

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
MINISTÈRE
DU DÉVELOPPEMENT INDUSTRIEL
ET SCIENTIFIQUE

INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE



① 1.585.829

BREVET D'INVENTION

- ②① N° du procès verbal de dépôt 170.237 - Paris.
②② Date de dépôt 17 octobre 1968, à 14 h 2 mn.
Date de l'arrêté de délivrance 22 décembre 1969.
④⑥ Date de publication de l'abrégé descriptif au
Bulletin Officiel de la Propriété Industrielle. 30 janvier 1970 (n° 5).
⑤① Classification internationale **H 03 b.**

⑤④ **Montage générateur de signaux électriques à fréquence variable comportant trois boucles d'asservissement.**

⑦② Invention :

⑦① Déposant : Société dite : ADRET ÉLECTRONIQUE, résidant en France (Yvelines).

Mandataire : Cabinet Moutard, 10, place Clichy, Paris (9^e).

③① Priorité conventionnelle :

③② ③③ ③① *Brevet d'invention dont la délivrance a été ajournée en exécution de l'article 11, § 7, de la loi du 5 juillet 1844, modifiée par la loi du 7 avril 1902.*

La présente invention, due à Roger CHARBONNIER, se rapporte à la production de signaux électriques à fréquence variable au moyen de techniques faisant appel à l'asservissement de la fréquence d'un oscillateur par comparaison de ladite fréquence à une fréquence étalon, ladite comparaison étant effectuée dans un détecteur de phase.

Une méthode connue consiste à utiliser une boucle d'asservissement comprenant un diviseur de fréquence avantageusement programmable, et à effectuer le battement soustractif entre la fréquence issue du diviseur et la fréquence étalon. Cette méthode connue de verrouillage de phase présente divers inconvénients : en particulier, tout bruit de phase engendré dans la boucle par l'un de ses éléments est recueilli, à la sortie de l'oscillateur, avec une amplitude d'autant plus grande que le rapport de division est plus élevé.

Une autre méthode connue consiste à mélanger, dans un comparateur de phase, le signal engendré par l'oscillateur à un spectre d'harmoniques ; suivant cette méthode, la boucle de verrouillage de phase ne comporte pas de diviseur de fréquence, mais l'asservissement de la fréquence de l'oscillateur sur la fréquence désirée, laquelle correspond à l'un des harmoniques du spectre, ne peut se faire qu'en effectuant une approche analogique de cette fréquence, ce qui consiste à appliquer successivement à l'oscillateur une pluralité de tensions de commande discrètes, de telle sorte que les fréquences qui résultent de cette commande analogique soient suffisamment voisines des fréquences désirées. En pratique, cette dernière méthode est très incommode et la boucle de verrouillage de phase ainsi constituée n'est pas non plus exempte de bruit de phase, comme on l'expliquera dans la suite.

La présente invention propose de combiner les deux méthodes d'une manière originale pour en supprimer l'inconvénient. Elle consiste essentiellement à faire comporter au montage générateur une première boucle de verrouillage de phase munie d'un diviseur de fréquence, une seconde boucle de verrouillage de phase sans diviseur et sans système d'approche analogique de fréquence, des moyens d'inhiber la seconde boucle pendant que la première effectue une approche numérique de fréquence et d'inhiber la première boucle, tout en autorisant la mise en service de la seconde, dès que cette approche est terminée, et une troisième boucle fonctionnant en même temps que la seconde et mettant en oeuvre le comparateur de phase que comporte celle-ci, cette troisième boucle d'asservissement comprenant en outre un amplificateur de la tension de sortie du comparateur de phase que comporte la seconde boucle, cet amplificateur ayant pour fonction de caler en permanence ladite tension de sortie sur la valeur zéro.

Suivant un mode d'exécution préféré, le comparateur de phase de la première boucle est du type décrit dans la demande de brevet français

déposée le 16 Mai 1968, par la Demanderesse, pour : "Générateur de signaux électriques récurrents et son application à la commande numérique d'un moteur", et ledit amplificateur applique son courant de sortie aux bornes du condensateur de mémoire que comporte ledit comparateur.

