

413886

14 AGO, 1975



P.- 53.840

W.E. Case nº 43.190

413886

MEMORIA DESCRIPTIVA

Int. Cl.:	H02K

para solicitar PATENTE DE INVENCION

a nombre de WESTINGHOUSE ELECTRIC CORPORATION

entidad norteamericana

con domicilio en Westinghouse Building, Gateway Center,
Pittsburgh, Pensilvania 15222, Estados
> Unidos de América.

por: "PERFECCIONAMIENTOS INTRODUCIDOS EN UN MOTOR SINCRONO
SIN ESCOBILLAS"

413886



1973

P-53840

W.E. Case Nº

43.190

5 Este invento se refiere a un motor síncrono sin es
cobillas, y en particular a un sistema de control que -
utiliza un tiristor como conmutador de estado sólido pa
ra controlar la excitación de corriente continua del a
rrollamiento de campo del motor.

10 En un motor síncrono sin escobillas, la excitación
de corriente continua para el arrollamiento de campo es
proporcionada por una excitatriz de corriente alterna -
que tiene un arrollamiento inducido giratorio conectado
15 a un conjunto rectificador que gira con la excitatriz -
para suministrar la excitación de corriente continua re
querida al arrollamiento de campo del motor. Tal motor
es arrancado normalmente como motor de inducción y el a
rrollamiento de campo no es excitado durante el período
20 de arranque cuando el motor está funcionando a velocidad
subsíncrona, estando conectada usualmente una resisten-
cia de descarga a través del arrollamiento de campo. --
Cuando el motor ha acelerado a una velocidad suficiente
mente próxima a la de sincronismo, es aplicada la exci-
25 tación de corriente continua al arrollamiento de campo
en el instante adecuado, siendo desconectada la resisten
cia de descarga, y el motor entra en sincronismo y gira
normalmente. En un motor sin escobillas, las operaciones
de conmutación y control son realizadas necesariamente -
sobre el rotor, y son utilizados conmutadores y componen

413886



tes de control de estado sólido. En particular, debe eg
tar conectado entre el rectificador y el arrollamiento
de campo un conmutador de excitatriz para interrumpir -
el circuito de excitación durante el arranque a fin de
5 evitar el paso de corriente de excitación al arrollamien
to de campo y evitar que los rectificadores conduzcan en
paralelo con la resistencia de descarga. Para este fin -
es utilizado preferiblemente un tiristor. Este tiristor
debe estar en el estado de no conducción o estado de blo
10 queo durante el período de arranque, como se ha indicado
anteriormente, y es disparado para completar el circuito
y aplicar excitación de campo en el instante adecuado --
cuando el motor es capaz de entrar en sincronismo.

Los conmutadores de estado sólido tales como los ti
15 ristores son dispositivos altamente fiables pero, como -
ocurre con cualquier tipo de equipo, existe alguna posi
bilidad de avería. El tipo mas probable de avería provo
ca el cortocircuito del tiristor de modo que conduce con
tinuamente en ambas direcciones. Tal avería podría resul
20 tar, por ejemplo, de sobrecorriente o sobretensión mas -
allá de los límites máximos del dispositivo. Si se produ
jese tal avería durante el funcionamiento sincrónico del -
motor, no se originarían daños puesto que el tiristor eg
tá normalmente en conducción y el motor continuaría gi
25 rando en su modo normal. Sin embargo, si el motor es de-

413886



tenido y es vuelto a arrancar entonces con el tiristor en cortocircuito, se aplicaría una excitación de corriente continua procedente del rectificador al arrollamiento de campo en todo el período de arranque. Esta corriente continua que fluye en el arrollamiento de campo del motor durante el funcionamiento subsíncrono puede producir un gran par pulsatorio sobre el eje del motor, y la frecuencia de pulsación de este par varía con el deslizamiento del motor cuando disminuye a medida que el motor se acelera. La frecuencia de pulsación pasará muy probablemente a través de las frecuencias de resonancia torsionales durante la aceleración lo que podría dar lugar a un crecimiento excesivo del par pulsatorio suficiente en muchos casos para dañar los ejes del motor o excitatriz del equipo accionado, o dañar dientes de engranaje si el motor es utilizado con una transmisión de engranajes. Aún cuando tal avería y la posibilidad resultante de daños son relativamente raras, el daño que puede ser originado por un tiristor en cortocircuito puede ser bastante serio y la protección contra esta posibilidad es una característica altamente deseable para un motor síncrono sin escobillas.

