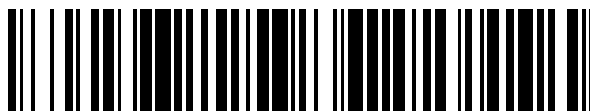


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 760 615**

51 Int. Cl.:

**G06F 21/36** (2013.01)

**H04W 12/06** (2009.01)

**H04W 88/02** (2009.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **09.06.2009 PCT/US2009/046676**

87 Fecha y número de publicación internacional: **14.01.2010 WO10005662**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **09.06.2009 E 09789774 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **16.10.2019 EP 2291786**

54 Título: **Procedimiento y sistema para seguridad de código de acceso gráfico**

30 Prioridad:

**16.06.2008 US 139692**

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

**14.05.2020**

73 Titular/es:

**QUALCOMM INCORPORATED (100.0%)  
Attn: International IP Administration 5775  
Morehouse Drive  
San Diego, CA 92121, US**

72 Inventor/es:

**ROGERS, SEAN SCOTT**

74 Agente/Representante:

**FORTEA LAGUNA, Juan José**

**ES 2 760 615 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**

Procedimiento y sistema para seguridad de código de acceso gráfico

5 CAMPO DE LA INVENCION

[0001] La presente invención se refiere en general a la seguridad informática y más particularmente a procedimientos y sistemas para el uso de códigos de acceso gráficos introducidos mediante pantalla táctil para el acceso seguro a un ordenador.

10 ANTECEDENTES

15 [0002] Los dispositivos electrónicos personales (por ejemplo, teléfonos celulares, PDA, ordenadores portátiles, dispositivos de juegos) proporcionan a los usuarios una mayor funcionalidad y almacenamiento de datos. Típicamente, los usuarios almacenan datos confidenciales, como información financiera personal, información de contacto y comunicaciones escritas en dispositivos electrónicos personales. Por lo tanto, restringir el acceso a dispositivos electrónicos personales es una necesidad para muchos usuarios.

20 [0003] La seguridad informática típicamente se basa en contraseñas e identificadores personales opcionales. Dichas contraseñas e identificadores en general se introducen a través de un teclado para acceder a un ordenador. Un problema con las contraseñas alfanuméricas introducidas mediante teclado es que se olvidan o confunden fácilmente entre diferentes dispositivos. Olvidar una contraseña esencialmente hace que un dispositivo sea inutilizable. Además, a menudo se pueden deducir contraseñas simples y fáciles de recordar. Por lo tanto, existe la necesidad de procedimientos de acceso seguro que faciliten códigos de acceso e identificadores personales fáciles de recordar e intuitivos. Tal procedimiento y sistema podría ser ampliamente utilizado para proporcionar acceso intuitivo y seguro a dispositivos electrónicos personales.

25 [0004] El documento US 2004095384 (A1) describe un sistema y un procedimiento para validar una identidad de un usuario que usa un dispositivo señalador comparando una firma de ratón muestreada con una firma de ratón autenticada. El procedimiento incluye presentar un panel virtual que incluye una imagen gráfica de fondo, una pluralidad de objetos posicionados en la imagen gráfica de fondo a un usuario. El usuario mueve el dispositivo señalador para manipular un cursor en la imagen gráfica de fondo. El procedimiento incluye un paso de muestreo de una pluralidad de eventos correspondientes a las posiciones del cursor para proporcionar una firma de ratón muestreada que incluye un conjunto de vectores de posición. El procedimiento incluye comparar la firma de ratón muestreada con una firma de ratón almacenada que representa la identidad de un usuario, y validar la identidad de un usuario en respuesta al paso de comparación.

SUMARIO

40 [0005] Los diversos modos de realización establecidos en las reivindicaciones modificadas proporcionan procedimientos y sistemas para identificar de forma rápida y fiable códigos de acceso y/o identificadores gráficos introducidos en una pantalla táctil o panel táctil de un dispositivo electrónico. Los procedimientos y sistemas de realización supervisan los datos de temporización, los datos de magnitud de presión, los datos de velocidad y/o los datos de coordenadas (posición) para identificar códigos de acceso gráficos. Los procedimientos y sistemas de realización alternativos pueden identificar correctamente códigos de acceso gráficos incluso cuando se producen variaciones aleatorias en los datos de temporización, presión, velocidad y/o coordenadas (posición) en un código de acceso introducido.

50 [0006] En un procedimiento de realización, se proporciona acceso seguro a un dispositivo móvil mediante el uso de códigos de acceso gráficos. Primero, un usuario puede crear un código de acceso gráfico tocando el panel táctil de manera memorable una o más veces y almacenando la información resultante en una memoria legible por ordenador no volátil del dispositivo electrónico que se va a asegurar. A continuación se define una envolvente para un parámetro medible (por ejemplo, presión, velocidad) del código de acceso gráfico almacenado. La envolvente también se almacena en la memoria legible por ordenador no volátil. Cuando un usuario solicita acceso al dispositivo electrónico seguro, se le solicita que introduzca el código de acceso gráfico. A continuación, el usuario introduce el código de acceso gráfico tocando la pantalla táctil o el panel táctil de la misma manera memorable. Se mide el parámetro medible del código de acceso gráfico de entrada y se compara con la envolvente del parámetro almacenado en la memoria. Se proporciona acceso si el parámetro medido cae dentro de la envolvente.

60 [0007] Los diversos procedimientos y sistemas de realización pueden implementarse en diversos dispositivos informáticos o electrónicos, incluyendo teléfonos celulares, ordenadores portátiles, asistentes digitales personales (PDA), teléfonos inteligentes, ordenadores de sobremesa, consolas de juegos y similares. Además, los diversos procedimientos y sistemas de realización pueden implementarse con una variedad de tecnologías de pantalla táctil o panel táctil, que incluyen pantallas táctiles resistivas, pantallas táctiles capacitivas, pantallas táctiles acústicas y pantallas táctiles de infrarrojos. Además, los diversos procedimientos y sistemas de realización pueden utilizar tanto

pantallas táctiles (que tienen una visualización de imágenes asociada) como paneles táctiles (que no tienen una visualización de imágenes asociada).

[0008] La invención se define mediante el alcance las reivindicaciones adjuntas.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

[0009] Los dibujos adjuntos, que se incorporan en el presente documento y constituyen parte de esta memoria descriptiva, ilustran modos de realización a modo de ejemplo de la invención. Junto con la descripción general dada anteriormente y la descripción detallada dada a continuación, los dibujos sirven para explicar las características de la invención.

La Fig. 1 es un diagrama de bloques de componentes de un dispositivo de comunicación a modo de ejemplo capaz de usar el presente procedimiento y sistema para códigos de acceso gráficos.

La Fig. 2A ilustra un código de acceso gráfico a modo de ejemplo que consiste en un golpecito, un deslizamiento y dos golpecitos.

Las Figs. 2B-2E son gráficos que ilustran una variedad de envolvente para diferentes parámetros del código de acceso gráfico que se muestra en la Fig. 2A.

La Fig. 3A es un gráfico que ilustra una envolvente diseñada para circunscribir tres códigos de acceso gráficos nominalmente idénticos introducidos durante una sesión de entrenamiento.

La Fig. 3B es un gráfico que ilustra una envolvente que no tiene límite superior y una envolvente que no existe en algunas regiones.

La Fig. 4 es un diagrama de flujo de proceso de un procedimiento de realización para crear y almacenar un código de acceso gráfico deseado.

La Fig. 5 es un diagrama de flujo de procesos de un procedimiento de realización para autenticar un código de acceso gráfico.

La Fig. 6A ilustra un segundo código de acceso gráfico a modo de ejemplo.

Las Figs. 6B-6E son gráficos que ilustran una variedad de envolventes para diferentes parámetros del código de acceso gráfico que se muestra en la Fig. 6A.

La Fig. 7A ilustra un tercer código de acceso gráfico a modo de ejemplo.

Las Figs. 7B-7E son gráficos que ilustran una variedad de envolventes para diferentes parámetros del código de acceso gráfico que se muestra en la Fig. 7A.

La Fig. 8A ilustra un cuarto código de acceso gráfico a modo de ejemplo.

Las Figs. 8B-8E son gráficos que ilustran una variedad de envolventes para diferentes parámetros del código de acceso gráfico que se muestra en la Fig. 8A.

La Fig. 9 ilustra tablas de datos a modo de ejemplo que almacenan envolventes de presión frente a posición para el código de acceso gráfico de la Fig. 2A.

La Fig. 10 ilustra tablas de datos a modo de ejemplo que almacenan envolventes de presión frente a tiempo y velocidad frente a tiempo para el código de acceso gráfico de la Fig. 2A.

La Fig. 11 ilustra una tabla de datos de conjunto de datos correlativos a modo de ejemplo para almacenar el parámetro de código de acceso medido para el código de acceso gráfico de la Fig. 2A.

La Fig. 12 es una ilustración de un dispositivo electrónico con una pantalla táctil que se comunica con un servidor de autenticación remoto. El servidor de autenticación remoto autentifica códigos de acceso gráficos.

La Fig. 13 es una arquitectura de hardware de software de un dispositivo electrónico con una pantalla táctil.

DESCRIPCIÓN DETALLADA

**[0010]** Los diversos modos de realización se describirán en detalle con referencia a los dibujos adjuntos. Siempre que sea posible, se utilizarán los mismos números de referencia en todos los dibujos para referirse a partes iguales o similares. Las referencias hechas a ejemplos e implementaciones particulares tienen fines ilustrativos.

5 **[0011]** Como se usa en el presente documento, una "pantalla táctil" es un dispositivo de entrada táctil con una visualización de imágenes asociada. Como se usa en el presente documento, un "panel táctil" es un dispositivo de entrada táctil sin una visualización de imágenes asociada. Un panel táctil, por ejemplo, se puede implementar en cualquier superficie de un dispositivo electrónico fuera del área de visualización de imágenes. Las pantallas táctiles y los paneles táctiles se denominan genéricamente en el presente documento "superficies táctiles". La superficie táctil puede ser parte integral de un dispositivo electrónico, como una pantalla táctil, o un módulo separado que se puede acoplar al dispositivo electrónico mediante un enlace de datos con cable o inalámbrico.

15 **[0012]** Como se usa en el presente documento, las expresiones "dispositivo electrónico" o "dispositivo portátil" se refieren a uno cualquiera o todos los teléfonos móviles, asistentes personales de datos (PDA), ordenadores de bolsillo, receptores de correo electrónico inalámbricos y receptores de teléfonos móviles (por ejemplo, dispositivos Blackberry® y Treo®), teléfonos móviles multimedia con acceso a Internet (por ejemplo, iPhone®), y dispositivos electrónicos personales similares, incluyendo un procesador programable, una memoria y una superficie táctil conectada o integrada. La presente invención es aplicable a cualquier tipo de dispositivo electrónico portátil o no portátil que tenga una superficie táctil integral o una superficie táctil que se pueda conectar al dispositivo electrónico, como un enlace de datos con cable (por ejemplo, un cable de datos USB o FireWire®) o un enlace de datos inalámbrico (por ejemplo, un enlace de datos Bluetooth®). En un modo de realización preferente, el dispositivo electrónico es un teléfono celular.

20 **[0013]** Como se usa en el presente documento, un "activo" se refiere a cualquiera de un dispositivo electrónico, ordenador remoto, servidor, sitio web, red, base de datos u otro equipo electrónico o activo informativo.

25 **[0014]** Como se usa en el presente documento, un "código de acceso gráfico" es una figura, dibujos, letras o entrada de forma en una superficie táctil con el dedo de un usuario o un lápiz. El código de acceso gráfico es esencialmente una serie de toques, deslizamientos y/o golpecitos en una superficie táctil de presión, velocidad y posición variables. El código de acceso gráfico se utiliza como contraseña, identificador personal o clave para proporcionar acceso seguro a un dispositivo electrónico, red, sitio web o similar.

30 **[0015]** Como se usa en el presente documento, "presión" está destinado a describir la fuerza por unidad de superficie, así como una fuerza aplicada total.

35 **[0016]** Como se usa en el presente documento, "autenticación" describe el proceso de determinar si un código de acceso gráfico introducido coincide con un código de acceso gráfico almacenado o conocido. Típicamente, la autenticación se realiza comparando las características de un código de acceso gráfico introducido con las características correspondientes de un código de acceso gráfico almacenado en la memoria.

40 **[0017]** Como se usa en el presente documento, "envolvente" se refiere a un rango de un parámetro dentro de un código de acceso gráfico que da cuenta de la variabilidad inherente en tales códigos de acceso. El parámetro puede ser, por ejemplo, presión, fuerza, velocidad, posición del eje X, posición del eje Y o grosor de línea (es decir, área de contacto). El parámetro puede estar envuelto contra el tiempo o contra la posición en la superficie táctil que se utiliza para la autenticación de código acceso gráfico. Para la autenticación, un código de acceso gráfico debe ocupar una parte de una envolvente.

45 **[0018]** Los diversos modos de realización proporcionan procedimientos y sistemas para la autenticación de un usuario a un dispositivo electrónico usando una entrada de código de acceso gráfico a través de una superficie táctil como una credencial de autenticación. En funcionamiento, un usuario crea un código de acceso gráfico tocando una superficie táctil en una serie de movimientos y toques en un breve período de tiempo. La serie de movimientos y toques se registran en la superficie táctil en un procedimiento de inicialización. Es posible que se requiera que los usuarios repitan los movimientos y toques del código de acceso gráfico varias veces para registrar la variabilidad en los movimientos, las presiones y la temporización relativa. Dicha variabilidad se puede utilizar para definir los límites o la envolvente del código de acceso gráfico. El código de acceso gráfico creado durante el procedimiento de inicialización puede considerarse el código de acceso gráfico de plantilla con el que se comparan todos los códigos de acceso gráficos introducidos posteriormente. Los movimientos que comprenden tanto el código de acceso gráfico de plantilla como los códigos de acceso gráficos introducidos posteriormente pueden variar en términos de presión, velocidad, posición y/o grosor de línea. El código de acceso gráfico creado durante el procedimiento de inicialización, incluidas las variaciones de presión, velocidad, posición y/o grosor de línea, se almacena en una memoria no volátil. Con el código de acceso gráfico de plantilla almacenado, el código de acceso gráfico introducido posteriormente se puede autenticar contra el código de acceso gráfico de plantilla antes de que se otorgue acceso al dispositivo electrónico.

55 **[0019]** En diversos modos de realización, cuando se introduce el código de acceso gráfico de plantilla, uno o más parámetros cuantificables (por ejemplo, temporización, velocidad, presión, fuerza, grosor de línea, área de contacto o la ubicación) del código de acceso gráfico de plantilla introducido se mide por la superficie táctil. Los parámetros medidos se pueden trazar en función del tiempo y/o la posición en la superficie táctil. De forma alternativa, los

parámetros medidos pueden formatearse como conjuntos de datos en los que cada parámetro medido está correlacionado con valores de tiempo relativos (por ejemplo, tiempo desde el inicio del código de acceso) y/o coordenadas posicionales, como las coordenadas XY en la pantalla táctil. Estos parámetros y gráficos medidos o conjuntos de datos correlacionados pueden almacenarse como parte del archivo de código acceso gráfico de plantilla.

5 Cuando posteriormente se introduce un código de acceso gráfico, los mismos parámetros se miden y se trazan en función del tiempo y/o posición y se comparan con los gráficos del código de acceso gráfico de plantilla. De forma alternativa, los códigos de acceso gráficos posteriores se pueden convertir en conjuntos de datos que se comparan con los conjuntos de datos almacenados. Para que el código de acceso gráfico introducido posteriormente se autentifique, el valor del parámetro medido debe estar dentro de un rango o tolerancia para cada incremento de tiempo  
10 y/o posición. En otras palabras, los gráficos de parámetros deben coincidir con los del código de acceso gráfico de plantilla dentro de una envolvente o tolerancia.

**[0020]** En un modo de realización, una gama de valores de parámetros para cada incremento de tiempo o incremento de posición puede determinarse durante el proceso de inicialización de modo que los códigos de acceso gráficos posteriormente introducidos no tienen que coincidir con el código de acceso gráfico de plantilla exactamente. Por el contrario, siempre que los códigos de acceso gráficos introducidos posteriormente se introduzcan dentro de un rango similar al de la plantilla, el código de acceso gráfico introducido posteriormente se autentificará. El rango de valores de parámetros puede variar en tiempo o posición, y puede ser indefinido (o infinitamente grande) en algunas regiones de tiempo o posición. Por lo tanto, se define una envolvente de rangos aceptables para los parámetros en tiempo y posición, y el parámetro medido de un código de acceso gráfico introducido posteriormente debe estar dentro de la envolvente para ser autenticado. El ancho y la forma de la envolvente se pueden calcular mediante sesiones de capacitación con el usuario durante el proceso de inicialización. Grandes variaciones en un parámetro medido durante la sesión de entrenamiento producirán una envolvente amplia; pequeñas variaciones en un parámetro medido durante la sesión de entrenamiento producirán una envolvente estrecha. La variabilidad inherente a las entradas múltiples del código de acceso gráfico puede determinarse utilizando procedimientos de análisis estadísticos conocidos de modo que la envolvente definida abarque la mayoría de los códigos de acceso gráficos introducidos por el usuario durante la sesión de entrenamiento. Por ejemplo, la envolvente se puede establecer en el límite de dos sigma (es decir, dos desviaciones estándar) de las mediciones de parámetros medias, lo cual abarcaría el código de acceso gráfico del usuario aproximadamente el 95 por ciento del tiempo (al menos en condiciones similares a las realizadas durante sesión de entrenamiento). Opcionalmente, los usuarios pueden introducir los ajustes que se realizarán para configurar la holgura de la envolvente para que el código de acceso sea más o menos estricto. Por ejemplo, los usuarios pueden introducir un ajuste que modifique el múltiplo aplicado a la desviación estándar (por ejemplo, para establecer la envolvente en 1,6 veces los valores de desviación estándar, por ejemplo).

