



ESPAÑA

10 ES	11 NUMERO A 3352	10 A1
21	22 FECHA DE PRESENTACIÓN	

PATENTE DE INVENCION

30 PRIORIDADES	31 NUMERO	32 FECHA	33 PAIS
	632,614 G. 257	17.Nov.75	USA

47 FECHA DE PUBLICIDAD	51 CLASIFICACION INTERNACIONAL H04B	62 PATENTE DE LA QUE ES DIVISIONARIA
------------------------	--	--------------------------------------

54 TITULO DE LA INVENCION
"UN SISTEMA OMNIBUS DE FIBRAS OPTICAS MEJORADO"

71 SOLICITANTE (S)
STANDARD ELECTRICAm S.A.

DOMICILIO DEL SOLICITANTE
Madrid, calle de Ramirez de Prado, Nº 5.

72 INVENTOR (ES)
Charles Kuen Kao

73 TITULAR (ES)
STANDARD ELECTRICA, S.A.

74 REPRESENTANTE
D. Eugenio Barroso Espinosa de los Monteros.

El presente invento se refiere a los sistemas de conexiones de fibras ópticas.

Los sistemas omnibus de fibras ópticas con accesos múltiples están principalmente concentrados en el denominado sistema "en T", al que se refiere la patente de los EE.UU. 3.883.217 y en el denominado sistema "en estrella" que se muestra en la patente de los EE.UU. 3.883.222.

El sistema "en T" está constituido por una línea omnibus con acceso por unos acopladores "en T". En esencia es únicamente capaz de funcionamiento "línea abajo", es decir, que los terminales existentes en el comienzo de la línea omnibus únicamente se comunican con los terminales que se encuentran "más abajo" en la ruta de la línea omnibus, pero sin que aquellos terminales que en esta ruta están "abajo," puedan comunicar con los terminales que se encuentran al comienzo de la línea omnibus. Si bien el sistema "en T" provee fácil acceso a estos sistemas omnibus, no puede acomodarse a un número grande de terminales; ello debido al hecho de que cada una de las "T" tiene su pérdida de acoplamiento aditiva linealmente con el número de acopladores usados.

Por otra parte se tiene que el sistema "en estrella" está constituido por el punto de una "estrella" en el que terminan todas las entradas y salidas de los terminales. En el punto de la "estrella" se tiene un mezclador para interconectar todos los terminales entre sí. Uno de estos mezcladores es el denominado "acoplador reflectante en estrella", el cual acepta todas las líneas de entrada y de salida y transfiere la señal desde cualquier línea de entrada a todas las líneas que allí terminan.

La pérdida en un acoplador reflectante en estrella viene dada por la fórmula

$$10 \log_{10} 2N + K$$

en donde N es el número de líneas tanto de entrada como de salida y K es una constante que corresponde al diseño del dispositivo. Para un dispositivo ideal $K = 0$ y en la práctica K puede llegar a ser tan bajo como varios dBs. Un sistema así tiene casi todas las características deseables para un sistema ómnibus, salvo en ciertos aspectos importantes y sin que se pueda hacer un acceso específico a cualquier punto a lo largo del sistema ómnibus. Los terminales tampoco pueden ser reemplazados, añadidos ni suprimidos con facilidad, con el grave inconveniente, además de que si se estropea el acoplador reflectante en estrella ello trae consigo la puesta fuera de servicio de la totalidad del sistema. Con ello se tiene que en las configuraciones del sistema en estrella que nos son conocidas, no se puede tener acceso a ningún punto sin una planificación previa en el diseño del alambrado y que, en caso de avería en el punto de la estrella, todo el sistema queda inútil.

Las características que interesan en un sistema ómnibus de fibras ópticas son:

1. Acceso múltiple al sistema ómnibus.
2. El sistema ómnibus deberá ser en forma de lazo, de modo que cualquier terminal tenga acceso a todos los demás terminales.
3. Fácil acceso a cualquier punto a lo largo del sistema ómnibus.
4. Facilidad de reemplazar, añadir o suprimir terminales.

