(19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

PARIS

(11) N° de publication : **2 679 663**
(à n'utiliser que pour les commandes de reproduction)

(21) N° d'enregistrement national : **92 09187**

(51) Int Cl[5] : G 01 R 27/26, 19/252//G 01 D 5/24

(12) DEMANDE DE BREVET D'INVENTION A1

(22) **Date de dépôt** : 24.07.92.

(30) **Priorité** : 25.07.91 JP 20731791.

(43) **Date de la mise à disposition du public de la demande :** 29.01.93 Bulletin 93/04.

(56) **Liste des documents cités dans le rapport de recherche :** *Se reporter à la fin du présent fascicule.*

(60) **Références à d'autres documents nationaux apparentés :**

(71) **Demandeur(s) :** *Société dite: JALCO CO, LTD.* — JP.

(72) **Inventeur(s) :** Hata Shuji et Murasawa Osamu.

(73) **Titulaire(s) :**

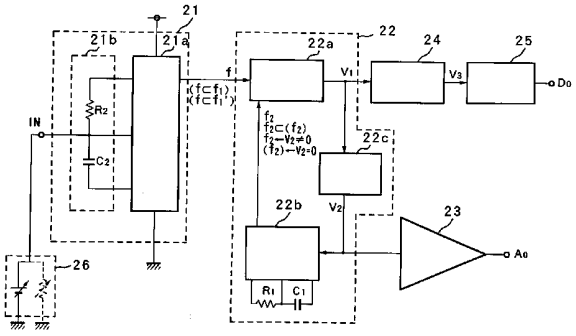
(74) **Mandataire :** Cabinet Beau de Loménie.

(54) Procédé de détection d'une variation de capacité électrique.

(57) L'invention concerne la détection d'une variation de capacité parasite.

Elle se rapporte à un procédé de détection d'une variation de capacité parasite par utilisation d'un circuit à boucle à verrouillage de phase. Il comprend le réglage respectif d'une fréquence propre (f_2) et d'une plage de capture d'un circuit à boucle à verrouillage de phase (22) afin qu'une plage dans laquelle une fréquence de sortie (f_1) d'un oscillateur préalable (21) change se trouve à l'intérieur de la plage de capture, la détection d'un changement d'une tension (v_2) de réglage de fréquence propre du circuit (22), et la détection d'une variation d'état du corps détecté.

Application à la détection des variations de niveau de liquide dans les réservoirs.



FR 2 679 663 - A1

La présente invention concerne de façon générale un procédé de détection de la variation d'une capacité parasite, et plus précisément, elle concerne un procédé de détection précise et de détermination précise d'une variation de la capacité parasite dans une large plage, allant d'une fluctuation infinitésimale à une fluctuation relativement grande, par utilisation d'un circuit à boucle à verrouillage de phase, ces résultats ne pouvant pas être obtenus par un procédé classique de détection.

La détection d'une variation de capacité parasite, avec une très grande précision et simplement, est nécessaire pour la prédiction d'un danger et pour une notification, à un emplacement auquel la capacité parasite varie avec un changement ou une fluctuation d'état ou de situation d'un corps qui doit être détecté ; des exemples sont la détection et la détermination des états de rapprochement et de contact ou d'un état de libération dans des parties telles qu'un rapprochement et un contact, par exemple avec un corps humain ou une substance solide, ou un écartement ne sont pas permis, la détermination de la présence d'un mélange de bulles d'air et de matières étrangères à l'intérieur d'un tube de transport d'un liquide, par exemple une canalisation souple de frein hydraulique dans laquelle la présence de bulles d'air n'est pas permise, et le contrôle du niveau de stockage d'un liquide dans un réservoir de stockage, etc.

On connaît déjà divers appareils de détection, comme appareil précité de détection de la variation de la capacité parasite. Par exemple, il existe un appareil de détection de la variation de la capacité parasite d'un capteur qui est provoquée d'une manière correspondant à la fluctuation d'un état du corps détecté. Cet appareil est représenté sous forme de diagramme synoptique sur la figure 12 et comporte un oscillateur 1, un circuit 2 de détection d'onde, un filtre 3, un circuit 4 de comparaison de tensions et un circuit de sortie 5. Il faut noter sur la

figure 12 que la référence 1a désigne un circuit d'oscillation, la référence 1b un bloc de détermination de fréquence, la référence 6 un capteur, la référence 7 un dispositif d'alarme et la référence 8 une tension de référence. L'oscillateur 1 auquel est connecté le capteur 6 comprend un bloc 1b de détermination d'une fréquence ayant un facteur de qualité constant Q et le circuit d'oscillation 1a. En outre, la fréquence de l'oscillateur 1 peut être réglée à une valeur élevée ou faible. Lorsqu'elle est réglée à une valeur élevée, le bloc 1b de l'oscillateur 1 est essentiellement formé d'une self et d'un condensateur.

La figure 13 est un diagramme synoptique représentant un exemple de construction de l'oscillateur 1 de l'appareil classique représenté sur la figure 12, destiné à détecter la variation de la capacité parasite. Les symboles de la figure 13 identiques à ceux de la figure 12 désignent des blocs fonctionnels identiques. Cependant, le symbole L désigne une self et le symbole C un condensateur. Lors du réglage de la fréquence à une valeur élevée comprise entre 1 et 200 MHz dans l'oscillateur précité, le bloc 1b de détermination de fréquence est essentiellement composé de la self L et du condensateur C qui sont connectés en parallèle afin qu'ils déterminent une fréquence constante de résonance et le facteur de qualité Q.

Sur la figure 12, si le capteur 6 qui est connecté se rapproche du corps détecté ou vient à son contact, le circuit 2 de détection d'onde est informé des fluctuations de la tension de sortie d'oscillation et de la fréquence de sortie de l'oscillateur 1 qui sont provoquées par les variations à la fois de la fréquence de résonance et du facteur de qualité Q du bloc 1b de détermination de fréquence, ou d'un arrêt de l'état oscillant. Le circuit 2 détecte un signal reçu et transmet un niveau de tension qui a été transformé en une composante continue au filtre 3 de l'étage suivant. Le filtre 3, qui a une constante de temps fixe, lisse la composante continue lors de son passage. Une tension transformée sous forme continue est comparée à la

tension préréglée 8 de référence dans le circuit 4 de comparaison de tensions. Le résultat de la comparaison est détecté comme une variation de la capacité parasite. Ce résultat détecté est transmis par le circuit de sortie 5 au dispositif d'alarme 7. La variation de la capacité parasite qui est détectée par le capteur 6 est notifiée comme élément d'information indiquant qu'il existe un changement d'état du corps détecté. Il faut noter que certains des appareils destinés à détecter la variation de capacité parasite avec une précision relativement élevée ont une construction telle qu'ils détectent une fluctuation de la tension représentative de l'amplitude plus nettement par connexion d'un circuit d'accord (ou filtre passe-bande) du côté de sortie du circuit d'oscillation 1a de la figure 12.

Cependant, lors de l'utilisation de l'oscillateur 1 à une fréquence élevée, celui-ci réagit efficacement à une fluctuation infinitésimale détectée par le capteur 6. Cependant, le capteur 6 lui-même constitue une antenne, si bien qu'on obtient un état dans lequel des ondes électriques sont constamment émises. Ceci peut finalement empêcher la création d'ondes électriques dans le milieu ambiant. Il est donc impossible d'utiliser une distance relativement grande entre le capteur 6 et l'oscillateur 1. D'autre part, si la distance entre le capteur 6 et l'oscillateur 1 est rendue élevée par utilisation d'un câble coaxial ou analogue, la sensibilité à la variation infinitésimale de la capacité parasite diminue du fait de la capacité propre possédée par le câble coaxial lui-même. Dans certains cas, l'état d'oscillation ne peut pas être entretenu, et la plage de détection de la capacité parasite est donc considérablement rétrécie. En outre, des problèmes se posent car même si la sensibilité de l'oscillateur 1 est accrue par incorporation du capteur 6, la pente est plus grande si bien que le fonctionnement devient instable ou un défaut de fonctionnement apparaît. Plus précisément, l'appareil classique de détection continue simplement à maintenir la condition d'arrêt d'oscillation malgré la

grande variation de la capacité parasite. La plage de fonctionnement est en réalité très limitée. Comme décrit précédemment, le procédé classique de réglage de l'oscillateur à une fréquence élevée, bien qu'il donne une plus grande sensibilité dans la plage très limitée, présente un grand nombre d'inconvénients car le type de corps détecté est limité, etc., à cause de l'arrêt des ondes électriques et de l'impossibilité d'utiliser une distance importante entre le corps de l'appareil et le capteur 6.

En conséquence, il existe aussi un appareil connu tel que l'oscillateur 1 est réglé à une fréquence relativement faible, de l'ordre de 500 kHz par exemple. Dans le cas d'un tel système, le bloc 1b de détermination de fréquence, qui constitue l'élément principal, est formé d'un condensateur et d'une résistance. La figure 14 est un diagramme synoptique d'un exemple de construction dans le cas du réglage de l'oscillateur 1 à une fréquence relativement faible. Les symboles de la figure 14 qui sont identiques à ceux de la figure 12 désignent des blocs fonctionnels identiques à ceux des figures 12 et 13. Cependant, le symbole R désigne la résistance. Dans l'oscillateur 1 de la figure 14, le bloc 1a de détermination de fréquence est composé de la résistance R et du condensateur C qui sont essentiellement connectés en série.

Dans l'appareil de la figure 12 ayant une construction telle que l'oscillateur 1 est réglé à une faible fréquence, la variation de capacité détectée par le capteur 6, c'est-à-dire la fluctuation de fréquence produite pendant la détection de la capacité parasite et une fluctuation de la tension d'amplitude de sortie d'oscillation, est remplacée par des fluctuations du niveau de tension de la composante continue par le circuit 2 de détection d'onde et le filtre 3. Le circuit 4 de comparaison de tensions compare une tension obtenue à la tension préréglée de référence 8 et détecte ainsi la variation de la capacité parasite. Ceci est identique au cas du réglage de l'oscillateur 1 à une fréquence élevée.

Le système de détection qui met en oeuvre la basse fréquence présente les inconvénients suivants. La sensibilité à la variation de capacité parasite est faible à cause de la faible fréquence. Cependant, les fluctuations à la fois de la fréquence et de la tension d'amplitude de sortie d'oscillation sont créées de façon infinitésimale, correspondant à la variation de la capacité parasite. Cependant, si les fluctuations sont transformées en tension par un circuit connecté à une partie postérieure, comme l'importance de la fluctuation est trop faible, la comparaison est très difficile. Ceci est dû au fait que la différence par rapport à la tension préréglée 8 de référence est infinitésimale. Ceci limite les possibilités d'utilisation en pratique, en coopération avec la faible sensibilité précitée.

Comme indiqué précédemment, les problèmes précités se posent dans les appareils classiques de la détection de la variation de la capacité parasite d'un système quelconque, que la fréquence de l'oscillateur soit élevée ou faible.

Ainsi, l'invention a de façon générale pour objet de remédier aux inconvénients précités des appareils classiques de détection d'une variation de la capacité parasite, par mise à disposition d'un procédé de détection stable de la variation de la capacité parasite, dans lequel un oscillateur ayant une faible fréquence peut être utilisé grâce à l'utilisation d'un circuit à boucle à verrouillage de phase, une fluctuation infinitésimale peut être détectée avec précision, la plage de détection est suffisamment large, les défauts de fonctionnement sont extrêmement réduits, et l'influence ambiante d'ondes électriques superflues est réduite au minimum.

A cet effet, dans un aspect destiné à la solution des problèmes précités, l'invention concerne un procédé de détection d'une variation de capacité parasite par utilisation d'un circuit à boucle à verrouillage de phase, comprenant les étapes suivantes : le réglage respectif d'une

fréquence propre et d'une plage de capture d'un circuit à boucle à verrouillage de phase afin qu'une plage dans laquelle une fréquence de sortie d'un oscillateur préalable change se trouve à l'intérieur de la plage de capture du circuit à boucle à verrouillage de phase, la fréquence de sortie étant déterminée par une constante de temps combinée obtenue par addition d'une valeur de variation d'une capacité électrique ou analogue qui est détectée par un capteur et d'une constante de temps de réserve préréglée dans un module de détermination d'une constante de temps lors de la détection de la capacité parasite par utilisation du capteur pour la détection de la variation de la capacité parasite au contact d'un corps à détecter ou sans contact avec ce corps, et un dispositif de détection de capacité comprenant l'oscillateur préalable ayant le module de détermination de constante de temps qui est connecté au capteur et le circuit à boucle à verrouillage de phase qui est connecté à l'oscillateur préalable, la détection d'un changement d'une tension de réglage de fréquence propre à l'état verrouillé du circuit à boucle à verrouillage de phase, le changement étant provoqué par la variation de capacité électrique ou analogue qui est détectée par le capteur, et la détection d'une variation d'état du corps détecté.

Selon l'invention, l'oscillateur ayant la basse fréquence peut être utilisé grâce au circuit à boucle à verrouillage de phase. Il est donc possible de réduire au minimum le rayonnement ambiant d'ondes électriques superflues et de capturer de manière bien déterminée une variation même infinitésimale de fréquence qui correspond à la variation de capacité parasite sous forme d'un changement par cycle de la fréquence à ce moment. La plage de détection de la variation de la capacité parasite est donc suffisamment large. En outre, la configuration et la forme de l'ensemble capteur ne posent aucun problème du moment que le capteur peut capturer la variation de capacité parasite et la transmettre électriquement.

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention seront mieux compris à la lecture de la description qui va suivre d'exemples de réalisation, faite en référence aux dessins annexés sur lesquels :

la figure 1 est un diagramme synoptique d'un appareil destiné à la mise en oeuvre du procédé selon l'invention ;

la figure 2 est un schéma d'un circuit à boucle à verrouillage de phase ;

les figures 3 à 9 sont des graphiques illustrant la mise en oeuvre de l'invention ;

la figure 10 est un diagramme synoptique d'un autre appareil utile selon l'invention ;

la figure 11 est un graphique utile pour la description du fonctionnement de l'appareil de la figure 10 ; et

les figure 12 à 14 sont des diagrammes synoptiques d'appareils utilisés selon la technique antérieure.

On décrit d'abord le principe de fonctionnement d'un circuit à boucle à verrouillage de phase avant la description des modes de réalisation de l'invention.

Le circuit à boucle à verrouillage de phase est un circuit qui a une caractéristique telle qu'il oscille à la même fréquence qu'une fréquence d'entrée provenant de l'extérieur en modifiant de manière forcée une fréquence propre en fonction de la fréquence d'entrée venant de l'extérieur, dans une plage (appelée dans la suite plage de puissance variable) dans laquelle une fréquence propre d'oscillation peut varier, et le circuit oscille à la même fréquence en suivant les fluctuations éventuelles de la fréquence d'entrée provenant de l'extérieur.

La figure 2 est un diagramme synoptique représentant la construction fondamentale d'un tel circuit à boucle à verrouillage de phase. Sur la figure 2, la référence 11 désigne un comparateur de déphasage, la référence 12 un oscillateur commandé en tension VCO, la référence 13 un filtre de boucle, la référence R_1 une résistance et la référence C_1 un condensateur. En outre, le symbole f_1

désigne une fréquence d'entrée provenant de l'extérieur du comparateur de déphasage 11, la référence f_2 une fréquence de sortie lorsque la fréquence propre est modifiée par réglage de la tension de l'oscillateur commandé en tension 12, f_2 étant une fréquence de sortie identique à la fréquence propre lorsque l'oscillateur commandé en tension 12 n'est pas commandé en tension, v_1 étant la tension de sortie du comparateur de déphasage 11 et v_2 la tension de sortie du filtre de boucle 13.

La fréquence d'oscillation de l'oscillateur commandé en tension 12 est réglée de manière variable (commande en tension) par une tension de commande provenant de l'extérieur. La tension de commande est cependant la tension de sortie v_2 créée par le filtre de boucle 13. Cette tension de sortie v_2 n'est pas créée initialement dans le circuit à boucle à verrouillage de phase. Plus précisément, ceci implique la présence d'un état dans lequel l'oscillateur commandé en tension 12 n'est pas commandé en tension. En conséquence, l'oscillateur commandé en tension 12 oscille à la fréquence propre f_2 avec une constante de temps qui est déterminée par la résistance préréglée R_1 et le condensateur préréglé C_1, et ceci constitue la fréquence initiale de sortie f_2 de l'oscillateur commandé en tension 12, qui est aussi transmise comme fréquence d'entrée comparative de référence au comparateur de déphasage 11.

On décrit maintenant le fonctionnement après cet état initial. Le comparateur 11 de déphasage effectue une comparaison en temps réel entre les phases de deux types de signaux d'entrée en fréquence, c'est-à-dire la fréquence d'entrée f_1 provenant de l'extérieur et la fréquence de sortie f_2 de l'oscillateur commandé en tension 12. Une différence est créée sous forme d'une tension de sortie v_1. Si les deux fréquences f_1 et f_2 sont différentes et s'il existe un déphasage autre que 90°, même lorsque les fréquences sont les mêmes, le comparateur 11 crée une tension positive lorsque les polarités à ce moment sont les mêmes et négative lorsque les polarités sont opposées.

Le filtre 13 de boucle intègre la tension de sortie v_1 du comparateur 11 et crée la tension positive ou négative v_2 de sortie à composante continue. L'oscillateur commandé en tension 12 reçoit cette tension v_2 sous forme d'une tension de réglage de fréquence propre par modification de la fréquence propre de l'oscillateur commandé en tension 12. L'oscillateur commandé en tension 12 règle ainsi la fréquence de sortie dans la plage de puissance variable afin qu'elle change dans le sens tel que la fréquence initiale de sortie f_2 est rendue égale à la fréquence d'entrée f_1. L'oscillateur commandé en tension 12 renvoie le signal au comparateur 11 sous forme de la fréquence de sortie f_2 qui a subi le réglage en tension.

Dans le comparateur de déphasage 11, la fréquence antérieure d'entrée f_1 est égale à la fréquence de sortie f_2 de l'oscillateur commandé en tension 12 qui peut être réglée par le signal de sortie et qui permet une rétroaction. En outre, lorsqu'un déphasage mutuel devient égal à 90°, la tension v_1 du comparateur 11 disparaît presque (elle est pratiquement nulle) si bien que la tension v_2 de sortie du filtre 13 est aussi proche de 0.

