



(12)

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

(43) Date de publication:  
20.07.2005 Bulletin 2005/29

(51) Int Cl.7: F01D 21/00

(21) Numéro de dépôt: 04293145.1

(22) Date de dépôt: 28.12.2004

(84) Etats contractants désignés:  
AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR  
HU IE IS IT LI LT LU MC NL PL PT RO SE SI SK TR  
Etats d'extension désignés:  
AL BA HR LV MK YU

(72) Inventeur: Verniau, Jean-Luc  
91170 Viry-Chatillon (FR)

(74) Mandataire: Plaçais, Jean-Yves  
Cabinet Netter,  
36, avenue Hoche  
75008 Paris (FR)

(30) Priorité: 13.01.2004 FR 0400270

(71) Demandeur: SNECMA MOTEURS  
75015 Paris (FR)

(54) Dispositif de commande de gaz pour banc d'essai

(57) L'invention concerne un dispositif de commande de gaz pour turbomachine d'aéronef. Il comprend un ensemble de commande agissant sur la commande native de la turbomachine (MT1-MT3), en fonction d'une entrée manuelle définie par un organe de pilotage (1). L'organe de pilotage délivre un signal de position angulaire de manette (CL, 10JS). L'ensemble de commande comprend :

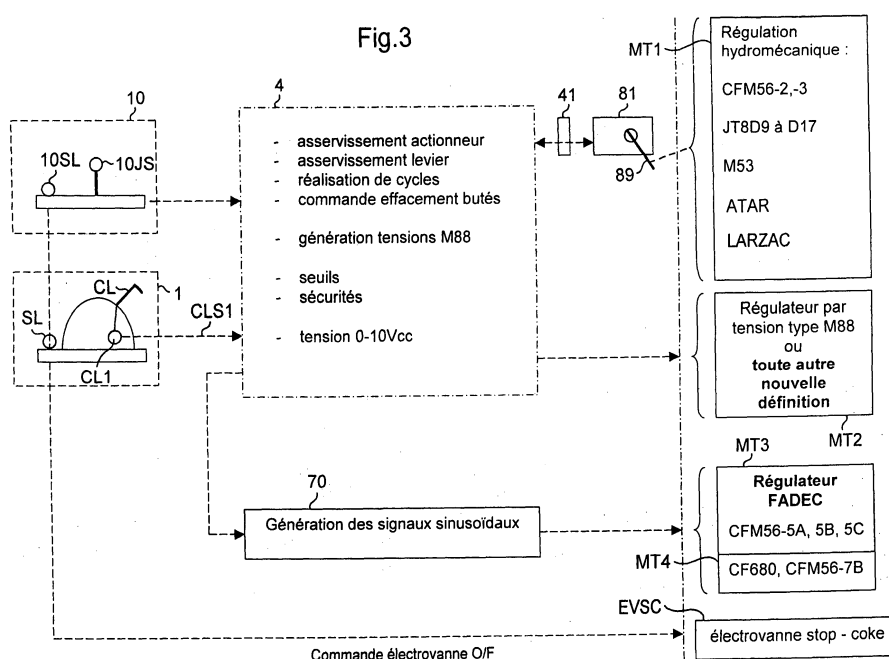
- un automate (4) pour convertir le signal de position

angulaire de manette en un signal de position angulaire transformé, selon une loi de commande choisie, et

- une interface (70) pour convertir le signal de position angulaire transformé en deux signaux sinusoïdaux, de type résolveur,

permettant ainsi de piloter par le même dispositif différentes turbomachines, comme des turbomachines ayant pour commande native des signaux de type sinusoïdal.

Fig.3



## Description

**[0001]** L'invention concerne de façon générale les turbomachines. Elle s'applique notamment aux réacteurs d'aéronefs.

**[0002]** Les modes de commande des réacteurs, que l'on appelle ici moteurs, sont assez diversifiés. Cela ne pose pas de problème sur un moteur en service normal. Par contre, dans certaines situations, comme l'essai de moteurs au banc, cette diversité conduit à une grande diversité d'équipements, voire à la multiplication des bancs eux-mêmes, qui sont alors chacun dédié à un type particulier de moteur, d'où en finale des investissements assez lourds.

**[0003]** La présente invention vient améliorer la situation.

**[0004]** L'invention propose un dispositif de commande de gaz pour turbomachine d'aéronef, du type comprenant un ensemble de commande, propre à agir sur la commande native de la turbomachine, en fonction d'une entrée manuelle définie par un organe de pilotage, dans lequel l'organe de pilotage est agencé pour délivrer un signal de position angulaire de manette, sous la forme d'une tension, en particulier d'une tension continue.

**[0005]** Selon une caractéristique principale de l'invention, l'ensemble de commande comprend :

- un automate, capable de convertir le signal de position angulaire de manette en un signal de position angulaire transformé, en fonction d'une loi de commande choisie, et
- au moins une interface, capable de convertir le signal de position angulaire transformé en deux signaux sinusoïdaux, en particulier de type résolveur,

ce qui permet de piloter par le même dispositif différentes turbomachines, en particulier des turbomachines ayant pour commande native des signaux de type sinusoïdal.

**[0006]** Selon une caractéristique avantageuse de l'invention, le dispositif comprend en outre un module actionneur adapté pour recevoir en entrée le signal de position angulaire transformé et pour délivrer en sortie une commande native pour turbomachines à commande hydromécanique, l'automate étant adapté pour asservir le module actionneur comprenant un moteur et un réducteur. De préférence, le module actionneur est apte à agir électromécaniquement sur un levier d'un régulateur de turbomachine à commande hydromécanique et, de plus, l'automate est adapté pour commander le levier du module actionneur.

**[0007]** En option, l'interface est capable, à partir d'un signal d'excitation transmis par un régulateur de turbomachine de convertir un signal de position angulaire transformé en deux signaux sinusoïdaux transmis au régulateur de turbomachine ayant pour commande native des signaux de type sinusoïdal.

**[0008]** De manière avantageuse, le signal de position angulaire transformé comprend soit un signal linéaire, soit deux signaux trigonométriques.

**[0009]** D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront à l'examen de la description détaillée ci-après, et des dessins annexés, sur lesquels :

- la figure 1 est un schéma de principe d'un banc d'essais apte à travailler sur différent types de moteurs, illustrés,
- la figure 2 est le schéma de principe de la figure 1, plus détaillé,
- la figure 3 illustre le schéma de principe d'un banc d'essai selon l'invention apte à travailler avec différents types de moteurs,
- la figure 4 illustre de façon schématique, les échanges de signaux entre un générateur de signaux sinusoïdaux du banc d'essai selon l'invention et un premier type de calculateur,
- la figure 5 illustre de façon schématique, les échanges de signaux entre un générateur de signaux sinusoïdaux du banc d'essai selon l'invention et un deuxième type de calculateur,
- la figure 6 illustre de façon schématique, le schéma de principe d'un banc d'essai selon l'invention apte à travailler avec un moteur fonctionnant à partir de signaux sinusoïdaux, et
- la figure 7 illustre de façon schématique, un générateur de signaux sinusoïdaux du banc d'essai selon l'invention apte à travailler avec le deuxième type de calculateur de la figure 4,
- la figure 8 illustre de façon schématique, le schéma de principe d'un banc d'essai selon l'invention comprenant une interface pour opérateur,
- la figure 9 illustre de façon schématique, une réalisation de l'interface pour opérateur selon l'invention,
- la figure 10 illustre la légende des boîtiers utilisés dans les logigrammes des circuits logiques de l'automate des figures 11 à 20,
- les figures 11-A à 11-C illustrent sous forme de logigrammes les circuits logiques de l'automate permettant la récupération des demandes de l'opérateur,
- les figures 12-A et 12-B illustrent sous forme de logigrammes d'autres circuits logiques de l'automate permettant la récupération des demandes de l'opérateur,
- les figures 13-A et 13-B illustrent sous forme de logigrammes des circuits logiques de l'automate permettant la gestion des défauts,
- les figures 14-A à 14-E illustrent sous forme de logigrammes cinq circuits logiques de l'automate permettant la récupération de paramètres moteurs,
- les figures 15-A et 15-B illustrent sous forme de logigrammes des premiers circuits logiques de l'automate permettant la récupération d'angles manette minimum et maximum pour un moteur choisi,

- la figure 16 illustre sous forme de logigramme un deuxième circuit logique de l'automate permettant la récupération de l'angle manette à partir du signal d'un potentiomètre de manette,
- les figures 17-A à 17-C illustrent sous forme de logigrammes trois circuits logiques de l'automate permettant le calcul en sortie de l'angle manette en degré et/ou en radian,
- les figures 18-A à 18-D illustrent sous forme de logigrammes des circuits logiques de l'automate permettant le calcul et la mise à l'échelle des cosinus et des sinus à partir des sorties des figures 17,
- les figures 19-A et 19-B illustrent sous forme de logigrammes deux circuits logiques de l'automate permettant la recopie de la commande moteur dans l'échelle de la loi moteur et la recopie de la commande moteur dans l'échelle une échelle donnée pour un système d'acquisition ACQ,
- les figures 20-A à 20-G illustrent sous forme de logigrammes des circuits logiques de l'automate permettant la délivrance de sorties analogiques de l'automate, notamment pour un calculateur redondant.

**[0010]** Les dessins annexés pourront non seulement servir à compléter l'invention, mais aussi contribuer à sa définition, le cas échéant.

**[0011]** On s'intéresse ici à un ensemble modulaire permettant de piloter la commande des gaz des réacteurs (commande électromécanique ou électrique). La commande des gaz peut être réalisée de trois manières suivant le type de régulation du réacteur:

- soit par actionneur: commande électromécanique du levier de commande de régulation réacteur,
- soit par signaux électriques sinusoïdaux, de type synchro-résolveurs, appliqués directement aux calculateurs du réacteur,
- soit par génération de tensions: lois spécifiques appliquées aux calculateurs du réacteur.

**[0012]** La figure 1 est un schéma de principe d'un banc d'essais apte à travailler sur différents types de moteurs, illustrés. La figure 2 est le même schéma de principe, un peu plus détaillé, mais sans faire apparaître les moteurs.

**[0013]** Les dispositifs des figures 1 et 2 font partie d'une installation, telle qu'utilisée jusqu'à présent par la Demanderesse, et que l'on va maintenant décrire.

**[0014]** La référence 1 désigne l'organe de pilotage dont dispose l'opérateur effectuant des essais sur un moteur. Cet organe de pilotage comprend ici:

- un levier CL, qui assure la commande de gaz proprement dite, et
- un autre levier SL, qui permet de stopper l'alimentation du moteur en carburant, ce qui se fait généralement par une électro-vanne dite "stop-coke", in-

corporée à tout moteur civil.

**[0015]** En variante, ou en complément, l'organe de pilotage peut comporter une manette physique PM, pour assurer la commande de gaz proprement dite. Dans le dispositif connu, cette manette PM agit sur le levier CL par l'intermédiaire d'un asservissement de position 2, dit "servo-manette".

**[0016]** Il est associé au levier CL un capteur de position angulaire CL1 de type potentiomètre. Cette position angulaire, ou sa recopie, est transmise électriquement sous forme d'un signal analogique de position CLS1, en particulier un signal de tension potentiométrique continu, à un ensemble de commande 4, sur lequel on reviendra.

**[0017]** Par ailleurs, il peut être également associé au levier CL un autre capteur d'angle CL2 de type résolveur, qui fournit de son côté des signaux CLS2 de type sinusoïdaux résolveur, représentant d'une autre manière la position du levier CL. Ces signaux sont ensuite transmis ou non au travers de module de mise en forme suivant le type de réacteur puis transmis au calculateur.

**[0018]** Dans les réacteurs d'avions, que l'on appelle ici moteurs, il existe différents modes (appelés aussi lois) de commande des gaz, en fonction, notamment, de la classe d'avion concernée, de la génération de réacteur concernée dans ces classes, et du constructeur.

**[0019]** La référence MT1 désigne un moteur à commande des gaz par régulation hydromécanique. Ce peut être l'un des moteurs suivants: CFM56-2, CFM56-3, JT8D9 à JT8D17, M53, ATAR, LARZAC, tous fabriqués par la Demanderesse. L'organe d'entrée de la commande des gaz, côté moteur, est alors un levier 89. Dans ce cas, l'ensemble de commande 4 comprend un tiroir électronique 41 (TEG), lequel agit sur un actionneur 81, qui commande à son tour le levier 89.

**[0020]** On désignera par "tiroir électronique" un module qui peut se présenter sous forme de tiroir recevant des racks électroniques et propre à agir sur des moyens de type actionneur, régulateur ou autres.

**[0021]** La référence MT2 désigne un moteur à commande des gaz par tensions électriques, comme par exemple le modèle M88 de la Demanderesse. Dans ce cas, l'ensemble de commande 4 comprend un tiroir spécifique de ce moteur 42 (TSM88), lequel est chargé de fournir les tensions adéquates.

**[0022]** La référence MT3 désigne un moteur à commande des gaz par signaux de type synchro-résolveur, notamment pour un régulateur dit "FADEC" ("Full Authority Digital Engine Control"), comme par exemple les moteurs CFM56-5A/5B/5C. De tels moteurs peuvent opérer soit en mode ECU ("Engine Control Unit"), soit en mode EEC ("Electronic Engine Control"). Le régulateur FADEC implique par principe un calculateur redondant.

**[0023]** La référence MT3 couvre également les moteurs dont le calculateur de contrôle n'est pas redon-

dant, comme les calculateurs dits PMC ("Power Management Control"), par exemple le moteur CF6 80 C2 PMC/PMUX.

**[0024]** Dans le cas d'un moteur de type MT3, l'ensemble de commande 4 comprend un étage 43, qui peut opérer par simple recopie des signaux CLS2 en provenance du levier CL, dans la mesure où celui-ci est également à sortie de type synchro-résolveur.

