

A1

**DEMANDE  
DE BREVET D'INVENTION**

(21)

**N° 81 05034**

---

(54) Analyseur de spectre notamment pour reconnaissance de la parole dans un appareil téléphonique commandé par la voix.

(51) Classification internationale (Int. Cl.<sup>3</sup>). G 10 L 1/02.

(22) Date de dépôt..... 13 mars 1981.

(33) (32) (31) Priorité revendiquée : RFA, 14 mars 1980, n° P 30 09 785.9.

(41) Date de la mise à la disposition du  
public de la demande..... B.O.P.I. — « Listes » n° 38 du 18-9-1981.

---

(71) Déposant : Société dite : ITT INDUSTRIES INC, résidant aux EUA.

(72) Invention de : Ljubomir Micic et Alexander Balanescu.

(73) Titulaire : *Idem* (71)

(74) Mandataire : Jean Pothet,  
251, rue de Vaugirard, 75740 Paris Cedex 15.

La présente invention concerne un analyseur de spectre sur une bande de fréquence limitée  $f_k - f_0$  subdivisée en  $k$  gammes dont les fréquences de coupure sont données par la relation :

$$f_n = (f_k/f_0)^{1/k} \cdot f_{n-1}, \quad n = 1, 2, 3 \dots k,$$

- 5 et les valeurs numériques des fréquences centrales  $f_{mn} = (f_n + f_{n-1})/2$  sont contenues dans une mémoire morte programmable d'où elles peuvent être extraites par un circuit de commande.

- Un analyseur de spectre de ce type est décrit dans le brevet de la R.F.A. n° DE-OS 28 20 645. Il comporte un convertisseur  
10 analogique-numérique (AN) auquel un générateur d'horloge applique une fréquence d'échantillonnage  $f_A$  constante et qui convertit les échantillons du signal d'entrée en mots binaires, une mémoire tampon qui comprend un nombre d'emplacements  $a$  choisi de façon que  $a > f_A/f_0$  pour enregistrer séquentiellement les mots binaires fournis à la sortie  
15 du convertisseur AN et qui est suivie d'un multiplexeur. Le générateur d'horloge contient des diviseurs de fréquence réglables.

- Les mots binaires retenus temporairement en mémoire sont ensuite traités au moyen d'un registre à décalage à recirculation commandé à différentes fréquences d'horloge, dans lequel les données  
20 sont répétées séquentiellement par division dans le temps. Le signal de sortie du registre est reconverti en un signal analogique par un convertisseur numérique-analogique (NA) et ce signal analogique est filtré par un filtre passe-bande. Pour un système de reconnaissance de la parole, le signal de sortie du filtre passe-bande est alors traité  
25 d'une manière spéciale qui, cependant, n'entre pas dans le cadre de cette invention.

- L'analyseur de spectre du brevet cité ci-dessus contient au moins un élément indésirable pour une réalisation en circuits intégrés monolithiques à savoir le filtre passe-bande qui, par exemple, peut  
30 être un filtre de Chebyshev à six pôles. Comme c'est un filtre analogique, il contient en effet essentiellement des inductances et des condensateurs qui ne sont pas intégrables.

- La présente invention se propose donc de réaliser la fonction du filtre passe-bande sans inductances et condensateurs pour étendre  
35 l'utilisation des techniques d'intégration monolithique à tous les circuits de l'analyseur de spectre.

Selon l'invention, le filtre passe-bande est conçu comme un filtre numérique, ce qui simplifie considérablement la structure connue puisque le registre à recirculation, le convertisseur NA et la partie

du circuit de commande nécessaire à ces deux unités peuvent être éliminés.

L'invention est caractérisée par le fait que l'analyseur de spectre du type précédent comporte un filtre passe-bande numérique qui est connecté à la sortie du multiplexeur et qui est tel que la largeur de sa bande passante est proportionnelle à l'étendue  $f_k - f_{k-1}$  de la gamme supérieure, la fréquence centrale ( $f_M$ ) de cette bande passante est choisie selon la relation :

$$(1/f_M) > (f_A/f_o) \sum_{n=1}^{n=k} 1/f_{mn}$$

- la fréquence ( $f_T$ ) de son signal d'horloge est réglable par échelons au moyen du circuit de commande et selon la relation :

$$f_T = f_A f_{mn} / f_M$$

et ses constantes, aux fréquences d'horloge individuelles, sont réglées par le circuit de commande et la mémoire morte programmable de manière que la fréquence centrale ( $f_M$ ) de sa bande passante reste constante. De plus, un générateur d'horloge multiple, commandé par ledit circuit de commande, comporte des diviseurs de fréquence réglables par la mémoire morte programmable afin de produire le signal d'horloge ( $f_T$ ) du filtre numérique, qui est également celui du multiplexeur, ainsi que le signal d'échantillonnage ( $f_A$ ) du convertisseur analogique-numérique qui est aussi l'horloge d'écriture et de décalage de la mémoire tampon.

