

PATENTE DE INVENCION

HB 5942/51.

19 00



## *Memoria Descriptiva*

*sobre:*

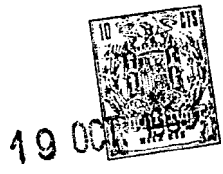
"Perfeccionamientos en dispositivos de  
piloto automático"

==.==.==.==.==.==.==.==.==.==

*Solicitante:* ASSOCIATION DES OUVRIERS EN INSTRUMENTS DE PRECISION,  
entidad francesa, residente en 8 à 14 rue Charles Fou-  
rier, Paris, Francia.

==.==.==.==.==.==.==.==.==.==

5. La presente invención se refiere a un dispositi-  
tivo de piloto automático particularmente apropiado a  
máquinas cuyo tiempo de respuesta a una orden de orien-  
tación es lento o relativamente lento. Esto se da espe-  
cialmente en el caso de los barcos u otros medios de na-



vegación sobre el agua o dentro del agua.

Pero el invento es también aplicable a los vehí  
culos aéreos lentos tales como los helicópteros a los di  
rigibles, o incluso a los vehículos terrestres para todo  
terreno.

5.

A continuación y para simplificar trataremos úni  
camente del caso de los barcos y el dispositivo de mando  
en orientación será denominado "barra", bien entendido  
que esta aplicación no tiene carácter limitativo y que  
engloba todas las maquinarias y sus medios de accionamient  
o en dirección.

10.

Sabido es que a partir del ángulo de error entre  
el rumbo marcado en un compás y el rumbo actual del barco,  
un dispositivo de piloto automático elabora una señal de  
mando que implica una variación angular de la posición de  
la barra o "ángulo de barra" tal que tiende a anular el  
error de rumbo. Para la conservación de un rumbo, es de-  
cir la compensación de desviaciones relativamente débiles  
del barco con relación a la línea de ruta que debe seguir,  
se admite que el ángulo de barra es proporcional al ángu-  
lo de error de rumbo, llamándose el coeficiente de propor-  
cionalidad "cantidad de barra".

15.

20.

Para ligar el ángulo de error de ruta y el ángu-  
lo de barra, el bucle o circuito cerrado servo comprende-  
rá el compás, el piloto automático, el motor de barra, el  
timón, el mar y el barco. Por este bucle, el ángulo de ba-  
rra tiende a anular el ángulo de error de rumbo y, por  
consiguiente, recíprocamente, a retornar a la barra a su  
posición inicial.

25.

30.

Sabido es, sin embargo, que, salvo circunstancias



19

excepcionales, un barco no puede mantener su rumbo con la barra en posición exactamente media (barra denominada a cero). En efecto, el viento, la tendencia o "querencia" del barco, el estado del mar, imponen el dar a la barra una posición media que no sea nula, es decir, cierto ángulo de barra correctivo inicial, que llamaremos en adelante "ángulo de corrección".

5.

La existencia de tal ángulo de corrección complica las realizaciones anteriores conocidas de piloto automático, ya que impide una comparación directa del ángulo de error de arrumbe y del ángulo de barra afectado por el coeficiente de cantidad de barra.

10.

La presente invención elimina este inconveniente y presenta, además, otras ventajas, en particular las siguientes: permite la utilización del piloto automático para el mando manual de la barra a través de los servomotores asociados a este piloto; permite una gran precisión; permite fácilmente un reglaje al valor crítico de la respuesta del barco a la corrección de su ruta, pese a los grandes valores de las constantes de tiempos puestas en juego por las enormes inercias de los barcos. Finalmente, asegura una notable simetría de realización de piloto automático que favorece su equilibrio y su precisión.

15.

20.

25.

30.

En el dispositivo de piloto automático, según el invento, se envía una tensión tomada en un potenciómetro alimentado por un potencial continuo, tensión proporcional a la desviación entre el rumbo marcado y el rumbo actual (error de rumbo), a una de las dos entradas de un amplificador diferencial simétrico que, por la otra entrada, recibe la suma algebraica de dos tensiones continuas,



19 OCT. 1967

- una correspondiente a la desviación actual de la barra respecto a cero (ángulo de barra), la otra a la separación sistemática de corrección de la posición de la barra (ángulo de corrección), tomándose estas tensiones en
- 5. dos potenciómetros interconectados por sus extremos y alimentados por el mismo potencial continuo, pero a través de dos resistencias iguales y regulables, interpuestas entre los polos de este potencial y las interconexiones, y accionando cada una de las salidas del amplificador simétrico un relé de alimentación de un motor de maniobra
  - 10. de la barra para uno de ambos sentidos de rotación de ésta.

En tal realización, una variación simultánea de las dos resistencias iguales que aseguren la conexión de los dos últimos potenciómetros a los polos de potencial continuo, implica una variación proporcional de las tensiones representativas del ángulo de barra y del ángulo de corrección tomados en estos potenciómetros. La selección de estas resistencias determina, pues, la cantidad de barra, es decir, el coeficiente de proporcionalidad entre el ángulo de error de arrumbe y el ángulo de barra, por una parte, y el ángulo de corrección, por otra parte.

- 20. De este modo, se asegura directamente la suma de los ángulos de barra y de corrección y su comparación con el ángulo de error de arrumbe, bajo la única precaución de marcar por una parte el ángulo de corrección (fijo), y por otra parte un coeficiente igual a la inversa de la cantidad de barra escogida para la navegación en el momento considerado.
- 25.

- 30. De preferencia, el amplificador diferencial simétrico



19 Oct. 1968

trico está constituido por dos cadenas semejantes de tran  
sistores en cascada, montadas en paralelo y cuyas salidas  
están dirigidas cada una hacia un relé que gobiernan por  
"todo o nada" el motor de barra para su acción en un sen-  
tido o en otro.

5.

Por la elección de la polarización común de  
los electrodos de entrada de una fase de estas dos cade-  
nas, es posible hacer activas tales cadenas solamente a  
partir de determinado umbral, es decir, tolerar cierta  
desviación de rumbo o guiñada del barco antes de que el  
piloto automático intervenga. Es evidente que cuanto me-  
nor sea la guiñada tolerada, más próxima estará la ruta  
seguida a la ruta ideal, pero si la guiñada se hace dema-  
siado pequeña, pueden aparecer fenómenos de inestabilidad.

10.

15.

Para obtener, con buena precisión, la suma alge-  
braica de las tensiones tomadas de los dos últimos po-  
tenciometros mencionados, estas tomas de tensión se efec-  
túan ventajosamente a través de dos resistencias eleva-  
das constitutivas de separadores resistivos, tomándose  
la suma de las dos tensiones del punto de unión de estas  
dos fuertes resistencias.

20.

Sin embargo, la impedancia de entrada del am-  
plificador simétrico a transistores debe ser reducida,  
mientras que el montaje en paralelo de estas dos fuer-  
tes resistencias tienen una impedancia elevada. Es, pues,  
necesario asegurar la adaptación de esta impedancia a  
la de la entrada correspondiente del amplificador simé-  
trico.

25.

Según el invento, la suma de las tensiones así  
detráidas, se aplica al lado correspondiente del amplifi-  
-

30.



