

C.J.D. BISHOP 6.

JE.



352555

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

a favor de

WESTERN ELECTRIC COMPANY, INCORPORATED, de nacionalidad
norteamericana, con domicilio en 195 Broadway, NEW YORK
(EE.UU.)

por:

"Inversor de corriente continua a alterna"

=====
M e m o r i a d e s c r i p t i v a .

La presente invención se refiere a un inversor
que transforma una corriente continua de entrada en co-
rriente alterna de salida.

Los inversores se emplean generalmente en con-
5 vertidores de c.c. para cambiarla en una onda de corrien



te alterna, que se puede transformar entonces fácilmente hasta un grado de tensión distinto, para ser finalmente rectificadora y filtrada y proporcionar una salida de corriente continua uniforme. En general, conviene que la

5 frecuencia de funcionamiento del inversor sea lo mayor posible, a fin de que puedan ser relativamente pequeños los componentes del circuito, en particular los de filtro.

Un inversor comúnmente utilizado emplea un par de transistores alternativamente conductivos, conectados

10 para pasar corriente desde la fuente de c.c. a la carga en direcciones respectivamente opuestas. Una vía de realimentación positiva se dispone desde la salida del inversor a las líneas de emisor-base de los transistores de conmutación, para mantener un funcionamiento continuo.

15 La frecuencia conmutativa de los transistores, y con ello la frecuencia de la onda de salida de corriente alterna están reguladas por la característica de saturación del transformador, por los componentes de temporización independientes en la vía de realimentación positiva, o por

20 una combinación de ambos factores.

En tales inversores, para iniciar la conmutación se requiere generalmente que al menos uno de los transistores conmutativos reciba una carga súbita de corriente cuando se conecta el inversor para que conduzca el transistor respectivo, dando así comienzo la operación de

25 conmutación.

Para disponer de la necesaria corriente de carga súbita en la línea de emisor-base de uno de los transistores de conmutación se ha requerido generalmente que, en

30 el momento de aplicar potencia al inversor, exista dese-



quilibrio en el circuito, con objeto de que esa aplicación haga conductivo al transistor. Se han empleado ya diversas disposiciones de circuito para aumentar el desequilibrio del inversor y asegurar así el comienzo de la operación. Se han conectado redes de resistencia-capacidad en el circuito de polarización de uno al menos de esos transistores conmutativos, por ejemplo, para aumentar el desequilibrio por corriente de dispersión del circuito, tendiendo así a asegurar la conductividad del transistor al aplicar potencia para comenzar la conmutación.

Esta y otras disposiciones de arranque, que proporcionan un desequilibrio en el circuito o una tensión o corriente súbita inicial de dirección única, no bastan, sin embargo, para asegurar un arranque seguro y eficiente en todas las aplicaciones del inversor.

En inversores del tipo que requiere un transformador separado para suministrar la señal de mando a los transistores de conmutación, por ejemplo, el nivel de flujo remanente del transformador da origen a otro obstáculo más para el arranque adecuado. Los efectos de tal flujo remanente son muy perjudiciales para inversores sujetos a condiciones iniciales de gran carga o que tienen frecuencias de trabajo mucho mayores que las normales, por ejemplo, del orden de 20.000 Hz.

El flujo remanente de este transformador puede ser de polaridad positiva o negativa, según la polaridad de la última señal acoplada a través del transformador antes de desconectar. Para que la carga súbita de arranque que no alcance niveles de saturación del transformador,



y se limite a hacerle enviar una señal de mando suficiente a la línea de emisor-base del transistor de conmutación, dicha carga ha de ser de polaridad opuesta a la del flujo remanente del transformador.

5 Por tanto, el problema es la provisión de impulsos de arranque de suficiente amplitud y de polaridad adecuada para superar el flujo remanente del transformador de mando del transistor conmutativo, aún a frecuencias de trabajo elevadas y en condiciones de gran carga
10 inicial.

