

416824

P. - 54.786

W.E. Case

No. 43.523



MEMORIA DESCRIPTIVA

para solicitar

Int. CIA: Hoz R

PATENTE DE INVENCION

A nombre de WESTINGHOUSE ELECTRIC CORPORATION

entidad norteamericana

establecida en Westinghouse Building, Gateway Center,
Pittsburgh, Pensilvania 15222, Estados
Unidos de América,

por: "UNA MAQUINA DINAMOELECTRICA SINCRONA"

16.10.75



416824

Esta invención se relaciona con una máquina dinamoeléctrica sincrona para un sistema de arranque para plantas de energía eléctrica.

Algunos tipos de máquinas motrices usadas para impulsar generadores, tales como turbinas de gas, no son de autoarranque y deben proporcionarse con algún elemento para arrancar la planta. En la disposición convencional, se proporcionan motores de arranque para impulsar la turbina de gas a fin de acelerarla desde reposo a una velocidad a la cual el combustor puede encenderse y a la cual la operación se hace autosustentadora. En el caso de plantas relativamente grandes, tales como aquellas usadas en sistemas eléctricos de uso general, los motores requeridos con sus accesorios son muy grandes y costosos.

Por ejemplo, en una planta con una salida clasificada en la escala de 50 a 60 megavatios, se requiere un motor o motores de arranque que agreguen de 1200 a 1500 caballos de fuerza. Además, debe proporcionarse equipo de control apropiado para los motores y también se requieren convertidores de torsión con el sistema necesario de enfriamiento, engranajes de aumento de velocidad y embragues para el sistema completo de arranque. Es evidente que el sistema completo de arranque, incluyendo los propios motores y los accesorios necesarios, es un conjunto de equipo grande y costoso requiere costos adicionales de fundamento y

416824



5 costos de alojamiento para la planta completa y también involucra costos extra de alineamiento y ensamblado. De esta manera, la necesidad de proporcionar motores de partida o arranque se ha sumado muy substancialmente al costo de plantas de energía de turbina de gas grandes.

10 Se ha propuesto arrancar las máquinas motrices que no son de autoarranque usando el propio generador como motor de arranque, como se describe en la especificación de las Patentes de Estados Unidos Nos. 3.132.297 y 3.591.844. Esto se ha hecho con éxito relativo con máquinas pequeñas, tales como generadores de aviones impulsados por motores de combustión interna, pero no es práctico ni deseable en el caso de generadores síncronos grandes tales como los usados en plantas que suministran energía a sistemas de uso general.

15 De conformidad con la presente invención, un sistema de arranque, para una planta de energía, comprende de una máquina motriz, un generador de corriente alterna sincrónico, un excitador para el generador, la máquina motriz, el generador y el excitador estando mecánicamente conectados juntos para operación normal como una unidad impulsada por la máquina motriz, elementos para hacer funcionar el excitador como un motor para impulsar a la máquina motriz durante un período de arranque, y elementos para hacer operar el excitador para suministrar excitación

25
16.10.75



416824

de campo al generador durante el funcionamiento normal después de que ha arrancado la máquina motriz.

5 La invención incluye además una máquina dinamoeléctrica sincrona, para un sistema de arranque de una planta de energía, que tiene un miembro de rotor que lleva un arrollamiento de campo, en combinación con una segunda máquina dinamoeléctrica que tiene un miembro estator que lleva un arrollamiento de estator y un miembro de rotor que lleva un arrollamiento de rotor, los miembros de rotor estando conectados juntos mecánicamente para rotación como una unidad, elementos para activar el arrollamiento de estator de la segunda máquina con corriente alterna, elementos para conectar el elemento de resistencia externa al arrollamiento del miembro de rotor de la segunda máquina para permitir el funcionamiento de la segunda máquina como un motor de velocidad variable cuando su arrollamiento de estator se energiza con corriente alterna, un elemento para energizar alternativamente el arrollamiento de estator de la segunda máquina con corriente directa para operación de la segunda máquina como un generador de corriente alterna, un elemento para rectificar la salida del arrollamiento del miembro de rotor de la segunda máquina cuando se está operando como un generador y elementos para aplicar la salida rectificada al arrollamiento de campo de la máquina sincrónica.