5. Posibilidad de mejorar el sistema.
6. Posibilidad de acomodar el sistema a un gran número de terminales como, por ejemplo, hasta 100 ó más y de cubrir distancias de cierta entidad como, por ejemplo, de 1 Km. ó más.
7. Que la avería de uno ó más terminales no afecte al funcionamiento del sistema ómnibus.
- 8.- Que no haya ningún elemento simple vulnerable que en caso de destruirse produzca el fallo del sistema.
9. Que el sistema ómnibus de fibras ópticas tenga un coste bajo.
10. Que el sistema ómnibus del fibras ópticas sea de un peso liviano.
11. Fácil entretenimiento del sistema.

El sistema ómnibus con lazo de fácil acceso reúne todas las características que se consideran interesantes para esta clase de sistemas. El uso como transmisoras de las fibras simples hace que su peso y el coste se reduzcan sustancialmente. Se tiene la deseada inmunidad a un fallo del sistema y se consigue una gama completa de servicios tanto por el número de terminales como por el grado de confiabilidad de cada uno de estos.

En el ejemplo que se muestra más adelante se describe, para una mayor simplicidad, un sistema de tres terminales, si bien es claramente comprensible que la descripción es válida para un número cualquiera de terminales. En dicho sistema hay tres mezcladores de transmisión que recuerdan a los acopladores denominados "en estrella". Cada uno de estos mezcladores de transmisión está conectado a un

número de líneas de transmisión sin que haya ninguna línea de transmisión que sea común a cualquiera de los otros mezcladores. Ello da una máxima protección contra la total puesta fuera de servicio del sistema.

5 En el caso de que se usen más mezcladores la inmunidad a la avería aumenta rápidamente, ya que la probabilidad de avería viene dada como P^N donde P es la probabilidad de avería de un mezclador y N es el número de mezcladores. Los mezcladores se disponen en los lazos de tal manera
10 que en cada uno de los mezcladores independientes todas las líneas de entrada entran por la izquierda y todas las líneas de salida salen por la derecha, de tal modo que una línea de entrada y una línea de salida forman un lazo cerrado. Conviene, a ser posible, que el número de líneas que
15 entran en cada mezclador sea igual al número de las líneas que salen del mismo.

 Los terminales son conectados a cualquier parte del sistema ómnibus en lazo cortando una fibra procedente de uno ó más mezcladores independientes. En el ejemplo que se
20 describe más adelante para un terminal de gran confiabilidad habría tres fibras, una por cada uno de los tres mezcladores independientes. Los extremos de la línea de transmisión cortada forman respectivamente la entrada y la salida. Las líneas de transmisión de fibra conviene que estén debidamente
25 codificadas a efectos de su identificación. Así, si un terminal del sistema de tres lazos que se describe más adelante es conectado a una de las líneas de transmisión por las salidas de cada uno de los tres mezcladores, el terminal puede ser caracterizado como un terminal de gran confiabili-
30 dad, ya que comunica con las salidas de cada uno de los así como con las entradas también de cada uno de los

mezcladores.

A continuación se describen brevemente los dibujos que se acompañan, en los que:

- 5 - la Fig. 1 es un esquema del sistema ómnibus de fibras ópticas del invento en el que se ven tres terminales de gran confiabilidad;
- la Fig. 2 es un esquema de otro ejemplo del sistema ómnibus de fibras ópticas de este invento en el que hay un terminal de gran confiabilidad, un terminal de confiabilidad media y un terminal de baja confiabilidad, y
- 10 - la Fig. 3 es un esquema de otro ejemplo del sistema de fibras ópticas del invento en el que se muestra una variedad de terminales de diferente confiabilidad y sus conexiones al sistema ómnibus del invento.

15 En la Fig. 1, en el sistema ómnibus 8 hay tres juegos de líneas de transmisión de lazo cerrado 10 a 18; con ello se tiene que, para los fines ilustrativos que nos interesan, hay un total de nueve (9) líneas, de la 10 a la 18.

20 Las líneas de transmisión de la 10 a la 18 constituyen un lazo, habiendo tres mezcladores independientes 20, 21 y 22, cada uno de los cuales tiene por la izquierda la entrada de tres líneas de transmisión y cierra los lazos de estas líneas con las correspondientes salidas por la derecha.

