(19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

PARIS

(11) N° de publication : **2 533 513**
(à n'utiliser que pour les commandes de reproduction)

(21) N° d'enregistrement national : **82 16066**

(51) Int Cl³ : B 60 K 35/00; G 05 B 15/02; G 10 L 1/14.

(12) DEMANDE DE BREVET D'INVENTION A1

(22) **Date de dépôt :** 23 septembre 1982.

(30) **Priorité**

(43) **Date de la mise à disposition du public de la demande :** BOPI « Brevets » n° 13 du 30 mars 1984.

(60) **Références à d'autres documents nationaux apparentés :**

(71) **Demandeur(s) :** *REGIE NATIONALE DES USINES RENAULT.* — FR.

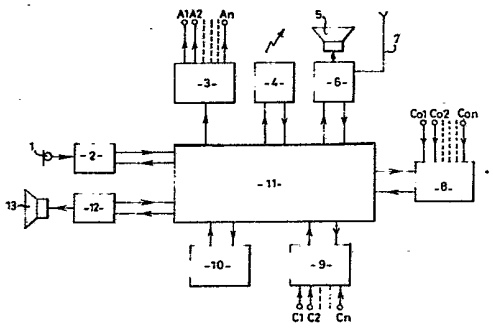
(72) **Inventeur(s) :** Daniel Dubus.

(73) **Titulaire(s) :**

(74) **Mandataire(s) :** Michel Tixier.

(54) Procédé et système pour communiquer à bord d'un véhicule automobile des informations complexes relatives au véhicule et à son environnement.

(57) Ce système comprend un récepteur d'informations acoustiques tel qu'un microphone 1, un dispositif de reconnaissance de la parole 2 couplé au récepteur, un dispositif de synthèse de la parole 12 couplé à un haut-parleur 13, un dispositif 3 d'actionnement d'organes A_1, A_2, ... A_n du véhicule, un ensemble de capteurs C_1, C_2, ... C_n de paramètres du véhicule connectés à un module d'interface 9 et une unité centrale 11 couplée au dispositif de reconnaissance de la parole 2, au dispositif de synthèse de la parole 12, au dispositif d'actionnement 3 et au module d'interface 9 et commandant le dispositif d'actionnement 3 et le dispositif de synthèse de la parole 12 en fonction d'instructions transmises et décodées par le dispositif de reconnaisance de la parole 2.



FR 2 533 513 - A1

PROCEDE ET SYSTEME POUR COMMUNIQUER A BORD D'UN VEHICULE AUTOMOBILE DES INFORMATIONS COMPLEXES RELATIVES AU VEHICULE ET A SON ENVIRONNEMENT

La présente invention concerne un système pour communiquer, à bord d'un véhicule automobile, des informations complexes relatives au véhicule et à son environnement, ainsi qu'un procédé d'exploitation de ce système.

Il permet de commander des organes plus ou moins simples, d'accéder à de l'information ou de donner de l'information, comme par exemple de commander des fonctions d'ordre secondaire (essuie-glace, phares, clignotants, démarrage du moteur, etc...), de sélectionner une station d'auto-radio particulière, d'obtenir des informations précises au moyen de synthèse de parole ou d'affichages lumineux (capacité réservoir, distances parcourues, etc...), d'émettre de l'information (programmation d'un ordinateur de bord, etc...), et cela au moyen de la reconnaissance et de la synthèse de la parole, obéissant à un schéma de communication parlée homme-machine, en complément des appréciations visuelles et tactiles.

En règle générale le conducteur d'un véhicule automobile utilise des moyens visuels et tactiles (yeux, mains et pieds) pour mouvoir son véhicule et commander des organes soit d'ordre primaire (volant, frein, accélérateur, etc...), soit d'ordre secondaire (clignotants, essuie-glace, phares, etc...).

Au delà d'un certain espace visuel, le conducteur ne peut plus apprécier toutes les informations que ses yeux reçoivent et par ce fait, entre autre, en sélectionne une partie, on l'acquière beaucoup moins vite. Il en est de même avec l'action manuelle sur les touches, commutateurs, etc..., où, au-delà d'une certaine quantité, le système devient en partie inexploité. Pour la réception des ondes acoustiques, le problème se posera aussi de la même façon dès que l'on dépassera un certain nombre de sources sonores utiles ou perturbatrices.

Si les yeux et les oreilles sont estimés comme des récepteurs où une information complexe circule et est ensuite traitée par notre cerveau, les mains sont plutôt ressenties comme des actionneurs commandés à la suite de décisions prises par notre cerveau. Au regard des actions comme les

arcs-réflexes, par exemple, il n'est pas facile de juger si l'information émise par notre cerveau possède un caractère complexe ou non. Par contre le fait de demander à nos actionneurs tactiles de passer des commandes, des recherches de commutateurs, etc..., pour réaliser des actions plus ou moins complexes (allant de l'ordre simple du contact jusqu'au passage d'informations utiles pour la programmation d'un système dit "intelligent"), apparaît fastidieux, complexe et parfois inadapté. L'interface manuelle, dans ces cas-là, apparaî comme un moyen ne pouvant pas rendre rapidement les services attendus.

L'évolution du véhicule automobile tend à apporter beaucoup plus de prestations que dans le passé, notamment sur le plan informationnel, et nécésite parfois de la part du conducteur une phase plus active, ce dernier étant déjà très sollicité par le milieu environnant intérieur et extérieur.

Pour que le service rendu soit optimal, il faut que l'on accède à l'information le plus vite possible et avec la plus grande souplesse permise.

Donc ce support de communication doit avoir un débit informationnel très grand, chaque entité d'information étant compressée le plus possible. En effet, pour un support ayant un débit informationnel donné, plus on réduit le codage de chaque entité, plus on passe d'entités dans un laps de temps donné. Ceci est permis par la parole (passage d'un codage de quelques dizaines de kilobits/s à quelques dizaines de bits/s).

Ce moyen de communication doit être vu comme un complément à ceux déjà existants (visuels et tactiles) et être ajusté de la façon la plus rationnelle et harmonieuse qu'il soit. Le véhicule sera perçu avec des aspects différents, allant dans le sens de son évolution, laissant entrevoir des possibilités non permises auparavant.

A cet effet, l'invention a pour objet un système pour communiquer, à bord d'un véhicule automobile, des informations complexes relatives au véhicule et à son environnement, comprenant un récepteur d'informations acoustiques tel qu'un microphone, un dispositif de reconnaissance de la parole couplé au récepteur, un dispositif de synthèse de la parole cou-

plé à un haut-parleur, un dispositif d'actionnement d'organes du véhicule, un ensemble de capteurs de paramètres du véhicule connectés à un module d'interface et une unité centrale couplée au dispositif de reconnaissance, au dispositif de synthèse, au dispositif d'actionnement et au module d'interface et commandant le dispositif d'actionnement et le dispositif de synthèse de la parole en fonction d'instructions transmises et décodées par le dispositif de reconnaissance de la parole.

De préférence, le système de communication comprend également un calculateur de bord et/ou un auto-radio et/ou un terminal pourvu d'un clavier et d'un écran d'affichage commandés par l'unité centrale en fonction d'instructions transmises et décodées par le dispositif de reconnaissance de la parole.

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention ressortiront de la description qui va suivre, faite en se référent aux dessins annexés sur lesquels :

- la figure 1 est un schéma-bloc de l'ensemble du système de communication suivant l'invention ;
- la figure 2 est un schéma-bloc d'un exemple de dispositif de reconnaissance de la parole utilisé dans le système de la figure 1 ;
- la figure 3 est un schéma-bloc du dispositif d'actionnement d'organes utilisé dans le système de la figure 1 ;
- la figure 4a est un schéma-bloc d'un auto-radio utilisé dans le système de la figure 1 ;
- la figure 4b représente le circuit de commande du volume de l'auto-radio de la figure 4a ;
- la figure 5 est un schéma-bloc d'un calculateur de bord utilisé dans le système de la figure 1 ;
- la figure 6 est un schéma à deux niveaux d'arborescence illustrant le fonctionnement du système de la figure 1 en mode de reconnaissance de la parole ;
- la figure 7 est un schéma-bloc d'un dispositif de synthèse de la pa-

role utilisé dans le système de la figure 1;
- la figure 8 est un schéma-bloc de l'unité centrale du système de la figure 1 ;
- la figure 9 est un schéma-bloc d'un système d'expansion de ports parallèles en sortie utilisé dans l'unité centrale représentée à la figure 8 ;
- la figure 10 est un diagramme de signaux logiques explicitant le fonctionnement du système de la figure 9 ;
- la figure 11 est l'organigramme principal du logicial de l'unité centrale du système de la figure 1 ;
- la figure 12 est un organigramme illustrant le mode "apprentissage de vocabulaire" du système de la figure 1 ;
- la figure 13 est un organigramme illustrant le chargement ou la sauvegarde dans la mémoire de l'unité centrale du système d'un vocabulaire de références ;
- la figure 14 est un organigramme illustrant un mode de fonctionnement du système permettant de modifier ou d'ajouter des références acoustiques au vocabulaire mémorisé dans le dispositif de reconnaissance de la parole ;
- les figures 15a et 15b représentent ensemble un algorithme de fonctionnement du système en mode reconnaissance de la parole, et
- la figure 16 représente un algorithme utilisé pour gérer le système d'expansion illustré à la figure 9.

En se reportant à la figure 1, le système de communication comprend une unité centrale 11 à laquelle sont couplés un dispositif de reconnaissance de la parole 2 pourvu d'un microphone récepteur 1, un dispositif de synthèse de la parole 12 équipé d'un heut-parleur 13, un dispositif 3 d'actionnement d'un certain nombre d'organes A1-A2-An du véhicule, un système 4 d'affichage et de dialogue manuel, un auto-radio 6 équipé d'un haut-parleur 5 et d'une antenne 7, un ordinateur de bord 8 recevant des informations d'un certain nombre de capteurs Co1, Co2 Con, un module d'interface 9 avec d'autres capteurs C1,C2-Cn de paramètres de fonctionnement du véhicule, ainsi qu'un ensemble 10 de mémoires mortes et vives.

Le microphone 1 sert à capter les informations acoustiques provenant, en général, du conducteur. Ce microphone est nécessaire pour utiliser le système ou dispositif de reconnaissance de la parole 2. Depuis quelque temps, des systèmes de reconnaissance de la parole sont proposés pour un prix raisonnable, avec une intégration ne posant pas de problème et des possibilités permettant de réaliser des applications précises. Ces systèmes se différencient entre eux par plusieurs critères dont les principaux sont la méthode d'analyse (temporelle, fréquentielle, pseudo-temporelle, etc...), le niveau sur lequel porte l'algorithme de reconnaissance (niveau acoustique, phonétique, etc...), le principe de traitement de l'information, etc...).

Si certains systèmes utilisent une méthode liée à une structure de langage donnée, d'autres systèmes ont la possibilité de s'affranchir de ce critère en utilisant une méthode opérant au niveau acoustique. C'est cette deuxième méthode qui est de préférence utilisée dans le système suivant l'invention, pour différentes raisons dont on peut énoncer les principales.

Le premier point est que le critère "niveau acoustique" offre une forme d'universalité pour l'utilisation. Cette universalité existe car le système nécessite d'avoir fait au préalable au moins une fois la phase de caractérisation avant l'utilisation de la phase de reconnaissance. Cette phase de caractérisation, par exemple, peut disparaître quand on utilise le critère phonétique en offrant une orientation multilocuteur, mais restreint l'utilisation de l'application car l'étude repose en général sur un langage donné.

Un deuxième point est qu'actuellement, ce sont ces types de systèmes de reconnaissance de la parole qui offrent le meilleur compromis intégration-qualité-prix.

Il est intéressant de donner une description succinte de ce type de système de reconnaissance de la parole, afin de mieux comprendre une partie du logiciel gérant le système et décrit plus loin.

Le système 2 est représenté à la figure 2 où 20 désigne le signal acous-

tique (provenant du microphone 1 ou d'une bande magnétique ou tout système pouvant reproduire un signal original acoustique dont on veut faire la reconnaissance). Ce signal attaque un étage amplificateur-correcteur 21, un banc de filtres 22 extrayant un spectre d'énergie sur une gamme de 200 hz à 7khz, un multiplexeur 23 cadencé par une horloge découpant le signal temporel tous les 10 à 20 ms environ, un convertisseur analogique-numérique 24, un processeur 25, de la mémoire R.O.M. 28 contenant l'algorithme, les règles et la gestion globale du système, de la mémoire R.A.M. 29 contenant le dictionnaire (c'est-à-dire les caractérisations des références acoustiques créées au moment de l'apprentissage) ainsi que des paramètres programmables intervenant sur l'algorithme de reconnaissance, et un système de communication d'entrées/sorties 26 avec l'unité centrale 11 qui constitue un système décisionnel supérieur permettant d'exploiter l'ensemble du système de reconnaissance de la parole pour l'application envisagée.

Les deux phases importantes de fonctionnement du système de reconnaissance de la parole 2 sont l'apprentissage et la reconnaissance, mais d'autres phases sont adjointes et sont traitées par le logiciel de l'unité centrale, permettant de donner une exploitation plus riche du système. Un exemple illustrant ce propos est celui de l'analyse, par le logiciel central, du sonogramme du mot prononcé en cours pour en déduire des conclusions quant à la nature des bruits parasites, de la plus ou moins bonne validité de la forme acoustique reconnue pour un classement dans un sens de suivi d'évolution du locuteur, etc....

La phase d'apprentissage consiste à créer le dictionnaire des références acoustiques. Ce dictionnaire créé, la phase de reconnaissance consiste à prononcer une référence parmi celles apprises pour être comparée. Le système de reconnaissance de la parole 2 en déduit alors un ensemble de critères de reconnaissance qui sont analysés par le logiciel central. Un ensemble de critères ou un groupe d'ensembles de critères est associé à une décision, avec un caractère intéractif. Cet ensemble de critères est composé d'une indication mot reconnu ou pas. Dans le cas du mot non reconnu il y a les cas des formes acoustiques trop courtes, trop fortes ou trop faibles en énergie, une mauvaise détection au départ.

Dans le cas d'un mot reconnu, il y a l'indication du numéro de la première référence la mieux reconnue avec son seuil de confiance, ainsi que la deuxième référence avec son seuil de confiance. On comprend qu'à la suite de cet ensemble de critères, le logiciel central puisse programmer le système de reconnaissance de la parole 2 dans une autre configuration pour les références acoustiques qui seront prononcées.

Cette programmation peut, par exemple, limiter ou augmenter le champ des références du dictionnaire pour faire la recherche, jouer sur la valeur du seuil de confiance pour la reconnaissance, décider du fait que la référence prononcée peut servir de référence temporaire en supplément dans le dictionnaire, enlever ou ajouter une partie des références du dictionnaire. Des exemples plus précis seront cités plus loin.

Des systèmes qui peuvent être utilisés sont le VRM-102 de la société I.E.C.(U.S.A.) et MOISE de la société V.E.C.S.Y.S. (France). De structures à peu près identiques (voir figure 2), ils possèdent des différences importantes. Le premier système utilise un algorithme par méthode statistique (10 à 15 passes d'apprentissage pour obtenir un taux de reconnaissance de 99 %, dans un milieu pas trop bruité, et avec un corpus de références du dictionnaire de quelques dizaines). Chaque référence du dictionnaire utilise une zone mémoire de 34 octets de R.A.M. Le deuxième système, pour les mêmes conditions d'utilisation, nécessite une seule passe d'apprentissage car l'algorithme travaille sur les variations de l'information. L'espace mémoire pour une référence est de 100 octets. Les deux systèmes sont du type monolocuteur.

Le bloc 3 constitue le dispositif d'actionnement du système. Cette partie transforme des signaux électriques émis par l'unité centrale 11 en actions mécaniques ou électriques de puissance . En effet, ce bloc remplace les actions manuelles réalisées habituellement par le conducteur. Plus précisément, ces actions sont regroupées sous le terme d'actions secondaires par opposition aux actions dites primaires. Les actions primaires sont représentées par une grandeur analogique, à savoir la manoeuvre du volant (de part sa nature de changement de direction), des pédales d'accélération, de freinage et d'embrayage. Suivant qu'il s'agit d'un véhicule à transmission automatique ou non, les différences se font au niveau de la pédale d'embrayage et du sys-

tème de changement de vitesses. Dans le cas de l'automatique on peut prévoir d'installer un actionneur pour le système de changement de vitesses.

