

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 571 985**

51 Int. Cl.:

H01L 41/04 (2006.01)

B05B 17/06 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **12.11.2010 E 10787592 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **30.03.2016 EP 2499682**

54 Título: **Circuito resonante para controlar un elemento piezoeléctrico**

30 Prioridad:

13.11.2009 US 260967 P

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

27.05.2016

73 Titular/es:

**S.C. JOHNSON & SON, INC. (100.0%)
1525 Howe Street
Racine, WI 53403, US**

72 Inventor/es:

**LUC, TAI P.;
SIPINSKI, GENE y
NORWOOD, RICHARD L.**

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 571 985 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

Circuito resonante para controlar un elemento piezoeléctrico

ANTECEDENTES

1. Campo técnico

5 La presente solicitud se refiere a circuitos resonantes y, más particularmente, a sistemas y métodos de control de un circuito resonante.

2. Descripción de los antecedentes

10 Los dispositivos resonantes se han utilizado para distribuir sustancias volatilizables, tales como fragancias. Estos dispositivos resonantes han sido normalmente en forma de transductores piezoeléctricos, que presentan características resonantes en una o más frecuencias de vibración mecánicas ultrasónicas. En la mayoría de los casos, la frecuencia de resonancia principal (es decir, la frecuencia a la que se logra el mayor factor Q) se conoce sólo aproximadamente, a causa de las tolerancias de fabricación, las diferencias de material, y similares. Debido a que es deseable por razones de eficiencia, operar un transductor piezoeléctrico de este tipo a la frecuencia de resonancia principal, los sistemas de control de transductores ultrasónicos precedentes han utilizado una metodología que barre la forma de onda de activación para el transductor piezoeléctrico en un intervalo que provoca que el transductor vibre en un intervalo de frecuencias mecánicas que incluye la frecuencia de resonancia principal.

20 Hay todavía otros sistemas de control de transductores ultrasónicos que utilizan una impedancia eléctrica en forma de una bobina que está acoplada en serie o en paralelo con el transductor piezoeléctrico. La bobina y la impedancia eléctrica equivalente del transductor forman un circuito tanque que, naturalmente, oscila a una frecuencia que provoca que el transductor piezoeléctrico vibre a la frecuencia de resonancia principal del mismo. Si bien este enfoque se traduce en un circuito que es altamente eficiente, diseños de circuitos precedentes para llevar a cabo esta operación han sido complejos.

25 WO 97/31721 muestra un nebulizador ultrasónico en el que el transductor piezoeléctrico está conectado en serie con una bobina y es activado desde el punto medio de dos parejas de FET conectadas respectivamente a través de una fuente de alimentación. Los FET son activados a una frecuencia de resonancia apropiada para el circuito tanque que consta de la bobina y el transductor piezoeléctrico. La resonancia se detecta midiendo la corriente que fluye en la fuente de alimentación, midiendo la tensión a través de una resistencia en serie con la totalidad del circuito de salida.

30 US 4.628.275 muestra un amplificador para controlar cargas altamente capacitivas, por ejemplo, actuadores piezoeléctricos que utilizan modulación por ancho de impulso. Su etapa de salida tiene un puente de cuatro transistores de FET con la carga capacitiva en serie con un condensador adicional, una resistencia R1 y una bobina L1. Estos componentes forman un circuito tanque. Un circuito activador que incluye una pareja de comparadores U1, U2 conectados a las respectivas entradas de un circuito biestable que, a su vez, se conectan a las puertas de los FET de forma tal que en un estado del circuito biestable las salidas de los FET se provocan que la totalidad del potencial de la fuente de alimentación sea aplicado al circuito tanque con una polaridad alternante. Los comparadores se acoplan a la resistencia R1 en el circuito tanque para detectar si la corriente en el circuito tanque ha alcanzado los umbrales respectivos definidos por la señal de entrada.

40 US 2007/0046143 muestra un circuito de activación para un actuador piezoeléctrico ultrasónico. En una disposición, una señal es realimentada desde una resistencia en serie con una de las parejas de los FET de salida a un circuito lógico que comprende puertas e inversores donde se genera una señal para activar el puente de FET.

Resumen

45 La invención es según se define en la reivindicación 1 a continuación. Características opcionales se exponen en las reivindicaciones dependientes.

Otros aspectos y ventajas resultarán evidentes tras el estudio de la siguiente descripción detallada.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

50 La FIGURA 1 es una vista isométrica desde arriba de un dispositivo emisor de sustancia volátil y luz;
 La FIGURA 1A es una vista en sección transversal tomada, generalmente, a lo largo de las líneas 1A-1A de la FIGURA 1, que ilustra la cubierta del dispositivo;
 La FIGURA 2 es una vista isométrica en despiece ordenado del dispositivo de la FIGURA 1 con la cubierta de alojamiento retirada del mismo;
 55 La FIGURA 3 es una vista en alzado inferior que ilustra el dispositivo de la FIGURA 1;
 La FIGURA 4 es un diagrama de bloques de un circuito integrado de aplicación específica (ASIC) acoplado a un circuito resonante y a un LED en el que tales circuitos se pueden utilizar en el dispositivo de la FIGURA 1;
 La FIGURA 4A es un diagrama de bloques de los circuitos de la FIGURA 4 en combinación con un interruptor de refuerzo opcional;

Las FIGURAS 5A a 5K, cuando se unen a lo largo de líneas con letras similares, representan diversas partes de programa almacenadas en, o de otro modo puestas a disposición para su ejecución por, el ASIC de las FIGURA 4 ó 4A;

5 Las FIGURAS 6A y 6B son diagramas de formas de onda y gráficos combinados que ilustran la operación del dispositivo de la FIGURA 1 en un primer modo de operación de acuerdo con las partes primera y tercera de la programación según se ilustra en la FIGURA 5A y las FIGURAS 5C-5E, respectivamente.

Las FIGURAS 7A y 7B son diagramas de formas de onda y gráficos combinados que ilustran la operación del dispositivo de la FIGURA 1 en un segundo modo de operación de acuerdo con la quinta parte de la programación según se ilustra en las FIGURAS 5H y 5I;

10 La FIGURA 8 es un diagrama esquemático que ilustra funcionalmente un generador de números aleatorios ejecutado por los ASICS de las FIGURAS 4 y 4A;

La FIGURA 9 es un diagrama de formas de onda que ilustra otra parte de la operación del dispositivo de la FIGURA 1;

15 Las FIGURAS 10 y 11 son tablas que ilustran los tiempos de emisión de sustancias volátiles y luz por el dispositivo de la FIGURA 1; y

La FIGURA 12 ilustra un programa de interrupción que es ejecutado por el ASIC de las FIGURAS 4 o 4A.

20 En todas las figuras, números de referencia correspondientes o iguales han sido utilizados para partes correspondientes o similares.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LAS FORMAS DE REALIZACIÓN PREFERIDAS

25 Un circuito para controlar un actuador piezoeléctrico a una frecuencia resonante en el que una impedancia, tal como un inductor o bobina, está acoplada al actuador se explica en el presente documento. El circuito puede funcionar en una pluralidad de modos. Los modos comprenden un primer modo en el que una primera sustancia volátil y/o luz puede ser emitida, y un segundo modo en el que una segunda sustancia volátil y/o luz puede ser emitida. La segunda sustancia volátil puede ser diferente o la misma que la primera sustancia volátil.

30 Si bien una forma de realización preferida de un dispositivo 30 emite un material activo, preferiblemente una fragancia y/o un insecticida, y gran parte de la discusión que sigue va a ser con respecto a la misma, también se contempla que el dispositivo 30 pueda alternativamente dispensar otras sustancias, tales como un desinfectante, un bactericida, un repelente de insectos que no sea un insecticida, un atrayente de insectos, purificadores de aire, aromaterapia, aromas, antisépticos, eliminadores de olores, ambientadores, desodorantes y otros ingredientes activos que sean útiles dispersados en el aire .

35 El dispositivo 30 incluye preferiblemente una fuente de luz alimentada eléctricamente, un dispensador de material activo, una fuente de alimentación, circuito de control, y una estructura de soporte. En el primer modo, algunos o todos estos componentes trabajan juntos para proporcionar un aroma fragante y/o la aparición de una llama parpadeante en la que el efecto de parpadeo es proporcionado por la fuente de luz alimentada eléctricamente. En el segundo modo, algunos o todos estos componentes trabajan juntos para proporcionar un insecticida y/o la aparición de una llama parpadeante. La capacidad de operar en cualquiera de los modos (y variantes de estos modos de operación, según se describe más adelante) se programa en el circuito de control para que un diseñador, constructor, o incluso el usuario del dispositivo pueda seleccionar qué modo (y una o más variantes de los mismo) puede ser ejecutado.

45 En una forma de realización representada en las FIGURAS 1, 1A, 2, y 3, el dispositivo 30 generalmente incluye una cubierta 32 y una parte de base 34. La cubierta 32 incluye, preferiblemente, una pared inferior 38 cilíndrica que tiene un primer diámetro y una pared superior 40 cilíndrica que tiene un segundo diámetro que es más pequeño que el primer diámetro. Una pared inclinada 42 une a la pared inferior 38 cilíndrica a la pared superior 40 cilíndrica. La cubierta 32 incluye además una pared superior 44 circular adyacente a la pared superior 40 cilíndrica y tiene una abertura 46 circular dispuesta en una porción central de la misma. La abertura 46 circular proporciona una salida para la sustancia volátil que se emite desde el dispositivo 30.

50 La parte de base 34 incluye una caja 52 para encerrar el circuito de control (descrito en detalle a continuación) para el dispositivo 30. Una columna 54 se extiende hacia arriba desde la caja 52 y está preferiblemente integrada en la caja 52. Además, una parte de brazo 56 se extiende perpendicularmente desde la columna 54 y está integrada en la columna 54. La parte de brazo 56 incluye un dispensador de sustancia volátil en forma de un conjunto atomizador 58 que se extiende a lo largo de una parte central 60 del mismo.

55 El conjunto atomizador descrito en la publicación de patente de EE.UU de propiedad común, N° 2006/0120080, presentada el 2 de noviembre de 2005, puede ser utilizado como el conjunto atomizador 58. En general, el conjunto atomizador 58 comprende un elemento transductor piezoeléctrico 62 (mostrado en las FIGURAS 4 y 4 A) que está acoplado a una placa 64 de orificio perforado que, a su vez, está en contacto de tensión superficial con una fuente de líquido. El circuito de control aplica una tensión alterna a un elemento transductor piezoeléctrico 62 para provocar que el elemento transductor piezoeléctrico 62 se expanda y se contraiga. La expansión y la contracción del elemento transductor piezoeléctrico 62 provoca que la placa 64 de orificio vibre arriba y abajo, con lo cual el líquido es

impulsado a través de las perforaciones en la placa 64 de orificio y a continuación es emitido hacia arriba en forma de partículas en aerosol.

La cubierta 32 se coloca sobre la caja 52 durante el uso del dispositivo 30. Específicamente, la cubierta 32 incluye una primera abertura 68 y una segunda abertura 70 (FIGURA 1A) dispuestas diametralmente opuestas entre sí en la periferia 72 de la pared inferior 38 cilíndrica. La parte de base 34 incluye sujetadores de resorte 74, 76 primero y segundo, según se ve en la FIGURA 2, que se extienden desde lados opuestos de la caja 52. Cada uno de los sujetadores de resorte 74, 76 incluye un saliente 78a, 78b, respectivamente, que se extiende hacia fuera del mismo. En uso, la cubierta 32 se coloca sobre la parte de base 34 tal que la pared superior 40 cilíndrica rodea la columna 54, la parte de brazo 56 y el conjunto atomizador 58, y la pared inferior 38 cilíndrica hace tope con una pared exterior 80 de la caja 52. Cuando la cubierta 32 se coloca sobre la parte de base 34, los sujetadores de resorte 74, 76 son presionados hacia el interior por un usuario. Una vez que las primera y segunda aberturas 68, 70 están alineadas con los salientes 78a, 78b que se extienden desde los sujetadores de resorte 74, 76, el usuario puede liberar los sujetadores de resorte 74, 76. Cuando los sujetadores de resorte 74, 76 son liberados, los salientes 78a, 78b se desplazan hacia fuera, entrando en las aberturas 68. Las paredes 82a, 82b (FIGURA 2) que definen cada saliente 78a, 78b, respectivamente, interfieren con las paredes 84a, 84b (FIGURA 1A) que definen la abertura respectiva 68, 70 para evitar la extracción de la cubierta 32 de la parte de base 34.

El circuito de control está dispuesto en una placa de circuito impreso (PCB) (no mostrada) dentro de la caja 52. Un diodo emisor de luz (LED) 100 está conectado operativamente a la PCB y se extiende hacia arriba desde la misma. La PCB incluye preferiblemente un interruptor táctil 102 opcional que tiene un botón 104 presionable que se extiende hacia arriba del mismo. En una forma de realización, la pulsación del botón presionable 104 enciende o apaga ya sea una combinación del conjunto atomizador 58 y el LED 100 o enciende o apaga el LED 100 solo, dependiendo de qué variante de modo de operación haya sido establecido para el dispositivo 30. La operación del conjunto atomizador 58 y el LED 100 se explicarán en mayor detalle a continuación.

Según se ve en la FIGURA 3, un botón 106 selector del ciclo de trabajo de emisión se extiende a través de una abertura 108 rectangular en un extremo inferior de la parte de base 34 en una forma de realización del dispositivo 30. El botón 106 selector del ciclo de trabajo de emisión está acoplado operativamente a un interruptor deslizante 109 soportado en la PCB (mostrado en la FIGURA 4) para permitir al usuario seleccionar un ciclo de trabajo de emisión para el conjunto atomizador 58. En una forma de realización, el botón 106 activador es movable a una de cinco posiciones seleccionables P1, P2, P3, P4 y P5 (FIGURA 3), que un usuario puede seleccionar para variar el ciclo de trabajo de emisión del conjunto atomizador 58. Específicamente, cuando el botón 106 se mueve a la posición de P1, un contacto móvil 109a del interruptor 109 se coloca de tal manera que ninguno de una pluralidad de espigas de entrada SW1, SW2, SW4 y SW5 de un dispositivo programable (explicado en mayor detalle más adelante) se conecte a masa. Cuando el botón 106 se mueve a cualquiera de las posiciones P2-P5, una espiga asociada de las espigas de entrada SW1, SW2, SW4 o SW5, respectivamente, se conecta a masa. En otra forma de realización, mostrada en la FIGURA 4A, el interruptor deslizante 109 es omitido y el constructor o ejecutor del dispositivo 30 determina de antemano el ciclo de trabajo de emisión del conjunto atomizador 58 mediante la conexión de uno o más de las SW1, SW2, SW4 y SW5 a masa según se muestra mediante las líneas de trazos 115.

La parte de base 34 del dispositivo 30 incluye una puerta de pilas 116 que tiene una bisagra 118 en un primer extremo 120 de la misma y un mecanismo de enganche 122 en un segundo extremo 124 de la misma. El mecanismo de enganche 122 interactúa con una cavidad de bloqueo 126 en la parte de base 34 para mantener la puerta de pilas 116 en una posición cerrada. El mecanismo de enganche 122 puede ser flexionado para liberar el mecanismo de enganche 122 de la cavidad de bloqueo 126, de manera que la puerta de pilas 116 pueda pivotar alrededor de la bisagra 118 para abrir la puerta de pilas 116 y permitir el acceso a un compartimiento de pilas (no mostrado). Cualquier pila o pilas de celda seca convencional, tales como A, AA, AAA, C, y pilas D, pilas de botón, pilas de reloj y pilas solares, pero preferiblemente, baterías de pilas AA o AAA, se pueden utilizar con el dispositivo 30. Aunque se prefieren dos pilas, cualquier número de pilas que ajuste adecuadamente dentro del dispositivo 30 y proporcione el nivel de potencia y tiempo de servicio adecuados puede ser utilizado. Opcionalmente, el dispositivo 30 puede ser alimentado por la corriente doméstica alterna, que puede ser rectificadas, convertida en una alimentación de corriente alterna de alta frecuencia, reducida en tensión, etc., y aplicada al conjunto atomizador 58 y/o al LED 100. Aunque no se muestra en el presente documento, se contempla que la caja 52 pueda ser adaptada para prevenir que la humedad dañe el contenido de la caja 52.

La FIGURA 4 ilustra el dispositivo programable indicado anteriormente, que se ilustra como un circuito integrado de aplicación específica (ASIC) 150 que opera en conjunto con otros componentes eléctricos para controlar la activación del conjunto atomizador 58 y del LED 100 descritos anteriormente. El ASIC 150 recibe energía de las pilas conectadas en serie 151A, 151B acopladas a los terminales VDD y VSSP del ASIC 150. Un condensador C1 está acoplado a través de los terminales VDD y VSSP para fines de filtrado. El ASIC 150 incluye un circuito antirrebote interno (no mostrado en la FIGURA 4) que amortigua la(s) señal(es) producida(s) por los interruptores, incluyendo el interruptor 102 cuando el interruptor 102 está incorporado en el circuito.

El ASIC 150 incluye además un oscilador 152 que sirve como un reloj interno para el ASIC 150, y un detector 154 de baja tensión y de restablecimiento por conexión de la alimentación. La parte de restablecimiento por conexión de la

alimentación del detector 154 de baja tensión establece o pone a cero el(los) registro(s) y/o indicador(es) del ASIC 150, según proceda, y produce una señal de restablecimiento por conexión de la alimentación tras la energización del ASIC 150. El detector 154 de baja tensión interrumpe la operación del ASIC 150 cuando la tensión de la pila cae por debajo de un nivel predeterminado como se explica a continuación con respecto a las FIGURAS 5A-5L y 12. El ASIC 150 se activa cuando el usuario conecta el dispositivo 30 a una fuente de tensión para alimentar el dispositivo 30. El ASIC 150 está programado para ejecutar una o más partes del programa almacenado para uso por el ASIC 150 en la memoria interna y/o externa de acuerdo con los diagramas de flujo de las FIGURAS 5A-5K y además de acuerdo con las tablas de las FIGURAS 10 y 11 para ejecutar uno de los dos modos de operación, en el que cada modo incluye variantes del mismo, y en el que cualquier modo de operación (o variante de modo) puede seleccionarse mediante la configuración del dispositivo 30 como más adelante se indica. El ASIC 150 puede incluir además un controlador digital 156, una memoria programable de sólo lectura 158, y una bomba de carga y el controlador LED 160 que genera formas de onda de activación para el LED 100. Además, el ASIC 150 incluye un regulador de tensión 162 y un circuito activador digital 164 que activa una bomba piezoeléctrica 166. La bomba piezoeléctrica 166 incluye un inductor 168 que está acoplado en serie con el elemento transductor piezoeléctrico 62. La bomba piezoeléctrica 166 está acoplada al circuito activador digital 164 a través de cuatro interruptores que están conectados operativamente en una configuración de puente completo. Según se muestra en esta forma de realización, los interruptores son FET 180, 182, 184, 186 de canal n y canal p. Otros tipos de transistores y/o topologías (por ejemplo, una topología de medio puente) se pueden utilizar en diferentes formas de realización. Un inductor L y un diodo D operan en conjunto con un transistor Q interno y el regulador de tensión 162 para desarrollar una tensión regulada VDDHV en un terminal o espiga 172. La tensión regulada VDDHV proporciona un nivel de alta tensión para los FET 180, 182, 184, 186. Específicamente, los electrodos de drenaje de un primer FET 180 de canal p y un primer FET 182 de canal n están acoplados entre sí en una primera unión de drenaje que está, a su vez, acoplada a una espiga SALIDA1 del ASIC 150. Los electrodos de drenaje de un segundo FET 184 de canal p y un segundo FET 186 de canal n están acoplados entre sí en una segunda unión de drenaje que está, a su vez, acoplada a una espiga SALIDA2 del ASIC 150. Cada electrodo de fuente del primer y segundo FET 180, 184 de canal p está acoplado a la tensión regulada VDDHV y cada electrodo de fuente del primer y segundo FET 182, 186 de canal n está acoplado a la masa VSSP.

