

405299

PATENTE DE INVENCION

TE 69.

405299



Memoria Descriptiva

sobre:

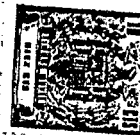
PERFECCIONAMIENTOS EN ONDULADORES DE CONMUTACION
FORZADA.

Solicitante LA TELEMECANIQUE ELECTRIQUE, entidad francesa, resi-
dente en 33 bis avenue du Mal Joffre, 92-NANTERRE,
Francia.

Int. Cl. ² : H02M

La presente invención se refiere a ondula-
dores de conmutación forzada. Estos dispositivos, des-
tinados a engendrar, a partir de una tensión continua,
una o varias tensiones que presentan alternancias posi-
5 tivas y negativas que se suceden siguiendo un ciclo

405299



-2-

predeterminado, comprenden generalmente dos pares de
tiristores principales que proporcionan alternativamente
corriente a la carga, al menos dos pares de tiristores de
extinción que se regulan a fin de apagar, en el momento
5 deseado, uno u otro de los tiristores principales, al menos
un circuito oscilante generalmente compuesto por una bobina
de autoinducción y de una capacidad en serie que alimenta
al tiristor principal la corriente inversa necesaria para
su extinción, y diodos denominados " de recuperación " aso-
10 ciados a los tiristores principales.

Los montajes onduladores más simples conocidos
no permiten obtener frecuencias de conmutación suficiente-
mente elevadas en ciertas aplicaciones, en particular el
control de motores de corriente alternativa de velocidad
15 variable, cuando la tensión de mando debe tener una forma
muy afinada.

Ello se debe, en particular, a la dificultad
para dominar los riesgos de cebadura intempestiva de los
tiristores en razón de los fenómenos transitorios de conmu-
20 tación y de las corrientes de cortocircuito accidentales.

Se han propuesto algunas soluciones imperfectas,
como la que consiste en proteger los tiristores por medio
de bobinas de autoinducción o en prever circuitos de protec-
ción que comprendan resistencias y capacidades.

25 Estas soluciones no permiten llegar a rendimien-
tos suficientes en todos los casos.

El invento propone una solución más evolucionada
y original que consiste a la vez en una disposición particu-
lar de los circuitos y una determinación rigurosa del valor
30 de sus componentes.



Según una característica importante del invento las bobinas de autoinducción auxiliares de protección conectadas en serie con los tiristores no forman parte de las porciones de circuito en paralelo sobre los diodos de recuperación y forman parte del circuito oscilante de extinción.

Según otra característica del invento, un circuito de protección conectado a los bornes de cada tiristor comprende un condensador en serie con una resistencia sensiblemente exenta de autoinducción y con el conjunto constituido por una resistencia de gran valor de inductancia parásita y un diodo en paralelo, estando orientado dicho diodo en el mismo sentido que el tiristor correspondiente y en sentido inverso del diodo de recuperación correspondiente.

Otras particularidades, así como las ventajas del invento, se evidenciarán claramente con ayuda de la descripción que sigue.

En el plano anexo:

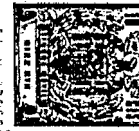
La figura 1 es el esquema de una forma de realización preferida del invento;

La figura 2 representa las corrientes y las tensiones en diferentes puntos de la figura 1;

La figura 3 representa una variante de ejecución del montaje; y

La figura 4 representa los estados lógicos de salida de algunos de los componentes del montaje.

El montaje representado en la figura 1 constituye una fase por ejemplo de un ondulador trifásico que comprende tres fases idénticas alimentadas por una misma



fuerza de tensión continua V_{cc} . (para un ondulator monofásico deberán utilizarse, como es sabido, dos circuitos idénticos).

5 Tal montaje se destina a suministrar una corriente IM, recortada según cierto ciclo más o menos complejo, en una carga útil, no representada.

Comprende esencialmente, de forma en sí conocida:

- dos tiristores principales P1 y P2, que suministran IM

10 - dos tiristores de extinción E1 y E2: es provocando el encendido de E2 como se apaga P2; el encendido de P1 o de P2 se obtiene, como el de E1 o de E2, por medio de circuitos lógicos, no figurados, que activan los pestillos;

15 - una capacidad C y una bobina de autoinducción L que intervienen en la conmutación para suministrar una corriente inversa de descarga necesaria para la extinción de los tiristores principales;

20 - dos diodos D1 y D2, denominados "de recuperación", que permiten la continuidad de la corriente IM en la carga para la extinción del tiristor principal correspondiente, cuando la carga es autoinductiva;

- facultativamente, dos diodos D'1 y D'2 destinados a hacer simétrico el circuito del ondulator, si se desea.

25 Cuando se circunscribe, de manera clásica, a los componentes que acaban de citarse, el encendido de uno de los tiristores principales entraña la aplicación de un crecimiento de tensión $\frac{dV}{dt}$ muy elevado sobre el otro tiristor principal. Se recurre por tanto a utilizar tiristores de
30 alto rendimiento, sin prevenirse por tanto contra un riesgo



de cebadura intempestiva. Por otra parte, si como consecuencia de un defecto de funcionamiento de los circuitos lógicos que proporcionan las ondas de cebadura se provoca el encendido simultáneo de P1 y P2 o E1 y E2, se produce una corriente de cortocircuito de crecimiento muy rápido, susceptible de destruir los tiristores.

Quando se conectan, como muestra el esquema, bobinas autoinductoras adicionales I1, I2 y I'1, I'2 respectivamente en serie entre P1 y P2 por una parte, y E1 y E2 por otra parte, ello remedia los inconvenientes citados, si bien se plantea un nuevo inconveniente:

En el curso de la extinción de P1 por ejemplo, la cual se realiza controlando por medio de los circuitos eléctricos apuntados anteriormente, la cebadura de E1, circula una corriente de extinción I_c a través de E1, I'1, L, C, I1, P1, en un sentido propicio para invertir la tensión en los bornes del condensador C. En el curso de esta conmutación, las resistencias repartidas en el circuito (por ejemplo, impedancia de los semiconductores y resistencias de todos los componentes), provocan una pérdida de carga de la capacidad C y la tensión de carga inicial. Así, en el curso de la etapa de cebadura de P2 que sigue, es necesario mantener E1 cebado hasta que sea cargada la capacidad C por una corriente que circula a través de E1, I1, L, C, I2, P2, de un valor al menos igual a su carga inicial (a falta de lo cual, se degradaría rápidamente la carga de C).

