

376250

P.- 43.841

WE. Case No. 40535

Int. Cl. ² : G05 F

376250



Memoria descriptiva

SECCION TECNICA
CLASIFICACION I. P. C.
CLASE _____
SUBCLASE _____

para solicitar PATENTE DE INVENCION por 20 años

a nombre de WESTINGHOUSE ELECTRIC CORPORATION

entidad / ~~de~~ ~~dimensional~~ ~~back~~ norteamericana

con domicilio en 3 Gateway Center, Pittsburgh, Pensilvania, Estados Unidos de América

por: "UNA DISPOSICION PARA GOBERNAR LA ALIMENTACION DE CORRIENTE CONTINUA DESDE UN MANANTIAL DE CORRIENTE TRIFASICA A UNA PLURALIDAD DE ELEMENTOS DE CARGA" (Clase Internacional G05f)

CONVENIO: Estados Unidos de América 13 de febrero de 1.969, No. 798.912.

POOR QUALITY

376250

P.- 43.841

WE - Case No. 40535



5 El presente invento se refiere a una disposición para controlar la alimentación de corriente continua a una pluralidad de elementos de carga desde un sistema de alimentación de corriente trifásica de acuerdo con una secuencia predeterminada de valores de corriente.

10 Existen muchas utilizaciones para aplicar corriente continua a través de una carga o de una pluralidad de elementos de carga de acuerdo con una secuencia predeterminada de valores de la corriente. Por ejemplo, en la técnica nuclear es necesario subir y bajar barras de control dentro del núcleo del reactor para gobernar la cantidad de energía cedida por el reactor nuclear. - El empleo de la expresión "barras de control" se usa en esta memoria para incluir cualquier miembro situado dentro del reactor que altere la reactividad del reactor. - Así, esta expresión incluye barras que sirven para otros fines además del uso normal para control. El empleo del término "barra" es sinónimo de la expresión "barra de control" para los fines de este invento. Las barras de control están situadas cerca de elementos de combustible nuclear que consisten en un combustible nuclear escindible. En general, cuanto mayor sea el número de neutrones en la región reactiva, mayor es el número de escisiones de los átomos de combustible que tiene lugar y, por consiguiente, mayor será la cantidad de energía puesta en -

27-1-70



376250

libertad. La energía, en forma de calor, es evacuada de -
la región reactiva por un refrigerante que circula a tra-
vés de ella y que luego va a un intercambiador de calor -
en el cual el calor procedente del refrigerante del reac-
5 tor se usa para generar vapor de agua para mover turbinas
y transformar la energía térmica en energía eléctrica. Pa-
ra disminuir la energía cedida por el reactor nuclear, -
las barras de control, que están hechas de un material --
que absorbe los neutrones, son insertadas dentro de la --
10 región reactiva. Cuanto mayor sea el número de barras de
control y cuanto más profundamente se introduzcan éstas -
dentro de la región reactiva, mayor será el número de --
neutrones absorbidos y, por tanto, mayor será la disminu-
ción de la energía cedida por el reactor. A la inversa, -
15 para aumentar la energía cedida por el reactor nuclear, -
las barras de control del reactor nuclear son retiradas -
de la región reactiva; por consiguiente, disminuye el nú-
mero de neutrones absorbidos, aumenta el número de escisi-
ones y aumenta también la energía cedida por el reactor. -
20 Típicamente, las barras de control están dispuestas en --
conjuntos, comprendiendo cada conjunto un número de gru-
pos de barras de control. Por consideraciones de seguri-
dad, deben usarse sistemas de barras de control extremada-
mente seguros.

25 Un sistema que se usa actualmente para bajar y

376250'



subir las barras de control tiene incorporado un mecanismo electromecánico del tipo de gato que emplea una pluralidad de bobinas eléctricas para insertar por incrementos cada barra de control dentro del reactor o para retirarla por incrementos de él. Estas operaciones realizadas -
5 por incrementos se repiten usualmente por grupos dentro de un conjunto o conjuntos, tantas veces como sea necesario con el fin de mover las barras de control hasta una -
posición que produzca la salida deseada del reactor.

10 En la Patente norteamericana nº 3.158.766 expedida a E.Frisch y cedida a la cesionaria del presente invento se describe con más detalle uno de estos mecanismos de gato. El mecanismo de gato descrito en la patente de Frisch incluye tres bobinas de inducción, una para co-
15 ger, una para subir y una para retener la barra de control en una posición estacionaria. Así, cuando hay una pluralidad dada de barras de control dentro del reactor, habrá un número correspondiente de bobinas de agarre, de elevación y estacionarias operativas con estas barras de con-
20 trol. Es deseable y, de hecho, obligatorio, que las barras sean levantadas en un orden predeterminado de manera que ninguna barra esté por encima o por debajo de cualquiera de las otras de su grupo. Las necesidades de corriente para cada una de las bobinas dentro de un grupo serán las
25 mismas en todo momento para todas las bobinas correspon-



376250

dientes, es decir, para todas las bobinas de elevación, de agarre y las estacionarias.

Un método de suministrar corriente a cada uno de estos tipos de elementos de bobina o de carga emplea medios electromecánicos. Tal sistema se muestra, por ejemplo en la patente norteamericana nº 3.099.778, expedida a W.R.Kennedy y colaboradores y cedida a la cesionaria del presente invento. En esa patente, se abren y cierran en secuencia unos contactos electromecánicos -- por medio de una disposición de contactos de leva accionada por motor para proporcionar pleno voltaje a las bobinas durante todo el periodo en que hayan de activarse.

Este tipo de disposición de suministro de corriente de tipo electromecánico para alimentar en secuencia tal pluralidad de elementos de carga presenta muchos inconvenientes. En primer lugar, no proporciona regulación de la corriente. Los contactores cierran y abren -- simplemente el circuito dirigiendo así toda la corriente, o no dirigiendo corriente en absoluto, desde la fuente de corriente a través de cada uno de los grupos de elementos de carga o bobinas y, por consiguiente, no se prevé una regulación de la corriente. La corriente conducida por la bobina depende de la inductancia y resistencia de ella. Las bobinas frías conducen considerablemente más corriente. En el caso de un reactor nuclear, se --

376250



han aumentado sustancialmente los valores de la corriente en los sistemas de barras de control, particularmente en los mecanismos de gato para las barras de control - con el fin de conseguir un movimiento más rápido de las barras. En un mecanismo de gato para barras de control en un reactor nuclear la corriente de estado constante para una bobina de elevación de gato es aproximadamente de 90 amperios a 125 voltios en frío y de 51 amperios a 135 voltios en caliente. En segundo lugar, la energía acumulada en las bobinas inductivas debe ser disipada cuando se abre el contactor, desperdiciándose de este modo la mayor parte de la energía. Debido a la gran cantidad de energía almacenada en las bobinas, es común -- que se produzcan daños en los contactos electromecánicos, debidos a la formación de arcos y a la perforación del aislamiento por fenómenos de voltaje transitorios, existiendo la posibilidad de que falle el equipo. La mayor disipación de corriente en las bobinas como resultado del aumento de los valores de la corriente ha hecho que sea muy deseable o, incluso, muy necesaria la regulación de la corriente. Una disminución de la disipación en las bobinas aumenta la vida útil del aislamiento y disminuye las necesidades de corriente. En tercer lugar, se desea a menudo activar y desactivar cada grupo de elementos de carga inductivos muy rápidamente y la velocidad -

27-1-70



376250

de funcionamiento y la disipación de corriente resultantes pueden rebasar las capacidades de los componentes de distribución electromecánicos actualmente usados. Finalmente, en los dispositivos de la técnica anterior, no se han previsto medios para comprobar si la corriente exigida a través de cada uno de los elementos de carga o, como ocurre en el caso del sistema de barras de control de un reactor nuclear, la corriente a través de cada grupo de bobinas de mecanismo de gato, ha pasado en efecto a través de estas cargas o ha excedido el periodo de tiempo durante el cual se necesitan tales corrientes. Como resultado de ello ha ocurrido que se han quemado los elementos de carga lo que necesita reparaciones costosas y a menudo voluminosas, particularmente en un reactor nuclear, en que tales reparaciones dan como resultado una costosa parada de toda la central nuclear.

De acuerdo con el presente invento, se crea un nuevo puente rectificador de semionda de estado sólido para aplicar corriente continua de valores múltiples desde un manantial de corriente trifásica a uno solo o a una pluralidad de elementos de carga. La corriente continua es proporcionada de acuerdo con una señal de corriente de referencia cíclica, predeterminada, para regular y hacer mínima la cantidad de energía usada por los elementos de carga. Además, cuando varios elementos o grupos --



376250

de elementos de carga tienen diferentes necesidades de corriente, se prevé, de acuerdo con el presente invento, que la corriente apropiada circule a través de cada elemento o grupos de elementos de carga.

5 La corriente continua es proporcionada por el empleo de rectificadores controlados de silicio, dispositivos de conmutación o, más particularmente, tiristores, cada uno de los cuales está conectado con una salida de un sistema de corriente trifásica para proporcionar corriente continua desde él. El valor de la corriente continua procedente de las salidas de estos tiristores es determinado de acuerdo con el momento en que se ceba cada tiristor. Por ejemplo, si los tiristores son cebados en secuencia, es decir, si son llevados en secuencia al estado conductor actuando por ello como un interruptor cerrado, en puntos predeterminados, como se describe luego en detalle, cercanos al punto positivo máximo de cada una de las tres fases de la fuente de corriente trifásica, la salida de corriente continua resultante tendrá un valor medio elevado. En el otro extremo, si los tiristores son debados en puntos predeterminados, que luego describimos en detalle, poco después del punto negativo máximo de cada una de las fases de la corriente, ocurrirá una fuerza negativa que hace que la energía acumulada en el elemento o elementos de carga sea devuelta -

10

15

20

25



376250

al sistema de alimentación de corriente. Entre estos dos extremos, es decir, entre una salida máxima positiva y una salida máxima negativa, existe un margen en el cual la salida y la corriente resultante pueden ser suministradas de acuerdo con las necesidades de corriente de los elementos de carga. Debe observarse que, devolviendo esta energía a la alimentación de corriente, es posible evitar perjudiciales efectos transitorios de la corriente, eliminando de este modo la necesidad de voluminosos y costosos medios de supresión de los fenómenos transitorios, además, como la cantidad de corriente puede ser controlada alterando el ángulo de cebado de los tiristores, a diferencia de los sistemas actualmente usados en que sólo puede suministrarse a la carga una corriente máxima o una corriente cero, se proporciona únicamente la cantidad de corriente necesaria durante aquellos periodos de funcionamiento de la carga en que no se requiere la plena corriente.

Por tanto, puede verse que se conserva la energía, tanto porque es devuelta al sistema por salida negativa como porque puede regularse la cantidad de corriente suministrada a la carga. Además, como los contactos electromecánicos son sustituidos por componentes de estado sólido, se aumenta considerablemente la seguridad del presente invento.



376250

5 El ángulo de cebado correcto es determinado -
por un nuevo regulador de corriente de adjudicación. El
regulador de la corriente de adjudicación compara la má-
xima corriente que circula por cualquiera de los elemen-
tos de carga con el valor exigido por un manantial de -
corriente de referencia y, entonces, da instrucciones a
los circuitos de cebado de tiristores para cebar el ti-
ristor en tal ángulo de fase que lleva la corriente con-
tínua a través de los elementos de carga al valor exigido
10 do por el manantial de la corriente de referencia.

El manantial de corriente de referencia com-
prende un sistema lógico o servoaparato de ciclos que -
proporciona una secuencia cíclica de señales digitales
de acuerdo con el valor predeterminado y deseado de la -
corriente requerido por la carga. Estas señales binarias
15 son transmitidas a través de un nuevo sistema de transmi-
sión binaria a un generador de corriente de referencia -
que proporciona una señal analógica correspondiente al -
regulador de adjudicación de acuerdo con la corriente -
requerida. El nuevo sistema de comunicaciones incluye un
20 acoplo por transformador que elimina el problema de los
valores de referencia en un sistema que tiene elevados -
valores de ruido debido a las grandes corrientes en el -
sistema de alimentación de corriente. El transformador y
25 una resistencia forman un manantial de corriente que es -

376250



abierto o cerrado por una señal de entrada digital habilitada en el secundario del transformador. La información es leída en el primario del transformador por un detector de valores. Para enviar información desde la alimentación de corriente se utiliza un segundo transformador. Está previsto un segundo interruptor de estado sólido en serie con otra resistencia. Cuando el segundo interruptor de estado sólido es abierto y cerrado, un detector de valores lee la señal en el secundario del transformador.