La figure 3 représente les différentes parties de ce bloc 3. Il comprend un module d'adaptation-interface 31 auquel est appliqué un signal électrique 30 provenant de l'unité centrale 11, une partie sécurités électriques 32 reconstituant celles réalisées habituellement mécaniquement (par exemple l'action de mettre l'indicateur de direction, soit à gauche, soit à droite, tout en laissant la possibilité supérieure de faire fonctionner les feux de détresse), un organe de découplage électrique 33 du type opto-électronique, une partie amplification 34 et une partie actionneurs 35 (relais, transistors de puissance, thyristors, etc...) reliés aux différents organes A_i à commander. Ces différents organes A_i (A1, A2,---An sur la figure 1) comprennent: les trois positions des phares (feux de code, croisement et route dont ces derniers peuvent être couplés avec des feux anti-brouillard ou autres comme l'exige la règlementation routière. L'appel de phares est réalisé par logiciel. En effet, à chaque fois que le conducteur désire faire un appel de phares manuellement, il agit trois à quatre fois sur une commande possédant un rappel. Chaque action dure un certain temps et est séparée d'une autre action par un autre temps. Lorsque le conducteur prononce la forme acoustique correspondant à l'appel de phares, le logiciel central du bloc 11 réalisera la même commande, compte-tenu des temps de temporisation, en utilisant la commande feux de route. La partie du logiciel traitant cette fonction est decrite plus loin); l'indicateur de direction (le système mécanique arrêtant l'indicateur après un certain angle de direction est remplacé par un capteur électronique placé sur la colonne de direction, mais une temporisation peut être faite par le logiciel central); les feux de détresse; les différents modes de fonctionnement pour les essuie-glaces (vitesse normale, rapide et cadencée bien que ce dernier cas puisse être réalisé par le logiciel central en utilisant des temporisations); le lave-vitre (chaque jet d'eau est temporisé et accompagné de quelques coups d'essuie-glaces, réalisés eux aussi par logiciel); les commandes de montée et de descente des vitres latérales munies d'une sécurité de temps faite par logiciel (cette temporisation est légèrement supérieure au temps maximal que met une vitre

pour passer d'une position limite à l'autre. Ceci permet d'éviter la détérioration du moteur électrique lorsque la vitre est bloquée dans une des positions limites); la condamnation électromagnétique des portes qui est une commande exclusive; le dégivrage de la lunette arrière; la commande des liseuses et du plafonnier; le démarrage et l'arrêt du moteur du véhicule sous certaines conditions; l'avertisseur avec certaines combinaisons faites par logiciel; la commande du ventilateur; les essuie - glaces de la lunette arrière.

Cette liste n'est pas exhaustive en soi et l'on comprend aisément la facilité d'utilisation que procure la reconnaissance de la parole quand le nombre de commandes à remplir devient plus important. Et cette notion de facilité prend encore plus d'importance lorsque l'on sait que, en temps normal, l'implantation des différentes commandes manuelles sur le tableau de bord varie beaucoup d'un type de véhicule à l'autre. A chaque changement de véhicule il s'en suit une gêne au départ qui disparaît en partie dans le temps, du fait de l'accomodation du conducteur au véhicule. L'habitude se fait en général avec l'aide des arcs-réflexes pour des commandes que l'on utilise avec une grande fréquence (indicateur de direction, appel de phare et Klaxon). Mais les commandes peu sollicitées font souvent l'objet d'un certain temps de recherche . On peut ainsi, par ce système de commande vocale, contourner la difficulté du problème de non-universalité de l'implantation des commandes manuelles. Il est possible, par le biais d'un support de stockage d'informations facilement transportable (badge, carte magnétique, etc...), de charger son propre dictionnaire de références dans le système du véhicule que l'on désire ensuite utiliser avec ce mode de commande. On peut estimer qu'un ordre de grandeur de 30 à 50 mots ou formes acoustiques (mots pour commander, décommander et redondants) suffisent pour cette partie d'application, ce qui représente quelques kilo-octets d'information à transporter. Pour l'application, les dictionnaires de références sont sauvegardés en mémoire vive ou morte, programmable (partie du bloc 10, figure 1). Avant chaque utilisation, le conducteur charge son propre dictionnaire, soit manuellement, soit vocalement. Bien entendu, ce système peut être multiutilisateur, c'est-à-dire que chacun possède son propre dictionnaire, la seule limitation provenant de la taille de la mémoire.

Un autre caractère important qui se dégage est que l'on peut personnaliser son véhicule. En effet, à chaque action désirée est associée une forme acoustique ou un groupe de formes acoustiques, mais plusieurs formes acoustiques ou groupes de formes acoustiques distinctes peuvent aboutir à la même action. Par exemple, pour mettre l'indicateur de direction en position droite, on peut prendre la forme acoustique "clignotant-droit" prononcé en entier ou "clignotant" puis "droit" en marquant un silence, entre les deux formes acoustiques, de quelques centaines de ms, ou bien associer une ou plusieurs autres formes acoustiques correspondant en finalité à la même action. D'ailleurs le silence peut être omis quand on utilise un système de reconnaissance de la parole opérant avec une méthode de mots connectés. Ce dernier aspect, faisant apparaître une arborescence, sera abordé plus loin.

Donc, l'utilisateur choisit les mots qu'il veut associer à l'action désirée. Le caractère redondant (2 à 3 formes acoustiques pour le même état) offre, en général, plus de souplesse pour l'utilisateur. Cette notion est facultative et laissée au libre arbitrage du conducteur.

Un autre aspect important, pour cette partie, est celui de la sécurité. En effet, la plupart des systèmes de reconnaissance sont monolocuteur, c'est-à-dire qu'un utilisateur, opérant en phase de reconnaissance sur un dictionnaire de références créé auparavant par un autre locuteur, obtient des résultats moins bons. Donc en utilisant le seuil de confiance et une chaîne de deux ou trois formes acoustiques à prononcer, on réalise ainsi une clé vocale. En général, deux ou trois conducteurs utilisent le même véhicule. Quand l'un des conducteurs, ou un intrus, se présente devant le système, il doit prononcer un mot-clé qui peut être soit son nom, soit un code particulier, etc..., laissé au choix. La forme acoustique ainsi prononcée est comparée à un dictionnaire de références dit commun. Ce dictionnaire contient tous les mots-clés des utilisateurs et est chargé automatiquement par le bloc 11, à partir de la mémoire 10, dans le système de reconnaissance de la parole (bloc 2) à chaque mise sous tension du système général. A la suite de cette opération de comparaison, on obtient un résultat du système de reconnaissance de la parole indiquant si un mot a été reconnu ou non par rapport à un seuil de confiance fixé au départ. Au bout de quelques tentatives, le système arrête sa phase de reconnaissance. Si, par contre,

un mot est reconnu, on examine s'il répond bien à un mot-clé et dans ce cas on charge le dictionnaire des références correspondant au locuteur ainsi vérifié. Puis le locuteur peut soit passer les commandes vocales liées au fonctionnement du bloc 3, soit demander le démarrage du moteur.

Il prononce deux formes acoustiques ("démarrage" puis, si cette forme est bien reconnue, la forme "moteur", mais d'autres mots-clés peuvent être choisis), dont le seuil de confiance à atteindre est du même ordre de grandeur que pour le premier mot-clé. Et ces formes acoustiques ne sont comparées qu'avec les références du dictionnaire commun appartenant au locuteur dont on a reconnu le premier mot-clé. Au bout de quelques tentatives aboutissant à une "non-reconnaissance" de ces deux autres mots-clés, le système arrête sa phase de reconnaissance et revient en position initiale. Les résultats ont montré que ce principe de sécurité était satisfaisant. Dans le cas de la reconnaissance de la chaîne des mots-clés, le moteur démarre par le moyen d'un actionneur assurant correctement le démarrage d'un moteur (start-o-matic, start-stop, etc..). Ensuite le véhicule peut évoluer normalement, avec la commande vocale. Pour arrêter le moteur, il suffira de prononcer deux mots-clés correspondants, moyennant certaines conditions sur la vitesse du véhicule (cette sécurité existe déjà dans l'actionneur de démarrage).

Le logiciel du système de reconnaissance de la parole effectue un filtrage des formes acoustiques en éliminant celles qui sont trop courtes (inférieures à 300 ms, c'est-à-dire les bruits parasites brefs), celles qui sont trop longues (supérieures à 2s), celles qui sont trop faibles ou trop fortes en énergie spectrales et celles ayant un mauvais départ (il faut 100 ms de silence ou une très faible énergie avant chaque forme acoustique à prononcer et 200 ms de silence en fin de forme acoustique).

L'utilisation de cette partie peut prendre un caractère très important pour des applications précises. Si l'aspect de simplification et de sécurité existe déjà pour un conducteur normalement constitué, il devient primordial et même nécessaire pour des applications avec des conducteurs ayant une forme de déficience manuelle, voire même une absence de commande manuelle. Si, dans des conditions normales, la fonction manuelle accepte une forme de multiplexage pour la commande, ce n'est pas le cas pour la fonction réalisée par le pied (tout au plus permet-elle de dé-

crire une ou deux valeurs analogiques multiplexées comme, par exemple, commander la pédale de freinage et d'accélération). Ces cas défavorisés physiquement nécessitent alors un moyen de communication très riche, avec un certain taux de sécurité, conditions remplies par la commande vocale.

Un dernier point qui se dégage de l'utilisation de la commande vocale est son aspect description d'état. En effet, à chaque entité ou association d'entités acoustiques prononcées est liée une action. Cette action est donc, d'une certaine manière, assez bien décrite par cette image acoustique. Avec l'action manuelle, il arrive souvent que, pour définir l'état d'une commande, on ait besoin d'un certain repèrage spatial et donc de déclencher une analyse par transition d'état. Pour fixer les idées, on peut citer un exemple caractéristique : souvent, lorsque la luminosité extérieure dans laquelle le véhicule évolue laisse l'ambiguité sur la position d'éclairage des phares, il arrive que le conducteur procède à une commutation feux de position - croisement - route, avec un contrôle visuel extérieur et intérieur éventuel, ce qui lui permet de déterminer s'il était dans la bonne position ou non. Faire la même commande par la voix apparaît plus simple car ne nécessite pas de connaître l'état précédent, même dans le pire des cas, car cela n'est qu'une confirmation d'un état déjà existant.

Dans le cas d'une évolution du véhicule avec un système de multiplexage, quelque soit le mode d'organisation de la gestion des différents modules électroniques gérant les fonctions du véhicule, le fait de mettre un système de commande vocale connecté à ce réseau et doublant ou non le système de commande manuel n'a, de par son principe, que peu d'influence sur le coût total de l'équipement déjà installé car son insertion en est aisée.

Le bloc 4 de la figure 1 représente toute la partie affichage et dialogue manuel avec le système général. La liaison avec le bloc principal 11 est du type série et ports parallèles. Ce bloc se compose d'un terminal de poche et de quelques témoins lumineux de contrôle. Ce terminal de poche de la taille d'une calculatrice est constitué de 40 touches dont une grande partie multiplexée sur 4 niveaux et d'une partie affichage de 8 caractères alphanumériques. Ce système permet de diffuser des messages ou ordres relatifs à l'utilisation. Ce bloc représente la communication

vocale-graphique mais peut être réduit à un ou deux boutons et quelques témoins lumineux. Les messages diffusés contiennent des informations relatives au fonctionnement du bloc 2 (mots reconnus ou non, les différentes phases, etc...) et à l'état global du véhicule. Mais trop d'informations visuelles à surveiller par le conducteur entraîne une gêne et une forme d'insécurité pour la conduite du véhicule.

Le bloc 6 représente un auto-radio avec son interface, adjoint de ses hauts-parleurs 5 et de son antenne 7. L'appareil utilisé est un PIONEER KE 5 300 dont la plupart des commandes manuelles peuvent être actionnées par la voix. La figure 4a représente l'auto-radio proprement dit 47, muni de son antenne 48 (ou 7 de la figure 1) et de son interface avec les signaux électriques 40 provenant du bloc principal 11: la commande de mise sous tension 41, le sélecteur de gammes 42(FM, GO, PO), la commande d'une des 5 stations programmées 43, les commandes de programmation et de recherche de stations (Seek, Scan et mémorisation) 44, la commande du volume, de la balance et de la tonalité des deux voies 45.

La figure 4b décrit le principe de la commande du volume avec un signal B.F. 50, un potentiomètre 51 actionné habituellement manuellement, un curseur 52, un système de commutation de résistances 53 permettant de diminuer plus ou moins le signal du curseur, et un signal de valeur binaire 54 de commande du commutateur de résistances 53. Ensuite le signal de sortie 55 attaque un étage de puissance qui est connecté à un haut-parleur. Pour la commande de balance et de tonalité, le principe est identique. Avec un signal 54 de quatre poids binaires, on obtient 16 valeurs possibles pour le signal 55. On fixe une dynamique de la courbe avec deux limites. Une des limites va fixer le rapport résistif du potentiomètre (lorsque l'impédance du groupe 53 tend vers l'infini), l'autre limite sera prise en compte pour la sécurité (lorsque l'impédance du groupe 53 est nulle). Ce rapport de résistances du potentiomètre fixé, on en déduit les valeurs des différentes résistances en tenant compte de la dynamique de la courbe désirée en sortie 55.

Deux aspects se dégagent de la fonction auto-radio : la commande (augmentation ou diminution du volume, changement de gammes, etc...) et la programmation (recherche d'une station particulière et mémorisation sur l'une des 5 positions programmables). Cette mémorisation dure tant que

la partie mémoire R.A.M. de l'auto-radio est alimentée, tout en ayant la position OFF de la mise en route. La mise sous tension ou l'arrêt (ON/OFF) de l'auto-radio se fait en prononçant successivement deux formes acoustiques. Un changement de gammes (FM, PO ou GO) peut se faire en prononçant une forme acoustique (l'auto-radio étant déjà en fonctionnement) ou deux formes acoustiques comme s'il s'agissait de le mettre en route bien qu'il le soit déjà. A chaque mise en route de l'auto-radio, le système programme une valeur moyenne, par défaut, pour le volume. Le conducteur a toujours la possibilité d'augmenter ou de diminuer ensuite le volume, de changer la tonalité et la balance. Pour programmer une station sur l'une des 5 positions, il prononce deux formes acoustiques pour indiquer le mode "programmation". Puis il prononce les formes acoustiques correspondant aux ordres adéquats permettant d'arrêter l'auto-radio sur la station désirée et de la mémoriser sur l'une des 5 positions. En cas d'erreur, le dialogue peut se faire soit visuellement (grâce au terminal), soit par la synthèse décrite plus loin. On peut aussi programmer tout auto-radio ayant des possibilités d'accès pour envoyer une série de valeurs permettant de choisir une fréquence particulière. Si la plupart des stations importantes ont des fréquences bien connues (souvent installées sur l'auto-radio en touches prérèglées), alors ce genre de données peut être établi dans un tableau exploité par le logiciel. Mais le problème devient plus complexe dans la bande F.M. du fait du grand nombre de stations qui y résident et qui sont diffusées sur une petite région. En général seulement quelques unes intéressent le conducteur. La possibilité d'associer la forme acoustique de son choix à la station désirée et de l'obtenir ainsi en évitant tout une recherche fastidieuse laisse entrevoir un agrément certain.

La souplesse de programmation par le moyen vocal dépend de la puissance décisionnelle du logiciel central. Cette puissance est liée à la tolérance accordée pour le dialogue par le biais du bloc 2 et de la synthèse 12 (décrit plus loin).

Le bloc 8 est un ordinateur de bord muni de différents capteurs CO1, CO2,----,COn. L'ordinateur utilisé peut être l'A.D.A.C. commercialisé par la Régie Nationale des Usines Renault ou tout autre calculateur ou ordinateur de bord similaire orienté dans le sens de l'aide à la conduite.

Le calculateur possède deux modes de fonctionnement. L'un est orienté pour obtenir des informations concernant l'heure, la température extérieure, la vitesse, le kilomètrage et la consommation de carburant. Le deuxième concerne la programmation du parcours et délivre des informations prévisionnelles compte-tenu de ce qui lui a été programmé et des données en cours.

La figure 5 montre ce calculateur associé à des capteurs de température 60, de débit 61 et de vitesse 62. Le calculateur proprement dit avec son système d'affichage et son clavier est désigné par 63. La plupart des touches (23 au total) servant habituellement à la programmation sont remplacées par une liaison aboutissant à l'unité centrale ou bloc principal 11.

En fonctionnement, on affiche en permanence l'heure et, à la suite d'une commande vocale, on délivre sur le dispositif d'affichage l'information correspondante (consommation et vitesse qui peuvent être moyennes ou instantanées, capacité restante en litres du réservoir, automomie, etc...). L'information est ainsi affichée pendant un certain temps (déterminée par logiciel) puis disparaît pour laisser de nouveau place à l'affichage de l'heure.

Ainsi le conducteur, jugeant le moment opportun pour regarder, demande vocalement l'information plutôt que de faire soit une recherche d'un bouton parmi plusieurs, soit une scrutation cyclique du bouton si celui-ci contient plusieurs informations. Ce dernier cas est réalisé, sans modifier le principe du calculateur, par le logiciel qui prend en charge cette recherche, sans que le conducteur s'en apperçoive. Pour le logiciel, il s'agit juste d'un tableau de données, connaissant la position de chaque information dans le cycle, pour un bouton donné, et leur correspondance avec les formes acoustiques prononcées. Si cet aspect est déjà très intéressant, celui de la programmation du calculateur devient presque primordial. En effet, la programmation consiste à donner des informations, par le moyen du clavier, relatives au parcours que le conducteur va réaliser. Le parcours peut être découpé en tronçons (route, autoroute, ville) avec le kilomètrage correspondant, la durée estimée de traversée des villes, la capacité du réservoir, etc....

