



405794

405794

Int. Cl.² - G 01 S

MEMORIA DESCRIPTIVA PARA SOLICITAR PATENTE DE INVEN-
CIÓN EN ESPAÑA POR: "MEJORAS EN LOS DISPOSITIVOS PA-
RA LA MEDIDA DE LA ORIENTACION EN LOS SISTEMAS DE NA-
VEGACION AEREA" A NOMBRE DE STANDARD ELECTRICA, S.A.
CON DOMICILIO EN MADRID CALLE DE RAMIREZ DE PRADO N.º 5.

El presente invento se refiere a mejoras en los dispositivos para la medida de la orientación en los sistemas de navegación aérea, constituidas más concretamente por un dispositivo en el que se utilizan las técnicas digitales.

5 En ciertos equipos de navegación aérea, tales como los que se usan en el sistema TACAN descrito en el volumen 33, de Marzo de 1956, de la revista "Electrical Communication", revista técnica editada por la International Telephone & Telegraph Corporation y por las compañías a ella asociada, los datos de orientación o de azimut se producen por
10 una diferencia de fase entre las señales de referencia y una configuración de antena rotativa multilobulada, variando esta diferencia de fase según la orientación con respecto a un radio-faro.

15 El radio-faro transmite diferentes tipos de señales

405794

2.



pulsatorias, las cuales son traducidas por el receptor de la aeronave en datos de distancia y orientación. El equipo de la antena irradiante del radio-faro genera una configuración direccional multilobulada que gira a una frecuencia de f Hz (en el sistema TACAN, $f = 15$ Hz).

En el receptor de la aeronave que recibe y detecta las señales pulsatorias del transmisor del radio-faro, el giro de la configuración genera con los impulsos detectados una envolvente de modulación en amplitud. Cuando el lóbulo que tiene su mayor amplitud en la configuración direccional se orienta en una predeterminada dirección, por ejemplo, en dirección Norte, desde el radio-faro se transmite una señal específica en forma de una corta secuencia de impulsos, siendo denominada esta señal específica "señal de referencia principal". Al comparar la fase de la envolvente de modulación que resulta del giro de la configuración de la antena con la fase de la señal de referencia principal, se produce una indicación de la orientación del receptor de la aeronave con respecto al radio-faro. La utilización de una simple señal de referencia y de una simple configuración de dirección lobulada solamente permite la obtención de una indicación aproximada de la orientación; para obtener una indicación más precisa, la configuración direccional se hace multilobulada, estando cada lóbulo separado angularmente del siguiente por un submúltiplo impar n de 360° , siendo transmitidas unas señales específicas en forma de "bursts" de impulsos, denominadas señales de referencia secundaria, cada vez que uno de dichos lóbulos se orienta en la dirección predeterminada, por ejemplo, la dirección Norte, durante un giro de la configuración de antena. La rotación de la configuración



genera una envolvente de modulación de nf Hz (en el sistema TACAN, $n = 9$ y $f = 15$, $nf = 135$ Hz) la cual se superpone a la envolvente de modulación a f Hz que resulta de la rotación del lóbulo direccional principal. De la comparación de la fase de las señales de referencia secundarias con la fase de la envolvente de la modulación a nf Hz, se obtiene una precisa indicación de la orientación.

En resumen, la orientación respecto a un faro se obtiene por un adecuado proceso de datos en la aeronave de la señal de referencia principal, de $(n-1)$ señales de referencia secundarias, de la componente de modulación de amplitud a f Hz y de la componente de modulación de amplitud a nf Hz.

El método convencional para el proceso de estas señales utiliza las técnicas analógicas, haciéndose la medición en dos veces por un sistema mecánico, con un motor accionado por un servo-control y dos cambiadores de fase que sucesivamente comparan la fase de la componente de modulación a f Hz con la fase de la señal de referencia principal y la fase de la componente de modulación a nf Hz con la fase de las señales de referencia secundarias.

En un sistema analógico así la inercia del conjunto mecánico interfiere las medidas, por lo que solamente se da un valor aproximado de la orientación.

Las técnicas analógicas y las mecánicas tienen ambas serias desventajas; los equipos de las mismas son voluminosos y dan lugar a errores debidos al alto nivel de ruidos y a imprevisibles fenómenos de interferencia.

Ya han sido ofrecidos ciertos remedios a ello con el uso, principalmente, de las técnicas digitales. La patente francesa editada con el número 1.509.822 titulada dispositivo

405794



4.

5 digital para la medición del azimut ("Dispositif numérique de mesure d'azimut") que fué registrada el 1º de Febrero de 1967 a nombre de la International Standard Electric Corporation, así como dos patentes de adición a la misma, editadas con los números 92.087 y 93.565, muestran unos remedios que evitan una gran parte de los inconvenientes que han sido - mencionados.

10 Dichas soluciones digitales que se proponen, si bien actúan del todo satisfactoriamente, necesitan de equipos complicados que requieren el uso de varios contadores de gran tamaño.

15 Es, por tanto, una finalidad del presente invento, la obtención de un dispositivo para la medición de la orientación de un tipo nuevo, en el que principalmente se usen las técnicas digitales pero con una realización más sencilla que la de los dispositivos de tipo digital ya conocidos.

Otra finalidad de este invento es la obtención de un valor del ángulo en forma de una palabra digital que resulte de un promedio de un número de mediciones.

20 La medición de un ángulo por un proceso digital supone, no obstante, cuando se trata de orientaciones de aproximadamente 1º, una transición rápida; dos mediciones sucesivas que respectivamente correspondiesen a 359 y 1º producirían en el contador un valor medio de 180º; éste es uno de los
25 inconvenientes de los métodos digitales, dado que dichos dispositivos carecen, sustancialmente, de inercia. Así, otra finalidad de este invento, es la de eliminar este defecto, el cual también se puede producir con las discontinuidades que corresponden a orientaciones de $\frac{360^\circ}{n}$ x p, siendo p un
30 número entero que puede ser 0, 1, 2, ..., p-1.



Antes de continuar sería conveniente que hiciésemos algunas observaciones y que fueran dadas algunas definiciones.

El "burst" de impulsos transmitido por el radio-faro, denominado "señal de referencia principal", es decodificado, por unos procesos conocidos, en el receptor de la aeronave, lo cual ya fué descrito en el artículo citado como una referencia en el comienzo de su preámbulo. El resultado de la decodificación es un impulso simple que, en la descripción que le sigue, es denominado, sin ambigüedad ninguna, "señal de referencia principal". De igual modo, cada una de las señales de referencia secundarias específicas es decodificada en forma de un impulso simple que se denominará "señal de referencia secundaria".

De igual modo, como es sabido, las señales sinusoidales de modulación a f Hz o a nf Hz originan impulsos cuando la curva del seno está atravesando el cero en el sentido ascendente o en el sentido descendente; en este caso se puede, por ejemplo, elegir el momento en el aumento o el cruce y el impulso producido ser denominado de acuerdo con cada caso impulso de modulación a f Hz o impulso de modulación a nf Hz.

De acuerdo con este invento, el arranque del contador se activa con señales de referencia y la detención del mismo por impulsos de modulación; la acumulación en un contador de impulsos principales de un cierto número de mediciones posibilita para producir un valor promedio.

De acuerdo con una característica de este invento, los impulsos de contado se producen en un reloj que tiene una alta frecuencia F que es ligeramente ajustable y que -

405794

6.



puede ser puesta más o menos en fase con unas señales de referencia secundarias, comparándolas en un comparador de fases a unas señales rectangulares de una frecuencia muy próxima a los nf Hz producidos dividiendo por $2n$ la frecuencia F del reloj; unos medios adecuados permiten derivar, con el uso de los frentes anteriores de unas señales rectangulares, unos impulsos que de aquí en adelante denominaremos bien impulsos de referencia principal o bien impulsos de referencia secundaria y los cuales pueden ser

5

10 llevados a los dispositivos de medida en lugar, respectivamente de las señales de referencia principal o de las señales de referencia secundaria; los mismos medios adecuados permiten derivar, con el uso de los frentes posteriores de dichas señales rectangulares, unos impulsos que de aquí en

15 adelante se denominarán impulsos de semi-referencia principal o impulsos de semi-referencia secundarias, respectivamente.

Debe notarse que los impulsos de referencia y los impulsos de semi-referencia definen unos intervalos de tiempo iguales a $\frac{1}{2nf}$, que corresponden en medida angular a $\frac{180^\circ}{n}$.

20

Aún también se notará que el número de impulsos secundarios o de impulsos de semi-referencia secundaria dentro de un ciclo de una duración $\frac{1}{f}$ es igual a n , siendo uno de dichos impulsos el impulso de referencia principal o el impulso de

25 semi-referencia principal, respectivamente.

