

BREVET D'INVENTION

P. V. n° 102.356

N° 1.526.213

Classification internationale :

H 03 b

Générateur de signaux électriques sinusoïdaux du type synthétiseur de fréquence. (Invention : Roger CHARBONNIER.)

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

Demandé le 12 avril 1967, à 12^h 40^m, à Paris.

Délivré par arrêté du 16 avril 1968.

(Bulletin officiel de la Propriété industrielle, n° 21 du 24 mai 1968.)

(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 aux générateurs, connus sous le nom de « synthétiseurs de fréquence », qui délivrent, à partir d'un étalon unique de fréquence, généralement un oscillateur à quartz, des signaux sinusoïdaux dont on peut faire varier la fréquence de manière telle que chacun des chiffres significatifs du nombre qui l'exprime soit individuellement réglable entre 0 et 9.

Les synthétiseurs de fréquence connus comportent le plus souvent une cascade de $n-1$ éléments ou « décades » (n étant le nombre de chiffres significatifs) engendrant respectivement des fréquences successives telles que, $F_0 + A$ étant la fréquence engendrée par l'un des éléments, le suivant engendre la fréquence $F_0 + A/10 + B$, un dernier élément, connecté en série avec ladite cascade, engendrant une fréquence qui se déduit de celle que lui applique le $(n-1)$ ème élément par soustraction de la « portuse » F_0 .

La présente invention propose une réalisation simplifiée d'un synthétiseur de fréquence à quatre chiffres significatifs, dans laquelle deux compteurs diviseurs de fréquence programmables permettent respectivement de régler les deux chiffres significatifs de rang supérieur et les deux chiffres significatifs de rang inférieur du nombre qui exprime la fréquence à engendrer.

Suivant l'invention, l'appareil comporte un premier générateur qui engendre une fréquence variable $F_1 + A$, qu'un premier diviseur ramène à la valeur $F_1/10 + A/10$; un premier mélangeur qui effectue le battement additif entre la fréquence $F_1/10 + A/10$ et une fréquence étalon $9 F_1/10$ de façon à engendrer la fréquence $F_1 + A/10$, qu'un second diviseur ramène à la valeur $F_1/10 + A/100$; un second mélangeur qui effectue le battement additif entre la fréquence $F_1/10 + A/100$ et une première fréquence étalon $9 F_1/10$ de façon à engendrer la fréquence $F_1 + A/100$; un diviseur de fréquence ayant un

rapport variable égale à $F_0 - F_1 + B$, F_0 étant une seconde fréquence étalon; un second générateur asservi par le battement soustractif entre la fréquence de sortie du diviseur et une troisième fréquence étalon de manière à engendrer une fréquence

variable $F_0 + \frac{A}{100} + B$; un troisième mélangeur

qui effectue le battement soustractif entre la fréquence produite par le second générateur et la fréquence $F_1 + A/100$, ledit battement soustractif étant appliqué audit diviseur de fréquence, et un quatrième mélangeur qui effectue le battement soustractif entre la fréquence produite par le second générateur et la seconde fréquence étalon, de façon à engendrer une fréquence variable $B + A/100$.

Suivant un mode de réalisation préféré, ledit premier générateur est asservi par le battement soustractif entre la fréquence de sortie d'un diviseur de fréquence ayant un rapport variable égal à $F_1 + A$, et ladite troisième fréquence étalon.

Suivant une particularité importante de l'invention, ladite troisième fréquence étalon étant prise comme unité, la fréquence F_0 est égale à 1 000, tandis que la fréquence F_1 est égale à 600 ou, de préférence, à 400.

L'invention sera mieux comprise à l'aide de la description ci-après, faite en regard de la figure unique du dessin annexé.

Le synthétiseur de fréquence représenté au dessin comprend un oscillateur O_1 , lequel, dans l'exemple numérique non limitatif décrit, a une fréquence variable entre 400 et 499 kHz (on se place donc dans le cas préféré où $F_1 = 400$). Sa variation de fréquence est commandée, suivant la technique connue sous le nom de « phase-lock », par une boucle d'asservissement comprenant un compteur diviseur à capacité variable C_1 , suivi d'un modulateur M_1 , du type détecteur de phase, qui effectue le battement

soustractif entre la fréquence issue de C_1 et une fréquence étalon égale à 1 kHz dans l'exemple considéré (il s'agit de la fréquence désignée ci-dessus sous le nom de « troisième fréquence étalon »).

