moyens générateurs d'impulsions (89, 90) pour engendrer des signaux impulsions d'une fréquence prédéterminée,

des deuxièmes moyens compteurs (86, 87, 88) pour effectuer un comptage des signaux impulsions provenant desdits seconds moyens générateurs d'impulsions,

des premiers moyens opérateurs (181, 182, 183) pour détecter, durant le temps où lesdits deuxièmes moyens compteurs (86, 87, 88) effectuent leur comptage, s'il se trouve ou non que tout ou partie du contenu desdits deuxièmes moyens compteurs (86, 87, 88) coïncide avec tout ou partie du contenu que lesdits premiers moyens compteurs (82-85) ont compté durant ledit intervalle de temps,

des deuxièmes moyens opérateurs (126, 133, 134) pour faire stopper le comptage desdits deuxièmes moyens compteurs (86-88) sur réception d'un signal de coïncidence sortant desdits premiers moyens opérateurs (181-183), et

des troisièmes moyens opérateurs (9, 26, 27, 28, 29, 30, 33, 37) pour déplacer l'extrémité dudit ressort spiral (B) durant ladite opération et pour couper le tronçon superflu dudit ressort spiral (B) après que lesdits premiers moyens compteurs (82-85) ont, en effectuant leur comptage dudit intervalle de temps, compté une certaine valeur prédéterminée.

2. Appareil selon la revendication 1, caractérisé en ce que lesdits deuxièmes (126, 133, 134) et troisièmes (9, 26-30, 33, 37) moyens opérateurs comprennent des moyens (26, 27, 33, 37, 43, 44) pour déplacer ledit ressort spiral (B) sous l'action d'un moteur (30), des moyens sécateurs (11, 15, 16) pour couper ledit tronçon superflu du ressort spiral (B), et des moyens (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7) pour actionner lesdits moyens sécateurs (11, 15, 16).

La présente invention concerne un appareil pour ajuster la fréquence d'un élément oscillant comprenant un ressort spiral. D'une façon plus particulière, l'invention a trait à un appareil pour ajuster de façon appropriée la longueur d'un ressort spiral compris dans un élément oscillant, appareil dans lequel la longueur appropriée du ressort spiral est détectée par une circuiterie électronique, le reste ou tronçon superflu du ressort spiral étant automatiquement coupé de ce dernier.

En tant qu'état de la technique, il y a lieu de considérer les exposés de brevets suisses Nos 289433 et 305180.

Le premier propose une installation pour ajuster la fréquence d'ensembles constitués par un spiral et un balancier, cette installation comprenant un dispositif pour engendrer des impulsions électriques à une fréquence égale à la fréquence propre du balancier et un générateur d'impulsions ayant une fréquence de référence. Lors d'un déphasage entre les impulsions du balancier et celles du générateur de référence, un moteur électrique est

actionné automatiquement de façon à raccourcir le spiral, l'ensemble oscillant étant ainsi réglé automatiquement vers le point de réglage adéquat du spiral.

Le second des exposés susmentionnés propose un appareil pour le réglage automatique de la fréquence d'un élément oscillant comprenant un ressort spiral, cet appareil comprenant un servomoteur pour allonger ou raccourcir la longueur du spiral en fonction de la comparaison entre la fréquence des oscillations de l'organe à ajuster et la fréquence d'une oscillation de référence, de même qu'un électro-aimant et des moyens sécateurs pour couper le spiral automatiquement à la longueur adéquate.

Concernant la divulgation de la première publication antérieure susmentionnée, il y a lieu de remarquer que la période d'oscillation de l'ensemble constitué par un spiral et un balancier est détectée par des moyens définis comme suit: «Quand le balancier oscille, le spiral s'enroule dans un sens et se déroule dans l'autre, entraînant une variation de la quantité de lumière atteignant une cellule photo-électrique. Le minimum et le maximum de cet éclairage variable coïncident exactement, à chaque oscillation, avec les inversions correspondantes du mouvement du balancier.» Dans ce dispositif antérieur, on doit donc avoir des moyens détecteurs autres qu'un circuit d'entraînement pour des moyens oscilateurs, ce qui complique l'appareil.

Dans ce dispositif antérieur, la période d'oscillation de l'élément oscillant exige l'excitation d'électro-aimants mettant le balancier en oscillation, et le rayon lumineux variable capté par la cellule photo-électrique engendre un signal électrique intermittent. Celui-ci est amplifié dans un amplificateur, puis délivré à un relais qui est ainsi excité par intermittence. L'agencement complet comprend donc un assez grand nombre d'éléments à mettre en jeu et ces éléments ne sont pas électroniques; il ne s'agit nullement de moyens compteurs ou opérateurs électroniques, beaucoup plus simples actuellement à réaliser.

Dans l'objet de la seconde publication antérieure citée, la détection de l'oscillation du balancier est effectuée par le fait qu'un champ électrique est formé entre un anneau conducteur et le spiral, ce champ agissant sur une sonde, par le spiral, de façon qu'une tension alternative se trouve appliquée entre la sonde et la masse. Les capacités de condensateurs varient en fonction de l'oscillation du balancier, ce qui produit une tension alternative sur la sonde. Un amplificateur de résonance est attaqué par une tension alternative de 400 Hz produite par la sonde et qui est faiblement modulée. Une démodulation de cette tension alternative produit un signal représentant l'oscillation du balancier. Le processus n'est autre qu'un procédé de détection d'un signal périodique produit d'une manière correspondante, plus exactement en réponse, à l'oscillation du balancier. Ici, également, un important agencement est nécessaire dans l'appareil pour mettre en œuvre le procédé. On note encore que dans l'objet de ce second exposé antérieur considéré, le signal périodique détecté est converti en impulsions rectangulaires, puis en deux trains d'impulsions en opposition de phase, lesquels font l'objet d'une différenciation. Un des deux trains d'impulsions différencié est appliqué à un appareil de mesure du temps de sorte que, lorsque la fréquence du train d'impulsions correspond avec une fréquence d'étalonnage, un aimant de coupe est actionné automatiquement. Cet exposé antérieur ne divulgue aucun circuit concret pour cet appareil de mesure du temps, et il n'est donc pas possible de le comparer avec un élément quelconque de la présente invention. On pourrait émettre à ce sujet différentes suppositions, mais de toute façon, en tant que telles, elles ne sauraient entrer dans l'état de la technique à considérer.

Le but de la présente invention est de fournir un appareil du type en question qui soit nettement amélioré par rapport à l'état de la technique, en étant capable d'accomplir automatiquement et d'une façon simple les différentes opérations d'ajustage de la fréquence d'un oscillateur balancier/spiral, y compris la coupe du ressort spiral, ce but étant également de fournir un appareil qui

soit simple, léger et de très petites dimensions, donc portable, et ne faisant pas intervenir d'éléments complémentaires encombrants, en rendant par ailleurs superflue la surveillance de l'opération de coupe du spiral par un observateur, de façon à assurer un haut rendement de fabrication des montres.

Conformément à l'invention, ce but est atteint par la présence des caractères énoncés dans la première revendication annexée. La seconde revendication définit d'une façon plus précise une forme d'application particulièrement avantageuse de l'appareil, notamment quant à sa construction, pour les moyens provoquant la coupe du spiral.

En lisant cette définition de l'invention, on constate que la période d'oscillation de l'élément oscillant est détectée par un signal électrique et que la détection de la fréquence est faite par un circuit d'entraînement classique pour un circuit oscillant, ce qui n'était pas le cas dans les dispositifs considérés de l'art antérieur. Selon sa définition, l'objet de l'invention comprend des premiers moyens compteurs à l'aide desquels la période d'oscillation de l'élément oscillateur est mesurée. Il comprend également des deuxièmes et troisièmes moyens opérateurs. Ceux-ci effectuent les opérations nécessaires sous des commandes électriques, d'une façon qui ne découle pas de l'état de la technique. On remarque également que l'objet de l'invention se passe de moyens particuliers pour établir à volonté une fréquence déterminée, lesquels étaient nécessaires dans au moins un des dispositifs selon l'art antérieur.

Dans l'objet de l'invention, l'extrémité du spiral est transportée durant un certain temps qui s'écoule jusqu'à ce que le contenu de comptage dans les seconds moyens de comptage coïncide, en tout ou partie, avec le contenu compté dans les premiers moyens de comptage, à partir du démarrage de l'opération de comptage des deuxièmes moyens compteurs.

Le dessin annexé illustre, à titre d'exemple, une forme d'exécution de l'objet de l'invention, de même qu'une variante d'exécution d'une partie de l'appareil en question. Dans ce dessin :

les fig. 1 à 3 illustrent la construction mécanique d'un appareil pour ajuster la fréquence d'un élément oscillant comprenant un ressort spiral, la fig. 1 étant une vue en plan, la fig. 2 une vue en coupe selon la ligne II-II de la fig. 1 et la fig. 3 une vue en coupe fragmentaire,

les fig. 4, 5A et 5B représentent le schéma de la circuiterie électronique de l'appareil en question,

les fig. 6 à 8 sont des diagrammes en fonction du temps destinés à expliquer le fonctionnement de ladite circuiterie électronique, et

les fig. 9A et 9B représentent le schéma d'une variante qui peut être utilisée dans une partie de la circuiterie électronique, à la place de ce qu'illustrent les fig. 4 et 5.

