

365912



11

SECCION TECNICA
ASOCIACION I.F.C.
CLASE H01 / H03
SUBCLASE F / D

MEMORIA DESCRIPTIVA

Correspondiente a la solicitud de registro de una Patente de In-
vención que, por veinte años se solicita para España, a favor de
la entidad GENERAL ELECTRIC COMPANY, de nacionalidad jurídica es-
tadounidense, domiciliada en Schenectady, N.Y. (EE.UU.) - - - - -

p o r

" CIRCUITO TRANSFORMADOR DE ENERGIA "

Un circuito de transformación de energía o transformador elec-
trónico para un suministro de corriente alterna comprende un trans-
formador lineal cuyos arrollamientos están conectados respectiva-
mente a los terminales de entrada y de salida a través de circui-
5 tos de conmutación con configuración de inversor que emplean dis-
positivos de conmutación en estado sólido de conducción bidireccio-
nal o pares inversos-paralelos de dispositivos de conmutación en
estado sólido de conducción unidireccional. Haciendo sincrónica-
mente conductor un dispositivo de conmutación en los circuitos de
10 conmutación del lado primario o secundario, y haciendo alternativa



y sincrónicamente conductor otro dispositivo en cada circuito a una
velocidad de conmutación esencialmente superior a la frecuencia de
suministro, se convierte el potencial de entrada en una onda de más
alta frecuencia, se transforma y se reconstruye en los terminales
5 de salida. De este modo, se reducen las dimensiones del transforma-
dor. Una solicitud de William McMurray depositada simultáneamente
a la presente invención y transferida a la peticionaria, (expedien-
te USA RDCD-2203), explica y reivindica unos circuitos transformado
res de energía basados en el principio de transformador electrónico
10 que emplea dispositivos de conmutación en estado sólido que son he-
chos no conductores por una señal de electrodo de control. Otra so-
licitud depositada simultáneamente por William McMurray y transferi-
da a la peticionaria (expediente RDCD-1208), explica y reivindica
circuitos transformadores de energía similares que emplean disposi-
15 tivos de conmutación de tiristor en estado sólido conmutados por un
capacitor en serie.

La presente invención se refiere a circuitos de transformación
de energía y más particularmente a un transformador electrónico pa-
ra circuitos de corriente alterna que comprende la combinación de
20 un transformador lineal y de una pluralidad de dispositivos de conmu-
tación en estado sólido acoplados con los arrollamientos del trans-
formador.

Los transformadores eléctricos empleados en los circuitos de
energía para transformar voltajes de corriente alterna de una fre-
25 cuencia del campo comercial comprendida entre aprox. 25 hertz y
400 hertz constituyen a menudo elementos de equipo grandes y pesa-
dos. En muchas aplicaciones, esto no constituye ninguna desventaja
especial, pero hay otras aplicaciones en las que el espacio o el pe-
so tienen gran importancia y en las que sería deseable reducir las
30 dimensiones y el peso del transformador. Aun cuando es sabido que



un transformador de alta frecuencia es, físicamente, mucho más pequeño que un transformador que trabaja a las más bajas frecuencias anteriormente mencionadas, y que un potencial de corriente continua o corriente alterna puede ser transformado en un potencial de corriente alterna de más alta frecuencia por técnicas de transformador en estado sólido, no se ha sugerido hasta aquí que estas tecnologías independientes pudieran ser combinadas para reducir las dimensiones de un transformador, o que pudieran ser combinadas de la manera que se describirá para obtener un transformador electrónico. Existe la ulterior posibilidad de que, al aumentar la disponibilidad de conmutadores baratos en estado sólido, el coste total del transformador electrónico, incluido el transformador de alta frecuencia con sus circuitos combinados de conmutación, resulte inferior al de un transformador clásico. Esto es así especialmente porque la presencia de los conmutadores en estado sólido sugiere que podrían ser usados por fines distintos de la interrupción de corriente.

Por consiguiente, un objeto de la invención es el de reducir las dimensiones físicas requeridas de un transformador lineal mediante el uso de dispositivos de interrupción en estado sólido combinados con una conexión de transformador de más alta frecuencia.

Otro objeto es el de crear un transformador electrónico o circuito transformador de energía para voltajes de corriente alterna que comprende un transformador con circuitos de conmutación de entrada y de salida con configuración de inversor interconectados con sus arrollamientos para convertir el voltaje de entrada en una onda de alta frecuencia que es transformada y reconstruída al nivel de voltaje deseado con la misma forma de onda.

