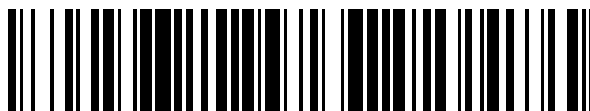


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 395 715**

51 Int. Cl.:

G01V 3/14 (2006.01)

G08B 13/24 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **12.03.2004** **E 04290684 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **19.09.2012** **EP 1574879**

54 Título: **Detector de materiales no autorizados en una zona de acceso protegido**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la
traducción de la patente:
14.02.2013

73 Titular/es:

MANNESCHI, ALESSANDRO (100.0%)
15 VIA XXV APRILE
52100 AREZZO, IT

72 Inventor/es:

MANNESCHI, ALESSANDRO

74 Agente/Representante:

CURELL AGUILÁ, Mireia

ES 2 395 715 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

Detector de materiales no autorizados en una zona de acceso protegido.

5 La presente invención se refiere al campo de los detectores diseñados para detectar objetos no autorizados en una zona de acceso protegido.

La presente invención se aplica en particular para detectar sustancias no autorizadas tales como drogas.

10 En la actualidad, es necesario comprobar con un grado muy alto de fiabilidad los intentos de introducir o extraer objetos no autorizados en o de una zona conflictiva.

Cuando se plantea de esta manera, el problema cubre una variedad muy amplia de situaciones, y, en particular pero no de manera limitativa, cubre detectar objetos robados de compañías químicas, depósitos aduaneros, e intentos de introducir objetos peligrosos en zonas protegidas tales como escuelas y organizaciones públicas o privadas.

Ya se han propuesto numerosos medios para realizar tal detección.

20 En particular, ya se han propuesto numerosos detectores de sustancias.

Estos detectores se basan en dos técnicas posibles: detección de traza o detección en masa.

El término "traza" se refiere tanto a vapor como a muestreo particulado de la sustancia.

25 Los detectores de traza se consideran sistemas pasivos porque sólo detectan los vapores o partículas microscópicas emitidos desde la sustancia no autorizada. Estos sistemas presentan una limitación física básica en el hecho de que si la sustancia no autorizada está bien empaquetada y el paquete se ha limpiado apropiadamente, no libera ninguna traza y no es posible la detección.

30 Los detectores en masa, que utilizan una fuente de radiación (rayos X, rayos gamma, radiofrecuencias o campo magnético) para estimular una respuesta de sustancias no autorizadas, se consideran sistemas activos. Los detectores en masa diferentes que utilizan técnicas de detección diferentes tales como RMN (resonancia magnética nuclear) o RCN (resonancia cuadrupolar nuclear) podrán detectar categorías diferentes de sustancias.

35 Ejemplos de detectores de sustancias conocidos, y, en particular detectores en masa, pueden encontrarse en los siguientes documentos: US-5 206 592, US-5 365 171, US-5 420 905, US-5 592 083, US-6 166 541, US-6 392 408, US-6 489 872, WO-3 076 952.

40 Además, en la actualidad se encuentra que las personas que intentan extraer sustancias de manera fraudulenta de una zona protegida, un ladrón que roba de depósitos, o personas que intentan introducir sustancias prohibidas, por ejemplo un escolar que intenta introducir drogas en una escuela, utilizan cada vez más zapatos y/o calcetines para ocultar la sustancia en cuestión.

45 Parece que este fenómeno se debe esencialmente al hecho de que esta zona del cuerpo humano no es fácil de inspeccionar visualmente o mediante el tacto u otros medios de inspección actuales.

50 En algunos sitios conflictivos, en la actualidad es necesario utilizar un aparato de inspección de rayos X, requiriendo así que las personas abandonen el sitio o entren en el sitio para quitarse los zapatos, puesto que los dispositivos de rayos X no pueden utilizarse directamente en los zapatos que todavía llevan puestos porque eso conduciría a exponer partes del cuerpo humano a una radiación ionizante.

Por consiguiente, un objetivo de la presente invención es proporcionar medios novedosos que mejoren la fiabilidad con la que se detectan sustancias en una zona con acceso protegido.

55 En el ámbito de la presente invención, este objetivo se alcanza mediante un dispositivo para detectar al menos un material no autorizado en una zona con acceso protegido, estando el dispositivo caracterizado porque comprende en combinación:

60 - una base de soporte diseñada para recibir un solo pie que lleva un zapato, de un individuo que va a inspeccionarse;

- unos medios de detector adaptados para detectar un material objetivo empleando al menos una técnica de resonancia magnética para detectar dicho material no autorizado y asociados con la base de soporte; y

65 - unos medios de identificación de posición en la base de soporte aptos para imponer un posicionamiento exacto del pie que lleva el zapato del individuo que se inspecciona en relación con los medios de detector.

Por tanto, tal como se describe en mayor detalle a continuación, la invención difiere de los dispositivos de la técnica anterior conocidos por la bibliografía especificada anteriormente y/o por la práctica anterior, mediante el hecho de que el dispositivo se dedica específicamente a detectar sustancias prohibidas en los zapatos de individuos, basándose dicha detección en resonancia magnética nuclear de inducción. Esta detección se realiza en un solo pie (zapato) cada vez, y por tanto en dos pies (zapatos) en sucesión.

Según una característica ventajosa de la presente invención, dicha al menos una técnica de resonancia magnética empleada es resonancia de espín electrónico o es resonancia magnética nuclear o es resonancia cuadrupolar nuclear o son resonancia de espín electrónico y resonancia magnética nuclear, o son resonancia de espín electrónico y resonancia cuadrupolar nuclear, o son resonancia magnética nuclear y resonancia cuadrupolar nuclear, o son resonancia de espín electrónico, resonancia magnética nuclear y resonancia cuadrupolar nuclear.

Por tanto, tal como se describe en mayor detalle a continuación, el dispositivo de la presente invención también difiere de la técnica anterior mediante el hecho de que puede utilizar, en el mismo volumen de inspección, tres tipos de resonancia: resonancia de espín electrónico (REE), resonancia magnética nuclear (RMN) y resonancia cuadrupolar nuclear (RCN) también conocida como resonancia magnética nuclear de "campo cero".

El inventor ha determinado que los dispositivos propuestos en la técnica anterior experimentan un inconveniente importante: siempre utilizan sólo una técnica de detección tal como RCN, y nunca combinan técnicas de detección diferentes, limitándose así para detectar sólo una variedad limitada de sustancias.

Según otras características ventajosas de la invención:

- la base de soporte comprende un bloque en forma de un escalón con los medios de identificación de posición en su superficie superior;
- los medios de detector comprenden dos bobinas de Helmholtz ensambladas en los dos lados de los medios de identificación de posición, estando los planos de bobinado de dichas bobinas situados a una distancia recíproca igual al radio medio de dichas bobinas;
- las dos bobinas de Helmholtz se activan mediante corriente continua o corriente alterna de baja frecuencia, y se utilizan para:
 - suministrar una polarización de campo magnético estático adecuada y, cuando sea necesario, una modulación Zeeman apropiada para detectar resonancia de espín de electrón (REE) en sustancias no autorizadas con electrones no apareados;
 - suministrar una polarización de campo magnético estático adecuada y, cuando sea necesario, una modulación Zeeman apropiada para detectar resonancia magnética nuclear (RMN) en protones de hidrógeno;
 - suministrar una modulación Zeeman apropiada, si se desea, para modular resonancias cuadrupolares nucleares (RCN) en las sustancias detectadas preferentemente con este principio;
- las dos bobinas de Helmholtz están insertadas parcialmente dentro de la base de soporte;
- el eje de las bobinas de Helmholtz se desplazan aproximadamente de 10 a 20 mm sobre la superficie superior de la base de soporte de manera que el centro de masa del contenido del zapato y el eje de las bobinas de Helmholtz estén situados en el mismo plano horizontal;
- las bobinas de Helmholtz son iguales (simétricas) y son alimentadas exactamente con la misma corriente;
- los activadores de bobina son amplificadores controlados por corriente con el fin de garantizar el mismo campo magnético generado, independientemente de la temperatura y otras variaciones medioambientales;
- cada bobina de Helmholtz está compuesta preferentemente por dos bobinas, una bobina principal con un número muy alto de vueltas, activada a baja frecuencia o mediante una corriente continua, y una bobina secundaria que presenta una inductancia inferior y puede generar un barrido de modulación de campo magnético rápido;
- los medios de detector comprenden además una antena de RF de TX/RX de zapato, enrollada total o parcialmente alrededor del tacón del zapato o alrededor de toda la forma del zapato, con el fin de conseguir el acoplamiento máximo con los materiales ocultos en el tacón o en toda la forma del zapato;
- la bobina de la antena de RF de TX/RX de zapato genera un campo que es ortogonal o mayormente ortogonal al campo de polarización magnética generada por las bobinas de Helmholtz;

- la bobina de la antena de RF de TX/RX de zapato es una única bobina, y actúa como transmisor y receptor al mismo tiempo;
 - 5 - la bobina de la antena de RF de TX/RX de zapato está dividida en al menos dos o más secciones, uno o más receptores y uno o más emisores, colocados preferentemente de manera que el acoplamiento inductivo mutuo entre los mismos sea mínimo;
 - la antena de RF de TX/RX de zapato es un inductor de alta calidad;
 - 10 - la bobina de la antena de RF de TX/RX de zapato está conectada directamente a un circuito de red de interfaz adecuado que presenta pérdidas de RF bajas;
 - 15 - los medios de detector comprenden bobinas de RF adicionales, formadas apropiadamente, que rodean la zona del tobillo y la pantorrilla del individuo que se inspecciona, estando dichas bobinas de RF adicionales fuera del campo magnético estático uniforme generado por las bobinas de Helmholtz y, por tanto, utilizándose para la detección de sustancias basándose en la resonancia cuadrupolar nuclear;
 - el dispositivo incluye además unos medios que entregan mensajes visibles o audibles que guían al usuario durante las etapas de detección sucesivas;
 - 20 - los medios de detector comprenden además medios adaptados para detectar objetos metálicos;
 - el dispositivo incluye además dos paneles verticales que sobresalen de la base de soporte y que alojan los medios adaptados para detectar objetos metálicos;
 - 25 - el dispositivo incluye además medios para recoger vapores o trazas de partículas, y para analizar dichos vapores o trazas;
 - 30 - los medios para recoger vapores o trazas comprenden boquillas de aspiración en la base de soporte y en los paneles verticales para recoger vapores o trazas de partículas;
 - los paneles verticales poseen boquillas de aspiración para recoger vapores o trazas de partículas;
 - 35 - al menos uno de los paneles verticales incluye unos medios para presentar visualmente la altura a la que se ha detectado un objeto prohibido;
- Surgen otras características, objetivos y ventajas de la presente invención al leer la siguiente descripción detallada y a partir de los dibujos adjuntos proporcionados como ejemplos no limitativos, y en los que:
- 40 - la figura 1 es una vista en perspectiva de un soporte de un dispositivo según la presente invención;
 - la figura 2 es una vista lateral en sección transversal de una forma de realización preferida de un dispositivo según la presente invención;
 - 45 - la figura 3 es una vista en perspectiva de una antena de TX/RX de zapato de una bobina de TX/RX según la presente invención;
 - la figura 4 es otra vista en perspectiva de la antena de RF de TX/RX de zapato según la presente invención;
 - 50 - la figura 5 es una vista en perspectiva de una forma de realización alternativa según la presente invención;
 - la figura 6 es una vista en perspectiva de una antena de RF de TX/RX de zapato alternativa según la presente invención;
 - 55 - la figura 7 es un diagrama que muestra la posición de un zapato en relación con las bobinas de detector;
 - la figura 8 es un diagrama de bloques que resume la estructura de un dispositivo según una realización preferida de la presente invención;
 - 60 - la figura 9 es un diagrama de bloques que resume la estructura de un dispositivo según una realización alternativa de la presente invención;
 - la figura 10 es un diagrama de bloques que resume la estructura de un dispositivo según otra realización alternativa de la presente invención;
 - 65

- la figura 11 es un diagrama de bloques que resume la estructura de un dispositivo según otra realización alternativa de la presente invención;
- la figura 12 es un diagrama de flujo que muestra el funcionamiento del dispositivo;
- la figura 13 es un diagrama de flujo según una variante de forma de realización de la presente invención que incluye una etapa de realizar un sorteo aleatorio para dirigir a los individuos a una o más pruebas adicionales;
- la figura 14 es una vista en perspectiva de otra forma de realización alternativa de la presente invención;
- la figura 15 es un diagrama de bloques que resume la estructura de un dispositivo según otra realización alternativa de la presente invención.

Tal como se ilustra en la figura 1, el soporte 10 comprende preferentemente:

- una base de soporte 100;
- dos paneles laterales simétricos 200;
- unos medios de identificación de posición 400;
- unos medios de detector 430, 450, 460 que comprenden:
 - dos bobinados laterales 450, 460; y
 - una antena de RF de TX/RX de zapato 430;
- un módulo de información 300.

La base de soporte 100 presenta la forma de una plancha rectangular que constituye un escalón. Su superficie superior 102 es plana.

Las dimensiones de la base de soporte 100 son preferentemente tal como sigue:

- la anchura se encuentra en el intervalo de 450 milímetros (mm) a 700 mm, que es normalmente de aproximadamente 575 mm;
- la profundidad se encuentra en el intervalo de 500 mm a 900 mm, que es normalmente de aproximadamente 626 mm; y
- la altura se encuentra en el intervalo de 100 mm a 200 mm, que es normalmente de aproximadamente 170 mm.

La superficie superior 102 comprende unos medios que forman las marcas de identificación de posición en las que se supone que el individuo que va a inspeccionarse pone su pie.

A continuación se describe la forma preferida de los medios que forman las marcas de identificación de posición que se prevén en la superficie superior 102 de la base de soporte 100 según la presente invención.