**[0025]** La référence MT4 désigne un moteur à commande des gaz par signaux synchro-résolveurs, comme par exemple le moteur CF6 80 E1 FADEC, CF680 C2 FADEC ou CFM 56-7B de la Demanderesse.

**[0026]** Dans ce cas, l'ensemble de commande 4 comprend une interface spécifique 44 (ISCF6), qui peut opérer par adaptation des signaux en provenance du levier CL, dans la mesure où celui-ci est à sortie de type synchro-résolveur.

**[0027]** En pratique, les éléments 1 et 4 (sauf 89) sont placés en salle de contrôle. S'il y a lieu, l'actionneur 89 est placé sur le réacteur ou à proximité immédiate.

**[0028]** Le levier manette pilote CL devrait permettre les fonctions suivantes, dont certaines on déjà été énoncées :

- élaboration d'un signal électrique fonction de l'angle du levier manette,
- transmission des signaux de commandes, par 2 signaux synchro-résolveurs, aux calculateurs du réacteur (FADEC),
- butées réglables permettant de positionner le levier à des angles précis (ralenti, plein gaz, post-combustion, notamment),
- gâchette permettant d'effacer les butées (lors d'une accélération rapide par exemple),
- commande de déplacement du levier par réglage fin (démultiplication),
- levier de commande de coupure carburant (pour commande électrovanne stop-coke).

**[0029]** Dans l'ensemble 4, l'élément concerné parmi 41 à 44 :

- reçoit le signal électrique de la manette pilote et affiche l'angle actionneur,
- délivre des seuils réglables (contacts secs) fonction de l'angle manette,
- réalise l'asservissement de l'actionneur,
- délivre un signal de recopie de position actionneur (0-10Vcc),
- reçoit éventuellement une commande externe pour piloter l'actionneur par signal 0-10Vcc (en remplacement de la manette),
- permet d'ajuster les références manette pilote et actionneur (réglage zéro degré) et d'effectuer des réglages (gain, intensité max. actionneur, seuils, etc.),
- commande le retour au ralenti de l'actionneur sur un surcouple de l'actionneur,

- commande le réarmement de l'actionneur à distance sur demande pilote.

**[0030]** Enfin, l'actionneur comprenant un moteur et un réducteur :

- permet d'effectuer la commande des réacteurs à régulation hydromécanique par des actions électromécaniques sur le levier du régulateur du réacteur,
- ramène au besoin le levier réacteur en position ralenti (sécurité), sur demande du pilote à partir du tiroir asservissement et de puissance, sur coupure électrique de l'alimentation actionneur, ou encore sur une détection de surcouple.

**[0031]** Différentes versions d'actionneurs sont possibles suivant les types de réacteur (en particulier: débattement, couple moteur et couple de rappel au ralenti)

**[0032]** En options (représentées sur les figures 1 et 2), on peut prévoir :

- un tiroir électronique de motorisation du levier manette (asservissement du levier manette pilote) permettant de réaliser le cyclage (ou pilotage en automatique) tout en laissant au pilote la possibilité de reprendre le contrôle du réacteur à chaque instant,
- un tiroir électronique spécifique de générations des lois M88 avec surveillance et affichage des sorties tension.

**[0033]** Il est par ailleurs nécessaire de spécifier une loi de commande : en effet, il n'y a aucune raison qu'un moteur donné obéisse à la commande par l'organe de pilotage, de la même manière qu'un autre moteur de la même catégorie, ou d'une autre catégorie.

Ainsi:

- le tiroir 41 comporte une entrée de commande externe, pour le réglage et l'affichage des seuils,
- s'agissant d'un outil dédié au moteur M88, le tiroir spécifique 42 peut être intrinsèquement adapté à ce moteur,
- de même, l'étage 43 peut être a priori défini pour le régulateur dit FADEC,
- enfin, l'interface 44 peut elle aussi être intrinsèquement adaptée au moteur CF6.

**[0034]** L'exactitude de la loi de commande est importante. En effet, toute imprécision dans la chaîne de commande peut se traduire par l'endommagement, voire la destruction du moteur, ce qui n'est généralement pas le résultat désiré lorsqu'on le teste.

**[0035]** Les éléments 41 à 44 peuvent être réalisés de la manière suivante :

- le tiroir 41 comprend un rack d'asservissement en position de l'actionneur 81,
- le tiroir spécifique 42 comprend un rack spécifique

M88 permettant la démultiplication de la tension de commande en quatre signaux analogiques moteur,

- dans le mode de réalisation décrit, l'étage 43 est une simple transmission des signaux issus du levier LC,
- l'interface 44 comprend un rack permettant le décalage de la loi de commande des gaz adapté à la loi moteur.

**[0036]** L'installation des figures 1 et 2 offre différentes possibilités intéressantes :

- Maintien du levier manette pilote à sa position par frein réglable;
- Ergonomie du levier manette pilote similaire à celui rencontré sur avion : robustesse, manoeuvre;
- Fonctions de sécurité, comme un retour au ralenti automatique intégré dans l'actionneur, sur détection de surcouple, ou sur commande externe (commande du pilote sur tiroir asservissement, ou sur contact sec comme un bouton poussoir activé par le pilote;
- Alimentation secour 28 volts de l'ensemble.

**[0037]** Mais elle offre aussi des inconvénients significatifs liés aux types de réacteurs à traiter:

- modularité importante suivant les types de réacteurs, c'est à dire que l'installation va, notamment dans l'ensemble 4, comporter des éléments d'autant plus nombreux que le nombre de types de réacteurs différents que l'on veut traiter est plus grand,
- peu de souplesse d'évolution, car de nouvelles adaptations sont à réaliser chaque fois que l'on veut pouvoir traiter un nouveau type de réacteur.

**[0038]** Il en résulte des investissements très élevés, et ce, d'autant plus que le nombre de réacteurs ou moteurs à traiter est plus grand.

**[0039]** En outre, il est maintenant souhaité de pouvoir réaliser des cycles d'endurance en mode automatique (exigences du Cahier des Charges fonctionnel Pilotage). La réalisation de cycles peut se faire en ajoutant une option "tiroir motorisation". Il en résulte là aussi un coût élevé, mise en oeuvre et maintenance délicate, et une faible fiabilité par la multiplication de tiroirs spécifiques.

**[0040]** A l'occasion d'une étude poussée, la Demanderesse a observé qu'il est possible (figure 3), au lieu de la diversité de modules illustrée sur les figures 1 et 2, d'articuler les mêmes fonctions autour d'un module de commande (4), comprenant un automate, qui soit susceptible de procurer la relation adéquate entre:

- la grandeur opérateur, définie par l'organe de pilotage, et
- la grandeur actionneur reçue par le moteur traité,

- et ce, compte-tenu de la loi de commande spécifiée pour ce moteur donnée.

L'automate 4 peut fonctionner avec un module de pilotage 1 semblable à l'organe de pilotage 1 des figures 1 et 2, mais sans qu'il soit nécessaire d'y incorporer le capteur CL2 supplémentaire qui délivre les signaux résolveur.

L'automate 4 peut également fonctionner avec un module de pilotage numérique 10, actionné par une manette ou un mini-manche à balai ("joystick") 10JS. De préférence, on y associe un bouton 10SL pour la commande de coupure carburant.

Si on prévoit à la fois le module de pilotage 1 et le module de pilotage numérique 10, les boutons SL et 10 SL peuvent être mis en parallèle. L'électrovanne "stop-coke" (non représentée) peut être vue comme commune à tous les moteurs civils sous test.

Sur la figure 3, une sortie analogique d'angle de l'automate 4 va vers un générateur de signaux sinusoïdaux (résolveur) 70 (lequel pourrait être vu comme inclus dans l'automate 4).

L'élaboration des signaux résolveurs est en effet l'une des difficultés rencontrées lorsque l'on veut réaliser un système de pilotage "universel", c'est-à-dire capable de travailler avec une grande variété de "commandes de gaz natives" de moteurs.

Selon la figure 6, à la sortie du module de pilotage 1 (ou 10), un signal CLS1 de position angulaire de la manette, sous forme de tension continue par exemple, est délivré à l'automate 4. Ce dernier transforme ce signal en un signal de position angulaire transformé comme développé ci-dessous. Cette transformation consiste notamment

- à appliquer une loi de commande de moteur, qui peut être choisie par un opérateur par l'intermédiaire d'une interface opérateur, par exemple l'interface opérateur IHM développé ci-après,
- à adapter la plage angulaire TLA de débattement de la manette physique (de -90° à +90°) en un angle TRA pour le calculateur (par exemple 38° à 85.5°).

Ce signal de position angulaire transformé TRA est également appelé signal de consigne d'angle à la sortie de l'automate. Ce signal est dirigé vers le générateur de signaux sinusoïdaux 70, également appelé "interface résolveur". Cette "interface résolveur" permet, à partir d'un signal de consigne d'angle, de générer deux signaux sinusoïdaux résolveurs pour un régulateur de moteur MT3, plus particulièrement pour le calculateur MT32 de ce régulateur de moteur.

**[0041]** On utilise les notations suivantes:

- "TRA" ("Throttle Resolver Angle") désigne génériquement la valeur de consigne de l'angle de commande des gaz,
- "TRA\_DC10" désigne un signal analogique, allant de 0 à +10 volts, et représentant l'angle TRA sur

une plage de  $-90^\circ$  à  $90^\circ$  par exemple,

- "TRA\_Sin10" et "TRA\_Cos10" désignent deux signaux analogiques, allant chacun de 0 à +10 volts, et représentant respectivement le sinus et le cosinus de l'angle TRA sur une plage de -1 à 1, ces signaux permettent de travailler dans une plage d'angle de  $0^\circ$  à  $180^\circ$ .
- "TLA" désigne la valeur de l'angle de commande des gaz.

**[0042]** Il est rappelé qu'un régulateur dit "FADEC" implique par principe un calculateur redondant, dans un moteur qui peut opérer soit en mode ECU, soit en mode EEC. Sur la Figure 4, l'interface d'entrée correspondante côté moteur, notée MT30, possède deux voies:

- une voie 1, actionnée par envoi depuis MT30 d'un signal d'excitation EXC\_RES1, sinusoïdal, s'attend à recevoir deux signaux COS\_RES1 et SIN\_RES1, modulant le signal EXC\_RES1 en fonction du cosinus et du sinus de l'angle TRA, respectivement, à un facteur près ;
- une voie 2, qui fait de même, en redondance, avec des signaux d'excitation EXC\_RES2, et de retour COS\_RES2 et SIN\_RES2.

**[0043]** Cette redondance remplit une exigence de sécurité et de sûreté.

Typiquement, on a :

- $EXC\_RESi : 7,07 \text{ volts } (\pm 2,0 \%) \text{ à } 3000 \text{ Hz } (\pm 10 \%),$
- $K = 0,492 (\pm 0,025 \%)$
- $EXC\_SINi = K * EXC\_RESi * \sin(TRA)$
- $EXC\_COSi = K * EXC\_RESi * \cos(TRA)$

**[0044]** La figure 7 illustre plus particulièrement le boîtier de l'interface résolveur destinée à travailler avec un régulateur à redondance de signaux. Ainsi, ce boîtier comprend deux interfaces résolveur 70-1 et 70-2 recevant chacune en entrée le signal de consigne d'angle de l'automate. Ce dernier comprend deux sorties analogiques reliées chacune à une interface résolveur différente.

**[0045]** Dans le cas d'un moteur à calculateur PMC (figure 5), il n'y a pas de redondance. Le fonctionnement est similaire, avec des signaux d'excitation EXC\_RES, et de retour COS\_RES et SIN\_RES, accompagnés d'un fil commun relié à la masse noté COMM.

**[0046]** Typiquement, on a :

- $EXC\_RES : 7,07 \text{ volts } (\pm 2,0 \%) \text{ à } 3000 \text{ Hz } (\pm 10 \%),$
- $EXC\_SIN = EXC\_RES * \sin(TRA)$
- $EXC\_COS = EXC\_RES * \cos(TRA)$

**[0047]** Si le signal de consigne de sortie de l'automate est un signal linéaire de type "TRA\_DC10", l'interface résolveur 70 met à l'échelle  $-90^\circ$ ,  $+90^\circ$  ce signal et délivre des signaux sinusoïdaux de type

- $EXC\_SINi = K * EXC\_RESi * \sin(TRA\_DC10 \text{ mis à l'échelle})$
- $EXC\_COSi = K * EXC\_RESi * \cos(TRA\_DC10 \text{ mis à l'échelle})$

**[0048]** L'interface résolveur recevant un signal de type analogique linéaire (comme une tension continue) peut être créée à l'aide

- de simulateurs de signaux synchro/résolveur connus ou
- d'une unité centrale associée à une carte de conversion numérique/résolveur selon un format standard (par exemple VME, VXI, PCI, ISA...), ou
- de composants spécialisés dans le domaine de la mesure assurant les fonctions de conversion numérique/résolveur et analogique/résolveur, ces composants existants sous des formes diverses (monolithique, hybride, module).

**[0049]** Ces simulateurs, cartes ou composants sont mis à disposition par des sociétés américaines comme Data Device Corporation, North Atlantic Instrument, Computer Conversion Corporation.

**[0050]** Si le signal de consigne de sortie de l'automate est un couple de signaux trigonométriques de type "TRA\_Sin10" et "TRA\_Cos10", l'interface résolveur 70 met à l'échelle -1 à 1 et délivre des signaux sinusoïdaux de type

- $EXC\_SINi = K * EXC\_RESi * (TRA\_Sin10 \text{ mis à l'échelle})$
- $EXC\_COSi = K * EXC\_RESi * (TRA\_Cos10 \text{ mis à l'échelle})$

**[0051]** L'interface résolveur recevant deux signaux de type trigonométriques peut être une carte électronique comprenant des composants classiques assurant les fonctions de multiplication de signaux analogiques.

