

A1

**DEMANDE
DE BREVET D'INVENTION**

(21)

N° 82 19772

(54) Circuit de traitement numérique de la parole.

(51) Classification internationale (Int. Cl. 8). G 10 L 1/06.

(22) Date de dépôt..... 25 novembre 1982.

(33) (32) (31) Priorité revendiquée : US, 1^{er} décembre 1981, n° 326 371, aux noms des inventeurs.

(41) Date de la mise à la disposition du
public de la demande..... B.O.P.I. — « Listes » n° 22 du 3-6-1983.

(71) Déposant : Société dite : WESTERN ELECTRIC COMPANY, INC. — US.

(72) Invention de : Bishnu Saroop Atal et Joël Richard Remde.

(73) Titulaire : *Idem* (71)

(74) Mandataire : Cabinet Flechner,
22, av. de Friedland, 75008 Paris.

La présente invention concerne le traitement de la parole et porte plus particulièrement sur des techniques de codage numérique de la parole.

Les systèmes de communication numériques dans le domaine de la parole, y compris les dispositifs d'enregistrement de la parole et de réponse vocale, utilisent la compression du signal pour réduire le débit binaire nécessaire pour l'enregistrement et/ou la transmission. Il est bien connu qu'une configuration de parole contient des redondances qui ne sont pas essentielles à sa qualité apparente. La suppression des composantes redondantes de la configuration de parole diminue notablement le nombre de codes numériques qui sont nécessaires pour élaborer une version reproduite de la parole. La qualité subjective de la version reproduite de la parole dépend cependant des techniques de compression et de codage.

Un système bien connu pour le codage numérique de la parole, décrit par exemple dans le brevet U. S. 3 624 302, fait intervenir une analyse par prédiction linéaire d'un signal de parole d'entrée. Le signal de parole est séparé en intervalles successifs et on génère un ensemble de paramètres représentatifs de la parole de chaque intervalle. L'ensemble de paramètres comprend des signaux de coefficients de prédiction linéaire qui sont représentatifs de l'enveloppe spectrale de la parole dans l'intervalle, et des signaux de hauteur et de voisement qui correspondent à l'excitation de la parole. On peut coder ces signaux de paramètres avec un débit binaire très inférieur à celui du signal de parole lui-même. On forme une version reproduite du signal de parole d'entrée à partir des codes de signaux de paramètres, en procédant par synthèse. Le dispositif synthétiseur comprend généralement un modèle de l'appareil vocal humain, dans lequel les impulsions d'excitation sont modifiées par les coefficients de prédiction représentatifs de l'enveloppe spectrale, dans un filtre de prédiction ne comportant que des pôles.

Le codage précédent, du type à prédiction linéaire avec excitation par le paramètre de hauteur, est très effi-

cace. Cependant, la version de la parole qui est produite présente une qualité synthétique qui est souvent difficile à comprendre. En général, la mauvaise qualité de la parole résulte de l'absence de correspondance entre la configuration de parole et le modèle de prédiction linéaire utilisé. Des erreurs dans le code de hauteur ou des erreurs dans la détermination du caractère voisé ou non voisé d'un intervalle de parole font que la version reproduite de la parole a une sonorité déformée ou artificielle. Des problèmes similaires se manifestent également dans le codage de la parole par formants. D'autres techniques de codage dans lesquelles l'excitation de la parole est obtenue à partir du résidu après prédiction, comme par exemple la modulation MIC différentielle adaptative, ou le codage par prédiction adaptatif, procurent une amélioration importante du fait que l'excitation ne dépend pas d'un modèle inexact. Le débit binaire d'excitation de ces systèmes est cependant supérieur d'au moins un ordre de grandeur à celui correspondant au modèle à prédiction linéaire. Les tentatives faites pour diminuer le débit binaire d'excitation dans les systèmes du type à résidu ont généralement conduit à une perte notable de qualité. Un but de l'invention est de procurer un codage de la parole amélioré, de haute qualité, avec des débits binaires inférieurs à ceux des techniques de codage par résidu.

L'invention porte sur une technique de traitement d'une configuration séquentielle dans laquelle la configuration séquentielle est divisée en intervalles de temps successifs. Dans chaque intervalle de temps, on forme un signal représentatif de la configuration séquentielle de l'intervalle et un signal de configuration artificielle. Sous la dépendance du signal de la configuration séquentielle de l'intervalle et du signal de la configuration artificielle, on forme un signal codé qui est conçu de façon à réduire la différence entre la configuration séquentielle de l'intervalle et la configuration artificielle, pour représenter la configuration séquentielle.

Selon un aspect de l'invention, on sépare une configuration de parole en intervalles de temps successifs. Dans

chaque intervalle, on forme un signal représentatif de la configuration de parole de l'intervalle, ainsi qu'un signal représentatif d'une parole artificielle. On génère un signal correspondant à la différence entre le signal représentatif de la parole de l'intervalle et le signal représentatif de la parole artificielle ; et on forme un signal qui est conçu de façon à modifier le signal représentatif de la parole artificielle de l'intervalle pour réduire le signal correspondant à la différence.

10 Dans un mode de réalisation de l'invention, on génère un ensemble de signaux de paramètres de prédiction pour chaque intervalle de temps d'un signal de parole. On forme un signal de résidu de prédiction sous la dépendance du signal de parole de l'intervalle de temps et des paramètres de prédiction de l'intervalle de temps. On fait passer le signal de résidu de prédiction dans un premier filtre de prédiction pour produire un signal représentatif de la parole pour l'intervalle de temps. On génère un signal représentatif d'une parole artificielle pour l'intervalle de temps, dans un second filtre de prédiction, à partir des paramètres de prédiction de l'intervalle. Sous la dépendance du signal représentatif de la parole et du signal représentatif de la parole artificielle, pour l'intervalle de temps, on forme un signal d'excitation codé et on l'applique au second filtre de prédiction pour minimiser la différence quadratique moyenne, pondérée conformément à la perception humaine, entre le signal représentatif de la parole de l'intervalle et le signal représentatif de la parole artificielle. On utilise le signal d'excitation codé et les signaux de paramètres de prédiction pour construire une version reproduite de la configuration de parole de l'intervalle de temps.

L'invention sera mieux comprise à la lecture de la description qui va suivre d'un mode de réalisation et en se référant aux dessins annexés sur lesquels :

35 La figure 1 représente un schéma synoptique d'un circuit de traitement de parole qui illustre l'invention ;

La figure 2 représente un schéma synoptique d'un circuit de traitement générateur de signal d'excitation

qu'on peut utiliser dans le circuit de la figure 1 ;

La figure 3 est un organigramme qui illustre le fonctionnement du circuit générateur de signal d'excitation de la figure 1 ;

5 Les figures 4 et 5 sont des organigrammes qui illustrent le fonctionnement du circuit de la figure 2 ;

La figure 6 est un diagramme séquentiel qui illustre le fonctionnement du circuit générateur de signal d'excitation de la figure 1 et de la figure 2 ; et

10 La figure 7 montre des signaux qui illustrent le traitement de la parole conformément à l'invention.

La figure 1 montre un schéma synoptique général d'un circuit de traitement de parole qui illustre l'invention. Sur la figure 1, un transducteur de type microphone,
15 101, reçoit une configuration de parole telle qu'un message parlé. Le signal de parole analogique correspondant qui provient du transducteur est soumis à une limitation de bande et est converti en une séquence d'échantillons sous forme d'impulsions dans le circuit de filtrage et d'échantillonnage
20 113 de l'analyseur à prédiction 110. Le filtrage peut être conçu de façon à supprimer les composantes de fréquence du signal de parole supérieures à 4,0 kHz, et l'échantillonnage peut être effectué à une cadence de 8,0 kHz, comme il est bien connu dans la technique. Les instants de prélèvement
25 des échantillons sont définis par un signal d'horloge d'échantillons CL provenant du générateur d'horloge 103. Chaque échantillon provenant du circuit 113 est transformé dans le convertisseur analogique-numérique 115 en un code numérique représentatif de l'amplitude.

30 La séquence d'échantillons de parole est appliquée au calculateur de paramètres de prédiction 119 qui, comme il est bien connu dans la technique, divise les signaux de parole en intervalles de 10 à 20 ms et génère un ensemble de signaux de coefficients de prédiction linéaire a_k , avec
35 $k = 1, 2, \dots, p$, qui sont représentatifs du spectre à court terme prédit pour les $N \gg p$ échantillons de parole de chaque intervalle. Les échantillons de parole provenant du convertisseur analogique-numérique 115 sont retardés dans le

circuit de retard 117 pour laisser un temps suffisant pour la formation des signaux a_k . Les échantillons retardés sont appliqués à l'entrée du générateur de résidu de prédiction 118. Comme il est bien connu dans la technique, le générateur de résidu de prédiction réagit aux échantillons de parole retardés et aux paramètres de prédiction a_k en formant un signal qui correspond à la différence entre eux. La formation des paramètres de prédiction et du signal de résidu de prédiction pour chaque intervalle de temps, qui est représentée dans l'analyseur à prédiction 110, peut être accomplie conformément à la configuration décrite dans le brevet U. S. 3 740 476 ou conformément à d'autres configurations connues dans la technique.

