



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 354 015**

51 Int. Cl.:
F01D 21/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **04293145 .1**

96 Fecha de presentación : **28.12.2004**

97 Número de publicación de la solicitud: **1555395**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **20.07.2005**

54 Título: **Dispositivo de control de gas para banco de ensayo.**

30 Prioridad: **13.01.2004 FR 04 00270**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
09.03.2011

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
09.03.2011

73 Titular/es: **SNECMA**
2, boulevard du Général Martial Valin
75015 Paris, FR

72 Inventor/es: **Verniau, Jean-Luc**

74 Agente: **Elzaburu Márquez, Alberto**

ES 2 354 015 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Dispositivo de control de gas para banco de ensayo.

El presente invento concierne de forma general a las turbinas. Se aplica principalmente a los reactores de aeronaves.

Los modos de control de los reactores, que aquí son llamados motores, están bastante diversificados. Los documentos US 4 466 278 y US 2 866 385 describen ejemplos de control de reactores. Esto no plantea ningún problema para un motor en operación normal. Sin embargo, en determinadas situaciones, como el ensayo de motores en banco, esta diversidad conduce a una gran diversidad de equipamientos, incluso a la multiplicación de los bancos en sí mismos, que están cada uno dedicado a un tipo particular de motor, lo que da como resultado inversiones bastante importantes.

El presente invento mejora la situación.

El invento propone un dispositivo de control de gases para turbinas de aeronaves, del tipo que incluye un conjunto de controles, propios a actuar sobre el control nativo de la turbina, en función de una entrada manual definida por un órgano de pilotaje, en el que el órgano de pilotaje está situado para entregar una señal de posición angular de manivela, con la forma de una tensión, en particular una tensión continua.

Según una característica principal del invento, el conjunto de control incluye:

- un autómatas, capaz de convertir la señal de posición angular de la manivela en una señal de posición angular transformada, en función de una ley de control elegida, y

- al menos una interfaz, capaz de convertir la señal de posición angular transformada en dos señales sinusoidales, en particular del tipo reparador,

lo que permite pilotar por el mismo dispositivo diferentes turbinas, en particular turbinas que tengan como control nativo señales del tipo sinusoidal.

Según una característica ventajosa del invento, el dispositivo incluye además un módulo accionador adaptado para recibir en la entrada la señal de posición angular transformada y para entregar en la salida un control nativo para turbinas con control hidromecánico, estando el autómatas adaptado para gobernar el módulo accionador que incluye un motor y un reductor. Preferentemente, el módulo accionador es apto para actuar electromecánicamente sobre una palanca de un regulador de turbina con control hidromecánico y, además, el autómatas está adaptado para controlar la palanca del módulo accionador.

Opcionalmente, la interfaz es capaz, a partir de una señal de excitación transmitida por un regulador de turbina de convertir una señal de posición angular transformada en dos señales sinusoidales transmitidas al regulador de la turbina teniendo como control negativo señales del tipo sinusoidal.

De forma ventajosa, la señal de posición angular transformada incluye ya sea una señal lineal, o bien dos señales trigonométricas.

Otras características y ventajas del invento aparecerán con el examen de la siguiente descripción detallada, y de los dibujos anexados, en los que:

- la figura 1 es un esquema del principio de un banco de ensayos apto para trabajar con diferentes tipos de motores, ilustrados,

- la figura 2 es el esquema del principio de la figura 1, más detallado,

- la figura 3 ilustra el esquema del principio de un banco de ensayo según el invento apto para trabajar con diferentes tipos de motores,

- la figura 4 ilustra de forma esquemática, los intercambios de señales entre un generador de señales sinusoidales del banco de ensayo según el invento y un primer tipo de calculador,

- la figura 5 ilustra de manera esquemática, los intercambios de señales entre un generador de señales sinusoidales del banco ensayo según el invento y un segundo tipo de calculador,

- la figura 6 ilustra de manera esquemática, el esquema del principio de un banco de ensayo según el invento apto para trabajar con un motor que funciona a partir de señales sinusoidales, y

- la figura 7 ilustra de manera esquemática, un generador de señales sinusoidales del banco de ensayo según el invento apto para trabajar con el segundo tipo de calculador de la figura 4,

ES 2 354 015 T3

- la figura 8 ilustra de manera esquemática, el esquema del principio de un banco de ensayo según el invento que incluye una interfaz para el operador,

- la figura 9 ilustra de manera esquemática, una realización de la interfaz para el operador según el invento,

- la figura 10 ilustra la leyenda de las cajas utilizadas en los diagramas lógicos de los circuitos lógicos del autómata de las figuras 11 a 20,

- las figuras 11-A a 11-C ilustran con la forma de diagramas lógicos los circuitos lógicos del autómata que permiten la recuperación de solicitudes del operador,

- las figuras 12-A y 12-B ilustran con la forma de diagramas lógicos otros circuitos lógicos del autómata que permiten la recuperación de solicitudes del operador,

- las figuras 13-A y 13-B ilustran con la forma de diagramas lógicos unos circuitos lógicos del autómata que permiten la gestión de fallos,

- las figuras 14-A a 14-E ilustran con la forma de diagramas lógicos cinco circuitos lógicos del autómata que permiten la recuperación de parámetros del motor,

- las figuras 15-A y 15-B ilustran con la forma de diagramas lógicos unos primeros circuitos lógicos del autómata que permiten la recuperación de los ángulos mínimo y máximo de la manivela para un motor dado,

- la figura 16 ilustra con la forma de un diagrama lógico un segundo circuito lógico del autómata que permite la recuperación del ángulo de la manivela a partir de la señal de un potenciómetro de la manivela,

- las figuras 17-A a 17-C ilustran con la forma de diagramas lógicos tres circuitos lógicos del autómata que permiten el cálculo en la salida del ángulo de la manivela en grados y/o en radianes,

- las figuras 18-A a 18-D ilustran con la forma de diagramas lógicos unos circuitos lógicos del autómata que permiten el cálculo y el escalado de los cosenos y de los senos a partir de salidas de las figuras 17,

- las figuras 19-A y 19-B ilustran con la forma de diagramas lógicos dos circuitos lógicos del autómata que permiten la duplicación del control del motor en la escala de la ley del motor y la duplicación del control del motor en la escala dada para un sistema de adquisición ACQ.

- Las figuras 20-A a 20-G ilustran con la forma de diagramas lógicos unos circuitos lógicos del autómata que permiten la entrega de señales analógicas del autómata, principalmente por un calculador redundante.

Los dibujos anexados podrán no servir únicamente para completar el invento, sino también contribuir a su definición, en caso contrario.

Aquí se muestra interés por un conjunto modular que permite pilotar el control de los gases del reactor (comando electromecánico o eléctrico). El control de los gases puede ser realizado de tres maneras según el tipo de regulación del reactor:

- ya sea mediante accionador: control electromecánico de palanca de control de regulación del reactor,

- ya sea mediante señales eléctricas sinusoidales, del tipo sincro-reparadores, aplicadas directamente a los calculadores del reactor,

- ya sea mediante generación de tensiones: leyes específicas aplicadas a los calculadores del reactor.

La figura 1 es un esquema del principio de un banco de ensayos apto para trabajar con diferentes tipos de motores, ilustrados. La figura 2 es el mismo esquema del principio, un poco más detallado, pero sin hacer aparecer los motores.

Los dispositivos de las figuras 1 y 2 forman parte de una instalación, como las que utiliza hasta ahora la solicitante, y que se va a pasar a describir.

La referencia 1 designa el órgano de pilotaje a disposición del operador que efectúa los ensayos sobre un motor. Este órgano de pilotaje incluye aquí:

- una palanca CL, que asegura el control de los gases propiamente dichos, y

- otra palanca SL, que permite detener la alimentación del motor con carburante, lo que se hace generalmente mediante una electroválvula llamada "stop-coke", incorporada a cualquier motor civil.

ES 2 354 015 T3

Como variante, o en complemento, el órgano de pilotaje puede incluir una manivela física PM, para asegurar el control de los gases propiamente dichos. En el dispositivo conocido, esta manivela PM actúa sobre la palanca CL mediante un servomando de posición 2, llamado “servomando”.

5 Está asociado a la palanca CL un captador de posición angular CL1 del tipo potenciómetro. Esta posición angular, o su duplicado, es transmitida eléctricamente con la forma de una señal analógica de posición CLS1, en particular una señal de tensión potenciométrica continua, a un conjunto de control 4, sobre el que volveremos.

10 Además, puede estar igualmente asociado a la palanca CL otro captador de ángulo CL2 del tipo reparador, que suministra a su vez señales CLS2 del tipo sinusoidal reparador, que representan de otra forma la posición de la palanca CL. Estas señales son después transmitidas o no a través del módulo de adecuación según el tipo de reactor y después transmitidas al calculador.

15 En los reactores de aeronaves, que aquí son llamados motores, existen diferentes modos (llamados también leyes) de control de los gases, en función, principalmente, de la clase de aeronave concernida, de la generación del reactor implicado en estas clases, y del fabricante.

20 La referencia MT1 designa un motor con control de gases mediante regulación hidromecánica. Puede ser uno de los siguientes motores: CFM56-2, CFM56-3, JT8D9 a JT8D17, M53, ATAR, LARZAC, todos fabricados por el Solicitante. El órgano de entrada del control de los gases, del lado motor, es entonces una palanca 89. En este caso, el conjunto de control 4 incluye un distribuidor electrónico 41 (TEG), que actúa sobre un accionador 81, controla a su vez la palanca 89.

25 Se denominará “distribuidor electrónico” un módulo que pueda presentarse con la forma de distribuidor que recibe unos racks electrónicos y puede actuar sobre medios del tipo accionador, regulador u otros.

30 La referencia MT2 designa un motor con control de gases mediante tensiones eléctricas, como por ejemplo el modelo M88 de la Solicitante. En este caso, el conjunto de control 4 incluye un distribuidor específico de este motor 42 (TSM88), que está encargado de suministrar las tensiones adecuadas.

35 La referencia MT3 designa un motor con control de gases mediante señales del tipo sinro-reparadores, principalmente mediante un regulador llamado “FADEC” (“Full Authority Digital Engine Control”), como por ejemplo los motores CFM56-5A/5B/5C. Dichos motores pueden operar ya sea en modo ECU (“Engine Control Unit”), ya sea en modo EEC (“Electronic Engine Control”). El regulador FADEC implica por principio un calculador redundante.

La referencia MT3 cubre igualmente los motores cuyo calculador de control no es redundante, como los calculadores llamados PMC (“Power Management Control”), por ejemplo el motor CF6 80 C2 PMC/PMUX.

40 En el caso de un motor del tipo MT3, el conjunto de control 4 incluye una etapa 43, que puede operar mediante simple duplicación de las señales CLS2 que provienen de la palanca CL, en la medida donde este tiene igualmente salida del tipo sincro-reparador.

45 La referencia MT4 designa un motor de control de gases mediante señales sincro-reparadoras, como por ejemplo el motor CF6 80 E1 FADEC, CF680 C2 FADEC o CFM 56-7B del Solicitante.

En este caso, el conjunto de control 4 incluye una interfaz específica 44 (ISCF6), que puede operar mediante adaptación de las señales que provienen de la palanca CL, en la medida donde esta es una salida del tipo sinro-reparador.

50 En la práctica, los elementos 1 y 4 (salvo el 89) están situados en la sala de control. Si es necesario, el accionador 89 está situado en el reactor o en proximidad inmediata.

La palanca manivela piloto CL debería permitir las siguientes funciones, de las que algunas ya han sido enunciadas:

- 55
- Elaboración de una señal eléctrica en función del ángulo de la palanca manivela,
 - Transmisión de señales de control, mediante 2 señales sincro-reparadoras, a los calculadores del reactor (FADEC),
 - 60 - Topes regulables que permiten posicionar la palanca en ángulos precisos (ralentí, gases máximos, post-combustión, principalmente),
 - Pestillo que permite borrar los topes (por ejemplo durante una aceleración rápida),
 - 65 - Control de desplazamiento de la palanca mediante reglaje fin (desmultiplicación),
 - Palanca de control de corte de carburante (mediante control electroválvula stop-coke).

