

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 740 448**

51 Int. Cl.:

G06K 19/07 (2006.01)

A61L 2/26 (2006.01)

G06K 7/10 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **10.11.2010 E 15180887 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **08.05.2019 EP 2975557**

54 Título: **Sistema y procedimiento para determinar la esterilización de un dispositivo**

30 Prioridad:

16.11.2009 US 261539 P

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

05.02.2020

73 Titular/es:

**EMD MILLIPORE CORPORATION (100.0%)
400 Summit Drive
Burlington, MA 01803 , US**

72 Inventor/es:

BURKE, AARON

74 Agente/Representante:

CURELL SUÑOL, S.L.P.

ES 2 740 448 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

Sistema y procedimiento para determinar la esterilización de un dispositivo.

5 Antecedentes de la invención

Hay muchas aplicaciones en las que es deseable, o incluso fundamental, esterilizar los objetos que se están utilizando. Por ejemplo, la industria alimentaria requiere la esterilización de la cubertería, la vajilla, las ollas y otros utensilios de cocina. Además, existe el requisito de que se esterilicen también los dispositivos farmacéuticos y médicos. Por ejemplo, los bisturís y otros instrumentos médicos se deben esterilizar, todos ellos, antes de cada uso.

En otros casos, hay aplicaciones de un solo uso en las que el dispositivo a esterilizar se utiliza solamente una vez antes de desecharlo. Se deben esterilizar, antes de su uso, artículos tales como agujas usadas para extraer sangre, y jeringas usadas para inyecciones. Además del campo de la medicina, existen requisitos similares en la industria farmacéutica. Antes de su uso deben esterilizarse los filtros, las carcasas y los componentes desechables, tales como bolsas, biorreactores y tubos.

La esterilización se puede llevar a cabo de varias maneras. Por ejemplo, la esterilización con calor, tal como en autoclave, es una práctica común. En otras formas de realización, la esterilización se lleva a cabo sometiendo el objeto a radiación, tal como la radiación gamma o beta. Las reacciones químicas, tales como las correspondientes que implican óxido de etileno, son otro de los procedimientos usados para esterilizar un componente. Normalmente, el proceso de fabricación de estos componentes farmacéuticos incluye una etapa de esterilización. Por lo tanto, el fabricante puede garantizar a los clientes que el componente seleccionado ha experimentado un procedimiento de esterilización.

Recientemente, se ha producido una demanda cada vez mayor, por parte de clientes de dispositivos farmacéuticos y médicos, de una verificación independiente de que un dispositivo ha sido procesado correctamente durante su autoclavado, esterilización gamma, congelación o transporte. El hecho de saber que un dispositivo, tal como un filtro, bolsa, tubo o compuesto farmacológico, ha sido procesado correctamente permite que el cliente esté más seguro de que el dispositivo se puede usar de manera directa.

Típicamente, tal como se ha descrito antes, esta seguridad está provista de controles de ingeniería de procesos por medio de los cuales una secuencia de fabricación lineal hace que el dispositivo entre en y salga de un proceso. No obstante, existen varias maneras de que el proceso falle aunque cumpliendo al mismo tiempo los controles del mismo. Por ejemplo, el equipo que lleva a cabo el proceso, tal como un irradiador gamma, puede funcionar defectuosamente y no proporcionar una dosis correcta a un filtro. Otros dispositivos pueden obstaculizar los rayos gamma, reduciendo, de este modo, la dosificación por debajo del nivel mínimo en el que se pueden matar las bacterias.

Se han realizado varios intentos de afrontar este problema. Por ejemplo, una práctica común para los dispositivos médicos preenvasados es el uso, por parte de los fabricantes, de colorantes químicos que hacen cambiar de color para indicar una exposición satisfactoria a la radiación.

Otro procedimiento es la producción de un componente de semiconductor con un recubrimiento protector mínimo o limitado en el sustrato. En este caso, la radiación gamma penetra en el envase del semiconductor y afecta a la parte no protegida del circuito integrado. El efecto de la radiación puede consistir en cambiar un parámetro del circuito, tal como el voltaje de umbral o la corriente de fugas. La parte protegida y no afectada del componente incluye un circuito sensor que puede determinar cualquier cambio de estos parámetros como consecuencia de la radiación. A continuación, el usuario puede acceder a esta información, tal como usando unos medios inalámbricos o por cable.

No obstante, este proceso requiere que el profesional entienda el procedimiento y el protocolo de comunicación usados por el dispositivo. Por ejemplo, el profesional debe conocer qué posición de memoria dentro del dispositivo contiene la información relevante para las pruebas de radiación. Adicionalmente, esta información se puede almacenar en diferentes posiciones y usando diferentes protocolos, en función del componente y del fabricante en particular.

Por lo tanto, sería beneficioso que existiese un procedimiento independiente para confirmar que un componente ha sido esterilizado correctamente, que fuese sencillo de utilizar y que no requiriese conocimiento alguno de la circuitería subyacente. Un procedimiento de este tipo debería determinar si el componente se expuso correctamente a las temperaturas elevadas, las temperaturas reducidas o la radiación requeridas para esterilizarlo. Sería también beneficioso el que existiese un sistema que se pudiese desplegar fácilmente y que proporcionase esta confirmación sin requerir que el cliente o usuario lleve a cabo procedimientos difíciles o engorrosos.

El documento US 2005/012616 A1 divulga una etiqueta de RFID cuyas características cambian tras exposición a

una condición ambiental. En un procedimiento, la frecuencia del dispositivo se hace cambiar de 915 MHz a 2450 MHz. En otro procedimiento, parte de un resistor realizado con un material conductor soluble se elimina por exposición a agua caliente, haciendo que cambie así su resistencia, lo cual da como resultado un cambio del ancho de banda del dispositivo.

5 El documento US 2004/061655 A1 describe un transpondedor que comprende un adhesivo que se funde cuando se expone a temperaturas predeterminadas. Esto hace que cambie la configuración del dispositivo y su frecuencia de funcionamiento.

10 El documento JP 2007 241651 A divulga otro transpondedor, el cual comprende dos elementos sensibles a la temperatura conectados a una antena.

Sumario de la invención

15 La presente invención se refiere a un dispositivo de identificación inalámbrico según se define en la reivindicación 1, y a un procedimiento según se define en la reivindicación 4. A partir de las reivindicaciones dependientes se deducen versiones ventajosas de la invención.

20 Los problemas de la técnica anterior se superan con el sistema y el procedimiento de la presente invención. Más que almacenar información referente a la ejecución y/o el éxito del proceso de esterilización, la presente invención modifica las características de transmisión inalámbrica del dispositivo, es decir, el ancho de banda del transceptor inalámbrico y la frecuencia de resonancia del circuito. Las condiciones ambientales a las que es sensible el dispositivo también pueden ser impactos o vibraciones.

25 Breve descripción de los dibujos

La figura 1 es una primera forma de realización de la presente invención;

30 la figura 2a es una segunda forma de realización de la presente invención;

la figura 2b es una tercera forma de realización de la presente invención;

la figura 2c es otra forma de realización de la presente invención;

35 la figura 3 es otra forma de realización de la presente invención;

las figuras 4a y 4b son formas de realización para detectar dos condiciones ambientales diferentes, en las que la forma de realización de acuerdo con la figura 4b no es una forma de realización de la presente invención; y

40 la figura 5 es otra forma de realización de la presente invención.

