



380909

EST. TECNICA
ACIC.
CLASE 601
SUBCLASE S

No. 380.909

MEMORIA DESCRIPTIVA

correspondiente a la solicitud de una

PATENTE DE INVENCION

Solicitante: INSTITUT FRANCAIS DU PETROLE, DES CARBURANTS  
ET LUBRIFIANTS.

Residencia: 1 & 4 Avenue de Bois-Préau, 92-RUEIL-MALMAISON  
(Hauts-de-Seine), Francia.

Enunciado: "METODO Y DISPOSITIVO DE NAVEGACION QUE UTILI-  
ZAN EL EFECTO DOPPLER, PARA LA DETERMINACION  
DEL ESPACIO RECORRIDO POR UN VEHICULO QUE SE  
DESPLAZA DENTRO O SOBRE EL AGUA CON RELACION  
A UNA SUPERFICIE SUMERGIDA".

Prioridad: de la solicitud de patente francesa  
No. 69/20.902 del 20 de Junio de 1969.

MJ/S

POOR  
QUALITY



El presente invento se refiere a un aparato de navegación del tipo DOPPLER de emisión discontinua para la medición del trayecto recorrido por un vehículo dentro o sobre el agua con relación a la superficie del suelo sumergido. Entre los diferentes métodos que han sido aplicados hasta ahora para la medición del trayecto recorrido por un vehículo en o sobre el agua pueden mencionarse las correderas cuenta-vueltas de hélice que miden directamente el trayecto recorrido con relación a la masa de agua, e igualmente las correderas de depresión o las correderas magnéticas que miden la velocidad relativa del vehículo con relación al agua. La integración de la velocidad da la medida del trayecto recorrido.

Se han desarrollado métodos más recientes que aplican el efecto DOPPLER bien conocido, según el cual la velocidad relativa de un vehículo es función de la diferencia entre la frecuencia de una onda acústica emitida desde el vehículo y la de la onda recibida simultáneamente después de su reflexión en un obstáculo. Uno o varios transductores emisores envían de manera continua ondas ultrasonoras de frecuencia constante hacia el fondo sumergido. Uno o varios transductores receptores, que pueden estar acoplados entre sí, reciben las ondas ultrasonoras retro-transmitidas. Estos receptores están acoplados a un dispositivo que detecta la diferencia entre la frecuencia



380909

de la onda emitida y la de la onda recibida e indica la ve  
l locidad y el espacio recorrido por el vehiculo.

Estos metodos presentan todos un inconveniente  
mayor inherente a la emision continua. Los receptores re-  
5 cibien permanentemente una fraccion de las ondas incidentes  
que proceden directamente de los transductores emisores, lo  
que modifica el espectro de frecuencia a detectar y falsea  
la medicion. Uno de los objetos del presente invento con-  
siste en suministrar un metodo y un dispositivo de navega-  
10 cion del tipo DOPPLER efectuando una emision discontinua de  
ondas acusticas utilizable en un vehiculo que se desplaza  
en el agua, permitiendo obtener directamente el trayecto  
recorrido y la direccion de marcha con relacion a la super-  
ficie del suelo sumergido y asegurando una buena compensa-  
15 cion de los efectos parasitos debidos al balanceo, al ca-  
beceo y al declive del suelo sumergido.

Otro objeto del presente invento consiste en su-  
ministrar un dispositivo de navegacion del tipo DOPPLER que  
efectua una emision discontinua de ondas acusticas de fre-  
20 cuencia fija y largo alcance, permitiendo medir la distan-  
cia recorrida por un vehiculo que se desplaza en el agua  
con una precision muy buena, incluso a velocidades reduci-  
das y con fondos de pequena profundidad.

Otro objeto del presente invento consiste en  
25 suministrar un dispositivo de tratamiento numerico de las

POOR  
QUALITY



- 4 -

380909

señales obtenidas, que sea insensible a las tensiones eléctricas parásitas, evitando las integraciones analógicas que estan siempre sometidas a efectos de deriva.

5 El método según el invento consiste en producir eléctricamente trenes de ondas de frecuencia fija, a transmitirlos en forma de trenes de ondas acústicas hacia la superficie del suelo sumergido en una dirección oblicua fijada de antemano, en recibir los trenes de ondas ultraso-  
10 noras después de su retro-transmisión en la superficie del suelo sumergido, en transformar los trenes de ondas recibidos en magnitudes eléctricas, en medir, durante un intervalo de tiempo  $\tau'$  inferior a la duración de uno de los trenes de ondas recibidos, la diferencia entre los números acumulados de ciclos respectivamente a la frecuencia de  
15 emisión y a la frecuencia de recepción y en calcular en forma numérica binaria el espacio recorrido durante un intervalo de tiempo igual al periodo de recurrencia T de la emisión de los trenes de ondas.

20 Este método se llevará a la práctica en particular por medio de un dispositivo situado en el vehículo, permitiendo enviar ondas acústicas oblicuamente en direcciones diferentes, lo que permitirá determinar la trayectoria real del vehículo con relación al suelo sumergido.

25 El dispositivo utilizado incluye esencialmente un sincronizador, un conjunto de emisión que incluye un mo



380909

5        dulador y varios canales de amplificación, unos transduc-  
tores emisores, unos transductores receptores, un conjunto  
de recepción para la demodulación, la multiplicación de  
las frecuencias y la transformación en impulsos de las se-  
ñales recibidas, un dispositivo numérico para el cálculo  
del espacio recorrido que funciona a partir de los impul-  
sos recibidos y de las órdenes que proceden del sincroni-  
zador, así como un conjunto que permite representar el es-  
pacio recorrido en magnitud y en signo en las unidades ele-  
10        gidas.

El método según el invento y el dispositivo  
para llevarlo a la práctica se describirán con referencia  
a los dibujos adjuntos en los cuales:

15        La figura 1A representa las oscilaciones pro-  
ducidas por el sincronizador;

La figura 1B representa la distribución de los  
trenes de ondas emitidos en función del tiempo;

La figura 1C representa la distribución de los  
trenes de ondas recibidos en función del tiempo;

20        La figura 2 representa la posición del vector  
de velocidad con relación a un eje de emisión elegido, pa-  
ra ilustrar el método, en el plano longitudinal del vehí-  
culo;

25        La figura 3 representa la posición de los ejes  
de emisión y de recepción en el dispositivo de puesta en



# 380909

práctica;

La figura 4 representa la organización de los diversos conjuntos que forman parte del dispositivo;

5 La figura 5 representa el esquema sinóptico de los elementos constitutivos de los conjuntos;

La figura 6 representa esquemáticamente un amplificador utilizado en la entrada del conjunto de recepción;

10 La figura 7 representa esquemáticamente un multiplicador de frecuencia utilizado en el dispositivo;

La figura 8 muestra la forma de las señales eléctricas tomadas en diferentes puntos del circuito del multiplicador de frecuencia;

15 La figura 9 representa esquemáticamente dos amplificadores limitadores acoplados a un dispositivo de lógica de detección;

La figura 10 representa esquemáticamente un calculador utilizado en el dispositivo;

20 La figura 11 representa esquemáticamente el sincronizador;

La figura 12 muestra la forma y el reparto en función del tiempo de las señales tomadas en las diferentes salidas del sincronizador; y

25 La figura 13 representa un pre-selector de unidades de medida.



380909

5 El método según el invento se describirá con referencia a las figuras 1A, 1B, 1C y 2. Un oscilador entretenido y estable produce una oscilación de frecuencia  $f_0$  y de periodo  $T_0$  que se utiliza como fuente de emisión y de sincronización (figura 1A). En un instante  $T_0$  tomado como origen de los tiempos en las figuras, un modulador de ja pasar un tren de ondas de duración  $\mathcal{E} = N_1 T_0$  (en el que  $N_1$  es un número entero positivo).

10 El periodo de recurrencia de los trenes de ondas se designa por  $T$  y se elige de forma que su duración sea  $T = NT_0$  (1) (en el que  $N$  es un número entero positivo). Este tren de ondas, ilustrado en la figura 1B, está en fase con el oscilador, y se transforma en tren de ondas acústicas.

15 El tren de ondas acústicas emitido en el instante  $t_0$  es retro-transmitido por el suelo sumergido. El eco recibido por el receptor después de un cierto intervalo de tiempo está constituido por un tren de ondas representado en la figura 1C el cual, debido al efecto DOPPLER  
20 tiene un periodo  $T'$  y una frecuencia  $f'$  dada por la relación siguiente:

$$f' = f_0 \left( 1 + \frac{2 \cdot \rho}{c} \right) \quad (2)$$

25 en la que  $\rho$  es la proyección en el eje de emisión de la velocidad  $V$  del vehículo con relación al suelo sumergido y  $C$  es la velocidad de propagación de los trenes de ondas

- 8  
380909



emitidos. Después de un intervalo de tiempo  $T_1$  que es función de la profundidad del agua y de la velocidad  $V$  del vehículo y que está definido por una de las coincidencias de fase entre las ondas a la frecuencia  $f_0$  y a la frecuencia  $f'$ , se recuenta en la curva representada en la figura 1C el número de periodos comprendidos en el intervalo de tiempo  $\tau'$ , limitado por los instantes  $t_1$  y  $t_2$  y de duración  $\tau' = N_2 T_0$  (3) (siendo  $N_2$  un número entero positivo). Por regla general las curvas 1A y 1C no están en coincidencia de fase en el instante  $t_2$ .

El número de periodos contado es  $(N_3 + \mathcal{E})$ , siendo  $N_3$  un número entero positivo y  $\mathcal{E}$  un número incluido entre 0 y 1. Se escribe:

$$\tau' = (N_3 + \mathcal{E}) T' \quad (4)$$

Haciendo referencia a la figura 2 y designando por  $\beta$  el ángulo de la dirección de emisión con relación a la vertical y por  $\rho$  la proyección del vector velocidad  $V$  del vehículo en esta dirección de emisión, se obtiene la relación:

$$\rho = v \operatorname{seno} \beta \quad (5)$$

De las relaciones (2) y (5) se deduce:

$$v = (f' - f_0) \frac{c T_0}{2 \operatorname{seno} \beta} \quad (6)$$

Siendo la longitud de onda de emisión que se designa por  $\lambda_0$  igual a  $c T_0$ ; si se elige para el ángulo  $\beta$  un valor de  $30^\circ$ , la relación (6) se escribe:



# 380909

$$v = \lambda_0 (f' - f_0) \quad (7)$$

y representa la velocidad media del vehículo durante el intervalo de tiempo  $\zeta'$ .

5 El trayecto recorrido durante este intervalo es:

$$E_{\zeta'} = v \zeta' = \lambda_0 \left( \frac{1}{T'} - \frac{1}{T_0} \right) \zeta' \quad (8)$$

Teniendo en cuenta las relaciones (3) y (4), la relación (7) se transforma en:

$$E_{\zeta'} = \lambda_0 (N_3 - N_2 + \epsilon) \quad (9)$$

10 El trayecto recorrido por el vehículo a partir del origen  $t_0$  durante el periodo de recurrencia  $T$  está dado entonces por la relación  $E_T = E_{\zeta'} \cdot \frac{T}{\zeta'}$ , o incluso por la relación  $E_T = \frac{N}{N_2} E_{\zeta'}$ , teniendo en cuenta las relaciones (1) y (3). La expresión del trayecto  $E_T$  se escribe:

$$15 \quad E_T = \frac{N}{N_2} (N_3 - N_2) \lambda_0 + \frac{N}{N_2} \epsilon \lambda_0 \quad (10)$$

teniendo en cuenta finalmente la relación (9) y

$$E_T \cong \frac{N}{N_2} (N_3 - N_2) \lambda_0 \quad (11)$$

20 si se descarta el último término.

Un punto importante del método consiste en calcular numéricamente el valor de  $\frac{N}{N_2} (N_3 - N_2) \lambda_0$  y en inscribirlo en un contador.

