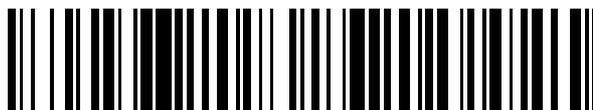


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 566 062**

51 Int. Cl.:

**H04W 48/02** (2009.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **17.10.2007 E 07861418 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **23.12.2015 EP 2080392**

54 Título: **Sistema y método para la detección y localización de la utilización ilícita de teléfonos móviles en el interior de una instalación**

30 Prioridad:

**17.10.2006 US 852442 P 17.10.2006 US 852441 P**  
**17.10.2006 US 852385 P 17.10.2006 US 852322 P**  
**17.10.2006 US 852323 P 17.10.2006 US 852321 P**  
**17.10.2006 US 852384 P 17.10.2006 US 852324 P**  
**17.10.2006 US 852444 P 17.10.2006 US 852440 P**  
**16.10.2007 US 974797**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**08.04.2016**

73 Titular/es:

**EXELIS INC. (100.0%)**  
**2235 Monroe Street**  
**Herndon, VA 20171, US**

72 Inventor/es:

**OLBERS, ROBERT L.;**  
**LIU, YUAN-MIN;**  
**NESKY, MARK S.;**  
**PLECAS, CRAIG A.;**  
**REYES, JOSEPH L.;**  
**KEIMIG, JOHN y**  
**HORVATH, KENJI C.**

74 Agente/Representante:

**MANRESA VAL, Manuel**

**ES 2 566 062 T3**

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

**DESCRIPCIÓN**

Sistema y método para la detección y localización de la utilización ilícita de teléfonos móviles en el interior de una instalación.

5

**ANTECEDENTES DE LA INVENCION****Campo de la invención**

10 La presente invención se refiere a métodos y sistemas para la monitorización, detección y localización de la utilización ilícita de teléfonos móviles, y más particularmente se refiere a: sistemas divididos en una pluralidad de zonas independientes; métodos y sistemas capaces de segregar la transmisión de radiotelefonía móvil desde el exterior de una zona específica; métodos de indicación visual de dicho tipo de detecciones; métodos para la visualización de históricos de detecciones registradas; métodos para la estimación de zonas de incertidumbre; 15 métodos que permiten identificar como un suceso único una secuencia de transmisiones con espectro de propagación con salto de frecuencia (FHSS) o discontinuo en el tiempo procedentes de una fuente de radiofrecuencia; receptores de conversión directa (DCR) utilizados como detectores de energía de radiofrecuencia (RF) y que utilizan un filtro de frecuencia intermedia (IF) paso banda y métodos relacionados con el mismo; métodos para la medición del nivel de pico de señal de fuentes de RF a ráfagas, y más particularmente se refiere a métodos 20 para la medición precisa del nivel de pico de señal de fuentes de RF a ráfagas en matrices no sincronizadas de receptores ágiles; y receptores DCR que disponen de un atenuador variable integral capaz de identificar efectos potenciales de distorsión a causa de armónicos.

**Descripción de la técnica anterior**

25 Resulta muy frecuente que instalaciones seguras, por ejemplo edificios gubernamentales, salas de tribunales, cárceles u hospitales, requieran restricciones de utilización de los teléfonos móviles y comunicaciones en ciertas zonas designadas. La introducción de teléfonos móviles o de otros dispositivos de comunicaciones, ya sea de modo intencionado o accidental, puede conllevar la divulgación no autorizada de datos secretos, de información 30 económica, de registros médicos o de otro tipo de información similar. Asimismo, desde el punto de vista electromagnético dichos dispositivos pueden interferir potencialmente con el funcionamiento de ciertos equipos críticos, por ejemplo los de soporte vital.

35 En las cárceles y en otras instalaciones penitenciarias es esencial monitorizar y prevenir las comunicaciones móviles ilícitas y no autorizadas. Las comunicaciones ilícitas en el interior de dichas instalaciones conllevan un riesgo de seguridad para los prisioneros, para los empleados y para los ciudadanos del entorno. Es muy habitual que los dispositivos móviles se entren a escondidas en las cárceles, de modo que los presos puedan continuar efectuando transacciones y/o asuntos ilegales. Los dispositivos se ocultan en colchones, en celdas y en otras ubicaciones 40 comunes. Frecuentemente, los empleados de las instalaciones penitenciarias aceptan sobornos a fin de poder introducir dispositivos móviles para los presos. De modo convencional, resulta extremadamente difícil seguir la pista y controlar dicho tipo de dispositivos y de comunicaciones, ya que el método habitual se limita estrictamente a una búsqueda celda por celda. La eficacia y la eficiencia de dicha técnica quedan restringidas debido al ferviente anhelo que tienen los presos y algunos empleados para eludir la detección.

45 Es imprescindible que una solución eficaz proporcione cobertura continuamente y en tiempo real, a fin de asegurarse la detección de nuevos dispositivos a medida que se introducen en la instalación. El sistema no únicamente debe detectar la presencia de dispositivos no autorizados, sino que también es imprescindible que pueda determinar su ubicación a fin de permitir que se tomen medidas correctivas urgentes.

50 Entre las instalaciones que es preciso monitorizar, se encuentran instalaciones de pequeñas y grandes dimensiones con una pluralidad de salas y/o una pluralidad de niveles, construidas con diversas técnicas. Los sistemas convencionales miden la emisión de fuentes de radiofrecuencia en el interior de una matriz o rejilla de receptores dispuestos en posiciones conocidas. Un único sistema encargado de la monitorización de una pluralidad de zonas resulta a menudo ineficaz e impreciso. Es imprescindible que un sistema que utiliza medidas de propagación de 55 radiofrecuencia proporcione la capacidad de explicar cambios súbitos en dicha propagación de radiofrecuencia causados por obstrucciones, por ejemplo suelos, paredes, puertas u otras piezas de mobiliario. Asimismo, la emisión procedente de fuentes de radiofrecuencia puede filtrarse a menudo a través de obstrucciones, generándose falsos positivos por parte de la rejilla de receptores. Una única matriz de receptores que cubra la instalación no se revela eficaz ni fiable; por el contrario, es necesario obtener un modo de descomponer la instalación en zonas de condiciones constantes de radiofrecuencia, tal como se proporciona mediante la presente invención. Esta capacidad 60 aportada por la presente invención proporciona asimismo un medio escalable para acomodar eficazmente sistemas con una cantidad muy variable de sensores y zonas de interés.

65 De modo convencional, los sensores individuales se disponen en las zonas de interés a fin de detectar señales telefónicas en las inmediaciones de la zona. Una vez detectadas, se dispara una alarma, lo que alerta a las autoridades competentes. Desafortunadamente, el diseño convencional no resulta capaz de detectar de modo

5 preciso transmisiones en el interior de una zona espacial definida. Las transmisiones que se originan en teléfonos móviles u otros dispositivos de comunicaciones móviles ubicados en puntos muy cercanos a una zona restringida, por ejemplo desde el exterior de una puerta compartida o desde la parte opuesta a una pared, disparan alarmas falsas, dado que las llamadas se efectúan realmente desde el exterior de la zona restringida. Dicha incapacidad de poder distinguir entre transmisiones en zonas restringidas y no restringidas es la causa de que el diseño convencional sea poco fiable e ineficaz.

10 Diversos operadores de red, operando a distintas frecuencias y utilizando un cierto número de protocolos de interfaz aérea, proporcionan el servicio de telefonía móvil. Un sistema de control eficaz, como el aportado por la presente invención, debe ser capaz de detectar y localizar dispositivos que utilicen cualquiera de dichos protocolos, redes o frecuencias. La capacidad de distinguir visualmente entre bandas de frecuencias, aportada por la presente invención, constituye una herramienta importante para ayudar a que las autoridades puedan establecer que los teléfonos confiscados sean consistentes con la actividad detectada.

15 Para la investigación y con el propósito de aportar pruebas, es importante que un sistema de control de los teléfonos móviles proporcione la posibilidad de visualizar un registro histórico de actividad. El sistema según la presente invención proporciona dicho tipo de registros.

20 En cualquier sistema práctico de localización de fuentes de radiofrecuencia se pone de manifiesto que existe un cierto margen de incertidumbre o error en la ubicación establecida para cada fuente. Como método de ayuda para que las autoridades determinen la zona de búsqueda apropiada, un sistema de control eficaz debe mostrar visualmente información relativa a la precisión de la ubicación estimada. Mediante la presente invención, se proporciona dicho tipo de información.

25 Muchas veces, las llamadas o los mensajes de teléfonos móviles se dividen en ráfagas múltiples de radiofrecuencia separadas en tiempo y/o frecuencia. Los diseños basados en acceso múltiple por división en el tiempo (TDMA) emplean un cierto número de slots temporales concedidos a distintos usuarios; las transmisiones individuales se descomponen para incorporarse en cada uno de los slots asignados. A menudo, los mensajes de texto, datos, voz e imágenes se distribuyen en muchas ráfagas de radiofrecuencia. Por último, cabe indicar que los teléfonos móviles pueden utilizar técnicas con un espectro de propagación con salto de frecuencia a fin de mitigar los efectos de la atenuación multitrayectoria o la interferencia de banda estrecha. Un sistema de control eficaz debe poseer la capacidad de juntar dichos sucesos separados a fin de representar de modo mejorado el patrón de utilización real. El sistema según la presente invención posee dicha capacidad.

### 35 **OBJETIVOS Y RESUMEN DE LA PRESENTE INVENCION**

Un objetivo de la presente invención es proporcionar un sistema y un método para la localización de un dispositivo de comunicaciones móviles en una zona de interés según las reivindicaciones adjuntas 1 a 15.

40 Dichos y otros objetivos, características y ventajas de la presente invención resultarán evidentes a partir de la descripción detallada siguiente de unas formas de realización ilustrativas, que deben leerse junto con los dibujos adjuntos.

### 45 **BREVE DESCRIPCION DE LOS DIBUJOS**

En la figura 1 se representa un diagrama de bloques del sistema global según la presente invención para la detección y localización de la utilización ilícita de teléfonos móviles en el interior de una instalación.

50 En la figura 2 se representa un diagrama de bloques de un receptor realizado según la presente invención y utilizado en el sistema para la detección y localización de la utilización ilícita de teléfonos móviles en el interior de una instalación.

55 En la figura 3 se representa un diagrama esquemático detallado de una forma de realización preferida de un receptor utilizado en el sistema y realizado según la presente invención.

En la figura 4 se ilustran las ubicaciones geográficas de un sistema para la detección y localización de fuentes de radiofrecuencia realizado según la presente invención.

60 En la figura 5 se ilustra una estructura hipotética dividida en grupos de medición utilizando la presente invención.

65 En la figura 6 se ilustran las ubicaciones geográficas de una matriz de receptores omnidireccionales y receptores de perímetro hemisférico utilizados en un sistema realizado según la presente invención, a fin de prevenir falsos positivos procedentes de zonas cercanas en las que se permita el uso del teléfono móvil.

En la figura 7 se ilustran receptores de patrón hemisférico emparejados según la presente invención.

En la figura 8 se representa una tabla de varias bandas de frecuencias de teléfonos móviles habitualmente disponibles.

5 En la figura 9 se representa una captura de pantalla proporcionada por el sistema según la presente invención, que constituye una indicación visual de la localización de actividad de un teléfono móvil, para ello superponiéndose un círculo en la pantalla de la planta de la instalación.

10 En la figura 10 se representa una captura de pantalla generada según la presente invención, en la que se visualiza el histórico de las ubicaciones de detecciones de teléfonos móviles registrados.

En la figura 11 se representa una captura de pantalla generada de acuerdo con la presente invención, en la que se visualiza una pluralidad de ubicaciones en el mismo diagrama de plantas de una instalación.

15 En la figura 12 se representa una captura de pantalla generada según la presente invención, en la que se visualiza una alarma de mínima seguridad.

20 En la figura 13 se representa una captura de pantalla generada según la presente invención, en la que se visualiza una alarma de máxima seguridad.

En la figura 14 se representa una captura de pantalla generada según la presente invención, en la que se visualiza una vista codificada con colores que muestra la secuencia temporal de emisiones detectadas procedentes de teléfonos móviles.

25 *En la figura 15 se ilustra una matriz de receptores uniforme y cuadrada, realizada según la presente invención y preferentemente utilizada para detectar emisiones de radiofrecuencia (RF) de teléfonos móviles.*

30 *En la figura 16 se ilustra una matriz de receptores uniforme y cuadrada, realizada según la presente invención, con una fuente.*

*En la figura 17 se ilustra una matriz de receptores uniforme y cuadrada, realizada según la presente invención, con una fuente y en la que se muestra una zona de incertidumbre alrededor del receptor más cercano a la fuente.*

35 En la figura 18 se ilustra una matriz de receptores no uniforme y la aplicación del método según la presente invención a fin de determinar la zona de incertidumbre para dicho tipo de matriz.

40 En la figura 19 se representa gráficamente una ventana de sucesos generada según un método de la presente invención para la detección de emisión de radiofrecuencia (RF) de teléfonos móviles, y una fuente de acceso múltiple por división en el tiempo (TDMA).

45 En la figura 20 se representa gráficamente una ventana de sucesos generada según un método de la presente invención para la detección de emisión de radiofrecuencia (RF) de teléfonos móviles, y una fuente con espectro de propagación con salto de frecuencia (FHSS).

En la figura 21 se representa un diagrama esquemático de un receptor de conversión directa convencional (DCR).

50 En la figura 22 se representa un diagrama esquemático de un DCR con un filtro IF (frecuencia intermedia) paso banda.

En la figura 23 se ilustra gráficamente el espectro de frecuencias de respuesta del filtro IF paso banda.

55 En la figura 24 se ilustra gráficamente el espectro de frecuencias de respuesta en radiofrecuencia con el filtro IF paso banda.

60 En la figura 25 se ilustra gráficamente un espectro de frecuencias de respuesta paso banda seleccionado según una respuesta de frecuencia intermedia y un método de exploración de frecuencia según la presente invención, a fin de minimizar los intervalos de medición con receptores de conversión directa, exploración de frecuencia y detección de energía.

65 En la figura 26 se ilustran gráficamente los pasos de medición utilizados en la respuesta de frecuencia intermedia y el método de exploración de frecuencia según la presente invención, a fin de minimizar los intervalos de medición con receptores de conversión directa, exploración de frecuencia y detección de energía, utilizando mediciones sin solapamiento.

En la figura 27 se ilustran gráficamente los pasos de medición utilizados en la respuesta de frecuencia intermedia y el método de exploración de frecuencia según la presente invención, a fin de minimizar los intervalos de medición con receptores de conversión directa, exploración de frecuencia y detección de energía, utilizando mediciones de mínimo solapamiento.

En la figura 28 se ilustran las ubicaciones geográficas de una red convencional de receptores utilizada para medir el nivel de señal de radiofrecuencia (RF) generada por una fuente en distintas ubicaciones conocidas.

En la figura 29 se ilustra gráficamente el perfil de los impulsos de radiofrecuencia generados por la fuente convencional representada en la figura 5.

En la figura 30 se ilustran gráficamente tres intervalos de medición distintos en relación con un impulso de radiofrecuencia generado por la fuente representada en la figura 5.

En la figura 31 se ilustra gráficamente una medición de única frecuencia efectuada según un método de la presente invención para la medición precisa del nivel de pico de señal de fuentes RF (radiofrecuencia) a ráfagas en matrices no sincronizadas de receptores ágiles.

En la figura 32 se representa gráficamente la variación del nivel relativo de una señal y de su segundo armónico de distorsión cuando el nivel fundamental se reduce, ilustrándose la aplicación de un atenuador variable integral para identificar potenciales efectos de distorsión debido a armónicos en un receptor de conversión directa según la presente invención.

En la figura 33 se representa un diagrama esquemático de un receptor de conversión directa con un atenuador variable integral para identificar potenciales efectos de distorsión debido a armónicos en el receptor construido según la presente invención.

**DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LAS FORMAS DE REALIZACIÓN PREFERIDAS**

**SISTEMA PARA LA DETECCIÓN Y LOCALIZACIÓN DE LA UTILIZACIÓN ILÍCITA DE TELÉFONOS MÓVILES EN EL INTERIOR DE UNA INSTALACIÓN**

La forma de realización según la presente invención es un sistema 12 para la detección y localización de la utilización ilícita de teléfonos móviles, tal como se ilustra en la FIGURA 1. Dicho sistema 12 emplea una matriz de receptores de radiofrecuencia (RF) 14 en ubicaciones conocidas. Dichos receptores 14 están conectados a un servidor central 16 y se comunican mediante un sistema de comunicaciones Ethernet 18. El servidor 16 ejecuta software para controlar el funcionamiento del sistema y para determinar la presencia y ubicación de cualquier teléfono móvil. Una base de datos 110 con información y resultados relevantes se mantiene en el servidor 16. Un software de una aplicación en cliente en plataformas remotas 112 o bien el ordenador central es compatible con la interacción del usuario con el sistema.

Los receptores 14, tal como se ilustra en la FIGURA 2, constituyen preferentemente unidades de coste reducido que utilicen una arquitectura de conversión directa. Una antena omnidireccional 114 se integra preferentemente en la placa de circuito impreso de los receptores 14. La señal de radiofrecuencia recibida por la antena 114 atraviesa un banco de filtros de radiofrecuencia intercambiables 116 conectados eléctricamente a la antena 114 y diseñados para rechazar señales de subarmónicos y armónicos fuera de banda. Un atenuador variable 118 conectado eléctricamente a la salida del banco de filtros de radiofrecuencia 116 se puede utilizar para ampliar el rango dinámico del receptor 14, así como para comprobar si existen efectos de distorsión debido a armónicos. Es posible incluir un amplificador 119, que se conecta eléctricamente preferentemente a la salida del atenuador 118 a fin de amplificar la señal. Un mezclador 120 se conecta eléctricamente a la salida del amplificador 119 y efectúa una conversión descendente a la banda base de ambas bandas laterales de la señal de radiofrecuencia centradas en la frecuencia del oscilador local sintetizado 121 (LO), estando conectado eléctricamente dicho oscilador local 121 al mezclador 120. Un filtro paso banda 122 se conecta eléctricamente a la salida del mezclador 120 y establece el ancho de banda de resolución del sistema. Un detector 124 se conecta eléctricamente a la salida del filtro paso banda 122 y emite una tensión proporcional a la potencia de señal de su entrada y por lo tanto proporcional al nivel de radiofrecuencia en la antena 114. Un microcontrolador incorporado 126 recibe comandos procedentes del servidor 126 y transmite datos al mismo, controla la frecuencia LO del oscilador local 121, selecciona el banco de filtros 116 apropiado para la frecuencia de interés, controla el atenuador 118, y convierte la tensión analógica de salida del detector 124 en una señal digital de nivel de potencia.

El plan de frecuencias y el filtrado en el receptor 14 están diseñados para rechazar las señales del enlace de ida procedentes de torres cercanas de comunicaciones móviles (incluyéndose las que dan servicio a otras bandas de frecuencias) y señales de armónicos/subarmónicos que podrían causar detecciones parásitas en el receptor de conversión directa. Preferentemente, el receptor 14 no efectúa ningún tipo de desmodulación, de modo que no se suscitan cuestiones privadas y no se requieren mandatos judiciales para hacer funcionar el sistema. El sistema según la presente invención trabaja con cualquier tipo de señal de telefonía móvil, proveedor de servicios de red,

protocolo de transmisión, modelo de teléfono móvil y tipo de mensaje. El sistema es susceptible de detectar transmisiones telefónicas durante el registro en la red/registro, búsqueda/llamada, mensajería de correo electrónico de datos/texto/voz, y/o actividad de conversación telefónica. No es necesario que el usuario esté utilizando activamente el teléfono para que se produzca su detección y localización.

5 La red efectúa una exploración de las frecuencias del enlace de retorno utilizadas por los teléfonos móviles para la comunicación con la estación base del proveedor de red, o para comunicaciones fuera de red de móvil a móvil, hasta que se detecta una señal de interés. Se trata de una señal que sobrepase el umbral de potencia absoluto y relativo al nivel base definible por el usuario. En el momento en que ello se produzca, los receptores 14 informan al ordenador central (por ejemplo, el servidor) 16. A su vez, dicho servidor 16 ordena que un grupo o unos grupos de receptores 14 sintonicen a la frecuencia de interés y efectúen mediciones detalladas y a elevada velocidad de muestreo del nivel de señal de radiofrecuencia en cada receptor 14.

15 Las medidas de los receptores se pasan por un algoritmo de localización de fuente (SLA) 128 del software del servidor, tal como se muestra en la figura 1. El SLA 128 efectúa una búsqueda iterativa a fin de encontrar la mejor combinación de ubicación estimada de la fuente y de parámetros del modelo de propagación para ajustar las medidas de los receptores a un modelo computacional.

20 Los receptores se organizan en Grupos de Medición (MG) 134 que cubren zonas de condiciones de propagación de radiofrecuencia aproximadamente uniformes, a fin de asegurar la validez del modelo SLA. Distintos edificios o bien otras zonas muy separadas de una instalación se tratan como Zonas de Medición (MA) 136 independientes, disponiéndose en cada una de ellas sus propios Grupos de Medición. Esta jerarquía escalable es compatible con un amplio abanico de aplicaciones que abarcan una cantidad muy variable de sensores.

25 Si se cumplen ciertos criterios, el Servicio de Sucesos de Alarma (IAS) 130 informa al usuario final que se ha descubierto actividad de telefonía móvil ilícita. La estimación de la ubicación incluye un radio dinámico de incertidumbre que refleja la densidad de receptores 14 utilizados para calcular el resultado. Ello resulta útil para que el personal de seguridad de la instalación determine la zona en la que debe buscarse a fin de confiscar el teléfono.

30 El servidor 16 emplea una arquitectura de base de datos para almacenar y procesar los datos de los receptores y sus estimaciones de ubicación. Mediante dicha base de datos 110, se pueden generar informes de actividad a partir del histórico de datos.

35 Preferentemente, tres aplicaciones software de cliente proporcionan una interfaz gráfica de usuario y el control del sistema. Las aplicaciones de cliente se pueden ejecutar en el propio servidor o en ordenadores externos conectados a dicho servidor 16 a través de Ethernet. Dichas aplicaciones están diseñadas para ser utilizadas por distintos niveles de usuarios. El acceso de los usuarios se controla a fin de garantizar que el sistema no pueda sabotearse o reconfigurarse incorrectamente por parte de usuarios con formación insuficiente.

40 La aplicación de control 138 del sistema según la presente invención se utiliza por parte de operarios con una formación mínima, a fin de poder visualizar alarmas en tiempo real. Se muestra la ubicación de cualquier teléfono móvil superpuesta en un esquema de las plantas de la instalación. Las alarmas se agrupan por bandas de frecuencias. La actividad en curso en el interior de una banda concreta se agrupa en una o más alarmas en función del intervalo entre detecciones sucesivas. La estimación agregada de la ubicación asociada a una alarma concreta se puede visualizar a fin de determinar si el teléfono es estacionario o si ha estado en movimiento y para determinar la longitud temporal de utilización del teléfono.

50 La aplicación de Generación de Informes 140 del sistema según la presente invención se utiliza para generar informes basados en información almacenada. Dicha aplicación proporciona tanto una salida gráfica como una salida compatible con una hoja de cálculo. Los informes se pueden personalizar adaptándolos a días, turnos, zonas, etc. particulares.

55 La aplicación de Gestión 142 del sistema según la presente invención se utiliza por parte de operarios formados para configurar y mantener el sistema. Se utiliza para establecer umbrales de detección, asignar receptores a Grupos de Medición 134 y Zonas de Medición 136, visualizar información técnica detallada, activar o desactivar cobertura de la banda de frecuencias, etc.

60 En la FIGURA 3, se representa en detalle un diagrama esquemático de la forma preferida de un receptor para la utilización con el sistema y construido según la presente invención. Básicamente, tal como se representa en detalle en la FIGURA 3, en cada uno de los receptores se incluye preferentemente una sección de selección de entrada 144, una sección de sintetizador de lazo bloqueado por fase (PLL) 146, una sección de filtrado de preselección de radiofrecuencia 148, una sección de atenuador conmutable 150, un amplificador de bajo ruido (LNA) 152, un convertidor descendente (conversión a la banda base) 154, un convertidor de diferencial a terminación única (sección de conversión DIFF a SE) 158, una sección de filtrado de banda base / IF (frecuencia intermedia) 160, una sección de detección de registro 162, un filtro de video 164, un microcontrolador U10, un controlador universal de bus de 16 bits U11, un transmisor receptor de bus de 16 bits U14, una RAM estática de 256 K por 16 U13, una sección de

depuración 166, una interfaz de comunicaciones U16 utilizada como puerto serie de depuración, un módulo magnético de transformación U17 enchufado a un conector Ethernet J9:1, y varios reguladores de tensión U18-U20.

5 METODOLOGÍA PARA DIVIDIR LA INSTALACIÓN EN ZONAS INDEPENDIENTES PARA LA DETECCIÓN Y LOCALIZACIÓN PRECISA Y EFICAZ DE FUENTES DE RADIOFRECUENCIA

10 Mediante el sistema según la presente invención para detectar y localizar la utilización ilícita de teléfonos móviles, se pueden controlar centralizadamente edificios individuales, distintas alas de un edificio, patios, etc., o una combinación de dichas zonas. El sistema puede comprender muchos receptores 14 distribuidos en un recinto de grandes dimensiones. Un sistema más eficaz y flexible con una mejor funcionalidad se deriva de una organización cuidadosa del sistema. Un método y unos medios para implementar dicha organización se describen en detalle más adelante.

15 La instalación 21 que debe controlarse se divide en primer lugar en zonas independientes conocidas como Zonas de Medición (MA) 136, tal como se representa en la FIGURA 1. Dichas zonas son independientes entre sí. Se asume que no existe acoplamiento de radiofrecuencia de valor significativo entre distintas Zonas de Medición. Los receptores 14 dispuestos en el interior de una MA 136 no participan en ninguna medición efectuada por los receptores 14 de otra MA. Al dividir la instalación en estas Zonas de Medición 136 independientes, de manera independiente el sistema puede dirigir de modo conveniente y eficaz los receptores 14 en el interior de cada Zona de Medición 136, y se limita el número de sensores con los que debe comunicarse simultáneamente el procesador central. Cada una de las Zonas de Medición 136 presenta una estructura de coordenadas independiente que se utiliza para identificar la ubicación de sus receptores y para identificar la ubicación de cualquier fuente de radiofrecuencia detectada en sus límites.

20 Una técnica para determinar la ubicación de una fuente de acuerdo con las medidas de los receptores se basa en una propagación relativamente uniforme entre la fuente 22 y los receptores 14 utilizados para determinar su ubicación, tal como se representa en la FIGURA 4. Más concretamente, se asume que la pérdida de propagación se rige por una relación  $r^n$ , en la que  $r$  constituye la distancia entre el receptor 14 y la fuente 22 y  $n$  constituye el exponente de pérdida de la trayectoria. En el espacio libre,  $n = 2$  y se obtiene la relación cuadrada habitual debido a las pérdidas de la trayectoria. En un modelo a macroescala para un entorno interior con obstrucciones, se permite que el valor de  $n$  varíe para adaptar del mejor modo posible los datos medidos al modelo de propagación. Los valores de  $n > 2$  modelan los efectos de una atenuación multitrajectoria, de bloqueo, de absorción, etc. Los valores de  $n < 2$  permiten explicar los efectos del guiado de ondas en los pasillos y similares.

25 A fin de que la estimación de una ubicación sea válida, las condiciones de propagación de la señal de radiofrecuencia entre la fuente 22 y cada uno de los receptores 14, debe ser consistente. Es preciso que no existan cambios súbitos, por ejemplo debido a la presencia de una pared con hormigón armado y gran proporción de hierro, que introduciría un aumento repentino en la atenuación en una distancia pequeña. En este punto, los propietarios de la invención han desarrollado el concepto de Grupos de Medición (MG) 134, que comprende un conjunto de receptores 14 distribuidos en una zona de propagación relativamente uniforme. Dichos receptores 14 se separan en distintos Grupos de Medición 134, basándose en las condiciones que no satisfacen la consideración de propagación uniforme. Cada uno de los Grupos de Medición (MG) 134 pertenece a un MA particular. Un MA puede comprender diversos MG 134, tal como se representa en la FIGURA 1.

30 En la FIGURA 5, se representa una hipotética estructura de una cárcel de cuatro niveles. Los niveles primero y segundo 27, 29 están separados únicamente por un entrepiso 28, del mismo modo que los niveles tercero y cuarto 211, 213. Los niveles primero y segundo 27, 29 están separados de los niveles tercero y cuarto 211, 213 mediante un piso de hormigón armado con mucha proporción de hierro 210.

35 Tal como se indica, se distribuye una matriz de receptores 14 en toda esta estructura. Los receptores 14 dispuestos en los niveles primero y segundo 27, 29 se encuentran sustancialmente en el mismo entorno de propagación, y por este motivo se tratan como un único MG 212. De modo similar, los receptores 14 dispuestos en los niveles tercero y cuarto 211, 213 forman un segundo MG 214. El suelo de hormigón 210 entre ambos Grupos de Medición 212, 214 constituye una desviación significativa en lo que se refiere a la propagación relativamente uniforme existente en el interior de ambos Grupos de Medición 212, 214, y por este motivo ello impide que todos los receptores 14 se asignen de modo válido a un único MG 134. Sin embargo, es posible que de todos modos exista un valor significativo de acoplamiento de señal entre ambos Grupos de Medición 212, 214. A fin de establecer con precisión la ubicación de una fuente de radiofrecuencia 22 detectada por parte de múltiples Grupos de Medición 134, el sistema según la presente invención identifica los Grupos de Medición 134 con ayuda de medidas de la más elevada calidad. Habitualmente, ello se realiza tomando el MG 134 que presente la medida de potencia de señal más elevada. A fin de establecer la ubicación de la fuente 22, únicamente se utilizan las lecturas de los receptores 14 dispuestos dentro de este MG 134. De este modo, mediante el sistema y el método según la presente invención, se asegura que se utiliza un modelo de propagación uniforme conveniente.

