

MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA

Registro de la Propiedad Industrial



ESPAÑA

Concedida al registro de acuerdo con los datos que figuran en la presente descripción y según el contenido de la Memoria adjunta.

19 ES	11 NUMERO	487067	20 A1
21	22 FECHA	9 DIC 1978	ACION

PATENTE DE INVENCION

30 PRIORIDADES:	32 FECHA	33 PAIS
31 NUMERO		Estados Unidos de Norteamerica
972.023 y 972,024	20 de Diciembre de 1.978 20 de Diciembre de 1.978	

47 FECHA DE PUBLICIDAD	51 CLASIFICACION INTERNACIONAL	62 PATENTE DE LA QUE ES DIVISIONARIA
	H 01 L 29/86	

67 TITULO DE LA INVENCION
Perfeccionamientos en circuitos de control para interruptores de diodos de conmutación.

71 SOLICITANTE (ES)
WESTERN ELECTRIC COMPANY, INC.

DOMICILIO DEL SOLICITANTE
222 Broadway, New York N.Y. 10038, U. S.A.

72 INVENTOR (ES)
ADRIAN RALPH HARTMAN; TERENCE JAMES RILEY; PETER WILLIAM SHACKLE.

73 TITULAR (ES)

74 REPRESENTANTE
D. Ignacio Gómez-Acebo y Duque de Estrada.

7

- La presente invención se refiere a perfeccionamientos en circuitos de control para interruptores de diodos de conmutación. En un artículo titulado "Diodo Terminado de Campo" escrito por Douglas E. Houston et al, publicado en IEEE Transactions on Electron Devices, volúmen ED-23, nº 8, Agosto 1976,
5. se describe un interruptor de voltaje elevado de estado sólido discreto que tiene una geometría vertical y que comprende una región que se puede constriñir para proporcionar un estado "DESCONECTADO" o que se puede hacer altamente conductiva con
10. doble inyección de portadores para proporcionar un estado "CONECTADO". Este dispositivo, que se denominará como interruptor de diodo conmutado (GDS) promete como reposición de estado sólido de los interruptores electromecánicos debido a su capacidad de voltaje elevado. Según se explicará con más detalle más
15. adelante, se pueden hacer versiones de este dispositivo, idóneas para construirse empleando técnicas de fabricación de circuitos integrados y dispositivos de conmutación bilateral.
- De igual modo sería conveniente emplear técnicas de circuitos integrados de semiconductores para fabricar la circuitería de control para dichos GDSs. Resulta difícil porque
20. la circuitería de control empleada alimenta un voltaje de bloqueo a la puerta y debe poder mantener un voltaje más positivo que el del ánodo y el cátodo y debe poder alimentar corriente que sea por lo menos de la misma magnitud que la que fluye a
25. través del propio interruptor. Los GDSs del tipo mencionado anteriormente son relativamente nuevos en la industria y, por consiguiente, existe poca información publicada que describa la circuitería de control utilizada con los mismos. Es conveniente disponer de circuitería de control de estado sólido al
30. utilizarse con GDSs que se pueda fabricar en el mismo substrato

to que los interruptores que se han de controlar.

Una solución al problema de controlar el estado de un primer interruptor de diodo conmutado (GDS1) según la presente invención, es la circuitería caracterizada porque comprende un segundo interruptor de diodo conmutado (GDS2) acoplado por su cátodo a la puerta del GDS1 y a un circuito de ramificación de control de voltaje acoplados al GDS2 para controlar la conducción entre su ánodo y su cátodo.

5. El estado del GDS2 se controla esencialmente por el
10. circuito de ramificación de control de voltaje que ajusta de un modo selectivo el voltaje de la puerta al ánodo. Un impulso de voltaje relativamente bajo excita el circuito de control de voltaje. El circuito de control de voltaje tiene capacidad de voltaje elevado pero solamente una capacidad modesta de alimentación de corriente. Por lo tanto, cualquier corriente de este
15. estado estable que fluya a través del GDS2 debe ser tan solo de valores modesto para que el circuito de control de voltaje pueda conmutar el GDS2 del estado conectado al estado desconectado.

20. Estando el GDS2 en el estado desconectado, el potencial de la puerta del GDS1 se encuentra a un nivel que no es más positivo que el de su ánodo y su cátodo y, por consiguiente, el GDS1 se encuentra en estado conectado y se puede producir conducción entre su ánodo y su cátodo. Para conmutar el
25. GDS1 al estado desconectado es necesario que el potencial de su puerta aumente a un valor más positivo que el del ánodo y del cátodo y que se acumule electrones, al menos del orden de magnitud del flujo entre su ánodo y su cátodo, en la puerta y después salga de la puerta. Considerado desde un punto de vista de diseño del circuito, el arrastre de electrones desde la
30. puerta del GDS1 es el equivalente a la conducción de la carga

5. Positiva en la puerta del GDS1. El ánodo del GDS2 se acopla a una fuente de potencial que se elige más positiva que el potencial en el ánodo del GDS1. Cuando el GDS2 se encuentra en estado conectado, el potencial en la puerta del GDS1 (también el cátodo del GDS2) es más positivo que el del ánodo del GDS1 y el GDS2 puede suministrar corriente positiva suficiente por lo que el GDS1 conmuta al estado desconectado o se mantiene en este estado. Se describirán otras diversas modalidades.

En el dibujo:

10. La figura 1 es una vista esquemática en sección de un interruptor de diodo conmutado.

La figura 2 ilustra un interruptor con una modalidad de circuitería de control según la invención.

15. La figura 3 ilustra un interruptor con otra modalidad de circuitería de control según la presente invención.

La figura 4 ilustra un interruptor bidireccional que se puede controlar también por el circuito de control de la figura 1.

20. La figura 5 ilustra la circuitería de control del interruptor según otra modalidad de la invención; y

La figura 6 ilustra la circuitería de control según otra modalidad de la invención.

25. Refiriendonos ahora a la figura 1 se ilustra una forma preferible de estructura de GDS10 que comprende un elemento de sustentación 12 que tiene una superficie principal 11 y un cuerpo semiconductor monocristalino 16 cuya zona o parte principal es del tipo de conductividad p- y que se separa del elemento de soporte 12 por una capa dieléctrica 14.