L'invention sera mieux comprise à l'aide de la description détaillée ci-après.

Au dessin annexé :

la figure 1 est le schéma de principe d'un générateur suivant l'invention ;

la figure 2 représente schématiquement un mode d'exécution des circuits d'un tel générateur et

la figure 3 représente des formes d'ondes recueillies en différents points du montage de la figure 2.

Le dispositif de la figure 1 comprend une première boucle d'asservissement comportant un oscillateur à fréquence variable F symbolisé par un cercle 1 à l'intérieur duquel on a représenté un circuit oscillant comportant une self 2, un condensateur fixe 3 et une diode à capacité variable 4.

La tension de sortie de cet oscillateur est appliquée à un diviseur de fréquence 5, de rapport fixe N , suivi d'un second diviseur de fréquence 6, de rapport variable et avantageusement programmable K . La tension à la fréquence F/KN issue du diviseur 6 est elle-même appliquée à un comparateur de phase, auquel est appliquée par ailleurs une fréquence étalon F_0 . Le battement soustractif entre les fréquences F/KN et F_0 , engendré par le comparateur 7 est appliqué, par exemple à l'électrode positive de la diode 4, ce qui a pour effet d'en modifier la capacité, dans un sens propre à maintenir la fréquence F/KN égale à la fréquence F_0 .

La boucle d'asservissement que l'on vient de décrire applique la technique connue sous le nom de "verrouillage de phase", qui a été décrite en détail, en particulier, dans la demande de brevet français déposée par la Demanderesse le 13 Mars 1968, pour : "Montage générateur de signaux électriques sinusoïdaux comportant deux boucles de verrouillage de phase".

Le diviseur 5, de rapport fixe, n'est pas indispensable dans tous les cas : il est utile lorsque la fréquence F est très élevée, compte tenu des limitations pratiques des fréquences de travail des organes 6 et 7.

Le dispositif comporte une seconde boucle d'asservissement de la fréquence de l'oscillateur 1, laquelle comprend un comparateur de phase 8 auquel sont appliquées, d'une part la tension de sortie de l'oscillateur, d'autre part, des fréquences discrètes $k_1 F_0$, $k_2 F_0$... $k_n F_0$, k_1 , k_2 ... k_n étant des nombres entiers tels que lesdites

fréquences discrètes couvrent toute la gamme de variation de la fréquence F définie par la première boucle, c'est-à-dire que $k_1 = K_1 N$, $k_2 = K_2 N$, etc., $K_1, K_2 \dots$ etc. étant les valeurs successives que prend le rapport K . En pratique, de telles fréquences discrètes peuvent être constituées par un spectre d'harmoniques filtrés de F_0 .

Le battement soustractif issu du comparateur P_2 est également appliqué à la diode 4 (mais à l'autre électrode) pour asservir la fréquence de l'oscillateur 1.

Pour éviter que les actions de ces deux boucles d'asservissement sur l'oscillateur soient simultanées, le dispositif comporte un circuit d'autorisation et d'inhibition des deux comparateurs 7 et 8.

Ce circuit, dont un mode d'exécution pratique sera décrit dans la suite comprend un dispositif électronique à coïncidence 9 et un amplificateur 10. Cet organe à coïncidence est conçu et réalisé de manière telle qu'il délivre, lorsque les tensions F_0 et F/KN qui lui sont appliquées glissent l'une par rapport à l'autre, un signal apte à inhiber le comparateur 8 et à autoriser le comparateur 7.

Il en résulte que, l'approche de l'accrochage de l'oscillateur sur la fréquence désirée s'effectue au moyen de la première boucle (la seconde étant alors inhibée), tandis que, dès que la zone de captage de la seconde boucle est atteinte, la première se trouve inhibée.