Como se ha señalado antes, es deseable prever un medio para detectar condiciones de avería en el sistema de alimentación de corriente en el cual resulta posible entonces tomar las medidas necesarias para reparar la avería antes de que el fallo en el funcionamiento de los elementos de carga de como resultado el fallo del sistema. Por ejemplo, en un reactor nuclear, tales sistemas de protección podrían impedir que cayeran las barras o que resultaran necesarias costosas paradas para hacer reparaciones en el área de contención del reactor, en la cual es difícil trabajar. Es deseable, además, proporcionar indicación de la situación de la avería de manera que el operador del sistema pueda situar fácilmente el elemento averiado. Esto es particularmente importante puesto que en el presente invento se usa equipo de estado

376250



sólido y es a menudo más difícil localizar averías en -
aparatos de estado sólido que en los aparatos electrome-
cánicos que se usaban antes. Por consiguiente, son muy
deseables los sistemas de alarma que detecten los fallos
y den su localización.

En general, el invento incluye el uso de una -
pluralidad de detectores de error situados en puntos es-
tratégicos dentro del sistema. Los detectores de error -
son mandados para dar una única señal de alarma de error
que es enviada a una sala de control para activar una --
alarma a fin de avisar al operador de que hay fallo en el
sistema. Adicionalmente, la señal procedente de la puerta
es enviada a una luz situada dentro del armario que con-
tiene la alimentación de corriente para ese grupo parti-
cular de elementos de carga. Además, la señal es enviada
también desde la puerta al generador de corriente de re-
ferencia el cual, inmediatamente, reducirá la corriente -
en los elementos de carga en que podría causarse posible
daño debido a una cantidad excesiva de corriente en cir-
culación por ellos.

Más particularmente, y con referencia de nuevo
a la realización específica del presente invento en un -
sistema de control de las barras en un reactor nuclear,
los circuitos lógicos asociados con el generador de la --
corriente de referencia, al recibir una señal de uno de -



376250

los detectores de error actuarían inmediatamente para --
mandar corriente reducida a las bobinas estacionarias y
movibles y, también, para mandar corriente cero a través
de las bobinas de elevación. Se hace esto porque, en el
5 momento del fallo, es imposible saber en qué punto de la
operación de puesta en secuencia del mecanismo de gatos
ha ocurrido la avería. Suministrando corriente reducida
a las bobinas de retención móviles y estacionarias se --
asegura que el dispositivo de agarre, que está aplicado
10 normalmente, permanezca aplicado para impedir que caigan
las barras. Sin embargo, puede no ser posible en todos -
los casos impedir la caída de las barras de control. En
este caso tanto las bobinas de agarrador estacionarias -
como las movibles, por el hecho de que son alimentadas --
15 con corriente reducida solamente, no retienen demasiado -
apretadamente las barras de control y, por tanto, estas
barras caerán sin causar daños a los mecanismos de gato.

Tres circuitos mejorados de alarma de protec--
ción reducen los posibles daños resultantes de un fallo --
20 del sistema. El primer circuito de protección comprueba -
si ha sido pedida corriente máxima por el manantial de -
corriente de referencia durante un periodo de tiempo más
largo que uno seguro predeterminado. La señal proporciona-
da por el generador de corriente de referencia es anali-
25 zada para determinar si la señal de corriente de referen-



376250

5 cia requiere o no máxima salida de voltaje durante un -
periodo de tiempo más prolongado que el necesario para -
la secuencia normal. Por ejemplo, la máxima salida de -
voltaje podría ser pedida durante un periodo de tiempo
prolongado como resultado de un mal funcionamiento en -
los circuitos lógicos o por conexiones defectuosas.

10 Sin este circuito de protección de alarma, los
elementos de carga podrían continuar absorbiendo la ple-
na corriente hasta que se quemaran, Durante este tiempo,
sería de otro modo imposible saber que los elementos de
carga están sobrecargados y no se sabría que ha ocurrido
tal sobrecarga hasta su fallo. En un ambiente tal como
las bobinas de inducción de un mecanismo de gato para el
control de las barras en un reactor nuclear, esto signi-
ficaría que todo el reactor nuclear habría de pararse -
15 para poder reemplazar el mecanismo de gato. Esto sería -
muy engorrosa y muy costoso.

20 Un circuito de regulación de detección de --
error comprueba la corriente real que atraviesa cada uno
de los elementos de carga. En muchas situaciones es muy
importante que la corriente que atraviesa cada uno de los
elementos de carga corresponda al valor exigido. Por --
ejemplo, esto es muy importante en un sistema de control
de las barras en un reactor nuclear donde como resultado
25 del paso de una corriente inadecuada a través de las bo-

27-1-70



376250

binas de los mecanismos de gato las barras podrían caer -
en el reactor o podría ser perturbada la secuencia de -
las barras. La primera posibilidad haría que el reactor
se parara y la última no podría ser tolerada porque de -
5 ella resultaría un desarrollo desigual del flujo de neu-
trones. Además, la activación de las barras en secuen--
cia inapropiada da como resultado un desgaste adicional
de los mecanismos de gato.

Se habilita un tercer circuito de protección
10 para dar una señal de alarma cuando falta uno o más de -
las fases de la alimentación de corriente trifásica, por
ejemplo, siempre que uno de los tiristores quede en cor-
tocircuito o actúe como un diodo o cuando salte el fusi-
ble de una fase. En pocas palabras, el detector de au--
15 sencia de fase comprende circuitos para comparar la com-
ponente ondulatoria normalmente presente en la salida de
corriente continua del puente rectificador de tiristores,
la cual es relativamente pequeña durante las salidas má-
ximas positiva y negativa cuando se están utilizando las
20 tres fases, siendo muy grande dicha componente ondulato-
ria cuando falta una de las fases o cuando falla uno de
los tiristores.

El invento se comprenderá más fácilmente por -
la siguiente descripción de una realización preferida -
25 del mismo que se muestra, sólo a manera de ejemplo, en



376250

los dibujos adjuntos, en los cuales:

La figura 1 es un diagrama funcional de un sistema perfeccionado de corriente y de regulación;

5 Las figuras 2A y 2B muestran las necesidades de corriente para un mecanismo de control de las barras de un reactor nuclear;

La figura 3 es un diagrama que ilustra en detalle una unidad de corriente perfeccionada mostrada de manera general en la figura 1;

10 La figura 4 es un diagrama funcional del nuevo manantial de corriente de referencia mostrado en la figura 1;

15 La figura 5 es un diagrama funcional de una lógica perfeccionada de corriente de referencia mostrada de manera general en la figura 4;

La figura 6 es un diagrama de un nuevo sistema de transmisión digital;

20 La figura 7 es un diagrama de un regulador de corriente perfeccionado mostrado de manera general en la figura 3;

La figura 8 es un diagrama funcional que ilustra un sistema perfeccionado para dar la alarma;

25 La figura 9 es un diagrama funcional de un detector de error perfeccionado ilustrado de modo general en la figura 8;



376250

La figura 10 presenta una serie de curvas que ilustran señales relacionadas con el detector de error perfeccionado de la figura 11;

5 La figura 11 es un diagrama funcional de un - segundo detector de error perfeccionado ilustrado de modo general en la figura 8;

La figura 12 es una serie de curvas que ilustran diversas salidas de la unidad de corriente perfeccionada mostrada en general en la figura 3;

10 La figura 13 es un diagrama funcional de un - tercer detector de error perfeccionado ilustrado de manera general en la figura 8; y

15 La figura 14 es un diagrama funcional de un - nuevo sistema para proporcionar corriente trifásica desde dos grupos moto-generadores asíncronos.

20 En la figura 1, las unidades de corriente primera, segunda y enésima, 10, 12 y 14 convierten la corriente trifásica procedente del manantial de corriente 16 de manera que pueda ser utilizada por una pluralidad de elementos de carga situados en la instalación. La corriente que pasa por cada grupo de elementos de carga - tiene un valor de acuerdo con señales de corriente secundarias predeterminadas 18, 20 y 22 proporcionadas por el manantial 24 de corriente de referencia.

25 Un ejemplo de aplicación en que sería deseable



376250

tal disposición es un reactor nuclear. Para insertar barras de control en un reactor nuclear, y para retirarlas de él, es necesario activar en secuencia tres bobinas que comprende cada mecanismo de gato. Para mentener una barra, se activa la bobina estacionaria con corriente reducida, haciendo que el agarrador estacionario retenga la barra de control. La secuencia es como sigue: primero, se activa una bobina movible haciendo así que un segundo agarrador, o agarrador móvil, retenga la barra de control. El agarrador movible está situado sobre un miembro longitudinalmente movible que puede subirse o bajarse de acuerdo con la activación de una tercera bobina, la bobina elevadora, luego la bobina estacionaria es desactivada y el agarrador estacionario suelta las barras. A continuación, la bobina elevadora es activada haciendo que el miembro longitudinal, el agarrador y, por tanto, la barra de control, suban en un incremento. La bobina del agarrador estacionario es desactivada antes de la activación de la bobina de elevación. Una vez que la barra de control ha sido movida por incrementos en la distancia apropiada, la bobina estacionaria es activada, luego se desactiva el agarrador movible, finalmente es desactivada la bobina de elevación y la corriente de la bobina estacionaria se reduce para retener la barra.

En los actuales sistemas de control de las ba--



376250

rras, a través de cada una de las bobinas de mecanismo -
de gato, circula sólo una corriente de valor uniforme por
causa de la naturaleza electromecánica de los sistemas.-
Sin embargo, es deseable poder disminuir la corriente que
5 pasa por las bobinas si se necesita menos corriente, y -
cuando se necesita menos corriente, para desempeñar fun-
ciones requeridas. Por ejemplo, cuando se activa la bobina
de elevación se necesita una cantidad de corriente re-
lativamente grande para subir la barra de control a causa
10 de la inercia inicial que presenta la barra de control. -
Sin embargo, una vez que la barra se ha movido, se necesi-
ta menos corriente para mantenerla en su nueva posición -
subida. Así, sería deseable crear un sistema en el cual se
proporcionará en cualquier momento dado la cantidad exac-
15 ta de corriente que se necesite.

La figura 2 muestra las necesidades de corriente
para cada una de las bobinas de un mecanismo de gato de -
los que se usan en la actualidad en los sistemas de con-
trol de las barras de los reactores nucleares. Más parti-
20 cularmente, se muestran las señales de referencia propor-
cionadas por el manantial 24 de corriente de referencia -
(figura 1), que se usan para habilitar la corriente apro-
piada a través de las bobinas de elevación móviles y es-
tacionarias. La figura 2A ilustra la corriente de referen-
35 cia necesaria para retirar en un incremento una barra de -



376250

control y la figura 28 ilustra la señal de corriente de referencia para insertar la barra de control.

5 En la figura 2A y también en la figura 28, las abscisas se dan en grados. Un ciclo de 360° corresponde deseablemente a un tiempo de aproximadamente 780 milise-
gundos. El primer valor es apropiado puesto que en esta
realización particular, la secuencia que ocurre se repite
10 cíclicamente para cada movimiento por incrementos. Los valores dados en las ordenadas representan la corriente deseada a través de cada una de las bobinas. La secuen-
cia de la corriente para la bobina de agarrador estacionario se da como forma de onda 26, la de la bobina del -
agarrador movable como forma de onda 27 y la de la bobina de elevación como forma de onda 28.

15 Así, en un sistema de control de las barras - de un reactor nuclear que tenga una pluralidad de mecanismos de gato, cada uno con bobinas estacionaria, movi-
ble y de elevación, el manantial 24 de la corriente de - referencia de la figura 1 proporcionaría tres señales --
20 separadas de corriente de referencia de acuerdo con la - figura 2A y con la 28 a cada pluralidad de bobinas movi-
bles, estacionarias y de elevación, ya que todas las barras de control de un grupo se insertan o se retiran --
juntas.

25 La figura 3 es un diagrama esquemático que se



376250

da para la unidad de corriente y los elementos de carga
10 de la figura 1. La disposición mostrada en ella se-
ría deseable, por ejemplo, para activar las bobinas de
elevación de un mecanismo de gato. El manantial 16 de -
5 corriente trifásica proporciona una salida 29 de la pri-
mera fase, una salida 30 de la segunda fase y una salida
31 de la tercera fase. El manantial 24 de corriente de
referencia proporciona la señal de corriente de referen-
cia de acuerdo con la corriente que se desea atravesar -
10 la pluralidad de elementos de carga 32. La salida 33 del
manantial 24 de corriente de referencia proporciona una
señal a un regulador 34 de corriente de adjudicación -
perfeccionado que será descrito luego con más detalle.
El regulador 34 de la corriente de adjudicación propor-
15 ciona una señal 35 a un circuito de disparo 36.

El circuito de disparo 36 es de un tipo bien -
conocido para los expertos. Entre otros elementos inclu-
ye un generador de impulsos de alta frecuencia para pro-
porcionar señales de mando para cebar en secuencia cada
20 uno de los tiristores 37, 38 y 39. El ángulo de fase del
voltaje de la línea al cual se proporcionan las señales
de mando viene determinado por el regulador 34 de la co-
rriente de adjudicación. Uno de estos circuitos de dispa-
ro se ha descrito en la solicitud de patente norteameri-
25 cana nº 686.407 de Gyugyi, Pelly y Rosa titulada "sistema

376250



productora de impulsos" presentada el 29 de Noviembre -
1.967 y cedida a la cesionaria del presente invento.

