

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 993 545**

51 Int. Cl.:

<b>G06T 7/20</b>	(2007.01)
<b>H04W 4/02</b>	(2008.01)
<b>H04W 4/08</b>	(2009.01)
<b>H04W 4/029</b>	(2008.01)
<b>H04W 4/80</b>	(2008.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **04.06.2014** **E 19209896 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **28.08.2024** **EP 3629236**

54 Título: **Optimización del sistema de seguimiento de objetos y herramientas**

30 Prioridad:

04.06.2013 US 201361830961 P  
 06.11.2013 US 201361900786 P  
 22.01.2014 US 201461930378 P  
 27.02.2014 US 201461945559 P  
 28.03.2014 US 201461971940 P

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**02.01.2025**

73 Titular/es:

**ISOLYNX, LLC (100.00%)**  
**189 Ward Hill Avenue**  
**Haverhill, MA 01835, US**

72 Inventor/es:

**DEANGELIS, DOUGLAS J.;**  
**EVANSEN, EDWARD G.;**  
**REILLY, GERARD M.;**  
**RHODES, BRIAN D.;**  
**GAUDREAU, JOSEPH M.;**  
**SIGEL, KIRK y**  
**FARKAS, ALEXANDER T.**

74 Agente/Representante:

**URÍZAR BARANDIARAN, Miguel Ángel**

ES 2 993 545 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).

**Optimización del sistema de seguimiento de objetos y herramientas**

**DESCRIPCION**

**5 APLICACIONES RELACIONADAS**

[0001] Esta solicitud es anterior a la solicitud de patente estadounidense n.º 61/830,961 con el título "Mejoras y herramientas del sistema de seguimiento de atletas" archivada el 4 de junio de 2013, la solicitud de patente estadounidense n.º 61/900,786 con el título "Sistemas de seguimiento de objetos con optimización automática y métodos relacionados" archivada el 6 de noviembre de 2013, la solicitud provisoria de patente estadounidense n.º 61/930,378 con el título "Sistemas de seguimiento de objetos con optimización automática y métodos relacionados" archivada el 22 de enero de 2014, la solicitud de patente estadounidense n.º 61/945,559 con el título "Sistemas de calibración e instalación automatizados y métodos para sistemas de seguimiento de objetos" archivada el 27 de febrero de 2014, y la solicitud de patente estadounidense n.º 61/971,940 con el título "Optimizador del sistema de seguimiento de objetos y métodos relacionados" archivada el 28 de marzo.

**15 ANTECEDENTES**

[0002] Los localizadores de banda ultraancha (UWB) disponibles comercialmente se han diseñado para satisfacer las necesidades habituales de entornos como los hospitales, las fábricas y el seguimiento del inventario. Uno de los principales requisitos para funcionar en esos entornos es una vida útil larga. Para una vida útil larga se necesita una pila de gran tamaño, lo que resulta en un mayor tamaño del localizador. Además, el localizador dispone de una carcasa protectora impermeable que tiene una solapa para poder cambiar la pila. Para garantizar la impermeabilidad de la carcasa, la solapa suele incluir un sello. El dispositivo incluye también un portapilas que permite cambiar la pila. Todas esas características resultan en un localizador relativamente grande. Los localizadores son una distracción con respecto al objeto que se rastrea e influyen en él.

[0003] La instalación, la configuración y la calibración de un sistema de seguimiento de objetos basado en un localizador RF para su uso en entornos deportivos es un proceso intenso, arduo y repetitivo que requiere profundos conocimientos. Primero se instalan los receptores alrededor del perímetro deportivo y cada receptor se apunta manualmente, a ojo, hacia una ubicación predeterminada dentro del entorno deportivo de modo que se cubra uniformemente una región específica del entorno deportivo (por ejemplo, parte de una superficie de juego). Se completa una evaluación inicial del rendimiento del sistema al grabar y analizar manualmente los datos de ubicación determinados por el sistema de seguimiento de objetos para un localizador RF que porta un técnico a medida que sigue un recorrido predeterminado dentro del entorno deportivo. El recorrido predeterminado se ha diseñado para que quede establecida la cobertura del receptor del entorno deportivo por parte del sistema de seguimiento de objetos. El localizador RF se coloca de tal modo que no esté obstruido por el cuerpo del técnico (p. ej., el localizador está encima de un sombrero que lleve el técnico).

[0004] Este proceso de grabación y análisis manual se repite varias veces, normalmente siguiendo tres caminos distintos, cada uno de mayor definición. Tras analizar los datos de ubicación del recorrido actual, el técnico ajustará manualmente cualesquiera de las cribas e inclinaciones de cualesquiera de los receptores y repetirá el recorrido actual, o continuará el proceso siguiendo el siguiente recorrido.

[0005] Este enfoque requiere que el técnico tenga un profundo conocimiento, comparable al de un experto en el sistema, de las características del receptor, además de tener las capacidades relativas a la extracción de información de los datos de ubicación grabados para cada uno de los recorridos de prueba. Los profundos conocimientos que se requieren son muy valiosos y la aplicación de tales conocimientos varía en cada técnico.

[0006] Así, la instalación de un sistema de seguimiento de objetos basado en un localizador RF (a) requiere profundos conocimientos específicos, (b) requiere mucho tiempo, (c) y es un proceso de ajuste gradual muy trabajoso (d) cuyo resultado puede ser que el sistema de seguimiento de objetos basado en un localizador RF tenga un rendimiento adecuado pero no óptimo y (e) cuyo rendimiento puede resultar inconsistente de instalación en instalación.

[0007] Cualquier entorno deportivo dado incluye fácilmente cientos de atletas y otros objetos rastreados por un sistema de seguimiento de objetos, en el que cada atleta u objeto se configura con al menos un localizador que transmite una señal inalámbrica (ping) ubicada en el sistema de seguimiento de objetos. Aunque tales sistemas de seguimiento de objetos se pueden optimizar para el entorno deportivo durante la instalación, estos sistemas no monitorizan ni optimizan su rendimiento automáticamente mientras están en funcionamiento.

[0008] Los receptores de un sistema de seguimiento de objetos basado en un localizador RF se colocan alrededor de un área de interés de modo que cada receptor cubra una porción de dicha área para que todos los receptores combinados cubran toda el área de interés. Para un entorno deportivo, el área rastreada es por ejemplo un campo de juego que puede incluir las áreas de banda.

[0009] Durante la instalación, cada receptor se configura con una sola serie de características fijas que se seleccionan para permitir al receptor detectar "pings" (es decir, transmisiones de señales de poca potencia) transmitidos por un localizador RF o más colocados en una parte definida del área de interés que haya sido asignada a ese receptor en base a las condiciones

medioambientales previstas. Por ejemplo, es posible que se configure un receptor con una antena de gran cobertura y un circuito analógico acondicionador en consonancia que incluya un filtro de paso de banda de seis punto cinco GHz.

- 5 [0010] En la práctica, el entorno deportivo está sujeto a cambios continuos, tanto ambientales como situacionales. Los cambios ambientales en los entornos deportivos incluyen la introducción de señales electromagnéticas potentes (p. ej. Wi-Fi o señales de cámaras de teledifusión inalámbricas). Como el sistema de seguimiento de objetos basado en un localizador RF se basa en la detección de pings por parte de los receptores desde los localizadores RF, los cambios en el contenido espectral del entorno deportivo suelen resultar catastróficos para la capacidad del sistema de ubicar los localizadores RF.
- 10 [0011] Los cambios situacionales (p. ej., el movimiento de los localizadores RF en el entorno deportivo) da como resultado cambios en la densidad del localizador RF (es decir, el número de localizadores en un área determinada), y por tanto cambios en la cantidad o en la frecuencia de los pings recibidos por cada receptor del sistema de seguimiento de objetos. La configuración estática de cada receptor se selecciona también para cubrir adecuadamente los cambios situacionales previstos. Aunque los cambios situacionales no suelen ser catastróficos para ubicar los localizadores RF, sintonizar el sistema de seguimiento de objetos para que se ocupe de los peores casos de densidades de ping/localizadores afectará al rendimiento del sistema en otras áreas. Las situaciones y condiciones ambientales cambiantes son problemáticas porque los receptores están configurados estáticamente para funcionar de manera óptima en condiciones específicas.
- 15 [0012] Como la configuración de cada receptor es estática, el sistema de seguimiento de objetos no puede funcionar de forma óptima para todas las condiciones ambientales y situacionales. Las cambiantes condiciones ambientales y situacionales suponen exigencias que cambian constantemente para cada receptor. Estas exigencias imposibilitan conseguir un rendimiento óptimo de forma consistente del sistema de seguimiento de objetos, pues se ha configurado estáticamente para cumplir solo algunas de esas condiciones ambientales y situacionales.
- 20 [0013] Para empeorar el problema, la probabilidad de cambios ambientales y situacionales es mayor en los "días de partido" cuando la integridad del sistema de seguimiento de objetos es mucho más importante.

[0014] En un intento de que el sistema de seguimiento de objetos funcione de forma fiable en los "días de partido", se prevén todas las condiciones ambientales y situacionales que pueden darse en esos días y se configuran los receptores del sistema de seguimiento de objetos según tales condiciones. La configuración especializada (p. ej., circuitos adicionales) requerida para funcionar de forma efectiva con las condiciones previstas suele tener efectos negativos en condiciones diferentes. Po tanto, cuando el sistema de seguimiento de objetos se configura estáticamente para cumplir todas las condiciones previstas en el peor de los casos, el sistema de seguimiento de objetos tiene de forma invariable un rendimiento inferior al óptimo cuando las condiciones previstas no son las predominantes.

30 [0015] Además, cuando las condiciones del "día del partido" no se anticipan en su totalidad, es posible que se produzca un fallo catastrófico al determinar las ubicaciones de los localizadores RF en el sistema de seguimiento de objetos cuando se den las condiciones que no se han previsto. Tal fallo catastrófico suele finalizar el funcionamiento del sistema de seguimiento de objetos y entonces se requiere un equipo de técnicos que visite el estadio para cambiar físicamente los receptores instalados por receptores configurados para funcionar en las condiciones no previstas si se identifican. La sustitución de los receptores cuesta mucho tiempo y dinero, y aborda las condiciones ambientales actuales. Sin embargo, la sustitución de receptores no tiene en cuenta las futuras condiciones no previstas que el sistema estará equipado para soportar. El documento US 2012/036198 A1 divulga un localizador, que está equipado con un sensor de detección de movimiento y se autocalibra. El localizador emite mensajes de identificación a un sistema de seguimiento a una frecuencia que puede ser ajustable. El movimiento del localizador se deduce de las lecturas de un sensor de detección de movimiento. En función de las lecturas relacionadas con la velocidad de movimiento, se puede ajustar la frecuencia con la que se emiten los mensajes de identificación.

## RESUMEN DE LA INVENCION

### 50 Un dispositivo de rastreo mejorado

[0016] En una forma de realización, un dispositivo de rastreo de banda ultraancha para su uso en deportes incluye una carcasa parcial que tenga una parte inferior, una pila conectada directamente a una placa de circuito impreso, un componente de encapsulado para encapsular la placa de circuito impreso y una pila dentro de la carcasa parcial a fin de que el dispositivo sea impermeable, un componente de sellado para proteger los componentes delicados colocados en la placa de circuito impreso del componente de encapsulado y una o varias tiras unidas a la carcasa parcial para facilitar la sujeción del dispositivo en un atleta.

[0017] En otra forma de realización, un dispositivo de rastreo de banda ultraancha se configura para sujetarse en un atleta e incluye un transceptor de banda ultraancha, una pila, y dos o más tiras para sujetar el dispositivo al atleta.

### 60 Almohadilla de protección rastreable

[0018] En una forma de realización, una almohadilla de protección rastreable para que la use un atleta incluye un primer dispositivo de seguimiento configurado con la almohadilla de protección, colocada de tal modo que el primer dispositivo de seguimiento quede horizontal cuando el atleta esté compitiendo.

**Visualización de los datos de ubicación**

5 [0019] En una forma de realización, una herramienta de reproducción de datos reproduce la información de seguimiento de ubicación e incluye un módulo de reproducción con instrucciones legibles para la máquina almacenadas en una memoria que, cuando es ejecutada por un procesador, envía la información de seguimiento de ubicación en orden cronológico a una o varias herramientas con pantalla.

10 [0020] En otra forma de realización, una herramienta implementada por ordenador muestra el rendimiento de un sistema de seguimiento de atletas que genera la información de posición de seguimiento para cada señal recibida de un dispositivo de seguimiento ubicado en un área rastreada. La información de la posición de seguimiento incluye una ubicación determinada, un error de posición y una marca temporal. La herramienta incluye un modelo de transcripción visual con instrucciones legibles para la máquina almacenadas en una memoria y ejecutadas por un procesador para realizar, para cada señal transmitida por el dispositivo de seguimiento, el paso de mostrar un símbolo en una representación gráfica del área de rastreo en una posición que represente la ubicación del localizado en el área de rastreo, en la que el símbolo se elige en base a uno o más de los siguientes parámetros: (a) la exactitud de la ubicación determinada en base a los eventos del receptor, y (b) los errores en la ubicación determinada.

**Modificaciones del receptor**

20 [0021] En una forma de realización, un receptor detecta un dispositivo de seguimiento de banda ultraancha en el entorno de un día de partido e incluye un receptor inalámbrico para recibir una señal del dispositivo de seguimiento y un filtro de paso de banda centrado en una frecuencia central de la señal e insertado inmediatamente tras la antena. El filtro de paso de banda reduce el efecto del ruido del entorno del día de partido en el receptor inalámbrico.

**Administrador de dispositivos**

25 [0022] En una forma de realización, un administrador de dispositivos configura un sistema de seguimiento de atletas. El administrador de dispositivos incluye un software, almacenado en una memoria de un dispositivo informático portátil configurado con un transceptor inalámbrico para comunicarse con un dispositivo de seguimiento asociado a un atleta rastreado por el sistema de seguimiento de atletas, que cuando sea ejecutado por un procesador del dispositivo informático portátil implemente los pasos de asignar automáticamente una identificación del dispositivo de seguimiento al atleta en un listado y de comunicar el listado al sistema de seguimiento de atletas.

**Medición continua de exactitud**

35 [0023] En una forma de realización, un método evalúa continuamente el rendimiento de un sistema de seguimiento de atletas. El sistema de seguimiento de atletas determina la ubicación de un localizador de prueba fijo en un área de rastreo del sistema de seguimiento de atletas y se determina un error de posición del sistema de seguimiento de atletas según la diferencia entre la ubicación determinada y la ubicación conocida del localizador de prueba.

**Optimización del sistema de seguimiento de objetos**

45 [0024] En una forma de realización, un método optimiza automáticamente el rendimiento de un sistema de seguimiento de objetos. Un optimizador recibe las ubicaciones de una pluralidad de dispositivos, donde cada dispositivo está sujeto a un objeto rastreado por el sistema de seguimiento de objetos. Los identificadores de los dispositivos se agrupan en dos o más conjuntos de dispositivos y cada uno de los dispositivos identificados en un primer conjunto de dispositivos de los dos o más conjuntos de dispositivos se configura con una primera tasa de ping y los dispositivos identificados en los otros conjuntos de dispositivos de los dos o más conjuntos de dispositivos se configuran con una segunda tasa de ping. La primera tasa de ping es mayor que la segunda.

50 [0025] En otra forma de realización, un producto de software tiene instrucciones almacenadas en un medio legible para el ordenador, donde las instrucciones, cuando son ejecutadas por un ordenador, siguen los pasos para optimizar de forma automática el rendimiento de un sistema de seguimiento de objetos. El producto de software incluye instrucciones para recibir las ubicaciones de cada uno de los dispositivos, donde cada dispositivo está sujeto a un objeto rastreado por el sistema de seguimiento de objetos, las instrucciones para los identificadores de grupo de los dispositivos dentro de dos o más grupos de dispositivos en base a la ubicación del dispositivo relativo al campo de juego, donde los dispositivos identificados en un primer grupo de dispositivos de los dos o más que hay se localizan en el campo de juego y los dispositivos identificados dentro de los otros dos o más conjuntos de dispositivos no están ubicados en el campo de juego, y las instrucciones para configurar cada dispositivo identificado dentro del primer conjunto de dispositivos con una primera tasa de ping y para configurar los dispositivos identificados dentro de los otros conjuntos de dispositivos con una segunda tasa de ping. La primera tasa de ping es mayor que la segunda.

55 [0026] En otra forma de realización, un optimizador optimiza automáticamente el rendimiento de un sistema de seguimiento de objetos e incluye un procesador, una memoria y un software almacenados en la memoria, con instrucciones legibles para la máquina que cuando son ejecutadas por el procesador reciben las ubicaciones de cada uno de los dispositivos, donde cada dispositivo está sujeto a un objeto rastreado por el sistema de seguimiento de objetos, agrupan las identidades de los dispositivos

65

dentro de dos o más grupos de dispositivos en base a la ubicación del dispositivo relativo a un campo de juego, donde los dispositivos identificados en un primer grupo de dispositivos de los dos o más que hay se localizan en el campo de juego y los dispositivos identificados dentro de los otros dos o más conjuntos de dispositivos no están ubicados en el campo de juego; y configuran cada dispositivo identificado dentro del primer conjunto de dispositivos con una primera tasa de ping y configuran los dispositivos i identificados dentro de los otros conjuntos de dispositivos con una segunda tasa de ping. La primera tasa de ping es mayor que la segunda.

**Dispositivo de seguimiento autoconfigurable**

10 [0027] En una forma de realización, un dispositivo de seguimiento autoconfigurable determina la ubicación de un objeto. El dispositivo de seguimiento incluye un procesador, un transmisor para transmitir bajo control del procesador, pings a una tasa de ping que son detectables por un sistema de seguimiento de objetos, un sensor de movimiento conectado con el procesador para detectar el movimiento del dispositivo de seguimiento y una memoria que almacena un algoritmo con instrucciones legibles para la máquina que cuando sean ejecutadas por el procesador determinen, usando el sensor de movimiento, el movimiento del dispositivo, además de ajustar la tasa de ping en base al movimiento.

**Optimización del rendimiento en base a las ubicaciones dinámicas de dispositivo**

20 [0028] En una forma de realización, un método optimiza automáticamente el rendimiento de un sistema de seguimiento de objetos con diversos receptores para recibir las señales ping de diversos dispositivos, donde cada dispositivo está sujeto a un objeto rastreado por el sistema de seguimiento de objetos. Un optimizador recibe las ubicaciones de cada uno de los dispositivos y los identificadores de grupos de dispositivos en dos o más grupos de dispositivos, donde un primer grupo de dispositivos identifica los dispositivos sujetos a objetos en una situación de interés. El optimizador determina un primer grupo de receptores en base a la ubicación de los dispositivos identificados en el primer conjunto de dispositivos y la ubicación de cada uno de los receptores. El centro de una forma poligonal en 3D más pequeña que combina las ubicaciones de los dispositivos identificados en el primer conjunto de dispositivos se determina y el objetivo de la antena de cada receptor dentro del primer grupo de receptores se dirige gradualmente hacia el centro mientras aumenta el número de eventos de receptores por segundo generados por el receptor para los dispositivos identificados dentro del primer grupo de dispositivos.

**Optimización del rendimiento para los cambios ambientales dinámicos (filtro)**

30 [0029] En una forma de realización, un método optimiza el rendimiento de un sistema de seguimiento de objetos. El número de eventos de receptor por segundo generados por un receptor del sistema de seguimiento de objetos se determina y el receptor se controla para cambiar entre un frente analógico y una parte delantera con un filtro basado en los eventos de receptor por segundo.

35 [0030] En otra forma de realización, un método optimiza el rendimiento de un sistema de seguimiento de objetos e incluye un optimizador implementado como un ordenador con instrucciones legibles para la máquina almacenadas en un medio no transitorio del ordenador y ejecutadas por un procesador del ordenador que determine un número de eventos de receptor por segundo generados por un receptor del sistema de seguimiento de objetos; y que controle, en base a los eventos de receptor por segundo, el cambio del receptor entre un primer frente analógico configurado sin un filtro y un segundo frente analógico configurado con un filtro.

**Receptor genérico con múltiples frentes analógicos**

45 [0031] En una realización, un receptor reconfigurable para su uso en un sistema de seguimiento de objetos incluye diversos frentes analógicos, cada uno de los cuales genera una señal digital; una parte trasera digital para procesar una de las señales digitales; y un interruptor digital para seleccionar, bajo el control de la parte trasera digital, la señal digital única.

**Optimización del rendimiento en base a los cambios dinámicos de situación**

50 [0032] En una forma de realización, un método optimiza el rendimiento de un sistema de seguimiento de objetos. Un optimizador configurado con el sistema de seguimiento de objetos determina un rectángulo límite de ubicaciones de dispositivos RF sujetos a los objetos de interés. El optimizador determina una localización del rectángulo de delimitación relativo a la ubicación de un receptor del sistema de seguimiento de objetos y controla el receptor para que cambie de un primer frente analógico a un segundo frente analógico en base a la ubicación relativa del rectángulo límite. El primer frente analógico se configura con un primer alcance y un primer ámbito mientras que el segundo frente analógico se configura con un segundo alcance diferente del primero y un segundo ámbito diferente del segundo.

**Instalación y calibración automática con vehículo robótico**

60 [0033] En una realización, un sistema de instalación y calibración automático (ICA) para un sistema de seguimiento de objetos incluye un vehículo controlado de forma inalámbrica, un dispositivo RF configurado con el vehículo y un controlador para (a) recibir los datos de ubicación del dispositivo RF del sistema de seguimiento de objetos, (b) controlar el vehículo para seguir un recorrido basado en los datos de ubicación, y (c) ajustar la orientación de al menos un receptor del sistema de seguimiento de objetos en base al análisis de los datos de ubicación relacionados con el receptor.

5 [0034] En otra forma de realización, un método de instalación y calibración automático para un sistema de seguimiento de objetos incluye los pasos de: recibir los datos de ubicación generados por el sistema de seguimiento de objetos para un dispositivo RF sujeto a un vehículo controlado de forma inalámbrica, controlar el movimiento del vehículo para seguir un recorrido basado en los datos de ubicación; determinar un conjunto de datos de emplazamiento a partir de los datos de ubicación basados en un área de consideración para un receptor del sistema de seguimiento de objetos; y ajustar la orientación del receptor en base al análisis del conjunto de datos.

10 [0035] En otra forma de realización, un producto de software tiene instrucciones almacenadas en un medio legible para el ordenador no transitorio, donde las instrucciones, cuando son ejecutadas por un ordenador, siguen los pasos para automatizar la instalación y la calibración de un sistema de seguimiento de objetos. El producto de software incluye instrucciones para recibir los datos de ubicación generados por el sistema de seguimiento de objetos para un dispositivo RF sujeto a un vehículo controlado de forma inalámbrica; instrucciones para controlar el movimiento del vehículo para que siga un recorrido basado en los datos de ubicación; instrucciones para determinar un conjunto de datos de emplazamiento a partir de los datos de ubicación basados en un  
15 área de consideración para un receptor del sistema de seguimiento de objetos; e instrucciones para ajustar la orientación del receptor en base al análisis del conjunto de datos.

### BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

20 [0036]

El DIB. 1 muestra un ejemplo de sistema de seguimiento de objetos con optimización automática, en una forma de realización.

25 El DIB. 2 muestra un ejemplo de localizador que incluye una pila, un circuito y una antena, en una forma de realización.

El DIB. 3 muestra el localizador del DIB. 1 sujeto a un atleta.

El DIB. 4 es un gráfico que ilustra un ejemplo de tasa de ping del localizador del DIB. 1.

30 El DIB. 5 muestra un ejemplo de propagación radial de un ping desde el localizador del DIB. 1.

El DIB. 6 es un esquema que muestra un ejemplo de receptor para recibir el ping de los DIB. 4 y 5 cuando es transmitido por el localizador del DIB. 1, en una forma de realización.

35 El DIB. 7 muestra un ejemplo de propagación de un ping de un localizador a cada uno de los receptores del sistema del DIB. 1.

El DIB. 8 muestra el localizador de los DIB. 1 y 2 con mayor detalle.

40 El DIB. 9 es un flujograma que ilustra un ejemplo de método para modificar un localizador de banda ultraancha comercial para su uso con el sistema del DIB. 1, en una forma de realización.

Los DIB. del 10 al 12 muestran comparaciones visuales entre un localizador de banda ultraancha disponible comercialmente y el localizador de los DIB. 1 y 2 que resultan de las modificaciones basadas en el método del DIB. 9.

45 Los DIB. 13 y 14 muestran un ejemplo de sujeción de dos bridas al cuerpo principal del localizador de los DIB. 1 y 2 de modo que la sujeción del localizador al equipamiento deportivo del atleta se simplifica.

El DIB. 15 muestra un ejemplo de hombrera.

50 El DIB. 16 muestra la hombrera del DIB. 15 levantada y el localizador de los DIB. 1, 2, 13 y 14 sujeto alrededor de una parte giratoria de modo que el localizador esté protegido por las hombreras.

El DIB. 17 muestra el localizador del DIB. 1 colocado dentro de un casco que lleva un jugador, el cual proporciona un patrón de transmisión radial de 360 grados cuando el localizador está totalmente horizontal.

55 El DIB. 18 es una vista superior del localizador colocado en la cabeza del jugador que ilustra la propagación de un ping desde el localizador.

60 El DIB. 19 muestra el localizador del DIB. 1 colocado en el hombro de un jugador, donde la transmisión desde el localizador se ve obstruida parcialmente por la cabeza y el cuello del jugador.

El DIB. 20 es una vista superior de cada uno de los hombros de DIB. 19 que ilustra un ejemplo de bloqueo del ping emitido por la cabeza y el cuello del jugador.

## ES 2 993 545 T3

- El DIB. 21 muestra un primer supuesto en el que el localizador del DIB. 1 se monta en las almohadillas a lo largo del agujero del cuello y se coloca a 2 pulgadas de la cabeza y el cuello del jugador.
- 5 El DIB. 22 muestra un segundo supuesto en el que el localizador del DIB. 1 se monta en las almohadillas y se coloca a 7 pulgadas de la cabeza y el cuello del jugador.
- Los DIB. 23, 24, y 25 muestran ejemplos de la pantalla que ilustra objetos del jugador, que incluyen una flecha para indicar la dirección en la que va el jugador, en una forma de realización.
- 10 El DIB. 26 muestra un ejemplo de dispositivo de seguimiento con un sensor de movimiento para usarse con el sistema de seguimiento de objetos del DIB.1, en una forma de realización.
- El DIB. 27 es un flujograma que ilustra un ejemplo de método para configurar automáticamente la tasa de ping en el dispositivo de seguimiento del DIB. 26, en una forma de realización.
- 15 El DIB. 28 muestra un ejemplo de administrador de localizadores para administrar y configurar los localizadores del DIB. 1.
- El DIB. 29 muestra el listado del DIB. 28 siendo editado en un editor sencillo proporcionado por el software del administrador de localizadores.
- 20 El DIB. 30 es una captura de pantalla que ilustra un ejemplo de adición de identificadores de localizador al listado.
- El DIB. 31 muestra el software del DIB. 28 insertando las identificaciones de lectura de los localizadores en la fila y la columna apropiadas del listado del DIB. 28.
- 25 El DIB. 32 muestra un ejemplo de la pantalla de control del administrador de localizadores del DIB. 28 para configurar todos los localizadores usados para un equipo específico.
- El DIB. 33 muestra un ejemplo de la pantalla de estado que se selecciona al hacer clic en el botón de estado de la pantalla de control del DIB. 32.
- 30 El DIB. 34 es un flujograma que ilustra un ejemplo de método para monitorizar la exactitud continuamente, en una forma de realización.
- 35 El DIB. 35 muestra el optimizador del DIB.1 con mayor detalle, además de ilustrar la funcionalidad del administrador de conjuntos de localizadores del optimizador, en una forma de realización.
- El DIB. 36 muestra un ejemplo en el que dos equipos de fútbol americano (equipo A y equipo B) se disponen a jugar un partido próximamente.
- 40 El DIB. 37 es un flujograma que ilustra un ejemplo de método para la optimización automática del sistema de seguimiento de objetos del DIB. 1 en base al agrupamiento de localizadores en conjuntos de localizadores, en una forma de realización.
- El DIB. 38 muestra un ejemplo de representación visual de los localizadores agrupados según la ubicación determinada dentro del área de funcionamiento del DIB. 1 y el perímetro del campo de juego.
- 45 El DIB. 39 muestra un agrupamiento secundario de localizadores dentro del primer conjunto de localizadores del DIB. 35 en conjuntos secundarios de localizadores.
- 50 El DIB. 40 es un flujograma que ilustra un ejemplo de método para subagrupar los identificadores de localizadores en un conjunto de localizadores de alta prioridad en subconjuntos de localizadores primero, segundo y tercero.
- El DIB. 41 muestra un ejemplo de formación de yardaje corto en un partido de fútbol americano.
- 55 El DIB. 42 muestra un ejemplo de formación de pase en un partido de fútbol americano.
- El DIB. 43 muestra el optimizador del DIB. 1 que ilustra los detalles para controlar la ganancia de los receptores.
- El DIB. 44 muestra el sistema del DIB. 1 configurado con doce receptores, en una forma de realización.
- 60 El DIB. 45 es un flujograma que ilustra un ejemplo de método para la optimización automática del sistema de seguimiento de objetos del DIB. 44 ajustando la ganancia de todos los receptores en base a la media de eventos de receptores por segundo en el sistema, en una forma de realización.
- 65 El DIB. 46 muestra los datos de localizador del DIB. 43 con mucho más detalle.

## ES 2 993 545 T3

El DIB. 47 muestra ejemplos de límites para conjuntos de localizadores que vinculan los localizadores en base a los conjuntos de localizadores de los DIB. 38, 41 y 42.

- 5 Los DIB. 48, 49, 50, 51 y 52 son flujogramas que ilustra un ejemplo de método para la optimización automática del sistema de seguimiento de objetos del DIB. 1 controlando la ganancia de los receptores en base a los eventos de los receptores relacionados con el conjunto de localizadores de mayor prioridad del DIB. 35, en una forma de realización.

El DIB. 53 muestra los detalles de un receptor del DIB. 1, en una forma de realización.

- 10 El DIB. 54 muestra un gráfico que ilustra un ejemplo de curva de respuesta de un receptor disponible comercialmente con ganancia de unidad a 6,6 GHz.

- 15 El DIB. 55 muestra la curva de respuesta del DIB. 54, además de ilustrar el rango de frecuencia deseado de 6,35-6,75 GHz, en una forma de realización.

El DIB. 56 muestra ejemplos de componentes usados para mejorar un receptor disponible comercialmente para crear un receptor de banda ultraancha mejorado de filtro de paso de banda para su uso en el entorno de un partido.

- 20 El DIB. 57 es un flujograma que ilustra un ejemplo de método para modificar y mejorar un receptor disponible comercialmente para crear el receptor del DIB. 1.

El DIB. 58 muestra cómo se montarían el receptor del DIB. 1 y un receptor disponible comercialmente.

- 25 El DIB. 59 muestra el receptor del DIB. 1 montado y comparado con el receptor disponible comercialmente, ya montado.

Los DIB. 60 y 61 muestran un ejemplo de receptor que tiene un cuerpo de receptor y una antena con un dispositivo a control remoto y funcionalidad de criba e inclinación, en una forma de realización.

- 30 Los DIB. 62, 63, y 64 son flujogramas que ilustran un ejemplo de método y de métodos secundarios para optimizar el rendimiento del sistema de seguimiento de objetos del DIB. 1 ajustando automáticamente y dinámicamente la criba o la inclinación de las antenas de los DIB. 60 y 61 para mejorar la calidad de los datos determinados a partir de los localizadores asociados con una situación de interés, en una forma de realización.

- 35 El DIB. 65 muestra un ejemplo de optimizador automático de sistemas de seguimiento de objetos para seleccionar automáticamente la configuración óptima del receptor dependiendo de las condiciones ambientales, en una forma de realización.

El DIB. 66 es un esquema que muestra un receptor del sistema de seguimiento de objetos de los DIB. 1 y 65, los cuales ilustran diferentes frentes seleccionables, en una forma de realización.

- 40 Los DIB. 67-69 muestra un ejemplo de las características del alcance y del ámbito de las antenas del receptor del DIB. 66.

El DIB. 70 es un esquema que muestra un receptor del sistema de seguimiento de objetos de los DIB. 1 y 65 que lustran frentes seleccionables con y sin filtro, en una forma de realización.

- 45 El DIB. 71 es un flujograma que ilustra un ejemplo de método para la optimización automática del sistema de seguimiento de objetos dependiendo de los cambios ambientales, en una forma de realización.

- 50 Los DIB. 72 y 73 muestran un ejemplo de receptor colocado en uno de los extremos del campo de juego para ilustrar la selección de un frente analógico del receptor en base a los cambios situacionales.

El DIB. 74 es un flujograma que ilustra un ejemplo de método para la optimización automática del sistema de seguimiento de objetos dependiendo de los cambios situacionales, en una forma de realización.

- 55 El DIB. 75 muestra el sistema del DIB. 1 que determina los emplazamientos de los localizadores en el área de funcionamiento, donde los emplazamientos calculados atraviesan un conjunto de algoritmos de filtro.

Los DIB. 76 y 77 muestran un ejemplo de método genérico para ajustar automáticamente los filtros posemplazamiento en el centro de procesamiento del sistema del DIB. 1 en base a un índice emplazamiento- ping.

- 60 Los DIB. 78-81 son esquemas que muestran un ejemplo de cajas de carácter para tres y cuatro receptores para cada uno de los valores de umbral positivos y negativos.

- 65 El DIB. 82 muestra el centro de procesamiento del DIB. 1 comunicado con una base de datos, una herramienta de reproducción y una herramienta de análisis, en una forma de realización.

El DIB. 83 muestra un ejemplo de gráfico de líneas estáticas generado por un creador de gráficos de líneas estáticas de la herramienta de análisis del DIB. 82.

5 El DIB. 84 muestra un ejemplo de gráfico de líneas estáticas mejorado que combina además la información adicional de errores y del receptor de los datos grabados del DIB. 82 con los símbolos gráficos del DIB. 83 que representan determinados emplazamientos.

El DIB. 85 muestra un ejemplo de caja de diálogo para seleccionar características para su inclusión en el gráfico del DIB. 84.

10 El DIB. 86 muestra a modo de ejemplo una parte de los datos grabados del DIB. 82 seleccionados por el selector de datos visuales en la herramienta de análisis.

15 El DIB. 87 muestra un ejemplo del gráfico de líneas estáticas que ilustra un conjunto de datos del lap de prueba circulares muy detallados.

El DIB. 88 muestra un ejemplo de gráfico de líneas estáticas generado por el visor del receptor y el generador de gráficos del DIB. 82 de los emplazamientos para mostrar el área cubierta por un receptor en particular.

20 El DIB. 89 muestra un ejemplo de imagen del receptor que ilustra los receptores del DIB. 1 usados para determinar la ubicación de un solo localizador moviéndose dentro del área rastreada.

El DIB. 90 es un esquema que muestra un ejemplo de sistema de instalación y calibración automática (ICA), para un sistema de seguimiento de objetos, en una forma de realización.

25 El DIB. 91 muestra una trayectoria bruta predeterminada como ejemplo que el vehículo del DIB. 90 sigue bajo el control del controlador, en una forma de realización.

30 El DIB. 92 es un flujograma que ilustra un ejemplo de método ICA para recabar datos de ubicación automáticamente usando el sistema de seguimiento de objetos, el vehículo y el localizador RF del DIB. 90, en una forma de realización.

El DIB. 93 muestra como ejemplo un supuesto en el que el vehículo del DIB. 90 se mueva entre los puntos del DIB. 91.

35 El DIB. 94 muestra un ejemplo de área de consideración (ADC) para el receptor del sistema de seguimiento de objetos del DIB. 90. El DIB. 95 es un flujograma que ilustra un ejemplo de método para crear un conjunto de datos para cada receptor a partir de los datos de ubicación recogidos por el método del DIB. 92, en una forma de realización.

El DIB. 96 muestra una trayectoria bruta predeterminada como ejemplo que el vehículo del DIB. 90 sigue bajo el control del controlador, en una forma de realización.

40 El DIB. 97 es una vista superior de uno de los receptores y su ADC que muestra un ejemplo de la distribución de los emplazamientos implicados entre la mitad izquierda y la mitad derecha del ADC al determinar la criba automática del receptor.

45 El DIB. 98 es una vista superior de uno de los receptores y su ADC que muestra un ejemplo de la distribución de los emplazamientos implicados entre la mitad superior y la mitad inferior del ADC al determinar la inclinación automática del receptor.

El DIB. 99 es un flujograma que ilustra un ejemplo de método para ajustar automáticamente la orientación de los receptores del sistema de seguimiento de objetos del DIB. 90, en una forma de realización.

50 El DIB. 100 muestra una trayectoria fina predeterminada como ejemplo que el vehículo del DIB. 90 sigue de forma controlada.

El DIB. 101 muestra el vehículo del DIB. 90 con mayor detalle, en una forma de realización.

## 55 DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LAS FORMAS DE REALIZACIÓN

### Definiciones

60 [0037] Los siguientes términos son los que se usarán en el presente documento y las definiciones que les acompañan pueden resultar útiles para comprender la tecnología que se describirá a continuación.

[0038] Sistema de seguimiento de objetos: Un sistema para rastrear en directo la ubicación de los objetos en un área operativa, donde la ubicación determinada se define según los ejes relativos al área operativa.

[0039] Ping: Una transmisión única de un solo localizador. Por ejemplo, un solo localizador programado con una tasa de ping de 25 Hz generará veinticinco pings por segundo. Los pings serán preferentemente transmisiones de baja potencia.

5 [0040] Evento de receptor: Cuando un receptor detecte un ping, generará un evento de receptor. Por ejemplo, si diez receptores detectan un ping, se generarán diez eventos de receptor en el sistema de seguimiento de objetos.

[0041] Emplazamiento: Cálculo exitoso de la posición de un ping. Por ejemplo, un localizador transmite un ping detectado por cierto número de receptores, lo que resulta en cierto número de eventos de receptor. Si el sistema de seguimiento de objetos tiene éxito en el cálculo de una posición del localizador en base a los eventos de receptor, entonces la posición calculada se llama emplazamiento.

10

[0042] Ancho de banda del sistema: Número máximo de eventos de receptor que el sistema de seguimiento de objetos puede manejar por segundo.

15 [0043] Presupuesto de ping: Número total de pings que se fija como objetivo para un entorno según el número medio de eventos de receptor previstos por ping y el ancho de banda total disponible del sistema de seguimiento de objetos.

[0044] Índice emplazamiento-ping: El índice de emplazamientos exitosos en relación con el número de pings.

20 [0045] Sistema de asignación de tasa de ping: Un sistema que proporciona un método automático para establecer la tasa de ping de los localizadores a fin de lograr la mayor exactitud posible de emplazamientos en base al presupuesto de ping y la priorización del objeto (p. ej., un atleta) al que se sujeta el localizador.

25 [0046] Perímetro de campo: Las coordenadas X e y que definen un campo de juego (p. ej., un área de interés donde la ubicación se rastrea con mayor exactitud (como un campo de fútbol americano o de fútbol, una pista de atletismo, etc.), usando el sistema de coordenadas del sistema de seguimiento de objetos.

[0047] Velocidad máxima del atleta: Es la velocidad máxima a la que se desplaza un atleta en un entorno. Normalmente se supone que son unos 10 metros por segundo.

30

[0048] Sistema de asignación de eventos de receptor: Un método automático para asignar recursos del sistema de seguimiento de objetos a fin de maximizar el rendimiento en base a la prioridad del objeto rastreado manteniéndose dentro de las restricciones de ancho de banda del sistema de seguimiento de objetos.

35 [0049] Grupo de prioridad del receptor: colecciones de receptores agrupados en base a su prioridad en relación con el rendimiento del sistema.

[0050] OABS: Objetivo del ancho de banda del sistema. El objetivo del ancho de banda de funcionamiento del sistema de seguimiento de objetos es normalmente el 85 % del ancho de banda del sistema.

40

[0051] Optimizador del sistema: Un método automático para asignar recursos de forma dinámica (p. ej., porciones del ancho de banda del sistema) del sistema de seguimiento de objetos, en respuesta al comportamiento del atleta, el flujo de eventos y las condiciones ambientales cambiantes para mantener el mejor rendimiento del sistema de seguimiento de objetos en todo momento.

45 [0052] Conjunto de localizadores: Una colección de localizadores que comparten un nivel de prioridad común en el sistema de seguimiento de objetos.

[0053] Límite del conjunto de localizadores: Límite mínimo con forma de rectángulo o cualquier otra, alineado con los ejes de funcionamiento del sistema de seguimiento de objetos que contiene todos los localizadores de un grupo definido (conjunto de localizadores).

50

[0054] OABICL: Objetivo de ancho de banda 1 del conjunto de localizadores. Esto define el ancho de banda asignado al conjunto de localizadores de mayor prioridad y se usa durante el ajuste automático de la ganancia del receptor. El OABICL normalmente está configurado al 70 % del OABS (objetivo del ancho de banda del sistema).

55

### Generalidades sobre el sistema de seguimiento de objetos

[0055] El sistema de seguimiento de objetos determina la ubicación de los objetos en un área definida (p. ej., en unas pulgadas) ciento de veces por segundo para objeto.

60

[0056] El DIB. 1 muestra un ejemplo de sistema de seguimiento de objetos 100 con optimización automática. El sistema 100 rastrea la 20 ubicación de los localizadores 101 en un área de funcionamiento 102 (es decir, un entorno de rastreo). El sistema 100 tiene seis receptores 104, situados en ubicaciones conocidas por el área de funcionamiento 102, y en comunicación con el centro de procesamiento 150. Es posible que el sistema 100 tres receptores o más sin partir del alcance que nos ocupa. Los localizadores 101 se sujetan a los objetos que se van a rastrear (p. ej., atletas, balones, capitanes, y otras cosas de interés), y por tanto esos

65

localizadores 101 se mueven dentro de un área operativa 102. Cada receptor 104 recibe señales inalámbricas de banda ultraancha (UWB), llamadas "pings" en este documento (ver pings 402 de los DIB. 4 y 5), desde los localizadores 101 y envía un evento de receptor 110 al centro de procesamiento 150 por cada ping detectado. Los algoritmos 152 del centro de procesamiento 150 procesan los eventos de receptor 110 y generan datos de emplazamiento 120 para que los usen una o más aplicaciones 130 mediante una interfaz de aplicación 156 configurada con el centro de procesamiento 150. Puede que las aplicaciones 130 incluyan un generador de representación gráfica que genere una representación gráfica donde se muestren las ubicaciones detectadas de los jugadores en un campo de juego 103 (p. ej., un área en la que suceda la actividad de interés, como un campo de fútbol, una pista de atletismo, etc.), por ejemplo.

10 [0057] El DIB. 2 muestra el localizador 101 del DIB. 1 con mucho más detalle. El localizador 101 incluye una pila 202, un circuito 204 y una antena 206. Cada localizador 101 tiene un identificador único de localizador 208 para su identificación. El DIB. 3 muestra el localizador 101 de los DIB. 1 y 2 sujeto a un objeto de interés (p. ej., un atleta). En el ejemplo del DIB. 3, el localizador 101 está colocado en el hombro 302 de un atleta 300 y la identificación del localizador 208 está relacionada con el atleta 200. El DIB. 4 es un gráfico que ilustra pings de ejemplo 402 del localizador 101, donde el localizador 101 está configurado para emitir pings 402 a un ejemplo de tasa de ping programable de 10 Hz. El DIB. 5 muestra un ejemplo de propagación radial de ping 402 desde el localizador 101 (no a escala). Cada ping 402 contiene información (p. ej. la identificación del localizador 208 y el nivel de energía) específico del localizador que transmite 101 y, en ciertas formas de realización, es posible que el ping 402 incluya información (p. ej., datos biométricos) sobre el objeto relacionado con el localizador. Una de las funciones primarias de cada localizador 101 es generar pings regularmente 402. Sin embargo, es posible que el localizador 101 también reciba transmisiones que configuren propiedades, como la tasa de ping, dinámicamente. Es posible que el localizador 101 incluya software 210 que incluya instrucciones legibles para la máquina que se ejecuten para implementar esta funcionalidad en el localizador 101.

25 [0058] El DIB. 6 es un esquema que muestra un ejemplo de receptor 104 del DIB. 1 para recibir los pings 402 transmitidos por el localizador 101. El receptor 104 incluye una antena de transmisión y recepción 602, una etapa de ganancia programable 604, un sistema electrónico de detección de señales analógicas 606 y una interfaz de comunicación 608. El sistema electrónico de detección de señales analógicas 606 funciona para generar eventos de receptor 110 que incluyan la información recibida del localizador 101 y la hora en que el receptor lo detectó 104.

30 [0059] Como se muestra en el DIB. 1, un optimizador 160 podrá emparejarse de forma comunicativa con el centro de procesamiento 150 de datos de emplazamiento 120 y para generar los datos de configuración 170 para controlar dinámicamente el sistema 100 para que funcione de forma óptima. Por ejemplo, es posible que el rendimiento del sistema 100 se optimice como condiciones atmosféricas o ambientales durante un partido monitorizado, donde los cambios en las condiciones ambientales afectan al alcance y la detectabilidad de los pings 402 por parte de los receptores 104. En otro ejemplo, los localizadores 101 se configuran dinámicamente en base a su ubicación, como cuando es en el campo de juego 103 (es decir, cuando el atleta participa activamente en un partido) en oposición a cuando es fuera del campo de juego 103 (es decir, cuando el atleta no está en ningún partido).

40 [0060] El centro de procesamiento 150 incluye una interfaz de comunicación 154 para comunicarse con los receptores 104, mediante la interfaz de comunicación 608, para recibir eventos del receptor 110. Los algoritmos 152 procesan los eventos de receptor 110 desde diversos receptores 104 para ubicar los localizadores 101 y generar datos de emplazamiento 120. Por ejemplo, en base a tres o más eventos de receptor 110 resultantes de un ping 402 desde un localizador 101, los algoritmos 152 generan datos de emplazamiento 120 para incluir la identificación del localizador 208 y una ubicación determinada del localizador 101. La interfaz de aplicación 156 comunica con una aplicación o más 130. Por ejemplo, cada aplicación 130 recibe datos de emplazamiento 120 desde el centro de procesamiento 500 y posiblemente procese esta información para generar información visual que indique la ubicación en un entorno operativo (p. ej., atletas) relacionados con los localizadores 101 en base a la identificación del localizador 208.

50 [0061] En una forma de realización, el optimizador 160 es un ordenador con al menos un procesador y una memoria que contienen instrucciones legibles para la máquina que, cuando son ejecutadas por el procesador, realizan la funcionalidad del optimizador 160 tal y como se describe en este documento. En otra forma de realización, el optimizador 160 se implementa en el centro de procesamiento 150 y comprende instrucciones legibles para la máquina guardadas en una memoria del centro de procesamiento 150 y ejecutadas por un procesador de este 150 para realizar la funcionalidad del optimizador 160 tal y como se describe en este documento. El optimizador 160 genera datos de configuración 170 que configuran varias propiedades del sistema de seguimiento de objetos 100, como por ejemplo la tasa de ping de los localizadores 101, la ganancia analógica de cada receptor 104, y los parámetros usados en los algoritmos 152 del concentrador 150.

#### Operación de ubicación básica:

60 [0062] El proceso de ubicar un objeto relacionado con el localizador 101 comienza cuando un localizador 101 genera un ping 402. Como se muestra en el DIB. 5, el ping 402 se propaga radialmente hacia fuera desde la antena 206 del localizador 101 hacia los receptores 104 colocados alrededor del perímetro del área operativa 102. Los receptores 104 dentro del alcance de transmisión del localizador 101, y que tienen una línea de visión (LDV) del localizador 101, reciben los pings 402. Con "LDV", como se usa aquí, nos referimos a una línea recta de transmisión inalámbrica que no está obstruida, la LDV no está relacionada necesariamente con la línea visual de visión. La fuerza de la señal del ping 402 en cada receptor 104 depende de la distancia entre el localizador 101 y ese receptor 104, y de si hay alguna obstrucción, como cuerpos de jugadores u otros objetos, entre el localizador y el receptor (y

que, por tanto, corten la LDV). Que el receptor pueda 104, o no, descodificar la información (p. ej., la identificación del localizador 208 y otra información) del ping 402 depende de la fuerza de la señal del ping 402 y la configuración de la etapa de ganancia programable 604 del receptor. Si la fuerza de la señal y la configuración de ganancia son suficientes para permitir al sistema electrónico de detección de señales analógicas 606 para descifrar la información del ping 402, el sistema electrónico de detección de señales analógicas 606 marca temporalmente esa información como evento de receptor 110 para el centro de procesamiento 150. Cuando el centro de procesamiento 150 recibe al menos tres eventos de receptor 110 para el ping 402 (es decir, al menos tres receptores 104 reciben y descodifican el mismo ping 402 en base a la identificación del localizador 208 y a la marca temporal en cada evento de receptor 110), los algoritmos 152 en un centro de procesamiento 150 tienen el número suficiente de puntos de datos (marcas temporales) para tratar de ubicar los localizadores 101 usando técnicas de diferencia en el tiempo de llegada (DTLL), como se explica con mayor detalle más adelante.

[0063] Como el ping 402 se desplaza hacia fuera a velocidad constante en todas direcciones, el tiempo que necesita para llegar a cada receptor 104 depende directamente de la distancia entre el localizador 101 y ese receptor. Es decir, el ping 402 llega a los receptores 104 en orden dependiendo de la distancia entre cada receptor y el localizador 101. El DIB. 7 muestra un ejemplo de propagación de pings 402 desde el localizador 101(2) a cada uno de los receptores 104(2), 104 (3), 104 (5), y 104 (6) en el área operativa 102. Los anillos concéntricos 702, 704, 706 y 708 representan la posición del ping 402 en los momentos t1, t2, t3 y t4, respectivamente.

[0064] En el ejemplo del DIB. 7, el ping 402 llega al primer receptor 104(2) (anillo 702) en el momento t1, y después llega al receptor 104(3) (anillo 704) en el momento t2, y después llega al receptor 104(5) (anillo 706) en el momento t3, y luego llega al receptor 104(6) (anillo 708) en el momento t4. Así, el receptor 104(2) genera un evento de receptor 110(1) que incluye una identificación del localizador 208 del localizador 101(2) y una marca temporal de t1, el receptor 104(3) genera un evento de receptor 110(2) que incluye una identificación del localizador 208 del localizador 101(2) y una marca temporal de t2, el receptor 104(5) genera un evento de receptor 110(3) que incluye una identificación del localizador 208 del localizador 101(2) y una marca temporal de t3, y el receptor 104(6) genera un evento de receptor 110(4) que incluye una identificación del localizador 208 del localizador 101(2) y una marca temporal de t4. Cada evento de receptor 110 identifica también el receptor que lo genera 410. Por ejemplo, el evento de receptor 110(1) incluye un receptor 10 714(2) que identifica el receptor 104(2), el evento de receptor 110(2) incluye un receptor 10 714(3) que identifica el receptor 104(3), el evento de receptor 110(3) incluye un receptor 10 714(5) que identifica el receptor 104(5), y el evento de receptor 110(4) incluye un receptor 10 714(6) que identifica el receptor 104(6). Aunque el ejemplo del DIB. 8 muestra t1, t2, t3 y t4 con valores diferentes, t1, t2, t3 y t4 no tienen que ser diferentes.

