



P A T E N T E D E I N V E N C I O N

a favor de

ELECTRICAL RESEARCH PRODUCTS Ino. DOMICILIADA EN NEW YORK (E.U.)

por:

" Perfeccionamientos en los mecanismos reguladores accionados por la voz para los sistemas telefónicos por cable "

M e m o r i a D e s c r i p t i v a

Esta invención se refiere a sistemas transmisores telefónicos y mas especialmente a sistemas transmisores comprendiendo una larga sección de cable submarino.

Para que la transmisión telefónica pueda tener lugar entre puntos separados por una gran masa de agua, por ejemplo, entre New York y Londres, es necesario que por lo menos una larga sección del cable submarino sea incorporada al circuito transmisor. Dado el coste de fabricación de un cable de esta naturaleza, no resulta práctico disponer dos cables para el funcionamiento por cuatro hilos y por consiguiente una de las



5

10

15

20

25

30

largas secciones del cable por ejemplo entre Terranova e Irlanda debe ser empleado para la transmisión en dos direcciones. Sin embargo, es posible operar a base de cuatro hilos en aquellas porciones del circuito situadas entre los extremos del cable y las estaciones extremas de conmutación por ejemplo New York y Londres, aun cuando partes del circuito de cuatro hilos deber ser dispuestas en secciones mas cortas de cable submarino por ejemplo en el mar de Irlanda y en el corto trayecto marino entre Nueva Escocia y Terranova. Estos cables relativamente cortos pueden ser construidos para la transmisión en dos direcciones, o bien los pasos de transmisión para las dos direcciones opuestas pueden ser separados usando la transmisión por transportadores. En todo caso pueden producirse practicamente ecos en los circuitos de cuatro hilos por las longitudes de cable submarino que intervienen.

Sin embargo por lo que se refiere a una larga sección de cable submarino que funcione a base de dos direcciones, la atenuación es enorme en el mejor de los casos y aun cuando un cable de esta naturaleza se encuentra relativamente exento de perturbaciones externas que puedan producir ruido, presentará por lo menos un nivel de ruido determinado por el ruido de la resistencia del cable (o ruido debido a la agitación térmica). Por tanto, a fin de que las corrientes recibidas después de la transmisión por el cable tengan el volumen suficiente para ser superiores al nivel de ruido, la energía de la voz debe ser aplicada en el extremo transmisor del cable a un nivel de volumen muy elevado, de modo que la diferencia de nivel entre la energía de transmisión y la energía recibida en un determinado extremo del cable sea mucho mayor que en cualquiera de los sistemas telefónicos hasta ahora empleados. Esta situación introduce en la transmisión problemas que no habian



presentado hasta la fecha.

5
10
15
Con esta gran disparidad entre la energía aplicada y la energía recibida en los extremos del cable, se comprenderá que es necesario que los mecanismos de conmutación accionados por la voz estén dispuestos de modo que se evite el canto en el circuito de cuatro hilos y para suprimir los ecos. Además, es necesario colocar las disposiciones accionadas por la voz adyacentes a los extremos del cable. Esto es debido a que el amplificador receptor debe ser muy sensible para recibir o amplificar las corrientes muy atenuadas procedentes del cable, hasta un volumen normal para la transmisión a la línea receptora del circuito de cuatro hilos y es por tanto necesario proteger al receptor de las corrientes de transmisión irregulares que penetran en el cable procedentes del otro lado del circuito de cuatro hilos. Es también necesario proteger al receptor de las corrientes irregulares de transmisión que puedan entrar en el cable procedentes del paso transmisor del circuito de cuatro hilos debidas a una compensación incompleta.

20
25
30
Por otra parte, para colocar en el los extremos del cable todos los aparatos para suprimir el canto y los ecos en el circuito de cuatro hilos no es conveniente por no ser practicable mantener, en los puntos relativamente aislados en los que termina el cable, la vigilancia y personal técnico necesario para regular los aparatos según las diversas condiciones producidas por las diversas ramificaciones del teléfono en la estación conmutadora. Se ha propuesto por consiguiente disponer el equipo principal accionado por la voz para que suprima el eco en las estaciones extremas, por ejemplo, en New York y en Londres, y disponer el equipo en los extremos del cable de modo que los mecanismos accionados por la voz en los extremos



5 del cable no necesitan una inspección y regulación continuas. Por esta razón, nos referiremos a los mecanismos accionados por la voz en los extremos del cable, dándoles la denominación de sistemas auxiliares, aún cuando estos pueden estar
10 constituidos por circuitos mas complejos que los sistemas principales. Para conseguir este resultado, los equipos accionados por la voz en las estaciones extremas de conmutación están dispuestos de modo que desconecten normalmente el lado transmisor del circuito a fin de evitar el canto, separándose los
15 elementos desconectores por la acción de las corrientes de voz. Existen también disposiciones para desconectar el paso de transmisión en la estación de conmutación de acuerdo con las corrientes de voz recibidas por el lado receptor del circuito de cuatro hilos. Como que el lado transmisor del circuito está
20 desconectado, excepto cuando se usa para hablar, el equipo accionado por la voz en la estación extrema del cable está protegido de las corrientes de ruido que se originan en los circuitos de conexión mas allá de la estación de conmutación y como que el circuito de cuatro hilos que vá a la estación terminal del cable, está dispuesto como cable telefónico, el
25 circuito de cuatro hilos en sí, se encuentra relativamente exento de ruidos. Disponiendo medios para regular el volumen en la estación de conmutación, para mantener las corrientes de voz aplicadas al paso de transmisión, a un nivel normal por encima
30 del ruido, los aparatos accionados por la voz en la estación terminal del cable pueden ser muy sensibles y no requerir una regulación cuidadosa para separar las señales del ruido.

Haciendo muy sensibles a los aparatos accionados por la voz dispuestos en las estaciones terminales del cable, estos aparatos serán accionados ya por la parte inicial de la onda de voz antes de que esta onda llegue a su valor cima. Por



consiguiente el circuito ordinario retrasador, empleado para evitar la interceptación, cuando la sensibilidad es mantenida a un bajo valor debido al ruido en las conexiones, puede ser muy pequeño y hasta puede omitirse. Esto es una condición importante desde el punto de vista del tiempo de transmisión entre el aparato accionado por la voz en uno de los extremos del cable y el del otro extremo, ya que el tiempo empleado por el circuito retrasador se suma al tiempo de transmisión por el cable.

5
10
15
20
25
30

Es conveniente mantener a un pequeño valor el tiempo de transmisión entre las dos series de aparatos supresores del eco los cuales determinan en último lugar cual es el abonado que tiene mando sobre el circuito a fin de reducir la posibilidad de que se encuentre el circuito en condiciones de no poder transmitir. Cuando dos equipos completos supresores del eco, están asociados en el mismo punto con un circuito, la posibilidad de que la operación de un abonado impida la de otro, queda limitada al caso en el cual las corrientes de voz de ambos abonados llega en el mismo instante a ambos supresores. Sin embargo, si los dos equipos, completos supresores de eco son movidos hacia los terminales del circuito de manera que se requiere un tiempo determinado para la transmisión entre ambos equipos, la interferencia mutua puede tener lugar cuando las corrientes de voz de ambos abonados llega al correspondiente supresor de eco en un periodo igual al tiempo de transmisión entre ambos juegos de supresores.

En el caso de un cable submarino es evidente que el periodo de cierre del circuito no puede reducirse a un tiempo menor que el necesario para la transmisión por el cable, por razón de que los dos juegos o equipos supresores de eco no pueden estar a menor distancia entre si que los extremos del cable, y que, al tiempo necesario para la transmisión por el



cable debe añadirse el retraso de los circuitos que determinan el cierre del circuito, Por tanto la reducción del retraso debido a los circuitos retrasadores es un factor de importancia.

5

Como ya se ha dicho los aparatos accionados por la voz para suprimir el canto deben estar colocados en las estaciones de conmutación. Si estos aparatos estuvieran dispuestos de modo que al hablar un abonado las corrientes de voz que pasan por el ramal transmisor del circuito de cuatro hilos pudieran desconectar el ramal receptor en la estación de conmutación, el tiempo de cierre correspondería o sería igual al tiempo necesario para la transmisión desde una estación de conmutación a la otra, y, como que el circuito de cuatro hilos que vá de las estaciones terminales del cable a las estaciones de conmutación puede ser de longitud considerable y las condiciones de ruido son tales que los circuitos retrasadores son necesarios para el debido funcionamiento del relé transmisor, el aumento en el tiempo de cierre puede ser tan considerable que el circuito resulte muy deficiente desde el punto de vista del abonado. Conforme con estas razones se ha propuesto disponer los aparatos accionados por la voz en las estaciones de conmutación de modo que únicamente sea regulado el ramal transmisor del circuito de cuatro hilos y no disponer medios en las estaciones de conmutación para desconectar el ramal receptor. Este dará una regulación del circuito desde el punto de vista del tiempo de cierre, a los aparatos accionados por la voz en los extremos del cable, reduciéndose correspondientemente el tiempo de cierre.

