

12 **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

21 Numéro de dépôt: 82401272.8

51 Int. Cl.³: **G 10 L 1/02**
G 01 R 23/167

22 Date de dépôt: 06.07.82

30 Priorité: 10.07.81 FR 8113674

43 Date de publication de la demande:
12.01.83 Bulletin 83/2

84 Etats contractants désignés:
DE FR GB IT NL

71 Demandeur: **SOCIETE POUR L'ETUDE ET LA
FABRICATION DE CIRCUITS INTEGRES SPECIAUX -
E.F.C.I.S.**
17, avenue des Martyrs
F-38100 Grenoble(FR)

72 Inventeur: **Terrier, Christian**
THOMSON-CSF SCPI 173, bld Haussmann
F-75379 Paris Cedex 08(FR)

72 Inventeur: **Caillon, Christian**
THOMSON-CSF SCPI 173, bld Haussmann
F-75379 Paris Cedex 08(FR)

72 Inventeur: **Barbier, Daniel**
THOMSON-CSF SCPI 173, bld Haussmann
F-75379 Paris Cedex 08(FR)

74 Mandataire: **Guérin, Michel et al,**
THOMSON-CSF SCPI 173, Bld Haussmann
F-75379 Paris Cédex 08(FR)

54 **Analyseur spectral à filtres communs à deux voies, notamment pour la reconnaissance vocale.**

57 La présente invention concerne un analyseur spectral.
Il comprend plusieurs filtres (Fo à Fn) comportant chacun une sortie passe-bas (PB) et une sortie passe-haut (PH) présentant toutes deux une même fréquence de coupure (fo à fn), différente pour les différents filtres, et des moyens de commutation (K1, K'1, K"1, etc.) pour relier périodiquement pendant un premier intervalle de temps les filtres par groupes de deux en cascade entre une entrée de signal à analyser et une voie de transmission (V1 à Vn) propre à chaque groupe, l'un des filtres ayant sa sortie passe-haut (ou respectivement passe-bas) reliée à l'entrée d'un second filtre dont la sortie utilisée est la sortie passe-bas (ou respectivement passe-haut), et pour relier périodiquement pendant un autre intervalle de temps les filtres en cascade par groupes de deux différents des premiers groupes, la sortie utilisée pour un filtre pendant le deuxième temps étant différente de la sortie utilisée dans le premier temps.

On réduit ainsi le nombre de filtres nécessaires pour l'analyseur.

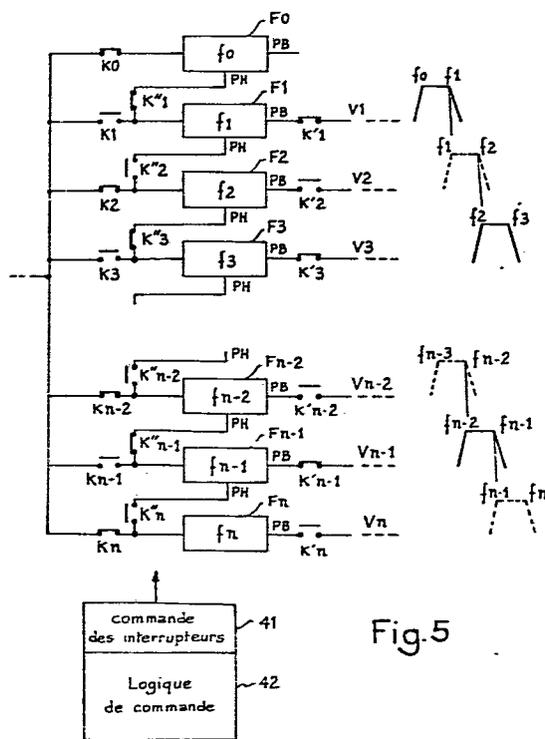


Fig.5

ANALYSEUR SPECTRAL A FILTRES COMMUNS A DEUX VOIES, NOTAMMENT POUR
LA RECONNAISSANCE VOCALE.

La présente invention concerne un analyseur spectral, c'est à dire un circuit de filtrage apte à recevoir un signal électrique présentant un certain spectre de fréquences et à déterminer l'énergie contenue dans chacune de plusieurs bandes
5 étroites de fréquences de ce spectre.

Le signal électrique peut provenir d'un microphone devant lequel on parle, et l'analyseur spectral sert alors à analyser ou à reconnaître la parole émise. Le spectre d'énergie de certains phonèmes émis (et notamment les voyelles et les consonnes sonores)
10 est en effet caractéristique de ces phonèmes.

Pour bien faire comprendre la présente invention, on a représenté à la figure 1 un schéma classique d'analyseur spectral utilisé pour la reconnaissance de la parole.

Outre des organes spécifiques de l'application à la
15 reconnaissance de la parole, qui sont respectivement un microphone 10, un préamplificateur avec commande de gain 12, un filtre passe-bas 14 de fréquence de coupure 5 kHz, et un filtre de correction 16 qui établit une préaccentuation du signal avec une pente de + 6 décibels par octave entre 500 et 5000 Hz et une transmission sans
20 atténuation au dessous de 500 Hz, l'analyseur spectral comprend essentiellement une série de voies de filtrage en parallèle V1 à Vn, un système de multiplexage 18 et un convertisseur analogique/numérique 20. Un circuit logique de commande 22 contrôle le fonctionnement des filtres des voies V1 à Vn, du
25 système de multiplexage, et du convertisseur.

Chaque voie de filtrage Vi comporte un filtre passe-bande F_{Bi} à bande étroite présentant par exemple deux fréquences de coupure, ces filtres présentant une forte réjection en dehors de l'intervalle de leurs fréquences de coupure (par exemple - 40
30 dB/décade). Il peut s'agir par exemple de filtres du quatrième ordre.

Pour décomposer le spectre de fréquences analysé, on peut

prévoir que les voies de filtrage possèdent des bandes passantes étroites sensiblement adjacentes, c'est à dire que la fréquence de coupure supérieure d'un filtre est la même que la fréquence de coupure inférieure du filtre suivant.