Bien que les signaux de paramètres de prédiction a_k forment une représentation efficace du spectre de la parole à court terme, le signal de résidu varie généralement dans une large mesure d'un intervalle à un autre et présente un débit binaire élevé qui ne convient pas dans de nombreuses applications. Dans le dispositif de codage vocal ou "vocodeur" excité par le paramètre de hauteur, seuls les pics du résidu sont transmis en tant que codes d'impulsions de hauteur. Cependant, la qualité résultante est généralement médiocre. Le signal 701 de la figure 7 montre une configuration de parole caractéristique sur deux intervalles de temps. Le signal 703 montre le signal de résidu de prédiction qui est élaboré à partir de la configuration du signal 701 et des paramètres de prédiction des intervalles. On voit facilement que le signal 703 est relativement complexe, ce qui fait que le codage d'impulsions de hauteur correspondant aux pics de ce signal ne procure pas une approximation appropriée du résidu de prédiction. Conformément à l'invention, le circuit de traitement de code d'excitation 120 reçoit le signal de résidu d_k et les paramètres de prédiction a_k de l'intervalle et il génère un code d'excitation de l'intervalle qui a un nombre prédéterminé de positions de bit. Le code d'excitation résultant représenté par le signal 705 présente un débit binaire relativement faible qui est constant. Le signal 707 représente une version reproduite de la

configuration de parole du signal 701 qui est construite à partir du code d'excitation et des paramètres de prédiction des intervalles. Comme le montre une comparaison des signaux 701 et 707, on obtient avec des débits binaires très inférieurs un codage par prédiction adaptatif ayant de meilleures caractéristiques de qualité de la parole.

Le signal de résidu de prédiction d_k et les signaux de paramètre de prédiction a_k pour chaque intervalle successif sont appliqués par le circuit 110 au circuit de formation de signal d'excitation 120, au début de l'intervalle suivant. Le circuit 120 produit un code d'excitation d'intervalle à plusieurs éléments, EC, ayant un nombre prédéterminé de positions de bit pour chaque intervalle. Chaque code d'excitation correspond à une séquence de $1 \leq i \leq I$ impulsions qui sont représentatives de la fonction d'excitation de l'intervalle. L'amplitude β_i et la position m_i de chaque impulsion dans l'intervalle sont déterminées dans le circuit de formation de signal d'excitation de façon à permettre la construction d'une version reproduite du signal de parole de l'intervalle, à partir du signal d'excitation et des signaux de paramètres de prédiction de l'intervalle. Les signaux β_i et m_i sont codés dans le codeur 131 et ils sont multiplexés dans le multiplexeur 135 avec les signaux de paramètres de prédiction de l'intervalle, pour donner un signal numérique correspondant à la configuration de parole de l'intervalle.

Dans le circuit de formation de signal d'excitation 120, le signal de résidu de prédiction d_k et les signaux de paramètres de prédiction a_k d'un intervalle sont appliqués au filtre 121 par l'intermédiaire des portes respectives 122 et 124. Au début de chaque intervalle, le signal d'horloge d'intervalle FC ouvre les portes 122 et 124, ce qui fait que les signaux d_k sont appliqués au filtre 121 et les signaux a_k sont appliqués aux filtres 121 et 123. Le filtre 121 est conçu de façon à modifier le signal d_k afin de concentrer le spectre de quantification du signal d'erreur dans les régions de formants de celui-ci. Comme il est décrit dans le brevet U. S. 4 133 976, cette configura-

tion de filtre a pour effet de masquer l'erreur dans les parties du spectre qui correspondent à une énergie de signal élevée.

La fonction de transfert du filtre 121 s'exprime en notation de la transformation en z sous la forme :

$$H(z) = \frac{1}{1-B(z)} \quad (1)$$

dans laquelle la quantité $B(z)$ est définie par les paramètres de prédiction a_k de l'intervalle.

Le filtre de prédiction 123 reçoit les signaux de 10 paramètres de prédiction provenant du calculateur 119 et un signal d'excitation artificielle EC provenant du circuit de traitement de signal d'excitation 127. La filtre 123 a la fonction de transfert de l'équation (1). Le filtre 121 forme un signal de parole d'intervalle pondéré y sous la dépendance du résidu de prédiction d_k , tandis que le filtre 123 génère un signal de parole artificielle pondéré \hat{y} , sous la dépendance du signal d'excitation qui provient du circuit de traitement 127. Les signaux y et \hat{y} sont corrélés dans le circuit de traitement de corrélation 125 qui génère un 20 signal E correspondant à la différence pondérée entre ces signaux. Le signal E est appliqué au circuit de traitement de signal 127 pour ajuster le signal d'excitation EC de façon à réduire les différences entre le signal pondéré représentatif de la parole, provenant du filtre 121, et le 25 signal pondéré représentatif de la parole artificielle, provenant du filtre 123.

Le signal d'excitation est une séquence de $1 \leq i \leq I$ impulsions. Chaque impulsion a une amplitude β_i et une position m_i . Le circuit de traitement 127 est conçu 30 de façon à former successivement les signaux β_i, m_i qui réduisent les différences entre le signal pondéré représentatif de la parole de l'intervalle, provenant du filtre 121, et le signal pondéré représentatif de la parole artificielle de l'intervalle, provenant du filtre 123. Le signal pondéré 35 représentatif de la parole de l'intervalle est :

$$y_n = \sum_{k=n-k}^n d_k h_{n-k} \quad 1 \leq n \leq N \quad (2)$$

et le signal pondéré représentatif de la parole artificielle de l'intervalle est

$$\varphi_n = \sum_{j=1}^1 \beta_j h_{n-m_j} \quad 1 \leq n \leq N \quad (3)$$

5 en désignant par h_n la réponse impulsionnelle du filtre 121 ou du filtre 123.

Le signal d'excitation formé dans le circuit 120 est un signal codé ayant des éléments β_i, m_i , avec $i = 1, 2, \dots, I$. Chaque élément représente une impulsion
10 dans l'intervalle de temps. β_i est l'amplitude de l'impulsion et m_i est la position de l'impulsion dans l'intervalle. Le circuit générateur de signal de corrélation 125 génère successivement un signal de corrélation pour chaque élément. Chaque élément peut être placé à un instant $1 \leq q \leq Q$ dans l'in-
15 tervalle de temps. Par conséquent, le circuit de traitement de corrélation forme Q candidats possibles pour l'élément i , conformément à l'équation (4) :

$$C_{iq} = \sum_{n=q}^N y_n h_{n-q} - \sum_{n=q}^N \varphi_{n,i-1} h_{n-q} \quad (4)$$

avec :

$$\varphi_{n,i-1} = \sum_{j=1}^{i-1} \beta_j h_{n-m_j} \quad (5)$$

Le générateur de signal d'excitation 127 reçoit les signaux C_{iq} provenant du circuit générateur de signal de corrélation, il sélectionne le signal C_{iq} ayant la valeur absolue maximale et il forme l'élément de rang i du signal codé, sous la
25 forme :

$$\beta_i = C_{iq^*} / \sum_{k=0}^K h_k^2 \quad (6)$$

$$m_i = q^*$$

dans laquelle q^* est la position du signal de corrélation ayant la valeur absolue maximale. L'indice i est incrémenté et devient $i+1$ et le signal \hat{y}_n à la sortie du filtre de prédiction 123 est modifié. Le processus conforme aux équations 5 (4) (5) et (6) est répété pour former l'élément β_{i+1}, m_{i+1} . Après la formation de l'élément β_I, m_I , le signal comprenant les éléments $\beta_{1m_1}, \beta_{2m_2}, \dots, \beta_{Im_I}$ est transféré vers le codeur 131. Comme il est bien connu dans la technique, le codeur 131 quantifie les éléments β_{im_i} et il forme un signal 10 codé qui convient pour la transmission vers le réseau 140.

Chacun des filtres 121 et 123 de la figure 1 peut consister en un filtre transversal du type décrit dans le brevet U. S. 4 133 976 précité. Chacun des circuits de traitement 125 et 127 peut être constitué par l'un des dispositifs 15 de traitement bien connus dans la technique, conçus de façon à accomplir le traitement exigé par les équations (4) et (6), comme le dispositif Macro Arithmetic Processor System 100 de la firme C.S.P., Inc, ou d'autres dispositifs de traitement bien connus dans la technique. Le circuit de 20 traitement 125 comprend une mémoire morte qui enregistre de façon permanente des instructions programmées destinées à commander la formation du signal C_{iq} conformément à l'équation (4), et le circuit de traitement 127 comprend une mémoire morte qui enregistre de façon permanente des ins- 25 tructions programmées destinées à sélectionner les éléments de signal β_i, m_i conformément à l'équation (6), comme il est bien connu dans la technique. Les instructions de programme enregistrées dans le circuit de traitement 125 sont présentées en langage FORTRAN à l'Annexe A, et les instruc- 30 tions de programme enregistrées dans le circuit de traitement 127 sont indiquées en langage FORTRAN à l'Annexe B.

La figure 3 représente un organigramme qui montre le fonctionnement des circuits de traitement 125 et 127 pour chaque intervalle de temps. En considérant la figure 3, on 35 note que les signaux de réponse impulsionnelle h_k sont générés à la case 305 sous la dépendance des paramètres de prédiction de l'intervalle pour la fonction de transfert de l'équation (1). Ceci se produit après la réception du signal

FC provenant de l'horloge 103 sur la figure 1, ce qui correspond à la case d'attente 303. L'indice d'élément i et l'indice de position d'impulsion d'excitation q sont fixés initialement à 1 à la case 307. Le signal C_{iq} est formé con-
 5 formément à la case 309, à la réception des signaux y_n et $\hat{y}_{n,i-1}$ provenant des filtres de prédiction 121 et 123. L'indice de position q est incrémenté à la case 311 et la formation du signal C_{iq} correspondant à la position suivante est déclenchée.

