

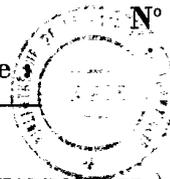
BREVET D'INVENTION

P.V. n° 994.149

Classification internationale

N° 1.430.905

H 03 b

**Dispositif multiplicateur de fréquences.** (Invention : Roger CHARBONNIER.)

Société dite : ROCHAR ÉLECTRONIQUE résidant en France (Seine).

Demandé le 6 novembre 1964, à 15^h 37^m, à Paris.

Délivré par arrêté du 31 janvier 1966.

*(Bulletin officiel de la Propriété industrielle, n° 11 de 1966.)**(Brevet d'invention dont la délivrance a été ajournée en exécution de l'article 11, § 7, de la loi du 5 juillet 1844 modifiée par la loi du 7 avril 1902.)*

L'invention se rapporte à un dispositif multiplicateur de fréquences destiné à recevoir des signaux d'entrée dont la fréquence est susceptible de varier dans des limites importantes, un tel dispositif étant généralement utilisé pour augmenter la précision de la mesure des fréquences desdits signaux d'entrée.

Un procédé connu pour multiplier, par un nombre donné, la fréquence d'un signal de fréquence fixe, est d'appliquer ce signal à un générateur d'harmoniques puis à un filtre sélectif qui extrait, parmi les divers harmoniques produits, celui que l'on cherche à obtenir. Si la fréquence d'entrée varie dans une plage étroite, on peut utiliser un dispositif à contre-réaction du type à verrouillage de phase qui comprend un comparateur de phase à la première entrée duquel est appliqué le signal d'entrée, un oscillateur à fréquence variable suivi d'un étage diviseur de fréquence dont la sortie est réunie à la seconde entrée dudit comparateur, la sortie dudit comparateur constituant le signal de commande de l'oscillateur. Un circuit correcteur de phase est généralement prévu pour que la fréquence d'accrochage de l'oscillateur soit toujours située dans une plage déterminée comprenant le multiple voulu des fréquences possibles du signal d'entrée. Avec un tel dispositif, si l'amplitude des variations relatives de la fréquence d'entrée est grande (un rapport de 2 à 3 par exemple), il est évident que l'oscillateur peut s'accrocher sur une fréquence incorrecte, multiple ou sous-multiple de la fréquence d'entrée. Un circuit comparateur de phases fonctionne en effet correctement dès que les fréquences qui lui sont appliquées sont dans des rapports entiers.

Aucun des dispositifs multiplicateurs de fréquences connus ne peut donc convenir si les variations relatives de la fréquence d'entrée deviennent importantes.

L'objet de l'invention est de réaliser un dispositif multiplicateur de fréquences adapté à recevoir des

signaux dont la fréquence peut varier dans un rapport important.

Selon l'invention, un dispositif pour multiplier par un nombre donné N la fréquence d'un signal électrique d'entrée, du genre comportant un générateur d'harmoniques et un premier circuit oscillant adapté à être accordé sur le nième harmonique dudit signal d'entrée, est caractérisé en ce qu'il comprend, d'une part un second circuit oscillant faisant partie d'un oscillateur, ledit second circuit oscillant étant adapté à être accordé sur une fréquence de préférence non égale, mais cependant du même ordre de grandeur que celle dudit premier circuit oscillant, les condensateurs desdits circuits oscillants étant variables et adaptés à prendre à chaque instant, sous l'action d'un même organe de commande, des valeurs proportionnelles, et d'autre part un premier et un second convertisseurs analogiques du type Fréquence-Tension, ayant des sensibilités différentes, ledit signal d'entrée étant appliqué au premier convertisseur et la sortie de l'oscillateur au second convertisseur, les sensibilités desdits convertisseurs étant définies par le fait que le produit de la fréquence d'accord du premier circuit oscillant et du facteur de conversion du premier convertisseur est égal à N fois le produit de la fréquence de l'oscillateur et du facteur de conversion du second convertisseur, les sorties desdits convertisseurs étant réunies aux entrées d'un comparateur d'amplitudes suivi d'un amplificateur adapté à alimenter ledit organe de commande de manière à asservir l'une à l'autre les amplitudes des signaux de sortie desdits convertisseurs.

Grâce à cette disposition, la valeur du condensateur variable du premier circuit oscillant, destiné à sélectionner le nième harmonique de la fréquence d'un signal d'entrée, varie en permanence, de manière que la fréquence d'accord du premier circuit oscillant soit toujours très sensiblement égale audit nième harmonique. Ceci permet de multiplier

par N la fréquence d'un signal d'entrée même si ladite fréquence est susceptible de varier dans un rapport important, 2 à 3 par exemple.