30. Una región anódica localizada 18 que es del tipo de conductividad p+, se incluye en el cuerpo 16 y tiene una parte

- que se extiende hasta la superficie 11. Una región de puerta localizada 20, que es del tipo de conductividad n^+ , y una región catódica localizada 24, que es de conductividad del tipo n^+ , se incluyen también en el cuerpo 16. Una región 22, que es de conductividad del tipo p y tiene una parte que se extiende hasta la superficie 11, rodea el cátodo 24 y actúa como protector contra la perforación de la capa de transición. Además, actúa para inhibir la inversión de las partes del cuerpo 16 en la superficie 11 o cerca de la superficie 11 entre las regiones 20 y 24. La región de puerta 20 se sitúa entre la región anódica 18 y la región 22 y se separa de ambas por partes principales del cuerpo 16. Las resistividades de las regiones 18, 20 y 24 son bajas si se comparan con las de las partes principales del cuerpo 16. La resistividad de la región 22 es intermedia a la de la región catódica 24 y la de la parte principal del cuerpo 16.
5. que se extiende hasta la superficie 11. Una región de puerta localizada 20, que es del tipo de conductividad n^+ , y una región catódica localizada 24, que es de conductividad del tipo n^+ , se incluyen también en el cuerpo 16. Una región 22, que es de conductividad del tipo p y tiene una parte que se extiende hasta la superficie 11, rodea el cátodo 24 y actúa como protector contra la perforación de la capa de transición. Además, actúa para inhibir la inversión de las partes del cuerpo 16 en la superficie 11 o cerca de la superficie 11 entre las regiones 20 y 24. La región de puerta 20 se sitúa entre la región anódica 18 y la región 22 y se separa de ambas por partes principales del cuerpo 16. Las resistividades de las regiones 18, 20 y 24 son bajas si se comparan con las de las partes principales del cuerpo 16. La resistividad de la región 22 es intermedia a la de la región catódica 24 y la de la parte principal del cuerpo 16.
10. que se extiende hasta la superficie 11. Una región de puerta localizada 20, que es del tipo de conductividad n^+ , y una región catódica localizada 24, que es de conductividad del tipo n^+ , se incluyen también en el cuerpo 16. Una región 22, que es de conductividad del tipo p y tiene una parte que se extiende hasta la superficie 11, rodea el cátodo 24 y actúa como protector contra la perforación de la capa de transición. Además, actúa para inhibir la inversión de las partes del cuerpo 16 en la superficie 11 o cerca de la superficie 11 entre las regiones 20 y 24. La región de puerta 20 se sitúa entre la región anódica 18 y la región 22 y se separa de ambas por partes principales del cuerpo 16. Las resistividades de las regiones 18, 20 y 24 son bajas si se comparan con las de las partes principales del cuerpo 16. La resistividad de la región 22 es intermedia a la de la región catódica 24 y la de la parte principal del cuerpo 16.
15. que se extiende hasta la superficie 11. Una región de puerta localizada 20, que es del tipo de conductividad n^+ , y una región catódica localizada 24, que es de conductividad del tipo n^+ , se incluyen también en el cuerpo 16. Una región 22, que es de conductividad del tipo p y tiene una parte que se extiende hasta la superficie 11, rodea el cátodo 24 y actúa como protector contra la perforación de la capa de transición. Además, actúa para inhibir la inversión de las partes del cuerpo 16 en la superficie 11 o cerca de la superficie 11 entre las regiones 20 y 24. La región de puerta 20 se sitúa entre la región anódica 18 y la región 22 y se separa de ambas por partes principales del cuerpo 16. Las resistividades de las regiones 18, 20 y 24 son bajas si se comparan con las de las partes principales del cuerpo 16. La resistividad de la región 22 es intermedia a la de la región catódica 24 y la de la parte principal del cuerpo 16.

- Los electrodos 28, 30 y 32, son conductores que hacen un contacto de baja resistencia con las partes superficiales de las regiones 18, 20 y 24, respectivamente. Una capa dieléctrica 20 cubre la superficie principal 11 para aislar los electrodos 28, 30 y 32 de todas las regiones distintas a aquellas en las que se pretende hacer el contacto eléctrico. Un electrodo 36 proporciona un contacto de baja resistencia en el soporte 12 por medio de una región altamente dopada 34 que es del mismo tipo de conductividad que el soporte 12.
20. Los electrodos 28, 30 y 32, son conductores que hacen un contacto de baja resistencia con las partes superficiales de las regiones 18, 20 y 24, respectivamente. Una capa dieléctrica 20 cubre la superficie principal 11 para aislar los electrodos 28, 30 y 32 de todas las regiones distintas a aquellas en las que se pretende hacer el contacto eléctrico. Un electrodo 36 proporciona un contacto de baja resistencia en el soporte 12 por medio de una región altamente dopada 34 que es del mismo tipo de conductividad que el soporte 12.
25. Los electrodos 28, 30 y 32, son conductores que hacen un contacto de baja resistencia con las partes superficiales de las regiones 18, 20 y 24, respectivamente. Una capa dieléctrica 20 cubre la superficie principal 11 para aislar los electrodos 28, 30 y 32 de todas las regiones distintas a aquellas en las que se pretende hacer el contacto eléctrico. Un electrodo 36 proporciona un contacto de baja resistencia en el soporte 12 por medio de una región altamente dopada 34 que es del mismo tipo de conductividad que el soporte 12.

- El soporte 12 y el cuerpo 16 son convenientemente cada uno de silicio y el soporte 12 puede ser de conductividad del tipo n o p . Cada uno de los electrodos 28, 30 y 32 se superpone convenientemente a la región semiconductor con la que hacen un contacto de baja resistencia. El electrodo 32 se super-
30. El soporte 12 y el cuerpo 16 son convenientemente cada uno de silicio y el soporte 12 puede ser de conductividad del tipo n o p . Cada uno de los electrodos 28, 30 y 32 se superpone convenientemente a la región semiconductor con la que hacen un contacto de baja resistencia. El electrodo 32 se super-

pone también a la región 22. Esta superposición, que se conoce como revestimiento del campo, facilita el funcionamiento con voltaje elevado porque aumenta el voltaje al que se produce la disrupción.

5. Una pluralidad de cuerpos separados 16 se puede formar en un soporte común 12 para proporcionar una pluralidad de interruptores.

10. La estructura 10 funciona normalmente como un interruptor que se caracteriza por un trayecto de baja impedancia entre la región anódica 18 y la región catódica 24 cuando se encuentra en el estado conectado (conducción) y como una impedancia elevada entre las dos regiones cuando se encuentra en estado desconectado (bloqueo). El potencial alimentado a la región de puerta 20 determina el estado del interruptor. La conducción entre la región anódica 18 y la región catódica 24 se produce si el potencial de la región de puerta 20 está por debajo del potencial de la región anódica 18 y la región catódica 24. Durante el estado conectado se inyectan huecos en el cuerpo 16 desde la región anódica 18 y se inyectan electrones en el cuerpo 16 desde la región catódica 24. Estos huecos y electrones pueden ser el número suficiente para formar un plasma cuya conductividad modula al cuerpo 16. Esto reduce eficazmente la resistencia del cuerpo 16, de modo que la resistencia entre la región anódica 18 y la región catódica 24 sea relativamente baja cuando la estructura 10 funciona en el estado conectado. Este tipo de funcionamiento se denomina doble inyección de portadores.

20. La región 22 ayuda a limitar la inyección de huecos de una capa de transición formada durante la operación entre la región de puerta 20 y la región catódica 24 y ayuda a inhibir

25.

30.

la formación de una capa de inversión de superficie entre estas dos regiones. Además, facilita a que la región de puerta 20 y la región catódica 24 esten estrechamente espaciadas entre sí. Esto proporciona una resistencia relativamente baja entre la

5.

El sustrato 12 se mantiene típicamente al nivel de potencia disponible más positivo. La conducción entre la región anódica 18 y la región catódica 24 se inhibe o desconecta si el potencial de la región de puerta 20 es suficientemente más positivo que la de la región anódica 18, la región catódica 24 y la región 22. La cantidad de exceso de potencial positivo requerido para inhibir o desconectar la conducción es una función de los niveles geométrico y de concentración de impureza (dopado) de la estructura 10. Este potencial de puerta positivo causa que una porción vertical, en sección transversal, del cuerpo 16 entre la región de puerta 20 y la porción de la capa dieléctrica 14 de debajo se disminuya y que el potencial de esta porción del cuerpo 16 sea más positivo que el de la región anódica 18, la región catódica 24, y la región 22. Esta barrera potencial positiva inhibe la conducción de huecos desde la región anódica 18 a la región catódica 24. Esencialmente, ésta constriñe el cuerpo 16 contra la capa dieléctrica 14 en la porción principal del mismo debajo de la región de puerta 20 y extendiéndose hacia abajo a la capa dieléctrica 14. También sirve para recoger los electrones emitidos en la región catódica 24 antes de que puedan llegar a la región anódica 18. El estado de bloqueo (no conducción) es el estado desconectado.