ES 2 354 015 T3

En el conjunto 4, el elemento afectado de entre 41 a 44:

- recibe la señal eléctrica de la manivela piloto y muestra el ángulo accionador,
- entrega unos umbrales regulables (contactos secos) en función del ángulo de la manivela,
- realiza el servomando del accionador,
- entrega una señal duplicada de posición del accionador (0-10 Vcc),
- recibe eventualmente un control externo para pilotar el accionador mediante la señal 0-10 Vcc (en sustitución de la manivela),
- permite ajustar las referencias manivela piloto y accionador (regulación cero grados) y efectuar regulaciones (ganancia, intensidad máxima accionador, umbrales, etc.),
- controla el retorno al ralentí del accionador para un sobrepasar del accionador,
- controla el rearme del accionador a distancia a solicitud del piloto.

Finalmente, el accionador incluye un motor y un reductor:

- permite efectuar el control de los reactores mediante regulación hidromecánica mediante acciones electromecánicas sobre la palanca del regulador del reactor,
- devuelve según necesidad la palanca del reactor a la posición ralentí (seguridad), a solicitud del piloto a partir del distribuidor de servomando y de potencia, bajo corte eléctrico de alimentación del accionador, o también mediante detección de sobrepasar.

Son posibles diferentes versiones de accionadores según los tipos de reactor (en particular: desplazamiento, par motor y par de retorno al ralentí)

Como opciones (representadas en las figuras 1 y 2, se puede prever:

- un distribuidor electrónico de motorización de la palanca manivela (servomando de palanca manivela piloto) que permite realizar el ciclado (o pilotaje automático) dejando al piloto la posibilidad de retomar el control del reactor en cada instante,
- un distribuidor electrónico específico de generación de leyes M88, vigilancia y muestra de las salidas de tensión.

Por otra parte es necesario especificar una ley de control: en efecto, no hay ninguna razón por la que un motor dado obedezca al control del órgano de pilotaje, de la misma manera que otro motor de la misma categoría, o de otra categoría.

Así:

- el distribuidor 41 incluye una entrada de control externa, mediante la regulación y la visualización de los umbrales,
- tratándose de una herramienta dedicada al motor M88, el distribuidor específico 42 puede estar intrínsecamente adaptado a este motor,
- igualmente, la etapa 43 puede ser *a priori* definida por el regulador llamado FADEC,
- finalmente, la interfaz 44 puede también estar intrínsecamente adaptada al motor CF6.

La exactitud de la ley de control es importante. En efecto, cualquier imprecisión en la cadena de control puede traducirse en daños, incluso la destrucción del motor, lo que no es generalmente el resultado deseado cuando se está probando.

Los elementos 41 a 44 pueden estar realizados de la siguiente manera:

- el distribuidor 41 incluye un rack de servomando en posición del accionador 81,

ES 2 354 015 T3

- el distribuidor específico 42 incluye un rack específico M88 que permite la desmultiplicación de la tensión de control en cuatro señales analógicas del motor,
- en el modo de realización descrito, la etapa 43 es una simple transmisión de señales procedentes de la palanca LC,
- la interfaz 44 incluye un rack que permite el desplazamiento de la ley de control de los gases a la ley del motor.

La instalación de las figuras 1 y 2 ofrece diferentes posibilidades interesantes:

- Mantenimiento de la palanca manivela piloto en su posición mediante freno regulable;
- Ergonomía de la palanca manivela piloto similar a la encontrada en el avión: robustez, maniobra;
- Funciones de seguridad, como un retorno al ralentí automático integrado en el accionador, mediante detección de sobrepar, o mediante control externo (control del piloto sobre el distribuidor servomando, o mediante contacto seco como un botón pulsador activado por el piloto;
- Alimentación de socorro de 28 voltios del conjunto.

Pero ofrece también inconvenientes significativos ligados a los tipos de reactor con los que trata:

- modularidad importante según los tipos de reactores, es decir que la instalación va a incluir, principalmente en el conjunto 4, elementos más numerosos cuanto mayor sea el número de tipos de reactores diferentes que se quiera tratar,
- poca flexibilidad de evolución, ya que es necesario realizar nuevas adaptaciones cada vez que se quiere poder tratar un nuevo tipo de reactor.

Resulta por tanto unas inversiones muy elevadas, y esto, en mayor medida cuando el número de reactores o motores a tratar es mayor.

Además, ahora es deseable poder realizar ciclos de resistencia en modo automático (exigencias del Cuaderno de Cargas del funcional de Pilotaje). La realización de ciclos se puede hacer añadiendo una opción “distribuidor motorización”. Se obtiene aquí también un coste elevado, ejecución y mantenimiento delicado, y poca fiabilidad por la multiplicación de los distribuidores específicos.

Con ocasión de un estudio forzado, la Solicitante ha observado que es posible (figura 3) articular, en lugar de la diversidad de módulos ilustrados en las figuras 1 y 2, las mismas funciones alrededor de un módulo de control (4), que incluye un autómata, que sea susceptible de procurar la relación adecuada entre:

- la magnitud operador, definida por el órgano de pilotaje, y
- la magnitud accionador recibida por el motor en cuestión,
- y esto, teniendo en cuenta la ley de control especificada para este motor dado.

El autómata 4 puede funcionar con un módulo de pilotaje 1 similar al órgano de pilotaje 1 de las figuras 1 y 2, pero sin que sea necesario incorporar el captador CL2 suplementario que entrega las señales reparadoras.

El autómata 4 puede igualmente funcionar con un módulo de pilotaje numérico 10, accionado mediante una manivela o una mini-manivela de escoba (“joystick”) 10JS.

Preferentemente, se asocia un botón 10SL para el control de corte de carburante.

Si se prevé a la vez el módulo de pilotaje 1 y el módulo de pilotaje digital 10, los botones SL Y 10 SL pueden estar puestos en paralelo. La electroválvula “stop-coke” (no representada) puede ser vista como común a todos los motores civiles bajo prueba.

En la figura 3, una salida analógica de un ángulo del autómata 4 va hacia un generador de señales sinusoidales (reparador) 70 (el cual podría ser visto como incluido en el autómata 4).

ES 2 354 015 T3

La elaboración de señales reparadoras es en efecto una de las dificultades encontradas cuando se quiere realizar un sistema de pilotaje “universal”, es decir capaz de trabajar con una gran variedad de “controles de gases nativos” de motores.

- 5 Según la figura 6, se entrega una señal CLS1 al autómata 4 en la salida del módulo de pilotaje 1 (o 10), de posición angular de la manivela, con la forma de por ejemplo una tensión continua. Este último transforma esta señal en una señal de posición angular transformada como se ha desarrollado más abajo. Esta transformación consiste principalmente
- 10 - en aplicar una ley de control del motor, que puede ser elegida por un operador por medio de una interfaz operador, por ejemplo la interfaz operador IHM desarrollada a continuación,
- en adaptar el margen angular TLA de desplazamiento de la manivela física (de -90° a $+90^\circ$) en un ángulo TRA para el calculador (por ejemplo 38° a $85,5^\circ$).

15

Esta señal de posición angular transformada TRA es igualmente llamada señal de consigna de ángulo en la salida del autómata. Esta señal está dirigida hacia el generador de señales sinusoidales 70, igualmente llamado “interfaz reparadora”. Esta “interfaz reparadora” permite, a partir de una señal de consigna de ángulo, generar dos señales sinusoidales reparadoras para un regulador de motor MT3, más concretamente para el calculador MT32 de este regulador de motor.

Se utilizan las siguientes anotaciones:

- 25 - “TRA” (“Throttle Resolver Angle”) designa generalmente el valor de consigna del ángulo de control de los gases,
- “TRA_DC10” designa una señal analógica, que va de 0 a +10 voltios, y representa el ángulo TRA en un margen de -90° a 90° por ejemplo,
- 30 - “TRA_Sin10” y “TRA_Cos10” designan dos señales analógicas, yendo cada una de 0 a +10 voltios, y representando respectivamente el seno y el coseno del ángulo TRA en un margen de -1 a 1, estas señales permiten trabajar en un margen de ángulo de 0° a 180° .
- 35 - “TLA” designa el valor del ángulo de control de los gases.

Se recuerda que un regulador llamado “FADEC” implica por principio un calculador redundante, en un motor que puede operar ya sea en modo ECU, ya sea en modo EEC. En la figura 4, la interfaz de entrada correspondiente del lado motor, denominada MT30, posee dos vías:

- 40 - una vía 1, accionada mediante envío desde MT30 de una señal de excitación EXC_RES1, sinusoidales, que espera recibir dos señales COS_RES1 Y SIN_RES1, que modulan la señal EXC_RES1 en función del coseno y del seno del ángulo TRA, respectivamente.
- 45 - una vía 2, que hace lo mismo, en redundancia, con unas señales de excitación EXC_RES2, y de retorno COS_RES2 y SIN_RES2.

50 Esta redundancia completa una exigencia de seguridad y de protección.

Típicamente, se tiene:

- 55 - EXC_RESi: 7,07 voltios ($\pm 2,0\%$) a 3000 Hz ($\pm 10\%$),
- $K=0,492$ ($\pm 0,025\%$)
- $EXC_SINi = K * EXC_RESi * \sin(TRA)$
- 60 - $EXC_COSi = K * EXC_RESi * \cos(TRA)$

La figura 7 ilustra más concretamente la caja de la interfaz reparadora destinada a trabajar con un regulador con redundancia de señales. Así, esta caja incluye dos interfaces reparadoras 70-1 y 70-2 que reciben cada una en la entrada la señal de consigna de ángulo del autómata. Este último incluye dos salidas analógicas conectadas cada una a una interfaz reparadora diferente.

ES 2 354 015 T3

En el caso de un motor con calculadora PMC (figura 5), no hay redundancia. El funcionamiento es similar, con señales de excitación EXC_RES, y de retorno COS_RES y SIN_RES, acompañadas de un cable común conectado a la masa denominado COMM.

Típicamente, se tiene:

- EXC_RES: 7,07 voltios ($\pm 2,0\%$) a 3000 Hz ($\pm 10\%$),

- $EXC_SIN = K * EXC_RES * \sin(TRA)$

- $EXC_COS = K * EXC_RES * \cos(TRA)$

Si la señal de consigna de salida del autómatas es una señal lineal del tipo "TRA_DC10", la interfaz reparadora 70 lleva a la escala -90° , $+90^\circ$ esta señal y entrega señales sinusoidales del tipo

- $EXC_SIN_i = K * EXC_RES_i * \sin(TRA_DC10 \text{ llevado a escala})$

- $EXC_COS_i = K * EXC_RES_i * \cos(TRA_DC10 \text{ llevado a escala})$

La interfaz reparadora que recibe una señal del tipo analógico lineal (como una tensión continua) puede ser creada con la ayuda

- de simuladores de señal sincro/reparadores conocidos o

- de una unidad central asociada a un mapa de conversión numérico/reparador según un formato estándar (por ejemplo VME, VXI, PCI, ISA...), o

- de componentes especializados en el dominio de la medida asegurando las funciones de conversión numérica/reparador y analógica/reparador, existiendo dichos componentes con diversas formas (monolítico, híbrido, módulo).

Éstos simuladores, tarjetas o componentes son puestos a disposición por sociedades americanas como Data Device Corporation, North Atlantic Instrument, Computer Conversion Corporation.

Si la señal de consigna de salida del autómatas es un par de señales trigonométricas del tipo "TRA_Sin10" y "TRA_Cos10", la interfaz reparadora 70 lleva a escala -1 a 1 y entrega las señales sinusoidales del tipo

- $EXC_SIN_i = K * EXC_RES_i * \sin(TRA_Sin10 \text{ llevado a escala})$

- $EXC_COS_i = K * EXC_RES_i * \cos(TRA_Cos10 \text{ llevado a escala})$

La interfaz reparadora que recibe dos señales del tipo trigonométricas puede ser una tarjeta electrónica que incluye componentes clásicos que aseguran las funciones de multiplicación de las señales analógicas.