Otro objeto más es la creación de un transformador electrónico del tipo anterior donde los conmutadores en estado sólido empleados en los circuitos de conmutación tienen alguna función más que la de



interrumpir la corriente.

Según la presente invención, el circuito de transformación de energía comprende un transformador lineal con un par de arrollamientos acoplados inductivamente. Un primer circuito de conmutación comprende cuando menos un par de medios de conmutación en estado sólido alternativamente conductores, cada uno de los cuales está conectado en relación de circuito en serie con cuando menos una parte de uno de los arrollamientos de transformador a través de un primer par de terminales en los que aparece un potencial eléctrico de corriente alterna. Un segundo circuito de conmutación comprende cuando menos un par de medios de conmutación en estado sólido alternativamente conductores, cada uno de los cuales está eficazmente conectado en relación de circuito en serie con cuando menos una parte del otro arrollamiento de transformador, a través de un segundo par de terminales. El medio de conmutación en estado sólido comprende un dispositivo de conmutación conductor en sentido bidireccional o un par de dispositivos conductores unidireccionales conectados de manera inversa y paralela. Están previstos medios de control para hacer sincrónicamente conductor uno de los medios de conmutación en cada uno de los circuitos de interrupción y para hacer alternativa y sincrónicamente conductor cuando menos uno de los otros medios de conmutación en cada uno de los circuitos de conmutación, a una velocidad de conmutación esencialmente más elevada que la frecuencia del potencial que aparece en el primer par de terminales. De este modo, el potencial eléctrico de entrada es convertido en una onda de más alta frecuencia, transformado y reconstruido en el otro par de terminales. La velocidad de conmutación de los medios de conmutación en estado sólido es, con preferencia, relativamente elevada y del orden de 1.000 hertz a 10.000 hertz.

Los objetos anteriores y otros, las características y las ven-



tajas de la invención resultarán evidentes por la descripción más detallada siguiente de una forma de realización preferida de la invención, ilustrada en los adjuntos dibujos, donde

Las Figuras 1a y 1b son diagramas esquemáticos de un circuito de transformación de energía de un transformador electrónico simplificado que ilustran los principios de la invención, mostrando respectivamente la condición del circuito durante cada semiciclo de alta frecuencia;

Las Figuras 2a a 2c son diagramas de forma de onda del transformador electrónico de la Figura 1; las Figuras 2a y 2c son respectivamente los voltajes de entrada y de salida y la Figura 2b es el voltaje de transformador de más alta frecuencia;

La Figura 3 es un diagrama de bloques del circuito de la Figura 1.

Con referencia a la Figura 1a, se aplica a los terminales de entrada -11- y -12- de un circuito transformador de energía una fuente de corriente alterna de baja frecuencia de potencial eléctrico tal como, por ejemplo, una fuente comercialmente disponible de 60 hertz. El terminal de entrada -11- está conectado, a través de un primer conmutador bidireccional -13- conductor en estado sólido (los dispositivos de interrupción en estado sólido están representados aquí esquemáticamente a modo de grandes X), a un extremo del arrollamiento primario -14p- de un transformador lineal de acoplamiento -14- de alta frecuencia, así como, a través de un segundo interruptor -15- en estado sólido, conductor en sentido bidireccional, al otro extremo del arrollamiento primario -14p-. El transformador -14- de alta frecuencia es un transformador de derivación central y la derivación central del arrollamiento primario -14p- está acoplado con el otro terminal de entrada -12-. En el lado secundario del transformador, los dos extremos del arrollamien-



to secundario -14 s- están conectados de manera similar, a través de los respectivos conmutadores en estado sólido -16- y -17-, a un terminal de salida -18-, mientras que el otro terminal de salida -19- está acoplado con la derivación central del arrollamiento secundario. Una carga -20- está conectada a través de los terminales de salida -18- y -19-.