10.

15.

20.

25.

Refiriendonos ahora a la figura 2, se ilustra la circuitería de control 210 (ilustrada dentro del rectángulo mayor de líneas de rayas) que se acopla a un interruptor de diodo con

30.

mutado GDS1 del tipo ilustrado en la figura 1 que tiene terminales de ánodo, cátodo y puerta. El GDS1 está ilustrado por un símbolo electrónico que se ha adoptado para indicar cualquiera de las diversas formas de interruptor de diodo conmutado.

5. La circuitería de control 210 comprende un interruptor de diodo conmutado GDS2 que puede ser también del tipo representado en la figura 1, teniendo terminales de ánodo, cátodo y puerta, un primer y un segundo limitadores de corriente CL1 y CL2, un transistor n-p-n Q1, diodos p-n D1, D2 y D3, resistores R1, R2 y R3 y capacitor C1. Los ánodos de D1 y D3 y un primer terminal de CL1 se acoplan todos a un terminal 212. El colector de Q1 se acopla al cátodo de D3 y a un terminal 211. El cátodo de D1 se acopla a la puerta del GDS2 y a un terminal 220. La base de Q1 se acopla a un terminal de entrada 216 a través del diodo D2. El emisor de Q1 se acopla a un terminal de R1 y a un terminal 217. Un segundo terminal de R1 se acopla a un terminal 218 y a la fuente de alimentación VSS. Un segundo terminal de CL1 se acopla a la fuente de alimentación +V1 y a un terminal 214. El CL2 se acopla por un primer terminal al cátodo del GDS2, la puerta del GDS1 y a un terminal 222. El CL2 se acopla por un segundo terminal a la fuente de alimentación -V3 y a un terminal 228. Un tercer limitador de corriente CL3 se acopla por un primer terminal al terminal 220 y por un segundo terminal a una fuente de alimentación +V4 y a un terminal 226. El CL3 y -V4 son discretionales ambos. La fuente de alimentación -V4 puede ser igual que VSS o -V3 en potencial.
10. El ánodo del GDS2 se acopla a un terminal de R3 y a un terminal 221. Un segundo terminal de R3 se acopla a un primer terminal de R2 y a un terminal 223 y a un primer terminal de C1. Un segundo terminal de R2 se acopla a la fuente de alimen-
- 15.
- 20.
- 25.
- 30.

- tación +V2 y a un terminal 224. Un segundo terminal de C1 se acopla al terminal 218. La fuente de alimentación +V1 se elige más positiva en potencial que +V2. La combinación de D1, D2, D3, Q1, CL1, R1 y CL3 (ilustrada dentro del rectángulo de líneas de rayas A) sirve como circuito de ramificación de control de voltaje y se destina a establecer el potencial del terminal 220 (el terminal puerta del GDS2) para controlar el estado de GDS2. C1 y R3 son discretos, Sin C1 y R3, los terminales 221 y 223 se conectarían directamente entre sí. C1 sirve como fuente de carga limitada que se utiliza para ayudar en la conmutación del GDS1 al estado desconectado. Sin C1 es necesario disponer de un flujo de corriente mayor de estado estable a través del GDS2 cuando se encuentran en estado conectado para tener la seguridad de que haya suficiente corriente disponible que se pueda alimentar a la puerta del GDS1 para desconectar el GDS1.
- El funcionamiento básico es como sigue: suponiendo que los terminales anódico y catódico del GDS1 se acoplen a +220 voltios y -220 voltios, respectivamente se pueden producir la conducción entre su ánodo y su cátodo si la puerta (terminal 222) es menos positiva que + 220 voltios. La conducción se corta (interrumpe) por aumento del potencial de la puerta (terminal 222) por encima de +220 voltios y al proporcionarse una fuente de corriente positiva que fluye a la puerta (terminal 22) del GDS1. Con +V1 = +280 voltios, VSS = cero voltios, +V2 = +250 voltios, -V3 = -250 voltios, -V4 = -250 voltios y limitadores de corriente CL1, CL2, y CL3 que limitan la corriente que pasa a través de los mismos a 50,5, y 5 microamperios, respectivamente, la circuitería 210 puede proporcionar los potenciales necesarios en el terminal 222 y la fuente de corriente en

el terminal 222 necesario para controlar el estado del GDS1. El diseño de los limitadores de corriente se describe, por ejemplo, en "Sourcebook of Electronic Circuits", (Libro de Consulta de Circuitos Electronicos), John Markus, McGraw-Hill Book Co, 1968, página 171.

5.

Suponiendo en primer lugar que se desee permitir la conducción a través del GDS1, una señal de entrada con un nivel de potencial de 0 y 0,4 voltios se alimenta al terminal 216. De este modo el Q1 se desconecta y permite que el terminal 212 adopte un potencial de aproximadamente +V1 (aproximadamente +280 voltios). Sin estar presente el CL3, el D1 conduce la dirección de sentido directo hasta que el terminal 220 alcanza varias décimas de voltios del potencial del terminal 212 y deja entonces de conducir. Estando presente el CL3, existe un flujo de corriente desde +V1 a través de CL1, D1, CL3 y pasa a -V4. Los CL1 y CL3 se eligen de modo que el voltaje que aparece en el terminal 220, estando Q1 desconectado, se encuentre a un nivel sensiblemente más positivo que el de +V2. Para este caso, el terminal 220 adopta igualmente un potencial de cerca de +280 voltios. Esta condición coloca el GDS2 en el estado desconectado y, por lo tanto, aísla el terminal 222 del potencial +V2. El terminal 222 reduce por lo tanto su voltaje a causa del potencial -V3 (-250 voltios) hasta que la unión puerta a ánodo del GDS1 se polariza en sentido directo. El terminal 222 se estabiliza ahora a un potencial próximo al potencial del ánodo del GDS1 pero no mayor. Por consiguiente, el GDS1 se polariza al estado conectado y se produce la conducción entre su ánodo y su cátodo. La corriente que fluye desde el ánodo a la puerta del GDS1 está limitada por el CL2 a una fracción insignificante de la corriente del ánodo al cátodo a tra-

10.

15.

20.

25.

30.

vés del GDS1.

5. Si el GDS2 se encontraba en estado conectado antes de la alimentación del nivel de entrada de 0-0,4 voltios al terminal 216, entonces la corriente positiva fluye desde +V1, a través de D1, y a la puerta del GDS2. El CL1 se elige para que permita un mayor flujo de corriente que a través del CL2 para asegurar que pueda fluir corriente positiva suficiente a la puerta del GDS2 para cortar la conducción entre su ánodo y su cátodo. Solamente una cantidad relativamente modesta de corriente positiva debe fluir a la puerta del GDS2 para cortar la conducción, puesto que la conducción a través del GDS2 es tan solo de 5 microamperios. Por lo tanto no es necesario emplear un dispositivo de corriente elevada para proporcionar la función de manantial de corriente necesaria para hacer que el GDS2 adopte el estado desconectado.

10.

15.