Como se ha indicado anteriormente, es posible que un operador seleccione una ley de control de motor, es decir seleccione un motor al que está ligado un margen angular que permite llevar a escala la señal de entrada del autómatas 4. Para ello, el autómatas 4 está conectado a una interfaz Hombre-Máquina denominada IHM, como se ha indicado en la figura 6 y desarrollada en la figura 8. Esta interfaz sirve igualmente para la visualización dinámica de los valores de parámetros y de señales del dispositivo de control. Como se ha representado en la figura 8, esta interfaz puede ser una pantalla en la que está representada por ejemplo una ventana M para la manivela gracias a una aplicación "applet". La ventana visualiza datos como la posición angular de la manivela correspondiente a la señal CLS1 entregada al autómatas, el valor de la señal de consigna del ángulo de la manivela, la posición de los toques de la manivela definidos como

- toque de ralentí tierra,

- toque de ralentí vuelo,

- toque de umbral 1 como el toque de despegue TAOF (Take Off)

- toque de umbral 2 como el toque de vuelo continuo MXCT (Maxi continuo).

ES 2 354 015 T3

Esta interfaz Hombre-Máquina permite igualmente modificar la posición angular de la manivela mediante el envío de comandos apropiados al autómata.

Para ello, el operador puede pulsar sobre botones virtuales M++, M+, M- y M-- presentes en la pantalla con el fin de aumentar o disminuir la posición angular de la manivela a partir de un valor mostrado en la pantalla. Puede igualmente tomar directamente el valor de la posición angular deseado. El botón virtual M++ tiene un paso de incremento (o pendiente) más importante que el paso de incremento del botón virtual M+. Sucede lo mismo con los botones M- y M--.

La figura 9 representa otros botones virtuales atribuidos a la acción de llevar la manivela al tope ralenti Vuelo (botón virtual RV), a la acción de llevar la manivela al tope Ralenti Tierra (botón virtual RS), a la indicación de que el operador salte el tope (botón virtual B). En la figura 9, la posición de los indicadores I que pueden desplazarse sobre escalas graduadas indican los valores de los 4 topes. El operador puede pulsar sobre botones virtuales M++, M+, M-, M-- presentes en la pantalla con el fin de aumentar o disminuir la consigna habitual C. Los valores de ralenti tierra y vuelo pueden igualmente ser modificados a partir de las mismas maniobras por el operador.

Por supuesto, esos valores son transmitidos al autómata 4 por un ordenador del tipo PC llamado federador y utilizado como pasarela entre el autómata y la pantalla piloto. El autómata 4 transmite estos valores a la manivela física 1.

El operador puede por tanto

- seleccionar o añadir una ley de control,
- tomar y modificar parámetros del órgano de pilotaje.

Los parámetros del órgano de pilotaje incluyen el desplazamiento del órgano de pilotaje, la posición de los topes de la manivela, el valor de la posición angular deseada, la aceleración por unidad angular y la deceleración por unidad angular asociada ya sea en la toma angular por el operador, ya sea en los botones virtuales M++, M+, M-, M-- (lo que corresponde al paso de incremento), ya sea a la posición de cada tope.

La selección de la ley de control del motor por el operador consiste en seleccionar el tipo de motor (o turbina) deseado. Según la figura 8, el motor seleccionado permite enviar a un distribuidor electrónico el tipo de señal esperado, el distribuidor 41 puede entonces actuar sobre el accionador 81.

Las figuras 11 a 22 ilustran un ejemplo de ejecución del autómata mediante circuitos lógicos. La interfaz Hombre-Máquina del tipo pupitre operador, por ejemplo una interfaz gráfica conectada al autómata, permite a un operador tomar datos para efectuar así ensayos en un motor seleccionado en el banco de ensayos. Esta interfaz gráfica permite igualmente al operador seguir la evolución del ensayo en curso.

La figura 10 ilustra el significado de los símbolos utilizados en los circuitos lógicos de las figuras 1 a 22.

El símbolo 100 asocia dos entradas en una señal de salida. El símbolo 108 ilustra una actualización al valor 1 de la señal de entrada. El símbolo 110 ilustra una puesta al valor 0 de la señal de entrada. Los símbolos 112 y 114 ilustran básculas lógicas. Los símbolos 114 y 116 ilustran un desencadenamiento sobre un frente ascendente y sobre un frente descendente de una señal. El símbolo 120 ilustra una temporización de una señal. El símbolo 124 ilustra la igualdad entre la señal de entrada y de salida. El símbolo 126 verifica la superioridad entre una señal principal y un valor y entrega la señal principal como señal de salida. El símbolo 128 verifica la superioridad o igualdad entre una señal principal y un valor y entrega la señal principal como señal de salida. El símbolo 130 verifica la inferioridad entre una señal principal y un valor y entrega la señal principal como señal de salida. El símbolo 132 verifica la inferioridad o igualdad entre una señal principal y un valor y entrega la señal principal como señal de salida. El símbolo 134 verifica la diferencia entre una señal principal y un valor y entrega la señal principal como señal de salida. El símbolo 136 suman dos señales de entrada y entrega una señal de salida correspondiente. El símbolo 138 multiplica dos señales de entrada y entrega una señal de salida correspondiente. El símbolo 142 divide dos señales de entrada y entrega una señal de salida correspondiente. Unas siglas son igualmente utilizadas para designar circuitos lógicos como la sigla MOVE que designa una instrucción de copiado de una memoria a otra memoria.

Las figuras están constituidas por diferentes columnas que permiten visualizar las entradas del autómata EA, la salida del autómata SA, los controles de entrada de la interface gráfica EOP correspondiente a una toma de datos por un operador, las salidas de informaciones de interfaz gráfica IOP correspondientes a una presentación de las salidas de los circuitos lógicos del autómata, por ejemplo mediante visualización de datos. Las entradas y las salidas EA, SA, EOP e IOP son designadas mediante siglas unidas a un número de identificación. Estas siglas pueden designar

MW: una palabra entera de 16 bits

M: un bit interno del circuito

ES 2 354 015 T3

E: una entrada Todo o Nada

MD: Una palabra doble

5

De forma general, un operador que desee realizar un ensayo debe elegir un motor de entre los motores propuestos, tomar y validar los ángulos mínimo y máximo de la manivela, y poner el ensayo en marcha.

10

Puede aparecer un fallo. El autómata incluye circuitos específicos que detectan estos fallos. A modo de ejemplo, las figuras 13-A y 13-B ilustran respectivamente unos circuitos de detección de fallos de tensión a nivel de las tarjetas 1 y 2 de la autómata. La entrada E0.0 respectivamente E0.1 del autómata es activada desde que se detecta un fallo de tensión a nivel de la tarjeta 1, respectivamente 2. Estos circuitos lógicos suministran una señal en las salidas M153.0 y M153.1 del autómata avisando de fallos en curso. Otros circuitos lógicos permiten la detección de fallos específicos del autómata.

15

Durante el ensayo, si aparece un fallo, se fuerzan las salidas a 0 y el ensayo pasa al estado fallo. La figura 11-A presenta una resolución del fallo por un operador que introduce el comando MW104. La información de resolución del fallo es presentada por la interfaz gráfica (MW104 y MW152) y la salida M4.0 del autómata vuelve a poner en salir marcha y permite su reanudación. Las cajas MOVE son instrucciones de copiado de una memoria a otra memoria, aquí una copia del información para mostrarla en la pantalla.

20

La figura 11-B ilustra la adquisición del ángulo mínimo de la manivela. Un operador toma un valor del ángulo mínimo de la manivela a aplicar entre 0° y 360° (comando MW108). Este valor debe ser diferente de 0 y está asociado a un valor medio MW150 que debe ser diferente de 256 para validar el valor del ángulo mínimo de la manivela. La señal de tensión en la salida M4.1 del autómata representa la validación de la adquisición del ángulo mínimo de la manivela.

25

La figura 11-C ilustra la adquisición del ángulo máximo de la manivela. Un operador toma un valor del ángulo máximo de la manivela a aplicar entre 0° y 360° (comando MW106). Este valor debe ser diferente de 0 y está asociado al valor medio MW150 que debe ser diferente de 256 para validar el valor del ángulo máximo de la manivela. La señal de tensión en la salida del autómata M4.2 representa la validación de la adquisición del ángulo máximo de la manivela.

30

Las figuras 12-A y 12-B ilustran los circuitos lógicos que permiten mostrar en la interfaz gráfica el valor MW106 del ángulo máximo de la manivela y el valor MW108 del ángulo máximo de la manivela una vez validado como se ilustra en las figuras 11-B y 11-C. los valores 0 en la entrada de las cajas MOVE sirven para la inicialización.

35

El desplazamiento angular de la manivela corresponde a una “ley manivela”. Este desplazamiento es seleccionado por el usuario como se ha descrito anteriormente.

40

Las figuras 14-A a 14-E ilustran cada una un circuito lógico utilizado por uno de los cinco motores que puede elegir el operador mediante el comando MW100.

La elección del motor únicamente puede efectuarse cuando el estado del ensayo es parado: El valor del comando marcha/paro MW102 está a 0 cuando el estado es parado, valor modificable mediante entrada del operador.

45

El comando MW100 puede ser igual a un entero de 1 a 5 para designar el motor elegido por el operador, en los ejemplos de las figuras 14 los motores están numerados de 1 a 5.

50

Una vez que se ha elegido el motor, el operador puede tomar los valores mínimo y máximo del margen angular del motor elegido, el margen angular varía de -360° a 360°. Éstos comandos son MD170 y MD174 para el motor 1, MD180 y MD184 para el motor 2, MD190 y MD194 para el motor 3, MD200 y MD204 para el motor 4, MD210 y MD214 para el motor 5. El margen angular ligado a la elección del motor es llamado “ley de control motor” o “ley motor”.

55

El comando marcha/paro MW102 ha pasado a 1. El circuito lógico en el que MW100=1 está activado.

A partir de valores de ángulo mínimo y máximo de un motor elegido en el estado parada, el autómata recolecta en la salida los valores de tensión MD158 y MD162 asociados a los valores de ángulo mínimo y máximo del motor elegido.

60

Los valores de tensión MD158 y MD162 correspondientes a los valores de ángulo mínimo y máximo del motor elegido son utilizados como entradas por el autómata en las figuras 15-A y 15-B. Estos valores de tensión son copiados en la memoria mediante la caja MOVE, lo que permite obtener valores de tensión correspondientes a valores ficticios de ángulos mínimos y máximos MD110 y MD114 de la manivela para el motor elegido. Así, el margen angular de la manivela es modificado en función del motor elegido y de la ley de control asociada.

65

ES 2 354 015 T3

Una vez que el ensayo está en marcha, después de la selección del motor y de sus parámetros, la figura 16 ilustra el funcionamiento del autómata que permite la visualización de la consigna del ángulo de la manivela en curso. El autómata recibe en la entrada

- 5 - el valor PEW304 correspondiente un valor de tensión entregado por el potenciómetro y asociado al valor en curso del ángulo de la manivela,
- el valor de tensión M4.1 correspondiente al valor del ángulo mínimo de la manivela adquirido por el circuito lógico de la figura 11-B,
- 10 - el valor de tensión M4.2 correspondiente al valor del ángulo máximo de la manivela adquirido por el circuito lógico de la figura 11-C,
- 15 - los valores de tensión MD110 y MD114 correspondientes a los ángulos ficticios mínimo y máximo de la manivela para el motor elegido como los recuperados por los circuitos lógicos de las figuras 15-A y 15-B.

El circuito lógico del autómata de la figura 16 convierte el valor de tensión del potenciómetro de la manivela PEW 304 en un valor de tensión MD154 correspondiente al ángulo en curso de la manivela. Esta conversión se efectúa a 20 partir del margen de tensión del potenciómetro, de los valores de tensión correspondientes a los valores de los ángulos reales máximo y mínimo de la manivela, de los valores de tensión correspondientes a los valores ficticios de los ángulos mínimo y máximo MD110 y MD114 de la manivela para el motor elegido.

Las figuras 17-A a 17-C ilustran los circuitos lógicos que conducen al cálculo de la consigna de ángulo en grados y en radianes.

La figura 17-A corresponde a un circuito de inicialización antes del cálculo de la nueva consigna de ángulo. La salida MD20 es una tensión que representa un valor en grados.