El diseño global de los dos paneles laterales verticales 200 es rectangular. Son planos y paralelos entre sí. Los dos paneles 200 sobresalen hacia arriba desde la base 100 en posiciones adyacentes a sus lados 103 y 104. Los dos paneles laterales 200 en combinación con la base de soporte 100 subyacente forman así un canal adecuado para recibir el pie de un usuario que lleva un zapato.

Las dimensiones de los paneles 200 son normalmente tal como sigue:

- la anchura corresponde con la profundidad de la base de soporte 100; y
- la altura se encuentra en el intervalo de 300 mm a 900 mm, que es normalmente de aproximadamente 657 mm.

La estructura en forma de escalón propuesta para la base de soporte 100 está diseñada de manera que no es necesario que la persona que se inspecciona suba a una plataforma con el riesgo de caída y pase un momento embarazoso como resultado de exponerse a otras personas en las proximidades. La utilización de una base de soporte 100 diseñada para recibir un solo pie requiere una acción que es del mismo tipo que la acción inicial al empezar a subir una escalera, es decir poner el pie en una zona bien indicada.

En comparación con la técnica anterior, una estructura de escalón de este tipo ofrece las siguientes ventajas:

- prepararse para subir un escalón es una acción normal que se realiza a diario y no requiere ninguna instrucción especial para llevarse a cabo apropiadamente;

5 - la misma operación no requiere ningún esfuerzo físico, incluso para una persona anciana o una mujer embarazada, y, en particular, no requiere ningún esfuerzo físico significativo de la clase requerida, por ejemplo, para subirse en realidad a una plataforma;

- una estructura de este tipo proporciona una manera natural para examinar sólo un zapato cada vez; y

10 - la estructura es compacta en comparación con una plataforma a la que debe subir toda la persona, tal como se requiere en determinados dispositivos conocidos en la técnica anterior.

15 Los dos bobinados laterales son dos bobinas de Helmholtz 450, 460 que presentan una forma circular. Estas dos bobinas de Helmholtz 450, 460 se ensamblan en los dos lados de la posición 410 de análisis del zapato de manera que los planos radiales de las bobinas de Helmholtz son paralelos entre sí y paralelos a los paneles laterales 200. Las bobinas de Helmholtz están ensambladas, especialmente, pero no limitadas, al lado de la posición del tacón, lo que se considera generalmente más adecuado para ocultar una determinada cantidad de sustancia no autorizada. Las dos bobinas, según los criterios de Helmholtz, originan una uniformidad de campo magnético adecuada si sus planos de bobinados están situados a una distancia recíproca igual al radio medio de las mismas bobinas.

Las dimensiones de las bobinas de Helmholtz circulares son preferentemente tal como sigue:

- el diámetro exterior de las bobinas de Helmholtz es de aproximadamente 350 mm;

25 - el diámetro interior de las bobinas de Helmholtz es de aproximadamente 250 mm;

- la profundidad de las bobinas de Helmholtz es de aproximadamente 40 mm.

30 La antena de RF de TX/RX de zapato 430 ilustrada en las figuras 1 y 3 está enrollada parcialmente alrededor del tacón del zapato, con el fin de conseguir el acoplamiento máximo con los materiales ocultos en el tacón del zapato. La antena de RF de TX/RX de zapato está compuesta por tres segmentos planos 910, 920, 930 ensamblados en forma de U: los dos segmentos laterales 910, 930 se extienden de manera paralela a los paneles laterales 200 y el segmento intermedio 920 que cruza los dos laterales 910, 930, se extiende de manera perpendicular a los paneles laterales 200. Estos segmentos son eléctricamente conductores. El lado abierto de la antena de RF de TX/RX de zapato en forma de U está opuesto al usuario, de manera que dicha antena se enrolla alrededor del tacón del zapato. El eje de la antena de RF de TX/RX de zapato se extiende de manera perpendicular a la superficie superior 102 de la base de soporte 100.

40 Las dimensiones de la antena de RF de TX/RX de zapato 430 son preferentemente tal como sigue:

- la anchura (considerada de manera perpendicular a los paneles laterales simétricos 200) se encuentra en el intervalo de 100 milímetros (mm) a 150 mm, que es normalmente de aproximadamente 130 mm;

45 - la profundidad (considerada de manera perpendicular al lado frontal 101 de la base de soporte 100) se encuentra en el intervalo de 100 mm a 200 mm, que es normalmente de aproximadamente 141 mm; y

- la altura (considerada de manera perpendicular a la superficie superior 102 de la base de soporte 100) se encuentra en el intervalo de 10 mm a 100 mm, que es normalmente de aproximadamente 25 mm.

50 Se selecciona la altura de la antena de RF de TX/RX de zapato para obtener una altura de antena lo suficientemente grande para proporcionar una señal lo suficientemente potente, y lo suficientemente pequeña para facilitar la colocación del zapato.

55 El módulo de información 300 comprende medios adecuados para entregar mensajes visuales y/o audibles para que guíen al usuario durante todo el proceso de detección. Este módulo 300 entrega preferentemente mensajes sucesivos que presentan las siguientes funciones:

- indicar que el dispositivo está listo para realizar una detección, por ejemplo presentando visualmente el mensaje "LISTO";

60 - invitar a que el individuo coloque un pie, o zapato, en la huella marcada para este propósito, por ejemplo presentando visualmente un mensaje de la forma "COLOCAR ZAPATO"; e

- informar al individuo de que se ha logrado satisfactoriamente la detección sin disparar una alarma, y luego o bien invitar a que la persona repita el procedimiento con el otro pie o bien que se retire, por ejemplo en forma de mensajes tales como "PASÓ" y "RETIRAR".

5 Naturalmente, los medios 300 también incluyen preferentemente medios de procesador adecuados para utilizar las señales eléctricas procedentes de las bobinas.

10 Tal como se ilustra en la figura 2, las dos bobinas de Helmholtz 450, 460 están insertadas parcialmente dentro de la estructura en forma de escalón. Este aspecto es una manera de aprovechar la geometría del analizador. El eje de las bobinas de Helmholtz no está situado a la altura del plano de soporte de escalón (en el que se sitúa la suela del zapato), pero se desplaza aproximadamente de 10 a 20 mm sobre el plano ya que el centro de masa del contenido del zapato también está a esta altura.

15 Las posiciones de las bobinas de Helmholtz 450, 460 son preferentemente tal como sigue:

- la altura de la parte que aparece de cada bobina de Helmholtz se encuentra en el intervalo de 100 milímetros (mm) a 250 mm, que es normalmente de aproximadamente 194 mm;
- el espacio entre las dos bobinas de Helmholtz se encuentra en el intervalo de 70 milímetros (mm) a 200 mm, que es normalmente de aproximadamente 130 mm.

25 Las bobinas de Helmholtz 450, 460 son preferentemente iguales (simétricas) y están conectadas en serie, con el fin de que sean alimentadas exactamente con la misma corriente. No obstante, también podrían alimentarse con activadores separados. Los activadores de bobina son preferentemente amplificadores controlados por corriente con el fin de garantizar el mismo campo magnético generado, independientemente de la temperatura y otras variaciones medioambientales.

30 En la forma de realización preferida, cada bobina de Helmholtz está compuesta por una bobina. En una forma de realización ligeramente diferente, cada una de las bobinas de Helmholtz está compuesta por dos bobinas, una con un número muy alto de vueltas (bobina principal), activada a baja frecuencia o mediante una corriente continua, y la otra caracterizada por una inductancia inferior (bobina secundaria) y que puede generar un barrido de modulación de campo magnético rápido. La bobina principal genera la compartición principal del campo magnético de polarización, encargándose la bobina secundaria de modulaciones de amplitud más pequeñas pero más rápidas.

35 La figura 3 es una ilustración de los medios de identificación de posición, y de la antena de RF de TX/RX de zapato 430. A los medios de identificación de posición se les proporciona el número de referencia global 400.

40 Estos medios comprenden preferentemente un panel rectangular 480 en la superficie superior 106 de la que hay un dibujo en forma de una huella 410. Las superficies superior e inferior del panel rectangular 480 son planas.

Las dimensiones del panel rectangular 480 son normalmente tal como sigue:

- la anchura (considerada paralela al lado frontal 101 de la base de soporte 100) se encuentra en el intervalo de 80 mm a 120 mm, que es normalmente de aproximadamente 106 mm; y
- la longitud (considerada paralela a los paneles laterales simétricos 200) se encuentra en el intervalo de 300 mm a 400 mm, que es normalmente de aproximadamente 350 mm.

50 La huella 410 está compuesta por dos partes: una parte más corta 442 es para que se coloque detrás del tacón, mientras que una parte más larga 444 es para que se coloque detrás del metatarso.

La huella 410 de posicionamiento puede dibujarse o grabarse en el plano superior 106 del panel rectangular 480.

55 Los medios de identificación de posición 410 combinados con la antena de RF de TX/RX de zapato 430 permiten delimitar una posición de análisis del zapato. La antena de RF de TX/RX de zapato forma una referencia en relieve que sirve para garantizar que el tacón del zapato está en una posición particular, y así garantiza que los zapatos se sitúen de manera exactamente repetida en relación con las bobinas de Helmholtz. El inventor ha encontrado que tal posicionamiento exacto y repetible es esencial para que el análisis sea fiable.

60 La antena de RF de TX/RX de zapato 430 presenta una forma general en U. Dicha antena está situada alrededor de la parte más corta 442 de la huella 410 situada en el panel rectangular de manera que la abertura de la antena de RF de TX/RX en forma de U se oriente a la parte más larga 444 de la huella 410. Por tanto, la antena de RF de TX/RX 430 sirve como tope para el tacón del zapato.

65 Tal como se describió anteriormente, la antena de RF de TX/RX de zapato está compuesta por tres segmentos planos 910, 920, 930 ensamblados en forma de U. Estos tres segmentos planos pueden estar constituidos en

cualquier disposición adecuada conocida para el experto en la materia. Las caras internas de los segmentos planos en forma de U están cubiertas con material de plástico 940. La inductancia de las bobinas planas en forma de U es, por ejemplo, de 350 nH.

5 La antena de RF de TX/RX 430 comprende además dos contactos 850 en forma de L, con el fin de conectar respectivamente cada extremo de la bobina plana en forma de U con un grupo de red 870 de interfaz de pérdidas bajas previsto en la superficie inferior del panel rectangular, y situado bajo la huella 410 tal como se muestra en la figura 4.

10 El contacto en forma de L está situado de manera que un extremo de dicho contacto está conectado a la bobina plana en forma de U y el otro extremo de dicho contacto está conectado a la red de interfaz de pérdidas bajas. Las caras externas de las bobinas planas en forma de U también están cubiertas con material de plástico 960.

Ahora, se describirán en más detalle los medios de detector.

15 Los medios de detector comprenden las dos bobinas de Helmholtz. Se utilizarán las dos bobinas, activadas mediante corriente continua o corriente alterna de baja frecuencia, para:

20 - suministrar una polarización de campo magnético estático adecuada y, cuando sea necesario, una modulación Zeeman apropiada para detectar resonancia de espín de electrón (REE) en materiales no autorizados con electrones no apareados;

25 - suministrar una polarización de campo magnético estático adecuada y, cuando sea necesario, una modulación Zeeman apropiada para detectar resonancia magnética nuclear (RMN) en protones de hidrógeno, cuyos desplazamientos químicos de frecuencia específica están relacionados con los enlaces químicos con átomos de nitrógeno en varias sustancias no autorizadas;

30 - suministrar una modulación Zeeman apropiada para modular resonancias cuadrupolares nucleares (RCN) en las sustancias no autorizadas preferentemente detectadas con este principio.

35 La REE es una técnica de resonancia magnética que mide la absorción de energía mediante electrones no apareados en un campo magnético. En presencia de este campo, se cuantifican las energías y estados de espín de electrón. Esta separación de electrones con espines diferentes en poblaciones con energías distintas es el efecto Zeeman de electrones. Las transiciones entre estos estados de energía pueden inducirse mediante interacciones con otro campo magnético externo de tiempo variable y dar lugar a la absorción resonante de energía medida.

40 La RMN es un fenómeno físico descrito independientemente por Felix Bloch y Edward Mills Purcell en 1946 compartiendo ambos el Premio Nobel en física en 1952 por su descubrimiento. Implica la interacción de núcleos atómicos colocados en un campo magnético externo con un campo electromagnético aplicado que oscila a una frecuencia particular. Las condiciones magnéticas dentro del material se miden monitorizando la radiación absorbida y emitida por los núcleos atómicos. El principio de RMN es que muchos núcleos giran y todos los núcleos están eléctricamente cargados. En un campo magnético, los núcleos que giran presentan una energía inferior cuando se alinean con el campo que cuando se oponen a éste porque se comportan como imanes. Esta diferencia de energía corresponde a radiofrecuencias, por tanto, los núcleos pueden absorber y volver a emitir ondas de radio.

45 Puede utilizarse la técnica de RCN para detectar sustancias no autorizadas específicas en cualquier entorno. La distribución de carga cuadrupolar del átomo da como resultado alineaciones de espines nucleares. Una onda de radiofrecuencia generada por una bobina de transmisor provoca la excitación de espines nucleares a niveles de energía cuantificados superiores, absorbiendo potencia. La absorción se verifica a frecuencias específicas y a niveles de intensidad de campo magnético de RF específicos. Esto especifica los átomos y grupos funcionales en las moléculas. El nitrógeno es un átomo cuadrupolar que aparece en muchos tipos de sustancias no autorizadas. Debido a frecuencias de RCN muy distintas, la tasa de falsa alarma debido a otros materiales que contienen nitrógeno es extremadamente baja.

50 Debe observarse que en una forma de realización diferente, las bobinas de Helmholtz podrían sustituirse por disposiciones de bobina diferentes o, parcialmente, por imanes permanentes. Por tanto, las bobinas de Helmholtz pueden sustituirse por cualquier medio que permita obtener un campo magnético uniforme.