On va décrire maintenant une forme d'exécution d'un appareil pour ajuster la fréquence d'un élément oscillant comprenant un ressort spiral, en liaison avec le dessin. Dans cette forme d'exécution, on admet le cas où un ensemble balancier/spiral oscille avec une période qui doit être ajustée à 0,4 s, et où l'écart de marche journalier ne dépasse 6000 s, c'est-à-dire moins de 7% (6,944) avant le réglage.

On expliquera la construction mécanique de l'appareil en se référant aux fig. 1 et 2.

Sur la fig. 1, un dispositif d'entraînement rotatif 1 comprend un bras de commande 2 auquel une pièce de couplage 3 est articulée. Un piston 5 engagé dans un support 4 est connecté à la pièce de couplage 3, et est de même connecté par une pièce de couplage 6 à un levier pivotant 7. Le levier pivotant 7 peut se mouvoir autour d'un pivot 8 et il actionne un dispositif de coupe 9, construit comme suit : une plaque-sommier 12 munie d'une arête coupante fixe 11 est fixée sur une base 10 à l'aide de vis 13. Au milieu de la plaque-sommier 12 se trouve formée une coulisse de guidage longitudinale. Une plaque coulissante 16, munie d'une

arête de coupe mobile 15, est engagée de façon coulissante dans la coulisse de guidage 14.

Un téton 17, qui se projette depuis la plaque coulissante 16, est engagé dans une encoche 18 formée dans le levier pivotant 7. Un ressort 20 exerce une action de traction entre le téton 17 et un téton 19 qui se projette depuis la plaque-sommier 12, de sorte que le levier pivotant 7 subit normalement un couple de rappel dans la direction horaire (relativement à l'illustration de la fig. 1). La plaque-sommier 12 comprend une partie formant un plan incliné 21, dans sa partie supérieure, en un endroit opposé à celui où se trouve fixée l'arête coupante 11 ; la plaque coulissante 16 comprend une partie formant un plan incliné 22 complémentaire au plan incliné 21 et pouvant s'engager contre celui-ci.

Des deux côtés de la pièce de base 10, des leviers 23 et 24 destinés à enlever un ressort spiral sont montés de manière telle que leurs extrémités inférieures se trouvent fixées sur l'arbre d'une manette rotative 25.

Le ressort spiral B, tiré depuis un balancier A tenu de façon rotative à côté de la pièce de base 10, est supporté par le levier 23 et passe entre l'arête coupante mobile 15 et l'arête coupante fixe 11. Ensuite, il est guidé par le levier 24. Dans cette situation, le ressort spiral est tiré vers l'extérieur (en direction de la droite sur la fig. 1) à l'aide de deux rouleaux d'entraînement 26 et 27 et de deux rouleaux à contact pressé 28 et 29.

On va maintenant expliquer, en liaison avec la fig. 3, le fonctionnement du mécanisme d'entraînement des rouleaux entraîneurs 26 et 27.

Une goupille 32 est montée dans l'arbre d'entraînement 31 d'un moteur d'entraînement 30, de manière à traverser cet arbre. Une pièce rotative 33, comprenant un disque rotatif 33a et un cylindre creux 33b, comprend des encoches longitudinales 33 et 35 en des positions symétriques dans la paroi du cylindre creux 33b. La goupille 32 est engagée dans ces encoches. Un ressort 36 est inséré dans la partie creuse du cylindre 33b de façon à exercer une force qui presse la pièce rotative 33 loin du moteur (en direction de la gauche sur la fig. 3). Un rotor 37 en caoutchouc est maintenu en contact pressé avec la surface frontale du disque rotatif 33a. Le rotor 37 est monté sur un arbre 41 qui est supporté par un palier 38 et une plaque de base 39. Un arbre 41a, couplé à l'arbre 41, est supporté entre la plaque de base 39 et une autre plaque de base 40. Un arbre 42 se trouve également supporté entre les plaques de base 39 et 40. Une courroie 45 est disposée sur des poulies 43 et 44 montées respectivement sur les arbres 41 et 42. Aux extrémités des arbres 41a et 42 se trouvent montés les rouleaux d'entraînement 26 et 27.

Les fig. 4, 5A et 5B représentent un exemple du schéma de la circuiterie de l'appareil.

Sur la fig. 4, le cadre D délimite un circuit de commande pour un balancier, tandis que le cadre E délimite un circuit d'amplificateur et de mise en forme. Ces circuits sont composés des résistances 46, 47, 48, 49, 50 et 50a, d'un condensateur 51, d'une source de tension continue 52, d'une bobine de détection 53, d'une bobine de commande 54, de transistors 55 et 56, d'une diode 57 et d'un amplificateur opérationnel 58. Les éléments 59, 60 et 61 sont des circuits-portes, les éléments 60 et 62 sont des inverseurs et les éléments 64 à 67 sont des flip-flops. On voit en 68 un commutateur manuel. Des générateurs d'impulsions du type multivibrateurs monostables (dénommés par la suite multivibrateurs) 69, 70 et 71 produisent des impulsions respectivement de 30 μ s, 3 s et 0,15 s.

Sur les fig. 5A et 5B, les éléments 72 à 74 et 76 à 79 sont des générateurs d'impulsions du type univibrateurs, l'élément 80 est un diviseur de fréquence dans le rapport de 1 à 4, les éléments 81 à 88 sont des compteurs décimaux. On voit également en 89 un oscillateur d'impulsions cadencées qui engendre des impulsions d'horloge, ou impulsions cadencées, à la fréquence de 1 MHz, un diviseur 90 étant prévu pour effectuer une division dans le rapport de 1 à 2500. Les éléments 91 à 94 sont des circuits de verrou

(latch), les éléments 95 à 97 des circuits de complément à 10, et les éléments 98 à 100 des flip-flops. Le schéma comprend de nombreuses portes 101 à 152, de même que de nombreux inverseurs 163 à 178. On voit aussi en 179 un générateur d'impulsions du type univibrateur ayant une fonction de temporisation. Un circuit 180 constitue un circuit de commande pour le moteur 30 du type à quatre phases et deux excitations. Le circuit représenté dans son détail à l'intérieur du cadre en traits pointillés 181 est un circuit de coïncidence, les deux circuits 182 et 183 lui sont identiques. L'agencement représenté en détail à l'intérieur du cadre en traits pointillés 184 est un circuit sélecteur à portes, un circuit 185, représenté simplement comme un bloc, lui étant identique. On voit encore un interrupteur manuel 186 pour la remise à zéro.

On expliquera maintenant le fonctionnement du dispositif selon la conception particulière en question, en se référant aux fig. 4, 5A et 5B.

Comme l'illustre la fig. 1, le ressort spiral B, qui a été enroulé dans l'ensemble qu'il forme avec le balancier A supporté de façon rotative, est tiré en direction de l'extérieur et il passe entre l'arête coupante fixe 11 et l'arête coupante mobile 15, ce ressort spiral étant tenu entre les rouleaux d'entraînement 26 et 27 et les rouleaux à contact pressé 28 et 29.

