

406425



Int. Cl. H 02 H // H 02 J

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 firma GENERAL ELECTRIC COMPANY, de nacionalidad jurídica esta-
dounidense, domiciliada en SCHENECTADY, N.Y. (EE.UU.), - - - - -

p o r

" DISPOSITIVO DE RELE ESTATICO PROTECTOR DE RED "

Un relé protector estático comprende una unidad direccional
de energía para controlar un interruptor de circuito, que acopla
un alimentador primario o una fuente de suministro de un sistema
de distribución de energía trifásica, a una red secundaria de
5 corriente alterna, a través de un transformador de red. La unidad
direccional de energía tantea flujo inverso de energía por encima
de un nivel de umbral preseleccionado desde la red al transformado:
de red, para energizar una bobina fiadora del interruptor de
circuito. Incluido en la unidad direccional de energía está un
10 circuito derivador de circuito, produciendo un voltaje proporcio-

- 2 -
406425

15 SET. 1952



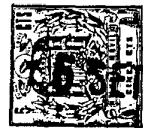
nal a la corriente del sistema, a través del interruptor de corriente, un modulador, que modula el voltaje por un voltaje proporcional al voltaje del sistema en el interruptor del circuito, para obtener una salida proporcional al flujo real de energía, a través del interruptor de circuito y un detector, que energiza la bobina fiadora en la presencia de una señal de flujo de energía inverso desde el modulador. La unidad direccional de energía también incluye una fuente de tendencia variable comprendiendo circuitos para procurar una señal de tendencia, que varía, tanto en magnitud, como en fase, y es una función del ángulo de fase de la corriente de fase. La tendencia variable se suministra como una entrada al detector para procurar una unidad direccional de energía exhibiendo sensibilidad mejorada a corrientes de fase altamente capacitivas.

15 FUNDAMENTOS Y OBJETOS DEL INVENTO.

El presente invento se refiere generalmente a sistemas de distribución de energía eléctrica incluyendo redes secundarias de corriente alterna y a un protector de red, que conecta un alimentador primario a tal red secundaria, y más particularmente se refiere a una unidad direccional de energía mejorada para ello. La siguiente técnica publicada ahora, conocida para el solicitante, sirve de ejemplo a soluciones de la técnica anterior en este campo de la tecnología: Patente de EE.UU. Nº 3,401.307 (Hoel); 3.532.935 (Waldron).

25 Una red secundaria de corriente alterna comprende una rejilla de cables interconectados, que son energizados a un voltaje adecuado para distribución a una pluralidad de cargas residenciales, industriales y comerciales. Para asegurar la continuidad de servicio en una zona municipal de gran densidad de carga, la rejilla es abastecida desde alimentadores primarios o de alto voltaje en

30



5 muchos puntos, Cuando una fuente de suministro o alimentador
primario se pierde, la carga, anteriormente abastecida por aquel
alimentador, se absorbe por los otros alimentadores restantes,
Cada alimentador primario está conectado a la red, por lo menos
a través de un transformador de red, un protector de red y un
juego de fusibles.

10 Un relé protector, asociado con el protector de red y los
fusibles, se destina a mantener la red en conexión eléctrica con
el alimentador primario solamente en ciertas condiciones de fun-
cionamiento bien definidas (por ejemplo, cualquier transformador
de red, que no esté entregando energía a la red, debe ser desco-
nectado de la misma).

15 En la patente de EE.UU. Nº 3.532.935 de Waldron, transferida
al titular de la presente solicitud , se describe y reivindica un
relé protector estático, que presenta numerosas mejoras sobre los
relés electromecánicos de la técnica anterior. El relé estático
incluye, entre otras cosas, una unidad direccional de energía para
controlar un interruptor de circuito, (denominado protector de
red) que acopla un alimentador primario a una fuente de suministro
20 de un sistema de distribución de energía trifásica a una red secun-
daria de corriente alterna a través de un transformador de red.
La unidad direccional de energía tantea flujo de energía inverso
por encima de un nivel de umbral preseleccionado desde la red al
transformador de red para energizar una bobina de fiador del
25 protector de red. Incluido en la unidad direccional de energía
está un circuito derivador de voltaje produciendo un voltaje
proporcional a la corriente del sistema a través del protector
de red, un modulador, que modula aquel voltaje por un voltaje,
proporcional al voltaje del sistema en el protector de red, para
30 obtener una salida proporcional al flujo real de energía a través



del protector de red y un detector, que energiza el fiador en la presencia de una señal de flujo de energía inverso desde el modulador. La señal de flujo de energía inverso se procura siempre que se detecte flujo de energía inverso, que exceda de un nivel preseleccionado de nivel de umbral, por una señal fija de tendencia, procurado en la unidad direccional de energía.

La señal fija de tendencia define la corriente mínima de fase necesaria, para hacer que se abra el protector de red y está dispuesta para asegurar que el protector de red no haga que se abra el interruptor en respuesta a un nivel muy bajo de flujo de energía inverso, puesto que tal acontecimiento podría resultar de condiciones, que no requieran/desenergización de la red (por ejemplo motores de carga de costa, ruido, etc.). Además, a niveles de corriente muy bajos, el ángulo de fase tanteado puede ser falso, debido a la magnetización de corriente en el transformador de corriente, que está mostrando en monitor la corriente de fase.

Las características de fiador de la unidad direccional de energía de Waldron, cuando se inscriben en un gráfico polar en el alcance de funcionamiento normal, generalmente se aproximan a una línea recta, que va paralela a la línea de 90° - 270° , pero está ligeramente desplazada a la izquierda de ello por un importe igual al importe de tendencia fija. El área a la izquierda de aquella línea define el alcance de fiador del protector de red y cualquier vector de corriente de fase, que termine en esta área, hará que se abra el protector de red.

Se ha determinado que una unidad direccional de energía, mostrando tal característica, puede procurar menos de un funcionamiento óptimo de fiador en ciertos acontecimientos desusados. Por ejemplo, si se presentase una falta en el sistema, se abrirá el interruptor de circuito del alimentador. Una vez que se corrija

57476⁵ -

406425



la falta, si el protector de red está cerrado, la red puede comenzar a suministrar alguna energía inversa a la larga línea de energía capacitiva entre el mismo y el interruptor del alimentador (es decir, cargar la línea de energía). El vector de corriente, resultante del flujo de energía inverso, puede ser relativamente grande (por ejemplo, 100 amperios) y en un ángulo de fase ligeramente menor de 270° (debido a la línea de energía altamente capacitiva) de modo que esté situado completamente fuera del alcance de fiador de la unidad direccional de energía. Por lo tanto, el protector de red no se disparará y la línea será cargada por el flujo inverso de energía. Tal acontecimiento es indeseable.

Si la unidad direccional de energía se modificase para mostrar una característica de fiador, que se traslade hacia la derecha en la vecindad de la línea de 270° , ocurriría disparo en la situación arriba descrita.

Por lo tanto, es un objeto general del presente invento procurar un protector de red con una unidad direccional de energía, que es más sensible a corriente altamente capacitiva, que las unidades de la técnica anterior.

Aunque es deseable trasladar la característica de fiador hacia la derecha en la vecindad de la línea de 270° , también es importante que en la vecindad inmediata del origen, la característica de fiador esté sin perturbar (es decir que permanezca ligeramente desplazada hacia la izquierda como un resultado de la tendencia fija) con el fin de evitar disparo falso del protector de red.

Por lo tanto, es otro objeto del presente invento crear un protector de red con una unidad direccional de energía, que es más sensible a corriente altamente capacitiva que las unidades de la técnica anterior y que no da por resultado la apertura del pro-

6 - 406425

5



ector de la red en respuesta a corrientes muy pequeñas, sin tener en cuenta su desplazamiento de fase.

RESUMEN DEL INVENTO.

5 Brevemente, el presente invento considera el uso de circuitos para procurar la unidad direccional de energía de un relé protector estático con una tendencia variable en adición a una tendencia fija. La tendencia variable, cuando es combinada con una tendencia fija, procura una unidad direccional con una característica de fiador, que está desviada hacia la izquierda del origen, en la vecindad inmediata del mismo (a semejanza de la arriba mencionada patente de Waldron) pero que está movida hacia la derecha hacia la línea de 270° en puntos algo alejados del origen. Para conseguir este fin, la fuente de la tendencia variable comprende circuitos para procurar una señal de tendencia que
10 varía, tanto en magnitud, como en fase y es una función del ángulo de fase de la corriente de fase.

BREVE DESCRIPCION DE LOS DIBUJOS.

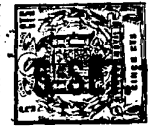
El objeto del invento se describe particularmente y se reivindica expresamente en la porción de conclusión de la memoria
20 descriptiva. Para un más completo entendimiento del invento, junto con otros objetos y ventajas del mismo, se hará referencia a la siguiente descripción, tomada conjuntamente con los adjuntos dibujos, en que:

La figura 1, es un diagrama esquemático de línea simple de un sistema típico de red secundaria de corriente alterna;
25

La figura 2, es un diagrama funcional de bloque de una ejecución preferida de la unidad direccional de energía de este invento;

La figura 3, es un diagrama esquemático de una porción de la unidad direccional de energía, mostrada en la figura 2;
30

406425



1972

la figur 4, es un grupo de gráficos describiendo señales de tendencia variable para una pluralidad de condiciones de ángulo de fase de corriente;

5 la figura 5, es una pluralidad de gráficos de formas de onda de la unidad direccional de energía para la condición del sistema, en que la corriente de fase está retrasada respecto al voltaje de fase de 30°;

10 la figura 6, es una pluralidad de gráficos de las formas de onda de voltaje de la unidad direccional de energía para la condición del sistema, en que la corriente de fase está retrasada respecto al voltaje de fase por 90°;

15 la figura 7, es una pluralidad de gráficos de formas de ondas de la unidad direccional de energía para la condición del sistema, en que la corriente de fase está retrasada respecto al voltaje de fase por 120°;

la figura 8, es una curva de repuesta generalizada para la unidad direccional de energía, semejante a la mostrada en la patente de Waldron;

20 la figura 9, es una curva de repuesta generalizada para la unidad direccional de energía de este invento.