Los cuatro conmutadores -13-, -15-, -16- y -17- en estado sólido son accionado por pares y en sincronismo para convertir la forma de onda de baja frecuencia en una onda de alta frecuencia, que recibe la transformación de voltaje deseada en el transformador -14- y es reconstruída del otro lado del transformador para su aplicación a la carga -20-. Las Figuras la y lb muestran el estado del circuito en los dos semiciclos de la onda de alta frecuencia, suponiendo que la forma de onda de corriente alterna de entrada tenga polos tales que el terminal -11- sea positivo con respecto al terminal -12- y que, con fines de simplificación, el transformador -14- tenga una relación unitaria de derivación. Durante el primer semiciclo de la onda de alta frecuencia, los conmutadores -15- y -17- son hechos conductores sincrónicamente, mientras que los otros dos conmutadores -13- y -16- son al propio tiempo sincrónicamente desconectados o cambiados de su estado de baja impedancia a su estado de alta impedancia. En un circuito de control -24-, se originan señales adecuadas para conectar los conmutadores en estado sólido y los interruptores hechos conductores en los dos semiciclos de alta frecuencia están indicados respectivamente encima y debajo de las líneas horizontales. Los dos conmutadores que conducen efectivamente están rodeados de un círculo. Conduciendo los conmutadores -15- y -17-, los extremos con puntos de los arrollamientos primario y secundario del transformador -14- de acoplamiento de alta frecuencia son positivos y la dirección de la corriente



a través de los circuitos en el lado primario y en el lado secundario del transformador es la que se indica con las flechas. Se advertirá que el terminal -18- de salida es positivo con respecto al otro terminal -19- de salida. Durante el otro semiciclo de la onda de alta frecuencia representada en la Figura 1b, los conmutadores -13- y -16- son conductores, mientras que los otros dos conmutadores -15- y -17- están ahora desconectados. Como la frecuencia de la onda de alta frecuencia es considerablemente superior a la de la fuente de baja frecuencia, el terminal de entrada -11- sigue siendo positivo. La polaridad de los voltajes del transformador -14- está invertida, sin embargo, y los extremos sin puntos son ahora positivos, de modo que el paso de corriente a través de los arrollamientos del transformador se verifica en la otra dirección. En el lado secundario, el terminal de salida -18- sigue positivo con respecto al terminal -19- y la dirección de la corriente a través de la carga -20- se verifica en la misma dirección. Así, la magnitud del voltaje y la polaridad aplicadas a la carga siguen iguales a las de la entrada, que en este caso particular es un valor positivo que varía lentamente.

El diagrama de forma de onda de la Figura 2a muestra el voltaje de entrada de onda sinusoidal o voltaje de fuente para el circuito de transformador de energía, pudiéndose ver por la forma de onda del voltaje del transformador, en la Figura 2b, que la polaridad del voltaje del transformador cambia a la velocidad de conmutación de alta frecuencia, representada aquí, con fines de ilustración, como siendo de 720 hertz para una entrada de 60 hertz. Es deseable que la velocidad de alta frecuencia sea relativamente elevada para reducir notablemente las dimensiones del transformador necesario, y es preferiblemente del orden de 1.000 hertz a 10.000 hertz. El voltaje de salida o voltaje de carga (véase la Figura 2c) tiene la misma for



ma de onda que el voltaje de entrada. Aún cuando, por razones de claridad, se supone que la relación de derivación es unidad, por lo cual las magnitudes instantáneas de los voltajes de entrada y de salida de las Figuras 2a y 2c son las mismas, quedará entendido que, en la práctica, se obtiene la transformación de voltaje deseada de acuerdo con la relación de vueltas. El circuito del transformador de energía actúa así como un transformador electrónico.

En el otro semiciclo de la entrada de corriente alterna de baja frecuencia, el terminal de entrada -11- será ahora negativo con respecto al terminal -12-. Alternativa y sincrónicamente, haciendo conductores los interruptores -15- y -17-, y luego los interruptores -13- y -16-, a la velocidad de alta frecuencia conmuta análogamente el voltaje de alta frecuencia en el lado secundario del transformador, de modo que el terminal -18- es siempre negativo con respecto al terminal -19- y que el paso de la corriente por la carga -20-, durante el semiciclo negativo de baja frecuencia, se verifica siempre en la otra dirección. Se advertirá que, en esta versión del circuito transformador de energía de la configuración de circuito de transformador de derivación central, hay siempre un recorrido cerrado para que la corriente pase de un lado al otro, incluido el recorrido de acoplamiento de transformador, de modo que no es idealmente necesaria la presencia de elementos de almacenamiento de energía.