5 On peut appeler f_{i-1} et f_i les fréquences de coupure inférieure et supérieure du filtre FBI de la voie V_i .

Les voies de filtrage peuvent être en nombre variable, par exemple 16 ou 32 avec une répartition logarithmique des bandes passantes de chaque filtre entre 100 Hz et 5000 Hz (la fréquence
10 de coupure inférieure f_0 du premier filtre FBI étant environ 100 Hz et la fréquence de coupure supérieure du dernier filtre FBn étant environ 5000 Hz).

Chaque filtre est suivi d'un redresseur sans seuil (R_1 à R_n) lui-même suivi d'un intégrateur de moyennage (I_1 à I_n) qui
15 peut être un filtre passe-bas du deuxième ordre ayant une fréquence de coupure d'environ 25 hertz pour les voies de plus basse fréquence, cette fréquence pouvant être plus élevée pour les voies de fréquence plus élevée.

Le système de multiplexage reçoit les signaux issus de
20 chaque voie, c'est à dire qu'il reçoit des signaux qui représentent chacun l'énergie de signal contenue dans une bande étroite respective de fréquences. Commandé par la logique de commande 22, ce système de multiplexage prélève cycliquement (avec une période d'environ 20 millisecondes car c'est à une période de
25 cet ordre que l'on estime que les phonèmes se renouvellent dans une émission de parole normale) une valeur de signal à la sortie de chaque voie et la transmet au convertisseur analogique-numérique 20. Ce dernier reçoit donc, au cours de chaque période de 20 millisecondes, une succession de n échantillons de signaux
30 correspondant chacun à la sortie d'une voie de filtrage. Ces échantillons sont convertis en signaux numériques et la sortie de l'analyseur spectral émet donc des successions de valeurs numériques qui sont des coefficients représentant l'énergie du signal dans chaque bande étroite du spectre.

35 L'une des difficultés de la réalisation sous forme de circuit intégré d'un tel analyseur est l'importance de la surface

de silicium nécessaire pour loger tous les éléments de circuit. En particulier, les n filtres à bande passante étroite occupent, quelle que soit la manière de les réaliser, une place d'autant plus importante que l'ordre des filtres est plus élevé donc que le
5 pouvoir de filtrage est plus fort

La présente invention propose une structure d'analyseur spectral qui diffère légèrement de la structure de la figure 1 en ce qui concerne la disposition des voies de filtrage et qui permet de remplacer n filtres d'ordre relativement élevé (par
10 exemple d'ordre 4) par $n + 1$ filtres d'ordre moins élevé (par exemple 2), sans perdre sur la qualité du filtrage dans chaque bande.

Pour atteindre ce but, on propose d'abord de décomposer chaque filtre passe-bande à deux fréquences de coupure principales en
15 deux filtres plus simples, ayant chacun une fréquence de coupure principale et ayant deux sorties différentes qui sont respectivement une sortie passe-bas présentant cette fréquence de coupure et une sortie passe-haut ayant la même fréquence de coupure. Ensuite, en prenant l'un de ces filtres plus simples, on
20 l'utilise dans un premier temps comme filtre passe-bas en cascade avec un autre filtre simple passe-haut à fréquence de coupure plus basse, puis dans un second temps comme filtre passe-haut en cascade avec un filtre simple passe-bas à fréquence de coupure plus haute. Dans le premier temps c'est l'une des sorties du
25 filtre qui est utilisée et dans le deuxième temps c'est l'autre. Ainsi, dans les deux temps, on reconstitue deux filtres complexes de bandes passantes différentes. Le résultat est qu'avec cette commutation de filtres on réalise deux filtres complexes avec
trois filtres plus simples, et, plus généralement, si on le fait
30 pour toutes les voies de filtrage, n filtres complexes avec $n + 1$ filtres plus simples. L'encombrement du circuit est ainsi diminué de manière notable.

Pour exprimer l'invention dans une forme générale, on propose donc une nouvelle structure d'analyseur spectral qui comprend plu-
35 sieurs filtres comportant chacun une sortie passe-bas et une sortie passe-haut présentant toutes deux une même fréquence de

coupure, différente pour les différents filtres, et des moyens de commutation pour relier périodiquement pendant un premier intervalle de temps les filtres par groupes de deux en cascade, entre une entrée de signal à analyser et une voie de transmission de signal filtré propre à chaque groupe, un premier des deux filtres d'un groupe ayant sa sortie passe-haut (ou respectivement passe-bas) reliée à l'entrée d'un second filtre dont on utilise comme sortie la sortie passe-bas (ou respectivement passe-haut), et pour relier périodiquement en cascade, durant un second intervalle de temps, les filtres par groupes de deux différents des groupes formés dans le premier intervalle de temps, les sorties passe-bas et passe-haut d'un filtre étant utilisées alternativement durant les deux intervalles de temps.

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront à la lecture de la description détaillée qui suit et qui est faite en référence aux dessins annexés dans lesquels :

- la figure 1 déjà décrite représente un schéma synoptique d'un analyseur spectral de structure classique ;
- la figure 2 montre un exemple de schéma de principe d'un filtre du second ordre établi par la méthode des variables d'état ;
- les figures 3a et 3b montrent les courbes de réponses en fréquence d'un filtre passe-bas et d'un filtre passe-haut ayant des fréquences de coupure différentes ;
- la figure 4 montre la courbe de réponse en fréquence de deux filtres du second ordre en cascade ;
- la figure 5 montre un schéma de principe de l'agencement des voies de filtrage d'un analyseur spectral selon l'invention ;
- la figure 6 montre une variante d'agencement selon l'invention ;
- la figure 7 montre à titre d'exemple comment on peut réaliser les intégrateurs des filtres au moyen d'un amplificateur opérationnel et de capacités commutées.

Une bonne méthode pour découper la bande de fréquences à analyser en plusieurs bandes étroites, à forte réjection en dehors de la bande utile, consiste par exemple à utiliser, pour réaliser chaque bande, un filtre passe-bande présentant deux fréquences de

coupure avec une pente de +12 dB par octave en dessous de la fréquence de coupure la plus basse f_1 et une pente de -12 dB par octave au-dessus de la fréquence de coupure la plus haute f_{i+1} , et avec une partie plane entre les deux (cette courbe de réponse a 5 la forme illustrée à la figure 4).

