

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE  
INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE  
PARIS

①1 N° de publication : **2 913 151**  
(à n'utiliser que pour les  
commandes de reproduction)

②1 N° d'enregistrement national : **07 04582**

⑤1 Int Cl<sup>8</sup> : **H 03 L 7/08** (2006.01), H 03 B 5/12, 5/32

⑫

## DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②2 Date de dépôt : 26.06.07.

③0 Priorité :

④3 Date de mise à la disposition du public de la demande : 29.08.08 Bulletin 08/35.

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

⑥0 Références à d'autres documents nationaux apparentés :

⑦1 Demandeur(s) : THOMSON LICENSING Société par actions simplifiée — FR.

⑦2 Inventeur(s) : LE NAOUR JEAN YVES, PERRAU-DEAU JACQUES et ROBERT JEAN LUC.

⑦3 Titulaire(s) :

⑦4 Mandataire(s) : THOMSON.

⑤4 PROCÉDE DE LIMITATION DES PERTURBATIONS DUES A LA MICROPHONIE DANS LE DISPOSITIFS D'EMISSION RECEPTION RADIO FREQUENCE.

⑤7 La présente invention concerne une méthode de limitation de la microphonie dans un système récepteur formé par un premier module insensible à la microphonie et un second module sensible à la microphonie, physiquement distincts, reliés l'un à l'autre par une liaison, le système récepteur comprenant un premier oscillateur de référence et un deuxième oscillateur VCO,

La méthode consiste à :

- placer l'oscillateur de référence dans le premier module, et à transmettre le signal de référence par la liaison du premier module vers le second module comportant un synthétiseur principal;
- utiliser un synthétiseur auxiliaire à filtre de boucle large pour doubler le synthétiseur principal à filtre de boucle ajusté;
- comparer des signaux issus du synthétiseur principal et du synthétiseur auxiliaire pour former une contre réaction avec un signal de sortie représentatif des variations de phase/ fréquence responsable des phénomènes de microphonie.

FR 2 913 151 - A1



L'invention concerne un procédé de limitation des perturbations dues à la microphonie dans les dispositifs d'émission réception radio fréquence. L'invention concerne également un circuit permettant d'implémenter un tel procédé.

5

La plupart des dispositifs d'émission et de réception radiofréquences (RF) actuels mettent en œuvre des synthétiseurs de fréquence PLO (Phase Locked Oscillator) précis synchronisés sur un oscillateur de référence basse fréquence (typiquement de 1 à 20MHz). Ces oscillateurs de référence sont  
10 souvent des XO (Crystal Oscillator) ou TCXO (Temperature Compensated Crystal Oscillator) construits autour d'un crystal piezo malheureusement très sensible aux vibrations et aux chocs avec pour conséquences un écart intempestif de fréquence instantanée de l'oscillateur local PLO du dispositif. La fréquence centrale du signal émis ou reçu s'en trouve sensiblement  
15 modifiée. En conséquence, la qualité de la transmission est dégradée et le dispositif est perturbé.

La figure 1 illustre un exemple d'un module de réception RF selon l'état de la technique. Le synthétiseur (PLO) 1 est usuellement constitué d'un oscillateur  
20 VCO (Voltage Control Oscillator) 2 asservi en phase par un circuit PLL (phase locked loop) 3 sur un signal de référence externe  $S_{ref}$  issu d'un oscillateur de référence 4. Le VCO est stabilisé par une boucle à verrouillage de phase et par un filtre de boucle 5. Le synthétiseur 1 délivre ainsi un signal de référence  $S_{plo}$  sur une entrée d'un mélangeur 12. Le signal d'entrée  $S_{in}$   
25 amplifié par un amplificateur 10 puis filtré par un filtre passe bande 11 est appliqué sur l'autre entrée de mélangeur 12. Le signal  $S_{in}$  est ainsi transposé par le signal de référence  $S_{plo}$  en un signal de sortie  $S_{out}$  en fréquence intermédiaire IF amplifié par l'amplificateur 13.