25

Como se ve claramente, cada uno de los mezcladores 20, 21 y 22 y de las líneas de transmisión asociadas a los mismos 10 a 12, 13 a 15 y 16 a 18 son independientes entre sí, con una triple redundancia en el sistema 8. De este modo

30 se tiene que la destrucción de cualquiera de los mezcladores

20, 21, 22 no afectará al funcionamiento del sistema 8 en tanto en cuanto los otros dos mezcladores permanezcan indemnes.

Los terminales 24, 25 y 26 tienen acceso a la línea ómnibus como se desee. Por ejemplo, el terminal 24 puede ser caracterizado como un terminal de gran confiabilidad en cuanto que tiene acceso a una de las líneas de transmisión 10, 13 ó 16 asociadas a cada uno de los tres mezcladores 20, 21 y 22. Como puede verse, una de las líneas de transmisión 10, 13 y 16 de cada uno de los tres mezcladores 20, 21 y 22 se corta y sus dos extremos son acoplados al terminal 24 de modo que a dicho terminal 24 van tres líneas de entrada 28, 29 y 30 y del mismo terminal 24 salen tres líneas de salida 32, 33 y 34. De este modo se tiene que, en el caso de que alguno de los mezcladores 20, 21 ó 22 quedase destruido, el terminal 24 quedaría conectado a los otros juegos de líneas de transmisión asociadas a los otros dos mezcladores.

De un modo similar, otro terminal 25 de gran confiabilidad vemos que está conectado a las líneas de transmisión 11, 14 y 17 asociadas a los mezcladores de transmisión 20, 21 y 22. Con ello, la destrucción de cualquiera de los mezcladores 20, 21 ó 22 asociado a los juegos de líneas de transmisión 10 a 12, 13 a 15 y 16 a 18 a que al terminal 25 está interconectado no tendrá efecto sobre la confiabilidad del terminal 25. De un modo similar, si dos mezcladores 20 ó 22, a los que el terminal 25 está conectado, quedan destruidos, el terminal 25 quedará en funcionamiento debido a su interconexión con el que quede de los mezcladores 20 ó 22. Señalaremos también, a fines ilustrativos, que

el terminal 26 está conectado a las líneas de transmisión 12, 15 y 18 por los mezcladores 20, 21 y 22. Por consiguiente, el terminal 25 es igualmente un terminal de una gran confiabilidad y la destrucción de cualquiera de los mezcladores 20, 21 ó 22 asociados a estas tres líneas de transmisión 12, 15 y 18 no pone al terminal 26 fuera de servicio.

Para dar una idea mayor de la versatilidad del sistema ómnibus de fibras ópticas de este invento vemos en la Fig. 2 unos terminales 36, 37 y 38 de diversos grados de confiabilidad con acceso a distintas partes de las líneas de transmisión 40 a 48 que forman los sistemas 50. De un modo similar a la Fig. 1, aquí también se han dispuesto tres mezcladores de transmisión 52, 53 y 54. El mezclador 52 interconecta las líneas de transmisión 46, 47 y 48, el mezclador 53 interconecta las líneas de transmisión 43, 44 y 45 y el mezclador 54 interconecta las líneas de transmisión 40, 41 y 42. De nuevo como en el ejemplo de la Fig. 1 vemos que los tres mezcladores de transmisión 52, 53 y 54 y sus líneas de transmisión asociadas, de la 40 a la 48, forman tres lazos independientes, todos ellos cerrados. En el ejemplo que se muestra en la Fig. 2 vemos que se tiene un terminal de gran confiabilidad 36, cuyas líneas de entrada 56, 57 y 58 interconectan a las líneas de transmisión 48, 45 y 42, respectivamente. De modo similar, las líneas de salida 60, 61 y 62 interconectan con las líneas de transmisión 48, 45 y 42 respectivamente. Como el terminal 36 interconecta con una de las líneas 48, 45 ó 42 asociadas con cada uno de los mezcladores 52, 53 y 54, se trata de un terminal de gran confiabilidad.

El terminal 37, de confiabilidad media, tiene sus líneas de entrada 64 y 65 conectadas a las líneas de transmisión 45 y 47, respectivamente, y las líneas de salida 66 y 67 conectadas a las mismas líneas de transmisión 45 y 47 estando estas últimas operativamente asociadas a los mezcladores 52 y 53 solamente.