DESCRIPCION DE LAS EJECUCIONES PREFERIDAS.

25 Volviendo ahora a los dibujos, la figura 1 muestra un sistema secundario de corriente alterna. Aunque este invento se describirá en términos de un sistema de distribución de tres fases, debe entenderse claramente que sus enseñanzas son aplicables a cualquier sistema multifasico en que pudieran ocurrir flujos de energía inversos. Está incluida una borna -1- de voltaje primario de una subestación de distribución y dos alimentadores primarios -2- y -3-, que están conectados a la borna -1-, a través de dos interruptores -4- de circuito de estación. La red secunda
30

406425



5
ria de corriente alterna está generalmente representada por el número -5- y comprende una pluralidad de cables -6- interconectados, que están conectados a alimentadores primarios -2- y -3-, en una pluralidad de puntos. Cada conexión a los alimentadores primarios se hace por un transformador -7- de red a través de un protector -8- de red y un juego de fusibles -9-. Conectados al cable -6- de la red secundaria están varios circuitos -10- de alimentadores de carga.

10
Un relé protector de red está asociado con cada protector de red para controlar aquel protector de acuerdo con la práctica establecida de la compañía productora de energía. Las funciones/deseadas de tal relé son normalmente como sigue:

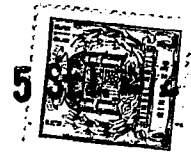
15
(a) el relé debería abrir el protector de red al presentarse cualquier flujo de energía inverso, por encima de cierta magnitud a su alimentador primario para desconectar solamente aquel alimentador de la red -5- secundaria de corriente alterna;

20
(b) el relé no debería abrir el protector -8- de red al ocurrir una falta en la red secundaria -5- para asegurar la continuidad del servicio (estas faltas secundarias son arregladas, bien sea por quemarse quedando arregladas, por el juego de fusibles -9-, usados en conjunción con cada protector -8- de red, o por otros dispositivos desconectores en los circuitos -10- alimentadores de carga); y

25
(c) el relé debería ser lo bastante sensible para abrir el protector -8- de red sobre la corriente magnetizadora del transformador -7-, cuando uno de los interruptores -4- de estación esté abierto.

30
Para realizar estas funciones, este invento considera un relé protector estático, que incluye una unidad -11- direccional de energía, controlando el protector de red o el interruptor -8- de

406425



circuito. A este fin, la unidad -11- direccional de energía está adaptada para procurar una señal de fiador al protector de red para hacer que este último se abra y por ello desconecte la red-10- de su transformador.

5 Como puede verse en la figura 2, la unidad -11- direccional de energía incluye tres circuitos duplicados. El circuito -11A- es operativo para mostrar en monitor la corriente y el voltaje de la fase A. El circuito -11B- muestra en monitor la corriente y el voltaje de la fase B, y el circuito -11C- muestra en monitor
10 la corriente y el voltaje de la fase C. Cada uno de los circuitos -11A-, -11B- y -11C- procura una señal de salida X_A , X_B y X_C , respectivamente, que es proporcional a la energía real a través del protector -8- de la red. La derivación de la señal X_A de salida del circuito -11A- se considerará en detalle posteriormente. Natu
15 ralmente debe entenderse que las señales de salida de los circuitos -11B- y -11C- son derivadas de una manera similar.

 La flecha en la parte derecha inferior de la figura 2 significa "señal de fiador".

 Como puede verse, el circuito -11A- incluye un monitor -12-
20 de corriente, que continuamente muestra en monitor la corriente de la fase A y que está acoplado a un generador de función o atenuador variable -13-. El atenuador variable procura dos señales de salida A y B. La señal de salida A es alimentada en el modulador -14- y la señal de salida B es alimentada en un modulador -15-. El modu
25 lador -15- tiene un segundo terminal de entrada para recepción de una señal C. La señal C está derivada de un monitor -16- de voltaje, que continuamente observa el voltaje de la fase A. La señal de salida D del modulador -15- es pañada a través de un filtro -17- de paso bajo y emerge como una señal de salida X_A . La producción
30 de la señal de salida X_A para varios importes de desplazamiento

406425



(datos) de corriente de fase se comprenderá mejor haciendo referencia al diagrama de bloque funcional de la figura 2 y a los gráficos de las figuras 5, 6 y 7. En las figuras 6 y 7 en la parte inferior se indica (Fases A, B, C).

5 Suponiendo que la corriente en cada fase se retrasa respecto al voltaje por 30° (θ igual a 30°) como se muestra en la figura 5A, el atenuador variable -13- procura una señal de voltaje B_A , que es una función de la corriente de fase I_A . La señal de salida B_A se suministra como una entrada del modulador -15-. La función del
10 modulador -15- es producir un voltaje de salida de bipolaridad, cuyo valor medio es proporcional en sentido y magnitud a la energía real en su fase asociada (es decir en la fase A). Para conseguir este resultado, el modulador es alimentado con un par de voltajes moduladores equilibrados $+C$ y $-C$. Los voltajes moduladores son derivados del voltaje de fase V_A y están en fase con ello. En
15 esencia, el modulador actúa como un conmutador, permitiendo que la señal B de entrada esté presente en su salida siempre que sea positivo el voltaje C modulador. Como se ha mostrado analíticamente en la arriba mencionada patente de Waldron, la señal de salida B representa la cantidad $KI \cos \theta$ en que K es constante, I es la corriente de fase y θ es el ángulo entre la corriente I y el voltaje V, y si el voltaje de fase es bastante constante, $KI \cos \theta$ se aproxima mucho al flujo real de energía ($VI \cos \theta$). La salida del modulador -15- se filtra a través de un filtro -17- de paso bajo para
20 procurar una señal de salida X_A que es el valor medio de la salida D_A del modulador.

 De una manera similar, el circuito -11B- procura una señal de salida X_B que es el valor medio de la señal de salida D_B de su modulador (no ilustrado) y el circuito -11C- procura una señal de
30 salida X_C , que es el valor medio de la señal de salida D_C de su mo



dulador (no ilustrado).

406425

5 Las señales X_A , X_B y X_C se suministran como entradas a un
circuito de adición -20-. El circuito de adición combina algébricamente todas las señales de entrada para procurar una señal de
10 entrada 0, igual a su suma algébrica.

Una ligera polaridad positiva, señal fija de tendencia Y, se
suministra como otra entrada al circuito -20- de adición. La señal
10 fija de tendencia se utiliza para desensibilizar la unidad direc-
cional de energía de modo que no ocurra disparo en respuesta a un
flujo de energía inverso de nivel extremadamente bajo.

Otras señales de entrada Z_A , Z_B , y Z_C se suministran al cir-
cuito sumador -20- pero tales señales serán ignoradas al presente
(una discusión de su efecto sobre el funcionamiento de las unida-
des direccionales de energía se retrasará hasta más tarde).

15 Un detector -21- de polaridad está conectado al sumador -20-.
El detector de polaridad está diseñado para procurar una señal de
disparo, siempre que la señal 0 de salida del circuito de adición
sea negativo.

20 Cuando la suma de las entradas al circuito de adición, otras
que la tendencia fija, sea más negativa que la magnitud de la se-
ñal fija de tendencia, la salida del sumador será negativa y se
dará una señal de disparo.

25 Como puede verse cuando θ es igual a 30° , las señales X_A ,
 X_B y X_C son todas positivas y por ello su suma, (denotada como
 X_{TOT} y mostrada en la figura 5D) también es positiva. La condición
positiva es indicativa de un flujo de energía real a través del pro-
tector de red y, puesto que el total de la suma de las entradas a
la unidad direccional de energía es positivo, no ocurrirá disparo.

30 La figura 6 es una pluralidad de formas de onda, indicativas
de señales en la unidad -11- direccional de energía, siempre que

406425



la corriente de fase esté retrasada respecto al voltaje por 90°. Como puede observarse, el valor medio de los voltajes de salida V_A , V_B y V_C son todos cero. Por lo tanto, X_{TOT} es cero. Esta condición indica que está fluyendo energía reactiva a través del protector de red. En esta situación la suma total de todas las entradas al sumador -20- será ligeramente positiva (debido a la señal fija de tendencia positiva) y no ocurrirá disparo.

5

La figura 7 es una pluralidad de formas de onda indicativas de señales en la unidad -11- direccional de energía, siempre que la corriente de fase esté retrasada respecto al voltaje por 120°. Como puede observarse, el valor medio de cada uno de los voltajes de salida V_A , V_B y V_C es negativo, y por lo tanto X_{TOT} es negativo. Esta condición indica que está fluyendo energía inversa a través del protector de red. En esta situación la suma total de todos los voltajes de entrada al sumador -20- será negativa no obstante a la ligera tendencia positiva procurada por la tendencia Y fija, y así la señal de fiador será procurada por el detector -21- de polaridad.