La solución de este problema se encuentra en la invención, que determina la combinación de una fuente de c.c. de entrada, al menos un transistor conmutativo con un electrodo emisor, elementos de circuito para conectar
15 el transistor de modo que reciba en su línea de emisor-colector energía de esa fuente; una carga conectada para recibir corriente del transistor; al menos un transformador con el arrollamiento primario conectado a la línea de emisor-colector del transistor, y al menos un arrollamiento secundario conectado a la línea de emisor-base
20 del transistor, a fin de disponer de una realimentación regenerativa entre la línea de emisor-colector y la de emisor-base de dicho transistor; y una inductancia y un condensador conectados en serie con el citado arrollamiento primario en derivación con la fuente, para ayudar
25 a iniciar las oscilaciones acoplando una carga súbita de corriente sinusoidal amortiguada de iniciación al arrollamiento primario del citado transformador, al aplicar potencia al inversor, con lo que se supera el flujo remanente del transformador para asegurar el comienzo de las
30



operaciones conmutativas.

La única figura de los dibujos adjuntos es un esquema específico ilustrativo de la invención aplicada a un inversor que utiliza un circuito sintonizado para determinar su frecuencia de trabajo. En esta figura, -SS- significa "señal de sincronización" y -C- significa "carga".

El invento comprende, en un inversor, un circuito resonante en serie, conectado entre la fuente de c.c. y la línea de realimentación, a fin de suministrar al transformador de mando del transistor conmutativo un impulso de arranque de suficiente amplitud y de polaridad adecuada para vencer el flujo remanente en el transformador de mando, y asegurar así el comienzo de la conmutación.

Más concretamente, en un ejemplo ilustrativo de la invención, un circuito resonante en serie, que comprende una inductancia y un condensador, está conectado en derivación con la fuente de c.c. en serie con el arrollamiento primario del transformador de mando del transistor conmutativo, a fin de suministrar el impulso de arranque necesario. El circuito resonante en serie está sintonizado a una frecuencia mucho menor que la frecuencia constante de trabajo del inversor, por lo que ese circuito opone una impedancia muy grande a las señales de la frecuencia de trabajo, y se desacopla efectivamente una vez iniciada la conmutación.

Al aplicar energía al inversor, se produce una corriente transitoria en la red en serie, constituida por la fuente, el arrollamiento primario del transformador



de mando, y el circuito resonante en serie, que asume la forma de una senoide amortiguada. Es decir que, la corriente transitoria oscila entre valores máximos positivos y negativos, de modo que la corriente de polaridad de uno u otro máximo será la adecuada para vencer el flujo remanente en el transformador. En consecuencia, uno de los máximos de la onda transitoria se acopla a través del transformador para producir una carga súbita de arranque en las líneas de emisor-base de los transistores de conmutación. El impulso de arranque acoplado al arrollamiento secundario del transformador contiene suficiente energía y es de adecuada polaridad para polarizar en avance a uno de los transistores de conmutación y hacerlo conductivo, iniciando así la operación de conmutación. Una vez comenzada, se mantiene a una frecuencia determinada por una combinación del dispositivo de realimentación y de un circuito sintonizado.

En el inversor ilustrado, la energía procedente de la fuente de c.c. -10- se convierte en corriente alterna para entregarla al circuito de carga -11-. La energía proviene del terminal positivo de la fuente -10- y sigue a través del interruptor de alimentación -12- hasta el electro colector del transistor de conmutación -13-. El electrodo emisor del transistor -13- está conectado a su vez al electrodo colector del transistor de conmutación -14-, y el electrodo emisor del transistor -14- vuelve luego por el choque de filtro -15- al terminal negativo de la fuente -10-. Los transistores de conmutación -13-, -14-, son ambos de tipo N-P-N. Las líneas de emisor-colector de los transistores -13- y -14-, conectadas en serie, están en paralelo con la combinación



en serie de condensadores -16- y -17-, donde un terminal del condensador -16- está conectado al electrodo colector del transistor -13-, y un terminal del condensador -17- lo está al electrodo emisor del transistor -14-,
5 mientras que los otros terminales de los condensadores -16- y -17- se conectan entre si. Las capacidades de los condensadores se han elegido muy grandes, de modo que presenten esencialmente un cortocircuito a la frecuencia de trabajo del inversor. Una resistencia de drenaje-18-
10 está conectada, en derivación con la combinación de los condensadores 16 y 17 en serie, para proporcionar una vía de descarga de los condensadores cuando la energía se desconecta del inversor.