5. cador diferencial a través de un amplificador adaptador de impedancia, mientras que, al otro lado de dicho amplificador diferencial, la tensión correspondiente al error de rumbo es detraída igualmente a través de una fuerte resistencia y aplicada a través de un amplificador semejante adaptador de impedancia.

10. Los amplificadores adaptadores de impedancia están ventajosamente constituidos por el montaje en cascada de dos transistores de tipos opuestos, formados a partir de un mismo cuerpo de base (silicio por ejemplo) el colector del segundo de los cuales va conectado al emisor del primero por un diodo formado igualmente a partir del mismo cuerpo de base. Este montaje, conocido en sí mismo, presenta, como es sabido, una gran estabilidad.

15. La gran resistencia de transmisión de la tensión tomada del primer potenciómetro es, con ventaja, la de una célula de filtro de paso bajo, del tipo R-C, que comprenda un condensador en derivación, lo que permite evitar la transmisión instantánea de las pequeñas variaciones rápidas de sentidos inversos del error de rumbo, lo cual, además, retrasa y amortigua la acción del servo-motor de mando de la barra. Sin embargo, dado su efecto de amortiguamiento en ausencia de perturbaciones, el condensador de este filtro puede ser puesto fuera de circuito, no utilizándose el filtro más que en caso de real necesidad (mar agitada).

20. De preferencia, dicha gran resistencia de este filtro se divide en dos partes y el punto de unión

25.

30.



va conectado a un limitador de potencial regulable, lo que reduce así la magnitud del error de arrumbe transmisible al amplificador y, por consiguiente, la amplitud de la respuesta de la barra a un valor tolerable.

5. Se puede así evitar que se corrija una amplia perturbación accidental del rumbo demasiado bruscamente, por una brusca variación importante del ángulo de barra.

10. Tal limitador conocido en sí mismo esta ventajosamente constituido por dos transistores de tipos opuestos cuyos emisores están interconectados, cuyos colectores están respectivamente conectados a los bornes de una fuente de corriente y cuyas bases se polarizan de modo que estos transistores queden normalmente bloqueados, en tanto que el nudo de las dos porciones de resistencias está conectado a los indicados emisores interconectados.

15. Así, el potencial común a los dos emisores no puede salir de los dos límites, uno superior y el otro inferior, definidos por los dos potenciales de polarización de las bases y, por consiguiente, un potencial que se salga de estos límites no puede transmitirse hacia el amplificador simétrico.

20. Finalmente, la transmisión de la tensión representativa del error de rumbo a la salida del adaptador de impedancia hacia el lado correspondiente del amplificador simétrico se asegura ventajosamente a través de una célula de filtro (R-C) de paso alto, cuyo condensador esta shuntado por una resistencia, a fin de permitir la transmisión de la componente continua y

25. 30.



de las frecuencias muy bajas.

5. Además, para asegurar una atenuación constante de la respuesta a estas frecuencias muy bajas, pese a los reglajes de las características del filtro (según la carga del barco, por ejemplo), la proporción de las resistencias de este filtro permite una tensión continua constante y la base de la cadena de las resistencias va conectada a un punto de potencial constante.

10. Tal filtro, que corrige la influencia de las corrientes transitorias, está destinado a estabilizar el navio. en torno a su posición de equilibrio y a obtener, en la cadena servo, una respuesta próxima a la amortiguación crítica.

15. De preferencia, la gama de las frecuencias de corte del filtro de paso alto corresponde al tiempo de respuesta del barco, es decir, al período propio de oscilación del sistema constituido por este barco con la cadena servo asociada al piloto automático.

20. Se puede así provocar un efecto de contra-barrera, es decir, en el curso de la corrección de un ángulo de error de arumbe, hacer volver la línea de fé del barco al rumbo fijado en el tiempo más breve, sin sobreoscilación, o en otras palabras, rebase de esta posición de equilibrio en sentido opuesto al error que se trata de corregir.

25. Para permitir que este filtro de estabilidad posea una eficacia plena, la frecuencia de corte del filtro de paso bajo de amortiguamiento debe situarse más allá de la frecuencia máxima de corte del filtro de paso alto, por ejemplo ser por lo menos cuádruple, o dicho

30.



de otro modo, estar situada más de dos octavos por encima de ésta.

5. La descripción que sigue, hecha tomando como base el plano adjunto, dado a título de ejemplo no limitativo, hará comprender bien cómo puede realizarse el invento, formando las particularidades que se desprenden tanto del plano como del texto, -bien entendido,- parte del citado invento.

10. La figura 1 es una representación esquemática de un dispositivo de piloto automático conforme al invento.

La figura 2 es un esquema parcialmente sinóptico de un piloto automático según la invención.

15. Las figuras 3, 4 y 5 son ejemplos de esquemas eléctricos de fases del piloto ilustrado en la figura 2.

La figura 6 es un esquema de la acción de los filtros sobre la señal de error de rumbo.

20. El barco 1, que aparece en la figura 1, va equipado con un timón 2 movido por un motor de barra 3, con un compás 4, giroscópico o magnético, y con un dispositivo de piloto automático cuya parte rodeada por el recuadro 5 se detalla, en sus puntos esenciales, en la figura 2.

25. Por el enlace mecánico 4a, el compás actúa, de manera conocida en sí misma, sobre el cursor de un conjunto potenciométrico 6, del cual la tensión que se tome corresponderá al error de rumbo.

30. Un segundo conjunto potenciométrico 7, manio-  
brable a partir de un cuadro, puede proporcionar una  
tensión en una gama de valores análogos, destinada a per-



19 OCT. 1968

mitir el pilotaje voluntario del buque. Como se verá después, el potenciómetro de este conjunto tiene un equivalente en el propio interior del montaje 10 detallado en la figura 2. Este equivalente puede, si es necesario, sustituir al potenciómetro 7.

Por el conmutador múltiple de tres posiciones 11a, 11b, 11c el montaje 10 puede aislarse cuando los brazos de conmutación se hallen sobre los contactos V (vigilia); este puede utilizarse para el funcionamiento automático del piloto cuando estos brazos estén sobre los contactos A. Finalmente, puede utilizarse para un mando manual de la barra con los brazos sobre los contactos M.

En estos dos últimos casos, la salida del montaje 10 acciona un elemento de potencia 12 que alimenta el motor de barra 3 en un sentido o en otro.

Por el enlace mecánico 3a conocido en sí mismo (que puede hacer intervenir un reductor de engranajes), se transmite la posición de la barra al cursor de un potenciómetro de barra 13 cuya tensión se reenvía para comparación con la tensión tomada para el pilotaje, ya al potenciómetro 6, ya al potenciómetro 7.

En ambos casos, teniendo el arrumbe fijado la dirección 14 y el arrumbe instantáneo del barco la dirección 15, es decir, siendo el error de rumbo el ángulo  $\Delta \theta$ , se impone a la barra con respecto al eje del barco, un ángulo de barra  $\theta_B$  tal que el arrumbe instantáneo del barco se confunda con el arrumbe fijado.

Existen, pues, en esta disposición, dos bucles, servo, de los que es activo el uno o el otro, se-



Según los casos: un bucle grande que interviene en marcha automática y que comprende el compás, el piloto, el motor 3, la barra y el barco, y que se cierra por el compás, y un bucle pequeño, activo en marcha manual, en el que, por medio de la barra y de su motor, se comparan las informaciones de los potenciómetros 7 y 13 hasta igualación en el montaje 10.