65 METODOLOGÍA Y SISTEMA PARA PREVENIR FALSOS POSITIVOS PROCEDENTES DE ZONAS CERCANAS EN LAS QUE SE PERMITA LA UTILIZACIÓN DE TELEFONÍA

En este punto, los presentes inventores han desarrollado una metodología para prevenir falsos positivos procedentes de señales lícitas de telefonía móvil de zonas cercanas.

5 De acuerdo con la presente invención, el sistema de control 32, tal como se ilustra en la FIGURA 6, comprende cierta cantidad de receptores 34 distribuidos en ubicaciones conocidas de toda la zona de interés 36. Dichos receptores 34 se conectan a un procesador central (no representado) que controla su funcionamiento y procesa sus datos. Dicho procesador central utiliza el conjunto de medidas de los receptores para detectar actividad de un teléfono móvil y para establecer su ubicación.

10 Para obtener una detección fiable de la utilización de telefonía móvil en el interior de una instalación sin falsos positivos, es importante discriminar entre llamadas efectuadas en el interior de la zona de interés 36 y llamadas que se originen en una zona 38 fuera de la zona controlada. Por ejemplo, los receptores 34 ubicados cerca de las puertas o ventanas pueden detectar señales procedentes de la utilización de teléfonos en zonas públicas cercanas, aparcamientos, aceras, etc. En el caso de zonas urbanas densamente pobladas, ello es particularmente cierto.

15 En este punto, los presentes inventores han desarrollado ciertos medios y métodos para prevenir falsos positivos debido a la utilización lícita de dichos teléfonos móviles cercanos. En primer lugar, la capacidad del sistema de control 32 de localizar teléfonos basándose en las medidas de los receptores procedentes de ciertas posiciones conocidas, resulta útil para determinar si la actividad detectada se ha originado en la zona de interés 36. Se obtiene protección adicional mediante receptores de perímetro dedicados 310. El nivel de señal medido en estos receptores 20 310 se utiliza para determinar si la fuente de señal detectada se encuentra fuera de la zona de control 36. En el caso de que los receptores de perímetro 310 midan un nivel de señal superior al nivel medido por los receptores dispuestos en el interior de la zona controlada 36, no se emite ninguna alarma.

25 En la FIGURA 6, se representan los receptores de perímetro 310 con cobertura hemisférica. Se podría tratar del resultado de instalar y hacer uso de una antena omnidireccional cerca de una obstrucción con pérdidas, por ejemplo una pared de hormigón armado. Asimismo, es posible utilizar diagramas de propagación de antena a medida con el objetivo de establecer si el teléfono está ubicado fuera de la zona de interés 36. Por ejemplo, los receptores con diagrama de propagación de antena hemisférico y adosados 312, tal como se representan en la FIGURA 7, se pueden montar en un cerco perimetral y utilizar para establecer a qué lado existe mayor potencia de señal. Dicho concepto se puede ampliar utilizándose reflectores de esquina, etc., a fin de obtener diagramas de un cuarto de esfera o bien otros patrones para adaptar la geometría de la instalación.

#### 35 MÉTODO PARA DIFERENCIAR VISUALMENTE BANDAS DE FRECUENCIAS EN UN SISTEMA PARA LA DETECCIÓN Y LOCALIZACIÓN DE TELÉFONOS MÓVILES

El sistema según la presente invención proporciona una indicación visual de la ubicación de actividad de telefonía móvil superponiendo un círculo 42 en una captura de pantalla del diagrama de las plantas de la instalación 44, tal como se representa en la FIGURA 9. En este punto, los presentes inventores describen un método para visualizar qué banda de frecuencias (entre varias) de telefonía móvil utiliza el teléfono móvil en cuestión. De este modo, se proporciona un medio para verificar si las bandas utilizadas por cualquier teléfono de contrabando confiscado en las inmediaciones de la alarma visualizada, son consistentes con la información visualizada. A su vez, ello resulta útil para que las autoridades establezcan si todavía siguen sin aparecer teléfonos de contrabando adicionales.

45 Los teléfonos móviles transmiten en una o diversas bandas de frecuencias, tal como se define en la tabla de la FIGURA 8. Diversos tipos de teléfonos móviles y proveedores de red operan en distintas bandas de frecuencias. El sistema según la presente invención diferencia visualmente la información de pantalla según la banda de frecuencias en la que se ha detectado la señal de telefonía, por ejemplo seleccionando el color del círculo 42 entre un conjunto definido dependiendo de la banda en cuestión, tal como se ilustra en la FIGURA 9. En el caso, por ejemplo, de que el sistema según la presente invención detecte la utilización de telefonía móvil en una zona particular 41 de la instalación, se visualiza la zona de detección 41, y la banda de frecuencias detectada se identifica y se visualiza con un círculo en color, tal como se representa en la FIGURA 9, y se etiqueta como "contorno circular rojo 42A", "contorno circular azul 42G" o "contorno circular verde 42H", cada uno de los colores designando una 55 banda de frecuencias de funcionamiento distinta. Si la banda de frecuencias identificada se corresponde con la banda de funcionamiento de un teléfono Nextel™, pero la búsqueda de la zona probable detectada de emisión revela un teléfono Verizon™, que funciona en una banda de frecuencias distinta a la identificada por el sistema según la presente invención, entonces es posible que el teléfono Verizon hallado no constituya el teléfono cuya transmisión se ha detectado y puede ser que se haya dejado como señuelo. En consecuencia, es posible que se requiera una nueva búsqueda del teléfono Nextel™ en las instalaciones. Por este motivo, el sistema y el método según la presente invención proporcionan una medida adicional para identificar, localizar y prevenir la utilización ilícita de teléfonos móviles en una instalación restringida.

#### 65 MÉTODO PARA LA INDICACIÓN GRÁFICA DE UN HISTÓRICO DE UBICACIONES REGISTRADAS POR UN SISTEMA QUE DETERMINA LA UBICACIÓN

El sistema y el método según la presente invención poseen la capacidad de determinar una serie temporal de estimaciones de la ubicación que pueden agregarse basándose en los intervalos entre sucesos de interés consecutivos u otros medios. Dicho sistema y dicho método poseen la capacidad de proporcionar un informe basándose en datos históricos registrados. Dicho tipo de informes comprende un registro del punto temporal y de las ubicaciones determinadas por el sistema a lo largo del intervalo de interés. Más adelante, se describe un método gráfico para visualizar intuitivamente dicha información de secuencia temporal.

En este método, se superpone la información de la ubicación encima de una representación de la zona de interés, por ejemplo el diagrama de las plantas del edificio 41, tal como se ilustra en la FIGURA 10. En este ejemplo, cada una de las ubicaciones se representa mediante un círculo translúcido centrado en la ubicación. En el caso de que los círculos de ubicación queden superpuestos, aumenta el brillo y la opacidad de las zonas superpuestas. Mediante el círculo rojo 42A (etiquetado como "contorno circular rojo") representado en las FIGURAS 10 a 13, se señala la ubicación de la fuente en el punto temporal de máxima señal recibida.

Este método aporta diversas ventajas. Este método tiene influencia sobre la capacidad natural del usuario para procesar imágenes y se aumenta la funcionalidad del sistema. Para un objeto de interés estacionario o casi estacionario, el método efectúa un promedio con el objetivo de reducir el efecto de errores de estimación de la ubicación debido al ruido, efectos de propagación multitrayectoria, obstrucciones temporales debido a objetos móviles, interferencia, etc. En particular, esta técnica proporciona diversidad al combinarse el resultado de muchas estimaciones de la ubicación independientes. Es bien conocido que las técnicas de diversidad resultan eficaces para mitigar los efectos de la atenuación multitrayectoria en comunicaciones de radiofrecuencia.

Para múltiples objetos de interés, mediante dicha técnica se señala claramente la ubicación de ambos objetos, tal como se ilustra en la FIGURA 11, representándose los círculos en color rojo y azul (etiquetados "contorno circular rojo 42A", "círculo pintado de azul pálido 42B" y "círculo pintado de azul fuerte 42C", respectivamente). Mediante dicha técnica, se obtiene asimismo un modo de definir rápidamente si una estimación de ubicación se debe considerar de elevada confianza. En el caso de que únicamente unos pocos sucesos contribuyan al registro, o bien la ubicación estimada presente mucha variación a lo largo de un intervalo reducido, en la pantalla se representarán únicamente círculos pálidos (etiquetados "círculo pintado de azul pálido 42B, situado en el interior del contorno circular rojo 42A), tal como se ilustra en la FIGURA 12. A la inversa, en el caso de que cierta cantidad de sucesos mapeen la misma ubicación, en la pantalla se representará una zona claramente definida que merecerá una elevada confianza, tal como se ilustra en la FIGURA 13 con los círculos rojo y azul (etiquetados "círculo pintado de azul fuerte 42C", situados en el interior del contorno circular rojo 42A).

Una variación de esta técnica indica visualmente la secuencia temporal de los sucesos. En la FIGURA 14, se proporciona un ejemplo de dicho concepto. En esta vista, las ubicaciones se visualizan en distintos colores, presentando color verde la primera ubicación y con color rojo la más reciente, por ejemplo (etiquetado "círculo pintado de verde pálido 42D", "círculo pintado de verde fuerte 42E", "círculo pintado de rojo fuerte 42F" y "contorno circular azul 42G" en la FIGURA 14). De este modo, se proporciona información para determinar la dirección de movimiento de un objeto de interés en una única representación gráfica de una pantalla.

#### MÉTODO PARA EL ESCALADO AUTOMÁTICO DE LA INCERTIDUMBRE DE ESTIMACIÓN DE LA UBICACIÓN DE UNA FUENTE DE RADIOFRECUENCIA, BASÁNDOSE EN UNA MEDIDA DE DISTANCIA EFECTIVA ENTRE RECEPTORES PARA UNA MATRIZ DE RECEPTORES DISTRIBUIDOS ESPACIALMENTE EN RED

Distintas fuentes de error, entre las que se encuentran la propagación multitrayectoria, las obstrucciones, la distorsión del diagrama de propagación de la antena del teléfono móvil debido a la cabeza del usuario, y los errores de calibración en los receptores ocasionan incertidumbre en la estimación de la ubicación. En este punto, los presentes inventores han desarrollado un método novedoso para estimar la zona de incertidumbre basándose en el concepto de distancia efectiva entre receptores. Considere una matriz 52 de N receptores 54, distribuidos de modo uniforme en una zona cuadrada 56, tal como se ilustra en la FIGURA 15. La distancia entre receptores 58 para esta configuración viene dada por la fórmula  $d_{ef} = \sqrt{(\text{área}) / N}$ . En el caso de que todos los receptores 54 sean idénticos y la propagación en toda la zona sea uniforme, se puede determinar fácilmente el o los receptores 54 que son más cercanos a una fuente omnidireccional 510, teniendo en cuenta cuáles sean el receptor o los receptores 54 que midan la potencia máxima de señal, tal como se ilustra en la FIGURA 16. Mediante dicho concepto, es posible crear una zona de incertidumbre de estimación de la ubicación de la fuente 512, que delimita la zona en el interior de la cual se debe encontrar la fuente 510, tal como se ilustra en la FIGURA 17. En el caso de que un único receptor registre la potencia más elevada, la zona de incertidumbre es el lugar geométrico de los puntos 514 que se encuentren a medio camino entre dicho receptor y sus vecinos más cercanos. Dicho lugar geométrico 514 delimita la zona que queda más cerca del receptor 54 en cuestión. En el caso de una matriz rectangular regular de receptores 54, la zona de incertidumbre es un cuadrado 513, cuyos lados 515 son de longitud  $d_{ef}$ , tal como se ilustra en la FIGURA 17.

Según la presente invención, este concepto puede ampliarse al caso de una matriz de receptores no uniforme 516 y a una zona de propagación aproximadamente uniforme, tal como se ilustra en la FIGURA 18. En este caso, la

distancia entre receptores no es regular. En este punto, los presentes inventores han desarrollado el concepto de distancia efectiva entre receptores. Se trata de la distancia entre receptores con la que se obtendría el mismo resultado que si la matriz fuera rectangular uniforme y la zona fuera cuadrada, tal como se ha detallado en el caso anterior. De nuevo, se calcula el valor resultante de la fórmula  $d_{ef} = \sqrt{(área) / N}$ . Dicho resultado se utiliza como el diámetro de una zona circular de incertidumbre centrada en la mejor estimación de la ubicación exacta de la fuente. El radio de incertidumbre es  $r_{ef} = d_{ef} / 2$ . Dicho concepto se amplía fácilmente a una matriz de receptores tridimensional, donde  $r_{ef} = d_{ef} / 2 = \sqrt[3]{(Volumen) / N}$ .

Cabe destacar que el número de receptores que toman parte en la estimación 54 es dinámico, del mismo modo que la zona cubierta por dichos receptores 54. Según la presente invención, se calcula el valor de  $r_{ef}$  para cada estimación de la ubicación de la fuente utilizándose el máximo de ubicaciones de receptores participantes para definir el área o el volumen cubierto.

#### MÉTODO PARA IDENTIFICAR COMO UN ÚNICO SUCESO UNA SECUENCIA DE TRANSMISIONES CON ESPECTRO DE PROPAGACIÓN CON SALTO DE FRECUENCIA (FHSS) O DISCONTINUO EN EL TIEMPO PROCEDENTES DE UNA FUENTE DE RADIOFRECUENCIA (RF)

Los teléfonos móviles transmiten en bandas de frecuencias definidas. Según el método de la presente invención, dichas bandas se controlan independientemente a fin de detectar la presencia de una señal de interés. Una vez que se detecte una fuente de señal en una banda particular, se inicia un temporizador de cuenta atrás (tal como el proporcionado en el microcontrolador de un receptor 126 o en el servidor del sistema 16). Cada vez que se detecte otra señal en la misma banda, se resetea el temporizador. Este proceso continúa hasta que no se detecten señales adicionales dentro del período de respuesta desde la última señal. A continuación, el conjunto resultante de medidas, se tratan como un único suceso de interés.

En la figura 19, se ilustra la aplicación de dicha técnica a fuentes TDMA u otras fuentes a ráfagas monofrecuencia. En la figura 20, se ilustra su aplicación a fuentes FHSS. Dichas fuentes transmiten recursivamente ráfagas en una "lista de salto" pseudoaleatorio de frecuencias. Dado que cada una de las frecuencias se reutiliza muchas veces durante un reducido intervalo, la técnica descrita permite controlar dichas fuentes midiendo tan solo uno de los elementos de la lista de salto con un receptor de banda estrecha.

#### RESPUESTA DE FRECUENCIA INTERMEDIA Y MÉTODO DE EXPLORACIÓN DE FRECUENCIAS PARA MINIMIZAR LOS INTERVALOS DE MEDICIÓN CON RECEPTORES DE CONVERSIÓN DIRECTA, EXPLORACIÓN DE FRECUENCIAS Y DETECCIÓN DE ENERGÍA

En la figura 21, se representa un receptor de conversión directa (DCR) 62 empleado como detector de energía de radiofrecuencia (RF). Un DCR 62 efectúa una conversión descendente de una banda de frecuencias de RF, centrada en una frecuencia central RF  $f_c$ , a una banda de frecuencia intermedia (IF), centrada alrededor de la frecuencia cero, o CC. La última también se denomina señal de banda base. La conversión descendente se lleva a cabo mezclando la señal de radiofrecuencia con un oscilador local (LO) 64 cuya frecuencia  $f_0$  esté sintonizada en  $f_c$ . Un filtro pasabajo IF 66 con frecuencia de corte  $f_{IFH}$  limita el ancho de banda de la señal que entra en el detector 68. La banda de radiofrecuencia que comprende la banda lateral inferior  $[(f_c - f_{IFH})$  a  $f_c]$  y la banda lateral superior  $[(f_c$  a  $(f_c + f_{IFH})]$  pasa por el filtro de radiofrecuencia 66 y entra en el detector 68.

En un DCR 62 sencillo (es decir, que no emplea técnicas de cuadratura de fase para separar las bandas laterales), las bandas laterales de radiofrecuencia quedan "superpuestas" una encima de la otra, sumándose la energía de ambas bandas laterales en el espectro de salida con la mitad de ancho de banda. Aunque dicha medida distorsiona cualquier información de la señal de radiofrecuencia, es importante para la detección de energía y con fines de medición.

A menudo, la frecuencia cero o la componente de corriente continua de la salida resulta una cuestión a tener en cuenta en las aplicaciones con DCR. Debido a que los mezcladores no son ideales o que existe automezclado por acoplamiento parásito entre puertos del mezclador, habitualmente existe una componente de corriente continua residual incluso en ausencia de una señal de entrada. Esta componente puede ser notablemente superior a la señal de interés, por lo que es imprescindible eliminarla en aplicaciones de medición de potencia de señal.

Para llevarlo a cabo, un método es sustituir el filtro paso banda 610 por un filtro IF pasabajo 68, tal como se representa en la figura 22. La banda de paso del filtro de radiofrecuencia se extiende desde  $f_{IFL}$  a  $f_{IFH}$ , tal como se ilustra en la figura 23. Dicho filtro bloquea la componente de corriente continua e impide que entre en el detector 68.

Una función importante adicional de dicho filtro paso banda IF 610 es limitar la frecuencia inferior que entra en el detector 68. Para señales por encima de su ancho de banda de video, el detector 68 produce una tensión de CC constante proporcional a la energía promedio de entrada. Para señales dentro de su ancho de banda de video, la salida del detector "sigue" el logaritmo instantáneo de la tensión de entrada. A fin de establecer una única tensión

que represente la potencia de la señal de entrada, es imprescindible que el ancho de banda de video del detector 68 se reduzca por debajo del de la componente de frecuencia inferior de la señal de entrada. De este modo, se obtiene un incremento proporcional del tiempo de estabilización de la señal filtrada de salida del detector, y por lo tanto se incrementa el intervalo requerido para medir con precisión el nivel de señal de radiofrecuencia. El tiempo de estabilización se puede reducir incrementando  $f_{IFL}$ .

Mediante la acción del filtro paso banda IF 610, se crea una depresión rectangular en la respuesta de radiofrecuencia extendiéndose desde  $(f_c - f_{IFL})$  hasta  $(f_c + f_{IFL})$ , tal como se representa en la figura 24. Dicha depresión representa una zona de silencio de amplitud  $2f_{IFL}$  alrededor de la frecuencia central de radiofrecuencia, ya que cualquier señal en el interior de dicha depresión se atenúa notablemente por la acción del filtro de radiofrecuencia 610. Dichas frecuencias se deben cubrir en una etapa separada del proceso de medición si una banda contigua de radiofrecuencia debe medirse completamente. La capacidad de controlar una banda contigua de radiofrecuencia es una característica deseada de un sistema que sea susceptible de detectar la utilización ilícita de telefonía móvil, y dicha característica es una funcionalidad del sistema según la presente invención.

El sistema según la presente invención controla frecuencias de transmisión utilizadas por teléfonos móviles y otros dispositivos inalámbricos personales, entre las que se encuentran las bandas de 806-821 MHz, 824-849 MHz, 896-901 MHz, 902-928 MHz, y 1850-1915 MHz. Se emplea un método de exploración de frecuencias novedoso, a fin de minimizar el intervalo requerido para medir el nivel de radiofrecuencia en estas bandas

La presente invención minimiza el número de etapas requeridas para medir completamente una banda de radiofrecuencia contigua y asimismo minimiza el intervalo requerido para que la respuesta del filtro de salida del detector se estabilice. Las frecuencias extremo de respuesta del filtro pasabajo se seleccionan de modo que  $f_{IFL} = 1/3 f_{IFH}$ . Cada una de las bandas laterales de medición presenta un ancho de banda de  $f_{IFH} - f_{IFL} = 2/3 f_{IFH} = 2 f_{IFL}$ . Por lo tanto, la anchura de la "zona de silencio" resultante es igual a la anchura de banda de cualquiera de las dos bandas laterales de medición, tal como se representa en la figura 25.

Una característica de dicho método es que el cambio en la frecuencia LO alternativamente es de  $2f_{IFL}$  o  $6f_{IFL}$  en etapas sucesivas. En la figura 26, se representa el proceso de medición de la banda contigua de radiofrecuencia que se extiende desde la frecuencia  $f_1$  hasta la frecuencia  $f_2$ , siendo el ancho de banda  $f_2 - f_1 > 8 f_{IFL}$ . Se empieza fijando la frecuencia LO al valor  $f_0 = f_1 + 3 f_{IFL}$  a fin de medir la energía en las bandas laterales  $[f_1 \text{ a } (f_1 + 2 f_{IFL})]$  y  $[(f_1 + 4 f_{IFL}) \text{ a } (f_1 + 6 f_{IFL})]$ . En la segunda etapa, se incrementa  $f_0$  en el valor  $2f_{IFL}$ , midiendo  $[(f_1 + 2 f_{IFL}) \text{ a } (f_1 + 4 f_{IFL})]$  y  $[(f_1 + 6 f_{IFL}) \text{ a } (f_1 + 8 f_{IFL})]$ . Tal como puede apreciarse, en la segunda etapa se "llena" la zona de silencio de la primera etapa sin tener que medir de modo redundante ninguna de las frecuencias cubiertas en la primera medición. En la tercera etapa se incrementa la frecuencia LO en el valor  $6f_{IFL}$ , midiendo  $[(f_1 + 8 f_{IFL}) \text{ a } (f_1 + 10 f_{IFL})]$  y  $[(f_1 + 12 f_{IFL}) \text{ a } (f_1 + 14 f_{IFL})]$ . El proceso continúa, incrementándose la frecuencia LO en el valor  $2f_{IFL}$  o  $6f_{IFL}$  en etapas alternativamente. Si  $(f_2 - f_1) = N \times 8 f_{IFL}$ , siendo N un número entero, la banda queda cubierta con mediciones  $2N$  no superpuestas.

En el caso de que no pueda satisfacerse dicha condición, los dos últimos ajustes de la frecuencia del LO se pueden efectuar para asegurarse de que la medición no se extienda más allá del extremo superior de la banda. Ello se lleva a cabo ajustando el LO a  $f_0 = f_2 - 5 f_{IFL}$  para medir  $[(f_2 - 8 f_{IFL}) \text{ a } (f_2 - 6 f_{IFL})]$  y  $[(f_2 - 4 f_{IFL}) \text{ a } (f_2 - 2 f_{IFL})]$  y entonces a  $f_0 = f_2 - 3 f_{IFL}$  para medir  $[(f_2 - 6 f_{IFL}) \text{ a } (f_2 - 4 f_{IFL})]$  y  $[(f_2 - 2 f_{IFL}) \text{ a } f_2]$ . De este modo, se minimiza la superposición en la medición, tal como se representa en la figura 27.

Seleccionando cuidadosamente el valor de  $f_{IFL}$ , se puede medir una banda contigua en el menor número posible de etapas requeridas, con el mínimo tiempo de estabilización requerido para el ancho de banda del filtro de video del detector, y simultáneamente satisfaciendo los requisitos de ancho de banda del ruido.

#### MÉTODO PARA LA MEDICIÓN CON PRECISIÓN DEL NIVEL PICO DE SEÑAL DE UNA FUENTE DE RADIOFRECUENCIA A RÁFAGAS EN UNA MATRIZ NO SINCRONIZADA DE RECEPTORES ÁGILES

Se utiliza una red 72 de receptores 74 para medir el nivel de señal de radiofrecuencia (RF) generada por una fuente 76 en diversas ubicaciones conocidas, tal como se ilustra en la figura 28. La matriz de receptores se controla centralizadamente por parte de un ordenador (no representado) que ejecuta una aplicación de software.

Es preciso medir el nivel de pico de señal de la fuente en todas las ubicaciones de los receptores a fin de efectuar el análisis de la ubicación o para otros fines. El sistema según la presente invención para la detección de la utilización ilícita de teléfonos móviles presenta dos modos de funcionamiento distintos. En el primer modo, los receptores 74 efectúan una exploración independiente de la banda de radiofrecuencia (RF) de interés a fin de detectar la presencia de la fuente 76. En el segundo modo de funcionamiento, algunos o todos los receptores 74 efectúan mediciones rápidas a una frecuencia concreta a fin de determinar con precisión y simultáneamente el nivel de señal en todas las ubicaciones de los receptores.

La fuente 76 y los receptores 74 se pueden sintonizar en cualquier lugar del interior de la banda de radiofrecuencia de interés, con una anchura de banda  $B_{RF}$ . La fuente produce una señal a ráfagas que comprende impulsos de radiofrecuencia. El nivel de radiofrecuencia en cada impulso se incrementa desde cero a su nivel de pico en un

tiempo  $T_{rise}$ , mantiene su nivel de pico durante el intervalo del impulso  $T_p$ , y disminuye desde el nivel pico hasta cero durante el tiempo de caída  $T_{fall}$ , tal como se ilustra en la figura 29. En relación con el ancho de banda ocupado  $B_s$  de las transmisiones de la fuente, se cumple que  $B_s \ll B_{RF}$ . Cada uno de los receptores 74 presenta un ancho de banda de medición instantáneo  $B_{RX} \ll B_{RF}$ . Es imprescindible que los receptores 74 detecten y midan la fuente 76 sin disponer *a priori* de información relativa a la frecuencia de la fuente  $f_s$ . Dado que el impulso únicamente ocupa una parte del ancho de banda de radiofrecuencia, y el receptor 74 únicamente mide una parte de dicha banda de radiofrecuencia, es imprescindible que los receptores 74 efectúen una exploración de distintas frecuencias de la banda de radiofrecuencia hasta detectar la fuente 76. Cada una de las medidas de los receptores integra la potencia recibida durante un intervalo finito de medición. Dado que es imprescindible medir un gran número de frecuencias, el tiempo entre mediciones consecutivas en cualquier frecuencia definida es largo en comparación con el ancho del impulso de radiofrecuencia.

Puesto que la fuente 76 emite a ráfagas, existe una probabilidad finita de que cualquier receptor 74 controle la frecuencia de la fuente durante el intervalo  $T_p$ , en el que la señal se encuentra a su nivel de pico. En la FIGURA 30, se representan tres intervalos de medición distintos en relación con un impulso de radiofrecuencia. En la primera medición, se registra el nivel máximo, dado que la potencia de la fuente es máxima a lo largo de la medición. En la segunda medición, se registra un valor inferior, dado que la potencia de la fuente está disminuyendo durante la medición. La tercera medición no coincide con ninguna parte del impulso de radiofrecuencia.

Forzando que los receptores 74 efectúen una exploración independiente de la banda de radiofrecuencia en modo no sincronizado, de acuerdo con la presente invención, se maximiza la probabilidad de que al menos un receptor 74 detecte la ráfaga, es decir, que al menos una parte del intervalo de medición se superponga al impulso de radiofrecuencia. Asimismo, se previene la posibilidad de que en una exploración sincronizada de la matriz a la misma velocidad que la frecuencia de repetición del impulso de la fuente 76, nunca se detecte la fuente 76, dado que la frecuencia de la fuente no se controla nunca cuando la ráfaga se produce.

A fin de calcular información precisa sobre la ubicación, mediante el sistema según la presente invención se garantiza que la diferencia en el nivel de señal medido se debe únicamente a las pérdidas de propagación entre la fuente 76 y los receptores 74.

Si uno o más receptores 74 detectan una señal de interés, se transmite uno o más mensajes al ordenador central (no representado). Dicho ordenador central y su software establecen si una o más frecuencias merecen una investigación adicional. Si este es el caso, el ordenador fuerza a que un grupo o un subgrupo de receptores 74 sintonicen la frecuencia de interés. Dado que solo se controla una única frecuencia, los receptores pueden efectuar muchas mediciones en oposición. El intervalo de medición es corto en comparación con la anchura del impulso de radiofrecuencia y por lo tanto se producen distintas mediciones dentro de la duración de potencia máxima de la fuente, tal como se ilustra en la FIGURA 31. Los receptores 74 informan del nivel de pico de señal medido durante un espacio de tiempo acorde con la anchura del impulso de la fuente y la frecuencia de repetición. Asimismo, es posible que los receptores 74 informen de todos sus datos registrados o del resultado de otros procesos. Mediante dicha técnica, es posible con un reducido coste que una red no sincronizada de receptores 74 determine de modo preciso y simultáneo el nivel de pico de señal recibida procedente de una fuente a ráfagas de radiofrecuencia 76 prácticamente en tiempo real.

#### UTILIZACIÓN DE UN ATENUADOR VARIABLE INTEGRAL A FIN DE IDENTIFICAR EFECTOS POTENCIALES DE DISTORSIÓN DEBIDO A ARMÓNICOS EN UN RECEPTOR DE CONVERSIÓN DIRECTA

Los receptores de conversión directa (DCR) 62, tal como se ilustra en la figura 21, proporcionan ciertas ventajas en relación con las arquitecturas convencionales con receptores heterodinos, entre las que se encuentra un menor número de piezas y la eliminación del requisito de disponer un filtro de rechazo de frecuencia de imagen. Sin embargo, resultan vulnerables a los efectos de distorsión debido a armónicos. Dicha distorsión armónica puede afectar al rendimiento de un sistema que emplee dicho tipo de receptores con el objetivo de detectar la utilización ilícita de teléfonos móviles en edificios o cárceles.

En el DCR 62, el oscilador local (LO) 64 se sintoniza a la frecuencia de interés. Una señal de radiofrecuencia (RF) a la frecuencia de interés (en 86) se amplifica mediante un amplificador 85 y entra en el mezclador 88. Dicho mezclador 88 multiplica la señal de radiofrecuencia amplificada (en 87) con la señal del LO (en 89), produciendo una respuesta en banda base que entra en el detector 68 tras pasar por un filtro pasobajo 66. En la práctica, los mezcladores producen asimismo señales de banda base, a un nivel de potencia inferior, a partir de señales de radiofrecuencia cuyas frecuencias se correspondan con los armónicos de la señal del LO (en 89). Dichas señales de radiofrecuencia pueden ser casuales en el receptor, o causadas por distorsión en la cadena de radiofrecuencia del propio receptor. Las señales de RF a frecuencias que sean subarmónicos del LO 64 (es decir,  $\frac{1}{2}$ ,  $\frac{1}{3}$ , etc.) pueden generar armónicos en la cadena de radiofrecuencia que a su vez produzcan respuestas espurias de la banda base.