Además, con un conmutador de excitatriz con tiristor en cortocircuito, la corriente alterna inducida en el arrollamiento de campo a velocidades subsíncronas es

413886



derivada por el rectificador en vez de fluir en la resistencia, originando así el par motor de inducción que es necesario para acelerar el motor.

5 El presente invento incluye un motor síncrono que
tiene un arrollamiento de campo giratorio, una excita-
triz de corriente alterna que tiene un arrollamiento de
inducido giratorio con dicho arrollamiento de campo de
motor, y medios rectificadores conectados a dicho arro-
llamiento inducido de excitatriz y giratorios con el -
10 mismo para suministrar excitación de corriente conti-
nua al arrollamiento de campo del motor, un sistema de
control para el arrollamiento de campo del motor que in-
cluye medios conmutadores de estado sólido de excita-
triz conectados entre dichos medios rectificadores y el
15 arrollamiento de campo del motor para controlar dicha -
excitación de corriente continua, estando normalmente -
dichos medios conmutadores en estado de no conducción -
durante el funcionamiento del motor a velocidades sub-
síncronas, una resistencia de descarga conectada entre
20 los extremos del arrollamiento de campo del motor, me-
dios de estado sólido conectados en serie con dicha re-
sistencia para permitir que fluya corriente en la resis-
tencia solamente en respuesta a la tensión inducida en
el arrollamiento de campo durante el funcionamiento sub-
25 síncrono del motor, estando conectados dichos medios --

413886



5 conmutadores de excitatriz en el circuito de arrolla-
miento de campo entre los medios rectificadores y la
resistencia de descarga, y medios de cortocircuitos
conectados a través de la salida de los medios recti-
ficadores entre los medios conmutadores de excitatriz
y los medios rectificadores, estando destinados dichos
medios de cortocircuito a poner en cortocircuito los -
medios rectificadores en respuesta a la conducción de
los medios conmutadores de excitatriz durante el fun-
10 cionamiento subsíncrono del motor.

Ventajosamente, se dispone de protección contra -
un tiristor cortocircuitado utilizado como conmutador
de excitación en un motor síncrono sin escobillas deri-
vando la corriente de salida del rectificador en res-
15 puesta a que se presente un tiristor en cortocircuito.
Esto evitará que el motor entre en sincronismo y el re-
lé temporizador o secuencial utilizado normalmente co-
mo parte del control de arranque desconectará el motor
de la línea después de un tiempo prodeterminado. Conve-
20 nientemente, está conectado un conmutador de derivación
de estado sólido, tal como un tiristor, a través del -
rectificador que suministra la excitación de corriente
continua y su disparo está controlado por la tensión -
presente en el lado conectado al rectificador del con-
25 mutador de excitación de tiristor que está conectado en

413886

18



tre el rectificador y el arrollamiento de campo para -
controlar la excitación de corriente continua. Si el -
tiristor está funcionando normalmente, la tensión pre-
sente en el lado conectado al rectificador es insufi-
5 ciente para disparar el tiristor de derivación y no -
tiene efecto sobre el funcionamiento del motor. Sin em-
bargo, si el conmutador de excitatriz de tiristor queda
en cortocircuito, la tensión inducida en el arrollamien-
to de campo durante el arranque aparece sobre el lado -
10 conectado al rectificador del tiristor en cortocircuito
y dispara el tiristor de derivación para derivar la sa-
lida del rectificador y evitar así que el motor entre -
en sincronismo. El sistema normal de control desconecta
rá entonces el motor de la línea, como se ha afirmado -
15 anteriormente.

Se describirá ahora el invento, a modo de ejemplo,
con referencia al dibujo que se acompaña que ilustra el
invento en un diagrama esquemático.

