

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 632 630**

51 Int. Cl.:

**H04B 1/40** (2015.01)

**G08G 5/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **22.12.2005** **E 05112815 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **12.04.2017** **EP 1675272**

54 Título: **Sistema de radio con redundancia**

30 Prioridad:

**24.12.2004 GB 0428258**

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

**14.09.2017**

73 Titular/es:

**LEONARDO S.P.A. (100.0%)  
Piazza Monte Grappa, 4  
00195 Roma, IT**

72 Inventor/es:

**FANTAPPIÈ, PIERLUIGI**

74 Agente/Representante:

**LINAGE GONZÁLEZ, Rafael**

**ES 2 632 630 T3**

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

## DESCRIPCIÓN

Sistema de radio con redundancia

5 La presente invención se refiere a un sistema electrónico que tiene unidades electrónicas duplicadas y un mecanismo de cambio que responde a un mal funcionamiento de una unidad actualmente en uso poniendo en servicio una unidad de reserva. La invención surgió en relación con el diseño de un sistema de radio de control de tráfico aéreo donde incluso una breve interrupción de la comunicación entre una aeronave y una estación terrestre podría representar un serio peligro de seguridad.

10 Un sistema de radio de control de tráfico aéreo convencional de este tipo tiene dos unidades de radio separadas y una tercera unidad que forma el mecanismo de cambio. Cada una de esas tres unidades tiene su propio chasis que forma una carcasa soportada en un armario común. En un instante cualquiera, una unidad de radio seleccionada se establece que sea la unidad primaria mientras que la otra unidad proporciona lo que se conoce como "redundancia".  
15 El mecanismo de cambio monitoriza el comportamiento de la unidad primaria y, cuando se detecta un fallo, desconecta la unidad primaria y la sustituye por la unidad secundaria.

20 Un problema asociado a este sistema conocido consiste en que no se incluye ninguna provisión para un fallo del propio mecanismo de cambio. Debido a que el mecanismo de cambio controla las conexiones con los transceptores de radio, existe una posibilidad potencial de fallo en el mismo que ocasione un fallo completo del sistema en su totalidad. No es posible solventar este problema proporcionando mecanismos de cambio duplicados debido a que podría entonces requerirse un tercer mecanismo para gestionar el cambio entre ellos, introduciendo con ello otro componente más cuyo fallo podría ocasionar una caída catastrófica del sistema en su totalidad.

25 El documento DE 19814096 divulga un mecanismo de cambio en un sistema jerárquico de automatización, en donde datos procedentes de dispositivos de orden más alto en el sistema son recibidos y procesados en todos los subsistemas conectados de forma redundante. Cada fallo de subsistema activo es comunicado a través del sistema de bus a los dispositivos de orden más alto. Un subsistema alternativo, en espera, se activa directamente a través de una conexión separada entre los subconjuntos conectados redundantemente, omitiendo temporalmente los  
30 dispositivos de orden más alto. Un informe de fallo concerniente al subsistema activo es procesado en los dispositivos de orden más alto del sistema y éstos autentican eventualmente la activación del subsistema en espera.

35 El documento US 5940754 divulga un método para detectar remotamente en una estación terrestre, multiplexores y transceptores de radio en fallo en un sistema de telefonía aerotransportado, en donde la actividad de uso de los dispositivos se predice usando una distribución gaussiana normalizada y un dispositivo en fallo se identifica cuando difiere durante el uso real del pronosticado en un margen específico.

40 El documento US 6687217 B1 divulga un monitor receptor que proporciona una señal de alarma tras la pérdida de recepción de una señal recibida en un receptor. Un controlador controla un par de módulos transmisores para operar selectivamente en los modos de operación activo o en espera, en respuesta a una señal procedente del monitor receptor.

La invención está definida en las reivindicaciones.

45 La invención es más aplicable a lo que se denominan radios de "software", debido a que es posible programar el procesador integrado y la memoria con software para realizar las funciones de detección de fallos y de cambio. De ese modo, el mecanismo de cambio puede ser implementado sin la adición de ningún hardware y en consecuencia sin la inclusión de componentes físicos adicionales que en sí mismos podrían estar sujetos a fallo.