**[0052]** Comme indiqué plus haut, il est possible à un opérateur de sélectionner une loi de commande de moteur, c'est à dire de sélectionner un moteur auquel est lié une plage angulaire qui permettra la mise à l'échelle du signal d'entrée de l'automate 4. Pour cela, l'automate 4 est relié à une interface Homme-Machine nommée IHM, comme indiqué sur la figure 6 et développé sur la figure 8. Cette interface sert également à la visualisation dynamique des valeurs de paramètres et des signaux du dispositif de commande. Comme représenté sur la figure 8, cette interface peut être un écran sur lequel est représentée par exemple une fenêtre M pour la manette grâce à une application "applet". La fenêtre affiche des données comme la position angulaire de la manette correspondant au signal CLS1 délivré à l'automate, la valeur du signal de consigne d'angle de la manette, la position des butées de la manette définies comme

- butée de ralenti sol,

- butée de ralenti vol,
- butée de seuil1 comme la butée de décollage TAOF (Take Off)
- butée de seuil2 comme la butée de vol continu MXCT (Maxi Continue)

**[0053]** Cette interface Homme-machine permet également de modifier la position angulaire de la manette par l'envoi de commandes appropriées à l'automate. Pour cela, l'opérateur peut cliquer sur des boutons virtuels M++, M+, M- et M - - présentés à l'écran afin d'augmenter ou de diminuer la position angulaire de la manette à partir d'une valeur affichée à l'écran. Il peut également saisir directement la valeur de la position angulaire voulue. Le bouton virtuel M++ a un pas d'incréméntation (ou pente) plus important que le pas d'incréméntation du bouton virtuel M+. Il en va de même pour les boutons M- et M - -.

**[0054]** La figure 9 représente d'autres boutons virtuels attribués à l'action d'amener la manette sur la butée Ralenti Vol (bouton virtuel RV), à l'action d'amener la manette sur la butée Ralenti Sol (bouton virtuel RS), à l'indication du fait que l'opérateur saute la butée (bouton virtuel B). Sur la figure 9, la position des indicateurs I pouvant se déplacer sur des échelles graduées indiquent les valeurs des 4 butées. L'opérateur peut cliquer sur des boutons virtuels M++, M+, M- et M - - présentés à l'écran afin d'augmenter ou de diminuer la consigne courante C. Les valeurs du ralenti sol et vol peuvent également être modifiées à partir des mêmes manoeuvres par l'opérateur.

**[0055]** Bien entendu, ces valeurs sont transmises à l'automate 4 par un ordinateur de type PC appelé fédérateur et utilisé comme passerelle entre l'automate et l'écran pilote. L'automate 4 transmet ces valeurs à la manette physique 1.

**[0056]** L'opérateur peut donc

- sélectionner et ajouter une loi de commande,
- saisir et modifier des paramètres de l'organe de pilotage.

**[0057]** Les paramètres de l'organe de pilotage comprennent le débattement de l'organe de pilotage, la position des butées de la manette, la valeur de la position angulaire voulue, l'accélération par unité angulaire et la décélération par unité angulaire associée soit à la saisie angulaire par l'opérateur, soit aux boutons virtuels M++, M+, M-, M- - (ce qui correspond au pas d'incréméntation), soit à la position de chaque butée.

**[0058]** La sélection de la loi de commande moteur par l'opérateur revient à sélectionner le type de moteur (ou turbomachine) voulu. Selon la figure 8, le moteur sélectionné permet d'envoyer à un tiroir électronique le type de signal attendu, le tiroir 41 pouvant alors agir sur l'actionneur 81.

**[0059]** Les figures 11 à 22 illustrent un exemple de mise en oeuvre de l'automate sous forme de circuits lo-

giques. L'interface homme-machine de type pupitre opérateur, par exemple une interface graphique reliée à l'automate, permet à un opérateur de saisir des données pour effectuer ainsi des essais sur un moteur choisi sur le banc d'essai. Cette interface graphique permet également à l'opérateur de suivre l'évolution de l'essai en cours.

**[0060]** La figure 10 illustre la signification des symboles utilisés dans les circuits logiques des figures 11 à 22.

**[0061]** Le symbole 100 associe deux entrées en un signal de sortie. Le symbole 108 illustre une mise à la valeur 1 du signal d'entrée. Le symbole 110 illustre une mise à la valeur 0 du signal d'entrée. Les symboles 112 et 114 illustrent des bascules logiques. Les symboles 114 et 116 illustrent un déclenchement sur un front montant et sur un front descendant d'un signal. Le symbole 120 illustre une temporisation d'un signal. Le symbole 124 illustre l'égalité entre le signal d'entrée et de sortie. Le symbole 126 vérifie la supériorité entre un signal principal et une valeur et délivre le signal principal comme signal de sortie. Le symbole 128 vérifie la supériorité ou l'égalité entre un signal principal et une valeur et délivre le signal principal comme signal de sortie. Le symbole 130 vérifie l'infériorité entre un signal principal et une valeur et délivre le signal principal comme signal de sortie. Le symbole 132 vérifie l'infériorité ou l'égalité entre un signal principal et une valeur et délivre le signal principal comme signal de sortie. Le symbole 134 vérifie la différence entre un signal principal et une valeur et délivre le signal principal comme signal de sortie. Le symbole 136 additionne deux signaux d'entrée et délivre un signal de sortie correspondant. Le symbole 138 multiplie deux signaux d'entrée et délivre un signal de sortie correspondant. Le symbole 142 divise deux signaux d'entrée et délivre un signal de sortie correspondant. Des sigles sont également utilisés pour désigner des circuits logiques comme le sigle MOVE qui désigne une instruction de recopie d'une mémoire dans une autre mémoire.

**[0062]** Les figures sont constituées de différentes colonnes permettant de visualiser les entrées de l'automate EA, les sorties de l'automate SA, les commandes d'entrée de l'interface graphique EOP correspondant à une saisie de données par un opérateur, les sorties d'informations de l'interface graphique IOP correspondant à une présentation des sorties des circuits logiques de l'automate, par exemple par affichage de données. Les entrées et les sorties EA, SA, EOP et IOP sont désignées par des sigles accolés à un numéro d'identification. Ces sigles peuvent désigner

MW : un mot entier de 16 bits

M : un bit interne au circuit

E : une entrée Tout ou Rien

MD : un double mot.

**[0063]** De manière générale, un opérateur qui désire réaliser un essai doit choisir un moteur parmi les mo-

teurs proposés, saisir et valider les angles minimum et maximum de la manette, et mettre l'essai en marche.

**[0064]** Un défaut peut apparaître. L'automate comprend des circuits spécifiques pour signaux qui détectent ces défauts. A titre d'exemple, les figures 13-A et 13-B illustrent respectivement des circuits de détection de défauts de tension au niveau de cartes 1 et 2 de l'automate. L'entrée E0.0, respectivement E0.1 de l'automate est activée dès qu'un défaut de tension est détecté au niveau de la carte 1, respectivement 2. Ces circuits logiques fournissent un signal sur les sorties M153.0 et M153.1 de l'automate avertissant des défauts en cours. D'autres circuits logiques permettent la détection de défauts spécifiques de l'automate.

**[0065]** En cours d'essai, si un défaut apparaît, les sorties sont forcées à 0 et l'essai passe à l'état défaut. La figure 11-A présente un acquittement de défaut par un opérateur qui entre la commande MW104. L'information d'acquiescement de défaut est présentée par l'interface graphique (MW104 et MW152) et la sortie M4.0 de l'automate remet l'essai en marche et permet sa reprise. Les boîtiers MOVE sont des instructions de recopie d'une mémoire dans une autre mémoire, ici une recopie de l'information pour un affichage à l'écran.

**[0066]** La figure 11-B illustre l'acquisition de l'angle minimum de la manette. Un opérateur saisit une valeur de l'angle minimum de la manette à appliquer entre 0° et 360° (commande MW108). Cette valeur doit être différente de 0 et est associée à une valeur moyenne MW150 qui doit être différente de 256 pour valider la valeur de l'angle minimum de la manette. Le signal de tension sur la sortie M4.1 de l'automate représente la validation de l'acquisition de l'angle minimum de la manette.

**[0067]** La figure 11-C illustre l'acquisition de l'angle maximum de la manette. Un opérateur saisit une valeur de l'angle maximum de la manette à appliquer entre 0° et 360° (commande MW106). Cette valeur doit être différente de 0 et est associée à la valeur moyenne MW150 qui doit être différente de 256 pour valider la valeur de l'angle maximum de la manette. Le signal de tension sur la sortie de l'automate M4.2 représente la validation de l'acquisition de l'angle maximum de la manette.

**[0068]** Les figures 12-A et 12-B illustrent les circuits logiques permettant l'affichage sur l'interface graphique de la valeur MW106 de l'angle maximum de la manette et de la valeur MW108 de l'angle minimum de la manette une fois validé comme illustré sur les figures 11-B et 11-C. Les valeurs 0 en entrée des boîtes MOVE servent à l'initialisation.

**[0069]** Le débattement angulaire de la manette correspond à une "loi manette". Ce débattement est sélectionné comme décrit plus haut par l'utilisateur.

**[0070]** Les figures 14-A à 14-E illustrent chacune un circuit logique utilisé pour un des cinq moteurs que peut choisir l'opérateur par la commande MW100.

**[0071]** Le choix du moteur ne peut s'effectuer que

lorsque l'état de l'essai est à l'arrêt : la valeur de la commande marche/arrêt MW 102 est à 0 lorsque l'état est à l'arrêt, valeur modifiable par saisie de l'opérateur.

**[0072]** La commande MW100 peut être égale à un entier de 1 à 5 pour désigner le moteur choisi par l'opérateur, les moteurs étant numérotés de 1 à 5 dans les exemples des figures 14.

**[0073]** Une fois le choix du moteur effectué, l'opérateur peut saisir les valeurs du minimum et maximum de la plage angulaire du moteur choisi, la plage angulaire variant de -360° à 360°. Ces commandes sont MD170 et MD174 pour le moteur 1, MD180 et MD184 pour le moteur 2, MD190 et MD194 pour le moteur 3, MD200 et MD204 pour le moteur 4, MD210 et MD214 pour le moteur 5. La plage angulaire liée au choix du moteur est appelé "loi de commande moteur" ou "loi moteur".

**[0074]** La commande marche/arrêt MW102 est passée à 1. Le circuit logique pour lequel MW100=1 est activé.

**[0075]** A partir des valeurs d'angle minimum et maximum d'un moteur choisi à l'état d'arrêt, l'automate recueille en sortie les valeurs de tension MD158 et MD162 associées aux valeurs d'angle minimum et maximum du moteur choisi.

**[0076]** Les valeurs de tension MD158 et MD162 correspondant aux valeurs d'angle minimum et maximum du moteur choisi sont utilisées en entrées par l'automate sur les figures 15-A et 15-B. Ces valeurs de tension sont recopiées en mémoire par le boîtier MOVE, ce qui permet d'obtenir les valeurs de tension correspondant aux valeurs fictives des angles minimum et maximum MD110 et MD114 de la manette pour le moteur choisi. Ainsi, la plage angulaire de la manette est modifiée en fonction du moteur choisi et de la loi de commande associée.

**[0077]** Une fois l'essai en marche, après sélection du moteur et de ses paramètres, la figure 16 illustre la fonction de l'automate permettant l'affichage de la consigne de l'angle manette en cours. L'automate reçoit en entrée

- la valeur PEW304 correspondant à une valeur de tension délivrée par le potentiomètre et associée à la valeur en cours de l'angle de la manette,
- la valeur de tension M4.1 correspondant à la valeur de l'angle minimum de la manette acquis par le circuit logique de la figure 11-B,
- la valeur de tension M4.2 correspondant à la valeur de l'angle maximum de la manette acquis par le circuit logique de la figure 11-C,
- les valeurs de tension MD110 et MD114 correspondant aux angles fictifs minimum et maximum de la manette pour le moteur choisi tels que récupérés par les circuits logiques des figures 15-A et 15-B.

**[0078]** Le circuit logique de l'automate de la figure 16 convertit la valeur de tension du potentiomètre de la manette PEW 304 en une valeur de tension MD154 correspondant à l'angle de la manette en cours. Cette conver-



sion s'effectue à partir de la plage de tension du potentiomètre, des valeurs de tension correspondant aux valeurs des angles réels maximum et minimum de la manette, des valeurs de tension correspondant aux valeurs fictives des angles minimum et maximum MD110 et MD114 de la manette pour le moteur choisi.

**[0079]** Les figures 17-A à 17-C illustrent les circuits logiques conduisant au calcul de la consigne d'angle en degrés puis en radian.

**[0080]** La figure 17-A correspond à un circuit d'initialisation avant le calcul de la nouvelle consigne d'angle. La sortie MD20 est une tension représentant une valeur en degrés.

**[0081]** Sur la figure 17-B, le circuit logique de l'automate reçoit en entrée

- la valeur de la commande MW 102 qui doit être égale à 1 (signifiant que l'état de l'essai est à l'arrêt),
- les valeurs de tension correspondant aux valeurs des angles fictifs minimum et maximum MD110 et MD114 de la manette pour le moteur choisi,
- les valeurs de tension correspondant aux valeurs des angles minimum et maximum MD158 et MD162 du moteur choisi,
- la valeur de tension de l'angle en cours de la manette MD154.

**[0082]** Le circuit logique de la figure 17-B permet d'obtenir en sortie la valeur de l'angle de la manette en degrés MD20.

**[0083]** La figure 17-C illustre la conversion de la valeur MD20 en un angle en radian MD24 par la multiplication d'un facteur  $\pi/180$ .

**[0084]** L'automate peut proposer, comme indiqué dans la description ci-dessus, à l'interface résolveur, une valeur d'angle de consigne qui est ensuite transformée en deux valeurs de sinus et cosinus. il est également possible de proposer un automate qui délivre comme valeurs de sortie, le cosinus et le sinus de l'angle de consigne.