Una primera entrada de un primer comparador 192 de tensión está acoplada a la espiga SALIDA1 y una segunda entrada del primer comparador 192 de tensión está acoplada a masa. Del modo similar, una primera entrada de un segundo comparador 194 de tensión está acoplada a la espiga SALIDA2 y una segunda entrada del segundo comparador 194 de tensión está acoplada a masa. Cada salida del primer y segundo comparadores de tensión 192, 194 está acoplada al circuito activador digital 164. Cada electrodo de puerta de los FET 180, 182, 184, 186 está acoplado al circuito activador digital 164, que envía formas de onda de control a los FET de 180, 182, 184, 186 para activar la bomba piezoeléctrica 166 cuando el detector 154 de baja tensión detecta la tensión regulada apropiada VDDHV en el terminal 172 y el ASIC 150 es operable en el primer modo de operación. Del modo similar, el circuito activador digital 164 envía formas de onda de control a los FET de 180, 182, 184, 186 cuando el ASIC 150 es operable en el segundo modo de operación y el detector 154 de baja tensión detecta la tensión regulada apropiada VDDHV en el terminal 172 y el usuario pulsa el botón 104 para cerrar el interruptor 102. Específicamente, el circuito activador digital 164 transmite formas de onda para activar (on) el primer FET de canal p 180 y el segundo FET de canal n 186 mientras mantiene el segundo FET de canal p 184 y el primer FET de canal n 182 en una condición desactivada (off) para provocar que la corriente fluya a través de la bomba piezoeléctrica 166. La tensión aplicada a la bomba piezoeléctrica 166 no está en fase con la corriente que fluye a través de la misma. De acuerdo con ello, en algún momento, el flujo de corriente a través de la bomba piezoeléctrica 166 intenta invertir el sentido y, cuando un cruce por cero de dicha corriente es detectado por el segundo comparador 194 de tensión, el circuito activador digital 164 provoca que los FET 180, 186 se desactiven. A continuación, el circuito activador digital 164 transmite formas de onda para activar (on) los FET 182, 184 mientras mantiene los FET 180, 186 en una condición desactivada (off) para provocar que la corriente fluya a través de la bomba piezoeléctrica 166 en un segundo sentido. Del modo similar, en algún momento, el flujo de corriente a través de la bomba piezoeléctrica 166 de nuevo intenta invertir el sentido y, cuando un de cruce por cero de dicha corriente es detectada por el primer comparador 192 de tensión, el circuito activador digital 164 provoca que los FET 182, 184 se desactiven y los FET 180, 186 se activen, como se describió anteriormente. Un periodo de tiempo se puede intercalar entre la desactivación de una pareja de FET y la activación de otra pareja de FET durante el cual todos los FET están brevemente desactivados para evitar una condición de cortocircuito.

La corriente a través de la bomba piezoeléctrica 166 alterna a una frecuencia de resonancia seleccionada de la misma dependiendo de la impedancia del circuito resonante que comprende el inductor 168 y el elemento transductor piezoeléctrico 62. Esta oscilación se produce de una manera continua o discontinua durante cada secuencia de emisión, tras lo cual el circuito controlador digital 164 desactiva las formas de onda de control para los FET 180-186 para desactivar la bomba piezoeléctrica 166 y terminar emisión adicional de material activo por el elemento transductor piezoeléctrico 62.

En el primer modo, que se ordena dejando un pin 2M desconectado de un nivel de tensión, el dispositivo 30 es controlado para dispensar una fragancia durante periodos de pulverización espaciados 12 ms aproximados (o periodos de rociado de otras duraciones fijas o variables) y periodos seleccionables por el usuario o fijos predefinidos o periodos de reposo variables son intercalados entre periodos de pulverización sucesivos, como se ve

en la FIGURA 10 (el término "intervalo de emisión" utilizado en las FIGURAS 10 y 11 se refiere a una duración del ciclo completo que consta de un período de pulverización y un periodo de reposo.). En una forma de realización del primer modo, dos terminales SWx1 y SWx2 de un interruptor de impulso 167 opcional (FIGURA 4A) pueden ser conectados a un seleccionado o predeterminado par de los cuatro pines de entrada SW1, SW2, SW4 y SW5. El interruptor 102 puede opcionalmente omitirse en formas de realización que incorporen el interruptor de impulso 167. El interruptor de impulso 167 conecta el par de pines de entrada seleccionados o predeterminados a masa cuando el interruptor de impulso 167 se cierra para provocar que el dispositivo 30 emita fragancia en ciclos de trabajo seleccionables diferentes de (preferiblemente, mayores que) los descritos anteriormente, como se explicará a continuación con respecto a la FIGURA 10.

En el segundo modo, que se ordena conectando un pin 2M a masa y que será explicado en detalle más adelante con respecto a la FIGURA 11, el dispositivo 30 es controlado para dispensar un insecticida u otro repelente de insectos durante periodos de pulverización espaciados 12 ms aproximados (o períodos de pulverización de otra duración fija o variable) y períodos de reposo predeterminados más cortos son intercalados entre períodos de pulverización en comparación con la operación en el primer modo (éstos períodos de reposo pueden ser seleccionables por el usuario o pueden ser períodos de reposo fijos predefinidos o variables).

La FIGURA 12 ilustra la operación de una rutina de interrupción que es ejecutada una vez cada 250 ms por el ASIC 150 durante la operación de una cualquiera de las partes de un programa principal como se describirá a continuación con respecto a las FIGURAS 5A-5K. La operación de la rutina de interrupción comienza en un bloque 220 que determina si una tensión suministrada a través de las entradas VSSP y VDD por las pilas 151 A, 151B es mayor que o igual a un nivel de tensión predeterminado. El bloque 222 hace esta determinación comprobando el estado de un indicador de NIVEL DE TENSIÓN mantenido por el ASIC 150, Si el indicador de NIVEL DE TENSIÓN está establecido (es decir, la tensión a través de las entradas VSSP y VDD es mayor que o igual al nivel de tensión predeterminado), el control pasa a un bloque 222 que intenta llevar todos los pines de entrada del ASIC 150 a un nivel de tensión alto para leer dichos pines de entrada. Si el bloque 220 determina que el indicador de NIVEL DE TENSIÓN no está establecido (es decir, la tensión a través de las entradas VSSP y VDD es inferior que el nivel de tensión predeterminado), el control pasa a uno de una serie de bloques 250 (FIGURA 5A), 300 (FIGURA 5B), 330 (FIGURA 5C), 400 (FIGURA 5E), 500 (FIGURA 5H), o 530 (FIGURA 5J) dependiendo de la parte de la programación del ASIC 150 que este activa (es decir, que se esté ejecutando). Después del bloque 222, el control pasa a un bloque 224 que establece o pone a cero, (de acuerdo con la lógica seleccionada que se esté utilizando) los indicadores que representan los estados de las señales y las formas de onda que aparecen en las entradas del ASIC 150 (por ejemplo, si los niveles lógicos alto o bajo están presentes en ciertas entradas), así como algunos otros indicadores según lo ordenado por la parte activa del programa principal. En la rutina ilustrada, el bloque 224 provoca que la rutina de interrupción establezca un indicador LED en un flanco de subida de la forma de onda de entrada del interruptor 102. Un bloque 226 determina si cualquier registro(s) temporizador(es) necesita(n) ser ajustado(s) a un valor inicializado predeterminado para tal(es) registro(s) temporizador(es). La necesidad de establecer el(los) registro(s) temporizador(es) es ordenada por la parte del programa principal activa. Se contempla que todo(s) los registro(s) temporizador(es) en cualquier parte del (de los) programa(s), explicado(s) en el presente documento pueda(n) ser inicializado(s) ya sea a cero e incrementado(s) a partir de entonces o el (los) registro(s) temporizador(es) pueda(n) ser ajustado(s) a un valor distinto de cero y decrementado(s) después de ello. Para fines ilustrativos, el(los) registro(s) temporizador(es) en la presente documento se inicializa(n) a un valor distinto de cero y expira(n) cuando decrementa(n) a cero. Si el bloque 226 determina que cualquier registro(s) temporizador(es) necesita(n) ser inicializado(s), el control pasa a un bloque 228 que inicializa dicho(s) registro(s) temporizador(es) y el control pasa a un bloque 230 que decreuenta todo(s) los registro(s) temporizador(es) que no sea(n) cero uno por uno. Por otra parte, si el bloque 226 determina que no hay registro(s) temporizador(es) para ser inicializado(s), el control pasa directamente al bloque 230. Después del bloque 230, un bloque 232 determina si hay algún registro(s) temporizador(es) recién expirado(s) (es decir, registro(s) temporizador(es)) que acaban de ser decrementado(s) a cero por el bloque 230). Si es así, el control pasa a un bloque 234 que establece el(los) indicador(s) para todo(s) los) registro(s) temporizador(es) recién expirado(s).

Un bloque 236 pone a cero los indicadores en los tiempos apropiados que siguen a los bloques 232, 234, y el control vuelve acto seguido a la parte del programa principal activa. En este sentido, hay que señalar que todos los indicadores establecidos o puestos a cero por la programación de la FIGURA 12 permanecen en el estado establecido o de puesta a cero durante un espacio de tiempo que asegure una operación correcta de las partes del programa principal descritas a continuación.

La FIGURA 5A ilustra una primera parte de la programación que es ejecutada por el ASIC 150 para emitir una sustancia volátil, pero no luz, desde el dispositivo 30 que utiliza los circuitos mostrados en la FIGURA 4. En concreto, el programa está destinado para su uso cuando el LED 100, un condensador C_{LED}. (FIGS 4 y 4A) y el interruptor de impulso 167 son omitidos. Además, un pin CP3 es conectado a masa y la bomba de carga y el controlador LED 160 están desactivados para ahorrar energía. La operación comienza en el bloque 250 que verifica un indicador de restablecimiento por conexión de la alimentación para determinar si una forma de onda de restablecimiento por conexión de la alimentación ha hecho la transición de un 0 lógico a un 1 lógico Si es así, un bloque 252 inicializa todos los registros internos en el ASIC 150 a los valores de puesta en marcha predefinidos y activa el circuito controlador digital 164 y el regulador VDDHV 162. El bloque 252 también desactiva la bomba de

carga y el controlador LED 160. Por otra parte, el control se mantiene en el bloque 250 si el indicador de restablecimiento por conexión de la alimentación no ha hecho la transición a un 1 lógico. Después del bloque 252, un bloque 254 determina si un indicador VDDHV está establecido. El indicador VDDHV indica si la tensión en el pin 172 ha alcanzado un nivel de tensión predeterminado. El control permanece en el bloque 254 hasta que la tensión en el pin 172 ha alcanzado el nivel de tensión VDDHV predeterminado. A continuación, el control pasa a un bloque 256 que inicializa y activa un temporizador de retardo al encendido. El control pasa a un bloque 258 que determina si el temporizador de retardo al encendido ha expirado comprobando si un indicador de retardo al encendido está establecido. El control permanece en el bloque 258 hasta que el indicador de retardo al encendido es establecido y el control pasa a un bloque 262 que opera la bomba piezoeléctrica 166 en un modo normal seleccionado. El modo normal seleccionado está determinado por la selección del usuario del interruptor 109 selector de velocidad o predeterminado mediante la conexión de una o más de las entradas SW1, SW2, SW4, y/o SW5 a masa. La operación se ilustra por los estados t_{s1} - t_{s10} de la FIGURA 10 (haciendo caso omiso de la columna "LED TIEMPO DE EXPIRACIÓN" asumiendo que el LED 100 está omitido).

El programa principal continúa la operación en la secuencia descrita anteriormente hasta que el bloque 220 (FIGURA 12) determina que el indicador de NIVEL DE TENSIÓN se ha puesto a cero (es decir, la tensión a través de las entradas de VSSP y VDD por las pilas 151A, 151B es menor que el nivel de tensión predeterminado). Por lo tanto, la sustancia volátil es emitida hasta que la sustancia se agote o hasta que la tensión suministrada por las pilas 151A, 151B cae por debajo del nivel de tensión predeterminado.

La FIGURA 6A ilustra la operación de la programación de la FIGURA 5A en el primer modo para emitir la primera sustancia volátil. Una forma de onda con la etiqueta "VDDHV" muestra la tensión en el pin 172. La tensión VDDHV alcanza un nivel de tensión predeterminado (por ejemplo, 3V) en un tiempo t_0 . Después de un retardo de encendido predeterminado entre el tiempo t_0 y un tiempo t_1 , la bomba piezoeléctrica 166 comienza a operar como se muestra en un gráfico denominado "Bomba Piezoeléctrica." Un número de períodos de pulverización "s" que tiene períodos de reposo seleccionables "d" intercalados entre ellos se representan en el gráfico entre un tiempo t_1 y un tiempo t_n . La duración de cada período de pulverización y/o la duración de cada período de reposo se determina mediante la conexión de una o más de las entradas SW1, SW2, SW4, y/o SW5 a masa, por ejemplo, mediante el interruptor 109. El dispositivo 30 cesa la emisión de la sustancia volátil cuando una condición de baja tensión se produce en el tiempo t_n .

La FIGURA 5B ilustra una segunda parte de la programación que puede ser ejecutada de forma alternativa por el ASIC 150 y cualquiera de los circuitos mostrados en las FIGURAS 4 o 4A. La programación de la FIGURA 5B es útil para operar el LED 100 solo sin operar la bomba piezoeléctrica 166, que puede ser omitida. En esta forma de realización, un pin L_x está conectado a masa, según se ve en 202 en la FIGURA 4, y el circuito controlador digital 164 y los circuitos internos asociados del ASIC 150 están apagados para ahorrar energía. La operación comienza en un bloque 300, donde el control se detiene hasta que la señal de restablecimiento por conexión de la alimentación ha hecho la transición de un 0 lógico a un 1 lógico. Una vez que esto ocurre, el control pasa a un bloque 302 que inicializa los registros internos y apaga el regulador VDDHV y la bomba piezoeléctrica 166. El bloque 302 también enciende otros circuitos dentro del ASIC 150 como el detector 154 de baja tensión y de RESTABLECIMIENTO POR CONEXIÓN DE LA ALIMENTACIÓN, el controlador digital 156, el oscilador 152, y la memoria 158. Después del bloque 302, un bloque 304 verifica el indicador INTERRUPTOR para determinar si dicho indicador está establecido. El indicador INTERRUPTOR es establecido cuando el usuario ha cerrado el interruptor 102 de las FIGURAS 4 o 4A. Se considera que un usuario ha cerrado el interruptor 102 cuando el usuario presiona el interruptor 102 durante al menos un periodo de amortiguamiento. El periodo de amortiguamiento es predeterminado por el constructor/diseñador del dispositivo 30. Si se determina que el indicador interruptor está establecido, el control pasa a un bloque 310 que inicializa y activa un temporizador LED y un bloque 312 enciende el LED 100. A continuación, el control pasa a un bloque 314 que verifica un indicador TEMPORIZADOR LED para determinar si el temporizador LED ha expirado. Si es así, el control pasa a un bloque 308 que desactiva el LED 100. De lo contrario, el control pasa a un bloque 316 que vuelve a comprobar el indicador INTERRUPTOR. Si el bloque 316 determina que el indicador INTERRUPTOR no está establecido, el control vuelve al bloque 314. Por otra parte, el control pasa al bloque 308, si el indicador INTERRUPTOR está establecido. El control retorna al bloque 304 después del bloque 308. Como debería ser evidente a partir de lo anterior, si el interruptor 102 se cierra cuando el 100 LED está apagado, el LED 100 se energiza y permanece en ese estado hasta que el interruptor 102 se cierra de nuevo o si el temporizador LED expira, cualquiera que sea el evento que ocurra primero. Dicha operación se puede conseguir de acuerdo con la tabla de la FIGURA 10, por ejemplo, como se ve en conexión con los estados t_{s11} y t_{s15} .

Las FIGURAS 5C y 5D ilustran una tercera parte de la programación que puede ser ejecutada por el ASIC 150 para iluminar el LED 100 y operar la bomba piezoeléctrica 166 para dispensar la primera sustancia volátil. Esta programación se ejecuta en respuesta a dejar el pin 2M desconectado de masa. Los estados t_{s1} - t_{s10} de la FIGURA 10 pueden llevarse a cabo mediante la programación de las FIGURAS 5C y 5D. La operación comienza en un bloque 330 que verifica el indicador de RESTABLECIMIENTO POR CONEXIÓN DE LA ALIMENTACIÓN para determinar si dicho indicador se ha establecido. Una vez que esto ocurre, el control pasa a un bloque 332 que inicializa los registros internos del ASIC 150 y activa los circuitos internos, tales como el detector 154 de baja tensión y de restablecimiento por conexión de la alimentación, el controlador digital 156, el oscilador 152, la memoria 158, y la bomba de carga y el controlador LED 160. A continuación, un bloque 334 verifica el indicador VDDHV para

determinar si la tensión VHHV en el pin 172 ha alcanzado el nivel de tensión VDDHV predeterminado. Una vez que esto resulta ser el caso, el control pasa a un bloque 336 que inicializa y activa un temporizador de RETARDO AL ENCENDIDO. Después del bloque 336, el control pasa a un bloque 338 que verifica un indicador de RETARDO AL ENCENDIDO para determinar si dicho indicador está establecido. El indicador de RETARDO AL ENCENDIDO se establece cuando el temporizador de RETARDO AL ENCENDIDO ha expirado. El control permanece en el bloque 338 hasta que el indicador de RETARDO AL ENCENDIDO se establece. A continuación, el control pasa a un bloque 344 que opera la bomba piezoeléctrica 166 en un modo normal (es decir, no-impulso). El control pasa entonces a un bloque 346 que vuelve a comprobar el indicador INTERRUPTOR para determinar si el usuario ha cerrado el interruptor 102. Si esto resulta ser el caso, un bloque 348 determina si un indicador LED está establecido. El indicador LED se establece mediante la rutina de interrupción cuando la bomba de carga y el controlador LED 160 están activos. Si esto resulta ser cierto, el control pasa a un bloque 350 que apaga el LED 100. De lo contrario, el control pasa a un bloque 352 que inicializa y activa un temporizador LED y energiza el LED. El control pasa después a un bloque 354 que verifica un indicador TEMPORIZADOR LED para determinar si el temporizador LED ha expirado. El control pasa también directamente al bloque 354 desde el bloque 350 y pasa además del bloque 346 al bloque 354 si el indicador INTERRUPTOR no está establecido.