16.10.75

21 OCT 1974



416824

Convenientemente, el excitador del generador principal está diseñado de manera que pueda hacerse funcionar como un motor de inducción de velocidad variable para arrancar la planta y acelerarla a la velocidad a la cual su funcionamiento es autosustentador. El excitador se hace funcionar luego como un excitador normal que suministra corriente de campo al generador principal durante el funcionamiento de la planta. De esta manera, no se requiere motor de arranque separado con sus accesorios, ya que el excitador es una parte necesaria de la planta y puede diseñarse fácilmente para funcionar como un motor durante el período de arranque relativamente corto. Este sistema de arranque, desde luego, no está limitado a plantas de turbina de gas, sino que es aplicable a cualesquiera máquinas dinamoeléctricas sincrónicas que requieran elementos de arranque separados, tales como condensadores sincrónicos grandes.

La invención se describirá ahora, por vía de ejemplo, con referencia a los dibujos que se acompañan, en los cuales:

Las Figuras 1, 2 y 3 son diagramas esquemáticos que muestran algunas modalidades de la invención.

La Figura 1 ilustra una planta de energía impulsada por una máquina motriz, mostrada como una turbina de gas 10, que impulsa un generador sincrónico 11 y

416824

21



un excitador 12. La turbina de gas 10 puede ser tomada como representativa de cualquier tipo de máquina motriz que no es de arranque automático, y se muestra impulsando un árbol 13 que impulsa al generador principal 11 y excitador 12. El generador 11 puede ser cualquier tipo deseado de generador de corriente alterna sincrónico y se muestra como teniendo un arrollamiento de inducido trifásico 14 que es llevado en un miembro de estator en la forma usual. El generador 11 también tiene un miembro de rotor en el árbol 13 que lleva un arrollamiento de campo 15 de cualquier tipo apropiado conectado a anillos de deslizamiento 16.

El excitador 12 tiene un arrollamiento trifásico 17 en su miembro de estator y tiene un miembro de rotor en el árbol 13 que también lleva un arrollamiento trifásico 18. Los miembros de rotor del generador 11 y excitador 12 pueden estar en un árbol común 13 o pueden acoplarse juntos para rotación como un elemento de rotación unitario 30. El excitador 12 está diseñado para ser capaz de operación como un rotor enrollado de máquina de inducción y, por lo tanto, está provisto con arrollamientos trifásicos tanto en el estator como en el rotor que tienen el mismo número de polos. Puesto que por lo general es necesario acelerar una turbina de gas a aproximadamente 2400 rpm para arranque, el excitador 12 debe diseñarse pa-



416824

ra llevar la turbina hasta esa velocidad, y de preferencia está diseñado como una máquina de 3600 rpm, que normalmente será la velocidad clasificada del generador.

Con objeto de permitir el funcionamiento de la máquina 12 como motor o como excitador, está dispuesta para activarse con corriente alterna a partir de cualquier fuente trifásica apropiada 19 por medio de un interruptor 20 o que sea excitada con corriente directa a partir de cualquier fuente apropiada 21 por medio de un interruptor 22. La excitación de corriente directa puede suministrarse a través de un regulador de voltaje en la forma usual, o a partir de cualquiera otra fuente apropiada, y el arrollamiento 17 está dispuesto de manera que cuando se aplica excitación con corriente directa a dos de los conductores, como se muestra, se proporcionará en la máquina un campo magnético simétrico, apropiadamente distribuido. Puede proporcionarse cualquier tipo adecuado de elemento de conmutación, ya sea manual como se muestra o controlado automáticamente en cualquier forma deseada, y los interruptores 20 y 22 pueden estar entrelazados de manera que sólo pueda cerrarse uno a la vez.

