

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la Propriété
Intellectuelle
Bureau international



(43) Date de la publication internationale
25 mars 2010 (25.03.2010)

(10) Numéro de publication internationale
WO 2010/031944 A1

(51) Classification internationale des brevets :
H03D 7/16 (2006.01)

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/FR2009/051671

(22) Date de dépôt international :
4 septembre 2009 (04.09.2009)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
0856328 19 septembre 2008 (19.09.2008) FR

(71) Déposant (pour tous les États désignés sauf US) :
FRANCE TELECOM [FR/FR]; 6 place d'Alleray,
F-75015 Paris (FR).

(72) Inventeurs; et

(75) Inventeurs/Déposants (pour US seulement) : **BURCIU, Ioan** [RO/FR]; 17A rue des Muriers, F-69100 Villeurbanne (FR). **GAUTIER, Matthieu** [FR/FR]; 20

Rue de la Convention, F-42100 Saint Etienne (FR). **VILLEMAUD, Guillaume** [FR/FR]; Laboratoire Citi - Insa Lyon, 21 avenue Jean Capelle, F-69621 Villeurbanne Cedex (FR). **VERDIER, Jacques** [FR/FR]; 6 rue Jean Cagne, F-69120 Vaulx En Velin (FR).

(74) Mandataire : **FRANCE TELECOM R&D/PIV/BREVETS**; MEYNARD Pierrette, 38-40 rue du Général Leclerc, F-92794 Issy Moulineaux Cedex 9 (FR).

(81) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de protection nationale disponible) : AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

[Suite sur la page suivante]

(54) Title : METHOD FOR PROCESSING TWO SIGNALS RECEIVED BY A SINGLE TERMINAL

(54) Titre : PROCEDE DE TRAITEMENT DE DEUX SIGNAUX RECUS PAR UN MEME TERMINAL

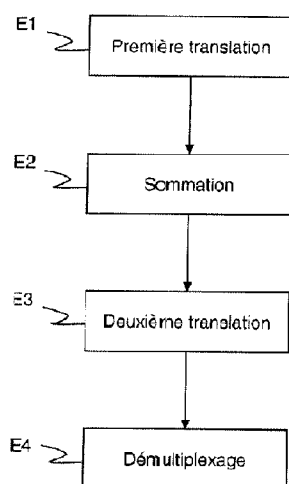


Fig. 3

E1 First translation
E2 Summation
E3 Second translation
E4 Demultiplexing

(57) Abstract : The invention relates to a method for processing two initial signals received by a single terminal and comprises: a first frequency translation of each initial signal so as to obtain four intermediate signals, that is, two phase signals and two quadrature signals, centered around a single intermediate frequency; a respective summation of the two phase signals and the two quadrature signals obtained from the first frequency translation, the frequency spectra of the two signals from the summation overlapping; and a second frequency translation of the two signals from the summation for obtaining four baseband signals.

(57) Abrégé : L'invention concerne un procédé de traitement de deux signaux initiaux reçus par un même terminal comportant : une première translation en fréquence de chacun des signaux initiaux pour l'obtention de quatre signaux intermédiaires, deux signaux en phase et deux signaux en quadrature, centrés autour d'une même fréquence intermédiaire, une sommation respectivement des deux signaux en phase et des deux signaux en quadrature obtenus à l'issue de la première translation en fréquence, les spectres de fréquences des deux signaux issus de la sommation étant superposés, une deuxième translation en fréquence des deux signaux issus de la sommation pour l'obtention de quatre signaux en bande de base.



(84) **États désignés** (*sauf indication contraire, pour tout titre de protection régionale disponible*) : ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasién (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), européen (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Déclarations en vertu de la règle 4.17 :

— *relative à la qualité d'inventeur (règle 4.17.iv)*

Publiée :

— *avec rapport de recherche internationale (Art. 21(3))*

Procédé de traitement de deux signaux reçus par un même terminal

La présente invention se situe dans le domaine des communications
5 sans fil et concerne plus particulièrement un procédé de traitement de deux
signaux reçus par un même terminal.

Depuis quelques années, les techniques et les normes se sont
multipliées dans le domaine des communications sans fil, certaines d'entre
10 elles nécessitant la réception et le traitement de plusieurs signaux par un
même terminal.

Par exemple, pour augmenter la fiabilité et le débit des communications,
des techniques dites de diversité sont apparues. Ainsi, pour la technique de
diversité spatiale de type SIMO (pour *Single Input Multiple Output* en anglais),
15 un terminal reçoit quasi simultanément plusieurs signaux provenant d'un
même émetteur, ces signaux ayant traversé des canaux de propagation
différents.

Selon un autre exemple, un terminal peut également recevoir
simultanément plusieurs signaux satisfaisant des normes différentes comme,
20 par exemple, la norme GSM (pour *Global System for Mobile Communications*
en anglais), la norme UMTS (pour *Universal Mobile Telecommunications*
System en anglais) ou encore la norme Wi-Fi (pour *Wireless Fidelity* en
anglais).

25 Il existe différentes méthodes permettant à un terminal de traiter
simultanément plusieurs signaux reçus.

Un terminal, par exemple un terminal mobile, comprend un récepteur
comportant, entre autres, un dispositif antenne (au moins une antenne), une
chaîne de traitement analogique du signal, un dispositif de conversion
30 analogique/numérique du signal, une chaîne de traitement numérique du
signal.

Une première méthode de traitement simultané de plusieurs signaux reçus consiste à équiper le terminal d'autant de chaînes de traitement analogique du signal que de signaux reçus. C'est la méthode actuellement utilisée pour traiter les deux exemples de réception simultanée de signaux cités ci-dessus.

La **figure 1** représente un schéma simplifié d'un récepteur radiofréquence selon l'état de l'art comportant plusieurs chaînes de traitement analogique du signal.

Dans cet exemple, le récepteur radiofréquence comporte deux antennes A_1 et A_2 permettant au terminal de recevoir deux signaux S_{R1} et S_{R2} .

Chacun des signaux reçus est traité par une chaîne de traitement analogique du signal CTA_1 et CTA_2 .

Le traitement analogique du signal permet de transposer en bande de base le signal reçu, après filtrage et amplification.

Le récepteur radiofréquence comporte également un convertisseur analogique/numérique CAN et une chaîne de traitement numérique du signal CTN.

L'inconvénient de cette méthode est de complexifier le récepteur radiofréquence et d'augmenter sa consommation en énergie en multipliant le nombre de chaînes de traitement analogique du signal. Elle est également coûteuse dans la mesure où le nombre de composants matériels nécessaires pour former ces chaînes de traitement analogique du signal est lui aussi multiplié.

Afin de diminuer cette complexité et la consommation en énergie, d'autres méthodes sont envisagées.

La consommation en énergie du récepteur dépend en partie de la largeur du spectre de fréquences des signaux à traiter. Pour réduire la consommation en énergie du récepteur, une solution consiste à réduire le spectre de fréquences des signaux reçus. La réduction du spectre de

fréquences des signaux reçus est notamment possible en multiplexant ces signaux. Le multiplexage permet également de n'utiliser qu'une seule chaîne de traitement analogique du signal.

5 La **figure 2** représente un schéma simplifié d'un récepteur radiofréquence selon l'état de l'art comportant une chaîne de traitement analogique du signal et des dispositifs de multiplexage et de démultiplexage.

Pour cet exemple, le récepteur radiofréquence comporte deux antennes A'_1 et A'_2 permettant au terminal de recevoir deux signaux.

10 Les signaux reçus sont multiplexés par un multiplexeur M. Le signal obtenu en sortie du multiplexeur M est traité par une chaîne de traitement analogique du signal CTA.