20. El potencial del terminal 216 se eleva a un nivel de 2-5 voltios para hacer que el GDS1 cambie al estado desconectado (bloqueo). Este nivel de voltaje de entrada conecta el Q1 y permite que el Q1 funcione en saturación. El potencial del terminal 212 se reduce a aproximadamente +1,6 voltios (suponiendo un voltaje de entrada en el terminal 216 de 2 voltios, un colector saturado emite voltaje del emisor VCE (SAT) de 0,3 voltios para Q1 y una caída de tensión a través de D3 de 0,7 voltios). El potencial del terminal 212 en este instante está en función al nivel del voltaje de entrada, el VCE (SAT) del Q1 y la caída de tensión de sentido directo a través de D3.

25. Sin estar presente el CL3, el terminal 220 se pone con un valor próximo al de +V2 o a un potencial más negativo debido a la fuga a través de D1. El potencial del terminal 220 no se puede reducir por debajo de una caída de tensión del diodo inferior

30.

5. al potencial del ánodo del GDS2 porque un diodo de unión que comprende el ánodo y la puerta del GDS2 se polariza en sentido directo y eleva el potencial del terminal 220. Estando presente el CL3, el terminal 220 se mantiene rápidamente y de un modo activo a un valor próximo al de una caída del diodo por debajo del potencial del ánodo del GDS2. En cualquier caso, esta acción conmuta el GDS2 al estado conectado. Esto hace que el potencial del terminal 222 se encuentre a $+V_2$ menos la caída de tensión a través de R3 y R2 y menos la caída de tensión de sentido directo a través del ánodo -cátodo del GDS2. Las caídas de tensión a través de R2, R3 y GDS2 se eligen de modo que el potencial del terminal 222 sea más positivo que el del ánodo del GDS1 en cantidad suficiente para conmutar el GDS1 al estado desconectado (bloqueo). Además, hay un flujo de corriente positiva suficiente en la puerta del GDS1 para conmutarlo al estado desconectado. Una vez que el GDS1 se desconecta, cesa el flujo de corriente en su puerta. La geometría y concentraciones de impurezas del GDS1 determinan exactamente cuánto más potencial positivo debe existir en la puerta con relación al ánodo y el cátodo para que se desconecte el GDS1.
- 10.
- 15.
- 20.

Los portadores minoritarios (v.g., electrones) emitidos en el cátodo del GDS1 y recogidos por la puerta, constituyen el equivalente del flujo de corriente positiva de $+V_2$ a través de R2, R3, GDS2 y que pasa a la puerta de GDS1. Este flujo de corriente puede ser sustancial y, por consiguiente, es necesario disponer de un dispositivo de voltaje y corriente elevados como el GDS2 para conmutar el GDS1 al estado desconectado. Un transistor de voltaje elevado y de corriente elevada en este circuito de control sería innecesariamente costoso.

25.

30. El R2 y R3 limitan el flujo de corriente desde $+V_2$, a

través del GDS2, y a la puerta del GDS1, además, el R3 limita el flujo de corriente procedente de T1. Esto ayuda a asegurar que no se funda el GDS1 y/o el GDS2. En muchas aplicaciones de conmutación telefónica el GDS1 funciona solamente con 48 voltios en re el ánodo y el cátodo cuando se encuentra en estado de desconectado; no obstante, es posible que exista ± 220 voltios en el ánodo y/o cátodo debido a llamada, pruebas, control de telefónico público y voltajes inducidos de 60 Hz y, por consiguiente, el circuito de control 10 se diseña para bloquear estos voltajes elevados.

Cuando el Q1 funciona en saturación, su unión base-colector prácticamente se polariza en sentido directo. El D3 sirve para ayudar a asegurar que no fluya corriente desde el terminal de entrada 16 a través de la unión colector-base del Q1 y después a través de D1.

El circuito de la figura 2, excluyendo CL3, R2, R3 y C1 se ha fabricado en una sola pestilla de circuito integrado, siendo el GDS1 y el GDS2 del tipo ilustrado en la figura 1. El circuito de control fabricado permite el bloqueo de 500 voltios a través del ánodo y el cátodo del GDS1 y corta (interrumpe) 100 miliamperios de flujo de corriente a través del mismo. Esta corriente es mucho más elevada que la que podría manejar el circuito de control de voltaje A con componentes que fueran económicamente factibles o susceptibles de fabricación en circuito integrado. Los valores de R1 y R3 son 1000 y 3000 ohmios, respectivamente, sin utilizarse C1 y R2 y acoplándose R3 directamente a +V2. C1 y R2, cuando se utilizan, reducen el tiempo necesario para conmutar el GDS1 del estado de conexión al estado de desconexión. Un valor preferible de C1 es $0,1 \mu$ con R1= 1000 Ohmios, R2= 2×10^5 Ohmios y R3 = 3000 Ohmios.

5. Refiriendonos ahora a la figura 3, se ilustra una circuitería de control 310 que se acopla a un interruptor de diodo conmutado GDS31 que tiene terminales anódico, catódico y de puerta. El circuito de control 310 es similar al circuito de control 210 de la figura 2, excepto que se eliminan los diodos D1 y D3 y se utiliza una configuración de circuito espejo de corriente que comprende transistores p-n-p Q2 y Q3. Q2 y Q3 son dispositivos de conmutación en los cuales las bases se pueden indicar como terminales de control y los colectores y emisores se queden indicar como primer y segundo terminales de salida, respectivamente.

10. Los emisores de Q2 y Q3 se acoplan juntos al terminal 314 y a la fuente de alimentación +V30. Las bases de Q2 y Q3 se acoplan juntas al colector de Q2 y a un primer terminal de CL31 y a un terminal 330. El colector de Q3 se acopla a la puerta del GDS31, un primer terminal de CL33 y a un terminal de circuito 320. Esencialmente los demás componentes de interconexión son similares a los de la circuitería de la figura 2.

15. La combinación de D32, Q31, R31, Q2, Q3, CL31 y CL33 (ilustrada dentro del rectángulo de líneas de rayas B) se indica como circuito de ramificación de control de voltaje y se destina a establecer el potencial del terminal 320 para controlar el estado del GDS32.

20. Con un voltaje de nivel elevado apropiado, (normalmente +2 a 5 voltios) alimentado al terminal 316, Q31 se activa y se produce la conducción desde la fuente de alimentación +V31 a través de Q2, CL31, Q31, R31 y a la fuente de alimentación VSSO. Los transistores Q2 y Q3 son transistores esencialmente idénticos. Se sabe que esta configuración de Q2 y Q3 da por resultado en esencia el mismo flujo de corriente a través de Q2

25.

30.

que a través de Q3. Estando activado Q31, el potencial del terminal 320 se encuentra al potencial de +V31 -VCE (voltaje colector-emisor) de Q3. Con una señal de entrada de bajo nivel (0-0,4 voltios) alimentada al terminal 316, Q31 se desconecta y no hay conducción a través de Q31 y Q2. Por lo tanto no hay conducción a través de Q3. El terminal 320 es arrastrado entonces hacia el potencial de aproximadamente -V34 hasta que la unión anodo puerta del GDS32 se polariza en sentido directo y hace que el terminal 320 adopte un nivel de potencial cerca del nivel de +V32 pero algo menos positivo.

La fuente de alimentación +V31 se elige más positiva que +V32 y el potencial de +V34 se elige más negativo que +V32. El funcionamiento del GDS2 para controlar el estado del GDS31 es esencialmente igual que el que se ha descrito para el funcionamiento del GDS2 de la figura 2. El empleo de los mismos potenciales para las fuentes de alimentación de la figura 3, que las fuentes de alimentación correspondientes de la figura 1 da por resultado un circuito que facilita el control del estado del GDS31 con ± 200 voltios en el ánodo y/o el cátodo. La variación del potencial del terminal 320 hace que el GDS32 funciones de un modo similar al correspondiente al GDS2 de la figura 1. Por lo tanto, el estado del GDS31 se controla de la misma manera que el estado del GDS1 correspondiente de la figura 2, pero con una señal de entrada de polaridad opuesta.