Dans cette situation, l'interrupteur 68 montré à la fig. 4 vient à être fermé. Un signal de sortie sur la connexion d est ainsi amené au niveau bas, de sorte que la sortie de la porte 147, à la fig. 5B, est inversée pour passer au niveau haut. De ce fait, la sortie de l'inverseur 177 passe au niveau bas, la sortie de la porte 138 vient au niveau haut, la sortie de l'inverseur 173 vient au niveau bas, et la sortie de l'inverseur 174 passe au niveau haut. Du fait du niveau haut sur la sortie de l'inverseur 174, une entrée de chacune des portes 143, 144 et 151 se trouve maintenue au niveau haut. Par ailleurs, la sortie de l'inverseur 176 se trouve également maintenue au niveau haut. En conséquence, une impulsion de sortie du diviseur 90 est délivrée à travers la porte 149 sur la porte 150. Puisque la sortie Q du générateur d'impulsions univibrateur 179 est maintenue au niveau bas à ce moment, la sortie de la porte 148 sera maintenue au niveau haut. En conséquence, l'impulsion sur la sortie de la porte 149 se trouve envoyée, par la porte 150, l'inverseur 178 et la porte 152, sur les portes 139 et 143. Il en résulte que des impulsions ayant la même période que celle des séries d'impulsions de la sortie du diviseur 90 sont engendrées sur les sorties des portes 141 et 145, en opposition de phase l'une par rapport à l'autre sur ces portes respectives. En conséquence, d'une manière qui dépend de la phase des premières impulsions appliquées aux flip-flops 99 et 100, des impulsions seront engendrées, avec un décalage tous les quarts de période, sur les sorties Q et \bar{Q} du flip-flop 99 et les sorties Q et \bar{Q} du flip-flop 100, dans un ordre de réciprocity. Maintenant, une des entrées de la porte 151 se trouve maintenue au niveau haut, de sorte qu'une impulsion sur la sortie Q du générateur d'impulsions univibrateur 79, provoquée par la chute du niveau sur la sortie Q du flip-flop 99, remet à zéro le flip-flop 100 par l'intermédiaire de la porte 151. Ainsi, les impulsions sont engendrées dans ce dernier ordre sur les sorties Q et \bar{Q} des flip-flops 99 et 100, et le circuit de commande 180 est actionné pour faire fonctionner le moteur 30, l'arbre d'entraînement 31 (fig. 3) étant mû en rotation. Ainsi, le disque rotatif 33a se met en rotation et le rotor 37, qui se trouve en engagement de friction avec lui, est également mû en rotation. En conséquence, les poulies 43 et 44 tournent et les rouleaux d'entraînement 26 et 27 sont mis en rotation. De ce fait, le ressort spiral B est tiré vers l'extérieur, en direction de la droite (relativement à l'illustration de la fig. 1). Lorsque le ressort spiral est tiré jusque dans une position adéquate, l'interrupteur 68 est manuellement ouvert. Le balancier est amené à osciller au moyen du circuit de commande D. Lorsque le commutateur 68 est ouvert, la sortie de l'inverseur 62 change de niveau pour passer au niveau bas, et les sorties Q et \bar{Q} du générateur d'impulsions univibrateur 70 sont inversées pour prendre respectivement le niveau haut

et le niveau bas. D'autre part, le signal de sortie du circuit de commande D est délivré, par l'intermédiaire du circuit d'amplification et de mise en forme E, sur le générateur d'impulsions univibrateur 69. Une impulsion ayant une durée de 30 μ s est engendrée à la sortie Q de cet univibrateur 69 et elle est délivrée à la porte 59. D'autre part, le niveau de sortie haut de la sortie Q de l'univibrateur 70 est transmis à l'entrée K du flip-flop 98 (fig. 5B). De plus, le signal situé au niveau haut sur la sortie Q de l'univibrateur 70 fait basculer le générateur d'impulsions univibrateur 77 par l'intermédiaire de la porte 105 (fig. 5B), ce qui fait basculer le flip-flop 98. Ainsi, le niveau sur la sortie Q du flip-flop 98 se trouve inversée et devient un niveau haut. C'est pour cela que la connexion d'entrée e de la porte 59, visible à la fig. 4, est maintenue au niveau haut. Mais, puisque la sortie \bar{Q} de l'univibrateur 70 est maintenue au niveau bas, la porte 59 est fermée pour la période que durera l'impulsion de l'univibrateur 70, c'est-à-dire durant 3 s. Cela est destiné à bloquer le signal de sortie de l'univibrateur 69 afin de laisser passer suffisamment de temps pour stabiliser l'oscillation du balancier, ce qui est admis comme nécessitant 3 s dans la forme d'exécution décrite. Après écoulement de 3 s, la sortie \bar{Q} de l'univibrateur 70 passe au niveau haut et la porte 59 est ouverte, l'impulsion de sortie de l'univibrateur 69, qui répète les impulsions du balancier, étant délivrée à la porte 60 par l'intermédiaire de la porte 59. Puisque l'univibrateur 71 est à l'état de repos, sa sortie \bar{Q} est au niveau haut. Une impulsion apparaissant à la sortie de la porte 59 est délivrée par la porte 60 et l'inverseur 63 au flip-flop 64 et à l'univibrateur 71. La sortie Q de ce dernier passe au niveau bas lors du flanc descendant de l'impulsion produite à la sortie de l'inverseur 63, ce qui ferme la porte 60 pour 0,15 s.

La raison pour laquelle il est nécessaire de fermer la porte 60 pourra être comprise au vu des explications suivantes: lorsque le ressort spiral est tiré un peu plus vers l'extérieur à partir de l'ensemble comprenant le balancier, pour ajuster la période d'oscillation, la position relative entre un aimant permanent fixé au balancier et les bobinages de commande et de détection pour le mouvement du balancier subit un décalage. Du fait de ce décalage, le nombre de fois que l'aimant permanent passe à proximité de la bobine durant une période d'oscillation peut varier. La détection de la période du signal d'oscillation du balancier requiert deux impulsions, et toute autre impulsion qui se produit durant une période d'oscillation est non seulement superflue, mais même nuisible, et il y a lieu de l'empêcher de passer. Cela se présente en détail comme suit:

Les courbes A, B et C de la fig. 6 représentent les signaux tels qu'ils s'établissent respectivement à la sortie de l'univibrateur 69, à la sortie de l'univibrateur 71 et à la sortie de l'inverseur 63, cela dans le cas où l'aimant passe deux fois sur la bobine au cours d'une période d'oscillation du balancier. Dans ce cas, aucune impulsion superflue n'est engendrée durant une oscillation du balancier. Dans ces conditions, les impulsions sur la sortie de l'univibrateur 69 peuvent être délivrées au flip-flop 64 à travers la porte 60 et l'inverseur 63. Les courbes A, B et C de la fig. 7 montrent l'évolution des niveaux à la sortie de l'univibrateur 69, de l'univibrateur 71 et de l'inverseur 63, respectivement, dans le cas où l'aimant permanent passe trois fois sur la bobine durant une période T. Dans ce cas, une impulsion P_1 apparaît durant une oscillation et elle peut fort bien donner lieu à une erreur de mesure. Cette impulsion parasite est empêchée de passer du fait de la forme de l'impulsion montrée à la courbe 7B de sorte que deux impulsions se trouvent engendrées avec un intervalle égal à la période T à la sortie de l'inverseur 63 (fig. 4). Les courbes D et E de la fig. 7 représentent respectivement le niveau à la sortie de l'univibrateur 71 et le niveau à la sortie de l'inverseur 63, mais dans le cas où l'univibrateur 70 entre en fonction immédiatement après l'impulsion P_2 de la courbe A. Comme on le voit sur la courbe 7E, l'intervalle t que l'on a entre les trois premières impulsions diffère de la période d'oscillation T, mais, par contre, les

impulsions subséquentes sont engendrées avec un intervalle correspondant à la période normale.

Les courbes A à E de la fig. 8 illustrent le cas où l'aimant franchit quatre fois l'aire de la bobine au cours d'une période T. Comme on le voit à la courbe 8A, parmi les impulsions de sortie de l'univibrateur 69, les impulsions P₂ et P₃ sont superflues. Le passage de ces impulsions P₂ et P₃ est empêché par le niveau bas de la sortie Q̄ de l'univibrateur 71 (fig. 4). En conséquence, les impulsions apparaissent à la sortie de l'inverseur 63, comme cela est montré à la courbe 8C. Les courbes D et E de la fig. 8 illustrent ce qui se passe respectivement sur la sortie de l'univibrateur 71 et sur la sortie de l'inverseur 63, dans le cas où l'univibrateur 70 fonctionne immédiatement après que l'impulsion B_b (courbe 8A) s'est produite. Également dans ce cas, on voit que l'intervalle de temps t' pour les trois premières impulsions est différent de la période T, mais que les impulsions subséquentes sont ensuite générées avec une période normale.

Comme on vient de le voir, bien que le nombre de passages de l'aimant permanent dans le champ de la bobine au cours d'une période d'oscillations puisse varier en dépendance de la position d'oscillation du balancier, la porte 60 est conditionnée par la sortie de l'univibrateur 71 de manière à empêcher le passage des impulsions superflues, voire nuisibles. Il en résulte que le flip-flop 64 est toujours commandé avec seulement deux impulsions durant une période d'oscillation du balancier, cette période étant discriminée par ces impulsions. Ainsi, des impulsions dont la période est égale à la période T d'oscillation du balancier apparaîtront à la sortie Q du flip-flop 64. Ces impulsions sont ensuite soumises à des divisions de fréquence en cascade par les flip-flops successifs 65, 66, 67. En conséquence, les impulsions dont la période de répétition est égale à huit fois la période d'oscillation du balancier et dont la durée est égale à une fois la période T de vibration du balancier se trouvent engendrées sur la connexion de sortie C de la porte 61. Ces impulsions sont délivrées aux univibrateurs 72 et 74 et à la porte 101 (fig. 5A). Les impulsions sont de ce fait engendrées sur les sorties respectives Q̄ et Q des univibrateurs 72 et 74. Par ailleurs, des impulsions cadencées, ou impulsions d'horloge, à une fréquence de 250 kHz, provenant du diviseur 80, sont délivrées par la porte 101 au compteur 81 durant le temps où se produit l'impulsion sur la connexion C de la porte 61 (fig. 4), c'est-à-dire durant la période T d'oscillation du balancier. De ce fait, puisqu'on admet que l'écart de marche journalier avant l'ajustage ne dépassera jamais 6000 s, soit environ 6,944% (6000 × 100 : 8640), lorsqu'une période du balancier, avant ajustement, est plus longue que 0,4 s, 100 001 à 106 944 impulsions passent à travers la porte 101 et le contenu du compteur 85 revient à zéro. Lorsque la période du balancier est plus courte que 0,4 s, ce seront au maximum 99 999 impulsions et au minimum 93 056 impulsions qui passeront à travers la porte 101 et le contenu du compteur 85 sera 9.