Si el bloque 354 determina que el temporizador LED ha expirado, un bloque 356 desactiva el LED 100. El control vuelve después al bloque 346. El control también pasa directamente al bloque 346 desde el bloque 354 sin pasar por el bloque 356, si el temporizador LED no ha expirado.

La FIGURA 6B ilustra la operación de la tercera parte de la programación mostrada en las FIGURAS 5C y 5D, en la que el dispositivo 30 opera como en el primer modo para emitir luz y la primera sustancia volátil. Los gráficos etiquetados "LED" y "Bomba Piezoeléctrica" reflejan la operación del LED 100 y la bomba piezoeléctrica 166, respectivamente, en respuesta a diversas condiciones, que incluyen la apertura y cierre del interruptor 102 por el usuario. Una forma de onda de la etiquetada "VDD" indica el nivel de tensión que las pilas 151 A, 151B (FIGURA 4) suministran al ASIC 150. El ASIC 150 detecta una condición de restablecimiento por conexión de la alimentación en un tiempo t_4 y el ASIC 150 opera la bomba piezoeléctrica 166 para dispensar la primera sustancia volátil en un tiempo t_5 que sigue al tiempo en la que VDD alcanza el nivel de tensión determinado y que sigue al período de retardo al encendido. Aunque no se muestra en la FIGURA 6B, la bomba piezoeléctrica es operada por una forma de onda que incluye un número de períodos de pulverización que tienen períodos de reposo intercalados entre ellos, como se muestra en la FIGURA 6A.

El usuario cierra el interruptor 102 durante al menos el periodo de amortiguamiento y libera el interruptor 102 en un tiempo t_6 para encender el LED 100. Es pertinente destacar que la operación de la bomba piezoeléctrica 166 no se ve afectada cuando el usuario abre o cierra el interruptor 102. Después del tiempo t_6 , el usuario cierra el interruptor 102 durante al menos el período de amortiguamiento en un tiempo t_7 para apagar el LED 100. El LED 100 se enciende de nuevo cuando el interruptor 102 está cerrado durante al menos el período de amortiguamiento en un tiempo t_8 . Después del tiempo t_8 , si el interruptor 102 no está cerrado durante al menos el período de amortiguamiento, el ASIC 150 apaga el LED 100 en un tiempo t_9 como resultado de la operación del bloque 356, FIGURA 5D. Como se explicó con respecto a la FIGURA 10, el tiempo del temporizador LED es variable y seleccionado por el constructor o ejecutor del dispositivo 30. El interruptor 102 está cerrado durante al menos el tiempo de amortiguamiento en un tiempo t_{10} para encender de nuevo el LED 100.

Después del tiempo t_{10} , una condición de baja tensión se produce en un tiempo t_{11} , según se indica por la caída de la forma de onda VDD (aunque se muestra como una fuerte caída, en realidad, la tensión VDD puede caer poco a poco). Típicamente, una condición de baja tensión se produce cuando la fuente de tensión tal como las pilas 151A, 151B (FIGURA 4) se agota o desconecta del ASIC 150. El LED 100 y la bomba piezoeléctrica 166 se desactivan cuando se produce la condición de baja tensión. Cuando el usuario reemplaza la fuente de tensión, por ejemplo en un tiempo posterior t_{12} , el ASIC 150 activa la bomba piezoeléctrica 166 después del período de retardo apropiado en un tiempo t_{13} . Después del tiempo t_{13} , el interruptor 102 está cerrado durante al menos el período de amortiguamiento en un tiempo t_{14} para encender el LED 100. El LED 100 y la bomba piezoeléctrica 166 permanecen encendidos hasta que otra condición de baja tensión se produce en un tiempo t_{15} .

Una cuarta parte de la programación que puede ser ejecutada por el ASIC 150 se ilustra en las FIGURAS 5E-5G. La parte de programa se utiliza con el circuito de la FG. 4A para emitir la primera sustancia volátil de una manera selectiva controlable y para energizar selectivamente el LED 100 con el interruptor de impulso 167. Los estados ts_1 - ts_{10} , ts_{12} - ts_{14} y ts_{16} de la FIGURA 10 pueden ser ejecutados por esta parte del programa. La operación comienza en un bloque 400 que verifica el indicador de RESTABLECIMIENTO POR CONEXIÓN DE LA ALIMENTACIÓN para determinar si se ha producido una condición de restablecimiento por conexión de la alimentación. A continuación, un bloque 402 inicializa los registros internos del ASIC 150 y activa los circuitos internos tales como el detector 154 de baja tensión y de restablecimiento por conexión de la alimentación, el controlador digital 156, el oscilador 152, la memoria 158, y la bomba de carga y el controlador LED 160. Un bloque 404 verifica entonces el indicador VDDHV para determinar si la tensión VDDHV en el pin 172 de salida ha alcanzado un nivel de tensión predeterminado y el control se detiene en el bloque 404 hasta que se alcance dicho nivel. Una vez que se produce esta condición, el control pasa a un bloque 406 que inicializa y activa un temporizador de RETARDO AL ENCENDIDO. Después del bloque 406, el control pasa a un bloque 408 que verifica el indicador de RETARDO AL ENCENDIDO para determinar

si el temporizador de RETARDO AL ENCENDIDO ha expirado. El control permanece en el bloque 408 hasta que el indicador de RETARDO AL ENCENDIDO es establecido. Un bloque 422 (FIGURA 5F), opera entonces la bomba piezoeléctrica en el modo normal (es decir, el modo no-impulso). A partir de entonces, un bloque 424 verifica un indicador IMPULSO para determinar si el interruptor de impulso 167 ha sido activado (es decir, pulsado) por un usuario. Si el indicador IMPULSO está establecido, el control pasa a un bloque 426 que verifica para determinar si el indicador LED está establecido. Si esto resulta ser también el caso, un bloque 428 desactiva el LED 100 y el control pasa a partir de entonces a un bloque 434 explicado más adelante. A la inversa, si el indicador LED no está establecido, un bloque 430 inicializa y activa un temporizador IMPULSO y el temporizador LED, un bloque 432 activa el LED 100, y el bloque 434 opera la bomba piezoeléctrica 166 en un modo impulso. Como se describe en mayor detalle con respecto a la FIGURA 11, la tasa de emisión de sustancia volátil durante el modo impulso puede ser mayor que la tasa de emisión de sustancia volátil durante el modo normal de operación.

Después del bloque 434 un bloque 436 (FIGURA 5G) verifica un indicador TEMPORIZADOR IMPULSO para determinar si el temporizador IMPULSO ha expirado. Si esto no es cierto, el control pasa a un bloque 438 que verifica para determinar si el indicador IMPULSO está establecido. Si esto es cierto, un bloque 440 (FIGURA 5F) conmuta el LED 100 (es decir, el LED 100 se enciende si se encuentra actualmente apagado, y viceversa). Un bloque 441 entonces opcionalmente pone a cero el temporizador IMPULSO y el control 3 vuelve al bloque 434. Si el bloque 438 determina que el indicador IMPULSO no está establecido, un bloque 442 determina si el temporizador LED ha expirado. Si este es el caso, un bloque 444 desactiva el LED 100 y el control vuelve al bloque 434 (FIGURA 5G). El bloque 444 se pasa por alto si el bloque 442 determina que el temporizador LED no ha expirado.

Si el bloque 424 (FIGURA 5F) determina que el usuario no ha cerrado el interruptor de impulso 167 o si el bloque 436 determina que el temporizador IMPULSO ha expirado, el control pasa a un bloque 446 que determina si el indicador INTERRUPTOR ha sido establecido. Si esto es cierto, un bloque 448 verifica si el indicador LED está establecido para determinar si el LED está activado en ese momento. Si este es el caso también, el control pasa a un bloque 450 que apaga el LED 100 y el control vuelve al bloque 422. De lo contrario, el control pasa a un bloque 452 que inicializa y activa el temporizador LED. A continuación, un bloque 454 enciende el LED 100. Después del bloque 454, el bloque 422 opera la bomba piezoeléctrica 166 en el modo normal.

Si el bloque 446 determina que el indicador INTERRUPTOR no se ha establecido, el control pasa a un bloque 456 que determina si el temporizador LED ha expirado. Si es así, el 100 LED es apagado por el bloque 450 y el control vuelve al bloque 422. De lo contrario, el bloque 450 es omitido y el control vuelve directamente al bloque 422.

Las FIGURAS 5H y 5I ilustran una quinta parte de la programación que puede ser ejecutada por el ASIC 150 de la FIGURA 4. Esta programación se ejecuta en conexión con el circuito de la FIGURA 4, cuando el pin 2M se conecta a masa y el interruptor 167 es omitido, para dispensar selectivamente la segunda sustancia volátil y energizar el LED 100. El control comienza en el bloque 500 que verifica el indicador de RESTABLECIMIENTO POR CONEXIÓN DE LA ALIMENTACIÓN para determinar si la condición de RESTABLECIMIENTO POR CONEXIÓN DE LA ALIMENTACIÓN se ha presentado. Tras dicha ocurrencia, un bloque 502 inicializa los registros internos del ASIC 150. El bloque 502 también activa los circuitos internos, tales como el detector 154 de baja tensión y de RESTABLECIMIENTO POR CONEXIÓN DE LA ALIMENTACIÓN, el controlador digital 156, el oscilador 152, la memoria 158, y la bomba de carga y el controlador LED 160. El control pasa entonces a un bloque 504 que verifica el indicador NIVEL DE VDDHV para determinar si la tensión en el pin 172 ha alcanzado una tensión predeterminada. El control permanece en el bloque 504 hasta que se produce esta condición. A continuación, el control pasa a un bloque 506 que inicializa y activa el temporizador de RETARDO AL ENCENDIDO. Después del bloque 506, un bloque 508 verifica el indicador de RETARDO AL ENCENDIDO para determinar si el temporizador de RETARDO AL ENCENDIDO ha expirado. El control permanece en el bloque 508 hasta que el temporizador de RETARDO AL ENCENDIDO expira, tras lo cual el control pasa a un bloque 510 que verifica el indicador INTERRUPTOR para determinar si el usuario ha cerrado el interruptor 102. El control permanece en el bloque 510 hasta el indicador INTERRUPTOR es cerrado por el usuario y el control pasa entonces a un bloque 512. El bloque 512 inicializa y activa el temporizador LED, si el LED 100 tiene que ser operado en un modo de tiempo como se indica en mayor detalle a continuación. A continuación, el control pasa a un bloque 514 que activa el LED 100 y la bomba piezoeléctrica de acuerdo con la FIGURA 11.

Después del bloque 514, un bloque 516 (FIGURA 5I) verifica el indicador TEMPORIZADOR LED para determinar si el temporizador LED ha expirado (de nuevo, esto sólo puede ocurrir cuando el LED está siendo operado en el modo de tiempo). Si el temporizador LED ha expirado un bloque 520 desactiva el LED 100 y la bomba piezoeléctrica 166 y el control vuelve al bloque 510 de la FIGURA 5H. Por el contrario, si el temporizador LED no ha expirado un bloque 518 determina si el indicador INTERRUPTOR se ha establecido. Si este es el caso, entonces el control pasa al bloque 520. De lo contrario, el control omite el bloque 520 y procede directamente al bloque 510 de la FIGURA 5H.

Las FIGURAS 7A ilustran la operación de la parte de la programación de las FIGURAS 5H y 5I. En este caso, el pin 2M se conecta a masa y el pin MODO no está conectado a ninguna tensión con el fin de ejecutar los estados t_{s41} - t_{s48} de la FIGURA 11. Al igual que en la operación mostrada en la FIGURA 6B, los gráficos etiquetados "LED" y "Bomba Piezoeléctrica" reflejan la operación del LED 100 y de la bomba piezoeléctrica 166, respectivamente. El LED 100 se enciende cuando el interruptor 102 está cerrado por lo menos durante el período de amortiguamiento en un tiempo

t_{18} . Sin embargo, la bomba piezoeléctrica 166 no comienza la operación hasta que un segundo periodo de retardo predeterminado expira a un tiempo t_{19} como se muestra en una vista en detalle del periodo entre el tiempo t_{18} y el tiempo t_{19} en la FIGURA 7B. Aunque no se muestra en la FIGURA 7A, la forma de onda "Bomba Piezoeléctrica" incluye una serie de periodos de pulverización "s" que tienen periodos de reposo "d" intercalados entre ellos, según se ilustra en la FIGURA 6A. El interruptor 102 está cerrado durante al menos el período de amortiguamiento en un tiempo t_{20} para apagar el LED 100 y la bomba piezoeléctrica 166. Después del tiempo t_{20} , el interruptor 102 se cierra de nuevo durante al menos el período de amortiguamiento en un tiempo t_{21} para encender el LED 100 y la bomba piezoeléctrica 166.

El LED 100 y la bomba piezoeléctrica 166 permanecen encendidos hasta que una condición de baja tensión se produce en un tiempo t_{22} que provoca que el ASIC 150 apague el LED 100 y la bomba piezoeléctrica 166. El usuario reemplaza la fuente de tensión en un tiempo t_{23} y el LED 100 y la bomba piezoeléctrica 166 se encienden de nuevo cuando el interruptor 102 está cerrado por al menos el período de amortiguamiento en un tiempo t_{24} . El LED 100 y la bomba piezoeléctrica 166 permanecen encendidos hasta que otra condición de baja tensión se produce en un momento en t_{25} .

Las FIGURAS 5J y 5K ilustran una sexta parte de la programación que se puede utilizar con el circuito de la FIGURA 4A cuando el interruptor 167 es utilizado. Los bloques 530-546 de las FIGURAS 5J y 5K son idénticos a los bloques 500-516, respectivamente, de las FIGURAS 5H y 5I, y por lo tanto, esta programación no se describirá de nuevo. Si el bloque 546 (FIGURA 5 L) determina que el temporizador LED ha expirado, un bloque 548 desactiva el LED 100 sólo. Por otro lado, si el bloque 546 determina que el temporizador LED no ha expirado, un bloque 550 determina si un usuario ha cerrado el interruptor 102. Si esto resulta ser el caso, el control pasa a un bloque 552 que desactiva el LED 100 y la bomba piezoeléctrica 160. El control desde los bloques 548 y 552 vuelve al bloque 540 de la FIGURA 5J. La sexta parte de la programación mostrada en las FIGURAS 5J y 5K puede ejecutar los estados t_{s49} - t_{s55} cuando ambos pines 2M y MODO están conectados a masa.

El LED 100 es operado en un modo de modulación por ancho de pulso (PWM) en las formas de realización del dispositivo 30 en las que el LED 100 está presente. El ciclo de trabajo para la forma de onda de PWM y la frecuencia para la forma de onda de PWM son preferiblemente (aunque no necesariamente) fijas. El LED 100 se activa para obtener el efecto de parpadeo mediante la utilización de un generador 174 de números pseudoaleatorios (mostrado funcionalmente en la FIGURA 8) en conjunto con una tabla de valores de PWM que forma una parte del controlador LED 160 para establecer un ciclo de trabajo para la operación del LED 100. El generador 174 de números pseudoaleatorios se muestra funcionalmente en la FIGURA 8 como una serie de tres puertas NOR G1, G2, y G3 asociadas a posiciones de bits particulares de un registro de desplazamiento SR de dieciséis bits. Los 8 bits menos significativos del generador de números pseudoaleatorios se utilizan para direccionar la tabla de valores de PWM. El valor inicial del generador 174 es 3045 (hexadecimal). Un registro de direcciones de 8 bits se utiliza para seleccionar los valores de PWM en la tabla de valores de PWM. Más específicamente, los seis bits menos significativos de la salida de 8 bits del registro de direcciones se utilizan para desarrollar un puntero para una tabla de direcciones de seis bits utilizado para direccionar la tabla de PWM como se ha descrito anteriormente. El registro de direcciones de 8-bit cuenta bien hacia arriba o hacia abajo dependiendo de los valores del bit más significativo del valor que es generado por el generador 174 de números pseudoaleatorios.

Volviendo a la FIGURA 9, la forma de onda etiquetada LED indica la forma de onda de control aplicada al LED 100 y la forma de onda etiquetada BOMBA DE CARGA refleja la forma de onda de control que es generada por la bomba de carga en el controlador LED 160. Se establecen una serie de tramas de igual duración, en las que cada trama incluye un número de ciclos de pulsos en la misma. Preferiblemente, cada ciclo de pulsos es de 4,3 milisegundos de longitud y 24 pulsos se incluyen por trama. En consecuencia, cada trama es de 103,2 milisegundos de duración. También preferiblemente, los tiempos de activación de pulso para una trama particular son todos iguales en duración, lo que resulta en una magnitud de corriente promedio particular para esa trama. En general, el LED 100 se hace funcionar de forma intermitente con una frecuencia elevada a fin de proporcionar la apariencia de que el LED 100 se está operando a un nivel de intensidad constante durante un período de tiempo. En una forma de realización, el LED 100 tiene una corriente de pico 30 miliamperios y una anchura de pulso típica de aproximadamente 8,4 microsegundos. Si se desea, estos valores pueden modificarse para obtener diferentes intensidades de LED. Los anchos de pulso en tramas adyacentes son diferentes a fin de proporcionar una corriente promedio diferente de la magnitud de la corriente promedio particular para proporcionar el efecto de parpadeo. La elección de los anchos de pulso para las tramas se controla mediante el generador 174 de números pseudoaleatorios y las entradas en tabla de valores de PWM. Cuando la tensión combinada desarrollada por las pilas cae por debajo de la tensión requerida para activar adecuadamente el LED 100, la bomba de carga 160 se acciona (como se muestra en un tiempo t_{31}) para proporcionar suficiente tensión de continuación al LED 100. En concreto, el LED 100 recibe los pulsos de corriente tal como se describió anteriormente y la bomba de la carga 160 se conecta para cargar el condensador C_{LED} de las FIGURAS 4 y 4A. El condensador C_{LED} , a partir de entonces, proporciona suficiente tensión al LED 100 para mantener el adecuado control del mismo.