Un analyseur conforme à l'invention est utilisé de préférence comme système de reconnaissance de la parole dans des appareils téléphoniques commandés par la voix.

Le brevet de la R.F.A. précédemment cité indique également comment un analyseur de spectre peut être réalisé avec des filtres numériques, mais en utilisant un filtre numérique accordé à la fréquence requise pour chaque gamme connue. Cette conception a donc l'inconvénient de faire appel, dans certains cas, à un grand nombre de filtres numériques. Au contraire, en exploitant beaucoup plus adroitement les principes du filtrage numérique bien connus en analyse spectrale, la présente invention permet l'utilisation d'un seul filtre numérique dont la fréquence centrale ( $f_M$ ) est déterminée par  $\frac{1}{f_M} > f_A/f_o \sum_{n=1}^k 1/f_{mn}$ , comme précédemment indiqué, du fait que l'horloge interne du filtre varie par sauts de fréquence et que les constantes de filtrage sont modifiées de manière à maintenir cette fréquence  $f_M$  constante à chaque fois que la fréquence d'horloge du filtre  $F_T = f_A \cdot f_{mn} / f_M$

fait un saut de  $(f_k/f_o) \frac{1}{k}$  pour passer de l'analyse d'une gamme  $n$  à celle de la gamme  $n+1$ .

l'invention sera mieux comprise à la lecture de la description qui va suivre, faite à titre d'exemple non limitatif, en se reportant à la figure annexée qui représente un schéma fonctionnel de l'analyseur de spectre conforme à l'invention.

Le signal analogique à analyser est appliqué à un convertisseur AN, via l'entrée E de l'analyseur. Ce convertisseur est commandé par un signal d'échantillonnage de fréquence constante  $f_A$ , fourni par un générateur d'horloge multiple TG. La fréquence  $f_A$  est, bien entendu, au moins deux fois plus grande que la fréquence supérieure  $f_k$  du signal à analyser, pour satisfaire le théorème d'échantillonnage.

Le signal de sortie du convertisseur AN est constitué de mots binaires en parallèle à chaque période d'horloge et transférés également en parallèle dans les emplacements successifs d'une mémoire tampon PS qui est également commandée par le signal de fréquence  $f_A$ . Le nombre  $a$  d'emplacements de mots dans la mémoire PS est tel que  $A > f_A/f_o$ ,  $f_o$  étant la fréquence inférieure de la bande à analyser  $f_k-f_o$ .

La mémoire tampon PS est suivie d'un multiplexeur MX dont le signal de sortie est appliqué à l'entrée d'un filtre numérique DF. La mémoire morte programmable PF contient les valeurs numériques représentatives des fréquences centrales  $f_{mn} = (f_n + f_{n-1})/2$  des différentes gammes selon lesquelles la bande d'analyse est divisée. Si la bande  $f_k-f_o$  est divisée en  $k$  gammes, ces valeurs numériques sont données par la relation de récurrence suivante :

$$f_n = (f_k/f_o)^{1/k} \cdot f_{n-1}, \text{ où } n = 1, 2, 3 \dots k.$$

Les valeurs numériques des fréquences  $f_{mn}$  peuvent être introduites dans la mémoire programmable PF en utilisant son entrée d'écriture SE, de façon connue.

La largeur de la bande passante du filtre numérique DF doit être proportionnelle à la largeur de la gamme supérieure  $f_k-f_{k-1}$ . Sa fréquence centrale  $f_M$  est choisie de façon que

$$1/f_M > (f_A/f_o) \sum_{n=1}^k 1/f_{mn}$$

Le générateur d'horloge multiple TG fournit au filtre DF un signal d'horloge dont la fréquence  $f_T$  peut prendre des valeurs successives déterminées par la relation  $f_T = f_A f_{mn}/f_M$ , par exemple au moyen de diviseurs de fréquence ajustables prévus dans le générateur, sous le contrôle du circuit de commande CS. La fréquence d'horloge  $f_T$  varie ainsi

par pas égaux au rapport des fréquences centrales ou des fréquences de coupure des gammes adjacentes :

$$f_n/f_{n-1} = f_{mn}/f_{m(n-1)} = (f_k/f_o)^{1/k},$$

et elle est également appliquée au multiplexeur MX.

