

A1

**DEMANDE
DE BREVET D'INVENTION**

(21)

N° 82 04179

(54) Dispositif de brouillage et de restitution après brouillage d'un signal vidéo de télévision.

(51) Classification internationale (Int. Cl. ³). H 04 N 7/16; H 04 K 3/00; H 04 L 9/00; H 04 N 5/91.

(22) Date de dépôt..... 12 mars 1982.

(33) (32) (31) Priorité revendiquée : *EUA, 13 mars 1981, n° 06/243 477.*

(41) Date de la mise à la disposition du
public de la demande..... B.O.P.I. — « Listes » n° 37 du 17-9-1982.

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

(72) Invention de : Leo I. Bluestein.

(73) Titulaire : *Idem* (71)

(74) Mandataire : Rinuy, Santarelli,
14, av. de la Grande-Armée, 75017 Paris.

La présente invention concerne le brouillage et la restitution après brouillage des signaux vidéo de télévision et, en particulier, elle concerne l'application au signal vidéo d'un retard dépendant de la fréquence
5 tandis qu'à l'endroit du récepteur, on applique essentiellement l'inverse d'un tel retard au signal vidéo.

La présente invention a pour objets principaux un émetteur et un récepteur de brouillage vidéo du type indiqué où les caractéristiques de retard sont introduites
10 par un filtre de parasitage.

Un autre objet de la présente invention est un système de brouillage vidéo dans lequel le filtre de parasitage fonctionne comme un dispositif passe-bande.

Un autre objet encore de la présente invention
15 est un système de brouillage vidéo dans lequel le filtre de parasitage fonctionne comme un dispositif passe-bas.

Un objet de la présente invention est également un système de brouillage vidéo dans lequel les caractéristiques du dispositif de retard sont variables soit au
20 moyen du dispositif de retard lui-même, soit en utilisant plusieurs de tels dispositifs.

Un autre objet enfin de la présente invention est un système de brouillage vidéo dans lequel le retard est appliqué au signal vidéo par des dispositifs de couplage
25 de charge.

D'autres caractéristiques de la présente invention apparaîtront dans la description qui va suivre de formes de réalisation de la présente invention qui sont données à titre d'exemple non limitatif et représentées
30 dans les dessins, sur lesquels :

- la figure 1 est un schéma synoptique d'un modulateur excitateur de télévision comprenant le dispositif de retard à filtre de brouillage selon la présente invention ;

35 - la figure 2 est un schéma synoptique d'un dispositif de restitution après brouillage utilisable avec l'émetteur de la figure 1 ;

- la figure 3 est un schéma illustrant une variante de mise en application du filtre de parasitage ;

- la figure 4 est un schéma synoptique ressemblant à celui de la figure 1 et montrant la mise en application du brouillage par filtre de parasitage de la figure 3, dans le cas d'un émetteur de télévision ;

5 - la figure 5 est un schéma synoptique d'un dispositif de restitution après brouillage utilisable avec le dispositif de brouillage de la figure 4 ; et

- la figure 6 est un schéma synoptique montrant une variante de la présente invention.

10 A la suite des progrès sensibles réalisés dans l'équipement de télévision et étant donné les différents types de programmes disponibles, un marché important s'est développé pendant les vingt dernières années en direction de la télévision payante ou de la télévision par abonnement.

15 Pendant la même période, un nombre presque illimité de systèmes de brouillage et de restitution après brouillage des signaux vidéo ont également été développés. Les systèmes de brouillage présentant une certaine complication sont ainsi plus fiables mais ont l'inconvénient d'un prix de revient élevé, tandis que les tentatives plus simples ont le désavantage de permettre un pillage des signaux.

20 La présente invention fournit un système de brouillage qui est à la fois d'un prix modique et fiable.

Un filtre de parasitage dont les caractéristiques de retard dépendent de la fréquence est utilisé comme

25 le composant principal déterminant le brouillage et la restitution après brouillage. Les caractéristiques du filtre de parasitage peuvent être fixes ; on peut avoir plusieurs filtres de parasitage de ce type reliés en

30 parallèle ainsi que des dispositifs de commutation pour connecter différents filtres à différents moments, ou bien les caractéristiques du filtre de parasitage peuvent elles-mêmes être variables sur une base temporelle et de manière commandée.

