



cación p<sup>o</sup>sitiva de los pequeños cambios de frecuencia; y proporcionar un sistema sencillo indicador de la frecuencia, que con facilidad y exactitud se pueda ajustar o regular.

Es muy conveniente, por lo que respecta a los generadores de corriente alterna, o a otros suministradores de esa corriente, que la frecuencia se mantenga constante, siendo de desear, a ese fin, que cualesquiera cambios de frecuencia se indiquen de una manera p<sup>o</sup>ctica. Con el invento se proporcionan unos medios de indicar instant<sup>o</sup>neamente y con exactitud los cambios de frecuencia relativamente p<sup>o</sup>queños de un suministrador de corriente alterna.



De acuerdo con una característica del invento, una parte de la energía generada por un abastecedor de corriente alterna se transmite por dos redes de tal suerte ajustadas o reguladas que sus rendimientos sean iguales con una sola frecuencia. Cuando menos una de esas redes es de tal característica que ocurre un gran cambio de atenuación para un pequeño cambio de frecuencia. La otra red puede también tener una atenuación que varíe con la frecuencia, pero en la forma preferida del invento tiene la segunda red una atenuación esencialmente independiente de la frecuencia. Puesto que los rendimientos de las dos redes son iguales con una sola frecuencia, cualquier aumento o disminución de la frecuencia que exceda de ese punto crítico, o que quede por bajo de él, dará por resultado un desequilibrio entre dichos rendimientos, desequilibrios que será tanto mayor cuanto mayor sea el cambio de frecuencia. Los componentes de la corriente alterna transmitida por las dos redes se rectifican y se equilibran entre sí por medio de un dispositivo indicador positivo, cuya desviación indica un aumento o una **disminución** en la frecuencia normal del generador.

Ya hemos dicho que el invento puede afectar una forma en la que ambas redes tengan la misma característica atenuadora. En ese caso la desviación del dispositivo indicador se deberá a la suma de los efectos atenuadores en las dos redes paralelas, siendo el resultado, gráficamente, dos curvas de atenuación que representan respectivamente la realización de un filtro de gran paso y de otro de poco paso, que se cortan con la pretendida frecuencia y que luego divergen mucho en una y otra dirección, aproximadamente en paralelismo con la ordenada.

Eso dará una marcada sensibilidad, al propio tiempo que la disposición adicional de inductancia o capacidad variable, en ambas redes, proporcionará un medio de ajustar o regular el instrumento en un campo de frecuencias.

Describiremos una forma del invento que al propio tiempo que es lo suficientemente sensitiva para las exigencias prácticas es la más sencilla para la fabricación, la más eficaz, y la de un ajuste muy fácil y exacto.

Un circuito monitorio para una indicación visual constante constituye asimismo una característica adicional del invento.

El expresado invento, por lo que respecta tanto a su organización como a su método de funcionamiento, juntamente con sus diversas características y ventajas, se comprenderá claramente por la descripción que del mismo pasamos a hacer con ayuda del adjunto dibujo, en el que designan:

La figura 1, una vista disgramática de un sistema que comprende el invento y del que como indicador forma parte un circuito de lámparas monitorio.

La figura 2, una curva ilustrativa del funcionamiento del sistema de la figura 1.



La figura 3, una representación disgrámatica de un sistema modificado, también de acuerdo con el invento.

Como se ve en la figura 1, un par de barras conductoras 5 y 6 se conexionan con los polos de un generador 7 de corriente alterna, o de cualquier otro abastecedor adecuado de esa corriente. Un filtro 9 se conecta con dichas barras merced a un conmutador 3 y a una resistencia regulable 8, y una resistencia equilibradora, o una línea artificial 10 se conecta del mismo modo con las expresadas barras, en paralelo con el filtro 9.

Este filtro 9 es de un tipo general y bien conocido, con tales características que transmite, con una atenuación substancialmente menospreciable, una banda de frecuencias de ancho definido, en tanto que unas frecuencias agudamente atenuadoras quedan fuera de la citada banda.