- 5 Pour chaque valeur de la fréquence  $f_T$ , les constantes du filtre numérique DF sont modifiées par le circuit de commande CS et la mémoire morte programmable PF, de manière que la fréquence centrale  $f_M$  de la bande passante du filtre reste constante. Le circuit de commande CS agit ainsi à la fois sur la mémoire morte programmable PF et sur le
- 10 générateur d'horloge multiple IG et ce dernier reçoit également des signaux de la mémoire PF.

- L'analyse spectrale est donc effectuée par variation discrète de la fréquence d'horloge du filtre numérique DF et par commutation simultanée des constantes du filtre pour que la fréquence
- 15 centrale de sa bande passante reste constante. Au moyen de ce type de contrôle du filtre numérique, l'analyseur de spectre conforme à l'invention effectue un traitement du signal comparable à la technique du découpage temporel décrite dans le brevet précédemment cité, tout en étant de construction beaucoup plus simple et particulièrement adaptée à
- 20 la technologie des circuits intégrés. Une conception logicielle par programmation adéquate d'un microprocesseur est également possible.

Il est bien évident que la description qui précède n'a été donnée qu'à titre d'exemple non limitatif et que d'autres variantes peuvent être envisagées sans sortir pour autant du cadre de l'invention.

# REVENDICATIONS

1. Analyseur de spectre sur une bande de fréquence limitée  $f_k - f_o$  subdivisée en k gammes dont les fréquences de coupure sont données par la relation :

$$f_n = (f_k/f_o)^{1/k} \cdot f_{n-1}, n = 1, 2, 3 \dots k$$

- 5 et les valeurs numériques des fréquences centrales  $f_{mn} = (f_n + f_{n-1})/2$  sont enregistrées dans une mémoire morte programmable d'où elles peuvent être extraites par un circuit de commande, ledit analyseur comprenant un filtre passe-bande, un convertisseur analogique-numérique (AN) dans lequel le signal à analyser est échantillonné à la fréquence constante
- 10  $f_A$  d'un signal d'échantillonnage fourni au convertisseur par un générateur d'horloge, une mémoire tampon comprenant un nombre  $a$  d'emplacements de mots, choisi de manière que  $a \gg f_A/f_o$ , dans lesquels les mots binaires produits par le convertisseur AN peuvent être transférés séquentiellement, cette mémoire étant suivie d'un multiplexeur
- 15 et le générateur d'horloge contenant des diviseurs de fréquence réglables, et ledit analyseur étant caractérisé par le fait que la sortie du multiplexeur (MX) est connectée à l'entrée du filtre passe-bande qui est conçu comme un filtre numérique (DF), la bande passante de ce filtre numérique a une largeur proportionnelle à la largeur de bande
- 20  $(f_k - f_{k-1})$  de la gamme supérieure d'analyse et sa fréquence centrale  $(f_M)$  est choisie de manière que :

$$(1/f_M) \gg (f_A/f_o) \sum_{n=1}^k 1/f_{mn},$$

- la fréquence  $(f_T)$  du signal d'horloge appliqué au filtre (DF) est réglable par échelons au moyen du circuit de commande (CS) et selon la
- 25 relation  $f_T = f_A f_{mn}/f_M$ , les constantes du filtre (DF) sont modifiées par le circuit de commande (CS) et la mémoire morte programmable (PF) pour chacune des fréquences individuelles  $(f_T)$  de façon que la fréquence centrale  $(f_M)$  de la bande passante du filtre numérique (DF) reste constante, et le circuit de commande (CS) contrôle un générateur
- 30 d'horloge multiple (TG) qui, outre le signal d'échantillonnage du convertisseur AN servant également d'horloge d'écriture et de décalage de la mémoire tampon (PS), fournit le signal d'horloge du filtre numérique (DF) et du multiplexeur (MX), au moyen de diviseurs de fréquence réglables via la mémoire morte reprogrammable (PF).

- 35 2. Utilisation d'un analyseur de spectre conforme à la revendication 1 dans un équipement de reconnaissance de la parole pour appareil téléphonique commandé par la voix.

