

PATENTE DE INVENCION

Case 0/397



115 M
262477

Memoria Descriptiva

sobre:

"Perfeccionamientos en aparatos computadores para
navegación.

Solicitante: THE DECCA RECORD COMPANY LIMITED, entidad inglesa,
residente en Decca House, 9, Albert Embankment,
LONDRES, Inglaterra.

Este invento se refiere a aparatos computadores
o calculadores, para navegación, destinados a usarse con
un sistema de navegación hiperbólica de la clase que
comprende una estación central o maestra comun, con dos o
5. más estaciones dependientes o corregidas y a convertir

15 MAR 5



262477

- la información representativa de la posición o situación de una unidad móvil con respecto a dos o mas series de hipérbolas confocales, en coordenadas cartesianas o polares. Los sistemas de navegación hiperbólica, se emplean en alto grado por muchas razones, pero no es posible relacionar la información o datos de los mismos con otra información o datos de la posición de navegación, excepto por representación en una carta o por conversión de coordenadas, por ejemplo convirtiendo la información de los sistemas hiperbólicos en coordenadas cartesianas.
5. Especialmente en la aviación de velocidad elevada, es conveniente que la información se convierta con gran rapidez y automáticamente y este invento trata de conseguirlo.
10. Existen varios medios para convertir o transformar en coordenadas cartesianas o polares la información de un sistema de navegación hiperbólico. La información del sistema de navegación se denomina, en adelante, información en coordenadas hiperbólicas, ya que define la posición de la unidad móvil con respecto a dos o más series de hipérbolas confocales. Estas coordenadas hiperbólicas, pueden expresarse numéricamente de distintos modos, por ejemplo, cada una de dos coordenadas puede ser la diferencia de las distancias de la unidad móvil a la estación maestra y a la dependiente apropiada, o cada una puede expresarse en función de las direcciones angulares de las asíntotas a las hipérbolas determinadas, o por cualquier otro valor numérico que defina las hipérbolas adecuadas. Es posible resolver el problema de la conversión o transformación de las coordenadas
15. 20. 25. 30.



262477

- hipérbolas en cartesianas o polares, por ejemplo por medios matemáticos análogos, o bien estableciendo un sistema de ecuaciones diferenciales, o por representación mediante la reproducción fiel de los ángulos, por transformaciones
5. afines. Estos medios matemáticos análogos, sin embargo, son matemáticamente complejos y no permiten el empleo de un dispositivo computador sencillo. Se comprenderá que este problema de la transformación rápida de las coordenadas hiperbólicas en cartesianas o polares, y
 10. posiblemente el uso subsiguiente de esta información o datos para las computaciones de navegación, en aparatos computadores, se plantea especialmente en aviación y para uso en ella es especialmente conveniente que el aparato computador se conserve lo más reducido posible,
 15. y, con objeto de dar la mayor seguridad o precisión de funcionamiento, sea lo más sencillo que se pueda. Es bien sabido que es más fácil pasar de coordenadas cartesianas o polares a las hiperbólicas, que de estas a las anteriores, y por esta razón, con anterioridad se han
 20. propuesto métodos iterativos de resolución del problema, en los que una posición supuesta de la unidad móvil en las coordenadas deseadas, se convierte en las coordenadas hiperbólicas; esta posición supuesta en coordenadas hiperbólicas, se compara luego con las verdaderas
 25. coordenadas hiperbólicas y se introduce una corrección en la posición supuesta. La operación se repite hasta que la corrección es despreciable. Estos métodos iterativos, sin embargo, tienden a precisar un tiempo apreciable para el cálculo, y requieren el conocimiento
 30. inicial de la posición aproximada de la unidad móvil,



262477

que puede no tenerse, por ejemplo cuando un avión vuela por primera vez en la zona servida de un sistema de navegación hiperbólica. Este invento emplea un sistema de cálculo más directo.

5. De acuerdo con este invento, el aparato computador para la navegación, para uso con un sistema de navegación hiperbólica, del tipo que comprende una estación maestra común, con dos o más estaciones corregidas, y para convertir la información representativa de la posición de una unidad móvil con respecto a dos o más series de hipérbolas confocales, en información en coordenadas cartesianas o polares, comprende medios computadores dispuestos para computar las coordenadas cartesianas x e y de la posición de la unidad móvil, como
10. funciones lineales de h_0 , distancia de la unidad móvil desde la estación maestra, medida en coordenadas hiperbólicas, y de datos sobre la posición de las estaciones del sistema de navegación, y luego resolver estas ecuaciones para determinar las coordenadas cartesianas o polares empleando la relación inherente
15. entre las coordenadas polares ($h_0 \theta$) y las cartesianas (x y y) de la posición de la unidad. Utilizando coordenadas cartesianas rectangulares, la relación entre éstas y las polares puede expresarse por $x^2 + y^2 = h_0^2$ y así las
20. dos ecuaciones lineales en h_0 representativas de x y de y pueden combinarse por medio de esta relación, para dar una cuadrática en h_0 que puede resolverse fácilmente por una operación que implica solamente la extracción de una raíz cuadrada, aparte de operaciones de adición,
25. sustracción, multiplicación y división.
- 30.



262477

- Una vez determinado el valor de h_0 , si la información se precisa en coordenadas cartesianas, los valores de x e y pueden obtenerse fácilmente sustituyendo este valor determinado de h_0 en las funciones lineales de h_0 representativas de x e y . Si la información se precisa en coordenadas polares, el valor determinado de h_0 proporciona uno de los valores coordenados, y el valor de θ puede determinarse fácilmente sabiendo que $\text{tang } \theta$ es igual a la relación de los valores de x e y que pueden obtenerse sustituyendo los valores de h_0 en las funciones lineales antes indicadas, o, si se prefiere, (dado que $\text{tang } \theta$ se hace infinita) que
- 5.
- 10.

$$\text{sen } \theta = \frac{y}{(x^2 + y^2)^{\frac{1}{2}}} \text{ o } \text{tang } \theta = \frac{y}{(x^2 + y^2)^{\frac{1}{2}}}$$

15. El aparato computador, como antes se indico, se instalará normalmente en un avión, y, con preferencia, se dispondrán medios para suministrar automáticamente información representativa de dichas coordenadas hiperbólicas desde un receptor de radio-navegación al medio computador. Así, la información final precisa, puede obtenerse de modo completamente automático. El aparato computador puede sin embargo hallarse en tierra en un punto fijo, y disponerse un enlace suministrador de datos para transmitir la información representativa de dichas coordenadas hiperbólicas al medio computador.
- 20.
- 25.

