

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 686 276**

51 Int. Cl.:

G01R 27/26 (2006.01)

H04L 9/10 (2006.01)

G06F 21/75 (2013.01)

G06F 21/85 (2013.01)

H01L 23/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **10.06.2015 E 15171304 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **06.06.2018 EP 3093788**

54 Título: **Detección de espionaje (snooping) entre los elementos de silicio en un circuito**

30 Prioridad:

11.05.2015 US 201514708315

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:

17.10.2018

73 Titular/es:

**WINBOND ELECTRONICS CORP. (100.0%)
No. 8 Keya 1st Rd., Daya District, Central Taiwan
Science Park,
Taichung City, Taiwan., TW**

72 Inventor/es:

TEPER, VALERY

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 686 276 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Detección de espionaje (*snooping*) entre los elementos de silicio en un circuito

Campo técnico

5 La presente invención se refiere a la detección y prevención de interceptación de datos para las conexiones entre los elementos de silicio en circuitos eléctricos.

Antecedentes

10 En las aplicaciones de seguridad realizadas por circuitos electrónicos es común proporcionar datos de salida de una forma cifrada para impedir la capacidad de un intruso rival de recoger los datos de forma que puedan usarse fácilmente. Adicionalmente, los circuitos electrónicos de seguridad pueden encapsularse de manera compacta para que el intruso rival no pueda acceder fácilmente a los elementos de silicio del circuito y adjuntar equipo de espionaje (*snooping*) a las entradas y/o salidas de los elementos de silicio que componen el circuito.

15 Si el intruso rival tiene acceso físico y tiempo suficiente, podría ser capaz de descubrir conexiones internas del circuito y acceder a los datos antes de que se cifren para su salida. Opcionalmente, el equipo de espionaje (*snooping*) puede adjuntarse en paralelo a una conexión o puede insertarse en serie con los otros elementos del circuito.

Para superar este problema en algunos circuitos los elementos de silicio cifran datos que salen del elemento para que el intruso rival no sea capaz de recoger datos no cifrados a partir de las conexiones dentro del circuito electrónico incluso cuando obtenga acceso a las salidas de los elementos.

20 En cualquier caso, transmitir datos de una forma cifrada entre los elementos de circuito tiene un precio. Cada elemento ha de tener un circuito de cifrado y/o un circuito de descifrado incorporado(s) incrustado(s) en el mismo para soportar tal opción. El documento EP 1 721 231 B1 divulga un dispositivo electrónico para un procesamiento criptográfico, que tiene al menos dos circuitos electrónicos acoplados a través de un medio de conexión, en donde el medio de conexión está dispuesto para transferir señales de datos entre los dos circuitos electrónicos. El dispositivo electrónico tiene, además, un circuito de vigilancia dispuesto para vigilar una desviación en la capacidad eléctrica del medio de conexión. En el caso de que la desviación supere un valor predeterminado se genera una señal de alerta. Dicho documento también divulga como un método de protección un circuito electrónico contra la interceptación que usa el dispositivo electrónico mencionado anteriormente.

30 El documento US 2014/240283 A1 divulga un sistema y un método para detectar la presencia de una sonda en o cerca de un electrodo que puede transmitir datos de seguridad detectando un cambio en la capacidad eléctrica en el electrodo, y en donde pueden adoptarse medidas para detener la transmisión en el electrodo si se detecta una sonda.

35 Finalmente, el documento US 2015/109002 A1 se refiere a un método para reconocer una manipulación de al menos una línea eléctrica que incluye determinar un parámetro que depende de una resistencia y una capacidad, una resistencia y una inductividad o una resistencia, una capacidad y una inductividad de la línea eléctrica. El parámetro determinado se compara con un parámetro de referencia para proporcionar un resultado de comparación. Un reconocimiento de una manipulación de la línea eléctrica se basa en el resultado de comparación proporcionado.

Sumario

40 Un aspecto de una realización de la divulgación se refiere a un circuito electrónico con dos o más elementos de circuito conectados por una o más líneas de conexión. Al menos uno de los elementos de circuito incluye una unidad de vigilancia para medir la capacidad eléctrica, resistencia y/o inductancia de al menos una de las líneas de conexión. La unidad de vigilancia identifica cambios en la capacidad eléctrica, resistencia y/o inductancia de la línea de conexión medida y en respuesta a los cambios adopta medidas para prevenir la interceptación de la línea de conexión.

45 En una realización ejemplar de la divulgación, la unidad de vigilancia puede seleccionar qué línea vigilar y puede vigilar alternativamente líneas de conexión diferentes. Opcionalmente, el elemento de circuito en el otro extremo de la línea de conexión también incluye una unidad de vigilancia. En algunas realizaciones de la divulgación, ambas unidades de vigilancia participan a la hora de comprobar una línea de conexión. Opcionalmente, se usan otras líneas de conexión para coordinar entre las unidades de vigilancia para realizar la comprobación. En algunas realizaciones de la divulgación, la información pasada de un elemento de circuito a otro puede cifrarse para impedir que un intruso revise fácilmente la información enviada de un elemento de circuito a otro para coordinar la comprobación de una línea de conexión.

En algunas realizaciones de la divulgación, la línea de conexión se comprueba proporcionando corriente desde una unidad de vigilancia de un elemento de circuito. Opcionalmente, la corriente puede proporcionarse de acuerdo con una función de corriente (a diferencia de una corriente fija) y la tensión vigilada como una función de tiempo para determinar si la capacidad eléctrica de la línea es la que se espera o si existe un cambio en la capacidad eléctrica.