En conséquence, l'oscillateur commandé en tension 12 commence à s'écarter d'un état de réglage de tension qui a été réalisé, dans la mesure où il n'existe plus de réglage de tension. Après le début de ce décalage, la fréquence de sortie f_2 qui a été transmise au comparateur 11 commence à changer. En même temps, la tension v_1 est créée à nouveau dans le comparateur 11 et, comme décrit précédemment, les opérations de la boucle se répètent.

Les opérations précitées en boucle sont produites instantanément dans le circuit à boucle à verrouillage de phase à une vitesse électrique. En pratique, l'oscillateur commandé en tension 12 est commandé afin qu'il soit mis à une fréquence égale à la fréquence d'entrée f_1 par la tension stable v_2 du filtre 13 qui est créée en fonction de la tension v_1 du comparateur 11. L'oscillateur commandé en tension 12 oscille alors de manière stable à la même

fréquence que la fréquence d'entrée f_1 et prend un état dans lequel il effectue une poursuite. Comme décrit précédemment, l'état dans lequel l'oscillateur commandé en tension 12 oscille à la même fréquence en suivant la fréquence d'entrée f_1 du comparateur 11 est appelé état verrouillé dans lequel le circuit à boucle à verrouillage de phase est verrouillé.

Lorsque le circuit à boucle à verrouillage de phase est à l'état verrouillé, la fréquence d'entrée f_1 est modifiée afin qu'elle s'écarte progressivement de la fréquence de sortie f_2 de l'oscillateur commandé en tension 12. L'état verrouillé ne peut pas être maintenu à partir d'un certain point. Une plage dite de "verrouillage" Lr (cette plage est aussi appelée plage de maintien ou plage de poursuite) est une plage d'écart entre la fréquence f_2 de sortie de l'oscillateur commandé en tension 12 qui a suivi la fréquence d'entrée f_1 et la fréquence de sortie f_2 obtenue en l'absence de réglage de la tension de l'oscillateur commandé en tension 12, c'est-à-dire la fréquence propre initiale. La figure 3 représente un exemple de plage de verrouillage Lr.

Par ailleurs, lorsque le comparateur 11 effectue une comparaison en temps réel entre les phases à la fréquence d'entrée f_1 en dehors de cette plage de verrouillage Lr et à la fréquence de sortie f_2 de l'oscillateur commandé en tension 12, le circuit postérieur est sur le point d'exécuter l'opération précitée. Cependant, la fréquence d'entrée f_1 qui s'écarte de la plage de verrouillage Lr indiquée sur la figure 3 se trouve en dehors de la plage de puissance variable à la fréquence de sortie f_2 de l'oscillateur commandé en tension 12. Pour cette raison, la poursuite ne peut pas être réalisée. En conséquence, bien que la tension de sortie v_1 du comparateur 11 devienne instantanément nulle, dans la grande majorité des cas, il apparaît un état dans lequel la tension positive et la tension négative sont transmises en alternance. Dans le filtre 13 de boucle destiné à créer la tension de sortie v_2 par intégration de

la tension de sortie v_1 du comparateur 11, les tensions positive et négative se compensent. Ceci donne un état nul dans lequel aucune tension de sortie v_2 n'est créée. En l'absence de tension de sortie v_2 du filtre 13, il existe un état dans lequel l'oscillateur commandé en tension 12 n'est pas commandé en tension et le circuit à boucle à verrouillage de phase oscille à la fréquence propre initiale. La fréquence de sortie devient f_2 et cet état est donc appelé état non verrouillé du circuit à boucle à verrouillage de phase. Il faut noter que le circuit à boucle à verrouillage de phase, tel que décrit précédemment, est mis à l'état non verrouillé en l'absence de fréquence d'entrée f_1 du comparateur 11. Le circuit à boucle à verrouillage de phase prend un état dans lequel cet état non verrouillé est identique à l'état initial précédent.

Lorsque le circuit à boucle à verrouillage de phase est initialement à l'état non verrouillé, la fréquence f_1 est changée progressivement en fréquence f_1' ou f_1'' (correspondant à A ou A' sur la figure 3). Cette fréquence est représentée approximativement par la fréquence de sortie f_2 de l'oscillateur commandé en tension 12. Ensuite, le circuit à boucle à verrouillage de phase passe à l'état verrouillé à partir d'un certain moment. La plage de capture Cr (qui est aussi connue sous le nom de plage de mise à l'état verrouillé) est une plage d'écart par rapport à la fréquence propre initiale, c'est-à-dire la fréquence (f_2) en l'absence de réglage de tension de fréquence de sortie f_2 de l'oscillateur commandé en tension 12 qui commence à suivre la fréquence d'entrée f_1' ou f_1'' à ce moment. La figure 3 représente un exemple de plage de capture Cr.

Cette plage de capture et la plage précitée de verrouillage Lr sont toutes deux représentées sous forme de plages qui s'étendent de manière pratiquement uniforme vers les fréquences élevées et les basses fréquences, la fréquence propre initiale de l'oscillateur commandé en tension

12, c'est-à-dire la fréquence de sortie (f_2), étant au centre. Les états de fonctionnement dans la plage de capture Cr et dans la plage de verrouillage Lr sont différents suivant que le circuit à boucle à verrouillage de phase est venu à l'état verrouillé par capture de la fréquence d'entrée f_1' ou a l'état non verrouillé après séparation de la fréquence capturée f_1'. En conséquence, la plage de capture Cr est un peu inférieure à la plage verrouillée Lr et il existe un phénomène d'hystérésis Lh. La figure 3 représente un exemple de cet hystérésis Lh. Il faut noter que l'axe des abscisses désigne la fréquence qui augmente de gauche à droite sur la figure 3. Dans le circuit à boucle à verrouillage de phase précité, la largeur de la plage de capture Cr est réglable arbitrairement d'une manière telle qu'elle n'exerce pas d'influence sur les diverses opérations du circuit à boucle à verrouillage de phase par modification des caractéristiques possédées par le filtre de boucle 13 de la figure 2 ou par ajustement du niveau de la tension de sortie v_2, c'est-à-dire la tension instable de l'oscillateur commandé en tension 12 par utilisation d'une résistance variable ou modification des caractéristiques d'oscillation de l'oscillateur commandé en tension 12.

Les variations provoquées à l'intérieur du circuit, c'est-à-dire les variations de la tension de sortie v_1 du comparateur 11 et de la tension de sortie v_2 du filtre 13 sont utilisées convenablement et traitées par les diverses opérations de la boucle du circuit à boucle à verrouillage de phase décrit précédemment. Il est donc possible de capturer avec précision un état indiquant comment varie la fréquence transmise au circuit à boucle à verrouillage de phase. En outre, la description précédente concerne une disposition dans laquelle la fréquence propre (f_2) de l'oscillateur commandé en tension 12 du circuit à boucle à verrouillage de phase est fixée préalablement, et les diverses opérations de la boucle sont réalisées par modification des fluctuations de la fréquence d'entrée f_1 à f_1' et

f_1''. Au contraire de l'exemple précité cependant, la fréquence d'entrée est fixée dans le circuit à boucle à verrouillage de phase alors que la fréquence propre (f_2) varie (présente des transitions). Même dans cet état, la plage de capture Cr et la plage de verrouillage Lr varient avec les fluctuations (transitions) de la fréquence propre (f_2) lorsque les fluctuations (transitions) sont telles que les caractéristiques du filtre 13 n'exercent aucune influence sur l'oscillateur commandé en tension 12. Le circuit à boucle à verrouillage de phase peut donc exécuter les mêmes opérations diverses en boucle décrites précédemment. Par ailleurs, même si la fréquence d'entrée f_1 et la fréquence propre (f_2) varient (transitions), le circuit à boucle à verrouillage de phase peut exécuter les mêmes opérations diverses en boucle décrites dans l'exemple précédent. Ceci implique qu'il existe une relation entre la fréquence d'entrée f_1 et la fréquence propre (f_2) de l'oscillateur commandé en tension 12 lors de l'observation des opérations relatives, dépendant du comparateur 11, dans les éléments du circuit à boucle à verrouillage de phase.

Selon l'invention, un oscillateur préalable séparé est ajouté au circuit à boucle à verrouillage de phase précité. Le signal de sortie d'oscillation correspond à la fréquence d'entrée précitée f_1, et le circuit à boucle à verrouillage de phase la reçoit. La fréquence de sortie de l'oscillateur préalable ou la fréquence de sortie de l'oscillateur commandé en tension lui-même du circuit à boucle à verrouillage de phase varie en fonction de la capacité électrique ou analogue qui est détectée par le capteur. L'ensemble du circuit est ainsi réalisé. La détection des variations de l'état de fonctionnement du circuit à boucle à verrouillage de phase concomitantes aux états des fréquences précitées est réalisée.

En conséquence, selon l'invention, on considère la relation entre la fréquence d'entrée f_1 et la fréquence propre (f_2) de l'oscillateur commandé en tension 12, les opérations de verrouillage et de déverrouillage par rapport

à la fréquence d'entrée fluctuante f_1, déterminées comme étant une caractéristique du circuit à boucle à verrouillage de phase et les relations respectives entre la plage de capture Cr, la plage de verrouillage Lr et le phénomène d'hystérésis Lh. Le circuit précité est utilisé et permet la détection précise des variations de capacité électrique ou analogue et en particulier des variations d'états de la capacité parasite. L'invention est maintenant décrite dans certains modes de réalisation.

[Premier mode de réalisation]

On considère ce mode de réalisation en référence aux figures 3 et 1. L'oscillateur préalable 21, ayant une fréquence de sortie f_1 qui varie comme signal de fluctuation de la capacité électrique ou analogue (par exemple une capacité parasite) qui est détectée par un capteur 26, établit une condition dans l'hypothèse où la fréquence f_1, lorsque les variations de capacité ne sont pas détectées, se trouve en dehors de la plage de verrouillage Lr du circuit à boucle à verrouillage de phase qui reçoit la fréquence de sortie f_1. Ensuite, l'oscillateur préalable 21 établit une condition telle que la fréquence de sortie f_1', qui varie avec cette détection lors de la détection de la variation de capacité, se trouve dans la plage de capture Cr du circuit à boucle à verrouillage de phase 22, et ce circuit à boucle à verrouillage de phase 22 travaille à l'état verrouillé. La fréquence de sortie (f_2) qui est la fréquence propre de l'oscillateur commandé en tension 22b du circuit à boucle à verrouillage de phase 22, la largeur de la plage de capture Cr et une constante de temps de réserve destinée à déterminer la fréquence de sortie f_1 de l'oscillateur préalable 21 sont déterminées au préalable de manière convenable et ajustées pour que les deux conditions précédentes soient remplies. Selon l'invention dans ce mode de réalisation, l'amplitude de variation de la capacité parasite est détectée d'après une différence de tension entre la tension de réglage de la fréquence propre du circuit à boucle à verrouillage de phase 22 passant à

l'état verrouillé lorsque la capacité parasite varie au cours de la détection de la capacité, et la tension de commande de la fréquence propre qui est transmise à l'état non verrouillé pendant l'absence de détection de capacité, c'est-à-dire lorsque la capacité parasite ne varie pas.

La figure 1 est un diagramme synoptique qui représente un exemple de construction de la partie principale d'un module de détection d'un appareil de détection destiné à la mise en oeuvre du procédé de détection de la variation de la capacité parasite selon l'invention. Sur la figure 1, la référence 21a désigne un circuit d'oscillation de l'oscillateur préalable 21, la référence 21b un composant RC, la référence 22a un comparateur de déphasage du circuit à boucle à verrouillage de phase 22, la référence 22b un oscillateur commandé en tension, la référence 22c un filtre de boucle, la référence 23 un amplificateur analogique de sortie, la référence 24 un filtre passe-bas de sortie, la référence 25 un circuit numérique de sortie, la référence 26 un capteur, les références R_1, R_2 des résistances et les référence C_1, C_2 des condensateurs. Sur la figure 1, le symbole In désigne un point d'entrée d'un signal de fluctuation de capacité électrique ou analogue qui est obtenu à partir du capteur 26, et f désigne l'ensemble des fréquences de sortie de l'oscillateur préalable 21. Parmi les fréquences f, f_1 représente la fréquence de sortie avant détection de la variation (pendant l'absence de détection) de la capacité parasite et f_1' désigne une fréquence de sortie après détection de la variation de la capacité parasite (c'est-à-dire pendant une détection). D'autre part, le symbole f_2 désigne la fréquence de sortie à l'état variable de la fréquence propre lorsque l'oscillateur commandé en tension 22b est commandé en tension (pendant le réglage de tension), (f_2) désigne la même fréquence de sortie que la fréquence propre lorsque l'oscillateur commandé en tension 22b n'est pas commandé en tension (en l'absence de réglage de tension), v_1 est la tension d'entrée du comparateur de déphasage 22a, v_2 est la tension de

sortie du filtre de boucle 22c, v_3 est une tension de sortie du filtre passe-bas 24 de sortie, D_0 est un signal de sortie du circuit numérique de sortie 25, et A_0 est un signal de sortie de l'amplificateur analogique 23 de sortie.

Dans l'oscillateur préalable 21 de la figure 1, le composant RC 21b constitué de la résistance R_2 et du condensateur C_2 est connecté au circuit d'oscillation 21a et forme ainsi la constante de temps de réserve. Un signal de fluctuation de capacité électrique ou analogue (capacité parasite) obtenu à partir du capteur 26 est transmis par le point In d'entrée du signal de fluctuation au point de connexion de la résistance R_2 et du condensateur C_2. L'appareil de détection est ainsi construit.

Dans le composant RC 21b décrit précédemment, si un signal, transmis par le point In d'entrée de signal de fluctuation par le capteur 26 et indiquant un état de fluctuation d'un corps à détecter, est déterminé comme un signal du type à variation de capacité, le composant capacitif C est combiné à la constante de temps de réserve et, s'il s'agit d'un signal du type à variation de résistance, un composant résistif R lui est combiné. Le composant RC 21b incorpore une fonction d'accentuation de la variation d'état du corps détecté.

Les fluctuations des fréquences de sortie f de l'oscillateur préalable 21, qui subissent directement les influences des variations du composant capacitif C et du composant résistance R, sont transmises par le circuit postérieur à boucle à verrouillage de phase 22 et reçues par celui-ci. Cette variation d'état du corps détecté est ainsi détectée.

Pour cette raison, dans l'appareil de détection de la figure 1, une constante de temps combinée est formée d'une valeur de capacité combinée obtenue par addition d'une capacité du condensateur C_2 du composant RC 21b et de la composante capacitive C du corps détecté, qui est obtenue à partir du capteur 26. La fréquence f de sortie de

l'oscillateur préalable 21 qui doit être reçue par le circuit à boucle à verrouillage de phase 22 est aussi changée. En conséquence, le circuit à boucle à verrouillage de phase 22 a la même fonction que le circuit à boucle à verrouillage de phase décrit en référence à la figure 2, et il est préparé par la variation d'état du corps détecté à l'état non verrouillé.

Dans cet appareil de détection, la fréquence de sortie de l'oscillateur préalable 21 est égale à f_1 avant détection d'une variation de la capacité parasite, et l'état non verrouillé est créé à des fréquences qui se trouvent en dehors de la largeur de la plage de capture Cr du circuit à boucle à verrouillage de phase 22. En conséquence, l'oscillateur commandé en tension 22b oscille à la fréquence de sortie (f_2) (fréquence propre), et la tension de commande de fréquence propre devient nulle. L'information relative à cet état est transmise à l'extérieur si bien que le signal analogique de sortie A_0 donne un signal 0 (0 V) alors que le signal numérique de sortie D_0 transmet un 1 (valeur constante de tension).

Ensuite, en présence d'un signal de fluctuation de la capacité électrique ou analogue (capacité parasite) qui est obtenue à partir du capteur 26, la fréquence de sortie f_1 avant variation de l'oscillateur préalable 21 change en fréquence de sortie f_1'. Lorsque ce changement est provoqué, le circuit à boucle à verrouillage de phase 22 préparé par la détection du signal de fluctuation de capacité électrique effectue une comparaison en temps réel entre la phase à la fréquence f_1' de l'oscillateur préalable 21 et la phase de la fréquence de sortie (f_2) de l'oscillateur commandé en tension 22b. Le circuit à boucle à verrouillage de phase 22 provoque une action de poursuite de l'oscillateur commandé en tension 22b. Dans ce cas, par un ajustement initial, la fréquence de sortie (f_2) qui est la fréquence propre de l'oscillateur commandé en tension 22b est réglée au voisinage de la fréquence de sortie f_1' de l'oscillateur préalable 21 lors de la détection de la

variation de capacité. La fréquence de sortie f_1' de l'oscillateur préalable 21 est donc placée à l'intérieur de la plage de capture Cr du circuit à boucle à verrouillage de phase 22. En conséquence, l'oscillateur commandé en tension 22b effectue l'action de poursuite lorsque le circuit à boucle à verrouillage de phase 22 est à l'état verrouillé.

En conséquence, l'oscillateur commandé en tension 22b oscille à la fréquence de sortie f_2 qui a une valeur égale à celle de la fréquence de sortie f_1 de l'oscillateur préalable 21 pendant la détection de la capacité qui est reçue par le circuit à boucle à verrouillage de phase 22. L'amplitude du déplacement par rapport à la fréquence initiale de sortie (f_2), qui est la fréquence propre originale, apparaît dans la tension de réglage de fréquence propre v_2 afin que l'action de poursuite soit conservée.

La tension v_2, comme le circuit à boucle à verrouillage de phase 22 est à l'état verrouillé, peut être remplacée par une amplitude du déplacement de la fréquence de sortie f_1' de l'oscillateur préalable 21 pendant la détection de la capacité par rapport à la fréquence de sortie (f_2) qui est la fréquence propre originale de l'oscillateur commandé en tension 22b. En outre, le circuit 22 conserve l'action de poursuite pour une fluctuation comprise dans la plage de verrouillage Lr de la fréquence de sortie f_1'. Cette tension v_2 varie donc linéairement avec la fluctuation.

Ensuite, la fluctuation de la fréquence de sortie f_1' est induite par une fluctuation de la capacité parasite qui est en cours de détection. En conséquence, lorsque le circuit à boucle à verrouillage de phase 22 est à l'état verrouillé, la tension 62 de réglage de la fréquence propre varie linéairement d'une manière qui correspond au signal de fluctuation de la capacité électrique ou analogue (capacité parasite) détectée par le capteur 26.