10. Sin embargo, por razones de disimetría mecánica, es posible que el barco no pueda conservar su rumbo más que en el caso de que la barra 2 ocupe una posición tal como 2a, es decir, que quede desalineada con respecto al eje del barco en un ángulo de corrección  $\theta C$ .

15. Para volver a hallar su posición de equilibrio la barra ha de girar, pues, en el ángulo  $\theta B + \theta C$ .

20. Sin embargo, se sabe que, para tener en cuenta la eficacia del timón y la manejabilidad del barco, el ángulo en el que conviene inclinar la barra para corregir un ángulo de desvío del rumbo, es proporcional a este ángulo de desvío  $\Delta \theta$  según un factor denominado cantidad de barra (QB) que, en la práctica, puede variar de 1 a 3.

25. Según la particularidad principal del invento, las señales representativas del ángulo de barra y del ángulo de corrección se toman en potenciómetros semejantes y alimentados de manera semejante para tener en cuenta la cantidad de barra, se suman después y se comparan directamente a la señal representativa de la desviación de rumbo. Dicho de otro modo, se materializa la ecuación.

30.



$$QB. \Delta \theta = \theta_B + \theta_C \quad \circ \quad \frac{\theta_B + \theta_C}{QB} = \Delta \theta$$

- Este resultado puede obtenerse principalmente por el piloto automático 10 cuyo esquema aparece en la figura 2.
5. Se alimenta el montaje eléctrico entre los bornes 16 por un potencial continuo estabilizado  $\pm E$ .
- El potenciómetro 17 del conjunto 6 que da la tensión representativa del desvío de rumbo, es recorrido por el cursor 18 que es solidario en rotación (eventualmente por intermedio de engranajes multiplicadores) del indicador móvil 19, cuyo montaje, con respecto al limbo graduado 20, puede ajustarse a mano para la fijación del rumbo deseado.
10. El limbo 20, el indicador 19 y el cursor 18, hechos solidarios del repetidor de compás giroscópico, son a continuación arrastrados simultáneamente por éste en la maniobra que lleva al barco en la dirección de este rumbo. Cuando se mantiene el rumbo, el indicador móvil 19 queda frente al indicador fijo 21 solidario del barco.
15. El potenciómetro 17 se pone bajo tensión a través de las resistencias iguales  $22_1$  y  $22_2$ , de modo que el punto medio del potenciómetro 17, es decir la tensión de información cero es  $\frac{E}{2}$ .
20. La misma tensión  $E$  alimenta también, a través de las resistencias iguales y regulables  $Q_1$  y  $Q_2$ , los dos potenciómetros 13 y 23, el último de los cuales es equivalente, como se verá a continuación, al potenciómetro 7.
- 25.
- 30.



Por los brazos de contacto en líneas punteadas 11b, se hace posible, por otra parte, eventualmente, se parar el potenciómetro 23 del conjunto 10 y conectar en su lugar correspondiente el potenciómetro 7.

5. El cursor 24, móvil sobre el potenciómetro 23, es maniobrable a mano para determinar el ángulo de corrección  $\theta_C$ .

10. El cursor 25 va ligado a la posición de la barra y permite tomar la tensión de información en esta posición.

15. De modo conocido en sí mismo, todos los potenciómetros (17, 13, 23) que proporcionan, por sus cursores, una información, bajo la forma de tensión, en la posición angular de un cuerpo giratorio, presentan su cursor ligado a este cuerpo por un tren de engranajes multiplicadores, de manera que un pequeño desplazamiento angular implica un desplazamiento apreciable del cursor; en este caso, los potenciómetros pueden disponerse en hélice y extenderse sobre varias espiras de ésta.

20. Las resistencias  $Q_1$  y  $Q_2$  están dispuestas de modo que pueden ser rigurosamente iguales. De preferencia, están constituida, cada una, por una serie de resistencias, siendo idénticas las dos series, montadas en paralelo por un extremo y conectables sucesivamente por un conmutador. Es evidente que, a partir del centro de cada uno de los potenciómetros 13 y 23, para un mismo desplazamiento de sus cursores respectivos, la variación de tensión es tanto mayor cuanto más débiles sean las resistencias  $Q_1$  y  $Q_2$ , y viceversa.

30. Si los extremos de los potenciómetros 13 y 17 se



- someten a tensiones iguales y son iguales los desplazamientos de sus cursores, para los mismo ángulos  $\Delta \theta$  y  $\theta_B$ , la cantidad de barra es igual a la unidad. Será mayor a 1 si las resistencias  $Q_1$ ,  $Q_2$  aumentan. Inversamente, la cantidad de barra será menor que la unidad con resistencias  $Q_1$  y  $Q_2$  nulas o adecuadamente escogidas.
5. Así, con potenciómetros adecuados, es posible, mediante elección de las resistencias  $Q_1$  y  $Q_2$ , determinar el valor de la cantidad de barra  $Q_B$  entre sus valores usuales.
10. Las resistencias  $Q_1$  y  $Q_2$  alimentan igualmente a los dos potenciómetros en serie 26 y 27 cuyos cursores 28 y 29 proporcionan las tensiones de polarización de una fase limitadora 30 detallada en la figura 5 y que se describirá después.
15. La suma de las tensiones tomadas respectivamente por los cursores 24 y 25 se efectúa por medio de las dos fuertes resistencias iguales  $P_1$  y  $P_2$  conectadas en 31. En el nudo 31 aparece así una tensión resultante, la cual, dada la magnitud de las resistencias  $P_1$  y  $P_2$  con relación a la resistencia de los potenciómetros 13 y 23, no es afectada por la caída de tensión debida a la corriente en estas resistencias y depende solamente de las tensiones de los cursores 24 y 25.
20. La tensión del nudo 31 se aplica, por el conductor 32, a la fase adaptadora de impedancia  $S_1$  cuyo esquema se ha representado en la figura 4.
25. En esta fase, el conductor 32 se conecta a la base del transistor npn 33 cuyo colector va conectado a la base del transistor pnp 34. La tensión de salida la toma
- 30.



19 OCT. 1968

5. el conductor 35 de la resistencia de carga 37 montada en el circuito del colector del transistor 34. Este circuito va conectado al emisor del transistor 33 por el diodo 36 que compensa las caídas de corriente continua en el transistor 33.

10. En tal montaje amplificador en cascada, la impedancia, vista del lado de la salida, es del orden de amplitud de la impedancia de entrada (determinada esencialmente por las fuertes resistencias  $P_1$  y  $P_2$ ) dividida por la ganancia del amplificador que es igual al producto de las ganancias de ambos transistores 33 y 34.

15. El conductor de salida 35 del adaptador de impedancia  $S_1$  desemboca en el divisor de tensión resistivo 37, 38 cuya segunda parte es ajustable. El nudo 39 de este divisor va conectado, por el conductor 41, al amplificador simétrico diferencial 40, del que se muestra un esquema posible en la figura 3. Se puede así, por medio del ajuste de la parte de divisor 38 efectuar la calibración relativa de las ganancias de las dos cadenas que terminan en las entradas 41 y 42.

20. La tensión tomada por el cursor 18 del potenciómetro 17 es conducida, a través del filtro  $F_1$ , el separador  $S_2$ , idéntico a  $S_1$ , y el filtro  $F_2$ , al conductor 42 conectado, simétricamente al conductor 41, al amplificador 40.