10

15

20

25

30

Otro factor que debe tenerse en consideración en un sistema telefónico comprendiendo un largo cable submarino, es la llamada corriente de mitigación. La impedancia característica



5 5 del cable comprenderá un componente considerable de reactancia. Cuando las corrientes de voz de gran intensidad son aplicadas a un extremo del circuito para su transmisión al otro extremo, la energía se acumula en la reactancia del cable y cuando cesa el potencial de voz sale del cable una corriente decreciente unidireccional producida por la energía acumulada por su reactancia. Como que esta reactancia es grande (por razón de la gran atenuación del cable) esta corriente de mitigación será grande en el instante en que cesa la energía aplicada y requerirá un tiempo considerable antes de disminuir hasta un valor suficientemente pequeño para no afectar o perturbar al sensible aparato receptor asociado con el cable en su extremo. Esta corriente de mitigación será por consiguiente durante un tiempo considerable mucho mayor en magnitud que las corrientes de señales que deben recibirse por el cable y si no se hace nada para reducir su efecto los relés accionados por la voz para desconectar el ramal receptor del circuito de cuatro hilos en el extremo del cable, pueden tener que proveerse de un retraso mucho mayor que el necesario para evitar los ecos procedentes del cable. Se ha propuesto por tanto de acuardo con esta invención reducir el efecto de la corriente de mitigación. Esto puede conseguirse asociando una bobina hibrida con los extremos del cable y compensando el cable con una red cuya impedancia presente un componente de reactancia similar al del cable. Por consiguiente estas corrientes de mitigación saldrán tanto del cable como de la red compensadora y tenderan a anularse una a otra en la misma proporción en que se compensan el cable y la red, de manera que el componente resultante de corriente de mitigación en el ramal receptor quedara correspondientemente reducida.

30 Otras características de esta invención resultarán apa-



rentes de la descripción siguiente hecha de acuerdo con los planos adjuntos en los cuales:

5 La figura 1 es una representación esquemática de la disposición general de un sistema telefónico empleado como elemento un largo cable submarino.

Las figuras 2 y 3 son curvas que representan los niveles de volúmenes diferentes puntos del circuito en las dos direcciones de transmisión respectivamente.

10 La figura 4 es un esquema del aparato en la estación de conmutación y en el extremo del cable respectivamente.

La figura 5 representa una serie de curvas correspondientes a ciertas características de esta invención.

La figura 6 es un circuito simplificado para explicar el efecto del ruido de resistencia en el circuito.

15 La disposición general de un sistema típico conforme con esta invención se encuentra representada en la figura 1. Al interpretar esta figura debe tenerse en cuenta que los ramales de transmisión comprendiendo dos hilos, de los cuales uno sirve de retorno para el otro o bien uno de ellos con un retorno por tierra, están representados simbólicamente por una sola línea y que los amplificadores están representados por rectángulos con flechas para indicar el sentido o dirección de la transmisión. Los aparatos supresores del eco están representados simbólicamente por una línea unida directamente al circuito de voz que acciona al supresor de ecos con una flecha en el otro extremo adyacente al circuito que debe ser regulado. El estado abierto o cerrado de los contactos del circuito regulado está indicado por puntas de flechas separadas en el caso de un circuito normalmente desconectado y por puntas de flecha que se tocan cuando el circuito se encuentra normalmente en condiciones de funcionar. Los circuitos retrasadores asociados con los

20

25

30



aparatos accionados por la voz estan representados por lineas en zig zag.

5 Para simplificar la descripción, el circuito se descri-
bira para el caso hipotético de un sistema telefónico cuyas es-
taciones de conmutación se encuentren en New York y en Londres
con un cable submarino entre Terranova e Irlanda y con los ex-
tremos del cable submarino conectados a las estaciones de conmu-
tación por circuitos de cuatro hilos comprendiendo cada uno un
10 circuito transmisor para hablar en una dirección y un circuito
receptor para hablar en la dirección opuesta. La unidad princi-
pal del sistema es un cable submarino transatlantico indicado
por X en la figura 1, Cada extremo del cable está compensado
por redes representadas simbolicamente por $-J_2-$ y $-J_2^1-$ y los
extremos del cable estan conectados asi mismo a los circuitos
15 de cuatro hilos comprendiendo los ramales $-TL-$ y $-RL-$ que se
extienden desde Terranova a New York y los ramales $-TL'-$ y
 $-RL'-$ que se extienden desde Irlanda a Londres. Las lineas de
trazos representadas en los circuitos de cuatro hilos indican
que los conductores son del tipo de linea terrestre y de forma
20 corriente equipados de repetidores y todos los aparatos nece-
sarios, aun cuando se comprenderá que diferentes partes del
circuito de cuatro hilos pasarán por cables submarinos a fin
de salvar la distancia entre el mar de Irlanda y la porción
de Oceano Atlantico comprendida entre Nueva Escocia y Terrano-
va. Se comprenderá tambien que la disposición de la figura 1
25 representa meramente el principio general y que la diversa co-
locación de los aparatos puede variar en la práctica de confor-
midad con las condiciones submarinas existentes entre las dos
estaciones de conmutación de un circuito determinado.

30 En la estación de conmutación de New York, la linea
transmisora está normalmente desconectada en $-E_1-$ y la desco-
nexión es anulada por un mecanismo accionado por la voz según



las corrientes de voz aplicadas al circuito desde la línea extrema -L- de manera que la línea transmisora -TL- queda en estado de funcionar. Un aparato -A₁- accionado por la voz está asociado con la línea receptora -RL- y según las corrientes de voz recibidas por la línea -RL-, desconectando el ramal transmisor. En la estación de New York existe además un regulador de volumen -VR₁ para llevar las corrientes de conversación a una intensidad determinada para la transmisión por el sistema. El aparato en la estación de Londres es análogo al de la estación de New York representándose los mismos elementos con los mismos caracteres de referencia con el signo prima. Se observará que en ninguna de las estaciones existe aparato accionado por la voz para desconectar en ella el ramal receptor.

Aparatos análogos accionados por la voz se encuentran en los extremos del cable submarino de Terranova e Irlanda. En Terranova la línea transmisora -TL- del circuito transmisor está normalmente desconectada y con el ramal transmisor está asociado un aparato -E₂- accionado por la voz para poner el circuito en condiciones de funcionar según las corrientes de voz transmitidas. Otro aparato accionado por la voz -A₂- está asociado al ramal receptor -RL- para desconectar el ramal transmisor -TL- según las corrientes de voz recibidas por el cable submarino. Con la línea transmisora -TL- está asociado un amplificador -D₂- para llevar las corrientes de voz hasta un volumen muy elevado antes de aplicarlas al cable cuya atenuación es muy grande. Las corrientes de voz recibidas por el cable son por consiguiente grandemente atenuadas durante la transmisión y son llevadas hasta el nivel deseado por medio de un amplificador -G₂- a fin de accionar el aparato accionado por la voz -A₂-. Si se desea puede disponerse un amplificador adicional -M₂-. El aparato en el extremo del cable en Irlanda es análogo



al de Terranova.

La figura 2 es un gráfico de nivel de volúmen para indicar los niveles de volumen en los diferentes puntos del circuito durante la transmisión de New York a Londres, mientras que la figura 3 representa un gráfico análogo de nivel de volúmen para la transmisión en dirección opuesta. Como que en las estaciones de New York y de Londres se emplean reguladores de volumen $-VR_1-$ y $-VR'_1-$ de modo que el volúmen de transmisión aplicado al sistema es siempre practicamente constante, los gráficos de las figuras 2 y 3 están trazados de manera que representan el volumen de voz con referencia a un volumen cero en cada punto del sistema. Considerando las figuras 2 y 3 debe tenerse presente que el volúmen de referencia cero no representa una energía cero, sino por el contrario, representa un nivel de volumen arbitrario que puede definirse a grandes rasgos como la cantidad media de energía eléctrica producida por un abonado al hablar por un circuito de gran longitud en un sistema telefónico con un transmisor tipo.

La relación de energía correspondiente a un número dado de decibels sera el cuadrado de la relación de corriente correspondiente. Doblando la energía se obtiene un aumento de 3 decibels mientras que reduciendo la energía recibida a la mitad se presenta una pérdida de 3 decibels. Por otra parte doblando la corriente se tiene un aumento de 6 decibels mientras que reduciendo la corriente a la mitad se tiene una pérdida de 6 decibels. Estos valores particulares debe observarse que son de alguna importancia para comprender el efecto de las bobinas híbridas y de las redes compensadoras como luego se describirá.

Teniendo en cuenta la necesidad de emplear aparatos conmutadores accionados por la voz, el sistema está dispuesto para suministrar un volumen de conversación practicamente cons-



tante a la línea de conexión en cada extremo, independientemente del volumen aplicado en el otro extremo del sistema. Esto se consigue disponiendo el aparato regulador de volumen $-VR_1-$ $-VR'_1-$ en las estaciones de conmutación de tal manera que independientemente de la intensidad de la voz aplicada al sistema desde la línea de conexión, el volumen suministrado a la línea transmisora del circuito de cuatro hilos sea constante. De las curvas de las figuras 2 y 3 se observará que el volumen suministrado en el extremo receptor es 20 decibels menor que el cero o volumen de referencia. En condiciones normales con relación al volumen de referencia aplicada tanto a uno como al otro de los extremos del sistema y 20 decibels suministrados en el otro extremo la pérdida de transmisión entre las estaciones extremas es de 20 decibels. Cuando tanto a un extremo del sistema como en el otro se aplican volúmenes mayores o menores la amplificación será regulada por el regulador de volumen en las estaciones de conmutación y si es necesario por el regulador de volumen en los extremos del cable a fin de llevar el volumen al valor normal en el aparato accionado por la voz, en el cable submarino y en el otro extremo del sistema. El orden de volumen aplicado que debe suministrarse es de +10 a -30 decibels con relación al volumen de referencia en la estación de conmutación. Esto se representa por ejemplo en las dos ramas de las curvas de nivel de volumen en el extremo izquierdo de la figura 2 y en el extremo derecho de la figura 3. El sistema dará una pérdida total de 30 db. en la dirección de transmisión cuando se aplican +10 db. en el extremo transmisor y un aumento de 10 db. si se aplican -30 db.