El terminal 38 puede ser caracterizado como terminal de baja confiabilidad, ya que cuenta con una sola línea de entrada 68 de conexión a la línea de transmisión 41 y una sola línea de salida 69 conectada a la misma línea de transmisión 41 que es una de las líneas de transmisión asociadas al mezclador 54.

Del modo que se ilustra en la Fig. 2 se ha dispuesto un terminal de gran confiabilidad 36, un terminal de confiabilidad media 37 y un terminal de baja confiabilidad 54. Como puede apreciarse, para que el terminal 36 quede fuera de servicio, tienen que estarlo todos los tres mezcladores 52, 53 y 54. Si uno cualquiera de los mezcladores 52, 53 ó 54 funciona, el terminal 36 tiene pleno acceso a todo el sistema en funcionamiento 50. De modo similar, si el mezclador 54 quedase fuera de servicio, el terminal de confiabilidad media 37 quedaría interconectado al resto del sistema ómnibus 50 asociado a los mezcladores 52 y 53.

Como una realización más a fines ilustrativos, la forma que se muestra en la Fig. 3 contiene una multiplicidad de terminales 70, 71, 72, 73, 74 y 75. Hay provisto el mismo número de líneas de transmisión, de la 76 a la 84 e igualmente los mezcladores 86, 87 y 88 interconectan tres juegos de líneas de transmisión, de la 76 a la 78, para formar tres lazos independiente. Con estos lazos independientes se tiene en el sistema 112 una triple

redundancia con solo nueve líneas de transmisión, de la 76 a la 84. El terminal de baja confiabilidad 70 tiene la línea de entrada 90 conectada a la línea de transmisión 84 y la línea de salida 91 también conectada a la línea de transmisión 84 "más abajo" del mezclador 86. El terminal de confiabilidad media 71 tiene unas líneas de entrada 92 y 93 interconectadas respectivamente a las líneas de transmisión 83 y 81 respectivamente y unas líneas de salida 94 y 95 conectadas a las líneas de transmisión 83 y 81.

Un terminal 72 de gran confiabilidad tiene unas líneas de entrada 96, 97 y 98 que conectan respectivamente a las líneas de transmisión 78, 80 y 82 y unas líneas de salida 100, 101 y 102 conectadas a las mismas líneas de transmisión. Como el terminal 72 tiene interconexiones a una de las líneas de transmisión asociadas a cada uno de los mezcladores 86, 87 y 88, está propiamente caracterizado como un terminal de alta confiabilidad.

Se muestra un terminal 73 de baja confiabilidad el cual tiene una línea de entrada 104 conectada a la línea de transmisión 76 y una línea de salida 105 interconectada a la misma línea de transmisión. El terminal 74 es un terminal de confiabilidad media, el cual tiene unas líneas de entrada 106 y 107 interconectadas a la línea de transmisión 77 y 79 así como unas líneas de salida 108 y 109 interconectadas a las mismas líneas de transmisión. También se muestra una interconexión de un terminal 75 de baja confiabilidad, el cual tiene una línea de entrada 110 conectada a la línea de transmisión 78 y una línea de salida 111 conectada a la misma línea de transmisión 78.

Puede apreciarse que, en las distintas realizacio-

nes que se muestran de la Fig. 1 a la 3, únicamente se exponen algunas de las muchas interconexiones posibles con un sistema de nuevas líneas de transmisión. Así vemos que un terminal puede ser interconectado a una línea simple de transmisión por medio de una entrada y una salida. Este terminal sería un terminal de baja confiabilidad, ya que la destrucción del mezclador asociado a esa línea de transmisión simple haría a ese terminal inoperante.

La pérdida de potencia en el sistema 8 de la Fig. 1 50 de la Fig. 2 o 112 de la Fig. 3 viene dada por la fórmula

$$10 \log_{10} N + K$$

en donde N es el número de terminales y K es una pérdida constante que corresponde al diseño del dispositivo. Para un dispositivo ideal, K puede ser igual a 0 y en la práctica K puede ser de tan solo unos pocos dBs. Debe observarse que siempre será preferible esta pérdida de potencia de 3 dB que el "acoplador reflectante en estrella" de la técnica precedente.

La posibilidad de usar fibras simples como líneas de transmisión reduce materialmente el coste total del sistema de este invento. Además, esta posibilidad de uso de fibras simples da una reducción muy substancial del peso del conjunto del sistema.