**[0021]** La Fig. 1 representa componentes típicos de un dispositivo electrónico 70 capaz de soportar los diversos modos de realización. El dispositivo electrónico 70 tiene un procesador 71, una memoria legible por ordenador 72, un transceptor de radiocomunicaciones 75, un teclado 76, un teclado de navegación 77, una antena 74, un reloj 78 y una pantalla táctil 40. La pantalla táctil 40 puede ser cualquier tipo de pantalla táctil, como una pantalla táctil de detección resistiva, una pantalla táctil de detección capacitiva, una pantalla táctil de detección por infrarrojos, una pantalla táctil de detección acústica/piezoeléctrica, o similares. Los diversos modos de realización no se limitan a ningún tipo particular de tecnología de pantalla táctil o panel táctil. Durante un procedimiento de inicialización, el usuario puede ejecutar un código de acceso gráfico para utilizarlo como un código de acceso gráfico de plantilla en la pantalla táctil 40. El código de acceso gráfico de plantilla y los gráficos o conjuntos de datos asociados se almacenan en la memoria legible por ordenador no volátil 72. Posteriormente, cada vez que un usuario desea acceder al dispositivo electrónico 70, los usuarios proporcionan el código de acceso gráfico al dispositivo electrónico 70 a través de la pantalla táctil 40. El procesador 71 compara el código de acceso gráfico introducido posteriormente con el código de acceso gráfico de plantilla y los gráficos o conjuntos de datos asociados (es decir, una o más envolventes) almacenados en la memoria 72 como se describe más detalladamente a continuación.

**[0022]** En algunos modos de realización, una superficie táctil puede proporcionarse en las zonas del dispositivo electrónico 70 fuera de la pantalla táctil 40. Por ejemplo, el teclado 76 puede incluir una superficie táctil con sensores táctiles capacitivos enterrados. En otros modos de realización, el teclado 76 puede eliminarse de modo que la pantalla táctil 40 proporciona la interfaz de usuario completa. En modos de realización adicionales, la superficie táctil puede ser un panel táctil externo que se puede conectar al dispositivo electrónico 70 por medio de un cable a un conector de cable 79 (por ejemplo, un conector FireWire® o USB), un transceptor inalámbrico (por ejemplo, el transceptor 75) acoplado al procesador.

**[0023]** En algunos modos de realización, el dispositivo electrónico 70 puede incluir sensores para detectar y medir la presión o fuerza aplicada a la pantalla táctil 40. La medición de la presión o la fuerza se resuelve preferentemente en el tiempo o en la posición para que la presión o la fuerza se puedan medir y representar o correlacionar en función del tiempo o la posición. En algunos modos de realización, se proporciona un sensor de fuerza para medir una fuerza total aplicada a toda la pantalla táctil. Por ejemplo, un solo sensor de fuerza dispuesto debajo de la pantalla táctil se puede usar para medir la fuerza total aplicada a la pantalla táctil 40.

**[0024]** La Fig. 2A ilustra un código de acceso gráfico a modo de ejemplo. En este ejemplo, el código de acceso incluye un primer golpecito 20a en la región superior izquierda de la pantalla táctil 40 seguido de un deslizamiento 22 en una

dirección hacia abajo, de izquierda a derecha, seguido de dos golpecitos 20b y 20c en la región inferior derecha de la pantalla táctil 40. El deslizamiento 22 tiene una región de mayor presión/fuerza aplicada 24 aproximadamente en el medio del deslizamiento. Además, el deslizamiento comienza a una velocidad más rápida (cerca del golpecito 20a) y termina a una velocidad más lenta (cerca del golpecito 20b). Los golpecitos 20a, 20b y 20c son aproximadamente iguales entre sí en términos de presión/fuerza medida y valores de velocidad.

**[0025]** La Fig. 2B es un gráfico de presión (o fuerza) frente a tiempo para el código de acceso gráfico ilustrado en la Fig. 2A. Los golpecitos 20a 20b y 20c aparecen como picos de presión. El deslizamiento 22 aparece como una forma de colina, con una protuberancia en el medio correspondiente a la región de mayor fuerza 24. De manera similar, la Fig. 2C es un gráfico de presión (o fuerza) frente a posición del eje Y para el código de acceso de la Fig. 2A. En la Fig. 2C, los golpecitos 20a, 20b y 20c aparecen como puntos de una magnitud de presión/fuerza particular localizada a lo largo del eje Y. Debido a que el deslizamiento 22 es de naturaleza lineal con un área de fuerza aumentada 24 en el medio del deslizamiento, la Fig. 2C también muestra la forma de la colina, con una protuberancia en el centro correspondiente a la región de mayor fuerza 24. En las Figs. 2B y 2C, las líneas continuas y los puntos ilustran los valores medidos reales de presión o fuerza en función del tiempo o la posición del eje Y. Las líneas discontinuas 28 representan la envolvente de parámetros que se analiza con más detalle a continuación.

**[0026]** De manera similar, la Fig. 2D es un gráfico de presión/fuerza en función de la posición del eje X para el código de acceso de la Fig. 2A. Como en la Fig. 2C, en la Fig. 2D, los golpecitos 20a, 20b y 20c aparecen como puntos de una magnitud de presión/fuerza particular localizada a lo largo del eje X. Debido a la naturaleza lineal del deslizamiento 22, la misma forma de colina con protuberancia en el medio del deslizamiento también se muestra en la Fig. 2D. La Fig. 2E es un gráfico de velocidad versus tiempo para el código de acceso de la Fig. 2A. Como se muestra en la Fig. 2E, los golpecitos instantáneos se representan como puntos de velocidad esencialmente cero, mientras que el deslizamiento 22 se muestra como una forma trapezoidal donde la velocidad del deslizamiento 22 comienza rápido y termina más lento.

**[0027]** Las líneas de trazos ilustran envolventes de parámetros 28 sobre el código de acceso gráfico ilustrado en la Fig. 2A. Las envolventes de parámetros 28 representan el rango de valores para parámetros característicos (por ejemplo, presión, fuerza, velocidad) dentro de los cuales debe entrar un código de acceso gráfico introducido para ser autenticado. En otras palabras, la envolvente de parámetros 28 circunscribe los valores de los parámetros que pueden ser aceptables para que un código de acceso gráfico introducido se considere auténtico. Un código de acceso gráfico introducido posteriormente que se desvía fuera de cualquiera de los parámetros de envolvente 28 representados puede no ser autenticado.

**[0028]** Un código de acceso gráfico puede ser autenticado por uno o más parámetros característicos y envolventes asociadas. Por ejemplo, el código de acceso gráfico de la Fig. 2A puede autenticarse utilizando solo datos de presión respecto tiempo y la envolvente asociada en la Fig. 2B. De forma alternativa, el código de acceso gráfico se puede autenticar usando presión frente a posición X y adicionalmente presión frente a posición Y y datos de velocidad frente a tiempo, en cuyo caso se utilizan las envolventes de las Figs. 2C, 2D y 2E. En un modo de realización preferente, se usa una combinación de parámetros y envolventes de parámetros para autenticar un código de acceso gráfico introducido.

**[0029]** Un código de acceso gráfico en general será más seguro si se utiliza un mayor número de parámetros característicos y envolventes para la autenticación. Sin embargo, una gran cantidad de parámetros y envolventes también tenderán a hacer que el código de acceso gráfico sea más difícil de recordar y usar. Un código de acceso gráfico puede ser difícil de introducir correctamente si la velocidad, la presión, el tiempo y la ubicación se deben representar con precisión. Las reivindicaciones adjuntas no se limitan en modo alguno a ningún número de parámetros, envolventes o valores de envolventes que se deben utilizar.

**[0030]** En un modo de realización alternativo, un usuario puede ajustar el tamaño y forma de la envolvente de parámetros. Al ampliar la envolvente de parámetros 28 que rodea el valor del parámetro medido, se necesita menos precisión al introducir el código de acceso gráfico antes de autenticar el código de acceso gráfico introducido. Por el contrario, al reducir la envolvente de parámetros 28 que rodea el valor del parámetro medido, se necesita más precisión al introducir el código de acceso gráfico antes de que el código de acceso gráfico introducido sea autenticado. Esto permitirá al usuario equilibrar las necesidades competitivas de seguridad y facilidad de uso. Una envolvente grande o ancha será más fácil de satisfacer y, por lo tanto, menos segura. Una envolvente pequeña o estrecha será más difícil de satisfacer y, por lo tanto, más segura. El usuario puede ajustar de forma independiente los tamaños de envolvente para presión, temporización, velocidad y otros parámetros. De forma alternativa, el tamaño y el ancho de las envolventes pueden ser fijos o ajustados por software en el dispositivo.

**[0031]** En otro modo de realización, un usuario puede seleccionar qué parámetros medidos se utilizan para la autenticación de código de acceso gráfico. Por ejemplo, el usuario puede decidir si la fuerza aplicada, temporización y/o velocidad se utilizan como requisitos para el código de acceso gráfico. Además, el usuario puede seleccionar si el parámetro se mide en función de la posición o en función del tiempo. De forma alternativa, los parámetros utilizados para la autenticación pueden fijarse mediante software o hardware en el dispositivo.

**[0032]** En otros modos de realización, el tamaño y la anchura de las envolventes 28 se puede calcular de forma automática por el dispositivo electrónico 70. Por ejemplo, durante un procedimiento de entrenamiento dentro del procedimiento de inicialización, se puede solicitar al usuario que introduzca un código de acceso gráfico deseado varias veces. Se miden las variaciones en los parámetros característicos de cada iteración múltiple introducida en la sesión de entrenamiento. A continuación, el dispositivo electrónico puede seleccionar el tamaño y la forma de la envolvente para que la mayoría o la totalidad de los códigos de acceso gráficos introducidos se autentiquen. Por ejemplo, las variaciones en los parámetros característicos se pueden analizar estadísticamente para generar envolventes que abarcan los códigos de acceso introducidos dentro de un límite de tolerancia seleccionado (por ejemplo, dos sigma como se mencionó anteriormente). Por lo tanto, si un usuario tiene una gran variación en un parámetro característico (por ejemplo, grandes variaciones en la presión aplicada en códigos de acceso nominalmente idénticos), la envolvente puede dimensionarse para tener en cuenta la variación. Por lo tanto, la envolvente puede tener una forma única para cada usuario. El tamaño de la envolvente se puede calcular basándose en distribuciones estadísticas, de modo que una fracción estimada (por ejemplo, 50 %, 75 %, 90 %) de los códigos de acceso de entrada estará dentro de la envolvente y, por lo tanto, se autentificará. Por ejemplo, la Fig. 3A muestra gráficos de presión frente a tiempo para múltiples códigos de acceso de entrada 26a 26b 26c, cada uno de los cuales es ligeramente diferente. En la Fig. 3A, se forma una envolvente de parámetros 28 de manera que todos los valores de parámetros medidos de los múltiples códigos de acceso de entrada 26a 26b 26c se incluyen dentro de la envolvente de parámetros 28. De esta manera, un usuario puede tener en cuenta ligeras variaciones en la entrada posterior del código de acceso gráfico durante cada intento de autenticación.

**[0033]** En un modo de realización alternativo, la envolvente puede ser inexistente (es decir, infinitamente grande) en ciertas regiones de tiempo o posición. En este caso, las áreas donde la envolvente no existe no se utilizan para la autenticación. El valor del parámetro medido en estas áreas es irrelevante. Por ejemplo, la Fig. 3B muestra un código de acceso gráfico donde la envolvente de parámetros 28 no tiene límite inferior ni superior para el intervalo de tiempo indicado por paréntesis 29. Por lo tanto, al comparar un código de acceso gráfico introducido posteriormente con el código de acceso de plantilla, cualquier lectura de presión durante estos intervalos de tiempo satisfará el proceso de autenticación siempre que el valor de presión medido del código de acceso gráfico introducido posteriormente se encuentre dentro de la envolvente de parámetros 28 donde la envolvente de parámetros 28 se define. No hay envolvente presente en los intervalos de tiempo 29, por lo que la magnitud de presión en los intervalos 29 no es necesaria para la autenticación. Proporcionar una envolvente indefinida para partes del código de acceso gráfico puede facilitar que los usuarios introduzcan códigos de acceso aceptables al limitar la autenticación a las partes que son más reproducibles y menos sensibles a pequeñas variaciones.

**[0034]** En algunos modos de realización, la autenticación del código de acceso gráfico posteriormente introducida puede emplear una medición de un tamaño (es decir, área) del objeto o de la punta del dedo aplicada a la superficie táctil. Por ejemplo, la superficie táctil puede discriminar entre la punta de un dedo grande y una punta pequeña del lápiz, y utilizar esta diferencia de área como un parámetro medido que se puede comparar con el código de acceso gráfico de plantilla para la autenticación. La autenticación puede requerir un área de contacto medida mayor o menor que un cierto tamaño, o dentro de un cierto rango de tamaños. El requisito de tamaño puede determinarse durante una sesión de entrenamiento, o puede predefinirse o puede ser seleccionado por el usuario.

**[0035]** En un modo de realización alternativo, el dispositivo electrónico 70 puede proporcionar al usuario un punto de inicio o de finalización para el código de acceso gráfico. Por ejemplo, el dispositivo electrónico 70 puede mostrar una "X" o símbolo de destino en la posición inicial o final del código de acceso gráfico. Esto puede tender a disminuir la tasa de fallos de autenticación y ayudar al usuario a representar con mayor precisión el código de acceso gráfico en modos de realización donde los datos de código de acceso gráfico de plantilla incluyen gráficos de presión y/o velocidad medida en relación con la posición. Al indicarle al usuario dónde comenzar o finalizar el código de acceso gráfico introducido, el usuario puede tener una mayor tasa de autenticación.

**[0036]** En otro modo de realización alternativo, el dispositivo electrónico 70 puede incluir un acelerómetro para detectar el movimiento. La medición del movimiento se puede utilizar para corregir errores en la representación gráfica del código de acceso. Por ejemplo, en un entorno lleno de baches (por ejemplo, en un automóvil o vehículo), los deslizamientos pueden causar temblores en la mano del usuario y en el dispositivo (en relación con la mano del usuario), lo cual afecta la entrada del código de acceso gráfico. Filtrar o eliminar el componente del código de acceso gráfico introducido posteriormente debido a la agitación ayudará al usuario a representar correctamente el código de acceso gráfico en un entorno lleno de baches. De forma alternativa, la detección de aceleración frecuente consistente con un entorno lleno de baches puede usarse para expandir la envolvente del código de acceso gráfico para facilitar que un usuario introduzca un código de acceso que cumpla con los criterios de autenticación.

**[0037]** Se debe apreciar que las envolventes de parámetros 28 en el dominio del tiempo (por ejemplo, la envolvente de presión frente a tiempo de la Fig. 2B) incluyen inherentemente información de temporización para los golpecitos y deslizamientos que comprenden el código de acceso gráfico. Por lo tanto, las envolventes de parámetros 28 en el dominio del tiempo pueden reconocer ritmos en el código de acceso gráfico. En otro modo de realización alternativo, el dispositivo electrónico 70 puede configurarse para ignorar información espacial (por ejemplo, información de coordenadas X e Y) y solo autenticar información en el dominio del tiempo. En este caso, por ejemplo, el ritmo correcto y el número de golpecitos en cualquier parte de la superficie táctil es suficiente para la autenticación de código acceso

gráfico. La ubicación puede ser irrelevante, siempre que los golpecitos tengan la temporización (es decir, el ritmo) correcta. La temporización se puede medir con precisión en relación con el reloj 78.

5 **[0038]** La Fig. 4 ilustra un flujo de pasos del proceso en un procedimiento de un modo de realización para inicializar un dispositivo electrónico con un código de acceso gráfico de plantilla. El dispositivo electrónico 70 a través del procesador 71 y la pantalla 40 puede solicitar al usuario que introduzca un código de acceso gráfico deseado, paso 101. En respuesta a la solicitud, el usuario introduce un código de acceso gráfico para usarlo como plantilla de código de acceso, paso 102, por ejemplo arrastrando la punta de un dedo sobre la superficie táctil de la manera apropiada. Opcionalmente, se le puede solicitar al usuario que complete una sesión de entrenamiento, paso 103, donde se puede introducir el código de acceso gráfico deseado varias veces para permitir que el procesador 71 genere las envolventes de parámetros necesarios 28 que circunscriben la plantilla de código de acceso. De forma alternativa, el usuario puede iniciar una sesión de entrenamiento. El procesador 71 del dispositivo electrónico 70 mide al menos un parámetro característico del código de acceso gráfico de plantilla introducido y almacena el al menos un parámetro característico medido en la memoria interna 72 como al menos parte de la plantilla de código de acceso, paso 104. Los parámetros del código de acceso medidos pueden incluir la posición del eje X, la posición del eje Y, la presión, la velocidad, el grosor de la línea, etc. Las mediciones de los parámetros característicos pueden medirse y almacenarse en función del tiempo o la ubicación. Por ejemplo, si se mide la fuerza aplicada, la fuerza aplicada medida en cada intervalo de tiempo se almacena en la memoria 72. Las mediciones de parámetros característicos pueden almacenarse como gráficos trazados o como conjuntos de datos correlacionados.

20 **[0039]** El procesador 71 puede calcular una envolvente o rango de valores aceptable para cada parámetro característico dentro de la plantilla código de acceso, paso 105. Se puede implementar una envolvente de parámetros 28 ya que, naturalmente, habrá variaciones cada vez que un usuario introduzca un código de acceso gráfico. Por ejemplo, la fuerza aplicada en general no será idéntica cada vez que un usuario introduzca el código de acceso gráfico. Los valores de envolvente aceptables pueden calcularse estadísticamente a partir de múltiples sesiones de entrenamiento, o pueden basarse en cantidades predeterminadas y estimadas de variación. Como parte del proceso de cálculo de la envolvente aceptable, se puede aceptar la entrada del usuario para ajustar el rango de la envolvente, lo cual permite a los usuarios apretar o aflojar la envolvente sobre su línea de base de código de acceso. De esta manera, los usuarios pueden configurar la "precisión" de su código de acceso para hacer que su verificación sea más o menos estricta. Por ejemplo, si la envolvente se determina como un múltiplo de las desviaciones estándar de los valores de los parámetros medidos, se puede aceptar la entrada del usuario para ajustar el múltiplo utilizado en este cálculo. Algunos modos de realización pueden renunciar opcionalmente al uso de una envolvente de parámetros. Sin embargo, en tales modos de realización, cualquier código de acceso gráfico introducido posteriormente debe introducirse exactamente como el código de acceso gráfico de plantilla para autenticarse. Una vez que se han calculado los valores de envolvente aceptables, los valores de envolvente aceptables se almacenan en la memoria 72 como parte de la plantilla de código de acceso, paso 106. El procesador 71 utiliza la plantilla de código de acceso y sus valores de envolvente aceptables para determinar la autenticidad de un código de acceso gráfico introducido posteriormente.

