

24



Nº 330.913

MEMORIA DESCRIPTIVA

correspondiente a la solicitud de concesión de un...

PRIMER CERTIFICADO DE ADICION

SOLICITANTE: ENERGY CONVERSION DEVICES, INCORPORATED.

RESIDENCIA: 14121 West McNichols Place, DETROIT

35, MICHIGAN, EE.UU.

ENUNCIADO: "MEJORAS INTRODUCIDAS EN EL OBJETO DE
LA PATENTE PRINCIPAL Nº 302.450 POR:
DISPOSITIVO DE CONTROL DE CORRIENTE
EN ESTADO SOLIDO PARA UN CIRCUITO DE
"CARGA ELECTRICA".

Prioridad: Patente n.º del



1

Esta invención se relaciona con dispositivos de control de corriente en estado solido para circuitos eléctricos.

5

El objeto principal de esta invención es la provisión de un dispositivo de control de corriente en estado sólido para un circuito de carga eléctrica, que funciona como un dispositivo "conmutador" para "cerrar" y "abrir" de modo sustancialmente instantáneo el circuito de carga eléctrica, que es particularmente adaptable para "cerrar" y "abrir" circuitos de carga eléctrica de corriente alterna, aunque también es fácilmente adaptable para "cerrar" y "abrir" circuitos de carga eléctrica de corriente continua, y que es capaz de "cerrar" y "abrir" circuitos de carga eléctrica de elevada energía, incluyendo niveles de carga de hasta 250 watios y más, niveles de voltaje de hasta 220 voltios y más y niveles de amperios de hasta 10 amperios y más, mediante la imposición de campos eléctricos en aquellos a través de señales de control de energía comparativamente baja.

10

15

20

25

30

El dispositivo de control o conmutación de corriente en estado sólido de esta invención incluye un medio material semiconductor en estado sólido junto con medios, tales como electrodos en contacto no rectificador con ellos para conectarlo en serie en el circuito de carga eléctrica. El material semiconductor en estado sólido, en un estado, o condición, es de elevada resistencia y sustancialmente un aislador para bloquear el flujo de corriente a través de él en una u otra dirección o en ambas, y en otro estado o condición es de baja resistencia y sustancialmente un conductor del flujo de corriente a través de



1 aquel, en una u otra dirección o en ambas, En su estado o
condición de bloqueo, el material semiconductor en estado
sólido puede tener valores de resistencia de millones de -
ohmios mientras que en su estado o condición conductora la
5 misma configuración puede tener valores de resistencia infe-
riores a un ohmio, en virtud de lo cual proporciona un blo-
queamiento de corriente sustancialmente como en un aislador
dieléctrico elevado, proporcionando además una conducción
de corriente sustancialmente como en un metal conductor de
10 elevada corriente.

Las características del material semiconductor -
en estado sólido de esta invención son tales que puede cam-
biarse de manera sustancialmente instantánea desde su esta-
do ó condición de bloqueamiento a su estado ó condición -
15 conductora y desde su estado ó condición conductora a su es-
tado ó condición bloqueadora tras la imposición de campos
eléctricos seleccionados sobre el mismo. El material semi-
conductor en estado sólido de esta invención, en su estado
ó condición de bloqueamiento, bloquea el flujo de corrien-
20 te en cada dirección, es decir, en una u otra dirección ó
alternativamente en ambas de manera sustancialmente igual,
y asimismo, en su estado o condición conductora, conduce -
el flujo de corriente en cada dirección, es decir, en una
u otra dirección o alternativamente en ambas de modo sus-
25 tancialmente igual, y en consecuencia está admirablemente
adecuado para "conmutar" circuitos de carga eléctrica de -
corriente alterna. También es adecuado para "conmutar" cir-
cuitos de carga eléctrica de corriente continua.

30 Cuando el material semiconductor en estado sólido de esta invención se encuentra en su estado o condición



SEP. 1968

1 de bloqueamiento y se somete a un tipo de campo eléctrico
de un valor por lo menos umbral, como por ejemplo una fuer
za o voltaje electromotriz aplicado por encima de un valor
5 umbral, es cambiado de modo sustancialmente instantáneo -
desde su estado ó condición de bloqueamiento a su estado
ó condición conductora. El voltaje aplicado puede ser de
corriente alterna o de corriente continua, en una u otra -
dirección. El material semiconductor en estado sólido en -
ciertos casos posee memoria y permanecerá en su estado o
10 condición conductora aún cuando el voltaje aplicado sea dis
minuido por debajo del valor umbral. Aquí se hallan apli
cados dos tipos generales de dispositivo de control de co
rriente, uno de los cuales permanece en su estado condi
ción conductora sin necesidad de corriente de mantenimien
15 to, que requiere una señal deferente para cambiarlo a su
estado o condición de bloqueo y al que se hace referencia
por dispositivo de memoria, y el otro que requiere una co
rriente de mantenimiento para mantenerlo en su estado o -
condición conductora, que cambia a su estado o condición
20 bloqueadora cuando la corriente disminuye por debajo de
un valor mínimo de corriente de mantenimiento, y al que se
hace referencia por dispositivo sin memoria. La expresión
"voltaje aplicado" tal como aquí se emplea, es el voltaje
aplicado al circuito de carga que contiene los dispositivos
25 semiconductores en estado sólido de esta invención.

30 Cuando algunos de los dispositivos semiconduc
tores en estado sólido de esta invención se colocan en su
estado conductor mediante la aplicación de un voltaje de
corriente continua, la memoria es completa y de larga du
ración y estos dispositivos permanecerán en su estado con



1 ductor aún cuando el voltaje aplicado sea grandemente redu-
cido por debajo del valor umbral o suprimido por entero o in
vertido. Estos dispositivos pueden ser cambiados de manera
sustancialmente instantánea desde su estado conductor a su
5 estado de bloqueamiento mediante la imposición de un tipo di-
ferente de campo eléctrico sobre los mismos, teniendo memo-
ria de su estado de bloqueamiento y permaneciendo en tal es-
tado aunque este tipo diferente de campo eléctrico se apli-
que solo momentáneamente, Algunos de estos dispositivos pue-
10 den cambiarse desde su estado conductor a su estado de blo-
queamiento mediante aplicación de un voltaje o corriente a
los mismos, y otros mediante aplicación de un impulso de co-
rriente a los mismos o mediante aplicación de una corriente
alterna producida por un voltaje de corriente alterna supe-
15 rior al valor umbral, reduciéndose ulteriormente el voltaje
de corriente alterna. Pueden cambiarse de nuevo de modo sus-
tancialmente instantáneo desde su estado de bloqueamiento -
a su estado conductor mediante la imposición del tipo men-
cionado de campo eléctrico (el voltaje de corriente conti-
20 nua aplicado) superior al valor umbral. Así, estos disposi-
tivos que poseen estos estados de memoria de conducción y
bloqueamiento alternos controlables, son admirablemente ade-
cuados para dispositivos de memoria destinados a su empleo
como dispositivos de lectura de entrada y lectura de sali-
25 da en computadoras y similares, siendo así especialmente -
por cuanto pueden conmutar directamente circuitos de carga
eléctrica de alta energía y eliminar la necesidad de cir-
cuitos eléctricos de baja energía y amplificadores corres-
pondientes, como actualmente se requieren. Algunos de estos
30 dispositivos semiconductores en estado sólido con memoria



SEP. 1966

1 pueden ponerse también en su permanente estado de conduc-
ción mediante la aplicación de un voltaje de corriente al-
terna superior a un valor umbral, haciéndose referencia más
adelante a estos dispositivos de memoria de conducción y -
5 bloqueamiento alternos, por simplificación, como disposi-
tivos Hi-Lo y corta-circuito, que difieren entre sí en los
tipos de los campos eléctricos impuestos sobre ellos para
cambiarlos de modo sustancialmente instantáneo desde sus -
estados conductores a sus estados de bloqueamiento.

10 El dispositivo Hi-Lo puede cambiarse desde su es-
tado de bloqueamiento a su estado conductor mediante la a-
plicación de un voltaje de corriente alterna de un valor
umbral por lo menos, permaneciendo en su estado conductor
a voltajes inferiores al valor umbral. Cuando el dispositi-
15 vo Hi-Lo se encuentra en su estado conductor y el voltaje
de corriente alterna aplicado es inferior al valor umbral,
la imposición de un campo eléctrico sobre el dispositivo,
tal como un pequeño voltaje o corriente continua o alterna
cambia instantáneamente el dispositivo desde su estado con-
20 ductor a su estado de bloqueamiento, en el que permanece -
hasta que es cambiado de nuevo de manera sustancialmente -
instantánea a su estado conductor incrementándose el apli-
cado voltaje de corriente alterna por lo menos a su valor
umbral. El pequeño voltaje o corriente continua o directa
25 aplicada solo necesita de una momentánea aplicación.

De igual modo, el dispositivo corta-circuito pue-
de cambiarse de su estado de bloqueamiento a su estado con-
ductor mediante la aplicación de un voltaje de corriente
alterna de un valor umbral por lo menos y recuerda y per-
30 manece en su estado conductor a voltajes inferiores al va

24. SEP



1 lor umbral. Normalmente se emplea en su estado conductor a
 voltajes de corriente alterna inferiores al valor umbral y
 tras la imposición de un campo eléctrico tal como un incre-
5 mento de flujo de corriente a través de él, en razón a la
 disminución de la resistencia efectiva a la carga por deba-
 jo de un valor critico, ya sea rápida o lentamente, el dis-
 positivo cambia instantáneamente de su estado conductor a
 su estado bloqueador, en el que permanece hasta que es de
 nuevo cambiado de modo sustancialmente instantáneo a su es-
10 tado conductor mediante incremento del aplicado voltaje de
 corriente alterna a su valor umbral por lo menos. El incre-
 mento de flujo de corriente solo necesita ser momentáneo -
 para cambiar el dispositivo de su estado conductor al esta-
 do bloqueador. Este dispositivo corta-circuito puede utili-
15 zarse también como dispositivo Hi-Lo si se desea.

 Otra forma del dispositivo semiconductor en es-
 tado sólido de esta invención, al que más adelante se hará
 referencia por simplificación como dispositivo de mecanis-
 mo con memoria, no es ordinariamente capaz de ponerse en -
20 un estado conductor permanente mediante la aplicación de -
 un voltaje de corriente alterna superior aún valor umbral,
 sino que por el contrario es cambiado de su estado bloquea-
 dor a su estado conductor permanente mediante la aplicación
 de un voltaje de corriente continua superior a un valor -
25 umbral, recordando y permaneciendo en su estado conductor
 aún cuando el voltaje de corriente continua aplicado sea
 reducido por debajo del valor umbral o se suprima por en-
 tero o se invierta, como anteriormente se explica. Sin em-
 bargo si el aplicado voltaje de corriente continua es ele-
30 vado y se suprime bruscamente o se reduce el voltaje de -
 corriente continua elevado, el dispositivo de mecanismo -



SEP 1966

1 con memoria se conmutará a su estado de bloqueamiento. Además el dispositivo de mecanismo con memoria, que se ha puesto en su estado de conducción permanente mediante la aplicación de un voltaje de corriente continua puede cambiarse de su estado de conducción permanente a su estado de bloqueamiento mediante la imposición de un campo eléctrico, tal como un impulso de corriente ó una corriente alterna proporcionada por un voltaje de dicha corriente superior a un valor más elevado umbral, determinado por la resistencia a la carga y reduciéndose seguidamente el voltaje de corriente alterna. Si el voltaje de corriente alterna aplicado es superior al valor umbral más elevado, el dispositivo de mecanismo con memoria asume un estado conductor modificado en el que se interrumpe momentáneamente la conducción de corriente cerca de los puntos cero del voltaje de corriente alterna aplicado y cuando el voltaje de corriente alterna aplicado se disminuye por debajo de un valor umbral inferior el dispositivo de mecanismo con memoria cambia inmediatamente a su estado de bloqueamiento, recordando y permaneciendo en dicho estado aún cuando se suprima el voltaje de corriente alterna. El dispositivo de mecanismo con memoria puede cambiarse de nuevo a su estado conductor permanente mediante aplicación de un voltaje de corriente continua de un valor umbral por lo menos. El dispositivo de mecanismo con memoria puede cambiarse también a su estado conductor permanente conectándolo a un circuito que tenga una elevada resistencia a la carga en serie y aplicando un voltaje de corriente alterna mayor que un valor umbral inferior. Cuando el voltaje de corriente alterna aplicado se reduce o elimina, el dispositivo permanecerá en su estado conductor. Puede cambiarse a su estado de bloqueamiento aplicando una corriente alterna desde un voltaje de dicha



1 corriente por encima de un valor umbral superior, determi-
nado por la resistencia a la carga, y disminuyendo luego el
voltaje de corriente alterna por debajo del valor umbral in-
ferior.

5 El dispositivo de mecanismo sin memoria está nor-
malmente en un estado de bloqueamiento y tiende siempre a
pasar a dicho estado pero, como en los otros dispositivos, es
cambiado de manera sustancialmente instantánea de su esta-
do ó condición de bloqueamiento a su estado ó condición -
10 conductora mediante la aplicación de un voltaje de corrien-
te alterna o de corriente continua de un valor umbral supe-
rior por lo menos. Sin embargo, solo recuerda y permanece
en su estado conductor hasta que el voltaje aplicado es dis-
minuido a un valor que proporciona un valor mínimo de co-
15 rriente de mantenimiento y cuando la corriente es disminu-
da por debajo de dicho valor mínimo de mantenimiento cambia
de manera sustancialmente instantánea o inmediatamente de
su estado ó condición conductora a su estado o condición -
de bloqueamiento. El estado ó condición conductora del dis-
20 positivo de mecanismo con ó sin memoria, cuando se produce
mediante la aplicación de un voltaje de corriente alterna,
mayor que un valor umbral superior, es un estado conductor
algo modificado en el que la conducción de corriente se in-
terrumpe momentáneamente cerca de los puntos cero del vol-
25 taje de corriente alterna aplicado cuando la corriente ins-
tantánea es disminuida por debajo del valor mínimo de co-
rriente de mantenimiento y pudiendo depender la longitud
de cada interrupción momentánea citada del valor del apli-
cado voltaje de corriente alterna. Cuando el aplicado vol-
30 taje de corriente alterna es disminuido a un valor umbral



1 inferior, la modificada conducción de corriente se inte-
rrumpe y el dispositivo permanece en su estado o condición
de bloqueamiento. Cuando el dispositivo de mecanismo condu-
ce entre sus valores umbrales de voltaje de corriente al-
5 terna superior e inferior, el flujo de corriente medio pue-
de modularse mediante la modulación del aplicado voltaje -
de corriente alterna entre los citados valores umbrales .
Asimismo, al disminuirse la frecuencia del voltaje de co-
rriente alterna aplicado, el dispositivo de mecanismo tien-
10 de a permanecer en su estado o condición conductora y el -
valor umbral inferior del voltaje de corriente alterna apli-
cado, en el que el dispositivo de mecanismo cambia de su -
estado ó condición conductora a su estado ó condición de -
bloqueamiento, es correspondientemente disminuido.

15 Si, cuando el voltaje de corriente alterna apli-
cado al dispositivo de mecanismo conductor con memoria es-
tá comprendido entre los valores umbrales superior e infe-
rior, se aplica también un voltaje de polarización de co-
rriente continua, el valor de resistencia o estado del dis-
20 positivo de mecanismo en su estado ó condición conductora
se incrementa de acuerdo con la intensidad de la polariza-
ción de corriente continua. Cuando se suprimen el voltaje
de corriente alterna y la polarización de corriente conti-
nua, el dispositivo de mecanismo conserva memoria de ese va-
25 lor de resistencia y permanece en tal estado de resisten-
cia. Se ha observado también que cuando el dispositivo de
mecanismo se encuentra en su modificado estado ó condición
conductora en razón a la aplicación de un voltaje de co-
rriente alterna al mismo, y cuando la resistencia a la car-
30 ga en serie en el circuito de carga se incrementa sustan-



1 cialmente para disminuir sensiblemente el flujo de corrien
te a través del dispositivo, éste tiende a convertirse en
completo conductor y a permanecer de modo sustancialmente
indefinido en su estado conductor como si hubiese sido he-
5 cho conductor mediante la aplicación de un voltaje de co--
rriente continua al mismo. Se ha observado también que un
dispositivo de mecanismo en su estado ó condición de con-
ducción modificado en razón a la aplicación de un voltaje
de corriente alterna al mismo, continuará conduciendo co--
10 rriente alterna con interrupciones cuando la instantánea
corriente alterna en su ciclo alternante se aproxime a su
punto cero hasta que el voltaje de corriente alterna apli-
cado es disminuido por debajo de su valor umbral inferior.

Así, todos los dispositivos de control eléctrico
15 semiconductores en estado sólido de esta invención pueden -
cambiarse de modo sustancialmente instantáneo de sus esta-
dos o condiciones de bloqueamiento a sus estados o condi-
ción conductores mediante imposición de un campo eléctrico
sobre los mismos, pudiéndose cambiar además de modo sustan-
20 cialmente instantáneo de sus estados ó condiciones conduc-
toras a sus estados o condiciones bloqueadoras imponiendo
un campo eléctrico a los mismos. Como se indica anterior-
mente, el campo eléctrico impuesto para cambiar de modo -
sustancialmente instantáneo todos los dispositivos de sus
25 estados o condiciones de bloqueamiento a sus estados o -
condiciones conductoras puede ser un voltaje aplicado de
un valor umbral por lo menos. El campo eléctrico impuesto
para camiar de modo sustancialmente instantáneo el dispo-
sitivo Hi-Lo de su estado conductor a su estado bloquea-
30 dor, puede ser la imposición de un pequeño voltaje o co--



SEP. 1966

1 corriente alterna o continua. El campo eléctrico impuesto -
para cambiar de modo sustancialmente instantáneo el dispo-
sitivo corta-circuito de su estado conductor a su estado -
bloqueador puede ser un incremento en el flujo de corriente
5 causado por una disminución en la resistencia a la carga -
por debajo de un valor crítico. El campo eléctrico impues-
to para cambiar de modo sustancialmente instantáneo el dis
positivo de mecanismo de su estado conductor a su estado -
bloqueador puede ser, en un caso, la aplicación de un im-
10 pulso de corriente ó una corriente alterna, y en el otro -
caso, la disminución del voltaje de corriente alterna apli-
cado a un valor insuficiente para proporcionar una corrien
te de mantenimiento mínima. Se supone que los cambios re-
versibles entre los estados o condiciones de bloqueamiento
15 y conducción son causados por cambios en las condiciones
termodinámicas internas de los dispositivos (por ejemplo -
temperatura, potencial eléctrico, composición químico y/o
fase). Los materiales semiconductores de los dispositivos
que permanecen en su estado o condición de baja resisten-
20 cia ó conductora sin necesidad de una corriente de mante-
nimiento (tales como los dispositivos Hi-Lo y corta-circui-
tos y el dispositivo de Mecanismo con memoria para un fun-
cionamiento con corriente continua) se denomina aquí ma-
teriales semiconductores del tipo de memoria, mientras que
25 los materiales semiconductores de los dispositivos que re-
quieren una corriente de mantenimiento para mantenerlos en
su estado o condición de baja resistencia o conducción (ta
les como el dispositivo de Mecanismo sin memoria y el dis
positivo de Mecanismo con memoria para un funcionamiento -
30 con corriente alterna) se denominan aquí materiales semi-



1 conductores del tipo de mecanismo. Las citadas caracterís-
ticas eléctricas y funciones conmutadoras pueden ser pro-
porcionadas por muchos materiales semiconductores diferen-
tes, y particularmente en relación con los dispositivos sin
5 memoria, las funciones conmutadoras no dependen críticamen-
te de la condición de los materiales semiconductores, pro-
duciéndose las funciones conmutadoras en materiales semi-
conductores que son cristalinos o amorfos, que pueden ser
incluso líquidos. Seguidamente se exponen algunos ejemplos
10 de los materiales semiconductores.

Se ha descubierto también que incrementando el -
voltaje aplicado por encima del valor umbral se disminuye
todavía más la resistencia conductora de los dispositivos
semiconductores en estado sólido de esta invención, y que
15 incrementándose el voltaje o corriente alterna o continua
aplicada en el dispositivo HiLo e incrementando el flujo -
de corriente en el dispositivo corta-circuito, por encima
de los requeridos para cambiar tales dispositivos de sus -
estados conductores a sus estados bloqueadores, se incre-
20 mentan más todavía las resistencias bloqueadoras de dichos
dispositivos. De esta manera, los valores de resistencia -
conductora y bloqueadora de los dispositivos pueden regu-
larse y predeterminarse dentro de ciertos límites.

Los dispositivos de control semiconductores en -
25 estado sólido de esta invención tienen un coeficiente de
temperatura-resistencia, incrementándose los valores de re-
sistencia bloqueadora y los valores umbrales del voltaje -
aplicado para conmutar los dispositivos de sus estados blo-
queadores a sus estados conductores, al disminuirse la tem-
30 peratura de los dispositivos. Por ejemplo, un dispositivo



1 de esta invención que tenga una resistencia bloqueadora de
300.000 ohmios sustancialmente a temperatura ambiente, tie
ne una resistencia bloqueadora de 500 millones de ohmios
sustancialmente a la temperatura del nitrógeno líquido. Asi
5 los valores de resistencia bloqueadora y los valores umbra
les del voltaje aplicado pueden utilizarse como indicacio
nes de la temperatura de los dispositivos (cuanto más ele
vada sea la temperatura de los dispositivos, más bajos se
rán los valores umbrales), y estos valores pueden prede
10 terminarse o seleccionarse también regulando la temperatu
ra de los dispositivos siendo capaces estos últimos de ser
conmutados mediante la aplicación de calor externo a los -
mismos, siendo así particularmente ventajosos para aplicacio
nes del dispositivo en transductores. Sin embargo, los cam
15 bios ordinarios en las condiciones de temperatura habitua
les normalmente encontradas en las aplicaciones y ambientes
ordinarios de conmutación pueden no tener sustancialmente
ningún efecto sobre las operaciones antes descritas de los
dispositivos semiconductores en estado sólido de esta in
20 vención, que están particularmente adaptados para su empleo
a tales condiciones de temperatura habituales.

Estos campos eléctricos impuestos para controlar
así los citados dispositivos de control eléctricos semi
conductores en estado sólido, para "conmutar" de modo sus
25 tancialmente instantáneo circuitos de carga eléctrica de
alta energía, incluyendo circuitos de carga eléctrica de
corriente alterna, entre condiciones de "conexión" y "des
conexión", pueden controlarse rápida y fácilmente. La im
posición de estos campos eléctricos y la manera de contro
30 larlos constituyen también importantes descubrimientos, as



pectos y objetos de esta invención.

Como la "conmutación" de circuitos de carga eléctrica de corriente alterna de alta energía es de gran importancia y no se ha conseguido hasta ahora satisfactoriamente mediante dispositivos semiconductores en estado sólido de -
capa simple a diferencia de los diodos de capas múltiples provistos de uniones p-n, la siguiente descripción se dirigirá principalmente a tales operaciones en corriente alterna, aunque se comprenderá que también pueden aplicarse operaciones generalmente correspondientes a circuitos de carga eléctrica de corriente continua de alta energía y circuitos de carga eléctrica de corriente alterna y continua de baja energía.