55 Los medios de detector comprenden además la antena de RF de TX/RX de zapato 430. La bobina genera un campo que es ortogonal, o mayormente ortogonal, al campo de polarización magnética generado por las bobinas de Helmholtz, es decir, el eje de las bobinas de antena será preferentemente ortogonal al eje de las bobinas de Helmholtz.

60 La bobina de antena 430 puede ser, en la solución más sencilla, una bobina homopolar y única, que actúa como transmisor y receptor al mismo tiempo, o, con el fin de conseguir un aumento de capacidad de amplificación e

inmunidad, dividida al menos en dos o más secciones, uno o más receptores y uno o más emisores, colocados preferentemente de manera que el acoplamiento inductivo mutuo entre los mismos sea mínimo.

La antena de RF de TX/RX de zapato es preferentemente un inductor de alta calidad, que se diseña con la razón de inductancia/resistencia máxima para las frecuencias de interés. Además, la bobina está conectada directamente a un grupo de red de interfaz de pérdidas bajas, con el fin de constituir una sonda de detección adecuada. El grupo de interfaz de pérdidas bajas mejora las señales débiles de la resonancia magnética nuclear y aumenta la selectividad del receptor, rechazando las señales que proceden de radiofrecuencias adyacentes.

También pueden proporcionarse bobinas de RF adicionales, formadas apropiadamente, que rodean la zona del tobillo y la pantorrilla.

Estas bobinas pueden colocarse fuera del campo magnético estático uniforme generado por las bobinas de Helmholtz y, por tanto, pueden utilizarse para la detección de sustancias no autorizadas basándose sólo en la resonancia cuadrupolar nuclear. En efecto, al contrario de las técnicas de RMN y REE, no es necesario que la técnica de RCN presente un campo magnético estático uniforme operable.

Estas bobinas pueden situarse, por ejemplo, en los paneles laterales 200, pero están situados preferentemente más cercanos para garantizar una detección correcta de la señal recibida que presenta una intensidad muy pequeña.

Las bobinas de Helmholtz y las bobinas de RF están conectadas a un sistema electrónico apropiado que genera la modulación Zeeman aplicada a RCN, RMN (cuando sea necesario) y REE (cuando sea necesario) el campo de resonancia de RF (que puede ser una onda continua o pulsada) aplicado a técnicas de RCN, RMN y REE, y la recepción (amplificación y demodulación) de las señales recibidas emitidas desde la antena de RF de TX/RX de zapato, según las técnicas de REE, RCN y RMN bien conocidas por el experto en la materia. La gestión de la emisión y de la señal de recepción se realiza por un microordenador o un sistema basado en PC, insertados en el sistema electrónico del analizador. El ordenador gestiona la información que procede de la sección de detección de sustancias no autorizadas tal como se describirá en mayor detalle a continuación.

Las figuras 5 y 6 muestran una forma de realización alternativa de la presente invención. En esta realización adicional, las dos bobinas de Helmholtz 450, 460 presentan una forma rectangular. Además, la antena de RF de TX/RX de zapato está enrollada totalmente alrededor del tacón del zapato. La antena de RF de TX/RX de zapato ilustrada en las figuras 5 y 6 está compuesta por cinco segmentos planos 910, 920, 930, 941 y 942 ensamblados en forma de O abierta. El término "forma de O abierta" significa que la O no está cerrada sino que comprende una pequeña ranura 943. La inductancia de las bobinas planas de tal antena de RF de TX/RX de zapato es, por ejemplo, de 750 nH. Las dos bobinas de Helmholtz 450, 460 y la antena de TX/RX de zapato 430 funcionan como anteriormente.

Las dimensiones de las bobinas de Helmholtz 450, 460 rectangulares son preferentemente tal como sigue:

- la altura de las bobinas de Helmholtz es de aproximadamente 350 mm;
- la longitud de las bobinas de Helmholtz es de aproximadamente 500 mm;
- la profundidad de las bobinas de Helmholtz es de aproximadamente 40 mm.

Las dimensiones de la antena de RF de TX/RX de zapato 430 que se enrolla totalmente alrededor del tacón son preferentemente tal como sigue:

- la anchura se encuentra en el intervalo de 100 milímetros (mm) a 200 mm, que es normalmente de aproximadamente 150 mm;
- la profundidad se encuentra en el intervalo de 100 mm a 500 mm, que es normalmente de aproximadamente 350 mm; y
- la altura se encuentra en el intervalo de 10 mm a 100 mm, que es normalmente de aproximadamente 25 mm.

La presente invención puede combinarse con medios de detector de metales alojados, por ejemplo, dentro de los paneles laterales 200. Dicha forma de realización, que comprende medios de detector en masa combinados con medios de detector de metales, podría permitir detectar tanto objetos no autorizados como sustancias no autorizadas.

Los medios de detector colocados en los paneles laterales 200 pueden estar constituidos por bobinas de transmisor y de receptor en cualquier disposición adecuada conocida por el experto en la materia.

Dichas bobinas se muestran de manera esquemática en la figura 7.

Puesto que dichos medios de detector basados en bobina son bastante conocidos para el experto en la materia, no se describe la forma de las bobinas en mayor detalle a continuación.

5 No obstante, se recuerda que las bobinas comprenden preferentemente una pluralidad de bucles conectados en serie y en direcciones opuestas para anular los efectos de interferencia externa; el dispositivo presenta preferentemente bobinas que están desplazadas entre sí tanto para transmisión como para recepción, y las bobinas se alimentan preferentemente por señales que presentan componentes armónicas complejas.

10 La utilización de paneles 200 colocados verticalmente y que contienen las antenas para generar y recibir el campo, similar en concepto general a una estructura de detector de metales convencional, proporciona las siguientes ventajas.

15 En primer lugar, debe observarse que dichos paneles verticales 200 permiten que las antenas ocupen alturas que garantizan una señal útil y uniforme incluso si los objetos que van a detectarse, armas u objetos prohibidos similares, proporcionan señales muy pequeñas y están situados a la altura del tobillo o encima del tobillo. En cambio, las bobinas que ocupan un plano horizontal, por ejemplo en el plano de soporte de una plataforma, no proporcionan esta opción, puesto que la sensibilidad de intercepción disminuye rápidamente a medida que aumenta la distancia con respecto a las bobinas.

20 En segundo lugar, debe observarse que en la invención los paneles verticales están situados a una distancia pequeña uno con respecto a otro (se encuentran preferentemente en el intervalo de 450 mm a 700 mm, y normalmente de aproximadamente 575 mm) ajustados de tal manera que se obtiene simultáneamente una buena señal de detección desde los objetos que se buscan y un grado de tolerancia a las variaciones en la posición transversal del zapato que se examina.

25 Finalmente, y en tercer lugar, debe observarse que utilizando bobinas y paneles que son verticales, en lugar de utilizar bobinas que son horizontales, también hace posible conseguir una gran cantidad de desacoplamiento en relación con cualquier masa de metal presente en el suelo. Por tanto, en cuanto al dispositivo, se obtiene un comportamiento de detección que es constante e independiente del sitio en el que está instalado.

Según una característica ventajosa de la invención, las bobinas para generar y recibir el campo electromagnético están situadas de modo que el campo magnético de detección está conformado de manera óptima con respecto a las zonas de los zapatos que habitualmente presentan una gran cantidad de metal. De manera aún más precisa, las bobinas están situadas por tanto preferentemente en función de la zona en la que la hoja de refuerzo de metal horizontal se sitúa convencionalmente en la suela de un zapato. Esta solución hace posible simultáneamente interceptar objetos fraudulentos que dan lugar a una cantidad mínima de señal en cualquier lugar en el volumen en el que se busca, mientras que también se obtiene una discriminación posible máxima con respecto a las piezas de metal que normalmente están presentes en los zapatos, en particular en zapatos de grandes dimensiones.

40 En la figura 7, con la referencia 500, puede observarse la curva de sensibilidad de las bobinas de receptor y transmisor 250 y 260 que se muestran esquemáticamente en la figura 7. Tal como se mencionó anteriormente, puede observarse que el campo magnético de detección está conformado ventajosamente en 502 en la posición del elemento de refuerzo de metal con la referencia 1 que se prevé en la suela del zapato y más particularmente en su "enfranque".

Sigue una descripción de la estructura de los medios de procesador e información mostrados en la figura 8. Estos medios tienen la referencia general 600 y están integrados preferentemente en el módulo 300.

50 En la figura 8 adjunta, puede observarse una unidad 602 de procesador central (CPU) que incluye medios para almacenar los programas necesarios y medios de procesador adecuados para gestionar todas las interfaces y utilizar las señales que se recogen.

La CPU 602 se comunica con:

- 55 - unos medios 604 para generar una señal de alarma audible o mensajes de voz;
- unos medios 606 que proporcionan una conexión con un módulo externo, por ejemplo una interfaz de tipo RS232;
- 60 - unos medios 608 para introducir datos, por ejemplo un teclado numérico;
- un módulo 610 para presentar visualmente caracteres alfanuméricos, para entregar las señales visibles descritas anteriormente con fines de guiado, y preferentemente;
- 65 - un módulo 612 para indicar la altura de la zona en la que se ha detectado un objeto o sustancia prohibido.

- un módulo de interfaz 620 para la conexión de medios de detector adicionales tal como se describirá a continuación.

5 Los medios de visualización 612 están preferentemente en forma de dos tiras de visualización dispuestas en los bordes verticales frontales de los paneles laterales 200, tal como puede observarse en la figura 5. Cada una de estas tiras 612 está subdividida en una pluralidad de dispositivos de visualización de puntos que se encienden de manera selectiva cuando se detecta un objeto determinado, a la altura a la que se ha producido la detección.

10 La previsión de tal información permite que partes externas sean inmediatamente conscientes de la altura a la que se ha detectado un objeto o sustancia en el individuo que se inspecciona, y esto permite realizar rápidamente una acción.

15 La CPU 602 mostrada en la figura 8 adjunta también está en comunicación con un módulo de procesamiento de señal digital 616 que controla tanto el suministro de potencia a las bobinas de Helmholtz 450, 460, el suministro de potencia a las bobinas de transmisor de la antena de RF de TX/RX de zapato y también la detección de señales procedentes de las bobinas de receptor de la antena de RF de TX/RX de zapato 430.

20 En la figura 8, la referencia 621 designa las bobinas principales de las dos bobinas de Helmholtz 450, 460. Las bobinas principales 621 se alimentan mediante un amplificador de corriente 618 que está conectado al módulo de procesamiento de señal digital 616 a través de un primer DAC 617 (convertidor de digital a analógico). Un detector de corriente 619 está conectado en serie con el amplificador de corriente 618 y las bobinas principales 621. El valor de la corriente se detecta mediante el detector de corriente 619. La salida del detector de corriente 619 está conectada a la entrada de un primer ADC 622. Por tanto, las entradas y salidas del módulo de procesamiento de
25 señal digital 616 que están conectadas al primer DAC 617 y ADC 622 permiten controlar el suministro de potencia a las bobinas principales 621 de las bobinas de Helmholtz 450, 460.

La referencia 631 designa las bobinas secundarias de las dos bobinas de Helmholtz 450, 460. Las bobinas secundarias 631 se alimentan mediante un amplificador de corriente 628 que está conectado al módulo de procesamiento de señal digital 616 a través de un segundo DAC 627 (convertidor de digital a analógico). Un detector de corriente 629 está conectado en serie con el amplificador de corriente 628 y las bobinas secundarias 631. El valor de la corriente se detecta mediante el detector de corriente 629. La salida del detector de corriente 629 está conectada a la entrada de un segundo ADC 632. Por tanto, las entradas y salidas del módulo de procesamiento de
30 señal digital 616 que están conectadas al segundo DAC 627 y ADC 632 permiten controlar el suministro de potencia a las bobinas secundarias 631 de las bobinas de Helmholtz 450, 460.

La referencia 641 designa las bobinas de la antena de RF de TX/RX de zapato 430. Tal como se describió anteriormente, las bobinas 641 están conectadas a una red 870 de interfaz que está conectada a un oscilador 851 controlado por frecuencia/amplitud controlado por el módulo de procesamiento de señal digital 616. Un extremo 643
40 frontal analógico está conectado en paralelo entre la red 870 de interfaz y las bobinas 641 de la antena de RF de TX/RX de zapato 430. El extremo 643 frontal analógico está conectado al módulo de procesamiento de señal digital 616 a través de un ADC 642 y un receptor digital. En la presente forma de realización, la antena de RF de TX/RX de zapato comprende una única bobina homopolar que actúa como transmisor y receptor al mismo tiempo. La parte de circuito descrita anteriormente, que comprende el receptor 644 digital, el ADC 642 y el extremo 643 frontal analógico
45 permite transmitir la señal recibida desde la bobina de receptor 430/641 que se analizará para determinar la presencia o la ausencia de una sustancia no autorizada en el zapato analizado.

Con el fin de conseguir un aumento en la capacidad de amplificación e inmunidad, la única bobina de la antena de RF de TX/RX de zapato 430 puede dividirse al menos en dos o más secciones. La figura 9 muestra una realización alternativa de la presente invención en la que la antena de RF de TX/RX de zapato 430 comprende una antena de RF de TX de zapato que comprende una única bobina 641 que actúa como transmisor (única antena de TX), y una antena de RF de RX de zapato que comprende una bobina equilibrada 651 que actúa como receptor (antena de RX equilibrada).

55 Naturalmente, se entenderá por un experto en la materia que las realizaciones mostradas en las figuras 3 y 6 que representan dos formas de una antena de RF de TX/RX de zapato que presenta una única bobina que actúa como transmisor (TX) y receptor (RX) al mismo tiempo deben adaptarse proporcionando elementos adicionales que permitan realizar las bobinas que actúan como antena de RX equilibrada.