Debido a esta característica del invento, si algunas de las señales de referencia transmitidas desde el radio-faro no son reconocidas o recibidas por un receptor de aeronave, aún puede hacerse la medida en tanto que el reloj de frecuencia F permanezca bloqueado en fase y puede ser usada como

30



señal rectangular a la frecuencia nf obtenida por división de F .

De acuerdo con otra característica del invento se proveen medios que permiten usar como referencias para el contado:

5

- impulsos de referencia cuando, en un primer caso, el período de tiempo que transcurre entre el impulso de modulación nf -Hz y el siguiente impulso de referencia secundario corresponde a un ángulo entre $\frac{90^\circ}{n}$ y $\frac{270^\circ}{n}$,

10

- o impulsos de semi-referencia secundarios cuando, en un segundo caso, el período de tiempo que transcurre entre el impulso de modulación nf -Hz y el siguiente impulso de referencia secundario corresponde a un ángulo entre 0 y $\frac{90^\circ}{n}$ o entre $\frac{270^\circ}{n}$ y $\frac{360^\circ}{n}$.

15

De acuerdo con esta misma característica en el primer caso, el contador principal es restablecido previamente a la indicación 0° y, en el segundo caso, a la indicación 180° .

20

Debido a estos medios se tiene que se evita el contado de transición entre sectores de $\frac{360^\circ}{n}$ y se hace posible obtener el promedio de varias mediciones.

25

De acuerdo con otra característica de este invento, con unos medios conocidos se genera un primer gate lógico que corresponde a un espaciado angular igual a $\frac{360^\circ}{n}$ y centrado en un impulso de modulación de f -Hz y elegir en el primer gate, uno de los nf -Hz impulsos de modulación que sea el más inmediato al impulso de modulación de f -Hz; un segundo gate lógico es conectado por dicho impulso de arranque y desconectado por el siguiente impulso de referencia secundaria; un segundo contador, repuesto por dicho impulso de arranque, facilita una señal lógica cuando el ángulo que mide

30

405794

8.



está entre $\frac{90^\circ}{n}$ y $\frac{270^\circ}{n}$ y la señal de complemento lógico cuando este ángulo está entre 0° y $\frac{90^\circ}{n}$ o entre $\frac{270^\circ}{n}$ y $\frac{360^\circ}{n}$. Debido a esta característica, es posible seleccionar bien impulsos de referencia o bien semi-impulsos de referencia.

5 De acuerdo con otra característica de este invento, los impulsos de reloj, después de haber tenido la frecuencia dividida por n , son aplicados al contador principal a través de dos canales:

10 - a través de un primer canal pasan por un tercer gate lógico hecho conductor, en el primer caso, por el impulso de referencia principal o, en el segundo caso, por el impulso de semi-referencia principal y respectivamente desconectados por el impulso de referencia secundaria de orden n o el impulso de semi-referencia secundaria de orden n que siguen
15 al impulso de arranque, de modo que, a través del primer canal, hay almacenado en el contador de impulsos principal el equivalente de un valor angular $p \frac{360^\circ}{n}$, siendo p un número entero entre 0 y $n-1$, ambos inclusive;

20 - a través de un segundo canal, son al principio ligeramente retardados para evitar cualquier confusión con los del primer canal y pasarlos en serie a través de un cuarto gate lógico y un divisor de frecuencia por $(n-1)$, siendo este cuarto gate conectado por los impulsos de referencia secundaria en el primer caso o por los impulsos de semi-referencia
25 secundaria en el segundo caso, y desconectado por el impulso de modulación nf -Hz que sigue a cada uno de esos impulsos; así, este cuarto gate actúa $(n-1)$ veces en un ciclo de f Hz, la primera vez a la que se aplica el segundo impulso de referencia o el impulso de semi-referencia secundario que sigue al impulso de arranque, las $(n-1)$ cuando
30



son aplicados los n impulsos de referencia secundaria o de semi-referencia.

El divisor, con una relación $(n-1)$, permite almacenar en el contador principal un número de impulsos que corresponde al promedio de $n-1$ medición es de ángulo entre cada uno de los impulsos de referencia o de semi-referencia y el impulso de modulación nf -Hz que sigue a cada uno de ellos; esta medida promedia siempre está comprendida entre $\frac{90^\circ}{n}$ y $\frac{270^\circ}{n}$.

De acuerdo con otra característica de este invento, el contador principal y el contador secundario son contadores de impulsos del mismo tipo, por ejemplo los dos contadores binarios, uno de ellos de $2r$ etapas para contar $2r$ impulsos y el otro de r etapas para contar r impulsos; cuando un contador se llena es repuesto automáticamente para contar el número de impulsos sobre $2r$ o r respectivamente.

El tamaño del contador principal evaluado en grados de orientación es igual a 360° . Si ϵ representa la precisión absoluta que ha de obtenerse en la medida de los ángulos de orientación, ϵ tiene que ser considerado representativo de una cantidad de datos angulares que corresponde a un impulso de contado de una frecuencia $\frac{F}{n}$, siendo el tamaño del contador principal de $2r = \frac{360}{\epsilon}$.

El ángulo de orientación representado por la palabra digital escrita en el contador principal es igual, en el caso de la selección de impulsos de referencia, a:

$$\frac{P}{n} = 360^\circ + \epsilon$$

En el caso de la selección de impulsos de semi-referencia es igual a

$$\frac{(P+1)}{n} 360^\circ + \epsilon$$

si p está incluido entre 0 y $\frac{n-1}{2}$, ambos inclusive, y a

405794

10.



$$\left(\frac{p}{n} - \frac{1}{2}\right) 360^\circ + \infty$$

si p está incluido entre $n - 1$ y $\frac{n + 1}{2}$, ambos inclusive.

Así, el ángulo de orientación escrito es transferido a un registro de memoria asociado al contador principal, siendo activada esta transferencia por el impulso de arranque que señala el comienzo del nuevo ciclo de duración $\frac{1}{f}$.

Otras finalidades y características del presente invento aparecerán más claramente en la descripción que sigue de una realización, que se hace en relación con los dibujos que se adjuntan, en los cuales:

- la fig. 1 es un diagrama esquemático de un dispositivo digital diseñado para la medida del ángulo de orientación en navegación aérea, de acuerdo con el invento, y
- las figs. 2 y 3 son formas de onda de señal que ilustran la operación del dispositivo que se muestra en la fig. 1.

La fig. 1 muestra, bajo la forma de cuatro bloques, del I al IV, separados por unos rectángulos de líneas de trazo y punto, un dispositivo digital para la medida de la orientación usado en el sistema TACAN.

Cada uno de los cuatro bloques corresponde a una de las funciones principales del dispositivo.

En el rectángulo I se incluyen los circuitos que tienen por finalidad generar el impulso de arranque DP partiendo de los impulso PM decodificados por el receptor de la aeronave, correspondiendo la envoltura de modulación de amplitud para los PMs a la configuración direccional de lóbulos múltiples a f y nf Hz.

En el sistema TACAN, f es 16 Hz y nf es 135 Hz, siendo igual a 9.

En el rectángulo II se contienen los circuitos, y -



particularmente un reloj, cuya finalidad es generar, partien-
do de la señal de referencia principal PR y de las señales
de referencia secundarias AR decodificadas por el receptor
de la aeronave impulsos PP de referencia principal, impulsos
5 HPP de semi-referencia principal, impulsos AP de referencia
secundaria e impulsos HAP de semi-referencia secundaria del
receptor de la aeronave.

En el rectángulo III se comprenden los circuitos cuya
finalidad es seleccionar los impulsos AP o los impulsos HAP.

10 En el rectángulo IV se incluyen los circuitos fundamen-
tales de contado y de determinación final de la orientación.

En lo que continúa de la descripción seremos más expli-
citos expresando las diferentes señales e impulsos con las le-
tras que se han indicado.

15 Entre los circuitos lógicos de la fig. 1 hay cierto nú-
mero de flip-flops simétricos o disimétricos; para cada uno
de los flip-flops disimétricos se indican las entradas e_1 de
establecimiento y las entradas e_2 de restablecimiento, así
como las salidas Q y salidas complementarias \bar{Q} ; también en
20 la fig. 1, las entradas de reposición de flip-flops simétri-
cos, las entradas de reposición de divisor y las entradas de
reposición de contador están indicadas con la letra Z.

Rectángulo I.- En el rectángulo I, fig. 1, son aplicados unos
PM a 1 y procesados por el detector de picos 2.

25 La señal que procede de 2, constituida por una onda
senoidal a 15 Hz superpuesta a una onda senoidal a 135 Hz es
pasada por dos canales paralelos 3 y 4. Montados en serie en
el canal 3 hay un filtro selectivo 5 a 135 Hz, un generador de
señales rectangulares 6 a 135 Hz y un agudizador de impulsos
30 7 que da un corto impulso cada vez que la onda de seno a 135 Hz

405794

12.



sube del valor de cero. Los impulsos procedentes de 7, denominados impulsos de modulación a 135 Hz, se indican en la fig. 1 como MP.