Le calculateur de bord est d'une taille assez petite et les touches de programmation du clavier ont les dimensions de celles d'une calculatrice. Les résultats ont montré que nombre de conducteurs refusent d'utiliser le système à cause de la difficulté de programmation (recherche des touches et compréhension du principe de programmation entrainant beaucoup d'erreurs). Le fait de programmer chaque fonction par une forme acoustique ou deux, prononcées tout en conduisant, avec un contrôle par un retour visuel ou acoustique (blocs 12 et 13) éventuellement, démontre une amélioration certaine quant à l'exploitation du calculateur de bord. Certaines informations peuvent être même implicitement connues du logiciel (distance en km entre les villes importantes, par exemple, où doit circuler le véhicule).

Bien entendu, plus la programmation du calculateur de bord sera riche, plus la quantité de formes acoustiques à utiliser sera importante, mais en progression moins rapide. En effet, le système décisionnel organise la commande ou programmation de certaines fonctions en demandant de prononcer une, deux ou plusieurs formes acoustiques chainées. Cela permet, comme pour les autres fonctions, de réduire le nombre total de formes acoustiques et de réduire le nombre de formes acoustiques à comparer pour un niveau donné de l'arborescence. Si le premier point offre un intérêt (simplification, pour le conducteur, de mémorisation de toutes les formes acoustiques, temps de réponse plus rapide du système de reconnaissance car moins d'ambiguités acoustiques, etc...), le deuxième point l'est encore plus car, pour un niveau d'arborescence donné, on limite le champ des formes acoustiques candidates tout en connaissant leur passé et leur avenir, pour certains niveaux, et à partir d'une base de suppositions établies dans le logiciel de l'unité centrale 2.

La figure 6 illustre un exemple permettant de préciser ces deux points. Elle représente deux niveaux d'arborescence 90 et 91, les entités clignotant (92), montée (93), descente (94) et stop (95) pour 90 et droit (96) et gauche (97) pour 91. Les entités 92,93,94,96 et 97 permettent, en deux temps, de créer les fonctions clignotant-droit (92-96), clignotant-gauche (92-97), montée-droite (93-96), montée-gauche (93-97), descente-droite (94-96) et descente-gauche (94-97). On réalise 6 fonctions à l'aide de 5 entités acoustiques chaînées. L'entité stop (95) reboucle

sur le même niveau car elle annonce une fonction inhibitrice précisée par la deuxième entité. Le niveau 91 n'est pas obligatoire dans ce cas. En effet, si le conducteur a mis son indicateur de direction dans une des positions, et qu'il désire l'arrêter, il prononcera 95-92. Par contre,pour arrêter une vitre latérale, le conducteur devra préciser celle de gauche ou celle de droite et donc prononcer une troisième entité. Des fonctions réalisées en prononçant deux entités acoustiques séparées par un silence peuvent être aussi réalisées en prononçant une seule entité, en créant ainsi une redondance sur le niveau d'arborescence de départ. Cela crée une augmentation du vocabulaire de référence mais laisse un peu plus de souplesse au conducteur par diminution des contraintes. Cette notion disparaît si le logiciel du bloc 2 utilise un algorithme de reconnaissance sur les mots connectés (logiciel MOZART sur le système de la société VECSYS). Un algorithme de détection de mots dans les phrases offre beaucoup d'intérêt pour la phase programmation.

Cette structure d'arborescence repose sur des décisions prises sur la validité de la première entité mais des sécurités, dans une limite donnée, peuvent être jointes, nécessitant alors un dialogue visuel ou acoustique en complément. Pour cela, on fixe deux seuils pour les taux de confiance attribués aux formes acoustiques : un seuil où toutes les formes acoustiques inférieures sont refusées, un autre où toutes les formes acoustiques supérieures sont acceptées. Entre les deux seuils, on demande au conducteur, par voie visuelle ou acoustique, si la forme acoustique qu'il a prononcée est bien celle-ci. On attend alors du conducteur une réponse affirmative ou négative, et la reconnaissance se fait sur deux formes acoustiques avec un seuil un peu plus fort. On a une très bonne reconnaissance permettant de distinguer l'une des deux réponses. Les cas non reconnus mais voisins du seuil impliquent de reposer la question au conducteur. Pour le reste des cas, on évite cette boucle reposant la question en restant en attente d'une nouvelle forme acoustique pour la réponse. Cette attente est limitée par une sécurité temporelle (réalisée au niveau du logiciel central) afin d'éviter le blocage du système. Dans ce cas le conducteur devra reprononcer (ou non s'il désire suspendre sa commande) la forme acoustique qui avait créée l'ambiguité en se situant entre les deux seuils pour le taux de confiance.

Le dialogue sonore (retour par la synthèse) semble plus intéressant car il perturbe moins le conducteur quand celui-ci conduit son véhicule. Ce principe n'est pas systèmatiquement appliqué sur toutes les formes acoustiques mais seulement sur celles correspondant aux fonctions importantes (programmation, arrêt du moteur, etc...).

Le bloc 9 représente l'interface de tous les autres capteurs C1, C2,--- C_n, dont le système a besoin pour donner des informations au conducteur. Ces capteurs sont complémentaires de ceux déjà connectés au calculateur de bord 8. L'interface, en liaison avec le bloc 11, se compose d'une partie mise en forme et traitement du signal, de type classique, et d'un tampon de données avec des signaux de contrôle. Un des signaux de contrôle déclenche cycliquement une interruption afin que le bloc 11 fasse l'acquisition des données. Mais on peut très bien regrouper tous les capteurs CO1, CO2,---,COn et C1, C2,---, Cn sur un même module afin d'avoir une meilleure intégration du système. Le système utilise des capteurs fournissant des informations sur le régime moteur (nombre de tours/mn), la température du moteur, de l'huile, mais cette liste peut bien entendu être plus ou moins importante.

Le bloc 10 représente toutes les ressources du système exploitées par le bloc 11. Ce sont les mémoires mortes (contenant le logiciel principal, les données fixes, etc...) et les mémoires vives dont une partie est en technologie C-MOS permettant de sauvegarder des informations en ayant une très faible consommation. On peut donc couper l'alimentation du système général pendant une longue période. Les blocs 2,8 et 12 ont leur propre logiciel et donc leurs mémoires propres. La partie mémoire vive sert au stockage de l'évènement acoustique et du dictionnaire des références pour le bloc 2. Pour les blocs 8 et 12, cette mémoire sert au passage des paramètres de programmation.

Le bloc 12 représente le module de synthèse, associé à un haut-parleur 13 pour restituer le message sonore. Ce module est employé, comme cela a été déjà mentionné auparavant, dans le sens du dialogue homme-machine complet, c'est-à-dire la partie complétant la communication vocale du conducteur avec son véhicule. Deux statégies peuvent être utilisées. Soit on limite l'espace des possibilités de la communication de messages,

mais en utilisant des produits de synthèse de bonne qualité (méthode par L.P.C., par formants, etc...), soit on élargit l'horizon des possibilités de la communication de messages, mais en utilisant une méthode différente. Pour ce dernier cas on peut, soit procéder avec un support de données important , soit utiliser une synthèse à partir du texte. L'avantage d'utiliser une synthèse à partir du texte est sa facilité de programmation (ensemble des caractères alphabétiques de la langue munis de quelques marqueurs grammaticaux et prosodiques). L'inconvénient est la qualité très moyenne offerte à l'écoute du conducteur. Les produits qui peuvent être utilisés sont ICOLOG de la société VECSYS ou SPARTE du C.N.E.T. L'architecture en est semblable et une illustration en est donnée à la figure 7. Le signal 110 représente la chaîne de caractères, provenant du texte que l'on désire émettre en forme sonore, munie de ses paramètres de ponctuation. Ce signal, provenant du bloc 11, est traité en texte orthographié par un bloc111. Ce texte est ensuite traduit en une chaîne phonétique et prosodique par un bloc 112. A partir de cette chaîne, on élabore grâce à un module 113 une liste de paramètres de commande qui sont envoyés à un bloc 114, qui génére un signal analogique. Ce signal analogique est ensuite filtré, lissé et amplifié à l'aide d'un module 115 permettant de fournir l'onde sonore par le biais d'un haut-parleur 116 (ou 13 sur la figure 1). L'un et l'autre des systèmes évoqués plus haut possède aussi des règles de grammaire agissant au niveau du module 112. Ce logiciel est appelé aussi conversion graphème-phonème et son importance dépend de la langue traitée (langue dont l'orthographe est peu ou beaucoup phonétique). Ce logiciel permet de résoudre des problèmes comme par exemple "les poules du couvent couvent" ou "les présidents président".

Les deux stratégies ont été essayées et l'importance faible de la quantité de messages à annoncer a permis d'utiliser la synthèse par L.P.C. en raison de sa qualité. Le circuit S.D.P. du C.N.E.T. offre un avantage très intéressant dans la mesure où ce circuit peut à la fois être utilisé avec des données de synthèse par L.P.C. et des données à partir du texte. Des exemples de messages annoncés sont "Quel est votre code ?", "Répétez, s'il vous plait", "Avez-vous dit XXX ?", XXX étant la forme acoustique sur laquelle l'ambiguité réside, etc....

La figure 8 montre l'architecture de l'unité centrale 11 de la figure 1. Cette unité se compose d'une partie horloge 120 utilisée pour les temporisations, bases de temps des communications séries et du processeur, d'une partie R.O.M. 121, d'une partie R.A.M. 122, d'un microprocesseur 123, d'un circuit de traitement 124 des interruptions 125 provenant des capteurs, de l'horloge, etc... , d'un système de communication série 126 avec une interface série 127 pour le terminal de poche 128 (ou 4 de la figure 1), une interface série 129 avec le système de reconnaissance de la parole 130 (ou 2 de la figure 1), une interface série 131 avec le système de synthèse de la parole 132 (ou 12 de la figure 1), d'un système de communication par ports parallèles 140 avec tout un système d'expansion de ports parallèles en sortie 133 (décrit en détail plus loin) permettant la connexion avec l'auto-radio 134 (ou 6 de la figure 1), avec le dispositif d'actionnement 135 (ou 3 de la figure 1) et avec l'ordinateur de bord 136 (ou 8 de la figure 1). De même 137 est un système d'expansion de ports en entrée avec des signaux provenant des capteurs 138 (ou C1, C2,---, Cn du bloc 9 de la figure 1) et d'indicateurs de contacts 139 (par exemple usure des plaquettes de freins, portières mal fermées, mode automatique ou manuel, etc...).

La figure 9 représente plus en détails le bloc 133 de la figure 8. Ce bloc 133 permet de faire une expansion de deux ports parallèles de 8 bits en sortie 71 et 72 (programmés à partir du processeur 123 de la figure 8 par la liaison 70) en sept ports parallèles en sortie, de 8 bits, représentés par des blocs 79 à 85. Chacun de ces blocs 79 à 85 est constitué de deux parties. Une partie est un registre à décalage de 8 cases permettant de transformer un message série en parallèle, tandis que l'autre partie est un port de 8 cases permettant de recopier les données du registre à décalage. Toutes les sorties sont suivies d'amplificateurs trois états.

Le signal 73 représente la donnée commune à tous les blocs 79 à 85. Sept signaux de validation 74 inversés en 75 permettent de sélectionner le bloc dans lequel on veut faire le transfert parallèle de la donnée provenant du registre à décalage. Sept signaux d'horloge 76 permettent de sélectionner le bloc dans lequel on veut faire entrer la donnée de 8 bits dans le registre à décalage. Un signal 77 inversé en 78 et commun à tous les blocs permet de faire la validation en sortie (logique

trois états). Ces signaux de sortie attaquent des interfaces 86 pour l'auto-radio 6,87 pour le dispositif d'actionnement 3 et 88 pour le calculateur de bord 8.

La figure 10 représente le diagramme des signaux logiques qui rentrent dans les blocs 79 à 85 de la figure 9. Le signal 100 (ou 73 de la figure 9) représente la donnée de 8 bits qui va évoluer en série depuis D1 jusqu'à D8. Ce groupe 107 est appelé Q_N^T, chaque Di (D1 à D8) devenant Q_i^T quand il est en sortie. Le signal 101 est celui de l'horloge permettant de faire un décalage en série d'une case, dans le registre, à chaque transition positive (indiquéepar les flèches). On enregistre donc ainsi la valeur binaire présente sur le fil de données. La référence 102 désigne le groupe Q_N^{T-1} qui est la donnée en sortie, générée au coup d'avant. Cette donnée en sortie devient Q_N^T (ou 103) lorsque le signal de validation 105 réalise une transition négative. Le signal 106, qui est la validation en sortie, transforme le groupe Q_N^T (103) en état haute impédance Z_N^T (104). Cet état haute impédance est produit sur l'état bas du signal 106. Toute commande se fait par un niveau logique "0" et tous les fils de liaison avec les commandes sont polarisés par des résistances fixées à la borne positive de l'alimentation. En cas de rupture du fil ou destruction d'une sortie (en plus de la sécurité existant déjà par logiciel, c'est-à-dire le niveau "1" imposé pour la sortie ou l'état haute impédance éventuellement), la commande n'est pas réalisée. Le bloc 137 de la figure 8 obéit à une même structure d'organisation que le bloc 133, mais il fonctionne en entrée (lecture de données).

La figure 11 représente l'organigramme principal du logiciel de l'unité centrale 11 gérant tout le système. A la mise sous tension du système 150 par le biais de la clé de contact, on déroule la routine 151 qui est l'initialisation à la mise sous tension. Cela permet d'assurer le bon déroulement du logiciel (initialisation du pointeur de pile, des registres, des interruptions, etc...) ainsi que la bonne initialisation des systèmes périphériques (en général les systèmes périphériques ayant déjà un logiciel propre contenant une routine similaire réalisent cette sécurité. Dans le cas contraire, le logiciel central vient refaire l'initialisation par programmation). Puis la routine 152 organise toute l'initialisation du matériel du bloc 11 (figure 1), à savoir les bases de temps, les liaisons séries et parallèles ainsi que leurs programma-

tions en mode sécurité, le système d'interruptions, etc.... Puis, les modes de liaison ainsi assurés, on initialise tous les systèmes périphériques avec le bloc 153. On teste d'abord pour savoir si chaque système périphérique répond correctement par sa liaison établie auparavant, avant de lui envoyer les paramètres d'initialisation. Pour le système de reconnaissance de la parole 2, on verifie son initialisation et s'il s'il est en attente d'un ordre (reconnaissance, apprentissage, etc...). Pour le terminal de poche 4, après le test de la liaison, on positionne la fenêtre de 8 caractères, parmi 32, à droite, avec un rafraichissement de la R.A.M. et un positionnement du curseur et un coup de signal sonore bref. Pour le calculateur de bord,on s'assure qu'il n'y a pas eu de perte de ses paramètres. En effet, le calculateur est défini pour toute une gamme de véhicules et nécessite des paramètres de caractérisation du véhicule dans lequel il est installé (courbes de débit du moteur, diamètre des roues montées, boite manuelle ou automatique , etc...). Or ce calculateur est toujours alimenté par la batterie, en ayant une très faible consommation, même si le système général n'est pas lui même alimenté ou si le véhicule ne circule pas. Dans le cas d'une perte de paramètres, on réinitialise le calculateur et, dans le cas d'une nouvelle réponse synonyme d'erreur, on teste pour savoir si un de ses capteurs est déficient ou détecter toute autre anomalie. Si l'information persiste, on abandonne cette routine et l'affichage clignote, indiquant une anomalie. D'ailleurs, quelque soit le cas, on affiche l'heure (même erronée) par défaut. S'il y a eu une réinitialisation, le conducteur devra reprogrammer certaines paramètres (l'heure, la capacité réservoir, les kilomètrages des tronçons, etc...).

Le système de synthèse de la parole 2 est programmé de façon à être en mode "silence" (signal analogique sortant du bloc 115 de la figure 7 ayant une amplitude nulle).

Une fois cette phase 153 réalisée, on exécute la phase 154 consistant à initialiser le bloc 11 et les paramètres. Certains paramètres sont propres au bloc 11 (mise à zéro des mémoires-compteurs pour les temporisations, des sécurités pour les fonctions secondaires, etc...), d'autres sont envoyés aux systèmes périphériques, comme par exemple la génération d'un coup de signal sonore par le terminal de poche 4 pour si-

gnaler que le système général est prêt, ou bien la nécessité pour le conducteur de charger son propre vocabulaire de références par le clavier du terminal de poche, ou de passer directement par la commande vocale pour chargerson vocabulaire et démarrer le véhicule.

Dans ce dernier cas, on programme le système de reconnaissance de la parole 2 pour recevoir le dictionnaire des références commun aux différents utilisateurs du véhicule, tester le bon chargement de ce vocabulaire, envoyer le seuil de reconnaissance et programmer le système en mode reconnaissance. Puis, si le conducteur satisfait aux conditions de cette sécurité vocale, le bloc 11 programme le système de reconnaissance pour charger le vocabulaire d'utilisation du conducteur et passe ensuite en phase de reconnaissance. Ce mode, qui peut être appelé mode automatique, passe directement de la phase 154 à la phase 159.