Tratándose de una carga oscilante, existen alternancias en las cuales es tal la tensión en los bornes de L que si, como es el caso en las instalaciones conocidas, I2 se halla en paralelo con D2 por intermedio del tiristor

-6-405299



principal correspondiente, dicho diodo entra en conducción, dado así una corriente de cortocircuito en el circuito cerrado L2, P2 y D2. Esta corriente de cortocircuito interviene asimismo en el circuito cerrado E1, I'1, D'1 (estando
5 D,1, en las instalaciones conocidas, en paralelo con el conjunto E1, I,1). En tanto circula esta última corriente, mantiene I1 conductor, y para evitar un cortocircuito en la conexión E1, E2, se impide en este caso cebar E2.

Ahora bien, las corrientes de cortocircuito en los
10 dos circuitos cerrados previstos, disminuyen exponencialmente con una constante de tiempo inversamente proporcional a la resistencia total del circuito.

En la práctica, su duración de decrecimiento es siempre netamente superior al semi-periodo propio del
15 circuito oscilante LC. Ello se traduce pues finalmente en un aumento notable de la duración total de la conmutación, constituido por la suma del tiempo de extinción del tiristor principal, del tiempo de recarga complementario de C y la duración de decrecimiento de las corrientes de cortocir-
20 cuito.

Esta reducción de la frecuencia posible de conmutación es muy perjudicial en ciertas aplicaciones.

En la instalación según el invento se observa que los diodos, tales como D1, D2, D,1, D,2 van conectados
25 en anti-paralelo a los bornes del tiristor correspondiente, no constituyendo las bobinas de autoinducción adicionales (I1, I2, I'1, I'2) con los diodos bucles donde puedan circular las corrientes de cortocircuito.

Los diodos D1 y D2 son idénticos y con preferen-
30 cia del tipo rápido, de escasa pendiente de variación de la



corriente de recuperación, como se explicará más adelante.

Por otra parte, circuitos de protección contra los transistores de corriente y de tensión van conectados en paralelo con los toristores:

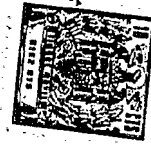
5 - a los bornes de P1, una resistencia R1 que comprende un valor de inductancia notable, lo cual está simbolizado en forma de una inductancia l3, en serie con una resistencia sin autoinducción r1 y un condensador C1; un diodo d1, en paralelo sobre R1, con su ánodo dirigido
10 hacia el borne positivo + Vo;

- a los bornes de P2, un circuito R2, r2, c2, d2 idéntico al circuito R1, r1, c1, d1 (mismos valores de los componentes, teniendo la resistencia R2 un elemento inductivo l4);

15 - a los bornes de E1, un circuito R'1, r'1, c'1, d'1 y, a los bornes de E2, un circuito R'2, r'2, c'2, d'2 montados de la misma forma que los anteriores (teniendo la resistencia R'1 un elemento inductivo l'3 y la resistencia R'2, un elemento inductivo l4).

20 Estos dos últimos circuitos son idénticos entre sí, pero pueden no ser idénticos a las dos primeros en lo que respecta a los valores de los componentes.

En definitiva, la conexión izquierda XAY de la instalación (X es el borne superior de la fase, unido al
25 borne positivo W de la fuente por un fusible ultra-rápido F1 de protección de los semi-conductores, Y es el borne inferior, unido al borne negativo Z de la fuente por un fusible ultra-rápido F2) se compone de dos partes idénticas XA y AY; la conexión de la derecha XBY se compone asimismo de dos partes idénticas entre sí XB y BY, y puede ser
30



idéntica o no a la conexión de la izquierda. Los diodos D'1 y D'2 facultativos han sido figurados en línea de puntos.

5 La figura 2 representa la evolución de las corrientes y de las tensiones entre un instante t_0 o P_1 es conductor (estando apagados los otros tiristores) y un instante $T/2$ (siendo T el periodo de oscilación del circuito $L+I_1+I'1 C$, durante la extinción del tiristor P_1 provocada por la cebadura del tiristor E_1 .

10 La curva (a) muestra la tensión sinusoidal V_C (t) en los bornes del condensador C . La carga inicial V_0 ha sido considerada como negativa (polo positivo de referencia del lado del ánodo del tiristor P_1). En la cebadura de E_1 , circula una corriente sinusoidal I_c en primer lugar $E_1, I'1, L, C, I_1, P_1$ (corriente de recombinación inversa del tiristor) y después desde la extinción de P_1 (instante t_1 en que la corriente I_{PI} se anula), habiendo alcanzado la corriente inversa el valor I_0 : curva (d), a través de $E_1, I'1, L, C, I_1, D_1$.

20 El tiempo t_1, t_2 (curva (c) donde el diodo D_1 es conductor (si bien se aplica una tensión inversa a los bornes de P_1) debe ser al menos igual al tiempo de desionización de P_1 .

25 Este tiempo t_2-t_1 es función de los parámetros C, L, T, V_0, I_m, k y K' (siendo k la relación entre I_2 o I_1 y L, k' la relación entre $I'2$ o $I'1$ y L) lo cual da una primera condición impuesta a los valores de estos parámetros.

30 La tensión V_{P1} en los bornes de D_1 (o de P_1) está representada por la curva (e). Presenta inicialmente un valor V_d del orden de 1 voltio, que se invierte en el



-9-
instante t_1 , y después en el instante t_2 se invierte de nuevo, como se explicará después.

La tensión V_A entre los puntos A e Y está representada por la curva (f), en el instante t_0 , esta tensión pasa bruscamente del valor V_0 a un valor $V_0 (1 + \frac{k}{1+2k})$ si se admite que $k = k'$.

De ello resulta que la tensión V_{p2} en los bornes de D2 (o de P2) sufre una sobretensión (curva (g) y alcanza un valor máximo $V_0 + V$ (después de lo cual disminuye).