5 El canal 4 se compone primero de un filtro selectivo 8 a 15 Hz y a continuación de dos subcanales paralelos 9' y 9". Montados en serie en el subcanal 9' hay un cambiador de fases a -20° indicado 10'; un generador de señales rectangulares 11' a 15 Hz y un agudizador de impulsos 12' que produce un corto impulso cada vez que la onda de seno a 15 Hz de la
10 salida de 10' sube del valor de 0. El subcanal 9 incluye unos circuitos homólogos 10", 11" y 12" con la única diferencia de que el 10" cambia la fase en $+20^\circ$ en vez de en -20° . Los impulsos de 12' y 12" son respectivamente aplicados a las entradas e_1 y e_2 del flip-flops 13; la salida Q de 13 está en
15 la condición 1 cuando los valores de fase de la onda de seno a 15 Hz procedente de 8 están dentro de un "gate" de ángulo de 40° centrados en el punto 0 de la onda senoidal.

La salida Q de 13 está conectada a una entrada del gate AND 14 de dos entradas, recibiendo la segunda entrada
20 impulsos MP. Así, la salida de 14 entrega impulsos DP. Cada uno de los impulsos DP es el impulso de modulación a 135 Hz más próximo al punto 0 de la onda de seno de 15 Hz; con ello la frecuencia de impulsos DP es de 15 Hz.

Finalmente, en el resto del dispositivo de medida se
25 usarán los impulsos DP y MP que sean respectivamente impulsos de modulación a 15 Hz y a 135 Hz; debe notarse que el primer impulso MP de un ciclo a 15 Hz es sincrónico con DP.

Rectángulo II.- En el rectángulo II, fig. 1 son aplicados
unos impulsos AR por un conductor 15 y unos impulsos PR por
30 un conductor 16. Los conductores 15 y 16 están respectivamente

405794

13.



conectados a las entradas del gate OR 17 cuya salida está
conectada a una de las dos entradas del comparador de fases
18. El reloj 19, a frecuencia F , tiene su salida conectada
a la entrada del divisor de frecuencia 20, cuya relación de
5 división es de $1/r$, seguido por el divisor de frecuencia 21,
cuya relación de división es de $1/2$. La salida de 21 está
conectada a la otra entrada del comparador de fases 18 y
la señal de comparación que procede de 18 es llevada a la
entrada de 19 para permitir un ajuste preciso de la frecuen-
10 cia F de 19.

Debido a los divisores 20 y 21 se tiene a la salida
de 21 una señal rectangular a la frecuencia $\frac{F}{2r}$, que es com-
parada en el comparador de fases 18 a los impulsos AR/PR a
frecuencia de repetición a 135 Hz de 17.

15 La salida del divisor 20 se encuentra conectada a la
entrada del divisor 22, cuya relación de división es de $1/9$,
seguido por el divisor 23, cuya relación de división es de
 $1/2$; 22 y 23 son repuestos por impulsos PR aplicados a las
entradas Z conectadas al conductor 16 por medio de un ramal
20 16'.

Debido a los divisores 22 y 23, en la salida de 23 se
tiene una señal rectangular, a frecuencia $F/18r$ igual a 15 Hz.

Las señales rectangulares a 135 Hz de 21 son llevadas
a la entrada de un circuito monoestable 24 que es activado
25 por los frentes anteriores de dichas señales rectangulares;
son también enviadas por un inversor 25 a la entrada de un
circuito monoestable 26; idéntico al 24, que es así activado
por los frentes posteriores de las mismas señales rectangula-
res, debido al inversor 25. Las salidas 30 y 30', de los cir-
30 cuitos 24 y 26 respectivamente, producen unos impulsos AP de

405794

14.



referencia secundaria y unos impulsos de HAP de semi-referencia secundaria separados entre sí por un intervalo de tiempo igual a $1/270$ de un segundo. De igual forma, las señales rectangulares a frecuencia 15 Hz, de 23, son llevadas a la entrada del circuito monoestable 27 y a través del inversor 28 a la entrada de un circuito monoestable 29, idéntico al 27. Las salidas 30 y 31 de los circuitos 27 y 29 respectivamente, producen impulsos PP de referencia principal e impulsos HPP de semi-referencia principal separados entre sí un intervalo de tiempo igual a $1/30$ de un segundo.

Consideraremos de nuevo el reloj 19 y la frecuencia F. En el contador principal se usan los impulsos de 19, como se verá posteriormente, el cual debe ser capaz de medir cualquier ángulo de 0 a 360° con una precisión absoluta de ϵ° ; ϵ° representa, teniendo en cuenta la utilización de un proceso digital, la cantidad de los datos de ángulo.

El número de impulsos, a frecuencia F/n , que tiene que ser contado en el contador principal, es igual a $360^\circ/\epsilon^\circ$ (esto es, 3600 si $\epsilon^\circ = 0,1$).

La relación de división de $1/2r$ del conjunto de divisores 20 y 21 debe ser así igual a $\epsilon^\circ/360$ y la frecuencia F debe ser $\frac{360}{\epsilon^\circ} \times 135$ Hz (es decir 0,486 MHz, si $\epsilon^\circ = 0,1$).

Para el caso de utilización de un contador principal de tipo binario puro, en vez de la relación que se ha determinado anteriormente deberá elegirse un valor 2-s, siendo s tal que $2^{s-1} < 2r < 2^s$.

En el ejemplo numérico que ha sido descrito, el valor s a elegir es igual a 12 y la relación de división $2r$ es $1/4096$. La frecuencia F del reloj 19 es 4096×135 Hz = 0,553 MHz.



El ángulo $\varphi = \frac{360\Omega}{2s}$ ($\varphi = 0,09$, en el ejemplo que se describió) que representa el quantum de datos de ángulo, corresponde al bit menos significativo del contador principal.

5 Rectángulo III.- En el rectángulo III, fig. 1 son aplicados impulsos AP por el conductor 30, impulsos HAP por el conductor 30, impulsos PP por el conductor 31 e impulsos HPP por el conductor 31'.

10 El conductor 30 está conectado a la entrada e_2 del flip-flop disimétrico 32 cuya entrada e_1 recibe impulsos DP del rectángulo I. La salida Q de 32 está conectada a una de las dos entradas de un gate AND 33 cuya segunda entrada recibe impulsos, a la frecuencia F, del reloj 19 situado en el rectángulo II. La salida del gate 33 está conectada a la entrada de un contador de impulsos 34; 34 tiene una entrada Z que recibe impulsos DP.

15 Una salida adecuada de 34 está conectada a la entrada de un flip-flop simétrico 35 que es activado por un frente anterior positivo; 35 tiene una entrada Z que recibe impulsos DP.

La salida Q de 35 está conectada a una de las entradas de un gate AND de dos entradas 36 y a una de las entradas de un gate AND de dos entradas 41.

20 La misma salida Q está conectada a través del inversor 35' a una de las entradas de un gate AND 36' y a una de las entradas de un gate AND de dos salidas 41'.

La segunda de las entradas de los gates 36, 36', 41 y 41' reciben respectivamente impulsos AP, HAP PP y HPP.

30 La salida de 36 está conectada a la entrada e_1 del flip-flop disimétrico 38; la entrada e_2 de 38 recibe impulsos DP.

405794

16.



La salida Q de 38 está conectada a la entrada del circuito monoestable 39, el cual es activado cada vez que la salida Q de 38 invierte su condición.

5 De igual modo, la salida 36' está conectada a la entrada del flip-flop 38' similar a 38 cuya entrada e_2 también recibe impulsos DP.

La salida Q de 38' está conectada a la entrada del circuito monoestable 39', similar al 39, el cual es activado cada vez que la salida Q de 38' invierte su condición.

10 Los impulsos de 39 son sacados fuera del rectángulo III al rectángulo IV por el conductor 43; los de 39' son sacados del rectángulo III y llevados al rectángulo IV por el conductor 43. Además de ello, las salidas de 39 y 39' son aplicadas a las entradas del gate OR 40; la salida de 40 está
15 conectada al rectángulo IV por el conductor 45.

Las salidas de los gates AND 36 y 36' están conectadas a las entradas del gate OR 37; la salida de 37 está conectada al rectángulo IV por el conductor 46. De igual modo, las salidas de los gates AND 41 y 41' están conectadas a las entradas del gate OR 42; la salida de 42 está conectada al
20 rectángulo IV por el conductor 44.