La señal 35 procedente del regulador de co-
rriente de adjudicación controla el ángulo de fase al --
5 cual el circuito del disparo proporciona impulsos de man-
do a las entradas de mando 46 de dispositivos de conmu-
tación controlada o tiristores 37, 38, 39, cada uno de
los cuales tiene su ánodo conectado a las salidas 29, -
30 y 31 de las tres fases, respectivamente, de la alimen-
10 tación de corriente trifásica 12 por medio de dispositi-
vos de inducción 40 y fusibles 41, como se muestra. Los -
cátodos de los tiristores 37, 38 y 39 están conectados a
un terminal de salida común 42. Variando el ángulo de fa-
se en el cual son activados los tiristores 37, 38 y 39,
15 es posible un voltaje de salida a través de los elementos
de carga 32 desde plenamente positivo a plenamente nega-
tivo. Sin embargo, observese que debe circular a través -
de los elementos de carga una corriente continua positiva
mínima para mantener el tiristor conduciendo satisfacto-
20 riamente. Una resistencia 42 y un condensador 43 están -
previstos en paralelo con los tiristores 37, 38 y 39 para
impedir que los voltajes que cambian rápidamente a través
de los mismos provoquen su inadecuada conducción. Las --
resistencias 42 y los condensadores 43 están también pre-
25 vistos en paralelo con los tiristores 44. La pluralidad



376250

de elementos de carga 32 está conectada al terminal de -
salida 42 de los tiristores 37, 38 y 39 a través de es-
tos tiristores 44, cada uno de los cuales tiene una en-
trada de mando 45. Normalmente, estos tiristores son con-
5 controlados de manera que actúan como diodos ordinarios y
se emplean para impedir que las corrientes circulen en-
tre los elementos de carga 32 si los elementos de carga
tienen una impedancia inductiva, como las bobinas de un
mecanismo de gato de control de las barras de un reactor
10 nuclear. Para aislar los elementos de carga del manantial
de corriente, los tiristores 44 pueden hacerse funcionar
como interruptor abierto. Tal disposición es útil en un
sistema de control de las barras de un reactor nuclear -
para desactivar las bobinas de elevación de los mecanis-
15 mos de gato individuales para realinear las barras de -
control si se hubieran desalineado. Además, una alimenta-
ción de corriente continua auxiliar (no mostrada) puede -
conectarse para retener las barras de control haciendo -
pasar corriente por ellas. Esto permite encontrar la ave-
20 ría del equipo sin que sea necesario parar la instala-
ción.

En serie con cada uno de los elementos de car-
ga 42 están previstas resistencias 47 de vigilancia de
la corriente. Las conexiones 48, 49, 50 y 51 al regulador
25 de la corriente de adjudicación permiten que el mismo --

376250



5 compare el voltaje máximo, indicador de la corriente -- que pasa por cada elemento de carga, a través de cual-- quiera de las resistencias 47 con la señal de corriente de referencia proporcionada por el manantial 24 de corriente de referencia.

10 Usando sólo el valor máximo para fines de comparación se tropieza con diversas dificultades. Por -- ejemplo, si se usa la corriente media en comparación - con la corriente de referencia y si uno de los elemen-- tos de carga es desconectado o puesto en circuito abier-- to, puede verse que para mantener la corriente media deseada, la corriente de carga debe aumentarse en los restantes elementos. Por tanto, el uso de la corriente media no constituye una solución aceptable ya que motiva -
15 grandes aumentos de corriente indeseables.

20 Una segunda alternativa consistiría en vigilar el elemento de carga que tiene el mínimo valor de corriente. De nuevo, esto exigiría que el regulador de la corriente de adjudicación pidiera mayores valores a través de los restantes elementos de carga. Así, seleccionando la rama por la que pasa la máxima corriente, - no circulará en cualquiera de los restantes elementos de carga más que la corriente deseada. Esto es particularmente importante ya que la máxima corriente que puede
25 atravesar cualquiera de los elementos de carga debe ser

5 FEB 1972

376250

limitada.

Para una salida máxima positiva, los tiristo--
res 37, 38 y 39 son cebados de modo que se comporten co--
mo simples rectificadores. La salida de la alimentación
5 de corriente trifásica 12 puede verse más fácilmente por
referencia a la figura 12 que muestra las tres fases de
salida separadas en 120°. La parte de trazo grueso de la
forma de onda de voltaje A de la figura 12 corresponde a
la forma de onda del puente de tiristores de tres fases --
10 aplicado a los elementos de carga. Obsérvese que la for--
ma de onda es positiva y tiene una componente ondulatoria.
De acuerdo con el presente invento, los tiristores son --
conmutados de modo natural. El valor del voltaje medio --
a través de la carga puede rebajarse si se retardan los
15 ángulos de cebado de los tiristores. En B de la figura --
12, que ilustra la salida máxima posible de voltaje nega--
tivo, los momentos de cebado han sido retardados hasta --
un punto en el cual es negativa la corriente del voltaje
medio. Cuando ocurre esto, la corriente a través de la --
20 carga caerá rápidamente a cero. La energía inductiva en
las bobinas durante la salida negativa no se disipa, como
ocurre cuando se abren contactores mecánicos; en cambio
se devuelve al manantial de corriente 16.

El segmento 301 de la forma de onda en A de la
25 figura 12 corresponde al periodo de conmutación durante

376250



el cual un tiristor se ceba y otro deja de conducir, --
Más particularmente, cuando se ceba el tiristor 37, el
voltaje de la fase 1 es aplicado a través de la carga. -
Cuando el voltaje de la fase 1 desciende por debajo del
5 de la fase 2, es decir, que la fase 1 se hace negativa -
con respecto a la fase 2, se ceba el tiristor 38 y el -
tiristor 37 deja de conducir aplicándose así el voltaje
de la fase 2 a través de la carga. Se tiene el mismo re-
sultado cuando el voltaje de la fase 3 se hace mayor --
10 que el voltaje de la fase 2, el voltaje de la fase 1 se -
hace mayor que el de la fase 3, y así sucesivamente.

Nótese en B de la figura 12 que la componente
ondulatoria durante la salida máxima de voltaje negativo
es mayor que la que hay durante la salida máxima positi-
15 va, como se muestra en A de la figura 12. Esto es debido
a lo deseable de cebar el tiristor siguiente mucho antes
del punto máximo teórico al cual podría ocurrir la con-
mutación, proporcionando así un margen de seguridad para
asegurar la conmutación apropiada. Como resultado de --
20 ello, sin embargo, la cantidad de componente ondulatoria
durante la salida negativa es mayor que para la fuerza -
positiva.

Puede verse que el presente invento puede uti-
lizarse para efectuar las formas de onda de corriente -
25 mostradas en las figuras 2A y 2B para un sistema de con-



376250

trol de las barras de un reactor nuclear previendo una
unidad de corriente separada y una señal de corriente -
de referencia para cada una de las bobinas de mecanismo
de gato. Por ejemplo, para obtener la forma de onda de
5 la bobina de elevación como se muestra en la figura 2A
para un ciclo de retirada, se aplica inicialmente a tra-
vés de cada bobina de elevación una fuerza de voltaje -
positiva plena. A medida que la corriente se aproxima al
valor de 40 amperios, los ángulos de cebado de los tiris
10 tores son retardados automáticamente por el regulador -
de la corriente de adjudicación y por el circuito de --
disparo para mantener 40 amperios a través de los elemen-
tos de carga. Después de, aproximadamente, 180° en el -
ciclo, se necesita una corriente de retención, de, apro-
15 ximadamente, 20 amperios. El ángulo de cebado de los ti-
ristores es retardado para proporcionar una fuerza de -
voltaje negativa como se muestra en B de la figura 12 y
se devuelve corriente reactiva al manantial de corrien-
te. Cuando la corriente llega a los 20 amperios, el án-
20 gulo de cebado es ajustado automáticamente para mantener
este valor. Aproximadamente a 300° en el ciclo, se apli-
ca de nuevo una fuerza de voltaje negativa, se devuelve -
corriente reactiva al manantial de corriente y la co--
rriente desciende a cero. La figura 2B de las señales -
25 de corriente de referencia para insertar las barras de



5

376250

control.

En la figura 4 se muestran detalles del manantial de corriente de referencia. Los circuitos lógicos -- 52 de la corriente de referencia proporcionan señales --
5 digitales de acuerdo con la corriente deseada a través -- de cada uno de N elementos de carga o grupos de elementos de carga. En el caso de un sistema de control de las barras de un reactor nuclear, en que la distribución de la corriente comprende una secuencia cíclica, los medios ló-
10 gicos 52 de la corriente de referencia pueden comprender un aparato subordinado de estado sólido de repetición de ciclos. Cuando se necesitan N distribuciones de corriente para N elementos o grupos de elementos de carga se pre--
15 vén N conjuntos de señales de salida digitales de los -- circuitos lógicos de corriente de referencia. En un mecanismo de gato para barras, se necesitan tres de tales -- conjuntos de señales 54 para las bobinas de elevación, -- estacionarias y movibles. Para la forma de onda 27 de --
20 las bobinas movibles, que tiene un sólo valor de corriente que no es igual a cero, el conjunto de señales 54 consiste en una sola señal binaria. Para la forma de onda --
25 28 de las bobinas de elevación, que tiene dos valores de corriente desiguales a cero, el conjunto de señales 54 -- requiere dos señales binarias. Análogamente, para la forma de onda 26 de las bobinas estacionarias, el conjunto de señales 54 requiere dos señales binarias.

376250



5 Como el presente sistema puede usarse cuando
estén presentes elevadas corriente, es probable que --
también estén presentes elevados niveles de ruido. Así,
se prevé una pluralidad de N conjuntos de sistemas 57 -
de transmisión binaria transmitir conjuntos primero, se
gundo y enésimo de señales digitales 54 desde la lógica
52 de corriente de referenciá. Los detalles del sistema
de transmisión binaria serán analizados luego.

10 Las salidas digitales 59 del sistema 57 de -
transmisión binaria se ajustan a una pluralidad de N -
generadores 61 de corriente de referencia. Las señales
de salida 62 de los generadores de corriente de referen-
cia 61 son enviadas a los N reguladores de adjudicación.
Cada generador de referencia 61 es capaz de responder a
15 las señales de entrada digitales 59 para dar una señal
de salida analógica de acuerdo con la corriente que se
desea circule a través de los respectivos elementos de
carga a grupos de elementos de carga. Los generadores -
de señales de este tipo son bien conocidos en la técni-
ca.
20

La figura 5 muestra un diagrama funcional de
un servo-aparato de repetición en ciclos adecuado para
uso como circuito lógico 52 de corriente de referencia-
en la figura 4. Comprende elementos usuales, bien cono-
cidos. Un impulso de entrada S activa un biestable 63 -
25

5 FEB 1971

376250

que permanece en el estado activado hasta el final del ciclo. Cuando es activado el biestable 63, hace que el generador de impulsos 64 proporcione un tren de señales de impulsos a un contador 67. Un descodificador 69 proporciona una pluralidad de grupos de impulsos de salida desde las salidas 75, 76 y 77 en estados predeterminados del contador. Cuando el contador 67 alcanza su estado máximo, el descodificador 69 proporciona una señal, a través de la línea 71 para restablecer el biestable 63.

En un sistema de control de barras, el servomotor aparato de repetición en ciclos de estado sólido de la figura 5 puede sustituir al aparato de repetición en ciclos del tipo mecánico de levas que se usa en la actualidad. Deseablemente, en un sistema de control de barras, el contador 67, que es un contador binario de 7 bits, es capaz de 128 estados. Esto es equivalente a cuantificar un aparato de repetición en ciclos del tipo de levas usado en la actualidad en pasos de 2,8 grados. El generador de impulsos 65 proporciona deseablemente una señal de impulso cada 6,1 milisegundos al contador 67. Cuando el contador llega al estado 21, que corresponde a unos 59° de un ciclo, el descodificador 69 proporciona un impulso desde una de las salidas 75 a, por ejemplo, un primer generador 61 de corriente de referencia (figura 4) para dar corriente a las bobinas de elevación. Cuando el con-

376250

5



tador llega al estado 59, que corresponde a unos 165° -
del ciclo, el descodificador proporciona otro impulso des-
de otra de las salidas 75 al mismo generador de corrien-
te de referencia, para dar una señal de referencia que -
5 exige 20 amperios por bobina. Cuando el contador llega -
al estado 103, que corresponde a 288°, el descodificador
proporciona un impulso final a través de otra de las sa-
lidas 75 para poner a cero la señal de corriente de refe-
rencia. Son proporcionados impulsos similares desde las
10 salidas 76 y 77 de acuerdo con la corriente requerida pa-
ra las bobinas estacionarias y movibles de los mecanis-
mos de gato.

