

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 615 490**

51 Int. Cl.:

G08B 25/00 (2006.01)

G08B 25/10 (2006.01)

H04W 52/02 (2009.01)

H04W 74/02 (2009.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **04.06.2004 E 04360056 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **16.11.2016 EP 1499154**

54 Título: **Procedimiento de comunicación por radiofrecuencia bidireccional entre varios módulos de un sistema**

30 Prioridad:

17.06.2003 FR 0307275

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

07.06.2017

73 Titular/es:

**EURO PROTECTION SURVEILLANCE (SOCIETE
PAR ACTIONS SIMPLIFIEE) (100.0%)
30, RUE DU DOUBS
67100 STRASBOURG, FR**

72 Inventor/es:

**MATTERA, ERIC y
CAPIEZ, FRANTZ**

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 615 490 T3

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

DESCRIPCIÓN

Procedimiento de comunicación por radiofrecuencia bidireccional entre varios módulos de un sistema

5 La presente invención se refiere al ámbito de las comunicaciones vía radiofrecuencia entre varias entidades diferenciadas y separadas, y tiene por objeto un procedimiento de comunicación por radiofrecuencia bidireccional, entre varios módulos de un sistema, y un sistema de alarma de varios módulos que lleva a la práctica este procedimiento.

10 Numerosos son los protocolos de comunicación por radiofrecuencia que se conocen hasta la fecha, especialmente en el ámbito de la telefonía celular. El documento M. Mouly et al.: "Radio Resource Management", 1993, GSM System for Mobile Communications, publicado en Lassay-les-Châteaux por Europe Media, en particular los capítulos 4 y 6, en las páginas 186-259 y 308-430, respectivamente, expone la gestión de los recursos radio en el seno del sistema GSM.

En particular, son conocidos los protocolos de comunicación llamados "síncronos", en los cuales las diferentes entidades que se comunican entre sí emiten y receptan señales dentro de espacios temporales predefinidos o atribuidos dinámicamente.

15 Tales protocolos síncronos son particularmente adecuados para aplicaciones en las que se desea reducir los periodos de activación en emisión y en recepción de las diferentes entidades comunicantes, en vistas a limitar su consumo de energía.

Los inconvenientes de estos protocolos síncronos radican en su complejidad, su rigidez, la necesidad de disponer de componentes electrónicos de precisión y su reducida reactividad.

20 En efecto, un mayor espaciado de los periodos de activación disminuye realmente el consumo, pero en detrimento de la reactividad.

Ahora bien, en ciertos campos, los dos criterios aludidos, a saber, escaso consumo y reactividad, pueden ser, ambos, determinantes.

25 Tal es especialmente el caso de los sistemas de vigilancia, de seguridad o de alarma de transmisión inalámbrica, determinados a partir de módulos separados y con alimentaciones autónomas, que tienen que reaccionar en un plazo lo menor posible tras la incidencia y detección de un incidente o de un evento.

30 La presente invención tiene como finalidad principal superar los citados inconvenientes y proveer un procedimiento o protocolo de comunicación que presenta, con respecto al estado de la técnica, un cierto número de ventajas, a saber, por ejemplo: ser relativamente poco complejo, ser robusto, presentar un cierto grado de flexibilidad, llevar consigo un escaso consumo, compatible con módulos alimentados de manera autónoma, tener una gran reactividad y/o con posibilidad de ser llevado a la práctica con componentes electrónicos tradicionales.

35 A tal efecto, la invención tiene por objeto un procedimiento de comunicación por radiofrecuencia bidireccional en un sistema que comprende, por una parte, un módulo central en configuración de pasarela y, por otra, al menos un módulo periférico, pudiendo conmutar dichos módulos de un estado activo o despierto hacia un estado desactivado o dormiente, de pequeño consumo de energía, y viceversa, estando este o cada uno de estos módulo(s) periférico(s) en enlace de radio discontinuo síncrono o asíncrono con la pasarela, y mediando tan solo las transmisiones, en forma de mensajes con estructuras determinadas, entre dicha pasarela y el o los módulo(s) periférico(s), ello en al menos dos canales de radiofrecuencia dedicados, a saber, al menos un canal de comunicación llamado normal, para el o los módulo(s) periférico(s) síncrono(s) o subordinado(s), y un canal de comunicación llamado de emergencia, para el o los módulo(s) periférico(s) asíncrono(s), disociado(s) o aún no sincronizado(s).

40 De conformidad con la invención, este procedimiento se caracteriza por que la pasarela se encarga de la gestión del procedimiento y del funcionamiento del o de los módulo(s) periférico(s) y sirve de referencia en frecuencia y en tiempo para el sistema, y por que los intercambios de mensajes entre la pasarela y el o los módulo(s) periférico(s) se efectúa dentro del ámbito de tramas temporales consecutivas y contiguas, que segmentan el tiempo de manera continua y similar en dichos al menos dos canales de transmisión, y por que cada trama se subdivide en cinco ventanas temporales sucesivas A, B, C, D, E, consistiendo esencialmente dicho procedimiento, en dicho al menos un canal normal o en cada canal normal, en:

- autorizar la emisión del o de los módulo(s) periférico(s) hacia la pasarela durante las dos primeras ventanas A y B, a razón de un mensaje MSG por módulo periférico;
- 50 - comprobar, en la pasarela, durante la tercera ventana C de cada trama, la existencia de una posible emisión espontánea de uno o de varios módulo(s) periférico(s) durante una al menos de las dos primeras ventanas A y B de la siguiente trama;
- autorizar la emisión de la pasarela hacia un, varios o todos los módulo(s) periférico(s) durante la quinta

ventana E;

siendo administrada la utilización de la cuarta ventana D de manera dinámica y en tiempo real por la pasarela.