60 Los demás elementos de la figura 9 son los mismos que en la figura 8. El tipo particular de antena de TX/RX de zapato (único TX, RX equilibrado) permite una mejor neutralización del ruido electromagnético exterior.

Tal como se describió anteriormente, la presente invención puede combinarse con medios de detector de metales alojados, por ejemplo, dentro de los paneles laterales 200. La figura 10 muestra una forma de realización alternativa de la presente invención que comprende medios de detección tanto de metal como de sustancias.

La CPU 602 se comunica con unos medios 604 para generar una señal de alarma audible o mensajes de voz, medios 606 que proporcionan una conexión con un módulo externo, por ejemplo una interfaz de tipo RS232, medios 608 para introducir datos, un módulo 610 para presentar visualmente caracteres alfanuméricos, un módulo 612 para indicar la altura de la zona en la que se ha detectado un objeto o sustancia prohibido y un módulo de procesamiento de señal digital 616 tal como se describió anteriormente.

La CPU 602 mostrada en la figura 10 adjunta también está conectada al módulo de interfaz 620 que permite la comunicación con medios de detección adicionales. Una base de tiempo 620bis conectada al módulo de interfaz 620 controla tanto el suministro de potencia a las bobinas de transmisión como, de manera síncrona con las mismas, la detección de las señales procedentes de las bobinas de receptor.

En la figura 10, las referencias 260.1, 260.n designan bobinas de transmisor independientes alimentadas por respectivos circuitos de activador 261.1, 261.n, conectados en sí mismos a un generador 262 de señales de excitación accionado mediante la base de tiempo 620. La figura 10 también usa las referencias 250.1, 250.m para designar bobinas de receptor independientes conectadas a respectivos circuitos de amplificador 251.1, 251.m conectados a un circuito 252 para conformar las señales recibidas procedentes de los amplificadores 251.1, 251.m. El circuito 252 se sincroniza mediante la base de tiempo 620bis y se conecta a la CPU 602.

Naturalmente, el número de bobinas de transmisor 260 y el número de bobinas de receptor 250 no se limita a dos. Además, el número de bobinas de transmisor 260 no es necesariamente idéntico al número de bobinas de receptor 250.

El funcionamiento de un circuito de este tipo en sí mismo es conocido para el experto en la materia y, por tanto, no se describe en más detalle a continuación.

En la figura 10, la forma de realización ilustrada comprende una antena de RF de TX/RX de zapato que presenta una única bobina 641 que actúa como tanto transmisor como receptor (única antena de TX/RX). En la figura 11, la forma de realización ilustrada comprende unos medios de detector de metales y sustancias. La antena de RF de TX/RX de zapato 430 comprende una única bobina 641 que actúa como transmisor (única antena de TX) y un bobina equilibrada 651 que actúa como receptor (antena de RX equilibrada).

Con referencia a la figura 12, sigue una descripción del diagrama de flujo general para el funcionamiento de tal dispositivo.

En la figura 12, la etapa 700 es una etapa de inicialización.

La etapa 702 es una etapa de presentar visualmente una señal, por ejemplo "COLOCAR EL PIE" que indica que el aparato está listo para realizar una medición.

En la etapa 704, la CPU 602 utiliza cualquier procesamiento apropiado (basándose en las señales procedentes de las bobinas de receptor 250 o las bobinas de Helmholtz 450 460 o la señal desde un detector auxiliar, por ejemplo un detector óptico) para examinar si un zapato está presente en el campo de detección.

Si no, se repite la etapa 702.

Por el contrario, si un zapato está presente, la etapa 704 va seguida de la etapa 706 durante la cual la CPU examina si un zapato está situado de manera apropiada sobre la huella.

Si no, se repite la etapa 702.

De otro modo, si el zapato está situado de manera apropiada, la etapa 706 va seguida de una etapa 708 que es una etapa de sincronismo.

Durante la etapa 710 siguiente, la CPU realiza un análisis apropiado para las señales procedentes de los medios de detector de sustancias no autorizadas (y de los medios de detector de metales si se combinan los medios de detector tanto de metales como de sustancias no autorizadas).

Después de esta etapa 710, la CPU 602 procede durante una etapa 712 con el análisis del resultado del procesamiento de las señales para determinar si esto debe llevar o no a una alarma.

En este caso, la etapa 712 va seguida de una etapa 714 durante la cual se emite una señal sonora a través de los medios 604 y/o se emite una señal visible adecuada mediante la pantalla 610.

De otro modo, si no se produce una alarma, la etapa 712 va seguida de una etapa 716 que indica al individuo que se inspecciona y al personal de inspección que no se ha detectado ninguna sustancia no autorizada, por ejemplo presentando visualmente una señal "OK RETIRAR".

Las etapas 714 y 716 van seguidas de la etapa 718 durante la cual la CPU 602 utiliza cualquier procesamiento apropiado (basándose en las señales procedentes de las bobinas de receptor 250 o las bobinas de Helmholtz 450 460 o la señal desde un detector auxiliar, por ejemplo un detector óptico) para examinar si el zapato se ha retirado del campo de detección.

Si no, se repite la etapa 718.

En este caso, la etapa 718 vuelve a la etapa 702 de visualización descrita anteriormente.

Tal como se mencionó anteriormente, el dispositivo según la presente invención incluye preferentemente medios para realizar un sorteo aleatorio para designar a individuos aleatoriamente para que se sometan a una o más pruebas adicionales. A modo de ejemplo, la(s) prueba(s) adicional(es) pueden consistir en una palpación manual o en un aparato de análisis automático, por ejemplo, para recoger y analizar el vapor o trazas de partículas, por ejemplo, de drogas.

El diagrama de flujo que describe el funcionamiento de un dispositivo de este tipo que incluye el sorteo aleatorio se muestra en la figura 13.

Esta figura muestra todas las etapas descritas anteriormente con referencia a la figura 12. Por tanto, no se describen de nuevo. No obstante, debe observarse que el diagrama de flujo mostrado en la figura 13 es específico para un dispositivo que incluye medios para realizar un sorteo aleatorio con fines de designación y comprenden además dos etapas 740 y 742 adicionales interpuestas entre las etapas 712 y las etapas de visualización 714 y 716.

Si se detecta una alarma en la etapa 712, esto siempre va seguido de una etapa de visualización 714.

Sin embargo, si no se detecta ninguna alarma en la etapa 712, va seguido de la etapa 740 en la que se saca un número aleatorio. A continuación, en la etapa 742, la CPU 602 determina si el individuo que se inspecciona se ha seleccionado aleatoriamente o no. En este caso, la etapa 742 va seguida de la etapa de visualización 714. De otro modo, la etapa 742 va seguida de la etapa de visualización que lleva a la autorización 716.

Tal como se mencionó anteriormente, el dispositivo según la presente invención puede asociarse con medios para aspirar vapor y/o trazas de material prohibido (detector de trazas), por ejemplo drogas que pueden proceder de los zapatos. Tales medios de admisión de aspiración están integrados preferentemente en los paneles laterales 200 y en la base de soporte 100 de formación de escalón. Por tanto, la figura 14 muestra una variante de realización del dispositivo en la que los paneles laterales 200 y la base de soporte 100 incluyen una pluralidad de boquillas de aspiración 800.

Las boquillas 800 van seguidas preferentemente de filtros y medios de control de flujo. Estos medios de control de flujo están conectados en sí mismos a la entrada de una bomba accionada mediante un motor. La salida desde la bomba está conectada a un detector adecuado, por ejemplo de tipo de espectrómetro de masas. El detector y el motor están conectados a y se activan mediante una unidad de procesador, conectada en sí misma a la CPU.

El sistema de análisis mencionado anteriormente puede colocarse en una ubicación apropiada en el dispositivo, y preferentemente dentro de la base de soporte.

En una variante de realización, las boquillas pueden volver a colocarse directamente mediante sensores monolíticos especializados que están conectados eléctricamente a la unidad de procesador.

En comparación con la técnica anterior, la presente invención ofrece las siguientes ventajas en particular:

- nivel de seguridad elevado, consistente y múltiple para la inspección;
- paso muy fluido sin requerir personal de inspección especializado;
- eliminación de los costes de personal especializado dedicado en las aplicaciones conocidas a inspeccionar zapatos manualmente;
- aumento de la comodidad para el público al eliminar las dificultades provocadas por quitarse los zapatos y volver a ponérselos y por el tiempo malgastado asociado con esta operación;
- eliminación de la necesidad de aparatos de rayos X que se requieren en determinadas aplicaciones conocidas con fines de inspección;
- el dispositivo es ligero y compacto y por tanto puede moverse y adaptarse fácilmente a cualquier sitio;

- los zapatos no se analizan en un modo diferencial como en el caso de determinados aparatos conocidos, sino de una manera absoluta zapato por zapato. Por tanto, se evalúa cada zapato por separado y se realiza una detección independientemente de cualquier comparación con el otro zapato. El inventor ha encontrado que esta disposición hace posible garantizar que en todas las condiciones de transporte se intercepten de manera segura objetivos de señal mínima;

- el análisis de los zapatos no está limitado a sus partes inferiores, o a las partes inmediatamente adyacentes a las mismas, sino que utilizando un campo magnético de medición que es altamente uniforme y estructurado, también cubre la pierna a la altura de la pantorrilla sin ninguna variación en la sensibilidad y, por tanto, sin ninguna degradación de los servicios proporcionados. Esto garantiza una seguridad incluso cuando se llevan objetivos de señal mínima a nivel del tobillo o por encima del tobillo;

- el sistema según la invención para investigar zapatos bajo examen y para realizar el análisis asociado hacen posible detectar objetivos de señal mínima, críticos mientras que simultáneamente se los distingue de las señales parásitas. Por consiguiente, se centra la atención de los operadores especializados en la inspección en un número de casos limitado, con las ventajas correspondientes para la seguridad;

- desde el punto de vista ergonómico, el aparato es simple y cómodo. No requiere que la persona que se inspecciona se comporte de maneras poco habituales o que adopte posiciones embarazosas. El tiempo requerido para el análisis puede minimizarse; y

- el uso de una base de soporte en forma de un escalón (asociada con medios de identificación de posición) garantiza la detección en un único zapato, con el otro zapato situado sobre el suelo manteniéndose fuera del campo de detección.

Tal como se describió anteriormente, la presente invención puede expresarse en una realización diferente.

Una primera realización comprende la base de soporte (100) asociada con medios de detector adaptados para detectar una sustancia objetivo empleando una técnica de resonancia cuadrupolar nuclear sin campo de modulación (modulación Zeeman) para detectar dicha sustancia no autorizada. Los medios de detector de la primera realización comprenden la antena de RF de TX/RX de zapato 430.

Una segunda realización comprende la base de soporte (100) asociada con medios de detector adaptados para detectar una sustancia objetivo (detector en masa) empleando la técnica de resonancia cuadrupolar nuclear con campo de modulación (modulación Zeeman) para detectar dicha sustancia no autorizada. Los medios de detector de la primera realización comprenden la antena de RF de TX/RX de zapato 430 y las bobinas de Helmholtz 450, 460 (para generar la modulación Zeeman). Se utiliza el campo de modulación (modulación Zeeman) generado mediante Helmholtz, combinado con un demodulador síncrono, para extraer una señal eficaz de manera más sencilla del ruido de fondo, no es obligatorio.

Pueden obtenerse otras realizaciones combinando el detector en masa con el detector de metales descrito anteriormente, o con el detector de trazas descrito anteriormente o con ambos, o también combinando, en el detector en masa, diferentes técnicas de resonancia magnética de inducción (RMN, REE, RCN).

Además, tal como se ilustra en la figura 15, una realización adicional para la antena de RF de TX/RX de zapato puede ser una antena de RF de TX de zapato que comprende una única bobina homopolar que actúa como emisor, y una antena de RF de RX de zapato que comprende una única bobina homopolar que actúa como receptor.

Naturalmente, la presente invención no está limitada a las formas de realización particulares descritas anteriormente, sino que se extiende a cualquier variante dentro del alcance de las reivindicaciones.

La invención tampoco está limitada a ninguna aplicación particular, y puede usarse en cualquier zona conflictiva tal como un colegio, estación, una empresa privada o pública, un estadio, una sala de conciertos, una manifestación, etc.

REIVINDICACIONES

1. Dispositivo para detectar al menos un material no autorizado en una zona con acceso protegido, estando el dispositivo caracterizado porque comprende en combinación:

- una base de soporte (100) diseñada para recibir un solo pie que lleva un zapato, de un individuo que va a inspeccionarse;
- unos medios de detector (430, 450, 460) adaptados para detectar un material objetivo empleando al menos una técnica de resonancia magnética para detectar dicho material no autorizado y asociados con la base de soporte (100); y
- unos medios de identificación de posición (400) en la base de soporte (100) aptos para imponer el posicionamiento exacto del pie que lleva el zapato del individuo que se inspecciona en relación con los medios de detector.

2. Dispositivo según la reivindicación 1, caracterizado porque dicha al menos una técnica de resonancia magnética empleada es resonancia de espín electrónico o es resonancia magnética nuclear o es resonancia cuadrupolar nuclear o son resonancia de espín electrónico y resonancia magnética nuclear, o son resonancia de espín electrónico y resonancia cuadrupolar nuclear, o son resonancia magnética nuclear y resonancia cuadrupolar nuclear, o son resonancia de espín electrónico, resonancia magnética nuclear y resonancia cuadrupolar nuclear.

3. Dispositivo según la reivindicación 1 ó 2, caracterizado porque la base de soporte (100) comprende un bloque en forma de un escalón con los medios de identificación de posición (400) en su superficie superior (102).

4. Dispositivo según la reivindicación 1 ó 2 ó 3, caracterizado porque los medios de detector comprenden dos bobinas de Helmholtz (450, 460), ensambladas en los dos lados de los medios de identificación de posición (400), estando los planos de bobinado de dichas bobinas situados a una distancia recíproca igual al radio medio de dichas bobinas.

