(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) Numéro de publication: **0 341 128**
A1

(12) DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

(21) Numéro de dépôt: **89401168.3**

(51) Int. Cl.[4]: **G 10 L 3/00**

(22) Date de dépôt: **25.04.89**

(30) Priorité: **04.05.88 FR 8806001**

(43) Date de publication de la demande:
08.11.89 Bulletin 89/45

(84) Etats contractants désignés:
AT BE CH DE ES GB GR IT LI LU NL SE

(71) Demandeur: **THOMSON-CSF**
51, Esplanade du Général de Gaulle
F-92800 Puteaux (FR)

(72) Inventeur: **Laurent, Pierre André**
THOMSON-CSF SCPI-Cédex 67
F-92045 Paris la Défense (FR)

(74) Mandataire: **Lincot, Georges et al**
THOMSON-CSF SCPI
F-92045 PARIS LA DEFENSE CEDEX 67 (FR)

(54) Procédé et dispositif de détection de signaux vocaux.

(57) Le procédé consiste : à découper le signal en trame, à échantillonner chaque trame pour obtenir un signal numérique comportant un nombre n déterminés d'échantillons, à préaccentuer (1) le signal numérique, à filtrer (2) le signal numérique préaccentué au moyen d'un filtre numérique passe haut pour obtenir un signal numérique filtré, à mesurer (3, 4) dans chaque trame l'énergie maximale du signal préaccentué et l'énergie maximale du signal numérique filtré, pour effectuer (5) un rapport d'énergie R entre l'énergie maximale du signal numérique filtré et l'énergie maximale du signal numérique préaccentué. Il consiste également à calculer entre deux bornes les valeurs moyennes à long terme de la valeur maximale de l'énergie du signal filtré et du rapport d'énergie, et à calculer à partir des valeurs moyennes à long terme quatre valeurs de seuil, deux maximales constituant respectivement deux bornes inférieures de l'état parole pour le signal filtré et le rapport d'énergie, et deux minimales constituant respectivement deux bornes supérieures de l'état bruit pour le signal filtré et le rapport d'énergie, pour comparer à ces valeurs de seuil l'énergie du signal filtré maximale et le rapport d'énergie, pour décider de la présence du signal vocal dans le signal bruité lorsque l'énergie maximale du signal numérique filtré ou le rapport d'énergie sont supérieurs respectivement à leurs valeurs maximale de seuil.

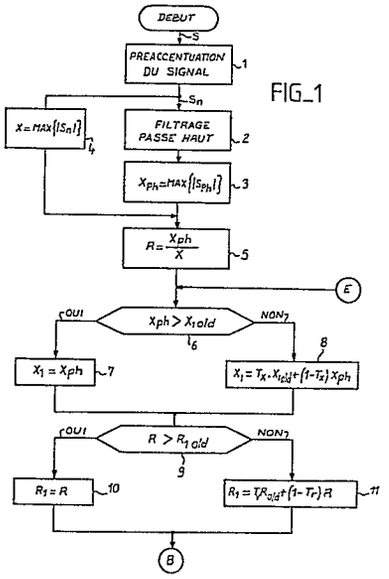


FIG_1

EP 0 341 128 A1

Description

Procédé et dispositif de détection de signaux vocaux.

La présente invention concerne un procédé et un dispositif de détection de signaux vocaux utilisables notamment dans les transmissions radioélectriques à l'alternat à bord de véhicules.

La plupart des détecteurs d'activité vocale connus ne peuvent fonctionner correctement que pour des rapports signal à bruit suffisamment élevés, de l'ordre de 20 dB au minimum, ce qui correspond à des conditions de fonctionnement dans des environnements calmes de type bureau.

A bord d'un véhicule, la discrimination parole/bruit doit tenir compte en revanche d'un rapport signal à bruit beaucoup plus faible, le plus souvent inférieur à 10 dB. Dans certaines conditions (régime moteur élevé dans un véhicule moyennement insonorisé, par exemple) le niveau de bruit peut même dépasser celui du signal.

Enfin, le niveau et le type de bruit à discriminer varient selon les conditions inhérentes au véhicule (degré d'insonorisation par exemple) mais aussi en fonction du parcours effectué, un cas particulièrement défavorable étant celui du parcours urbain où les bruits à prendre en compte sont généralement d'un niveau élevé, non stationnaire et naturellement très varié.

Un exemple de réalisation d'un détecteur d'activité vocale prévu pour fonctionner dans des milieux bruyants est connu de la demande de brevet 79 24227 du 28 septembre 1979 déposée au nom de la demanderesse. Mais ce détecteur ne permet d'optimiser la discrimination parole/bruit que pour les sons voisés et la décision est prise en comparant le signal vocal seulement à une tension de seuil variable asservie sur la valeur de l'amplitude crête du signal vocal, sans tenir compte du niveau réel de bruit. Il en résulte des performances insuffisantes pour permettre un fonctionnement correct dans un milieu fortement perturbé et où le signal de parole est noyé dans le bruit.

Le but de l'invention est de pallier les inconvénients précités.

A cet effet, l'invention a pour objet, un procédé de détection d'un signal vocal dans un signal noyé dans du bruit, caractérisé en ce qu'il consiste :

- à découper le signal en trame,
- à échantillonner chaque trame pour obtenir un signal numérique comportant un nombre n déterminés d'échantillons,
- à préaccentuer le signal numérique pour obtenir un signal numérique préaccentué,
- à filtrer le signal numérique préaccentué au moyen d'un filtre numérique passe haut pour obtenir un signal numérique filtré,
- à mesurer dans chaque trame l'énergie maximale des échantillons du signal préaccentué et l'énergie maximale des échantillons du signal numérique filtré,
- à effectuer un rapport d'énergie entre l'énergie maximale des échantillons du signal numérique filtré et l'énergie maximale des échantillons du signal numérique préaccentué,
- à calculer entre deux bornes les valeurs moyennes à long terme de l'énergie des échantillons du signal filtré et du rapport d'énergie,
- à calculer à partir des valeurs moyennes à long terme quatre valeurs de seuil, deux maximales constituant respectivement deux bornes inférieures de l'état parole pour le signal filtré et le rapport d'énergie, et deux minimales constituant respectivement deux bornes supérieures de l'état bruit pour le signal filtré et le rapport d'énergie, pour comparer à ces valeurs de seuil, l'énergie maximale du signal filtré et le rapport d'énergie,
- à décider de la présence du signal vocal dans le signal bruité lorsque l'énergie maximale du signal numérique filtré, ou le rapport d'énergie sont supérieurs respectivement à leurs valeurs maximales de seuil
- et à décider de l'absence d'un signal vocal dans le signal bruité lorsque l'énergie maximale du signal numérique filtré ou le rapport d'énergie R sont inférieurs respectivement à leurs valeurs minimales de seuil.

L'invention a également pour objet un dispositif pour la mise en oeuvre du procédé précité.

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront ci-après à l'aide de la description faite en regard des dessins annexés qui représentent :

Les figures 1 à 4 des organigrammes figurant les différentes étapes du procédé mis en oeuvre par l'invention.

La figure 5 un dispositif de calcul du rapport d'énergie mettant en oeuvre les étapes 1 à 5 du procédé selon l'invention.

La figure 6 un mode de réalisation d'un dispositif pour le calcul de la valeur de l'échantillon ayant le maximum d'énergie dans une trame de signal filtré ou du signal préaccentué de la figure 5.

La figure 7 un mode de réalisation d'un dispositif pour la mise en oeuvre des étapes 6 à 11 de la figure 1.

Les figures 8A et 8B deux diagrammes représentant les procédés de détermination des seuils figurés aux étapes 12 à 22 de la figure 2.

La figure 9 un mode de réalisation du dispositif de calcul des valeurs moyennes X_{moy} ou R_{moy} illustrées aux étapes 23 à 28 de la figure 3.

Les figures 10A et 10B deux circuits pour le calcul des valeurs de seuil selon l'invention.

Les figures 11A et 11B deux diagrammes pour illustrer le mode de comparaison par seuils adaptatifs selon l'invention.

La figure 12 un mode de réalisation d'un dispositif de comparaison pour la mise en oeuvre des étapes 30 à 40 de la figure 4.

La figure 13 un diagramme d'état figurant l'algorithme de décision permettant de définir la présence ou non d'un signal vocal dans le

signal bruité.