Entre las técnicas convencionales para combatir dichos problemas, se encuentra el filtrado de radiofrecuencia 812 a fin de atenuar las señales que se encuentren fuera de la banda de interés. En el caso de receptores de banda ancha, cuyo margen de sintonización es cercano o sobrepasa una octava, es posible que se requieran múltiples

cadena de filtrado para cubrir bandas separadas. Asimismo, a menudo se requieren amplificadores y mezcladores que presenten una característica de elevada linealidad, aunque son más caros y habitualmente consumen más energía que los dispositivos de menor rendimiento.

5 Es bien conocida la relación existente entre la potencia de una señal generada por la distorsión armónica en un DCR y la potencia de la señal de la frecuencia fundamental. El nivel de señal de los armónicos varía dependiendo del nivel de la señal fundamental elevado al orden de la distorsión. Por ejemplo, el nivel de la distorsión ocasionada por el segundo armónico varía según el cuadrado del nivel de la señal fundamental. En lo que se refiere a los decibelios (dB), el nivel de la señal de distorsión varía como N veces el nivel de la señal fundamental, donde N es el orden de la distorsión. Para la distorsión de segundo orden, el nivel varía como dos veces el nivel de la señal fundamental. En la figura 32 se ilustra el cambio en los niveles relativos de una señal y de su segundo armónico debido a la distorsión a medida que disminuye el nivel de la frecuencia fundamental.

15 Según la presente invención, se añade un atenuador variable 814 en el inicio de la cadena de radiofrecuencia, o cerca de la misma, tal como se ilustra en la FIGURA 33. Procediendo de este modo, se puede variar el nivel de la señal de radiofrecuencia. En el caso de que la señal que entra en el detector 68 se encuentre en la banda de interés, es decir la señal de banda base resultante de mezclar la señal fundamental de radiofrecuencia con la señal fundamental del LO (en 89), el nivel de la señal de banda base es proporcional directamente al de la señal de radiofrecuencia entrante. La variación en el nivel de banda base detectado resulta el mismo que la variación del ajuste del atenuador. Si, por otra parte, la señal de banda base es un espurio debido a la distorsión armónica en los circuitos del receptor, el cambio en la señal detectada será superior al cambio en el ajuste del atenuador. Por este motivo, comparando el cambio en el nivel de señal de banda base detectado con respecto al cambio en el ajuste del atenuador, según la presente invención, se puede determinar si la señal de banda base constituye el resultado de una señal dentro de la banda o si es una respuesta parásita ocasionada por la distorsión armónica. Asimismo, tal como se representa en la FIGURA 33, preferentemente se utiliza un filtro paso banda 816 en lugar de un filtro pasobajo 66.

30 Tal como se pone de manifiesto a partir de la descripción anterior, la presente invención proporciona un sistema y un método para detectar y localizar la utilización ilícita de teléfonos móviles en el interior de una instalación. Dicho método divide una instalación en zonas independientes para lograr una detección y localización precisa y eficaz de fuentes de radiofrecuencia (RF). Dicho método y dicho sistema previenen o minimizan los falsos positivos procedentes de zonas cercanas en las que la utilización de teléfonos móviles está permitida. Mediante dicho método, se diferencian visualmente las bandas de frecuencias en un sistema para la detección y localización de teléfonos móviles.

35 Mediante el método según la presente invención, se indica gráficamente un histórico de ubicaciones registradas por el sistema para la detección y localización de la utilización ilícita de teléfonos móviles. Asimismo, dicho método escala automáticamente la incertidumbre de la estimación de la ubicación de fuentes de radiofrecuencia basándose en una medida de distancia efectiva entre receptores para una matriz de receptores distribuidos espacialmente en red y utilizados en el sistema.

45 Asimismo, el método según la presente invención permite una secuencia de transmisiones con espectro de propagación con salto de frecuencia (FHSS) o discontinuo en el tiempo procedentes de una fuente RF que debe identificarse como un suceso único. Asimismo, la presente invención proporciona una respuesta de frecuencia intermedia (IF) y un método de exploración de frecuencias para minimizar el intervalo de medición con receptores de conversión directa, exploración de frecuencias y detección de energía utilizados en el sistema según la presente invención.

50 Asimismo, dicho sistema mide con precisión niveles pico de señal de fuentes a ráfagas de radiofrecuencia en matrices no sincronizadas de receptores ágiles utilizados en el sistema. Por otra parte, los receptores de conversión directa empleados en el sistema utilizan un atenuador variable integral a fin de identificar potenciales efectos de distorsión debido a armónicos en los receptores del sistema.

55 Aunque en la presente memoria se hayan descrito unas formas de realización ilustrativas según la presente invención haciendo referencia a los dibujos adjuntos, se debe entender que la presente invención no se limita únicamente a dichas formas de realización, y que los expertos en la materia pueden efectuar otros o distintos cambios y modificaciones sin por ello apartarse del objetivo de la presente invención.

**REIVINDICACIONES**

1. Sistema para localizar un dispositivo de comunicaciones móviles en una zona de interés, que comprende:

- 5 - una pluralidad de dispositivos receptores de radiofrecuencia (RF) dispuestos en ciertas ubicaciones en el interior de la zona, de modo que:
  - en un primer modo de funcionamiento, los dispositivos receptores están configurados para efectuar una exploración de una banda de frecuencias a fin de buscar una señal de interés asociada con un dispositivo de comunicaciones emitiendo dicha señal de interés dentro de dicha zona, estando configurados por lo
  - 10 menos algunos de los dispositivos receptores para conmutar a un segundo modo de funcionamiento como respuesta a la detección de por parte de por lo menos uno de los dispositivos receptores de la señal de interés a una frecuencia dentro de la banda de frecuencias; y
  - en el segundo modo de funcionamiento, por lo menos algunos de los dispositivos receptores están configurados para sintonizar la frecuencia de la señal de interés detectada en el primer modo de
  - 15 funcionamiento, a fin de medir el nivel de señal en las ubicaciones correspondientes dentro de la zona; y
  - un procesador que se comunica con los dispositivos receptores y configurado para:

- 20 establecer una ubicación del dispositivo de comunicaciones a partir del nivel de señal medido por parte de por lo menos algunos de los dispositivos receptores en el segundo modo de funcionamiento; y
    - notificar dicho valor determinado de la ubicación del dispositivo de comunicaciones que emite la señal de interés dentro de la zona.

2. Sistema según la reivindicación 1, en el que el primer modo de funcionamiento, los dispositivos receptores están configurados para efectuar una exploración de la banda de frecuencias de modo asíncrono e independientemente entre sí.

3. Sistema según la reivindicación 1, en el que los dispositivos receptores están configurados para medir el nivel de señal en intervalos de medición que son más cortos que la anchura de un impulso de la señal de interés.

4. Sistema según la reivindicación 1, en el que en el segundo modo de funcionamiento, por lo menos algunos de los dispositivos receptores controlan simultáneamente el nivel de señal a la frecuencia de interés identificada en el primer modo de funcionamiento.

5. Sistema según la reivindicación 1, en el que los dispositivos receptores están configurados para no desmodular la señal de interés.

6. Sistema según la reivindicación 1, que comprende además un indicador configurado para la visualización de la ubicación del dispositivo de comunicación en un mapa de la zona.

7. Sistema según la reivindicación 1, en el que cada uno de los dispositivos receptores comprende un receptor de conversión directa.

8. Sistema según la reivindicación 1, en el que la banda de frecuencias comprende frecuencias utilizadas por dispositivos de comunicaciones inalámbricas a fin de comunicarse con estaciones base.

9. Sistema según la reivindicación 1, en el que el procesador está configurado para establecer la ubicación del dispositivo de comunicaciones que está emitiendo la señal de interés, estando localizada en el interior de una zona de incertidumbre en torno al dispositivo receptor que mide el máximo nivel de señal.

10. Método para la localización de un dispositivo de comunicaciones, comprendiendo los procedimientos de:

- exploración de una banda de frecuencias con una pluralidad de receptores dispuestos en correspondientes ubicaciones en una zona, a fin de buscar una señal de interés emitida por parte de un dispositivo de comunicaciones dentro de dicha zona;
- identificación de una frecuencia de una señal de interés detectada por parte de por lo menos uno de los receptores;
- sintonización de por lo menos algunos de los receptores a la frecuencia de la señal detectada de interés;
- medición a la frecuencia sintonizada por parte de por lo menos algunos de los receptores del nivel de
- 60 señal de la señal detectada de interés; y
- establecimiento mediante un procesador de una ubicación del dispositivo de comunicaciones que emite la señal de interés a partir del nivel de señal medido por parte de por lo menos algunos de los receptores.

11. Método según la reivindicación 10, en el que en relación con la exploración, los receptores efectúan una exploración de la banda de frecuencias de modo asíncrono e independientemente entre sí.

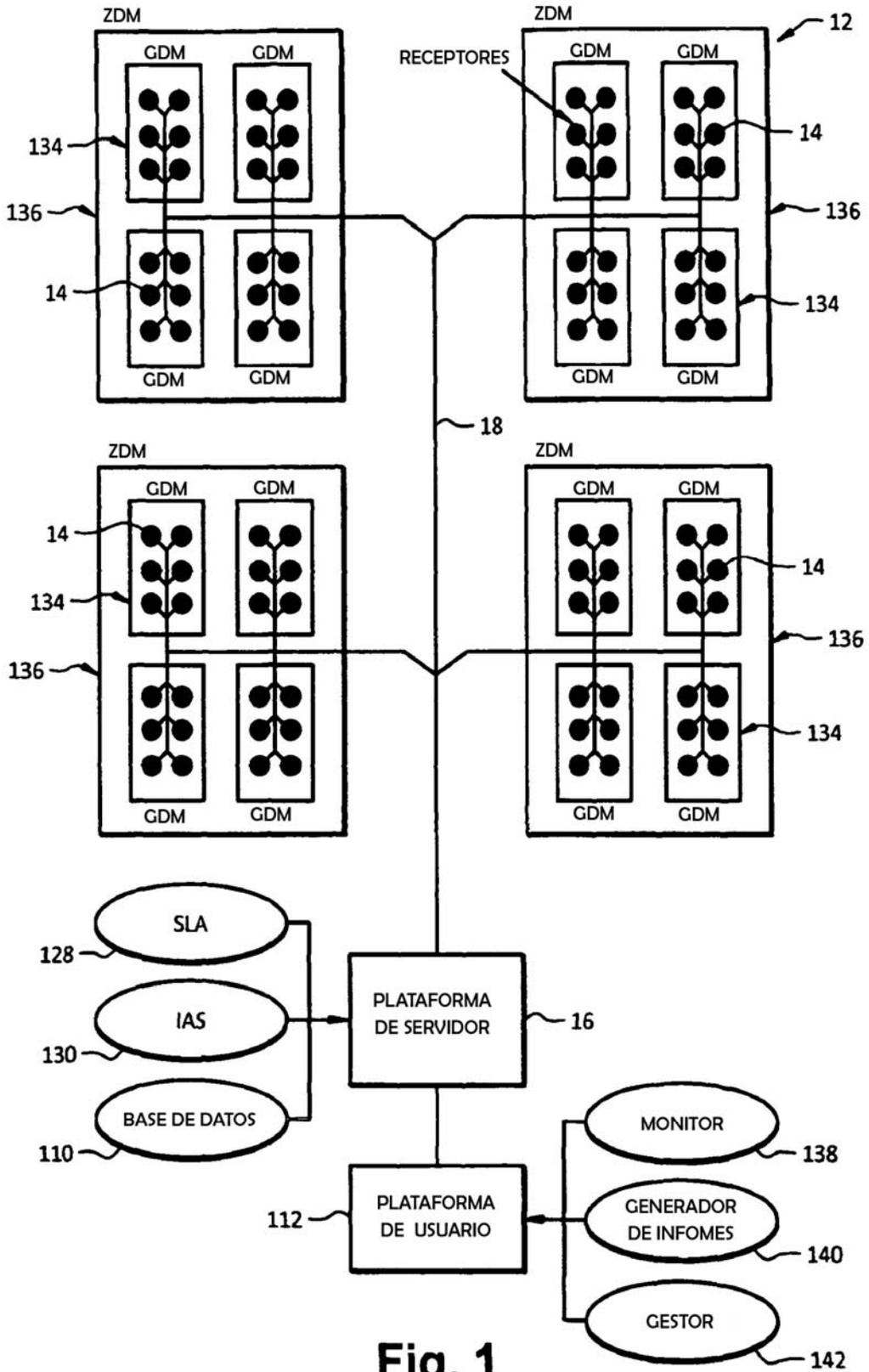
12. Método según la reivindicación 10, en el que el nivel de señal se mide en intervalos de medición que son más cortos que la anchura de impulso de la señal de interés.

5 13. Método según la reivindicación 10, en el que por lo menos algunos de los dispositivos receptores controlan simultáneamente el nivel de señal a la frecuencia de la señal detectada de interés.

14. Método según la reivindicación 10, en el que los receptores no desmodulan la señal de interés.

10 15. Método según la reivindicación 10, que comprende además:

la visualización de la ubicación del dispositivo de comunicación en un mapa de la zona.



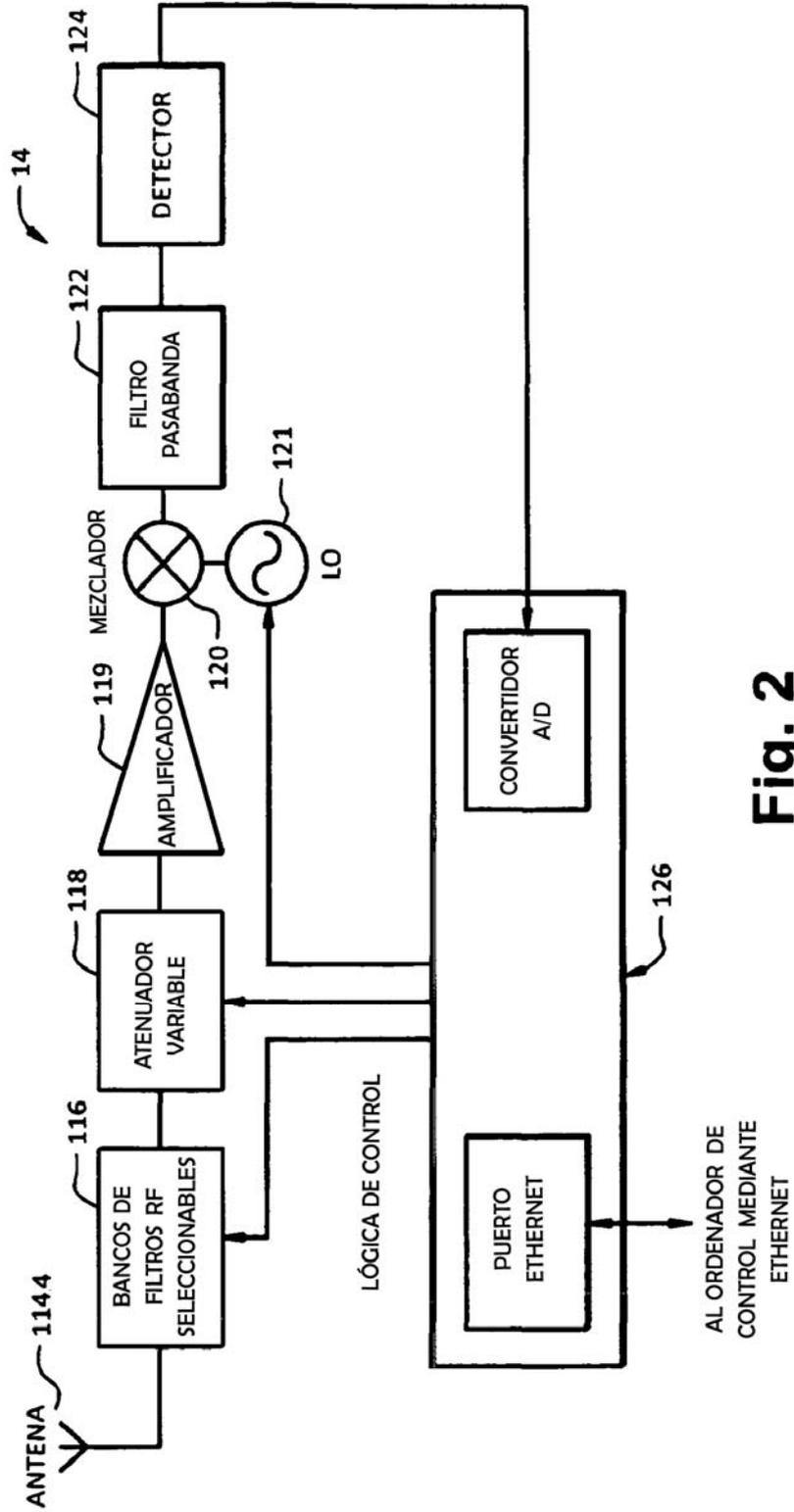
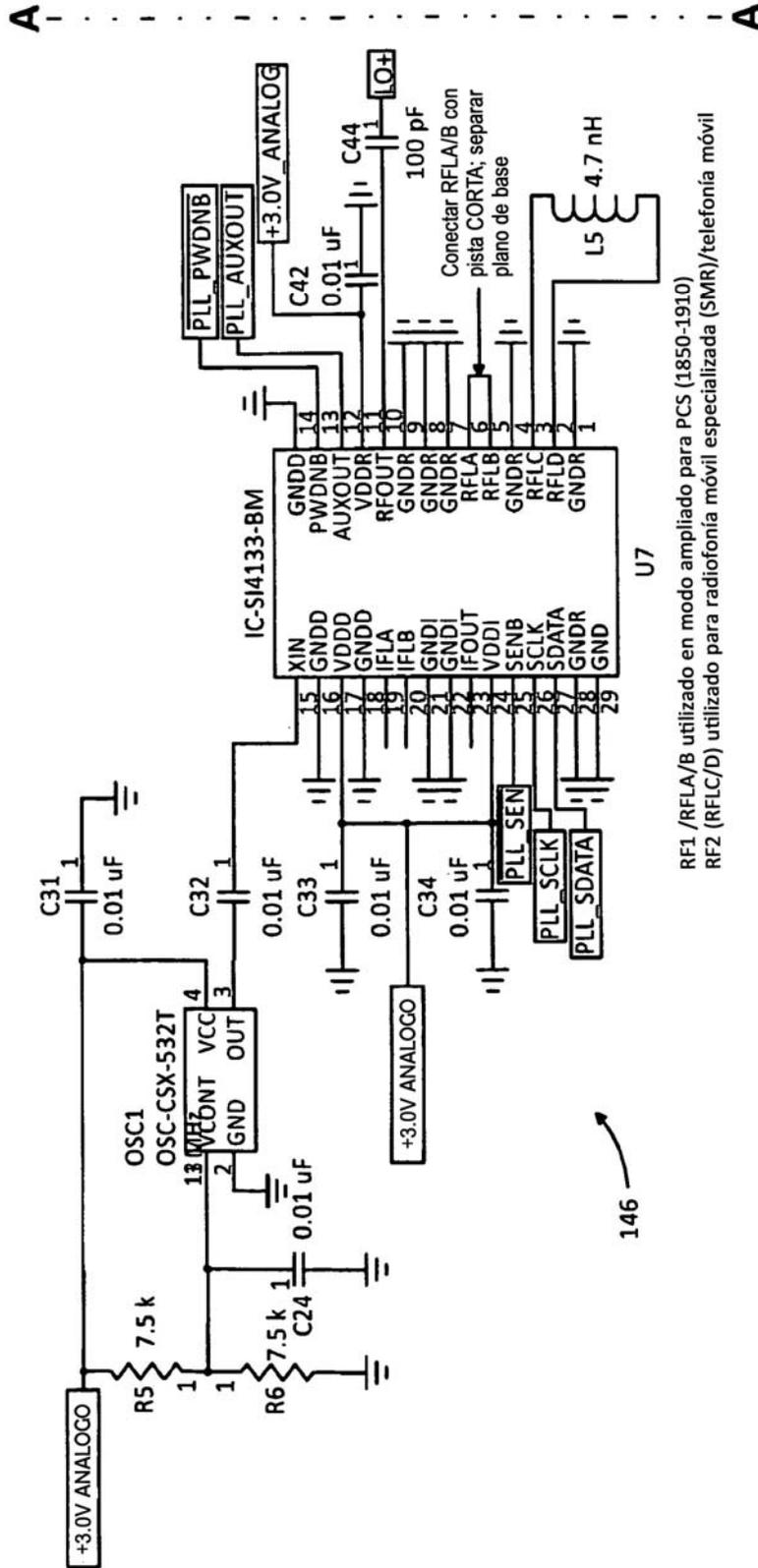


Fig. 2

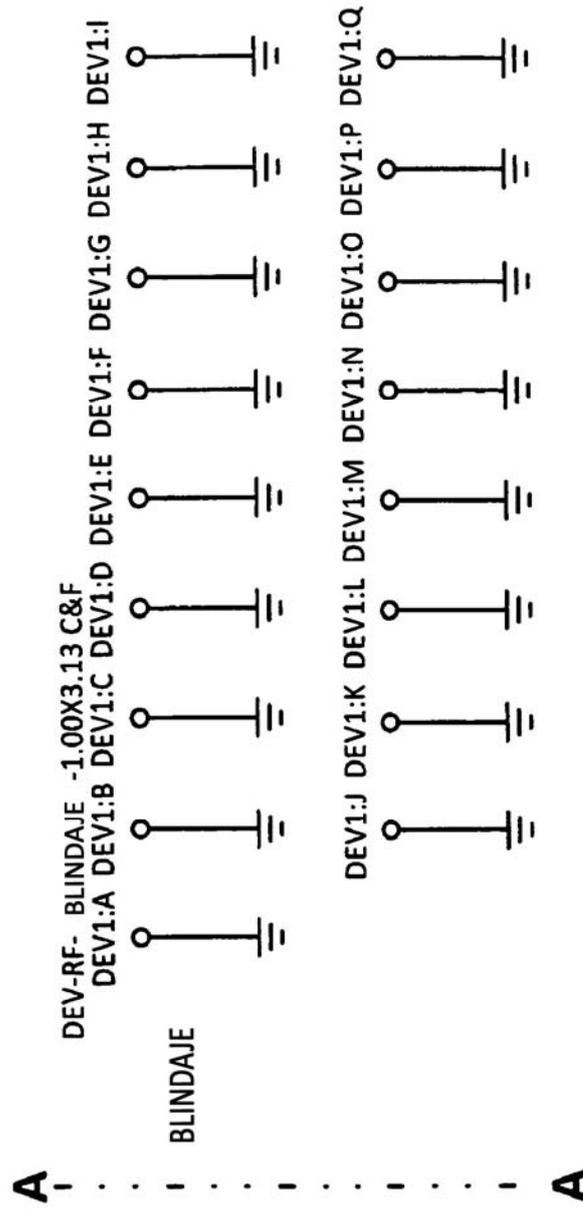




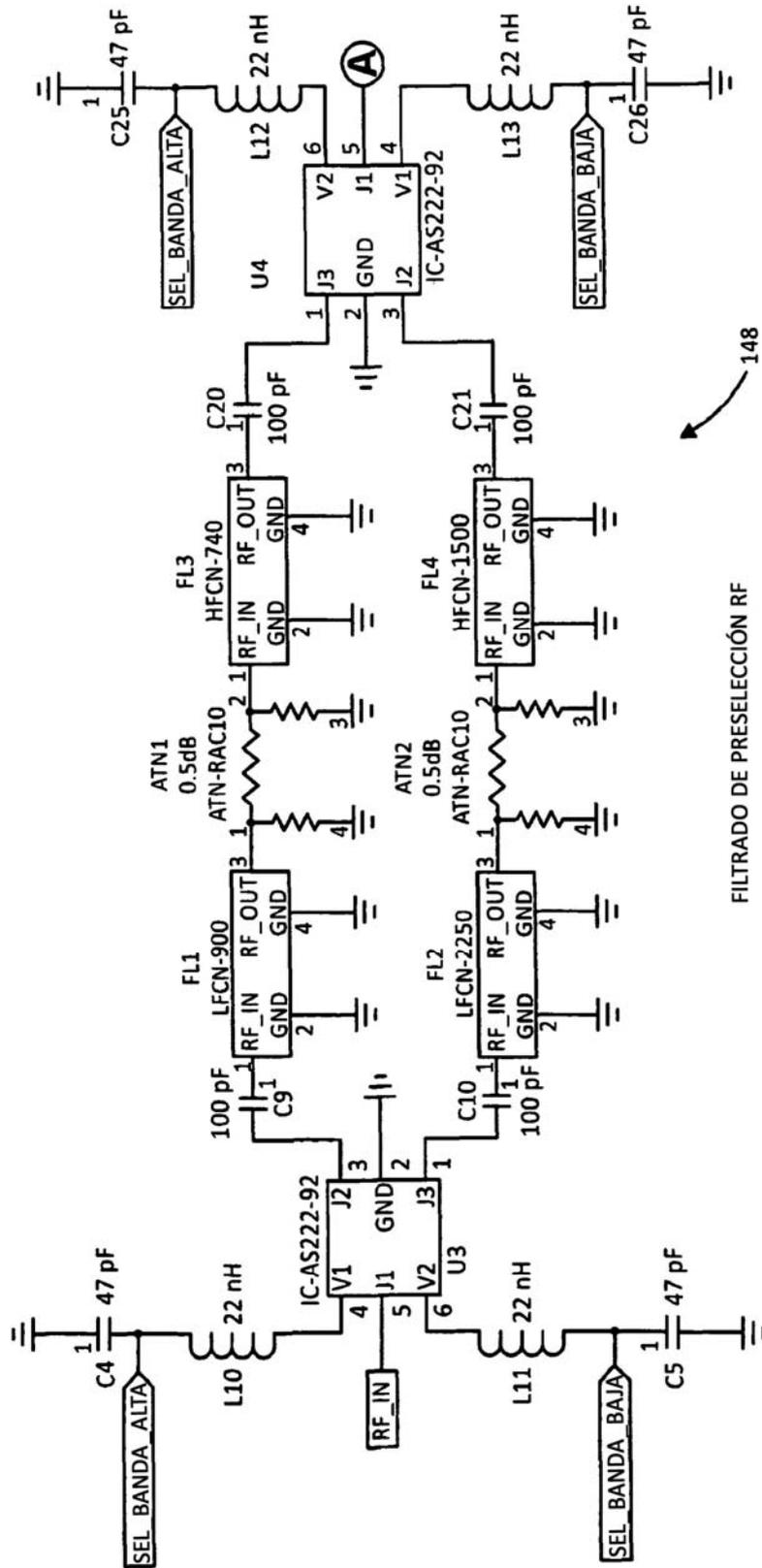
RF1 /RFLA/B utilizado en modo ampliado para PCS (1850-1910)  
 RF2 (RFLC/D) utilizado para radiofonía móvil especializada (SMR)/telefonía móvil

SINTETIZADOR PLL

**Fig. 3a(2)**



**Fig. 3a(3)**



FILTRADO DE PRESELECCIÓN RF

Fig. 3a(4)