On réalise un tel filtre passe-bande en établissant un circuit dont la fonction de transfert de la variable d'état de Laplace p est du quatrième ordre et peut s'écrire sous la forme :

$$10 \quad S(p)/E(p) = \frac{p^2}{(Ap^2 + Bp + C)(A'p^2 + B'p + C')} \quad (1)$$

où :

$S(p)$ est le signal de sortie du filtre sous forme d'une fonction de la variable de Laplace,

15 $E(p)$ est la valeur du signal d'entrée,

A, B, C sont des coefficients qui déterminent d'une part la fréquence de coupure basse f_1 , d'autre part un coefficient d'amortissement (ou de surtension) de la courbe de réponse au niveau de cette fréquence de coupure basse,

20 A', B', C' sont des coefficients qui déterminent d'une part la fréquence de coupure haute f_{i+1} et d'autre part un coefficient d'amortissement ou de surtension au niveau de cette fréquence de coupure haute.

Le filtre correspondant peut être établi par la méthode des 25 variables d'état, consistant à partir du terme de plus haut degré $AA'p^4S(p)$, qui est une dérivée quatrième du signal de sortie, à l'intégrer quatre fois pour obtenir les dérivées troisième, seconde, première, et le signal de sortie lui-même, et à constituer à partir des sorties de chaque intégrateur et d'une 30 entrée de signal $E(p)$, un circuit qui vérifie l'équation (1).

On préfère, selon l'invention, considérer la fonction de transfert de l'équation (1) comme le produit des fonctions de transfert de deux filtres du second ordre, respectivement un filtre passe-haut ayant une première fréquence de coupure f_1 , et 35 une pente de + 12 dB/octave au dessous de cette fréquence (figure 3a), et un filtre passe-bas ayant une fréquence de coupure plus

haute f_{i+1} et une pente de -12 dB/octave au dessus de cette fréquence (figure 3b).

La mise en cascade de ces deux filtres produit la courbe de réponse représentée à la figure 4, courbe qui correspond à la
5 fonction de transfert produit des fonctions de transfert des deux filtres.

Le filtre passe-haut aura pour fonction de transfert :

$$10 \quad F(p) = \frac{p^2}{Ap^2 + Bp + C} \quad (2)$$

Le filtre passe-bas aura pour fonction de transfert :

$$15 \quad F'(p) = \frac{1}{A'p^2 + B'p + C'} \quad (3)$$

Ces deux filtres peuvent être réalisés par la méthode des variables d'état, et on va voir que l'on arrive à deux filtres de constitution similaire quoique de paramètres (fréquence de coupure notamment) différents.

20 Le deuxième filtre, de fonction de transfert $F'(p)$ est représenté à la figure 2. Si on développe l'équation (3) en remplaçant $F'(p)$ par le rapport entre un signal de sortie $S(p)$ du filtre et un signal d'entrée $E(p)$ appliqué au filtre, on obtient :

$$A'p^2 S(p) + B'p S(p) + C'S(p) = E(p)$$

25 ou encore :

$$A'p^2 S(p) = E(p) - (B'pS(p) + C' S(p)) \quad (4)$$

L'équation (4) se traduit immédiatement sous forme de circuit (figure 2) en remarquant qu'à partir d'un signal $A'p^2S(p)$ supposé
30 exister, on peut diviser ce signal par A' (atténuateur 30), l'intégrer pour obtenir un signal $pS(p)$ (intégrateur 32), et l'intégrer encore pour obtenir un signal $S(p)$ (intégrateur 34) qui représentera la sortie du filtre ; de plus, on multiplie le signal $S(p)$ par un coefficient C' (amplificateur 36), on multiplie $pS(p)$ par un coefficient B' (amplificateur 38) et on obtient donc des
35 signaux $C'S(p)$ et $B'pS(p)$; dans un sommateur arithmétique 40, on introduit un signal $E(p)$ qui sera le signal d'entrée du filtre, et

on soustrait les signaux $B'pS(p)$ et $C'S(p)$. La sortie du sommateur fournit donc un signal $E(p) - B'pS(p) - C'S(p)$.

Il suffit de relier cette sortie du sommateur 40 à l'entrée de l'atténuateur 30 pour que l'équation (4) se trouve vérifiée. On a ainsi constitué un filtre passe-bas du second ordre, de fonction de transfert :

$$F'(p) = \frac{1}{A'p^2 + B'p + C'}$$

10 Mais on remarque que l'on peut utiliser comme sortie du filtre non pas la sortie du deuxième intégrateur 34 mais la sortie de l'atténuateur 30.

Or, cette sortie fournit un signal qui est $p^2 S(p)$, et qui est donc :

$$15 \quad \frac{p^2 E(p)}{A'p^2 + B'p + C'}$$

qui est justement une fonction de transfert d'un filtre passe-haut du second ordre.

20 On a donc constitué soit un filtre passe-bas, soit un filtre passe-haut du second ordre selon qu'on utilise la sortie passe-bas (sortie du deuxième intégrateur 34) ou la sortie passe-haut (après l'atténuateur 30). La fréquence de coupure est la même dans les deux cas, elle est définie par le polynôme $A'p^2 + B'p + C'$.

25 A partir de là, on propose selon l'invention d'utiliser un même filtre du second ordre d'abord comme filtre passe-bas associé en cascade à un filtre passe-haut de fréquence de coupure plus basse, puis comme filtre passe-haut associé en cascade à un filtre passe-bas de fréquence de coupure plus haute. Si la fréquence de
30 coupure du filtre considéré est la même dans les deux cas, on aura réalisé successivement deux filtres passe-bande du quatrième ordre, présentant des bandes de fréquence adjacentes, avec seulement trois filtres du second ordre. De même, si on a toute une série de n filtres du quatrième ordre, ils peuvent être remplacés
35 par $n + 1$ filtres du deuxième ordre.

La figure 5 montre l'agencement d'analyseur spectral qui per-

met de réaliser cette économie, mais on peut d'ores et déjà dire que l'exemple qui vient d'être donné d'un filtre du quatrième ordre décomposé en deux filtres du second ordre peut être généralisé, la méthode restant la même : un filtre du sixième
5 ordre peut-être décomposé en deux filtres du troisième ordre, et même un filtre du cinquième ordre peut être décomposé en un filtre du second ordre et un filtre du troisième ordre, avec toutefois dans ce dernier cas une modification en ce sens que deux filtres du cinquième ordre à bandes de fréquences adjacentes qui seront
10 créés en utilisant un même filtre n'auront pas des formes de courbe de réponse identiques puisqu'on aura dans un cas une pente de 18 dB/octave en basse fréquence et 12 dB/octave en haute fréquence et dans l'autre cas l'inverse.