V es evidentemente función de V_0 , de k , de k' (relación entre $I'1$ o $I'2$ y L), L , r (valor de la resistencia r_1 o r_2), c (capacidad del condensador C_1 o C_2). $V_0 + V$ debe imperativamente ser inferior a la tensión máxima que puede soportar P2. Una selección conveniente de los valores indicados anteriormente permite obtener este resultado y por ende proteger P2 contra las sobretensiones. Asimismo, una selección conveniente de r' (valor de $r'1$ o $r'2$) y c' (valor de $c'1$ o $c'2$) permitirá obtener la protección de P1 contra las sobretensiones en el curso de la cebadura de E2.

En el instante t_0 , la tensión V_B entre los puntos B e Y sufre igualmente un aumento brusco (curva (h) que pasa del valor 0 a un valor $V_0 (1 - \frac{k}{1+2k})$. De esto se desprende que la tensión V_{E2} en los bornes de E2 aumenta de por sí bruscamente, con una inclinación $\frac{dV_E}{dt}$ función de los parámetros V_0 , k , k' , L , r' y c' . Deberán pues seleccionarse estos parámetros para que la inclinación $\frac{dV_E}{dt}$ sea inferior a la inclinación máxima que puede soportar el tiristor E2 sin cebarse. Esta condición no puede cumplirse fácilmente más que si $r'2$ no es autoinductivo. (La existencia

de una inductancia implicaría la aparición de una tensión instantánea, y por ende una variación de tensión).

Hará falta asimismo seleccionar r y c para evitar la cebadura de E1, en el instante en que se ordena
5 cebadura de E2. r2 no deberá por tanto ser autoinductivo.

Se supone anteriormente que ni V , ni la inclinación $\frac{dV}{dt}$ depende de los valores de las resistencias R2 y R'2. Se ha indicado además que las resistencias r2 y r'2 que intervienen en la determinación de V y de $\frac{dV}{dt}$
10 no deben comprender inductancia notable, lo que concluye que R2 y R'2 se encuentren en este caso fuera de servicio.

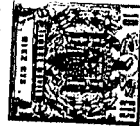
Son los diodos d2 y d'2 los que permiten obtener este resultado, cortocircuitando las resistencias R2 y R'2 en el momento de un aumento brusco de tensión que
15 intervienen en el sentido conductor de estos diodos.

Los tiristores, por otra parte, han de ser protegidos contra aumentos de corriente demasiado rápidos, que podrían destruirlos.

Tales corrientes pueden provenir de los propios
20 circuitos de protección.

Así, en la cebadura de E1, la capacidad C'1, que estaba inicialmente cargada a la tensión V_0 , se descarga a través de las resistencias r'1, R'1 y del tiristor E1 (en tal sentido que el diodo d'1 quede entonces bloqueado,
25 y por ende no cortocircuite R'1). En ausencia de la bobina autoinductora L'3 que presenta la resistencia R'1, se obtendría el paso instantáneo, en E1, de un valor nulo de corriente a un valor igual a $V_0/r + R'1$, y por tanto una inclinación infinita de crecimiento.

30 Mediante la selección de una resistencia R'1



del tipo bobinado que presente una autoinducción de gran valor, se limita fácilmente dicha inclinación o declive a un valor aceptable.

A esta corriente se descarga de c'l se sobrepone, en el tiristor E1, la corriente de extinción I_c ya mencionada (curva (b) de la figura 2. La pendiente de crecimiento de esta corriente es función de V_o , L ($1/k + k'$) y C . Se seleccionarán finalmente los diferentes parámetros V_o , l , k , k' , C , C' , r y R' (siendo R' el valor de $R'l$ o para que la suma de las dos pendientes o declives previstos sea inferior a la pendiente de crecimiento de corriente tolerada por el tiristor E1 (o el tiristor idéntico E2).

Una protección de los tiristores contra un cortocircuito accidental sobre la fuente de suministro V_o se obtiene por medio de las bobinas de autoinducción 11 y 12, que limitan el declive de crecimiento de esta corriente.

Por ejemplo, en caso de cebadura simultánea accidental de P1 y P2, se establece una corriente de cortocircuito entre los bornes W y Z, a través de F1, P1, 11, P2 y F2. La pendiente máxima de crecimiento de esta corriente es igual a $V_o/2l$. Bastará por tanto seleccionar l para que este declive sea tolerado por los tiristores.

Los fusibles F1 y F2 aseguran la protección térmica de los transistores en caso de cortocircuito. La ventaja de prever dos fusibles dispuestos como se indica en la figura 1 es la de proteger simultáneamente las dos conexiones XAY y XBY. Un solo fusible por fase, sería además en la práctica insuficiente para proteger los tiristores contra los cortocircuitos que pueden establecerse a partir de los bornes de la carga, tales como A. Cuando ésta está



por ejemplo constituida por motores sincrónicos que pueden funcionar en generador.

Con un montaje de cuatro fusibles, la corriente de conmutación pasaría por los fusibles.

5. Si se analiza la exposición que precede del funcionamiento de la instalación, se observa que las bobinas de autoinducción 11, 12 y 1'1, 1'2.

10 1º van asociadas a la bobina de autoinducción L y a la capacidad C principales de conmutación para participar en la extinción del tiristor principal (P1 o P2).

La autoinducción total de extinción se hace así igual a L (1+k+k'). Por tanto el tiempo de extinción de dicho tiristor depende de k y k', lo que da una primera ecuación de definición de k y de k'.

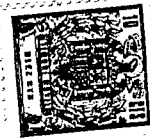
15 2º protegen cada tiristor principal contra la sobretensión que interviene en la cebadura del tiristor de extinción del otro tiristor principal (lo que da una segunda ecuación de definición de k y k').

20 3º protegen cada tiristor de extinción contra la variación brusca de tensión que se produce en sus bornes en el curso de la cebadura del otro tiristor de extinción (lo que da una tercera ecuación de definición de k y k').

25 4º protegen cada tiristor de extinción contra el crecimiento rápido de la corriente que se produce durante su propia cebadura (lo que da una cuarta ecuación de definición de k y k').

5º protegen los tiristores contra el crecimiento brusco de corriente en caso de cortocircuito accidental (lo que da una quinta ecuación de definición de k y k').