25. El amplificador 40 (figura 3) comprende, en la fase de entrada, los transistores simétricos 43a y 43b alimentados, de modo que son continuamente conductores, por el transistor 44 que asegura una alimentación en corriente constante. A tal fin, el transistor 44 es adecuadamente polarizada por el divisor de tensión 45.

30.



Las salidas de los transistores de la primera fase van dirigidas sobre las bases de los transistores 46a y 46b de una segunda fase amplificadora formada por transistores complementarios de los de la primera fase.

5. A su vez, éstos van conectados a una tercera fase formada por los transistores 47a y 47b. La tensión de los emisores de estos últimos transistores es determinada, no obstante, por la polarización de la base de un transistor 48 detraída en el potenciómetro 49.
10. El transistor 48 está destinado a evitar una variación de la polarización de los emisores de los transistores 47a y 47b en función de la corriente que pasa por el potenciómetro 49, según la intensidad de la corriente en estos transistores 47a y 47b.
15. Así, al tiempo que se mantiene constantemente conductora la primera fase del amplificador 40, es posible someter la conducción de una fase superior de este amplificador simétrico a una condición de umbral definida por el potenciómetro 49. Esta condición de umbral determina la más pequeña tensión cuyo efecto ha de ser transmitido a las salidas 51 y 52 del amplificador 40, es decir, la más pequeña variación de rumbo que provocará una reacción de corrección del piloto. Se define así el límite de la guiñada tolerada al barco y se evita así igualmente que el motor de barra sea constantemente solicitado.
20. El filtro de paso bajo  $F_1$ , que conduce al separador  $S_2$  la tensión tomada en el potenciómetro 17, comprende las resistencias en serie 54 y 55 y el condensador en derivación 56 que puede ser aislado por el interruptor 57.
25. Las resistencias 54 y 55 en serie son, desde el
- 30.



punto de vista impedancia, las equivalentes de las resistencias en paralelo  $p_1$  y  $p_2$ ; transmiten hacia el separador  $S_2$ , con una atenuación despreciable, las variaciones lentas de la tensión tomada por el cursor 18; las variaciones alternativas y rápidas de tensión son cortocircuitadas por el condensador 56.

5.

El nudo 58 de las resistencias 54 y 55 va conectado (figura 5) a la conexión entre los emisores de los transistores de tipos opuestos 59 y 60 montados en serie entre los bornes 16. La tensión del punto 58 no puede, pues, rebasar, por valores superiores, la tensión del cursor 28 ni, por valores inferiores, la tensión del cursor 29. En el primer caso, el transistor 60 se hace conductor y el exceso de tensión es directamente derivado en cortocircuito hacia

10.

el potencial cero. En el segundo caso, el transistor 59 se hace conductor y la tensión es cortocircuitada hacia el potencial máximo (+E).

15.

La tensión transmitida no puede, pues, rebasar la que corresponde a una separación o desviación de rumbo  $\Delta \theta$  escogida con antelación por la posición de los cursores 28 y 29. Para más claridad diremos que se puede establecer esta desviación entre  $10^\circ$  y  $25^\circ$ .

20.

El filtro  $F_2$ , que une la salida del separador  $S_2$  al amplificador 40, comprende el condensador  $C_1$  y las resistencias en serie  $R_1$ ,  $R_2$ ,  $R_3$ , la primera de las cuales está en paralelo con el condensador  $C_1$ .

25.

Tal filtro permite el paso de la componente continua o de pequeña frecuencia con una atenuación constante que corresponde al valor de las resistencias  $R_1$ ,  $R_2$  y  $R_3$ . Este filtro favorece, por la derivación en paralelo que constitu

30.



ye su condensador, el paso de señales cuya duración corresponde a una frecuencia elevada.

Es sabido que las pulsaciones  $\omega_1$  y  $\omega_2$  que corresponden a las frecuencias de corte alto y bajo de tal filtro se obtienen por las ecuaciones

5.

$$\omega_1 \cdot R_1 \cdot C_1 = 1 \text{ y } \omega_2 \cdot R_4 \cdot C_1 = 1$$

$$\text{con } R_4 = \frac{R_1 (R_2 + R_3)}{R_1 + (R_2 + R_3)}$$

10.

Estas frecuencias están en relación con el período propio de respuesta del barco al efecto de la barra.

Para permitir tener en cuenta las variaciones necesarias de  $\omega_1$  y  $\omega_2$  el condensador  $C_1$  puede escogerse por conmutación en una batería de condensadores de capacidades escalonadas. Asimismo, las resistencias  $R_1$  y  $R_2 + R_3$  pueden ser regulables o, de preferencia, conmutables por escalones o grados.

15.

Una de las particularidades del invento es la de permitir, por el juego de las resistencias  $R_2$  y  $R_3$ , que a la frecuencia nula o a frecuencia muy débil, al mismo error de arrumbe  $\Delta \theta$  corresponda siempre la misma variación de tensión transmitida hacia el amplificador 40. A este fin la relación de las resistencias  $\frac{R_3}{R_1 + R_2 + R_3}$  se mantiene

20.

constante en todas las posiciones del órgano de regulación común 60 de estas resistencias.

25.

El divisor de tensión de baja impedancia 61,62 permite ajustar el potencial al estado de equilibrio en una de las entradas del amplificador 40, así como en la otra entrada la ganancia relativa queda regulada por el divisor 37,

30.

19 OCT. 1968

38. Se puede así asegurar el equilibrio del montaje y tener en cuenta las pequeñas diferencias de los constituyentes electrónicos que lo componen.

5. La figura 6 muestra, por la línea 65, la acción del filtro  $F_1$  cuando comprende el mismo el condensador 56. Se obtiene en primer lugar una atenuación constante, y después, a partir de la frecuencia  $f_3$ , un aumento de esta atenuación.

10. El filtro  $F_2$  (línea 66) asegura, por el contrario, para las frecuencias débiles, una atenuación constante bastante fuerte, para después, a la frecuencia inferior de corte  $f_1$ , disminuir esta atenuación hasta la frecuencia superior de corte  $f_2$ ; más allá de la frecuencia  $f_2$ , el paso de las frecuencias elevadas queda favorecido.

15. De preferencia, la frecuencia  $f_3$  es, por lo menos cuádruple de la frecuencia  $f_2$ ; dicho de otro modo,  $f_3$  está por lo menos a dos octavos por encima de  $f_2$ .

20. Siendo  $F_1$  y  $F_2$ , en la forma conocida, filtros R-C, la variación de atenuación que los mismos provocan entre sus frecuencias de corte es de 6 db. por octavo.

25. Las frecuencias puestas en juego en estos filtros son muy débiles. Para fijar ideas, diremos que la más elevada ( $f_3$ ) es tal que  $\omega_3 = 2\pi f_3$  es del orden de 0,2 a 1 radianes por segundo y la más débil,  $f_1$  es tal que  $\omega_1$  varía de 0,05 a 0,2 radianes por segundo.

Es necesario, en consecuencia, utilizar resistencias de fuertes valores y condensadores de capacidad muy grande que, para no presentar un volumen prohibitivo, han de ser de tipo polarizado.