25 Para que el cálculo sea más simple, resulta cómodo predeterminar los números  $N$  y  $N_2$  y elegir  $\frac{N}{N_2} = 2^p$  (siem



380909

do  $P$  un número entero positivo). Teniendo en cuenta el va  
lor elegido para esta relación, la expresión (10) se escri  
be:

$$E_T \simeq 2^P (N_3 - N_2) \lambda_0 \quad (12)$$

5 Por otra parte el número  $(N_3 - N_2)$  puede ela  
borarse directamente por medio analógico (por ejemplo denu  
dulación sincrona), amplificarse, ser puesto en forma y en  
viado a un registro binario. La multiplicación por  $2^P$  del  
número marcado por el registro se efectúa entonces de mane  
10 ra sencilla desplazando este número  $p$  órdenes hacia los  
bits de valor creciente.

Se observa que, aunque la elección de los dos  
parámetros  $T$  y  $T_0$  es libre, sin embargo, ha de ser cumpli-  
da la condición  $\tau > \tau'$ .

15 La relación (10) puede escribirse en la siguien  
te forma:

$$E_T = \frac{N}{N_2} (N_3 - N_2) \left[ 1 + \frac{\epsilon}{N_3 - N_2} \right] \lambda_0$$

20 Se llamará factor de precisión intrínseca  $F$  la  
cantidad  $\frac{\epsilon}{N_3 - N_2}$ . Teniendo en cuenta las relaciones 3,  
4 y 7 (en caso de que  $\beta = 30^\circ$ ), el factor  $F$  puede escribir  
se en la siguiente forma:

$$F = \frac{\epsilon^{T_0}}{\tau} \cdot \frac{c}{V} \quad \text{ó también: } F = \frac{\epsilon}{N} \cdot \frac{c}{V} \cdot 2^P$$

25 La precisión de la medición que varía como la  
inversa del factor  $F$ , es tanto mejor cuanto mayor es el in



380909

tervalo de tiempo  $\mathcal{E}'$ . Como puede verse, la precisión depende de la elección del valor de  $N$  y de la velocidad  $V$  del vehículo.

5                    Para reducir el factor de precisión  $F = \frac{\mathcal{E}}{N_3 - N_2}$ ,  
cuando la profundidad del agua disminuye, hace falta bien  
aumentar el número  $N_3 - N_2$ , o bien disminuir el valor de  $\mathcal{E}$ .  
De acuerdo con las relaciones (2) y (3), se ve que, para  
aumentar el número  $(N_3 - N_2)$  hace falta aumentar  $\mathcal{E}'$  hasta  
un máximo compatible con la profundidad del agua o aumen-  
10                    tar la frecuencia piloto  $f_0$ . Esta última condición, que  
puede realizarse emitiendo ondas a frecuencias armónicas  
de la frecuencia  $f_0$  es compatible con la ley de variación  
del alcance en función de la frecuencia. Sin embargo, impo-  
ne una doble obligación, la de utilizar transductores que  
15                    funcionan en una banda muy extensa de frecuencias y la de  
obligar a cambiar frecuentemente las gamas de frecuencias  
de emisión cuando el vehículo se desplaza encima de reduci-  
das profundidades de agua.

                    Por estos motivos, es preferible utilizar una  
20                    frecuencia de emisión fija  $f_0$  que pueda penetrar hasta una  
grán profundidad de agua y reducir el número  $\mathcal{E}$ . Para  
realizar ésto, se emiten trenes de ondas a frecuencia in-  
variable  $f_0$  y, durante la etapa de recepción de los trenes  
de ondas retro-transmitidos, se multiplica el valor de la  
25                    variación de frecuencia efectiva entre las ondas emitidas



- 12 -

380909

y las ondas recibidas por un factor  $2^n$  por ejemplo.

Por este motivo, el número de ciclos ( $N_3 - N_2$ ) medido durante el intervalo de tiempo  $\mathcal{E}'$  se multiplicará por el factor  $2^n$ . Todo ocurre como si el número  $\mathcal{E}$  estuviera dividido por  $2^n$ .

Sin embargo, esta etapa de multiplicación de la variación de frecuencia por  $2^n$  es facultativa. Su uso depende de la precisión de la medida que se desea obtener. Al respecto el dispositivo de puesta en práctica está descrito a título no limitativo.

Volviendo a la figura 3 se ve la disposición de los transductores que componen el dispositivo emisor-receptor con relación a los ejes del vehículo. Los tres transductores tienen sus ejes de radiación orientados, de manera respectiva, simétricamente con relación a los ejes de balanceo y de cabeceo y con relación al eje vertical del móvil.

Sus direcciones  $OX_1$ ,  $OX_2$ ,  $OX_3$ , forman con la vertical  $OZ$  un ángulo fijo  $\gamma$ . Los otros tres planos que contienen por una parte  $OZ$  y por otra parte  $OX_1$ ,  $OX_2$ ,  $OX_3$  forman con el eje de balanceo un ángulo fijo  $\alpha$ .

Como se verá en la descripción del dispositivo de la figura 4, las señales retro-transmitidas que llegan según estas tres direcciones se mezclarán dos a dos, es decir  $OX_1$  con  $OX_2$  y  $OX_1$  con  $OX_3$ .

347473



380909

5 Esta disposición permite una buena compensación de los efectos parásitos de balanceo y de cabeceo. Asegura también una buena compensación del efecto de declive del suelo sumergido, cualquiera que sea la dirección de la inclinación con relación a los ejes del vehículo.

10 Por razones de comodidad se podrá dar a  $\alpha$  un valor de  $45^\circ$ , estando los ejes de emisión dispuestos según tres de las aristas de una pirámide de base cuadrada. La disposición adoptada en la figura para los ejes OX1, OX2, OX3 no es limitativa. De manera más general, estos ejes podrán orientarse según tres cualesquiera de las aristas de la pirámide.

15 Se utilizarán transductores que sirven a la vez para emisión y recepción, por ejemplo una pluralidad de vibradores piezo-eléctricos reversibles. El método ha sido expuesto, por motivos de sencillez, con referencia a la figura 2 en la que se ha elegido en ángulo  $\beta$  igual a  $30^\circ$ . En el modo de realización que se describirá en las figuras 3 y 4, se utilizan tres transductores y un dispositivo de demodulación de las señales reflejadas, en el que se restan las frecuencias de las señales que llegan según OX1 y OX3 por una parte, y según OX1 y OX2 por otra parte. Las variaciones de frecuencia entre las frecuencias de las ondas emitidas y las de las ondas recibidas, que están detectadas en los ejes OX1, OX2 y OX3 son proporcionales a las proyecciones del vector de velocidad del vehículo en estos ejes

20

25



380909

y por este motivo proporcionales a seno  $\gamma$ . Por ejemplo se dará al ángulo  $\gamma$  el valor que permite utilizar la relación (12) sin modificación.

5 La figura 4 representa esquemáticamente la dis-  
posición general de un dispositivo para la puesta en prác-  
tica del método según el invento. Se compone esencialmen-  
te de un sincronizador 1, de tres transductores 5a, 5b,  
5c y de cuatro conjuntos referenciados E1, E2, E3, E4. El  
10 sincronizador 1 produce tensiones sinusoidales de una fre-  
cuencia piloto  $f_0$  y de sus múltiples pares así como señales  
de coordinación de las diferentes operaciones realizadas  
por el dispositivo. El conjunto E1, a partir de una ten-  
sión de la frecuencia  $f_0$  y de órdenes que proceden del sin-  
cronizador, produce y amplifica trenes de ondas que son  
15 transmitidos en forma de trenes de ondas acústicas hacia el  
fondo sumergido, por medio de los transductores 5a, 5b, 5c.  
Los trenes de ondas acústicas después de su retro-transmi-  
sión por el fondo sumergido, reciben la forma de tensiones  
eléctricas que alimentan el conjunto E2 el cual realiza la  
20 demodulación de las ondas retro-transmitidas y la detección  
de las variaciones de frecuencia con las ondas emitidas  
dos a dos, la multiplicación por  $2^n$  de dichas variaciones  
de frecuencia y la puesta en forma de impulsos de las se-  
ñales así obtenidas. El conjunto E3, está constituido por  
25 un calculador, el cual a partir de estos impulsos y de ór-



- 15 -

380909

denes suministradas por el sincronizador, efectua las operaciones de cálculo del espacio recorrido por el vehículo, según la relación (12).

5 Finalmente el conjunto E4, constituido por pre selectores de unidades, aparatos de lógica de signo y sumadores-restadores binarios, permite representar el módulo y el signo del espacio recorrido en unidades usuales.

10 La figura 5 representa de manera más detallada los elementos constitutivos de los conjuntos E1, E2, E3, E4, que han sido presentados en la descripción de la figura 4.

El conjunto E1 funciona de la siguiente manera:

15 Un modulador 2 recibe de un sincronizador 1 que se describe más adelante, por una parte una tensión sinusoidal de frecuencia  $f_0$  y por otra parte dos órdenes sucesivas en la forma de impulsos que definen los instantes  $t_0$  y  $t_3$  (figura 1). En este intervalo de tiempo  $T = t_3 - t_0 = N_1 T_0$ , el modulador deja pasar un tren de ondas a la frecuencia  $f_0$ .

20 La salida del modulador 2 alimenta tres canales de amplificación distintos referenciados a, b y c, constituidos cada uno por un preamplificador de potencia 3 y un amplificador 4. Los tres amplificadores 4a, 4b, 4c alimentan respectivamente tres transductores emisores 5a, 5b, 25 5c que emiten cada uno, durante el intervalo de tiempo  $T$ ,



- 16 - 380909

un tren de ondas ultra-sonoras a la frecuencia  $f_0$ . Estos mismos tres transductores que funcionan de manera reversible, captan las señales retro-transmitidas por el fondo sumergido. Las tensiones eléctricas que producen sirven para alimentar el conjunto receptor E2.

Se convendrá en llamar  $\omega_0$ , la pulsación de las ondas emitidas y respectivamente  $\omega_0 + \Omega_1$ ,  $\omega_0 + \Omega_2$ ,  $\omega_0 + \Omega_3$  las ondas reflejadas recibidas por los transductores 5a, 5b, 5c, siendo  $\Omega_1$ ,  $\Omega_2$ ,  $\Omega_3$ , las diferencias entre las pulsaciones de las señales emitidas y las de las señales recibidas respectivamente según los ejes OX1, OX2, OX3. El conjunto de recepción E2 funciona de la siguiente manera:

Los tres transductores 5a, 5b, 5c alimentan respectivamente tres amplificadores 6a, 6b, 6c que actúan como filtros pasa-banda. A sus salidas las amplitudes de las señales serán respectivamente de la forma:

$$E_1 \cos (\omega_0 + \Omega_1) t$$

$$E_2 \cos (\omega_0 + \Omega_2) t$$

$$E_3 \cos (\omega_0 + \Omega_3) t$$

La señal de salida del amplificador 6a alimenta un convertidor de frecuencia 7 que recibe por otra parte del sincronizador 1, una tensión sinusoidal de frecuencia  $f_0$ . El convertidor multiplica las dos tensiones y elimina la componente de baja frecuencia. La tensión a su salida,

380909



que es de la forma  $E_1 \cos (2 \omega_0 + \Omega_1) t$ , alimenta cuatro convertidores de frecuencia 10a, 10b, 10c y 10d. Las salidas de los amplificadores 6b y 6c están unidas a los convertidores 10a y 10b directamente y a los convertidores 10c y 10d por medio de desfasadores de  $\frac{\pi}{2}$ , respectivamente 8 y 9. Los convertidores 10a, 10b, 10c, 10d efectúan los productos de las tensiones de entrada y eliminan las componentes de alta frecuencia.