Refiriéndonos mas especialmente a la curva de la figura 2 se observará que cuando se aplican +10 db. al sistema, el nivel de volumen disminuye hasta +7 db. al pasar por la bobina híbrida y analogamente si se aplican al sistema -30 db. descien-



de a -33 db. al pasar por la bobina híbrida. Esto es consecuencia de que la energía aplicada se divide en la bobina híbrida entre la línea transmisora y la línea receptora a causa de la disposición conjugada de la conexión y únicamente una mitad de la energía es suministrada finalmente a la línea transmisora. Como se ha dicho antes, reduciendo a la mitad la energía, resulta una pérdida de 3 decibels conforme con las condiciones que acabamos de indicar.

Por medio del regulador de volumen $-VR_1-$ el nivel de volumen finalmente aplicado a la línea transmisora en la estación de conmutación puede ser reducido (o aumentado) a +5 decibels. Este valor ha sido elegido como el volumen máximo que puede ser transmitido por el sistema sin producir un exceso de conversaciones cruzadas en las líneas terrestres adyacentes.

El nivel de volumen en el extremo del cable por ejemplo en Terranova, es llevado de nuevo a +5 decibels por medio de los repetidores de línea en este punto, actuando si es necesario el regulador de volumen $-VR_2-$ para corregir cualquier desviación del nivel deseado. El nivel de volumen funcional aplicado al cable submarino debe ser lo mas elevado posible teniendo debidamente en cuenta las limitaciones producidas por el material de carga a fin de que el coste del cable pueda ser mantenido bajo proyectándolo para una gran pérdida en la transmisión sin permitir que la señal recibida descienda demasiado proxima al nivel de ruido en el cable. Por consiguiente el amplificador $-D_2-$ puede aumentar el nivel a +33 decibels. La energía al pasar por la bobina híbrida en el extremo del cable pierde 3 decibels a causa de que únicamente una mitad de la energía pasa al cable distribuyéndose la otra mitad por la red compensadora $-J-$. Por consiguiente se aplican al cable 30 db. Suponiendo que la atenuación del cable es tal que la energía aplicada se reduzca de 150 decibels,



se recibirá en el otro extremo del cable a un nivel de -120 decibels y será reducida de 3 decibels mas, por la disposición de la bobina hibrida en el otro extremo del cable. El volumen extraordinariamente bajo así recibido es aumentado de nuevo a +5 decibels por los repetidores $-M'_2$ y $-G'_2$ y es transmitido luego al ramal receptor $-RL'$ del circuito de cuatro hilos hasta la estación de conmutación en Londres. La transmisión en dirección opuesta será análoga a la descrita tal como se representa en la curva de la figura 3. Se comprenderá por tanto que los valores del nivel de volumen antes citados se indican únicamente como ejemplo y que en la práctica los niveles de volumen pueden diferir extraordinariamente de los indicados.

El aparato regulador de volumen $-VR_1$ $-VR'_1$ en las estaciones de conmutación puede estar constituido simplemente por un potenciómetro asociado con un repetidor que es regulado por un operador técnico quien se guía por un indicador de volumen, pero si se desea puede estar constituido por una disposición automática. En todo caso su función consisten en mantener el volumen de conversación en todos los puntos del circuito de cuatro hilos a un valor normal excepto para pequeñas variaciones de manera que se disponga de energía suficiente para actuar los aparatos $-H_2$, $-E_2$, $-H^1_2$, $-E^1_2$ accionados por la voz en los extremos del cable. Aunque las líneas del circuito de cuatro hilos pueden estar provistos de cable piloto para regular la transmisión, puede haber algunas variaciones residuales en las pérdidas de la transmisión en el circuito de cuatro hilos.

Estas variaciones pueden ser tenidas en cuenta por el aparato regulador de volumen como el VR_2 en el extremo del cable. La variación que puede esperarse en este punto es una variación muy lenta que cambia la eficacia de transmisión del circuito de cuatro hilos y por consiguiente el ajuste de volumen



en el extremo del cable no necesita ser tan continuo como es necesario en la estación de conmutación, donde las diferencias entre la intensidad con que habla cada abonado diferente y la distancia efectiva a que el abonado se encuentra de la estación deben ser tenidas en cuenta. La pérdida de transmisión en el cable es por consiguiente muy grande pero como que el cable se encuentra expuesto a condiciones de temperatura muy variables será necesario disponer medios para una regulación rápida o automática de las amplificaciones en los amplificadores receptores asociados con el cable. Si tiene lugar algún cambio importante éste tendrá lugar lentamente y podrá ser compensado por el ajuste o regulación verificados al ensayar el circuito. Sin embargo si se considera necesario pueden emplearse aparatos automáticos.

Como ya se ha dicho antes la gran pérdida de transmisión del cable submarino y el deseo de reducir al minimum posible las dificultades de cierre y de interrupción inherentes al sistema hace conveniente disponer aparatos auxiliares accionados por la voz supresores del canto y de los ecos en los mismos extremos del cable. Sin embargo se consiguen determinadas ventajas colocando los principales aparatos supresores del eco accionados por la voz y los circuitos retrasadores en las estaciones de conmutación (New York y Londres) en lugar de en los extremos del cable, con la regulación primaria de niveles de volumen ejercidos también en las estaciones de conmutación. Esto hace posible que los aparatos auxiliares accionados por la voz en los extremos del cable sean de una sensibilidad relativamente grande. El relé receptor accionado por la voz en el extremo del cable necesita presentar un retraso unicamente suficiente para contrarrestar los ecos debidos a la falta de compensación entre la estación reguladora y el extremo del cable. Los ecos proce-



dentes de los circuitos conectados son suprimidos por el supresor $-A_1-$ en la estación extrema cuyo retraso puede ser ajustado según sea necesario. Como que en las estaciones de conmutación no se incluyen relés supresores del eco, para regular el ramal receptor del circuito, la conversación que llega al cable trasatlántico regula el circuito aun cuando continúe pasando por el cable terrestre conversación de salida. Por consiguiente mientras el retraso total del circuito es ligeramente aumentado por el empleo de aparatos adicionales accionados por la voz, se necesitan pequeños circuitos retrasadores en conexión con los aparatos auxiliares accionados por la voz en los extremos del cable, y al presentarse el cierre o interceptación entre los aparatos en los extremos del cable, la probabilidad de un cierre o interceptación mútua queda practicamente limitada a la debida al tiempo, de transmisión por el cable. Disponiendo los principales aparatos contra el canto, accionados por la voz, en las estaciones de conmutación, el operador técnico de estas se dará inmediatamente cuenta de la necesidad de regular la sensibilidad necesaria del relé a-1 interceptarse la conversación o al presentarse un ruido excesivo en la línea terrestre y se encontrará en situación de tomar decisiones y dar instrucciones a los operadores de las estaciones de conmutación en caso de dificultades producidas por una falsa conexión de los circuitos.

Teniendo en cuenta esta idea general del funcionamiento del sistema se comprenderá facilmente los detalles del aparato en la estación de conmutación y en el extremo del cable tal como se representa en la figura 4.

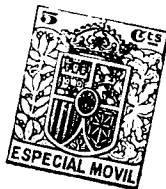
Supongamos que la figura 4 representa el aparato empleado en New York y en Terranova, siendo completamente análogos los aparatos de Londres e Irlanda.

Refiriendonos a la figura 4 la línea de conexión $-L-$ en la estación de conmutación está compensada por una red $-N-$ y es-



tá asociada por medio de una bobina híbrida -10- con la línea de transmisión -TL- y la línea de recepción -RL- de un circuito de cuatro hilos. La línea transmisora comprende un amplificador de línea -L₁- de construcción usual, un regulador de volumen -VR₁- que puede ser sencillamente un amplificador con un potenciómetro regulable accionado a mano, o automáticamente y un segundo amplificador de línea -D₁-. El regulador de volumen -VR₁- sirve para mantener el nivel de volumen de las corrientes de voz en la línea transmisora -TL- a un valor practicamente constante de manera que sean compensadas las diferencias de intensidad con que habla un locutor determinado o las diferencias de intensidad con que hablan diferentes locutores. La línea -TL- estará normalmente desconectada por medio de un relé -E₁- regulador por un juego detector amplificador -F₁- conectado a puente en la línea -TL- por delante del circuito retrasador -C₁- con objeto de permitir al relé -E₁- desconectar la línea -TL- antes de que llegue la corriente de voz que acciona el detector amplificador al punto en que se desconecta la línea -TL-.

La línea receptora -RL- comprende los amplificadores -G₁- y -M₁- y está provista de una disposición accionada por la voz, comprendiendo un detector amplificador -B₁- y relé regulador -A₁- para desconectar la línea de transmisión -TL- cuando se reciben corrientes de voz por la línea -RL-. Si es necesario puede disponerse un circuito retrasador -P₁- para que el relé -A₁- pueda funcionar antes de que los ecos procedentes de las corrientes de voz recibidas pasen por la bobina híbrida -10- al circuito transmisor. El relé -A₁- debe regular la línea de transmisión -TL- por delante del regulador de volumen -VR₂- de modo que si es accionado automáticamente no será ajustado a los ecos que pasen del circuito receptor por la bobina híbrida al circuito transmisor.



En el extremo del cable, el cable X está compensado por una red $-J_2-$ y por medio de la bobina híbrida $-I_2-$ está asociado con la línea de transmisión $-TL-$ y la línea de recepción $-RL-$ del circuito de cuatro hilos. Teniendo en cuenta la enorme diferencia en el nivel de transmisión entre la energía enviada desde el circuito transmisor y la energía recibida que se transmite por el cable a la línea receptora, se disponen medios de protección para proteger las partes de bajo nivel del circuito receptor de los aparatos de alto nivel de transmisión. Esto se representa por los rectángulos de líneas de trazos de la figura, que rodean ciertas porciones del equipo transmisor y receptor respectivamente.