Los transistores complementarios Q31 y Q2 y Q3 se pueden fabricar en la misma pastilla de circuito integrado que el GDS32 formandose ambos con estructuras dieléctricas aisladas.

Refiriendonos a la figura 4, se ilustra un interruptor bidireccional que comprende interruptores de diodos conmutados

GDS3 y GDS4, con el ánodo del GDS3 acoplado al cátodo del GDS4 y el cátodo del GDS3 acoplado al ánodo del GDS4 y las puertas conectadas entre sí. Una ventaja del interruptor del diodo conmutado de la figura 1 es que dos de ellos se pueden conectar en antiparalelo de esta manera y soportar voltajes elevados sin disrupción de avalancha. Las puertas de GDS3 y GDS4 se pueden acoplar al terminal 222 del circuito de control 10 de la figura 2 o al terminal 322 de la figura 3 para su control en la forma descrita anteriormente. O sea, el estado del GDS3 y el GDS4 se pueden controlar de la misma manera que el estado del GDS1 en la figura 2 y el GDS31 de la figura 3.

Se pueden efectuar diversas modificaciones en consonancia con el espíritu de la invención. Por ejemplo, otros diversos circuitos de control pueden sustituir a los ilustrados acoplados a las puertas de los GDS2 y GDS32 de las figuras 2 y 3 respectivamente, para proporcionar los niveles de voltaje y capacidad de conducción de corriente (acción de manantial) necesaria para controlar su estado. Además, los transistores n-p-n se pueden reemplazar por transistores p-n-p en el supuesto que las polaridades de las fuentes de alimentación se modifiquen apropiadamente según se sabe. Además, el R1 y el R3 pueden ser resistores constriñidos. Además, los emisores de Q1 y Q31 se pueden acoplar directamente a VSS y VSS0, respectivamente. En este caso, se insertarían medios de limitación de corriente, normalmente un resistor, en serie con los terminales de entrada respectivos 216 y 316.

Refiriendonos ahora a la figura 5, otra modalidad de la invención comprende una circuitería de control 510 que se acopla al terminal puerta 528 del interruptor de diodo conmutado GDS51. La circuitería de control 510 sirve para controlar

5. el estado del GDS51 y comprende transistores Q51 y Q52, diodos D51 y D52, un interruptor de diodo conmutado GDS52, limitadores de corriente CL51 y CL52 y resistores R51 y R52. Los componentes dentro del rectángulo de líneas de rayas 5a sirven para controlar el potencial del ánodo al cátodo del GDS52. El R52 es discrecional y se puede eliminar.

10. Suponiendo que el ánodo y el cátodo del GDS51 se conectan a +220 voltios y -220 voltios, respectivamente, se produce la conducción entre su ánodo y su cátodo si la puerta del GDS51 (terminal 528) es menos positiva que +220 voltios. La interrupción se corta (interrumpe) por aumento del potencial de la puerta (terminal 28) por encima de +220 voltios y proporcionando una fuente de corriente que fluye a la puerta (terminal 528 del GDS51) siendo +V51 = +250 voltios, VSS = cero voltios, 15. -552 = -250 voltios, y con limitadores de corriente CL51 y CL52 limitan la corriente a 55 microamperios respectivamente, la circuitería 510 puede proporcionar los potenciales necesarios en el terminal 528 y la capacidad de alimentación de corriente necesaria para controlar el estado del GDS51.

20. Si se desea permitir la conducción a través del GDS51, se alimenta una señal de entrada de 0 a 0,4 voltios al terminal de entrada 516. De este modo se desconecta el Q51 y el terminal 518 adopta el potencial de aproximadamente +V51. Esta circunstancia desconecta el Q52 y da por resultado un circuito esencialmente abierto entre +V51 y el terminal 526 (el ánodo del 25. GDS52). Por lo tanto, el GDS52 se encontrará en estado desconectado puesto que no puede subir corriente entre su ánodo y su cátodo. Estando el GDS52 en estado desconectado, el terminal 528 se aísla de +V51 y tiende a adoptar el potencial negativo 30. de -V52 (-250 voltios) hasta que el potencial de la unión de la

5. puerta al ánodo del GDS51 se polariza en sentido directo. El terminal 528 se eleva ahora a un potencial que está por debajo pero próximo al potencial del ánodo del GDS51. Por consiguiente, el GDS51 se activa al estado conectado y se produce la conexión entre su ánodo y su cátodo. La corriente del ánodo a la puerta del GDS51 está limitada por CL52.

10. El potencial del terminal 516 se produce ahora a 3-5 voltios. Según resultará evidente más adelante, esto hace que el GDS51 cambie al estado desconectado (bloqueo). El Q51 se activa y funciona en saturación. Esto hace que el D51 y la unión emisor-base de Q52 se polaricen en sentido directo. De este modo, el Q52 se activa y se puede producir la conducción desde +V51 a través del emisor-colector de Q52, el ánodo-cátodo de GDS52 y CL52 a -V52. El voltaje del colector-emisor de Q52 (VCE) con el Q52 activado y en conducción se elige de modo que sea de una magnitud menor que la caída de tensión de sentido director a través de D52. De este modo se asegura que el potencial del ánodo (terminal 526) sea más positivo que el de la puerta (terminal 524) de modo que el GDS52 permanezca en estado conectado. Estando el GDS52 en estado conectado, el terminal 528 adopta un nivel de potencial próximo a +V51. Este nivel de potencial es suficientemente más positivo que el nivel de potencial del ánodo de GDS51 para cambiar el GDS51 al estado desconectado. La geometría y concentraciones de impureza (niveles de dopado) del GDS51 determinan exactamente cuanto más positivo debe ser el potencial en la puerta con relación al ánodo para que se desconecte el GDS51.

30. Para que cambie el GDS51 al estado desconectado, es necesario no solamente alimentar el nivel de potencial preciso a la puerta del GDS51 sino que, además, tiene que fluir corrien

te a la puerta del GDS51 con una magnitud comparable a la magnitud del flujo de corriente entre el ánodo y el cátodo del GDS51. La mayor parte de la corriente que fluye a la puerta del GDS51 fluye desde +V51 a través de D52 y después a través de la puerta y el cátodo de GDS52. El resto fluye desde +V51, a través del colector-emisor de Q52 y después a través del ánodo-cátodo del GDS52. Este flujo de corriente puede ser sustancial, y por consiguiente, es necesario disponer de un dispositivo de voltaje y corriente elevados como el GDS52 para cambiar el GDS51 al estado desconectado.

La ganancia de corriente del Q52 sirve para limitar el flujo de corriente en la puerta del GDS51 desde el GDS52. De este modo se tiene la seguridad que se evita que se fundan el GDS51 y/o el GDS52. En muchas aplicaciones de comunicación telefónica el GDS51 funciona solamente con 48 voltios entre el ánodo y el cátodo cuando se encuentran en estado desconectado; no obstante, es posible que exista una tensión de ± 200 voltios en el ánodo y/o el cátodo debido a corriente de llamada y voltajes de 60 Hz inducidos y, por consiguiente, el circuito 510 se diseña para bloquear estos voltajes elevados.