Le traitement analogique du signal permet de transposer en bande de base le signal obtenu en sortie du multiplexeur M, après filtrage et amplification.

15 Le récepteur radiofréquence comporte également un convertisseur analogique/numérique CAN' du signal.

Après conversion, les signaux sont à nouveau séparés par un démultiplexeur D'. Le démultiplexeur D' comporte deux chaînes D'_1 et D'_2 de traitement du signal, chacune étant dédiée à la reconstruction du signal en bande de base d'un des deux signaux.

20 Les signaux obtenus après démultiplexage sont traités séparément en numérique par une chaîne de traitement numérique du signal CTN' commune aux deux signaux.

25 Plusieurs modes de multiplexage peuvent être utilisés parmi lesquels le multiplexage fréquentiel, comme décrit dans la demande de brevet US2005/0003853, et le multiplexage par codes orthogonaux.

Le multiplexage fréquentiel consiste à réaliser une translation en fréquence des signaux reçus puis à les sommer.

30

Les fréquences intermédiaires autour desquelles le multiplexeur translate les signaux reçus sont telles qu'à l'issue de la sommation les spectres de fréquences des deux signaux reçus sont rapprochées sans recouvrement.

- 5 Ainsi, en minimisant par translation la distance entre les fréquences centrales des signaux reçus, la largeur du spectre de fréquences en sortie du multiplexeur est réduite. Elle est au mieux égale à la somme des largeurs des spectres de fréquences des signaux reçus.

- 10 Le multiplexage fréquentiel ne permet pas de réduire la largeur du spectre de fréquences en sortie du multiplexeur en deçà de la somme des largeurs des spectres de fréquences des signaux reçus.

- 15 Pour une réduction de largeur encore plus importante, il faudrait pouvoir translater les signaux reçus jusqu'à ce qu'il y ait recouvrement. Mais, si chacun des signaux reçus ne contient pas une information qui permet de le différencier d'un autre, il n'est pas possible de les séparer lors du démultiplexage.

Le mode de multiplexage par codes orthogonaux permet de résoudre ce problème.

- 20 Le mode de multiplexage par codes orthogonaux consiste à multiplier chacun des signaux reçus par un code orthogonal de valeur différente mais de même taille (par exemple : un code sur trois bits) pour chaque signal puis à sommer, autour d'une même fréquence centrale, les résultats obtenus à l'issue de ces multiplications.

- 25 La largeur du spectre de fréquences en sortie du multiplexeur est égale à la largeur du spectre de fréquences des signaux reçus multipliée par la taille (en nombre de bits, c'est-à-dire trois dans l'exemple précédent) du code orthogonal.

- 30 Le mode de multiplexage par codes orthogonaux présente l'inconvénient d'augmenter la largeur du spectre de fréquences du signal multiplexé. Ce mode de multiplexage a également pour inconvénient de ne

s'appliquer qu'à des signaux reçus ayant tous la même largeur de spectre de fréquences et étant modulés selon la même technique de modulation.

L'invention a pour but de résoudre les problèmes de l'art antérieur.

5 Ainsi, la présente invention concerne, selon un premier aspect, un procédé de traitement de deux signaux initiaux reçus par un même terminal, comportant :

10 - une première translation en fréquence de chacun des signaux initiaux pour l'obtention de quatre signaux intermédiaires, deux signaux en phase et deux signaux en quadrature, centrés autour d'une même fréquence intermédiaire,

15 - une sommation respectivement des deux signaux en phase et des deux signaux en quadrature obtenus à l'issue de la première translation en fréquence, les spectres de fréquences des deux signaux issus de la sommation étant superposés,

20 - une deuxième translation en fréquence des deux signaux issus de la sommation pour l'obtention de quatre signaux en bande de base.

25 Le procédé selon l'invention met en œuvre un multiplexage, réalisé par une première translation en fréquence suivie d'une sommation, qui permet de superposer les spectres de fréquences des deux signaux initiaux reçus autour d'une même fréquence intermédiaire. Une deuxième translation permet de transposer les signaux ainsi multiplexés en bande de base.

30 Ainsi en limitant la largeur du spectre de fréquences au spectre le plus large des deux signaux reçus, la consommation en énergie du récepteur qui met en œuvre le procédé est très réduite.

 L'architecture de ce récepteur radiofréquence est également simplifiée dans la mesure où la mise en œuvre du multiplexage permet de n'utiliser qu'une seule chaîne de traitement analogique du signal.

 Selon une caractéristique préférée, les spectres de fréquences des deux signaux initiaux sont de même largeur ou de largeurs différentes.

Selon une caractéristique préférée, les fréquences centrales respectives des deux signaux initiaux reçus par le même terminal sont non nulles.

5 Ainsi, le procédé peut être appliqué à tous signaux qui ne sont pas en bande de base. Le procédé selon l'invention permet de traiter simultanément deux signaux ayant un spectre de fréquences de même largeur ou deux signaux ayant des spectres de fréquences de largeurs différentes ou encore deux signaux modulés selon la même technique de modulation ou deux signaux modulés selon des techniques de modulation différentes.

10 Selon une caractéristique préférée, une première translation appliquée à l'un des deux signaux initiaux est de type supradyne et une première translation appliquée à l'autre signal initial est de type infradyne.

L'application de translations de nature différente (l'une supradyne et l'autre infradyne) à chacun des deux signaux permet de différencier ceux-ci, notamment pour une étape ultérieure de démultiplexage.

15 Selon une caractéristique préférée, le procédé selon l'invention comporte, en outre, une étape de démultiplexage des quatre signaux en bande de base obtenus à l'issue de l'étape de deuxième translation en fréquence pour reconstituer en bande de base les deux signaux initiaux.

20 Ainsi, l'étape de démultiplexage permet de reconstituer en bande de base les deux signaux initiaux reçus.

Le démultiplexage utilisé pour reconstituer en bande de base les deux signaux initiaux est simple dans la mesure où il ne fait intervenir que des opérations d'addition et de soustraction des signaux.

25 L'invention concerne également un produit programme d'ordinateur comportant des instructions de programme pour l'exécution d'un procédé de traitement de deux signaux initiaux reçus par un même terminal.

L'invention concerne, en outre, un dispositif apte à recevoir deux signaux initiaux et comportant :

30 - des modules de translation comprenant des mélangeurs aptes à réaliser une première translation en fréquence de chacun des signaux initiaux

pour l'obtention de quatre signaux intermédiaires, deux signaux en phase et deux signaux en quadrature, centrés autour d'une même fréquence intermédiaire,

- des modules de sommation respectivement des deux signaux en phase et des deux signaux en quadrature obtenus à l'issue de la première translation en fréquence, les spectres de fréquences des deux signaux issus de la sommation étant superposés,

- des modules de translation comprenant des mélangeurs aptes à réaliser une deuxième translation en fréquence des deux signaux issus de la sommation pour l'obtention de quatre signaux en bande de base.

Le dispositif présente les mêmes avantages que le procédé décrit précédemment.

L'invention concerne aussi un terminal comportant le dispositif décrit précédemment.