[0065] Una DTLL para los eventos de receptor 110(1) y 110(2) es t2-t1; una DTLL para los eventos de receptor 110(1) y 110(3) es t3-t1; una DTLL para los eventos de receptor 110(1) y 110(4) es t4-t1; una DTLL para los eventos de receptor 110(2) y 110(3) es t3-t2; una DTLL para los eventos de receptor 110(2) y 110(4) es t4-t2; y una DTLL para los eventos de receptor 110(3) y 110(4) es t4-t3.

[0066] En una forma de realización, los receptores 104 se fijan en ubicaciones (p. ej., medidas durante la instalación) conocidas por el área operativa 102 de modo que la ubicación de cada receptor 104 relativo al área operacional es conocido por los algoritmos 152, lo que permite a estos 152 calcular la ubicación del localizador 101(2) en relación con los receptores 104, y por tanto en relación con el área operativa 102, en base a los tiempos de DTLL determinados a partir de los eventos de receptor 110. Se conocen tales algoritmos en el arte, por lo que no se describen con mayor detalle en este documento.

[0067] El cálculo exitoso de la ubicación del localizador 101 por parte del centro de procesamiento 150 se llama emplazamiento. Los datos de emplazamiento 120 contienen tantos emplazamientos como se determinen para cada localizador 101 en el área operativa 102. Los emplazamientos, en los datos de emplazamiento 120, se ponen a disposición de las aplicaciones 130 en directo (es decir, casi instantáneamente). Así, las aplicaciones 130 poseen información directa de la identificación y la ubicación de cada localizador 101 y su objeto asociado en el área operativa 102.

[0068] No todos los pings 402 resultan en emplazamientos. Durante el funcionamiento típico del sistema de seguimiento de objetos 100, casi el 50 % de todos los pings 402 generados por los localizadores 101 no llegan a ser un emplazamiento. Hay muchos motivos por los que los emplazamientos no se pueden calcular con éxito. Por ejemplo, en caso de que menos de tres receptores 104 hayan descodificado exitosamente cualquier ping 402, los algoritmos 152 no pueden determinar una ubicación. En otro ejemplo, en caso de que se reciban tres eventos de receptor 110 para un ping 402, los algoritmos 152 pueden fallar al convergir en una sola ubicación y por tanto pueden fallar al determinar la ubicación de un localizador 101. Incluso cuando el centro de procesamiento 150 falla al determinar un emplazamiento válido para un ping particular 402, el centro de procesamiento sigue recibiendo información (p. ej., el motivo del fallo al calcular un emplazamiento y los receptores específicos 104 que proporcionaron los eventos de receptor 110) sobre el ping 402 disponible en directo. Aunque la información de los emplazamientos fallados no es útil en la mayoría de aplicaciones 130, ya que no proporciona datos de seguimiento, tal información es extremadamente útil para monitorizar el comportamiento y la salud del sistema 100 durante el funcionamiento y para optimizar el rendimiento del sistema 100 usando el optimizador 160.

**Modificaciones de localizadores**

[0069] El DIB. 8 muestra el localizador 101 de los DIB. 1 y 2 con mayor detalle. El localizador 101 es un dispositivo físico que incluye una pila 202, una antena 206, una CPU y un sistema electrónico 204 formados por una placa de circuito 802 con un

procesador 804 (p. ej., un microcontrolador), un transceptor 806 que se empareja con la antena 206. La antena 206, la placa de circuito 802 y la pila 202 están protegidos por una carcasa abierta 821 y resina epóxica 822. Se aplica un material protector 820 (p. ej., silicona caliente) alrededor de la placa de circuito 802 y de la pila 202 para evitar que la resina epóxica 822 entre en contacto con los componentes sensibles que necesitan una capa de aire alrededor.

5 [0070] El DIB. 9 es un flujograma que ilustra un ejemplo de método 900 para modificar un localizador de banda ultraancha comercial para su uso con el sistema 100. Específicamente, el método 900 modifica los aspectos mecánicos del localizador de banda ultraancha disponible comercialmente para reducir el tamaño medio de las unidades, lo que permite configurar el localizador para una amplia variedad de equipamiento atlético, además de reforzar el localizador para que sobreviva a los rigores de las  
10 competiciones atléticas.

[0071] En el paso 902, el método 900 elimina y descarta la parte inferior de la carcasa de plástico. En un ejemplo del paso 902, se eliminan los cuatro tornillos que sujetan el panel inferior de plástico moldeado del localizador comercial, y la parte inferior de la carcasa se retira y descarta. En el paso 904, el método 900 sustituye la pila y el portapilas existentes con una pila en montaje PCB  
15 directa de perfil y potencia bajos. En un ejemplo del paso 904, se retira la pila del portapilas, y el portapilas se separa y retira de la placa de circuito impreso soldada. Los conectores de la pila se recortan para conseguir más espacio y la pila nueva con conectores integrados se suelda en el lugar donde estaba la anterior sin un portapilas.

[0072] En el paso 906, el método 900 sella alrededor de áreas PCB sensibles para evitar la contaminación por resina epóxica. En un ejemplo del paso 906, se usa silicona caliente para sellar el área alrededor de la pila y la placa de circuito para proteger los componentes ubicados bajo la pila que necesitan aire para funcionar (p. ej., un componente de filtro de aire. La resina epóxica que  
20 alcance cualquier componente sensible afectará significativamente al rendimiento de transmisión de los localizadores.

[0073] En el paso 908, el método 900 sustituye el circuito electrónico del localizador en la parte superior de la carcasa de plástico. En un ejemplo del paso 908, la antena 206, la placa de circuito 802 y la pila 202 se colocan dentro de la carcasa 821.  
25

[0074] En el paso 910, el método 900 rellena la parte inferior de la unidad con resina epóxica para mantener la unidad en su lugar, impedir la entrada de humedad y proporcionar cierto grado de absorción de golpes para el circuito electrónico del localizador. En un ejemplo del paso 910, la resina epóxica 822 se pone alrededor y sobre la pila 202 para crear la parte inferior del localizador. El nivel de la resina epóxica no es mayor que el del compartimento de la placa de circuito, pero cubriendo la pila para protegerla física y eléctricamente.  
30

[0075] En el paso 912, el método 900 añade bridas al montaje final para permitir un montaje rápido, sencillo y seguro con equipamiento deportivo. En un ejemplo del paso 912, las bridas se atornillan a la parte de abajo de la carcasa 821 para facilitar la sujeción del localizador 101 a los objetos rastreados.  
35

[0076] Cuando está completo, el método 900 reduce la altura del localizador en aproximadamente un 28 %; el localizador disponible comercialmente mide 0,810 pulgadas y el modificado (es decir, el localizador 101) mide 0,583 pulgadas.

[0077] Los DIB. del 10 al 12 muestran comparaciones visuales entre un localizador de banda ultraancha disponible comercialmente y el localizador 101 creado implementando el método 900 del DIB. 9. Tal y como se muestra, el localizador 101 es mucho más fino y resistente que el disponible comercialmente 1002. Se muestra una moneda de 25 centavos 1004 como referencia de tamaño.  
40

[0078] Los DIB. 13 y 14 muestran un ejemplo de sujeción de dos bridas 1302 al cuerpo principal del localizador 101 de modo que se simplifique la sujeción del localizador 101 al equipamiento deportivo del atleta.  
45

[0079] En un ejemplo de uso, el localizador 101 se sujeta a un objeto de interés (p. ej., un atleta) y se programa para emitir pings 402 a una tasa definida. Como se muestra en el DIB. 5, el ping 402 se propaga radialmente hacia fuera desde el localizador 101 e incluye la información (p. ej. el identificador de localizador 208 y el nivel de la pila 202) específicos para el localizador 101 y, en ciertas formas de realización, es posible que incluya información sobre el objeto al que está asociado (p. ej. datos biométricos del atleta). Aunque una función primaria del localizador 101 es emitir los pings, es posible que el localizador 101 reciba también transmisiones inalámbricas que permitan que ciertas propiedades, como la tasa de ping, se configuren dinámicamente.  
50

## 55 Colocación de los localizadores en los atletas

[0080] El localizador 101, configurado con bridas 1302 como se muestra en los DIB. 13 y 14, tiene una gran flexibilidad de instalación que permite el montaje del localizador 101 en cualquiera de un amplio abanico de estilos de hombreras con diversas técnicas. El DIB. 15 muestra un ejemplo de hombrera 1500 para su uso por parte de un atleta que participe en un partido de fútbol americano. La principal preocupación al montar localizadores 101 en hombreras incluyen (a) la seguridad del jugador, (b) la amplitud del movimiento, (c) el montaje horizontal y (d) la protección física del localizador. Para dar solución a esas preocupaciones deben tenerse en cuenta los siguientes puntos:  
60

-Para proteger a los jugadores de las lesiones (a), el localizador 101 se monta preferiblemente dentro de las hombreras (es decir, la hombrera 1500) dejando una capa de material de la hombrera entre el localizador y el cuerpo del jugador.  
65

-El localizador 101 se monta preferiblemente dentro de las hombreras de modo que el localizador no obstaculice la -amplitud del movimiento del hombro del jugador (b).

5 -El localizador 101 se prefiere colocar de modo que el plano de transmisión del localizador esté orientado de la forma más horizontal posible (c). Si el localizador 101 se monta en ángulo desde la horizontal, es posible que la recepción de la señal se vea comprometida porque la transmisión estaría dirigida hacia el suelo o pasaría por encima del receptor 104 colocado alrededor del área operativa 102.

10 -Para proteger el localizador 101 (d), se prefiere montar este dentro de las hombreras (es decir, no encima de las hombreras). El localizador 101 también se prefiere montar de modo que el localizador no se convierta en el punto de contacto durante una colisión entre dos jugadores.

15 **[0081]** El DIB. 16 muestra la hombrera 1500 del DIB. 15 levantada, y el localizador 101 sujeto alrededor de una parte móvil de modo que el localizador 101 esté protegido dentro de la hombrera. Prácticamente todas las hombreras manufacturadas tienen un punto de montaje que cumple esos requisitos en un grado aceptable. Con la seguridad y la amplitud de movimiento del jugador solucionadas y el localizador 101 bien protegido, la atención se desplaza a optimizar el rendimiento del localizador 101.

20 **[0082]** El DIB. 17 muestra el localizador 101 colocado sobre la cabeza de un jugador 1702 (p. ej., configurado en un casco que lleve el jugador) para proporcionar una transmisión radial de 360 grados 1802, como se muestra en el DIB. 18, cuando el localizador está horizontal. El DIB. 19 muestra dos localizadores 101, cada uno de ellos colocado en un hombro diferente del jugador. La transmisión de pings 402 desde cada localizador 101 está obstruida parcialmente por la cabeza y el cuello del jugador 2002 como se muestra en el DIB. 20. Para minimizar el impacto de esta obstrucción de la línea de visión entre el localizador 101 y los receptores 104, los localizadores 101 se colocan en el hombro, tan lejos del cuello y de la cabeza como sea posible al tiempo que se solucionan las preocupaciones descritas anteriormente. Así se reduce en la mayor medida posible el bloqueo de transmisiones.

30 **[0083]** En el ejemplo de un partido de fútbol americano, dé por hecho que un jugador está de pie con los hombros orientados hacia la parte del extremo y el localizador 101 tiene bloqueada la línea de visión hacia el receptor 104 que está a unos 8 metros bloqueada por la cabeza y el cuello del jugador.

35 **[0084]** El DIB. 21 muestra un primer supuesto 2100 en el que el localizador 101 se monta en las almohadillas a lo largo del agujero del cuello y se coloca a 2 pulgadas de la cabeza y el cuello del jugador. Dada la proximidad del localizador 101 a la cabeza y el cuello del jugador, estos bloquean un amplio ángulo (como 126°) de transmisión. A un rango de unos 8 metros, la longitud (d) de un bloqueo de transmisión es de unos 359 metros, con lo que se elimina totalmente un lado del área operativa 102 y cualesquiera receptores 104 colocados por ese lado.

40 **[0085]** El DIB. 22 muestra un segundo supuesto 2200 en el que el localizador 101 se monta en las almohadillas (p. ej., como se muestra en el DIB. 16) y colocado a 7 pulgadas de la cabeza y el cuello del jugador. Como se muestra en el DIB. 21, esta posición de montaje para el localizador 101 reduce en gran medida la parte de la transmisión bloqueada por el cuello y la cabeza un 50 % a aproximadamente 60°. En este ejemplo, a un rango de unos 8 metros, la longitud (d) del bloqueo de transmisión se reduce en unos 105 metros, lo que permite mucho más acceso a la línea del sitio a los receptores 104 para recibir pings 402 del localizador 101.

#### 45 **Montaje de línea central en el hombro**

50 **[0086]** También se tiene en cuenta cómo se mueve un atleta mientras practica un deporte. Siguiendo con el ejemplo del fútbol americano, un jugador podría estar inclinado hacia delante mientras se alinea antes de empezar un partido, y podría estar también inclinado hacia delante mientras corre durante el partido. En la mayoría de situaciones del fútbol, aparte de pasearse entre los juegos, el jugador tiene cierta inclinación por las caderas, con el torso inclinado hacia delante. Por tanto, para conseguir la transmisión óptima del localizador este se monta lo más lejos posible de la línea central de los hombros al tiempo que se soluciona el resto de problemas de posicionamiento descritos anteriormente. Esto hace que el localizador 101 esté prácticamente horizontal durante el partido y, por tanto, optimiza la propagación de pings 402 desde el localizador.

#### 55 **Ventajas de montar los localizadores en los hombros**

##### **A. Eliminación de un solo punto de fallo**

60 **[0087]** Montar dos localizadores 101, cada uno en una hombrera diferente del mismo jugador, tiene ciertas ventajas sobre el uso de un solo localizador sobre el casco del jugador. Por ejemplo, si se equipa a un jugador con un solo localizador (p. ej., configurado en el casco como se muestra en los DIB. 17 y 18) y falla en algún momento durante el partido, la información posicional de ese jugador se perdería para el resto del partido. Tal pérdida de información para el jugador durante un período largo de tiempo durante el partido podría hacer que se malinterprete la participación del jugador y, en el sistema de seguimiento 100, podría haber errores de detección de detenciones, de inicio automático de juego y de detección del tipo de juego. Al colocar dos localizadores 101 en ambas hombreras de un jugador se obtienen datos repetidos sobre la posición del jugador, con lo que se elimina cualquier punto

de fallo en el sistema de seguimiento 100. En el fútbol americano hay también muchos casos durante los partidos en los que un solo localizador 101 en uno de los hombros de un jugador podría no tener línea de visión hacia un número suficiente de receptores 104 (se requiere un mínimo de tres eventos de receptor 110 para un solo ping 402 para determinar una ubicación) para calcular datos posicionales. En esos casos es posible que el localizador del otro hombro 101 siga teniendo la línea de visión hacia al menos tres receptores 104, lo que resulta en la determinación continua de los datos posicionales del jugador rastreado.

### B. Constante de línea central

[0088] Cuando los dos receptores en los hombros 101 funcionan con normalidad y tienen una línea de visión adecuada hacia los receptores 104, es posible que se combinen sus datos posiciones para formar un solo objeto de jugador. Este objeto de jugador único combina los datos posicionales de ambos localizadores para crear una representación de línea central de la posición del jugador. Esta posición de línea central calculada proporciona una representación más exacta del centro de la posición de un jugador en el campo de juego.

### C. Información rotatoria

[0089] Usar los datos posicionales relativos de los dos localizadores 101 posicionados en los hombros de un jugador antes de crear el objeto único de jugador descrito anteriormente, permite al sistema 100 determinar la dirección (rotación) en la que va el jugador. Los DIB. 23, 24, y 25 muestran los ejemplos 2300, 2400, y 2500, respectivamente, que ilustran los objetos de jugador 2302 que incluyen una flecha para indicar la dirección en la que va el jugador. Los datos rotacionales son una adición útil a los datos de emplazamiento 120, especialmente para una aplicación de entrenamiento 130. Además, la inclusión de datos rotacionales facilita increíblemente la tarea de crear representaciones de avatares a partir de los conjuntos de datos creados al grabar datos de emplazamiento 120 (p. ej., dentro de una aplicación 130) durante un partido.

### Accelolocalizador

[0090] Como se describe con mayor detalle a continuación, el sistema de seguimiento de objetos 100 tiene un límite de ancho de banda para el número de eventos de receptor 110 (y, por tanto, el número de pings 402) que puede manejar de forma continua. Para evitar la saturación del sistema 100, los localizadores 101 se pueden configurar con una tasa de ping (es decir, una tasa a la que el localizador 101 genere pings 402, como diez pings por segundo por ejemplo) en base al (a) límite de ancho de banda del sistema 100 y (b) la actividad prevista de cada objeto (p. ej., un jugador/atleta) para los que se configuran los localizadores. Los objetos de los que se espera que tenga más movimiento o actividad son los más interesantes para la aplicación 130, y en última instancia para los espectadores, conectada al sistema 100. Así, los dispositivos de seguimiento sujetos a esos objetos se suelen configurar con una tasa de ping mayor de modo que el sistema 100 determine la ubicación de esos objetos más frecuentemente. Cuando se predice de forma exacta la actividad prevista del objeto, este método de funcionamiento es muy útil. Sin embargo, cuando la actividad del objeto no sea la esperada, las tasas de ping asignadas podrían resultar en un seguimiento no óptimo por parte del sistema 100. Por ejemplo, cuando se espera que un jugador tenga un gran nivel de actividad, se asigna una alta tasa de ping a un localizador o más 101 sujetos a ese jugador. Cuando el jugador no muestra la actividad prevista se malgasta el ancho de banda del sistema de seguimiento. Cuando no se prevé que otro jugador tenga un gran nivel de actividad, los localizadores asociados con ese jugador se configuran con una tasa de ping baja. Sin embargo, si ese jugador muestra un alto nivel de actividad, el sistema 100 podría no rastrear a ese jugador con la exactitud y la fiabilidad proporcionales a la actividad debido a la baja tasa de ping.

[0091] El DIB. 26 muestra un localizador de ejemplo 2601 similar al localizador 101 de los DIB. 1, 2 y 8, que incluye una pila 2602, un microcontrolador 2604, una antena 2606, y un circuito RF 2616, pero que además está configurado con un sensor de movimiento 2650. El microcontrolador 2604 incluye un procesador 2620 y una memoria 2622 que albergan una tasa de ping 2626 y un algoritmo 2628. El circuito RF 2616 es, por ejemplo, un tranceptor para recibir y transmitir señales de radio mediante una antena 2606. Por ejemplo, el circuito RF 2616, bajo el control del microcontrolador 2604, genera pings (p. ej., el ping 402, DIB. 4 y 5), basados en la tasa de ping 2626, que son detectados por los receptores 104 del sistema 100. Por ejemplo, el sensor de movimiento 2650 es uno o más de un acelerómetro, un receptor GPS, etc., que funciona para determinar el movimiento del localizador 2601. En una forma de realización, el sensor de movimiento 2650 incluye tres acelerómetros orientados perpendicularmente que cooperan para detectar la aceleración del localizador 2601 en tres dimensiones.

[0092] El algoritmo 2628 contiene instrucciones legibles para la máquina (es decir, software) ejecutadas por un procesador 2620 para detectar el movimiento del localizador 2601 usando un sensor de movimiento 2650. Por tanto, el algoritmo 2628 detecta el movimiento o la actividad de un atleta configurado con el localizador 2601. Es posible que el algoritmo 2628 utilice la información sobre la aceleración del sensor de movimiento 2650 para determinar la actividad como la velocidad del dispositivo de seguimiento 2601 en un plano horizontal. En base a esta actividad determinada, el algoritmo 2628 puede aumentar o disminuir la tasa de ping 2626, ajustando por tanto la tasa a la que se transmiten los pings desde el dispositivo de seguimiento 2601. En un ejemplo de funcionamiento, cuando el algoritmo 2628 detecta que el dispositivo de seguimiento 2601 está inmóvil o se mueve muy poco, el algoritmo 2628 reduce el valor de la tasa de ping 2626, reduciendo por tanto la tasa a la que se transmiten los pings desde el dispositivo de seguimiento 2601. En otro ejemplo de funcionamiento, cuando el algoritmo 2628 detecta que determinada actividad (p. ej., la velocidad) del dispositivo de seguimiento 2601 se ha incrementado por encima de un umbral predefinido, el algoritmo 2628 incrementa el valor de la tasa de ping 2626, aumentando por tanto la tasa a la que se transmiten los pings desde el dispositivo de seguimiento 2601.

5 [0093] El dispositivo de seguimiento 2601 se puede configurar de forma optativa (p. ej., predefinido en la memoria 2622 o configurado automáticamente por el sistema 100) con límites de tasa de ping, como uno o ambos de una tasa máxima de ping 2630 y una tasa mínima de ping 2632 que definen respectivamente una tasa máxima y una mínima, de modo que el localizador 2601 transmita pings. Por ejemplo, la tasa máxima de ping 2630 o la tasa mínima de ping 2632 podría ser configurada por el sistema de seguimiento de objetos en base a una de las limitaciones del ancho de banda o más, cierto número de dispositivos de seguimiento activos 2601 y un tipo de actividad prevista (p. ej., tipos de deportes y eventos). Cuando se configura con uno o ambos límites de tasa de ping, el algoritmo 2628 trabaja para ajustar la tasa de ping 2626 entre la mínima 2632 y la máxima 2630. Por tanto, la optimización automática del sistema de seguimiento de objetos 100, tal y como se describe anteriormente, podría usarse en combinación con el ajuste automático de la tasa de ping del dispositivo de seguimiento 2601.

15 [0094] El uso de un algoritmo 2628 y de un sensor de movimiento 2650 en el dispositivo de seguimiento 2601 incrementa la fiabilidad del sistema 100 para rastrear objetos configurados con un localizador 2601 en comparación con el rastreo de objetos configurados con un localizador 101, especialmente cuando los objetos son más activos de lo esperado. En el ejemplo del fútbol americano, no se espera que un defensa se mueva muy rápido, por lo que la tasa de ping de los localizadores 2601 asociados con el defensa se configura con una tasa de ping relativamente baja. Sin embargo, si el defensa recibe inesperadamente la pelota y corre hacia la zona de anotación, la tasa de ping 2626 del dispositivo de localización 2601 es aumentada automáticamente por el algoritmo 2628 en base a actividad detectada por el sensor de movimiento 2650, con lo que se permite que el sistema de seguimiento determine la ubicación (es decir, los emplazamientos) para el defensa a una tasa incrementada proporcional al movimiento real del defensa.

25 [0095] En una forma de realización, el algoritmo 2628 compara el movimiento detectado desde el sensor de movimiento 2650 con un umbral predefinido 2634, donde el algoritmo 2628 incrementa la tasa de ping 2626 cuando el movimiento detectado es mayor que el umbral predefinido 2634 (p. ej., hasta que la tasa de ping 2626 alcanza el máximo 2630), y donde el algoritmo 2628 disminuye la tasa de ping 2626 (p. ej., hasta que la tasa de ping 2626 llega al mínimo 2632) cuando el movimiento detectado es mejor que el umbral predefinido 2634.

30 [0096] El algoritmo 2628 podría configurarse específicamente según el tipo de actividad (p. ej., el tipo de evento deportivo) que se rastree. Por ejemplo, el algoritmo 2628 podría configurarse para determinar la tasa de ping 2626 usando una fórmula específica y el movimiento detectado, donde la fórmula específica calcula la tasa de ping 2626 proporcional al movimiento detectado dadas las limitaciones del tipo de actividad. Los ejemplos de fórmulas que determinan o cambian la tasa de ping 2626 relativa al movimiento detectado del sensor de movimiento 2650 puede incluir una de las siguientes o más: una relación lineal simple, una relación de umbral, una relación ponderada y una relación no lineal.

35 [0097] En un ejemplo de funcionamiento, el microcontrolador 2604 ejecuta el algoritmo 2628 para configurar la tasa de ping 2626 a una tasa de referencia o por defecto predeterminada por los diseñadores del sistema o dinámicamente por el propio sistema 100. Durante un evento rastreado, el microcontrolador 2604 ejecuta el algoritmo 2628 para que lea el sensor de movimiento 2650 (p. ej., muestreando resultados analógicos o leyendo resultados digitales del sensor de movimiento 2650) y ajustar o cambiar la tasa de ping 2626 para controlar tasa a la que se transmiten los pings desde el dispositivo de seguimiento 2601.

40 [0098] Como el algoritmo 2628 controla automáticamente la tasa de ping 2626 en directo en base a la actividad real del objeto rastreado (en oposición a la actividad prevista), el ancho de banda del sistema de seguimiento se asigna automáticamente a los localizadores asociados con los objetos activos. Los objetos menos activos automáticamente tienen una tasa de ping menor en comparación con los objetos más activos. Por ejemplo, durante un partido de fútbol americano, los jugadores que están más implicados en manipular (p. ej. lanzar, atrapar y correr) el balón, tanto en los equipos defensivos como en los ofensivos, son los que se mueven y cambian de dirección a mayor velocidad. Los jugadores que tienen una breve interacción con el juego pueden dejar de moverse o entretenerse significativamente. Así, cada dispositivo de seguimiento 2601 se configura automáticamente de modo que los jugadores con el mayor nivel de movimiento y de cambio de dirección tengan las mayores tasas de ping y los jugadores menos activos tengan, en consecuencia, una tasa de ping menor. El sistema de seguimiento, por tanto, se optimiza automáticamente para rastrear a los jugadores más activos (p. ej., los más veloces) y el rastreo de los jugadores más lentos no lo entorpece; los cálculos ambiguos de ubicación no se requieren para todos los jugadores. Además, como esta técnica es autónoma y automática en cada localizador, no se produce ninguna reconfiguración adicional ni por encima en los receptores ni en los procesadores de ubicación del sistema 100.

55 [0099] En una forma de realización alternativa, en cada dispositivo de seguimiento 2601, el algoritmo 2628 determina su actividad 2601 en base al sensor de movimiento 2650 y envía (p. ej., incluyendo por ejemplo un valor indicativo de la actividad o aceleración en cada ping transmitido desde el localizador 2601) una indicación de la actividad del sistema de seguimiento de objetos. Es posible que el sistema de seguimiento de objetos utilice un algoritmo para determinar una tasa de ping óptima para cada dispositivo de seguimiento 2601, y que después determine automáticamente (p. ej., de forma inalámbrica) la tasa de ping 2626 de cada dispositivo de seguimiento 2601 individualmente o conjunto (p. ej., en grupos). En esta forma de realización, el sistema de seguimiento de objetos conoce de forma ventajosa la actividad actual de todos los dispositivos de seguimiento 2600 y puede determinar una tasa de ping para cada uno dependiendo de la actividad de todos los dispositivos de seguimiento y el ancho de banda del sistema.

[0100] En otra forma de realización, es posible que la memoria 2622 almacene una marca dinámica 2636, configurada (p. ej., de forma inalámbrica) por el sistema de seguimiento de objetos 100, que determina si el algoritmo 2628 cambia, automáticamente o no, la tasa de ping 2626 en base a la actividad determinada. Por ejemplo, es posible que el sistema de seguimiento de objetos configure una marca dinámica 2636 "falsa" por los localizadores 2601 asociados con jugadores que en ese momento no están jugando, donde la tasa de ping 2626 permanece baja incluso si el jugador está precalentando, por ejemplo. El sistema de seguimiento de objetos 100 configura marcas dinámicas 2636 "verdaderas" para los jugadores que están participando activamente 103.

[0101] El DIB. 27 es un flujograma que ilustra un ejemplo de método 2700 para configurar automáticamente la tasa de ping 2626 en el dispositivo de seguimiento 2601. Por ejemplo, el método 2700 se implementa en el algoritmo 2628 del dispositivo de seguimiento 2601.

[0102] En el paso 2702, el método 2700 lee el sensor de movimiento. En un ejemplo del paso 2702, bajo el control del algoritmo 2628, el procesador 2620 lee el sensor de movimiento 2650. En el paso 2704, el método 2700 determina la actividad en base a la información leída del sensor de movimiento. En un ejemplo del paso 2704, el algoritmo 2628 determina la actividad en base a la información leída del sensor de movimiento 2650. En el paso 2706, el método 2700 calcula la tasa de ping en base a la actividad determinada en el paso 2704. En un ejemplo del paso 2706, el algoritmo 2628 calcula la tasa de ping 2726, en base al uso de una fórmula lineal con cierta actividad, la tasa máxima de ping 2630 y la tasa mínima de ping 2632. Los pasos 2702 al 2706 se repiten para actualizar continuamente la tasa de ping 2626 en base a la actividad detectada desde el sensor de movimiento 2650.

### Sistema de Gestión de Localizadores de Jugadores

[0103] Para emplear el sistema 100 del DIB. 1 de forma útil, la configuración con la que se instalan los localizadores 101 y en qué objeto rastreado (p. ej., un atleta) es muy importante. En caso de que se instalen varios localizadores en un solo objeto, también es importante que el sistema 100 sepa la ubicación (p. ej., el hombro izquierdo o el derecho del atleta) de cada localizador en el objeto. La asignación de localizadores específicos 101 a los atletas, y la configuración de dichos localizadores, es técnicamente fácil para un solo localizador. Sin embargo, en un día de partido, administrar un gran número (es decir, cientos) de localizadores en un periodo de tiempo relativamente corto antes de que empiece el evento es un desafío.

[0104] El DIB. 28 muestra un ejemplo de administrador de localizadores 2802 para administrar y configurar los localizadores 101. El administrador de localizadores 2802 es un ordenador con un transceptor inalámbrico 2804 para comunicarse con el localizador 101, una memoria 2806 y un procesador 2808. El administrador de localizadores 2802 incluye software 2810 con instrucciones legibles para la máquina guardadas en la memoria 2806 y ejecutadas por el procesador 2808 para proporcionar la funcionalidad del administrador de localizadores 2802 tal y como se describe más abajo. En una forma de realización, el administrador de localizadores 2802 es un ordenador o tableta y el software 2810 es un programa estándar de Windows.

[0105] En el siguiente ejemplo, se instalan dos localizadores 101 en las hombreras izquierda y derecha de un jugador de fútbol americano. Sin embargo, el siguiente procedimiento se aplica a cualquier deporte en el que cada atleta lleve un localizador o más.

[0106] Como se explicó anteriormente, cada localizador 101 incluye un localizador único 10 208. El localizador 101 tiene también uno o más parámetros 2801 que son configurables. Los parámetros pueden controlar características como el apagado y el encendido, la tasa de ping y la interfaz externa. El administrador de localizadores 2802 también se usa para configurar varios localizadores 101 en conjunto, como estableciendo parámetros 2801 para todos los localizadores de los atletas en el vestuario antes o después de un evento deportivo. El transceptor 2804 tiene un alcance inalámbrico corto y una baja sensibilidad para que la comunicación con el localizador 101 se produzca solamente cuando el localizador esté muy cerca del administrador de localizadores 2806, lo que reduce la posibilidad de programar inadvertidamente los localizadores instalados en el equipamiento de otros jugadores.

[0107] En un evento deportivo suele haber cientos de localizadores, y sin un administrador de localizadores 2802, el localizador alfanumérico 10 208 de cada localizador 101 tendría que introducirse manualmente en una tabla de asignaciones de localizadores junto con la identificación del atleta al que el localizador está asociado. Normalmente esas identificaciones de localizadores son largas hileras de lo que parecen caracteres alfanuméricos aleatorios (p. ej., números hexadecimales de ocho dígitos). Al introducir cientos de números así de forma manual se producirá un error humano de forma casi inevitable. Con este método manual, la primera señal de un error en la introducción de los datos suele ser cuando un atleta sale después al campo y no se pueden leer sus localizadores. En ese punto, suele ser demasiado tarde para encontrar y corregir el error resultante en los datos de esa identificación de localizador que falta o, incluso peor, que es inexacta durante todo el partido.

[0108] El administrador de localizadores 2802 incluye una lista de localizadores 2814 (p. ej., un archivo guardado en la memoria 2806 o en una base de datos 2812) que incluye una lista de las identificaciones de localizadores 208 para cierto grupo de localizadores 101. El administrador de localizadores 2802 elabora la lista de localizadores 2814 leyendo automáticamente la identificación 208 de cada localizador 101 del grupo (p. ej., digamos una bolsa o caja de localizadores). Continuando con el ejemplo del fútbol americano, para instalar dos localizadores en cada uno de los 50 pares de hombreras, el primer paso sería crear dos listas de localizadores 2814(1), 2814(2), cada una con 50 localizadores, una lista para los hombros izquierdos y otra para los derechos, respectivamente.

[0109] El administrador de localizadores 2802 incluye también un listado 2816 (p. ej., un archivo guardado en la memoria 2806 o en una base de datos 2812) que contiene información sobre cada uno de los atletas de un equipo. Como mínimo, el listado contiene 2816 para cada jugador su número o nombre y una identificación de localizador 208 para cada uno de los localizadores asociados o instalados en el atleta, además de la posición del localizador en el atleta (p. ej., el hombro izquierdo). Cuando el localizador 101 tenga parámetros configurables 2801 (p. ej., la tasa de ping) entonces esa configuración se guardaría también en el listado 2816.

[0110] El administrador de localizadores 2802 crea y administra el listado 2816, que también es usado por aplicaciones 108 del sistema 100 en las que cada identificación de un localizador 208 se asocia con el nombre o el número de un jugador.

[0111] Se puede crear el listado 2816 antes de instalar el localizador, lo que significa menos trabajo para quien los instala. Por ejemplo, los números y los nombres de cada jugador, así como las velocidades deseadas de los localizadores, se suelen saber con antelación. El DIB. 29 muestra el listado del 216 siendo editado en un editor sencillo proporcionado por el software 2810 del administrador de localizadores 2802.

[0112] Habiendo preparado dos bolsas de localizadores 101 y sus respectivas listas de localizadores 2814(1) y 2814(2), los localizadores 101 podrán instalarse físicamente en todas las hombreras, como se ha explicado ya. Durante la instalación no hay que prestar atención a la identificación de cada localizador. El proceso solamente consiste en instalar cualquier localizador de la bolsa del hombro izquierdo en todos los hombros izquierdos y cualquier localizador de la bolsa del hombro derecho en todos los hombros derechos.

[0113] A medida que se complete cada conjunto de hombreras, o cuando se complete la instalación de todos los localizadores en las hombreras el administrador de localizadores 2802 es usado para añadir automáticamente las identificaciones de localizadores 208 al listado 2816. El DIB. 30 es una captura de pantalla 3000 que ilustra un ejemplo de adición de identificadores de localizadores 208 al listado 2816. El usuario del administrador de localizadores 2802 hace clic en la columna de identificaciones de localizadores para un conjunto específico de hombreras en las que ya se han instalado los localizadores. Entonces el usuario apunta el transceptor 2804 a ese par de hombreras y pulsa el botón de añadir localizadores 3002. Al hacerlo 3002, el administrador de localizadores 2802 lee todos los localizadores dentro del alcance inalámbrico del transceptor 2804. Entonces el software 2810 verifica que solo se hayan leído dos identificaciones de localizadores. Si no, el software insta al usuario a probar de nuevo. El software 2810 verifica entonces que una de las identificaciones de localizadores leída sea de la lista de localizadores izquierdos 2814(1) y que la otra lo sea de la lista de localizadores derechos 2814(2). El software 2810 inserta entonces las identificaciones de localizadores leídas en la fila y la columna apropiadas del listado 2816, como se muestra en el DIB. 31.

[0114] En general, los localizadores 101 se instalan en las hombreras mucho tiempo antes del primer evento en el que se usarán. Todos los localizadores 101 se programan cuando hay un evento. Como mínimo, cada localizador 101 se activa (es decir, se enciende), y se configuran otros parámetros opcionalmente (tasa de ping, I/O externo, etc.). El administrador de localizadores 2802 proporciona un método rápido y fiable para configurar todos los localizadores asociados con un solo equipo, incluso en el agitado ambiente de un vestuario antes del partido.

[0115] El DIB. 32 muestra un ejemplo de la pantalla de control 3200 del administrador de localizadores 2820 para configurar todos los localizadores 101 usados para un equipo específico. La lista desplegable 3202 selecciona un listado en particular 2816, la lista desplegable 3204 selecciona una configuración en especial 20 para los parámetros 2801 (p. ej., encender los localizadores y configurarlos o apagarlos), y el botón de "Programar" 3206 activa la programación de los localizadores enumerados en el archivo de listado seleccionado 2816. Una vez se haya seleccionado el botón 3206, el administrador de localizadores 2802 escanea continuamente en busca de localizadores 101 dentro del alcance del transceptor 2804. Cada localizador 101 con una identificación de localizador 208 en el listado 2816, el administrador de localizadores 2802 lo enciende y lo configura.

[0116] El DIB. 33 muestra un ejemplo de la pantalla de estado 3300 que se selecciona al hacer clic en el botón de estado 3208 de la pantalla de control 3200. La pantalla de estado 3300 muestra un listado 2816 donde, como se detecta y programa cada localizador individual, la identificación del localizador se resalta en verde 3302 o amarillo 3304 para indicar que está listo. El amarillo 3304 indica que al localizador le queda poca energía. El verde 3302 indica que el localizador tiene suficiente energía. A medida que el administrador de localizadores 2802 se mueve por el vestuario, se programa automáticamente cada vez más localizadores 101 que se marcan como preparados. Cuando se haya programado el último localizador, el administrador de localizadores 2802 mostrará un mensaje diciendo que todos los localizadores del listado se han programado con éxito.

[0117] Si vas al extremo del vestuario y se pasan por alto algunos localizadores accidentalmente, solamente tienes que recorrer el listado 2816 para identificar los localizadores que no se hayan programado (es decir, los que no estén resaltados en amarillo ni en verde). El sistema te dirá, por ejemplo, el localizador del hombro izquierdo del jugador n.º 12 (jugador 3) no se ha programado aún.

### Medición continua de exactitud

[0118] En el sistema 100 del DIB. 1, la exactitud de la ubicación es extremadamente importante y absolutamente crucial cuando el sistema 100 se usa en los eventos deportivos de gran significación. Cuando el sistema 100 funciona sin interferencias, los datos

de emplazamiento 120 que definen la ubicación de cada localizador 101 se envían periódicamente (muchas veces por segundo) y es exacto y consistente. Sin embargo, varias condiciones anómalas pueden aparecer y disminuir la exactitud del sistema 100.

5 [0119] El sistema 100 puede incluir una aplicación de monitorización de exactitud continua 130(2) que proporciona una medición continua de la exactitud de la ubicación en el sistema 100. Cuando la aplicación 130(2) determine que la exactitud del sistema 100 se ve afectada más allá de un umbral preconfigurado, se informará de inmediato a un operario para que tome las medidas apropiadas para corregirlo.

10 [0120] El sistema 100 usa la ubicación física exacta (X,Y,Z) de cada receptor 104, además de la ubicación (p. ej., la posición X, y, Z relativas a los receptores 104) de un localizador de prueba o más 101. La calibración y exactitud del sistema 100 depende de conocer esas ubicaciones precisas. Las medidas de la posición del resto de localizadores 101 por parte del sistema 100 se basan indirectamente en esos localizadores de prueba. Una vez se ha instalado, el sistema 100 es potente y fiable por defecto, pero hay varios eventos y situaciones que pueden comprometer la exactitud de las mediciones de la posición para todos los localizadores por parte del sistema. A diferencia de los fallos catastróficos del sistema, el comprometer la exactitud de la ubicación puede pasarse por alto fácilmente durante mucho tiempo, lo que resulta en un conjunto de datos para el evento que, en el mejor de los casos es sospechoso y, en el peor de los casos, es totalmente inútil.

15 [0121] La aplicación 130(2) monitoriza constantemente la exactitud general del sistema de medición y alerta inmediatamente a un operario del sistema 100 cuando la exactitud medida está fuera de un umbral preconfigurado. Cuando se instala el sistema 100, se monta cierto número de localizadores de prueba en ubicaciones fijas dentro del área de funcionamiento o alrededor de ella 102 (p. ej., en las instalaciones deportivas). En una forma de realización, los localizadores de prueba 101 se montan permanentemente con un suministro continuo de energía en lugar de la pila 202. Es posible que el sistema 100 incluya dos o tres localizadores de prueba 101 a cada lado del área de funcionamiento 102, espaciados más o menos a intervalos similares. Cuando se instala el sistema 100, las posiciones precisas (X,Y,Z) de esos localizadores de prueba se miden (p. ej., con un dispositivo de medición láser) al mismo nivel de exactitud que la ubicación determinada de los receptores 104.

[0122] Cuando esos localizadores de prueba se instalan hay una serie de condiciones que deben cumplirse para que siga funcionando la monitorización continua de exactitud del sistema: Cada localizador de prueba 101 se

- 30
- triangula usando un subconjunto de todos los receptores 104 del sistema 100.
  - Cada receptor 104 está implicado en la triangulación de al menos un localizador de prueba 101.

35 [0123] Una vez se haya instalado el sistema 100, la posición de cada localizador de prueba 101, determinada por el sistema 100, se registra. Idealmente, la posición de cada localizador de prueba 101 determinada por el sistema 100 coincide exactamente con la posición medida por láser de cada localizador de prueba 101. En realidad, sin embargo, siempre hay una pequeña discrepancia; el margen de error aceptado es de +/- 6 pulgadas, por ejemplo. La discrepancia se registra en la triangulación inicial de cada localizador de prueba. Durante la instalación inicial la única importancia de esas mediciones erróneas es que deberían ser menos que el máximo de errores permitidos por el sistema. Si no, indica un problema con la instalación que debe solucionarse antes de proceder.

40 [0124] Cuando se haya completado la instalación, la aplicación de monitorización continua de exactitud 130(2) leerá continuamente la posición indicada de cada localizador de prueba 101. Las posiciones indicadas pueden variar ligeramente debido al ruido en el sistema 100. El sistema 100 promedia las mediciones de posición entrantes de cada localizador de prueba 101 para reducir el ruido del sistema. Después la aplicación 130(2) calcula el error usando la medición de posición promediada y la posición medida por láser del localizador de prueba 101. El sistema 100 compara entonces este error medido con el error aceptable (p. ej., +/- 6 pulgadas) para ese localizador. Si la diferencia entre esos dos errores es mayor que el umbral predeterminado o si el error medido es mayor que el error máximo aceptable, entonces la aplicación 130(2) generará una condición de alerta.

45 [0125] La condición de alerta consiste en un mensaje que aparece en el ordenador del operario, registrando la condición en un historial y publicando el evento en la red de ordenadores para todos los programas de la aplicación conectados al sistema que el operario del sistema usaría.

50 [0126] Una de las ventajas del diseño del sistema 100, especialmente tal y como se implementa para las instalaciones deportivas, es que hay un alto grado de redundancia incorporado. Incluso si fallan muchos componentes individuales importantes, el sistema 100 seguirá funcionando con un nivel razonable ligeramente menor de exactitud o rendimiento. Aunque el sistema 100 sigue pudiendo utilizarse en tal caso, sigue siendo muy importante ser consciente del fallo. Las condiciones de error que la aplicación de monitorización continua de exactitud 130(2) puede detectar incluyen:

- 55
- Fallo de hardware de un receptor 104
  - Fallo de hardware de un cable a un receptor 104
  - Fallo de hardware de un puerto Ethernet al receptor 104
  - Fallo de hardware de un localizador de prueba 101
  - Bloqueo físico de un localizador de prueba 101
  - Las obstrucciones físicas entre un receptor 104 y el campo
  - Lluvia muy fuerte
- 60
- 65

[0127] Es posible que la aplicación 130(2) no determine la causa de un problema, solo que algo que está causando una caída perceptible en la exactitud del sistema 100. Queda a elección de operario determinar la causa específica del problema usando todas las herramientas de diagnóstico a su disposición.

5 [0128] El DIB. 34 es un flujograma que ilustra un ejemplo de método 3400 para la monitorización continua de la exactitud, en una forma de realización. El método 3400 se implementa por ejemplo dentro de la aplicación de monitorización continua de la exactitud 130(2). En una forma de realización alternativa, el método 3400 se implementa en el centro de procesamiento 150.

10 [0129] En el paso 3402, el método 3400 extrae menos emplazamientos para los localizadores de prueba del conjunto de datos actuales. En un ejemplo del paso 3402, las ubicaciones de los localizadores de prueba 101 resultantes de los eventos de receptor 110 de pings 402 emitidos por los localizadores de prueba se extraen de los datos de emplazamiento 120. En el paso 3404, el método 3400 compara la ubicación de todos los localizadores de prueba con su valor de calibración. En un ejemplo del paso 3404, ciertas ubicaciones de los localizadores de prueba 101 se comparan con la introducción de factores de calibración de los  
15 localizadores de prueba en el paso 3406.

[0130] El paso 3408 es una decisión. Si, en el paso 3408, el método 3400 determina que la ubicación determinada de todos los localizadores de prueba está dentro de las tolerancias del sistema, el método 3400 continúa con el paso 3414 y termina hasta que se lo vuelva a necesitar; si no, el método 3400 continúa con el paso 3410. En el paso 3410, el método 3400 genera una alerta del sistema para todas las aplicaciones. En un ejemplo del paso 3410, el centro de procesamiento 150 genera y envía una alerta a las  
20 aplicaciones 130 para indicar el error de ubicación encontrado. En el paso 3412, el método 3400 emite una advertencia al operario indicando que la exactitud del sistema se ve comprometida. En un ejemplo del paso 3412, el centro de procesamiento 150 emite una advertencia para uno o más operarios del sistema 100.

25 [0131] El método 3400 finaliza entonces. El método 3400 se emplea periódicamente o continuamente para evaluar el rendimiento del sistema 100.

**Unos de la monitorización continua de exactitud;:**

30 [0132] Cuando un operario llega a una instalación deportiva y activa el sistema 100, sin ningún equipamiento adicional, el operario verificará inmediatamente que el sistema 100 funcione correctamente y que no ha cambiado nada importante desde la última vez que se usó. Si una pieza del equipamiento falla de repente (p. ej., un cable cortado), la aplicación de monitorización continua de la exactitud 130(2) enviará una alerta inmediata de que algo va mal. En algunos casos, la aplicación de monitorización continua de exactitud 130(2) notifica al operario las condiciones que no se pueden corregir de inmediato. La aplicación de monitorización  
35 continua de exactitud 130(2) puede también indicar cuando la condición cause una ligera degradación en la calidad de los datos de emplazamiento 120 pero estos siguen siendo lo bastante exactos para que el sistema 100 los use. En tales casos, sigue resultando útil que lo notifique para que cualesquiera datos recabados se marquen automática o manualmente para indicar que su calidad es reducida. Esto puede ser muy útil después al analizar los datos de emplazamiento reunidos 120.

40 **Optimización automática del sistema de seguimiento de objetos**

[0133] Siguiendo con el ejemplo del DIB. 1, el optimizador 160 asigna dinámicamente el ancho de banda y los recursos del sistema 100 en respuesta al comportamiento del atleta, el flujo de eventos y los cambios en las condiciones ambientales para mantener automáticamente un rendimiento óptimo del sistema de seguimiento de objetos 100.

45 [0134] El optimizador 160 utiliza un enfoque en tres niveles para ajustar automática y dinámicamente el sistema de seguimiento de objetos 100 para que se reciba el conjunto de los eventos de receptor 110, y se determinen los emplazamientos para los localizadores asociados a los objetos con mayor valor, como los localizadores sujetos a atletas activos en el campo de juego 103. El optimizador 160 calcula un índice emplazamiento-ping del sistema 100 dependiendo de los pings 402 generados por los localizadores 101 y que resultan en emplazamientos dentro de los datos de emplazamiento 120. El índice emplazamiento-ping es por ejemplo un valor de porcentaje determinado dividiendo el número de emplazamientos generados por el número de pings 402 previstos durante un período definido. El optimizador 160 funciona para mantener el índice emplazamiento-ping en el valor deseado (p. ej., el 50 %) de modo que el ancho de banda del sistema 100 no se sature. Es posible que el optimizador 160 calcule también un índice emplazamiento-ping (ver índice emplazamiento-ping 4340 del DIB. 43) para ciertos localizadores 101 y que  
50 funcione para incrementar simultáneamente el índice emplazamiento-ping de los localizadores sujetos a atletas especialmente interesantes, a la vez que mantiene el ancho de banda del sistema 100 en un margen seguro por debajo de la saturación.

**Tabla 1 Ejemplos de parámetros**

Parámetros	Valor	Tipo
Objetivo (Ubicaciones)	1320	Emplazamientos/seg.
Índice emplazamiento- ping	55 %	% de pings buenos del total
Presupuesto total de pings	2400	N.º total de pings con los que trabajar

Número de jugadores	96	48 Jugadores por equipo
Jugadores en el campo	22	11 Jugadores de cada equipo
Número de defensas en el campo	10	5 defensas en el campo/equipo
Número de jugadores que se mueven por el campo	8	4 jugadores que se mueven por el campo/equipo
Número de jugadores capacitados en el campo	4	2 jugadores capacitados en el campo/equipo
Velocidad máxima del jugador	10	yardas/seg

**Asignación de tasa de ping**

5 [0135] En muchos deportes (p. ej., el fútbol americano) rastreados por el sistema 100, un gran número de atletas monitorizados están dentro del área de funcionamiento 102, aunque muchos menos de ellos son de interés en un momento dado. La Tabla 1 Ejemplos de parámetros muestra un ejemplo de parámetros de configuración del sistema 100 para un partido de fútbol americano con noventa y seis jugadores monitorizados. En este ejemplo, el ancho de banda del sistema 100 se limita a manejar dos mil cuatrocientos pings por segundo. Presuponiendo que cada uno de los noventa y seis jugadores tenga un localizador 101 configurado a la que se puede configurar cada localizador es de veinticinco pings por segundo ( $2400/96 = 25$ ). Teniendo en cuenta la velocidad máxima del atleta de 10 yardas/seg. y el índice emplazamiento-ping del 55 %, la posible distancia recorrida por un jugador entre emplazamientos válidos es de 26,2 pulgadas (ver

10 [0136] Tabla 2 Ejemplo de distribución uniforme).