Dicho filtro puede ser del tipo de filtro de ondas que se describe en la parte 3ª de un artículo titulado "Theory and Design of Uniform and Composite Electric Wave-Filters", que en Enero del año 1923 publicó Otto J. Zobel en el Bell System Technical Journal. Esos filtros contienen en general una diversidad de secciones con reactancias en serie y en shunt, destinadas, con arreglo a leyes bien conocidas, al campo de frecuencias de la corriente que los filtros hayan de transmitir. El filtro 9 conviene que sea uno de paso lento, destinado a dar paso a corrientes de frecuencias por bajo de una determinada frecuencia interceptada, y a atenuar mucho las corrientes de mayores frecuencias.

Un par de rectificadores se conexionan en circuito con el filtro 9 y con la línea artificial 10, a fin de rectificar la energía de corriente alterna que se transmita por ella. Se pueden emplear cualesquiera



rectificadores adecuados, como por ejemplo, unos detectores del tipo que generalmente se emplea en la radiotransmisión, o si se quiere, unos termoacoplamientos se pueden utilizar en lugar de los rectificadores. Se ilustran dos detectores equilibrados 11 y 13, del tipo de descarga de electrones con tres elementos, muy evacuados, yendo el detector 11 acoplado con la salida del filtro 9 por medio de un transformador 12, en tanto que el detector 13 se acopla con la salida de la línea artificial 10 por el intermedio de un transformador 14. Un circuito alternativo 4, que se conecta por el transformador 12 y que es igual al circuito 10 de la línea artificial, puede substituir al circuito de filtro 9, merced al conmutador 3, cuando se quiera. El objeto de ese circuito lo veremos luego.



Los mencionados detectores 11 y 13 se conectan en un circuito equilibrado, en el que la ventaja se mantiene igual para cada uno de ellos, yendo los ánodos de los detectores conectados con los extremos del devanado de un galvanómetro sensitivo, o con los conductores 30 y 32 del circuito de lámparas monitorio que aparece a la derecha de la línea discontinua de la figura 1, de tal suerte que la energía rectificada de un detector se opone a la energía rectificada del otro. Corriente de espacio se le suministra a dichos detectores 11 y 13 por medio de una batería 16 que se conecta con el punto central del devanado del galvanómetro o juntamente con los conductores 21 y 31 del circuito de lámparas monitorio. Este galvanómetro, provisto de una esfera adecuada y de una aguja propia para moverse en la cara de esa esfera al desequilibrarse las corrientes opuestas del galvanómetro, pueda substituir al circuito que aparece a la izquierda de la mencionada línea discontinua de la figura 1. También se puede establecer un par de

lámparas indicadoras, cerfándose el circuito de esas lámparas cuando la aguja del galvanómetro corre una cierta distancia a partir de la posición normal.

Un simple galvanómetro, como ya hemos dicho puede substituir al circuito de lámparas monitorio que aparece en la izquierda de la referida línea discontinua de la figura 1, lo que depende de la forma de indicación que se requiera.

La línea artificial 10 se puede ajustar o regular para equilibrar las corrientes de salida del filtro 9 y de la misma línea 10, para cualquier determinada frecuencia dentro del campo de ese filtro 9. Eso se puede conseguir moviendo el elemento regulable de la línea artificial hasta que el contador registre cero, indicando que la frecuencia es la debida. Después, si la frecuencia de la corriente generada por el abastecedor 7 aumenta o disminuye las corrientes opuestas del devanado del galvanómetro variarán apreciablemente, produciendose así una desviación de la aguja de dicho galvanómetro.

En caso de que los tubos 11 y 13 no sean exactamente iguales, se puede efectuar un ajuste para compensar esa discrepancia, independientemente de que la frecuencia sea entonces la debida, o no lo sea. Con ese objeto la red más perfecta 4 se ajusta para que tenga la misma atenuación que el filtro 9.

Cuando un nuevo tubo se coloca en el circuito, el filtro 9 se substituye por la red superior 4, por medio de C-O-S 3, y la red inferior 10 se ajusta entonces hasta que el contador indique cero cambio de frecuencia, C-O-S se mueve o corre después hacia atrás para restablecer el filtro 9.