Hasta ahora, los dispositivos de control eléctricos semiconductores en estado sólido han sido generalmente del tipo destinado a controlar circuitos eléctricos de corriente continua o para proporcionar rectificación de corriente alterna, siendo todos ellos esencialmente componentes de circuitos eléctricos de corriente continua y rectificadores. Los esfuerzos en el arte de los semiconductores se han dirigido en su mayor parte y de modo principal a proporcionar materiales semiconductores sustancialmente puros (en algunos casos con pequeñas cantidades medidas de impurezas endopadoras) para tales componentes de circuitos eléctricos de corriente continua y rectificadores. También se han dedicado grandes esfuerzos a la eliminación o reducción al mínimo de cambios en la estructura de los materiales semiconductores y defectos o centros o trampas de recombinación, particularmente respecto a tales defectos o centros o trampas de recombinación en las superficies o in



1966

1

terfases de los dispositivos semiconductores, pues han exhibido graves y perjudiciales efectos sobre tales dispositivos semiconductores.

5

Sin embargo, de acuerdo con la presente invención particularmente cuando se utilizan materiales semiconductores amorfos ó amorfo-cristalinos, se ha descubierto que - los dispositivos semiconductores en estado sólido que cambian de estructura, que son inmensamente impuros y que particularmente en el estado de elevada resistencia o bloqueo -

10 miento tienen grandes números de defectos o centros de recombinación o trampas (en adelante denominadas colectivamente centros restrictivos de transportadores de corriente) - respecto a los portadores de corrientes, en su conjunto y en las superficies o interfases de los mismos, presentan -

15 las características eléctricas antes descritas y son capaces de "conmutar" circuitos de carga eléctrica de alta energía, incluyendo circuitos de carga eléctrica de corriente alterna, entre condiciones de "conexión" y "desconexión" - de las maneras anteriormente descritas. Se supone que tales cambios de estructura e impurezas o defectos o centros

20 o trampas de recombinación y los portadores de corriente en los materiales semiconductores en estado sólido de esta invención son afectados por los campos eléctricos citados impuestos sobre ellos para proporcionar las características eléctricas y maneras de funcionamiento anteriormente des-

25 critas, que no eran proporcionadas por los dispositivos semiconductores en estado sólido hasta ahora conocidos y empleados para componentes de circuitos eléctricos de corriente continua y rectificadores. Cuando se utilizan materiales

30 semiconductores cristalinos en los dispositivos sin memoria



1 puede ser necesario tener en cuenta las purezas a fin de -
conseguir una elevada resistencia en el estado o condición
de bloqueamiento. En este caso como en el caso de los dis-
positivos que utilizan materiales amorfos, es necesario evi-
5 tar la formación de una unión p-n y una barrera rectificadora. Tal descubrimiento y concepto constituyen además importantes aspectos y objetos de esta invención.

Utilizando materiales semiconductores en estado
sólido seleccionados, pueden regularse y predeterminarse -
10 las deseadas características eléctricas, como por ejemplo el tipo de dispositivo, tal como Hi-Lo, corta-circuito ó mecanismo, los valores de resistencia eléctrica de los dispositivos semiconductores en estado sólido en sus estados
o condiciones bloqueadoras y en sus estados o condiciones
15 conductoras, las capacidades de bloqueamiento y conducción de corriente de los dispositivos, el valor umbral del campo eléctrico en que los dispositivos cambian de modo sustancialmente instantáneo de su estado ó condición de bloqueamiento a su estado ó condición conductora, el valor del
20 campo eléctrico impuesto requerido para cambiar de modo sustancialmente instantáneo el dispositivo Hi-Lo de su estado ó condición conductora a su estado ó condición bloqueadora, el valor del campo eléctrico impuesto requerido para cambiar de modo sustancialmente instantáneo el dispositivo
25 corta-circuito de su estado ó condición conductora a su estado ó condición bloqueadora, y el valor del campo eléctrico en que el dispositivo de mecanismo es cambiado de modo sustancialmente instantáneo de su estado ó condición conductora a su estado ó condición bloqueadora.

30 Por ejemplo, los materiales semiconductores en



SEP. 1966

1

estado sólido pueden ser telururos, selenuros, sulfuros ú
óxidos de practicamente cualquier metal, metaloide o com-
puesto intermetálico, o semiconductor, o soluciones sólidas
o mezclas de ellos, obteniéndose unos resultados particular
mente buenos cuando se utilizan telurio ó selenio, Estos ma-
teriales semiconductores en estado sólido son adecuadamen-
te seleccionados y pueden ser tratados para proporcionar
deseados centros restrictivos respecto a los portadores de
corriente, y se expondrán más adelante ejemplos específi-
cos. Los materiales semiconductores en estado sólido de -
esta invención son no rectificadores y pueden ser del tipo
p ó del tipo n.

5

10

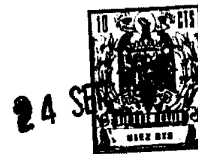
15

20

25

30

Los materiales semiconductores en estado sólido
pueden elegirse de manera que proporcionen una estructura
de banda intermolecular que posea grandes números de cen-
tros restrictivos de transportadores de corriente en vir-
tud de la estructura de anillo ó cadena desordenada o la
estructura atómica desordenada, lo cual puede acentuarse
tratándola de diversas maneras, como por ejemplo utilizan-
do materiales impuros, añadiendo impurezas, depositando -
sobre sustratos, incluyendo óxidos en el conjunto y/o en
las superficies o interfases; mecánicamente mediante tra-
bajado a máquina, con chorro de arena, por impacto, incur-
vando, atacando químicamente o sometiendo a ondas ultraso-
nicas; formando metalurgicamente deformaciones en la es-
tructura física mediante tratamiento térmico y rápido tem-
ple o mediante radiación de alta energía con rayos alfa, be-
ta ó gama; químicamente por medio de oxígeno, ácido nítri-
co o fluorhídrico, inclusiones de cloro, azufre, carbono,
oro, níquel, hierro o manganeso o inclusiones de composi-



1 ciones iónicas que incluyan composiciones metálicas alcali
nas o alcalino-térreas; eléctricamente por pulsación eléc-
trica; o combinaciones de ellos.

5 Los materiales semiconductores en estado sólido
de esta invención pueden presentar la forma de un cuerpo,
oblea delgada o capa o película y pueden realizar sus fun-
ciones de control de corriente en el conjunto o en las su-
perficies o interfases o en las combinaciones de ellos, -
proporcionándose normalmente la más pronunciada actividad
10 controladora en las superficies ó interfases. Las superfi-
cies pueden incluir una película que puede contener óxidos
y el grosor del cuerpo, oblea delgada o capa ó película -
puede ser del orden de hasta algunas decenas de milésimas
de pulgada, e incluso hasta de un grosor de algunas centé-
15 simas de pulgada ó mas. Se emplean electrodos eléctricamen-
te conductores para conectar los materiales semiconductores
en estado sólido en serie en el circuito de carga eléctri-
ca, y la trayectoria de flujo de corriente puede efectuar-
se a través del material, incluyendo sus interfases o su-
20 perficies o películas, o a lo largo de las superficies o -
películas de aquellos. La naturaleza y grosores de los ma-
teriales semiconductores y sus interfases, superficies y
películas, el espaciamiento de los electrodos y la manera
en que se aplican estos últimos, tienen efecto sobre los
25 resultados finales, pero los dispositivos semiconductores
en estado sólido de esta invención pueden construirse según
especificaciones para adaptarse casi a cualquier requisito.

30 Se han avanzado varias teorías diferentes del fun-
cionamiento de los dispositivos semiconductores en estado
sólido hasta ahora conocidos, pero ninguna de ellas pare-



1 ce ser aplicable al funcionamiento de los dispositivos se-
 miconductores en estado sólido de esta invención. La teo-
 ría o teorías particulares de funcionamiento de los disposi-
 tivos semiconductores en estado sólido de esta invención -
5 no son ciertas, pero pueden formularse teorías o suposicio-
 nes en un intento de comprensión adicional del tema de es-
 ta invención.

 Como ejemplo de posible teoría, de acuerdo con
 la invención, existe en el material semiconductor y en sus
10 superficies y en las interfases entre el material semicon-
 ductor y los electrodos asociados al mismo unos centros o
 estados o condiciones restrictivos de los portadores de co-
 rriente, que pueden operar bajo el control de campos eléc-
 tricos impuestos sobre ellos para restringir y liberar los
15 portadores de corriente. Son estos estados o condiciones
 los que han supuesto una cortapisa a los diseñadores de com-
 ponentes semiconductores en estado sólido, pero que se uti-
 lizan efectivamente de acuerdo con esta invención.

 En los dispositivos semiconductores en estado só-
20 lido de esta invención, es posible que los portadores de -
 corriente y sus movilidades sean controlados de tal manera
 por un campo eléctrico que permanezcan en una condición o
 estado de conducción libre, casi metálica, y que los porta-
 dores de corriente libres en el estado conductor sean con-
25 trolados de tal manera en respuesta a campos eléctricos,
 que se reduzca su disponibilidad y proporcionen un estado
 semiconductor o dieléctrico o bloqueador que permanece sus-
 tancialmente por tiempo indefinido. Es también posible que
 haya un cambio en la fase o estado del material semiconduc-
30 tor en su conjunto o inmediatamente adyacente a los elec-



1 trodos, que es excepcionalmente rápido y extremadamente re-
versible, tal como un cambio de fase o estado entre una -
condición cristalina en la que aquel es un conductor, y una
condición amorfa en la que es un aislador y/o un cambio de
5 fase o estado entre una condición reblandecida o fundida o
líquida, en la que aquel es un conductor, y una condición
sólida, en la que es un aislador y/o un cambio de estruc-
tura cristalina y tamaño y relaciones entre los cristales
respecto a tales cambios de fase o estado, operación semi-
10 conductora con portadores de corriente y centros restricti-
vos de portadores de corriente, probablemente presentes en
algunas o la totalidad de tales fases o estados.

Es posible que los materiales semiconductores y
sus interfases y superficies, y particularmente cuando se
15 hallan implicados óxidos, actúen imponiendo fuertes campos
localizados y, bajo ciertas condiciones, es completamente
posible una canalización. Las impurezas y defectos y iones
introducidos en los materiales y sus interfases y superfi-
cies, probablemente actúan como centros restrictivos con-
20 trolables para los portadores de corriente y también afec-
tan probablemente a la carga espacial. También es posible
que los contactos entre los materiales semiconductores y los
electrodos sean contactos esencialmente no rectificadores
u ohmicos que conducen corriente en una u otra dirección o
25 en ambas, sin rectificación, pero que son capaces, tras la
imposición de ciertos campos eléctricos, de hacer que los
electrodos metálicos inyecten portadores de corriente en -
los materiales semiconductores o barran dichos portadores
de corriente.

30 También es posible que se establezca una altura



SEP. 1968

1 de barrera mediante cargas en las interfases entre el ma-
terial semiconductor y los electrodos metálicos asociados
a aquel, proporcionando un estado de bloqueamiento, siendo
5 posible que un gradiente eléctrico en forma de campo eléc-
trico, tal como el voltaje aplicado, actúe como reduciendo
la barrera al causar la separación de los portadores de -
corriente de sus centros restrictivos y proporcionando un
estado conductor por un flujo de corriente sustancialmente
inostaculizado. Puede considerarse que en el estado conduc-
10 tor los portadores de corriente están siendo emitidos y que
la barrera es desvanecidamente delgada.

También puede considerarse que los centros res-
trictivos de transportadores de corriente sean reactiva-
dos para recombinar o atrapar o restringir a los transpor-
15 tadores de corriente para restablecer la barrera y por con-
siguiente el estado o condición de bloqueamiento.

Preferiblemente, los materiales semiconductores
de los dispositivos de esta invención pueden ser materia-
les del tipo polímero que incluyan redes polímeras y simi-
20 lares dotadas de enlace covalente y enlace transversal alta-
mente resistentes a la cristalización, que en su estado de
resistencia o bloqueamiento, se encuentran en una condi-
ción o estado sólido desordenado y localmente organizado,
que es generalmente amorfo (no cristalino) pero que puede
25 contener cristales relativamente pequeños o segmentos de
cadena o anillo que probablemente se mantendrían en posi-
ción irregularmente orientada en aquellos mediante el en-
lace transversal. Estas estructuras polímeras pueden ser
de una, dos o tres dimensiones. Se supone que tales mate-
30 riales semiconductores polímeros y generalmente amorfos -



1 tienen sustanciales centros restrictivos de transportado-
res de corriente y un hueco energético relativamente gran-
de, que tienen una trayectoria libre media relativamente
pequeña para los transportadores de corriente, grandes fluc-
5 tuaciones espaciales de potencial y relativamente pocos -
transportadores de corriente libres, debido a la estructu-
ra amorfa y a los sustanciales centros restrictivos de --
transportadores de corriente para proporcionar el estado o
condición de bloqueamiento y elevada resistencia. A este
10 respecto, se supone que tal tipo amorfo de materiales semi
conductores puede tener una superior resistencia a las tem-
peraturas ordinarias y habituales de uso, un mayor coefi-
ciente negativo y no lineal de resistencia a las tempera-
turas, un inferior coeficiente de conductividad térmica y
15 un mayor cambio de conductividad eléctrica entre el estado
o condición de bloqueamiento y el estado o condición de con
ducción, que el tipo cristalino de materiales semiconduc-
tores, siendo así más adecuado para muchas aplicaciones -
de esta invención.

20 Sin embargo, los materiales semiconductores de
los dispositivos de Mecanismo sin memoria pueden ser mate-
riales cristalinos en su estado o condición de elevada re-
sistencia o bloqueamiento, poseyendo sustanciales centros -
restrictivos de transportadores de corriente, suponiéndose
25 que tales materiales semiconductores cristalinos tienen -
una trayectoria libre media relativamente grande para los
transportadores de corriente, debido a la estructura de -
rejilla cristalina y por consiguiente una movilidad rela-
tivamente elevada de los transportadores de corriente, pe-
30 ro que hay relativamente pocos de estos transportadores -



1 debido a unos sustanciales centros restrictivos de los mis
mos, a un hueco energético relativamente grande y a gran-
des fluctuaciones espaciales de potencial, para proporcio-
nar la condición o estado de bloqueamiento o de elevada -
5 resistencia.

Al aplicarse un campo eléctrico al material semi
conductor (ya sea del tipo cristalino o del tipo amorfo) de
un dispositivo de esta invención en su estado o condición
de bloqueamiento, tal como un voltaje aplicado a los elec-
10 trodos, la resistencia de, por lo menos, porciones o tra-
yectorias del material semiconductor entre los electrodos
disminuye gradual y lentamente al aumentar el campo aplica-
do, hasta el momento en que el campo ó voltaje aplicado au-
menta a un valor umbral, tras lo cual las citadas porcio-
15 nes, por lo menos, del material semiconductor y por lo me-
nos una trayectoria entre los electrodos son sustancial e
instantáneamente cambiadas a un estado ó condición de baja
resistencia ó conducción para conducir corriente a través
de ellas. Se supone que el campo o voltaje umbral aplicado
20 causa el disparo o interrupción o "conmutación" de las ci-
tadas porciones, por lo menos, o trayectorias del material
semiconductor, y que la interrupción puede ser eléctrica
ó térmica o una combinación de ambas, siendo más pronuncia-
da la interrupción eléctrica causada por el campo o volta-
25 je eléctrico cuando la distancia entre los electrodos es
pequeña, tan pequeña como una fracción de micra más o me-
nos, y la interrupción térmica causada por el campo o vol-
taje eléctrico es más pronunciada en mayores distancias -
entre los electrodos. Para algunos materiales cristalinos,
30 las distancias entre los electrodos puede ser tan pequeña



1 que sea imposible la operación de unión p-n y la rectifi-
cación de la barrera, debido a que las distancias están por
debajo de la longitud de transición o altura de barrera. -
Los tiempos de "conmutación" para conmutar desde el estado
5 de bloqueamiento al estado de conducción son extremadamen-
te cortos, inferiores a algunos microsegundos.

La interrupción eléctrica puede deberse a una rá-
pida liberación, multiplicación y conducción de transporta-
dores de corriente en forma de avalancha bajo la influen-
10 cia del campo eléctrico o voltaje aplicado, que puede re-
sultar de una emisión de campo externa, emisión de campo -
interna, ionización por impacto o colisión de los centros
restrictivos de los transportadores de corriente (trampas,
centros de recombinación, etc.), ionización por impacto -
15 o colisión de bandas de valencias, como la que ocurre en la
interrupción en un tubo de descarga gaseosa, o descendien-
do la altura o disminuyendo la anchura de posibles barreras
potenciales y canalizando o realizando una operación simi-
lar, que también pueden ser posibles. Se supone que la or-
ganización local de los átomos y su relación espacial en
20 las rejillas cristalinas en los materiales de tipo crista-
lino, y la organización local y relación espacial entre -
los átomos o pequeños cristales o segmentos de cadena o an-
illo en los materiales de tipo amorfo, en la interrupción,
25 son tales que proporcionan por lo menos una trayectoria li-
bre media mínima para los transportadores de corriente li-
berados por el campo eléctrico o voltaje que es suficiente
para permitir una adecuada aceleración de los transporta-
dores de corriente libres mediante el campo eléctrico o -
30 voltaje aplicado, para proporcionar la ionización por impac-



SEP. 1968

1 to ó colisión y la interrupción eléctrica. Se supone tam-
bién que tal trayectoria libre media mínima para los trans-
portadores de corriente puede encontrarse inherentemente -
presente en la estructura amorfa y que la condición conduc-
5 tora de corriente depende grandemente de la organización -
local para los condiciones amorfa y cristalina. Como se in-
dica anteriormente, puede hallarse presente en la estructu-
ra cristalina una trayectoria libre media relativamente -
grande para los transportadores de corriente.

10 La interrupción térmica puede deberse al calen-
tamiento por efecto Joule de las citadas porciones, por lo
menos, o trayectorias del material semiconductor por el -
campo eléctrico o voltaje aplicado, teniendo el material -
semiconductor un sustancial coeficiente negativo y no li-
15 neal de resistencia a las temperaturas y un coeficiente mi
nimo de conductividad térmica, disminuyendo rápidamente la
resistencia de las citadas porciones, por lo menos, o tra-
yectorias del material semiconductor tras el citado calen-
tamiento del mismo. A este respecto, se supone que tal dis-
20 minución en la resistencia incrementa la corriente y calien-
ta rápidamente, por efecto Joule, las citadas porciones,
por lo menos, o trayectoria del material semiconductor li-
berando térmicamente los transportadores de corriente para
su aceleración en la trayectoria libre media por el campo
25 eléctrico o voltaje aplicado, a fin de proporcionar una -
rápida liberación, multiplicación y conducción de transpor-
tadores de corriente en forma de avalancha y por consiguien-
te una interrupción y, especialmente en la condición amor-
fa, la superposición de orbitales en virtud del tipo de -
30 organización local puede crear diferentes sub-bandas en la



1

estructura de la banda.

5

10

15

20

25

30

Se supone también que la corriente así iniciada entre los electrodos en la interrupción (eléctrica, térmica o ambas) causa un calentamiento sustancialmente instantáneo por efecto Joule de porciones por lo menos o de trayectorias del material semiconductor entre los electrodos - que a tales temperaturas incrementadas y bajo la influencia del campo eléctrico ó voltaje, se liberan, multiplican y conducen otros transportadores de corriente en forma de avalancha para proporcionar una elevada densidad de corriente, y un estado ó condición de baja resistencia o de conducción, que permanece a un voltaje aplicado grandemente reducido. Es posible que el incremento en movilidad de los transportadores de corriente a superior temperatura y superior intensidad del campo eléctrico se deba al hecho de que los transportadores de corriente que son excitados a superiores estados energéticos pueblen bandas de inferior masa efectiva y por consiguiente de superior movilidad que a temperaturas y a intensidades de campo eléctrico inferiores. La posibilidad de canalización aumenta con una inferior masa - efectiva y una superior movilidad. Es también posible establecer una carga espacial debido a la posibilidad de que los portadores de corriente tengan diferentes masas y movilidades y teniendo en cuenta que podría establecerse un campo eléctrico no homogéneo que elevase continuamente a los transportadores de corriente desde una movilidad a otra de manera regenerativa. Al disminuir las densidades de corriente de los dispositivos, las movilidades de los transportadores de corriente disminuyen y por consiguiente aumentan sus posibilidades de captura. En el estado o condición con



1 ductora, los transportadores de corriente serían más ener-
géticos que sus inmediaciones y se considerarían como ca-
lientes. No es claro en que punto los transportadores en -
5 minoría presentes podrían tener influencia sobre el proce-
so de conducción, pero hay una posibilidad de que puedan
entrar y dominar, es decir convertirse en transportadores
en mayoría, a ciertos niveles críticos.

Se supone también que el grado de incremento en
la trayectoria libre media para los transportadores de co-
10 rriente en el material semiconductor amorfo y la incremen-
tada movilidad de los transportadores de corriente depen-
den del grado de incremento en la temperatura y en la in-
tensidad del campo, siendo posible que las citadas porcio-
nes, por lo menos, o trayectorias de algunos de los mate-
15 riales semiconductores amorfos sean eléctricamente activa-
das y calentadas por lo menos a una temperatura de transi-
ción crítica, tal como una temperatura de transición del -
vidrio, a la que empieza a producirse un reblandecimiento.
Así, debido a tal incremento en la trayectoria libre media
20 para los transportadores de corriente, los producidos y li-
berados por el campo eléctrico o voltaje aplicado son rapi-
damente liberados, multiplicados y conducidos en forma de
avalancha bajo la influencia del campo eléctrico o voltaje
aplicado para proporcionar y mantener un estado o condición
25 conductora o de baja resistencia. Además, los filamentos -
ó hilos o trayectorias conductores de corriente pueden au-
mentar o disminuir en sección transversal o volumen, depen-
diendo de la densidad de corriente y, por consiguiente, la
conducción de corriente puede variar a voltajes sustancial-
30 mente constantes no habiendo ninguna generación global sus



1 tancial de calor en los dispositivos.

Respecto a los dispositivos de memoria, tales co
mo el dispositivo Hi-Lo, el corta-circuitos y el dispositi-
vo de Mecanismo con memoria, se supone que al conmutar al
5 estado conductor, las citadas porciones, por lo menos, o -
trayectorias del material semiconductor son eléctricamente
activadas y calentadas por efecto Joule por lo menos a una
temperatura de transición crítica, tal como una temperatura
de transición tal como una temperatura de transición vítrea
10 a la que empieza a producirse el reblandecimiento, y que a
tales temperaturas elevadas tiene lugar la cristalización
en dichas porciones, por lo menos, del material semiconduc
tor y asumen una condición estática, es decir una condición
en estado sólido cristalino polímero más ordenada, que po-
15 siblemente pueden contener cristales relativamente grandes
o cadenas o anillos empaquetados o una condición próxima a
la condición cristalina polímera, más ordenada, que puede
ser causada por movimiento dipolar y alineamiento de los -
segmentos de cadena ó anillo. Ambas condiciones se denominan
20 aquí como estructura cristalina más ordenada y ambas son -
congeladas para proporcionar el estado conductor o de baja
resistencia dotado de memoria de esta condición, incluso -
después de que el campo eléctrico o voltaje aplicado es dis-
minuido o eliminado o invertido en su polaridad. Los seg-
25 mentos de cadena o anillo pueden ser accionados a la condi-
ción desordenada o amorfa mediante la aplicación de un --
campo eléctrico diferente.