Descripción detallada de la invención

45 Tal como se ha descrito anteriormente, existe una necesidad de una verificación independiente sencilla, rápida, de que se ha producido (o no) una condición ambiental específica. Varios ejemplos de esto incluyen la necesidad de verificar que un dispositivo médico o farmacéutico ha sido irradiado, la necesidad de verificar que un fármaco particular no ha sido agitado, y la necesidad de verificar que un dispositivo se ha sometido a autoclave. En algunos casos, existen dispositivos que proporcionan una verificación visual de estas condiciones ambientales. Por ejemplo, para monitorizar la temperatura de un artículo en tránsito se usan puntos indicadores para transporte los cuales cambian de color. De manera similar, existen sensores de impacto que proporcionan también una confirmación visual de que el artículo ha sido sometido o no a un impacto excesivo.

50 Un procedimiento común para realizar un seguimiento de activos y de un inventario es a través del uso de etiquetas de RFID. Estas etiquetas se incorporan al artículo, y las mismas pueden ser interrogadas remotamente por un lector de RFID. La propia etiqueta de RFID incluye un dispositivo de memoria legible (y, normalmente, reescribible), en el cual se almacena información sobre la pieza. La información puede incluir una descripción del artículo, su fecha de fabricación, número de lote, proceso de fabricación, fecha de caducidad y otros datos pertinentes.

55 La etiqueta de RFID incluye, también, una antena, sintonizada para funcionar a una frecuencia particular. En algunas formas de realización, la transmisión se produce a 13.56 MHz, en otras la transmisión está entre 902 y 928 MHz, mientras que, en otras formas de realización, se usan los 2.4 GHz. Son también posibles otros intervalos de frecuencia y los mismos se sitúan dentro del alcance de la invención.

60 En el diseño de cualquier etiqueta de RFID, existen normalmente requisitos de optimizar la frecuencia de resonancia de acuerdo con el circuito lector de RFID. La resonancia de radiofrecuencia se basa en las ecuaciones fundamentales de un circuito de LRC (inductor-resistor-condensador). Para un circuito de LRC, la frecuencia de

resonancia se define como:

$$F_{\text{res}} = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

5 donde L es la inductancia del inductor en Henrios, y C es la capacidad en Faradios.

Adicionalmente, el ancho de banda del circuito se define como:

$$\text{Ancho de banda} = \frac{R}{2\pi L}$$

10 donde R es la resistencia en Ohmios, y L es la inductancia del inductor en Henrios.

15 En general, el microchip de RFID tiene ciertas características eléctricas que requieren una ligera modificación para sintonizarlo con el lector. La adición natural de la antena de RF al microchip de RFID hará que cambie además la sintonización global de circuito. Tal como se realiza comúnmente, puede añadirse un circuito fuera de la placa para compensar los cambios y resintonizar el circuito. De este modo, el uso de un circuito externo es común en las etiquetas de RFID.

20 En algunas formas de realización, el circuito fuera de placa (o externo) contiene una combinación de componentes pasivos (tales como inductores, condensadores y resistores) para modificar el ancho de banda o la frecuencia de resonancia global de la etiqueta de RFID.

25 En una forma de realización, mostrada en la figura 1, el circuito fuera de placa 100 es una combinación de resistores 120, 125, 130 en una configuración de puente de Wheatstone en la que un componente 140 se selecciona para que cambie de manera intencionada su valor sobre la base de la cualidad y el tipo de condición ambiental. En otras palabras, cuando se produce una condición ambiental particular, tal como un impacto, una temperatura elevada o radiación, el valor inicial o por defecto del componente variable se verá alterado. En el caso de un resistor, este cambio afectará al ancho de banda de la etiqueta sin afectar a su frecuencia de resonancia. El chip de RFID 105 está en comunicación eléctrica con un condensador 115 y un inductor 110, los cuales están dispuestos en serie.
30 En otras formas de realización, estos dos componentes se pueden disponer en paralelo. El circuito de LC está también en serie con la configuración de Wheatstone. Esta configuración de Wheatstone tiene dos resistencias equivalentes posibles, en función del valor del componente variable 140.

35 En una segunda forma de realización, mostrada en la figura 2a, un interruptor 170 está colocado en serie con uno de los resistores 120, de tal manera que la condición ambiental particular hace que se abra el interruptor 170. El interruptor tiene dos estados, cerrado, por el cual la rama del circuito en serie con el interruptor (es decir, el resistor 120) se conecta al circuito, y abierto, por el cual se inhabilita la rama en serie. De este modo, cuando el interruptor 170 se cierra, la resistencia total es menor puesto que un resistor 120 en paralelo con los resistores 125, 130 provoca que la resistencia equivalente resultante sea menor que la correspondiente del resistor 125, 130 sola. Por lo tanto, el ancho de banda del circuito se incrementa cuando el interruptor 170 está abierto, en la medida en que la resistencia es mayor en ese estado.

40 El interruptor se podría seleccionar de entre una variedad de componentes, tales como un interruptor térmico para analizar un ciclo de autoclave o un diodo transistor clásico simple para analizar la esterilización por radiación.
45 Nuevamente, esta configuración afecta al ancho de banda del circuito, sin tener impacto en su frecuencia de resonancia.

50 En una tercera forma de realización, mostrada en la figura 2b, un interruptor 170 u otro componente variable se introduce en serie con un segundo condensador 175. En esta forma de realización, el estado del elemento variable 170 afectará a la capacitancia equivalente del circuito. En este caso, cuando el interruptor se cierra, la capacitancia se incrementará, y la misma se reducirá cuando el interruptor se abra. Esta configuración afecta a la frecuencia de resonancia, pero no al ancho de banda.

55 Evidentemente, son posibles otras configuraciones y las mismas se sitúan dentro del alcance de la invención. En algunas formas de realización, se utiliza un circuito de LRC sintonizable externo. En este circuito externo se usa un componente variable con capacidad de dos estados diferentes. El componente cambia de su estado por defecto a su estado alterado en función de una condición ambiental de interés, tal como un impacto, la temperatura o la radiación.

60 En otras formas de realización, el circuito sintonizable externo puede consistir en solamente algunas partes del circuito de LRC. Por ejemplo, ciertos elementos del circuito pueden estar integrados en el circuito integrado de RFID (tales como el condensador o el inductor). En estas formas de realización, pueden usarse uno o más componentes externos para influir en los parámetros inalámbricos del dispositivo y los mismos pueden incluir un inductor, un condensador, un resistor o cualquier combinación de los mismos. Para variar el comportamiento de

esta circuitería externa se pueden usar las mismas técnicas que se han descrito anteriormente.

Un impacto puede hacer que cambie el estado eléctrico de una variedad de dispositivos, tales como un interruptor de impacto físico. Un interruptor de este tipo se construye usando un filamento de calibre fino suspendido dentro de un dispositivo de montaje. Un impacto en una dirección ortogonal al filamento provocaría que el mismo se soltase de los puntos de suspensión. Los dispositivos como este funcionan de manera similar a las bombillas o fusibles comunes que son susceptibles a los impactos. Pueden detectarse niveles diferentes de impacto variando el grosor del filamento y la robustez de su conexión con los puntos de suspensión.