El dibujo ilustra un arrollamiento 10 de estator -
20 representado como un arrollamiento trifásico, conectado
a una línea de alimentación por un disyuntor 11. El dis-
yuntor 11 puede estar controlado por un dispositivo 12
de control de cualquier tipo adecuado que incluye prefe-
riblemente el sistema de control de arranque de motor
25 usual que incluye un relé de factor de potencia y tempo

413886



rizador secuencial del tipo usual. El motor tiene un arrollamiento 13 de campo, y está provisto de un arrollamiento amortiguador para arranque por acción de motor - de inducción. La excitación de campo para el motor está
5 proporcionada por una excitatriz 14 que tiene un arrollamiento 15 de campo de que es portador su miembro de estator y está excitado con corriente continua desde - cualquier fuente adecuada. La excitatriz 14 tiene también un arrollamiento 16 inducido, representado como un
10 arrollamiento trifásico, que está montado en el rotor y es giratorio con el rotor del motor síncrono principal. El arrollamiento 16 inducido está conectado a medios 17 rectificadores, representados como un puente - rectificador trifásico, para proporcionar una salida de
15 corriente continua para excitar el arrollamiento 13 de campo del motor. El arrollamiento 16 inducido de excitatriz, el rectificador 17 y el arrollamiento 13 de campo están todos montados en el mismo eje, o son giratorios de otro modo en conjunto sobre un miembro común giratorio
20 ratorio indicado en 18.

El rectificador 17 proporciona una salida de corriente continua que es utilizada para excitar el arrollamiento 13 de campo. Durante el arranque del motor, sin embargo, cuando está funcionando a velocidad subsíncrona, el
25 arrollamiento 13 de campo no deberá estar excitado y no -

413886

18



deberá estar derivado por el rectificador 17. Deben estar dispuestos, por consiguiente, medios conmutadores - de excitatriz. Para este fin está conectado un tiristor 19, como se representa, entre la salida del rectificador y el arrollamiento 13 de campo a fin de interrumpir la -
5 corriente de excitación cuando el tiristor está en su estado de no conducción o estado de bloqueo. El tiristor - 19 es disparado activándolo al estado de conducción para excitar el arrollamiento de campo en el instante y ángulo de fase correctos cuando el motor ha acelerado hasta una velocidad próxima a la de sincronismo, y pueden ser utilizados medios adecuados cualesquiera para disparar - el tiristor 19. Puesto que las operaciones de conmutación y control deben ser realizadas sobre el miembro 18
10 giratorio, es preferido utilizar circuitos de conmutación y control de estado sólido y pueden ser utilizados medios 20 cualesquiera de control adecuados, tales como los dispositivos de control de excitación expuestos en la Memoria de las Patentes Norteamericanas 3.405.338 y 3.414.788.
20 El circuito 20 de control, como se expone en cualquiera - de aquellas Memorias de Patente, responde a la frecuencia de la tensión inducida en el arrollamiento 13 de campo y está por consiguiente preferiblemente conectado entre los extremos del arrollamiento de campo, como se representa.
25 Durante el arranque del motor está preferiblemente -

413886



conectada una resistencia de descarga entre los extremos del arrollamiento de campo. La resistencia 21 de descarga está soportada sobre el miembro 18 giratorio y está controlada por un tiristor 22 y un diodo 23 conectado -
5 con polaridad opuesta. El electrodo de control del tiristor 22 está conectado, a través de un diodo Zener o diodos 24, para responder a la tensión del arrollamiento 13 de campo.

De acuerdo con el presente invento, se crea un circuito protector, adicionalmente a los circuitos descritos anteriormente, para protección contra avería del tiristor 19. El circuito protector, como se representa en el dibujo, consiste en un conmutador de estado sólido, -
10 preferiblemente un tiristor 25, que está conectado a través de la salida del rectificador 17. El electrodo de control del tiristor 25 está conectado, a través de diodos -
15 26 Zener, al lado conectado al rectificador del tiristor 19 a fin de responder a la tensión presente en ese punto.

El funcionamiento del circuito de motor completo es como sigue. En funcionamiento normal, cuando se desea -
20 arrancar el motor, es excitado el arrollamiento 10 de estator del motor cerrando el disyuntor 11 y el motor arrancará por efecto de motor de inducción, estando el tiristor 19 en su estado de no conducción o estado de bloqueo
25 de modo que el arrollamiento 13 de campo del motor no es