30 Estas cinco ecuaciones, en las cuales intervie-



nen igualmente al menos algunos de los parámetros C , L ,
 V_0 , I_m , r y R' , que definen valores apropiados de k y k' .
Se puede finalmente obtener frecuencias de conmutación muy
elevadas, sin riesgo de perjudicar los tiristores.

5 Las bobinas de autoinducción l_1 , l_2 , l'_1 , l'_2 ,
están montadas de manera que no constituyen con los diodos
 D_1 , D_2 , D'_1 , D'_2 , bucles en los cuales pueden circular co-
rrientes de cortocircuito.

10 Otra particularidad importante del invento con-
siste en el hecho de que las resistencias R_1 , R_2 , R'_1 , R'_2 ,
son autoinductivas, y, en el curso de un aumento brusco de
tensión, son cortocircuitadas por los diodos d_1 , d_2 , d'_1 ,
 d'_2 , estando estos diodos por el contrario orientados de
manera que son bloqueados cada vez que existe una variación
15 brusca de corriente como consecuencia de la cebadura del
tiristor asociado. Estas resistencias autoinductivas con-
tribuyen así a proteger los tiristores en el curso de su
cebadura contra las variaciones rápidas de corriente dejando
subsistir el funcionamiento normal de un circuito de protec-
20 ción que no comprendería elemento autoinductivo en caso de
variación brusca de la tensión.

En la figura 4, se ha representado una secuen-
cia de funcionamiento particularmente recomendable del
ondulador.

25 Cada curva representa el estado de conducción
del componente que lleva el simbolo de referencia indicado
en la curva. Los instantes t_0 , t_1 y $T/2$ son los ya indicados
anteriormente.

30 El diodo D_1 pasa entre t_1 y t_2 ; después circula
una corriente inversa entre t_2 y un instante t_4 , en el curso



de una duración t_r que corresponde al tiempo de recuperación del diodo. En el curso de esta duración, la bobina de autoinducción L_1 acumula cierta cantidad de energía que provoca la aparición de una corriente en el circuito d_1, r_1, C_1 . Existe una variación de tensión en los bornes de P_1 , tanto más importante cuanto que la corriente I_r ha alcanzado un valor máximo mayor y que su declive de variación es más elevado. Para reducir estos dos parámetros, el invento propone diferir la aplicación de la tensión inversa al diodo D_1 , retardando el instante t_5 de cebadura del tiristor P_2 (y por ende la aparición de la tensión V_o entre los bornes X y A).

Se impone por tanto la condición: $t_5 > t_2 \max + t_r \max$.

Debiendo funcionar el circuito para todos los valores de la corriente I_m, Y , en particular, para el valor nulo (ausencia de carga) conviene retener: $t_2 \max - t/2 t_r \max$ es el valor máximo del tiempo de recuperación que se puede encontrar en una serie de fabricación del tipo de diodo adaptado.

Se impone pues finalmente la condición:

$$t_5 \frac{\tau}{2} + t_r \max$$

La instalación, como acaba de describirse, no conviene para alimentar carga que exija fuertes variaciones de la tensión de la fuente de alimentación V_o .

Cuando la tensión continua V_o posee una amplitud variable, se agrega por tanto a dicha instalación una fuente de suministro en el punto común entre E_1 y L_1 por intermedio de un tiristor Th_1 . Esta parte suplementaria de la instalación ha sido representada en trazo misto en la figura



1. En el caso en que se prevá, los diodos D'1 y D'2 no deben preverse, puesto que existiría en este caso un cortocircuito entre las fuentes de suministro Vo y Vol. En cambio, es preciso prever en este caso un fusible suplementario de protección F3.

El tiristor Thoi debe cebarse, como ilustra la última forma de onda (en línea de puntos) en la figura 4, al cabo de un tiempo t6 al menos igual a t5, es decir después de que el circuito de extinción a cumplido su misión.

Durante el periodo de conducción t7, una corriente suministrada por Voi circula a través de Thoi, L'1, L, C, I2, P2 y F2, y efectúa la recarga completa de la capacidad C, compensando así las pérdidas producidas en cada conmutación. Esta compensación no puede en efecto, cuando Vo es variable, efectuarse como es el caso para Vo constante, por el simple hecho de que El puede permanecer conductor durante cierto tiempo después de que P2 ha sido cebado, proporcionando así un circuito de recarga complementario de C a través de El y P2.

Conviene hacer observar que el montaje así completado es asimétrico, estando conectado Tho al borne superior de L'1. De esta forma, en caso de cortocircuito entre Vo, Thoi, L'1, E2, I'2 y F2, se reduce $\frac{di}{dt}$ por la presencia de I'1 y I'2 en serie.

Innecesario es decir que podrán aportarse diversas modificaciones a la instalación descrita y representada, sin apartarse del espíritu del invento.

En particular, podrá utilizarse el circuito de la figura 3 equivalente al de la figura 1.

Podrán efectuarse otras permutaciones del orden



de conexión de ciertos componentes.

Bien entendido, los tiristores podrían reemplazarse por otros componentes equivalentes a semi-conductores.

N O T A .-

5 Descrita suficientemente la naturaleza del invento, así como la manera de realizarlo en la práctica, debe hacerse constar que las disposiciones anteriormente indicadas son susceptibles de modificaciones de detalle en cuanto no alteren su principio fundamental. También se hace constar
10 que el invento se refiere a una solicitud de Patente presentada en Francia nº 71.27745, de fecha de 28 de julio de 1971, acogiéndose por lo tanto a los beneficios que conceden los Convenios Internacionales en vigor. Siendo lo que constituye la esencia del referido invento, y por lo que se solicita
15 Patente de Invención por 20 años en España, sobre: Perfeccionamientos en onduladores de conmutación forzada; caracterizándose por lo siguiente:

 1.- Perfeccionamientos en onduladores de conmutación forzada. del tipo que comprenden al menos, dos pares
20 de tiristores principales, u otros componentes de semi-conductores equivalentes, al menos dos pares de tiristores de extinción, u otros componentes de semi-conductores equivalentes, medios para provocar la cebadura de dichos tiristores siguiendo un ciclo predeterminado, un circuito oscilante
25 de conmutación que comprende una bobina de autoinducción y una capacidad conectadas en serie entre el punto común de los tiristores principales de cada par y el punto común de los tiristores de extinción de cada par, diodos de recuperación asociados al menos a los tiristores principales, bobinas de autoinducción auxiliares de protección de los tiris-
30 nas de autoinducción auxiliares de protección de los tiris-



tores contra las variaciones rápidas de corriente y de tensión y circuitos suplementarios de protección contra los regimenes transitorios de corriente y de tensión conectados en paralelo sobre los tiristores; caracterizados

5. porque las bobinas de autoinducción auxiliares de protección conectadas en serie con los tiristores no forman parte de las porciones de circuito en paralelo sobre los diodos de recuperación y forman parte del circuito oscilante de extinción.