Se comprenderá que el mencionado servo-aparato
de repetición en ciclos no debe quedar limitado a propor-
15 cionar señales de impulsos para sólo tres valores de co-
rriente. Además, pueden usarse más de tres grupos de sa-
lidas del descodificador 69 cuando se necesitan más de --
tres distribuciones de la corriente. El descodificador -
69 puede dividirse en tres descodificadores separados, en
20 lugar de un solo descodificador 69, como se ha mostrado.
Es decir, que el número de descodificadores puede corres-
ponder al número de diferentes señales de corriente de -
referencia que se precisen.

Cada sistema 57 de transmisión digital de la -
25 figura 4 está compuesto por una pluralidad de circuitos -



376250

de transmisión 78 mostrados en la figura 6, requiriéndose un circuito 78 por cada señal binaria a transmitir. -- Las señales digitales procedentes, por ejemplo, de la lógica 52 de la corriente de referencia (figura 4) son --
5 proporcionadas al transistor 79 a través de la entrada de base 81. El transistor está polarizado de manera que funcione en modo de conmutación. El transistor 79 y el puente de diodos 83 pueden estar conectados a una línea 86 en los terminales 84. Los terminales del secundario --
10 87 se conectan entonces en 88 a la línea 86 formando un circuito secundario que incluye el transistor 79 y el -- puente de diodos 83.

Un oscilador 93 está conectado con el primario 89 a través de los diodos 95 y 96. Estos diodos están --
15 dispuestos para proporcionar una señal de corriente continua a través del contacto de toma central 91 y a través de la resistencia 98 a masa.

Si el transistor de conmutación 79 se halla en un estado de no conducción, con lo que el circuito secundario queda abierto, la cantidad de corriente que pasa --
20 por la resistencia 98 será relativamente pequeña después de cada inversión de polaridad del voltaje del oscilador. Sin embargo, si el transistor de conmutación 79 está conduciendo, existe una condición de cortocircuito a través
25 del secundario 87. Esto determina el paso de una gran co-



376250

5 rriente por el primario 89 y por la resistencia 98. El
valor de la corriente por la resistencia 98 es detecta-
do por el detector 99 de mínimos de cresta, que compren-
de un diodo 401, una resistencia 402 y un condensador -
5 403 y que está conectado como se muestra a un manantial
404 de voltaje positivo. Con el transistor de conmuta-
ción 79 en estado de no conducción, el valor positivo -
mínimo del voltaje detectado por el detector 99 y almace-
nado en el condensador 403 tiene una pequeña magnitud -
10 en comparación con el voltaje que se almacena en el con-
densador 403 cuando el transistor de conmutación 79 se -
halla conduciendo. La señal procedente del detector 99 -
es enviada entonces al detector de valor 101 que es tam-
bién un dispositivo muy conocido en la técnica, el cual
15 proporciona un cero binario desde la salida 103 si el va-
lor de cresta de la corriente que pasa por la resistencia
98 es bajo y proporciona una señal de uno binario si el
valor del voltaje a través de la resistencia 98 es gran-
de.

20 Así, en resumen, si se envía una señal de uno
binario a la entrada de base 81 del transistor 79, ha-
ciendo así que conduzca el transistor 79, la señal de uno
binario será detectada y proporcionada desde la salida -
103 del detector de valor 101. Análogamente, si se pro-
25 porciona una entrada de cero binario en la entrada 81, el



376250

transistor 79 permanecerá sin conducir y la salida del -
detector de valor 101 será un cero binario. Puede verse
que el transformador 85 proporciona el aislamiento neces-
sario en un sistema en que están presentes grandes nive-
5 les de ruido, ayudando de este modo a la transmisión de
señales digitales. Aún cuando puede utilizarse cualquier
oscilador adecuado 93 de alta frecuencia, si el circui-
to de disparo 36 (figura 3) incluye un generador de onda
rectangular para proporcionar impulsos de mando a los -
10 tiristores rectificadores, puede utilizarse en el siste-
ma 78 de transmisión digital. Sin embargo, debe notarse
que, en el caso de fallo del generador de onda rectangu-
lar, tal oscilador daría como resultado la imposibilidad
de transmitir información digital a través del presente
15 sistema de transmisión al regulador de corriente de adju-
dicación y, por tanto, resultaría imposible el funciona-
miento del puente de tiristores de la figura 3. Sin em-
bargo, esto no es importante ya que los correspondientes
tiristores no serían ya cebados si fallara el oscilador
20 y, por tanto, ya no sería posible de cualquier modo la
regulación de la corriente.

También, en la figura 6 se muestra un segundo
sistema 78' de transmisión digital que utiliza el mismo
oscilador 93 o un generador de onda rectangular con un
25 circuito de disparo para transmitir señales digitales --



376250

5 desde el lado del primario 89' al lado del secundario
87' del transformador de aislamiento 85'. El primario -
89' tiene un contacto 91' de toma central. La resisten-
cia de entrada 105 está conectada entre el contacto 91'
de toma central y el colector del transistor de conmuta-
ción 107'. El transistor de conmutación 107' tiene un -
emisor 108 puesto a masa y una entrada de base 109. La
señal procedente del oscilador 93 circula alternativamen-
te a través de los diodos 95' y 96', que proporcionan co-
rriente continua a través de la resistencia 105 cuando -
10 es puesto en conducción el transistor 107. El secundario
87' del transformador 85' está conectado en los termina-
les 88' a la línea 86'. Un puente rectificador de diodos
83' está conectado entre los terminales 84' y la resis-
tencia 111.
15

Cuando es aplicada una entrada de un binario
en el terminal de base 109, el transistor de conmutación
107 se hace conductor, habilitando un circuito para la
corriente desde el oscilador 93 a través del primario --
20 89' y la toma central 91' a masa. Esto da como resultado
una corriente inducida en el secundario 87'. La corriente
es rectificadora por el puente rectificador 83' haciendo -
que circule una corriente continua a través de la resis-
tencia 111. Un detector de crestas 114 de un tipo bien -
25 conocido en la técnica está coplado con la resistencia -



376250

111 por medio de la conexión 113 para detectar la presencia de un voltaje a través de la resistencia 111 y proporcionar una señal de salida en su terminal de salida - 115, indicando de este modo la presencia del uno binario en el terminal de entrada 109.

Si a la entrada 109 se le proporciona un cero binario, el transistor de conmutación 107 será puesto fuera de conducción, dejando así en circuito abierto el que va desde el terminal 91 de toma central del primario 89' a masa. Así, no circulará corriente a través del terminal de toma central y, por supuesto, no será inducida corriente en el secundario 87'. De este modo, no circulará corriente por la resistencia 111, el detector de crestas detectará un voltaje cero a través de la resistencia 111 y la salida 115 del detector de crestas será cero e indicará la presencia de un cero binario en el contacto de entrada 109.

En la figura 7 se ilustra una realización del regulador de corriente de adjudicación 34 mostrado en la figura 3. La corriente que pasa por cada uno de los elementos de carga 32 (figura 3) atraviesa las resistencias 47' de vigilancia y va a masa. El voltaje a través de cada una de las resistencias 47' es enviado a una pluralidad de amplificadores diferenciales 150 por medio de la línea 48' que incluye las resistencias 151. Unos diodos -

3 FEB 1954

376250

de Zener 152 están conectados a través de la resistencia 47' para mantener el voltaje aplicado al amplificador 150 dentro de valores predeterminados. También, a cada uno - de los amplificadores diferenciales 150 se les suministran por la línea 33' las señales de corriente de referencia que proceden del manantial 24 de corriente de referencia (figura 3). La salida de cada amplificador diferencial - 150 es enviada a través de un diodo 154 dispuesto como - se ha mostrado. Los diodos 154 están conectados a una so- la línea 156 que va al amplificador 158 cuya salida es - devuelta a los amplificadores 150 por medio de mallas 160 que incluyen la resistencia 156 de contra-reacción.

Cada uno de los amplificadores diferenciales - 150 proporciona amplificación negativa que tiene un fac- tor de amplificación A1. A causa de la dirección de los diodos 154, la señal proporcionada al amplificador 158 - a través de 156 será la más negativa de las señales pro- cedentes del amplificador 150. Como los amplificadore s - 150 proporcionan amplificación negativa, esto quiere de- cir que la señal proporcionada al amplificador 158 corres- ponderá a la carga 32 que tenga circulando a través de - ella la máxima corriente. El amplificador 158 tiene ampli- ficación positiva 42 y amplifica simplemente la señal - que hay en 156 para proporcionar la salida de señal de - error. Las mallas de contrarreacción 160 proporcionan es-



376250

tabilidad de la señal.

La figura 8 es un diagrama funcional de un sistema de detección de error para el sistema de regulación de la corriente descrito en lo que antecede. Para cada una de las unidades de corriente están previstos tres circuitos de detección de error 201, 203 y 205. Cada uno de los cuales tiene una entrada 212 para recibir señales estratégicas desde dentro del sistema y una segunda señal de entrada para restablecer cada detector de error una vez corregida la averfa. Cada detector de error está provisto también de una lámpara 211 indicadora de alarma. Siempre que sea detectado un error por cualquiera de los detectores de error, se encenderá la lámpara 211 de ese detector de error particular.

A través de la puerta disyuntiva 213 se da paso a las señales procedentes de los detectores de error. Así, es enviada una señal de alarma 214 desde la puerta disyuntiva 213 si cualquiera de los detectores de error proporciona una señal de alarma. La señal de alarma 214 es enviada a la sala de control 15 y, como ocurre en el caso de una central nuclear, la sala de control está separada físicamente de las unidades de alimentación de corriente. Se encenderá una lámpara de alarma 216 de la sala de control cuando se reciba una señal de alarma para dar el aviso al operador de control de que se ha producido



376250

una averfa en el sistema.

En un sistema que tenga gran número de elementos de carga y de grupos de elementos de carga, puede necesitarse un número bastante importante de unidades de corriente. Así, es necesario habilitar medios para identificar la unidad de corriente defectuosa que, a causa de su diseño de estado sólido, puede no ser identificable fácilmente como defectuosa así, cada unidad de corriente 208 está provista de una lámpara de alarma 217 montada sobre su alojamiento, la cual es excitada por la señal de alarma 214 desde la puerta 213, de manera que un operador pueda identificar rápidamente la unidad de corriente defectuosa. Inspeccionando luego cada uno de los detectores de error el operador puede entonces determinar la localización exacta de la averfa debido a las lámparas de alarma 211 asociadas con cada uno de los circuitos de detección de error.

Finalmente, la señal de alarma procedente de la puerta es enviada también al generador 61 de corriente de referencia descrito en relación con la figura 4. El generador de corriente de referencia está provisto de un circuito lógico para primero, incapacitar las señales normales de entrada digital procedentes de la lógica 52 de corriente de referencia y, en segundo lugar, por ejemplo en el caso de un mecanismo de gatos o de --

376250



barras de control de reactor nuclear en que se desea impedir la caída de las barras, para proporcionar una señal a cada uno de los circuitos de disparo 36 (figura 3) para reducir la corriente a través de las bobinas estacionarias y móviles y para interrumpir la corriente a través de las bobinas de elevación.

En un sistema de control de barras, cuando el operador localiza la avería y efectúa las reparaciones pertinentes, se provoca el ciclo de restablecimiento proporcionando luego una señal de reposición al detector de error apropiado. Entonces se exige corriente máxima a través de la bobina estacionaria y, si circula esta corriente máxima, el detector de error es restablecido. Si no circula corriente plena a través de la bobina estacionaria, es decir, si los agarradores estacionarios no están debidamente aplicados, el detector de error no será repuesto incluso aunque se provea una entrada de reposición. Esto es cierto indiferentemente del número de veces en que se dé la señal de reposición. Así, una segunda condición necesaria para restablecer los detectores de error es la conexión de la avería. Si la avería persiste, el detector de error no será repuesto incluso aunque se provea una entrada de reposición. Durante este periodo, la corriente de retención reducida a través de las bobinas estacionarias y móviles subsiste y no aumentará hasta que

376250



se corrija la avería y se restablezca el detector de --
error.