413886

18



tá excitado, estando excitado, por supuesto, el arrolla-
miento 15 de campo de la excitatriz. Durante el período
de arranque se induce una tensión relativamente alta
de frecuencia de deslizamiento alta en el arrollamiento
5 13 de campo, con el motor girando a velocidad subsíncro-
na, y esta tensión es suficiente para excitar a conduc-
ción o disparar el tiristor 22 para conectar la resis-
tencia 21 de descarga de campo entre los extremos del -
arrollamiento de campo proporcionando conducción el di-
do 23 en semiciclos alternos de la tensión de campo. El
10 motor acelera hasta que su velocidad se aproxima a la -
velocidad síncrona, disminuyendo correspondientemente -
la frecuencia de deslizamiento, y cuando el dispositivo
20 de control percibe el punto correcto indicado por la
15. frecuencia de deslizamiento y el ángulo de fase correcto
de la tensión inducida a través del arrollamiento 13, es
disparado el tiristor 19 y entra en conducción para apli-
car excitación de corriente continua al arrollamiento 13
de campo, de modo que el motor entrará en fase y funcio-
20 nará como motor síncrono. La tensión inducida a través -
del arrollamiento 13 de campo cae esencialmente a cero -
en este instante, es decir, al alcanzar el motor el sín-
cronismo, de modo que la tensión a través del arrolla-
miento 13 es solamente la del rectificador 17 que es in-
25 suficiente para disparar el tiristor 22 que permanece --

413886

18



así en estado de no conducción y desconecta la resistencia 21 de descarga. El motor está entonces en su estado de funcionamiento normal y continuará girando como motor síncrono.

5 Si el tiristor 19 que sirve como conmutador de excitatriz se averiara durante el funcionamiento normal debido a una sobretensión o sobrecorriente, o por cualquier otra razón, de modo que queda en cortocircuito y está -
10 continuamente en conducción en cualquiera de las dos direcciones, no ocurre ningún cambio en el funcionamiento y el motor continuará girando normalmente puesto que está siendo suministrada excitación de corriente continua al arrollamiento 13 de campo. Sin embargo, cuando el motor es detenido, y se intenta entonces volver a arrancar
15 el motor, el tiristor 19 en cortocircuito permitirá que la corriente de salida del rectificador circule hacia - el arrollamiento de campo del motor durante el período - de arranque subsíncrono con el par pulsatorio resultante y la posibilidad de avería grave comentada anteriormente.

20 Está dispuesto para protección contra esta posibilidad el circuito protector que comprende el tiristor 25. En condiciones de arranque normales cuando el tiristor - 19 está fuera de conducción, la tensión solamente aplicada a los diodos 26 Zener es la tensión de salida del rec
25 tificador que es insuficiente para disparar el tiristor



413886

25 de modo que permanece en estado de no conducción y no tiene efecto. Sin embargo, si el tiristor 19 está en cortocircuito, de modo que conduce en ambas direcciones durante el período de arranque, entonces la tensión inducida a través del arrollamiento 13 de campo -
5 aparece en el lado conectado al rectificador del tiristor 19 en cortocircuito y es aplicada a los diodos de Zener 26. Esta tensión inducida es sustancialmente mas alta que la del rectificador 17, y los diodos de Zener 26 pueden estar seleccionados de modo que tengan la -
10 misma tensión de disparo que los diodos 24 Zener, de modo que la tensión a través del arrollamiento 13 de campo disparará eficazmente y de manera segura el tiristor 25 en el caso de que el tiristor 19 esté en cortocircuito. Cuando esto ocurre el tiristor 25 es puesto en conducción y deriva directamente la corriente de salida del rectificador 17 de modo que se evita que circule hacia el arrollamiento 13 de campo de rotor y no pueden producirse los grandes pares pulsatorios comentados anteriormente. Cuando ocurre esto, el motor no puede, por supuesto, entrar en fase y sincronizar sino que continuará girando a una velocidad subsíncrona hasta -
20 que el temporizador secuencial del relé de factor de potencia usual dispuesto en el dispositivo 12 de control dispara el disyuntor 11 como resultado del fallo del mo
25

413886

14



5 tor para sincronizar dentro del tiempo preajustado. Puede utilizarse, por supuesto, cualquier otro tipo de medios deseados para disparar el disyuntor si el motor es incapaz de sincronizar. Este disparo del disyuntor indica que se ha producido una avería en los circuitos de excitación y pueden entonces ser comprobados los dispositivos dispuestos sobre el rotor y puede ser sustituido el tiristor averiado.

10 La presente solicitud, que corresponde a la presentada en Estados Unidos de América, el 1 de Mayo de 1972, bajo el nº 248.915, se acoge a los beneficios del Artículo 51 del vigente Estatuto sobre Propiedad Industrial.