Considerando el empleo de coordenadas cartesianas rectangulares, el dispositivo computador puede prepararse, como mas adelante se explicará con mayor detalle, para determinar los valores de



262477

$$x = Ah_0 + B$$

$$y = Ch_0 + D$$

siendo

$$A = \frac{P_1 Y_2 - P_2 Y_1}{X_1 Y_2 - X_2 Y_1}$$

$$B = \frac{a_1^2 Y_2 - a_2^2 Y_1}{2(X_1 Y_2 - X_2 Y_1)} - \frac{P_1^2 Y_2 - P_2^2 Y_1}{2(X_1 Y_2 - X_2 Y_1)}$$

$$C = \frac{P_2 X_1 - P_1 X_2}{X_1 Y_2 - X_2 Y_1}$$

$$D = \frac{a_2^2 X_1 - a_1^2 X_2}{2(X_1 Y_2 - X_2 Y_1)} - \frac{P_2^2 X_1 - P_1^2 X_2}{2(X_1 Y_2 - X_2 Y_1)}$$

siendo P_1 y P_2 las coordenadas hiperbólicas expresadas como diferencias de distancias de la unidad móvil a las estaciones principal y secundaria respectivas

5. $X_1 Y_1$ y $X_2 Y_2$ las coordenadas de las estaciones secundarias o corregidas en el sistema de coordenadas rectangulares que tiene la estación principal en el origen, y

10. a_1 y a_2 las longitudes de la línea base desde la estación principal a los puntos $(X_1 Y_1)$ y $(X_2 Y_2)$ respectivamente. Si el sistema de coordenadas rectangulares deseado tiene un origen separado de la estación maestra, las coordenadas necesarias pueden obtenerse de los valores de x e y por simple adición.

15. Se observará que los valores de A B C D son sencillas funciones de P_1 P_2 P_1^2 y P_2^2 . Estos valores se multiplican por constante que dependen solo de las posiciones de las estaciones en el sistema de navegación y que pueden establecerse previamente o conservarse



262477

en los medios de computación. Se observará que solo hay que conservar seis constantes para este objeto, y que las únicas operaciones precisas son la adición (o sustracción) y la multiplicación).

De las expresiones $\bar{x} = Ah_0 + B$

y $y = Ch_0 + D$

- 5. teniendo en cuenta que $x^2 + y^2 = h_0^2$, puede obtenerse una cuadrática en h_0 , dando la solución

$$h_0 = \frac{-(AB + CD) \pm \sqrt{B^2 + D^2 - (AD - BC)^2}}{A^2 + C^2 - 1}$$

Esta última computación, aparte de la raíz cuadrada, contiene operaciones de suma, resta, multiplicación y división. En general, los valores calculados de las raíces de la ecuación cuadrática, daran un valor positivo y otro negativo; el primero es el preciso. La excepción se presenta cuando dos hipérbolas tienen dos puntos reales de intersección, de tal modo que la posición determinada es ambigua; la ambigüedad ha de resolverse por nueva información de posición, por ejemplo, usando una tercera estación secundaria o corregida, o conservando el valor previo de h_0 en un registro y eligiendo el valor calculado más próximo al valor conservado.

- 10. calculados de las raíces de la ecuación cuadrática, daran un valor positivo y otro negativo; el primero es el preciso. La excepción se presenta cuando dos hipérbolas tienen dos puntos reales de intersección, de tal modo que la posición determinada es ambigua; la ambigüedad ha de resolverse por nueva información de posición, por ejemplo, usando una tercera estación secundaria o corregida, o conservando el valor previo de h_0 en un registro y eligiendo el valor calculado más próximo al valor conservado.
- 15. La derivación de las expresiones anteriores para \bar{x} e \bar{y} puede explicarse, como sigue: considerese primero un sistema de coordenadas cartesianas con la estación maestra en el origen y el eje \bar{x} pasando por la estación corregida que se halla a una distancia a_1 de la maestra. Existe una relación lineal entre la coordenada x de cualquier punto y la distancia de la
- 20.
- 25.



262477

octogonales elíptico, con las estaciones en los focos. Si la distancia desde la estación principal, es h_0 y desde la estación corregida es h_1 , el valor P_1 previamente definido es $h_0 - h_1$.

5. Definiendo a Q_1 como $Q_1 = h_0 + h_1 = 2h_0 - P_1$ y observando que las ecuaciones paramétricas del sistema elíptico de coordenadas son:

$$\begin{aligned} 2(x - a_1) &= a_1 \cosh u. \cos v. \\ y &= 2a_1 \sinh u. \sin v. \end{aligned}$$

en las que las curvas $v = \text{constante}$ son hiperbólicas, y las curvas $u = \text{constantes}$ son elipses, se tiene:

$$\begin{aligned} \cos v &= \frac{P_1}{a_1} \\ \cosh u &= \frac{Q_1}{a_1} = \frac{2h_0 - P_1}{a_1} \end{aligned}$$

10. De donde sustituyendo en las ecuaciones paramétricas para x , anteriores,

$$x = \frac{a_1}{2} + \frac{2h_0 P_1 - P_1^2}{2a_1}$$

que puede escribirse,

$$x = \frac{P_1}{a_1} h_0 + \frac{a_1}{2} - \frac{P_1^2}{2a_1}$$

Si esto se sustituye en la ecuación para y , se obtiene una expresión que implica una raíz cuadrada. Sin embargo, considerando otra estación corregida, y puede expresarse linealmente en función de h_0 del modo siguiente:

15. Considerese la estación maestra como origen, y supóngase que (x, y) son el sistema coordenado en que se precisa la contestación o solución. Supóngase que las coordenadas de las estaciones secundarias o corregidas son (X_1, Y_1) y (X_2, Y_2) y supóngase que las longitudes de la
- 20.



262477

línea base desde la estación principal a estas dos estaciones secundarias con, respectivamente, a_1 y a_2 .

Supóngase ahora que $(x^1 y^1)$ son un sistema de coordinación con la estación principal en el origen y S_1 en el lado positivo del eje x^1 .

5.

Para este caso, como se ha indicado,

$$x^1 = \frac{P_1}{a_1} h_0 + \frac{a_1}{2} - \frac{P_1^2}{2a_1}$$

por tanto $x^1 = A_1 h_0 + B_1$

Análogamente $x^{11} = A_2 h_0 + B_2$

de donde $A_2 = \frac{P_2}{a_2}$

y $B_2 = \frac{a_2}{2} - \frac{P_2^2}{2a_2}$

se tienen también las siguientes relaciones entre $(x y)$ y $(x^1 y^1)$:

$$x^1 = x \cos \theta_1 + y \operatorname{sen} \theta_1$$

$$y^1 = x \operatorname{sen} \theta_1 + y \cos \theta_1$$

donde $\cos \theta_1 = \frac{X_1}{a_1}$

$$\operatorname{sen} \theta_1 = \frac{Y_1}{a_1}$$

Por tanto $x^1 = \frac{X_1}{a_1} x + \frac{Y_1}{a_1} y$.



262477

La ecuación correspondiente para y , no se usa.

Análogamente $x^{ll} = \frac{X_2}{a_2} x + \frac{Y_2}{a_2} y$

en la que las cantidades X_1, X_2, Y_1, Y_2 tienen sus signos propios.