Sur la figure 5, on a représenté seulement la disposition des
15 filtres dans des voies de filtrage V_1 à V_n , étant entendu que chaque voie comprend, comme à la figure 1, un redresseur sans seuil et un intégrateur de moyennage non représentés, et qu'après les intégrateurs de moyennage les diverses voies sont connectées à un circuit de multiplexage commandé de manière à prélever cycli-
20 quement, avec une période globale d'environ 20 millisecondes, un échantillon sur chaque voie.

Dans un premier temps de la période de 20 millisecondes, la moitié seulement des voies transmet un signal utile, par exemple les voies de numéros impairs, et le circuit de multiplexage est
25 agencé pour ne prélever alors des échantillons que sur ces voies. Dans un deuxième temps, l'autre moitié (voies de numéros pairs) transmet des signaux utiles et le circuit de multiplexage prélève des échantillons sur ces autres voies.

Des moyens de commutation sont prévus dans chaque voie, avec
30 des moyens de commande appropriés, pour que les divers filtres utilisés puissent servir alternativement dans une voie de numéro impair et dans une voie de numéro pair selon qu'on est dans le premier temps ou dans le deuxième temps du cycle de multiplexage.

Les filtres F_0 à F_n sont au nombre de $n + 1$ pour n voies et
35 chaque filtre possède une fréquence de coupure principale, f_0 à f_n , avec un affaiblissement par exemple à 12 dB par octave (second

ordre), et avec une sortie passe-bas (PB) et une sortie passe-haut (PH).

Le signal d'entrée à analyser est appliqué aux entrées des filtres à travers des interrupteurs K_0 à K_n (par exemple des transistors MOS); les interrupteurs de rang pair sont fermés pendant le premier temps du cycle de multiplexage et ouverts pendant le deuxième temps.

D'autres interrupteurs K'_1 à K'_n sont connectés en aval des sorties passe-bas des divers filtres (sauf le premier filtre) pour relier ces sorties aux autres éléments des voies V_1 à V_n . Les interrupteurs K'_1 à K'_n sont fermés et ouverts en opposition de phase avec les interrupteurs K_1 à K_n .

D'autres interrupteurs encore, K''_1 à K''_n sont connectés entre la sortie passe-haut d'un filtre (F_0 à F_{n-1}) et l'entrée du filtre suivant (F_1 à F_n). Ces interrupteurs sont fermés et ouverts en phase avec les interrupteurs K'_1 à K'_n .

Un circuit de commande de commutation agit sur les interrupteurs, en synchronisme avec la commande du circuit de multiplexage. Ce circuit de commande de commutation fait partie d'une logique de commande qui a de plus les fonctions mentionnées à propos de la figure 1, à savoir la commande du multiplexage, du convertisseur analogique-numérique que l'on peut mettre à la sortie du circuit de multiplexage, et de la commutation des capacités d'intégration si les filtres sont des filtres à capacités commutées.

Ainsi, dans le premier temps de chaque cycle de multiplexage, le filtre F_0 reçoit sur son entrée le signal à analyser, et a sa sortie passe-haut reliée à l'entrée du filtre F_1 dont la sortie passe-bas transmet sur la voie V_1 par l'interrupteur fermé K'_1 un signal filtré par les filtres F_0 et F_1 mis en cascade. Les fréquences dans la bande étroite f_0 , f_1 sont donc transmises sur la voie 1.

De même, tous les filtres de rang pair ont leur sortie passe-bas isolée de la voie de même rang, qui ne transmet donc aucun signal, mais reçoivent sur leur entrée le signal à analyser et ont leur sortie passe-haut reliée à l'entrée du filtre de rang impair

immédiatement supérieur ; celui-ci est isolé du signal à analyser et est relié par sa sortie passe-bas à la voie de rang impair qui lui correspond.

Dans le second temps du cycle de multiplexage, c'est le contraire, tous les interrupteurs sont inversés et, si l'on reprend un filtre de rang pair, il devient isolé du signal à analyser mais relié en cascade à la sortie passe-haut du filtre de rang impair précédent qui, lui, reçoit le signal à analyser.

Dans le premier temps, les fréquences comprises dans les bandes $f_0, f_1/f_2, f_3/\dots/f_{n-1}, f_n$ sont donc transmises, et dans le second temps, ce sont au contraire les fréquences des bandes adjacentes intercalaires $f_1, f_2/f_3, f_4/\dots/f_{n-2}, f_{n-1}$.

Il est avantageux que, dans chaque temps du cycle, le circuit de multiplexage prélève d'abord des échantillons sur les voies de plus hautes fréquences puis sur celles des voies de plus basses fréquences pour que les sorties des filtres et des intégrateurs qui les suivent dans chaque voie aient mieux le temps de s'établir à leur nouvelle valeur (les plus basses fréquences s'établissant plus lentement).

Dans l'exemple donné, on a relié les filtres en série dans l'ordre suivant : sortie passe-haut d'un filtre reliée à l'entrée d'un filtre de fréquence de coupure supérieure. On pourrait tout aussi bien prévoir que la sortie passe-bas d'un filtre est reliée à l'entrée d'un filtre de fréquence de coupure inférieure.

Dans une variante de réalisation, on peut aussi prévoir une combinaison de ces deux solutions comme cela est représenté à la figure 6. Dans cette variante, un filtre sur deux (F_i) a son entrée reliée en permanence à l'entrée de signal à analyser avec sa sortie passe-bas reliée par un interrupteur K^i ($i = 1$ à n) à l'entrée du filtre (F_{i-1}) de fréquence de coupure plus basse précédant le filtre considéré, et sa sortie passe-haut reliée, par l'intermédiaire d'un autre interrupteur K^{i+1} travaillant en opposition de phase avec le premier interrupteur, à l'entrée du filtre suivant (F_{i+1}). Les sorties passe-bas et passe-haut du filtre F_{i-1} précédant le filtre considéré sont reliées respectivement à deux voies de transmission différentes V_{i-1} et V_i com-

portant chacune un redresseur sans seuil et un intégrateur non représentés, comme dans le cas de la figure 5 ou de la figure 1. Les sorties passe-bas et passe-haut du filtre (F_{i+1}) suivant le filtre considéré sont reliées, respectivement aux deux voies 5 suivantes V_{i+1} et V_{i+2} . Des interrupteurs K'_i fonctionnant en opposition de phase peuvent être prévus entre les sorties d'un filtre et les voies correspondantes.