La salida de corriente alterna se aplica al circuito de carga -11- mediante el transformador de salida
15 -19-, que tiene un terminal de su arrollamiento primario -19-1-, conectado al empalme de los condensadores -16- y -17-, y el otro al empalme del electrodo emisor del transistor -13- y el electrodo colector del transistor -14-.
20 El circuito de salida se completa mediante el arrollamiento secundario -19-2-, que tiene sus terminales conectados a la carga -11-.

Se obtiene una realimentación positiva para mantener la conmutación, tomándola de la salida del inversor
25 mediante un arrollamiento de realimentación -19-3- del transformador de salida -19-. La realimentación está acoplada por medio del arrollamiento -19-3- a un circuito sintonizado que comprende la combinación en serie del arrollamiento -19-3-, el condensador-20-, un arrollamiento
30 del transformador -21-, de acoplamiento de la sincro-



nización, y el arrollamiento primario -22-1- del transformador de realimentación -22-. Es decir, un terminal del arrollamiento -19-3- está conectado a un terminal del condensador -20-, el otro terminal del condensador -20- está conectado a un terminal del transformador -21- y otro terminal del transformador -21- vuelve, a través del arrollamiento primario -22-1-, al otro terminal del arrollamiento -19-3-.

El transformador -21- de acoplamiento de la sincronización sirve para uno de los dos fines siguientes. Se emplea para acoplar una señal de sincronización desde el circuito sintonizado a otros inversores que funcionan en sincronismo con el ilustrado; o puede utilizarse para recibir una señal de sincronización procedente de inversores externos, a fin de gobernar la frecuencia de conmutación del inversor representado. El transformador -21- comprende también una inductancia variable, que puede ajustarse para sintonizar el circuito oscilante, regulando así la frecuencia de conmutación del inversor.

La energía de mando para los transistores de conmutación -13- y -14- se toma del circuito sintonizado, por los respectivos arrollamientos de realimentación -22-2- y -22-3- del transformador -22-. Estos arrollamientos tienen uno de sus terminales conectados al electrodo base, y el otro al electrodo emisor de los transistores -13- y -14-, respectivamente.

La energía de arranque para el inversor se toma de la fuente, por la combinación en serie de la inductancia -23- y el condensador -24-, que está conectada entre el empalme de los arrollamientos -22-1- y -19-3-



y el empalme del choque -15- y la resistencia -18-. Para completar la línea de energía de arranque desde la fuente, el otro terminal del arrollamiento -22-1- está conectado al empalme del interruptor -12- y la resistencia -18-.

5

Antes de aplicar energía al inversor, se descargan los condensadores -16-, -17- y -24- a través de la resistencia -18-, y los transistores -13- y -14- se vuelven no conductores. Por sus características retentivas, el transformador de realimentación -22- puede presentar entonces un flujo remanente, cuya polaridad y magnitud son función del estado instantáneo de señal en el transformador en el momento de desconectar el inversor. Puede suponerse, por ejemplo, que el flujo residual en el transformador -22- es de cierta magnitud y de polaridad positiva. Es pues, evidente, que cuando el inversor está conectado, un impulso de arranque que tienda a inducir un impulso de polaridad negativa ha de ser de suficiente magnitud para superar el flujo remanente. Esto puede conseguirse mediante la simple provisión de un impulso de arranque de polaridad negativa, capaz de transmitir suficiente energía a las líneas de emisor-base de los transistores de conmutación para que uno de ellos comience a conducir.

10

15

20

25

Quando el flujo remanente y el impulso de arranque son ambos de polaridad positiva, sin embargo, el impulso positivo inicial llevará simplemente el transformador a la saturación, impidiendo así que el impulso de arranque transmita suficiente energía a la línea de emisor-base de uno de los transistores de conmutación. En

30



consecuencia, los transistores no pueden iniciar la conducción, y el inversor no empieza a conmutar. A fin de conseguir que comiencen las operaciones conmutativas, es necesario, por consiguiente, que el impulso de arranque aplicado al transformador de realimentación tenga una amplitud suficiente y sea de polaridad opuesta a la del flujo remanente del transformador, con objeto de vencerlo y no llevar el transformador a la saturación.