15 **Tabla 2 Ejemplo de distribución uniforme**

Parámetros	Valor	Tipo
Número de localizadores	96	
Tasa de ping por localizador	25	
Pings usados del presupuesto total de pings	2400	
Pings/localizador/seg. encontrados	14	
Tiempo entre emplazamientos	0,07	Segundos
Posible distancia recorrida (yardas)	0,73	Yardas
Posible distancia recorrida (pulgadas)	26,2	Pulgadas
Presupuesto remanente de pings	o	

20 [0137] En el ejemplo anterior, el presupuesto total de pings se consume; sin embargo, el rendimiento del sistema 100 con esta configuración no es óptimo. Aunque es importante saber si los jugadores están en las líneas laterales, no es importante saber con precisión en qué punto de la línea están en un momento dado. Sin embargo, es muy importante saber dónde están los jugadores durante el partido en el campo de juego tan exactamente como sea posible.

25 [0138] El DIB. 35 muestra el optimizador 160 del DIB.1 con mayor detalle, además de ilustrar la funcionalidad del administrador de conjuntos de localizadores en los datos 164 El optimizador 160 incluye un asignador de tasa de ping 3502 implementado en el software 162 como instrucciones legibles para la máquina que se cargan y ejecutan en el optimizador 160.

30 [0139] El DIB. 36 muestra un ejemplo 3600 en el que dos equipos de fútbol americano (equipo A y equipo B) se disponen a jugar un partido próximamente. Todos los jugadores de cada equipo tienen un localizador 101 para que el sistema 100 del DIB. 1 determine y rastree su ubicación. En el ejemplo 3600, la ubicación rastreada de cada jugador del equipo A está representada por una "X", y la ubicación rastreada de cada jugador del equipo B está representada por una "O". Hay noventa y seis jugadores en total (cuarenta y ocho en cada equipo). Treinta y siete jugadores del equipo A están en una línea lateral del campo de juego 103, treinta y siete jugadores del equipo B están en la línea lateral contraria del campo de juego 103, y hay once jugadores de cada equipo en el campo de juego 103 preparándose para jugar.

35 [0140] Primero, el asignador de tasa de ping 3502 agrupa los identificadores (p. ej., la identificación del localizador 208) de los localizadores 101 en conjuntos de localizadores 3512 (incluyendo los subconjuntos de localizadores en su caso) en base a la ubicación determinada de cada localizador 101 desde el centro de procesamiento 150, los datos sobre el perímetro del campo de juego 103, y opcionalmente la asignación por equipos de cada localizador 101. Entonces, el asignador de tasa de ping 3502 configura cada localizador 101, usando un transmisor 180, por ejemplo, con una tasa de ping basada en qué identificador de qué conjunto de localizadores 3512 se incluye. Por ejemplo, los localizadores 101 identificados en el conjunto de localizadores 3512(1) se configuran con una tasa de ping más alta que los localizadores identificados dentro del conjunto de localizadores 3512(2). El asignador de tasa de ping 3502 determina las tasas de ping para cada conjunto de localizadores 3512 en base a los parámetros de control 3514 que incluyen información como el presupuesto de pings que incluye el número máximo de pings por segundo que

maneja el sistema 100, y una tasa de ping fuera de campo que define una tasa de ping para los localizadores 101 de objetos que no estén en el campo de juego 103.

5 **[0141]** En un ejemplo de funcionamiento, el asignador de tasa de ping 3502 incluye identificaciones de localizadores 208 de los localizadores 101 ubicados en el campo de juego 103 dentro del conjunto de localizadores 3512(1), incluye identificaciones de localizadores 208 de los localizadores 101 asociados con jugadores del equipo A que no están en el campo de juego 103 dentro del conjunto de localizadores 3512(2) e incluye identificaciones de localizadores 208 de los localizadores 101 asociados con jugadores del equipo B que

10 no están en el campo de juego 103 dentro del conjunto de localizadores 3512(3). El asignador de tasa de ping 3502 entonces determina y asigna una tasa de ping para cada localizador 101 en base a los datos sobre el presupuesto de pings del sistema 100 y el conjunto de localizadores 3512 en el que se incluya el identificador de localizadores. En este ejemplo, el asignador de tasa de ping 3502 configura los localizadores identificados dentro del conjunto de localizadores 3512(1) (el conjunto de localizadores de mayor prioridad) para que funcione con una tasa de ping más rápida que los localizadores identificados dentro de los conjuntos de localizadores 3512(2) y 3512(3) (los conjuntos de localizadores de menor prioridad). Es posible que el asignador de tasa de ping 3502 funcione con más o con menos conjuntos de localizadores 3512 sin salirse del alcance de este documento. Por ejemplo, es posible que se usen más conjuntos de localizadores cuando el sistema 100 rastree deportes diferentes. Los localizadores configurados con una tasa de ping más rápida producen ubicaciones con mayor exactitud que los localizadores configurados con una tasa de ping más lenta.

20 **[0142]** El DIB. 37 es un flujograma que ilustra un ejemplo de método 3700 para la optimización automática del sistema de seguimiento de objetos 100 del DIB. 1., en base al agrupamiento de localizadores 101 en los conjuntos de localizadores 3512. Por ejemplo, el método 3700 se implementa dentro del asignador de tasa de ping 3502 del DIB. 35. En el paso 3702, el método 3700 identifica los localizadores y determina el perímetro del campo. En un ejemplo del paso 3702, el asignador de tasa de ping 3502 identifica los localizadores 101 activos dentro del sistema 100 y determina, a partir de parámetros medidos o predefinidos 3514 almacenados en el optimizador 160, los detalles del perímetro de un campo de juego 103. En el paso 3704, el método 3700 adquiere la ubicación actual de cada localizador. En un ejemplo del paso 3704, el asignador de tasa de ping 3502 recibe datos de emplazamiento 120 del centro de procesamiento 150. Los pasos del 3706 al 3718 constituyen un circuito que se repite para cada uno de los localizadores identificados en el paso 3702.

30 **[0143]** El paso 3708 es una decisión. Si, en el paso 3708, el método 3700 determina que la ubicación determinada del localizador actual está dentro del perímetro determinado, el método 3700 continúa con el paso 3710; si no el método 3700 continúa con el paso 3712. En el paso 3710, el método 3700 asigna el localizador actual a un conjunto de localizadores de alta prioridad. En un ejemplo del paso 3710, el asignador de tasa de ping 3502 añade la identificación del localizador 208 del localizador 101 al conjunto de localizadores 3512(1). El método 3700 continúa con el paso 3718.

35 **[0144]** El paso 3712 es una decisión. Si, en el paso 3712, el método 3700 determina que el localizador actual está en un jugador del equipo A, el método 3700 continúa con el paso 3714; si no el método 3700 continúa con el paso 3716. En un ejemplo del paso 3712, el asignador de tasa de ping 3502 utiliza la identificación del localizador 208 del localizador actual 101 para buscar información relacionada en una base de datos que defina, por ejemplo, las asignaciones de localizadores, definiendo el jugador al que se asignará el localizador actual 101. En el paso 3714, el método 3700 añade el localizador actual a un conjunto de localizadores de baja prioridad del equipo A. En un ejemplo del paso 3714, el asignador de tasa de ping 3502 añade la identificación del localizador 208 del localizador actual 101 al conjunto de localizadores 3512(2). El método 3700 continúa con el paso 3718. En el paso 3716, el método 3700 asigna el localizador actual a un conjunto de localizadores de baja prioridad del equipo B. En un ejemplo del paso 3716, el asignador de tasa de ping 3502 añade la identificación del localizador 208 del localizador actual 101 al conjunto de localizadores 3512(3).

40 **[0145]** En el paso 3718, el método 3700 regresa al paso 3706 para repetir los pasos del 3708 al 3718 para la selección posterior de localizadores. Una vez se hayan procesado todos los localizadores, el método 3700 continúa con el paso 3720. En el paso 3720, el método 3700 configura cada localizador en base al conjunto de localizadores asignado. En un ejemplo del paso 3720, el optimizador 160 genera datos de configuración 170 con (a) una tasa de ping de cien pings por segundo para cada localizador 101 que tenga su identificación del localizador 208 dentro del conjunto de localizadores 3512(1) y (b) una tasa de ping de un ping por segundo para cada localizador que tenga su identificación del localizador 208 dentro del conjunto de localizadores 3512(2) o el 3512(3). En otra forma de realización, la tasa de ping de cada conjunto de localizadores se determina en base al número de identificaciones del localizador en cada conjunto de localizadores y el OABS. En otra forma de realización, la configuración de cada localizador se produce independientemente en uno de los pasos 3510, 3514, y 3516 dentro del circuito de pasos 3506-3518.

55 **[0146]** El DIB. 38 muestra un ejemplo de representación visual 3800 de los localizadores 101 agrupados según la ubicación determinada en el área de funcionamiento 102 y el perímetro del campo de juego 103, donde los localizadores dentro del perímetro del campo de juego 103 se muestran dentro del conjunto de localizadores 3512(1), los localizadores 101 del equipo A que están ubicados en la primera línea lateral 3802 se muestran dentro del conjunto de localizadores 3512(2), y los localizadores 101 del equipo B que están ubicados en la segunda línea lateral 3804 se muestran dentro del conjunto de localizadores 3512(3).

65 **[0147]** Usando las presuposiciones definidas en la Tabla 1 Ejemplos de parámetros, el asignador de tasa de ping 3502 determina una tasa de ping distinta para los localizadores 101 identificados en cada conjunto de localizadores 3512 en base al presupuesto

de pings del sistema 100, el número de conjuntos de localizadores con prioridad 3512 y el número de localizadores 101 identificados en cada conjunto de localizadores 3512. En el ejemplo de la Tabla 3 Ejemplo de alta/baja priorización, el asignador de tasa de ping 3502 establece la tasa de ping de los localizadores 101 identificados en el conjunto de localizadores 3512(1) a 100 Hz, la tasa de ping de los localizadores 101 identificados en los conjuntos de localizadores 3512(2) y 3512(3) a 1 Hz. Con una tasa de ping incrementada de 25 a 100 pings por segundo para los localizadores 101 identificados en el conjunto de localizadores 3512(1), la posible distancia recorrida entre emplazamientos válidos para esos localizadores se reduce de 26,2 pulgadas (determinadas por el "Ejemplo de distribución uniforme" anterior) a 6,5 pulgadas.

**Tabla 3 Ejemplo de alta/baja priorización**

Parámetros	Valor	Tipo
<u>Jugadores de baja prioridad (conjunto de localizadores 3512(2))</u>	74	En las líneas laterales
Tasa de ping de baja prioridad	1	Pings por segundo
Pings usados del presupuesto total de pings	74	
Remanente del presupuesto de pings	2326	
<u>Jugadores de alta prioridad (conjunto de localizadores 3512(1))</u>	22	En el campo de juego
Configuración de ping/jugador de alta prioridad	100	Pings/Jugador/Seg.
Pings usados del presupuesto total de pings	2200	
Pings válidos/jugador en el campo/seg.	55	Emplazamientos válidos/seg.
Tiempo entre emplazamientos	0,0182	Segundos
Posible distancia recorrida (yardas)	0,18	Yardas
Posible distancia recorrida (pulgadas)	6,5	Pulgadas
Remanente del presupuesto de pings	126	

[0148] Siguiendo con el ejemplo del fútbol americano, de los veintidós jugadores en el campo de juego 103, la actividad esperada de cada uno se basa en su posición de juego designada. Por tanto el asignador de tasa de ping 3502 divide además los veintidós localizadores identificados en el conjunto de localizadores 3512(1) en los tres subconjuntos de localizadores 3512(1)(1), 3512(1)(2), y 3512(1)(3).

[0149] El DIB. 39 muestra un ejemplo de subagrupamiento de identificadores de localizadores 101 en el conjunto de localizadores 3512(1) (que aparecen como posicionados en el campo de juego 103) en los tres subconjuntos de localizadores 3512(1)(1), 3512(1)(2), y 3512(1)(3). Aunque se usen tres subconjuntos de localizadores en este ejemplo, es posible que el asignador de tasa de ping 3502 use más o menos subconjuntos de localizadores sin salirse del alcance de este documento. A cada subconjunto de localizadores se le asigna un nivel de prioridad en base al nivel de actividad esperado del jugador asociado o la prioridad de ese jugador.

[0150] La Tabla 4 Ejemplo de alta/baja priorización y posición muestra ejemplos de subgrupos de jugadores en base a la posición y la prioridad del jugador.

**Tabla 4 Ejemplo de alta/baja priorización y posición**

Parámetros	Valor	Tipo
<u>Jugadores en la línea lateral (conjuntos de localizadores 2 y 3)</u>	74	En las líneas laterales
Tasa de ping de baja prioridad	1	Pings por segundo
Pings usados del presupuesto total de pings	74	
Remanente del presupuesto de pings	2326	
<u>Defensas en el campo (conjunto de localizadores 1.3)</u>	10	5 defensas por equipo en el campo
Tasa de ping para los defensas	30	30 pings/defensa
Pings usados del presupuesto para los defensas	300	
Pings válidos/jugador en el campo/seg.	16,5	Emplazamientos válidos/seg.
Tiempo entre emplazamientos	0,0606	Segundos
Posible distancia recorrida (yardas)	0,61	Yardas

## ES 2 993 545 T3

Posible distancia recorrida (pulgadas)	21.8	Pulgadas
Remanente del presupuesto de pings	2026	total - líneas laterales- defensas
Jugadores móviles en el campo (conjunto de localizadores 1.2)	8	Jugadores móviles en el campo
Configuración de ping/jugador móvil en el campo	100	Pings/Jugador/Seg.
Pings usados del presupuesto para los defensas	800	
Pings válidos/jugador en el campo/seg.	55	Emplazamientos válidos/seg.
Tiempo entre emplazamientos	0,0182	Segundos
Posible distancia recorrida (yardas)	0,18	Yardas
Posible distancia recorrida (pulgadas)	6,5	Pulgadas
pings	1226	total - líneas laterales- defensas-móvil
Jugadores capacitados en el campo (conjunto de localizadores 1.1)	4	Jugadores capacitados en el campo
Configuración de ping/jugador móvil en el campo	300	Pings/Jugador/Seg.
Pings usados del presupuesto para los defensas	1200	
Pings válidos/jugador en el campo/seg.	165	Emplazamientos válidos/seg.
Tiempo entre emplazamientos	0,0061	Segundos
Posible distancia recorrida (yardas)	0,06	Yardas
Posible distancia recorrida (pulgadas)	2,2	Pulgadas
Remanente del presupuesto de pings	26	

5 **[0151]** Siguiendo con el ejemplo del fútbol americano, los defensas no se suelen mover muy deprisa ni recorrer mucha distancia durante los partidos. Por tanto, los identificadores de los localizadores 101 asignados a los defensas (definidos en la base de datos de localizadores durante la asignación de localizadores, por ejemplo) se agrupan en el subconjunto de localizadores con la menor prioridad 3512(1)(3). En este ejemplo hay diez defensas en el campo de juego 103 (cinco en cada equipo). El asignador de tasa de ping 3502 configura por tanto los localizadores 101 identificados en el subconjunto de localizadores 3512(1)(3) con una tasa de ping de 30 pings/seg., lo que resulta en una posible distancia recorrida entre emplazamientos válidos de 21,8 pulgadas.

10 **[0152]** Los jugadores móviles, que incluyen por ejemplo los linebackers y los corredores, se desplazan más deprisa que los defensas y recorren mayores distancias que estos en un partido. En este ejemplo, las identificaciones del localizador 208 de los localizadores 101 asignados a ocho jugadores móviles en el campo de juego 103 (cuatro en cada equipo) se agrupan en un subconjunto de localizadores de prioridad media 3512(1)(2). El asignador de tasa de ping 3502 configura los localizadores 101 identificados en el subconjunto de localizadores 3512(1)(2) con una tasa de ping de 100 pings/seg., lo que resulta en una posible distancia recorrida entre emplazamientos válidos de 6,5 pulgadas.

15 **[0153]** Los jugadores capacitados, que pueden incluir los receptores y los esquineros, son probablemente los jugadores que más rápido se mueven y los que cubren las mayores distancias en un partido. En este ejemplo hay cuatro jugadores capacitados (dos en cada equipo). Las identificaciones del localizador 208 de los localizadores 101 asignados a esos jugadores capacitados se agrupan por tanto en el subconjunto de localizadores con la mayor prioridad 3512(1)(1). El asignador de tasa de ping 3502 configura los localizadores 101 identificados en el subconjunto de localizadores 3512(1)(1) con la tasa de ping más alta de 300 pings/seg., lo que resulta en una posible distancia recorrida entre emplazamientos válidos de 2,2 pulgadas.

20 **[0154]** El DIB. 40 es un flujograma que ilustra un ejemplo de método 4000 para subagrupar los identificadores de localizadores 208 en un conjunto de localizadores de alta prioridad (p. ej., el conjunto de localizadores 3512(1)) en subconjuntos de localizadores primero, segundo y tercero (p. ej., los subconjuntos de localizadores 3512(1)(1), 3512(1)(2), y 3512(1)(3)). El método 4000 se implementa por ejemplo en el asignador de tasa de ping 3502 del DIB. 35. Aunque se usan tres subconjuntos de localizadores en estos ejemplos, el método 4000 se puede modificar para usar más o menos subconjuntos de localizadores sin salirse del alcance de este documento.

25 **[0155]** En el paso 4002, el método 4000 selecciona una primera identificación del localizador del conjunto de localizadores. En un ejemplo del paso 4002, el asignador de tasa de ping 3502 selecciona una primera identificación de localizador 208 del conjunto de localizadores 3512(1). En el paso 4004, el método 4000 determina la posición de juego del 20 jugador asociado con la identificación del localizador. En un ejemplo del paso 4004, el asignador de tasa de ping 3502 accede a la información relativa de la identificación del localizador 208 actual en una base de datos que defina, por ejemplo, las asignaciones de localizadores, para determinar la posición del jugador asociado con la identificación del localizador.

30 **[0156]** El paso 4006 es una decisión. Si, en el paso 4006, el método 4000 determina que el jugador asociado con la identificación actual del localizador es un defensa, el método 4000 continúa con el paso 4008; si no el método 4000 continúa con el paso 4010.

En el paso 4008, el método 4000 añade la identificación actual del localizador al tercer subconjunto de localizadores. En un ejemplo del paso 4008, la identificación actual del localizador 208 se añade al subconjunto de localizadores 3512(1)(3). El método 4000 continúa con el paso 4018.

5 [0157] El paso 4010 es una decisión. Si, en el paso 4010, el método 4000 determina que el jugador asociado con la identificación actual del localizador es un jugador móvil, el método 4000 continúa con el paso 4012; si no el método 4000 continúa con el paso 4014. En el paso 4012, el método 4000 añade la identificación actual del localizador al segundo subconjunto de localizadores. En un ejemplo del paso 4012, la identificación actual del localizador 208 se añade al subconjunto de localizadores 3512(1)(2). El método 4000 continúa con el paso 4018.

10 [0158] El paso 4014 es una decisión. Si, en el paso 4014, el método 4000 determina que el jugador asociado con la identificación actual del localizador es un jugador capacitado, el método 4000 continúa con el paso 4016; si no el método 4000 continúa con el paso 4018. En el paso 4016, el método 4000 añade la identificación actual del localizador al primer subconjunto de localizadores. En un ejemplo del paso 4016, la identificación actual del localizador 208 se añade al subconjunto de localizadores 3512(1)(1). El método 4000 continúa con el paso 4018.

15 [0159] El paso 4018 es una decisión. Si, en el paso 4018, el método 4000 determina que hay más identificaciones de localizadores por procesar, el método 4000 continúa con el paso 4020; si no el método 4000 termina. En el paso 4020, el método 4000 selecciona la siguiente identificación del localizador en el conjunto de localizadores. En un ejemplo del paso 4020, el asignador de tasa de ping 3502 selecciona la siguiente identificación del localizador 208 del conjunto de localizadores 3512(1). El método 4000 continúa con el paso 4004.

20 [0160] Los pasos del 4002 al 4020 repiten el procesamiento de todas las identificaciones del localizador en el conjunto de localizadores, además de añadir cada identificación del localizador a uno de los subconjuntos de localizadores primero, segundo y tercero.

#### Tipo de juego

25 [0161] Además de las posiciones de los jugadores, el asignador de tasa de ping 3502 puede tener en cuenta también qué tipo de juego se va a practicar en el campo al configurar las tasas de ping de los localizadores 101. La mayoría de los deportes, incluido el fútbol americano, tienen un número definido de formaciones o situaciones. En el fútbol americano, un equipo se puede alinear en formación de yardaje corto, en formación de salida, en formación de carrera y en formación de pase, etc. Estas formaciones son bien conocidas en este deporte, junto con la trayectoria esperada del jugador a resultas de cada formación específica. El asignador de tasa de ping 3502 compara las ubicaciones relativas de los localizadores 101 en el campo de juego 103 con las posiciones relativas de los jugadores en las formaciones de juego 3516 para determinar qué tipo de juego va a practicarse. Las formaciones de juego 3516 son por ejemplo una base de datos de formaciones predeterminadas que resultan en un juego predecible. Al emparejar la ubicación de los localizadores 101 de uno o ambos equipos en el campo de juego con las formaciones 3516, el asignador de tasa de ping 3502 determina la trayectoria probable de cada jugador y configura el localizador 101 de esos jugadores en consecuencia.

30 [0162] El DIB. 41 muestra un ejemplo de formación de yardaje corto 4100 en un partido de fútbol americano. La formación de yardaje corto 4100 se suele usar cuando el equipo atacante necesita muy poco yardaje en el partido que se inicia. Los equipos se suelen alinear en una formación apretada en la que todos los jugadores están dentro de un rectángulo 4102 de un primer tamaño. La formación de yardaje corto 4100 casi siempre resulta en movimientos a baja velocidad y distancias muy limitadas recorridas por todos los jugadores en el campo de juego 103. Por tanto, el asignador de tasa de ping 3502, al emparejar la formación de yardaje corto 4100 entre las formaciones de juego 3516, usa el algoritmo de tasa de ping alta baja mostrado en el método 3700 del DIB. 37 (y detallado en la Tabla 3 Ejemplo de priorización alta/baja y el DIB. 38) para asignar las tasas de ping a cada localizador 101.

35 [0163] El DIB. 42 muestra un ejemplo de formación de pase 4200 en un partido de fútbol americano. La formación de pase 4200 se usa mucho durante los partidos cuando un equipo espera hacer un juego de pase para que el balón avance por el campo en comparación con el juego de yardaje corto. Como se muestra, los jugadores de la formación de pase 4200 están más separados, teniendo un rectángulo delimitador 4202 de un segundo tamaño bastante mayor que el rectángulo delimitador 4102 de la formación de yardaje corto 4100. Específicamente, los jugadores capacitados en la formación de pase 4200 se posicionan lejos de los defensas. La formación de pase 4200 tiene muchas más probabilidades de diferenciación en la velocidad y las distancias recorridas por los atletas en base a su posición, en comparación con la trayectoria de los atletas con la formación de yardaje corto 4100. Por tanto, el asignador de tasa de ping 3502 usa la alta/baja priorización y posición más compleja que se muestra en el DIB. 39, y se detalla en la Tabla 4 Ejemplo de alta/baja priorización y posición.

40 [0164] En los ejemplos de los DIB. 41 y 42, el rectángulo delimitador se usa para determinar el tipo de juego que se va a jugar. En una forma de realización alternativa, la relación entre las posiciones determinadas de los jugadores se emplea para determinar el tipo de juego previsto. En otra forma de realización, a una o más tasas de ping de los localizadores 101 asociados con ciertos jugadores (p. ej., el quarterback en el fútbol americano) se les dan tasas de ping fijas para que la exactitud de la ubicación de dichos jugadores se mantenga.

65

**Asignación de eventos de receptor**

5 [0165] Una vez se hayan montado físicamente los receptores 104 y se hayan inclinado y apuntado, la propiedad primaria del receptor para ajustar, dentro de la etapa de ganancia programable 604, DIB. 6, es la ganancia. La etapa de ganancia programable 604 determina la sensibilidad del receptor y cómo de bien detecta los pings 402. Cuando se configura a la ganancia máxima (la mayor sensibilidad), el receptor detecta el mayor número de pings 402 y así aumenta la cantidad media de eventos de receptor por ping. De forma parecida, cuando se configura a la ganancia mínima (la menor sensibilidad), el receptor detecta el menor número de pings 402 y así disminuye la cantidad media de eventos de receptor por ping. El ancho de banda del sistema de seguimiento de objetos 100, DIB. 1, se define como el número total de eventos de receptor 110 que el sistema 100 procesa sin saturarse ni sobrecargarse.

15 [0166] El DIB. 43 muestra el optimizador 160 del DIB. 1 que ilustra los detalles para controlar la ganancia de los receptores 104. En especial, el optimizador 160 se configura con un asignador de eventos de receptor 4302 que controla la etapa de ganancia programable 604 de cada receptor 104. El asignador de eventos de receptor 4302 funciona para ajustar automáticamente las propiedades de ganancia de cada receptor 104 en el sistema 100 de modo que este sistema 100 funcione, por ejemplo, al 85 % o cerca del ancho de banda del sistema. Es posible que se usen otros porcentajes de ancho de banda del sistema sin salirse del alcance de este documento. Esto permite al sistema 100 procesar tantos pings 402 como sea posible, maximizando la exactitud de los datos de emplazamiento 120, sin arriesgarse a una sobrecarga del sistema 100 superando el ancho de banda del sistema. Esto es, sin el control del ancho de banda proporcionado por el asignador de eventos de receptor 4302, el sistema 100 se arriesgaría a superar el ancho de banda, lo que causaría retrasos y errores en los datos de emplazamiento 120.

25 [0167] Como se describe anteriormente, cada receptor 104 genera un evento de receptor 110 para cada ping 402 detectado. Dependiendo de dónde se hayan montado los receptores 104 (ubicación, ángulo y dirección, la ubicación de los localizadores 101 relativos a los receptores 104, y la ganancia (es decir, la sensibilidad) de cada receptor 104, cada ping 402 generado por los localizadores 101 puede ser detectado por cualquier número (desde cero) de receptores 104, lo que resulta en ningún evento de receptor 110 o en cualquier número de eventos de receptor 110 hasta un máximo de un evento de receptor 110 desde cada receptor 104 en el sistema 100. Por ejemplo, cuando el sistema 100 incluye doce receptores 104, cada ping 402 puede dar como resultado entre cero y doce eventos de receptor 110. Como se indica arriba, el sistema 100 funciona más eficientemente, en términos de exactitud de los datos de emplazamiento 120 y de uso del ancho de banda del sistema, cuando la media de eventos de receptor 110 por ping 402 es más de cuatro y menos de cinco.

30 [0168] El DIB. 44 muestra el sistema 100 configurado con doce receptores 104(1)-(12). Las presuposiciones de un ejemplo de ganancia unificada se muestran en la Tabla 5 Presuposiciones de ganancia unificada.

35 **Tabla 5 Presuposiciones de ganancia unificada**

Ancho de banda del sistema	12.750 eventos de receptor/segundo
Objetivo del ancho de banda del sistema (OABS): 85 % del ancho de banda del sistema	10.880 eventos de receptor/segundo
Receptores en el sistema	12
Localizadores en el sistema	96
Todos los localizadores tienen la misma prioridad	
Tasa de ping de los localizadores	25 Pings/segundo

40 [0169] Cuando cada ping 402 generado por cada localizador 101 es detectado por cada receptor 104 en el sistema 100, se generan cada segundo veintiocho mil ochocientos eventos de receptor 110, como se muestra en la ecuación 1.

$96 * 25 * 12 = 28.800$

**Ecuación 1**

45 [0170] Como esto es más del doble del ancho de banda del sistema de 12.750 eventos de receptor/segundo, el sistema 100 se sobrecargaría y podría fallar. Por lo tanto, el asignador de eventos de receptor 4302 se configura para controlar las propiedades de ganancia de los receptores 104 de modo que, de media, cada ping 402 sea detectado por cuatro receptores y medio 104. El número de eventos de receptor 110 generado se reduce por tanto a diez mil ochocientos, como se muestra en la ecuación 2.

50  $96 * 25 * 4,5 = 10.800$

**Ecuación 2**

55 [0171] En este ejemplo generalizado, reducir el número de eventos de receptor 110 a diez mil ochocientos proporciona un alto porcentaje de emplazamientos exitosos en los datos de emplazamiento 120 y hace que el sistema funcione 100 al OABS. El asignador de eventos de receptor 4302 procesa los datos de emplazamiento 120, determina el número medio de eventos de receptor

110 generados por cada ping 402, y ajusta automáticamente la etapa de ganancia programable 604 de cada receptor 104 de modo que ese promedio sea igual a 4,5.

5 [0172] Hay muchas condiciones que, solas o combinadas, pueden afectar a la fuerza de la señal de ping 402 antes de que llegue al receptor 104. Por ejemplo, (a) las obstrucciones (como cuerpos humanos) en la "línea de visión" entre el localizador 101 y el receptor 104, (b) la lluvia y otras condiciones atmosféricas, y (c) la distancia entre el localizador 101 y el receptor 104. Cada condición reduce la fuerza de la señal de ping 402 recibida por el receptor 104. Cuando la fuerza de la señal de ping 402 cae por debajo de cierto nivel debido a los cambios en las condiciones, entonces el receptor 104 no detecta los pings 402 en ciertas configuraciones de ganancia. El asignador de eventos de receptor 4302 funciona para ajustar dinámicamente las ganancias de los receptores 104 en respuesta a los cambios en las condiciones y así ajustar la sensibilidad de los receptores 104 para detectar los ping 402.

15 [0173] El DIB. 45 es un flujograma que ilustra un ejemplo de método 4500 para la optimización automática del sistema de seguimiento de objetos 100 del DIB. 44 ajustando automáticamente la ganancia de todos los receptores 104 en base a la media de eventos de receptor por segundo en el sistema 100. Por ejemplo el método 4500 se implementa en el asignador de eventos de receptor 4302 de los DIB. 43 y 44.

20 [0174] En el paso 4502, el método 4500 establece la ganancia de todos los receptores a un nivel del 85 %. En otro ejemplo del paso 4502, el asignador de eventos de receptor 4302 envía los datos de configuración 170 al centro de procesamiento 150 que después envía los datos de ganancia 4320 a cada receptor 104. Cada receptor 104 establece entonces (p. ej., desde la interfaz de comunicación 608) la ganancia de la etapa de ganancia programable 604 en base a los datos de ganancia 4320.

25 [0175] En el paso 4504, el método 4500 calcula la media de eventos de receptor por segundo en el sistema 100. En un ejemplo del paso 4504, el asignador de eventos de receptor 4302 procesa los datos de emplazamiento 120 y determina el número medio de eventos de receptor por segundo 4310.

30 [0176] El paso 4506 es una decisión. Si, en el paso 4506, el método 4500 determina que la media de eventos de receptor por segundo es mayor que el OABS más el cinco por ciento, el método 4500 continúa con el paso 4508; si no el método 4500 continúa con el paso 4510. En el paso 4508, el método 4500 disminuye la ganancia de los receptores. En un ejemplo del paso 4508, el asignador de eventos de receptor 4302 envía los datos de configuración 170 que contienen un valor de ganancia reducido al centro de procesamiento 150, que entonces envía el valor de ganancia reducido como datos de ganancia 4320 a cada receptor 104. En cada receptor 104, la interfaz de comunicación 608 establece la etapa de ganancia programable 604 en base a los datos de ganancia 4320.

35 [0177] El paso 4510 es una decisión. Si, en el paso 4510, el método 4500 determina que la media de eventos de receptor por segundo es menor que el OABS menos el cinco por ciento, el método 4500 continúa con el paso 4512; si no, el método 4500 continúa con el paso 4504. En el paso 4512, el método 4500 aumenta la ganancia de los receptores. En un ejemplo del paso 4512, el asignador de eventos de receptor 4302 envía los datos de configuración 170 que contienen un valor de ganancia incrementado al centro de procesamiento 150, que entonces envía el valor de ganancia incrementado como datos de ganancia 4320 a cada receptor 104. En cada receptor 104 la interfaz de comunicación 608 establece la etapa de ganancia programable 604 en base a los datos de ganancia 4320.

45 [0178] Los pasos del 4504 al 4512 se repiten periódicamente (p. ej., una vez por segundo) para ajustar automáticamente la ganancia de todos los receptores 104 en base a la media de eventos de receptor 110 en el sistema 100. El asignador de eventos de receptor 4302 implementa el método 4500 para monitorizar y ajustar periódica o continuamente la media de eventos de receptor por segundo 4310 dentro del cinco por ciento del OABS, lo que evita una sobrecarga de eventos de receptor en el sistema 100 además de mantener los eventos de receptor suficientes para calcular los emplazamientos para los datos de emplazamiento 120.

50 [0179] El ejemplo de los DIB. 43, 44 y 45 ilustra los conceptos generales del control de la ganancia de los receptores 104 en el sistema 100 en base a los cambios de las condiciones. Se logra un mayor avance del control de la ganancia de los receptores para maximizar la exactitud de los emplazamientos para los localizadores de alta prioridad en el sistema 100 agrupando las identidades de los receptores 104 en grupos de prioridad de receptores 4330. Las ganancias de los receptores 104 identificados en cada grupo de prioridad de receptores 4330 se controlan independientemente de los receptores identificados en otros grupos de prioridad determinando un índice emplazamiento-ping para esos localizadores de alta prioridad, manteniéndose dentro de las limitaciones de ancho de banda del sistema.

60 [0180] Para lograr este equilibrio se requiere monitorizar dinámicamente la actividad de los eventos de receptor 110, localizador por localizador 101, y ajustar la ganancia de cada receptor 104 individualmente para asignar el ancho de banda del sistema (es decir, el número de eventos de receptor recibidos por el centro de procesamiento 150) a los receptores 104 proporcionando por tanto la mejor configuración al sistema 100 para maximizar el índice emplazamiento-ping, y por tanto la exactitud de los emplazamientos asociados, de los localizadores de alta prioridad en el sistema, al tiempo que se mantiene bajo el límite de ancho de banda del sistema.

65 [0181] El DIB. 46 muestra los datos de localizador 4311 del DIB. 43 con mucho más detalle. El asignador de eventos de receptor 4302 monitoriza constantemente los eventos de receptor 110 además de, individualmente para cada localizador 101, si cada ping

resulta en un emplazamiento válido o no, determina, para un período de muestreo específico (p. ej., dos segundos) un número de pings 4612, un índice emplazamiento-ping 4614, y una media de eventos de receptor 4616, y, para cada receptor, un porcentaje de los pings detectados 4618. El número de pings 4612 son los pings 402 transmitidos por el localizador 101 para el periodo de muestreo especificado (p. ej., cincuenta, donde la tasa de ping es de veinticinco por segundo y el período de muestreo especificado es de dos segundos). El índice emplazamiento-ping 4614 es un índice del número de emplazamientos resultantes de los pings 402 detectados del localizador 101 durante el período de muestreo específico en relación con el número de pings 4612 para ese localizador. La media de eventos de receptor 4616 es la cantidad media de eventos de receptor 110 para el localizador 101 durante el período de muestreo específico. Junto con el número de pings 4612, la media de eventos de receptor 4616 se puede usar para calcular la media del ancho de banda consumido por cada localizador individual 101. Para cada receptor 104, el porcentaje de pings detectados 4618 es el número de pings 402 detectados para el localizador 101 durante el periodo de muestreo específico, independientemente de si los pings resultan en un emplazamiento. El porcentaje de pings detectados 4618 para controlar qué receptores se usan en un momento dado.

[0182] Los datos del localizador 4311 se agregan en base a los conjuntos de localizadores 3512, y opcionalmente en base a los subconjuntos de localizadores, como se muestra en los DIB. 35, 38, y 39. Siguiendo con el ejemplo del fútbol americano de los DIB. 36-42 y 44, se usan tres conjuntos de localizadores 3512(1)-(3) a modo de ejemplo para agregar los datos del localizador 4311. En términos de asignación de eventos de receptor, al conjunto de localizadores 3512(1) "Jugadores en el campo" se le da prioridad por parte del asignador de eventos de receptor 4302 sobre los conjuntos de localizadores 3512(2) y 3512(3) que identifican los localizadores en el campo de juego.

#### Límite del conjunto de localizadores

[0183] El DIB. 47 muestra un ejemplo de límites del conjunto de localizadores 4702 que limita los localizadores 101 en base a los conjuntos de localizadores 3512 de los DIB. 35, 38 y 39. El asignador de eventos de receptor 4302 determina los límites del conjunto de localizadores 4702 como teniendo coordenadas del rectángulo mínimo, alineados a lo largo del eje 4704 del sistema 100 que contiene todos los localizadores 101 dentro del conjunto de localizadores asociado 3512. En especial, la ubicación de los localizadores 101 identificados en el conjunto de localizadores 3512(1) está limitada por el límite del conjunto de localizadores 4702(1), la ubicación de los localizadores 101 identificados en el conjunto de localizadores 3512(2) está limitada por el límite del conjunto de localizadores 4702(2), y la ubicación de los localizadores 101 identificados en el conjunto de localizadores 3512(3) está limitada por el límite del conjunto de localizadores 4702(3).

#### Prioridad del receptor

[0184] El asignador de eventos de receptor 4302 determina los grupos de receptores 4330 en base a la importancia de cada receptor 104 para determinar los emplazamientos de los localizadores 101 identificados en el conjunto de localizadores de alta prioridad 3512(1). En el ejemplo del DIB. 47, hay tres grupos de receptores 4330(1)-(3). Los grupos de receptores 4330 están determinados por el asignador de eventos de receptor 4302 usando las reglas del grupo de receptores 4332 que incluyen, por ejemplo, que el grupo de receptores 4330(1) identifique los cuatro receptores 104 que definen el rectángulo 4706 más pequeño que conforma el límite del conjunto de localizadores 4702(1) (es decir, que alberga todos los localizadores de alta prioridad 101 identificados en el conjunto de localizadores 3512(1)); el grupo de receptores 4330(2) se define como identificador de los receptores 104 ubicados a lo largo de los laterales del rectángulo 4706 son definidos por el grupo de receptores 4330(1), tanto si esos receptores están en la línea o a una distancia perpendicular a la línea; y el grupo de receptores 4330(3) se define como identificador de todos los receptores fuera del rectángulo 4706 definido por el grupo de receptores 4330(1).

[0185] Es importante observar que los límites del conjunto de localizadores 4702 y los grupos de receptores 4330 cambian a medida que los localizadores 101 identificados en el conjunto de localizadores 3512(1) (es decir, los jugadores asociados con los localizadores identificados) se mueven por el campo de juego 103. Por tanto, los límites del conjunto de localizadores 4702 y los grupos de receptores 4330 se evalúan continuamente.

#### Ajuste dinámico de la ganancia del receptor:

[0186] El asignador de eventos de receptor 4302 ajusta continuamente la ganancia de cada receptor 104 para maximizar el índice emplazamiento-ping 4314 de los localizadores 101 identificados en el conjunto de localizadores de mayor prioridad 3512(1) al tiempo que preserva el ancho de banda del sistema asignando cuidadosamente los eventos de receptor 110 que no están asociados directamente con los localizadores 101 agrupados en el conjunto de localizadores 3512(1). La ganancia de todos los receptores 104 está configurada inicialmente al valor nominal de ganancia (p. ej., el 85 % de la ganancia máxima). El asignador de eventos de receptor 4302 ajusta por tanto la ganancia de cada receptor 104 en base a los grupos de receptores 4330 para maximizar el índice emplazamiento-ping 4314 de los localizadores 101 identificados en el conjunto de localizadores de alta prioridad 3512(1), a expensas de los localizadores 101 identificados en los conjuntos de localizadores de menor prioridad 3512(2) y 3512(3), al tiempo que mantiene el número total de eventos de receptor 110 manejados por el sistema 100 en el OABS.

[0187] El primer paso, y el más importante, del ajuste dinámico de la ganancia del receptor por parte del asignador de eventos de receptor 4302 tiene como objetivo maximizar el rendimiento de los localizadores 101 identificados en el conjunto de localizadores de alta prioridad 3512(1). El asignador de eventos de receptor 4302 asigna un gran porcentaje (p. ej., el 70 %) del OABS, conocido como el objetivo de ancho de banda 1 del conjunto de localizadores (OAB1CL), a esta primera etapa del ajuste de los receptores.

Seguindo con el ejemplo del fútbol americano, el OAB1CL está configurado a 7586 eventos de receptor por segundo como se muestra en la ecuación 3.

$$12.750 * 0,85 * 0,70 = 7586$$

5

**Ecuación 3**

[0188] El DIB. 48 es un flujograma que ilustra un ejemplo de método 4800 para la optimización automática del sistema de seguimiento de objetos 100 del DIB. 1 controlando la ganancia de los receptores 104 en base a los eventos de receptor 110 asociados con el conjunto de localizadores de mayor prioridad 3512(1) del DIB. 35. Por ejemplo el método 4800 se implementa en el asignador de eventos de receptor 4302 y se invoca continua o periódicamente para administrar el uso del ancho de banda del sistema 100. Los DIB. 49 y 50 son flujogramas que muestran un método secundario de ejemplo 4900 para reducir el uso del ancho de banda del sistema 100. El método secundario 4900 se invoca del método 4800, por ejemplo. Los DIB. 51 y 52 son flujogramas que muestran un método secundario de ejemplo 5100 para aumentar el uso del ancho de banda del sistema 100. El método secundario 5100 se invoca del método 4800, por ejemplo. Los DIB. del 48 al 52 se entenderán mejor si se observan con la siguiente descripción.

[0189] Usando el método 4800 y los métodos secundarios 4900 y 5100, el asignador de eventos de receptor 4302 controla el uso del ancho de banda del sistema 100. La configuración de la ganancia de los receptores 104 se reduce automáticamente cuando el número total de eventos de receptor determinado para los localizadores 101 identificados en el conjunto de localizadores de alta prioridad 3512(1) supera el OAB1CL en más del 5 %. Igualmente, el asignador de eventos de receptor 4302 aumenta automáticamente la configuración de ganancia de los receptores 104 cuando el número total de eventos de receptor determinado para los localizadores 101 identificados en el conjunto de localizadores de alta prioridad 3512(1) cae por debajo del OAB1CL en más del 5 %.

[0190] Para preservar el índice emplazamiento-ping de los localizadores 101 identificados en el conjunto de localizadores de alta prioridad 3512(1), al reducir la configuración de ganancia (es decir, para reducir el número de eventos de receptor 110 que se dan en el sistema 100), el asignador de eventos de receptor 4302 reduce primero la configuración de ganancia de los receptores identificados en el grupo de receptores de menor prioridad (p. ej., el grupo de receptores 4330(3)). Cuando se requiera mayor reducción en los eventos de receptor recibidos, y la configuración de ganancia de los receptores identificados en el grupo de receptores de menor prioridad se haya reducido a la configuración mínima, el asignador de eventos de receptor 4302 reducirá la configuración de ganancia de los receptores identificados en el grupo de receptores de prioridad media (p. ej., el grupo de receptores 4330(2)). Finalmente, cuando se requiera mayor reducción en el número de eventos de receptor recibidos, y la configuración de ganancia de los receptores identificados en el grupo de receptores de menor prioridad se haya reducido a la configuración mínima, el asignador de eventos de receptor 4302 reducirá la configuración de ganancia de los receptores identificados en el grupo de receptores de alta prioridad (p. ej., el grupo de receptores 4330(1)).

[0191] Cuando se aumenta la configuración de ganancia de los receptores 104 debido a que los localizadores 101 reciben insuficientes eventos de receptor 110 identificados en el conjunto de localizadores de alta prioridad 3512(1), el asignador de eventos de receptor 4302 aumenta primero la configuración de ganancia de los receptores identificados en el grupo de receptores de mayor prioridad (p. ej., el grupo de receptores 4330(1)), puesto que es más probable que estos receptores detecten pings de los localizadores 101 identificados en el conjunto de localizadores de mayor prioridad 3512(1). Si además se desea que aumente el número de eventos de receptor y la configuración de ganancia de los receptores identificados en el grupo de receptores de mayor prioridad está al máximo, el asignador de eventos de receptor 4302 aumentará las ganancias de los receptores identificados en el grupo de receptores de prioridad media (p. ej., el grupo de receptores 4330(2)). Si todavía se desea aumentar aún más el número de eventos de receptores y la configuración de ganancia de los receptores identificados en el grupo de receptores de prioridad media está también al máximo, el asignador de eventos de receptor 4302 aumentará la configuración de ganancia de los receptores identificados en el grupo de receptores de menor prioridad (p. ej., el grupo de receptores 4330(3)).

[0192] Así, los receptores 104 identificados en el grupo de receptores de mayor prioridad 4330(1) son los primeros a los que se les incrementa la configuración de ganancia cuando se desean más eventos de receptor y son los últimos a los que se les reduce la configuración de ganancia cuando el número de eventos de receptor es demasiado alto.

[0193] En el paso 4802, el método 4800 determina los grupos de receptores. En un ejemplo del paso 4802, el asignador de eventos de receptor 4302 determina los grupos de receptores 4330(1), 4330(2), y 4330(3) en base a las reglas de los grupos de receptores 4332 y los datos de emplazamiento 120.

[0194] En el paso 4804, el método 4800 establece las ganancias de los receptores al 85 % del valor máximo de ganancia. En un ejemplo del paso 4804, el asignador de eventos de receptor 4302 envía los datos de configuración 170 que definen, para cada receptor 104, un valor de ganancia del 85 % del valor máximo de ganancia al centro de procesamiento 150, que a cambio envía datos 4320 que incluyen el valor de ganancia a cada receptor 104.

[0195] En el paso 4806, el método 4800 determina los eventos de receptor por segundo para el conjunto de localizadores de alta prioridad. En un ejemplo del paso 4806, el asignador de eventos de receptor 4302 procesa los datos de emplazamiento 120 para determinar el recuento total de eventos de receptor 110 asociados con pings 402 de los localizadores 101 identificados en el

## ES 2 993 545 T3

conjunto de localizadores 3512(1) durante un período de muestreo definido, y luego calcula el número de eventos de receptor por segundo.

5 [0196] El paso 4808 es una decisión. Si, en el paso 4808, el método 4800 determina que los eventos de receptor por segundo determinados en el paso 4806 superan el OAB1CL + 5 %, el método 4800 continúa con el paso 4810; si no, el método 4800 continúa con el paso 4812.

10 [0197] En el paso 4810, el método 4800 invoca el método secundario 4900 para reducir el uso del ancho de banda del sistema 100. El método 4800 continúa con el paso 4806.

[0198] El paso 4812 es una decisión. Si, en el paso 4812, el método 4800 determina que los eventos de receptor por segundo determinados en el paso 4806 superan el OAB1CL - 5 %, el método 4800 continúa con el paso 4814; si no, el método 4800 continúa con el paso 4812.

15 [0199] En el paso 4814, el método 4800 invoca el método secundario 5100 para aumentar el uso del ancho de banda del sistema 100. El método 4800 continúa con el paso 4806.

20 [0200] Los pasos del 4806 al 4814 se repiten continuamente de modo que el uso del ancho de banda del sistema 100 se controle en base a los eventos de receptor 110 asociados con los localizadores 101 identificados en el conjunto de localizadores de mayor prioridad 3512(1).

25 [0201] En el paso 4902, el método secundario 4900 determina los eventos de receptor por segundo para los localizadores identificados en el conjunto de localizadores de alta prioridad. En un ejemplo del paso 4902, el asignador de eventos de receptor 4302 procesa los datos de emplazamiento 120 para determinar el recuento total de eventos de receptor 110 asociados con pings 402 de los localizadores 101 identificados en el conjunto de localizadores 3512(1) durante un período de muestreo definido, y luego calcula el número de eventos de receptor por segundo.

30 [0202] El paso 4904 es una decisión. Si, en el paso 4904, el método secundario 4900 determina que los eventos de receptor por segundo del paso 4902 superan el OAB1CL, el método secundario 4900 continúa con el paso 4906; si no, el método secundario 4900 devuelve el control al método 4800.

35 [0203] El paso 4906 es una decisión. Si, en el paso 4906, el método secundario 4900 determina que la configuración de ganancia de los receptores identificados en el grupo de receptores 4330(3) está al mínimo, el método secundario 4900 continúa con el paso 4910; si no, el método secundario 4900 continúa con el paso 4908. En el paso 4908, el método secundario 4900 reduce la configuración de ganancia de los receptores identificados en el grupo de receptores 4330(3). En un ejemplo del paso 4908, el asignador de eventos de receptor 4302 envía los datos de configuración 170 que contienen los valores de ganancia reducidos de los receptores 104 identificados en el grupo de receptores 4330(3) al centro de procesamiento 150; entonces el centro de procesamiento 150 envía los datos de ganancia 4320 que contienen los valores de ganancia reducidos a los receptores 104(4), 104(5), 104(7), y 104(8) identificados en el grupo de receptores 4330(3). El método secundario 4900 continúa con el paso 4902.  
40 Los pasos del 4902 al 4906 se repiten hasta que (a) los eventos de receptor por segundo del paso 4902 no superan el OAB1CL, con lo cual el método secundario 4900 devuelve el control al método 4800, o (b) la configuración de ganancia de los receptores 104 identificados en el grupo de receptores 4330(3) está al mínimo, tras lo cual el método secundario 4900 continúa con el paso 4910.

45 [0204] El paso 4910 es parecido al paso 4902. En el paso 4910, el método secundario 4900 determina los eventos de receptor por segundo para los localizadores identificados en el conjunto de localizadores de alta prioridad.

50 [0205] El paso 4912 es una decisión. Si, en el paso 4912, el método 4900 determina que los eventos de receptor por segundo del paso 4910 superan el OAB1CL, el método secundario 4900 continúa con el paso 4914, si no el método secundario 4900 devuelve el control al método 4800.

55 [0206] El paso 4914 es una decisión. Si, en el paso 4914, el método secundario 4900 determina que la configuración de ganancia de los receptores identificados en el grupo de receptores 4330(2) está al mínimo, el método secundario 4900 continúa con el paso 4918; si no, el método secundario 4900 continúa con el paso 4916. En el paso 4916, el método secundario 4900 reduce la configuración de ganancia de los receptores identificados en el grupo de receptores 4330(2). En un ejemplo del paso 4916, el asignador de eventos de receptor 4302 envía los datos de configuración 170 que contienen los valores de ganancia reducidos de los receptores 104 identificados en el grupo de receptores 4330(2) al centro de procesamiento 150; entonces el centro de procesamiento 150 envía los datos de ganancia 4320 que contienen los valores de ganancia reducidos a los receptores 104(2), 104(6), 104(10), y 104(12) identificados en el grupo de receptores 4330(2). El método secundario 4900 continúa con el paso 4910.  
60 Los pasos del 4910 al 4916 se repiten hasta que (a) los eventos de receptor por segundo del paso 4910 no superan el OAB1CL, con lo cual el método secundario 4900 devuelve el control al método 4800, o (b) la configuración de ganancia de los receptores 104 identificados en el grupo de receptores 4330(2) está al mínimo, tras lo cual el método secundario 4900 continúa con el paso 4918.