**[0085]** Les figures 18 illustrent un automate proposant en sortie les valeurs de cosinus et de sinus de l'angle de consigne de la manette.

**[0086]** Ainsi, sur la figure 18-A, la valeur de l'angle en radian MD24 de la consigne de la manette est en entrée du circuit logique COS qui transforme cette valeur en une valeur MD30 de cosinus de cet angle en sortie du circuit logique. Sur la figure 18-B, cette valeur MD30 est en entrée du circuit logique FC106 de mise à l'échelle, les valeurs 1 et -1 en entrée représentent les limites haute et basse du signal d'entrée. La valeur M3.0 est un bit de validation toujours à 1 qui sert à valider l'appel du circuit logique FC106. La valeur du cosinus mis à l'échelle MW36 est en sortie de l'automate, la sortie MW34 indique l'état de mise à l'échelle du cosinus.

**[0087]** Sur la figure 18-C, la valeur de l'angle en radian MD24 de la consigne de la manette est en entrée du circuit logique SIN qui transforme cette valeur en une

valeur MD40 de sinus de cet angle en sortie du circuit logique. Sur la figure 18-D, cette valeur MD40 est en entrée du circuit logique de mise à l'échelle, les valeurs 1 et -1 en entrée représentent les limites haute et basse du signal d'entrée. La valeur M3.0 est un bit de validation toujours à 1 qui sert à valider l'appel du circuit logique FC106. La valeur du sinus mis à l'échelle MW46 est en sortie de l'automate, la sortie MW44 indique l'état de mise à l'échelle du sinus.

**[0088]** Les figures 19 illustrent des circuits logiques de mise à l'échelle pour les sorties des valeurs d'angle en degrés MD20 des circuits logiques des figures 17-A et 17-B.

**[0089]** A partir de l'entrée MD20 représentant la valeur d'angle en degrés de la consigne, le circuit logique de la figure 19-A reçoit, comme limites haute et basse du signal d'entrée, les valeurs de tension correspondant aux angles minimum et maximum MD158 et MD162 du moteur choisi (plage angulaire de la loi moteur). Le signal M3.1 en entrée est toujours à zéro. A partir de ces entrées, le circuit logique de la figure 19-A permet la recopie de la consigne dans la plage angulaire de la loi moteur pour le système d'acquisition ACQ appelée sortie MW56 et la simple recopie de la consigne dans la plage angulaire de la loi moteur appelée sortie MW54.

**[0090]** A partir de l'entrée MD20 représentant la valeur d'angle en degrés de la consigne, le circuit logique de la figure 19-B reçoit, comme limites haute et basse du signal d'entrée, les valeurs 140° et 40° à titre d'exemple uniquement. Le signal M3.1 en entrée est toujours à zéro. A partir de ces entrées, le circuit logique de la figure 19-B permet la recopie de la consigne dans la plage angulaire de la loi moteur pour le système d'acquisition ACQ appelée sortie MW60 et la simple recopie de la consigne dans la plage angulaire de la loi moteur appelée sortie MW58.

**[0091]** Les figures 20 permettent l'affectation à des sorties analogiques de l'automate des mots internes à l'automate. Les figures 20-A, 20-B et 20-C sont redondantes respectivement avec les figures 20-E, 20-F, 20-G afin que les sorties de l'automate soient redondantes pour une interface résolveur comme celle de la figure 7.

**[0092]** Si l'automate propose en sortie un premier signal trigonométrique, le circuit de la figure 20-A propose, à partir de l'entrée MW46 représentant le sinus de l'angle de consigne, une sortie PAW272 comme première sortie du sinus de l'angle de consigne à l'interface résolveur. Le circuit de la figure 20-E est la redondance du circuit de la figure 20-A et propose une sortie PAW288 comme deuxième sortie du sinus de l'angle de consigne à l'interface résolveur.

**[0093]** Si l'automate propose en sortie un deuxième signal trigonométrique, le circuit de la figure 20-B propose, à partir de l'entrée MW36 représentant le cosinus de l'angle de consigne, une sortie PAW274 comme première sortie du cosinus de l'angle de consigne à l'interface résolveur. Le circuit de la figure 20-F est la redon-

dance du circuit de la figure 20-B et propose une sortie PAW290 comme deuxième sortie du cosinus de l'angle de consigne à l'interface résolveur.

**[0094]** Si l'automate propose en sortie un signal linéaire, le circuit logique de la figure 20-C permet de délivrer en sortie une copie de la commande moteur dans l'échelle de la loi moteur pour le système d'acquisition ACQ à partir de l'entrée MW56 (de la figure 19-A) correspondant à l'angle de consigne mis à l'échelle dans la loi moteur.

**[0095]** Le circuit logique de la figure 20-G permet de délivrer en sortie une copie de la commande moteur dans l'échelle [40°, 140°] pour le système d'acquisition ACQ à partir de l'entrée MW60 (de la figure 19-B) correspondant à l'angle de consigne mis à l'échelle.

**[0096]** Le circuit logique de la figure 20-D permet de délivrer, au boîtier 41 (servo-ampli de puissance) de la figure 3, des signaux de tension PAW278 et PAW294. Le signal PAW 278 correspond au signal de tension du potentiomètre de manette PEW 304, le signal PAW 294 correspond à la moitié du signal PEW304 de tension du potentiomètre de manette.

**[0097]** L'invention ne se limite pas non plus aux modes de réalisation décrits ci-avant, seulement à titre d'exemple, mais elle englobe toutes les variantes que pourra envisager l'homme de l'art.

## Revendications

1. Dispositif de commande de gaz pour turbomachine d'aéronef, du type comprenant un ensemble de commande, propre à agir sur la commande native de la turbomachine (MT1-MT4), en fonction d'une entrée manuelle définie par un organe de pilotage (1,2), dans lequel l'organe de pilotage est agencé pour délivrer un signal de position angulaire de manette (CL, 10JS), sous la forme d'une tension, en particulier d'une tension continue,  
**caractérisé en ce que** l'ensemble de commande comprend :
  - un automate (4), capable de convertir le signal de position angulaire de manette en un signal de position angulaire transformé (TRA), en fonction d'une loi de commande choisie, et
  - au moins une interface (70), capable de convertir le signal de position angulaire transformé (TRA) en deux signaux sinusoïdaux (COS-RES, SIN-RES), en particulier de type résolveur, ce qui permet de piloter par le même dispositif différentes turbomachines, en particulier des turbomachines ayant pour commande native des signaux de type sinusoïdal.
2. Dispositif selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le dispositif comprend en outre un module

actionneur (81) adapté pour recevoir en entrée le signal de position angulaire transformé (TRA) et pour délivrer en sortie une commande native pour turbomachines (MT1) à commande hydromécanique, l'automate étant adapté pour asservir le module actionneur (81) comprenant un moteur et un réducteur.

3. Dispositif selon l'une des revendications 1 et 2, **caractérisé en ce que** le module actionneur est apte à agir électromécaniquement sur un levier (89) d'un régulateur de turbomachine à commande hydromécanique et **en ce que** l'automate est adapté pour commander le levier du module actionneur (81).
4. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce que** l'interface (70) est capable, à partir d'un signal d'excitation (EXC-RES) transmis par un régulateur de turbomachine (MT3) de convertir un signal de position angulaire transformé (TRA) en deux signaux sinusoïdaux (COS-RES, SIN-RES) transmis au régulateur de turbomachine (MT3) ayant pour commande native des signaux de type sinusoïdal.
5. Dispositif selon la revendication 4, **caractérisé en ce que** le signal de position angulaire transformé comprend soit un signal linéaire, soit deux signaux trigonométriques.
6. Dispositif selon l'une des revendications 4 et 5, **caractérisé en ce que** l'automate est adapté pour délivrer au moins deux signaux de position angulaire transformés à l'interface (70), l'interface (70) étant adaptée pour délivrer au moins quatre signaux sinusoïdaux (COS-RES1, SIN-RES 1; COS-RES2, SIN-RES2 ) transmis au régulateur de turbomachine (MT3) de type redondant.
7. Dispositif selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le signal de position angulaire transformé (TRA) comprend un signal de tension pour des régulateur par tensions de turbomachines (MT2).
8. Dispositif selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** l'organe de pilotage comprend une manette (CL) ou un mini-manche à balai (10JS).
9. Dispositif selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** l'organe de pilotage comprend un moyen de commande d'arrêt d'urgence, en particulier un bouton poussoir (SL, 10SL).
10. Dispositif selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'il** comprend une interface opérateur (IHM) adaptée pour proposer à un opé-

rateur de

- sélectionner et ajouter la loi de commande utilisée,
- saisir et modifier des paramètres de l'organe de pilotage. 5

11. Dispositif selon la revendication 10, **caractérisé en ce que** les paramètres de l'organe de pilotage comprend le débattement de l'organe de pilotage, la position des butées de la manette, la valeur de la position angulaire voulue, l'accélération par unité angulaire et la décélération par unité angulaire. 10