Variaciones de temperatura pueden provocar cambios irreversibles en dispositivos, tales como ciertos resistores o fusibles térmicos. Los resistores realizados con componentes oxidables, tales como carbono, se oxidarán de manera irreversible con los incrementos de la temperatura. Otros resistores que se construyen con materiales no oxidables, tales como óxidos metálicos, o que se envasan de manera que son inmunes a los cambios ambientales, permanecen estables y no cambian de valor.

Una radiación suficientemente energética provoca cambios en dispositivos, tales como resistores y uniones de semiconductor. La radiación provoca un cambio del valor de resistencia de un resistor oxidando adicionalmente el material de base o modificando la estructura cristalina o polimérica. Las uniones de semiconductor, tales como los diodos de tipo n-p o p-n, se ven afectadas por la radiación debido a cambios en la estructura cristalina y a la liberación de material dopante dentro de la banda de conductancia.

El componente variable puede ser uno tal que su estado se ve alterado irreversiblemente por la condición ambiental de interés. Por lo tanto, el efecto se puede medir después de que haya pasado la condición. Resulta ventajoso seleccionar un diseño de circuito que cambie de una manera predecible como respuesta a la condición aunque manteniendo todavía una operatividad general en la que pueda medirse el ancho de banda o la frecuencia resonante. En algunas formas de realización, en un circuito de LRC simple puede usarse un componente que cambie su valor por defecto pero no llegue a quedar completamente inoperativo. La figura 2c muestra un circuito de RLC simple en el que el valor del resistor sensible a radiación gamma 157 varía con respecto a su exposición a la radiación gamma. En este escenario, el ancho de banda del circuito varía en función del nivel expuesto de radiación. No obstante, para un componente que cambia drásticamente, tal como un fusible térmico, puede usarse un puente de Wheatstone o cualquier disposición paralela. En cualquiera de los casos, los otros componentes de apoyo se deberían seleccionar preferentemente de manera que sean resilientes ante la condición ambiental.

En otras formas de realización, se pueden usar componentes que cambien sus condiciones de manera reversible o predecible. Dichos componentes incluyen resistores o condensadores que cumplen normativas militares, de resistencia a la radiación o de alto rendimiento, tales como los de Presidio Componentes, Inc.

En la figura 3 se muestra otra forma de realización. En esta forma de realización, hay ramas de resistores en paralelo, en las que una de estas ramas contiene un resistor 120 y uno o más diodos 180. La otra rama incluye uno o más resistores, tales como los resistores 125, 130. En el funcionamiento normal, no fluye ninguna corriente a través del trayecto con los diodos, ya que uno de los diodos está siempre polarizado inversamente. No obstante, la exposición de radiación gamma afecta normalmente a una o más características de un diodo, tales como su voltaje de polarización directa, su voltaje de polarización inversa, o su corriente de fugas, permitiendo así un flujo de corriente. De este modo, los diodos comenzarán a conducir, permitiendo que la segunda rama de resistores afecte a la resistencia equivalente del circuito. Este cambio de la resistencia provoca un cambio correspondiente del ancho de banda, el cual puede ser detectado de manera remota.

Tal como se ha mencionado anteriormente, usando la presente invención se pueden detectar otras condiciones ambientales. Por ejemplo, para detectar temperatura, pueden fabricarse dispositivos que cambian de manera irreversible como consecuencia de una exposición a baja temperatura. En general, los componentes eléctricos estándar no cambian de manera irreversible a temperaturas reducidas, tales como -80 °C. No obstante, podrían construirse dispositivos tales que se contraigan físicamente de manera irreversible o disipen un material resistivo que provocará dicho cambio deseado en su valor eléctrico. Otros dispositivos de baja temperatura se pueden construir similares a un fusible térmico, con lo cual la unión entre los dos conductores se contrae más allá del punto elástico y se separa abriendo así el circuito. Dichos componentes se pueden usar en configuraciones tales como las correspondientes mostradas en las figuras 2a y 2b. La descripción de un dispositivo de baja temperatura irreversible del tipo mencionado no limita las formas de realización a este dispositivo, en la medida en la que en esta invención se incluyen otras.

La medición del impacto se puede lograr usando uno o más fusibles de impacto de resistor dispuestos en una configuración en paralelo. En el caso de un único fusible, el dispositivo únicamente puede detectar si el dispositivo ha sido sometido a un impacto por encima de un cierto umbral. El uso de dos fusibles, que tengan umbrales de impacto diferentes, permite la detección de 3 niveles (bajo, en el que no se rompe ningún fusible, medio en el que se rompe un fusible, y alto en el que se rompen los dos fusibles). El uso de más fusibles de impacto permite evidentemente una mayor granularidad si así se requiriese. Un fusible de impacto se puede construir por medio de un elemento resistivo suspendido sobre una abertura en la que la conexión terminal se rompe en función de

impactos correlacionados. Un filamento de bombilla representa una forma de realización de este tipo. Alternativamente, un componente de acelerómetro representa una forma de realización de estado sólido. Dichos componentes se pueden usar en diversas configuraciones, tales como la mostrada en las figuras 2a y 2b.

5 Esta invención se puede usar para medir dos condiciones ambientales independientes. Por ejemplo, en el circuito puede introducirse un componente sensible a la radiación gamma 158, tal como se muestra en la figura 4a. Una configuración de este tipo crea un cambio en el ancho de banda. En el circuito puede introducirse un segundo componente variable 178, tal como uno sensible a la temperatura reducida, mostrado según se ilustra en la figura 4a. Este componente 178 afectaría a la frecuencia de resonancia del circuito. De este modo, usando esta invención se pueden determinar de manera independiente dos condiciones ambientales diferentes.

10 En algunas formas de realización (no acordes con la presente invención), según se muestra en la figura 4b, las dos condiciones ambientales independientes se pueden detectar haciendo variar solamente un único parámetro. Por ejemplo, supóngase que se usan tres ramas de resistores en paralelo, en las que cada rama tiene una resistencia en serie diferente. La primera rama incluye un dispositivo variable en serie 203, tal como un dispositivo sensible a la radiación gamma, y un primer resistor 210, que tiene una primera resistencia. La segunda rama incluye un segundo componente variable 213, tal como uno sensible a la temperatura reducida, y un segundo resistor 220, que tiene una segunda resistencia. La tercera rama es insensible a las condiciones ambientales y, por lo tanto, tiene una resistencia constante 230. Si no se observan condiciones ambientales, la resistencia equivalente a este circuito se basará en los tres valores de resistencias 210, 220, 230. Si aparece una radiación gamma, la resistencia de este circuito se basará en el segundo valor de resistencia 220 y el tercer valor de resistencia 230. Si se producen temperaturas reducidas, la resistencia del circuito se basará en el primer valor de resistencia 210 y el tercer valor de resistencia 230. Si se producen tanto una radiación gamma como temperaturas reducidas, la resistencia del circuito será igual al tercer valor de resistencia 230.

25 En otra forma de realización, puede que sea importante saber si se ha llevado a cabo la esterilización, tal como por autoclavado o por radiación gamma, pero que no sea importante saber qué proceso se usó. En ese escenario, tal como se muestra en la figura 5, dos componentes variables 223, 233, cada uno de ellos sensible a por lo menos una de las condiciones ambientales, se pueden colocar en serie, de tal manera que el fallo o la alteración de uno de los dos afecte al circuito. En una forma de realización, los componentes se pueden colocar en serie con el resistor 210, y estos componentes están en paralelo con el resistor 230. De este modo, la aparición de cualquiera de las condiciones elimina el resistor 210 del circuito, y la resistencia equivalente es, simplemente, la resistencia del resistor 230.