148

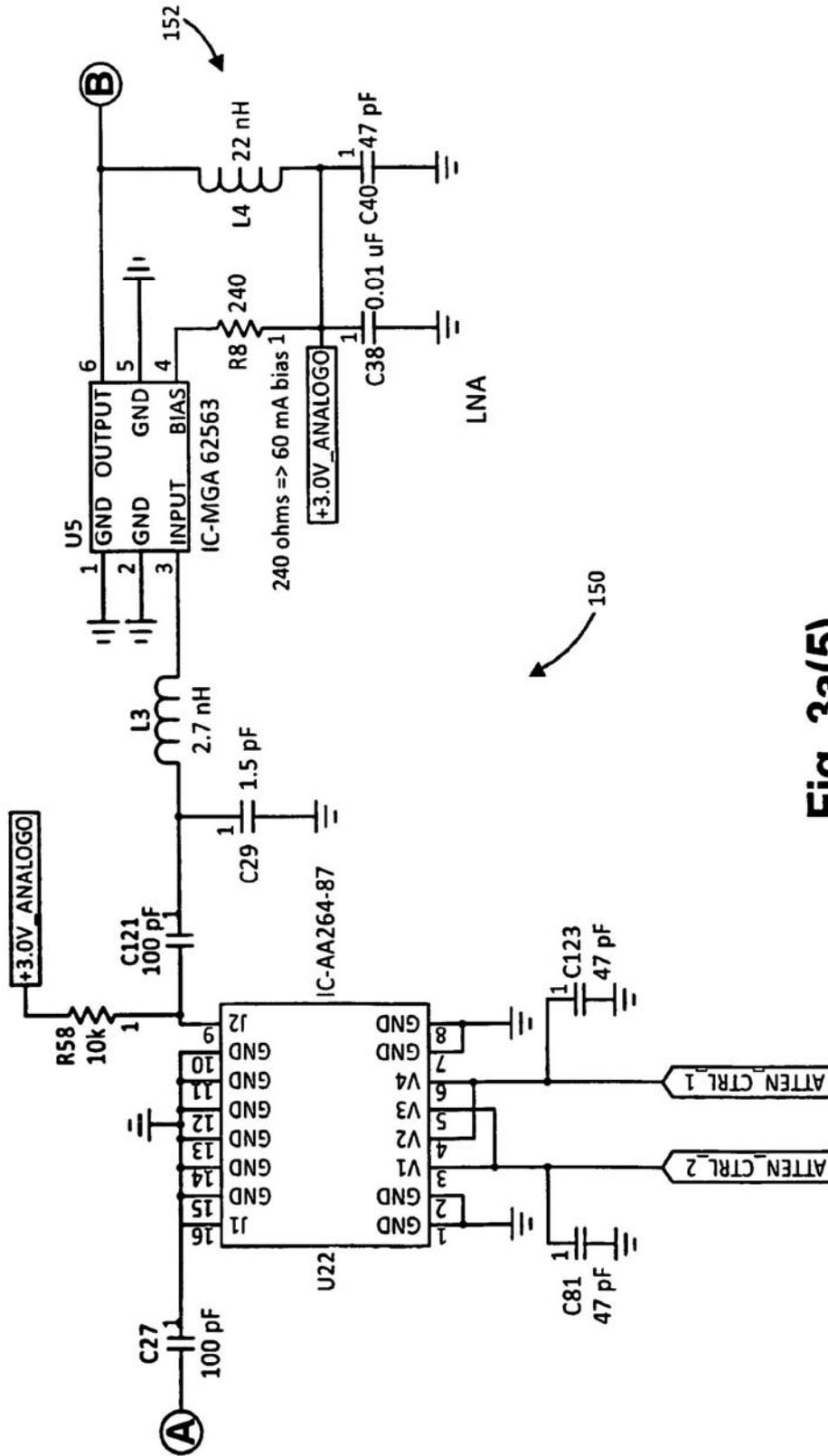
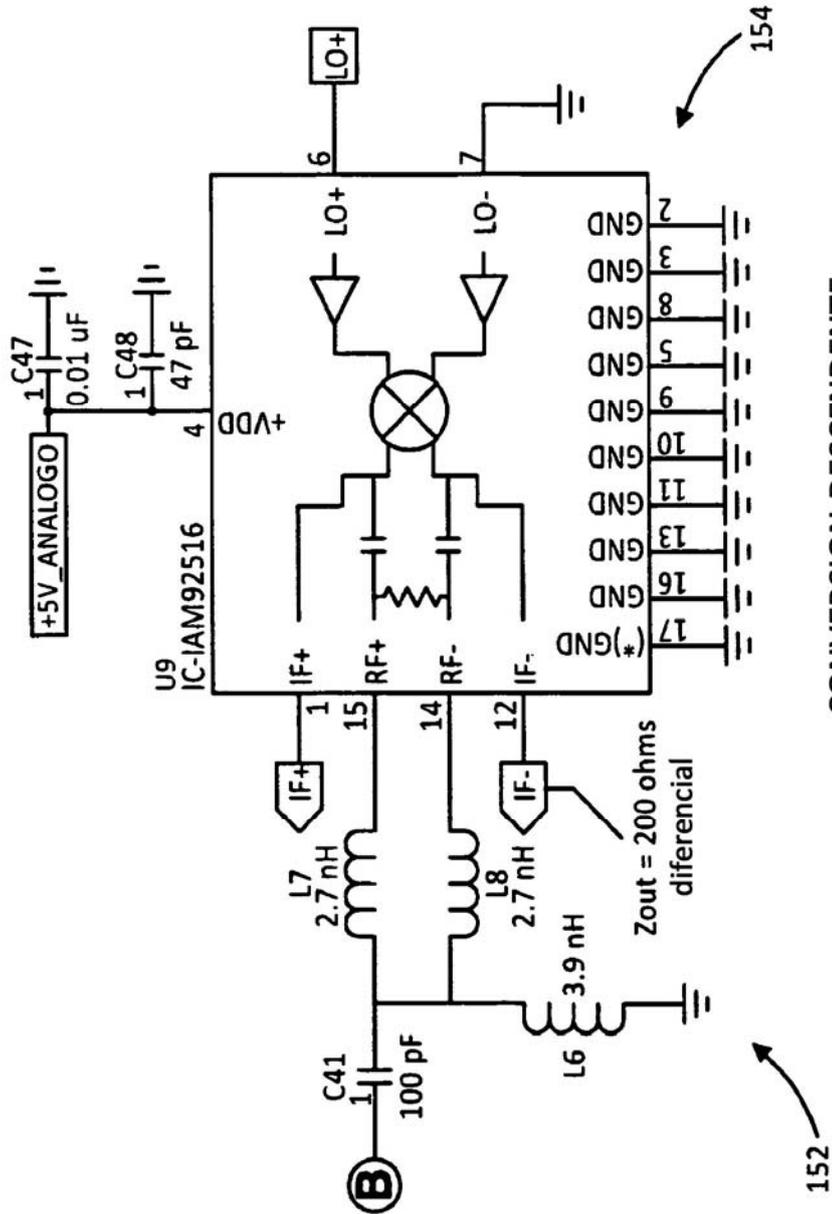


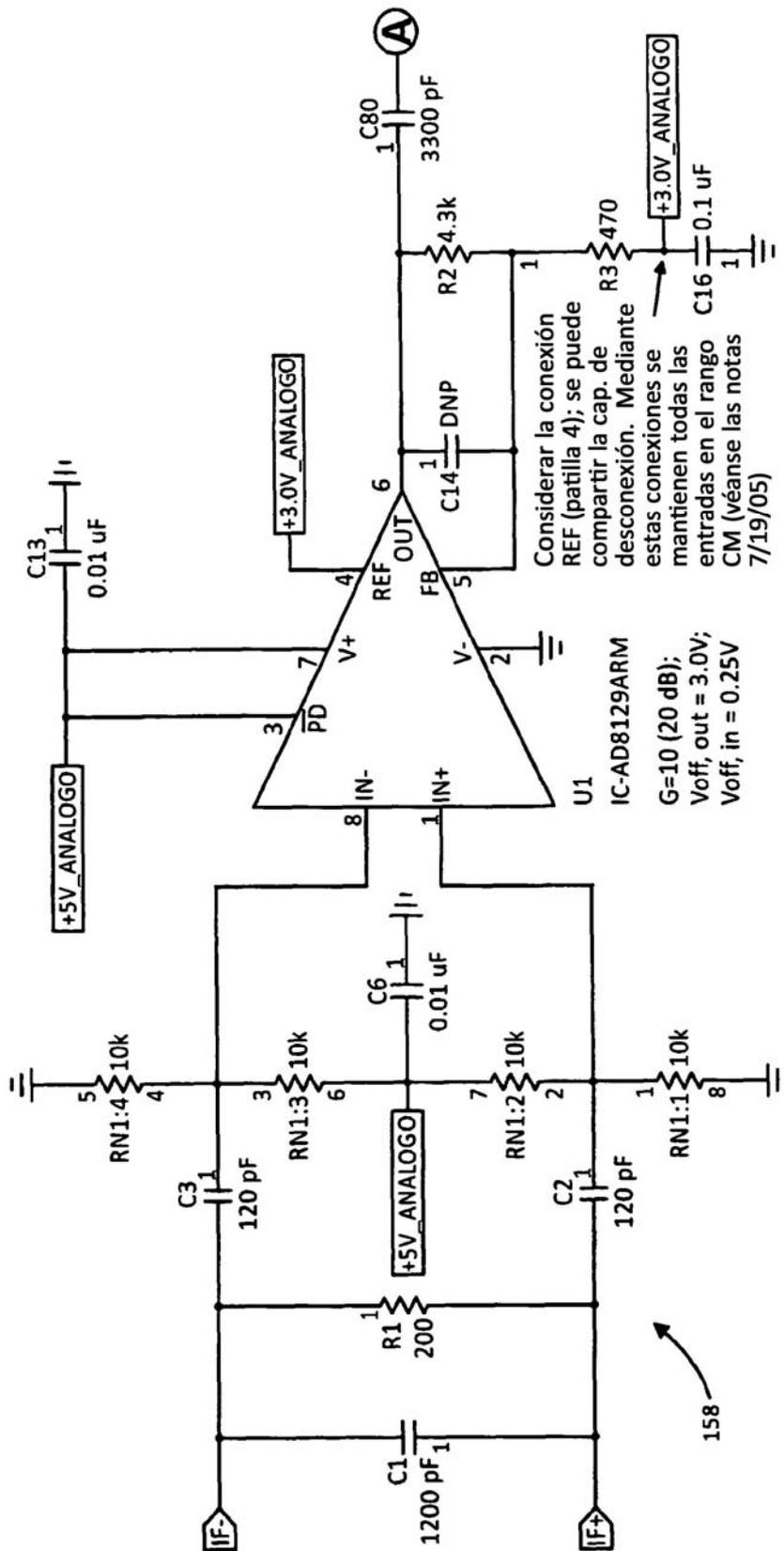
Fig. 3a(5)

ATENUADOR CONMUTABLE



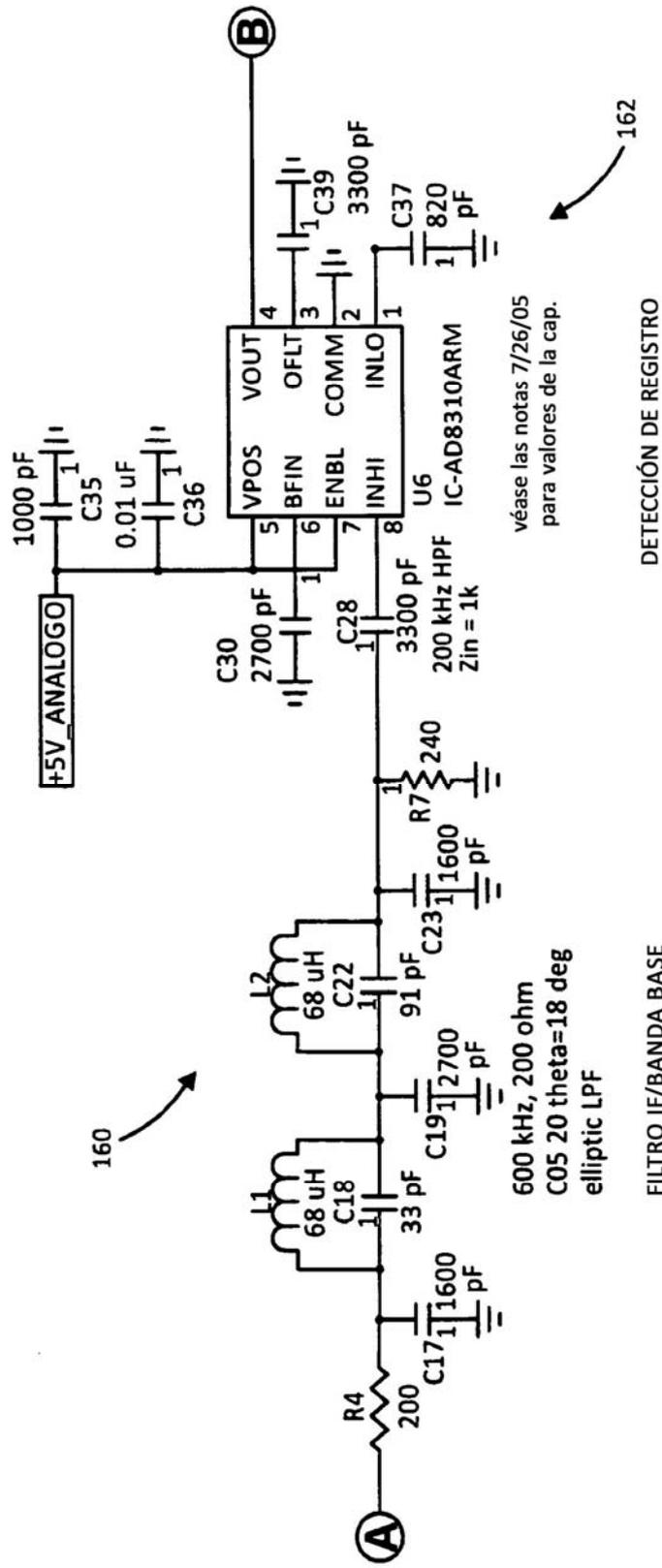
CONVERSION DESCENDENTE  
A LA BANDA BASE

**Fig. 3a(6)**

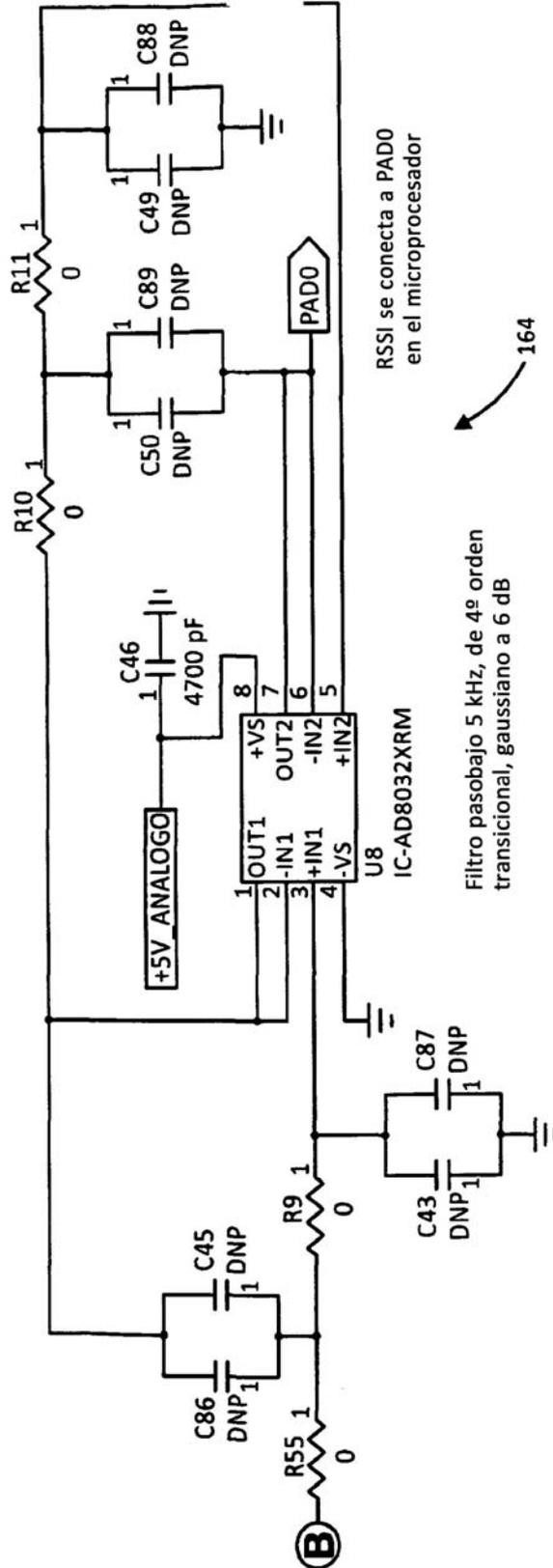


CONVERSIÓN DIFERENCIAL A TERMINACIÓN ÚNICA

Fig. 3a(7)



**Fig. 3a(8)**



Filtro pasabaja 5 kHz, de 4º orden  
transicional, gaussiano a 6 dB

FILTRO DE VIDEO

**Fig. 3a(9)**

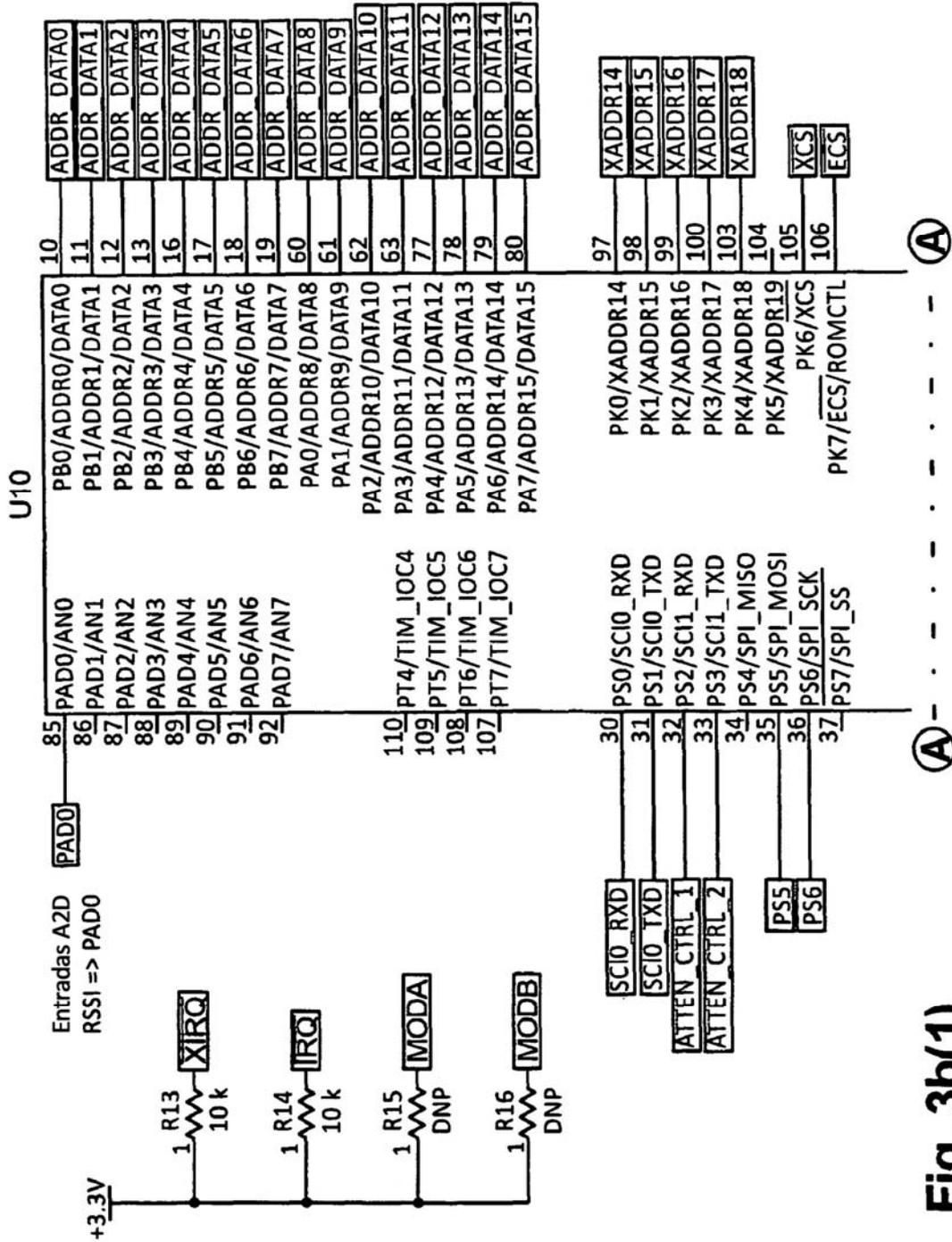


Fig. 3b(1)

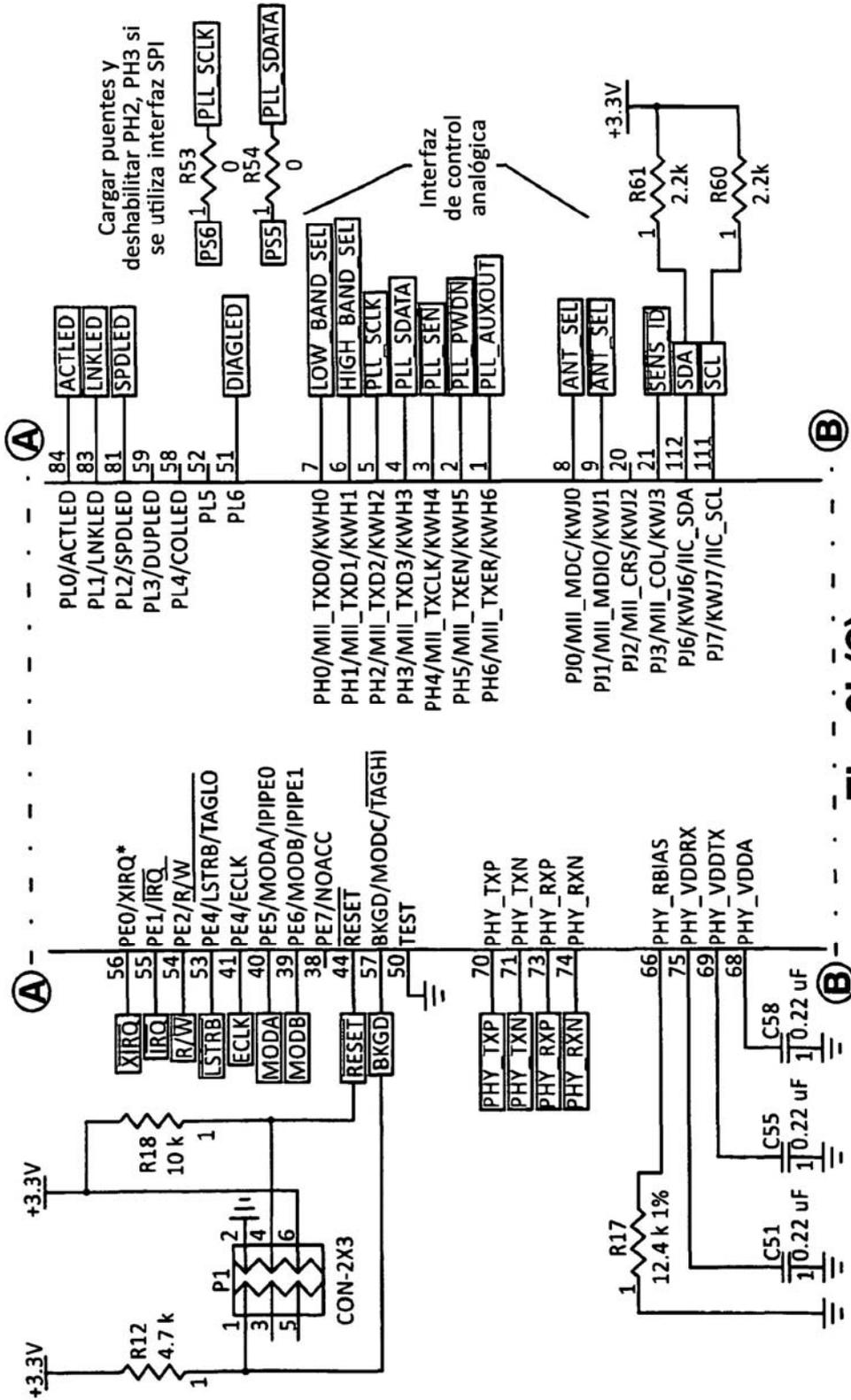


Fig. 3b(2)

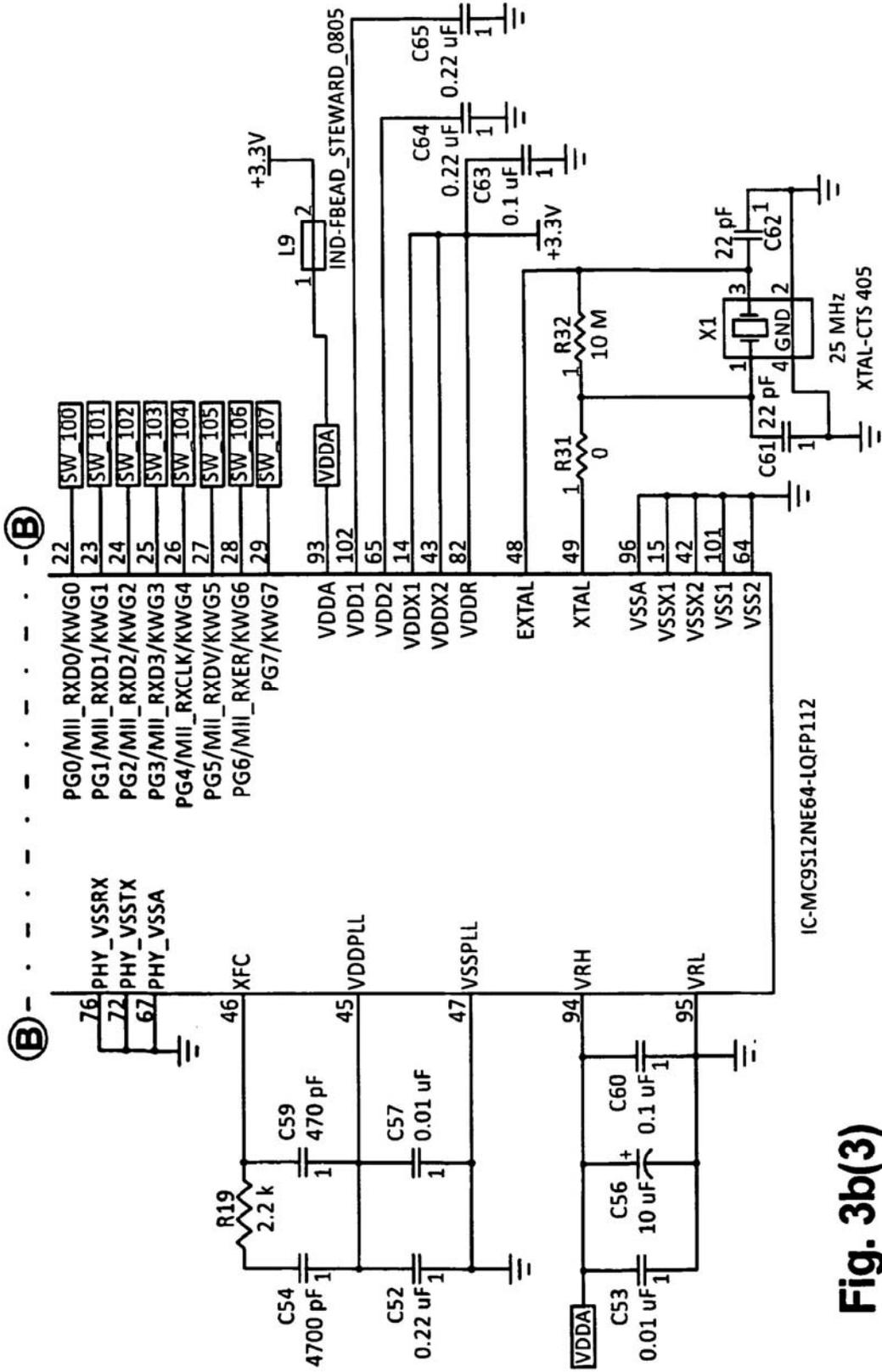
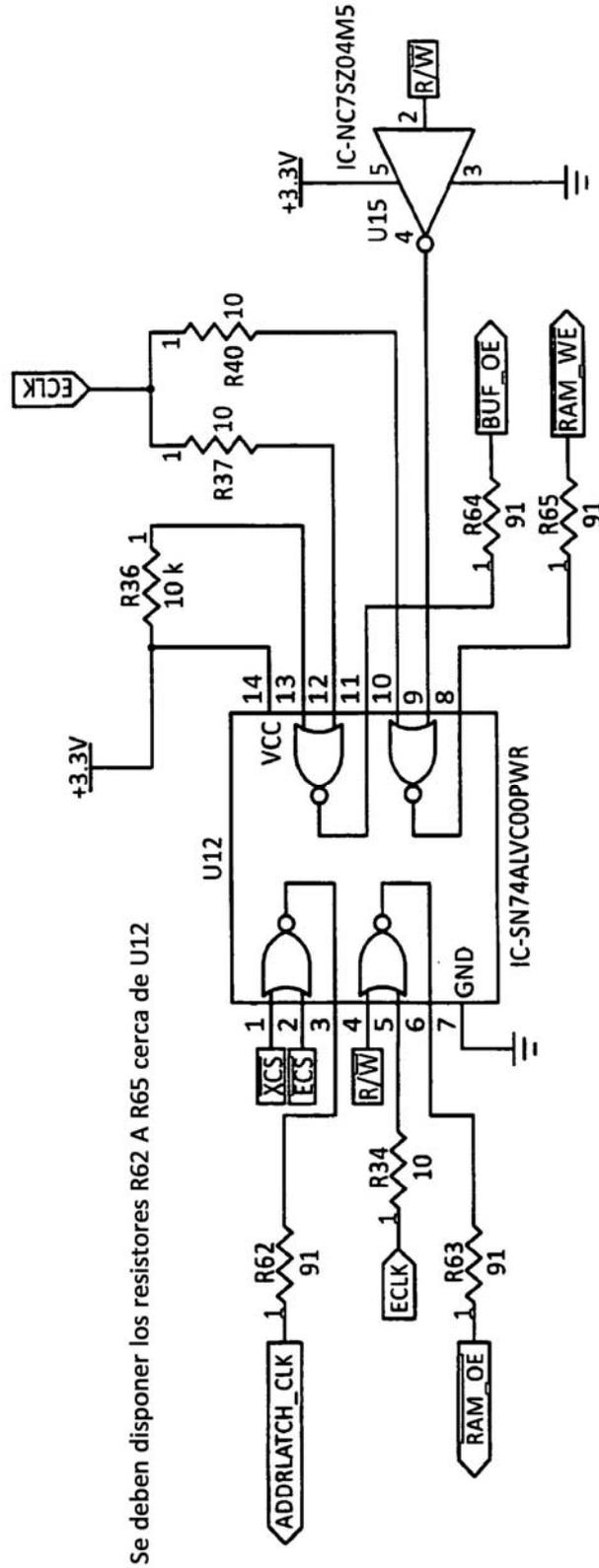


Fig. 3b(3)



