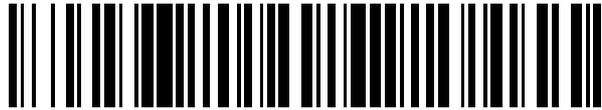


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 542 248**

51 Int. Cl.:

G06F 3/041 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **16.04.2012 E 12718508 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **15.04.2015 EP 2699988**

54 Título: **Detección de toques determinada mediante la caracterización de cambios de impedancia en una línea de transmisión**

30 Prioridad:

21.04.2011 US 201161477952 P
14.03.2012 US 201213420200

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
03.08.2015

73 Titular/es:

MICROCHIP TECHNOLOGY INCORPORATED
(100.0%)
2355 West Chandler Boulevard
Chandler, Arizona 85224-6199, US

72 Inventor/es:

BARTLING, JAMES, E. y
LEHMAN, DENNIS, P.

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 542 248 T3

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

DESCRIPCIÓN

Detección de toques determinada mediante la caracterización de cambios de impedancia en una línea de transmisión

5 La presente divulgación se refiere a paneles y pantallas de detección de toques, y, más en particular, a la detección de ubicaciones que se están tocando sobre el panel o pantalla de detección de toques mediante la caracterización de cambios de impedancia de una línea de transmisión fabricada sobre el panel o pantalla de detección de toques.

10 Los paneles y pantallas de detección de toques se usan en una multitud de aplicaciones para la interacción del usuario con paneles de control comerciales, industriales y de electrodomésticos de consumo, etc. Cada uno de una pluralidad de sensores táctiles, por ejemplo, capacitivos, inductivos, resistivos, que están dispuestos en una matriz puede accionarse de forma individual mediante la colocación de un objeto tal como un dedo sobre áreas específicas de la matriz de sensores táctiles. Cada uno de la pluralidad de sensores táctiles que están dispuestos en la matriz tiene un área definida de activación y una vez que se ha diseñado la matriz de sensores táctiles, no es posible variación alguna con respecto a su distribución de diseño. La fabricación de la matriz de sensores táctiles en el panel y la electrónica de soporte para la misma también puede ser complicada y costosa.

15 La solicitud de patente europea EP 0 483 519 divulga un recubrimiento sensible al tacto con líneas de conducción de señal en serpentín. La publicación de solicitud de patente de EE. UU. US2008/0169826 divulga un procedimiento para medir un periodo de tiempo prolongado o generar un evento retardado en el tiempo. La solicitud de patente europea EP 2 000 887 divulga un aparato de entrada y un procedimiento de entrada.

20 Por lo tanto, se desea tener un panel o pantalla táctil tanto que sea flexible en cuanto a su diseño y a su implementación, como que su fabricación sea de bajo coste. Este y otros objetos pueden lograrse mediante el procedimiento y aparato tal como se define en las reivindicaciones independientes. En las reivindicaciones dependientes se caracterizan potenciaciones adicionales.

25 De acuerdo con una realización, un procedimiento de detección de toques a un sustrato y de determinación de áreas de ubicación de los mismos puede comprender las etapas de: a) proporcionar un valor de referencia de tiempo de muestreo; b) descargar cualquier carga de tensión en un condensador de sincronización a sustancialmente cero voltios; c) enviar un impulso que tiene una amplitud de tensión a un primer extremo de una línea de transmisión en serpentín fabricada sobre un sustrato que comprende una pluralidad de áreas de ubicación de toque; d) cargar el condensador de sincronización con una fuente de corriente constante; e) convertir el valor de referencia de tiempo de muestreo en una tensión de referencia de tiempo de muestreo; f) comparar la tensión de referencia de tiempo de muestreo con una carga de tensión en el condensador de sincronización, en el que, si la tensión de referencia de tiempo de muestreo y la carga de tensión en el condensador de sincronización son sustancialmente iguales, a continuación almacenar el valor de referencia de tiempo de muestreo y una muestra de una tensión en el primer extremo de la línea de transmisión en serpentín a continuación ir a la etapa h), y si la tensión de referencia de tiempo de muestreo y la carga de tensión en el condensador de sincronización no son sustancialmente iguales, a continuación ir a la etapa g); g) determinar si el impulso ha finalizado, en el que, si el impulso ha finalizado a continuación volver a la etapa a), y si el impulso no ha finalizado a continuación volver a la etapa f); h) determinar si la tensión muestreada en el primer extremo de la línea de transmisión en serpentín es menor que la amplitud de tensión del impulso, en el que, si no es menor que la amplitud de tensión del impulso a continuación volver a la etapa a), y si es menor que la amplitud de tensión del impulso a continuación ir a la etapa i); e i) convertir el valor de referencia de tiempo de muestreo almacenado en un área de ubicación sobre el sustrato, a continuación volver a la etapa a).

45 De acuerdo con una realización adicional del procedimiento, la etapa de proporcionar un valor de referencia de tiempo de muestreo comprende la etapa de incrementar el valor de referencia de tiempo de muestreo en cada caso de la finalización de impulso. De acuerdo con una realización adicional del procedimiento, la etapa de proporcionar un valor de referencia de tiempo de muestreo comprende la etapa de incrementar el valor de referencia de tiempo de muestreo en cada caso de un comienzo de un nuevo impulso.

50 De acuerdo con una realización adicional del procedimiento, etapas adicionales pueden comprender: alternar entre afirmar un impulso en el primer extremo de la línea de transmisión en serpentín y a continuación afirmar un impulso posterior en el segundo extremo de la línea de transmisión en serpentín; y almacenar la muestra de tensión a partir del primer extremo de la línea de transmisión en serpentín cuando el impulso se afirma en el primer extremo, y almacenar una muestra de tensión posterior a partir del segundo extremo de la línea de transmisión en serpentín cuando el impulso posterior se afirma en el segundo extremo.

55 De acuerdo con una realización adicional del procedimiento, la etapa de comparar la tensión de referencia de tiempo de muestreo con la carga de tensión en el condensador de sincronización puede comprender la etapa de usar un comparador de tensión.

De acuerdo con una realización adicional del procedimiento, la etapa de determinar si la tensión de muestra almacenada en el primer extremo de la línea de transmisión en serpentín es menor que la amplitud de tensión del impulso puede comprender las etapas de: convertir la muestra almacenada de la tensión en el primer extremo en un

valor digital con un convertidor de analógico a digital (ADC); y comparar el valor digital con un valor de referencia digital con un comparador digital.

De acuerdo con una realización adicional del procedimiento, la etapa de convertir el valor de referencia de tiempo de muestreo almacenado en un área de ubicación sobre el sustrato que se ha tocado puede comprender la etapa de recuperar el área de ubicación que se corresponde con el valor de referencia de tiempo de muestreo almacenado con una tabla de consulta que tiene una pluralidad de valores de referencia de tiempo de muestreo y sus áreas de ubicación correspondientes. De acuerdo con una realización adicional del procedimiento, la etapa de promediar un área de ubicación que se corresponde con la muestra de tensión a partir del primer extremo con un área de ubicación que se corresponde con la muestra de tensión posterior a partir del segundo extremo mejora la resolución de áreas de ubicación tocadas sobre el sustrato.

De acuerdo con una realización adicional del procedimiento, etapas adicionales pueden comprender las etapas de: almacenar una pluralidad de áreas de ubicación que se han tocado en una memoria; y calcular una distribución de probabilidad gaussiana de áreas de ubicación adyacentes a partir de la pluralidad de áreas de ubicación que están almacenadas en la memoria. De acuerdo con una realización adicional del procedimiento, etapas adicionales pueden comprender las etapas de: almacenar una pluralidad de áreas de ubicación que se han tocado en una memoria; y promediar unas áreas de ubicación sustancialmente similares a partir de la pluralidad de áreas de ubicación que están almacenadas en la memoria. De acuerdo con una realización adicional del procedimiento, etapas adicionales pueden comprender las etapas de: almacenar una pluralidad de áreas de ubicación que se han tocado en una memoria; y determinar la dirección y la velocidad de áreas de ubicación cambiantes a partir de la pluralidad de áreas de ubicación que están almacenadas en la memoria.

De acuerdo con una realización adicional del procedimiento, el sustrato puede ser un panel táctil que comprende una placa de circuito impreso que tiene la línea de transmisión en serpentín sobre un lado de circuito impreso frontal de la misma, y un lado de circuito impreso posterior que está cubierto con un conductor eléctrico. De acuerdo con una realización adicional del procedimiento, el sustrato puede ser una pantalla táctil que comprende un material aislante transmisor de la luz que tiene un lado frontal con la línea de transmisión en serpentín sobre el mismo y un lado posterior que está cubierto con un conductor eléctrico transmisor de la luz.

De acuerdo con otra realización, un aparato de detección de toques a un sustrato y de determinación de áreas de ubicación de los mismos puede comprender: una unidad de medición de tiempo de carga (CTMU) que comprende un condensador de sincronización y una fuente de corriente constante; una fuente de referencia de tiempo de muestreo que proporciona un valor de referencia de tiempo de muestreo; un convertidor de digital a analógico (DAC) que convierte el valor de referencia de tiempo de muestreo en una tensión de referencia de tiempo de muestreo; un comparador de tensión que tiene una primera entrada que está acoplada con una salida del DAC y una segunda entrada que está acoplada con el condensador de sincronización de la CTMU; una línea de transmisión en serpentín fabricada sobre un sustrato que comprende una pluralidad de áreas de ubicación de toque, teniendo la línea de transmisión en serpentín un primer y un segundo extremos y un primer nodo de detección de tensión que está acoplado con el primer extremo a través de una primera resistencia; un generador de impulsos para generar un impulso en el primer extremo de la línea de transmisión en serpentín, teniendo el impulso una amplitud de tensión; un circuito de muestreo y retención que tiene una entrada que está acoplada con el primer extremo de la línea de transmisión en serpentín y una entrada de control de muestreo que está acoplada con una salida del comparador de tensión; un convertidor de analógico a digital (ADC) que tiene una entrada que está acoplada con una salida del circuito de muestreo y retención; y un procesador digital con memoria, el procesador digital está acoplado con una salida del ADC; en el que cuando un impulso a partir del generador de impulsos se afirma sobre el primer extremo de la línea de transmisión en serpentín la fuente de corriente constante está acoplada con y comienza a cargar el condensador de sincronización; en el que cuando una carga de tensión en el condensador de sincronización es igual a la tensión de referencia de tiempo de muestreo a partir de la fuente de tensión de referencia de tiempo de muestreo, el comparador de tensión da lugar a que el circuito de muestreo y retención muestree y retenga una tensión en el primer nodo de detección de tensión de la línea de transmisión en serpentín; en el que, si la muestra de tensión que se toma en el primer nodo de detección de tensión de la línea de transmisión en serpentín es menor que una tensión de referencia a continuación el procesador digital convierte el valor de referencia de tiempo de muestreo en un área de ubicación del sustrato.

De acuerdo con una realización adicional, un segundo extremo de la línea de transmisión en serpentín puede estar terminado con una segunda resistencia. De acuerdo con una realización adicional, un segundo extremo de la línea de transmisión en serpentín puede no estar terminado. De acuerdo con una realización adicional, un multiplexor tiene una primera entrada que está acoplada con el primer nodo de detección de tensión, una segunda entrada que está acoplada con un segundo nodo de detección de tensión, y una salida que está acoplada con la entrada del circuito de muestreo y retención. De acuerdo con una realización adicional, el procesador digital puede comprender un microcontrolador.

De acuerdo con una realización adicional, el sustrato puede ser un panel táctil que comprende una placa de circuito impreso que tiene la línea de transmisión en serpentín sobre un lado de circuito impreso frontal de la misma, y un lado de circuito impreso posterior que está cubierto con un conductor eléctrico. De acuerdo con una realización adicional, el sustrato puede ser una pantalla táctil que comprende un material aislante transmisor de la luz que tiene

un lado frontal con la línea de transmisión en serpentín sobre el mismo y un lado posterior que está cubierto con un material transmisor de la luz y eléctricamente conductor. De acuerdo con una realización adicional, el material transmisor de la luz y eléctricamente conductor puede ser óxido de estaño e indio (ITO). De acuerdo con una realización adicional, la pantalla táctil puede estar ubicada entre un visualizador gráfico y un campo de visión.

5 Una comprensión más completa de la presente divulgación puede adquirirse al hacer referencia a la siguiente descripción tomada junto con los dibujos adjuntos en los que:

la figura 1 ilustra un diagrama de bloques esquemático de un sistema de panel o de pantalla táctil, de acuerdo con una realización a modo de ejemplo específica de la presente divulgación;

10 la figura 2 ilustra una gráfica esquemática que muestra la amplitud de tensión frente al tiempo de una forma de onda de impulso de un sistema de panel o de pantalla táctil tal como se muestra en la figura 1, de acuerdo con las enseñanzas de la presente divulgación;

la figura 3 ilustra un diagrama esquemático de áreas táctiles del panel o pantalla táctil tal como se muestra en la figura 1, de acuerdo con una realización a modo de ejemplo específica de la presente divulgación;

15 la figura 4 ilustra un diagrama de bloques esquemático de un dispositivo de circuito integrado de señal mixta del sistema de panel o de pantalla táctil tal como se muestra en la figura 1, de acuerdo con una realización a modo de ejemplo específica de la presente divulgación;

la figura 5 ilustra un diagrama de bloques esquemático de un dispositivo de circuito integrado de señal mixta del sistema de panel o de pantalla táctil tal como se muestra en la figura 1, de acuerdo con otra realización a modo de ejemplo específica de la presente divulgación;

20 la figura 6 ilustra una gráfica de tiempo - tensión de un condensador que se está cargando a partir de una fuente de corriente constante;

25 la figura 7 ilustra unas gráficas de tiempo - tensión de impulsos de fuente, impulsos de retorno, impulsos de muestreo y tensiones de carga en relación con los impulsos de fuente y de retorno de un condensador que se está cargando a partir de una fuente de corriente constante de los dispositivos de circuito integrado de señal mixta que se muestran en las figuras 4, 5 y 8, de acuerdo con las enseñanzas de la presente divulgación;

la figura 8 ilustra un diagrama de bloques esquemático de un dispositivo de circuito integrado de señal mixta del sistema de panel o de pantalla táctil tal como se muestra en la figura 1, de acuerdo con aún otra realización a modo de ejemplo específica de la presente divulgación;

30 la figura 9 ilustra un diagrama de bloques esquemático de un dispositivo de circuito integrado de señal mixta capaz de intercalar el muestreo de TDR a partir de cada extremo de la línea de transmisión del sistema de panel o de pantalla táctil, de acuerdo con otra realización a modo de ejemplo específica de la presente divulgación;

35 la figura 10 ilustra unas gráficas de tiempo - tensión de impulsos de fuente, impulsos de retorno y tensiones de carga alternos en relación con los impulsos de fuente y de retorno de un condensador que se está cargando a partir de una fuente de corriente constante del dispositivo de circuito integrado de señal mixta que se muestra en la figura 9, de acuerdo con las enseñanzas de la presente divulgación;

la figura 11 ilustra un diagrama de flujo de proceso esquemático del funcionamiento del sistema de panel táctil o la pantalla táctil que se muestra en la figura 1 para detectar y determinar las ubicaciones de una pluralidad de toques, de acuerdo con otra realización a modo de ejemplo específica de la presente divulgación; y

40 la figura 12 ilustra un diagrama de flujo de proceso esquemático del funcionamiento del sistema de panel táctil o la pantalla táctil que se muestra en la figura 1 para detectar y determinar las ubicaciones de una pluralidad de toques, de acuerdo con aún otra realización a modo de ejemplo específica de la presente divulgación.