5. Al sustituir las expresiones anteriores para x^l y x^{ll} en función de h_0 en las dos ecuaciones anteriores

$$\frac{X_1}{a_1} x + \frac{Y_1}{a_1} y = \frac{P_1}{a_1} h_0 + \frac{a_1}{2} - \frac{P_1^2}{2a_1}$$

$$\frac{X_2}{a_2} x + \frac{Y_2}{a_2} y = \frac{P_2}{a_2} h_0 + \frac{a_2}{2} - \frac{P_2^2}{2a_2}$$

se obtiene

$$x = \frac{P_1 Y_2 - P_2 Y_1}{X_1 Y_2 - X_2 Y_1} h_0 + \frac{a_1^2 Y_2 - a_2^2 Y_1}{2(X_1 Y_2 - X_2 Y_1)} - \frac{P_1^2 Y_2 - P_2^2 Y_1}{2(X_1 Y_2 - X_2 Y_1)}$$

$$y = \frac{X_1 P_2 - X_2 P_1}{X_1 Y_2 - X_2 Y_1} h_0 + \frac{a_2^2 X_1 - a_1^2 X_2}{2(X_1 Y_2 - X_2 Y_1)} - \frac{P_2^2 X_1 - P_1^2 X_2}{2(X_1 Y_2 - X_2 Y_1)}$$

en las que $(X_1, Y_1), (X_2, Y_2)$ son las coordenadas de las estaciones corregidas o secundarias en el sistema de coordenadas deseado; a_1, a_2 son las longitudes de las líneas de base y P_1, P_2 son las coordenadas hiperbólicas; todas ellas, con excepción de las longitudes de las líneas de base, con sus signos correspondientes. Los signos de las longitudes de las líneas de base carecen de importancia y, por tanto, se toman siempre como positivas.

15.

De este modo x e y adoptan la forma

$$x = Ah_0 + B$$

$$y = Ch_0 + D$$

siendo A, B, C y D conocidas. Utilizando la relación



$$x^2 + y^2 = h_0^2 \quad 262477$$

se obtiene una cuadrática en h_0 .

Obtenido h_0 , se sustituye en las ecuaciones para x e y anteriores, para calcular la posición.

5. Mas generalmente, si el sistema de coordenadas cartesianas no tiene la estación maestra en el origen, en lugar de usar la relación $x^2 + y^2 = h_0^2$, se emplea una relación de la forma $(x \pm a)^2 + (y \pm b)^2 = h_0^2$.

10. Es también posible proceder considerando un segundo par de estaciones secundarias, una de las cuales puede ser una de las del primer par, y llegar así a dos expresiones diferentes para x e y de la forma:

$$x = A_2 h_0 + B_2$$

$$y = C_2 h_0 + D_2$$

15. en las que A_2, B_2, C_2 y D_2 se han calculado precisamente del mismo modo que A_1, B_1, C_1 y D_1 excepto que, en lugar de usar P_1 , y P_2 como en el ejemplo anterior, se usa P_2 y P_3 , por ejemplo. Análogamente utilizando P_3 u P_1 puede llegarse a otras dos ecuaciones.

$$x = A_3 h_0 + B_3$$

$$y = C_3 h_0 + D_3$$

20. Desde el punto de vista puramente geométrico, estos tres sistemas de ecuaciones darán precisamente el mismo resultado para x e y , y son tales que los determinantes o matrices formadas por sus respectivos coeficientes, son iguales a cero, o sea

$$\begin{vmatrix} 1 & A_1 & B_1 \\ 1 & A_2 & B_2 \\ 1 & A_3 & B_3 \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} 1 & C_1 & D_1 \\ 1 & C_2 & D_2 \\ 1 & C_3 & D_3 \end{vmatrix} = 0$$

262477



En la práctica, sin embargo, debido a los errores de propagación de las ondas electromagnéticas, y a los errores fijos de los sistemas, estos tres grupos de ecuaciones para x e y, daran resultados ligeramente

- 5. distintos para x e y si los errores de propagación de las tres estaciones secundarias o corregidas son aproximadamente iguales, podrían dar resultados muy diferentes para x y para y, cuando los errores de propagación de una de las estaciones secundarias son mucho mayores que los de las
- 10. otras dos. Sin embargo, si en las aplicaciones previstas, no se precisa un alto grado de exactitud, o si se emplea algún sistema de propagación de ondas con errores inferiores, o si se impusiera una limitación en la zona de utilización de este dispositivo, el valor de h_0 puede
- 15. determinarse partiendo de dos cualesquiera de los pares de ecuaciones para x e y, por solución directa que no implicará una raíz cuadrada, o sea, si se elige

$$\begin{array}{l}
 x = A_1 h_0 + B_1 \qquad y = C_1 h_0 + D_1 \\
 y \quad x = A_2 h_0 + B_2 \qquad y = C_2 h_0 + D_2
 \end{array}$$

pueden resolverse para h_0 cualquier par en x o cualquier par en y, así

$$\begin{array}{l}
 h_0 = \frac{B_1 - B_2}{A_2 - A_1} \\
 \text{o} \quad h_0 = \frac{D_1 - D_2}{C_2 - C_1}
 \end{array}$$

- 20. y determinar de este modo los valores de x e y. Cualquiera de las distintas combinaciones de pares de ecuaciones para x e y, y los valores de h_0 obtenidos de los mismos, pueden utilizarse si así se desea, y pueden seguirse los criterios para determinar cual de las distintas combinaciones a
- 25. usarse.

15



262477

Los medios de computación o cálculo pueden ser digitales o análogos. Se observará que los cálculos pueden realizarse fácilmente en un computador digital, para cualquier grado preciso de exactitud, conservando por tanto la exactitud de posición del sistema de navegación; utilizando un dispositivo mecánico, análogo o de cualquier otro tipo, en el que se utilice este principio, si es necesario.

5.

Aunque se ha dado ya una explicación matemática suponiendo un sistema de coordenadas rectangular, si así se desea, puede utilizarse un sistema de coordenadas no rectangular.

10.

A continuación figura una descripción de un tipo de este invento, en la que se hace referencia al dibujo adjunto, en el que

15.

La fig. 1 es una vista esquemática en planta que representa la posición de las estaciones transmisoras en un sistema de navegación hiperbólica;

La fig. 2 es un esquema de conjuntos que representa el equipo que ha de instalarse en un vehículo para usarse con las estaciones transmisoras de la fig. 1, y

20.

La fig. 3 es un esquema que representa, mas detalladamente, parte del equipo de la fig. 2.

25.

El aparato computador para navegación, que se describe a continuación, está preparado especialmente para usarse con un sistema de navegación hiperbólica que tiene una estación maestra o principal y tres estaciones corregidas o secundarias, que por conveniencia se denominan secundarias, roja, verde y púrpura. Las

30.