- 30 En la figura 17-B, el circuito lógico del autómata recibe en la entrada
- el valor del comando MW102 que debe ser igual a 1 (significando que el estado del ensayo es parado),
 - los valores de tensión que corresponden a los valores de ángulos ficticios mínimo y máximo MD110 y MD114 35 de la manivela para el motor elegido,
 - los valores de tensión que corresponden a los valores de ángulos mínimo y máximo MD158 y MD162 del motor elegido,
 - 40 - el valor de tensión del ángulo en curso de la manivela MD154.

El circuito lógico de la figura 17-B permite obtener en la salida el valor del ángulo de la manivela en grados MD20.

45 La figura 17-C ilustra la conversión del valor MD20 en un ángulo en radianes MD24 mediante la multiplicación de un factor $\pi/180$.

El autómata puede proponer a la interfaz reparadora, como se indica en la descripción siguiente, un valor de ángulo de consigna que es después transformado en dos valores de seno y coseno. Es igualmente posible proponer un autómata 50 que entregue como valores de salida, el coseno y el seno del ángulo de consigna.

Las figuras 18 ilustran un autómata que propone en la salida valores de coseno y de seno del ángulo de consigna de la manivela.

55 Así, en la figura 18-A, el valor del ángulo en radianes MD24 de la consigna de la manivela está en la entrada del circuito lógico COS que transforma este valor en un valor MD30 de coseno de este ángulo en la salida del circuito lógico. En la figura 18-B, este valor MD30 es una entrada del circuito lógico FC106 de escalado, los valores 1 y -1 en la entrada representan los límites alto y bajo de la señal de entrada. El valor M3.0 es un bit de validación siempre a 1 que sirve para validar la llamada del circuito lógico FC106. El valor del coseno escalado MW36 está en la salida del 60 autómata, la salida MW34 indica el estado de escalado del coseno.

En la figura 18-C, el valor del ángulo en radianes MD24 de la consigna de la manivela está en la entrada del circuito lógico SIN que transforma este valor en un valor MD40 de seno de este ángulo en la salida del circuito lógico. En la figura 18-D, este valor MD40 está en la entrada del circuito lógico de escalado, los valores 1 y -1 en la entrada 65 representan los límites alto y bajo de la señal de entrada. El valor M3.0 es un bit de validación siempre a 1 que sirve para validar la llamada del circuito lógico FC106. El valor de seno escalado MW46 está en la salida del autómata, la salida MW44 indica el estado de escalado del seno.

ES 2 354 015 T3

Las figuras 19 ilustran circuitos lógicos de escalado para las salidas de los valores de ángulo en grados MD20 de los circuitos lógicos de las figuras 17-A y 17-B.

A partir de la entrada MD20 que representa el valor de ángulo en grados de la consigna, el circuito lógico de la figura 19-A recibe, como límites alto y bajo de la señal de entrada, los valores de tensión correspondientes a los ángulos mínimo y máximo MD158 y MD162 del motor elegido (margen angular de la ley motor). La señal M3.1 en la entrada está siempre a cero. A partir de estas entradas, el circuito lógico de la figura 19-A permite copiar la consigna en el margen angular de la ley motor para el sistema de adquisición ACQ llamado salida MW56 y la simple copia de la consigna en el margen angular de la ley motor llamada salida MW54.

A partir de la entrada MD20 que representa el valor del ángulo en grados de la consigna, el circuito lógico de la figura 19-B recibe, como límites alto y bajo de la señal de entrada, los valores únicamente a título de ejemplo. La señal M3.1 en la entrada está siempre a cero. A partir de estas entradas, el circuito lógico de la figura 19-B permite copiar la consigna en el margen angular de la ley motor para el sistema de adquisición ACQ llamado salida MW60 y la simple copia de la consigna en el margen angular de la ley motor llamada salida MW58.

Las figuras 20 permiten la asignación a salidas analógicas del autómatas de las palabras internas del autómatas. Las figuras 20-A, 20-B y 20-C son redundantes respectivamente con las figuras 20-E, 20-F, 20-G con el fin de que las salidas del autómatas sean redundantes para una interfaz reparadora como la de la figura 7.

Si el autómatas propone en la salida una primera señal trigonométrica, el circuito de la figura 20-A propone, a partir de la entrada MW46 que representa el seno del ángulo de consigna, una salida PAW272 como primera salida del seno del ángulo de consigna a la interfaz reparadora. El circuito de la figura 20-E es la redundancia del circuito de la figura 20-A y propone una salida PAW288 como segunda salida del seno del ángulo de consigna en la interfaz reparadora.

Si el autómatas propone en la salida una segunda señal trigonométrica, el circuito de la figura 20-B propone, a partir de la entrada MW36 que representa el coseno del ángulo de consigna, una salida PAW274 como primera salida del coseno del ángulo de consigna a la interfaz reparadora. El circuito de la figura 20-F es la redundancia del circuito de la figura 20-B y propone una salida PAW290 como segunda salida del coseno del ángulo de consigna a la interfaz reparadora.

Si el autómatas propone en la salida una señal lineal, el circuito lógico de la figura 20-C permite entregar en la salida una copia del comando motor en la escala de la ley motor para el sistema de adquisición ACQ a partir de la entrada MW56 (de la figura 19-A) correspondiente al ángulo de consigna escalado en la ley motor.

El circuito lógico de la figura 20-G permite entregar en la salida una copia del control motor en la escala [40°, 140°] para el sistema de adquisición ACQ a partir de la entrada MW60 (de la figura 19-B) correspondiente al ángulo de consigna escalado.

El circuito lógico de la figura 20-D permite entregar, a la caja 41 (servo-amplificador de potencia) de la figura 3, unas señales de tensión PAW278 y PAW294. La señal PAW 278 corresponde a la señal de tensión del potenciómetro de la manivela PEW 304, la señal PAW 294 corresponde a la mitad de la señal PEW304 de tensión del potenciómetro de la manivela.

El invento no se limita únicamente a los modos de realización descritos anteriormente, únicamente a modo de ejemplo, sino que engloba todas variantes que pueda considerar el experto.

REIVINDICACIONES

1. Dispositivo de control de gases para turbina de aeronave, del tipo que incluye un conjunto de controles, propios para actuar sobre el control nativo de la turbina (MT1-MT4), en función de una entrada manual definida por un órgano de pilotaje (1, 2) en el que el órgano de pilotaje está situado para entregar una señal de posición angular de manivela (CL, 10JS), con la forma de una tensión, en particular, una tensión continua,

caracterizado porque el conjunto de controles incluye:

- un autómata (4) capaz de convertir la señal de posición angular de la manivela en una señal de posición angular transformada (TRA), en función de una ley de control elegida,

- al menos una interfaz (70), capaz de convertir la señal de posición angular transformada (TRA) en dos señales sinusoidales (COS-RES, SIN-RES), en particular del tipo reparador, lo que permite pilotar por el mismo dispositivo diferentes turbinas, en particular la turbinas que tengan como comando nativo señales del tipo sinusoidales, y

- una interfaz operador (IHM) adaptada para permitir a un operador

- seleccionar y añadir la ley de control utilizada,

- tomar y modificar los parámetros del órgano de pilotaje.

2. Dispositivo según la reivindicación 1, **caracterizado** porque el dispositivo incluye además un módulo accionador (81) adaptado para recibir en la entrada la señal de posición angular transformada (TRA) y para entregar en la salida un comando nativo para turbinas (MT1) con control hidromecánico, están adaptado al autómata para gobernar mediante servomando al módulo accionador (81) que incluye un motor y un reductor.

3. Dispositivo según la reivindicación 2, **caracterizado** porque el módulo accionador es apto para actuar electro-mecánicamente sobre una palanca (89) de un regulador de turbina con control hidromecánico y porque el autómata está adaptado para controlar la palanca del módulo accionador (81).

4. Dispositivo según una de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizado** porque la interfaz (70) es capaz de convertir, a partir de una señal de excitación (EXC-RES) transmitida por un regulador de turbina (MT3), una señal de posición angular transformada (TRA) en dos señales sinusoidales (COS-RES, SIN-RES) transmitidas al regulador de la turbina (MT3) que tiene como comando nativo señales del tipo sinusoidal.

5. Dispositivo según la reivindicación 4, **caracterizado** porque la señal de posición angular transformada incluye ya sea una señal lineal, ya sea dos señales trigonométricas.

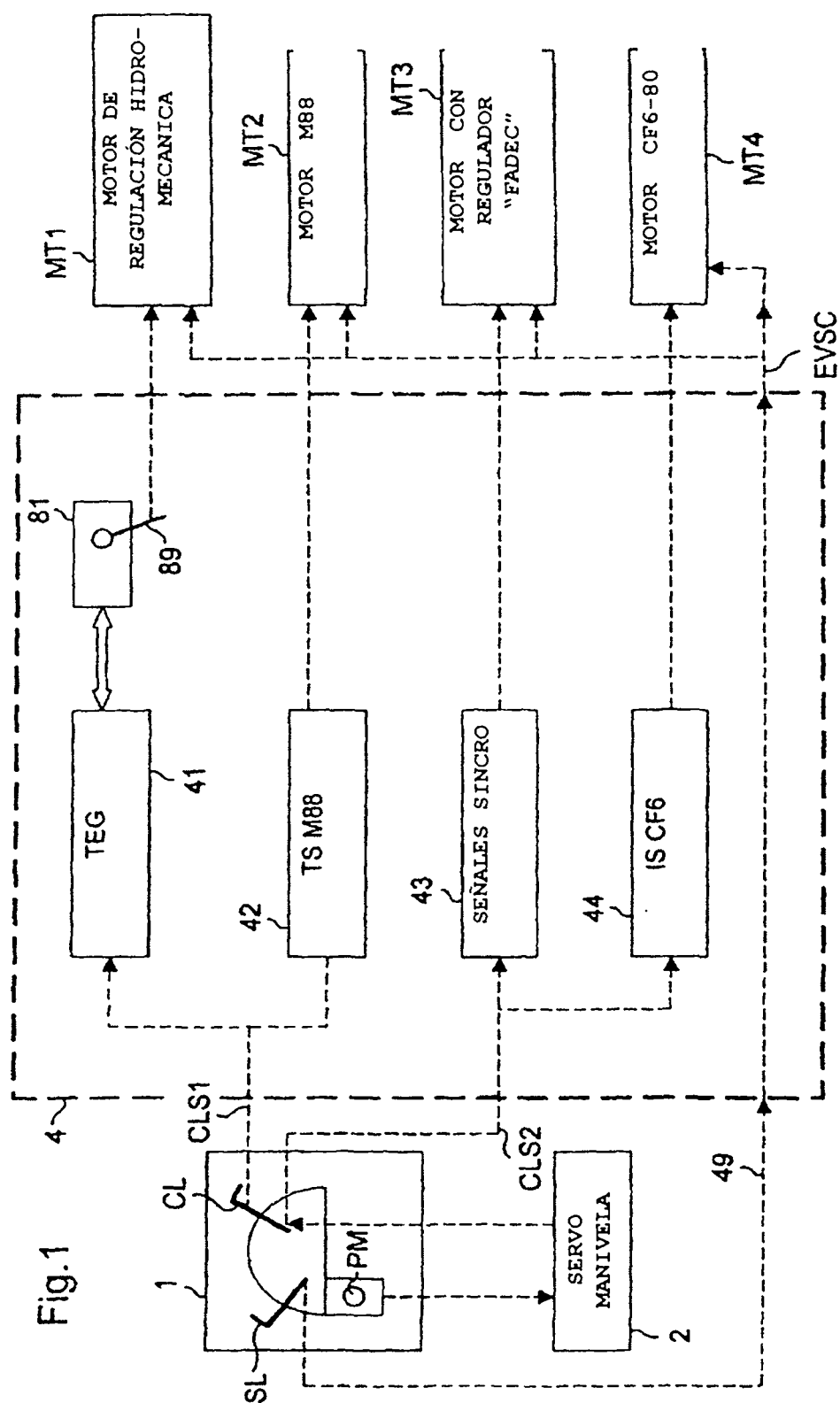
6. Dispositivo según una de las reivindicaciones 4 y 5, **caracterizado** porque el autómata está adaptado para entregar al menos dos señales de posición angular transformadas a la interfaz (70), estando adaptada la interfaz (70) para entregar al menos cuatro señales sinusoidales (COS-RES1, SIN-RES1; COS-RES2, SIN-RES2) transmitidas al regulador de turbina (MT3) del tipo redundante.