30. Conviene, sin embargo, que la polaridad en los bor



nes de los condensadores 56 y  $C_1$  no pueda invertirse pese a las oscilaciones de tensión.

5. El montaje de condensador  $C_1$  se consigue, como ya se ha indicado, manteniendo en estado conductor la cadena de las resistencias  $R_1$ ,  $R_2$  y  $R_3$ . Se puede además, en servicio, evitar las perturbaciones que implicaría, para el reglaje del aparato, la conmutación de los condensadores, manteniendo todos estos condensadores en estado cargado en permanencia por medio de fuertes resistencias.
10. El montaje descrito es tan perfectamente simétrico como es posible en el plano de las impedancias y caídas de tensión. En efecto, las resistencias  $P_1$  y  $P_2$ , por una parte, 54 y 55, por otra parte, no implican caídas de tensión continua, y los separadores semejantes  $S_1$  y  $S_2$  funcionan en condiciones semejantes de impedancia y de tensión.
15. Las transmisiones en las entradas del amplificador 40 se obtienen, por cada lado, esencialmente por vías resistivas semejantes cuyos potenciales de funcionamiento pueden ajustarse por los divisores 37, 38 y 61, 62.
20. En estas condiciones, las salidas simétricas 51 y 52 del amplificador 40 se dirigen, en las posiciones A y M de los brazos de conmutación l1c, hacia los relés RB y RT que, por sus contactos respectivos Ba y Tr, alimentan en potencia el motor de barra respectivamente en el sentido de un viraje hacia babor y hacia estribor.
25. En efecto, por el amplificador diferencial 40, las diferencias entre las dos tensiones de entrada amplificadas se aplican según su sentido (o signo) a uno u otro de los relés RB y RT y producen una acción del lado correspondiente de la barra, mientras exista esta diferencia. Convie-
- 30.



ne, pues, para que la eficacia de la barra sea semejante hacia la derecha que hacia la izquierda, que el montaje transmita de modo simétrico el error de rumbo y la respuesta actual de la barra.

5. En la posición V de los brazos de conmutación lla, b, c... (así como en la posición M), gracias a las resistencias iguales 66 y 67 (figura 2), se aplica una tensión de valor  $\frac{E}{2}$  a la entrada del amplificador S<sub>2</sub>. En esta posición, el factor  $\Delta \theta$  queda también aislado de la salida. Se puede entonces, por medio del potenciómetro 23 que desempeña la misión de potenciómetro de equilibrio, proceder al reglaje propio del aparato, esto es, a anular la diferencia de las tensiones a la entrada del amplificador 40, y por ende, a asegurar la ausencia de corriente en las dos salidas de este amplificador.

15. Pasando a la posición A de los brazos de conmutación, se comparan en cada instante las informaciones potenciométricas procedentes respectivamente del potenciómetro 17 (error de rumbo) y del potenciómetro 13. Según sea el estado del mar, del viento, de la carga, y el comportamiento del barco, es posible regular de nuevo la posición del cursor 24 en el potenciómetro 23, si, insertando señalizaciones luminosas en cada uno de los circuitos de salida del amplificador diferencial, el resultado es que uno de los dos lados de la barra es mucho más frecuente y largamente solicitado que el otro.

20. En funcionamiento automático, se regula también el valor de la guiñada (potenciómetro 49), la cantidad de barra (Q<sub>1</sub>, Q<sub>2</sub>) y las características de los filtros F<sub>1</sub> y F<sub>2</sub>.

25. 30.



5. El filtro  $F_1$ , es decir, con la presencia y el valor del condensador en derivación 56, determinativos de la amortiguación, y siendo esta regulación correlativa a la de la guiñada, está destinado a evitar una intervención demasiado frecuente de los relés RB, RT, y por ende del motor de barra. Por las razones ya expuestas, existe interés en fijar la amortiguación lo más reducida posible.

10. La regulación del filtro  $F_2$  consiste en la elección del condensador  $C_1$ , lo que determina las frecuencias  $f_1$  y  $f_2$ , y en la determinación de los valores de  $R_1$ ,  $R_2$ ,  $R_3$ , lo que significa el refuerzo de la señal transmitida por encima de la frecuencia  $f_2$ . Estas regulaciones se operan de modo que se obtenga, tras una desviación del barco, el retorno más rápido posible del mismo a su posición de mantenimiento del rumbo, sin rebasar éste.

15. En la posición M de los brazos de conmutación, el amplificador 40 recibe, por un lado, la tensión constante  $\frac{E}{2}$  y, por el otro, la resultante de las tensiones tomadas en los potenciómetros 13 y 23.

20. En consecuencia, si se hace variar manualmente la posición del cursor 24 sobre el potenciómetro 23, el desequilibrio que de ello resulta provoca la acción de los relés RB y RT, y, como consecuencia, el desplazamiento de la barra y del cursor 25 del potenciómetro de barra en el sentido que tiende a anular este desequilibrio.

25. El movimiento de la barra queda entonces sometido en servo al movimiento del cursor 24. Como ya se ha indicado, el potenciómetro 23 puede ser reemplazado por el potenciómetro exterior 7 asociado a un órgano usual de maniobra manual de la barra.

30.



Innecesario se hace decir que pueden aportarse modificaciones a las formas de realización que se han descrito, en particular por sustitución de medios técnicos equivalentes, sin por ello salir del marco de la presente invención.

5.

N O T A

Descrita suficientemente la naturaleza del invento así como la manera de realizarlo en la práctica, debe hacerse constar que las disposiciones anteriormente indicadas son susceptibles de modificaciones de detalle en cuanto no alteren su principio fundamental. También se hace constar que el invento corresponde a una solicitud de patente presentada en Francia con el número 125.190 de 20 de Octubre de 1967, acogiéndose por lo tanto a los beneficios que conceden los Convenios Internacionales en vigor, siendo lo que constituye la esencia del referido invento y por lo que se solicita Patente de Invención por 20 años en España sobre: PERFECCIONAMIENTOS EN DISPOSITIVOS DE PILOTO AUTOMATICO", caracterizándose por lo siguiente:

10.

15.

20.

1.- Perfeccionamientos en dispositivos de piloto automático del tipo en los que se elabora una señal de mando de la dirección de un móvil a partir de la desviación entre el rumbo fijado y el rumbo actual, error de rumbo, caracterizados porque se envía una tensión tomada en un potenciómetro alimentado por un potencial continuo, tensión proporcional a dicho error de rumbo, a una de las dos entradas de un amplificador diferencial simétrico que, en la otra entrada, recibe la suma algebraica de dos tensiones continuas, una correspondiente a

25.

30.