[0207] El paso 4918 se parece a los pasos 4902 y 4910. En el paso 4918, el método secundario 4900 determina los eventos de receptor por segundo para los localizadores identificados en el conjunto de localizadores de alta prioridad.

5 [0208] El paso 4920 es una decisión. Si, en el paso 4920, el método 4900 determina que los eventos de receptor por segundo del paso 4918 superan el OAB1CL, el método secundario 4900 continúa con el paso 4914, si no el método secundario 4900 devuelve el control al método 4800.

10 [0209] El paso 4922 es una decisión. Si, en el paso 4922, el método secundario 4900 determina que la configuración de ganancia de los receptores identificados en el grupo de receptores 4330(1) está al mínimo, el método secundario 4900 devuelve el control al método 4800; si no el método secundario 4900 continúa con el paso 4924. En el paso 4924, el método secundario 4900 reduce la configuración de ganancia de los receptores identificados en el grupo de receptores 4330(1). En un ejemplo del paso 4924, el asignador de eventos de receptor 4302 envía los datos de configuración 170 que contienen los valores de ganancia reducidos de los receptores 104 identificados en el grupo de receptores 4330(1) al centro de procesamiento 150; entonces el centro de procesamiento 150 envía los datos de ganancia 4320 que contienen los valores de ganancia reducidos a los receptores 104(1), 104(3), 104(9), y 104(11) identificados en el grupo de receptores 4330(1). El método secundario 4900 continúa con el paso 4918. Los pasos del 4918 al 4924 se repiten hasta que (a) los eventos de receptor por segundo del paso 4918 no superan el OAB1CL, con lo cual el método secundario 4900 devuelve el control al método 4800, o (b) la configuración de ganancia de los receptores identificados en el grupo de receptores 4330(1) está al mínimo, con lo que el método secundario 4900 devuelve el control al método 4800.

20 [0210] En el paso 5102, el método secundario 5100 determina los eventos de receptor por segundo para los localizadores identificados en el conjunto de localizadores de alta prioridad. En un ejemplo del paso 5102, el asignador de eventos de receptor 4302 procesa los datos de emplazamiento 120 para determinar el recuento total de eventos de receptor 110 asociados con los pings 402 de los localizadores 101 identificados en el conjunto de localizadores 3512(1) durante un período de muestreo seleccionado, para después calcular el número de eventos de receptor por segundo.

25 [0211] El paso 5104 es una decisión. Si, en el paso 5104, el método secundario 5100 determina que los eventos de receptor por segundo del paso 5102 son menos que el OAB1CL, el método secundario 5100 continúa con el paso 5106; si no, el método secundario 5100 devuelve el control al método 4800.

30 [0212] El paso 5106 es una decisión. Si, en el paso 5106, el método secundario 5100 determina que la configuración de ganancia de los receptores identificados en el grupo de receptores 4330(1) está al máximo, el método secundario 5100 continúa con el paso 5110; si no el método secundario 5100 continúa con el paso 5108. En el paso 5108, el método secundario 5100 aumenta la configuración de ganancia de los receptores identificados en el grupo de receptores 4330(1). En un ejemplo del paso 5108, el asignador de eventos de receptor 4302 envía los datos de configuración 170 que contienen un valor de ganancia incrementado para los receptores 104 identificados en el grupo de receptores 4330(1) al centro de procesamiento 150, que envía entonces los datos de ganancia 4320 que contienen el valor de ganancia incrementado a los receptores 104(1), 104(3), 104(9), y 104(11) identificados en el grupo de receptores 4330(1). El método secundario 5100 continúa con el paso 5102. Los pasos del 5110 al 5106 se repiten hasta que (a) los eventos de receptor por segundo del paso 5102 no son menos que el OAB1CL, con lo cual el método secundario 5100 devuelve el control al método 4800, o (b) la configuración de ganancia de los receptores 104 identificados en el grupo de receptores 4330(1) está al máximo, con lo que el método secundario 5100 continúa con el paso 5110.

35 [0213] El paso 5110 se parece al paso 5102. En el paso 5110, el método secundario 5100 determina los eventos de receptor por segundo para los localizadores identificados en el conjunto de localizadores de alta prioridad.

40 [0214] El paso 5112 es una decisión. Si, en el paso 5112, el método 5100 determina que los eventos de receptor por segundo del paso 5110 son menos que el OAB1CL, el método secundario 5100 continúa con el paso 5114, si no el método secundario 5100 devuelve el control al método 4800.

45 [0215] El paso 5114 es una decisión. Si, en el paso 5114, el método secundario 5100 determina que la configuración de ganancia de los receptores identificados en el grupo de receptores 4330(2) está al máximo, el método secundario 5100 continúa con el paso 5118; si no, el método secundario 5100 continúa con el paso 5116. En el paso 5116, el método secundario 5100 aumenta la configuración de ganancia de los receptores identificados en el grupo de receptores 4330(2). En un ejemplo del paso 5116, el asignador de eventos de receptor 4302 envía los datos de configuración 170 que contienen un valor de ganancia incrementado para los receptores 104 identificados en el grupo de receptores 4330(2) al centro de procesamiento 150, que envía entonces los datos de ganancia 4320 que contienen el valor de ganancia incrementado a los receptores 104(2), 104(6), 104(10) y 104(12) identificados en el grupo de receptores 4330(2). El método secundario 5100 continúa con el paso 5110. Los pasos del 5110 al 5116 se repiten hasta que (a) los eventos de receptor por segundo del paso 5110 no son menos que el OAB1CL, con lo cual el método secundario 5100 devuelve el control al método 4800, o (b) la configuración de ganancia de los receptores 104 identificados en el grupo de receptores 4330(2) está al máximo, con lo que el método secundario 5100 continúa con el paso 5118.

50 [0216] El paso 5118 se parece a los pasos 5102 y 5110. En el paso 5118, el método secundario 5100 determina los eventos de receptor por segundo para los localizadores identificados en el conjunto de localizadores de alta prioridad.

[0217] El paso 5120 es una decisión. Si, en el paso 5120, el método 5100 determina que los eventos de receptor por segundo del paso 5118 son menos que el OAB1CL, el método secundario 5100 continúa con el paso 5122, si no el método secundario 5100 devuelve el control al método 4800.

5 [0218] El paso 5122 es una decisión. Si, en el paso 5122, el método secundario 5100 determina que la configuración de ganancia de los receptores identificados en el grupo de receptores 4330(3) está al máximo, el método secundario 5100 devuelve el control al método 4800; si no el método secundario 5100 continúa con el paso 5124. En el paso 5124, el método secundario 5100 aumenta la configuración de ganancia de los receptores identificados en el grupo de receptores 4330(3). En un ejemplo del paso 5124, el asignador de eventos de receptor 4302 envía los datos de configuración 170 que contienen un valor de ganancia incrementado para los receptores 104 identificados en el grupo de receptores 4330(3) al centro de procesamiento 150, que envía entonces los datos de ganancia 4320 que contienen el valor de ganancia incrementado a los receptores 104(4), 104(5), 104(7) y 104(8) identificados en el grupo de receptores 4330(3). El método secundario 5100 continúa con el paso 5118. Los pasos del 5118 al 5124 se repiten hasta que (a) los eventos de receptor por segundo del paso 5118 no son menos que el OAB1CL, con lo cual el método secundario 5100 devuelve el control al método 4800, o (b) la configuración de ganancia de los receptores 104 identificados en el grupo de receptores 4330(3) está al máximo, con lo que el método secundario 5100 devuelve el control al método 4800.

[0219] Como se muestra en los ejemplos anteriores, se usa un valor de histéresis de +/- 5 %, aunque se pueden usar otros valores sin salirse del alcance que nos ocupa. Por ejemplo, una histéresis del 10 % puede resultar en menos ajustes de configuración de control de la ganancia generados por el asignador de eventos de receptor 4302.

20 [0220] Es posible que el asignador de eventos de receptor 4302 ejecute una segunda etapa de ajuste dinámico de la ganancia del receptor para mejorar el rendimiento de los localizadores en los conjuntos de localizadores de menor prioridad (p. ej., los conjuntos de localizadores 3512(2) y 3512(3)) usando la parte restante (p. ej., el 30 %) del OABS. Siguiendo con el ejemplo del fútbol americano, esta segunda etapa se ocupa de tres mil doscientos cincuenta y un eventos de receptor como se muestra en la ecuación 4.

$$(12.750 * 0,85 * 0,30) = 3.251$$

#### Ecuación 4

30 [0221] Por tanto el asignador de eventos de receptor 4302 asigna esos eventos de receptor usando un método similar al método 4800 y los métodos secundarios 4900 y 5100 centrándose en los eventos de receptor 110 recibidos para los localizadores 101 identificados en los conjuntos de receptores de menor prioridad. Sin embargo, para esos conjuntos de localizadores de menor prioridad, la configuración de ganancia de los receptores 104 solo se incrementa (y no se disminuye) para usar el resto del ancho de banda del sistema disponible, una vez que el rendimiento de los localizadores 101 identificados en el conjunto de localizadores de alta prioridad (p. ej., el conjunto de localizadores 3512(1)) sea óptimo. Al no disminuir la configuración de ganancia de los receptores que usan esta segunda etapa de ajuste de la ganancia de receptor, el asignador de eventos de receptor 4302 evita inadvertidamente disminuir la ganancia de los receptores que es crítica para los localizadores identificados en el conjunto de localizadores de alta prioridad 3512(1).

#### Modificaciones del receptor

45 [0222] El DIB. 53 muestra el receptor 104 del DIB. 1 con mucho más detalle. El receptor 104 incluye una antena de transmisión y recepción 602, una etapa de ganancia programable 604, un sistema electrónico de detección de señales analógicas 606 y una interfaz 608 para comunicarse con el centro de procesamiento 150; incluye además un sistema electrónico de procesamiento de señales 5308. El localizador 101 transmite una señal de muy baja potencia (1 mW) con una frecuencia central de 6,55 GHz y +/- 200 Mhz. La gama total de frecuencias de la transmisión del localizador 101 es de 6,35-6,75 GHz. El receptor 104 está configurado para recibir una frecuencia central de 6,55 GHz. El DIB. 54 muestra un gráfico 5400 que ilustra un ejemplo de curva de respuesta de un receptor disponible comercialmente con ganancia de unidad a aproximadamente 6,6 GHz.

50 [0223] En ausencia de otras señales inalámbricas dentro del entorno de funcionamiento (es decir, el área de funcionamiento 102) del sistema 100, detectar los pings 402 usando los receptores disponibles comercialmente es relativamente fácil. En los típicos entornos donde se emplean los sistemas de seguimiento UWB, como hospitales y fábricas, hay un alto grado de coordinación de señales inalámbricas y no se producen interferencias de otros sistemas inalámbricos dentro de la gama de frecuencias 6-7 GHz. Sin embargo, el sistema 100 funciona en un entorno de partidos en instalaciones deportivas importantes en los que hay un amplio espectro de otros sistemas inalámbricos, incluyéndose sin carácter restrictivo el WiFi a 5,8 GHz, los sistemas de comunicación para apoyo a diversas frecuencias, los sistemas de las cámaras de televisión inalámbricas a 2,4, 4,6, 5,8 y 7,1 GHz y las torres de transmisión ubicadas fuera de las instalaciones que suelen transmitir a 7,0 GHz o más. Aunque, sobre el papel, parece que esos otros sistemas inalámbricos no transmiten a la gama de frecuencias (6,35-6,75 GHz) empleada por el sistema 100, y por tanto no habría interferencias, en realidad los otros sistemas inalámbricos de un día de partido pueden hacer que los receptores disponibles comercialmente no puedan detectar los pings de baja potencia 402 de los localizadores 101.

65 [0224] Muchos factores impiden el uso fructífero de los receptores disponibles comercialmente en un día de partido. Por ejemplo, los localizadores 101 están sintonizados para transmitir aproximadamente 6,55 GHz mientras que, como se muestra en el DIB. 54, la curva de respuesta del receptor disponible comercialmente tiene una frecuencia central (ganancia de unidad, o atenuación 0

dB) de 6,6 GHz. La atenuación del receptor disponible comercialmente a 6,35 GHz es de 14 dB y a 6,75 GHz es de 9 dB. También hay que observar que la curva de respuesta del DIB. 54 muestra que, mientras se atenúan, las señales por debajo de 6,35 GHz y por encima de 6,75 GHz pueden atravesar el receptor disponible comercialmente. Como los localizadores 101 transmiten en la gama de 6,35-6,75 GHz, el ping 402 pasa por el extremo frontal del receptor disponible comercialmente; sin embargo, como la señal del localizador 101 se transmite a una potencia de 1 mW, estas señales no son tan fuertes como las de otros sistemas del día de partido. Por ejemplo, una cámara de televisión inalámbrica suele transmitir señales a una potencia de 250 mW. Aunque la frecuencia central de esos otros sistemas inalámbricos está fuera de la gama 6,35-6,75 GHz, la mayor potencia de salida en su frecuencia central suele resultar en transmisiones armónicas y desviadas a frecuencias cercanas a la gama 6,35-6,75 GHz.

10 [0225] Como el extremo del receptor comercial atenúa, más que rechazar, las señales fuera de la gama 6,35-6,75 GHz parte de la energía de esos otros sistemas inalámbricos pasa por el extremo frontal para alcanzar el sistema electrónico de detección analógica 606. Dadas las señales mucho más fuertes de esas otras fuentes de transmisión (250 veces más fuertes desde la cámara de televisión), la energía que pasa por el extremo frontal del receptor comercial podría saturar el sistema de detección analógica 606 y evitar la detección de pings 402 desde el localizador 101.

15 **Filtro de paso de banda**

[0226] El DIB. 55 es un gráfico compuesto 5500 que muestra la curva de respuesta del gráfico 5400, el DIB. 54, y una gama de frecuencias deseada 5502 de 6,35-6,75 GHz. No se desean frecuencias fuera de la gama de frecuencia deseada 5502 (es decir, por debajo de 6,35 GHz por encima de 6,75 GHz). Como se ha indicado anteriormente, es posible que la energía de una señal a una frecuencia cercana a la gama deseada pase por el extremo frontal para ser recibida por el circuito de detección analógica del receptor comercial. Como el ping 402 se transmite a 1 mW, no se necesita mucha energía desviada para que una señal a una frecuencia fuera de la gama de frecuencia deseada 5502 interrumpa la detección del ping.

25 [0227] El receptor 104 ha sido mejorado, en comparación con el receptor comercial descrito anteriormente, insertando un filtro de paso de banda 5320 inmediatamente tras la antena 602 y antes de la etapa de ganancia programable 604, como se muestra en el DIB. 53. Un filtro de paso de banda ideal tiene unidad de ganancia en la banda de paso (es decir, 6,35-6,75 GHz) y el 100 % de atenuación fuera de la banda de paso (es decir, las frecuencias por debajo de 6,35 GHz y por encima de 6,75 GHz). La gama de frecuencia deseada 5502 representa una implementación ideal del filtro de paso de banda a 6,35-6,75 GHz. En la práctica, a frecuencias UWB, la introducción de cualesquiera elementos de circuitos en el recorrido de la señal introduce cierto grado de atenuación, conocido como "pérdida de inserción". La pérdida de inserción degrada por tanto las señales de los localizadores 101. Por tanto, uno de los objetivos de diseño más importantes del filtro de paso de banda 5320 es minimizar la pérdida de inserción. En la práctica, los filtros analógicos tampoco tienen un corte progresivo vertical (es decir, un cambio rápido en respuesta) entre las bandas de paso y de rechazo. Sin embargo, cuanto más elevado sea el corte progresivo entre las bandas de paso y de rechazo, el filtro de paso de banda más efectivo bloquea la energía no deseada que pasa por la etapa de ganancia programable 604 y el sistema electrónico de detección 606. Así, un segundo objetivo crítico de diseño del filtro de paso de banda 5320 es proporcionar un corte progresivo muy elevado entre las bandas de paso y de rechazo.

40 **Implementación física:**

[0228] El DIB. 56 muestra ejemplos de componentes que se usan para mejorar un receptor comercial (es decir, un receptor UWB disponible comercialmente) para convertirlo en un receptor UWB mejorado de filtro de paso de banda (es decir, el receptor 104) que se usará en las circunstancias de día de partido. En especial, el DIB. 56 muestra una etapa del filtro de paso de banda de 6,35-6,75 GHz 5320, un cable coaxial extendido 5604, un cable plano de datos extendido 5606, un acoplador coaxial 5608, una extensión de extrusión 5610, y cuatro tornillos extralargos para la carcasa 5612.

[0229] El DIB. 57 es un flujograma que ilustra un ejemplo de método 5700 para modificar y mejorar el receptor comercial a fin de crear el receptor 104 que reciba pings 402 al funcionar en un día de partido. El DIB. 58 muestra una vista del montaje del receptor 104 y del receptor comercial 5850. El DIB. 59 es una vista lateral que muestra el receptor 104 montado en comparación con el receptor comercial montado 5850. Los DIB. del 56 al 59 se entenderán mejor si se observan junto con la siguiente descripción.

[0230] En el paso 5702, el método 5700 retira los cuatro tornillos para la carcasa y separa la antena. En un ejemplo del paso 5702, se retiran los cuatro tornillos de la carcasa y la antena 602 se separa de la carcasa 5802. En el paso 5704, el método 5700 retira el cable coaxial y el cable plano de datos existentes. En el paso 5706, el método 5700 conecta el cable coaxial extendido al conector coaxial de la carcasa. En un ejemplo del paso 5706, el cable coaxial extendido 5604 se conecta al conector coaxial de la carcasa 5802 del receptor 104. En el paso 5708, el método 5700 conecta el cable plano de datos extendido al cabezal de la carcasa del receptor. En un ejemplo del paso 5708, el cable plano extendido 5606 se conecta a un cabezal en la carcasa 5802. En el paso 5710, el método 5700 desliza la extensión de extrusión por el cable coaxial y el cable plano de datos extendidos. En un ejemplo del paso 5710, la extensión de extrusión 5610 se desliza por el cable coaxial extendido 5604 y el cable plano extendido 5606. En el paso 5712, el método 5700 conecta un extremo del filtro de paso de banda al cable coaxial extendido. En un ejemplo del paso 5712, un primer extremo del filtro de paso de banda 5320 se acopla al extremo suelto del cable coaxial extendido 5604. En el paso 5714, el método 5700 conecta el extremo suelto del filtro de paso de banda al acoplador coaxial. En un ejemplo del paso 5714, el segundo extremo del filtro de paso de banda 5320 se acopla al primer extremo del acoplador coaxial 5608. En el paso 5716, el método 5700 conecta el otro extremo del acoplador coaxial al conector coaxial de la antena. En otro ejemplo del paso 5716, el segundo extremo del acoplador coaxial 5608 se acopla con un conector coaxial de la antena 602. En el paso 5718, el método 5700 conecta

el cable plano de datos extendido al cabezal de la antena. En un ejemplo del paso 5718, el segundo extremo del cable plano extendido 5606 se acopla a un cabezal en la antena 602.

5 **[0231]** En el paso 5720, el método 5700 muestra cuidadosamente el montaje y la sujeción con cuatro tornillos extralargos. En un ejemplo del paso 5720, la carcasa 5802, la extensión de extrusión 5610, y la antena 602 se juntan y se fijan con tornillos extralargos para la carcasa 5612.

10 **[0232]** En el paso 5722, el método 5700 prueba el receptor 104 para asegurarse de que no se ha visto comprometido durante la mejora y que no ha habido pérdidas de inserción significativas. En un ejemplo del paso 5722, el receptor 104 se evalúa en una cámara de prueba para garantizar que el filtro de paso de banda 5320 no introduzca una pérdida de inserción excesiva ni cause una atenuación excesiva en la banda de paso.

**Ajuste dinámico de la orientación de la antena**

15 **[0233]** Los DIB. 60 y 61 muestran un ejemplo de receptor 6000 con un cuerpo de receptor 6002 y una antena 6004 con funcionalidad de inclinación y orientación controlada de forma remota. La antena 6004 se articula 6016 (p. ej., mediante servomotores) en respuesta a las órdenes recibidas del centro de procesamiento 150 por ejemplo. El DIB. 60 es una vista superior del receptor 6000 que ilustra el movimiento de orientación 6006 de la antena 6004 en relación con el cuerpo del receptor 6002 y el DIB. 61 es una vista lateral del receptor 6000 que ilustra el movimiento de inclinación 6008 de la antena 6004 en relación con el cuerpo del receptor 6002. El receptor 6000 tiene una funcionalidad similar al receptor 104 del DIB. 1, y puede usarse en el sistema de seguimiento de objetos 100, DIB. 1, junto con los receptores 104 o en lugar de ellos. El optimizador 160 está configurado con un software de optimización de la dirección de la antena (ilustrado a continuación en los DIB. 62, 63, y 64) para controlar de forma remota la dirección (orientación e inclinación) de las antenas 6004 durante el funcionamiento del sistema 100.

25 **[0234]** En una forma de realización alternativa, el receptor 104 se monta en una base controlada de forma remota con una funcionalidad de orientación e inclinación de modo que se puede controlar la orientación y la inclinación del receptor 104 para optimizar el rendimiento del sistema de seguimiento de objetos 100. Por ejemplo, el receptor 104 está montado en una plataforma con una funcionalidad de orientación e inclinación que se puede controlar desde el optimizador 160 y opcionalmente a través del receptor 104.

30 **[0235]** Durante la instalación de los receptores 6000 para usarlos en el sistema 100, la antena 6004 de cada receptor 6000 se posiciona en su posición neutral (p. ej., a mitad del movimiento de orientación e inclinación) en relación con el cuerpo del receptor 6002. Los receptores 6000, igual que los receptores 104, se alinean para recibir señales del área de interés que se les ha asignado en el área de funcionamiento 102 lo más uniformemente posible. Durante el funcionamiento del sistema 100, las antenas 6004 se posicionan individualmente (usando por ejemplo los comandos de orientación e inclinación) para optimizar el rendimiento del sistema 100 en base a determinadas situaciones de interés (p. ej., la ubicación de los localizadores 101 del conjunto de localizadores 3512(1)) en el área de funcionamiento 102. Por ejemplo, es posible ajustar cada antena 6004 para que los eventos de receptor 110 generados por los pings 402 de los localizadores 101 asociados con la situación de interés se maximicen, aumentando así las posibilidades de que el receptor 6000 se implique en la ubicación de esos localizadores, incrementando el índice emplazamiento-ping (p. ej., el índice emplazamiento-ping 4340, DIB. 43) en el sistema 100, y por tanto incrementando la calidad de los datos para esos localizadores.

45 **[0236]** Los DIB. 62, 63, y 64 son flujogramas que ilustran un ejemplo de método 6200 y de métodos secundarios 6300 y 6400 para optimizar el rendimiento del sistema de rendimiento de objetos 100 ajustando dinámica y automáticamente tanto la orientación como la inclinación de las antenas 6004 para mejorar la calidad de los datos determinados a partir de los localizadores 101 asociados con una situación de interés. Los DIB. 62, 63, y 64 se entenderán mejor si se observan con la siguiente descripción. El método 6200 y los métodos secundarios 6300 y 6400 se implementan por ejemplo con el optimizador 160 del sistema 100, DIB. 1. En el ejemplo siguiente, el conjunto de localizadores 3512(1) define la situación de interés; no obstante cualquier localizador 101 o grupo de localizadores se puede usar para definir la situación de interés sin salirnos del alcance de este documento.

55 **[0237]** En el paso 6202, el método 6200 determina los grupos de prioridad del receptor. En un ejemplo del paso 6202, el asignador de eventos de receptor 4302 determina los grupos de receptores 4330 en base a la importancia de cada receptor 104 para determinar los emplazamientos de los localizadores 101 identificados en el conjunto de localizadores de alta prioridad 3512(1).

**[0238]** En el paso 6206, el método 6200 selecciona un primer grupo de receptores. En un ejemplo del paso 6206, el optimizador 160 selecciona el grupo de receptores 4330(1), como se muestra en el ejemplo del DIB. 47.

60 **[0239]** En el paso 6212, el método 6200 invoca el método secundario 6300 para ajustar la orientación de los receptores 6000 identificados en el grupo de receptores actual. En el paso 6214, el método 6200 invoca el método secundario 6400 para ajustar la inclinación de los receptores 6000 identificados en el grupo de receptores actual.

**[0240]** El paso 6216 es una decisión. Si, en el paso 6216, el método 6200 determina que el último grupo de receptores ha sido procesado, el método 6200 termina; si no el método 6200 continúa con el paso 6218. En el paso 6218, el método 6200 selecciona

el siguiente grupo de receptores. En un ejemplo del paso 6218, el optimizador 160 selecciona el grupo de receptores 4330(2). El método 6200 continúa con el paso 6212. Los pasos del 6212 al 6218 se repiten para cada grupo de receptores.

**Ajuste de la orientación**

5

[0241] En el paso 6302, el método secundario 6300 selecciona un primer receptor del grupo actual de receptores. En un ejemplo del paso 6302, el optimizador 160 selecciona el receptor 104(1) del grupo de receptores 4330(1). En el paso 6303, el método secundario 6300 determina el ángulo de orientación actual del receptor. En un ejemplo del paso 6303, el optimizador 160 recupera el valor guardado de la posición de orientación de la antena 6004 del receptor 6000 configurado (a) durante la inicialización del receptor (p. ej., cuando cada receptor 6000 se configura a cero grados de orientación y cero grados de inclinación) y (b) cuando la posición de la antena 6004 se actualiza (p. ej., actualizaciones de posición del paso 6314).

10

[0242] En el paso 6304, el método secundario 6300 determina el centro físico de una región que limita un conjunto de localizadores que definen una situación de interés. En un ejemplo del paso 6304, se determina la ubicación central de la más pequeña forma poligonal en tres dimensiones que contiene las asignaciones de los localizadores 101 en el conjunto de localizadores 3512(1). El paso 6304 podría darse inmediatamente tras el paso 6302 de modo que el centro físico del conjunto de localizadores que limita la región 1 se determine fuera de la repetición de los pasos desde el 6303 hasta el 6326.

15

[0243] El paso 6306 es una decisión. Si, en el paso 6306, el método secundario 6300 determina que el centro de la situación de interés está a la izquierda del objetivo actual del receptor, entonces el método secundario 6300 continúa con el paso 6308; si no, el método secundario 6300 continúa con el paso 6310. En el paso 6308, el método secundario 6300 establece la dirección de la orientación a la "izquierda". El método secundario 6300 continúa con el paso 6312. En el paso 6310, el método secundario 6300 establece la dirección de la orientación a la "derecha".

20

[0244] En el paso 6312, el método secundario 6300 determina un valor de eventos por segundo para el conjunto de localizadores que define la situación de interés del receptor actual. En un ejemplo del paso 6312, el asignador de eventos de receptor 4302 procesa los datos de emplazamiento 120 para determinar el recuento total de eventos de receptor 110 asociados con los pings 402 de los localizadores 101 identificados en el conjunto de localizadores 3512(1) durante un período de muestreo definido para el receptor 6000, y luego calcula el número de eventos de receptor por segundo. En el paso 6314, el método secundario 6300 hace que la antena 6004 del receptor actual gire cinco grados en la dirección actual hacia la que está orientada. En un ejemplo del paso 6314, el optimizador 160 envía al receptor 6000 la orden de orientar la antena 6004 cinco grados a la izquierda. Se pueden usar otros incrementos del ángulo de orientación sin salir del alcance de este documento. Por ejemplo, el paso 6314 puede orientar la antena 6004 un grado y medio en la dirección de orientación actual. El paso 6316 es similar al paso 6312, donde el método secundario 6300 determina un valor de los eventos de receptor por segundo para el conjunto de localizadores que define la situación de interés del receptor actual.

25

30

35

[0245] El paso 6318 es una decisión. Si, en el paso 6318, el método secundario 6300 determina que el número de eventos de receptor para el receptor actual ha aumentado, el método secundario 6300 continúa con el paso 6320, si no el método secundario 6300 continúa con el paso 6322. En el paso 6322, el método secundario 6300 establece la antena del receptor actual con la configuración de orientación anterior. En un ejemplo del paso 6322, el optimizador 160 ordena a la antena 6004 del receptor 6000 que gire cinco grados. El método secundario 6300 continúa con el paso 6326.

40

[0246] El paso 6320 es una decisión. Si, en el paso 6320, el método secundario 6300 determina que la antena está al valor máximo de orientación, el método secundario 6300 continúa con el paso 6326, si no el método secundario 6300 continúa con el paso 6324.

45

[0247] El paso 6324 es una decisión. Si, en el paso 6324, el método secundario 6300 determina que el receptor actual es el último del grupo de receptores actual, el método secundario 6300 devuelve el control al método 6200; si no el método secundario 6300 continúa con el paso 6326.

50

[0248] En el paso 6326, el método secundario 6300 selecciona el siguiente receptor del grupo actual de receptores. En un ejemplo del paso 6326, el optimizador 160 selecciona el receptor 104(3) del grupo de receptores 4330(1). El método secundario 6300 continúa con el paso 6303. Los pasos del 6303 al 6326 se repiten para cada receptor del grupo actual de receptores, donde la orientación de la antena 6004 de cada receptor 6000 se ajusta para maximizar los eventos de receptor por segundo en el receptor para los localizadores 101 del conjunto de localizadores 3512(1) que identifican la situación de interés.

55

**Ajuste de la inclinación**

[0249] En el paso 6402, el método secundario 6400 selecciona el primer receptor del grupo actual de receptores. En otro ejemplo del paso 6402, el optimizador 160 selecciona el receptor 104(1) del grupo de receptores 4330(1). En el paso 6403, el método secundario 6400 determina el ángulo de inclinación del receptor actual. En un ejemplo del paso 6403, el optimizador 160 recupera el valor guardado de la inclinación de la antena 6004 del receptor 6000 establecido (a) durante la inicialización del receptor (p. ej., cuando cada receptor 6000 se configura a cero grados de orientación y cero grados de inclinación) y (b) cuando la posición de la antena 6004 se actualiza (p. ej., actualizaciones de posición del paso 6314).

60

[0250] En el paso 6404, el método secundario 6400 determina el centro físico de una región que limita un conjunto de localizadores que definen una situación de interés. En un ejemplo del paso 6404, se determina la ubicación central de la más pequeña forma poligonal en tres dimensiones que contiene las asignaciones de los localizadores 101 en el conjunto de localizadores 3512(1). El paso 6404 podría darse inmediatamente tras el paso 6402 de modo que el centro físico del conjunto de localizadores que limita la región 1 se determine fuera de la repetición de los pasos desde el 6403 hasta el 6426.

[0251] El paso 6406 es una decisión. Si, en el paso 6406, el método secundario 6400 determina que el centro de la situación de interés está por encima del objetivo actual del receptor, entonces el método secundario 6400 continúa con el paso 6408; si no, el método secundario 6400 continúa con el paso 6410. En el paso 6408, el método secundario 6400 establece la dirección de la inclinación hacia "abajo". El método secundario 6400 continúa con el paso 6412. En el paso 6410, el método secundario 6400 establece la dirección de la inclinación hacia "arriba".

[0252] En el paso 6412, el método secundario 6400 determina un valor de eventos por segundo para el conjunto de localizadores que define la situación de interés del receptor actual. En un ejemplo del paso 6412, el asignador de eventos de receptor 4302 procesa los datos de emplazamiento 120 para determinar el recuento total de eventos de receptor 110 asociados con pings 402 de los localizadores 101 identificados en el conjunto de localizadores 3512(1) durante un período de muestreo seleccionado para el receptor 6000, y luego calcula el número de eventos de receptor por segundo. En el paso 6414, el método secundario 6400 ordena a la antena 6004 del receptor actual que se incline un grado en la dirección de inclinación actual. En un ejemplo del paso 6414, el optimizador 160 envía al receptor 6000 la orden de inclinar la antena 6004 un grado hacia arriba. Se pueden usar otros incrementos del ángulo de inclinación sin salir del alcance de este documento. Por ejemplo, el paso 6414 puede inclinar la antena 6004 un grado y medio en la dirección de inclinación actual. El paso 6416 se parece al paso 6412, donde el método secundario 6400 determina un valor de eventos por segundo para los localizadores 101 del conjunto de localizadores que define la situación de interés del receptor actual.

[0253] El paso 6418 es una decisión. Si, en el paso 6418, el método secundario 6400 determina que el número de eventos de receptor para el receptor actual, entonces el método secundario 6400 continúa con el paso 6420; si no, el método secundario 6400 continúa con el paso 6422. En el paso 6422, el método secundario 6400 establece la antena del receptor actual con la configuración de inclinación anterior. En un ejemplo del paso 6422, el optimizador 160 ordena a la antena 6004 del receptor 6000 que reste un grado de inclinación. El método secundario 6400 continúa con el paso 6426.

[0254] El paso 6420 es una decisión. Si, en el paso 6420, el método secundario 6400 determina que la antena está al valor máximo de inclinación, el método secundario 6400 continúa con el paso 6426; si no, el método secundario 6400 continúa con el paso 6424.

[0255] El paso 6424 es una decisión. Si, en el paso 6424, el método secundario 6400 determina que el receptor actual es el último del grupo actual de receptores, el método secundario 6400 devuelve el control al paso 6200; si no el método secundario 6400 continúa con el paso 6426.

[0256] En el paso 6426, el método secundario 6400 selecciona el siguiente receptor del grupo actual de receptores. En un ejemplo del paso 6426, el optimizador 160 selecciona el receptor 104(3) del grupo de receptores 4330(1). El método secundario 6400 continúa con el paso 6403. Los pasos del 6403 al 6426 se repiten para cada receptor del grupo actual de receptores, donde la inclinación de la antena 6004 de cada receptor 6000 se ajusta para maximizar los eventos de receptor por segundo en el receptor para los localizadores 101 del conjunto de localizadores 3512(1) que identifican la situación de interés.

[0257] El método 6200 y los métodos secundarios 6300 y 6400 ajustan las antenas 6004 de los receptores 6000 comenzando por los receptores de un grupo de alta prioridad (por ejemplo, el grupo de receptores 4330(1) que limita los localizadores 101 del conjunto de localizadores 3512(1)), ya que es más probable que esos receptores tengan impacto en el índice emplazamiento-ping 4340 para los localizadores asociados con la situación de interés (p. ej., los localizadores 101 del conjunto de localizadores 3512(1)). El rango de ajuste de orientación de la antena 6004 es mucho mayor que su rango de inclinación 6004 y es más probable que la orientación aumente el número de eventos de receptor 110 asociados con los localizadores 101 del conjunto de localizadores 3512(1). Por tanto, la primera orientación se ajusta para todos los receptores 6000 y después la inclinación se ajusta para todos los receptores 6000.

#### **Frentes del receptor seleccionables**

[0258] Aunque se usa un ejemplo deportivo en los siguientes párrafos, se puede usar otros tipos de eventos y de instalaciones sin salirse del alcance que nos ocupa.

[0259] El DIB. 65 muestra un ejemplo de situación en la que una fuente interferente 6570 interfiere en el funcionamiento del sistema 100, DIB 1. Es inevitable que el sistema de seguimiento de objetos 100 encuentre cambios ambientales o situacionales que no estaban presentes cuando se instaló el sistema. Por ejemplo, como se muestra en el DIB. 65, la fuente de interferencia 6570 (p. ej., una cámara inalámbrica) transmite una señal inalámbrica 6572 que introduce cambios en el contenido del espectro del área de funcionamiento 102 que interfiere en el funcionamiento del sistema de seguimiento de objetos 100, especialmente si la señal inalámbrica 6572 está a una frecuencia igual o cercana a la frecuencia central de señales inalámbricas detectadas por los receptores 104. La señal 6572 de la fuente de interferencia 6570 puede ser muy potente en relación con la fuerza de la señal de ping 402 desde el localizador 101, y es posible que la fuente de interferencia 6570 esté ubicada también más cerca de cualesquiera de los

localizadores 104 que del localizador 101. Por tanto es posible que la señal 6572 sature los circuitos frontales sensibles del receptor 104, haciendo que el receptor no responda a los pings 402 de los localizadores 101.

5 **[0260]** En la forma de realización del DIB. 65, los receptores 104 se pueden configurar dinámicamente, bajo el control del optimizador 160, para superar los cambios ambientales y situacionales en el área de funcionamiento 102. Por ejemplo, el circuito de filtrado de frecuencia de referencia, como el filtro de paso de banda, podrá introducirse, bajo el control del optimizador 160, en el receptor 104 para bloquear la señal 6572 y evitar que sature el circuito analógico sensible (como el sistema electrónico de detección 606) del receptor. Es posible que el receptor 104 también se beneficie del ajuste adicional del frente para mantener un rendimiento óptimo del sistema de seguimiento de objetos 100. Por ejemplo, cuando las densidades de los localizadores 101 (p. ej., el número de localizadores en cierta área) se cambian dinámicamente, el receptor 104 puede beneficiarse de distintas configuraciones de la antena que ofrecen una gran variedad de posibilidades de rango y alcance.

15 **[0261]** El optimizador 160, usando los datos de emplazamiento 120, determina de forma dinámica la configuración óptima de cada receptor 104 y envía a cada uno 104 los datos de configuración 170 para lograr esa configuración óptima.

20 **[0262]** Se puede lograr la configuración óptima de cada receptor 104 introduciendo un solo componente en el frentes del receptor. Sin embargo, intercambiar electrónicamente los componentes analógicos que funcionan a las altas frecuencias de los localizadores UWB 101 no es práctico porque el circuito analógico es muy sensible e intercambiar los componentes analógicos interrumpiría su funcionamiento. Para superar esta desventaja, el circuito analógico se repite para cada configuración analógica deseada de modo que cada receptor tenga múltiples frentes analógicos autocontenidos que varían en sus componentes (p. ej., antenas o filtros de frecuencia) y que el receptor pone en uso en base al rendimiento deseado del receptor. Específicamente, el intercambio de múltiples frentes se implementa de forma digital, evitando por tanto las desventajas del intercambio analógico.

25 **[0263]** El DIB. 66 es un esquema que muestra un receptor 6604 que se usa con el sistema de seguimiento de objetos 100 del DIB. 1 y que ilustra diferentes frentes seleccionables 6626. El receptor 6604 puede usarse para implementar cualesquiera de los receptores 104 del DIB. 1. Los DIB. 67-69 muestran un ejemplo del alcance y las características de rango de las antenas 6602(1)-(3) del DIB. 66, respectivamente. Los DIB. del 66 al 69 se entenderán mejor si se observan con la siguiente descripción.

30 **[0264]** El receptor 6604 incluye un interruptor digital 6634 posicionado entre un soporte digital 6605 y una diversidad de frentes analógicos 6626(1)-(3). Cada frente analógico 6626(1)-(3) incluye un circuito acondicionador y conversor 6606(1)-(3), y una antena 6602(1)-(3), respectivamente, donde el circuito acondicionador y conversor 6606 está configurado para acondicionar una señal analógica 6612 desde la antena 6602 y para convertir la señal analógica acondicionada en una señal digital 6614 que se introduce en el interruptor digital 6634.

35 **[0265]** El soporte digital 6605 incluye un procesador de receptores 6630, que recibe y descodifica una señal digital 6616 desde el interruptor digital 6634, y una interfaz 6632 para comunicarse con el centro de procesamiento 150. Por ejemplo, en base a la señal descodificada 6618, la interfaz 6632 envía el evento de receptor 110 al centro de procesamiento 150. La interfaz 6632 también puede recibir datos de configuración 170 desde el optimizador 160 (opcionalmente mediante el centro de procesamiento 150) y controlar 6633 el interruptor digital 6634 para seleccionar uno de los frentes analógicos 6626 en base a los datos de configuración 170. Cada una de las antenas 6602(1)-(3) tiene características de alcance y rango diferentes.

45 **[0266]** La antena 6602(1) está configurada con características 6700(1) que tienen un largo rango 6702 (p. ej., hasta 390 pies) y un alcance estrecho 6704 (p. ej., 30 grados). La antena 6602(2) está configurada con características 6700(2) que tienen un rango medio 6802 (p. ej., hasta 210 pies) y un alcance medio 6804 (p. ej., 90 grados). La antena 6602(3) está configurada con características 6700(3) que tienen un rango corto 6902 (p. ej., hasta 120 pies) y un amplio alcance 6904 (p. ej., 180 grados). El interruptor digital 6634 del receptor 6604 se controla para seleccionar un frente analógico 6626 que tiene las características óptimas para las condiciones actuales.

50 **[0267]** El frente analógico 6626(1) permite al detector 6604 que detecte los localizadores a la mayor distancia en comparación con otros frentes analógicos 6626(2) y (3). Por ejemplo, cuando se configura para recibir la información del frente analógico 6626(1), el receptor 6604 puede detectar los pings 402 del localizador 101 posicionado en el extremo opuesto del campo de juego 103 (como un campo de fútbol americano). Este rango se amplía a expensas del alcance, que se limita a 30 grados en este ejemplo. Cuando se configura para recibir información del frente 6626(3), el receptor 6604 puede detectar los pings 402 del localizador 101 cuando se coloca en cualquier punto de la anchura del campo de juego 103. Sin embargo, este alcance se amplía a expensas del rango, que en este ejemplo se limita a un máximo de 120 pies. El frente 6626(2) permite que el receptor 6604 detecte los pings 402 del localizador 101 dentro de un rango y un alcance que están aproximadamente a medio camino entre los de los frentes 6626(1) y (3). El frente 6626(2) es la configuración por defecto del receptor 6604 y se usa por ejemplo durante la instalación inicial del sistema de seguimiento de objetos 100, y es probable que el optimizador 160 lo seleccione automáticamente para usarlo en la gran mayoría de situaciones.

60 **[0268]** Se puede configurar los frentes 6626 con características alternativas 6700 sin salir del alcance de este documento. Por ejemplo, el rango y el alcance de cada frente 6626 se puede elegir en base al tamaño y la forma del área de funcionamiento 102 o del campo de juego 103. Además, no todos los receptores 104 deben configurarse con el mismo número de frentes 6626. Por ejemplo, cuando el receptor 6604 se coloca para que no se necesite ese rango ampliado (p. ej., cuando el receptor está en una de las líneas laterales de un campo de fútbol americano), el frente 6626(1) con el rango más largo 6702 podrá omitirse.

65

[0269] El DIB. 70 es un esquema que muestra un receptor 7004 que se usa con el sistema de seguimiento de objetos 100 del DIB. 1 y que ilustra diferentes frentes seleccionables 7026 con y sin filtro 7050. El receptor 7004 puede usarse para implementar cualesquiera de los receptores 104 del DIB. 1. El receptor 7004 es similar al receptor 6604, DIB. 66, y los componentes comunes del receptor 7004 funcionan de forma similar a los componentes del receptor 6604. El receptor 7004 incluye un receptor digital 7002 posicionado entre un soporte digital 7005 y una pluralidad de frentes analógicos 7026(1)-(2). El soporte digital 7005 incluye un procesador de receptores 7030, que recibe y descodifica una señal digital 7016 desde el interruptor digital 7002, y una interfaz 7032 para comunicarse con el centro de procesamiento 150. Por ejemplo, en base a la señal descodificada 7018, la interfaz 7032 envía el evento de receptor 110 al centro de procesamiento 150. Es posible que la interfaz 7032 reciba también los datos de configuración 170 del optimizador 160 (opcionalmente por el centro de procesamiento 150) y controle 7033 el interruptor digital 7002 para seleccionar uno de los frentes analógicos 7026 en base a los datos de configuración 170.

[0270] Cada frente analógico 7026(1)-(2) incluye un circuito de acondicionamiento y convertidor 7006(1)-(2), y una antena 7002(1)-(2), respectivamente. El frente analógico 7026(1) se configura además con un filtro 7050 posicionado entre la antena 7002(1) el circuito de acondicionamiento y de conversión 7006(1), donde el filtro 7050 se configura para bloquear las frecuencias de señal 6572 generadas por la fuente de interferencia 6570, de modo que el circuito acondicionador y convertidor 7006(1) no se sature por la señal 6572. Las frecuencias de ping 402 pueden atravesar el filtro 7050 y por tanto son acondicionadas y convertidas por el circuito acondicionador y convertidor 7006(1) para producir una señal 614(1) que contiene la información del ping 402. El filtro 7050 es por ejemplo un filtro de paso de banda de 6,5 GHz (+/- 200 MHz). No se incluyen los filtros de paso de banda por defecto con los receptores porque (a) son caros, (b) no ofrecen nada de valor cuando las señales que interfieren no están presentes, y (c) pueden atenuar los pings innecesariamente cuando se incluyen sin ser necesarios.

[0271] El frente analógico 7026(2) no incluye un filtro y la antena 610(2) se acopla directamente con el circuito acondicionado y convertidor 7006(2). El interruptor digital 7002 del receptor 7004 se controla para seleccionar un frente analógico 7026 que tiene las características óptimas para las condiciones actuales. El frente 7026(2) no bloquea las frecuencias de señal 6572 y por tanto es menos óptimo cuando la señal 6572 está presente.

[0272] El sistema de seguimiento de objetos 100 puede emplearse con un receptor o más 6604, 7004, cada uno configurado con interruptores digitales 6634, 7034, y múltiples frentes 6626, 7026, y con un optimizador 160 que configura automáticamente cada receptor para manejar ciertas condiciones ambientales o cambios situacionales. El optimizador 160 y el sistema 100 son más fáciles de instalar, más flexibles con el tiempo, proporcionan un rendimiento óptimo en todo momento y resultan en un seguimiento de objetos que es mucho más tolerante que otros sistemas que solo tienen receptores configurados de forma estática.

## EJEMPLOS DE FUNCIONAMIENTO

### Cambios ambientales

[0273] Siguiendo con el ejemplo del DIB. 65, antes del funcionamiento de la fuente de interferencias 6570 (p. ej., una cámara de televisión inalámbrica), el sistema de seguimiento de objetos 100 funciona con un rendimiento óptimo (es decir, el centro de procesamiento 150 recibe un número óptimo de eventos de receptor 110 por segundo (ER/s)) durante un partido de fútbol americano en el área de funcionamiento 102. Cuando se activa la cámara de televisión inalámbrica, la fuente de interferencias 6570 empieza a generar señales inalámbricas 6572 que cambian de inmediato el ambiente del sistema de seguimiento de objetos 100. Por ejemplo, cuando la señal 6572 tiene una frecuencia de transmisión de 5,9 GHz y se transmite a un nivel de potencia de 1 vatio, está a (a) solo 600 MHz del centro de la frecuencia de funcionamiento de 6,5 GHz del localizador 101 y los receptores 104, y (b) a un nivel de potencia de una magnitud mayor que la potencia de transmisión en milivatios del localizador 101. El circuito analógico de algunos o de todos los receptores 104 se satura por la señal 6572, de modo que uno o más de los receptores 104 no puede detectar los pings 402. Así, el número de eventos de receptor 110 recibido y procesado por segundo por el centro de procesamiento 150 cae inmediatamente a un nivel por debajo del óptimo, como desde 1200 ER/s a 200 RE/s, por lo que la ubicación del localizador 101 falla.

[0274] En el optimizador 160, el valor de ER/s se monitoriza durante el funcionamiento del sistema 100. Cuando el valor de ER/s cae a niveles inferiores a los óptimos (p. ej., 200 ER/s), el sistema 100 intentará emplear otras técnicas para aumentar el ER/s. Sin embargo, cuando el cambio ambiental es importante, como con la fuente de interferencias 6570, esas otras técnicas no pueden restaurar la operatividad del sistema de seguimiento de objetos 100, lo que resulta en una pérdida catastrófica de emplazamientos en los datos de emplazamiento 120. El hecho de tal fallo catastrófico indica un cambio significativo en el ambiente, como la introducción de una fuente de interferencias o más.

[0275] El optimizador 160 funciona para configurar las características de uno o más receptores 7004 para filtrar los efectos de la señal 6572. Por ejemplo, el optimizador 160 puede enviar los datos de configuración 170 a la interfaz 7032, que controla el interruptor digital 7002 para seleccionar la señal 7014(1) del frente 7026(1) para la introducción del soporte digital 7005, de modo que se reduzca la interferencia producida por la señal 6572.

[0276] El DIB. 71 es un flujograma que ilustra un ejemplo de método 7100 para la optimización automática del sistema de seguimiento de objetos en base a los cambios ambientales. El método 7100 por ejemplo se implementa en el software 162 del optimizador 160, DIB. 1, y se invoca periódicamente para cada receptor 7004 en el sistema de seguimiento de objetos 100.

5 [0277] En el paso 7102, el método 7100 calcula los ER/s. En un ejemplo del paso 7102, el optimizador 160 calcula los ER/s 4310 para el receptor 7004 a 200. El paso 7104 es una decisión. Si, en el paso 7104, el método 7100 determina que los ER/s están dentro de los límites de funcionamiento, el método 7100 termina; si no el método 7100 continúa con el paso 7106. En un ejemplo del paso 7104, el optimizador 160 determina que los 200 ER/s 4310 del receptor 7004 no están dentro de los límites de funcionamiento y continúa con el paso 7106.

10 [0278] El paso 7106 es una decisión. Si, en el paso 7106, el método 7100 determina que ya se ha seleccionado el frente con filtro, el método 7100 continúa con el paso 7114; si no el método 7100 continúa con el paso 7108. En un ejemplo del paso 7106, el optimizador 160 determina que el frente 7026(2) sin filtro 7050 se selecciona para el receptor 7004 desde la información de configuración del receptor 6552 y continúa con el paso 7108. En el paso 7108, el método 7100 cambia el receptor para que use el frente con el filtro. En un ejemplo del paso 7108, el optimizador 160 envía los datos de configuración 170 al receptor 7004, donde la interfaz 7032 controla el interruptor digital 7034 para seleccionar el frente analógico 7026(1) que contiene el filtro 7050.

15 [0279] En el paso 7110, el método 7100 calcula los ER/s para el receptor. En un ejemplo del paso 7110, el optimizador 160 calcula los ER/s 4310 para el receptor 7004 a 1000. El paso 7112 es una decisión. Si, en el paso 7112, el método 7100 determina que los ER/s están dentro de los límites, el método 7100 termina; si no el método 7100 continúa con el paso 7114.

20 [0280] En el paso 7114, el método 7100 muestra un error que indica que los ER/s por debajo del nivel óptimo no se pueden optimizar. En un ejemplo del paso 7114, el optimizador 160 envía un mensaje a un operario del sistema 100 indicando que los ER/s no se pueden devolver a los límites de funcionamiento para el receptor. El método 7100 termina entonces. Una vez se seleccione el frente analógico 6626(1) (implementando el filtro 7050), permanecerá seleccionado hasta que se reinicie el sistema (p. ej., hasta el final del evento actual).