5

Las tensiones a sus salidas serán respectivamente:

10

$$\frac{E_1 E_2}{2} \cos (\omega_0 + \Omega_1 - \Omega_2) t$$

$$\frac{E_1 E_2}{2} \text{seno} (\omega_0 + \Omega_1 - \Omega_2) t$$

$$\frac{E_1 E_3}{2} \cos (\omega_0 + \Omega_1 - \Omega_3) t$$

15

$$\frac{E_1 E_3}{2} \text{seno} (\omega_0 + \Omega_1 - \Omega_3) t$$

Estas tensiones alimentan cuatro multiplicadores de frecuencia, respectivamente 11a, 11b, 11c, 11d que multiplican las frecuencias de las señales de entrada por un factor  $2^n$  (siendo n un número entero). Las tensiones disponibles a sus salidas serán pues respectivamente:

20

$$\frac{E_1 E_2}{2} \cos 2^n (\omega_0 + \Omega_1 - \Omega_2) t$$

$$\frac{E_1 E_2}{2} \text{seno } 2^n (\omega_0 + \Omega_1 - \Omega_2) t$$

25

$$\frac{E_1 E_3}{2} \cos 2^n (\omega_0 + \Omega_1 - \Omega_3) t$$

$$\frac{E_1 E_3}{2} \text{seno } 2^n (\omega_0 + \Omega_1 - \Omega_3) t$$



380909

Cuatro convertidores de frecuencia 12a, 12c, 12b, 12d, reciben respectivamente, por una parte las tensiones de salida suministradas respectivamente por los multiplicadores 11a, 11c, 11b, 11d, y por otra parte una tensión de frecuencia  $2^n f_0$  provista por el sincronizador 1. Estos convertidores multiplican las señales de entrada y eliminan las componentes de las altas frecuencias.

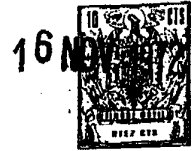
Las tensiones disponibles en sus salidas serán respectivamente:

$$\begin{aligned} & \frac{E_1 E_2}{2} \cos 2^n (\Omega_1 - \Omega_2) t \\ & \frac{E_1 E_2}{2} \text{seno } 2^n (\Omega_1 - \Omega_2) t \\ & \frac{E_1 E_3}{2} \cos 2^n (\Omega_1 - \Omega_3) t \\ & \frac{E_1 E_3}{2} \text{seno } 2^n (\Omega_1 - \Omega_3) t \end{aligned}$$

Los convertidores 12a, 12c, 12b y 12d, están unidos respectivamente a cuatro amplificadores limitadores 13a, 13c, 13b, 13d.

Son amplificadores operacionales que funcionan en régimen de saturación que transforman las tensiones sinusoidales recibidas en señales rectangulares. Cada uno tiene dos salidas simétricas donde quedan disponibles dos señales en oposición de fase.

Los amplificadores 13a, y 13c, por una parte, 13b y 13d por otra parte, accionan dos circuitos lógicos



380909

de detección, respectivamente 14 y 15 que suministran, tal y como se describirá más adelante, impulsos de suma y de resta en dos salidas,  $(C_1 D_1)$  por una parte y  $(C_2 D_2)$  por otra parte, a dos calculadores numéricos 16a y 16b que  
5 constituyen el conjunto E3, accionados por otra parte por el sincronizador 1, que realizan la operación  $E = \frac{N}{N_2} (N_3 - N_2) \lambda_0$  con una precisión definida por el factor  $F = \frac{E}{2n}$ . Cada calculador 16a ó 16b acciona por medio de dos conductores, correspondiendo uno de ellos a la suma y  
10 el otro a la resta, un preselector de unidades (17a ó 17b) que representa en unidades usuales (metros o brazas) la distancia recorrida que ha sido calculada anteriormente en unidades de  $\lambda_0$ . (véase descripción de la figura 13).

Los preselectores 17a y 17b alimentan cada uno, mediante dos conductores, dos aparatos de lógica de signo, respectivamente 18a y 18b, que accionan finalmente, cada uno también por medio de dos conductores, dos sumadores-restadores binarios, respectivamente 19a y 19b.  
15

El objeto de los aparatos 18a y 18b es en este caso el de indicar el signo del primer impulso que llega a los contadores (impulso de suma o de resta) cuando han sido puestos a cero al pasar el vehículo en un sitio determinado. En efecto, si el primer impulso corresponde a una resta, el contador indicará su capacidad máxima en binario  
20 11 .....1. Para la comodidad de la lectura, es preferible  
25



- 20 -  
**380909**

que indique el número 1 es decir 00.....01, en binario con el signo negativo. Esto es lo que realizan los aparatos 18a y 18b según los canales  $C_1$ ,  $C_2$ ,  $D_1$ ,  $D_2$  que siguen los impulsos procedentes de los calculadores 16a, 16b, a través de los calculadores de preselección de unidades 17a, 17b y elegidos por los programadores de salida incluidos en estos operadores.

Si se observa la figura 6, se ve la disposición de un amplificador, tal como los que se utilizan en la entrada del conjunto de recepción E2 y provistos de la referencia 6.

Se compone esencialmente de un transformador de entrada que adapta la impedancia de entrada del canal de amplificación a la de los transductores de un dispositivo de protección de los amplificadores durante el periodo de emisión y de tres amplificadores operacionales montados en serie, asegurando el primero la ganancia necesaria, y constituyendo los otros dos amplificadores un filtro activo pasa-banda de 12 db / octava.

El primario del transformador 20 está acoplado con uno de los transductores 5. La entrada del amplificador 24 está unida por una parte al secundario por medio de una resistencia 21 y por otra parte a las dos salidas simétricas de una bascula biestable 23 por medio de dos diodos idénticos 22a y 22b montadas en sentido contrario



380909

la una con relación a la otra. El conjunto de los dos diodos y la resistencia 21 constituye un divisor de tensión. La báscula 23 está accionada por medio de dos conductores 23a y 23b por el sincronizador 1. Se convendrá en llamar

5 R' y R'' a las resistencias dinámicas de los diodos respectivamente en el sentido directo y en el sentido inverso y U y U' las tensiones respectivamente a la salida del secundario y a la entrada del amplificador 24. En el instante  $t_0$  del comienzo de la emisión, la báscula 23 está posicionada por el sincronizador de modo que sus salidas produzcan

10 una tensión que polariza los diodos en el sentido de la conducción. El conjunto de los dos diodos funciona entonces como una resistencia de valor R' muy inferior al de la resistencia 21. Resulta de ello que la tensión U' es muy

15 inferior a U. En el instante  $t_1$  del comienzo del recuento, la báscula 23 accionada por el sincronizador, polariza los diodos 22a, 22b, respectivamente con los potenciales  $-U_0$  y  $+U_0$ . Si la tensión U es superior a  $U_0$ , el conjunto de los dos diodos 22a y 22b actúa como una resistencia de valor R' y si es inferior a este, el mismo conjunto trabaja como una

20 resistencia de valor R'' muy superior al valor de la resistencia 21. En el primer caso U' es muy reducida, en el segundo caso U' es sencillamente igual a  $U - U_0$ . A partir del instante  $t_1$  se transmitirán a los amplificadores solamente las tensiones de módulo inferior a  $U_0$ . El ciclo em-

25



380909

pieza de nuevo en el instante  $t_0 + T$ .

La tensión de salida del amplificador 24, alimenta un amplificador 29, el cual, en cooperación con las resistencias 25 y 27 y los condensadores 26 y 28 actúa como un filtro pasa-bajo. El conjunto formado por el amplificador 34 situado rio abajo respectõ al amplificador 24, las resistencias 31 y 33 y los condensadores 30 y 32, actúa como un filtro pasa-alto. El conjunto de estos dos filtros actúa como un filtro pasa-banda.

La figura 7 ilustra un modo de realización de un multiplicador de frecuencia del tipo de los que llevan las referencias 11a, 11b, 11c y 11d en la figura 5. Para simplificar la descripción, se describirá solamente un multiplicador por dos de la frecuencia con referencia a la figura 8 que representa las formas de las señales eléctricas en varios puntos del circuito. Se designará por  $f$  la frecuencia de una señal en la entrada del multiplicador. Esta señal alimenta la entrada de dos amplificadores operacionales que funcionan en régimen de saturación, 36 y 37. Cada uno de estos amplificadores tiene dos salidas simétricas y suministra dos señales rectangulares en oposición de fase. El amplificador 36 amplifica y limita la señal de entrada y produce en su salida dos señales rectangulares tales como  $g_1$  y  $g_2$  de la figura 8. El amplificador 37 integra, amplifica y limita la señal de entrada y produce



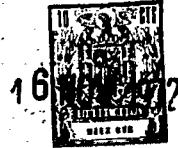
380909

5 en su salida dos señales rectangulares tales como  $h_1, h_2$  de la figura 8. Las señales tales como  $g_1, g_2, h_1, h_2$  pasan respectivamente por unos circuitos derivadores 38a, 38b, 38c y 38d que las transforman en impulsos tales como los que se representan respectivamente por  $i_1, i_2, j_1, j_2$  en la figura 8. Las salidas de los cuatro derivadores 38a, 38b, 38c y 38d están unidas a la entrada de un amplificador operacional 40 a través de cuatro diodos que llevan respectivamente las referencias 39a, 39b, 39c y 39d. La salida del amplificador 40 acciona una báscula biestable 41.

10 Debido a los diodos 39, se transmiten solamente los impulsos positivos al amplificador 40. Se verifica fácilmente que los impulsos transmitidos (línea k de la figura 8) se sucederán a una frecuencia cuádruple de las que se representan en una cualquiera de las líneas  $i_1, i_2, j_1, j_2$  de la figura 8. La báscula 41 accionada sucesivamente por cada uno de los impulsos, produce una tensión en forma de almenas (última línea de la figura 8) que tiene una frecuencia doble de la que alimenta la entrada 35.

15 20 La multiplicación de la frecuencia de una señal por  $2^n$  se efectuaría de la misma manera situando en cascada n multiplicadores del tipo descrito más arriba.

25 La figura 9 representa dos amplificadores tales como por ejemplo 13a y 13c, conectados a un circuito lógico de detección, por ejemplo 14 (figura 5).



380909

5 Los dos amplificadores operacionales funcionan en régimen de saturación y tienen cada uno dos salidas simétricas en las que están disponibles dos tensiones en forma de almenas, en oposición de fase. Se designará por  $\cos \omega t$  y  $\text{seno } \omega t$  las funciones representativas de las tensiones en la entrada de los amplificadores 13a y 13c respectivamente. La señal que procede de la salida 42a, se envía a dos puertas "Y" 45 y 46. Las señales de las salidas 42c y 42d se mandan, despues de pasar por dos circuitos derivadores 44a y -  
10 44b, a las puertas 45 y 46, respectivamente.

15 En el caso del conjunto 13a, 13c, 14, representado en la figura 9, cuando  $(\Omega_1 - \Omega_2)$  es positivo, la puerta 45 deja pasar un impulso de suma. En el caso contrario, la puerta 46 es la que deja pasar un impulso de resta.

20 El dispositivo calculador de la figura 10, que corresponde al conjunto E3 de la figura 4, está constituido por dos contadores restadores binarios montados en serie el uno 48 de n bits para los números fraccionarios, el otro 49, de m bits para los números enteros, por un registro restador binario de  $(m+p)$  bits enteros y por un conjunto de lógica que incluye un programador de salidas que aseguran la sincronización de las entradas y de las salidas. El  
25 programador está constituido por las puertas "Y" 53a, 53b,



- 25 -

380909

54a, 54b, 59, 60, las puertas "0" 55 y 56 y una báscula biestable 47.