En el caso de rotura de una de las líneas, todo lo que se requiere es que sea restablecida la continuidad de esa línea. Y en el caso de que varias de las líneas de transmisión se cortasen a la vez, se podrían volver a reconectar sin tener en cuenta su orden numérico en el sistema ómnibus. En otras palabras, que cualquiera de las líneas de transmisión podría ser interconectada a cualquiera de las otras

líneas de transmisión.

Tambien puede observarse que igualmente se mantienen todas las ventajas de los sistemas de fibras ópticas.

Si bien el sistema de este invento ha sido descrito en conexión con unas realizaciones específicas, será claramente entendido por cualquiera introducido en esta técnica que la exposición de estas realizaciones en modo alguno ha de suponer una limitación al alcance del invento sino que su finalidad es meramente informativa, así como que otras muchas realizaciones podrán ser sugeridas las cuales quedarán cubiertas por las reivindicaciones que se acompañan.

Este invento corresponde a una solicitud de patente formulada en USA el día 17 de Noviembre de 1975, señalada con el Nº 632,614 G. 257 y se acoge, por tanto, a los beneficios que otorgan los convenios internacionales vigentes.

-----NOTA-----

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

- 1.- Un sistema ómnibus de fibras ópticas mejorado el cual comprende: un número de líneas de transmisión, cada una de las cuales forma un lazo cerrado; un número finito de mezcladores de líneas de transmisión, operativamente interconectado a un número discreto de dichas líneas de transmisión, siendo cada uno de dichos mezcladores independiente de cada uno de los demás y formando un número finito de lazos de línea de transmisión; y uno o más terminales conectados a dichas líneas de transmisión al estar interconectados por lo menos a una línea de transmisión asociada a uno por lo menos de dichos mezcladores.

2.- El sistema ómnibus de fibras ópticas de la reivindicación 1 en el que cada una de dichas líneas de transmisión es una fibra óptica simple.

5 3.- El sistema de omnibus de fibras ópticas de la reivindicación 1 en el que cada uno de dichos mezcladores tiene asociado el mismo número de líneas de transmisión formando un número finito de lazos de transmisión independientes y habiendo asociadas a cada uno de dichos lazos un número idéntico de líneas de entrada y de salida.

10 4.- El sistema ómnibus de fibras ópticas de la reivindicación 1 en el que por lo menos uno de dichos terminales es un terminal de gran confiabilidad que tiene interconexiones por lo menos con una de dichas líneas de transmisión asociadas a cada uno de dichos mezcladores.

15 5.- El sistema ómnibus de fibras ópticas de la reivindicación 1 en el que un número de terminales de diferente confiabilidad están conectados a dichos lazos independientes, estando determinada la confiabilidad de cada uno de dichos terminales por el número de sus interconexiones con los lazos de las líneas de transmisión independientes.
20

6.- El sistema ómnibus de fibras ópticas de la reivindicación 5 en el que por lo menos un terminal es de gran confiabilidad, el cual tiene por lo menos una interconexión con una de dichas líneas de transmisión en cada uno de dichos lazos independientes.
25

7.- El sistema ómnibus de fibras ópticas de la reivindicación 5 en el que por lo menos un terminal es de baja confiabilidad y tiene una entrada y una salida interconectadas a solamente una línea de transmisión de uno de di-
30

chos lazos independientes.

8.- El sistema ómnibus de fibras ópticas de la rei
vindicación 1 en el que cada terminal está conectado a una
línea de transmisión mediante el corte de una línea de
5 transmisión, constituyendo cada uno de los extremos de di-
cho corte las líneas de entrada y salida, respectivamente,
a dicho terminal.

9.- El sistema ómnibus de fibras ópticas de la
reivindicación 8 en el que todos los extremos de las líneas de
10 entrada son recorridos por luz del mismo origen.

10.- El sistema ómnibus de fibras ópticas de la
reivindicación 8 en el que cada uno de los extremos de
las líneas de entrada son recorridos por luz de un origen
independiente.

15 11.- El sistema ómnibus de fibras ópticas de la
reivindicación 8 en el que cada uno de los extremos de las
líneas de entrada es recorrido por luces de orígenes inde-
pendientes en paralelo.