La tension v_2 est aussi transmise à l'amplificateur analogique de sortie 23. Une tension positive ou négative est donc transmise linéairement à l'extérieur sous forme du

signal analogique A_0 correspondant à la fluctuation de la capacité électrique ou analogue (capacité parasite) qui est détectée par le capteur 26. En outre, dans le filtre passe-bas 24 de sortie, la tension de sortie v_3 d'une composante stable en courant continu est transmise par intégration d'une valeur absolue d'une tension de sortie V_1 du comparateur 22a de déphasage à une constante de temps plus grande que celle du filtre de boucle 22c. En fonction de cette tension de sortie v_3, le circuit numérique 25 de sortie exécute un traitement binaire et un signal 0 (0 V) est donc transmis comme signal numérique de sortie D_0 à ce moment.

Comme indiqué précédemment et comme représenté sur la figure 3, on considère les relations existant entre la fréquence de sortie f_2 de l'oscillateur commandé en tension 22b. Dans la détection de la variation de la capacité parasite, la plage de verrouille Lr, la plage de capture Cr et les fréquences de sortie f_1–f_1' de l'oscillateur préalable 21.

La fréquence de sortie, avant détection de la capacité parasite de l'oscillateur préalable 21 (c'est-à-dire avant sa variation) est préréglée à f_1. En conséquence, lorsque la fréquence de sortie f_1' qui a été modifiée par détection de la variation de capacité pénètre dans la plage de capture Cr, le circuit à boucle à verrouillage de phase 22 commence l'action à l'état verrouillé. En conséquence, la tension v_1 de sortie du comparateur 22a et la tension v_2 de sortie du filtre 22c sont modifiées. La fréquence initiale f_1 de l'oscillateur préalable 21 subit alors inversement l'influence de la variation de capacité due aux variations de ces tensions de sortie v_1, v_2. Le fait que la fréquence f_1' pénètre dans la plage de capture Cr ou non est alors détecté. En conséquence, l'existence de la variation de capacité ou son défaut d'existence peuvent être nettement distingués suivant l'existence ou non du signal numérique de sortie D_0.

Ensuite, lorsque la fréquence de sortie f_1' de l'oscillateur préalable 21 est placée à l'intérieur de la

plage de verrouillage Lr de la figure 3, le circuit à boucle à verrouillage de phase 22 continue l'action de poursuite à l'état verrouillé. En conséquence, la tension qui change linéairement d'une manière qui correspond à l'amplitude de variation de la capacité pendant la détection est transmis sous forme du signal analogique A_0 de sortie sous la commande de la tension de sortie v_2 du filtre de boucle 22c (tension de réglage de fréquence propre). Si la variation de la capacité parasite disparaît, l'oscillateur préalable 21 revient à la fréquence de sortie f_1 initialisée à l'extérieur de la plage de verrouillage Lr, et le circuit à boucle à verrouillage de phase 22 est mis à l'état non verrouillé. Tout revient dans l'état antérieur à la détection.

Dans ce cas, la plage de capture Cr, c'est-à-dire la plage qui admet le transfert du circuit à boucle à verrouillage de phase 22 au premier état verrouillé sous l'action de la fréquence d'entrée f_1', est une plage de fréquences plus étroite que la plage de verrouillage Lr, comme indiqué sur la figure 3. Ce comportement est attribué au fait que le circuit à boucle à verrouillage de phase 22 a une caractéristique dans laquelle la largeur de la plage de capture Cr est réglée préalablement, et la largeur de la plage de verrouillage Lr est déterminée automatiquement. En conséquence, lorsque le circuit à boucle à verrouillage de phase 22 est mis à l'état verrouillé (état stable), l'oscillateur commandé en tension 22b exécute l'action de poursuite d'une manière stable pour une telle fluctuation de la fréquence d'entrée (fréquence f_1' de sortie de l'oscillateur préalable 21) afin qu'elle soit comprise dans la plage de puissance variable (plage de verrouillage Lr) lorsque la fréquence de sortie f_2 peut être réglée et se trouve en dehors de la plage de capture Cr.

Par ailleurs, lors de la comparaison de la fréquence d'entrée reçue initialement (fréquence de sortie f_1 de l'oscillateur préalable 21) à la fréquence propre (f_2) et

même si la fréquence f_1 est pratiquement égale à la fréquence limite du bord externe de la plage Lr de verrouillage, ce circuit à boucle à verrouillage de phase 22 a une caractéristique telle qu'il n'est sensible qu'à une plage de capture Cr plus étroite que la plage de verrouillage Lr et est mis à l'état verrouillé. Lors du passage de l'état non verrouillé à l'état verrouillé et inversement, il s'avère qu'un phénomène d'hystérésis Lh représenté sur la figure 3 existe entre les deux plages Cr et Lr.

Ainsi, à cause de l'existence du phénomène d'hystérésis Lh et bien que la fréquence d'entrée F_1 soit pratiquement égale à la fréquence limite du bord externe de la plage de verrouillage Lr, un fonctionnement instable n'est nullement provoqué et il est possible de préparer le circuit à la détection de la variation de la capacité parasite d'une manière invariable à l'état de stabilité.

Dans l'appareil précité de détection et afin que la capture du signal de fluctuation de la capacité parasite ou analogue qui est obtenu à partir du capteur 26 et qui est transmis au point d'entrée In à l'oscillateur préalable 21 soit régularisée en grande partie, la valeur du condensateur C_1 du composant RC 21b est avantageusement réglée à une valeur inférieure ou égale à la plage dans laquelle la capacité parasite qui doit être détectée varie. Par exemple, si la plage de variation de la capacité parasite qui a été détectée à partir du capteur 26 est égale à 10, la valeur de la composante capacitive C du condensateur C_1 est réglée à 5 environ.

Lors du réglage de la valeur précitée cependant, les fréquences d'oscillation de l'oscillateur préalable 21 et de l'oscillateur commandé en tension 22b augmentent toutes deux et, en outre, il est possible que la plage de variation soit trop large et puisse dépasser la largeur interne de la plage de capture Cr. En conséquence, il est souhaitable de régler la valeur de la constante de temps de réserve du composant RC 21b de manière que la plage de variation de la fréquence f_1' de l'oscillateur préalable 21,

qui est concomitante à la détection de la variation de la capacité parasite, soit établie jusqu'à 10 % environ pour des raisons de possibilité de mise en pratique. Avec ce réglage, une variation d'un niveau de liquide par exemple peut être détectée manifestement par le capteur 26.

En outre, dans le cas de l'observation de la chute d'un niveau dans une plage prédéterminée, lorsque la fréquence de sortie f_1 de l'oscillateur préalable 21 change à la suite d'une fluctuation du niveau du liquide à détecter, la valeur de la capacité C_1 du composant RC 21b est réglée à une valeur convenable, prenant en considération la capacité de variation. La largeur de la plage de capture Cr est ajustée au préalable si bien qu'il est possible de détecter si le niveau du liquide est tombé dans une plage constante ou non, à l'aide du capteur 26.

Le procédé précité de détection du résultat détecté comprend le décalage du niveau détecté à chaque état à partir de l'amplificateur analogique 23 de sortie et son affichage visuel par commande d'un appareil de mesure ou analogue en fonction du signal analogique de sortie A_0. En outre, le fait qu'un excès par rapport au niveau de référence de consigne est présent peut être indiqué par commande d'un ronfleur, etc., donnant un son d'alarme à la suite du signal numérique de sortie D_0 du circuit numérique 25 de sortie. Si une électrovanne ou analogue est ouverte et fermée en synchronisme avec le fonctionnement du dispositif d'information, le niveau du liquide peut être maintenu constant de manière automatique. Il faut noter que, lorsque le niveau du liquide est maintenu constant, le réglage d'injection d'eau et d'évacuation ainsi que l'arrêt sont réalisés par utilisation du phénomène d'hystérésis Lh sous forme de la différence entre la plage de capture Cr et la plage de verrouillage Lr dans le circuit à boucle à verrouillage de phase 22. Par exemple, la différence entre le moment du début d'injection d'eau ou d'évacuation d'eau et le moment de l'arrêt de l'opération est donnée. Ceci est

destiné à empêcher l'injection et l'évacuation d'eau de manière fréquente et donne un fonctionnement stable.

A ce moment, le circuit à boucle à verrouillage de phase 22 a une caractéristique telle que, comme indiqué précédemment, la largeur de la plage de verrouillage Lr est déterminée automatiquement par ajustement préalable de la largeur de la plage de capture Cr. La largeur du phénomène d'hystérésis Lh est donc déterminée inévitablement. La largeur de ce phénomène d'hystérésis peut donc être réglée afin qu'elle corresponde à la différence de temps entre les opérations respectives dans l'exemple précité, par sélection convenable de la largeur de la plage de capture Cr et de la valeur de la capacité C_1 du composant RC 21b.

Par ailleurs, dans le cas de la configuration du capteur 26, la forme et la configuration de l'ensemble capteur particulier n'ont pas à remplir de condition particulière du moment qu'il est adapté à la capture du signal de variation de la capacité électrique et à la transmission électrique du signal. Dans l'appareil de détection du mode de réalisation précédent, une tige métallique aussi réduite qu'un clou est utilisée comme ensemble capteur qui permet la détection du niveau du liquide de l'eau ou du fluide analogue contenu dans le récipient.

Comme décrit précédemment, dans ce premier mode de réalisation de l'invention, le capteur 26 est connecté à l'oscillateur préalable 21 qui a le module de détermination de la constante de temps, le capteur 26 étant utilisé pour la détection de la variation de la capacité électrique ou analogue (capacité parasite) tout en étant au contact du corps détecté ou non. La fréquence propre (f_2) du circuit à boucle à verrouillage de phase 22 et la largeur de la plage de capture Cr sont déterminées afin que la plage de variation de la fréquence de sortie f_1' de l'oscillateur commandé en tension 22 pénètre à l'intérieur de la plage de capture Cr du circuit à boucle à verrouillage de phase 22, cette fréquence de sortie étant déterminée par la constante de

temps combinée obtenue par addition de la valeur de la variation de la capacité électrique ou analogue (capacité parasite) détectée par le capteur 26 et de la constante de temps de réserve préréglée par le module de détermination de constante de temps, dans le circuit à boucle à verrouillage de phase 22 qui est connecté à cet oscillateur préalable 21. La variation d'état du corps détecté est elle-mêle détectée par détection de la variation de la tension v_2 de réglage de la fréquence propre de l'oscillateur commandé en tension 22b, provoquée par la variation de capacité électrique ou analogue (capacité parasite) détectée par le capteur 26.

[Second mode de réalisation]

On décrit maintenant un second mode de réalisation de l'invention. Dans le procédé précité de détection de la variation de capacité électrique ou analogue (capacité parasite), le fait que la variation de capacité atteint une certaine plage constante dans l'ensemble de la plage de variation de la capacité électrique ou analogue qui est détectée par le capteur 26 ou non est déterminé par ajustement arbitraire de la largeur de la plage de capture Cr du circuit à boucle à verrouillage de phase 22.

Dans le second mode de réalisation, seule la largeur de la plage de capture Cr du circuit à boucle à verrouillage de phase 22 est ajustée arbitrairement initialement et est réglée dans une plage telle qu'elle n'a aucune influence sur les diverses opérations. Le fait que la fréquence de sortie f_1' de l'oscillateur préalable 21 qui varie lors de la détection de la variation de capacité parasite existe à l'intérieur de cette plage de capture Cr réglée arbitrairement ou non est détecté. Le fait que la variation de capacité électrique ou analogue (capacité parasite) détectée par le capteur 26 atteint une plage donnée dans la plage globale de variation ou non est ainsi détecté.

On décrit maintenant plus en détail les opérations précitées. Une construction d'appareil de détection ana-

logue à celle de la figure 1 peut suffire. La figure 4 est un schéma facilitant la description du principe de détection du fait que la variation de capacité parasite dans le second mode de réalisation atteint une plage donnée. Les symboles de la figure 4 sont les mêmes que ceux de la figure 3. Cependant, la flèche C indique le sens d'agrandissement de la plage de capture et la flèche C' indique le sens de rétrécissement de la plage de verrouillage Lr. En outre, la flèche D indique le sens d'agrandissement de la plage de verrouillage Lr et la flèche D' le sens de rétrécissement de la plage de verrouillage Lr.

Selon l'invention, dans le second mode de réalisation comme représenté sur la figure 4, dans la plage dans laquelle la capacité parasite détectable varie, c'est-à-dire dans la zone spécifiée de l'ensemble de la plage de variation (flèche A') allant de la fréquence de sortie f_1 de l'oscillateur préalable 21 avant changement de la capacité parasite à la fréquence de sortie f_1'' après changement de la capacité parasite détectée pendant la détection de capacité par exemple, la fréquence f_1' de sortie au milieu de la variation, indiquée par la flèche A, est déterminée afin qu'elle corresponde à la plage de verrouillage Lr ayant une largeur suffisante pour comprendre la plage de capture Cr du circuit à boucle à verrouillage de phase 22. Dans les autres zones de variation, cette fréquence est réglée afin qu'elle présente un désaccord.

En outre, la largeur de la plage de capture Cr du circuit à boucle à verrouillage de phase 22 est ajustée antérieurement de manière arbitraire dans cette plage afin qu'elle n'ait aucune influence sur les diverses opérations du circuit à boucle à verrouillage de phase 22, par modification des caractéristiques du filtre de boucle 22c ou par ajustement de niveau à l'aide d'une résistance variable ou par modification des caractéristiques d'oscillation de l'oscillateur commandé en tension 22b. La plage Cr de capture et la plage Lr de verrouillage ont toutes deux des largeurs qui s'étendent uniformément vers les fréquences

élevées et faibles, la fréquence de sortie (f_2) qui est la fréquence propre de l'oscillateur commandé en tension 22b étant centrée. Il est donc possible d'ajuster la largeur de la plage de capture Cr dans le sens de la flèche C ou C' des deux côtés par rapport à la fréquence propre. Par ailleurs, la largeur de la plage de verrouillage Lr est déterminée automatiquement, comme indiqué précédemment, par les caractéristiques du circuit à boucle à verrouillage de phase 22 lors de la détermination de la largeur de la plage de capture Cr. Plus précisément, la plage Lr de verrouillage est ajustée dans le sens D ou D'. La plage de verrouillage Lr est ajustée dans le même sens en synchronisme avec le changement de plage de capture Cr des deux côtés par rapport à la fréquence propre, bien que pas obligatoirement à la même vitesse.

Il faut noter que, dans la zone spécifiée par détermination de la largeur de la plage de capture Cr, un point (point critique) auquel la variation de capacité est détectée initialement est l'emplacement auquel la fréquence de sortie f_1' de l'oscillateur préalable 21 doit se trouver vers l'intérieur de la plage de capture Cr. Un point (point limite) de retour vers la position de repos après la fin de la détection est un emplacement auquel la fréquence de sortie de l'oscillateur préalable 21 est en dehors de la plage de verrouillage Lr. En conséquence, le circuit à boucle à verrouillage de phase 22 est réglé à l'état non verrouillé juste lors de la fin de la détection si bien que la fréquence de sortie f_1 de l'oscillateur préalable 21 avant détection de la capacité est disposée avec certitude en dehors de la plage de verrouillage Lr dans une étape d'initialisation. De plus, lors de l'ajustement de la largeur de la plage de capture Cr par modification des caractéristiques d'oscillation de l'oscillateur commandé en tension 22b et si les caractéristiques d'oscillation ne sont pas modifiées pour le maintien de l'équilibre des deux côtés par rapport à la fréquence propre (f_2), il est impossible d'obtenir une variation linéaire du signal

analogique de sortie A_0. Il faut considérer ce point ainsi que l'initialisation précitée.

Ainsi, la largeur de la plage de capture Cr est ajustée par augmentation ou réduction de cette largeur, si bien qu'il est possible, dans le cas de la détection par exemple d'un changement de niveau, de détecter si le niveau du liquide se trouve dans une plage constante ou non, à condition que la valeur de la capacité C_1 du composant 21b convienne à la capacité de variation dans la plage dans laquelle la fréquence de sortie f_1 de l'oscillateur préalable 21 varie comme indiqué par la flèche A' de la figure 4, de f_1 à f_1', à la suite des fluctuations du niveau du liquide détectées par le capteur 26. Ce résultat détecté est transmis à l'extérieur par le signal analogique A_0 et le signal numérique D_0, et une électrovanne ou analogue est ouverte ou fermée si bien que le niveau du liquide est réglé. Celui-ci peut donc être maintenu constant.

Comme décrit précédemment, dans le second mode de réalisation de l'invention, la largeur de la plage de capture Cr du circuit à boucle à verrouillage de phase 22 est ajustée arbitrairement. Il et possible de détecter si la variation de la capacité électrique ou analogue (capacité parasite) qui est détectée par le capteur 26 est disposée dans une plage préréglée donnée ou non.

[Troisième mode de réalisation]

Le troisième mode de réalisation est destiné à la détection de l'état de variation de la capacité électrique ou analogue par détection du fait que la fréquence de sortie f_1' de l'oscillateur préalable 21, au moment du changement de capacité, varie vers l'extérieur de la plage de verrouillage Lr du circuit à boucle à verrouillage de phase 22 ou non, la fréquence propre (f_2) de l'oscillateur commandé en tension 22b du circuit à boucle à verrouillage de phase représenté sur la figure 1 étant réglée dans la plage de capture Cr par adaptation préalable à la fréquence de sortie f_1 de l'oscillateur préalable 21.

Le troisième mode de réalisation de l'invention

repose sur un principe opposé à celui du premier mode de réalisation. La fréquence de sortie (f_2) qui est la fréquence propre de l'oscillateur commandé en tension 22b du circuit à boucle à verrouillage de phase 22 est réglée à l'intérieur de la plage de capture Cr par adaptation à la fréquence de sortie f_1 de l'oscillateur préalable 21. Dans cette disposition, avant détection de la variation de la capacité parasite, le circuit à boucle à verrouillage de phase de cet appareil de détection est mis à l'état verrouillé. Ensuite, à l'aide du signal de fluctuation de capacité parasite obtenue à partir du capteur 26, la fréquence f_1' de l'oscillateur préalable 21 varie afin qu'elle s'écarte de la largeur de la plage de verrouillage Lr du circuit à boucle à verrouillage de phase 22. La tension v_2 de réglage de la fréquence propre du circuit à boucle à verrouillage de phase 22 qui suit cette action est aussi modifiée. Ainsi, l'amplitude de variation de la capacité parasite est détectée à partir de la différence de tension entre la tension v_2 et la tension de réglage de la fréquence propre lorsque le changement de capacité n'est pas détecté.