10

15

20

25

La característica de disparo de una unidad direccional de energía de Waldron se ilustra en la figura 8. La zona de disparo se indica por rayado en la parte izquierda de esta figura 8, mientras que en el cuadrante inferior derecho se indica la "Técnica anterior". Como puede observarse aquí, la línea de disparo está desplazado ligeramente a la izquierda del origen por la cantidad igual a su tendencia fija (que se suministra por su potenciómetro -49-).

30

Cualquier vector de corriente inscrito desde el origen, que termine en el área a la izquierda de la línea de disparo, dará por resultado la producción de una señal de disparo por la unidad direccional de energía de Waldron.



5 Como puede observarse, en situaciones, en que la corriente que fluye a través del protector de red es altamente capacitiva (es decir, está cerca, pero es ligeramente menor de 270°) la undad direccional de energía de Waldron puede no procurar una señal de disparo.

10 De acuerdo con un aspecto del presente invento, se procura una tendencia variable en la unidad direccional de energía junto con una tendencia fija para proveer la unidad de una característica de disparo, mostrando mayor sensibilidad a corriente de fase altamente capacitiva, que la que de otro modo existiría por el uso de solamente una tendencia fija.

15 La tendencia variable varía en magnitud y fase, y es una función de un ángulo de fase de la corriente y cuando se combina con una señal Y de tendencia fija, provee la unidad direccional de energía de una característica de disparo, como se muestra en la figura 9.

20 En la figura 9, en la parte superior derecha se indica la característica de Waldron, mientras que la parte rayada izquierda indica la zona de disparo de fiador.

25 Las señales de tendencia variable se procuran para cada fase por una porción de los respectivos circuitos -11A-, -11B⁺ y -11C-.

30 Como puede verse en la figura 2, el voltaje V_A de la fase A se observa en monitor por el monitr -16- de voltaje. Un generador de función o desplazador de fase -18- procura una señal F_A , que es de la misma frecuencia que el voltaje V_A , pero que está desplazada en fase por 90° avanzando. La señal E_A sirve como señal moduladora para el modulador -14-. La salida A del atenuador variable -13- es una función de la corriente de fase I_A y sirve como entrada de señal al modulador -14-.



En esencia, el modulador -14- actúa como un conmutador, que permite que el voltaje V_A de entrada esté presente en su salida, siempre que sea negativa la señal moduladora (es decir, siempre que el voltaje de fase esté entre 90° y 270°).

5 La salida F_A del modulador -14- se hace pasar a través de un filtro -19- de paso bajo, para procurar una señal de salida Z_A , que es el valor medio de la señal de salida F_A .

10 Cuando se dispone de esta manera, la señal de salida F_A del modulador -14- será cero, siempre que la corriente de fase ^{en fase} esté con el voltaje o esté retrasada por 180° . Cuando la corriente de fase esté retrasada respecto al voltaje de fase por 90° , el valor medio de la salida será positivo, y cuando la corriente de fase se retrase respecto al voltaje de fase por 270° , el valor medio de la salida será negativo.

15 La figura 4 es una pluralidad de formas de onda, producidas en la porción de la unidad direccional de energía, que procura la tendencia variable para cuatro posibles condiciones de corriente de fase. Por ejemplo, la figura 4B muestra la condición, en que la corriente I_A está en fase con el voltaje V_A (es decir 0 es igual a 0°).

20 Como puede verse en las figuras 2 y 4A, el voltaje V_A es suministrado al generador -18- de función, que procura una señal E_A , que está desplazada por 90° en avance respecto a V_A . Esta señal actúa como la señal moduladora para el modulador -14-. La
25 señal de entrada al modulador -14- consiste en una señal A_A , que es una función de I_A . Se deja pasar la señal A_A a través del modulador -14-, siempre que sea negativa una señal moduladora E_A . De acuerdo con ello, la señal de salida F_A es de la forma mostrada en la figura 4B. Esta señal de salida se hace pasar a través
30 del filtro -19- de paso bajo para procurar una señal Z_A , que es



5 SET. 1972

el valor medio de F_A . Como puede verse, para θ igual a cero grados, Z_A es igual a cero. Los circuitos -11B-y-11C- funcionan de la misma manera y, por lo tanto, Z_B y Z_C se igualan a cero, cuando I_B está en fase con V_B y cuando I_C está en fase con V_C .

5 Puesto que las señales Z_A , Z_B y Z_C se suministran como entradas al sumador -20-, junto con la señal Y de tendencia fija, y las señales X_A , X_B y X_C , deberá apreciarse que, cuando θ se iguala a cero grados, las únicas entradas del sumador son Y y X_A , X_B y X_C , puesto que las señales de tendencia variable son cero. Por lo tanto, con $\theta = 0^\circ$ la característica de disparo de la unidad

10 direccional de energía según el invento será la misma que la de Waldron. De una manera similar, cuando $\theta = 180^\circ$ la señal de tendencia variable es cero y la característica de disparo es la misma que la de Waldron.

15 Cuando la corriente en cada fase está retrasada de su voltaje por 90° se crea una señal positiva de tendencia variable y se suministra al sumador -20-. Por ejemplo, como puede verse en la figura 4C, la señal A_A , que es una función de I_A ^{es} positiva entre 90° y 270° y es negativa entre cero grados y 90° y entre 270° y 360° . Por lo tanto, puesto que A_A se deja pasar a través del modulador -14- solamente cuando V_A está entre 90° y 270° , la señal de salida F_A es como se ilustra (es decir, positiva entre 90° y 270° y aproximadamente cero todas las demás veces) y su valor

20 medio Z_A es positivo. De una manera similar, el valor medio de las señales de salida de los circuitos -11B-y-11C- también serán positivos y, por lo tanto, la tendencia variable total suministrada al sumador -20- será positiva.

25 La tendencia variable positiva, en combinación con la tendencia Y fija positiva en el sumador sirve para desplazar la

30 característica de disparo de la unidad direccional de energía



más hacia la izquierda de la línea de 90° de lo que sería el caso en la unidad de Waldron. Esto puede ser apreciado cuando se da una cuenta que con el fin de que el detector de polaridad según el invento procure una señal de disparo, la suma de las señales X_A , X_B y X_C (que son indicativas de flujo de energía) tiene que ser negativa más que la suma de las señales de tendencia fijas y variables positivas.

Cuando la corriente en cada fase esté retrasada respecto al voltaje en la misma por 270° , se crea una señal negativa de tendencia variable y se suministra al sumador -20-. Por ejemplo, como puede verse en la figura 4E, la señal A_A , que es una función de I_A , es positiva entre cero grados y 90° y entre 270° y 360° y es negativa entre 90° y 270° . Por lo tanto, puesto que se deja pasar A_A a través del modulador -14- solamente cuando V_A está entre 90° y 270° la señal de salida F_A es como se muestra (es decir negativa entre 90° y 270° y aproximadamente cero todas las demás veces) y su valor medio Z_A es negativo. De una manera similar, el valor medio de las señales de salida de los circuitos -11B- y -11C- también será negativo y, por lo tanto, la tendencia variable total suministrada al sumador -20- será negativa.

La tendencia variable negativa, suministrada al sumador, tiende a desviar la tendencia fija positiva y por lo tanto, sirve para desplazar la característica de disparo de la unidad direccional de energía según el invento, hacia la derecha de la línea de 270° . Por lo tanto, la unidad direccional de energía es capaz de procurar una señal de disparo, cuando la corriente de fase es ligeramente capacitiva. El vector de corriente I_A , mostrado en la figura 9, es indicativo de esta condición. Deberá apreciarse que sin la tendencia variable según se procura por el invento, el vector I_A estaría situado totalmente fuera de la característica

406425



de disparo según se define por Waldron.

5 Como puede verse en la figura 8, la característica de disparo de la unidad direccional de energía según el invento es semejante a la de Waldron en la vecindad inmediata del origen. Haciendo esto, se reduce, si es que no se impide, el disparo en falso. Para conseguir este objeto, las señales de tendencia variable, que se producen, son extremadamente pequeñas, siempre que la corriente de fase esté a niveles bajos sin tener en cuenta el ángulo de fase entre la corriente y el voltaje y son dejados a la sombra por la señal de tendencia fija. Una explicación detallada de esta característica de la unidad direccional de energía según el invento, se considerará posteriormente.

10 La figura 3 es un diagrama esquemático de los circuitos, que constituyen algunos de los componentes mostrados en el diagrama de bloque funcional de la figura 2. Como puede verse, el monitor de voltaje comprende un transformador de potencial PT teniendo dos secundarios PT1 y PT2. Los extremos del secundario PT1 procuran las señales moduladoras positivas y negativas (+C, -C) para el modulador -15-. La señal de entrada B_A para el modulador se procura por el monitor -12- de corriente y el atenuador variable -13-.