35 Si on considère tout d'abord l'application d'un seul filtre de parasitage, ayant des caractéristiques invariables, la fonction de fréquence dudit filtre est donnée par l'équation :

$$H_s(j\omega) = \exp [-x(\omega - \omega_0)^2 + jy(\omega - \omega_0)^2]$$

$$+ \exp [-x(\omega + \omega_0)^2 - jy(\omega + \omega_0)^2]$$

(1)

où x et y sont des paramètres du mode souhaité de brouillage et ω_0 est la fréquence porteuse nominale de l'onde modulée, en radians par seconde. La restitution après brouillage est accomplie en fournissant essentiellement un filtre inverse appliqué au récepteur d'un abonné individuel, la fonction de fréquence du filtre au niveau du récepteur étant donnée par :

$$H_d(j\omega) = \exp [-x(\omega - \omega_0)^2 - jy(\omega - \omega_0)^2]$$

$$+ \exp [-x(\omega + \omega_0)^2 + jy(\omega + \omega_0)^2]$$

(2)

Lorsque H_d et H_s sont en cascade, comme dans le cas où ils s'appliquent au signal vidéo dans des conditions de brouillage et de restitution après brouillage, l'expression mathématique résultante de l'onde est la suivante :

$$H_d(j\omega)H_s(j\omega) = \exp [-2x(\omega - \omega_0)^2] + \exp [-2x(\omega + \omega_0)^2]$$

$$+ 2\exp [-x(\omega - \omega_0)^2] \exp [-x(\omega + \omega_0)^2] \left[\exp [2jy(\omega + \omega_0)^2] + \exp [-2jy(\omega - \omega_0)^2] \right]$$

(3)

Le dernier terme de l'équation (3) est essentiellement égal à zéro lorsque x et ω_0 sont choisis pour faire de H_d et H_s des filtres passe-bande. Ainsi, la bande passante de H_d et H_s est de l'ordre de $\frac{1}{\sqrt{2}x}$, ce qui indique que si x est suffisamment petit par rapport à la réciproque de la bande passante vidéo modulée, la cascade des filtres de brouillage et de restitution après brouillage laisse inchangé le signal vidéo final. Etant donné

qu'habituellement un signal vidéo a besoin d'une largeur de bande de 4 MHz, comme indiqué ci-après avec plus de détails, x aura une amplitude de $7,9 \times 10^{-16}$.

La figure 1 montre une mise en application particulière du principe de filtre de parasitage selon la présente invention. Un générateur de porteuse 10 fournit l'onde porteuse de modulation habituelle et est relié à une entrée d'un modulateur vidéo à transistors à effet de champ 12. Le signal vidéo d'entrée est appliqué à un processeur vidéo 13 qui alimente l'autre entrée du modulation 12. La sortie du modulateur 12 est connectée à un circuit de mise en forme moyenne fréquence 14 dont la sortie est reliée à l'amplificateur tampon 16. La sortie de cet amplificateur tampon 16 constitue l'entrée d'un filtre de parasitage 18 ayant les caractéristiques exposées dans l'équation (1). De tels filtres sont bien connus dans la technique et n'ont pas des désignations spécifiques de composants, mais sont fabriqués selon les exigences du client éventuel. Dans la présente mise en application particulière, les dispositifs à onde acoustique de surface (SAW) constituent le type le plus efficace de filtre de parasitage. La sortie du filtre de parasitage 18 est reliée à l'amplificateur moyenne fréquence 20 dont la sortie, à son tour, est reliée à un convertisseur haut dit visuel 22.

Un générateur UHF (hyperfréquence) 24 est relié à un multiplicateur 26 dont la sortie est connectée à un circuit automatique de commande de niveau 28 qui travaille en conjonction avec un détecteur 30 et un amplificateur de puissance à large bande et doubleur 32. La sortie du doubleur 32 est reliée à un dispositif de fractionnement 34 dont la sortie, à son tour, est reliée au convertisseur visuel 22. Ce circuit est particulièrement adapté à une chaîne de télévision UHF pour abonnement. Ainsi, la sortie du convertisseur 22 est le signal vidéo modifié par les caractéristiques de retard du filtre de parasitage et élevé à la fréquence du canal UHF particulier.

Comme dans la plupart des systèmes de télévision par abonnement, le son peut également être brouillé. Il

n'est pas nécessaire toujours que le son soit brouillé ; on expose ici cependant une unité de traitement du son.