El contador secundario 34 está seleccionado de tal forma que puede medir cualquier ángulo desde 0 a 20°. Teniendo en cuenta que 2r impulsos del reloj 19 corresponden a un
25 ángulo de 40°, el contador 34 debe poder contar un máximo de r impulsos de reloj; su tamaño de contado es así un medio - del que tiene el contador principal que será descrito a continuación y que debe ser del mismo tipo.

Si ambos contadores son contadores de tipo binario,
30 en el contador secundario 34 hay una etapa menos que en el



contador principal.

La salida de 34, que está conectada a la entrada del flip-flop 35, está elegida de manera que está en condición "0" cuando el número de impulsos de reloj, contados por 34, corresponde a un ángulo entre 0° y 10° y en condición "1" cuando el número de impulsos de contador corresponda a un ángulo entre 10° y 20° .

En un contador binario, esa salida de 34 es la salida Q del flip-flop que constituye la etapa de bit más significativa, esto es, la etapa de salida del contador.

El gate AND 33 se está abriendo durante el tiempo - que separa la aplicación del impulso DP a la entrada e_1 del flip-flop 32 de la aplicación del impulso AP a la entrada e_2 de 32; este tiempo de separación es proporcional a un ángulo β que puede alcanzar un máximo de 40° . La salida de 34 es cambiada de "0" a "1" cuando β alcanza 10° , de "1" a "0" cuando alcanza 20° , de "0" a "1" cuando alcanza 30° . Así, el flip-flop 35, que puede ser considerado como un divisor por 2, invierte su condición para valores de ángulos de 10° y 30° . Por consiguiente, la salida Q de 35 está en la condición "0" cuando el ángulo β de diferencia entre el impulso DP y el impulso AP, que le sigue, está comprendido entre 0° y 10° o entre 30° y 40° y está en la condición "1" cuando β está comprendida entre 10° y 30° .

Como consecuencia, el gate AND 36 es conectado para el paso de impulsos AP y es aplicado un impulso al conductor 43, a través de los flip-flops 38 y 39 por cada impulso AP que sigue inmediatamente a un impulso DP cuando β está comprendida entre 0° y 10° o entre 30° y 40° .

Desde la salida del gate OR 37 son aplicados al con-

405794

18.



ductor 46 impulsos AP o impulsos HAP, pero nunca ambos impulsos AP y HAP entre dos impulsos DP sucesivos.

De la misma manera, se notará que de la salida del gate OR 42-son aplicados al conductor 44 impulso PP o impulsos HPP, pero nunca ambos, PP y HPP entre dos impulsos sucesivos DP.

Con esto se comprenderán ya las funciones del circuito comprendido en el rectángulo III. Debido a la selección entre referencias y semi-referencias que dependen del valor del ángulo β , en la transición entre sectores de 40° es evitado el contado de impulsos, lo cual permite que se haga el promedio de varias medidas; la importancia de esta selección se comprenderá mejor considerando la operación del circuito en el interior del rectángulo IV.

Rectángulo IV.- En el rectángulo IV, fig. debe empezarse por observar el contador 47, denominado contador principal, que ya ha sido mencionado en relación con las descripciones de los rectángulos II y III. El contador principal 47 está provisto de la entrada Z a la que se aplican impulsos desde el conductor 43 y la entrada Y a la que se le aplican impulsos desde el conductor 43'. A través de la entrada Y el contador 47 es puesto en 180° ; si 47 es un contador binario puro, ello significa que, activado por un impulso aplicado a Y desde 43', la última etapa de 47 tiene su salida Q vuelta a la condición "1" mientras que todas las demás etapas tienen sus salidas Q vueltas a la condición "0". El valor del ángulo almacenado en el contador 47 es transferido a un registro-almacén 48 por el impulso DP en el siguiente ciclo de medida.

A través del conductor 44 son aplicados impulsos PP

405794

19.



(o HPP, según el caso) a la entrada e_1 del flip-flop disimétrico 50 cuya salida Q está conectada a una entrada de un gate AND 51 de dos entradas. Los impulsos del reloj 19, del rectángulo II, son aplicados a la entrada del divisor de frecuencia 49, que tiene una relación de división de 1/9 cuya salida está conectada a la segunda entrada del gate AND 51.

Los impulsos de frecuencia $F/9$, que pasan a través del gate 51 cuando este se encuentra conductor son aplicados a la entrada del contador 47 a través del gate OR 52: los mismos son contados mientras el flip-flop 50 no vuelva de su condición, es decir, todo el tiempo en que no se apliquen impulsos a su entrada e_2 . Este impulso es, de acuerdo con el invento, el noveno AP (o HAP) que sigue a un impulso DP. Los 9 impulsos AP (o HAP) que siguen al impulso DP son aplicados a través del conductor 46 a una entrada del gate AND 58 de dos entradas. A través del conductor 45, el primer impulso AP (o HAP) es aplicado a la entrada e_1 del flip-flop disimétrico 57, cuya salida Q está conectada a la segunda entrada del gate 58; mientras todo el tiempo que el flip-flop 57 no cambia su condición, el gate 58 está siendo conductor y pasan el segundo, tercero, etc. impulsos AP (o HAP). De la salida de 58, dichos impulsos son enviados por dos canales, uno que lleva a una entrada del gate AND 60 de dos entradas mientras que el otro va a la entrada del contador-por-ocho 59, cuya entrada de reposición Z recibe el primer impulso a través del conductor 45. Cuando han sido contados en 59 ocho impulsos AP (o HAP) procedentes del segundo, una de sus salidas, conectada a la segunda entrada del gate 60 está en la condición "1"; el gate 60 es hecho conductor y, a través de dos -

405794

20.



conductores entre su salida y las entradas e_2 de 50 y 57, hace que cambie la condición de estos flip-flops produciendo el cambio de los gates 51 y 58.

5 Desde la salida del gate AND 58 son aplicados del segundo al noveno impulsos AP (o HAP) a la entrada e_1 del flip-flop disimétrico 53; la salida Q de 53 está conectada a una entrada del gate AND 55 de dos entradas, cuya otra entrada recibe, a través del circuito de retardo 54, unos impulsos, de frecuencia $F/9$, del divisor 49; la salida 55 está conectada a la entrada del divisor-por-ochos 56 cuya salida está conectada, a través del gate OR 52 a la entrada del contador principal 47.

10 Los impulsos a frecuencia $F/9$ que pasan a través del gate 55 son contados por 47 mientras que no haya ningún impulso del flip-flop 43 que invierta su condición, es decir, mientras que no se aplique ningún impulso a su entrada e_2 . Este impulso es, de acuerdo con el invento, el impulso de modulación a 135 Hz procedente del rectángulo I que es aplicado a la entrada e_2 a través del conductor 61. El circuito de retardo 54 es introducido de manera que los impulsos que pasan por los gates 51 y 55 son distintos y contados en realidad independientemente; el retardo producido por 54 puede ser ventajosamente igual a la mitad de un período de los impulsos procedentes de 49, es decir, a $9/2F$ (8 μ en el ejemplo numérico descrito).

Resumiendo:

20 - el conjunto de los circuitos 50, 51 y 52 permite, contando los impulsos que pasan a través de él, determinar el número p de sectores de 40° comprendidos entre el impulso PP y el

25 noveno impulso AP que sigue a un impulso DP o entre el im

30



pulso HPP y el noveno impulso HAP que sigue, según el caso;
 - el conjunto de los circuitos 53, 54 y 55 permite, contando los impulsos que pasan por él, medir el ángulo comprendido entre 10 y 30° que separa en cada sector de 40° el impulso AP (o HAP, según el caso) del impulso MP que le sigue inmediatamente; el divisor-por-ocho 56 permite calcular el valor promedio de diez medidas, es decir $\frac{1}{10}$.

Para el caso en que por el rectángulo III se seleccionen los impulsos AP y PP, el contador 47 es repuesto y la orientación, según es medida, desplazada en 48 durante un ciclo a 15 Hz es en grados igual a $40 P + \frac{1}{8}$.

Si son seleccionados los impulsos HAP y HPP, el contador 47 es repuesto a 180° y la orientación medida en grados igual a

$$40 p + 180 + \frac{1}{8} \quad \text{si } 0 \leq p \leq 4$$

$$40 p - 180 + \frac{1}{8} \quad \text{si } 5 \leq p \leq 8$$

Debe notarse que el promedio se hace sobre ocho medidas y no sobre nueve, como se deduce de la elección de una relación de 1/8 para el divisor 56 y de un contado de ocho por el contador 59. Esta elección está justificada por las siguientes consideraciones:

- si el contado solamente se efectuase desde el primer impulso AP o HAP que sigue a DP no sería cierto que estaban correctamente contados los primeros impulsos a frecuencia $F/9$ que pasan a través de 55, porque estos primeros impulsos AP o HAP reponen el contador 47 a 0° o a 180°, según el caso; es preferible calcular el promedio sobre ocho datos ciertos que sobre nueve datos entre los que hay uno que es dudoso.
- es más fácil la realización de 59 en forma de un contador-por-ocho que de un contador-por-nueve.