El instrumento funciona entonces con una carga correctiva, cuya magnitud depende de la disimilaridad



de los dos tubos y cuyo efecto es el de corregir el "error cero" debido a esa disimilitud.

La figura 2 representa una curva característica ilustrativa del funcionamiento del sistema, yendo las lecturas del contador y las salidas del filtro indicadas como ordenadas, y la frecuencia como abscisas. Se verá en esa figura que la curva A se puede tomar por la salida del filtro o por la diferencia de atenuación de las dos redes, y que la línea horizontal B puede tomarse por la salida de la línea artificial o por la línea cero de las lecturas del contador. El galvanómetro registra o indica cero sólo con una frecuencia, esto es, la frecuencia crítica  $f_0$ . Eso se debe al hecho de que, como ya hemos dicho, la línea artificial 10 se ajusta o regula de tal suerte que los componentes que se transmiten por el filtro 9 y por la línea artificial 10 son iguales con una determinada frecuencia normal del generador, y de que, por consiguiente, las salidas o rendimientos de los detectores 11 y 13 son iguales con esa frecuencia.

Al quedar la frecuencia por bajo de la frecuencia crítica  $f_0$ , la atenuación del filtro 9 de paso lento disminuye muy rápidamente, de modo que la salida del filtro aumenta en proporción, como lo indica la expresada curva A. Ahora bien, cuando la frecuencia de la corriente generada por el abastecedor 7 es mayor que la frecuencia crítica citada  $f_0$ , la atenuación del filtro 9 aumenta con mucha rapidez. Toda vez que la línea artificial 10 tiene una atenuación esencialmente independiente de la frecuencia, el componente de corriente que se transmite por ella no se atenúa por un cambio en la frecuencia, según lo indica la línea horizontal B de la figura 2.

Por consiguiente, si el generador 7 se encuentra generando una frecuencia  $f_0$ , la corriente alterna

1925



que se le comuniquen a los detectores 11 y 13 será igual, e igual fuerza electromotriz de corriente continua se producirá en sus circuitos de salida. En ese caso, toda vez que el circuito se dispone de tal suerte que las dos fuerzas electromotrices se oponen entre sí, la aguja del galvanómetro permanecerá en su posición cero o intermedia. En caso de que aumente la frecuencia del generador 7, aumentará también la atenuación del filtro 9 y, por lo tanto, aumentará asimismo la fuerza electromotriz del lado de salida del detector, de modo que una corriente resultante circulará por el devanado del galvanómetro en tal dirección que corra la aguja hacia un lado de la esfera y cierre el circuito de una lámpara. Por otra parte, si la frecuencia del generador 7 disminuye y queda por bajo de la frecuencia crítica  $f_0$ , disminuirá la atenuación del filtro 9, de suerte que una fuerza electromotriz resultante de corriente continua se producirá en el circuito de salida, en la dirección contraria, lo que hará que la aguja del galvanómetro corra en la dirección opuesta y que se cierre el circuito de la otra lámpara.

El circuito monitorio que aparece a la derecha de la línea discontinua de la figura 1 se puede utilizar ventajosamente con el fin de dar una indicación visual, constante y practica, del estado del sistema. A ese fin se utilizan tres lámparas de distintos colores, encendiéndose cada vez una sola de esas lámparas. Una lámpara blanca 19 se enciende cuando la corriente generada por el abastecedor 7 sea de frecuencia normal, en tanto que una lámpara encarnada en la que se encienda cuando la frecuencia excede de la normal, y luce una lámpara azul 21 al ser la frecuencia inferior a la normal, Un par de baterías 22 y 23 se establece, pudiendo cada una de ellas hacer que se encienda una lámpara de manera, que medio luzca. Unas resistencias 24 y 25, shuntadas,



de las lámparas 20 y 21, respectivamente, son de un valor aproximado al de la resistencia de calor de una de dichas lámparas.