45 A pesar de que la presente divulgación es susceptible de diversas modificaciones y formas alternativas, realizaciones a modo de ejemplo específicas de la misma se han mostrado en los dibujos y se describen con detalle en el presente documento. Debería entenderse, no obstante, que la descripción en el presente documento de realizaciones a modo de ejemplo específicas no tiene por objeto limitar la divulgación a las formas particulares que se divulgan en el presente documento.

50 La reflectometría en el dominio del tiempo (TDR) funciona de acuerdo con un principio similar al del radar. Un impulso de energía se transmite por una trayectoria eléctricamente conductora (por ejemplo, una línea de transmisión) que tiene una impedancia constante. Cuando ese impulso alcanza un extremo no terminado de la trayectoria eléctricamente conductora, o hay un cambio de impedancia a lo largo de la trayectoria eléctricamente conductora, parte o la totalidad del impulso de energía se refleja de vuelta a su fuente. Cuando dos conductores metálicos se colocan en proximidad inmediata entre sí, estos forman una línea de transmisión que tiene una impedancia característica determinada por la separación de los conductores metálicos y el dieléctrico aislante entre los mismos.

Si la línea de transmisión está terminada en su impedancia característica no habrá impulso reflejado alguno de vuelta a donde se originó el impulso en el inicio de la línea de transmisión. Si la línea de transmisión está no terminada a continuación habrá un impulso reflejado positivo de vuelta a donde se originó el impulso transmitido en el inicio de la línea de transmisión. Cuando hay una diferencia de impedancia en cualquier parte a lo largo de la línea de transmisión, habrá un impulso reflejado que se genera y que se detecta posteriormente. El tiempo necesario para que este impulso reflejado vuelva a la ubicación de fuente de impulsos se usa en la determinación de la distancia a la que ha tenido lugar la diferencia de impedancia. Un aumento en la capacidad (por ejemplo, un toque con el dedo) a lo largo de la línea de transmisión dará lugar a que el impulso reflejado de retorno sea negativo con respecto al impulso generado (transmitido).

5
10
15
20
25
30
35
40

Cuando se envía un impulso por una línea de transmisión, la tensión en la fuente puede usarse para caracterizar la impedancia de la línea de transmisión. Mediante el muestreo en la fuente de impulsos de la amplitud de tensión de impulso frente al tiempo, puede determinarse la impedancia de la línea de transmisión y cualesquiera cambios de impedancia debido a un toque al panel o pantalla pueden estar ubicados a lo largo de la línea de transmisión. Esto proporciona la capacidad de detectar un número no limitado de toques simultáneos con, por ejemplo pero no se limita a, una línea de transmisión en serpentín fabricada sobre el panel o pantalla táctil. Además, este puede usarse en una amplia gama de líneas de transmisión y de material. Una ventaja de la presente invención es la detección de un número no limitado de toques con una resolución fina sobre el panel o pantalla táctil.

Un circuito de TDR puede usarse para generar los impulsos de energía a la línea de transmisión y a continuación determinar el intervalo de tiempo entre el comienzo de un impulso de fuente generado y la detección de un impulso reflejado de vuelta a la fuente del impulso generado. Este intervalo de tiempo a continuación se usa para determinar la distancia desde la fuente del impulso generado hasta el "bache" de impedancia que da lugar al impulso reflejado. El intervalo de tiempo puede convertirse en una distancia sobre la trayectoria eléctricamente conductora y / o una ubicación física, por ejemplo, coordenadas X e Y del panel táctil. Puede usarse un cálculo y / o consulta de tabla para la conversión del intervalo de tiempo en la distancia y / o la ubicación física sobre el panel o pantalla táctil.

De acuerdo con las enseñanzas de la presente divulgación, un panel o pantalla táctil tiene una línea de transmisión en serpentín fabricada sobre un sustrato, por ejemplo, una placa de circuito impreso o una pantalla transmisora de la luz, y tiene una impedancia constante. Un toque al panel o pantalla táctil dará lugar a un cambio de impedancia de la línea de transmisión en la ubicación del toque. El muestreo de la tensión en el extremo (próximo) de fuente de impulsos de la línea de transmisión con incremento de tiempos preciso después del comienzo de cada uno de una pluralidad de impulsos que se aplican a la línea de transmisión se usa en la determinación de la ubicación o ubicaciones del cambio o los cambios de impedancia de la línea de transmisión causados por el toque o toques (capacidad a partir de un dedo u objeto). El "bache de impedancia" inducido por toque sobre la línea de transmisión da lugar a un impulso de tensión negativo que vuelve al extremo de fuente de impulsos de la línea de transmisión en un intervalo de tiempo proporcional a la distancia de la ubicación del toque a partir del extremo de fuente de impulsos de la línea de transmisión. Este impulso de tensión negativo dará lugar a una reducción de la tensión en el extremo de fuente de impulsos de la línea de transmisión que, cuando se muestrea en el tiempo preciso de retorno, definirá la distancia entre la ubicación del toque y el extremo de fuente de impulsos de la línea de transmisión. El intervalo de tiempo (el tiempo desde el comienzo de la fuente de impulsos hasta el impulso de retorno de tensión negativa) en el que este hueco de tensión se muestrea a continuación puede convertirse en coordenadas X - Y del panel o pantalla táctil.

El panel o pantalla táctil, o cualquier aplicación táctil, pueden implementarse sobre un sustrato con una o más líneas de transmisión en serpentín. El uso de una línea o líneas de transmisión en serpentín sobre un sustrato para la detección de toques baja el coste de fabricación, simplifica en gran medida el diseño de un panel táctil debido a que no hay limitación física alguna en lo que respecta a dónde y cuántas áreas táctiles pueden implementarse, la facilidad de implementación de programas de soporte lógico de determinación de posición de toques, y una detección de toques más fiable y precisa que las implementaciones de detección de toques convencionales.

Haciendo referencia a continuación a los dibujos, los detalles de realizaciones a modo de ejemplo específicas se ilustran de forma esquemática. Elementos parecidos en los dibujos se representarán por números parecidos, y elementos similares se representarán por números parecidos con un sufijo en letra minúscula diferente.

50
55
60

Haciendo referencia a la figura 1, se ilustra un diagrama de bloques esquemático de un sistema de panel o de pantalla táctil, de acuerdo con las enseñanzas de la presente divulgación. Un panel o pantalla táctil, que en general se representa por el número 100, comprende un sustrato 110 que tiene un lado conductor y un lado no conductor, una línea de cinta en serpentín de impedancia constante 112 próxima al lado no conductor del sustrato 110, un dispositivo de circuito integrado de señal mixta 102, una primera resistencia de terminación 106 y una segunda resistencia de terminación 104. Para un panel táctil, la línea de cinta en serpentín de impedancia constante 112 y el sustrato 110 pueden fabricarse a partir de una placa de circuito impreso (PCB) de doble cara en la que un lado de la PCB es una hoja de cobre continua (que está conectada a un punto común de fuente de alimentación o masa en el nodo 108) y el otro lado es una hoja de cobre sometida a ataque químico para dar la configuración de la línea de banda en serpentín 112 que se muestra en la figura 1. Para una pantalla táctil, un material aislante transmisor de la luz tiene un lado frontal con la línea de transmisión en serpentín 112 (que está fabricada o bien de un material transmisor de la luz o bien de un material eléctricamente conductor muy delgado que no bloquea de forma sustancial

la luz que pasa a través del mismo) sobre el mismo y un lado posterior que está cubierto con un material transmisor de la luz y eléctricamente conductor, por ejemplo, óxido de estaño e indio (ITO). Un visualizador de cristal líquido (LCD), un visualizador de diodos de emisión de luz (LED), un visualizador de plasma, un visualizador de diodos orgánicos de emisión de luz (OLED), etc., puede colocarse por detrás de la pantalla táctil que se ha mencionado en lo que antecede para visualizar gráficos y otras indicaciones visuales tales como botones pulsadores, conmutadores de botón deslizante, medidores, cuadrantes, etc.

La línea de banda en serpentín 112 sobre el lado frontal y la capa conductora sobre el lado posterior del sustrato del panel o pantalla táctil crean un tipo de línea de transmisión de línea de cinta de impedancia constante que, cuando está terminada en su impedancia característica no tiene reflexión de señal alguna, por ejemplo, relación de onda estacionaria de tensión (VSWR) 1:1 y, cuando está no terminada tiene una reflexión de señal positiva sustancialmente igual en cuanto a la amplitud al impulso generado. La primera y la segunda resistencias de terminación 106 y 104 tienen unas resistencias sustancialmente iguales a la impedancia característica de la línea de cinta en serpentín 112. No obstante, cuando hay una falta de coincidencia de impedancia en cualquier parte a lo largo de la línea de cinta en serpentín 112, se devolverá un impulso (de señal negativa) reflejado al extremo en el que el impulso (de señal) generado se aplicó en primer lugar.

Un área operativa de panel 114 puede dividirse en una pluralidad de áreas táctiles, por ejemplo, las áreas táctiles 116 y 118 son representativas de dos áreas táctiles de este tipo. Cuando un objeto (que no se muestra), por ejemplo, un dedo, se coloca en proximidad inmediata con respecto a un área táctil, cambiará la impedancia de esa porción de la línea de cinta 112 que está ubicada en el área táctil afectada. Ahora, hay un “bache” de impedancia que da lugar a un impulso reflejado que vuelve a la fuente de impulsos generados. Al conocer el tiempo en el que el impulso reflejado vuelve a la fuente de impulsos (en base a desde el tiempo en el que comienza el impulso en la fuente), puede determinarse la longitud (distancia) de la línea de banda en serpentín 112 desde la fuente de señal de impulso hasta el área operativa de panel 114 que se está tocando.

Haciendo referencia a la figura 2, se ilustra una gráfica esquemática que muestra la amplitud de tensión frente al tiempo de una forma de onda de impulso de un sistema de panel o de pantalla táctil tal como se muestra en la figura 1, de acuerdo con las enseñanzas de la presente divulgación. El dispositivo de circuito integrado de señal mixta 102 genera un impulso en el nodo 122 (la figura 1) que tiene una amplitud de aproximadamente V_{DD} y una duración de tiempo de impulso de por lo menos el doble del tiempo de propagación de la línea de banda en serpentín 112. Debido a que la resistencia 106 tiene sustancialmente la misma resistencia que la impedancia característica de la línea de banda en serpentín 112, el impulso en el nodo 120 subirá hasta $V_{DD} / 2$ en el tiempo 150. Un impulso de retorno causado por un toque al área operativa de panel 114 tiene una amplitud negativa y aparece en el tiempo 152. El impulso generado que vuelve a partir del extremo abierto (no terminado) de la línea de banda en serpentín 112 (por ejemplo, en la figura 1 ambos de los nodos 124 y 126 se encuentran a una impedancia alta) tendrá una amplitud positiva, por ejemplo, aproximadamente $V_{DD} / 2$, en el tiempo 154 y acrecentará la amplitud de impulso originalmente generada ($V_{DD} / 2$), dando como resultado una amplitud más positiva, por ejemplo, aproximadamente V_{DD} , en el tiempo 154. Mediante la detección de cambios de amplitud de tensión en los tiempos 150 y 152 del nodo 120, puede determinarse el área tocada. Obsérvese que en el tiempo 150 un impulso de tensión positivo en el nodo 120 va a una amplitud de aproximadamente $V_{DD} / 2$, en el tiempo 152 un impulso de retorno negativo da lugar a que la tensión en el nodo 120 tenga una amplitud de menos de $V_{DD} / 2$, y en el tiempo 154 un impulso de retorno positivo da lugar a que la tensión en el nodo 120 tenga una amplitud de aproximadamente V_{DD} (cuando el extremo distal de la línea de banda en serpentín 112 está abierto). La determinación de amplitud de tensión en el tiempo 154 no es necesaria para determinar el área táctil sobre el panel o pantalla táctil. La determinación de amplitud de tensión en el tiempo 154 puede usarse para determinar la longitud total de la línea de banda en serpentín 112, y/o cuándo terminar una duración de tiempo de impulso de TDR, por ejemplo, cuando se aplica a una línea de banda en serpentín 112 de longitud desconocida. Cuando el extremo distal de la línea de banda en serpentín 112 está terminado en su impedancia característica no habrá impulso reflejado positivo alguno en absoluto en el tiempo 154.