L'invention sera mieux comprise à la lumière de la description qui suit d'un mode particulier de réalisation d'un procédé de traitement de deux signaux reçus par un même terminal selon l'invention, en référence aux dessins annexés pour lesquels :

- la figure 1 représente un schéma simplifié d'un récepteur radiofréquence selon l'état de l'art comportant plusieurs chaînes de traitement analogique du signal,
- la figure 2 représente un schéma simplifié d'un récepteur radiofréquence selon l'état de l'art comportant une chaîne de traitement analogique du signal et des dispositifs de multiplexage et de démultiplexage,
- la figure 3 représente les étapes d'un procédé de traitement de signaux selon l'invention,
- la figure 4 représente les spectres de fréquences de signaux avant et après une première translation en fréquence et filtrage,
- la figure 5 représente les spectres de fréquences de signaux avant et après sommation,

- la figure 6 représente les spectres de fréquences de signaux avant et après une deuxième translation en fréquence et filtrage,
- la figure 7 représente les spectres de fréquences de signaux avant et après démultiplexage,
- 5 - la figure 8 illustre un dispositif mettant en œuvre le procédé de la figure 3.

Dans la description qui suit, on considère un terminal recevant, au niveau d'un récepteur, deux signaux initiaux $S_1(t)$ et $S_2(t)$ de fréquences
10 centrales respectives f_1 et f_2 .

Ces deux signaux peuvent être indifféremment deux signaux dont les spectres de fréquences sont de même largeur ou deux signaux dont les spectres de fréquences sont de largeurs différentes.

Ces deux signaux peuvent être des signaux radiofréquence ou non.

15 Les fréquences f_1 et f_2 sont non nulles. Elles peuvent être égales ou différentes.

Les signaux $S_1(t)$ et $S_2(t)$ sont caractérisés en fréquence par les équations suivantes :

$$\begin{aligned} 20 \quad S_1(t) &= I_1(t)\cos(2\pi f_1 t) + Q_1(t)\sin(2\pi f_1 t) \\ S_2(t) &= I_2(t)\cos(2\pi f_2 t) + Q_2(t)\sin(2\pi f_2 t) \end{aligned}$$

dans lesquelles :

- $I_1(t)$ et $I_2(t)$ sont les composantes en phase, en bande de base, respectivement des signaux initiaux $S_1(t)$ et $S_2(t)$,
- 25 - $Q_1(t)$ et $Q_2(t)$ sont les composantes en quadrature, en bande de base, respectivement des signaux initiaux $S_1(t)$ et $S_2(t)$,
- f_1 et f_2 sont les fréquences centrales respectivement des signaux initiaux $S_1(t)$ et $S_2(t)$.

La **figure 3** représente les étapes d'un procédé de traitement de signaux selon l'invention.

Au cours d'une étape E1, une première translation en fréquence est appliquée à chacun des deux signaux initiaux $S_1(t)$ de fréquence centrale f_1 et $S_2(t)$ de fréquence centrale f_2 considérés séparément.

Ces deux translations sont effectuées par des modules de translation comportant des mélangeurs en quadrature.

Une des deux translations est de type supradyne et l'autre de type infradyne.

Deux oscillateurs locaux génèrent une fréquence fixe respectivement f_{OL1} et f_{OL2} , paramétrable selon les besoins.

Pour la translation infradyne, la première des deux fréquences fixes générées est retranchée à la fréquence du premier signal considéré pour amener celui-ci autour d'une fréquence intermédiaire f_{FI} , de telle sorte que $f_{FI} = f_1 - f_{OL1}$.

Pour la translation supradyne, la deuxième des deux fréquences fixes générées est ajoutée à la fréquence du deuxième signal considéré pour amener celui-ci autour de la même fréquence intermédiaire f_{FI} , de telle sorte que $f_{FI} = f_{OL2} - f_2$.

Au cours de cette étape E1, on obtient, après une première translation en fréquence et filtrage, quatre signaux intermédiaires :

$$S_{1I}(t), S_{1Q}(t), S_{2I}(t) \text{ et } S_{2Q}(t)$$

où

- $S_{1I}(t)$ et $S_{2I}(t)$ sont les composantes en phase, à la fréquence intermédiaire f_{FI} , respectivement des signaux $S_1(t)$ et $S_2(t)$,

- $S_{1Q}(t)$ et $S_{2Q}(t)$ sont les composantes en quadrature, à la fréquence intermédiaire f_{FI} , respectivement des signaux $S_1(t)$ et $S_2(t)$.

Les quatre signaux intermédiaires obtenus au cours de l'étape E1 peuvent être décrits par les équations suivantes :

$$S_{1I}(t) = LP[\cos(2\pi f_{OL1}t) * S_1(t)]$$

$$S_{1Q}(t) = LP[\sin(2\pi f_{OL1}t) * S_1(t)]$$

$$S_{2I}(t) = LP[\cos(2\pi f_{OL2}t) * S_2(t)]$$

$$S_{2Q}(t) = LP[\sin(2\pi f_{OL2}t) * S_2(t)]$$

dans lesquelles :

- 5 - LP[.] représente un filtre passe bas d'élimination du bruit et de signaux parasites.

En développant la première équation $S_{1I}(t) = LP[\cos(2\pi f_{OL1}t) * S_1(t)]$, on obtient :

$$S_{1I}(t) = LP[\cos(2\pi f_{OL1}t) * I_1(t) * \cos(2\pi f_1t) + \cos(2\pi f_{OL1}t) * Q_1(t) * \sin(2\pi f_1t)]$$

$$10 \quad S_{1I}(t) = LP\left[\frac{I_1(t)}{2} * (\cos(2\pi(f_1 - f_{OL1})t) + \cos(2\pi(f_1 + f_{OL1})t)) + \frac{Q_1(t)}{2} * (\sin(2\pi(-f_1 + f_{OL1})t) + \sin(2\pi(f_1 + f_{OL1})t))\right]$$

Soit en remplaçant $f_1 - f_{OL1}$ par f_{FI} :

$$S_{1I}(t) = LP\left[\frac{I_1(t)}{2} * (\cos(2\pi f_{FI}t) + \cos(2\pi(2f_1 - f_{FI})t)) + \frac{Q_1(t)}{2} * (\sin(-2\pi f_{FI}t) + \sin(2\pi(2f_1 - f_{FI})t))\right]$$

En considérant que le filtre passe bas LP est choisi de telle sorte qu'il élimine les fréquences supérieures à f_{FI} , les termes ayant une fréquence égale

- 15 à $2f_1 - f_{FI}$ sont éliminés par le filtrage et on obtient :

$$S_{1I}(t) = \frac{I_1(t)}{2} * \cos(2\pi f_{FI}t) + \frac{Q_1(t)}{2} * \sin(-2\pi f_{FI}t)$$

Soit en considérant que $\sin(-2\pi f_{FI}t) = -\sin(2\pi f_{FI}t)$:

$$S_{1I}(t) = \frac{I_1(t)}{2} * \cos(2\pi f_{FI}t) - \frac{Q_1(t)}{2} * \sin(2\pi f_{FI}t)$$

En développant de façon similaire les trois équations suivantes :

$$20 \quad S_{1Q}(t) = LP[\sin(2\pi f_{OL1}t) * S_1(t)]$$

$$S_{2I}(t) = LP[\cos(2\pi f_{OL2}t) * S_2(t)]$$

$$S_{2Q}(t) = LP[\sin(2\pi f_{OL2}t) * S_2(t)]$$

on obtient :

$$S_{1Q}(t) = \frac{I_1(t)}{2} * \sin(2\pi f_{FI}t) + \frac{Q_1(t)}{2} * \cos(2\pi f_{FI}t)$$

$$25 \quad S_{2I}(t) = \frac{I_2(t)}{2} * \cos(2\pi f_{FI}t) + \frac{Q_2(t)}{2} * \sin(2\pi f_{FI}t)$$

$$S_{2Q}(t) = -\frac{I_2(t)}{2} * \sin(2\pi f_{FI}t) + \frac{Q_2(t)}{2} * \cos(2\pi f_{FI}t).$$

La **figure 4** représente les spectres de fréquences de signaux avant et après une première translation en fréquence et filtrage.