35 El análisis de la etiqueta para determinar si la misma ha experimentado la condición, puede incluir la determinación de cambios de frecuencia o de ancho de banda. No obstante, cualquiera de ellos puede verse modificado por la interferencia eléctrica en el entorno durante el análisis. El análisis se complica adicionalmente por variaciones entre el circuito lector de referencia original y el circuito in situ. Se puede dar acomodo a parte o la totalidad de estas variaciones registrando valores específicos de configuración y medición en la etiqueta de RFID que va a ser leída por el lector in situ. En algunas formas de realización, los cambios en el componente variable sirven para mejorar los parámetros del circuito, mientras que la condición previa del componente no se sintonizará de forma óptima. Esta técnica permite que el análisis sea conclusivo y esté en correlación con la condición, y que no se confunda con otros cambios del circuito.

45 Además, es altamente deseable que los otros componentes del circuito total, tales como los condensadores, inductores y resistores restantes, sean insensibles a la condición ambiental de interés. Además, el circuito integrado de RFID 105 que se use debería poder, también, preferentemente, resistir la condición ambiental, ya se trate de temperaturas elevadas o reducidas, impactos o radiaciones. En el caso de una radiación, el circuito integrado de RFID 105 se puede producir basándose en una tecnología de almacenamiento basada en la ausencia de cambios, tal como la FRAM o la MRAM. Alternativamente, para producir el circuito integrado de RFID 105 puede utilizarse un proceso que sea altamente insensible a la radiación, tal como el Silicio sobre Aislante (SOI).

50 Se pueden idear varios medios para lograr la protección de los componentes insensibles restantes incluyendo blindaje con respecto al calor, la radiación y los impactos. Por ejemplo, un componente sensible al calor se puede aislar térmicamente mediante el uso de espuma, vacío o aislamiento mecánico. Los componentes sensibles a la radiación se pueden blindar mediante el uso de materiales densos, tales como plomo, o mediante orientación perpendicular reduciéndose así la radiación incidente. Los componentes sensibles a impactos se pueden aislar del impacto mediante el uso de materiales absorbentes, tales como espuma o resortes.

REIVINDICACIONES

1. Dispositivo de identificación inalámbrico, que comprende:
- 5 un circuito integrado de RFID (105), y
- un circuito externo (100), adaptado para sintonizar la frecuencia de transmisiones inalámbricas, comprendiendo dicho circuito externo (100) un inductor (110), un condensador (115), un resistor (210) y un primer componente variable (203; 223), presentando dicho primer componente variable (203; 223) un estado abierto y un estado cerrado, determinándose dicho estado del primer componente variable (203; 223) sobre la base de la exposición a una primera condición ambiental y siendo alterado irreversiblemente por dicha primera condición ambiental,
- 10
- caracterizado por que dicho circuito externo (100) comprende, además, un segundo componente variable (213; 233), presentando dicho segundo componente variable (213; 233) un estado abierto y un estado cerrado, determinándose dicho estado del segundo componente variable (213; 233) sobre la base de la exposición a una segunda condición ambiental y siendo alterado irreversiblemente por dicha segunda condición ambiental,
- 15 y
- determinando dichos inductor (110), condensador (115), resistor (210), primer componente variable (203; 223) y segundo componente variable (213; 233) las características inalámbricas de dicho dispositivo, afectando dicho primer componente variable (203; 223) únicamente al ancho de banda y afectando dicho segundo componente variable (213; 233) solamente a la frecuencia resonante.
- 20
2. Dispositivo de identificación inalámbrico según la reivindicación 1, en el que dicha primera condición ambiental es de un tipo diferente a dicha segunda condición ambiental.
- 25
3. Dispositivo de identificación inalámbrico según la reivindicación 1 o 2, en el que dicha primera condición ambiental y dicha segunda condición ambiental se seleccionan de entre el grupo que consiste en un impacto, una temperatura elevada, una temperatura reducida y una radiación.
- 30
4. Procedimiento de verificación de que un artículo se ha sometido a uno o más procesos de esterilización, que comprende las siguientes etapas:
- 35 incorporar en dicho artículo un dispositivo de identificación inalámbrico según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, siendo dicho dispositivo de identificación inalámbrico un dispositivo de RFID;
- interrogar a dicho dispositivo de RFID con un lector de RFID externo;
- 40 comparar por lo menos uno de entre dicho ancho de banda y dicha frecuencia resonante con un valor predeterminado; y
- verificar que dicho artículo se ha sometido a por lo menos un proceso de esterilización sobre la base del resultado de dicha comparación.
- 45
5. Procedimiento según la reivindicación 4, en el que dicho uno o más procesos de esterilización se seleccionan de entre el grupo consistente en temperatura elevada y radiación.
6. Procedimiento según la reivindicación 4, en el que dicho ancho de banda cambia a un primer valor si dicho circuito externo (100) se expone a un primer proceso de esterilización.
- 50
7. Procedimiento según la reivindicación 4, en el que dicha frecuencia resonante cambia a un primer valor si dicho circuito externo (100) se expone a un primer proceso de esterilización.
7. Procedimiento según la reivindicación 4, en el que dicha frecuencia resonante cambia a un primer valor si dicho circuito externo (100) se expone a un primer proceso de esterilización.
- 55
8. Procedimiento según la reivindicación 7, en el que dicho ancho de banda cambia a un segundo valor si dicho circuito externo se expone a un segundo proceso de esterilización.