15 El monitor de corriente comprende un transformador CT de corriente, teniendo un simple secundario CT1. El atenuador variable -13- se conecta a través de los terminales de salida del secundario CT1 y comprende un elemento de derrumbamiento de voltaje o tirita T, conectado en shunt a través de la combinación de serie de un resistor R1 y la combinación de paralelo de un resistor R2 y un par de diodos D1 y D2, polarizados inversamente. La señal de voltaje, que aparece a través de esta combinación en serie, es sinuoidal y se señala por B_A. Sirve como la entrada al modulador

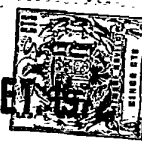
20

25

30

406425

5 SEP 1952



-15-. La señal de voltaje, que aparece a través del resistor R2 se señala como A_A y es, o bien un senoide, o bien un senoide cortado. Sirve como la entrada al modulador -14-. La tirita se prevé para proteger el modulador contra daños debidos a salidas de voltaje. A este fin, la misma se diseña para reducir o conducir en presencia de tal salida.

El atenuador -13- procura una alta ganancia en respuesta a bajos niveles de corriente de fase y baja ganancia en respuesta a altos niveles de corriente de fase. Por ejemplo, para bajos niveles de I_A (es decir, como por ejemplo, cuando está fluyendo corriente magnetizadora desde la red al transformador de red) los diodos D1 y D2 aparecen como circuitos abiertos, por lo tanto, la señal B_A aparece a través de la combinación en serie R1 y R2. Cuando la corriente de fase I_A es alta, los diodos D1 y D2 conducen, después de lo cual la señal S_A aparece solo a través del resistor R1. Preferentemente el resistor R2 es varias veces mayor que R1, pero es, no obstante, de una pequeña resistencia (por ejemplo, 75 ohmios), de modo que la combinación en serie de R1 y R2 no impone una pesada carga sobre el secundario CT1. Como es conocido, una pesada carga sobre el secundario del transformador de corriente puede introducir errores en el mismo, debido a los efectos de corriente magnetizadora.

Se procura la señal B_A de voltaje como una entrada al modulador -15-. Como puede verse, el modulador -15- comprende cuatro diodos D4, D5 y D7, conectados en un circuito de puente. La señal B_A es suministrada a la rama del puente incluyendo diodos D4 y D5, y la salida D_A es tomada de las ramas D6 y D7. Voltajes moduladores +C y -C están conectados a las ramas incluyendo diodos D4 y D6 y diodos D5 y D7, a través de los resistores R6 y R7 respectivamente.

406425



5 Cuando +C es positivo, todos los diodos son forzados hacia delante. Como resultado, la señal de entrada B_A puede fluir, bien sea a través de uno o de dos caminos; a través de los diodos D4 y D6, o a través de los diodos D5 y D7. En efecto, el modulador es puesto en cortocircuito y la señal B_A aparece como salida D_A . Cuando +C se hace negativo, todos los diodos son forzados inversamente y no puede estar presente ninguna señal de entrada B_A en la salida, siendo D_A igual a cero.

10 El modulador también incluye la combinación de un diodo D8, conectado en serie con un diodo de zener ZD2, polarizado opuestamente y conectado en shunt con el diodo D4-D5 y D6-D7. La función del diodo D8 y del diodo de zener ZD2 es limitar el voltaje inverso, aplicado a los diodos del modulador.

15 La señal de salida D_A , que es indicativa de flujo de energía a través del protector de red, se hace pasar a través de un circuito -17- de paso bajo para procurar una señal de salida X_A , que es el valor medio de la señal D_A .

20 El filtro -17- incluye resistores R8, R9 y R10 y capacitores C3 y C4. Debe entenderse que el filtro puede tener configuraciones distintas a las ilustradas, a condición de que su atenuación a la frecuencia de energía de -60 Hz- sea suficiente para asegurar que se presente sólo la señal de valor medio D_A al circuito de adición -20-.

25 La señal de salida A_A desde el atenuador variable se procura a través del resistor R2 y normalmente consiste en una señal sinusoidal cortada, semejante a la mostrada en las figuras -4B- hasta -4E-. Esto ocurre de la manera siguiente: Cuando la magnitud de la corriente alterna, que fluye por la fase A, alcanza un cierto nivel (es decir, el nivel, al que comienzan a conducir el diodo D1 ó D2) la señal transformada, que aparece a través del

30



resistor R2, hace que comiencen a conducir, bien sea el diodo D1 ó D2, después de lo cual la señal transformada es recortada para procurar una señal de salida A_A . En situaciones, en que la corriente de fase es extremadamente pequeña, los diodos D1 y D2 no conducirán, y la señal A_A será sinusoidal en forma, pero bastante pequeña en magnitud.

En todo caso, la señal A_A es procurada como la entrada al modulador -14-. La señal moduladora para este modulador es procurada por vía del secundario PT2 del transformador de potencial y el generador de función o desplazador de fase -18-. Como puede verse, el generador de función -18- comprende un capacitor C1. Por lo tanto, la corriente desde el secundario PT2, que pasa a través de C1 al modulador -14-, es desplazada en fase por 90° en avance respecto al voltaje de fase. La señal de corriente E_A se suministra a la base de un transistor Q1 en el modulador -14-. El transistor Q1 está dispuesto para ser hecho conductivo siempre que la corriente E_A de base sea positiva. A este fin, la señal de entrada A_A es hecha pasar por un resistor R3 limitador de corriente hacia el emisor del transistor Q1, cuyo colector está conectado a tierra. Como puede apreciarse, siempre que el transistor Q1 se haga conductivo por la corriente de base E_A (es decir cuando el voltaje de fase V_A está entre cero y 90° y entre 270° y 360°) la señal A_A está puesta en shunt a tierra y la señal de salida B_A del modulador es de aproximadamente cero voltios. Durante el intervalo, en que la corriente E_A es negativa (es decir, cuando el voltaje de fase V_A está entre 90° y 270°) el modulador permite que la señal E_A pase a través del mismo como señal de salida F_A .

Como puede verse, una combinación en serie de dorso con dorso de un diodo D3 y un diodo de zener ZD1 está conectada entre

406425



la base y el colector del transistor Q1. Esta combinación asegura que la base del transistor Q1 pueda ir tan lejos como negativa, como vaya la excursión negativa máxima de la señal A_A .

5 La señal de salida F_A es hecha pasar a través de un filtro -19- de paso bajo, consistente en un resistor R4 y un capacitor C2, con el fin de procurar una señal Z_A , que es el valor medio de la señal de salida F_A .

10 La señal Z_A de valor medio se suministra como una señal de entrada al circuito de adición -20-. De una manera similar, la señal Z_B de valor medio, producida por el circuito -11B - y la señal Z_C de valor medio, producida por el circuito -11C-, se procuran como entradas al sumador. Como se ha hecho notar anteriormente, las señales de valor medio Z_A , Z_B y Z_C son las señales de
15 tendencia variable de la unidad direccional de energía según el invento. Las señales X_A , X_B , y X_C , que son procuradas por la unidad direccional de energía y que son indicativas del flujo de energía a través del protector de red y la señal Y de tendencia fija, también se suministran como entradas al circuito -20- de adición.

20 Como puede verse, el circuito de adición -20- comprende siete resistores, principalmente R5, R11, R12, R13, R14, R15 y R16, dispuestos en una configuración de sumador de Kirchoff. Por lo tanto, la señal O de salida del sumador es la suma algébrica de sus señales de entrada.

25 La señal de salida se suministra como una entrada al detector -21- de polaridad. El detector de polaridad, como se ha hecho notar anteriormente, se destina a procurar una señal de disparo siempre que la señal O de entrada sea negativa. A este fin, el detector de polaridad comprende un amplificador operacional OA
30 teniendo dos entradas (siendo una entrada la señal O y siendo la



otra entrada, tierra). Un resistor R17 está conectado en shunt con el amplificador y define su ganancia. Un capacitor C5 está conectado en shunt con el resistor R17 para eliminar cualquier corriente de rizo. Con el fin de evitar que el amplificador se sature, un par de diodos de zener ZD3 y ZD4 conectados dorso con dorso, también están conectados en shunt con el amplificador.

La señal de disparo producida por el amplificador, sirve para accionar la bobina de disparo del protector de red, después de lo cual sus contactos principales se abren para aislar el transformador de red respecto a la red.

Como se ha observado anteriormente, es deseable tener una característica de disparo semejante a la de Waldron en la vecindad inmediata del origen (es decir para valores bajos de corriente de fase, I) con el fin de que el protector de red no se abra en respuesta a ciertas condiciones falsas (es decir, disparo como un resultado de ruido, o motores ligeramente sobrecargados etc.). La unidad direccional de energía según el invento consigue este objetivo propuesto, de la siguiente manera: Cuando la magnitud de la corriente de fase es extremadamente pequeña, la señal sinusoidal A_A (producida por el generador de función -13-) es de una magnitud tan pequeña, en comparación con la magnitud de la señal de tendencia fija, que aún si se dejase pasar a través del modulador -14-, como una señal de entrada de tendencia variable, no tenga el efecto de alterar la característica de disparo según se define por la tendencia fija. Por lo tanto, la porción P1 de la característica de disparo según el invento, como se ilustra en la figura 9 (cuya porción es indicativa de niveles de corriente de fase extremadamente bajos) será la misma que la característica de Waldron.