L'entrée son est reliée à un processeur son 36 qui s'applique à une entrée d'un modulateur son 38 dont
5 l'autre entrée est alimentée par un générateur de porteuse 40. La sortie du modulateur 38 est reliée à une série de filtres non accordés indiqués en 42 et dont la sortie du dernier filtre est reliée à l'amplificateur tampon 44. Un filtre de parasitage 46 ayant les mêmes caractéristiques
10 que le filtre de parasitage 18 est connecté à la sortie de l'amplificateur 44 et sa sortie est à son tour reliée à l'amplificateur moyenne fréquence 48. L'amplificateur 48 est connecté à un convertisseur haut son 50 qui reçoit l'autre sortie du dispositif de fractionnement 34 dans le
15 but d'élever le signal de sortie pour obtenir celui d'un canal UHF classique. Ainsi, la sortie de l'émetteur est constituée par les signaux vidéo et son élevés à un niveau UHF approprié si ceci doit être le milieu de transmission, les deux signaux son et vidéo étant alors retardés selon
20 un processus dépendant de la fréquence par l'application des ondes porteuses modulées son et vidéo aux filtres de parasitage décrits ayant les caractéristiques de l'équation (1).

Pour restituer la vidéo après brouillage, le
25 récepteur de l'abonné doit comprendre le circuit illustré à la figure 2. Un mélangeur 52 possède une entrée recevant le signal vidéo et une autre entrée recevant une onde sinusoïdale d'une fréquence choisie de façon à fournir une sortie de mélangeur ayant une fréquence intermédiaire f_0 . Un amplificateur tampon peut également être
30 inséré en ce point si nécessaire. Le signal vidéo brouillé à la fréquence f_0 est appliqué au filtre inverse de parasitage 54 ayant les caractéristiques décrites par l'équation (2). Ainsi, la sortie du filtre de parasitage 54 sera
35 un signal vidéo ne comprenant plus le retard appliqué au niveau de l'émetteur. Le signal vidéo non altéré se trouve alors prêt pour le traitement et l'utilisation dans le récepteur de l'abonné. La sortie du filtre de parasitage

54 est appliquée à un second mélangeur 56 qui reçoit une onde sinusoïdale ayant une fréquence de $f_x - f_o$, de telle sorte que f_x est choisie pour que la fréquence de sortie puisse être utilisée dans un récepteur d'abonné, normalement sur un canal où on ne diffuse pas localement. La sortie du mélangeur 56 est appliquée à l'amplificateur 58 et ensuite à un réseau de combinaison résistif 60 qui est conventionnel et qui est utilisé pour fournir tous les canaux à diffusion locale à l'entrée du récepteur de télévision.

La détermination de x et y dans les équations ci-dessus dépend du degré auquel il est nécessaire de distordre ou de rendre inutilisable le signal vidéo pour un récepteur classique. La réponse impulsionnelle d'un filtre de parasitage pour brouillage du type décrit est donnée par la transformée inverse de Fourier $H_s(j\omega)$ dont on montre qu'elle est essentiellement la suivante :

$$h(t) = \exp\left[-\frac{xt^2}{4(x^2+y^2)}\right] \cos\left(\omega_o t + \frac{yt^2}{4(x^2+y^2)} - \phi\right) \quad (4)$$

Il est à noter que :

$$\tan 2\phi = \frac{x}{y} \quad (5)$$

Comme la cascade des filtres de parasitage, de brouillage et de restitution après brouillage, doit laisser passer le signal vidéo de 4 MHz sans altération, il résulte de l'équation (3) que pour une perte de 2dB en signal au bord de la bande passante de 4 MHz :

$$2x (4 \times 10^6 \times 2\pi)^2 = 1 \quad (6)$$

ou

$$x = 7,9 \times 10^{-16} \quad (7)$$

Au moment où le filtre de parasitage provoquant le brouillage reçoit une variation en gradin qui peut être par exemple un changement brusque d'une image très sombre à une image très blanche, les caractéristiques de retard du filtre de parasitage font en sorte que ce qui est nor-
 5 malement un changement brusque devient sensiblement un mélange de teintes variant du sombre profond au blanc en passant par les gris. En fait, la finesse de la vidéo à l'état normal devient un barbouillage à l'état de
 10 distorsion. Pour permettre un renforcement du brouillage, lorsque le filtre de parasitage reçoit une impulsion de ce type, il est approprié de le faire réagir pendant environ 60 microsecondes ou pendant la durée d'une ligne. Ceci a l'avantage de fournir des stries dans la zone bar-
 15 bouillée là où il y a un changement dans les teintes de la couleur. Ainsi, pour que la réponse impulsionnelle descende jusqu'à $\frac{1}{e}$ à 60 microsecondes :