La línea de transmisión comprende un amplificador de línea $-L_2-$ un regulador auxiliar de volumen de transmisión $-VR_2-$ y un amplificador transmisor $-D_2-$ para llevar el volumen final que debe ser aplicado al cable a un nivel de volumen deseado indicado en el esquema de la figura 2. Normalmente la línea de transmisión está desconectada precisamente por delante de la bobina híbrida por medio de un relé $-E_2-$ que está regulado por una disposición de detector amplificador $-F_2-$ conectado en puente en la línea de recepción por delante del circuito retrasador $-C_2-$ que puede disponerse con objeto de permitir que el relé $-E_2-$ funcione antes de que las corrientes de voz lleguen al punto en que el circuito es desconectado. Como que el detector amplificador puede ser muy sensible ya que las corrientes de ruidos son mantenidas alejadas de la línea de transmisión en la estación de conmutación, excepto cuando las corrientes de voz son transmitidas, el circuito retrasador $-C_2-$ puede ser muy pequeño y aun omitido por completo sin que se produzca interceptación alguna indebida.

Se observará que los contactos del relé $-E_2-$ están co-



nectados en puente en el circuito de salida del amplificador $-D_2-$ mas bien que en el circuito de entrada de manera que cualquier ruido que llegue al amplificador no podrá alcanzar el cable en el lado receptor del sistema.

5 El detector amplificador $-F_2-$ regula asi mismo un relé $-H_2-$ por medio del cual puede ser desconectada la línea $-RL-$ Normalmente el circuito receptor está conectado por el contacto posterior del relé $-H_2-$ pero cuando el relé funciona el circuito de la línea $-RL-$ queda interrumpido tan pronto como la armadura
10 deja su contacto posterior. La línea de recepción comprende un amplificador $-G_2-$ de baja potencia y una amplificador $-G'_2-$ de alta potencia para llevar las corrientes muy débiles recibidas en el cable a un valor deseado para la transmisión por la línea receptora $-RL-$. Un igualador de atenuación $-K_2-$ puede conectarse
15 entre dos amplificadores para igualar la atenuación de las corrientes transmitidas por el cable, teniendo por tanto el cable el efecto de atenuar las altas frecuencias en una proporción mucho mayor que las bajas frecuencias, Una disposición de detector amplificador $-B_2-$ está asociada con la línea de recepción y regula
20 un relé $-A_2-$ para desconectar la línea de transmisión $-TL-$. El contacto regulado por el relé $-A_2-$ está asociado preferiblemente con la línea $-TL-$ por delante del regulador de volumen $-VR_2-$ a fin de que cuando se usa un regulador de volumen ajustado automáticamente, no sea ajustado por corrientes de ecos.

25 Describiremos ahora brevemente el funcionamiento: Las ondas producidas en el teléfono de un abonado pasan a la línea de conexión $-L-$ de la figura 4 y son elevadas al volumen conveniente en la estación de conmutación accionando en este punto el relé $-E_1-$ contra el canto, de manera que pueden pasar por el
30 circuito retrasador $-C_1-$ y de el por la línea $-TL-$ al extremo del cable o estación auxiliar. Al llegar a la estación extrema



del cable accionan el detector amplificador $-F_2-$ y los relés $-E_2-$ y $-H_2$ y pasan luego por el amplificador $-D_2-$ al cable. El aparato retrasador $-C_2-$ da tiempo al relé $-E_2-$ para funcionar antes de que las ondas lleguen a sus contactos evitándose así una interceptación inicial. Este aparato accionado por la voz debe funcionar como es natural por todas las ondas de voz ya que si el relé $-E_2-$ dejara de funcionar impediría la transmisión de la conversación mientras que si deja de funcionar el relé $-H_2-$ permitiría el paso de ecos poderosos a la línea de recepción que accionando el relé $-A_2-$ interrumpirían la conversación de salida.

El relé contra el canto $-E_1-$ en la estación extrema asegura que el ruido procedente del teléfono abonado y de cualquier circuito terminal no llegue al detector amplificador $-F_2-$ mas que cuando pasan las ondas de voz. Como que el regulador de volumen $-VR_1-$ será practicamente ajustado de una manera continua para mantener constante el volumen transmitido por el circuito $-TL-$, el amplificador detector $-F_2-$ tendrá siempre un máximo de volumen de voz aplicado a sus bornes y tendrá que separar unicamente el ruido en el ramal transmisor del circuito de cuatro hilos que siendo un cable telefónico estará relativamente en reposo. Por esta razón el detector amplificador $-F_2-$ puede hacerse hasta $-20-$ db. mas sensible que lo que sucederia si el relé contra el canto $-E_1-$ no fuera empleado en la estación extrema. Además el retraso introducido en $-C_2-$ puede ser muy pequeño o de hecho el circuito retrasador $-C_2-$ puede omitirse completamente ya que siendo el detector amplificador muy sensible responderá a la porción inicial debil de una onda telefónica antes de que se aproxime a su cima de modo que el relé $-E_2-$ funcionará antes de que quede interrumpida cualquier parte importante del teléfono.

El regulador auxiliar de volumen $-VR_2-$ está dispuesto,



para regular las variaciones residuales de las pérdidas de transmisión de la línea -TL- entre la estación de conmutación y el extremo del cable. Este puede emplearse para corregir el volumen de las ondas de conversación hasta +5 db. antes de que alcancen los bornes de entrada del amplificador -D₂. Como que el volumen de voz es regulado en la estación extrema -VR₂- no necesita ser necesariamente un regulador de volumen sino que puede ser un regulador de transmisión regulado por una corriente piloto transmitida desde la estación de conmutación extrema cuando no pasa conversación.

Cuando entran ondas por el cable -X- estas pasan sin obstáculo al amplificador receptor -G₂-, un igualador -K₂- y amplificador de alta potencia -G'₂- hacia la estación extrema siempre y cuando no sea accionado el relé -H₂-. Estas ondas al pasar accionan el detector amplificador -B₂- y el relé -A₂-, el último de los cuales pone en corto circuito el ramal transmisor del circuito en el extremo del cable o estación auxiliar y evita así el funcionamiento del relé contra el canto -E₂- y del relé supresor del eco -H₂ tanto por la voz como por los ecos durante el paso de las ondas de entrada. Las ondas alcanzan después los bornes del detector amplificador -B₁- y accionan el relé -A₁- en la estación de conmutación que pone en corto circuito el circuito transmisor y evita el funcionamiento del relé contra el canto -E₁-. Estas ondas pasan finalmente a la línea de conexión.

No es esencial que el relé -A₂- funcione a consecuencia de ondas recibidas muy débiles, siempre que la pérdida de transmisión del ramal receptor al ramal transmisor del circuito de cuatro hilos por la falta de compensación de la bobina híbrida en la estación de conmutación sea suficientemente grande para evitar el funcionamiento del relé -E₁- por los ecos u ondas



que son demasiado débiles para accionar el relé $-A_2-$ y que la pérdida de transmisión por cualquier falta de compensación intermedia sea suficientemente grande para evitar el funcionamiento de los relés $-E_2-$ y $-H_2-$ por dichos ecos. El relé $-E_2-$ será sin embargo muy sensible como se ha dicho antes de modo que será necesario que el relé $-A_2-$ sea correspondientemente sensible. Si no falta la compensación intermedia será suficiente que el relé $-A_2-$ sea lo bastante sensible para evitar el funcionamiento del relé $-E_1-$ ya que los relés $-E_2-$ y $-H_2-$ no funcionarán hasta que lo haya hecho el $-E_1-$.

El relé $-A_2-$ está completamente protegido del ruido de la línea terrestre y extrema cuando la conversación no es recibida por el cable.

El amplificador de línea $-M_2-$ impide que el ruido que vuelve de la línea receptora $-RL-$ accione el relé $-A_2-$, mientras que en el extremo distante del cable el relé contra el canto correspondiente al $-E_2-$ evita que cualquier ruido entre en el cable por este extremo cuando no pasa conversación y por consiguiente el único ruido procedente de esta dirección y al cual está sometido el relé $-A_2-$ es el procedente del mismo cable submarino y de los aparatos como el amplificador $-G_2-$ igualador $-K_2-$ etc. Este ruido será principalmente debido a la agitación térmica y después de pasar por el igualador $-K_2-$ será mucho más enérgico a altas frecuencias que a las bajas. El detector amplificador $-B_2-$ deberá por consiguiente ser mucho más sensible a estas importantes frecuencias de voz y debe ser casi insensible a las altas frecuencias de voz reduciendo así la posibilidad de que el relé $-A_2-$ sea accionado hasta un punto considerable por la agitación térmica.

Para asegurar un completo funcionamiento del relé $-A_2-$ es conveniente que las ondas de conversación en el ramal recep-



tor -RL- del circuito de cuatro hilos sean de un orden de 30 db. mas intensas que el ruido existente cuando no se recibe conversación alguna. Este ruido por consiguiente comprende la agitación térmica en la red y en el cable asi como las interferencias
5 recojidas por el cable mismo. Sin embargo la interferencia recojida por el cable deberia ser muy pequeña ya que no presenta lineas de fuerza u otras causas de interferencia en el oceano y este tipo de interferencia deberia estar por consiguiente limitado a los puntos proximos a los extremos del cable.