Las citadas disposiciones permiten limitar el consumo, por una parte, al no imponer emisión o escucha sistemática alguna, en recepción, a cada trama para el o los módulo(s) periférico(s) y, por otra, al no imponer emisión sistemática alguna y al limitar acusadamente los periodos de escucha sistemáticos a cada trama en la pasarela.

Además, el sistema presenta una muy buena reactividad en el sentido [módulo(s) periférico(s) hacia pasarela(s)], debido a la comprobación sistemática, a cada trama, de la previsión de una emisión en al menos un módulo periférico y, por tanto, a la conveniente puesta a la escucha, en recepción, de la pasarela a la siguiente trama, con garantía de recepción de un mensaje (salvo en caso de problema de transmisión, siendo la ausencia de recepción de mensaje, por sí misma, una información para la pasarela e, indirectamente, también para el módulo periférico emisor, que condiciona su ulterior comportamiento). Adicionalmente, el procedimiento según la invención presenta una gran robustez, debido a la asignación fija de espacios temporales de emisión / recepción.

Finalmente, debido a la presencia de una ventana temporal (cuarta ventana D) no atribuida *a priori*, el sistema 1 dispone de una reserva temporal que permite, por ejemplo, absorber intercambios de radio suplementarios o un pico de tráfico no mencionado, de ahí la relativa flexibilidad del protocolo o procedimiento según la invención.

Ventajosamente, el procedimiento pone en práctica un solo canal normal o corriente Cx y un canal de emergencia Cu. Pero el canal Cx, asimismo, podrá ser múltiple o repartirse en varios canales físicos.

Para reforzar la seguridad y la fiabilidad de manera óptima en las transmisiones entre módulos, se prevé ventajosamente que cada mensaje MSG recibido por la pasarela o cada módulo periférico lleve consigo la emisión de vuelta, hacia el módulo emisor, de un mensaje de acuse de recibo ACK, enviándose cada mensaje de acuse de recibo emitido por la pasarela inmediatamente tras la recepción, durante la ventana A, B de envío, del mensaje MSG cuya recepción ha de confirmarse y enviándose cada mensaje de acuse de recibo ACK emitido por el o los módulo(s) periférico(s) durante una de las ventanas A, B de la trama siguiente a aquella que comprende la ventana E de envío del mensaje MSG cuya recepción ha de confirmarse.

De manera preferente, las cinco ventanas A, B, C, D, E presentan duraciones similares, y la duración de una trama es inferior a 1 s, preferiblemente de aproximadamente 625 ms.

Así, el procedimiento toma en consideración dos tipos de mensajes, a saber, los mensajes MSG llamados normales, que contienen información o datos operables por el módulo destinatario (órdenes, consultas, respuestas a consultas, datos de programación iniciales, información de señalización de evento, ...) y los mensajes ACK de acuse de recibo.

Con objeto de repartir los tiempos de transmisión hacia la pasarela en un sistema que incluye varios módulos periféricos y para evitar impedir que uno de estos módulos emita durante un periodo demasiado largo, el procedimiento puede prever, además de la provisión de dos ventanas A y B de emisión en el sentido módulo → pasarela, que cada una de las dos primeras ventanas A y B se subdivida en dos partes, cada una de las cuales se compone de un primer periodo temporal, o subventana, atribuido a la emisión de un mensaje MSG de un módulo periférico hacia la pasarela, y de un segundo periodo temporal, atribuido a la emisión de un mensaje de acuse de recibo ACK de la pasarela hacia el módulo periférico que haya emitido el mensaje MSG durante el primer periodo temporal perteneciente a esta misma parte, y que cada mensaje MSG emitido por un módulo periférico incluya, además de una cabecera que comprende un identificador de mensaje msgId, uno o varios objetos o informaciones ítem correspondientes cada uno de ellos a una parte al menos de una respuesta a la pasarela o de un mensaje espontáneo de dicho módulo periférico, señalándose cada objeto mediante un identificador itemId, subitemId.

De acuerdo con una característica de la invención que permite prever la emisión próxima de al menos un mensaje por al menos un módulo periférico, la pasarela realiza, durante la tercera ventana C de cada trama, al menos durante un tiempo limitado, al comienzo de esta ventana C, una medida del nivel de la intensidad o de la potencia de las señales de radio recibidas RSSI, preferiblemente al menos en el canal de emergencia. A continuación, dicha pasarela se activa en recepción, al menos durante un periodo limitado, al comienzo de las dos primeras ventanas A y B de la siguiente trama, cuando dicho nivel RSSI medido es superior o igual a un valor umbral predeterminado, RSSI min, emitiendo cada módulo periférico que desee emitir espontáneamente durante una trama dada, durante la tercera ventana C de la trama anterior, en particular, al menos durante un tiempo limitado, al comienzo de esta ventana C, una señal de radio de potencia suficiente para que el nivel RSSI medido por la pasarela sea superior a RSSI min.

Para evitar activaciones demasiado largas en recepción de la pasarela en caso de una indicación inadecuada de previsión de emisión (señales parásitas o ruido radioeléctrico de elevado nivel durante las ventanas temporales C), se puede prever que, en ausencia de detección de una señal correspondiente a un mensaje MSG o a un mensaje de acuse de recibo ACK, al comienzo de las ventanas A y B para la pasarela o al comienzo de la ventana E para el o los módulo(s) periférico(s), estos módulos conmuten a su estado desactivado o durmiente de pequeño consumo.