40 **[0040]** La Fig. 5 ilustra un flujo de proceso de pasos de un procedimiento de realización para usar códigos de acceso gráficos para obtener acceso a un dispositivo electrónico. En el modo de realización mostrado en la Fig. 5, un usuario solicita acceso a un dispositivo electrónico 70 que usa un sistema de seguridad de código de acceso gráfico, paso 202. El dispositivo electrónico 70 a través del procesador 71 y la pantalla 40 solicita al usuario que introduzca un código de acceso gráfico que se está utilizando como credencial de autenticación, paso 203. El usuario introduce el código de acceso gráfico que recibe el procesador 71 a través de la superficie táctil 40, paso 204. A medida que se dibuja el código de acceso en la superficie táctil, el procesador 71 mide varios parámetros característicos (por ejemplo, presión, fuerza, velocidad, datos de coordenadas X o Y) del código de acceso gráfico introducido y almacena los valores de parámetros medidos en una memoria intermedia, paso 205. La medición de valores de parámetros característicos puede comprender la medición de datos de parámetros sin procesar que se almacenan en una tabla, tal como un conjunto de datos correlacionados. De forma alternativa, se pueden generar y almacenar varios gráficos de valores de parámetros frente a ubicación o tiempo en la memoria intermedia. Una vez que los valores de los parámetros medidos se almacenan en una memoria intermedia, la plantilla de código de acceso junto con los diversas envolventes de valores de parámetros aceptables para cada uno de los diferentes parámetros para la plantilla de código de acceso gráfico pueden recuperarse de la memoria, paso 206. Cada una de las envolventes de parámetros recuperados respectivos define el rango de valores aceptables para cada incremento de tiempo y/o posición para el parámetro medido respectivo en el código de acceso. Cada uno de los valores de parámetros medidos para el código de acceso gráfico introducido se compara con la envolvente del parámetro recuperado respectivo de la plantilla de código de acceso, paso 207, y se determina si el código de acceso gráfico introducido se encuentra dentro de los rangos aceptables de la plantilla de código de acceso, decisión 208. Si cada uno de los valores de parámetros medidos respectivos almacenados en la memoria intermedia está dentro del rango de valores aceptables de cada envolvente respectiva (es decir, decisión 208 = "Sí"), entonces se permite el acceso al dispositivo electrónico 70, paso 209. Si cualquiera o alguna fracción de los valores de los parámetros medidos respectivos almacenados en la memoria intermedia no está dentro del rango de valores aceptables de cada envolvente respectiva de la plantilla de código de acceso (es decir, decisión 208 = "No"), entonces el acceso al dispositivo electrónico 70 es denegado, paso 210. Si se deniega el acceso al dispositivo electrónico 70, opcionalmente puede sugerirse al usuario que vuelva a introducir el código de acceso gráfico, paso 203, para repetir los pasos 203-210.



**[0041]** La Fig. 6A ilustra otro código de acceso gráfico a modo de ejemplo. Las Figs. 6B-6E son gráficos que ilustran varias mediciones de parámetros de este código de acceso gráfico, así como envolventes a modo de ejemplo que circunscriben cada valor de parámetro medido. El código de acceso gráfico a modo de ejemplo de la Fig. 6A consta de dos deslizamientos simultáneos 110, 120 (por ejemplo, hechos con dos dedos), seguidos de un golpecito 130 en el centro de la superficie táctil. Los deslizamientos 110, 120 tienen una velocidad y presión constantes. La Fig. 6B muestra un gráfico de presión frente a posición del eje X para este código de acceso de ejemplo que muestra las envolventes 28. Las dos barras corresponden al ancho y la posición a lo largo del eje X de los deslizamientos 110 y 120. El punto corresponde al golpecito 130. Se observa que la presión frente a las envolventes del eje X circunscriben el punto correspondiente al golpecito 130 y circunscriben la parte superior de las barras correspondientes a los dos deslizamientos 110, 120 ya que el rango de valores de presión aceptables para esas posiciones del eje X debe ser aproximado a la magnitud de presión en la que se introducen los deslizamientos. La Fig. 6C es un gráfico de presión frente a posición del eje Y. Se observa que un punto correspondiente al golpecito 130 se traza encima de una barra horizontal correspondiente a la presión ejercida a lo largo de los deslizamientos 110 y 120 a lo largo del eje Y. Por lo tanto, siempre que la presión medida a lo largo del eje Y del código de acceso gráfico introducido posteriormente sea de la magnitud del golpecito 130 o el deslizamiento 110, 120 en la posición del eje Y dada, el código de acceso gráfico introducido posteriormente puede autenticarse.

**[0042]** La Fig. 6D es un gráfico de velocidad frente a tiempo. Dado que los deslizamientos 110 y 120 se introducen a una velocidad constante, el gráfico representa una barra de magnitud constante a medida que transcurre el tiempo en que se introducen los deslizamientos. El golpecito 130 esencialmente tiene velocidad cero ya que no se mueve. Finalmente, la Fig. 6E es un gráfico de presión frente a tiempo. La presión en la Fig. 6E puede ser una presión que está integrada en toda la superficie táctil (es decir, la fuerza), o puede ser una medición de presión solo en regiones específicas de la superficie táctil. Como se muestra en la Fig. 6E, un golpecito 130 dará como resultado un pico en el gráfico de presión frente a tiempo.

**[0043]** La Fig. 7A ilustra otro código de acceso gráfico a modo de ejemplo. Las Figs. 7B-7E son gráficos que ilustran varias mediciones de parámetros del código de acceso gráfico, así como envolventes a modo de ejemplo que circunscriben cada valor de parámetro medido. El código de acceso gráfico a modo de ejemplo de la Fig. 7A consiste en cinco golpecitos 210, 220, 230, 240 y 250, en las cuatro esquinas de la superficie táctil realizados en el orden ilustrado por las flechas. El golpecito # 3 230 es de mayor duración y se aplica a una presión más alta que los otros cuatro golpecitos. Esto se hace evidente en el gráfico de presión frente a tiempo en la Fig. 7E.

**[0044]** La Fig. 7B es un gráfico de presión frente a posición del eje X, que muestra las envolventes 28. Como se describió anteriormente, debido a que cada golpecito solo contacta un punto en la superficie táctil, los gráficos de presión frente a posición del eje X (así como la posición del eje Y) solo registrarán un punto en el gráfico. Se observa que debido a que el golpecito # 1 y el golpecito # 5 comparten la misma magnitud de presión y posición de la coordenada X, un solo punto representa ambos golpecitos # 1 y # 5 en el gráfico que se muestra en la Fig. 7B. Del mismo modo, un punto singular representa los golpecitos # 2 y # 4. El Golpecito # 3 comparte la misma posición de la coordenada X con los Golpecitos # 1 y # 5, sin embargo, dado que el Golpecito # 3 se aplica a una presión más alta que los otros cuatro golpecitos, en la Fig. 7B se muestra otro punto a una presión más alta para representar el Golpecito # 3.

**[0045]** La Fig. 7C es un gráfico de presión frente a posición del eje Y. De forma similar a la Fig. 7B, la Fig. 7C representa tres puntos separados. Debido a que los golpecitos # 1 y # 4 comparten la misma posición de coordenada Y y magnitud de presión, se utiliza un punto singular para representar ambos golpecitos. Del mismo modo, los golpecitos # 2 y # 5 comparten la misma posición de coordenadas Y y magnitud de presión. Por lo tanto, se utiliza un punto singular para representar los golpecitos # 2 y # 5. Además, dado que el Golpecito # 3 comparte una posición de coordenada Y con los Golpecitos # 1 y # 4 pero se aplica a una presión más alta que todos los otros golpecitos, un punto separado que tiene la misma coordenada Y que el punto que representa los Golpecitos # 1 y más alto en magnitud de presión se muestra en la Fig. 7C.

**[0046]** La Fig. 7D es un gráfico de la velocidad frente a tiempo del código de acceso gráfico ilustrado en la Fig. 7A. Cada uno de los cinco golpecitos tiene esencialmente velocidad cero ya que ninguno de los golpecitos se está moviendo. Por consiguiente, en la Fig. 7D se representan cinco puntos separados con una magnitud de velocidad de cero pero a lo largo del eje de tiempo de acuerdo con el momento en que se producen los golpecitos respectivamente.

**[0047]** Por último, la Fig. 7E es un gráfico de presión frente a tiempo para los cinco golpecitos. Como se describió anteriormente con respecto a la Fig. 2B, cada uno de los golpecitos # 1- # 5 no son realmente instantáneos. En consecuencia, el gráfico de presión frente a tiempo da como resultado un pico para cada uno de los cinco golpecitos. Se observa que se muestra que la magnitud de presión para el Golpecito # 3 es mayor que la magnitud de los otros cuatro golpecitos, cada uno de los cuales tiene aproximadamente la misma magnitud. Además, se observa que el Golpecito # 3 se mantiene en la superficie táctil 40 durante un período de tiempo ligeramente más largo que los otros cuatro golpecitos. Esto se indica mediante el pico ligeramente más ancho que representa el Golpecito # 3 en comparación con los otros cuatro golpecitos.

**[0048]** La Fig. 8A ilustra otro código de acceso gráfico a modo de ejemplo. Las Figs. 8B-8E son gráficos que ilustran varias mediciones de parámetros del código de acceso gráfico, así como envolventes a modo de ejemplo que circunscriben cada valor de parámetro medido. El código de acceso gráfico a modo de ejemplo de la Fig. 8A consiste en un golpecito 310 en la parte inferior izquierda de la superficie táctil 40, seguido de un deslizamiento en forma de S 320 que comienza en la parte inferior de la curva y se mueve hacia arriba, seguido de dos golpecitos 330, 340 en la parte superior derecha de la superficie táctil 40. El deslizamiento 320 tiene dos regiones de presión aumentada 350, 360, pero se introduce a una velocidad constante.

**[0049]** La Fig. 8B ilustra un gráfico de presión frente a posición del eje X para el código de acceso gráfico de la Fig. 8A que muestra las envolventes 28. Como se indicó anteriormente, los golpecitos 310, 330 y 340 pueden presentarse en un gráfico de presión frente a posición como un punto. El deslizamiento 320 se muestra en el gráfico de presión frente a posición del eje X como una forma de caja con una espiga en cada extremo. Los picos en cada extremo representan las áreas en las curvas exteriores del deslizamiento en forma de S 320 que se aplican a presiones más altas.

**[0050]** La Fig. 8C es un gráfico de presión frente a posición del eje Y. Como se indicó anteriormente, los golpecitos 310, 330 y 340 pueden presentarse en un gráfico de presión frente a posición como un punto. El deslizamiento 320 se muestra en el gráfico de presión frente a posición del eje Y como una forma de caja con dos puntas correspondientes a la posición del eje Y de las áreas de mayor presión en cualquier extremo del deslizamiento en forma de S 320.

**[0051]** La Fig. 8D es un gráfico de velocidad frente a tiempo. Como arriba, debido a que los golpecitos 310, 330 y 340 no se mueven, esencialmente no registran velocidad. En consecuencia, los golpecitos 310, 330 y 340 se representan como puntos a lo largo del eje de tiempo sin componente de magnitud de velocidad. El deslizamiento 320 se representa en el gráfico como una barra que tiene una velocidad constante durante la duración del deslizamiento.

**[0052]** La Fig. 8E es un gráfico de presión frente a tiempo. Como anteriormente, cada uno de los golpecitos 310, 330 y 340 no son realmente instantáneos. En consecuencia, el gráfico de presión frente a tiempo da como resultado un pico para cada uno de los tres golpecitos. Además, el gráfico correspondiente al deslizamiento 320 mantiene la forma de la caja con dos puntas correspondientes a las áreas de mayor presión que se producen ligeramente después de que se inicie el deslizamiento 320 y nuevamente ligeramente antes de que finalice el deslizamiento 320.

**[0053]** La Fig. 9 ilustra un ejemplo de una tabla de datos que puede usarse para almacenar (por ejemplo, en la memoria legible por ordenador) una envolvente de presión frente a posición correspondiente al código de acceso gráfico de la Fig. 2A. Como se representa en la Fig. 9, el golpecito 20a produce señales de presión en la posición 3 en el eje X y en la posición 17 en el eje Y, por ejemplo. La tabla de datos indica que el golpecito 20a se aplica con una presión de 20 PSI. Sin embargo, la envolvente 28 que circunscribe el punto autentificará un código de acceso gráfico introducido posteriormente si la presión medida en la posición 3 del eje X está entre 18 y 22 PSI (20 PSI +/- 2 PSI). El deslizamiento 22 corresponde a una envolvente de presión en las posiciones 6-16 en el eje X y 7-15 en el eje Y, por ejemplo. Como se muestra en la tabla de la Fig. 9, el área de aumento de la presión del deslizamiento 24 corresponde al aumento de las mediciones de presión en las posiciones de coordenadas X 9-13, así como en las posiciones de coordenadas del eje Y 9-13. Cada posición del eje X y del eje Y tiene un rango asociado de valores de presión, que corresponde a los anchos de las envolventes en la Fig. 2C y la Fig. 2D. En la tabla de datos a modo de ejemplo, el rango de valores aceptables es +/- 2 PSI. Se observa que los datos de coordenadas del eje X y del eje Y pueden medirse en relación con los límites de la superficie táctil, o en relación con una característica (por ejemplo, un punto de inicio o un punto final) del código de acceso gráfico.

**[0054]** La Fig. 10 es una tabla de datos ilustrativa para almacenar (por ejemplo, en la memoria legible por ordenador) una envolvente de presión frente a tiempo y una envolvente de velocidad frente a tiempo correspondiente al código de acceso gráfico de la Fig. 2A. Como se muestra en la tabla de datos de la Fig. 10, el golpecito 20a produce señales de presión en un tiempo de 3 ms, y tiene una envolvente de velocidad de +/- 2 mm/s. Por lo tanto, para que cualquier código de acceso gráfico introducido posteriormente se autentifique, el valor medido de presión frente a tiempo debe tener una presión mínima de 18 PSI y una presión máxima de 22 PSI en el tiempo relativo de 3 ms. Si la mayoría o la totalidad de los puntos de datos medidos de cualquier código de acceso gráfico introducido posteriormente están dentro del rango de valores para cada entrada de datos mostrada en las tablas de datos, el código de acceso gráfico introducido posteriormente puede autentificarse. El deslizamiento 22 corresponde a la envolvente de presión en los tiempos 6-16 ms y a una envolvente de velocidad en los tiempos 6-16 ms. Cada intervalo de tiempo tiene un rango de valores de presión y un rango de valores de velocidad asociados, que corresponden a los anchos de las envolventes en la Fig. 2B y la Fig. 2E.

**[0055]** Se observa que los datos de envolvente almacenados en la memoria pueden tener información de dominio de tiempo o posición almacenada como un índice numérico no marcado o cantidades adimensionales. No se requieren unidades de tiempo o unidades de posición directas o explícitas en la presente invención o en las reivindicaciones adjuntas. Por ejemplo, los parámetros medibles se pueden almacenar de acuerdo con índices relativos o arbitrarios.

**[0056]** Todos los parámetros medidos a partir de la entrada de un código de acceso gráfico pueden almacenarse en un único conjunto de datos correlacionados, por ejemplo mediante el uso de un formato de tabla de datos como la que

se ilustra en la Fig. 11. En esta estructura de datos de ejemplo, el tiempo relativo desde el inicio de una entrada de código de acceso medido en milisegundos se utiliza como una clave independiente para indexar registros de datos que contienen campos de datos que registran la posición del eje X, la posición del eje Y, la presión y la velocidad. Se pueden almacenar otros parámetros y se puede utilizar una estructura u organización de datos diferente. Como revela la Fig. 11, utilizando el tiempo o un índice arbitrario, todos los parámetros medidos pueden almacenarse en formato compacto dentro de la memoria del dispositivo electrónico. Usando una estructura de datos como esta, se pueden almacenar múltiples entradas de código de acceso en la memoria durante una sesión de entrenamiento, después de lo cual se pueden recuperar registros de parámetros individuales para el procesamiento estadístico con los resultados, como valores de tolerancia medios y aceptables, almacenados en una tabla de datos similar a la plantilla de código de acceso resultante. Usando una estructura de datos como esta, un código de acceso gráfico introducido posteriormente puede almacenarse y a continuación compararse con la plantilla de código de acceso utilizando una simple rutina de búsqueda de tabla.

**[0057]** Se hace notar que los presentes procedimientos de códigos de acceso gráficos se pueden implementar en los dispositivos remotos a través de un enlace inalámbrico, red o Internet. La Fig. 12 ilustra un ejemplo de dispositivo electrónico 70 con una pantalla táctil 40 que se comunica con un servidor de autenticación remoto 60 a través de una red 62 tal como Internet. El servidor de autenticación remoto 60 puede configurarse con software y plantillas de código de acceso para poder autenticar códigos de acceso gráficos recibidos del dispositivo electrónico 70. El dispositivo 70 puede transmitir datos que describen un código de acceso gráfico de entrada (por ejemplo, los datos de código de acceso gráficos sin procesar o un conjunto de datos correlacionados como se ilustra en la Fig. 11) al servidor 60 donde se realiza la autenticación. De esta forma, los códigos de acceso gráficos se pueden utilizar para identificar personas o máquinas en servidores, redes o sitios web remotos. Por ejemplo, una persona que accede a un sitio web remoto (por ejemplo, utilizando un ordenador portátil con una superficie táctil) puede autenticarse utilizando los procedimientos y sistemas de código acceso gráfico presentes.

**[0058]** Los presentes códigos de acceso gráficos se pueden utilizar de la misma manera en la que se utilizan actualmente las contraseñas, los códigos de seguridad o los identificadores personales convencionales. Por ejemplo, los códigos de acceso se pueden usar para bloquear o desbloquear un dispositivo electrónico, proporcionar o denegar el acceso a archivos o documentos específicos, operar una cerradura mecánica o vehículo, o identificar a un individuo en un dispositivo electrónico, red o sitio web.

**[0059]** El hardware utilizado para implementar los modos de realización previamente descritos pueden ser elementos de procesamiento y elementos de memoria configurados para ejecutar un conjunto de instrucciones, en el que el conjunto de instrucciones son para la realización de pasos de procedimiento correspondientes a los procedimientos anteriores. De forma alternativa, unos circuitos que son específicos de una función determinada pueden realizar algunos pasos o procedimientos.