10 Une fois que le signal C_{iQ} a été formé pour l'élément de signal d'excitation i , dans le circuit de traitement 125, le circuit de traitement 127 est mis en fonction. L'indice q dans le circuit de traitement 127 est fixé ini-
 15 tialement à 1 à la case 315, et l'indice i ainsi que les signaux C_{iq} formés dans le circuit de traitement 125 sont transférés vers le circuit de traitement 127. Le signal C_{iq}^* qui représente le signal C_{iq} ayant la valeur absolue maximale, et sa position q^* , sont fixés à zéro à la case 317. Les valeurs absolues des signaux C_{iq} sont comparées à celle
 20 du signal C_{iq}^* et le maximum de ces valeurs absolues est enregistré en tant que signal C_{iq}^* , dans la boucle qui comprend les cases 319, 321, 323 et 325.

Une fois que le signal C_{iQ} provenant du circuit de traitement 125 a été traité, on passe de la case 325 à la
 25 case 327. La position d'élément de code d'excitation m_i est fixée à q^* et la valeur de l'élément de code d'excitation β_i est générée conformément à l'équation (6). L'élément β_{im_i} est émis vers le filtre de prédiction 123 à la case 328 et l'indice i est incrémenté à la case 329. Après formation
 30 de l'élément β_{im_i} de l'intervalle, on retourne à la case d'attente 303 à partir de la case de décision 331. Les circuits de traitement 125 et 127 sont alors placés dans des états d'attente jusqu'à l'impulsion d'horloge d'intervalle FC de l'intervalle suivant.

35 Le code d'excitation présent dans le circuit de traitement 127 est également appliqué au codeur 131. Le codeur transforme le code d'excitation provenant du circuit de traitement 127 sous une forme convenant à l'utilisation

dans le réseau 140. Les signaux de paramètres de prédiction a_k pour l'intervalle sont appliqués à l'entrée du multiplexeur 135 par un circuit de retard 133. Le signal d'excitation codé EC qui provient du codeur 131 est appliqué à l'autre
5 entrée du multiplexeur. Les codes d'excitation et les codes de paramètres de prédiction multiplexés pour l'intervalle sont ensuite émis vers le réseau 140.

Le réseau 140 peut être un système de télécommunications, la mémoire de message d'un dispositif d'enregistre-
10 ment de parole, ou un appareil conçu pour enregistrer un message complet ou un vocabulaire d'éléments de message définis, par exemple des mots, des phonèmes, etc, pour l'utilisation dans des synthétiseurs de parole. Quel que soit l'élément de message, la séquence résultante de codes de
15 l'intervalle, provenant du circuit 120, est acheminée par le réseau 140 vers le synthétiseur de parole 150. Le synthétiseur utilise à son tour les codes d'excitation de l'intervalle, provenant du circuit 120, ainsi que les codes de paramètres de prédiction de l'intervalle pour construire une
20 version reproduite de la configuration de parole.

Le démultiplexeur 152 appartenant au synthétiseur 150 sépare le code d'excitation EC d'un intervalle par rapport aux paramètres de prédiction a_k de cet intervalle. Après avoir été décodé en une séquence d'impulsions d'excitation dans le décodeur 153, le code d'excitation est appliqué à l'entrée d'excitation du filtre 154 du synthétiseur de parole. Les codes a_k sont appliqués aux entrées de paramètres du filtre 154. Sous l'effet des signaux d'excitation et de paramètres de prédiction, le filtre 154 forme une version
30 reproduite codée du signal de parole de l'intervalle, comme il est bien connu dans la technique. Le convertisseur numérique-analogique 156 transforme la version reproduite codée en un signal analogique qui est transmis par le filtre passe-bas 158 et est transformé en une configuration de parole par
35 le transducteur 160.

Une autre configuration pour accomplir les opérations de formation de code d'excitation du circuit 120 peut être basée sur l'erreur quadratique moyenne pondérée entre

les signaux y_n et \hat{y}_n . Après formation de β_i et m_i pour l'impulsion de signal d'excitation de rang i , cette erreur quadratique moyenne pondérée est :

$$E_i = \sum_{n=1}^N \left(y_n - \sum_{j=1}^i \beta_j h_{n-m_j} \right)^2 \quad (7)$$

5 Dans cette expression, h_n est l'échantillon de rang n de la réponse impulsionnelle de $H(z)$, m_j est la position de l'impulsion de rang j dans le signal de code d'excitation et β_j est l'amplitude de l'impulsion de rang j .

10 Les positions et les amplitudes des impulsions sont générées séquentiellement. On détermine l'élément de rang i de l'excitation en minimisant E_i dans l'équation (7). On peut récrire l'équation (7) sous la forme :

$$E_i = \sum_{n=1}^N \left[\left(y_n - \sum_{j=1}^{i-1} \beta_j h_{n-m_j} \right)^2 + \beta_i^2 h_{n-m_i}^2 - 2\beta_i \left(y_n h_{n-m_i} - \sum_{j=1}^{i-1} \beta_j h_{n-m_j} h_{n-m_i} \right) \right] \quad (8)$$

15 de façon que les éléments de code d'excitation connus qui précèdent β_i , m_i n'apparaissent que dans le premier terme.

Comme il est bien connu, on peut déterminer la valeur de β_i qui minimise E_i en différentiant l'équation (8) par rapport à β_i et en posant :

$$20 \quad \frac{\partial E_i}{\partial \beta_i} = 0 \quad (9)$$

Par conséquent, la valeur optimale de β_i est donnée par l'expression :

$$\frac{\sum_{k=m_i-K}^{m_i+K} d_k \phi_{|k-m_i|} \sum_{j=1}^{i-1} \beta_j \phi_{|m_j-m_i|}}{\phi_0} \quad (10)$$

dans laquelle

$$\phi_k = \sum_{n=k}^K h_n h_{n-k} \quad 0 \leq k \leq K \quad (11)$$

sont les coefficients d'autocorrélation du signal de réponse impulsionnelle h_k du filtre de prédiction.

5 β_i dans l'équation (10) est fonction de la position de l'impulsion et on le détermine pour chaque valeur possible de celle-ci. On sélectionne ensuite le maximum des valeurs $|\beta_i|$ sur toutes les positions d'impulsion possibles. Une fois qu'on a obtenu les valeurs β_i et m_i , on génère les
 10 valeurs β_{i+1} m_{i+1} en résolvant d'une façon similaire l'équation (10). Le premier terme de l'équation (10) c'est-à-dire :

$$\sum_{k=m_i-K}^{m_i+K} d_k \phi_{k-m_i}$$

correspond au signal représentatif de la parole de l'intervalle à la sortie du filtre de prédiction 121. Le second terme de l'équation (10), c'est-à-dire :

$$\sum_{j=1}^{i-1} \beta_j \phi_{m_j-m_i}$$

correspond au signal représentatif de la parole artificielle de l'intervalle, à la sortie du filtre de prédiction 123.

20 β_i est l'amplitude d'une impulsion d'excitation à la position m_i qui minimise la différence entre les premier et second termes.

Le circuit de traitement de données qui est représenté sur la figure 2 constitue une autre configuration possible pour le circuit de formation de signal d'excitation 120
 25 de la figure 1. Le circuit de la figure 2 fournit le code d'excitation pour chaque intervalle de la configuration de parole, sous la dépendance du signal de résidu de prédiction de l'intervalle, d_k , et des signaux de paramètres de prédiction de l'intervalle, a_k , conformément à l'équation (10), et
 30 il peut être constitué par le dispositif Macro Arithmetic Processor System 100 de la firme C.S.P., Inc. mentionné précédemment, ou par d'autres dispositifs de traitement bien

connus dans la technique.

En considérant la figure 2, on voit que le circuit de traitement 210 reçoit du circuit 110, par l'intermédiaire de la mémoire 218, les signaux de paramètres de prédiction a_k et les signaux de résidu de prédiction d_n de chaque intervalle successif de la configuration de parole. Le circuit de traitement forme les éléments de signal de code d'excitation $\beta_1, m_1, \beta_2, m_2, \dots, \beta_I, m_I$ sous la commande d'instructions enregistrées en permanence dans la mémoire morte de sous-programme de filtre de prédiction, 201, et dans la mémoire morte de sous-programme de traitement d'excitation, 205. Le sous-programme de filtre de prédiction de la mémoire morte 201 est présenté à l'Annexe C et le sous-programme de traitement d'excitation de la mémoire morte 205 est présenté à l'Annexe D.

Le circuit de traitement 210 comprend un bus commun 225, une mémoire de données 230, un processeur central 240, un processeur arithmétique 250, une interface de contrôleur 220 et une interface d'entrée-sortie 260. Comme il est bien connu dans la technique, le processeur central 240 est conçu de façon à commander la séquence d'opérations des autres unités du circuit de traitement 210 sous la dépendance d'instructions codées provenant d'un contrôleur 215. Le processeur arithmétique 250 est conçu de façon à accomplir le traitement arithmétique sur des signaux codés provenant de la mémoire de données 230, sous la dépendance de signaux de commande provenant du processeur central 240. La mémoire de données 230 enregistre des signaux sous la commande du processeur central 240 et elle fournit ces signaux au processeur arithmétique 250 et à l'interface d'entrée-sortie 260.

L'interface de contrôleur 220 procure une liaison de transmission pour acheminer vers le processeur central 240, par le contrôleur 215, les instructions de programme contenues dans la mémoire morte 201 et la mémoire morte 205. L'interface d'entrée-sortie 260 permet d'appliquer les signaux d_k et a_k à la mémoire de données 230 et elle fournit au codeur 131 de la figure 1 les signaux de sortie β_i et m_i qui proviennent de la mémoire de données.