El arrollamiento trifásico 18 del rotor están enrollado con el mismo número de polos que el arrollamiento de estator 17 y está dispuesto para cooperar con el arrollamiento de estator para operación como un motor

25
16.10.75

416824

210



de inducción. El arrollamiento 18 está conectado a los
anillos de deslizamiento 23 en el árbol 13 y una resisten-
cia externa 24 de cualquier tipo apropiado se proporciona
para conexión al arrollamiento 18 por medio de los anillos
5 de deslizamiento 23. Se proporciona un interruptor 25 pa-
ra conectar la resistencia 24 a los anillos de deslizamien-
to y un control apropiado 26 de cualquier tipo usual o de-
seado se provee para variar la resistencia efectiva 24 pa-
ra controlar la velocidad y la aceleración de la máquina
12 cuando está funcionando como motor.
10

El arrollamiento de rotor 18 de la máquina
12 también es capaz de conectarse a través de un interrup-
tor 27 a un conjunto de rectificador 28 de cualquier tipo
adecuado. El rectificador 28 se muestra como un rectifi-
15 cador estático que consiste de preferencia de diodos semi-
conductores conectados en un puente trifásico, y los con-
ductores de salida del rectificador 28 se conectan al arro-
llamiento de campo de generador 15 por medio de los anillos
de deslizamiento 16. Los interruptores 25 y 27 pueden ser
20 interruptores manuales, como se muestran, o pueden contro-
larse en cualquier forma deseada, y de preferencia están
entrelazados de manera que solamente uno pueda cerrarse
a la vez.

El funcionamiento de arranque de la planta
25 debe ser ahora evidente. Empezando en punto de descanso,
16.10.75

416824

21



cuando se desea poner en funcionamiento la planta, la máquina 12 se opera inicialmente como un motor. Para este propósito, el interruptor 20 se cierra para activar el arrollamiento de estator con corriente alterna y el interruptor 25 se cierra para conectar la resistencia 24 al arrollamiento de rotor 18, los interruptores 25 y 27 estando abiertos. La máquina 12, por lo tanto arrancará como un motor de inducción de rotor enrollado que impulsa el generador 11 y a la turbina de gas 10. La velocidad de la máquina 12 es controlada por el elemento de control 26, que se pretende que represente cualquier tipo usual o deseado de control de motor de inducción y la resistencia 24 se reduce gradualmente para acelerar el motor 12 a la velocidad deseada que, como se indicó arriba, es usualmente de alrededor de 2400 rpm. Cuando se logra esta velocidad, puede efectuarse el encendido de la turbina de gas 10 y la turbina 10 empezará a funcionar como una máquina motriz autosustentadora que impulsa al generador 11 y al excitador 12. Cuando se obtiene este modo de operación, la máquina 12 se convierte para funcionar como un excitador abriendo los interruptores 20 y 25 y cerrando los interruptores 22 y 27. El arrollamiento de estator 17 se excita luego con corriente directa para servir como un generador de arrollamiento de campo, y la salida de corriente alterna generada en el arrollamiento de rotor 18 se rectifica me-



210

416824

diante el rectificador 28 y se suministra como excitación de corriente directa al arrollamiento de campo de generador principal 15. El generador principal 11 está luego en su modo normal de operación, y cuando la turbina 10 alcanza la velocidad de operación clasificada, el generador 11 puede sincronizarse con la línea por elementos usuales (no mostrados) y ponerse en funcionamiento normal.

Se verá que se proporciona de esta manera un sistema de arranque que no requiere motores de arranque ni equipo de rotación externo al miembro giratorio 30 del generador y excitador, el único equipo externo requerido siendo el control para operación del motor del excitador y del rectificador 28, que son dispositivos estáticos de construcción relativamente compacta. El costo y los requisitos de espacio de un motor de arranque externo con el equipo auxiliar necesario, por lo tanto se eliminan.