Le dispositif de la figure 1 comporte en outre une troisième boucle d'asservissement, qui comporte un amplificateur 11, ayant un gain négatif et connecté à la borne commune à l'électrode positive de la diode 4 et à un condensateur 74, qui joue le rôle de mise en mémoire des signaux issus du comparateur 7.

Le fonctionnement du montage de la figure 1 est basé sur l'utilisation de la première boucle d'asservissement pour l'approche de l'accrochage de l'oscillateur 1 sur la fréquence désirée. Cette première boucle, qui compare l'intégrale de la variable F à la référence F_0 , est naturellement stable et permet d'obtenir automatiquement et en un temps très bref un accrochage correct sur F (sans risque d'accrochage sur un harmonique).

Ce mode d'obtention de l'accrochage est évidemment très supérieur à un mode d'approche connu au moyen d'un système du type analogique comportant un générateur de tensions discrètes.

Par contre, si l'on se contentait de cette première boucle, on aurait, au niveau de l'oscillateur, un bruit de phase élevé, provenant en particulier du bruit introduit par les diviseurs et par la fréquence F_0 , et multiplié par KN dans la boucle. A titre d'exemple, si l'on voulait engendrer des fréquences multiples de 10 MHz, comme le diviseur programmé 6 ne saurait, au moyen d'une technologie simple, avoir des pas de plus de 100 KHz, on est conduit à prendre $N = 100$ et, par exemple, K programmable de 30 à 39, ce qui donnerait une multiplication

du bruit de phase dans un rapport variable de 3000 à 3900.

C'est pourquoi l'invention propose, lorsque l'oscillateur est accroché, d'inhiber la première boucle et de mettre en service la seconde.

5 Celle-ci peut en effet fonctionner à des fréquences très élevées sans introduire de bruit de phase notable.

Elle risquerait normalement d'introduire un bruit de phase dû au fait que le comparateur 8, qui est généralement un démodulateur symétrique, traduit tout bruit d'amplitude par une tension résiduelle
10 non nulle à l'équilibre de la boucle, ce qui impose un déphasage relatif entre F et NF_0 pour que cet équilibre soit atteint.

C'est pour supprimer ce bruit résiduel que l'invention prévoit la troisième boucle intégrale mentionnée ci-dessus. Cette troisième boucle ne gêne pas le fonctionnement de la première (à cet effet, le
15 courant de sortie de l'amplificateur 11 est convenablement limité). Par contre, pendant que la deuxième boucle est en service, cette troisième boucle a pour effet de recentrer automatiquement le démodulateur 8 sur une valeur sensiblement nulle de sa tension de sortie, ce qui annule pratiquement le bruit résiduel.

20 Pour effectuer ce recentrage, le courant de sortie (positif ou négatif si le démodulateur 8 s'écarte du zéro) de l'amplificateur 11 agit dans le sens approprié sur la tension mise en mémoire aux bornes du condensateur 74, comme on l'expliquera plus en détail dans la suite. On réduit ainsi de 15 à 20dB le bruit résiduel introduit par la
25 seconde boucle. Par ailleurs, par rapport au fonctionnement de la première boucle supposée seule, on divise le bruit, dans l'exemple considéré ci-dessus, dans un rapport de 40dB. Le signal de sortie peut être prélevé en S_1 ou en S_2 .

On va maintenant décrire en détail un mode d'exécution des
30 circuits du montage de la figure 1.

À la figure 2, on a représenté par des rectangles en trait mixte les différents organes dudit montage.

L'oscillateur 1 a été représenté d'une manière un peu moins schématique, c'est-à-dire qu'on l'a symbolisé par un amplificateur
35 100 dont le circuit comporte un enroulement 101 couplé à l'enroulement 2, de façon à constituer une boucle oscillante.

On effectue la commande de fréquence de l'oscillateur au moyen de deux diodes à capacité variable 4a et 4b disposées symétriquement (cette disposition symétrique, connue en soi, possède des avantages
40 technologiques mais n'est pas essentielle pour le fonctionnement de l'appareil).