Le fonctionnement du circuit de la figure 2 est illustré par l'organigramme de traitement de paramètres de filtre de la figure 4, l'organigramme de traitement de codes d'excitation de la figure 5 et le diagramme séquentiel de la figure 6. Au début du signal de parole, on passe à la case 406 de la figure 4, par l'intermédiaire de la case 405, et le compte d'intervalle r est fixé au premier intervalle par une impulsion ST unique provenant du générateur d'horloge 103. La figure 6 montre le fonctionnement du circuit des figures 1 et 2 pour deux intervalles successifs. Entre les instants t_0 et t_7 dans le premier intervalle, l'analyseur à prédiction 110 forme les échantillons de configuration de parole de l'intervalle $r+2$, conformément à ce qui est indiqué en 605, sous la commande des impulsions d'horloge d'échantillon du signal 601. L'analyseur 110 génère les signaux a_k correspondant à l'intervalle $r+1$ entre les instants t_0 et t_3 et il forme le signal de résidu de prédiction d_k entre les instants t_3 et t_6 , comme il est indiqué en 607. Le signal FC (indiqué en 603) apparaît entre les instants t_0 et t_1 . Les signaux d_k provenant du générateur de signal de résidu 118, et enregistrés précédemment dans la mémoire 218 pendant l'intervalle précédent, sont placés dans la mémoire de données 230 par l'intermédiaire de l'interface d'entrée-sortie 260 et du bus commun 225, sous la commande du processeur central 240. Conformément à ce qui est indiqué à la case d'opération 415 de la figure 4, ces opérations s'effectuent sous la dépendance du signal d'horloge d'intervalle FC. Les signaux de paramètre de prédiction de l'intervalle a_k , provenant du calculateur de paramètres de prédiction 119, qui ont été placés précédemment dans la mémoire 218 pendant l'intervalle précédent, sont également introduits dans la mémoire 230, conformément à la case d'opération 420. Ces opérations ont lieu entre les instants t_0 et t_1 sur la figure 6.

Après introduction des signaux d_k et a_k de l'intervalle dans la mémoire 230, on passe à la case 425 et les coefficients de filtre de prédiction b_k correspondant à la fonction de transfert de l'équation (1) :

$$b_k = \alpha^k a_k \quad k=1,2,\dots,p \quad (12)$$

sont générés dans le processeur arithmétique 250 et sont placés dans la mémoire de données 230. p est de façon caractéristique égal à 16 et α est de façon caractéristique égal à 0,85 pour une cadence d'échantillonnage de 8 kHz. Les signaux de réponse impulsionnelle du filtre de prédiction, h_k :

$$h_0 = 1$$

$$h_k = \sum_{i=1}^{\min(k-1,p)} b_k h_{k-i} \quad k=1,2,\dots,K \quad (13)$$

10 sont ensuite générés dans le processeur arithmétique 250 et enregistrés dans la mémoire de données 230. Lorsque le signal de réponse impulsionnelle h_k est enregistré, on passe à la case 435 pour générer et enregistrer les signaux d'auto-corrélation du filtre de prédiction correspondant à l'équa-
15 tion (11).

A l'instant t_2 sur la figure 6, le contrôleur 215 déconnecte la mémoire morte 201 de l'interface 220 et connecte à l'interface la mémoire morte de sous-programme de traitement d'excitation, 205. La formation des codes
20 d'impulsion d'excitation β_i , m_i , représentée sur l'organigramme de la figure 5, est alors déclenchée. La séquence d'impulsions d'excitation est formée entre les instants t_2 et t_4 sur la figure 6. L'indice d'impulsion d'excitation i est fixé initialement à 1 et l'indice de position d'impulsion
25 q est fixé à 1 à la case 505. β_1 est fixé à zéro à la case 510 et on passe à la case d'opération 515 pour déterminer $\beta_{iq} = \beta_{11} \cdot \beta_{11}$ est l'impulsion d'excitation optimale à la position $q=1$ de l'intervalle. La valeur absolue de β_{11} est alors comparée, à la case de décision 520 au β_1 enregistré
30 précédemment. Du fait que β_1 est initialement égal à zéro, le code m_i est fixé à $q=1$ et le code β_i est fixé à β_{11} , à la case 525.

L'indice de position q est ensuite incrémenté à la case 530 et on passe à la case 515 par la case de décision 535, pour générer le signal β_{12} . La boucle comprenant les cases 515, 520, 525, 530 et 535 est itérée pour toutes les 5 valeurs de position d'impulsion $1 \leq q \leq Q$. Après la Q ième itération, la première amplitude d'impulsion d'excitation $\beta_1 = \beta_{iq^*}$ et sa position dans l'intervalle $m_1 = q^*$ sont enregistrées dans la mémoire 230. De cette manière, la première des I impulsions d'excitation est déterminée. En considérant 10 le signal 705 sur la figure 7, on voit que l'intervalle r s'étend entre les instants t_0 et t_1 . Le code d'excitation pour l'intervalle comprend 8 impulsions. La première impulsion d'amplitude β_1 et de position m_1 apparaît à l'instant t_{m1} sur la figure 7, conformément à la détermination faite 15 dans l'organigramme de la figure 5 pour l'indice $i=1$.

L'indice i est incrémenté à la case 545 pour correspondre à l'impulsion d'excitation suivante, et on passe à la case d'opération 515 à partir de la case 550 et de la case 510. A l'achèvement de chaque itération de la 20 boucle qui s'étend entre les cases 510 et 550, le signal d'excitation est modifié pour réduire davantage le signal de l'équation (7). A l'achèvement de la seconde itération, on forme l'impulsion $\beta_2 m_2$ (instant t_{m2} sur le signal 705). On forme ensuite successivement les impulsions d'excitation 25 $\beta_3 m_3$ (instant t_{m3}), $\beta_4 m_4$ (instant t_{m4}), $\beta_5 m_5$ (instant t_{m5}), $\beta_6 m_6$ (instant t_{m6}), $\beta_7 m_7$ (instant t_{m7}), et $\beta_8 m_8$ (instant t_{m8}), au fur et à mesure que l'indice i est incrémenté.

Après la I ième itération (en t_4 sur la représentation faite en 609), on passe à la case 555 à partir de la case de décision 550, pour générer le code d'excitation de l'intervalle courant : $\beta_1 m_1, \beta_2 m_2, \dots, \beta_I m_I$. L'indice d'intervalle est incrémenté à la case 560 et les opérations du filtre de prédiction de la figure 4 pour l'intervalle suivant sont déclenchées à la case 415, correspondant à l'instant t_7 sur la figure 6. Lorsque apparaît le signal d'horloge FC pour l'intervalle suivant, en t_7 sur la figure 6, on génère les signaux de paramètres de prédiction pour l'inter-

valle $r+3$ (entre les instants t_7 et t_{14} sur la représentation faite en 605), on génère les signaux a_k et d_k pour l'intervalle $r+2$ (entre les instants t_7 et t_{13} sur la représentation faite en 607), et on génère le code d'excitation pour l'intervalle $r+1$ (entre les instants t_7 et t_{12} sur la représentation faite en 609).

Le code d'excitation de l'intervalle provenant du circuit de traitement de la figure 2 est appliqué au codeur 131 de la figure 2 par l'intermédiaire de l'interface d'entrée-sortie 260, comme il est bien connu dans la technique. Le codeur 131 fonctionne de la manière indiquée précédemment de façon à quantifier le code d'excitation et à lui donner un format approprié pour l'application au réseau 140. Les signaux de paramètres de prédiction a_k de l'intervalle sont appliqués à une entrée du multiplexeur 135 par le circuit de retard 133, de façon à pouvoir être multiplexés d'une manière appropriée avec le code d'excitation de l'intervalle qui est émis par le codeur 131.

On a décrit l'invention en considérant des modes de réalisation particuliers, pris à titre d'exemples. L'homme de l'art notera évidemment que diverses modifications peuvent être apportées sans sortir du cadre de l'invention. Par exemple, les modes de réalisation décrits ici utilisent des paramètres de prédiction linéaire et un résidu de prédiction. On peut remplacer les paramètres de prédiction linéaire par des paramètres de formants ou d'autres paramètres de parole bien connus dans la technique. Les filtres de parole sont alors conçus de façon à réagir aux paramètres de parole qui sont utilisés et au signal de parole, de façon à utiliser le signal d'excitation formé dans le circuit 120 de la figure 1 en combinaison avec les signaux de paramètres de parole, pour construire une version reproduite de la configuration de parole de l'intervalle, conformément à l'invention. La technique de codage de l'invention peut être étendue à des configurations séquentielles telles que des configurations biologiques et géologiques pour obtenir des représentations efficaces de celles-ci.