Refiriendonos ahora a la figura 6, se ilustra la circuitería de control 610 que se acopla al terminal puerta de un interruptor de diodo conectado GDS61. La circuitería de control 610 es similar a la circuitería de control 510 de la figura 5 excepto que los transistores p-n-p Q63 y Q64 y los diodos p-n D63 y D64 se han añadido como se ilustran.

Los Q63 y Q64 se acoplan entre sí en una configuración de tipo Darlington siendo los colectores comunes y acoplándose a un terminal 620 y el emisor de Q63 se acopla a la base de Q64 y a un terminal 634. El colector de Q62 se acopla a la ba

se de Q63 y el terminal 632. El emisor de Q62 se acopla también al terminal 620. El emisor de Q64 se acopla al ánodo del GDS62 y a un terminal 626. Los elementos D62, D63 y D64 se acoplan en serie entre sí entre los terminales 620 y 624 con el ánodo de D62 acoplado al terminal 620 y el cátodo de D64 acoplado al terminal 624. Los componentes Q61, CE61, D61, Q62, Q63, Q64, D62, D63, D64, R61 y R62 sirven como ramificación de circuito de control (ilustrada dentro del rectángulo de líneas de rayas 6A) que sirve para controlar el potencial del ánodo del GDS20 con relación a su cátodo. El R62 es discrecional y se puede eliminar. Es difícil en algunas tecnologías de semiconductores conducir un transistor p-n-p que tenga una elevada ganancia de corriente. La combinación de Q62, Q63 y Q64 actúa esencialmente como equivalente de un transistor p-n-p que tiene una ganancia de corriente relativamente elevada. De este modo, Q62, Q63 y Q64 realiza esencialmente la misma función que Q62 de la figura 5. Los elementos D63 y D64 son necesarios para compensar la adición de caída de voltaje emisor-base de Q63 y Q64. Activándose Q62, Q63 y Q64, el voltaje en la puerta del GDS62 (terminal 624) es menos positivo que el ánodo del GDS62 (terminal 626). Esto ayuda a asegurar que el GDS62 se encuentre en estado conectado.

La circuitería de la figure 6, excluyendo R62 se ha construido y probado. Esta circuitería de control 610 permitió el bloqueo de 500 voltios a través del ánodo y el cátodo del GDS61 y cortó (interrumpió) 100 miliamperios de flujo de corriente.

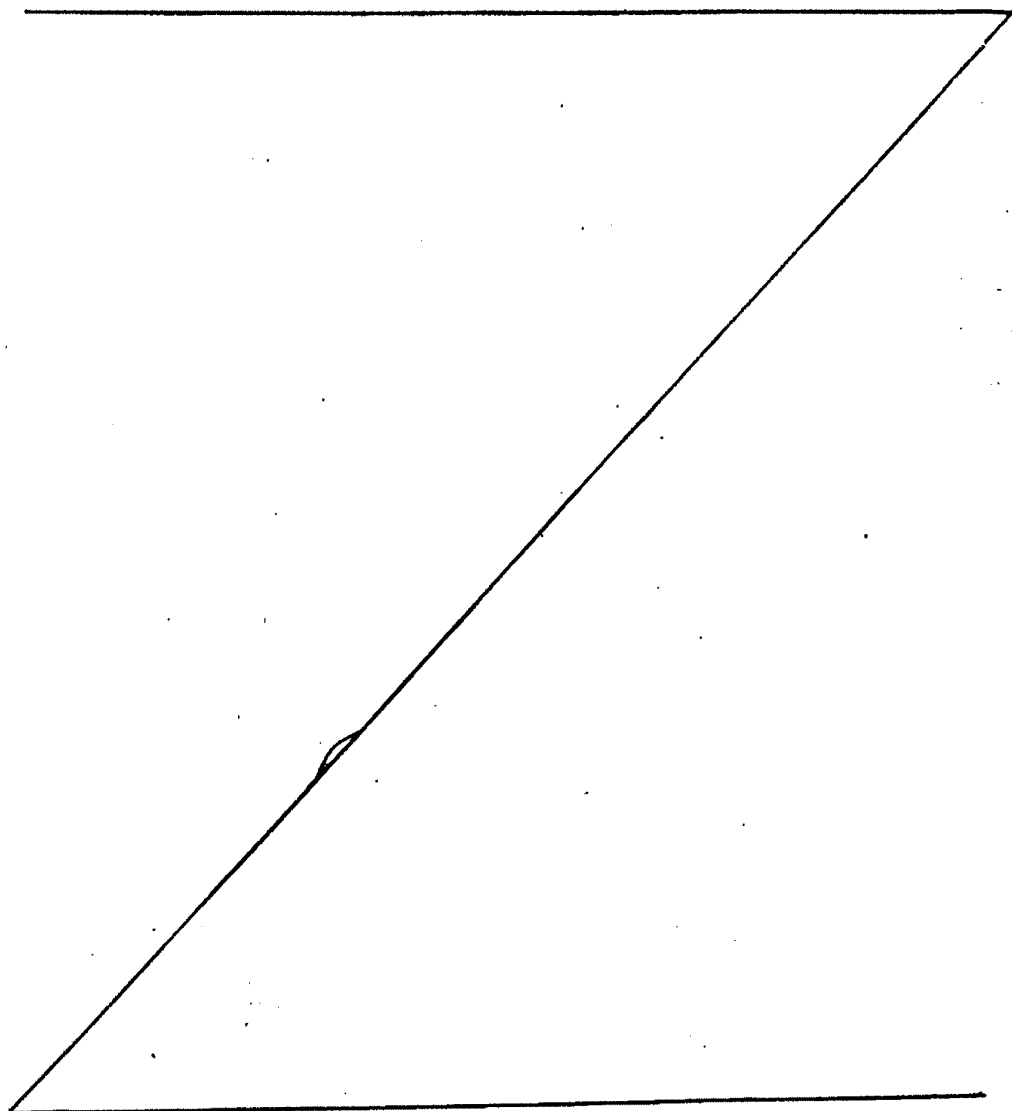
Las modalidades descritas en la presente memoria sirven de modelo ilustrativo de los principios generales de la presente invención. Se pueden efectuar diversas modificaciones en con

sonancia con el espíritu de la invención. Por ejemplo, otros dispositivos de conmutación, como transistores MOS, podrían sustituir a los transistores bipolares en el supuesto que se ajustaran las magnitudes de tensión apropiadas y las polaridades según se sabe.

5.

Descrita suficientemente la naturaleza del invento, así como la manera de realizarlo en la práctica, debe hacerse constar que las disposiciones anteriormente indicadas son susceptibles de modificaciones de detalle en cuanto no alteren su principio fundamental.

10.



REIVINDICACIONES

- 1.- Perfeccionamientos en circuitos de control para in
5. interruptores de diodos de conmutación, del tipo que se utiliza con un primer dispositivo de conmutación que comprende un cuer
10. po semiconductor, del cual una parte principal es de resisti- vidad relativamente elevada, una primera región de un primer tipo de conductividad y de resistividad relativamente baja, una segunda región de un segundo tipo de conductividad opuesto al primer tipo de conductividad, conectándose la primera y la se-
15. gunda regiones a los terminales de salida del dispositivo de conmutación, una región de puerta del segundo tipo de conducti- vidad, separándose mutuamente la primera región, la segunda re-
20. gión de puerta por partes de la parte principal del cuerpo se- miconductor, siendo los parámetros del dispositivo de tal mag- nitud que, al alimentarse un primer voltaje a la región de la puerta se forma una región de transición en el cuerpo semicon- ductor que evita virtualmente el flujo de corriente entre la primera y la segunda regiones y que, con un segundo voltaje ali-
25. mentado a la región de la puerta y con voltajes apropiados ali- mentados a la primera y segunda regiones, se establece un tra- yecto de corriente de resistencia relativamente baja entre la primera y la segunda regiones por doble inyección de portadores, caracterizados porque comprende un segundo dispositivo de conmu-
30. tación del mismo tipo que el primer dispositivo de conmutación, acoplándose un terminal de salida del segundo dispositivo de conmutación a la puerta del primer dispositivo de conmutación, y un circuito de ramificación de control de voltaje acoplado al segundo dispositivo de conmutación para controlar la conducción entre su primera y su segunda regiones.