Haciendo referencia a la figura 3, se ilustra un diagrama esquemático de áreas táctiles del panel o pantalla táctil tal como se muestra en la figura 1, de acuerdo con una realización a modo de ejemplo específica de la presente divulgación. Las áreas táctiles, por ejemplo, las áreas táctiles 116 y 118, están dispuestas en una matriz X - Y. Se muestran números binarios para cada fila (eje Y) y cada columna (eje X) para fines de explicación a modo de ejemplo. El área táctil 116 tiene una ubicación de Y = 0101 y X = 00101, y el área táctil 118 tiene una ubicación de Y = 1000 y X = 01001. Ambas de estas áreas táctiles 116 y 118 se corresponden con diferentes tiempos de propagación específicos sobre la línea de cinta en serpentín 112. Una característica de la presente invención es la medición de forma exacta y precisa de unos tiempos de propagación específicos cuando tiene lugar un impulso negativo debido a un toque sobre el área táctil asociada del panel o pantalla táctil, tal como se describe más plenamente en lo sucesivo en el presente documento.

Haciendo referencia a la figura 4, se ilustra un diagrama de bloques esquemático de un dispositivo de circuito integrado de señal mixta del sistema de panel o de pantalla táctil tal como se muestra en la figura 1, de acuerdo con una realización a modo de ejemplo específica de la presente divulgación. El dispositivo de circuito integrado de señal mixta 102 puede comprender un contador de incrementos de tiempo de muestreo 402, una unidad de medición de tiempo de carga (CTMU) 404, un convertidor de digital a analógico (DAC) 406, un comparador de tensión 408, un circuito de muestreo y retención de alta velocidad 410, un convertidor de analógico a digital (ADC) 418, y un

procesador digital con memoria 420.

La función de la CTMU 404 puede entenderse mejor al hacer referencia a la figura 6, en la que se ilustra una gráfica de tiempo - tensión de un condensador que se está cargando a partir de una fuente de corriente constante. Cuando un condensador 618 se carga a través de una fuente de corriente constante 604, la tensión, V, a través del condensador 618 aumenta de forma lineal con el tiempo, de acuerdo con la ecuación (1):

$$I = C * dV / dT \quad \text{Ec. 1}$$

donde C es el valor de capacidad del condensador 618, I es la corriente a partir de la fuente de corriente constante 604 y V es la tensión en el condensador 618 en el tiempo T. Cuando cualesquiera dos valores de la corriente, I; el tiempo, T; y la tensión, V son conocidos, el otro valor desconocido puede calcularse a partir de los dos valores conocidos. Por ejemplo, si la capacidad del condensador 618 y la corriente de carga a partir de la fuente de corriente constante 604 son conocidas, a continuación pueden determinarse el tiempo T₁ a la tensión V₁ y el tiempo T₂ a la tensión V₂ usando la ecuación (1) en lo que antecede.

Cuando un nivel lógico en el nodo 122 va de un valor lógico bajo ("0") a un valor lógico alto ("1") el contador de incrementos de tiempo de muestreo 402 se incrementará en uno (1) y la CTMU 404, un módulo de medición de tiempo de precisión, se habilitará para comenzar una sincronización precisa mediante la carga de un condensador 618 de valor conocido con una fuente de corriente constante 604 que da como resultado unos valores de carga de tensión linealmente crecientes en el condensador 618 que son proporcionales a una pluralidad respectiva de tiempos de transcurso. Cuando el nodo 122 vuelve a un valor lógico bajo ("0") la CTMU 404 se restablece de vuelta a una carga de tensión nula. Cada uno de estos tiempos de transcurso representa el tiempo que sería necesario para que un impulso fuera hasta y desde una distancia respectiva entre el nodo de fuente 120 y el área tocada a lo largo de la línea de banda en serpentín 112. Estos tiempos de transcurso pueden usarse en la determinación de en qué ubicación o ubicaciones de área del panel o pantalla táctil 110 se tocó o se tocaron en base al tiempo de retardo de propagación a través de la longitud de la línea de banda en serpentín 112. No obstante, una tabla de consulta puede construirse (calibrarse y correlacionarse con las ubicaciones de área) y guardarse en la memoria del procesador digital 420 que correlaciona cada valor de carga de tensión diferente con una ubicación de área respectiva sobre el panel o pantalla táctil 110. El procesador digital 420 puede usarse para generar una pluralidad de impulsos que tienen unos niveles lógicos altos y bajos para el nodo 122. El procesador digital 420 puede ser, por ejemplo pero no se limita a, un microcontrolador, un microprocesador, un procesador digital de señales (DSP), una disposición lógica programable (PLA), un circuito integrado específico de la aplicación (ASIC), etc. La memoria del procesador digital 420 puede ser una memoria volátil y / o no volátil.

La CTMU se describe más completamente en las notas de aplicación de Microchip AN1250 y AN1375, disponibles en www.microchip.com, y las patentes de EE. UU. del mismo solicitante que la presente con N° US 7.460.441 B2, titulada "Measuring a long time period"; y US 7.764.213 B2, titulada "Current-time digital-to-analog converter", ambas a nombre de James E. Bartling.

El DAC 406 proporciona un valor de referencia de tensión analógica a una entrada negativa del comparador de tensión 408, y la carga de tensión en el condensador 618 de la CTMU 404 está acoplada con una entrada positiva del comparador de tensión 408. Una salida de valor de recuento a partir del contador de incrementos de tiempo de muestreo 402 está acoplada con unas entradas digitales del DAC 406, y el DAC 406 proporciona en su salida una tensión analógica respectiva a partir del mismo. Cuando la carga de tensión de sincronización a partir de la CTMU 404 es igual a o mayor que la tensión a partir del DAC 406, la salida del comparador de tensión 408 irá a un valor lógico alto ("1") y se aplica a la entrada 428 del circuito de muestreo y retención 410. La entrada 428 del circuito de muestreo y retención se activa por flanco positivo (↑). La activación por flanco positivo (↑) en la entrada 428 daría lugar a que el circuito de muestreo y retención 410 tomara una muestra (en su entrada de muestreo 426) de una tensión en el nodo 120 en el instante en el que tiene lugar el flanco positivo del impulso de muestreo.

El circuito de muestreo y retención 410 retiene una muestra de tensión del nodo 120 en un condensador de muestreo (que no se muestra) de tal modo que el ADC 418 puede leer y convertir esta en una representación digital de la misma. Cuando un valor lógico alto ("1") se afirma en la entrada 434 del procesador 420, el procesador digital 420 puede inicializarse para realizar una rutina de interrupción que lee la representación digital de la muestra de tensión en la salida digital 432 del ADC 418. El procesador digital 420 también puede leer la salida a partir del ADC 418 de cualquier otra forma conocida por los expertos en el diseño de circuitos digitales y que tengan el beneficio de la presente divulgación.

En el nodo 122 se generan impulsos de forma repetida por el procesador 420. Cada vez que comienza un impulso en el nodo 122, por ejemplo, una activación por flanco positivo, el circuito de sincronización de la CTMU 404 se restablece (restablecimiento del condensador de sincronización a cero voltios) y el valor de recuento del contador de incrementos de tiempo de muestreo 402 se incrementa en una unidad. El número de diferentes valores de recuento que se proporcionan a partir del contador de incrementos de tiempo de muestreo 402 se determina mediante la resolución deseada y / o posible, en base a las resoluciones del DAC 406, el circuito de muestreo y retención 410 y el ADC 418. El condensador de sincronización 618 y la fuente de carga de corriente constante 604 son circuitos analógicos y, por lo tanto, tienen una resolución sustancialmente infinita, pero la temperatura, los cambios de tensión

y el envejecimiento de componentes limitan de hecho la repetibilidad de resolución absoluta. Esta “deriva” de componentes analógicos puede compensarse de muchas formas, por ejemplo, el sistema táctil puede volver a calibrarse cuando sea necesario o se desee.

- 5 Puede haber múltiples ubicaciones que se están tocando que devolverán múltiples impulsos negativos pero solo el toque que se corresponde con el presente valor de recuento en el contador de incrementos de tiempo de muestreo 402 es de interés. La tasa de repetición de impulsos es mucho más rápida que cualquier movimiento de toque o cambio, por lo tanto, se reconocerán con facilidad múltiples toques y / o movimientos de toque, por ejemplo, gestos, durante una pluralidad de impulsos cuando el valor de recuento en el contador de incrementos de tiempo de muestreo 402 se incrementa de 1 a N. Uno o más valores de recuento del contador de incrementos de tiempo de muestreo 402 pueden estar asociados con, por ejemplo, representar, cada ubicación de área del panel o pantalla táctil 100. Permitir que solo se tome una muestra (de sincronización) de carga de tensión por flanco positivo (cuando la salida va de un valor lógico bajo a un valor lógico alto) a partir de la salida del comparador 408, por ejemplo, tomar una “instantánea” de muestra de tensión, da al ADC 418 y al procesador digital 420 un tiempo adecuado para realizar la conversión de analógico a digital y la determinación de ubicaciones de los toques, respectivamente.
- 10
- 15 El circuito que se muestra en la figura 4 tomará solo una muestra de tensión dentro de un tiempo de impulso si se detecta un impulso de retorno negativo en el nodo 120 durante ese tiempo de impulso, no obstante, pueden lograrse unos ahorros adicionales en los módulos de circuito y en la complejidad al tomar una muestra por tiempo de impulso en cada coincidencia de tiempos, pero solo almacenar la tensión de tiempo de muestreo (área de ubicación del toque) cuando una muestra de tensión en el nodo 120 indica que un impulso negativo de retorno había vuelto al mismo en ese tiempo de muestreo.
- 20

Haciendo referencia a continuación a la figura 5, se ilustra un diagrama de bloques esquemático de un dispositivo de circuito integrado de señal mixta del sistema de panel o de pantalla táctil tal como se muestra en la figura 1, de acuerdo con otra realización a modo de ejemplo específica de la presente divulgación. El dispositivo de circuito integrado de señal mixta 102a puede comprender un contador de incrementos de tiempo de muestreo 402, una

25 unidad de medición de tiempo de carga (CTMU) 404, un convertidor de digital a analógico (DAC) 406, un comparador de tensión 408, un circuito de muestreo y retención de alta velocidad 410, un convertidor de analógico a digital (ADC) 418, unos multiplexores 519 y 520, y un procesador digital con memoria 420. El circuito de muestreo y retención 410 puede combinarse con o como el multiplexor 519, y ese también puede ser una parte integrante del ADC 418.

- 30 El funcionamiento del circuito de TDR que se muestra en la figura 5 toma una muestra de tensión en el nodo 120 cuando el valor de carga de tensión a partir de la CTMU 404 coincide con la tensión de referencia a partir del DAC 406 (tiempo de muestreo). La muestra de tensión del nodo 120 se convierte en representaciones digitales por el ADC 418. Debido a que hay tiempo de sobra durante el periodo de tiempo de inactividad de impulso, la muestra de tensión puede convertirse y evaluarse a unas velocidades de potencia baja. El procesador digital 420 a continuación puede evaluar la representación digital al, por ejemplo pero sin limitarse a, evaluar en primer lugar la muestra de tensión del nodo 120 y si esta muestra es menor que $V_{DD} / 2$ a continuación convertir el valor de tensión de carga muestreado (representar el tiempo de desplazamiento del impulso negativo) en una ubicación tocada y almacenar la ubicación tocada para un uso adicional en la memoria del procesador digital 420.
- 35

El multiplexor 519 selecciona el nodo o bien 120 o bien 122 para supervisar un impulso de retorno en el nodo 120 o 122 respectivo. El procesador digital 420 también excita o bien el nodo 122 o bien el nodo 126 a través del multiplexor de conmutación 520. Los multiplexores 519 y 520 están controlados por el procesador digital 420. Cuando se excita el nodo 122, el nodo 126 permanece a un valor lógico bajo (“0”), y cuando se excita el nodo 126, el nodo 122 permanece a un valor lógico bajo (“0”). Por lo tanto, la línea de cinta en serpentin 112 siempre permanece terminada en su impedancia característica de tal modo que solo se crearán impulsos de retorno (reflejados) por las

40

45 áreas de ubicación tocadas del panel o pantalla táctil 110.

Mediante el almacenamiento de una pluralidad de ubicaciones tocadas, un patrón de las ubicaciones de los toques se hará evidente. También mediante el sobremuestreo y el almacenamiento de las ubicaciones tocadas, decimación, promedio y / o alisado de las muestras producirá unas ubicaciones tocadas más exactas y precisas. Puede usarse adicionalmente un procesamiento digital de señales tal como, por ejemplo pero sin limitarse a, un procesamiento de Viterbi para mejorar la exactitud bajo unas condiciones de ruido.

50

Haciendo referencia a la figura 7, se ilustran unas gráficas de tiempo - tensión de impulsos de fuente, impulsos de retorno, impulsos de muestreo y tensiones de carga en relación con los impulsos de fuente y de retorno de un condensador que se está cargando a partir de una fuente de corriente constante de los dispositivos de circuito integrado de señal mixta que se muestran en las figuras 4, 5 y 8, de acuerdo con las enseñanzas de la presente divulgación. La forma de onda de tensión 750 representa de forma gráfica las amplitudes de tensión en el nodo 120 que muestra diversos impulsos de retorno negativos, la forma de onda de tensión 752 representa de forma gráfica la carga de tensión creciente lineal con el tiempo en el condensador de sincronización 618, la forma de onda de tensión 754 representa de forma gráfica la tensión de impulso de fuente en el nodo 122, y la forma de onda de tensión 756 representa de forma gráfica unos flancos de impulso de muestreo de una pluralidad de impulsos de muestreo que indican diferentes intervalos de tiempo que se toman a lo largo de una pluralidad de impulsos que se

55

60

generan en el nodo 122. Para fines de explicación, se muestran segmentos de estas formas de onda que no son contiguos. Se indican unos impulsos de retorno negativos en los tiempos t_a , t_b , y t_c (en relación con el comienzo de cada impulso de fuente de 2T respectivo en el nodo 122). Cada uno de estos impulsos de retorno negativos representa toques en diferentes áreas de ubicación del panel o pantalla táctil 110. Tal como se indica, cada muestra de la tensión en el nodo 120 se toma cuando el valor de carga de tensión en el condensador de sincronización 618 se encuentra a V_{c_a} , V_{c_b} y V_{c_c} , respectivamente. Cuando cada uno de los impulsos de retorno negativos se han detectado en los tiempos t_a , t_b , y t_c respectivos, el procesador digital 420 usa estos valores de carga de tensión V_{c_a} , V_{c_b} y V_{c_c} , respectivamente, para determinar las áreas de ubicación del panel o pantalla táctil 110 que se tocaron.