Un récepteur, tel représenté par la figure 2, est constitué par exemple de  
30 deux modules RF physiquement distincts et reliés par exemple par un câble coaxial ou par une liaison sans fil. Le premier est un module de réception agile placé dans boîtier « tuner » qui permet de sélectionner le canal utile dans le multiplex fréquentiel reçu. Le deuxième module est un module de conversion «Down Converter» placé dans un boîtier «Down Converter » par

exemple sur un mat qui convertit en bloc la bande de fréquence RF reçue en Fréquence Intermédiaire (IF), le câble coaxial véhicule l'alimentation continue DC du boîtier « tuner » vers le boîtier « Down Converter » et le signal en fréquence intermédiaire IF du boîtier « Down Converter » vers le boîtier « tuner ».

Le module de réception agile, dans un boîtier « tuner », est insensible à la microphonie. Par contre le boîtier du module « Down converter » est quant à lui très léger et fixé par exemple en haut d'un mat. Il est donc sujet aux chocs et vibrations mécaniques. En exploitation, sous l'action de chocs aléatoires, ou du vent en extérieur, il peut donc se produire des décrochages de signaux ou pertes d'information visibles, dans le cas de la retransmission d'images sur écran.

En fait, la fréquence du signal en fréquence intermédiaire IF varie à la suite d'un choc sur l'oscillateur TCXO. Un changement instantané sensible de la fréquence IF va se traduire par des erreurs en réception qui peuvent produire un blocage de l'image dans le cas d'une transmission vidéo. Une des techniques connues pour palier à ce phénomène est de déporter l'oscillateur de référence dans le boîtier du module « tuner », par exemple, et de véhiculer le signal de référence à travers un câble coaxial vers l'élément du système d'émission réception sensible aux chocs mécaniques.

La est un graphe illustrant un signal avec un changement de fréquence instantané du à un choc sur le récepteur situé dans le boîtier du second module « Down Converter ». Ce choc engendre des parasites qui correspondent ici à une variation instantanée du signal IF qui peut également être gênante et dégrader la qualité de la transmission.

Le brevet Européen EP 0449319 (NOKIA MOBIL PHONES LTD) propose une méthode pour réduire les effets de la microphonie dans les circuits de réception des téléphones portables. Il est proposé un arrangement du filtre de boucle qui consiste à transformer le potentiel de masse du filtre de boucle en masse flottante pour éliminer les interférences qui se développent dans les condensateurs ( $C < 1\text{nF}$ ) multicouches céramiques CMS. Une partie du filtre (GND) est alors mise à la masse par l'intermédiaire d'une capacité tantale qui est beaucoup moins sensible aux problèmes de micro-phonie.

Plusieurs idées de montages avec des composants actifs sont proposées. Les améliorations apportées permettent de réduire de 20 à 40dB les interférences produites par les chocs mécaniques sur condensateurs céramiques. Mais cette technique n'élimine pas la microphonie engendrée par l'oscillateur VCO lui-même. Cette microphonie est typiquement due aux selfs bobinées et aux capacités céramiques.

Pour remédier à ces inconvénients l'invention propose une méthode de limitation de la microphonie dans un système récepteur formé par un premier module insensible à la microphonie et un second module sensible à la microphonie, physiquement distincts, reliés l'un à l'autre par une liaison, le système récepteur comprenant un premier oscillateur de référence et un deuxième oscillateur VCO

La méthode consiste à placer l'oscillateur de référence dans le premier module, et à transmettre le signal de référence par la liaison du premier module vers le second module comportant un synthétiseur principal puis à utiliser un synthétiseur auxiliaire à filtre de boucle large pour doubler le synthétiseur principal à filtre de boucle ajusté et ensuite à comparer des signaux issus du synthétiseur principal et du synthétiseur auxiliaire pour former une contre réaction avec un signal de sortie représentatif des variations de phase/ fréquence responsable des phénomènes de microphonie.

Préférentiellement, les synthétiseurs sont situés tous deux dans le second module.

Selon une variante de l'invention, associé au synthétiseur principal du second module le synthétiseur auxiliaire est situé dans le premier module.

L'invention consiste également en un système récepteur formé par un premier module et un second module sensible à la microphonie, physiquement distincts et reliés l'un à l'autre par une liaison par laquelle un signal de référence est transmis du premier module vers le second module.