10 2.- Perfeccionamientos según la reivindicación 1, caracterizados porque un circuito de protección, conectado a los bornes de cada tiristor, comprende un condensador en serie con una resistencia sensiblemente exenta de autoinducción y con el conjunto constituido por una resistencia de fuerte valor de inductancia y un diodo en paralelo, 15 estando orientado dicho diodo en el mismo sentido que el tiristor correspondiente y en sentido inverso del diodo de recuperación correspondiente.

 3.- Perfeccionamientos según la reivindicación 1, caracterizados porque cada una de las bobinas de autoinductancia auxiliares se compone de dos elementos de inductancia respectivamente unidos al anodo y al cátodo del tiristor correspondiente. 20

 4.- Perfeccionamientos según la reivindicación 1, caracterizados por dos fusibles conectados entre los bornes respectivos de una fuente de tensión continua de alimentación de la instalación y los puntos comunes a las dos conexiones que comprenden respectivamente los dos tiristores principales y los dos tiristores de extinción. 25

30 5.- Perfeccionamientos según la reivindicación

405299



-18-

1, caracterizados porque los valores de dichas bobinas
de autoinducción auxiliares se determinan de tal forma que
el tiempo de circulación de la corriente en los diodos de
recuperación, la sobretensión que interviene en los bornes
5 de un tiristor principal en la cebadura del tiristor de
extinción del otro tiristor principal, la pendiente o de-
clive de variación de la tensión en los bornes de un tiris-
tor de extinción en el curso de la cebadura del otro tiris-
tor de extinción, la pendiente o declive de variación de
10 la corriente en un tiristor de extinción en el curso de su
propia cebadura y la pendiente de establecimiento de una
corriente de cortocircuito en un tiristor tengan valores
comprendidos en límites predeterminados.

6.- Perfeccionamientos según la reivindicación
15 1, caracterizados porque cuando el ondulator comprende al
menos dos pares de tiristores principales que suministran
alternativamente corriente a la carga, al menos dos pares
de tiristores de extinción que se controlan a fin de apagar,
en el momento deseado, uno u otro de los tiristores princi-
20 pales, al menos un circuito oscilante que comprende una auto-
inducción y una capacidad en serie, que proporciona al ti-
ristor principal la corriente inversa necesaria para su ex-
tinción, y diodos denominados "de recuperación" asociados a
los tiristores principales; la secuencia de mando o control
25 de los tiristores se determina de forma tal que el intervalo
de tiempo que separa la orden de cebadura de un tiristor
principal de la orden de cebadura del tiristor de extinción
del otro tiristor principal, sea al menos igual a la suma
del semi-periodo del circuito oscilante de conmutación y
30 del tiempo de recuperación máximo de un diodo de recuperación





7.- Perfeccionamientos según la reivindicación
1, caracterizados porque cuando el ondulator está destinado
a funcionar con una tensión de alimentación continua de am-
plitud variable; se dispone una fuente suplementaria de
5 tensión continua constante y de medios para hacer circular
una corriente alimentada por dicha fuente suplementaria en
dicho circuito de conmutación durante un intervalo de tiempo
predeterminado de cada secuencia de funcionamiento.

8.- Perfeccionamientos según la reivindicación
10 7, caracterizados porque dichos medios comprenden un tiris-
tor auxiliar conectado en el punto común a uno de los tiris-
tores de extinción y a la bobina de autoinducción auxiliar
de protección correspondiente, y medios para alinear dicho
tiristor auxiliar, en un instante no anterior al instante
15 de cebadura del tiristor principal asociado al otro tiristor
auxiliar.

9.- Perfeccionamientos en onduladores de conmu-
tación forzada; tal y como queda sustancialmente descrito en
la presente Memoria e ilustrado en los dibujos adjuntos.

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

Madrid, 28 JUL. 1972

LA TELEMÉCANIQUE ÉLECTRIQUE.