262477

- cuatro estaciones transmisoras estan separadas y, en general, se hallarán dispuestas en forma de estrella, como se indica en la fig. 1, con la principal M cerca del centro del plano y las secundaria roja, verde y morada R, G y P situadas alrededor de la principal. Para el objeto de este invento, puede suponerse que estas estaciones transmiten señales continuas de radio frecuencia.
5. En el tipo especial a describir, la estación principal transmite señales a una frecuencia $6f$ siendo f una frecuencia fundamental del sistema, y las estaciones secundarias roja, verde y morada, transmiten señales a frecuencias $8f$, $9f$ y $5f$ respectivamente. Las señales de las secundarias estan ligadas en fase con las señales de la principal, de tal modo que midiendo la relación de fases en un receptor móvil, de las señales recibidas de la principal y de una secundaria, se determina una línea de posición, a través de la posición del receptor. La línea de posición es una de una serie de hipérbolas confocales, con las estaciones principal y secundaria como focos. Utilizando la principal y dos secundarias, se obtiene dos líneas hiperbólicas de posición, que se cortan, definiendo así la situación del receptor. Las diferencias de fase que determinan así la situación del receptor se denominan por tanto coordenadas hiperbólicas.
10. En un receptor móvil, como se representa en la fig. 2, para determinar las coordenadas hiperbólicas, las señales se recogen por una antena 10 y se amplifican por amplificadores 11 a 14, sintonizados respectivamente para las frecuencias $5f$, $6f$, $9f$ y $8f$. Las salidas de los amplificadores se introducen en multiplicadores de
- 15.
- 20.
- 25.
- 30.



262477

- frecuencia 15 a 18. El multiplicador de frecuencia 16, asociado con la señal 6f de la estación principal, multiplica separadamente la señal 6f recibida, por factores de 3, 4 y 5 para proporcionar salida de 18f
5. 24f y 30f. La salida 30f del multiplicador 16, se introduce como una entrada de un discriminador de fases 20 en cuya otra entrada se introduce una salida de 30f procedente del multiplicador 15 que multiplica la señal 5f recibida de la secundaria morada por un factor de 6.
10. El discriminador 20 proporciona una salida representativa de la relación de fases entre las señales de la principal y de la secundaria morada en el receptor. Esta salida se utiliza para accionar mecánicamente un indicador de fase y conjunto 21 de discos digitales. Este indicador
15. de fase acusa visualmente la relación de fases para fines de comprobación. Los discos digitales proporcionan una salida digital en una clave Gray, representativa de la relación de fase entre las salidas 30f de los
20. multiplicadores 15 y 16, o sea la coordenada hiperbólica maestra/secundaria morada. La salida 18f del multiplicador 16 se introduce en una entrada de un discriminador 22 en cuya otra entrada se introduce una salida 18f del
25. multiplicador 17, que multiplica la señal 9f recibida de la secundaria verde, por un factor de 2. El discriminador 22 acciona un indicador y discos digitales 23; estos proporcionan una salida en forma digital en una clave Gray representativa de la diferencia de fases entre las
30. señales 18f de los multiplicadores 16 y 17, o sea la coordenada hiperbólica maestra/secundaria verde. Una salida 24f del multiplicador 18, que multiplica la



- frecuencia de las señales recibidas de la secundaria verde por un factor de 3, se introduce a una entrada de un discriminador 24 a cuya otra entrada se introduce la salida 23f del multiplicador 16. El discriminador 24
5. acciona un indicador y discos digitales 25 para proporcionar una salida en forma digital, en una clave Gray, representativa de la diferencia de fases entre las señales 24f de los multiplicadores 16 y 19, o sea la coordenada hiperbólica maestra/secundaria roja.
10. Un sistema de navegación hiperbólica de comparación de fases de la índole indicada, con la excepción de la disposición de discos digitales, está descrito en la Memoria de la Patente Española nº 176.131, y puede consultarse para mas detallada explicación de la construcción y modo de funcionar de dicho sistema. Los indicadores
15. 21, y 23, y 25 proporcionar indicaciones con respecto a tres series de hipérbolas confocales; cada una de las series tiene una estación maestra y la estación secundaria adecuada, como los dos focos. Este invento se relaciona
20. más especialmente con la conversión de esta información en información de posición en coordenadas cartesianas o polares. La información de posición en forma digital binaria, de los indicadores y discos digitales 21,23 y 25, se introduce, a través de registros 30,31, 32, controlados
25. como luego se describe para alimentar solamente una salida especial cada vez, y la información de dichos registros se pasa a través de un registro "OR" 33 a un convertidor de información Gray a binaria 34, que proporciona las coordenadas hiperbólicas de posición en forma binaria, y
30. esta información se pasa a un computador digital 35 para



262477

- proporcionar salidas en coordenadas cartesianas o polares. En la disposición especial representada en la fig. 2, la salida del computador 35 es, normalmente, en coordenadas cartesianas; una señal de coordenada se utiliza para
5. controlar el movimiento en una dirección de una carta de vuelo 36 sostenida sobre rodillos 37; el computador compara la posición de la carta con respecto a un dispositivo 38 ligado con la posición que coopera con la carta y que introduce una señal de corrección de la
10. impulsión, a un servo impulsor 39. La otra coordenada de la salida de coordenadas cartesianas del computador digital, se utiliza para controlar la posición de una pluma 40 que se desplaza a través de la anchura de la carta; el computador, compara la posición real de la pluma con
15. respecto a un dispositivo ligado con la posición, 41, con la posición precisa y proporciona una señal de corrección o un servo-impulsor 42. La pluma y los dispositivos sensibles, contienen cada uno de ellos, una serie, por ejemplo 10 u 11, fotocelulas que cooperan con
20. indicaciones o señales en una estructura fija para la posición de la pluma, y sobre la carta para la posición de ésta; las indicaciones están dispuestas de tal modo que las salidas de las fotocelulas representan la información de posición en forma digital en clave Gray. El computador
25. 35, por medio de circuitos de control de salida 43, controla el funcionamiento de los registros 30 a 32 antes citados.

El computador 35 se representa, con mayor detalle, en la fig. 3. Tiene un tambor magnético de almacenamiento 50 con una serie de bandas en las que se almacena la información. Estas bandas comprenden bandas de programa

30.



262477

- que definen o limitar los programas para llevar a cabo la computación previamente descrita; la información del programa se introduce a un grupo de control 51. El tambor tiene también bandas de datos que llevan los datos básicos relativos a los pares de estaciones que pueden emplearse.
5. En un caso típico, el computador puede tener que operar en combinación con un número de cadenas distintas de estaciones transmisoras, teniendo cada cadena una estación principal y tres secundarias, y si existen cinco de estas cadenas, las bandas de datos del tambor pueden comprender información relativa a 15 pares de estaciones. Estas bandas de datos llevan también las constantes universales comunes a todas las computaciones. La información de las bandas de datos se introduce, como se precisa,
10. por el grupo de control 51 a un grupo aritmético 52. El tambor tiene también una banda de espacio de trabajo para los fines de almacenamiento a la que puede introducirse la información del grupo aritmético, y devolverse a éste, como se requiera. El tambor lleva también una banda
15. oraria para los fines de sincronización, y bandas de soporte que forman las partes de retardo de acumuladores; las señales se escriben las bandas de soporte, y se leen desde las mismas por cabezales separados de escritura y lectura. El tambor puede contener también una banda
20. multiplicando por evitar la necesidad de un registro separado de multiplicando; el multiplicando o divisor se copia en esta banda un número suficiente de veces para realizar los trabajos corrientes de multiplicación y división.
25. El grupo de control 51 controla el funcionamiento del computador de acuerdo con los programas precisos. El
- 30.