**[0060]** La Fig. 13 ilustra una arquitectura de software de hardware de un dispositivo electrónico 70 relacionado con la relación de datos de parámetros con entradas en la pantalla táctil 40. La pantalla táctil 40 puede implementar una variedad de tecnologías diferentes. Entre estas pueden incluirse capas resistivas, onda acústica de superficie, capacitivo, infrarrojo, indicador de tensión, imagen óptica, tecnología de señal dispersiva, reconocimiento de pulsos acústicos y reflexión interna total frustrada. Por ejemplo, la pantalla táctil 40 puede ser un panel de pantalla táctil resistiva que se compone de varias capas que incluyen dos capas metálicas finas conductoras de electricidad y resistivas separadas por un espacio delgado. Cuando algún objeto toca este tipo de panel táctil, las capas se conectan en cierto punto; a continuación, el panel actúa eléctricamente de manera similar a dos divisores de voltaje con salidas conectadas. Esto provoca un cambio en la corriente eléctrica que se registra como un evento táctil y se envía al controlador para su procesamiento. Al medir la fuerza de la prensa, es útil agregar resistencia dependiente de la fuerza en este modelo, entre los divisores. De forma alternativa, la pantalla táctil 40 puede utilizar tecnología de Onda Acústica de Superficie que usa ondas ultrasónicas que pasan sobre el panel de pantalla táctil. Cuando se toca el panel, se absorbe una parte de la onda. Este cambio en las ondas ultrasónicas registra la posición del evento táctil y envía esta información al controlador para su procesamiento. Entre otras alternativas se incluye una pantalla táctil capacitiva que está recubierta con un material que conduce una corriente eléctrica continua a través del sensor. Cuando el campo de capacitancia "normal" del sensor (su estado de referencia) es alterado por otro campo de capacitancia, es decir, el dedo de alguien, los circuitos electrónicos ubicados en cada esquina del panel miden la "distorsión" resultante en las características de onda sinusoidal del campo de referencia y envían la información sobre el evento al controlador para su procesamiento matemático.

**[0061]** Independientemente de qué tecnología de pantalla táctil particular se implementa, cuando un usuario toca un punto en particular en el panel de pantalla táctil 40, una señal eléctrica puede detectarse y convertirse en una señal de interrupción mediante una capa de controlador de hardware 50. El controlador de hardware 50 es un programa de firmware que convierte las señales de la pantalla táctil 40 en señales de datos que pueden almacenarse e interpretarse mediante aplicaciones de software. La capa de controlador de hardware 50 puede comparar la ubicación, la presión, el ancho de la señal de interrupción para generar una señal codificada representativa de la entrada de la pantalla táctil del usuario. Una capa de controlador de hardware de pantalla táctil 50 puede estar en comunicación con cualquiera de una variedad de plataformas de desarrollo de aplicaciones 55 que pueden traducir la señal codificada a una entrada útil de cualquiera de una serie de aplicaciones de programa diseñadas para ejecutarse en la plataforma de desarrollo

de aplicaciones 55. Por ejemplo, Binary Runtime Environment for Wireless (BREW®) es una plataforma de desarrollo de aplicaciones 55 que puede descargar y ejecutar una serie de aplicaciones en dispositivos móviles. El controlador de hardware de pantalla táctil 50 recibe los códigos de bits que salen de la pantalla táctil 40 y envía mensajes que son interpretables por las aplicaciones 60 que se ejecutan en el dispositivo móvil a través de la capa de plataforma de desarrollo de aplicaciones 55.

**[0062]** Diferentes aplicaciones pueden interpretar eventos de pantalla táctil de diferentes maneras consistentes con las funciones de la aplicación. Por ejemplo, la entrada de texto se puede lograr con una forma de movimientos de trazo de pantalla táctil de taquigrafía, en el que una serie diferente de movimientos de trazo puede representar diferentes letras del alfabeto. Por ejemplo, Graffiti® es una aplicación de software de reconocimiento de escritura a mano que traduce los movimientos de trazo de la pantalla táctil recibidos en letras del alfabeto. El controlador de hardware de la pantalla táctil 50 puede pasar los eventos de la pantalla táctil a una aplicación 60 a través de la plataforma de desarrollo de la aplicación 55 para determinar si una aplicación específica 60 ha reasignado movimientos específicos del trazo de la pantalla táctil.

**[0063]** Los diversos modos de realización pueden ser implementados por el procesador 71 que ejecuta instrucciones de software configuradas para implementar uno o más de los procedimientos descritos. Dichas instrucciones de software pueden almacenarse en la memoria 72 como el sistema operativo del dispositivo, una serie de API implementadas por el sistema operativo o como software compilado que implementa un procedimiento de realización. Además, las instrucciones del software pueden almacenarse en cualquier forma de memoria tangible legible por procesador, que incluye: un módulo de memoria de acceso aleatorio, como el chip de memoria 72 dentro del sistema o un chip de memoria externo como una memoria externa conectable por USB (por ejemplo, una "unidad flash"); memoria de solo lectura; dispositivo de memoria de disco duro; un disquete y un disco compacto.

**[0064]** Los expertos en la técnica apreciarán que los diversos bloques lógicos, módulos, circuitos y pasos de algoritmo ilustrativos descritos en relación con los modos de realización divulgados en el presente documento pueden implementarse como hardware electrónico, software informático o combinaciones de ambos. Para ilustrar claramente esta intercambiabilidad de hardware y software, anteriormente se han descrito diversos componentes, bloques, módulos, circuitos y pasos ilustrativos, en general, en términos de su funcionalidad. Que dicha funcionalidad se implemente como hardware o software depende de la aplicación y las restricciones de diseño particulares impuestas en el sistema global. Los expertos en la técnica pueden implementar la funcionalidad descrita de formas distintas para cada aplicación particular, pero no debería interpretarse que dichas decisiones de implementación suponen apartarse del alcance de la presente invención.

**[0065]** Los pasos de un procedimiento o algoritmo descrito en relación con los modos de realización divulgados en el presente documento pueden realizarse directamente en hardware, en un módulo de software ejecutado por un procesador o en una combinación de los dos. Un módulo de software puede residir en una memoria legible por procesador que puede ser cualquiera de una memoria RAM, una memoria flash, una memoria ROM, una memoria EPROM, una memoria EEPROM, registros, un disco duro, un disco extraíble, un CD-ROM o en cualquier otra forma de medio de almacenamiento conocido en la técnica. Un medio de almacenamiento a modo de ejemplo se acopla al procesador de modo que el procesador pueda leer información de, y escribir información en, el medio de almacenamiento. De forma alternativa, el medio de almacenamiento puede estar integrado en el procesador. El procesador y el medio de almacenamiento pueden residir en un ASIC. El ASIC puede residir en un terminal de usuario. De forma alternativa, el procesador y el medio de almacenamiento pueden residir como componentes discretos en un terminal de usuario.

**[0066]** La descripción anterior de los diversos modos de realización se proporciona para permitir que cualquier experto en la técnica realice o use la presente invención. Diversas modificaciones de estos modos de realización resultarán fácilmente evidentes a los expertos en la técnica, y los principios genéricos definidos en el presente documento pueden aplicarse a otros modos de realización sin apartarse del alcance de la invención.

**REIVINDICACIONES**

1. Un procedimiento para limitar el acceso a un dispositivo electrónico, que comprende:

5 recibir (204) a través de una superficie táctil un código de acceso gráfico introducido de un usuario que comprende al menos un golpecito y al menos un deslizamiento;

10 medir (205) varios valores de parámetros asociados con cada toque de la superficie táctil del código de acceso gráfico introducido en función del tiempo solamente, incluyéndose entre los diversos parámetros uno o más de presión, velocidad y área de contacto;

15 comparar (207) los valores de parámetros medidos con una plantilla de código de acceso almacenada en una memoria del dispositivo electrónico, generándose la plantilla de código de acceso a partir de al menos un código de acceso gráfico introducido previamente y que comprende parámetros del código de acceso de línea de base, determinados basándose en los valores de parámetro medidos, y una envolvente sobre los parámetros del código de acceso de línea de base que circunscribe al menos una parte de la pluralidad de códigos de acceso gráficos introducidos;

20 y

conceder acceso (209) al dispositivo electrónico si los valores de los parámetros medidos del código de acceso gráfico introducido se encuentran dentro de la envolvente.

2. El procedimiento según la reivindicación 1, que comprende además:

25 recibir (102) a través de la superficie táctil un código de acceso gráfico introducido del usuario para ser utilizado en la generación de la plantilla de código de acceso;

30 medir (104) varios valores de parámetros asociados con cada toque de la superficie táctil del código de acceso gráfico introducido en función del tiempo o la posición en la superficie táctil, incluyéndose entre los diversos parámetros uno o más de presión, velocidad y área de contacto;

generar la plantilla de código de acceso basándose en los diversos valores de parámetros medidos; y

35 almacenar (106) la plantilla de código de acceso generada en dicha memoria.

3. El procedimiento según la reivindicación 1, que comprende además:

40 recibir a través de la superficie táctil una pluralidad de códigos de acceso gráficos introducidos del usuario para ser utilizados en la generación de la plantilla de código de acceso, para cada uno de la pluralidad de códigos de acceso gráficos introducidos

45 medir varios valores de parámetros asociados con cada toque de la superficie táctil del código de acceso gráfico introducido en función del tiempo o la posición en la superficie táctil, incluyéndose entre los diversos parámetros uno o más de presión, velocidad y área de contacto, y

almacenar los valores de parámetros medidos en dicha memoria;

50 analizar los valores de parámetros medidos almacenados para determinar los parámetros del código de acceso de la línea de base y la envolvente sobre los parámetros del código de acceso de la línea de base que circunscribe al menos una parte de la pluralidad de códigos de acceso gráficos introducidos; y

almacenar en dicha memoria los parámetros del código de acceso de línea de base y la envolvente para usar como plantilla de código de acceso.

- 55 4. El procedimiento según la reivindicación 3, en el que:

60 analizar los valores de parámetros medidos almacenados comprende analizar estadísticamente los valores de parámetros medidos para definir valores de parámetros medios y desviaciones estándar de los valores de parámetros medidos;

los parámetros del código de acceso de línea de base se determinan como los valores de parámetros medios; y

65 la envolvente sobre los parámetros del código de acceso de línea de base se determina como un múltiplo de las desviaciones estándar de los valores de los parámetros medidos.

5. El procedimiento según la reivindicación 3, en el que la envolvente se define sobre un dominio de tiempo o sobre un dominio de posición.
- 5 6. El procedimiento según la reivindicación 3, que comprende además:
- 10 recibir una entrada del usuario para ajustar la envolvente sobre los parámetros del código de acceso de línea de base; y
- ajustar la envolvente sobre los parámetros del código de acceso de línea de base basándose en la entrada del usuario recibida antes de almacenar la envolvente en la memoria.
7. El procedimiento según la reivindicación 4, que comprende además:
- 15 recibir una entrada del usuario para ajustar la envolvente sobre los parámetros del código de acceso de línea de base; y
- ajustar el múltiplo de las desviaciones estándar de los valores de los parámetros medidos utilizados para calcular la envolvente antes de almacenar la envolvente en la memoria.
- 20 8. Un dispositivo electrónico, que comprende:
- un procesador (71);
- 25 una superficie táctil (40, 76) acoplada al procesador, con la superficie táctil configurada para medir toques en la superficie táctil y enviar señales de medición al procesador; y
- una memoria (72) acoplada al procesador,
- 30 en el que el procesador está configurado con instrucciones de software para realizar pasos que comprenden:
- recibir a través de la superficie táctil un código de acceso gráfico introducido de un usuario que comprende al menos un golpecito y al menos un deslizamiento;
- 35 medir varios valores de parámetros asociados con cada toque de superficie táctil del código de acceso gráfico introducido en función del tiempo solamente, incluyéndose entre los diversos valores de parámetros uno o más de presión, velocidad y área de contacto;
- 40 comparar los valores de los parámetros medidos con una plantilla de código de acceso almacenada en la memoria, generándose la plantilla de código de acceso a partir de al menos un código de acceso gráfico introducido previamente y que comprende los parámetros del código de acceso de línea de base, determinados basándose en los valores de los parámetros medidos, y una envolvente sobre los parámetros del código de acceso de línea de base que circunscribe al menos una parte de la pluralidad de códigos de acceso gráficos introducidos; y
- 45 conceder acceso al dispositivo electrónico si los valores de los parámetros medidos del código de acceso gráfico introducido se encuentran dentro de la envolvente.
9. El dispositivo electrónico de la reivindicación 8, en el que el procesador (71) está configurado con instrucciones de software para realizar pasos adicionales que comprenden:
- 50 recibir a través de la superficie táctil un código de acceso gráfico introducido del usuario para ser utilizado en la generación de la plantilla de código de acceso;
- 55 medir varios valores de parámetros asociados con cada toque de la superficie táctil del código de acceso gráfico introducido en función del tiempo o la posición en la superficie táctil, incluyéndose entre los diversos valores de los parámetros uno o más de presión, velocidad y área de contacto;
- 60 generar la plantilla de código de acceso basándose en los valores de parámetros medidos; y
- almacenar la plantilla de código de acceso generada en la memoria.
10. El dispositivo electrónico de la reivindicación 8, en el que el procesador está configurado con instrucciones de software para realizar pasos adicionales que comprenden:
- 65

recibir a través de la superficie táctil una pluralidad de códigos de acceso gráficos introducidos del usuario para ser utilizados en la generación de la plantilla de código de acceso, para cada uno de la pluralidad de códigos de acceso gráficos introducidos

5                   medir varios valores de parámetros asociados con cada toque de la superficie táctil de cada una de la pluralidad de códigos de acceso gráficos introducidos en función del tiempo o la posición en la superficie táctil, incluyéndose entre los diversos valores de los parámetros uno o más de presión, velocidad y área de contacto, y

10                   almacenar los valores de los parámetros medidos en la memoria;

analizar los valores de parámetros medidos almacenados para determinar los parámetros del código de acceso de la línea de base y la envolvente sobre los parámetros del código de acceso de la línea de base que circunscribe al menos una parte de la pluralidad de códigos de acceso gráficos introducidos; y

15                   almacenar en la memoria los parámetros del código de acceso de línea de base y la envolvente para usar como plantilla de código de acceso.

20                   **11.** El dispositivo electrónico de la reivindicación 10, en el que:

analizar los valores de parámetros medidos almacenados comprende analizar estadísticamente los valores de parámetros medidos para definir valores de parámetros medios y desviaciones estándar de los valores de parámetros medidos;

25                   los parámetros del código de acceso de línea de base se determinan como los valores de parámetros medios; y

la envolvente sobre los parámetros del código de acceso de línea de base se determina como un múltiplo de las desviaciones estándar de los valores de los parámetros medidos.

30                   **12.** El dispositivo electrónico de la reivindicación 11, en el que la envolvente se define sobre un dominio de tiempo o sobre un dominio de posición.

35                   **13.** El dispositivo electrónico de la reivindicación 10, en el que el procesador está configurado con instrucciones de software para realizar pasos adicionales que comprenden:

recibir una entrada del usuario para ajustar la envolvente sobre los parámetros del código de acceso de línea de base; y

40                   ajustar la envolvente sobre los parámetros del código de acceso de línea de base basándose en la entrada del usuario recibida antes de almacenar la envolvente en la memoria.

45                   **14.** El dispositivo electrónico de la reivindicación 11, en el que el procesador está configurado con instrucciones de software para realizar pasos adicionales que comprenden:

recibir una entrada del usuario para ajustar la envolvente sobre los parámetros del código de acceso de línea de base; y

50                   ajustar el múltiplo de las desviaciones estándar de los valores de los parámetros medidos utilizados para calcular la envolvente antes de almacenar la envolvente en la memoria.

55                   **15.** El dispositivo electrónico de la reivindicación 8, en el que la superficie táctil es una pantalla táctil (40).

**16.** El dispositivo electrónico de la reivindicación 8, en el que la superficie táctil es un panel táctil acoplado al dispositivo electrónico.

**17.** Un medio de almacenamiento tangible que tiene almacenadas en el mismo instrucciones de software ejecutables por procesador configuradas para hacer que un procesador implemente el procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7.