Le procédé selon l'invention qui est illustré aux figures 1 à 4, dans un exemple de mise en oeuvre pratique, opère sur des trames de signal bruité d'environ 20 millisecondes et échantillonnées à raison de 160 échantillons par trame pour donner des échantillons de signal S. Comme représenté aux étapes 1 à 5 de la figure 1, le signal numérique S sur lequel à lieu le traitement est d'abord préaccentué à l'étape 1 pour donner des échantillons de signal Sn, puis filtré à l'étape 2 pour donner des échantillons de signal $S_{ph}(n)$ par un filtre numérique passe haut de fréquence de coupure FC = 1200 Hz. Aux étapes 3 et 4 les paramètres suivants :

$X = \{\max (Sn)\}$,

et $X_{ph} = \max \{ S_{ph}(n)\}$, sont calculés ; n étant compris entre 1 et 160. Ces calculs consistent à rechercher dans chaque suite d'échantillons S(n) et $S_{ph}(n)$ l'échantillon qui a l'amplitude ou l'énergie maximale

L'étape 5 consiste à calculer le rapport $R = X_{ph}/X$ entre les deux paramètres X_{ph} et X calculés aux étapes 3 et 4.

Les étapes 6 à 11 qui suivent consistent à calculer des paramètres X1 et R1 suivant les relations

- $X_1 = X_{ph}$ si X_{ph} est supérieur au paramètre X_1 calculé à la trame précédente et désigné par X_{1old} sur la figure 1 ;
- ou $X_1 = T_X.X_{1old} + (1-T_X.X_{ph})$ dans le cas contraire ;
- $R_1 = R$ si R est supérieur au rapport R calculé à la trame précédente et désigné par R_{old} sur la figure 1 ;
- ou $R_1 = T_r.R_{1old} + (1-T_r).R$ dans le cas contraire.

Ceci permet d'une trame à la suivante d'autoriser une croissance instantanée des valeurs des paramètres X1 et R1 alors que leurs décroissances s'effectuent plus lentement avec des constantes de temps respectivement égales à T_X et T_r. Se lon un mode préféré de réalisation de l'invention la valeur des constantes de temps est fixée à 0,75 ce qui correspond à environ 70 millisecondes. Les étapes 12 à 29 suivantes qui sont illustrées aux figures 2 et 3, consistent à déterminer quatre seuils de détection à partir de la valeur moyenne à long terme des paramètres X_{ph} et R. Ces derniers sont tout d'abord bornés à l'étape 12 entre des valeurs maximales et minimales et constantes de manière à prohiber de trop grandes variations des seuils. Les bornes de variation de X_{ph} et R sont notées X_{ph}inf, S_{ph}sup, R.inf, R.sup. Les étapes 13 à 22 consistent à calculer deux paramètres X_2 et R_2 vérifiant les relations

$X_2 = MAX\{MIN\{X_{ph},X_{ph}.sup,X_{ph}.inf\}$

$R_2 = MAX\{MIN\{R, R.sup\}, R.inf\}$

Les moyennes à long terme des paramètres X_{ph} et R notés respectivement X_{moy} et R_{moy} sont calculées aux étapes 23 à 28 en application des relations suivantes :

- $X_{moy} = T_m.X_{moy.old} + (1-T_m).X_2$, si X_2 est supérieur au paramètre X_{moy} calculé à la trame précédente et désigné par $X_{moy.old}$ sur la figure 3 ;
- ou $X_{moy} = T_d.X_{moy.old} + (1-T_d).X_2$ dans le cas contraire.
- $R_{moy} = T_m.R_{moy.old} + (1-T_m)R_2$, si R_2 est supérieur au paramètre R_{moy} calculé à la trame précédente et désigné par $R_{moy.old}$ sur la figure 3 ;
- ou $R_{moy} = T_d.R_{moy.old} + (1-T_d).R_2$ dans le cas contraire.

Dans ces relations la constante de temps de montée T_m assure une montée exponentiellement lente, alors que la constante de temps de descente T_d permet une descente exponentiellement rapide afin que la valeur moyenne considérée retombe rapidement à un niveau correspondant au bruit. Les valeurs de ces constantes de temps sont dans le mode de réalisation préféré de l'invention fixées à 0,95 pour la montée, soit environ 400 millisecondes et à 0,2 pour la descente, soit environ 13 millisecondes. Enfin les quatre valeurs de seuils sont calculés à l'étape 29 à partir des valeurs X moy et R moy définies précédemment par les relations :

SX_1 parole $= a.X_{moy} + X_{ph}$.inf

SX_1 bruit $= b.X_{moy} + X_{ph}$.inf

SR_1 parole $= a.R_{moy} + R$.inf

SR_1 bruit $= b.R$ moy $+ R$.inf

Les valeurs des coefficients multiplicateurs a et b sont dans l'exemple de réalisation préféré de l'invention fixées à 1,8 et 1,25. Il faut noter que par ailleurs, si l'un des paramètres X_{ph} ou R est inférieur à la borne inférieure correspondante, la décision bruit est prise automatiquement.

Un dispositif de calcul du rapport d'énergie mettant en oeuvre les étapes 1 à 5 du procédé est représenté à la figure 5. Ce dispositif comprend un premier filtre 43, passe haut, de fonction de transfert $H(z) = 1 - 0,86\ z^{-1}$, qui réalise une préaccentuation du signal représenté à l'étape 1, ce filtre est couplé par sa sortie d'une part, à un deuxième filtre passe haut 44 ayant une fréquence de coupure d'environ 1200 Hz et d'autre part, à un dispositif de calcul d'énergie 46. Le deuxième filtre passe haut 44 est également couplé par sa sortie à un dispositif de calcul d'énergie 45 similaire au dispositif de calcul d'énergie 46. Le filtre 44 et le dispositif de calcul d'énergie 45 fournissent le paramètre X_{ph} en exécution des étapes 2 et 3 du procédé et le dispositif de calcul d'énergie 46 fourni le paramètre X. Les paramètres X et X_{ph} sont appliqués respectivement sur une première entrée et une deuxième entrée d'opérande d'un circuit diviseur 47 pour réaliser le calcul du paramètre R conformément à l'étape 5.

Un mode de réalisation des dispositifs de calcul d'énergie 45 et 46 est représenté à la figure 6. Ce circuit comprend un circuit comparateur 48 couplé à un registre 49 au travers d'un circuit aiguilleur 50. Le circuit comparateur 48 possède deux entrées, une première entrée reçoit les échantillons de signal S(n) fourni par le filtre numérique 43 ou les échantillons de signal fourni par le filtre numérique 44 ; la deuxième entrée est reliée à la sortie du registre 49. Le circuit aiguilleur 50 est commandé par la sortie du circuit comparateur 48 et aiguille les échantillons de signal S(n) ou S_{ph} à l'entrée du registre 49 lorsque la valeur de l'échantillon de signal S(n) ou $S_{ph}(n)$ est supérieure au contenu du registre 49. Dans le cas contraire le registre 49 reste rebouclé sur lui-même.

Un mode de réalisation du dispositif pour la mise en oeuvre des étapes 6 à 11 est représenté à la figure 7. Ce dispositif comprend un circuit comparateur 51 couplé à un circuit accumulateur 52 au

travers d'un circuit aiguilleur 53. Un circuit multiplicateur 54 est relié par une première entrée d'opérande à une première entrée du circuit comparateur 51 et reçoit sur sa deuxième entrée d'opérande les paramètres $1-T_X$ ou $1-T_r$ figurés aux étapes 8 et 11 du procédé. Un deuxième circuit multiplicateur 55 est relié par une première entrée d'opérande à la sortie du circuit accumulateur 52 et reçoit sur une deuxième entrée d'opérande les paramètres T_X ou T_r figurés aux étapes 8 et 11 du procédé. Les sorties des circuits multiplicateurs 54 et 55 sont reliées respectivement à une première entrée et une deuxième entrée d'opérande d'un circuit additionneur 56 dont la sortie est reliée à une première entrée du circuit aiguilleur 53. La sortie du circuit accumulateur 52 est d'autre part reliée à la deuxième entrée d'opérande du circuit comparateur 51. Conformément aux étapes 6 à 11, les paramètres X_{ph} ou R sont appliqués sur la première entrée du circuit comparateur 51 et sont comparés aux contenus X.old ou R.old du circuit accumulateur 52. Si conformément à l'étape 6 ou à l'étape 9 les paramètres X_{ph} ou R sont supérieurs au contenu X.old ou R.old du circuit accumulateur 52, le circuit aiguilleur 53 met à jour le contenu de l'accumulateur 52 par l'un des paramètres X_{ph} ou R conformément aux étapes 7 et 10. Dans le cas contraire le circuit aiguilleur 53 commute la sortie du circuit additionneur 56 à l'entrée du circuit accumulateur 52, pour mettre à jour le contenu de l'accumulateur par les paramètres X1 ou R1 définis par les relations décrites précédemment des étapes 8 et 11. Dans ces relations le produit $(1 - T_x) \times X_{ph}$ ou le produit $(1-T_r) \times R$ sont effectués par le circuit multiplicateur 64 et les produits $T_X \times$ X.old ou T_R par R.old sont effectués par le circuit multiplicateur 55. La somme des produits obtenus est réalisée par le circuit additionneur 56.