262477

15 NOV



- grupo 51 consiste, básicamente, en un registro de desplazamiento que recibe los datos del programa desde el tambor; el registro está constituido por tres partes, a saber, un contador cíclico, un registro de bandas y un registro de funcionamiento; las tres partes se encargan de las partes adecuadas de las palabras de las bandas de programa
5. dispuestas en el tambor. El registro de bandas y el registro de funcionamiento controlan, respectivamente, un selector de bandas para seleccionar la banda inmediata a utilizarse en el tambor, y un selector de funcionamiento para especificar la operación especial, por ejemplo suma o sustracción, a realizar. Para este objeto, la unidad de control regula un selector de entrada 53 para seleccionar la información de entrada. Las entradas son datos
10. digitales procedentes en paralelo de los discos digitales 21, 23 y 25, a través de circuitos de entrada 54. En la fig. 2, se representa esquemáticamente un convertidor 34 y de Grey a binario; en la práctica, esta conversión se realiza mas convenientemente en el grupo aritmético 52,
15. funcionando las unidades de selección de entrada 53 como los registros 30 a 32 y el mezclador 33. La información de entrada representativa de la posición de la pluma 40 y de la carta 36, se introduce en los circuitos de entrada 55, 56 desde los dispositivos fotoeléctricos 41 y 38
20. respectivamente, dependientes de la posición de la pluma y de la carta. Esta información está también en clave Grey y se convierte en clave bonaria en el grupo aritmético 52. La información del selector de entrada 53, se alimenta en paralelo a un compensador o regulador
25. 57 que convierte la información de entrada en paralelo al
- 30.



262477

- tipo serie para introducirla en el grupo aritmético 52. El compensador 57 sirve como compensador de almacenamiento para aceptar las señales de entrada desde las células fotoeléctricas Y 38 durante el cambio automático de la
5. carta; dichas señales son virtualmente equivalentes a las entradas de la tira de papel no sincronizadas con el funcionamiento del computador. El grupo aritmético 52 es un sumador-sustractor que funciona en serie para sumar o restar una entrada de otra de acuerdo con la instrucción del funcionamiento. El compensador 57 sirve también para
10. convertir la información de salida del grupo aritmético 52, de la forma serie a la forma paralela para alimentar a un selector de salida 58 que, bajo el control de la unidad de control 51, alimenta las señales adecuadas, a
15. través de los circuitos de salida 59 al servo-mecanismo 42 y 39, para el accionamiento de la pluma y de la carta 36. Estas señales de salida constituyen los cambios precisos en las posiciones de la pluma y de la carta para desplazar aquella en la posición requerida sobre ésta, correspondiente
20. a la posición calculada de la unidad móvil.
- El computador funciona en tres ciclos de accionamiento. El ciclo principal realiza la operación de convertir la información de posición en coordenadas hiperbólicas a coordenadas cartesianas, proporcionando salidas en una
25. forma para el accionamiento de los servomecanismos 39, 42 para la exposición. El computador tiene además un segundo ciclo de trabajo que, siempre que la carta 36 de la exposición ha de cambiarse, acepta las constantes necesarias para la conversión hiperbólica de las células fotoeléctricas
30. 38 que cooperan con las indicaciones de los bordes superior

15 NOV 1968



262477

- e inferior de las cartas, de tal modo que si el rodillo de la carta se coloca en movimiento para aceptar una nueva carta en posición en los dispositivos de exposición, las indicaciones que pasen por debajo de las células fotoeléctricas 38 de la carta proporcionen automáticamente la conversión necesaria de las constantes que durante el ciclo secundario de trabajo se coloque por el computador en las posiciones adecuadas sobre una banda de datos del tambor 50. La información así proporcionada en cada carta, son 11 constantes básicas para fines calculados, derivados del par de estaciones secundarias adecuadas y relativas a las longitudes de línea de base, al ángulo entre estas líneas y el ángulo entre las mismas con respecto al eje x. Además de estas constantes para el cálculo, se proporciona un número especificado de pares adecuados dependientes de estaciones secundarias, para controlar la selección de entrada, y un número 0,99, o 0, especificador de una aproximación inicial para un proceso iterativo con objeto de resolver la ecuación cuadrática para h_0 en el caso de que se precise una aproximación. Dos de las células fotoeléctricas Y proporcionan salidas distintas para identificar la información, o sea, la posición de la carta o los datos de entrada, de las células fotoeléctricas Y restantes. La instrucción para saltar el ciclo secundario de accionamiento es condicional y contenido en el ciclo principal de accionamiento. Cuando el ciclo secundario de accionamiento es completo, el control se transfiere automáticamente e incondicionalmente al ciclo principal de accionamiento. El computador tiene también un tercer ciclo, conocido como ciclo de interrupción, en el
- 5.
 - 10.
 - 15.
 - 20.
 - 25.
 - 30.

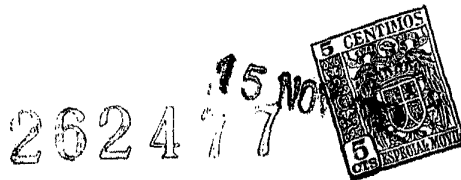
15 NO



262477

- que las coordenadas de posición de un punto preseleccionado se obtienen de orígenes de señal 61 manualmente controladas que pueden ser por cartas perforadas intercambiables, o sistemas de células fotoeléctricas, o discos digitales,
5. ajustarse en cualquier posición precisa. Estas coordenadas, que son en forma digital binaria, se aceptan por el computador que luego determina el rumbo y distancia de la unidad móvil desde esta posición preajustada, que proporciona salidas de los indicados, por ejemplo ventanillas 62. El computador
10. no emplea normalmente el ciclo interruptor, acondicionándose para hacerlo así por el operador al combinar manualmente el sistema con este ciclo. Al termina este ciclo de interrupción, el control retorna automáticamente al ciclo principal de accionamiento. Se adoptan medidas para
15. impedir que el computador se interrumpa durante el ciclo secundario de accionamiento.