19 OCT. 1960



- la desviación actual de la barra con respecto a cero, ángulo de barra, y la otra a la desviación sistemática de corrección de la posición de la barra, ángulo de corrección, tomándose estas tensiones en dos potenciómetros respectivamente interconectados por sus extremos y alimentados por el mismo potencial continuo, pero a través de dos resistencias iguales y regulables, interpuestas entre los polos de este potencial y las interconexiones, accionando cada una de las salidas del amplificador simétrico un relé de alimentación de un motor de maniobra de la barra para uno de los dos sentidos de rotación de ésta.
5. 2.- Perfeccionamientos según la reivindicación 1, caracterizados porque el amplificador diferencial simétrico se constituye por dos cadenas semejantes de transistores en cascada, montadas en paralelo y cuyas salidas se dirigen cada una hacia un relé que acciona por todo o nada el motor de barra para su actuación en uno u otro sentido.
10. 3.- Perfeccionamientos según la reivindicación 1, caracterizados porque se toman las tensiones en cada uno de los dos últimos potenciómetros por un separador resistivo y su suma se detrae de la unión de estos dos separadores.
15. 4.- Perfeccionamientos según la reivindicación 3, caracterizados porque la tensión resultante se dirige a uno de los lados del amplificador diferencial a través de un adaptador de impedancia, en tanto que la tensión correspondiente al error de rumbo se toma o detrae igualmente a través de un separador resistivo y se transmite al
- 20.
- 25.
- 30.



- otro lado del amplificador diferencial a través de un segundo adaptador de impedancia semejante.
5. 5.- Perfeccionamientos según la reivindicación 4, caracterizados porque los adaptadores de impedancia son amplificadores constituidos por el montaje en cascada de dos transistores de tipos opuestos, formados a partir de un mismo cuerpo de base, el colector del segundo de los cuales se conecta al emisor del primero por un diodo formado igualmente a partir del mismo cuerpo de base.
10. 6.- Perfeccionamientos según la reivindicación 4, caracterizados porque el separador resistivo se constituye por la resistencia en serie de una célula de filtro de paso bajo del tipo resistencia-capacidad, que posee un condensador en derivación.
15. 7.- Perfeccionamientos según la reivindicación 6, caracterizados porque el condensador en derivación es uno de los condensadores polarizados de una batería de condensadores conectables individualmente.
20. 8.- Perfeccionamientos según la reivindicación 6, caracterizados porque un punto intermedio de la resistencia en serie se conecta a un limitador de potencial regulable.
25. 9.- Perfeccionamientos según la reivindicación 8, caracterizados porque el limitador de potencial se constituye por dos transistores de tipos opuestos, cuyos emisores van interconectados, cuyos colectores van respectivamente conectados a los bornes de una fuente de corriente y cuyas bases están polarizadas de modo que estos transistores queden normalmente bloqueados, mientras que dicho
- 30.



19 OCT. 1966

punto intermedio va conectado a los referidos emisores interconectados.

5. 10.- Perfeccionamientos según la reivindicación 4, caracterizados porque la salida del segundo adaptador de impedancia que transmite la señal de error de rumbo se conecta al amplificador diferencial por una célula de filtro de paso alto, del tipo resistencia-capacidad, cuya capacidad es shuntada por una resistencia.

10. 11.- Perfeccionamientos según la reivindicación 10, caracterizados porque la resistencia de la célula del filtro de paso alto se divide en dos partes y su punto intermedio se conecta a la entrada del amplificador diferencial, mientras que el extremo está conectado a un punto de potencial constante regulable.

15. 12.- Perfeccionamientos según las reivindicaciones 2 y 10, caracterizados porque la capacidad es uno de los condensadores de una batería de condensadores polarizados que pueden ponerse en circuito sucesivamente y la fase de entrada del amplificador diferencial es conductora permanentemente.

20. 13.- Perfeccionamientos según las reivindicaciones 10 y 11, caracterizados porque la resistencia de shunt y las dos partes de resistencia son regulables individualmente, manteniéndose constante la relación de la segunda parte de resistencia comprendida entre el punto intermedio y el punto de potencial constante respecto a la suma de estas resistencias.

25. 14.- Perfeccionamientos según las reivindicaciones 6 y 10, caracterizados porque la frecuencia de corte del filtro de paso bajo, es por lo menos cuádruple de la

30.



frecuencia de corte superior del filtro de paso alto.

5. 15.- Perfeccionamientos según las reivindicaciones 6 y 10, caracterizados porque para el mando manual de la barra, se aplica una tensión constante del lado del amplificador diferencial que recibe la señal de error de rumbo y el cursor del potenciómetro correspondiente a la corrección de posición de la barra es accionado por un órgano de maniobra manual de la barra.

10. 16.- Perfeccionamientos en dispositivos de piloto automático, tal y como queda sustancialmente descrito en la presente Memoria y en el dibujo adjunto.

Esta Memoria consta de veintisiete hojas escritas a máquina por una sola cara.

Madrid, 19 OCT. 1968

ASSOCIATION DES OUVRIERS EN INSTRUMENTS  
DE PRECISION.