60

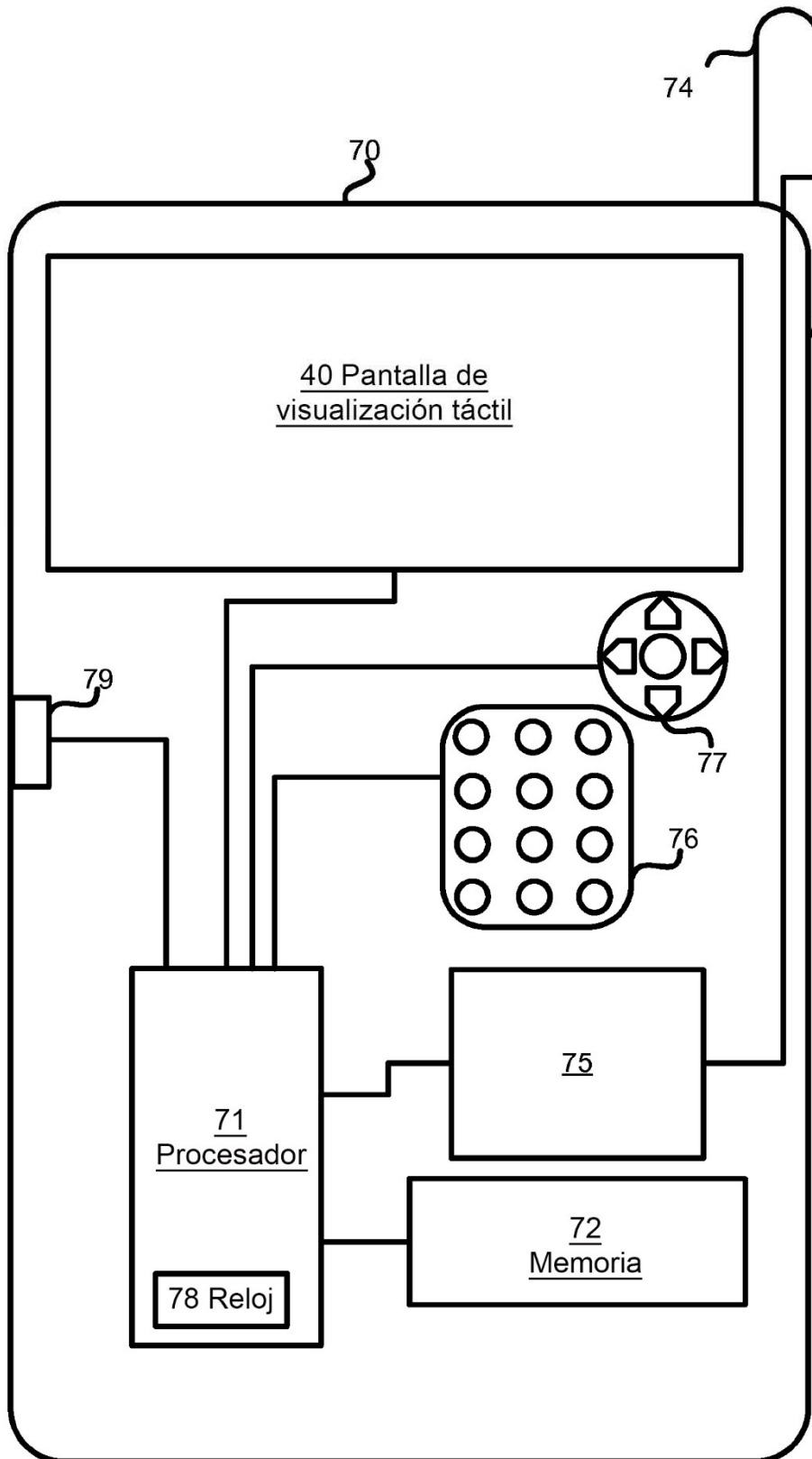


Fig. 1



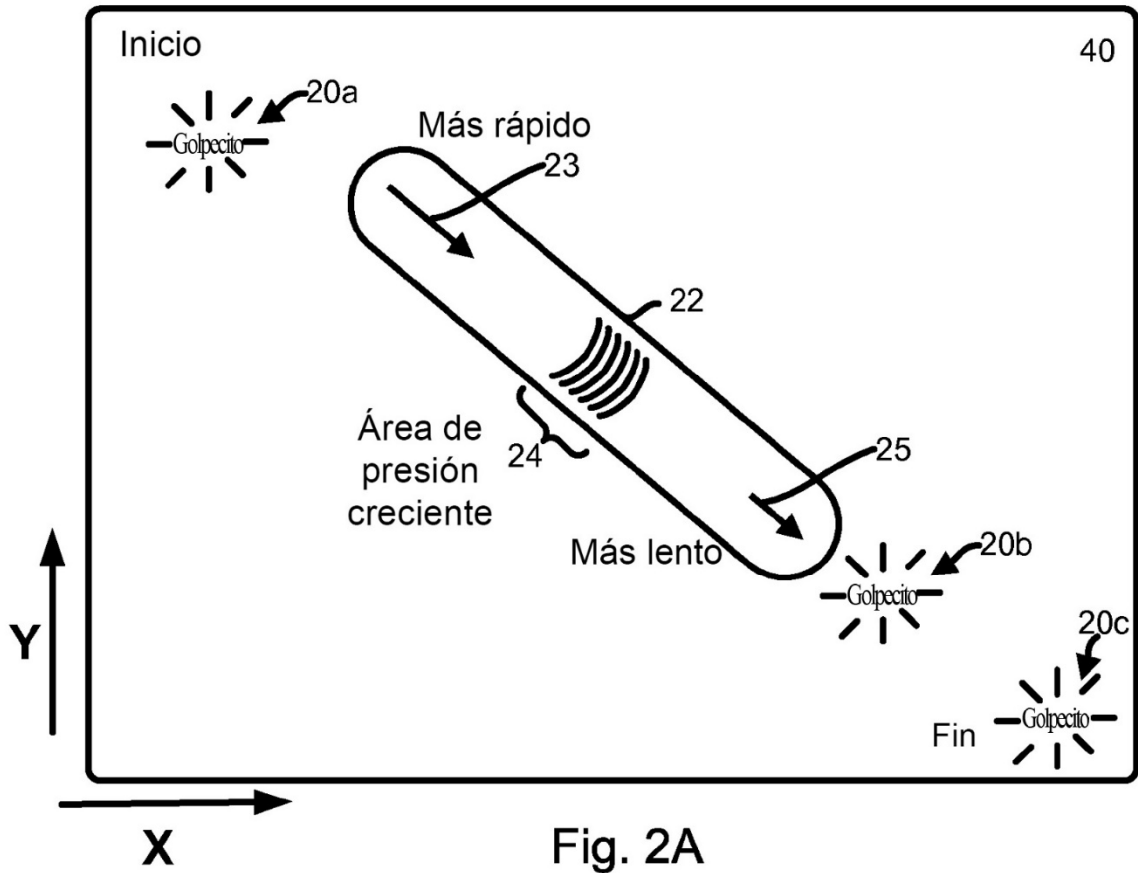


Fig. 2A

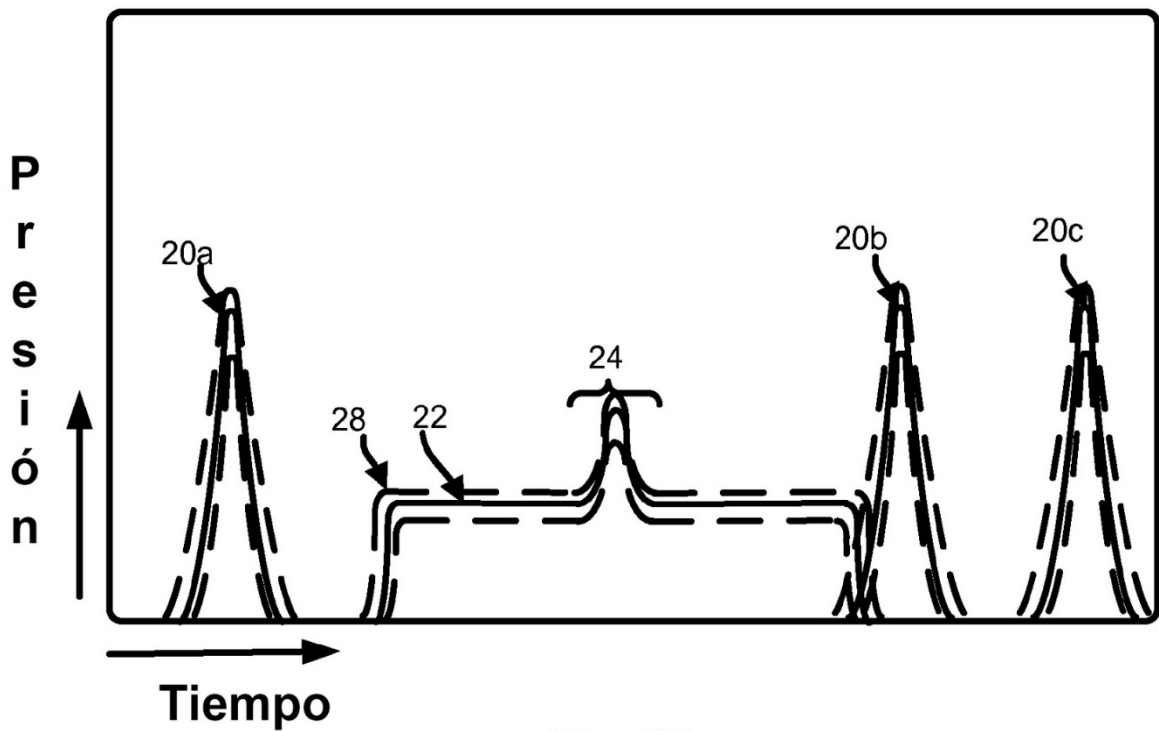


Fig. 2B

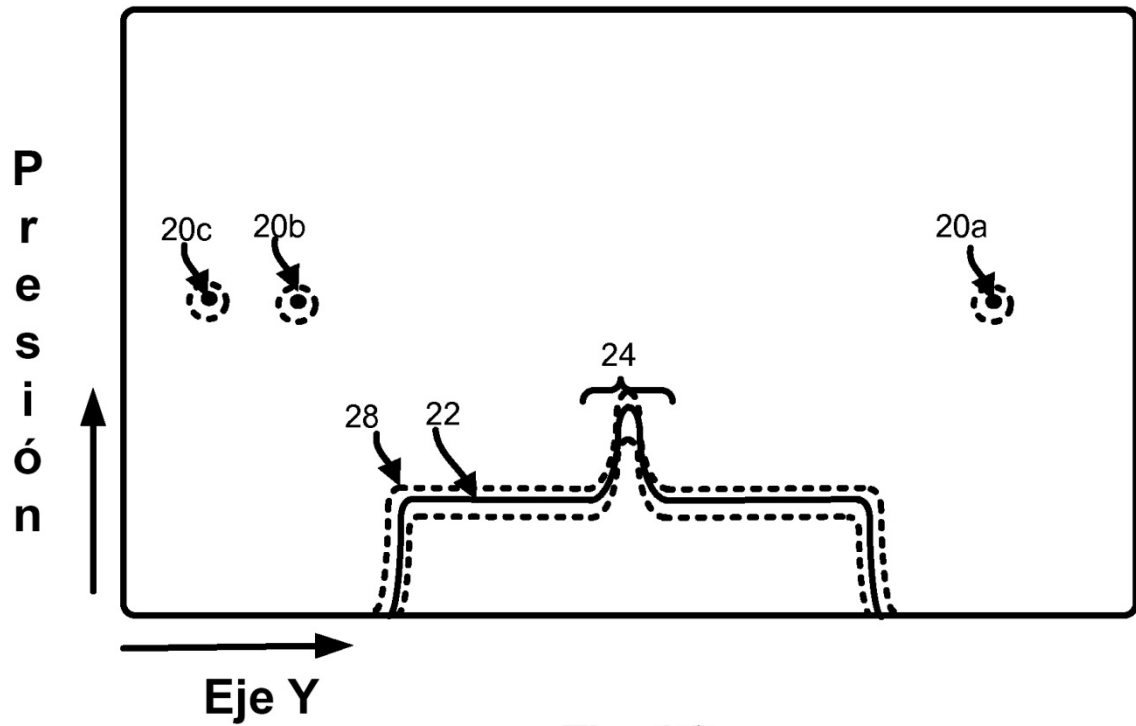


Fig. 2C

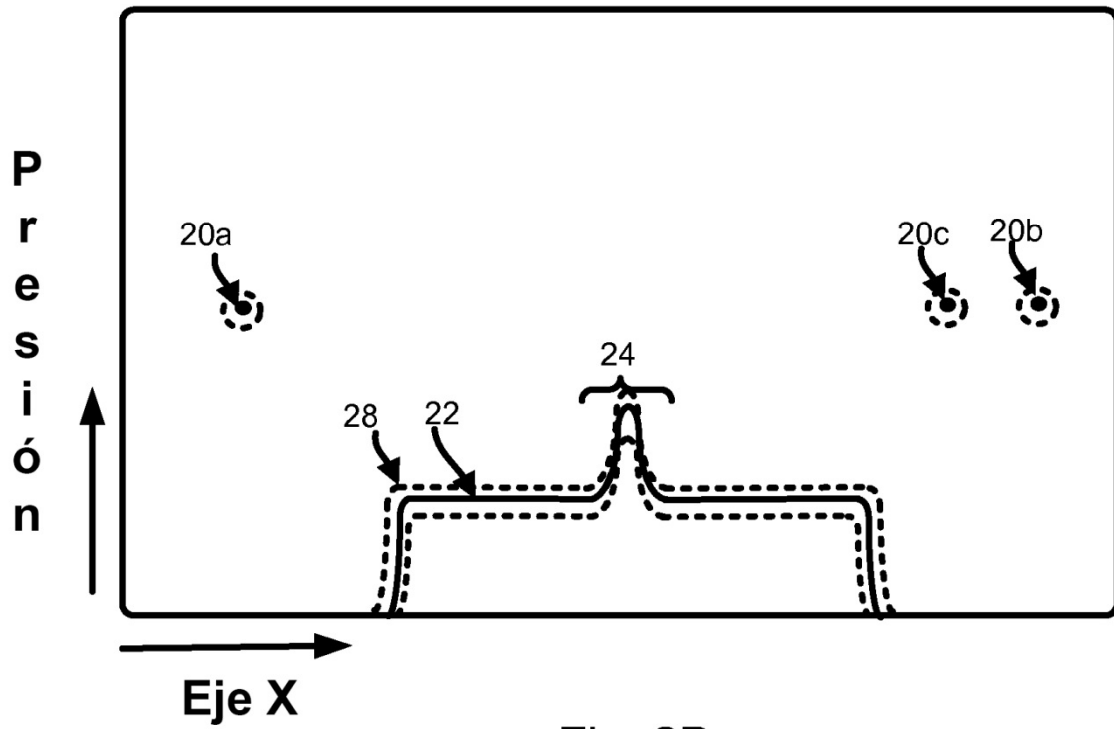


Fig. 2D

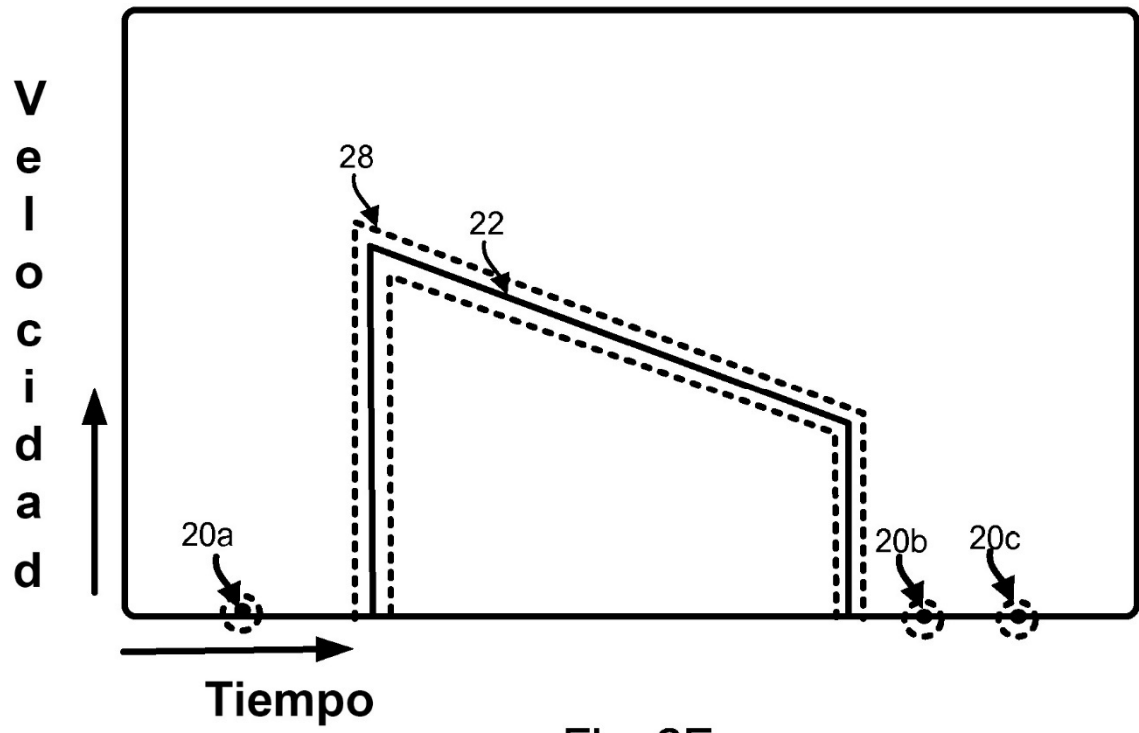


Fig. 2E