Dans le troisième mode de réalisation cependant, l'état initial de l'appareil de détection est tel que la fréquence de sortie f_1' de l'oscillateur préalable 21, lors de la détection de la capacité, s'écarte de la largeur de la plage de verrouillage Lr du circuit à boucle à verrouillage de phase 22. Pour ce réglage, le circuit à boucle à verrouillage de phase 22 qui a été à l'état verrouillé lorsque le changement de capacité n'a pas été détecté, passe à l'état non verrouillé lors de la détection du changement de capacité. La variation de la tension de sortie v_1 du comparateur 22a est ainsi détectée selon que le circuit à boucle à verrouillage de phase 22 est à l'état verrouillé ou non et selon l'existence ou non de la variation de capacité parasite par détection de la tension de sortie v_2 du filtre de boucle 22c, créée en fonction de ce

signal, c'est-à-dire de la tension de réglage de la fréquence propre.

L'appareil de détection du troisième mode de réalisation, qui est analogue à celui de la figure 1, peut aussi convenir. La figure 5 représente le principe selon lequel la variation de capacité parasite peut être détectée dans le troisième mode de réalisation. Sur la figure 5, les symboles sont identiques à ceux de la figure 3. La fréquence de sortie f_1 de l'oscillateur préalable 21 avant détection du changement de capacité parasite et la fréquence de sortie f_1' après détection du changement de capacité parasite ou la fréquence de sortie f_1'' sont réglées selon l'invention dans le troisième mode de réalisation comme indiqué sur la figure 5. Le circuit à boucle à verrouillage de phase 22 est mis à l'état verrouillé par adaptation de la fréquence de sortie (f_2) de l'oscillateur commandé en tension 22b du circuit à boucle à verrouillage de phase 22 à la fréquence de sortie f_1 de l'oscillateur préalable 21 avant détection de la variation de capacité, pour la préparation à la détection de la variation de capacité parasite.

Par exemple, dans cet état, si la fréquence de sortie f_1 de l'oscillateur préalable 21 devient f_1' comme indiqué par la flèche A après détection de la variation de capacité, la fréquence f_1' est placée à l'intérieur de la plage de verrouillage Lr. En conséquence, le circuit à boucle à verrouillage de phase 22 garde l'état verrouillé et oscille en obligeant la fréquence de sortie f_2 de l'oscillateur commandé en tension 22b à suivre la fréquence de sortie f_1' de l'oscillateur préalable 21. A ce moment, une différence de tension par rapport à la tension de réglage de la fréquence propre à l'état initial apparaît dans la tension de réglage v_2 de la fréquence propre. Cependant, ceci correspond linéaire au signal de fluctuation de la capacité électrique ou analogue (capacité parasite) obtenue à l'aide du capteur 26. En conséquence,

l'amplitude de variation de la capacité parasite peut être détectée d'après cette différence de tension.

D'autre part, si la fréquence de sortie de l'oscillateur préalable 21 varie comme l'indique la flèche A' et devient la fréquence de sortie f_1'', cette fréquence f_1'' ne se trouve pas dans la largeur de la plage de verrouillage Lr. En conséquence, le circuit à boucle à verrouillage de phase 22 passe à l'état non bloqué. La fréquence de sortie de l'oscillateur commandé en tension 22b devient (f_2), c'est-à-dire la fréquence propre, si bien qu'un état (0) sans tension de réglage de la fréquence propre est obtenu. 0 l'état non verrouillé, les tensions positive et négative v_1 de sortie du comparateur 22a sont créées pratiquement constamment. De cette manière, une indication du fait que le circuit à boucle à verrouillage de phase est à l'état verrouillé ou non est transmise apparemment par le signal numérique de sortie D_0 du circuit numérique 25 par l'intermédiaire du filtre passe-bas 24 de sortie. Il est donc possible de détecter l'existence ou non de la variation de la capacité parasite par détection du signal de sortie D_0. Dans le mode de réalisation de la figure 5, le circuit à boucle à verrouillage de phase 22 est à l'état verrouillé à l'état initial avant détection de la variation de capacité parasite. Le signal numérique D_0 de l'appareil est toujours nul à ce moment (0 V) contrairement au premier mode de réalisation. En outre, dans cet état initial, la fréquence de sortie (f_2) de l'oscillateur commandé en tension 22b est aussi adaptée à la fréquence de sortie f_1 de l'oscillateur préalable 21 et donne un état (état 0) dans lequel aucune tension de réglage de la fréquence propre pratiquement n'existe. En conséquence, le signal analogique A_0 de sortie indique aussi une tension presque nulle (0 V).

Comme indiqué précédemment, le troisième mode de réalisation permet la détection de l'existence ou non d'une variation d'état du corps détecté. Cette détection comprend des étapes de réglage préalable de la fréquence propre (f_2) du circuit à boucle à verrouillage de phase 22 dans la

plage de capture Cr par adaptation à la fréquence de sortie f_1 de l'oscillateur préalable 21, de mise du circuit à boucle à verrouillage de phase 22 à l'état verrouillé initialement et de détection de la fréquence de sortie f_1' de l'oscillateur préalable 21 qui varie afin qu'elle sorte de la largeur de la plage de verrouillage Lr du circuit à boucle à verrouillage de phase 22, la fréquence de sortie f_1' étant créée lors du changement de capacité électrique ou analogue qui est détectée par le capteur 26.

[Quatrième mode de réalisation]

La partie essentielle du quatrième mode de réalisation porte sur la détermination des sens d'augmentation ou de diminution de la capacité électrique et des amplitudes d'après la variation (amplitudes d'écart) de la tension de réglage de la fréquence propre, au moment du changement de capacité, par préréglage des conditions afin que le circuit à boucle à verrouillage de phase 22 reste constamment à l'état verrouillé, après et avant que la variation de capacité électrique a été provoquée.

Dans ce mode de réalisation aussi, la construction de l'appareil de détection de la figure 1 peut convenir. La figure 6 illustre le principe de détection de la variation de la capacité parasite dans le quatrième mode de réalisation. Les symboles de la figure 6 sont les mêmes que ceux de la figure 3.

La fréquence de sortie f_1 de l'oscillateur préalable 21 avant détection de la variation de la capacité parasite et la fréquence de sortie f_1' de l'oscillateur préalable 21 lorsque la variation de capacité parasite a été détectée sont toutes deux comprises dans la largeur de la plage de capture Cr selon l'invention. Dans une variante, si la fréquence de sortie f dépendant de la détection de la variation de la capacité parasite varie comme l'indiquent les flèches A' et B, l'état initial de l'appareil de détection est préréglé afin que la fréquence de sortie f_1'' de l'oscillateur préalable 21 à ce moment se trouve à l'intérieur de la largeur de la plage de verrouillage Lr.

Avec cette initialisation, le circuit à boucle à verrouillage de phase 22 de l'appareil de détection reste toujours à l'état verrouillé par rapport à la plage de variation permise par la fréquence de sortie f_1 de l'oscillateur préalable 21, c'est-à-dire toute l'étendue de la plage dans laquelle la variation de capacité parasite peut être détectée. La tension de réglage de la fréquence de sortie (f_2) de l'oscillateur commandé en tension 22b, c'est-à-dire la tension v_2, varie d'une manière correspondant à l'amplitude de la variation de la capacité précitée après réception du signal de fluctuation de la capacité parasite qui est obtenue par le capteur 26. En conséquence, un changement linéaire de tension qui lui correspond est transmis comme signal analogique de sortie A_0.

La figure 7 est un graphique représentant la relation entre la plage variable de la tension de sortie du signal analogique A_0 et les fréquences limites supérieure et inférieure de la plage de verrouillage Lr. Les références de la figure 7 sont identiques à celles de la figure 6. Cependant, la fréquence f_3 représente la fréquence limite supérieure de la plage de verrouillage Lr, f_4 représente sa limite inférieure et $+ v_4$, $- v_4'$, $- v_4''$ représentent les tensions des signaux analogiques A_0 qui correspondent aux fréquences respectives de sortie f_1, f_1', f_1'' de l'oscillateur préalable 21 de l'appareil, comme indiqué en référence à la figure 6.

Dans le quatrième mode de réalisation représenté sur la figure 7, si la fréquence f_1 de sortie de l'oscillateur préalable 21 est présente alors que la variation de capacité n'est pas détectée, la tension $+ v_4$ est transmise par le signal A_0. Lorsque la variation de la capacité est détectée et par exemple si la fréquence de sortie f_1 de l'oscillateur préalable 21 passe à la valeur f_1' indiquée par la flèche A, l'action de poursuite est réalisée dans le circuit à boucle à verrouillage de phase 22. En conséquence, la tension de réglage de la fréquence propre de l'oscillateur commandé en tension 22b varie, et la tension

$-v'_4$ est transmise comme signal analogique A_0 comme représenté.

En outre, lors de la détection de la variation de capacité et même si la fréquence f_1 de l'oscillateur préalable 21 prend la valeur f''_1 indiquée par les flèches A' ou B, la fréquence de sortie qui a varié f''_1 est à l'intérieur de la plage de verrouillage Lr du circuit à boucle à verrouillage de phase 22. En conséquence, la tension $-v''_4$ indiquée sur la figure 7 est transmise comme signal analogique A_0 à un état stable.

Ainsi, la variation de capacité est détectée d'après la différence de tension du circuit A_0 créée d'après la tension de réglage de la fréquence propre de l'oscillateur commandé en tension 22b. Par ailleurs, la relation entre sa variation et le signal de sortie est linéaire. Pour cette raison, si la différence entre les tensions de sortie dans toute la plage de variation de capacité a été préalablement mesurée, l'amplitude de la variation elle-même peut être déterminée. Il est aussi possible de détecter simultanément les sens d'augmentation ou de réduction de la capacité parasite et son amplitude. Dans le procédé de transmission des résultats détectés, comme dans le mode de réalisation précédent, un appareil de mesure ou analogue est connecté afin qu'il reçoive le signal analogique de sortie A_0, si bien que l'ensemble de la situation correspondant aux variations d'états du corps détecté peut être affiché visuellement.

Comme dans le cas de la fréquence de sortie f''_1 de l'oscillateur préalable 21 représenté sur la figure 7, lorsque la fréquence f''_1 est à l'intérieur de la plage de verrouillage Lr du circuit à boucle à verrouillage de phase 22 mais en dehors de la plage de capture Cr et, pour une raison quelconque, si l'alimentation utilisée pour la détection disparaît, la capacité du corps détecté est constante indépendamment de la déconnexion de l'alimentation, même en cas du rétablissement ultérieur de l'alimentation. En conséquence, la fréquence de sortie f''_1 de

l'oscillateur préalable 21 est aussi invariablement positionnée, c'est-à-dire à l'extérieur de la plage de capture Cr. Ceci conduit à un défaut de détection continu de la capacité. Dans ce cas, un circuit associé de lancement est nécessaire afin qu'il détermine de manière forcée la fréquence de sortie f_1'' de l'oscillateur préalable 21 à l'intérieur de la plage de capture Cr. L'introduction de ce circuit auxiliaire réduit la simplicité caractéristique du procédé selon l'invention. Dans ce mode de réalisation, les fréquences de sortie f de l'oscillateur préalable 21 dans toute la plage de variation de capacité du corps détecté se trouvent à l'intérieur de la plage de capture Cr dès le stade de l'initialisation. La caractéristique pratique peut donc être conservée par rapport au cas précité.

Comme indiqué précédemment, dans le quatrième mode de réalisation, il est possible de déterminer les sens d'augmentation ou de réduction de la capacité électrique ou analogue et l'amplitude correspondante détectée par le détecteur 26 par détection de l'écart entre la tension de réglage de la fréquence propre du circuit à boucle à verrouillage de phase 22 et la tension observée lors de la détection du changement de capacité électrique.

[Cinquième mode de réalisation]

On décrit un cinquième mode de réalisation qui repose sur certaines relations analogues à celles d'autres modes de réalisation pour la détection de la variation de la capacité électrique ou analogue (capacité parasite, etc.), comme décrit dans un exemple des trois premiers modes de réalisation.

Dans le cinquième mode de réalisation, lorsque le circuit à boucle à verrouillage de phase 22 passe de l'état non verrouillé à l'état verrouillé et inversement, le phénomène d'hystérésis Lh indiqué par le circuit à boucle à verrouillage de phase 22 et existant entre la largeur de la plage de capture Cr et la largeur de la plage de verrouillage Lr est mis en correspondance convenable avec la différence entre les niveaux de détection pendant une

augmentation et une réduction de la capacité électrique ou analogue, la différence étant détectée par le capteur 26. Deux états du corps détecté (capacité parasite) sont ainsi détectés.

L'appareil de détection utilisé pour la mise en oeuvre du cinquième mode de réalisation de l'invention est le même que celui qui est représenté sur la figure 1. La figure 8 est un schéma qui facilite la description du principe de détection de la variation de la capacité parasite dans le cinquième mode de réalisation. Les symboles de la figure 8 sont analogues à ceux de la figure 7. Cependant, f_5 représente la fréquence limite supérieure de la plage de capture Cr, et la flèche E indique le sens de variation de la fréquence. Il faut noter que, sur la figure 8 et par raison de commodité, la plage de verrouillage Lr et la plage de capture Cr sont toutes deux représentées uniquement au voisinage de la fréquence limite supérieure.

Comme l'indique la figure 8, une zone d'hystérésis existe entre la plage de verrouillage Lr et la plage de capture Cr. En conséquence, lorsque la fréquence de sortie f de l'oscillation 21, avant de provoquer une variation de la capacité parasite, passe de f_1 à f_1' lors du changement de la capacité parasite, la fréquence limite supérieure f_5 de la plage de capture Cr devient une fréquence suffisamment critique pour que le circuit à boucle à verrouillage de phase de l'appareil de détection passe de l'état non verrouillé à l'état verrouillé. En outre, lorsque la fréquence de sortie f_1' de l'oscillateur préalable 21, pendant la détection du changement de capacité, revient à la fréquence de sortie f_1 de l'oscillateur préalable 21 avant détection du changement de capacité, la fréquence limite supérieure f_3 de la plage de verrouillage Lr devient une fréquence limite permettant le déplacement du circuit à boucle à verrouillage de phase de l'état verrouillé à l'état non verrouillé. En conséquence, une différence apparaît évidemment sur la tension v_2 de réglage de la fréquence propre de l'oscillateur commandé en tension 22b

entre le moment où la fréquence de sortie f de l'oscillateur préalable 21 change dans le sens de la flèche A et le moment où la même fréquence revient dans le sens de la flèche E. Une différence est aussi créée dans la tension de sortie v_1 du comparateur de déphasage 22a.

Plus précisément, ceci implique qu'une différence existe entre un point critique de détection (point initial de détection) pour lequel la variation de la capacité parasite devient détectable et un point limite de détection (point final de détection) auquel la détection devient impossible. En conséquence, si un changement (bidirectionnel) de la réversibilité augmentation-réduction est créé dans l'état du corps détecté (capacité parasite), ceci apparaît comme une différence de niveaux de détection entre la détection pendant l'augmentation et la détection pendant la réduction. La différence de niveaux de détection est alors induite par le phénomène précité d'hystérésis Lh.

Le cinquième mode de réalisation permet une détection certaine de deux états (deux niveaux) du corps détecté (capacité parasite), par prise en compte du phénomène d'hystérésis.

La figure 9 est un schéma facilitant l'explication de l'état de variation du signal numérique de sortie D_0 du circuit numérique 25, créé finalement par l'intermédiaire du filtre passe-bas 24 de sortie d'après la tension de réglage v_2 de la fréquence propre, utilisé comme élément de détermination de la fréquence de sortie f_2 de l'oscillateur commandé en tension 22b, et la tension de sortie v_1 à la suite de la comparaison entre la fréquence de sortie f_2 et la fréquence de sortie f_1' dans le comparateur de déphasage 22a. Les références de la figure 9 sont analogues à celles de la figure 6. Cependant, v_5 et v_5' représentent des tensions du signal numérique de sortie D_0.

Comme l'indique la figure 9, la fréquence de sortie f_1 de l'oscillateur préalable 21, en l'absence de variation de capacité, passe à la fréquence f_1' lors d'une détection d'une variation de capacité. Ensuite, comme indiqué par la

flèche A, la tension du signal D_0 passe de v_5 à v_5' (0 V). Ce changement est réalisé avec une limite délimitée par la fréquence limite supérieure f_5 de la plage de capture Cr. A ce moment, le circuit à boucle à verrouillage de phase 22 est mis à l'état verrouillé. Ensuite, lorsque la fréquence de sortie f_1' de l'oscillateur préalable 21 qui détecte la variation de capacité revient à la fréquence f_1 en l'absence de variation de capacité comme indiqué par la flèche E, la tension du signal D_0 passe de v_5' à v_5 (tension constante). Cependant, pendant ce retour, un changement de la tension du signal D_0 est provoqué à une limite formée par la fréquence limite supérieure f_3 de la plage de verrouillage Lr. A ce moment, le circuit à boucle à verrouillage de phase 22 passe à l'état non verrouillé. Comme l'indique la figure 9, lorsque la fréquence f de l'oscillateur préalable 21 passe de f_1 à f_1' (ou de f_1' à f_1), la valeur de la fréquence de sortie f présente une caractéristique d'hystérésis.

Le cinquième mode de réalisation de l'invention est destiné à empêcher l'exécution trop fréquente d'une injection et d'une évacuation d'eau, et permet la réalisation des opérations à un état stable. Ceci nécessite la formation des différences entre les opérations de commande d'injection et d'évacuation d'eau et entre les temps de commande d'arrêt des diverses opérations dans le cas du maintien à une valeur constante des deux états du corps détecté, par exemple les niveaux d'un liquide dans un réservoir d'eau. Par ailleurs, dans cet état, le fait que les moments des opérations de commande d'injection et d'évacuation se rapprochent peut être confirmé visuellement par un appareil de mesure ou analogue connecté afin qu'il reçoive le signal analogique A_0. Il faut aussi noter que, lorsque le phénomène d'hystérésis Lh du circuit à boucle à verrouillage de phase 22 correspond à la différence de niveau du corps détecté, les deux états du corps peuvent être détectés plus sûrement que précédemment par réglage convenable de l'état initial de l'appareil de détection

compte tenu du rapport pour lequel la largeur (surface) du phénomène d'hystérésis Lh occupe une partie par rapport à l'ensemble de la zone de variation de capacité avant détection de la variation de capacité et lors de la détection de cette variation.