En el diagrama de bloques de este nuevo circuito transformador de energía representado en la Figura 3, se verá la conexión -14- de transformador de alta frecuencia entre el circuito -22- del lado primario del transformador y el circuito -23- en el lado secundario del transformador que, como se ha dicho, contienen ambos conmutadores sincrónicos en estado sólido, estando previstos adecuados controles electrónicos -24- en estado sólido para accionar los conmutadores en el circuito -22- elevador de frecuencia del lado prima-



rio y el circuito -23- reductor de frecuencia del lado secundario. Como se indica, los conmutadores en estado sólido pueden ser dispositivos bidireccionales conductores de energía, de los que el "triac" y el "diac" son ejemplos, o pueden ser un par de dispositivos unidireccionales conductores de energía conectados de manera inversa-para
5 lela, como el rectificador controlado por silicio, el transistor y el rectificador de desconexión controlado por silicio. Estos últimos dos conductores pueden ser hechos no conductores por una señal de electrodo de control independiente del voltaje y de la corriente
10 del circuito, pero cuando se emplean los dispositivos de tipo tiristor mencionados en primer lugar, tienen que preverse medios de conmutación para desconectar los dispositivos, como por ejemplo impulsos de conmutación derivados de una fuente exterior de impulsos. No se representan adecuados circuitos de entrada y de conmutación para
15 los conmutadores en estado sólido ya que pueden usar técnicas clásicas, como por ejemplo las enseñadas en el "SCR Manual", 4ª edición, publicado por la General Electric Company, Semiconductor Products Department, Syracuse, New York, y en el "GE Transistor Manual", obtenible en la misma dirección.

20 Para conseguir una importante reducción de las dimensiones del transformador -14-, la velocidad de conmutación de alta frecuencia de los conmutadores en estado sólido debería ser esencialmente superior a la frecuencia del voltaje de entrada. Más ventajosamente, la velocidad de interrupción es relativamente elevada en comparación
25 con la frecuencia del voltaje de entrada y es posiblemente de 10.000 hertz, o cuando menos del orden de aprox. 3.000 hertz a 10.000 hertz. A una frecuencia de 10.000 hertz pueden usarse transformadores con materiales de núcleo de hierro o de ferrita en polvo de baja pérdida, y un transformador de alta frecuencia tiene además
30 más una baja capacitancia entre arrollamientos. Unos dispositivos



experimentales han sido hechos funcionar a una frecuencia de 50 kHz y podrían proporcionar ulteriores ahorros de encontrarse en el comercio. El voltaje de entrada de baja frecuencia estará comprendido corrientemente dentro del campo de las frecuencias comerciales, es decir entre 25 hertz y 400 hertz. Sin embargo, se apreciará que, en cuanto a sus características esenciales, la invención no se limita a estos campos de frecuencia y que en todo caso, el circuito transformador de energía por transformador electrónico puede presentar algunas ventajas en otras situaciones en las que la velocidad de interrupción del circuito interruptor de configuración de inversor es cuando menos esencialmente superior a la frecuencia del voltaje de entrada.

Esto es particularmente verdad en vista de que, además de las funciones de aislamiento y de transformación de voltaje desempeñadas por el transformador -14- de alta frecuencia, la presencia de los cuatro conmutadores -13-, -15-, -16- y -17- sugiere que pueden ser hechos funcionar para obtener alguna función adicional distinta de la interrupción de corriente. Cuando una corriente demasiado alta fluye en la carga, los interruptores -13- y -15- pueden ser abiertos o hechos no conductores, mientras que los conmutadores -16- y -17- son mantenidos en funcionamiento para permitir que la corriente reactiva se extinga, y son luego desconectados a la primera corriente cero de frecuencia de entrada, para un completo aislamiento. Ello es decir que el circuito actúa a modo de interruptor estático de circuito cuando los conmutadores -13- y -15- o los conmutadores -16- y -17- se encuentran en su estado de alta impedancia.

Aún cuando los circuitos de conmutación de configuración de inversor en el lado primario y secundario del transformador -14- están representados a título de ilustración en la configuración de circuito de transformador, con derivación central, los circuitos de conmutación pueden ser realizados con otras configuraciones de circuito



inversor como por ejemplo el semipunte o puente completo.