Haciendo referencia a la figura 8, se ilustra un diagrama de bloques esquemático de un dispositivo de circuito integrado de señal mixta del sistema de panel o de pantalla táctil tal como se muestra en la figura 1, de acuerdo con aún otra realización a modo de ejemplo específica de la presente divulgación. El funcionamiento del circuito de TDR que se muestra en la figura 8 es similar al circuito de la figura 5 excepto por que el contador de incrementos de tiempo de muestreo 402 se ha eliminado y el procesador digital 420 proporciona los valores de entrada digitales directamente al DAC 406. Debido a que el procesador digital 420 proporciona los impulsos de fuente al nodo 122, este también puede incrementar un contador interno para definir a qué tensión de carga (tiempos) se tomarán muestras en el nodo 120. Como alternativa, el procesador digital 420 puede generar unos valores de entrada digitales no secuenciales (no contiguos) para el DAC 406. Eso es útil cuando pueden definirse unas áreas de ubicación de interés sobre el panel o pantalla táctil, y / o usarse con sobremuestreo, promedio de muestras, algoritmos de estimación de DSP, por ejemplo, de Viterbi, etc. Además, al limitar las adquisiciones de muestreo de tiempo a esas áreas de ubicación de interés, pueden resultar unos ahorros de potencia adicionales. El tiempo no es un factor crítico en la actualización de los valores de entrada digitales debido a que normalmente esta actualización se realizaría cuando el nodo 122 se encontrara a un cero lógico (durante la conversión del valor de tensión de carga muestreado en un área de ubicación).

Tanto la muestra de valor de carga de tensión que representa el tiempo de muestreo designado como la muestra de tensión del nodo 120 se convierten en representaciones digitales por el ADC 418. Debido a que hay tiempo de sobra durante el periodo de tiempo de inactividad de impulso (el nodo 122 a un valor lógico bajo ("0")), estas dos muestras de tensión pueden convertirse y evaluarse de forma secuencial a unas velocidades de potencia baja. El procesador digital 420 a continuación puede evaluar las dos representaciones digitales al, por ejemplo pero sin limitarse a, evaluar en primer lugar la muestra de tensión del nodo 120 y si esta muestra es menor que $V_{DD} / 2$ a continuación convertir el valor de tensión de carga muestreado (representar el tiempo de desplazamiento del impulso negativo) en una ubicación tocada y almacenar la ubicación tocada para un uso adicional en la memoria del procesador digital 420.

Se contempla y se encuentra dentro del ámbito de la presente divulgación que, como alternativa, los impulsos pueden aplicarse al nodo 122 y a continuación un impulso posterior aplicarse al nodo 126. Por lo tanto, unos impulsos alternos (de tipo *ping-pong*) pueden mejorar de forma eficaz la resolución de toques. A continuación, los impulsos de retorno negativos de toque a partir de cada una de las ubicaciones de fuente de impulsos alternos (los nodos 122 y 126) pueden promediarse para una determinación más exacta del área que se está tocando. Múltiples muestras también pueden promediarse para refinar la determinación de la ubicación de un toque o las ubicaciones de unos toques. Por lo tanto, múltiples impulsos y / o impulsos alternos (de tipo *ping-pong*) pueden mejorar de forma eficaz la resolución de ubicación de toques.

Para realizar los impulsos alternos (de tipo *ping-pong*) que se han mencionado en lo que antecede, el multiplexor 519 selecciona el nodo o bien 120 o bien 122 para supervisar un impulso de retorno en el nodo 120 o 122 respectivo. El procesador digital 420 también excita o bien el nodo 122 o bien el nodo 126 a través del multiplexor de conmutación 520. Los multiplexores 519 y 520 están controlados por el procesador digital 420. Cuando se excita el nodo 122, el nodo 126 permanece a un valor lógico bajo ("0"), y cuando se excita el nodo 126, el nodo 122 permanece a un valor lógico bajo ("0"). Por lo tanto, la línea de cinta en serpentin 112 siempre permanece terminada en su impedancia característica de tal modo que solo se crearán impulsos de retorno (reflejados) por las áreas de ubicación tocadas del panel o pantalla táctil 110.

Haciendo referencia a la figura 9, se ilustra un diagrama de bloques esquemático de un dispositivo de circuito integrado de señal mixta capaz de intercalar el muestreo de TDR a partir de cada extremo de la línea de transmisión del sistema de panel o de pantalla táctil, de acuerdo con otra realización a modo de ejemplo específica de la presente divulgación. El dispositivo de circuito integrado de señal mixta 102c comprende sustancialmente los mismos elementos que el dispositivo 102b que se muestra en la figura 8, y además, unos elementos para excitar y muestrear de forma alterna cada nodo 122 y 126, tal como se ha descrito en lo que antecede en el presente documento, se proporcionan en el circuito que se muestra en la figura 9. Una porción de la CTMU 404 comprende una fuente de corriente constante 604, un condensador de carga de sincronización 618 y unos conmutadores de orientación de corriente 972. Una puerta OR 984 tiene una primera entrada que está acoplada con el nodo 122 y una segunda entrada que está acoplada con el nodo 126. Cuando hay un valor lógico alto ("1") en uno u otro de los nodos 122 o 126, una salida de la puerta OR 984 irá a un valor lógico alto ("1") mediante lo cual el conmutador 972a se cierra y los conmutadores 972b y 972c se abren.

5 Cuando los conmutadores 972b y 972c están cerrados y el conmutador 972a está abierto, la carga de tensión en el condensador 618 se encuentra a cero voltios. Cuando el conmutador 972a se cierra y los conmutadores 972b y 972c se abren la fuente de corriente constante 604 comienza a cargar el condensador de sincronización 618. El multiplexor 519 selecciona el nodo o bien 120 o bien 122 para supervisar un impulso de retorno en el nodo 120 o 122 respectivo. El multiplexor 519 está controlado por el procesador digital 420. El procesador digital 420 también excita o bien el nodo 122 o bien el nodo 126 a través de unas unidades de excitación 936 o 954, respectivamente. Cuando se excita el nodo 122, el nodo 126 permanece a un valor lógico bajo ("0"), y cuando se excita el nodo 126, el nodo 122 permanece a un valor lógico bajo ("0"). Por lo tanto, la línea de cinta en serpentín 112 siempre permanece terminada en su impedancia característica de tal modo que solo se crearán impulsos de retorno (reflejados) por las áreas de ubicación tocadas del panel o pantalla táctil 110.

10 Se contempla y se encuentra dentro del ámbito de la presente divulgación que pueden introducirse tiempos muertos entre aserciones de impulsos de fuente en los nodos 122 y 126 para permitir suficiente tiempo de servicio para las conversiones de analógico a digital del valor de tensión de carga muestreado y las muestras de tensión a partir de los nodos 120 y 124. Pueden utilizarse circuitos de muestreo y retención adicionales para muestrear y retener valores de tensión a partir de los nodos 120 y 124. Cuando los impulsos de fuente están alternando entre los nodos 122 y 126, un único circuito de muestreo y retención compartido 410 para valores de tensión en los nodos 120 y 124 puede no ser suficiente dependiendo de los tiempos de latencia, de conversión y de cómputo del ADC 418 y el procesador digital 420.

15 Haciendo referencia a la figura 10, se ilustran unas gráficas de tiempo - tensión de impulsos de fuente, impulsos de retorno y tensiones de carga alternos en relación con los impulsos de fuente y de retorno de un condensador que se está cargando a partir de una fuente de corriente constante del dispositivo de circuito integrado de señal mixta que se muestra en la figura 9, de acuerdo con las enseñanzas de la presente divulgación. Las formas de onda de tensión 1050, 1054, 1051 y 1055 representan de forma gráfica las amplitudes de tensión en los nodos 120, 122, 124 y 126, respectivamente. La forma de onda de tensión 1052 representa de forma gráfica la carga de tensión creciente lineal con el tiempo en el condensador de sincronización 618. Alternar la excitación de impulsos de fuente entre los nodos 122 y 126 permite que se tomen el doble de muestras de tensión y en extremos opuestos de la línea de cinta en serpentín 112. Esta técnica puede usarse para aumentar las tasas de muestreo de tensión y para mejorar la resolución de un área de ubicación tocada mediante el promedio de los valores de carga de tensión de toque a partir de ambos extremos de la línea de cinta en serpentín 112. Preferentemente, el tiempo de impulso de fuente es por lo menos el doble del tiempo de propagación (2T) de la línea de cinta en serpentín 112.

20 La tasa de repetición de impulsos de la técnica de ubicación de área tocada de TDR que se describe en el presente documento es mucho más rápida que el contacto y / o movimiento de un objeto u objetos (dedo o dedos) que toca o tocan el panel o pantalla táctil. Por lo tanto, un número de ubicaciones de área tocadas detectadas de sustancialmente el mismo incidente de toque pueden guardarse en una memoria del procesador digital 420 y usarse para refinar adicionalmente la determinación de las áreas de ubicación tocadas. Además, la resolución de las áreas de ubicación puede ser mucho más fina que el área del objeto que realiza el toque (dedo grueso), por lo tanto, se detectará más de un área de ubicación tocada para ese incidente de toque. Un análisis estadístico puede usarse para refinar la detección de las áreas de ubicación tocadas así como la dirección y la velocidad de movimiento de toque, por ejemplo, gestos. Pueden emplearse procedimientos de análisis de probabilidad gaussiana, y / u otros procedimientos de análisis estadístico así como técnicas de sobremuestreo y de decimación en la refinación y una definición mejor de áreas de ubicación tocadas, movimiento, dirección y patrones de las mismas.

25 Son ventajas de la utilización de TDR con una CTMU en combinación con un circuito o circuitos de muestreo y retención tal como se divulga en el presente documento, por ejemplo, las figuras 4, 5, 8 y 9 unos ahorros significativos en el consumo de potencia, el coste, el espacio de placa de circuito impreso y el número de módulos o dispositivos que se requiere. Hasta la fecha, la obtención de una resolución de sincronización fina requería unos relojes de frecuencia súper alta y comparadores digitales, contadores de muy alta velocidad, etc., que consumen una gran cantidad de potencia y generan una cantidad significativa de calor. Esto no es así con la presente invención, debido a que se consigue una granularidad de resolución de tiempo ultra-fina para una determinación de ubicación de toques de TDR exacta con circuitos de señal mixta (analógica y digital) simples y de baja potencia que están bien adaptados para su uso en dispositivos electrónicos alimentados con batería, por ejemplo, asistentes digitales personales (PDA), la pantalla táctil de un ordenador personal de tipo tableta, una pantalla de plasma de pantalla táctil, paneles de diodos de emisión de luz orgánicos (LED) y de visualizador de cristal líquido (LCD); paneles de control táctil de equipos y de electrodomésticos, etc.

30 Haciendo referencia a la figura 11, se ilustra un diagrama de flujo de proceso esquemático del funcionamiento del sistema de panel táctil o la pantalla táctil que se muestra en la figura 1 para detectar y determinar las ubicaciones de una pluralidad de toques, de acuerdo con otra realización a modo de ejemplo específica de la presente divulgación. En la etapa 1102 una referencia de tiempo de muestreo se establece a un valor nulo. En la etapa 1104 se incrementa el valor de referencia de tiempo de muestreo. En la etapa 1106 cualquier carga de tensión en un condensador de sincronización se descarga a cero (0) voltios. En la etapa 1108 un impulso que tiene un periodo de 2T se aplica a un primer extremo de una línea de transmisión de panel táctil. En la etapa 1110 una fuente de corriente constante comienza a cargar el condensador de sincronización. En la etapa 1112 el valor de referencia de tiempo de muestreo se convierte en una tensión de referencia de tiempo de muestreo.

La etapa 1114 determina cuándo la carga de tensión en el condensador de sincronización es igual a la tensión de referencia de tiempo de muestreo y, cuando es igual, la tensión en el primer extremo de la línea de transmisión de panel táctil se muestrea y se almacena en la etapa 1120. La etapa 1116 determina cuándo el impulso que tiene un periodo de $2T$ ha finalizado, y cuando el impulso ha finalizado a continuación la etapa 1104 incrementa el presente valor de referencia de tiempo de muestreo, y a continuación de lo anterior las etapas posteriores continúan. La etapa 1122 determina si la tensión que se muestrea en el primer extremo de la línea de transmisión de panel táctil es menor que la amplitud de tensión de impulso y, si es así, la referencia de tiempo de muestreo se convierte en un área de ubicación tocada. Si no es así, a continuación se incrementa el presente valor de referencia de tiempo de muestreo, y a continuación de lo anterior las etapas posteriores continúan. El área de ubicación tocada puede guardarse en memoria, visualizarse y / o comunicarse a otro dispositivo (que no se muestra).

Haciendo referencia a la figura 12, se ilustra un diagrama de flujo de proceso esquemático del funcionamiento del sistema de panel táctil o la pantalla táctil que se muestra en la figura 1 para detectar y determinar las ubicaciones de una pluralidad de toques, de acuerdo con aún otra realización a modo de ejemplo específica de la presente divulgación. El diagrama de flujo de proceso que se muestra en la figura 12 funciona sustancialmente de la misma forma que el diagrama de flujo que se muestra en la figura 11 excepto por que el valor de referencia de tiempo de muestreo puede establecerse a cualquier valor y en cualquier orden. Esto permite una búsqueda más reducida de áreas específicas del panel o pantalla táctil, para una adquisición más rápida de toques con movimiento rápido, etc. También se contempla y se encuentra dentro del ámbito de la presente divulgación que pueden aplicarse unos impulsos repetitivos de forma alterna a uno u otro extremo (es decir, un primer o un segundo extremo) de la línea de transmisión de panel táctil y las muestras de tensión respectivas que se toman de la misma en base a los valores de referencia de tiempo de muestreo.

