

12)

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22) Date de dépôt : 03.09.07.

30) Priorité :

43) Date de mise à la disposition du public de la demande : 06.03.09 Bulletin 09/10.

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) : *STMICROELECTRONICS SA Société anonyme — FR et CENTRE NATIONAL DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE - CNRS — FR.*

72) Inventeur(s) : *CATHELIN ANDREIA, RAZAFIMAN-DIMBY STEPHANE et KAISER ANDREAS.*

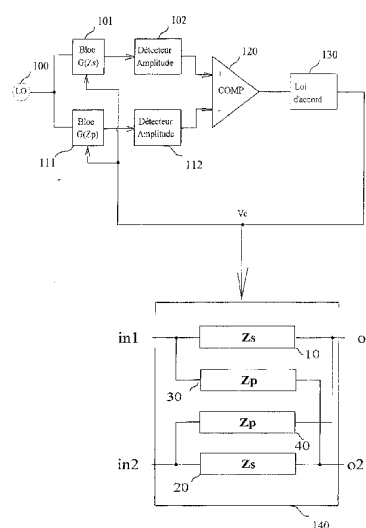
73) Titulaire(s) :

74) Mandataire(s) : *SCHUFFENECKER THIERRY.*

54) CIRCUIT D'ACCORD EN FREQUENCE POUR FILTRE TREILLIS.

57) Un circuit de filtrage en treillis accordable comportant une première et une seconde entrée (in1, in2) et une première et seconde sortie (o1, o2). Le circuit comporte deux branches séries (respectivement 10, 20) et deux branches parallèles (30, 40). Les première et seconde branches séries comportent un circuit résonant (CRR) présentant une première fréquence de résonance série tandis que les troisième et quatrième branches parallèles présentent une seconde fréquence de résonance série de valeur plus basse que la première fréquence de résonance série. Les première et seconde fréquences de résonances séries sont réglables au moyen d'une grandeur analogique de commande (Vc);

Le circuit de filtrage est caractérisé en ce qu'il comporte une boucle d'asservissement de ladite grandeur analogique basée sur un critère d'égalité entre les modules des impédances Zs et Zp.



## Circuit d'accord en fréquence pour filtre treillis

### 5 **Domaine technique de l'invention**

La présente invention concerne le domaine des circuits électroniques et plus spécifiquement un circuit d'accord en fréquence pour une structure de filtre de type « treillis ».

10

### **Etat de la technique**

15 Le domaine des filtres électroniques fait l'objet d'intenses recherches avec le développement de la téléphonie mobile nécessitant des circuits de filtrage RF particulièrement performants.

C'est ainsi que, en téléphonie mobile de nouvelle génération UMTS 3G ou  
20 WCDMA, il est nécessaire de permettre l'extraction des différents canaux particulièrement proches au sein d'une même bande de fréquence.

A cet effet, il est nécessaire de pouvoir disposer de filtres très sélectifs avec de faibles niveaux de pertes d'insertion. Le fort coefficient de qualité propre aux  
25 résonateurs acoustiques les hisse à une place de choix dans la réalisation de tels circuits de filtrage.

Deux structures sont classiquement étudiées dans la technique considérée. Il s'agit de la structure « en échelle » (dite « *ladder* » dans la terminologie anglo-  
30 saxonne) et la structure « en treillis » (dite « *lattice* » dans la terminologie anglo-saxonne) .

La figure 1 rappelle l'architecture générale d'une structure « en treillis » comportant une première et seconde impédance série  $Z_s$  100 et 200 et une troisième et quatrième impédance parallèle  $Z_p$  300 et 400.

5 De manière générale, afin de corriger les dispersions internes des composants constitutifs du filtre, on réalise chacune des impédances série  $Z_s$  et parallèle  $Z_p$  au moyen d'un circuit résonant accordable, en général au moyen d'une grandeur électrique.

10 L'accord des divers constituants de la structure en « treillis » se fait alors au moyen d'un asservissement sophistiqué permettant d'amener le filtre aux performances et aux caractéristiques recherchées, et ce en dépit des tolérances de fabrication, du vieillissement des composants, des variations de température et de la tension d'alimentation lors du fonctionnement du filtre...

15

Diverses techniques d'asservissement sont connues.

Les documents suivants décrivent des techniques connues d'accord de filtre treillis, basées sur une architecture de type maître-esclave.

20

"Design Considerations for High-Frequency Continuous-Time Filters and Implementation of an Antialiasing Filter for Digital Video", Venugopal Gopinathan, Yannis P.Tsividis, Khen-Sang Tan, Richard K. Hester, IEEE, 1990.

25

"Design Techniques for automatically Tuned Integrated Gigahertz-Range Active LC Filters", Dandan Li, Yannis Fellow, IEEE, 2002.

Le document suivant décrit une autre technique d'accord d'un filtre treillis :

30

"Automatic tuning of frequency and Q-factor of bandpass filters based on envelope detection", Aydin Ilker Karplayan and Rolf Schaumann, IEEE, 1998.

La demande de brevet FR 04 03492 déposée le 2 Avril 2004 par le titulaire de la présente demande de brevet (référence interne 03-GR1-513 & 515) décrit

également le principe d'un asservissement maître-esclave d'un circuit de filtrage à base de résonateur de type BAW permettant de venir accorder les paramètres de résonance d'un filtre (« esclave ») par rapport aux paramètres d'un filtre dual (« maître ») intégré dans une boucle d'asservissement.

5

La demande FR 04 03493 déposée le 2 Avril 2004 par le titulaire de la présente demande de brevet (référence interne 03-GR1-514) décrit l'intégration de la structure « maître » au sein d'un asservissement de type Phase Locked Loop (P.L.L.)