Au second module comportant un synthétiseur principal PLO1 formé par un circuit PLL PLL1 et un filtre F1 pour un filtrage de boucle optimisé à la bande de fréquence de réception des signaux, il est associé un synthétiseur

auxiliaire PLO2 formé par un circuit PLL PLL2 et un filtre F2 pour un filtrage de boucle large et un comparateur phase/fréquence C émettant un signal de comparaison des signaux de sortie du synthétiseur principal PLO1 et du synthétiseur auxiliaire PLO2, ce signal formant une boucle de contre réaction sur le synthétiseur principal.

Préférentiellement, le synthétiseur principal PLO1 et le synthétiseur auxiliaire PLO2 sont asservis en phase sur un signal de référence externe Sref en provenance du premier module.

Selon une variante de l'invention, le synthétiseur auxiliaire PLO2 est un élément du deuxième module et le synthétiseur principal PLO1 est un élément du premier module et le signal de sortie du synthétiseur est transmis par le câble au second module.

Selon une variante de l'invention le synthétiseur auxiliaire PLO2 fonctionne à un sous multiple de la fréquence du synthétiseur principal PLO1.

L'invention a l'avantage de permettre de simplifier le maintien mécanique de l'élément potentiellement sensible à la microphonie.

L'invention a également l'avantage d'éviter les blocages d'images rédhibitoires dans le cas d'une transmission vidéo

L'invention est facilement mise en œuvre.

Les caractéristiques et avantages de l'invention mentionnée ci-dessus, ainsi que d'autres, apparaîtront plus clairement à la lecture de la description suivante, faite en relation avec les dessins joints, dans lesquels :

- la figure 1 déjà décrite, représente une architecture simplifiée d'un module de réception RF selon l'état de la technique ;
- la figure 2 est un schéma d'un récepteur formé par un premier et un deuxième module relié par un câble coaxial ;
- la figure 3 est un graphe illustrant un signal avec un changement de fréquence instantané du à un choc sur le récepteur ;
- la figure 4 représente l'architecture d'un module synthétiseur selon l'invention.

La figure 4 représente l'architecture du module synthétiseur selon l'invention. Il est constitué par un synthétiseur principal PLO1, un synthétiseur auxiliaire

PLO2 et un comparateur de phase / fréquence C1. Le module synthétiseur principal PLO1 ainsi que le synthétiseur auxiliaire PLO2 sont situés dans le boîtier « down converter ». Un signal de référence Sref est transmis aux synthétiseurs par le câble coaxial. Ce signal de référence transmis extérieurement est considéré comme insensible aux chocs mécaniques. Il est issu d'un oscillateur de référence (non représenté) qui se trouve associé au module « tuner » représenté sur la figure 2.

Le synthétiseur de fréquence principal PLO1 est composé classiquement comme décrit pour la figure 1, par un circuit PLL1 asservi en fréquence et en phase sur le signal de référence externe Sref, un oscillateur VCO1 (Voltage Control Oscillator) et un filtre de boucle optimisé F1 pour minimiser le bruit de phase de la PLL1 sont intercalés dans la boucle de phase.

Un second synthétiseur de fréquence PLO2 auxiliaire comporte également un circuit PLL2 asservi en fréquence et en phase sur le signal de référence externe Sref, un oscillateur VCO2 et un filtre large bande F2 sont intercalés dans la boucle de phase. Le filtre F2 de boucle large est capable de compenser les variations de phase/ fréquence générées par les chocs mécaniques portés à la structure. Ce filtre de boucle large qui n'est pas optimisé en bruit de phase ne peut donc pas être utilisé dans la voie principale.

Les comparateurs de phase utilisés dans ces circuits PLL sont également majoritairement suivis d'une pompe à charge assurant la conversion nécessaire pour le filtre fixant la dynamique de boucle et pour l'oscillateur contrôlé en tension (VCO) générant la fréquence finale.

Des signaux de commande Sc sont également appliqués parallèlement sur les circuits PLL1 et PLL2 pour programmer leurs fréquences mais aussi le courant de pompe à charge nominal Ip du circuit PLL1.

Associé à ces 2 synthétiseurs, un élément comparateur C1 compare les signaux issus du synthétiseur de fréquence principal PLO1 à filtre optimisé et du synthétiseur de fréquence secondaire PLO2 à filtre de boucle large. Il en résulte, à la sortie du comparateur, un signal représentatif des effets engendrés par le choc et non compensée par le synthétiseur principal PLO1 du fait de sa largeur de boucle réduite optimisée pour des performances en bruit de phase. Le signal issu du comparateur de phase est

ensuite injecté dans la boucle du synthétiseur principal PLO1 générant un courant de pompe à charge  $I_p$  optimisé pour réduire l'effet de la microphonie.