L'organigramme de la figure 11 représente l'autre mode, appelé mode manuel. La différence entre ces deux modes peut être faite, par exemple, par le positionnement d'un interrupteur lu à la mise sous tension (lecture faite par l'intermédiaire du bloc 137, figure 8). Pour une utilisation normale, c'est le mode automatique qui opère, mais en ayant fait au moins une fois l'apprentissage afin de créer le dictionnaire des références. Pour compléter cette phase 154, on peut utiliser soit le terminal de poche pour indiquer qu'il n'y a aucune anomalie (affichage + coup de signal sonore), soit utiliser la synthèse pour envoyer un message dans le même sens (par exemple "système prêt", "bonjour", "prononcez votre code", etc...).

Cette phase terminée, on exécute la phase 155 où on demande au conducteur, par le biais de l'affichage du terminal de poche 4, d'envoyer un caractère sur le clavier afin de sélectionner un mode. Ces différents modes sont, en entrant un caractère au clavier 157, A pour l'apprentissage 158, R pour la reconnaissance 159, M pour l'aide à la compréhension du système 160, S pour la sauvegarde d'un vocabulaire 161, C pour le chargement d'un vocabulaire 162, M pour la modification 163, P pour les paramètres 164. Tout autre caractère est interdit et, dans ce cas, un message d'erreur apparaît sur le terminal de poche. Cette routine est représentée par la phase 165.

Le passage de la phase 151 à la phase 155 représente l'initialisation générale 156 du système et apparaît à chaque mise sous tension (au moyen de la clé de contact). Le passage de la phase 157 à l'un des modes, puis le retour, représente la boucle principale 166. Ce retour est réalisé quand l'un des modes se termine. Toutefois, le mode reconnaissance 159 peut être bouclé sur lui-même et se terminer soit en coupant la mise sous tension du système avec la clé de contact, soit en prononçant une forme acoustique particulière.

Le mode compréhension du système 160 permet, par l'intermédiaire de l'affichage sur le terminal de poche 4, de donner tous les renseignements utiles pour l'exploitation du système général. Ce mode, faisant usage d'un manuel d'utilisation, ne présente pas un caractère obligatoire dans le cadre d'une application courante.

Le mode paramètre 164 permet, grâce au dialogue affichage-clavier sur le terminal de poche, de lire ou d'écrire des valeurs propres à l'exploitation du système. On peut connaître, par exemple, le taux de reconnaissance (nombre de mots reconnus ou non reconnus) après une période d'utilisation, faire ressortir les formes acoustiques qui sont plus ou moins bien reconnues, ce qui permet de décider de changer une forme acoustique par une autre en vue d'améliorer les performances du système, charger des données, etc... Ce mode, lui aussi, n'a pas un caractère obligatoire mais est très utile pour établir des résultats d'expériences, codes statistiques en fonction de divers critères (temps d'utilisation, milieu urbain, route ou autoroute, qualité de microphones, etc...).

La figure 12 décrit le mode apprentissage. La phase 170 représente le passage de paramètres (pointeurs pour la chaîne de commande symbolique du système de reconnaissance de la parole) ainsi que le test pour savoir si l'apprentissage que l'on désire éxécuter va réaliser une nouvelle création de vocabulaire, c'est-à-dire si la mémoire R.A.M. du système de reconnaissance contient un vocabulaire de référence ou non (on détermine ainsi si on a déjà fait une création ou un chargement d'un vocabulaire de références auparavant. Ceci permet d'éviter des fausses manoeuvres. Dans le cas d'une non-présence de vocabulaire, on n'exécute par la phase 171). La phase 171, par l'intermédiaire de l'écran du ter-

minal de poche, pose la question de savoir s'il faut effacer ou non le vocabulaire présent dans le système de reconnaissance. La réponse peut être soit positive (écrasement du vocabulaire), soit négative (on sort alors du mode apprentissage), soit une indication d'erreur et dans ce cas on réexécute la phase 171.

La phase 172, par l'intermédiaire du clavier, demande au conducteur le nombre total de mots qu'il veut constituer pour ce vocabulaire ainsi que le nombre de passes d'apprentissage. Muni de ces renseignements, la phase 173 réalise la programmation du système de reconnaissance 2 et lance la commande pour le démarrer. A chaque forme acoustique que le conducteur doit prononcer, on associe une référence symbolique graphique qui apparaît sur l'écran du terminal. Ceci est une aide très utile et cette forme graphique est en fait l'écriture de la forme acoustique qui est bien plus préférable qu'un simple numéro. A la phase 174, le logiciel central envoie sur le terminal de poche la forme graphique et est en attente de la réponse du système de reconnaissance faisant l'acquisition du signal acoustique. Lorsque cette acquisition est assurée suivant les conditions de l'algorithme du système de reconnaissance 2, le conducteur reçoit une réponse indiquant s'il y a eu un problème, (forme acoustique trop courte ou trop longue, avec trop ou pas assez d'énergie, avec un mauvais départ, etc...). La lecture et le test sont éxécutés à la phase 175 qui reboucle avec la phase 174 dans le cas d'une erreur. Sinon, on passe à la forme acoustique suivante et, à la phase 176, on teste si l'on a déjà enregistré la dernière forme acoustique. Dans le cas négatif, on reboucle avec la phase 174. Sinon on passe à la phase 177 qui teste si l'on a réalisé la deuxième passe d'apprentissage (une passe d'apprentissage consiste à prononcer les formes acoustiques allant du premier au dernier mot constituant le vocabulaire). On reboucle sur la phase 174 tant que l'on n'a pas réalisé la dernière passe d'apprentissage. La phase 178 teste si une anomalie quelconque de programmation, de transmission de donnée avec le système de reconnaissance ou une erreur inhérente à ce dernier s'est produite. Dans ce cas la phase 179 génère un message d'erreur, visuel et sonore, sur le terminal et on abandonne la routine d'apprentissage en réinitialisant, au préalable, le système de reconnaissance 2. Dans le cas d'un fonctionnement normal, il est indiqué qu'une création de vocabulaire a été réalisée et

on passe des paramètres utilisés par les autres sous-programmes, représentés par la phase 180, puis la routine d'apprentissage est terminée. Cet organigramme décrit celui utilisé avec le système V.R.M. de la société I.E.C. Celui utilisé avec le système MOISE, de la société VECSYS, en diffère par le mode de programmation, la nature des erreurs et le test sur le nombre de passes d'apprentissages (en effet ce dernier système possède un algorithme travaillant sur une seule passe d'apprentissage).

La figure 13 représente l'organigramme pour le chargement ou la sauvegarde d'un vocabulaire de références. La sauvegarde consiste à lire les informations caractérisant les formes acoustiques dans le système de reconnaissance 2 et à les écrire ensuite dans la mémoire centrale 10. Le mode chargement opère dans l'autre sens et donc l'organigramme de la figure 13 correspond aux deux modes, à de petites différences près. La phase 190 représente le passage des paramètres et la préparation des données et des indexes pour les tableaux. Cela permet, connaissant la structure des données de caractérisation d'une référence acoustique, de les agencer dans le bon ordre et de réduire la taille d'occupation de la mémoire centrale. La phase 191 fait l'acquisition du numéro du fichier, soit à charger, soit dans lequel on veut faire la sauvegarde. La phase 192 teste si, dans le cas d'un chargement, on a le fichier correspondant au numéro existant et si le système de reconnaissance ne possède pas encore de vocabulaire dans sa mémoire, ou si, dans le cas d'une sauvegarde, on ne va pas écraser un fichier déjà présent ; dans ce cas, on pose la question à l'utilisateur. La phase 193 est déclenchée, en cas d'erreur consécutive aux tests de la phase 192, et on envoie un message d'erreur adéquat sur le terminal avant d'abandonner la routine. Les phases 191-192 ne sont pas exécutées lorsque le logiciel évolue avec la routine de reconnaissance (phase 159) suivant des conditions particulières. Par exemple, lorsque le conducteur met sous tension le système, ou après qu'il ait prononcé son code pour démarrer la voiture, ou après que des décisions ont été prises au niveau de l'arborescence liant les formes acoustiques, etc..., l'algorithme, qui possède des tables de données, va chercher ou ranger des vocabulaires de références acoustiques, ou parties de vocabulaires de références acoustiques, dans la mémoire centrale. La phase 192 exécutée normalement, on passe à la phase 194 consistant à programmer le système de reconnaissance 2, à

transmettre la commande et à traiter au fur et à mesure les informations circulant. Puis la phase 195 teste si une erreur de programmation ou de transmission d'informations ou une erreur propre au système de reconnaissance a eu lieu. Certaines erreurs entrainent la réexécution de la phase 194 mais cette boucle est limitée à quelques essais afin d'éviter un blocage. Dans ce cas là, et avec les autres types d'erreurs, on envoie un message d'erreur et on procède à une réinitialisation du sytème de reconnaissance avant d'abandonner la routine. Dans le cas d'un fonctionnement normal, on passe les paramètres et les données propres au mode utilisé (phase 197) et le sous-programme est terminé.

La figure 14 représente l'organigramme du mode modification 163 de la figure 11. Ce mode, en ayant passé les paramètres à la phase 200, permet de modifier ou d'ajouter (test fait à la phase 201) des références acoustiques (avec leurs symboles graphiques associés) au vocabulaire résidant dans le sytème de reconnaissance 2 (dont on peut ensuite faire la sauvegarde). Dans le cas d'une modification, on teste à la phase 202 si elle est symbolique ou acoustique. La modification symbolique est faite à la phase 203. Pour la modification acoustique, on fait l'acquisition des informations nécessaires pour connaître les formes acoustiques à modifier (phase 204). Si le test 201 aboutit au mode adjonction (ou création supplémentaire à un vocabulaire déjà existant), on exécute la phase 205 où l'on fait l'acquisition du nombre de formes symboliques. A la phase 206, on réalise la création symbolique et l'attribution fonctionnelle (c'est-à-dire que l'on associe une forme acoustique à une action ou à d'autres formes acoustiques pour une action en sachant que l'on fige au départ l'espace des actions décrites par des tables de données. Bien entendu, ces tables sont étroitement liées à l'application que l'on veut réaliser). Les phases 204 et 206 aboutissent à la phase 207 où l'on fait l'acquisation du nombre de passes d'apprentissage (phase supprimée avec le système de reconnaissance MOISE). La phase 208 réalise toute la programmation du système de reconnaissance 2 suivant le parcours qui a été fait auparavant dans l'organigramme et lance la commande. La phase 209 permet d'afficher la forme symbolique associée à la forme acoustique sur le terminal de poche et est en attente pour l'acquisition du signal via le système de reconnaissance.

La phase 210 teste si une erreur s'est produite et reboucle sur la phase 209 dans le cas positif. Les phases 211 et 212 testent successivement le passage du dernier mot et de la deuxième passe d'apprentissage. La phase 214 exécute une réinitialisation si une erreur de programmation, de transmission ou une erreur propre au système de reconnaissance est détectée à la phase 213. La phase 215 passe tous les paramètres et données pour terminer le sous-programme.

Les figures 15a et 15b représentent ensemble l'organigramme du mode reconnaissance 159 de la figure 11. La phase 220 permet de passer les paramètres et les données (mode manuel ou automatique, nature du système de reconnaissance, etc...). La phase 221 teste si le système général évolue en mode automatique (après la mise sous tension par la clé de contact et toutes les procédures d'initialisations et de sécurités déroulées, on passe directement en mode reconnaissance) ou en mode manuel (manipulations manuelles de la part du conducteur avec le clavier du terminal de poche). Dans ce dernier cas, on exécute la phase 222 où l'on fait l'acquisition du numéro du vocabulaire de références, de la valeur du seuil de confiance, de l'arborescence entière ou partielle, etc.... Si le conducteur se met en mode reconnaissance sans avoir préalablement chargé le système de reconnaissance avec un vocabulaire de références, alors on exécute la phase 245 représentant l'envoi d'un message d'erreur (visuel et sonore) sur le terminal de poche et une réinitialisation du système de reconnaissance avant d'abandonner la routine reconnaissance. Dans le cas d'un bon déroulement de l'acquisition de données, on passe à la phase 232.

Si le test 221 indique que l'on évolue en mode automatique, on charge le système de reconnaissance du vocabulaire commun aux utilisateurs et contenant les références acoustiques clés, utilisées comme moyen de sécurité. Puis la phase 224 envoie des informations, concernant le bon déroulement des opérations précédentes, sur le terminal de poche. Le système de synthèse 12 délivre un message invitant le conducteur à prononcer son code afin de charger le vocabulaire adéquat. Dans le même laps de temps, on programme le système de reconnaissance 2 en mode reconnaissance sur ce vocabulaire commun et on lance la commande. La phase 225 est en attente de l'acquisition du signal acoustique. La phase

226, en cas d'erreur, reboucle sur la phase 225 (même type d'erreur qu'avec les phases d'apprentissage ou de modification. Ces types d'erreurs arrivent aussi bien aux bons utilisateurs qu'aux eventuels intrus).

Dnas le cas normal (forme acoustique prononcée suivant les critères du test 226), on éxécute la phase 227 réalisant les tests de seuil de confiance, de validité de mot et de chaînage. Si le seuil de confiance n'est pas atteint (donc inférieur à celui programmé) ou qu'un mot ayant atteint ou dépassé ce seuil n'est pas valable, on exécute la phase 228 appeléecomptabilité. Enfin le troisième critère indique la position de la forme acoustique dans l'arborescence de la chaîne de commande vocale utilisée comme sécurité au départ. A la phase 228, on tient à jour le nombre de formes acoustiques prononcées depuis le passage de la phase 221 en mode automatique ainsi que les scores des seuils réalisés. La phase 229 teste si, dans ces tables de comptabilité, on a franchi ou pas le seuil de sécurité. Pour le premier critère, au delà d'un certain nombre d'essais (allant de 5 à 10 environ), on exécute la phase 230 qui réinitialise le système de reconnaissance et repositionne le système général en attente d'un mode principal (157, figure 11) ; dans le cas contraire, on examine si la forme acoustique ayant dépassé le seuil de confiance correspond bien au niveau de l'arborescence. Il se peut, par exemple, que le conducteur ait bien prononcé la première forme acoustique (niveau 1 de l'arborescence) et continue de la prononcer, en ayant oublié de regarder l'indication de la bonne reconnaissance grâce au terminal de poche, alors que le système général est en attente d'autres formes acoustiques correpondant au niveau 2 de l' l'arborecence.

Dans le cas normal d'une réponse affirmative aux tests 227, on éxécute la phase 231 qui charge le vocabulaire des références correspondant aux informations contenues dans la table-comptabilité. Dans le même temps, on envoie des informations visuelles et sonores indiquant que la sécurité a été franchie (avec le terminal de poche et le système de synthèse). Le vocabulaire adéquat chargé, la phase 232 programme le système de reconnaissance et lance la commande. Cette phase est aussi réalisée en mode manuel, après avoir éxécuté la phase 222.

A la phase 232, on met à jour d'autres tables de comptabilité propres au déroulement du reste du programme (structure de l'arborescence, nombre de formes acoustiques candidates par niveau d'arborescence, différents seuils, etc...)

La phase 233 est assimilable à la phase 225 (attente de la bonne acquisition du signal acoustique). La phase 234 reboucle avec la phase 233 en cas d'erreur. Une fois le signal acquis suivant les critères de la phase 234, on éxécute la phase 235 qui teste le seuil de confiance réalisé, suivant la nature de la forme acoustique. Certaines formes acoustiques ont leur seuil de confiance déterminé par rapport à une valeur donnée. Dans le cas où le seuil n'est pas atteint, on reboucle sur la phase 233, sinon on poursuit en séquence. Par contre d'autres formes acoustiques ont leur seuil de confiance déterminé par rapport à deux valeurs données. Dans le cas où l'on est inférieur à la plus petite des deux, on reboucle avec la phase 233. Dans le cas où l'on est supérieur à la plus grande des deux, on poursuit en séquence. Dans le troisième cas, on pose la question de la validité de la forme acoustique prononcée par le biais de la synthèse de la parole (avec un affichage sur le terminal de poche). Dans ce cas, le conducteur doit, soit confirmer ou non la validité (réponse par oui ou non), soit reprononcer la forme acoustique ayant laissé l'ambiguité. Dans les deux cas, on repasse par la phase 233. La première solution est plus intéressante. Si la réponse est négative, on reste au niveau 1 de l'arborescence, sinon on poursuit en séquence en laissant une trace dans la table de comptabilité.

La poursuite en séquence aboutit à la phase 236 où l'on teste, suivant les cas, la validité du mot dans l'arborescence (même scénario avec la procédure sécurité au démarrage). Dans un cas de non validité, on reboucle sur la phase 233. Dans le cas de validité ou de positionnement dans une chaîne de commande, la phase 237 réalise l'affichage de la forme symbolique associée sur le terminal de poche. La phase 238 tient à jour la table de comptabilité. A la suite du positionnement de la forme acoustique dans l'arborescence, on éxécute ou non la phase 239 permettant de charger des vocabulaires partiels de références (par exemple, si le conducteur demande l'auto-radio, on chargera le vocabulaire par-

tiel de références contenant les formes acoustiques permettant de choisir une station, d'augmenter ou diminuer le son, de changer de gammes, etc...). Bien entendu on supprime aussi des vocabulaires partiels de références (par exemple, si le conducteur demande d'arrêter son autoradio).