## 25 Cambios situacionales

30 [0281] El DIB. 72 muestra un ejemplo de posicionamiento del receptor 6604 a un extremo del campo 103 (p. ej., un campo de fútbol americano) e ilustra la selección de un frente analógico 6626 en base a los cambios situacionales. Sólo se muestra un receptor 6604 para que la ilustración sea más clara. Como se muestra en los DIB. 66-69, el receptor 6604 se configura con tres frentes analógicos 6626(1)-(3) que tienen las características 6700(1)-(3), respectivamente. Las características 6700 se seleccionan en base al área de funcionamiento 102 y la actividad prevista de los objetos rastreados (p. ej., los atletas) en ella. En el ejemplo del DIB. 72, el campo de juego 103 es de fútbol americano y la actividad prevista es un partido del mismo deporte. El receptor 6604 que funciona con el frente 6626(1) seleccionado tiene un ejemplo de área de recepción 7220 (indicada por el contorno de rayas). El receptor 6604 que funciona con el frente 6626(2) seleccionado tiene un ejemplo de área de recepción 7222 (indicada por el contorno de rayas). El receptor 6604 que funciona con el frente 6626(3) seleccionado tiene un ejemplo de área de recepción 7224 (indicada por el contorno de rayas).

40 [0282] Las ubicaciones de los jugadores 7202 de un primer equipo están indicadas por las X y las ubicaciones de los jugadores 7204 de un segundo equipo están indicadas por las O. Cada jugador 7202, 7204 está configurado con al menos un localizador 101 que permite al sistema de seguimiento de objetos 100 determinar al menos la ubicación de cada jugador.

45 [0283] El optimizador 160 funciona para seleccionar automáticamente un frente apropiado 6626 para el receptor 6604 en base a las ubicaciones determinadas para ciertos jugadores 7202, 7204 dentro del área de funcionamiento 102. Por ejemplo, el optimizador 160 puede enviar los datos de configuración 170 a la interfaz 6632, que controla el interruptor digital 6634 para seleccionar la señal 6614 de uno de los frentes 6626 para la introducción del soporte digital 6605 en base a determinados cambios situacionales. En particular, el optimizador 160 selecciona uno de los frentes 6626 en base a la ubicación de los jugadores de interés, los cuales, para el ejemplo del fútbol americano, son los jugadores ubicados en el campo de juego 103 y que participan activamente. El optimizador 160 determina primero un rectángulo limitador 7210, por ejemplo alineado con un campo de juego 103 que incluye las ubicaciones determinadas de los localizadores RF 101 para los jugadores de interés. Dependiendo de la ubicación del perímetro del rectángulo límite 7210 en relación con el receptor 6604, el optimizador 160 selecciona un frente apropiado 6626. En el ejemplo del DIB. 72, el optimizador 160 selecciona el frente 6626(1) para el receptor 6604 ya que el rectángulo límite 7210 está dentro del área de recepción 7220 y no dentro de las áreas de recepción 7222 y 7224.

55 [0284] El DIB. 73 es similar al DIB. 72 y muestra el progreso del partido en el ejemplo del fútbol americano en el campo de juego 103, donde el rectángulo límite 7210 se ha movido en relación con el receptor 6604. El optimizador 160 recalcula repetidamente el rectángulo límite 7210 y determina la configuración óptima para cada receptor 6604 a medida que progresa el partido 103. El optimizador 160 envía entonces los datos de configuración 170 a la interfaz 6632, que controla el interruptor digital 6634 para seleccionar la señal 6614 de uno de los frentes 6626 para la introducción del frente digital 6605 en base a determinados cambios situacionales. En el ejemplo del DIB. 73, el rectángulo límite 7210 está mejor cubierto por el área de recepción 7222, ya que el rango ampliado ya no se necesita y el alcance aumentado proporciona una mejor cobertura del rectángulo límite 7210. Por tanto, el optimizador 160 controla automáticamente el receptor 6604 para usar el frente 6626(2).

60 [0285] A medida que progresa el juego y el rectángulo límite 7210 se aproxima al receptor cada vez más 6604, el optimizador 160, en base al área de recepción 7224 y al rectángulo límite 7210, podrá controlar automáticamente el receptor 6604 para que

use el frente 6626(3), ya que el receptor 6604 consigue un mejor rendimiento usando una antena de ganancia baja, la cual proporciona el máximo alcance a expensas del rango.

5 [0286] El optimizador 160 determina periódicamente el rectángulo límite 7210, y luego por cada receptor 6604 del sistema de seguimiento de objetos 100, determina un frente apropiado 6626 para usarlo en base a la orientación y la ubicación de cada receptor 6604.

10 [0287] El DIB. 74 es un flujograma que ilustra un ejemplo de método 7400 para la optimización automática del sistema de seguimiento de objetos dependiendo de los cambios ambientales. Por ejemplo, el método 7400 se implementa en el optimizador 160, DIB. 1. En el paso 7402, el método 7400 selecciona un primer receptor 6604 del sistema de seguimiento de objetos 100. En un ejemplo del paso 7402, el optimizador 160 selecciona el receptor 104(1), implementado con el receptor 6604. En las siguientes repeticiones del paso 7402, el método 7400 selecciona el siguiente receptor 6604 del sistema de seguimiento de objetos 100.

15 [0288] En el paso 7404, el método 7400 determina un rectángulo límite de los localizadores RF de interés. En un ejemplo del paso 7404, el optimizador 160 determina el rectángulo límite 7210 de los localizadores RF 101 de los jugadores que participan en el campo de juego 103. En el paso 7406, el método 7400 busca la información de configuración del receptor actual. En un ejemplo del paso 7406, el optimizador 160 recupera la información de configuración del receptor 6552 para el receptor 104(1) a fin de determinar la ubicación, la orientación y la configurabilidad del receptor 104(1).

20 [0289] El paso 7408 es una decisión. Si, en el paso 7408, el método 7400 determina, en base al rectángulo límite determinado en el paso 7404 y la configuración del receptor determinada en el paso 7406, que un frente con un rango máximo es óptimo para el receptor, el método 7400 continúa con el paso 7410. Si, en el paso 7408, el método 7400 determina, en base al rectángulo límite determinado en el paso 7404 y la configuración actual del receptor determinada en el paso 7406, que un frente con un rango y un alcance medios es óptimo para el receptor, el método 7400 continúa con el paso 7412. Si, en el paso 7408, el método 25 7400 determina, en base al rectángulo límite determinado en el paso 7404 y la configuración actual del receptor determinada en el paso 7406, que un frente con un alcance máximo es óptimo para el receptor actual, el método 7400 continúa con el paso 7414. En un ejemplo del paso 7408, para un receptor 6604 posicionado en el centro de uno de los extremos del campo de juego 103 (como se muestra en los DIB. 72 y 73), donde el optimizador 160 determina que el rectángulo límite 7210 está más allá de la línea de las 50 yardas (como se muestra en el DIB. 72), el optimizador 160 continúa con el paso 7410. En otro ejemplo del paso 30 7408, donde el optimizador 160 determina que el rectángulo límite 7210 está entre la línea de las 50 yardas y más allá de la línea de las 15 yardas (como se muestra en el DIB. 73), el optimizador 160 continúa con el paso 7412. En otro ejemplo del paso 7408, donde el optimizador 160 determina que el rectángulo límite 7210 está más cerca que la línea de las 15 yardas, el optimizador 160 continúa con el paso 7414.

35 [0290] En el paso 7410, el método 7400 controla el receptor actual para cambiar al frente de máximo rango. En un ejemplo del paso 7410, el optimizador 160 envía los datos de configuración 170 al receptor 104(1)/6604, ordenando a la interfaz 6632 que controle el interruptor digital 6634 para seleccionar el frente 6626(1). El método 7400 continúa con el paso 7416.

40 [0291] En el paso 7412, el método 7400 controla el receptor actual para que cambie al frente de rango y alcance medios. En un ejemplo del paso 7412, el optimizador 160 envía los datos de configuración 170 al receptor 104(1)/6604, ordenando a la interfaz 6632 que controle el interruptor digital 6634 para seleccionar el frente 6626(2). El método 7400 continúa con el paso 7416.

45 [0292] En el paso 7414, el método 7400 controla el receptor actual para cambiar al extremo delantero de máximo alcance. En un ejemplo del paso 7414, el optimizador 160 envía los datos de configuración 170 al receptor 104(1)/6604, ordenando a la interfaz 6632 que controle el interruptor digital 6634 para seleccionar el frente 6626(3). El método 7400 continúa con el paso 7416.

50 [0293] El paso 7416 es una decisión. Si, en el paso 7416, el método 7400 determina que el receptor actual no es el último receptor, el método 7400 continúa con el paso 7402; si no el método 7400 termina. Los pasos del 7402 al 7416 se repiten por lo tanto para cada receptor 104/6604 del sistema de seguimiento de objetos 100.

#### Ajustes de filtro posemlazamiento

55 [0294] En condiciones extremas (p. ej. fallo del receptor, deterioro del cable, lluvia torrencial y otras condiciones meteorológicas adversas), incluso con todos los receptores 104 disponibles configurados con un valor de ganancia máximo (p. ej., el 100 %), el índice emplazamiento-ping (como el 4340) del sistema 100 podría no alcanzar el rango objetivo (p. ej., el 55 %). En tales condiciones extremas, el sistema 100 podría no generar emplazamientos suficientes, lo que resultaría en datos de seguimiento no continuos (es decir, aparecerían huecos en los movimientos de seguimiento).

60 [0295] El DIB. 75 muestra el sistema 100 del DIB. 1 que determina los emplazamientos de los localizadores 101(1)-(3) en el área de funcionamiento 102, donde los emplazamientos calculados atraviesan una variedad de algoritmos de filtro en el centro de procesamiento 150. Esos algoritmos de filtro incluyen un filtro de convergencia de datos 7510, un filtro de caja límite 7512, y un filtro de recuento de receptores 7516. Un umbral 7511 controla el tratamiento de datos del filtro de convergencia de datos 7510; un umbral de tres receptores 7513 y un umbral de cuatro receptores 7515 que controlan el funcionamiento del filtro de caja límite 7512; y un código de tres emplazamientos 7517 controla el funcionamiento del filtro de recuento de receptores 7516. 65

[0296] En general, los datos de seguimiento continuos con menor exactitud son mucho más valiosos para las aplicaciones 130 que usan esta información que los datos no continuos con mayor exactitud (es decir, cuando el sistema 100 se configura para filtrar y desechar los emplazamientos con poca exactitud). En el funcionamiento normal del sistema 100, se filtran los emplazamientos de poca exactitud y se eliminan de los datos de emplazamiento 120 mediante filtros posemplazamiento como el filtro de convergencia de datos 7510, el filtro de caja límite 7512 y el filtro de recuento de receptores 7516. No obstante, cuando el sistema 100 no genera suficientes emplazamientos, un controlador de filtros 7502 en el optimizador 160 ajusta automáticamente los parámetros de control (p. ej., los umbrales 7511, 7513 y 7515, y el código de tres emplazamientos 7517) de uno o más de los filtros posemplazamiento (como el filtro de convergencia de datos 7510, el filtro de caja límite 7512 y el filtro de recuento de receptores 7516) para aumentar la tolerancia en esos filtros y permitir que se extraigan más emplazamientos en los datos de emplazamiento 120 a expensas de la exactitud de los emplazamientos generados.

[0297] La fiabilidad de los emplazamientos varía dependiendo de diversos factores. Hay varios métodos para calcular la fiabilidad de los emplazamientos, como se expone a continuación. En el centro de procesamiento 150, los emplazamientos generados atraviesan un conjunto de algoritmos de filtro. Esos algoritmos de filtro están en dos categorías generales: (a) procesamiento de señales y (b) identificación y descarte. La optimización dinámica es realizada únicamente por los (b) algoritmos de identificación y descarte como el filtro de convergencia de datos 7510, el filtro de caja límite 7512 y el filtro de recuento de receptores 7516, los cuales evalúan diversos atributos de cada emplazamiento para calcular su fiabilidad. Si la fiabilidad calculada del emplazamiento está por debajo del umbral especificado en cualquiera de ellos, se descarta el emplazamiento para reducir el número de ellos generados por el sistema 100 a favor de emplazamientos de mayor fiabilidad.

[0298] Cuando todos los receptores 104 estén funcionando a la ganancia y al índice emplazamiento ping máximos 4340 del sistema 100 y eso sea insuficiente, el controlador de filtro 7502 del optimizador 160 ajustará automáticamente los umbrales 7511, 7513 y 7515, y el código de tres emplazamientos 7517 del filtro de convergencia de datos 7510, del filtro de caja límite 7512 y del filtro de recuento de receptores 7516, respectivamente, para que alcancen un índice emplazamiento-ping aceptable 4340. Estos ajustes se realizan a expensas de la generación de emplazamientos con información de ubicación menos fiable y de reducir por tanto la exactitud general del sistema 100. El motivo de esto es que una vez que el índice emplazamiento-ping 4340 cae por debajo de cierto nivel, los huecos en los datos de emplazamiento 120 representan un problema más grave que un descenso general de la exactitud del sistema.

[0299] El filtro de convergencia de datos 7510, el filtro de caja límite 7512 y el filtro de recuento de receptores 7516 son ejemplos de algoritmos de identificación y descarte. Se pueden incluir otros algoritmos de identificación y descarte en el centro de procesamiento 150 que el controlador de filtro controlará automáticamente 7502 sin salir del alcance de este documento.

**Filtro de convergencia de datos**

[0300] Cuando más de tres eventos de receptor 110 resulten del mismo ping 402 y se usen para determinar un emplazamiento, el centro de procesamiento 150 determina un cálculo de convergencia de datos para el emplazamiento en base a la diferencia en las ubicaciones calculadas para cada grupo diferente de tres eventos de receptor. Cuanta mayor sea la convergencia (p. ej., cuanto menor sea la distancia media entre ellas) en las ubicaciones calculadas, mayores probabilidades habrá de que la ubicación calculada sea exacta. El filtro de convergencia de datos 7510 descarta los datos cuando el cálculo de convergencia de datos supera el umbral 7511. El controlador de filtro 7502 funciona para aumentar el umbral 7511 cuando el índice emplazamiento-ping 4340 del sistema 100 es bajo, lo que aumenta el número de emplazamientos generados por el sistema 100, ya que se descartan menos emplazamientos debido a su inexactitud. De forma similar, el controlador de filtro 7502 disminuye el umbral 7511 cuando el índice emplazamiento-ping 4340 del sistema 100 es mayor que el valor deseado (p. ej., por encima del 55 %) para reducir el número de emplazamientos generados.

**Filtro de caja límite**

[0301] Una caja límite es el polígono más pequeño que incluye todos los receptores 104 implicados en el cálculo de un emplazamiento particular. Para calcular cualquier emplazamiento, se forma una caja límite para ese emplazamiento dibujando una línea entre todos los receptores implicados en el cálculo. Por ejemplo, el DIB. 26 muestra una caja límite de tres receptores 7522 formada por los receptores 104(1), 104 (2) y 104(11), cada uno de los cuales ha generado un evento de receptor 110 usado para calcular la ubicación del localizador 101(1). De igual modo, se ha formado una caja límite de cuatro receptores 7522 con los receptores 104(2), 104(3), 104(9), and 104(10), cada uno de los cuales ha generado un evento de receptor 110 usado para calcular la ubicación del localizador 101(2). Igualmente, de nuevo se ha formado una caja límite de cinco receptores 7526 con los receptores 104(3), 104(5), 104(6), 104(7) y 104(8) cada uno de los cuales ha generado un evento de receptor 110 usado para calcular la ubicación del localizador 101(3). En el ejemplo del DIB. 75, la ubicación del localizador 101(1) está dentro de la caja límite 7522, pero muy cerca del límite; la ubicación del localizador 101(2) está fuera de la caja límite 7524; y la ubicación del localizador 101(3) está correctamente dentro de la caja límite 7526.

[0302] A medida que la ubicación calculada se aproxima al borde de la caja límite, disminuye la fiabilidad de dicha ubicación calculada (es decir, el emplazamiento). Si la ubicación calculada está fuera de la caja límite (p. ej., el emplazamiento del localizador 101(2) está fuera de la caja límite 7524), disminuirá aún más la fiabilidad de la ubicación calculada (es decir, el emplazamiento). Cuanto más lejos esté la ubicación calculada de la caja límite, menor será la fiabilidad de ese emplazamiento. El filtro de caja límite 7512 funciona para descartar emplazamientos donde la ubicación calculada está fuera del límite de la

caja límite (p. ej., una de las cajas límite 7522, 7524, 7526). Por ejemplo, los emplazamientos cuya ubicación calculada está dentro de la caja límite (p. ej., las cajas límite 7522, 7524, 7526) definida por los receptores usados para determinar los emplazamientos se extraen de los datos de emplazamiento 120, mientras que los emplazamientos cuya ubicación calculada está fuera de las cajas límite se descartan.

5  
 [0303] El tamaño de las cajas límite se puede ajustar mediante umbrales (p. ej., tres umbrales de receptor 7513 y cuatro umbrales de receptor 7515) que aumentan el tamaño de la caja límite cuando es positivo y que reducen el tamaño de la caja límite cuando es negativo. Esos umbrales son ajustes angulares en relación con las líneas rectas entre las parejas de receptores. El DIB. 78 es un esquema que muestra un ejemplo de una caja límite 7802 para tres receptores 104(1), 104(2), 104(3) donde el umbral de tres receptores 7513 es un valor positivo. El DIB. 79 es un esquema que muestra un ejemplo de una caja límite 7902 para tres receptores 104(1), 104(2), 104(3) donde el umbral de tres receptores 7513 es un valor negativo. El DIB. 80 es un esquema que muestra un ejemplo de una caja límite 8002 para tres receptores 104(1), 104(2), 104(3), 104(4) donde el umbral de cuatro receptores 7515 es un valor positivo. El DIB. 81 es un esquema que muestra un ejemplo de una caja límite 8102 para cuatro receptores 104(1), 104(2), 104(3), 104(4) donde el umbral de cuatro receptores 7515 es un valor negativo.

15  
 [0304] El filtro de caja límite 7512 funciona en dos modos: un modo de emplazamientos de tres receptores y un modo de emplazamientos de cuatro receptores (que usa cuatro receptores o más). En el modo de emplazamientos de cuatro receptores, cuando el número de eventos de receptor 110 usado para determinar un emplazamiento es más de tres, el filtro de caja límite 7512 usa un umbral de cuatro receptores 7515 para definir la caja límite (p. ej., la caja límite 8002, 8102) y determinar por tanto si se debe descartar el emplazamiento. En el modo de emplazamiento de tres receptores, cuando el número de eventos de receptor 110 usado para determinar un emplazamiento es tres, el filtro de caja límite 7512 usa un umbral de tres receptores 7513 para definir la caja límite (p. ej., la caja límite 7802, 7902) y determinar por tanto si se debe descartar el emplazamiento. Todos los emplazamientos de receptor, independientemente de la configuración de la caja límite, son examinados por el filtro de recuento de receptores. El umbral de tres receptores 7513 se suele configurar más alto que el de cuatro 7515, puesto que la información de convergencia para un emplazamiento no está disponible cuando solo se usan tres eventos de receptor 110 para calcular el emplazamiento y por tanto el filtro de convergencia de datos 7510 no se puede usar.

[0305] Como se describe a continuación y se muestra en los DIB. 76 y 77, el funcionamiento del filtro de caja límite 7512 se controla usando un umbral de tres receptores 7513 y un umbral de cuatro receptores 7515. Ambos umbrales, 7513 y 7515, tienen por defecto un valor de 0, un límite inferior de -30, y un límite superior de +30. Cada uno puede tener también un incremento/una reducción por defecto de 5.

[0306] Durante el funcionamiento normal del sistema 100, se configura el código de tres emplazamiento 7517 como falso y el filtro de recuento de receptores 7516 funciona para descartar emplazamientos determinados de solo tres eventos de receptor 110 puesto que no hay ningún cálculo de datos de convergencia para ese emplazamiento. Sin embargo, cuando el sistema 100 funciona por debajo del índice emplazamiento-ping (como al 55 %), el código de tres emplazamientos 7517 se configura como verdadero por el controlador de filtro 7502 para que el filtro de recuento de receptores 7516 no descarte los emplazamientos generados a partir de solo tres eventos de receptor 110.

40 **Proceso de ajuste de filtro posemplazamiento**

[0307] Cuando el índice emplazamiento-ping 4340 cae por debajo de un umbral objetivo definido, el optimizador 160 ajusta uno o varios filtros posemplazamiento para incrementar el número de eventos de receptor 110 y mejorar por tanto el índice emplazamiento-ping 4340. El algoritmo de ajuste de parámetros empleado en el optimizador 160 se selecciona dependiendo de las condiciones responsables del índice emplazamiento-ping reducido.

[0308] Los DIB. 76 y 77 muestran un ejemplo de método genérico 7600 para • ajustar automáticamente los filtros posubicación en el centro de procesamiento 150 en base al índice emplazamiento-ping 4340 del sistema 100. El método 7600 se implementa en el controlador de filtro 7502 del optimizador 160 y se invoca periódicamente para administrar los filtros posemplazamiento, por ejemplo.

[0309] En el paso 7602, el método 7600 calcula un índice emplazamiento-ping para el sistema 100. En un ejemplo del paso 7602, el controlador de filtro 7502 determina un índice emplazamiento-ping para el sistema 100.

55 [0310] El paso 7604 es una decisión. Si, en el paso 7604, el método 7600 determina que el índice emplazamiento-ping es alto, el método 7600 continúa con el paso 7606; si no el método 7600 continúa con el paso 7610. En el paso 7606, el método 7600 desactiva tres emplazamientos de receptor. En un ejemplo del paso 7606, el controlador de filtro 7502 establece tres códigos de emplazamientos 7517 como falsos, con lo cual el filtro de recuento de receptores 7516 descarta los emplazamientos generados por solo tres eventos de receptor 110. En el paso 7608, el método 7600 restaura los umbrales de convergencia de datos y de la caja límite. En un ejemplo del paso 7608, el controlador de filtro 7502 restaura el umbral 7511 a un valor representativo del funcionamiento normal del sistema 100, y restaura los umbrales 7513 y 7515 a cero. El método 7600 termina entonces.

[0311] El paso 7610 es una decisión. Si, en el paso 7610, el método 7600 determina que el índice emplazamiento-ping es demasiado bajo, el método 7600 continúa con el paso 7612; si no el método 7600 termina.

65

**[0312]** El paso 7612 es una decisión. Si, en el paso 7610, el método 7600 determina que el filtro de convergencia de datos está en el límite, el método 7600 continúa con el paso 7616; si no el método 7600 continúa con el paso 7614. En el paso 7614, el método 7600 aumenta el umbral de convergencia. En un ejemplo del paso 7614, el controlador de filtro 7502 aumenta el umbral 7511 para que se descarten menos emplazamientos debido a la poca exactitud. El método 7600 continúa con el paso 7602.

5 **[0313]** El paso 7616 es una decisión. Si, en el paso 7616, el método 7600 determina que el filtro de caja límite está al límite, el método 7600 continúa con el paso 7620; si no el método 7600 continúa con el paso 7618. En el paso 7618, el método 7600 aumenta el umbral de cuatro receptores del filtro de caja límite a una cantidad predefinida. En un ejemplo del paso 7618, el controlador de filtro 7502 aumenta el valor del umbral de cuatro receptores 7515 a cinco de modo que el área de la caja límite definida sea  
10 aumentada por el filtro de caja límite 7512. El método 7600 continúa con el paso 7602. Los pasos del 7602 al 7618 se repiten para controlar el índice emplazamiento-ping 4340 del sistema 100 aumentando primero el umbral del filtro de convergencia de datos y luego el ajuste de convergencia del filtro de caja límite para aumentar la tolerancia en la exactitud de la ubicación calculada de los emplazamientos.

15 **[0314]** En el paso 7620, el método 7600 establece el parámetro de la caja límite de tres receptores a un límite negativo. En un ejemplo del paso 7620, el controlador de filtro 7502 establece el umbral de tres receptores 7513 a -30 para reducir el tamaño de la caja límite, donde los emplazamientos que no estén dentro de ella se descartarán.

20 **[0315]** En el paso 7622, el método 7600 permite tres emplazamientos de receptores. En un ejemplo del paso 7622, el controlador de filtro 7502 establece el código de tres emplazamientos 7517 como verdadero, con lo que impide al filtro de recuento de receptores 7516 que rechace los emplazamientos generados a partir de solo tres eventos de receptor 110.

25 **[0316]** En el paso 7624, el método 7600 calcula el índice emplazamiento-ping. En un ejemplo del paso 7624, el controlador de filtro 7502 calcula el índice emplazamiento-ping 4340 en base a los pings previstos en un período definido 402 desde los localizadores 101 y un recuento de los emplazamientos generados en los datos de emplazamiento 120.

30 **[0317]** El paso 7626 es una decisión. Si, en el paso 7626, el método 7600 determina que el índice emplazamiento-ping es alto, el método 7600 continúa con el paso 7600; si no el método 7628 continúa con el paso 7632. En el paso 7628, el método 7600 desactiva tres emplazamientos de receptor. En un ejemplo del paso 7628, el controlador de filtro 7502 establece el código de tres emplazamientos 7517 como falso, con lo que impide al filtro de recuento de receptores 7516 que descarte los emplazamientos calculados a partir de solo tres eventos de receptor 110. En el paso 7630, el método 7600 restaura los parámetros de convergencia de datos y de la caja límite. En un ejemplo del paso 7630, el controlador de filtro 7502 establece el umbral 7511 a un valor por defecto que define el funcionamiento normal del filtro de convergencia 7510, y establece los umbrales 7513 y 7515 a valores por defecto que definen el funcionamiento normal del filtro de caja límite 7512. El método 7600 termina entonces.

35 **[0318]** El paso 7632 es una decisión. Si, en el paso 7632, el método 7600 determina que el índice emplazamiento-ping es bajo, el método 7600 termina; si no el método 7600 continúa con el paso 7634.

40 **[0319]** El paso 7634 es una decisión. Si, en el paso 7634, el método 7600 determina que los parámetros de la caja límite están al límite, el método 7600 continúa con el paso 7638; si no el método 7600 continúa con el paso 7636. En el paso 7636, el método 7600 aumenta los parámetros de la caja límite en una cantidad predefinida. En un ejemplo del paso 7636, el controlador de filtro 7502 aumenta cada uno de los umbrales 7513 y 7515 a cinco. El método 7600 continúa con el paso 7624. Los pasos del 7624 al 7636 se repiten para monitorizar y controlar continuamente el índice emplazamiento-ping 4340 del sistema 100 ajustando los parámetros de tres emplazamientos de la caja límite 7512 para aumentar el área en la que las ubicaciones calculadas no se rechacen.  
45

50 **[0320]** En el paso 7638, el método 7600 genera una advertencia del sistema. En un ejemplo del paso 7638, el controlador de filtro 7502 genera una advertencia del sistema que indica que el índice emplazamiento-ping deseado no se puede alcanzar para mostrárselo a uno o más operarios del sistema 100. El método 7600 termina entonces.

55 **[0321]** Como se ha explicado, el método 7600 es un algoritmo genérico de control para que la ilustración sea más clara. Se pueden implementar otros algoritmos de control posiblemente más avanzados en el controlador de filtro 7502 para controlar el funcionamiento del filtro de convergencia de datos 7510, del filtro de caja límite 7512 y del filtro de recuento de receptores 7516 sin salirse del alcance de este documento.

60 **[0322]** En resumen, cuando el índice emplazamiento-ping 4340 desciende por debajo de un umbral predefinido, el método 7600 aumenta el umbral 7511 del filtro de convergencia de datos 7510 hasta que alcanza un límite predefinido (es decir, un valor máximo). El filtro de convergencia de datos 7510 se ajusta el primero porque esto permite generar más emplazamientos en relación directa con una métrica de fiabilidad calculada. Aunque la exactitud general del sistema 100 se vea afectada por permitir que se generen emplazamientos con mayores valores de convergencia de datos, la posible inexactitud de tales emplazamientos se introduce de forma controlada. Cuando el ajuste del umbral 7511 del filtro de convergencia de datos 7510 no logra incrementar el índice emplazamiento-ping 4340 a un nivel suficiente, el controlador de filtro 7502 empieza a hacer ajustes positivos al umbral de cuatro receptores 7515 del filtro de caja límite 7512, donde cada aumento en el valor del umbral de cuatro receptores 7515 aumenta el área dentro de la cual las ubicaciones calculadas no son descartadas por el filtro de caja límite 7512. Aunque las ubicaciones calculadas de cada emplazamiento pueden estar fuera de su caja límite, y tener por tanto un alto grado de inexactitud  
65

inherente, esos emplazamientos no son descartados por el filtro de convergencia de datos 7510, y por tanto tienen una medida de convergencia de datos predefinida aceptable.

5 [0323] Si se alcanza un valor máximo definido para el umbral de cuatro receptores 7515 y el índice emplazamiento-ping 4340 sigue sin estar al nivel suficiente, el controlador de filtro 7502 inicia entonces medidas más drásticas para incrementar el índice emplazamiento-ping permitiendo que los emplazamientos sean generados desde tres eventos de receptor (es decir, tres receptores diferentes). Como se ha comentado, al calcular la ubicación usando solo tres eventos de receptor 110, no se puede usar un valor de convergencia de datos para calcular la fiabilidad o la exactitud del emplazamiento. Así, para los emplazamientos generados usando solo tres eventos de receptor, se configura el umbral de tres receptores 7513 para que tenga un área más pequeña (es decir, más ajustada) para aceptar los emplazamientos en el filtro de caja limítrofe 7512. Por tanto, el umbral de tres receptores 7513 se configura inicialmente a su valor más negativo, que corresponde a su área más pequeña (es decir, la configuración más ajustada). Esta área se va aumentando progresivamente hasta que se llega a un índice emplazamiento-ping 4340 aceptable.

15 [0324] Cuando el controlador de filtro 7502 sigue sin poder alcanzar un índice emplazamiento-ping 4340 satisfactorio, se genera una advertencia del sistema para indicar que el índice emplazamiento-ping es bajo y que puede haber huecos en los datos. Al generar esta advertencia, el controlador de filtro 7502 alerta a un operario del sistema 100 de posibles fallos o problemas en el sistema 100.

20 [0325] Cuando el índice emplazamiento-ping es resultado de una situación meteorológica extrema o de un cable desconectado, por ejemplo, puede que tal contingencia desaparezca rápidamente, como cuando el tiempo mejora o se vuelve a conectar un cable. Cuando la contingencia desaparece, el controlador de filtro 7502 detecta el aumento en el índice emplazamiento-ping 4340 y reconfigura automáticamente el filtro de convergencia de datos 7510, el filtro de caja limítrofe 7512 o el filtro de recuento de receptores 7516 para que funcione normalmente reajustando cualesquiera de los umbrales 7511, 7513, 7515, y el código de tres emplazamientos 7517 a los valores por defecto para el funcionamiento normal del sistema de seguimiento de objetos 100.

#### 25 **Herramientas de visualización de los datos de ubicación**

[0326] El DIB. 82 muestra el centro de procesamiento 150 del sistema del DIB. 1 acoplado para comunicarse con una base de datos 8203, una herramienta de reproducción 8202 y una herramienta de análisis 8208. La herramienta 8208 puede funcionar con datos en directo del centro de procesamiento 150 (es decir, a medida que se rastrean los localizadores 101 en el área de funcionamiento 102); sin embargo, la herramienta 8208 procesa mejor los datos grabados 8204 que incluyen la identificación de localizadores 208, la identificación de receptores (p. ej., la ID del receptor 714) de los receptores 104 involucrados en emplazamientos exitosos y fallidos, errores y otra información de los receptores 104 guardada en la base de datos 8203. Por ejemplo, durante el funcionamiento del sistema 100, los eventos de receptor 110, los errores, los datos de la lista de receptores y otra información (p. ej., el tipo de datos (emplazamientos exitosos/fallidos), la identificación de localizadores, datos xyz, códigos de error, indicaciones de la calidad de los datos y una lista de receptores involucrados 104 en la determinación del emplazamiento) se guardan como datos grabados 8204 en la base de datos 8203. La herramienta de reproducción 8202 se comunica con la base de datos 8203 y el centro de procesamiento 150 para reproducir, a través del centro de procesamiento 150, los emplazamientos exitosos y fallidos y otra información de los receptores 104 almacenada en la base de datos 8203. La herramienta de reproducción 8202 puede reproducir repetidamente una parte de los datos grabados 8204 para que los parámetros (como el filtrado) del centro de procesamiento 150 y los algoritmos de emplazamiento 152 se puedan ajustar, lo que permite al administrador del sistema mejorar el rendimiento del 100 para un entorno en particular. La herramienta de reproducción 8202 también permite a los usuarios ver otros aspectos de los datos y analizar distintas partes del campo de juego en una representación gráfica (p. ej., generada por la aplicación 130) del evento registrado.

45 [0327] La herramienta de reproducción 8202 puede reproducir los datos registrados 8204 a la tasa de captura (es decir, replicando las condiciones exactas en las que fueron recogidos). No obstante, la herramienta de reproducción 8202 puede también reproducir los datos registrados 8204 a otras velocidades; por ejemplo los datos registrados 8204 pueden reproducirse tan rápido se permita a otros componentes del sistema 100, lo que suele ser muchas veces la velocidad de registro. En un ejemplo de funcionamiento, la herramienta de reproducción 8202 se usa para reproducir repetidamente al menos una parte de los datos grabados 8204 a gran velocidad cuando se está sintonizando repetidamente o buscando alguna solución a un problema con el sistema 100.

55 [0328] Al configurar el sistema 100 en una nueva instalación (es decir, un nuevo lugar), un conjunto de datos útiles es el lap de prueba. En un lap de prueba, se mueve metódicamente un solo localizador 101 en el área de funcionamiento 102. Por ejemplo, una persona lleva un sombrero con un localizador 101 y hace un recorrido en forma de rejilla sobre el campo de juego 103 dentro del área de funcionamiento 102. El sistema 100 almacena los datos registrados 8204 durante el lap de prueba de modo que la herramienta de reproducción 8202 pueda reproducirlos a través del centro de procesamiento 150, para enviarlos a la herramienta de análisis 8208. Durante el lap de prueba, el sistema 100 funciona en condiciones ideales, donde el localizador 101 está a unos dos metros del suelo, posicionado en un plano horizontal y con líneas de visión claras y sin obstrucciones a todos los receptores 104 posicionados alrededor del área de funcionamiento 102.

65 [0329] La herramienta de análisis 8208 incorpora uno o varios módulos de software que incluyen instrucciones legibles para la máquina, que cuando son ejecutadas por el procesador de un ordenador, implementan la funcionalidad descrita a continuación. En una forma de realización, la herramienta de análisis 8208 se implementa como un ordenador separado, conectado de forma comunicativa (p. ej., en la misma red), del centro de procesamiento 150. La herramienta de análisis 8208 puede funcionar con

cualquier tipo de datos registrados 8204, pero es especialmente útil cuando los datos registrados 8204 contienen información grabada de un lap de prueba. Por ejemplo, cuando los datos registrados 8204 contienen un solo conjunto de datos de un lap de prueba, la herramienta de análisis 8208 permite analizar diferentes tipos de problemas con la calibración de la instalación y los ajustes de filtro del sistema 100.

5  
 [0330] El DIB. 83 muestra un ejemplo de gráfico de líneas estáticas 8300 generado por un creador de gráficos de líneas estáticas 8210 de la herramienta de análisis 8208. El gráfico de líneas estáticas 8300 por ejemplo se genera a partir de ubicaciones determinadas (emplazamientos 8209 en los datos de emplazamiento 120) del localizador 101 durante la reproducción de datos registrados 8204. En el gráfico 8300, el creador de gráficos de líneas estáticas 8210 muestra cada uno de los emplazamientos 8209 determinados del localizador 101 como un símbolo 8302 en una representación visual del área de funcionamiento 102, de modo que se muestren las asignaciones 8209 simultáneamente. (Otras representaciones típicas de rastreo muestran solo un punto en movimiento que representa la ubicación de un dispositivo de seguimiento en un punto en el tiempo). En el ejemplo del DIB. 83, el símbolo 8302 es un círculo amarillo que representa la posición de cada emplazamiento 8209 en un campo de fútbol americano (campo de juego 103) dentro del área de funcionamiento 102. Aunque el gráfico 8300 muestra un área 8304 donde parece faltar la información de seguimiento, la mayor parte de lo que se ve parece ser visualmente correcto. Por ejemplo, es solo cuando se produce un gran número de errores consecutivos que se hace visible un salto repentino en la posición que se registra. Incluso cuando tales huecos son visibles, no hay indicación alguna del tipo de problema que ha causado el hueco en las posiciones registradas. En el sistema 100, el centro de procesamiento 150 puede implementar muchos tipos de filtros que condicionan los datos recibidos y que pueden indicar muchas posibles causas de errores que pueden provocar el fallo en la determinación de la ubicación del localizador 101.

10  
 [0331] El DIB. 84 muestra un ejemplo de gráfico de líneas estáticas mejorado 8400 que combina los errores adicionales y la información del receptor de los datos registrados 8204 con los símbolos gráficos 8302 que representan determinados emplazamientos 8209. A menudo, como los datos del lap de prueba se generan y graban en condiciones ideales, lo que parecen ser problemas sin importancia en los datos del lap de prueba pueden indicar problemas más graves que se manifestarán en esas mismas ubicaciones de campo en las condiciones de un día de partido. El entorno del día de partido es mucho más exigente que un lap de prueba porque las transmisiones de los localizadores se pueden ver bloqueadas parcialmente por atletas cercanos.

15  
 [0332] El creador de gráficos de líneas estáticas 8210 también genera y coloca símbolos que representan visualmente los errores que se producen en el sistema 100, incluso los errores que no se percibirían durante el funcionamiento normal del sistema 100. El creador de gráficos de líneas estáticas 8210 muestra visualmente estos errores y otra información en el gráfico 8400 como símbolos posicionados para representar la ubicación del localizador 101 cuando el error o la información tuvieron lugar. Por tanto el gráfico 8400 proporciona un método para distinguir entre distintos tipos de causas de errores y la información que se produce en el sistema 100. Lo más importante es que el gráfico 8400 relaciona las causas del error con la posición en el área rastreada 100 (es decir, en el campo de juego 103) cuando se produce alguno.

20  
 [0333] El creador de gráficos de líneas estáticas 8210 muestra un símbolo incluso cuando no se ha determinado ningún emplazamiento válido 8209. En tal caso, el creador de gráficos de líneas estáticas 8210 coloca un símbolo en la última ubicación conocida del localizador con un color distinto para representar el tipo de error. Por ejemplo, cada causa de error (p. ej., muy pocos receptores, nada de convergencia, etc.) tiene un color, como se representa con las letras que se muestran en el DIB. 84. En el ejemplo del DIB. 84, las letras posicionadas sobre los símbolos indican un color que se corresponde con las selecciones de tipos de datos del DIB. 85, descritas a continuación.

25  
 [0334] Cuando se produce un solo error entre dos emplazamientos 8209 (es decir, determinaciones válidas de ubicaciones), el símbolo del creador de gráficos de líneas estáticas es del mismo tamaño que el símbolo creado para un emplazamiento. Cuando más de un ('n') ping consecutivo 402 resulta en el mismo error, el tamaño del símbolo del creador de gráficos de líneas estáticas aumenta de forma proporcional a 'n'. Así, cuanto mayor sea el número de • errores consecutivos y recurrentes del mismo tipo, más visible será el símbolo.

30  
 [0335] El gráfico 8400 permite ver de inmediato los errores asociados con una ubicación específica en el área de funcionamiento 102. Por ejemplo, si el localizador 101 cruza el área problemática dentro del área de funcionamiento 102, esa área del gráfico 8400 se tornará de un color consistente con el tipo de error, y cuando el error persista en pings 402 consecutivos, esa área del gráfico 8400 "florecerá" como una gran representación visual de color 8402.

35  
 [0336] Como se muestra en el gráfico 8400, durante la reproducción de los datos registrados 8204 se produjeron muchos errores (es decir, el conjunto de datos del lap de prueba). Casi todos esos errores son invisibles cuando se ven con el gráfico 8300 del DIB. 83. En particular, el gráfico 8400 indica visualmente 8404 exactamente dónde se ha producido un error, por qué se ha producido y con cuánta frecuencia. El hecho de que un administrador del sistema (o un ingeniero de instalación) asimile esta información fácilmente es crucial al configurar inicialmente el sistema 100 en un entorno nuevo y para ajustar todos los algoritmos de filtro posibles en el centro de procesamiento 150.

40  
 [0337] La herramienta de reproducción 8202 puede usarse para reproducir repetidamente los datos grabados 8204 a gran velocidad y generar gráficos 8400 con parámetros de filtrado modificados. Con cada ajuste, el administrador ve el efecto de estos en el conjunto de datos del lap de prueba. Esto proporciona un medio rápido y visible de configurar inicialmente el sistema 100.

65

- 5 **[0338]** El DIB. 85 muestra un ejemplo de caja de diálogo 8500 para seleccionar características para su inclusión en el gráfico 8400, donde cada característica tiene un color (representado por las letras: C-cian, M-magenta, Naranja, etc.). Por ejemplo, un usuario puede elegir el tipo de error que se muestra en el gráfico 8400 y el símbolo aparecerá en el gráfico 8400 con el color asociado. Incluso cuando el gráfico 8400 representa un período corto, se puede incluir un gran número de localizadores individuales 101 y cientos de miles de asignaciones individuales 8209. El creador de gráficos 8210 proporciona una manera muy rápida y sencilla de identificar visualmente un problema en un conjunto de datos. Sin embargo, al diagnosticar la causa del problema, es casi siempre necesario mirar una cantidad relativamente pequeña de datos relacionados con un solo localizador 101, inmediatamente antes y después de haberse producido el error.
- 10 **[0339]** El DIB. 86 muestra una parte 8600 de los datos registrados 8204 seleccionados por un selector visual de datos 8212 en la herramienta de análisis 8208. En especial, el selector 8212 coopera con el creador de gráficos 8210 y el gráfico 8400 para seleccionar la parte de datos grabados 8204 dependiendo de dónde haga clic el usuario con el ratón en el gráfico 8400. En una forma de realización, la herramienta de análisis 8208 guarda una copia de toda la información usada para generar el gráfico 8400, junto con una identificación (TagID) del localizador 101. El selector 8212 encuentra el punto más cercano para hacer clic en la ubicación del gráfico 8400, determina la TagID de ese punto y luego recupera cierto número de las muestras de datos subyacentes para esa TagID desde inmediatamente antes y después del punto más cercano.
- 15 **[0340]** Así, la combinación del creador de gráficos 8210 y del selector 8212 proporciona una potente herramienta para profundizar rápidamente en el nivel de datos más bajo para facilitar la identificación de los problemas del sistema y diagnosticar sus causas. Esta combinación también es valiosa para ajustar la variedad de tipos de filtros que pueden ser parte del sistema 100, y obtener información visual inmediata correspondiente a cada ajuste.
- 20 **[0341]** En una instalación típica del sistema 100, se colocan entre 4 y 12 receptores 104 por el área de funcionamiento 102. Para garantizar una cobertura completa y fiable del área de funcionamiento 102, el ping 402 del localizador 101, colocado en cualquier lugar del área de funcionamiento 102, es detectado por al menos tres receptores 104. El área de cobertura, dentro del área de funcionamiento 102, de cada receptor 104 se define por una combinación del patrón de la antena del receptor, la alineación del receptor y la distancia. Al instalar el sistema 100, en base a nuestra experiencia, se hace visualmente una primera aproximación de posicionamiento y alineamiento de los receptores 104. Aunque este es un buen comienzo, el área de cobertura detallada es solo una suposición, y la exactitud de las predicciones sobre la cobertura de los receptores se puede ver significativamente degradada por varios obstáculos físicos en las instalaciones (como los postes de gol).
- 25 **[0342]** El DIB. 87 muestra un ejemplo del gráfico de líneas estáticas 8700 que ilustra un conjunto de datos del lap de prueba circulares muy detallados. Estos datos se reunieron colocando cuatro barriles equidistantes en un campo de fútbol. El localizador 101 se instaló en un pequeño vehículo motorizado, sujeto al primer barril por un largo cable. Se activó el sistema 100 para registrar datos 8204 y se hizo girar en círculos al vehículo alrededor del barril, acercándose a él a medida que se enrollaba el cable alrededor del barril y que se iba haciendo más corto. Se repitió este proceso en los otros barriles. Este tipo de conjunto de datos de lap de prueba nos da una visión muy detallada de la cobertura de cada receptor 104.
- 30 **[0343]** El DIB. 88 muestra un ejemplo de gráfico de líneas estáticas 8800 generado por un visor del receptor 8214 y un creador de gráficos de líneas estáticas 8210 de emplazamientos 8209 para mostrar el área cubierta por cierto receptor 104. Cuando el localizador 101 atraviesa el área de funcionamiento 102, al generar el gráfico 8800 usando solo emplazamientos 8209 resultantes de eventos de receptor 110 de un receptor en particular 104, el gráfico 8800 muestra el área cubierta por ese receptor en especial 104. Así, el visor del receptor 8214 proporciona un medio sencillo y metódico de ajustar la posición y la orientación de los receptores 104 para asegurar que sus áreas de cobertura se solapen lo suficiente para garantizar una cobertura uniforme del área de funcionamiento 102.
- 35 **[0344]** El visor del receptor 8214 y el creador de gráficos 8210 pueden usarse también con el gráfico 8400 del DIB. 84 para mostrar los errores relacionados con el posicionamiento del receptor. La creación de un error visual en el gráfico 8400 puede indicar una región específica dentro del área de funcionamiento 102 donde los errores se producen porque muy pocos receptores 104 cubren esa área. Pero al usar el visor del receptor 8214 para que muestre la cobertura del área de cada receptor 104, el instalador puede determinar rápidamente qué receptores 104 deben ajustarse para proporcionar cobertura de esa región. Por ejemplo, la herramienta de reproducción 8202 puede reproducir repetidamente una parte de los datos registrados 8204 donde el visor del receptor 8214 selecciona un receptor diferente, mostrando por lo tanto distintas áreas de cobertura para los distintos receptores.
- 40 **[0345]** El visor del receptor 8214 suele usarse con datos registrados 8204, donde la herramienta de reproducción 8202 reproduce repetidamente los datos registrados mientras que el visor del receptor 8214 selecciona uno de los receptores 104. Un monitor del receptor 8216 en la herramienta de análisis 8208 proporciona una visión en directo del comportamiento de todos los receptores 104 simultáneamente al mover un solo localizador 101 por el área de funcionamiento 102.
- 45 **[0346]** El DIB. 89 muestra un ejemplo de pantalla de receptor 8900 que ilustra los receptores 104 usados para determinar la ubicación de un solo localizador 101 moviéndose por el área de funcionamiento 102. A medida que se va determinando cada nuevo dato (ya sea un emplazamiento 8209 o un error) para el localizador 101, la pantalla 8900 la pantalla se actualiza para mostrar los receptores que generan un evento de receptor 110 para el localizador 101. En el ejemplo del DIB. 89, se usan doce receptores en el sistema 100, y los receptores 1, 3, 4, 5, y 6 reciben los pings 402 del localizador 101. La pantalla del receptor 8900 es útil para diagnosticar problemas con la cobertura de los receptores que se solapan, especialmente en los sistemas con un gran número
- 50
- 55
- 60
- 65

de receptores. Al mover los localizadores por las áreas del campo con cobertura irregular, el usuario podrá ver rápidamente dónde se produce la cobertura intermitente de receptores específicos.

**Vehículo robótico**

5 [0347] El nivel de conocimientos sobre el sistema, la mano de obra y el tiempo requerido para completar la instalación, la configuración y la calibración del sistema 100, DIB. 1, en el área de funcionamiento 102 puede reducirse aún más para lograr simultáneamente un rendimiento óptimo del sistema de seguimiento de objetos basado en localizadores RF y la consistencia de la cobertura de los receptores entre instalaciones.

10 [0348] Se emplean un vehículo robótico controlado de forma inalámbrica que porta un localizador, mecanismos controlados de forma remota de orientación e inclinación (O/I) para ajustar la dirección de cada receptor o de la antena de cada receptor y una diversidad de algoritmos para controlar automáticamente el vehículo robótico, analizar automáticamente los datos de ubicación y ajustar automáticamente la orientación de cada uno de los receptores del sistema de seguimiento de objetos con el objetivo de lograr un rendimiento óptimo. Al automatizar estos sistemas y métodos, el nivel de conocimientos sobre el sistema, la mano de obra y el tiempo requerido para completar la instalación, la configuración y la calibración del sistema de seguimiento de objetos en un entorno deportivo se reducen significativamente. Al automatizar el testeo y el ajuste de la dirección de cada receptor, esto se puede repetir tantas veces como sea necesario para lograr un rendimiento óptimo. Así, podrá lograrse el nivel definido de rendimiento para cada instalación, lo que incrementará la consistencia de instalación en instalación.

20 [0349] Los siguientes ejemplos describen paso a paso el proceso para controlar el movimiento del vehículo robótico en el área de funcionamiento, reuniendo datos del sistema de seguimiento de objetos para el localizador instalado en el vehículo, analizándolos y realizando ajustes automáticos a la dirección de cada objetivo del sistema para optimizar la cobertura de los receptores del campo de juego en el área de funcionamiento.

25 [0350] El DIB. 90 es un esquema que muestra un ejemplo de sistema de instalación y calibración automática (ICA) 9000 para el sistema de seguimiento de objetos 100 del DIB. 1. En este ejemplo, el sistema de seguimiento de objetos 100 tiene doce receptores 104, posicionados en el área de funcionamiento 102 y alrededor del campo de juego 103. En el siguiente ejemplo, el área de funcionamiento 102 es un estadio de fútbol americano y el campo de juego 103 es de fútbol americano. El sistema ICA 9000 incluye un controlador de instalación/configuración 9070 en comunicación con el centro de procesamiento 150 y un vehículo a control remoto 9080 configurado con un localizador 101. El vehículo a control remoto 9080 se controla de forma inalámbrica con el controlador 9070 usando un transmisor de control remoto 9074, por ejemplo. El localizador 101 transmite periódicamente un ping detectable, cuando está en el rango, por los receptores 104 del sistema de seguimiento de objetos 100. La ubicación de cada receptor 104 y la ubicación del campo de juego 103 (p. ej., cada esquina 9012(1)-(4) del campo de juego 103) se miden de forma exacta y sus coordenadas se registran para que las use el sistema de seguimiento de objetos 100. Una vez se haya configurado el sistema de seguimiento de objetos 100, a medida que los receptores 104 reciben pings de cualesquiera localizadores 101, el centro de procesamiento 150 determina los datos de emplazamiento 120 que definen la ubicación de cualesquiera de los localizadores 101 en el área de funcionamiento 102.