Les étapes 12 à 22 du procédé représenté à la figure 2 sont exécutées à l'aide d'amplificateurs à seuil non représentés dont les caractéristiques qui sont par contre représentées aux figure 8A et 8B, permettent de ne pas prendre en compte les valeurs trop élevées des paramètres X_1 ou R_1. D'après ces caractéristiques chaque paramètre X_1 ou R_1 est limité entre deux valeurs X_{1ph}.inf et X_{1ph}.sup ou R_1.inf et R_1.sup. Ces caractéristiques permettent de générer les paramètres X_2 et R_2 suivant des lois linéaires des paramètres X_1 et R_1 entre les valeurs de seuil X_{1ph}.inf et X_{1ph}.sup ou R_1.inf et R_1.sup, les paramètres X_2 et R_2 étant limités en amplitude pour les valeurs des paramètres X_1 et R_1 extérieures à ces seuils.

Un mode de réalisation d'un dispositif de calcul des valeurs moyennes X_M ou R_M illustré par les étapes 23 à 28 du procédé est représenté à la figure 9. Ce dispositif comprend, reliés dans cet ordre en série, un circuit soustracteur 57, un circuit multiplicateur 58, un circuit additionneur 59 et un registre 60. Le circuit soustracteur 57 comprend une premier entrée d'opérande sur laquelle sont appliqués les paramètres X_2 ou R_2 et une deuxième entrée d'opérande qui est reliée à la sortie du registre 60. Le dispositif comprend également un circuit comparateur 61 à deux entrées reliées respectivement aux entrées du circuit soustracteur 57. La sortie du circuit comparateur 61 est reliée à une entrée de commande d'un circuit aiguilleur 62. Le circuit aiguilleur 62 possède deux entrées sur lesquelles sont appliquées les constantes de temps T_m et T_d. La sortie du circuit aiguilleur 62 est reliée à une première entrée d'opérande du circuit multiplicateur 58, la deuxième entrée d'opérande du circuit multiplicateur 58 étant reliée à la sortie du circuit soustracteur 57. La sortie du circuit multiplicateur 58 est d'autre part reliée à une première entrée d'opérande du circuit additionneur 59, la deuxième entrée d'opérande du circuit additionneur 59, étant reliée à la première entrée d'opérande du circuit soustracteur 57. Ce dispositif permet d'effectuer les opérations du procédé représenté aux étapes 23 à 28. Conformément à l'étape 23 ou à l'étape 26, les paramètres X_2 ou R_2 sont appliqués sur la première entrée de comparaison du circuit comparateur 61 pour être comparés au contenu X_{moy}.old du registre 60, et si leur valeur respective est supérieure au contenu du registre 60, le circuit comparateur 61 commande le circuit aiguilleur 62 pour appliquer la constante de temps T_m sur la première entrée d'opérande du circuit multiplicateur 58. Le circuit multiplicateur 58 reçoit sur sa deuxième entrée d'opérande le résultat de la soustraction effectuée entre le contenu X_{moy}.old du registre 60 et les valeurs des paramètres X_2 ou R_2 appliquées sur sa première entrée d'opérande. Les résultats des multiplications $T_m(X_{moy.old} - X_2)$ ou $T_m(R_{moy.old}-R_2)$ effectuées par le circuit multiplicateur 58 sont appliqués sur la première entrée d'opérande du circuit additionneur 59 pour être additionnés aux paramètres X_2 ou R_2 appliqués sur sa deuxième entrée d'opérande. Le résultat de l'addition effectuée par le circuit additionneur 69 est alors transféré à l'intérieur du registre 60. Cependant, si aux étapes 23 ou 26 les valeurs des paramètres X_2 ou R_2 ne sont pas supérieures aux valeurs $X_{moy.old}$ ou $R_{moy.old}$ trouvées dans le registre 60, le circuit aiguilleur 62 est commandé par le circuit comparateur 61 pour appliquer sur la première entrée d'opérande du circuit multiplicateur 58 la valeur de la constante de temps T_d. Dans ces conditions, les calculs sont menés de façon similaire à la description précédente, la valeur de la constante de temps T_m étant remplacée par la valeur de la constante de temps T_d conformément aux relations indiquées aux étapes 25 et 28 du procédé.

Les calculs des valeurs de seuil de parole ou de bruit (SX_1 "parole" et S_{X1} "bruit", SR_1 "parole", et SR_1 "bruit") conformément aux relations établies à l'étape 29 du procédé sont effectuées par les circuits décrits aux figures 10A et 10B. Les seuils SX_1 "parole" ou SR_1 "parole" sont calculés au moyen d'un circuit multiplicateur 63 relié à un circuit additionneur 64. Le circuit multiplicateur 63 reçoit sur une première entrée d'opérande les paramètres X_{moy} ou R_{moy} fournis par le registre 60 de la figure 9 et il possède une deuxième entrée d'opérande sur laquelle est appliqué le paramètre a. Le résultat de la multiplication est appliqué sur une première entrée d'opérande du circuit additionneur 64 pour être additionné au seuil S_{PH}.inf qui est appliqué sur sa deuxième entrée d'opérande. La sortie du circuit

additionneur 64 fournit le seuil SX_1 "parole" ou SR_1 "parole".

De manière similaire, les seuils SX_1 "bruit" et/ou SR_1 "bruit" sont calculés au moyen du circuit multiplicateur 65 et du circuit additionneur 66. La première entrée d'opérande du circuit multiplieur 65 reçoit les paramètres X_{moy} ou R_{moy} fournis par le registre 60 de la figure 9, il possède une deuxième entrée d'opérande sur laquelle est appliqué le paramètre b. Sa sortie est reliée à une première entrée d'opérande du circuit additionneur 66 dont la deuxième entrée d'opérande reçoit la valeur du paramètre de seuil X_{ph}.inf. La sortie du circuit additionneur 66 délivre la valeur de seuil SX_1 "bruit" et SR_1 "bruit". Ces valeurs de seuil permettent de comparer les paramètres X_1 et R_1 conformément aux étapes 30 à 40 du procédé et selon les diagrammes représentés aux figures 11A et 11B. Un dispositif de comparaison correspondant est représenté à la figure 12. Ce circuit comprend un ensemble de quatre circuits comparateurs référencés de 67 à 70 couplés respectivement à quatre entrées d'un discriminateur de parole/bruit 71. Le circuit comparateur 67 compare le paramètre X_1 au seuil de parole SX_1 "parole", le comparateur 68 compare le paramètre X_1 au seuil SX_1 "bruit", le comparateur 69 compare le paramètre R1 au seuil SR_1 "parole" et le comparateur 70 compare le paramètre R_1 au seuil SR_1 "bruit". Le discriminateur parole/bruit 71 élabore un signal d'activité vocale DAV conformément au diagramme d'état qui est représenté à la figure 13. Ce diagramme d'état possède deux états stables DAV0 et DAV1 et des états instables figurés par les lettres L1 à L4. L'état stable DAV0 est l'état "bruit" dans lequel se trouve le détecteur d'activité vocale en l'absence de signal de parole, et l'état stable DAV1 est l'état dans lequel se trouve le détecteur d'activité locale lorsque le signal qui est appliqué à son entrée comprend un signal de parole. Lorsque le détecteur est dans l'état "bruit" DAV0 il ne passe à l'état parole DAV1 que si l'un des deux paramètres X_1 et R_1 est supérieur au seuil de parole correspondant SX_1 "parole" ou SR_1 "parole" en transitant par l'état instable L1. Sinon la décision bruit est maintenue, c'est-à-dire si le paramètre X_1 est inférieur au seuil SX_1 "parole" et que le paramètre R_1 est inférieur au paramètre SR1 "parole".