Se recurre a un par de relevadores 26 y 27, de tres devanados, para regular la energización de las lámparas 19, 20 y 21. La dirección de la corriente que pasa por cada uno de sus devanados es siempre la misma, y las flechas de esos relevadores indican la dirección en que cada devanado, cuando adquiere energía, tiende a ejercer influencia en la armadura de su relevador. El devanado de la derecha de cada relevador es un cargador que normalmente adquiere energía por un circuito que va de un lado de la batería 28, por los devanados de la derecha de los relevadores 26 y 27, al otro lado de la batería 28. Como lo indican las correspondientes flechas de esos devanados cargadores, el relevador 26 se dirige hacia el conductor 36 en tanto que el relevador 27 se dirige hacia el conductor 34. Los devanados del centro y de la izquierda de los expresados relevadores 26 y 27 son unos iguales que conducen corriente de espacio de cada uno de los detectores 11 y 13.

Corriente de espacio se le suministra al detector 11, desde la batería 16, por el conductor 29, el devanado de la izquierda del relevador 27, el devanado central del relevador 26, y el conductor 30, hasta el ánodo del detector 11, mientras que corriente de espacio también se le suministra al detector 13 recorriendo un circuito que comprende la batería 16, el conductor 31, el devanado de la izquierda del relevador 26, el devanado central del relevador 27, el conductor 32, y el ánodo del mismo detector 13. Claro es que cuando los rendimientos o salidas de los detectores 11 y 13 son iguales, la corriente que circule por los devanados de la izquierda de los relevadores 26 y 27 será igual a la corriente que



circule por los devanados centrales de esos relevadores. En ese caso el efecto de la corriente en los devanados del centro y de la izquierda será el de neutralizarse entre sí, y las armaduras de dichos relevadores serán atraídas por la energización de los devanados cargadores de la derecha, para ir a ocupar la posición que se indica,

Al reinar ese estado se enciende la lámpara 19 por medio de las baterías 22 y 23, en múltiple con un circuito que parte de un lado de la batería 22 y recorre el conductor 35, la lámpara 20 y la resonancia 24 en paralelo el conductor 34, el contacto superior y la armadura del relevador 27, y la lámpara 19, hasta el lado dispuesto de la batería 22, energizándose también por un circuito que sale de un lado de la batería 23 y recorre la lámpara 19, la armadura y el contacto inferior del relevador 26, el conductor 36, la lámpara 21 y la resistencia 25 en paralelo, y el conductor 37, hasta el otro lado de la batería 23. Puesto que cada uno de esos circuitos va en serie con la lámpara 19, aunque en shunt entre sí, la citada lámpara 19 tendrá cuatro veces tanta corriente como una u otra de las lámparas 20 o 21, y la susodicha lámpara 19 lucirá entonces en tanto que no lo harán las 20 y 21.

En caso de que aumente la frecuencia del generador 7, disminuirá proporcionalmente el rendimiento o salida del detector 11, como ya hemos dicho antes, y por consiguiente, la corriente que circule por los devanados del centro y de la izquierda de los relevadores 26 y 27 se desequilibrará y una menor cantidad de corriente circulará por el devanado central del relevador 26 y por el devanado de la izquierda del relevador 27, y luego por el devanado de la izquierda del relevador 26 y por el devanado central del citado relevador 27. La atracción hacia arri-



ba en la armadura del relevador 26, que se ejerce por la energización del devanado de la izquierda de este último relevador, vence a la atracción hacia abajo en la armadura la cual es ejercida por la energización del devanado central y la armadura de este relevador pasa por lo tanto a coincidir con su contacto superior.

Del mismo modo, la atracción hacia arriba que se ejerce en la armadura del relevador 27 por la energización del devanado central, vence a la atracción hacia abajo ejercida por la energización del devanado de la izquierda de ese relevador, pero toda vez que la armadura se encuentra aún en coincidencia con su contacto superior, debido a ir cargada en esa dirección, la armadura de dicho relevador permanece en la posición que ilustra el dibujo. La lámpara blanca 19 queda así en corto circuito, la lámpara azul 21 queda en circuito abierto, y la lámpara encarnada 20 se energiza por un circuito que parte de un lado de la batería 22 y recoge el conductor 35, la lámpara 20, el contacto superior y la armadura del relevador 26, y el otro lado de la citada batería 22, indicándose así que la frecuencia del generador 7 ha aumentado y se encuentra por encima de la frecuencia crítica normal.