50 Cuando cada unidad incluye un transmisor y un receptor, el cambio puede ser realizado sólo para los transmisores o sólo para los receptores de modo que, tras el cambio, el transmisor de una unidad y el receptor de la otra unidad están operativos. Este mecanismo permite que uno tenga un sistema elástico incluso cuando surge un doble fallo "cruzado". Sin embargo, la decisión de cambio se realiza con preferencia conforme a un algoritmo, el cual da preferencia al uso de un transmisor y un receptor de la misma unidad en cualquier instante.

55 En una realización preferida, existe un enlace de datos entre las unidades de radio mediante el que el procesador de la unidad de radio actualmente en uso está capacitado para deducir una indicación de la efectividad operacional relativa de ambas unidades; y, para disparar una operación de cambio cuando se indique que unidad de reserva es más efectiva que una unidad actualmente en uso. El enlace de datos puede consistir en un cable o en un enlace de infrarrojos o de radio de onda corta.  
60

Normalmente, existe solamente una unidad de radio principal y una unidad de reserva. Sin embargo es posible incluir más de una unidad de reserva si se requiere redundancia extra.

65 Uno de los problemas asociados a los sistemas conocidos consiste en que la unidad de radio de reserva, en ausencia de un fallo, permanecerá sin uso durante un largo período de tiempo. Las unidades de radio adolecen de

un proceso de envejecimiento, lo que significa que se pueden desarrollar fallos con el tiempo, incluso cuando la unidad no está en uso; algunos fallos podrían desarrollarse en la unidad de reserva y esto pasaría desapercibido hasta que se necesite usar la unidad. Con el empleo de la invención, es posible superar este problema considerando en el proceso de decisión cuándo se debe efectuar un cambio, un factor dependiente del tiempo o de la cantidad de uso de modo que el cambio ocurra de forma regular, incluso cuando no existe ningún fallo.

El procesador realiza con preferencia una toma de decisión para activar una operación de cambio midiendo la efectividad operativa de cada unidad y comparando las mediciones para determinar cuál de las unidades podría ser la que mejor se usara. Estas mediciones, o "puntuaciones", pueden ser calculadas a partir de factores que incluyen condiciones de fallo o condiciones de posible fallo de varios elementos o procesos en el interior de las unidades de radio. Esta técnica se considera que es altamente beneficiosa debido a que asegura que, cuando no existen condiciones ideales para cualquiera de las unidades de radio, siempre se selecciona la mejor para su uso. El principio podría ser aplicado a muchas formas diferentes de equipamiento electrónico y se considera que tiene un mérito inventivo independiente.

De ese modo, conforme a un segundo aspecto de la presente invención, se proporciona un sistema electrónico que comprende un número de unidades similares y un mecanismo de cambio diseñado para detectar un fallo en una unidad que esté operando y, en respuesta a esa detección, sustituirla por otra unidad, caracterizado porque el mecanismo de cambio ha sido diseñado para monitorizar diferentes propiedades de la unidad que está operando, para extraer una medición del rendimiento global, para comparar las mediciones de rendimiento de las diferentes unidades, y para seleccionar para su uso la unidad con la mejor medición de rendimiento.

Ahora se va a describir una realización de la invención a título de ejemplo con referencia a los dibujos que se acompañan, en los que:

la figura 1 ilustra un sistema de radio construido conforme a la invención y que incorpora transceptores de radio duplicados;

la figura 2 ilustra un transceptor de radio primario del sistema mostrado en la figura 1, e incluye una representación esquemática de un procedimiento con el que se realiza, en momentos apropiados, un cambio completo o parcial a una unidad de reserva.

Haciendo referencia en primer lugar a la figura 1, se han mostrado dos transceptores de radio 1 y 2 simplex idénticos, cada uno de los cuales tienen su propio chasis y forma una carcasa en un armario común, no representado. A los efectos de la presente descripción, se supone que el transceptor 1 está inicialmente establecido como unidad primaria, mientras que el transceptor 2 es inicialmente una unidad de reserva. Los componentes idénticos asociados a transceptores respectivos han sido indicados en el dibujo con números de referencia correspondientes.

El transceptor primario 1 comprende un transmisor 1.1 que tiene una antena 1.2 asociada; un receptor 1.3 que tiene una antena 1.4 asociada; un procesador principal 1.5; circuitería de interfaz 1.6 que convierte las señales digitales a la forma analógica (y viceversa); y una instalación de conmutación 1.7 incluida como parte de la circuitería 1.6. Los componentes 1.1, 1.3, 1.5 y 1.6 están todos ellos conectados por medio de un bus 1.8.