La figura 9 muestra un circuito para protección
contra corriente completa aplicada a la carga durante un
período de tiempo mayor que el deseado lo cual puede de-
berse, por ejemplo, a un mal funcionamiento de la lógica
de la corriente de referencia, del generador de corriente
de referencia o a otras condiciones defectuosas. La señal
de salida V_{ref} procedente de cada uno de los generadores
61 de corriente de referencia (figura 4) además de ser -
enviada a un regulador de corriente de adjudicación, es
enviada también a un integrador o regulador de tiempo --
225. Un detector de valor 227 percibe cuándo el integra--
dor ha alcanzado un valor predeterminado, que es determi-
nado por el período de tiempo normal durante el cual se -
necesita la plena corriente. En este momento, el detector
de valor proporciona una señal a la entrada 228 de una -
unidad de memoria 229 para activar la memoria. Cuando la
unidad de memoria está activada, envía una señal de alar-
ma a la puerta disyuntiva 213 de la figura 8. Activa asi-
mismo una lámpara 233 indicadora de alarma la cual indica
que hay presente una avería. La unidad de memoria es pro-
vista de una entrada 235 para reactivar la memoria. Cuan-
do está reactivada, se apagará la lámpara 233 indicadora
de la alarma. Sin embargo, no reactivará la unidad de me-

376250



5 memoria hasta que se haya corregido la avería porque la se-
ñal procedente del detector de valor dominará a la señal
de reposición o reactivación si no ha sido corregida la
avería. El detector de valor 227 y el integrador 225 pue-
den consistir en cualquier dispositivo adecuado, bien co-
nocado en la técnica, para desempeñar las citadas funcio-
nes. La memoria 229, deseablemente, es un biestable pre-
dominante de activación en el cual cualquier señal de --
reactivación es superada por la presencia de una señal -
10 de activación. Tales dispositivos son también muy conoci-
dos en la técnica.

El segundo circuito detector de error compren-
dido en el presente invento es un detector de error de -
regulación que vigila la corriente real que pasa por ca-
15 da uno de la pluralidad de elementos de carga. En la ma-
yoría de las aplicaciones, es muy importante que la co-
rriente real que pasa por los elementos de carga sea la
que debe ser. Por ejemplo, en los sistemas de control de
barras, si no se aplica la corriente apropiada a las bo-
20 binas de los mecanismos de gato, puede ocurrir que caigan
las barras de control o que se perturbe la activación en
secuencia de las barras. Las consecuencias de estos dos -
sucesos son inconvenientes, como hemos analizado antes.

A de la figura 10 muestra la señal de corrien-
25 te de referencia requerida en una bobina de elevación de

376250



un mecanismo de gato para retirar una barra en un paso o incremento como hemos analizado antes.

5 B de la figura 10 muestra la corriente real a través de la bobina elevadora para la señal de referencia en A de la figura 10. Debido a la inductancia de la bobina de elevación, la corriente real que pasa por la bobina no es una onda rectangular definida como lo es la señal - de la corriente de referencia. La diferencia entre la corriente real que pasa por la bobina y la corriente de referencia, que aquí denominamos señal de error, se muestra 10 en C de la figura 10. Obsérvese que cuando la corriente de referencia va desde cero al valor máximo, resulta una gran señal de error pero que, a medida que pasa el tiempo y que la corriente real que pasa por la bobina elevadora se acerca a la que es exigida, la señal de error disminuye. A 180 y a 300° en el ciclo, obsérvese que la señal - de error tiene un valor negativo. Esto es el resultado - de una fuerza negativa en aquellos momentos en que disminuye el valor de la corriente de referencia.

15 20 En la figura 11 se muestra un diagrama funcional del segundo detector de error. La corriente real que pasa por el elemento de carga, que en este caso es una bobina de elevación, y la señal de la corriente de referencia, - se suman en 240 para proporcionar una señal de error. La 25 señal de error V_{ref} es introducida en el amplificador de



376250

error 242 que se satura por encima de una predeterminada
entrada de señal de error de valor absoluto, lo que se -
indica en V_{sat} en C de la figura 10. Con referencia a
B de la figura 10, puede verse que el amplificador de --
5 error pasará a saturación siempre que haya un cambio en
la señal de corriente de referencia. Sin embargo, si el
amplificador permanece en el estado saturado durante más
de un período de tiempo predeterminado, que viene dado
por la constancia de tiempo de la carga, entonces puede
10 sacarse la conclusión de que no se ha alcanzado la co--
rriente deseada a través de los elementos de carga.

De acuerdo con la anterior conclusión, la señal
de error amplificada procedente del amplificador de --
error 242 es enviada a un detector de saturación bidirec-
15 cional 244. El detector de saturación 244 proporciona -
una señal de valor constante V_{sat} mientras la señal de -
error del amplificador corresponda al valor saturado, --
cualquiera que sea la polaridad de la señal de error. D
de la figura 10 muestra la salida V_{sat} del detector de -
20 saturación 244 para la señal de error mostrada en C de -
la figura 10, en correspondencia con la saturación duran-
te el funcionamiento normal.

La salida, V_{sat} , del detector de saturación -
244 es enviada entonces a un integrador o regulador de -
25 tiempo 246. Mientras los impulsos del detector de satura-

376250



ción sean de poca duración reflejando el período normal de tiempo en que el amplificador de error 242 está saturado, la señal de salida 247 del integrador 246 permanece por debajo del umbral del detector de valor 248. Sin embargo, si el amplificador de error 242 permaneciera saturado durante un período de tiempo mayor que el normal, la señal de salida 247 del integrador 246 excedería de un valor predeterminado. Esto es percibido por el detector de valor 248 que proporciona una señal de activación a la memoria 250. Cuando está activada, la memoria proporciona dos señales de salida, la primera para excitar una lámpara 252 cercada al alojamiento que contiene la unidad de corriente defectuosa y la segunda, 254, a la puerta disyuntiva 213 (figura 8). La memoria puede ser repuesta en la entrada 256. Como en el primer detector de error que hemos descrito antes. La memoria 250 puede sólo reponerse si se ha corregido la avería y si los agarradores estacionarios están apropiadamente aplicados.

El elemento sumador 240, el amplificador de error 242, el detector 244 y el detector de valor 248 son todos bien conocidos en la técnica, pudiendo usarse dispositivos adecuados cualesquiera de esta clase. La memoria 250, deseablemente, es un biestable predominante de activación, dispositivo bien conocido que hemos descrito antes en relación con el primer detector de error.

376250



En un sistema de barras de control, una unidad de corriente de acuerdo con el presente invento puede -
retener todavía las barras sin dejarlas caer, incluso -
si faltara una fase de la alimentación de corriente tri-
5 fásica. Por ejemplo, si salta un fusible de una línea -
de fase, las barras de control seguirán siendo retenidas
en posición y el sistema de control seguirá funcionando
aún cuando se reduzca su eficacia debido a la componen-
te ondulatoria y a la distorsión mayores. Sin embargo, -
10 se tropieza con dificultades cuando se insertan o reti-
ran las barras si sólo se dispone de dos fases. Los me-
canismos de gato necesitan más tiempo para mover cada -
barra si falta una fase, ya que las unidades de corrien-
te son incapaces de proporcionar una fuerza de voltaje -
15 máxima.

Esto puede dar como resultado daños para los -
mecanismos de gato por las razones siguientes. Si, por
ejemplo, se necesitan normalmente 10 milisegundos para
desactivar las bobinas estacionarias cuando funcionan -
20 las tres fases y, como resultado de la incapacidad de -
proporcionar fuerza negativa máxima cuando falta una fe-
se, una reducción de corriente por las bobinas estacio-
narias necesita, por ejemplo, 150 milisegundos antes de
la desactivación, entonces las bobinas de elevación se-
25 rán activadas y comenzarán a subir las barras antes de -

376250



que los agarradores estacionarios hayan desaplicado por completo sus agarres. Esto desgasta a las barras de control y deteriora los mecanismos de gato. A menos que se prevea algún tipo de protección, el operador de la central nuclear, probablemente, no sabrá que falta una fase hasta, quizás, varios millares de operaciones después, cuando los mecanismos de gato se hagan inoperables y caigan las barras de control. Así, la finalidad del tercer detector de error es proporcionar una señal de alarma cuando ocurre pérdida de una de las tres fases.

Las formas de onda de salida trifásica procedentes de la alimentación de corriente se muestran de modo diverso en la figura 12. La parte de trazo grueso de la forma de onda corresponde a la forma de onda procedente del puente de tiristores y aplicada a los elementos de carga. La fuerza de voltaje positivo máximo se muestra en A de la figura 12. El voltaje de la componente ondulatoria, como se hizo observar antes, corresponde al voltaje entre el valor máximo y el valor mínimo de la forma de onda conmutada y se indica en V_{rip} . Puede verse que el valor medio de c.c. de la forma de onda conmutada caerá en algún lugar entre los voltajes máximo y mínimo de la componente ondulatoria.

La fuerza negativa máxima está representada por la parte de trazo grueso de la curva en B en la fi-

376250



376250

gura 12. El voltaje de la componente ondulatoria es mayor que el voltaje de la componente ondulatoria durante la fuerza máxima positiva debido a consideraciones de tiempo de conmutación y margen de seguridad como se hizo observar antes, dando como resultado la parte de la forma de onda 303 que aumenta el porcentaje de la componente ondulatoria.

C de la figura 12 muestra la salida del puente de estado sólido cuando falta el voltaje de la fase 1 durante la fuerza positiva máxima. Puede verse que hay todavía un voltaje medio positivo de c.c. incluso cuando falta la fase 1. Esto permite el funcionamiento de una bobina de mecanismo de gato, aunque puede disminuir los tiempos de funcionamiento de cada bobina, como se hizo observar. Sin embargo, el voltaje de la componente ondulatoria es considerablemente mayor que para el voltaje de la componente ondulatoria mostrado en A de la figura 12 durante la fuerza positiva normal con tres fases. En las formas de onda particulares mostradas la relación del voltaje de la componente ondulatoria para fuerza máxima al faltar la fase 1 en comparación con el voltaje de la componente ondulatoria cuando funcionan normalmente las tres fases es aproximadamente de 4 : 1.

Con referencia a D de la figura 12, en este caso la forma de onda se muestra durante la fuerza nega-

376250



5 tiva con el tiristor de la fase tres funcionando como -
diodo. De nuevo, el voltaje de la componente ondulatoria es
considerablemente mayor que el voltaje de la componente -
ondulatoria en B de la figura 12, con las tres fases --
10 funcionando apropiadamente. Nótese, sin embargo, que la
relación del voltaje de la componente ondulatoria con el
tiristor en fase 3 funcionando como diodo respecto al -
voltaje de la componente ondulatoria con las tres fases -
funcionando debidamente es sólo de 2:1 aproximadamente.
15 Esto es debido al mayor voltaje normal de la componente
ondulatoria durante la fuerza negativa.

De acuerdo con el presente invento, se prevén
medios para comparar la componente ondulatoria real con
la componente ondulatoria esperada durante la fuerza má-
15 xima normal positiva y negativa y para dar una señal de
alarma siempre que la componente ondulatoria real sea ma-
yor que la componente ondulatoria normal.

En la figura 13A se muestra un diagrama funcio-
nal del detector de falta de fase. El voltaje procedente
20 del puente rectificador de tiristores es vigilado por un
detector 270 de la componente ondulatoria, que es un dis-
positivo bien conocido en la técnica. Da una señal de --
salida de c,c, 271 proporcional a la amplitud del volta-
je de la componente ondulatoria, a través de la puerta -
25 Y analógica 272, a un detector de valor 274 que es tam--

376250



bién un dispositivo bien conocido.

Se prevé la puerta 272 para hacer operable el detector de falta de fase sólo durante períodos de fuerza máxima positiva y negativa, ya que es sólo durante -
5 la fuerza máxima positiva y negativa cuando está presente la componente ondulatoria "normal" ya que la componente ondulatoria, por ser función de la magnitud de la -- fuerza de voltaje, varía en consecuencia. Por consiguiente, es necesario proporcionar una señal de mando de capacitación a la puerta 272 durante períodos de máxima fuer-
10 za positiva o negativa. Esto se realiza utilizando el -- voltaje de saturación V_{sat} procedente del detector de -- error de regulación descrito antes en relación con las -- figuras 10 y 11 puesto que V_{sat} es proporcionado sólo --
15 durante la fuerza máxima positiva y negativa.

Así, la señal de error V_{err} procedente del elemento sumador 240 (no mostrado) es enviada al amplificador de error 242'. La señal de error es amplificada entonces y enviada al detector de saturación bidireccional
20 244', el cual proporciona una salida V_{sat} , siempre que el amplificador de error 242' se sature. Se usa V_{sat} - para mandar la señal procedente del detector 270 de componente ondulatoria de manera que la señal 273 procedente de la puerta 272 sea proporcionada durante la fuerza -
25 de voltaje máxima positiva o negativa. Así, siempre que



376250

5 el valor de la componente ondulatoria durante la fuerza
positiva y negativa exceda el valor normal del voltaje
de la componente ondulatoria, se proporciona una señal
desde el detector de valor 274 para activar una memoria
276. Cuando está activada, la memoria 276 proporciona -
una señal de alarma desde una primera salida 278 y, --
también, una señal para encender una lámpara 282 indica-
dora de la alarma. La lámpara 282 está situada sobre o
cerca del alojamiento de la unidad de corriente en que -
10 ha ocurrido el defecto. La señal de alarma procedente -
de la salida 278 es enviada a la puerta 0 213 (figura 8)
la memoria 276 está también provista de una entrada de
reposición 283 para reponer la memoria una vez corregi-
da el defecto y los agarradores estacionarios apropiada-
15 mente aplicados.