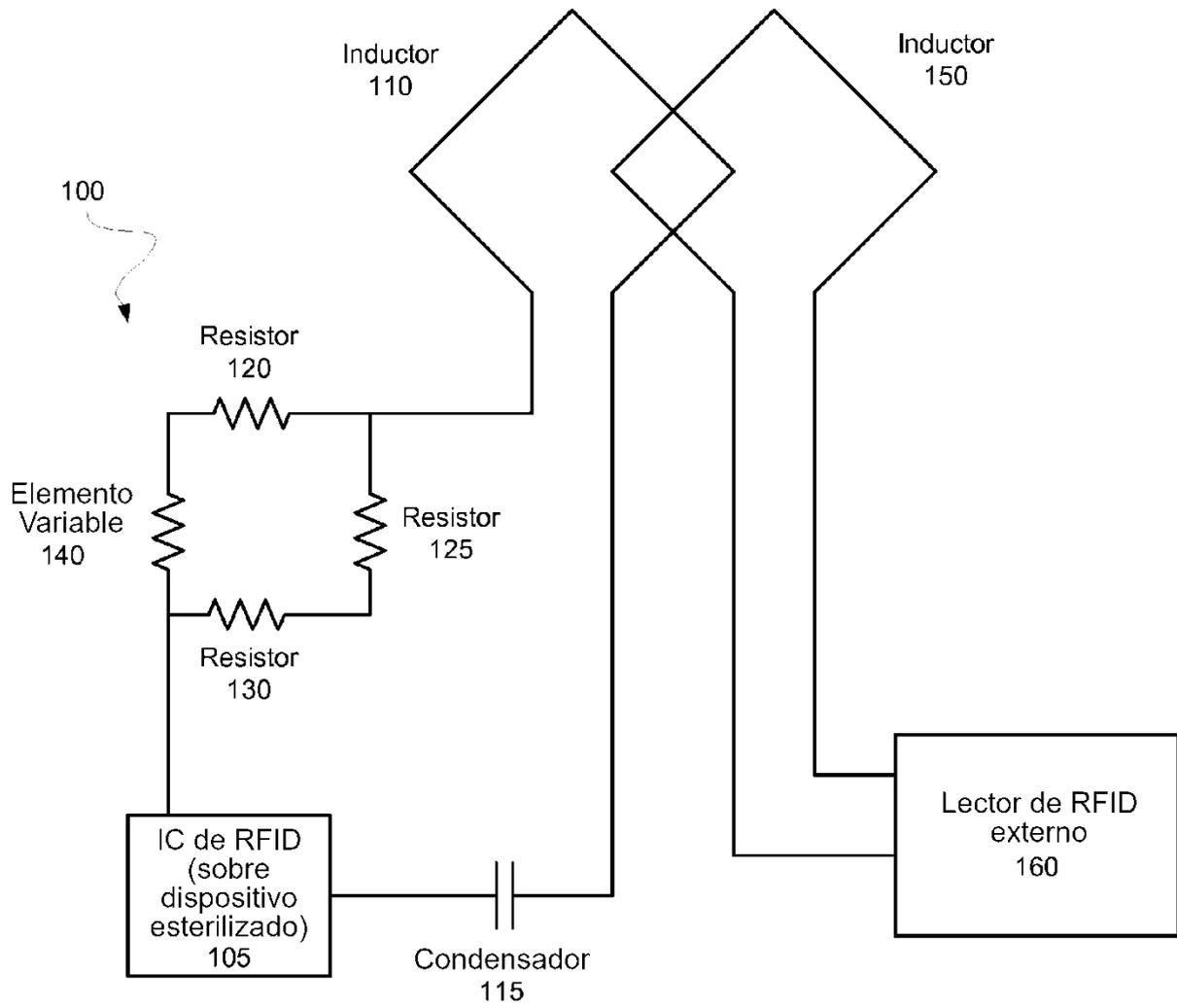


FIGURA 1

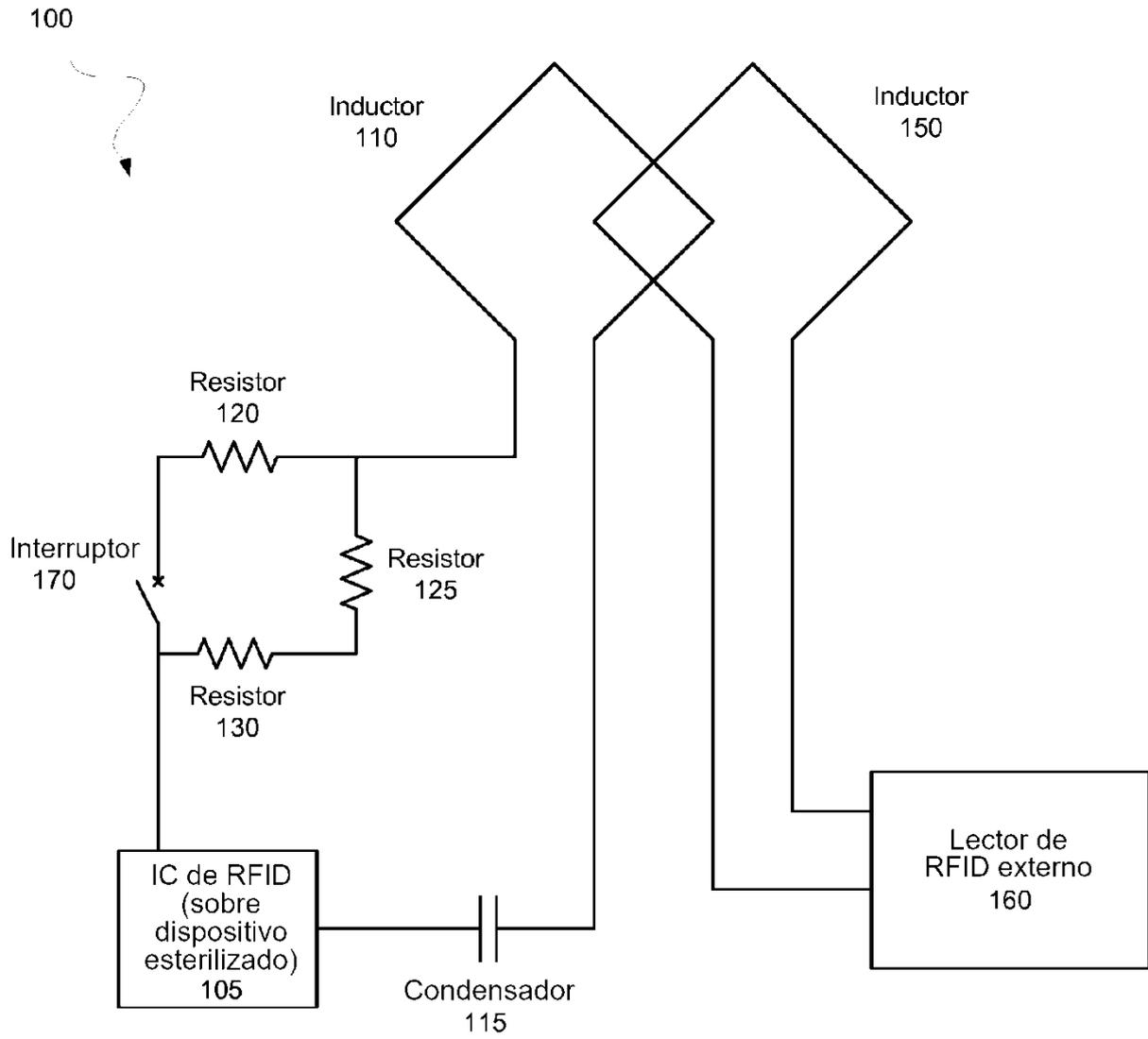


FIGURA 2a