5. Dispositivo según la reivindicación 4, caracterizado porque las dos bobinas de Helmholtz (450, 460) se activan mediante corriente continua o corriente alterna de baja frecuencia, y porque se utilizan:

- para suministrar una polarización de campo magnético estático adecuada y, cuando sea necesario, una modulación Zeeman apropiada para detectar la resonancia de espín de electrón (REE) en sustancias no autorizadas con electrones no apareados;
- para suministrar una polarización de campo magnético estático adecuada y, cuando sea necesario, una modulación Zeeman apropiada para detectar la resonancia magnética nuclear (RMN) en protones de hidrógeno;
- para suministrar una modulación Zeeman apropiada para modular resonancias cuadrupolares nucleares (RCN) en las sustancias detectadas preferentemente con este principio.

6. Dispositivo según la reivindicación 4 ó 5, caracterizado porque las dos bobinas de Helmholtz (450, 460) están insertadas parcialmente dentro de la base de soporte (100).

7. Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones 4 a 6, caracterizado porque el eje de las bobinas de Helmholtz (450, 460) se desplaza aproximadamente de 10 a 20 mm sobre la superficie superior (102) de la base de soporte (100), de manera que el centro de masa del contenido del zapato y el eje de las bobinas de Helmholtz están situados en el mismo plano horizontal.

8. Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones 4 a 7, caracterizado porque las bobinas de Helmholtz (450, 460) son iguales y están conectadas en serie, con el fin de que sean alimentadas exactamente con la misma corriente.

9. Dispositivo según la reivindicación 5, caracterizado porque los activadores de bobina son amplificadores controlados por corriente con el fin de garantizar el mismo campo magnético generado, independientemente de la temperatura y otras variaciones medioambientales.

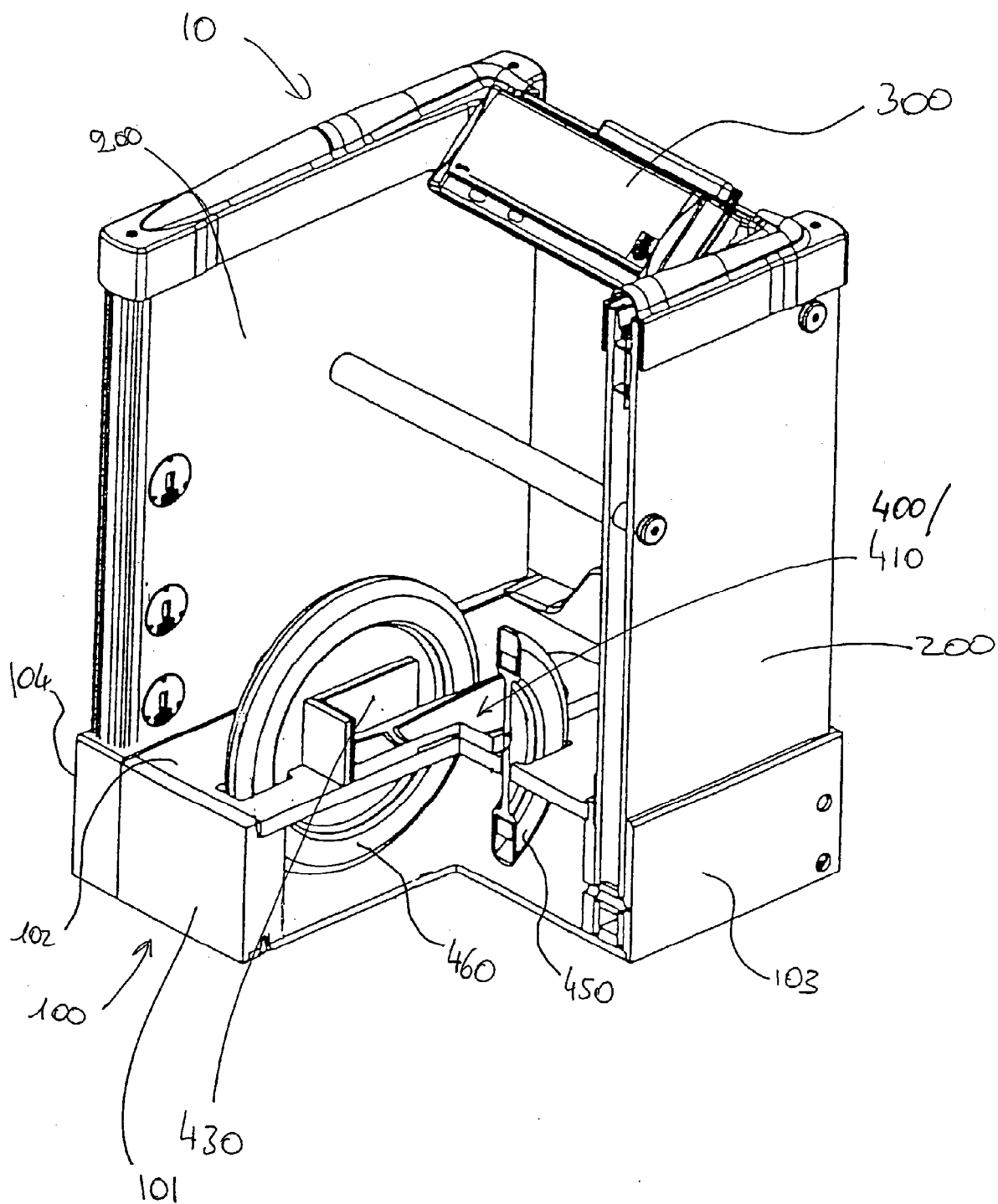
10. Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones 4 a 9, caracterizado porque cada bobina de Helmholtz (450, 460) está compuesta por dos bobinas, una bobina principal con un número muy alto de vueltas, activada a baja frecuencia o mediante una corriente continua, y una bobina secundaria que presenta una inductancia inferior y puede generar un barrido de modulación de campo magnético rápido.

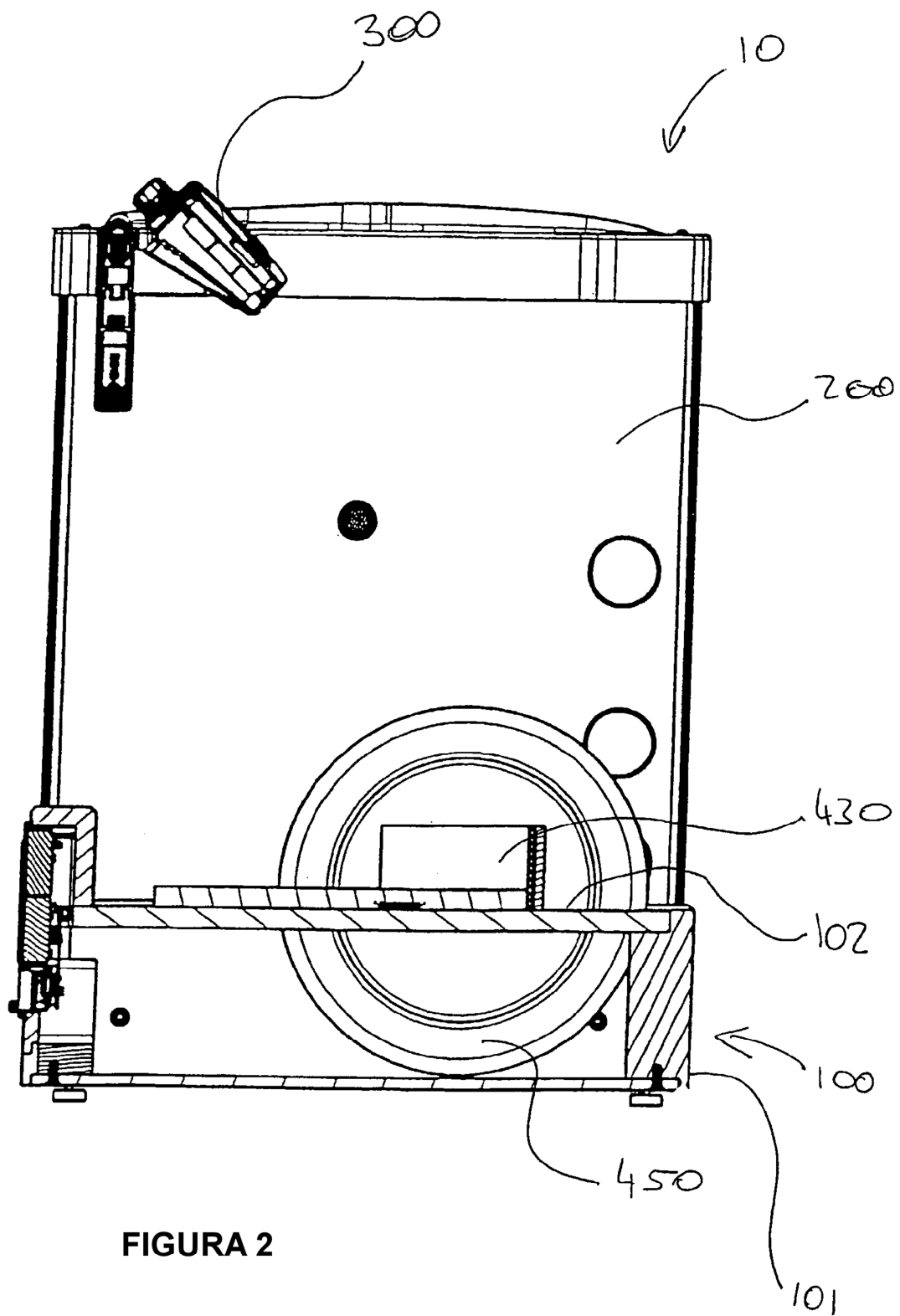
11. Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones 4 a 10, caracterizado porque los medios de detector comprenden además una antena de RF de TX/RX de zapato (430), enrollada total o parcialmente alrededor del

tacón del zapato o alrededor de toda la forma del zapato, con el fin de conseguir el acoplamiento máximo con los materiales ocultos en el tacón o en toda la forma del zapato.

- 5 12. Dispositivo según la reivindicación 11, caracterizado porque la bobina de la antena de RF de TX/RX de zapato (430) genera un campo que es ortogonal o mayormente ortogonal al campo de polarización magnética generado por las bobinas de Helmholtz (450, 460).
- 10 13. Dispositivo según la reivindicación 11 ó 12, caracterizado porque la bobina de la antena de RF de TX/RX de zapato (430) es una única bobina, y actúa como transmisor y receptor al mismo tiempo.
- 15 14. Dispositivo según la reivindicación 11 ó 12, caracterizado porque la bobina de la antena de RF de TX/RX de zapato (430) está dividida en al menos dos o más secciones, uno o más receptores y uno o más emisores, colocados preferentemente, de manera que el acoplamiento inductivo mutuo entre los mismos sea mínimo.
- 20 15. Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones 11 a 14, caracterizado porque la antena de RF de TX/RX de zapato (430) es un inductor de alta calidad.
- 25 16. Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones 11 a 15, caracterizado porque la bobina de la antena de RF de TX/RX de zapato (430) está conectada a un circuito de red de interfaz adecuado que presenta pérdidas de RF bajas.
- 30 17. Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones 4 a 16, caracterizado porque los medios de detector comprenden bobinas de RF adicionales, formadas apropiadamente, que rodean la zona del tobillo y la pantorrilla del individuo que se inspecciona, estando dichas bobinas de RF adicionales fuera del campo magnético estático uniforme generado por las bobinas de Helmholtz y, por tanto, utilizándose para la detección de sustancias basándose en la resonancia cuadrupolar nuclear.
- 35 18. Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 17, caracterizado porque incluye unos medios (300) que entregan mensajes visibles o audibles que guían al usuario durante las etapas de detección sucesivas.
- 40 19. Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 18, caracterizado porque los medios de detector comprenden además unos medios adaptados para detectar objetos metálicos.
- 45 20. Dispositivo según la reivindicación 19, caracterizado porque incluye además dos paneles verticales (200) que sobresalen de la base de soporte (100) y que alojan los medios adaptados para detectar objetos metálicos.
21. Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 20, caracterizado porque incluye unos medios (800) para recoger vapores o trazas de partículas, y para analizar dichos vapores o trazas.
22. Dispositivo según la reivindicación 21, caracterizado porque los medios para recoger vapores o trazas comprenden unas boquillas (800) de aspiración en la base de soporte (100) y en los paneles verticales para recoger vapores o trazas de partículas.
23. Dispositivo según la reivindicación 21, caracterizado porque los paneles verticales (200) poseen unas boquillas (800) de aspiración para recoger vapores o trazas de partículas.
24. Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones 20 a 23, caracterizado porque al menos uno de los paneles verticales incluye unos medios (612) para mostrar la altura a la que se ha detectado un objeto prohibido.