Les caractéristiques et avantages de l'invention ressortiront d'ailleurs d'une manière plus précise à la suite de la description qui va suivre donnée uniquement à titre d'exemple non-limitatif, en référence au dessin annexé qui représente le schéma d'un dispositif selon l'invention.

Sur ce dessin, 10 est un générateur d'harmoniques à l'entrée duquel est appliqué un signal de fréquence F susceptible de varier entre 100 et 300 kilocycles. La sortie du générateur d'harmoniques 10 est appliquée à un circuit oscillant 12, destiné à être accordé sur une fréquence cinq fois supérieure à la fréquence d'entrée. Le circuit 12 comprend une inductance 14, de valeur L, et un condensateur 16 à lames tournantes, du type utilisé dans les récepteurs de radiodiffusion. Un second circuit oscillant 18 formé d'une inductance 20 de valeur $1,56 L$ et d'un condensateur variable 22 identique à 16 et monté sur le même arbre, fait partie d'un oscillateur local 24. La sortie de l'oscillateur 24 est connectée à l'entrée d'un étage diviseur de fréquence 26, adapté à diviser par quatre la fréquence des signaux qui lui sont appliqués. La sortie de l'étage diviseur 26 est réunie à l'entrée d'un circuit 28 de conversion Fréquence-Courant (du type dit « Pompe à diodes » par exemple). De même, le signal d'entrée F est appliqué à un circuit 30 semblable à 28, mais délivrant un courant de signe opposé. Les sorties des circuits convertisseurs 28 et 30 sont reliées aux entrées d'un comparateur d'amplitudes 32 constitué, dans le cas de l'exemple présent, par un simple circuit d'addition. Les circuits convertisseurs 28 et 30 et le comparateur d'amplitudes 32 constituent un ensemble 34 de comparaison analogique des fréquences des signaux. La sortie du comparateur 32 est appliquée à l'entrée d'un amplificateur bidirectionnel 36, adapté à la commande du moteur électrique à deux sens de marche, 38. L'arbre du moteur 38 est mécaniquement lié par un organe 40 à l'axe des condensateurs variables 16 et 22.

Le signal prélevé aux bornes du circuit oscillant 12 constitue un premier signal de sortie. Ce signal est également appliqué à un circuit doubleur de fréquence 42 dont la sortie est appliquée à un générateur d'harmoniques 44, connecté à un circuit oscillant 46 formé d'une inductance 48 et d'un condensateur variable 50 dont l'axe est mécaniquement lié à l'organe de commande 40. Le circuit oscillant 46 est destiné à être accordé sur le troisième harmonique du signal appliqué à l'entrée du générateur 44.

L'ensemble des organes référencés de 18 à 40 réalise l'asservissement des amplitudes des signaux de sortie des convertisseurs fréquence-courant 28 et

30. Comme cet asservissement a un temps de réponse non nul, les variations de l'amplitude du signal de sortie du convertisseur 28 sont toujours un peu en retard par rapport à celles de l'amplitude de sortie du convertisseur 30. Il s'ensuit que la fréquence de l'oscillateur local 24 est généralement un peu différente de $4 F$. Dans ces conditions, les condensateurs 16 et 22 étant identiques et les inductances 20 et 14 dans un rapport $1,56$, la fréquence d'accord du circuit oscillant 12 est généralement un peu différente de $5 F$. Ceci, cependant, ne présente aucun inconvénient. En effet, quelles que soient les variations de la fréquence du signal d'entrée, le circuit oscillant 12 sélectionnera, parmi les signaux qui lui sont appliqués, le cinquième harmonique du signal de fréquence F pourvu, bien entendu, que d'une part, les variations rapides de la fréquence F soient toujours d'une amplitude inférieure au cinquième de la bande passante du circuit oscillant 12 et que, d'autre part, la plus courte des périodes probables des variations de grande amplitude de ladite fréquence F soit compatible avec le temps de réponse de l'asservissement.

A titre de variante on peut bien entendu avoir des inductances 14 et 20 identiques et un condensateur 16 ayant, par construction, des valeurs sensiblement égales à $0,64$ fois les valeurs correspondantes du condensateur 22.

Les circuits oscillants 12 et 18 ont des fréquences d'accord ($5 F$ et $4 F$) assez différentes l'une de l'autre et ceci est cause d'un avantage important. En effet, grâce à cette disposition, les battements inévitables qui se produisent entre les courants à haute fréquence qui parcourent les inductances des deux circuits oscillants 12 et 18 sont en dehors de la bande passante de l'asservissement, ce qui permet audit asservissement de fonctionner sans perturbation extérieure.