On va décrire maintenant ce qui se passe dans le cas où une période du balancier est plus grande que 0,4 s. Les compteurs 82, 83 et 84 comptent les second, troisième et quatrième digits, respectivement. Le contenu du compteur 85 qui est le quatrième digit est 0, comme on vient de le voir. La valeur de comptage 0 du compteur 85 amène toutes les entrées de la porte 36 au niveau haut, à travers le circuit de verrou 94 et les inverseurs 154, 165, 166 et 167, de sorte que la sortie de la porte 136 passe au niveau bas. La sortie de l'inverseur 168 prend ainsi le niveau haut et sélectionne les portes 108, 109 et 110, de même que les portes 117, 118 et 119, et encore les portes similaires dans le circuit de sélection de portes 185. Après que les impulsions qui ont passé par la porte 101 durant une période T d'oscillation du balancier ont été comptées par les compteurs 82 à 85, les contenus de comptage de ces derniers sont emmagasinés dans des circuits-verrous respectifs 91 à 94, à l'instant du flanc de retombée de l'impulsion de l'univibrateur 74. Simultanément, les compteurs 86, 87 et 88 des fig. 5A et 5B sont remis à zéro par une connexion e. Les contenus

emmagasinés dans les circuits de verrouillage 91, 92 et 93 sont respectivement délivrés aux circuits de coïncidence 181, 182 et 183 à travers les portes 108, 109, 110, 114, 115 et 116, les portes 117, 118, 119, 123, 124 et 125, et les portes correspondantes dans le circuit de sélection 185. Les contenus emmagasinés dans les circuits de verrouillage 91, 92 et 93 diffèrent des contenus de comptage que les compteurs 86, 87 et 88 ont à cet instant, c'est-à-dire d'abord des valeurs 0, et par là les sorties des circuits de coïncidence 181, 182 et 183 sont maintenues à l'état de niveau bas. De ce fait, la sortie de la porte 133 se trouve maintenue au niveau haut et elle ouvre la porte 126 de même que la porte 134. En conséquence, les impulsions sortant du diviseur 90 sont délivrées à travers la porte 126 sur le compteur 86 et les compteurs 86, 87 et 88 commencent à compter. Les impulsions de sortie du diviseur 90 sont simultanément délivrées à travers la porte 134 et l'inverseur 175 à la porte 146. Puisque, comme précédemment mentionné, la sortie de la porte 136 est au niveau bas, la sortie de la porte 137 est maintenue au niveau haut et une entrée de la porte 146 est donc maintenue au niveau haut. En conséquence, une impulsion de la sortie de l'inverseur 175 est délivrée à travers la porte 146 jusqu'à la porte 152. Par ailleurs, la connexion d représentée à la fig. 4 est maintenue au niveau haut, de sorte que la sortie de l'inverseur 176 (fig. 5E) est maintenue au niveau bas et que la sortie de la porte 139 est maintenue au niveau haut. Puisque la sortie de la porte 148 est également maintenue au niveau haut, la sortie de la porte 150 se trouvera au niveau bas et celle de l'inverseur 178 au niveau haut. En conséquence, l'impulsion provenant de la porte 146 sera délivrée à travers la porte 152 à la porte 139 et à la porte 143. Comme, à ce moment, la sortie Q̄ de l'univibrateur 179 et la connexion d sont maintenues au niveau haut, la sortie de la porte 147 est maintenue au niveau bas et celle de l'inverseur 177 au niveau haut. Puisque la sortie de la porte 136 est au niveau bas, la sortie de la porte 138 se trouvera au niveau haut et la sortie de l'inverseur 173 sera au niveau bas et maintiendra donc une entrée de la porte 139 à ce niveau bas. On aura donc l'entrée de la porte 139 au niveau bas et l'entrée de la porte 140 au niveau haut. Le circuit de commande 180 sera actionné de la même manière que ce qui a été vu précédemment par l'impulsion provenant de la porte 146: le moteur 30 sera donc actionné et le ressort spiral B sera mené un peu plus loin encore du balancier. Pendant que les compteurs 86, 87 et 88 procèdent à leur comptage, il advient que leur contenu de comptage coïncide avec le contenu emmagasiné dans les circuits-verrous 91, 92 et 93; à ce moment, toutes les sorties des circuits de coïncidence 181, 182, 183 passent au niveau haut et la sortie de la porte 133 passe quant à elle au niveau bas. La porte 126 et la porte 134 sont dès lors fermées. En conséquence, le moteur 30 est stoppé et le tirage, ou déplacement, affectant le ressort spiral cesse. Ensuite, l'impulsion sur la sortie Q de l'univibrateur 72 tombe. Une impulsion est alors engendrée depuis la sortie Q de l'univibrateur 73 et les compteurs 82 à 85 sont remis à zéro par le flanc de retombée de cette impulsion. Ensuite, une impulsion due à l'oscillation du balancier avec le ressort spiral un petit peu plus tiré, comme cela a été indiqué, est délivrée par la porte 61 (fig. 4) sur la connexion c (fig. 5A). La même opération qui vient d'être décrite en détail se répète. Lors des répétitions de cette opération, la longueur du ressort spiral est graduellement ajustée. Les compteurs 81 à 85 comptent les impulsions qui sortent du diviseur 80. Lorsque le contenu de comptage des compteurs 83 et 84 s'avère être 0, toutes les sorties des inverseurs 159 à 162 et des inverseurs 169 à 172 passent au niveau haut et les sorties des portes 107 et 132 passent au niveau bas. Les sorties des inverseurs 153 et 163 sont de ce fait maintenues au niveau haut. Puisque la sortie de la porte 136 est au niveau bas, comme précédemment mentionné, la sortie de la porte 137 se trouve au niveau haut et deux entrées de la porte 103 sont maintenues au niveau haut. Par ailleurs, la sortie Q de l'univibrateur 72 a changé d'état pour passer au niveau haut après l'inversion, c'est-à-dire le passage au niveau haut des sorties des

circuits de coïncidence 181, 182 et 183, et l'arrêt du moteur 30. Ainsi, la sortie de la porte 102 est inversée au niveau haut et toutes les entrées de la porte 103 se trouvent donc au niveau haut. La sortie de cette porte est donc inversée pour prendre le niveau bas. De ce fait, les sorties Q et \bar{Q} de l'univibrateur 76 sont respectivement inversées, la première au niveau haut et la seconde au niveau bas. Sur l'inversion du niveau de la sortie Q, le dispositif d'entraînement rotatif 1 de la fig. 1 est commandé. Ainsi, le levier de commande 2 bascule en direction horaire et l'effort de rotation met le levier pivotant 7 en direction antihoraire, par l'intermédiaire des pièces de couplage 3, 5 et 6. En conséquence, la plaque coulissante 16 descend et le ressort spiral B est coupé par l'arête de coupe mobile 15 et l'arête de coupe fixe 11. En même temps, le ressort spiral B est plié par l'effet du plan incliné 21 et du côté incliné 22. Comme on le sait, la portion recourbée est montée à une extrémité d'un plot par un pignon. La période d'oscillation du balancier est détectée tandis que le spiral est tiré vers l'extérieur, de sorte que le centre d'oscillation se décale. De plus, la stabilité à court terme du balancier n'est pas bonne de sorte que des erreurs peuvent se produire. Le contenu du comptage du compteur 82 se trouve donc à l'intérieur d'un domaine de tolérances acceptable. Par ailleurs, en conséquence de l'inversion de niveau sur la sortie Q de l'univibrateur 76 de la fig. 5B, la sortie de la porte 104 se trouve inversée au niveau haut et la sortie de la porte 105 passe au niveau bas. Ainsi, une impulsion est engendrée à la sortie Q de l'univibrateur 77. La chute de cette impulsion fait basculer le flip-flop 98 et inverse le niveau sur sa sortie \bar{Q} , qui passe au niveau bas. Ainsi, la connexion b (fig. 4), qui entre sur la porte 59 est maintenue au niveau bas de sorte que les impulsions sortant de l'univibrateur 69 sont bloquées par la porte 59. En conséquence de l'inversion du niveau de la sortie \bar{Q} du flip-flop 98, les sorties Q et \bar{Q} de l'univibrateur 179 se trouvent respectivement inversées au niveau haut et au niveau bas avec une temporisation suffisante pour assurer la coupe du ressort spiral, c'est-à-dire en l'occurrence 0,3 s. L'impulsion de sortie du diviseur 90 est donc délivrée aux portes 139 et 143 par les portes 148 et 150, l'inverseur 178 et la porte 152. A ce moment, la sortie de la porte 147 est au niveau haut. En conséquence, la sortie de l'inverseur 177 est maintenue au niveau bas, celle de la porte 138 au niveau haut, et celle de l'inverseur 174 au niveau haut. On voit donc bien que le circuit de commande 180 est actionné de la même manière que cela a été vu précédemment par l'impulsion de sortie du circuit 152. Le moteur 30 est à nouveau actionné et le déchet de ressort spiral coupé est débarrassé et emmené.