Según se muestra en las FIGURAS 10 y 11 y como se señaló anteriormente, el ASIC 150 puede ser programado para emitir una sustancia volátil en varios intervalos en función del modo de operación comandado. Además, cuando se activa el LED 100, el LED 100 puede programarse para que se apague a la expiración de un período de tiempo

- especificado. Por ejemplo, cuando el usuario mueve el brazo actuador a la posición P5 en el estado t_{s1} mostrado en la FIGURA 10, el dispositivo 30 emite un pulso de la primera sustancia volátil durante un período de pulverización aproximado de 12 ms, una vez cada 6 segundos y el ASIC 150 provoca que el LED 100 se apague automáticamente después de 3 horas. La velocidad de emisión de la primera sustancia volátil en el modo normal de operación se puede variar como se muestra por los estados T_{s2} - T_{s10} en la FIGURA 10. Debe tenerse en cuenta que el pin de entrada MODO se deja abierto cuando la operación en los estados t_{s1} - t_{s5} es comandada y el pin de entrada MODO se conecta a masa en los estados t_{s6} - t_{s10} . La FIGURA 10 ilustra además los sub-estados t_{s11} - t_{s16} que pueden activarse durante cualquiera de los estados antes mencionados cuando el interruptor de impulso 167 se incorpora en el dispositivo 30 y se cierra para conectar dos de los interruptores SW1, SW2, SW4 y SW5 a masa. En los estados t_{s11} y t_{s15} , el ASIC 150 provoca que el LED 100 emita luz continuamente durante un período de 3 y 2 horas, respectivamente. El ASIC 150 apaga el LED 100 después del período de 3 o 2 horas y el ASIC 150 continúa la operación normal en cualquiera de los estados t_{s1} - t_{s5} o t_{s6} - t_{s10} que estuviese en vigor antes de que el usuario cerrase el interruptor de impulso 167. Del mismo modo, la operación del ASIC 150 en los estados t_{s1} - t_{s5} o t_{s6} - t_{s10} se interrumpe cuando el usuario cierra el interruptor de impulso 167 y el dispositivo 30 emite un pulso de la primera sustancia volátil una vez cada 0,25 segundos durante períodos de 12, 4, 7, y 10 segundos en los estados t_{s12} , t_{s13} , t_{s14} , y t_{s16} , respectivamente, y el LED se activa durante un período de 2 horas. El LED se apaga después del período de 2 horas y el ASIC 150 vuelve a la operación en cualquiera de los estados t_{s1} - t_{s5} o t_{s6} - t_{s10} que pueda haber estado en vigor antes de que el usuario cerrase el interruptor de impulso 167.
- Según se ve en la FIGURA 11, el dispositivo 30 se puede comandar para emitir la segunda sustancia volátil en diferentes ciclos de trabajo e iluminar el LED 100 durante períodos de tiempo variables. Por ejemplo, el dispositivo 30 emite un pulso de la segunda sustancia volátil una vez cada 0,264 segundos y provoca que el LED 100 se apague después de 5 horas de iluminación continua en un estado t_{s41} . Se contempla que el ciclo de trabajo de la segunda sustancia volátil pueda variarse, como se representa por los estados t_{s42} - t_{s45} . El constructor o ejecutor del dispositivo 30 también puede programar el dispositivo 30 para operar en cualquiera de los estados t_{s46} - t_{s48} , t_{s49} - t_{s52} , y los estados t_{s53} - T_{s56} . En el estado t_{s46} , el dispositivo 30 emite un pulso de la segunda sustancia volátil una vez cada 0,388 segundos y el LED 100 permanece encendido hasta que se produce una condición de baja tensión o el dispositivo 30 se apaga. Los estados t_{s47} y t_{s52} son similares al estado t_{s46} excepto que el dispositivo emite la segunda sustancia volátil una vez cada 0,326 y 0,264 segundos, respectivamente. Debe tenerse en cuenta que el pin de entrada MODO se deja abierto (es decir, desconectado de cualquier circuito externo) cuando la operación en los estados t_{s41} - t_{s48} es comandada. En el estado t_{s49} , el dispositivo 30 emite un pulso de la segunda sustancia volátil una vez cada 5,412 segundos y el LED 100 permanece encendido hasta que se produce una condición de baja tensión o el dispositivo 30 es apagado. Del mismo modo, el dispositivo 30 emite un pulso de la segunda sustancia volátil una vez cada 6, 7,18 y 7,862 segundos en los estados t_{s50} - t_{s52} respectivamente. Cuando se activa el estado t_{s53} , el dispositivo 30 emite un pulso de la segunda sustancia volátil una vez cada 5,412 segundos y el LED 100 se apaga después de 2 horas de iluminación continua. Los estados t_{s54} , t_{s55} , y t_{s56} son similares al estado t_{s53} excepto que el dispositivo 30 emite un pulso de la segunda sustancia volátil una vez cada 6, 7,18 y 7,862 segundos en los estados t_{s54} , t_{s55} y t_{s56} , respectivamente. Además, el LED se apaga después de 2 horas de iluminación continua en los estados t_{s54} , t_{s55} y t_{s56} . El período de iluminación continua de 2 horas se lleva a cabo en los estados t_{s53} , t_{s54} , t_{s55} y t_{s56} debido a la conexión de SW 1 a masa según se muestra en la FIGURA 11.
- Cualquiera de los circuitos descritos anteriormente puede incorporarse en cualquier dispositivo que tenga un elemento piezoeléctrico y/o uno o más diodo(s) emisor(es) de luz para iluminación, que incluye pero no se limita a cualquiera de los dispositivos descritos en las Patentes de Estados Unidos nº 6.450.419, 7.017.829, 7.469.844, la publicación de patente de EE.UU. Helf y Al. nº 2007/0235555, presentada el 11 de abril de 2006, la publicación de patente de EE.UU. Schramm nº 2007/0012718, presentada el 29 de junio de 2006, la publicación de patente de EE.UU. Mungavalasa y Al. nº 2008/0011874, presentada el 14 de julio de 2006, o la publicación de patente de EE.UU. Helf et. Al. nº 2008/0036332, presentada el 8 de diciembre de 2006.
- Numerosas modificaciones al dispositivo 30 serán evidentes para los expertos en la técnica en vista de la descripción anterior. En consecuencia, esta descripción ha de interpretarse sólo como ilustrativa

REIVINDICACIONES

1. Un circuito para un dispositivo emisor de material volátil, que comprende:

5 una bomba piezoeléctrica (58, 166) que incluye una impedancia (168) conectada en serie con un elemento piezoeléctrico (62), en el que la impedancia y el elemento piezoeléctrico (62) forman un circuito tanque (168,62) que tiene una frecuencia de resonancia;

10 un controlador (164) conectado a la bomba piezoeléctrica; en el que el controlador comprende cuatro transistores (180, 182, 184, 186) acoplados en una configuración de puente completo, que tiene el primer y segundo transistores (180, 184) de canal p con sus respectivos electrodos fuente acoplados a una alimentación de alta tensión y el primer y segundo transistores (182, 186) de canal n con sus respectivos electrodos fuente acoplados a masa, estando el electrodo de drenaje del primer transistor (180) de canal p conectado al electrodo de drenaje del primer transistor (182) de canal n para formar un primer pin de salida (SALIDA1) y estando el electrodo de drenaje del segundo transistor (184) de canal p conectado al electrodo de drenaje del segundo transistor (186) de canal n para formar un segundo pin de salida (SALIDA2) , en los que el circuito tanque (168, 62) está conectado entre el primer pin de salida (SALIDA1) y el segundo pin de salida (SALIDA2);

15 en el que el controlador (164) está adaptado para generar una forma de onda de control para controlar los transistores (180, 182, 184, 186) en uno de un primer y segundo estados que comprenden un primer estado en el cual el primer transistor (180) de canal p y el segundo transistor (186) de canal n están activados "ON" y el segundo transistor (184) de canal p y el primer transistor (182) de canal n están en corte "OFF", y un segundo estado en el cual el primer transistor (180) de canal p y el segundo transistor (186) de canal n están en corte "OFF" y el segundo transistor (184) de canal p y el primer transistor (182) de canal n están activados "ON";

25 **caracterizado por que** el circuito además comprende:

30 un primer y segundo comparadores (192, 194) acoplados entre el controlador (164) y el circuito tanque (168, 62), en el que los comparadores (192, 194) están adaptados para detectar un parámetro de la alimentación aplicada a la bomba piezoeléctrica (58, 166) por el controlador (164) para operar la bomba piezoeléctrica (58, 166) en una frecuencia de resonancia mecánica de la misma;

35 teniendo dicho primer comparador (192) sus entradas conectadas entre el primer pin de salida (SALIDA1) y masa; teniendo dicho segundo comparador (194) sus entradas conectadas entre el segundo pin de salida (SALIDA2) y masa;

40 estando el controlador configurado para conmutar al primer estado cuando el primer comparador (192) detecta un paso por cero de la tensión a través de sus entradas que representa un paso por cero de la corriente en el primer transistor (182) de canal n, y para conmutar al segundo estado cuando el segundo comparador (194) detecta un paso por cero de la tensión a través de sus entradas que representa un paso por cero de la corriente en el segundo transistor (186) de canal n.

45 2. El circuito de acuerdo con la reivindicación 1 en el que el controlador está adaptado para intercalar un periodo de tiempo cuando conmuta entre los mencionados primer y segundo estados para prevenir una condición de corto circuito.

3. El circuito de acuerdo con las reivindicaciones 1 ó 2, que incluye un interruptor (109) para seleccionar una velocidad a la cual la alimentación esté aplicada a la bomba piezoeléctrica (58).

50 4. El circuito de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que la bomba piezoeléctrica está adaptada para operar en una pluralidad de modos de operación.

5. El circuito de la reivindicación 4, en el que la bomba piezoeléctrica está adaptada para dispensar una fragancia volátil en un modo de operación.

55 6. El circuito de la reivindicación 4, en el que la bomba piezoeléctrica está adaptada para dispensar bien un insecticida o bien un repelente de insectos en un modo de operación.