A pesar de que realizaciones de la presente divulgación se han ilustrado, se han descrito y se definen por referencia a realizaciones a modo de ejemplo de la divulgación, tales referencias no comportan una limitación a la divulgación, y no ha de inferirse limitación alguna de ese tipo. La materia objeto que se divulga es susceptible de una considerable modificación, alteración, y equivalentes en cuanto a su forma y a su función, tal como se les ocurrirá a los expertos en la materia relevante y que tengan el beneficio de la presente divulgación. Las realizaciones ilustradas y descritas de la presente divulgación son solo ejemplos.

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento de detección de toques a un sustrato y de determinación de áreas de ubicación de los mismos, comprendiendo dicho procedimiento las etapas de:

- 5 a) proporcionar un valor de referencia de tiempo de muestreo;
- b) descargar cualquier carga de tensión en un condensador de sincronización (618) a sustancialmente cero voltios;
- c) enviar un impulso que tiene una amplitud de tensión a un primer extremo de una línea de transmisión en serpentín (112) fabricada sobre un sustrato (110) que comprende una pluralidad de áreas de ubicación de toque (116; 118);
- 10 d) cargar el condensador de sincronización (618) con una fuente de corriente constante (604);
- e) convertir el valor de referencia de tiempo de muestreo en una tensión de referencia de tiempo de muestreo;
- f) comparar la tensión de referencia de tiempo de muestreo con una carga de tensión en el condensador de sincronización (618), en el que
- 15 si la tensión de referencia de tiempo de muestreo y la carga de tensión en el condensador de sincronización (618) son sustancialmente iguales, entonces almacenar el valor de referencia de tiempo de muestreo y una muestra de una tensión en el primer extremo de la línea de transmisión en serpentín (112) a continuación ir a la etapa h), y
- si la tensión de referencia de tiempo de muestreo y la carga de tensión en el condensador de sincronización (618) no son sustancialmente iguales, entonces ir a la etapa g)
- 20 g) determinar si el impulso ha finalizado, en el que
- si el impulso ha finalizado entonces volver a la etapa a), y
- si el impulso no ha finalizado entonces volver a la etapa f);
- h) determinar si la tensión muestreada en el primer extremo de la línea de transmisión en serpentín (112) es menor que la amplitud de tensión del impulso, en el que
- 25 si no es menor que la amplitud de tensión del impulso entonces volver a la etapa a), y
- si es menor que la amplitud de tensión del impulso entonces ir a la etapa i); e
- i) convertir el valor de referencia de tiempo de muestreo almacenado en un área de ubicación sobre el sustrato (110), a continuación volver a la etapa a).

30 2. El procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, en el que la etapa de proporcionar un valor de referencia de tiempo de muestreo comprende la etapa de incrementar el valor de referencia de tiempo de muestreo en cada caso de la finalización de impulso o comprende la etapa de incrementar el valor de referencia de tiempo de muestreo en cada caso de un comienzo de un nuevo impulso.

3. El procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, que comprende además las etapas de:

- 35 alternar entre afirmar un impulso en el primer extremo de la línea de transmisión en serpentín (112) y a continuación afirmar un impulso posterior en el segundo extremo de la línea de transmisión en serpentín (112); y
- almacenar la muestra de tensión a partir del primer extremo de la línea de transmisión en serpentín (112) cuando el impulso es afirmado en el primer extremo, y almacenar una muestra de tensión posterior a partir del segundo extremo de la línea de transmisión en serpentín (112) cuando el impulso posterior es afirmado en el segundo extremo,
- 40 y que opcionalmente comprende además la etapa de promediar un área de ubicación que se corresponde con la muestra de tensión a partir del primer extremo con un área de ubicación que se corresponde con la muestra de tensión posterior a partir del segundo extremo para mejorar la resolución de áreas de ubicación tocadas sobre el sustrato (110).

45 4. El procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, en el que la etapa de comparar la tensión de referencia de tiempo de muestreo con la carga de tensión en el condensador de sincronización (618) comprende la etapa de usar un comparador de tensión (408).

5. El procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, en el que la etapa de determinar si la tensión de muestra almacenada en el primer extremo de la línea de transmisión en serpentín (112) es menor que la amplitud de tensión del impulso, comprende las etapas de:

- 50 convertir la muestra almacenada de la tensión en el primer extremo en un valor digital con un convertidor de analógico a digital (ADC) (418); y
- comparar el valor digital con un valor de referencia digital con un comparador digital.

55 6. El procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, en el que la etapa de convertir el valor de referencia de tiempo de muestreo almacenado en un área de ubicación sobre el sustrato (110) que se ha tocado comprende la etapa de recuperar el área de ubicación que se corresponde con el valor de referencia de tiempo de muestreo almacenado con una tabla de consulta que tiene una pluralidad de valores de referencia de tiempo de muestreo y sus áreas de ubicación correspondientes.

7. El procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, que comprende además las etapas de:

almacenar una pluralidad de áreas de ubicación que se han tocado en una memoria; y realizar una de las siguientes etapas:

5 calcular una distribución de probabilidad gaussiana de áreas de ubicación adyacentes a partir de la pluralidad de áreas de ubicación que están almacenadas en la memoria
 promediar unas áreas de ubicación sustancialmente similares a partir de la pluralidad de áreas de ubicación que están almacenadas en la memoria; y
 determinar la dirección y la velocidad de áreas de ubicación cambiantes a partir de la pluralidad de áreas de ubicación que están almacenadas en la memoria.

10 8. El procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, en el que el sustrato (110) es un panel táctil que comprende una placa de circuito impreso que tiene la línea de transmisión en serpentín (112) sobre un lado de circuito impreso frontal de la misma, y un lado de circuito impreso posterior que está cubierto con un conductor eléctrico.

15 9. El procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, en el que el sustrato es una pantalla táctil que comprende un material aislante transmisor de la luz que tiene un lado frontal con la línea de transmisión en serpentín (112) sobre el mismo y un lado posterior que está cubierto con un conductor eléctrico transmisor de la luz.

10. Un aparato de detección de toques a un sustrato y de determinación de áreas de ubicación de los mismos, que comprende:

20 una unidad de medición de tiempo de carga (CTMU) (404) que comprende un condensador de sincronización (618) y una fuente de corriente constante (604);

 una fuente de referencia de tiempo de muestreo (402) que proporciona un valor de referencia de tiempo de muestreo;

 un convertidor de digital a analógico (DAC) (406) que convierte el valor de referencia de tiempo de muestreo en una tensión de referencia de tiempo de muestreo;

25 un comparador de tensión (408) que tiene una primera entrada que está acoplada con una salida del DAC (406) y una segunda entrada que está acoplada con el condensador de sincronización (618) de la CTMU (404);

 una línea de transmisión en serpentín (112) fabricada sobre un sustrato (110) que comprende una pluralidad de áreas de ubicación de toque (116; 118), teniendo la línea de transmisión en serpentín (112) un primer y un segundo extremos y un primer nodo de detección de tensión (120) que está acoplado con el primer extremo y con una primera resistencia (106);

30 un generador de impulsos (420, 936; 954) para generar un impulso y que está configurado para introducir el impulso a través de la primera resistencia (106) en el primer extremo de la línea de transmisión en serpentín (112), teniendo el impulso una amplitud de tensión;

35 un circuito de muestreo y retención (410) que tiene una entrada que está acoplada con el primer nodo de detección de tensión (120) y una entrada de control de muestreo (428) que está acoplada con una salida del comparador de tensión (408);

 un convertidor de analógico a digital (ADC) (418) que tiene una entrada que está acoplada con una salida del circuito de muestreo y retención (410); y

40 un procesador digital con memoria (420), preferentemente un microcontrolador, el procesador digital (420) está acoplado con una salida del ADC (418);

 en el que cuando un impulso a partir del generador de impulsos (420) es afirmado sobre el primer extremo de la línea de transmisión en serpentín (112) a través de dicha resistencia (106) la fuente de corriente constante (604) está acoplada con y comienza a cargar el condensador de sincronización (618);

45 en el que cuando una carga de tensión en el condensador de sincronización (618) es igual a la tensión de referencia de tiempo de muestreo a partir de la fuente de tensión de referencia de tiempo de muestreo (402),

 el comparador de tensión (408) da lugar a que el circuito de muestreo y retención (410) muestree y retenga una tensión en el primer nodo de detección de tensión (120) de la línea de transmisión en serpentín (112);

50 en el que, si la muestra de tensión que se toma en el primer nodo de detección de tensión (120) de la línea de transmisión en serpentín (112) es menor que una tensión de referencia entonces el procesador digital (420) convierte el valor de referencia de tiempo de muestreo en un área de ubicación del sustrato (110).

11. El aparato de acuerdo con la reivindicación 10, en el que un segundo extremo de la línea de transmisión en serpentín está terminado con una segunda resistencia (104).

55 12. El aparato de acuerdo con la reivindicación 10, en el que un segundo extremo de la línea de transmisión en serpentín no está terminado.

13. El aparato de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores 10 - 12, que comprende además: un multiplexor (519) que tiene una primera entrada que está acoplada con el primer nodo de detección de tensión (120), una segunda entrada que está acoplada con un segundo nodo de detección de tensión (124), y una salida que está

acoplada con la entrada (426) del circuito de muestreo y retención (410).

5 14. El aparato de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores 10 - 14, en el que el sustrato (110) es un panel táctil que comprende una placa de circuito impreso que tiene la línea de transmisión en serpentín (112) sobre un lado de circuito impreso frontal de la misma, y un lado de circuito impreso posterior que está cubierto con un conductor eléctrico.

10 15. El aparato de acuerdo con la reivindicación 14, en el que el sustrato (110) es una pantalla táctil que comprende un material aislante transmisor de la luz que tiene un lado frontal con la línea de transmisión en serpentín sobre el mismo y un lado posterior que está cubierto con un material transmisor de la luz y eléctricamente conductor, en el que el material transmisor de la luz y eléctricamente conductor es preferentemente óxido de estaño e indio (ITO), y el aparato comprende además un visualizador gráfico, en el que la pantalla táctil está ubicada entre el visualizador gráfico y un campo de visión.