- 5 En una realización ejemplar de la divulgación, la función de corriente puede seleccionarse de manera aleatoria cada vez que se comprueba la línea de conexión para que un intruso no pueda predecir el cambio en la corriente como una función de tiempo.

De este modo, se proporciona, de acuerdo con una realización ejemplar de la divulgación, un circuito electrónico con protección contra la interceptación, que comprende:

- 10 un primer elemento de circuito incrustado en el circuito electrónico;
una primera línea de conexión entre el primer elemento de circuito y el segundo elemento de circuito;
una primera unidad de vigilancia en el primer elemento de circuito para medir la capacidad eléctrica de las primeras líneas de conexión entre el primer elemento de circuito y el segundo elemento de circuito; en donde la primera unidad de vigilancia está configurada para identificar un cambio en la capacidad eléctrica de una primera línea de conexión y para emprender acciones para prevenir la interceptación en respuesta a la identificación de cambios; y en donde la primera unidad de vigilancia proporciona una primera corriente de acuerdo con una seleccionada de manera aleatoria de una pluralidad de funciones de corriente a la primera línea de conexión para medir la capacidad eléctrica de la primera línea de conexión.
- 15

- 20 En una realización ejemplar de la divulgación, el segundo elemento de circuito incluye una segunda unidad de vigilancia. Opcionalmente, la primera unidad de vigilancia y la segunda unidad de vigilancia miden la capacidad eléctrica de la primera línea de conexión en tiempos diferentes. En una realización ejemplar de la divulgación, la primera unidad de vigilancia y la segunda unidad de vigilancia miden la capacidad eléctrica de la primera línea de conexión en conjunto al mismo tiempo. Opcionalmente, el primer elemento de circuito proporciona información de sincronización al segundo elemento de circuito sobre las líneas de conexión para sincronizar la capacidad eléctrica en medición por la primera unidad de vigilancia y la segunda unidad de vigilancia en conjunto. En una realización ejemplar de la divulgación, la primera unidad de vigilancia y la segunda unidad de vigilancia comparan la cadencia de una señal de tensión medida para detectar una discrepancia en la cadencia de la señal. Opcionalmente, la primera unidad de vigilancia y la segunda unidad de vigilancia proporcionan la primera corriente sincrónicamente a la primera línea de conexión para determinar la capacidad eléctrica de la primera línea de conexión.
- 25

- 30 En una realización ejemplar de la divulgación, la primera unidad de vigilancia está configurada para proporcionar una segunda corriente de acuerdo con otra seleccionada de manera aleatoria de una pluralidad de funciones de corriente a una segunda línea de conexión acoplada entre los elementos de circuito primero y segundo para medir la capacidad eléctrica de la segunda línea de conexión. Opcionalmente, la primera unidad de vigilancia está configurada para medir también la resistencia y/o

- 35 la inducción de una tercera línea de conexión acoplada entre los elementos de circuito primero y segundo. En una realización ejemplar de la divulgación, la primera unidad de vigilancia proporciona la primera corriente a la primera línea de conexión para medir la capacidad eléctrica de la primera línea de conexión. En una realización ejemplar de la divulgación, tras identificar un cambio en la capacidad eléctrica por encima de un valor de umbral preseleccionado, el primer elemento de circuito detiene la actividad del primer elemento de circuito.

- 40 Como alternativa, tras identificar cambios en la capacidad eléctrica por encima de un valor de umbral preseleccionado, el primer elemento de circuito proporciona datos erróneos en las salidas del primer elemento de circuito. En una realización ejemplar de la divulgación, el primer elemento de circuito se comunica con el segundo elemento de circuito con datos cifrados sobre la primera línea de conexión. Opcionalmente, la primera unidad de vigilancia vigila la tensión de una línea de conexión mientras proporciona una corriente de acuerdo con una función de corriente y verifica que la tensión vigilada se ajusta a una función de tensión esperada. En una realización ejemplar de la divulgación, el primer elemento de circuito inicia un análisis de capacidad eléctrica de la primera línea de conexión antes de transmitir datos al segundo elemento de circuito sobre la línea de conexión.
- 45

Se proporciona, además, de acuerdo con una realización ejemplar de la divulgación, un método para proteger un circuito electrónico contra la interceptación, que comprende:

- 50 proporcionar un circuito electrónico con un primer elemento de circuito incrustado en el mismo y un segundo elemento de circuito incrustado en el mismo con una primera línea de conexión entre ellos;
instalar una primera unidad de vigilancia en el primer elemento de circuito para medir la capacidad eléctrica de la primera línea de conexión;
seleccionar de manera aleatoria una función de corriente de una pluralidad de funciones de corriente;
- 55 proporcionar una primera función de corriente a la primera línea de conexión de acuerdo con la función de corriente seleccionada de manera aleatoria para medir la capacidad eléctrica de la primera línea de conexión entre el primer elemento de circuito y el segundo elemento de circuito;
identificar un cambio en la capacidad eléctrica de la primera línea de conexión; y

emprender acciones para prevenir la interceptación en respuesta a la identificación.

5 En una realización ejemplar de la divulgación, el método comprende instalar una segunda unidad de vigilancia en el segundo elemento de circuito para medir la capacidad eléctrica de la primera línea de conexión o capacidad eléctrica de una segunda línea de conexión acoplada entre los elementos de circuito primero y segundo. Opcionalmente, el método comprende medir la resistencia y/o la inducción de la segunda línea de conexión e identificar cambios en la resistencia y/o la inducción de la segunda línea de conexión y emprender las acciones para prevenir la interceptación cuando los cambios en la resistencia y/o la inducción de la segunda línea de conexión se encuentran más allá de un valor de umbral. En una realización ejemplar de la divulgación, el método comprende, además, vigilar la tensión de la segunda línea de conexión mientras se proporciona la primera corriente a la primera línea de conexión que verifica que la tensión vigilada se ajusta a una función de tensión esperada.