La entrada C está unida a las puertas 53a y 54b, la entrada D a las puertas 53b y 54a. El borne de salida Q de la báscula 47 está conectada a las puertas 54a, 54b y 67 y el borne de salida  $\bar{Q}$  a las puertas 53a, 53b y 66. La báscula 47 está accionada por dos puertas "Y" 59 y 60 que están accionadas respectivamente por una parte por las entradas C y D y por otra por una puerta "Y" 64. Esta última, conectada al registro 50 acciona igualmente una de las entradas de una báscula 51 cuya otra entrada está accionada por un conductor con referencia  $\omega_1$  que procede del sincronizador 1. Una puerta 63 está accionada por el borne de salida Q de la báscula 51, por el conductor que lleva la referencia " h . " que procede del sincronizador 1 y por un inversor 52 montado río abajo respecto a la puerta 64. La salida de la puerta 63 está conectada al registro 50 y a las puertas 66 y 67.

Las puertas "Y" 53a, 54a, por una parte y 53b, 54b, por otra parte, accionan, por medio de dos puertas "0" 55 y 56 dos puertas "Y" respectivamente 57 y 58, cuyas salidas están unidas respectivamente a las entradas C y D del sumador-restador 48.

El conductor que lleva la referencia "  $\zeta$  " que procede del sincronizador, acciona por una parte las dos

380909



1 puertas 57 y 58 y por otra parte una puerta "Y" 61. La  
puerta 61 está accionada también por el sumador-restador  
49 y unida al registro 50. Una puerta "Y" 62 accionada  
5 por los dos conductores que llevan las referencias  $W_2$   
y  $W_3$ , tiene su salida unida al registro 50. Un con-  
ductor que lleva la referencia RAZ asegura, a tra-  
vés de una puerta "O" 65 la puesta a cero automá-  
tica a cada final de ciclo de medición, del contador  
de los enteros 49 y del registro 50. Finalmente, un con-  
10 ductor 79 unido directamente al contador de los nú-  
meros fraccionarios 48 por una parte, al contador 49  
y al registro 50 a través de la puerta "O" 65 por otra  
parte, asegura su puesta a cero en el instante inicial de  
comienzo de las operaciones.

15 El dispositivo calculador funciona de la si-  
guiente manera:

Estando el sumador-restador 49 y el registro  
50 en la posición cero, la puerta 64 está abierta, la ten-  
sión en el borne de salida de la báscula 51 es nula y la  
20 puerta 63 está bloqueada por el inversor 52. El impulso  
de comienzo de la ventanilla de recuento  $\zeta$  autoriza la  
abertura de las puertas 57, 58 y 61.

Si el primer impulso llega por la entrada de  
recuento C, la puerta 59 se abre y sitúa la báscula 47  
25 en un estado tal que las tensiones en los bordes Q y  $\bar{Q}$  son

32773



- 27 - 380909

5            respectivamente iguales a 0 y 1. Las puertas 53a, 53b, accionadas por el borne  $\bar{Q}$  son solas susceptibles de abrirse. Las puertas 54a, 54b, accionadas por el borne Q, están bloqueadas. La entrada de suma C acciona a través de las puertas 53a, 55 y 57 la entrada C de los contadores y la entrada de resta D acciona, a través de las puertas 53b, 56, 58, la entrada D de los contadores. Si  $N_c$  y  $N_d$  son respectivamente el número de impulsos de suma y resta, los contadores indican la diferencia  $N_c - N_d$ .

10            A la inversa, si el primer impulso llega por la entrada de resta D, la puerta 60 se abre y sitúa la báscula 47 en un estado tal que las tensiones en los bornes  $\bar{Q}$  y Q son respectivamente iguales a 1 y 0. Debido a los mismos motivos que anteriormente, solamente las puertas 54a, 54b son susceptibles de abrirse. Las entradas C y D accionan, a través de las puertas 54b, 56, 58 y 54a, 55 y 57, respectivamente, las entradas D y C de los contadores. Los contadores indican entonces  $N_d - N_c$ .

20            Esta operación de selección de los canales vuelve a producirse de nuevo cada vez que el registro pasa nuevamente por el valor cero.

              Estando abierta la puerta 61, la parte entera de  $|N_c - N_d|$  es transferida al registro 50.

25            El primer impulso transferido al registro cierra la puerta 64 y bloquea la báscula 47 en su posición.



380909

La puerta 63 se desbloquea por medio del inversor 52.

En el instante  $t_2$  de final de intervalo de suma  $\mathcal{E}'$ , una almena de duración  $pT_0$  que llega por el conductor de  $\omega_2$ , abre la puerta 62. Un número  $p$  de impulsos de reloj que se suceden a la frecuencia  $f_0$  desplaza en  $p$  órdenes hacia los bits de valor creciente la cifra contenida en el registro, realizando así la multiplicación por  $2^p$  de la parte entera de  $|N_c - N_d|$ . En el instante  $(t_2 + pT_0)$  del final del desplazamiento, un impulso que llega por el conductor  $\omega_1$ , sitúa la báscula 51 en un estado tal que la tensión en el borne Q sea igual a 1. La puerta 63 deja pasar impulsos de reloj hasta el vaciado total del registro que abre la puerta 64 y cierra la puerta 63 por medio del inversor 52.

Según los canales elegidos por el permutador, estos impulsos saldrán por la puerta de suma 66 o la puerta de resta 67. Dicho de otro modo, si  $N_c - N_d > 0$ ,  $N_c - N_d$  impulsos saldrán por C y si  $N_c - N_d < 0$ ,  $|N_c - N_d|$  impulsos saldrán por D.

El sincronizador esquematizado en la figura 11 que corresponde al elemento 1 de la figura 4, se describirá con referencia a la figura 12. Incluye un oscilador de puente de Wien que produce una señal de frecuencia  $2^n F_0$  (referencia e de la figura 12 en la que se ha elegido  $n = 1$ ). Alimenta un contador 69 cuya salida está unida a la

3-7-73

- 29 -

380909



entrada y que por este motivo funciona como un divisor.  
Este contador produce en una salida preseleccionada con un  
valor de recuento de  $2^n$  unidades una señal de frecuencia  
 $f_0$  (referencia f, figura 12) que se utiliza para la emisión.

5                   Una señal de frecuencia  $2^{k_1} f_0$  ( $k_1$  es un número entero inferior a  $n$ ) se toma en una de las salidas y alimenta a través de una puerta "Y" 70 abierta por un conductor de desbloqueo 79 en el instante inicial, un contador 71 de capacidad  $N$  cuya salida está unida a la entrada. La  
10 salida preseleccionada al valor de recuento  $N1$  produce un impulso que define el instante  $t_3$  (referencia h figura 12). Una señal de frecuencia  $\frac{2^{k_1} f_0}{N}$  se toma a la salida y pasa a un tercer contador 72 de capacidad  $2^{k_2}$  (siendo  $k_2$  un número entero incluido entre 0 y  $n$ ) cuya salida está unida  
15 a la entrada. Los impulsos de frecuencia  $2^{k_1} f_0$  se suceden con un periodo  $N T_0$  y definen los  $\frac{N \cdot 2^{k_2}}{N \cdot 2^{k_2}}$  instantes  $t_0$  de comienzo de cada periodo de recurrencia (referencia g figura 12). Dos contadores 74 y 77 idénticos, utilizados cada uno en uno de los dos canales de medición, están ali-  
20 mentados por la señal de frecuencia  $f_0$  que sale del contador 69 a través de dos puertas "Y" 73 y 76. Estas puertas 73 y 76 se abren respectivamente solamente si las oscilaciones de pulsación  $\Omega_1 - \Omega_2$  y  $\Omega_1 - \Omega_3$ , tomadas a la salida de los convertidores 12 están presentes, es decir en el  
25 instante  $t_1$  (referencia i figura 12). Los impulsos inicia



1972

- 30 -

380909

les en la abertura de las puertas que definen el instante  $t_1$  y sirven igualmente para accionar las puertas a cero automática ( RAZ ) de los contadores del calculador en el comienzo de cada ciclo de recuento. Las puertas 73 y 76 accionan respectivamente dos básculas biestables 75 y 78. Los contadores 74 y 77 registran, a partir del instante  $t_1$ , los impulsos de frecuencia  $f_0$ . Tienen cada uno una salida preseleccionada en un valor de recuento  $N_2$  y una salida preseleccionada en un valor de recuento  $(N_2 + p)$ . La primera suministra un impulso que define el instante  $t_2$  (referencia j figura 12 donde se ha elegido  $N_2 = 1$ ), y la segunda un impulso que define el instante  $t_2 + pT_0$  (referencia k figura 12 donde se ha elegido  $p = 2$ ). Los bornes de salida preseleccionados en el valor  $N_2$ , de los contadores 74 y 77 están conectados respectivamente a las otras dos entradas de las básculas 75 y 78.

Las básculas están accionadas por los impulsos producidos en los tiempos  $t_1$  y  $t_2$ . En su salida se obtendrá una señal de duración  $\tau$  que define el intervalo de tiempo de recuento (referencia l figura 12). Para aumentar la confiabilidad de los resultados y hacer que sean independientes de todas las señales parásitas, se accionará la abertura de las puertas 73 y 76 por dos puertas "Y" 79 y 80 provistas cada una de varias entradas. Por ejemplo la abertura de la puerta 73 se efectuará por la coincidencia



380909

simultánea en la puerta 79 de las señales de pulsación  $\omega_0$   
+  $\Omega_1$ ,  $\omega_0 + \Omega_2$ ,  $\omega_0$  y  $\Omega_1 - \Omega_2$ , tomadas en el  
circuito de recepción. La abertura de la puerta 76 se  
efectuará por ejemplo mediante la coincidencia simultánea  
5 en la puerta 80 de las señales de pulsaciones  $\omega_0 + \Omega_1$ ,  
 $\omega_0 + \Omega_3$ ,  $\omega_0$  y  $\Omega_1 - \Omega_3$  tomadas en el circuito de  
recepción. Una entrada suplementaria (ES), accionada por  
una eco-sonda (no representada), podrá añadirse en cada  
una de las dos puertas 79 y 80.

10 El preselector de la figura 13, que lleva la  
referencia 17 en la figura 5 está constituido por dos suma  
dores-restadores de dos entradas 79 y 80 que están provis  
tos de salidas preseleccionadas en unos valores de recuen  
to, respectivamente  $q_1$  y  $q_2$ . Cada uno de ellos tiene una  
15 entrada conectada al conductor de suma C y la otra conecta  
da al conductor de resta D. Las entradas C y D están uni  
das directamente a las salidas del preselector por los con  
ductores 81a y 81b respectivamente. Los bornes de salida  
82a y 83a de los contadores 79 y 80 están unidos respecti  
vamente a los bornes de salida que llevan las referencias  
20  $C/q_1$  y  $C/q_2$  donde se dispone de impulsos de recuento cuyo  
número esta dividido respectivamente por  $q_1$  y  $q_2$ . Los bor  
nes de salida 82b, 83b, de los contadores 79 y 80 están  
unidos a los bornes de salida que llevan las referencias  
25  $D/q_1$  y  $D/q_2$  donde se dispone de impulsos de resta cuyo nú



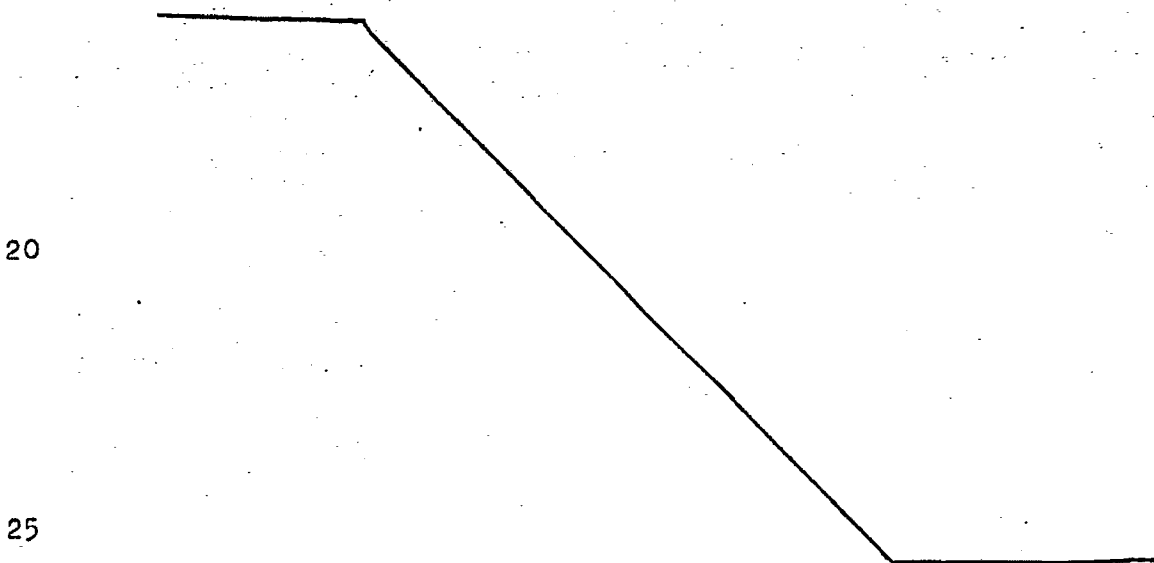
380909

mero está dividido respectivamente por  $q_1$  y  $q_2$ . Estas salidas están conectadas a un conmutador de tres posiciones 84 que permiten seleccionar uno de los tres pares de valores (C y D ó  $C/q_1$  y  $D/q_1$  o incluso  $C/q_2$  y  $D/q_2$ ).