Aún cuando la invención ha sido particularmente representada y descrita con referencia a una forma de realización preferida, quedará entendido para las personas expertas en la materia que cambios de forma y de detalles pueden ser introducidos en ella sin por ello apartarse del espíritu y del alcance de la invención.

N O T A

EN RESUMEN: la presente Patente de Invención que por veinte años se solicita para España ha de recaer sobre las siguientes reivindicaciones:

1ª.- CIRCUITO TRANSFORMADOR DE ENERGIA, caracterizado por comprender la combinación de un transformador lineal con un par de arrollamientos acoplados inductivamente, un primer circuito de conmutación que comprende cuando menos un par de medios de conmutación en estado sólido alternativamente conductores, cada uno de los cuales es conectado en relación de circuito en serie con cuando menos una parte de uno de dichos arrollamientos de transformador a través de un primer par de terminales en el cual aparece un potencial eléctrico de corriente alterna, un segundo circuito de conmutación que comprende cuando menos un par de medios de conmutación en estado sólido conductores alternativamente, cada uno de los cuales está conectado en relación de circuito en serie con cuando menos una parte del otro arrollamiento de transformador a través de un segundo par de terminales, y un sistema de circuito para hacer sincrónicamente conductor cuando menos uno de los medios de conmutación en cada uno de los circuitos de conmutación, y para hacer conductor alternativa y sincrónicamente cuando menos uno de los otros medios de conmutación en cada uno de los circuitos de conmutación, a una velocidad de conmutación esencialmente más elevada que la frecuencia del potencial eléctrico de corriente alterna que aparece en dicho primer par de termina



les, por lo cual el potencial eléctrico que aparece en el primer par de terminales es convertido en una onda de más alta frecuencia, transformado y reconstruido en el segundo par de terminales.

2ª.- CIRCUITO TRANSFORMADOR DE ENERGIA, según la reivindicación 1ª, caracterizado por el hecho de que cada uno de dichos medios de interrupción en estado sólido comprende un dispositivo de conmutación en estado sólido conductor en sentido bidireccional.

3ª.- CIRCUITO TRANSFORMADOR DE ENERGIA, según la reivindicación 1ª, caracterizado por el hecho de que cada uno de dichos medios de conmutación en estado sólido comprende un par de dispositivos conmutadores en estado sólido conductores en sentido unidireccional, conectados en inverso-paralelo.

4ª.- CIRCUITO TRANSFORMADOR DE ENERGIA, según la reivindicación 1ª, caracterizado por el hecho de que la velocidad de conmutación de dicho medio de conmutación en estado sólido es del orden de 1.000 hertz a 10.000 hertz.

5ª.- CIRCUITO TRANSFORMADOR DE ENERGIA, según cualquiera de las anteriores reivindicaciones, caracterizado por el hecho de que dicho primer circuito de conmutación es un circuito de conmutación inversor y dichos medios de conmutación son medios de conmutación en estado sólido conductores en sentido bidireccional, siendo dicho segundo circuito de conmutación un circuito de conmutación con configuración de inversor y dichos medios de conmutación medios de conmutación en estado sólido conductores en sentido bidireccional.

6ª.- CIRCUITO TRANSFORMADOR DE ENERGIA, según la reivindicación 5ª, caracterizado por el hecho de que dicho transformador de alta frecuencia tiene arrollamientos primario y secundario de derivación central y de que la derivación central de cada arrollamiento está conectada respectivamente a uno del primero y segundo pares



11 ABR

de terminales, y de que los dos extremos de cada arrollamiento son acoplados respectivamente a través de uno de dichos medios de interrupción en estado sólido con el otro terminal en cada uno de los dos pares de terminales.

5 7ª.- Por último se reivindica como objeto sobre el que ha de recaer la presente Patente de Invención que por veinte años se solicita registrar para España, - - - - -

p o r

" CIRCUITO TRANSFORMADOR DE ENERGIA "

10 Todo conforme queda expresado en la presente Memoria Descriptiva que consta de trece hojas foliadas y escritas a máquina por una sola cara y planos que se acompañan.

Madrid, 1 ABR. 1969

P.A.,
PEDRO FELIX MAÑA
P. P.

355912

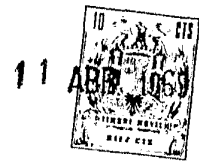


Fig. 1a.