Ahora bien, si la frecuencia del citado generador 7 disminuye y queda por bajo de la frecuencia crítica normal, aumentará proporcionalmente el rendimiento o salida del detector 11, según hemos dicho antes, y la corriente que circule por el devanado central del relevador 26 y por el devanado de la izquierda del relevador 27 será mayor que la corriente que pase por el devanado de la izquierda del relevador 26 y por el devanado central del referido relevador 27. Eso hace que la armadura del relevador 26 vaya a coincidir con su contacto inferior, y asimismo que la armadura del relevador 27 se ponga en coincidencia con su contacto inferior. Cuando reine ese



estado se encenderá la lámpara azul 21 por un circuito que sale de un lado de la batería 23 y recorre la armadura y el contacto inferior del relevador 27, la lámpara 21, el conductor 37, y el otro lado de la batería 23.

Si la armadura de uno de los relevadores 26 o 27 permanece entre sus contactos de arriba y de abajo durante algún tiempo apreciable, debido a un cambio lento de la frecuencia del generador 7 y, por consiguiente, en la salida del detector 11, la lámpara blanca 19 continuará luciendo, aunque debilmente, para indicar que aun no ha tenido lugar ningún cambio apreciable en la frecuencia. Por ejemplo, si la armadura del relevador 26 permanece entre sus contactos de arriba y de abajo, la lámpara 19 se mantendrá energizada por un circuito que parte de un lado de la batería 22 y recorre el conductor 35, la lámpara 20 y la resistencia 24 en paralelo, el conductor 34, el contacto de arriba y la armadura del relevador 27, y la lámpara 19, hasta el otro lado de dicha batería 22. La expresada lámpara 19 tendrá en ese caso la mitad de su corriente, en tanto que la lámpara 20 disfrutará otra vez de la cuarta parte de la corriente completa de esa lámpara 19. Del mismo modo, si la armadura del susodicho relevador 27 permanece entre sus contactos de arriba y de abajo durante algún tiempo apreciable, la lámpara 19 se energizará, a pesar de ello, merced a la batería 23, por un circuito como el ya indicado.

La figura 3, ilustra la aplicación del invento a un sistema de radioseñales. En esa sistema la antena 38 se conexiona con tierra en serie con el devanado primario de un transformador 39, cuyo secundario va a conexionarse con la entrada de un modulador equilibrado 40. Las ondas que llegan a la antena 38 se combinan en ese modulador 40 con un abastecedor adecuado 41 de ondas constantes, en circuito con el tercer devanado del

transformador 39. La salida del modulador 40 va a parar a un amplificador 42 que se conecta con los circuitos de entrada de un filtro 43 de paso lento y con una línea artificial 44, en paralelo, Dicho filtro 43 se conecta a su vez con la entrada de un detector 45, en tanto que la línea artificial 44 va a conectarse con la entrada de un detector 46, yendo esos detectores conectados diferencialmente con el devanado del galvanómetro 15.

En un sistema de ese tipo, que ha venido funcionando con éxito, la frecuencia normal de las ondas recibidas por la antena 38 fué de 610 kilociclos. En ese sistema, si la frecuencia del expresado abastecedor constante 41 es de 594 kilociclos, el componente de modulación inferior de 16.000 ciclos se le comunicará al amplificador 42, y una onda de 16.000 ciclos pasará al filtro 43 y a la línea artificial 44. En tanto que la frecuencia de la onda entrante se mantenga con su frecuencia crítica normal de 610 kilociclos, las corrientes de salida del filtro 43 y de la línea artificial 44 serán iguales, y, por lo tanto, los potenciales de corriente continua producidos por los detectores 45 y 46, si son proporcionales a la amplitud de las ondas transmitidas por cada red, serán iguales.