Breve descripción de los dibujos

15 La presente divulgación se entenderá y se apreciará mejor a partir de la siguiente descripción detallada tomada en conjunto con los dibujos. Las estructuras, los elementos o las partes idénticas/os que aparecen en más de una figura se designan generalmente con el mismo número o uno similar en todas las figuras en las que aparecen. Cabe destacar que los elementos o las partes en las figuras no están dibujados/as necesariamente a escala de manera que cada elemento o parte puede ser más grande o más pequeño/a de lo que se muestra en realidad.

La Fig. 1 es una ilustración esquemática de un circuito electrónico con dos elementos de circuito de silicio con una conexión de datos entre ellos, de acuerdo con una realización ejemplar de la divulgación;

20 la Fig. 2A es una ilustración esquemática de un circuito integrado con múltiples elementos de circuito de silicio, de acuerdo con una realización ejemplar de la divulgación;

la Fig. 2B es una ilustración esquemática de una placa de circuito con múltiples elementos de circuito de silicio, de acuerdo con una realización ejemplar de la divulgación;

la Fig. 3A es una ilustración esquemática de una primera señal de corriente y una primera señal de tensión, de acuerdo con una realización ejemplar de la divulgación;

25 la Fig. 3B es una ilustración esquemática de una señal de corriente alternativa y una tensión alternativa, de acuerdo con una realización ejemplar de la divulgación; y

la Fig. 4 es una ilustración esquemática de un circuito para implementar un esquema de protección de silicio, de acuerdo con una realización ejemplar de la divulgación.

Descripción detallada

30 La Fig. 1 es una ilustración esquemática de un circuito electrónico 100 con dos elementos (110, 120) de circuito de silicio con una línea 130 de conexión de datos entre ellos, de acuerdo con una realización ejemplar de la divulgación. En una realización ejemplar de la divulgación, los elementos (110, 120) de circuito están conectados con múltiples líneas (por ejemplo, 130, 132, 134 y 136) de conexión teniendo cada línea una capacidad eléctrica 150 inherente. Algunas de las líneas 130 de conexión pueden vigilarse y algunas no pueden vigilarse. Opcionalmente, el elemento 110 de circuito de silicio incluye un circuito 115 de vigilancia que puede medir la capacidad eléctrica 150 de una línea de conexión, por ejemplo una línea 130, 132, 134, 136 de conexión. En algunas realizaciones de la divulgación, el elemento 120 de circuito de silicio, que está conectado al elemento 110 de circuito de silicio a través de la línea 130 de conexión, también puede incluir un circuito 125 de vigilancia para cooperar con el proceso de medición del circuito 115 de vigilancia o cada circuito (115, 125) de vigilancia puede actuar independientemente. Opcionalmente, el circuito 115 de vigilancia y/o el circuito 125 de vigilancia puede actuar en una cualquiera de las líneas (130, 132, 134, 136) de conexión o pueden dedicarse a una línea (por ejemplo, 130) de conexión específica.

45 En una realización ejemplar de la divulgación, el elemento 110 de circuito de silicio puede iniciar un análisis de capacidad eléctrica mediante el circuito 115 de vigilancia periódicamente o en respuesta a un evento (por ejemplo, antes de enviar datos al elemento 120 de circuito de silicio). Opcionalmente, otras líneas (por ejemplo, 132, 134, 136) de conexión pueden usarse para sincronizar la vigilancia de capacidad eléctrica entre el circuito 115 de vigilancia y el circuito 125 de vigilancia, por ejemplo, enviando una señal o un mensaje para notificar al otro lado que comience el proceso de vigilancia. Opcionalmente, el mensaje se cifra para que un intruso no sepa cuándo se va a realizar el análisis.

50 En una realización ejemplar de la divulgación, el elemento 110 de circuito y/o el elemento 120 de circuito está(n) programado(s) para identificar un cambio de capacidad eléctrica por ejemplo en la línea 130 de comunicación más allá de un valor de umbral, identificando, de este modo, que alguien ha manipulado indebidamente una línea de

conexión entre los elementos (110, 120) de circuito. Opcionalmente, en respuesta a la identificación de un evento de manipulación indebida, el elemento de circuito detenido, desactivado, proporciona datos erróneos y/o envía una señal o mensaje de notificación a un administrador.

5 En algunas realizaciones de la divulgación, los elementos (110, 120) de circuito pueden colocarse como un circuito integrado 200 (chip) con un encapsulado 210 de cerámica o de plástico común, por ejemplo, tal y como se ilustra en la Fig. 2A. Como alternativa, los elementos 110, 120 de circuito pueden ser elementos en una PCB (placa de circuito impreso, por sus siglas en inglés) común 260, por ejemplo, tal y como se ilustra en la Fig. 2B. Como alternativa adicional, los elementos (110, 120) de circuito pueden proporcionarse en múltiples PCB.

10 En una realización ejemplar de la divulgación, la capacidad eléctrica 150 se mide proporcionando una corriente 300 desde el circuito 115 de vigilancia sobre la línea 130 de conexión tal y como se ilustra en la Fig. 3A.

Opcionalmente, mientras se proporciona la corriente 300 el circuito 115 de vigilancia evalúa la tensión 320 de la línea 130 de conexión como una función de tiempo. Al determinar una cantidad de carga requerida para alcanzar una tensión constante es posible determinar la capacidad eléctrica 150 de la línea 130 de conexión.