12.- El sistema ómnibus de fibras ópticas de la
20 reivindicación 8 en el que todos los extremos de las líneas
de salida terminan en un único fotodetector.

13.- El sistema ómnibus de fibras ópticas de la
reivindicación 8 en el que cada uno de los extremos de las
líneas termina en fotodetectores independientes.

25 14.- El sistema ómnibus de fibras ópticas de la
reivindicación 8 en el que cada uno de los extremos de las
líneas de salida terminan en fotodetectores independientes
en paralelo.

30 15.- El sistema ómnibus de fibras ópticas de la
reivindicación 1 incluyendo además medios en dicho uno o más

terminales para determinar selectivamente la longitud de onda espectral de las señales luminosas allí procesadas.

5 16.- El sistema ómnibus de fibras ópticas de la reivindicación 1 incluyendo además medios en dicho uno ó más terminales para multiplexar electrónicamente las señales luminosas allí procesadas.

10 17.- El sistema ómnibus de fibras ópticas de la reivindicación 1 incluyendo además medios en dicho uno o más terminales para determinar selectivamente la longitud de onda espectral de las señales luminosas allí procesadas y para multiplexar electrónicamente las señales luminosas allí procesadas.

15 18.- El sistema ómnibus de fibras ópticas de la reivindicación 1 incluyendo además medios de interconexión de fibras ópticas para dicho uno o más terminales en el que cada dicho terminal puede estar situado alejado de dicho lazo

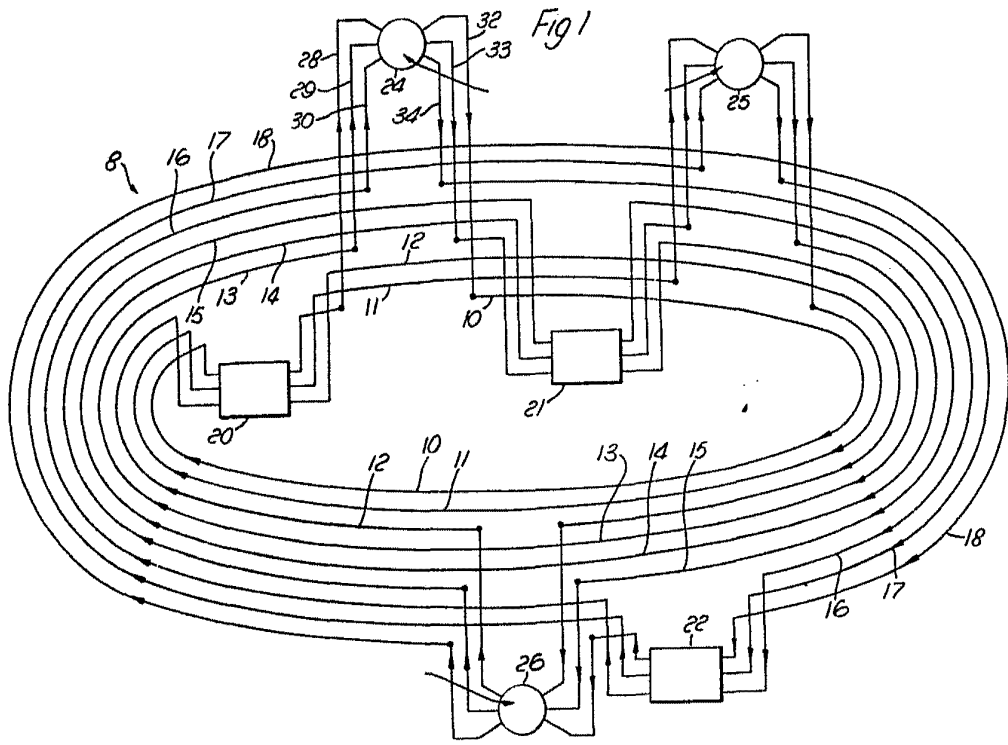
20 19.- Un sistema ómnibus de fibras ópticas mejorado. Tal y como se ha descrito en la memoria que antecede, representado en los dibujos que se acompañan y a los fines especificados.

Esta memoria consta de quince hojas escritas por una sola cara.