15

- REIVINDICACIONES -

20

Los puntos de invención propia y nueva 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:

25

1ª.- Perfeccionamientos introducidos en un motor síncrono sin escobillas que tiene un arrollamiento gi

413886

14 AGO



ratorio de campo, una excitatriz de corriente alterna que tiene un arrollamiento inducido giratorio con dicho arrollamiento de campo del motor, y medios rectificadores conectados a dicho arrollamiento inducido de ex
5 citatriz y giratorios con el mismo para suministrar excitación de corriente continua al arrollamiento de campo del motor, un sistema de control para el arrollamiento de campo del motor que incluye medios conmutadores de excitatriz de estado sólido conectados entre dichos medios rec-
10 tificadores y el arrollamiento de campo del motor para controlar dicha excitación de corriente continua, estando normalmente dichos medios conmutadores en estado de no conducción durante el funcionamiento del motor a velocidades sub-
15 síncronas, una resistencia de descarga conectada entre los extremos del arrollamiento de campo del motor, medios de estado sólido conectados en serie con dicha resistencia para permitir que fluya corriente en la resistencia solamente en respuesta a la tensión inducida en el arrollamien-
20 to de campo durante el funcionamiento subsíncrono del motor, estando conectados dichos medios conmutadores de excitatriz en el circuito de arrollamiento de campo entre los medios rectificadores y la resistencia de descarga, y medios de cortocircuito conectados a través de la salida de los medios rectificadores entre los medios conmutadores
25 de excitatriz y los medios rectificadores, estando destina

4

413886

14



dos dichos medios de cortocircuito a poner en cortocircuito los medios rectificadores en respuesta a la conducción de los medios conmutadores de excitatriz durante el funcionamiento subsíncrono del motor.

5

2ª.- Perfeccionamientos de acuerdo con la reivindicación 1ª, según los cuales los medios de cortocircuito se hacen conductores en respuesta a que la tensión presente sobre el lado conectado al rectificador de los medios conmutadores de excitatriz excede un valor pre-

10

terminado.
3ª.- Perfeccionamientos de acuerdo con la reivindicación 1ª o la reivindicación 2ª, según los cuales los medios de cortocircuito comprenden medios de conmutación de estado sólido, y medios para activar los medios de conmutación últimamente mencionados al estado de conducción al aparecer una tensión sustancialmente igual a dicha tensión inducida sobre el extremo conectado al rectificador de los medios conmutadores de excitatriz.

15

20

4ª.- PERFECCIONAMIENTOS INTRODUCIDOS EN UN MOTOR SINCRONO SIN ESCOBILLAS.

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.

25

12-8-75

- 16 -

4

413886



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

5

Madrid,

P.A.

14 JUN 1975

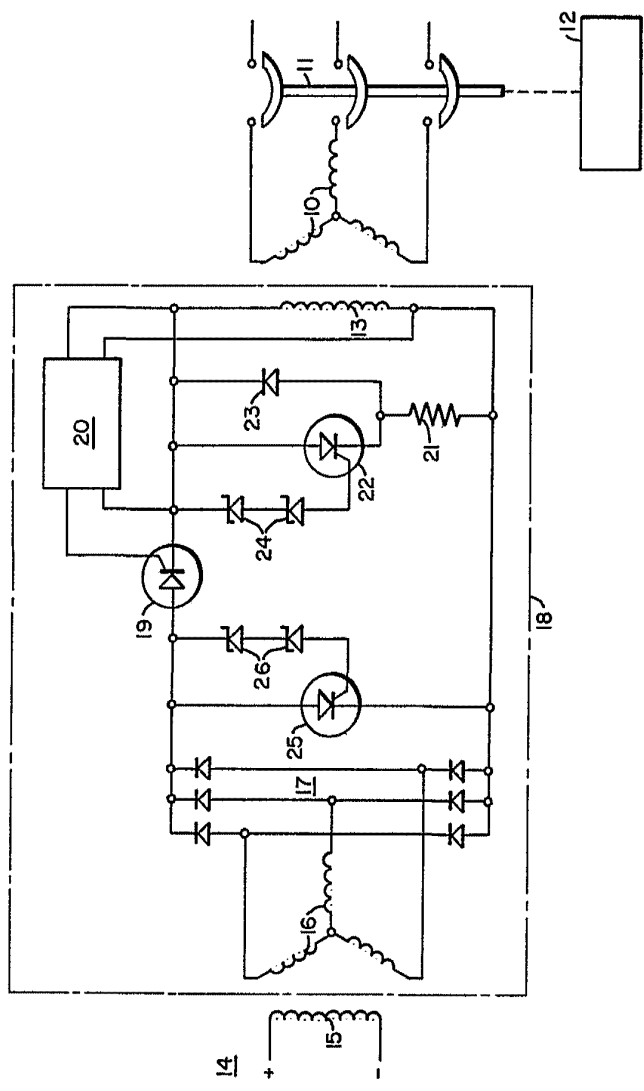
Ministerio de Trabajo
y Poder.