Una modalidad modificada de la invención se muestra en la Figura 2 que proporciona una excitación sin escobillas del generador. El sistema mostrado en esta figura es generalmente semejante al de la Figura 1 y se utilizan los mismos números de referencia para identificar elementos correspondientes. En esta modalidad de la invención, el excitador 12 puede ser el mismo que en la Figura 1 y su funcionamiento como motor de inducción de velocidad variable para arrancar es el mismo que el des-

16.10.75

416824

2



crito arriba con relación a la Figura 1. En la Figura 2,
sin embargo, la máquina 12 funciona como un excitador sin
escobillas durante el funcionamiento normal y para este
propósito, se monta un conjunto rectificador 32 en el ár-
bol 13 para rotación con el árbol. El conjunto rectifica-
dor 32 puede ser cualquier tipo apropiado de rectificador
giratorio utilizado en excitadores sin escobillas, tal co-
mo el descrito en la especificación de la patente de Esta-
dos Unidos No. 3.371.235. El rectificador 32 está conec-
tado al arrollamiento de rotor 18 del excitador 12 por me-
dio de los conductores 33 que se extienden a lo largo del
árbol 13 y están conectados al conjunto rectificador median-
te elementos de conmutación 34 que pueden ser de cualquier
tipo adecuado. Como se ilustra diagramáticamente en la Fi-
gura 2, el interruptor 34 puede ser un interruptor centri-
fugo que cerrará y conectará el rectificador al arrollamien-
to 18 cuando el árbol 13 ha alcanzado una velocidad prede-
terminada a la cual debe empezar a funcionar la turbina
10. Si se desea, sin embargo, pueden utilizarse elementos
de conmutación más sofisticados, tales como tiristores u
otros interruptores de estado sólido con control de encen-
dido apropiado para completar el circuito en el momento
deseado. Cuando el interruptor 34 está cerrado, el inte-
rruptor externo 25, desde luego, debe estar abierto como
se describe anteriormente, y en esta modalidad de la inven-
ción, se utiliza de preferencia un mecanismo de levantamien-

16.10.75

416824 210



to de escobilla del tipo usual para levantar las escobillas a partir de los anillos de deslizamiento 23 durante el funcionamiento normal. Se verá que el funcionamiento de esta modalidad de la invención es el mismo que el de la modalidad de la Figura 1, excepto que se utiliza un excitador sin escobillas.

Una disposición alternativa posible a la de la Figura 2, que eliminaría la necesidad de elementos de conmutación en el rotor, será eliminar el interruptor 34 y conectar el rectificador de rotación 32 directamente al arrollamiento 18. El rectificador de esta manera estaría en el circuito en todo momento, lo que resultaría en un desequilibrio pequeño durante el período de arranque, pero la máquina podría diseñarse fácilmente para tolerar este desequilibrio durante el arranque que es un período relativamente corto, en comparación con el tiempo del funcionamiento normal. De esta manera podría evitarse la necesidad de conmutación en el rotor.

Una alternativa adicional para evitar la conmutación en el rotor se muestra en la Figura 3. Como se muestra ahí, el arrollamiento de rotor de la máquina 12 está dividido en dos arrollamientos trifásicos separados 36 y 37. Se incluye cuando menos una bobina de rotor por fase en el arrollamiento 36 que se conecta directamente al rectificador giratorio 32. El arrollamiento 37 es-

16.10.75



416824

tá conectado a los anillos de deslizamiento 23 y la máquina 12 se arranca como se describe anteriormente como un motor de inducción de rotor enrollado. Después de que se lleva a la velocidad, se abre el interruptor 25 y el arrollamiento de estator 17 se excita con corriente directa.

5 La salida de corriente alterna genera luego en el arrollamiento 36 se rectifica mediante el rectificador 32 y se aplica al arrollamiento de campo 15 del generador principal 11 como se describió anteriormente.

10 Será evidente que son posibles otras modificaciones y variaciones del sistema básico arriba descrito. Así, por ejemplo, los arrollamientos de la máquina 12 pueden diseñarse para reconexión a números diferentes de polos de manera que la máquina arranque como una máquina

15 de dos polos, 3600 rpm, y después de que la turbina ha arrancado y la planta está lista para operación normal, el arrollamiento de excitador puede conectarse nuevamente para un número diferente de polos a fin de proporcionar una frecuencia más elevada al rectificador, lo que es usualmente deseable. También sería posible eliminar la excitación de corriente directa del excitador 12 y excitar el arrollamiento de estator 17 con corriente alterna durante el funcionamiento normal, de manera que la máquina funcione como un transformador giratorio con el voltaje controlado variando la excitación de corriente alterna. Se ve-

25

416824

21



rá que con cualquiera de estas modificaciones, es el mismo el principio básico y que usando el excitador como un motor de arranque para llevar la turbina de gas hasta la velocidad, se evita la necesidad de motores de arranque externos y sus auxiliares y se logra una reducción muy sustan
5 cial en el costo y en los requisitos de espacio de las plantas de energía de turbina de gas. Se verá también que la utilidad de la invención no está restringida al arranque de turbinas de gas, sino que puede usarse con relación a
10 cualquier máquina sincrónica que no sea de arranque automático y requiera elementos de arranque externos, tales como por ejemplo, condensadores sincrónicos grandes.