Se deben disponer los resistores R62 A R65 cerca de U12

**Fig. 3b(4)**

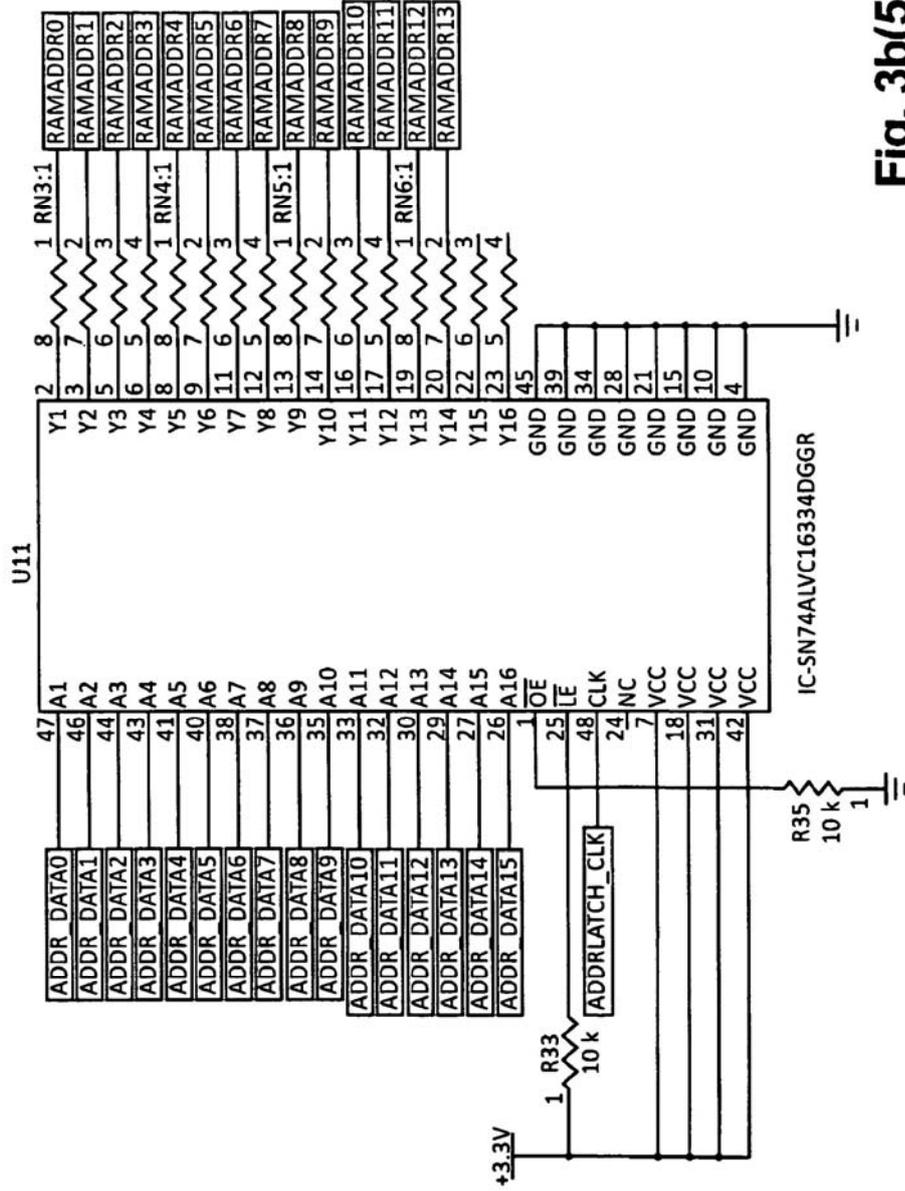


Fig. 3b(5)

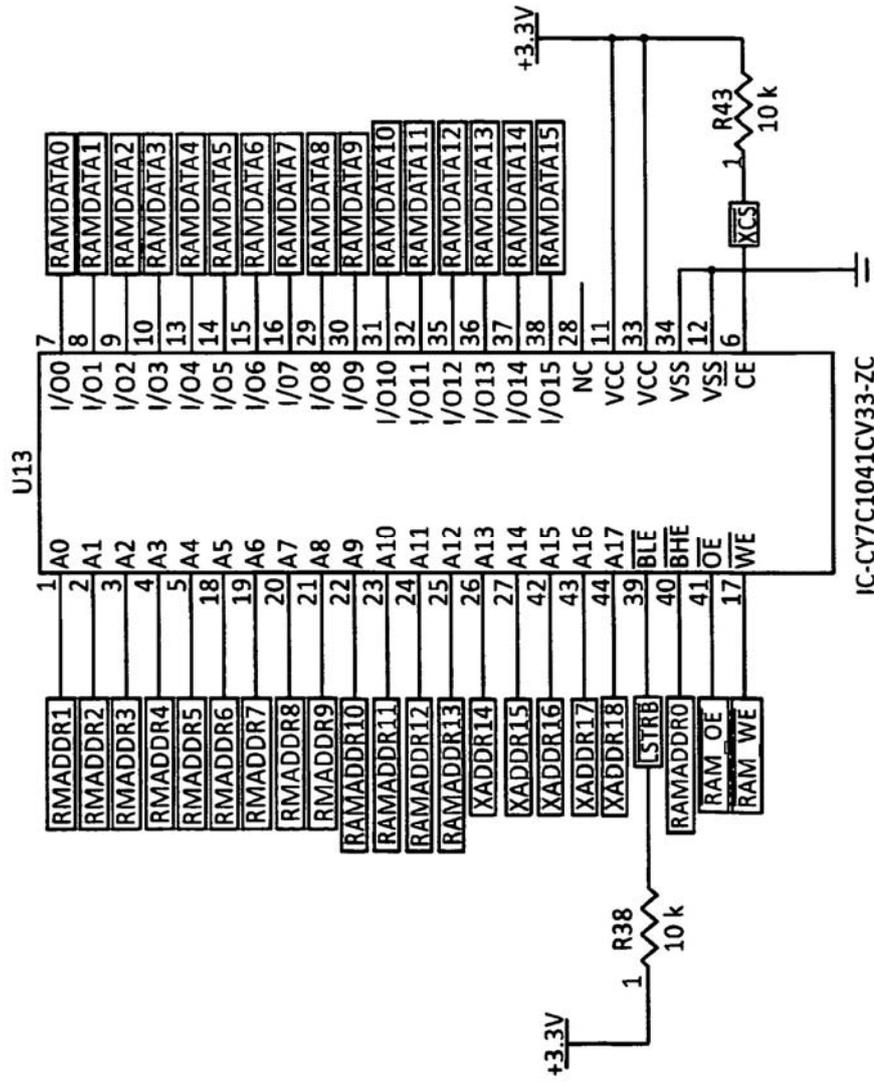
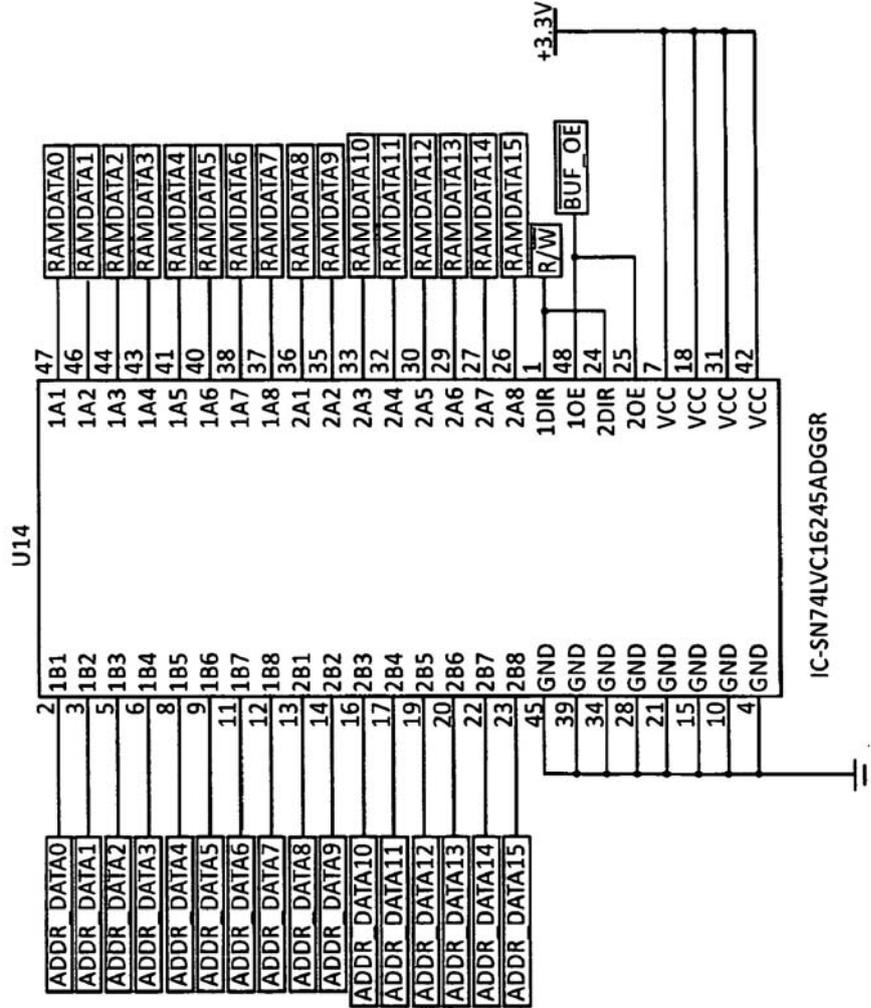


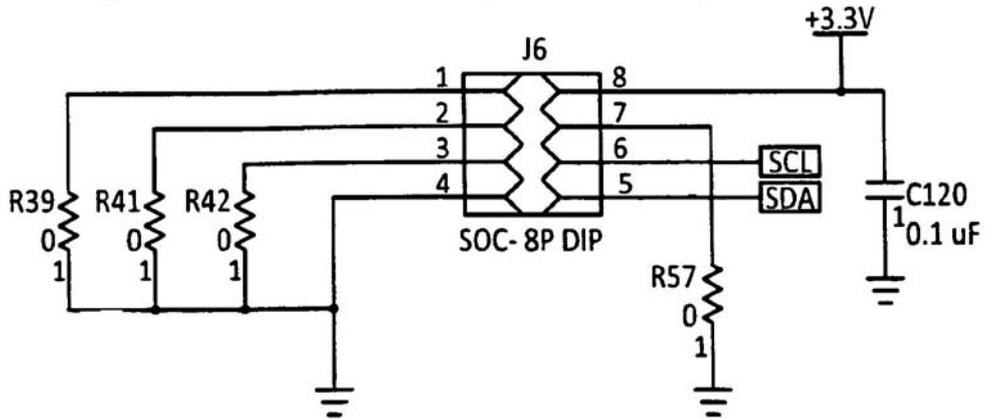
Fig. 3b(6)



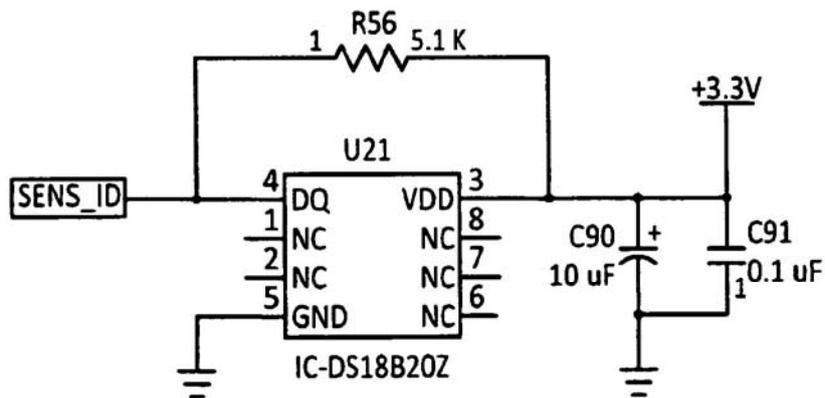
IC-SN74LVC16245ADGGR

Fig. 3b(7)

Conector hembra con encapsulado DIP de ocho patillas para cargar EEPROM serie AT24CXX (¿dirección MAC?)



**Fig. 3b(8)**



**Fig. 3b(9)**

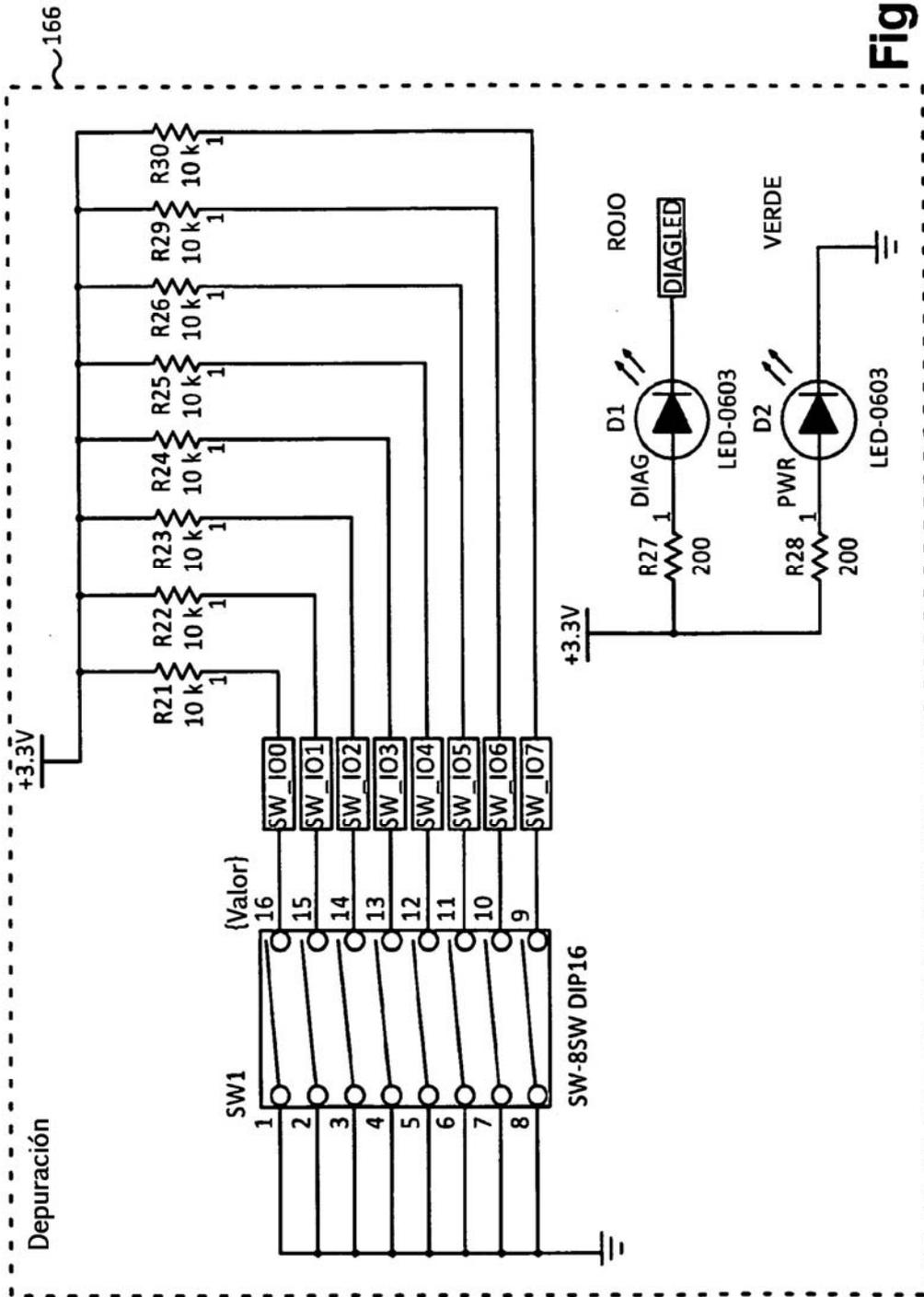
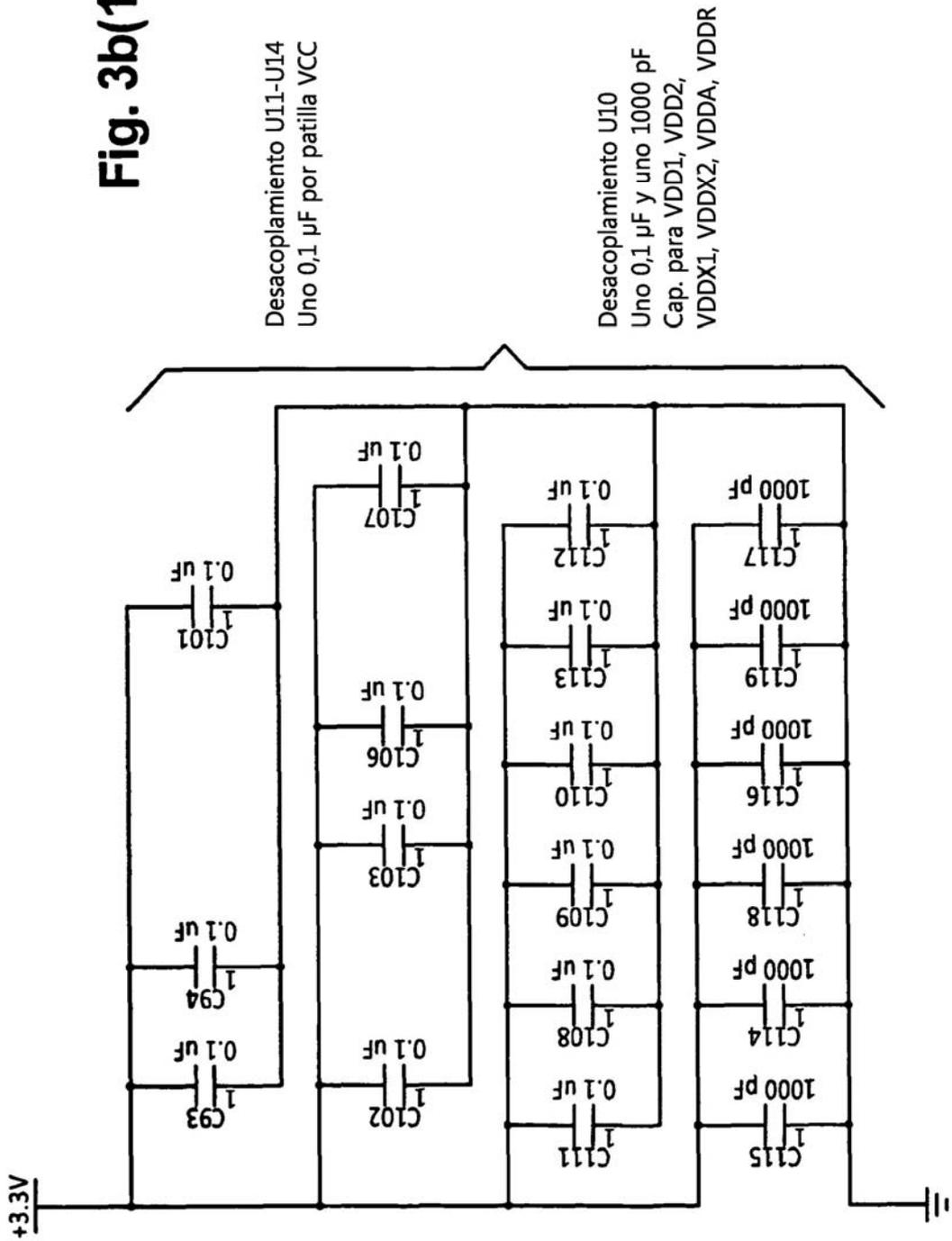


Fig. 3b(10)

**Fig. 3b(11)**



Desacoplamiento U11-U14  
Uno 0,1 uF por patilla VCC

Desacoplamiento U10  
Uno 0,1 uF y uno 1000 pF  
Cap. para VDD1, VDD2,  
VDDX1, VDDX2, VDDA, VDDR

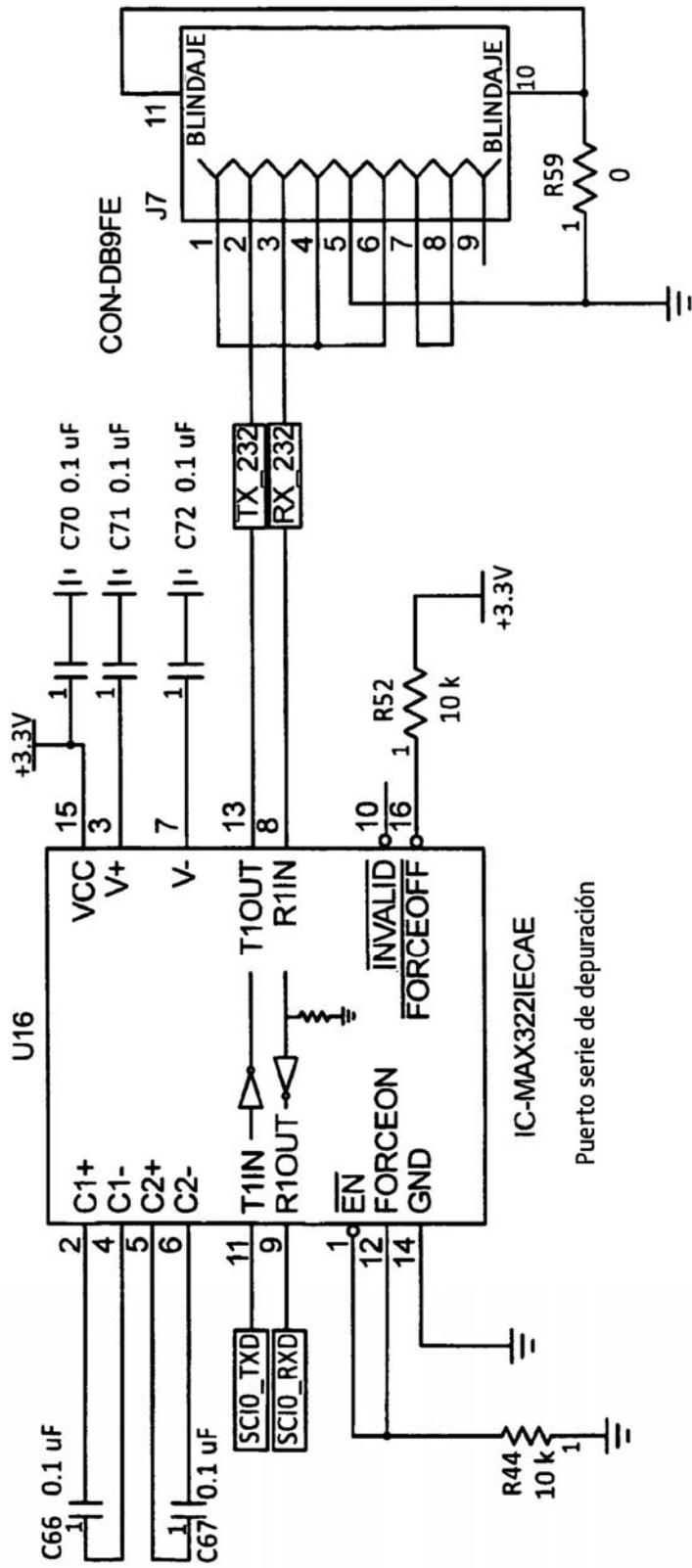
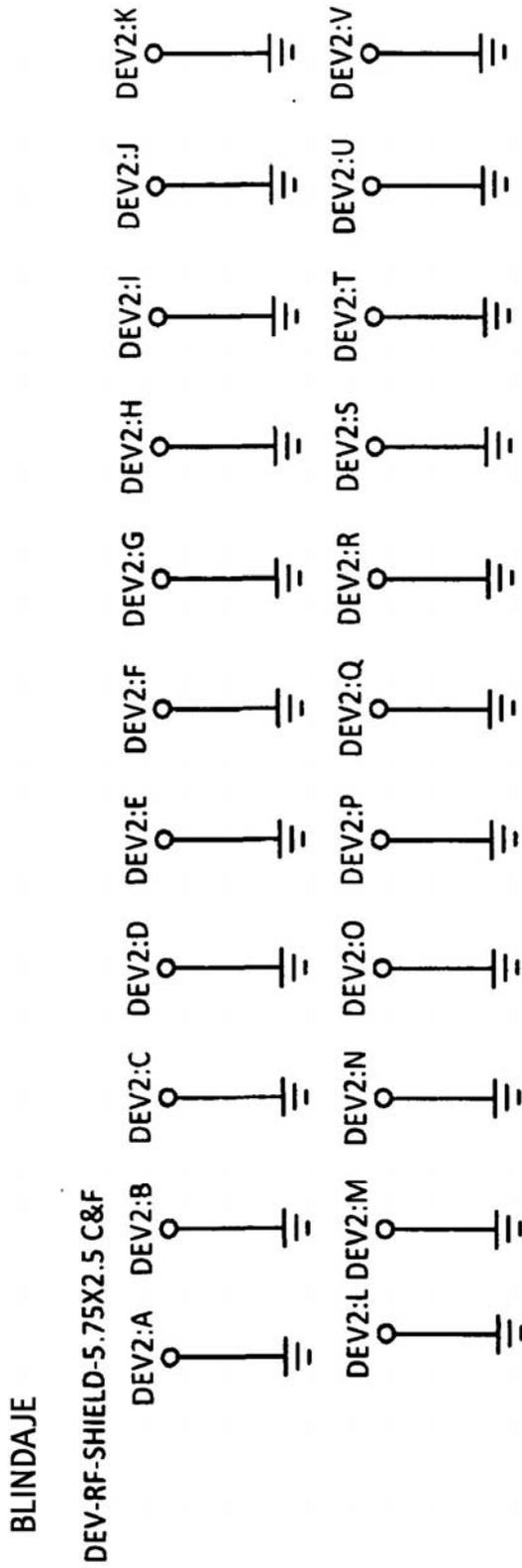
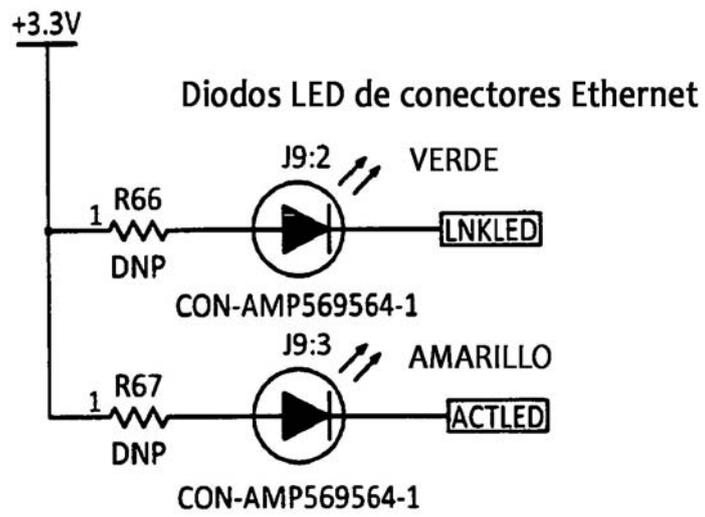


Fig. 3c(1)