15 En algunas realizaciones de la divulgación, el intruso puede percatarse de que la capacidad eléctrica 150 se vigila en momentos específicos o después de eventos específicos, por ejemplo, en respuesta a notificaciones en otras líneas (por ejemplo, 132, 134) de conexión. El intruso puede percatarse de la función de corriente usada para medir la capacidad eléctrica. Opcionalmente, una vez conectado el intruso puede detectar que el circuito 115 de vigilancia está midiendo la capacidad eléctrica y proporcionar corriente para compensar el aumento en la capacidad eléctrica causado por la conexión del intruso, para que el circuito 115 de vigilancia no detecte la conexión para la interceptación. Para superar este problema, el circuito 115 de vigilancia puede comprobar con funciones de corriente diferentes en momentos diferentes, por ejemplo, tal y como se ilustra en la Fig. 3B (corriente 350 y tensión 370). Opcionalmente, el circuito 115 de vigilancia puede seleccionar de manera aleatoria para proporcionar corriente de acuerdo con la función definida por la corriente 300, la corriente 350 u otras funciones de corriente para que el intruso no pueda predecir qué función de corriente va a usarse y compensar la corriente en tiempo real para proporcionar una función de tensión (320, 370) de corriente.

30 En algunas realizaciones de la divulgación, tanto el circuito 115 de vigilancia como el circuito 125 de vigilancia (desde ambos lados de la línea 130 de conexión) pueden medir la capacidad eléctrica de la línea 130 de conexión en momentos diferentes, de manera simultánea o en conjunto sincrónicamente para prevenir que un intruso se adjunte en serie por sí mismo a la línea 130 de conexión y responda a cada lado independientemente o transfiera señales de lado a lado, sin que un lado se percate de una discrepancia en la cadencia de las señales de un lado a otro. Opcionalmente, el circuito 115 de vigilancia y el circuito 125 de vigilancia pueden comprobar sincrónicamente la línea 130 de conexión junto con una función de corriente específica. En una realización ejemplar de la divulgación, pueden usarse dos líneas de conexión, por ejemplo, para sincronizarse entre los lados con una línea (por ejemplo, 132) de conexión mientras se comprueba la otra línea (por ejemplo, 130) de conexión. Opcionalmente, un lado puede proporcionar corriente mientras que el otro lado solo mide la tensión o bien ambos lados pueden proporcionar corriente en sincronía.

40 La Fig. 4 es una ilustración esquemática de un circuito 400 para implementar un esquema de protección de silicio, de acuerdo con una realización ejemplar de la divulgación. El circuito 400 incluye elementos 110 y 120 de silicio que están conectados mediante alambres 130, 132, 134, 136. Opcionalmente, el alambre 130 se vigila proporcionando corriente desde una fuente I1 de corriente o una fuente I2 de corriente a la línea 130 de conexión. En una realización ejemplar de la divulgación, la corriente proporcionada a la línea 130 de conexión se selecciona desde la fuente I1 de corriente o la fuente I2 de corriente y/o se controla por un generador 415 de funciones (por ejemplo, para definir el flujo de corriente como una función de tiempo). Opcionalmente, la función usada en un momento específico se selecciona y/o se genera basándose en un valor aleatorio proporcionado por un generador 405 de valores aleatorios.

45 En algunas realizaciones de la divulgación, una memoria no volátil 410 almacena definiciones de funciones a partir de las cuales el generador 415 de funciones genera una función de acuerdo con la cual la corriente se proporciona a la línea 130 de conexión vigilada. En una realización ejemplar de la divulgación, un convertidor 430 de analógico a digital se usa para muestrear la tensión en la línea 130 de conexión y reenviar la información de la tensión muestreada a un comparador 420 de tensiones. El comparador 420 de tensiones compara la tensión muestreada como una función de tiempo con una tensión predicha basándose en la función generada por el generador 415 de funciones. Opcionalmente, el comparador 420 de tensiones notifica a una unidad 425 de tratamiento de detección que determina si la seguridad se ha visto comprometida y proporciona instrucciones en respuesta a la determinación, por ejemplo, detener el elemento 110 de circuito o hacer que el elemento 110 de circuito proporcione valores de salida erróneos para engañar al intruso.

55 En una realización ejemplar de la divulgación, el segundo elemento 120 de circuito de silicio también incluye un convertidor 440 de analógico a digital para muestrear la tensión de la línea 130 de conexión. Opcionalmente, las mediciones se proporcionan a un comparador 455 de tensiones y se comparan con la tensión del elemento 110 de circuito que está representada por una señal transmitida sobre una de las líneas (por ejemplo, 136) de conexión. En

una realización ejemplar de la divulgación, los resultados de la comparación se proporcionan a una unidad 460 de tratamiento de detección que controla el elemento 120 de circuito en respuesta a los resultados. Como alternativa o adicionalmente, el elemento 120 de circuito incluye un generador 450 de funciones que genera una señal de tensión esperada basándose en la información proporcionada sobre una de las líneas (por ejemplo, 134) de conexión del elemento 110 de circuito (por ejemplo, desde el generador 415 de funciones). Opcionalmente, el generador 450 de funciones está provisto de detalles de la función esperada e información de cadencia para que el elemento 120 de circuito pueda medir la tensión de entrada en sincronía con el elemento 110 de circuito. En algunas realizaciones de la divulgación, el elemento 120 de circuito incluye un temporizador 445 para mantenerse sincronizado con el elemento 110 de circuito. Como alternativa o adicionalmente, la información de sincronización se proporciona sobre las líneas (por ejemplo, línea 136 de conexión) de conexión. Opcionalmente, la información transmitida entre el elemento 110 de circuito y el elemento 120 de circuito está cifrada para prevenir la interceptación y responder inmediatamente a la información, por ejemplo, para superar las medidas de protección adoptadas por los elementos (110, 120) de circuito.