Como se ha dicho antes, en el caso de fuerza
de voltaje positivo máxima, el voltaje de la componente
ondulatoria con una fase ausente, en comparación con el
voltaje de la componente ondulatoria normal, es aproxi-
20 madamente de 4:1, pero en el caso de fuerza de voltaje -
negativa máxima la relación del voltaje de la componente
ondulatoria con avería respecto al voltaje de componen-
te ondulatoria normal es aproximadamente de 2:1. La sa-
lida procedente del manantial de corriente trifásica es
25 probable que varíe en la práctica. Asimismo, cabría espe



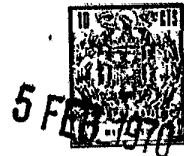
376250

rar que el detector de la componente ondulatoria 270 y el detector de valor 274 experimentan variaciones a lo largo de un período de tiempo. Así, una relación de 2:1 entre la componente ondulatoria de avería y la normal - pueden no ser suficientemente grande para determinaciones precisas. Este problema no surge en la situación de fuerza de voltaje positivo a causa de la relación, inherentemente mayor, entre la componente ondulatoria normal y la de avería.

Para suponer esta dificultad, se prevé la limitación negativa para reducir la componente ondulatoria efectiva de la señal de la corriente de carga vigilada - durante la fuerza negativa máxima normal. Con referencia a E de la figura 12, la salida del puente rectificador - de tiristores se muestra con una fase ausente durante -- la fuerza positiva con limitación negativa, como se muestra. Los beneficios de la limitación negativa resultarán evidentes haciendo referencia a F y G de la figura 12.

En G de la figura 12 se muestra la fuerza negativa normal trifásica con todas las fases funcionando y con limitación negativa. Puede verse que el voltaje - de la componente ondulatoria es considerablemente menor que sin la limitación negativa como en B de la figura -- 12. La limitación negativa, efectivamente, reduce en -- cierta medida la magnitud del voltaje de la componente -

376250



ondulatoria con el tiristor de la fase funcionando, por ejemplo, como diodo. Esto puede verse haciendo referencia a F de la figura 12. Así, la relación de la componente ondulatoria durante el funcionamiento normal con tres fases y con limitación negativa aumentará desde 2:1 sin limitación a 3:1. Esto mejora la seguridad del detector -- puesto que una mayor relación de componente ondulatoria -- quiere decir que hay menos posibilidad de variaciones del sistema.

El voltaje normal de componente ondulatoria -- con fuerza positiva seguirá siendo el mismo ya que está -- enteramente dentro de la región positiva. El efecto sobre la relación entre la componente ondulatoria normal y la -- componente ondulatoria de avería con limitación negativa será deducido a aproximadamente 3:1 para fuerza positiva. Sin embargo, esto proporciona una relación de componentes ondulatorias suficientemente grande de modo que las des-- viaciones dentro del sistema no afectarán a la capacidad del detector de fase ausente para funcionar correctamente. Así, el uso de limitación negativa tiene poco o ningún efecto sobre el funcionamiento del detector de falta de -- fase durante la fuerza positiva.

El empleo del circuito limitador negativo para mejorar la seguridad y la precisión del detector de falta de fase se ilustra en el diagrama funcional de la figura



376250

138. El circuito de limitación negativa 284 es idéntico a la figura 13 A. Así, el voltaje de puente es limitado primero de manera que nunca pueda bajar de un valor pre-determinado. Luego, esta forma de onda es enviada al de-
5 tector 270' de componente ondulatoria y luego al detec-
tor de valor 274 a través de la puerta 272.

Una exigencia para un sistema de control de las barras de un reactor nuclear es que se provean ali-
mentaciones de corriente duplicadas. Los actuales pro-
10 yectos de controles de las barras incorporan alimentacio-
nes separadas de corriente continua, lo cual da como re-
sultado la duplicación de aparatos de rectificación cos-
tosos y voluminosos. Otra exigencia es que deben incluir-
se en el sistema medios para mantener el voltaje de sa-
15 lida dentro del 10% de su valor, durante un segundo, --
cuando se desconecta la entrada de corriente. Los actua-
les sistemas usan para este fin voluminosos puestos de -
baterías.

El presente invento utiliza un solo grupo de -
20 medios rectificadores como hemos descrito antes. Se pré-
vé la duplicación usando los juegos de moto-generadores
síncronos trifásicos que están sincronizados, de una for-
ma nueva y mejorada para dar una sola salida trifásica.
Además, la sincronización se lleva a cabo sin el empleo
25 de inductancias limitadoras de la corriente. Las volumi-



376250

nosas baterías se sustituyen por volantes para mantener el voltaje de salida dentro del 10% de su valor cuando se desconecta la corriente de entrada.

5 En la figura 14 se muestran dos grupos moto-
generadores síncronos trifásicos, 320 y 322, que inclu-
yen volantes 324. Se suministra corriente trifásica a -
través de interruptores o disyuntores 326 y 328 a los -
grupos moto-generadores 320 y 322, respectivamente. Las
10 salidas de los grupos moto-generadores 320 y 322 son en-
viadas a través de los disyuntores 330 y 332, respecti-
vamente, que están conectados juntos en el terminal 334.
Se usa un sincronizador automático 336 para operar los -
disyuntores 330 y 332 de una manera nueva. El sincroni-
zador automático 336 está conectado eléctricamente en --
15 las salidas de los moto-generadores 320 y 322 como se -
indica.

La función del sincronizador automático 336 es
enviar señales con precisión de antemano a los disyuntó-
res 330 ó 332 para cerrar el deseado precisamente cuando
20 las fases a sincronizar están en fase, dada la diferencia
en frecuencia entre las fases y el tiempo requerido para
cerrar los disyuntores 330 ó 332. Un sincronizador auto-
mático para ejecutar esta función se describe en la soli-
citud de Patente de Estados Unidos nº 695.684, de Bednarek
25 y Col., titulada "Sistema Automático de sincronización y

376250



conexión de generadores y aparato sincronizador para uso en el mismo".

5 Deseablemente, la sincronización se proporciona como sigue. Primero, se abren todos los disyuntores 326, 328, 330 y 332. Luego, se cierra el disyuntor 326 para excitar el grupo moto-generador 320. A continuación, se cierra el disyuntor 330 para excitar la carga. Seguidamente, se cierra el disyuntor 328, activando el grupo moto-generador 322. Después, una vez que el grupo moto-
10 generador ha alcanzado velocidad, se abre el disyuntor - 328. Luego, el sincronizador automático cierra el disyuntor 332, estando cada una de las fases en fase y con -- voltajes iguales. Finalmente, se cierra el disyuntor -- 328, proporcionando así corriente trifásica sincronizada
15 por la línea 342.

 Como el mencionado sistema de corriente proporciona voltaje de corriente continua desde él, es deseable usar la configuración de conexión en zig-zag bien conocida en los arrollamientos del generador 322 para -
20 impedir su saturación.

376250



- REIVINDICACIONES -

1a.- Una disposición para gobernar la alimentación de corriente continua desde un manantial de corriente trifásica a una pluralidad de elementos de carga, caracterizada por medios para dar una señal de referencia proporcional a la corriente que se desea circule a través de la pluralidad de elementos de carga, medios rectificadores que comprenden una pluralidad de dispositivos de conmutación controlada cada uno de los cuales tiene un electrodo de mando y que está conectado a una fase de la alimentación de corriente trifásica para dar corriente rectificada a dicha pluralidad de elementos de carga, medios para proporcionar señales de mando a cada uno de los electrodos de mando de los dispositivos de conmutación controlada para activarlos en secuencia, medios para vigilar la corriente real que pasa por cada uno de la pluralidad de elementos de carga, y medios para comparar el valor de la señal de referen-

376250



5 cia con el valor de la corriente que pase por el elemen-
to de carga por el cual circula la corriente más alta y
dar una señal de error proporcional a la diferencia en-
tre las dos a los medios de enviar señales de mando para
alterar el momento de cebado de fase de dicha pluralidad
de dispositivos de conmutación controlada de acuerdo con
la magnitud de la señal de error.

10 2ª.- Una disposición según la reivindicación
1ª, caracterizada porque los medios que proporcionan la
señal de referencia comprenden medios lógicos para pro-
porcionar señales de mando digitales de acuerdo con la -
secuencia predeterminada de los valores de la corriente,
medios de transmisión para recibir y transmitir dichas -
señales de mando digitales, y medios generadores que res-
15 ponden a dichas señales de mando digitales procedentes -
de dichos medios de transmisión para proporcionar una --
señal de referencia analógica de acuerdo con la secuen-
cia predeterminada deseada a través de la pluralidad de
elementos de carga.

20 3ª.- Una disposición según la reivindicación
2ª, caracterizada porque los medios lógicos comprenden -
unos medios generadores de circuito biestable operados
por impulsos para proporcionar un tren de señales de im-
pulsos siempre que se active dicho circuito biestable, -
25 medios contadores que responden a dicho tren de impulsos



376250



para proporcionar una salida de impulsos acumulada, y medios descodificadores que responden a combinaciones de bits de contador predeterminadas para proporcionar señales de mando digitales, incluyendo dichos medios descodificadores medios para dar una señal de reposición a dicho circuito biestable siempre que se acumule un número máximo predeterminado de impulsos.

4ª.- Una disposición según las reivindicaciones 1ª, 2ª, ó 3ª, para transmitir las señales en un sistema -
10 don elevados valores de ruidos, caracterizada por un transformador que tiene un circuito primario que comprende --
unos medios de manantial de señales de alta frecuencia para percibir el valor de la corriente que pasa por el primario y proporcionar una primera señal de salida binaria --
15 que corresponde a la primera señal de entrada binaria --
cuando el valor de la corriente que pasa por el primario es alto y para dar una segunda señal de salida binaria --
que corresponde a la segunda señal de entrada binaria --
cuando la corriente que pasa por el primario es baja, y --
20 un circuito de secundario que comprende un circuito de --
conmutación que incluye una entrada de control de electrodo de mando para poner en cortocircuito el secundario en respuesta a una primera señal de entrada binaria, haciendo de este modo que circule una corriente grande a través --
25 del primario, y para abrir el circuito secundario en res-



5 FEB 1970



376250

puesta a una segunda señal de entrada binaria, haciendo de este modo que circule una pequeña corriente a través del primario.

5 5ª.- Una disposición según la reivindicación
 4ª, que tiene un primario con toma central, caracteriza-
 da porque los medios perceptores del valor de la corrien-
 te comprenden una impedancia resistiva conectada a masa
 para completar un circuito hasta el manantial de señales
 de alta frecuencia, medios rectificadores para propor-
 10 cionar circulación unidireccional de corriente desde la
 toma central del primario a través de la impedancia re-
 sistiva, un detector de crestas que tiene una entrada -
 asociada con la impedancia resistiva y una salida para -
 dar una señal desmodulada y un detector de valor para -
 15 recibir las señales desmoduladas y para dar una señal -
 de salida siempre que la señal desmodulada esté por en-
 cima de un valor predeterminado.

20 6ª.- Una disposición según la reivindicación
 4ª ó la 5ª, caracterizada porque el circuito de conmuta-
 ción comprende un puente rectificador de diodos y un --
 dispositivo de conmutación de semiconductor de tres ca-
 pas conectados a la malla de salida del puente de dio--
 dos.

25 7ª.- Una disposición según las reivindicaciones
 1ª, 2ª ó 3ª para transmitir señales binarias en un siste-





376250

ma con gran interferencia por ruido, caracterizada por un transformador que tiene un circuito primario que comprende un manantial de señales de alta frecuencia y medios interruptores para abrir el circuito primario en respuesta a una primera señal de entrada binaria y para cerrar el circuito primario en respuesta a una segunda señal de entrada binaria; y un circuito secundario que comprende medios para dar una señal proporcional al valor absoluto de la corriente que circula por el circuito secundario, medios que responden al valor absoluto de la corriente que pasa por el secundario para proporcionar una primera señal de salida binaria que corresponde a la primera señal de entrada binaria siempre que el valor absoluto de la corriente sea cero y para dar una segunda señal de salida binaria correspondiente a la segunda señal de entrada binaria siempre que el valor absoluto de la corriente sea alto.

8^a.- Una disposición según la reivindicación 7^a, caracterizada porque los medios capaces de responder al valor absoluto de la corriente comprenden una impedancia resistiva, medios rectificadores conectados a la impedancia resistiva y al secundario para dar una corriente unidireccional pulsatoria a través de la impedancia resistiva y un detector de crestas acoplado con la impedancia resistiva para proporcionar una señal de salida desmodulada.