5
10
15
20
25
30

Cuando el interruptor de alimentación -12- está cerrado para aplicar energía de la fuente -10- al inversor, los condensadores -16- y -17- comienzan inmediatamente a cargarse a la tensión de la fuente a través del choque -15-. En el momento en que se cierra el interruptor -12-, la fuente -10- se conecta asimismo, a través del choque -15- en paralelo con el primario -22-1- del transformador de realimentación, de la inductancia -23- y del condensador -24-. Las características de la corriente transitoria vienen determinadas ante todo por la inductancia -23- y el condensador -24-, cuyos valores se eligen para producir un circuito resonante en serie, de modo que la corriente transitoria asume la forma de una senoide amortiguada. Es decir, que la corriente transitoria alterna entre valores máximos positivo y negativo, y las crestas sucesivas disminuyen en amplitud. Uno u otro de los máximos de la corriente transitoria será suficiente para superar el flujo residual en el transformador de realimentación, produciendo así suficiente energía de excitación en la línea de emisor-base de uno de los transistores de conmutación para iniciar la operación de conmutación. La combinación en serie de la inductan-



cia -23- y el condensador -24- está sintonizada a una frecuencia mucho menor que la frecuencia constante de trabajo del inversor, de manera que el circuito de arranque presenta una gran impedancia a esta última frecuencia, y queda así eficazmente aislado del circuito de oscilación sintonizado, una vez iniciada la conmutación.

Si el nivel del flujo remanente en el transformador es positivo, y la corriente brusca transitoria comienza también con una cresta positiva, ocurre lo siguiente: Al cerrarse el interruptor -12-, la corriente transitoria de arranque producida en el circuito resonante en serie de la inductancia -23- y el condensador -24- se aplica al arrollamiento primario -22-1-. La corriente transitoria asume la forma de una sinusoides amortiguada, que parte del nivel cero, alcanza primero un máximo positivo, y alterna luego entre crestas negativas y positivas. Si el primer máximo de la corriente transitoria de arranque es positivo, produce más flujo positivo en el transformador, que se suma al flujo remanente para llevar el transformador a la saturación. En consecuencia, la energía acoplada a los secundarios del transformador de realimentación es insuficiente para que los transistores conduzcan, de modo que no pueden comenzar las conmutaciones.

Tan pronto como ha pasado la corriente transitoria de arranque por su máximo positivo, invierte su dirección y tiende hacia su máximo negativo. Durante esta inversión de corriente, la magnetización del transformador experimenta un cambio similar; es decir, el transformador se aparta de su zona de saturación positiva, a



través de una magnetización cero, hasta un índice de flujo negativo, cuya magnitud final depende ante todo de la amplitud de la cresta negativa de la corriente transitoria, asociada a las características magnéticas del transformador.

5 Cualquiera que sea el valor final del flujo máximo negativo, es evidente que ha cambiado mucho el flujo en el transformador -22-, desde la saturación positiva, pasando por cero, a un valor negativo. Este cambio total del flujo es suficientemente grande para transmitir un impulso de arranque a los arrollamientos secundarios -22-2- y -22-3-, suficiente para que uno de los transistores inicie la conducción. Es decir, el arrollamiento primario -22-1- está inductivamente acoplado a los secundarios -22-1- y -22-3- con una polaridad indicada por los puntos en el dibujo. Una corriente súbita de arranque, que entra en el arrollamiento -22-1- por el lado del punto, por ejemplo, induce corrientes en fase en los lados del punto de los arrollamientos -22-2- y -22-3-, respectivamente. En virtud de tal corriente súbita de arranque a través del primario -22-1-, se induce en el arrollamiento -22-3- una tensión que desconecta el transistor -14-, y en el arrollamiento -22-2-, una tensión que polariza en avance el empalme de base-emisor del transistor -13-, haciendo éste conductivo.

15
20
25
30 Con el transistor -13- conductivo a causa de la corriente súbita de arranque a través del primario -22-1-, llega energía de la fuente -10- de corriente continua, desde su terminal positivo, por el interruptor -12-, la línea de colector-emisor del transistor -13-, el arro-



llamamiento -19-1-, el condensador -17- y el choque -15-, para volver al terminal negativo de la fuente -10-. El impulso de corriente resultante a través del arrollamiento -19-1-, además de ser acoplado por el arrollamiento -19-2- a la carga -11-, está asimismo acoplado inductivamente por el arrollamiento -19-3- al circuito oscilante, como realimentación positiva. Esta realimentación provoca oscilaciones en dicho circuito, a una frecuencia determinada por la capacidad del condensador -20- y la inductancia del transformador -21-. El semiciclo inicial de la oscilación en el circuito oscilante, inducido por efecto de la corriente súbita, es de polaridad adecuada para facilitar la conducción del transistor -13- a través del arrollamiento de realimentación -22-2-, y desconectar el transistor -14- a través del arrollamiento de realimentación -22-3-.