15

20

25

30

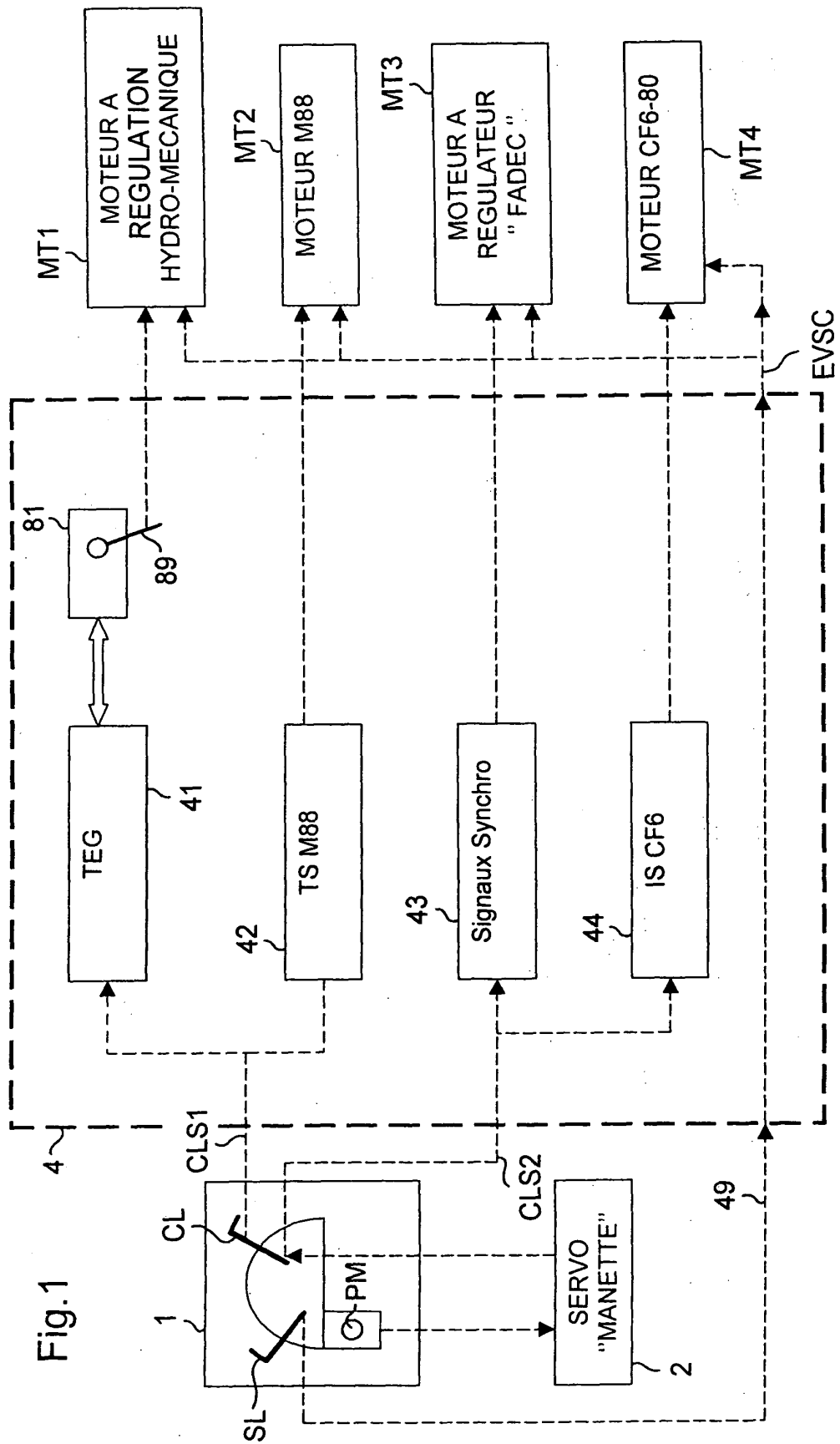
35

40

45

50

55



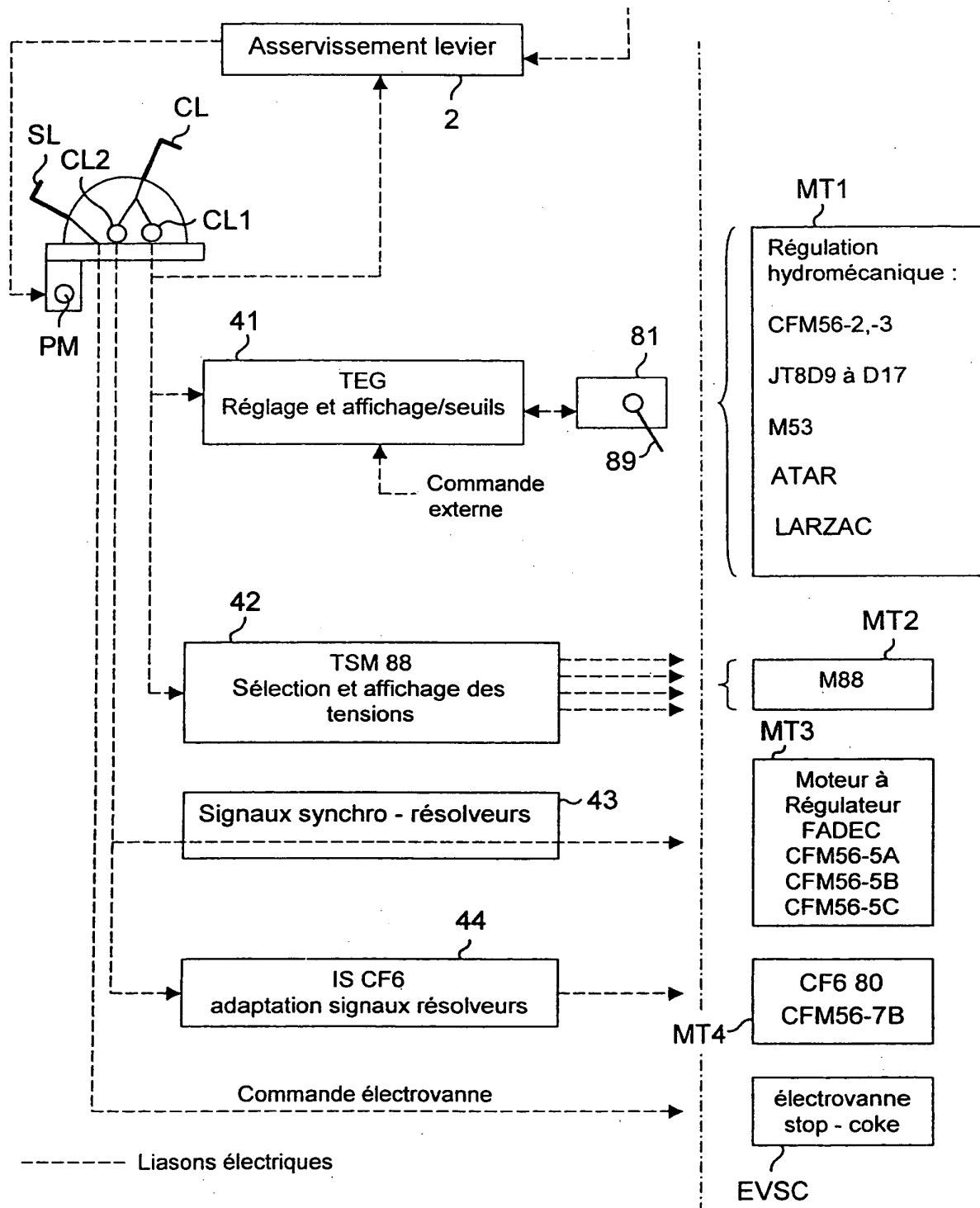


Fig.2

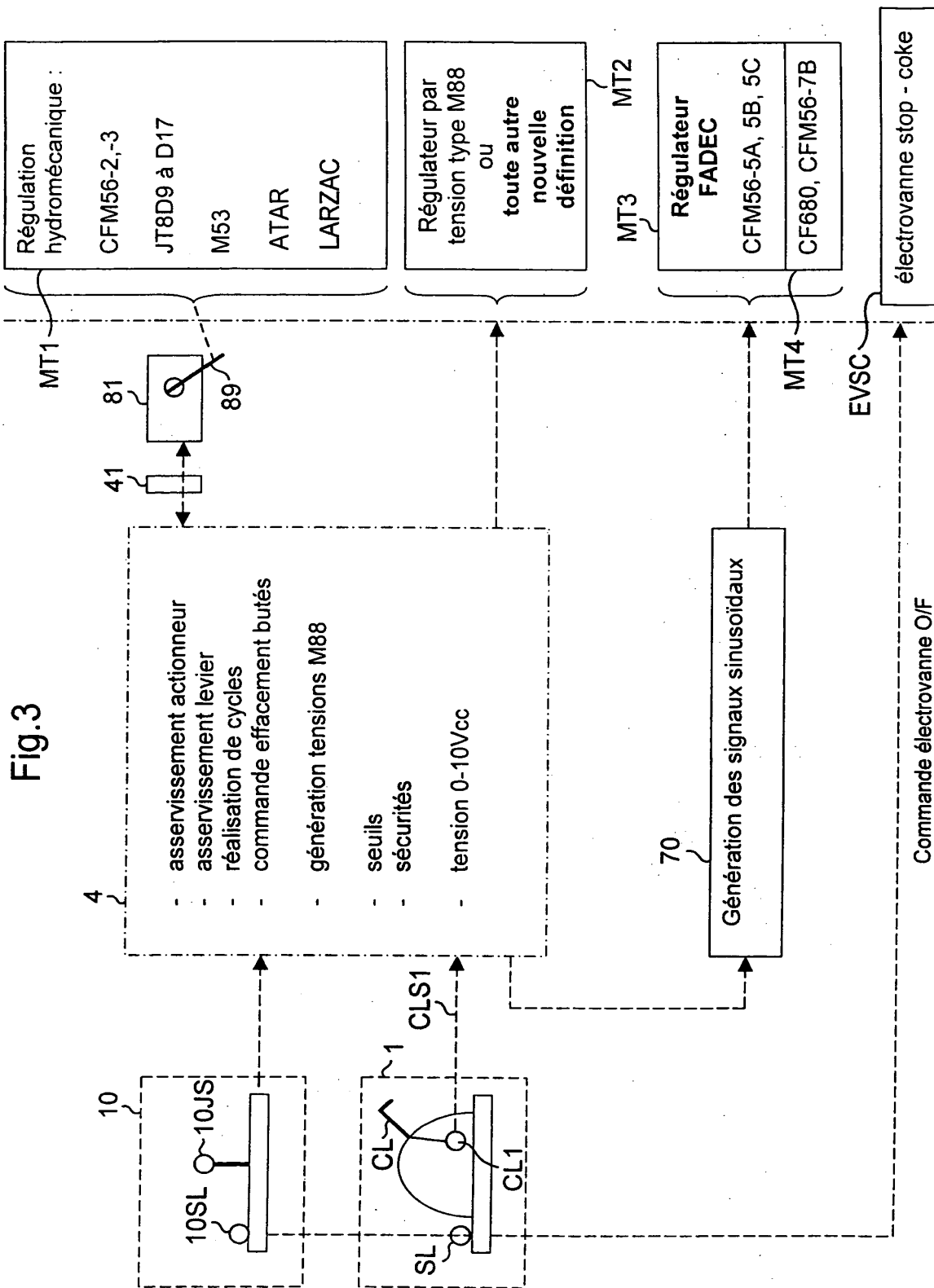


Fig.4

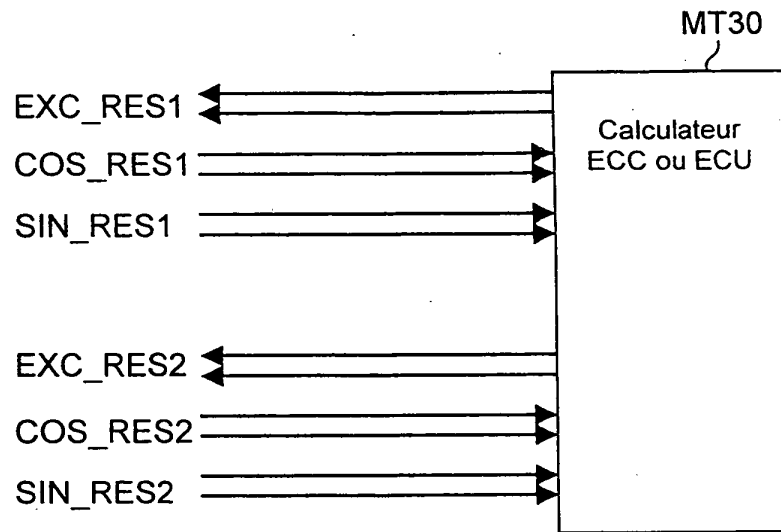


Fig.5