Le gain de boucle ouverte du circuit PLL1 est proportionnel au courant  $I_p$ .

- 5 Si le courant  $I_p$  augmente le gain de boucle en boucle ouverte augmente, la fréquence de coupure en boucle fermée augmente et la sensibilité aux chocs s'en trouve donc réduite.

Un exemple d'implémentation consiste à utiliser un circuit PLL du type Analog Devices (ADF4112).

- 10 Par ce biais, le gain de boucle et donc la bande passante va augmenter diminuant la sensibilité du dispositif aux chocs mécaniques mais bien sûr au détriment des performances globale du système en termes de sensibilité. Mais dans le cas d'une transmission sans fil d'un signal vidéo ou le blocage d'image n'est pas permis, il permet une transmission « confortable », ce qui
- 15 est primordial.

- Les composants PLL actuels intègrent souvent deux PLL distincts dans un même boîtier. Afin de limiter le nombre de composants à mettre en œuvre, le PLO auxiliaire peut être construit autour d'une PLL fonctionnant à un sous multiple de la fréquence du PLO principal et suivi d'un multiplicateur de
- 20 fréquence. Un comparateur de phase sous harmonique peut également être utilisé.

- Une variante de l'invention consiste à déplacer le second synthétiseur de fréquence PLO2 dans le boîtier « tuner » à l'abri des chocs (voir figure 2) et d'envoyer par le câble le signal issu de ce synthétiseur vers le comparateur
- 25 phase fréquence situé dans le boîtier « Down Converter ».

Dans ce cas, les bandes de boucle des deux PLO sont identiques, le signal issu du comparateur de phase est injecté dans la boucle du PLO1 principal pour combattre les variations de courant de charge  $I_p$  dues à la microphonie.

## REVENDICATIONS

1. Méthode de limitation de la microphonie dans un système récepteur formé par un premier module insensible à la microphonie et un second module sensible à la microphonie, physiquement distincts, reliés l'un à l'autre par une liaison, le système récepteur comprenant un premier oscillateur de référence et un deuxième oscillateur VCO,
- 5
- caractérisée en ce que la méthode consiste :
- à placer l'oscillateur de référence dans le premier module, et à
- 10 transmettre le signal de référence par la liaison du premier module vers le second module comportant un synthétiseur principal ;
- à utiliser un synthétiseur auxiliaire à filtre de boucle large pour doubler le synthétiseur principal à filtre de boucle ajusté;
- puis à comparer des signaux issus du synthétiseur principal et du
- 15 synthétiseur auxiliaire pour former une contre réaction avec un signal de sortie représentatif des variations de phase/ fréquence responsable des phénomènes de microphonie.
2. Méthode de limitation de microphonie selon la revendication 1
- 20 caractérisée en ce que les synthétiseurs sont situés tous deux dans le second module.
3. Méthode de limitation de microphonie selon la revendication 1
- caractérisée en ce que associé au synthétiseur principal du second module
- 25 le synthétiseur auxiliaire est situé dans le premier module.
4. Système récepteur formé par un premier module et un second module sensible à la microphonie, physiquement distincts et reliés l'un à l'autre par une liaison par laquelle un signal de référence est transmis du premier
- 30 module vers le second module,
- caractérisé en ce que le second module comportant un synthétiseur principal (PLO1) formé par un circuit PLL (PLL1) et un filtre (F1) pour un filtrage de boucle optimisé à la bande de fréquence de réception des

signaux, il lui est associé un synthétiseur auxiliaire (PLO2) formé par un circuit PLL (PLL2) et un filtre F2 pour un filtrage de boucle large et,

un comparateur phase/fréquence C émettant un signal de comparaison des signaux de sortie du synthétiseur principal (PLO1) et du synthétiseur  
5 auxiliaire (PLO2), ce signal formant une boucle de contre réaction sur le synthétiseur principal.

5. Système récepteur selon la revendication 4 caractérisé en ce que le  
synthétiseur principal (PLO1) et le synthétiseur auxiliaire (PLO2) sont  
10 asservit en phase sur un signal de référence externe Sref en provenance du premier module.