En relación con los dispositivos de memoria, ta-
les como los dispositivos Hi-Lo, de corta-circuitos o dis-
30 positivos de Mecanismo con memoria, en su estado conductor



SEP 1968

1 o de baja resistencia, las citadas porciones, por lo menos
o trayectorias del material semiconductor del tipo de me-
moria (hilos o filamentos o trayectorias) que poseen la -
citada condición en estado sólido cristalino más ordenado
5 quedan estrechamente encerradas o encajadas en el restante
material semiconductor en estado sólido que presenta la ci-
tada condición en estado sólido polímera y desordenada, que
tiene una resistencia eléctrica relativamente elevada y una
conductividad térmica relativamente baja. Cuando se aplica
10 energía eléctrica a los electrodos a través de una impedan-
cia relativamente baja, se hace fluir una corriente grande
de un valor umbral, por lo menos a través de dichas porcio-
nes, por lo menos, o trayectorias del material semiconduc-
tor en estado sólido, para generar, mediante efecto Joule,
15 un calor sustancial en las mismas, manteniéndose la disi-
pación de calor de las mismas en un mínimo por el material
inmediatamente circundante que posee la estructura políme-
ra desordenada. Se supone que las citadas porciones, por lo
menos, o trayectorias del material semiconductor son calen-
20 tadas por encima de la citada temperatura de transición -
crítica y que tal calentamiento causa un sustancial y mar-
cado diferencial de temperaturas entre la estructura cris-
talina ordenada de dichas porciones o trayectorias y la es-
tructura amorfa desordenada que realiza un cierre o enca-
25 jamiento inmediato. Como resultado, se supone que los cris-
tales relativamente grandes o cadenas o anillos empaqueta-
dos de la estructura cristalina ordenada de dichas porcio-
nes o trayectorias del material semiconductor son térmica-
mente sometidas a vibración o choque, o a tensión, de tal
30 manera que se disocian en cristales relativamente pequeños



1 o segmentos de cadena o anillo (para disminuir las fuerzas
de cristalización respecto a las fuerzas inhibidoras de los
cristales) y forman la estructura amorfa altamente desor-
denada para proporcionar en aquellos el estado de bloquea-
5 miento o de elevada resistencia. A este respecto, se supo-
ne que cuando un cristal o cadena o anillo en las citadas
porciones, por lo menos, o trayectorias del material semi-
conductor son rotos de este modo, se produce el flujo de la
energía eléctrica a través de los cristales restantes o ca-
10 denas o anillos para calentarlos adicionalmente, de manera
que la rotura de los cristales o cadenas o anillos tenga -
lugar en forma de avalancha y cause de modo sustancialmen-
te instantáneo el retorno de las citadas porciones, por lo
menos, del material semiconductor, a su condición de blo-
15 queo o de elevada resistencia.

También es posible cuando dichas porciones, por
lo menos, o trayectorias del material semiconductor son -
activadas y calentadas por la elevada corriente, que sean
calentadas a una condición reblandecida o fundida, que la
20 trayectoria de la corriente a través de ellas sea interrup-
pida en un punto que bloquee el flujo de corriente a tra-
vés de las mismas, y que como resultado de tal interrup-
ción del flujo de corriente, las citadas porciones, por lo
menos, o trayectorias del material semiconductor se enfrían
25 rápidamente y asuman el estado amorfo altamente desordena-
do. Dichas porciones, por lo menos, o trayectorias del ma-
terial semiconductor pueden ser también rápidamente enfria-
das interrumpiendo o disminuyendo rápidamente, desde el -
exterior, la elevada corriente que circula a través de ellas.
30 Se supone que es de esta forma como los dispositivos Hi-Lo



SEP 1966

1 corta-circuitos, y de Mecanismo con memoria son conmuta-
dos desde su estado o condición conductora a su estado ó
condición de bloqueamiento. La conmutación entre los esta-
dos o condiciones de conducción y bloqueamiento es reversi-
5 ble y de larga duración.

En los dispositivos de memoria, el estado de ba-
ja resistencia o conducción que es una condición cristalina
estática, permanece después de disminuirse o eliminarse el
campo eléctrico o voltaje aplicado, mientras que en los -
10 dispositivos de Mecanismo el estado de baja resistencia ó
de conducción solo existe mientras se aplica un campo eléc-
trico o voltaje sostenido.

Se supone que en los materiales semiconductores
de tipo amorfo de esta invención hay siempre presentes unas
15 fuerzas inhibitoras o disruptoras de los cristales (enlace
transversal y similares en la estructura polímera), que --
tienden siempre a hacer que los materiales semiconductores
asuman su condición en estado sólido generalmente amorfo -
o altamente desordenado y que, tras su activación por el -
20 campo o voltaje umbral aplicado y tras el calentamiento -
de dichas porciones, por lo menos, o trayectorias de los -
materiales semiconductores, las fuerzas inhibitoras o dis-
ruptoras de los cristales son disminuidas y se ponen en -
juego unas fuerzas de cristalización que tienden a hacer
25 que las referidas porciones, por lo menos, o trayectorias
de los materiales semiconductores asuman su condición en -
estado sólido cristalino más ordenado. El que las citadas
porciones o trayectorias de los materiales semiconductores
cambien y permanezcan en su estado sólido más ordenado o
30 cristalino ó permanezcan en su estado sólido desordenado



1 ó generalmente amorfo (aunque en una condición de estado -
sólido dinámicamente más ordenada), dependerá se supone,
de las intensidades relativas de las fuerzas inhibidoras
o disruptoras de los cristales y de las fuerzas de crista-
5 lización. Los dispositivos de Mecanismo sin memoria y que
usan materiales amorfos permanecen siempre en condición -
desordenada o generalmente amorfa. En los dispositivos de
memoria en los que las fuerzas de cristalización son sufi-
cientemente grandes para que las mencionadas porciones, -
10 por lo menos, o trayectorias de los materiales semiconduc-
tores cambien y permanezcan en su condición cristalina más
ordenada, estas fuerzas de cristalización pueden ser con-
troladas y disminuidas lo suficiente para permitir que las
fuerzas inhibidoras o disruptoras, siempre presentes, de -
15 los cristales, vuelvan las citadas porciones o trayectorias
de los materiales semiconductores a su condición de estado
sólido desordenado o generalmente amorfo.

Cuando dichas porciones o trayectorias de los ma-
teriales semiconductores del tipo de memoria, tales como -
20 los usados en los dispositivos Hi-Lo, cortacircuitos y de
Mecanismo dotados de memoria, se encuentran en su estado
de baja resistencia o conductor, es decir su condición de
estado sólido cristalino más ordenado, a temperatura ele-
vada, y son enfriadas mediante disminución de la energía
25 eléctrica aplicada por debajo de la temperatura de transi-
ción crítica antes mencionada, permanecen en este estado -
o condición y tienen una memoria sustancialmente permanen-
te de este estado o condición. Se supone que estos materia-
les semiconductores tienen fuerzas inhibidoras o disrupto-
30 ras de los cristales relativamente débiles (un menor grado



SEP. 1968

1 de enlace transversal en la estructura polímera), respecto
a las fuerzas de cristalización. Inversamente, cuando las
citadas porciones, por lo menos, o trayectorias de los ma-
5 teriales semiconductores del tipo de mecanismo, tales como
los empleados en los dispositivos de Mecanismo sin memoria
se encuentran en su estado de baja resistencia o conductor
es decir su condición de estado sólido dinámicamente más
ordenado, e incluso cuando pueden encontrarse a una tempe-
ratura superior a la temperatura de transición crítica an-
10 tes mencionada, revierten de modo automático y sustancial-
mente instantáneo, tras una sustancial reducción de la co-
rriente por debajo de cierto valor de mantenimiento, a su
estado de elevada resistencia o bloqueador, es decir su -
condición de estado sólido desordenado o generalmente amor-
15 fo, hacia cuya condición tienden siempre a revertir. Se su-
pone que estos materiales semiconductores tienen unas fuer-
zas inhibitoras o disruptoras de los cristales relativamen-
te grandes (un mayor grado de enlace transversal en la es-
trutura polímera) respecto a las fuerzas de cristaliza-
20 ción.

Los dispositivos de control de corriente semicon-
ductores en estado sólido de esta invención pueden adoptar
varias formas y pueden ser de tipos de dos, tres o cuatro
electrodos, dependiendo del tipo de servicio en que se uti-
25 lizen. Si los dispositivos han de someterse a unas adver-
sas condiciones atmosféricas o a una manipulación violenta
pueden encapsularse adecuadamente. La encapsulación no ofre-
ce ningún problema real, puesto que los dispositivos son -
sustancia_lmente aisladores en sus estados de bloqueamien-
30 to, sustancialmente conductores en sus estados de conduc-



1 ción, y son conmutados de modo sustancialmente instantáneo
entre sus estados de bloqueamiento y conducción.

5 Otros objetos y ventajas de esta invención resul-
tarán evidentes para los expertos en la materia con refe-
rencia a la descripción que se acompaña, a las reivindica-
ciones y a los dibujos, en los cuales:

Las figuras 1 a 17 ilustran esquemáticamente va-
rias formas del dispositivo de control de corriente en es-
tado sólido de esta invención.

10 La figura 18 es un esquema de instalación eléc-
trica de un montaje de ensayo capaz de probar y mostrar
el funcionamiento de los dispositivos de control de corrien-
te en estado sólido de esta invención, incluyendo los dis-
positivos Hi-Lo, corta-circuito y de mecanismo.

15 La figura 19 es un grupo de curvas que muestra -
la manera de funcionamiento del dispositivo Hi-Lo.

La figura 20 es un grupo de curvas que muestra -
la manera de funcionamiento del dispositivo corta-circuito.

20 La figura 21 es un grupo de grúas que muestra -
la manera de funcionamiento del dispositivo de mecanismo.

25 La figura 22 es un diagrama esquemático de ins-
talación eléctrica de una disposición de circuitos para -
cambiar los dispositivos de control de corriente en esta-
do sólido del tipo de memoria de esta invención, desde sus
estados de bloqueamiento a sus estados de conducción y des-
de sus estados de conducción a sus estados de bloqueamien-
to.

30 La figura 23 es un diagrama esquemático de ins-
talación eléctrica de una disposición de circuito típico
de carga, que utiliza un dispositivo Hi-Lo del tipo de dos



1

electrodos.

5

La figura 24 es un diagrama esquemático parcial de instalación eléctrica correspondiente al de la figura - 23 y que ilustra una típica disposición de circuito de carga que utiliza un dispositivo Hi-Lo del tipo de 3 electrodos.

10

La figura 25 es un diagrama esquemático parcial de instalación eléctrica correspondiente al de la figura 23, que ilustra una típica disposición de circuito de carga que utiliza un dispositivo Hi-Lo del tipo de 4 electrodos.

15

La figura 26 es un diagrama esquemático de instalación eléctrica de una típica disposición de circuitos de carga que utiliza un dispositivo corta-circuito.

La figura 27 es un diagrama esquemático de instalación eléctrica de una típica disposición de circuito de carga que utiliza un dispositivo de mecanismo.

20

La figura 28 es un diagrama esquemático de instalación eléctrica de una típica disposición de circuito de carga que utiliza un dispositivo de mecanismo y que funciona como circuito lógico, tal como un circuito canalizador "Y".

25

La figura 29 es un diagrama esquemático de instalación eléctrica de una típica disposición de circuito de carga que utiliza un dispositivo de mecanismo del tipo de 4 electrodos.

30

La figura 30 es un diagrama esquemático parcial de instalación eléctrica similar al de la figura 29, que ilustra una típica disposición de circuito de carga que utiliza un dispositivo de mecanismo del tipo de 3 electrodos; y



1

La figura 31 es un diagrama esquemático de instalación eléctrica de otra típica disposición de circuito de carga que utiliza un dispositivo de mecanismo del tipo de 3 electrodos.

5

La figura 32 es una curva característica de los dispositivos de memoria Hi-Lo y corta-circuitos, en sus condiciones bloqueadoras y conductoras, que traza la corriente contra el voltaje de corriente continua.

10

La figura 33 es una curva característica, similar a la figura 32, del dispositivo de mecanismo sin memoria y que traza la corriente contra el voltaje de corriente continua.

15

En la figura 1 se ilustra esquemáticamente un dispositivo de control de corriente en estado sólido de esta invención, que incluye un cuerpo 10 de material semiconductor en estado sólido, un par de electrodos eléctricamente conductores 11 y 12 en contacto eléctrico con el cuerpo semiconductor 10 en estado sólido y un par de conductores 13 y 14 para conectar el dispositivo en serie en un circuito de carga eléctrica. Los electrodos 11 y 12 pueden empotrarse en el cuerpo 10 ó pueden aplicarse y asegurarse adecuadamente a la superficie del cuerpo 10. Aquí, el flujo de corriente se efectúa a través del cuerpo semiconductor 10 en estado sólido y el control de la corriente se efectúa principalmente en el conjunto del cuerpo 10, encontrándose el material efectivo situado entre los electrodos normalmente en su estado de bloqueamiento.

20

25

30

En el dispositivo de control de corriente en estado sólido de la figura 2, un cuerpo 15 de material semiconductor en estado sólido presenta unas superficies o pe-



SEP. 1966

1 lículas 16 y 17 a las que se aplican los electrodos 11 y 12
provistos de conductores 13 y 14 para conectar el dispositivo
de control de corriente en estado sólido al circuito de carga
eléctrica. Aquí, el flujo de corriente se efectúa a través -
5 del cuerpo 15 y de las superficies o películas 16 y 17, te-
niendo lugar el control del flujo de corriente principalmente
en las superficies o películas 16 y 17, encontrándose el mate-
rial del cuerpo en su estado conductor y el material de las -
superficies o películas en su estado de bloqueamiento.

10 En la figura 3, el dispositivo de control de co-
rriente en estado sólido incluye un cuerpo semiconductor 18
en estado sólido con una sola superficie o película 19, en-
contrándose el electrodo 11 en contacto eléctrico con el -
cuerpo 18 y el electrodo 12 en contacto eléctrico con la pe-
15 lícula o superficie 19. Los conductores 13 y 14 funcionan -
conectando el dispositivo al circuito de carga eléctrica. -
El flujo de corriente se efectúa a través del cuerpo 18 y -
de la superficie o película 19, teniendo lugar el control de
la corriente principalmente en la superficie o película 19,
20 encontrándose el material del cuerpo en su estado conductor
y el material de la superficie ó película normalmente en su
estado de bloqueamiento. El electrodo 11 puede empotrarse
en el cuerpo 19 ó aplicarse a su superficie, y el electrodo
12 se aplica a la superficie o película 19.

25 En la figura 4, el dispositivo de control de co-
rriente incluye un par de cuerpos semiconductores en esta-
do sólido 20 y 21, que están provistos respectivamente de
las superficies o películas 22 y 23. Los cuerpos 20 y 21 -
están adecuadamente asegurados entre sí con sus respectivas
30 películas 22 y 23 intercaladas entre ellos en contacto --



1 eléctrico. Los electrodos 11 y 12 están en contacto eléc-
trico con los cuerpos 20 y 21, pudiendo ser empotrados en
los mismos o aplicados a sus superficies externas. Los con-
ductores 13 y 14 conectan este dispositivo al circuito de
5 carga eléctrica. El flujo de corriente se efectúa a través
de los cuerpos 20 y 21 y de sus respectivas superficies o
películas 22 y 23, efectuándose el control del flujo de co-
rriente principalmente en las superficies o películas 22 y
23, encontrándose el material de los cuerpos en su estado
10 conductor y el material de las superficies o películas en
su estado de bloqueamiento.

El dispositivo de control de corriente en esta-
do sólido de la figura 5 incluye un cuerpo 24 de material
semiconductor en estado sólido y un par de electrodos 11 y
15 12 espaciados entre sí y adecuadamente asegurados al cuer-
po 24. Los conductores 13 y 14 conectan el dispositivo en
serie al circuito de carga eléctrica. Los electrodos 11 y
12 pueden empotrarse en el cuerpo 24 ó aplicarse adecuada-
mente a su superficie. El flujo de corriente se efectúa a
20 lo largo del cuerpo 24 entre los electrodos 11 y 12 y el -
control del flujo de corriente se efectúa principalmente -
en el conjunto del cuerpo 24, encontrándose el material -
efectivo situado entre los electrodos normalmente en su -
estado de bloqueamiento.

25 En la figura 6, el dispositivo de control de co-
rriente en estado sólido incluye un cuerpo 25 provisto de
una superficie o película 26 sobre una cara del mismo, jun-
to con electrodos espaciados entre sí 11 y 12, adecuadamen-
te aplicados a la superficie o película 26. Aquí, el flujo
30 de corriente se efectua principalmente a lo largo del cuer



1 po y a través de la superficie o película 26 entre los elec-
trodos 11 y 12 y el cuerpo y el control del flujo de co--
rriente tiene lugar principalmente en la superficie o pelí-
cula 26, encontrándose el material del cuerpo en su estado
5 conductor y el material de la superficie o película normal-
mente en su estado de bloqueamiento.

El dispositivo de control de corriente en estado
sólido de la figura 7 es similar al de la figura 6, inclu-
yendo un cuerpo 27 de material semiconductor en estado só-
lido 27, provisto de una superficie o película 28. Un par
10 de electrodos electricamente conductores 29 y 30, en forma
de peines metálicos entrelazados, se aplican adecuadamente
a la superficie o película 28. Aquí, el flujo de corriente
tiene lugar principalmente a lo largo del cuerpo y a través
15 de la superficie o película 28 entre los electrodos 29 y
30 y el cuerpo, y el control del flujo de corriente tiene
lugar principalmente en la superficie o película 28, encon-
trándose el material del cuerpo en su estado conductor y
el material de la superficie o película normalmente en su
20 estado de bloqueamiento. Los electrodos 29 y 30 están pro-
vistos de conductores 13 y 14 para conectar aquellos al -
circuito de carga eléctrica.

El dispositivo de control de corriente en estado
sólido de la figura 8 incluye una pastilla o cuenta 31 de
25 material semiconductor en estado sólido que a su vez tiene
preferiblemente una superficie o película. Un par de elec-
trodos eléctricamente conductores 32 y 33 se encuentran -
adecuadamente adheridos a la superficie o película de la
pastilla o cuenta 31, pudiéndose extender los electrodos -
30 32 y 33 para formar conductores 13 y 14 destinados a conec-



1966

1 tar el dispositivo al circuito de carga eléctrica, o bien
pueden estar provistos de conductores separados para este
fin. Aquí, el flujo de corriente tiene lugar esencialmente
a través de la superficie o película y la pastilla o cuenta
5 31 entre los electrodos 32 y 33, teniendo lugar el control
de la corriente principalmente en la superficie o película,
encontrándose el material de la pastilla o cuenta en
su estado conductor y el material de la superficie o película
normalmente en su estado de bloqueamiento.

10 El dispositivo de control de corriente en estado
sólido de la figura 9 incluye un par de hilos electricamen
te conductores 34 y 35 que están revestidos de materiales
semiconductores en estado sólido 36 y 37. Los materiales -
semiconductores 36 y 37 situados sobre los hilos 34 y 35 -
15 se mantienen adecuadamente en contacto eléctrico y el flu-
jo de corriente se efectúa a través del material semicon-
ductor 36 y 37 entre los hilos 34 y 35, encontrándose nor-
malmente el material semiconductor en su estado de bloquea
miento. Los hilos 34 y 35 pueden extenderse formando con-
ductores 13 y 14 para conectar el dispositivo al circuito
20 de carga eléctrica o bien pueden estar provistos de con-
ductores separados para este fin. Aunque la figura 9 ilus-
tra ambos hilos 34 y 35 provistos de material semiconduc-
tor sobre ellos, el material semiconductor puede omitirse
25 de uno de los hilos, en cuyo caso el hilo desnudo se colo-
caría en contacto eléctrico con el material semiconductor
situado sobre el otro hilo. Con una u otra disposición se
obtienen un funcionamiento eficiente y unos resultados sa-
tisfactorios.

30 El dispositivo de control de corriente en estado



1 sólido de la figura 10 es similar al de la figura 9, pero
difiere de él en la manera de mantener los hilos y los ma-
teriales semiconductores en contacto eléctrico recíproco.
En la figura 10, se dispone un par de hilos 38 y 39 con re-
5 vestimientos de material semiconductor 40 y 41, estando los
hilos 38 y 39 y el material semiconductor 40 y 41 retorci-
dos entre sí para mantener el adecuado contacto eléctrico
entre ellos. Aquí, el flujo de corriente se efectúa a tra-
vés de los materiales semiconductores que funcionan contro-
10 lando el flujo de corriente. Los hilos 38 y 39 pueden ex-
tenderse formando conductores 13 y 14 para conectar el dis-
positivo al circuito de carga eléctrica, o bien pueden do-
tarse de conductores separados para este fin. Aquí, como -
en la figura 9, solo necesita revestirse uno de los hilos -
15 con el material semiconductor y en ambos casos se obtienen
resultados satisfactorios y un funcionamiento eficiente.

El dispositivo de control de corriente en estado
sólido de la figura 11 utiliza también hilos 42 y 43 que -
están revestidos de materiales semiconductores adecuados
20 44 y 45. Los materiales semiconductores 44 y 45 forman con-
tacto eléctrico recíproco cuando los hilos 42 y 43 son cru-
zados como se ilustra en la figura 11. Los hilos 42 y 43,
pueden extenderse formando conductores 13 y 14 para conec-
tar el dispositivo al circuito de carga eléctrica o bien -
25 pueden disponerse conductores separados para este fin. El
flujo de corriente se efectúa a través de los materiales -
semiconductores 44 y 45, siendo controlado por ellos, don-
de se cruzan y acoplan entre sí, encontrándose normalmente
los materiales en su estado de bloqueamiento. Los otros -
30 extremos de los hilos 42 y 43 pueden utilizarse, si se de



1 sea, como electrodos de control. Como en los dispositivos
de las figuras 9 y 10, solo necesita revestirse uno de los
hilos 42 ó 43 con el material semiconductor, y en ambos -
casos se obtienen un funcionamiento eficiente y unos resul-
5 tados satisfactorios.

El dispositivo de control de corriente en estado
sólido de la figura 12 es un dispositivo de 4 electrodos.
Incluye un cuerpo 46 de material semiconductor en estado -
sólido junto con electrodos 11 y 12 adecuadamente aplicados
10 al mismo en caras opuestas, estando provistos los electro-
dos 11 y 12 de conductores 13 y 14 para conectarlos al cir-
cuito de carga eléctrica. Aquí, el flujo de corriente se -
efectúa a través del cuerpo 46 y el control del flujo de -
corriente tiene lugar principalmente en el conjunto del cuer-
15 po 46, encontrándose el material efectivo entre los elec-
trodos normalmente en su estado de bloqueamiento. Otra ca-
ra del cuerpo 46 está provista de un electrodo 47 que sos-
tiene un conductor 48, y otra cara del cuerpo 46 está pro-
vista de un electrodo 49, provisto a su vez de un conduc-
20 tor 50. Los electrodos 47 y 49 son esencialmente electrodos
de control destinados a acondicionar el cuerpo 46 para con-
ducir corriente entre los electrodos 11 y 12 ó para blo-
quear el flujo de corriente entre los electrodos 11 y 12.
Los electrodos 11, 12, 47 y 49 pueden empotrarse en el cuer-
25 po 26 ó bien aplicarse a sus superficies. Así, en el dispo-
sitivo de la figura 12, el flujo de corriente a través del
dispositivo entre los conductores 13 y 14 es controlado por
señales o campos eléctricos aplicados a los conductores 48,
y 50.