La tension de sortie de l'oscillateur est appliquée aux diviseurs de fréquence 5 et 6 et au comparateur de phase 8 par l'intermédiaire d'un amplificateur 102 qui joue le rôle d'isolateur.

A titre d'exemple, le diviseur 5 a un rapport égal à 10, tandis que le rapport du diviseur 6 varie entre 30 et 39, suivant les valeurs de consignes codées appliquées sur les quatre bornes 61 à 64.

Le comparateur de phase 7 est avantageusement du type décrit dans
5 la demande de brevet français déposée le 16 Mai 1968, par la Demanderesse, pour : "Générateur de signaux électriques récurrents et son application à la commande numérique d'un moteur".

Dans le mode d'exécution représenté à la figure 2, le signal issu
10 du diviseur 6 est appliqué à la base d'un transistor 70 par l'intermédiaire d'un circuit différenciateur composé d'un condensateur 71 et d'une résistance 72.

Une tension d'alimentation, par exemple de -6 volts, est appliquée à l'émetteur du transistor 70, tandis que le collecteur de ce transistor est relié à l'électrode de commande d'un transistor à
15 effet de champ 73 à canal du type N, dont le drain est relié au point milieu de l'enroulement 2. Un condensateur 74 relie par ailleurs ce drain à la masse.

La source du transistor à effet de champ 73 est reliée, d'une part au collecteur du transistor 70 par l'intermédiaire d'une résistance
20 75, d'autre part à la masse par l'intermédiaire d'un condensateur 76 et, enfin, aux collecteurs de deux transistors 77 et 78.

La fréquence étalon F_0 , se présentant par exemple sous la forme de signaux rectangulaires, est appliquée à la base du transistor 77 par l'intermédiaire d'une résistance 79. L'émetteur du transistor 77 est relié à la masse.

25 La base du transistor 78 est reliée au collecteur d'un transistor 80 ayant sa base à la masse. Une tension d'alimentation, par exemple de +6 volts, est appliquée à l'émetteur du transistor 78 par l'intermédiaire d'une résistance 81, et au collecteur du transistor 80 par l'intermédiaire d'une résistance 82.

30 L'émetteur du transistor 80 est relié au collecteur du transistor 70 par l'intermédiaire d'une résistance 83.

Le comparateur de phase 8 comporte un transformateur 90 dont l'enroulement secondaire attaque deux diodes d'échantillonnage 91 et
92, montées en sens inverse.

35 Un filtre passe-bande 93 comporte un enroulement de sortie 94 dont le point milieu est connecté à la masse et un enroulement d'entrée 95, dont une extrémité est reliée à la masse, tandis que l'autre reçoit un spectre d'harmoniques, fourni par un amplificateur 96 attaqué par une fréquence $10 F_0$ (pour $N = 10$).

40 Dans l'exemple considéré, $F_0 = 100$ KHz et la bande passante du filtre 93 va de 30 à 39 MHz.

Les extrémités de l'enroulement 94 sont reliées aux diodes 91 et 92.

Le point milieu de l'enroulement secondaire du transformateur 90 est relié, d'une part, à la masse par l'intermédiaire d'un condensateur 97, d'autre part, aux diodes à capacité variable 4_a et 4_h, par l'intermédiaire de l'amplificateur 11.

5 Le dispositif électronique à coïncidence 9 transmet par l'intermédiaire d'un condensateur 110, le signal de sortie du diviseur 6 à deux transistors 111 et 112 connectés en série. La base du transistor 110 est connectée à une source positive de tension de +6 volts par exemple. Son émetteur est relié à la masse et son collecteur est relié
10 à une source positive +6 volts par exemple, par l'intermédiaire d'une résistance 113.

L'émetteur du transistor 112 est relié à la masse, tandis que son collecteur est relié à l'émetteur d'un transistor 114, dont le collecteur est connecté à une source de tension, de +6 volts par
15 exemple, par l'intermédiaire d'une résistance 115, et à la masse par l'intermédiaire d'un condensateur 116.