5 Sur la partie gauche de la figure 4, les spectres de fréquences des deux signaux initiaux $S_1(t)$ et $S_2(t)$ sont représentés centrés respectivement autour des fréquences f_1 et f_2 .

Sur la partie droite de la figure 4 sont représentés les spectres de fréquences des quatre signaux intermédiaires obtenus après une première
10 translation et filtrage.

Ces spectres sont centrés autour de la même fréquence intermédiaire f_{FI} .

En référence à la figure 3, le procédé selon l'invention comporte une
15 étape E2 de sommation.

Les quatre signaux intermédiaires obtenus à l'issue de l'étape E1 sont sommés deux à deux respectivement en phase et en quadrature.

Ainsi on obtient :

$$S_I(t) = S_{1I}(t) + S_{2I}(t)$$

$$20 \quad S_Q(t) = S_{1Q}(t) + S_{2Q}(t)$$

Soit,

$$S_I(t) = \frac{I_1(t)}{2} * \cos(2\pi f_{FI}t) - \frac{Q_1(t)}{2} * \sin(2\pi f_{FI}t) + \frac{I_2(t)}{2} * \cos(2\pi f_{FI}t) + \frac{Q_2(t)}{2} * \sin(2\pi f_{FI}t)$$

$$S_Q(t) = \frac{I_1(t)}{2} * \sin(2\pi f_{FI}t) + \frac{Q_1(t)}{2} * \cos(2\pi f_{FI}t) - \frac{I_2(t)}{2} * \sin(2\pi f_{FI}t) + \frac{Q_2(t)}{2} * \cos(2\pi f_{FI}t)$$

25 Il en résulte :

$$S_I(t) = \left(\frac{I_1(t)}{2} + \frac{I_2(t)}{2}\right) * \cos(2\pi f_{FI}t) + \left(-\frac{Q_1(t)}{2} + \frac{Q_2(t)}{2}\right) * \sin(2\pi f_{FI}t)$$

$$S_o(t) = \left(\frac{I_1(t)}{2} - \frac{I_2(t)}{2}\right) * \sin(2\pi f_{FI}t) + \left(\frac{Q_1(t)}{2} + \frac{Q_2(t)}{2}\right) * \cos(2\pi f_{FI}t).$$

A l'issue des étapes E1 et E2 (première translation en fréquence et sommation), on a réalisé un multiplexage des deux signaux initiaux reçus.

5 La **figure 5** représente les spectres de fréquences de signaux avant et après sommation.

Sur la partie gauche de la figure 5 sont représentés les spectres de fréquences des quatre signaux intermédiaires (deux signaux en phase et deux signaux en quadrature) obtenus après une première translation.

10 Sur la partie droite de la figure 5 sont représentés les spectres de fréquences des deux signaux issus de la sommation respectivement des deux signaux en phase et des deux signaux en quadrature.

En sortie des additionneurs, les spectres de fréquences des deux signaux obtenus correspondent à la superposition autour de la même
15 fréquence intermédiaire f_{FI} des spectres de fréquences des deux signaux respectivement en phase et en quadrature.

En référence à la figure 3, au cours d'une étape E3, une deuxième translation en fréquence est appliquée.

20 Cette deuxième translation en fréquence est appliquée aux deux signaux respectivement en phase et en quadrature obtenus à l'issue de l'étape E2 de sommation et dont les spectres de fréquences sont centrés autour de la même fréquence intermédiaire f_{FI} .

Cette deuxième translation en fréquence, suivie d'un filtrage passe-bas,
25 permet d'obtenir quatre signaux en bande de base.

Les équations de ces quatre signaux en bande de base sont les suivantes :

$$S_{II}(t) = LP'[\cos(2\pi f_{FI}t) * S_I(t)]$$

$$S_{IQ}(t) = LP'[\sin(2\pi f_{FI}t) * S_I(t)]$$

$$S_{QI}(t) = LP'[\cos(2\pi f_{FI}t) * S_Q(t)]$$

$$S_{QQ}(t) = LP'[\sin(2\pi f_{FI}t) * S_Q(t)].$$

- $LP'[\cdot]$ représente un filtre passe bas d'élimination de signaux parasites.

- 5 En développant la première équation $S_{II}(t) = LP'[\cos(2\pi f_{FI}t) * S_I(t)]$, on obtient :

$$S_{II}(t) = LP' \left[\left(\frac{I_1(t)}{2} + \frac{I_2(t)}{2} \right) * \cos(2\pi f_{FI}t) * \cos(2\pi f_{FI}t) + \left(-\frac{Q_1(t)}{2} + \frac{Q_2(t)}{2} \right) * \sin(2\pi f_{FI}t) * \cos(2\pi f_{FI}t) \right]$$

$$S_{II}(t) = LP' \left[\left(\frac{I_1(t)}{4} + \frac{I_2(t)}{4} \right) * [\cos(0) + \cos(4\pi f_{FI}t)] + \left(-\frac{Q_1(t)}{4} + \frac{Q_2(t)}{4} \right) * [\cos(4\pi f_{FI}t) - \sin(0)] \right]$$

$$S_{II}(t) = LP' \left[\left(\frac{I_1(t)}{4} + \frac{I_2(t)}{4} \right) * (1 + \cos(4\pi f_{FI}t)) + \left(-\frac{Q_1(t)}{4} + \frac{Q_2(t)}{4} \right) * \cos(4\pi f_{FI}t) \right]$$

- 10 En considérant que le filtre passe bas LP' est tel qu'il élimine les fréquences élevées, alors les termes ayant une fréquence égale à $2f_{FI}$ sont éliminés par le filtrage et on obtient :

$$S_{II}(t) = \frac{I_1(t)}{4} + \frac{I_2(t)}{4}$$

En développant de façon similaire les trois équations suivantes :

15 $S_{IQ}(t) = LP'[\sin(2\pi f_{FI}t) * S_I(t)]$

$$S_{QI}(t) = LP'[\cos(2\pi f_{FI}t) * S_Q(t)]$$

$$S_{QQ}(t) = LP'[\sin(2\pi f_{FI}t) * S_Q(t)].$$

on obtient :

$$S_{IQ}(t) = \frac{Q_2(t)}{4} - \frac{Q_1(t)}{4}$$

20 $S_{QI}(t) = \frac{Q_1(t)}{4} + \frac{Q_2(t)}{4}$

$$S_{QQ}(t) = \frac{I_1(t)}{4} - \frac{I_2(t)}{4}.$$

La **figure 6** représente les spectres de fréquences de signaux avant et après une deuxième translation en fréquence et filtrage.

Sur la partie gauche de la figure 6 sont représentés les spectres de fréquences des deux signaux, respectivement en phase et en quadrature,
5 issus de l'étape de sommation.

Sur la partie droite de la figure 6 sont représentés les spectres de fréquences des quatre signaux en bande de base obtenus à l'issue d'une deuxième translation en fréquence et d'un filtrage.

10 En référence à la figure 3, le procédé de traitement du signal selon l'invention comporte une étape E4 de démultiplexage.

Cette étape de démultiplexage permet de séparer les composantes des quatre signaux en bande de base obtenus à l'issue de la deuxième translation en fréquence pour reconstituer séparément en bande de base les deux
15 signaux initiaux.

Cette étape comporte des opérations d'addition et de soustraction. Ces opérations réalisées sur les quatre signaux en bande de base obtenus à l'issue de l'étape précédente E3 permettent d'annuler les composantes d'un des deux signaux initiaux tout en reconstituant en bande de base l'autre signal
20 initial.