Ahora bien, si la frecuencia de las ondas que llegan a la antena 38 aumentase, aumentará correspondientemente la frecuencia de las ondas que vayan al filtro 43 y a la línea artificial 44. El filtro 43 de paso lento servirá en ese caso para atenuar mucho las corrientes de frecuencias superiores a 16.000 ciclos, y, por lo tanto, al exceder de 16.000 ciclos la frecuencia de la corriente que llegue al filtro 43, menos corriente llegará al detector 45, pero puesto que la línea artificial 44 tiene una atenuación que es esencialmente independiente de la frecuencia, la corriente que pase por el detector 46



no se atenuará esencialmente. Por lo tanto, la fuerza electromotriz del lado de salida del detector 45 será más baja que la del lado de salida del detector 46, de suerte que una corriente resultante circulará por el devanado del galvanómetro 15, en tal dirección que la aguja de éste corra hacia el lado de abajo de la esfera para indicar un aumento de frecuencia.

Por otra parte, si la frecuencia disminuye aumentará la atenuación del filtro, 43, de modo que una fuerza electromotriz continua resultante se producirá en el circuito de salida, en la dirección contraria. En ese caso la aguja del galvanómetro 15 correrá hacia arriba de la esfera con el fin de indicar una disminución de la frecuencia. Si se quiere, el circuito de lámparas monitorio de la figura 3 se puede utilizar en combinación con el sistema de la figura 4.

El modulador 40 y el abastecedor constante 41 del sistema de la figura 4 se emplean para convertir la onda entrante de alta frecuencia en una onda proporcional de menor frecuencia, puesto que sería difícil y costoso establecer un filtro de paso lento, como el 43, con una interceptación de 610 kilociclos. Sin embargo, esa modulación no es esencial y, en efecto, no hace falta alguna si las ondas que llegan a la antena 38 son de una frecuencia relativamente baja.

Aun cuando hemos descrito el invento en combinación con determinadas disposiciones preferidas del mismo, deberá tenerse en cuenta que puede ser de otras muchas construcciones, y recibir numerosas modificaciones, sin apartarse por ello del espíritu del mismo invento, que es el que se compendia y define en el resumen en que a modo de Nota pasamos a redactar.



Los puntos de invención propia y nueva que se presentan para que sean objeto de esta Patente de VEINTE años, son los siguientes:

1º - Un sistema indicador de la frecuencia, que comprende un par de redes que reciben corriente alterna de un generador o abastecedor común, teniendo una de esas redes una característica de transmisión, como por ejemplo, un cambio de atenuación por un cambio de frecuencia, y un medio del que forma parte un dispositivo indicador asociado o combinado con ambas redes, al objeto de comparar las magnitudes relativas de los potenciales derivados de las expresadas redes.

2º - Un sistema indicador de la frecuencia, como el reivindicado en el punto anterior, caracterizado por el hecho de que una de las redes tiene una atenuación esencialmente independiente de la frecuencia, y comprende un medio, como el 10, merced al cual puede variar el grado de atenuación en esa red.

3º - Un sistema indicador de la frecuencia, como el reivindicado en el punto 1º, caracterizado por el hecho de que una de las redes afecta la forma de un filtro de onda que tiene una sola banda de paso y solo una banda atenuada.

4º - Un sistema indicador de la frecuencia como el reivindicado en el punto 1º, caracterizado por el hecho de que el medio de comparar los potenciales comprende un circuito del que forma parte un rectificador que recibe esos potenciales en oposición, y un indicador por el que pasa la corriente unilateral, en proporción a la diferencia de los mencionados potenciales.

5º - Un sistema indicador de la frecuencia,



como el reivindicado en los puntos 1º y 2º, caracterizado por el hecho de que un medio, como por ejemplo, un conmutador de cambio 3 y una red alternativa 4, se asocia con una de las expresadas redes, lográndose de ese modo un ajuste o regulación para una carga correctiva en el dispositivo indicador, con independencia de la frecuencia.

6º - Un sistema indicador de la frecuencia, como el reivindicado en el punto 1º, caracterizado por el hecho de que el medio de comparar los potenciales comprende un circuito monitorio.

7º - Un sistema indicador de la frecuencia, esencialmente como el descrito con referencia al adjunto dibujo.