30 El dispositivo de control de corriente en estado



1 sólido de la figura 13 es similar al de la figura 12, in-
cluyendo un cuerpo de material semiconductor en estado sólido 55, provisto de electrodos 11 y 12 aplicados al mismo y conectados a los conductores 13 y 14 para conectar el -
5 dispositivo al circuito de carga eléctrica, encontrándose el material efectivo entre los electrodos normalmente en su estado de bloqueamiento. También incluye electrodos de control 47 y 49 conectados mediante conductores 48 y 50 a un
10 circuito de control. Sin embargo, aquí los electrodos 47 y 49 están eléctricamente aislados del cuerpo 55 por medio - de aisladores 56 y 57, de manera que el flujo de corriente entre los electrodos 11 y 12 quede aislado de los electrodos 47 y 49. El flujo de corriente se controla mediante -
15 un campo eléctrico que comprende esencialmente un efecto capacitor o cargador aplicado entre los electrodos de control 47 y 49 mediante el circuito de control. Aquí, el -- cuerpo semiconductor en estado sólido 55 tiene sustancialmente una configuración de reloj de arena, en virtud de lo
20 cual los portadores de corriente son concentrados entre - los electrodos de control 47 y 49, proporcionando un control más eficiente del flujo de corriente.

25 El dispositivo de control de corriente en estado sólido de la figura 14 es similar al de la figura 12, pero es un dispositivo de 3 electrodos, a diferencia de un dispositivo de 4 electrodos. En la figura 14, el dispositivo incluye un cuerpo semiconductor en estado sólido 51, electrodos 11 y 12 aplicados a caras opuestas de aquel y un electrodo de control simple 47 aplicado a otra cara de
30 aquel, encontrándose el material efectivo entre los electrodos normalmente en su estado de bloqueamiento y estando



1 conectados los electrodos 11 y 12 mediante conductores 13 y
14 al circuito de carga eléctrica y conectándose el elec-
trodo 47 mediante un conductor 48 a un circuito de control
eléctrico que a su vez puede estar también conectado a cual-
5 quiera de los conductores 13 ó 14. Aquí, como en la figura
12, los electrodos 11, 12 y 47 pueden estar empotrados en
el cuerpo 51 ó aplicados a sus superficies.

10 El dispositivo de control de corriente en estado
sólido de la figura 15 incluye un cuerpo semiconductor en
estado sólido 52 provisto de electrodos 11 y 12 aplicados
a caras opuestas de aquel, poseyendo los electrodos 11 y -
12 unos conductores 13 y 14 para conectar el dispositivo al
circuito de carga eléctrica. Aquí, también, se aplica un -
electrodo de control 47 a una de las caras, como por ejem-
15 plo la cara que contiene al electrodo 11, conectándose el
electrodo de control 47 mediante un conductor 48 al circui-
to de control y conectándose también el circuito de control
al conductor 14. Los electrodos 11, 12 y 47 pueden estar -
empotrados en el cuerpo 52 ó aplicados a sus superficies.
20 El flujo de corriente se efectúa a través del cuerpo 52 en
tre los electrodos 11 y 12 y el electrodo de control 47 -
funciona controlando el flujo de corriente, encontrándose
el material efectivo del cuerpo entre los electrodos nor-
malmente en su estado de bloqueamiento.

25 En la figura 16 el dispositivo de control de co-
rriente en estado sólido es similar al de la figura 15, -
Sin embargo, en la figura 16 los electrodos 11 y 12 están
aplicados a una superficie o película 44 situada sobre el
cuerpo semiconductor en estado sólido 53, encontrándose -
30 el material del cuerpo en su estado conductor y el material



1 de la superficie o película normalmente en su estado de -
bloqueamiento. El flujo de corriente entre los electrodos
11 y 12 se efectua a través del cuerpo 53 y de la superfi-
cie o película 54, siendo controlado el control del flujo
5 de corriente por el electrodo de control 47.

El dispositivo de control de corriente en estado
sólido de la figura 17 incluye un cuerpo semiconductor en
estado sólido 58 que tiene una superficie o película 59, a
plicándose los electrodos 11, 12 y 47 a esa superficie o pe-
10 lícula 59 y encontrándose el material del cuerpo en su es-
tado conductor y el material de la superficie o película -
normalmente en su estado de bloqueamiento. El flujo de co-
rriente entre los electrodos 11 y 12 se efectúa a lo largo
del cuerpo y a través de la superficie o película 59, y el
15 control del flujo de corriente por el electrodo 47, tiene
lugar principalmente en la superficie o película 59.

Las disposiciones de electrodos y conductores -
en los dispositivos de las figuras 15, 16 y 17 pueden es-
tar diferentemente conectadas a los circuitos de carga --
20 eléctrica y de control, si se desea. Por ejemplo, los con-
ductores 13 y 48 pueden conectarse al circuito de carga y
el conductor 14 al circuito de control.

Aunque los cuerpos 15 de la figura 2, 18 de la figu-
ra 3, 20 y 21 de la figura 4, 25 de la figura 6, 27 de la
25 figura 7, 53 de la figura 16 y 58 de la figura 17, se han
descrito como formados por material semiconductor provisto
de superficies o películas de material semiconductor sobre
ellos, esos cuerpos pueden formarse de cualquier material
conductor adecuado, sobre el cual puede aplicarse como re-
30 vestimiento⁶ depósito la superficie o película de material



SEP 1968

1 semiconductor, mediante depósito al vacío o procedimiento
similar. Esto es posible por cuanto el control del flujo -
de corriente tiene lugar en las superficies o películas de
esos dispositivos. De igual modo, los cuerpos 25 de la fi-
5 gura 6, 27 de la figura 7, 53 de la figura 16 y 58 de la -
figura 17 pueden construirse de un adecuado material aislan-
te, tal como plástico ó vidrio o similar, si se desea, con
la superficie o película de material semiconductor adecua-
damente aplicada por revestimiento o depósito sobre aque-
10 llos, Esto es posible en estos dispositivos por cuanto que
no es necesario conducir corriente a través de tales cuer-
pos, teniendo lugar la conducción exclusivamente en las su-
perficies o películas.

Aunque pueden utilizarse muchos y diferentes ma-
15 teriales semiconductores del tipo de memoria para proporcio-
nar las características de memoria antes mencionadas, lo -
que sigue son ejemplos de algunos de los dispositivos de -
memoria Hi-Lo de las figuras 1 a 8 y 12 a 17, que utilizan
materiales semiconductores del tipo de memoria y que han -
20 dado satisfactorios resultados (siendo los porcentajes en -
peso) cuerpos o pastillas anodizados formados con un 50%
de telurio y un 50% de germanio, con electrodos de níquel de-
positados al vapor sobre ellos; cuerpos o pastillas forma-
dos con un 50% de telurio y un 50% de germanio, atacados -
25 con ácido nítrico y provistos de electrodos metálicos, ta-
les como de tungsteno, aplicados a su superficie; cuerpos
o pastillas formados con un 50% de telurio y un 50% de ger-
manio, que han sido molidos, pulimentados y clorados y que
tienen electrodos metálicos aplicados a su superficie; -
30 cuerpos o pastillas formados con un 50% de telurio y un 50%



- 1 de germanio, de tipo n con electrodos metálicos aplicados a su superficie; cuerpos o pastillas formados con un 50 -
- 5 por ciento de telurio y un 50 por ciento de germanio, con una adición del 25 por ciento de pentóxido de vanadio y -
- con electrodos metálicos aplicados a su superficie; cuerpos o pastillas formados con un 50 por ciento de telurio y un 50 por ciento de germanio, con la adición de un 10 por ciento de partículas magnéticas, tales como materiales magnéticos cerámicos molidos, con electrodos metálicos aplicados a su superficie; cuerpos o pastillas formados con 3,81
- 10 gramos de telurio y 2,42 gramos de antimonio con electrodos metálicos aplicados a su superficie; cuerpos o pastillas formados con un 50 por ciento de telurio y un 50 por ciento de antimoniuro de galio con electrodos metálicos aplicados a su superficie; cuerpos o pastillas formados con sulfuro de plomo, atacados con ácido nítrico, y electrodos metálicos aplicados a su superficie; cuerpos o pastillas formados con un 47 por ciento de telurio, un 47 por ciento de germanio, un 5 por ciento de arseniuro de galio y un uno
- 20 por ciento de hierro con electrodos metálicos aplicados a su superficie; cuerpos o pastillas formados con un 50 por ciento de telurio y un 50 por ciento de níquel y electrodos metálicos aplicados a su superficie; cuerpos ó pastillas formados con un 50 por ciento de telurio y un 50 por ciento de germanio, que han sido calentados, desgasificados y enfriados al vacío con electrodos metálicos aplicados a su superficie; cuerpos o pastillas formados con un 50% de telurio y un 50% de silicio, con electrodos metálicos aplicados a su superficie; cuerpos o pastillas formados con un -
- 25 30 50% de telurio y un 50% de antimoniuro de indio con electro



SEP. 1966

1 dos metálicos aplicados a su superficie; y cuerpos o pastillas formados con un 50% de selenio y un 50% de germanio, con electrodos metálicos aplicados a su superficie.

5 También se han formado satisfactorios dispositivos de memoria Hi-Lo con intercalamientos de óxido de telururo, telururo de aluminio y óxido de telururo, y con intercalamientos de óxido de telururo, metal de telururo y óxido de telururo, con electrodos metálicos aplicados a sus caras externas.

10 Se han construido adicionalmente satisfactorios dispositivos de memoria Hi-Lo sumergiendo alambres de oro calentados en una mezcla en polvo de un 50% de telururo y un 50% de germanio, adhiriéndose el material pulverizado a los hilos de oro y difundiéndose estos en el material, estableciéndose un contacto eléctrico entre tales hilos re-
15 vestidos, como se ilustra en las figuras 9 a 11 de los dibujos. Se han producido además dispositivos Hi-Lo satisfactorios como sigue: exponiendo alambre de hierro a la atmósfera para formar una superficie o película o revestimiento de óxido sobre él y poniendo en contacto eléctrico tales -
20 alambres como se ilustra en las figuras 9 a 11; sometiendo alambre de cobre a una llama en la atmósfera para formar una superficie o película o revestimiento de óxido sobre él y poniendo en contacto eléctrico tales alambres como se
25 ilustra en las figuras 9 a 11; y exponiendo alambre de aluminio a la atmósfera para formar una superficie o película o revestimiento de óxido sobre él y poniendo en contacto eléctrico tales alambres como se ilustra en las figuras 9 a 11. Los revestimientos óxidos en estos alambres forman
30 adecuados materiales semiconductores en estado sólido para



1 el control del flujo de corriente en estos dispositivos -
Hi-Lo. El metal de telurio tratado con ácido nítrico para
formar una película óxida sobre él, que se pone en contac-
to eléctrico con electrodos metálicos, forma también un sa-
5 tisfactorio dispositivo de memoria Hi-Lo.

Lo que sigue son ejemplos de algunos de los dis-
positivos corta-circuitos con memoria de las figuras 1 a 8
que utilizan materiales semiconductores del tipo de memoria
y que han dado resultados satisfactorios. Cuerpos o pasti-
10 llas formados con un 90% de telurio y un 10% de germanio -
con electrodos metálicos aplicados a su superficie; cuerpos
o pastillas formados con un 90% de telurio, un 5% de germa-
nio y un 5% de silicio con electrodos metálicos aplicados
a su superficie; cuerpos o pastillas formados con un 95%
15 de telurio y un 5% de germanio con electrodos metálicos apli-
cados a su superficie; cuerpos o pastillas formados con -
un 50% de telurio y un 50% de germanio con cesio difundido
en los mismos y con electrodos metálicos aplicados a su su-
perficie; cuerpos o pastillas formados con un 50% de telu-
20 ro y un 50% de germanio que han sido molidos, pulimentados
y clorados y que tienen electrodos metálicos aplicados a
su superficie; cuerpos o pastillas formados con un 50% de
telurio y un 50% de germanio, que han sido calentados, des-
gasificados y enfriados al vacío, con electrodos metálicos
25 aplicados a su superficie; cuerpos o pastillas formados -
con un 50% de telurio y un 50% de germanio y revestidos con
un 71,87% de telurio, un 14,05% de arsénico un 13,06% de ga-
lio y un 1% de sulfuro de plomo, con electrodos metálicos
aplicados a su superficie; cuerpos o pastillas formados con
30 un 47% de telurio, un 47% de germanio, un 5% de arseniuro



SEP. 1966

1 de galio y un 1% de hierro, con electrodos metálicos aplicados a su superficie; y cuerpos o pastillas formados por un 90% de selenio y un 10% de germanio, con electrodos metálicos aplicados a su superficie.

5 También se han formado satisfactorios dispositivos corta-circuitos con memoria sumergiendo hilos de oro calentado en una mezcla en polvo de un 50% de telurio y un 50% de germanio, adhiriéndose el material pulverizado a los hilos de oro y difundiéndose éstos en el material. Estos -
10 hilos revestidos pueden ponerse eléctricamente en contacto de la manera mostrada en las figuras 9 a 11 de los dibujos.

Aunque pueden utilizarse muchos materiales semiconductores diferentes del tipo de mecanismo para proporcionar las citadas características de conmutación utilizando una corriente de mantenimiento para la condición de -
15 baja resistencia o conductora, lo que sigue son ejemplos de algunos de los dispositivos de mecanismo de las figuras 1 a 8 y 14 a 17, que utilizan materiales semiconductores del tipo de mecanismo y que han dado resultado satisfactorio: cuerpos o pastillas formados con una mezcla de
20 un 25% de arsénico y un 75% de una mezcla de un 90% de telurio y un 10% de germanio, con electrodos metálicos aplicados a su superficie; cuerpos o pastillas formados con lo anterior más la adición de un 5% de silicio con electrodos metálicos aplicados a su superficie; cuerpos o pastillas formados con un 75% de telurio y un 25% de arsénico -
25 con electrodos metálicos aplicados a su superficie; cuerpos o pastillas formados con un 71,8% de telurio, un 14,05% de arsénico, un 13,06% de galio y el resto sulfuro de plomo con electrodos metálicos aplicados a su superficie; cuer



- 1 pos o pastillas formados con un 72,6% de telurio, un 13,2%
de galio y un 17,2% de arsénico, con electrodos metálicos
aplicados a su superficie; cuerpos o pastillas formados -
con un 72,6% de telurio, un 27,4% de arseniuro de galio, con
5 electrodos metálicos aplicados a su superficie; cuerpos o
pastillas formados con un 85% de telurio, un 12% de germanio
y un 3% de silicio, con electrodos metálicos aplicados so-
bre su superficie; cuerpos o pastillas formados con un 50%
de telurio y un 50% de galio, con electrodos metálicos apli-
10 cados a su superficie; cuerpos o pastillas formados con un
67,2% de telurio, un 25,3% de arseniuro de galio y un 7,5%
de germanio tipo n con electrodos metálicos aplicados a su
superficie; cuerpos o pastillas formados con un 75% de te-
lurio y un 25% de silicio, con electrodos metálicos aplica-
15 dos a su superficie; cuerpos o pastillas formados con un -
75% de telurio y un 25% de antimoniuro de indio, con elec-
trodos metálicos aplicados a su superficie; cuerpos o pas-
tillas formados con un 55% de telurio y un 45% de germanio,
con electrodos metálicos aplicados a su superficie, que -
20 funcionan como dispositivos de mecanismo y de corta-circui-
to; cuerpos o pastillas formados con un 45% de telurio y un
55% de germanio, con electrodos metálicos aplicados a su -
superficie, que proporcionan un dispositivo de mecanismo
de bajo nivel que puede pulsarse a desconexión mediante --
25 la aplicación de un voltaje o corriente continua; y cuerpos
o pastillas formados con un 75% de selenio y un 25% de ar-
sénico, con electrodos metálicos aplicados a su superficie.

30 Los materiales semiconductores pueden incluir -
también pastillas u obleas o capas o películas formadas a
partir de telururo de aluminio en argon o en aire mezclas



1966

1 del 50% de aluminio y el 50% de telurio, 50% de aluminio y
50% de telurio más un 1% por lo menos de indio y/o galio;
óxido de telurio, óxido de telurio más 1% por lo menos de in
5 dio y/o galio, combinaciones de telururo de aluminio y óxi
do de telurio; óxidos de telurio, cobre, germanio y tantalio
mezclas de 87,6 partes de telurio por 12,4 partes de alumi
nio, 31 partes de telurio por 13 partes de aluminio, telur
ro de aluminio mezclado con 2 partes por cada una de ger
manio y óxido de germanio, mezclas del 90% de telurio y 10%
10 de germanio y 50% de telurio y 50% de arseniuro de galio.

En los mencionados cuerpos y pastillas incluidos
en los dispositivos Hi-Lo, corta-circuitos y de mecanismo,
los materiales son preferiblemente molidos en un mortero -
de porcelana sin vidriar a una consistencia pulverulenta
15 uniforme, y minuciosamente mezclados. Luego son preferible
mente consolidados y calentados en un tubo de cuarzo sella
do, por encima del punto de fusión del material cuyo punto
de fusión es el más elevado. El material fundido puede en
friarse en el tubo y fragmentarse luego en piezas, moliendo
20 se estas últimas en la forma adecuada para constituir los
cuerpos o pastillas, o bien el material fundido puede va
ciarse desde el tubo en moldes de grafito precalentados -
para formar los cuerpos o pastillas. El molido inicial de
los materiales puede efectuarse en presencia o ausencia de
25 aire, siendo preferible lo primero cuando se desean consi
derables óxidos en los cuerpos o pastillas finales.

Después de formarse los cuerpos o pastillas pue
den tratarse en su superficie, como mediante pulimento, ata
que químico, cloración o procedimiento similar, y exponien
30 do tales superficies a la atmósfera a fin de proporcionar



1 estados superficiales que posean considerables centros res-
trictivos de portadores de corriente. Los electrodos elec-
tricamente conductores se aplican preferiblemente a tales
superficies. También pueden utilizarse otras maneras de -
5 proporcionar los centros restrictivos de los portadores de
corriente, como se describen en la parte inicial de esta -
descripción. Como en la formación de los cuerpos ó pastillas
estos son calentados y dejados enfriar, en el caso de los
dispositivos de memoria estarán normalmente en su estado -
10 de baja resistencia o conductor, pero pueden tratarse ellos
o sus superficies o películas, como queda descrito, para -
ponerlos, ellos o sus superficies o películas, en su esta-
do de elevada resistencia o de bloqueamiento, cuando se ha-
llan presentes considerables centros o estados o condicio-
15 nes restrictivos de los portadores de corriente. En el ca-
so de los dispositivos de mecanismo sin memoria, los cuer-
pos o pastillas estarán normalmente en su estado de eleva-
da resistencia o de bloqueamiento. Como variante, en la -
formación de los materiales, puede ser deseable prensar los
20 materiales pulverizados mezclados bajo presiones de hasta
1.000 libras por pulgada cuadrada (70 kg. por cm²) por lo
menos, hasta que los materiales pulverizados estén comple-
tamente consolidados, pudiéndose calentar luego inicialmen-
te los materiales completamente consolidados, como por -
25 ejemplo hasta 400°C, teniendo lugar el calentamiento res-
tante mediante reacción exotérmica. Los diversos tipos de
dispositivos de control de corriente en estado sólido ilus-
trados en las figuras 1 a 17 pueden formarse con los diver-
sos materiales anteriormente expuestos.

30

En lugar de formar cuerpos o pastillas, los an-



SEP. 1966

1 teriores materiales semiconductores pueden aplicarse como
revestimiento sobre un sustrato adecuado, como mediante de
pósito al vacío o procedimiento similar, y aplicarse ade-
cuadamente los electrodos a ellos, tal como se ilustra en
5 las figuras 2, 3, 4, 6, 7, 16 y 17. Se ha producido un dis-
positivo de mecanismo particularmente satisfactorio, que
es extremadamente preciso y repetible en su producción, me-
diante depósito al vapor sobre un cuerpo ó pastilla de -
acero liso una delgada película de telurio, arsénico y ger-
10 manio y aplicando electrodos de tungsteno a la película -
depositada. Si se desea, la película puede formarse por -
depósito en capas sucesivas de telurio, arsénico, germanio,
arsénico y telurio y calentando luego a una temperatura in-
mediatamente inferior al punto de sublimación del arsénico
15 para unificar y fijar la película. Cuando se depositan al
vacío películas de los materiales semiconductores de esta
invención sobre sustratos, normalmente asumen su estado de
elevada resistencia o bloqueamiento debido al rápido en-
friamiento de los materiales al depositarse, o puede hacer-
20 se fácilmente que asuman tal estado de las maneras ante-
riormente descritas.

Los electrodos que se utilizan en los dispositi-
vos de control de corriente en estado sólido de esta in-
vención pueden ser sustancialmente de cualquier material
25 buen conductor, que sea ordinariamente de una relativa iner-
cia respecto a los diversos materiales semiconductores an-
tes mencionados. Los electrodos de oro tienen una fuerte
tendencia a difundirse en tales materiales semiconductores.
Los electrodos de aluminio tienden a afectar a los materia-
30 les antes mencionados, particularmente los que contienen -

24 SEP



1 teluro y germanio, y muestran tendencia a hacer que los -
dispositivos de mecanismo pasen a sus estados de bloquea-
5 miento y, como resultado de ello, el uso de electrodos de
aluminio facilita grandemente la obtención de una modula-
ción del flujo de corriente a través del dispositivo de me-
canismo tras variar el campo eléctrico aplicado entre los
valores umbrales superior e inferior de aquel.

10 Los electrodos pueden aplicarse a las superficies
de los cuerpos o pastillas semiconductores en estado sólido
de cualquier manera deseada, como mediante prensado me-
cánico de los mismos in situ, por fusión de ellos, solda-
dura de los mismos, in situ, por depósito al vapor o proce-
dimiento similar. Preferiblemente, después de que los elec-
trodos son aplicados a los cuerpos o pastillas, se aplica -
15 un impulso de voltaje y corriente a los dispositivos para
acondicionar y fijar el contacto eléctrico entre los elec-
trodos y el material semiconductor. Como se indica ante-
riormente, los dispositivos de control de corriente de es-
ta invención pueden encapsularse si se desea.

20 La figura 18 es un esquema de instalación eléc-
trica de un montaje de ensayo capaz de probar y mostrar -
el funcionamiento de los dispositivos de control de corrien-
te en estado sólido de esta invención, incluyendo los dis-
positivos Hi-Lo, corta-circuitos, y de mecanismo. Como se -
25 ilustra, el montaje o instalación de ensayo incluye un
transformador variable 65, tal como un Variac, que tiene un
devanado primario 66 y un devanado secundario 67. El deva-
nado primario 66 está conectado a un par de terminales 68
y 69 que a su vez están conectados a una fuente de ener-
30 gía eléctrica de corriente alterna, tal como una fuente -



1966

1 de 220 voltios. Un contacto móvil 70 establece contacto
con el devanado 67 a fin de proporcionar voltajes de co--
rriente alterna seleccionados. El devanado secundario 67 y
su contacto móvil 70 están conectados a un circuito de car
5 ga de corriente alterna 71, 72 que incluye una carga eléc-
trica 73. Incluido también en el circuito de carga 71, 72,
hay otro resistor de carga 74 que se utiliza en conexión -
con un osciloscopio para indicar las condiciones eléctricas
en la instalación de ensayo. Una resistencia de carga adi-
10 cional 75 puede conectarse en paralelo a la resistencia de
carga 73 mediante un interruptor 76 para incrementar la -
carga total y por consiguiente el flujo de corriente en el
circuito de carga 71, 72. Los dispositivos de control de -
circuitos en estado sólido de esta invención se conectan
15 en serie en el circuito de carga 71, 72 para controlar el
flujo de corriente en él, y, como se ilustra en la figura
18, el dispositivo de control de circuito en estado sólido
se designa por 10 y está conectado al circuito de carga me
diante los conductores 13 y 14. Aunque la figura 18 inclu-
20 ye a efectos ilustrativos el dispositivo de control de cir-
cuito en estado sólido de la figura 1, también pueden uti-
lizarse en esta instalación de ensayo los otros dispositi-
vos de control de circuitos en estado sólido de las figu-
ras 2 a 17. Una fuente de voltaje y corriente continua o
25 alterna está adaptada para conectarse a través del disposi-
tivo 10 de control de circuitos en estado sólido, ilustrán-
dose como una batería 77 adaptada para conectarse a tra-
vés del dispositivo 10 de control de circuitos en estado
sólido mediante un interruptor 78 con un circuito de con-
30 trol que tenga muy poca o ninguna resistencia.