40 [0351] Durante la instalación inicial del sistema de seguimiento de objetos 100, los receptores 104 se posicionan alrededor del campo de juego 103 y cada uno de ellos se orienta manualmente hacia una ubicación predefinida del campo de juego 103. Por ejemplo, el receptor 104(1) se orienta manualmente hacia la ubicación 9005(1), el receptor 104(9) se orienta manualmente hacia la ubicación 9005(9), etc. Uno de los objetivos al posicionar los receptores 104 en el área de funcionamiento 102 es permitir al sistema de seguimiento de objetos 100 ubicar de forma fiable los localizadores 101 en cualquier lugar del área de funcionamiento 45 102. Cada receptor 104 se monta sobre un mecanismo O/I controlado de forma remota 9006 que funciona para ajustar la orientación de los receptores 104 o de la antena 602 de los receptores 104. Por ejemplo, el mecanismo O/I 9006(3) orienta el receptor 104(3), el mecanismo O/I 9006(11) orienta el receptor 104(11), etc. En una forma de realización alternativa, el mecanismo O/I 9006(3) orienta la antena 602 del receptor 104(3), el mecanismo O/I 9006(11) orienta la antena 602 del receptor 104(11), etc. Todos los mecanismos O/I 9006 se comunican con el controlador y son controlados por él 9070. En la descripción que sigue de las formas de realización en este documento, cuando se haga referencia a que el mecanismo O/I controla la orientación del receptor, significará que el mecanismo O/I podrá también controlar la orientación de la antena del receptor sin salirnos del alcance de este documento.

**Recogida de datos de cobertura (bruta)**

55 [0352] En un primer paso, el controlador 9070 pone en marcha el sistema de seguimiento de objetos 100 para determinar los datos de ubicación del dispositivo de seguimiento 101 montado sobre el vehículo a control remoto 9080 y controla el vehículo 9080 para que siga un recorrido predeterminado en el área de funcionamiento 102. El controlador 9070 recibe los datos de emplazamiento 120 del centro de procesamiento 150 y determina si la configuración inicial de instalación del receptor (es decir, la ubicación de montaje y la orientación) cumplen los criterios específicos para que el sistema de seguimiento de objetos 100 pueda detectar el localizador 101 del vehículo a control remoto 9080 en los pasos siguientes.

65 [0353] El DIB. 91 muestra una trayectoria bruta predeterminada 9100 como ejemplo que el vehículo 9080 sigue bajo el control del controlador 9070. La trayectoria 9100 se considera "bruta" porque tiene una complejidad reducida en comparación con otras trayectorias descritas en este documento. La trayectoria 9100 se define por los puntos 9105(1)-(4) y el vehículo 9080 se controla

para que se desplace del punto 9105(1) al punto 9105(2), después desde el punto 9105(2) al punto 9105(3), después desde el punto 9105(3) al punto 9105(4), y finalmente desde el punto 9105(4) al punto 9105(1). Aunque la trayectoria 9100 se muestra fuera y alrededor de la periferia del campo de juego 103, como los puntos 9105 están fuera del campo de juego 103, los puntos 9105 pueden posicionarse en cualquier sitio del área de funcionamiento 102 sin salirnos del alcance de este documento.

5 **[0354]** El DIB. 92 es un flujograma que ilustra un ejemplo de método ICA 9200 para recabar datos de ubicación automáticamente usando el sistema de seguimiento de objetos 100, el vehículo 9080 y el localizador 101 del DIB. 1. El método 9200 se implementa por ejemplo en el controlador 9070. Si el método 9200 no se completa con éxito, la instalación del sistema de seguimiento de objetos 100 necesitará una evaluación física y el método 9200 deberá repetirse antes de continuar.

10 **[0355]** En el paso 9202, el método 9200 define una trayectoria que el vehículo ha de seguir. En un ejemplo del paso 9202, el controlador 9070 genera puntos 9105 basados en el campo de juego 103 que definen la trayectoria 9100 que el vehículo 9080 debe seguir. En otro ejemplo del paso 9202, el controlador 9070 recibió datos para los puntos 9105 de un usuario.

15 **[0356]** En el paso 9204, el método 9200 posiciona el vehículo con el localizador al inicio de la trayectoria definida y de cada al siguiente punto de la trayectoria. En un ejemplo del paso 9204, el controlador 9070 controla el vehículo 9080, con el localizador 101 sujeto, para detener el vehículo 9080 en el punto 9105(1) de cara al punto 9105(2). En otro ejemplo del paso 9204, un técnico posiciona el vehículo 9080, en el localizador 101 sujeto, al punto 9105(1) y de cara al punto 9105(2) para después notificarle al controlador 9070 que el vehículo está listo.

20 **[0357]** En el paso 9206, el método 9200 empieza a reunir datos de ubicación. En un ejemplo del paso 9206, el controlador 9070 empieza a reunir datos de emplazamiento 120 desde el sistema de seguimiento de objetos 100 para el localizador 101 y almacena cada emplazamiento recogido en los datos de ubicación 9072. En el paso 9208, el método 9200 empieza a hacer que el vehículo avance. En un ejemplo del paso 9208, el controlador 9070 envía una señal inalámbrica al vehículo 9080 ordenándole avanzar continuamente. En un ejemplo de funcionamiento, el controlador 9070 controla el vehículo 9080 para que avance a dos metros por segundo.

25 **[0358]** El paso 9210 es una decisión. Si, en el paso 9210, el método 9200 determina que el localizador 101 recibe datos de ubicación válidos, el método 9200 continúa con el paso 9212; si no el método 9200 continúa con el paso 9226. En un ejemplo del paso 9210, el controlador 9070 determina la ubicación del vehículo 9080 a partir de los datos de emplazamiento 120 y sopesa si la ubicación se ha recibido en los últimos quinientos milisegundos. En un ejemplo del paso 9210, si el controlador 9070 determina que el localizador 101 no ha recibido datos de ubicación válidos en los últimos quinientos milisegundos, el controlador 9070 aborta la prueba actual y continúa con el paso 9226.

30 **[0359]** En el paso 9212, el método 9200 calcula el vector de movimiento del vehículo usando los datos de ubicación. En un ejemplo del paso 9212, el controlador 9070 calcula un vector de movimiento a partir de las últimas cuatro ubicaciones determinadas para el localizador 101 en los datos de emplazamiento 120.

35 **[0360]** El paso 9214 es una decisión. Si, en el paso 9214, el método 9200 determina que el vector es correcto para el punto siguiente, el método 9200 continúa con el paso 9216; si no el método 9200 continúa con el paso 9218.

40 **[0361]** En el paso 9216, el método 9200 dirige el vehículo a la izquierda. En un ejemplo del paso 9216, el controlador 9070 envía una orden inalámbrica al vehículo 9080 para que gire a la izquierda de forma proporcional al error entre el vector y la dirección del siguiente punto. El método 9200 continúa con el paso 9220.

45 **[0362]** En el paso 9218, el método 9200 dirige el vehículo a la derecha. En un ejemplo del paso 9218, el controlador 9070 envía una orden inalámbrica al vehículo 9080 para que gire a la derecha de forma proporcional al error entre el vector y la dirección del siguiente punto. El método 9200 continúa con el paso 9220.

50 **[0363]** El DIB. 4 muestra como ejemplo un supuesto en el que el vehículo 9080 se mueve desde el punto 9105(2) al punto 9105(3). La flecha 406 indica la trayectoria ideal entre los puntos 9105(2) y 9105(3). Las estrellas 9302 representan las ubicaciones determinadas recibidas en los datos de emplazamiento 120 del vehículo 9080, y las cuatro más recientes se usan para calcular el vector de movimiento 9304 del vehículo 9080. Como el vector 9304 apunta a la derecha del siguiente punto 9105(3), el controlador 9070 hace girar el vehículo a la izquierda, tal y como indica la flecha 9308.

55 **[0364]** El paso 9220 es una decisión. Si, en el paso 9220, el método 9200 determina que la ubicación actual del vehículo es cercana al siguiente punto de la trayectoria, el método 9200 continúa con el paso 9222; si no el método 9200 continúa con el paso 9210. Los pasos del 9210 al 9220 se repiten para monitorizar y controlar el vehículo 9080 a medida que progresa entre los puntos 9105 de la trayectoria 9100. En un ejemplo del paso 9220, tal y como se muestra en el DIB. 93, el vehículo 9080 se considera cercano al punto de destino actual cuando está dentro del radio R de ese punto. Como se muestra en el DIB. 93, cuando el vehículo 9080 está dentro del círculo 9310 se considera que está cerca del punto 9105(3). R es por ejemplo 1 metro. El círculo 9310 se usa porque incluso con un sistema exactamente alineado no es razonable esperar que el vehículo 9080 llegue a la ubicación exacta de cada punto 9105. Por ejemplo, la exactitud de la ubicación determinada y la irregularidad del terreno suelen contribuir a los errores de posicionamiento para el vehículo 9080.

65

[0365] En el paso 9222, el método 9200 selecciona el siguiente punto en el recorrido. En un ejemplo del paso 9222, el controlador 9070 selecciona el punto 9105(4) cuando la ubicación determinada del vehículo 9080 está dentro del círculo 9310 alrededor del punto 9105(3).

5 [0366] El paso 9224 es una decisión. Si, en el paso 9214, el método 9200 determina que el recorrido se ha completado, el método 9200 continúa con el paso 9226; si no el método 9200 continúa con el paso 9210. Los pasos del 9210 al 9224 se repiten hasta que el vehículo 9080 llega al punto final 9105 del recorrido 9100. Debe observarse que en los puntos del 9212 al 9218, el vehículo 9080 se controla automáticamente para dirigirse hacia el siguiente punto 9105 seleccionado cuando el vector 9304 no apunta hacia la ubicación de ese punto.

10 [0367] En el paso 9226, el método 9200 detiene el vehículo. En un ejemplo del paso 9226, el controlador 9070 envía de forma inalámbrica una orden al vehículo 9080 para que se detenga. En el paso 9228, el método 9200 deja de reunir datos de ubicación. En un ejemplo del paso 9228, el método 9070 deja de reunir datos de ubicación 120.

15 [0368] El método 9200 se puede poner en práctica para reunir datos de ubicación usando otros recorridos, como se describe a continuación.

#### **Análisis de datos de cobertura (bruto)**

20 [0369] Una vez se haya completado exitosamente el método 9200 (es decir, el vehículo 9080 ha llegado al punto final 9105 del recorrido 9100), el controlador 9070 analiza los datos de ubicación reunidos para asegurarse de que se han usado todos los receptores 104 para determinar la ubicación del localizador 101 cuando el vehículo 9080 estaba en un área de interés (p. ej., el área de recepción esperada) del receptor. El controlador 9070 compara los emplazamientos derivados de cada receptor 104 con el área de recepción ideal de cada uno de ellos 104. Si el controlador 9070 determina que algún receptor 104 no estaba involucrado en la determinación de ningún emplazamiento del localizador 101 cuando el vehículo 9080 estaba en el área de recepción ideal del receptor, la evaluación automática se detiene hasta que el técnico realiza la evaluación de los receptores.

30 [0370] El DIB. 94 muestra un ejemplo de área de consideración (ADC) 9400 para el receptor 104(9) del sistema de seguimiento de objetos 100 del DIB. 1. El receptor 104(9) se usa en el ejemplo del DIB. 94, pero cada receptor tiene una ADC 9400 definida de forma similar. El receptor 104(9) tiene un alcance 9402 que define los límites angulares de su área de recepción y un rango 9404 que define la distancia máxima desde el receptor a la que se detectará un ping del localizador 101. Un perímetro 9414 alrededor del campo de juego 103 define el área de funcionamiento del sistema de seguimiento de objetos 100. El perímetro 9414 es por ejemplo un metro mayor a cada lado del campo de juego 103.

35 [0371] Una línea central 9406 del receptor 104(9) define su orientación angular deseada 9412, que en conjunción con la ubicación del receptor 104(9), el alcance 9402 y el rango 9404 define un área de recepción ideal triangular para el receptor 104(9). La ADC 9400, que aparece sombreada para mayor claridad en el DIB. 94, se determina como el solapamiento del área de recepción ideal triangular con el área definida por el perímetro 9414. Una primera línea central de ADC 9410 se alinea con la línea central del receptor 9406. Por tanto la ADC 9400 define el área de funcionamiento deseada del receptor 104(9) dentro del área de funcionamiento 102. Se determina la ADC para cada receptor 104 de modo que todas las asignaciones del campo de juego 103 estén cubiertas por las ADC de al menos tres receptores. Aunque es posible ajustar automáticamente la orientación de cualesquiera receptores 104, la ADC 9400 para cada receptor no se recalcula.

45 [0372] El DIB. 95 es un flujograma que ilustra un ejemplo de método 9500 para crear un conjunto de datos 9474 para cada receptor 104 a partir de los datos de emplazamiento 9072 reunidos con el método 9200 del DIB. 92. El método 9500 se implementa por ejemplo en el controlador 9070 del DIB. 90.

50 [0373] En el paso 9502, el método 9500 importa los datos de ubicación reunidos. En un ejemplo del paso 9502, el controlador 9070 importa los datos de ubicación 9072, reunidos mediante el método 9200, a una memoria de trabajo. En el paso 9504, el método 9500 selecciona el primer receptor. En un ejemplo del paso 9504, el controlador 9070 selecciona el receptor 104(9). En el paso 9506, el método 9500 determina una ADC para el receptor actual seleccionado en el paso 9504. En un ejemplo del paso 9506, el controlador 9070 determina la ADC 9400 para el receptor 104(9). En el paso 9508, el método 9500 crea un conjunto de datos vacío para el receptor actual. En un ejemplo del paso 9508, el controlador 9070 crea un conjunto de datos 9474 sin entradas. En el paso 9510, el método 9500 almacena los datos de emplazamiento del receptor que se entrecruzan con la ADC del receptor en el conjunto de datos. En un ejemplo del paso 9510, los datos de emplazamiento que se determinaron usando el receptor 104(9) y que definen un emplazamiento que queda dentro de la ADC 9400 se almacena en el conjunto de datos 9474.

60 [0374] El paso 9512 es una decisión. Si, en el paso 9212, el método 9500 determina que el conjunto de datos es inválido, el método 9500 continúa con el paso 9514; si no el método 9500 continúa con el paso 9516. En el paso 9514, el método 9500 envía un mensaje de error. En un ejemplo del paso 9514, el controlador 9070 muestra un mensaje de error indicando que el receptor 104(9) no generó datos de ubicación 9072 dentro de su ADC determinada 9400. El método 9500 termina entonces. En una forma de realización alternativa, el método 9500 continúa con el paso 9516 y procesa los siguientes receptores de modo que en caso de que más de un receptor 104 falle al generar emplazamientos dentro de su ADC determinada 9400 se le notifique tal hecho al técnico.

5 [0375] El paso 9516 es una decisión. Si, en el paso 9516, el método 9500 determina que el receptor actual es el último que va a procesarse, el método 9500 continúa con el paso 9520; si no el método 9500 continúa con el paso 9518. En el paso 9518, el método 9500 selecciona el siguiente receptor para procesar. En un ejemplo del paso 9518, el controlador 9070 selecciona el receptor 104(10). El método continúa con el paso 9506. Los pasos del 9506 al 9518 se repiten para cada grupo de receptores 104 del sistema de seguimiento de objetos 100.

[0376] En el paso 9520, el método 9500 devuelve un conjunto de datos para cada receptor. En un ejemplo del paso 9520, el controlador 9070 almacena un conjunto de datos 9474 para cada receptor 104 El método 9500 termina entonces.

10 [0377] El método 9500 puede procesar los datos de emplazamiento recogidos de recorridos distintos al 9100, como se describe en detalle a continuación.

**Recogida de datos de cobertura (basta)**

15 [0378] El DIB. 96 muestra una trayectoria basta predeterminada 9600 como ejemplo que el vehículo 9080 sigue bajo el control del controlador 9070. La trayectoria 9600 se considera "basta" porque tiene mayor complejidad que la trayectoria bruta 9100 del DIB. 91, pero menos complejidad en comparación con la trayectoria fina 10000 del DIB. 100 descrita más adelante. La trayectoria 9600 está definida por los puntos 9605(1)-(10) y el vehículo 9080 se controla para desplazarse desde el punto 9605(1) al punto 9605(2), luego desde el punto 9605(2) al punto 9605(3), y así hasta que el vehículo 9080 llegue al punto 9605(10). Aunque los puntos 9605 de la trayectoria 9600 se posicionan fuera y alrededor de la periferia del campo de juego 103, los puntos 9605 pueden posicionarse en cualquier sitio del área de funcionamiento 102 sin salirnos del alcance de este documento.

20 [0379] El controlador 9070 repite el método 9200 del DIB. 92 para controlar el vehículo 9080 de forma que siga la trayectoria basta 9600 y para reunir los datos de emplazamiento 120 del sistema de seguimiento de objetos 100, que se almacenan como datos de ubicación 9072 en el controlador 9070. El controlador 9070 repite después el método 9500 del DIB. 95 para procesar los datos de ubicación 9072 y generar conjuntos de datos del receptor 9474.

**Análisis de datos de cobertura y ajuste de la antena (basta)**

30 [0380] Cada ping (p. ej., el ping 402, DIB. 4) recibido por el receptor 104 genera un evento de receptor (p. ej., el evento de receptor 110, DIB. 1). Cada emplazamiento generado por el sistema de seguimiento de objetos 100 se determina usando al menos tres eventos de receptor para el mismo ping. Así, para que se genere una ubicación para un ping, al menos tres receptores detectan el ping y generan un evento de receptor.

35 [0381] El DIB. 97 es una vista superior del receptor 104(9) y su ADC 9400 que muestra un ejemplo de distribución de emplazamientos 9702, determinada usando eventos de receptor generados por el receptor 104(9), entre la mitad izquierda 9706 y la mitad derecha 9708 de la ADC 9400 para determinar la orientación automática 9710 del receptor 104(9). En el ejemplo del DIB. 97, aproximadamente el 61 % de los emplazamientos estaban en la mitad derecha 9708, donde la orientación 9710 del receptor 104(9) se hace a la izquierda. Los emplazamientos implicados 9702 (indicados por círculos) representan los emplazamientos del conjunto de datos del receptor 9474 determinados en el sistema de seguimiento de objetos 110 usando eventos de receptor generados por el receptor 104(9). Los emplazamientos no implicados 9704 (indicados por cruces) representan los emplazamientos del conjunto de datos del receptor 9474 determinados en el sistema de seguimiento de objetos 100 sin usar la información proporcionada por el receptor 104(9). Por tanto el receptor 104(9) se orienta por tanto 9710 a la izquierda en un intento de equilibrar los emplazamientos involucrados 9702 de forma más uniforme entre las mitades 9706 y 9708.

40 [0382] El DIB. 98 es una vista superior de receptor 104(9) y su ADC 9400 que muestra un ejemplo de la distribución de los emplazamientos implicados 9702 entre la mitad superior 9806 y la mitad inferior 9808 del ADC 9400 para determinar la inclinación automática 9810 del receptor 104(9). La segunda línea central 9802 divide la ADC 9400 de modo que el área de las mitades 9806 y 9808 sean básicamente iguales. En el ejemplo del DIB. 98, aproximadamente el 61 % de los emplazamientos involucrados están en la mitad inferior 9808, donde la inclinación 9810 del receptor 104(9) se hace hacia arriba. Los emplazamientos implicados 9702 (indicados por círculos) representan los emplazamientos del conjunto de datos del receptor 9474 determinados en el sistema de seguimiento de objetos 100 usando los eventos de receptor generados por el receptor 104(9). Los emplazamientos no implicados 9704 (indicados por cruces) representan los emplazamientos del conjunto de datos del receptor 9474 determinados en el sistema de seguimiento de objetos 100 sin usar la información proporcionada por el receptor 104(9). Por tanto el receptor 104(9) se inclina 9810 hacia arriba en un intento de equilibrar los emplazamientos involucrados 9702 de forma más uniforme entre las mitades 9806 y 9808.

55 [0383] El DIB. 99 es un flujograma que ilustra un ejemplo de método 9900 para ajustar automáticamente la orientación de los receptores 104 del sistema de seguimiento de objetos 100. Los DIB. 97, 98, y 99 se entenderán mejor si se observan con la siguiente descripción. Por ejemplo el método 9900 se implementa en el controlador 9070 de del sistema ICA 9000, DIB. 90. Al completar el método 9200 para reunir datos de ubicación usando la trayectoria basta 9600, el controlador 9070 invoca el método 9900 para analizar cada conjunto de datos 9474 y ajustar automáticamente la orientación de cada receptor 104 según sea necesario. La trayectoria basta 9600 se proporciona como ejemplo; en la práctica la granularidad de la trayectoria basta 9600 se aumenta para mejorar la uniformidad de la distribución de los puntos de ubicación en cada ADC 9400.

65

[0384] En el paso 9902, el método 9900 selecciona un primer receptor. En un ejemplo del paso 9902, el optimizador 9070 selecciona el receptor 104(9). En el paso 9904, el método 9900 carga el conjunto de datos del receptor actual. En un ejemplo del paso 9904, el controlador 9070 carga el conjunto de datos del receptor 9474 generado por el método 9200 usando la trayectoria basta 9600. del paso 9906, el método 9900 determina un porcentaje de emplazamientos a la izquierda y a la derecha de la primera línea central de la ADC y un porcentaje de emplazamientos por encima y por debajo de la segunda línea central de la ADC. En un ejemplo del paso 9906, el controlador 9070 determina un porcentaje de emplazamientos, determinados usando los eventos de receptor generados por el receptor 104(9), en las mitades izquierda 9706 y derecha 9708 de la ADC 9400 y determina un porcentaje de esos emplazamientos en la mitad superior 9806 y la inferior 9808 de la ADC 9400.

10 [0385] El paso 9908 es una decisión. Si, en el paso 9908, el método 9900 determina que el porcentaje de emplazamientos en la mitad derecha de la ADC es mayor que un umbral predefinido, el método 9900 continúa con el paso 9910; si no el método 9900 continúa con el paso 9912. En un ejemplo del paso 9908, el controlador 9070 continúa con el paso 9910 cuando el porcentaje determinado de emplazamientos en la mitad derecha 9708 supere el 55 %. En el paso 9910, el método 9900 orienta el receptor a la izquierda en una cantidad definida. En un ejemplo del paso 9910, el controlador 9070 ordena al mecanismo O/I 9006(9) que oriente el receptor 104(9) 5 grados a la izquierda. El método 9900 continúa con el paso 9916.

20 [0386] El paso 9912 es una decisión. Si, en el paso 9912, el método 9900 determina que el porcentaje de emplazamientos en la mitad izquierda de la ADC supera un umbral definido, el método 9900 continúa con el paso 9914; si no, el método 9900 continúa con el paso 9912. En un ejemplo del paso 9912, el controlador 9070 continúa con el paso 9914 cuando el porcentaje determinado de emplazamientos en la mitad izquierda 9706 supere el 55 %. En el paso 9914, el método 9900 orienta el receptor a la derecha en una cantidad definida. En un ejemplo del paso 9914, el controlador 9070 ordena al mecanismo O/I 9006(9) que oriente el receptor 104(9) 5 grados a la derecha. El método 9900 continúa con el paso 9916.

25 [0387] El paso 9916 es una decisión. Si, en el paso 9916, el método 9900 determina que el porcentaje de emplazamientos en la mitad superior (más ancha) de la ADC supera un umbral definido, el método 9900 continúa con el paso 9918; si no, el método 9900 continúa con el paso 9920. En un ejemplo del paso 9916, el controlador 9070 continúa con el paso 9918 cuando el porcentaje determinado de emplazamientos en la mitad superior 9806 supere el 55 %. En el paso 9918, el método 9900 inclina el receptor hacia abajo en una cantidad definida. En un ejemplo del paso 9918, el controlador 9070 ordena al mecanismo O/I 9006(9) que incline el receptor 104(9) 1 grado hacia abajo. El método 9900 continúa con el paso 9924.

30 [0388] El paso 9920 es una decisión. Si, en el paso 9920, el método 9900 determina que el porcentaje de emplazamientos en la mitad inferior de la ADC supera un umbral definido, el método 9900 continúa con el paso 9922; si no, el método 9900 continúa con el paso 9924. En un ejemplo del paso 9920, el controlador 9070 continúa con el paso 9922 cuando el porcentaje determinado de emplazamientos en la mitad inferior 9808 supera el 55 %. En el paso 9922, el método 9900 inclina el receptor hacia arriba en una cantidad definida. En un ejemplo del paso 9922, el controlador 9070 ordena al mecanismo O/I 9006(9) que incline el receptor 104(9) 1 grado hacia arriba. El método 9900 continúa con el paso 9924.

40 [0389] El paso 9924 es una decisión. Si, en el paso 9924, el método 9900 determina que el receptor actual es el último, el método 9900 continúa con el paso 9928; si no el método 9900 continúa con el paso 9926. En el paso 9926, el método 9900 selecciona el siguiente receptor. En un ejemplo del paso 9926, el optimizador 9070 selecciona el receptor 104(10). El método 9900 continúa con el paso 9904. Los pasos del 9904 al 9926 se repiten para cada receptor del sistema de seguimiento de objetos 100.

45 [0390] El paso 9928 es una decisión. Si, en el paso 9928, el método 9900 determina que se ha ajustado la orientación de al menos un receptor, el método 9900 continúa con el paso 9930; si no el método 9900 termina. En el paso 9930, el método 9900 invoca los métodos 9200 y 9500 para que repitan la prueba de los receptores con la trayectoria basta 9600. El controlador 9070 repite por tanto el ajuste de orientación e inclinación de los receptores 104 hasta que no se necesiten más ajustes.

**Recogida de datos de cobertura (fina)**

50 [0391] El DIB. 100 muestra una trayectoria predeterminada "fina" 10000 que el vehículo 9080 sigue bajo el control del controlador 9070. La trayectoria 10000 se considera "fina" porque tiene mayor complejidad que la trayectoria basta 9600 del DIB. 96. La trayectoria 10000 está definida por los puntos 10005(1)-(18) y el vehículo 9080 se controla para desplazarse desde el punto 10005(1) al punto 10005(2), luego desde el punto 10005(2) al punto 10005(3), y así hasta que el vehículo 9080 llegue al punto 10005(18). Aunque los puntos 10005 de la trayectoria 10000 se posicionan fuera y alrededor de la periferia del campo de juego 103, los puntos 10005 pueden posicionarse en cualquier sitio del área de funcionamiento 102 sin salirnos del alcance de este documento.

60 [0392] El controlador 9070 repite el método 9200 del DIB. 92 para controlar el vehículo 9080 de forma que siga la trayectoria fina 10000 y para reunir los datos de emplazamiento 120 del sistema de seguimiento de objetos 100, que se almacenan como datos de ubicación 9072 en el controlador 9070. La trayectoria 10000, tal y como la sigue el vehículo 9080, se selecciona para que incluya todo el campo de juego 103 de una forma "fina". El controlador 9070 repite después el método 9500 del DIB. 95 para procesar los datos de ubicación 9072 y generar conjuntos de datos del receptor 9474.

**Análisis de datos de cobertura y ajuste de la antena (fino)**

65

**[0393]** El controlador 9070 repite después el método 9900 del DIB. 99 para analiza la cobertura del campo de juego 103 por parte de los receptores 104, haciendo los ajustes necesarios en la orientación de cada receptor 104. Sin embargo, durante el análisis de los conjuntos de datos del receptor 9474 reunidos usando la trayectoria fina 10000, el método 9900 hace ajustes menores (p. ej., dos grados de orientación y medio grado de inclinación) a la orientación de los receptores 104 para lograr un rendimiento óptimo del sistema.

5

**[0394]** El DIB. 101 muestra el vehículo 9080 del DIB. 90 con mayor detalle. El vehículo 9080 se muestra con cuatro ruedas 10102, un receptor/controlador 10104 que recibe órdenes inalámbricas mediante una antena 10106, desde el controlador 9070 y que controla las ruedas 10102 para desplazar y girar el vehículo 9080. Por ejemplo, puede que dos ruedas o más 10102 sean orientables bajo el control del receptor/controlador 10104 para permitir que el controlador 9070 controle el vehículo 9080 para seguir los recorridos 9100, 9600 y 10000 de los DIB. 91, 96 y 100, respectivamente. Existe la opción de ponerle al vehículo 9080 un mástil 10108 para posicionar el localizador 101 a una altura predeterminada del suelo (p. ej., la superficie del campo de juego 103) por la que se desplace el vehículo 9080, lo que permitirá simular mejor los localizadores 101 sujetos a los jugadores en el campo de juego 103. Como se explicó previamente, el localizador 101 genera pings 402 de forma periódica que se propagan en todas direcciones desde el localizador 101. El receptor/controlador 10104 puede incluir otros sensores (p. ej., acelerómetros) y la funcionalidad de asistir de forma autónoma en el control de la velocidad o la dirección del vehículo 9080.

10

15

**Reivindicaciones**

1. Un localizador (2601) de banda ultraancha (UWB), que comprende:

5 un procesador (286208)  
un transceptor (2616) acoplado comunicativamente con el procesador;  
un sensor de movimiento (2650) acoplado comunicativamente con el procesador; y  
una memoria (2622) acoplada comunicativamente con el procesador, que almacena instrucciones legibles por máquina  
que, al ser ejecutadas por el procesador, controlan el localizador para: determinar, mediante el sensor de movimiento, el  
10 movimiento del localizador, transmitir periódicamente, desde el transceptor a una tasa de ping (2626), pings detectables  
por un sistema de seguimiento de objetos (100), incluyendo cada uno de los pings un valor de movimiento indicativo de  
una actividad y/o aceleración basada en el movimiento determinado,  
recibir, del sistema de seguimiento de objetos, una tasa de ping óptima determinada por el sistema de seguimiento de  
objetos basándose en el valor de movimiento transmitido por el localizador, un ancho de banda del sistema de  
seguimiento de objetos y uno o más valores de movimiento adicionales transmitidos al sistema de seguimiento de objetos  
15 por uno o más localizadores adicionales correspondientes, y  
establecer la tasa de ping igual a la tasa de ping óptima.

2. El localizador de la reivindicación 1, en la que la actividad y/o aceleración incluye una velocidad del localizador o en un plano  
20 horizontal.

3. Método para ajustar una tasa de ping (2626) de un localizador (2601) de banda ultraancha (UWB), que comprende:  
determinar, con un sensor de movimiento (2650), el movimiento del localizador;  
transmitir periódicamente, desde el localizador y a una tasa de ping (2626), pings detectables por un sistema de seguimiento  
de objetos (100), incluyendo cada uno de los pings un valor de movimiento indicativo de una actividad y/o aceleración basada  
25 en el movimiento determinado;  
recibir, del sistema de seguimiento de objetos, una tasa de ping óptima determinada por el sistema de seguimiento de objetos  
basada en el valor de movimiento transmitido por el localizador, un ancho de banda del sistema de seguimiento de objetos, y  
uno o más valores de movimiento adicionales transmitidos al sistema de seguimiento de objetos por uno o más localizadores  
adicionales correspondientes; y  
30 establecer, mediante el localizador, la tasa de ping igual a la tasa de ping óptima.

4. El método de la reivindicación 3, en el que:  
la actividad y/o aceleración incluye una velocidad del localizador en un plano horizontal.

35

40

45

50

55

60

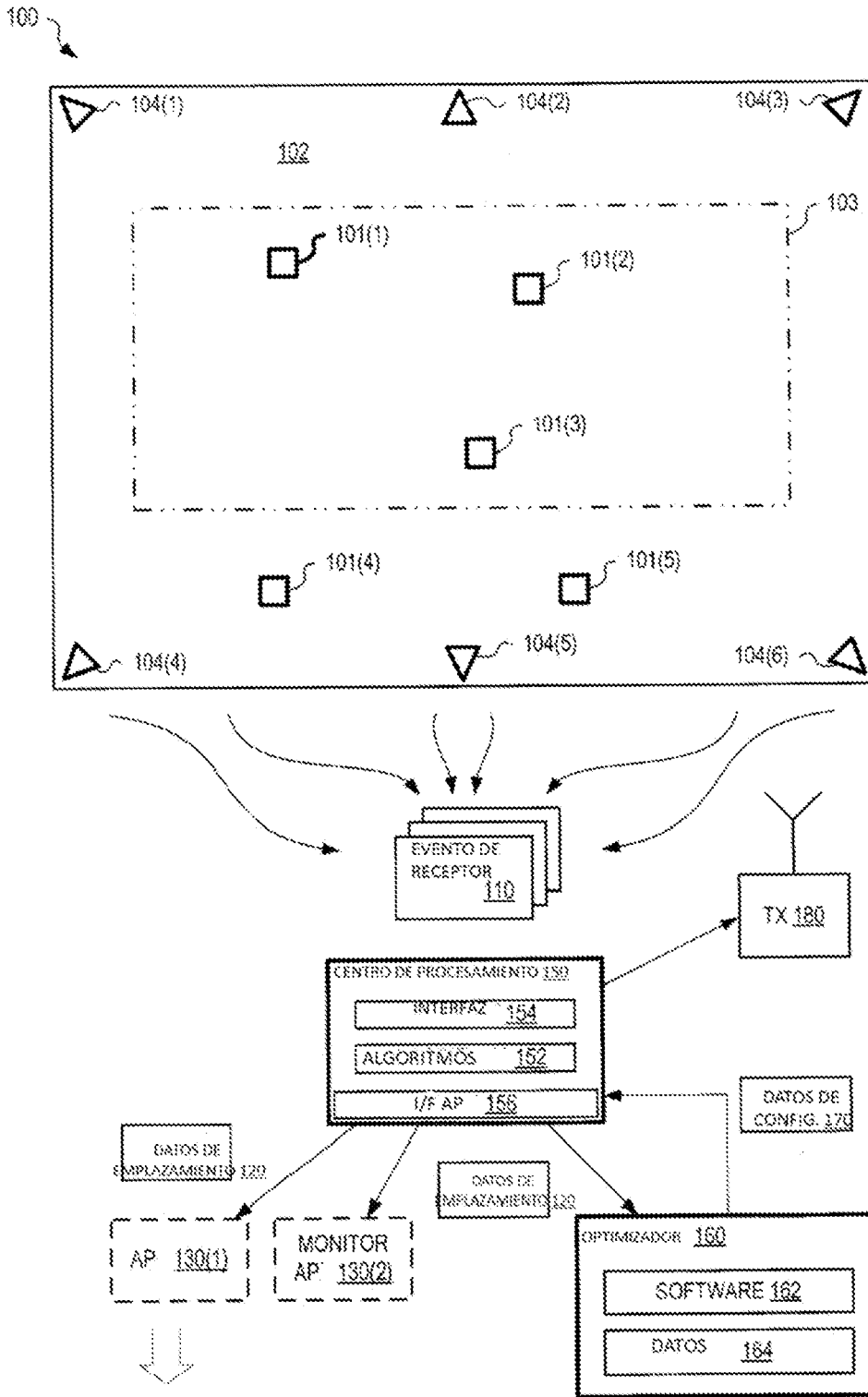


FIG. 1

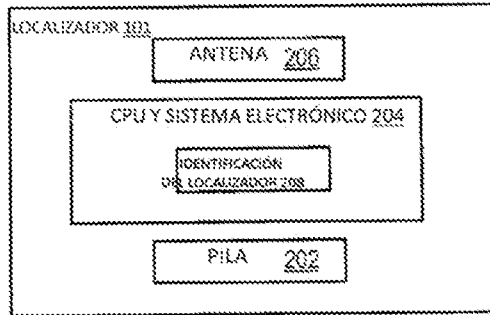


FIG. 2

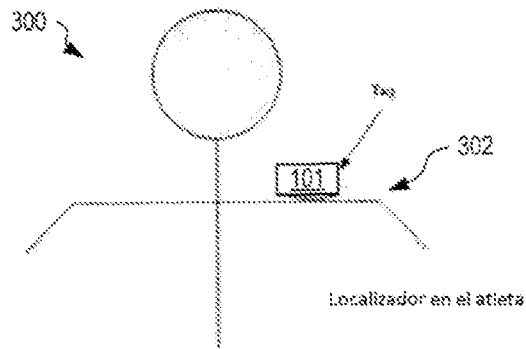


FIG. 3

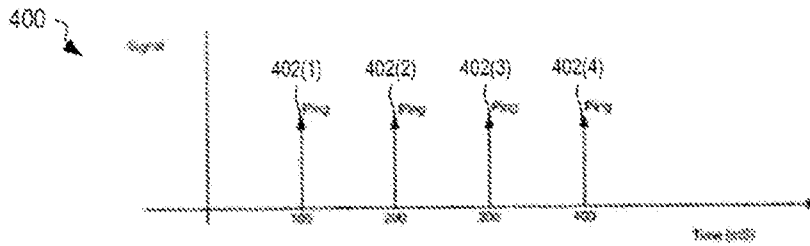


FIG. 4

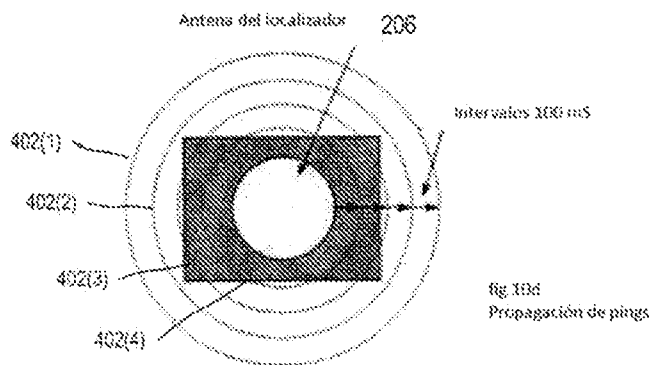
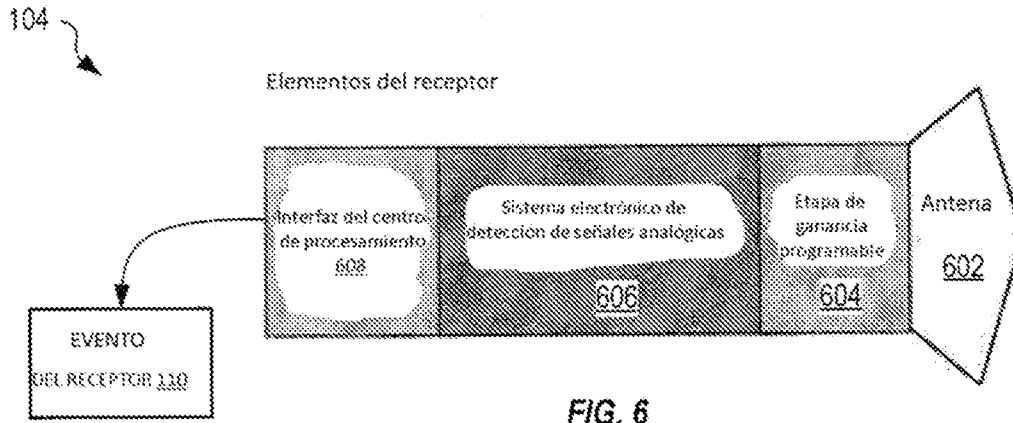
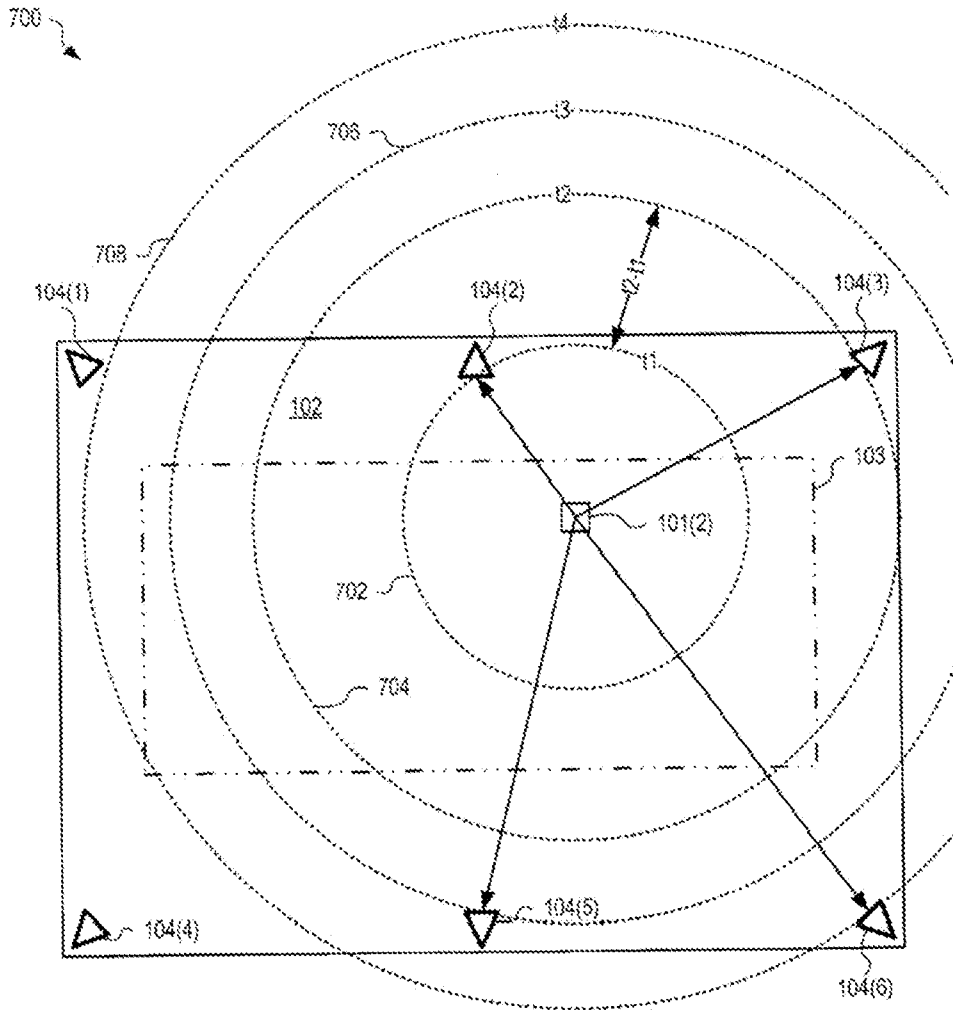


FIG. 5





<p>EVENTO DE RECEPTOR 104(1)</p> <p>IDENTIFICACION DE LOCALIZADOR 208(1)</p> <p>SELLO TEMPORAL 11</p> <p>IDENTIFICACION DEL RECEPTOR 714(1)</p>	<p>EVENTO DE RECEPTOR 104(2)</p> <p>IDENTIFICACION DE LOCALIZADOR 208(2)</p> <p>SELLO TEMPORAL 12</p> <p>IDENTIFICACION DEL RECEPTOR 714(2)</p>	<p>EVENTO DE RECEPTOR 104(3)</p> <p>IDENTIFICACION DE LOCALIZADOR 208(3)</p> <p>SELLO TEMPORAL 13</p> <p>IDENTIFICACION DEL RECEPTOR 714(3)</p>	<p>EVENTO DE RECEPTOR 104(4)</p> <p>IDENTIFICACION DE LOCALIZADOR 208(4)</p> <p>SELLO TEMPORAL 14</p> <p>IDENTIFICACION DEL RECEPTOR 714(4)</p>
---	---	---	---