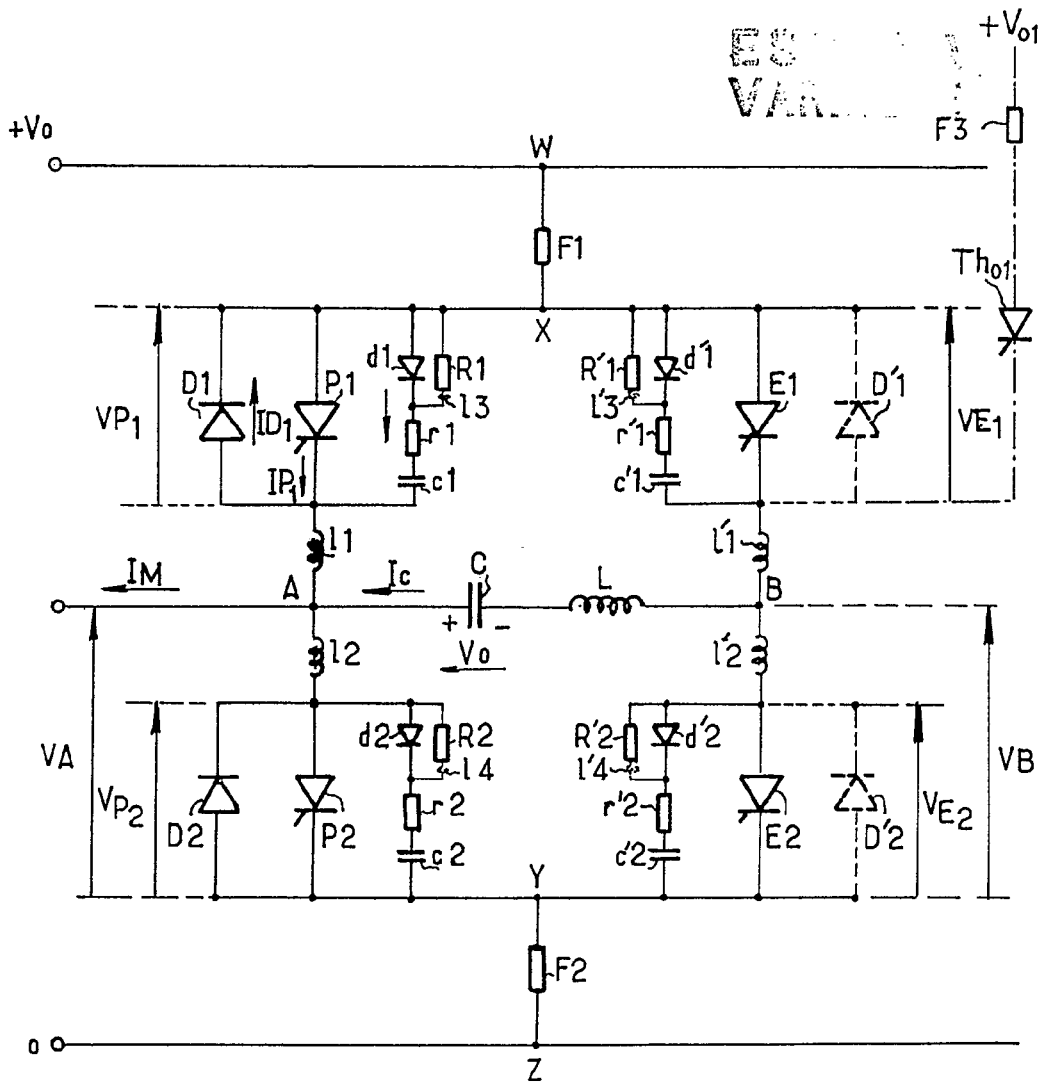
J. GOMEZ ACEBO Y MODET
P. R. ERMEDO L. GARCÍA FERRAZ

405299

28 JUL 1972



FIG. 1



28 JUL 1972

Madrid

E. GOMEZ ACEBO Y COLA
 S. de Ingenieros L. Gaito Formadores

[Handwritten signature]