La base du transistor 114 est reliée à la résistance 79 par l'intermédiaire d'une résistance 117.

Un système à seuil est relié au condensateur 116 et comprend un
20 transistor 118 et un diviseur de tension comportant deux résistances 119 et 120.

Le collecteur du transistor 118 est relié à une source positive de tension, par exemple de +6 volts. Le point commun aux résistances 119 et 120 est relié à la base d'un transistor 121, dont l'émetteur
25 est connecté à la masse, et dont le collecteur est relié à une source de tension positive, de +6 volts par exemple, par l'intermédiaire d'une résistance 122.

La borne de la résistance 120 opposée à son point commun avec la résistance 119 est reliée à une source de tension négative, de -6 volts
30 par exemple.

Le collecteur du transistor 121 est connecté, d'une part à la base d'un transistor 123 par l'intermédiaire d'une résistance 124, d'autre part, à la base d'un transistor 125 par l'intermédiaire d'une résistance 126.

35 L'émetteur du transistor 125 (qui joue le rôle de l'amplificateur 10 de la figure 1) est relié à la masse, tandis que son collecteur est relié au point commun entre le condensateur 97 et l'amplificateur 11.

L'émetteur du transistor 123 est relié à la masse, tandis que son
40 collecteur est relié, d'une part, à une source positive de +6 volts par exemple par l'intermédiaire d'une résistance 127, d'autre part à la base d'un transistor 128 par l'intermédiaire d'une résistance 129, enfin à l'émetteur d'un transistor 130 par l'intermédiaire d'une résistance 131.

L'émetteur du transistor 128 est connecté à la masse, tandis que son collecteur est relié à la base du transistor 77.

La base du transistor 130 est reliée à la masse, tandis que son collecteur est relié à la base d'un transistor 132.

5 L'émetteur du transistor 132 est relié à une source négative de -6 volts par exemple, sa base à la même source par l'intermédiaire d'une résistance 133, et son collecteur à celui du transistor 70.

La troisième boucle d'asservissement mentionnée en se référant à la figure 1 comprend, outre l'amplificateur 11a qui joue un rôle
10 accessoire, un amplificateur différentiel 11 à gain négatif composé de trois transistors 134, 135 et 136.

Les émetteurs des transistors 134 et 136 sont communs et reliés à une source négative de -6 volts par exemple, par l'intermédiaire d'une résistance 137. Les collecteurs des transistors 134 et 135 sont
15 communs et reliés à la connexion entre le condensateur 74 et le point milieu de l'enroulement 2. Le collecteur du transistor 136 est relié à une source positive de +6 volts par exemple, par l'intermédiaire d'une résistance 138, tandis que l'émetteur du transistor 135 est relié à la même source par l'intermédiaire d'une résistance 139.

20 La base du transistor 136 est reliée à la masse, tandis que celle du transistor 134 est reliée à la sortie de l'amplificateur 11.

Le fonctionnement du montage de la figure 2 a déjà été décrit dans ses grandes lignes.

Dans la première boucle d'asservissement, le comparateur 7 engendre au point C, de la manière décrite dans la première demande de
25 brevet français du 16 Mai 1968 susvisée, une tension ayant la forme d'onde représentée en trait plein en (c) à la figure 3 : les paliers P correspondent aux impulsions relevées au point B et résultant de l'arrivée des fronts des signaux issus du diviseur 6.

30 Ces paliers ont une amplitude proportionnelle au déphasage entre lesdits fronts et les fronts de la tension de référence F_0 appliquée en A.

Ils sont mis en mémoire aux bornes du condensateur 74, d'où la forme d'onde (d) observée au point D.

35 Dans la seconde boucle d'asservissement, le filtre 93 sélectionne les harmoniques contenus dans la bande 30 à 39 MHz, et les diodes d'échantillonnage 91-92 jouent, d'une manière connue, le rôle d'un comparateur de phase entre le signal de sortie de l'oscillateur et l'harmonique de même fréquence transmis par le filtre. La tension
40 correspondant à l'écart de phase est mise en mémoire dans le condensateur 97, et transmise, par l'amplificateur 11a, qui joue le rôle d'adaptateur d'impédance, au point commun aux diodes 4a et 4b, de façon à annuler ledit écart de phase par action sur le circuit

oscillant.