Par contre, lorsque le détecteur d'activité vocale est dans l'état parole DAV1 il ne passe à l'état bruit DAV0 que si l'un des deux paramètres X_1 et R_1 est inférieur au seuil de bruit correspondant c'est-à-dire si X_1 est inférieur au seuil SX_1 bruit et R_1 inférieur à SR_1 bruit. Dans ces conditions il transite par l'état instable L2. Cet algorithme des changements d'états du signal DAV est figuré aux étapes 30 à 39 de la figure 4. Après chaque changement d'état du signal DAV, et après une phase d'initialisation représentée à l'étape 40 le procédé retourne exécuter l'étape 6 de la figure 1.

Cependant, comme ceci est représenté aux étapes 41 et 42 du diagramme de la figure 4, le passage à l'état bruit DAV0 n'est effectif qu'au bout d'un certain temps, calculé par un compteur de temporisation, noté "Hang", non représenté qui est chargé à une valeur de compte maximale aux étapes 35 et 39 chaque fois qu'un état "parole" DAV1 est décidé, et dont le contenu est diminué de une unité à chaque fois que la décision DAV0 a lieu à l'étape 36. Ceci permet d'éviter des passages systématiques à l'état bruit dans les trous de parole du locuteur ou de couper la fin d'un mot si elle est de faible énergie.

Il est bien évident que l'exemple de mise en oeuvre du procédé selon l'invention n'est pas limité au dispositif qui vient d'être décrit et qu'il peut tout aussi bien être mis en oeuvre au moyen d'une structure comprenant des moyens de calcul microprogrammés, enregistrés par exemple dans les mémoires mortes ou de données d'un microprocesseur de traitement du signal.

Revendications

1. Procédé de détection d'un signal vocal dans un signal noyé dans du bruit, caractérisé en ce qu'il consiste :
- à découper le signal en trame,
- à échantillonner chaque trame pour obtenir un signal numérique comportant un nombre n déterminés d'échantillons,
- à préaccentuer (1) le signal numérique pour obtenir un signal numérique préaccentué,
- à filtrer (2) le signal numérique préaccentué au moyen d'un filtre numérique passe haut (44) pour obtenir un signal numérique filtré,
- à mesurer (3, 4) dans chaque trame l'énergie maximale des échantillons du signal préaccentué et l'énergie maximale des échantillons du signal numérique filtré,
- à effectuer (5) un rapport d'énergie R entre l'énergie maximale du signal numérique filtré et l'énergie maximale des échantillons du signal numérique préaccentué,
- à calculer (12..28) entre deux bornes les valeurs moyennes à long terme de la valeur maximale de l'énergie des échantillons du signal filtré et du rapport d'énergie,
- à calculer (29) à partir des valeurs moyennes à long terme quatre valeurs de seuil, deux maximales constituant respectivement deux bornes inférieures de l'état parole pour le signal filtré et le rapport d'énergie, et deux minimales constituant respectivement deux bornes supérieures de l'état bruit pour le signal filtré et le rapport d'énergie, pour comparer à ces valeurs de seuil l'énergie du signal filtré maximale et le rapport d'énergie,
- à décider (30..40) de la présence du signal vocal dans le signal bruité lorsque l'énergie maximale du signal numérique filtré, ou le rapport d'énergie sont supérieurs respectivement à leurs valeurs maximale de seuil,
- et à décider (30..40) de l'absence d'un signal vocal dans le signal bruité lorsque l'énergie maximale du signal numé rique filtré ou le rapport d'énergie R sont inférieurs respectivement à leurs valeurs minimales de seuil.

2. Procédé selon la revendication 1, caracté-

risé en ce que la préaccentuation du signal numérique est effectuée à l'aide d'un filtre numérique passe haut (43) de transformée en z ($H(z) = 1 - 0{,}86\,z^{-1}$.

3. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 et 2, caractérisé en ce que le filtre numérique passe haut (44) a une fréquence de coupure d'environ 1200 Hz.

4. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que la mesure de l'énergie maximale (45, 46) dans chaque trame a lieu sur l'échantillon d'amplitude maximum.

5. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que la détermination de la valeur moyenne à long terme X_m de la valeur maximale de l'énergie du signal filtré est calculée (24, 25) en appliquant dans chaque trame courante une relation de récurrence de la forme :

$X_{moy} = T_m.X_{moy.old} + (1\text{-}T_m)X_2$

si la valeur du paramètre X_2 est supérieure au paramètre $X_{moy.old}$

ou suivant une relation de la forme

$X_{moy} = T_d.X_{moy.old} + (1\text{-}Td)X_2$

si la valeur du paramètre X_2 est inférieure au paramètre $X_{moy.old}$

où : la valeur X_2 est égale à la valeur de l'échantillon X_{ph} d'énergie maximale dans chaque trame, limitée entre deux valeurs de seuil $X_p.sup$ et $X_{ph}.inf$, $X_{moy.old}$ est la valeur moyenne à long terme calculée dans la trame précédente, et T_m et T_d sont des constantes de temps ; T_m étant une constante de temps supérieure à T_d.

6. Procédé selon la revendication 5, caractérisé en ce que la détermination de la valeur moyenne R_{moy} de la valeur maximale du rapport d'énergie R est calculée (27, 28) en appli quant dans chaque trame courante une relation de récurrence de la forme :

$R_{moy} = T_m\,R_{moy.old} + (1\text{-}T_m)R_2$

si le paramètre R_2 est supérieur au paramètre $R_{moy\,old}$ et suivant une relation de récurrence de la forme :

$R_{moy} = T_d\,R_{moy.old} + (1\text{-}T_d)R_é$

si le paramètre R_2 est inférieur au paramètre R_{moy} ; $R_{moy.old}$ désignant le rapport d'énergie moyen à long terme calculé dans la trame précédente.

7. Procédé selon les revendications 5 et 6, caractérisé en ce que les quatre valeurs de seuil sont calculées (29) en appliquant les relations :

SX_1 parole $= a.X_{moy} + X_{ph}.inf$

SX_1 bruit $= b.X_{moy} + X_{ph}.inf$

SR_1 parole $= a.R_{moy} + R.inf$

SR_1 bruit $= b.R\,moy + R.inf$

les paramètres a et b étant des constantes.

8. Procédé selon la revendication 7, caractérisé en ce que $a = 1{,}8$ et $b = 1{,}25$.

9. Dispositif pour la mise en oeuvre du procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, caractérisé en ce qu'il comprend des premiers moyens (43-47) pour calculer dans chaque trame le rapport entre l'énergie maximale du signal préaccentué et l'énergie maximale du signal numérique filtré

- des deuxièmes moyens moyens (52..52) pour calculer les valeurs moyennes à long terme de la valeur maximale de l'énergie du signal filtré et du rapport d'énergie,
- des troisièmes moyens (63..66) couplés aux deuxièmes moyens pour calculer des valeurs de seuils adaptatifs maximales et minimales pour le signal numérique filtré et le rapport d'énergie,
- et des moyens de décision (67 ... 71) couplés aux troisièmes moyens pour décider de la présence ou de l'absence d'un signal vocal dans le signal numérique.

10. Dispositif pour la mise en oeuvre du procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 7 caractérisé en ce qu'il comprend des moyens de calcul microprogrammés.

11. Dispositif selon la revendication 9 caractérisé en ce que les moyens de calcul microprogrammé sont formés par un processeur de traitement du signal.