10 Los amplificadores de linea -L₂- y -M₂- son ordinariamente repetidores de una dirección que sirven como repetidores extremos para conectar el circuito de cuatro hilos a los aparatos de voz en la estación extrema del cable o estación auxiliar. El repetidor -L₂- en el ramal transmisor sirve para elevar el
15 nivel de transmisión sea cualquiera el suministrado por la linea a + 5 db. (o a otro nivel deseado) que es conveniente para accionar los aparatos asociados al ramal transmisor del sistema. El amplificador -M₂- ejerce una función similar para el ramal receptor, cambiando el nivel desde cualquiera que sea el suministrado por el amplificador receptor -G'₂- a + 5 db. u otro
20 nivel que se desee para aplicarlo al ramal receptor del circuito de cuatro hilos.

Como que el amplificador -G'₂- debe ser normalmente ajustado para proporcionar este nivel a su salida la función del
25 repetidor -M₂- consiste en proporcionar esencialmente un aparato en una dirección para impedir el funcionamiento del detector amplificador -B₂- por los ecos o ruidos que retrocedan por la linea -RL- desde la dirección de la estación de conmutación. Esto es especialmente importante ya que no existe ningun otro
30 repetidor de una sola dirección en el ramal receptor del circuito de cuatro hilos entre la bobina hibrida mas proxima y el



aparato $-B_2-$ accionado por la voz. En este caso las ondas de voz procedentes de la estación de conmutación podrían alcanzar los bornes de entrada del detector amplificador $-B_2-$ si no se empleara el am-plificador $-M_2-$.

5 Teniendo en cuenta la gran pérdida de transmisión del cable submarino que puede suponerse en la proximidad de 150 db. en el extremo superior del orden de voz (unos 3.000 periodos) es necesario tomar algunas precauciones que de ordinario no son necesarias. Como ya se ha dicho previamente el amplificador $-D_2-$
10 suministrará en su circuito de salida ondas de conversación a aproximadamente 33 db. por encima del volumen de referencia de los cuales 30 db. son aplicados al cable mientras que se pierden 3 db. en la bobina híbrida a causa del hecho de que la mitad de la energía pasa a la bobina compensadora $-J_2-$. Por otra parte,
15 las ondas de entrada procedentes del cable submarino alcanzarán el amplificador $-G_2-$ a aproximadamente 123 db por debajo del volumen de referencia, recibiendo -120 db. del cable y perdiéndose 3 db. en la bobina híbrida por pasar la mitad de la energía al circuito transmisor donde se pierde. La diferencia total de
20 -nivel es por consiguiente de unos ± 56 db. para altas frecuencias. Por consiguiente si el circuito desde la salida del amplificador $-D_2-$ a la bobina híbrida $-I_2-$ no está perfectamente compensado longitudinalmente un voltaje no compensado o longitudinal actuará por el sistema y transmitirá ruidos al cable aun
25 cuando el circuito esté en corto circuito por el relé $-E_2-$. Esto sucederá independientemente de la pérdida en la transmisión normal producida por el relé $-E_2-$ ya que la corriente longitudinal circula en efecto a través de la capacidad entre los
arrollamientos de la bobina híbrida. Este efecto longitudinal
30 puede ser grandemente reducido disponiendo un protector conectado a tierra a la envolvente o funda del cable entre la línea



y el arrollamiento de descenso de la bobina hibrida. Un protector análogo conectado a la conexión a tierra de la estación debe disponerse tambien entre los arrollamientos del transformador de salida (no representado) del amplificador $-D_2-$. El efecto de estos protectores es derivar a tierra la corriente de desplazamiento que tiende a pasar por la capacidad de los arrollamientos. Tambien es conveniente que el arrollamiento secundario del transformador de salida del amplificador $-D_2-$ y el arrollamiento de descenso de la bobina hibrida estén formados por dos partes intimamente compensadas e intimamente acopladas con conexiones a tierra en sus puntos medios. La resistencia en serie de los conductores que conectan el amplificador $-D_2-$ a la bobina hibrida debe tambien estar cuidadosamente compensados.

Para que el relé $-H_2-$ pueda desconectar tan rapidamente como, posible el circuito receptor, está dispuesto para abrir el circuito receptor tan pronto como su armadura deja su contacto posterior. A fin de evitar la transmisión por la capacidad entre su armadura y el contacto posterior está provisto de un contacto anterior conectado de tal manera que ponga en corto circuito la entrada del amplificador $-G_2-$. No es conveniente abrir ambos lados del circuito receptor en los contactos del relé $-H_2-$ ya que si ambos contactos no se abrieran simultaneamente se produciria un desequilibrio momentaneo que podria producir una perturbación suficiente para provocar un falso funcionamiento del relé $-A_2-$ interceptándose la conversación que va de la linea de transmisión $-TL-$ al cable $-X-$. Para que sea posible el empleo de esta disposición no simetrica del relé $-H_2-$ se dispone el transformador $-N_2-$ que sirve tambien para aislar el conductor del cable del circuito de entrada del amplificador $-G_2-$ y proteger a dicho amplificador de los voltajes longitudinales en los conductores.



La bobina híbrida $-I_2-$ ejerce su función usual separando las señales de salida de las señales de entrada. Sin embargo en el caso de un cable submarino ejerce otra función de tal vez mayor importancia por contribuir a reducir la corriente de mitigación procedente del cable. El cable submarino cargado tiene una impedancia característica que no es una pura resistencia sino que comprende un componente reactivo muy considerable. Como ya se ha dicho anteriormente las corrientes de voz son aplicadas al cable desde la línea $-TL-$ a un nivel de volumen muy elevado y los potenciales de voz acumulan en la reactancia del cable un volumen muy grande de energía de lo que resulta que cuando cesa el potencial de voz aplicado, la energía acumulada en la reactancia produce una corriente gradualmente decreciente y unidireccional que sale del cable. Esta corriente en el momento en que cesan las ondas de voz es de tan gran magnitud que puede producir un efecto perturbador muy grande en el circuito receptor. A menos de que se dispongan medios para reducir su efecto la corriente de mitigación procedente del cable puede necesitar un tiempo de retraso para el relé $-H_2-$, mayor que el que sería necesario para los ecos producidos por irregularidades del cable. Disponiendo una red compensadora $-J_2-$ con una característica de impedancia análoga a la del cable, saldrá de la red una corriente de mitigación al mismo tiempo que la corriente de mitigación sale del cable y ambas decaerán con una misma rapidez de manera que tienden a anularse recíprocamente con relación al efecto producido en el circuito receptor $-RL-$. Suponiendo que el equilibrio entre el cable y la red es de 40 db. es decir que la corriente no compensada es 40 db. más débil que la corriente que entra en la red sin contar las pérdidas debidas a la división de la energía por la bobina híbrida, la corriente de mitigación de la red debe compensar por lo menos hasta



este grado la corriente del cable. De aquí que la corriente de mitigación no compensada será tan pequeña que no será necesario un exceso de retraso sobre el necesario para evitar los ecos. En retalidád la reducción de la corriente de mitigación debe ser mayor que ésta ya que el equilibrio entre la red y la impedancia característica de la línea de que depende la corriente de mitigación será mayor de 40 db.

Para comprender este punto nos referiremos a las curvas de la figura 5. Supongamos que tenemos un cable en el cual el componente de resistencia de su impedancia característica varia con la frecuencia como se representa por la curva gruesa continua. Puede disponerse una red cuya impedancia característica sea muy aproximadamente análoga a la del cable, el componente de resistencia de la impedancia característica de esta red se presenta por la curva de trazos de la figura 5. Ahora bien la impedancia actual de entrada de un circuito desde el punto de vista de la transmisión de señales no es la misma que su impedancia característica por razón de que parte de la energía transmitida es reflejada hacia atrás a causa de las irregularidades del cable de lo que resulta que la corriente medida a la entrada a cualquier frecuencia será mayor o menor que lo que podría pensarse dada la impedancia característica y depende de si la corriente reflejada se encuentra o no en fase. De ello resulta que la impedancia del extremo transmisor, mientras de una manera general sigue a la impedancia característica, presentará irregularidades u ondulaciones. El componente de resistencia de la impedancia en el extremo transmisor será como se representa en la línea fina de la figura 5. El grado de compensación entre el cable y la red a una dada frecuencia queda determinado por la diferencia a esta frecuencia entre la curva de trazos de la figura 5 y la línea curva fina de la misma figura y las diferencias correspon-



dientes entre las curvas de reactancia (no representadas. Este desequilibrio comprende el efecto de los ecos reflejados por las irregularidades del cable. El equilibrio con relación a la corriente de mitigación; Sin embargo, no es afectado por las corrientes reflejadas y depende del componente de reactancia de la impedancia característica. Por razones prácticas es difícil si no imposible disponer una red que simule aproximadamente la impedancia terminal del cable como se indica por la línea fina de la figura 5 y por este motivo se dispone la red para simular la impedancia característica ya que las irregularidades en la impedancia terminal se desvían igualmente por ambas direcciones por encima y por debajo de la impedancia característica. Por consiguiente debido a la simulación entre la impedancia de la red y la impedancia característica del cable mas íntima que la existente entre la impedancia de la red y la impedancia terminal del cable el equilibrio será considerablemente mejor desde el punto de vista de la corriente de mitigación que en el caso de las corrientes de ecos.