Para optimizar el consumo en el o los módulo(s) periférico(s) cuando perdura la sincronización entre la pasarela y este(-os) último(s), se puede prever, además, que, en ausencia de comunicación en curso con la pasarela, cada módulo periférico subordinado permanezca en su estado desactivado o durmiente y tan solo conmute automáticamente a su estado activo o despierto cada N tramas para detectar la ocasional presencia de un mensaje MSG con origen en la pasarela y a él destinado, ello al menos al comienzo de la quinta ventana E de la trama en curso, conmutando nuevamente dicho módulo periférico a su estado desactivado o durmiente, por espacio de las N-1 siguientes tramas, en caso de ausencia de tal mensaje, siendo N un valor entero determinado superior o igual a 2, preferiblemente comprendido entre 5 y 10. Adicionalmente, en la emisión espontánea de un mensaje MSG por parte de un módulo periférico, dicho mensaje MSG comprende una indicación, en términos de número de tramas, de la duración del estado activo o despierto en curso para dicho módulo.

En funcionamiento normal, y en vistas a conservar la sincronización entre la pasarela y el o los módulo(s) apto(s) para establecer una comunicación síncrona con dicha pasarela, el procedimiento puede consistir, además, en que, cada P x N tramas, la pasarela envíe, durante una quinta ventana E, un mensaje de sincronización CP_SYNCHRO al, a un o a todos los módulo(s) periférico(s), conteniendo este mensaje, especialmente, una información indicativa de la próxima trama durante la cual dicho mensaje de sincronización será enviado de nuevo por la pasarela, siendo P un entero cuyo valor lo fija la pasarela.

Dependiendo de la naturaleza del enlace en curso con la pasarela, cada módulo periférico puede hallarse en diferentes situaciones ante la pasarela en términos de calidad y de propiedades de la comunicación con esta última.

Para tender hacia una optimización constante de esta última, el procedimiento puede consistir, para un módulo periférico dado que forma parte del sistema y destinado a establecer un enlace síncrono con la pasarela, en hacerlo evolucionar, en su caso de manera repetida, en vistas a una optimización de la comunicación, de un estado disociado en el que solo es posible una comunicación no síncrona en el canal de emergencia, hacia un estado sincronizado en el que, entre el módulo periférico y la pasarela, se establece una comunicación bidireccional discontinua por tramas sincronizadas en el canal normal y, luego, de dicho estado sincronizado hacia un estado subordinado en el que se mantiene el enlace de comunicación síncrona mediante cálculo y corrección de los errores de sincronización que ocurran entre dicho módulo periférico y la pasarela, regresando dicho módulo periférico a su estado disociado en caso de repetidas ausencias de acuses de recibo por parte de la pasarela, a consecuencia del envío repetido de mensajes MSG por dicho módulo periférico.

Al no poderse conseguir en la práctica una sincronización perfecta, especialmente debido a ciertas imposiciones y limitaciones físicas y electrónicas, en particular al utilizar para los módulos componentes electrónicos tradicionales, es conveniente tener en cuenta, integrándolos y/o a componiéndolos, retardos inducidos por los citados factores.

Con objeto de tener en cuenta pequeñas derivas temporales que puedan producirse entre dos tramas consecutivas, se puede prever que las emisiones del o de los módulo(s) periférico(s) en las dos primeras ventanas A y B de las tramas y las emisiones de la pasarela en la quinta ventana E de las tramas comiencen J_t ms (J_t milisegundos) antes de los respectivos comienzos efectivos de dichas ventanas A, B y E, mediante el envío de preámbulos no portadores de información y de longitud $2 \times J_t$ ms, comenzando las emisiones de señales del o de los módulo(s) periférico(s) en la tercera ventana C de las tramas, igualmente, J_t ms antes del comienzo efectivo de dicha ventana C y prosiguiéndose durante $2 \times J_t$ ms, siendo J_t un valor fijado en la inicialización del sistema.

No obstante, habida cuenta de los periodos de desactivación o de adormecimiento que se extienden por varias tramas para los módulos periféricos subordinados, es conveniente prever un mecanismo de rectificación del retardo acumulativo que puede establecerse entre dos periodos de despertar o de activación.

A tal efecto, el procedimiento según la invención puede incluir, además, las etapas consistentes, para permitir el cálculo y la corrección de los errores de sincronización, en enviar mensajes de sincronización CP_SYNCHRO con una repetición cercana, inferior a P x N tramas, en medir en el módulo periférico (3) de que se trate, a cada nuevo mensaje CP_SYNCHRO recibido, un valor algebraico ΔE , en ms, correspondiente a la regeneración de sincronismo necesaria entre dos tramas que han servido a dicho módulo para restablecer su sincronismo, recibidas en unos instantes $T(n-1)$ y $T(n)$ y separadas un tiempo T, en comparar ΔE con un valor límite MAX ΔE , en calcular la corrección en ms: $Cr1 = \text{int}[\Delta E/T(n) - T(n-1)]$, en aplicar cada segundo dicha corrección Cr1, en reanudar las citadas operaciones hasta que $\Delta E < \text{MAX } \Delta E$ o $T(n) - T(n-1) > P \times N$ tramas.

Por otro lado, son dos problemas prácticos existentes en el caso de comunicación entre varias entidades los ligados a las posibles colisiones en el dominio de las emisiones (en la presente invención, este problema tan solo se planteará para las emisiones de los módulos periféricos hacia la pasarela) y a los mensajes no receptados o no confirmados por el módulo destinatario.