1 La instalación de ensayo de la figura 18 incluye
también un osciloscopio destinado a mostrar mediante tra-
zados adecuados las condiciones eléctricas existentes en
la instalación de ensayo. El osciloscopio incluye conexio-
5 nes a través del secundario 67 del transformador 65 para -
producir un trazado de tiempo-voltaje correspondiente al -
voltaje de corriente alterna aplicado al circuito conductor
por el transformador, designándose esta conexión por 80 y
"A" en la figura 18 y produciendo trazados 80 como se ilus
10 tra con líneas discontinuas en las figuras 19 a 21. El os-
ciloscopio incluye también conexiones a través de la resis-
tencia en serie 74 en el circuito de carga 71, 72 para pro-
ducir un trazado de caída de tiempo-voltaje y por consi--
guiente un trazado de tiempo-corriente correspondiente al
15 flujo de corriente en el circuito de carga, ilustrándose -
esta conexión en 81 y "B" en la figura 18, ilustrándose --
los trazados producidos por aquel con líneas continuas en
81 en las figuras 19 a 21. El osciloscopio incluye también
conexiones a través del dispositivo 10 de control de co--
20 rriente en estado sólido, que se designan por "X eje V" y
82 y que responden a la caída de voltaje a través del cita-
do dispositivo 10 de control de circuitos en estado sólido.
El osciloscopio incluye además conexiones a través de
la resistencia en serie 74, que se designan por "Y eje I"
25 y 83, cuyas conexiones responden al flujo de corriente a -
través del circuito de carga. Las conexiones 82 y 83 se -
comparan en el osciloscopio para producir trazados 84 de
voltaje- corriente de acuerdo con las existen-tes condi-
ciones de voltaje y corriente que afectan al dispositivo
30 10 de control de corriente en estado sólido, designándose



1968

1

tales trazados de voltaje-corriente por 84 en las figuras 19 a 21.

5

Antes de describir las operaciones con corriente alterna de los dispositivos Hi-Lo, corta-circuitos y de Mecanismo en la instalación de ensayo mencionada, de la figura 18, y para una mejor comprensión de la misma, se hará primeramente una breve descripción de su funcionamiento con corriente continua, puesto que cada semiciclo de la operación con corriente alterna puede considerarse como una operación con corriente continua que implica polaridades opuestas.

10

15

A este respecto, se supondrá que la instalación de ensayo de la figura 18 es suministrada con una fuente de voltaje variable de corriente continua, y se hará referencia a las curvas características de las figuras 32 y 33, que trazan la corriente en el circuito contra el voltaje de corriente continua aplicado a través del dispositivo, determinado por las conexiones de osciloscopio 83 y 82 de la figura 18.

20

25

30

La figura 32 ilustra las curvas características de los dispositivos de memoria Hi-Lo y corta-circuitos. Suponiendo que el dispositivo de control de memoria se encuentre en su estado bloqueador y que se realice un incremento gradual en el voltaje aplicado, habrá un ligero incremento de corriente en el circuito, indicado por la curva 150, hasta el momento en que se alcance el valor umbral del voltaje. La condición bloqueadora del dispositivo es inmediatamente alterada y conmutada desde su condición -- bloqueadora, indicada por la línea 151, a su condición -- conductora, efectuándose entonces el flujo de corriente a



1 través del circuito a lo largo de la línea 152. El disposi-
tivo tiene memoria de esta condición conductora y permane-
cerá en esta condición hasta que sea conmutado a su condi-
ción bloqueadora como más adelante se describe y, cuando el
5 voltaje es sustancialmente disminuido o eliminado, el flujo
de corriente se realiza a lo largo de la curva 153. La por-
ción inferior 153 de la curva de conducción a baja resisten-
cia es sustancialmente óhmica, mientras que la porción supe-
rior 152 de la curva, en ciertos casos, tiene una caracte-
rística de voltaje sustancialmente constante como se mues-
10 tra, y en otros casos tiene una característica sustancial-
mente óhmica que le proporciona una ligera pendiente. La
línea de carga del circuito se ilustra en 154, siendo sus-
tancialmente paralela a la línea 151. Cuando se aplica una
corriente continua independientemente del circuito de car-
15 ga al dispositivo Hi-Lo mediante la batería 77 y el inte-
rruptor 78 de la figura 18, la línea de carga para tal co-
rriente se extiende a lo largo de la línea 155, puesto que
hay muy poca o ninguna resistencia en este circuito de con-
20 trol, y como la línea de carga 155 corta a la curva 150,
la condición conductora del dispositivo es inmediatamente
realterada y conmutada a su condición bloqueadora. Asimis-
mo, como queda descrito en relación con el funcionamiento
del dispositivo corta-circuitos, cuando la resistencia de
25 carga en el circuito de carga disminuye sustancialmente
por cierre del interruptor 76 de la figura 18, la línea -
de carga del circuito de carga se extiende sustancialmente
a lo largo de la línea 155 de la figura 32 y como la línea
de carga 155 corta a la curva 150, la condición conductora
30 del dispositivo será también inmediatamente realterada y con



1 mutada a su condición bloqueadora. Los dispositivos perma-
necerán en su condición bloqueadora hasta que sean conmu-
tados a su condición conductora mediante la reaplicación -
de un voltaje umbral.

5 La figura 33 expone las curvas características -
del dispositivo de Mecanismo sin memoria incluido en el -
circuito de carga de corriente continua. En este caso, el
dispositivo se encuentra normalmente en su condición blo-
queadora y al incrementarse el voltaje de corriente continua
10 hay un ligero incremento en la corriente, como se ilustra -
por la línea 150. Cuando el voltaje de corriente continua
aplicado alcanza un valor umbral, la condición bloqueadora
del dispositivo es inmediatamente alterada y conmutada a
lo largo de la línea 151 a su condición conductora, como -
15 se ilustra mediante la curva 152. La condición conductora
a baja resistencia, como se muestra por la curva sustan-
cialmente recta 152, tiene una relación sustancialmente cons-
tante entre cambio de voltaje y cambio de corriente y con-
duce corriente a un voltaje sustancialmente constante por
20 encima de un valor mínimo de mantenimiento de corriente, -
que es adyacente al fondo de la curva sustancialmente rec-
ta 152. El voltaje es sustancialmente el mismo en el incre-
mento y disminución de corriente por encima del valor míni-
mo de mantenimiento de corriente, como se muestra por la
25 curva 152. Sin embargo, cuando el voltaje de corriente con-
tinua aplicado es disminuido a un valor que disminuya la -
corriente a un valor inferior al citado valor mínimo de
mantenimiento de corriente, la condición conductora a ba-
ja resistencia sigue sustancialmente la curva 156 e inme-
30 diatamente causa una realteración y conmutación a la con-



1 dición bloqueadora a elevada resistencia. La realteración
y conmutación pueden continuar a lo largo de la curva 156,
lo que ocurre a veces cuando se está conmutando la corrient
te alterna. ó bien la realteración y conmutación pueden -
5 ser sustancialmente instantáneas, como se muestra por la -
línea discontinua 156', lo que ocurre ordinariamente cuan-
do se está conmutando corriente continua. En uno u otro ca
so, la disminución de corriente a un valor inferior al va-
lor mínimo de mantenimiento de corriente causa inmediata-
10 mente una realteración de la condición conductora a baja
resistencia a la condición bloqueadora a elevada resistenc
cia. "Inmediatamente" se emplea aquí en su sentido normal
y significa la iniciación de la realteración directamente,
de una vez y sin ningún intermediario ni intermedio. El -
15 dispositivo permanecerá en su condición bloqueadora hasta
que sea conmutado a su condición conductora mediante la -
aplicación de un voltaje umbral. Algunos de los dispositi-
vos de control que tienen memoria de su estado conductor,
cuyo funcionamiento se ilustra en la figura 32, al someter
20 se a ciclo con suficiente rapidez, seguirán el funciona-
miento ilustrado en la figura 33, en lugar del ilustrado
en la figura 32.

Suponiendo que se incluya un dispositivo de me-
25 moria Hi-Lo en el circuito de ensayo de la figura 18, el in-
terruptor 76 que controla al resistor de carga adicional -
75, se mantiene abierto, y el interruptor 78 se manipula -
para proporcionar la operación Hi-Lo. La operación con co-
rriente alterna del Hi-Lo se ilustra mediante las curvas
de trazados 80, 81 y 84 en la figura 19; a efectos expli-
30 cativos, se supone que el dispositivo Hi-Lo 10 se encuen-

24 SEP



1 tra en su estado de bloqueamiento cuando se inserta en se-
rie en el circuito de carga de ensayo 71, 72, y como se -
muestra en la primera parte de la figura 19, se bloquea el
flujo de corriente a través del dispositivo 10. La curva -
5 80 de tiempo-voltaje muestra el voltaje aplicado y la cur-
va 81 de tiempo-corriente muestra que no fluye ninguna co-
rriente, ilustrándose esta última condición también por la
curva 84 de voltaje-corriente extendida a lo largo del eje
X ó V. Esto corresponde a la curva 150 de la figura 32.
10 Así, el dispositivo Hi-Lo tiene una elevada resistencia de
bloqueamiento y actúa como aislante para bloquear el flujo
de corriente a través del circuito de carga. Al manipular-
se el contacto 70 para incrementar el voltaje aplicado, el
dispositivo Hi-Lo 10 continua bloqueando el flujo de co--
15 rriente hasta el momento en que el voltaje aplicado ascien-
de a un valor umbral. Cuando esto ocurre, el dispositivo -
Hi-Lo "se dispara" y es alterado o cambiado de modo sus-
tancialmente instantáneo desde su estado ó condición de -
bloqueamiento a su estado ó condición conductora, en el que
20 su resistencia a la conducción es disminuida a un valor -
tal que el dispositivo Hi-Lo 10 funciona sustancialmente -
como un conductor, permitiendo el flujo de corriente a tra-
vés del circuito de carga. Esta condición aparece ilustra-
da en la segunda parte de la figura 19, en la que la cur-
25 va 81 de tiempo-corriente se superpone a la curva 80 de -
tiempo-voltaje indicando un flujo de corriente sustancial-
mente completo a través del dispositivo. Esta condición se
ilustra también por la curva 84 de voltaje-corriente a lo
largo del eje Y ó I. Esto corresponde a la curva 152, 153
30 de la figura 32.



1 Cuando "se dispara", el dispositivo Hi-Lo 10 con-
 tinúa conduciendo por encima y debajo del citado valor um-
 bral, como se ilustra en la tercera parte de la figura 19,
 continuando este estado ó condición de conducción incluso
5 cuando el voltaje aplicado disminuye a cero o se suprime
 por entero.

 Cuando el voltaje aplicado es inferior al valor
 umbral y se cierra el interruptor 78 para aplicar un volta-
 je de corriente continua o alterna y elevada corriente al
10 dispositivo 10, este dispositivo es realterado o cambiado
 de modo sustancialmente instantáneo desde su estado ó con-
 dición conductora a su estado ó condición de bloqueamiento,
 como se ilustra en la cuarta parte de la figura 19. Esta
 condición se muestra mediante las curvas, 80, 81 y 84. Aun
15 que hay una ligera pendiente en las curvas 84 en la figura
 19, tal pendiente es tan pequeña que no se ha ilustrado en
 dicha figura. El voltaje o corriente continua o alterna -
 solo necesita ser momentáneamente aplicada para causar el
 cambio sustancialmente instantáneo del dispositivo desde -
20 su estado conductor a su estado de bloqueamiento. En lugar
 del interruptor 78, puede utilizarse un reostato o poten-
 ciómetro para aplicar gradualmente el voltaje o corriente
 continua o alterna al dispositivo 10, cuyo dispositivo es
 realterado o cambiado de modo sustancialmente instantáneo
25 a su estado o condición de bloqueamiento cuando la señal
 aplicada alcanza un valor predeterminado. El dispositivo
 10 permanece en su estado de bloqueamiento hasta el momen-
 to en que se eleva de nuevo el voltaje aplicado a su va-
 lor umbral. Así, el dispositivo Hi-Lo 10 es cambiado a su
30 estado conductor mediante la aplicación de un campo eléc



1 trico (voltaje aplicado) superior a un valor umbral y se
cambia a su estado de bloqueamiento cuando aquel campo -
eléctrico aplicado es inferior a su valor umbral, aplican-
do un diferente campo eléctrico (voltaje o corriente con-
5 tinua o alterna). El dispositivo Hi-Lo 10 tiene una memoria
sustancialmente completa, recordando su estado existente -
y no cambiándose de dicho estado hasta el momento en que -
le aplica el adecuado campo eléctrico.

10 Como ejemplo típico, un dispositivo Hi-Lo, dota-
do de material semiconductor del tipo de memoria formado
con un 50% de telurio y un 50% de germanio y con una superfi-
cie en la que se encuentran óxidos y con aplicación de elec-
trodo de tungsteno a la superficie del material semiconduc-
tor, tiene una resistencia de bloqueamiento de 50 millones
15 de ohmios por lo menos y una resistencia a la conducción
de un ohmio o menos. Para una carga de 10 watios, aproxi-
madamente, utilizando una resistencia de 1.000 ohmios apro-
ximadamente, la aplicación de un voltaje umbral de unos 20
voltios de corriente alterna hace que el dispositivo "se
20 dispare" y cambie a su estado conductor, y la aplicación
momentánea de un impulso de corriente continua de 5 voltios
aproximadamente a un voltaje de corriente alterna aplicado
de unos 15 voltios aproximadamente, hace que el dispositi-
vo cambie a su estado de bloqueamiento. Incrementando los
25 centros restrictivos de portadores de corriente, de las -
maneras indicadas en la parte primera de la descripción,
se incrementa el valor umbral del voltaje aplicado requie-
rido para "disparar" el dispositivo. Asimismo, si el cita-
do dispositivo Hi-Lo está provisto de electrodos de oro -
30 en lugar de los electrodos de tungsteno, solo se requiere



1 un impulso de corriente continua de unos 2 voltios para -
cambiar el dispositivo desde su estado conductor a su es-
tado bloqueador. Mediante la adecuada selección de materia-
les y electrodos y mediante adecuado tratamiento de los ma-
5 teriales y aplicación de los electrodos a ellos, el dispo-
sitivo Hi-Lo puede construirse según especificaciones pa-
ra adaptarse a casi cualquier requisito de características
eléctricas.

La forma de funcionamiento con corriente alterna
10 del dispositivo con memoria corta-circuito se ilustra por
las curvas 80, 81 y 84 de la figura 20. Aquí, el interrup-
tor 78 se mantiene abierto y se manipula el interruptor 76
para cambiar la carga en el circuito de carga eléctrica y
por consiguiente el flujo de corriente a través del dispo-
15 sitivo corta-circuito. Para explicar el funcionamiento del
dispositivo corta-circuito, se supone que un dispositivo -
corta-circuito 10 va colocado en el circuito de ensayo mien-
tras se encuentra en su estado ó condición conductora y --
mientras el campo eléctrico (voltaje de corriente alterna
20 aplicado) es inferior a su valor umbral. Esto se ilustra -
por las curvas de la primera parte de la figura 20, en la
que la curva de tiempo-corriente 81 se superpone a la cur-
va 80 de tiempo-voltaje y en la que la curva compuesta 84 -
de voltaje-corriente se extiende a lo largo del eje Y ó I,
25 indicando esto un flujo de corriente sustancialmente comple-
to a voltajes aplicados inferiores al valor umbral. Esto co-
rresponde a la curva 152, 153 de la figura 32. Si se incre-
menta entonces la carga en el circuito de carga, como por
30 cierre del interruptor 76 para incrementar el flujo de co-
rriente a través del dispositivo 10 corta-circuito, este -

24 SEP.



1 dispositivo 10 es realterado o cambiado de manera sustan-
cialmente instantánea desde su estado ó condición conduc-
tora a su estado ó condición bloqueadora, como se ilustra
5 en la segunda parte de la figura 20, en la que la curva -
81 de tiempo-corriente y la curva 84 de voltaje-corriente -
ilustran ningún flujo de corriente. Esto corresponde a la
curva 150 de la figura 32. En lugar del interruptor 76, -
puede utilizarse un reostato o potenciómetro para incremen-
tar gradualmente la carga y por consiguiente el flujo de -
10 corriente a través del dispositivo 10, realterándose ó cam-
biándose el citado dispositivo 10 de modo sustancialmente
instantáneo a su estado de bloqueamiento cuando el incre-
mento en el flujo de corriente alcanza un valor predeter-
minado. El dispositivo corta-circuito permanecerá en su es-
15 tado bloqueador mientras el voltaje aplicado sea inferior
a su valor umbral, como se muestra en la tercera parte de
la figura 20, lo cual ocurre así aún cuando el voltaje apli-
cado sea totalmente suprimido.

20 Sin embargo, cuando se incrementa el voltaje apli-
cado por encima del valor umbral, el dispositivo corta-cir-
cuito 10 "se dispara" y es alterado o cambiado de modo sus-
tancialmente instantáneo desde su estado ó condición blo-
queadora a su estado ó condición conductora, como se ilus-
tra en la cuarta parte de la figura 20, en la que la curva
25 81 de tiempo-corriente se superpone a la curva 80 de tien-
po-voltaje y la curva compuesta 84 de voltaje-corriente se
extiende a lo largo del eje Y ó I. Aunque hay una ligera -
pendiente en las curvas 84 de la figura 20, tal pendiente
es tan pequeña que no se ha ilustrado en dicha figura 20.
30 Así, el dispositivo corta-circuito tiene memoria, recordando



SEP. 1966

1 sus estados bloqueador y conductor, cambiándose de modo -
sustancialmente instantáneo desde su estado conductor a
su estado bloqueador mediante la imposición de un campo -
eléctrico (incremento de corriente) y cambiándose desde -
5 su estado bloqueador a su estado conductor mediante la im-
posición de otro campo eléctrico (aplicando un voltaje su-
perior al valor umbral.

Como ejemplo típico, un dispositivo corta-circui-
to dotado de un material del tipo de memoria formado con -
10 un 50% de telurio y un 50% de germanio y con su superficie
tratada al chorro de arena, y oxidada con ácido nítrico -
y luego clorada, teniendo electrodos de tungsteno aplica-
dos a la superficie del material semiconductor, tiene una
resistencia al bloqueamiento de 50 millones de ohmios por
15 lo menos y una resistencia a la conducción de un ohmio -
aproximadamente o menos. Para una carga de 10 vatios apro-
ximadamente, utilizando una resistencia de 1.000 ohmios -
aproximadamente, la aplicación de un voltaje umbral de unos
50 voltios de corriente alterna, hace que el dispositivo
20 "se dispare" y cambie a su estado conductor. Cuando el dis-
positivo está conduciendo a la citada carga con un voltaje
aplicado de unos 45 voltios, el flujo de corriente puede -
ser superior a 2.000 miliamperios, y un incremento en el -
flujo de corriente debido a un incremento en la carga eléc-
25 trica, en las proximidades de 100 miliamperios, hace que
el dispositivo cambie de modo sustancialmente instantáneo
desde su estado de conducción a su estado de bloqueamien-
to. Asimismo, si el citado dispositivo corta-circuito es-
tá provisto de electrodos de oro en lugar de electrodos -
30 de tungsteno, un incremento en el flujo de corriente de -



1 solo algunos miliamperios es suficiente para cambiar el -
dispositivo desde su estado conductor a su estado bloquea-
dor. Los dispositivos corta-circuito pueden utilizarse tam-
bién como dispositivos Hi-Lo, si se desea. Mediante la ade-
5 cuada selección de materiales y electrodos y mediante el -
adecuado tratamiento de los materiales y aplicación de los -
electrodos a ellos, los dispositivos corta-circuitos pueden
construirse según especificaciones para adaptarse a casi -
cualquier requisito de características eléctricas.

10 En la figura 21, se ilustra el modo de funciona-
miento con corriente alterna del dispositivo de control de
corriente de esta invención, como dispositivo de mecanismo.
Aquí, el dispositivo de mecanismo, cuando se coloca en la
instalación de ensayo se encuentra en su estado bloqueador
15 y bloquea el flujo de corriente a través del circuito de -
carga, como se muestra por las curvas 80, 81 y 84 en la -
primera parte de la figura 21. Esto corresponde a la curva
150 de la figura 33. Continuará bloqueando el flujo de co-
rriente, mientras el voltaje aplicado sea inferior a un -
20 valor umbral superior. Sin embargo, cuando se incrementa
el voltaje de corriente alterna aplicado al valor umbral -
por lo menos, el dispositivo de mecanismo "se dispara" y -
es alterado o cambiado de modo sustancialmente instantáneo
desde su estado o condición bloqueadora a su estado ó con-
25 dición conductora, como se indica por las curvas 80, 81 y
84 en la segunda parte de la figura 21. Esto corresponde -
a la curva 152 de la figura 33. Sin embargo, como se mues-
tra en 85, en la curva 81 de tiempo-corriente y en la cur-
va 84 de voltaje-corriente, no hay ninguna conducción ab-
30 solutamente completa en todos los ciclos de corriente al-



1 terna completos, siendo disparado el dispositivo en el pun
to 85 de cada semiciclo. Esto corresponde al punto en que
la curva 150 de la figura 33 pasa a lo largo de la línea -
151. Se supone que ésto se debe a que el dispositivo de me-
5 canismo tiende en todo momento a realtermse ó a cambiar -
desde su estado conductor a su estado bloqueador y lo hace
cuando la corriente retrocede a cero en el ciclo de corrien
te alterna. Esto corresponde a la curva 156 ó 156' de la -
figura 33. Al disminuirse el voltaje aplicado desde su va-
10 lor umbral superior, los puntos 85 de las curvas 81 y 84 -
pueden aparecer más tarde en cada semiciclo y resultan más
pronunciados, como se ilustra en la tercera parte de la fi-
gura 21, y de esta manera puede modularse el flujo de co--
rriente con un porcentaje en desconexión respecto a cone--
15 xión, de acuerdo con la magnitud de la disminución del vol-
taje aplicado por debajo del valor umbral superior. La di-
rección del trazado 84 de voltaje-corriente se indica median
te las flechas en la tercera parte de la figura 21, obser-
vándose aquí que el dispositivo tiene una característica -
20 conmutadora que es completamente simétrica para la primera
y segunda mitades del voltaje aplicado alternante. Las por-
ciones de las curvas 84 entre los puntos 85 sobre la hori-
zontal y la vertical son atravesadas tan rápidamente que se
produce una conmutación sustancialmente instantánea desde
25 el estado bloqueador al estado conductor, y aunque se mues-
tran trazados dobles en la tercera parte de la figura 21 -
para ilustrar la dirección de los trazados, éstos se super-
ponen de hecho entre sí, como se ilustra en la segunda par-
te de la figura 21. Se observa igualmente en la segunda y
30 tercera partes de la figura 21 que las curvas de corriente



1 verticales 84 no tienen sustancialmente ninguna inclina-
ción y que se conduce corriente hasta que ésta se aproxima
a cero en el ciclo de corriente alterna. Así, el dispositi-
vo de Mecanismo tiene sustancialmente un valor mínimo "ce-
5 ro" de corriente de mantenimiento. Las curvas de corrientes
sustancialmente verticales 84 son sustancialmente rectas y
demuestran que el dispositivo de mecanismo proporciona en
su condición conductora una relación sustancialmente cons-
tante entre cambio de voltaje y cambio de corriente a un -
10 voltaje sustancialmente constante entre los electrodos, -
cuyo voltaje es el mismo para el aumento y disminución de -
corriente por encima del valor mínimo de mantenimiento de
corriente y asimismo permite una caída de voltaje a través
del dispositivo en su condición conductora, que es una frac-
15 ción menor de la caída de voltaje a través del dispositivo
en su condición bloqueadora próxima a dicho valor umbral -
del voltaje. Cuando la corriente instantánea a través del
dispositivo en su condición conductora disminuye en cada
semiciclo a un valor inferior al citado valor mínimo de man-
20 tenimiento de corriente, un valor próximo a "cero", inme-
diatamente causa la realteración o cambio de la condición
conductora a la condición bloqueadora.