En una realización ejemplar de la divulgación, los métodos anteriores pueden aplicarse para medir la resistencia o la inducción en su lugar o además de las mediciones de capacidad eléctrica, por ejemplo, el elemento 110 de circuito puede medir la capacidad eléctrica y la resistencia para mejorar la precisión a la hora de detectar intrusos.

Cabe destacar que los métodos y el aparato descritos anteriormente pueden variarse de muchas formas, incluyendo omitir y añadir etapas, cambiar el orden de las etapas y el tipo de dispositivos usados. Cabe destacar que las diferentes características pueden combinarse de formas diferentes. En particular, no todas las características mostradas anteriormente en una realización particular son necesarias en cada realización de la divulgación. Se considera que también las combinaciones adicionales de las características anteriores están dentro del alcance de algunas realizaciones de la divulgación. La invención está definida por las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Un circuito electrónico (100) con protección contra la interceptación, que comprende:
 - un primer elemento (110) de circuito incrustado en el circuito electrónico (100);
 - un segundo elemento (120) de circuito incrustado en el circuito electrónico (100);
 - 5 una primera línea (130) de conexión entre el primer elemento (110) de circuito y el segundo elemento (120) de circuito;
 - una primera unidad (115) de vigilancia en el primer elemento (110) de circuito para medir la capacidad eléctrica (150) de la primera línea (130) de conexión entre el primer elemento (110) de circuito y el segundo elemento (120) de circuito;
 - 10 en donde la primera unidad (115) de vigilancia está configurada para identificar un cambio en la capacidad eléctrica (150) de la primera línea (130) de conexión y para emprender acciones para prevenir una interceptación en respuesta a la identificación de un cambio y
 - caracterizado por que** la primera unidad (115) de vigilancia proporciona una primera corriente de acuerdo con una seleccionada de manera aleatoria de una pluralidad de funciones de corriente a la primera línea de conexión
 - 15 para medir la capacidad eléctrica de la primera línea de conexión.

2. Un circuito electrónico de acuerdo con la reivindicación 1, en donde el segundo elemento (120) de circuito incluye una segunda unidad (125) de vigilancia, la primera unidad (115) de vigilancia y la segunda unidad (125) de vigilancia miden la capacidad eléctrica (150) de la primera línea (130) de conexión en momentos diferentes, y el primer elemento (110) de circuito proporciona información de sincronización al segundo elemento (120) de circuito sobre la primera línea (130) de conexión para sincronizar la capacidad eléctrica (150) en medición por la primera unidad (115) de vigilancia y la segunda unidad (125) de vigilancia en conjunto.

3. Un circuito electrónico de acuerdo con la reivindicación 1, en donde el segundo elemento (120) de circuito incluye una segunda unidad (125) de vigilancia y la primera unidad (110) de vigilancia y la segunda unidad (120) de vigilancia miden la capacidad eléctrica (150) de la primera línea (130) de conexión en conjunto al mismo tiempo.

- 25 4. Un circuito electrónico de acuerdo con la reivindicación 1, en donde el segundo elemento (120) de circuito incluye una segunda unidad (125) de vigilancia y la primera unidad (115) de vigilancia y la segunda unidad (125) de vigilancia comparan la cadencia de una señal de tensión medida para detectar una discrepancia en la cadencia de la señal.

- 30 5. Un circuito electrónico de acuerdo con la reivindicación 1, en donde el segundo elemento (120) de circuito incluye una segunda unidad (125) de vigilancia y la primera unidad (115) de vigilancia y la segunda unidad (125) de vigilancia proporcionan la primera corriente sincrónicamente a la primera línea (130) de conexión para determinar la capacidad eléctrica (150) de la primera línea (130) de conexión.

- 35 6. Un circuito electrónico de acuerdo con la reivindicación 1, en donde la primera unidad (115) de vigilancia está configurada para proporcionar una segunda corriente de acuerdo con otra seleccionada de manera aleatoria de la pluralidad de funciones de corriente a una segunda línea (132) de conexión acoplada entre los elementos (110, 120) de circuito primero y segundo para medir la capacidad eléctrica de la segunda línea (132) de conexión y la primera unidad (115) de vigilancia está configurada para medir también la resistencia y/o la inducción de una tercera línea (130) de conexión acoplada entre los elementos (110, 120) de circuito primero y segundo.

- 40 7. Un circuito electrónico de acuerdo con la reivindicación 1, en donde la primera unidad (115) de vigilancia proporciona la primera corriente a la primera línea (130) de conexión para medir la capacidad eléctrica (150) de la primera línea (130) de conexión y la primera unidad (115) de vigilancia vigila la tensión de una segunda línea (132) de conexión acoplada entre los elementos (110, 120) de circuito primero y segundo mientras proporciona la primera corriente y verifica que las tensiones vigiladas se ajustan a una función de tensión esperada.

- 45 8. Un circuito electrónico de acuerdo con la reivindicación 1, en donde tras identificar un cambio en la capacidad eléctrica (150) por encima de un valor de umbral preseleccionado el primer elemento (110) de circuito detiene la actividad del primer elemento (110) de circuito o proporciona datos erróneos en las salidas del primer elemento (110) de circuito.

9. Un circuito electrónico de acuerdo con la reivindicación 1, en donde el primer elemento (110) de circuito se comunica con el segundo elemento (120) de circuito con datos cifrados sobre la primera línea (130) de conexión.