On va maintenant expliquer comment se fait l'inhibition de la première boucle et la mise en service de la seconde.

Il est évident que à la mise sous tension du montage, l'oscillation à la fréquence F n'a aucune raison d'être en phase avec la tension de référence F_0 .

Il en résulte de ce déphasage entre le signal de sortie du diviseur 6 et la tension de référence F_0 qu'à certains instants, il y aura coïncidence entre une crête négative dudit signal et les impulsions qui composent ladite tension.

Lors de cette coïncidence, la porte ET constituée par les transistors 111, 112 et 114 est débloquée.

En effet, l'impulsion négative appliquée sur la base du transistor 111 bloque ce transistor et fait débiter le transistor 112, et, à ce moment, l'impulsion positive appliquée sur la base du transistor 114 fait débiter le dernier transistor.

Le condensateur 116, initialement chargé à travers la résistance 115, se décharge alors brutalement.

Pendant la durée de sa recharge (qui dépend de la valeur de la résistance 115), le potentiel de base du transistor 118 décroît suffisamment pour que le transistor 121 soit bloqué.

Le collecteur du transistor 121 étant alors soumis à un potentiel positif, le transistor 125 devient conducteur, si bien qu'il court-circuite alors le démodulateur 8 : la deuxième boucle d'asservissement est donc inhibée.

Par ailleurs, le transistor 123 devient conducteur, ce qui a pour effet, d'une part, de bloquer le transistor 130, d'autre part, de bloquer le transistor 128.

Le blocage du transistor 130 a pour effet de bloquer le transistor 132, ce qui permet au transistor à effet de champ 73 de remplir sa fonction normale dans le comparateur 7. De même, le blocage du transistor 128 permet au transistor 77 de remplir sa fonction normale dans le comparateur 7 : en définitive, le comparateur 7, donc la première boucle d'asservissement, se trouve donc mis en service, alors que la seconde boucle est inhibée.

Le fonctionnement de la première boucle d'asservissement aboutit, en un temps bref, à l'accrochage de l'oscillateur sur la fréquence $F = KNF_0$ et à la suppression du glissement entre le signal issu du diviseur 6 et la fréquence de référence F_0 . Lorsque ce résultat est atteint, il n'y a plus aucune coïncidence possible entre les signaux appliqués aux deux entrées du dispositif 9. Il est aisé de se rendre compte que ce dispositif, par un mécanisme inverse de celui que l'on vient de décrire, inhibe alors la première boucle et autorise le fonctionnement de la seconde.

Pendant ce fonctionnement de la seconde boucle, le transistor 73 constitue un circuit ouvert en permanence, et le condensateur 74 conserve en mémoire le potentiel qu'il avait pris pendant le fonctionnement de la première boucle.

5 Par ailleurs, pendant cette période de service de la seconde boucle, le montage différentiel 11 compare au potentiel de la masse la tension de sortie de l'amplificateur 11a, et transmet, suivant le résultat de cette comparaison, un courant positif ou négatif qui ramène la tension mise en mémoire au point D à une valeur propre à annuler
10 ladite tension de sortie.

Il en résulte que la seconde boucle travaille toujours autour d'une valeur nulle d'équilibre (ce qui élimine son bruit résiduel comme on l'a expliqué ci-dessus) même en cas de dérive de la tension aux bornes du condensateur 74.

15 Le courant circule directement dans le transistor 134 s'il est positif. S'il est négatif, il traverse les transistors 135 et 136 montés en sens inverse.

On agence le circuit pour que le courant dans la résistance 137 soit très faible, par exemple 5 micro-ampères, afin d'éviter de perturber le fonctionnement de la première boucle.
20

L'amplificateur 11 doit évidemment avoir un gain négatif, puisque son entrée et sa sortie sont respectivement reliées à des électrodes opposées des diodes 4a, 4b.