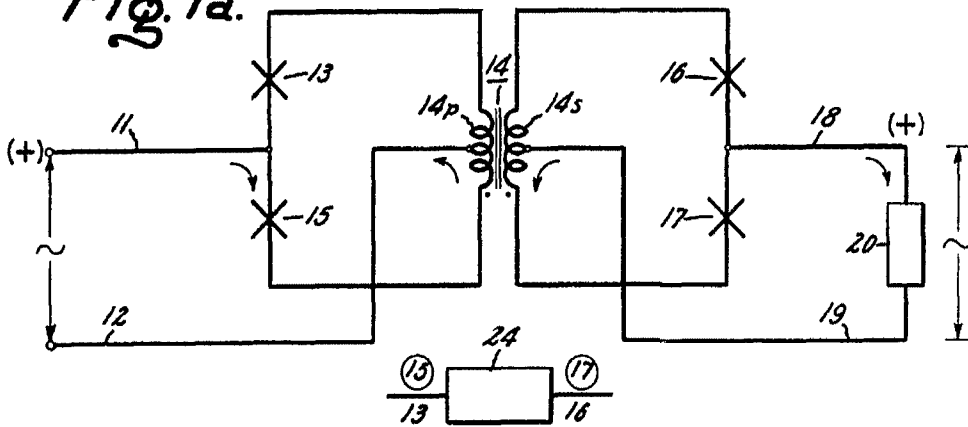


Fig. 1b.

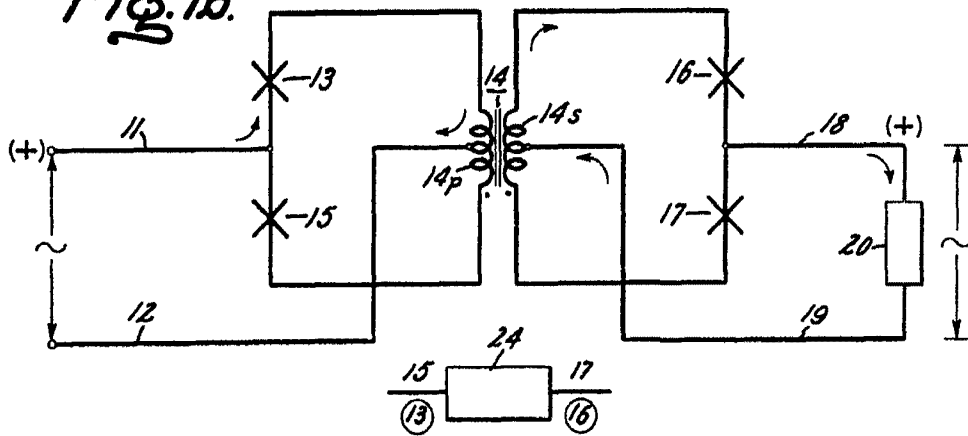
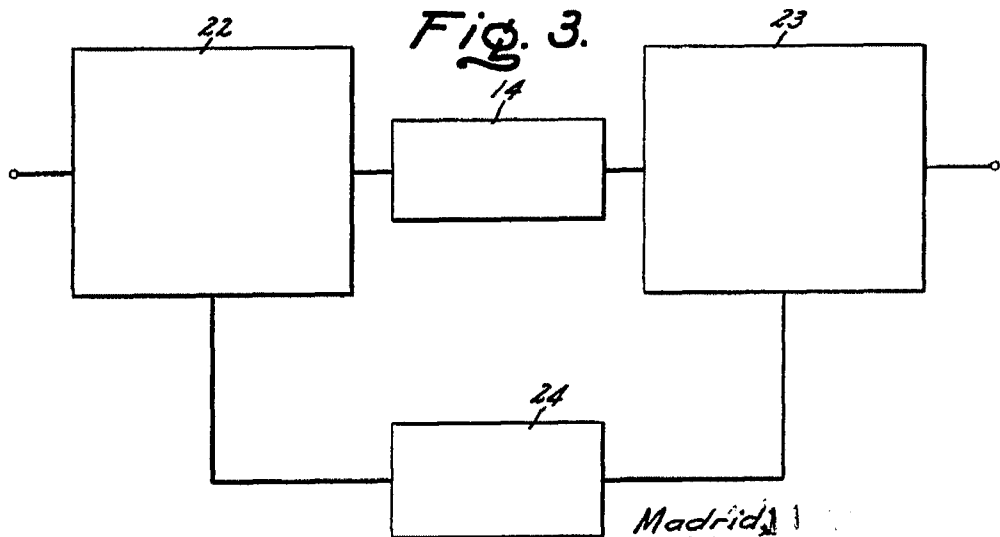


Fig. 3.