8º - Un método mejorado para indicar los cambios de frecuencia.

Tal y como se ha descrito en la Memoria que antecede representado en el dibujo que se acompaña y con los fines que se han especificado.

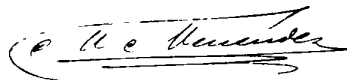
Esta Memoria consta de diez y seis hojas escritas por una sola cara.

Madrid 28 de febrero de 1925.

P. A.

Alberto de Elzaburu

Por Poder



# ESCALA VARIABLE

FIG. 1

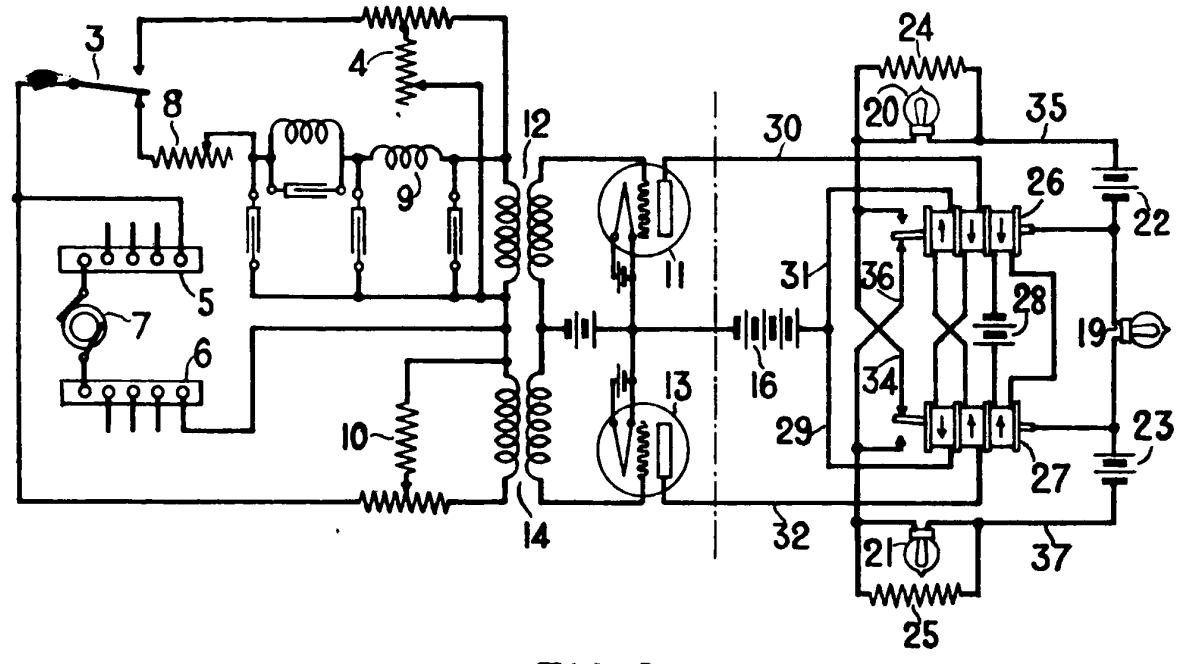
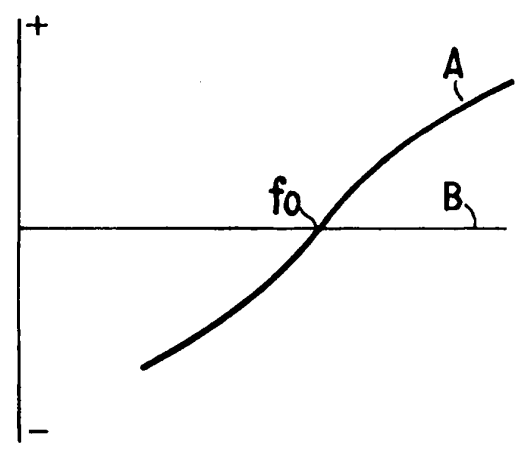


FIG. 2



Alberto de Elzaburá  
Por Poder

*Alberto de Elzaburá*

FIG. 3