10

La demande FR 04 03494 déposée également le 2 Avril 2004 par le titulaire de la présente demande de brevet (référence interne 03-GR1-516) décrit l'intégration de la structure « maître » au sein d'une boucle à verrouillage d'amplitude.

15

On a observé un aspect particulièrement critique en hautes fréquences, à savoir le fait que les circuits constituant l'environnement direct d'un résonateur quelconque introduisent autant d'éléments parasites (capacités parasites etc...) venant perturber le schéma idéal suivant lequel la structure dite « maître » serait l'image parfaite de la structure « dite esclave », assurant ainsi la perfection du procédé d'asservissement.

20

La fonction de filtrage du filtre en treillis est obtenue grâce au fonctionnement résonant des éléments  $Z_s$  et  $Z_p$ , et de leur conjonction. Les éléments  $Z_s$  et  $Z_p$  ont parfois plusieurs résonances fréquentielles, les unes utilisées pour la fonction de filtrages, et les autres non. L'asservissement de type Maître-Esclave doit fonctionner de telle manière que les éléments maître et esclave soient exploités sur la même résonance fréquentielle. Ceci est la difficulté majeure résolue par la présente invention.

25

30

Il est par conséquent souhaitable de disposer d'une technique d'asservissement alternative, particulièrement adaptée aux fréquences élevées et

qui permette de surcroît d'éviter une duplication excessive des résonateurs constitutifs du filtre en treillis.

## 5 Exposé de l'invention

La présente invention a pour but de proposer un circuit d'accord en fréquence pour un filtre en treillis qui est simple à réaliser et efficace à utiliser.

10

Un autre but de la présente invention consiste à proposer un circuit d'accord en fréquence pour un filtre en treillis capable d'opérer à des hautes fréquences, dépassant le Gigahertz et ce en transposant rapidement le traitement de l'accord en fréquence à des fréquences basses.

15

L'invention réalise ces buts au moyen d'un circuit de filtrage en treillis accordable comportant une première et une seconde entrée et une première et seconde sortie. Le circuit comporte deux branches séries et deux branches parallèles. Les première et seconde branches séries comportent un circuit résonant (CRR) présentant une première fréquence de résonance série tandis que les troisième et quatrième branches parallèles présentent une seconde fréquence de résonance série de valeur plus basse que la première fréquence de résonance série. Les première et seconde fréquences de résonances série sont réglables au moyen d'une grandeur analogique de commande ( $V_c$ );

25

Le circuit de filtrage est caractérisé en ce qu'il comporte une boucle d'asservissement de ladite grandeur analogique basée sur un critère d'égalité entre les modules des impédances  $Z_s$  et  $Z_p$ .

30 Dans un mode de réalisation particulier, les circuits résonants sont constitués d'un élément inductif et d'un élément capacitif, l'un des éléments étant réglable au moyen de ladite grandeur de commande ( $V_c$ ).

Dans un mode de réalisation particulier, les circuits résonants sont réalisés au moyen de la combinaison d'une inductance et d'un varactor.

5 Dans un mode de réalisation particulier, les circuits résonants sont constitués chacun de la combinaison d'un résonateur acoustique et de deux éléments compagnons, dont un élément inductif et un élément capacitif, l'un des éléments étant réglable au moyen de ladite grandeur analogique.

10 En particulier, les circuits résonants sont constitués chacun de la combinaison d'un résonateur de type BAW avec une inductance et un varactor.

15 Les résonateurs des branches parallèles pourront comporter avantageusement une sur-couche de manière à assurer à ces derniers une fréquence de résonance série plus basse que celle des résonateurs situés dans les branches séries.

De préférence, le circuit comportant un circuit d'asservissement basé sur :

- 20 - un générateur de fréquence générant un signal présentant une amplitude et une gamme de fréquences ;
- un premier bloc comportant un cinquième résonateur acoustique identique aux premier et second résonateurs acoustiques présents dans les branches séries et lui-même réglable au moyen de ladite grandeur analogique de commande ( $V_c$ ) ;
- 25 - un second bloc comportant un sixième résonateur acoustique identique aux troisième et quatrième résonateurs acoustiques présents dans les branches parallèles et lui-même réglable au moyen de ladite grandeur analogique de commande ( $V_c$ ).

30 Les sorties des premier et second blocs sont respectivement transmises à un premier et à un second détecteur de l'enveloppe du signal, puis transmise à un comparateur permettant de détecter un critère d'égalité entre les grandeurs électriques de sortie des deux blocs.

Un circuit de contre-réaction, comportant un élément de décision, est connecté à la sortie du comparateur et permet la génération de la grandeur analogique de commande permettant le réglage des six résonateurs.

- 5 Dans un mode de réalisation, chacun des premier et second blocs comporte un diviseur de tension constitué d'une résistance et d'un résonateur, respectivement identique aux résonateurs dans la branche série ou dans la branche parallèle.

Dans un mode de réalisation, le circuit de contre-réaction comporte :

- 10 - un registre d'approximation successive opérant par dichotomie pour déterminer successivement les MSB puis les LSB ;  
- un convertisseur numérique analogique permettant de générer, à partir de la valeur contenue dans ledit registre ladite grandeur analogique de commande ( $V_c$ ).

15

## Description des dessins

20 D'autres caractéristiques, but et avantages de l'invention apparaîtront à la lecture de la description et des dessins ci-après, donnés uniquement à titre d'exemples non limitatifs. Sur les dessins annexés :

25 La figure 1 rappelle la structure d'un filtre en treillis comportant deux impédances série  $Z_s$  100 et 200 et deux impédances parallèles  $Z_p$  300 et 400, ainsi que la formule de la fonction de transfert  $H$  d'un tel filtre.