Hablando en términos generales, la elección de un pro

405794

22.



medio sobre ocho medidas, si bien es mejor, no es obligada y el promedio puede ser hecho sobre un número q de medidas, siendo q , por ejemplo, igual a siete o a nueve.

5 Los diagramas de forma de onda de las figs. 2 y 3 permiten una mejor comprensión del funcionamiento del dispositivo de acuerdo con este invento.

En cada una de dichas figuras las líneas horizontales de a hasta h son escalas de tiempo o escalas de ángulos o bien números de impulso de reloj.

10 La fig. 2 muestra la medida de un ángulo de orientación de 253° .

Sobre la línea a se muestran impulsos PP y AP espaciados angularmente unos 40° , provenientes del rectángulo II, fig. 1.

15 En la línea b se muestran impulsos DP y Mp también espaciados angularmente unos 40° y provenientes del rectángulo I, fig. 1.

20 En la línea c las dos superficies rayadas muestran unos ángulos medidos por el contador 34 del rectángulo III, fig. 1, entre un impulso DP y el siguiente impulso AP . En el presente caso, ese ángulo es de $280^\circ - 253^\circ = 27^\circ$. Como este ángulo está comprendido entre 10 y 30° , las referencias principal y secundaria PP y AP son seleccionadas en el rectángulo III, fig. 1.

25 En la línea e hay señalados dos impulsos AP que inmediatamente siguen a los impulsos DP y contador principal de reposición 47 .

30 En la línea f hay seis superficies rayadas contiguas comenzando por el impulso PP y seguido de DP ; durante el tiempo correspondiente a la anchura total de las seis super



ficiencias, el contador 47 recibe impulsos, a frecuencia $F/9$ y almacena un ángulo de 240° .

En la línea g hay ocho superficies rayadas, cada una de las cuales arranca con un impulso AP y termina con el impulso MP que inmediatamente le sigue.

Cada una de estas ocho superficies corresponde a un ángulo muy próximo a los 30° y, merced al divisor-por-ocho 56, el contador principal 47 almacena, en adición a un ángulo de 240° , un ángulo promedio de 13° , es decir, un total de 253° .

Como se indica con la línea h, el siguiente impulso DP transfiere al registro-almacén 48 el valor de 253° .

La fig. 3 muestra la medida de un ángulo de orientación de 273° .

En la línea a se muestran impulsos PP y AP.

En la línea b se muestran impulsos DP y MP.

En la línea c se muestran, ambos con superficie rayada, los ángulos medidos entre un impulso DP y el siguiente impulso AP. En el caso presente, el ángulo es de $280^\circ - 273^\circ = 7^\circ$. Como ese ángulo está comprendido entre 0° y 10° , las semi-referencias principal y secundaria HPP y HAP son seleccionadas en el rectángulo III, fig. 1; se muestran en la línea d. Como se indica en la línea e, el contador principal 47 se repone a 180° por el impulso HAP que sigue al DP.

En la línea f hay dos superficies rayadas contiguas que comienzan con un impulso HPP y terminan con el noveno impulso HAP que sigue a un impulso DP; durante el tiempo que corresponde a la anchura total de esas dos áreas, el contador principal 47 recibe impulsos, a frecuencia $F/9$ y almacena, en adición a un ángulo de 180° , un ángulo de 80° , es decir,

405794

24.



en total, 260º.

5 En la línea g hay 8 superficies rayadas, cada una de las cuales comienza con un impulso HAP y termina con el siguiente impulso MP. En grados, el promedio del valor de esas 8 superficies es de 13º; estos 13º son añadidos en el contador 47 a los ya almacenados 260º, dando un total de 273º.

10 Si bien los principios del presente invento han sido descritos hasta aquí en relación con una realización específica, debe ser claramente entendido que dicha descripción únicamente ha sido dada a modo de ejemplo y sin que suponga ninguna limitación a la finalidad del invento.

15 Este invento corresponde a una solicitud de patente formulada en Francia el día 13 de Agosto de 1.971, señalada con el Nº. 71 29 724 y se acoge, por tanto, a los beneficios que otorgan los convenios internacionales vigentes.

----- NOTA -----

20 Los puntos de invención propia y nueva que se presentan para que sean objeto de esta patente de veinte años son los siguientes:

25 1.- Mejoras en los dispositivos para la medida de la orientación en los sistemas de navegación aérea constituidas por un dispositivo digital de medida de la orientación asociado a un receptor, el cual puede detectar, decodificar y procesar datos de orientación procedentes de un faro que transmite señales de referencia angular y una señal rotativa compleja que incluye componentes a f Hz y a nf Hz, produciendo dicho receptor, en respuesta a dichas señales, impulsos de modulación a f Hz e impulsos de modulación a nf Hz así como unas señales de referencias principales y unas

30

ME



señales de referencia secundarias, constituida cada una de ellas por un impulso que tiene una frecuencia de repetición de f Hz o de nf Hz, siendo confundida la primera señal de referencia secundaria de un grupo de n señales de referencia secundaria con la señal de referencia principal siendo dicho dispositivo, cuya operación está sometida a cadencia por un reloj a una frecuencia F , caracterizado por el hecho de que comprende:

- 5 - un contador principal que mide intervalos de tiempo quan
10 tizado correspondientes a valores proporcionales de ángu
los al ritmo de 360° en $1/F$ segundos, teniendo dicho con
tador un tamaño de contado, medido en grados, de 360 ;
- unos primeros medios para generar, partiendo de señales de
referencia principales y secundarias, por una parte, im
15 pulsos de referencia principales y secundarios y, por otra
parte, impulsos de semi-referencia principales y secunda
rios, que son generados respectivamente en el centro del
tiempo que separa dos impulsos de referencia principal o
secundario;
- 20 - unos segundos medios para medir, por medio de un contador
secundario, el tiempo transcurrido desde un impulso de a
rranque al impulso de referencia secundario siguiente, sien
do el impulso de arranque el impulso de modulación a nf Hz
que es seleccionado por un primer gate lógico como el más
25 próximo a un impulso de modulación a nf Hz y para generar,
o bien una primera señal lógica si el tiempo medido corres
ponde a un ángulo comprendido entre $90^\circ/n$ y $270^\circ/n$, o una
segunda señal lógica si es que corresponde a un ángulo com
prendido entre 0° y $90^\circ/n$ o entre $270^\circ/n$ y $360^\circ/n$, restable
30 ciendo respectivamente a 0° o a 180° dichas primera y segun

ME

405794

26.



- da señales dicho contador principal y seleccionando respectivamente impulsos principales y secundarios de referencia o bien impulsos principales y secundarios de semi-referencia;
- 5 - unos terceros medios para la medición a través de un primer canal que lleva a dicho contador principal, dependiendo de si una primera o una segunda señal lógica ha sido generada, el tiempo que separa el impulso de referencia principal o el impulso de semi-referencia principal y el
- 10 impulso de referencia secundario de orden n o el impulso de semi-referencia secundario de orden n que sigue a dicho impulso de arranque, tiempo medido correspondiente a un ángulo de $\frac{P}{n} 360^\circ$, representando p un número entero lo más parecido a $(n-1)$;
- 15 - unos cuartos medios para la medición a través de un segundo canal que lleva a dicho contador principal, por medio de un divisor-por- q , correspondiendo el promedio de los tiempos a un ángulo promedio α que separa, con dependencia de que haya sido generado un primero o un segundo canal lógico, cada uno de los q impulsos de referencia secundarios o bien impulso de semi-referencia secundarios
- 20 partiendo de una secuencia de n impulsos sucesivos y el impulso de modulación a nF Hz que le sigue, estando comprendido dicho ángulo entre $90^\circ/n$ y $270^\circ/n$;
- 25 - unos quintos medios para almacenar en una memoria la suma de los ángulos producidos en los segundos, terceros y cuartos medios, es decir, $\frac{P}{n} 360^\circ + \alpha$ cuando es generada la primera señal lógica y $(\frac{P}{n} + \frac{1}{2}) 360^\circ + \alpha$ si P está comprendido entre 0 y $\frac{n-1}{2}$ y $(\frac{P-1}{n} - \frac{1}{2}) 360^\circ + \alpha$ si P está
- 30 comprendido entre $\frac{n+1}{2}$ y $n-1$, cuando es generada la

ME



segunda señal lógica.