**Fig. 3c(2)**



**Fig. 3c(3)**

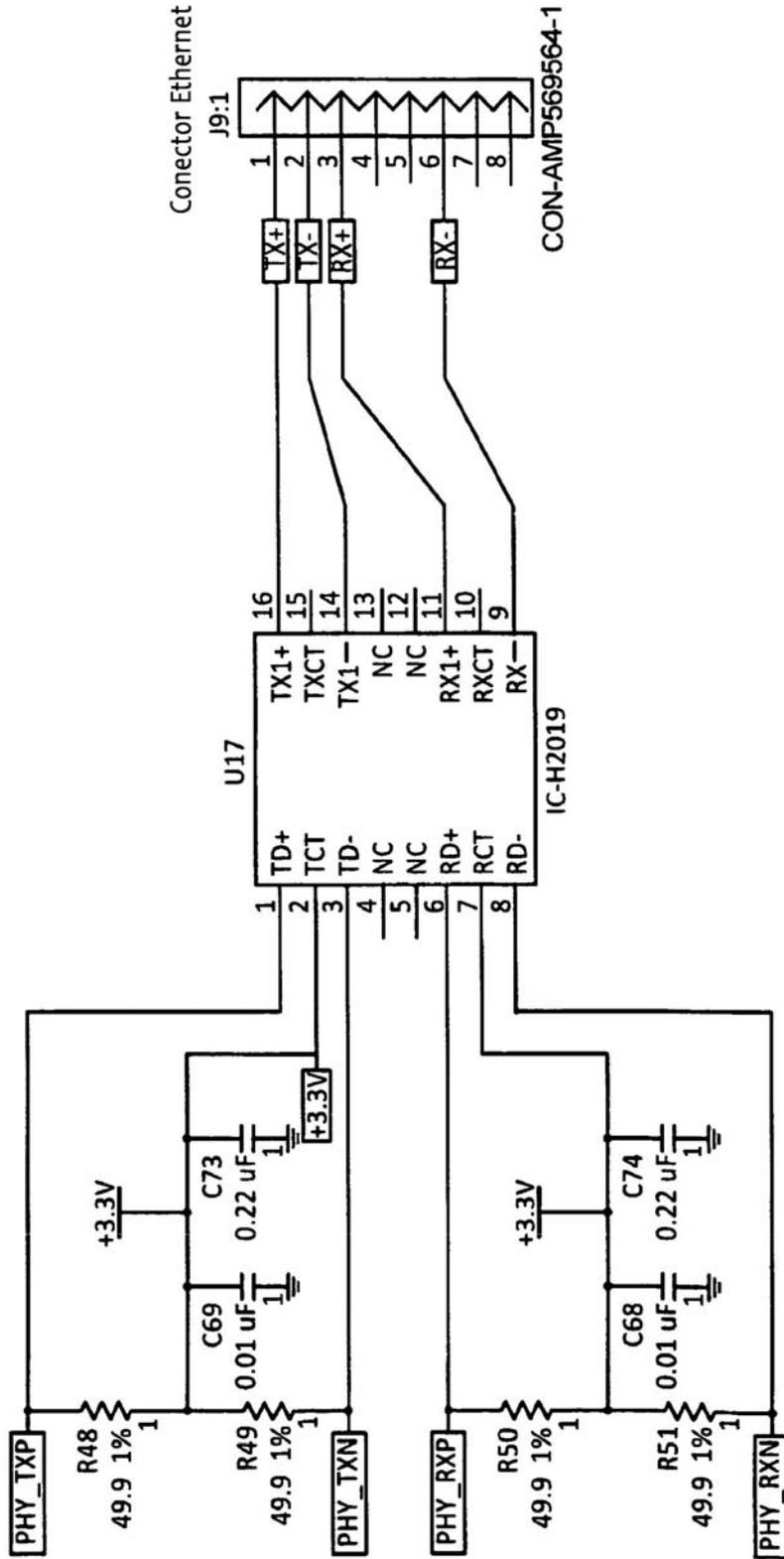
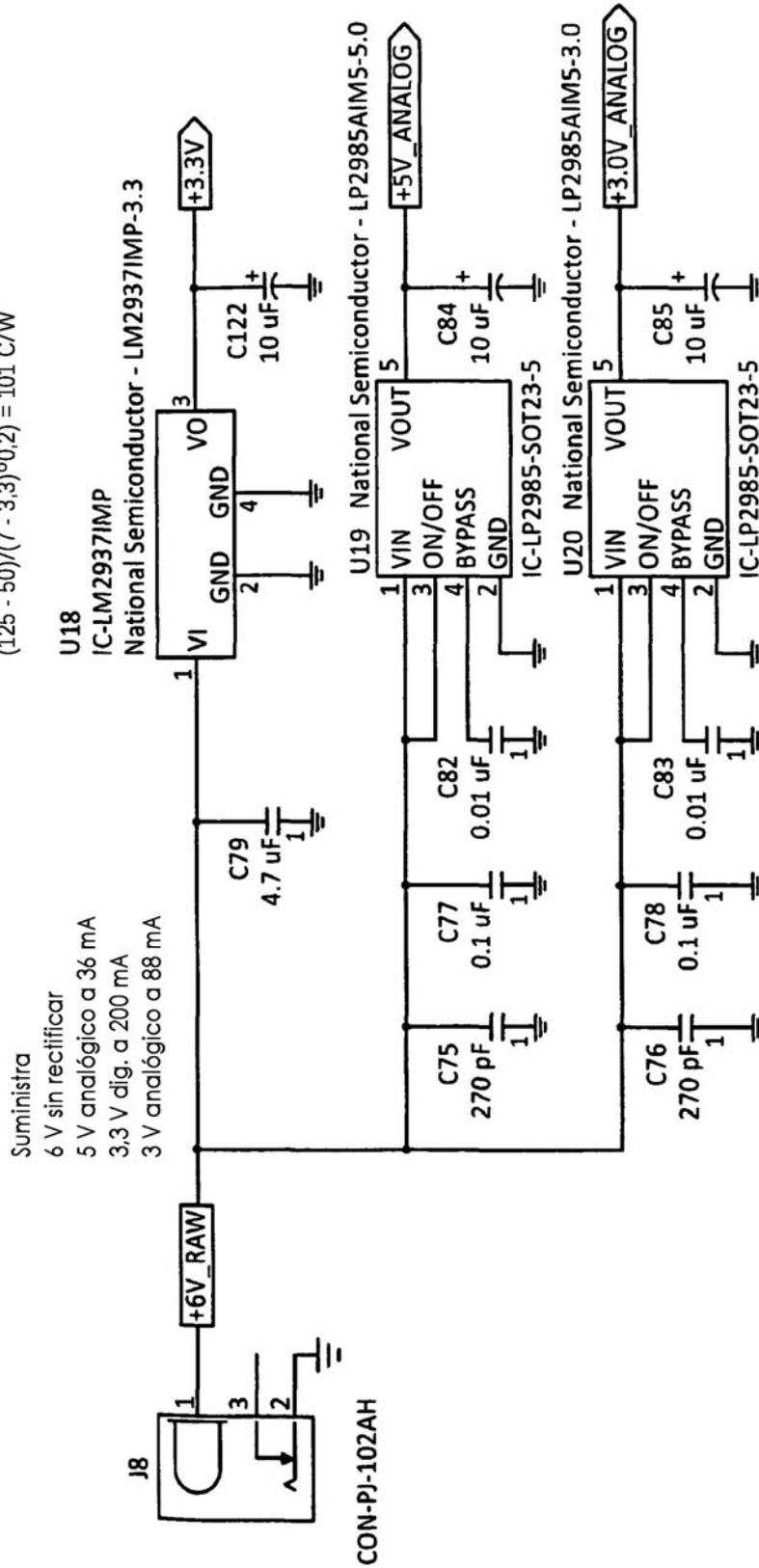
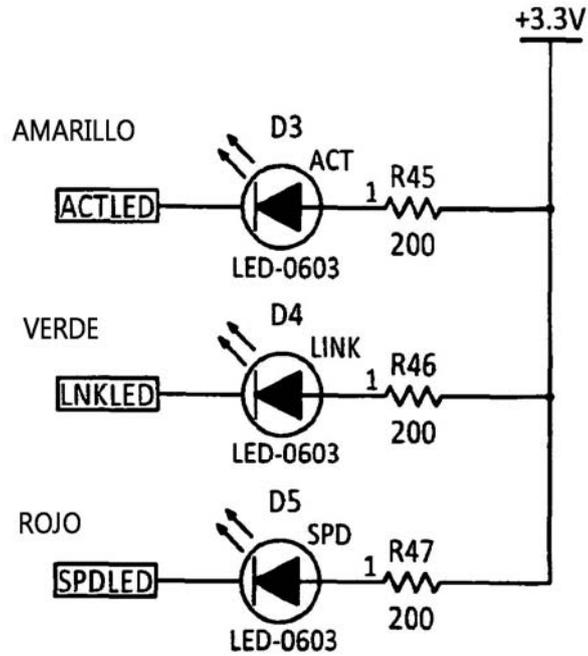


Fig. 3c(4)

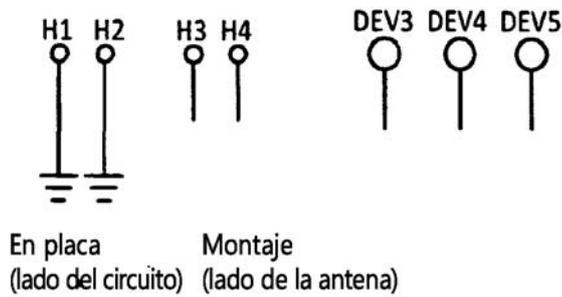
Para  $T_a = 50\text{ }^\circ\text{C}$  máx., 7 V entrada, 200 mA salida,  
 $T_j = 125\text{ }^\circ\text{C}$ , Angulo theta requerido ja es  
 $(125 - 50)/(7 - 3,3)^{0,2} = 101\text{ C/W}$



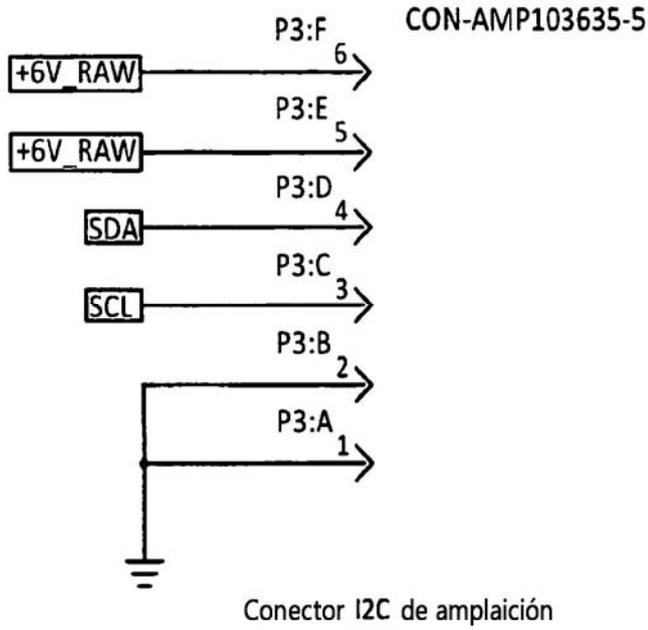
**Fig. 3c(5)**



**Fig. 3c(6)**



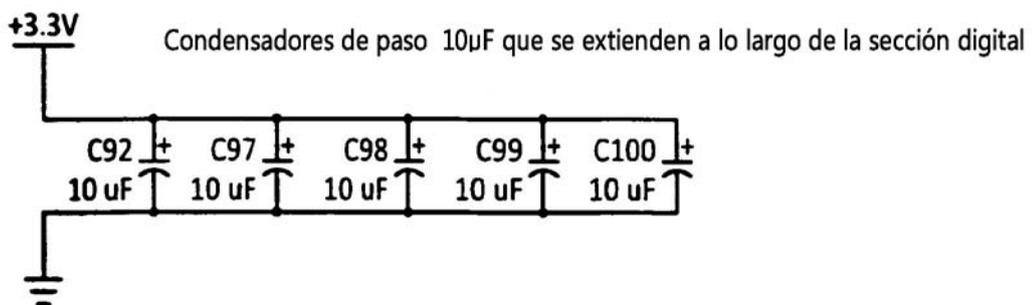
**Fig. 3c(7)**



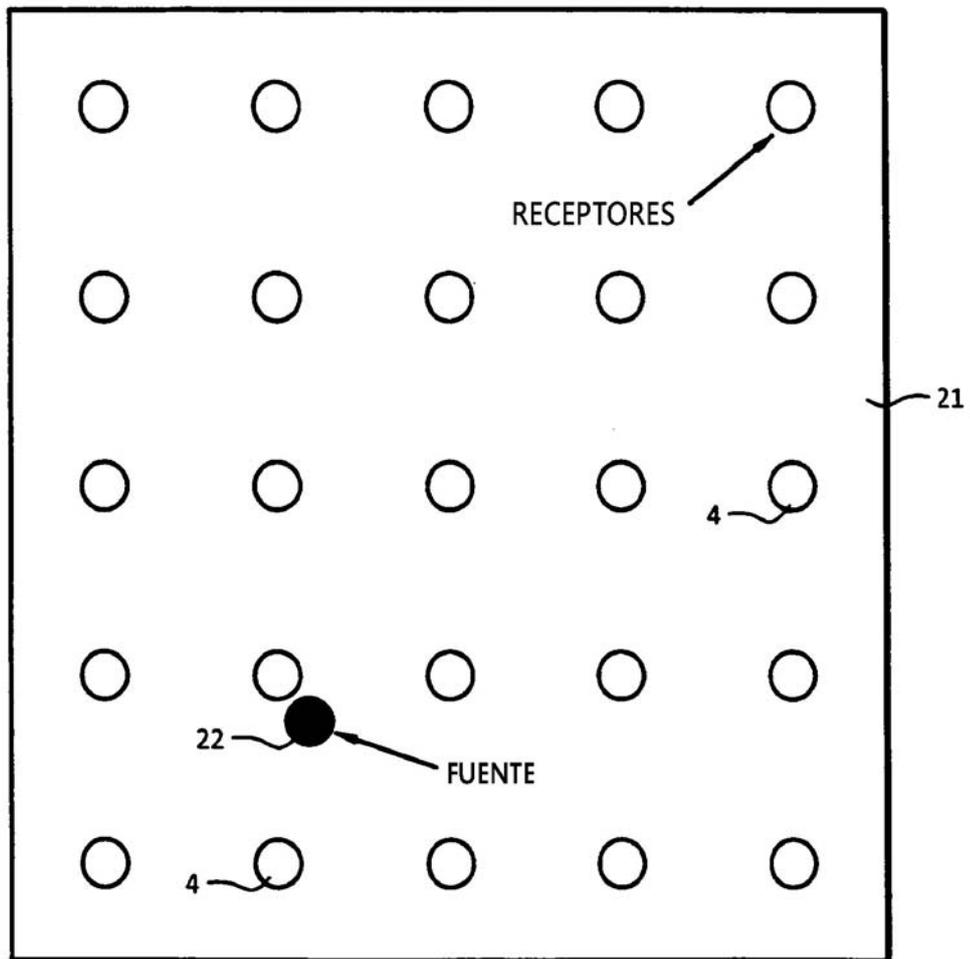
Nota acerca del tipo de componentes

Todos los condensadores, a menos que se especifique lo contrario, son NPO (si disponibles) o X7R, 10 WVDC mínimo.

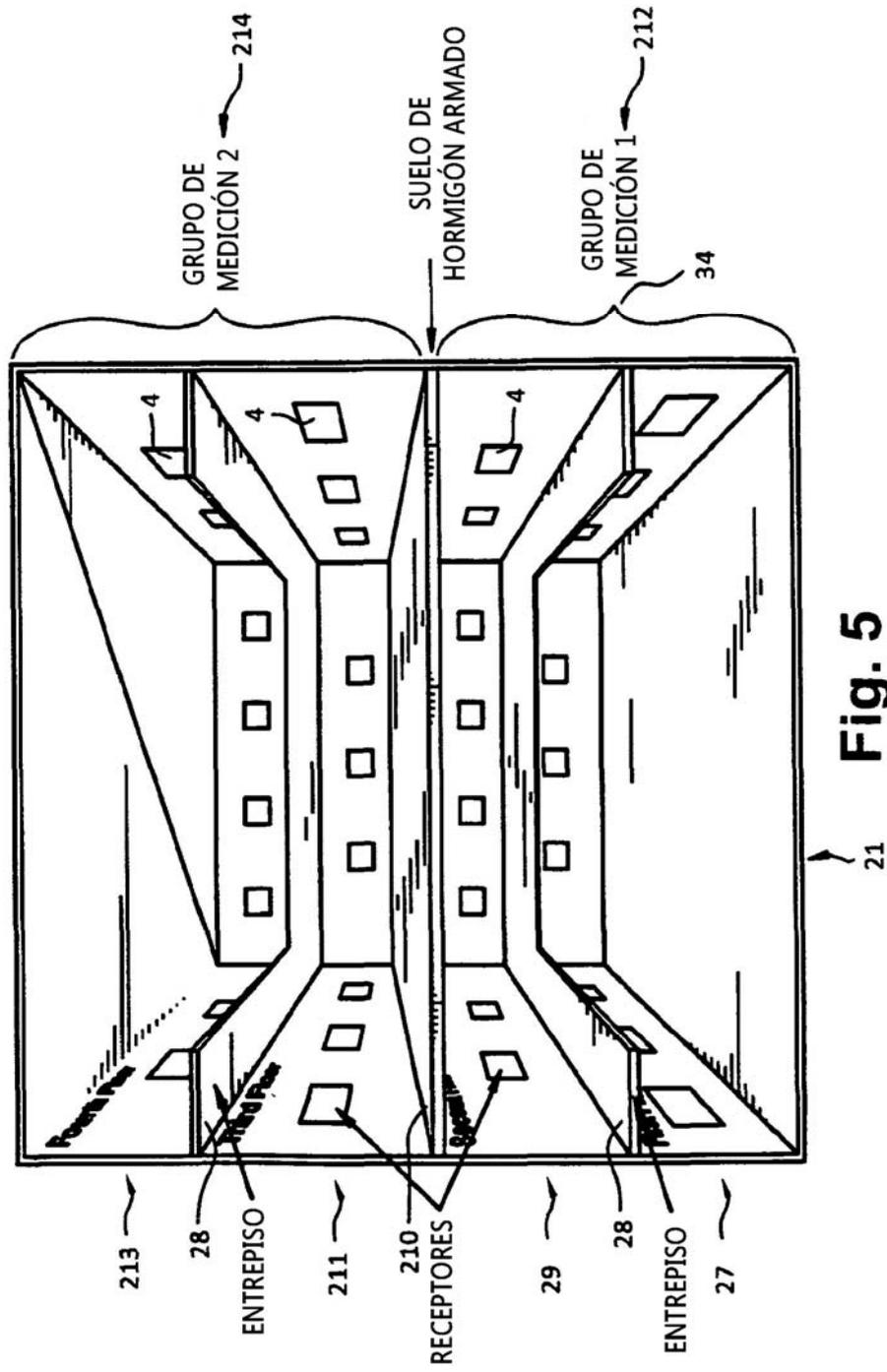
**Fig. 3c(8)**

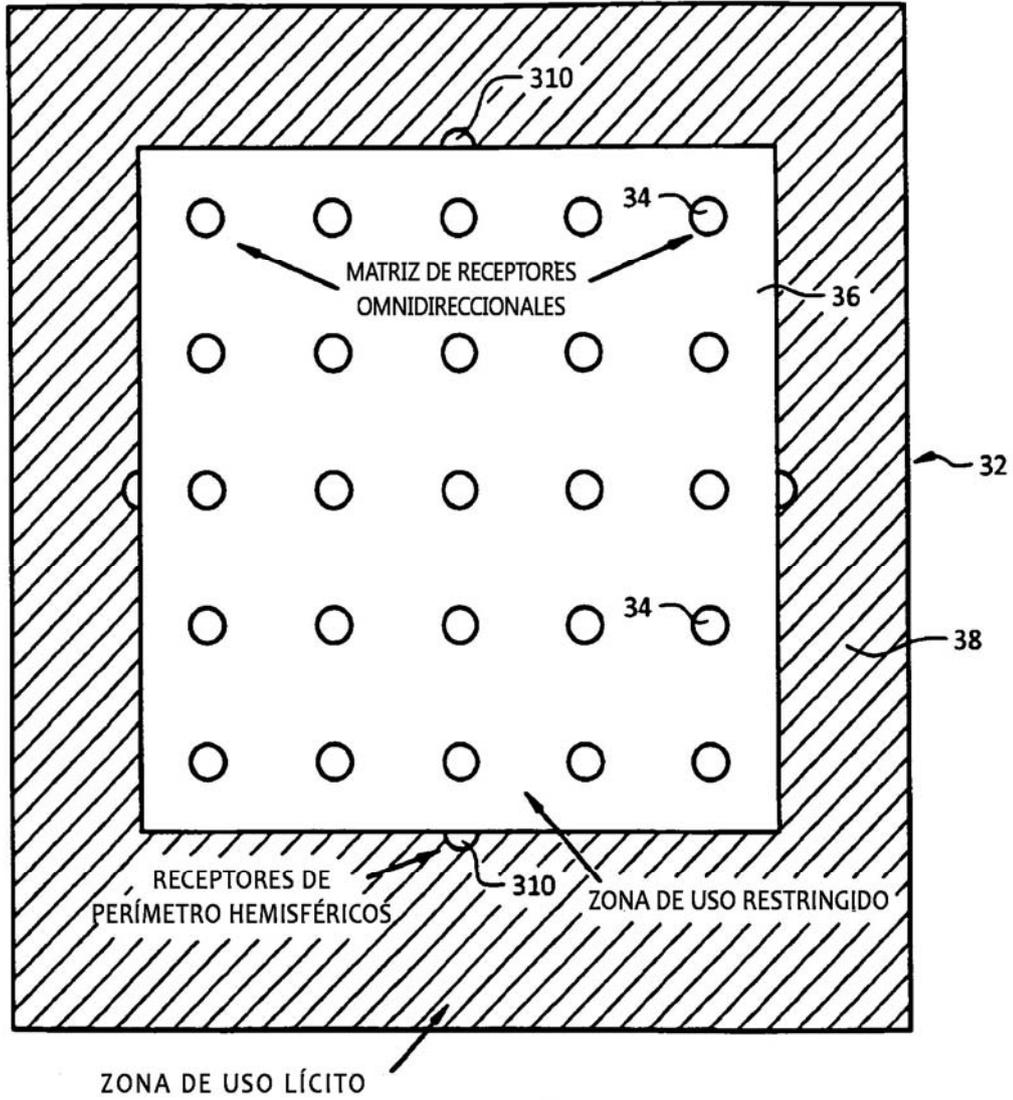


**Fig. 3c(9)**

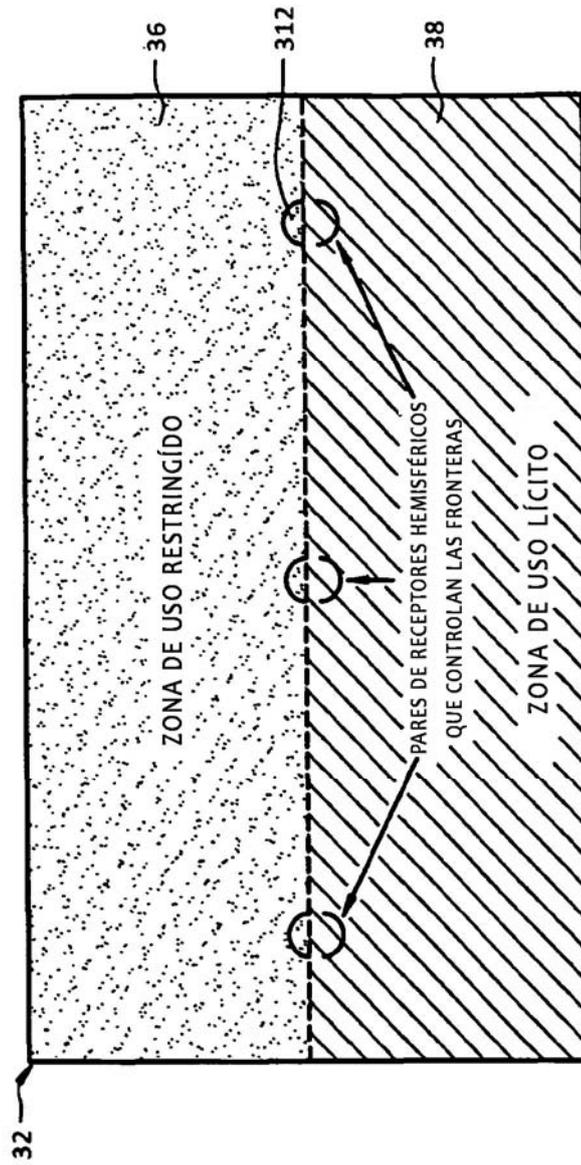


**Fig. 4**





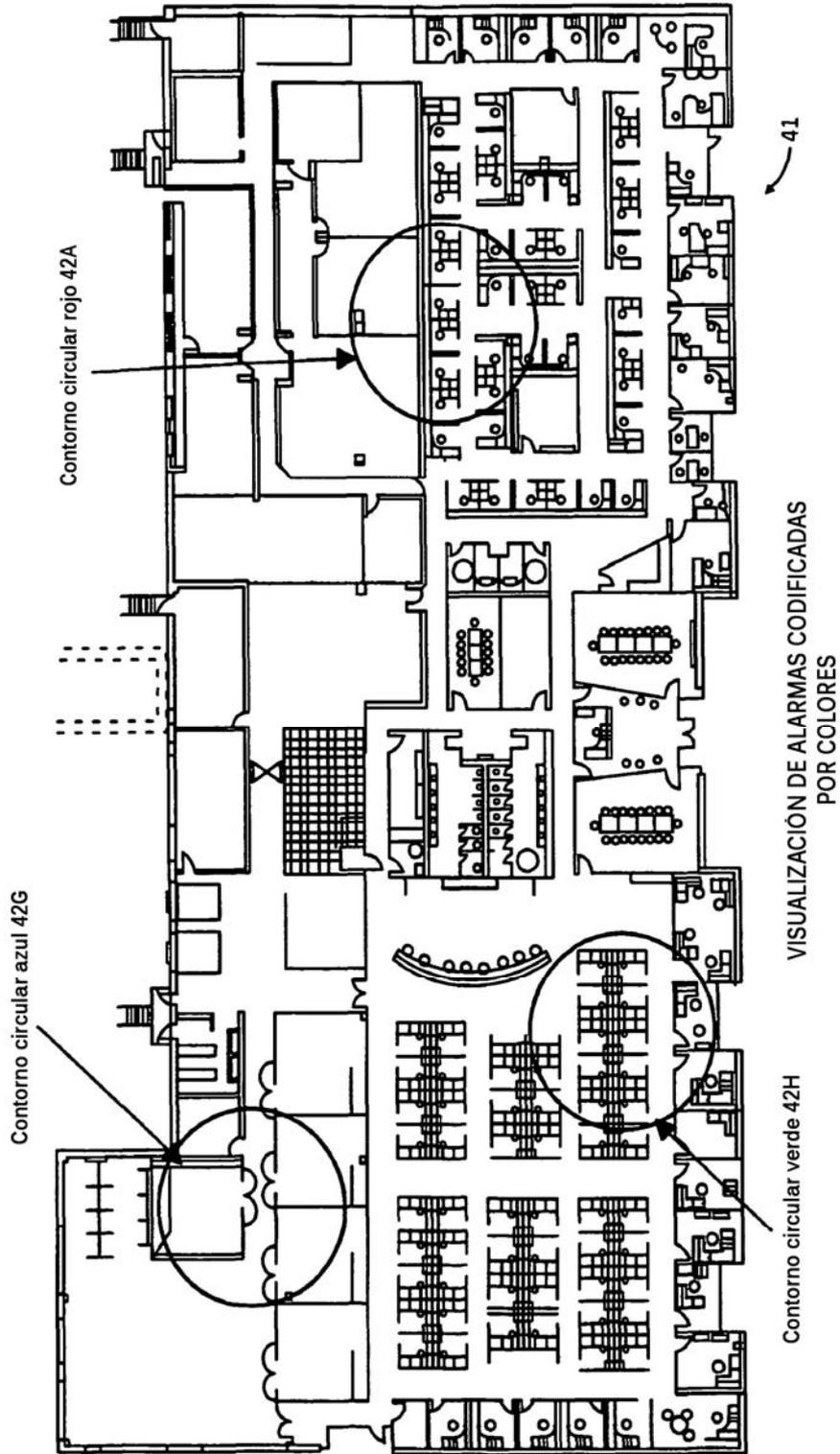
**Fig. 6**



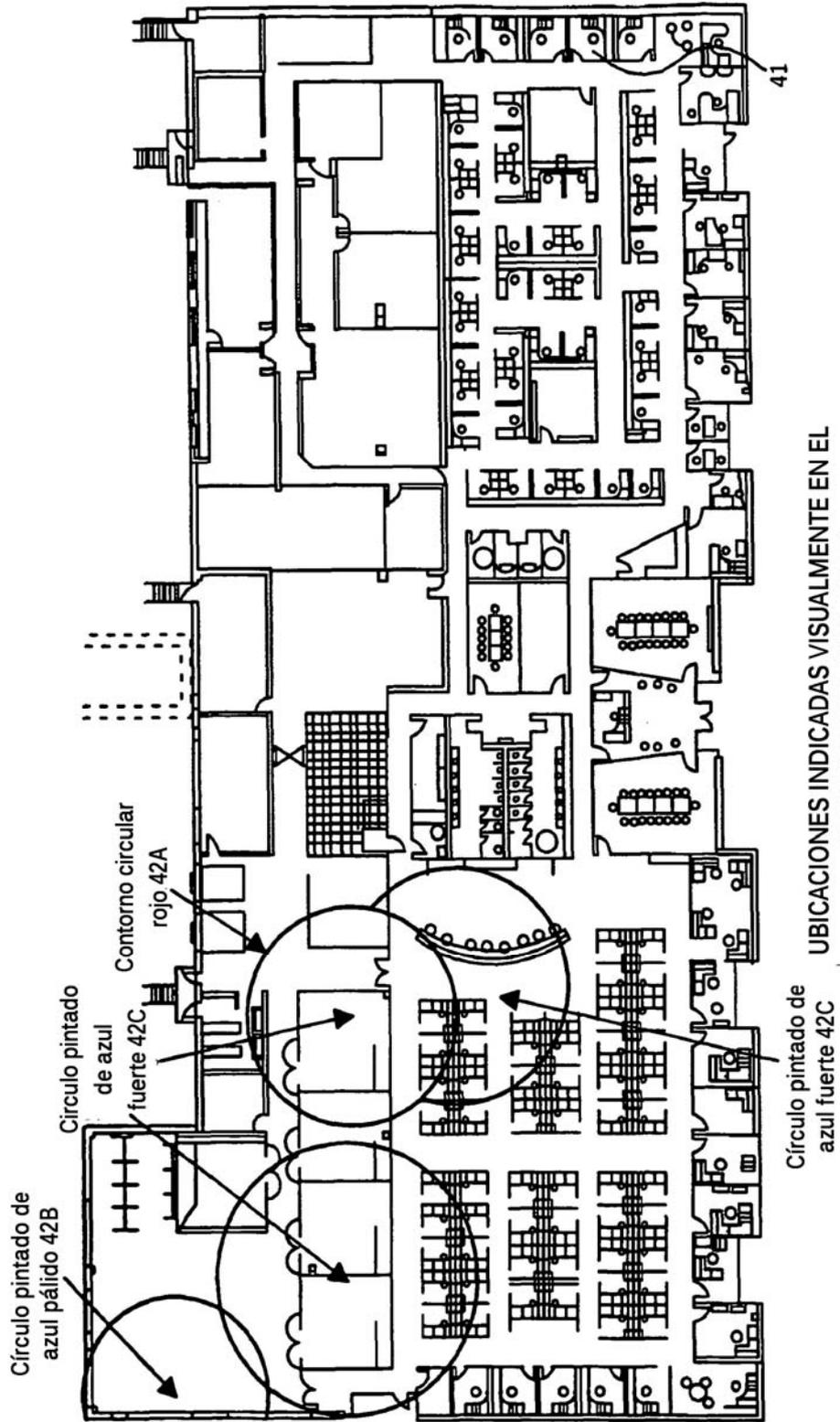
**Fig. 7**

Banda:	Comentario:	Frecuencia Min. MHz	Frecuencia Máx. MHz
Telefonía móvil	Banda de celdas AMP originales de telefonía móvil	824	849
ESMR	Radiotelefonía móvil especializada ampliada; utilizada por Nextel, Southern LINC	806	821
CMRS	Servicio de Radio Móvil Comercial; asignación adicional de Nextel para configuración de banda de 800 MHz	896	901
ISM900	Industrial/Científica/Médica; utilizada por Nextel Direct Talk (fuera de red, de móvil a móvil)	902	928
PCS	Servicios de comunicaciones personales	1850	1910
AWS	Asignación adicional de Nextel para reconfiguración de banda de 800 MHz	1910	1915