FIGURA 1





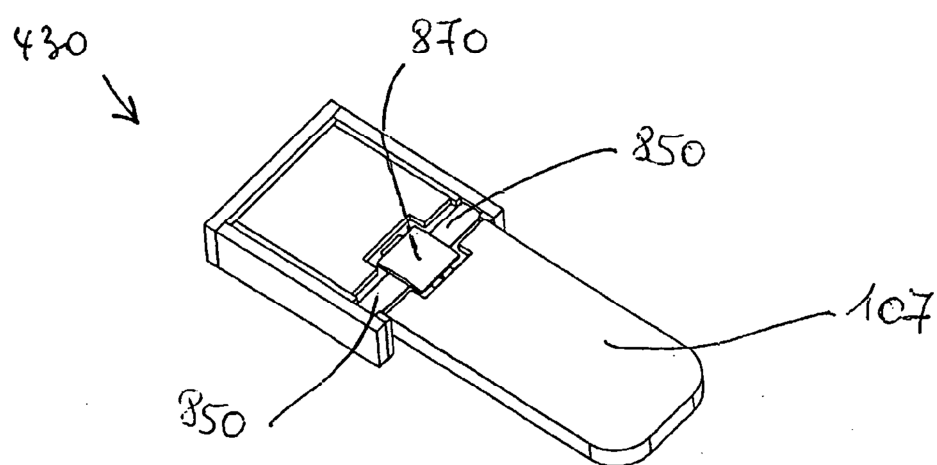
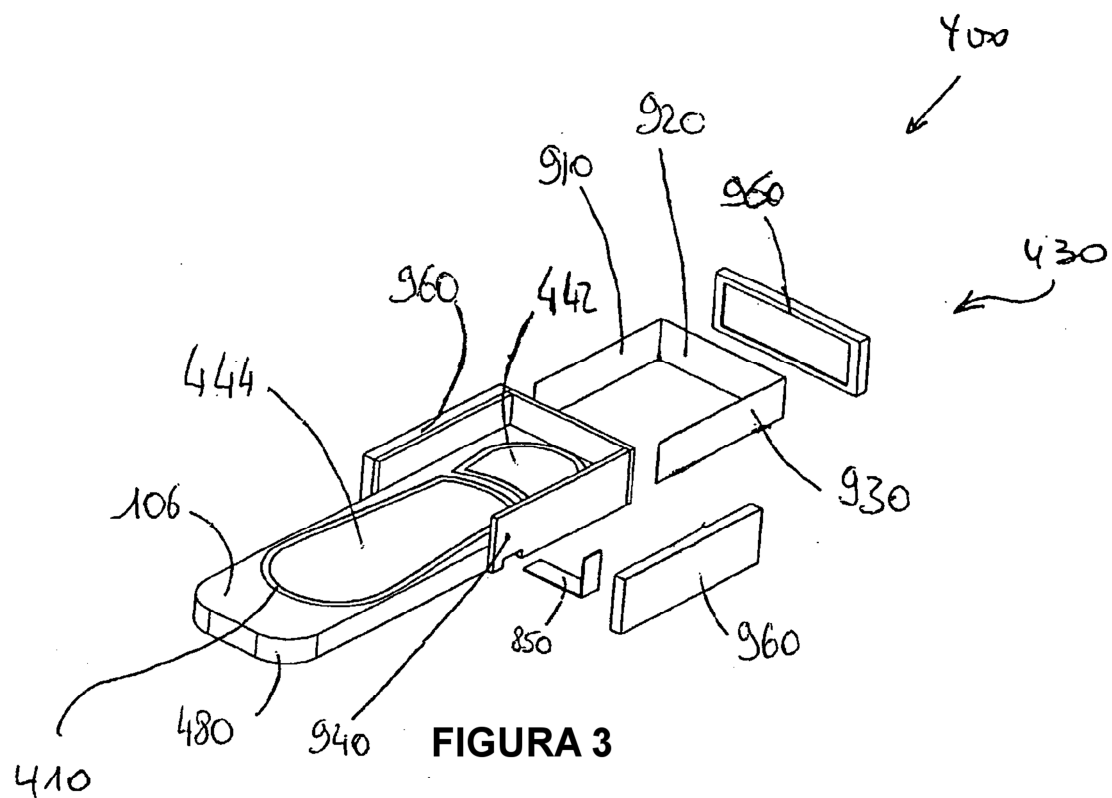


FIGURA 4

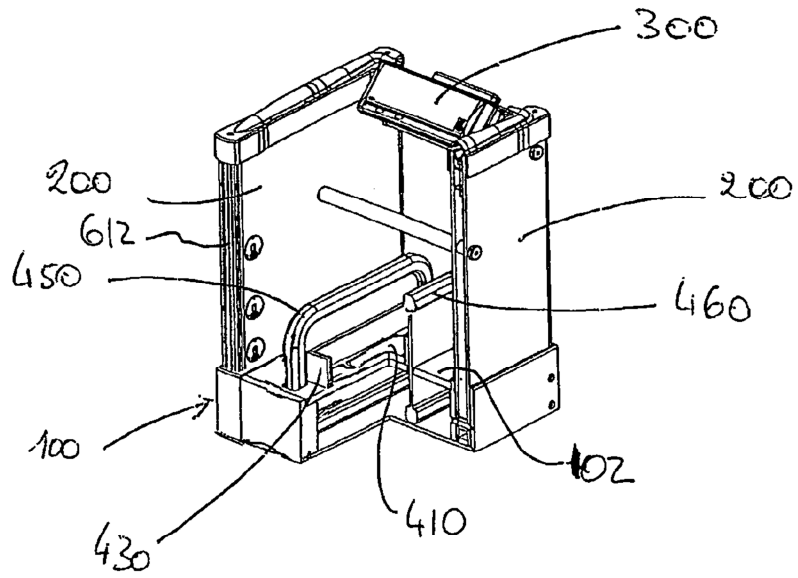


FIGURA 5

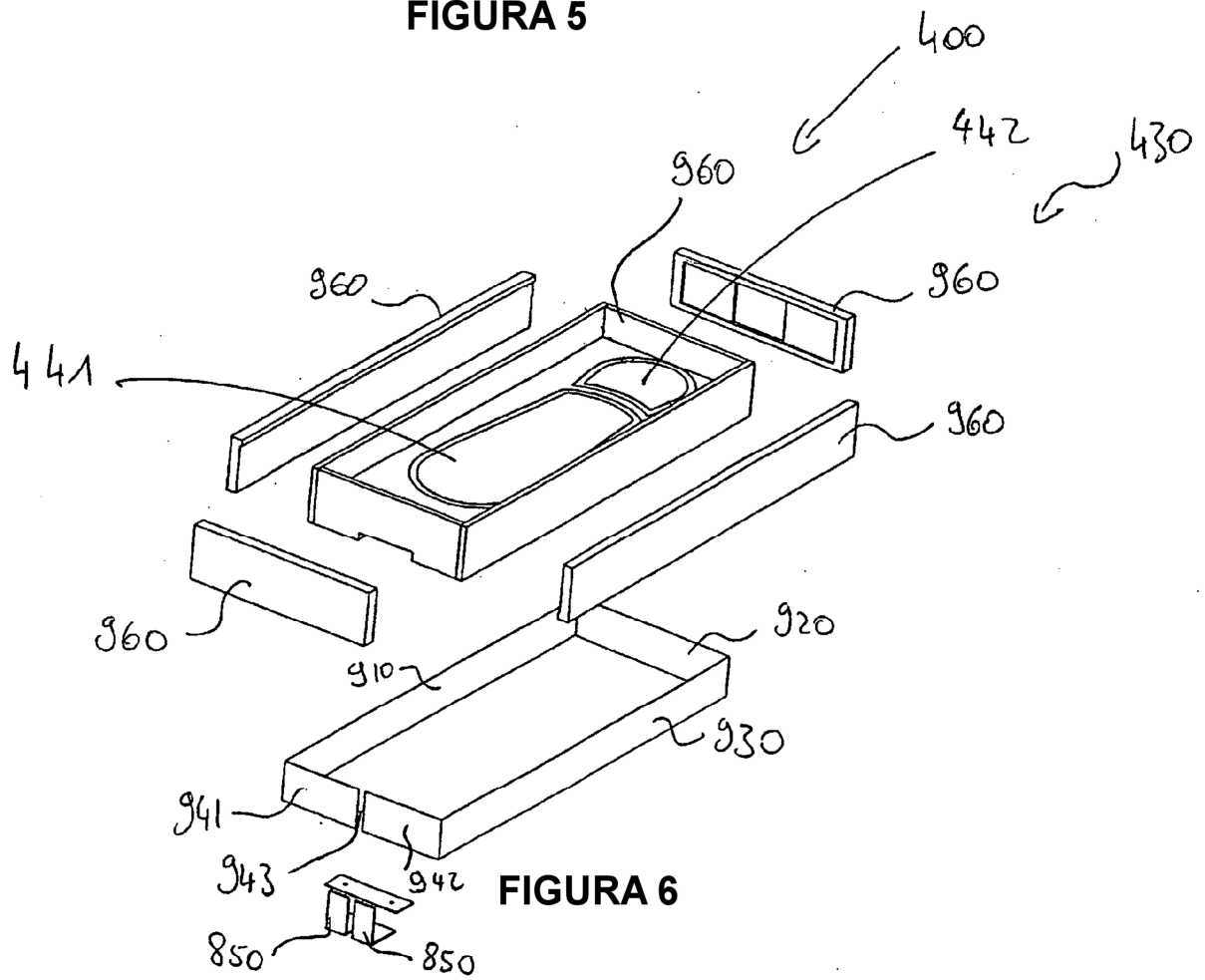
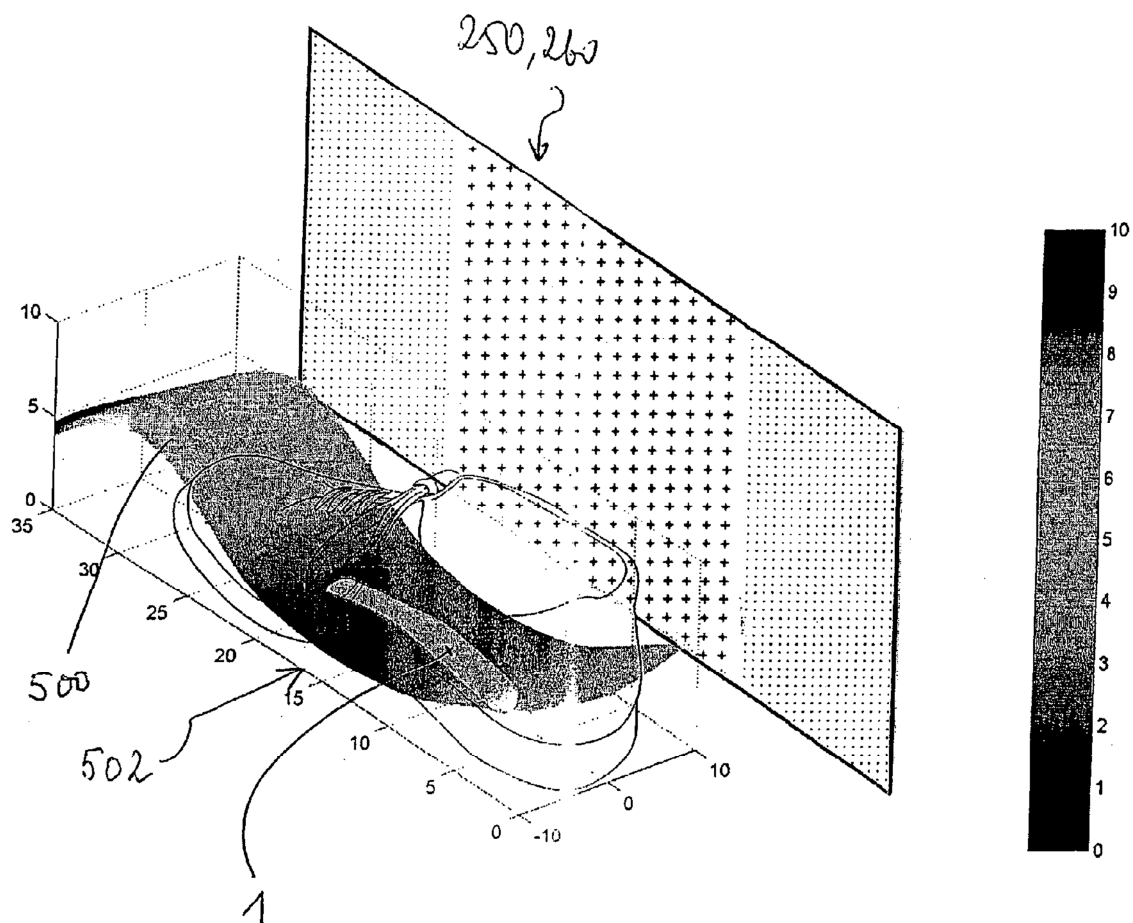