30-1-70



376250

9^a.- Una disposición según la reivindicación 8^a, caracterizada porque el primario incluye un terminal de toma central y los medios de interrupción comprenden una resistencia con un terminal conectado al de la toma central, medios rectificadores para dar corriente continua a través, de la resistencia, y un diodo interruptor - conectado entre el otro terminal de la impedancia resistiva y masa para completar un circuito hasta el manantial de señales de alta frecuencia.

10 10^a.- Una disposición según cualquiera de las reivindicaciones 1^a a 9^a, caracterizada por un sistema - de protección que comprende medios para dar una señal de alarma si las señales de referencia exceden de un valor - predeterminado durante más de un período de tiempo predeterminado como resultado de una avería en el sistema.

15 11^a.- Una disposición según la reivindicación 10^a, caracterizada porque dichos medios para dar una señal de alarma comprenden medios de integración capaces - de responder a las señales de referencia, medios detectores de valor capaces de responder a las señales de referencia integradas y para dar una primera señal de control siempre que la corriente de referencia integrada exceda - de un valor predeterminado, y medios capaces de responder a la primera señal de control para dar una señal de alarma.



376250

5 FEB 1971

12^a.- Una disposición según la reivindicación 11, caracterizada por medios para amplificar la señal de error de corriente, eligiéndose los medios amplificadores para que se saturen y den una señal de salida de error limitada siempre que la magnitud de la señal de error de corriente exceda de valores predeterminados positivo y negativo; medios capaces de responder a dicha señal de error amplificada para dar una señal de salida unidireccional siempre que se sature dicho amplificador de error.

13^a.- Una disposición según las reivindicaciones 10^a u 11^a, caracterizada por medios de conmutación controlados para activar la carga conectando en secuencia las salidas de cada una de las fases con la carga para dar corriente continua a la carga, siendo la magnitud de la corriente continua función del ángulo de fase en el cual es conectada cada salida de fase, extendiéndose el margen de ángulos de fase desde el que da fuerza de voltaje positivo máxima al que da fuerza de voltaje negativo máxima, y con una forma de onda de voltaje que tiene una componente ondulatoria relativamente pequeña durante la fuerza de voltaje positivo máxima cuando pueden hacerse funcionar las tres salidas de fase, y con una componente de ondulación mayor durante la fuerza de voltaje negativo máxima cuando pueden hacerse funcionar las tres salidas -





376250

de fase, y componentes ondulatorias relativamente grandes a otros ángulos de fase o siempre que no pueda funcionar cualquiera de las salidas de fase, comprendiendo el sistema de protección medios para detectar el voltaje de la componente ondulatoria y capaces de responder al voltaje de la carga para dar una primera señal proporcional a la magnitud del voltaje de la componente ondulatoria de carga, medios de capacitación para trasladar la primera señal siempre que se exija fuerza máxima positiva o negativa, medios de detección del valor que responden a la primera señal para dar una segunda señal siempre que el valor de la primera señal rebase un valor umbral predeterminado, y medios que responden a la segunda señal para dar la señal de alarma siempre que se dé la segunda señal.

14a.- Una disposición según la reivindicación 13a, caracterizada por medios para reducir el voltaje de la componente ondulatoria durante la fuerza de voltaje negativo, cuando pueden funcionar todas las fases, con lo cual puede reducirse el valor umbral predeterminado requerido para dar la segunda señal, y un circuito limitador negativo para limitar el voltaje de carga vigilado por debajo de un valor de voltaje negativo predeterminado.

15a.- Una disposición según cualquiera de las



376250



reivindicaciones 1ª a 14ª caracterizada porque los elementos de carga comprende una pluralidad de mecanismos - para insertar y retirar una pluralidad de barras de control de un reactor nuclear, siendo los mecanismos del -
5 tipo de gato y comprendiendo una pluralidad de bobinas - de trabajo activadas al proporcionar corriente continua desde un manantial de corriente alterna polifásica controlado en fase a dicha pluralidad de bobinas de trabajo.

16.- Una disposición para gobernar la alimentación de corriente continua desde un manantial de corriente trifásica a una pluralidad de elementos de carga.
10 ga.

Tal y como se ha descrito en la Memoria que antecede, representado en los dibujos que se acompañan y para los fines que se han especificado.
15

Esta Memoria consta de sesenta y cinco hojas escritas a máquina por una sola de sus caras.

5 FEB. 1970
Maddid Alberto de Elizaburu
Por Poder.
P. A.

A handwritten signature in dark ink, appearing to be 'G. Ortiz' or similar, written over the typed name and 'Por Poder.'.

30-1-70/RTA.-



376250

5 FEB 1970

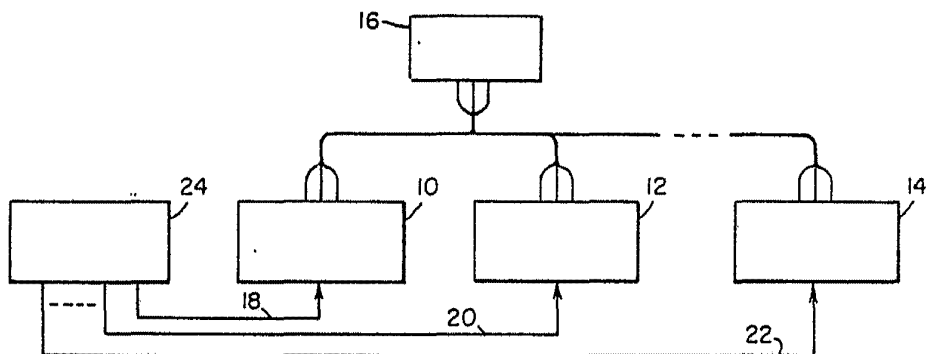


FIG. 1.

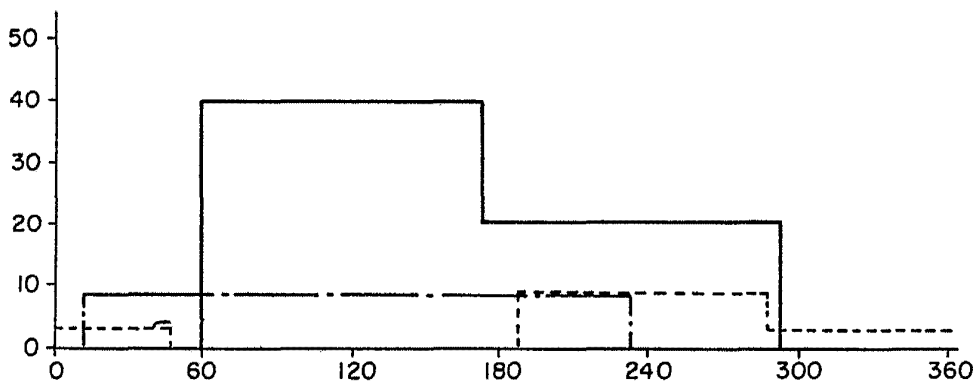


FIG. 2A.

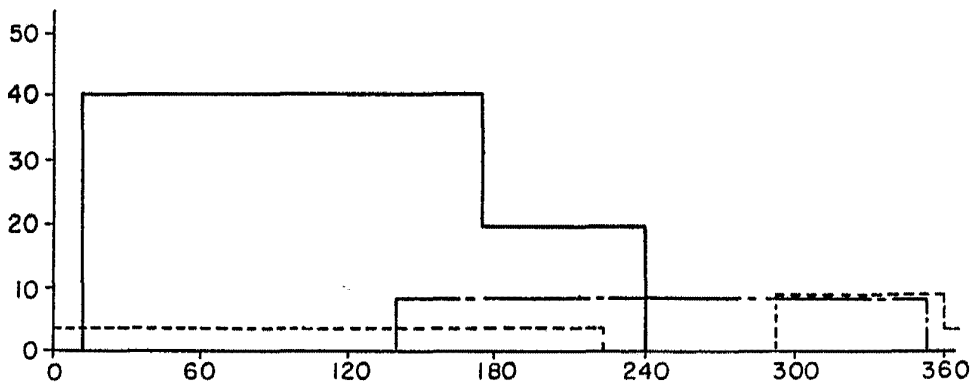


FIG. 2B.

Alberto de Lizasoain
Por Poder

378250

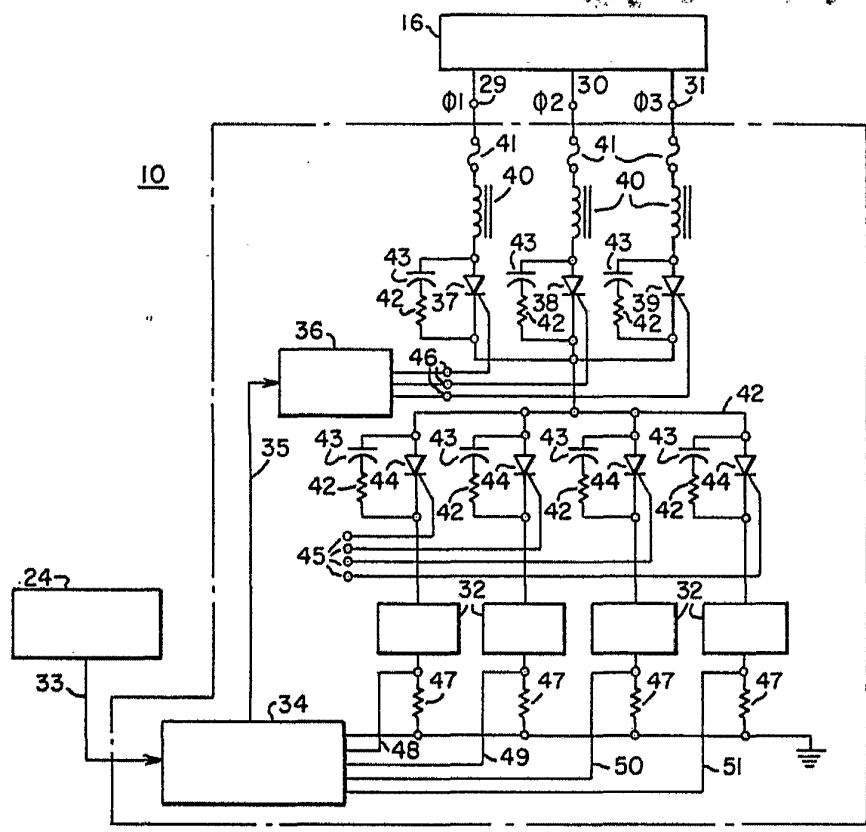


FIG. 3.

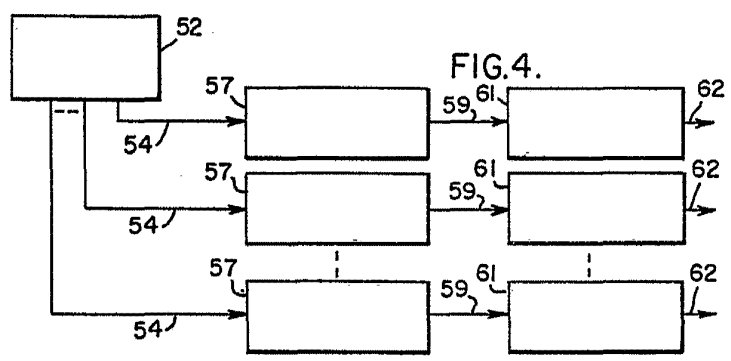


FIG. 4.

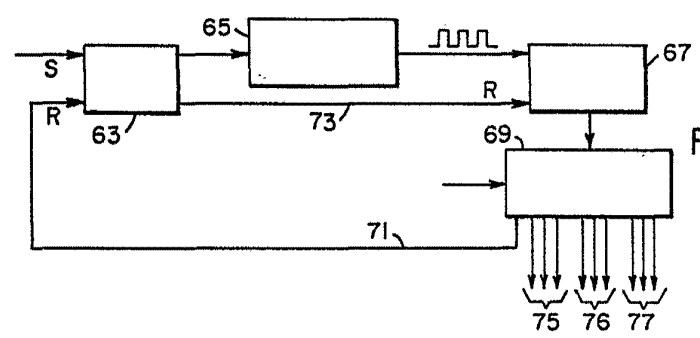


FIG. 5.