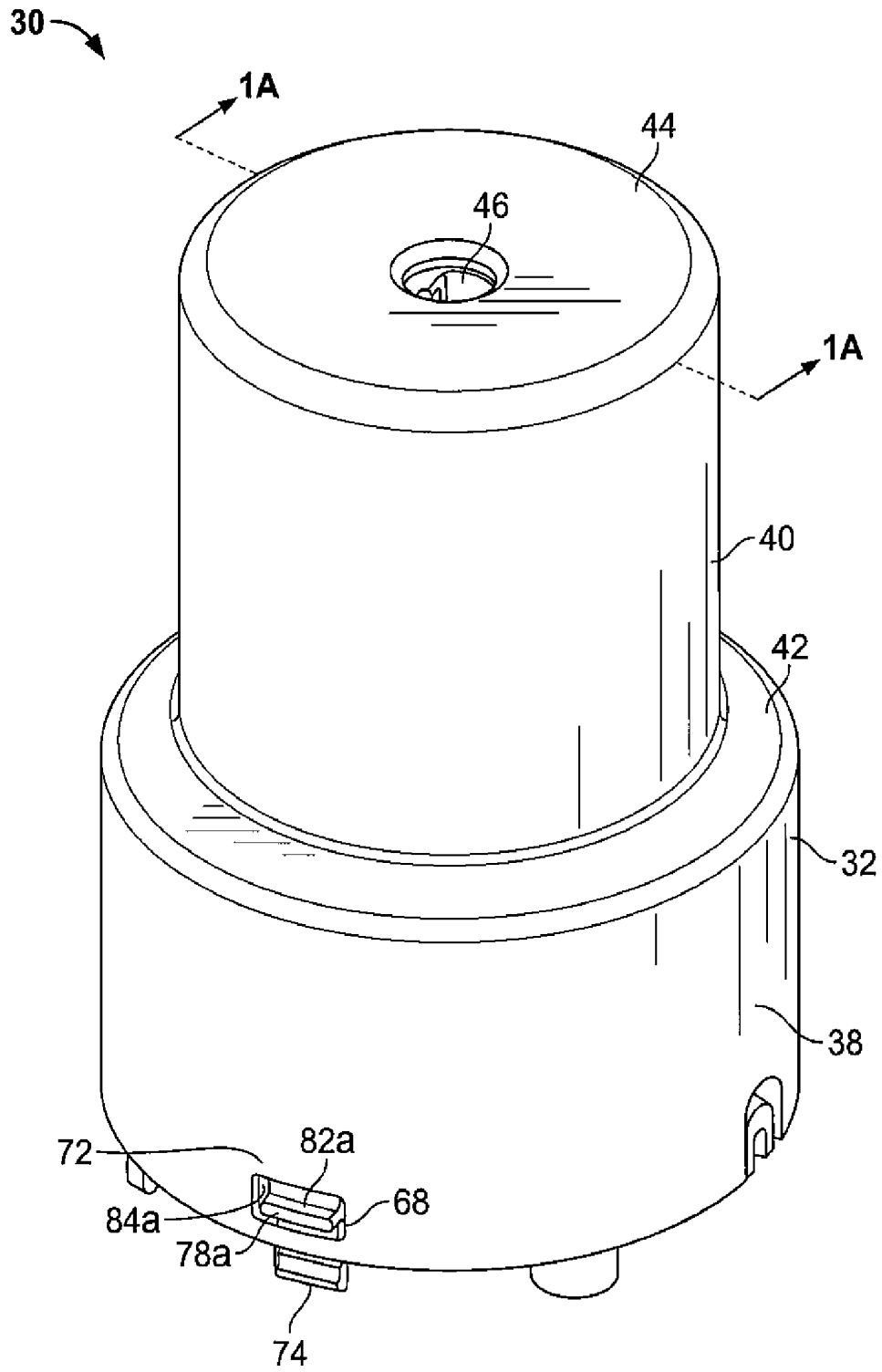


FIG. 1

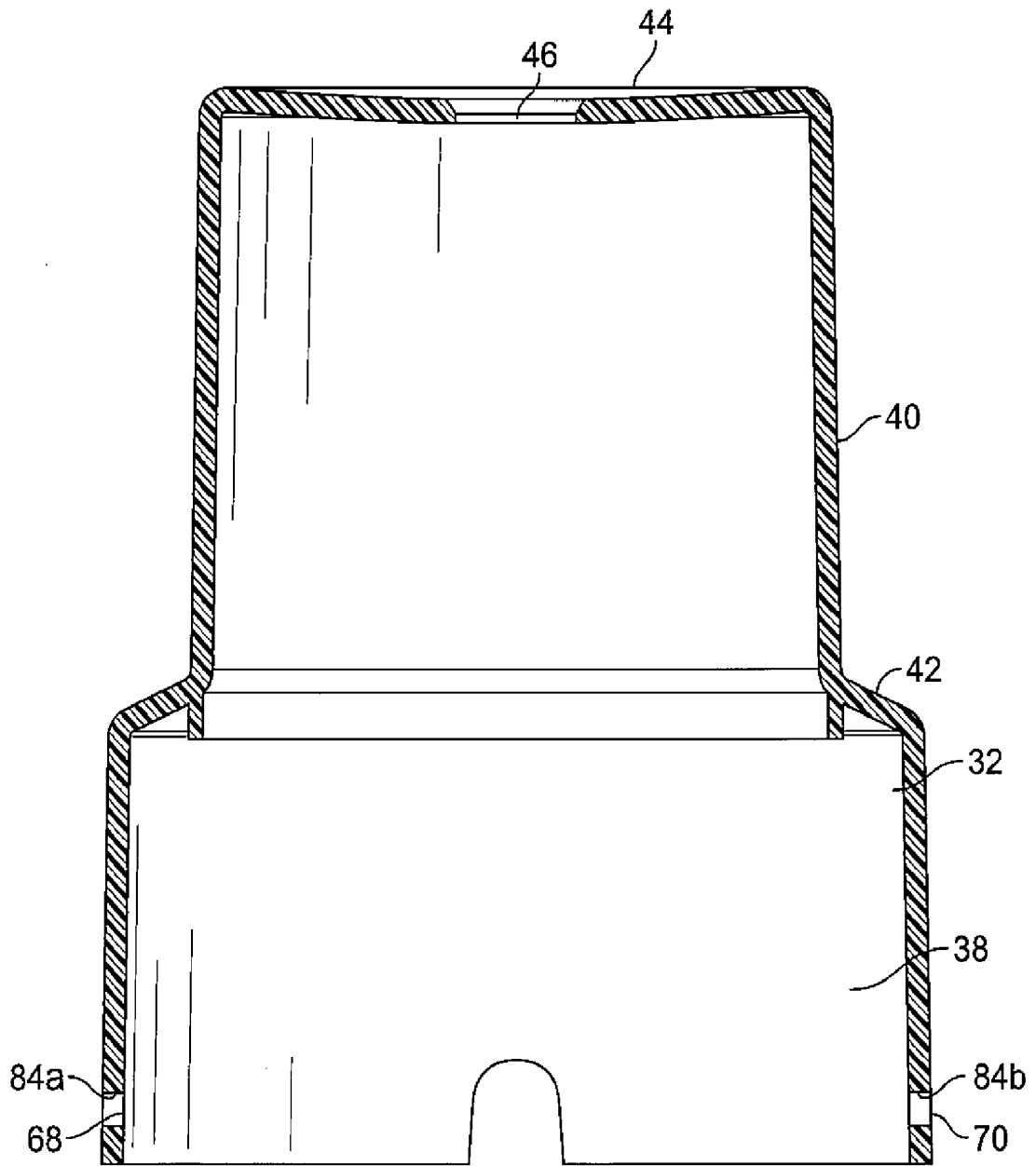


FIG. 1A

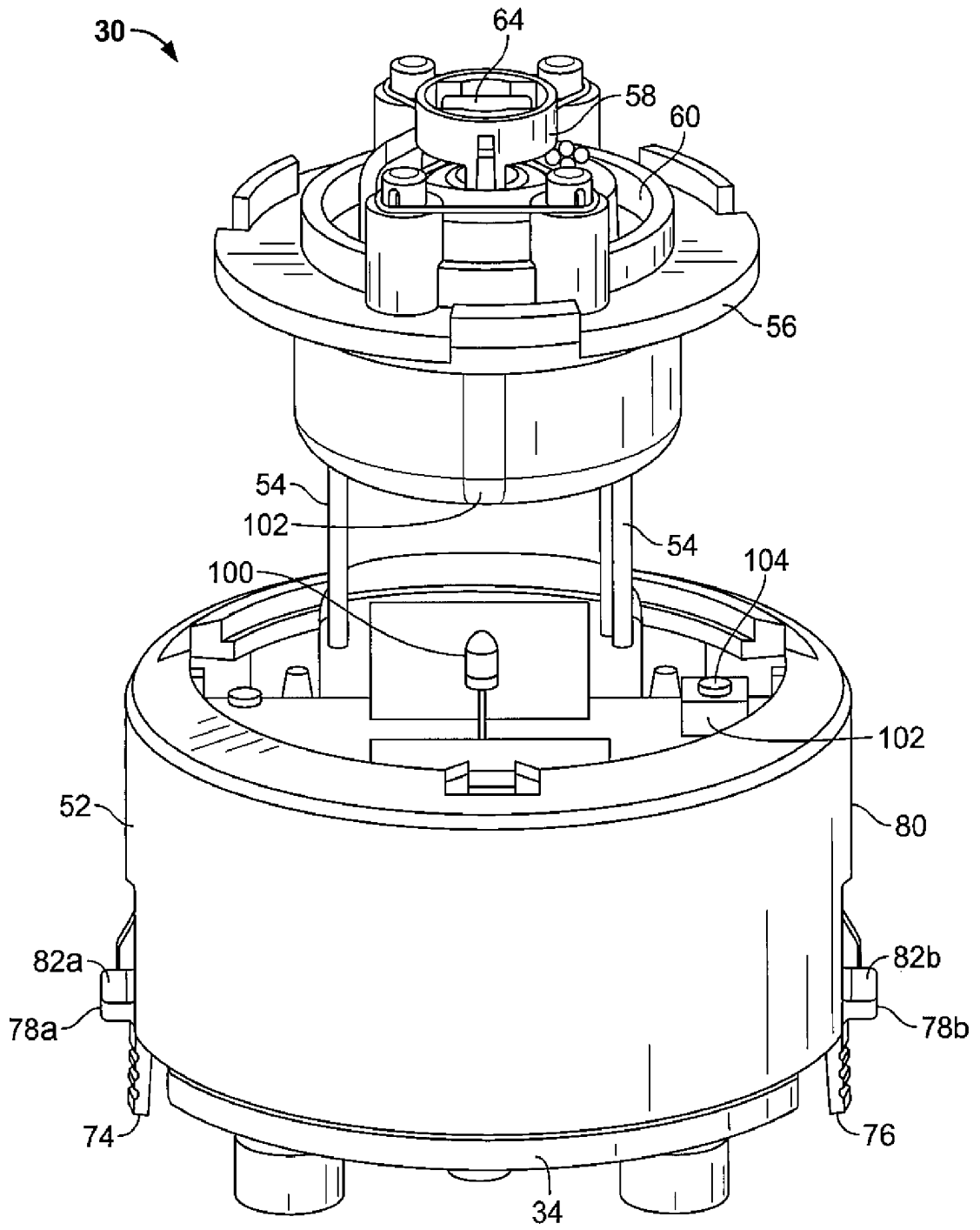


FIG. 2

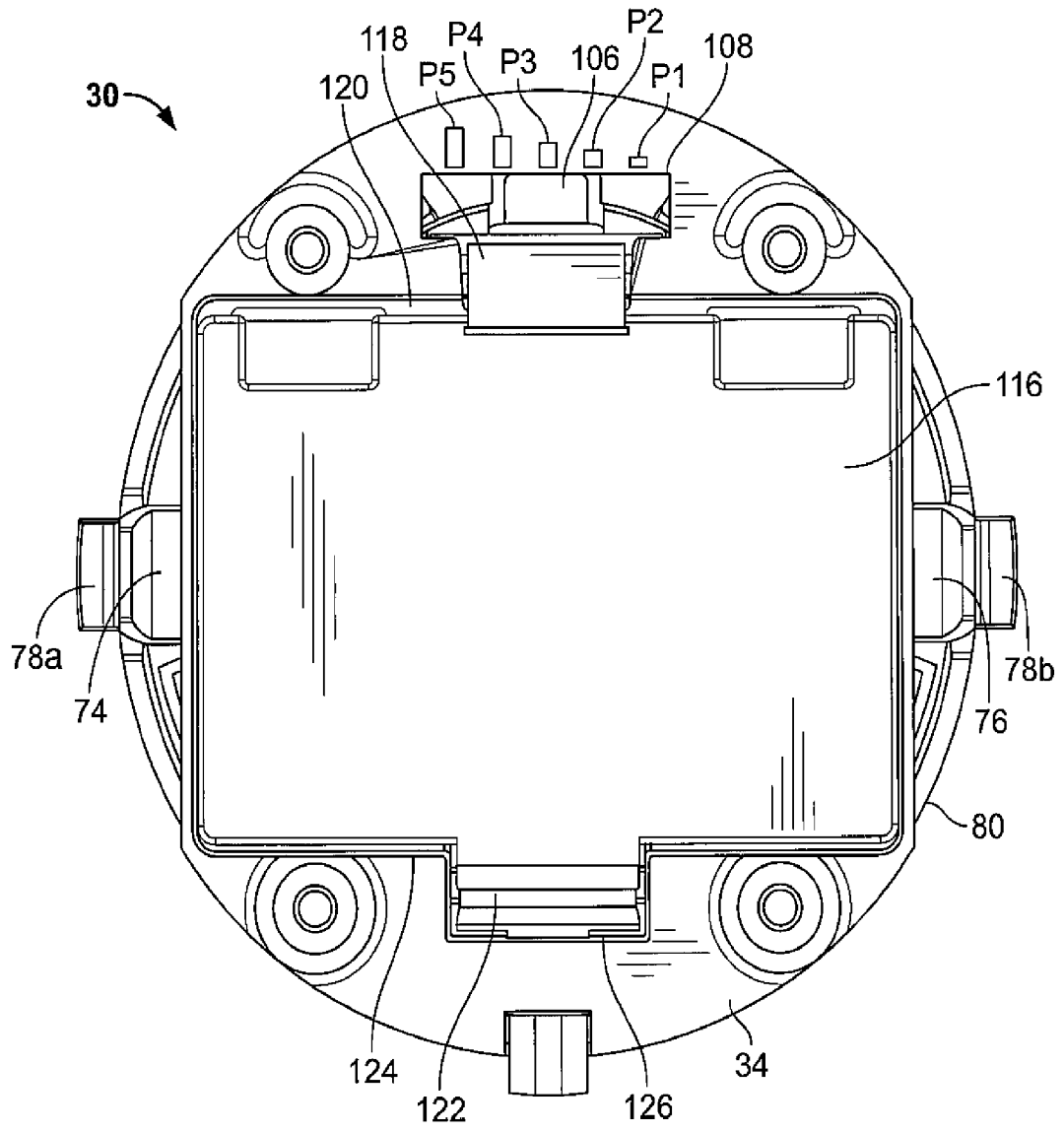


FIG. 3

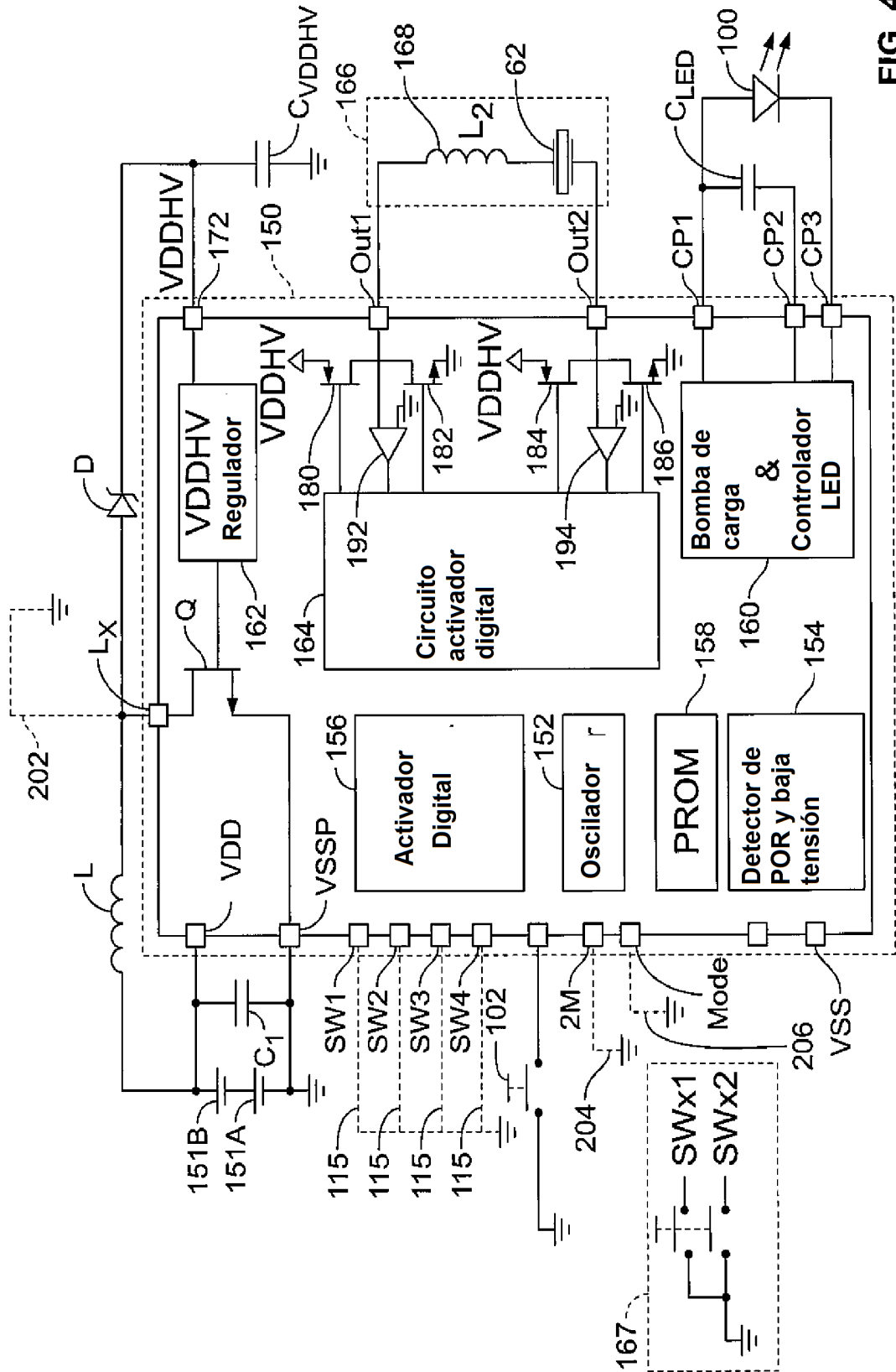


FIG. 4A

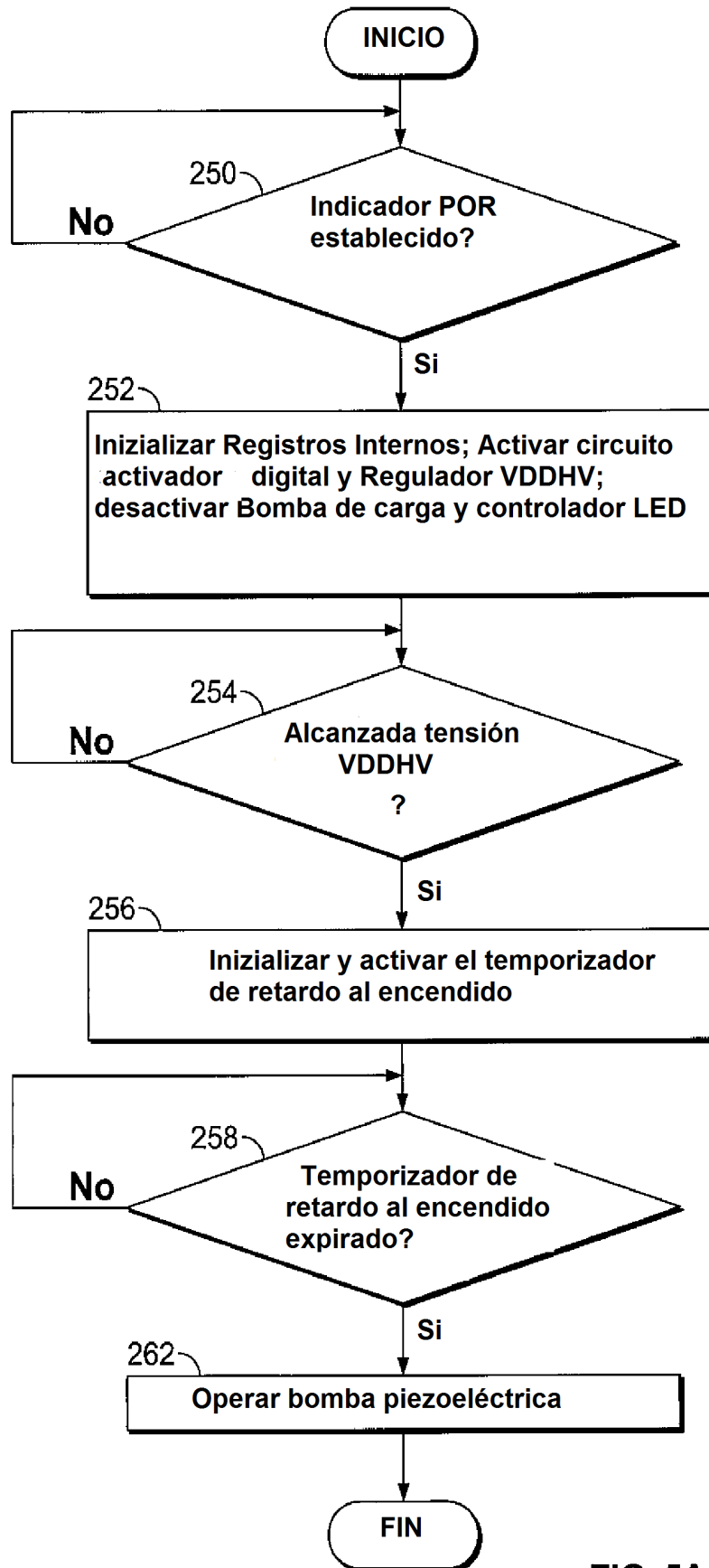