Comme décrit précédemment, le cinquième mode de réalisation permet la détection des deux états du corps détecté par obtention d'une différence qui correspond à une différence de niveaux de détection pendant l'augmentation et la réduction de la capacité électrique ou analogue qui est détectée par le capteur 26, cette différence étant obtenue entre la valeur d'un point critique de détection qui permet la détection de la variation de la capacité électrique ou analogue et la valeur au point limite de détection qui ne permet pas la détection de la variation de la capacité électrique ou analogue.

[Sixième mode de réalisation]

On décrit maintenant un sixième mode de réalisation. Les cinq premiers modes de réalisation présentent la disposition suivante. Le capteur 26 de détection du changement de capacité parasite qui est au contact ou non du corps détecté est connecté à l'oscillateur préalable 21 qui comporte le module de détermination de la constante de temps. La variation d'état du corps détecté est détectée dans la plage dans laquelle se trouve la variation de la fréquence de sortie f_1', cette fréquence étant déterminée par la constante de temps combinée obtenue par addition de la valeur de la variation de la capacité électrique ou analogue (capacité parasite) détectée par le capteur 26 et de la constante de temps préréglée dans le module de détermination de constante de temps. Ainsi, lorsque la fréquence f_1' de l'oscillateur préalable 21 change par rapport à la fréquence propre (f_2) du circuit à boucle à verrouillage de phase 22, la tension v_2 varie. La variation de capacité parasite est donc détectée par détection de cette tension v_2.

Cependant, dans le sixième mode de réalisation, la variation de la capacité parasite est détectée. Ceci nécessite des étapes de fixation, comme indiqué en référence au principe fondamental de fonctionnement du circuit à boucle à verrouillage de phase, de la fréquence de sortie f de l'oscillateur préalable 21, par transition de la fréquence propre (f_2) du circuit à boucle à verrouillage de phase 22 avec la fluctuation de la capacité parasite obtenue à partir du capteur 26, et par détection de la fluctuation de la tension de réglage v_2 de la fréquence propre du circuit à boucle à verrouillage de phase à ce moment.

La figure 10 est un diagramme synoptique d'un mode de réalisation de la partie principale du module de détection de l'appareil de détection utilisé pour la mise en oeuvre du procédé de détection de la variation de capacité parasite selon le sixième mode de réalisation. Les symboles de cette figure identiques à ceux de la figure 1 désignent des éléments analogues. Comme l'indique la figure 10, le capteur 26 est connecté à un bloc de détermination d'une constante de temps de réserve placé dans l'oscillateur commandé en tension 22b du circuit à boucle à verrouillage de phase 22 et comprenant une résistance R_1 et un condensateur C_1, ce bloc étant utilisé pour la détermination de la fréquence de sortie (f_2) (fréquence propre). Ainsi, une valeur de variation (signal de fluctuation) de la capacité parasite obtenue à partir du capteur 26 est ajoutée par le bloc de détermination de la constante de temps de réserve et donne une constante de temps combinée. La fréquence propre (f_2) présente une transition d'après le signal de fluctuation. Ainsi, l'oscillateur préalable 21 de ce mode de réalisation oscille à une fréquence intrinsèque en fonction de la constante de temps déterminée par le composant RC 21b. La fréquence fixe de sortie f est reçue par le circuit à boucle à verrouillage de phase 22.

Dans le circuit à boucle à verrouillage de phase 22 et comme indiqué précédemment, la plage de capture Cr et la

plage de verrouillage Lr sont déterminées d'après la fréquence de sortie (f_2) de l'oscillateur commandé en tension 22b. Cependant, dans ce mode de réalisation, lors de la détection de la variation de capacité, la fréquence propre elle-même (f_2) varie avec le signal indiquant la fluctuation de capacité parasite qui est obtenue à partir du capteur 26. Simultanément, la plage de capture Cr et la plage de verrouillage Lr présentent une transition correspondante.

Le comparateur de déphasage 22a exécute la comparaison en temps réel des phases à la fréquence intrinsèque f de l'oscillateur préalable 21 et à la fréquence de sortie (f_2) de l'oscillateur commandé en tension 22b, et diverses opérations sont alors exécutées par le circuit à boucle à verrouillage de phase 22. Lorsque la plage de capture Cr se déplace vers le haut à un état dans lequel la fréquence f de l'oscillateur préalable 21 peut être incorporée, le circuit à boucle à verrouillage de phase 22 passe à l'état verrouillé.

On décrit maintenant les diverses opérations en référence à la figure 11. Celle-ci est un schéma qui facilite la description du principe de détection de la variation de capacité parasite dans le sixième mode de réalisation. Les références de la figure 11 qui sont identiques à celles de la figure 3 représentent des éléments analogues. Cependant, la flèche F indique le sens de déplacement de la plage de capture Cr et de la plage de verrouillage Lr ensemble lors de la transition de la fréquence de sortie (f_2) de l'oscillateur commandé en tension 22b. Le bloc entouré par le trait interrompu G indique l'état de distribution des fréquences lors de la détection de la variation de capacité.

Comme l'indique la figure 11, la plage de capture Cr et la plage de verrouillage Lr existent en fonction de la fréquence propre (f_2) de l'oscillateur commandé en tension 22b du circuit à boucle à verrouillage de phase 22. Si aucune variation de fréquence n'est détectée, le réglage

est réalisé afin que la fréquence intrinsèque f de l'oscillateur préalable 21 n'existe pas dans la plage de verrouillage Lr. Si la variation de capacité est détectée, la fréquence (f_2) de l'oscillateur commandé en tension 22b et la fréquence intrinsèque f de l'oscillateur préalable 21 sont initialisées afin que cette fréquence f se trouve à l'intérieur de la plage de capture Cr et maintenue à l'intérieur. Un état est préparé par détection de la variation de la capacité électrique ou analogue (capacité parasite, etc.). Ensuite, le circuit à boucle à verrouillage de phase 22 est mis à l'état non verrouillé. Dans l'appareil ayant cet état initial, le circuit à boucle à verrouillage de phase 22 est à l'état non verrouillé. En conséquence, une tension 1 (constante) est transmise comme signal numérique D_0 alors qu'une tension 0 (0 V) est transmise par le signal analogique A_0.

Lorsque la variation de capacité est détectée, après l'influence de celle-ci comme indiqué par la flèche F, la fréquence propre (f_2) de l'oscillateur commandé en tension 22b, la plage de capture Cr et la plage de verrouillage Lr présentent une transition simultanément. La fréquence intrinsèque f de l'oscillateur préalable 21 passe à l'intérieur de la plage de capture Cr à laquelle elle est incorporée et qui a varié comme indiqué par le trait interrompu G. Ensuite, le circuit à boucle à verrouillage de phase est mis à l'état verrouillé et l'action de poursuite de la fréquence intrinsèque f de l'oscillateur préalable 21 commence.

Les diverses opérations du circuit à boucle à verrouillage de phase 22 à l'état verrouillé sont très semblables à celles qu'on a décrites pour les modes de réalisation précédent. A l'intérieur du circuit à boucle à verrouillage de phase 22, la fréquence (f_2) de l'oscillateur commandé en tension 22b varie avec le signal de fluctuation de la capacité parasite obtenue à partir du capteur 26. Cependant, le comparateur 22a de déphasage effectue la comparaison en temps réel entre la phase de la

fréquence propre après transition et celle de la fréquence intrinsèque de l'oscillateur préalable 21. La tension de sortie v_1 est ainsi créée dans le comparateur 22a. Cette tension est intégrée dans le filtre de boucle 22c et donne une tension de sortie v_2 (tension de réglage de la fréquence propre). La fréquence de sortie f_2, à l'état où la fréquence propre varie dans la plage de puissance variable de l'oscillateur commandé en tension 22b, est ainsi modifiée dans le sens qui la rend égale à la fréquence intrinsèque fixée précédemment f de l'oscillateur préalable 21. La fréquence f_2 ainsi modifiée de l'oscillateur commandé en tension 22b devient identique à la fréquence intrinsèque f de l'oscillateur préalable 21, et la différence de phase devient égale à 90°. A ce moment, l'amplitude du déplacement de la fréquence f_2 (égale à la fréquence f de l'oscillateur préalable 21) de l'oscillateur commandé en tension 22b par rapport à la fréquence de sortie (f_2) au début de la détection de la capacité apparaît comme étant la tension de réglage v_2 de la fréquence propre. Il est donc possible de détecter la variation de capacité parasite.

Une tension positive ou négative est transmise linéairement par le signal analogique A_0 de l'amplificateur 23 afin que la tension de réglage de fréquence propre soit amplifiée et corresponde à la fluctuation de la capacité parasite obtenue avec le capteur 26. En outre, un signal 0 (0 V) est transmis comme signal numérique D_0 à ce moment à cause de l'état verrouillé.

Comme l'indique le sixième mode de réalisation, la précision de détection peut être accrue par utilisation du procédé de fixation de la fréquence f de l'oscillateur préalable 21, par rapport aux cinq premiers modes de réalisation précédents. Par exemple, lors de l'utilisation d'un cristal piézoélectrique ou analogue comme composant, c'est-à-dire comme oscillateur préalable 21, la précision de la fréquence de sortie f peut être accrue de manière considérable. Il est donc possible de détecter le signal de

fluctuation de la capacité électrique (capacité parasite) avec une précision élevée à l'état verrouillé du circuit à boucle à verrouillage de phase 22, le signal de fluctuation étant obtenu à partir du capteur 26. En outre, comme l'indique les cinq premiers modes de réalisation, le fonctionnement peut être réalisé de la même manière, par exemple dans le cas du maintien d'un niveau de liquide à une valeur constante.

Il faut noter que, dans les cinq premiers modes de réalisation, l'appareil de détection est construit par détermination préalable des caractéristiques respectives du filtre de boucle 22c et de l'oscillateur commandé en tension 22b à l'état initial. Dans le sixième mode de réalisation cependant, la fréquence propre de l'oscillateur commandé en tension 22b présente une transition sous l'influence de la variation de capacité. La caractéristique du filtre de boucle 22c et la caractéristique d'oscillation donnée par l'oscillateur commandé en tension 22b restent invariables, comme à l'état initialisé. En outre, le réglage est obligatoirement réalisé de manière que la fréquence propre elle-même de l'oscillateur commandé en tension 22b puisse présenter une transition sans perturbation des diverses opérations du circuit à boucle à verrouillage de phase 22 dans toute la plage de variation de capacité du corps détecté (variation d'état). Par exemple, une plage de valeurs de la fréquence propre qui peut varier avec la détection de variation de la capacité est déterminée dans une plage s'écartant de 10 % de la valeur de la fréquence propre à l'état initial (avant transition). En outre, le sixième mode de réalisation convient au cas dans lequel le circuit à boucle à verrouillage de phase 22 passe de l'état non verrouillé à l'état verrouillé et détecte ainsi la variation d'état du corps détecté. Cependant, le sixième mode de réalisation peut convenir même au cas dans lequel la détection est réalisée par préréglage du circuit à boucle à verrouillage de phase 22 à l'état verrouillé par rapport à la fréquence intrinsèque f de l'oscillateur

préalable 21 lors de l'initialisation, comme dans le troisième mode de réalisation. Ce résultat est obtenu, comme indiqué précédemment, d'après la relation existant entre la fréquence d'entrée reçue par le circuit à boucle à verrouillage de phase 22 et la fréquence propre de l'oscillateur commandé en tension 22b.

Comme indiqué précédemment, dans le sixième mode de réalisation, le capteur 26 qui détecte la variation de la capacité parasite au contact ou non du corps détecté est connecté à l'oscillateur commandé en tension 22b qui comporte le module de détermination d'une constante de temps du circuit à boucle à verrouillage de phase 22. L'oscillateur préalable 21 connecté au circuit à boucle à verrouillage de phase 22 est tel que la fréquence fixe de sortie f est réglée si bien que l'appareil de détection est ainsi construit. La fréquence propre (f_2) du circuit à boucle à verrouillage de phase 22 et la largeur de la plage de capture Vr sont donc initialisées si bien que la plage de capture Cr peut comprendre la fréquence de sortie f de l'oscillateur préalable 21 lors de la détection de la variation de capacité parasite, la plage de capture étant déterminée d'après la fréquence propre initiale (f_2) de l'oscillateur commandé en tension 22b qui est déterminée par la constante de temps combinée obtenue par addition de la valeur de variation de la capacité électrique ou analogue (capacité parasite, etc.) détectée par le capteur 26 et de la constante de temps préréglée par le module de détermination de constante de temps de l'oscillateur commandé en tension 22b, ou, dans une variante, de manière qu'un écart par rapport à la fréquence f de l'oscillateur préalable 21 puisse être obtenu. La variation de la tension de réglage de la fréquence propre à l'état verrouillé du circuit à boucle à verrouillage de phase 22 est ainsi détectée, la variation étant due au changement de capacité électrique ou analogue (capacité parasite) détectée par le capteur 26. La variation d'état du corps détecté est alors détectée.

Il faut noter que le mode de réalisation décrit précédemment est tel que le module de détermination de la constante de temps est de type RC (condensateur et résistance). La constante de temps est aussi cependant déterminée par un circuit LRC (L étant une self), et ce module n'est pas obligatoirement composé uniquement de composants RC. En outre, à propos de la variation du corps détecté, non seulement la composante capacitive mais aussi la composante résistive varie de manière équivalente. Cependant, une variation importante de fréquence, en d'autres termes, la composante de variation détectable, est essentiellement tirée du changement de capacité C. En conséquence, la détection de la variation de capacité est plus commode en pratique.

En outre, chacun des modes de réalisation décrits précédemment correspond à l'utilisation du circuit à boucle à verrouillage de phase 22 d'un type tel que la tension de réglage v_2 de la fréquence propre disparaît lorsque la fréquence d'entrée f transmise au comparateur 22a depuis l'extérieur n'est pas incorporée (à l'état non verrouillé) dans la plage de capture Cr ou la plage de verrouillage Lr du circuit à boucle à verrouillage de phase 22, par rapport à la tension de réglage v_2 de la fréquence propre du circuit à boucle à verrouillage de phase 22. Cependant, il existe un circuit à boucle à verrouillage de phase d'un type qui transmet constamment une tension ayant une valeur minimale ou maximale (ou inverse) dans la plage variable de la tension v_2 de réglage de la fréquence propre qui correspond à la plage de variation de la fréquence de sortie f_2 indépendamment du fait que le circuit à boucle à verrouillage de phase 22 est à l'état verrouillé, selon que la fréquence d'entrée f est dans la partie supérieure ou dans la partie inférieure de la plage variable de la fréquence de sortie f_2 du circuit à boucle à verrouillage de phase 22, même lorsque la fréquence d'entrée f n'est pas comprise dans la plage de capture Cr ni dans la plage de verrouillage Lr du circuit à boucle à verrouillage de phase 22, en

fonction de la différence existant entre la caractéristique du filtre de boucle 22c et la caractéristique d'oscillation de l'oscillateur commandé en tension 22b et des différences de types et de caractéristiques du comparateur de déphasage 22a qui est utilisé.

Selon l'invention, si ce type de circuit à boucle à verrouillage de phase est utilisé, il peut arriver que la valeur du résultat détecté de la capacité parasite diffère du contenu décrit dans le mode de réalisation précédent. En conséquence, de manière correspondante, lors du réglage de l'état initial, les états initiaux du comparateur de déphasage, du filtre de boucle et de l'oscillateur précités sont déterminés compte tenu de leurs diverses caractéristiques. Dans une variante, la valeur du résultat détecté est modifiée (décalée) puis lue. Il est ainsi possible d'obtenir un résultat équivalent au contenu décrit pour les modes de réalisation précédents. Ainsi, différents types de circuits à boucle à verrouillage de phase multiples peuvent être utilisés pour la détection de la variation de capacité parasite à l'aide du circuit à boucle à verrouillage de phase selon l'invention.

Les excellents avantages suivants sont obtenus grâce à la mise en oeuvre de l'invention. Même lors de la détection d'une fluctuation infinitésimale de la capacité parasite, l'utilisation d'un oscillateur ayant une faible fréquence de l'ordre de quelques kilohertz à quelques dizaines de kilohertz n'est pas un problème compte tenu de l'utilisation du circuit à boucle à verrouillage de phase. La plage dans laquelle la capacité parasite est détectable est suffisamment élargie, et, en outre, le défaut de fonctionnement est remarquablement réduit. De plus, la détection de la variation de capacité parasite peut être réalisée de manière stable avec une influence extrêmement réduite du milieu ambiant et notamment des ondes électroniques superflues. En outre, l'appareil de détection utilisé pour la mise en oeuvre de l'invention peut être miniaturisé et facilement réalisé afin qu'il possède des

performances stables compte tenu des techniques actuelles de fabrication des circuits intégrés. La souplesse est en outre élevée grâce à la large plage de détection et parce qu'il permet le remplacement d'un appareil classique. En conséquence, les coûts d'installation du dispositif de détection de capacité parasite peuvent être réduits. De plus, le capteur utilisé dans le procédé de l'invention a un effet secondaire car la configuration et la forme de l'ensemble capteur ne sont pas déterminées dans la mesure où le capteur peut capturer la variation de capacité parasite et la transmet électriquement. La présente invention est donc extrêmement utile pour la détection de la variation de la capacité parasite.

Bien entendu, diverses modifications peuvent être apportées par l'homme de l'art aux procédés de détection qui viennent d'être décrits uniquement à titre d'exemples non limitatifs sans sortir du cadre de l'invention.

REVENDICATIONS

1. Procédé de détection d'une variation de capacité parasite par utilisation d'un circuit à boucle à verrouillage de phase, caractérisé en ce qu'il comprend les étapes suivantes :

le réglage respectif d'une fréquence propre (f_2) et d'une plage de capture (Cr) d'un circuit à boucle à verrouillage de phase (22) afin qu'une plage dans laquelle une fréquence de sortie (f_1) d'un oscillateur préalable (21) change se trouve à l'intérieur de la plage de capture du circuit à boucle à verrouillage de phase, la fréquence de sortie étant déterminée par une constante de temps combinée obtenue par addition d'une valeur de variation d'une capacité électrique ou analogue qui est détectée par un capteur (26) et d'une constante de temps de réserve préréglée dans un module de détermination d'une constante de temps lors de la détection de la capacité parasite par utilisation du capteur pour la détection de la variation de la capacité parasite au contact d'un corps à détecter ou sans contact avec ce corps, et un dispositif de détection de capacité comprenant l'oscillateur préalable (21) ayant le module (21b) de détermination de constante de temps qui est connecté au capteur et le circuit à boucle à verrouillage de phase (22) qui est connecté à l'oscillateur préalable,

la détection d'un changement d'une tension (v_2) de réglage de fréquence propre à l'état verrouillé du circuit à boucle à verrouillage de phase (22), le changement étant provoqué par la variation de capacité électrique ou analogue qui est détectée par le capteur, et

la détection d'une variation d'état du corps détecté.