ANNEXE A

```

C      CE SOUS-PROGRAMME CORRESPOND AU BLOC 125, FIGURE 1
C      ++++++ GENERATEUR DE SIGNAL DE CORRELATION ++++++

COMMON Y(110),YHAT(110),H(15),CI(110),A(15),F(16),
&BETA(12),M(12)
5      INTEGER I,K,Q,QSTAR,QMAX
DATA NLPC/16/,KMAX/15/,NMAX/110/,
&QMAX/95/,ALPHA/0.85/,IMAX/12/

C++++  CALCUL DES COEFFICIENTS POUR LE FILTRE DE PREDIC-
TION
10      G=1
DO101K=1,NLPC
G=G*ALPHA
101     F(K)=A(K)*G

C++++  CASE 305, FIGURE 3
15      C++++  CALCUL DE LA REPONSE IMPULSIONNELLE DU
C++++  FILTRE DE PREDICTION H(Z)
C++++  H(0) EST ENREGISTRE EN TANT QUE H(1), H(1) EST
C++++  ENREGISTRE EN TANT QUE H(2), ET AINSI DE SUITE
H(1)=1
20      DO102K=2,NLPC
H(K)=0
DO102I=1,K-1
102     H(K)=H(K)+F(I)*H(K-I)

DO103K=NLPC+1,KMAX
H(K)=0
25      DO103I=1,NLPC
103     H(K)=H(K)+F(I)*H(K-I)

SUMSQH=0
DO104K=1,KMAX
104     SUMSQH=SUMSQH+H(K)*H(K)

30      C++++  FIXATION DU COMPTE INITIAL POUR LE SIGNAL
D'EXCITATION - CASE 307
I=1
Q=1
500     Q=1
35      200     CONTINUE

C++++  CALCUL DU SIGNAL DE CORRELATION - CASE 309
DO201N=Q,NMAX
201     CI(Q)=CI(Q)+(Y(N)-YHAT(N))*H(N-Q+1)
Q=Q+1
IF(Q.LE.QMAX)GOTO200

40      CALL BCX127(I,SUMSQH)

I=I+1
IF(I.LE.IMAX)GOTO500
RETOUR
FIN

```

20

ANNEXE B

```

C      CE SOUS-PROGRAMME CORRESPOND AU BLOC 127 - FIGURE 1
C      ++++++ GENERATEUR DE SIGNAL D'EXCITATION ++++++
COMMON Y(110),YHAT(110),H(15),CI(110),A(16),F(16),
&BETA(12),M(12)
5      INTEGER I,K,Q,QSTAR,QMAX
DATA NLPC/16/,KMAX/15/,NMAX/110/,QMAX/95/,
&ALPHA/0.85/, IMAX/12/

C++++  RECHERCHE DU PIC DU SIGNAL DE CORRELATION -
C++++  CASES 315-325
10      Q=1
        QSTAR=0
        CIQSTAR=0

        300 IF(ABS(CI(Q)).LT.ABS(CIQSTAR))GOTO301
           QSTAR=Q
15      CIQSTAR=CI(Q)

        301 Q=Q+1
           IF(Q.LE.QMAX)GOTO300

        M(I)=QSTAR
        BETA(I)=CIQSTAR/SUMSQH

20      RETURN
        END

```

ANNEXE C

```

C      CE SOUS-PROGRAMME CORRESPOND A LA MEMOIRE MORTE 201 -
        FIGURE 2
25 C      ++++++ FILTRE DE PREDICTION ++++++

COMMON D(110),H(15),BETAI(80),A(16),F(16),
&PHI(15),BETA(12),M(12)
INTEGER I,K,Q,QSTAR,QMAX
DATA NLPC/16/,KMAX/15/,NMAX/110/,QMAX/80/,
30      &ALPHA/0.85/, IMAX/12/

C++++  LECTURE DU SIGNAL DE RESIDU DE PREDICTION - CASE
        415
CALL INPUT (D(29),80)

35 C++++  LECTURE DES PARAMETRES DE PREDICTION - CASE 420
CALL INPUT (A,16)

C++++  CALCUL DES COEFFICIENTS POUR LE FILTRE
C++++  DE PREDICTION - CASE 425
40      G=1
        D0101K=1,NLPC
        G=G*ALPHA
        101 F(K)=A(K)*G

```

21

```

C++++    CALCUL DE LA REPONSE IMPULSIONNELLE DU FILTRE
C++++    DE PREDICTION H(Z)
C++++    H(0) EST ENREGISTRE EN TANT QUE H(1), H(1)
C++++    EST ENREGISTRE EN TANT QUE H(2), ET AINSI DE SUI-
5 C++++    TE
C++++    CASE 430
          H(1)=1
          DO102K=2,NLPC
          H(K)=0
10        DO102I=1,K-1
          102 H(K)=H(K)+F(I)*H(K-I)

          DO103K=NLPC+1,KMAX
          H(K)=0
          DO103I=1,NLPC
15        103 H(K)=H(K)+F(I)*H(K-I)

C++++    CALCUL DES SIGNAUX DE FONCTION D'AUTOCORRELATION -
C++++    CASE 435
          DO104K=1,KMAX
          PHI(K)=0
          DO104N=K,KMAX
20        104 PHI(K)=PHI(K)+H(N)*H(N+K-1)

          RETURN
          END

```

ANNEXE D

```

25 C      CE SOUS-PROGRAMME CORRESPOND A LA MEMOIRE MORTE
C      205 - FIGURE 2
C      ++++++ TRAITEMENT DE L'EXCITATION ++++++

          COMMON D(110),H(15),BETAI(80),A(16),
&PHI(15),BETA(12),M(12)
          INTEGER I,K,Q,QSTAR,QMAX
30        DATA NLPC/15/,KMAX/15/,NMAX/110/,QMAX/80/,
&ALPHA/0.85/,IMAX/12/

C++++    CALCUL DU SIGNAL BETAI INITIAL (I=1)
C++++    TERME N° 1, EQUATION 10 ET CASE 515
35        DO105Q=1,QMAX
          BETAI(Q)=0
          DO105N=Q,Q+2*KMAX-2
          K=N-KMAX+1
          105 BETAI(Q)=BETAI(Q)+D(N)*PHI(1+IABS(K-Q))

40 C++++    FIXATION DU COMPTE INITIAL POUR LE SIGNAL D'EXCITA-
          TION - CASE 505
          I=1
          Q=1
          500 CONTINUE
          BETAMAX=0
45        200 CONTINUE

```

22

```
C++++   CALCUL DU SIGNAL BETAI - CASE 515
        IF (I.EQ.1)GOTO300
201     DO201J=1,I-1
        BETAI(Q)=BETAI(Q)-BETA(J)*PHI(1+IABS(M(J)-Q))
5 C++++   RECHERCHE DU PIC DU SIGNAL BETAI - CASES 520-525
300     IF(ABS(BETAI(Q)).LT.BETAMAX)GOTO301
        M(I)=Q
        BETAMAX=ABS(BETAI(Q))
10      BETA(I)=BETAI(Q)/PHI(I)
301     Q=Q+1
        IF(Q.LE.QMAX)GOTO200
        I=I+1
        IF(I.LE.IMAX)GOTO500
15      CALL OUTPUT(BETA,IMAX)
        CALL OUTPUT(M,IMAX)
        DOSK=1,29
5       D(K)=D(K+80)
        RETOUR
20      FIN
```

REVENDEICATIONS

1. Procédé de traitement d'une configuration séquentielle, dans lequel on divise cette configuration séquentielle en intervalles de temps successifs, et on génère un signal représentatif de la configuration séquentielle pour chaque intervalle de temps, caractérisé en ce qu'on génère un signal représentatif d'une configuration artificielle pour l'intervalle, on forme un signal capable de réduire la différence entre la signal représentatif de la configuration séquentielle et le signal représentatif de la configuration artificielle, pour l'intervalle, et on utilise le signal formé pour construire une version reproduite de la configuration séquentielle de l'intervalle.

2. Procédé de traitement d'une configuration de parole selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'on forme le signal capable de réduire la différence en générant un signal correspondant à la différence entre le signal représentatif de la parole de l'intervalle et le signal représentatif de la parole artificielle, et en formant un signal capable de modifier le signal représentatif de la parole artificielle pour réduire le signal correspondant à la différence.

3. Procédé selon la revendication 2, caractérisé en ce que l'opération qui consiste à générer le signal représentatif de la parole comprend les opérations qui consistent à générer un ensemble de signaux de paramètres de parole représentatifs de la configuration de parole de l'intervalle, et à produire un signal représentatif de la parole sous la dépendance des signaux de paramètres de parole et de la configuration de parole ; l'opération consistant à générer le signal représentatif de la parole artificielle comprend la formation du signal représentatif de la parole artificielle de l'intervalle sous la dépendance des signaux de paramètres de parole ; et l'opération de formation de signal comprend les opérations consistant à générer un premier signal sous la dépendance du signal correspondant à la différence et à modifier le signal représentatif de la parole

artificielle de l'intervalle sous la dépendance du premier signal.

4. Procédé selon la revendication 3, caractérisé en ce que l'opération de génération du signal de paramètres de parole comprend la génération d'un ensemble de signaux représentatifs du spectre de parole de l'intervalle.

5. Procédé selon la revendication 4, caractérisé en ce que l'opération de génération des signaux de spectre de parole de l'intervalle comprend la formation d'un ensemble de signaux de paramètres de prédiction linéaire, sous la dépendance de la configuration de parole de l'intervalle ; l'opération consistant à produire le signal représentatif de la parole comprend la formation d'un signal de résidu de prédiction sous la dépendance de la configuration de parole de l'intervalle et des signaux de paramètres de prédiction linéaire de l'intervalle, et la combinaison des signaux de paramètres de prédiction linéaire avec les signaux de résidu de prédiction ; et l'opération de génération du premier signal comprend les opérations qui consistent à produire un signal codé ayant au moins un élément, sous la dépendance du signal correspondant à la différence, et à modifier le signal représentatif de la parole artificielle de l'intervalle, sous la dépendance de l'élément du signal codé.

6. Procédé selon la revendication 5, caractérisé en ce que l'opération consistant à générer le premier signal comprend les opérations, exécutées un nombre de fois prédéterminé, qui consistent à générer un élément du signal codé sous la dépendance du signal correspondant à la différence, et à modifier le signal représentatif de la parole artificielle de l'intervalle sous la dépendance des éléments du signal codé.