25 Cuando el voltaje aplicado se disminuye a un va-
lor umbral inferior, el dispositivo de mecanismo cambia -
desde su modificado estado ó condi-ción de conducción co-
mo se ilustra por las curvas 80, 81 y 84 de la tercera par-
te de la figura 21, a su condición o estado de bloqueamien-
to como se ilustra por las curvas 80, 81 y 84 de la cuar-
ta parte de la figura 21. Se supone que ésto se debe a -
30 que el voltaje aplicado es insuficiente para "redisparar"



1

el dispositivo durante los semiciclos. La diferencia entre los valores umbrales superior e inferior puede hacerse - grande o pequeña o incluso nula, dependiendo del tipo de - operación deseada.

5

El dispositivo permanecerá en su estado de bloqueamiento hasta el momento en que el voltaje aplicado se incremente de nuevo por lo menos a su valor umbral superior. Así, el dispositivo de mecanismo no tiene generalmente una memoria completa cuando se hace conductor mediante un voltaje de corriente alterna, como es el caso en los dispositivos Hi-Lo y corta-circuito. El campo eléctrico que - cambia el dispositivo de mecanismo desde su estado de bloqueamiento a su modificado estado conductor es el voltaje aplicado mayor que un valor umbral superior, y el campo - eléctrico que cambia el dispositivo desde su modificado estado conductor a su estado bloqueador es la disminución - del voltaje aplicado a un valor umbral inferior.

10

15

20

25

30

Sin embargo, como anteriormente se describe, se ha observado que cuando el dispositivo de mecanismo con memoria se encuentra en su estado conductor como se ilustra en las porciones segunda y tercera de la figura 21, y cuando el resistor de carga 73 se incrementa sustancialmente - para disminuir sustancialmente el flujo de corriente a través del dispositivo, este tiende a hacerse un conductor - completo, tal como se ilustra en las porciones 2a y 3a de la figura 19, tendiendo a permanecer de modo sustancialmente indefinido en tal estado conductor cuando se disminuye a cero el voltaje de corriente alterna aplicado. Asimismo, como queda descrito, se ha observado que cuando el dispositivo de mecanismo se encuentra en su estado conductor como



1 se ilustra en las porciones 2ª y 3ª de la figura 21, se -
aplica también un voltaje polarizador de corriente continua
ya sea continuamente o en un impulso por la batería 77, y
el valor o estado de resistencia del dispositivo en su es-
5 tado conductor se incrementa de acuerdo con la intensidad
de la polarización de corriente continua. Este incrementado
valor ó estado de resistencia se ilustra por las curvas -
discontinuas 86 y 87 en las porciones 2ª y 3ª de la figura
21. Cuando se suprimen el voltaje de corriente alterna y la
10 polarización de corriente continua, el dispositivo tiene -
memoria de ese valor de resistencia y permanece en ese es-
tado.

Como ejemplo, un típico dispositivo de mecanismo
incluye un material semiconductor del tipo de mecanismo, -
15 que comprende una mezcla en polvo de un 72,6% de telurio, -
un 13,2% de galio y un 14,2% de arsénico, que ha sido con-
solidada, calentada hasta su fusión, lentamente enfriada,
fragmentada en piezas y transformada en pastillas mediante
pulimento en aire a la forma adecuada, poseyendo electrodos
20 de tungsteno aplicados a las superficies de cada pastilla.
Tal dispositivo de mecanismo tiene una elevada resistencia
al bloqueamiento de 50 millones de ohmios por lo menos y -
una baja resistencia a la conducción, como se indica por -
la baja caída de voltaje a través del dispositivo. Tiene -
25 también un voltaje umbral superior de unos 60 voltios y un
voltaje umbral inferior de unos 55 voltios. Si tales pas-
tillas no se pulimentan, el dispositivo de mecanismo tiene
un voltaje umbral superior de unos 150 voltios y un volta-
je umbral inferior de unos 140 voltios. Cuando se utilizan
30 electrodos de aluminio en los dispositivos de mecanismo, -



SEP. 1966

1

5

hay una mayor tendencia a que tales dispositivos cambien a sus estados de bloqueamiento, con el resultado de que dichos dispositivos presentan un mayor nivel de modulación de corriente entre los valores superior e inferior del voltaje aplicado. Esto se ejemplificaría en la tercera parte de la figura 21 mediante una expansión de los puntos 85 - en las curvas 81 y 84 antes de que el dispositivo sea cambiado de modo sustancialmente instantáneo desde su modificado estado conductor a su estado bloqueador.

10

15

20

25

30

Se observa también que cuando los dispositivos de mecanismo con memoria se inclinan hacia un material semiconductor de un 50% sustancialmente de telurio y un 50% de germanio, pueden ser pulsados a desconexión mediante un incrementado flujo de corriente o la imposición de un voltaje o corriente continua o alterna, como en el caso de los dispositivos corta-circuito é Hi-Lo, respectivamente. Un ejemplo de dispositivo de mecanismo que puede operarse como un dispositivo corta-circuito, es uno que tenga sustancialmente un 55% de telurio y un 45% de germanio con electrodos de tungsteno. Un ejemplo de dispositivo de mecanismo que puede operarse como dispositivo Hi-Lo, es uno que tenga sustancialmente un 45% de telurio y un 55% de germanio, con electrodos de tungsteno. Cuando se utilizan electrodos de aluminio, los dispositivos pueden pulsarse más fácilmente a desconexión. Cuando se utilizan un electrodo de tungsteno y un electrodo de aluminio, se observa que hay una mayor resistencia al flujo de corriente en un semiciclo que en el otro semiciclo del flujo de corriente alterna, lo cual permite una más fácil pulsación a desconexión de los dispositivos con una mínima disminución en el flujo de co-



1 corriente total.

Mediante la adecuada selección de materiales y electrodos, y mediante tratamiento adecuado de los materiales y aplicación de los electrodos a ellos, los dispositivos de mecanismo pueden producirse según especificaciones para adaptarse a casi cualquier requisito de características eléctricas.

10 Las adiciones a los diversos materiales semiconductores en estado sólido de arsénico, azufre, fósforo, antimonio, arseniuros, sulfuros, fosfuros y antimoniuros, parece tener el efecto de estabilizar los materiales semiconductores, suponiéndose que tienen también el efecto de incrementar los centros restrictivos de portadores de corriente y/o disminuir o inhibir las fuerzas de cristalización.

15 Pueden seleccionarse como se desee, y muchos de ellos han sido aludidos en las citadas descripciones de los materiales semiconductores. Las inclusiones de oro, níquel, hierro, manganeso, aluminio, cesio y metales alcalinos y alcalino-térreos, se mezclan fácilmente en los materiales semiconductores y se supone que tienen también tendencia a afectar a los centros restrictivos de portadores de corriente en aquellos y/o afectar a las fuerzas de cristalización. También pueden seleccionarse como se desee y muchos de ellos han sido aludidos también en las anteriores descripciones de los materiales semiconductores.

30 La figura 22 es un diagrama esquemático de instalación eléctrica de una disposición de circuito para cambiar los dispositivos de control de corriente en estado sólido Hi-Lo y corta-circuito del tipo de memoria, desde



SEP. 1966

1 sus estados bloqueadores a sus estados conductores y vice-
versa. Aquí, los conductores 13 y 14 de los dispositivos -
de control de circuitos, tales como el dispositivo 10, pue-
den aplicarse a terminales 91 y 92 para aplicar un voltaje
5 de corriente continua a ellos para cambiar el dispositivo
desde su estado bloqueador a su estado conductor, pudiendo-
se aplicar a terminales 92 y 93 para cambiar el dispositi-
vo desde su estado conductor a su estado bloqueador. La -
disposición de circuito de la figura 22 es energizada des-
de los terminales 94 y 95, que pueden conectarse a una fuen-
te de energía eléctrica de corriente continua variable, -
que tenga por ejemplo un voltaje máximo de unos 200 voltios.
10 El terminal 94 se conecta a través de los resistores 96 y
97 al terminal 95, teniendo el resistor 96, por ejemplo un
valor de 100K y teniendo el resistor 97, por ejemplo un va-
lor de 10K. El terminal 94 está también conectado a través
de un resistor 98 al terminal 91, teniendo este resistor,
15 por ejemplo, un valor de 10K. El terminal 92 está conecta-
do a la unión entre los resistores 96 y 97 y el terminal -
20 93 está directamente conectado al terminal 95. Un conden-
sador 99, que tiene por ejemplo un valor de 10MF, está co-
nectado a través de los terminales 92 y 93 y en paralelo
con el resistor 97.

25 Se ve pues que cuando los conductores 13 y 14 -
del dispositivo 10 entran en contacto con los terminales
91 y 92, se aplica un voltaje de corriente continua supe-
rior a un valor umbral al dispositivo 10 para cambiarlo de
modo sustancialmente instantáneo desde su estado de blo-
queamiento a su estado de conducción. Este voltaje solo -
30 necesita aplicarse momentáneamente y por consiguiente solo

24 SEP. 

1 es necesario tocar los terminales 91 y 92 con los conducto
res 13 y 14. Se ve también que cuando los conductores 13 y
14 del dispositivo 10, que se encuentra entonces en su es-
tado conductor, entran en contacto con los terminales 92 y
5 93, se descarga el condensador 99 y se hace fluir una sus-
tancial corriente continua a través del dispositivo 10 para
cambiarlo de modo sustancialmente instantáneo desde su es-
tado conductor a su estado bloqueador. Aquí, de nuevo, la
corriente solo necesita imponerse momentáneamente y pr --
10 consiguiente la conmutación del dispositivo desde su esta-
do conductor a su estado bloqueador puede efectuarse simple-
mente tocando con los conductores 13 y 14 los terminales 92
y 93. Los dispositivos 10 Hi-Lo y corta-circuito, como se
indica anteriormente tienen una memoria completa y de lar-
15 ga duración, de manera que pueden acondicionarse selectiva-
mente para sus estados bloqueador y conductor y almacenar-
se en tales estados. El dispositivo de mecanismo con memo-
ria puede conmutarse también desde su estado bloqueador a
su estado conductor tocando con sus conductores 13 y 14 los
20 terminales 91 y 92 para que, como se describe anteriormente
se haga asumir al dispositivo de mecanismo su estado con-
ductor mediante la aplicación de un voltaje de corriente
continua al mismo, teniendo dicho dispositivo de mecanismo
memoria y permaneciendo en su estado conductor. Sin embar-
25 go, para conmutar el dispositivo de mecanismo a su estado
bloqueador con memoria, es necesario imponer un voltaje de
corriente alterna al mismo, Así, los conductores 13 y 14 -
del dispositivo de mecanismo no serían puestos en contacto
con los terminales 92 y 93 para este fin, sino que por el
30 contrario se pondrían en contacto con terminales que tuvie-



21 SEP. 1968

1 sen aplicado un voltaje de corriente alterna. Todos estos
dispositivos que tienen estos estados de memoria conducto-
ra y bloqueadora controlables están admirablemente adecua-
dos para dispositivos de memoria destinados a su empleo en
5 dispositivos de lectura interna y lectura externa en compu-
tadoras y similares, siendo especialmente así por cuanto -
pueden conmutar directamente circuitos de carga eléctrica -
de alta energía y eliminar la necesidad de circuitos de -
carga eléctrica de baja energía y amplificadores relaciona-
dos, como actualmente se requieren.

10 La figura 23 es un diagrama esquemático de insta-
lación eléctrica de una típica disposición de circuito de
carga que utiliza un dispositivo Hi-Lo del tipo de 2 elec-
trodo, tal como se ilustra en las figuras 1 a 11. Aquí, -
15 se conecta un par de terminales 100 y 101 a una fuente va-
riable de energía eléctrica, tal como una fuente de corrien-
te alterna de 100 voltios. El circuito de carga incluye -
una carga eléctrica 102, conectada mediante conductores -
103 y 104 a los terminales 100 y 101. La carga eléctrica -
20 102 puede ser cualquiera deseada, tal como un dispositivo
calentador, un devanado de motor, un solenoide, etc. Un -
dispositivo de control de corriente en estado sólido del -
tipo Hi-Lo, tal como el dispositivo 10, se conecta en se-
rie en el circuito de carga eléctrica 103, 104 mediante -
25 sus conductores 13 y 14. Una fuente de voltaje o corriente
continua o alterna, tal como una batería 105, va conectada
a través del dispositivo 10 de control de corriente y es -
controlada por un interruptor 106 conectado en serie.

30 Cuando el voltaje aplicado a los terminales 100
y 101 se incrementa por encima de un valor umbral, el dis



1 positivo 10 es cambiado de modo sustancialmente instantá-
neo a su estado conductor y por consiguiente fluye corrien-
te a través del circuito de carga eléctrica 103, 104, para
energizar a la carga eléctrica 102. Cuando el voltaje apli-
5 cado disminuye por debajo del valor umbral, el dispositivo
10 10 de control de corriente permanece en su estado conduc-
tor de manera que continua energizando a la carga eléctri-
ca 102. Si se cierra entonces el interruptor 106, y el cie-
rrre solo necesita ser momentáneo, la batería 105 impone un
10 voltaje y una corriente a través del dispositivo 10 para -
cambiar de modo sustancialmente instantáneo dicho dispositi-
vo a su estado bloqueador, con lo que el flujo de corriente
a través del circuito de carga eléctrica 103, 104, queda -
interrumpido y se desenergiza la carga eléctrica 102. Así,
15 manipulando el valor del voltaje aplicado y el interruptor
106, la carga eléctrica 102 puede enegizarse y desenergi-
zarse a voluntad. Esto proporciona un medio conveniente y
sencillo de control a voluntad de un circuito de carga --
eléctrica de alta energía por medio de señales de control
20 de baja energía. En lugar de utilizar el interruptor 106,
la señal aplicada puede variarse gradualmente y cuando --
alcanza un valor predeterminado el dispositivo se conmuta
automáticamente a su estado bloqueador.

25 La figura 24 es un diagrama esquemático parcial
de instalación eléctrica, correspondiente al de la figura
23, que ilustra una típica disposición de circuito de car-
ga que utiliza un dispositivo Hi-Lo del tipo de 3 electro-
dos, tal como los dispositivos de las figuras 14 a 17. Aquí
el dispositivo tal como el 51, está conectado en serie al
30 circuito de carga 103 mediante los conductores 13 y 14 y -



1 la fuente de voltaje y corriente continua o alterna, tal -
como la batería 105 controlada por el interruptor 106, es-
tá conectada al conductor 14 y al conductor de control 48.
La disposición de la figura 24 funciona sustancialmente de
5 igual manera que la de la figura 23 y por consiguiente^{no} se
considera necesaria otra descripción.

La figura 25 es un diagrama esquemático parcial
correspondiente al de la figura 23 e ilustra una típica -
disposición de circuito de carga que utiliza un dispositi-
10 vo eléctrico Hi-Lo del tipo de 4 electrodos, tal como los
dispositivos de las figuras 12 y 13. Aquí, el dispositivo,
tal como el 46, está conectado en serie al circuito 103 de
carga eléctrica mediante los conductores 13 y 14 y la fuen-
te de voltaje y corriente continua o alterna, tal como la -
15 batería 105 controlada por el interruptor 106, está conec-
tada a los conductores 48 y 50 del dispositivo 46. La dis-
posición de la figura 25 funciona sustancialmente de igual
manera que la disposición de la figura 23 y por consiguien-
te no se hará otra descripción.

20 La figura 26 es un diagrama esquemático de insta-
lación eléctrica de una típica disposición de circuito de -
carga que utiliza un dispositivo corta-circuito tal como -
el ilustrado en las figuras 1 a 11. Aquí, el dispositivo -
de control de corriente semiconductor en estado sólido, -
25 tal como el dispositivo 10, está conectado en serie al cir-
cuito de carga 103, 104 mediante los conductores 13 y 14.
El dispositivo cortacircuito 10, cuando se inserta en el cir-
cuito de carga, se encuentra en su estado conductor y el vol-
taje aplicado a los terminales 100 y 101 es inferior al va-
30 lor umbral requerido para conmutar de modo sustancialmente



1 instantáneo el dispositivo 10 desde su estado bloqueador a
su estado conductor. Cuando el flujo de corriente a través
del circuito de carga 103, 104 se incrementa, como por ejem
plo por un incremento en la carga 102, el dispositivo 10 -
5 se conmuta de modo sustancialmente instantáneo desde su -
estado conductor a su estado bloqueador, interrumpiendo el
flujo de corriente a través del circuito de carga 103, 104.
Así, el dispositivo 10 funciona como un verdadero corta-
circuito para proteger al circuito de carga contra sobre-
10 cargas.

A fin de incrementar el voltaje aplicado al dis-
positivo corta-circuito 10, para cambiar de modo sustancial
mente instantáneo al mismo desde su estado bloqueador a su
estado conductor y reajustar por consiguiente al dispositi
15 vo, el devanado secundario 110 de un transformador 108 que
tiene un devanado primario 109 está conectado en serie en
el circuito de carga 103, 104. El devanado primario 109 -
está conectado a través de un interruptor 111, 112 de im-
pulso simple y doble polo a los terminales 100 y 101. El -
20 transformador 108 está construido de tal manera que el vol-
taje producido en el devanado secundario 110 tras el cie-
rra del interruptor 111, 112, se encuentra en fase con el
voltaje aplicado a los terminales 100 y 101. Así, el vol-
taje del transformador se suma al voltaje producido en los
25 terminales 100 y 101 proporcionando un voltaje resultante
a través del dispositivo corta-circuito 10, que es superior
al valor umbral requerido para conmutar el dispositivo 10
desde su estado bloqueador a su estado conductor. De esta
forma, la manipulación del interruptor 111, 112 proporcio-
30 na un medio sencillo para cambiar o reajustar al dispositi



1 vo corta-circuito 10 desde su estado bloqueador a su estado conductor.

La figura 27 es un diagrama esquemático de instalación eléctrica de un típico circuito de carga que utiliza un dispositivo de mecanismo del tipo de dos electrodos, -
5 ilustrado en las figuras 1 a 11. Aquí, el dispositivo de mecanismo tal como el dispositivo 10, está conectado en serie en el circuito de carga 103, 104 mediante los conductores 13 y 14. El voltaje aplicado a los terminales 100 y 101 es de un valor comprendido entre el valor umbral superior que funciona cambiando de modo sustancialmente instantáneo al dispositivo 10 desde su estado bloqueador a su estado conductor, y el valor umbral inferior, que funciona -
10 cambiando de modo sustancialmente instantáneo al dispositivo 10 desde su estado conductor a su estado bloqueador. A fin de proporcionar voltajes superiores al valor umbral superior y voltajes inferiores al valor umbral inferior, para conmutar el dispositivo 10 entre sus estados bloqueador y conductor, el devanado secundario 116 de un transformador 115, que tiene un devanado primario 117, está conectado en serie al circuito de carga 103, 104. El devanado primario 117 está conectado a través de un interruptor reversible 118, 119 de impulso doble y doble polo, a los terminales 100 y 101.

25 El interruptor reversible 118, 119 funciona invirtiendo la fase del voltaje aplicado al circuito de carga por el devanado secundario 116 del transformador 115. Cuando el interruptor reversible 118, 119 se encuentra en una posición, el voltaje aplicado por el devanado secundario 116 está en fase y se suma al voltaje aplicado a los ter--
30



1 minales 100 y 101, con el resultado de que el voltaje total
aplicado al dispositivo 10 es superior al valor umbral su-
perior, haciendo que el dispositivo 10 cambie de modo sus-
tancialmente instantáneo desde su estado de bloqueamiento
5 a su estado conductor. Cuando se mueve el interruptor re-
versible 118, 119 a su otra posición, el voltaje aplicado
al circuito de carga por el devanado secundario 116 se en-
cuentra en fase opuesta y se opone al voltaje aplicado a -
los terminales 100 y 101. Como resultado, el resultante --
10 voltaje aplicado a través del dispositivo 10 disminuye por
debajo del valor umbral inferior y el dispositivo 10 cam-
bia de modo sustancialmente instantáneo desde su estado -
conductor a su estado bloqueador. Así, manipulando el inte-
rruptor reversible 118, 119, el dispositivo 10 puede cam-
15 biarse de modo sustancialmente instantáneo entre sus estados
bloqueador y conductor para abrir y cerrar el circuito de
carga 103, 104.

La figura 28 es un diagrama esquemático de ins-
talación eléctrica de una típica disposición de circuito -
20 de carga que utiliza un dispositivo de mecanismo del tipo
de dos electrodos, ilustrado en las figuras 1 a 11, y que
funciona como circuito lógico, tal como un circuito cana-
lizador "Y". Aquí, el dispositivo de mecanismo, tal como -
el dispositivo 10, está conectado en serie al circuito de
25 carga 103, 104 mediante los conductores 13 y 14. Sin embar-
go, el circuito de carga 103 es energizado por el devanado
secundario 123 de un transformador 122 que tiene un par de
devanados primarios 124 y 125. Los devanados primarios 124
y 125 están enrollados de tal modo respecto al devanado -
30 secundario 123 que son de efecto aditivo al producir un -

24 SEP.



1 voltaje en el devanado secundario 123. Cuando ambos deva-
nados primarios 124 y 125 son energizados, el voltaje pro-
ducido por el devanado secundario 123 es mayor que el valor
umbral superior, de modo que cambia sustancialmente de for-
5 ma instantánea al dispositivo 10 desde su estado bloquea-
dor a su estado conductor para cerrar el circuito de carga
103, 104. Sin embargo, si uno u otro, o ambos, de los deva-
nados primarios 124 y 125 no están energizados, el voltaje
producido por el devanado secundario 123 es menor que el -
10 valor umbral inferior, de manera que se cambia de modo sus-
tancialmente instantáneo el dispositivo 10 desde su estado
conductor a su estado bloqueador, bloqueando el flujo de -
corriente a través del circuito de carga 103, 104. Así, -
la disposición de circuito de carga de la figura 28 forma
15 un simple circuito lógico, tal como un circuito canaliza-
dor "Y", que requiere una energización simultánea de ambos
devanados primarios 124 y 125 a fin de energizar la carga
eléctrica 102. Tal circuito es particularmente útil en dis-
positivos computadores y similares. Si se desea, pueden -
20 proporcionarse adicionales devanados primarios que requie-
ran una energización simultánea de todos ellos a fin de --
energizar la carga eléctrica.