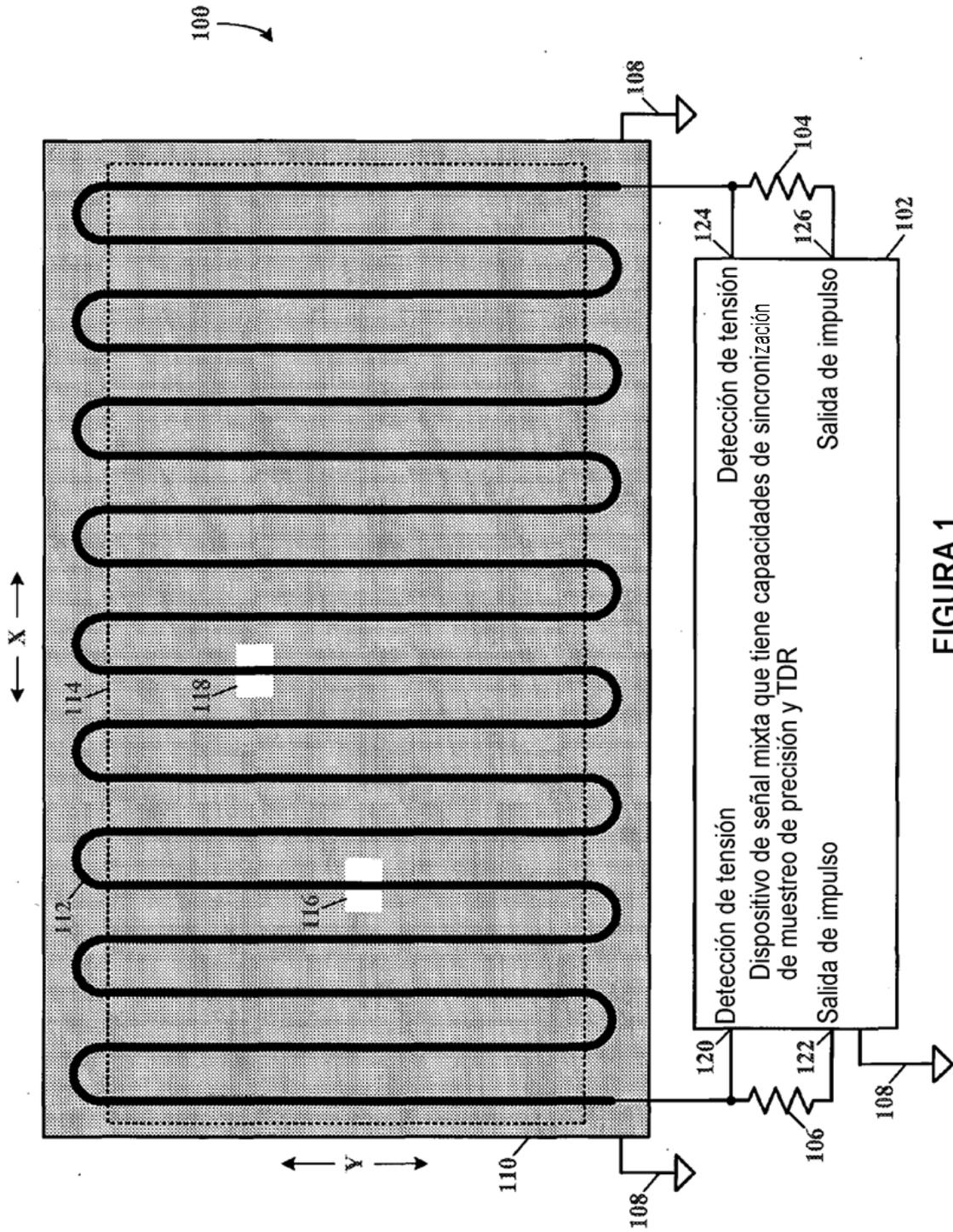


FIGURA 1

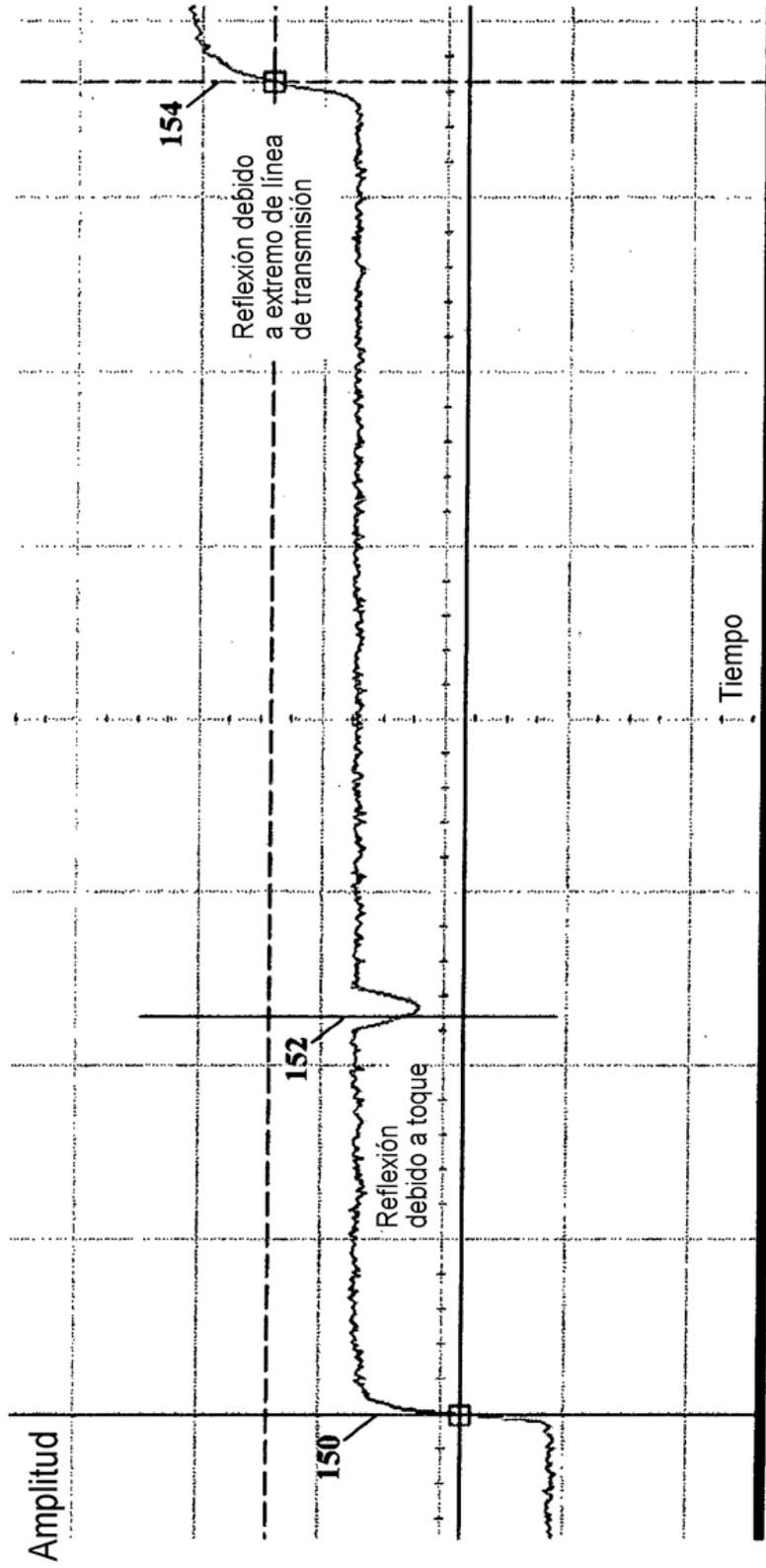


FIGURA 2

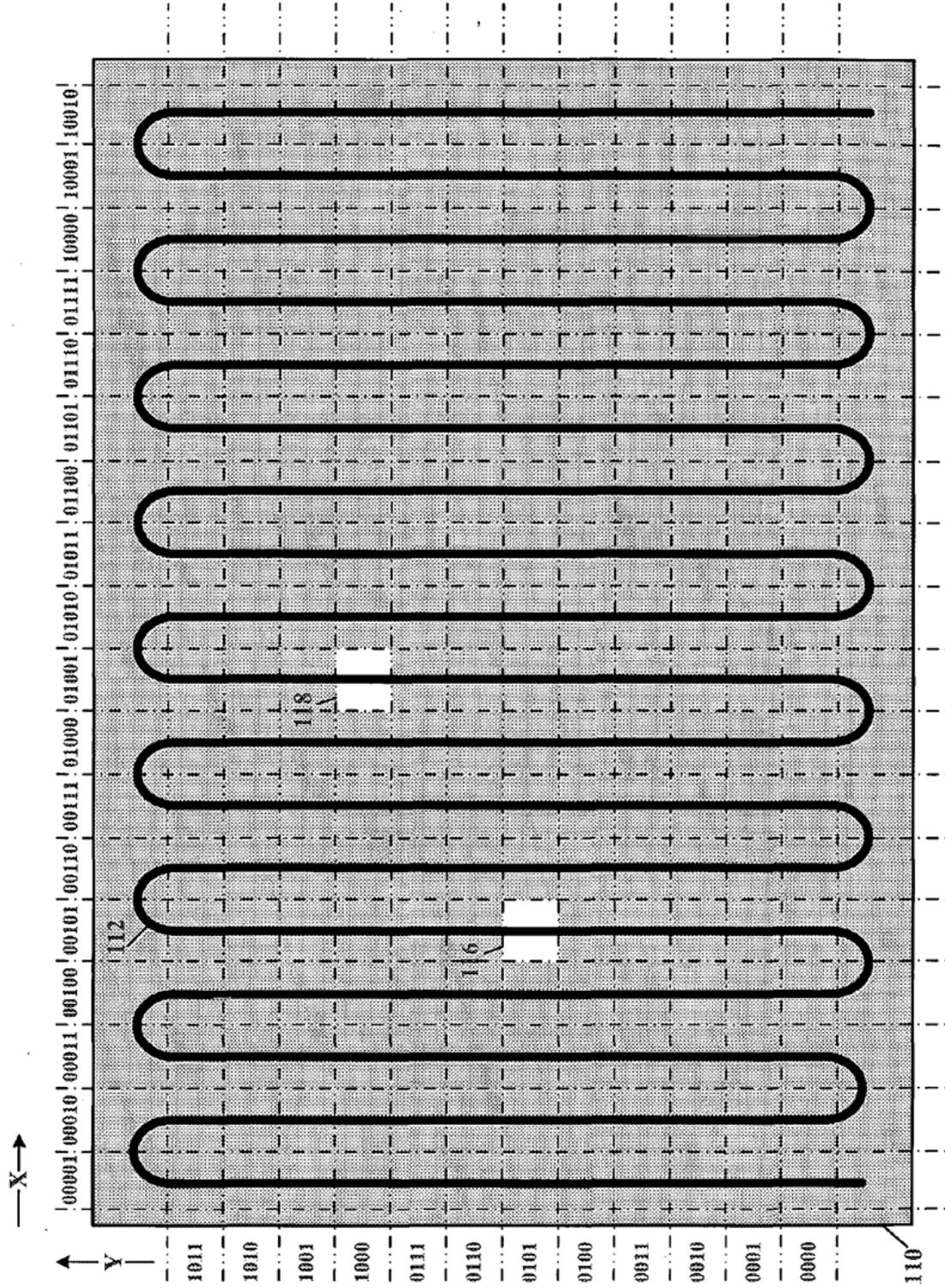


FIGURA 3

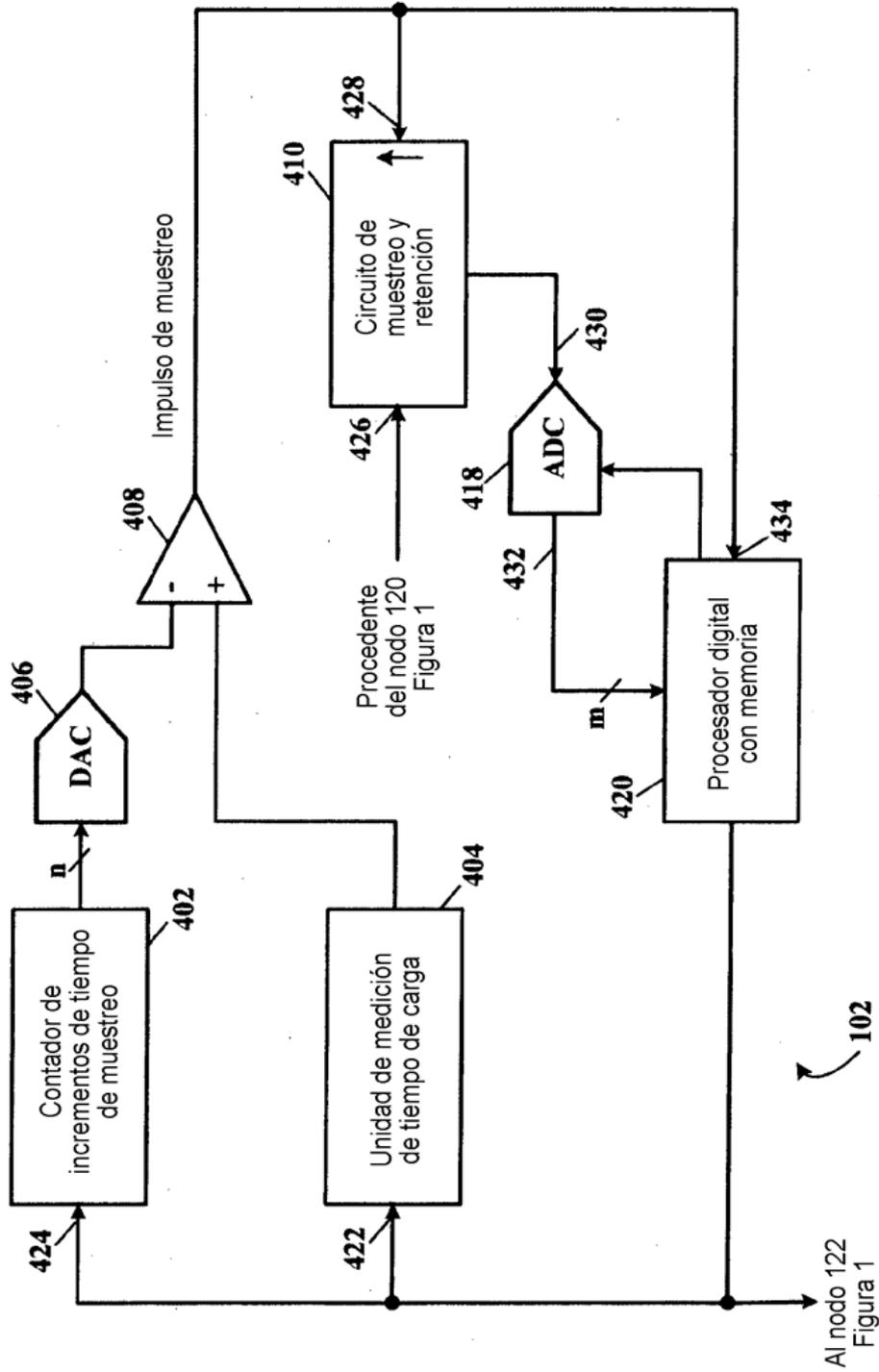


FIGURA 4