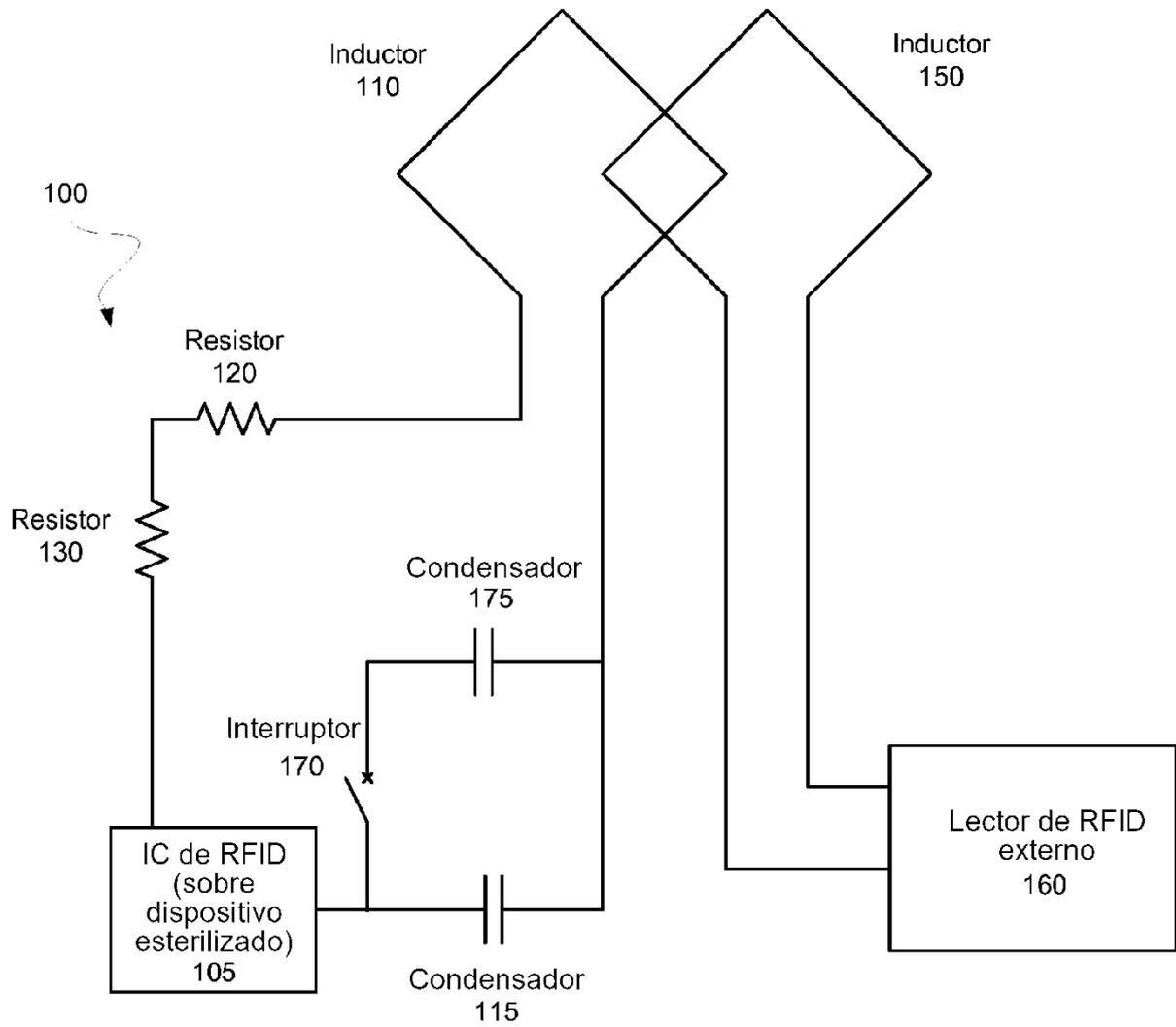


FIGURA 2b

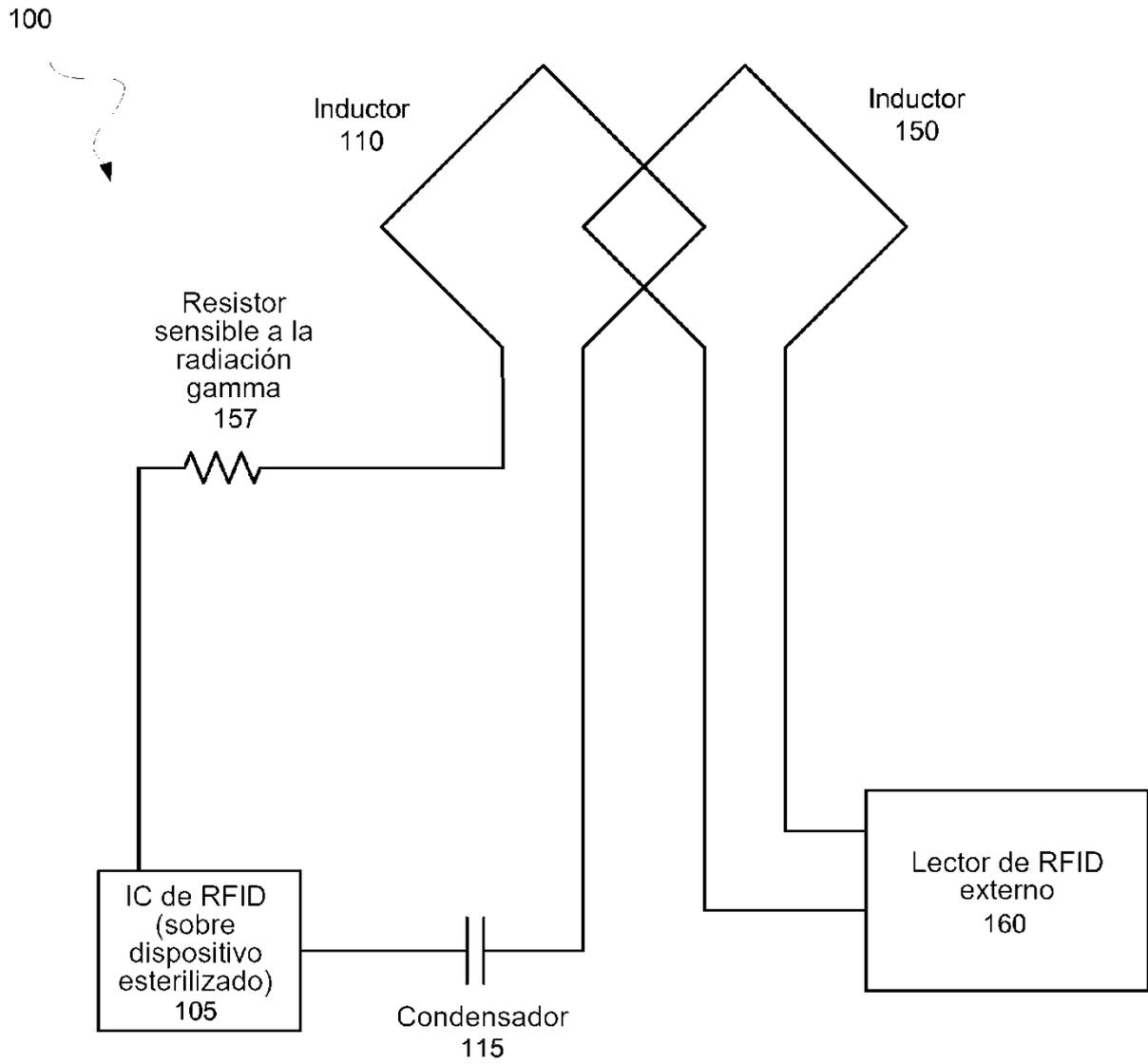


FIGURA 2c