Les équations des signaux initiaux en bande de base obtenus à l'issue de cette étape de démultiplexage sont les suivantes :

$$S_{1BB}(t) = S_{II}(t) + S_{QQ}(t) + j[S_{QI}(t) - S_{IQ}(t)]$$

$$S_{2BB}(t) = S_{II}(t) - S_{QQ}(t) + j[S_{IQ}(t) + S_{QI}(t)].$$

25

La **figure 7** représente les spectres de fréquences des signaux avant et après démultiplexage.

Sur la partie gauche de la figure 7 sont représentés les spectres de fréquences des quatre signaux en bande de base obtenus à l'issue d'une
30 deuxième translation en fréquence.

Sur la partie droite de la figure 7 sont représentés les spectres de fréquences des deux signaux initiaux en bande de base.

La **figure 8** illustre un dispositif mettant en œuvre le procédé
5 précédemment décrit.

Un tel dispositif reçoit deux signaux initiaux $S_1(t)$ de fréquence centrale f_1 et $S_2(t)$ de fréquence centrale f_2 , f_1 et f_2 étant non nulles.

Le dispositif comporte quatre modules MT_1 , MT_2 , MT_3 et MT_4 de translation comprenant des mélangeurs en quadrature.

10 Les modules MT_1 et MT_2 , permettent de réaliser une première translation en fréquence telle que décrite à l'étape E1 pour l'obtention de quatre signaux intermédiaires $S_{1I}(t)$, $S_{1Q}(t)$, $S_{2I}(t)$ et $S_{2Q}(t)$.

Les modules MT_3 et MT_4 , permettent de réaliser une deuxième translation en fréquence telle que décrite à l'étape E3 pour l'obtention de
15 quatre signaux en bande de base $S_{QI}(t)$, $S_{QQ}(t)$, $S_{II}(t)$ et $S_{IQ}(t)$.

Le dispositif comporte aussi deux modules MS_1 et MS_2 de sommation.

Les modules MS_1 et MS_2 réalisent la sommation des quatre signaux intermédiaires pris deux à deux telle que décrite à l'étape E2 pour l'obtention des signaux $S_Q(t)$ et $S_I(t)$.

20 Le dispositif comporte également un démultiplexeur D qui reconstitue en bande de base les deux signaux initiaux $S_1(t)$ et $S_2(t)$ tel que décrit à l'étape E4 pour l'obtention des signaux $S_{1BB}(t)$ et $S_{2BB}(t)$.

Le démultiplexeur D comporte deux chaînes D_1 et D_2 de traitement du signal, chacune étant dédiée à la reconstruction du signal en bande de base
25 d'un des deux signaux.

Les modules MT_1 , MT_2 , MT_3 et MT_4 , MS_1 et MS_2 ainsi que le démultiplexeur DM peuvent être des modules logiciels formant un programme
30 d'ordinateur. L'invention concerne donc également un programme d'ordinateur pour un dispositif comprenant des instructions logicielles pour faire exécuter le

procédé de traitement de deux signaux initiaux reçus par un même terminal et tel que précédemment décrit. Le module logiciel peut être stocké dans ou transmis par un support de données. Celui-ci peut être un support matériel de stockage, par exemple un CD-ROM, une disquette magnétique ou un disque dur, ou bien un support transmissible tel qu'un signal électrique, optique ou radio.

Le dispositif tel que décrit précédemment peut être intégré dans un équipement de communication radio, par exemple un terminal mobile. L'invention concerne aussi un tel équipement.

A titre d'exemple non limitatif, on considère une application de l'invention à un terminal pouvant recevoir simultanément deux signaux satisfaisant deux normes différentes.

Par exemple, le premier signal satisfait la norme IEEE 802.11g (pour *Institute of Electrical and Electronics Engineers* en anglais) et occupe le spectre de fréquences 2402-2472 MHz. Le deuxième signal satisfait la norme UMTS (pour *Universal Mobile Telecommunications System* en anglais) et occupe le spectre de fréquences 2100-2170 MHz.

La largeur du spectre de fréquences à considérer est de 372 MHz (2100-2472 MHz).

Dans ce cas de figure, l'utilisation d'un récepteur de l'état de l'art tel que représenté à la figure 2 et mettant en œuvre un multiplexage fréquentiel permet de réduire la largeur du spectre de fréquences à considérer à 140 MHz. Cela correspond à la somme des largeurs des deux spectres de fréquences des deux signaux initiaux reçus après rapprochement sans superposition.

Pour cet exemple, le mode de multiplexage par codes orthogonaux ne s'applique pas car les deux signaux reçus ne sont pas modulés selon la même technique de modulation : par exemple, modulation OFDM (pour *Orthogonal Frequency Division Modulation* en anglais) pour le premier signal et

modulation QPSK (pour *Quadrature Phase-Shift Keying* en anglais) ou OQPSK (pour *Offset Quadrature Phase-Shift Keying* en anglais) pour le deuxième signal.

- 5 La mise en œuvre du procédé selon l'invention permet de ramener le spectre de fréquences à considérer à 70 MHz correspondant à la largeur du spectre de fréquences obtenu après superposition des deux spectres de fréquences des deux signaux initiaux reçus, chacun des spectres de fréquences ayant une largeur de 70 MHz.

REVENDICATIONS

1. Procédé de traitement de deux signaux initiaux ($S_1(t)$ et $S_2(t)$) reçus
5 par un même terminal, caractérisé en ce qu'il comporte des étapes suivantes :
- une première translation (E1) en fréquence de chacun des signaux initiaux pour l'obtention de quatre signaux intermédiaires, deux signaux en phase et deux signaux en quadrature, centrés autour d'une même fréquence intermédiaire (f_{FI}),
10 - une sommation (E2) respectivement des deux signaux en phase et des deux signaux en quadrature obtenus à l'issue de la première translation en fréquence, les spectres de fréquences des deux signaux issus de la sommation étant superposés,
- une deuxième translation (E3) en fréquence des deux signaux issus
15 de la sommation pour l'obtention de quatre signaux en bande de base.
2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que les spectres de fréquences des deux signaux initiaux sont de même largeur ou de largeurs différentes.
20
3. Procédé selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que les fréquences centrales respectives des deux signaux initiaux reçus par le même terminal sont non nulles.
- 25 4. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé en ce qu'une première translation appliquée à l'un des deux signaux initiaux est de type supradyné et une première translation appliquée à l'autre signal initial est de type infradyne.
- 30 5. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisé en ce qu'il comporte, en outre, une étape de démultiplexage (E4) des quatre

signaux en bande de base obtenus à l'issue de l'étape de deuxième translation en fréquence pour reconstituer en bande de base les deux signaux initiaux.

5 6. Produit programme d'ordinateur comportant des instructions de programme pour l'exécution du procédé de traitement de deux signaux radiofréquence initiaux reçus par un même terminal, selon l'une quelconque des revendications 1 à 5.