FIG. 5A

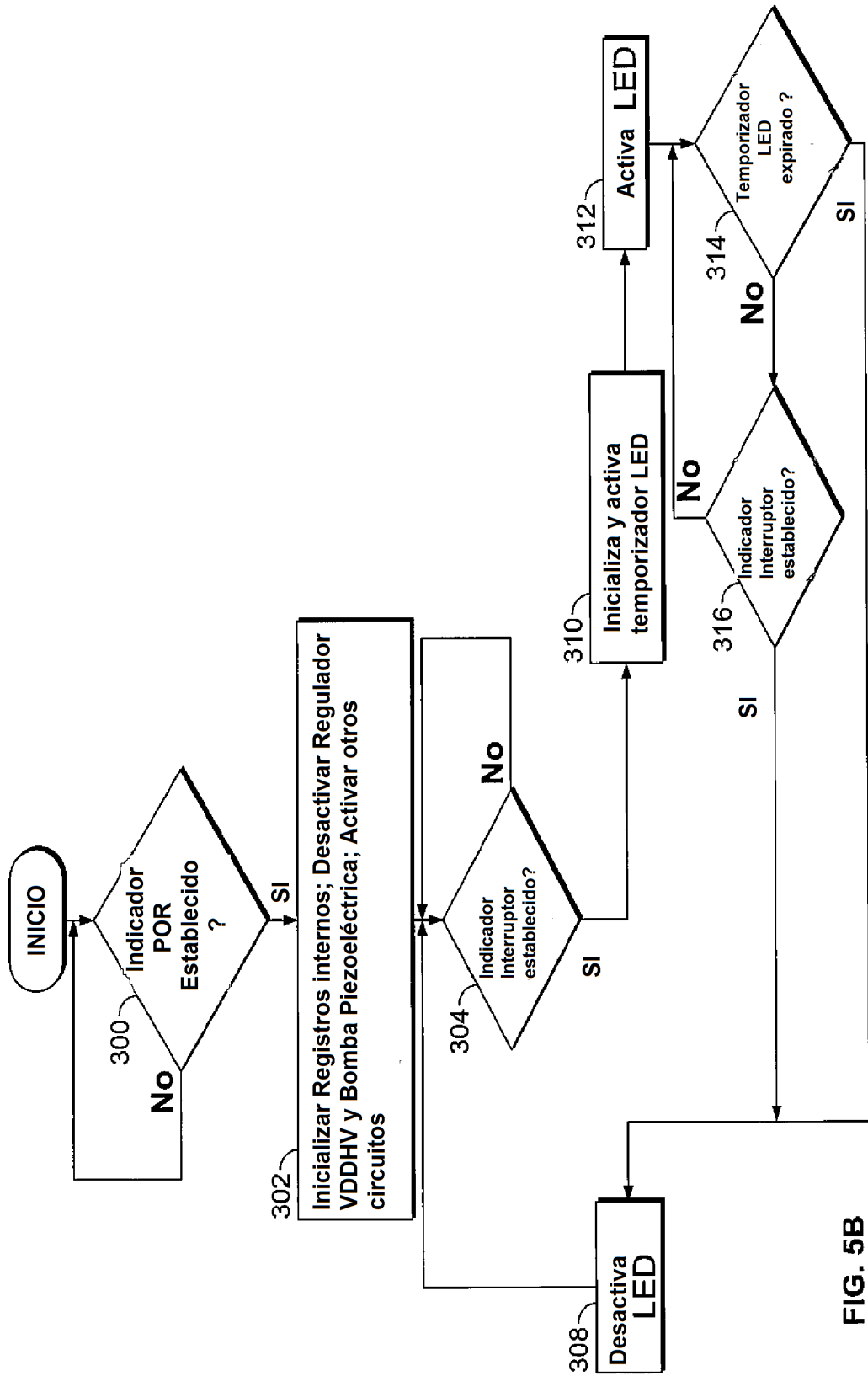


FIG. 5B

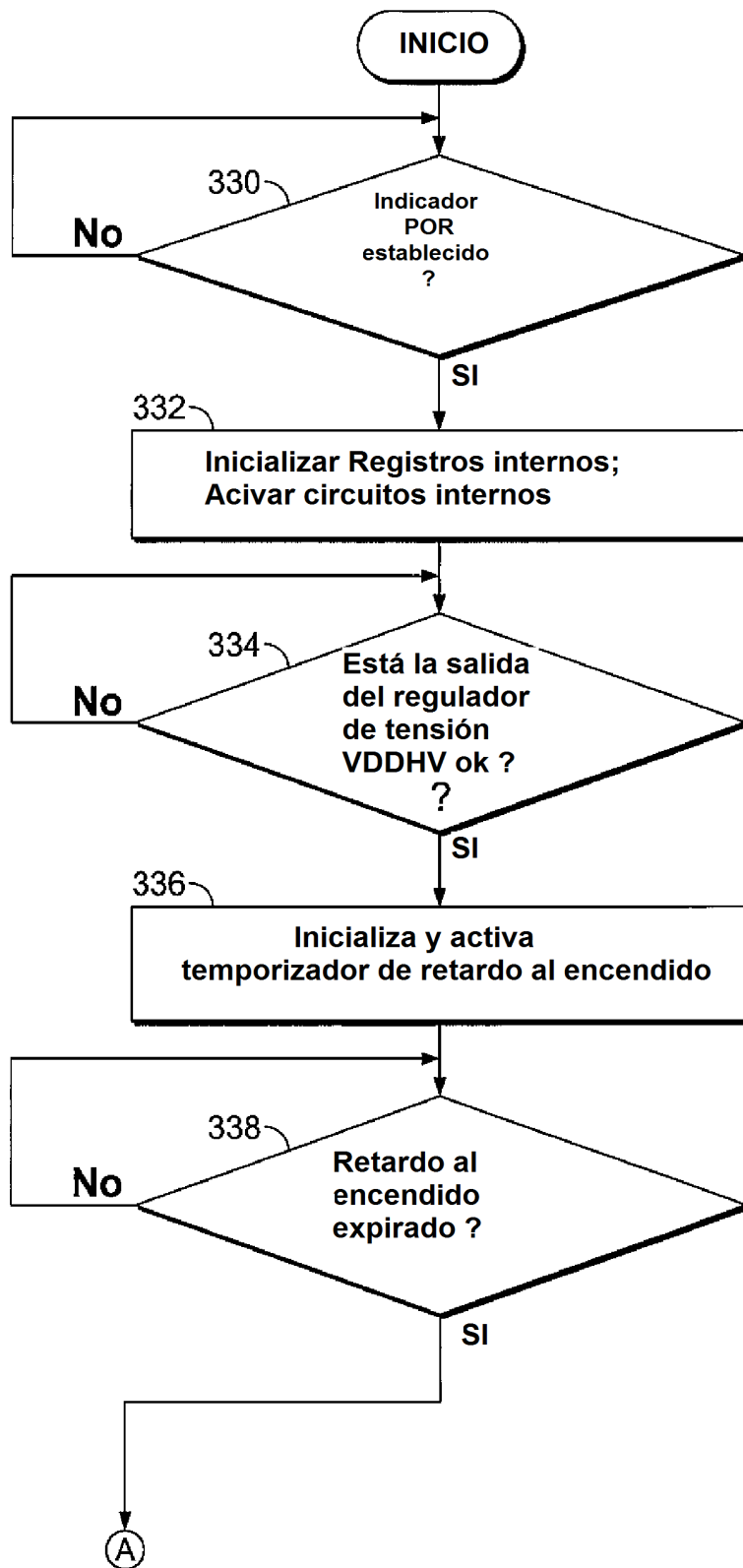


FIG. 5C

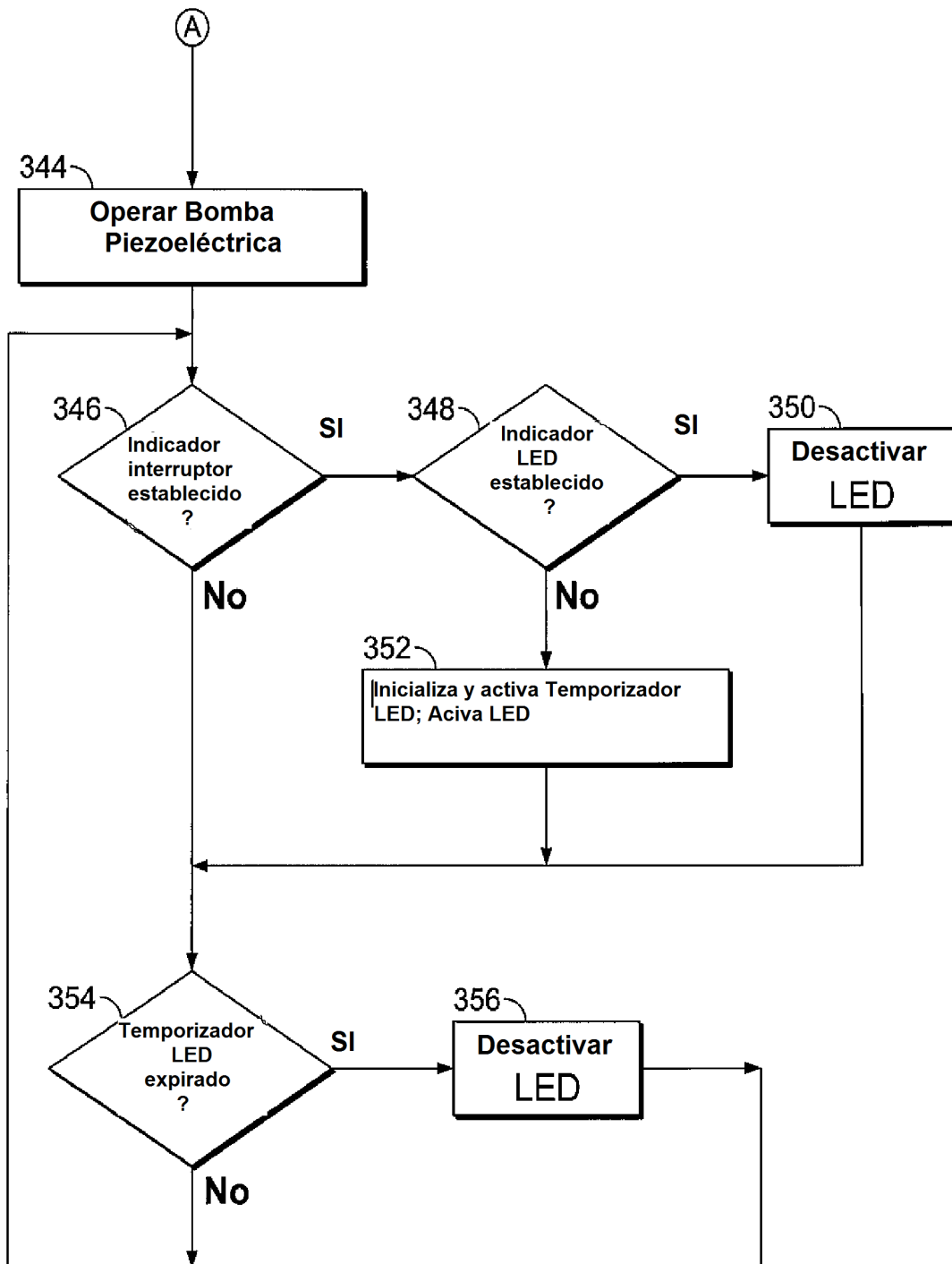


FIG. 5D

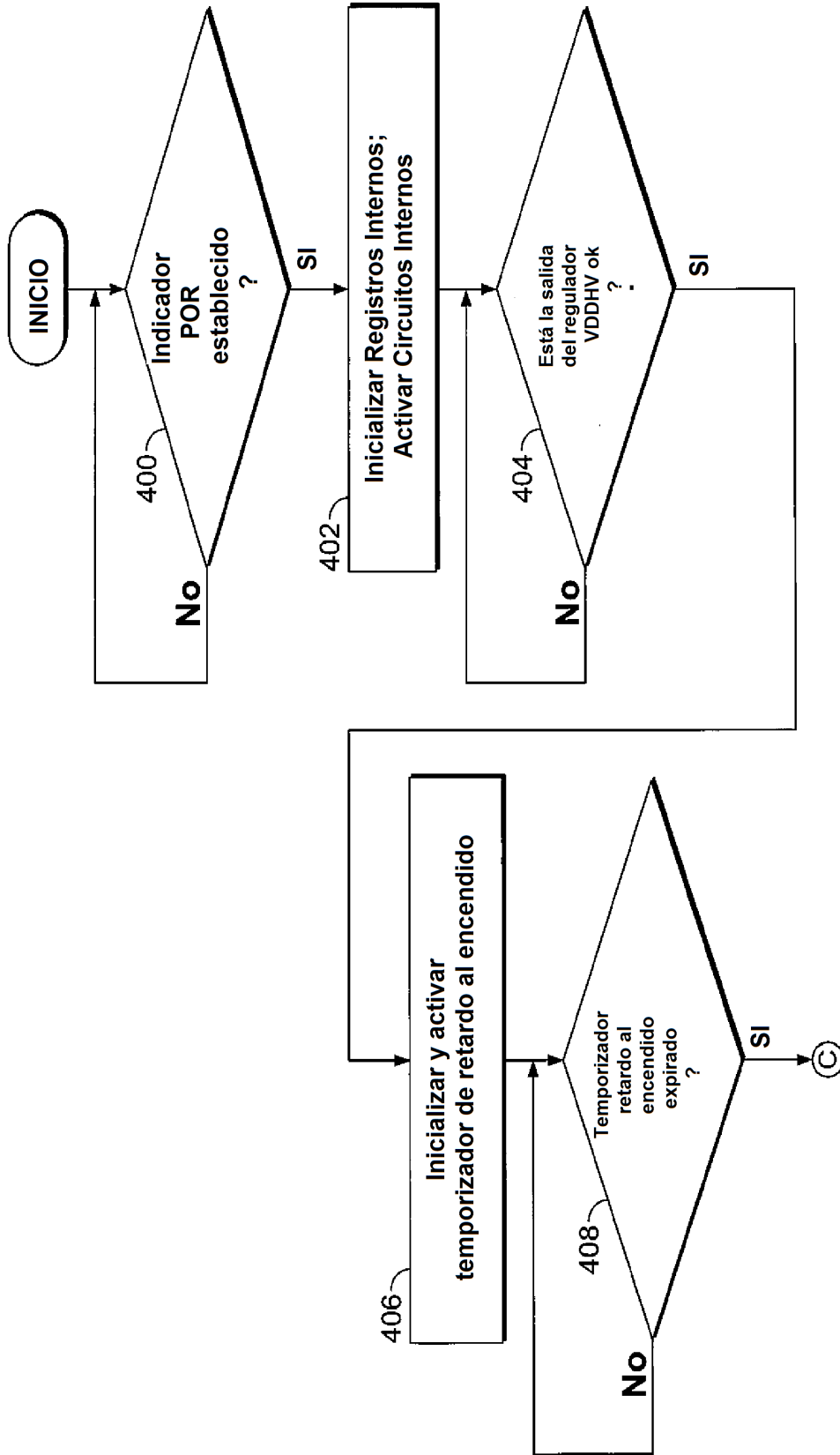


FIG. 5E

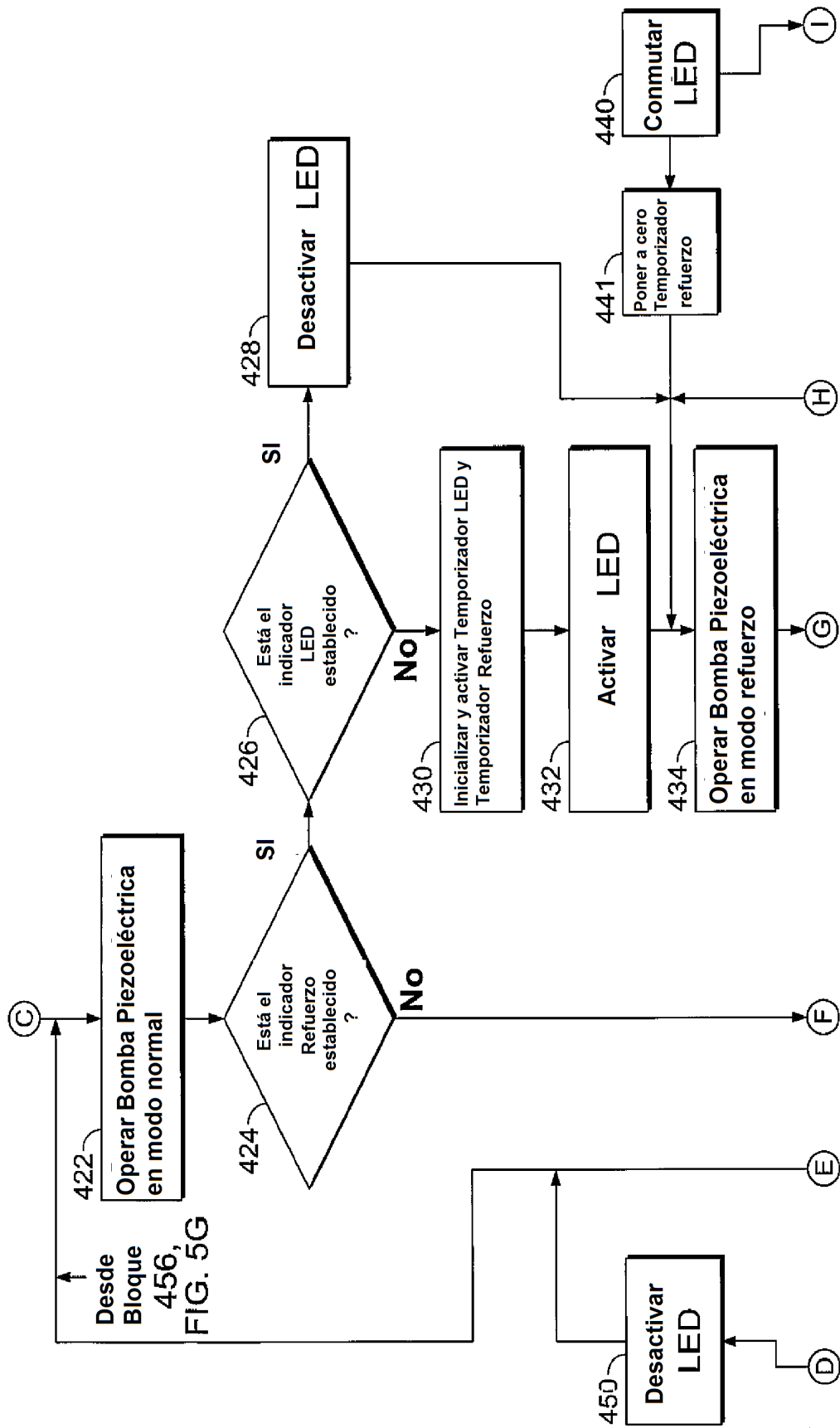
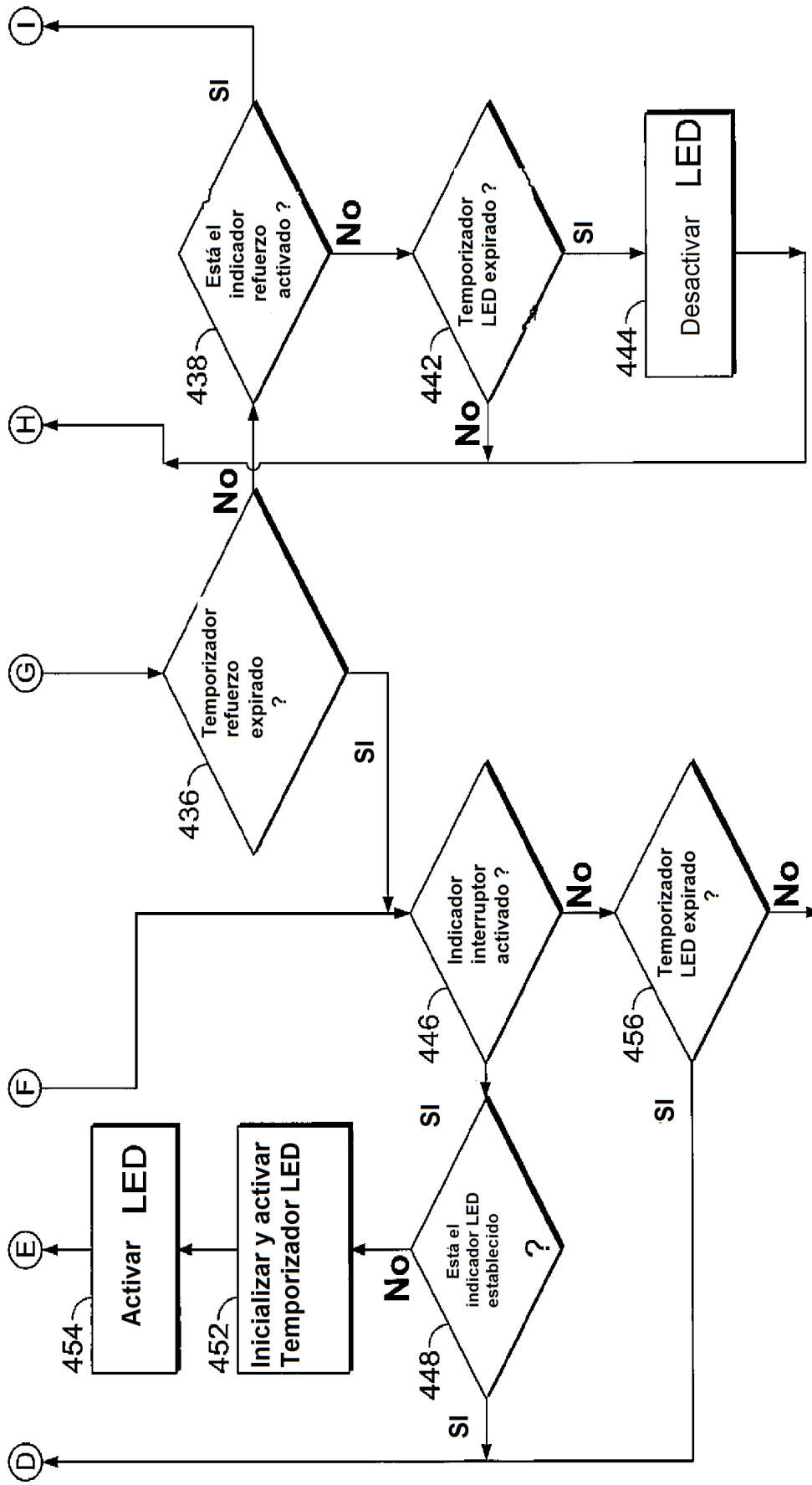