- 50 10. Un circuito electrónico de acuerdo con la reivindicación 1, en donde el primer elemento (110) de circuito inicia un análisis de capacidad eléctrica de la primera línea (130) de conexión antes de transmitir datos al segundo elemento (120) de circuito sobre la primera línea (130) de conexión.

11. Un método para proteger un circuito electrónico contra la interceptación, que comprende:

- 5 proporcionar un circuito electrónico (100) con un primer elemento (110) de circuito incrustado en el mismo y un segundo elemento (120) de circuito incrustado en el mismo con una primera línea (130) de conexión entre ellos; instalar una primera unidad (115) de vigilancia en el primer elemento (110) de circuito para medir la capacidad eléctrica (150) de la primera línea (130) de conexión;
- 10 proporcionar una primera corriente a la primera línea (130) de conexión para medir la capacidad eléctrica (150) de la primera línea (130) de conexión entre el primer elemento (110) de circuito y el segundo elemento (120) de circuito;
- identificar un cambio en la capacidad eléctrica (150) de la primera línea (130) de conexión; y
- emprender acciones para prevenir una interceptación en respuesta a la identificación,
- caracterizado por que** dicha primera corriente se proporciona de acuerdo con una función de corriente seleccionada de manera aleatoria de una pluralidad de funciones de corriente.

12. Un método de acuerdo con la reivindicación 11, que comprende, además, instalar una segunda unidad (125) de vigilancia en el segundo elemento (120) de circuito para medir la capacidad eléctrica (150) de la primera línea (130) de conexión o capacidad eléctrica de una segunda línea (132) de conexión acoplada entre los elementos (110, 120) de circuito primero y segundo.

13. Un método de acuerdo con la reivindicación 11, que comprende, además:

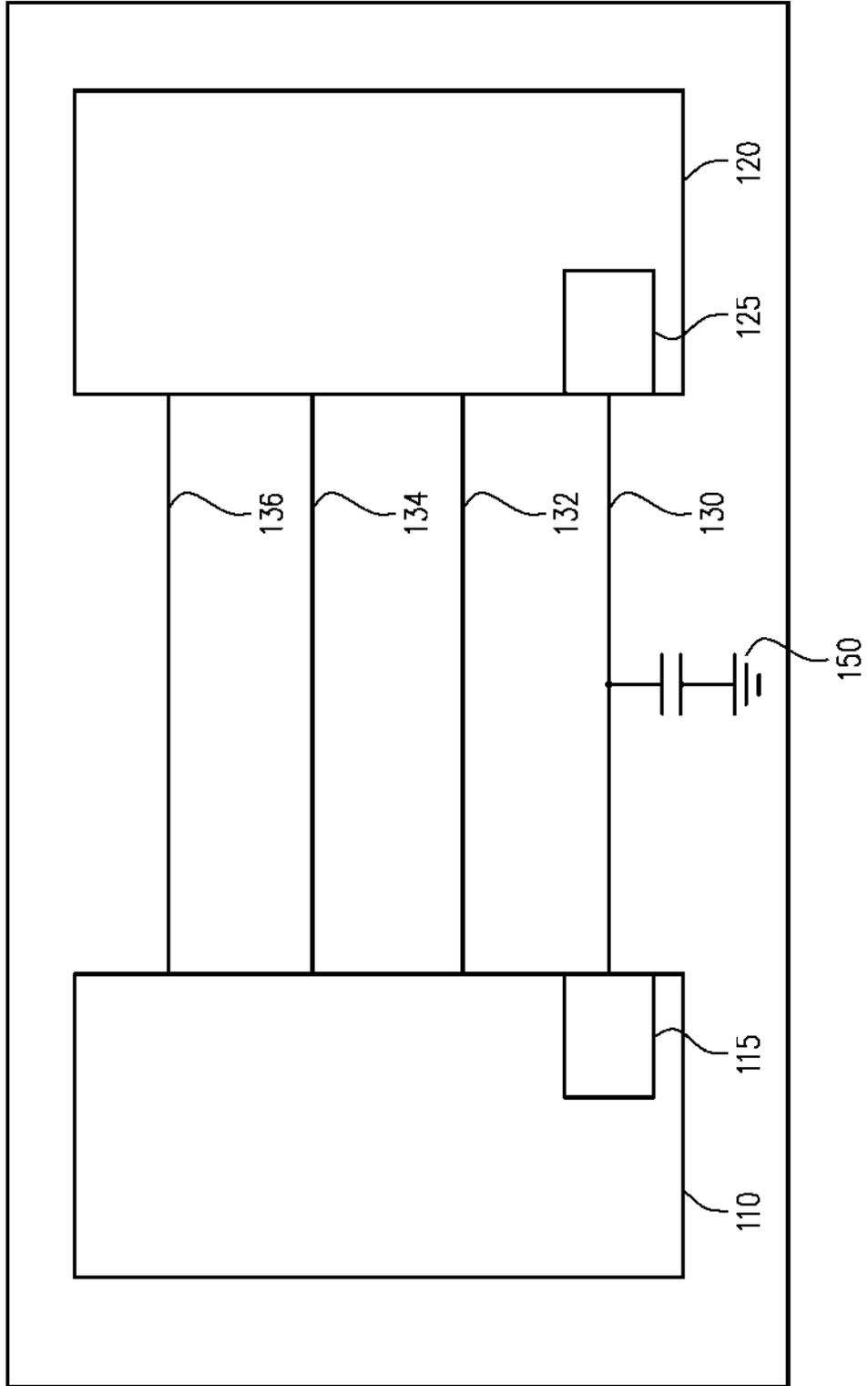
- 20 medir la resistencia y/o la inducción de la segunda línea (132) de conexión; e
- identificar cambios en la resistencia y/o la inducción de la segunda línea (132) de conexión;
- emprender las acciones para prevenir la interceptación cuando los cambios en la resistencia y/o la inducción de la segunda línea (132) de conexión se encuentran más allá de un valor de umbral.