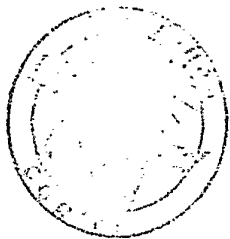
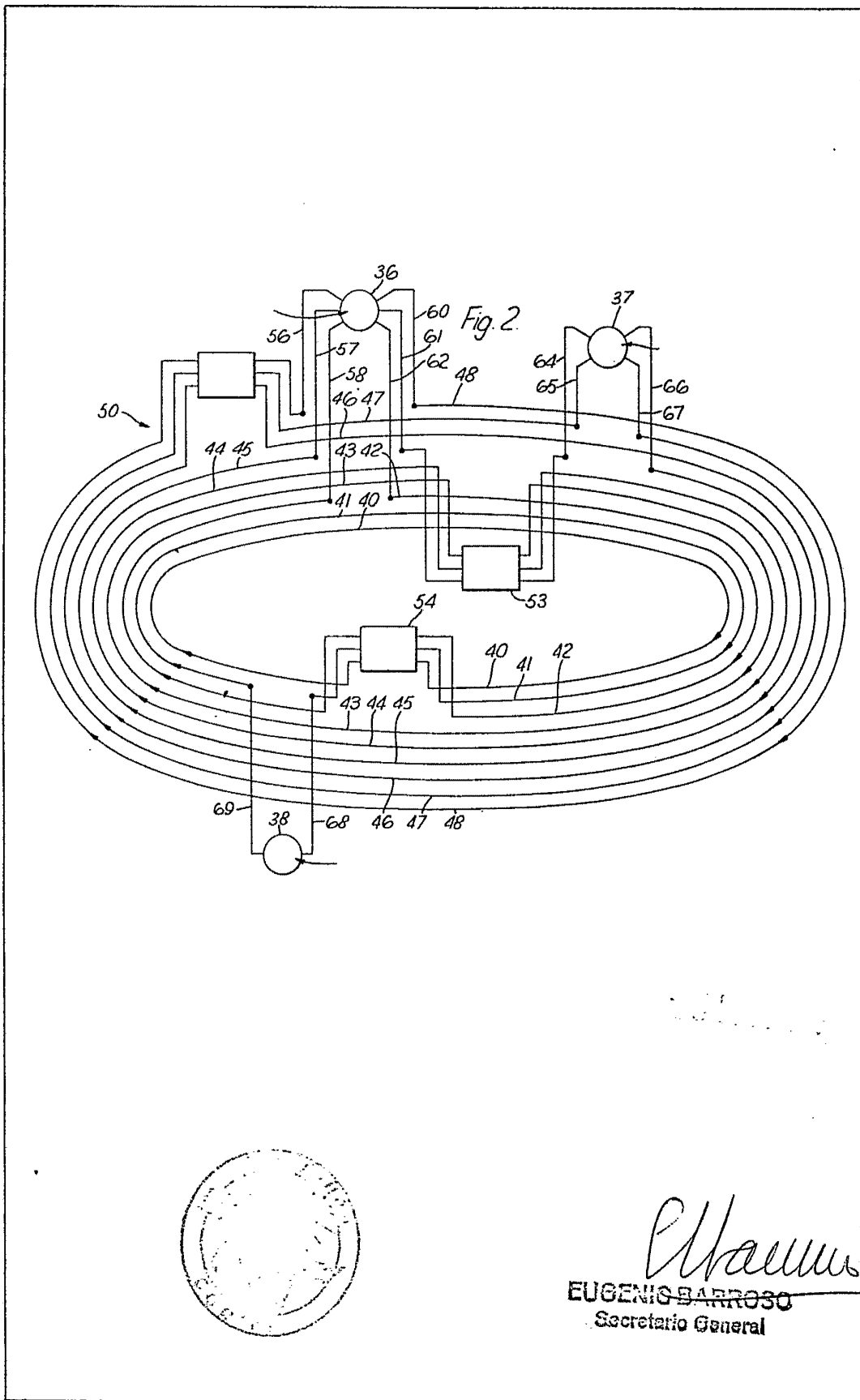
Madrid, 16 NOV. 1976