Ce battement est transmis à l'oscillateur O_1 par un amplificateur d'asservissement A_1 .

Le compteur-diviseur C_1 peut être d'un type connu quelconque. Il sera toutefois avantageusement du type décrit dans la demande de brevet français déposée le 20 juillet 1966, sous le n° P.V. 70.011, au nom de la Société demanderesse, pour : Générateur de signaux électriques sinusoïdaux du type dit « Synthétiseur de fréquence ».

L'application de signaux codés sur ses quatre entrées des unités u_i et ses quatre entrées des dizaines d_i (le nombre codé 4 étant constamment appliqué sur son entrée unique des centaines c_i) permet de programmer la variation de son rapport de division entre 400 et 499, ce qui a pour effet, l'oscillateur O_1 étant asservi au battement nul, de faire varier la fréquence de ce dernier entre 400 et 499 kHz par pas de 1 kHz.

La fréquence engendrée par l'oscillateur O_1 est divisée par 10 dans un compteur-diviseur C_2 (« premier diviseur »), puis mélangée à une fréquence étalon de 360 kHz dans un modulateur M_2 (« premier mélangeur »). Ce dernier engendre un battement additif variable entre 400 et 409,9 kHz, lequel est lui-même appliqué à un compteur-diviseur C_3 (« second diviseur ») qui en divise la fréquence par 10.

La fréquence obtenue est mélangée à une fréquence étalon de 360 kHz (« première fréquence étalon ») dans un modulateur (« second mélangeur ») M_3 , à la sortie duquel est engendré un battement additif de fréquence variable entre 400 et 400,99 kHz, (soit : $F_1 + A/100$).

Ce battement additif est lui-même appliqué à un modulateur M_4 (« troisième mélangeur »), qui reçoit par ailleurs une fréquence variable, comme on le verra ci-après, entre 1 000 et 1 099,99 kHz (soit $F_0 + A/100 + B$), engendrée par un oscillateur O_2 (« second générateur »). La fréquence de l'oscillateur O_2 est commandée, suivant la technique de « phase-lock », par une boucle d'asservissement comportant un filtre passe-bande B_1 , ayant une bande passante comprise entre 600 et 699 kHz, un compteur-diviseur programmable C_4 , un modulateur M_5 , du type détecteur de phase et un amplificateur d'asservissement A_2 .

Le compteur-diviseur C_4 , du même type que C_1 , a un rapport de division programmable par pas de 1 unité entre 600 et 699 kHz (soit $F_0 - F_1 + B_1$) par application de signaux codés sur ses quatre entrées u_i des unités et ses quatre entrées d_i des dizaines (le nombre 6 étant constamment affiché sur ses deux entrées c_i des centaines).

Le modulateur M_5 reçoit par ailleurs une fréquence étalon de 1 kHz. Il en résulte que, l'oscillateur O_2 étant asservi au battement nul, la fréquence de sortie de M_4 ne peut varier qu'entre 600 et 699 kHz. Les limites extrêmes de variation de la fréquence de l'oscillateur O_2 sont donc $400 + 600 = 1 000$ kHz

d'une part, et $400,99 + 699 = 1 099,99$ kHz d'autre part.

A chacune des 100 valeurs que peut prendre la fréquence de sortie de M_4 (lorsque le rapport de division de C_4 varie de 400 à 499), il correspond 100 valeurs possibles de la fréquence de l'oscillateur O_2 .

En effet, par exemple, lorsque la fréquence de sortie de M_4 est égale à 400 kHz, la fréquence de l'oscillateur O_2 peut prendre, suivant le rapport de division de C_4 , les valeurs 1 000 kHz, 1 001 kHz, ... 1 099 kHz; lorsque la fréquence de sortie M_4 est égale à 400,01 kHz, la fréquence de l'oscillateur O_2 peut prendre les valeurs 1 000,01 kHz, 1 001,01 kHz, ... 1 099,01 kHz; et ainsi de suite, la programmation de C_4 déterminant finalement les deux premiers chiffres à gauche de la virgule, tandis que celle de C_2 détermine les deux chiffres à droite de la virgule.