Según va aumentando la magnitud de la corriente de fase, así

406425

5 SEPT 1947



lo hace la magnitud de la señal sinusoidal A_A hasta que se recorte por uno de los diodos D1 ó D2. Por lo tanto, cuando la magnitud de punta de la señal A_A es ligeramente menor que el nivel, al que ocurrirá el recorte, la porción de la señal A_A que se deja pasar por el modulador, efectuará alguna alteración de la característica de disparo, como se define por la tendencia fija (ocurrirá algún desplazamiento de la característica de disparo). Por lo tanto, la porción P2 de la característica de disparo, según el invento (cuya porción indica nivel de corriente de fase por debajo del punto, al que los diodos D1 y D2 comienzan a conducir) comenzará a desviarse de la característica de Waldron, debido a la influencia inicial de la tendencia variable, según el invento. Cuando el nivel de corriente de fase alcanza la magnitud, a la que conducen los diodos D1 y D2 la señal de tendencia variable alcanza su magnitud máxima como una función de retraso de fase entre la corriente de fase y el voltaje de fase. Por lo tanto, la porción P3 de la característica de disparo según el invento (cuya porción indica niveles de corriente de fase por encima del punto, en que los diodos D1 y D2 comienzan a conducir) exhibe una cantidad fija de desviación (igual a la cantidad de tendencia variable a aquel valor de θ) desde la característica de Waldron.

Mientras se ha mostrado y descrito una ejecución particular del presente invento, será obvio para los expertos en la técnica, que pueden introducirse varios cambios y modificaciones sin apartarse del presente invento en sus aspectos más amplios; y por lo tanto, se propone cubrir con el mismo aquellos cambios y modificaciones que entren dentro de la verdadera idea y alcance del presente invento.

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:

5 1^a.- Dispositivo de relé estático protector de red, que responde a la dirección de la energía eléctrica en un sistema de corriente alterna, caracterizado por comprender: (a) primeros
medios para derivar del sistema, una primera y una segunda señal de corriente alterna, que son proporcionales al flujo de corriente en el mismo; (b) segundos medios para modular la primera señal de corriente alterna, de acuerdo con la polaridad de una tercera
10 señal de corriente alterna, proporcional al voltaje del sistema asociado, produciendo dichos medios moduladores por ello, una primera señal de salida, cuyo valor medio es proporcional en magnitud y en sentido a la energía real que fluye en el sistema; (c) medios para producir una señal de tendencia variable, cuya magnitud y polaridad son una función del ángulo de fase entre el voltaje del sistema y la corriente del sistema; (d) medios que responden a la primera señal de salida para procurar una señal de disparo, cuando el valor medio de la primera señal de salida alcanza un nivel establecido, siendo dicho nivel una función del valor
15 medio de dicha señal de tendencia variable.

2^a.- Dispositivo según la reivindicación 1, caracterizado por comprender adicionalmente: (e) medios para procurar una señal de tendencia fija, siendo dicho nivel una función del valor medio de dicha señal de tendencia variable y el valor de dicha señal de
25 tendencia fija.

3^a.- Dispositivo según la reivindicación 2, caracterizado porque una señal de tendencia variable máxima es producida cuando la corriente del sistema está a 270° respecto al voltaje del sistema.

30 *Ry* 4^a.- Dispositivo según la reivindicación 2, caracterizado



5 porque dicho medio productor de señal de tendencia variable comprende: (i) terceros medios para derivar una cuarta señal de corriente alterna, que está por delante del voltaje de sistema aproximadamente por 90°; y (ii) cuartos medios para modular la segunda señal de corriente alterna de acuerdo con la polaridad de la cuarta señal de corriente alterna para procurar dicha señal de tendencia variable.

10 5ª.- Dispositivo según la reivindicación 4, caracterizado porque dicho segundo medio comprende un circuito de puente incluyendo diodos, que conducen la primera señal de corriente alterna a la salida, cuando dicha tercera señal de corriente alterna tiene una polaridad predeterminada.

15 6ª.- Dispositivo según la reivindicación 4, caracterizado porque dicho cuarto medio comprende un conmutador que, cuando es conductivo, impide que dicha segunda señal de corriente alterna pase a través de dicho medio, incluyendo dicho conmutador, medios de control, a los que se suministra dicha cuarta señal de corriente alterna.

20 7ª.- Dispositivo según la reivindicación 5, caracterizado porque dicho medio productor de señal de tendencia variable comprende adicionalmente, medios de filtro para filtrar dicha señal de tendencia variable para procurar una señal, que es el valor medio de dicha señal de tendencia variable.

25 8ª.- Dispositivo según la reivindicación 4, caracterizado por comprender adicionalmente: (f) medios combinadores de señal para procurar una segunda señal de salida que es la suma algebraica en sentido y magnitud del valor medio de dicha primera salida de señal, el valor medio de dicha señal de tendencia variable, y el valor de dicha señal de tendencia variable; y (g) medios para
30 *B* procurar una señal de disparo, cuando la segunda señal de salida



es de una polaridad predeterminada.

5 9ª.- Dispositivo según la reivindicación 4, caracterizado porque dicho primer medio comprende un monitor de corriente, acoplado a un generador de función, comprendiendo dicho generador de función, un primer resistor, en serie con una combinación en paralelo de un segundo resistor y un par de diodos conectados de modo inverso-paralelo, suministrándose dicha primera señal de corriente alterna a través de la combinación en serie de dicho primer resistor y dicho segundo resistor, y suministrándose dicha segunda señal de corriente alterna a través del segundo resistor.

10 10ª.- Dispositivo según la reivindicación 9, caracterizado porque dicho segundo resistor tiene una resistencia mayor que dicho primer resistor.

15 11ª.- Dispositivo según la reivindicación 10, caracterizado porque dicho monitor de corriente es un transformador de corriente.

20 12ª.- 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

" DISPOSITIVO DE RELE ESTÁTICO PROTECTOR DE RED "

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

Madrid, 5 SET. 1972

P.A.,

PEDRO FELIU MAÑA
P.A.

406425

GENERAL ELECTRIC COMPANY

6 HOJAS- Hoja 1

5 SET 1972

FIG. 1.

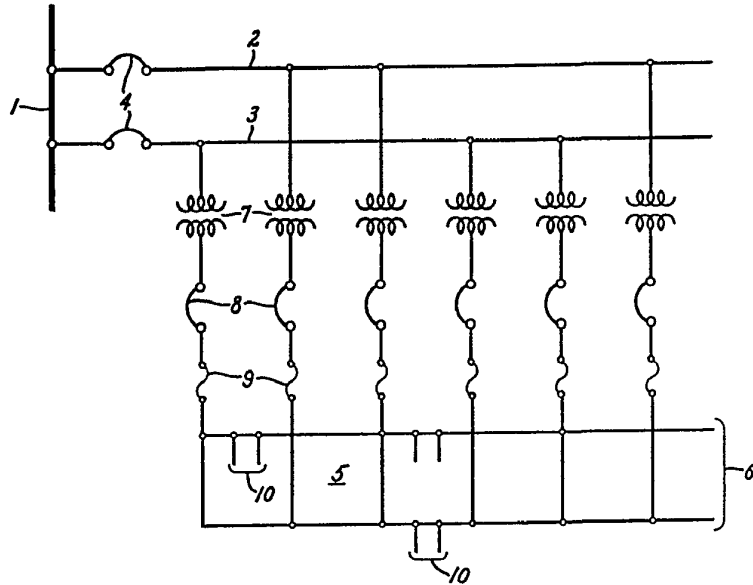


FIG. 8.

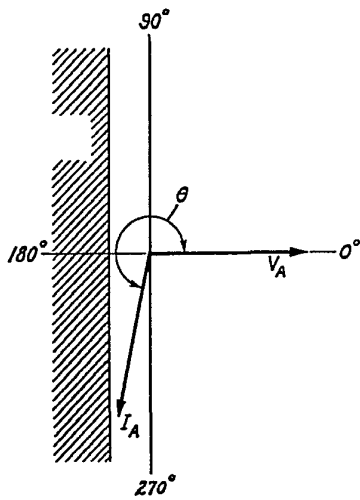
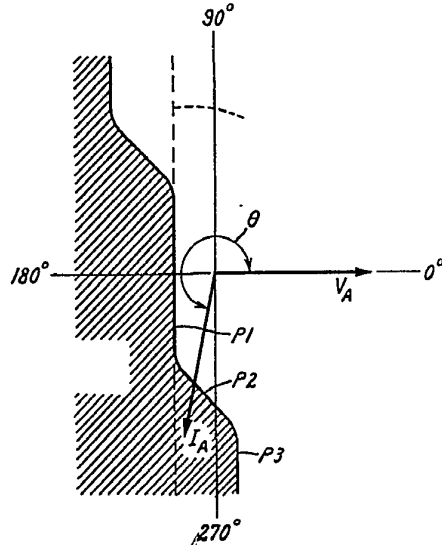


FIG. 9.



Madrid, 5 SET. 1972

P. A.-

PEDRO FELIU MARRA
P. A.

Escala variable

FIG. 2.