- El computador lleva a cabo la conversión de las coordenadas hiperbólicas a cartesianas utilizando el proceso matemático anteriormente descrito. Las salidas de
20. ángulo de fase del sistema de radio navegación, están relacionados con las diferencias de distancia P desde la unidad móvil a las estaciones principal y secundaria, representándose las diferencias por las expresiones $D_i - a_i$ en ciclos, la indicación del ángulo de fase apropiado,
25. la longitud de onda de la cadena básica y a_i la distancia apropiada de la línea de base de la estación principal a la secundaria. El computador de este modo, primeramente, calcula primero los valores de P para cada par de estaciones secundarias. Como antes se indicó, x e y pueden expresarse
30. por



$$x = Ah_0 + B \quad y = Ch_0 + D$$

donde A, B, C y D, pueden obtenerse de las constantes básicas antes citadas, la escala de la carta y los valores de P obtenidos de las entradas de la serie de convertidores binarios representantes de las coordenadas

5. hiperbólicas. De este modo, el computador calcula a continuación los valores de A, B, C y D. Luego, utilizando la relación $x^2 + y^2 = h_0^2$, se obtiene una cuadrática en h_0 que puede escribirse

$$Jh_0^2 + 2Kh_0 + L = 0$$

El proceso para resolver la ecuación cuadrática es iterar o reiterar la ecuación cuadrática

- 10.

$$Jh^2 + 2Kh + L = 0$$

es iterar la ecuación

$$h = \frac{h}{2} - \frac{1}{2} \frac{Kh + L}{Jh + K}$$

en la que h^1 es el nuevo valor de h. Esto constituye un segundo orden de proceso convergente, a condición de que los valores de h (contestación buscada) sean ambos

- 15.

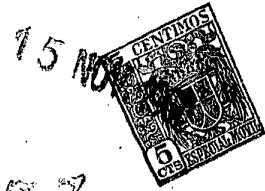
menores que la unidad en la aproximación inicial. (Si las dos raíces son positivas y ambas inferiores a la unidad, entonces la aproximación inicial será 0,99, o 0. Si las dos raíces son positivas y una de ellas mayor que la otra, la raíz menor, que será inferior a 1, es la precisa, y la aproximación inicial ha de ser de cero.

- 20.

Si una raíz es negativa y otra es positiva, ésta es la precisa, Suponiendo que la unidad móvil esté dentro de la zona servida del sistema, esta raíz será inferior a uno y la aproximación inicial será 0,99. La aproximación

- 25.

inicial no precisa usarse para los fines de cálculo cuando



262477

se penetra en la zona servida de una cadena de transmisión, y como anteriormente se indicó, forma parte de los datos disponibles en la parte superior e inferior de cada carta. La solución iterativa, en el peor caso de un

5. cambio de cadena, puede precisar alrededor de seis iteraciones. En todos los demás casos, una iteración es generalmente bastante, y dos son extensas. El computador en esta construcción está dispuesto para realizar dos iteraciones independientemente de las aproximaciones

10. iniciales y, por tanto, en el peor de los casos del cambio de cadena, la exposición puede no ser exacta hasta la terminación de tres ciclos completos de computación, clásicamente alrededor de 3 segundos.

Obtenido h , los valores de x y de y se obtienen

15. de

$$x = Ah_0 + B$$

$$y = Ch_0 + D$$

Los valores de x o y se comparan con la posición de la pluma y de la carta, para obtener los errores x y y que se introducen en el almacén del compensador y desde este a los servo-impulsores 42 y 39 para corregir la posición de la pluma y de la carta.

20.

Se observará que el computador, normalmente, solo usa la información de dos estaciones secundarias y de la estación principal. La elección de los pares de estaciones a usar, depende del número de factores, pero los límites entre las regiones en las que se eligen los pares distintos, no son críticas. La fig. 1 representa las regiones empleadas en el computador especial antes descrito. Con referencia a la fig. 1, del dibujo, se observará que las líneas MG, MR y MP se han tratado

25.

15 NOV.



262477

- representando las líneas de base entre la estación principal y las estaciones secundarias verde, roja y morada respectivamente. De la estación secundaria verde G, se trazan dos líneas GG^1 y GG^{11} , radialmente hacia el exterior, como prolongaciones de las líneas RG y PG. Analogamente desde la estación secundaria roja R se trazan dos líneas RR^1 y RR^{11} , hacia el exterior, como prolongaciones de las líneas GR y PR, y de la estación secundaria morada P, se trazan dos líneas PP^1 y PP^{11} , exteriormente, como prolongaciones de las líneas RP y GP. Dentro de la región limitada por las líneas G^1 G M R R^{11} es sistema de navegación se utilizará empleando la estación principal con las estaciones secundarias verde y roja. Estas estaciones principales verde y roja, se utilizarán también dentro de la región comprendida por las líneas PP^1 y PP^{11} . Análogamente la estación principal con las estaciones secundarias verde y morada, se utilizará en la región definida por las líneas G^{11} G M P P^1 y en el sector entre las líneas RR^1 y RR^{11} . La estación principal con las estaciones secundarias rojas y morada, se usará en la región R^1 R M P P^{11} y entre las líneas GG^1 y GG^{11} . La elección de pares de estaciones está controlada por los datos registrados a lo largo de los bordes superiores e inferiores de cada carta, datos que definen los pares a emplear en la región servida de la carta. Se comprenderá que aunque dos pares determinados de estaciones pueden ser la selección óptima en cualquier situación determinada, el empleo de una elección distintas de estaciones no lleva a un resultado incorrecto, sino únicamente a un ligero descenso en la exactitud. En las cercanías de las regiones antes definidas,
- 5.
 - 10.
 - 15.
 - 20.
 - 25.
 - 30.

262477



la elección de pares no es taxativa.

- Anteriormente se ha indicado que, al utilizar primero el equipo o al cambiar de una cadena a otra, puede ser necesario seleccionar 0,99 o 0, aproximación inicial. La elección especial de 0,99 o 0, depende de la posición de la unidad móvil y de la disposición de las estaciones transmisoras y puede determinarse con facilidad matemáticamente para cualquier serie especial de circunstancias. En resumen, sin embargo, puede indicarse que una condición suficiente (pero no necesaria) para llegar a una solución correcta es que la aproximación inicial sea 0 dentro de una zona determinada alrededor de una estación principal, y 0,99 fuera de esta zona. La zona, para el caso corriente en que los ángulos RMG , GMP y PMR son todos superiores a 90° , es el círculo que pasa por los tres puntos medios de las líneas de base MG , MR y MP . Si uno de los ángulos entre las líneas de base es exactamente 90° , y los otros dos son superiores a 90° , el área está definida por una línea recta entre los puntos medios de las dos líneas de base que forman 90° , junto con un arco de la circunferencia que pasa por los tres puntos medios. Si uno de los ángulos entre las líneas de base es inferior a 90° , y los otros dos son superiores a 90° , el límite de la región está definido por un arco de círculo curvado hacia el interior, entre los puntos medios de las líneas de base que forman 90° , junto con un arco de círculo que pasa por los tres puntos medios. Si dos de los ángulos entre las líneas de base son exactamente de 90° y el tercer ángulo es de 180° , el área se define por las cuatro líneas rectas que forman una figura de cuatro lados
- 5.
 - 10.
 - 15.
 - 20.
 - 25.
 - 30.