L'interrupteur K'_i sera fermé lorsque l'interrupteur K''_i est fermé.

10 Sur la figure 6, ce sont les filtres de rang pair qui ont leur entrée reliée en permanence à l'entrée du signal à analyser, et les filtres de rang impair qui ont leurs sorties passe-bas et passe-haut reliées par des interrupteurs K'_i et K'_{i+1} aux voies respectives V_i et V_{i+1} .

15 Cette disposition présente l'avantage de supprimer les interrupteurs qui étaient nécessaires à la figure 5 entre l'entrée de signal à analyser et les entrées de filtres.

On peut envisager, à la figure 5 comme à la figure 6, de supprimer une voie de transmission sur deux, en profitant de ce 20 que les interrupteurs de sortie, en amont des voies de transmission, travaillent en opposition de phase, et de ce que de toutes façons les redresseurs et intégrateurs des voies de transmission ne travaillent utilement que pendant un temps sur deux de chaque cycle de multiplexage. Une voie de transmission 25 unique V_i peut donc être reliée aux sorties de deux interrupteurs K'_i et K'_{i+1} , ce qui économise une place importante de circuit; la voie de transmission V_i transmet alors alternativement, pendant les deux temps du cycle de multiplexage, un signal filtré dans la bande de fréquences f_{i-1}, f_i et un signal filtré dans la bande $f_i,$ 30 f_{i+1} .

Le multiplexage est donc fait par prélèvement sur chaque voie de deux échantillons différents, respectivement l'un pendant le premier temps du cycle et un autre pendant le second temps.

Les filtres sont de préférence réalisés sous forme de filtres 35 à capacités commutées, c'est-à-dire de filtres dans lesquels chaque intégrateur est constitué par un amplificateur opérationnel A

bouclé par une capacité C_s de contre réaction, mais qui, au lieu de posséder une résistance d'entrée R_e en série (qui définirait avec la capacité C_s une constante de temps d'intégration $R_e C_s$), possède comme circuit d'entrée une capacité d'entrée en parallèle
5 C_e qui peut être isolée soit de l'entrée de signal de l'intégrateur, soit de l'entrée de l'amplificateur A par deux interrupteurs, de préférence deux transistors MOS, T1 et T2, travaillant sous la commande de signaux complémentaires Q et Q*, ou tout au moins de signaux tels que les interrupteurs ne soient
10 jamais fermés tous les deux à la fois. On montre qu'un tel montage, représenté à la figure 7, est équivalent à un intégrateur possédant une résistance d'entrée égale à $1/C_e f_e$ si f_e est la fréquence de commutation de la capacité C_e , c'est à dire la fréquence des signaux Q et Q* qui assurent le transfert de charges
15 de l'entrée de signal vers la capacité C_e puis de la capacité C_e vers la capacité C_s .

Deux points sont à noter plus particulièrement :

Tout d'abord, les amplificateurs opérationnels ne servent réellement que pendant le temps très court nécessaire au transfert
20 des charges de la capacité C_e vers la capacité C_s . On peut donc prévoir que plusieurs intégrateurs d'un filtre ou de plusieurs filtres ne comportent qu'un seul amplificateur opérationnel qui, par multiplexage, est connecté dans plusieurs couples différents de capacités C_e , C_s .

25 D'autre part, on remarque que la constante de temps d'intégration est inversement proportionnelle à la fréquence de commutation f_e . Les fréquences de coupure des filtres de l'analyseur spectral peuvent donc être modifiées par action sur la fréquence f_e ; par exemple, on peut désirer que le spectre de
30 fréquences analysées soit découpé en bandes étroites pas tout à fait adjacentes, c'est à dire que deux filtres passe-bande correspondant à des bandes successives n'ont pas une fréquence de coupure commune qui est la fréquence de coupure haute de l'un et la fréquence de coupure basse de l'autre; dans ce cas, l'invention
35 restera tout de même applicable si on modifie les fréquences de coupure, par action sur la fréquence de commutation des capacités

Ce, entre le premier temps et le second temps du cycle de multiplexage : une fréquence de coupure qui est f_i dans un premier temps deviendrait f'_i , dans un second temps et, au lieu de découper un spectre en bandes étroites de fréquences de coupure rigoureusement adjacentes f_{i-1}, f_i et f_i, f_{i+1} on le découperait en deux bandes étroites f_{i-1}, f_i et f'_i, f'_{i+1} . On peut noter que l'on parvient au même résultat si on modifie la valeur d'une capacité C_e ou C_s entre les deux temps du cycle de multiplexage (par exemple par commutation de capacités en parallèle), puisque les constantes de temps d'intégration sont de la forme C_s/C_e .

REVENDEICATIONS.

1. Analyseur spectral caractérisé par le fait qu'il comprend plusieurs filtres (F_i) comportant chacun une sortie passe-bas (PB) et une sortie passe-haut (PH) présentant toutes deux une même fréquence de coupure (f_i), différente pour les
5 différents filtres, et des moyens de commutation (K_i , K'_i , K''_i) pour relier périodiquement pendant un premier intervalle de temps les filtres par groupes de deux en cascade entre une entrée de signal à analyser et une voie de transmission (V_i) propre à chaque
10 groupe, l'un des filtres ayant sa sortie passe-haut (ou respectivement passe-bas) reliée à l'entrée d'un second filtre dont la sortie utilisée est la sortie passe-bas (ou respectivement passe-haut), et pour relier périodiquement pendant un autre intervalle de temps les filtres en cascade par groupes de deux différents des premiers groupes, la sortie utilisée pour un filtre pendant le
15 deuxième temps étant différente de la sortie utilisée dans le premier temps.