A. SOMER, ACEBO Y MODET  
Firmado: F. Hernández Rala

Fig. 1

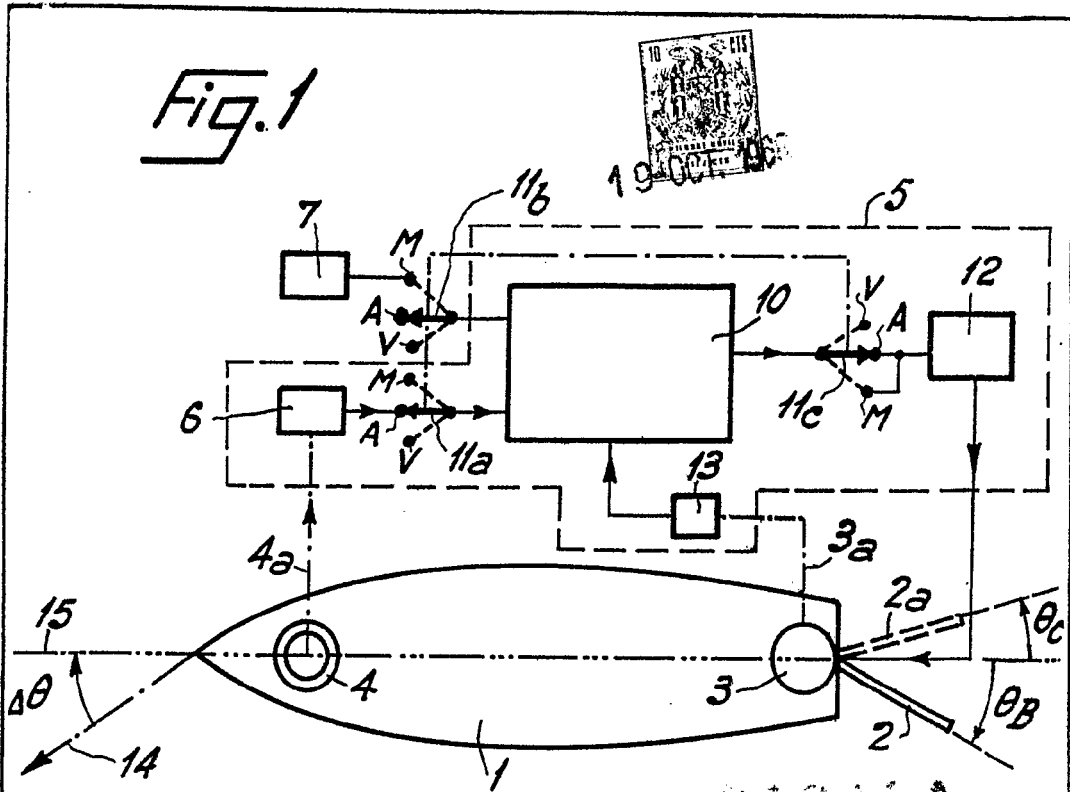
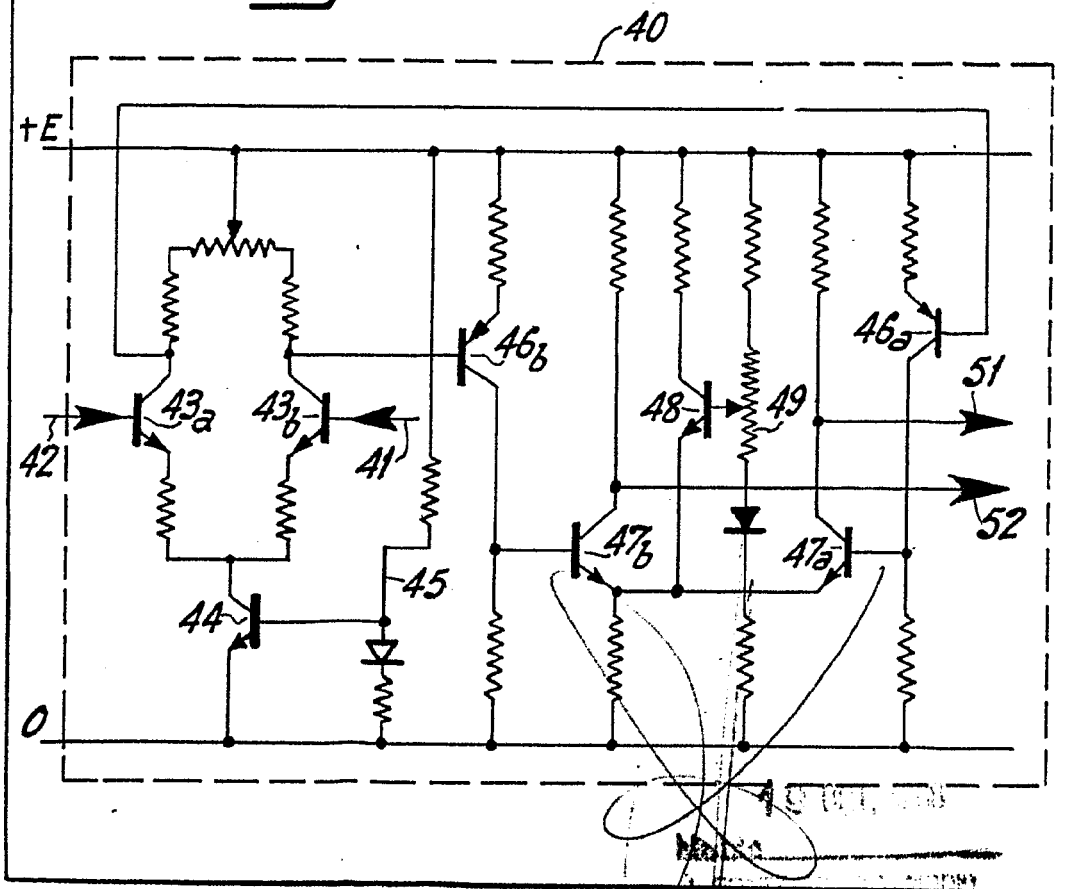