Madrid, P.A.

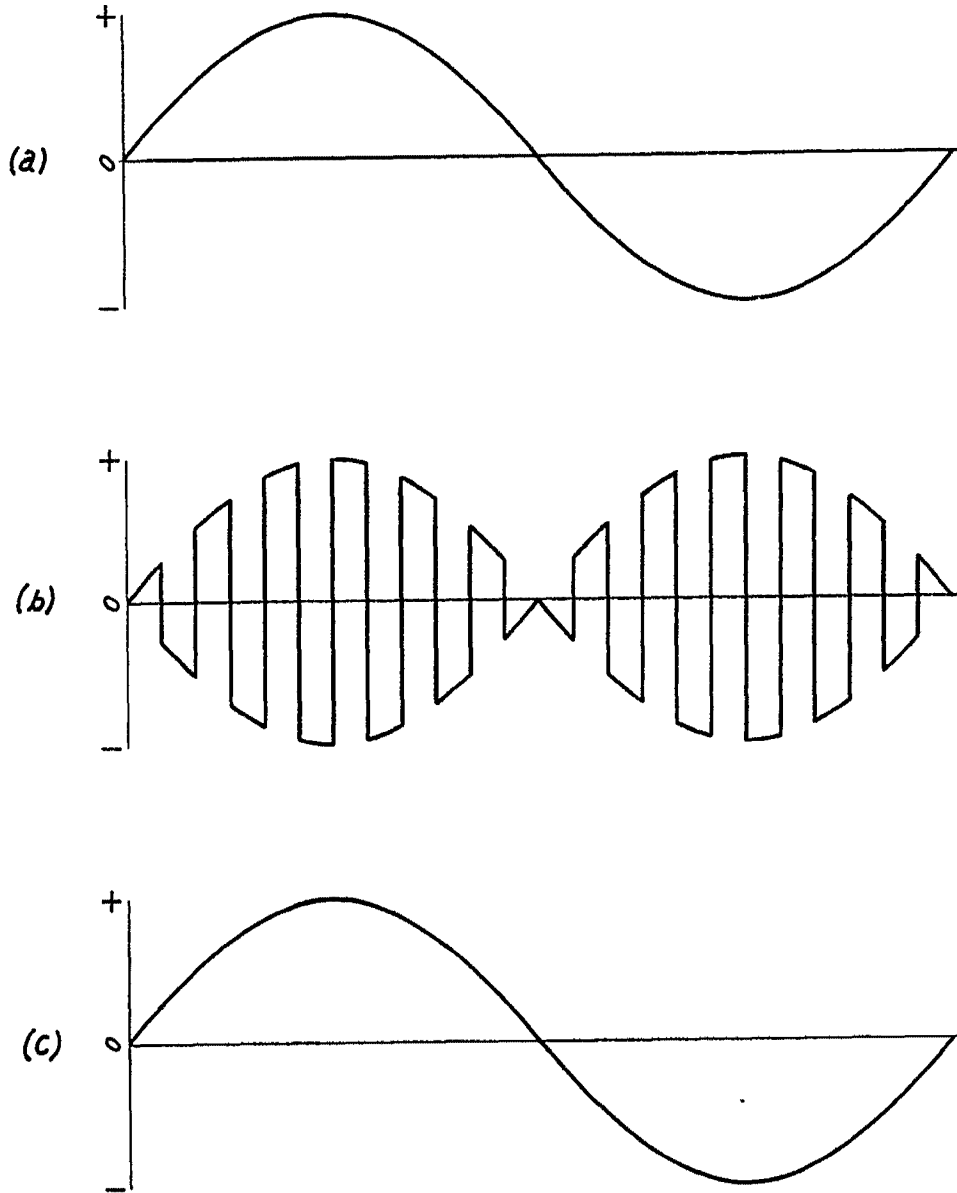
PEDRO YERBY MANA
P. P.

ESCALA VARIABLE.

365,912



Fig. 2.



Madrid, 11 ABR 1934
P.A.
PEDRO FELIX MARRAS
E. P.

[Handwritten signature]

ESCALA VARIABLE.