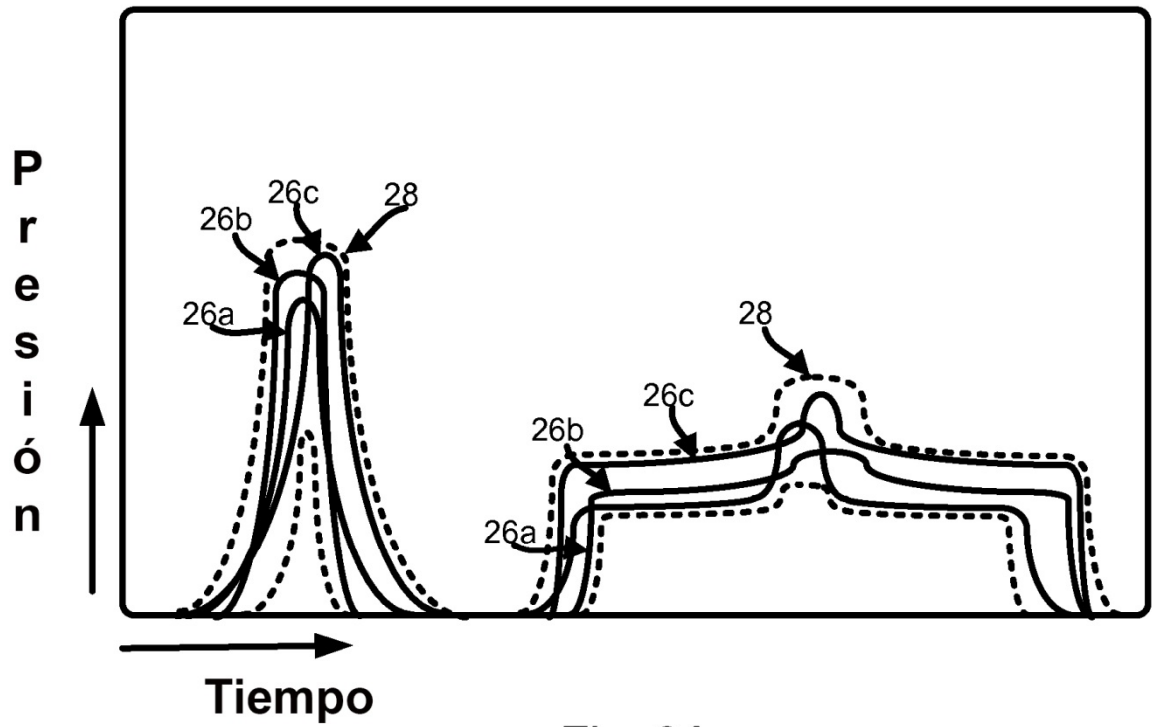


Fig. 3A

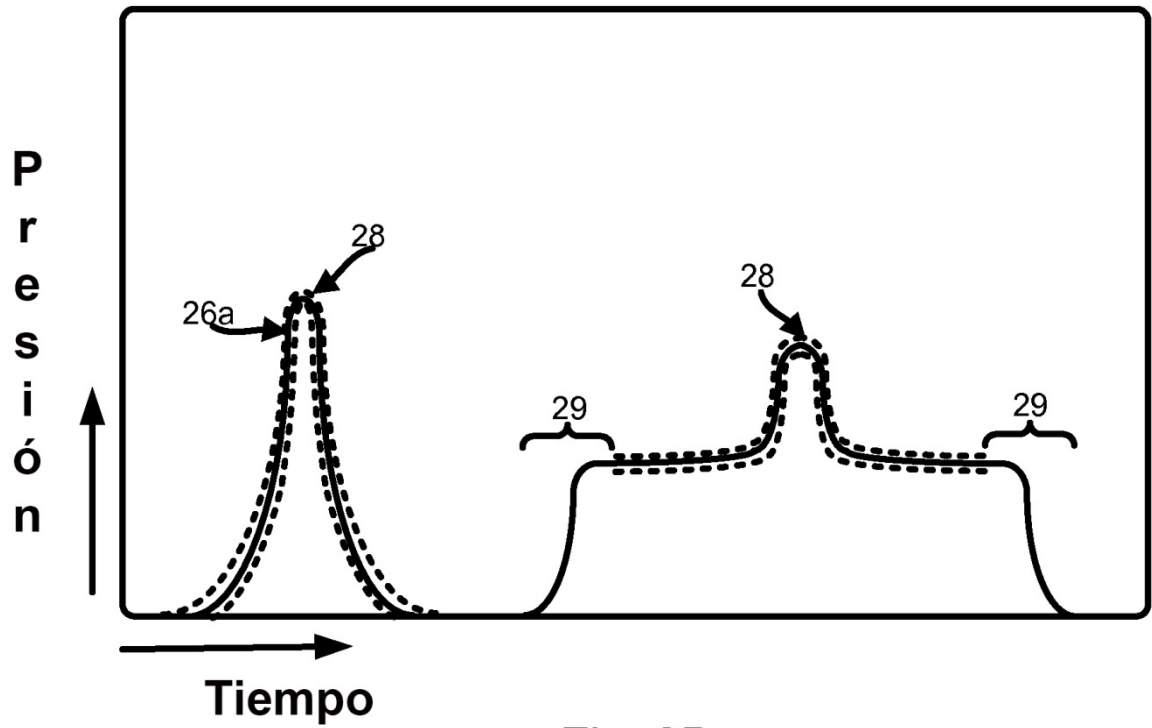


Fig. 3B

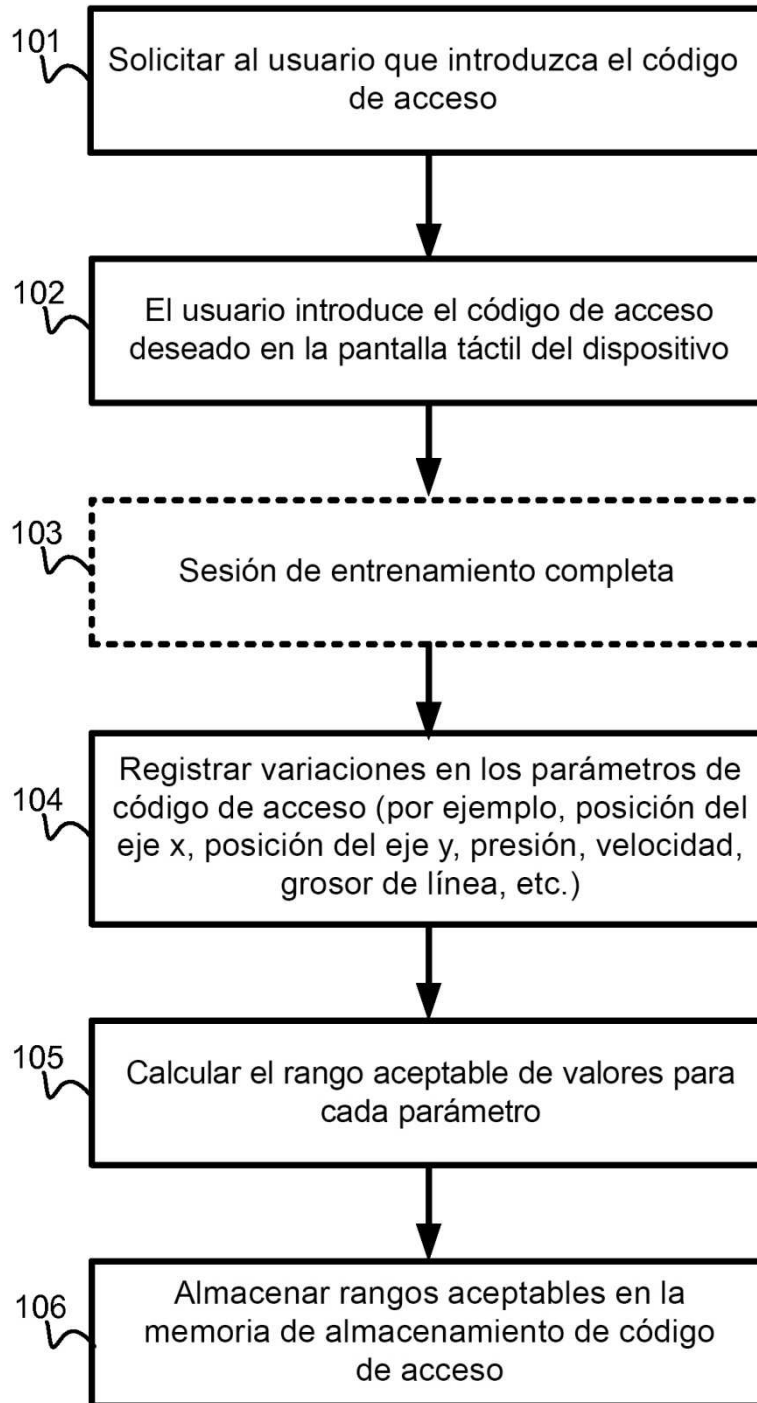


Fig. 4

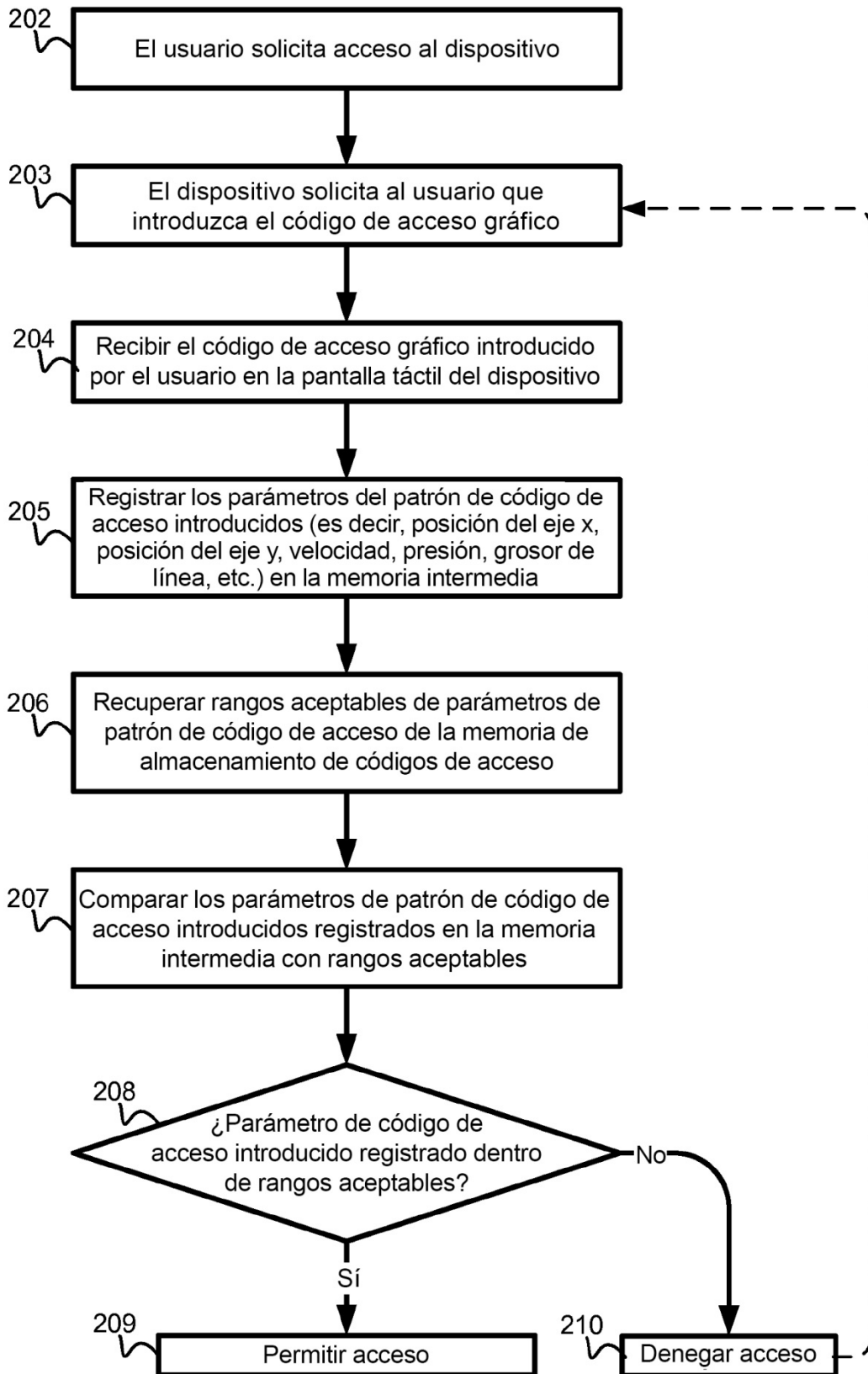


Fig. 5

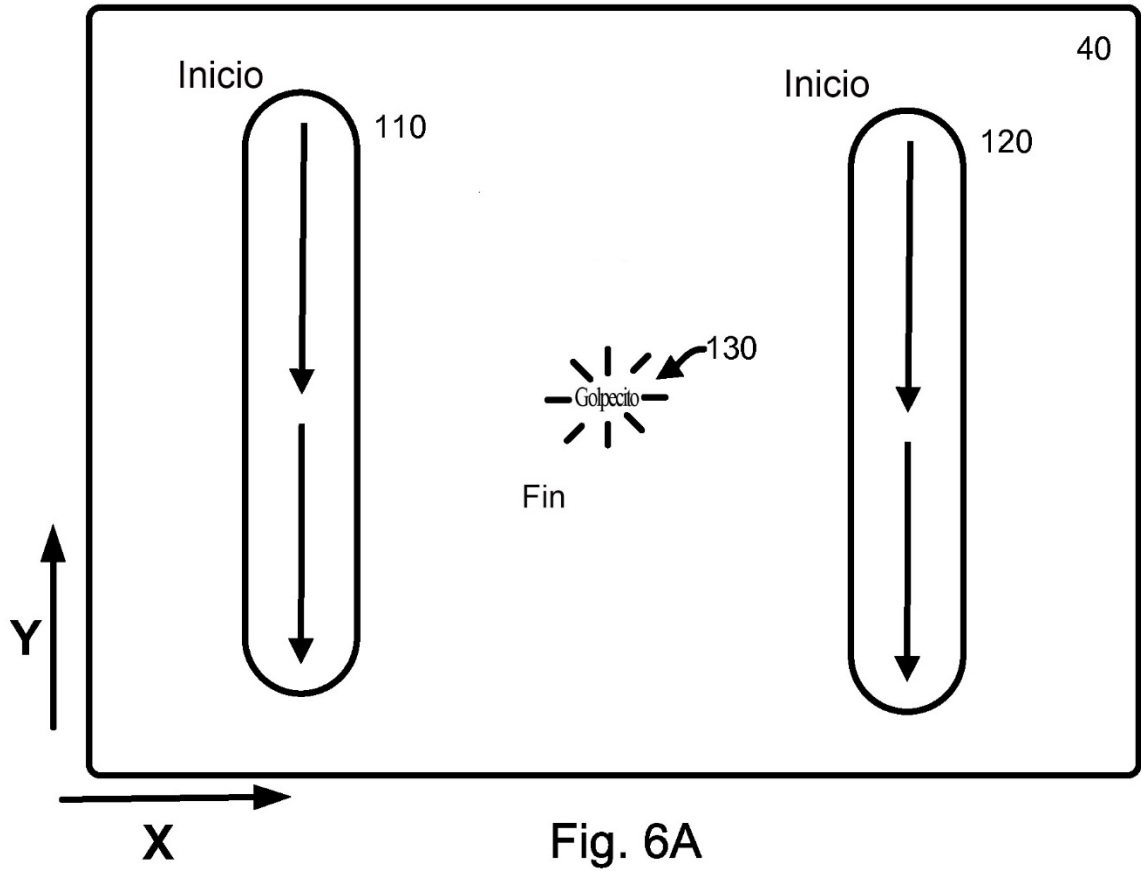


Fig. 6A

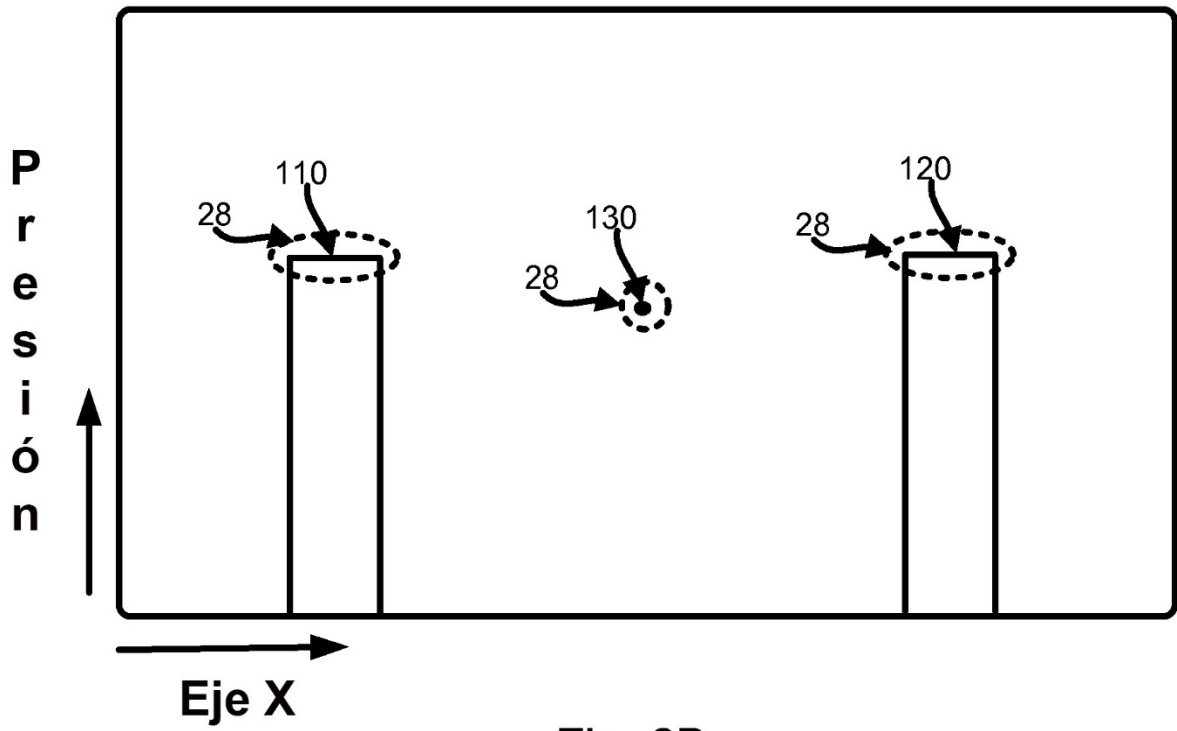


Fig. 6B