5 Se puede igualmente presentar el espacio recorrido bien en unidades de  $\lambda_0$  con la mejor resolución posible permitida por el dispositivo, bien en metros o bien en brazas.

10 Si la unidad elegida es el metro, se dará a  $q_1$  un valor tal que  $q_1 \lambda_0 = 1$  m. Si la unidad elegida es la braza, se dará a  $q_2$  un valor tal que  $q_2 \lambda_0 = 1,852$  m. (valor de la braza expresado en metros). En este caso  $\lambda_0$  designa la longitud de onda de emisión.

15 En resumen: La Patente de Invención que se solicita deberá recaer sobre las reivindicaciones siguientes:



380909



1977

REIVINDICACIONES

1

5

10

15

20

25

1. Método y dispositivo de navegación que utilizan el efecto DOPPLER, para la determinación del espacio recorrido por un vehículo que se desplaza dentro o sobre el agua con relación a una superficie sumergida, en el que la emisión y la recepción de las señales de medición se efectúan según por lo menos un eje orientado oblicuamente con relación a una dirección de referencia, caracterizado el método porque incluye una etapa de emisión de señales acústicas intermitentes, una etapa de recepción de las señales emitidas después de la difusión por dicha superficie sumergida, una etapa de medición, durante un intervalo de tiempo  $\tau'$ , mantenido inferior a la duración de las señales recibidas, de la diferencia entre los números acumulados de ciclos respectivamente con la frecuencia de emisión y con la frecuencia de recepción y una etapa de cálculo para obtener directamente, en forma numérica binaria, el espacio recorrido ( $E_T$ ) por el vehículo durante un intervalo de tiempo igual al periodo de recurrencia (T) de las señales intermitentes emitidas.

2. Método según la reivindicación 1, caracterizado porque se mantiene una relación constante entre el intervalo de tiempo  $\tau'$  de medición y dicho periodo de recurrencia.

3. Método según la reivindicación 2, caracterizado porque el espacio recorrido durante dicho periodo de recurrencia es proporcional a dicha diferencia ( $N_3 - N_2$ )



380909

entre los numeros acumulados de ciclos, siendo el coeficiente de proporcionalidad igual al producto de la longitud de onda ( $\lambda_0$ ) de las señales emitidas por la relación  $(\frac{N_1}{N_2})$  entre los números de ciclos a la frecuencia de emisión contenidos respectivamente en el intervalo del periodo de recurrencia y en el intervalo de tiempo  $\tau'$ :

4. Método según la reivindicación 3, caracterizado porque dicha relación se elige de manera que sea igual a una potencia entera y positiva de dos.

5. Método según la reivindicación 3, caracterizado porque la medición del espacio recorrido se efectúa con un error relativo igual como máximo a la inversa de dicha diferencia entre los números acumulados de ciclos.

6. Método según la reivindicación 5, caracterizado porque el error relativo está dividido por un coeficiente predeterminado por multiplicación antes de su medición de dicha diferencia entre los números acumulados de ciclos por este mismo coeficiente.

7. Método según la reivindicación 6, caracterizado porque dicho coeficiente se elige de manera que sea igual a una potencia entera y positiva del número dos.

8. Método según la reivindicación 1, caracterizado porque las direcciones oblicuas constituyen tres de las aristas de una pirámide de base rectangular, siendo los lados de dicha base paralelos a los ejes longitudinales



y transversales del vehículo.

9. Método según la reivindicación 8, caracterizado porque las señales recibidas según una de dichas direcciones se combinan respectiva y separadamente con  
5 las señales recibidas según las otras direcciones.

10. Dispositivo para la puesta en práctica del método según la reivindicación 1, caracterizado porque incluye unos medios de producción de señales eléctricas in  
10 termitentes de frecuencia determinada, unos medios de emisión de estas señales en forma de ondas acústicas según por lo menos dos ejes de emisión inclinados según un mismo ángulo con relación a la vertical que pasa por el vehículo, unos medios de conversión en señales eléctricas de las ondas acústicas recibidas según estos ejes, unos medios de  
15 amplificación de las señales recibidas, unos medios de combinación de las señales amplificadas recibidas según uno de los ejes tomado como referencia, con las señales recibidas según el otro eje, produciendo señales de frecuencias proporcionales a la diferencia entre las frecuencias de las  
20 señales recibidas según dicho eje de referencia y según el otro eje, unos medios de transformación en impulsos de las señales producidas por dichos medios de combinación, unos medios de cálculo binario que determinan directamente en módulo y en signo, a partir de dichos impulsos, el espacio  
25 recorrido durante el periodo de recurrencia por el vehículo,

380909



5 según por lo menos una dirección de desplazamiento conteni-  
da en un plano que pasa por estos dos ejes, unos medios de  
presentación de los resultados de dicho cálculo que indican  
según unidades elegidas, el módulo y el signo del espacio  
recorrido en esta dirección de desplazamiento, y unos me-  
dios de sincronización de las operaciones efectuadas.

10 11. Dispositivo según la reivindicación 10, ca-  
racterizado porque los medios de demodulación producen se-  
ñales cuya frecuencia es igual a la diferencia de las fre-  
cuencias, respectivamente de los trenes de ondas recibidos  
y de los trenes de ondas emitidos, multiplicada por un fac-  
tor  $2^n$ , siendo n un número positivo entero y porque el cal-  
culador incluye dos sumadores-restadores binarios acopla-  
dos en serie, uno de los cuales tiene una capacidad de n  
15 bits.

20 12. Dispositivo según la reivindicación 10,  
en el que los medios de presentación están caracterizados  
porque incluyen un preselector de unidades (17a, 17b) que  
da el resultado del cálculo del espacio recorrido en las  
unidades elegidas, un circuito de lógica de signo (18a,  
18b) conectado a las salidas del preselector de unidades  
que indica el signo del espacio recorrido y un sumador-res-  
tador (19a, 19b) conectado a las salidas de dicho circuito  
lógico que indica el módulo del espacio recorrido.

25 13. Dispositivo según la reivindicación 10,



5 caracterizado porque los medios de emisión están consti-  
tuidos por tres transductores orientados según tres ejes  
diferentes, produciendo dichos medios de combinación unas  
señales con frecuencias proporcionales a la diferencia en-  
tre las frecuencias de las señales recibidas, según el eje  
de referencia y las frecuencias de las señales recibidas  
respectivamente según los otros dos ejes, determinando di-  
chos medios de cálculo directamente el espacio recorrido  
por el vehículo en dos direcciones de desplazamiento con-  
tenidas en dos planos que pasan por dichos ejes e indican-  
do dichos medios de presentación el espacio recorrido en  
10 estas dos direcciones.

14. Dispositivo según la reivindicación 13,  
caracterizado porque los medios de combinación producen se-  
ñales con frecuencias iguales a dichas diferencias de fre-  
cuencias multiplicadas por un mismo factor  $2^n$ , siendo  $n$  un  
entero positivo y porque los medios de cálculo incluyen dos  
sumadores-restadores binarios (48, 49) acoplados en serie,  
uno de los cuales tiene una capacidad de  $n$  bits.

15  
20 15. Dispositivo según la reivindicación 13, ca-  
racterizado porque los medios de emisión y los medios de  
conversión de las ondas según cada eje están constituidos  
por un mismo transductor emisor y receptor y porque los  
medios de amplificación incluyen unos circuitos de protec-  
ción que los aíslan durante la emisión de las ondas acústi-  
25

A handwritten signature or mark at the bottom left of the page.



cas.

16. Dispositivo según la reivindicación 14, caracterizado porque los medios de combinación conectados a los medios de amplificación de las ondas recibidas según los tres ejes incluyen un primer convertidor de frecuencia (7) que recibe una señal de frecuencia  $f_1$  y, procedente de los medios de sincronización (1), una señal de frecuencia  $f_0$ , y que produce una señal de frecuencia  $(f_0 + f_1)$ , un segundo convertidor de frecuencia (10a) que recibe una señal de frecuencia  $f_2$ , un tercer convertidor de frecuencia (10c) que recibe la señal de frecuencia  $f_2$  por medio de un primer desfasador  $\frac{\pi}{2}$  (8), un cuarto convertidor de frecuencia (10b) que recibe una señal de frecuencia  $f_3$ , un quinto convertidor de frecuencia (10d) que recibe la señal de frecuencia  $f_3$  por medio de un segundo desfasador de  $\frac{\pi}{2}$  (9), estando la salida del primer convertidor conectada directamente a las entradas del segundo, del tercero, del cuarto y del quinto convertidores que engendran respectivamente una primera señal de frecuencia  $(f_0 + f_1 - f_2)$ , una segunda señal de frecuencia  $(f_0 + f_1 - f_2)$ , desfasada de  $\frac{\pi}{2}$  con relación a la anterior, una tercera señal de frecuencia  $(f_0 + f_1 - f_3)$  y una cuarta señal de frecuencia  $(f_0 + f_1 - f_3)$  desfasada de  $\frac{\pi}{2}$  con relación a la tercera, cuatro multiplicadores de frecuencia (11a, 11b, 11c, 11d) conectados cada uno a la entrada de uno de los segundo, tercero, cuar

*[Handwritten signature]*



1972

- 39 - 380909

to y quinto convertidores, que multiplican las frecuencias de estas cuatro últimas señales por  $2^n$  y cuatro convertidores de frecuencia (12a, 12b, 12c, 12d) conectados cada uno a las salidas de uno de los cuatro multiplicadores de frecuencia que reciben unos medios de sincronización (1); una  
5 señal de frecuencia  $2^n f_0$  y engendran respectivamente una primera señal de frecuencia  $2^n (f_1 - f_2)$ , una segunda señal de igual frecuencia  $2^n (f_1 - f_2)$  desfasada de  $\frac{\pi}{2}$  con relación a la primera, una tercera señal de frecuencia  $2^n$   
10  $(f_1 - f_3)$  y una cuarta señal de igual frecuencia  $2^n (f_1 - f_3)$  desfasada de  $\frac{\pi}{2}$  con relación a la tercera.

17. Dispositivo según la reivindicación 16, caracterizado porque el multiplicador de frecuencia por  $2^n$  está constituido por n unidades de multiplicación dispuestas en cascada, incluyendo cada una de ellas dos cadenas  
15 paralelas conectadas a una misma entrada, incluyendo una de ellas un primer amplificador operacional limitador (36) con dos salidas en oposición de fase, incluyendo la otra cadena un segundo amplificador operacional integrador y limitador (37) con dos salidas en oposición de fase, cuatro  
20 circuitos derivadores de frentes (38a, 38b, 38c, 38d) para la transformación en impulsos de las señales limitadas, estando cada uno de ellos conectado a una de las cuatro salidas de los dos amplificadores, cuatro diodos (39a, 39b, 39c, 39d) montados cada uno río abajo respecto a uno de los  
25

*[Handwritten signature]*

380909



72

5 circuitos derivadores, un tercer amplificador operacional (40) de cuatro entradas unidas a las salidas de dichos cuatro diodos y una báscula biestable (41) conectada a la salida del tercer amplificador, que produce una señal de frecuencia doble de la entrada.