FIGURA 6

FIGURA 7



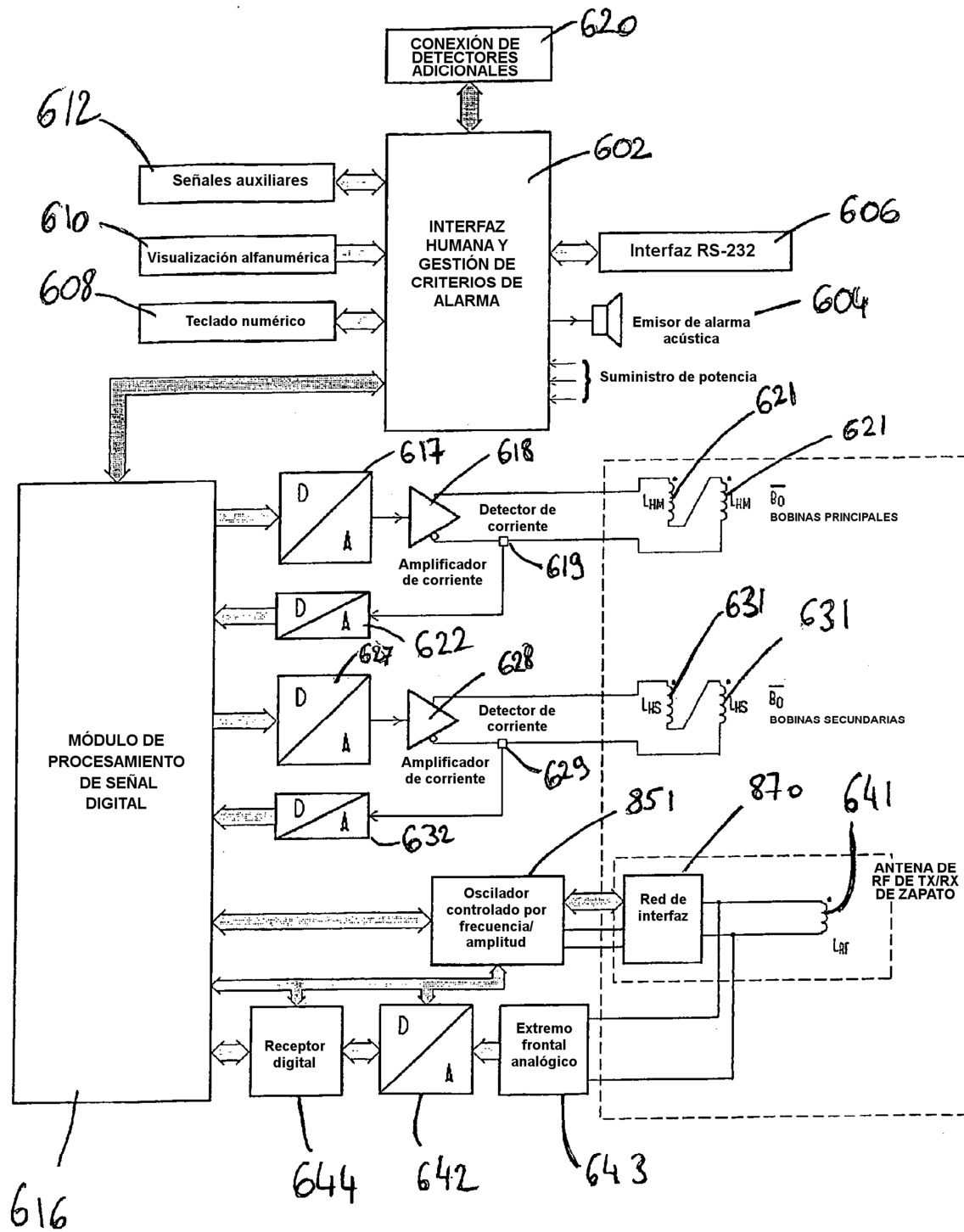


FIGURA 8

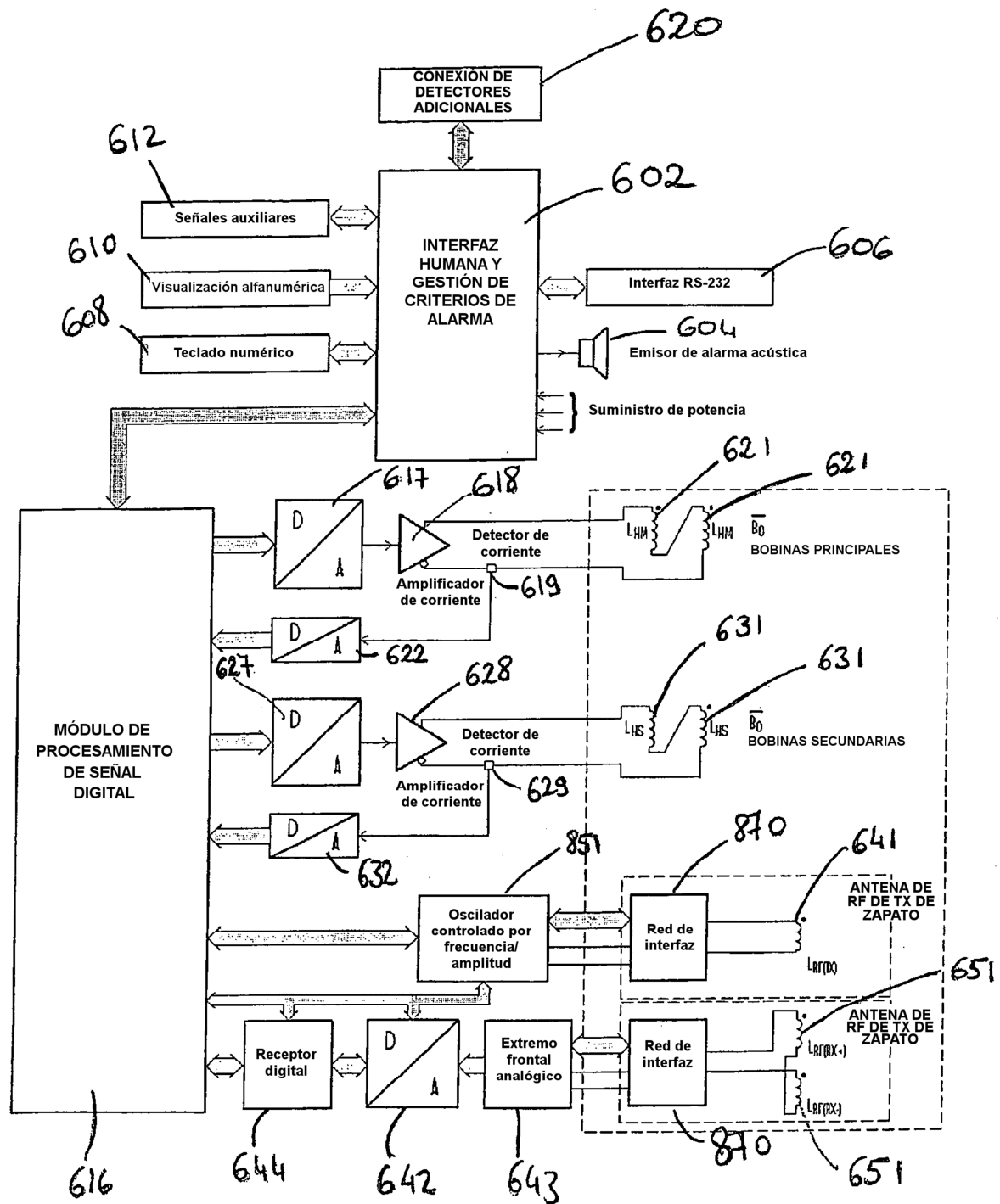
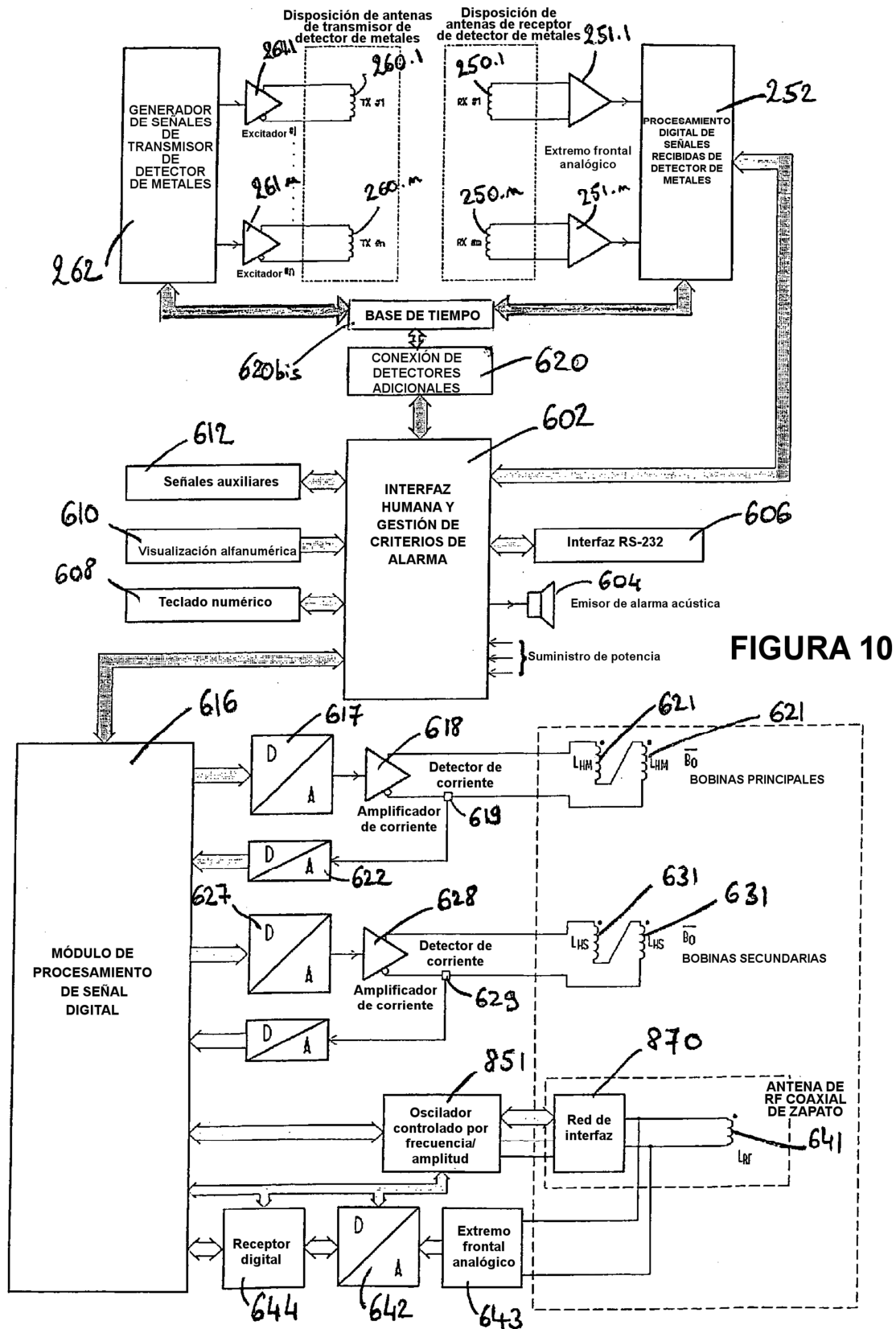