En el semiciclo siguiente, se invierte la polaridad de las oscilaciones en el circuito oscilante, de modo que la tensión inducida en el arrollamiento de realimentación -22-2- desconecta el transistor -13-, mientras que la tensión inducida en el arrollamiento -22-3- polariza en avance el empalme de base-emisor del transistor -14-, haciéndolo conductivo. Mientras conduce el transistor -14-, pasa corriente desde la fuente -10- de c.c. por el interruptor -12-, el condensador -16-, el arrollamiento primario -19-1-, la línea colector-emisor del transistor -14- y el choque -15-, para volver al terminal negativo de la fuente -10-. Por consiguiente, en los semiciclos alternos, los transistores -13- y -14- funcionan alternativamente, repitiendo los ciclos de con-



ducción respectivos y produciendo potencia de corriente alterna para la carga.

N O T A

=====

Se reivindica como objeto de esta patente:

- 5 1) Inversor de corriente continua a alterna, caracterizado por la combinación de una fuente de corriente continua de entrada (10); al menos un transistor de conmutación (13), con un electrodo emisor, un electrodo colector y un electrodo base; elementos de circuito (10, 10
12, 13, 14, y 15), que conectan al transistor para que reciba corriente de la fuente en su línea de emisor-colector; una carga (11) conectada para recibir corriente del transistor; al menos un transformador (22) con su arrollamiento primario (22-1) conectado, a través de un
15 transformador (19) y condensadores (16 y 20), a la línea de emisor-colector de dicho transistor; y al menos un arrollamiento secundario (22-2) conectado a la línea de emisor-base del transistor para establecer una realimentación regenerativa entre la línea de emisor-colector y
20 la de emisor-base del transistor; una inductancia (23) y un condensador (24) conectados en serie con el arrollamiento primario (22-1) en derivación con la fuente (10), para facilitar la iniciación de oscilaciones en el inversor de c.c. transmitiendo un aumento brusco de la corriente sinusoidal amortiguada de arranque al arrollamiento
25 primario (22-1) del transformador (22) al aplicar energía al inversor, venciendo así el flujo remanente del transformador (22), para asegurar el comienzo de las conmutaciones.



2) Inversor de corriente continua a alterna, según la reivindicación 1, caracterizado por un par de transistores de conmutación (13, 14), cada uno con un electrodo emisor, un electrodo colector y un electrodo base; un par de condensadores (16, 17); estando las líneas de emisor-colector de los transistores conectadas en serie para formar dos brazos adyacentes de un puente de cuatro terminales, y los condensadores conectados en serie para formar los otros dos brazos del mismo puente; una carga (19) conectada en paralelo con una primera diagonal del puente, formada por el empalme entre dichos transistores (13, 14) y el empalme entre los condensadores (16, 17), para recibir corriente en una dirección de uno de los transistores, y en dirección opuesta, del otro transistor; estando la fuente (10) conectada en paralelo con la otra diagonal del puente; un transformador (22) conectado para establecer una realimentación regenerativa entre la línea de emisor-colector y la de emisor-base de los transistores respectivos, a fin de hacer las líneas de emisor-colector de dichos transistores alternativamente conductivas y no conductivas, en oposición de fase; cuyo transformador (22) tiene un arrollamiento primario (22-1) acoplado a las líneas de emisor-colector de dichos transistores, y uno de varios secundarios (22-2) conectado a cada una (13) de las respectivas líneas de emisor-base de dichos transistores.

3.- Inversor de corriente continua a alterna, según la reivindicación 2, caracterizado porque la carga (19) comprende un transformador de salida con su arrollamiento primario (19-1) conectado en paralelo con la pri-



mera diagonal del puente, y el secundario (19-2) conectado a la carga (11), y un circuito oscilante (20,21) conectado al transformador (22) para determinar la frecuencia de conmutación del inversor.