On va décrire encore maintenant ce qui se passe dans le cas où une période du balancier est plus courte que 0,4 s. Dans ce cas, les univibrateurs 72 et 74 fonctionnent de manière similaire à ce qui a été vu lors des impulsions qui se présentent sur la connexion c, la porte 101 est ouverte et les compteurs 81 à 85 commencent à compter. Puisque le nombre d'impulsions qui passent à travers la porte 101 est de 999 999 au maximum, le contenu de comptage du compteur 85 sera 9. Comme on l'a vu lors des explications précédentes, les compteurs 86, 87 et 88 commencent leur comptage après que les contenus de comptage des compteurs 82 à 85 ont été emmagasinés dans les circuits-verrous 91 à 94, lors du flanc de retombée de l'impulsion de sortie de l'univibrateur 74. Puisque le contenu emmagasiné dans le circuit-verrou 94 est 9 et que deux des quatre sorties de ce circuit seront au niveau haut, la sortie de la porte 136 sera au niveau haut et la sortie de l'inverseur 168 au niveau bas. Ainsi, ce seront les portes 111, 112 et 113, les portes 120, 121 et 122 et les portes similaires dans le circuit sélecteur de portes 185 qui seront sélectionnées. Les signaux de sortie des circuits de complément à «10» 95, 96 et 97 sont respectivement délivrés aux circuits de coïncidence 181, 182 et 183, par

l'intermédiaire des portes 111, 112, 113, 114, 115 et 116, des portes 120, 121, 122, 123, 124 et 125 et du circuit sélecteur de portes 185.

La valeur de comptage atteinte par les compteurs 82 à 85 n'est pas la valeur de la différence par rapport à la valeur de référence 100 000. En vue d'obtenir cette différence, il est nécessaire de soustraire la valeur comptée dans les compteurs 82 à 85 de la valeur de référence. C'est la raison pour laquelle on établit les compléments à «10» pour les contenus de comptage respectifs des compteurs 82 à 84, compléments à «10» qui sont utilisés pour évaluer les déviations et qui sont délivrés aux circuits de coïncidence 181, 182 et 183. La sortie de la porte 138 est au niveau bas, celle de l'inverseur 173 au niveau haut, et celle de l'inverseur 174 au niveau bas. Ainsi, d'une manière inverse à ce qui a été vu précédemment pour le cas où la période est plus longue que 0,4 s, les entrées des portes 143, 144 sont maintenues au niveau bas et les entrées des portes 139, 140 et 142 sont maintenues au niveau haut. Ce sera donc dans l'ordre inverse de ce qui a été vu précédemment que les impulsions dont les phases se décalent tous les quarts de période seront produites sur les sorties Q et \bar{Q} des flip-flops 99 et 100. Le circuit de commande 180 sera donc actionné pour mouvoir le moteur 30 dans la direction opposée à ce qu'il en était précédemment et pour rebobiner le ressort spiral. Les opérations subséquentes sont conduites de manière correspondante aux explications précédemment fournies.

En admettant que la marge d'erreur admissible pour la période du balancier après l'ajustement soit quelque peu plus large en comparaison de ce qui était admis dans la forme d'exécution qui vient d'être considérée, on peut établir un arrangement de circuit simplifié en employant, en lieu et place des circuits de complément à «10» 95, 96 et 97, des circuits plus simples qui vont maintenant être décrits.

La variante en question est illustrée par les fig. 9A et 9B, sur lesquelles les circuits 187 et 188 sont respectivement des circuits de complément à «10» et de complément à «9». Il existe encore un circuit 189 qui est identique au circuit de complément 188. Les éléments 190 à 201 sont des portes et les éléments 202 à 217 sont des inverseurs. Les mêmes symboles qu'aux fig. 5A et 5B désignent les mêmes composants.

Avec la circuiterie mentionnée ci-dessus, lorsque le contenu du comptage du compteur 82 n'est pas 0, les compléments de valeur correcte sont adéquatement engendrés sur les sorties des circuits de complément 187 à 189. Lorsque le contenu du compteur 182 est 0, le complément de valeur correcte du circuit 187 serait la valeur 0 et toutes les connexions de sortie f, g, h et i présenteraient le niveau bas. D'autre part, le complément à «9» pour le contenu de comptage du compteur 83 est établi dans le circuit de complément 188. Le fait de prendre le complément à «9» est justifié par le fait qu'il faut tenir compte d'une retenue nécessitée par le circuit 187, pour le digit précédent. Si ce dernier est 0, une telle retenue ne devrait pas se présenter et, d'une façon tout à fait correcte, le circuit 188 devrait dans ce cas établir le complément à «10», au lieu du complément à «9». C'est pour cette raison que, lorsque le contenu du compteur 82 est 0, le circuit de complément 187 n'établit pas une valeur 0, mais une valeur 8, ce par quoi la valeur totale se trouve diminuée de 20, chose qui peut toutefois être négligée, dans le cadre de la tolérance des valeurs d'erreur.

Comme on vient de le voir en détail, la conception ci-décrite assure tout l'appareillage de mesure en une circuiterie électronique. En conséquence, l'appareil est de dimensions extrêmement petites et peut être facilement transporté à tout endroit d'utilisation désiré. De plus, il ne nécessite pas qu'un opérateur surveille chaque fois la coupe des ressorts spiraux. Ainsi, le rendement de son fonctionnement est élevé.