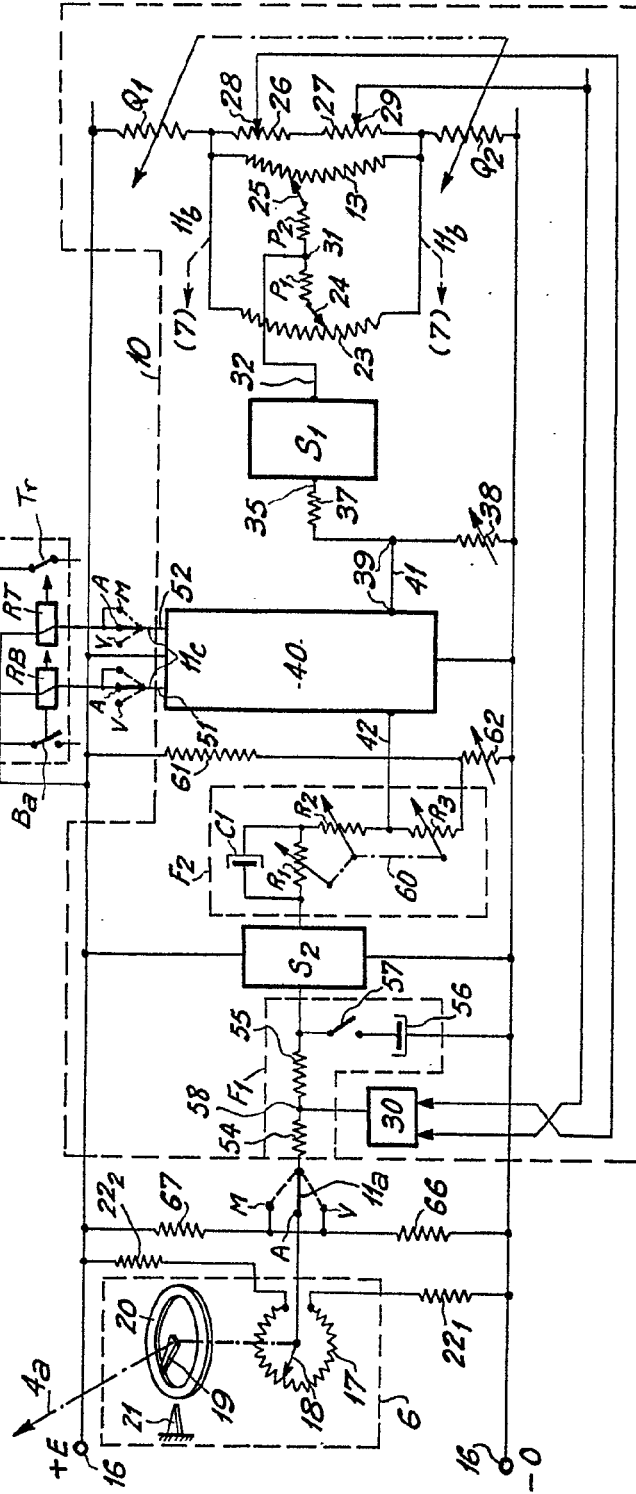
Fig. 3





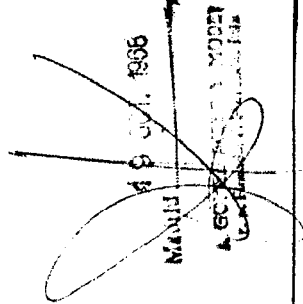
EXEMPLE

Fig. 2

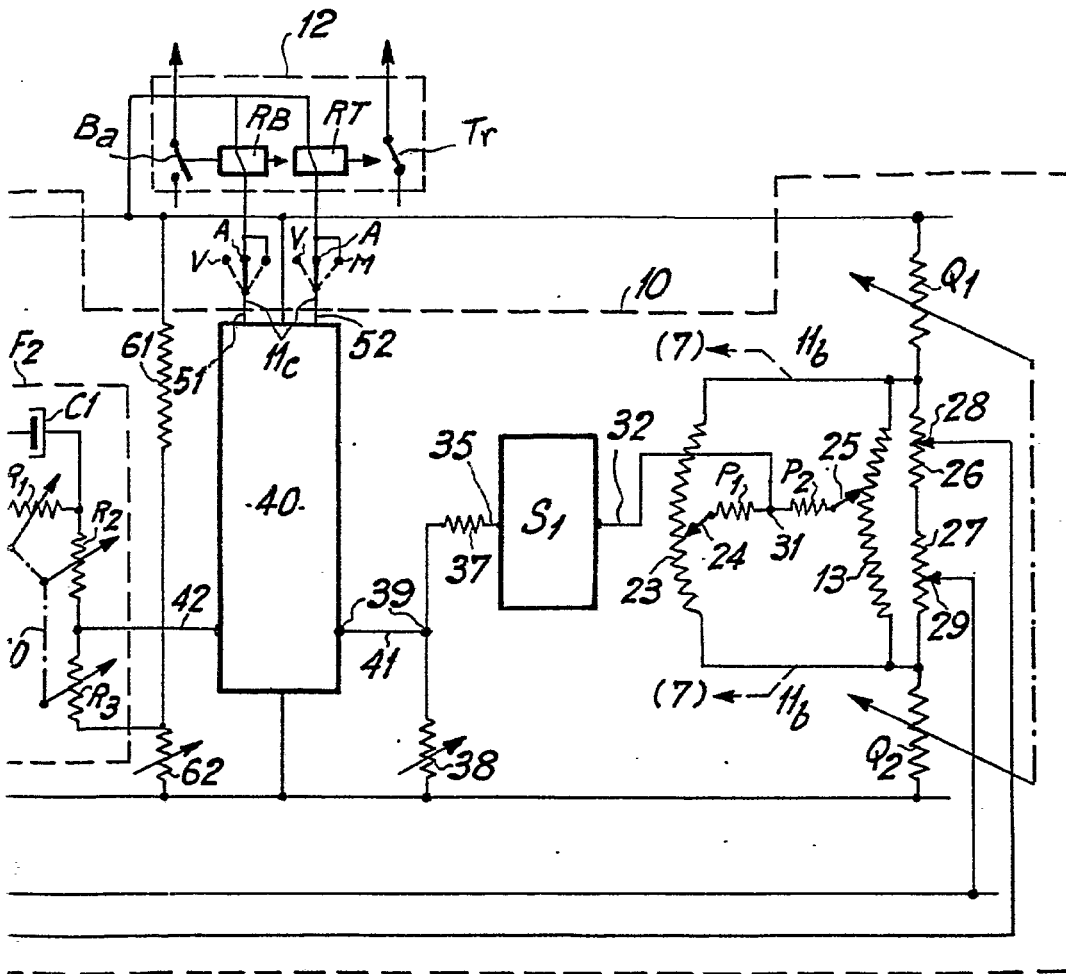
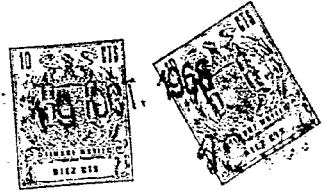


19 OCT. 1966

MANUEL A. GONZALEZ MORALES







ESCALA  
Variable

MAR 10 1930  
A. GONZALEZ  
C. M. GONZALEZ

Fig. 4

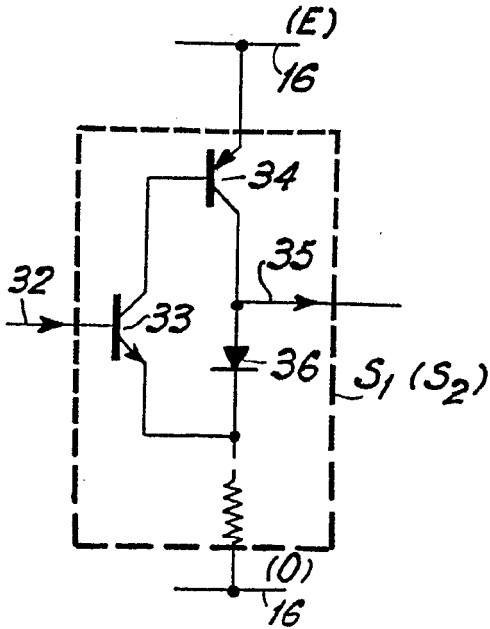


Fig. 5

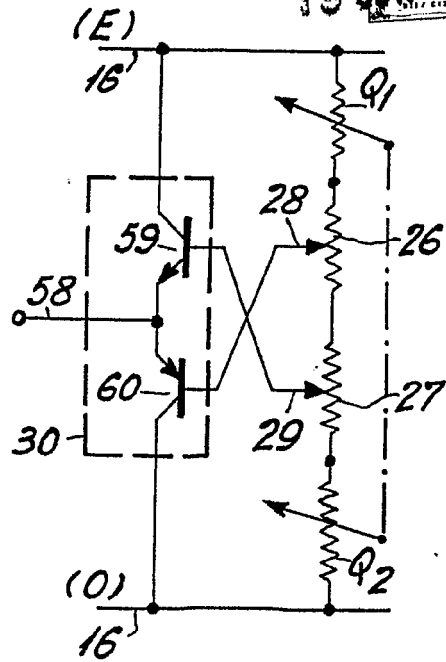
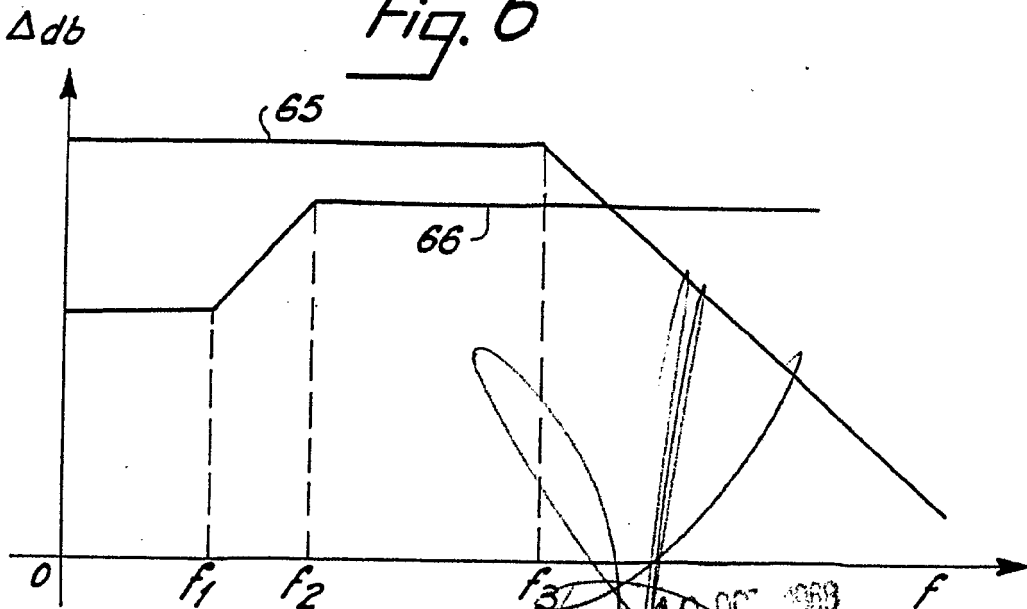


Fig. 6



Making 19 OCT 1968  
 GOMEZ ESCAY MODET  
 No. de Firmas...