Bajo el control del procesador 1.5, el conmutador 1.7 conmuta señales procedentes de un operador por línea OL1, ya sea para el transmisor 1.1 o ya sea para la línea 3. Éste conmuta también selectivamente señales procedentes del receptor 1.3 o de la línea 4 sobre la línea OL1 y desde ésta al operador.

El transceptor secundario 2 es idéntico al transceptor 1, siendo la única diferencia el hecho de que el software cargado en el procesador 1.5 durante un procedimiento de configuración inicial instruye a la unidad 1 para que se comporte inicialmente como transceptor primario y la unidad 2 como transceptor de respaldo o de reserva.

Haciendo ahora referencia a la figura 2, el transmisor 1.1 contiene un procesador 1.1.1 que recibe señales (a) a (e), como sigue. Los transceptores están conectados por medio de un enlace de datos 5.

La señal (a) se extrae de un sensor de temperatura 1.9 e indica que la temperatura del procesador 1.1.1 está por debajo de un nivel de umbral que podría ser típicamente de alrededor de 90 grados centígrados.

La señal (b) se extrae de un dispositivo 1.10 de medición de potencia, e indica que la potencia de salida a la antena 1.2 está por encima de un nivel de umbral inferior cuando el transmisor esté en uso pero sin modulación, o bien está por encima de un nivel de umbral superior cuando el transmisor está en uso con modulación. Un nivel de umbral inferior típico podría ser de 5 vatios, y un umbral superior típico podría ser de 50 vatios.

La señal (c) se extrae de un dispositivo 1.11 que calcula la relación de onda estacionaria de tensión en la línea de salida a la antena 1.2, e indica que ésta se encuentra por debajo de un valor de umbral, lo que significa que la potencia alimentada a la antena no está siendo reflejada de vuelta, y que la antena está por lo tanto funcionando

correctamente.

La señal (d) se extrae de un sintetizador de frecuencia 1.12 del interior del transmisor e indica que éste se ha enganchado en una frecuencia deseada preestablecida.

5 La señal (e) se extrae de un contador 1.13 que cuenta el número de eventos de PTT (presionar para hablar) desde la última operación de cambio. Se produce una señal (e) siempre que este conteo esté por debajo de un máximo predeterminado, por ejemplo cuatro. Tras una operación de cambio, el contador se resetea a cero.

10 El receptor contiene un procesador 1.3.1 que está dispuesto para recibir señales (f), (g1) y (g2), como sigue:

La señal (f) se obtiene a partir de un sintetizador de frecuencia 1.14 y es equivalente a la señal (d) del transmisor.

15 La señal (g1) se extrae desde un detector 1.15 de estado de silenciamiento, que indica que el receptor está trabajando y detectando una buena señal.

La señal (g2) es una señal de estado de silenciamiento que indica que el receptor está trabajando pero no está detectando una buena señal.

20 La señal (h) se extrae de una instalación, indicada esquemáticamente con 1.16, en el interior del procesador 1.5. Ésta indica que el transceptor no está actualmente en modo de mantenimiento: es decir, el equipo de mantenimiento no ha sido conectado al puerto MP1 (figura 1) ni registrado por el procesador principal 1.5 como que está en un estado listo para la descarga de software.

25 La señal (i) se extrae de un detector 1.17 de estado de alimentación de potencia. Ésta indica que una fuente de alimentación (no representada) está trabajando y que la radio está encendida.

30 Todas las señales (a) a (i) son multiplexadas sobre el bus de datos 1.8 de modo que éstas pueden ser utilizadas por el procesador principal 1.5. Adicionalmente a la recepción de las señales (a) a (i) desde el interior de la unidad 1, el procesador principal de la unidad 1 recibe también señales correspondientes desde la unidad de reserva 2, a través de un enlace de datos 5 que, en esta realización particular, es un cable.

35 El procesador principal 1.5 está programado para llevar a cabo los procesos ilustrados en la figura 2 y que van a ser descritos ahora en lo que sigue. También posee una memoria asociada en la que están almacenadas tablas de búsqueda 1.5.1 y 1.5.2. Estas tablas contienen una puntuación asociada a cada una de las señales (a) a (i) según se ha mostrado en el dibujo.