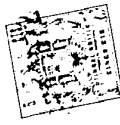
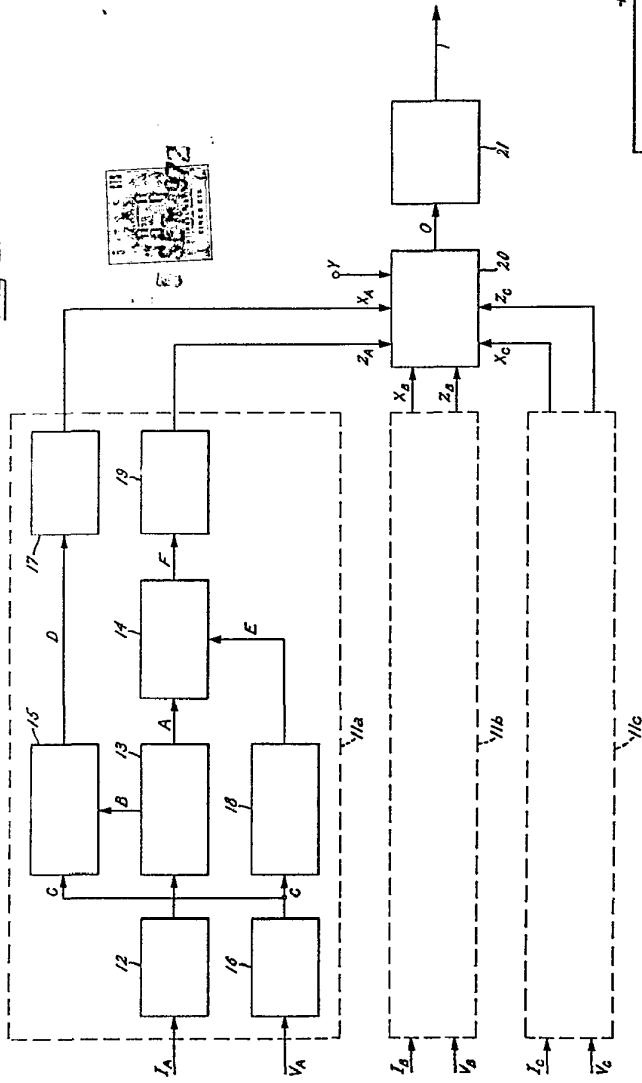
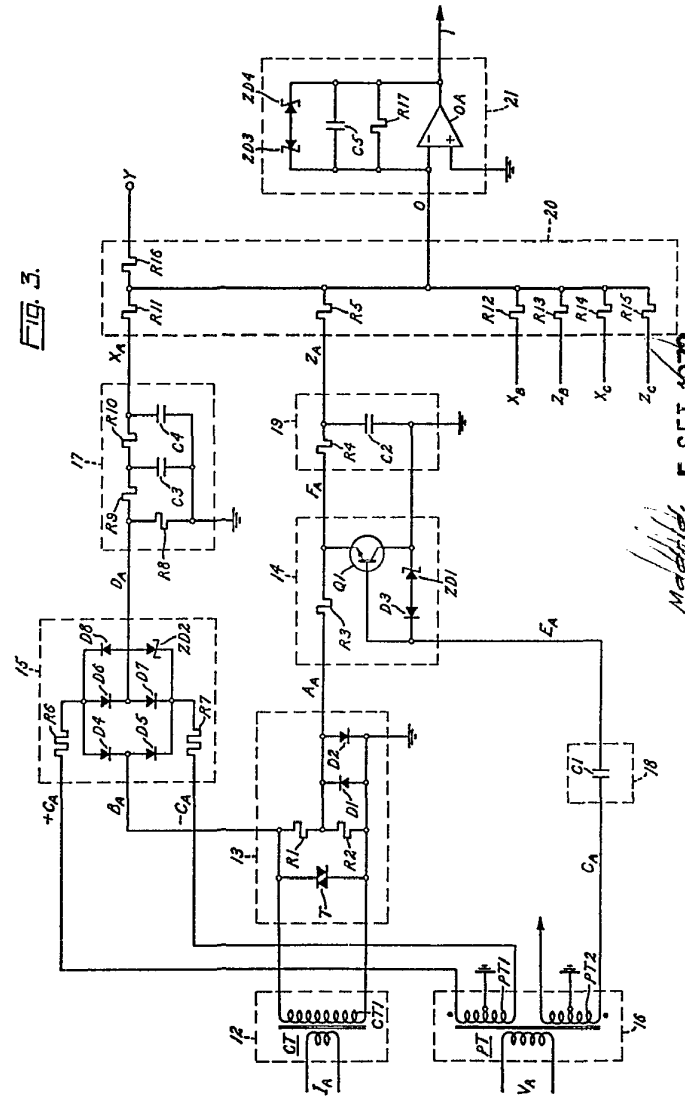


FIG. 3.



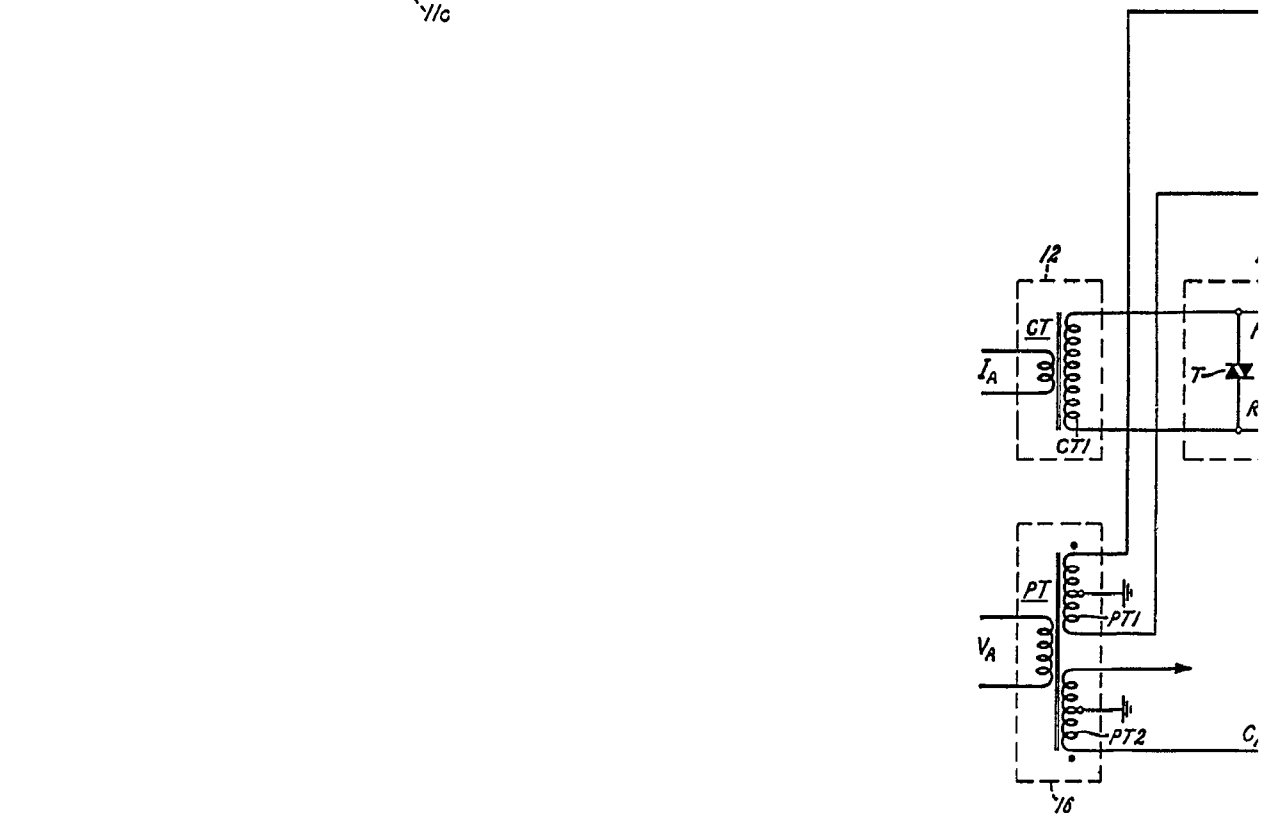
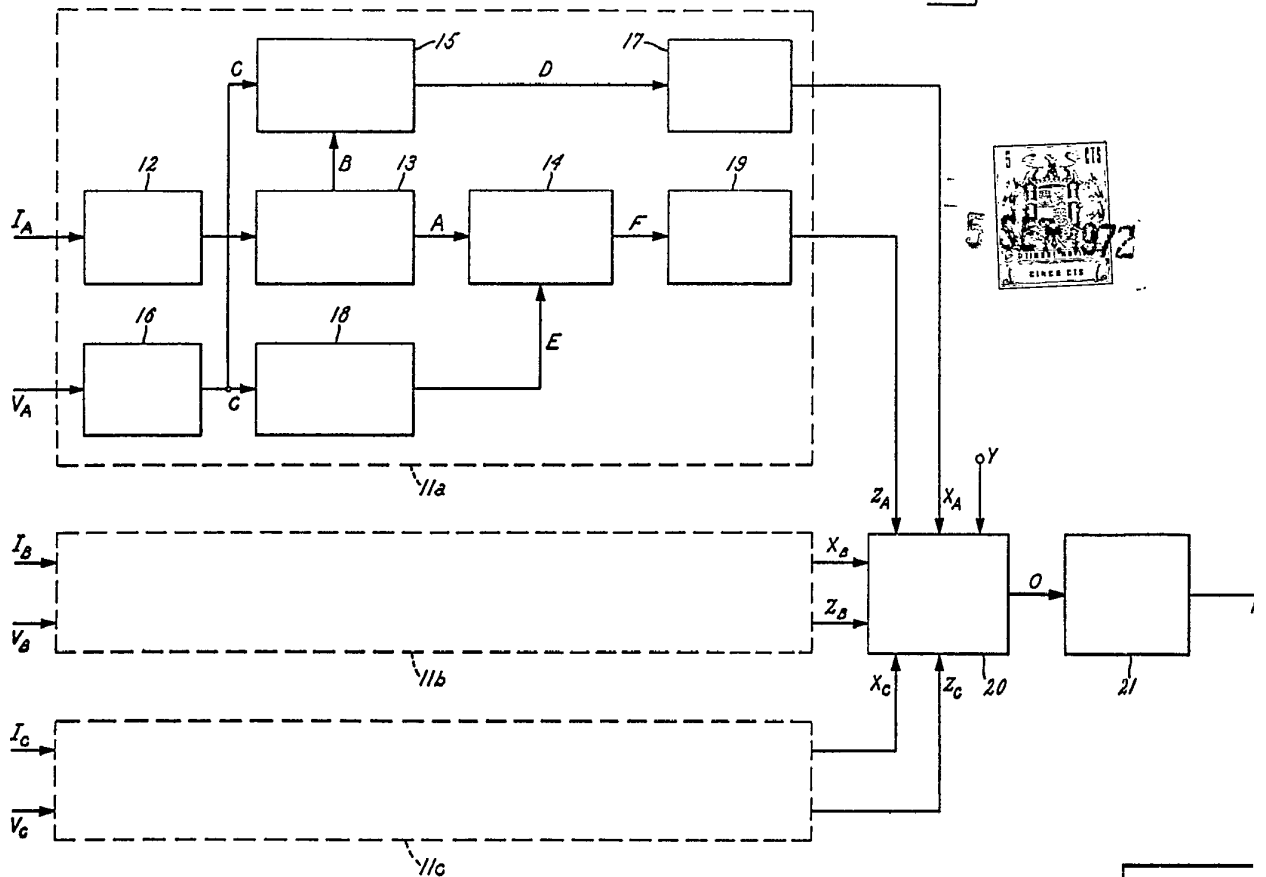
Modified by
 P. A. [unclear]
 5 SEP 1972
 REVISION 1