Esta solicitud que corresponde a la presentada en Estados Unidos de América, el día 13 de Julio de
15 1972, bajo el N° 271.427, se acoge a los beneficios del artículo 51 del vigente Estatuto sobre Propiedad Industrial.

20

REIVINDICACIONES

25

Los puntos de invención, propia y nueva,

16.10.75

- 14 -

27



416824

que se presentan para que sean objeto de esta solicitud de Patente de Invención en España, por VEINTE años, son los que se recogen en las reivindicaciones siguientes:

5 1º.- Una máquina dinamoeléctrica sincrónica,
para un sistema de arranque de una planta de energía, que
tiene un rotor que lleva un arrollamiento de campo, inclu-
yendo una segunda máquina dinamoeléctrica que tiene un es-
tator que lleva un arrollamiento de estator y un rotor que
10 lleva un arrollamiento de rotor, estando conectados juntos
mecánicamente dichos rotores para rotación como una unidad,
un suministro de energía eléctrica para energizar el arro-
llamiento de estator de dicha segunda máquina con corrien-
te alterna, una resistencia externa interconectada con el
arrollamiento del rotor de la segunda máquina para permiti-
15 tir la operación de la segunda máquina como un motor de
velocidad variable cuando su arrollamiento de estator se
activa con corriente alterna, un suministro de energía
eléctrica para activar alternativamente el arrollamiento
de estator de la segunda máquina con corriente directa pa-
20 ra operación de la segunda máquina como un generador de
corriente alterna, un conjunto rectificador para rectifi-
car la salida del arrollamiento del miembro de rotor de
la segunda máquina cuando se está operando como un genera-
25 dor, y para aplicar dicha salida rectificada al arrollamien-
to de campo de dicha máquina sincrónica, y una máquina motriz

16.10.73



416824

conectada mecánicamente en relación de impulsión a dichos miembros de rotor.

5 2ª.- Una máquina dinamoeléctrica según la reivindicación 1, en la que la máquina motriz es una turbina de gas.

10 3ª.- Una máquina dinamoeléctrica según las reivindicaciones 1ª o 2ª, que incluye un conjunto rectificador para rectificar la salida del arrollamiento de rotor de la segunda máquina y para aplicar dicha salida rectificada al arrollamiento de campo de dicha máquina sincro-
na, comprendiendo elementos que están situados por fuera o por dentro de dicha unidad giratoria que incluye dichos rotores y están conectados a dichos arrollamientos de rotor a través de conexiones eléctricas giratorias.

15 4ª.- Una máquina dinamoeléctrica según la reivindicación 3ª, en la que dicho rotor de dicha segunda máquina lleva un arrollamiento de secciones primera y segunda eléctricamente separadas, dicha primera sección está conectada a dicho conjunto rectificador, y la resistencia externa para el arrollamiento de rotor está conectada
20 a dicha segunda sección de dicho arrollamiento.

5ª.- UNA MAQUINA DINAMOELÉCTRICA SINCRONA.

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

16.10.75



416824 210

Esta Memoria consta de diecisiete hojas escritas a máquina por una sola cara.

Madrid, 2100...3

P.A.

5

Fernando de Elzaburu
Por Poder.

10

15

20

25

16.10.75

J.E.P.