405299

28



ESCOLA
VARELA

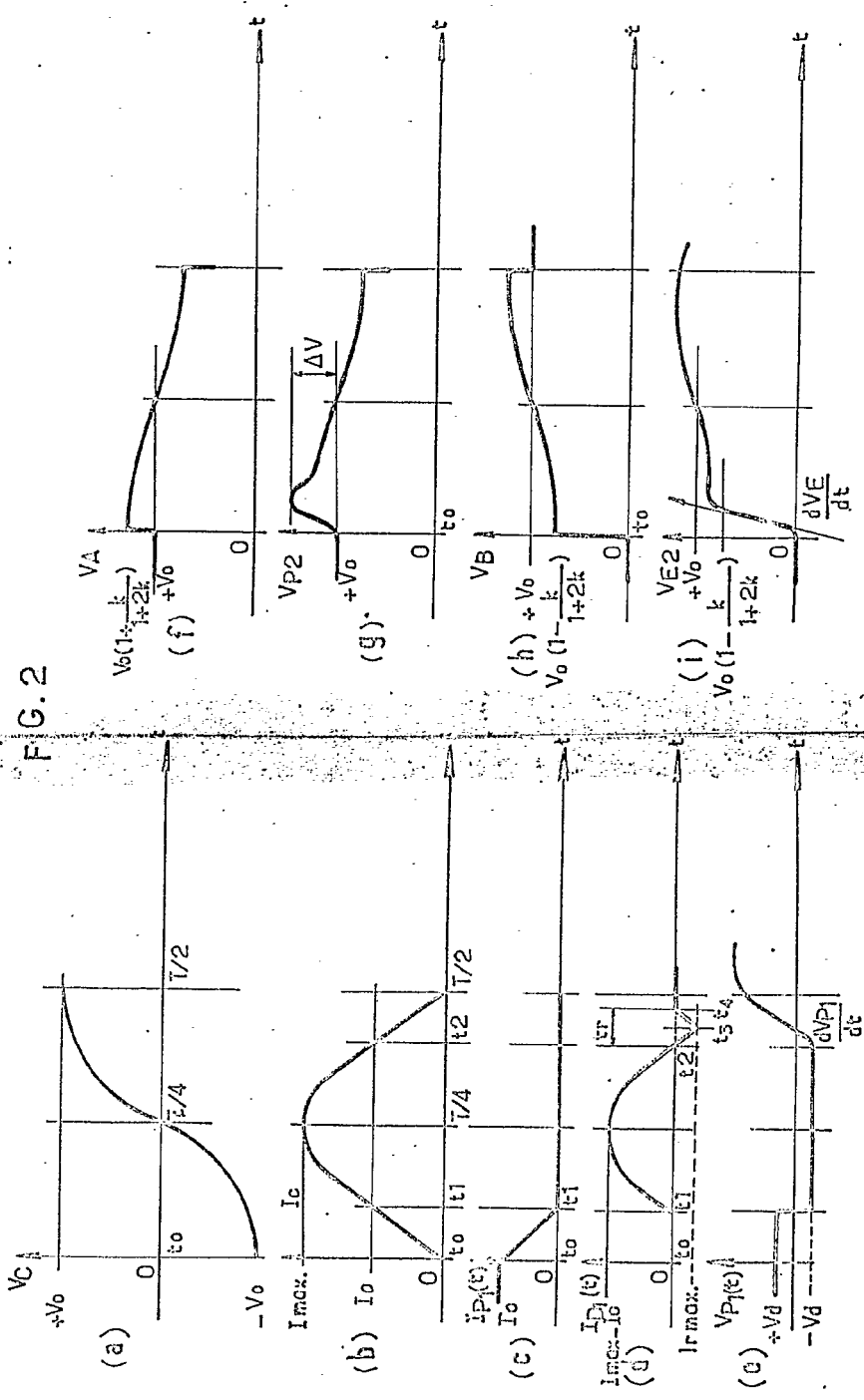


FIG. 2

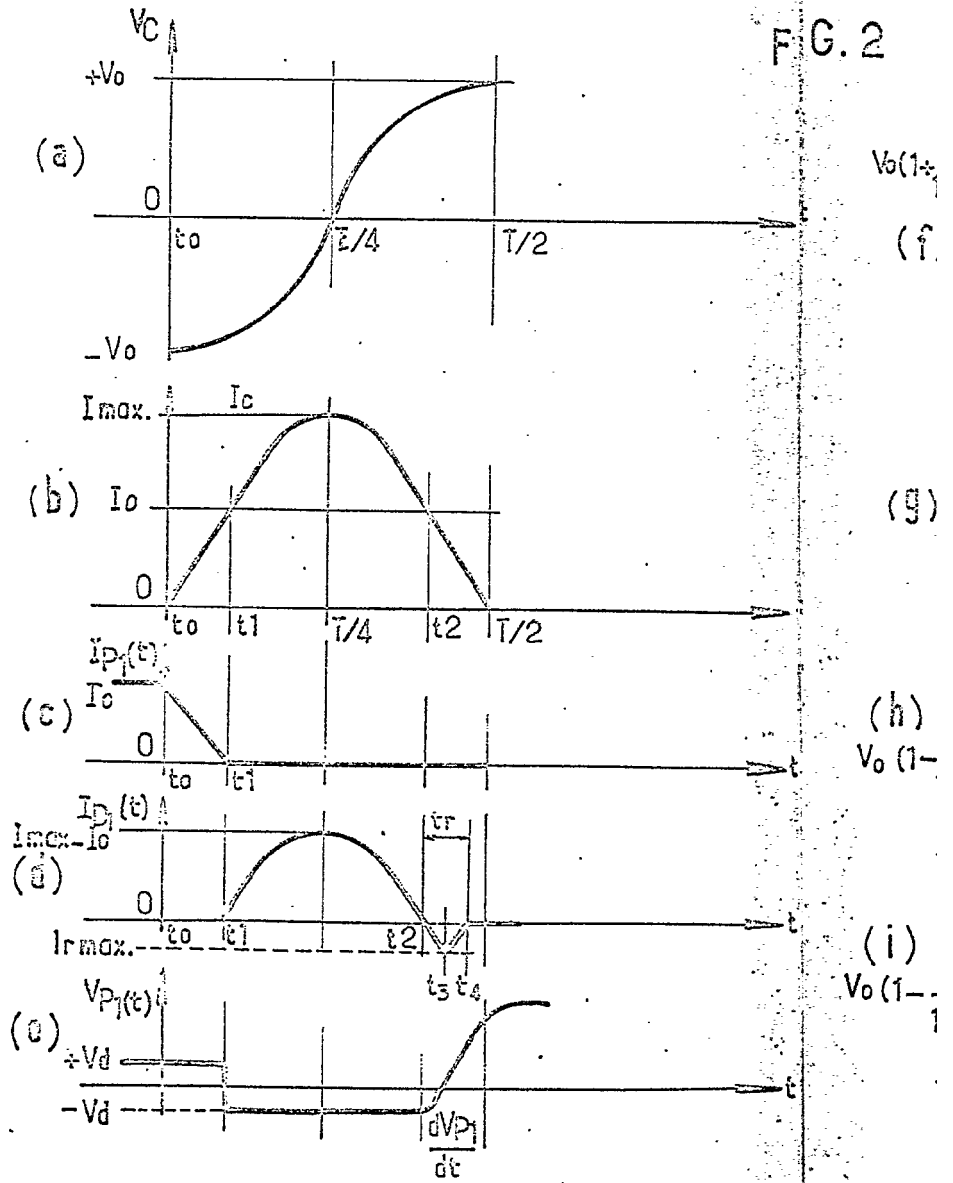
Madrid 28 JUL 1972

A. GOMEZ ACEBO Y LEGIDO
Pr. P. Fimeda L. Gótz Fernández

POOR
QUALITY

405299

FIG. 2



$V_o(1+$
(f)

(g)