De acuerdo con una característica de la invención, el procedimiento puede consistir, en el caso de un mensaje enviado por la pasarela a al menos dos módulos periféricos, en asignar a cada módulo periférico destinatario, en vistas a la transmisión de un mensaje de vuelta, por ejemplo, un acuse de recibo ACK, un número de orden, en forma de la asignación de una subventana TSA0, TSA1; TSB0, TSB1 en la trama o una de las tramas siguiente(s), reemitiendo dicha pasarela dicho mensaje MSG de manera invariada, durante un número de veces predeterminado,

en ausencia de recepción de un mensaje de acuse de recibo ACK del o de los módulo(s) periférico(s) destinatario(s).

5 Ventajosamente, cada mensaje MSG enviado por la pasarela incluye, además de una cabecera que comprende un identificador de mensaje msgld, uno o varios submensajes submsg, comprendiendo cada uno de ellos uno o varios objeto(s) ítem correspondientes cada uno de ellos a una orden o una información, pudiendo estar destinado cada submensaje submsg a uno o varios módulo(s) periférico(s).

10 Igualmente, de acuerdo con otra característica de la invención, el procedimiento también puede consistir, en caso de ausencia de recepción de un mensaje de acuse de recibo ACK, a consecuencia de un mensaje MSG emitido por un módulo periférico, en autorizar a dicho módulo periférico a reemitir dicho mensaje en unas subventanas TSA0, TSA1; TSB0, TSB1 de tramas consecutivas que se le asignan según una tabla de asignación particular específica, transmitida por la pasarela al módulo periférico de que se trate en una fase de inicialización o de programación, por ejemplo, especialmente, en la integración del módulo periférico de que se trate en el sistema.

15 Para permitir a la pasarela eliminar los mensajes redundantes a cuya llegada se ve expuesta en caso de repetición de las emisiones por un módulo periférico, el procedimiento puede consistir asimismo, a cada nueva emisión de un mismo mensaje por un módulo periférico, en incrementar el identificador del mensaje msgld, en conservar los identificadores Itemld de los objetos de la o de las versión(-ones) del mismo mensaje anteriormente emitido y en atribuir a los nuevos objetos del mensaje un identificador subItemld correspondiente al identificador de dicho nuevo mensaje. De manera complementaria, el procedimiento consiste, en la pasarela, en suprimir los objetos o los mensajes duplicados, haciendo uso de los identificadores msgld, Itemld y subItemld de los diferentes mensajes sucesivamente recibidos.

20 Las características anteriormente descritas son de aplicación prácticamente exclusiva a las transmisiones en el canal normal, destinado a la comunicación de la pasarela con el o los módulo(s) periférico(s) síncrono(s).

25 Por su parte, el canal de emergencia Cu tan solo sirve para las comunicaciones con el o los módulo(s) asíncrono(s) o con un módulo periférico que, normalmente en comunicación síncrona, ha perdido su sincronización o aún no sincronizado, o también para un último envío de un mensaje MSG que no ha sido confirmado, pese a varias repeticiones de su emisión en el canal normal.

Preferiblemente, en el canal de emergencia, cada emisión espontánea de un mensaje de la pasarela o de un módulo periférico perdura durante un tiempo correspondiente a una trama incrementada en la mitad de una ventana temporal, permaneciendo a la escucha el módulo emisor durante un tiempo equivalente inmediatamente después de concluido dicho espacio de tiempo de emisión.

30 Por supuesto, el procedimiento o protocolo antes descrito se puede llevar a la práctica en sistemas de diferentes tipos.

35 No obstante, de conformidad con una variante de realización preferente de la invención, el sistema consistirá en un sistema de alarma de vigilancia, de seguridad o análogo que, instalado en un lugar que ha de vigilarse, comprende una pasarela, unida con el exterior, por ejemplo, mediante una línea telefónica conmutada, y al menos un, preferiblemente varios, módulo(s) periférico(s) seleccionado(s) del grupo formado por los detectores y los sensores de rotura, de apertura, de presencia, de movimiento, de proximidad y volumétricos, los teclados de mando, los mandos a distancia, las cámaras de vídeo y análogos, incluyendo dicha pasarela y dichos módulos periféricos sendas alimentaciones autónomas.

40 A continuación, se describirá la invención con mayor detalle basándose en una realización práctica, dada a título de ejemplo no limitativo, mediante alusión a una aplicación ligada a un sistema de seguridad o de alarma y explicada en relación con los dibujos esquemáticos que se acompañan.

45 Según se muestra en la figura 1, el sistema 1 comprende un módulo central 2 en configuración de pasarela y central, unida a una línea de telecomunicación, por ejemplo del tipo telefónica conmutada, y al menos un, preferiblemente varios, módulo(s) periférico(s) 3, seleccionado(s) del grupo formado por los detectores y/o los sensores de rotura, de apertura, de presencia, de movimiento, de proximidad y volumétricos, los teclados de mando, los mandos a distancia, las cámaras de vídeo y análogos. Ventajosamente, dicha pasarela 2 y dichos módulos periféricos 3 incluyen sendas alimentaciones autónomas.

50 Este sistema 1 incluye asimismo medios, especialmente en forma de medios de emisión / recepción por radiofrecuencia y de medios de procesamiento digital del tipo microprocesador, montados dentro de la pasarela 2 y dentro del o los módulo(s) periférico(s), que especialmente permiten la puesta en práctica del procedimiento anteriormente descrito.

El sistema 1 incluye, preferiblemente, varios módulos periféricos 3 (módulo independiente radio, sensor o detector, emisor de orden del tipo teclado o mando a distancia) que se comunican con una y nada más que una pasarela 2.