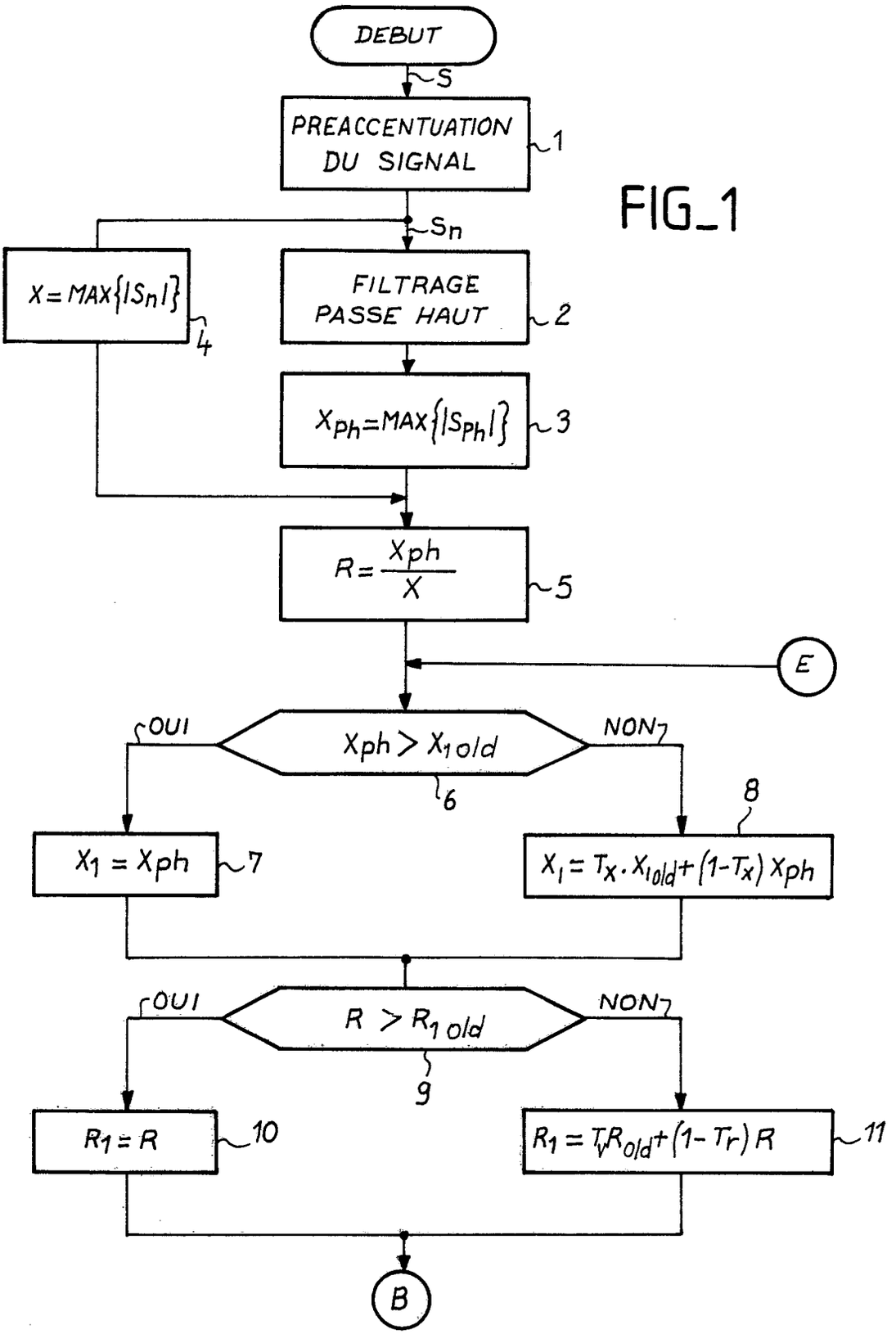

DEBUT
S
PREACCENTUATION DU SIGNAL
1
Sn
X = MAX{|Sn|}
4
FILTRAGE PASSE HAUT
2
Xph=MAX{|Sph|}
3
R = Xph / X
5
E
OUI
Xph > X1 old
NON
6
8
X1 = Xph
7
X1 = Tx . X1old + (1-Tx) Xph
OUI
R > R1 old
NON
9
R1 = R
10
R1 = Tr R1old + (1- Tr) R
11
B

FIG_1

FIG_2

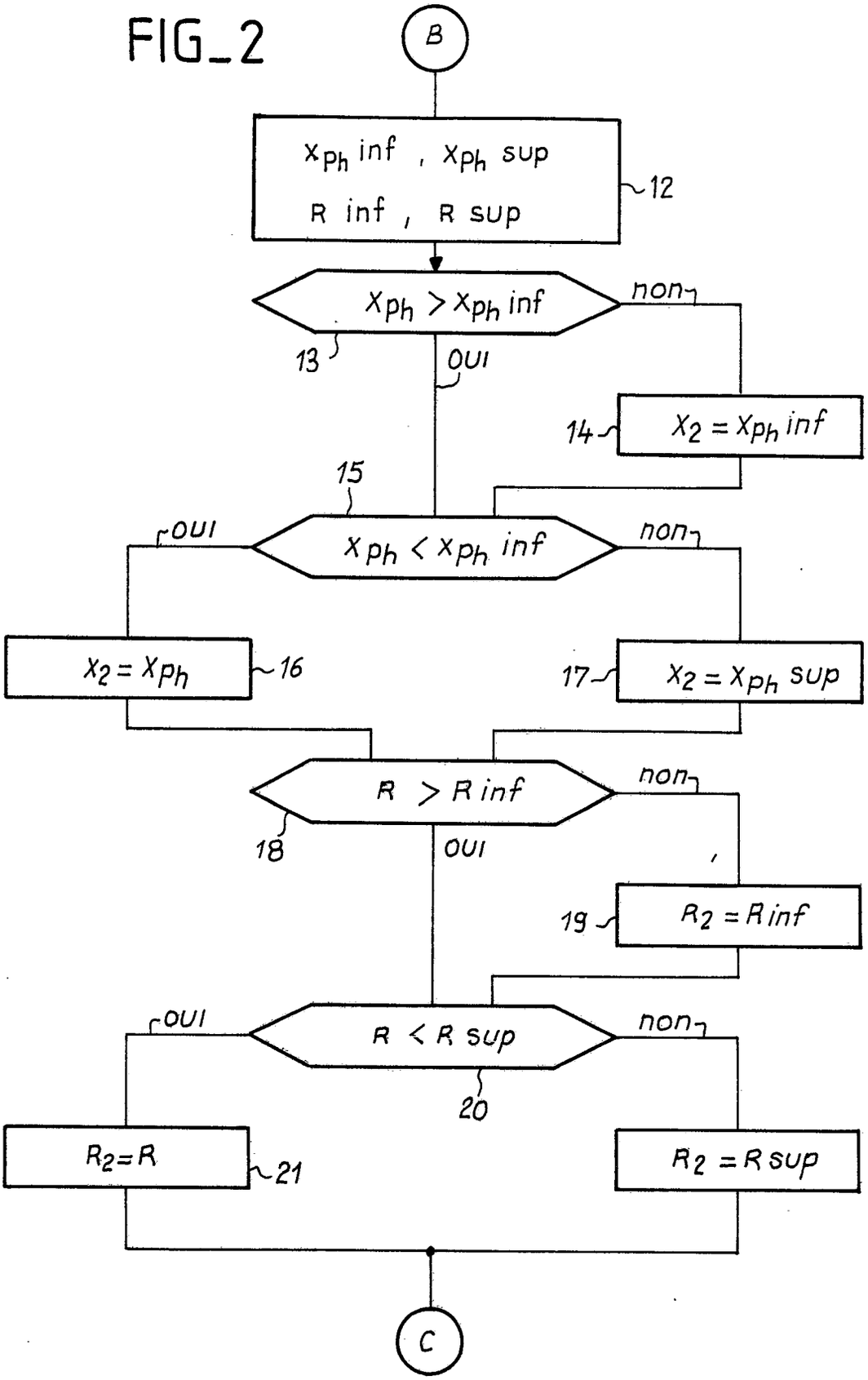

B
x_{ph} inf , x_{ph} sup
R inf , R sup
12
$x_{ph} > x_{ph}$ inf
non
13
OUI
14
$X_2 = x_{ph}$ inf
15
OUI
$x_{ph} < x_{ph}$ inf
non
$X_2 = x_{ph}$
16
17
$X_2 = x_{ph}$ sup
R > R inf
non
18
OUI
19
R_2 = R inf
OUI
R < R sup
non
20
R_2=R
21
R_2 = R sup
C