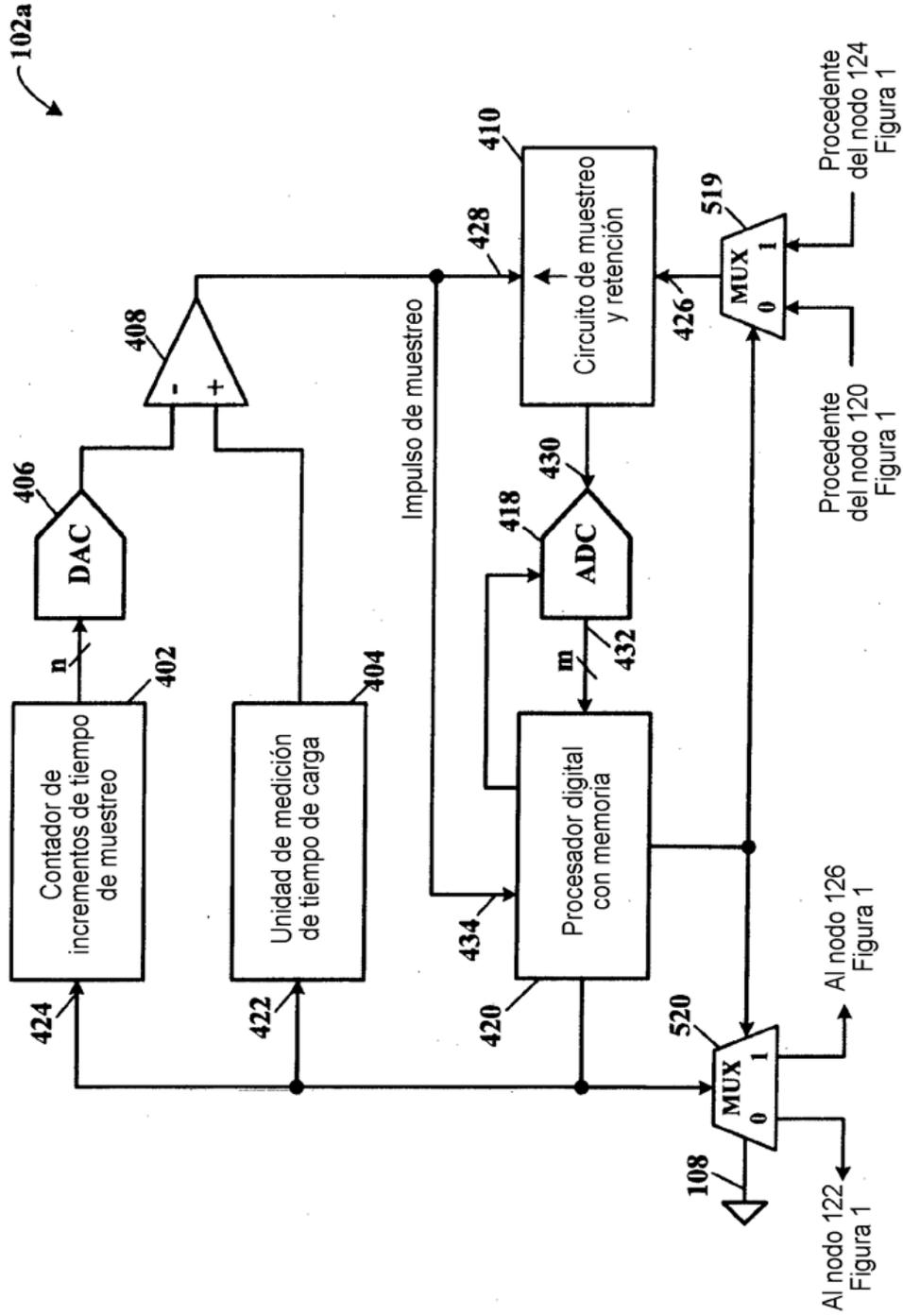


FIGURA 5

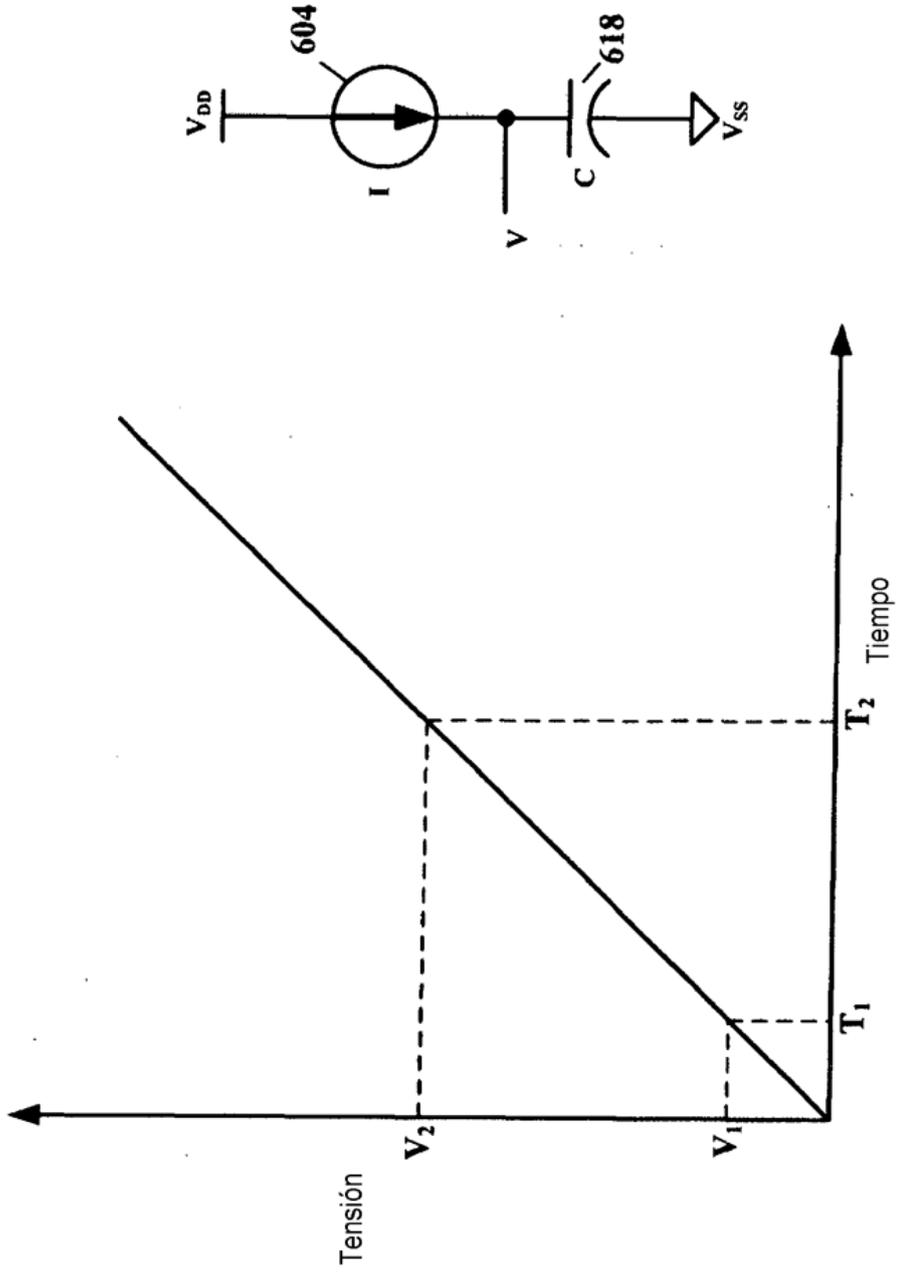


FIGURA 6

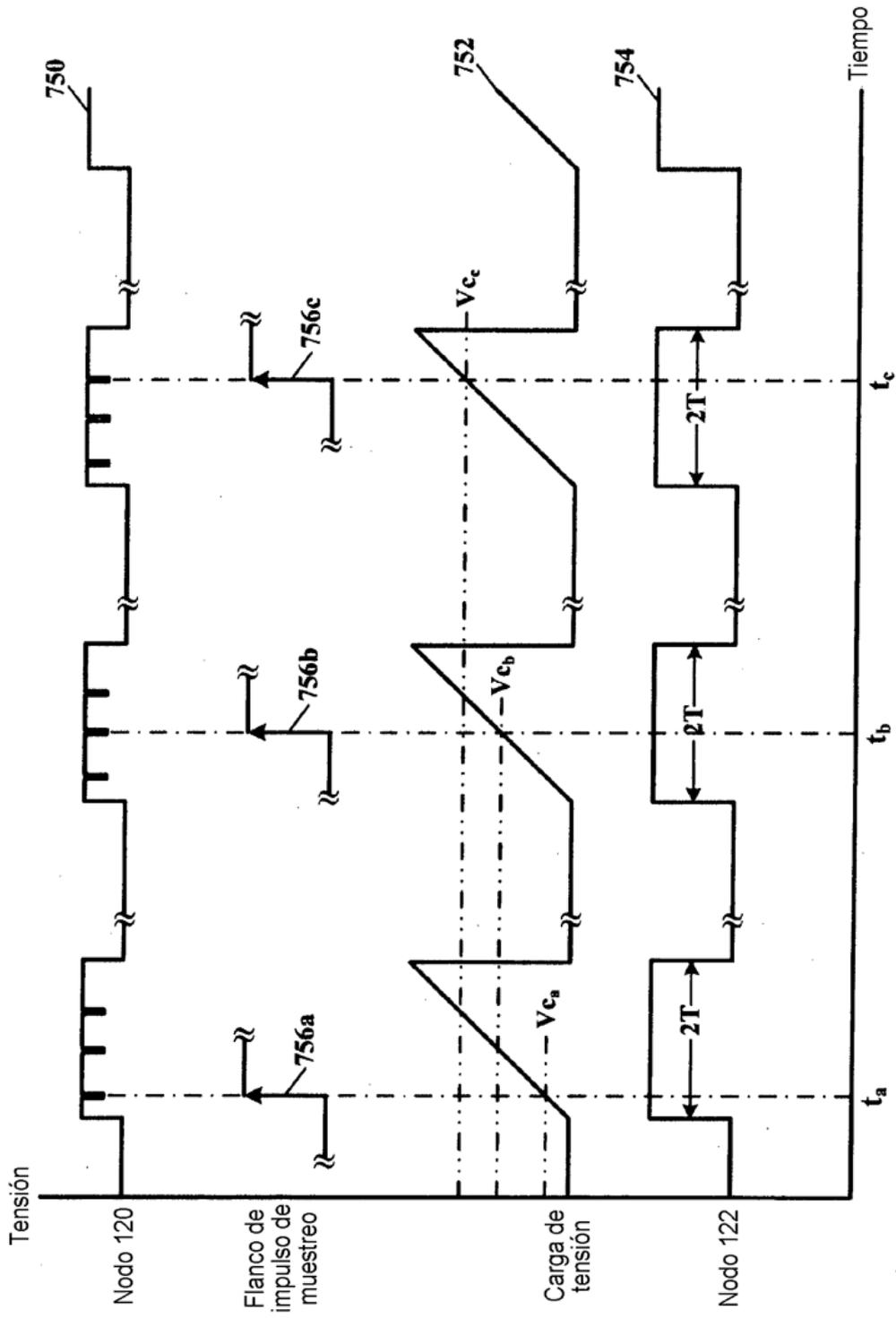


FIGURA 7

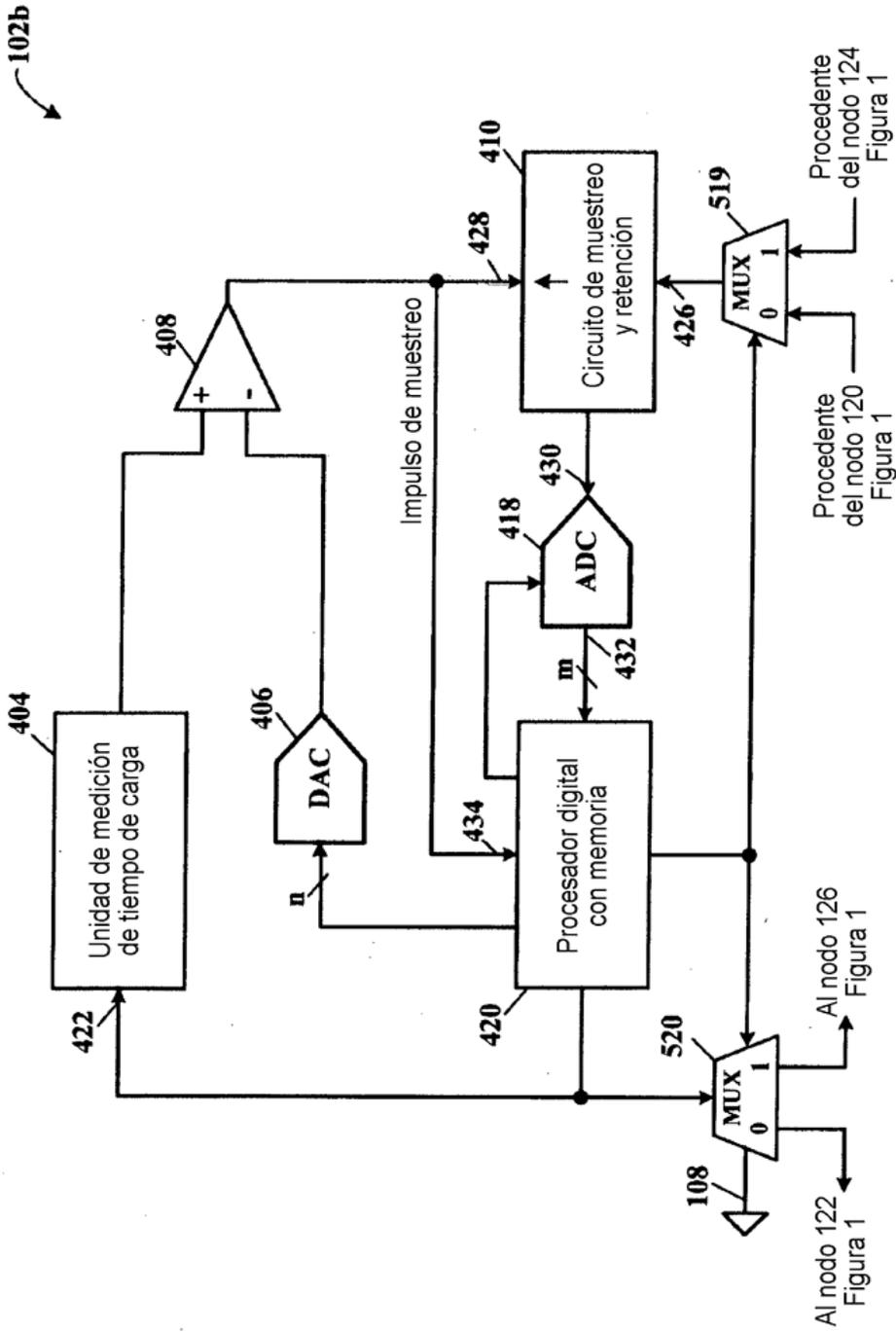


FIGURA 8