12-8-75
jul

413886

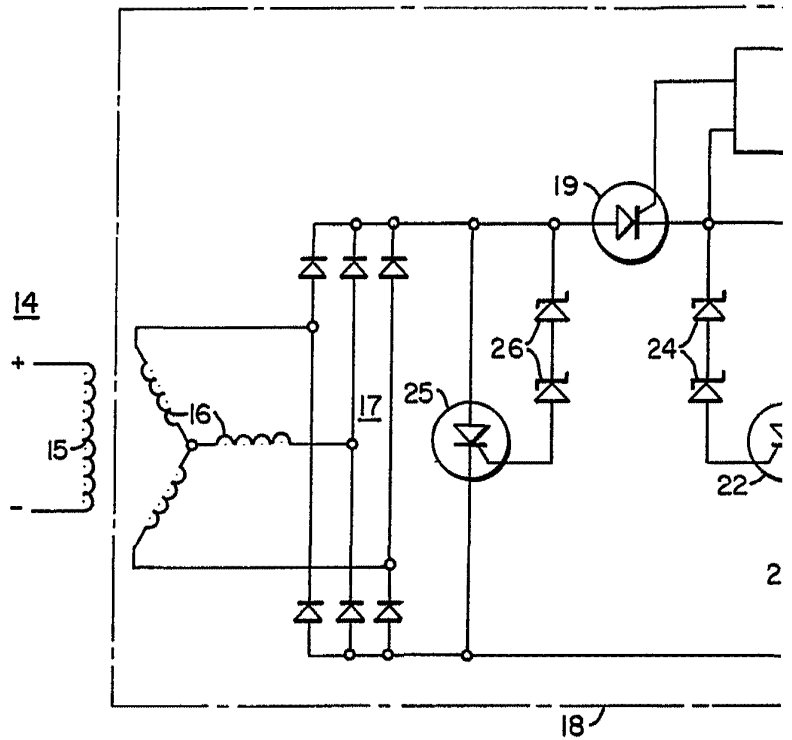
413886

18



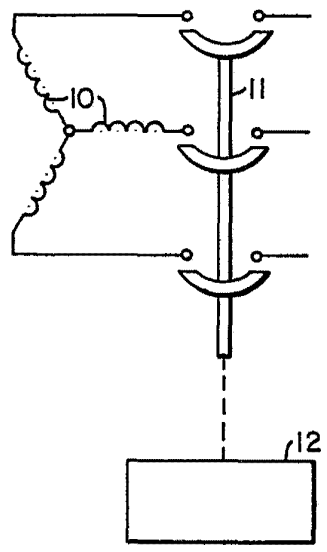
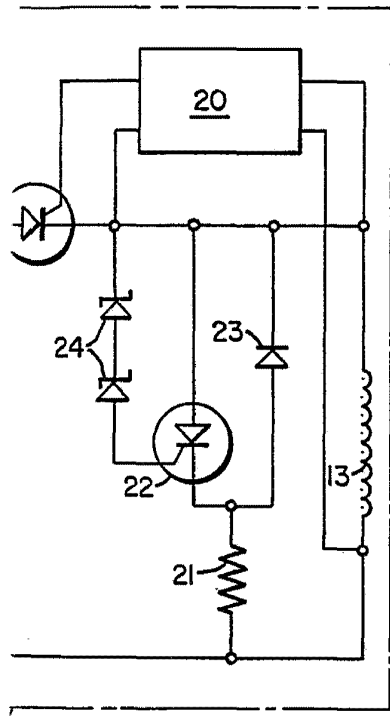
Handwritten signature or initials.

413886



413886

78



Handwritten signature or initials