Il va de soi que diverses modifications pourront être apportées
25 aux montages décrits et représentés, sans s'écarter de l'esprit de l'invention.

R E S U M E

1°/ Générateur de signaux électriques à fréquence variable, du type utilisant les techniques de verrouillage de phase, principalement
30 caractérisé en ce qu'il comporte, en combinaison, trois boucles d'asservissement, à savoir : une première boucle de verrouillage de phase munie d'un diviseur de fréquence, une seconde boucle de verrouillage de phase sans diviseur et sans système d'approche analogique de fréquence, des moyens d'inhiber la seconde boucle pendant que la première
35 effectue une approche numérique de fréquence et d'inhiber la première boucle, tout en autorisant la mise en service de la seconde, dès que cette approche est terminée, et une troisième boucle fonctionnant en même temps que la seconde et mettant en oeuvre le comparateur de phase que comporte celle-ci, cette troisième boucle d'asservissement con-
40 prenant en outre un amplificateur de la tension de sortie du comparateur de phase que comporte la seconde boucle, cet amplificateur ayant pour fonction de caler en permanence ladite tension de sortie sur la valeur zéro.

2°/ Générateur conforme au paragraphe 1, dans lequel le

comparateur de phase de la première boucle est du type décrit dans la demande de brevet français déposée le 16 Mai 1968, par la Demanderesse pour : "Générateur de signaux électriques récurrents et son application à la commande numérique d'un moteur" et ledit amplificateur applique son courant de sortie aux bornes du condensateur de mémoire que comporte ledit comparateur.

3°/ Générateur conforme au paragraphe 1, dans lequel lesdits moyens d'inhiber et d'autoriser les boucles d'asservissement comprenant un circuit à coïncidence ouvert lorsque les deux fréquences appliquées au comparateur de phase de la première boucle ne sont pas en phase, des moyens de court-circuiter, lorsqu'il en est ainsi, la sortie du comparateur de phase de la seconde boucle et des moyens d'inhiber le comparateur de la première boucle lorsque ledit circuit à coïncidence est fermé.

4°/ Générateur conforme au paragraphe 2, dans lequel la commande de fréquence de l'oscillateur s'effectue au moyen d'au moins une diode à capacité variable et ledit amplificateur est un amplificateur différentiel à gain négatif qui compare la tension de sortie du comparateur de phase de la seconde boucle au potentiel de la masse, l'entrée et la sortie dudit amplificateur étant respectivement reliées aux deux électrodes de ladite diode.