10 7. Dispositif apte à recevoir deux signaux initiaux ($S_1(t)$ et $S_2(t)$), caractérisé en ce qu'il comporte :

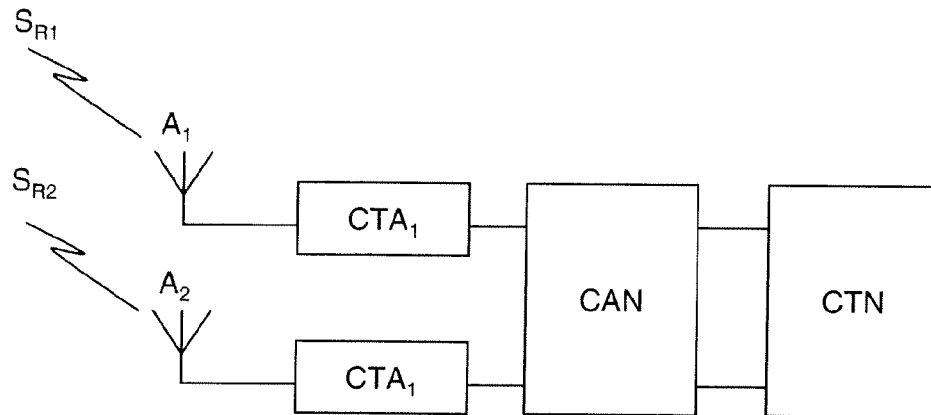
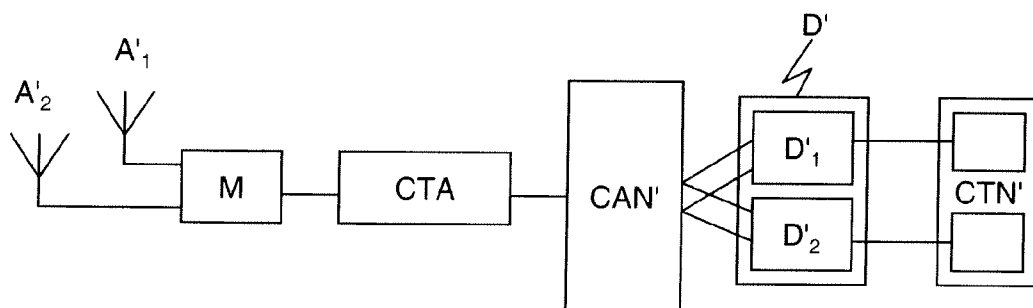
15 - des modules de translation comprenant des mélangeurs aptes à réaliser une première translation en fréquence de chacun des signaux initiaux pour l'obtention de quatre signaux intermédiaires, deux signaux en phase et deux signaux en quadrature, centrés autour d'une même fréquence intermédiaire,

- des modules de sommation respectivement des deux signaux en phase et des deux signaux en quadrature obtenus à l'issue de la première translation en fréquence, les spectres de fréquences des deux signaux issus de la sommation étant superposés,

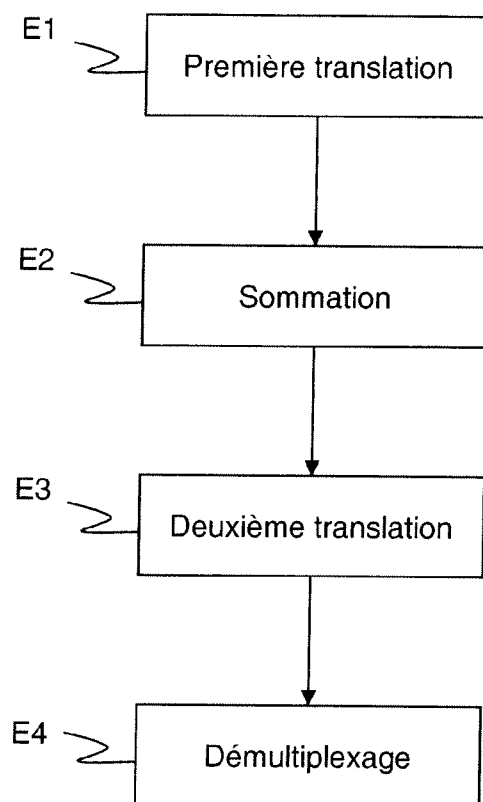
20 - des modules de translation comprenant des mélangeurs aptes à réaliser une deuxième translation en fréquence des deux signaux issus de la sommation pour l'obtention de quatre signaux en bande de base.

25 8. Terminal comportant un dispositif selon la revendication 7.