La phase 240, suivant les informations contenues dans la table de comtabilité, teste si l'action, associée à la forme acoustique ou à la chaîne de formes acoustiques, est valide ou non. Dans le cas de non validité, on reboucle sur la phase 233. Si l'action à déclencher est valide, on éxécute la phase 241 qui est un test de sécurité supérieure. Par exemple, pour arrêter le moteur, même si le conducteur satisfait à la commande vocale munie de sécurités (dialogue avec la synthèse), cette action ne sera éxécutée qu'en dessous d'une certaine vitesse du véhicule (quelques km/h). La seule possibilité supérieure dont le conducteur dispose est celle de couper le contact au moyen de la clé. A la phase 241, on éxécute les actions ainsi que les inhibitions des actions à l'aide de tables de données. Ces tables sont organisées avec les commandes électriques à passer, munies des sécurités reproduisant celles existant habituellement. Il existe donc, en plus des sécurités électroniques contenues dans le bloc 3 de la figure 1 (ou plus précisément le bloc 32 de la figure 3), les mêmes sécurités au niveau du logiciel. L'action (ou l'inhibition) étant réalisée à la phase 241, on éxécute la phase 242. La phase 242 permet d'arrêter le mode reconnaissance par un ordre vocal. Si le test est négatif, on reboucle avec la phase 233. Dans le cas contraire, on s'assure, par la synthèse, que le conducteur désire effectivement sortir du programme reconnaissance, en mode automatique. En mode manuel, le conducteur agit au moyen d'une touche ou d'un code spécial entré par le clavier du terminal de poche. La phase 243 réinitialise le système de reconnaissance. La phase 244 permet de passer les paramètres et les données du mode reconnaissance avant d'abandonner le sous-programme. On peut aussi, à la phase 242, laisser le système général en état de veille, c'est-à-dire rester en mode reconnaissance qui sera réactivé, soit en prononçant une forme acoustique particulière, soit en actionnant un contact fugitif.

La figure 16 représente le sous-programme utilisé pour gérer le bloc 133 de la figure 8 qui est détaillé par les figures 9 et 10. Sur la figure 10, le signal d'horloge 101 est au repos à l'état "1" et réalise le décalage du registre sur une transition positive tandis que le signal validation 105 est au repos à l'état "0" et réalise le transfert en parallèle sur les sorties sur une tension négative. Il en résulte qu'il suffit de passer 2 valeurs au sous-programme, V1 (données 8 bits à sortir sur un des blocs 79 à 85) et V2 (état horloge-validation permettant de sélecter l'un des blocs 79 à 85).

- V1 est représentée comme suit :

D8	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1
bit 8	bit 7	bit 6	bit 5	bit 4	bit 3	bit 2	bit 1

- V2 est représentée comme suit :

Etat haute impédance	bloc 79	bloc 80	bloc 81	bloc 82	bloc 83	bloc 84	bloc 85
bit 8	bit 7	bit 6	bit 5	bit 4	bit 3	bit 2	bit 1
	horloge ou validation						

La phase 250 initialise le compteur C à 8 pour envoyer en série les 8 bits de la valeur V1. La phase 251 fait une sauvegarde temporaire de V1. La phase 252 isole le bit 8 de la valeur V1. La phase 253 compare, à l'aide de la valeur V2, l'état "0" de l'entrée d'horloge du bloc à sélectionner (79 à 85) avec le bit 8 de V1, puis envoie cette donnée (bloc 254) sur la liaison 70 puis 71 (fig. 9). Puis, sans affecter le bit 8 pour avoir son état stable en sortie, on fait passer l'entrée d'horloge du bloc sélectionné à l'état "1" (passage à l'état 1 des bits 7 à 1 de la donnée) permettant de faire entrer le bit de V1 dans le bloc sélectionné (79 à 85) ainsi que de décaler le registre (phase 255). On récupère ensuite la valeur V1 (phase 256) et l'on fait un décalage à gauche d'une case (la valeur du bit 1 passe dans le bit 2, la valeur du bit 2 dans le bit 3, etc..., la valeur du bit 8 dans le bit 1) et l'on teste en 258 si le compteur C vaut 0. Si C est différent de 0, on reboucle sur la phase 252, ce qui permet d'envoyer la valeur de V1

(D8, puis D7,..., et D1). Si C vaut 0, on exécute la phase 259 qui compare le bit 8 à l'état normal (contraire de l'état haute impédance) avec l'état V2 inversé en 75 (passage à l'état 1 du signal validation pour le bloc sélectionné où on a envoyé la valeur V1). Puis, on réalise le transfert (phase 260) en parallèle de la valeur V1 sur les sorties en passant à l'état "0" le signal validation du bloc sélectionné (passage à l'état "0" des bits 7 à 1 de la donnée envoyée en 70 puis 72, figure 9). Le sous-programme est alors terminé.

Bien entendu de nombreuses modifications peuvent être apportées à l'exemple décrit sans sortir du cadre de l'invention. C'est ainsi que, par exemple, comme indiqué précédemment, le terminal de poche peut être remplacé par tout dispositif permettant d'introduire une information (par exemple choix du mode de fonctionnement) ou d'afficher une information (mot reconnu ou pas, rapport signal/bruit, etc...). En ce qui concerne l'information mot reconnu ou pas, il doit être précisé que, de préférence, le système assure dans tous les cas une fonction "accusé de réception", c'est-à-dire qu'il indique par tout moyen sonore (synthèse de la parole), ou visuel (affichage graphique ou symbolique ou témoins lumineux) la position qu'il a prise par rapport à la forme acoustique émise, à savoir "mot reconnu", "mot non reconnu" ou "mot rejeté" (n'ayant donné lieu à aucune phase de reconnaissance pour les raisons indiquées précédemment : mot trop court, trop long,etc...).

REVENDICATIONS

1. Système pour communiquer, à bord d'un véhicule automobile, des informations complexes relatives au véhicule et à son environnement, caractérisé en ce qu'il comprend un récepteur d'informations acoustiques tel qu'un microphone (1), un dispositif de reconnaissance de la parole (2) couplé au récepteur, un dispositif de synthèse de la parole (12) couplé à un haut-parleur (13), un dispositif (3) d'actionnement d'organes (A_1, A_2, ... A_n) du véhicule, un ensemble de capteurs (C_1, C_2, ... C_n) de paramètres du véhicule connectés à un module d'interface (9) et une unité centrale (11) couplée au dispositif de reconnaissance de la parole (2), au dispositif de synthèse de la parole (12), au dispositif d'actionnement (3) et au module d'interface (9) et commandant le dispositif d'actionnement (3) et le dispositif de synthèse de la parole (12) en fonction d'instructions transmises et décodées par le dispositif de reconnaissance de la parole (2).

2. Système suivant la revendication 1, caractérisé en ce que le dispositif d'actionnement (3) comprend successivement un module d'interface (31) connecté à l'unité centrale (11), un module de sécurité électrique (32), un circuit de découplage électrique (33) de type opto-électronique, un circuit amplificateur (34) et un circuit de puissance (35) pour l'alimentation desdits organes (A_1, A_2, ... A_i).

3. Système suivant l'une quelconque des revendications 1 et 2, caratérisé en ce qu'il comprend un terminal (4, 128) pourvu d'un clavier et d'un écran d'affichage commandé par l'unité centrale (11) en fonction d'instruction transmises et décodées par le dispositif de reconnaissance de la parole (2).

4. Système suivant l'une quelqconque des revendications 1 à 3, caractérisé en ce qu'il comprend un calculateur de bord (8, 63, 136) commandé par l'unité centrale (11) en fonction d'instructions transmises et décodées par le dispositif de reconnaissance de la parole (2).

5. Système suivant l'une quelconque des revendications 1 à 4, caratérisé en ce qu'il comprend un auto-radio (5-7, 40-48, 134) commandé par l'unité centrale (11) en fonction d'instructions transmises et décodées par

le dispositif de reconnaissance de la parole.

6. Système suivant la revendication 5, caractérisé en ce que l'auto-radio proprement dit (47) est connecté à l'unité centrale (11) par l'intermédiaire d'un module de commande de mise sous tension (41), d'un module de sélection de gammes de fréquences (42), d'un module de sélection de stations préprogrammées (43), d'un module de programmation et de recherche de stations (44) et d'un module de commande de volume, de tonalité et de balance (45).

7. Système suivant la revendication 6, dans lequel l'auto-radio (6) comprend, pour chacune des commandes de volume, de tonalité et de balance, un potentiomètre (51, 52) à actionnement manuel, caractérisé en ce qu'il comprend en outre, en parallèle sur la sortie du potentiomètre (51, 52), un système de commutation de résistances (53) commandé par un signal binaire (54) engendré par le module de commande de volume, de tonalité et de balance (45).

8. Système suivant les revendications 1 à 5, caractérisé en ce que l'unité centrale (11) comprend un microprocesseur (123) connecté au dispositif de reconnaissance de la parole (2, 130), au dispositif de synthèse de la parole (12, 132) et au terminal (4, 128) par un système de communication série (126) et des modules d'interface série (127, 129, 131), au dispositif d'actionnement (3, 135), au calculateur de bord (8, 63, 136) et à l'auto-radio (5-7, 40-48, 134) par un système de communication par ports parallèles (140) et un système d'expansion de ports parallèles en sortie (133), et au module d'interface (9) avec les capteurs (C_1, C_2, ... C_n) par ledit système de communication par ports parallèles (140) et un système d'expansion de ports parallèles en entrée (137), ladite unité centrale comprenant également une horloge (120) pour la détermination des bases de temps des communications séries et du microprocesseur (123), un circuit (124) de traitement d'interruptions(125) provenant entre autres des capteurs (C_1, C_2, ... C_n) et de l'horloge(120),une mémoire morte (10, 121) contenant le logiciel du microprocesseur (123) et des données fixes et une mémoire vive (10, 120) pour stocker des données variables.

9. Système selon la revendication 8, caractérisé en ce que le système d'expansion de ports parallèles en sortie (133) comprend n blocs (79 - 85) comprenant chacun un registre à décalage de n + 1 cases pour la conversion d'un signal de données séries en signal de données parallèles et un port de n + 1 cases, pour recopier les données du registre à décalage, dont les sorties sont suivies d'amplificateurs trois états, un premier circuit (71) commandé par le microprocesseur (123) et transmettant d'une part un signal de données séries de n + 1 bits (73, 100) à tous les blocs (79 - 85), et d'autre part n signaux de validation (74) pour sélectionner le bloc dans lequel doit être effectué le transfert en parallèle du signal de données séries préalablement inscrit dans le registre à décalage de ce bloc, et un deuxième circuit (72) commandé par le microprocesseur (123) et engendrant d'une part un signal d'horloge de n bits (76) pour sélectionner ledit bloc dans le registre à décalage duquel doit être inscrit le signal de données séries de n + 1 bits et d'autre part un signal de validation en sortie (77, 106) appliqué à tous les blocs (79 - 85) pour l'application du signal de données parallèles en sortie du bloc sélectionné à l'une des interfaces (86, 87, 88) de l'auto-radio (6), du dispositif d'actionnement (3) et du calculateur de bord (8).

10. Système suivant l'une quelconque des revendications 1 à 9, caractérisé en ce qu'il comprend des moyens sonores et/ou visuels pour indiquer si une forme acoustique émise a été reconnue, non reconnue ou rejetée.

11. Procédé d'exploitation du système suivant l'une quelconque des revendications 1 à 10, caractérisé en ce que, consécutivement à la mise sous tension électrique du système, on sélectionne le fonctionnement du système en régime automatique ou manuel, en ce que, dans l'un et l'autre régime, le système assure un ensemble d'initialisations suivant une séquence donnée, en ce que le système passe ensuite directement en mode reconnaissance de la parole lorsque le régime automatique a été sélectionné et délivre une interrogation quant au mode de fonctionnement souhaité lorsque le

régime manuel a été sélectionné, et en ce que, en réponse à ladite interrogation, on sélectionne au moyen dudit terminal (4) ledit mode souhaité parmi plusieurs modes de fonctionnement comprenant un mode"d'apprentissage" (158) pour l'introduction d'un dictionnaire de références acoustiques dans le système et le mode "reconnaissance de la parole" (159) suivant lequel le système compare des formes acoustiques prononcées par un locuteur à un dictionnaire de référence préalablement mémorisées.

12 . Procédé suivant la revendication 11, caractérisé en ce que les modes de fonctionnement pouvant être sélectionnés en régime manuel comprennent également :

- un mode "aide à la compréhension du système"(160) suivant lequel le système délivre, par l'intermédiaire du terminal (4), des renseignements utiles à son exploitation ;
- un mode "sauvegarde" (161) consistant à lire des informations caractérisant des formes acoustiques mémorisées dans une mémoire du dispositif de reconnaissance de la parole (2) et à les écrire dans la mémoire vive (10, 120) de l'unité centrale (11);
- un mode "chargement" (162) consistant à lire des informations caractérisant des formes acoustiques mémorisées dans la mémoire de l'unité centrale (11) et à les écrire dans une mémoire du dispositif de reconnaissance de la parole (2) ;
- un mode "modification" (163) permettant de modifier des références acoustiques du vocabulaire mémorisé dans le dispositif de reconnaissance de la parole (2) ou d'ajouter de nouvelles références acoustiques à ce vocabulaire ;
- un mode "paramètres" (164) permettant, par l'intermédiaire du terminal (4), de lire ou d'écrire des valeurs propres à l'exploitation du système ; et
- un mode "erreur" (165) délivrant un message d'erreur en cas de manoeuvre erronée du terminal (4) lors de la sélection de l'un desdits modes de fonctionnement du régime manuel.