FIG. 1

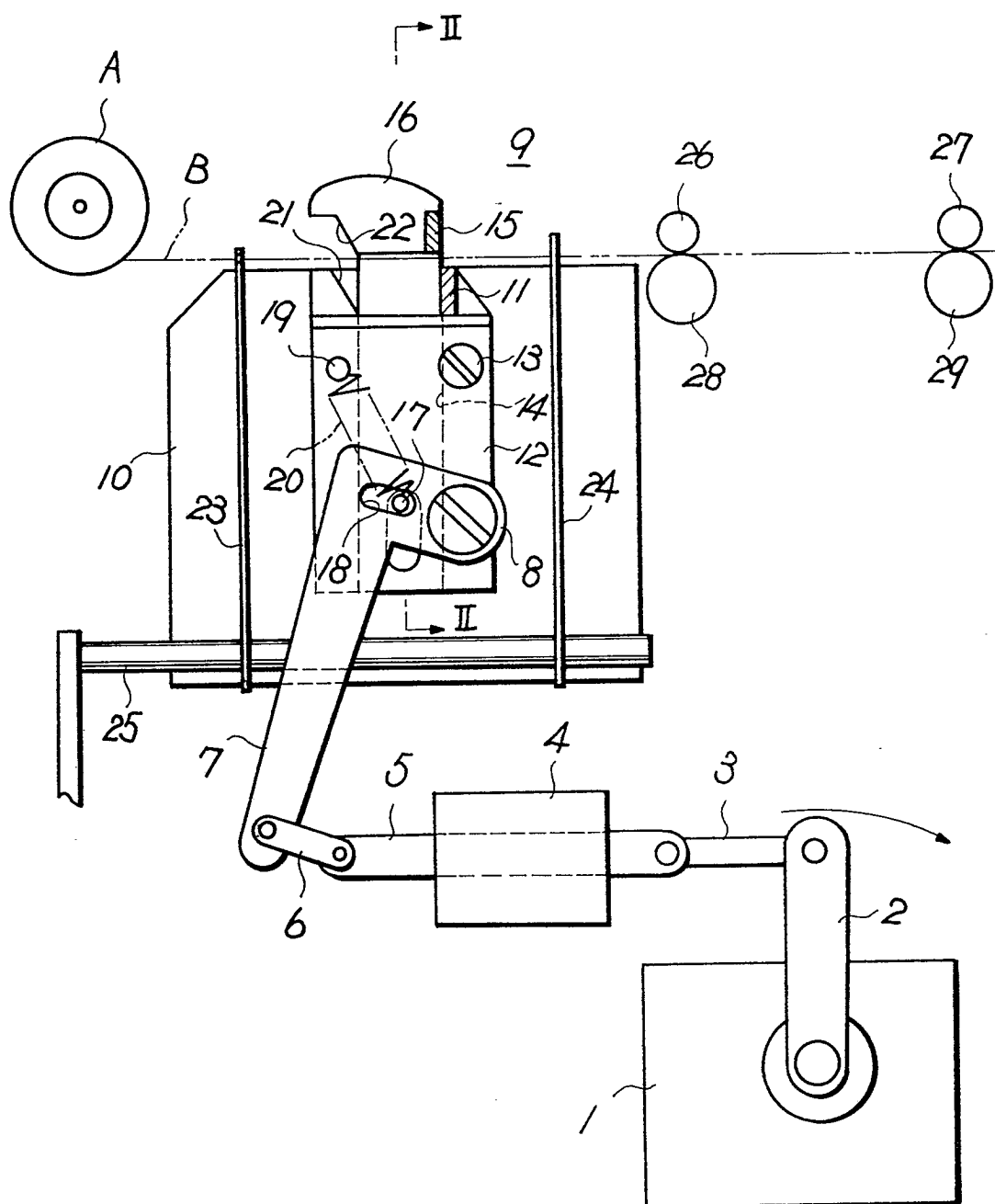


FIG.3

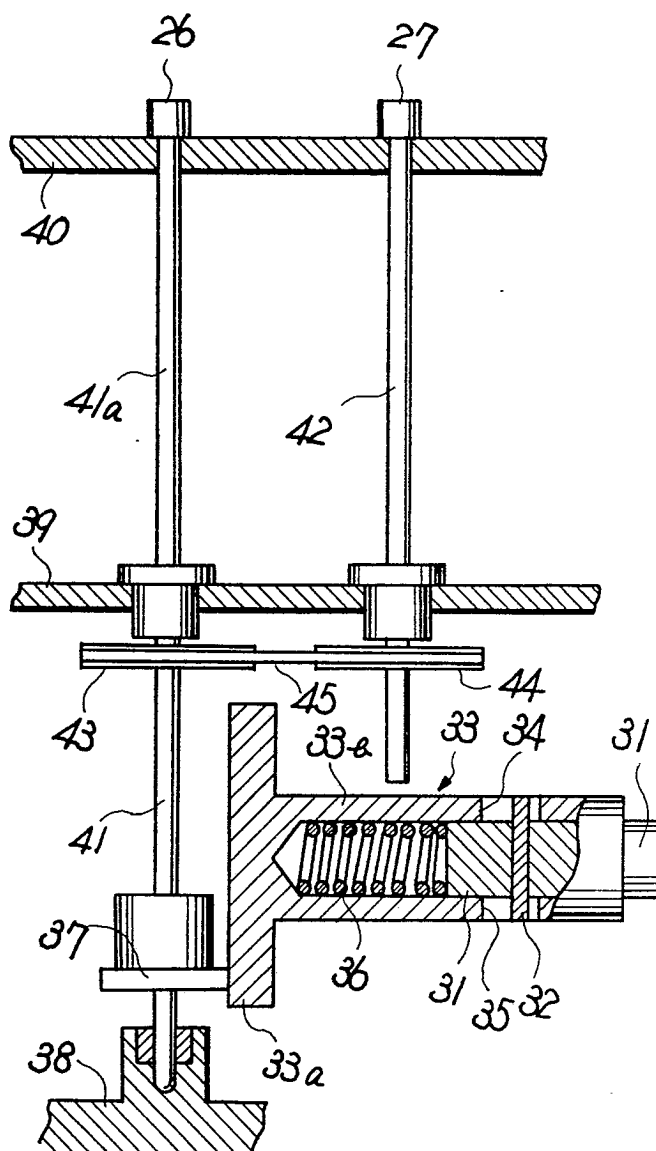


FIG.2

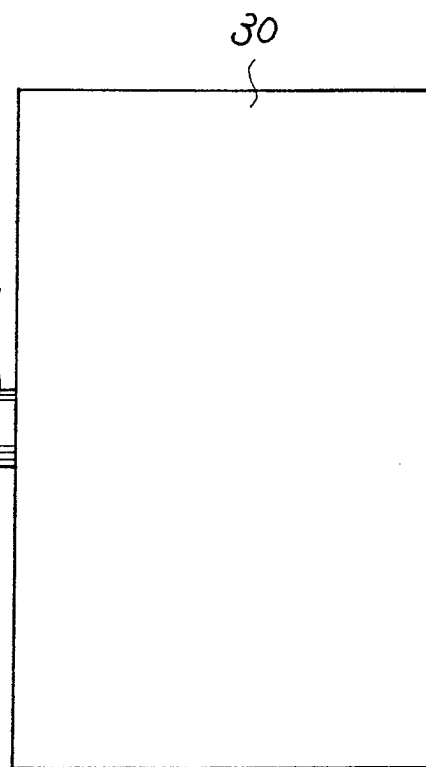
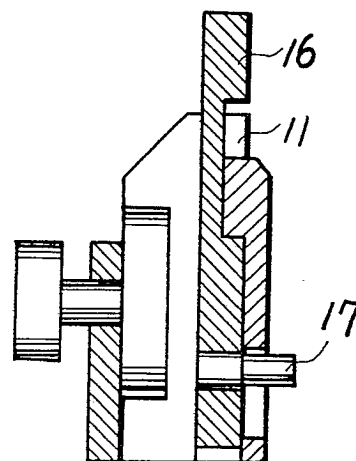