La figura 29 es un diagrama esquemático de insta-
lación eléctrica de una típica disposición de circuito de
25 carga que utiliza un dispositivo de mecanismo del tipo de
cuatro electrodos, como se ilustra en las figuras 12 y 13.
Aquí, el dispositivo de mecanismo tal como el dispositivo
46 está conectado en serie al circuito de carga 103, 104,
mediante los conductores 13 y 14. Los conductores de con--
30 trol 48 y 49 del dispositivo 46 están conectados al devana



1 do secundario 128 de un transformador 127 que tiene deva-
nados primarios 129 y 130. El devanado primario 129 está
conectado a través de un interruptor 131 a un par de termi-
nales 132 y 133, que están a su vez conectados a una fuente
5 de voltaje de la misma fase que la fuente de voltaje apli-
cada a los terminales de carga 100 y 101. El devanado pri-
mario 130 está conectado a través de un interruptor 134 a
un par de terminales 133 y 135, que a su vez están conecta-
dos a una fuente de voltaje de una fase opuesta a la de la
10 fuente de voltaje aplicada a los terminales de carga 100 y
101. Los interruptores 131 y 134 están alineados de tal ma-
nera que cuando uno se cierra el otro se abre. El voltaje
aplicado a los terminales de carga 100 y 101 es de un va-
lor inferior al voltaje umbral superior del dispositivo 46
15 y superior al valor umbral inferior del citado dispositivo.

Así, cuando el interruptor 134 se cierra y el in-
terruptor 131 se abre, el voltaje aplicado al dispositivo
46 por el devanado secundario 128 del transformador 127 -
se opone al voltaje aplicado desde los terminales de carga
20 100 y 101 al dispositivo 46. Como resultado, el voltaje -
total resultante aplicado al dispositivo 46 es menor que el
valor umbral inferior, y el dispositivo 46 es cambiado de
modo sustancialmente instantáneo desde su estado conductor
a su estado bloqueador interrumpiendo el flujo de corrien-
te en el circuito de carga 103 y 104. Por otra parte, cuan-
do se cierra el interruptor 131 y se abre el interruptor
25 134, el voltaje producido por el devanado secundario 128 y
aplicado al dispositivo 46 se suma al voltaje aplicado al
dispositivo 46 por los terminales de carga 100 y 101. Como
30 resulta-do, el resultante voltaje aplicado al dispositivo

24 SEP



1 46 es mayor que el valor umbral superior y el dispositivo
46 cambia de modo sustancialmente instantáneo desde su es-
tado bloqueador a su estado conductor permitiendo el flujo
de corriente a través del circuito de carga 103, 104. Así,
5 la disposición de la figura 29 produce sustancialmente los
mismos resultados que la disposición de la figura 27, pero
utiliza un tipo de dispositivo de 4 electrodos y un trans-
formador aislado.

10 La figura 30 es un diagrama esquemático parcial
de instalación eléctrica, similar al de la figura 29, ilus-
trando una típica disposición de circuito de carga que uti-
liza un dispositivo de mecanismo del tipo de 3 electrodos
ilustrado en las figuras 14 a 17. Aquí, el dispositivo, tal
como el 51, está conectado por los conductores 13 y 14 en -
15 serie al circuito de carga 103. El devanado primario 128 -
del transformador está conectado al conductor 13 y al con-
ductor de control 48. La disposición de la figura 30 fun-
ciona de igual manera que la disposición de la figura 29
y por consiguiente no se considera necesaria otra descrip-
ción.
20

Aunque la disposición de la figura 26 se ha des-
crito anteriormente como disposición corta-circuito que -
responde a incrementadas condiciones de carga en el circui-
to de carga 103, 104, para abrirlo tras un incremento de -
25 carga, tal disposición puede utilizarse también como dis-
posición de mecanismo para producir los resultados obteni-
dos por las disposiciones de las figuras 27, 29 y 30. A -
este respecto, el dispositivo 10 que está conectado en se-
rie al circuito de carga mediante los conductores 13 y 14,
30 es un dispositivo de mecanismo que tiene un valor umbral -



1 de voltaje superior para cambiar de modo sustancialmente -
instantáneo al dispositivo desde su estado bloqueador a su
estado conductor, y un valor inferior de umbral de voltaje-
para cambiar de modo sustancialmente instantáneo al dispo-
5 sitivo desde su estado conductor a su estado bloqueador. -
Aquí el voltaje aplicado a los terminales 100 y 101 es me-
nor que su valor umbral inferior, de manera que el disposi
tivo 10 normalmente bloquea el flujo de corriente a través
10 del circuito de carga 103, 104. Sin embargo, cuando se cie
rra el interruptor 111, 112, el resultante voltaje aplicado
al dispositivo 10 es mayor que el valor umbral superior pa-
ra cambiar de modo sustancialmente instantáneo al disposi-
tivo 10 desde su estado bloqueador a su estado conductor.
Como resultado, el dispositivo de mecanismo 10 es conmuta-
15 do entre sus estados bloqueador y conductor mediante la -
simple manipulación del interruptor 111, 112.

La disposición de la figura 26, que utiliza el -
dispositivo de mecanismo descrito anteriormente, puede fun-
20 cionar también como circuito lógico similar al de la figu-
ra 28, ó como circuito de conmutación de proximidad. Res-
pecto al funcionamiento del circuito lógico o circuito ca-
nalizador "Y", el transformador 122 de la figura 28 puede
emplearse en lugar del transformador 108 de la figura 26,
incluyéndose el devanado secundario 123 en el circuito de
25 carga 103, 104 de la figura 26. En esta disposición, la --
energización simultánea de los devanados primarios 124 y
126 se requeriría para reforzar el voltaje aplicado superior
al valor umbral superior para disparar el dispositivo 10 a
su estado conductor, y si uno u otro, o ambos, de los deva-
30 nados primarios 124 y 126 fuesen desenergizados, el volta-
je aplicado descendería por debajo del valor umbral infe-

24 SEP



1 rior cambiando al dispositivo 10 a su estado bloqueador. -
Respecto al funcionamiento del circuito conmutador de pro-
ximidad, el devanado primario 109 del transformador 108 de
la figura 26 se conectaría directamente a los terminales -
5 100 y 101 y la construcción en núcleo del transformador se
ría movida para controlar el acoplamiento entre los devana-
dos primario y secundario 109 y 110. Cuando la construc-
ción en núcleo se encuentra en una posición desacopladora,
el voltaje aplicado sería menor que el valor umbral infe-
rior, y cuando la construcción en núcleo se encuentra en -
10 una posición acopladora, el voltaje aplicado sería mayor -
que el valor umbral superior. Así, manipulando la construc-
ción en núcleo del transformador, puede cerrarse y abrir-
se a voluntad el circuito de carga 103, 104, proporcionan-
do así una simple y efectiva construcción conmutadora de
15 proximidad.

La figura 31 es un diagrama esquemático de ins-
talación eléctrica de otra típica disposición de circuito -
de carga, que utiliza un dispositivo de mecanismo del tipo
20 de 3 electrodos como se ilustra en las figuras 14 a 17. -
Aquí, el dispositivo, tal como el 58 de la figura 17, está
conectado por conductores 13 y 14 en serie al circuito de
carga 103, 104. El conductor de control 48 está conectado
a través de un resistor 137 y un interruptor 138 a un ex-
25 tremo de un devanado secundario 139 de un transformador 140
estando conectado el otro extremo del devanado secundario
139 al conductor 13, pero si se desea puede conectarse al
conductor 14 en lugar de al conductor 13, proporcionando
una u otra conexión un adecuado funcionamiento. El devana-
do primario 141 del transformador 140 está conectado a una
30



SEP. 1968

1 adecuada fuente de corriente alterna de la misma frecuen-
cia que la fuente de corriente alterna para el circuito de
carga 103, 104, y si se desea, puede conectarse a la misma
fuente, siendo la consideración importante el que la señal
5 de corriente alterna aplicada a los conductores 48 y 13 esté
en fase con la señal de corriente alterna aplicada a los -
conductores 13 y 14 a través del circuito de carga 103, -
104. Asimismo, la señal de corriente alterna puede aplicar
se al conductor 48 desde el conductor 13 a través de un re-
10 sistior y un interruptor, siendo controlada la señal por el
interruptor o mediante la variación de la resistencia del
resistor. El voltaje de corriente alterna aplicado al cir-
cuito de carga 103, 104, es menor que el umbral inferior,
como por ejemplo de 30 voltios, y cuando el interruptor -
15 138 se encuentra en su posición abierta, el dispositivo 58
está en su estado bloqueador y no fluye corriente por el -
circuito de carga. Sin embargo, cuando se cierra el interrup-
tor 138, se aplica un voltaje de corriente alterna, como -
por ejemplo de 9 voltios, a través del resistor 137 y de -
20 los conductores 13 y 48 al dispositivo 58, siendo el volta-
je efectivo total aplicado al dispositivo 58 mayor que el
valor umbral superior y, como resultado, el dispositivo -
cambia a su estado conductor permitiendo el flujo de co--
rriente en el circuito de carga. Cuando se abre de nuevo -
25 el interruptor 138, cambia de nuevo el dispositivo a su -
estado bloqueador interrumpiendo el flujo de corriente en
el circuito de carga. Así, aplicando e interrumpiendo alter-
nativamente el voltaje de corriente alterna al dispositi-
vo 58 a través de los conductores de control 48 y 13, el
30 dispositivo puede cambiarse entre sus estados conductor



1 y bloqueador para "conmutar" el flujo de corriente en el
circuito de carga de voltaje relativamente alto por medio
de un circuito de control de voltaje relativamente bajo.

5 Como se indica en la primera parte de esta descripción, la corriente a través de los dispositivos de mecanismo de esta invención continua fluyendo hasta que la corriente instantánea alcanza un valor sustancialmente cero. Por consiguiente, tales dispositivos son admirablemente adecuados para dispositivos de control destinados a controlar circuitos de carga que tengan cargas inductoras, -
10 evitando la acumulación de "golpes" inductores y proporcionando una conmutación "sin transición". Estos dispositivos son también admirablemente adecuados para su empleo como supresores de subidas bruscas de voltaje en los ordinarios circuitos de carga controlados por otro equipo. Aquí, el
15 dispositivo de mecanismo está conectando en serie al circuito de carga controlado en paralelo con la carga inductora, - siendo el voltaje del circuito de carga controlado menor - que el valor de voltaje umbral inferior del dispositivo,
20 de manera que éste se encuentra en su estado bloqueador y no acorta la carga inductora. Sin embargo, cuando se abre el circuito de carga controlado, el voltaje producido por el "golpe" inductor desde la carga inductora se eleva por encima del valor de voltaje umbral superior del dispositivo,
25 haciendo que el dispositivo "conmute" a su estado conductor para acortar y disipar este voltaje y corriente transitorio. Cuando desaparece el golpe inductor transitorio, el dispositivo se "conmuta" de nuevo a su estado bloqueador para un funcionamiento normal del circuito de carga -
30 controlado y para una adicional protección contra otros -



1 golpes inductores transitorios en el mismo.

Aunque a efectos ilustrativos se han descrito varias formas de esta invención, pueden resultar evidentes para los expertos en la materia otras formas de la misma con referencia a esta descripción y, por consiguiente, esta invención se limitará solamente por el ámbito de las adjuntas reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Mejoras introducidas en el objeto de la patente principal Nº 302.450 por dispositivo de control de corriente en estado sólido para un circuito de carga eléctrica, caracterizadas porque el dispositivo perfeccionado comprende un material (medio) semiconductor (de tipo mecanismo) y electrodos en contacto no rectificador con aquel para conectarlos en serie en dicho circuito eléctrico, siendo dicho material (medio) semiconductor del tipo de una conductividad no rectificadora, incluyendo dicho material (medio) semiconductor medios para proporcionar una primera condición de resistencia relativamente elevada para bloquear sustancialmente la corriente a través del mismo entre los electrodos de modo sustancialmente igual en cada dirección, incluyendo el citado material (medio) semiconductor medios que responden a un voltaje de un valor umbral por lo menos en una u otra dirección ó, como variante, en ambas direcciones, aplicado a dichos electrodos para alterar la primera condición citada de resistencia relativamente elevada de dicho material (medio) semiconductor, para proporcionar de modo sustancialmente instantáneo por lo menos una vía a través del citado material (medio) semiconductor entre los electrodos que tienen una segunda condición de resistencia

12



1 relativamente baja para conducir corriente a través de
aquellas entre los electrodos, de modo sustancialmente igual
en cada dirección, incluyendo el citado material (medio)
semiconductor medios para mantener por lo menos la citada
5 vía del mencionado material (medio) semiconductor en su se-
gunda condición mencionada de resistencia relativamente
baja y proporcionando una relación sustancialmente constan-
te de cambio de voltaje por cambio de corriente para condu-
cir corriente a un voltaje sustancialmente constante a tra-
10 vés de aquella entre los electrodos, cuyo voltaje es el
mismo, para incrementar y disminuir la corriente por encima
de un valor mínimo de mantenimiento de corriente , y pro-
porcionando una caída de voltaje a través de la citada vía
por lo menos en su segunda condición conductora mencionada
15 de resistencia relativamente baja, que es una fracción me-
nor de la caída de voltaje a través del citado material (me-
dio) semiconductor en su citada condición primera de blo-
queo de resistencia relativamente elevada próxima al cita-
do valor de voltaje umbral, incluyendo además el referido
20 material (medio) semiconductor medios que responden a una
disminución en la corriente, a través de la citada vía por
lo menos en su segunda condición conductora citada de re-
sistencia relativamente baja, a un valor por debajo de di-
cho valor mínimo de retención de corriente para causar in-
25 mediatamente una realteración de la segunda condición con-
ductora mencionada de resistencia relativamente baja de la
mencionada vía por lo menos a la primera condición referi-
da de bloqueo de resistencia relativamente elevada.

30 2. Mejoras según la reivindicación 1, caracteriza-
das porque el dispositivo se destina a un circuito eléctrico



1 de corriente alterna y porque el citado material (medio)
semiconductor incluye medios para proporcionar una primera
condición de resistencia relativamente elevada para bloquear
sustancialmente la corriente alterna a través de aquel en-
5 tre los electrodos, de modo sustancialmente igual en ambas
fases de la corriente alterna, incluyendo el citado material
(medio) semiconductor medios que responden a un voltaje de
corriente alterna por lo menos de un valor umbral aplicado
a dichos electrodos para alterar la primera condición citada de
10 resistencia relativamente elevada de dicho material (medio)
semiconductor para proporcionar de manera sustancialmente
instantánea por lo menos una vía a través de dicho material
(medio) semiconductor entre los electrodos que tienen una
segunda condición de resistencia relativamente baja para
15 conducir la corriente alterna a través de aquella de manera
sustancialmente igual en cada fase de la corriente alterna,
incluyendo el citado material (medio) semiconductor medios
para mantener por lo menos la citada vía de dicho material
(medio) semiconductor en la segunda condición conductora men-
20 cionada de resistencia relativamente baja y proporcionando
una relación sustancialmente constante entre cambio de vol-
taje y cambio de corriente para conducir corriente a un
voltaje sustancialmente constante a través de aquella en-
tre los electrodos de manera sustancialmente igual en cada
25 fase de la corriente alterna, cuyo voltaje es el mismo, pa-
ra incrementar y disminuir en la corriente instantánea por
encima de un valor mínimo de retención de corriente instan-
tánea , y proporcionando una caída de voltaje por lo menos
a través de la citada vía en su segunda condición conductora
30 mencionada de resistencia relativamente baja, que es una



1 fracción menor de la caída de voltaje a través de dicho -
material (medio) semiconductor en su primera condición -
mencionada de bloqueo de resistencia relativamente eleva
da próxima a dicho valor umbral de voltaje, incluyendo el
5 citado material (medio) semiconductor medios que respon--
den a una disminución en la corriente instantánea, a través
de la citada vía por lo menos en su condición conductora
de resistencia relativamente baja, a un valor inferior -
a dicho valor mínimo de retención de corriente instantá-
10 nea en cada fase de la corriente alterna para causar inme-
diatamente una realteración de la segunda condición con--
ductora mencionada de resistencia relativamente baja de -
la citada vía por lo menos a la primera condición de blo-
queo mencionada de resistencia relativamente elevada en -
15 cada fase de la corriente alterna, para bloquear sustancial-
mente la corriente alterna a través de aquella, de modo
sustancialmente igual en cada fase de la corriente alterna.

3. Mejoras según la reivindicación 2, ca-
racterizadas porque el referido material semiconductor con-
20 tinúa la expresada alteración de la primera condición de
bloqueo de resistencia relativamente elevada de dicho mate-
rial semiconductor y la citada realteración de la segunda
condición conductora de resistencia relativamente baja de
la primera trayectoria mencionada, por lo menos, a través
25 de dicho material semiconductor, durante cada fase del
voltaje de corriente alterna mientras el voltaje citado
permanezca por encima de un valor umbral inferior.

4. Mejoras según la reivindicación 2, ca-
racterizadas porque dicho material semiconductor incre- -
30 menta la resistencia de la condición conductora de re- --



1 sistencia relativamente baja en respuesta a la aplicación
de una polarización de corriente continua a dichos electro-
dos mientras el voltaje de corriente alterna se está apli-
cando a aquellos para proporcionar una condición de resis-
5 tencia intermedia, y mantiene la citada condición de resis-
tencia intermedia tras la retirada del voltaje de corriente
alterna y la polarización de corriente continua.

5. Mejoras según la reivindicación 1, caracteriza-
das porque dicho material semiconductor incrementa y dismi-
10 nuye el valor umbral del voltaje en respuesta al aumento y
disminución, respectivamente de la temperatura del disposi-
tivo.

6. Mejoras según la reivindicación 1, caracteriza-
das porque dicho material semiconductor impide cambios sus-
15 tanciales en el valor umbral de voltaje tras cambios habi-
tuales en las condiciones de temperatura encontradas en el
funcionamiento normal del dispositivo.

7. Mejoras según la reivindicación 1, caracteriza-
das porque la citada primera condición de bloqueo de resis-
20 tencia relativamente elevada es sustancialmente una condi-
ción cristalina.

8. Mejoras según la reivindicación 1, caracteriza-
das porque la citada primera condición de bloqueo de resis-
tencia relativamente elevada es sustancialmente una condi-
25 ción desordenada y generalmente amorfa.

9. Mejoras según la reivindicación 1, caracteriza-
das porque dicho material semiconductor comprende esencial-
mente una delgada película.

10. Mejoras según la reivindicación 1, caracteri-
30 zadas porque dicho material semiconductor comprende esencial



1 mente un cuerpo de gran espesor.

11. Mejoras según la reivindicación 1, caracteri-
zadas porque dicho material semiconductor comprende telurio,
selenio, azufre u oxígeno y además un material que comprende
5 metal, metaloide, compuesto intermetálico o semiconductor o
combinaciones de ellos.

12. Mejoras según la reivindicación 1, caracteriza-
das porque dicho material semiconductor comprende una compo-
sición que incluye telurio como ingrediente esencial.

10 13. Mejoras según la reivindicación 1, caracteri-
zadas porque dicho material semiconductor comprende una com-
posición que incluye como ingrediente esencial telurio, se-
lenio, azufre, oxígeno, germanio, arsénico, galio, silicio,
indio, antimonio, aluminio o combinaciones de ellos.

15 14. Mejoras según la reivindicación 1, y medios
para aplicar a dichos electrodos un voltaje del citado valor
umbral por lo menos, cuyo voltaje puede ser en una u otra
dirección o alternativamente , en ambas direcciones para
alterar la primera condición citada de bloqueo de resisten-
20 cia relativamente elevada a dicha segunda condición conduc-
tora de resistencia relativamente baja, y medios para dis-
minuir el citado voltaje aplicado a los referidos electrodos
para disminuir la corriente a un valor inferior al citado
valor mínimo de retención de corriente para realterar la
25 segunda condición conductora mencionada de resistencia rela-
tivamente baja a la primera condición referida de bloqueo
de resistencia relativamente elevada.

15 15. Mejoras según la reivindicación 2, y medios pa-
ra aplicar a dichos electrodos un voltaje de corriente alter-
na del citado valor umbral, por lo menos, para alterar la pri-



1 merca condición de bloqueo mencionada de resistencia relati-
vamente elevada a la segunda condición conductora citada de
resistencia relativamente baja y para realterar la segunda
condición conductora de resistencia relativamente baja a la
5 primera condición de bloqueo de resistencia relativamente
elevada durante cada fase del voltaje de corriente alterna.

16. Mejoras según la reivindicación 3, y medios
para aplicar a los citados electrodos un voltaje de corrien-
te alterna de dicho valor umbral, por lo menos, para al-
10 teral la primera condición de bloqueo mencionada de resis-
tencia relativamente elevada a la segunda condición conduc-
tora citada de resistencia relativamente baja y para real-
terar la segunda condición conductora de resistencia relati-
vamente baja a la primera condición bloqueadora de resisten-
15 cia relativamente elevada durante cada fase del voltaje de
corriente alterna.

17. Mejoras introducidas en el objeto de la paten-
te principal Nº 302.450 por dispositivo de control de co-
rriente en estado solido para un circuito de carga eléctri-
ca, caracterizadas porque el dispositivo perfeccionado in-
20 cluye un material semiconductor y electrodos en contacto
no rectificador con aquel para conectarlo en serie en el
ci-tado circuito eléctrico, proporcionando dicho material
semiconductor una primera condición que es sustancialmente
25 una condición desordenada y generalmente amorfa de resis-
tencia relativamente elevada para bloquear sustancialmente
corriente a través de aquel entre los electrodos, de modo
sustancialmente igual en cada dirección, respondiendo el
citado material semiconductor a un voltaje de un valor um-
30 bral , por lo menos, en una dirección o alternativamente en



1 ambas direcciones, aplicado a dichos electrodos para alte-
rar la primera condición citada de resistencia relativamen-
te elevada de dicho material semiconductor, para estable-
cer de modo sustancialmente instantáneo por lo menos una
5 trayectoria a través de dicho material semiconductor entre
los electrodos que tienen una segunda condición que es sus-
tancialmente una condición mas ordenada y cristalina de
resistencia relativamente baja, para conducir corriente a
través de ella entre los electrodos, de modo sustancialmente
10 igual en cada dirección, manteniendo el citado material se-
miconductor a la referida trayectoria, única por lo menos,
de dicho material semiconductor en su segunda condición
conductora mencionada de resistencia relativamente baja, in-
cluso en ausencia de corriente, respondiendo el citado ma-
15 terial semiconductor a un impulso de corriente de un valor
umbral por lo menos, en una u otra dirección o alternati-
vamente en ambas direcciones, aplicado a dichos electrodos
para realterar de manera sustancialmente instantánea la se-
gunda condición conductora mencionada de resistencia relati-
20 vamente baja de la mencionada trayectoria, única por lo me-
nos, a la referida primera condición bloqueadora de resis-
tencia relativamente elevada, en virtud de lo cual el cita-
do material semiconductor asegura una reversibilidad entre
la mencionada alteración de la primera condición bloquea-
25 dora mencionada de resistencia relativamente elevada de di-
cho material semiconductor y la citada realteración de la
segunda condición conductora mencionada de resistencia re-
lativamente baja de la mencionada trayectoria, única por lo
menos a través del citado material semiconductor.