FIG_3

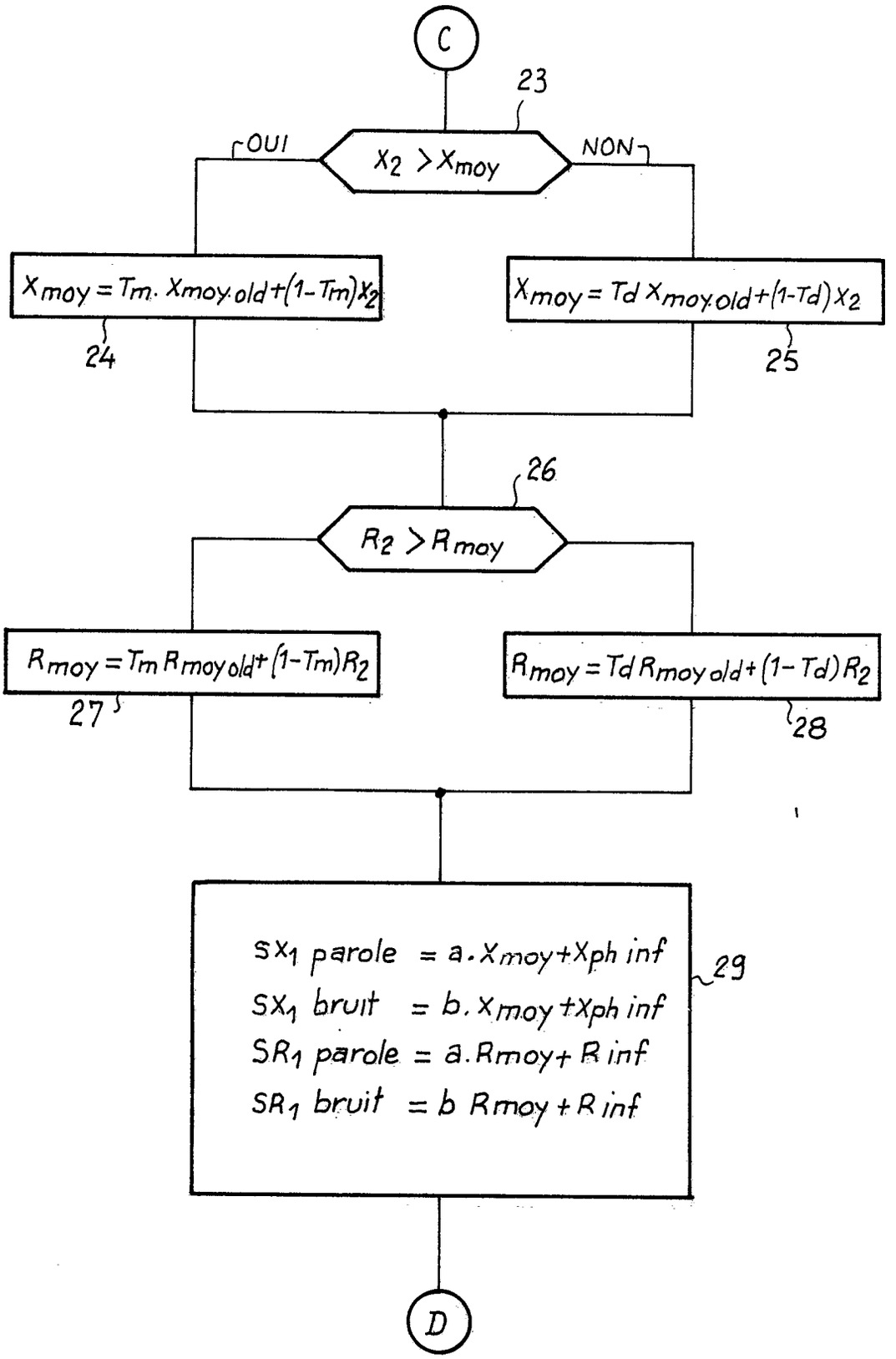

C
23
OUI
$X_2 > X_{moy}$
NON
$X_{moy} = T_m . X_{moy.old} + (1-T_m) X_2$
24
$X_{moy} = T_d X_{moy.old} + (1-T_d) X_2$
25
26
$R_2 > R_{moy}$
$R_{moy} = T_m R_{moy\,old} + (1-T_m) R_2$
27
$R_{moy} = T_d R_{moy\,old} + (1-T_d) R_2$
28
SX_1 parole $= a . X_{moy} + X_{ph\,inf}$
SX_1 bruit $= b . X_{moy} + X_{ph\,inf}$
SR_1 parole $= a . R_{moy} + R_{inf}$
SR_1 bruit $= b\, R_{moy} + R_{inf}$
29
D

FIG_4

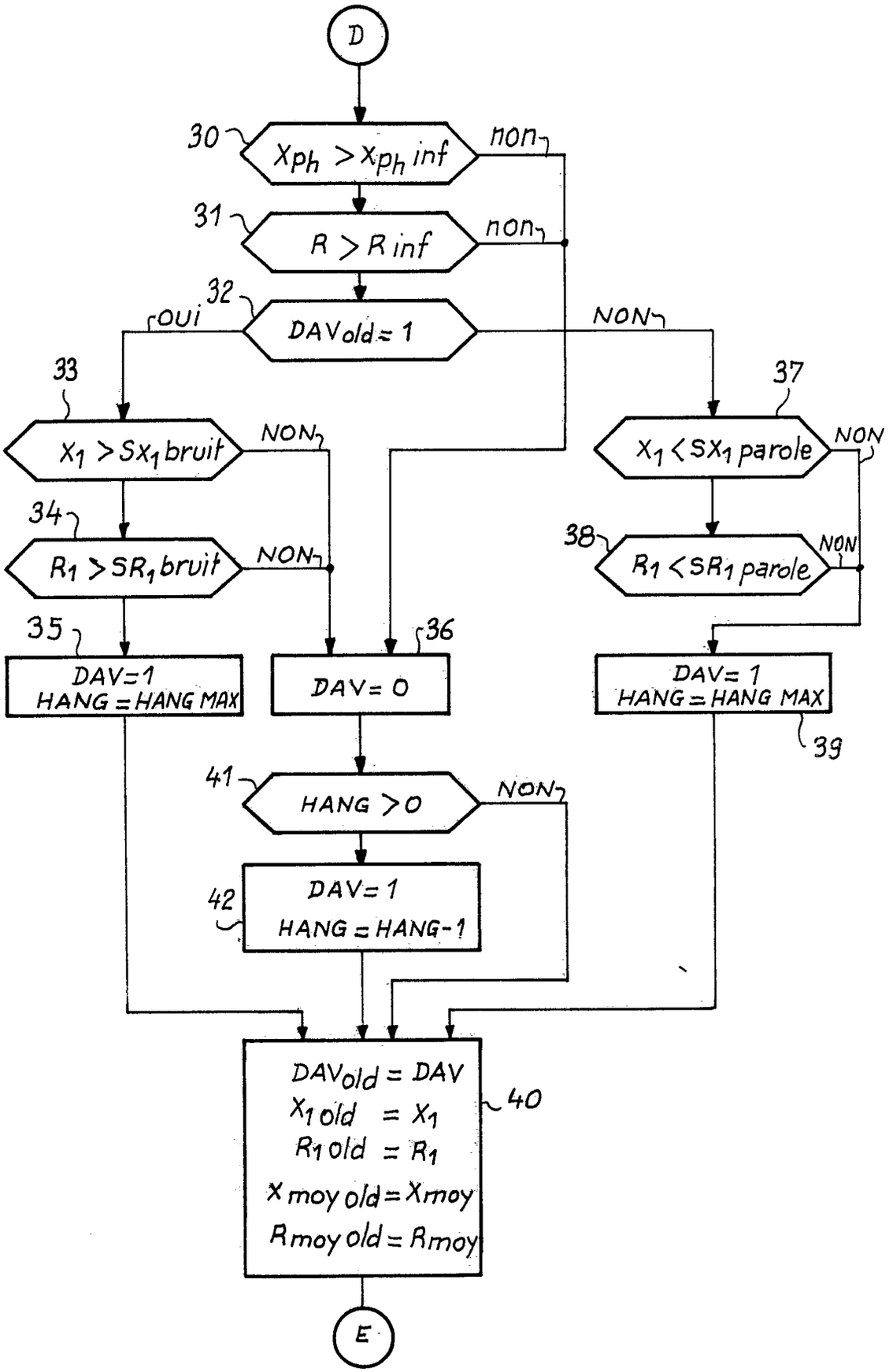

D
30
Xph > Xph inf
non
31
R > R inf
non
32
DAVold = 1
OUI
NON
33
X1 > SX1 bruit
NON
34
R1 > SR1 bruit
NON
35
DAV=1
HANG = HANG MAX
36
DAV = 0
37
X1 < SX1 parole
NON
38
R1 < SR1 parole
NON
39
DAV = 1
HANG = HANG MAX
41
HANG > 0
NON
42
DAV = 1
HANG = HANG-1
DAVold = DAV
X1 old = X1
R1 old = R1
X moy old = Xmoy
R moy old = Rmoy
40
E