10 18. Dispositivo según la reivindicación 14, en el que cada calculador está constituido por dos sumadores-restadores binarios (48, 49) acoplados en serie, el uno de  $n$  bits para los números fraccionarios, el otro de  $m$  bits para los enteros, un registro restador binario (50) de  $(m + p)$  bits, un conjunto de elementos lógicos que incluyen una primera puerta "Y" (53a) y una segunda puerta "Y" (54b) conectadas a una entrada de suma, una tercera puerta "Y" (53b) y una cuarta puerta "Y" (54a) conectadas a una entrada de resta, una quinta (57) y una sexta puert  
15 "Y" (58) cuyas salidas están conectadas respectivamente a la entrada de suma y a la entrada de resta del sumador-restador de  $n$  bits y una séptima puerta "Y" (61), estando dichas tres últimas puertas "Y" accionadas durante el intervalo  $T'$  por una señal engendrada por los medios de sincronización, estando accionadas las quinta y sexta puert  
20 "Y" respectivamente, por la primera y la cuarta puert  
"Y" a través de una primera puerta "O" (55) y por las segunda y tercera puert  
"Y" a través de una segunda puerta "O" (56),  
25 estando la séptima puerta accionada igualmente por el su-



mador-restador de  $m$  bits y teniendo su salida unida al registro (50), una octava y novena puertas "Y" (59, 60) cuyas entradas están conectadas a las entradas respectivamente de suma y de resta y accionadas por una décima puerta "Y" (64) abierta por la puesta a cero del registro, una primera báscula biestable (47) accionada por las octava y novena puertas "Y" cuyas salidas simétricas accionan, la una las segunda y cuarta puertas "Y", la otra las primera y tercera puertas "Y", una undécima puerta "Y" (63) de tres entradas cuya salida está conectada simultáneamente al registro, a una duodécima y una decimotercera puerta "Y" (66, 67) estando estas dos últimas puertas "Y" accionadas la una por una de las salidas de la primera báscula (47), la otra por la otra salida de la misma báscula, estando dicha undecima puerta "Y" accionada a la vez por la décima puerta "Y" y, por medio de un inversor (52), por unos impulsos a la frecuencia  $f_0$  engendrados por los medios de sincronización y por unas salidas de una segunda báscula biestable (51), estando esta última accionada a la vez por la décima puerta "Y" y por una entrada conectada a los medios de sincronización que permiten vaciar el registro después de la operación de cálculo, una décimocuarta puerta "Y" (62) cuya salida está conectada al registro y cuyas entradas reciben, una de ellas los impulsos a la frecuencia  $f_0$  y la otra unos impulsos de desbloqueo que proceden del sin

2/1

- 42 - 380909



5 cronizador, un conductor (79) de mando de puesta a cero manual, conectado al sumador-restador de n bits, una tercera puerta "0" (65) accionada bien por impulsos de mando de puesta a cero manual bien por impulsos de puesta a ce-  
ro automática a cada final de ciclo de cálculo procedentes de los medios de sincronización y cuya salida está conec-  
tada al sumador-restador de m bits (49) y al registro (50) y dos canales de salida, uno para sumar, el otro para res-  
tar, unidos a las salidas de las puertas duodécima y decimo  
10 tercera.

19. Dispositivo según la reivindicación 14, caracterizado porque los medios de sincronización están constituidos por un oscilador piloto (68) que engendra oscilaciones de frecuencia  $2^n f_0$ , un primer contador (69) conectado al oscilador, una salida del cual, preseleccionada en un valor de recuento de  $2^n$ , produce una señal de frecuencia  $f_0$  y cuyas otras salidas están unidas a la entrada, un segundo contador (71) de capacidad N, siendo N un número entero positivo, que recibe una señal de frecuencia  $2^{k_1} f_0$ , en la cual  $k_1$  es un número entero que se elige inferior a n, tomado en una de dichas otras salidas del primer contador a través de una primera puerta "Y" (70) accionada en el instante inicial por un impulso de desbloqueo, y que suministra en una primera salida preseleccionada los impulsos de final de emisión de las señales inter-  
15  
20  
25

*[Handwritten signature]*



NOV. 1972

- 43 - 380909

mitentes y en otra salida conectada a su entrada una señal de frecuencia  $f_0 2^{k_1}$ , un tercer contador (72) conectado a esta ultima salida del segundo contador, suministrando, en una salida unida a su entrada y seleccionada para un valor de recuento igual a  $2^{k_2}$ , siendo  $k_2$  un número entero elegido inferior a n, unos impulsos de comienzo de emisión de las señales intermitentes, una segunda y una tercera puerta "Y" (73, 76) que reciben del primer contador la señal de frecuencia  $f_0$ , y que están accionadas la primera por lo menos por una señal de frecuencia igual a la diferencia de las frecuencias de las ondas recibidas según el eje de referencia y un segundo eje, la segunda por, como mínimo, una señal de frecuencia igual a la diferencia de las frecuencias de las ondas recibidas según el eje de referencia y un tercer eje cuyas salidas suministran directamente impulsos de comienzo de recuento de la diferencia de los números acumulados de ciclos y de puesta a cero automática de los contadores de los medios de cálculo y están unidas, la primera a la entrada de un cuarto contador (74), la segunda a la entrada de un quinto contador (75), teniendo los cuarto y quinto contadores, cada uno una primera salida preseleccionada que produce impulsos que definen el instante de terminación de dicho recuento, una segunda salida preseleccionada que produce impulsos que definen el instante de final de cálculo, una primera báscula biestable (75) conectada a



la entrada y a la primera salida preseleccionada del cuarto contador, una segunda báscula (78) conectada a la entrada y a la primera salida preseleccionada del quinto contador, produciendo dichas básculas en sus salidas unos impulsos que delimitan los intervalos de tiempo  $T'$ .

20. Dispositivo según la reivindicación 18, caracterizado porque las segunda y tercera puertas de los medios de sincronización están accionadas por dos puertas de varias entradas (79, 80), conectadas con varios puntos diferentes de los circuitos del dispositivo.

21. Dispositivo según la reivindicación 15, caracterizado porque cada circuito de protección consta de un transformador (20) cuyo primario está conectado a dichos medios de conversión y cuyo secundario está conectado a un divisor de tensión constituido por una resistencia (21) conectada a dos diodos (22a, 22b), dispuestos en paralelo y en sentido contrario el uno respecto al otro, cuyas resistencias dinámicas, en el sentido directo y en el sentido inverso, son respectivamente muy inferior y muy superior al valor de la resistencia (21), estando dichos diodos conectados a unos medios (23) de polarización en el sentido directo durante el intervalo de tiempo de emisión de las señales intermitentes y de polarización en el sentido inverso durante dicho intervalo de tiempo  $T'$ .

22. Se reivindica por último, como objeto so-

*ref.*



380909

1 bre el que ha de recaer la Patente de Invención que se soli-  
cita: "METODO Y DISPOSITIVO DE NAVEGACION QUE UTILIZAN EL  
EFECTO DOPPLER, PARA LA DETERMINACION DEL ESPACIO RECORRIDO  
POR UN VEHICULO QUE SE DESPLAZA DENTRO O SOBRE EL AGUA CON  
5 RELACION A UNA SUPERFICIE SUMERGIDA".

Todo conforme queda descrito y reivindicado en  
la presente memoria descriptiva que consta de cuarenta y  
cinco páginas mecanografiadas y dibujos adjuntos.

10

Madrid, 18 Junio 1970

BERNARDO UNGRIA  
P.p.

15

20

25

*[Handwritten mark]*

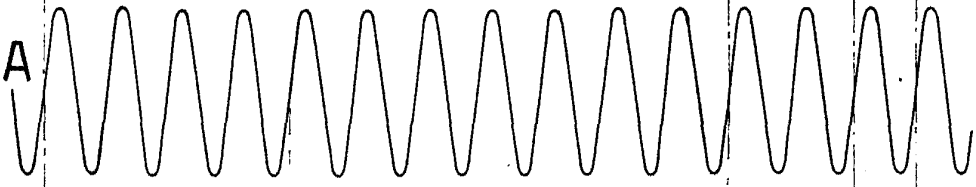


8 JUN. 1970

380909

( $f_0, T_0$ )

FIG.1A



$T = N_1 T_0$

$T = N_2 T_0$

FIG.1B

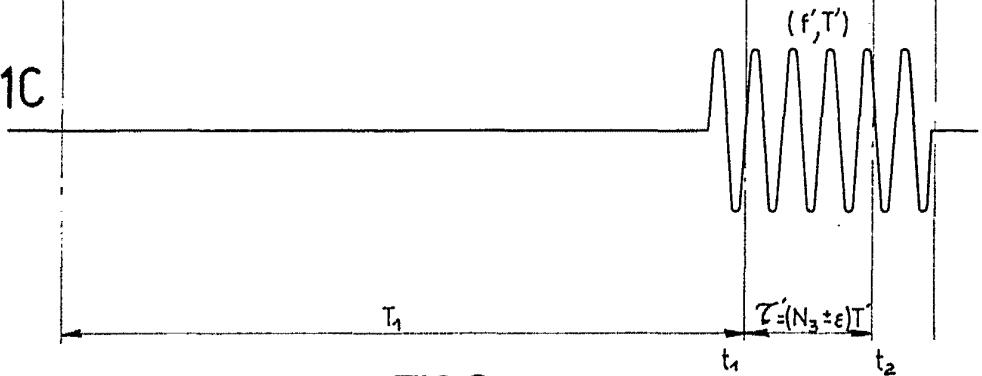


$T = N T_0$

$t_0$

$t_3$

FIG.1C



( $f', T'$ )