7. Dispositivos según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque la señal de posición angular transformada (TRA) incluye una señal de tensión para reguladores mediante tensiones de turbinas (MT2).

8. Dispositivo según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque el órgano de pilotaje incluye una manivela (CL) o un mini-mango de escoba (10JS).

9. Dispositivo según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque el órgano de pilotaje incluye un medio de control de parada de urgencia, en particular un botón pulsador (SL, 10SL).

10. Dispositivo según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque los parámetros del órgano de pilotaje incluyen el desplazamiento del órgano de pilotaje, la posición de los toques de manivela, el valor de la posición angular deseada, la aceleración por unidad angular y la deceleración por unidad angular.



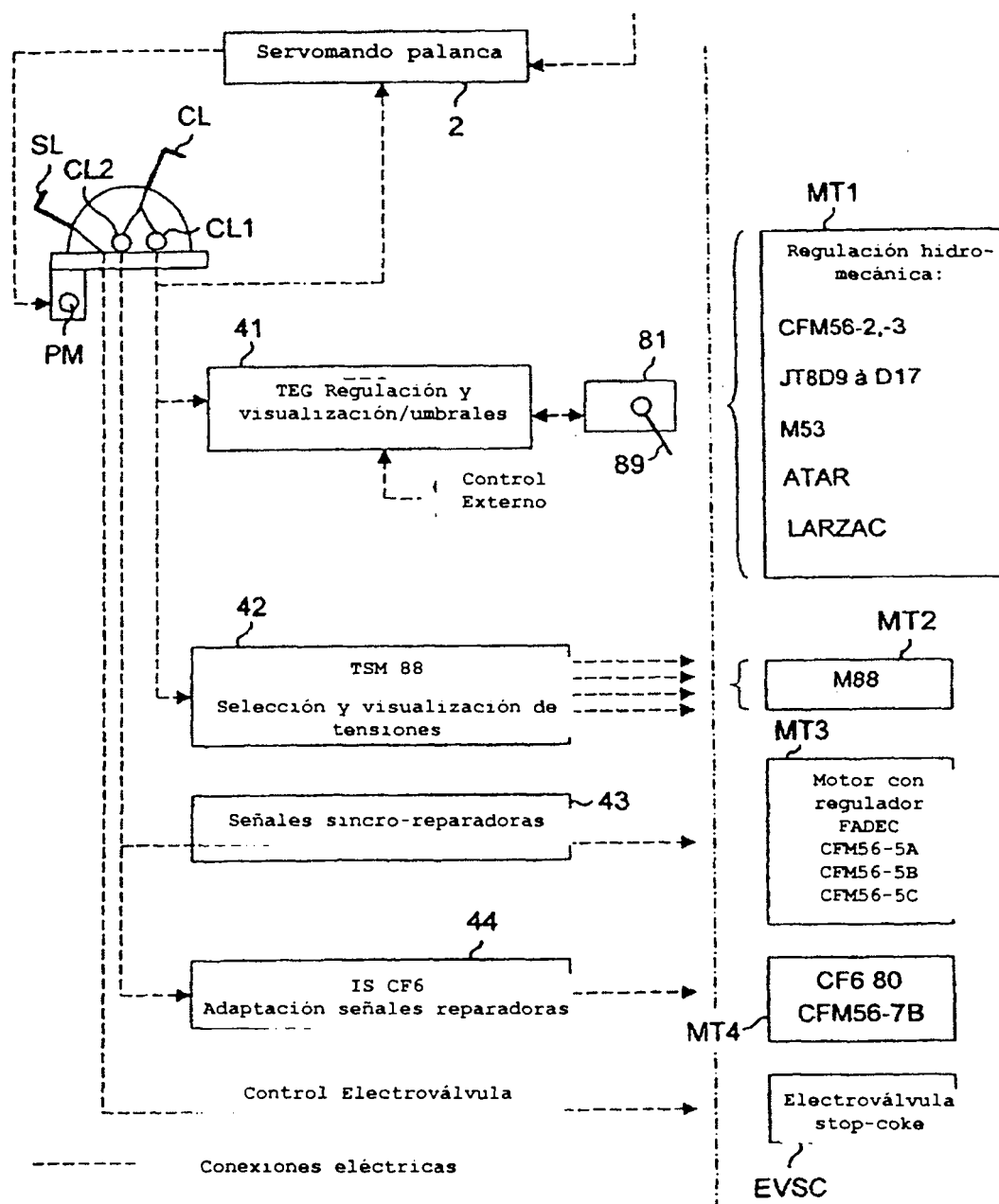


Fig.2

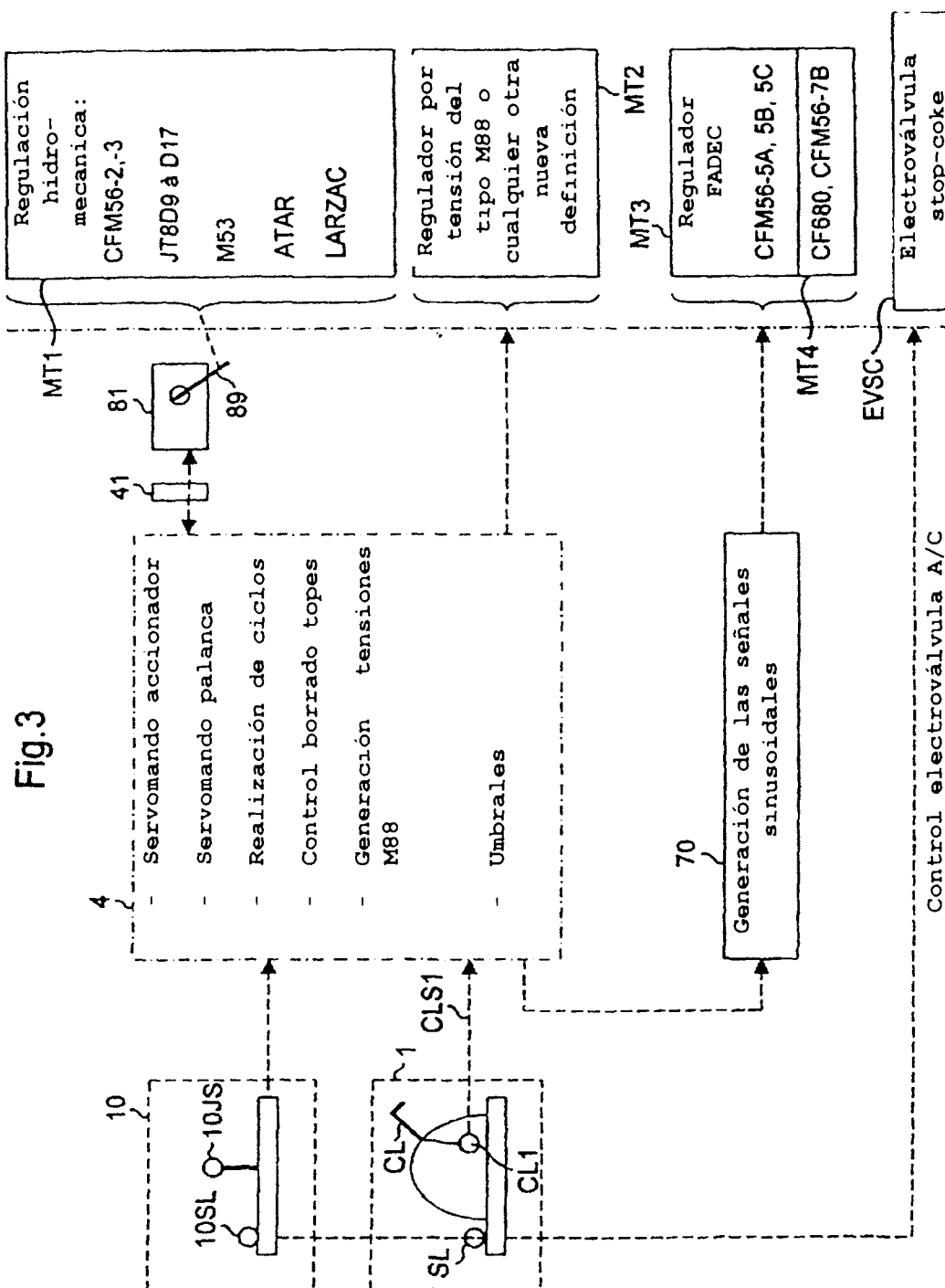


Fig.4

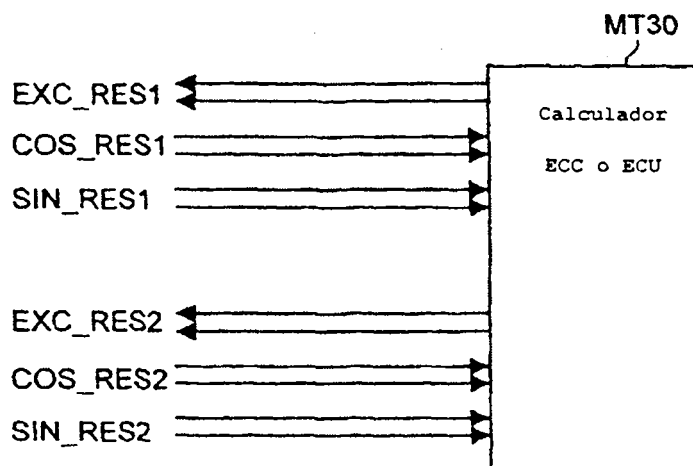


Fig.5

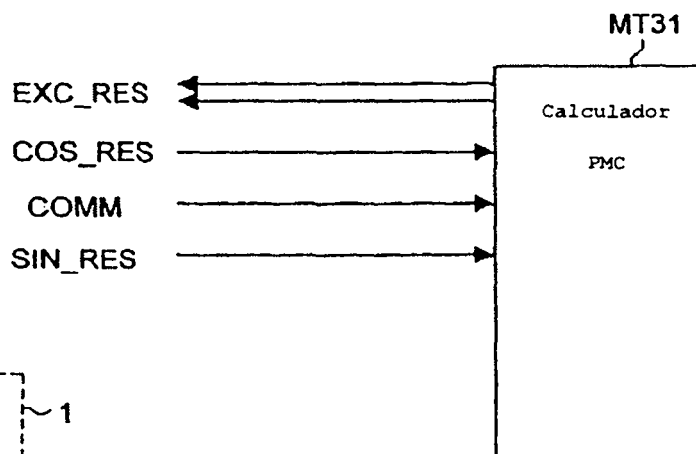


Fig.6

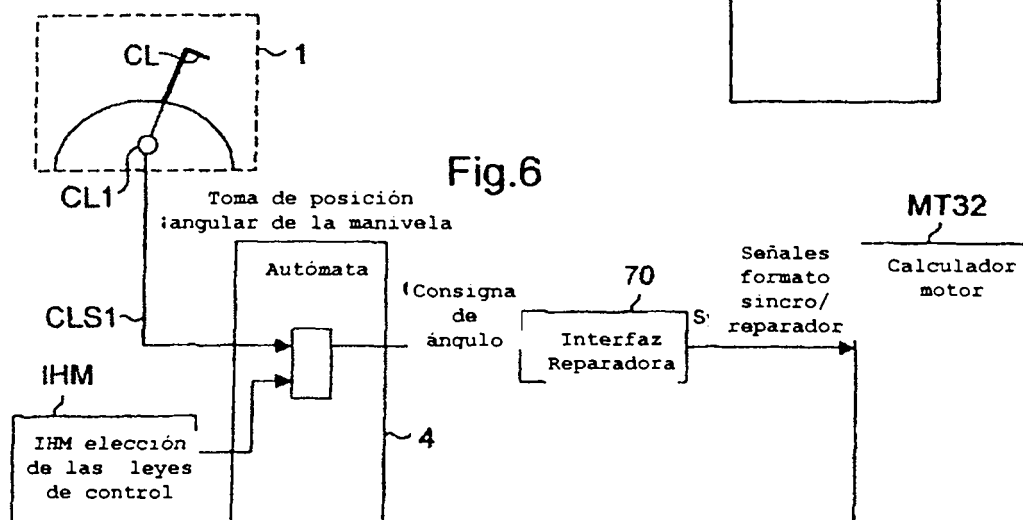


Fig.7

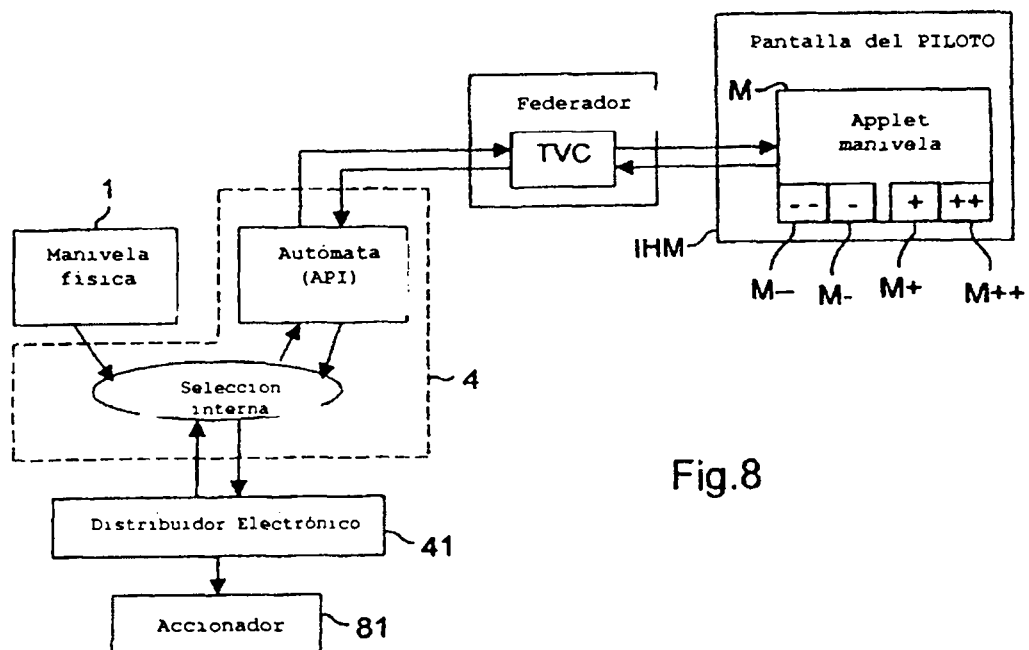
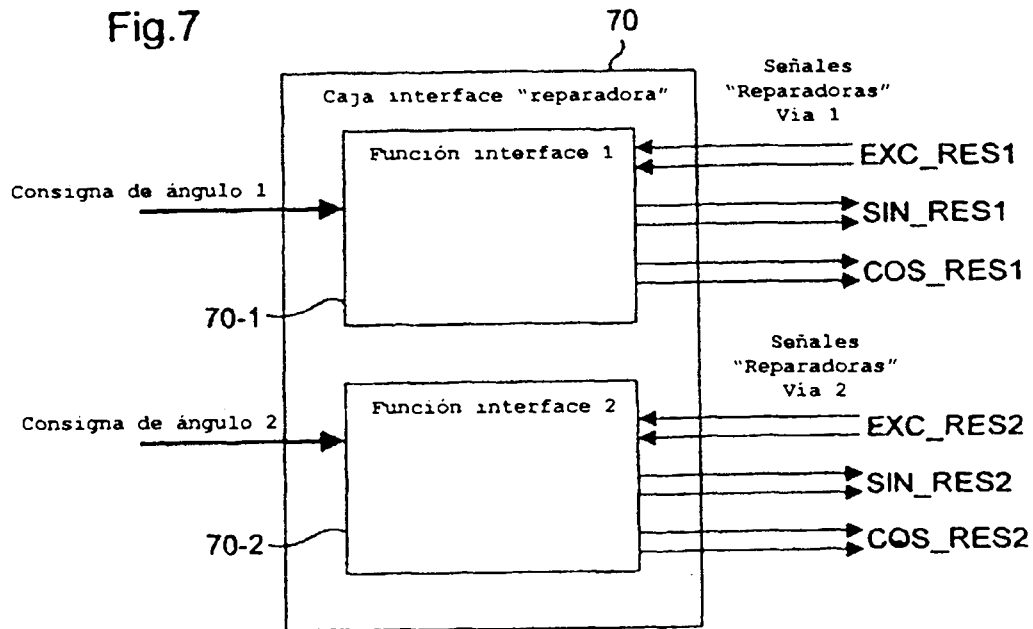