2. Analyseur spectral selon la revendication 1, caractérisé par le fait que dans le deuxième temps, la sortie passe-haut (ou respectivement passe-bas) du premier filtre
20 mentionné est isolée de l'entrée du second filtre mentionné, que l'entrée de ce dernier est connectée à l'entrée de signal à analyser, que sa sortie utilisée est la sortie passe-haut (ou respectivement passe-bas) et que cette sortie est connectée à l'entrée d'un autre filtre de fréquence de coupure plus haute (ou respectivement plus basse) que celle du second filtre.
25

3. Analyseur spectral selon la revendication 2, caractérisé par le fait que des interrupteurs (K_i , K'_{i+1}) fonctionnant en opposition de phase durant les premier et second intervalles de temps sont reliés entre les sorties passe-bas (ou
30 respectivement passe-haut) de deux filtres voisins (F_i , F_{i+1}) et les voies de transmission correspondantes (V_i , V_{i+1}).

4. Analyseur spectral selon la revendication 3,

caractérisé par le fait que des interrupteurs ($K'i$, $K'i+1$) reliés aux sorties passe-bas (ou respectivement passe-haut) de deux filtres voisins sont reliés à une même voie de transmission (V_i) pour connecter à cette voie alternativement l'un ou l'autre des
5 filtres voisins pendant les premier et second intervalles de temps.