Alberto de Lencastre
For Podar

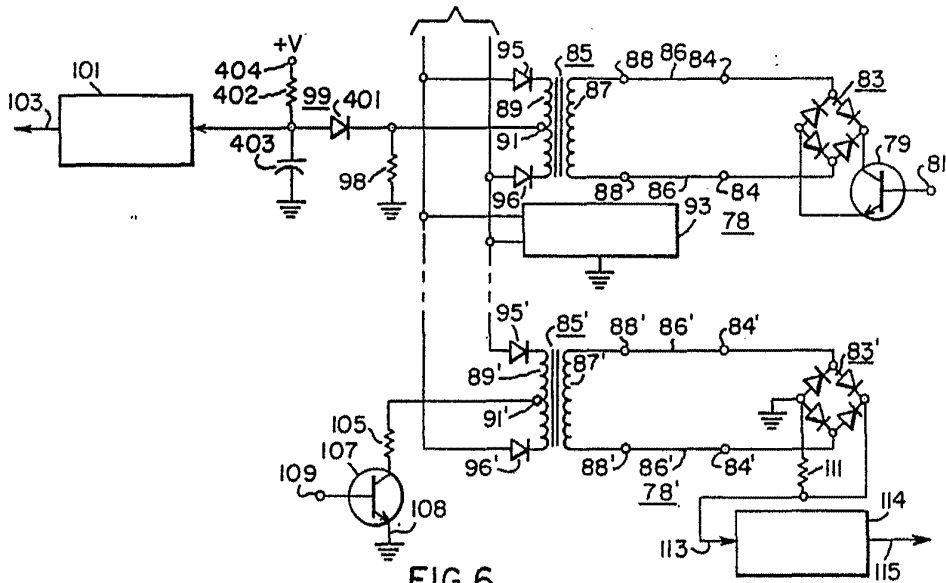


FIG. 6.

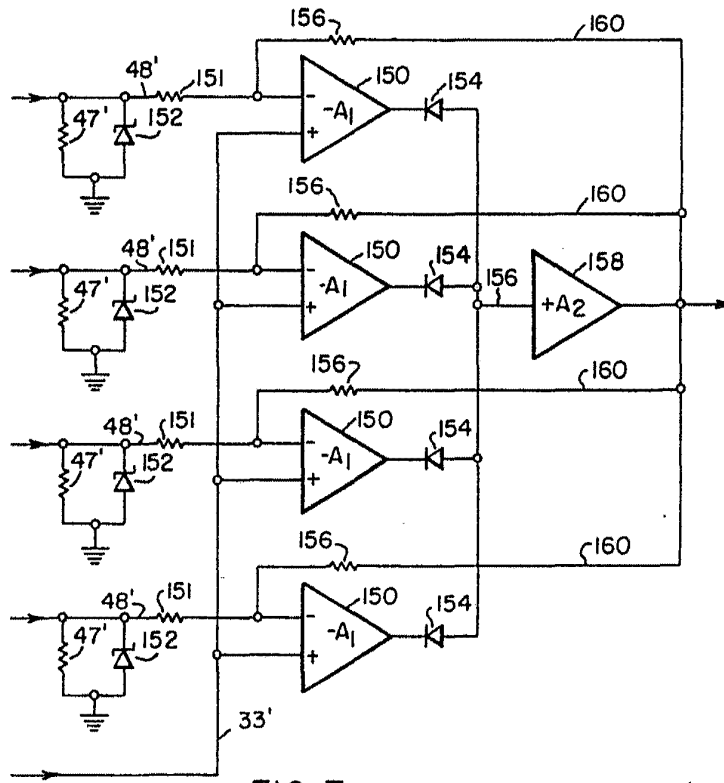


FIG. 7.

Alberto de Elizalde
For Patent

370240 5 FEB 1964

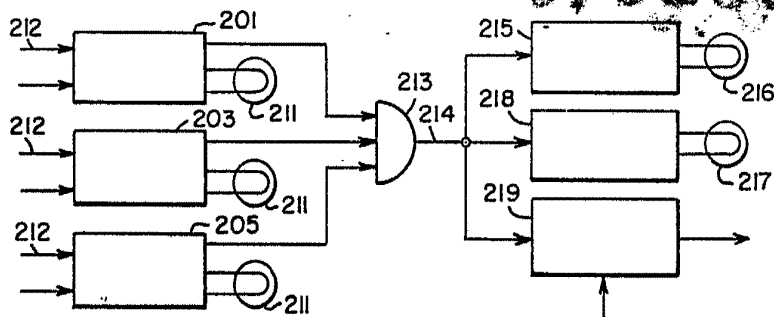


FIG. 8.

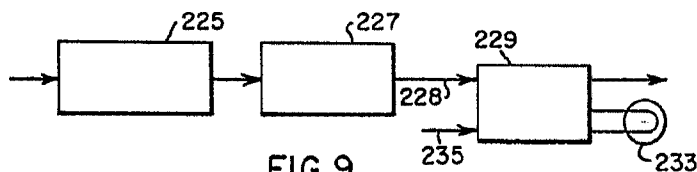


FIG. 9.

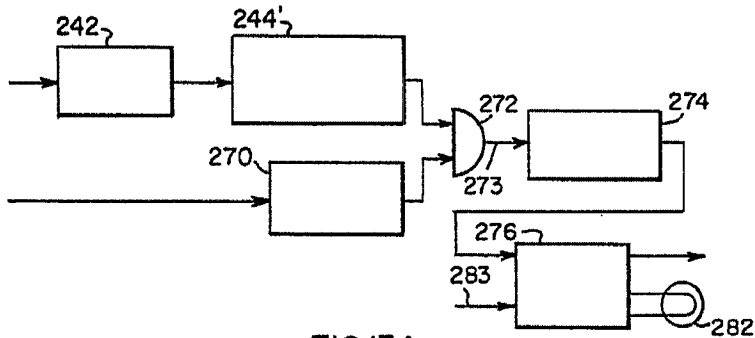


FIG. 13A.

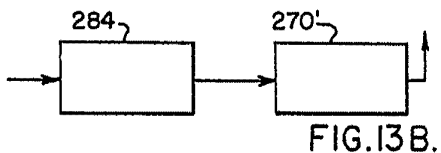


FIG. 13B.

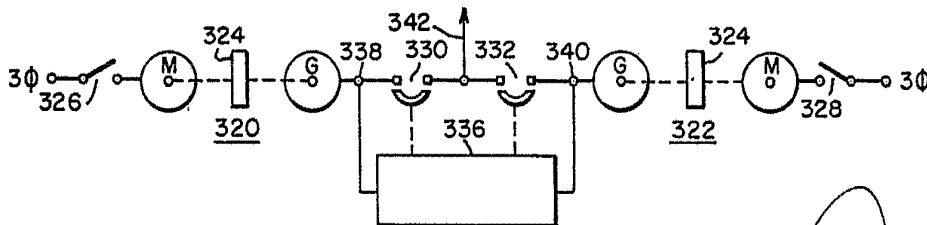


FIG. 14.

Alberto de Lencastre
Por Poderes

370250

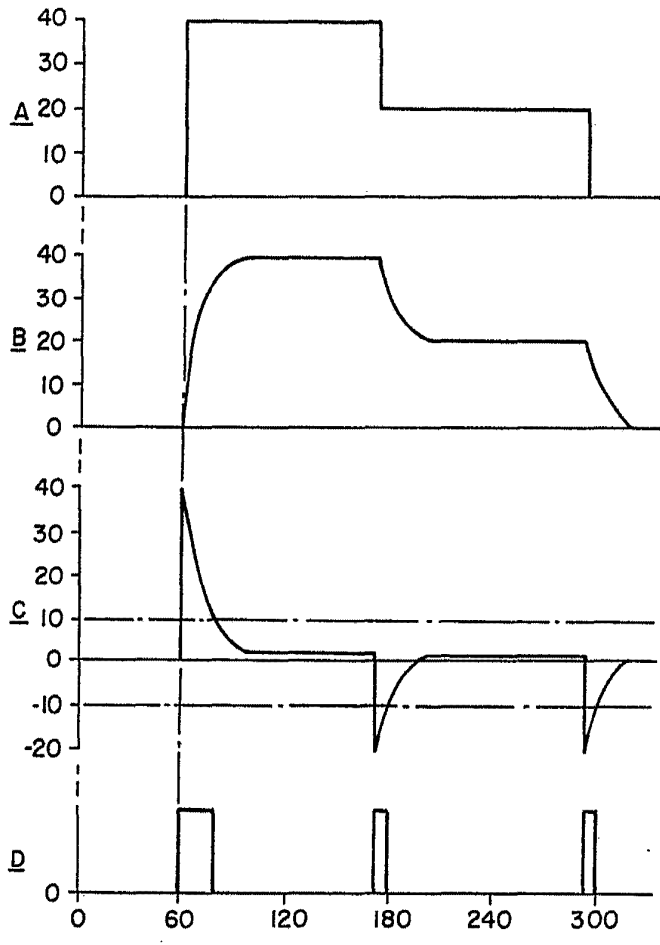


FIG. 10.

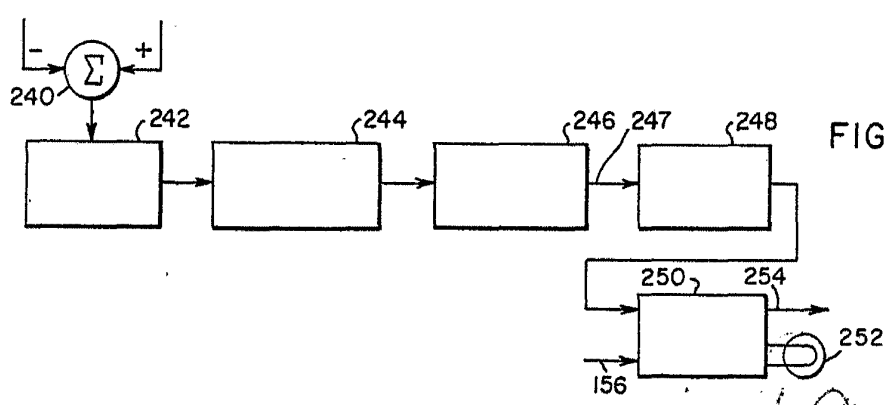


FIG. 11

Alberto de Lencastre
Por Poder

376250

5 FEB 1951

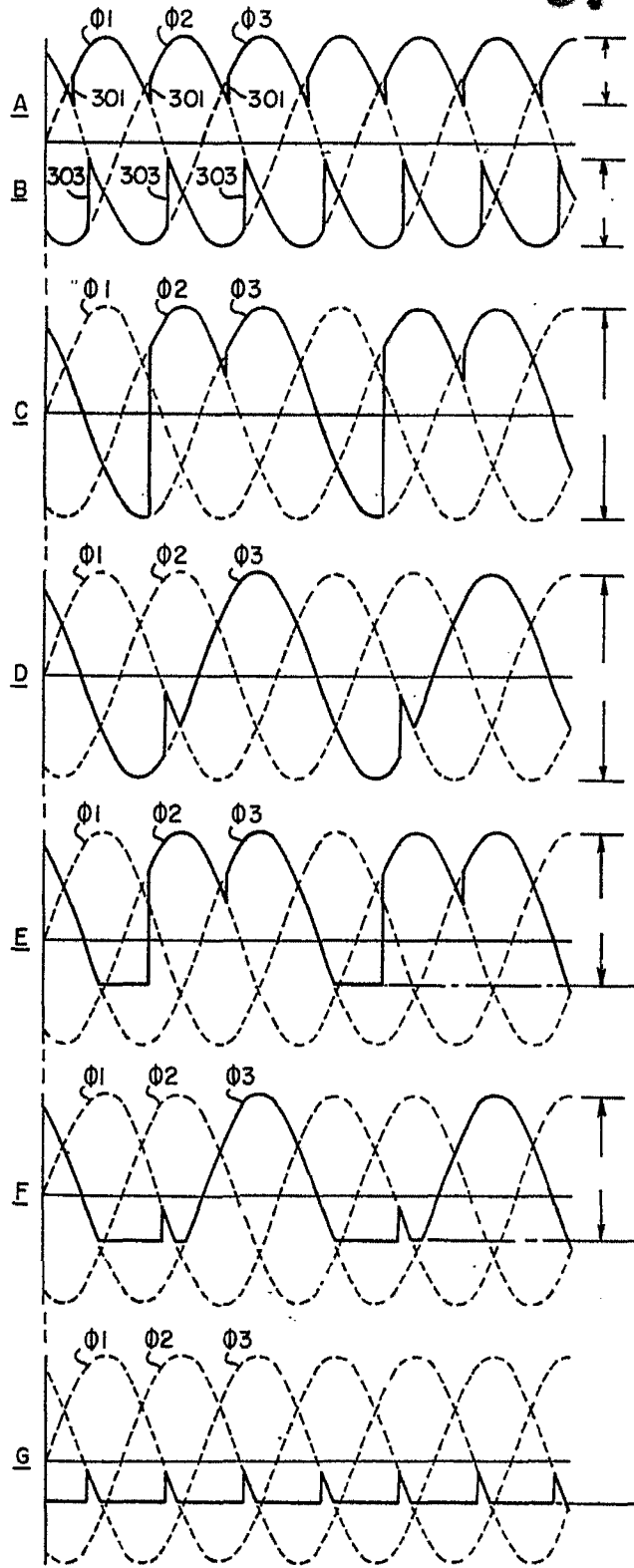


FIG. 12.

Alberio de *[Signature]*
For Podar