El uso de la bobina híbrida $-I_2-$ (figura 4) por consiguiente presenta determinados inconvenientes. Uno de estos consiste en que el amplificador transmisor $-D_2-$ debe elevar el nivel de energía de 3 db. es decir debe suministrar una energía doble que la que sería necesaria si el amplificador estuviera directamente conectado con un cable submarino. Esto es motivado por el hecho de que una mitad de la energía de señales se consume en la red compensadora. Otro inconveniente estriba en que el margen entre las ondas de voz procedentes del cable y el ruido debido a la agitación térmica en el cable, en la red y en los aparatos asociados a la entrada del amplificador $-C_2-$ queda reducido de 3 db. Con respecto a cualquier ruido térmico que se produzca en el circuito receptor mas allá de la conexión



en puente de la bobina híbrida es evidente que esta reducción en el margen tiene lugar porque este ruido térmico no es afectado por la bobina híbrida, mientras que la mitad de la energía de señales procedente del cable es consumida por ser transmitida al remal transmisor. Mientras que de primera intención parece que la bobina híbrida no debería producir cambio alguno por lo que se refiere al margen entre la señal y el ruido térmico del cable este es también efectivamente reducido en este caso. De que ello es así resulta evidente si se recuerda que mientras que la presencia de la bobina híbrida reduce el ruido térmico del cable en una mitad, la red $-J_2-$ que no debería estar presente si se omitiera la bobina híbrida, añade una cantidad equivalente de ruido térmico de manera que en efecto el ruido térmico total permanece sin variar como resultado de la introducción de la bobina híbrida, pero la señal recibida queda reducida en 3 db. Como que el ruido térmico después de pasar por el igualador $-K_2-$ es más intenso a altas frecuencias, este margen podría ser conseguido de nuevo hasta cierto punto reduciendo el límite superior de la zona de frecuencias que es recibida y utilizada.

Como ya se ha dicho anteriormente la cuestión de la protección es de una gran importancia, ya que la bobina híbrida y los aparatos asociados trabajan a un elevado nivel de volumen y algunas veces a un bajo nivel. Teniendo en cuenta el nivel muy bajo a la entrada del amplificador receptor $-G_2-$, este amplificador y su arrollamiento asociado debería ser protegido de las porciones de nivel elevado del circuito. Por consiguiente este amplificador junto con el igualador $-K_2-$ en el arrollamiento de entrada del amplificador están incluidos en el interior de un protector conectado a tierra indicado esquemáticamente por las líneas de trazos en la figura 4. Análogamente las partes de alto nivel del circuito comprendiendo el arrollamiento que va des-



de la salida del amplificador transmisor $-D_2-$ a la bobina híbrida, la bobina híbrida misma y la red $-J_2-$ están incluidas dentro de otro protector conectado a tierra representado esquemáticamente por las líneas de trazos de la figura. El amplificador de gran potencia $-G'_2-$ no necesita estar protegido si no está colocado demasiado cerca de la salida del amplificador transmisor $-D_2-$.

Existirá generalmente una apreciable diferencia de potencial entre tierra en el extremo del cable y la armadura del cable submarino que está efectivamente conectada a tierra por el agua del mar. Es por tanto conveniente que los protectores entre los arrollamientos de la bobina híbrida $-I_2-$ y el transmisor $-N_2-$ estén conectados a la armadura del cable submarino a fin de que la diferencia de potencial entre el protector y el arrollamiento conectado al conductor del cable sea lo mas pequeña posible. Por otra parte no debe existir conexión entre tierra de la estación y la armadura del cable ya que esta perturbaria el potencial de la armadura con relación al conductor del cable y tenderia a aumentar el ruido del cable. Un extremo del arrollamiento secundario del transformador $-N_2-$ debe estar necesariamente conectado con el filamento del primer tubo de vacío del amplificador $-G_2-$. Es tambien esencial que el protector asociado, con el transformador $-N_2-$ sea conectado en este punto a causa de que la diferencia de potencial entre el protector y el filamento produciria ruido en el circuito de entrada del amplificador receptor $-G_2-$. Por tanto por lo menos en el primer grado de este amplificador, y preferiblemente de todos los grados del amplificador deben estar provistos de baterias aisladas y protegidas para los tubos de vacío de estos grados de modo que no sea necesario conectarlos a tierra de la estación. Esto reducirá la diferencia de potencial entre los circuitos de



bajo nivel del amplificador $-G_2-$ y los conductores del cable al menor valor posible reduciéndose así la posibilidad de perturbación debida a la capacidad de dispersión alrededor del protector.

5 Debido al nivel extremadamente bajo de las corrientes de señales recibidas del cable deben tomarse precauciones para mantener al minimum el ruido térmico del sistema. Hemos ya men-
cionado el efecto producido por la bobina híbrida y la red al
reducir el margen entre las ondas de voz de entrada y el ruido
10 debido a la agitación térmica del cable, la red y los circuitos de entrada del amplificador $-G_2-$. El ruido térmico del cable en si es determinado por la estructura del cable y por lo que a este problema se refiere debe considerarse como inevitable. Deben tomarse ciertas precauciones, en las disposiciones de en-
15 trada y primeros grados del amplificador receptor $-G-$ para evitar todo ruido térmico innecesario.

En los circuitos repetidores telefónicos usuales es necesario que el circuito constituya una buena terminación para la línea con la que trabaja y por consiguiente los extremos co-
20 nectados a puente de la bobina híbrida, en el caso de determinados repetidores de tipo ya conocido, están conectados a una resistencia que produce la terminación deseada y la caída a través de la resistencia se aplica por intermedio del transformador a la rejilla del tubo de vacío del primer grado. Por ejem-
25 plo en un sistema repetidor de este tipo el transformador de entrada correspondiente a $-N_2-$ de la figura 4 debería tener una resistencia a puente en su arrollamiento primario. Si se elimina esta resistencia como sucede en la disposición de la figura 4 el voltaje debido a la onda de voz aplicado a la rejilla del primer tubo resulta doble. Refiriendonos a lo dicho antes se
30 observará que doblando el voltaje aplicado y por consiguiente



la corriente de entrada del amplificador $-G_2-$ se obtiene el efecto de aumentar el nivel de salida del amplificador $-G_2-$ de 6 db. El voltaje debido a la agitación térmica por otra parte debería aumentar únicamente de $\sqrt{2}$ y por tanto el ruido térmico amplificado en la salida del amplificador $-G_2-$ lo sería únicamente de 3 db.

Para comprenderlo nos referiremos al gráfico de la figura 6 en el cual $-R_N-$ puede admitirse como la resistencia a puente en el primario del transformador $-N_2-$ y $-R_X-$ el componente equivalente de resistencia de la impedancia de la red $-J_2-$, bobina híbrida $-I_2-$ y cable $-X-$. Conforme la práctica en la disposición de un repetidor $-R_N-$ debería ser igual a $-R_X-$.

Ahora bien el voltaje de ruido térmico es un voltaje de orden variable cuyo valor efectivo es el mismo para todas las frecuencias y es función de la temperatura y de la resistencia. Puede expresarse por la fórmula $KT \frac{1}{2} R \frac{1}{2}$ en la cual T es la temperatura absoluta R es la resistencia y K una constante. A la temperatura de cero absoluto no existe ruido térmico.

Supongamos que con $-R_N-$ desconectado el voltaje debido al ruido de resistencia de $-R_X-$ medio en $-V-$ es igual a $-e-$. Ahora bien si una resistencia igual a $-R_X-$ pero con una temperatura cero (y por consiguiente sin voltaje de ruido) está conectada a puente al circuito en $-R_N-$ la caída de voltaje en $-V-$ debida al ruido de resistencia procedente de $-R_X-$ será $\frac{e}{2}$. Análogamente si $-R_N-$ está a la temperatura ordinaria y se substituye $-R_X-$ por una resistencia igual a temperatura cero, la caída de voltaje en $-V-$ debida al ruido de resistencia de $-R_N-$ será $\frac{e}{2}$.

Si tanto $-R_N-$ como $-R_X-$ están en circuito y a la temperatura normal los voltajes se combinan pero como son voltajes de orden variable no se combinan adicionalmente sino según la raíz cuadrada de la suma de sus cuadrados.

$$\sqrt{\left(\frac{E}{2}\right)^2 + \left(\frac{E}{2}\right)^2} = \frac{E}{\sqrt{2}}$$

Por tanto como que el voltaje es igual a e cuando se ha separado $-R_N-$, se deduce que la corriente aumentará por la pro-



porción $\sqrt{2}$ cuando la resistencia $-R_N-$ se ha quitado lo que como ya se ha dicho antes corresponde a un aumento de 3 db.

Si por otra parte consideramos un voltaje de onda sonora producido en $-R_X-$ el voltaje terminal en $-V-$ con $-R_N-$ quitada será expresado por el valor e , cuando la resistencia $-R_N-$ está a puente en el circuito. Sin embargo, la resistencia extrema en $-V-$ será reducida a $\frac{e}{2}$. De aquí que quitando la resistencia $-R_N-$ aumentará la corriente telefónica en una proporción de 2 que corresponde a un aumento de 6 db.

10 En el caso de un cable submarino de gran longitud no es necesario que el aparato receptor extremo constituya una buena terminación para el cable. En primer lugar la gran pérdida de transmisión en el cable asegura que cualquier reflexión desde el extremo será tan atenuada por el tiempo en que alcanza al otro extremo que será despreciable. Además la disposición del aparato accionado por la voz en la estación extrema asegura que la onda reflejada del aparato receptor no tenga efecto apreciable sobre la transmisión. Por consiguiente, la resistencia en el arrollamiento primario del transformador $-N_2-$ debería ser omitida aumentando con ello en 3 db. la diferencia entre las corrientes de voz y el ruido de resistencia.

25 El igualador de atenuación $-K_2-$ comprenderá por consiguiente elementos de resistencia que deberían añadir algún ruido térmico al circuito. Es necesario disponer este igualador para compensar la curva de atenuación de frecuencia del cable, pero el efecto de su ruido térmico puede ser disminuido conectándola mas allá del amplificador $-G_2-$. Haciéndolo así, las ondas de voz que llegan serán elevadas a un nivel relativamente elevado antes de pasar al igualador y el ruido térmico debido al igualador será por tanto relativamente insignificante.