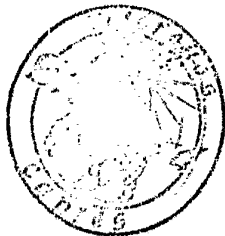
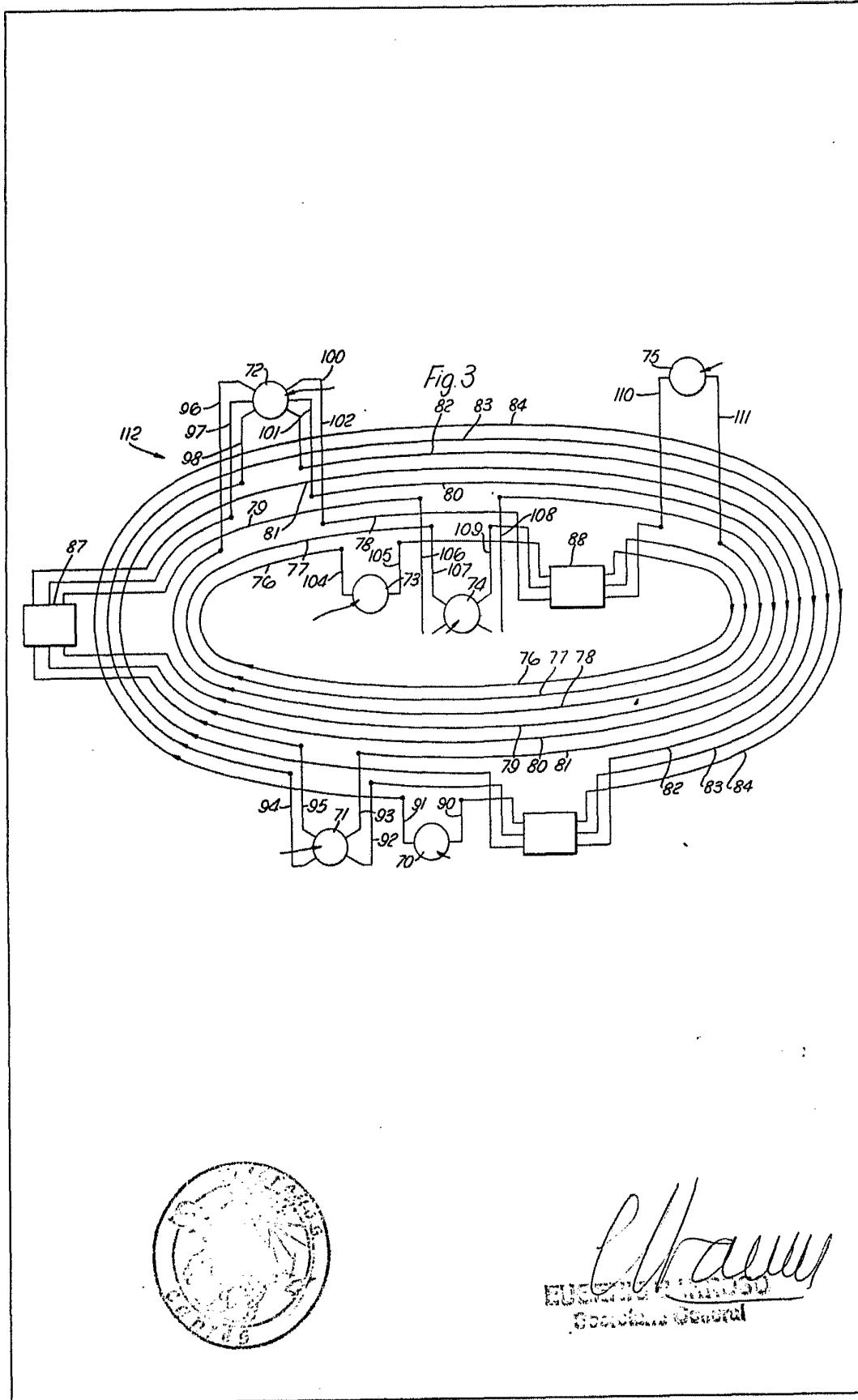
EUSEBIO MARTÍNEZ
Director General



Eugenio Barroso
EUGENIO BARROSO
Secretario General



Eugenio Barroso
EUGENIO BARROSO
Secretario General



Chaves
ELECTRONICA S. A.
Gerente General