1/7

**Fig. 1****Fig. 2**

2/7

**Fig. 3**

3/7

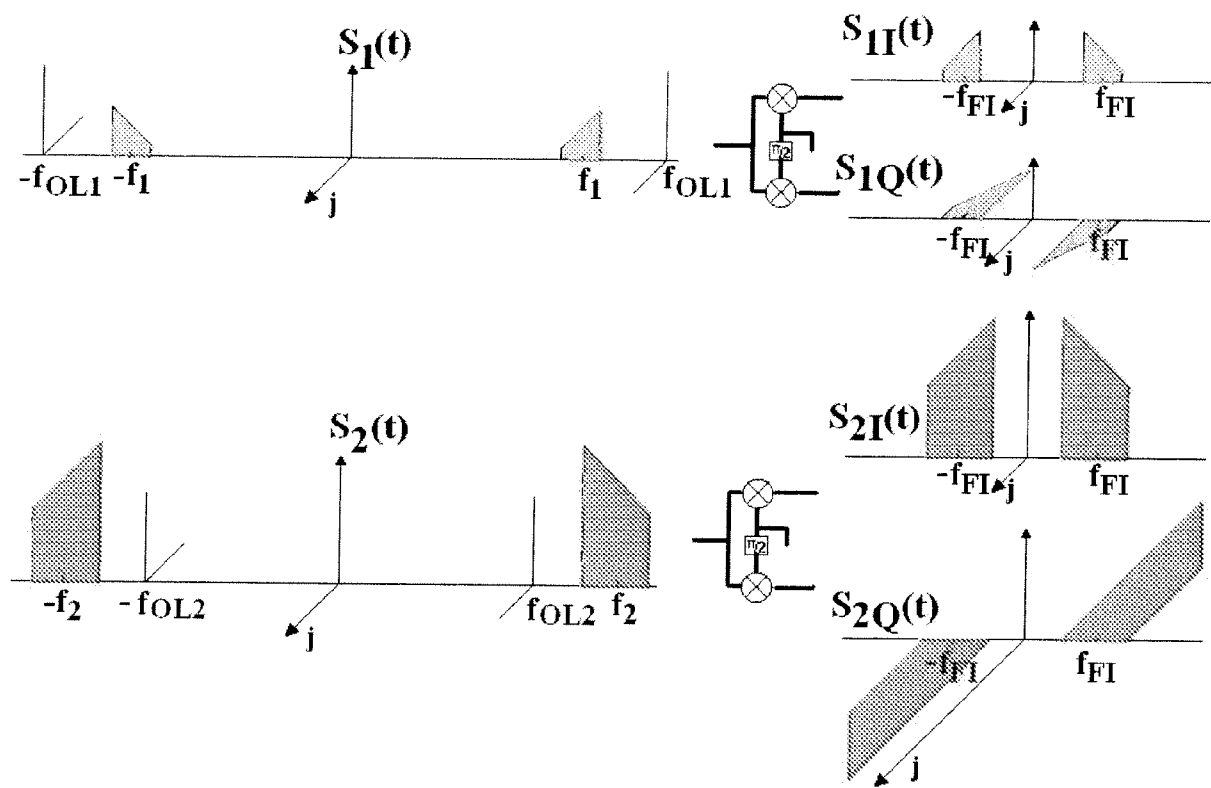


Fig. 4

4/7

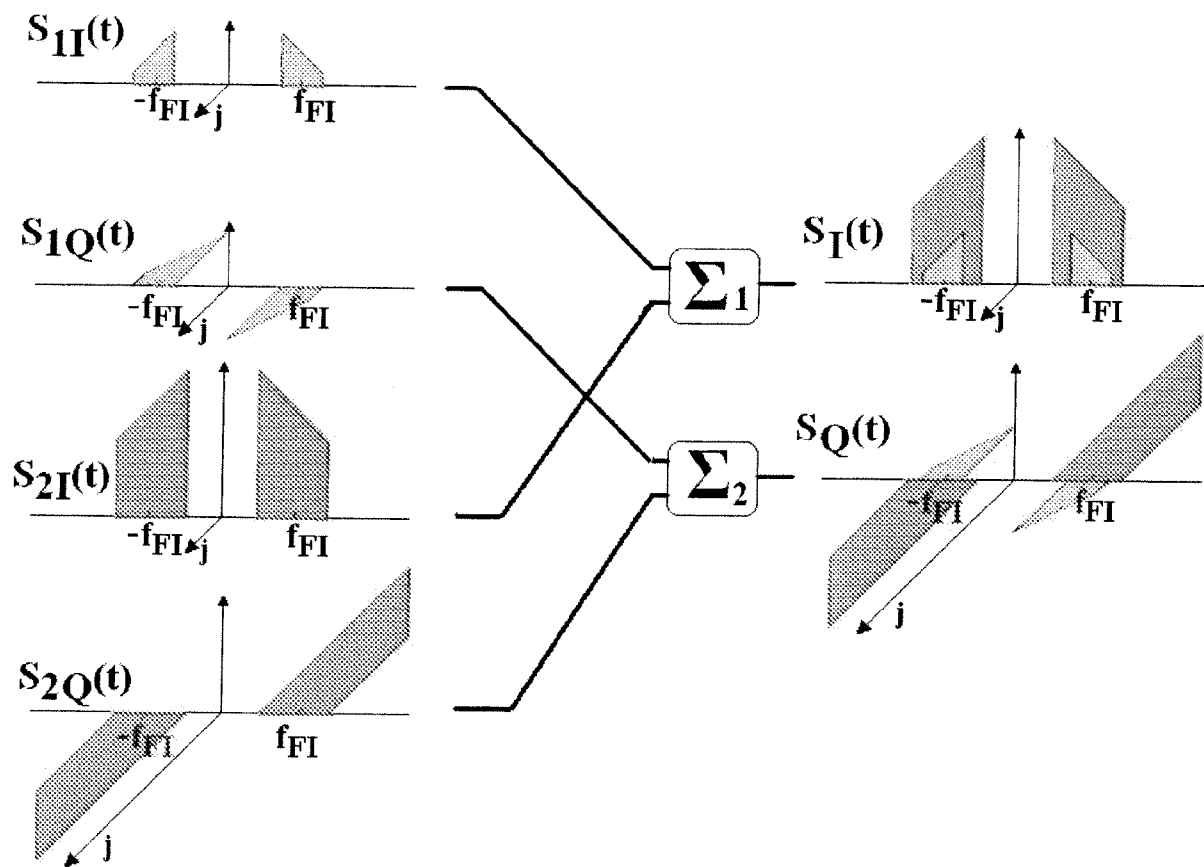


Fig. 5

5/7

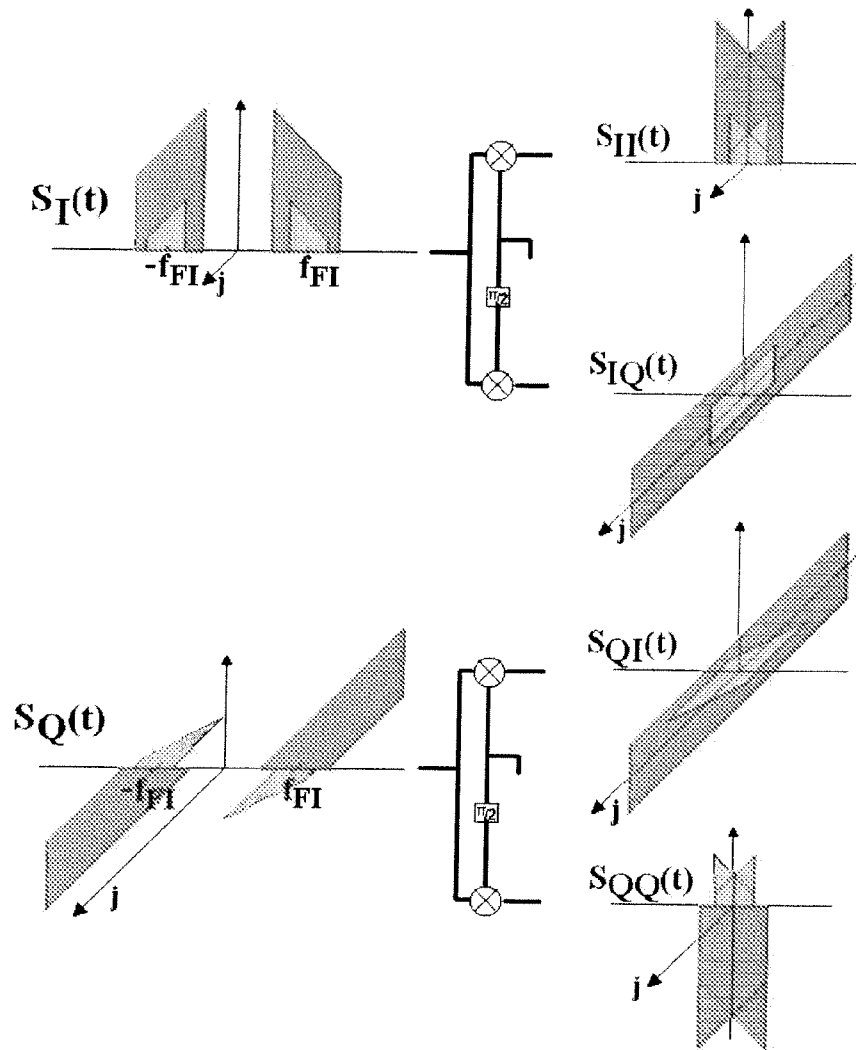


Fig. 6

6/7

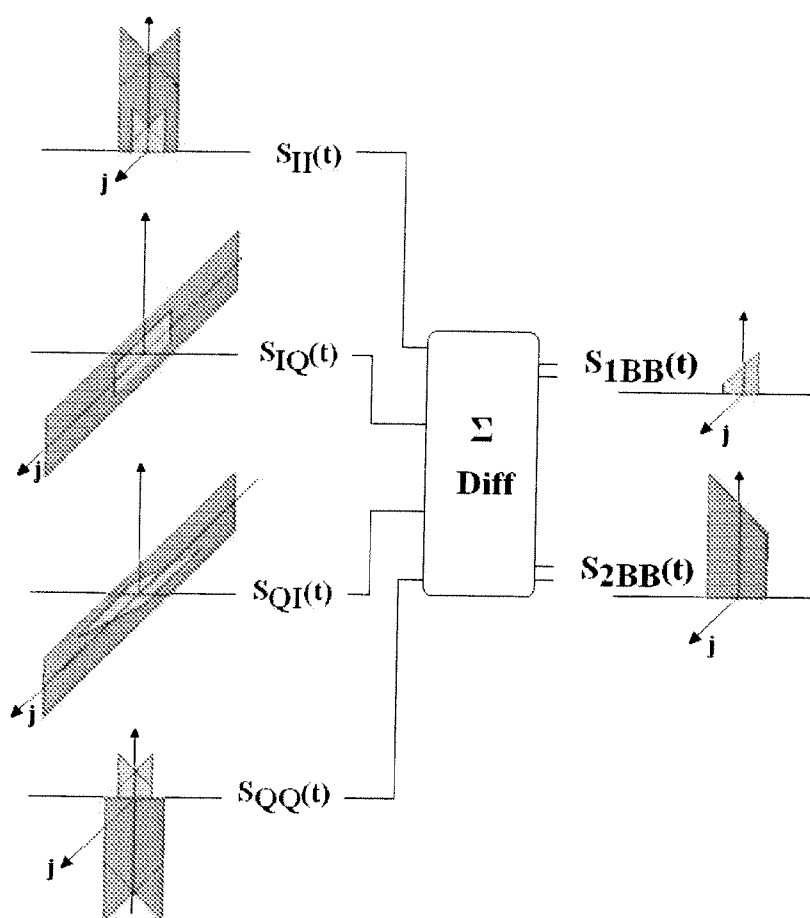


Fig. 7

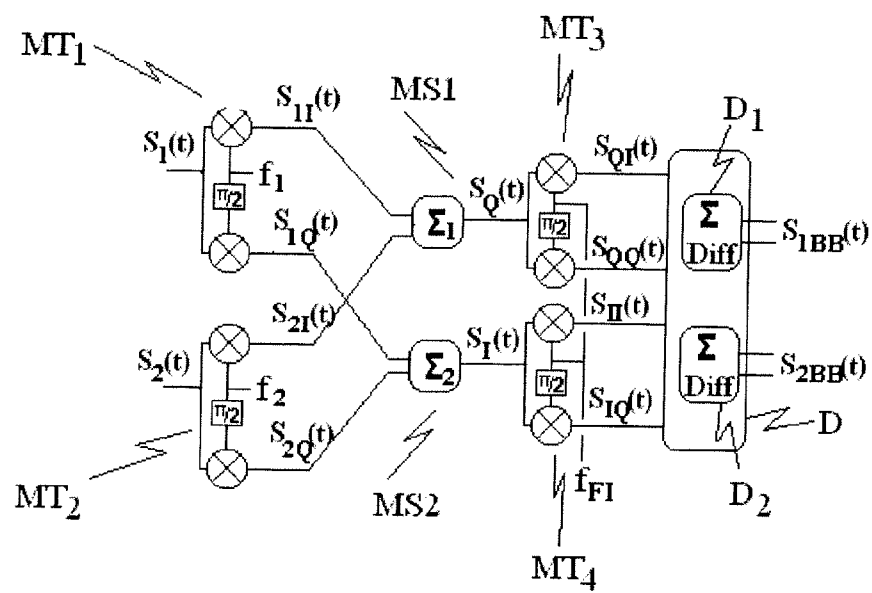


Fig. 8

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/FR2009/051671

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

INV. H03D7/16

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H03D H04B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2005/003853 A1 (BURGT CHIRON VAN DER [NL] VAN DER BURGT CHIRON [NL]) 6 January 2005 (2005-01-06) cited in the application	1-3, 5-8
Y	paragraph [0001] - paragraph [0009]; claim 26; figures 1-5 paragraph [0020] - paragraph [0039]	4
Y	WO 2005/069495 A (THOMSON LICENSING SA [FR]; LOUCHKOFF MARC [FR]) 28 July 2005 (2005-07-28) abstract; figure 2 page 4, line 35 - page 6, line 22 ----- -/--	4

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier document but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

14 December 2009

Date of mailing of the international search report

21/12/2009

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Burghardt, Gisela

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/FR2009/051671

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 99/14863 A (ITALTEL SPA [IT]; MADDIOTTO MASSIMO [IT]; POLITI MARCO [IT]) 25 March 1999 (1999-03-25) page 6, line 25 - page 9, line 23; figures 2-5,10 abstract	1,7
A	----- CROLS J ET AL: "A SINGLE-CHIP 900 MHZ CMOS RECEIVER FRONT-END WITH A HIGH PERFORMANCE LOW-IF TOPOLOGY" IEEE JOURNAL OF SOLID-STATE CIRCUITS, IEEE SERVICE CENTER, PISCATAWAY, NJ, US, vol. 30, no. 12, 1 December 1995 (1995-12-01), pages 1483-1492, XP000557254 ISSN: 0018-9200 paragraphs [000I], [00IV]; figures 11(b),13 -----	1,7

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/FR2009/051671

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 2005003853	A1	06-01-2005	CN -- 1547800 A 17-11-2004
			WO 03028206 A1 03-04-2003
			EP 1428312 A1 16-06-2004
			ES 2306730 T3 16-11-2008
			JP 2005504476 T 10-02-2005
WO 2005069495	A	28-07-2005	CN 1902829 A 24-01-2007
			EP 1704650 A1 27-09-2006
			FR 2864877 A1 08-07-2005
			JP 2007520119 T 19-07-2007
			KR 20060123418 A 01-12-2006
			US 2009291655 A1 26-11-2009
WO 9914863	A	25-03-1999	CA 2303098 A1 25-03-1999
			DE 69809456 D1 19-12-2002
			DE 69809456 T2 02-10-2003
			EP 1018223 A1 12-07-2000
			IT MI972086 A1 15-03-1999
			US 6690735 B1 10-02-2004

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°

PCT/FR2009/051671

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE
INV. H03D7/16

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)