262477

con tres de sus ángulos en los puntos medios de las líneas de base. La aproximación inicial adecuada se determina por los datos de los bordes superior e inferior de la carta. Se comprenderá que esta aproximación se precisa

5. solamente en el caso de arranque del equipo o de cambiar por una cadena nueva. En todos los demás tiempos, el valor previamente determinado de h proporciona una aproximación muy superior, y se utiliza por tanto.

10. Se observará que la computación matemática antes descrita para convertir las coordenadas hiperbólicas en cartesianas, puede realizarse fácilmente por un pequeño -computador digital en serie, conservando sin embargo la exactitud del sistema de radio navegación.

N O T A

15. Descrita suficientemente la naturaleza del invento así como la manera de realizarlo en la práctica, debe hacerse constar que los perfeccionamientos anteriormente indicados son susceptibles de modificaciones de detalle, en cuanto no alteren su principio fundamental. También
20. se hace constar que el invento se refiere a una Solicitud de Patente presentada en Inglaterra con fecha 16 de noviembre de 1959, núm. 38.818, acogiéndose, por lo tanto, a los beneficios que conceden los Convenios internacionales en vigor, y siendo lo que constituye la esencia del
25. referido invento y por lo que se solicita Patente de Invención por 20 años en España: "PERFECCIONAMIENTOS EN APARATOS COMPUTADORES PARA NAVEGACION"; caracterizándose por lo siguiente:

30. 1ª.- Perfeccionamientos en aparatos computadores para navegación, caracterizados por estar preparados para

75 NOV



262477

- para usarse con un sistema de navegación hiperbólica dotado de una estación maestra y dos o más estaciones corregidas y para convertir la información representativa de la situación de una unidad móvil con respecto a dos o más series de hipérbolas confocales, en información en
5. coordinadas cartesianas o polares, y porque dichos aparatos comprenden medios computadores dispuestos para computar las coordenadas x e y de la situación de la unidad móvil como funciones lineales de h_0 , distancia de la unidad desde la estación maestra, en relación con las coordenadas hiperbólicas y con datos sobre la posición de las estaciones del sistema de navegación, y luego resolver estas actuaciones para determinar las coordenadas cartesianas o polares, empleando la relación inherente entre las
10. coordenadas polares (h_0, θ) y las cartesianas de la situación de la unidad móvil.
- 15.

- 2ª.- Perfeccionamientos, según reivindicación 1ª, caracterizados por estar preparados para usarse con un sistema de navegación hiperbólica dotado de una
20. estación maestra y dos o más estaciones corregidas y para convertir la información representativa de la situación de una unidad móvil con respecto a dos o más series de hipérbolas confocales, en información en coordenadas cartesianas rectangulares, aparatos que comprenden medios computadores dispuestos primeramente para computar las
25. dos coordenadas cartesianas x e y de la posición de la unidad móvil, en forma de dos funciones lineales separadas de h_0 , distancia de la unidad desde la estación maestra, en función de las coordenadas hiperbólicas y
30. de datos sobre la posición de las estaciones del sistema



262477

de navegación, y luego resolver estas ecuaciones para determinar las coordenadas cartesianas x e y utilizando la relación $x^2 + y^2 = h_0^2$ para dar una cuadrática en h_0 , y luego resolver ésta para obtener el valor de h_0

5. desde el cual pueden calcularse los valores de x y de y utilizando las funciones lineales de h_0 .

3ª.- Perfeccionamientos, según reivindicación 2ª, caracterizados porque los medios de computación están preparados para determinar los valores de

$$x = Ah_0 + B \quad y \quad y = Ch_0 + D$$

y

$$A = \frac{P_1 Y_2 - P_2 Y_1}{X_1 Y_2 - X_2 Y_1}$$

$$B = \frac{a_1^2 Y_2 - a_2^2 Y_1}{2(X_1 Y_2 - X_2 Y_1)} - \frac{P_1^2 Y_2 - P_2^2 Y_1}{2(X_1 Y_2 - X_2 Y_1)}$$

$$C = \frac{P_2 X_1 - P_1 X_2}{X_1 Y_2 - X_2 Y_1}$$

$$D = \frac{a_2^2 X_1 - a_1^2 X_2}{2(X_1 Y_2 - X_2 Y_1)} - \frac{P_2^2 X_1 - P_1^2 X_2}{2(X_1 Y_2 - X_2 Y_1)}$$

10. siendo P_1 y P_2 las coordenadas hiperbólicas expresadas como diferencias de distancias de la unidad móvil a las respectivas estaciones secundarias; $(X_1 Y_1)$ y $(X_2 Y_2)$, las coordenadas de las estaciones secundarias en el sistema de coordenadas rectangular con la estación principal en

15. el origen, y a_1 a_2 la longitud de la línea de base desde la estación principal a los puntos $(X_1 Y_1)$ y $(X_2 Y_2)$ respectivamente.

15 NOV



262477

4^a.- Perfeccionamientos, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizados por disponer de medios nuevos para computar la orientación θ de la posición de la unidad desde el origen del sistema de coordenadas cartesianas, desde los valores determinados de x e y empleando las expresiones

$$\text{sen } \theta = \frac{y}{(x^2 + y^2)^{\frac{1}{2}}}$$

$$y \quad \text{cos } \theta = \frac{x}{(x^2 + y^2)^{\frac{1}{2}}}$$

5^a.- Perfeccionamientos, según lo especificado en cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizados por estar preparados para llevarse en una unidad móvil con medios para alimentar automáticamente información representativa de las coordenadas hiperbólicas desde un receptor de radio navegación de los medios computadores.

6^a.- Perfeccionamientos, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizados por disponer servo-medios para accionar automáticamente la posición de la carta indicadora del aparato con respecto a la salida de los medios computadores citados.

7^a.- Perfeccionamientos, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizados porque los medios computadores mencionados son medios computadores digitales.

8^a.- "PERFECCIONAMIENTOS, EN APARATOS COMPUTADORES PARA NAVEGACION", tal y como queda substancialmente descrito en la presente Memoria, e ilustrado con los dibujos que se acompañan.