FIG. 7

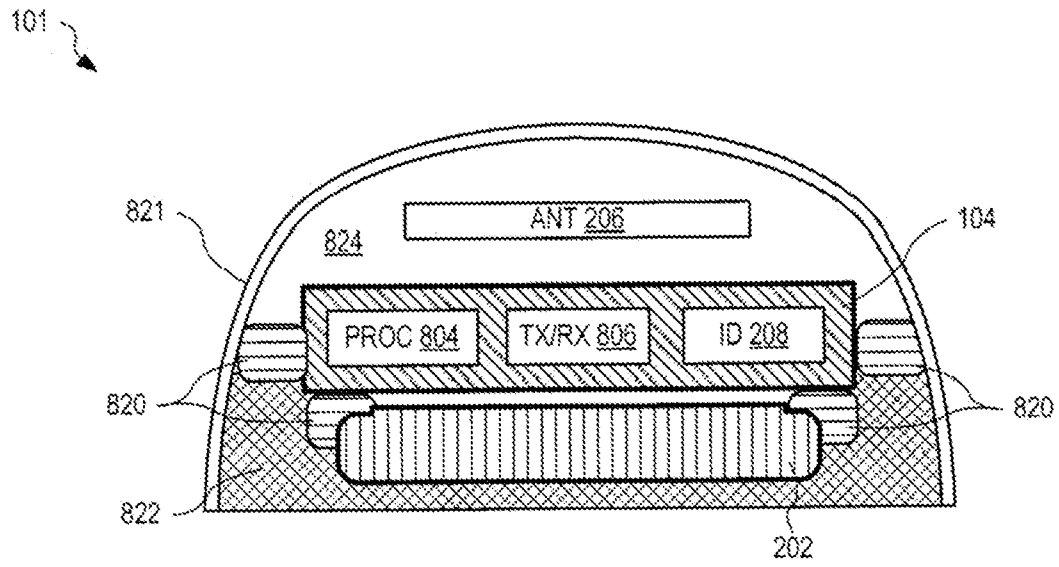


FIG. 8

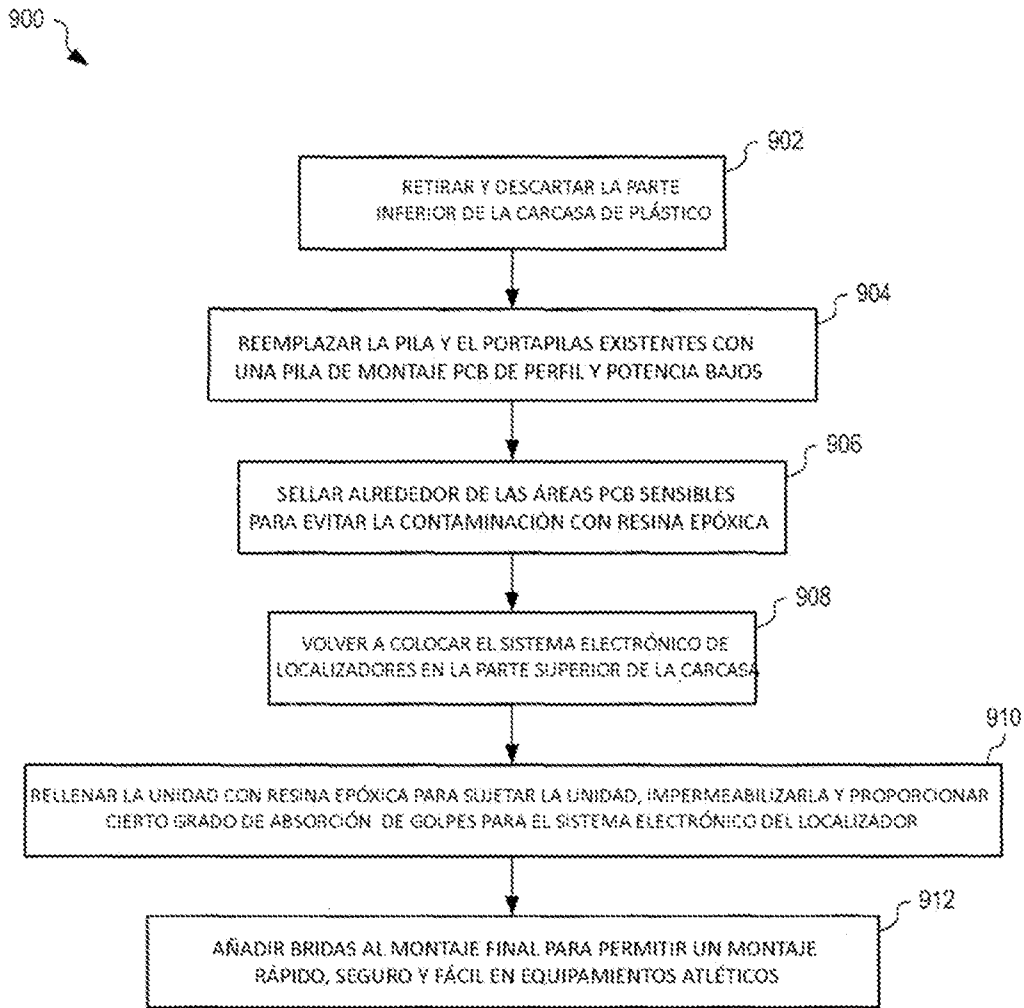


FIG. 9

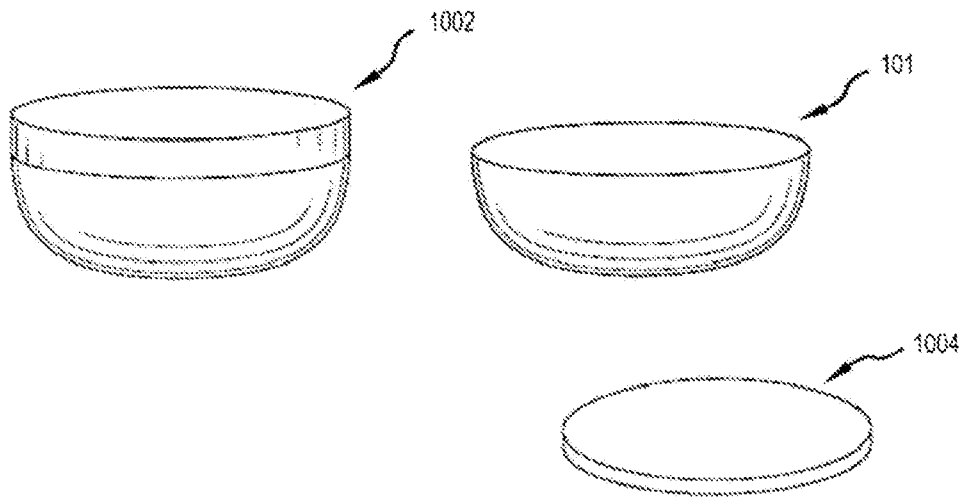


FIG. 10

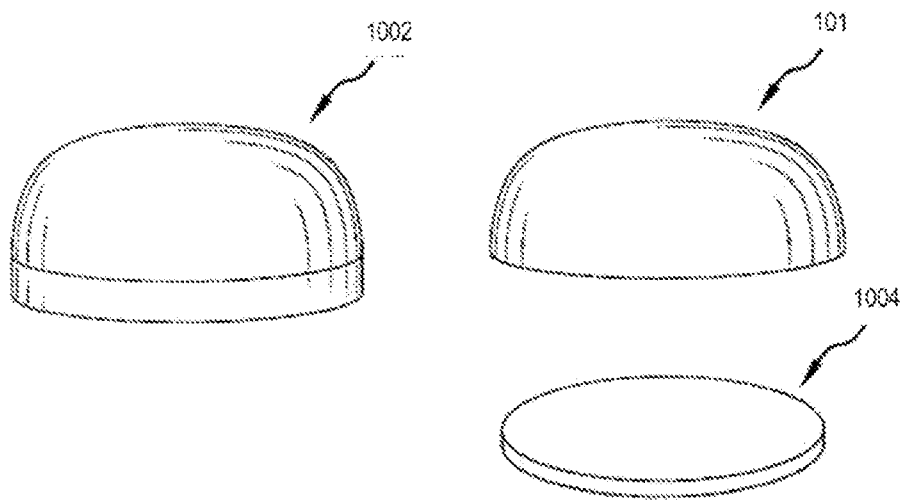


FIG. 11

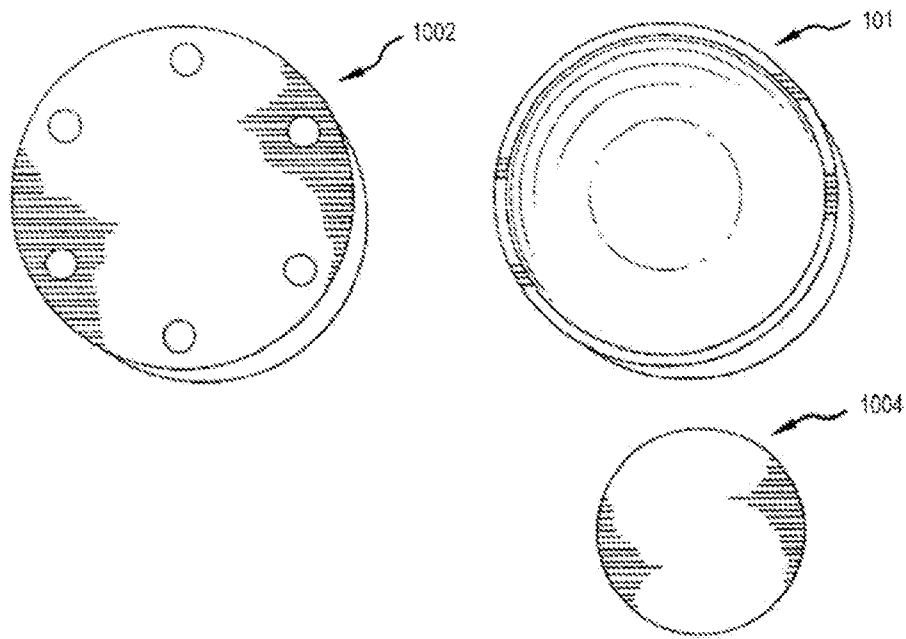


FIG. 12

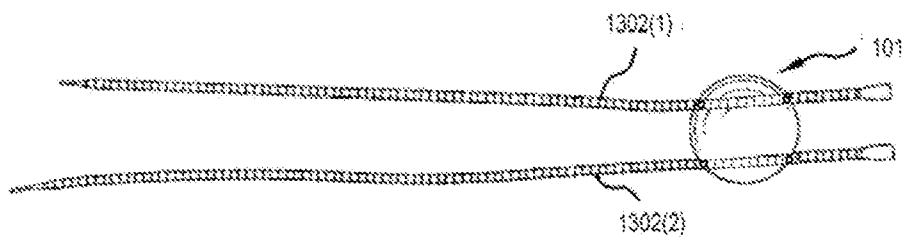


FIG. 13

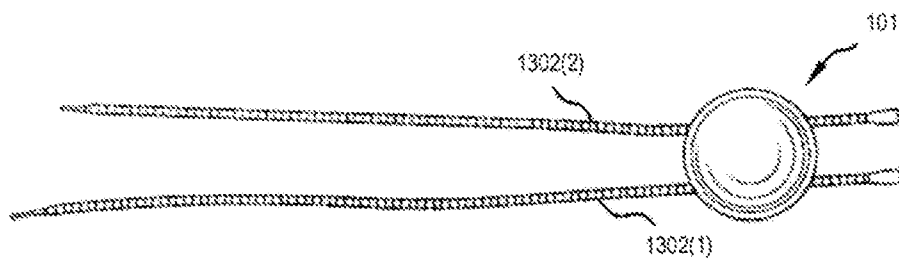


FIG. 14

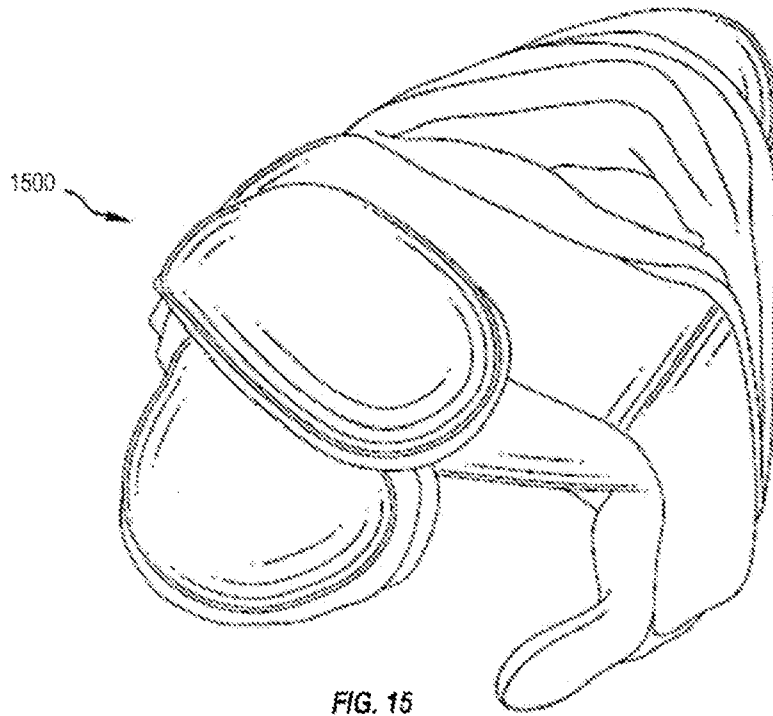


FIG. 15

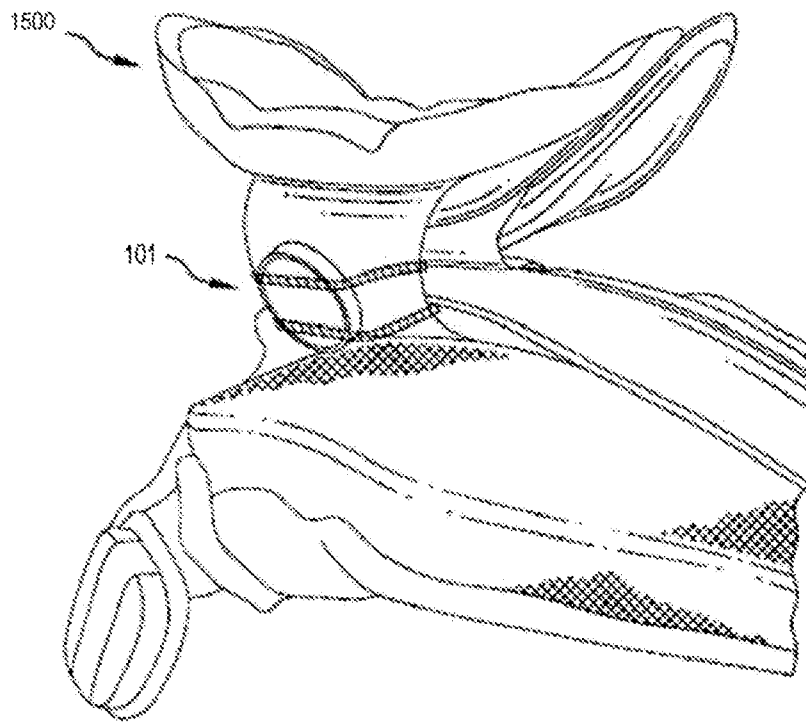


FIG. 16

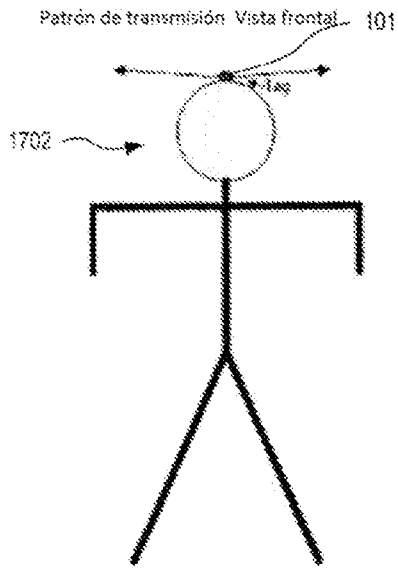


FIG. 17

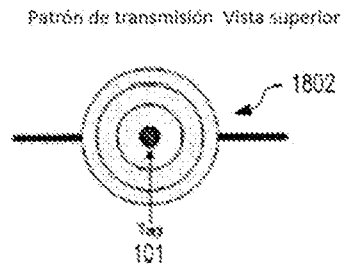


FIG. 18

Patrón de transmisión Vista frontal / Localizador izquierdo/derecho

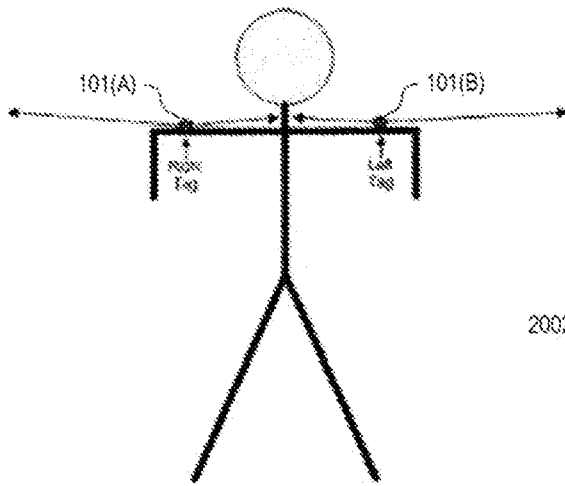


FIG. 19

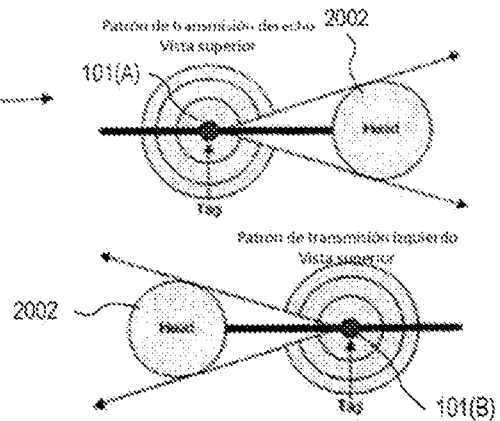
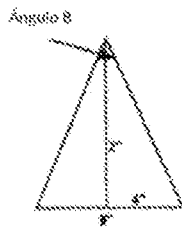
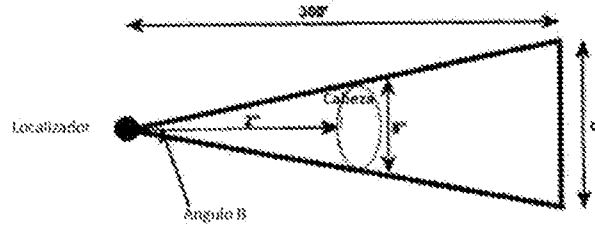


FIG. 20

2100



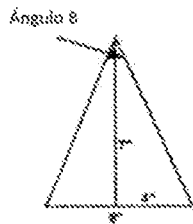
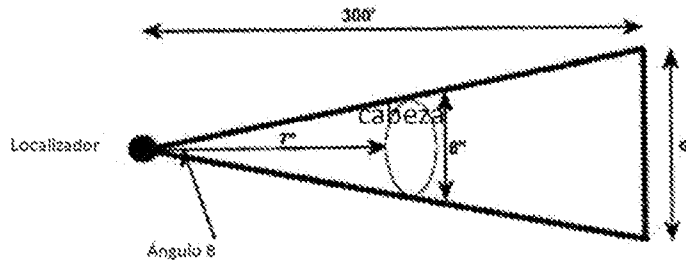
$$\begin{aligned} \tan(1/2B) &= 4/2 \\ 1/2B &= \arctan(2) \\ B &= \sim 126 \text{ grados} \end{aligned}$$

para calcular d:

$$\begin{aligned} 1/2(d) / 300' &= \tan(63) \\ 1/2(d) &= \tan(63) * 300 \\ d &= \sim 1176' \end{aligned}$$

FIG. 21

2200



$$\begin{aligned} \tan(1/2B) &= 4/7 \\ 1/2B &= \arctan(4/7) \\ B &= \sim 60 \text{ grados} \end{aligned}$$

para calcular d':

$$\begin{aligned} 1/2(d) / 300' &= \tan(30) \\ 1/2(d) &= \tan(30) * 300 \\ d &= \sim 345' \end{aligned}$$

FIG. 22

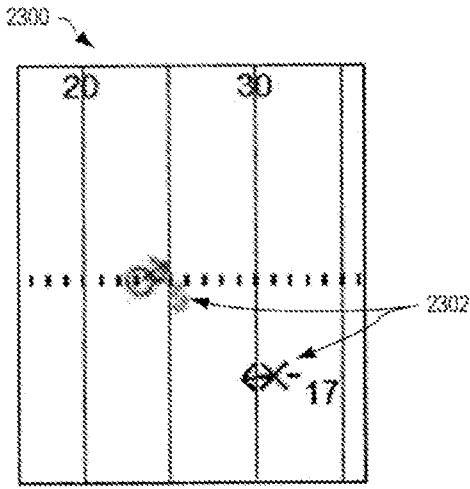


FIG. 23

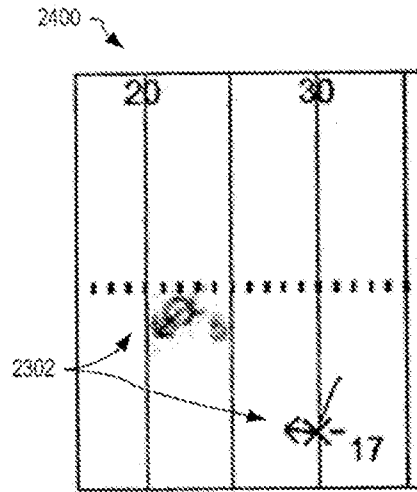


FIG. 24

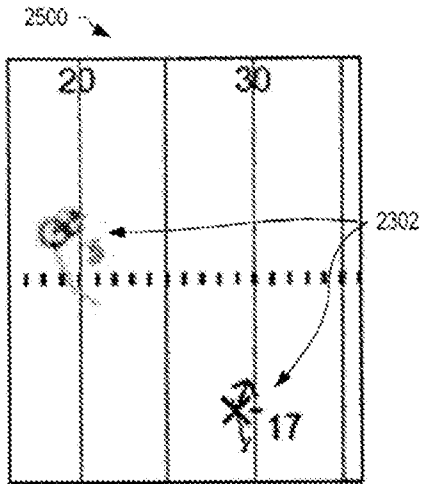


FIG. 25

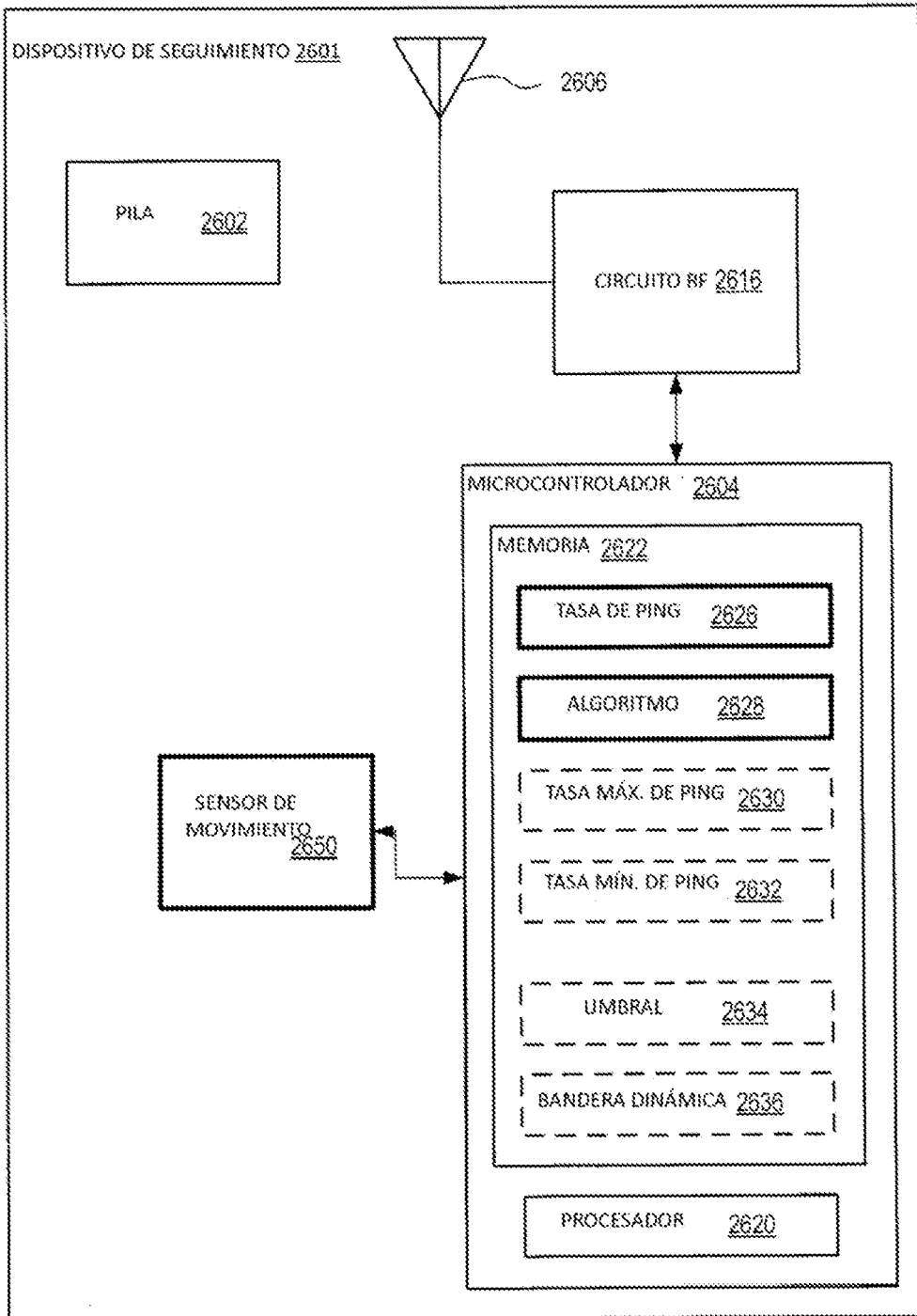


FIG. 26

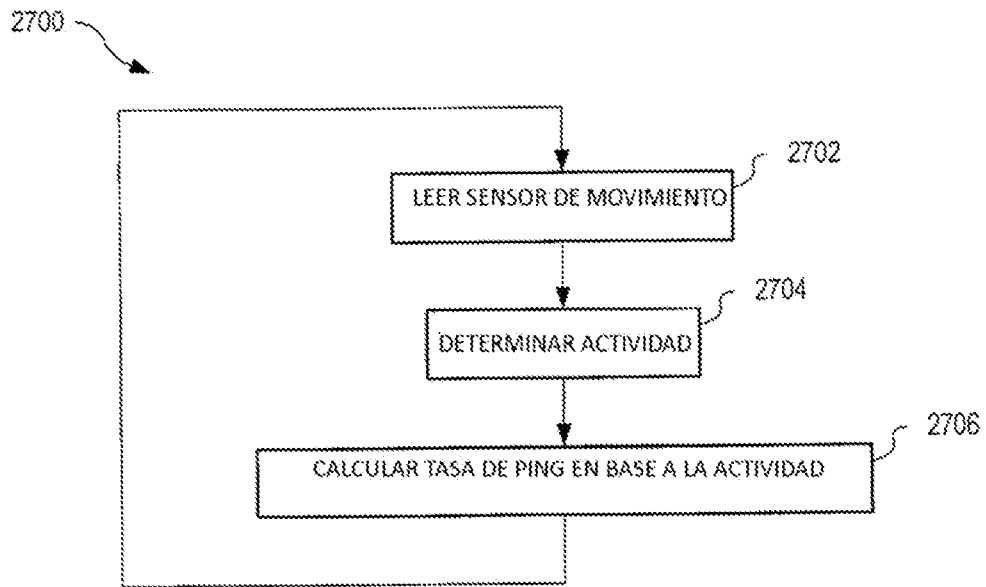


FIG. 27

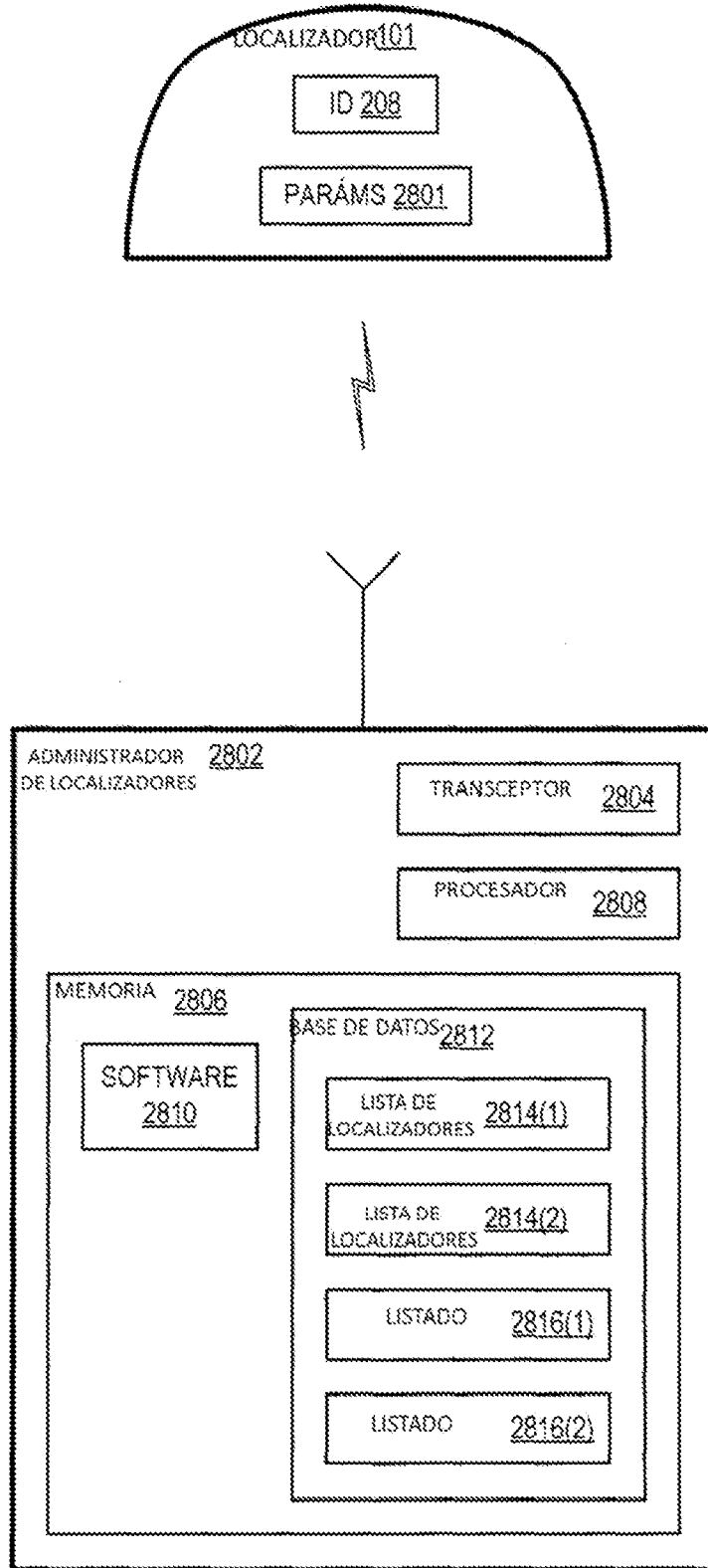


FIG. 28

2816

Editar Equipo A					
Núm.	Nombre del jugador	Posición	Identificación del localizador 15	Identificación del localizador 16	Capacidad
3	Jugador 1	K	100 000 000	100 000 000	12
11	Jugador 2	WR	100 000 000	100 000 000	12
12	Jugador 3	QB	100 000 000	100 000 000	12
15	Jugador 6	QB	100 000 000	100 000 000	12
**					25

FIG. 29

3000

Editar Equipo A

Núm.	Nombre del jugador	Posición	Identificadores del jugador (a)	Identificadores de resultado (a)	velocidad
3	Jugador 1	K	---	---	12
11	Jugador 2	WR	---	---	12
12	Jugador 3	CB	////	---	12
12	Jugador 4	DB	---	---	12
14	Jugador 5	P	---	---	12
15	Jugador 6	CB	---	---	12
18	Jugador 7	WR	---	---	12
22	Jugador 8	RB	---	---	12
23	Jugador 9	DB	---	---	12
24	Jugador 10	CB	---	---	12
25	Jugador 11	FS	---	---	12
26	Jugador 12	DB	---	---	12
27	Jugador 13	SS	---	---	12
28	Jugador 14	SS	---	---	12
31	Jugador 15	CB	---	---	12
32	Jugador 16	CB	---	---	12
34	Jugador 17	RB	---	---	12
37	Jugador 18	CB	---	---	12
39	Jugador 19	RB	---	---	12
43	Jugador 20	DB	---	---	12
46	Jugador 21	RB	---	---	12
47	Jugador 22	TE	---	---	12
48	Jugador 23	LS	---	---	12

53 Jugadores      36 Identificadores

Rango:  Estado:

3002

FIG. 30

3000

Editar equipo A

Núm.	Nombre del Jugador	Posición	Identificador del localizador de	Identificador del localizador de	Velocidad
3	Jugador 1	K	----	----	12
11	Jugador 2	WR	----	----	12
12	Jugador 3	QB	----	----	12
12	Jugador 4	DB	00214FCA	00214FD2	12
14	Jugador 5	P	////	----	12
15	Jugador 6	QB	----	----	12
18	Jugador 7	WR	----	----	12
22	Jugador 8	RB	----	----	12
23	Jugador 9	DB	----	----	12
24	Jugador 10	CB	----	----	12
25	Jugador 11	FS	----	----	12
26	Jugador 12	DB	----	----	12
27	Jugador 13	SS	----	----	12
28	Jugador 14	SS	----	----	12
31	Jugador 15	CB	----	----	12
32	Jugador 16	CB	----	----	12
34	Jugador 17	RB	----	----	12
37	Jugador 18	CB	----	----	12
39	Jugador 19	RB	----	----	12
43	Jugador 20	DB	----	----	12
46	Jugador 21	RB	----	----	12
47	Jugador 22	TE	----	----	12
48	Jugador 23	LS	----	----	12

53 Jugadores      38 Localizadores

Rango: 5      Estado: Activado      Añadir localizador 3002      Hecho      Cancelar

FIG. 31

3200

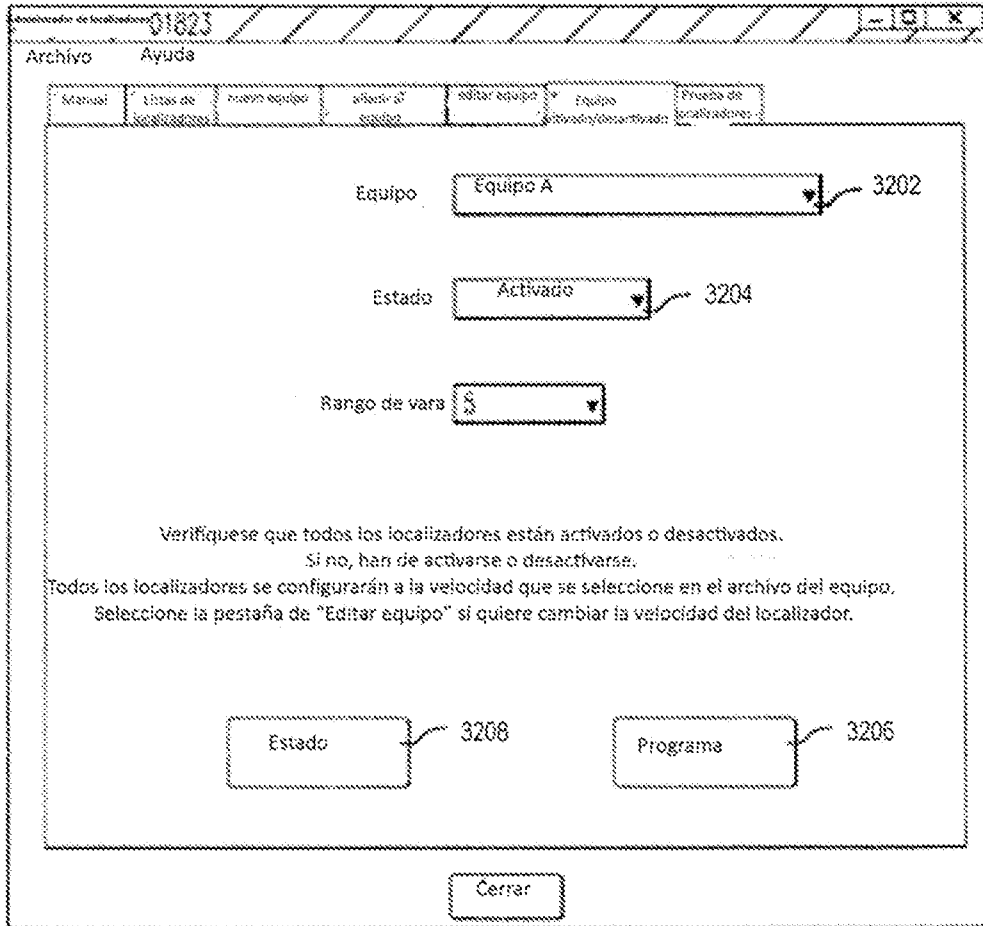


FIG. 32

3300

Lista de localizadores de los jugadores

Total de localizadores **110**      Activadas **20**      Desactivadas **90**

Núm.	Nombre	Localizador	Izquierda	Derecha
3	Jugador 1		Desconocido	Desconocido
11	Jugador 2	3302	Desconocido	Desconocido
12	Jugador 3		B=12 F=25	B=12 F=25
14	Jugador 5		B=13 F=25	B=13 F=25
15	Jugador 6		Desconocido	Desconocido
18	Jugador 7		Desconocido	Desconocido
22	Jugador 8		B=13 F=25	B=13 F=25
23	Jugador 9			
24	Jugador 10		B=12 F=25	B=12 F=25
25	Jugador 11		Desconocido	Desconocido
26	Jugador 12		Desconocido	Desconocido
27	Jugador 13	3304	Desconocido	Desconocido
28	Jugador 14		B=9 F=25	B=9 F=25
31	Jugador 15		B=11 F=25	B=11 F=25
32	Jugador 16		Desconocido	Desconocido
34	Jugador 17		Desconocido	Desconocido
37	Jugador 18		Desconocido	Desconocido
39	Jugador 19		B=13 F=25	B=13 F=25
43	Jugador 20		Desconocido	Desconocido
46	Jugador 21		Desconocido	Desconocido
47	Jugador 22		B=12 F=25	B=12 F=25
48	Jugador 23		Desconocido	Desconocido
50	Jugador 24		B=12 F=25	B=12 F=25
51	Jugador 25		Desconocido	Desconocido

\*\* Buscando localizadores      \*\*\*

FIG. 33

3400

Monitorización continua de exactitud

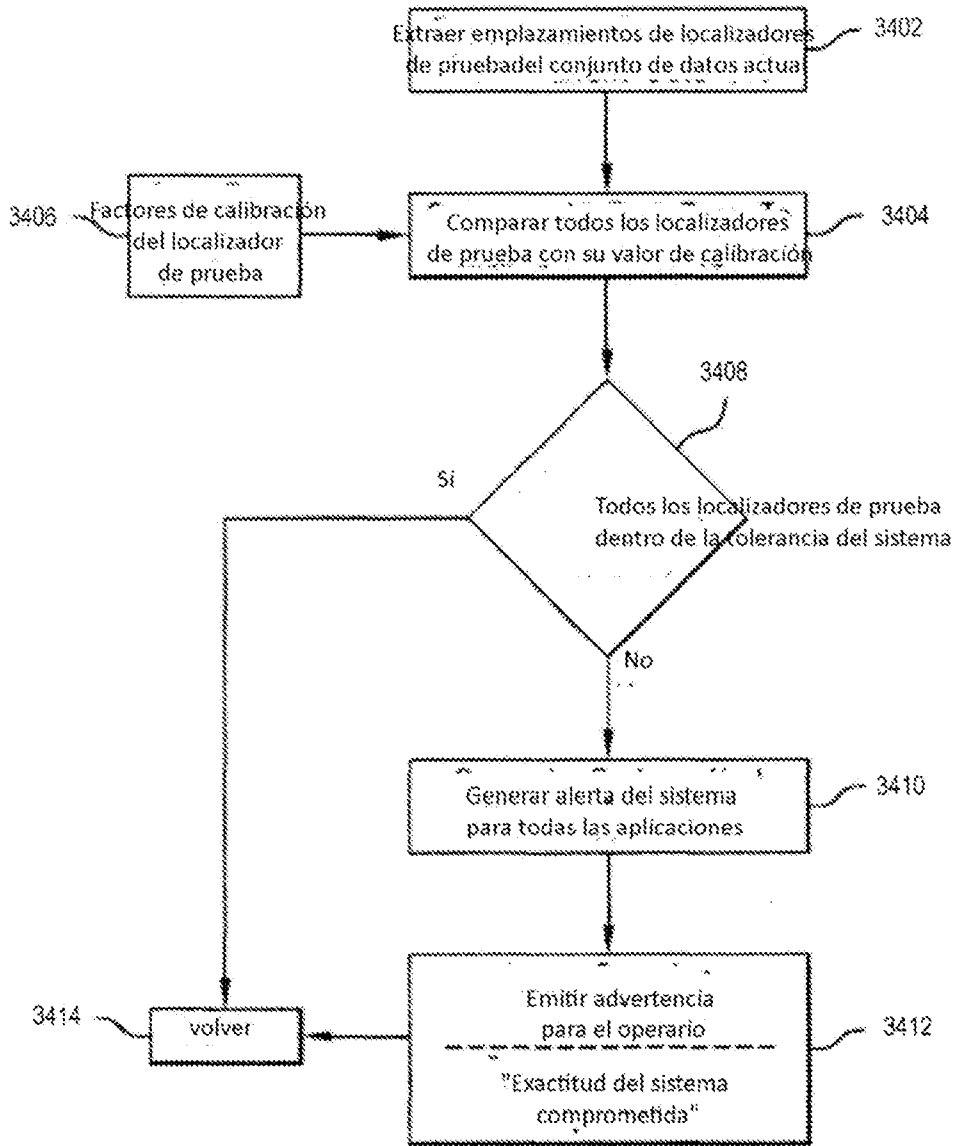


FIG. 34

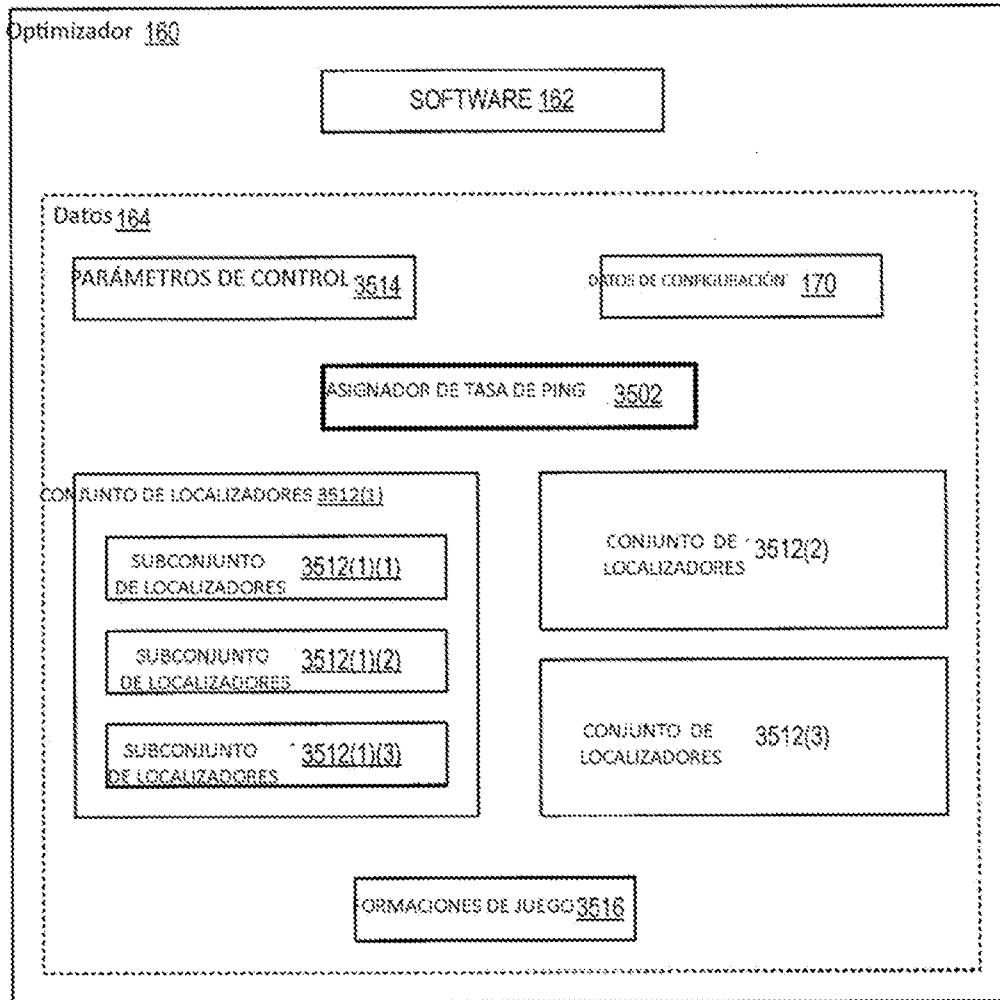


FIG. 35

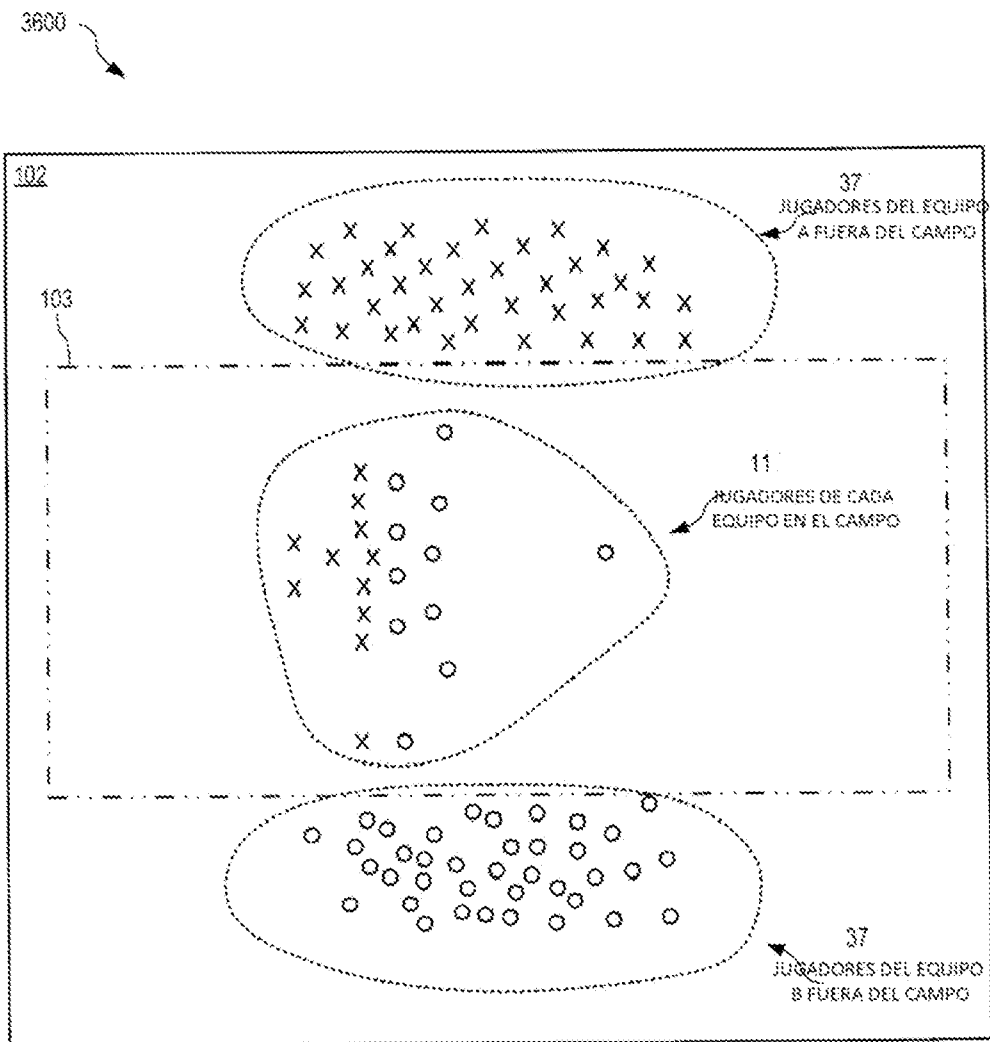


FIG. 36

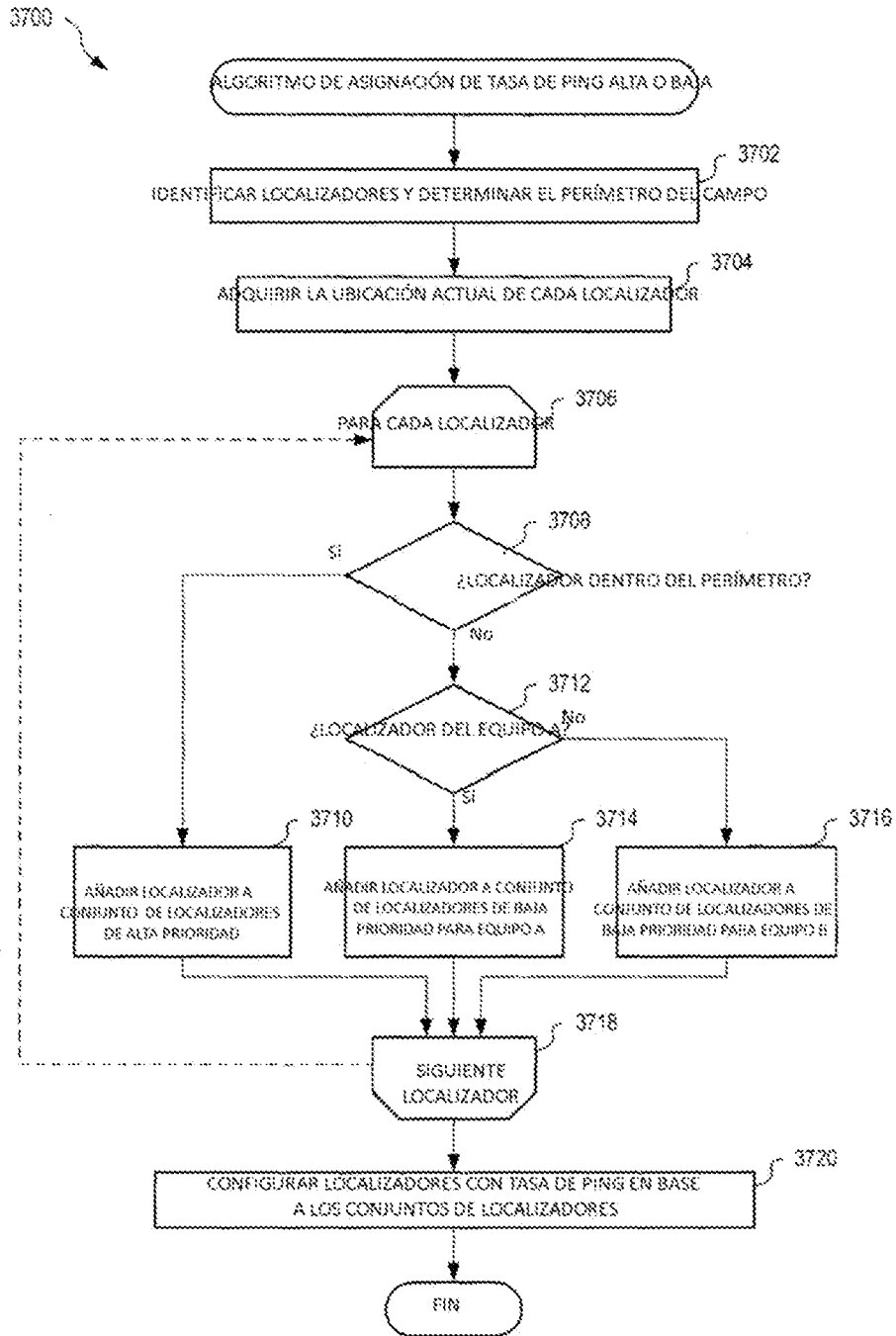


FIG. 37

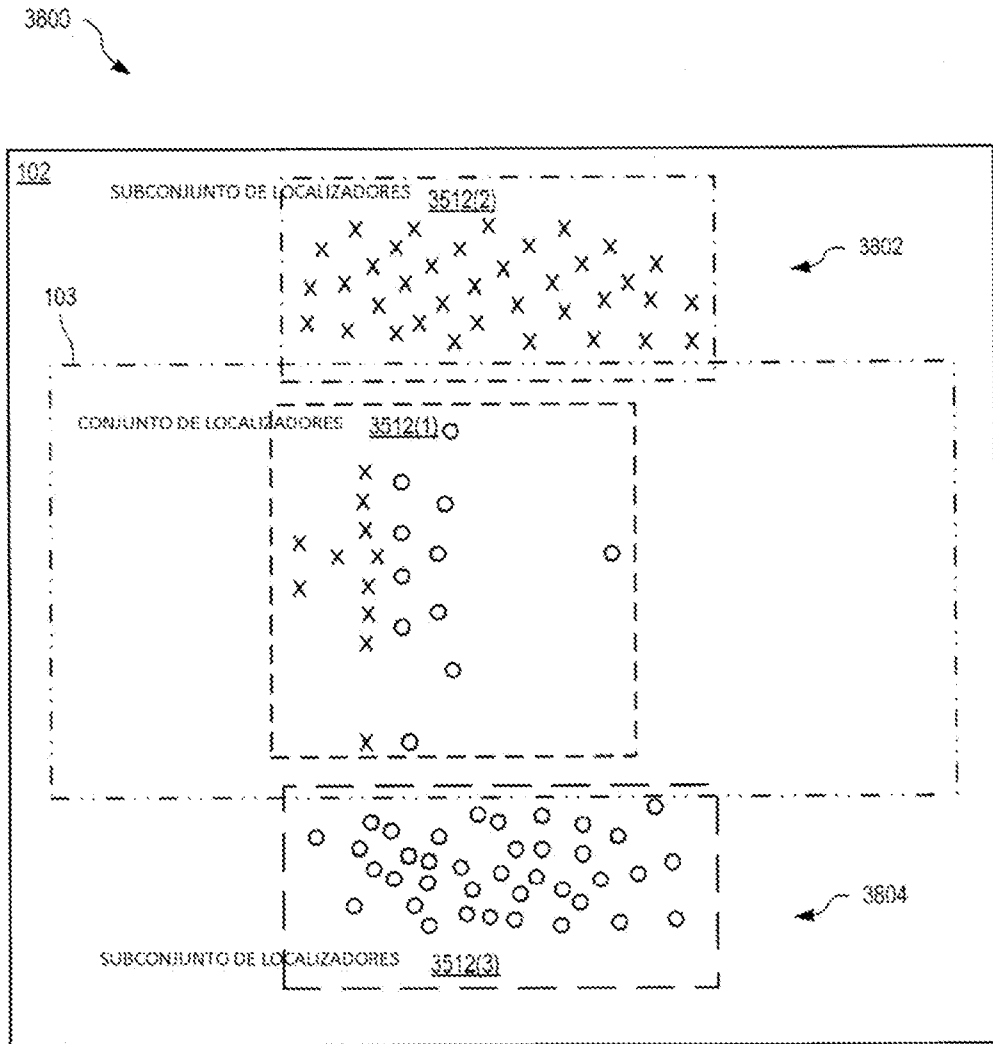
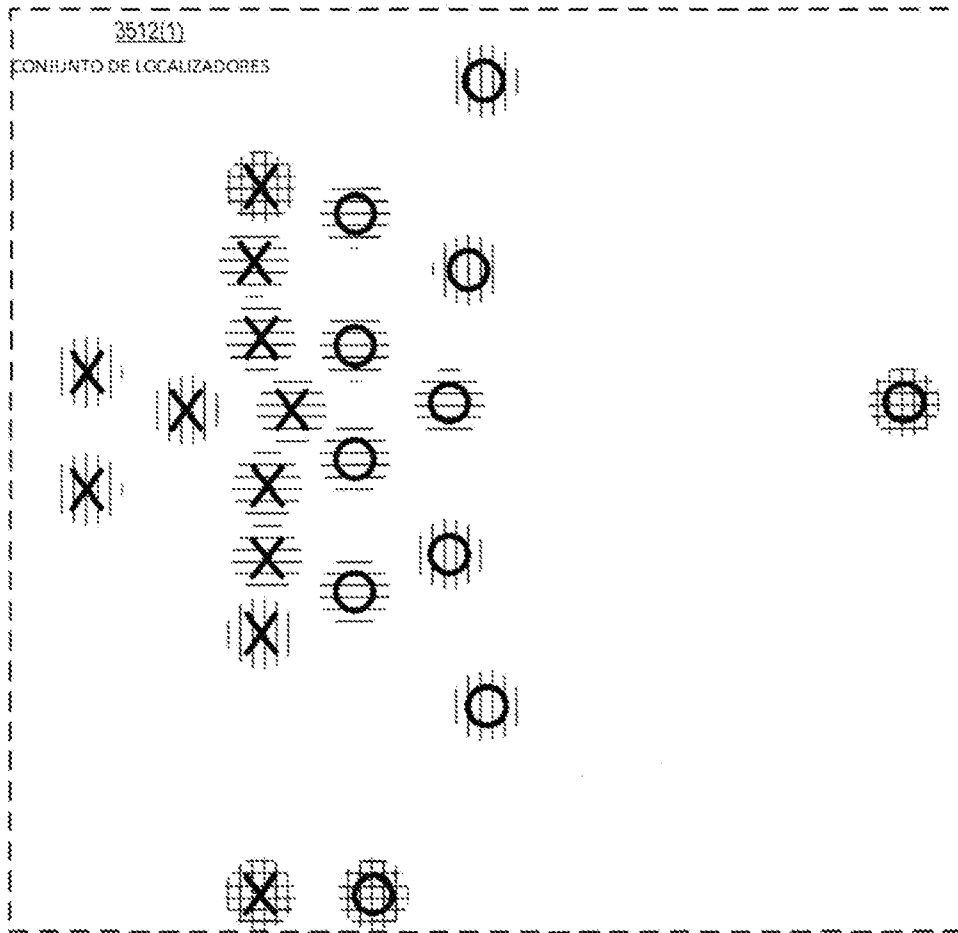