2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il comprend en outre la détection du fait que la variation de la capacité électrique ou analogue qui est détectée par le capteur (26) est provoquée dans une zone particulière de l'ensemble de la plage de variation par

ajustement arbitraire d'une largeur de la plage de capture (Cr) du circuit à boucle à verrouillage de phase (22), et la détection de l'état de variation produit dans le corps détecté.

3. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il comporte en outre le réglage préalable du circuit à boucle à verrouillage de phase (22) à l'état verrouillé par ajustement de sa fréquence propre sur une fréquence de sortie de l'oscillateur préalable (21), la détection d'un changement de fréquence de sortie de l'oscillateur préalable, le changement étant produit avec la variation de la capacité électrique ou analogue qui est détectée par le capteur, en une variation dirigée vers l'extérieur de la plage de verrouillage (Lr) du circuit à boucle à verrouillage de phase (22), et la détection de la variation d'état du corps détecté.

4. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il comprend la détection de l'amplitude de déviation entre une valeur de la tension (v_2) de réglage de fréquence astable du circuit à boucle à verrouillage de phase (22) lors de la détection d'aucune variation de capacité électrique ou analogue et une valeur obtenue lorsque la variation de la capacité électrique ou analogue est provoquée, et la détermination du sens d'augmentation ou de réduction de la variation de capacité électrique ou analogue qui est détectée par le capteur (26) ainsi que des amplitudes d'augmentation et de réduction.

5. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il comporte en outre la détermination d'une différence correspondant à une différence de niveau de détection pendant l'augmentation et la réduction de la capacité électrique ou analogue qui est détectée par le capteur, cette différence étant réalisée entre une valeur de la tension (v_2) de réglage de la fréquence astable du circuit à boucle à verrouillage de phase (22) à un point critique auquel la variation de capacité électrique ou analogue est détectable et une valeur à un point limite auquel la

détection de capacité électrique ou analogue n'est pas détectable, la différence étant induite par un phénomène d'hystérésis (Lh) existant entre la plage de capture (Cr) et la plage de verrouillage (Lr) du circuit à boucle à verrouillage de phase (22), et la détection des deux états du corps détecté.

6. Procédé de détection d'une variation de capacité parasite à l'aide d'un circuit à boucle à verrouillage de phase, caractérisé en ce qu'il comprend les étapes suivantes :

la disposition d'un capteur (26) destiné à détecter une variation de la capacité parasite au contact d'un corps à détecter ou sans contact avec ce corps, un circuit à boucle à verrouillage de phase (22) ayant un module de détermination de constante de temps qui est connecté au capteur et un oscillateur préalable (21) qui est connecté au circuit à boucle à verrouillage de phase et qui a une fréquence intrinsèque de sortie,

le réglage respectif d'une fréquence propre et d'une plage de capture (Cr) du circuit à boucle à verrouillage de phase (22) afin que la plage de capture soit mise à un état tel qu'elle contient la fréquence intrinsèque de sortie de l'oscillateur préalable (21) avec une variation de capacité électrique ou analogue qui est détectée par le capteur ou dans un état de dégagement de la fréquence intrinsèque de sortie de l'oscillateur préalable, la plage de capture (Cr) étant déterminée d'après une fréquence propre d'un oscillateur commandé en tension qui est déterminée par une constante de temps combinée obtenue par addition d'une valeur de variation de la capacité électrique ou analogue qui est détectée par le capteur et d'une constante de temps de réserve qui est préréglée dans le module de détermination de constante de temps,

la détection de la variation de la tension (v_2) de réglage de la fréquence propre à l'état verrouillé du circuit à boucle à verrouillage de phase (22), la variation

étant provoquée par le changement de capacité électrique ou analogue qui est détectée par le capteur (26), et

la détection d'une variation d'état du corps détecté.

FIG. 1

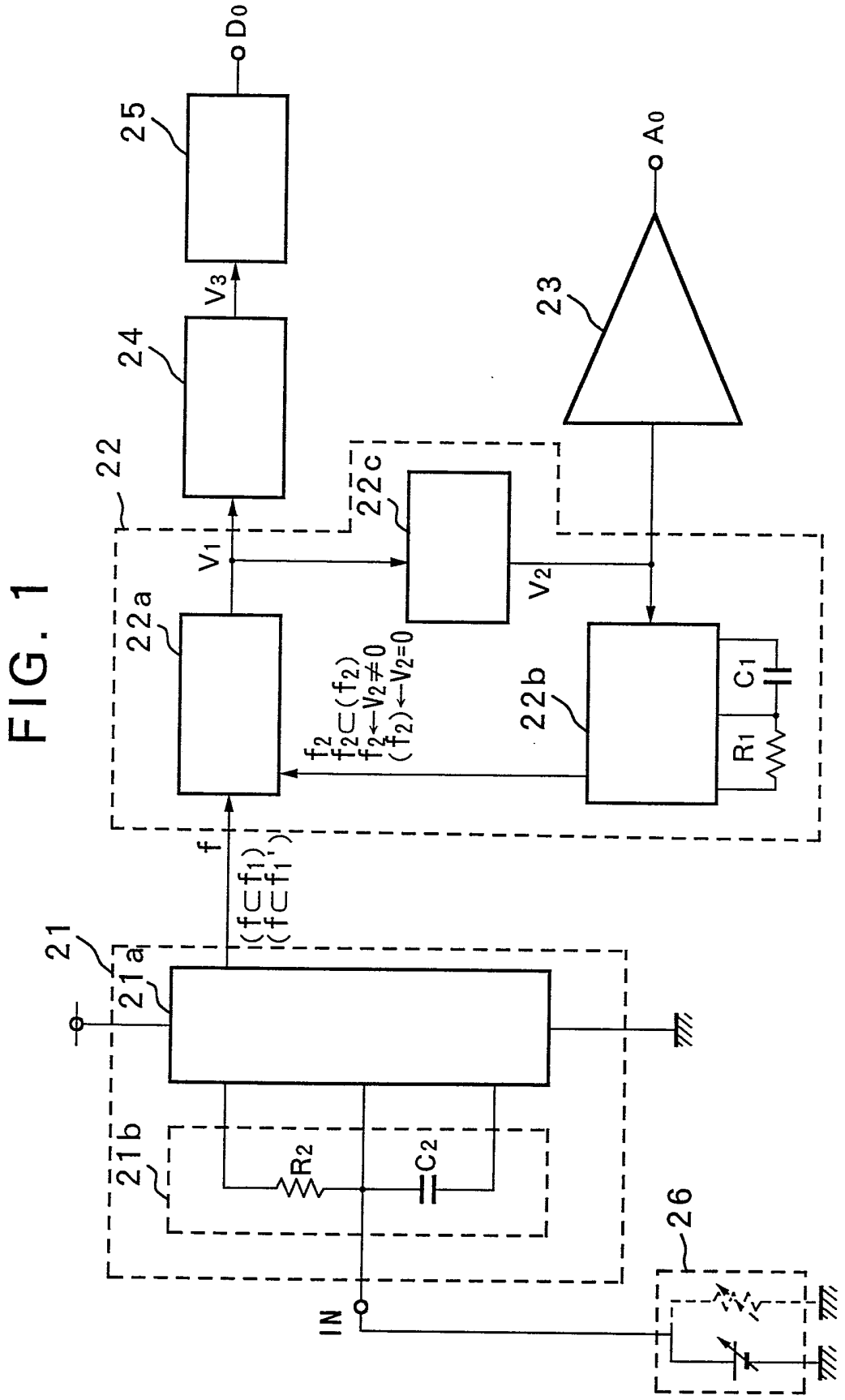

D0
25
V3
24
A0
23
22
22c
V1
V2
22a
22b
C1
R1
f2
f2⊂(f2)
f2←V2≠0
(f2)←V2=0
f
(f⊂f1)
(f⊂f1')
21
21a
21b
R2
C2
26
IN

FIG. 2

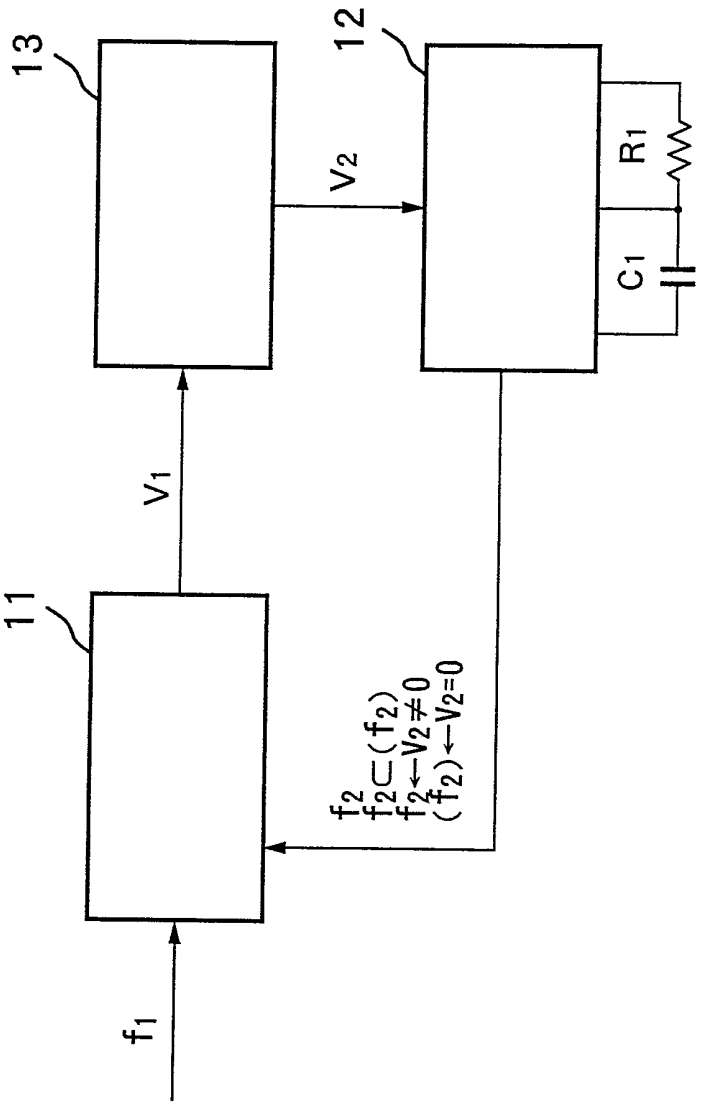


FIG. 3

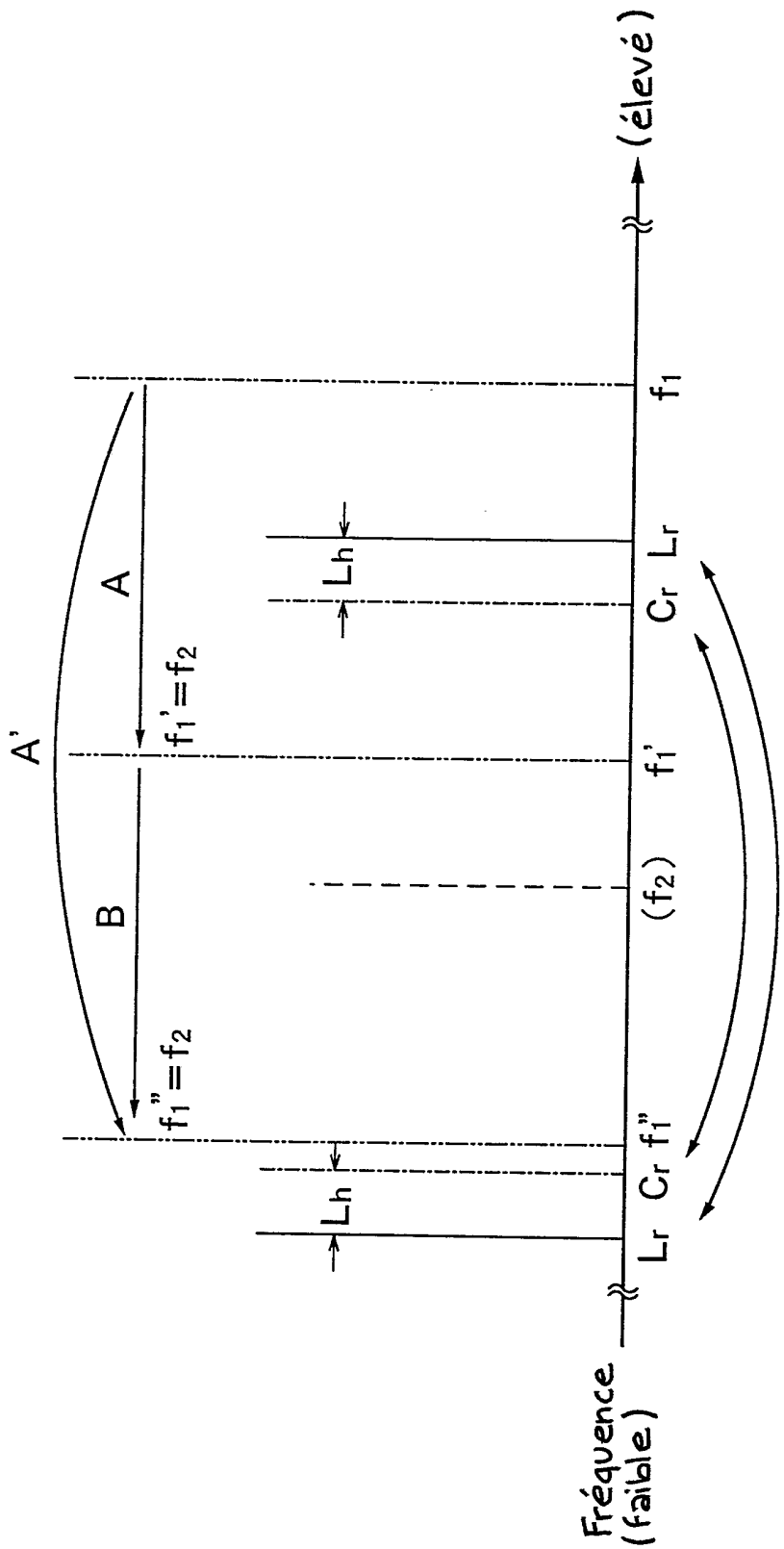

(élevé)
f1
Lh
Cr Lr
A
A'
f1'=f2
f1'
(f2)
B
f1"=f2
f1"
Cr
Lh
Lr
Fréquence
(faible)

FIG. 4

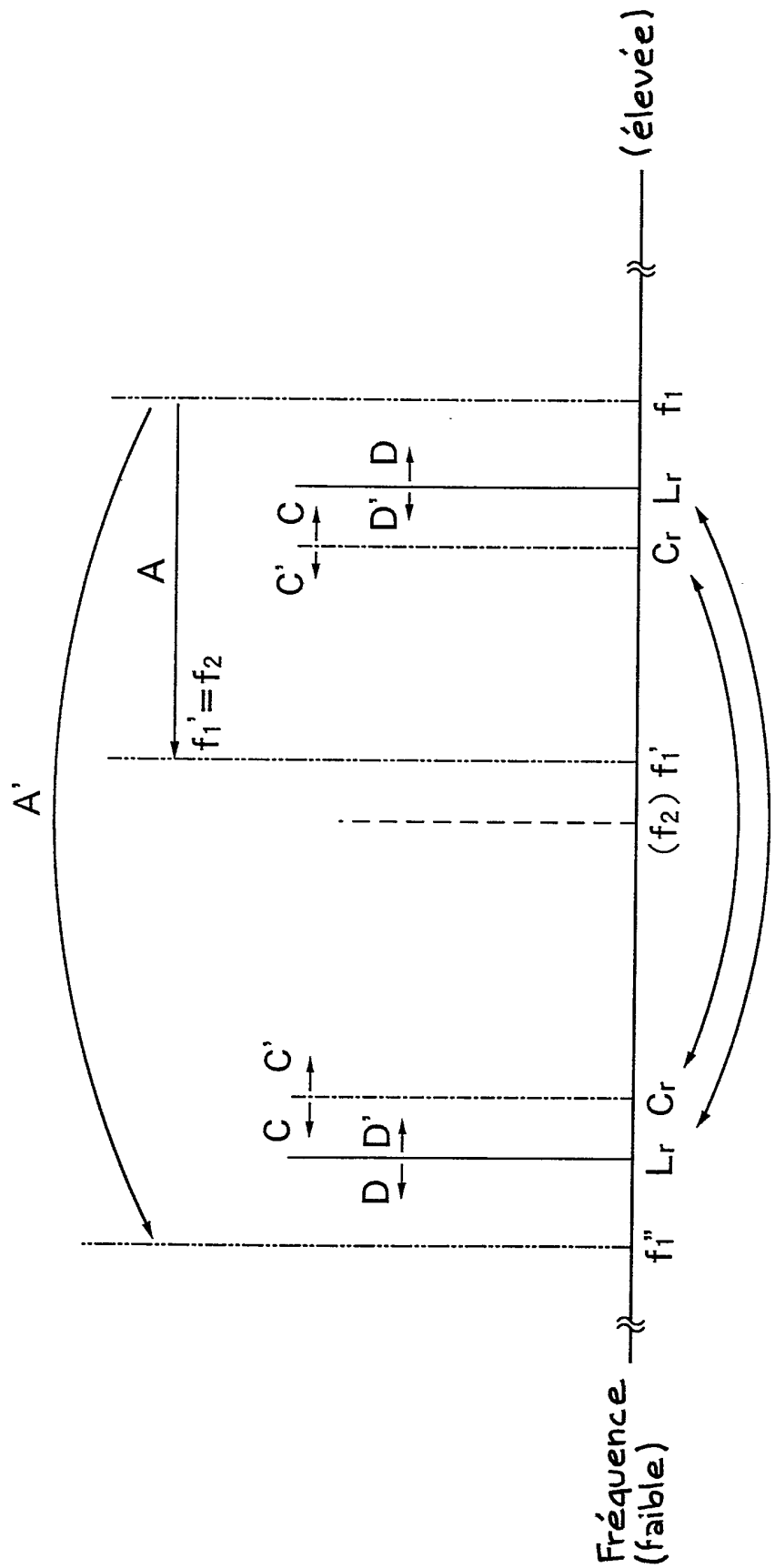

Fréquence (faible)
(élevée)
f1''
Lr Cr
C C'
D' D
f1'=f2
A
A'
(f2) f1'
Cr Lr
C' C
D D'
f1