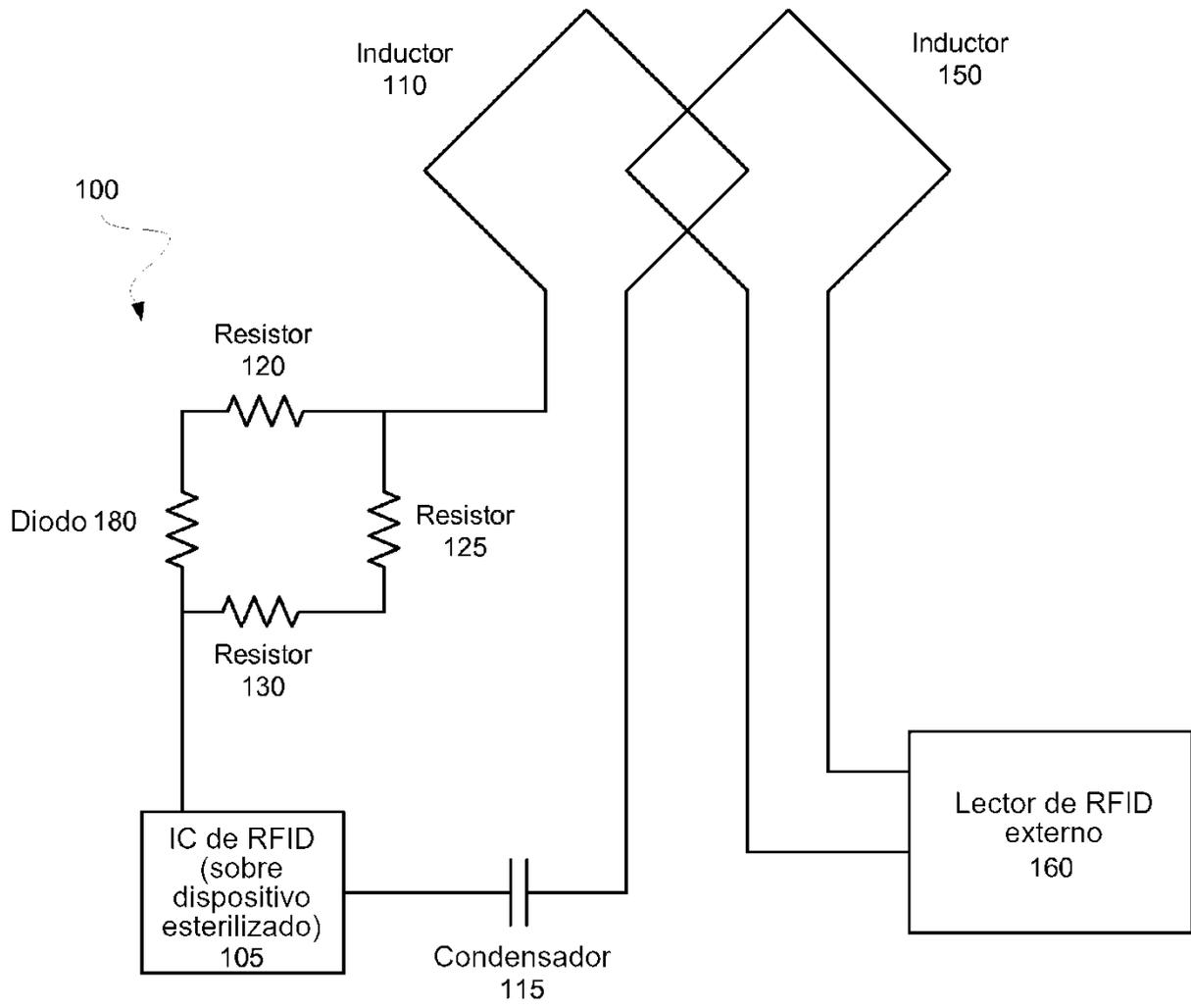


FIGURA 3

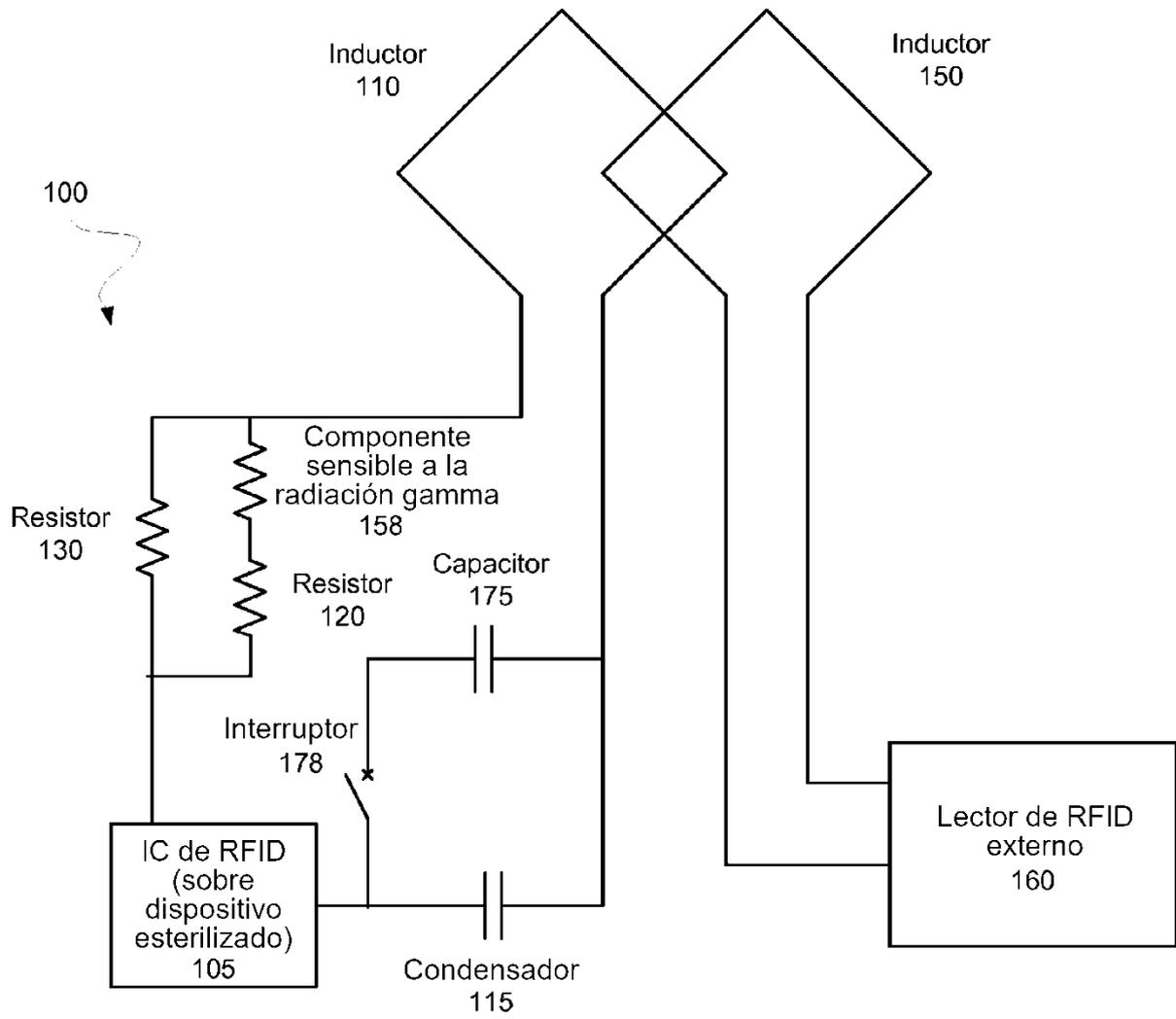


FIGURA 4a