Escada variable

400425

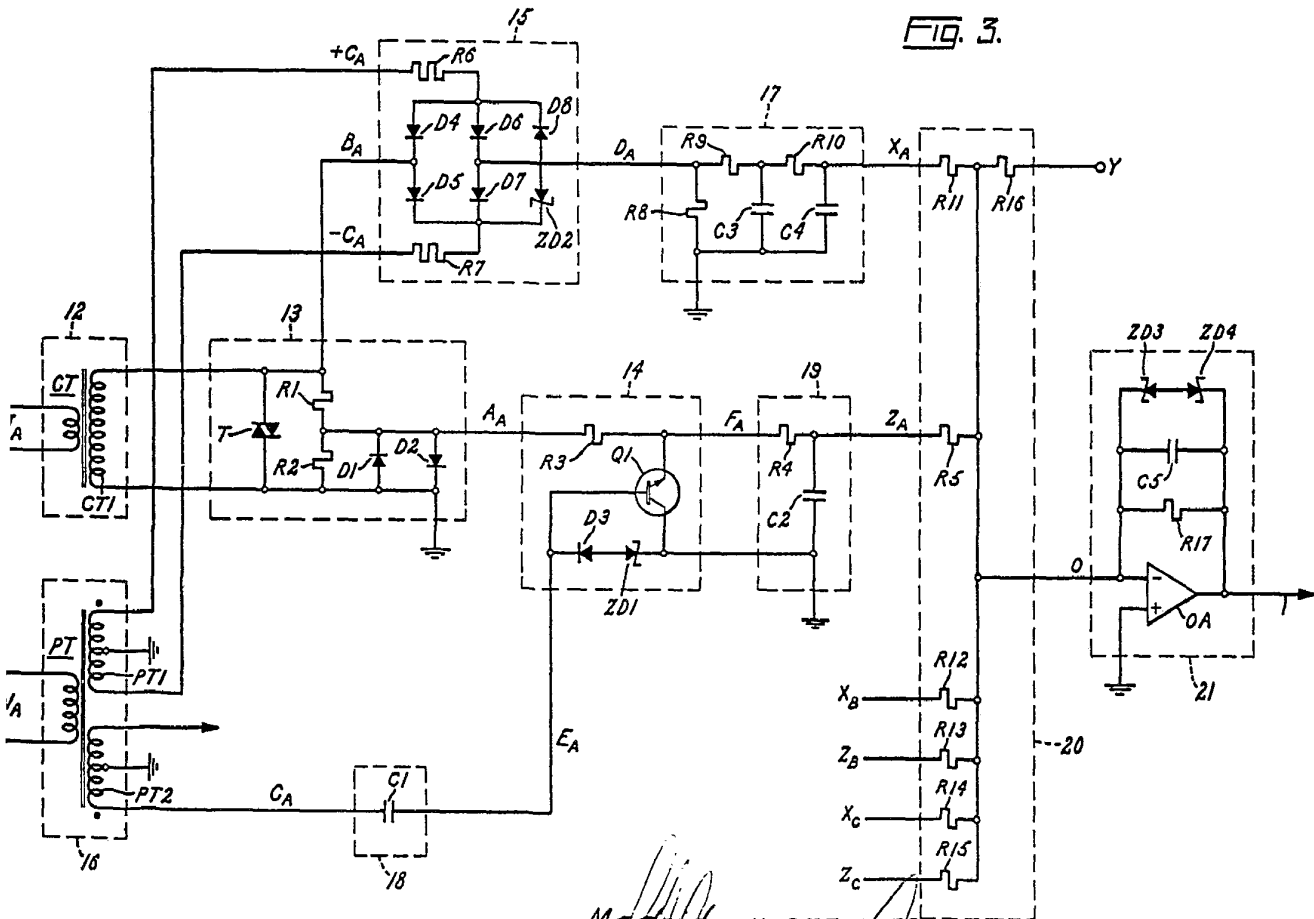
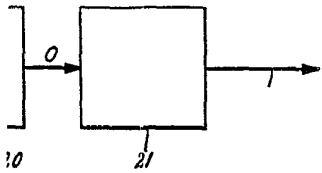
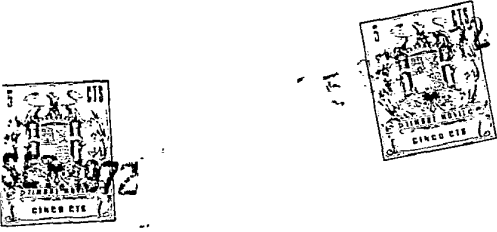
GENERAL ELECTRIC COMPANY

Fig. 2.



Escala variable

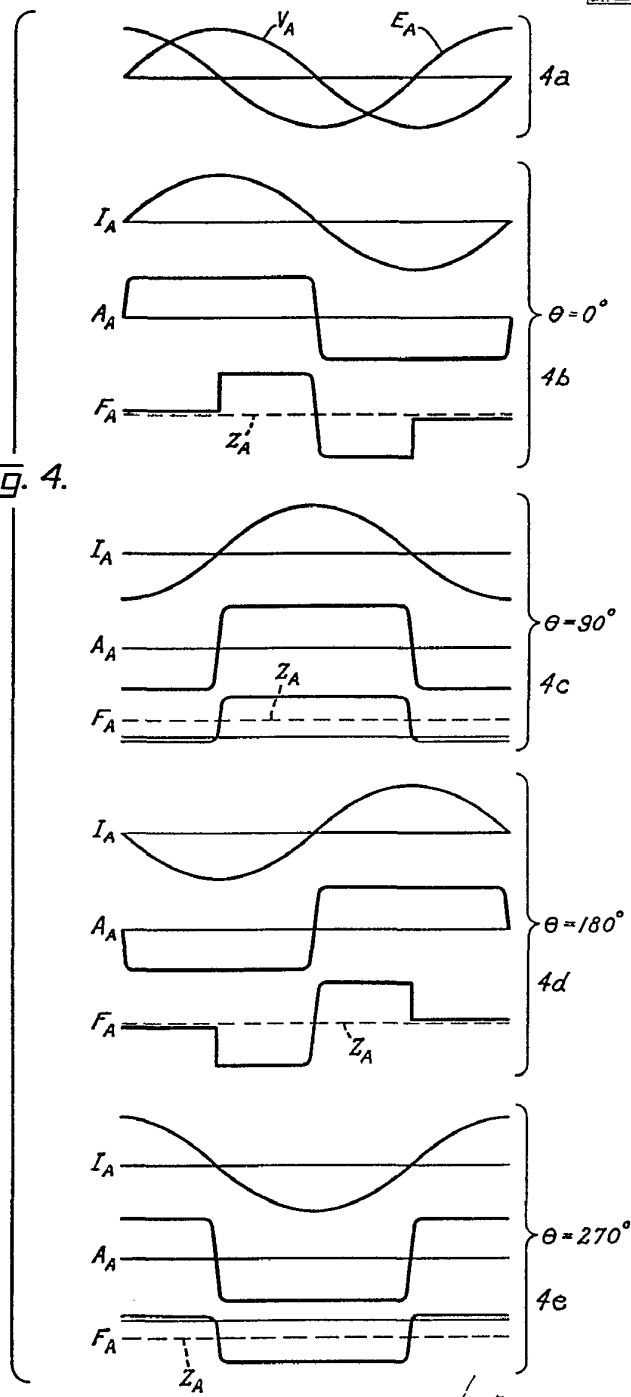
2.



Madrid, 5 SET. 1972
 P. A. F. F.
 REDRO F. F. F. F.
 F. F.