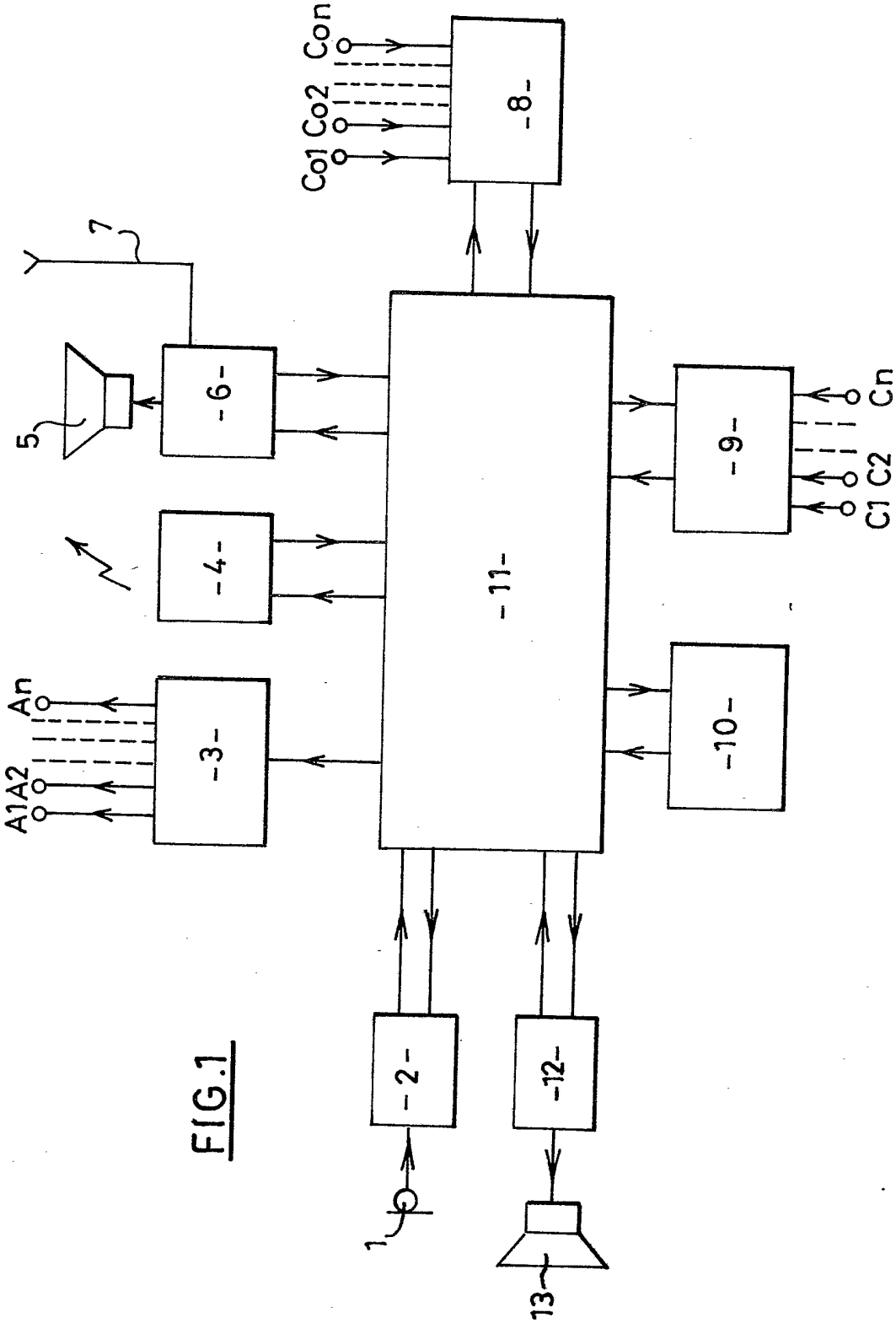


FIG.1

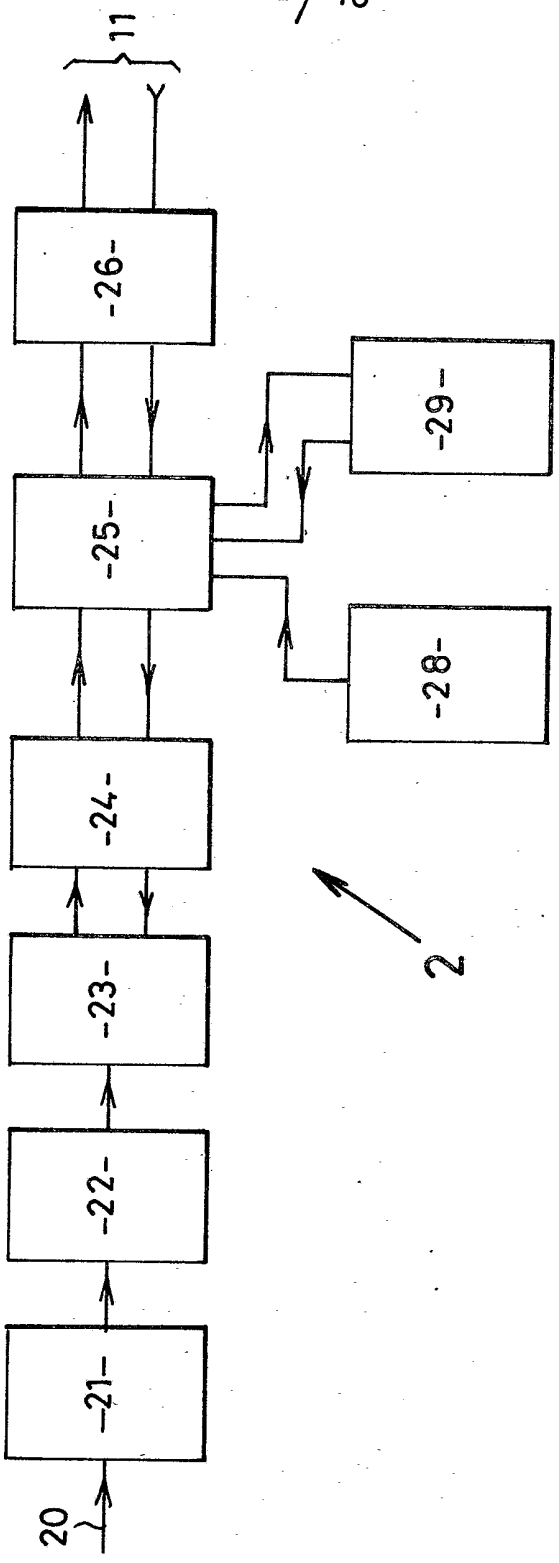


FIG.2

FIG.3

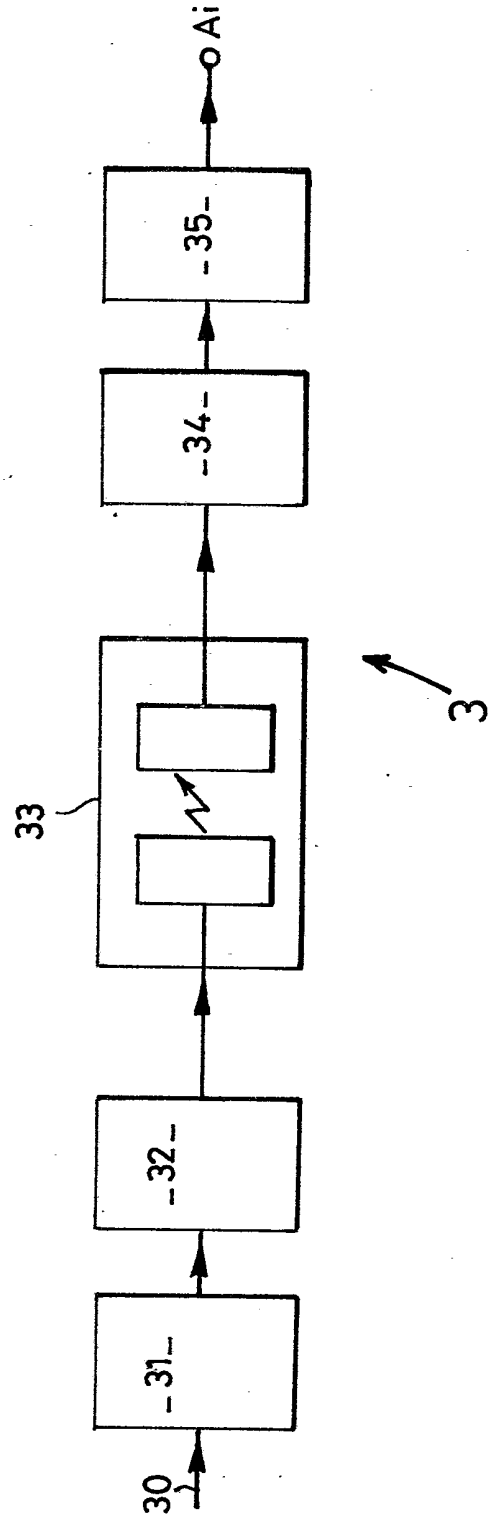


FIG.4b

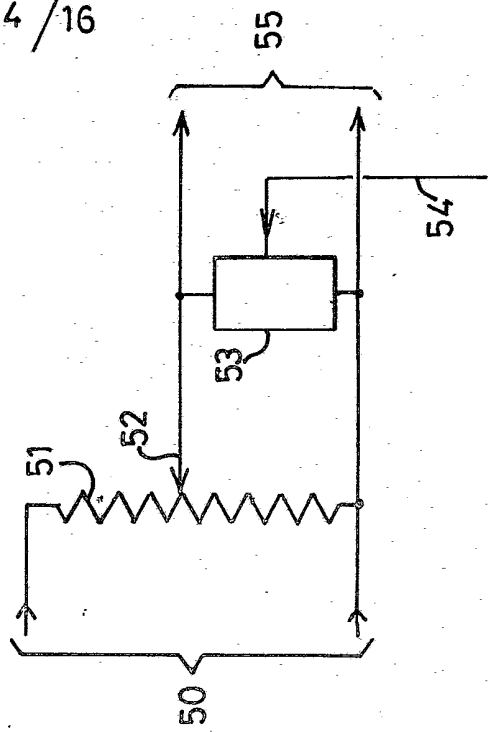
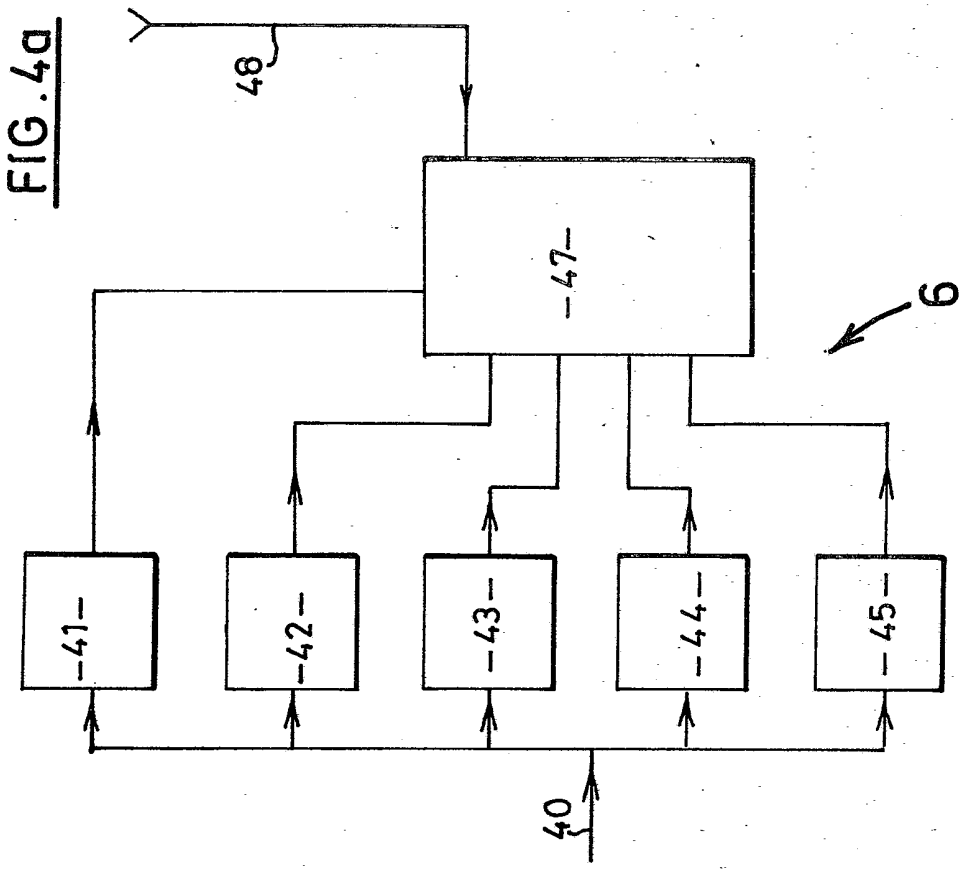