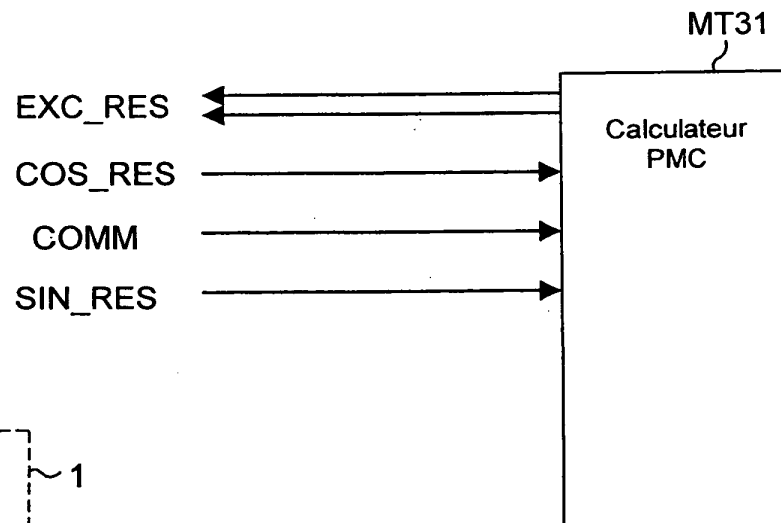


Fig.6

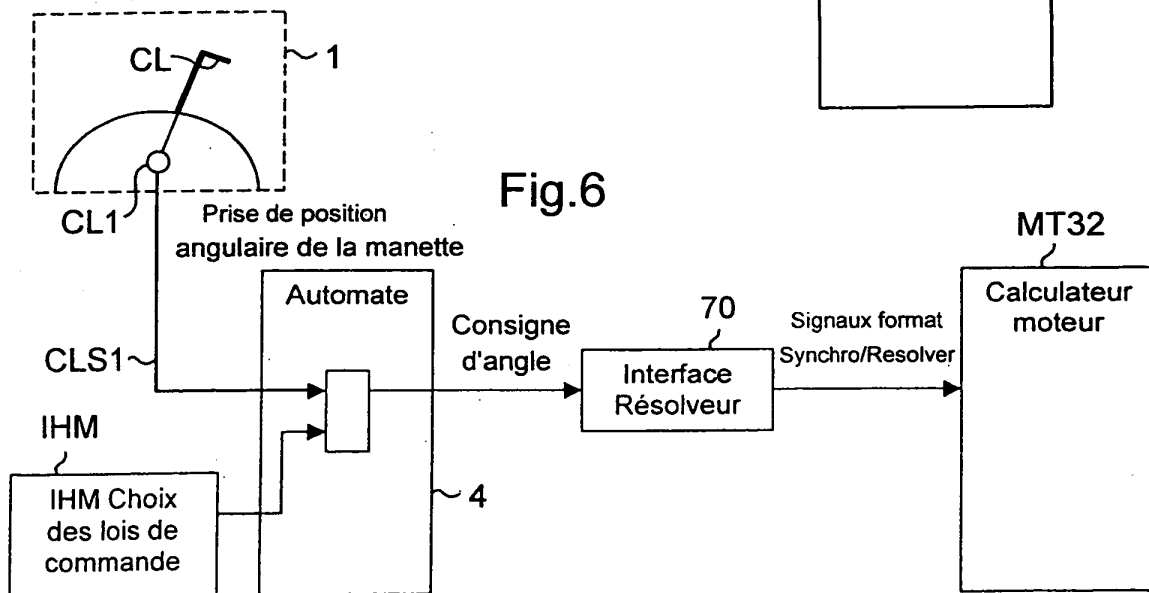


Fig.7

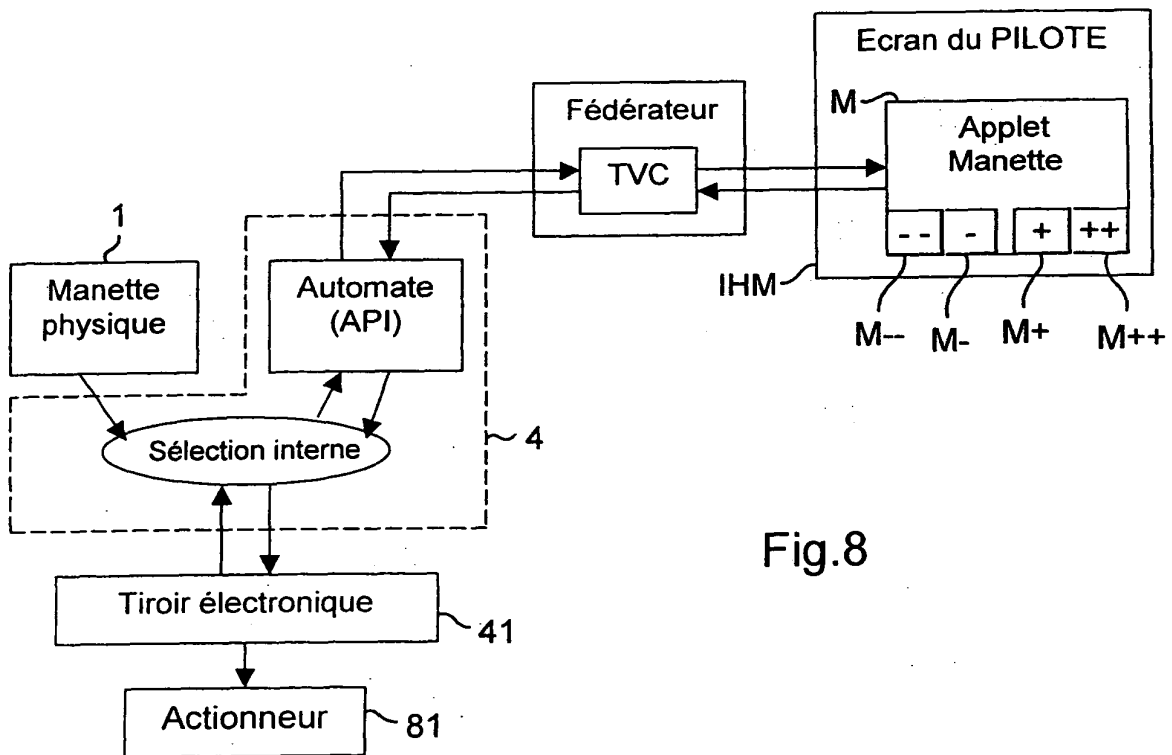
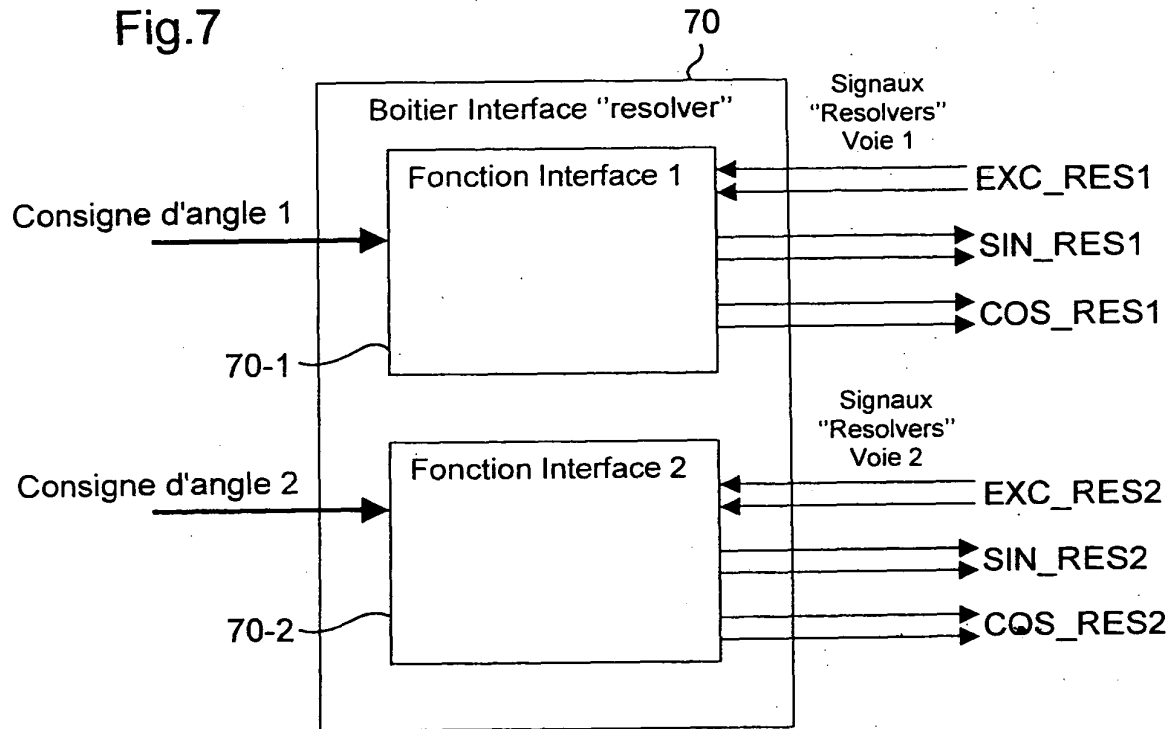
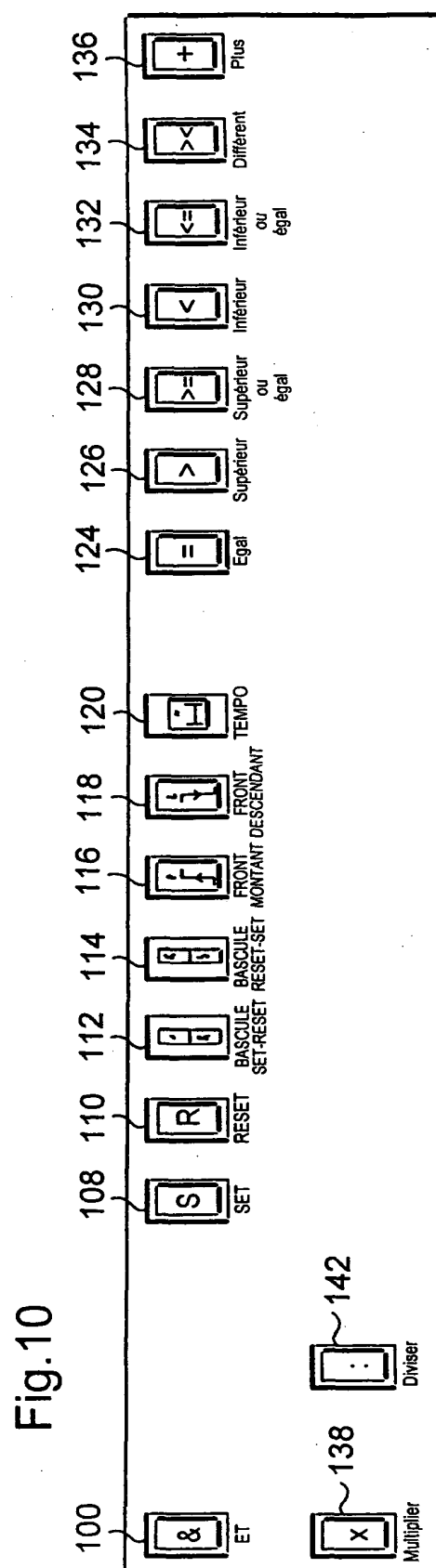
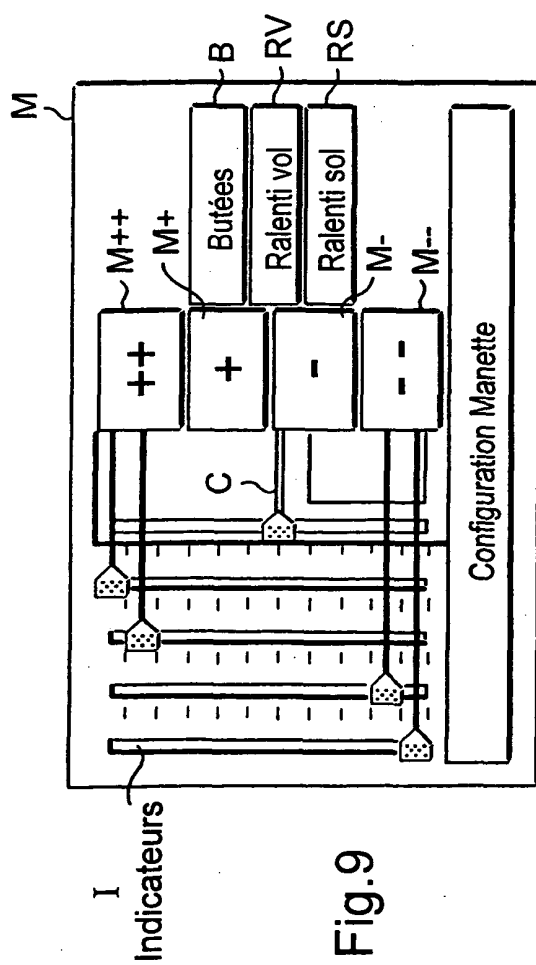