(h)
 $V_o(1-$

(i)
 $V_o(1-$

**POOR
QUALITY**

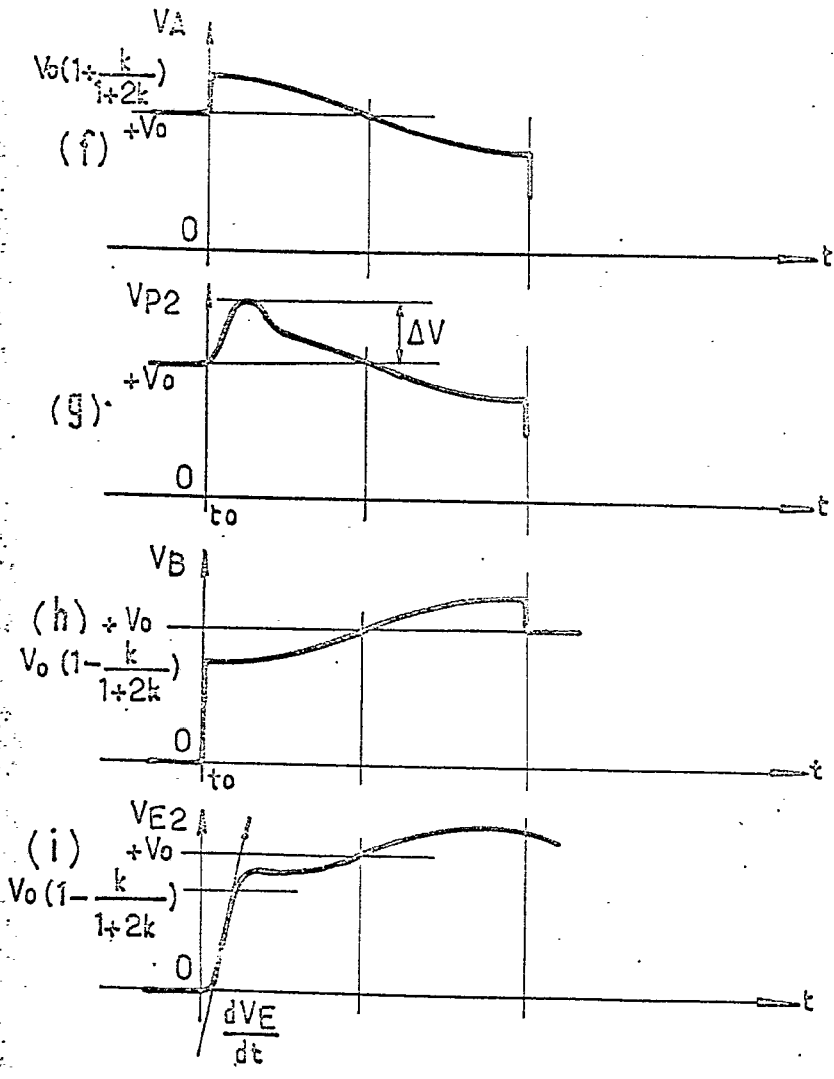
28



405299

FIG. 2

ESCALA
VARIABLE



Madrid 28 JUL 1972

J. GOMEZ ACEBO Y MOJAT

[Handwritten signature]

**POOR
QUALITY**

405299

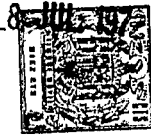


FIG. 3

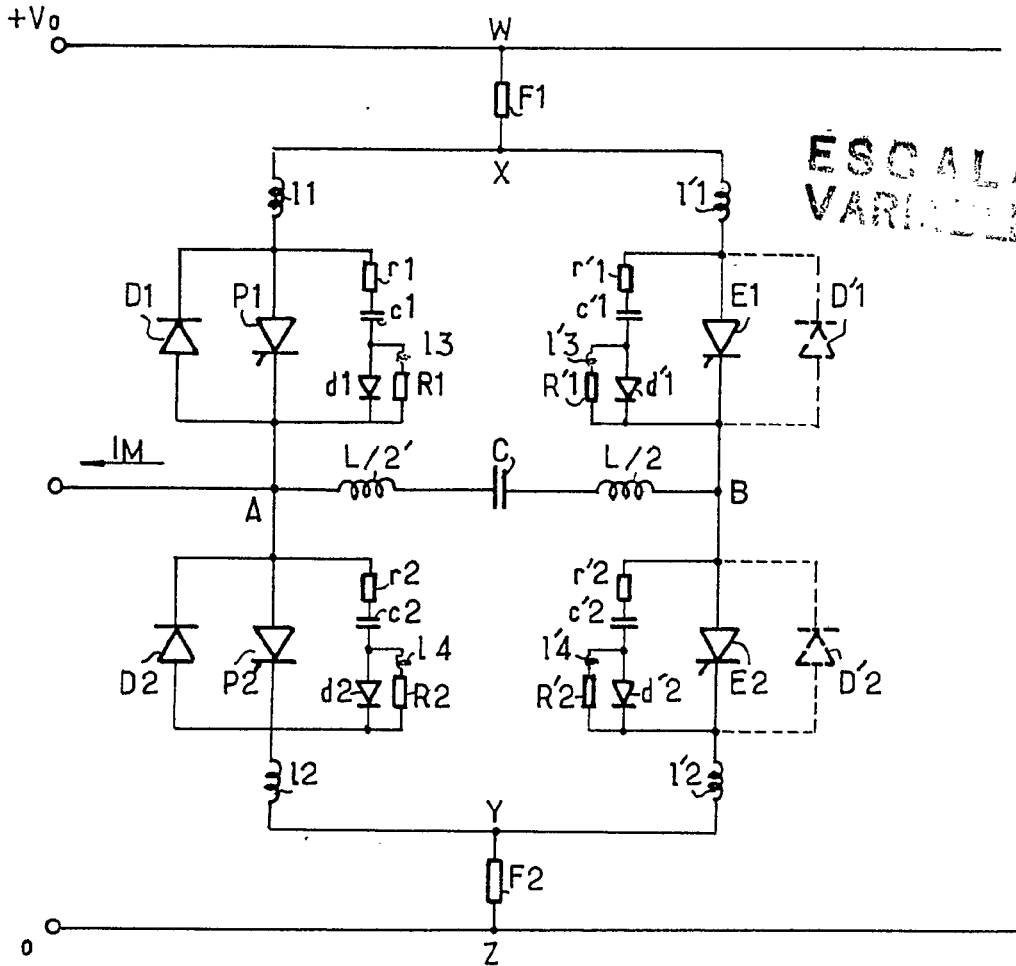
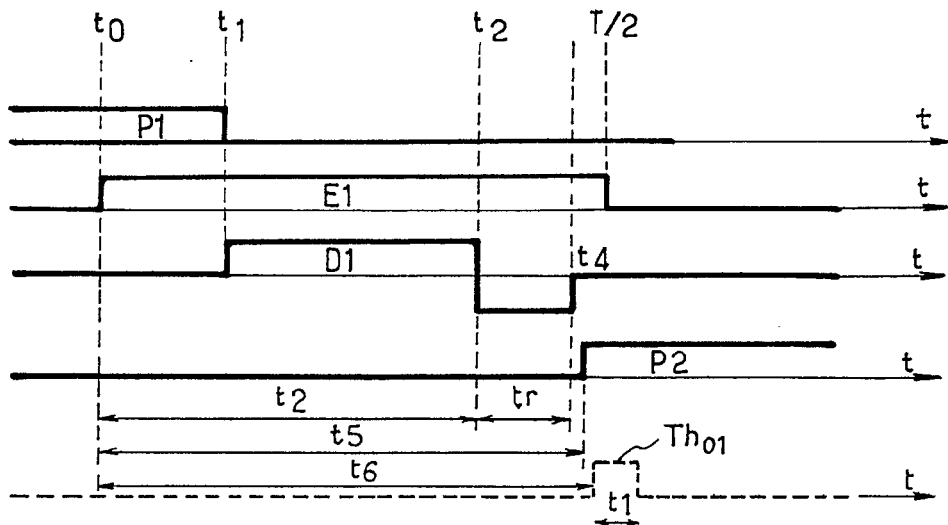


FIG. 4



Madrid 28 JUL 1972
 J. GOMEZ ACEBO Y MODET
 p. Firmado: L. Gago Fernández