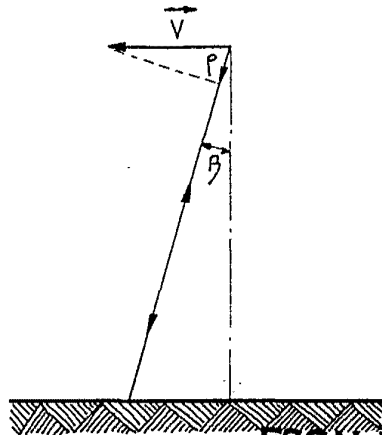
$T_1$

$T' = (N_3 \pm \epsilon) T$

$t_1$

$t_2$

FIG.2



ESCALA VARIABLE

MADRID, 18 DE junio DE 1970

BERNARDO UNGRÍA

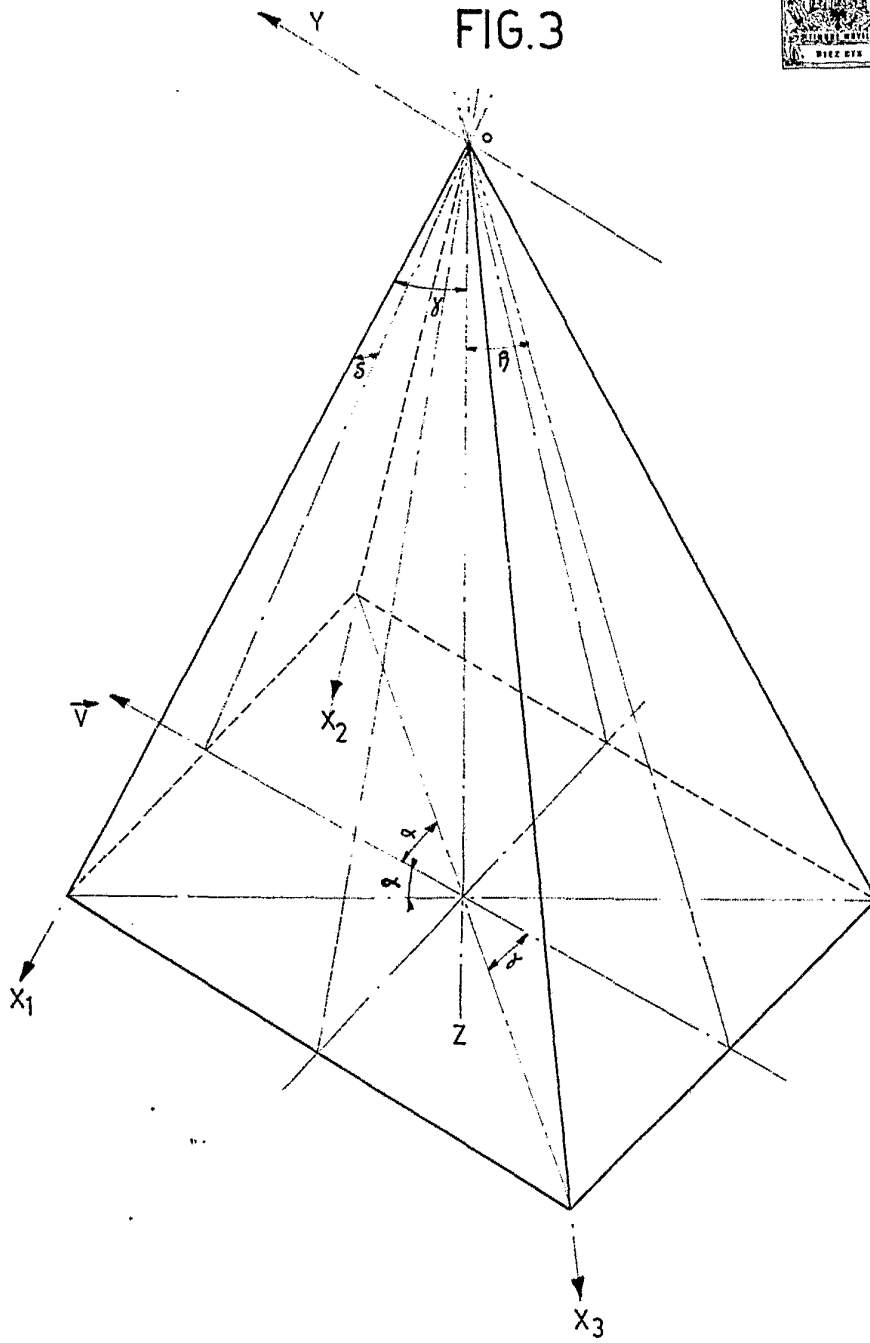
P. P.

380909



1970

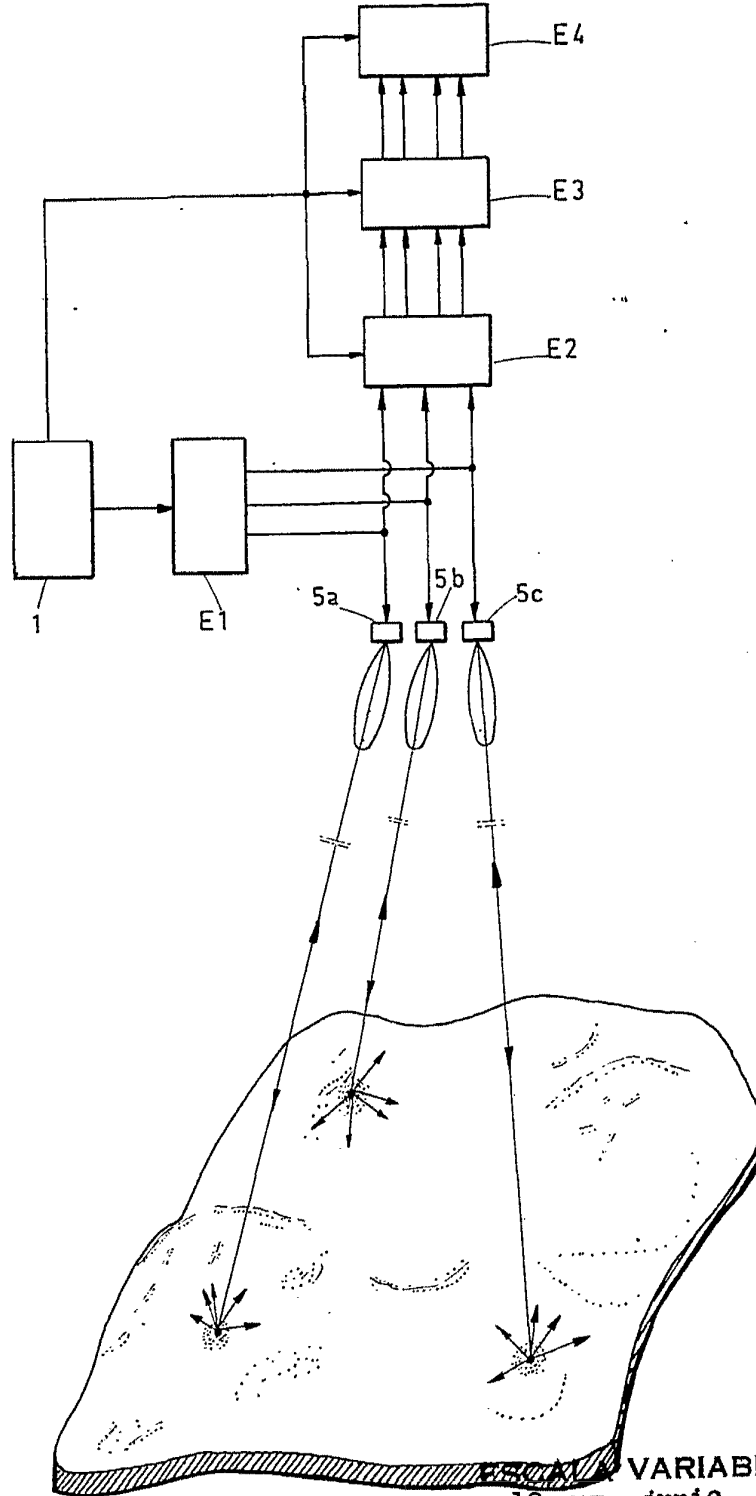
FIG.3



ESCALA VARIABLE  
MADRID, 18 DE junio DE 1970  
BERNARDO UNGRÍA  
P. P.

380909

FIG. 4



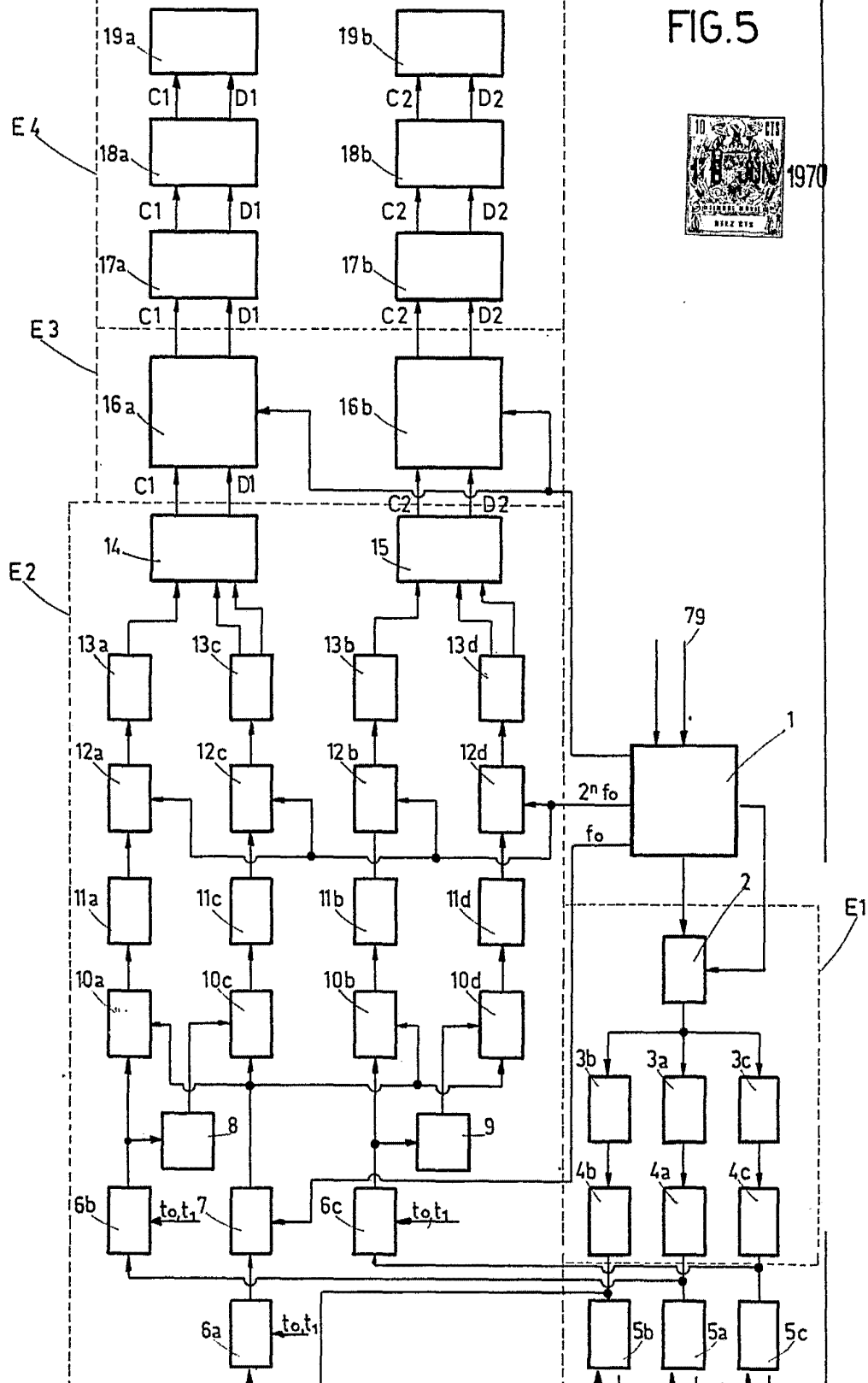
ESCALA VARIABLE  
MADRID, 18 DE JUNIO DE 1970  
BERNARDO UNGRÍH  
P. P.

380909

FIG.5



1970



ESCALA VARIABLE  
MADRID, 18 DE JUNIO DE 1970

BERNARDO ZANGRÍA  
P. P.