14. Un método de acuerdo con la reivindicación 11, que comprende, además:

- 25 vigilar la tensión de la segunda línea (132) de conexión mientras se proporciona la primera corriente a la primera línea (130) de conexión;
- verificar que la tensión vigilada se ajusta a una función de tensión esperada.

100

FIG. 1



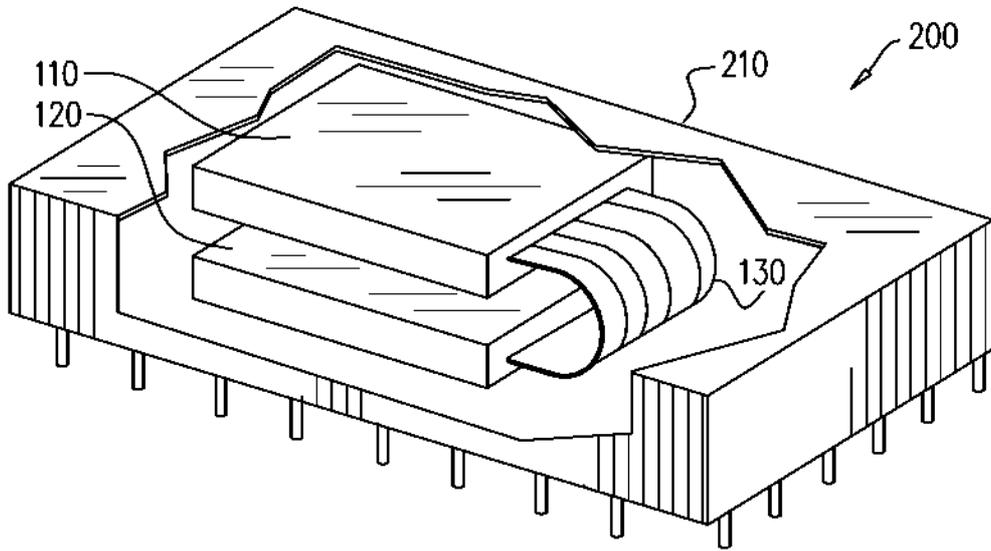


FIG. 2A

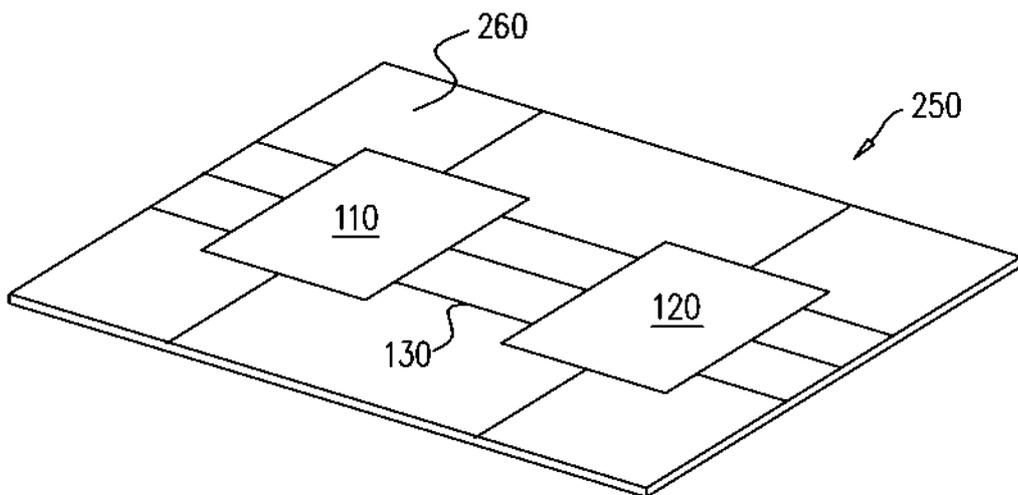


FIG. 2B

FIG. 3A

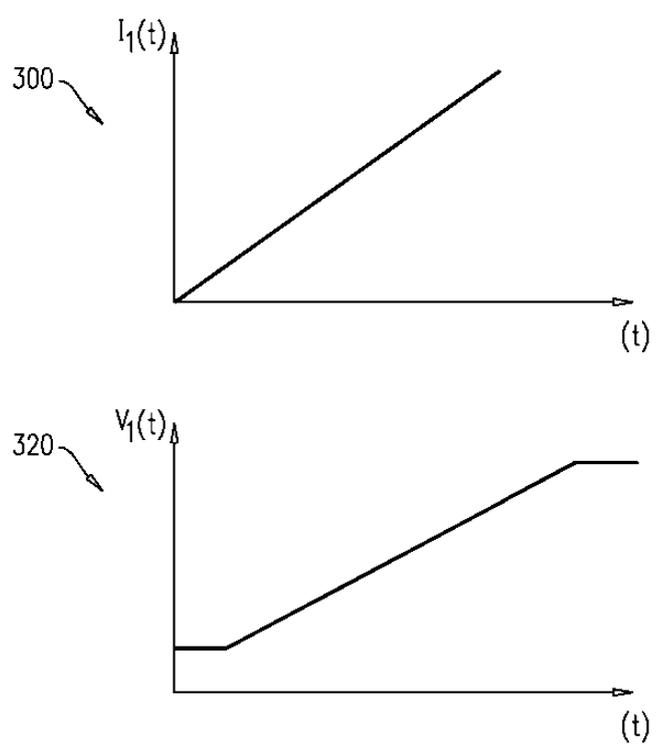
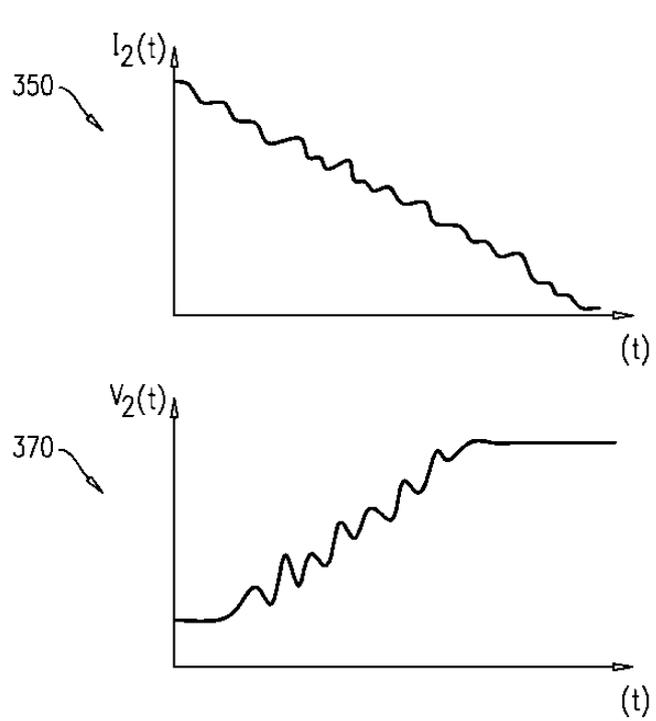


FIG. 3B



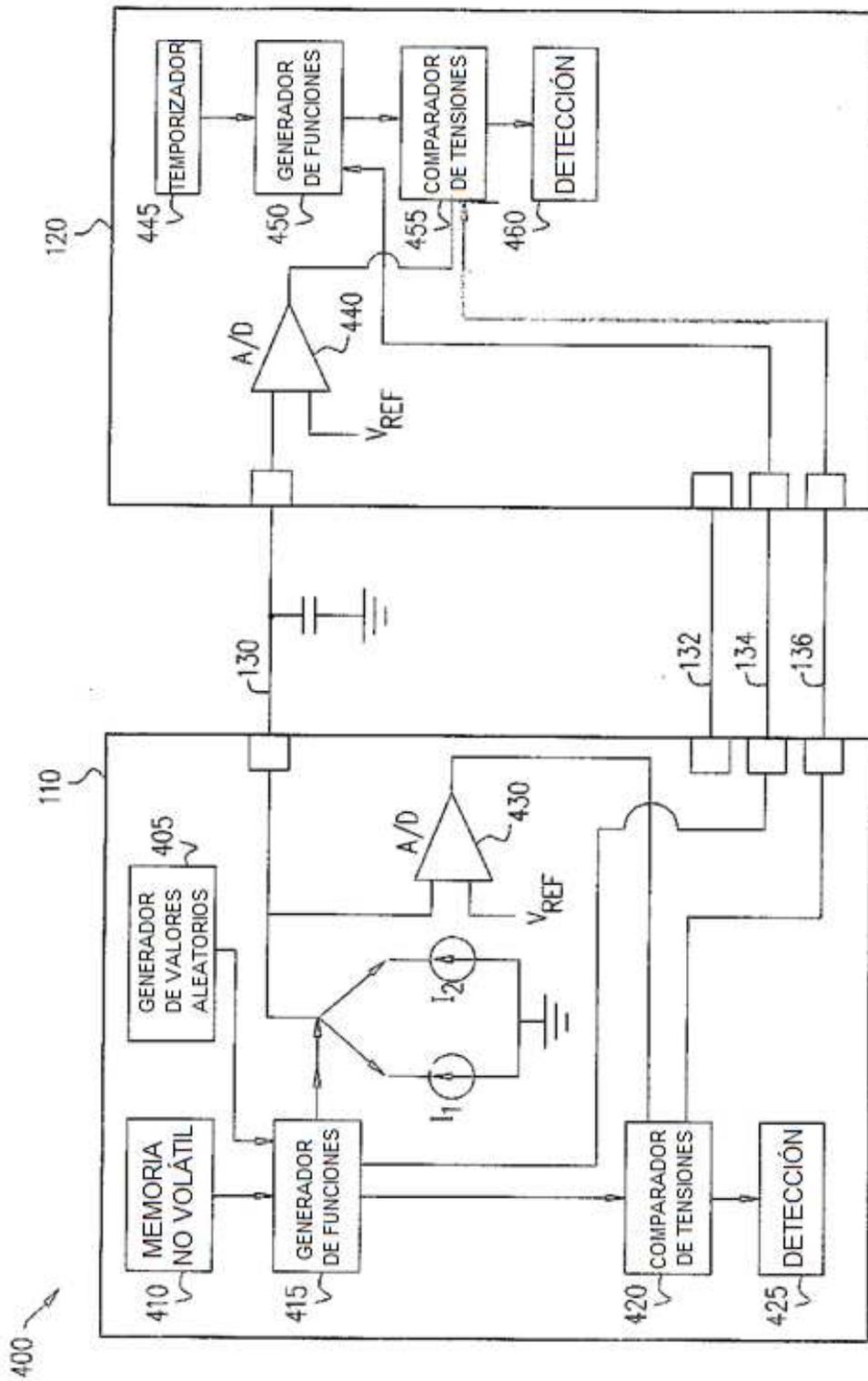


FIG. 4