7. Procédé selon la revendication 6, caractérisé en ce que l'opération de génération du signal correspondant à la différence s'effectue en générant un signal représentatif de la corrélation entre le signal représentatif de la parole de l'intervalle et le signal représentatif de la parole artificielle.

8. Procédé selon la revendication 5, caractérisé

en ce que l'opération de génération du signal correspondant à la différence comprend la génération d'un signal représentatif de la différence quadratique moyenne entre le signal représentatif de la parole de l'intervalle et le signal
5 représentatif de la parole artificielle.

9. Procédé selon la revendication 2, caractérisé en ce qu'on produit un signal codé capable de modifier le signal représentatif de la parole artificielle pour réduire le signal correspondant à la différence.

10 10. Procédé selon la revendication 9, caractérisé en ce qu'on combine le signal codé produit et les signaux de paramètres de parole pour générer un signal codé représentatif de la configuration de parole.

11. Procédé selon la revendication 9, caractérisé
15 en ce que la génération du signal de configuration de parole comprend la génération d'un ensemble de signaux de paramètres de prédiction linéaire pour l'intervalle, sous la dépendance d'une configuration de parole de l'intervalle ; et la génération d'un signal représentatif de la parole de l'intervalle
20 comprend la génération d'un signal de résidu de prédiction sous la dépendance des signaux de paramètres de prédiction linéaire de l'intervalle et de la configuration de parole de l'intervalle, et la formation d'un signal représentatif de la parole de l'intervalle sous la dépendance des signaux de
25 paramètres de prédiction linéaire de l'intervalle et du signal de résidu de prédiction de l'intervalle.

12. Procédé selon la revendication 11, caractérisé en ce que l'opération consistant à produire le signal codé comprend la génération d'un signal codé ayant au moins un
30 élément, sous la dépendance du signal correspondant à la différence, et la modification du signal représentatif de la parole artificielle de l'intervalle, sous la dépendance des éléments du signal codé.

13. Procédé selon la revendication 11, caractérisé
35 en ce que l'opération consistant à produire le signal codé comprend la génération d'un signal codé à plusieurs éléments, par génération successive d'un élément du signal codé sous la dépendance du signal correspondant à la différence, et la

modification du signal représentatif de la parole artificielle, sous la dépendance des éléments du signal codé.

14. Procédé selon l'une quelconque des revendications 2 à 13, caractérisé en ce qu'on utilise le signal formé pour construire une version reproduite de la configuration de parole de l'intervalle.

15. Circuit de traitement d'une configuration séquentielle comprenant des moyens destinés à diviser une configuration séquentielle en intervalles de temps successifs, et des moyens destinés à générer un signal représentatif de la configuration séquentielle, pour chaque intervalle de temps, caractérisé en ce qu'il comporte des moyens destinés à générer un signal de configuration artificielle pour l'intervalle, des moyens destinés à former un signal capable de réduire la différence entre le signal représentatif de la configuration séquentielle et le signal de configuration artificielle pour l'intervalle, et des moyens destinés à utiliser le signal formé pour construire une version reproduite de la configuration séquentielle de l'intervalle.

20 16. Circuit de traitement de parole comprenant des moyens destinés à diviser une configuration de parole en intervalles de temps successifs, et des moyens destinés à générer un signal représentatif de la configuration de parole de chaque intervalle, caractérisé en ce qu'il comprend des moyens destinés à générer un signal représentatif d'une parole artificielle pour l'intervalle de temps, des moyens destinés à générer un signal correspondant à la différence entre le signal représentatif de la parole de l'intervalle et le signal représentatif de la parole artificielle, et des moyens destinés à former un signal capable de modifier le signal représentatif de la parole artificielle pour réduire le signal correspondant à la différence.

35 17. Circuit de traitement de parole selon la revendication 16, caractérisé en ce que les moyens de génération de signal représentatif de la parole comprennent des moyens destinés à générer un ensemble de signaux de paramètres de parole pour la configuration de parole de l'intervalle, et des moyens qui réagissent aux signaux de paramètres de parole

et à la configuration de parole en produisant le signal représentatif de la parole ; les moyens de génération de signal représentatif de la parole artificielle comprennent des moyens qui réagissent aux signaux de paramètres de parole
5 en formant le signal représentatif de la parole artificielle de l'intervalle ; et les moyens de formation de signal comprennent des moyens qui réagissent au signal correspondant à la différence en générant un premier signal, et des moyens qui réagissent au premier signal en modifiant le signal repré-
10 sentatif de la parole artificielle de l'intervalle.

18. Circuit de traitement de parole selon la revendication 17, caractérisé en ce que les moyens de génération de signaux de paramètres de parole comprennent des moyens destinés à générer un ensemble de signaux représentatifs du
15 spectre de la configuration de parole de l'intervalle.

19. Circuit de traitement de parole selon la revendication 18, caractérisé en ce que les moyens de génération de signaux de paramètres de parole comprennent des moyens qui réagissent à la configuration de parole de l'intervalle
20 en formant un ensemble de signaux de paramètres de prédiction linéaire ; les moyens produisant un signal représentatif de la parole comprennent des moyens qui réagissent à la configuration de parole de l'intervalle et aux signaux de paramètres de prédiction linéaire en formant un signal de résidu de pré-
25 diction, et des moyens destinés à combiner les signaux de paramètres de prédiction linéaire de l'intervalle avec le signal de résidu de prédiction, pour former le signal représentatif de la parole de l'intervalle ; et les moyens de
30 génération du premier signal comprennent des moyens qui réagissent au signal correspondant à la différence en produisant un signal codé ayant au moins un élément, et des moyens qui réagissent à l'élément du signal codé en modifiant le signal de parole artificielle de l'intervalle.

20. Circuit de traitement de parole selon la revendication 19, caractérisé en ce que les moyens de génération du premier signal comprennent des moyens qui fonctionnent N fois de façon à produire un signal codé à N éléments, comprenant des moyens qui réagissent au signal correspondant à la

différence en générant un élément du signal codé, et des moyens qui réagissent à l'élément du signal codé en modifiant le signal représentatif de la parole artificielle de l'intervalle.

5 21. Circuit de traitement de parole selon la revendication 20, caractérisé en ce que les moyens de génération de signal correspondant à la différence comprennent des moyens destinés à générer un signal représentatif de la corrélation entre le signal représentatif de la parole de l'intervalle et
10 le signal représentatif de la parole artificielle.

 22. Circuit de traitement de parole selon la revendication 15, caractérisé en ce que les moyens de génération de signal correspondant à la différence comprennent des moyens destinés à générer un signal représentatif de la différence
15 quadratique moyenne entre le signal représentatif de la parole de l'intervalle et le signal représentatif de la parole artificielle.

 23. Circuit de traitement de parole selon la revendication 16, caractérisé en ce qu'il comprend des moyens
20 destinés à produire un signal codé capable de modifier le signal représentatif de la parole artificielle de façon à réduire le signal correspondant à la différence.

 24. Circuit de traitement de parole selon la revendication 23, caractérisé en ce qu'il comprend des moyens
25 destinés à combiner le signal codé produit et les signaux de paramètres de parole de façon à former un signal codé représentatif de la configuration de parole de l'intervalle.

 25. Circuit de traitement de parole selon la revendication 23, caractérisé en ce que les moyens de génération
30 de signaux de paramètres de parole comprennent des moyens qui réagissent à la configuration de parole en générant un ensemble de signaux de paramètres de prédiction linéaire ; et les moyens de génération de signal représentatif de la parole comprennent des moyens qui réagissent aux signaux de paramètres
35 de prédiction linéaire et à la configuration de parole en générant un signal de résidu de prédiction, et des moyens qui réagissent aux signaux de paramètres de prédiction linéaire et au signal de résidu de prédiction en formant le signal

représentatif de la parole.

26. Circuit de traitement de parole selon la revendication 25, caractérisé en ce que les moyens qui produisent le signal codé comprennent des moyens qui réagissent
5 au signal correspondant à la différence en générant un signal codé ayant au moins un élément, et des moyens qui réagissent à l'élément du signal codé de façon à modifier le signal représentatif de la parole artificielle.

27. Circuit de traitement de parole selon la
10 revendication 25, caractérisé en ce que les moyens qui produisent le signal codé comprennent des moyens destinés à générer un signal codé à plusieurs éléments, comprenant des moyens qui fonctionnent successivement de façon à générer un
15 élément du signal codé sous la dépendance du signal correspondant à la différence et de façon à modifier le signal représentatif de la parole artificielle sous la dépendance des éléments du signal codé.

28. Circuit de traitement de parole selon la revendication 16, caractérisé en ce qu'il comporte des
20 moyens qui réagissent au signal correspondant à la différence en générant un signal d'excitation codé pour l'intervalle et en appliquant le signal d'excitation codé aux moyens de génération de signal représentatif de la parole artificielle, pour réduire le signal correspondant à la différence.

29. Circuit de traitement de parole selon la
25 revendication 28, caractérisé en ce qu'il comprend des moyens qui réagissent au signal d'excitation codé et aux signaux de paramètres de prédiction en construisant une version reproduite de la configuration de parole.

30. Circuit de traitement de parole selon l'une
30 quelconque des revendications 28 ou 29, caractérisé en ce que les moyens de génération du signal d'excitation codé comprennent des moyens qui fonctionnent successivement de façon à former un signal codé à plusieurs éléments, comprenant
35 des moyens qui réagissent au signal correspondant à la différence en formant un élément du signal codé à plusieurs éléments, et en modifiant le signal représentatif de la parole artificielle sous la dépendance des éléments du signal codé.