5. Analyseur spectral selon la revendication 1, caractérisé par le fait qu'un filtre sur deux (F_i) a son entrée reliée à l'entrée de signal à analyser, sa sortie passe-haut
10 reliée dans le premier temps à un autre filtre (F_{i+1}) de fréquence de coupure supérieure et sa sortie passe-bas reliée dans le second temps à un autre filtre (F_{i-1}) de fréquence de coupure inférieure, et que les sorties passe-bas et passe-haut de ces deux autres filtres sont reliées à des voies de transmission de signal filtré.

15 6. Analyseur spectral selon la revendication 5, caractérisé par le fait que des interrupteurs reliés aux deux sorties d'un filtre non relié à l'entrée de signal sont reliés à une même voie de transmission pour connecter à cette voie, alternativement pendant les premier et second intervalles de temps,
20 l'une ou l'autre des sorties de ce filtre.

7. Analyseur spectral selon l'une des revendications 1 à 6, caractérisé par le fait que les filtres sont des filtres à capacités commutées dont les fréquences de coupure peuvent être modifiées par variation d'une fréquence d'échantillonnage ou de
25 valeurs de capacités entre le premier et le second intervalles de temps.

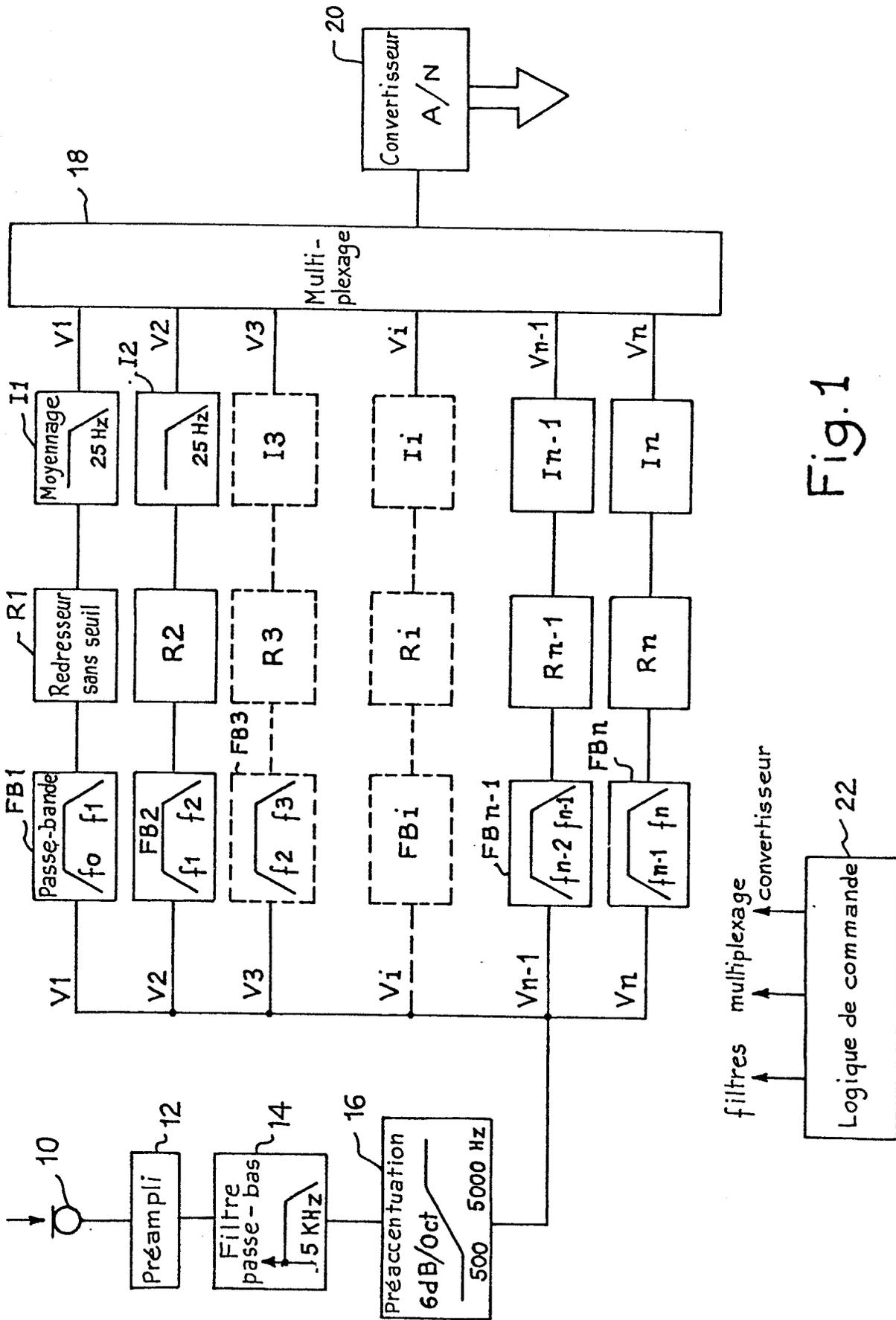
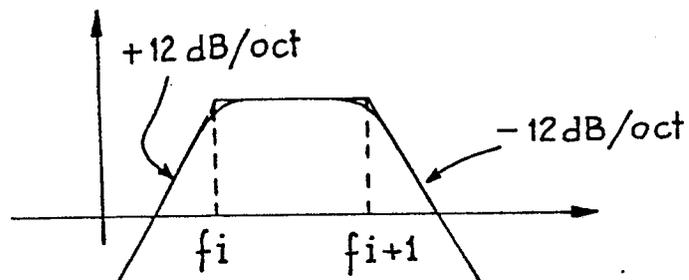
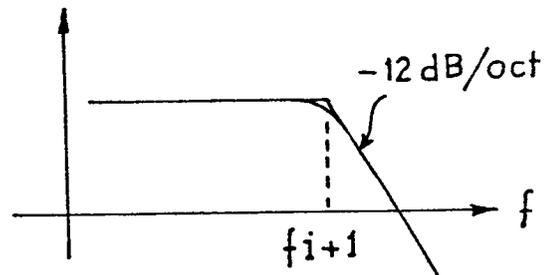
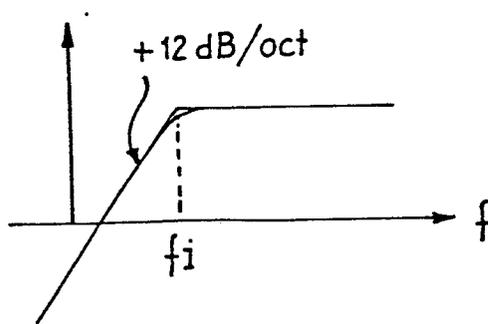
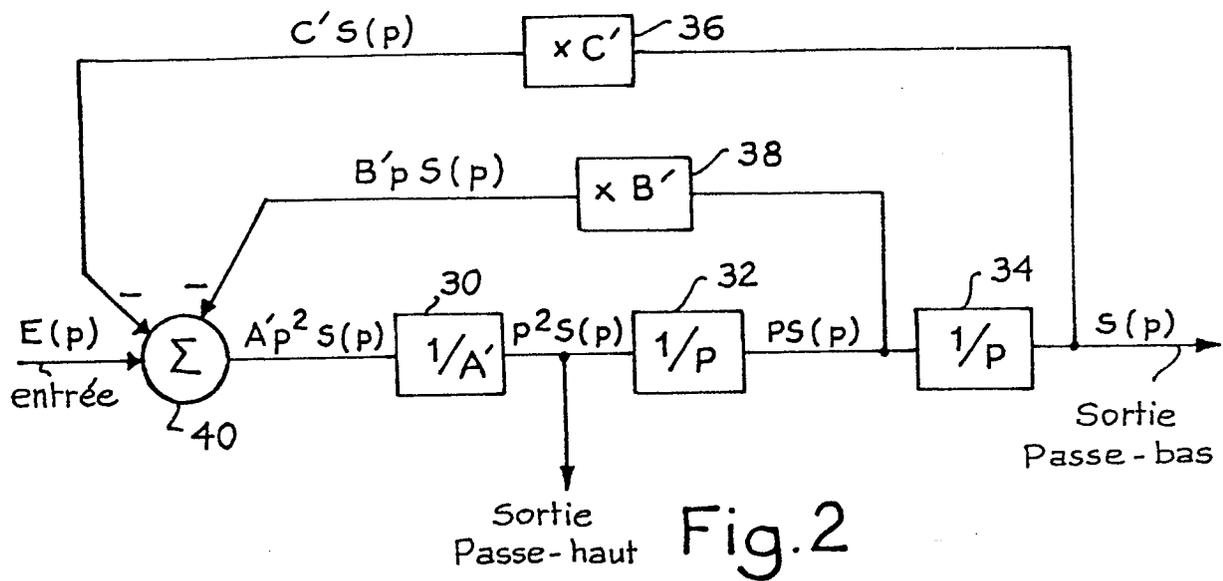