416824

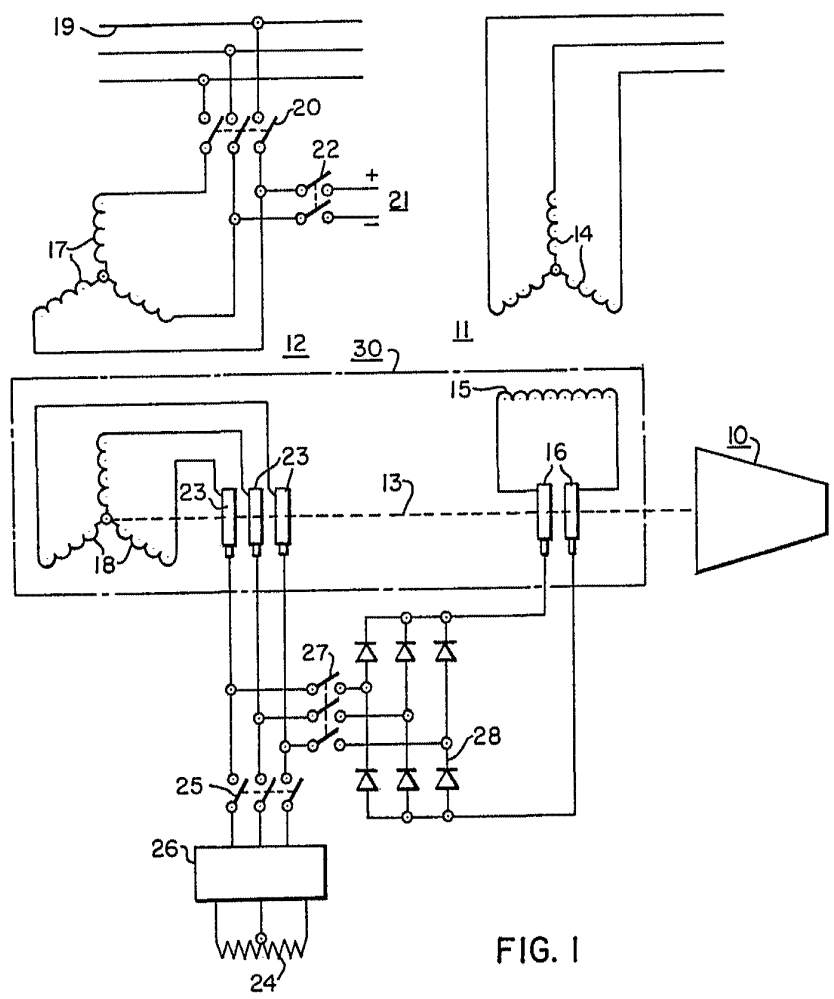


FIG. 1

Fernando de Elizaburu
of Paten.
[Signature]