$$\frac{x}{4(x^2+y^2)} (60 \times 10^{-6})^2 = 1 \quad (8)$$

ou

$$y = 8,4 \times 10^{-13} \quad (9)$$

25 Il est à noter que le paramètre y est sensiblement plus grand que le paramètre x tel qu'il est exposé ci-dessus dans l'équation (7). C'est de cette façon que les paramètres des filtres de parasitage sont choisis, et ils peuvent être modifiés en fonction des caractéristiques de distorsion
 30 du signal vidéo qu'on recherche.

En pratique, une forme plus réaliste du filtre de parasitage pourrait être celle où la réponse à une impulsion serait une réaction d'une durée d'environ 30 microsecondes.

35 Le filtre de parasitage décrit en connexion avec les figures 1 et 2 est un filtre passe-bande. On peut également avoir un filtre de parasitage utilisant des caractéristiques de passe-bas. Une telle réalisation

implique spécifiquement la séparation du signal vidéo en composantes en phase et en quadrature, la filtration séparée de telles composantes et ensuite la reconstitution du signal vidéo avec application d'une onde porteuse de modulation. En référence à la figure 3, on voit que le signal vidéo de bande de base d'entrée est appliqué à un mélangeur 62 qui reçoit une onde porteuse de modulation $\cos \omega_0 t$. Un second mélangeur 64 est en contact avec une onde porteuse de modulation $\sin \omega_0 t$. Chacun des produits résultant des mélangeurs est appliqué à des filtres de parasitage en phase et en quadrature ayant les caractéristiques suivantes :

$$H_p(j\omega) = e^{-x\omega^2} \cos y \omega^2 \quad (10)$$

$$H_q(j\omega) = e^{-x\omega^2} \sin y \omega^2 \quad (11)$$

Le filtre de parasitage en phase relié au mélangeur 62 est désigné par le numéro de référence 66 et sa sortie est appliquée à une des entrées de circuit d'addition 68. Le filtre de parasitage en quadrature 70 relié au mélangeur 62 a sa sortie reliée au circuit d'addition 72. De même, le filtre en quadrature 74 relié à la sortie du mélangeur 64 a sa sortie reliée au circuit d'addition 68, tandis que le filtre de parasitage 76 en phase connecté au mélangeur 64 a sa sortie reliée au circuit d'addition 72. Les composantes en phase et en quadrature de la mise en application du filtre passe-bas illustrée à la figure 3 sont reliées respectivement aux mélangeurs 78 et 80 qui, à nouveau, reçoivent des ondes porteuses de modulation $\cos \omega_0 t$ et $\sin \omega_0 t$. Les sorties des deux mélangeurs sont combinées par addition dans un sommateur 82 dont la sortie résultante sera le signal vidéo ayant les caractéristiques des équations (10) et (11) et auquel est appliquée l'onde porteuse de modulation $\omega_0 t$.

La figure 4 illustre la mise en application de la structure de filtre passe-bas de la figure 3 dans un

émetteur. Comme la plupart des composants de la figure 4 sont identiques à ceux de la figure 1, les mêmes numéros de référence leur ont été attribués. La structure de filtre de parasitage est illustrée en 84 et reçoit son entrée de l'amplificateur tampon 16. Un dispositif de déphasage 86 reçoit une entrée de l'onde porteuse provenant du générateur d'ondes porteuses 10. Le dispositif de déphasage 86 fournit une onde porteuse en quadrature au filtre de parasitage passe-bas à utiliser comme montré à la figure 3. L'onde porteuse en phase est fournie directement à partir du générateur 10. De même, un filtre de parasitage passe-bas 88 et un dispositif de déphasage 90 sont reliés du côté son du circuit émetteur. L'émetteur de la figure 4 fonctionne sous tous les rapports de la même manière que l'émetteur de la figure 1.