FIG. 38



SUBCONJUNTO DE LOCALIZADORES 3512(1)(1) -

JUGADORES CAPACITADOS



SUBCONJUNTO DE LOCALIZADORES 3512(1)(2) -

JUGADORES MÓVILES



SUBCONJUNTO DE LOCALIZADORES 3512(1)(3) -

Defensa

FIG. 39

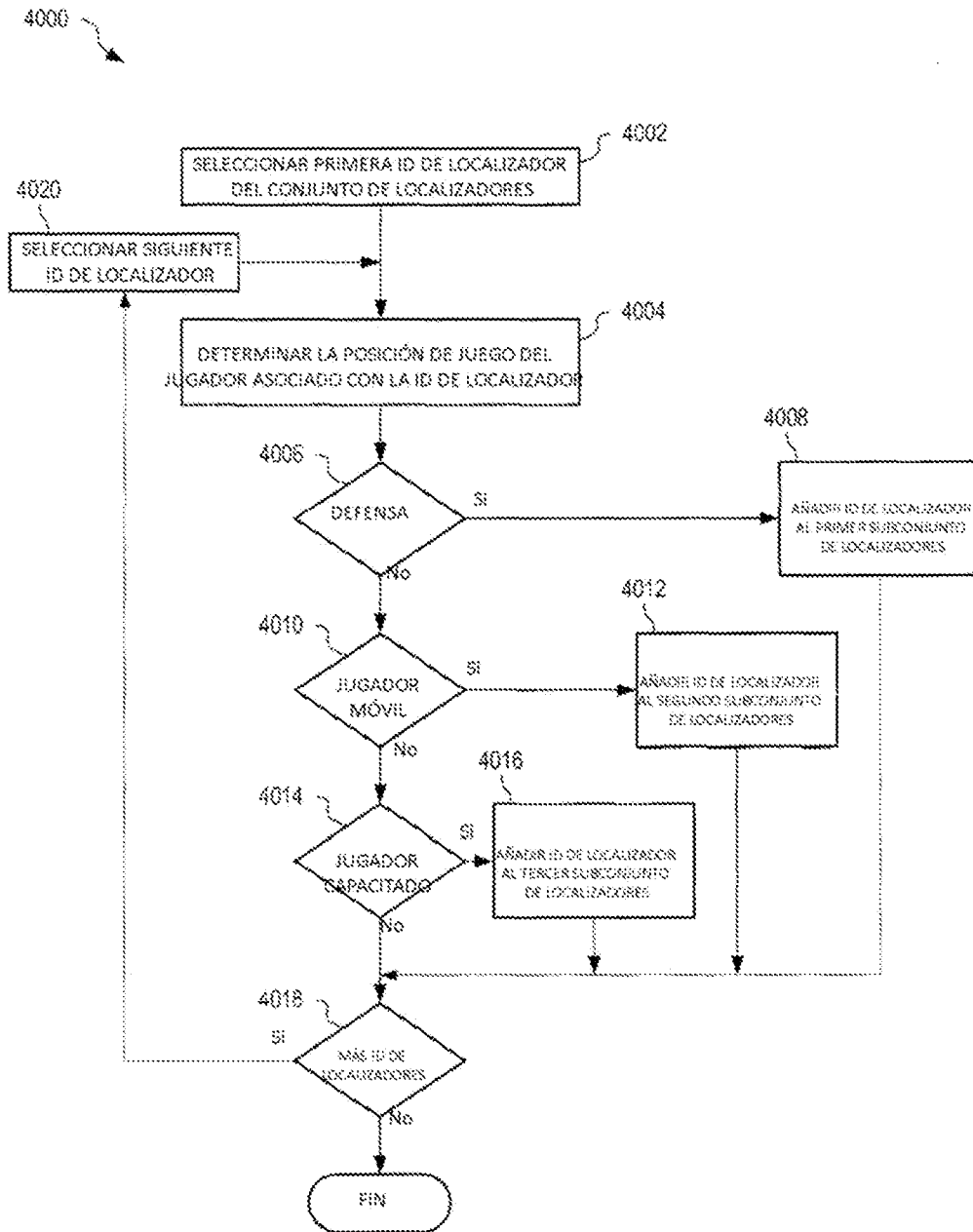


FIG. 40

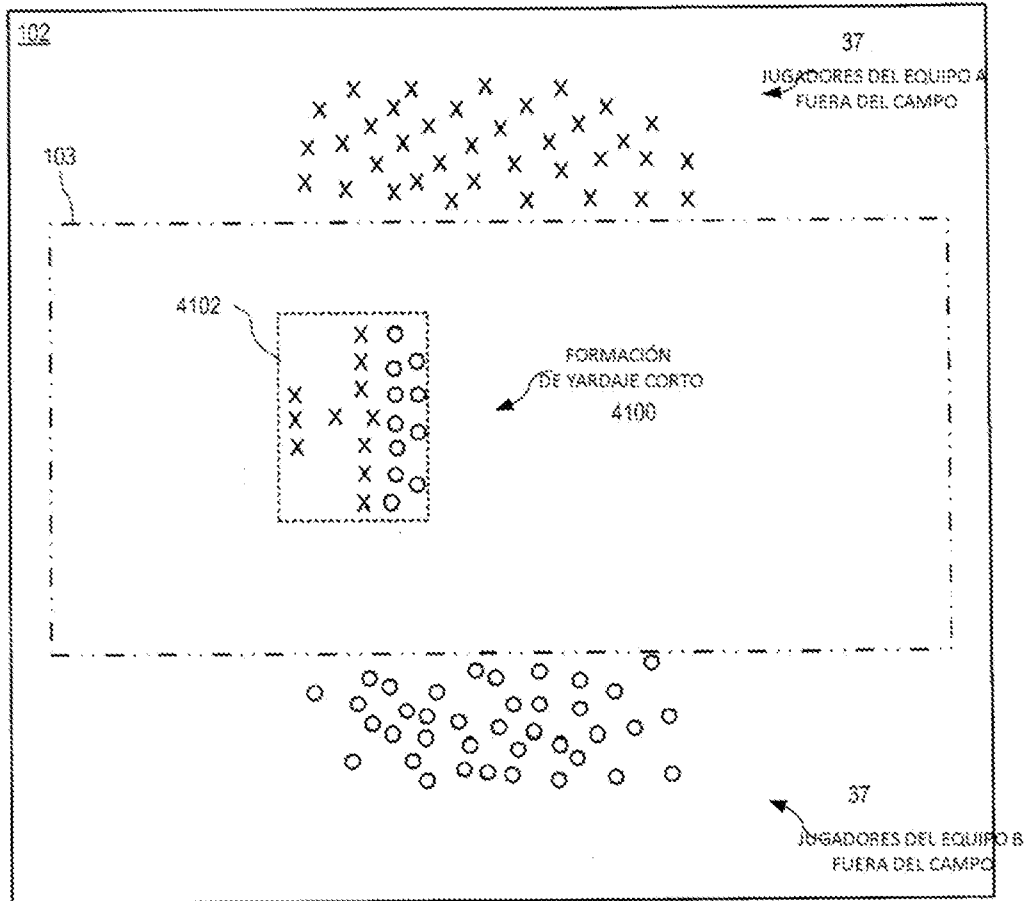


FIG. 41

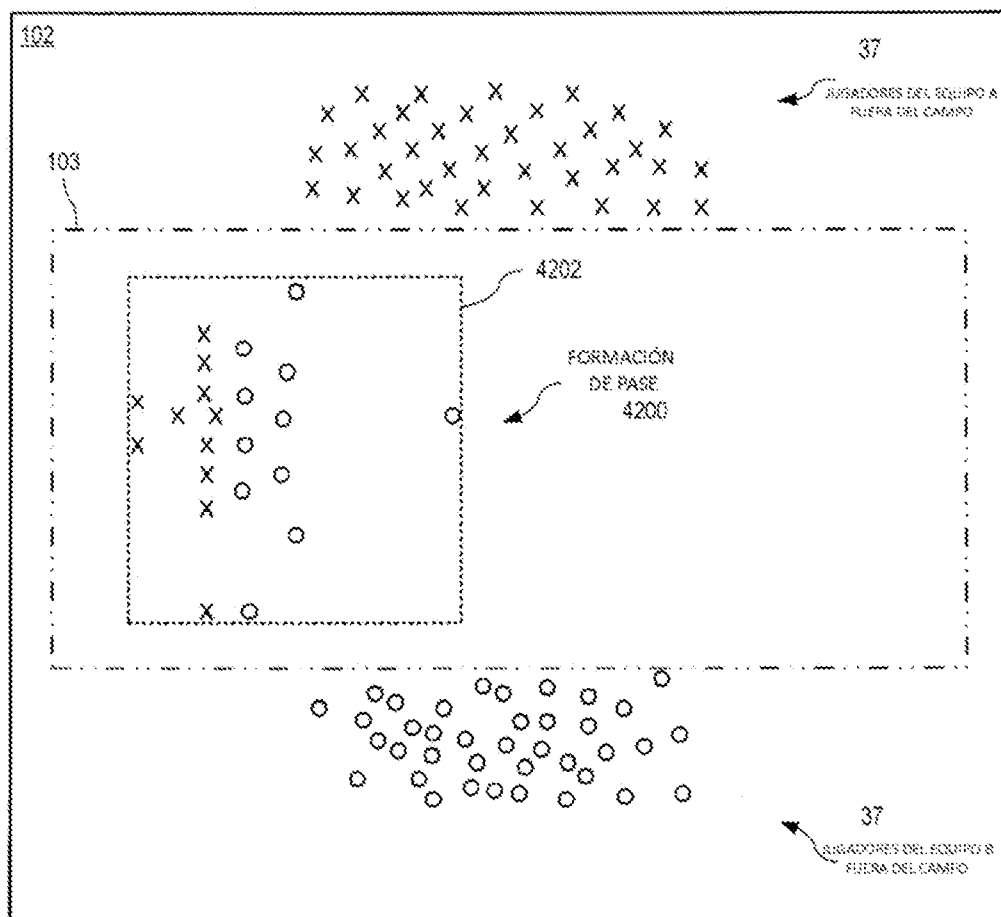


FIG. 42

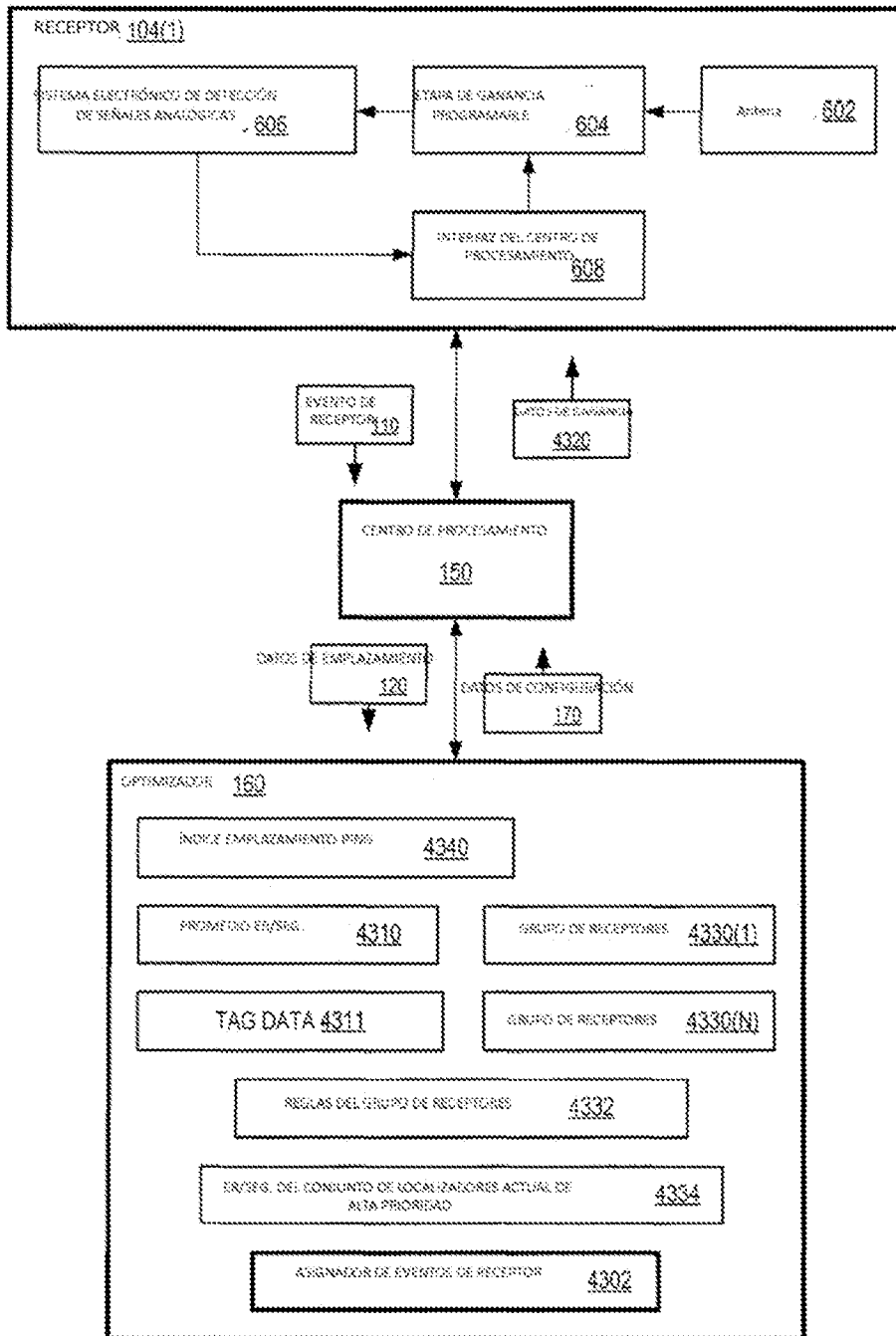


FIG. 43

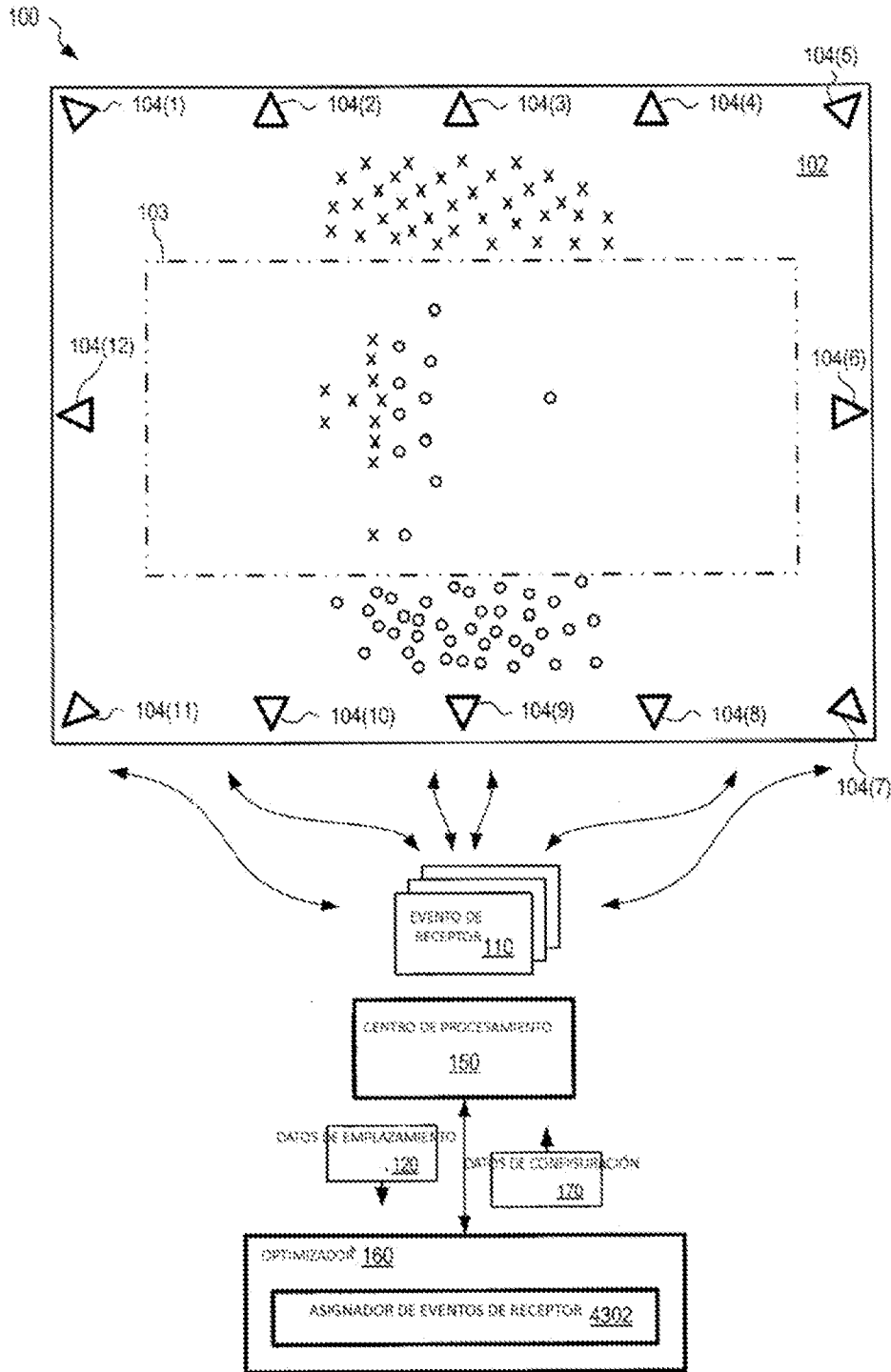


FIG. 44

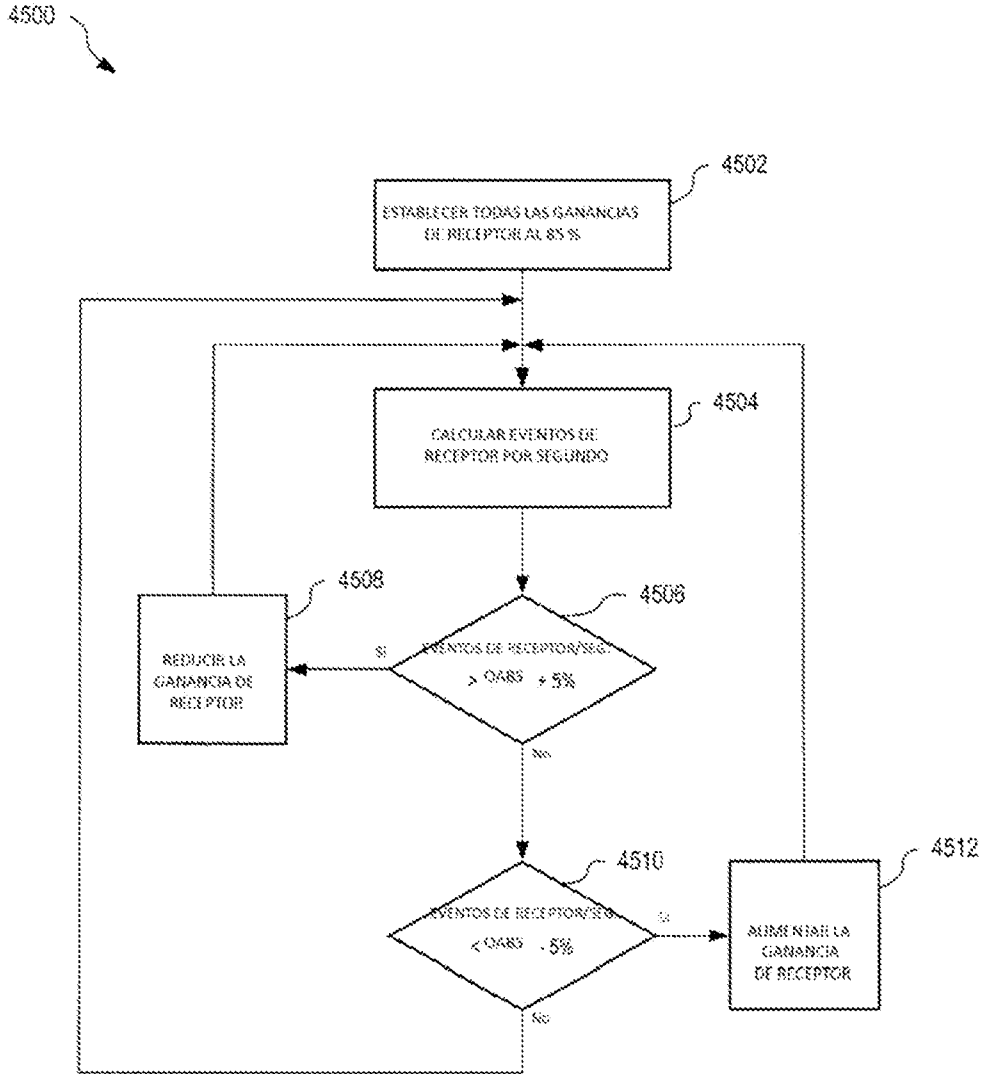


FIG. 45

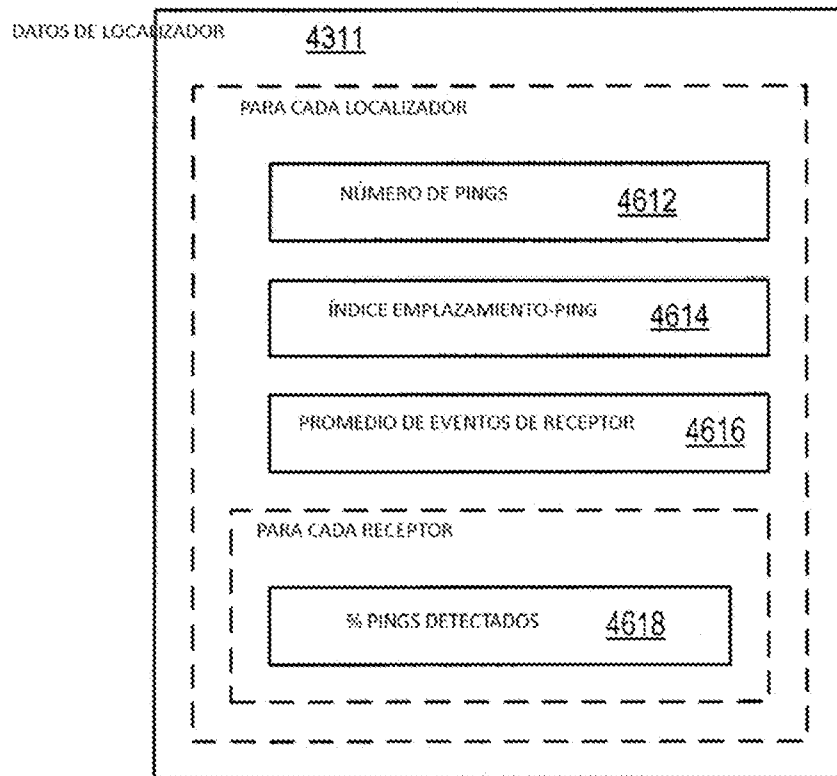
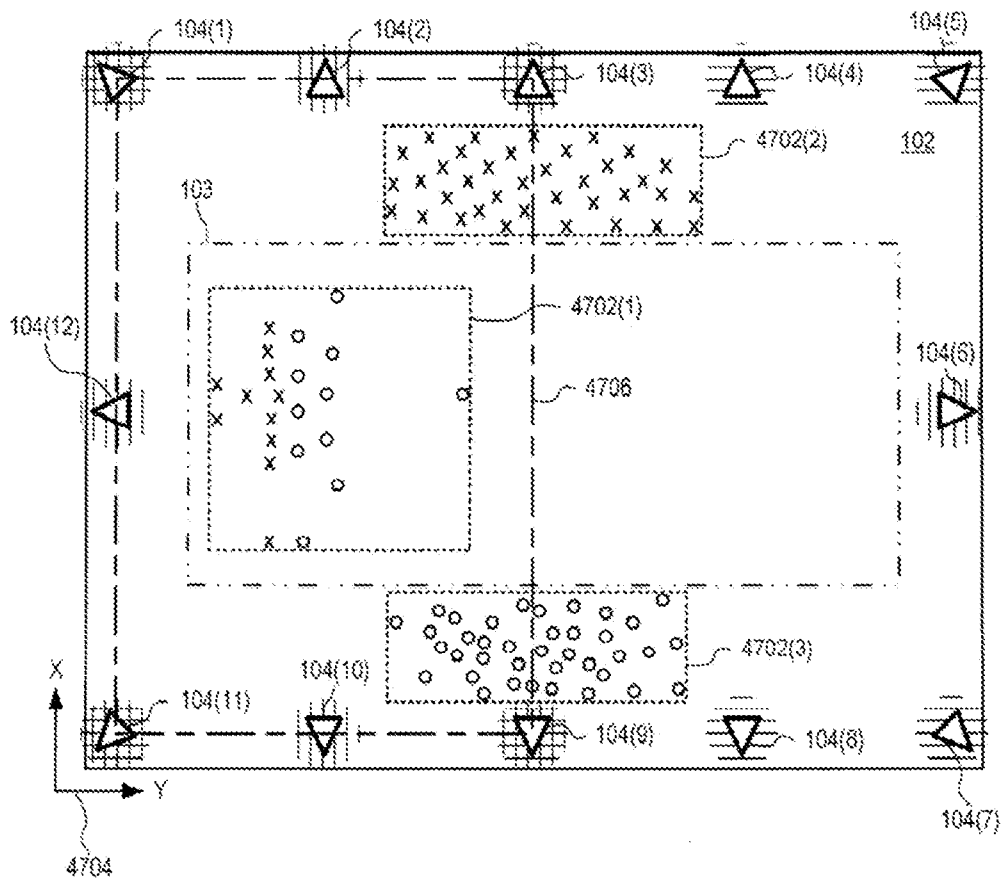




FIG. 46



 GRUPO DE RECEPTORES 4330(1)

 GRUPO DE RECEPTORES 4330(2)


 GRUPO DE RECEPTORES 4330(3)

FIG. 47

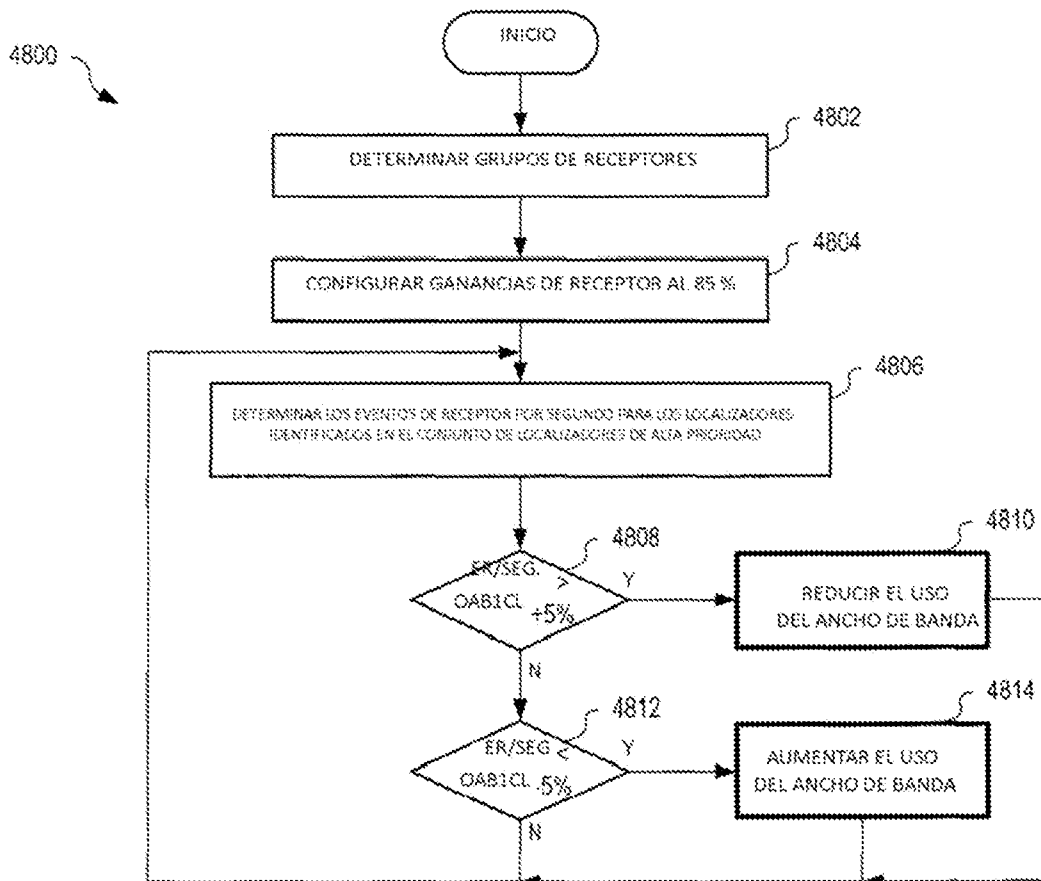


FIG. 48

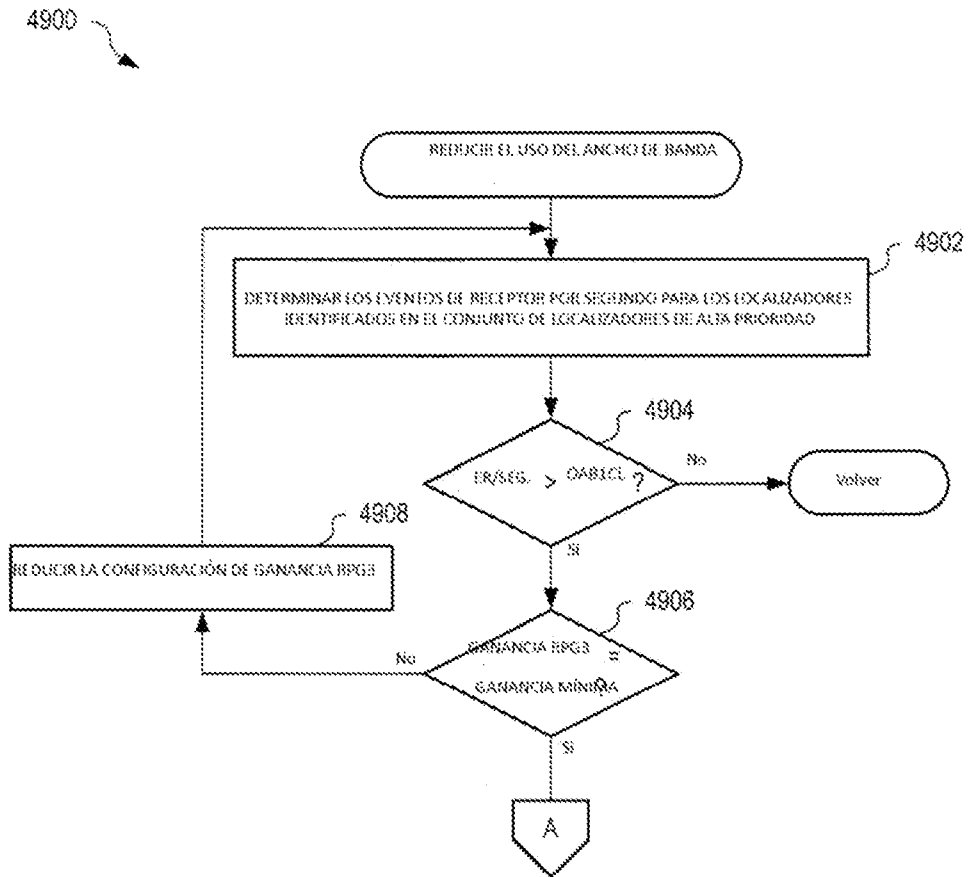


FIG. 49

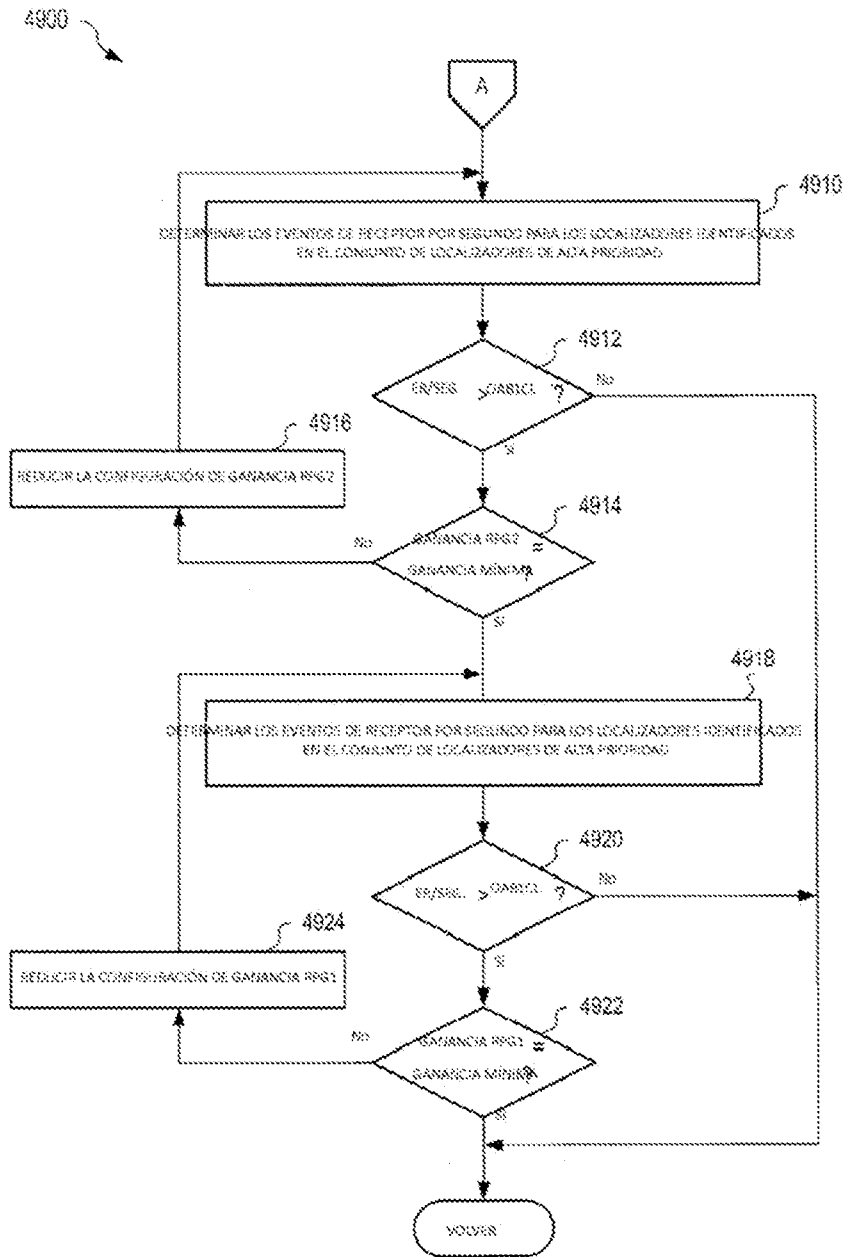


FIG. 50

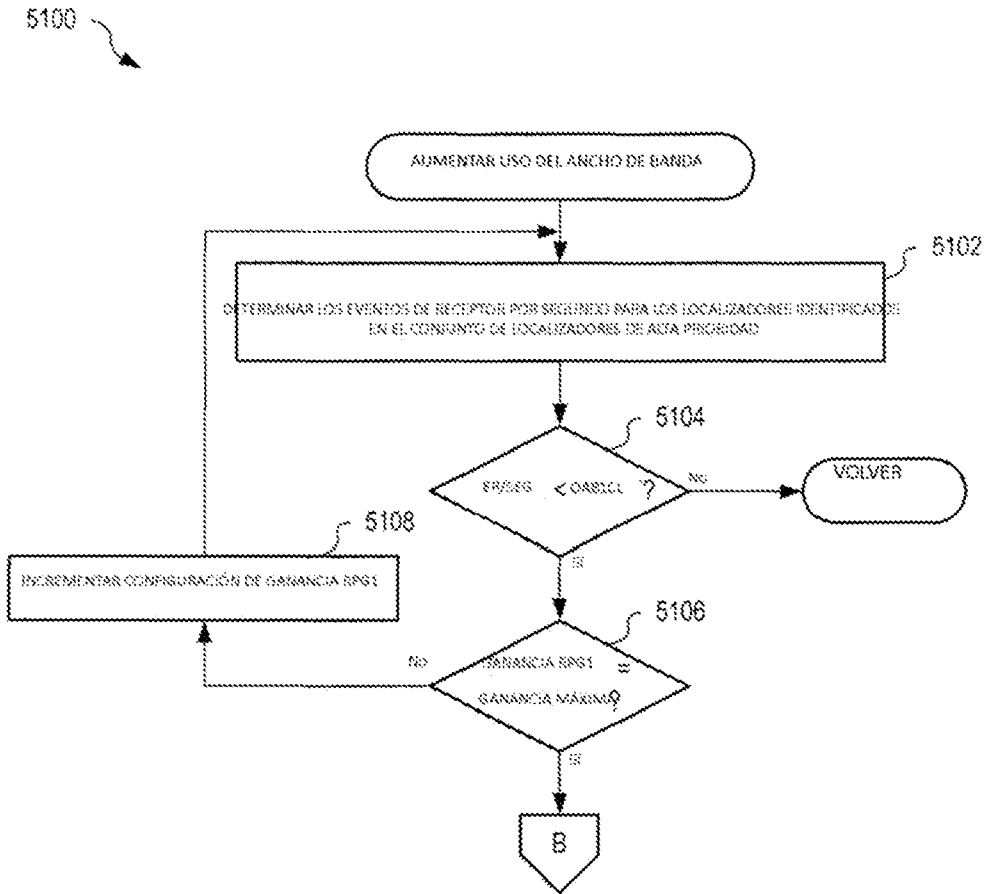


FIG. 51

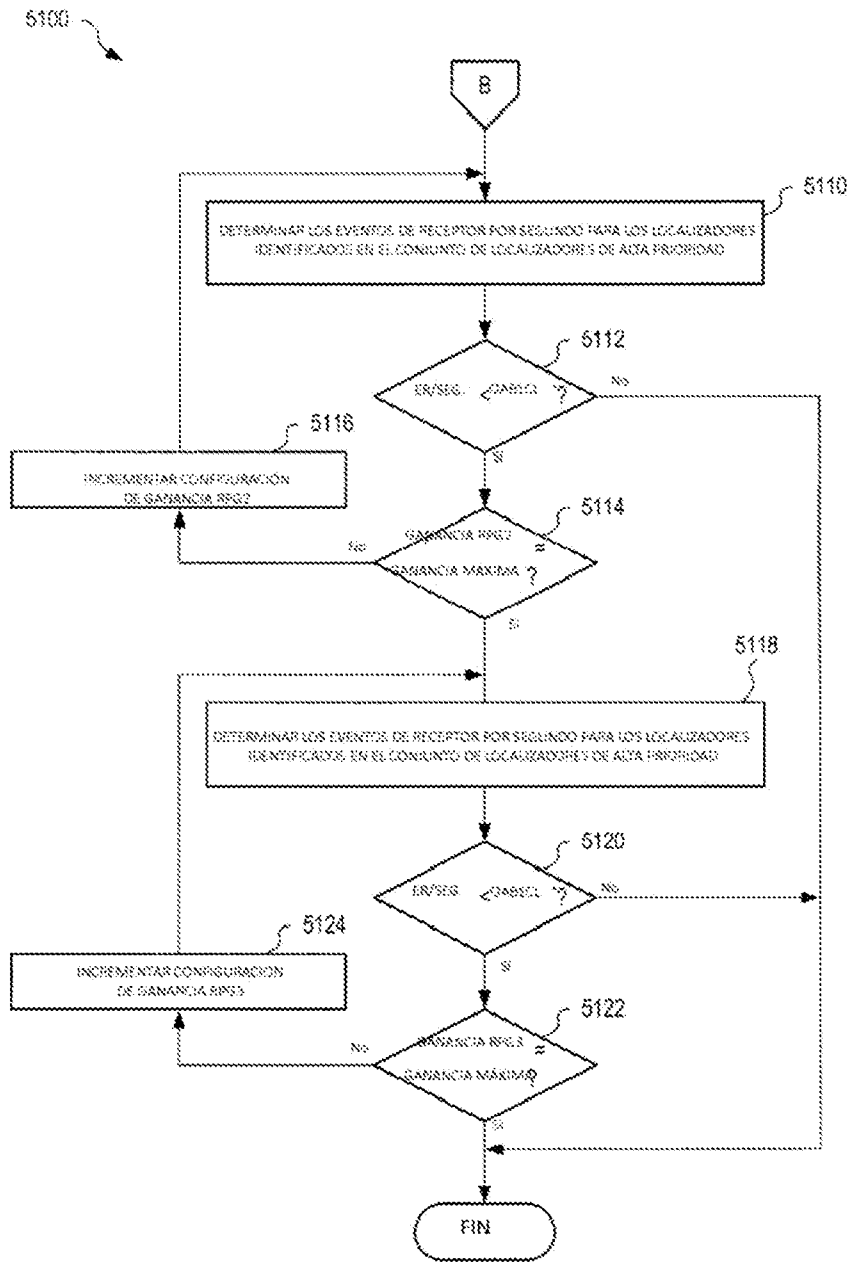


FIG. 52

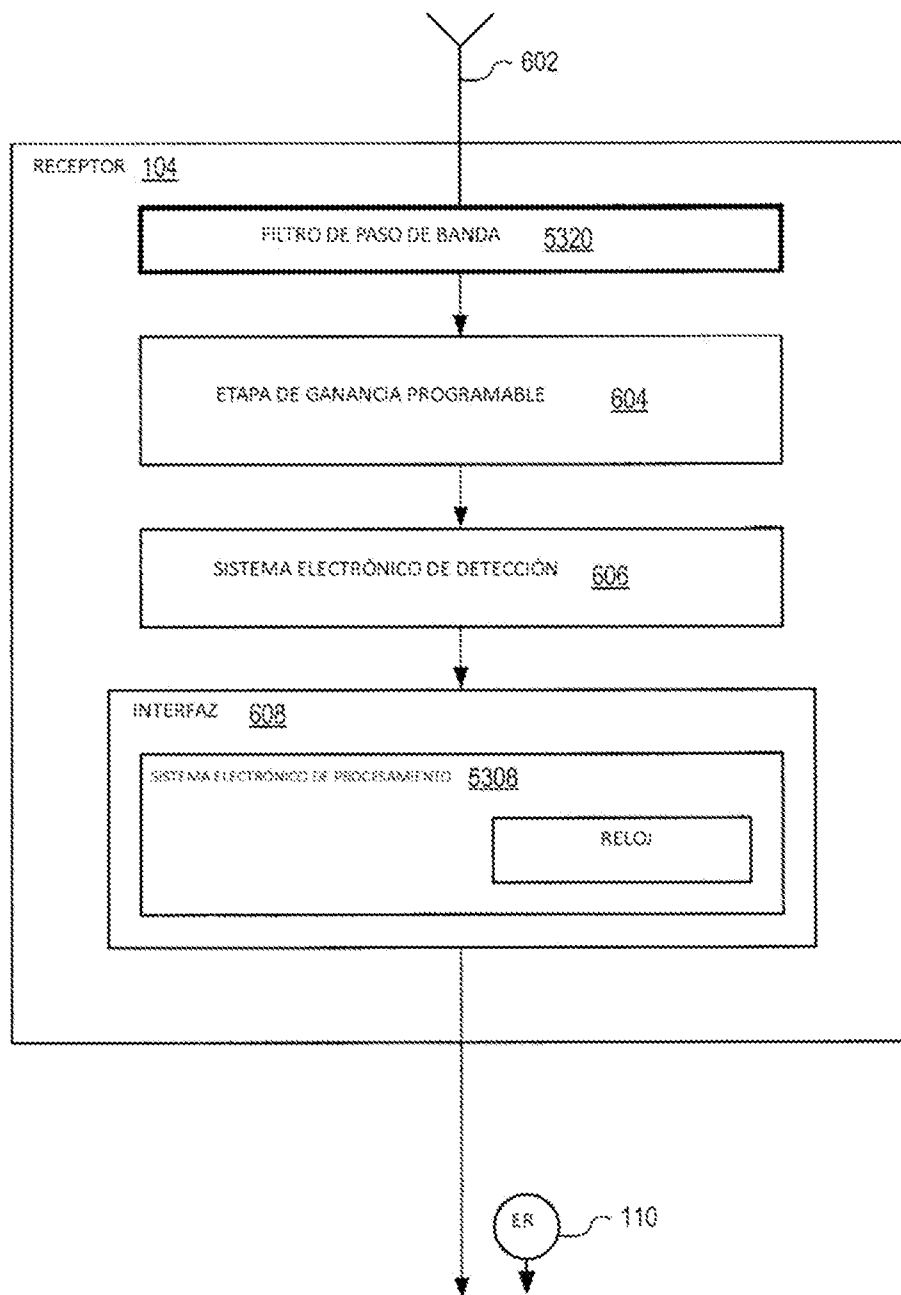


FIG. 53

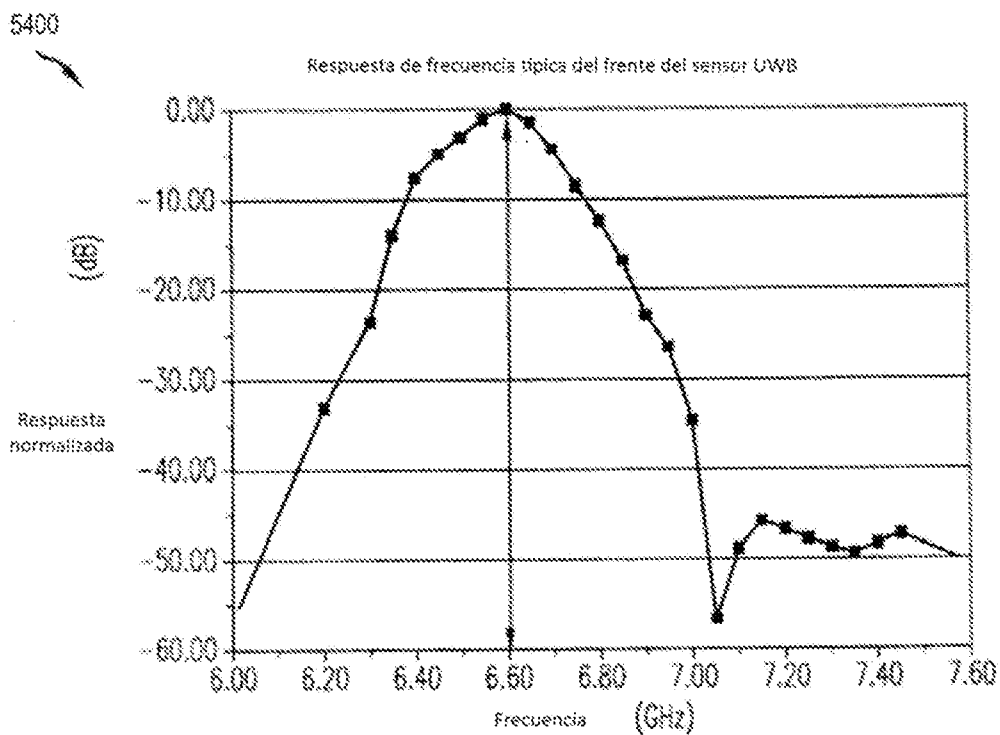


FIG. 54

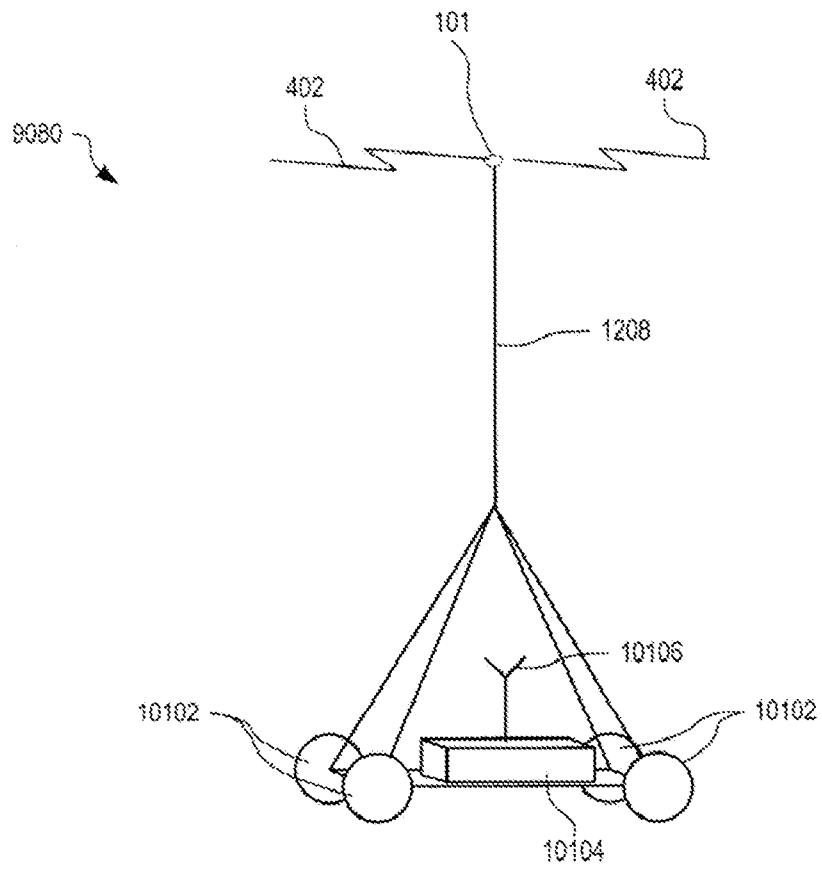


FIG. 101