La sortie de l'oscillateur O_2 est finalement mélangée, dans un modulateur M_6 (« quatrième mélangeur » susvisé) à une fréquence étalon de 1 000 kHz, si bien qu'on recueille par battement soustractif, à la sortie d'un filtre passe-bas B_2 , une fréquence variable par pas de 10 kHz entre 0 et 99 990 kHz.

La programmation de C_4 définit les deux chiffres significatifs de rang supérieur de cette fréquence, et la programmation de C_2 les deux chiffres significatifs de rang inférieur.

On voit qu'on a réalisé, de cette façon, un synthétiseur très simple délivrant des fréquences à quatre chiffres significatifs avec deux compteurs à capacité variable seulement. Le procédé classique prévoit généralement autant de décades qu'il y a de chiffres significatifs dans le nombre qui exprime la fréquence maximale à engendrer, chaque décade étant un circuit électrique complexe comportant au moins un filtre et un mélangeur.

La réalisation pratique des circuits est à la portée de l'homme de l'art. Les oscillateurs O_1 et O_2 seront généralement d'un type apte à engendrer des créniaux périodiques, seules les fréquences étalons utilisées dans le montage étant purement sinusoïdales. Dans ces conditions, on obtient une fréquence purement sinusoïdale à la sortie de l'appareil, sous réserve que le modulateur M_6 soit d'un type approprié à cet effet.

Il convient de faire observer qu'avec les valeurs numériques indiquées, il suffit de disposer d'un générateur étalon fournissant la fréquence (F_0) de 1 000 kHz appliquée à l'autre modulateur M_5 ; en divisant cette fréquence par 25, on obtient du 40 kHz, qu'il suffit de multiplier par 9 pour obtenir la fréquence étalon de 360 kHz. Une telle multiplication s'effectue très simplement au moyen d'un multiplicateur fournissant les harmoniques impairs.

Il doit être bien compris que les fréquences indiquées dans l'exemple numérique décrit ne sont pas limitatives.

Par contre, le plan de fréquences adopté est particulièrement avantageux. Autrement dit, il est avantageux, si F est la fréquence étalon appliquée aux

modulateurs M_1 et M_2 , d'appliquer une fréquence étalon 360 F aux modulateurs M_2 et M_3 , une fréquence étalon 1 000 F au modulateur M_3 et de faire varier les rapports de division des compteurs C_1 et C_2 respectivement entre 400 et 499 d'une part, 600 et 699 d'autre part. Ce plan de fréquence facilite considérablement la réalisation des filtres : par exemple le filtre B_1 doit transmettre la bande 600 à 700 F, et éliminer les harmoniques de la fréquence 400 F, ce qui est très facile.

On pourrait encore adopter le plan de fréquences en quelque sorte complémentaire du précédent, c'est-à-dire dans lequel les modulateurs M_2 et M_3 recevraient une fréquence étalon de 540 F, les rapports de division des compteurs C_1 et C_2 variant respectivement entre 600 et 699 d'une part, 400 et 499 d'autre part. Un tel plan de fréquence est toutefois moins avantageux en ce qui concerne la production des fréquences étalons.

RÉSUMÉ

1° Synthétiseur de fréquence à quatre chiffres significatifs principalement remarquable en ce qu'il comporte un premier générateur qui engendre une fréquence variable $F_1 + A$, qu'un premier diviseur ramène à la valeur $F_1/10 + A/10$; un premier mélangeur qui effectue le battement additif entre la fréquence $F_1/10 + A/10$ et une fréquence étalon $9 F_1/10$ de façon à engendrer la fréquence $F_1 + A/10$, qu'un second diviseur ramène à la valeur $F_1/10 + A/100$; un second mélangeur qui effectue le battement additif entre la fréquence

$F_1/10 + A/100$ et une première fréquence étalon $9 F_1/10$, de façon à engendrer la fréquence $F_1 + A/100$; un diviseur de fréquence ayant un rapport variable égal à $F_0 - F_1 + B$, F_0 étant une seconde fréquence étalon; un second générateur asservi par le battement soustractif entre la fréquence de sortie du diviseur et une troisième fréquence étalon, de manière à engendrer une fréquence va-