FIG. 1

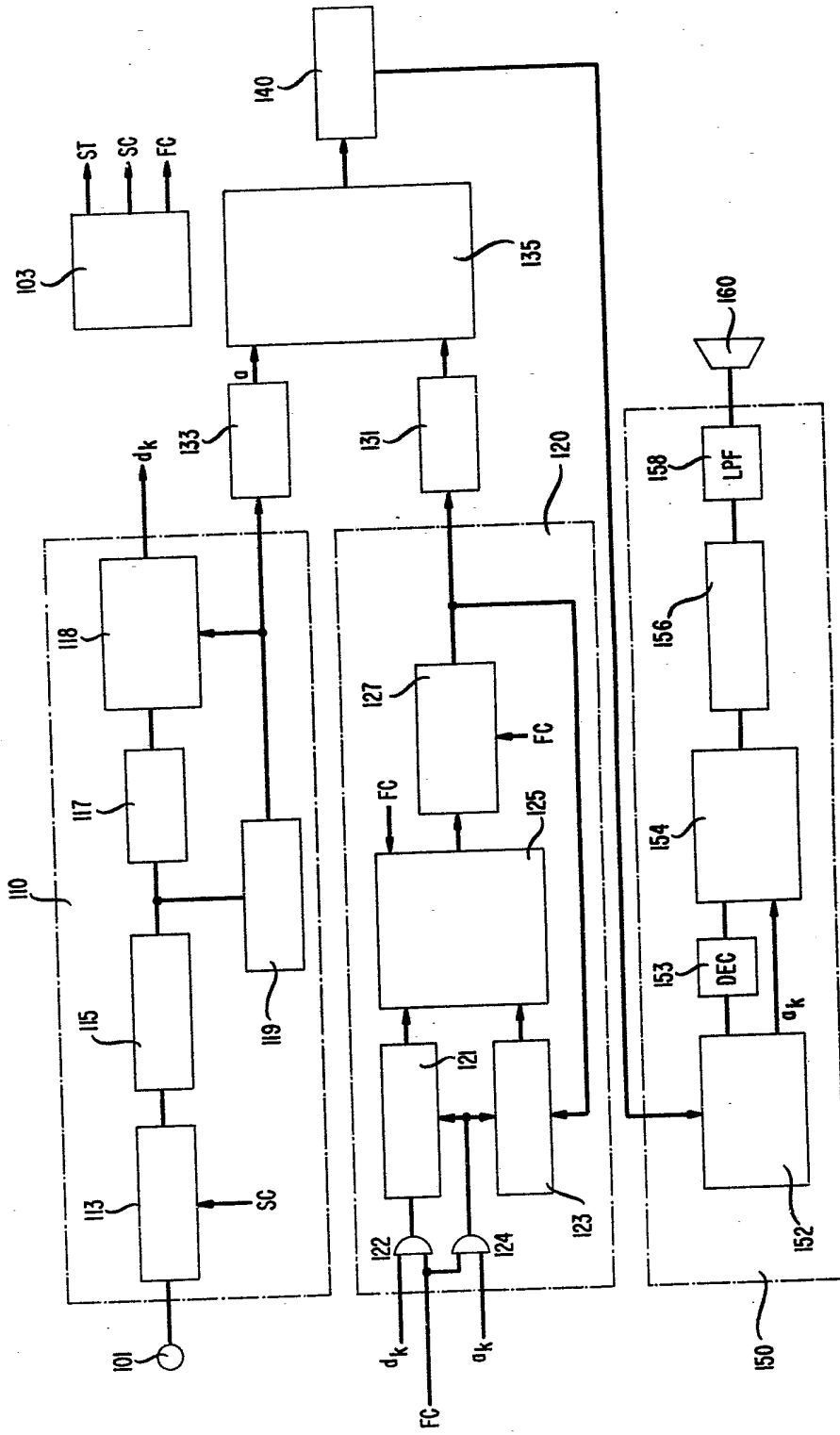


FIG. 2

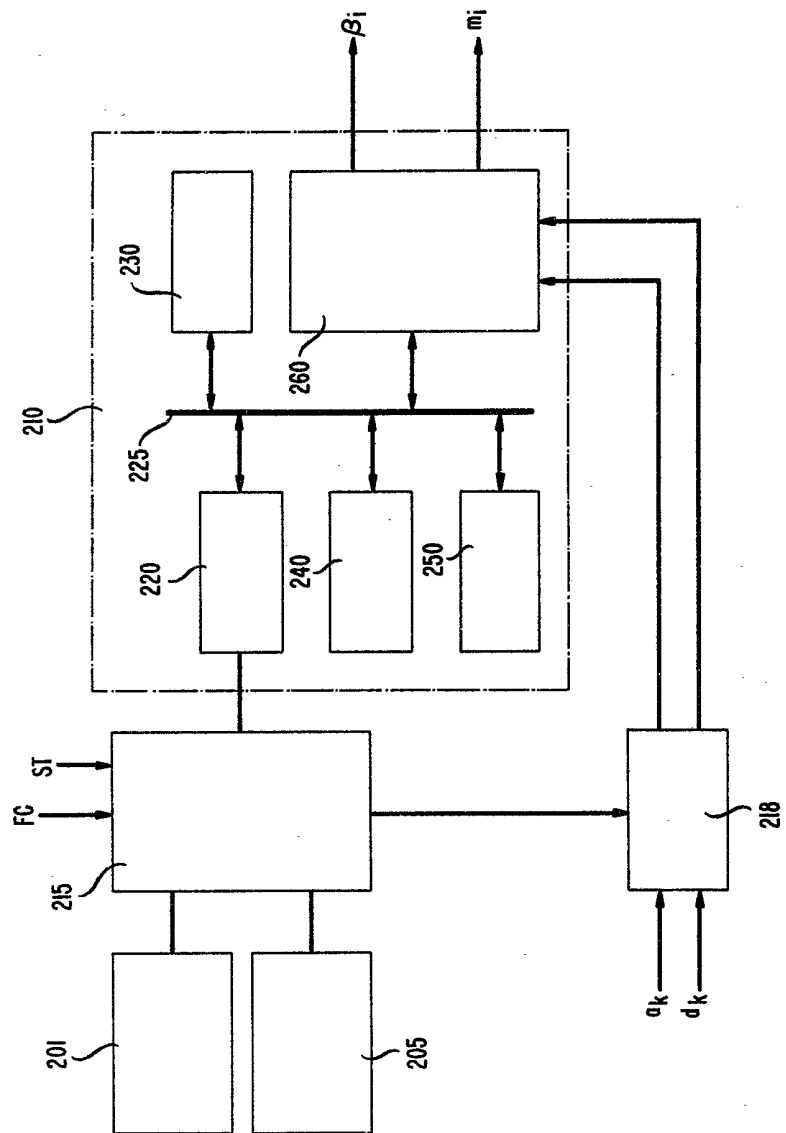


FIG. 3

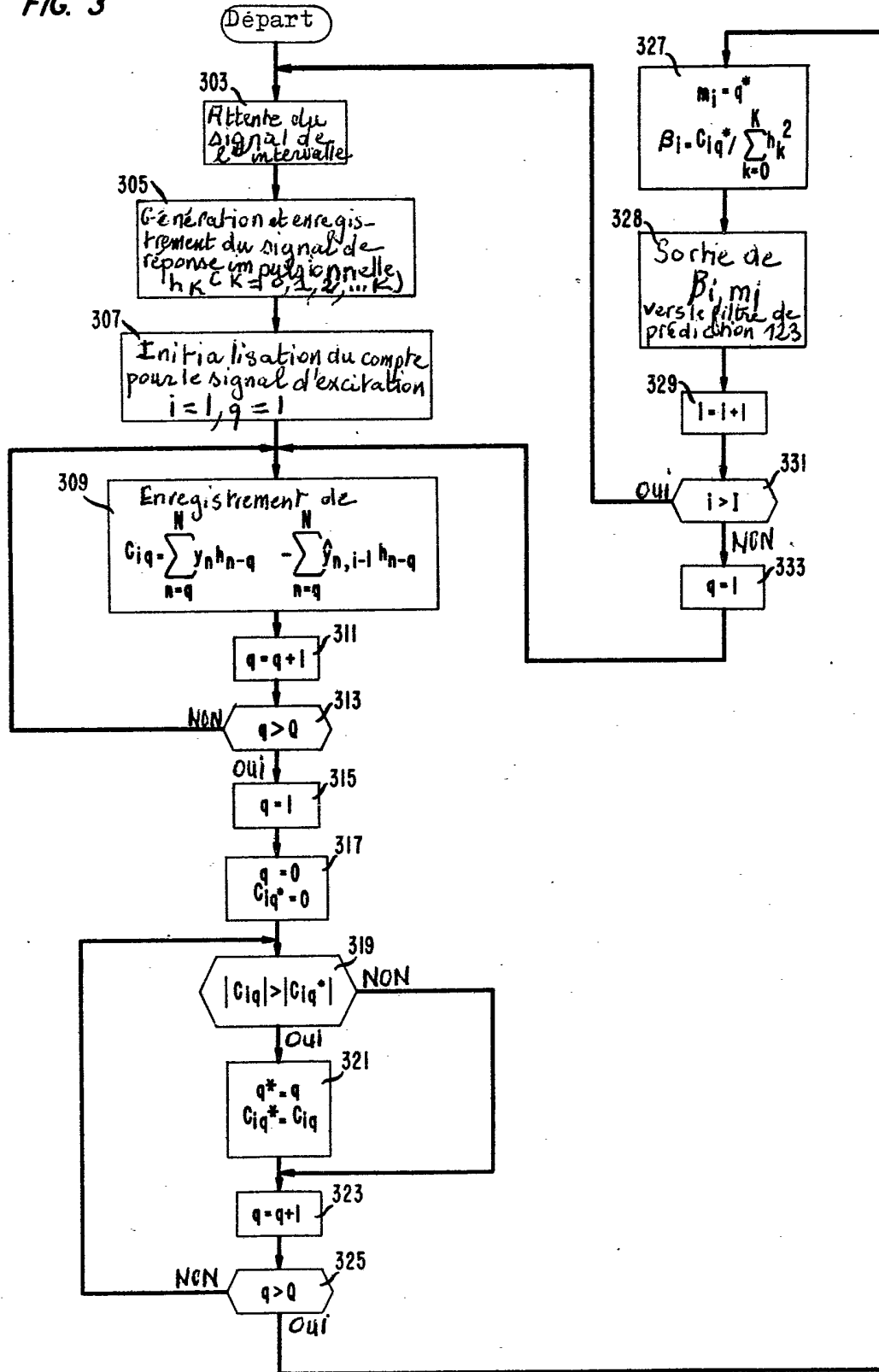


FIG. 4