FIG.4a



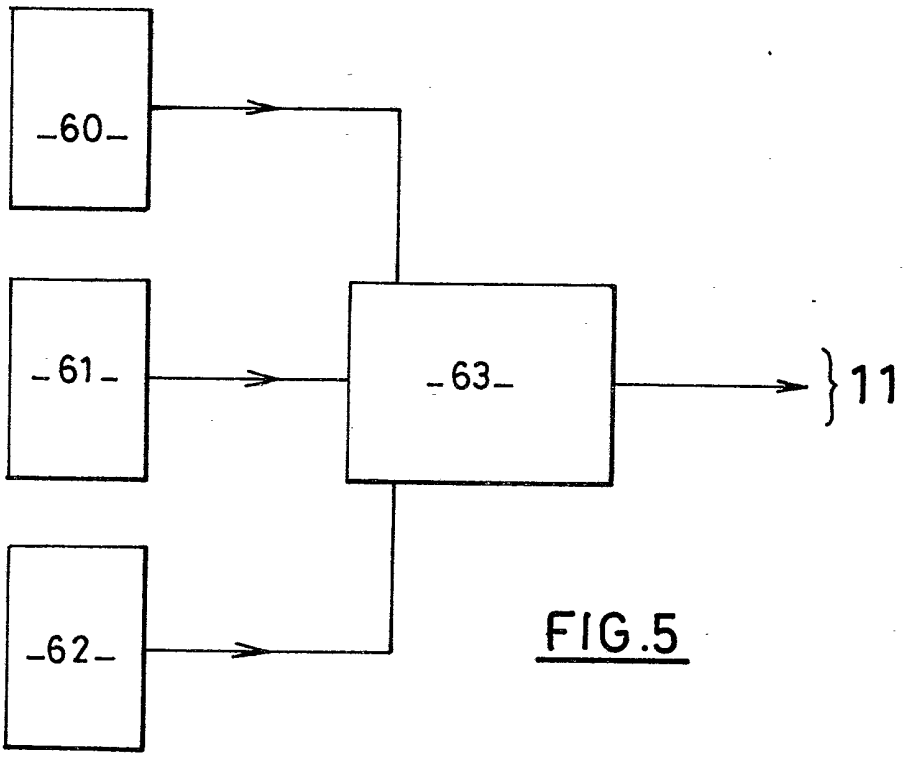


FIG.5

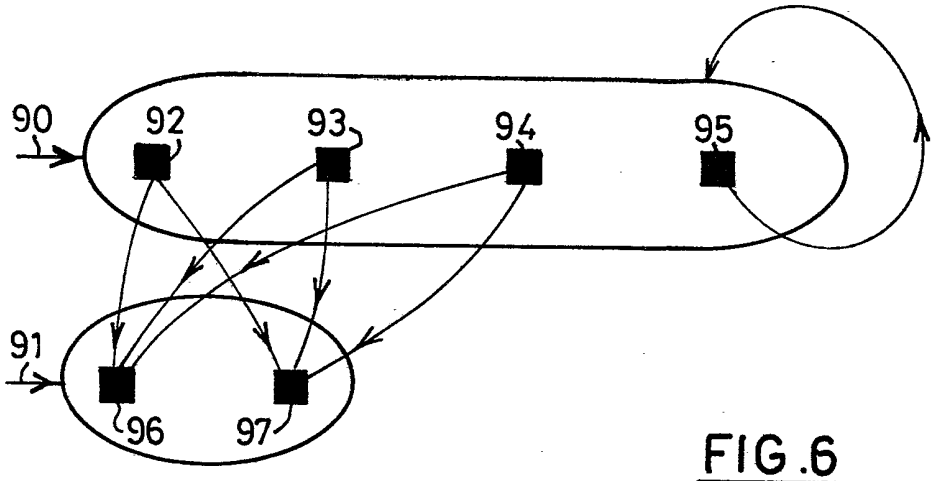


FIG.6

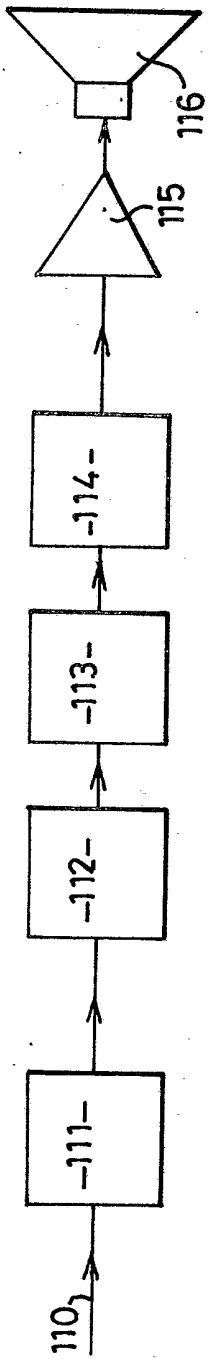


FIG.7

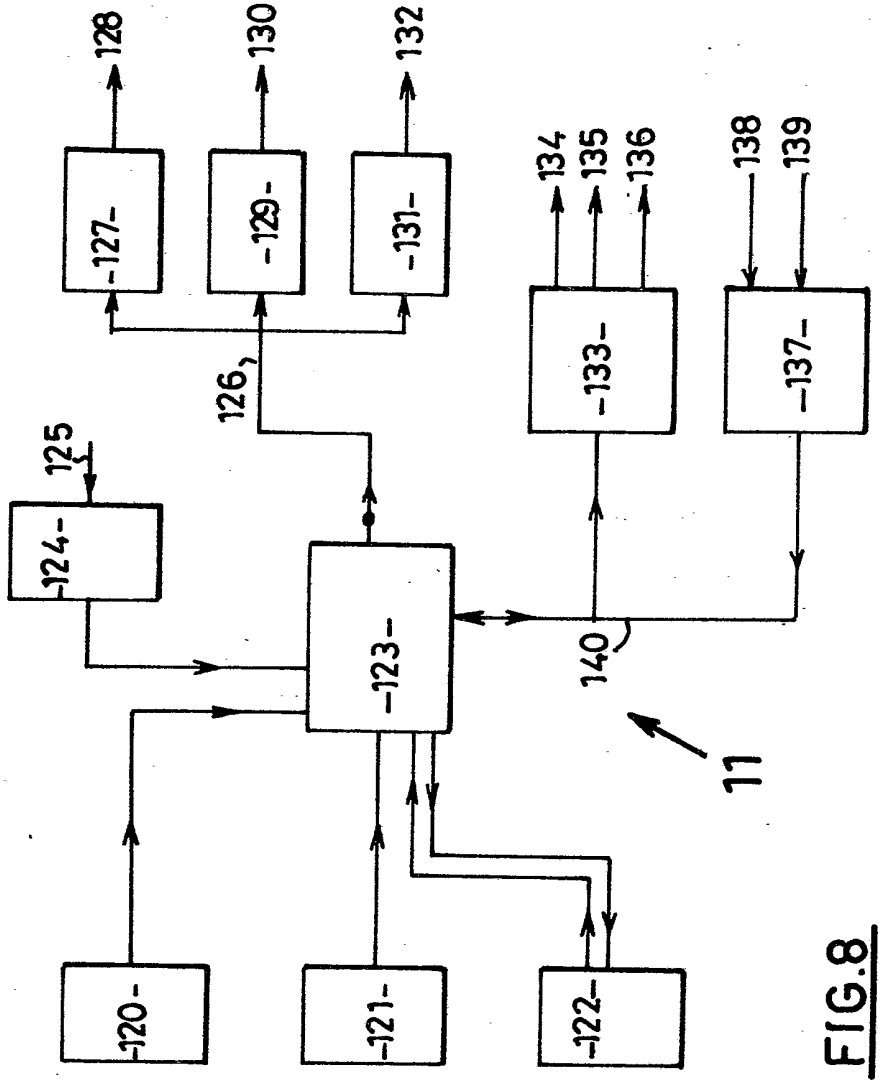
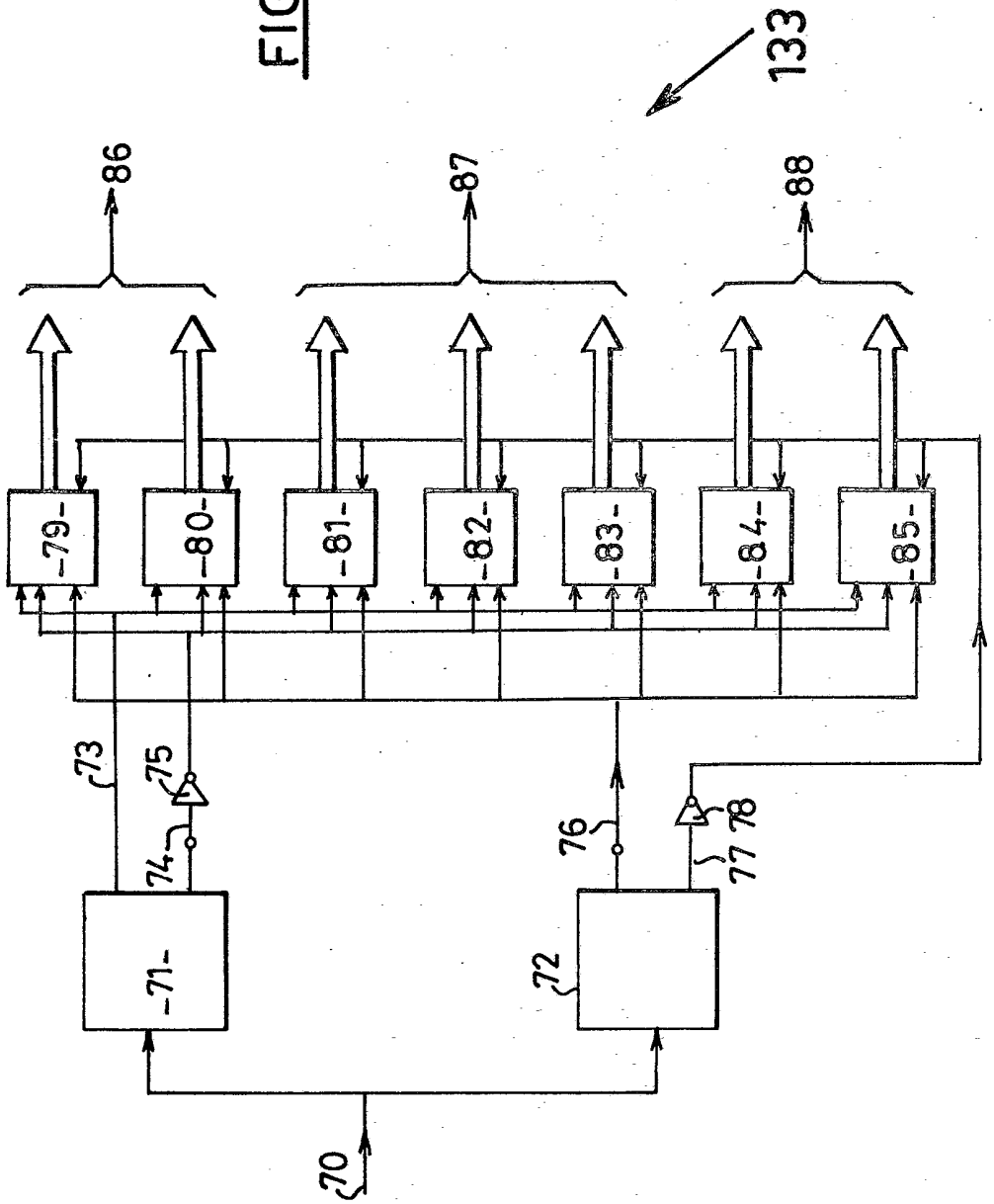

128
130
132
134
135
136
138
139
-127-
-129-
-131-
-133-
-137-
126
125
-124-
-123-
140
11
-120-
-121-
-122-

FIG.8

FIG.9



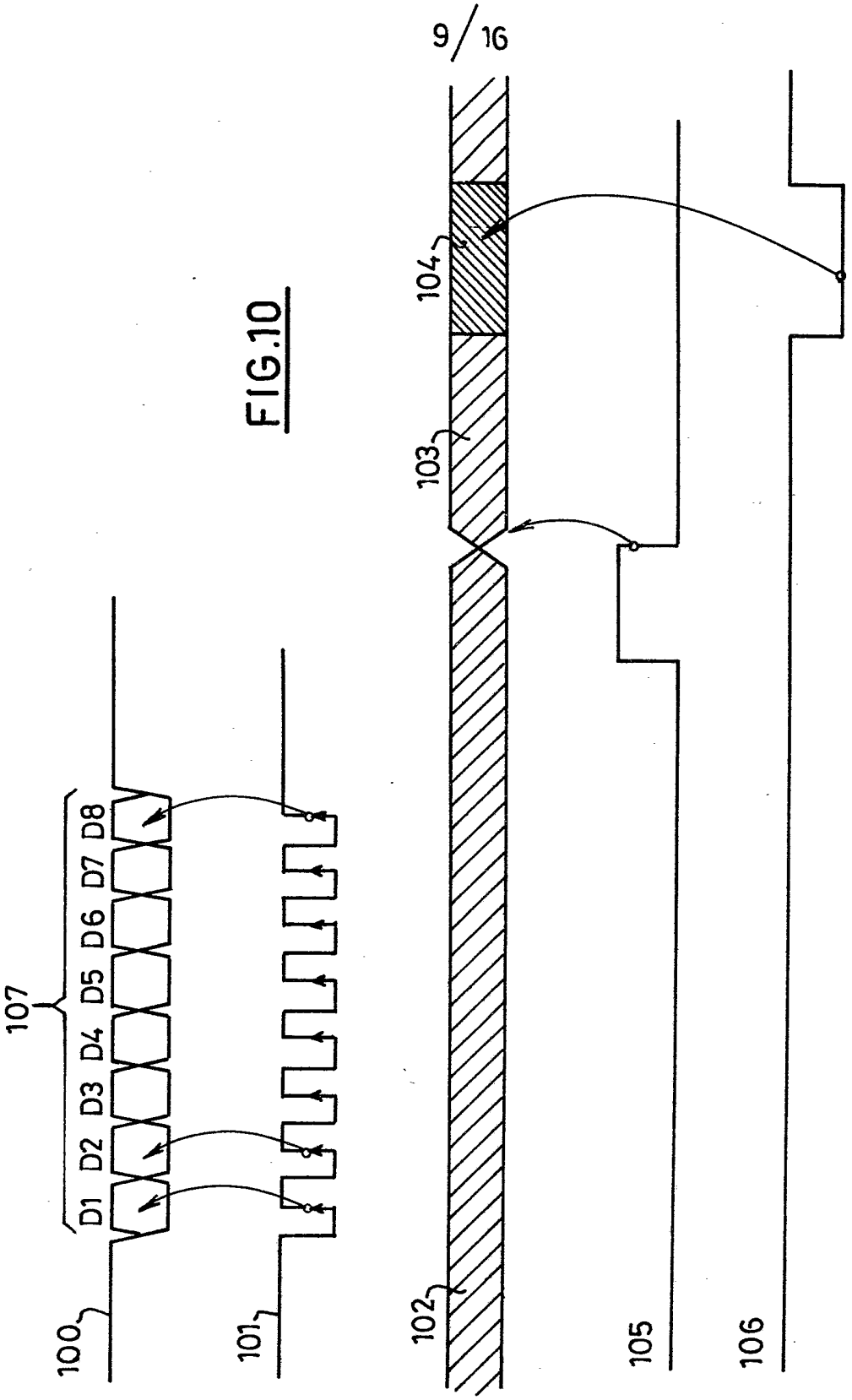


FIG.10

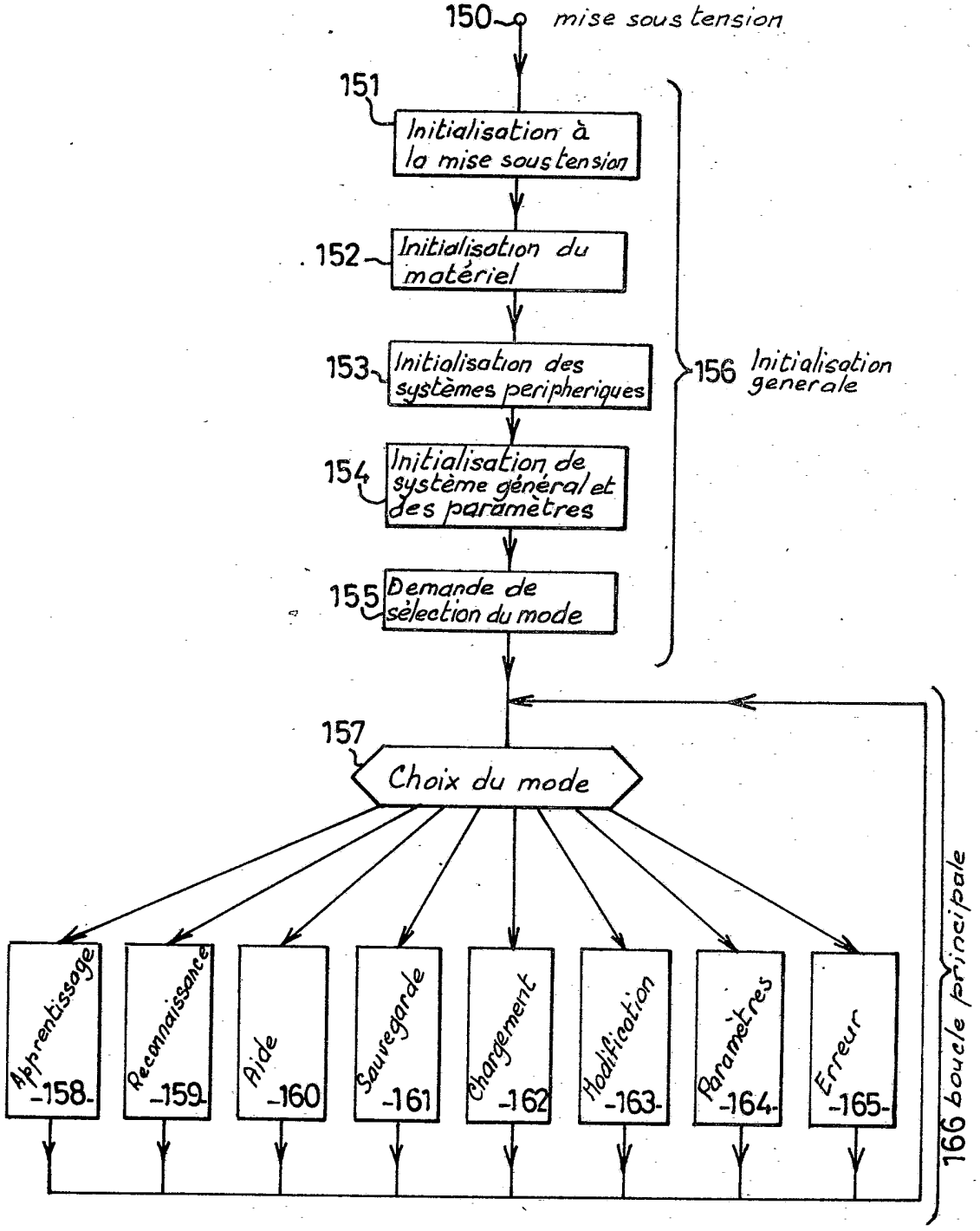
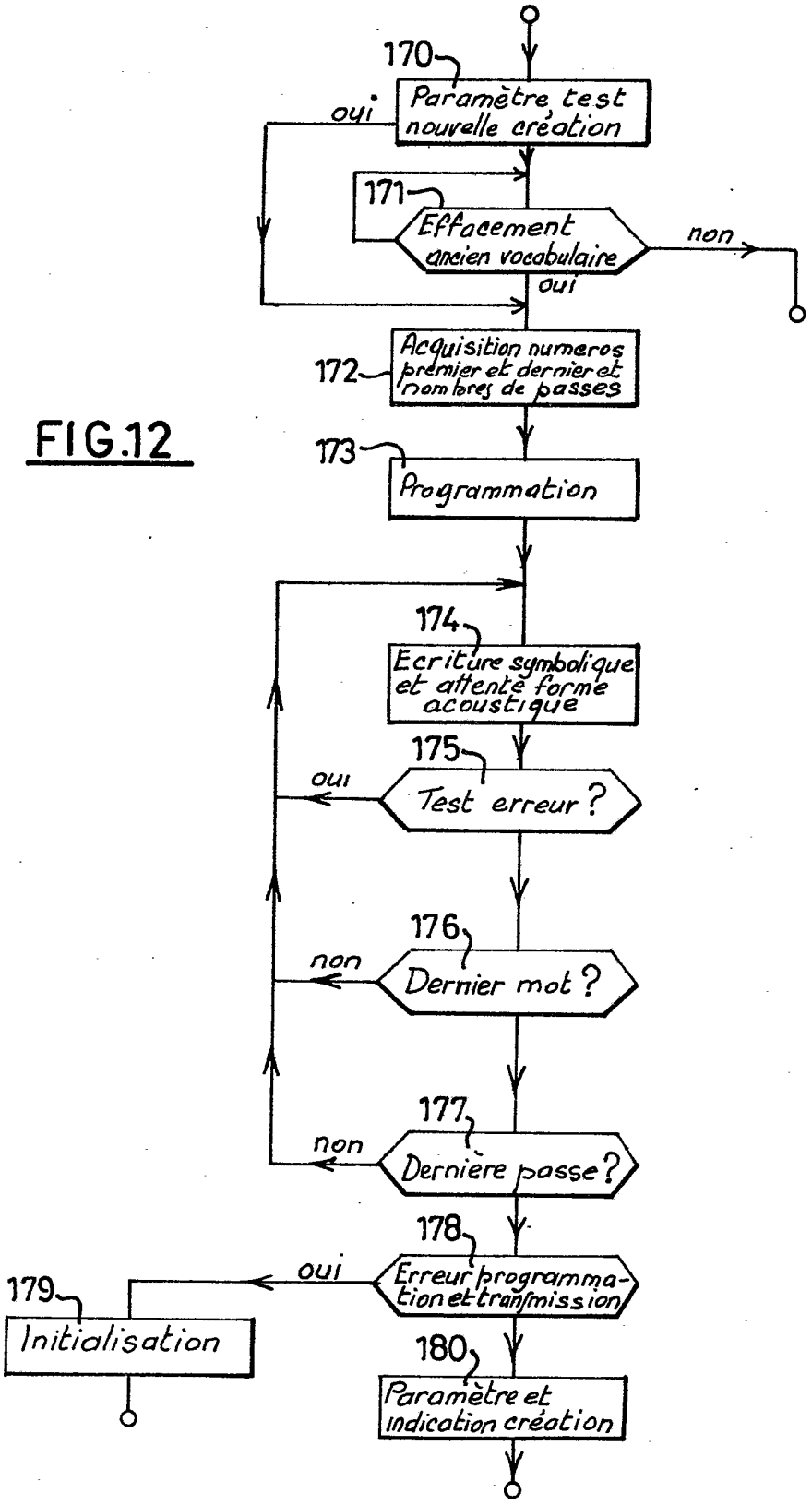

150
mise sous tension
151
Initialisation à la mise sous tension
152
Initialisation du matériel
153
Initialisation des systèmes peripheriques
154
Initialisation de système général et des paramètres
155
Demande de sélection du mode
156 Initialisation generale
157
Choix du mode
Apprentissage -158-
Reconnaissance -159-
Aide -160
Sauvegarde -161
Chargement -162
Modification -163-
Paramètres -164-
Erreur -165-
166 boucle principale

FIG.11

FIG.12


170
Paramètre test nouvelle création
oui
171
Effacement ancien vocabulaire
non
oui
172
Acquisition numeros premier et dernier et nombres de passes
173
Programmation
174
Ecriture symbolique et attente forme acoustique
175
oui
Test erreur ?
176
non
Dernier mot ?
177
non
Dernière passe ?
178
oui
Erreur programmation et tranfmission
179
Initialisation
180
Paramètre et indication création