Fig.8

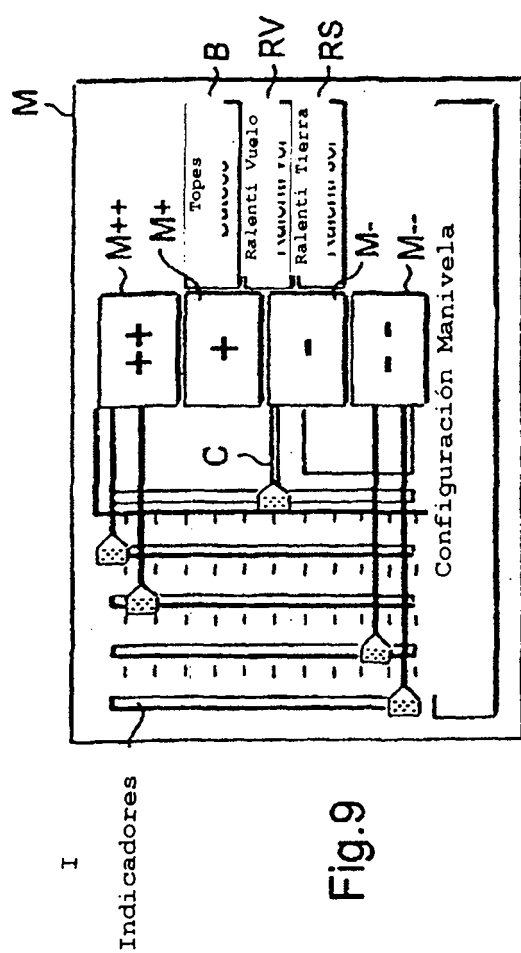


Fig. 9

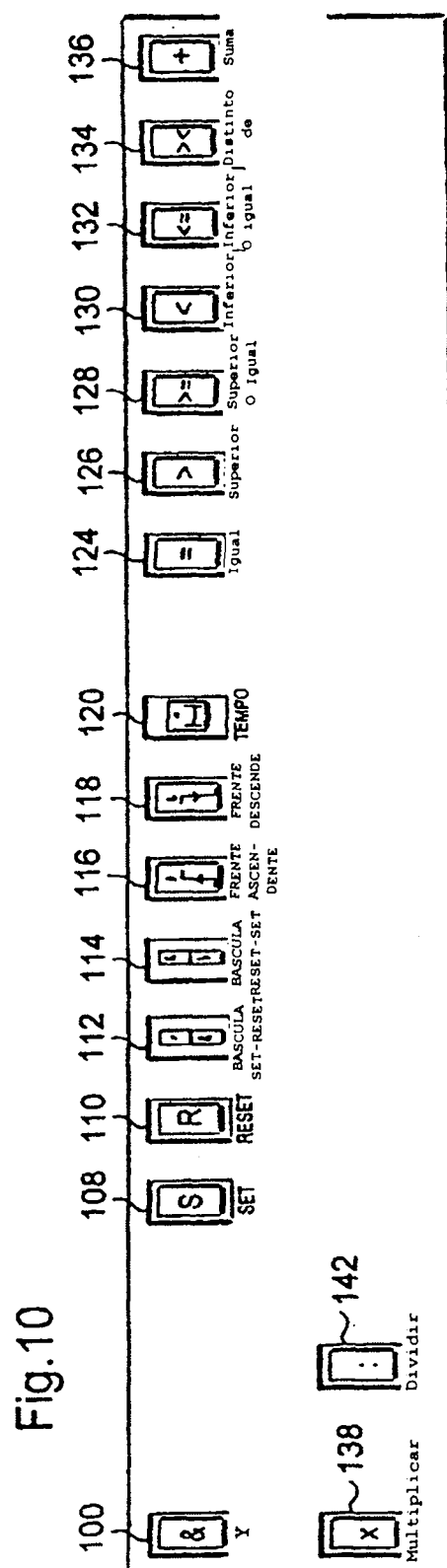
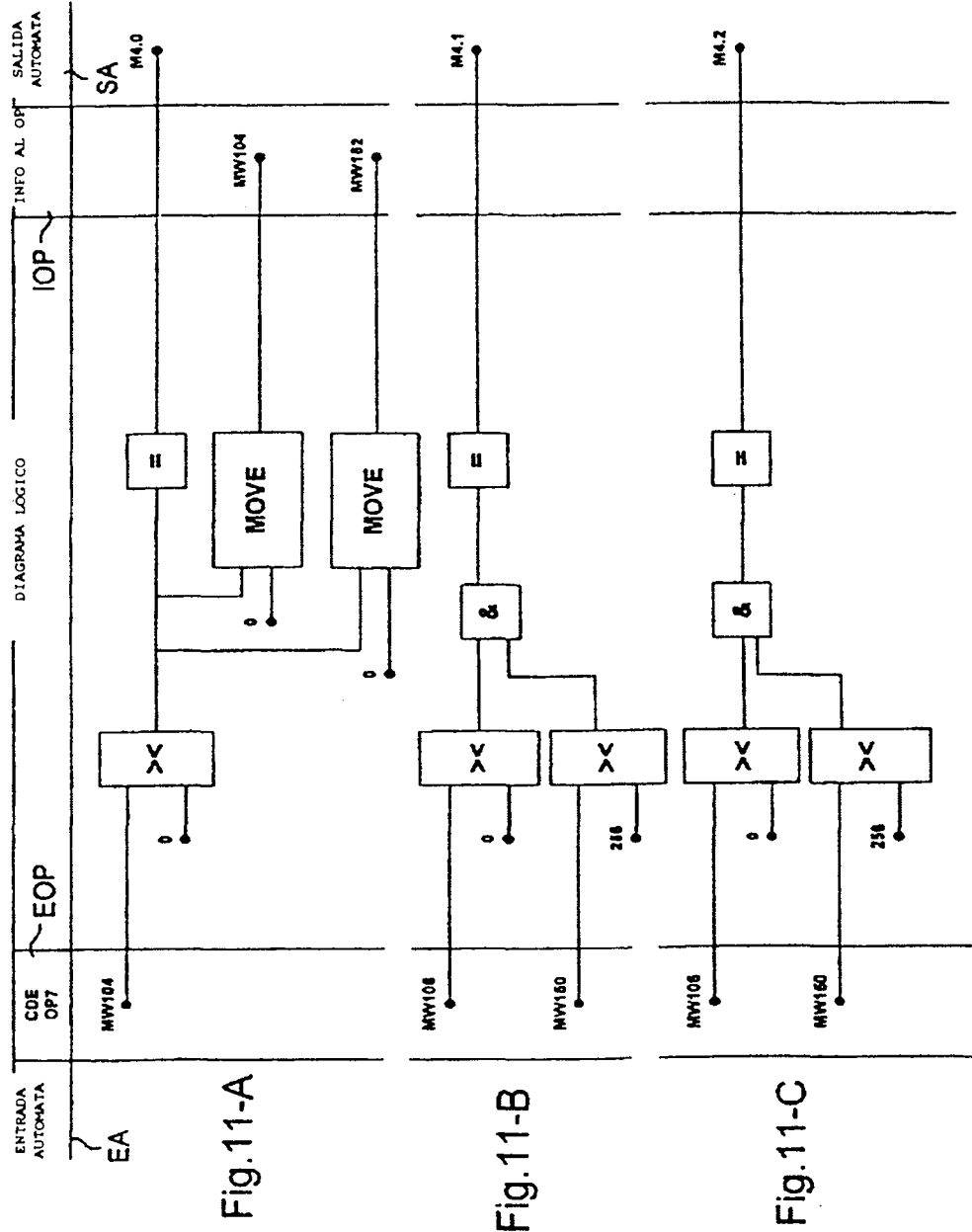
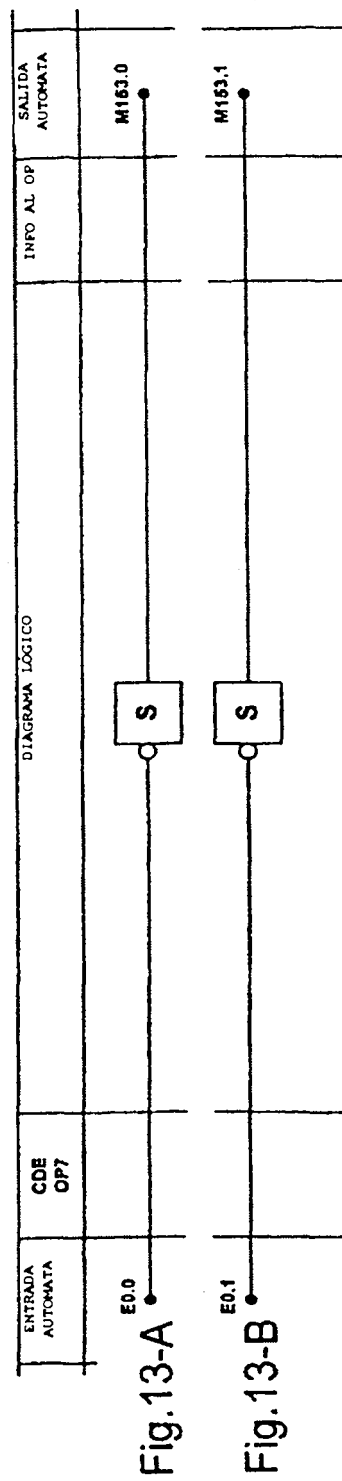
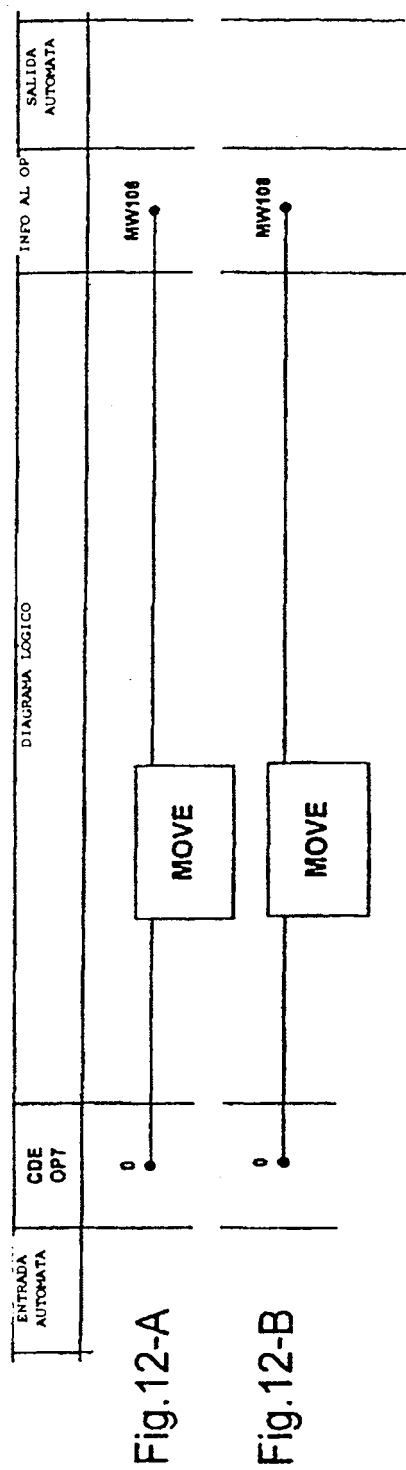
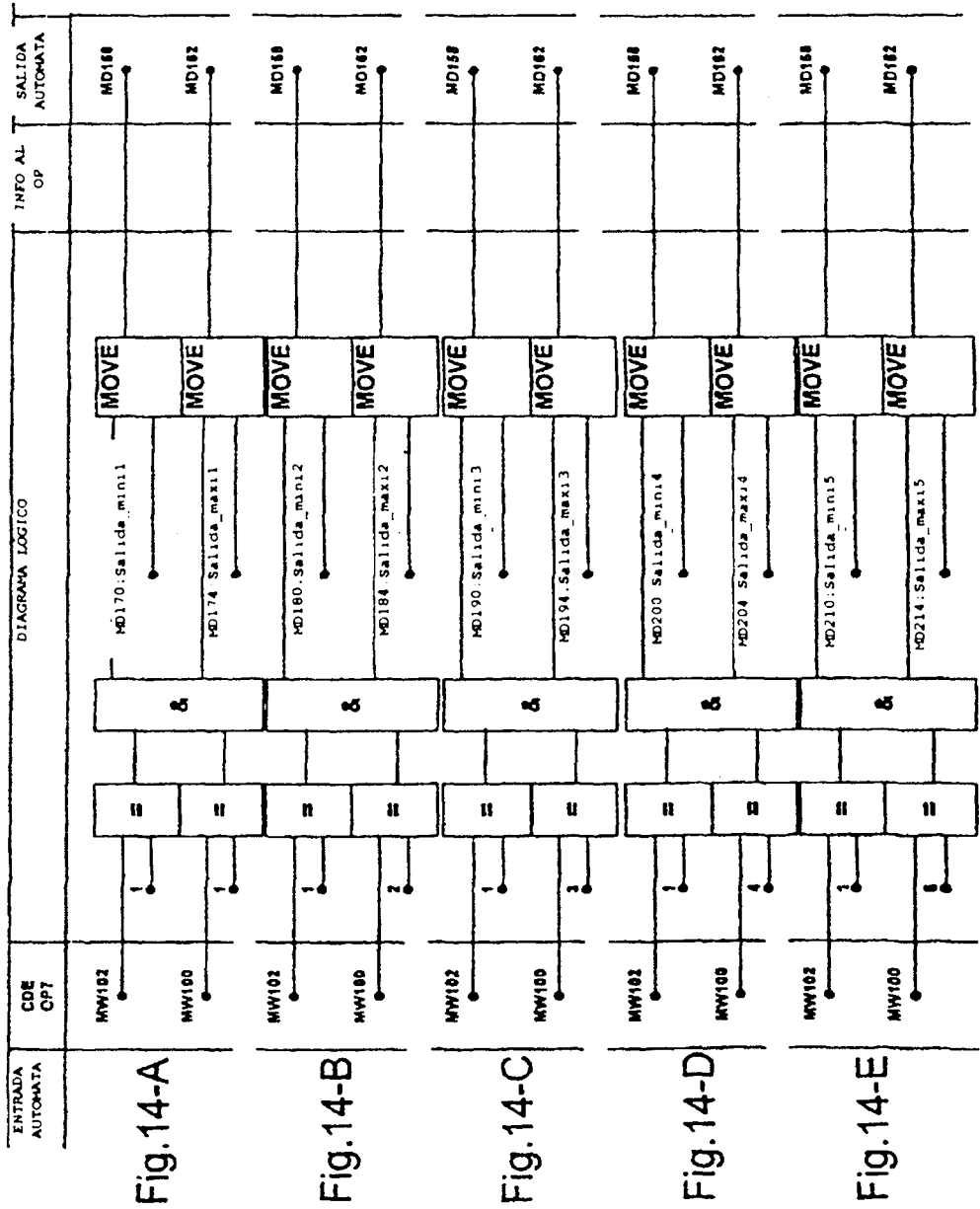