40 En 1.5.3, el procesador calcula la puntuación total apropiada para las señales (a), (b), (c), (d), (e) y (h) procedentes del transceptor principal. Se calcula un total similar en 1.5.4 usando información procedente del transceptor de reserva al que se accede a través de un cable 5. Los totales son comparados en 1.5.5.

45 Si la puntuación para la unidad de reserva es mayor que la correspondiente a la unidad principal, se aplica una señal al bus de datos 1.8 instruyendo al procesador 1.1.1 para que desconecte el transmisor de la unidad principal. La señal instruye también a la unidad de conmutación 1.6 para que desvíe las señales recibidas desde un operador por la línea OL1 (figura 1) a la línea 3, desde donde esas señales de transmisión se alimentan al transmisor de la unidad de reserva. Al mismo tiempo, se aplica una señal por el enlace 5 instruyendo al transmisor de la unidad de reserva para que se conecte.

50 En 1.5.6, el procesador calcula la puntuación total para las señales (a), (b), (c), (d), (f), (g1), (g2), (h) e (i) procedentes del transceptor principal; y se calcula un total similar en 1.5.7 usando información procedente del transceptor de reserva al que se accede a través del cable 5. Los totales son comparados en 1.5.9.

55 Si la puntuación para la unidad de reserva es mayor que para la unidad principal, se aplica una señal al bus de datos 1.8 instruyendo al procesador 1.3.1 para que desconecte el receptor de la unidad principal. Esta señal instruye también a la unidad de conmutación 1.6 para que provoque que las señales recibidas por el receptor 2.3 de la unidad de reserva y disponibles por la línea 4, sean conmutadas a la línea OL1 en lugar de las señales recibidas en 1.3. Al mismo tiempo, se aplica una señal por el enlace 5 que instruye al receptor de la unidad de reserva para que se conecte.

60 El sistema de puntuación, según se ha expuesto en la figura 2, tiene los efectos deseables siguientes.

65 En primer lugar, cada vez que el operador presiona su botón de PTT (presionar para hablar), se hace avanzar el conteo en 1.1.3. Tras cuatro operaciones (esto es solamente un ejemplo, se puede elegir un número cualquiera), la puntuación calculada en 1.5.3 pierde un valor de 4 haciendo que sea casi inevitable que tenga lugar un cambio. Esto asegura que ambos transmisores son usados de forma regular de modo que un mal funcionamiento de cualquiera de ellos podrá resultar evidente muy pronto después de que surja.

Debido a que el sistema selecciona el transmisor o el receptor con la puntuación más alta, se podrá seleccionar uno (el mejor) incluso aunque exista un fallo en ambos. De ese modo, el sistema tratará de operar incluso en las peores condiciones.

5 Es posible realizar operaciones de mantenimiento sobre una cualquiera de las unidades, por ejemplo para actualizar el software o el firmware, para añadir o cambiar un módulo físico o para cambiar configuraciones sin desconectar la unidad del sistema o retirarla de su armario. Esto se consigue debido a que el comienzo de la operación de mantenimiento provoca la extracción de la señal (h) y por lo tanto de su puntuación asociada de 2.

10 Se apreciará que la realización de la invención que se ha ilustrado, ha sido descrita solamente a título de ejemplo y que son posibles muchas variaciones dentro del alcance de las reivindicaciones que se acompañan. Sin embargo, se estima que un sistema de radio construido sobre principios similares a los ilustrados aportará un beneficio considerable a la seguridad de los sistemas de radio de control de tráfico aéreo debido a la eliminación de una unidad de cambio separada y del riesgo de que cualquiera de tales unidades pudiera en sí misma estar sujeta a fallo.