**Fig. 8**

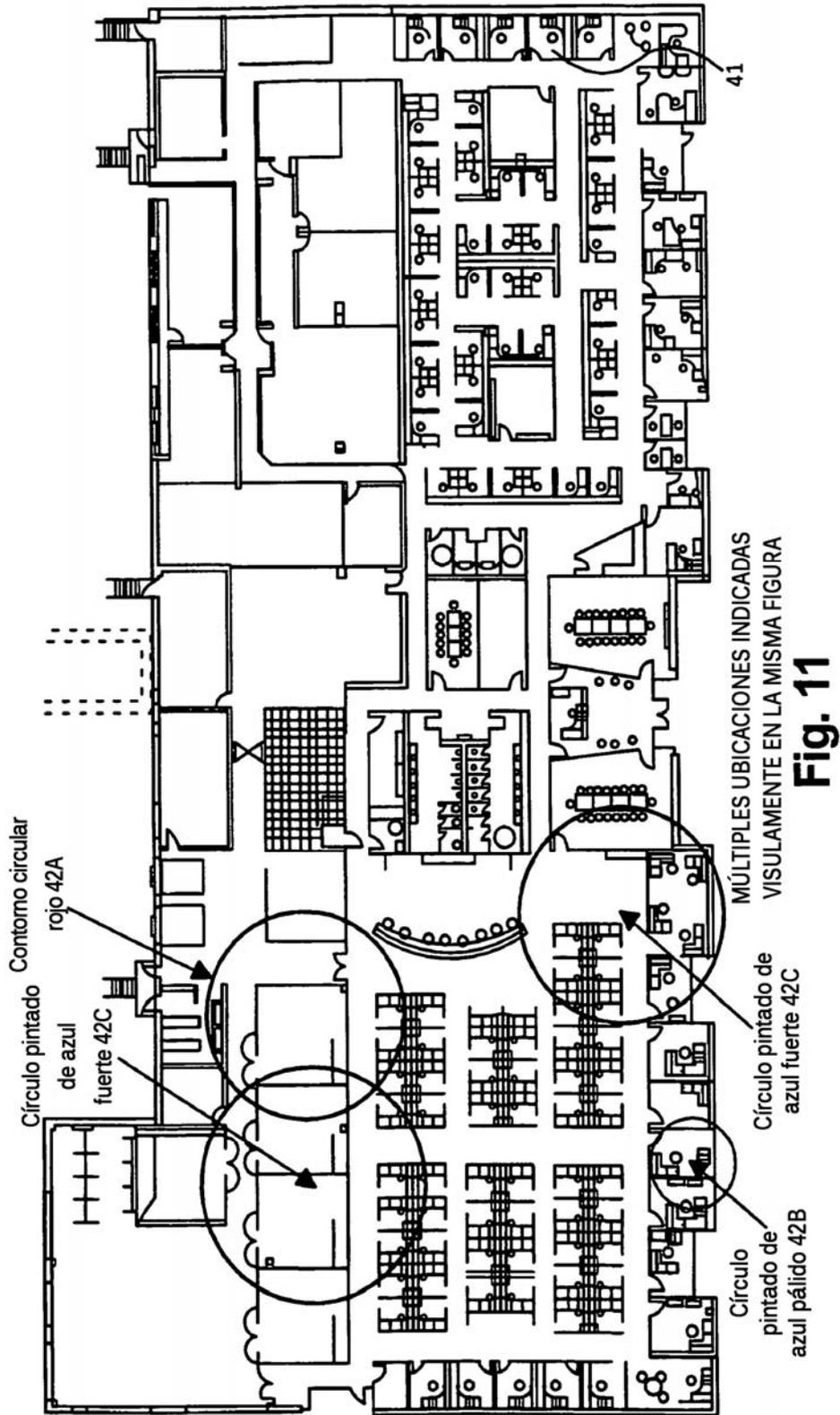


**Fig. 9**

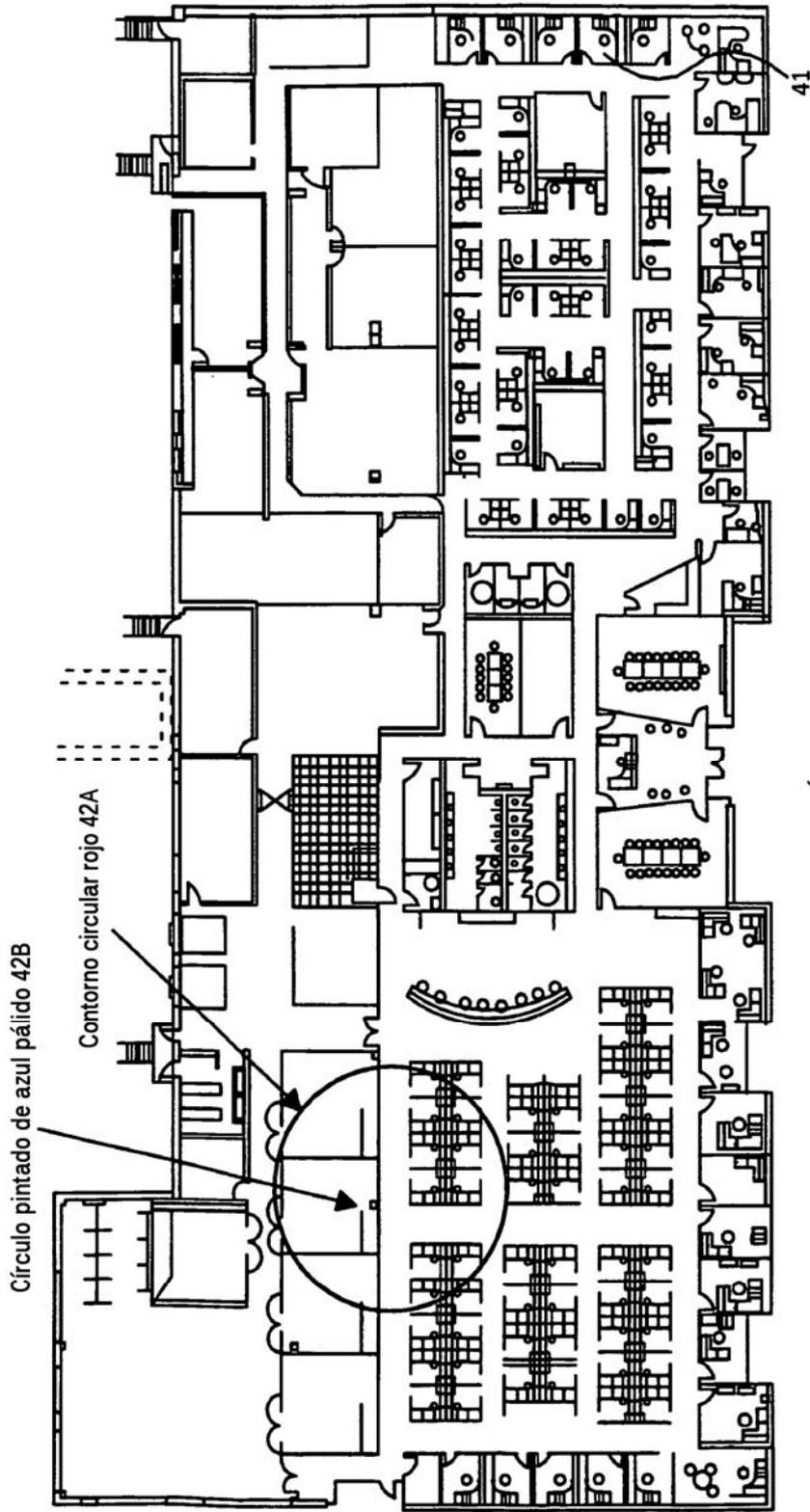


UBICACIONES INDICADAS VISUALMENTE EN EL DIAGRAMA DE LAS PLANTAS

**Fig. 10**

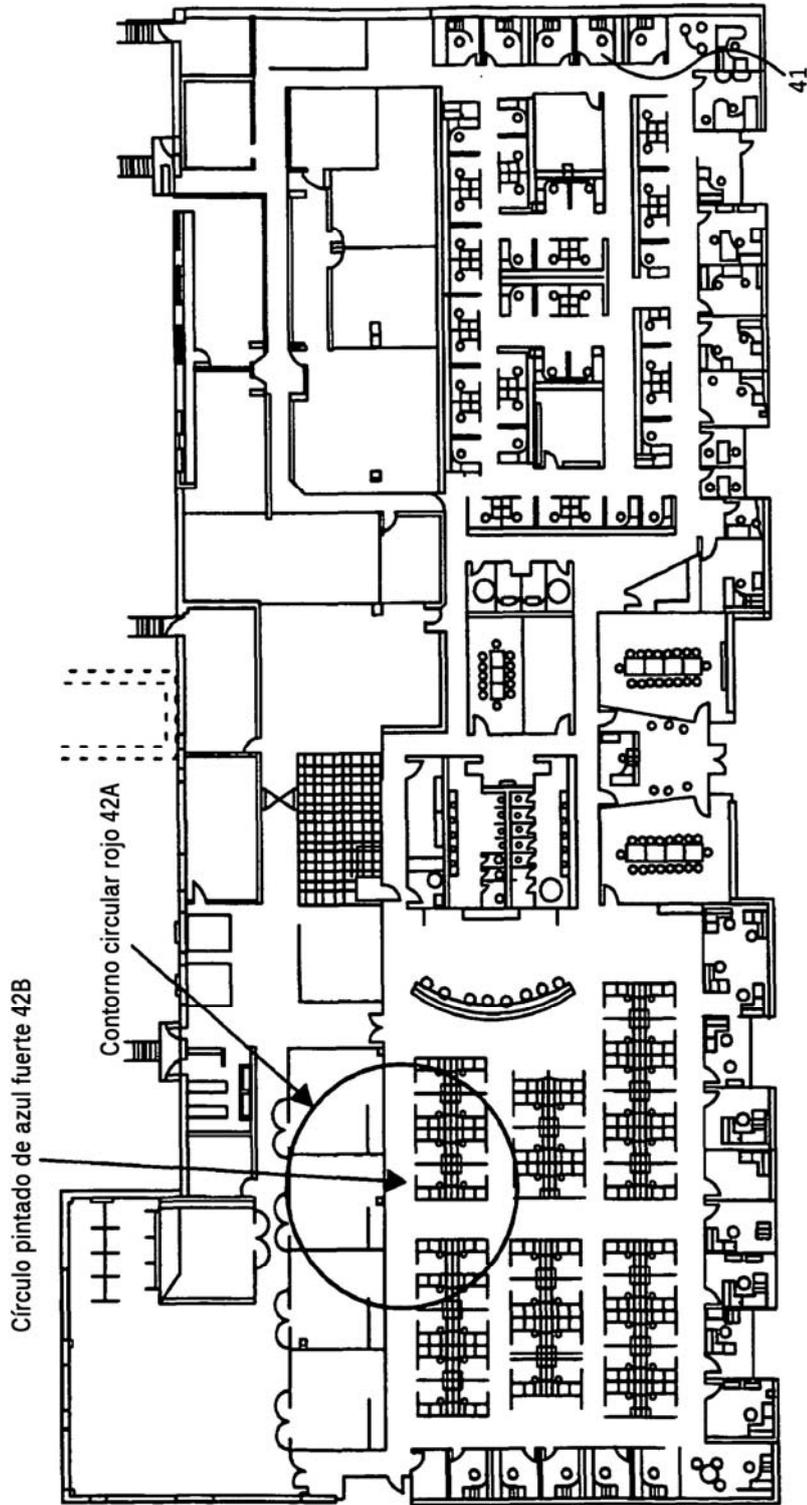


**Fig. 11**



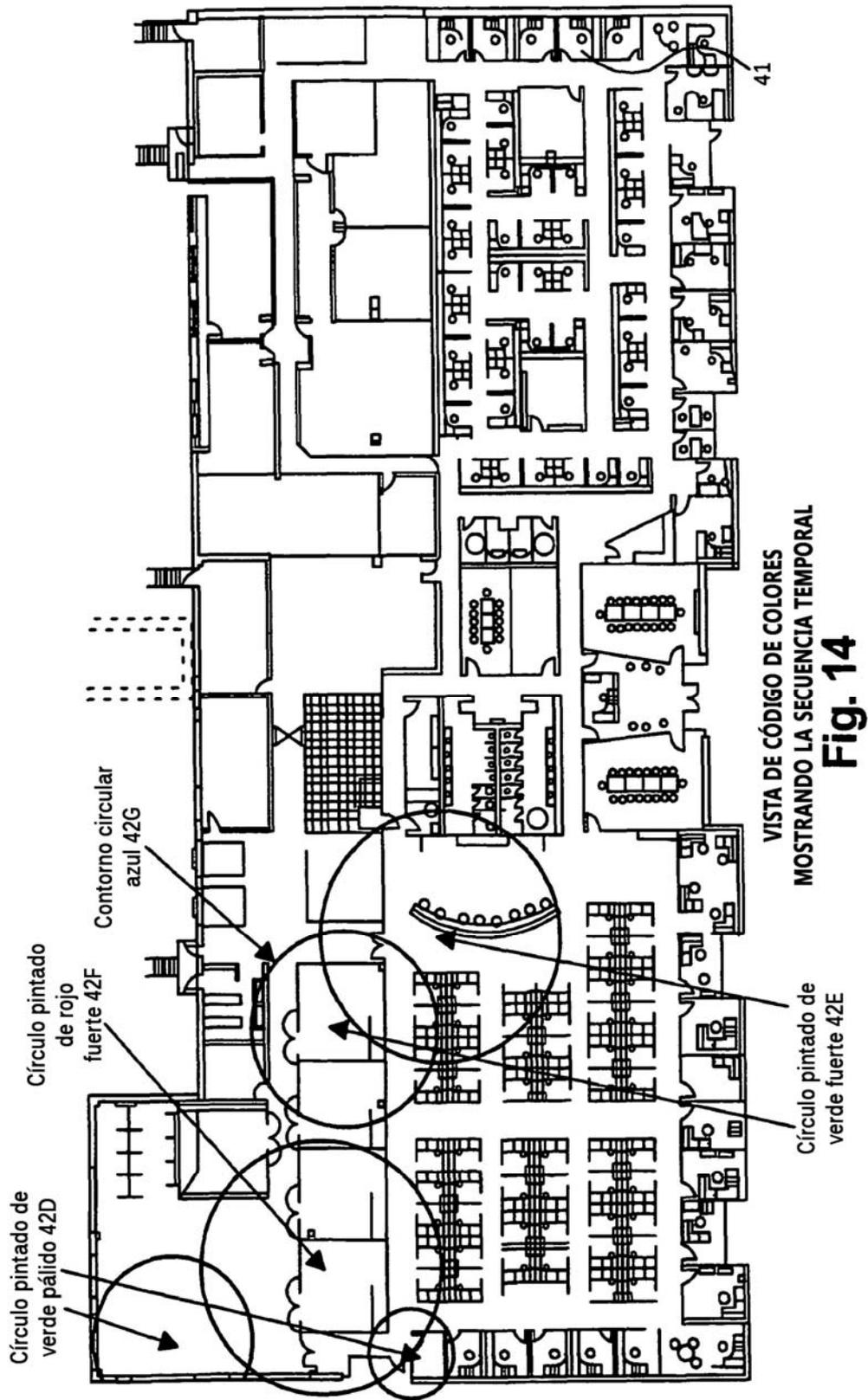
ALARMA DE MÍNIMA SEGURIDAD

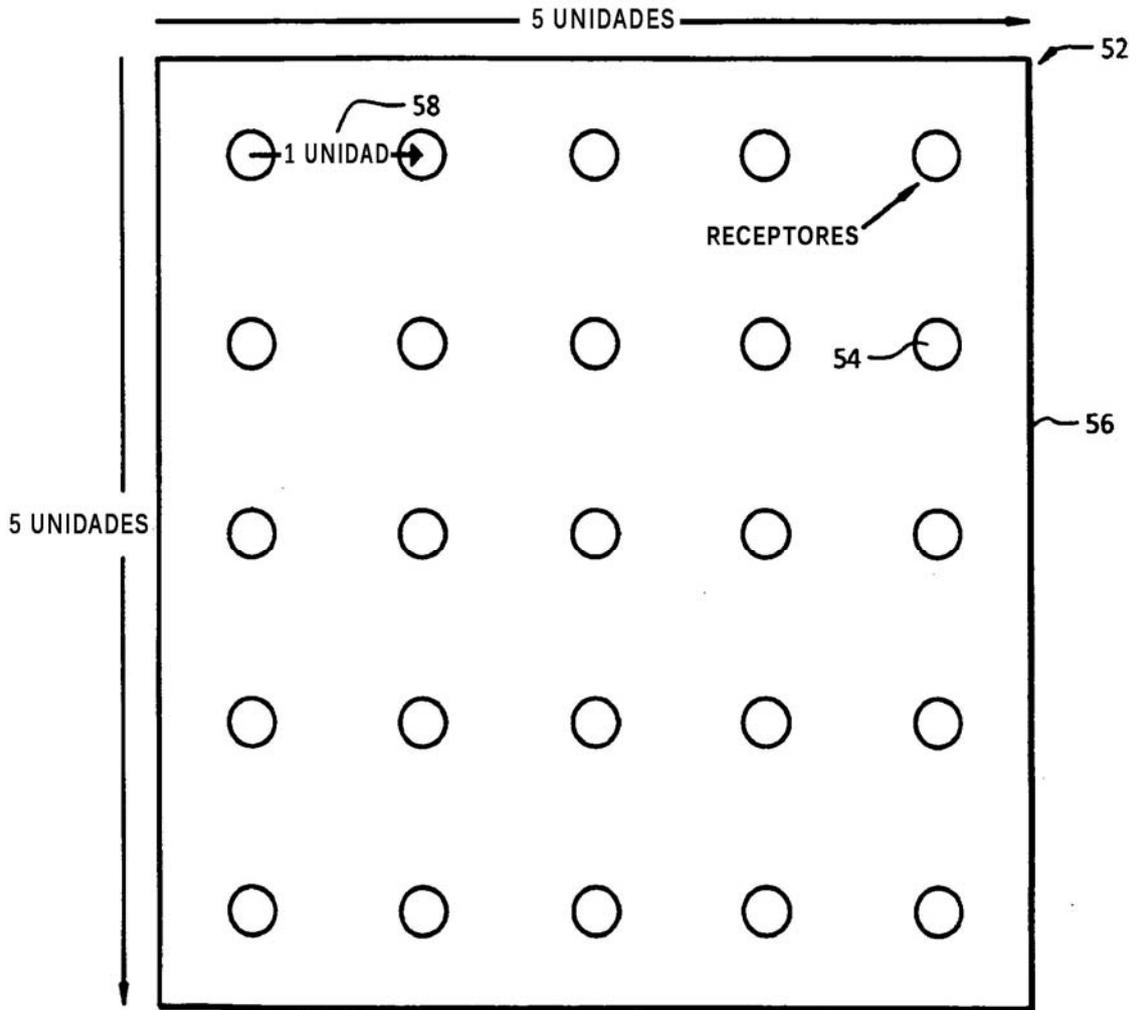
**Fig. 12**



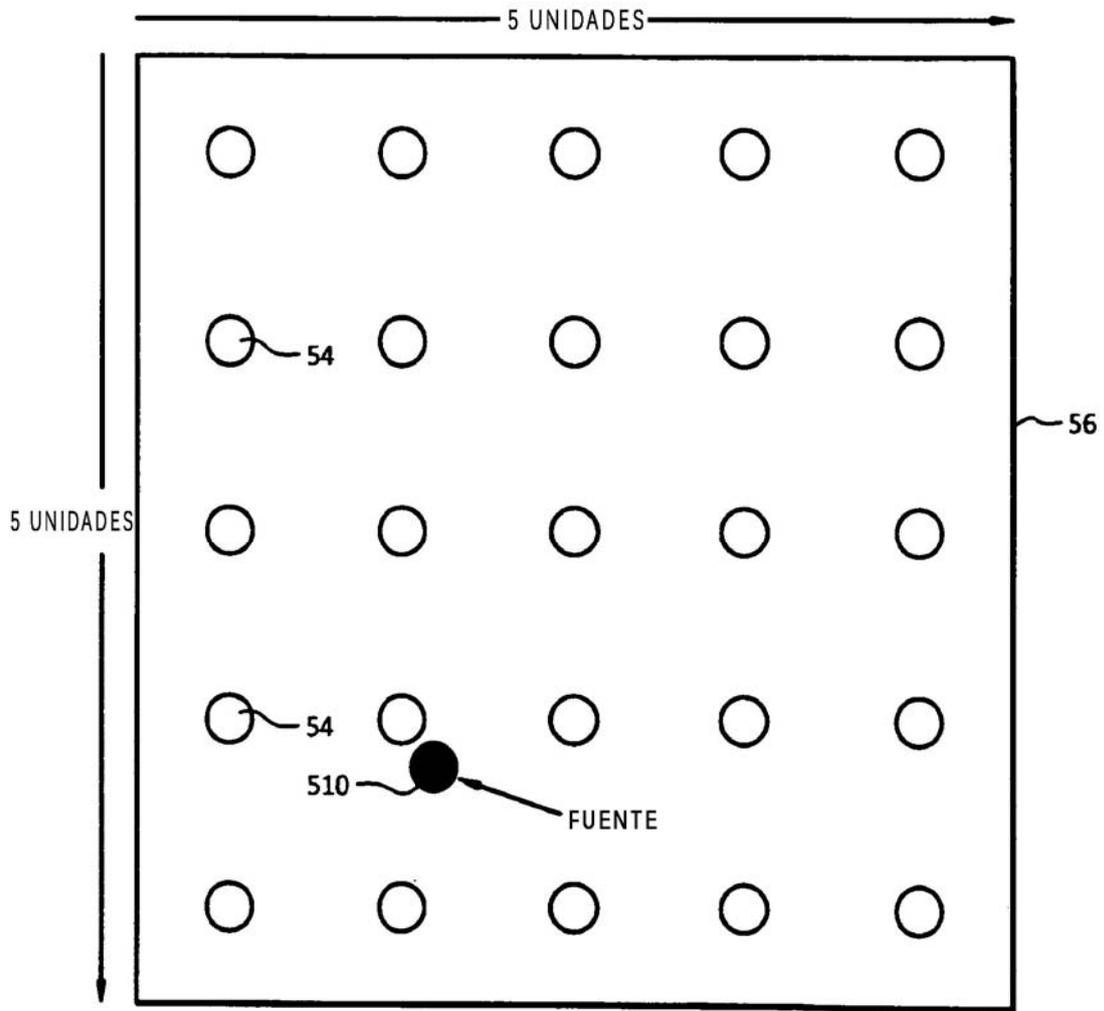
ALARMA DE MÁXIMA SEGURIDAD

Fig. 13

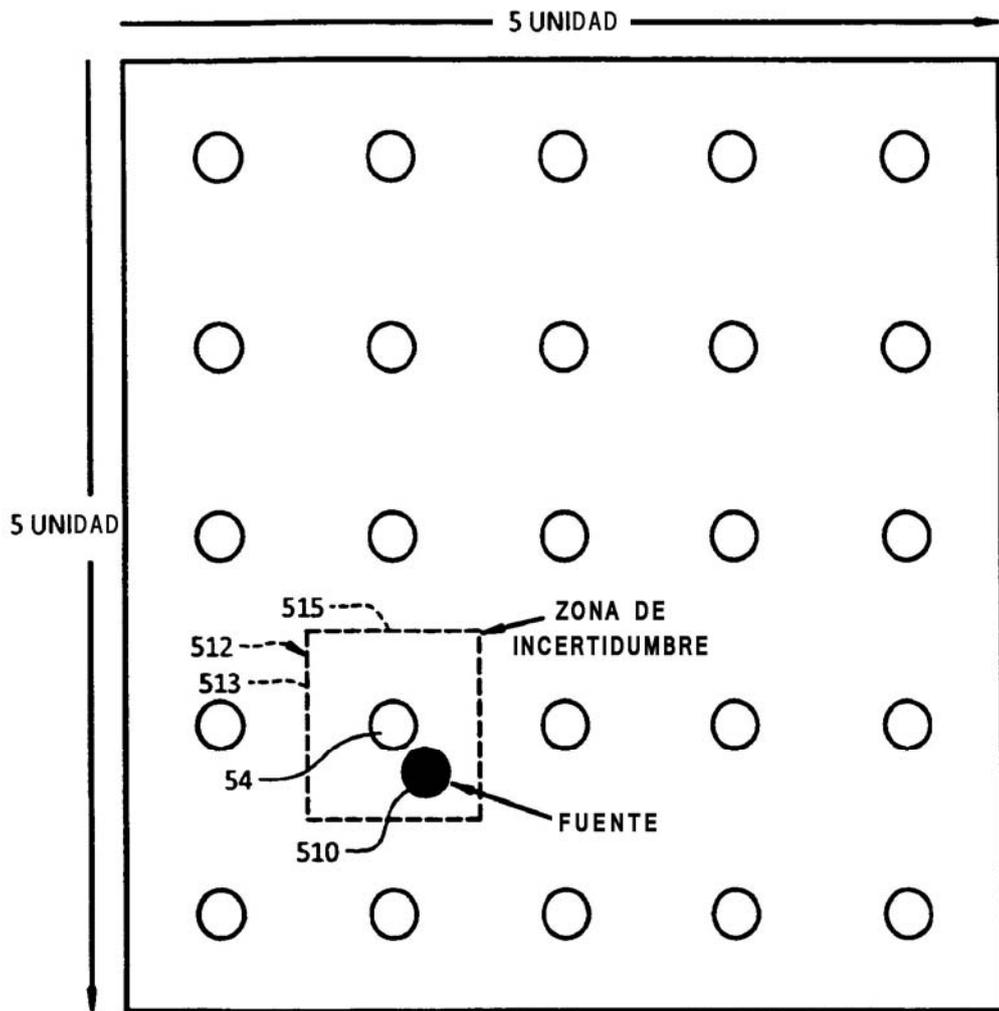




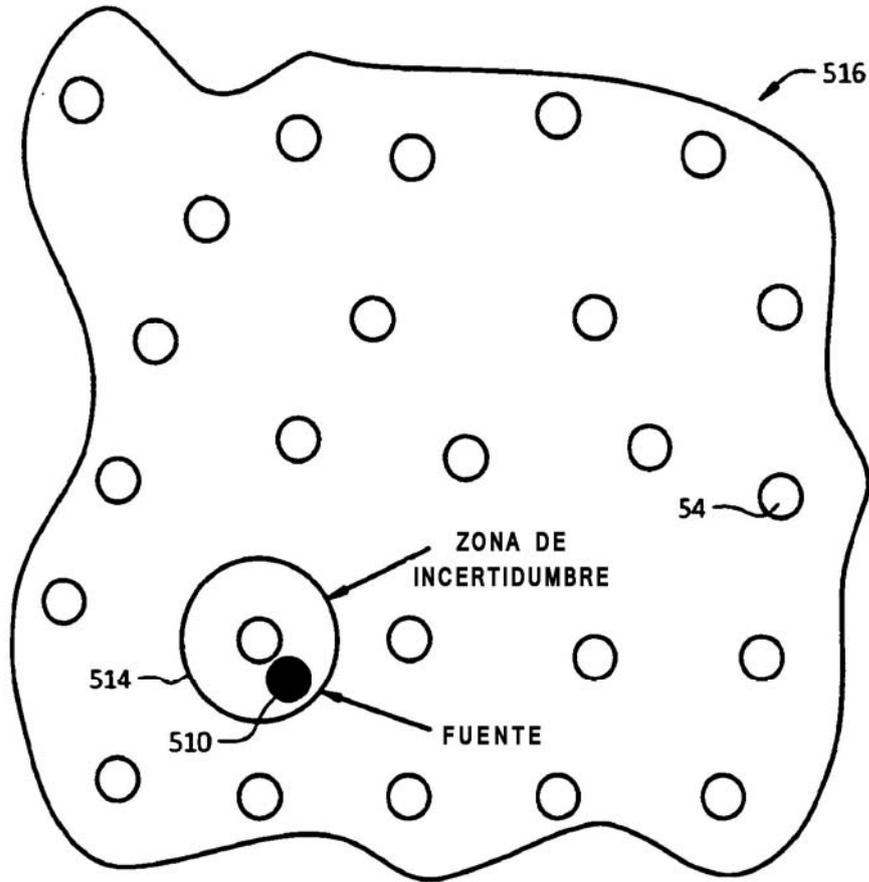
**Fig. 15**



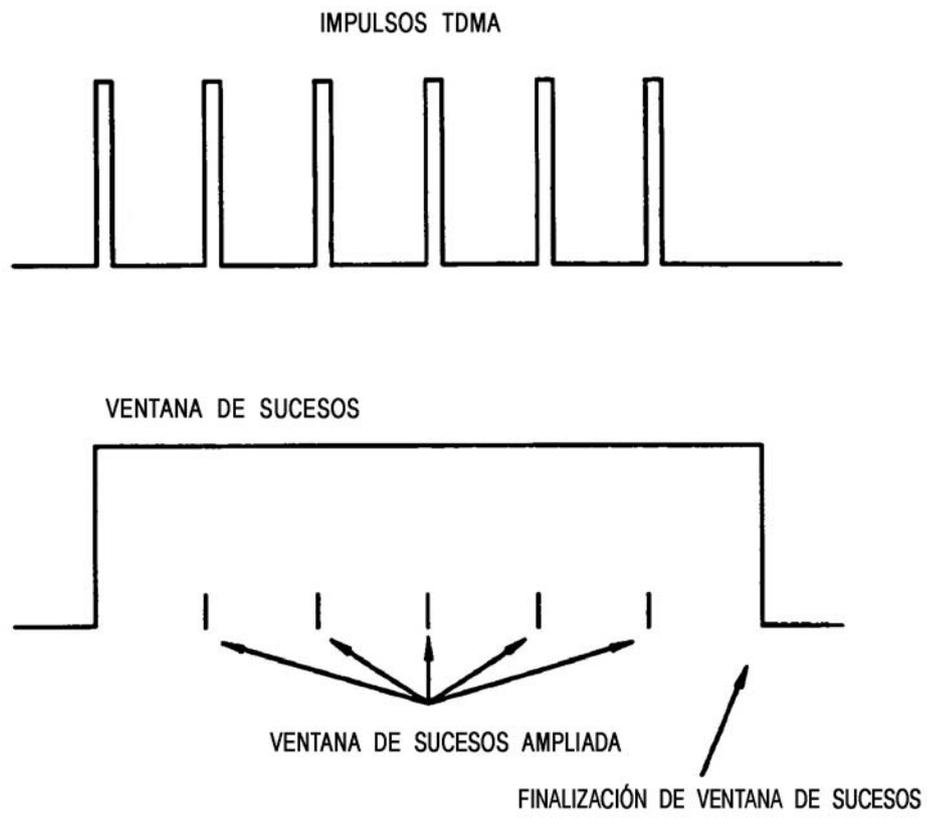
**Fig. 16**



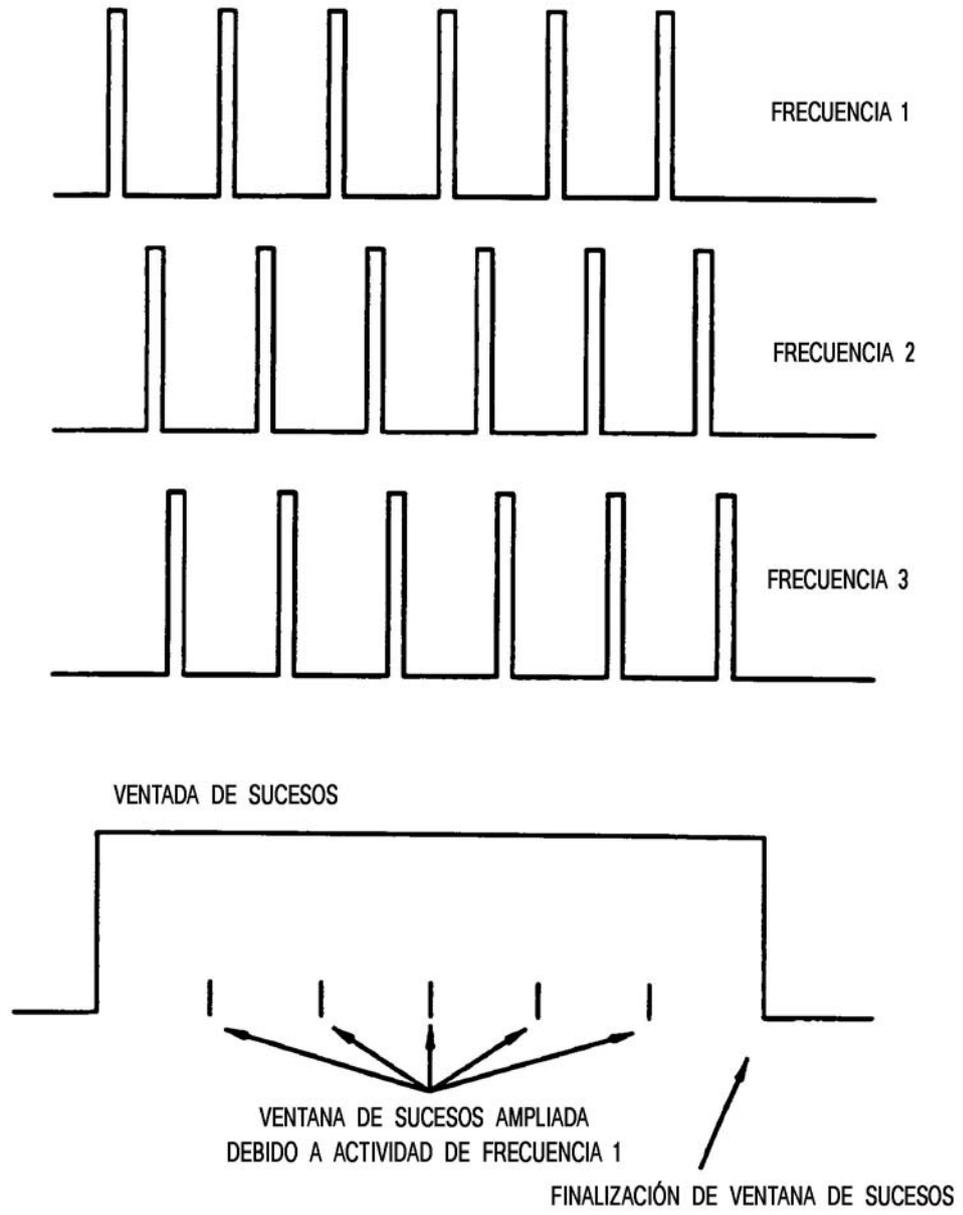
**Fig. 17**



**Fig. 18**



**Fig. 19**



**Fig. 20**

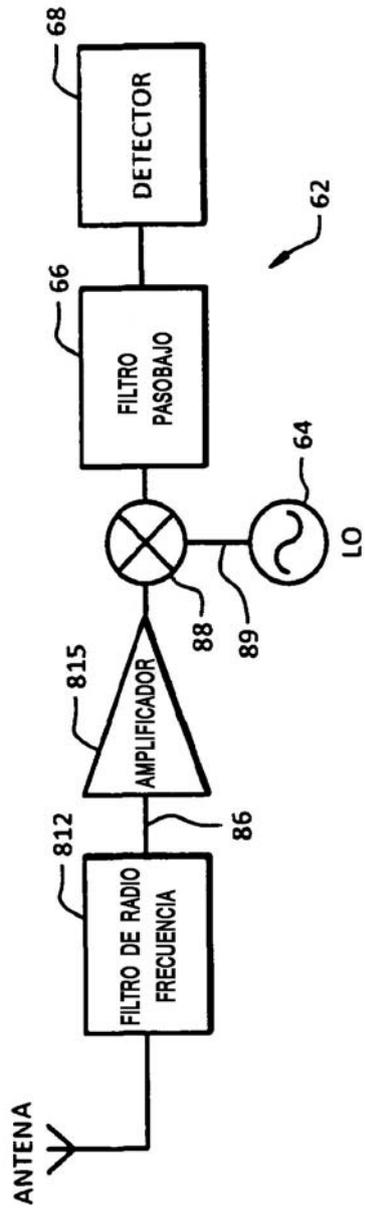