FIG.4

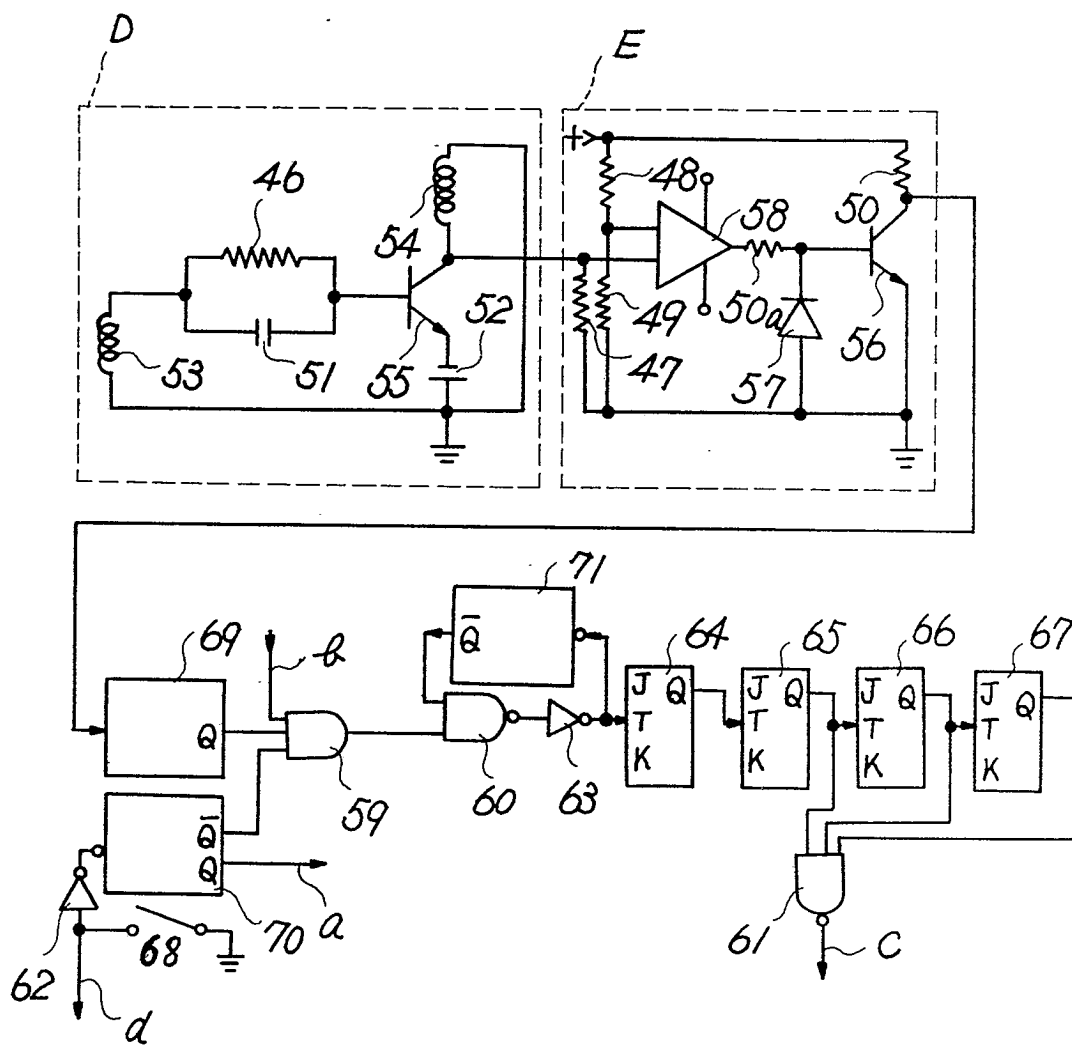


FIG.5

FIG.5A

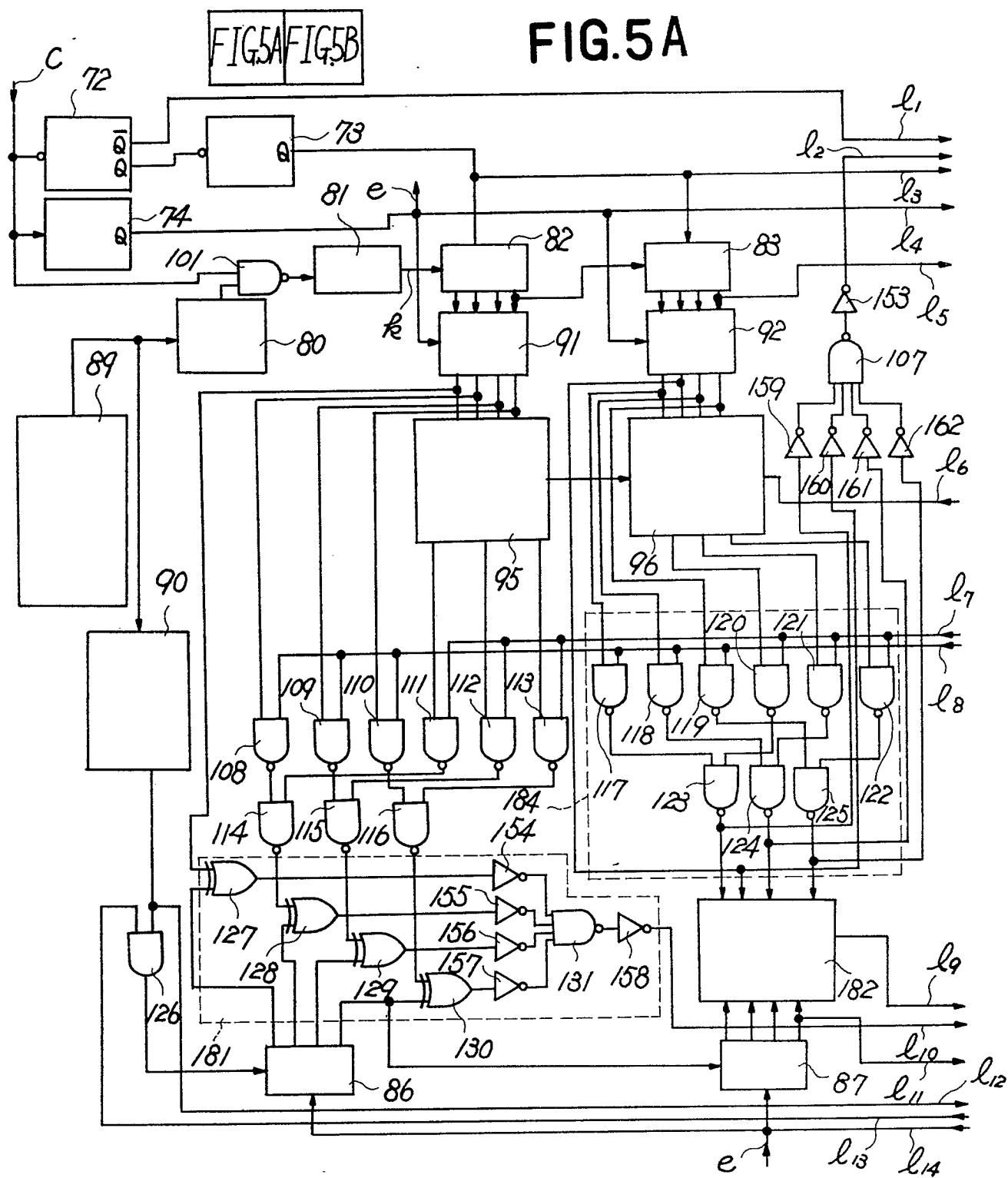


FIG.5B

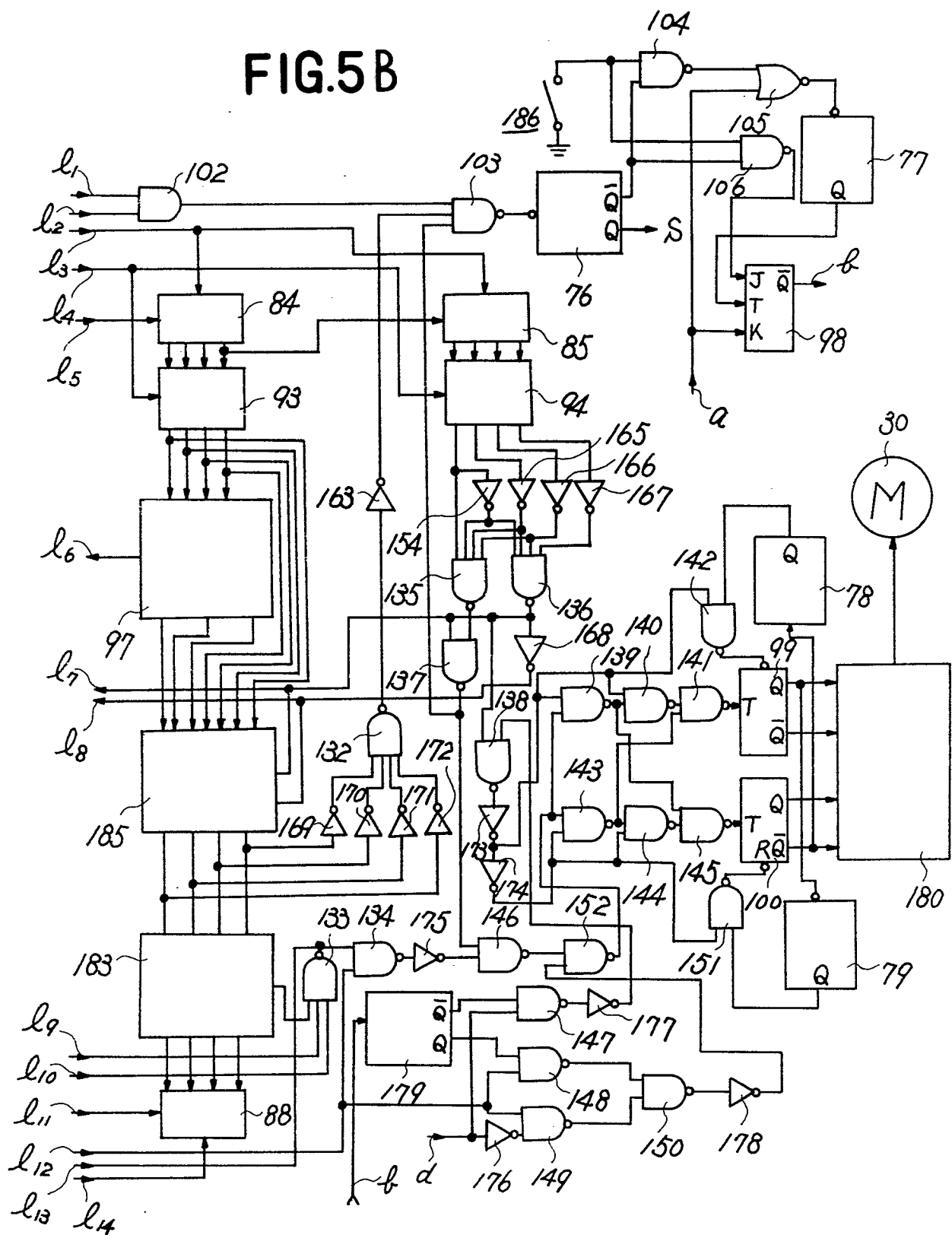


FIG.6