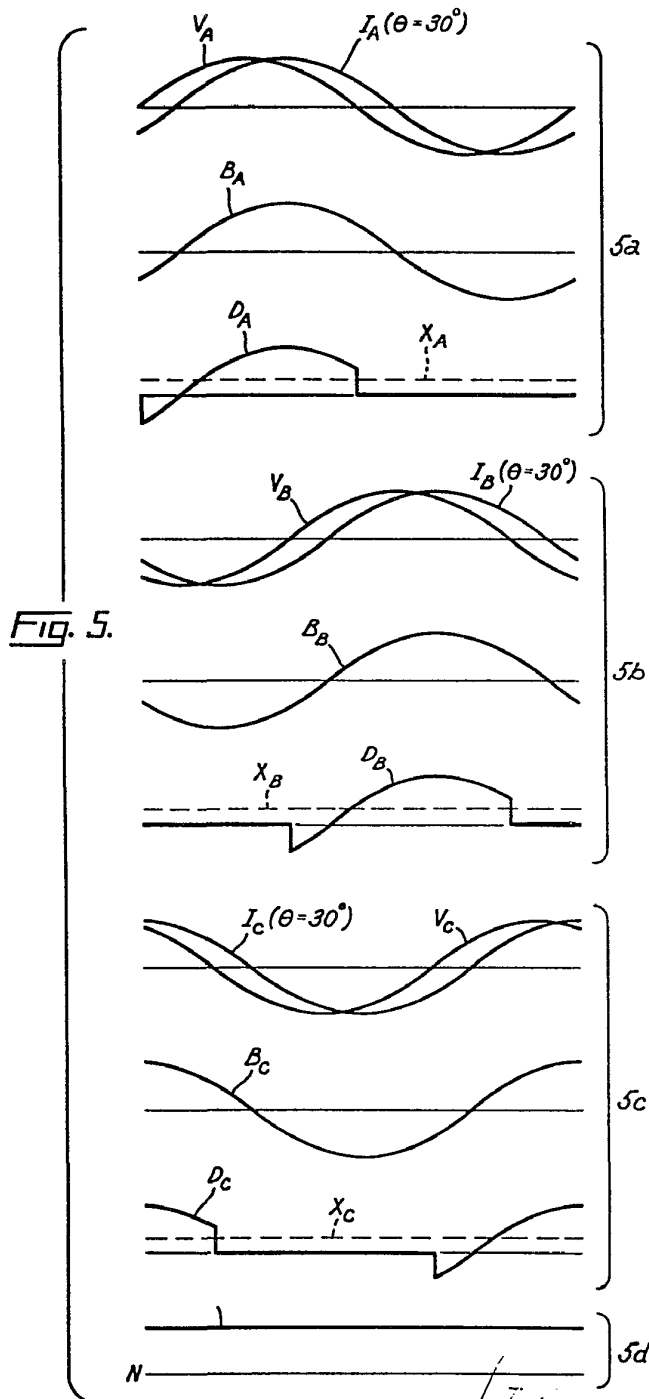
FIG. 4.



Madrid, P.A., 5 SET. 1972

FEDRO VELIU MARA

Escala variable

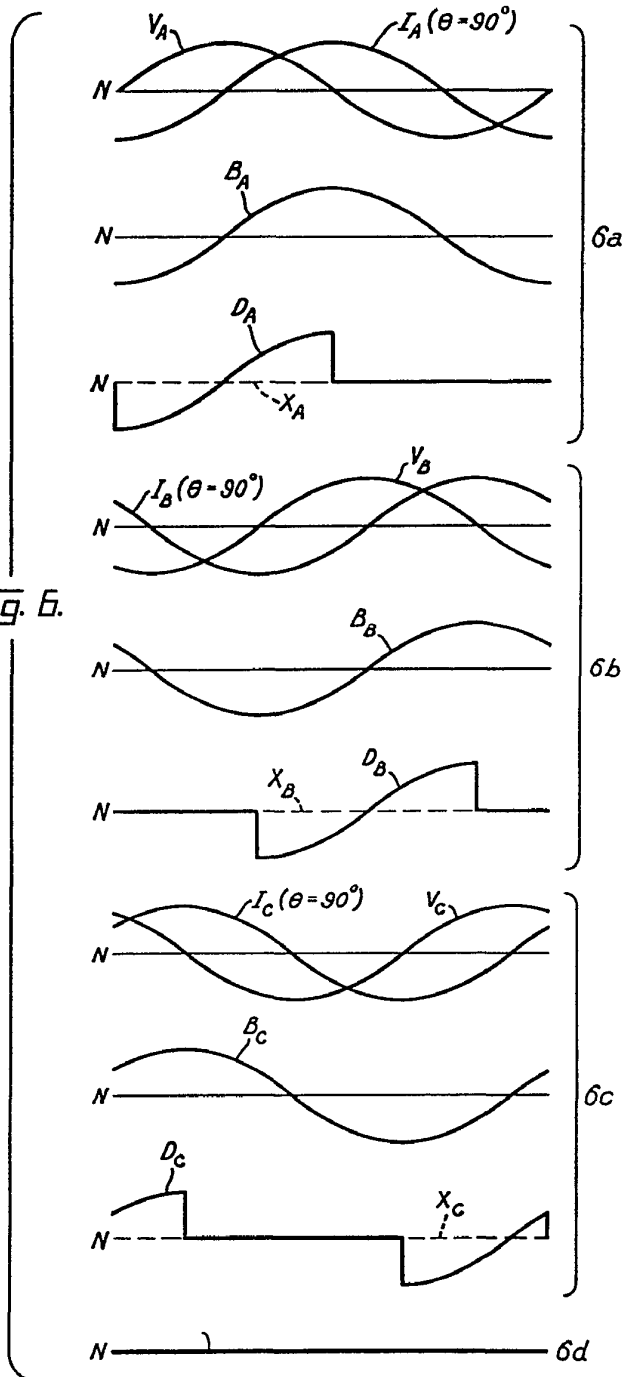


Madrid, 5 OCT 1972
P.A.,

PEDRO FELIU MANA
E.P.

Escala variable

406425

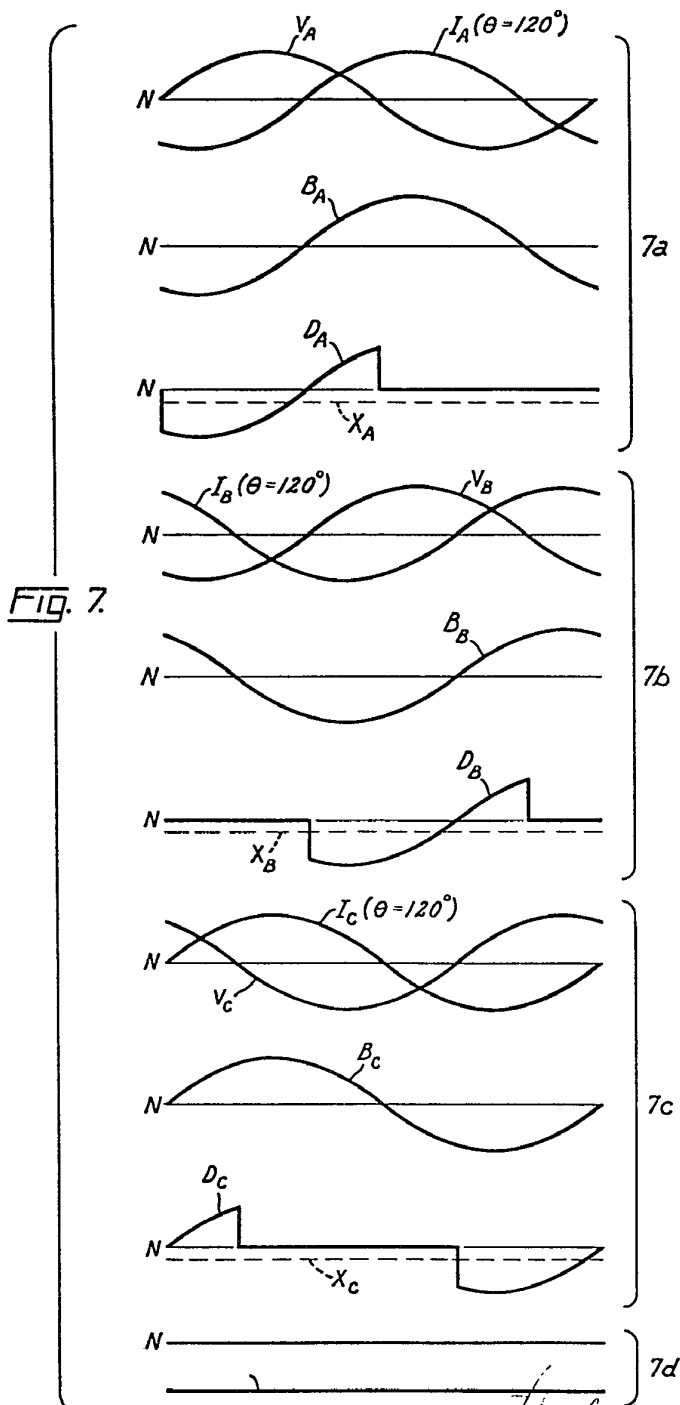
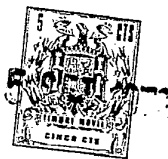


Madrid
P.A.

FEDRO FELIU MARI

Escala variable

400425



Escala variable

Madrid, 5 SET. 1972
P.A.,
PEDRO FELIU MARI
P.F.