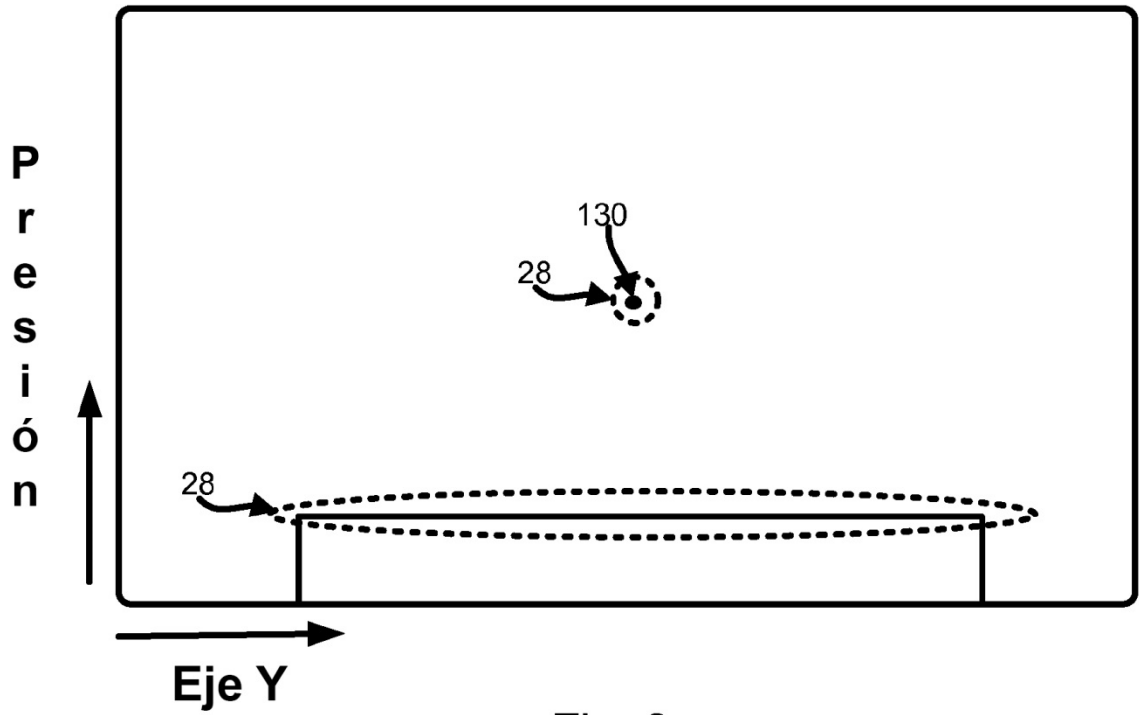


Fig. 6c

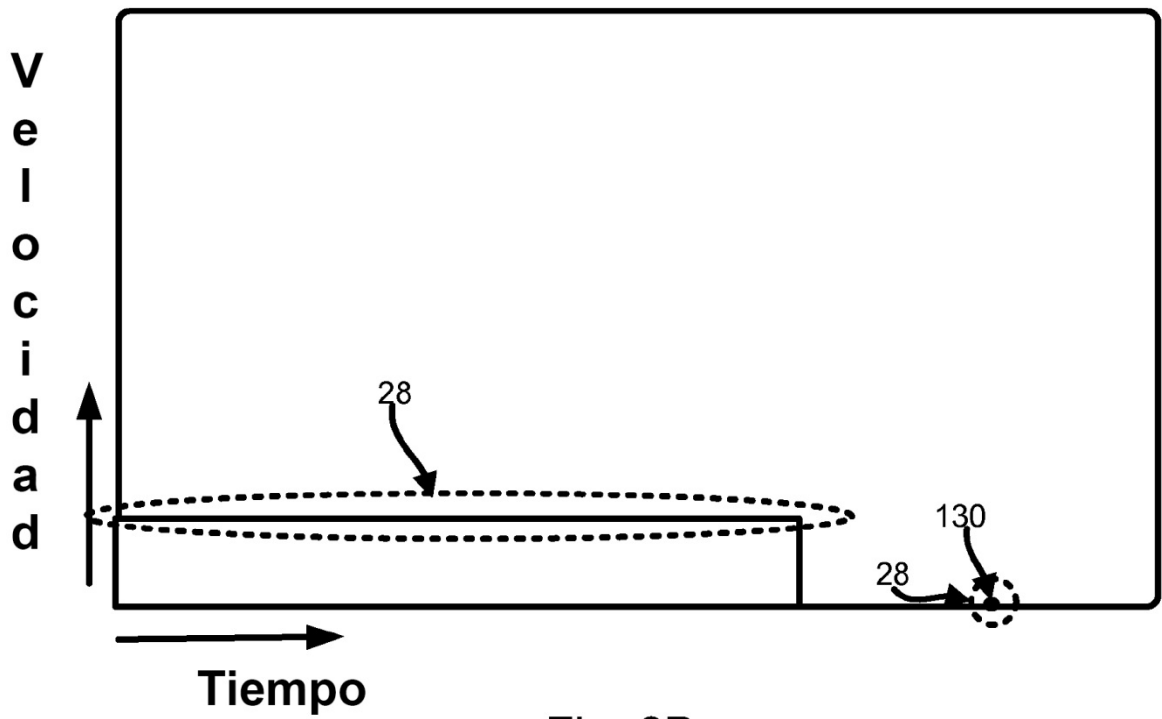


Fig. 6D



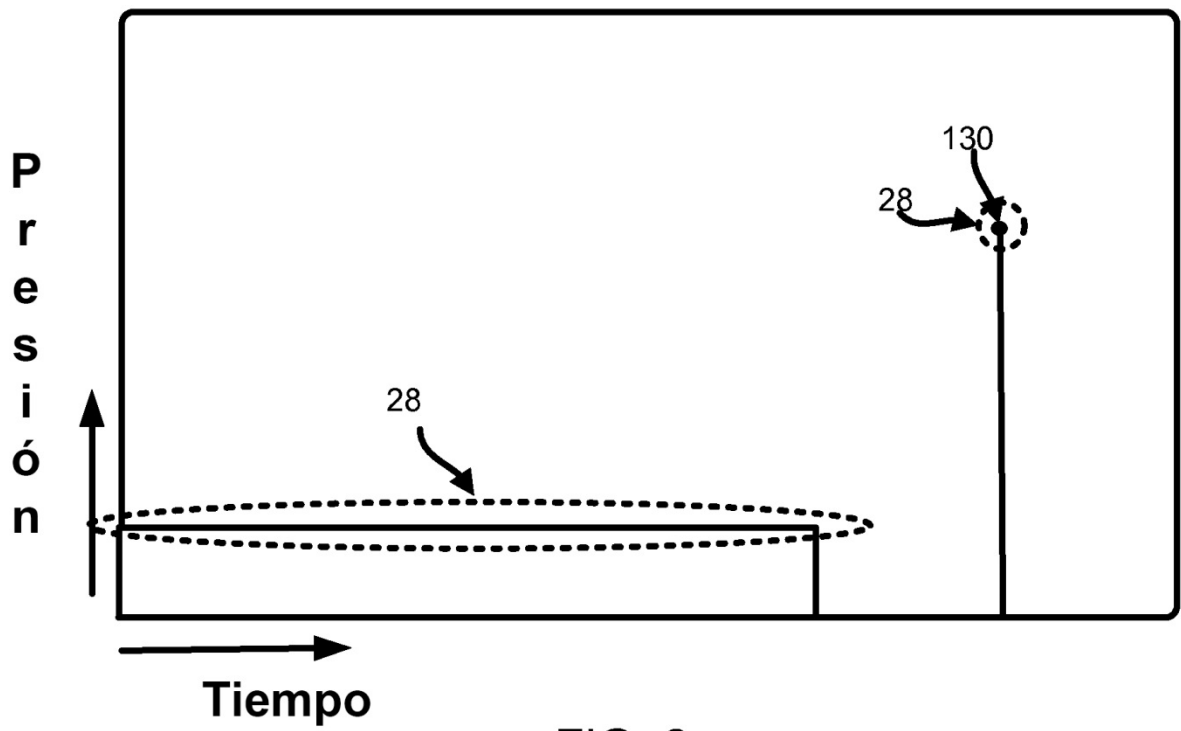
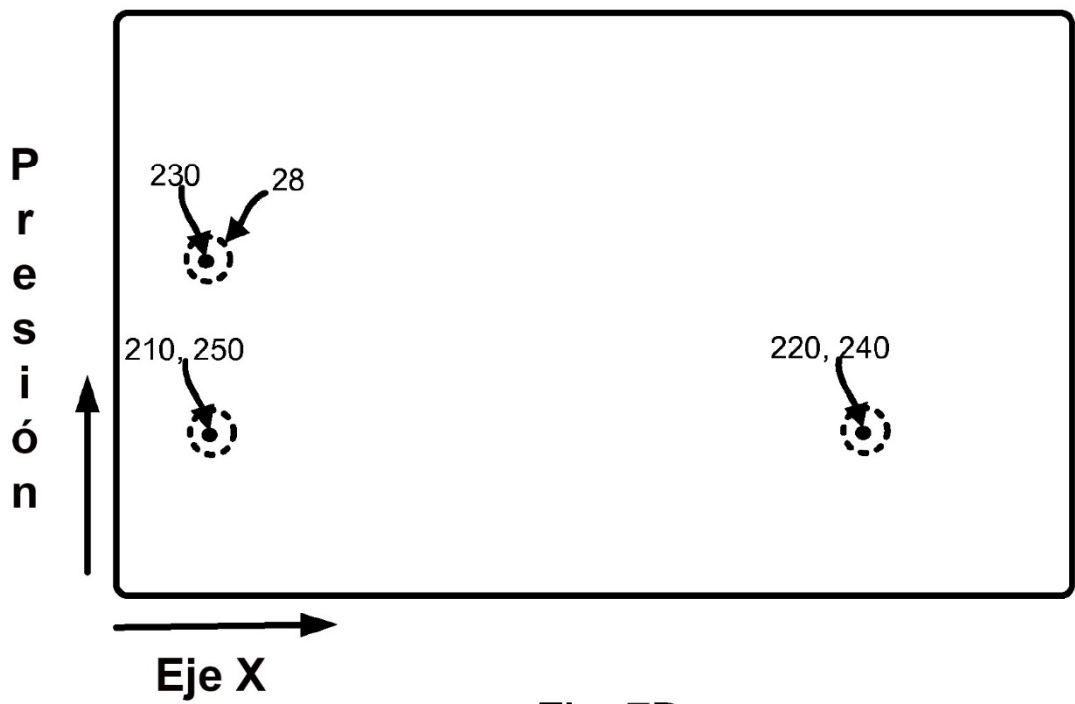
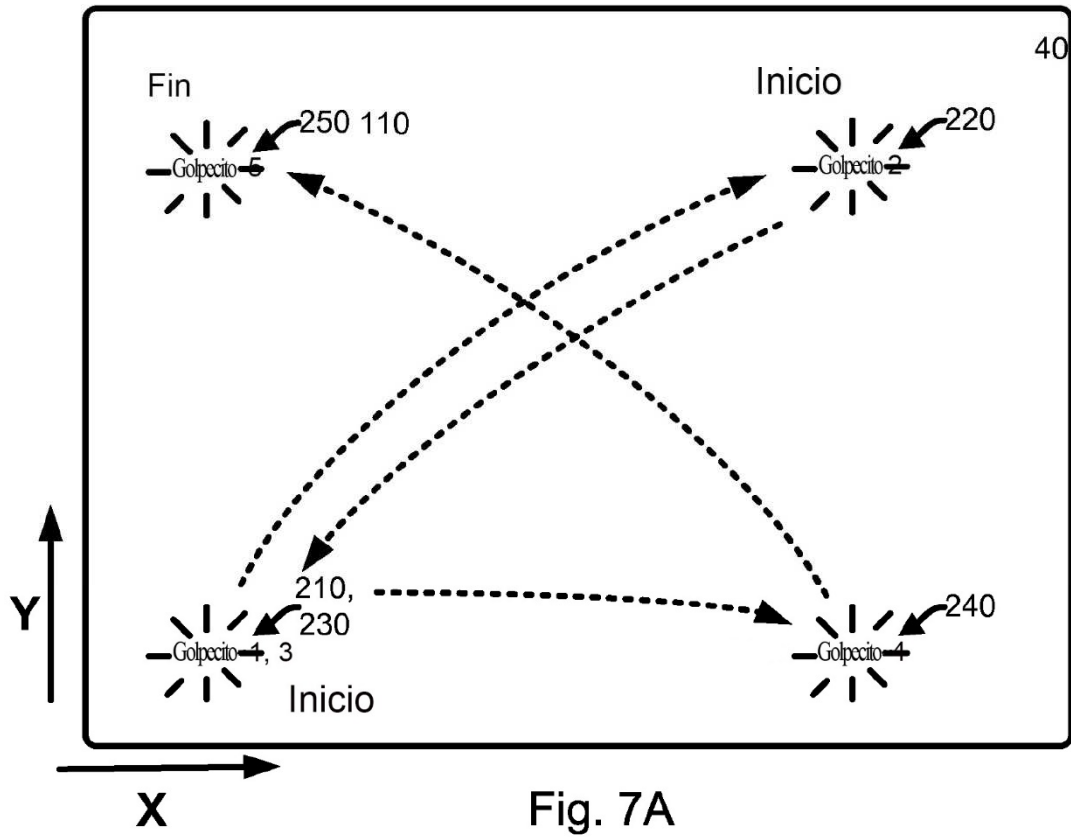


FIG. 6e



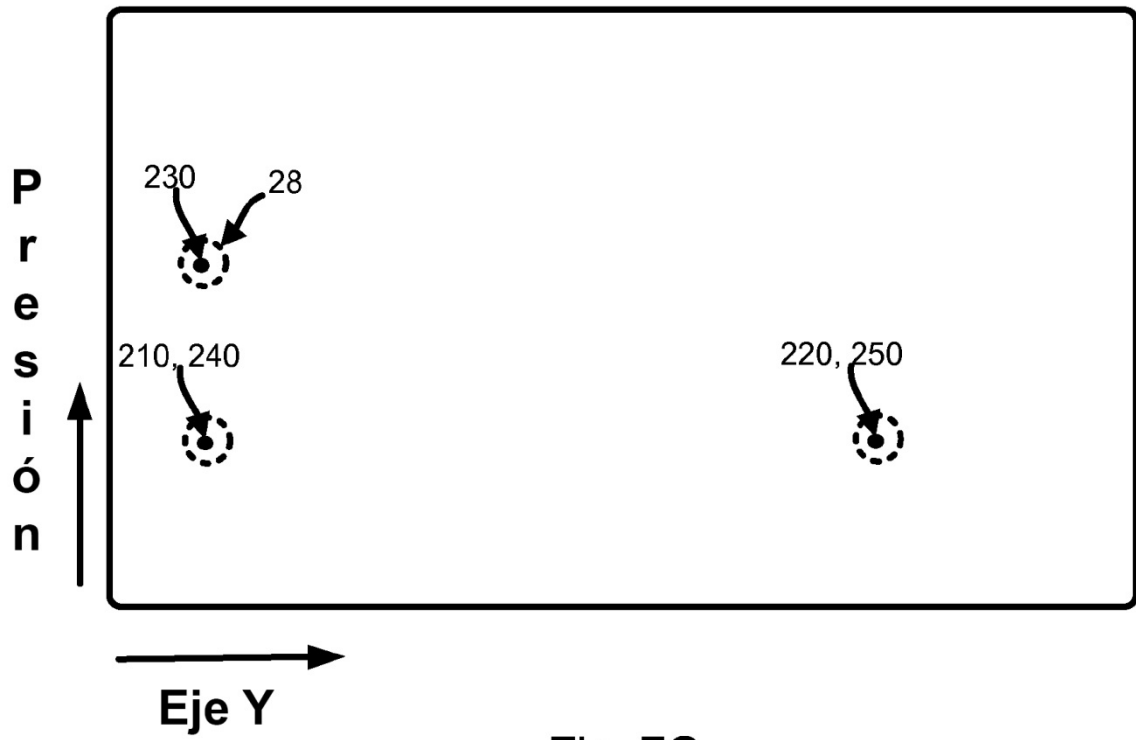
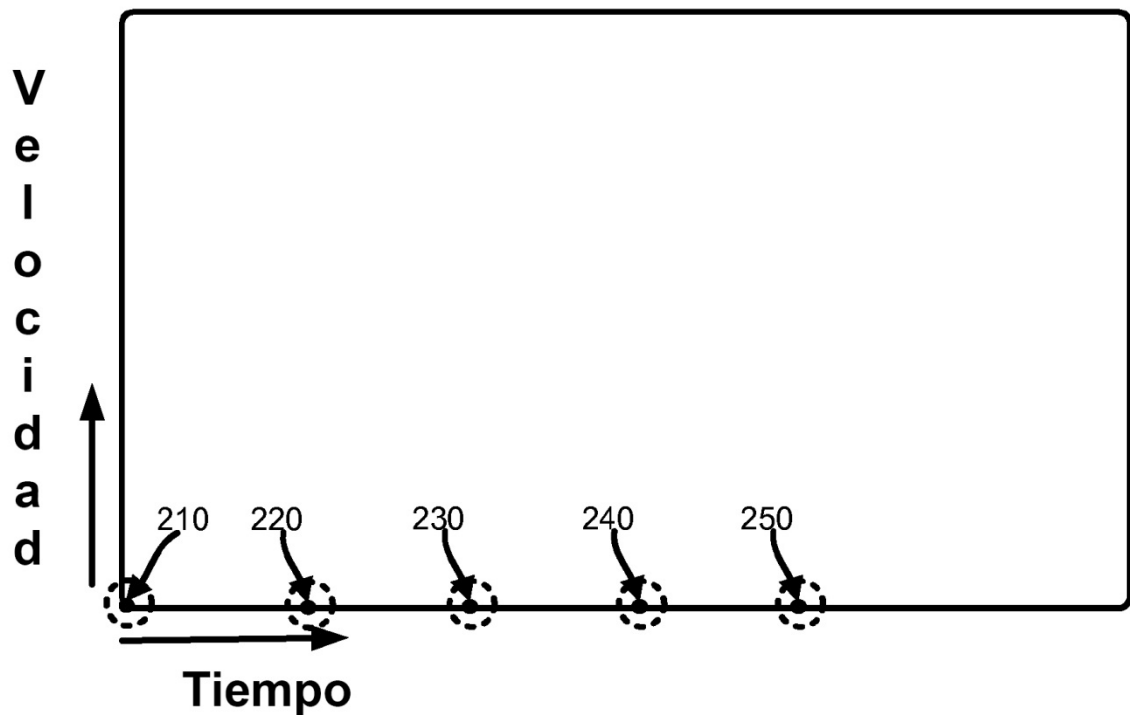