15 NOV



262477

Esta Memoria consta de treinta y una hojas
escritas a máquina por una sola cara,

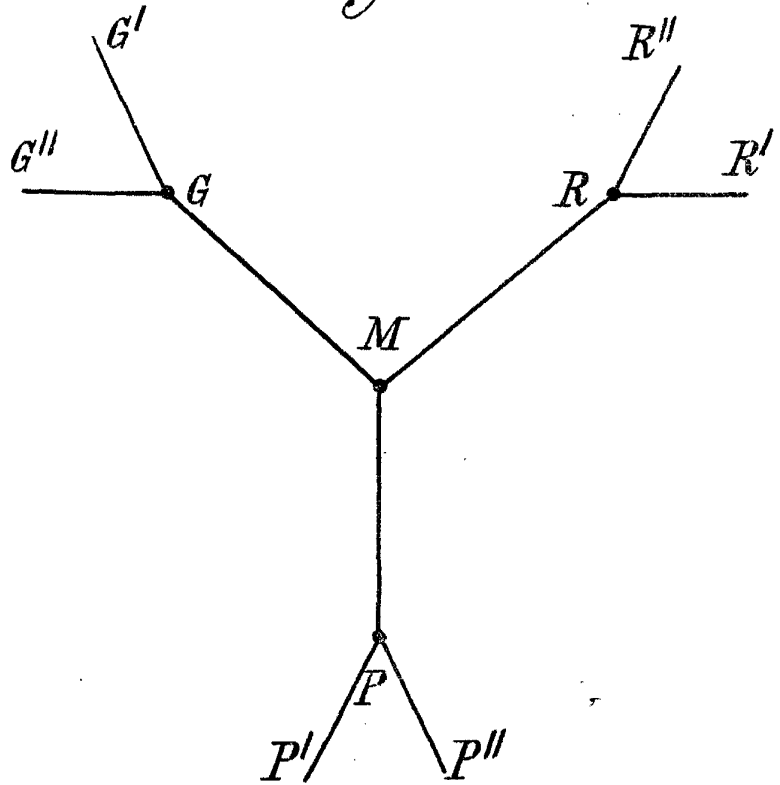
Madrid, 15 NOV. 1960

THE DECCA RECORD COMPANY LIMITED.

J. GOMEZ ACEBO Y MODEY
P. P.



Fig. 1.



— T 6 6

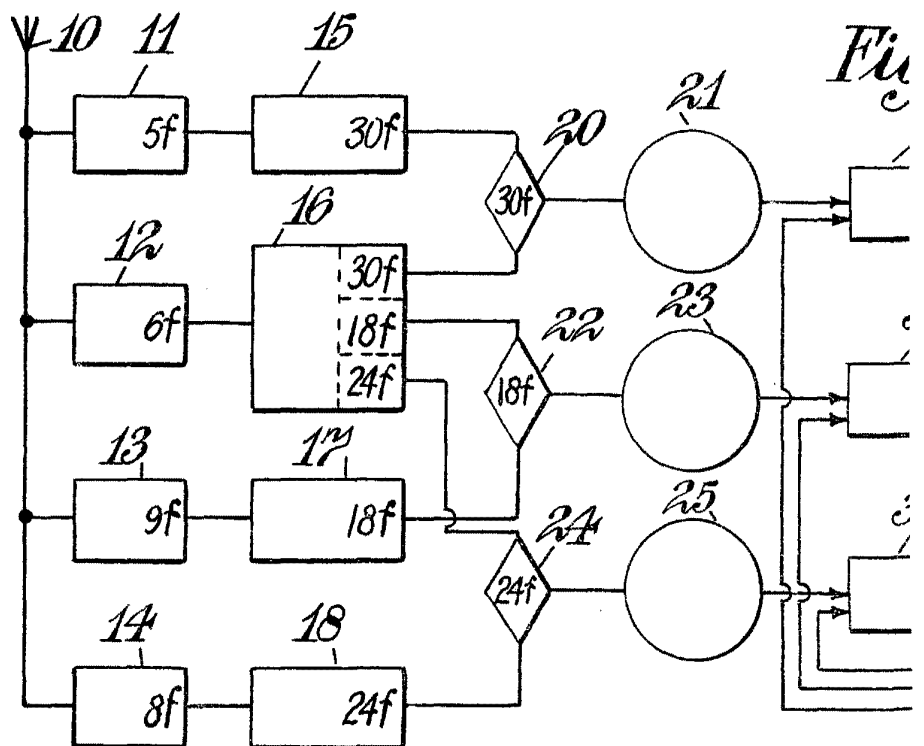
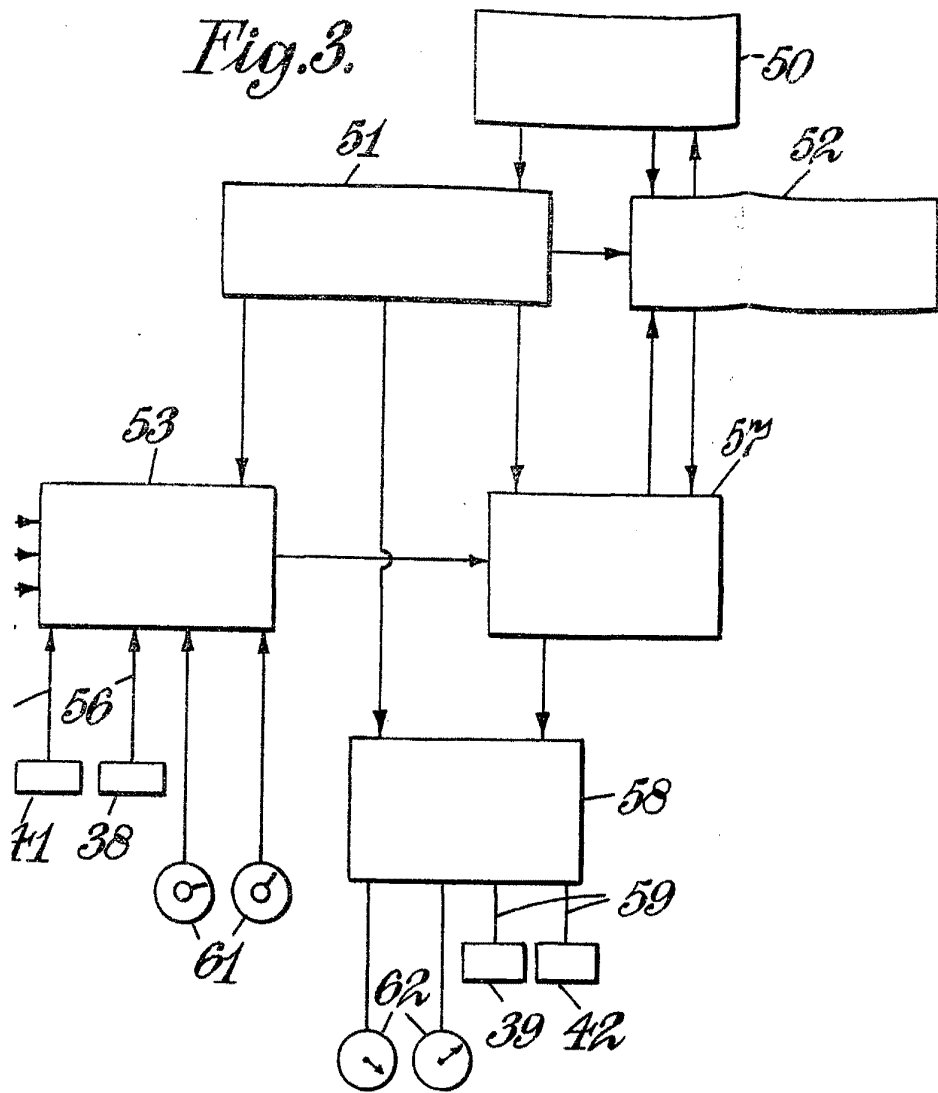


Fig. 2.

Fig. 3.



262477