55 La pasarela puede comunicarse con un o varios módulo(s) periférico(s) al mismo tiempo. También puede enviar un mismo mensaje con destino al conjunto de los módulos periféricos 3 (mensaje llamado "broadcast" o de difusión

general). La pasarela contiene un módem para comunicarse en el enlace RTC, por ejemplo, y un equipo lógico embarcado que permite administrar aplicaciones tales como domótica, central de alarma, etc.

Habida cuenta de la naturaleza de la comunicación, lógicamente se podrán observar fenómenos de interferencia.

La interferencia se considera como una pérdida de una parte de mensaje y/o de confirmación.

5 Existen varias clases de interferencia:

- la interferencia por emisión constante (ciega al receptor, visible en el RSSI),
- la interferencia esporádica (hace perder una trama de tanto en tanto). El hecho de que el sistema emita en intervalos de tiempo limitados hace más difícil la pérdida de tramas. La interferencia puede no influir en el nivel RSSI (demasiado puntual para la medida).

10 Según se ha indicado anteriormente, en cuanto a módulo(s) periférico(s) 3, el sistema 1 comprende al menos un módulo periférico síncrono, y puede comprender al menos un módulo periférico asíncrono.

Los módulos periféricos síncronos tienen un enlace permanente con la pasarela (enlace de radio discontinuo a corto plazo, pero continuo a largo plazo). La pasarela puede enviar un mensaje a un módulo periférico síncrono sin que este haya emitido con anterioridad. En cambio, un módulo periférico asíncrono puede estar alejado del sistema (fuera de alcance de radio), la pasarela tan solo puede comunicarse con él en el caso en que este periférico ha enviado un primer mensaje.

15

El protocolo según la invención, que presenta las características apuntadas anteriormente y seguidamente, ofrece en especial las siguientes posibilidades, en el contexto descrito:

- el protocolo radio permite que módulos periféricos se comuniquen con la pasarela, y a la inversa,
- 20 - toma en cuenta las dos categorías de módulos periféricos (asíncrono, síncrono),
- hace segura la transmisión por medio de confirmación de mensajes,
- la pasarela puede enviar un mensaje a todos los módulos periféricos a cada fase de despertar de los módulos periféricos subordinados,
- un módulo periférico puede enviar un mensaje en 625 ms como máximo a la pasarela,
- 25 - hasta cuatro módulos periféricos pueden emitir mensajes en una misma trama,
- es posible enviar un mensaje largo (> 128 bytes) entre módulo periférico y pasarela,
- en el caso de una interferencia, es posible cambiar de canal de radio llamado normal,
- el sistema puede funcionar en un modo degradado que le permite comunicarse aun si todos los canales se ven perturbados,
- 30 - el protocolo es conforme a la ocupación de la banda del 0,1 % en 868 MHz,
- proporciona una encriptación de la información para evitar la "devolución de mensajes" y la emisión de tramas fraudulentas,
- se encarga de una gestión del pequeño consumo.

35 Más adelante en la presente, se describirá el protocolo mediante descripción sucesiva de sus diferentes capas constitutivas.

Capa física

a) La transmisión de radio

40 Existen varios posibles canales de radio (separados en frecuencia). Un sistema ocupa, durante un tiempo dado, un solo canal, llamado normal, Cx. Si dos sistemas ocupan cada uno un canal, los dos sistemas no interactúan entre sí, debido a la separación radio. Los canales están numerados C1, C2, ..., Cn. Cabe la posibilidad de que un sistema conmute en el tiempo, de un canal a otro. En lo que sigue, Cx representa el canal corriente o normal que el sistema utiliza.

45 El canal de emergencia es un canal de radio particular, denominado en adelante Cu. Tan solo es utilizado para los módulos periféricos asíncronos (telemando) o para módulos periféricos que han perdido momentáneamente sus sincronizaciones o en fase de registro.

5 Para los módulos periféricos sincronizados se ha optado por una velocidad de transmisión de 19 200 baudios. Se ha fijado esta velocidad por motivos de velocidad de transferencia y de consumo. La codificación radio se lleva a cabo en NRZ (No Return to Zero - Sin retorno a cero), lo cual permite utilizar el ancho de banda al máximo (a diferencia de la codificación llamada Manchester), pero tiene como consecuencia una más delicada puesta en práctica del discriminador. El enlace es de tipo: UART, 8 bits, sin bit de paridad.

Es posible emitir en frecuencias precisas, tanto en el dominio de la pasarela, como en el de los módulos periféricos. Por el contrario, no es posible cambiar de manera fina la frecuencia de recepción en todos los módulos.

10 Por definición, la pasarela es la única referencia en cuanto a emisión y recepción. Una de las primeras acciones que debe tomar la pasarela, con relación a un nuevo módulo periférico, es solicitar una variación de frecuencia de emisión, con el fin de centrarla con relación a la frecuencia de emisión y de recepción del sistema. Este ajuste se producirá regularmente, asegurando que todos los módulos periféricos emiten a la misma frecuencia (véase, seguidamente, el mensaje de tipo CP_ACK).

15 La pasarela incluye un componente que gestiona las dos frecuencias (0-1) con el concurso de un comparador no adaptativo. Esto tiene la ventaja de la velocidad, y evita enviar un preámbulo para calcular el promedio del comparador, pero, por el contrario, demanda una mayor precisión para el sincronismo en frecuencia entre emisor-receptor.

Para cada módulo periférico, el promedio es adaptativo y el problema se plantea menos. Este promedio se actualizará a intervalos regulares.