H03D H04B

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si cela est réalisable, termes de recherche utilisés)
EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	US 2005/003853 A1 (BURGT CHIRON VAN DER [NL] VAN DER BURGT CHIRON [NL]) 6 janvier 2005 (2005-01-06) cité dans la demande	1-3, 5-8
Y	alinéa [0001] - alinéa [0009]; revendication 26; figures 1-5 alinéa [0020] - alinéa [0039]	4
Y	WO 2005/069495 A (THOMSON LICENSING SA [FR]; LOUCHKOFF MARC [FR]) 28 juillet 2005 (2005-07-28) abrégé; figure 2 page 4, ligne 35 - page 6, ligne 22 ----- -/--	4

☒ Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents

☒ Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

* Catégories spéciales de documents cités:

- "A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent
- "E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date
- "L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)
- "O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens
- "P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

"T" document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention

"X" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément

"Y" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier

"&" document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée

14 décembre 2009

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

21/12/2009

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale

Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Fonctionnaire autorisé

Burghardt, Gisela

C(suite). DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	WO 99/14863 A (ITALTEL SPA [IT]; MADDIOTTO MASSIMO [IT]; POLITI MARCO [IT]) 25 mars 1999 (1999-03-25) page 6, ligne 25 - page 9, ligne 23; figures 2-5,10 abrégé	1,7
A	CROLS J ET AL: "A SINGLE-CHIP 900 MHZ CMOS RECEIVER FRONT-END WITH A HIGH PERFORMANCE LOW-IF TOPOLOGY" IEEE JOURNAL OF SOLID-STATE CIRCUITS, IEEE SERVICE CENTER, PISCATAWAY, NJ, US, vol. 30, no. 12, 1 décembre 1995 (1995-12-01), pages 1483-1492, XP000557254 ISSN: 0018-9200 alinéas [000I], [00IV]; figures 11(b),13	1,7

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/FR2009/051671

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 2005003853 A1	06-01-2005	CN 1547800 A	17-11-2004
		WO 03028206 A1	03-04-2003
		EP 1428312 A1	16-06-2004
		ES 2306730 T3	16-11-2008
		JP 2005504476 T	10-02-2005
WO 2005069495 A	28-07-2005	CN 1902829 A	24-01-2007
		EP 1704650 A1	27-09-2006
		FR 2864877 A1	08-07-2005
		JP 2007520119 T	19-07-2007
		KR 20060123418 A	01-12-2006
		US 2009291655 A1	26-11-2009
WO 9914863 A	25-03-1999	CA 2303098 A1	25-03-1999
		DE 69809456 D1	19-12-2002
		DE 69809456 T2	02-10-2003
		EP 1018223 A1	12-07-2000
		IT MI972086 A1	15-03-1999
		US 6690735 B1	10-02-2004