Fig.8





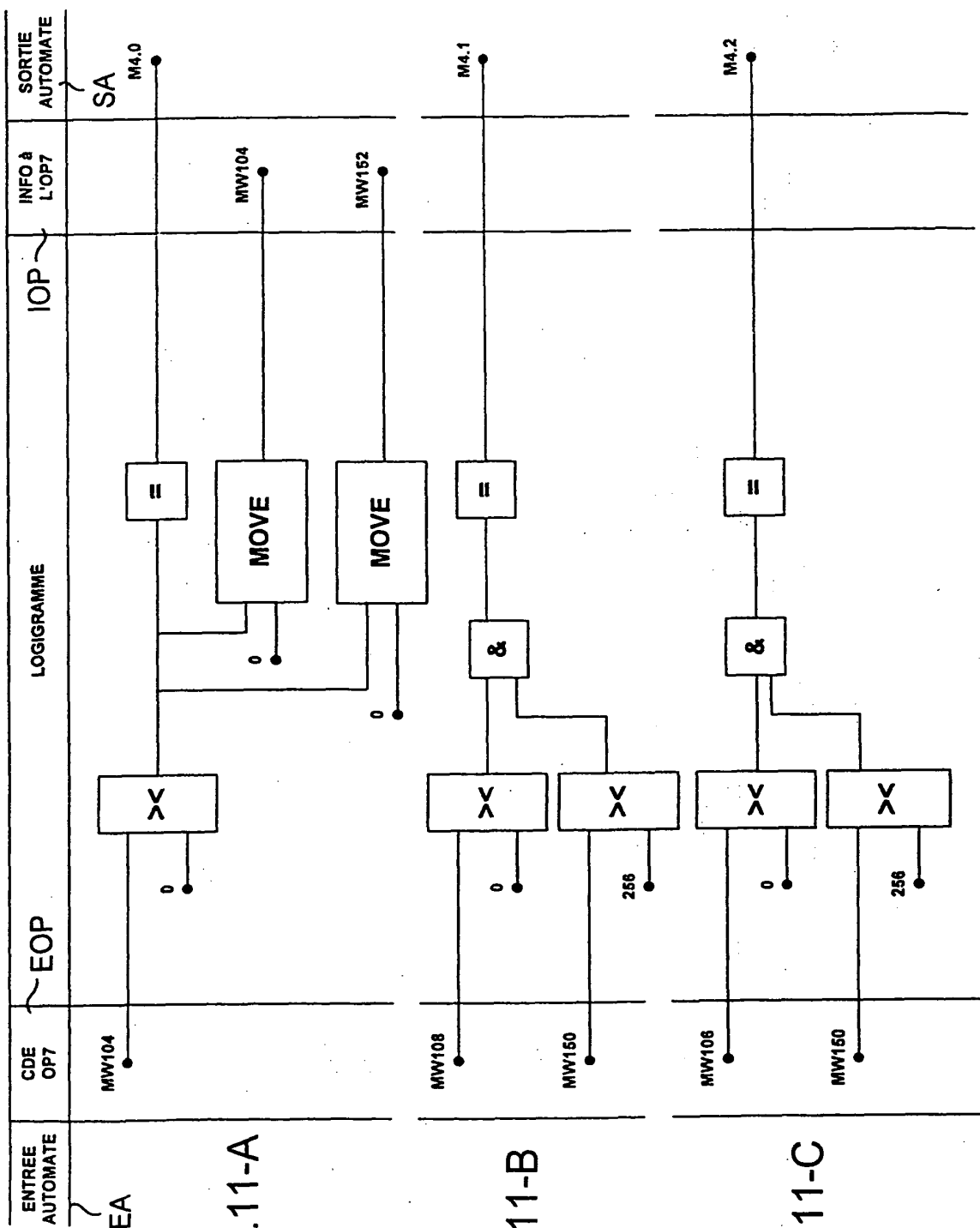


Fig.11-A

**Fig. 11-B**

**Fig. 11-C**

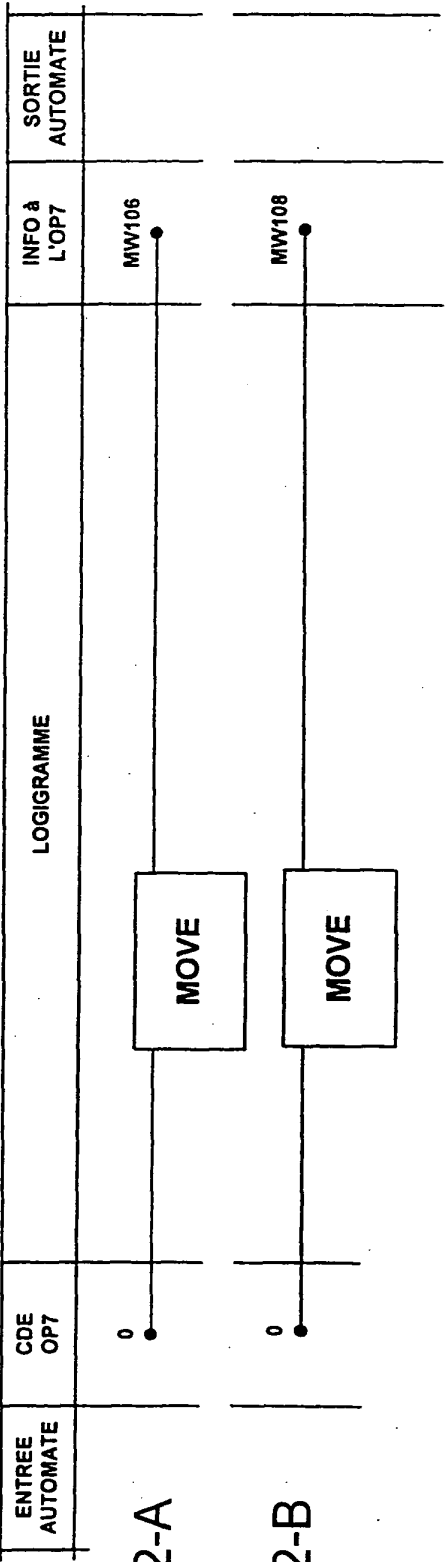


Fig.12-A

Fig.12-B

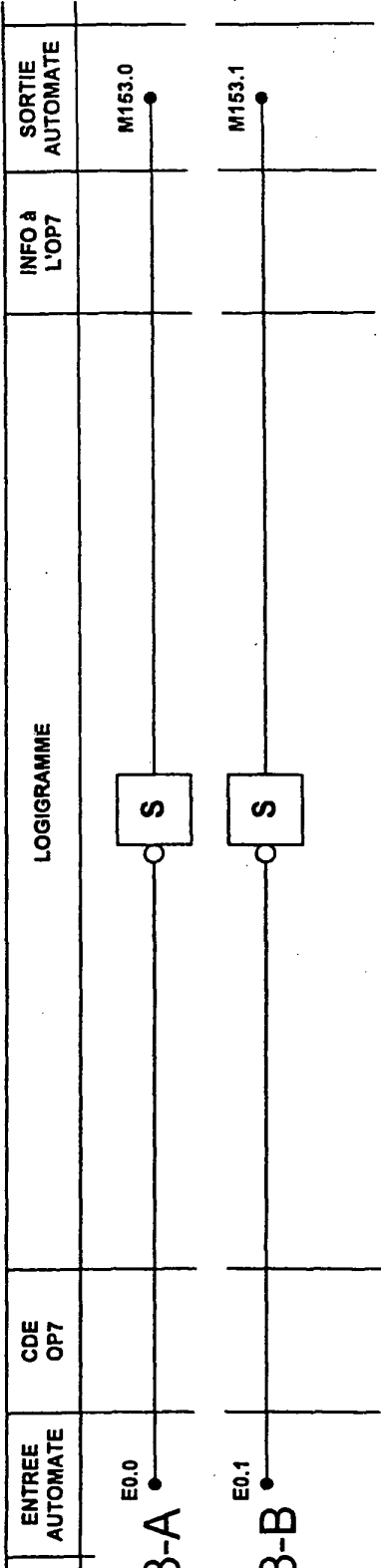
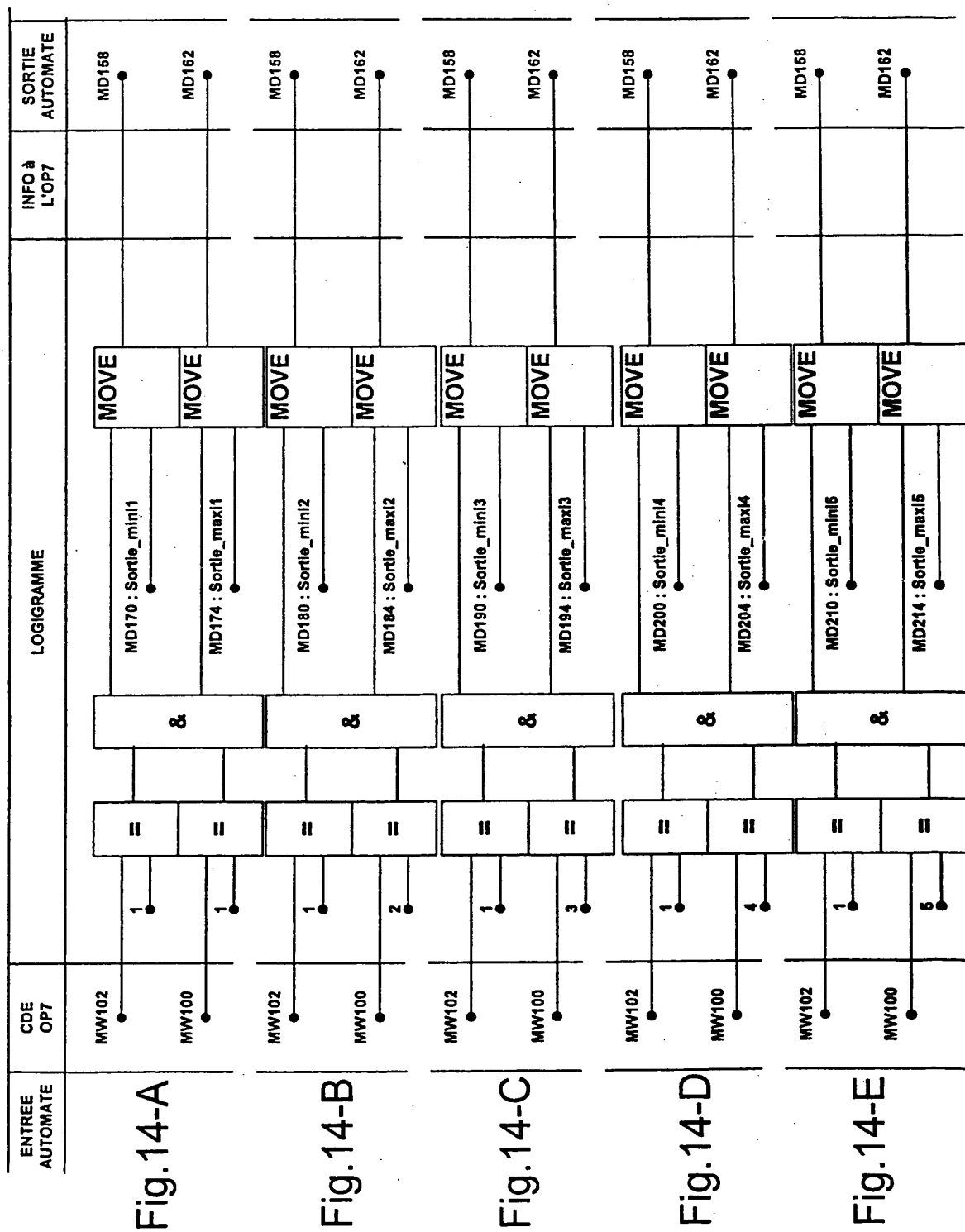
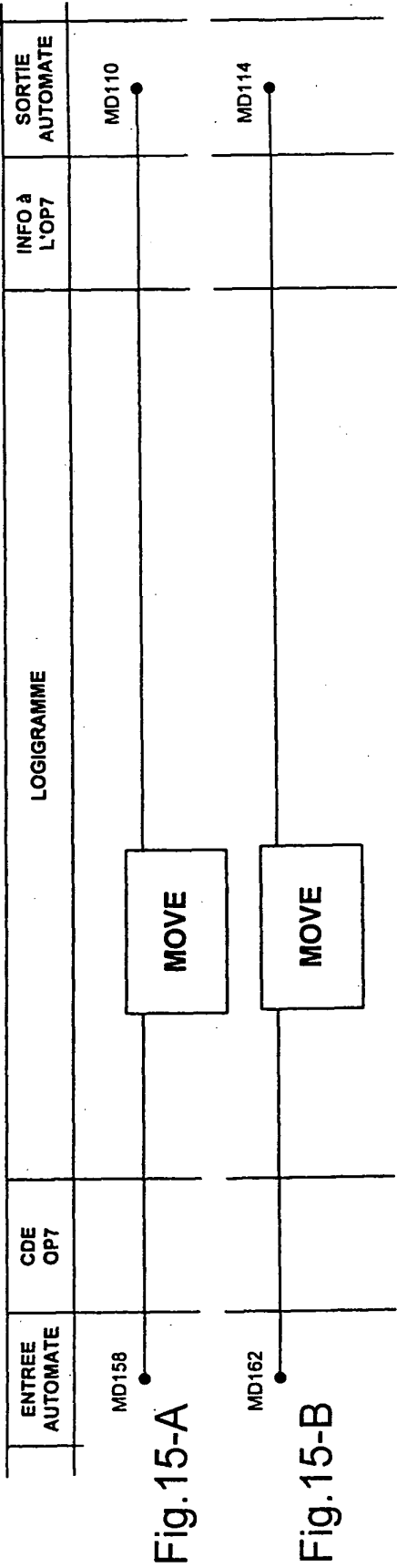
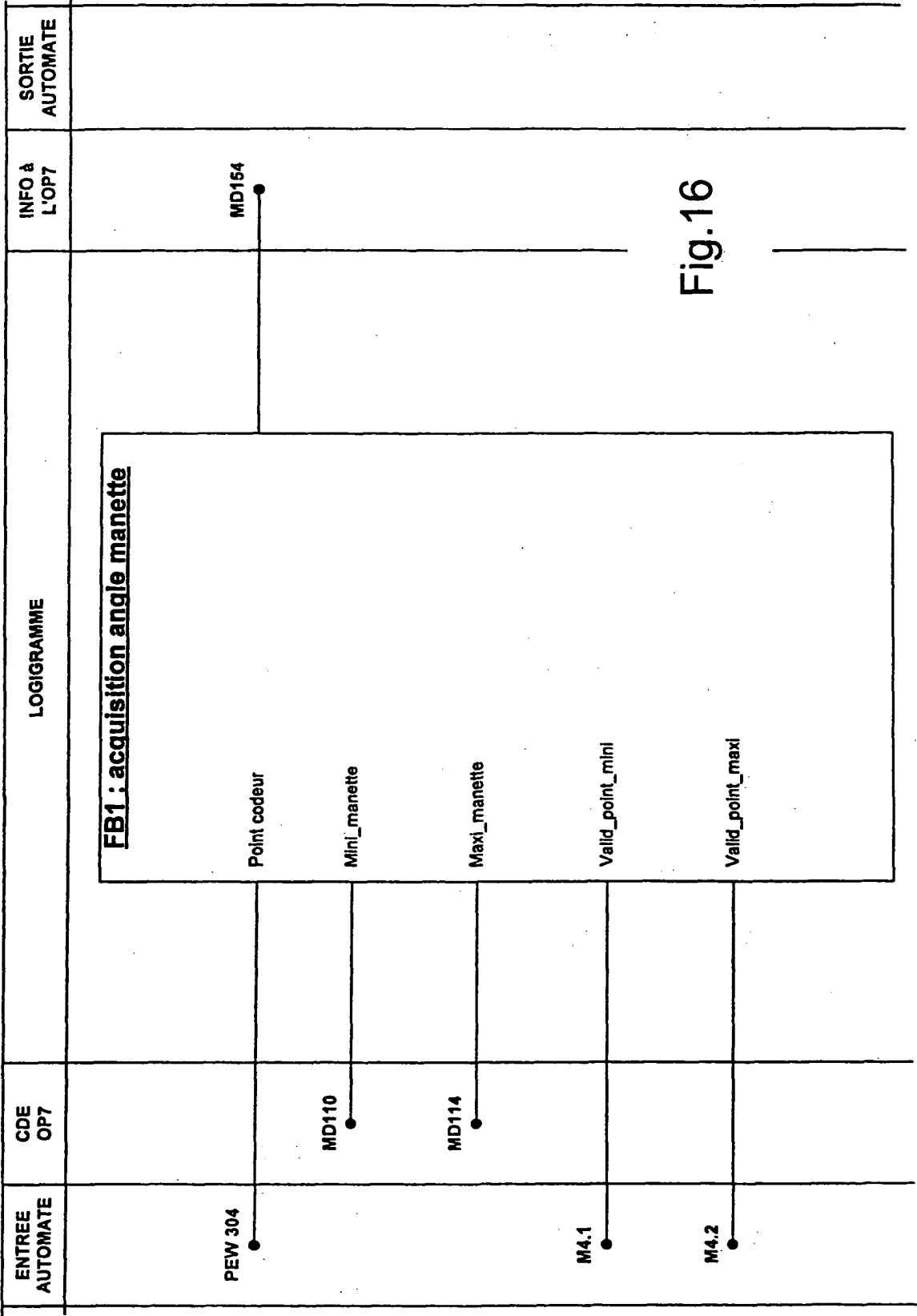