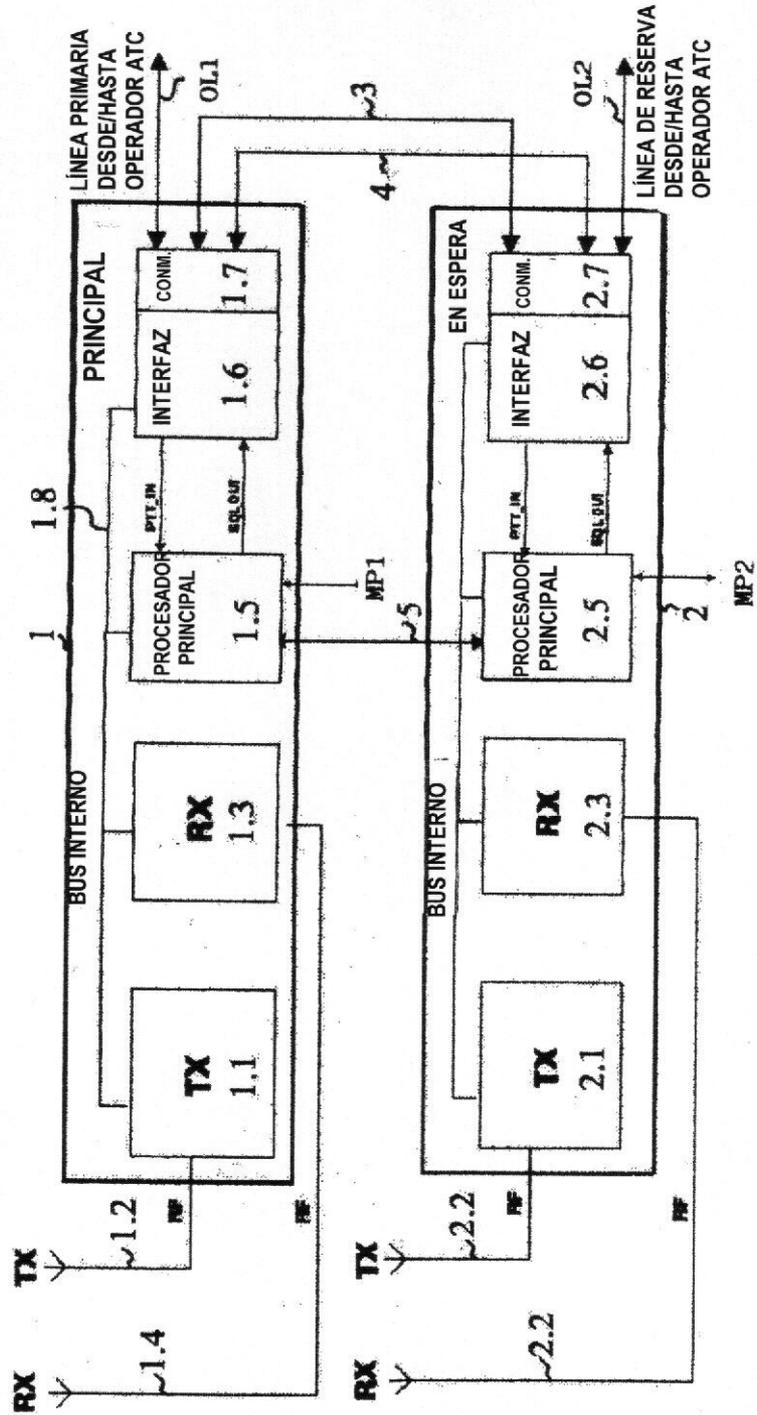
**REIVINDICACIONES**

5 1.- Un sistema electrónico que comprende dos o más unidades (1, 2), caracterizado porque cada unidad incluye al menos un primer componente transmisor (1.1; 2.1) y un segundo componente receptor (1.3; 2.3), los cuales están adaptados para intercambiar señales con una línea de operador (OL1), en donde cada unidad (1, 2) tiene al menos un sensor de fallo (1.9, 1.10, 1.11, 1.12, 1.14, 1.15) efectivo para detectar un fallo en un componente (1.1, 1.3; 2.1, 2.3) de la unidad, y un procesador asociado (1.5; 2.5) que está programado y dispuesto para detectar la condición de fallo y activar una sustitución en respuesta a dicha detección, en donde una primera unidad está dispuesta para comportarse como unidad primaria (1) y una segunda unidad está dispuesta para comportarse como unidad de reserva (2), y el procesador (1.5) de la unidad primaria (1) está dispuesto para controlar una instalación de conmutación (1.7) incluida en la unidad primaria (1) con el fin de sólo conmutar señales procedentes de la línea de operador (OL1) a un transmisor (2.1) de la unidad de reserva (2) si se detecta un fallo en un transmisor (1.1) de la unidad primaria (1), o sólo conmutar selectivamente a la línea de operador (OL1) señales procedentes de un receptor (2.3) de la unidad de reserva (2) si se detecta un fallo en un receptor (1.3) de la unidad primaria (1), de modo que tras la conmutación, el transmisor (1.1; 2.1) de una unidad y el receptor (2.3; 1.3) de la otra unidad están operativos.