La figure 5 illustre le dispositif de restitution après brouillage à utiliser en conjonction avec le type d'émetteur à filtre de parasitage passe-bas de la figure 4. 92 désigne un circuit d'entrée haute fréquence ; il fournit une sortie d'onde vidéo modifiée à une fréquence f_o . Un détecteur de porteuse 94 est relié à un dispositif de déphasage 96 pour fournir des signaux de porteuse en phase et en quadrature à une structure de filtre de parasitage passe-bas 98 qui constitue sensiblement l'inverse de la structure illustrée à la figure 3 et utilisée dans le système d'émetteur de la figure 4. Le circuit d'entrée haute fréquence 92 fournit une onde vidéo modifiée à une autre entrée du filtre de parasitage 98. La sortie du filtre de parasitage 98 est appliquée à un mélangeur 100 qui reçoit à une entrée une onde sinusoïdale d'une fréquence $f_x - f_o$ pour pouvoir fournir une sortie de signal vidéo à la fréquence f_x qui habituellement sera un canal non utilisé localement. Ce signal est appliqué à un combineur résistif 102 semblable à celui de la figure 2 et permettant de fournir un ensemble de signaux de télévision au récepteur de l'abonné.

Tandis que les filtres de parasitage des figures 1 et 2 peuvent être des dispositifs du type onde acoustique

de surface, la structure de filtre passe-bas de la figure 3 est mise en application de meilleure façon en utilisant les dispositifs à couplage de charge.

Les diverses formes de réalisation décrites, destinées à mettre en application la technique des filtres de parasitage, ont prévu un seul filtre de parasitage fournissant au signal vidéo des retard variant en fréquence. La figure 6 illustre une configuration dans laquelle une pluralité ou une série de filtres de parasitage sont utilisées avec une commande pré-établie déterminant quel filtre de parasitage est en circuit à un instant donné. Un amplificateur tampon 104, qui peut par exemple être le même que l'amplificateur tampon 16 des figures 1 et 4, est relié à trois filtres de parasitage passe-bande 106, 108 et 110 qui représentent le filtre n° 1, n° 2 et n° m de la série. Les sorties des filtres sont chacune reliées à des commutateurs à diodes en forme de broches, respectivement, 112, 114 et 116. Chacun des commutateurs à diodes reçoit sur les entrées indiquées par des flèches des signaux de commande déterminant quel filtre est mis en oeuvre à un moment donné. Les sorties des commutateurs à diodes sont reliées à un combineur résistif 118.

Comme le type de commande correspondant à l'ensemble de la figure 6 nécessite la même configuration au niveau du récepteur, il est nécessaire de prévoir un trajet de données entre l'émetteur et le récepteur, de telle sorte que des variantes dans la mise en application des filtres de parasitage puissent être suivies par le récepteur. Ces trajets de données sont bien connus dans la technique concernée ; ils peuvent être une partie normalement non utilisée d'un signal vidéo, une sous-porteuse vidéo, une sous-porteuse son ou un autre trajet de transmission disponible.

Si on regarde en particulier la configuration à filtre passe-bas de la figure 3, on voit comme indiqué ci-dessus qu'elle peut être mise en oeuvre de façon la plus appropriée au moyen de dispositifs à couplage de charge. De préférence, le signal sera échantillonné, par

exemple à trois ou quatre fois la fréquence de chroma (saturation), les échantillons étant fournis à deux filtres en forme de dispositifs à couplage de charge qui sont des équivalents, pour l'échantillonnage, de lignes à retard à prise. En ce qui concerne les deux filtres, les poids de prise sont respectivement des échantillons de fonction H_p ou H_q dont les paramètres sont donnés par les équations suivantes :

$$\frac{x}{4(x^2+y^2)} (60 \times 10^{-6})^2 = 1 \quad (12)$$

$$y = 8,4 \times 10^{-13} \quad (13)$$

Les échantillons analogiques peuvent alors passer à travers un circuit de maintien et être filtrés à la bande passante vidéo. Chacun sera remodulé sur des porteuses **déphasées** de 90°, comme indiqué spécifiquement à la figure 3.

Il est également possible de mettre en application en procédé numérique le principe du brouillage en phase et en quadrature. Les échantillons peuvent être rythmés comme ci-dessus, par exemple à trois ou quatre fois la fréquence de chroma, mais ensuite sont quantifiés à 12 bits, nombre choisi pour garantir un rapport adéquat entre le signal et la puissance de bruit de quantification. Le filtre de parasitage est ensuite mis en oeuvre en utilisant les procédés numériques classiques, dans un dispositif numérique programmable.

Il est évident que la présente invention n'a été décrite et illustrée que sous la forme d'exemples de réalisation non limitatifs et que des variantes peuvent être introduites sans pour autant sortir de son cadre.