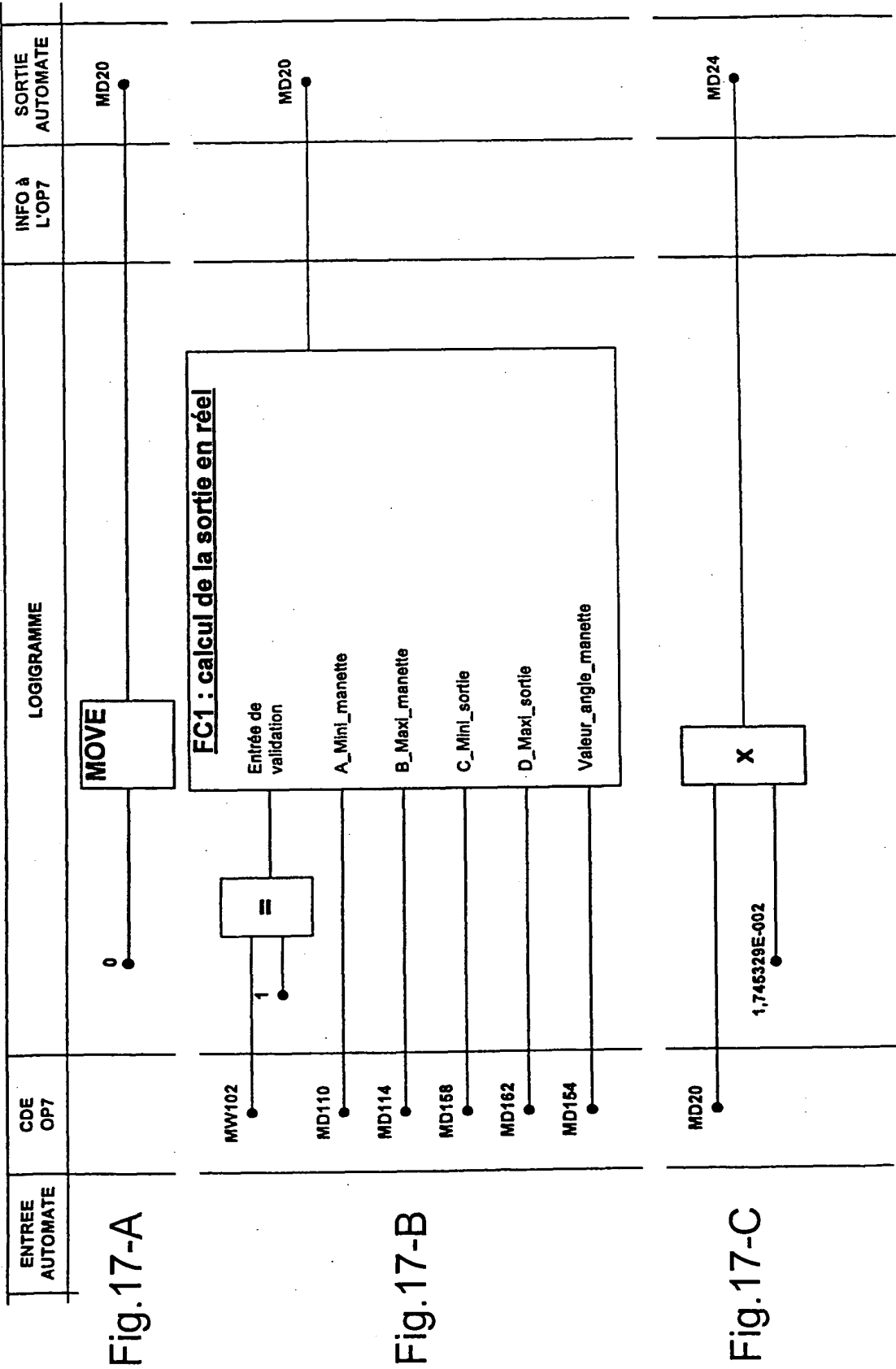
Fig.13-A

Fig.13-B









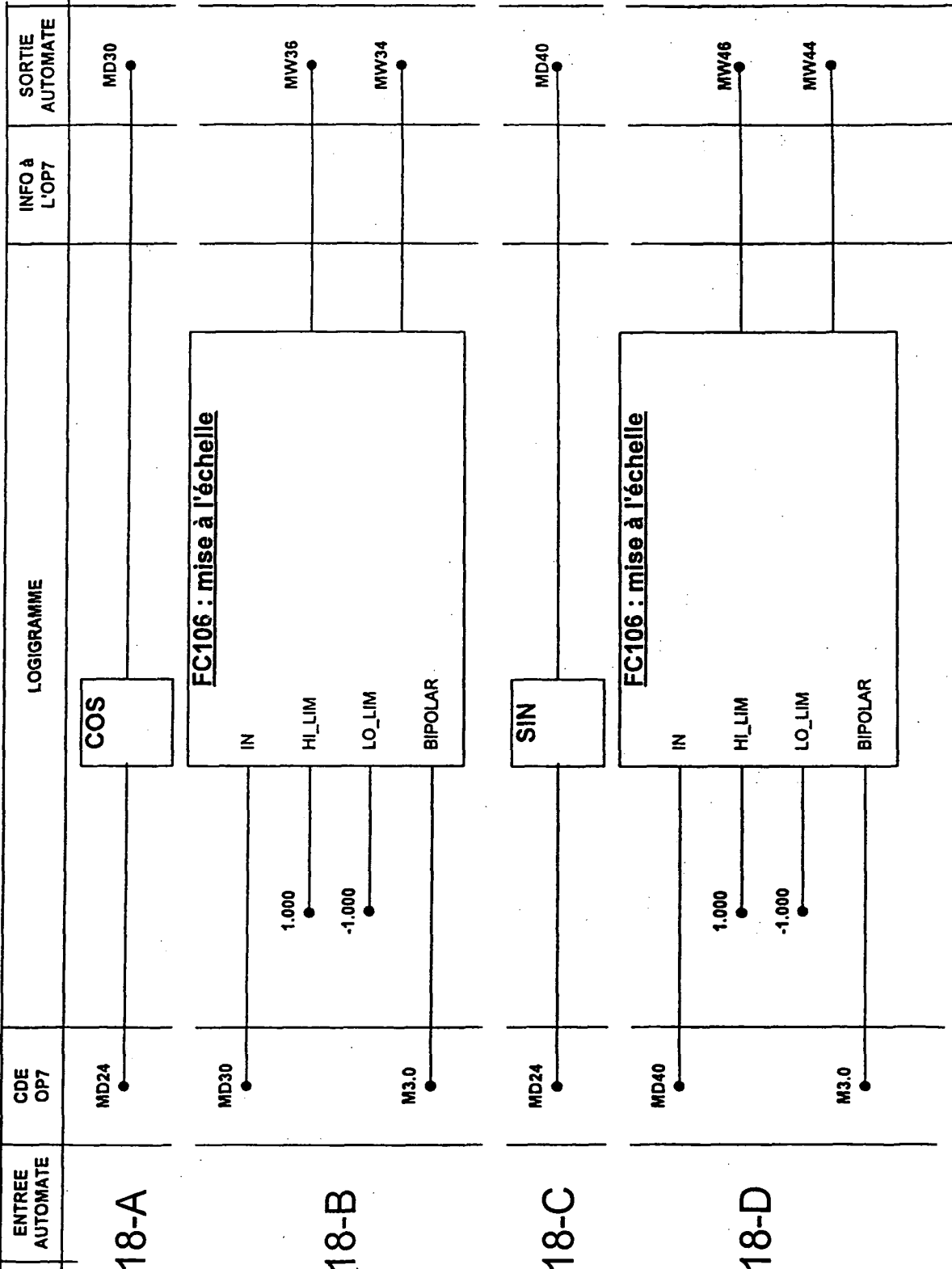


Fig.18-A

Fig.18-B

Fig.18-C

Fig.18-D



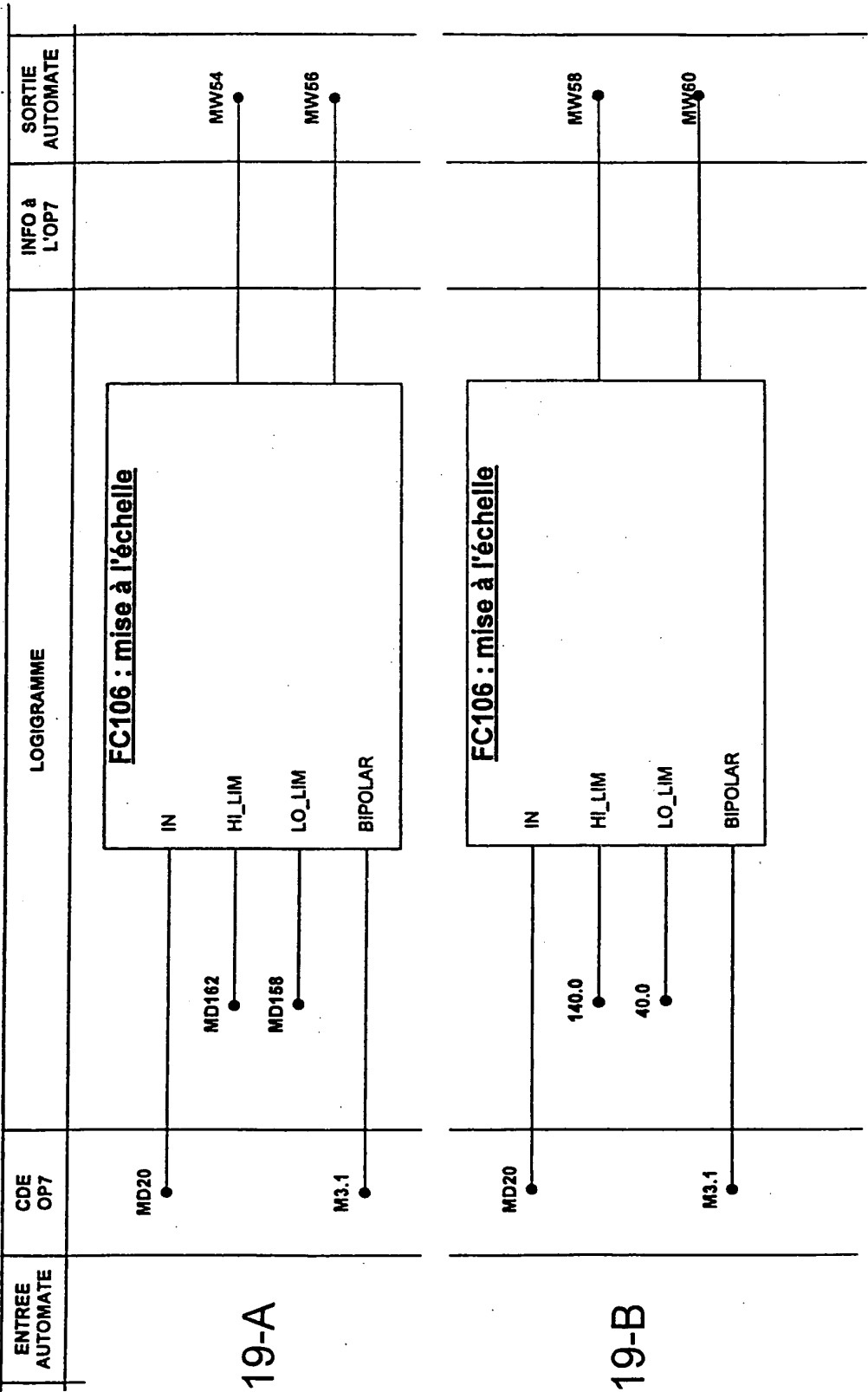
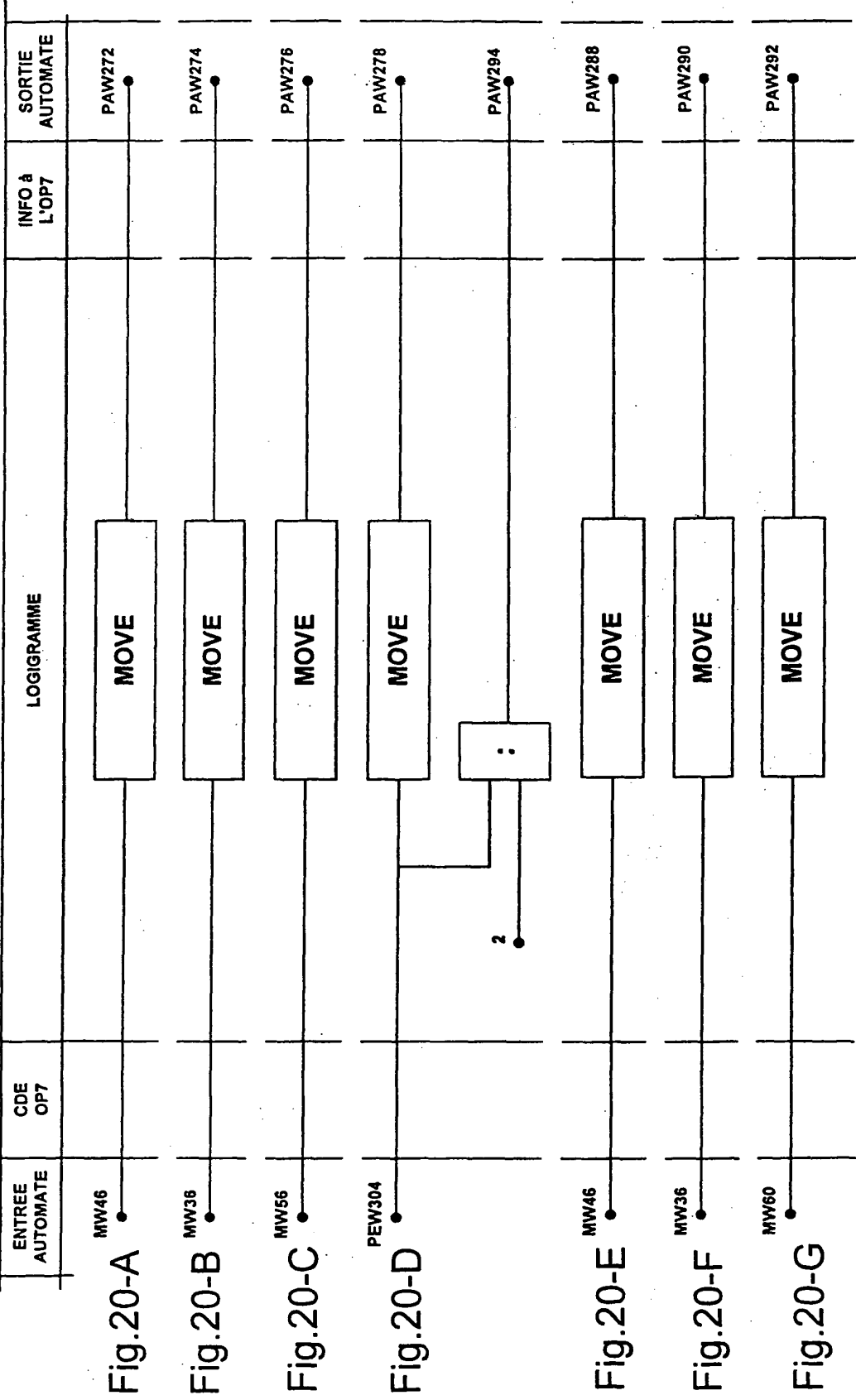


Fig.19-A

Fig.19-B





DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int.Cl.7)
A	US 2 657 574 A (CYRIL DORKING) 3 novembre 1953 (1953-11-03) * abrégé *	1	F01D21/00
A	US 4 466 278 A (REMUS CASIMER F) 21 août 1984 (1984-08-21) * abrégé *	1,4,5	
A	FR 2 576 973 A (PROIZV OB SOJ) 8 août 1986 (1986-08-08) * abrégé *	1	
A	US 2 866 385 A (MILLER KENNETH W) 30 décembre 1958 (1958-12-30) * figure 6 *	1,7	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.Cl.7)
			F01D
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche <b>La Haye</b>		Date d'achèvement de la recherche <b>21 avril 2005</b>	Examineur <b>Argentini, A</b>
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons ..... & : membre de la même famille, document correspondant	
X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire			

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

EP 04 29 3145

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche européenne visé ci-dessus.

Lesdits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du

Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets.

21-04-2005

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 2657574	A	03-11-1953	AUCUN	
US 4466278	A	21-08-1984	AUCUN	
FR 2576973	A	08-08-1986	FR 2576973 A1	08-08-1986
US 2866385	A	30-12-1958	AUCUN	

EPO FORM P0460

Pour tout renseignement concernant cette annexe : voir Journal Officiel de l'Office européen des brevets, No.12/82