20 En la recepción de los datos, los circuitos de recepción toman en cuenta las transiciones 0-1 ó 1-0 con el fin de establecer el sincronismo de un reloj interno síncrono con estos datos. Hace falta un poco de tiempo para sincronizar este reloj, de ahí la presencia del preámbulo (0h55). Esto permite simplificar la recepción desde el punto de vista del procesador, que puede trabajar con un enlace serie síncrono.

25 No obstante, cuando los datos incluyen demasiados "0" o "1" que se siguen, la ausencia de transiciones va a llevar al reloj síncrono a retardarse. Esta es la razón por la que el protocolo prohibirá la emisión de más de 2 bytes 0h00 ó 0hFF sucesivos posicionando el byte 0h55, con el fin de que el reloj se resincronice.

b) Segmentación temporal

El tiempo está segmentado en tramas. El tiempo de una trama es de 625 ms. En una trama puede o no haber emisión de radio. Cada trama está numerada en el tiempo de 0 a 255 (módulo).

30 Una trama se constituye a partir de cinco ventanas temporales TS, denotadas de A a E (véase la figura 2). Cada ventana cumple un cometido particular en el diálogo.

La tabla que sigue indica el cometido de cada ventana determinante de la trama. La continuación describe, de manera más detallada, el protocolo de comunicación.

Nombre de la ventana	Función
A	Emisión a iniciativa del periférico + ACK pasarela
B	Mismo cometido que A
C	Medida del RSSI - Lectura de un mensaje del canal de emergencia
D	Gestionado dinámicamente por el protocolo (vídeo, teclado)
E	Emisión a iniciativa de la pasarela

La estructura de las ventanas A y B se representa en la figura 3 que se acompaña.

35 La ventana C es utilizada para saber si un módulo periférico va a emitir un mensaje. Se mide el RSSI (Received Signal Strength Indicator - indicador de intensidad o de potencia de las señales recibidas) de Cx y de Cu (cada medida puede llevar hasta 1 ms). Si el nivel de RSSI en Cx es suficiente, la pasarela va a considerar que hay al menos un mensaje presente y va a tratar de decodificar los mensajes ocasionalmente ubicados en las ventanas A y B de la siguiente trama emitida en Cx.

40 La ventana C es utilizada por el canal de emergencia Cu y el canal normal Cx. Si se ha detectado un nivel RSSI suficiente, la pasarela va a escuchar Cu durante una parte de C y Cx durante una parte de TSa o TSb (de la siguiente trama) con el fin de detectar una emisión anunciada o previsible de un módulo periférico asíncrono y/o

síncrono. Igualmente, es en esta ventana C en la que la pasarela emitirá mensajes para el canal de emergencia. Si el RSSI de Cu es demasiado débil, entonces la pasarela no observará ninguna ventana.

La medida de RSSI se lleva a cabo en Cu cada 625 ms (es decir, a cada trama) para la pasarela. En efecto, el RSSI se considera como una "o lógica" para la detección de radio proveniente de varios módulos periféricos.

- 5 Si un nivel RSSI medido es suficiente para despertar la pasarela, pero no viene de un módulo periférico (perturbación exterior), la pasarela va a escuchar la cabecera de cada mensaje, antes de poder ponerse en bajo consumo.

10 Otro problema ligado al RSSI es resultado del deslumbramiento. Si un módulo periférico está demasiado cerca de la pasarela, su potencia de emisión satura el receptor de la misma, el cual, entonces, es incapaz de detectar correctamente la banda de emisión. Hará falta adaptar la potencia de emisión para tal módulo periférico.

15 La ventana D es utilizada para todos los "extras" impuestos por los módulos periféricos, como por ejemplo el envío de un mensaje largo, la detección de desplazamiento de frecuencia, etc. Su utilización está regida por las capas superiores del protocolo. El segundo interés de la existencia de tal ventana está en poder dejar un poco de tiempo a la pasarela entre el momento de la adquisición de los mensajes provenientes de las ventanas A y B y el momento de la respuesta en la ventana E.

La pasarela gestiona la utilización de la ventana D en tiempo real. Ningún módulo periférico puede emitir espontáneamente en esta ventana.

20 La ventana E es utilizada por la pasarela para enviar mensajes (sincronización, órdenes, etc.) a los módulos periféricos. Esta ventana E funciona únicamente en emisión para la pasarela. Los módulos periféricos están a la escucha de las ventanas A, B (ACK de mensajes) y de E para la sincronización y las órdenes.

Así, las citadas disposiciones definen las siguientes condiciones de funcionamiento:

- la pasarela tan solo puede emitir un mensaje en la ventana E,
- cada módulo periférico tan solo puede emitir un mensaje en la ventana A o B,
- 25 - la pasarela confirma un mensaje con origen en el módulo periférico inmediatamente después de su recepción,
- si un módulo periférico quiere emitir espontáneamente un mensaje, primero tiene que enviar energía en la ventana C (frecuencia Cu),
- si la pasarela emite un mensaje (durante TSE), el módulo periférico emitirá siempre en A o B de la siguiente trama (ver capítulo confirmación).

30 Tal como ya se ha indicado anteriormente, el bajo consumo impone que la pasarela y los módulos periféricos estén sincronizados.

35 De este modo, todas las emisiones de una de las entidades pueden llevarse a cabo rápidamente, ya que la otra entidad está en recepción en el debido momento. Esto evita la emisión o la recepción durante un cierto tiempo de radio, muy consumidor. El otro aspecto es la velocidad con la que es enviada la información. Cuanto mayor sea la velocidad de transferencia, más bajará el consumo (pero asimismo bajará el alcance de radio). Una pasarela y un módulo periférico están sincronizados cuando el comienzo de trama empieza al mismo tiempo para ambos. La pasarela es la que marca el ritmo, y los módulos periféricos tienen que sincronizarse con respecto a ella.