Fig. 10







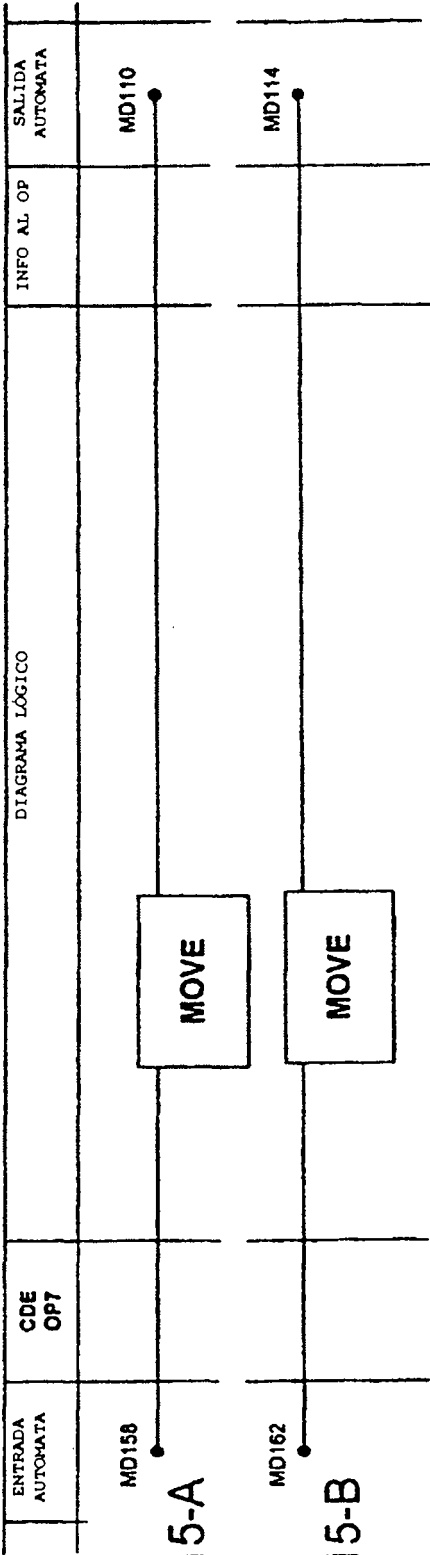


Fig.15-A

Fig.15-B

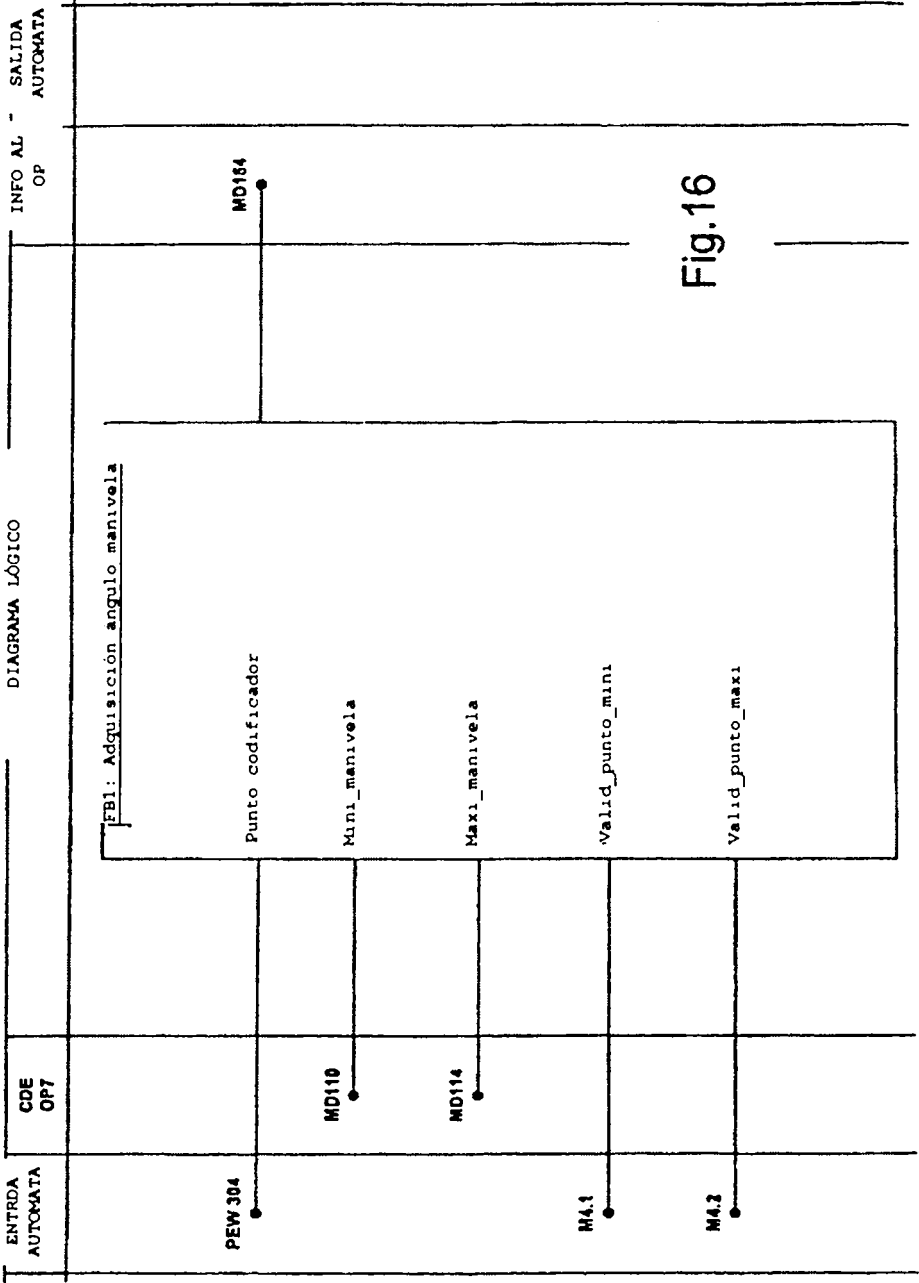