JUN. 1970

FIG. 6

380000

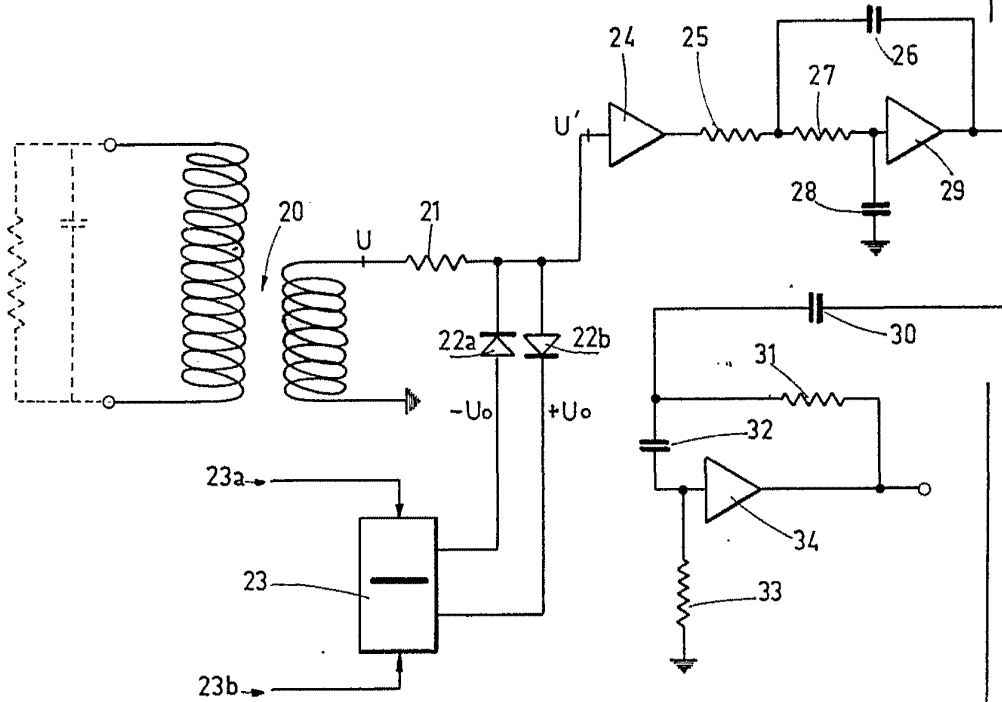
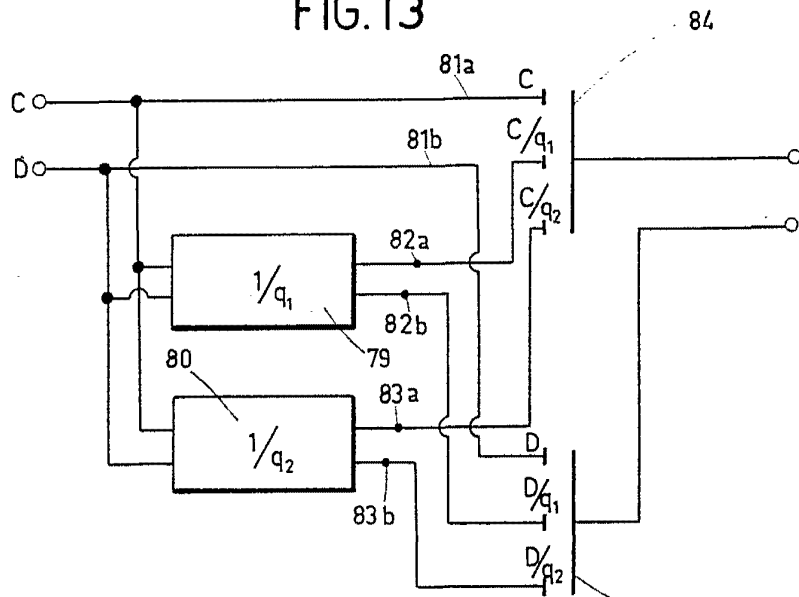


FIG. 13



ESCALA VARIABLE 84  
MADRID, 18 DE JUNIO DE 1970  
BERNARDO UNGRÍA  
P. P.



JUN. 1970

FIG.7

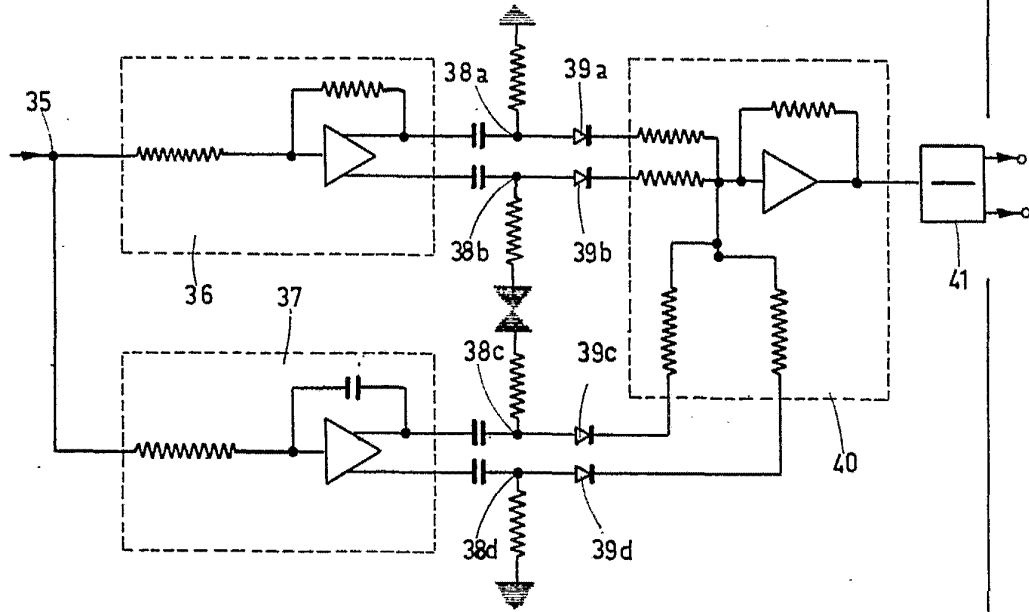
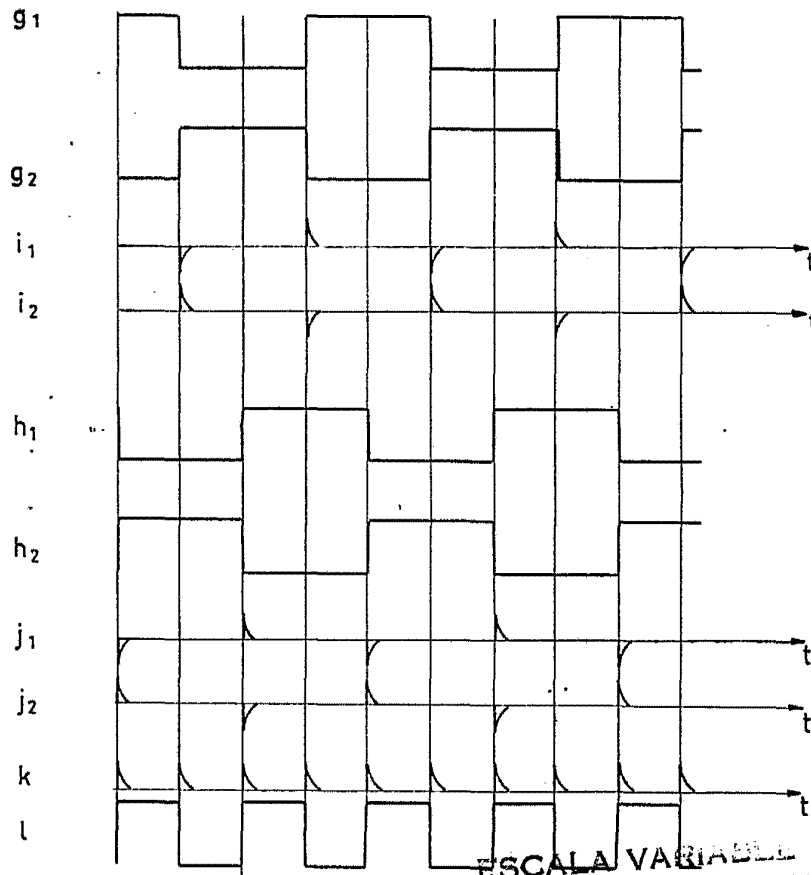


FIG.8



ESCALA VARIABLE  
MADRID, 18 DE JUNIO DE 1970  
BERNARDO UNGRÍA  
P. P.

FIG. 9

380909

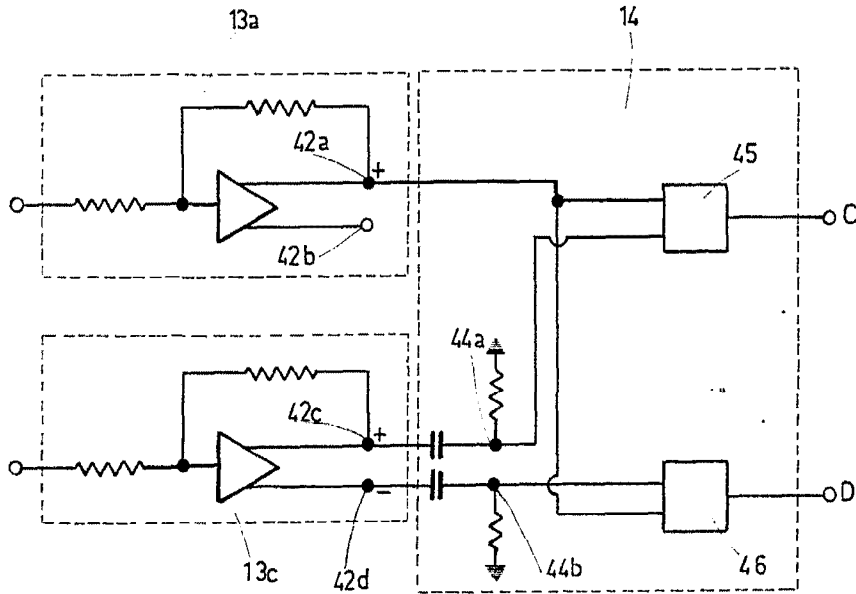
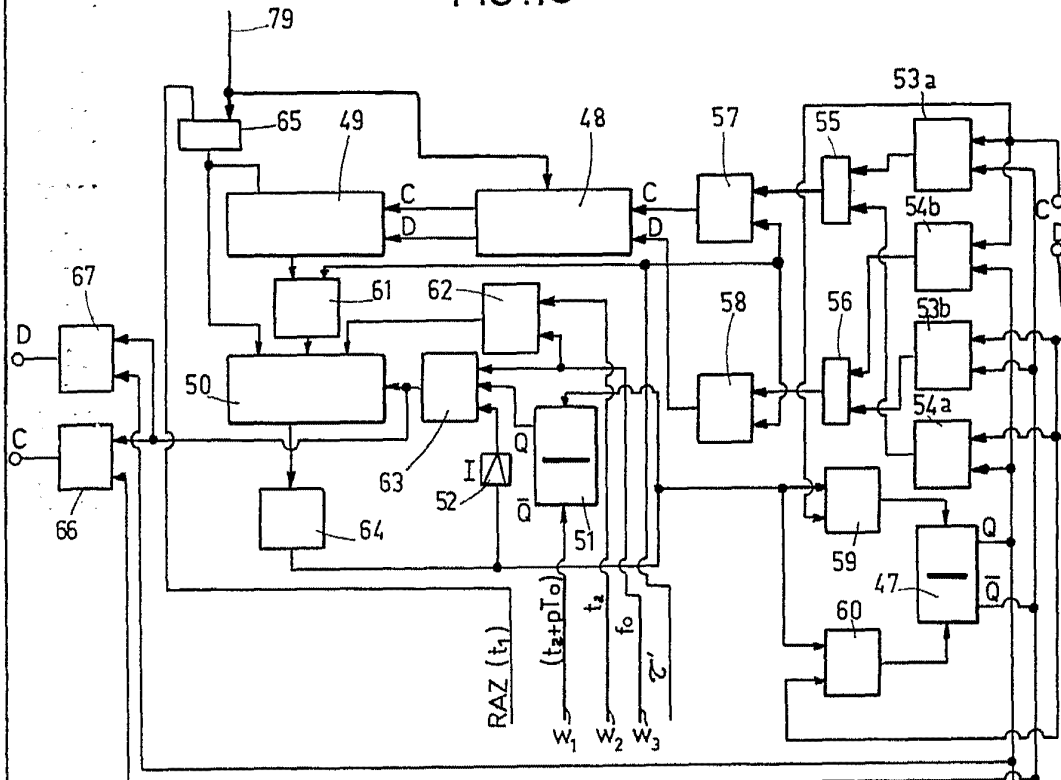


FIG. 10



ESCALA VARIABLE + -  
MADRID, 18 DE JUNIO DE 1970  
BERNARDO UNGRÍA  
P. P.

*M.*

FIG.11

380909