40 En el caso ideal, si los módulos periféricos son perfectamente síncronos con la pasarela, el enlace se puede considerar como "cableado". Lamentablemente, este no es el caso, ya que, debido a varios factores, existe un retardo temporal entre un módulo periférico y la pasarela. Estos factores son, bien sistemáticos en el error (este es el mejor de los casos, ya que simplemente hay que tenerlo en cuenta), o bien varían con el tiempo y, en este caso, hay que tomarlos en cuenta para calcular los "juegos temporales" que se deben tomar en cuenta, so pena de no poder comunicarse más.

Los principales errores son:

- 45 - retardo entre la emisión y la recepción debida al transductor (+200 uS)
- error de medida debido a la granularidad del temporizador para medir los tiempos (0... + 1 ms)
- error de redondeo en el cálculo (0... + 1 ms)
- deslizamiento máximo (relación de frecuencia del cuarzo 32 K) entre dos sincronizaciones.

Todos estos errores han de tomarse en cuenta para despertar anticipadamente una u otra parte según criterios de

probabilidades. En efecto, es posible implantar "juegos temporales" solo en el módulo periférico o solo en la pasarela. Sin embargo, el reparto del "juego" entre las dos entidades permite reducir al máximo el consumo.

El juego temporal puede determinarse valiendo:

$$(Jt) \approx -3 \text{ ms}\mu + 5 \text{ ms} = 8 \text{ ms}$$

5 El diagrama de la figura 4 muestra la ubicación de los dos juegos con relación a una sincronización perfecta.

Tal como muestra esta figura, cada módulo periférico tiene tramas compuestas por las ventanas: {A', B', C', D, E}, y la pasarela, por: {A, B, C, D, E'}.

1. En el (TSC), si el módulo periférico tiene que emitir energía, se despierta (Jt) ms antes y emitirá durante (2*Jt) con el fin de estar seguro de que la pasarela detecta la energía.

10 2. Si la pasarela tiene que emitir en (TSE), esta va a emitir un preámbulo (Jt) antes del despertar del (TSE) del módulo periférico, y emitirá un preámbulo de (2xJt) con el fin de estar segura de que el módulo periférico detecta bien el preámbulo.

3. Si el módulo periférico tiene que emitir en (A0, A1, B0 o B1), este se despierta (Jt) ms antes y emitirá durante (2*Jt) con el fin de estar seguro de que la pasarela detecta el preámbulo.

15 De este modo, la pasarela tan solo detecta el RSSI en el (TSC) durante 1 ms (tal como hace cada trama, el tiempo de detección tiene que ser lo más corto posible). El módulo periférico hace lo propio en el (TSE) (y tal como hace cada seis tramas, e incluso con mayor frecuencia, este tiempo también debe minimizarse).

La pasarela escucha el nivel de radio con el fin de inferir si uno o varios módulos periféricos emiten al mismo tiempo en la ventana C. La medida del RSSI es una O desde el punto de vista radio.

20 Un problema evidente radica en el hecho de que varios módulos periféricos pueden querer hablar al mismo tiempo y de que tan solo pueden hacerlo no emitiendo al mismo tiempo. Hasta cuatro módulos periféricos pueden emitir en una misma trama, Para ello, se tiene que realizar la segmentación temporal, a saber, cada módulo periférico emitirá respectivamente en las subventanas {TSA0, TSA1, TSB0, TSB1}.

La asignación de las subventanas se puede realizar según se describe a continuación.

25 El módulo periférico, después de haber emitido energía para la detección RSSI (desde el punto de vista de la pasarela), va a detener su emisión hasta la emisión del mensaje MSGi (i-ésimo mensaje emitido). Una tabla, rellena de una vez por todas por la pasarela, le indica el número de trama relativa, así como el rango del mensaje a cada intento de emisión. Si el mensaje emitido necesita ser confirmado pero no lo es, el módulo periférico va a repetir su mensaje según esta tabla.

30 La tabla que sigue representa un ejemplo de tabla de asignación de subventanas.

La trama relativa 0 es la primera trama que sigue a la trama durante la cual el módulo periférico ha emitido una señal de radio durante la ventana C.

Trama rel.	Rango msg	Explicación
0	0	Msg0 es utilizado
0	2	Ack0 no recibido, repetición del mensaje en msg2
1	1	Ack2 no recibido, emisión a la siguiente trama en msg1
3	0	Ack1 no recibido, emisión en 2 tramas en msg0

35 Esta tabla permite evitar al máximo las colisiones que pueden producirse cuando varios módulos periféricos quieren hablar al mismo tiempo. Su visualización temporal está representada en la figura 5.

Es conveniente distinguir dos casos:

- la pasarela ha solicitado a varios módulos periféricos que reenvíen un mensaje (en el mensaje de sincronización). En este caso, se le ha atribuido al módulo periférico un número de mensaje, lo cual evitará

una colisión con los demás módulos periféricos,

- varios módulos periféricos quieren emitir un mensaje al mismo tiempo. La tabla se lleva a la práctica al instante.

5 Los inventores han apreciado que para dos módulos periféricos que emiten al mismo tiempo, solo se tomará en cuenta (sin interferencia) uno de los módulos periféricos, si emite 5 dBm más fuerte que el otro. Dentro de un sistema, es corriente ver variar niveles en función del reparto de los mismos en el emplazamiento de instalación.

La tabla contiene, por defecto, una secuencia, que puede ser modificada ocasionalmente por la pasarela.

En la figura 6 que se acompaña se representa un ejemplo que ilustra el primer caso citado.