20 2.- Un sistema según la reivindicación 1, que está caracterizado porque las unidades (1, 2) son unidades de radio para comunicaciones de control de tráfico aéreo.

3.- Un sistema según la reivindicación 2, que está además caracterizado porque el procesador (1.5, 2.5) sirve también para procesar señales que son recibidas o transmitidas.

Fig 1



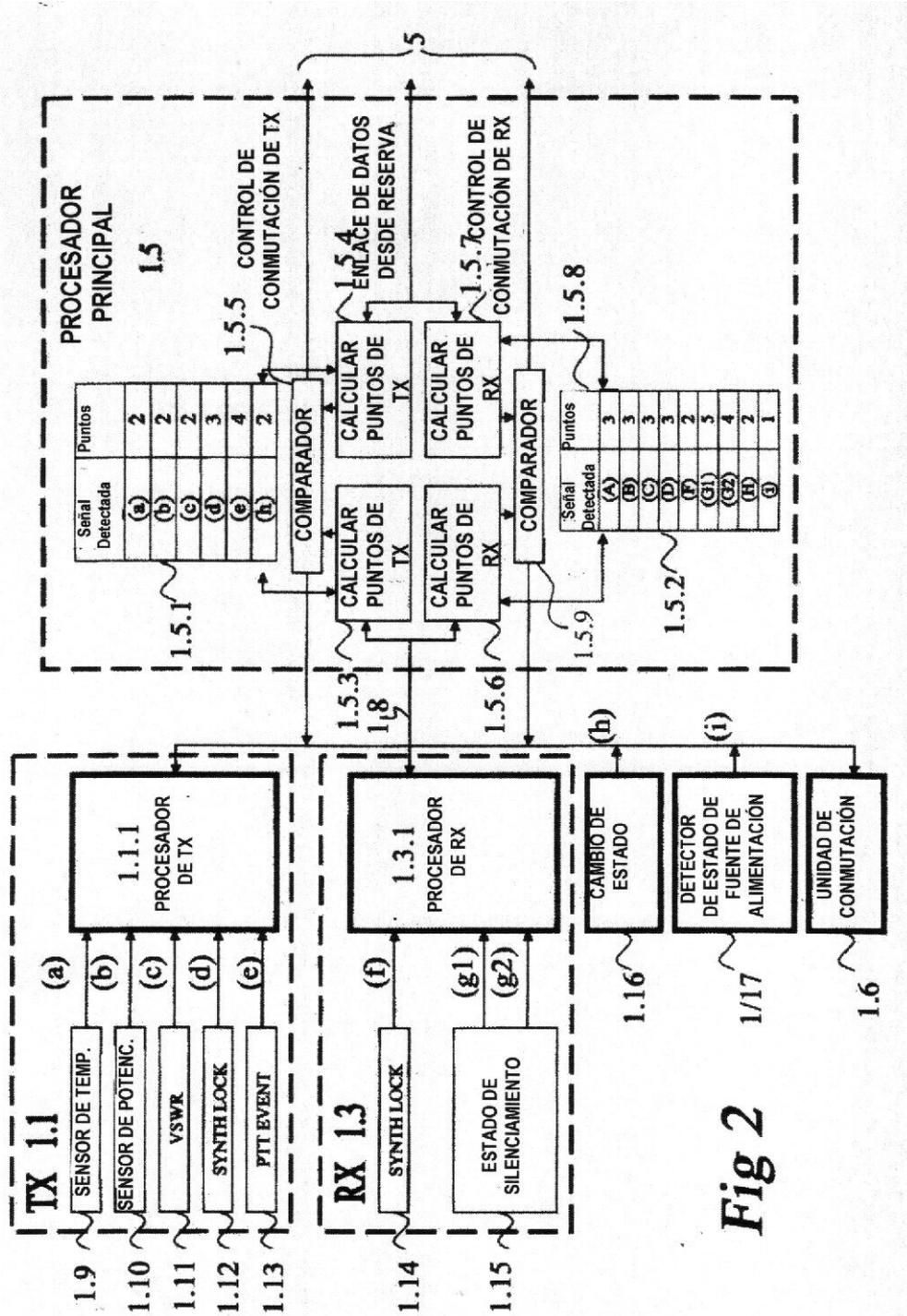


Fig 2