5. 2.- Perfeccionamientos según la reivindicación 1, caracterizados porque el circuito de ramificación de control de voltaje acoplado al segundo interruptor de diodo de conmutación comprende un primer dispositivo de conmutación que tiene un terminal de control y un primer y un segundo terminales de salida, y un primer limitador de corriente acoplado al primer terminal de salida del primer dispositivo de conmutación.

10. 3.- Perfeccionamientos según la reivindicación 2, caracterizados porque comprenden un segundo limitador de corriente que está destinado a limitar la corriente a una magnitud sensiblemente menor que el primer limitador de corriente y que se acopla a un terminal de salida del segundo interruptor de diodo conmutado.

15. 4.- Perfeccionamientos según la reivindicación 3, caracterizados porque el dispositivo de conmutación es un transistor de unión cuyo colector se acopla al primer limitador de corriente.

20. 5.- Perfeccionamientos según la reivindicación 4, caracterizados porque el primer limitador de corriente está destinado a acoplarse a una primera fuente de potencial y porque el terminal de salida del segundo interruptor de diodo conmutado está destinado a acoplarse a una segunda fuente de potencial que es menos positiva que la primera fuente de potencial.

25. 6.- Perfeccionamientos según la reivindicación 5, caracterizados porque comprenden un primer resistor acoplado al segundo terminal de salida del primer dispositivo de conmutación y por un segundo resistor que se acopla a un terminal de salida del segundo interruptor de diodo conmutado.

30. 7.- Perfeccionamientos según la reivindicación 6, caracterizados porque comprenden un tercer resistor y un primer ca-

Pacitor que se acoplan ambos al segundo resistor.

5. 8.- Perfeccionamientos según la reivindicación 7, caracterizados por que un tercer limitador de corriente se acopla a la región de puerta del segundo interruptor de diodo conmutado.

10. 9.- Perfeccionamientos según la reivindicación 5, caracterizados porque comprende un primer diodo que tiene un cátodo acoplado a la puerta del segundo interruptor de diodo conmutado y que tiene un ánodo acoplado al primer terminal de salida del primer dispositivo de conmutación.

15. 10.- Perfeccionamientos según la reivindicación 9, caracterizados porque comprende un segundo diodo que tiene un ánodo que sirve como terminal de entrada y que tiene un cátodo que se acopla a la base del transistor.

20. 11.- Perfeccionamientos según la reivindicación 10, caracterizados porque comprende un tercer diodo que tiene un ánodo acoplado al ánodo del primer diodo y que tiene un cátodo acoplado al primer terminal de salida del primer dispositivo de conmutación.

25. 12.- Perfeccionamientos según la reivindicación 5, caracterizados porque comprende un segundo y un tercer dispositivos de conmutación que tiene cada uno un terminal de control y un primer y segundo terminales de salida; acoplándose los segundos terminales de salida del segundo y tercer dispositivos de conmutación juntos a un primer terminal de circuito y estando destinados a acoplarse a la primera fuente de potencial; acoplándose los terminales de control del segundo y tercer dispositivo de conmutación y el primer terminal de salida del segundo dispositivo de conmutación juntos al primer limitador de corriente y a un segundo terminal del circuito; y acoplándose el primer

30.

terminal de salida del tercer dispositivo de conmutación a la puerta del segundo interruptor de diodo conmutado y a un tercer terminal de circuito.

5. 13.- Perfeccionamientos según la reivindicación 12, caracterizados porque el segundo y tercer dispositivo de conmutación son ambos transistores de unión, siendo los terminales de control las bases y siendo el primer y segundo terminales de salida los colectores y emisores, respectivamente.

10. 14.- Perfeccionamientos según la reivindicación 1, caracterizados porque la ramificación de circuito de control de voltaje comprende una primera ramificación de conmutación que tiene un terminal de control que se acopla a un terminal de entrada y que tiene un primer y un segundo terminales de salida, una segunda ramificación de conmutación que tiene un terminal

15. de control acoplado al primer terminal de salida de la primera ramificación de conmutación y que tiene un primer y un segundo terminales de salida, estando acoplado el primer terminal de salida a un terminal de salida del segundo interruptor de diodo conmutado, y una ramificación de cambio de nivel que tiene un primer terminal acoplado al segundo terminal de salida de la segunda ramificación de conmutación y que tiene un segundo terminal acoplado a la puerta del segundo interruptor de diodo conmutado.

20. 15.- Perfeccionamientos según la reivindicación 14, caracterizados porque la primera ramificación de conmutación es un transistor n-p-n, la segunda ramificación de conmutación es un transistor p-n-p y la ramificación de cambio de nivel es un diodo p-n.

30. 16.- Perfeccionamientos según la reivindicación 14, caracterizados porque la primera ramificación de conmutación es

un primer transistor n-p-n y la segunda ramificación de conmutación es la combinación de un transistor p-n-p, un segundo transistor n-p-n y un tercer transistor p-n-p, acoplándose el colector del primer transistor n-p-n a la base del transistor p-n-p; acoplándose el colector del transistor p-n-p a la base del segundo transistor n-p-n; acoplándose el emisor del segundo transistor n-p-n a la base del tercer transistor n-p-n; acoplándose el emisor del tercer transistor n-p-n a un terminal de salida del segundo interruptor de diodo conmutado; y porque la ramificación de cambio de nivel comprende un primer, segundo y tercer diodo p-n que se conectan en serie entre sí, acoplándose el cátodo del primero al ánodo del segundo y el cátodo del segundo al ánodo del tercero.

15. 17.- Perfeccionamientos en circuitos de control para interruptores de diodos de conmutación; tal y como queda sustancialmente descrito en la presente Memoria y en los dibujos adjuntos.

Este Memoria consta de 25 hojas escritas a máquina por una sola cara.

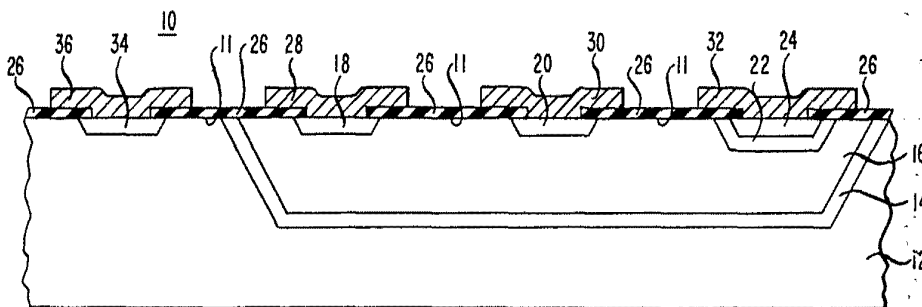
Madrid, 10 DIC. 1979

WESTERN ELECTRIC COMPANY, INC.