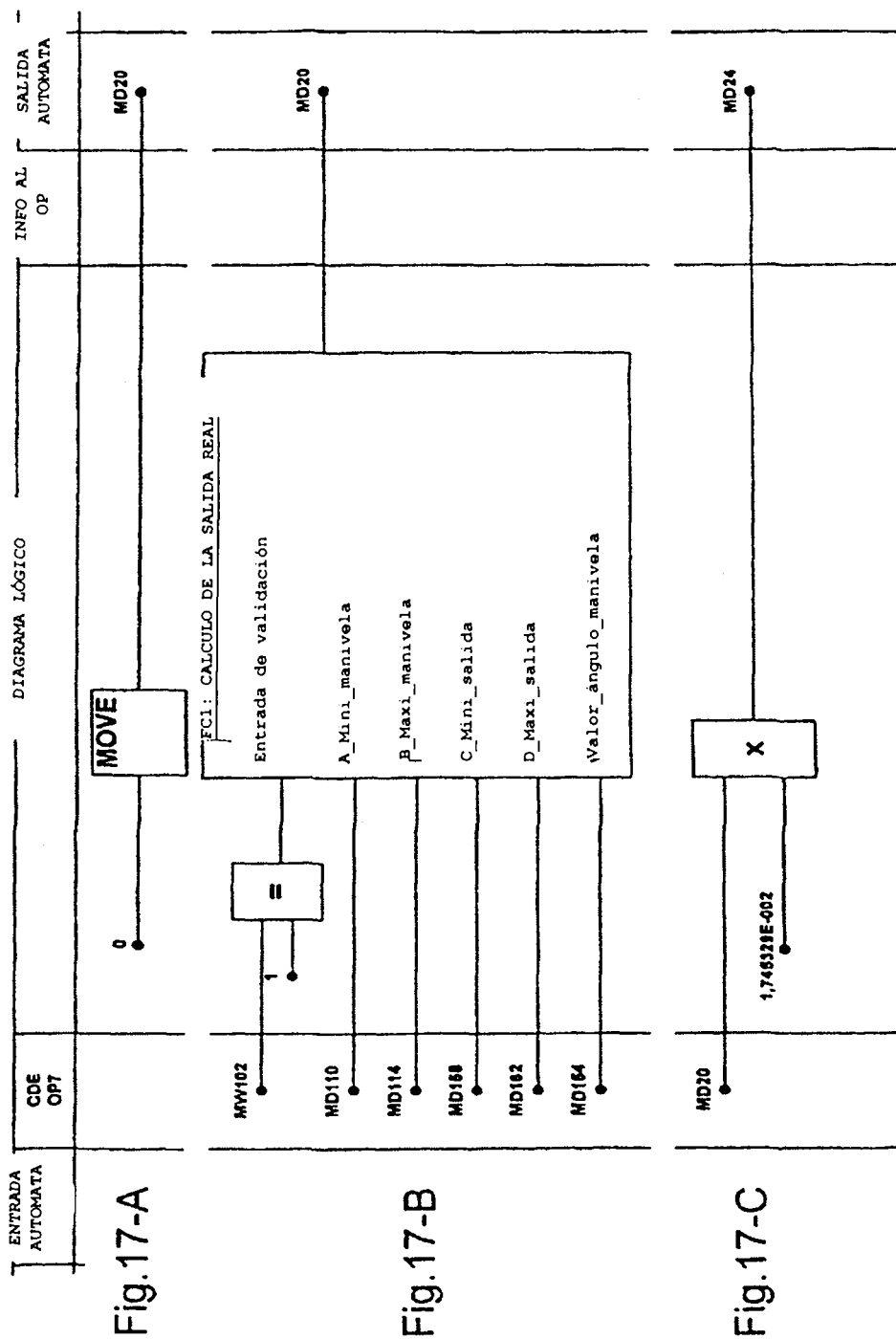
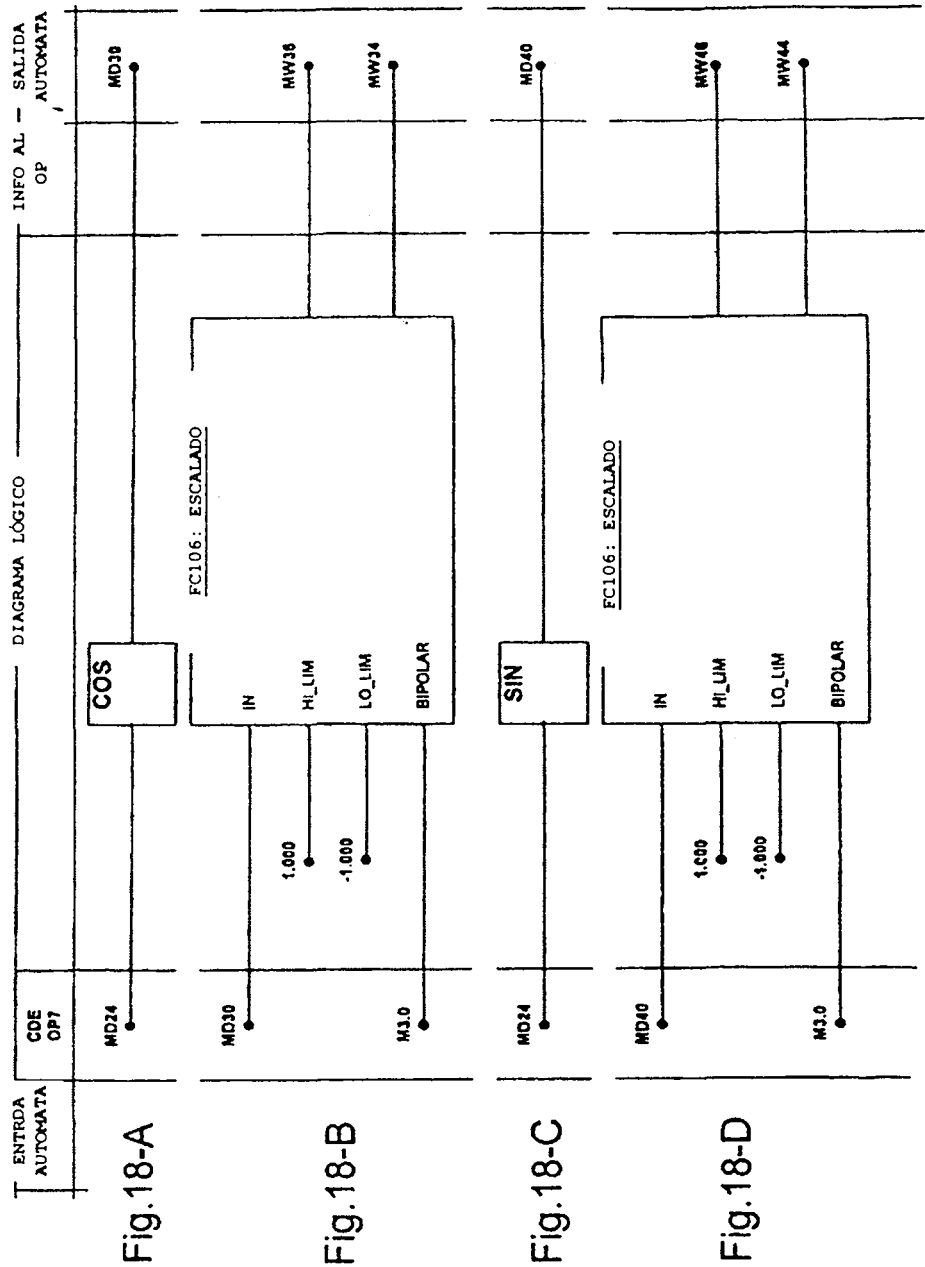


Fig.16





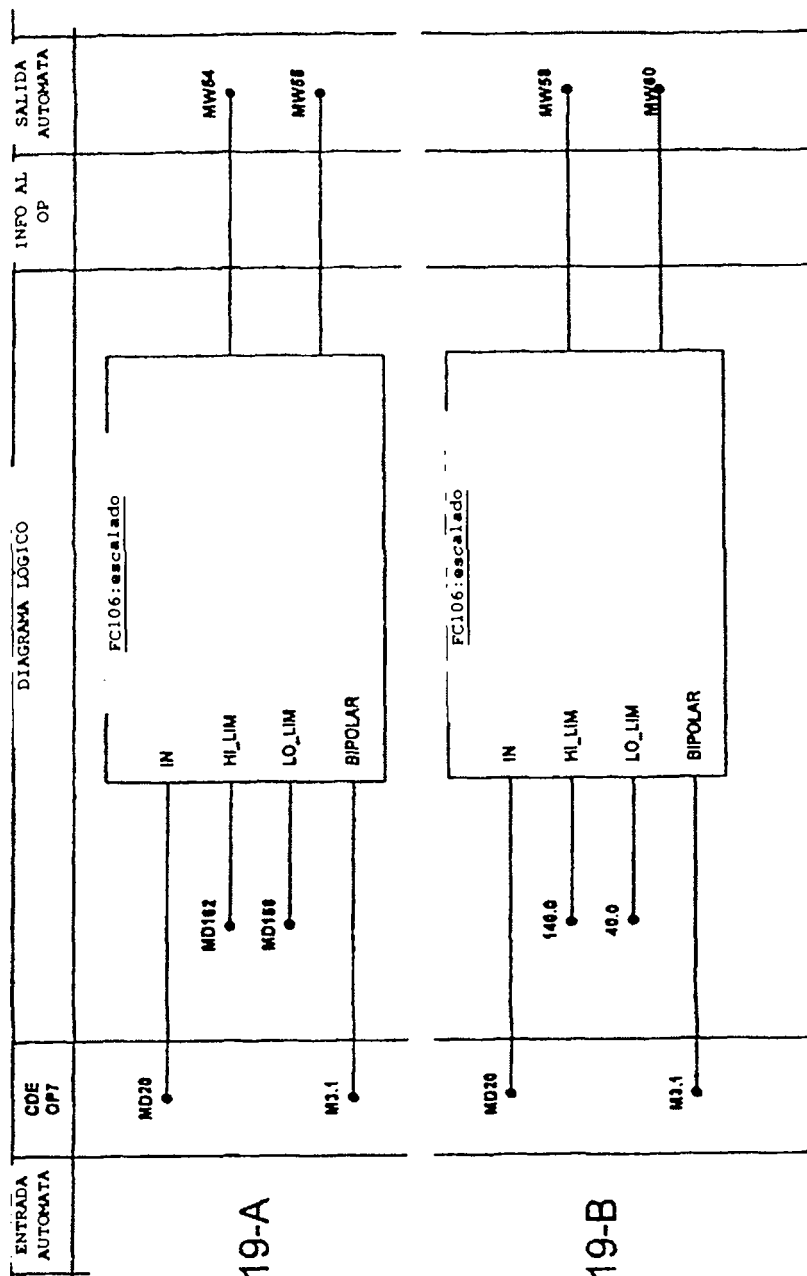


Fig.19-A

Fig.19-B