2.- Mejoras en los dispositivos para la medida de la orientación constituidas por un dispositivo digital de medida de la orientación de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado por el hecho de que los primeros medios incluyen:

- dos primeros divisores montados en serie que poseen las relaciones de división $1/r$ y $1/2$ y que entregan, partiendo de señales de reloj, unas señales rectangulares a la frecuencia $F/2r$ que son comparadas en un comparador de fases con las señales de referencia principales y secundarias, siendo aplicada la señal de salida de la comparación a una entrada de ajuste de reloj de forma que ajuste F al valor $2rnf$;
- dos segundos divisores montados en serie que poseen las relaciones de división $1/n$ y $1/2$ y que entregan, partiendo de la señal entregada por el primer divisor- $por-r$, unas señales rectangulares a la frecuencia $2rf$;
- un par de flip-flops primeros que entregan, partiendo de la señal rectangular de frecuencia nf , en la salida de uno de los primeros flip-flops unos impulsos de referencia secundarios y a la salida del otro unos impulsos de semi-referencia secundarios;
- un par de flip-flops segundos que entregan, partiendo de la señal rectangular de frecuencia f , en la salida de uno de los segundos flip-flops unos impulsos de referencia principal y a la salida del otro unos impulsos de semi-referencia principal.

3.- Mejoras de los dispositivos para la medida de la orientación constituidas por un dispositivo digital de medida

ME

405794

28.



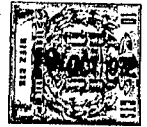
de la orientación de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado por el hecho de que los segundos medios comprenden:

- 5 - un segundo gate lógico que es hecho conductor para pasar impulsos de reloj de frecuencia F durante un intervalo de tiempo que separa un impulso de arranque con el próximo impulso de referencia secundaria;
- 10 - un contador secundario que tiene la misma estructura que el contador principal y que es repuesto por cada impulso de arranque y que tiene un tamaño de contado de r impulsos a la frecuencia F ;
- 15 - el contador secundario es seguido por un flip-flop que produce como una primera señal lógica a "1" si el número de impulsos que entran en el contador secundario está comprendido entre $r/2$ y $3r/2$ y como una segunda señal lógica a "0" si ese número de impulsos está comprendido entre 0 y $r/2$ o entre $3r/2$ y $2r$.

4.- Mejoras en los dispositivos para la medida de la orientación constituidas por un dispositivo digital de medida de la orientación de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado por el hecho de que:

- 20 - comprende un divisor-por- n para dividir la frecuencia F , el cual genera impulsos a la frecuencia F/n ;
- 25 - un contador principal que tiene un tamaño de contado de $2r$ impulsos a la frecuencia F/n ;
- unos terceros medios hechos de un tercer gate lógico que es hecho conductor para que pase impulsos a la frecuencia F/n durante el intervalo de tiempo que corresponde al ángulo $\frac{2P}{n} 180^\circ$;
- 30 - unos cuartos medios que son hechos de un cuarto gate lógico

mfe



que es hecho conductor (n-1) veces para pasar impulso a la frecuencia F/n retardado por un circuito de retardo durante los (n-1) intervalos de tiempo que separan, según el caso, cada uno de los impulsos de referencia secundaria o cada uno de los impulsos de semi-referencia secundaria, partiendo del segundo o del de orden n y el impulso de modulación a nF Hz que les sigue y de un divisor-por-q en que q es igual a n-1.

5
10 5.- Mejoras en los dispositivos para la medida de la orientación constituidas por un dispositivo digital de medida de la orientación de acuerdo con la reivindicación 4, en el que dicho circuito de retardo tiene un retardo igual a $n/2F$.

15 6.- Mejoras en los dispositivos para la medida de la orientación constituidas por un dispositivo digital de medida de la orientación de acuerdo con las reivindicaciones 2, 3 y 4, caracterizado por el hecho de que el número r es igual a $180^\circ/\sigma$, siendo σ la cantidad de datos angulares que puede dar dicho contador principal.

20 7.- Mejoras en los dispositivos para la medida de la orientación en los sistemas de navegación aérea.

Tal y como se ha descrito en la Memoria que antecede, representado en los dibujos que se acompañan y a los fines especificados.

25 Esta Memoria consta de veintinueve hojas escritas por una sola cara.

Madrid,




M. G. SANTAMARIA
VICE-SECRETARIO GENERAL

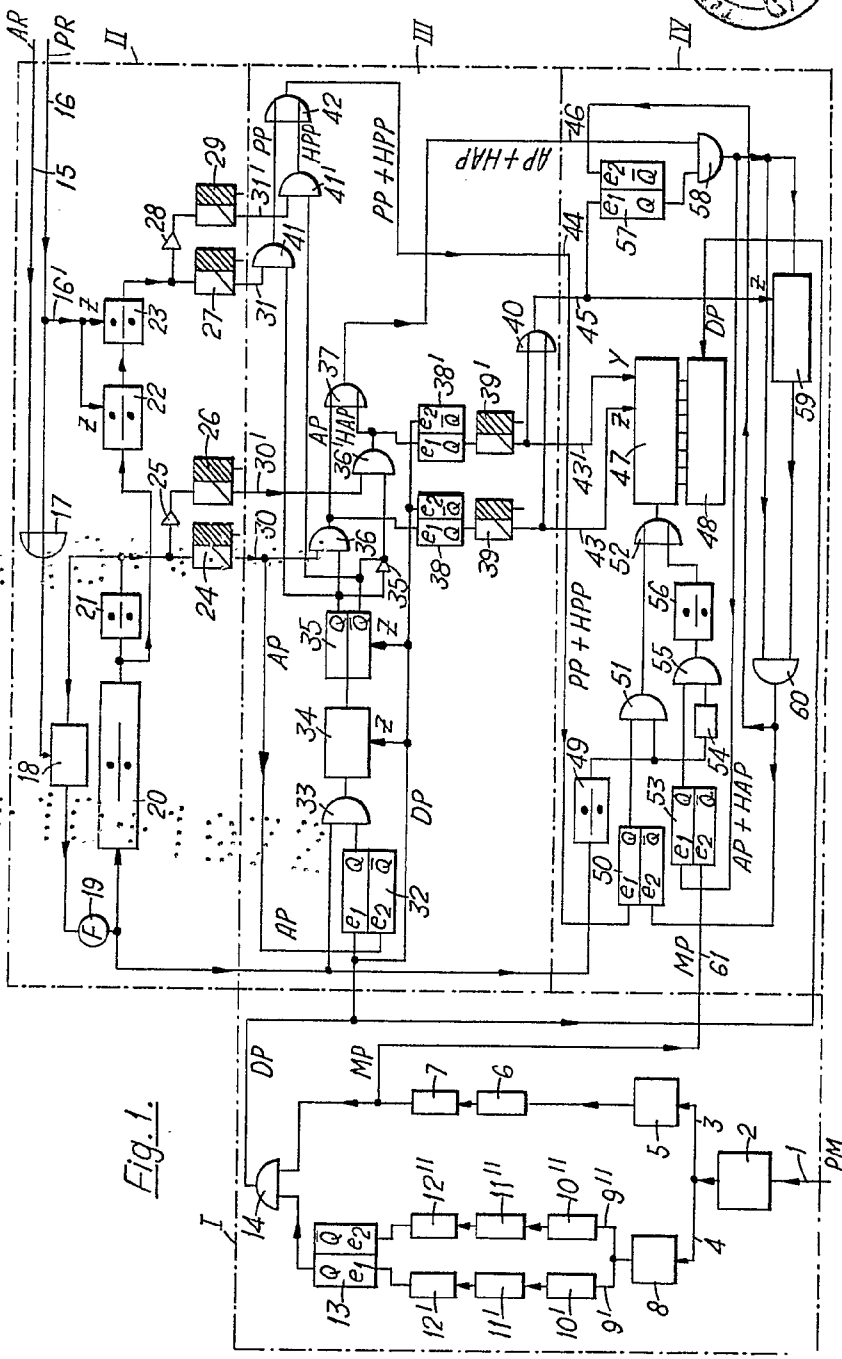
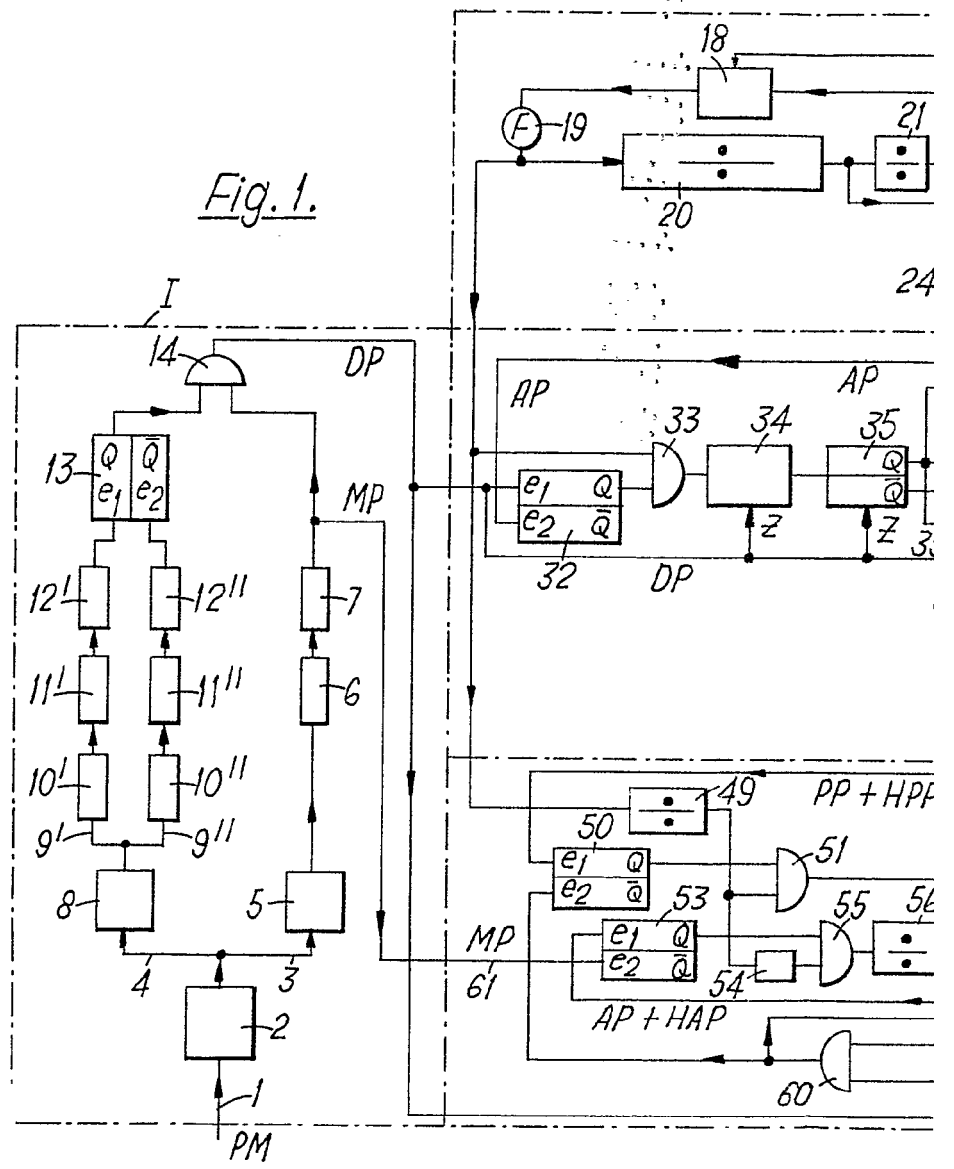