30 La figure 2A illustre une réalisation connue d'un filtre en treillis comportant, pour chacune des impédances série et parallèle, un résonateur BAW associés à deux composants compagnons, choisis de manière à constituer un filtre passe bande.

La figure 2B rappelle la courbe caractéristique d'un résonateur acoustique de type BAW, mettant en évidence une fréquence de résonance et la fréquence d'anti-résonance.

La figure 3 illustre une fonction de transfert de type passe-bande obtenue au moyen du circuit de la figure 2A.

5 La figure 4 illustre une structure « treillis » comportant des impédances séries et parallèles constituées de résonateurs BAW , respectivement sans et avec surcharge.

La figure 5 illustre le principe général de la technique d'asservissement du  
10 circuit de filtrage en treillis conforme à la présente invention.

La figure 6 illustre un mode de réalisation particulier d'un système d'asservissement conforme à la présente invention.

15 La figure 7 illustre le fonctionnement en fréquence du circuit de la figure 6.

### **Description d'un mode de réalisation préféré**

20

On décrit à présent la réalisation d'un circuit de filtrage de type treillis de grandes performances, particulièrement adapté à la réalisation d'un circuit de filtrage RF en téléphonie mobile. Plus particulièrement, on décrira un circuit de filtrage destiné à un récepteur de type WCDMA opérant à une fréquence de 2.14  
25 GHz .

25

Un homme du métier pourra cependant adapter l'enseignement de l'invention à d'autres applications et notamment d'autres fréquences de fonctionnement. Si le filtre en treillis le permet, cette solution d'accord en fréquence pourra satisfaire des  
30 problèmes de reconfigurabilité.

30

On décrit plus particulièrement la réalisation d'un circuit de filtrage doté de résonateur de type BAW. Dans un tel contexte, la structure en treillis se compose de composants résonateurs ajustables – ou Composant Résonateur Réglable



(CRR) - tel qu'illustrés dans la figure 2A et décrits dans la demande de brevet français n° 0315480 (ref 03-GR1-267) déposée le 29 Décembre 2003.

5 Chacune des impédances série et parallèle est ainsi constituée d'un résonateur acoustique de type BAW 1 et deux éléments compagnons, tel qu'un varactor 2 et une inductance 3.

Dans un mode de réalisation particulier, on réalise les impédance  $Z_p$  au moyen de résonateurs qui comportent une couche supplémentaire de surcharge 10 (dite « *loading* » dans la littérature anglo-saxonne) afin de conduire à un décalage des fréquences de résonance série et parallèle de ce résonateur vers les fréquences plus faibles. La mise en œuvre de couche de « *loading* » est bien connue d'un homme du métier et ne sera par conséquent pas décrite plus avant.

15 De manière générale, on rappelle qu'un résonateur de type BAW est basé sur un milieu diélectrique disposé sur un élément réfléchissant tel un miroir de Bragg par exemple. On réalise un empilement de couches sur un substrat en silicium qui présente des propriétés acoustiques et des constantes diélectriques différentes. Un tel élément acoustique est connu dans la littérature anglo-saxonne 20 sous l'appellation *Surface Mounted Resonator* (SMR). Alternativement, le résonateur pourra être de type *Film Bulk Acoustic Resonator* (FBAR), à savoir disposé au dessus d'une cavité pour permettre la réflexion des ondes acoustiques et éviter leur amortissement.

25 Le résonateur BAW présente deux fréquences de résonance très proches, respectivement  $f_s$  (série) et  $f_p$  (parallèle), comme illustré dans la figure 2B. Pour réaliser un Composant Résonateur Réglable à partir d'un résonateur BAW, on vient associer à ce dernier au moins deux éléments compagnons et, notamment, un premier élément compagnon de type inductif (représenté par une inductance 3 dans 30 la figure 2A), qui est variable ou non, actif ou passif que l'on vient faire résonner avec la capacité intrinsèque au résonateur (liée aux électrodes) au voisinage des fréquences de résonance et d'anti-résonance. De cette manière on peut venir « éloigner » de la gamme de fréquence utile la fréquence d'anti-résonance visible dans la figure 3 et susceptible de perturber le fonctionnement du filtre passe-bande.

Il ne reste à ce moment, dans la gamme de fréquence correspondant à la bande passante recherchée, que les deux pics « bas » correspondant aux fréquences de résonance « série », légèrement décalées en raison de la couche de « *loading* » présente dans les résonateurs  $Z_p$ .

5

Le second élément compagnon est généralement un élément de type capacitif (tel que représenté par exemple par le varactor 2 dans la figure 2A) et que l'on rend réglable en fonction d'une grandeur électrique, par exemple la grandeur  $V_c$ .

10

La figure 4 illustre ainsi la composition d'un filtre « treillis » dont les impédances série (resp. parallèle) sont constituées d'un résonateur 11 (resp. 41) associé à ses deux éléments compagnons, à savoir un élément capacitif ajustable 12 (resp. 42) et un élément inductif 13 (resp. 43) agissant pour éloigner la

15

fréquence d'anti-résonance de la bande passante utile.

Les éléments capacitifs variables sont, dans un mode de réalisation particulier, des varactors commandés par une tension analogique  $V_c$ .

20

La figure 5 illustre le principe général d'une technique d'asservissement du filtre en treillis 140 conforme à celui illustré dans la figure 4 et qui, pour des raisons évidentes de clarté comporte les mêmes références que dans la figure 4.