5 4.- Inversor de corriente continua a alterna, según la reivindicación 3, caracterizado porque la inductancia (23) y el condensador (24) forman un circuito resonante en serie, sintonizado a una frecuencia sensiblemente menor que la de resonancia del circuito oscilante, para oponer una gran impedancia a la frecuencia de resonancia de este circuito (20), (21), desacoplando así efectivamente el circuito resonante en serie del circuito oscilante, una vez iniciada la conmutación.

10

5.- Inversor de corriente continua a alterna.

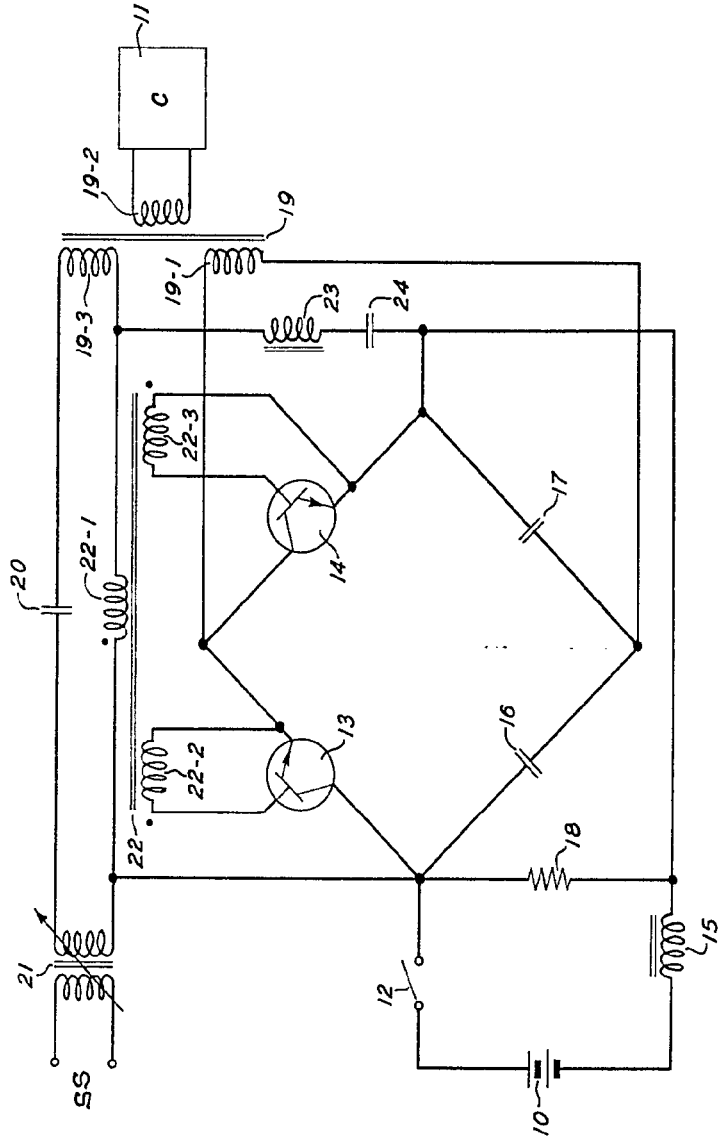
15 Esta memoria consta de diez y seis páginas escritas por una sola cara.

BARCELONA, 29 de Marzo de 1968.