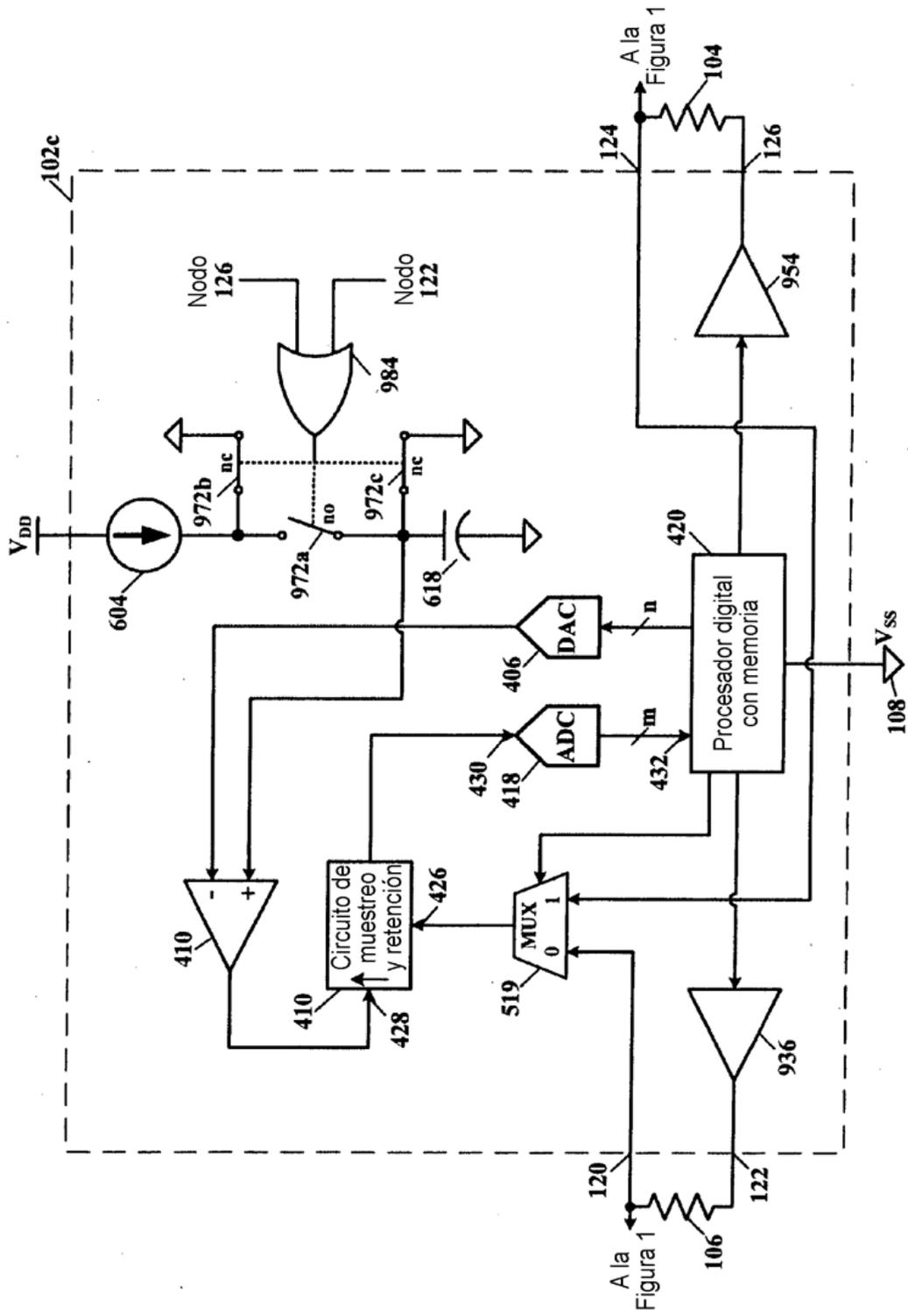


FIGURA 9

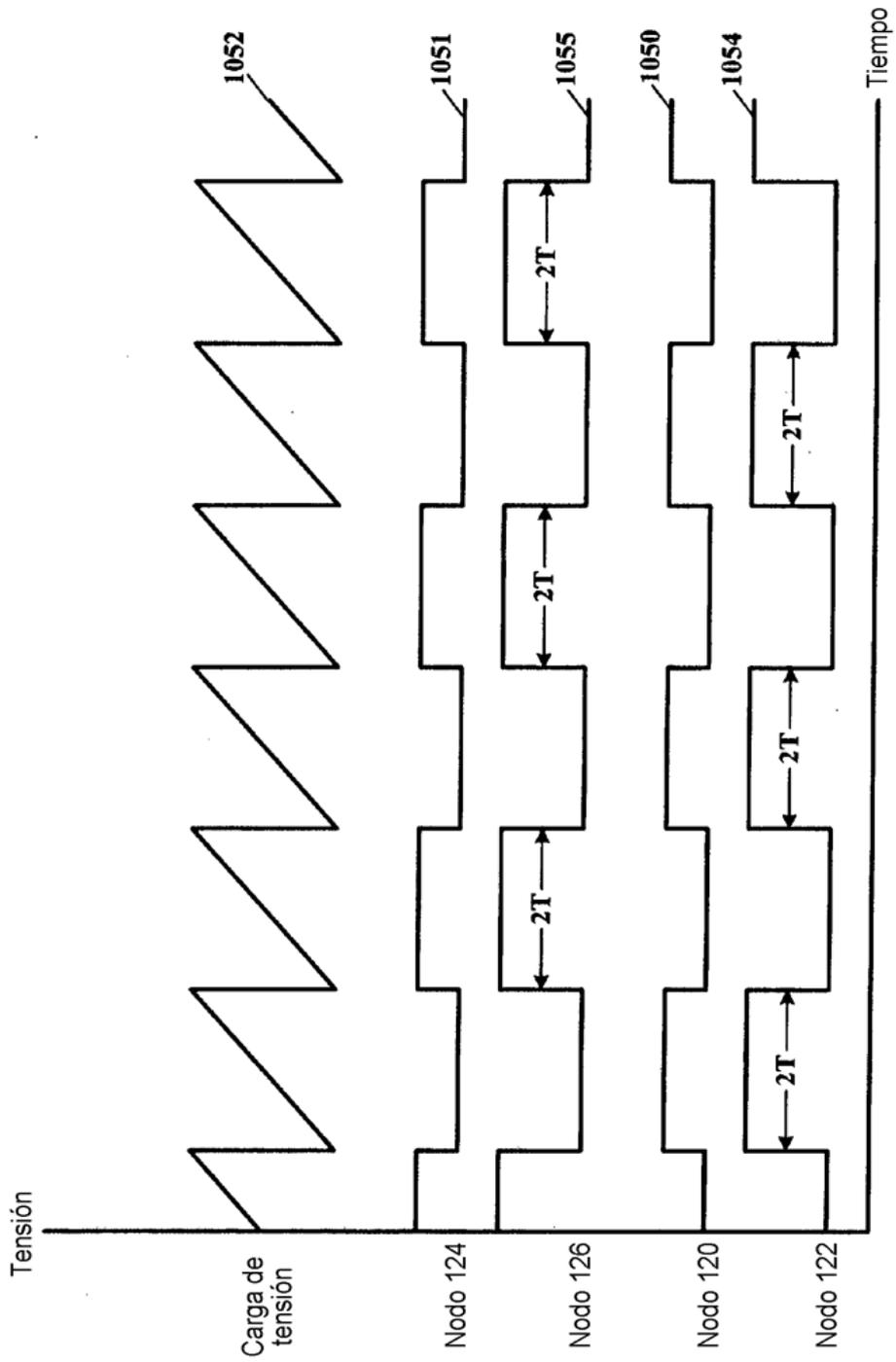


FIGURA 10

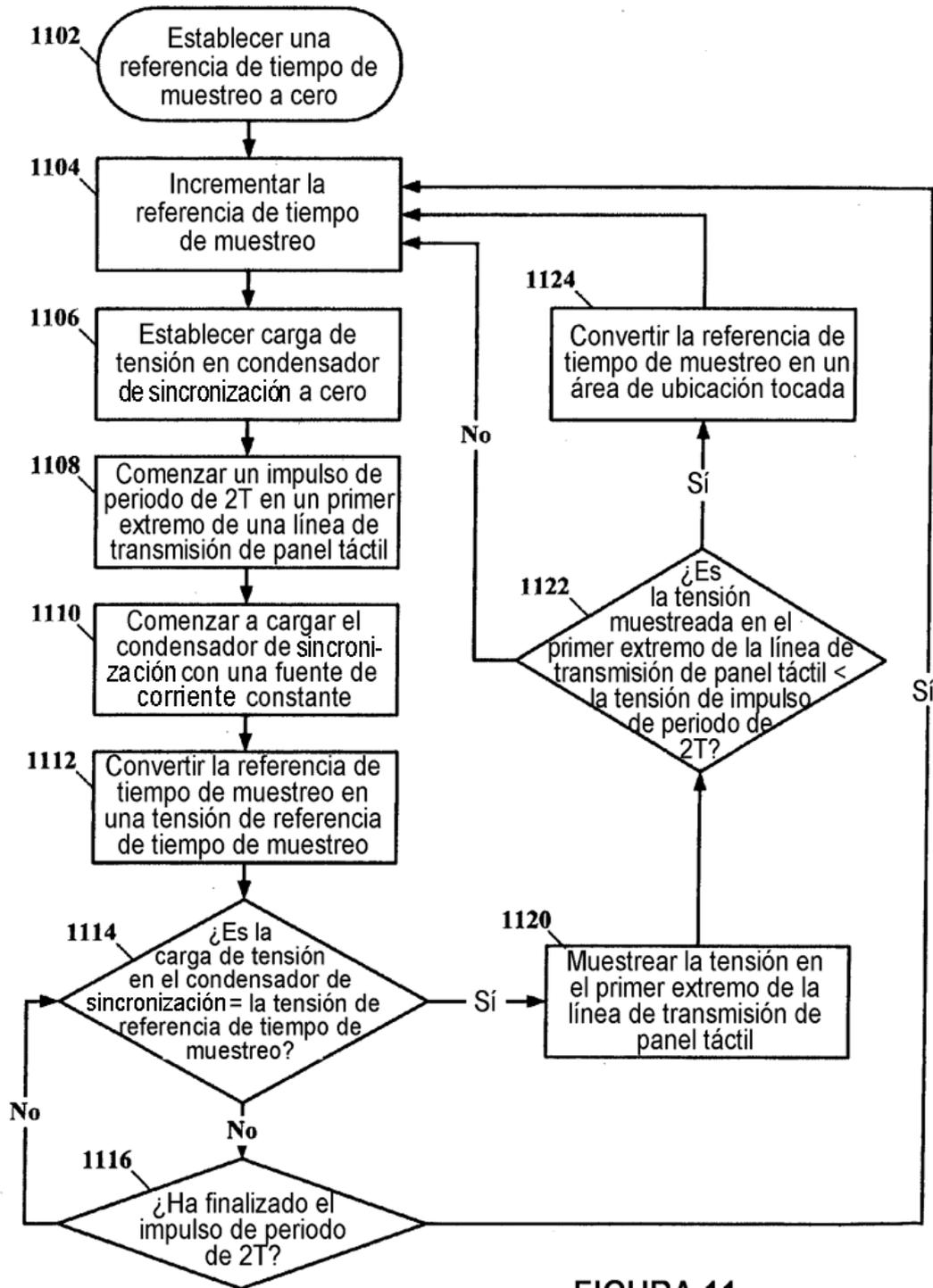


FIGURA 11

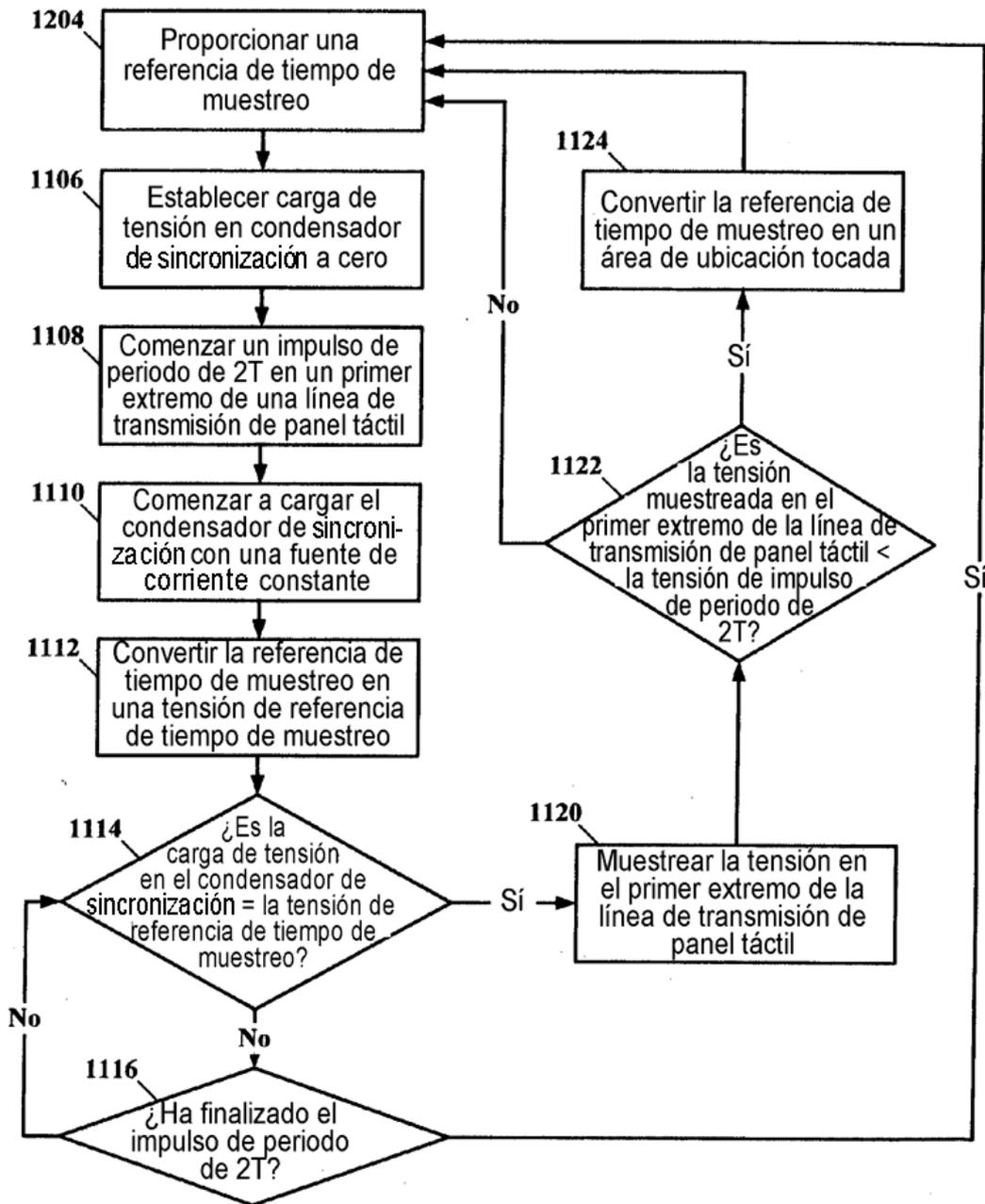


FIGURA 12