Fig. 1.

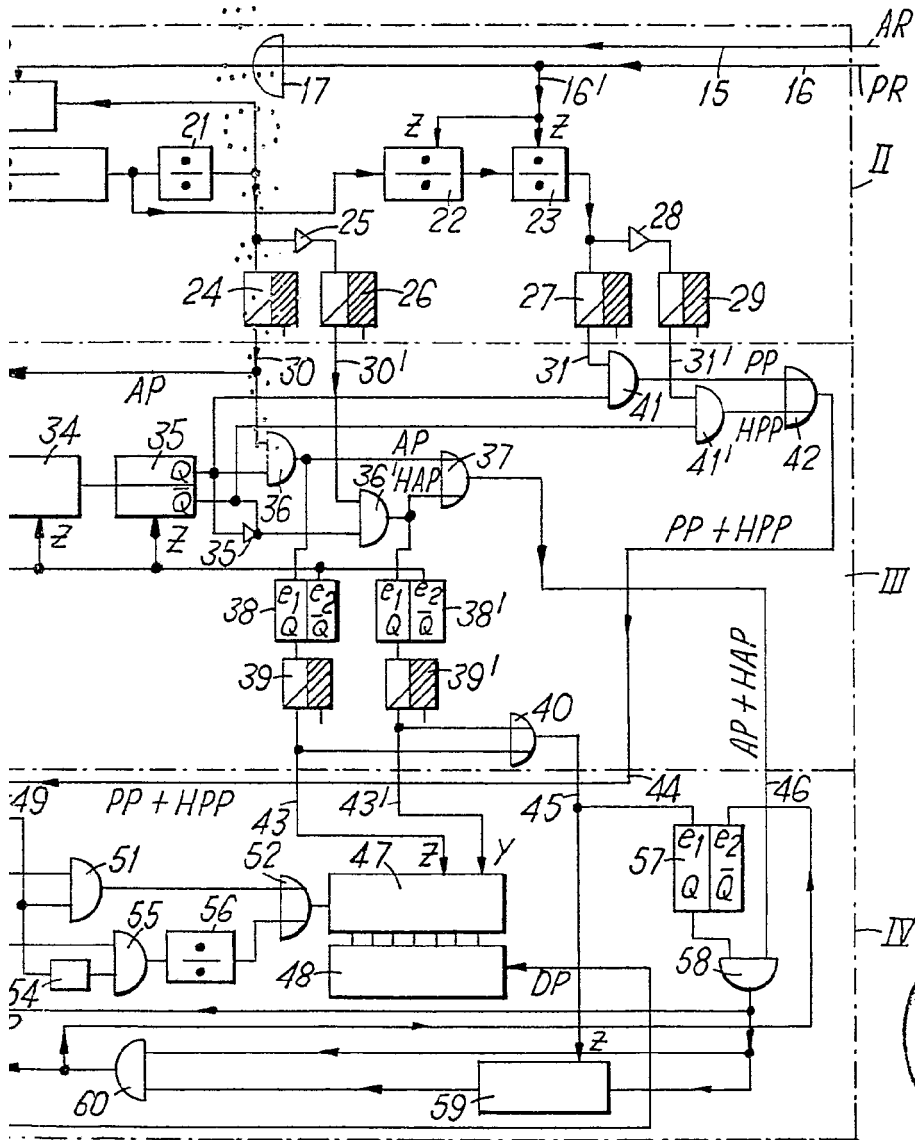


M. G. Santamaria
M. G. SANTAMARIA
VICE SECRETARIO GENERAL

Fig. 1.



405794



M. G. Santamaria
 M. G. SANTAMARIA
 V. SECRETARIO GENERAL

405734

405794

Fig. 2.

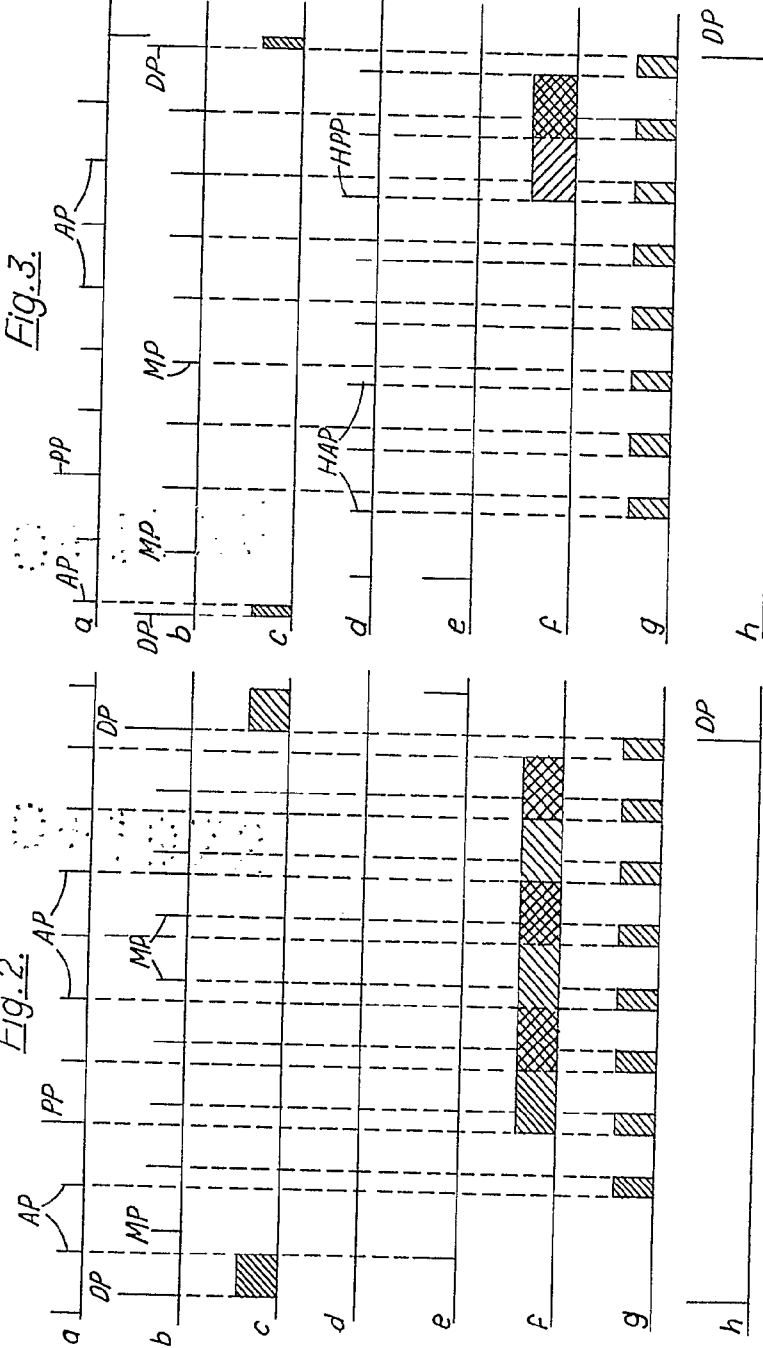
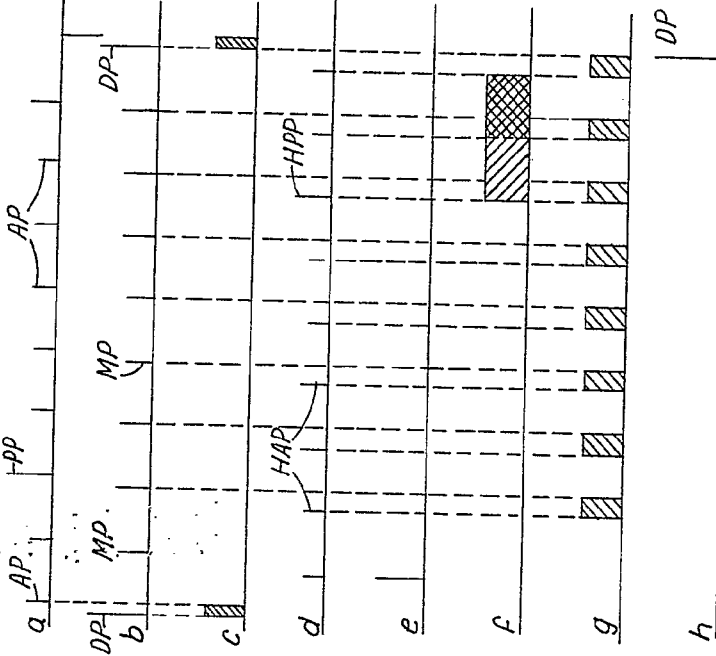