6. Système récepteur selon la revendication 5 caractérisé en ce que le  
synthétiseur auxiliaire (PLO2) est un élément du deuxième module.

15

7. Système récepteur selon la revendication 6 caractérisé en ce que le  
synthétiseur auxiliaire (PLO2) est un élément du premier module et le signal  
de sortie du synthétiseur est transmis par le câble au second module.

20 8. Système récepteur selon la revendication 6 caractérisé en ce que le  
synthétiseur auxiliaire (PLO2) fonctionne à un sous multiple de la fréquence  
du synthétiseur principal (PLO1).

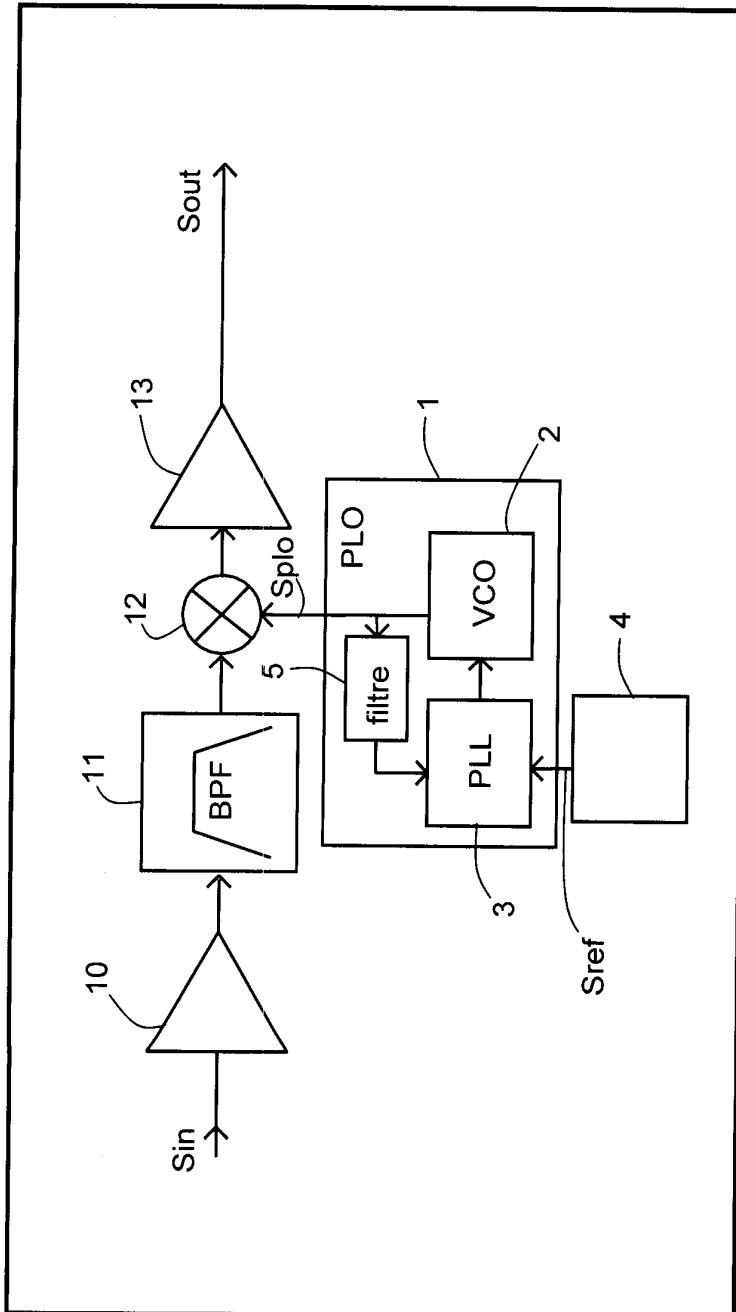


Fig.1

2/3

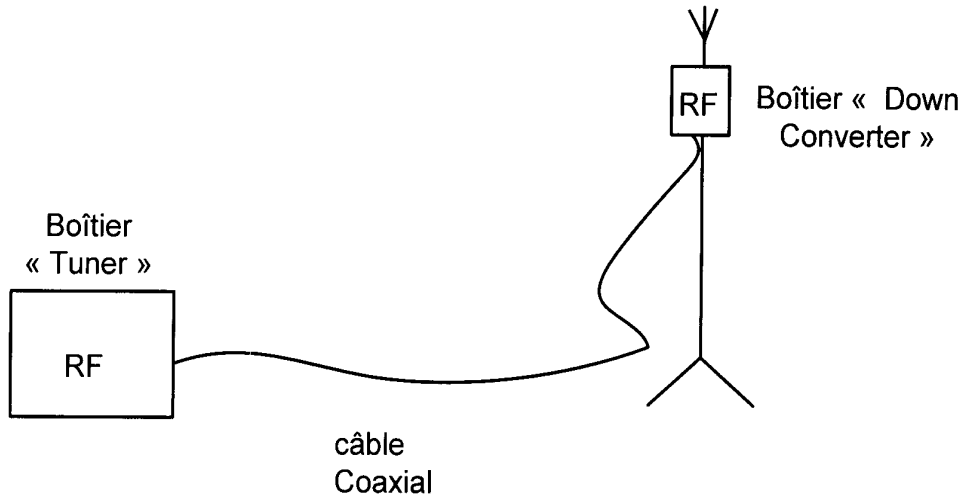


Fig.2

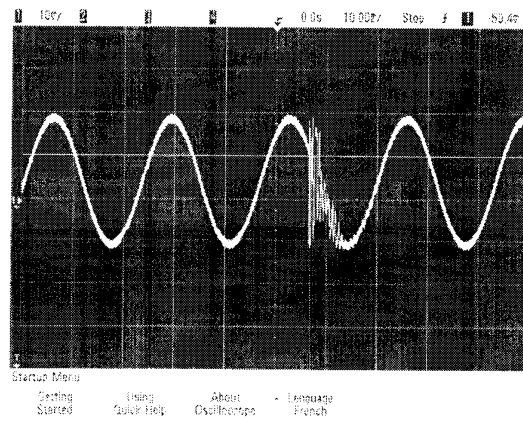


Fig.3

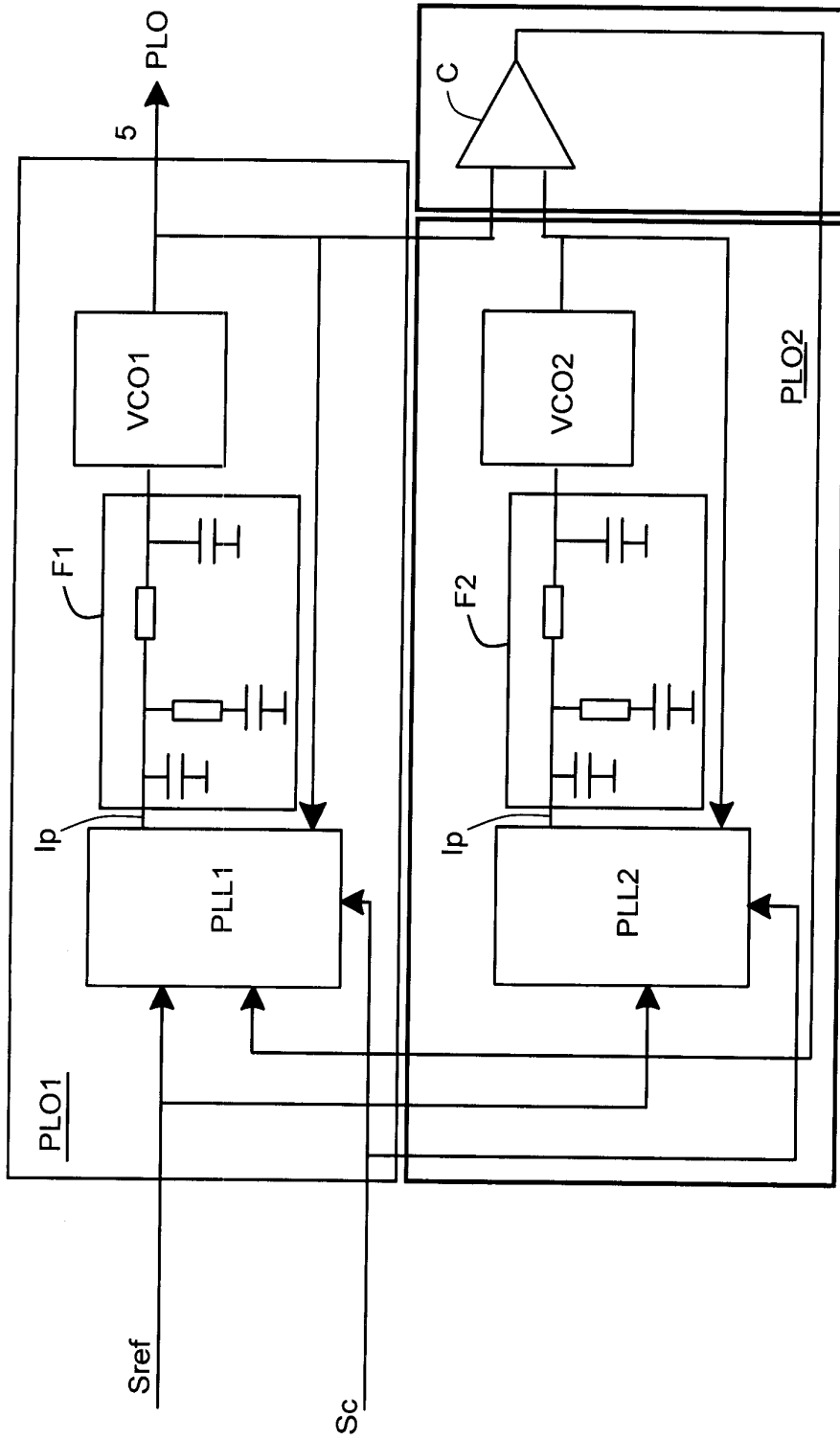


Fig.4

**RAPPORT DE RECHERCHE  
PRÉLIMINAIRE**

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

N° d'enregistrement  
national

FA 697306  
FR 0704582

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