FIGURA 9



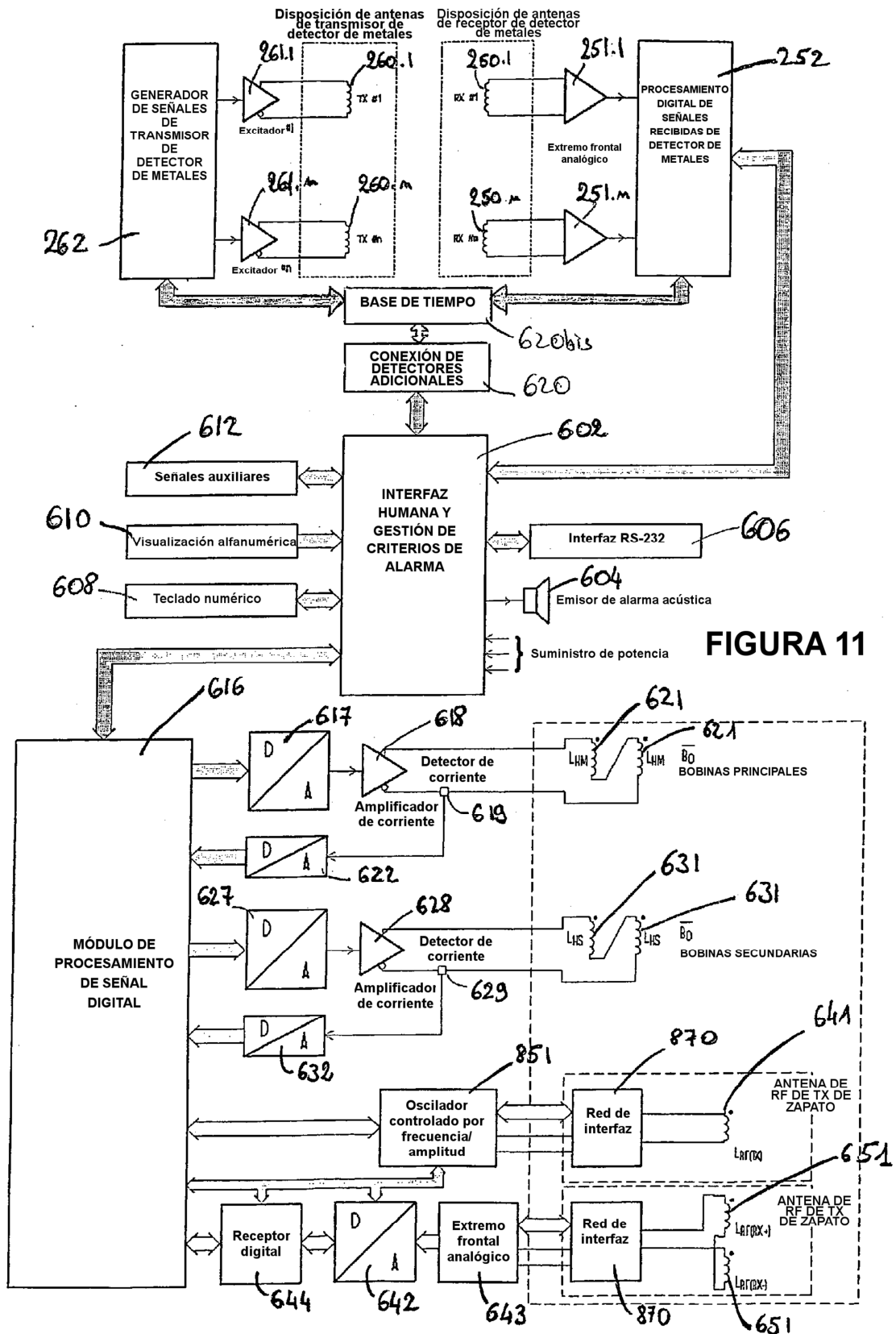


FIGURA 12

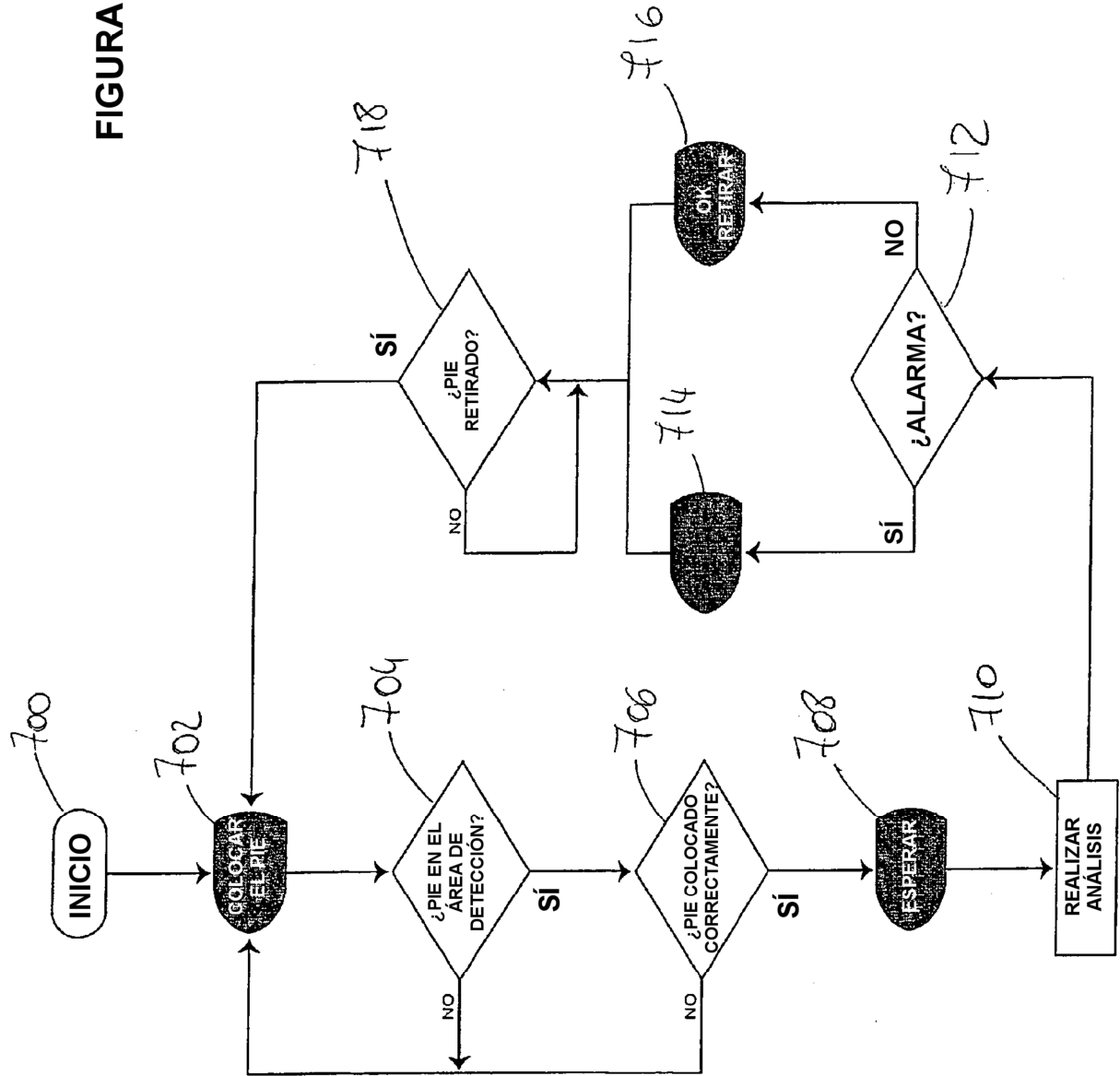
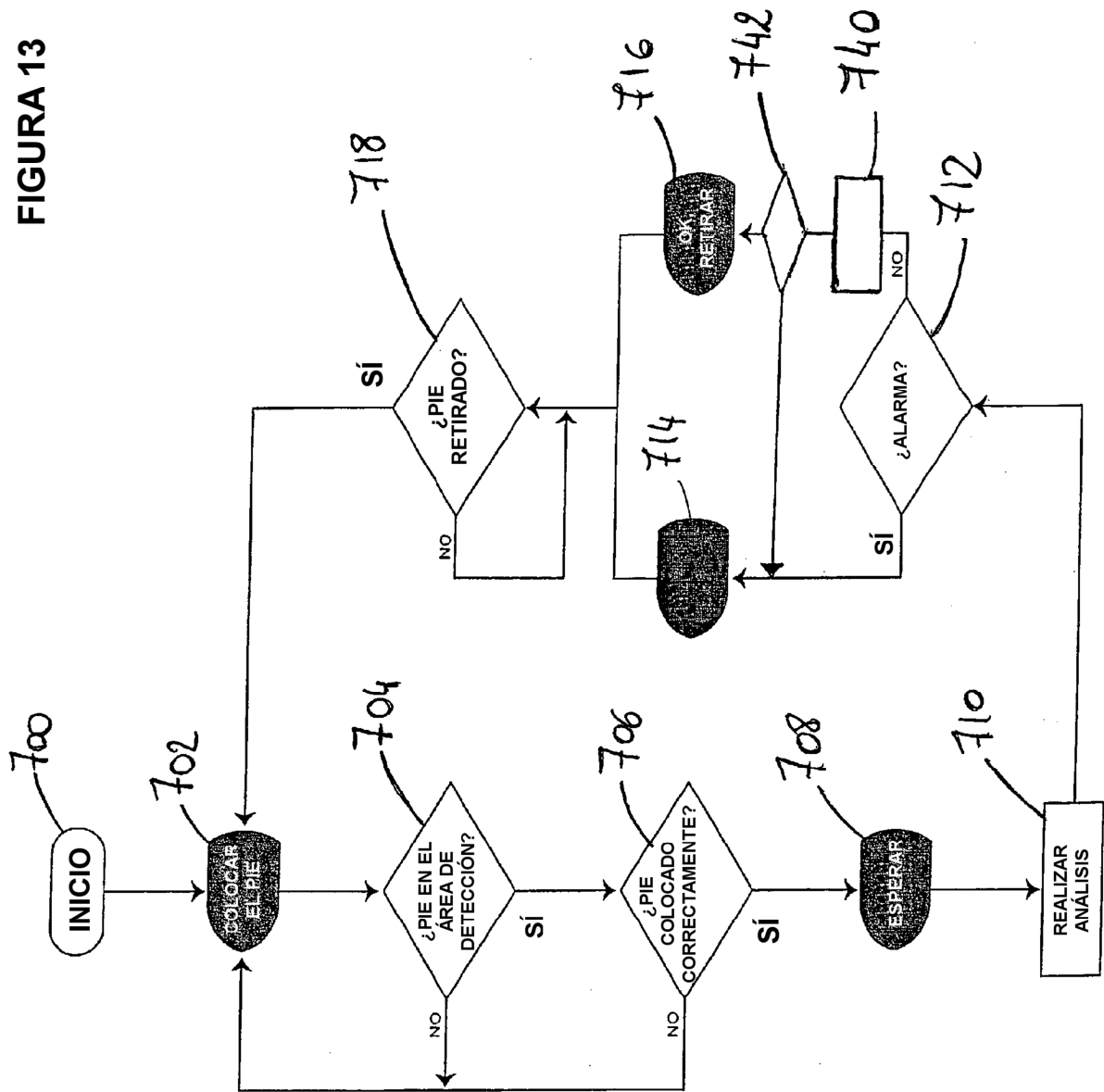


FIGURA 13



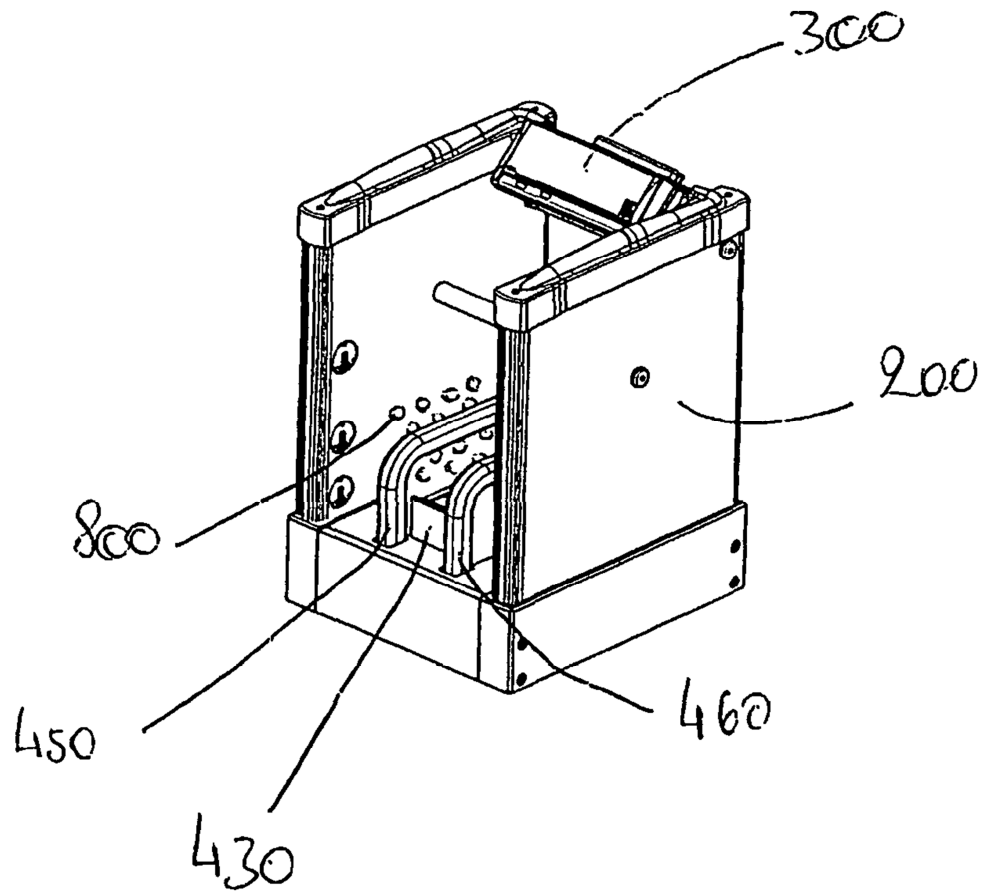


FIGURA 14

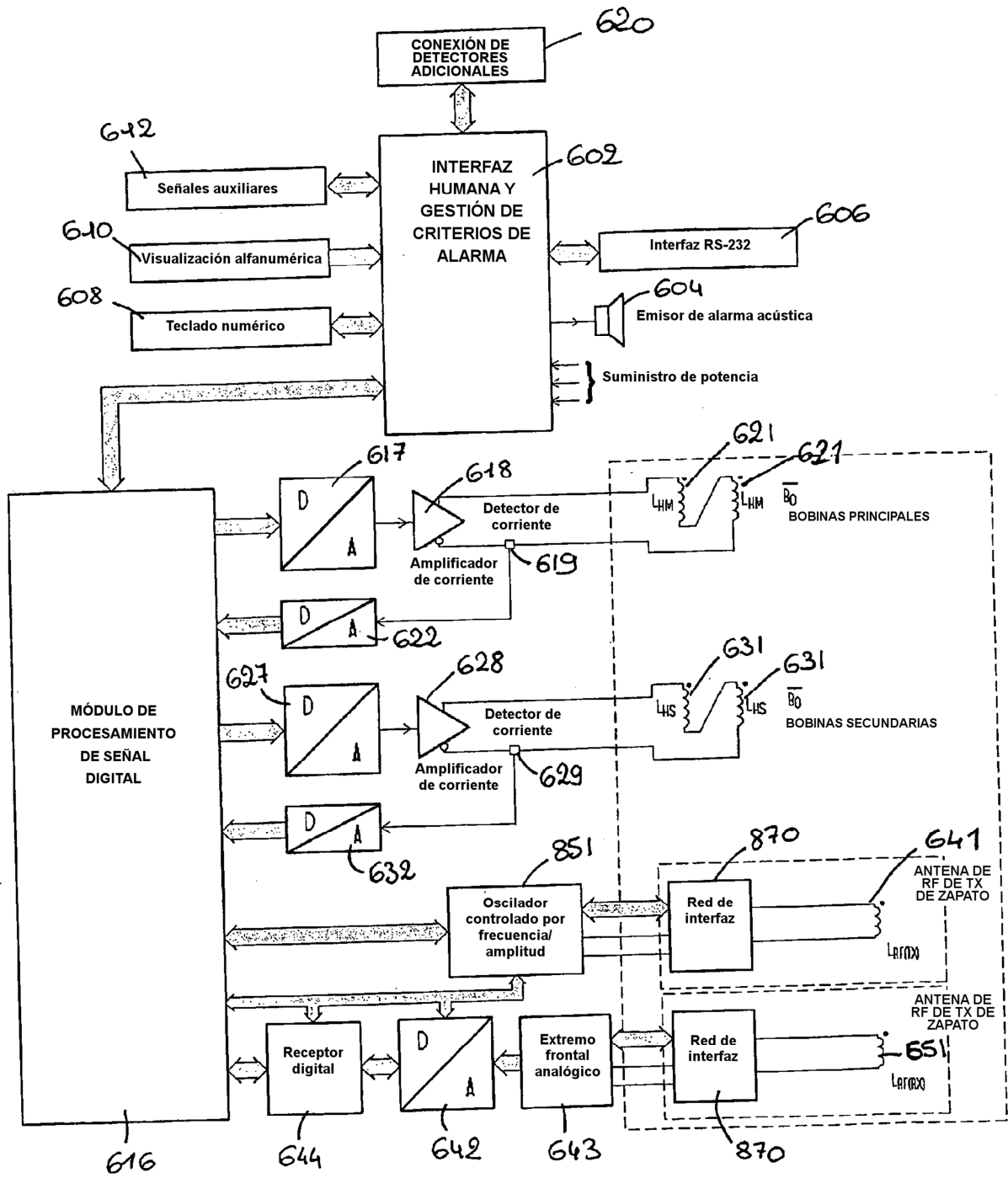


FIGURA 15