FIG. 5F



Ir al Bloque 422,
FIG. 5F

FIG. 5G

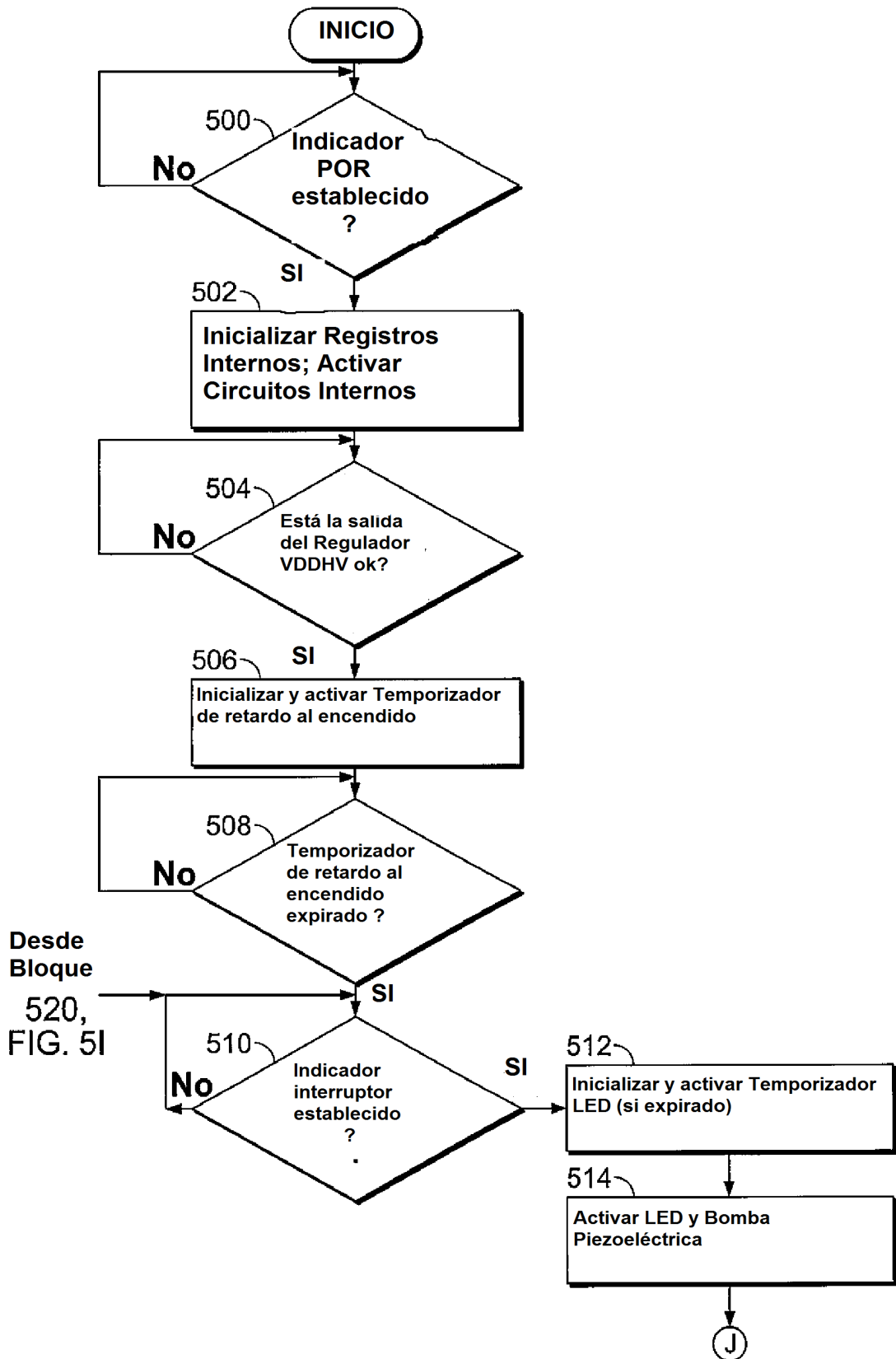


FIG. 5H

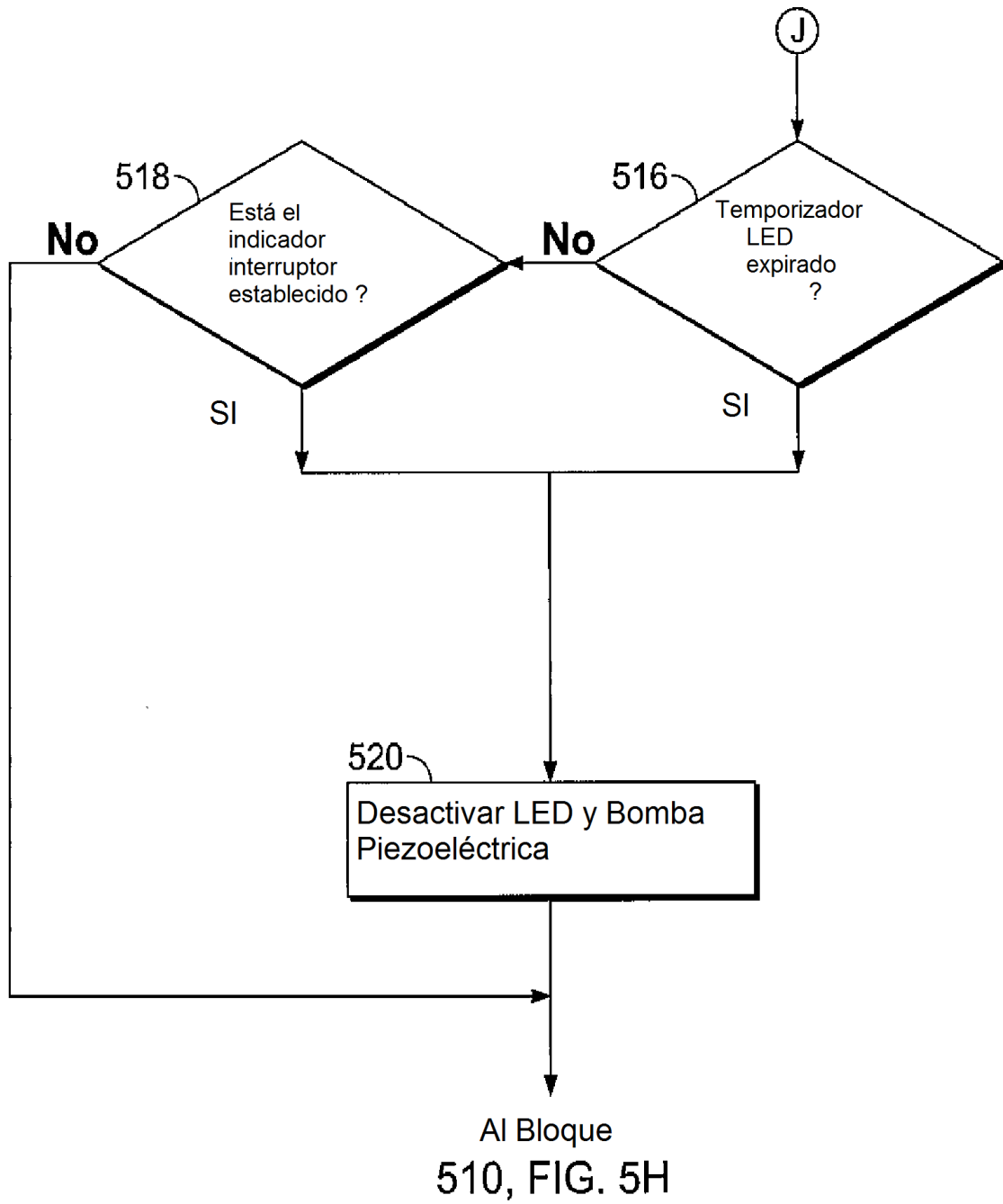


FIG. 5I

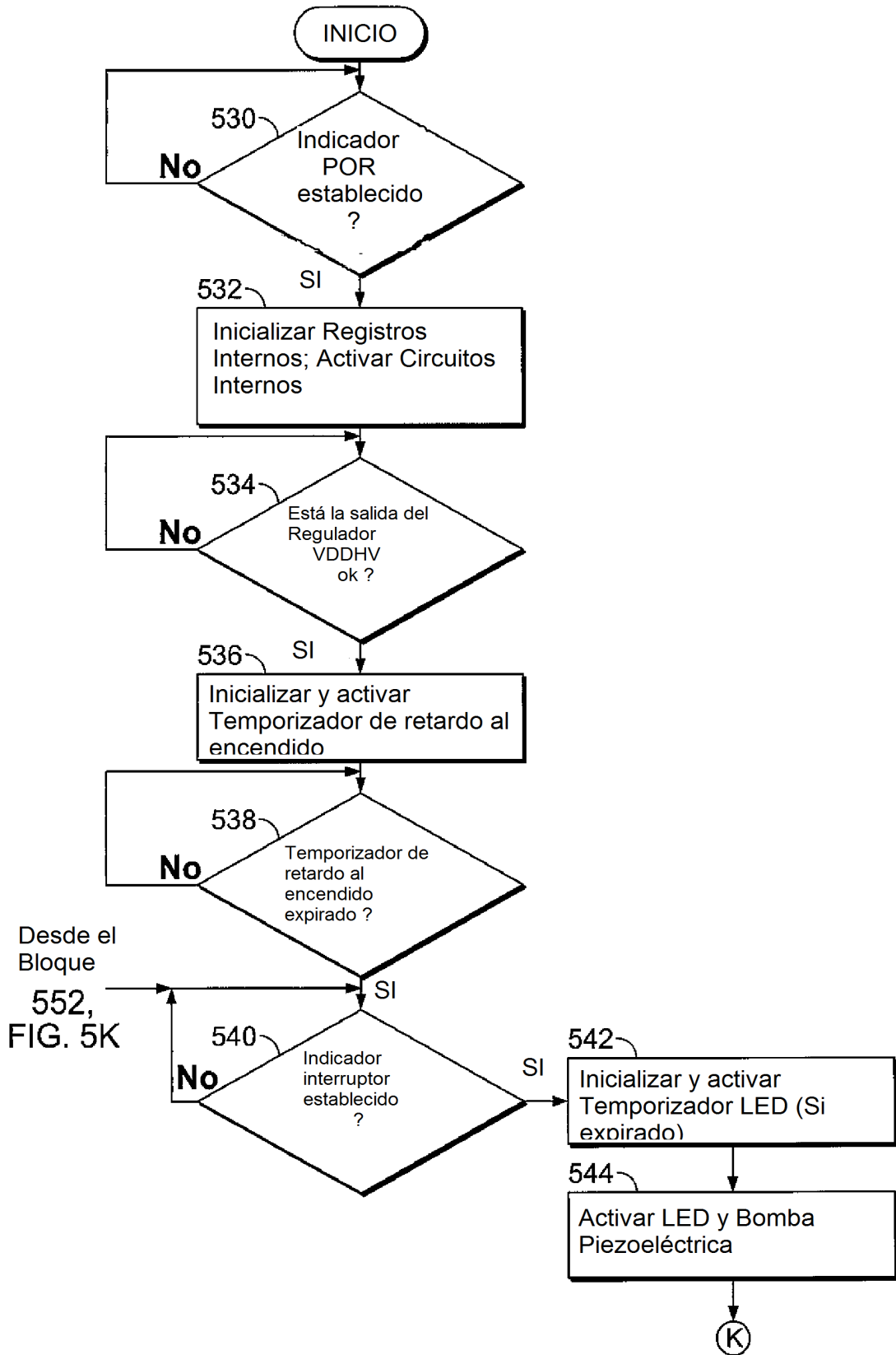


FIG. 5J

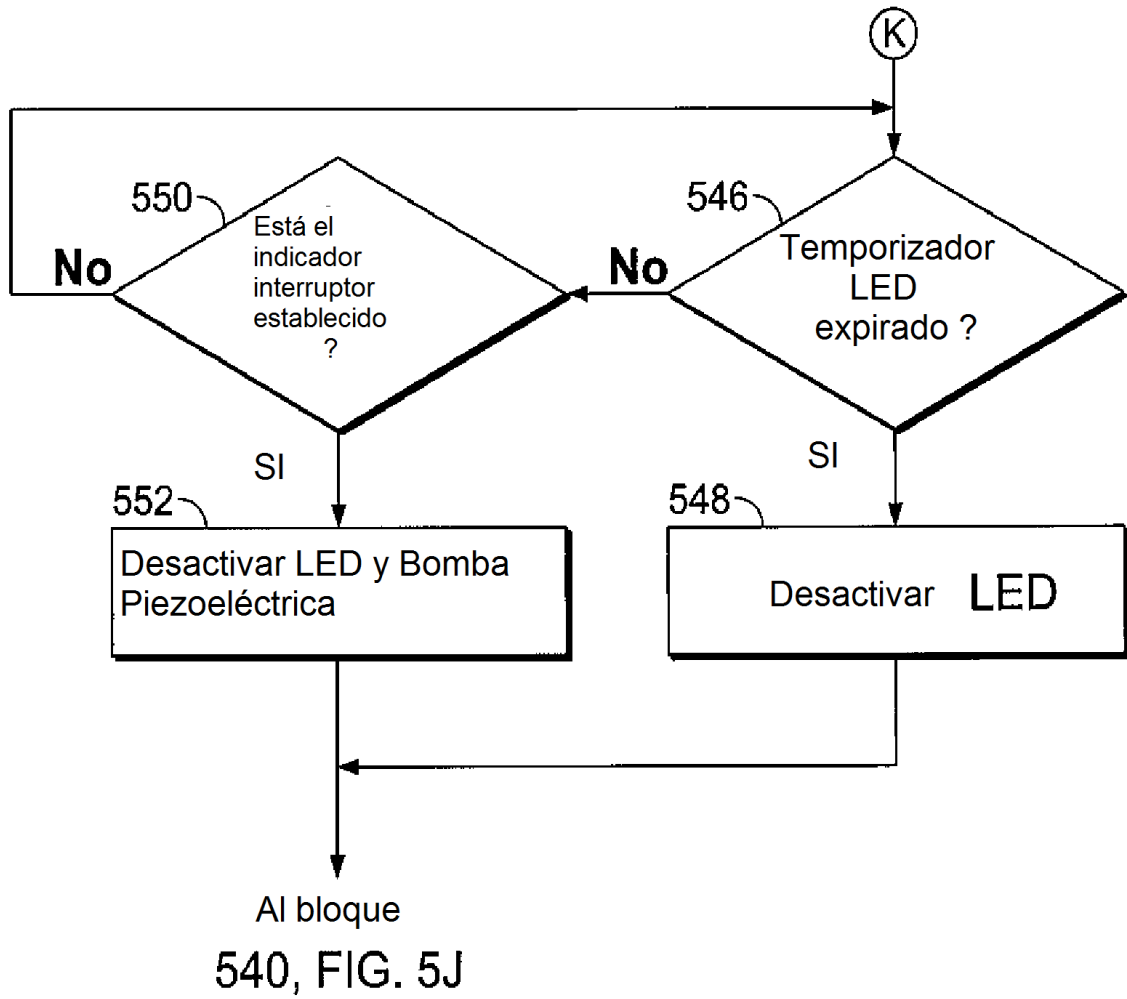


FIG. 5K

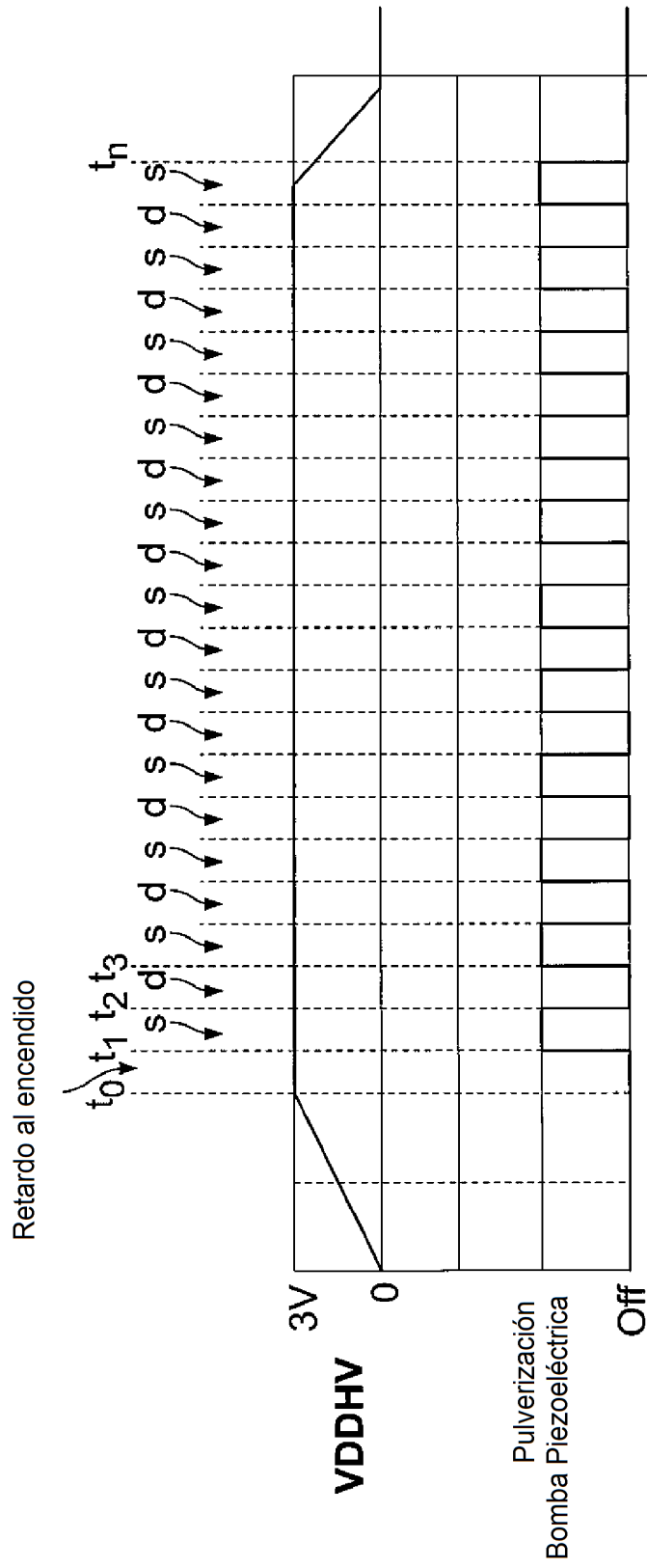


FIG. 6A

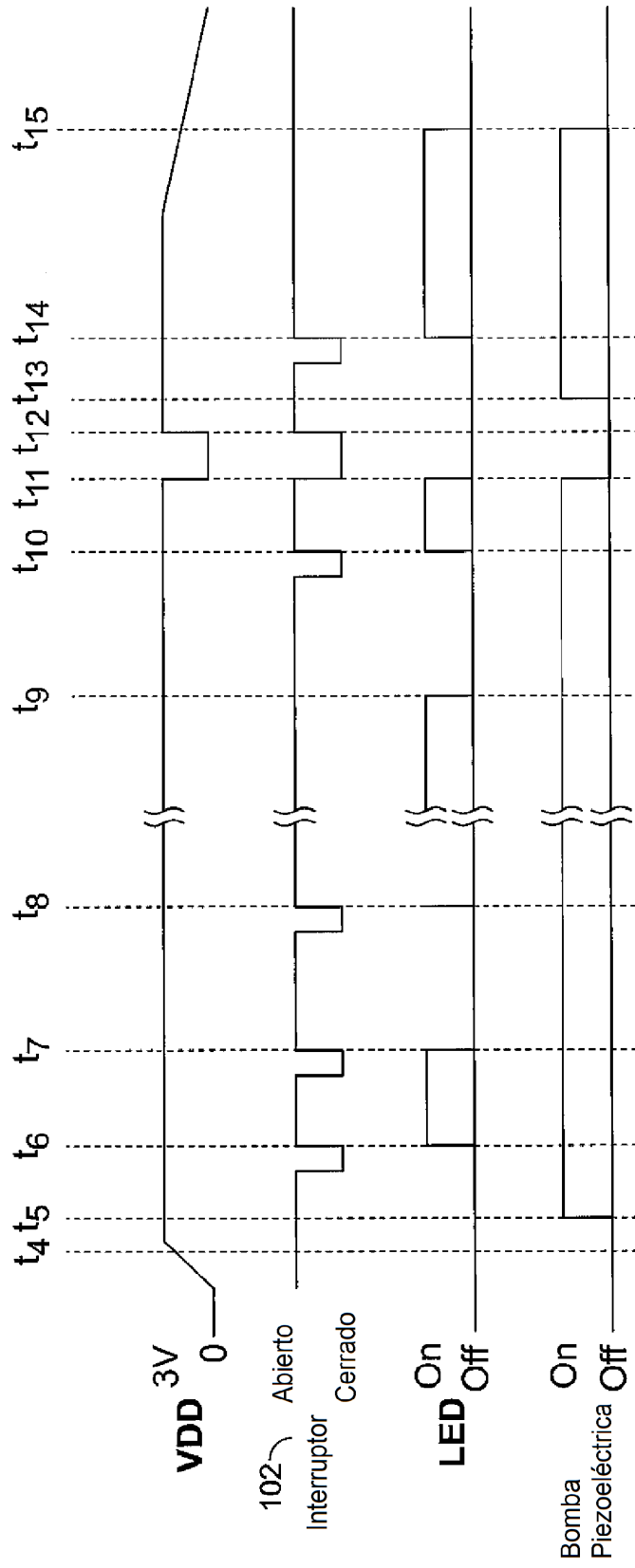


FIG. 6B

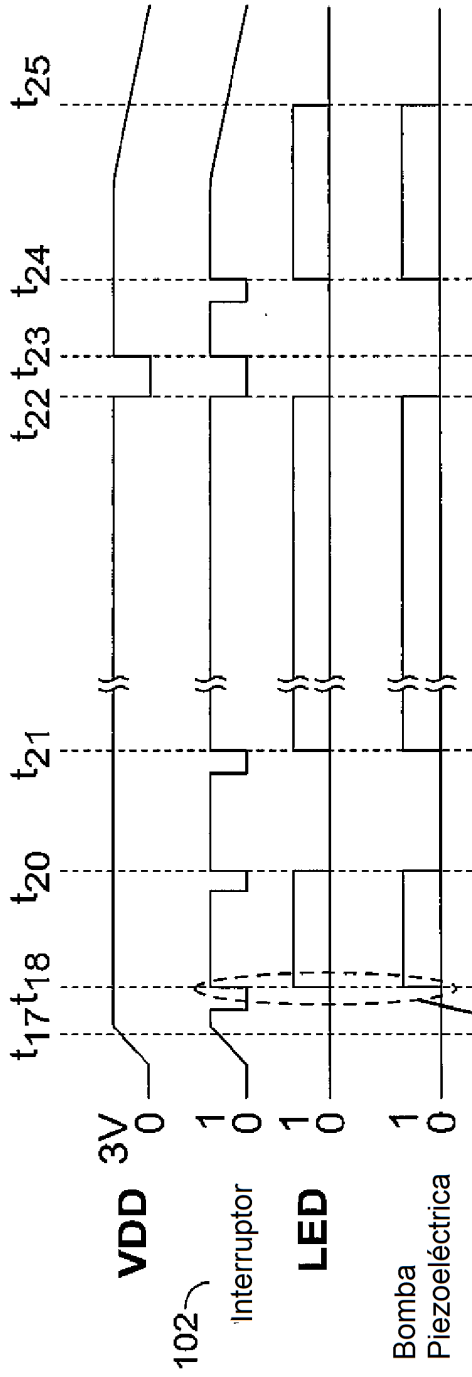


FIG. 7A

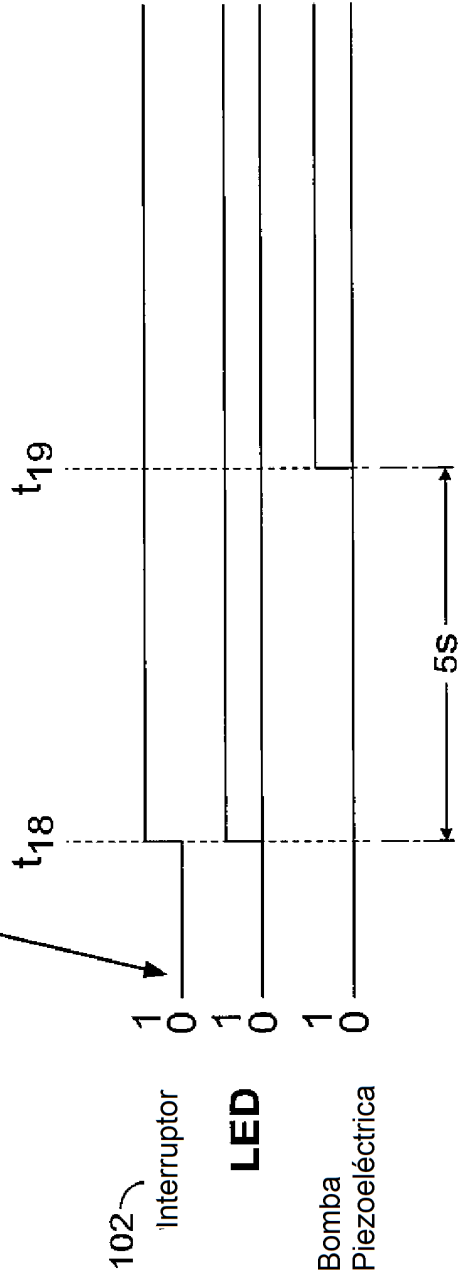


FIG. 7B

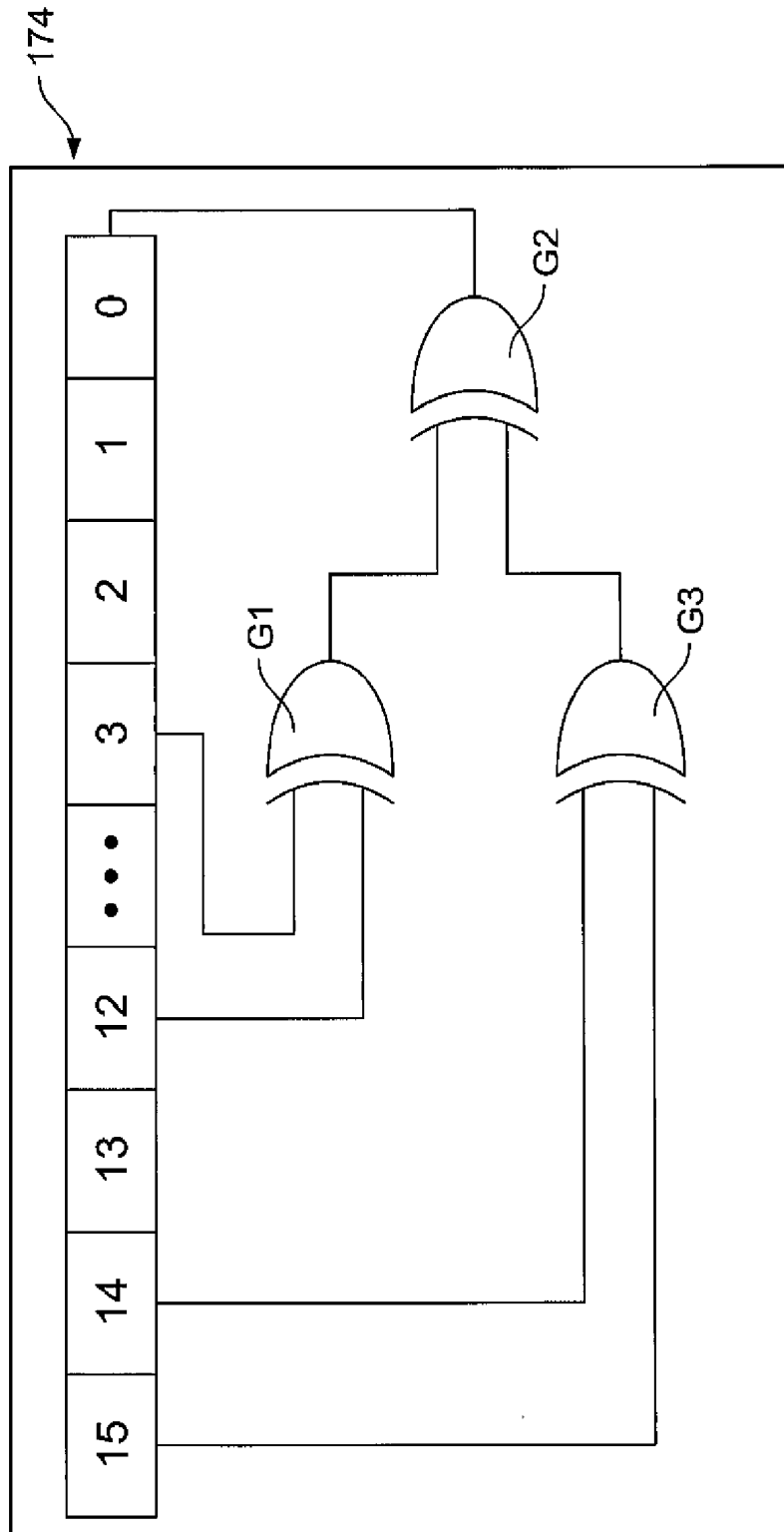


FIG. 8

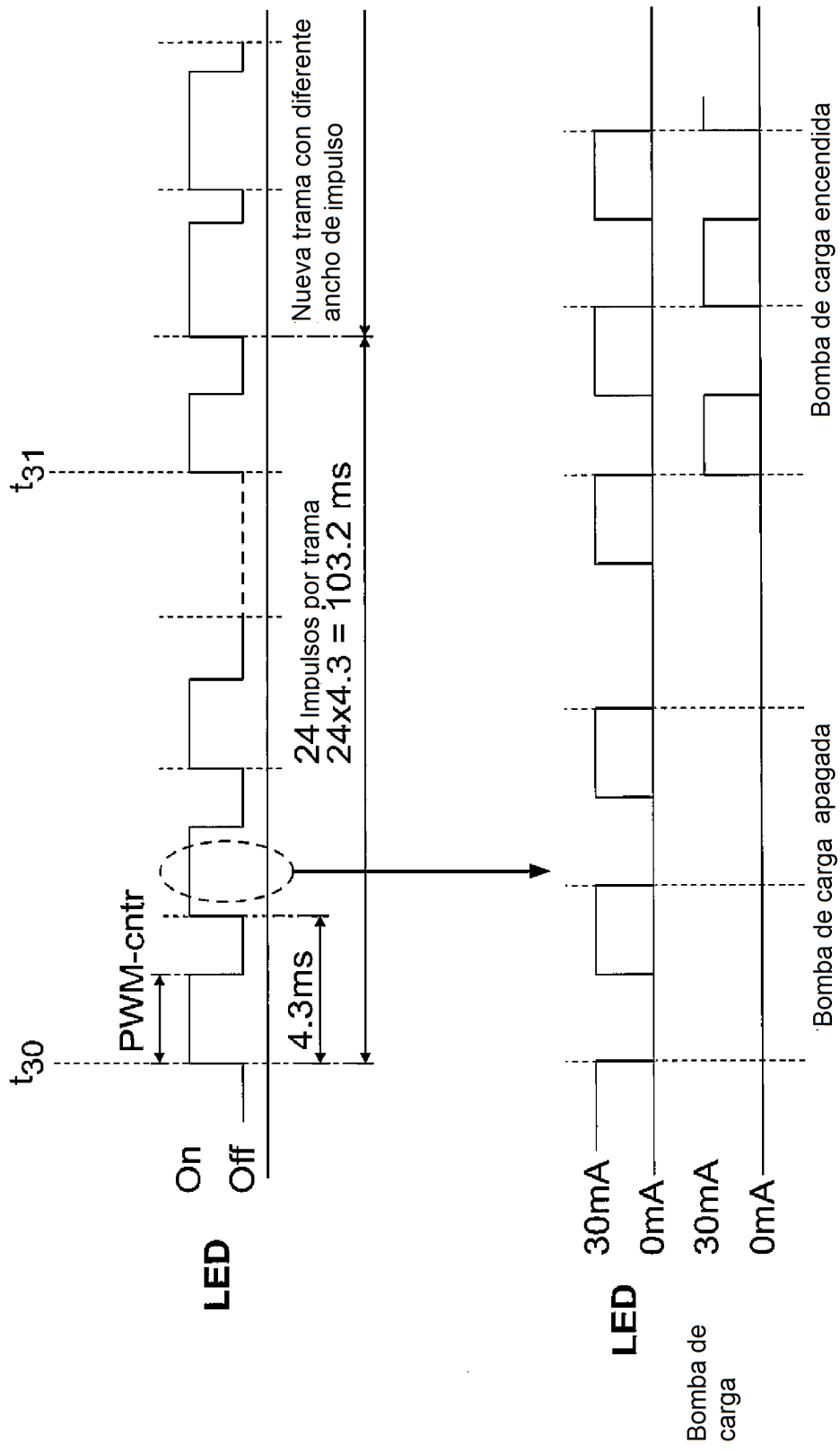
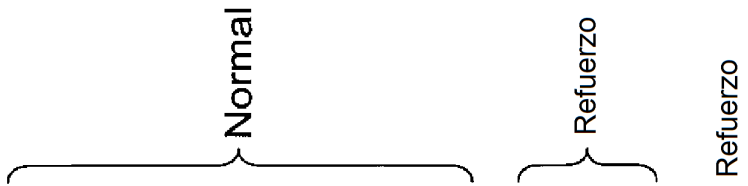


FIG. 9

Estado	2M	MODO Espiga entrada	SW1	SW2	SW4	SW5	Intervalo de emisión	Tiempo expiración LED
t _{s1}	1	1	1	1	1	0	6s	3h
t _{s2}	1	1	1	1	0	1	7.18s	3h
t _{s3}	1	1	1	0	1	1	12.6s	3h
t _{s4}	1	1	0	1	1	1	22s	3h
t _{s5}	1	1	1	1	1	1	9.22s	3h
t _{s6}	1	0	1	1	1	0	12.0s	3h
t _{s7}	1	0	1	1	0	1	14.36s	3h
t _{s8}	1	0	1	0	1	1	25.2s	3h
t _{s9}	1	0	0	1	1	1	44s	3h
t _{s10}	1	0	1	1	1	1	18.44s	3h
t _{s11}	1	X	0	0	1	1	N/A	3h
t _{s12}	1	X	0	1	0	1	0.25s	2h
t _{s13}	1	X	0	1	1	0	0.25s	2h
t _{s14}	1	X	1	0	1	0	0.25s	2h
t _{s15}	1	X	1	1	0	0	N/A	2h