X	FR 2 814 870 A (SAGEM [FR]) 5 avril 2002 (2002-04-05) * page 1, ligne 2 - ligne 4 * * page 2, ligne 1 - ligne 4 * * page 3, ligne 7 - ligne 9 * * page 4, ligne 11 - page 5, ligne 17 * * figure 3 *	1-8	H03L7/08 H03B5/12 H03B5/32
A	----- US 6 960 943 B1 (POULSON KIM ALT [US]) 1 novembre 2005 (2005-11-01) * colonne 2, ligne 48 - colonne 3, ligne 13 * * colonne 3, ligne 65 - colonne 5, ligne 37 * * figures *	1-8	
A	----- US 4 785 260 A (PANETH ERIC [IL]) 15 novembre 1988 (1988-11-15) * colonne 1, ligne 28 - ligne 35 * * colonne 2, ligne 48 - colonne 4, ligne 59 * * figures 1-3 *	1-8	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC)
			H03L
		Date d'achèvement de la recherche	Examineur
		31 janvier 2008	Balbinot, Hervé
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS		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	
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			

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE  
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 0704582 FA 697306**

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche préliminaire visé ci-dessus.

Les dits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du 31-01-2008

Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets, ni de l'Administration française

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
FR 2814870	A	05-04-2002	AUCUN	
-----				
US 6960943	B1	01-11-2005	AUCUN	
-----				
US 4785260	A	15-11-1988	AT 400787 B	25-03-1996
			AT 36487 A	15-07-1995
			AU 570859 B2	24-03-1988
			AU 6429886 A	01-10-1987
			BE 905821 A1	27-05-1987
			BR 8701214 A	29-12-1987
			CA 1257337 A1	11-07-1989
			CH 671661 A5	15-09-1989
			CN 87101989 A	18-11-1987
			DE 3640555 A1	24-09-1987
			DK 128787 A	19-09-1987
			ES 2004164 A6	16-12-1988
			FI 864927 A	19-09-1987
			FR 2597684 A1	23-10-1987
			GB 2188201 A	23-09-1987
			HK 66290 A	31-08-1990
			IL 80496 A	29-04-1990
			IN 169257 A1	21-09-1991
			IT 1205753 B	31-03-1989
			JP 2063467 C	24-06-1996
			JP 7085537 B	13-09-1995
			JP 62242421 A	23-10-1987
			MX 164954 B	09-10-1992
			NL 8700646 A	16-10-1987
			NO 864619 A	21-09-1987
			SE 467902 B	28-09-1992
			SE 8604662 A	19-09-1987
			SG 11590 G	06-07-1990
-----				