FIG_5

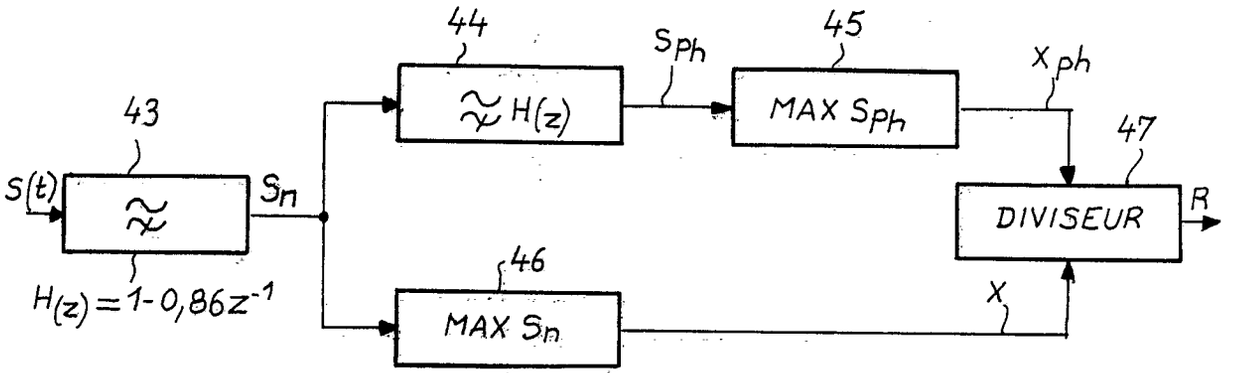


FIG_6

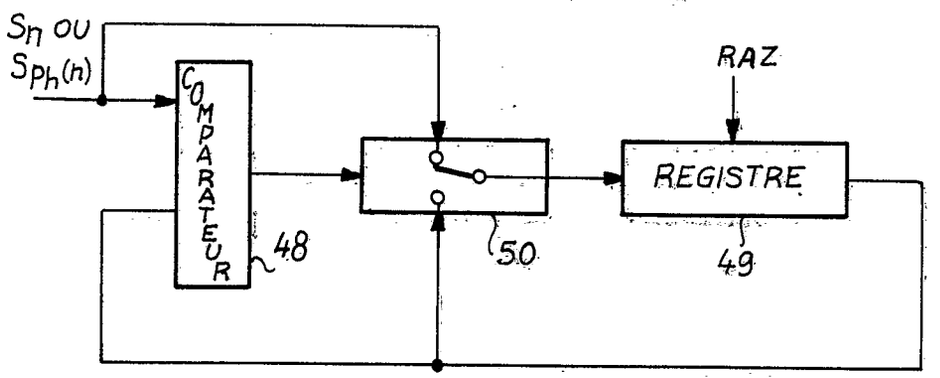


FIG_7

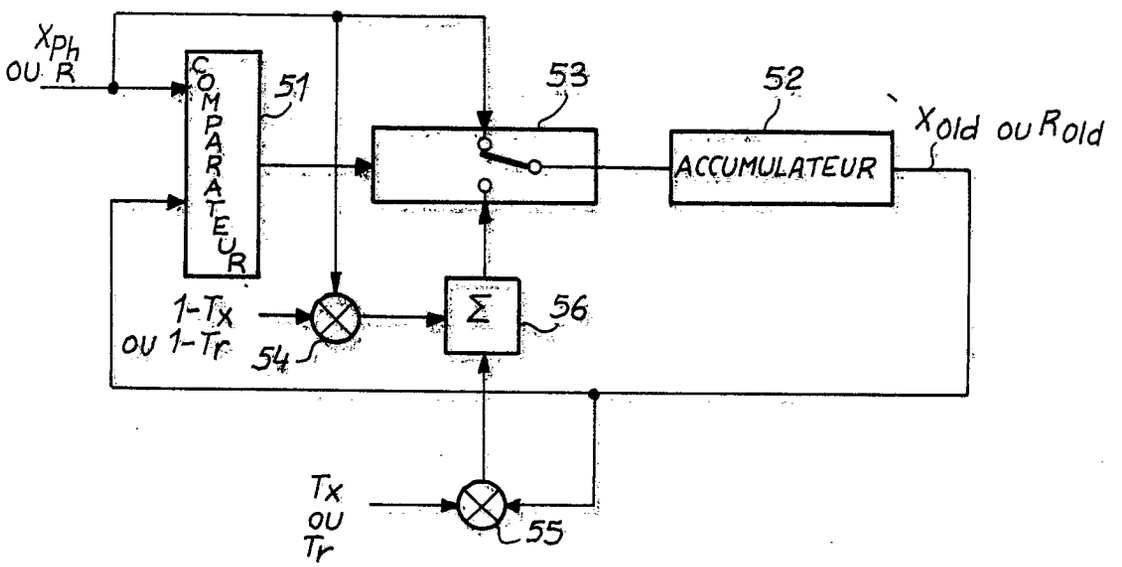


FIG_8-A

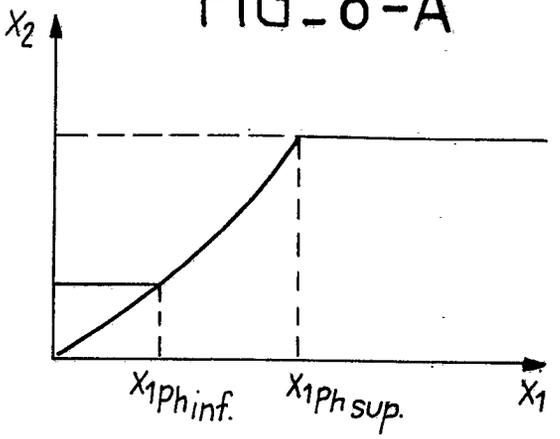


FIG_8-B

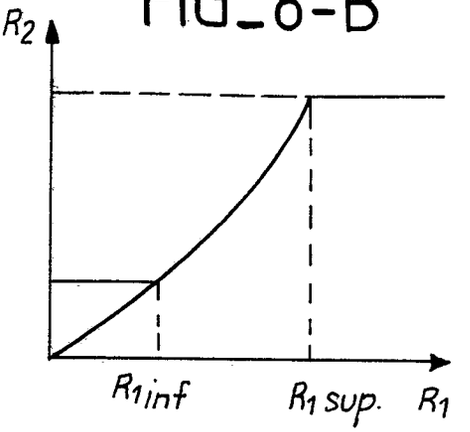


FIG_13

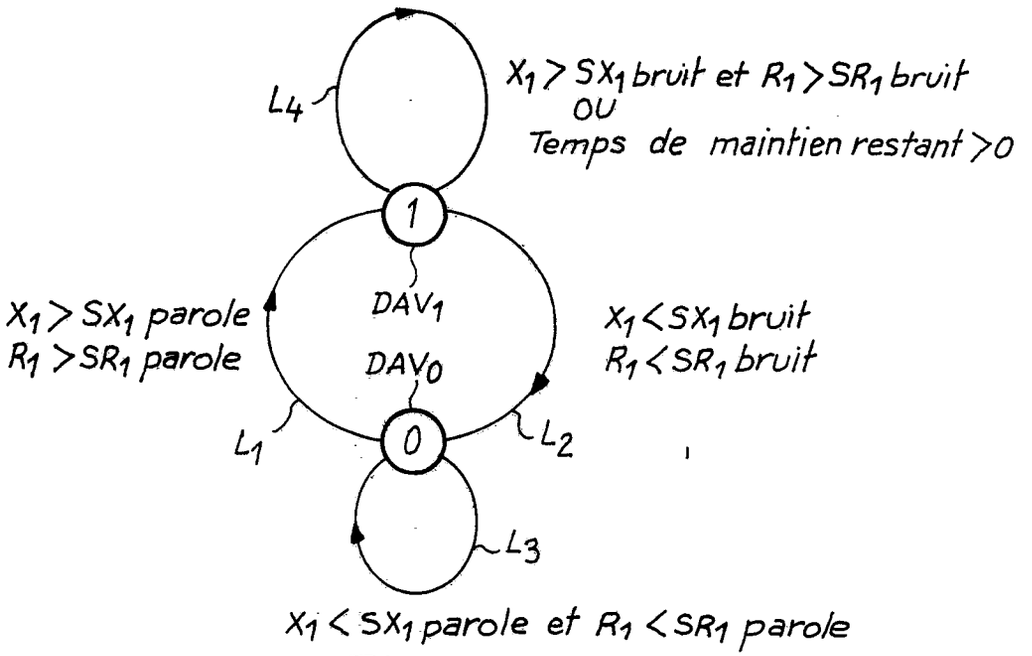


FIG_12

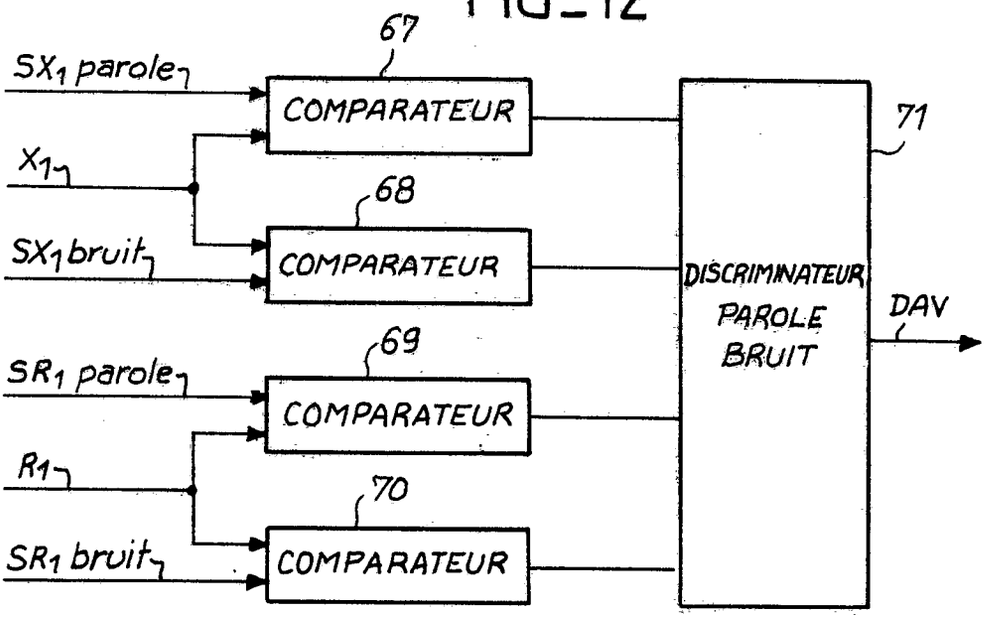


FIG_11-A

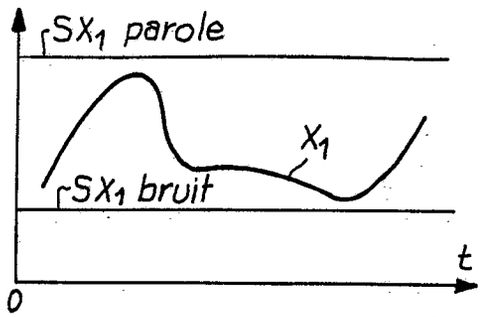


FIG_11-B

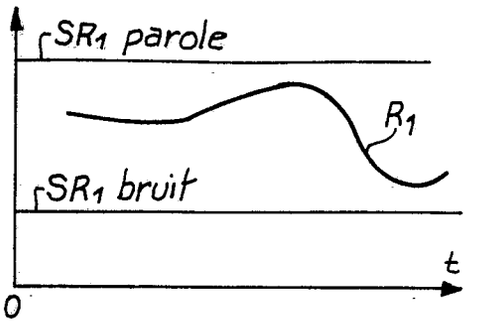
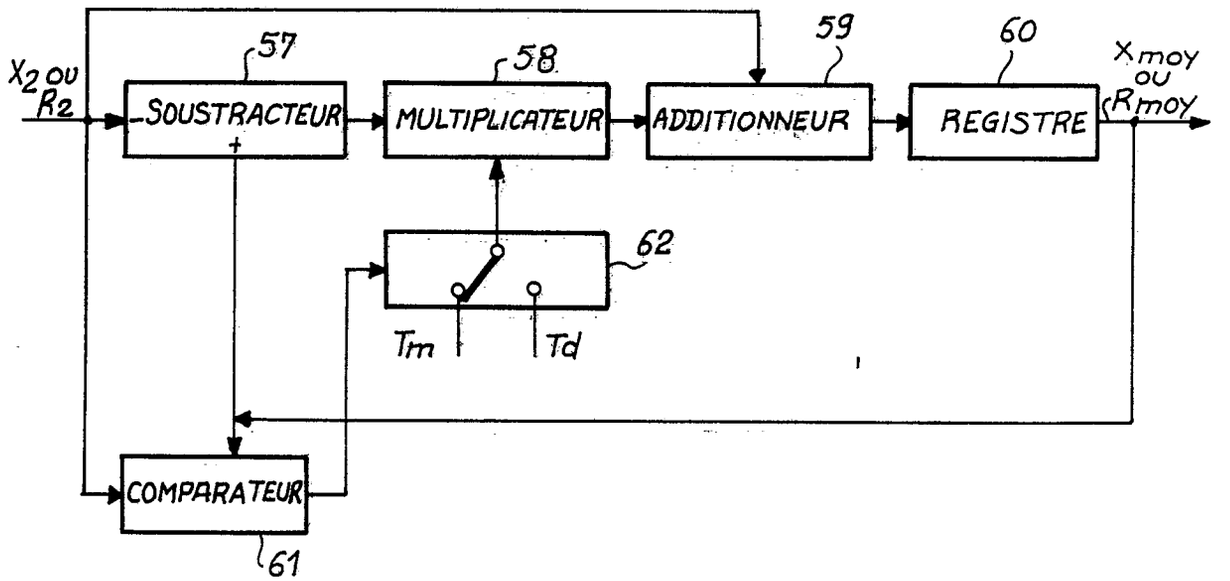


FIG_9



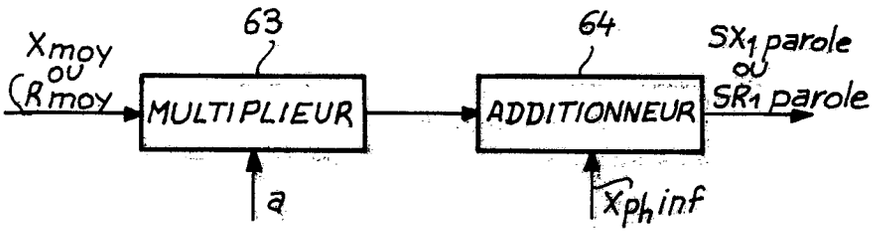


FIG_10-A

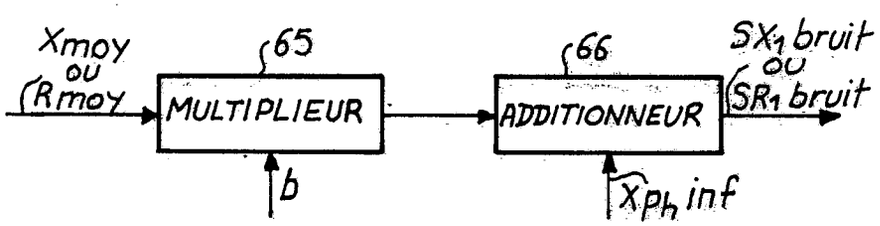


FIG_10-B

Office européen des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numero de la demande

EP 89 40 1168

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int. Cl.4)
A	EP-A-0 167 364 (AMERICAN TELEPHONE AND TELEGRAPH CO.) * Page 4, ligne 1 - page 5, ligne 25 *	1,2,4,5,9-11	G 10 L 3/00
A	IEEE INTERNATIONAL CONFERENCE ON COMMUNICATIONS, Chicago, 12-15 juin 1977, vol. 3, pages 38.4-54-38.4-56, IEEE, New York, US; R.J. McAULAY: "A robust silence detector for increasing network channel capacity" * Figures 1-4 *	1	
A	EP-A-0 140 249 (TEXAS INSTRUMENTS INC.) * Page 16, line 29 - page 17, line 33 *	1,5,7	

DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl.4)

G 10 L 3/00

Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications

Lieu de la recherche	Date d'achèvement de la recherche	Examinateur
LA HAYE	14-08-1989	ARMSPACH J.F.A.M.

CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES

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

T : théorie ou principe à la base de l'invention
E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date
D : cité dans la demande
L : cité pour d'autres raisons

& : membre de la même famille, document correspondant

ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET EUROPEEN NO.

EP 89 40 1168

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche européenne visé ci-dessus.
Lesdits members sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du 06/09/89
Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets.

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
EP-A- 0167364	08-01-86	JP-A- 61032900	15-02-86
EP-A- 0140249	08-05-85	US-A- 4696040	22-09-87
		US-A- 4696039	22-09-87
		DE-A- 3473373	15-09-88
		JP-A- 60107700	13-06-85

EPO FORM P0460