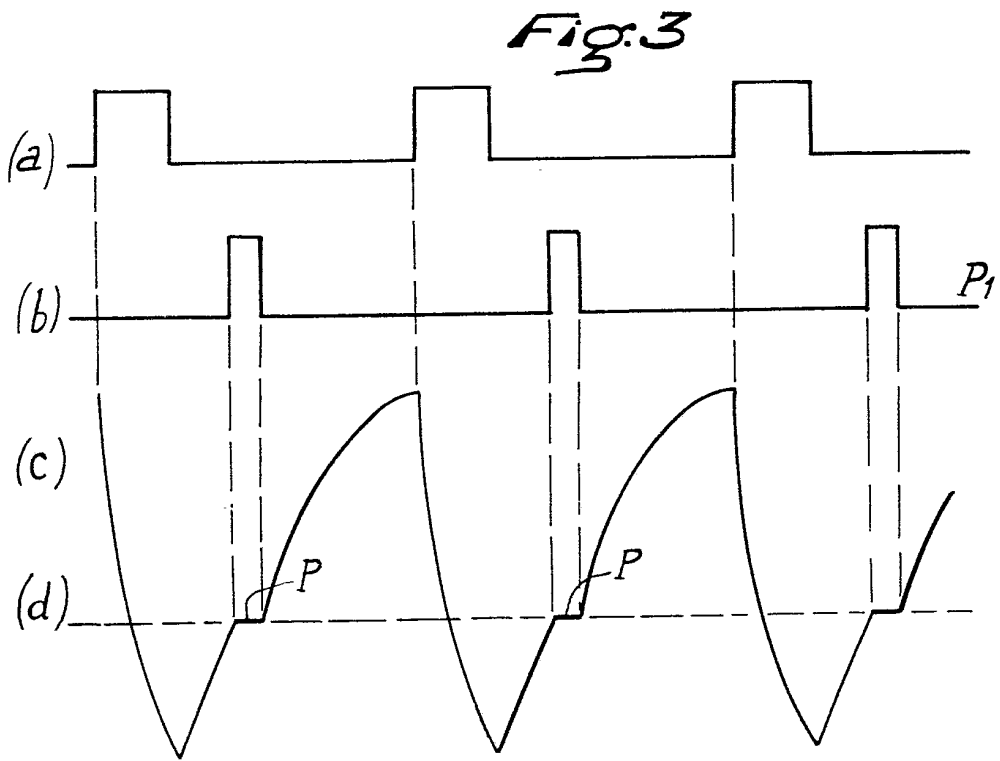
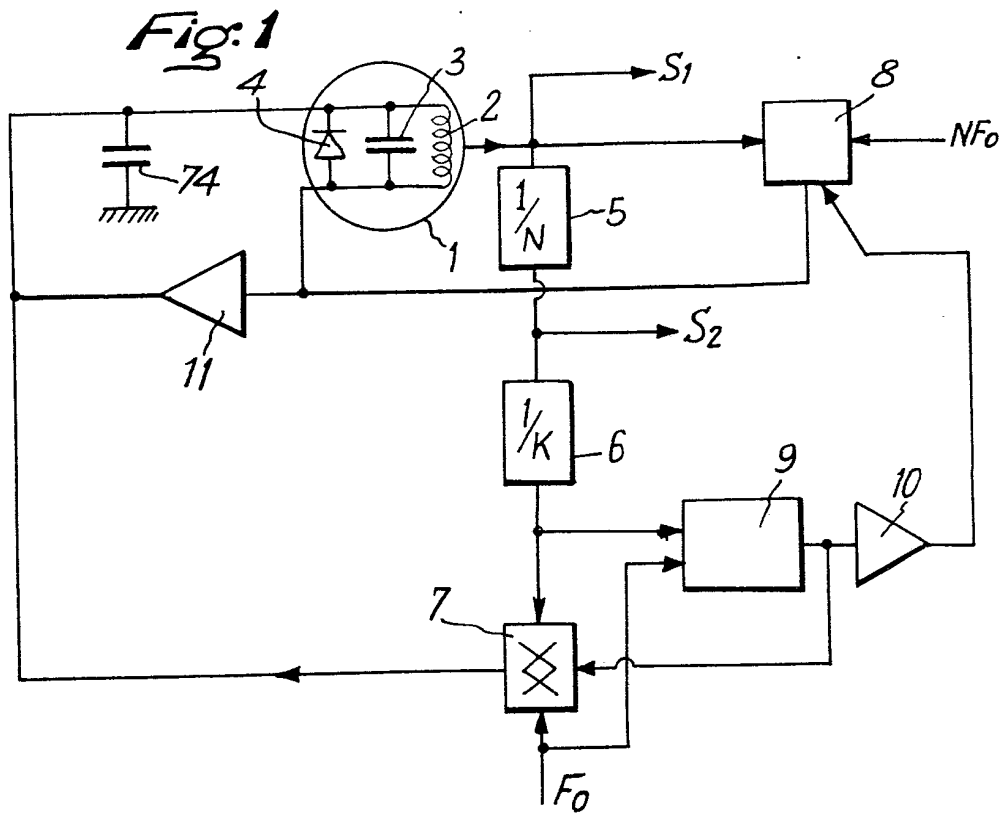


Fig. 2