416824

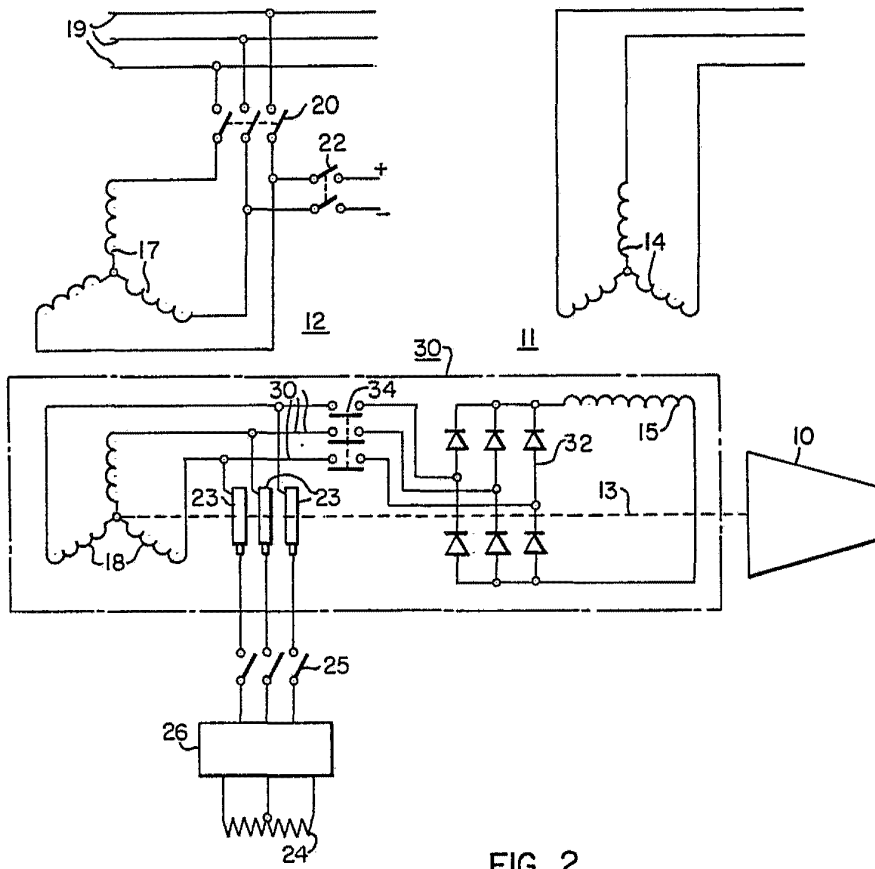


FIG. 2

Fernando de S. S. S. S.
Pat. Eng.



21

416824

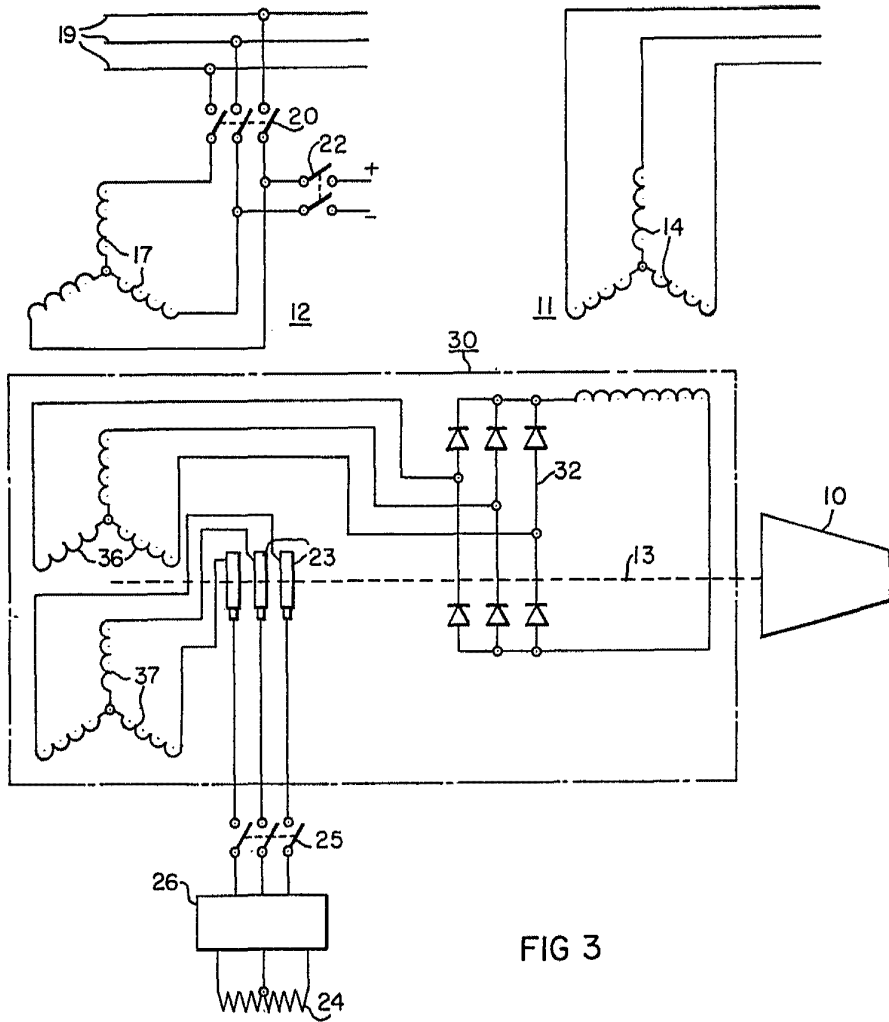


FIG 3

Fernando de Elizaburo
Por Poder.