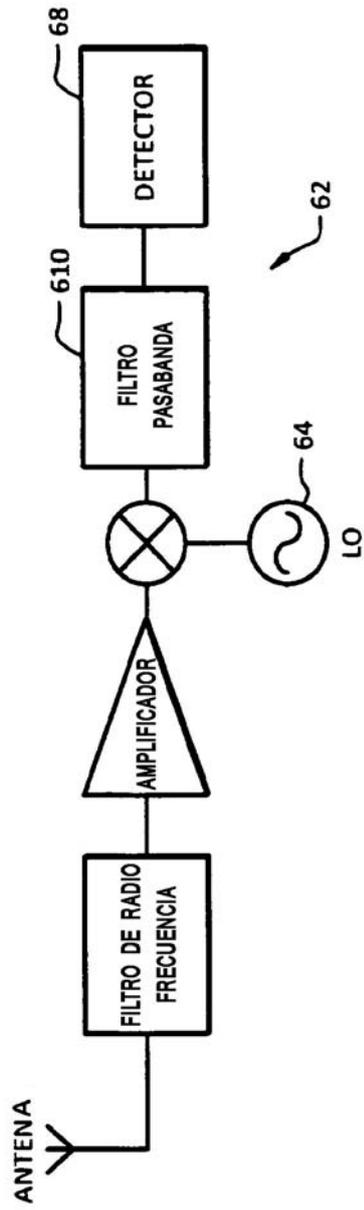
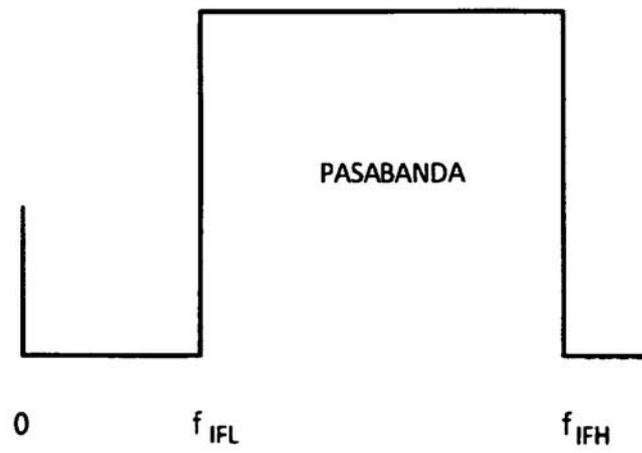


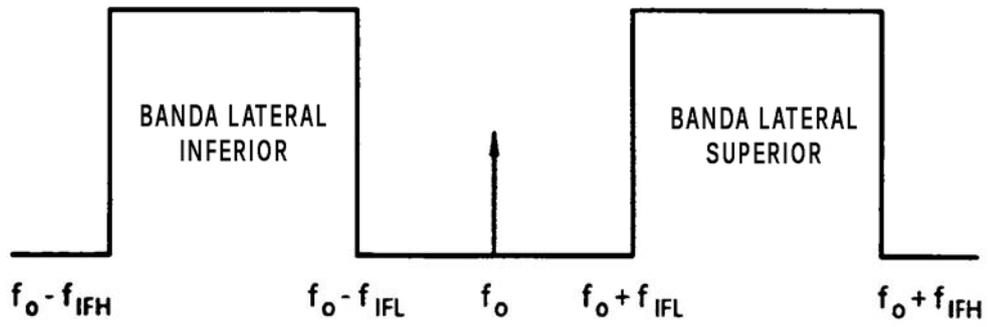
Fig. 21



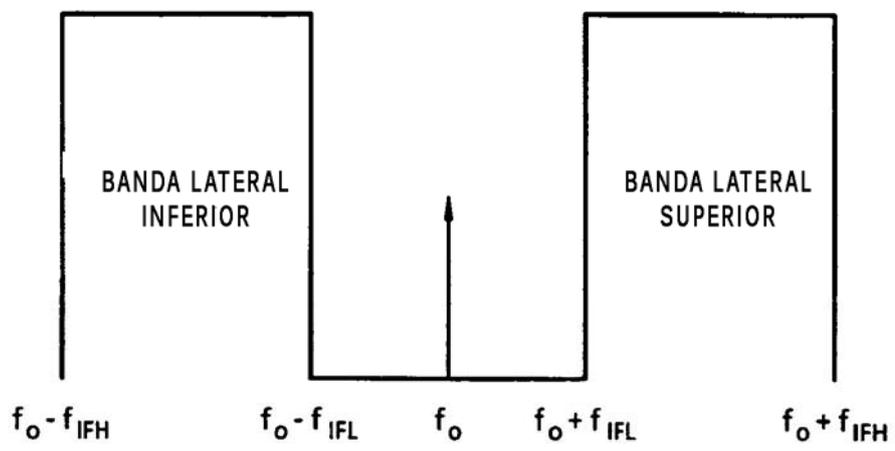
**Fig. 22**



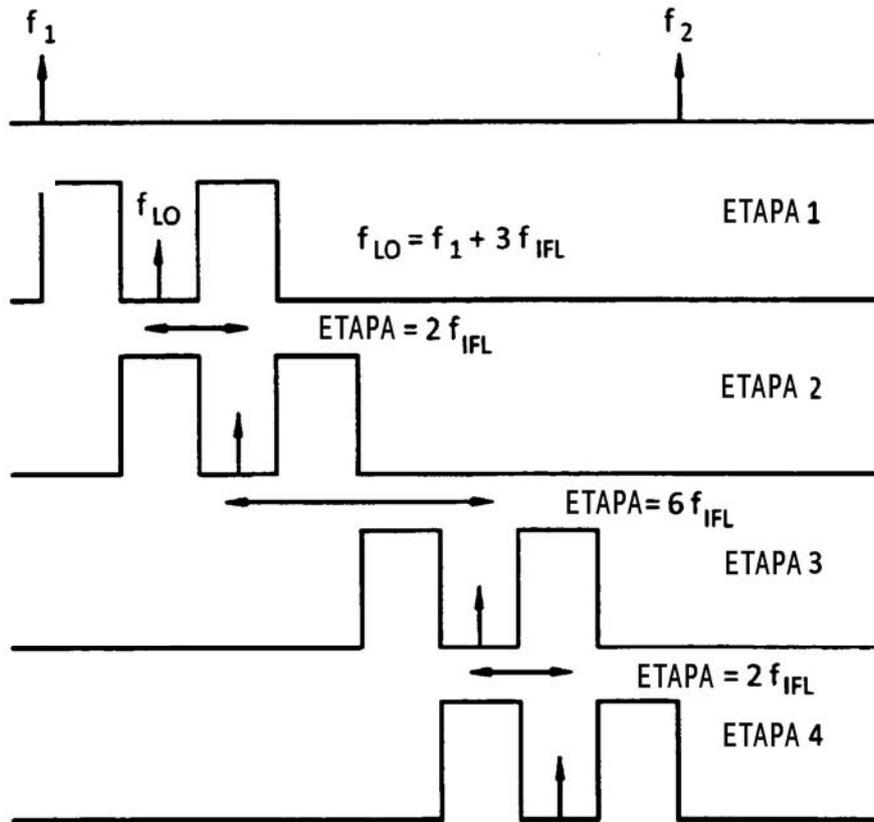
**Fig. 23**



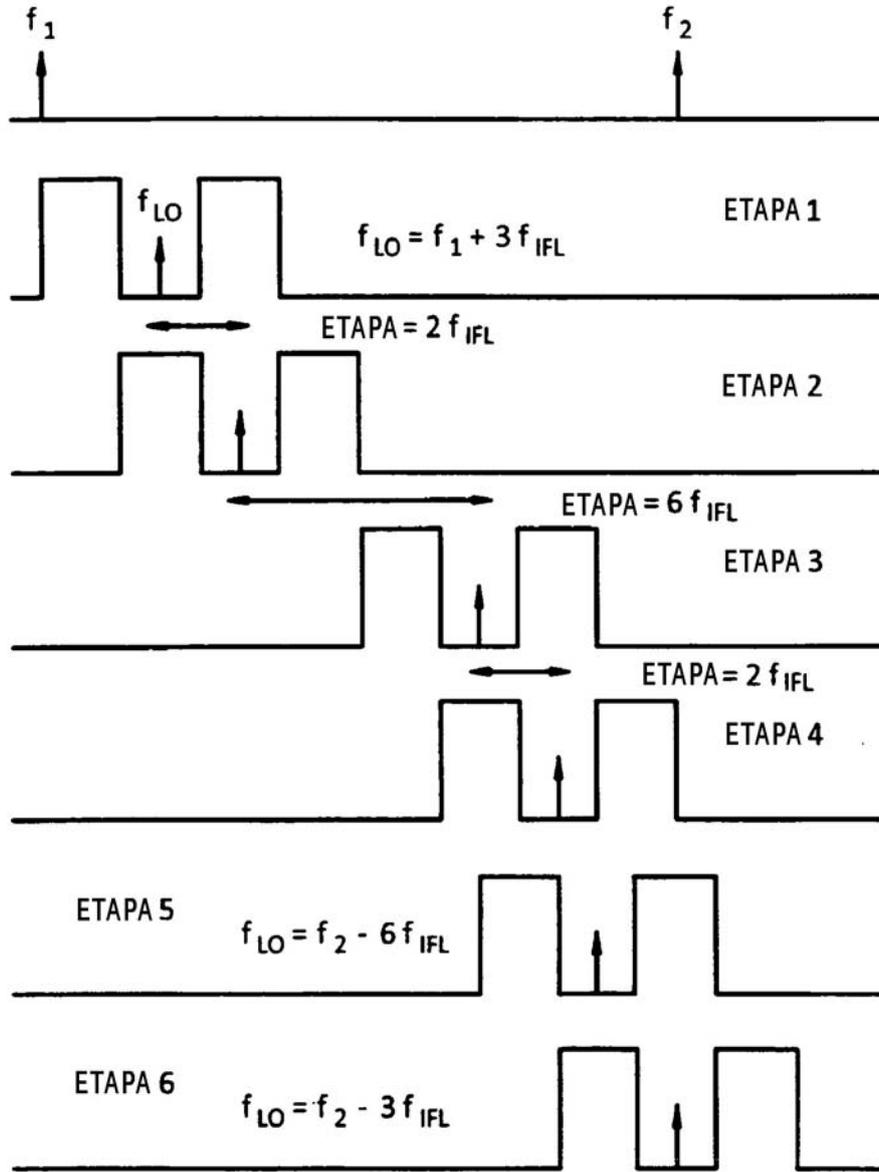
**Fig. 24**



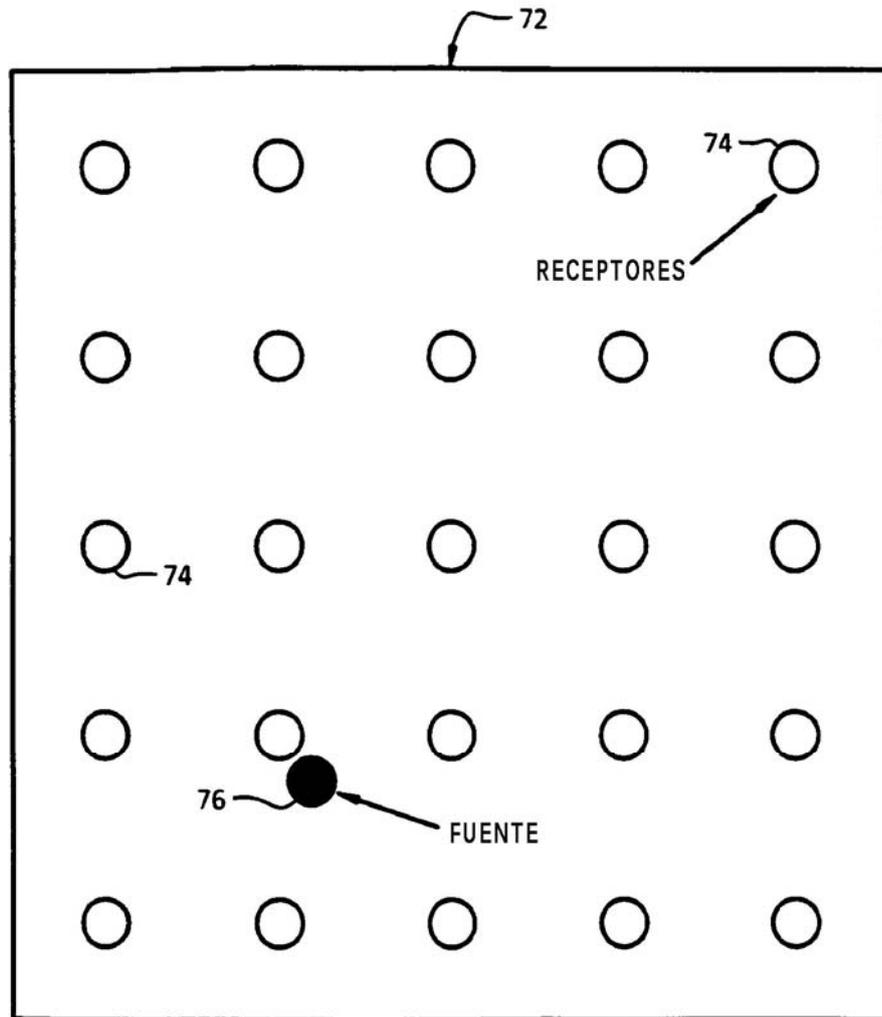
**Fig. 25**



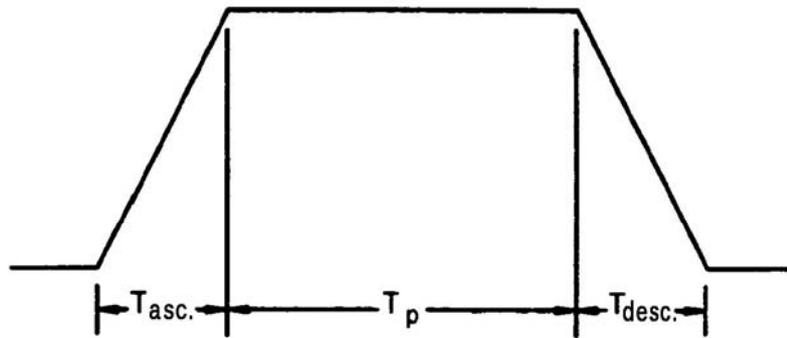
**Fig. 26**



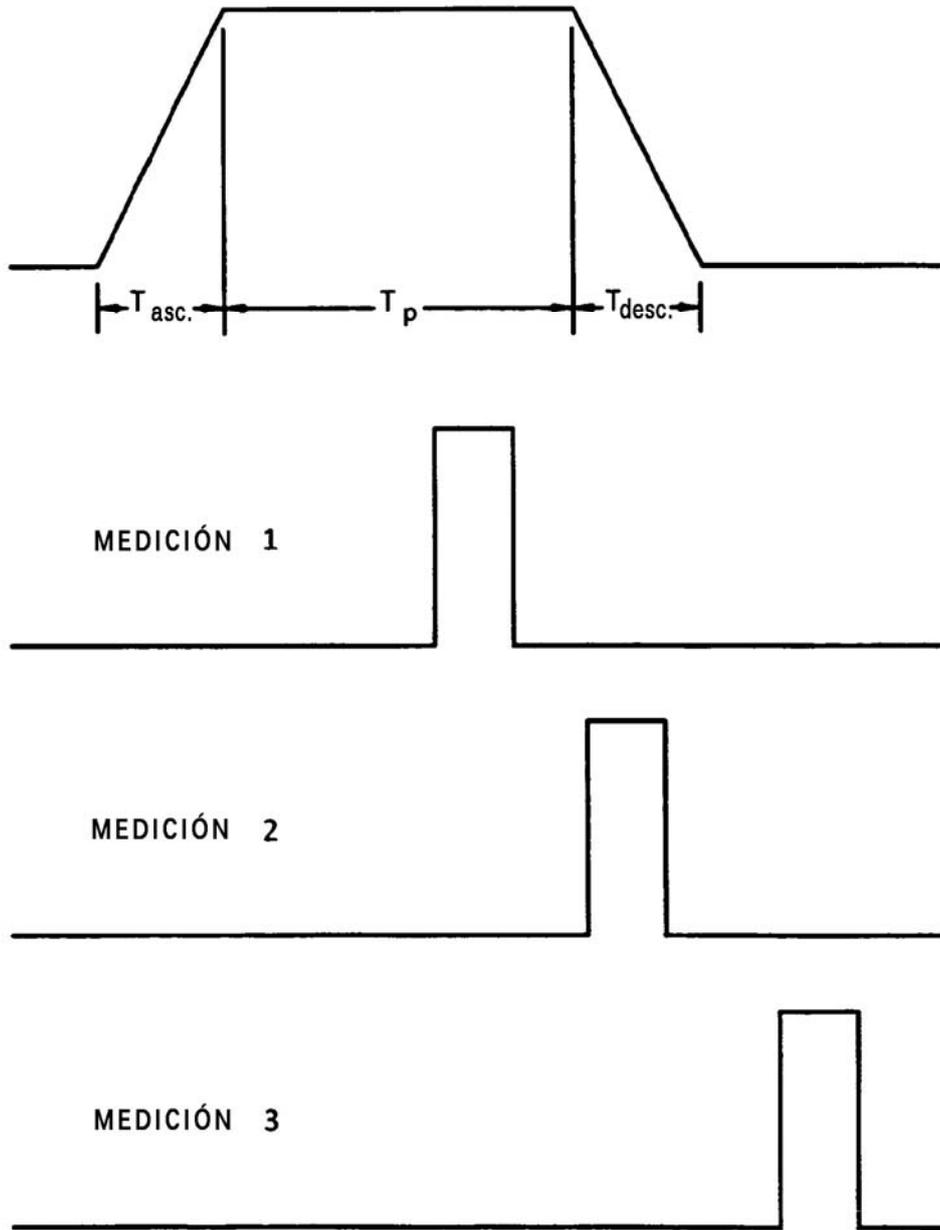
**Fig. 27**



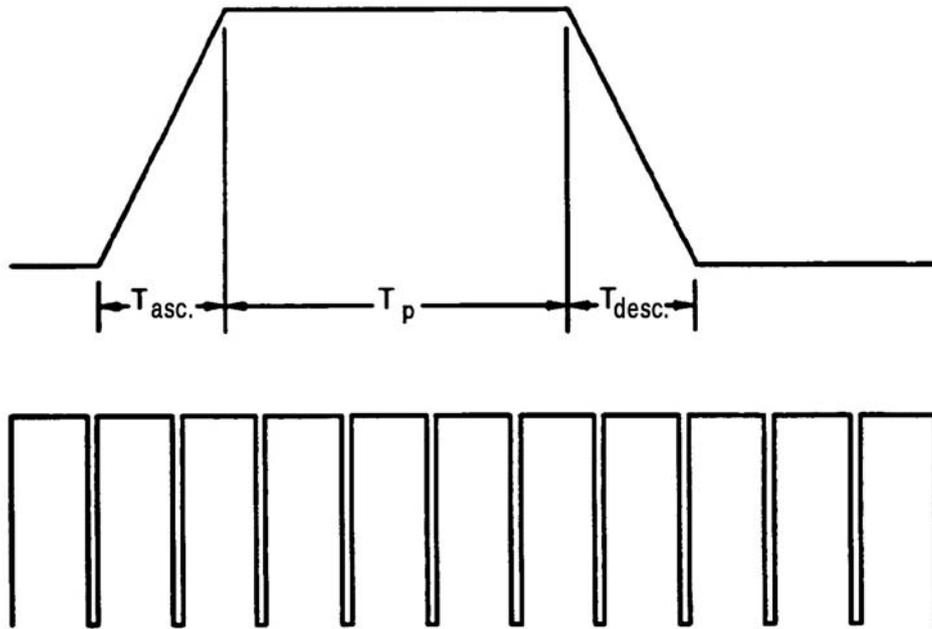
**Fig. 28**



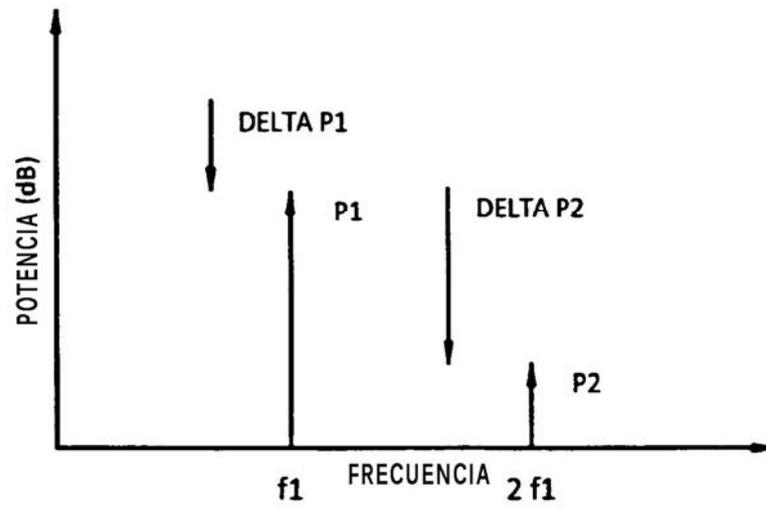
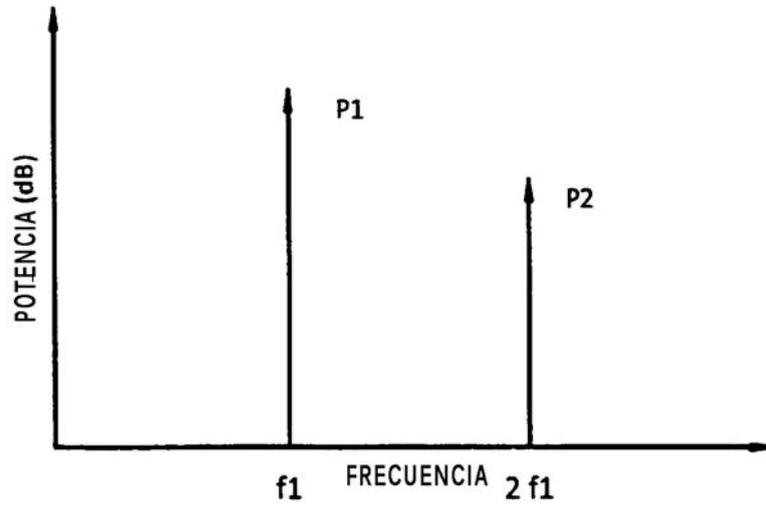
**Fig. 29**



**Fig. 30**



**Fig. 31**



**Fig. 32**

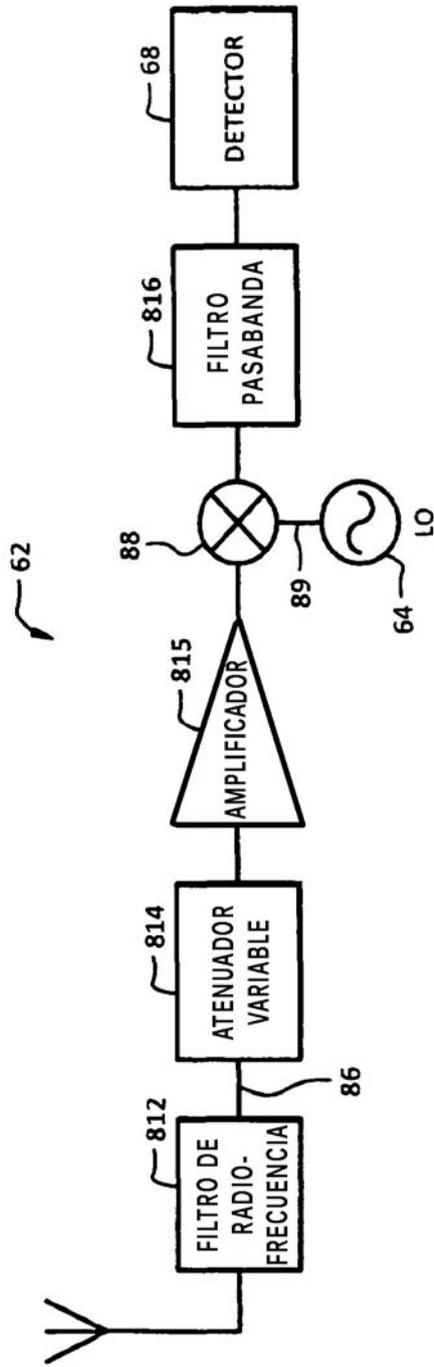


Fig. 33