30 Los arrollamientos de la bobina híbrida $-I_2-$ y del tran-



formador de entrada $-N_2-$ deben estar dispuestos de modo que introduzcan el minimum de resistencia posible a fin de mantener su contribución al ruido térmico lo mas pequeña posible.

El detector amplificador B-2 y el relé $-A_2-$ constituyen la mitad de un supresor de eco ordinario. Es suficiente que el relé $-A_2-$ funcione antes de que alcance sus contactos cualquier ruido procedente del circuito de cuatro hilos. Su retraso debería ser lo suficientemente largo para interceptar el menor eco. Teniendo en cuenta el uso de un equipo B_1-A_1 en la estación de conmutación que evita los ecos procedentes de los circuitos de conexión no debería ser necesario para el relé $-A_2-$ que fuera retrasado durante un mayor tiempo que el invertido para llegar a la estación conmutadora extrema y volver.

El relé $-H_2-$ debe funcionar lo mas rapidamente posible, y poco antes de que las ondas que pasan por los contactos del relé $-E_2-$ puedan alcanzar los del relé $-H_2-$. Esto evitará que la onda de gran energia procedente del amplificador $-D_2-$ llegue al amplificador $-G_2-$. Puede no ser necesario que el relé $-H_2-$ complete su trayectoria y ponga en corto circuito la entrada del amplificador $-G_2-$ antes de que funcione el relé $-E_2-$.

El relé $-E_2-$ debe funcionar lo mas rapidamente posible a fin de evitar la interceptación inicial con un pequeño retraso artificial o sin él en el circuito retrasador $-O_2-$, pero su funcionamiento no debería ser tan rápido que el relé $-H_2-$ no pudiera detener todas las ondas procedentes de los contactos de $-E_2-$. El relé $-E_2-$ debería tambien ser retrasado lo suficiente para evitar interceptación extrema. El relé $-H_2-$ por otra parte, debe ser mantenido en funcionamiento durante el tiempo suficiente para que los ecos procedentes del cable debidos a la conversación que sale y al ruido de la linea transmisora $-TL-$ hayan cesado y para que la corriente de mitigación procedente del ca-



ble descienda a un nivel suficientemente bajo para evitar el falso funcionamiento del relé -A₂-.

N O T A

Se reivindica como objeto de esta patente:

5

1) Sistema de transmisión de señales, telefónico o analógico, comprendiendo una estación extrema de conmutación, una estación auxiliar, un circuito de cuatro hilos con una línea transmisora y una línea receptora, conectando dicha estación de conmutación a dicha estación auxiliar, un largo cable submarino telefónico conectado a la estación auxiliar y medios en la estación de conmutación para establecer conexión entre el circuito de cuatro hilos y diversas líneas de abonado o análogas, con medios en la estación de conmutación para evitar la transmisión de ruido procedente de dichas líneas de abonado o análogas por la línea transmisora a la estación de conmutación en todos los momentos en que dicha línea no es utilizada para la transmisión de señales medios asociados a dicha línea transmisora y dispuestos en la estación auxiliar para desconectar la línea receptora cuando la línea transmisora está transmitiendo corrientes de señales al cable telefónico, y, medios asociados con la línea receptora en la estación auxiliar para desconectar las líneas transmisoras asociadas respectivamente con ella cuando se reciben corrientes de señales por el cable.

15
20

2) Sistema de transmisión de señales, telefónico o analógico, provisto de una estación terminal de conmutación con un conmutador dispuesto para ser regulado por la energía de señales existente en la estación terminal de conmutación en la línea receptora que se extiende desde ella hasta la estación auxiliar y dispuesta para evitar en presencia de dicha energía de señales la transmisión de energía de señales a la línea transmisora que

25
30



va hasta la estación auxiliar.

3) En o para un sistema de transmisión de señales según la reivindicación 1, una estación terminal de conmutación según la reivindicación 2 provista de medios de conmutación asociados con la línea transmisora que se extiende desde ella hasta la estación auxiliar y dispuestos normalmente para evitar la transmisión de energía de señales por esta línea pero adaptados para ser accionados por la energía de señales presente en la línea de transmisión en un punto anterior a ellos para permitir la transmisión de energía de señales por dicha línea de transmisión a la estación auxiliar.

4) En un sistema para la transmisión de señales una estación terminal conmutadora según la reivindicación 3 provista de una disposición retrasadora comprendida en la línea de transmisión entre dichos medios conmutadores y dicho punto anterior a ellos retrasándose así las corrientes de señales hasta que funcionan los medios de conmutación de conformidad con la energía de señales presente en dicho punto.

5) En un sistema para la transmisión de señales una estación de conmutación según la reivindicación 2 y la reivindicación 3 o según las reivindicaciones 3 y 4, en la cual el conmutador dispuesto para ser regulado por la energía de señales presente en la línea receptora está asociado con la línea transmisora en un punto de ella anterior al punto en el cual la energía de señales regula los medios conmutadores que funcionan según la energía de señales presente en la línea de transmisión de modo que dichos medios conmutadores no pueden ser accionados cuando en la línea de recepción de la estación terminal conmutadora está presente energía de señales.

6) En un sistema para la transmisión de señales telefónico o análogo según la reivindicación 1 o en combinación con



una estación terminal conmutadora según cualquiera de las reivindicaciones 2 a 5 una estación auxiliar provista de un conmutador (A_2) dispuesto para ser regulado por la energía de señales presente en la estación auxiliar en la línea receptora y para evitar en presencia de tal energía de señales la transmisión de energía de señales por la línea de transmisión.

7) En un sistema de señales telefónico o análogo según la reivindicación 1, una estación auxiliar o en combinación con una estación auxiliar según las reivindicaciones 2 a 5 inclusive o según la reivindicación 6, medios de conmutación (E_2) dispuestos normalmente para impedir la transmisión de energía de señales por dicha línea pero dispuestos para ser accionados por la energía de señales presente en la línea transmisora en un punto anterior a ellos para permitir la transmisión de energía de señales por dicha línea transmisora.

8) En un sistema de transmisión de señales según la reivindicación 1 una estación auxiliar según las reivindicaciones 2 a 5 o 6 o 7 medios de conmutación (H_2) que funcionan según la energía de señales en la línea de transmisión y dispuestos para impedir la transmisión por la línea receptora en presencia de energía de señales en la línea de transmisión.

9) En un sistema según la reivindicación 1, una estación auxiliar según las reivindicaciones 7 y 8 en la cual los dos medios de conmutación mencionados (E_2, H_2) son regulados por un circuito común conectado a un punto de la línea de transmisión.

10) En un sistema de transmisión de señales según la reivindicación 1 una estación auxiliar según las reivindicaciones 6, 7, 8 o 9 en la cual los medios conmutadores (A_2) dispuestos para ser regulados por la energía de señales en la línea receptora están asociados con la línea receptora para desconectarla en un punto anterior al punto en el cual la energía de señales



regula los medios conmutadores (E_2) dispuestos normalmente para evitar la transmisión por la línea transmisora y los medios conmutadores (H_2) o únicamente por ellos, dispuestos para impedir la transmisión por la línea receptora.

5 11) En un sistema de transmisión de señales según la reivindicación 1 una estación terminal de conmutación según las reivindicaciones 2 a 5 provista de medios amplificadores por los cuales las señales recibidas de una línea de abonado o líneas análogas son amplificadas hasta un nivel previamente determinado
10 antes de ser transmitidas a la línea transmisora.

 12) En un sistema de transmisión de señales según la reivindicación 1 una estación terminal de conmutación en la cual la amplificación de los medios amplificadores es ajustable con lo cual pueden compensarse las variaciones de nivel de señales
15 procedentes de líneas de abonado o análogas.

 13) En un sistema de transmisión de señales según la reivindicación 1 una estación auxiliar según las reivindicaciones 6 a 10 provista de un regulador de volumen (V_2) comprendido en el circuito transmisor para regular el nivel de las señales
20 transmitidas, a un valor previamente determinado.

 14) En un sistema telefónico según la reivindicación 1 una estación auxiliar según las reivindicaciones 6 a 10 y 13 provista de un amplificador unilateral conectado en la línea receptora para evitar la interferencia con otros aparatos asociados con la línea receptora por las corrientes de ecos, corrientes de ruidos y análogas reflejadas en la línea receptora.
25

 15) En un sistema de transmisión de señales telefónico o análogo según la reivindicación 1 una estación auxiliar según las reivindicaciones 13 o 14 en la cual la línea receptora está conectada al cable submarino o análogo por medio de los puntos
30 centrales simétricos de una bobina híbrida a la cual está conec-



tado así mismo el cable o análogo por una parte y una red compensadora por otra y el circuito transmisor está conectado a un arrollamiento acoplado inductivamente de la bobina híbrida y en el cual protectores electrostáticos conectados a tierra, separan la línea de transmisión y bobina asociada de la línea de recepción y bobinas asociadas para reducir al minimum la transferencia de energía de la línea transmisora a la línea receptora.

16) En un sistema de transmisión de señales según la reivindicación 1 una estación auxiliar según la reivindicación 15 en la cual la línea receptora está conectada a la bobina híbrida por medio de un transformador de dos arrollamientos provisto de un protector electrostático entre ambos arrollamientos.

17), En un sistema de transmisión de señales según la reivindicación 1 una estación auxiliar según las reivindicaciones 15 y 16 en la cual la bobina híbrida y el transformador están encerrados en un protector electrostático conectado a tierra.

18) En un sistema de transmisión de señales según la reivindicación 1 una estación auxiliar en la cual los medios conmutadores que funcionan según la energía de señales en la línea de transmisión y que están dispuestos para impedir la transmisión por la línea receptora, un amplificador para elevar el nivel de las señales recibidas y otros aparatos tales como un igualador están encerrados en protectores electrostáticos separados, conectados a tierra.