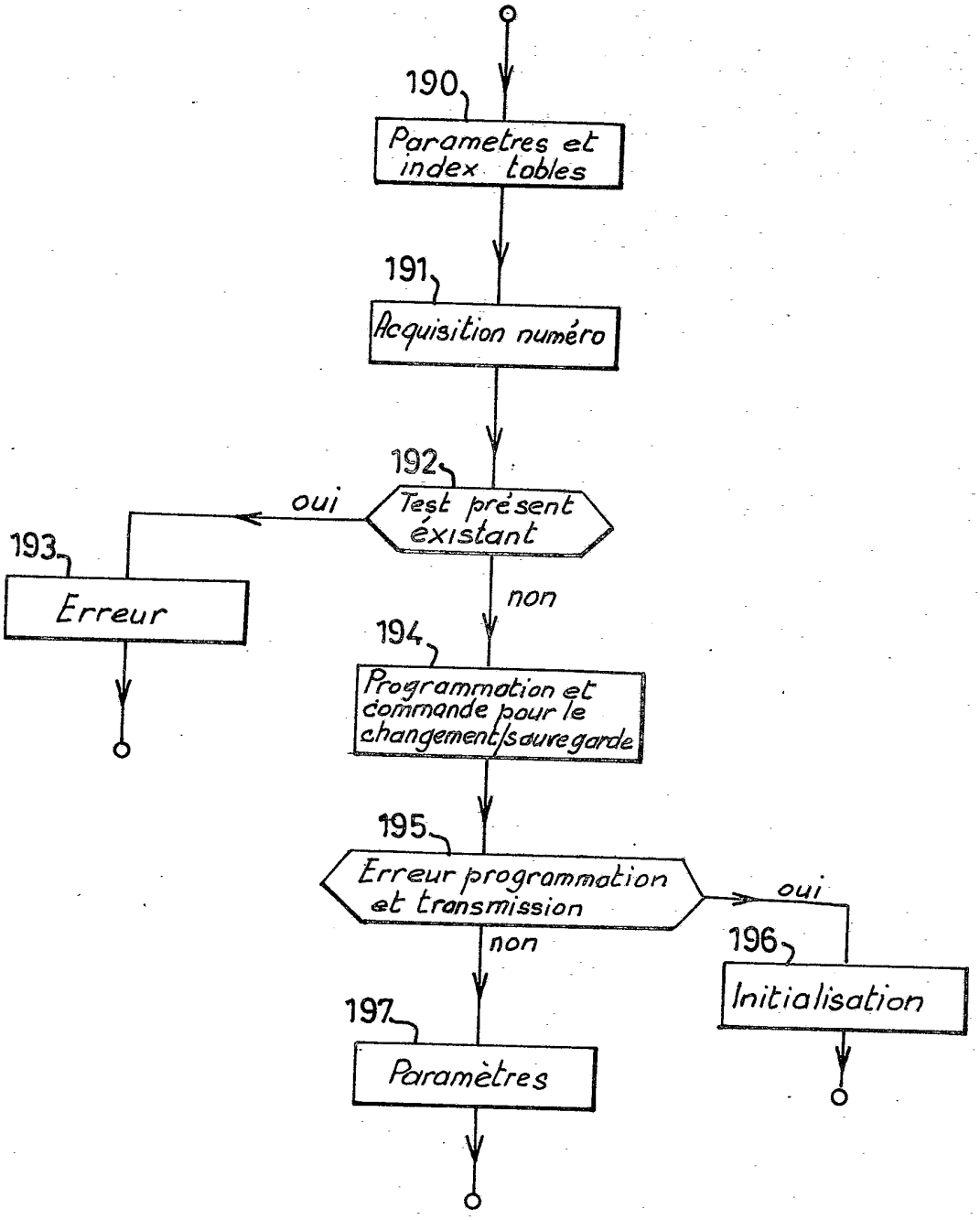

190
Parametres et index tables
191
Acquisition numéro
192
Test présent existant
oui
193
Erreur
non
194
Programmation et commande pour le changement/sauvegarde
195
Erreur programmation et transmission
oui
196
Initialisation
non
197
Paramètres

FIG.13

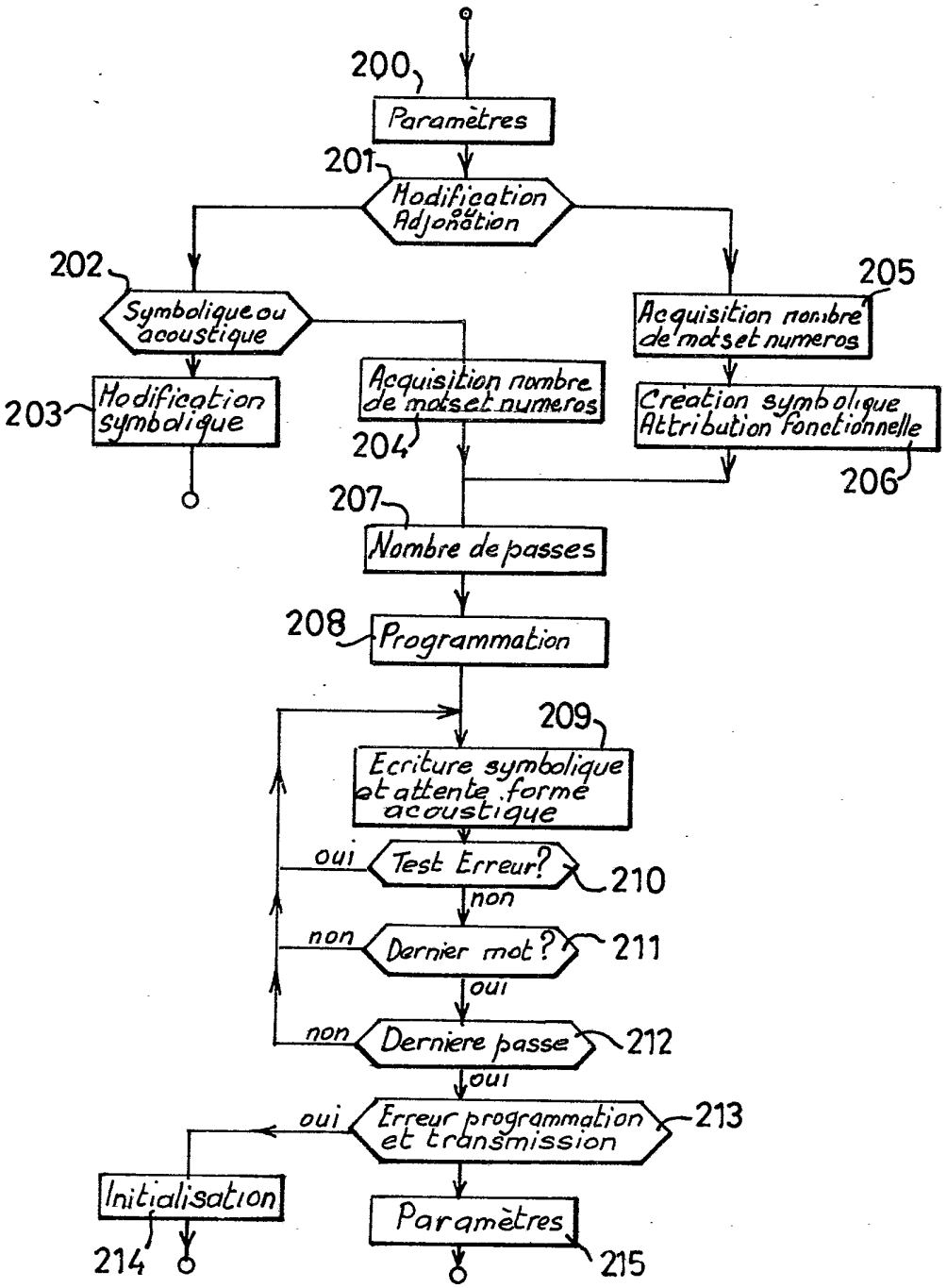
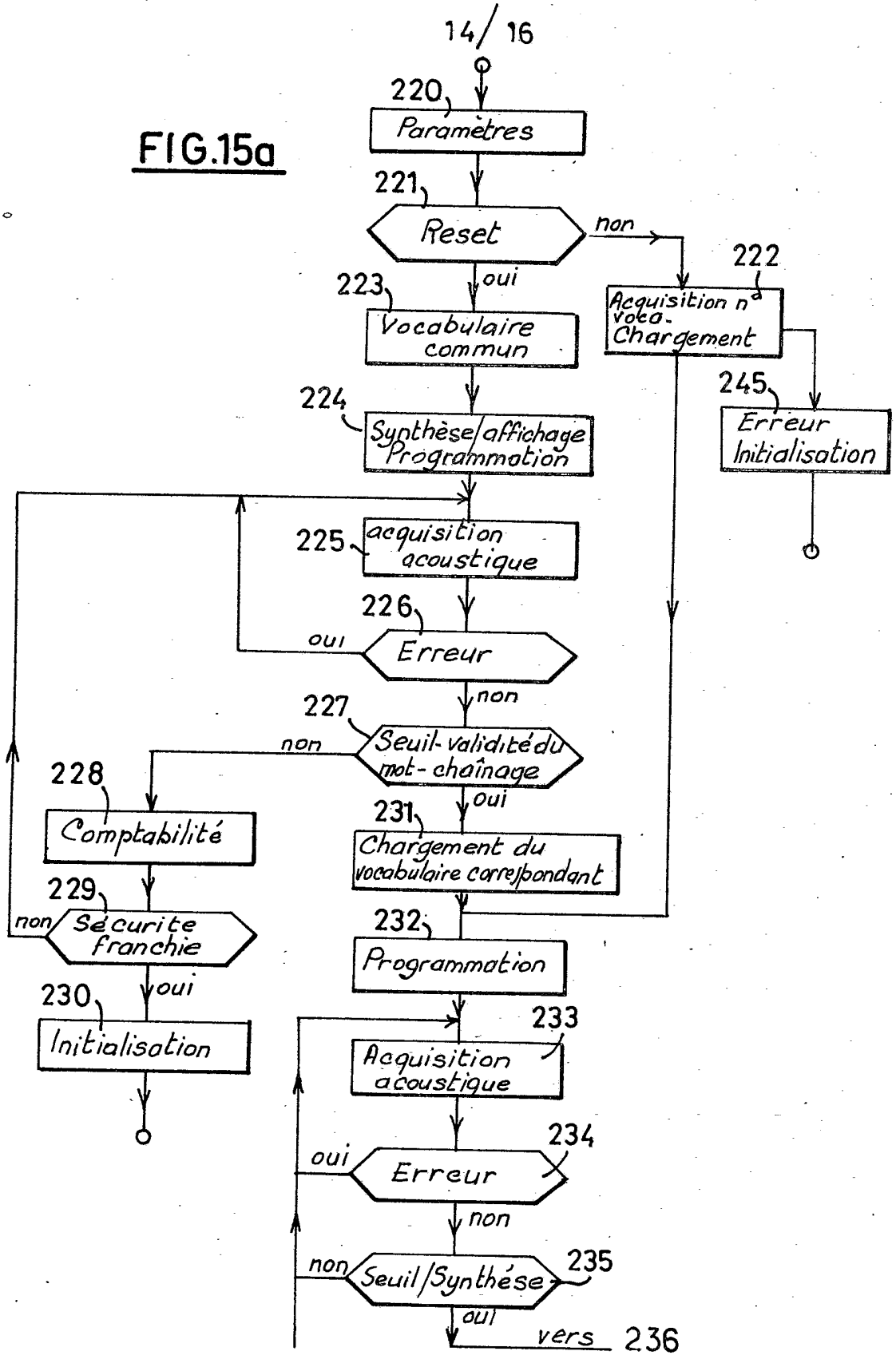

200
Paramètres
201
Modification ou Adjonction
202
Symbolique ou acoustique
205
Acquisition nombre de mots et numeros
203
Modification symbolique
Acquisition nombre de mots et numeros
204
Création symbolique Attribution fonctionnelle
206
207
Nombre de passes
208
Programmation
209
Ecriture symbolique et attente forme acoustique
oui
Test Erreur?
210
non
non
Dernier mot?
211
oui
non
Derniere passe
212
oui
oui
Erreur programmation et transmission
213
Initialisation
214
Paramètres
215

FIG.14

FIG.15a


220
Paramètres
221
Reset
non
oui
222
Acquisition n° voca. Chargement
223
Vocabulaire commun
245
Erreur Initialisation
224
Synthèse/affichage Programmation
225
acquisition acoustique
226
Erreur
oui
non
227
Seuil-validité du mot-chaînage
non
oui
228
Comptabilité
231
Chargement du vocabulaire correspondant
229
non
Sécurité franchie
232
Programmation
oui
230
Initialisation
233
Acquisition acoustique
234
oui
Erreur
non
non
Seuil/Synthèse
235
oui
vers 236

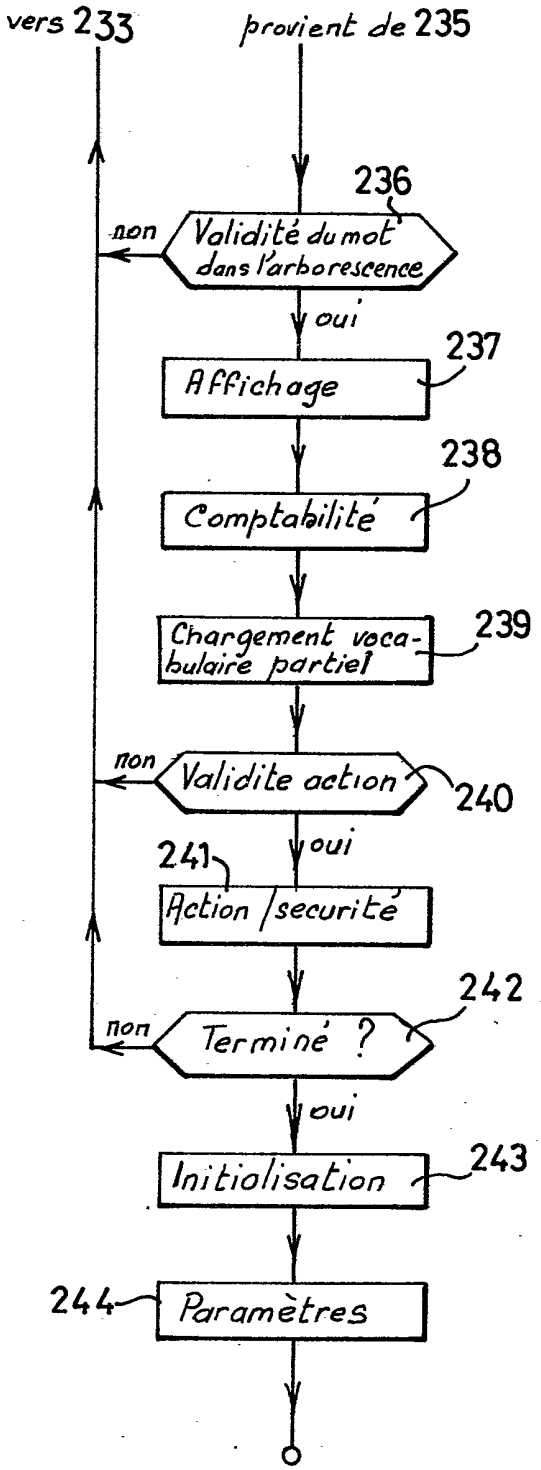
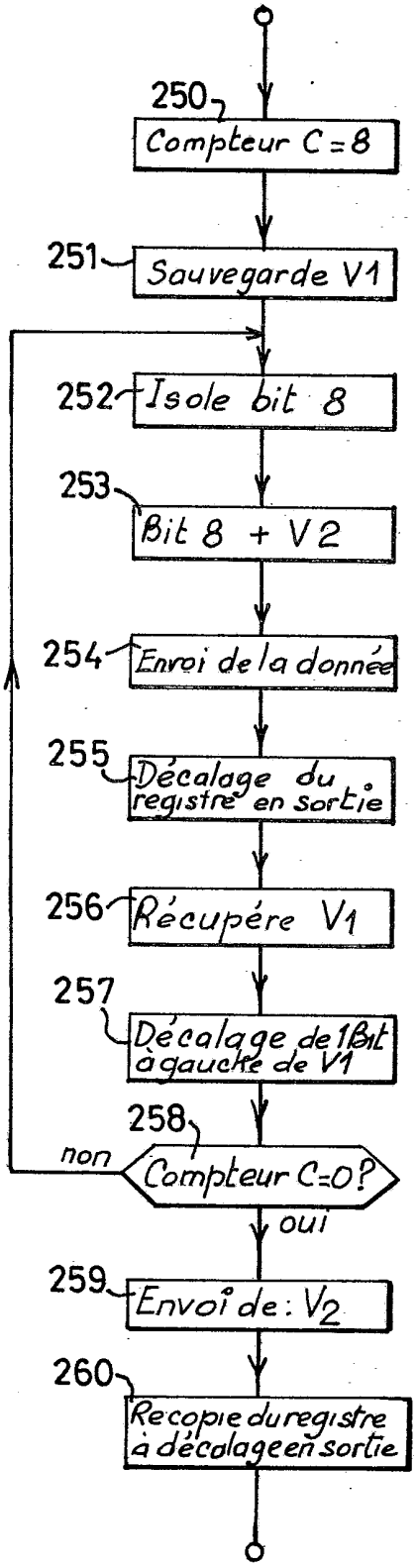

vers 233
provient de 235
236
non
Validité du mot dans l'arborescence
oui
237
Affichage
238
Comptabilité
239
Chargement vocabulaire partiel
non
Validite action
240
oui
241
Action /securité
242
non
Terminé ?
oui
243
Initiolisation
244
Paramètres

FIG.15b

FIG.16


250
Compteur C=8
251
Sauvegarde V1
252
Isole bit 8
253
Bit 8 + V2
254
Envoi de la donnée
255
Décalage du registre en sortie
256
Récupére V1
257
Décalage de 1Bit à gauche de V1
258
non
Compteur C=0?
oui
259
Envoi de: V2
260
Recopie du registre à décalage en sortie