25

Le circuit d'asservissement comporte un oscillateur local LO (100) générant un signal électrique présentant une fréquence variant dans une gamme englobant la bande de fréquences de travail.

30

Cet oscillateur est connecté à deux entrées, respectivement d'un premier bloc 101 ( $G(Z_s)$ ) et d'un second bloc 102 ( $G(Z_p)$ ), produisant chacun un signal analogique à partir du signal de référence issu de l'oscillateur 100, mais également en fonction directe de la valeur de leur résonateur interne – respectivement série ou parallèle – associés à leur deux éléments compagnons.

Le bloc 101 dispose d'une sortie connectée à une entrée d'un détecteur d'amplitude 102, lui-même disposant d'une sortie connectée à une entrée positive d'un comparateur de grandeurs électriques autour de la fréquence nulle 120.

5 Le bloc 111 dispose d'une sortie connectée à une entrée d'un détecteur d'amplitude 112 dont la sortie est connectée à l'entrée inverseuse du comparateur 120.

10 Le comparateur 120 génère un signal électrique représentatif de l'écart de grandeur électrique entre ses deux entrées, lequel signal est réinjectée via une boucle de contre-réaction comportant un bloc de contre-réaction 130, comportant un bloc de décision analogique et/ou numérique définissant une loi d'accord et permettant de générer une grandeur analogique  $V_c$  permettant la commande, non seulement des résonateurs BAW situés dans le filtre 140, mais également de  
15 chacun des résonateurs BAW des blocs 101 et 111.

Alternativement, on pourra envisager l'utilisation d'une commande directement numérique.

20 On constate que l'on peut ainsi réaliser un circuit d'asservissement particulièrement simple puisque celui-ci est basé, non pas sur une connaissance – qui serait délicate – de la valeur absolue des amplitudes générées par les blocs 101 et 102, mais seulement de leurs valeurs relatives, puisque le critère d'asservissement est simplement l'égalité entre les deux valeurs produites par les  
25 blocs 101 et 111 respectivement. En outre, le même signal de commande  $V_c$  permet l'asservissement de tous les résonateurs, ce qui simplifie encore d'avantage la réalisation du filtre final.

30 Le circuit gagne ainsi en simplicité et sans perdre en efficacité.

En outre, on constate également que l'asservissement du filtre ne requiert que deux résonateurs supplémentaires, ce qui correspond à un surcoût acceptable.

Comme on le voit, il n'est pas nécessaire de dupliquer le filtre en treillis.

Enfin, et cela est particulièrement avantageux, on observe que le circuit fonctionne de manière satisfaisante même à des fréquences élevées supérieures à 1 GHz.

5 La figure 6 illustre un mode de réalisation particulier du circuit d'asservissement qui vient d'être décrit.

Le circuit comporte un oscillateur 200 identique à l'oscillateur 100 de la figure 5.

10

Le bloc 101 de la figure 5 se compose, en série, d'un bloc diviseur de tension composé d'une résistance 201 et d'un CRR 202 (composé d'un résonateur BAW associé à ses deux éléments compagnons), d'un amplificateur 203, d'un détecteur d'enveloppe 204, suivi par un filtre passe-bas 205.

15

Ainsi, le diviseur de tension fournit un potentiel égal à  $Z_s/(R + Z_s)$  le potentiel généré par l'oscillateur 200, lequel est transmis à l'entrée de l'amplificateur de tension 203. Ce dernier fournit alors une sortie qui est transmise au détecteur d'enveloppe 204 générant un signal égal au maximum du signal en entrée, puis au  
20 filtre passe-bas 205 avant d'être injecté dans l'entrée positive d'un comparateur 220.

De la même manière, le bloc 111 de la figure 5 se compose, en série, d'un bloc diviseur de tension composé d'une résistance 211 et d'un CRR 222, d'un  
25 amplificateur 213, d'un détecteur d'enveloppe 214, suivi par un filtre passe-bas 215, dont la sortie est transmise à l'entrée inverseuse du comparateur 220.

Le comparateur 220 génère en sortie une information binaire  $\Delta_{dc}$  (1 ou 0), qui est ensuite transmise à un registre d'approximation successive SAR 330  
30 permettant de générer une codification rapide de l'information produite par le comparateur.

On observera que le registre SAR 330 est basé sur un fonctionnement d'approximation par dichotomie – déterminant par ordre de priorité les MSB avant

les LSB, ce qui assure une codification particulièrement rapide dans ce mode de réalisation.

5 Dans un mode de réalisation particulier, le registre comporte quatre bits qui sont ensuite convertis sous forme analogique au moyen d'un circuit convertisseur 340, lequel génère finalement le potentiel de commande  $V_c$  des différents résonateurs.

10 Le circuit présente un autre avantage découlant de la présence des filtres passe-bas 205 et 215 qui permettent alors un traitement en aval du comparateur à basse fréquence, c'est à dire ne dépassant pas quelques MHz. Il en résulte que l'on ne vient pas perturber et polluer le fonctionnement à haute fréquence (quelques GHz) du fait de ce traitement à relative basse fréquence.

15 La figure 7 illustre plus particulièrement le fonctionnement du circuit d'asservissement. La courbe d'impédance parallèle est représentée en relation avec la référence 302, tandis que la courbe d'impédance série est représentée en relation avec la référence 303. On voit donc que la fréquence de résonance série de la courbe 303 caractéristique du résonateur de la branche série ( $Z_s$ ) est bien située plus à droite que celle de la courbe 302 propre au résonateur dans la branche 20 parallèle ( $Z_p$ ). Ou, en d'autres termes, les résonateurs de la branche parallèle du filtre résonnent plus bas en raison de la couche de loading dont ils ont fait l'objet.