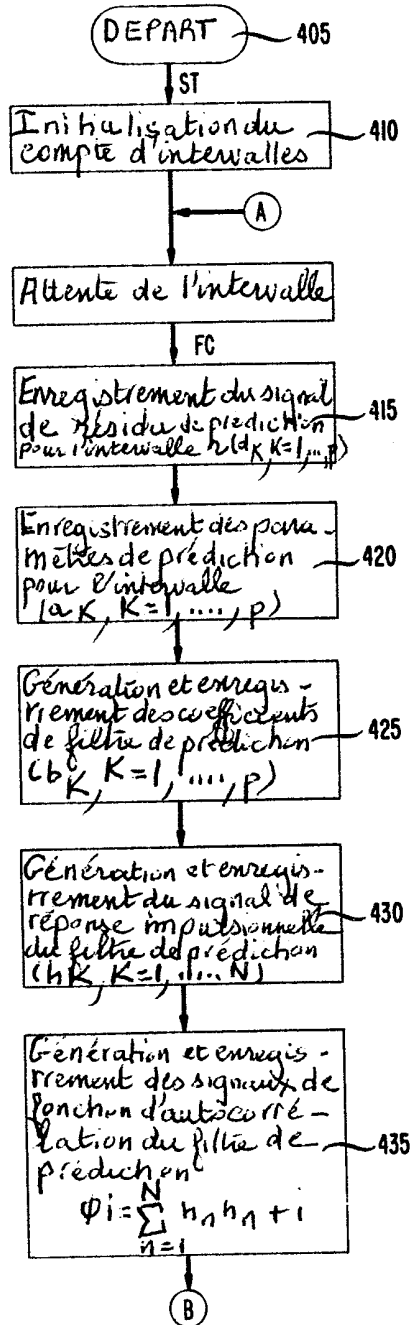


FIG. 5

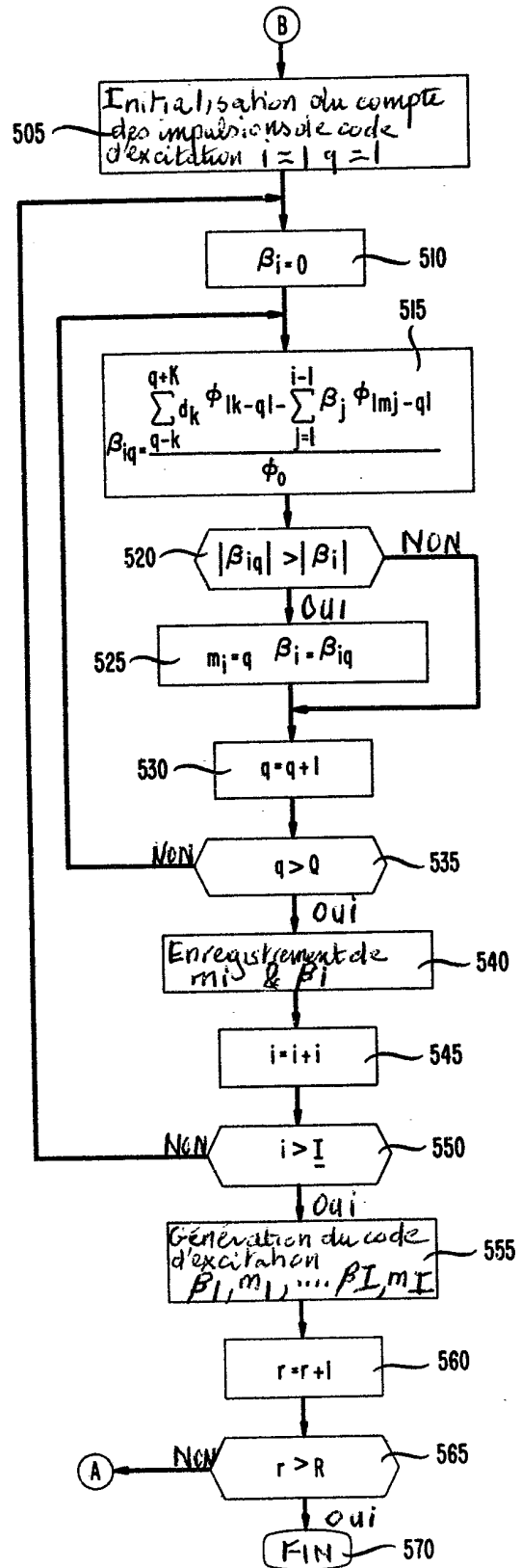
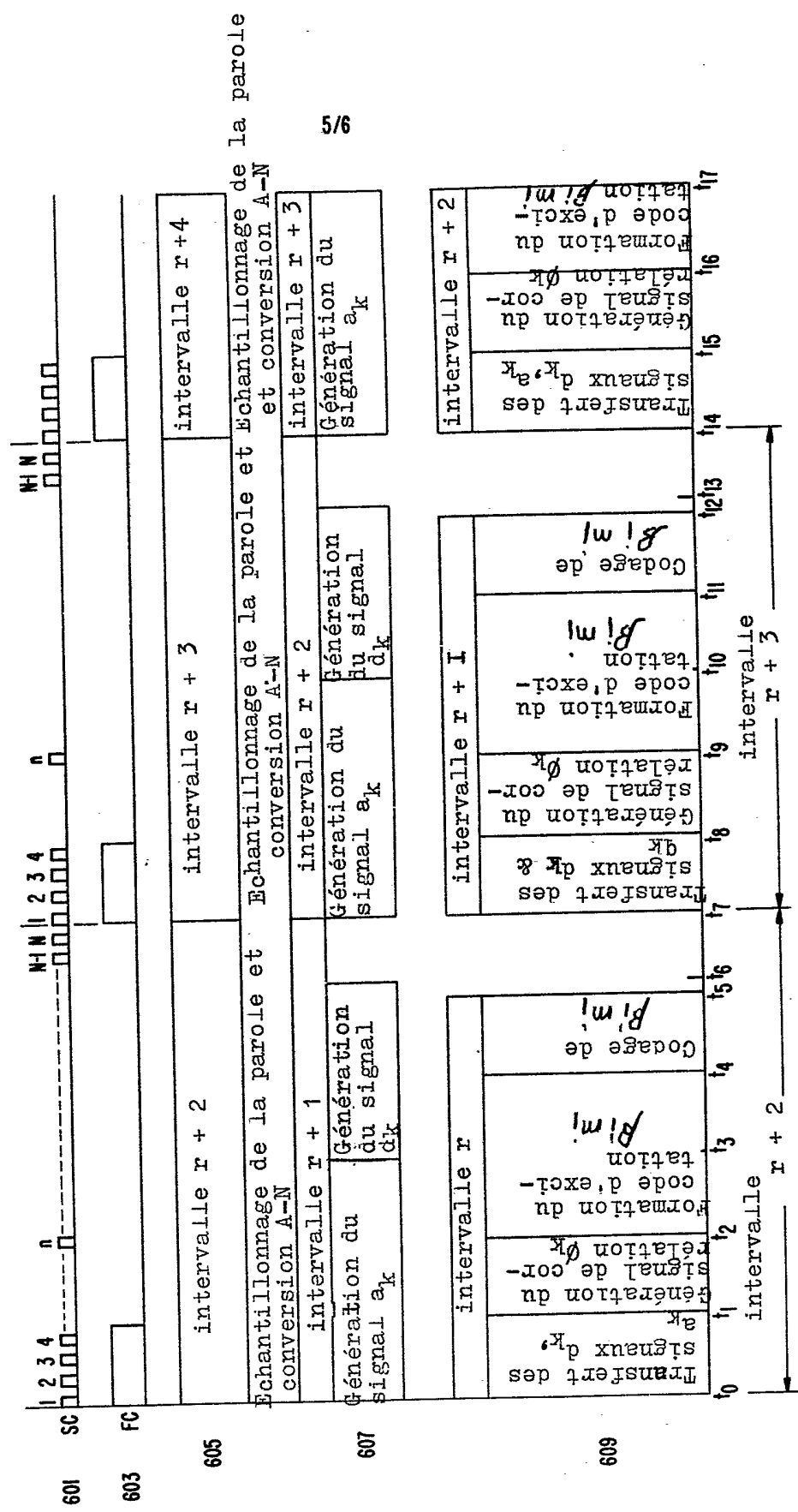


FIG. 6



6/6

FIG. 7