D'une manière générale la fréquence d'accord du circuit oscillant 18 n'est pas critique pourvu qu'elle soit assez différente de celle du circuit oscillant 12 tout en restant bien entendu du même ordre de grandeur. D'autre part, au lieu d'avoir des convertisseurs 28 et 30 identiques (au signe de leur signal de sortie près) on pourrait avoir des convertisseurs de même nature mais de sensibilités différentes. Dans ces deux cas le facteur de division de l'étage 26 serait à modifier pour que le produit de la fréquence d'accord du circuit oscillant 12 et du facteur de conversion du convertisseur 30 reste égal à cinq fois le produit de la fréquence de l'oscillateur 24 et du facteur total de conversion du diviseur 26 et du convertisseur 28.

Le signal $5 F$ prélevé aux bornes du circuit oscillant 12 est appliqué à un étage doubleur de fréquence 42 (du type à détection double alternance par exemple) qui produit en sortie un signal $10 F$. En appliquant ce signal $10 F$ à un généra-

teur d'harmoniques 44, puis à un circuit oscillant 46 adapté à être accordé sur 30 F, on réalise une multiplication par 30 de la fréquence F du signal d'entrée. Comme l'axe de commande du condensateur 50 du circuit oscillant 46 est lié à l'organe 40, le circuit oscillant 46 est toujours accordé sur une fréquence sensiblement égale à 30 F, tout comme le circuit oscillant 12 reste maintenu par l'asservissement du condensateur 22 auquel le condensateur 16 est lié, sur une fréquence d'accord de 5 F.

Cette variante est présentée à titre d'exemple et il est évident que, dans le cadre de l'invention, il est possible de réaliser des dispositifs multiplicateurs de fréquence adaptés à multiplier un signal d'entrée de fréquence F susceptible de varier dans une plage étendue, par une série de nombres successifs déterminés.

D'autres modes de réalisation sont possibles. C'est ainsi par exemple qu'au lieu d'utiliser des condensateurs variables à lames tournantes et des inductances fixes, on pourrait utiliser un condensateur fixe et une inductance à noyau plongeur dont la position serait constamment modifiée par le servomoteur 38. On pourrait également faire varier l'inductance au moyen d'un courant continu de saturation délivré par l'amplificateur 36. Il est d'autre part possible d'utiliser des capacités semi-conducteurs du type dit « Varicap » dont la valeur dépend de l'amplitude d'un signal de commande.

RÉSUMÉ

1° Dispositif pour multiplier par un nombre donné N la fréquence d'un signal électrique d'entrée, du genre comportant un générateur d'harmoniques et un premier circuit oscillant adapté à être accordé sur le nième harmonique dudit signal d'entrée, caractérisé en ce qu'il comprend, d'une part, un second circuit oscillant faisant partie d'un oscillateur, ledit second circuit oscillant étant adapté à être accordé sur une fréquence de préférence non égale mais cependant du même ordre de grandeur que celle dudit premier circuit oscillant, les condensateurs desdits circuits oscillants étant variables et adaptés à prendre à chaque instant, sous l'action d'un même organe de commande, des valeurs proportionnelles, et d'autre part un premier et un second convertisseurs analogiques du type Fréquence-

Courant, ayant des sensibilités différentes, ledit signal d'entrée étant appliqué au premier convertisseur et la sortie de l'oscillateur au second convertisseur, les sensibilités desdits convertisseurs étant définies par le fait que le produit de la fréquence d'accord du premier circuit oscillant et du facteur de conversion du premier convertisseur est égal à N fois le produit de la fréquence de l'oscillateur et du facteur de conversion du second convertisseur, les sorties desdits convertisseurs étant réunies aux entrées d'un comparateur d'amplitudes suivi d'un amplificateur adapté à alimenter ledit organe de commande de manière à asservir l'une à l'autre les amplitudes des signaux de sortie desdits convertisseurs.

2° Un tel dispositif multiplicateur de fréquences est caractérisé en outre par les points suivants pris séparément ou en combinaisons :

a. Le second convertisseur Fréquence-Courant est un ensemble comprenant un étage de division et un étage de conversion fréquence-courant identique audit premier convertisseur;

b. Les condensateurs variables du premier et du second circuits oscillants sont identiques et les inductances sont dans un rapport déterminé de manière que les fréquences d'accord desdits circuits oscillants soient deux harmoniques différents d'un même signal;

c. L'étage de division faisant partie du second convertisseur Fréquence-Courant a un facteur de division égal au rang de l'harmonique sur lequel est adapté à être accordé ledit second circuit oscillant;

d. Les condensateurs variables des circuits oscillants sont du type à lames tournantes et leur organe de commande est un moteur électrique à deux sens de marche;

e. D'autres condensateurs variables ayant des variations proportionnelles à celles du condensateur du premier circuit oscillant sont liés audit organe de commande, lesdits autres condensateurs font partie de circuits oscillants adaptés à être accordés sur des harmoniques du signal d'entrée dont les rangs successifs sont des nombres de plus en plus grands.

Société dite : ROCHAR ÉLECTRONIQUE

Par procuration :

A. CHARMEIL