25 La courbe 301 illustre alors la bande passante résultante de la fonction de transfert du filtre, laquelle peut être précisément ajustée comme cela vient d'être décrit.

30 Le circuit d'asservissement qui vient d'être décrit est particulièrement adapté à l'utilisation de résonateurs acoustiques de type BAW qui offrent les perspectives d'intégration les plus intéressantes, notamment car ces résonateurs sont parfaitement compatibles avec les techniques de fabrication sur silicium.

Il est pourtant clair qu'un homme du métier pourra adapter l'invention à l'utilisation de filtres en treillis basés sur de simples circuits résonateurs de type L-C, ou tout autre circuit résonant, comportant une entrée de commande.

On pourra ainsi utiliser l'invention pour la réalisation d'un circuit de filtrage basé sur des impédances série et parallèle basées, chacune, sur la combinaison d'une inductance et d'un varactor.

5

## Revendications

- 5    **1.** Circuit de filtrage en treillis accordable comportant une première et une seconde entrée (in1, in2) et une première et seconde sortie (o1, o2), ledit circuit comportant :
- une première branche (10) présentant une impédance série  $Z_s$  connectée entre ladite première entrée (in1) et ladite première sortie (o1) ;
  - une seconde branche (20) présentant une impédance série  $Z_s$  connectée entre  
10    ladite seconde entrée (in2) et ladite seconde sortie (o2);
  - une troisième branche (30) présentant une impédance parallèle  $Z_p$  connectée entre ladite première entrée (in1) et ladite seconde sortie (o2) ;
  - une quatrième branche (40) présentant une impédance parallèle  $Z_p$  connectée entre ladite seconde entrée (in2) et ladite première sortie (o1) ;
- 15    lesdites première et seconde branches (10, 20) comportant respectivement un premier et un second circuit résonant (CRR) avec une première fréquence de résonance série ;
- lesdites troisième et quatrième branches (30, 40) présentant respectivement un troisième et quatrième circuit résonant (CRR) ayant une seconde fréquence de  
20    résonance série plus basse que ladite première fréquence de résonance ;
- lesdites première et seconde fréquences de résonance série étant en outre réglables au moyen d'une grandeur analogique de commande ( $V_c$ ) ;
- 25    Ledit circuit de filtrage étant caractérisé en ce qu'il comporte une boucle d'asservissement de ladite grandeur analogique basée sur un critère d'égalité entre les modules des impédances  $Z_s$  et  $Z_p$ .
- 2.** Circuit de filtrage selon la revendication 1 caractérisé en ce que lesdits circuits  
30    résonants sont constitués d'un élément inductif et d'un élément capacitif, l'un des éléments étant réglable au moyen de ladite grandeur de commande ( $V_c$ ).

3. Circuit de filtrage selon la revendication 2 caractérisé en ce que lesdits circuits résonants sont réalisés au moyen de la combinaison d'une inductance et d'un varactor.
- 5 4. Circuit de filtrage selon la revendication 1 caractérisé en ce que lesdits circuits résonants sont constitués chacun de la combinaison d'un résonateur acoustique et de deux éléments compagnons, dont un élément inductif et un élément capacitif, l'un des éléments étant réglable au moyen de la dite grandeur analogique.
- 10 5. Circuit de filtrage selon la revendication 4 caractérisé en ce que lesdits circuits résonants sont constitués chacun de la combinaison d'un résonateur de type BAW avec une inductance et un varactor.
- 15 6. Circuit de filtrage selon la revendication 5 caractérisé en ce que les résonateurs des branches parallèles comporte une sur-couche de manière à assurer ladite seconde fréquence de résonance plus basse que ladite première fréquence de résonance des résonateurs des branches séries.
- 20 7. Circuit de filtrage selon la revendication 4 caractérisé en ce que :  
lesdites première et seconde branches (10, 20) comportent respectivement un premier et un second résonateur acoustique;  
lesdites troisième et quatrième branches (30, 40) comportent respectivement un troisième et un quatrième résonateur acoustique (41) ;
- 25 et en ce qu'il comporte en outre un circuit d'asservissement comportant :
- un générateur de fréquence (100) générant un signal présentant une amplitude et une gamme de fréquences ;
  - 30 - un premier bloc (101) comportant un cinquième résonateur acoustique identique aux dits premier et second résonateurs acoustiques et réglable au moyen de ladite grandeur analogique de commande ( $V_c$ ), ledit premier bloc générant une première grandeur analogique ;



- un second bloc (111) comportant un sixième résonateur acoustique identique auxdits troisième et quatrième résonateurs acoustiques et réglable au moyen de ladite grandeur analogique de commande ( $V_c$ ), ledit second bloc générant une seconde grandeur analogique ;
- 5 - un premier et un second détecteur d'enveloppe (102, 112) respectivement connectés aux sorties desdits premier et second blocs (101, 111) ;
- un comparateur de grandeurs électriques (120, 220) permettant de détecter l'égalité entre lesdites premières et seconde grandeurs analogiques générées par les dits premiers et second blocs ;
- 10 - un circuit de contre-réaction (130, 330, 340) connecté à la sortie dudit comparateur (120, 220) permettant de générer ladite grandeur analogique de commande ( $V_c$ ) commandant lesdits premier, second, troisième, quatrième, cinquième et sixième résonateurs acoustiques.