19) En un sistema de transmisión de señales según la reivindicación 1 una estación auxiliar según una de las reivindicaciones 15 a 18 inclusives en la cual la conexión a tierra para los protectores electrostáticos se encuentra en la armadura del cable con lo cual los protectores se encuentran mantenidos al mismo potencial que la armadura del cable y el mar.

20) Perfeccionamientos en los mecanismos reguladores



- 39 -

accionados por la voz para los sistemas telefónicos por cable.

Barcelona 10 de Septiembre de 1930.

P. A.

Ortiz de Guzmán y Sola

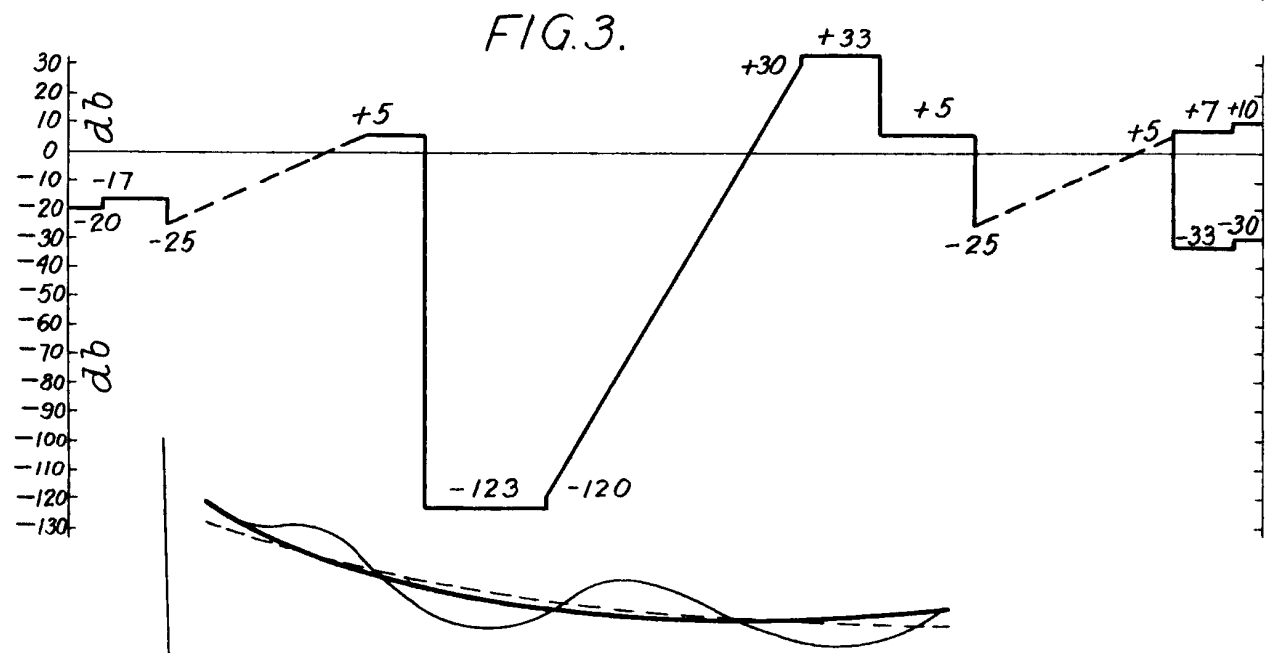
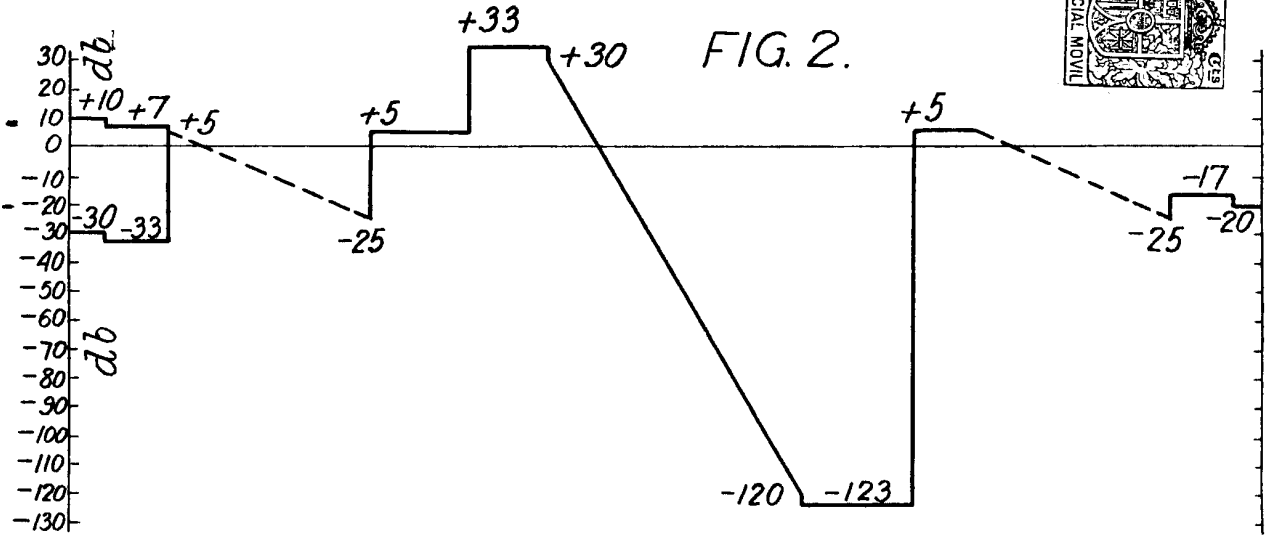
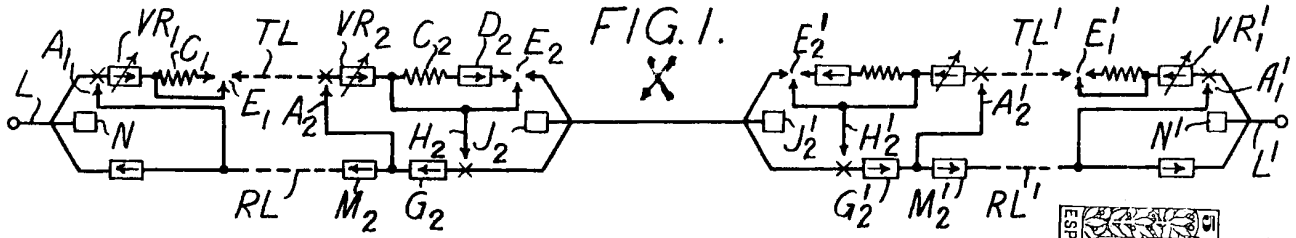
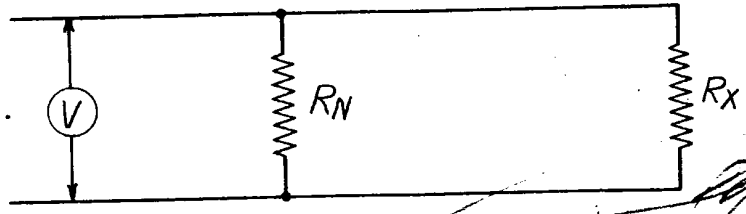


FIG. 5.

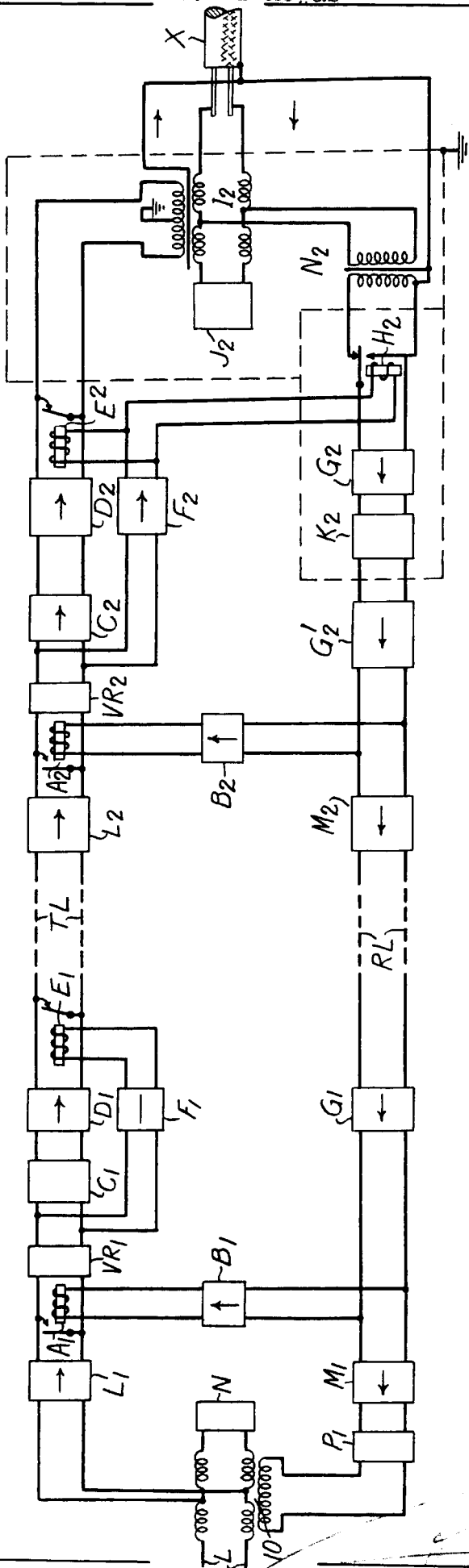
FIG. 6.



[Handwritten signature and notes]



FIG. 4.



Handwritten signature and notes at the bottom of the page.