FIG. 5

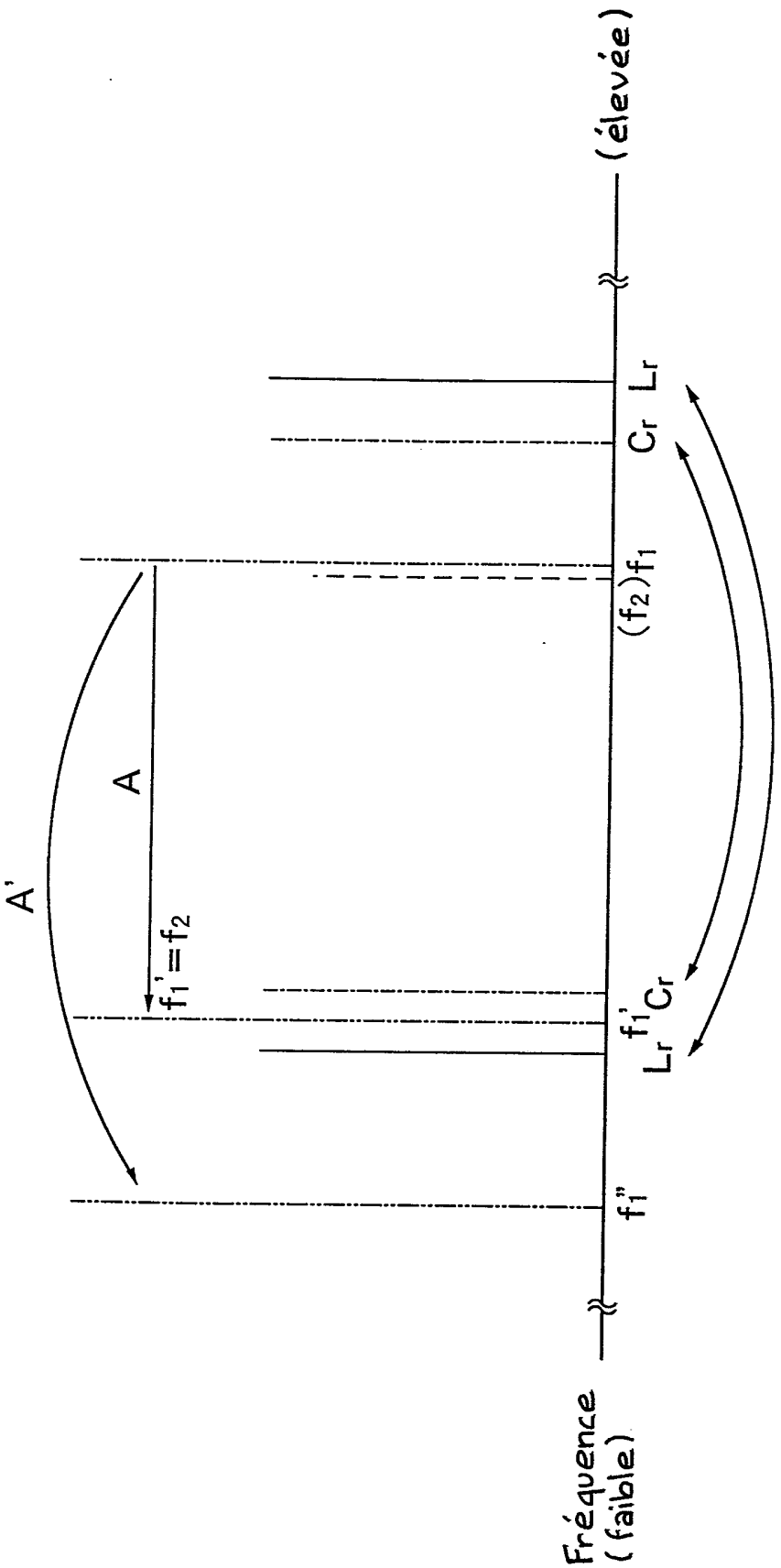


FIG. 6

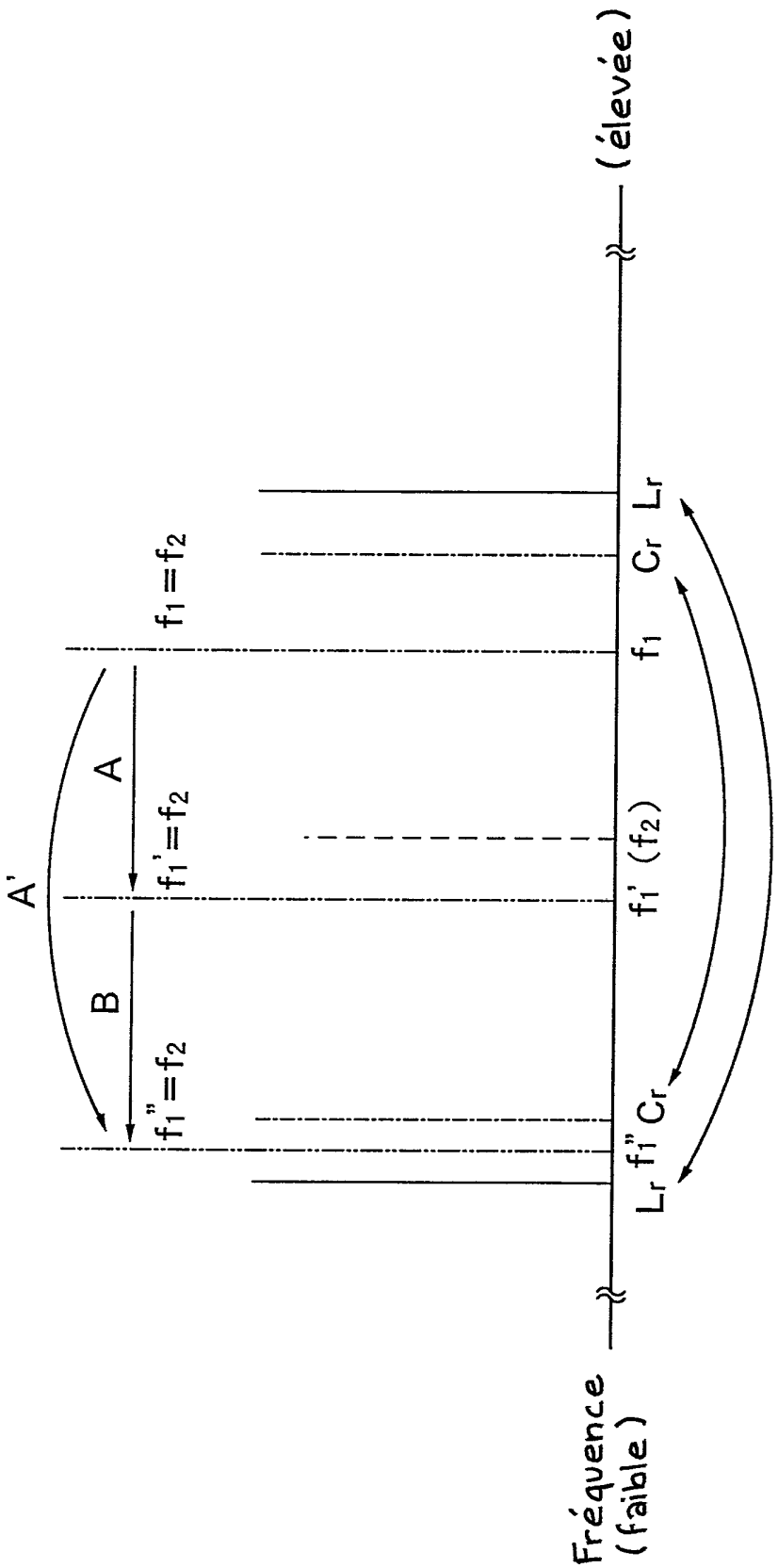

Fréquence (faible)
(élevée)
A'
A
B
$f_1 = f_2$
$f_1' = f_2$
$f_1'' = f_2$
f_1 C_r L_r
f_1' (f_2)
L_r f_1'' C_r

FIG. 7

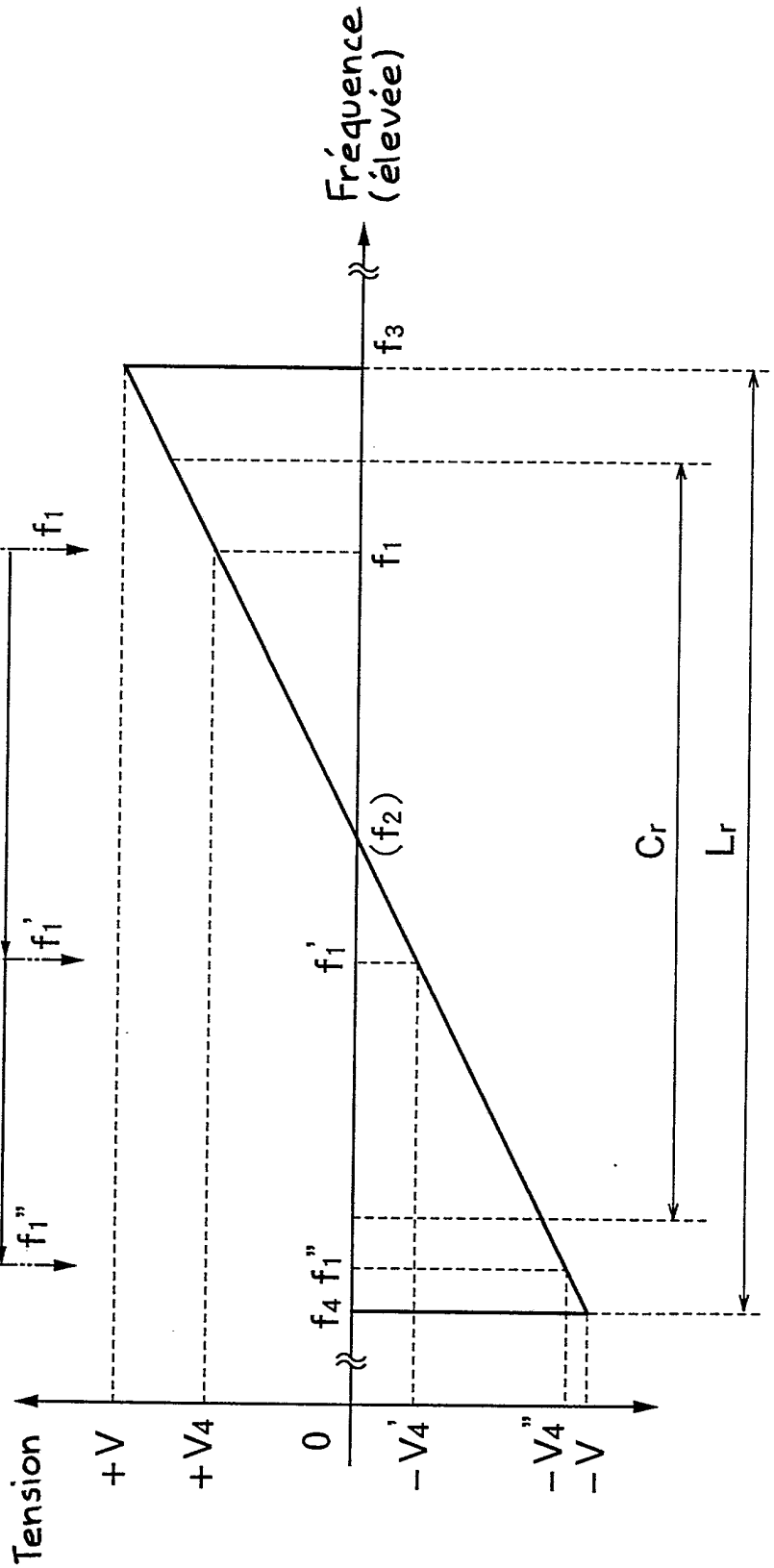

Fréquence (élevée)
f3
f1
(f2)
f1'
f4 f1"
Cr
Lr
A'
A
B
f1
f1'
f1"
Tension
+V
+V4
0
-V4'
-V4"
-V

FIG. 8

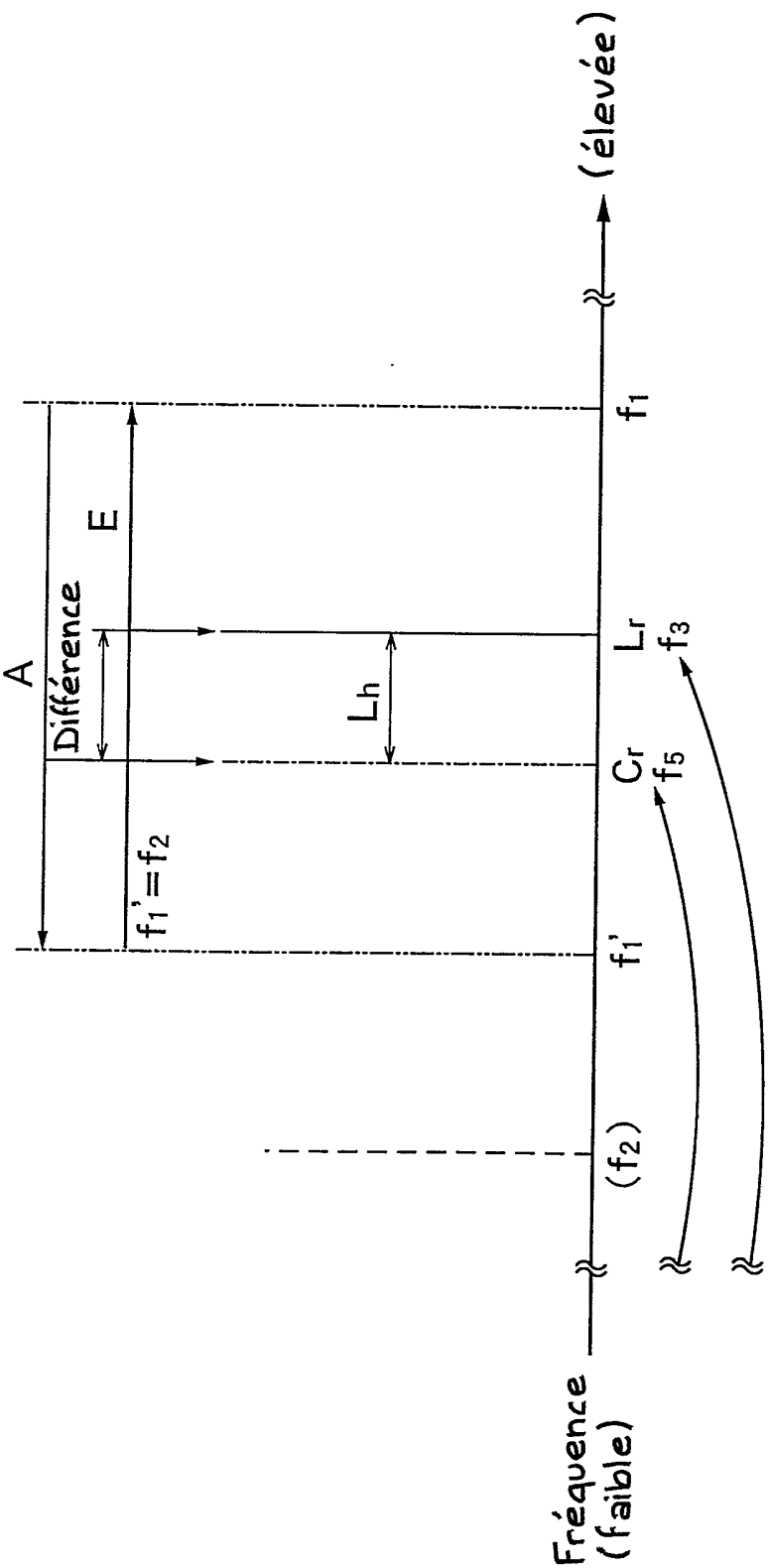
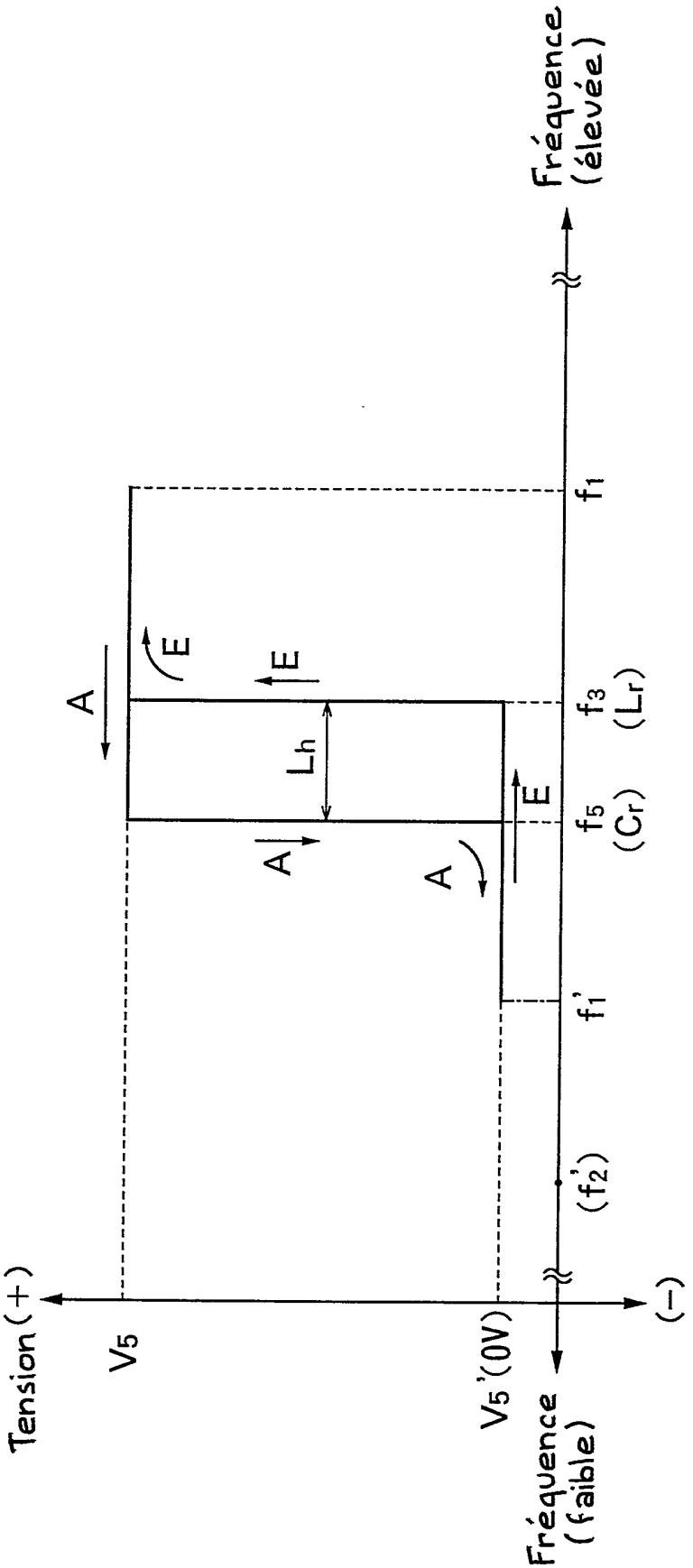