P. A.

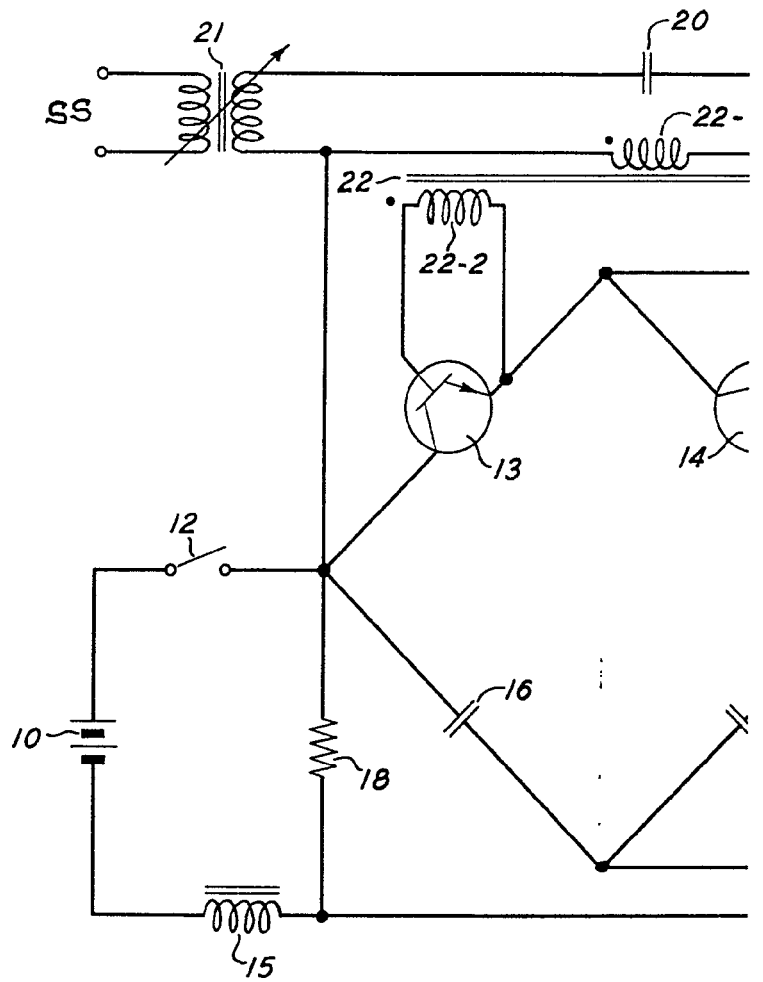
4384

4384-065

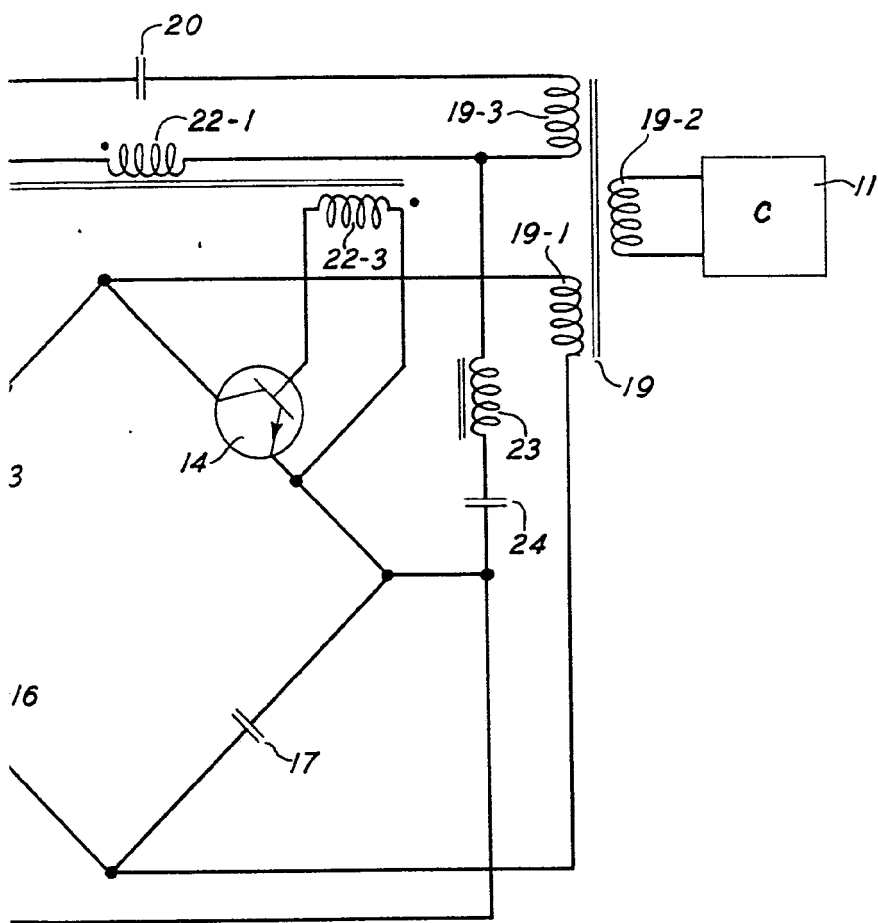


Handwritten signature or initials.

35255F



352355



FOR AUTORIZATION:
[Handwritten signature]