Fig. 7C



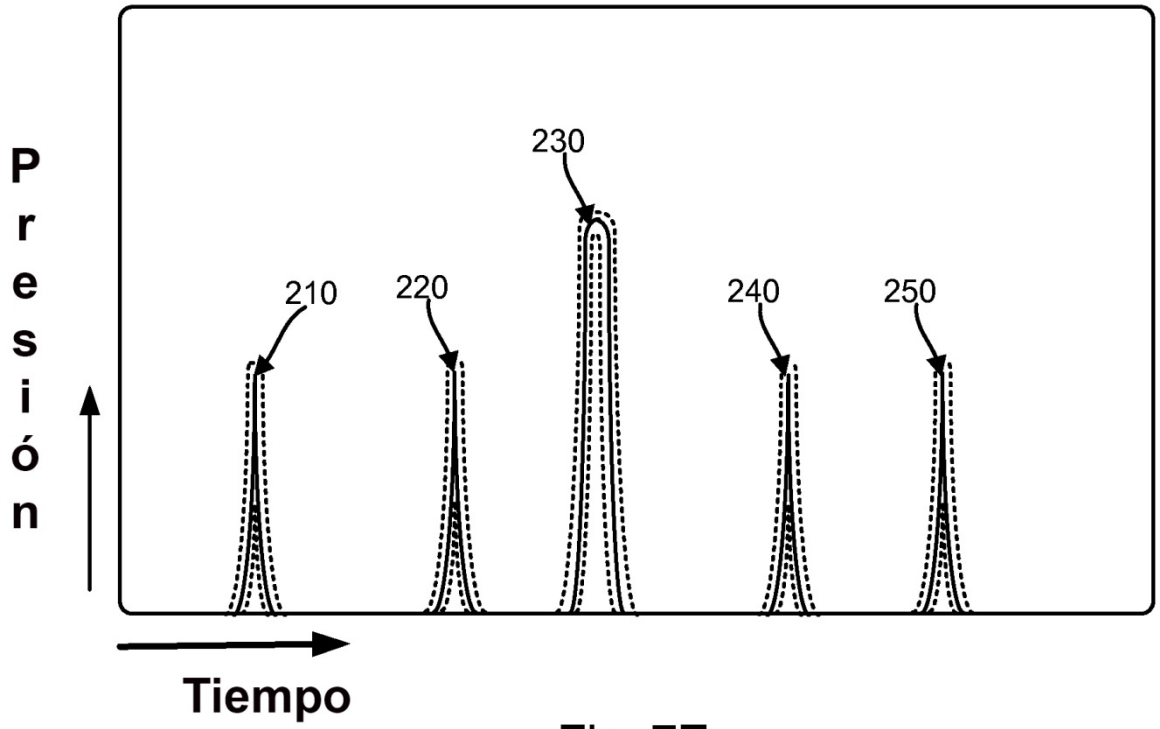


Fig. 7E

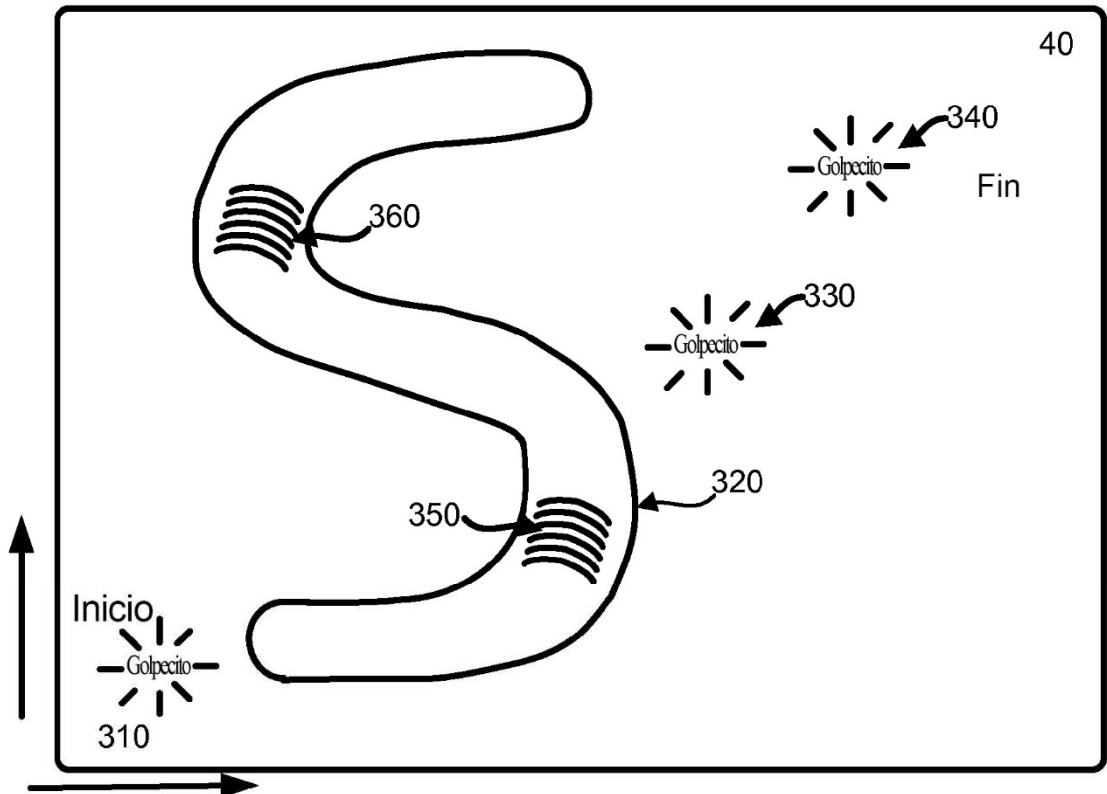


Fig. 8A

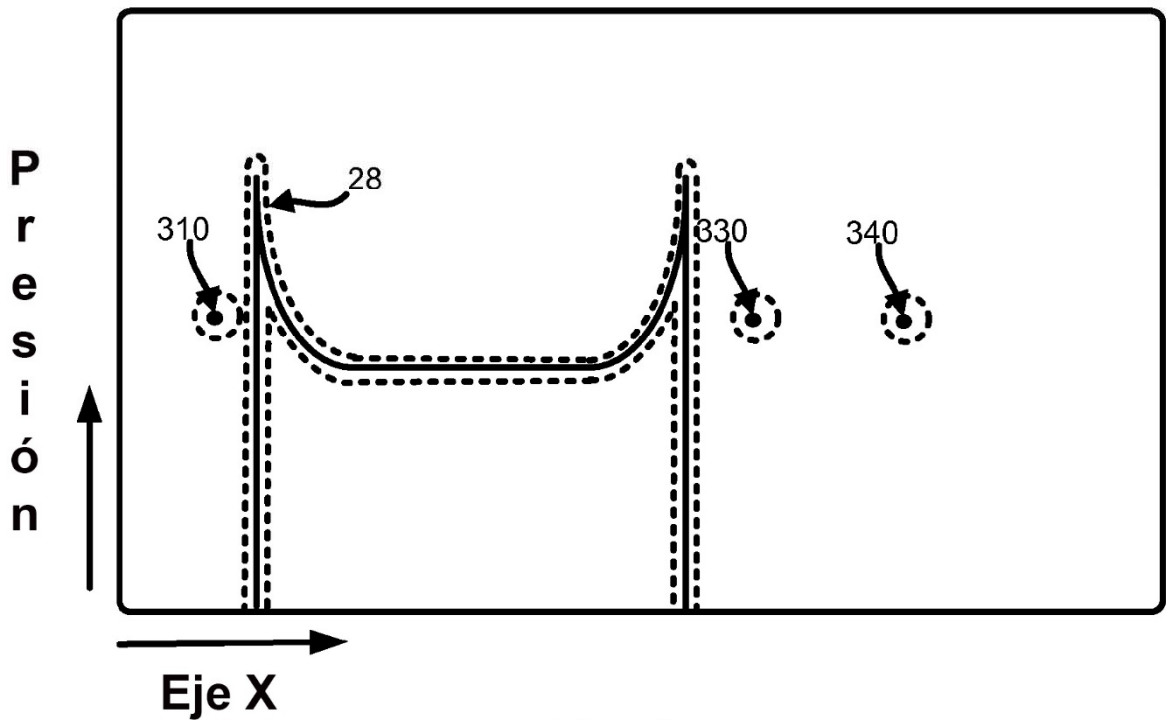


Fig. 8B

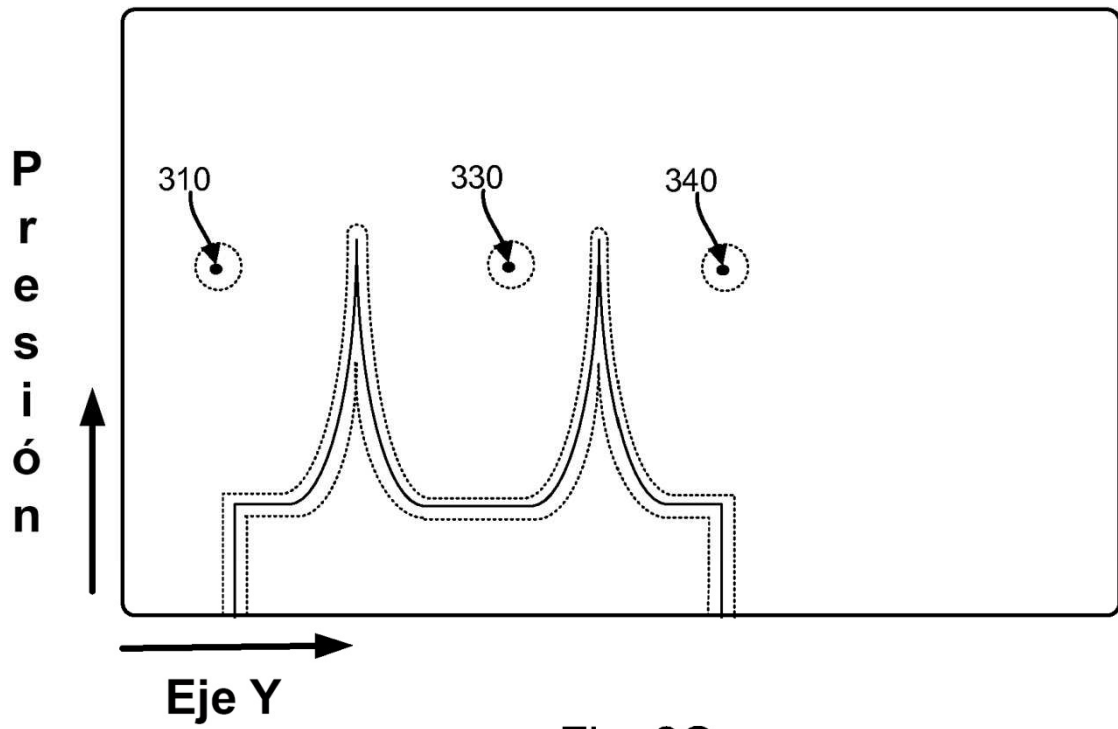


Fig. 8C

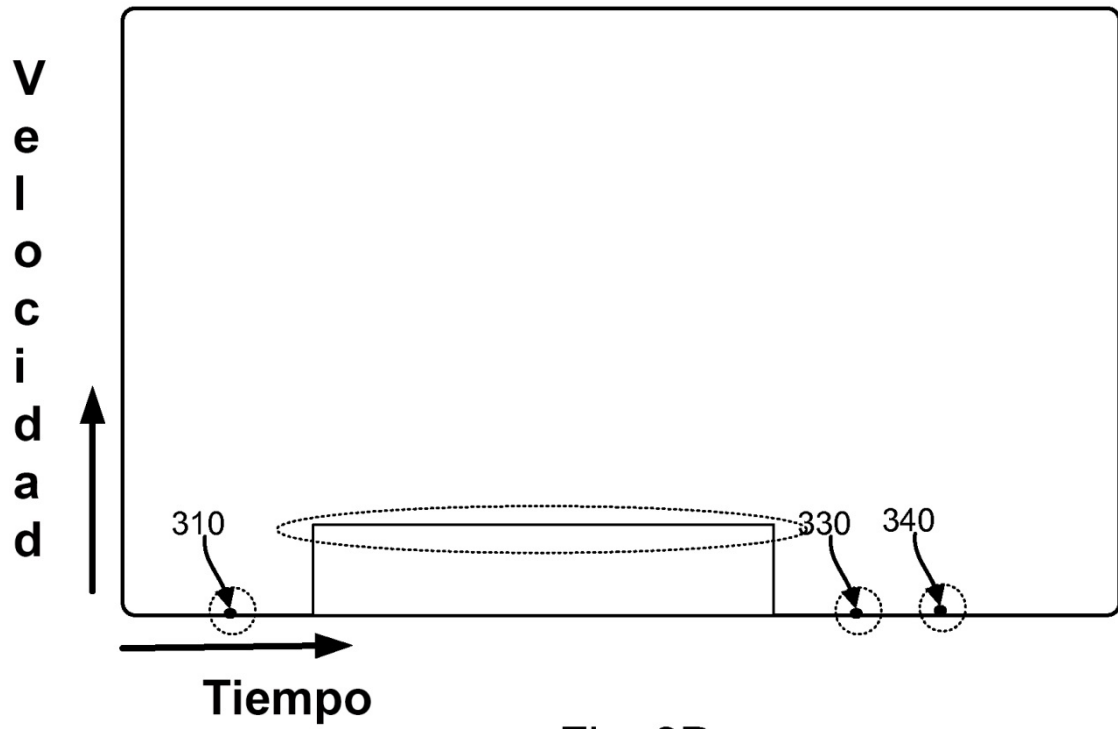


Fig. 8D

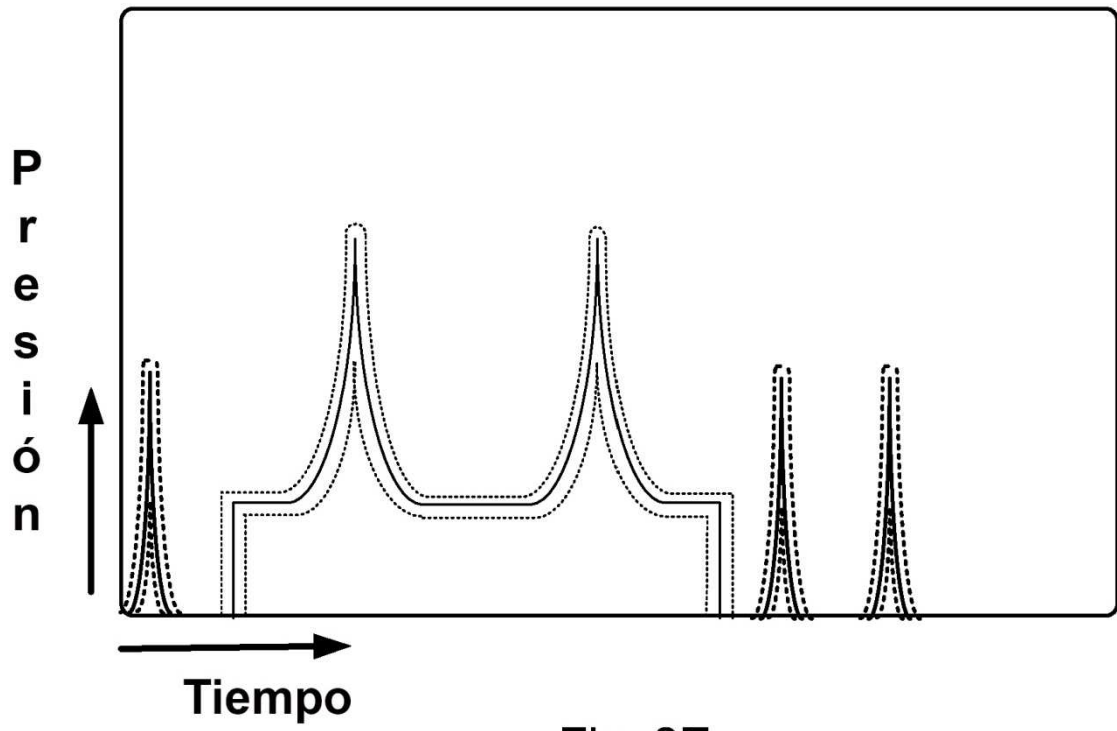


Fig. 8E

Posición del eje X	Presión (PSI)
1	0
2	0
3	20 +/-2 PSI
4	0
5	0
6	10 +/-2 PSI
7	10 +/- 2 PSI
8	10 +/- 2 PSI
9	11 +/- 2 PSI
10	14 +/- 2 PSI
11	25 +/- 2 PSI
12	14 +/- 2 PSI
13	11 +/- 2 PSI
14	10 +/- 2 PSI
15	10 +/-2 PSI
16	10 +/- 2 PSI
17	0
18	20 +/-2 PSI
19	0
20	20 +/- 2 PSI

Posición del eje y	Presión (PSI)
1	0
2	0
3	20 +/-2 PSI
4	0
5	20 +/- 2 PSI
6	0
7	10 +/- 2 PSI
8	10 +/- 2 PSI
9	11 +/- 2 PSI
10	14 +/- 2 PSI
11	25 +/- 2 PSI
12	14 +/- 2 PSI
13	11 +/- 2 PSI
14	10 +/- 2 PSI
15	10 +/-2 PSI
16	0
17	20 +/- 2 PSI
18	0
19	0
20	0

Fig. 9



Tiempo (ms)	Presión (PSI)
1	0
2	0
3	20 +/-2 PSI
4	0
5	0
6	10 +/-2 PSI
7	10 +/- 2 PSI
8	10 +/- 2 PSI
9	11 +/- 2 PSI
10	14 +/- 2 PSI
11	25 +/- 2 PSI
12	14 +/- 2 PSI
13	11 +/- 2 PSI
14	10 +/- 2 PSI
15	10 +/-2 PSI
16	10 +/- 2 PSI
17	0
18	20 +/-2 PSI
19	0
20	20 +/- 2 PSI

Tiempo (ms)	Velocidad (mm/s)
1	0
2	0
3	0 +/- 2 mm/s
4	0
5	0
6	20 +/- 2 mm/s
7	19 +/- 2 mm/s
8	18 +/- s mm/s
9	17 +/- 2 mm/s
10	16 +/- 2 mm/s
11	15 +/- 2 mm/s
12	14 +/- 2 mm/s
13	13 +/- 2 mm/s
14	12 +/- 2 mm/s
15	11 +/- 2nm/s
16	10 +/- 2 mm/s
17	0
18	0 +/- 2 mm/s
19	0
20	0 +/- 2 mm/s

Fig. 10

Tiempo (ms)	Posición del eje X	Posición del eje y	Presión (PSI)	Velocidad (mm/s)
1			0	0
2			0	0
3	3	17	20 PSI	0 mm/s
4			0	0
5			0	0
6	6	15	10 PSI	20 mm/s
7	7	15	10,5 PSI	19 mm/s
8	8	14	10,9 PSI	18 mm/s
9	9	13	11 PSI	17 mm/s
10	10	12	14 PSI	16 mm/s
11	11	11	25 PSI	15 mm/s
12	12	10	14 PSI	14 mm/s
13	13	9	11 PSI	13 mm/s
14	14	8	10 PSI	12 mm/s
15	15	7	10 PSI	11 mm/s
16	16	7	10 PSI	10 mm/s
17			0	0
18	18	5	20 PSI	0 mm/s
19			0	0
20	20	3	20 PSI	0 mm/s

Fig. 11

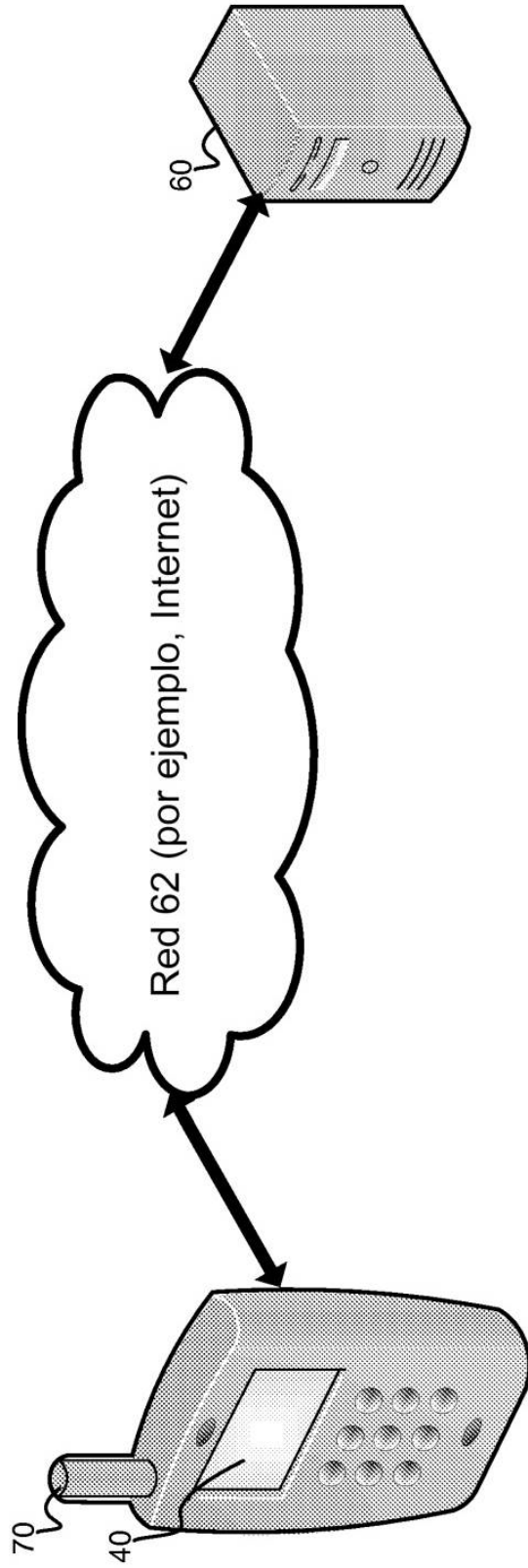


Fig. 12