Fréquence (faible)
(élevée)
A
Différence
E
$f_1' = f_2$
L_h
f_1
L_r
f_3
C_r
f_5
f_1'
(f_2)

FIG. 9


Fréquence (élevée)
f1
A
E
E
Lh
f3 (Lr)
f5 (Cr)
A
A
E
f1'
(f2')
Tension (+)
V5
V5'(0V)
(−)
Fréquence (faible)

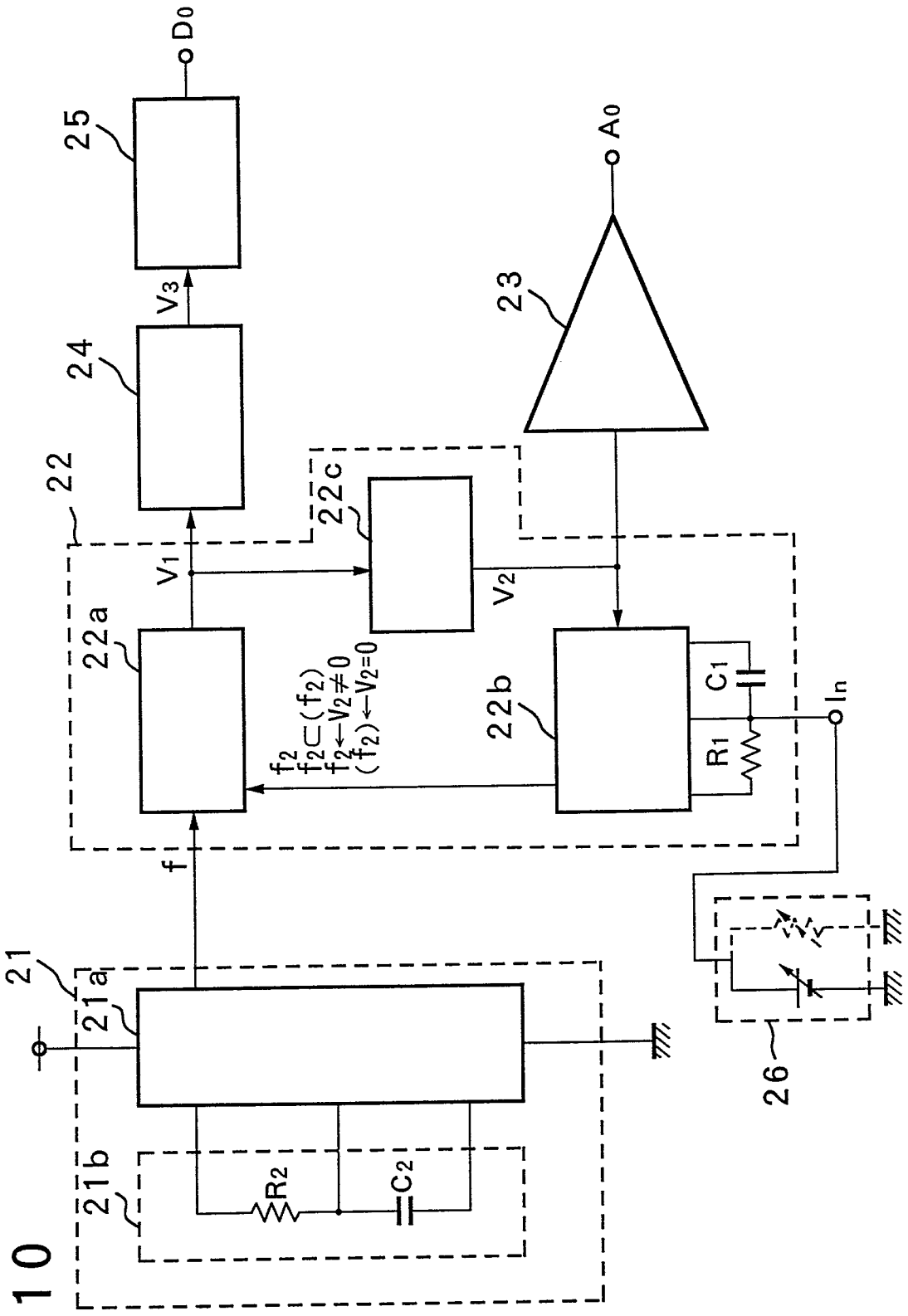

D0
25
V3
24
22
A0
23
22c
V1
V2
22a
22b
C1
In
R1
f2
f2⊂(f2)
f2←V2≠0
(f2)←V2=0
f
21
21a
21b
R2
C2
26

FIG. 10

FIG.11

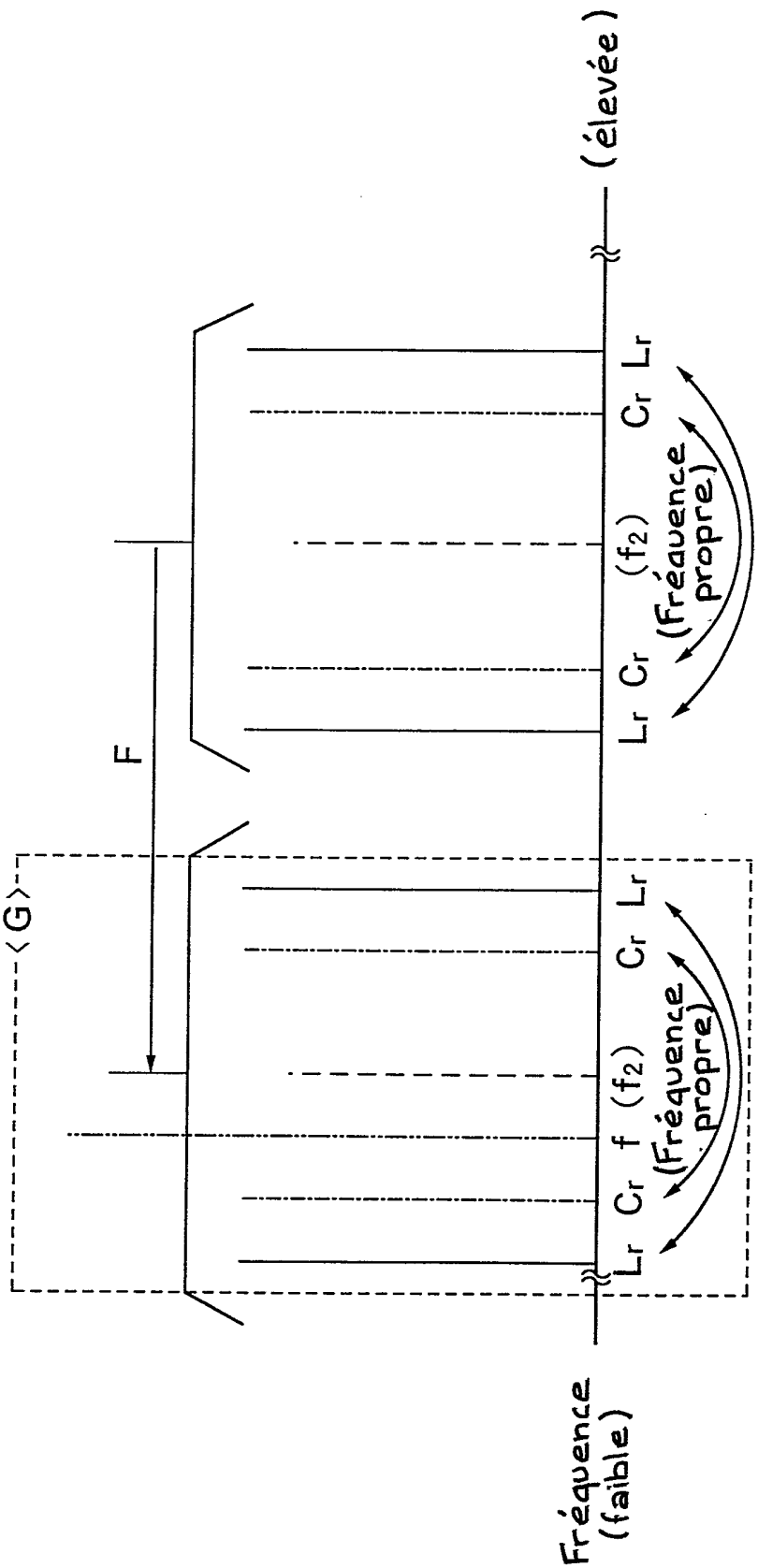

(élevée)
Fréquence (faible)
F
<G>
Lr Cr Lr
Cr (f2) (Fréquence propre)
Lr Cr Lr
Cr f (f2) (Fréquence propre)
Lr Cr Lr

FIG.12

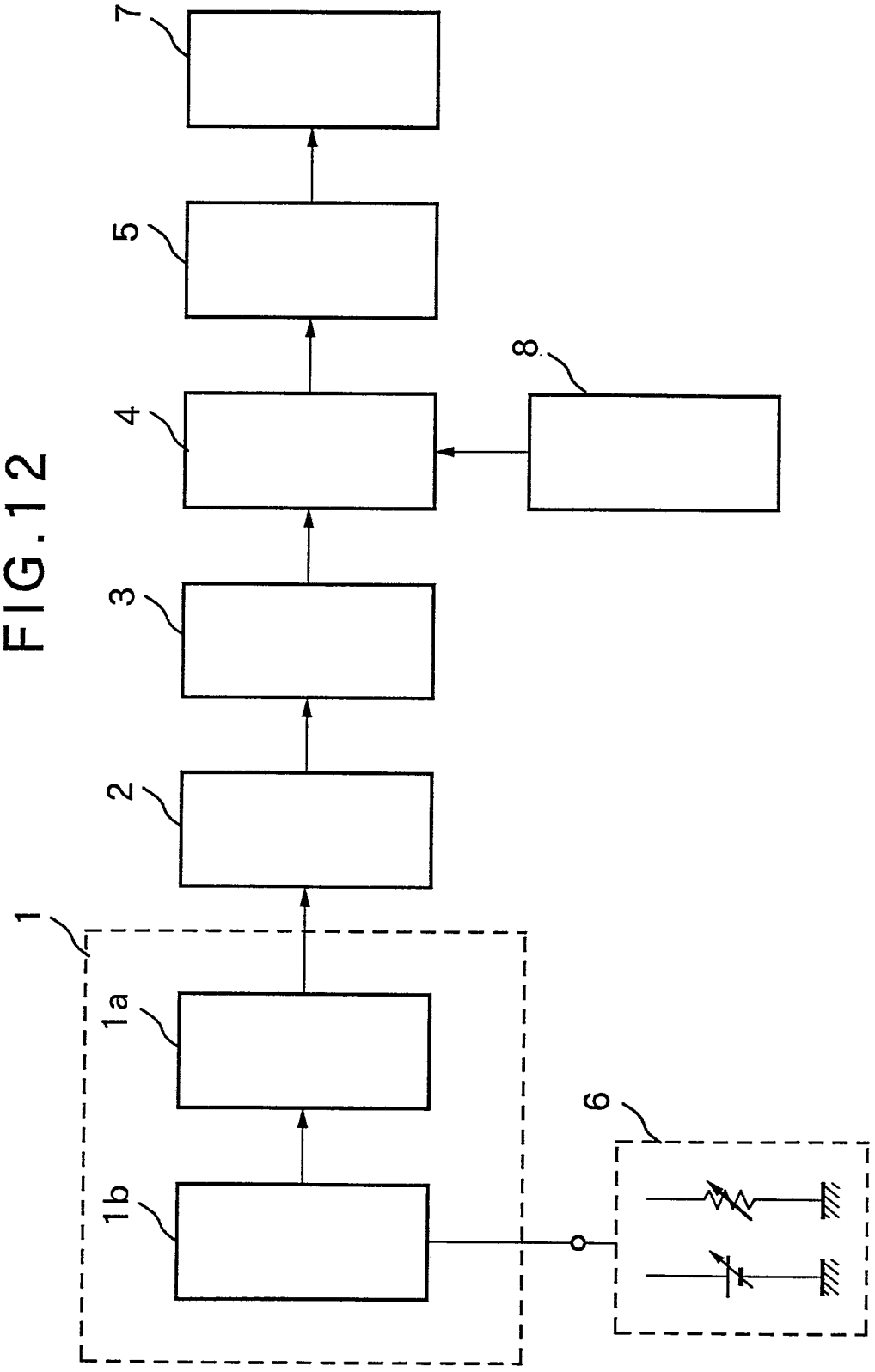


FIG.13

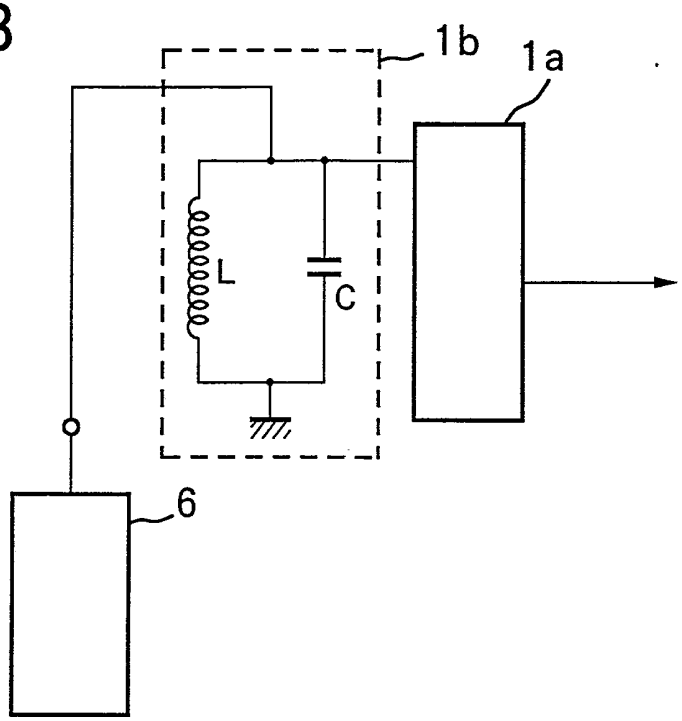
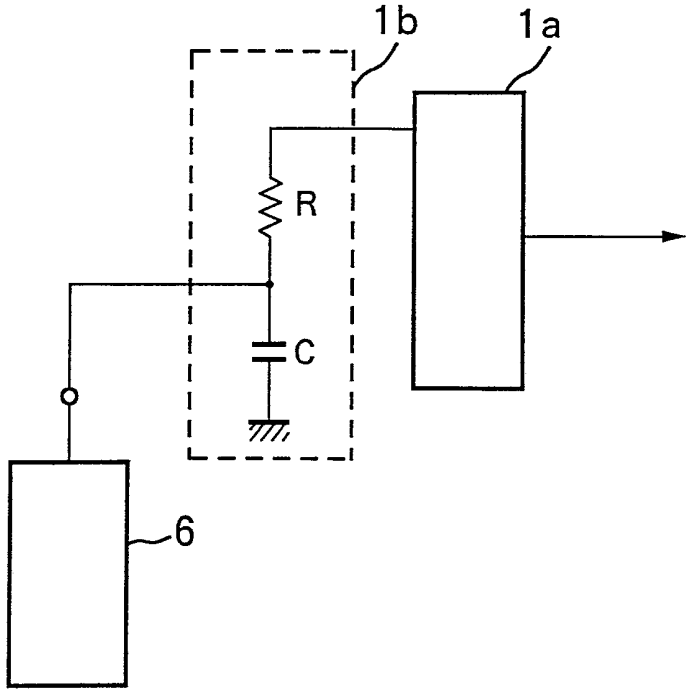


FIG.14



REPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL
de la
PROPRIETE INDUSTRIELLE

RAPPORT DE RECHERCHE

établi sur la base des dernières revendications déposées avant le commencement de la recherche

2679663

N° d'enregistrement national

FR 9209187
FA 474081

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		Revendications concernées de la demande examinée	
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
X	FR-A-2 361 693 (LUCAS) * page 1, ligne 29 - page 3, ligne 28 * ---	1,6	
X	US-A-3 626 285 (KEV) *ABSTRACT* ---	1,6	
A	US-A-4 470 008 (RYOCHI) ---		
A	GB-A-2 222 683 (HYDRAMOTION) ---		
A	US-A-3 896 374 (COMMISSARIAT) ---		
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 007, no. 006 (P-167)11 Janvier 1983 & JP-A-57 163 873 (SHIN NIPPON) * abrégé * ---		
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 014, no. 468 (P-1115)12 Octobre 1990 & JP-A-21 87 670 (KITAYOSHI) * abrégé * ---		
A	MEASURING SCIENCE & TECHNOLOGY vol. 1, no. 2, Février 1990, BRISTOL,GB pages 195 - 197 , XP000095929 SLIFKIN 'AN EVEN CHEAPER CAPACITANCE METER' ---		
A	ELECTRONICS vol. 52, no. 11, Mai 1979, page 168 PYLE 'PHASE LOCKED LOOP AIDS IN MEASURING CAPACITANCE' -----		

DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl.5)

G01R
G01N

Date d'achèvement de la recherche	Examinateur
22 OCTOBRE 1992	HOORNAERT W.

CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES

X : particulièrement pertinent à lui seul
Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie
A : pertinent à l'encontre d'au moins une revendication ou arrière-plan technologique général
O : divulgation non-écrite
P : document intercalaire

T : théorie ou principe à la base de l'invention
E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure.
D : cité dans la demande
L : cité pour d'autres raisons

& : membre de la même famille, document correspondant

EPO FORM 1503 03.82 (P0413)