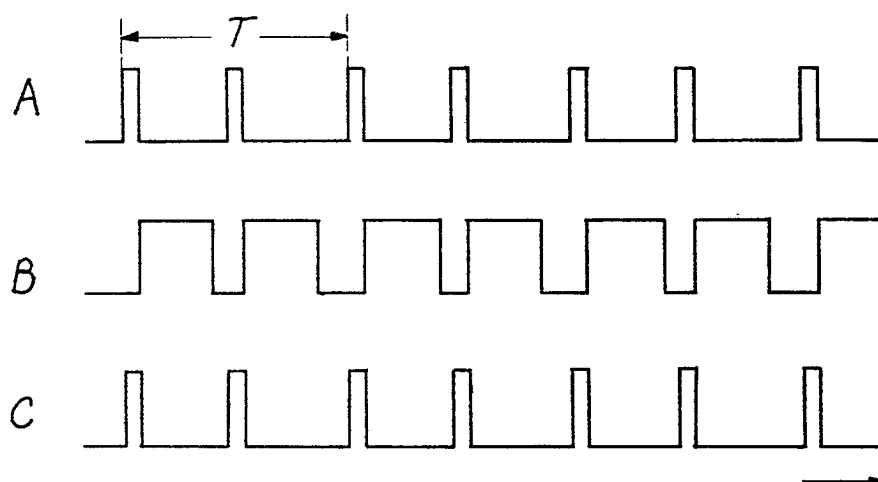


FIG.7

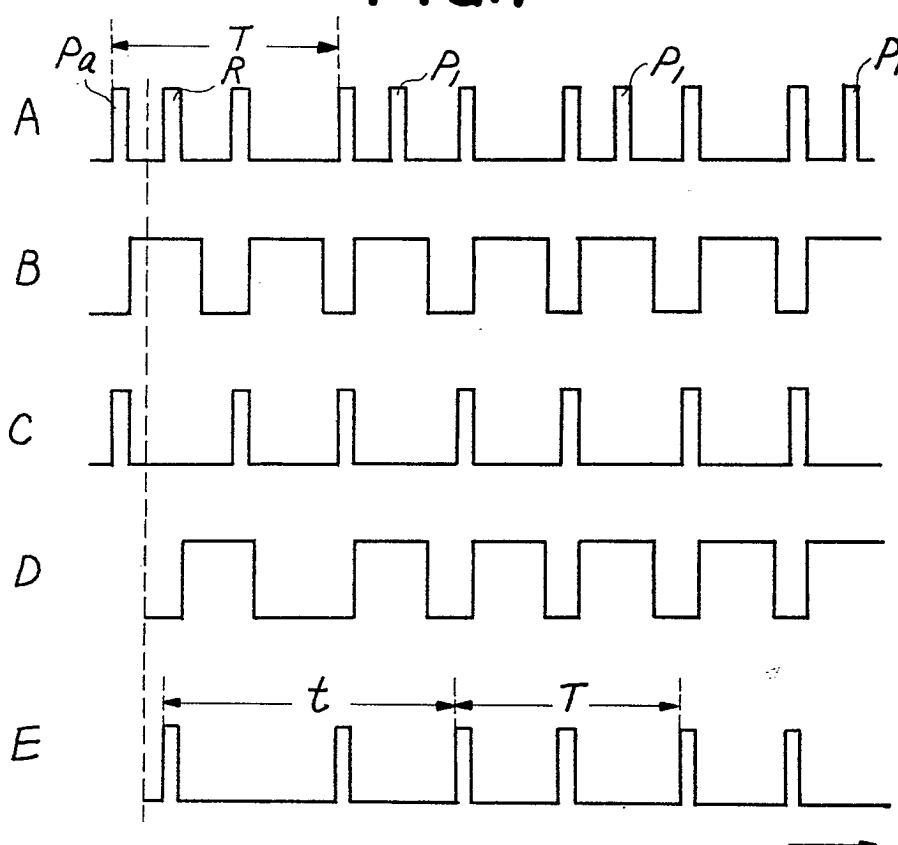


FIG.8

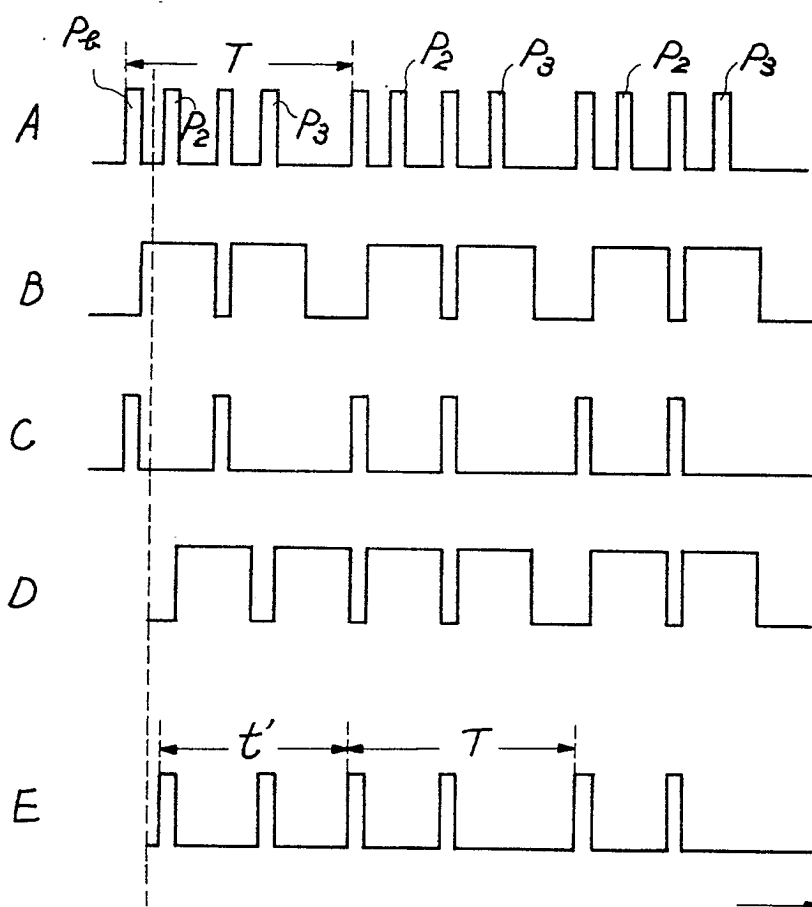


FIG.9

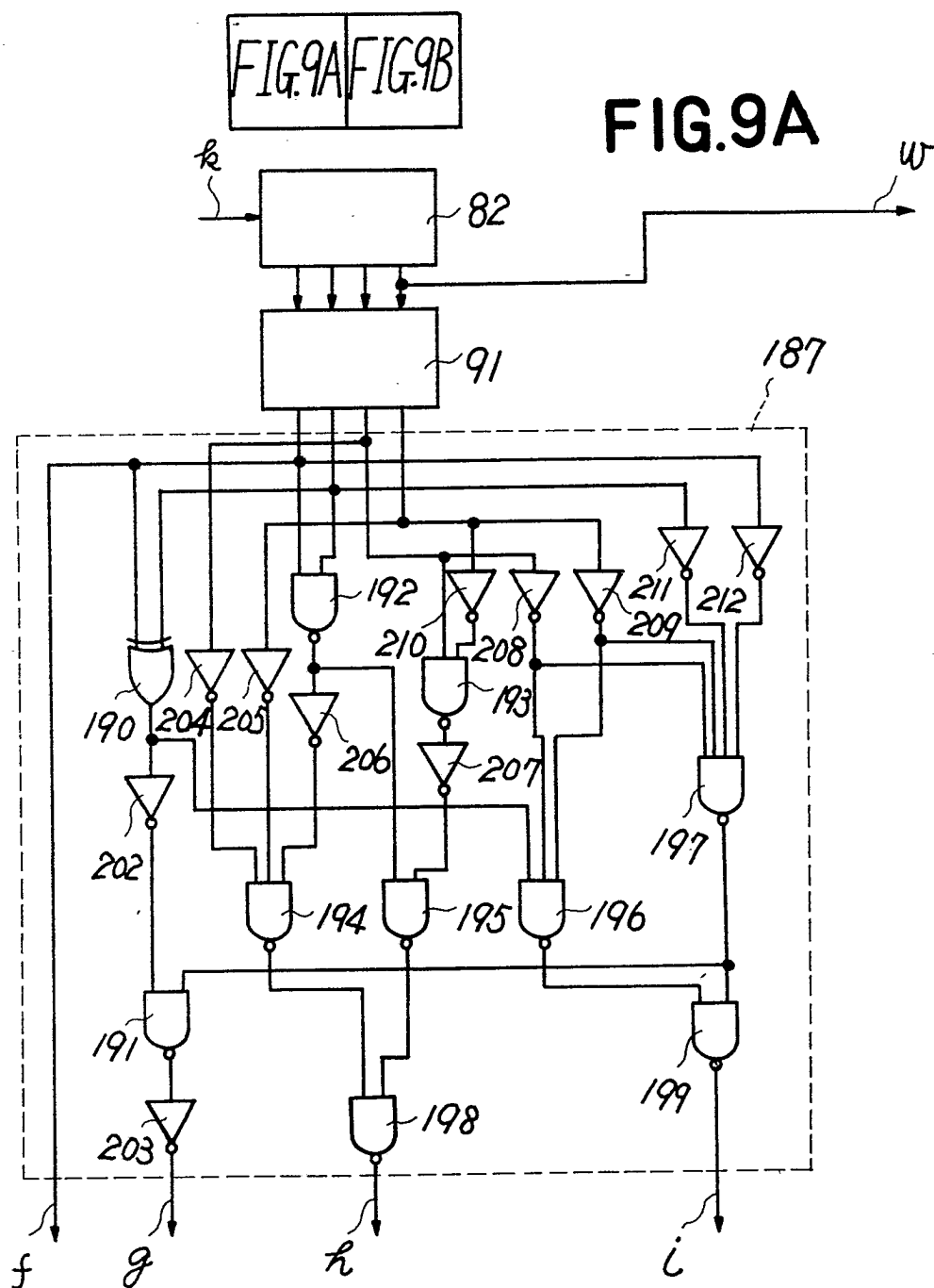


FIG.9B