Fig. 1

2/4



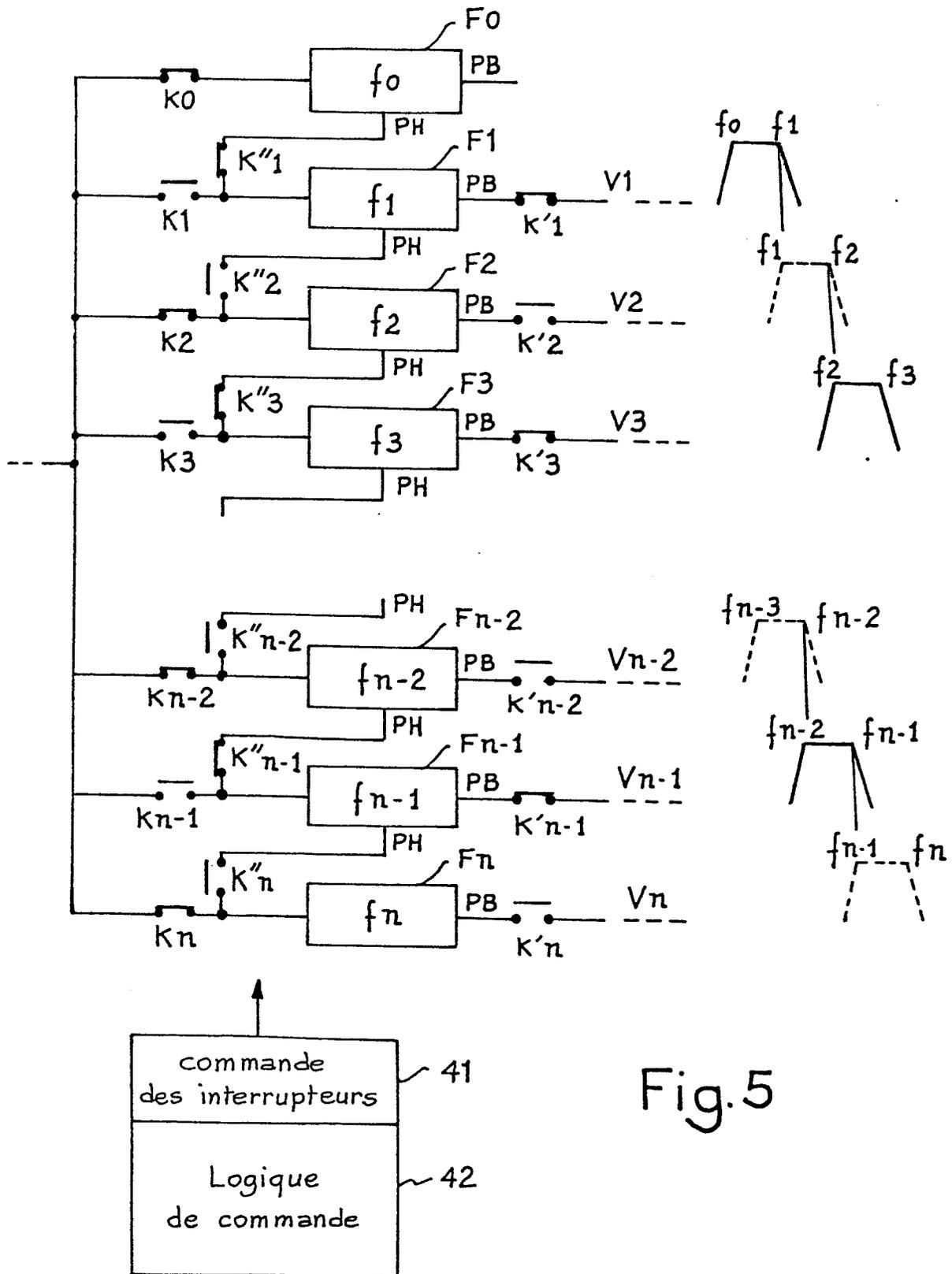


Fig.5

4/4

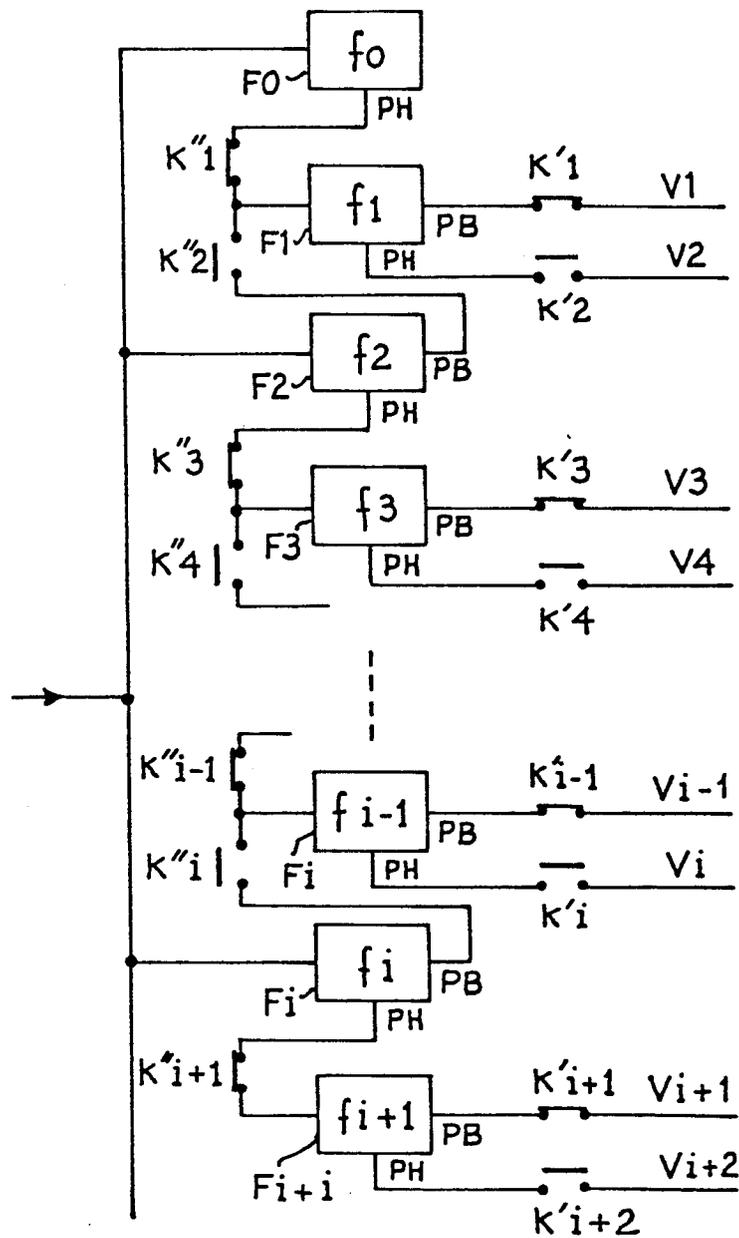


Fig. 6

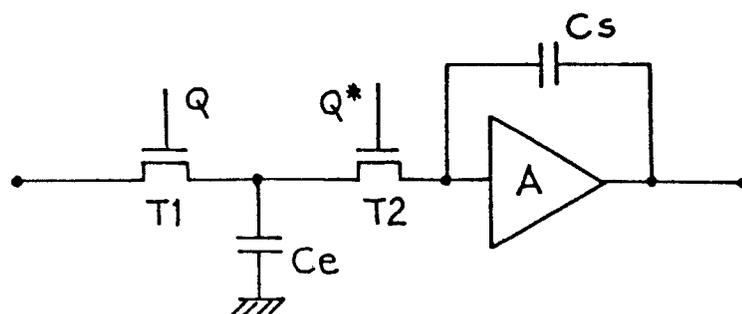


Fig. 7



DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int. Cl. 3)
A	EP-A-0 028 103 (FUJITSU LTD) *Page 2, ligne 6 - page 3, ligne 7*	1	G 10 L 1/02 G 01 R 23/167
A	--- US-A-4 137 510 (M. IWAHARA) *Figure 7A*	1	
A	--- US-A-3 590 284 (M. YAMANE) *Résumé*	1	
A	--- PROCEEDINGS OF THE IEEE, vol. 67, no. 10, octobre 1979, pages 1403-1405, New York (USA); C.R. HEWES et al.: "Applications of CCD and switched capacitor filter technology". *Figure 18*	7	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl. 3)
			G 10 L 1/02 G 01 R 23/167
Le présent rapport de recherche a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 07-10-1982	Examineur ARMSPACH J. F. A. M.
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons	
X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire		& : membre de la même famille, document correspondant	