t _{s16}	1	X	1	0	0	1	0.25s	2h
Combinaciones no definidas Bomba Piezoeléctrica y LED apagados								



0': Cerrado por el interruptor o hilo de conexión
 1': Entrada abierta será retomada por el ASIC
 X': No importa

FIG. 10

Estado	2M	MODO espiga entrada	SW1	SW2	SW4	SW5	Intervalo emisión	Led Tiempo expiración
t _{s41}	0	1	1	1	1	0	0.264s	5h
t _{s42}	0	1	1	1	0	1	0.326s	5h
t _{s43}	0	1	1	0	1	1	0.388s	5h
t _{s44}	0	1	0	1	1	1	0.295s	5h
t _{s45}	0	1	1	1	1	1	0.357s	5h
t _{s46}	0	1	0	0	1	1	0.388s	NO Tiempo expiración
t _{s47}	0	1	0	1	0	1	0.326s	NO Tiempo expiración
t _{s48}	0	1	0	1	1	0	0.264s	NO Tiempo expiración
t _{s49}	0	0	1	1	1	0	5.412s	NO Tiempo expiración
t _{s50}	0	0	1	1	0	1	6s	NO Tiempo expiración
t _{s51}	0	0	1	0	1	1	7.18s	NO Tiempo expiración
t _{s52}	0	0	1	1	1	1	7.862s	NO Tiempo expiración
t _{s53}	0	0	0	1	1	0	5.412s	2h
t _{s54}	0	0	0	1	0	1	6s	2h
t _{s55}	0	0	0	0	1	1	7.18s	2h
t _{s56}	0	0	0	1	1	1	7.862s	2h
Combinaciones no definidas Bomba Piezoeléctrica y LED apagados								

0': Cerrado por el interruptor o hilo de conexión

1': Entrada abierta será retomada por el ASIC

FIG. 11

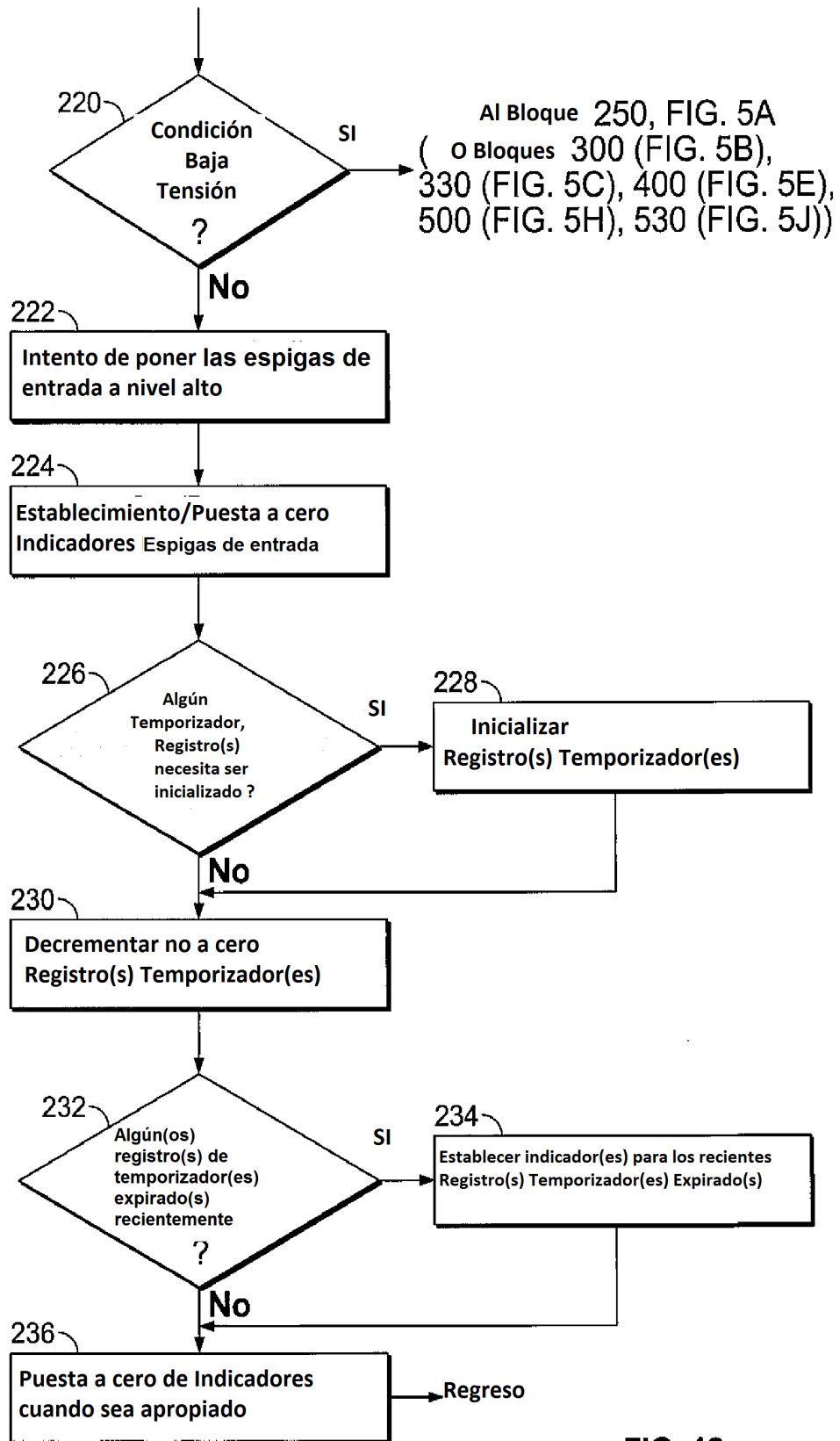


FIG. 12