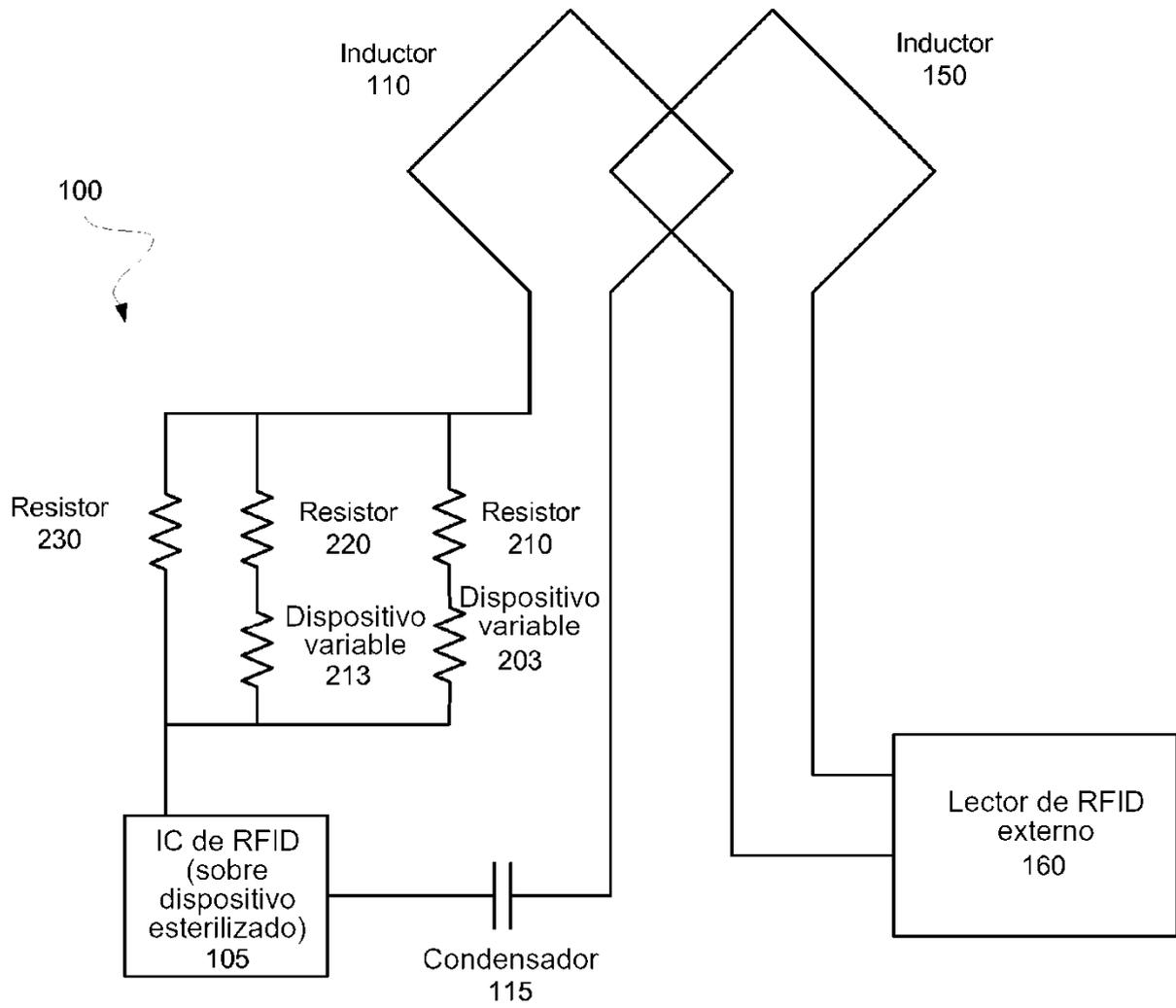


FIGURA 4b

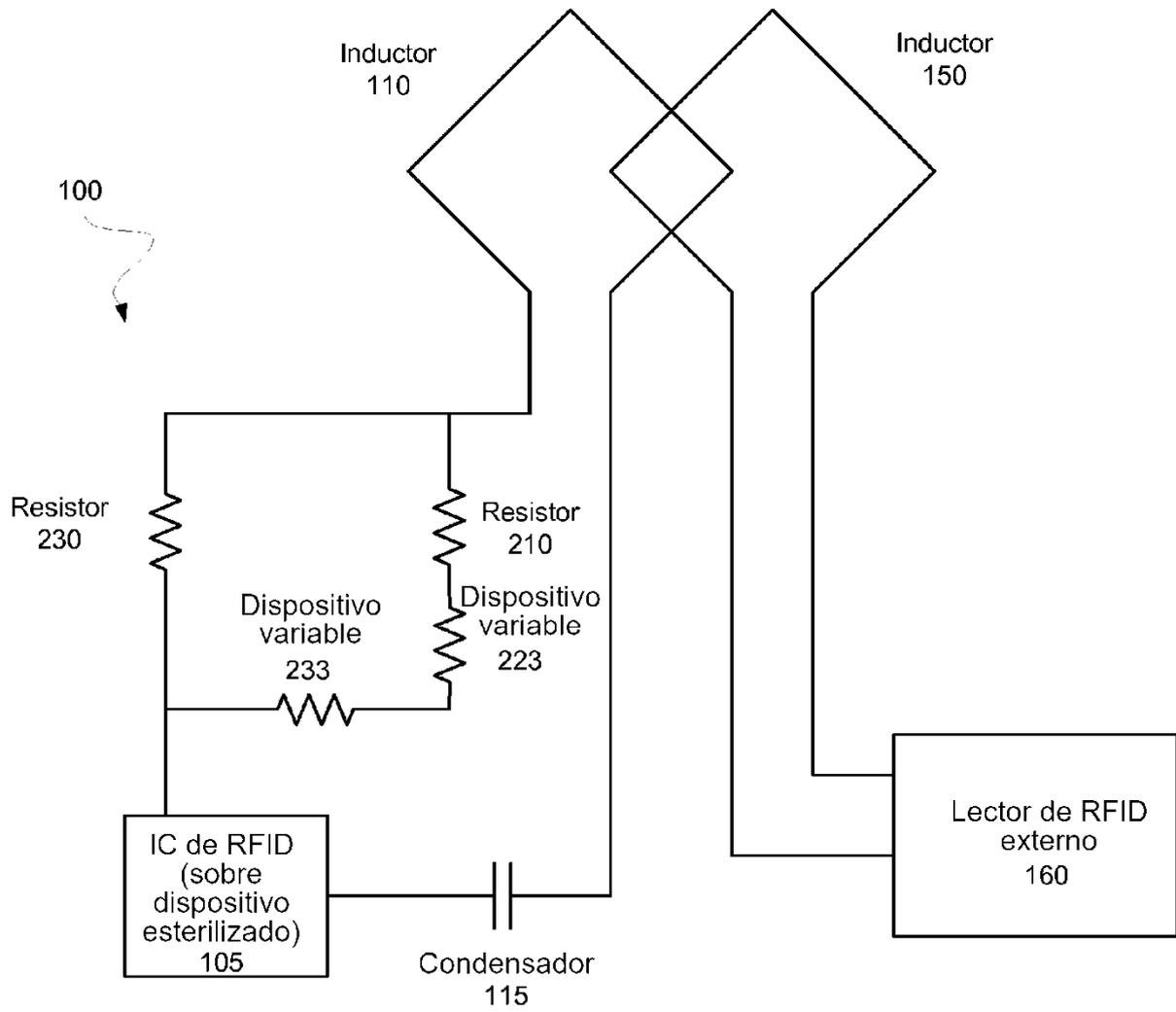


FIGURA 5