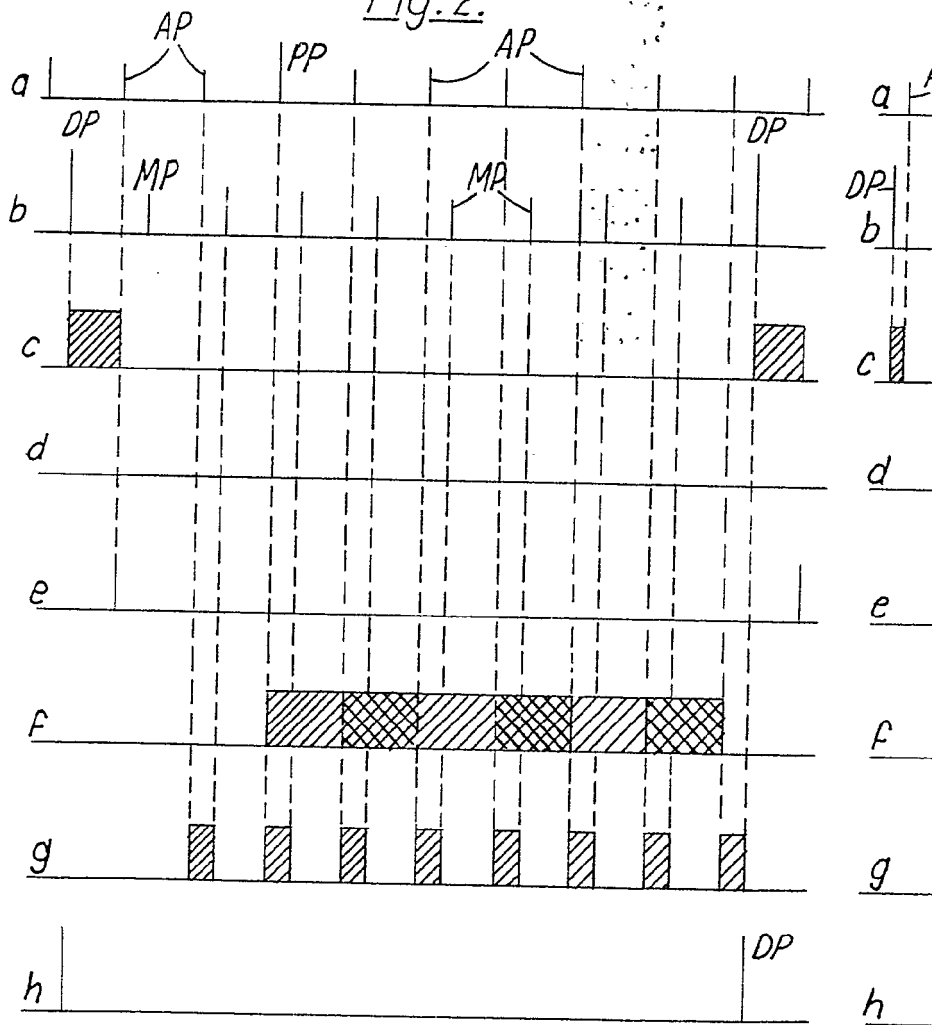
Fig. 3.



M. G. Santamaria
 M. G. SANTAMARIA
 VICE-SECRETARIO GENERAL

403704

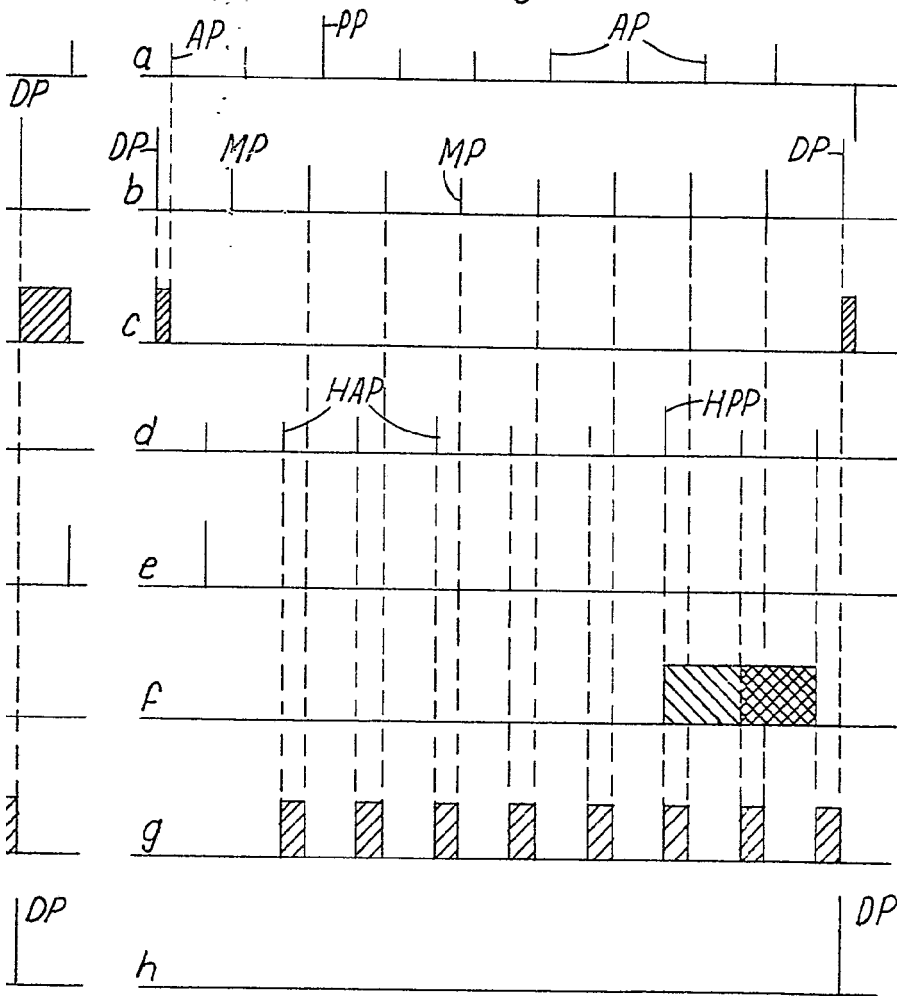
Fig. 2.





405794

Fig. 3.



M. G. Santamaria
M. G. SANTAMARIA
VICE-SECRETARIO GENERAL