IGNACIO GOMEZ-ACEDO
P. P. Firmado por *[Firma]*

ESCALA VARIABLE

FIG. 1



0 FEB 1900

IG. JACIJ GOMEZ-ACEBO
p. p. Firmador A. Hernández Contreras

ESCALA VARIABLE

FIG. 2

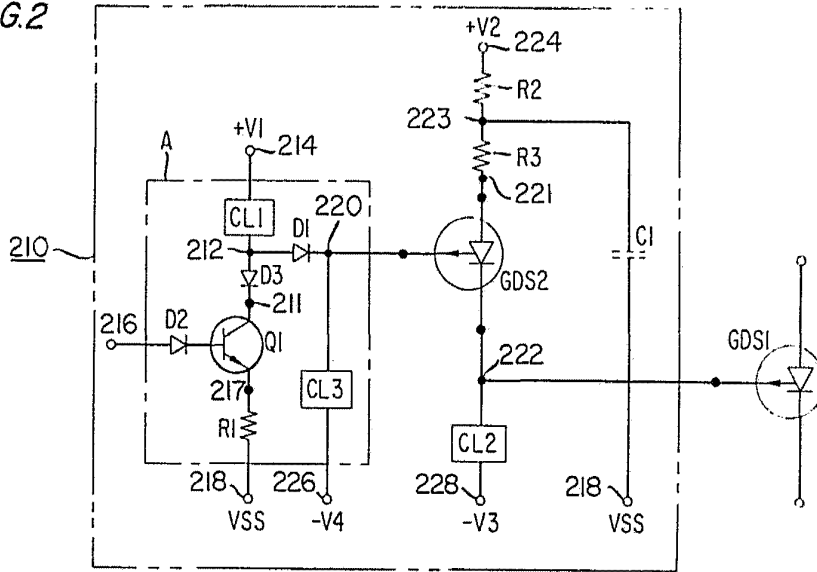


FIG. 4

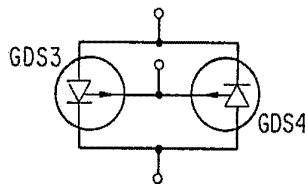
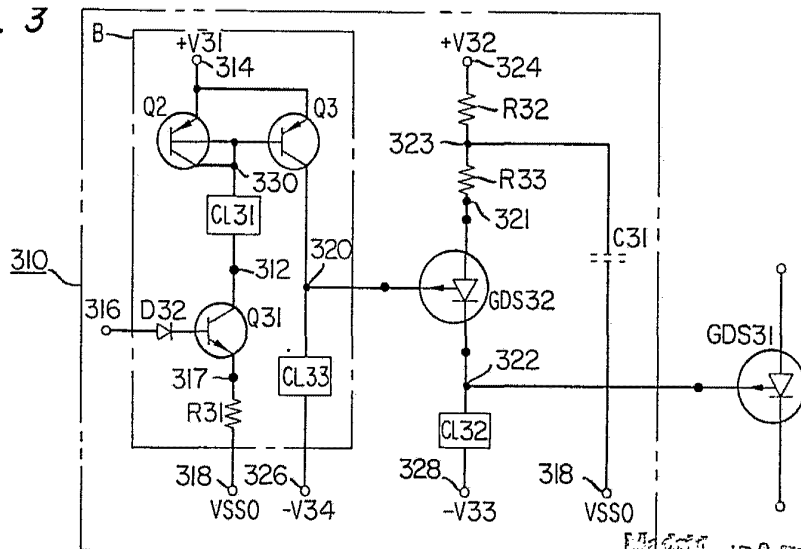


FIG. 3



IGNACIO GOMEZ-ACEBO

p. p. Firmador: A. Hernández Covarrubias

Hernández

ESCALA VARIABLE

FIG. 5

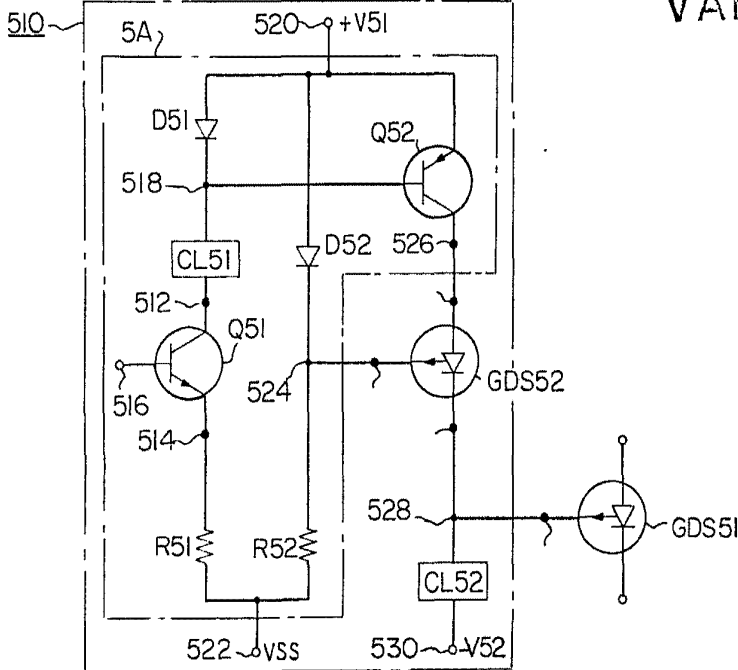
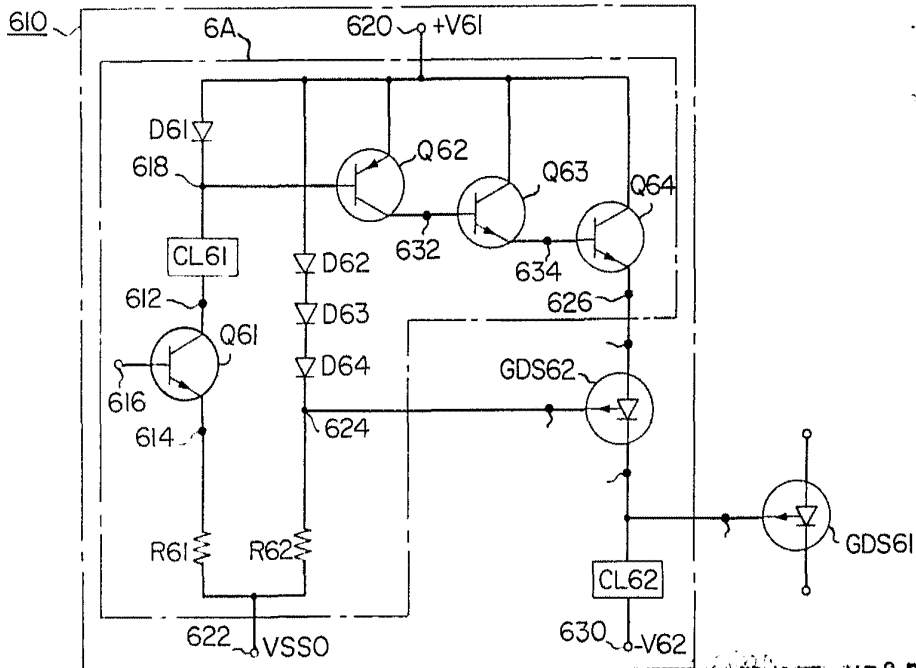


FIG. 6



8 FEB. 1960

IGNACIO GÓMEZ-ACEBO
p. p. Firmado: A. Hernández Covarrubias