REVENDECATIONS

1. Dispositif pour effectuer un brouillage d'un signal vidéo de télévision, caractérisé en ce qu'il comprend un dispositif de retard (18) dont la caractéristique est dépendante de la fréquence, ainsi qu'un dispositif (13) pour appliquer un signal vidéo audit dispositif de retard (18).

2. Dispositif de brouillage selon la revendication 1, caractérisé en ce que le dispositif de retard (18) a une caractéristique en fonction de la fréquence qui correspond à la formule suivante :

$$H_s(j\omega) = \exp [-x(\omega - \omega_0)^2 + jy(\omega - \omega_0)^2] \\ + \exp [-x(\omega + \omega_0)^2 - jy(\omega + \omega_0)^2]$$

où x et y sont des paramètres du dispositif de retard et ω_0 correspond à la fréquence porteuse nominale de l'onde modulée en radians par seconde.

3. Dispositif pour effectuer un brouillage d'un signal vidéo de télévision, caractérisé en ce qu'il comprend un dispositif (18) pour filtrer le signal vidéo, ce dispositif comportant des filtres ayant une caractéristique de retard qui dépend de la fréquence.

4. Dispositif de brouillage selon la revendication 3, caractérisé en ce que la caractéristique de retard des filtres répond à la formule suivante :

$$H_s(j\omega) = \exp [-x(\omega - \omega_0)^2 + jy(\omega - \omega_0)^2] \\ + \exp [-x(\omega + \omega_0)^2 - jy(\omega + \omega_0)^2]$$

où x et y sont des paramètres des filtres et ω_0 correspond à la fréquence porteuse nominale de l'onde modulée en radians par seconde.

5. Dispositif de brouillage selon la revendication 3, caractérisé en ce que les filtres sont des dispositifs d'onde acoustique de surface.

6. Dispositif de brouillage selon la revendication 3, caractérisé en ce que les filtres comprennent des filtres en phase (66) et en quadrature (70) répondant aux formules suivantes :

$$H_p(j\omega) = e^{-x\omega^2} \cos y \omega^2$$

$$H_q(j\omega) = e^{-x\omega^2} \sin y \omega^2$$

où x et y sont des paramètres des filtres.

7. Dispositif de brouillage selon la revendication 6, caractérisé en ce que l'onde porteuse de modulation est appliquée au signal vidéo à la fois en tant que fonction cosinus et en tant que fonction sinus, les filtres en phase (66, 74) et en quadrature (70, 76) étant appliqués à chacun des produits du signal vidéo et aux fonctions de porteuses cosinus et sinus respectivement.

8. Dispositif de brouillage selon la revendication 3, caractérisé en ce qu'il comprend plusieurs filtres dépendant de la fréquence (106, 108, 110) reliés en parallèle, ainsi que des dispositifs (112, 114, 116) pour sélectionner l'un des filtres à un moment particulier quelconque.

9. Dispositif pour restituer après brouillage un signal vidéo de télévision brouillé par l'application d'un retard dépendant de la fréquence, caractérisé en ce qu'il comprend un dispositif de retard (54, 98) dépendant de la fréquence, dont la caractéristique en fonction de la fréquence est essentiellement l'inverse du dispositif de retard dépendant de la fréquence ayant effectué le brouillage.

10. Dispositif de restitution selon la revendication 9, caractérisé en ce que le dispositif de retard a une caractéristique en fonction de la fréquence qui répond à la formule suivante :

$$H_d(j\omega) = \exp [-x(\omega-\omega_0)^2 - jy(\omega-\omega_0)^2] \\ + \exp [-x(\omega+\omega_0)^2 + jy(\omega+\omega_0)^2]$$

5

où x et y sont des paramètres du dispositif de retard et ω_0 correspond à la fréquence porteuse nominale de l'onde modulée en radians par seconde.

10

11. Dispositif de restitution selon la revendication 9, caractérisé en ce que le dispositif de retard est sous la forme d'un filtre (54, 98) ayant des caractéristiques de retard dépendant de la fréquence.

15

12. Dispositif de restitution selon la revendication 11, caractérisé en ce que le filtre est un dispositif à onde acoustique de surface.

20

13. Dispositif de restitution selon la revendication 11, caractérisé en ce que le filtre comporte des éléments de filtre (96, 98) en phase et en quadrature répondant aux formules suivantes :

$$H_p(j\omega) = e^{-x\omega^2} \cos y \omega^2$$

$$H_q(j\omega) = -e^{-x\omega^2} \sin y \omega^2$$