30

18. Mejoras según la reivindicación 17, caracteri-



1 zadas porque la segunda condición conductora mencionada de
resistencia relativamente baja permite la conducción de co-
rriente a un voltaje sustancialmente constante mediante la
misma entre los electrodos para corrientes superiores a un
5 valor determinable y para conducir corriente de modo sus-
tancialmente óhmico por medio de ella entre los electrodos
para corrientes inferiores al citado valor determinable.

19. Mejoras según la reivindicación 17, caracteri-
zadas porque dicho material semiconductor responde a la . .
10 aplicación de dichos electrodos de una corriente de un va-
lor umbral, por lo menos, a un voltaje inferior al citado
valor umbral en una u otra dirección o alternativamente
en ambas direcciones para realterar de modo sustancialmente
instantáneo la segunda condición conductora de resistencia
15 relativamente baja de dicha trayectoria, única por lo menos,
a la primera condición bloqueadora de resistencia relati-
vamente elevada.

20. Mejoras según la reivindicación 17, caracte-
rizadas porque dicho material semiconductor responde a la
20 interrupción de una corriente de un valor umbral, por lo
menos, aplicada a dichos electrodos, en una u otra direc-
ción o alternativamente en ambas direcciones para realte-
rar de modo sustancialmente instantáneo la segunda condi-
ción conductora de resistencia relativamente baja de la
25 citada trayectoria, única por lo menos, a la primera con-
dición bloqueadora de resistencia relativamente elevada.

21. Mejoras según la reivindicación 17, caracte-
rizadas porque dicho dispositivo es para un circuito eléc-
trico de corriente alterna y porque el citado material se-
30 miconductor proporciona una primera condición desordenada

12 MAY 1967



1 Y generalmente amorfa de resistencia relativamente elevada
para bloquear sustancialmente corriente alterna a través de
aquel entre los electrodos de modo sustancialmente igual en
ambas fases de la corriente alterna, respondiendo dicho ma-
5 terial semiconductor a un voltaje de un valor umbral, por lo
menso, en una u otra dirección o alternativamente en ambas
direcciones, aplicado a dichos electrodos para alterar la
primera condición mencionada de resistencia relativamente
elevada de dicho material semiconductor, a fin de proporcio-
10 nar de manera sustancialmente instantánea una trayectoria
por lo menos a través de dicho material semiconductor entre
los electrodos que tienen una segunda condición consistente
sustancialmente en una condición mas ordenada y cristalina,
de resistencia relativamente baja, para conducir corriente
15 a través de ella entre los electrodos de modo sustancialmen-
te igual en ambas fases de la corriente alterna, manteniendo
dicho material semiconductor por lo menos dicha trayec-
toria del citado material semiconductor en su segunda con-
dición conductora mencionada de resistencia relativamente
20 baja, incluso en ausencia de corriente.

22. Mejoras según la reivindicación 19, caracte-
rizadas porque dicho dispositivo es para un circuito de co-
rriente alterna y porque el citado material semiconductor
proporciona una primera condición que es sustancialmente
25 una condición desordenada y generalmente amorfa de resis-
tencia relativamente elevada para bloquear sustancialmente co-
rriente alterna a través de ella entre los electrodos, de
modo sustancialmente igual en ambas fases de la corriente
alterna, respondiendo el referido material semiconductor
30 a un voltaje de un valor umbral, por lo menos en una u otra



1 dirección o alternativamente en ambas direcciones ,aplicado
a dichos electrodos para alterar la primera condición de
resistencia relativamente elevada de dicho material semicon-
ductor, a fin de establecer, de modo sustancialmente ins-
5 tántaneo, por lo menos una trayectoria a través de dicho
material semiconductor entre los electrodos que tienen una
segunda condición que es sustancialmente una condición mas
ordenada y cristalina de resistencia relativamente baja,
para conducir corriente a través de ella entre los electrodos
10 de modo sustancialmente igual en ambas fases de la corrien-
te alterna, manteniendo el citado material semiconductor
la citada trayectoria, única por lo menos, del referido
material semiconductor en su segunda condición conductora
de resistencia relativamente baja, incluso en ausencia de
15 corriente.

23. Mejoras según la reivindicación 17, caracte-
rizadas porque dicho material semiconductor comprende esen-
cialmente una delgada película.

24. Mejoras según la reivindicación 17, caracte-
20 rizadas porque dicho material semiconductor comprende un
cuerpo de gran espesor.

25. Mejoras según la reivindicación 17, caracte-
rizadas porque dicho material semiconductor, cuando es alte-
rado desde la primera condición bloqueadora de resistencia
25 relativamente elevada a la segunda condición conductora de
resistencia relativamente baja, es calentado por lo menos
a una temperatura de transición crítica por encima de la
cual tiene lugar la cristalización.

26. Mejoras según la reivindicación 17, caracte-
30 rizadas porque dicho material semiconductor, cuando se real



12

1 tera desde la segunda condición conductora de resistencia
relativamente baja a la primera condición bloqueadora de
resistencia relativamente elevada, es calentado por el im-
pulso de corriente para interrumpir la condición mas orde-
5 nada y cristalina y formar la condición desordenada y gene-
ralmente amorfa.

27. Mejoras según la reivindicación 17, caracte-
rizadas porque la alteración y realteración reversibles de
dicho material semiconductor entre la primera condición blo-
10 queadora de resistencia relativamente elevada y la segunda
condición conductora de resistencia relativamente baja son
causadas por cambios en las condiciones termodinámicas in-
ternas de dicho material semiconductor.

28. Mejoras según la reivindicación 17, caracte-
15 rizadas porque dicho material semiconductor disminuye mas la
resistencia de la condición conductora de resistencia rela-
tivamente baja en respuesta a una incrementada energia elec-
trica aplicada por voltajes de dicho valor umbral, por lo
menos, y aumenta mas la resistencia de la condición bloquea-
20 dora de resistencia relativamente elevada en respuesta a
corrientes aplicadas superiores a dicho valor umbral.

29. Mejoras según la reivindicación 17, y medios
para aplicar a dichos electrodos un voltaje del citado va-
lor umbral por lo menos, cuando el voltaje puede aplicarse
25 en una u otra dirección o alternativamente en ambas direc-
ciones, para alterar la primera condición bloqueadora de
resistencia relativamente elevada a la segunda condición
conductora de resistencia relativamente baja, y medios para
aplicar a dichos electrodos un impulso de corriente del ci-
30 tado valor umbral por lo menos, cuyo impulso de corriente



1 puede aplicarse en una u otra dirección o alternativamente
en ambas direcciones, para realterar la segunda condición
conductora de resistencia relativamente baja a la primera.
condición bloqueadora de resistencia relativamente elevada.

5 30. Mejoras según la reivindicación 19, y medios
para aplicar a dichos electrodos un voltaje de un valor um-
bral por lo menos, cuyo voltaje puede aplicarse en una u ,
otra dirección o alternativamente en ambas direcciones, para
alterar la primera condición bloqueadora de resistencia re-
10 lativamente elevada a la segunda condición conductora de re-
sistencia relativamente baja, y medios para aplicar a di-
chos electrodos una corriente del citado valor umbral, por
lo menos, a un voltaje inferior al citado valor umbral, cu-
ya corriente puede aplicarse en una u otra dirección o al-
15 ternativamente en ambas direcciones, para realterar la se-
gunda condición conductora de resistencia relativamente
baja a la primera condición bloqueadora de resistencia re-
lativamente elevada.

20 31. Mejoras según la reivindicación 20, y medios
para aplicar a dichos electrodos un voltaje de un valor um-
bral , por lo menos, cuyo voltaje puede aplicarse en una u
otra dirección o alternativamente en ambas direcciones, para
alterar la primera condición bloqueadora de resistencia, re-
lativamente elevada a la segunda condición conductora de
25 resistencia relativamente baja, y medios para interrumpir
una corriente del citado valor umbral por lo menos, aplicada
a dichos electrodos, cuya corriente puede aplicarse en una u
otra dirección o alternativamente en ambas direcciones, para
realterar la segunda condición conductora de resistencia re-
30 lativamente baja a la primera condición bloqueadora de re-



1 sistencia relativamente elevada.

32. Mejoras según la reivindicación 21, y medios
para aplicar a dichos electrodos un voltaje del citado va-
lor umbral , por lo menos, cuyo voltaje puede aplicarse en
5 una u otra dirección o alternativamente en ambas direccio-
nes, para alterar la primera condición bloqueadora de re-
sistencia relativamente elevada a la segunda condición con-
ductora de resistencia relativamente baja, y medios para
aplicar a dichos electrodos un impulso de corriente del
10 citado valor umbral, por lo menos, cuyo impulso de corrien-
te puede aplicarse en una u otra dirección o alternativa-
mente en ambas direcciones para realterar la segunda condi-
ción conductora de resistencia relativamente baja a la pri-
mera condición bloqueadora de resistencia relativamente ele-
15 vada.

33. Mejoras según la reivindicación 21, y medios
para aplicar a dichos electrodos un voltaje del citado va-
lor umbral , por lo menos , cuyo voltaje puede aplicarse en
una u otra dirección o alternativamente en ambas direccio-
20 nes, para alterar la primera condición bloqueadora de re-
sistencia relativamente elevada a la segunda condición con-
ductora de resistencia relativamente baja y medios para apli-
car a dichos electrodos una corriente del citado valor um-
bral ,por lo menos, a un voltaje inferior al citado valor
25 umbral, cuya corriente puede aplicarse en una u otra direc-
ción o alternativamente en ambas direcciones, para realte-
rar la segunda condición conductora de resistencia relati-
vamente baja a la primera condición bloqueadora de resisten-
cia relativamente elevada.

30



1 34. Se reivindica por último como objeto sobre
el que ha de recaer el Primer Certificado de Adición que
se solicita:" MEJORAS INTRODUCIDAS EN EL OBJETO DE LA PATEN
TE PRINCIPAL Nº 302.450 POR:" DISPOSITIVO DE CONTROL DE CC-
5 RRIENTE EN ESTADO SOLIDO PARA UN CIRCUITO DE CARGA ELECTRI-
CA".

Todo conforme queda descrito y reivindicado en la
presente memoria descriptiva que consta de ciento cinco
páginas mecanografiadas y dibujos adjuntos.

10 Madrid, 5 de setiembre de 1.966

BERNARDO UNGRIA

P.P.

15 *[Handwritten signature]*

20

25

30

Fig. 1

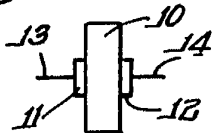


Fig. 2.

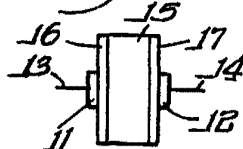


Fig. 3.

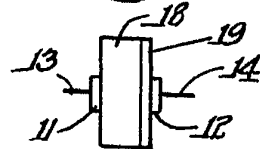


Fig. 4.

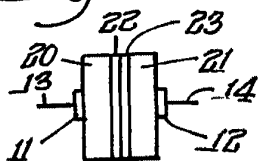


Fig. 5.

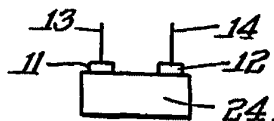


Fig. 6.

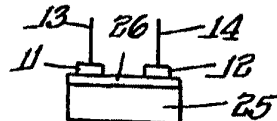


Fig. 7.

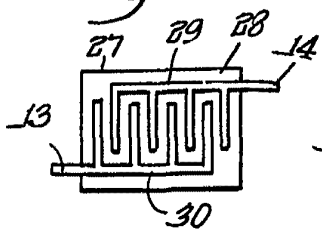


Fig. 8.

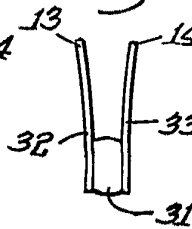


Fig. 9.

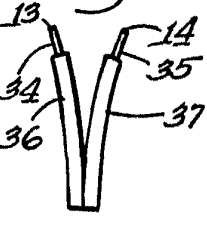


Fig. 10.

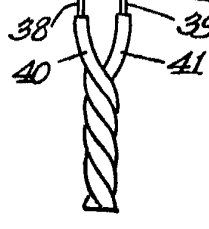


Fig. 11.

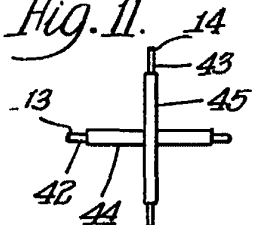


Fig. 12.

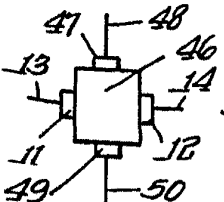


Fig. 13.

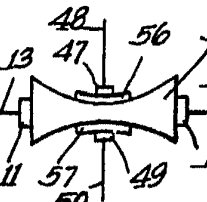


Fig. 14.

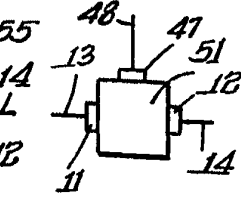


Fig. 15.

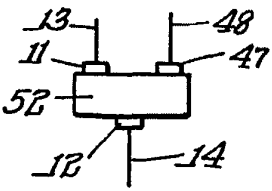


Fig. 16.

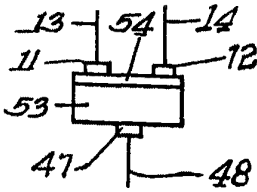
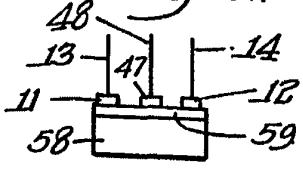


Fig. 17.

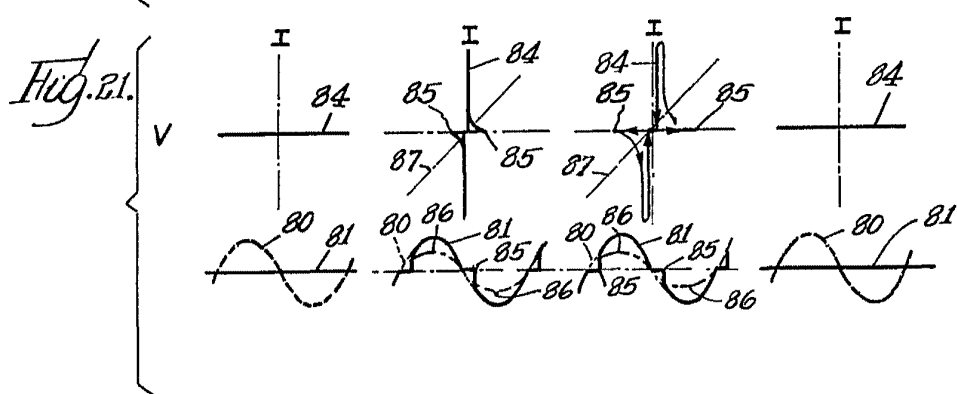
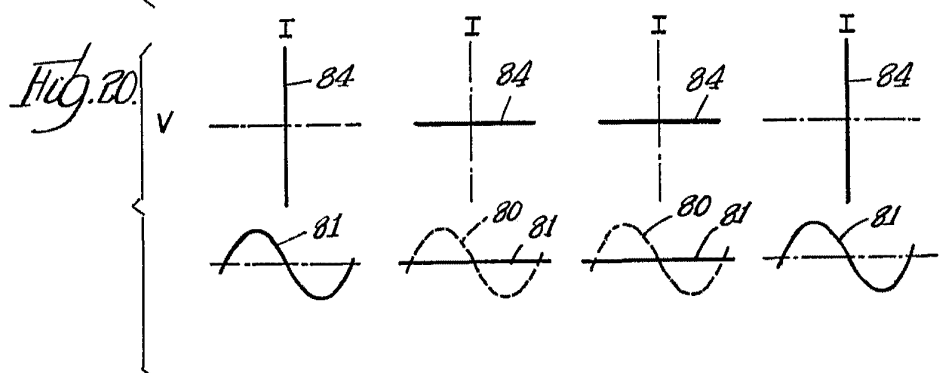
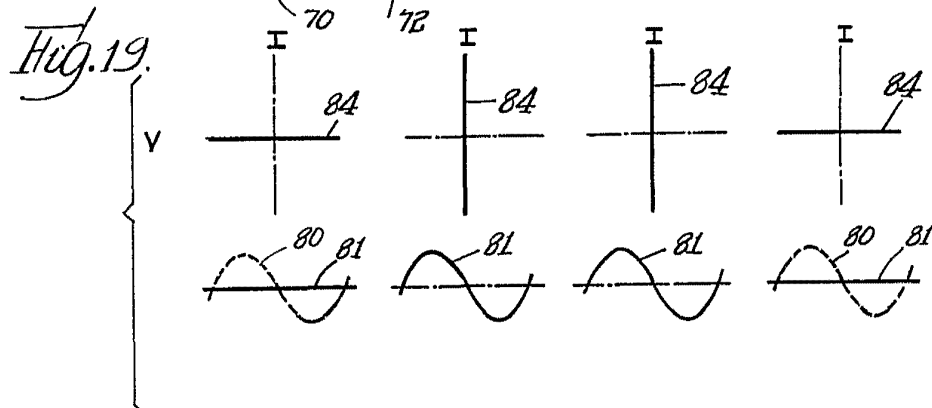
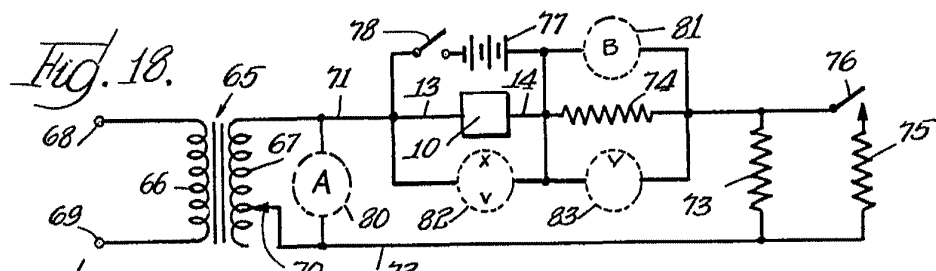


ESCALA VARIABLE

MADRID, 5 DE set. DE 1966

BERNARDO UNGRIA

P. P.



ESCALA VARIABLE
MADRID, 5 DE set. DE 66
BERNARDO LUCAS
P. P.

Fig. 22.

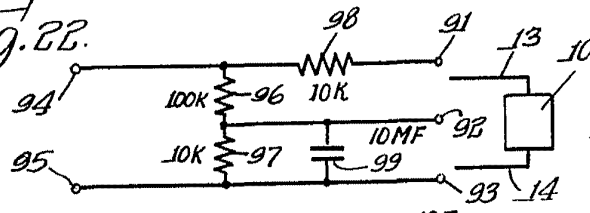


Fig. 23.

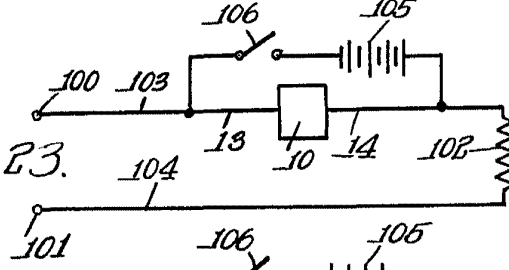


Fig. 24.

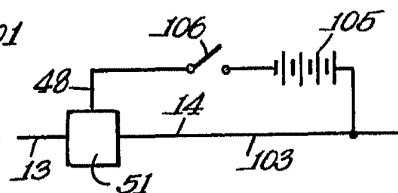


Fig. 25.

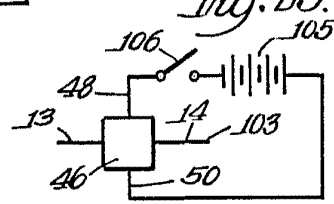


Fig. 26.

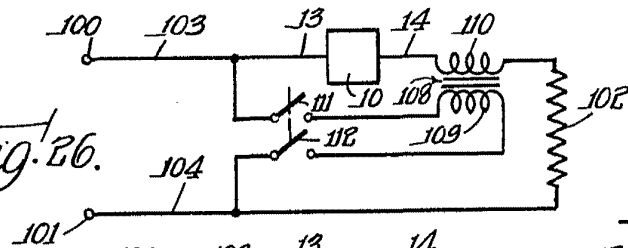


Fig. 27.

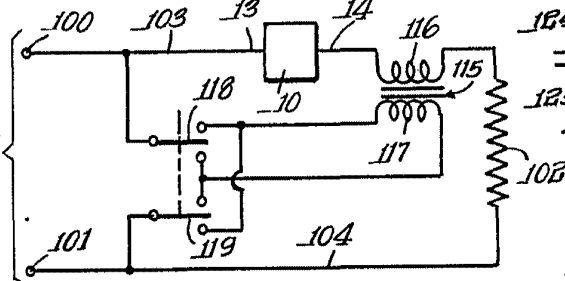


Fig. 29.

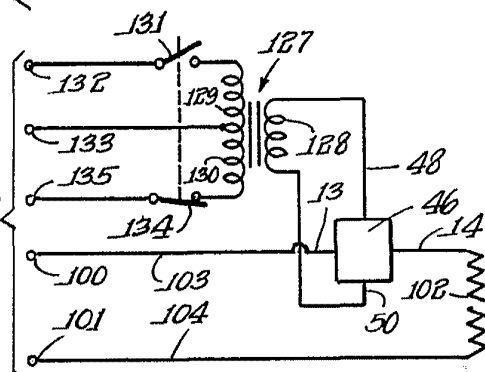


Fig. 28.

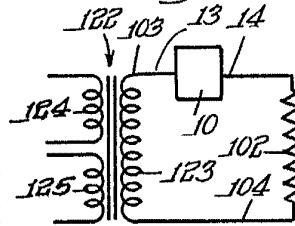
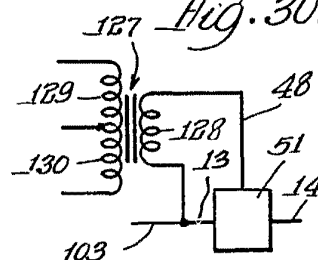


Fig. 30.



0.7

Fig. 32.

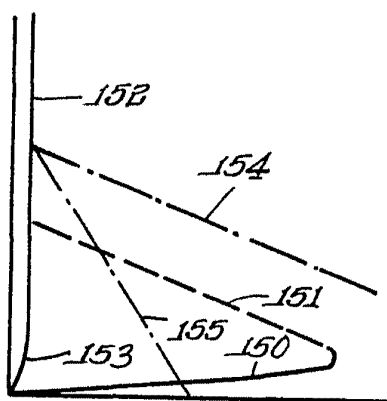
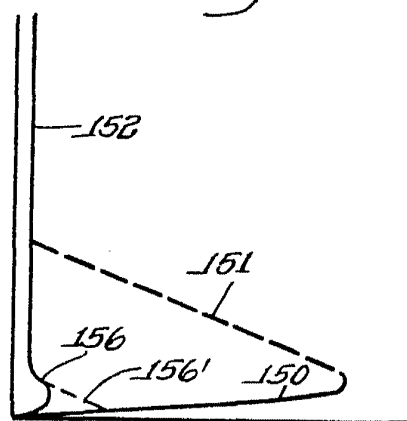


Fig. 33.



ESCALA VARIABLE

PROPIA DE set. DE 1966

BERNARDO UZUN
P. P.

[Handwritten signature]