15 **8.** Circuit de filtrage selon la revendication 7 caractérisé en ce que :

- ledit premier bloc (101) comporte un diviseur de tension basé sur une résistance et sur un résonateur acoustique identique aux dits premiers et second résonateurs acoustiques ;
- ledit second bloc (102) comporte un diviseur de tension basé sur une résistance
- 20 et sur un résonateur acoustique identique aux dits troisième et quatrième résonateurs acoustiques ;

**9.** Circuit de filtrage selon la revendication 8 caractérisé en ce qu'il comporte en outre un premier et un second filtre passe-bas (205, 215) recevant les sorties

25 respectives des premier et second détecteurs d'enveloppe (204, 214), et générant une sortie filtrée aux entrées respectives dudit comparateur (220).

**10.** Circuit de filtrage selon la revendication 9 caractérisé en ce que le circuit de contre-réaction (130, 330, 340) comporte :

30

- un registre d'approximation successive opérant par dichotomie pour déterminer successivement les MSB puis les LSB ;
- un convertisseur numérique analogique permettant de générer, à partir de la valeur contenue dans ledit registre ladite grandeur analogique de commande ( $V_c$ ).

35

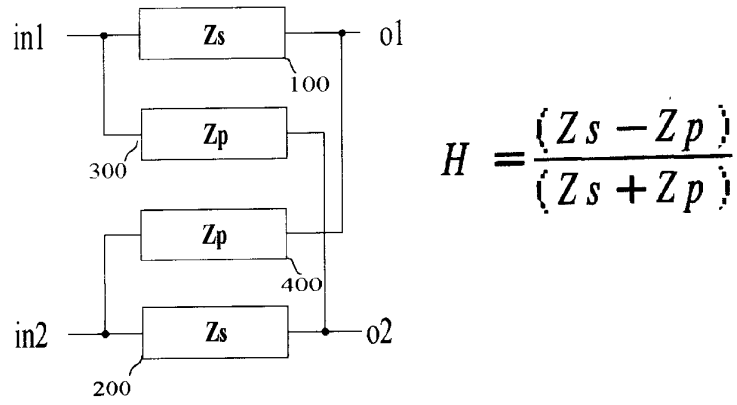


Fig. 1

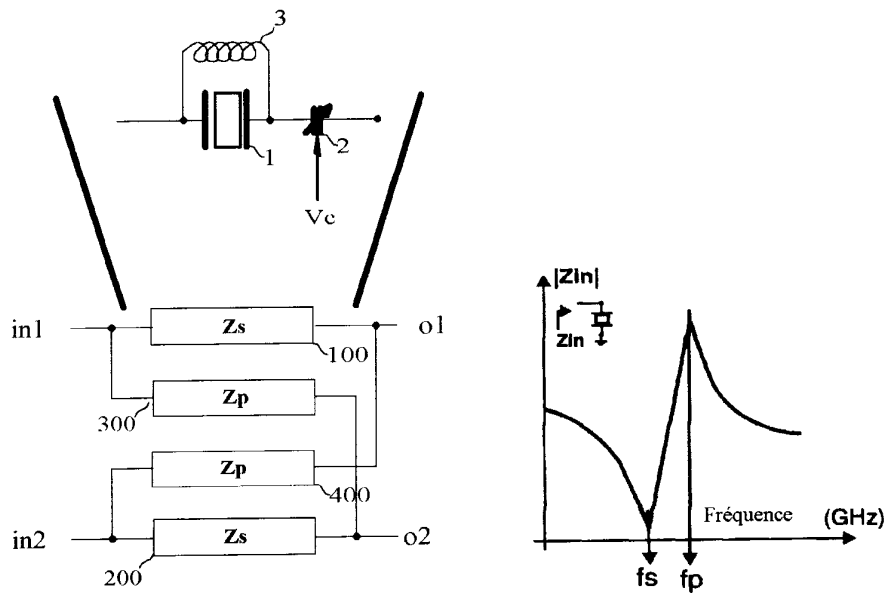


Fig. 2A

Fig. 2B

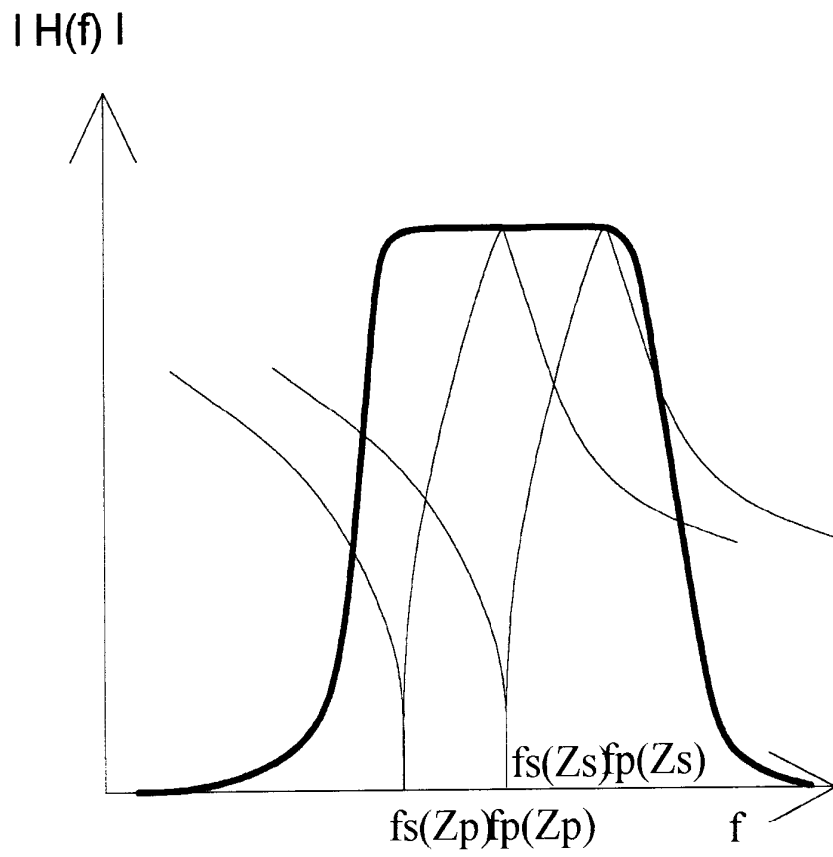


Fig. 3

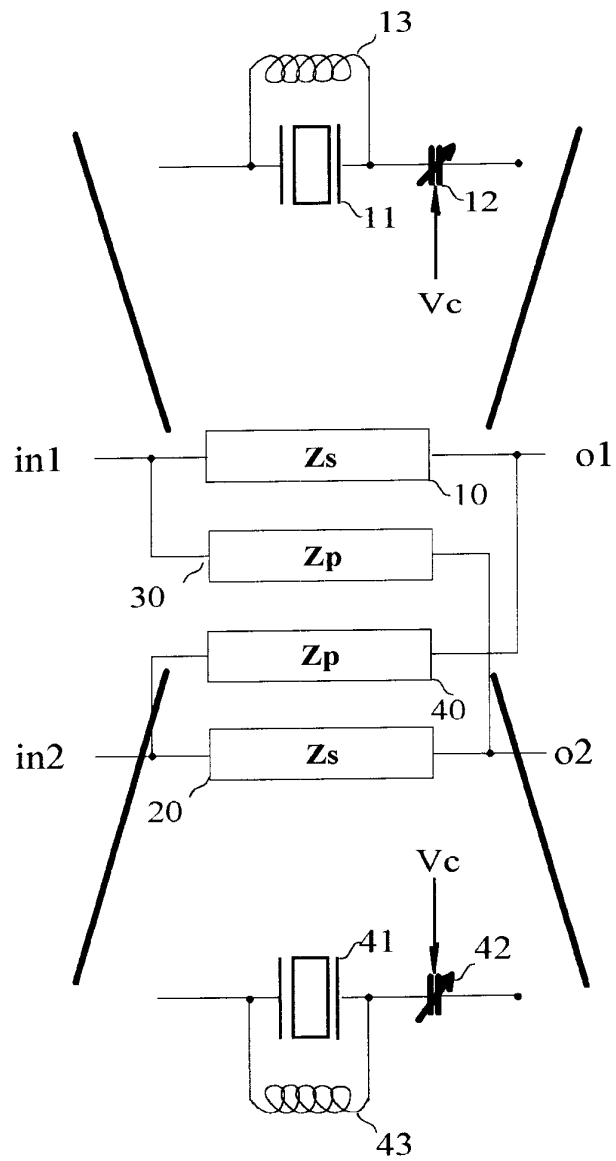


Fig. 4

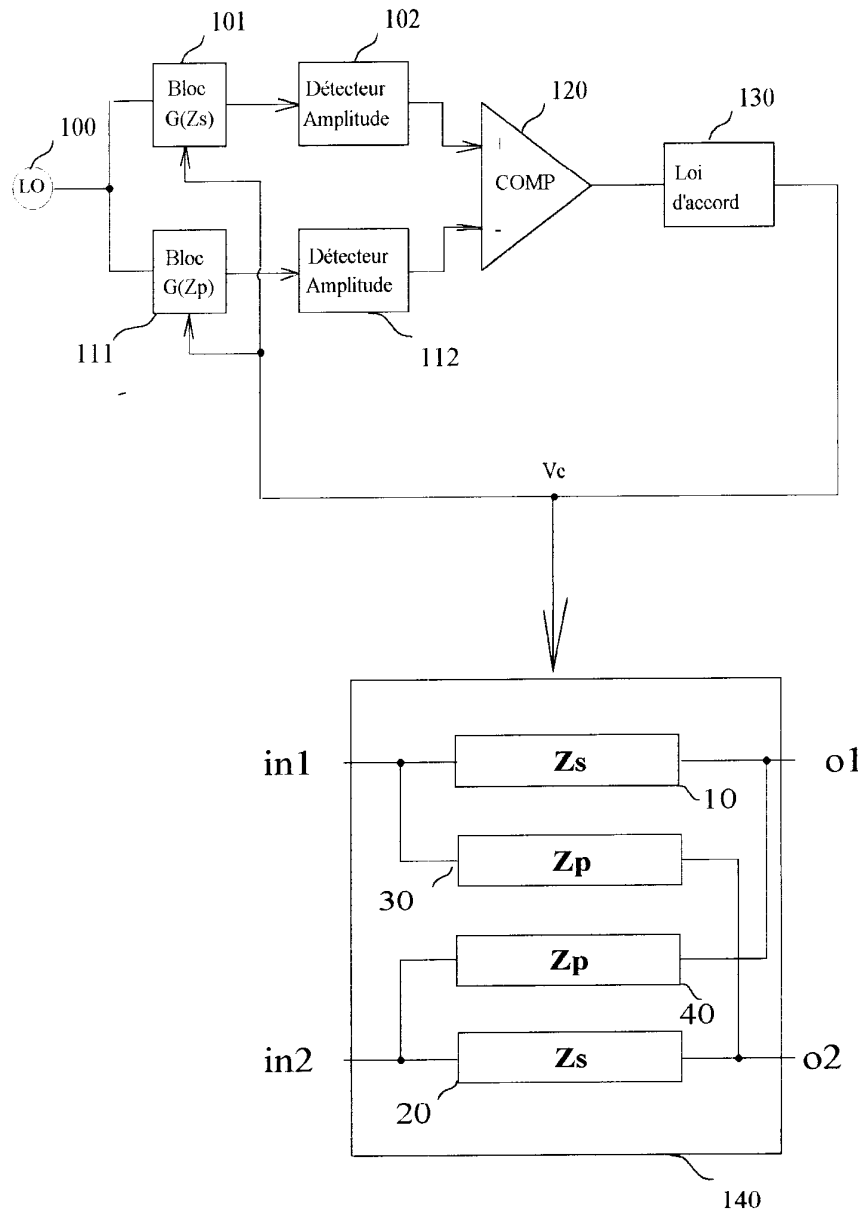


Fig. 5

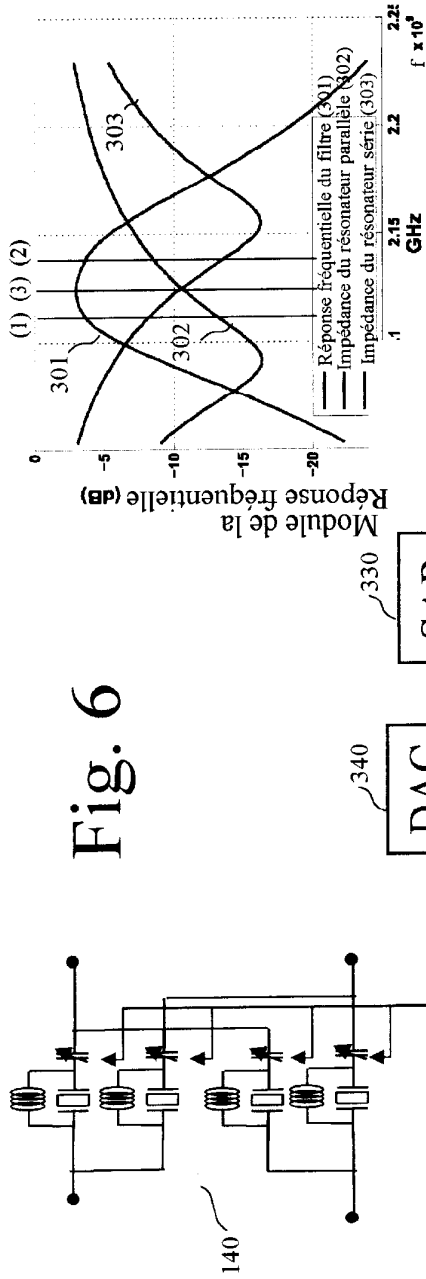
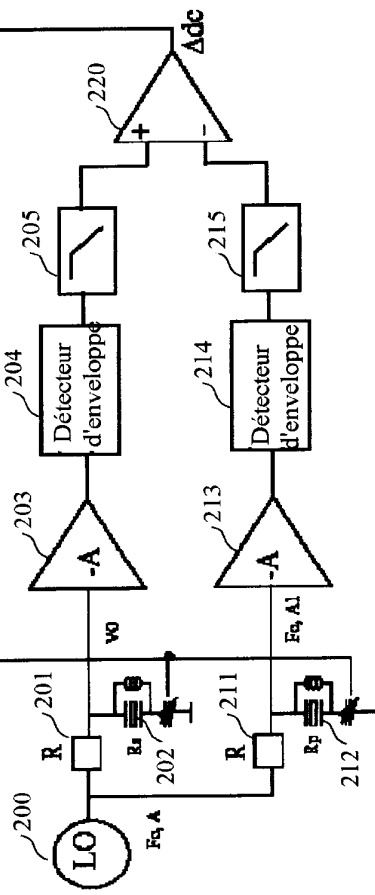


Fig. 7





**RAPPORT DE RECHERCHE  
PRÉLIMINAIRE**

N° d'enregistrement  
national

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

FA 700883  
FR 0706161

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	STÉPHANE RAZAFIMANDIMBY ET AL: "A novel architecture of a tunable bandpass BAW-filter for a WCDMA transceiver" ANALOG INTEGRATED CIRCUITS AND SIGNAL PROCESSING, KLUWER ACADEMIC PUBLISHERS, BO, vol. 49, no. 3, 14 septembre 2006 (2006-09-14), pages 237-247, XP019432909 ISSN: 1573-1979	1-6	H03H21/00 H03J7/00
Y	* le document en entier * -----	7-10	
X	FR 2 864 728 A (ST MICROELECTRONICS SA [FR]) 1 juillet 2005 (2005-07-01)	1-6	
Y	* page 12, ligne 16 - page 13, ligne 21; figure 3 * * page 14, ligne 23 - ligne 27 * -----	7-10	
Y	US 2005/212612 A1 (KAWAKUBO TAKASHI [JP] ET AL) 29 septembre 2005 (2005-09-29) * alinéa [0059] - alinéa [0061]; figure 1 *	7-10	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC)
Y	US 2005/280476 A1 (ABE KAZUHIDE [JP] ET AL) 22 décembre 2005 (2005-12-22) * alinéa [0051] - alinéa [0057]; figure 7 * -----	7-10	H03H
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
17 avril 2008		Lecoutre, Renaud	
<p>CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS</p> <p>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</p>		<p>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 ..... &amp; : membre de la même famille, document correspondant</p>	

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE  
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 0706161 FA 700883**

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 17-04-2008

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 2864728 A	01-07-2005	US 2005189999 A1	01-09-2005
US 2005212612 A1	29-09-2005	CN 1649265 A	03-08-2005
		JP 4053504 B2	27-02-2008
		JP 2005217852 A	11-08-2005
US 2005280476 A1	22-12-2005	JP 2006005485 A	05-01-2006