A

riable $F_0 + \frac{A}{100} + B$; un troisième mélangeur qui

100

effectue le battement soustractif entre la fréquence produite par le second générateur et la fréquence $F_1 + A/100$, ledit battement soustractif étant appliqué audit diviseur de fréquence, et un quatrième mélangeur qui effectue le battement soustractif entre la fréquence produite par le second générateur et la seconde fréquence étalon, de façon à engendrer une fréquence variable $B + A/100$;

2° Synthétiseur de fréquence selon 1°, dans lequel ledit premier générateur est asservi par le battement soustractif entre la fréquence de sortie d'un diviseur de fréquence ayant un rapport variable égal à $F_1 + A$, et ladite troisième fréquence étalon;

3° Synthétiseur de fréquence selon 1°, dans lequel ladite troisième fréquence étalon étant prise comme unité, la fréquence F_0 est égale à 1 000, tandis que la fréquence F_1 est égale à 600 ou, de préférence, à 400.

Société dite : ADRET ÉLECTRONIQUE

Par procuration :
Cabinet MOUTARD

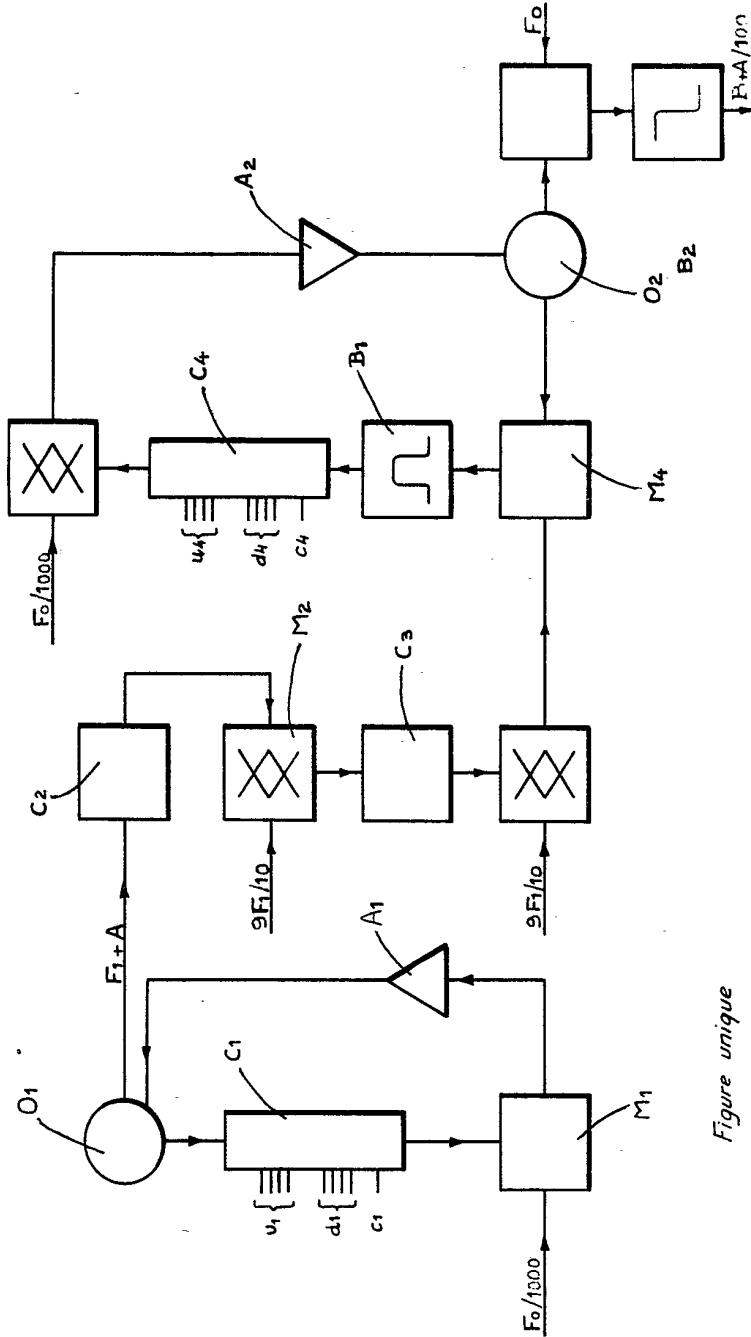


Figure unique