10 De las tablas que siguen se desprende un ejemplo que ilustra una puesta en práctica de tablas en el segundo caso. En este ejemplo, tres módulos periféricos quieren hablar al mismo tiempo. La tabla para cada uno de los módulos periféricos viene dada a continuación, así como las características de potencia de radio desde el punto de vista de la pasarela.

Periférico 1	Periférico 2	Periférico 3																														
<table border="1" style="margin: auto;"> <thead> <tr> <th>Trama</th> <th>Rango</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>0</td><td>3</td></tr> <tr><td>1</td><td>1</td></tr> <tr><td>2</td><td>1</td></tr> </tbody> </table> <p>Potencia -50 dBm</p>	Trama	Rango	0	0	0	3	1	1	2	1	<table border="1" style="margin: auto;"> <thead> <tr> <th>Trama</th> <th>Rango</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>0</td><td>3</td></tr> <tr><td>1</td><td>2</td></tr> <tr><td>2</td><td>1</td></tr> </tbody> </table> <p>Potencia -50 dBm</p>	Trama	Rango	0	0	0	3	1	2	2	1	<table border="1" style="margin: auto;"> <thead> <tr> <th>Trama</th> <th>Rango</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>0</td><td>2</td></tr> <tr><td>1</td><td>3</td></tr> <tr><td>2</td><td>3</td></tr> </tbody> </table> <p>Potencia -60 dBm</p>	Trama	Rango	0	0	0	2	1	3	2	3
Trama	Rango																															
0	0																															
0	3																															
1	1																															
2	1																															
Trama	Rango																															
0	0																															
0	3																															
1	2																															
2	1																															
Trama	Rango																															
0	0																															
0	2																															
1	3																															
2	3																															

El desarrollo de las transmisiones queda ilustrado en la tabla que sigue.

15

Número trama	Rango	Perif1	Perif2	Perif3
0	0	Colisión	Colisión	No visto
0	1			
0	2			Msg emitido. OK
0	3	Colisión	Colisión	
1	0			
1	1	Msg emitido. OK		
1	2		Msg emitido. OK	
1	3			

20 Con relación a cuanto antecede, es conveniente señalar que existe una excepción al hecho de que la pasarela emita únicamente en el (TSE) los mensajes destinados a los módulos periféricos. En efecto, si ello no deja de ser cierto para los módulos periféricos sincronizados (que trabajan en el canal Cx), es diferente para una comunicación con los módulos periféricos que trabajan en la frecuencia de emergencia (módulo periférico asíncrono o no sincronizado).

5 El grafo de la figura 7 que se acompaña muestra un diálogo con un módulo periférico asíncrono. Un módulo periférico asíncrono, por definición, nunca está sincronizado, lo cual quiere decir que, si tiene que emitir un mensaje hacia la pasarela, tiene que emitirlo al menos durante una trama (625 ms), para estar seguro de que aquella haya detectado el RSSI y, luego, en una ½ ventana, con el fin de que la pasarela decodifique ese mensaje. La recepción en el módulo periférico tiene que ser del mismo tiempo, por los mismos motivos de cita.

Cabe además la posibilidad de que, según se opte por el canal normal, corriente o Cx, aparezcan nudos y vientres radio. El interés está en que un módulo periférico en un agujero acusaría, con el cambio de canal, una mejora de transmisión.

Capa del protocolo de enlace

10 Para la descripción de esta capa, es conveniente tomar en cuenta las siguientes disposiciones:

- la topología entre la pasarela y los módulos periféricos es del tipo estrella. A los módulos periféricos les es imposible comunicarse entre sí sin pasar por la pasarela,
- la pasarela emite, como máximo, un mensaje (sin tener en cuenta las confirmaciones) cada trama (a cada trama),
- 15 - un módulo periférico tan solo puede emitir un mensaje por trama,
- la pasarela puede enviar hasta cuatro submensajes encapsulados en un mensaje + un submensaje de difusión general (llamado "broadcast"), lo cual le permite direccionar hasta cinco módulos periféricos a la vez,
- 20 - un mensaje destinado a todos los módulos periféricos se asimila a un mensaje para un módulo periférico que posee una dirección particular.

Cada mensaje viene precedido por un preámbulo compuesto por varios bytes 0x55, seguido de tres bytes que permiten a la pasarela o al periférico saber dónde empieza la cabecera del mensaje.

Mensaje módulo periférico → pasarela

El mensaje puede contener tan solo la cabecera y el total de comprobación.

25 Un mensaje se compone de 0 a N objetos, denominados seguidamente "ítems", que representan la respuesta a solicitudes hechas por la pasarela o corresponden a mensajes espontáneos que vienen de un módulo periférico.

La tabla que sigue muestra el contenido y la estructura general del un mensaje.

Cabecera del MSG	
	Item0
	Item1

Total de comprobación	

La tabla que sigue muestra la estructura y el contenido detallados de un submensaje.

30

Cabecera submensaje		
Tamaño	Byte	Tamaño del submensaje (incluido el tamaño, longitud), el valor $\text{Tamaño} = 16 + \sum_{i=0}^{\text{nber_items}} \text{Length_items}$
Serial_periph	Byte[5] Tipo Byte 0 Adr1 Byte 1 Adr2 Byte 2 Adr3 Byte 3 Cons Cuarteto 4 Chk Cuarteto 4	El primer byte indica la naturaleza del módulo periférico {CO, IR, SIRENA,...} Dirección del módulo periférico: {Adr1 ..ADR3} que conforman el número de serie, "Cons" depende del fabricante del equipo físico. 0 Genérico 1 Operador/Fabricante 2 Reservado El total de comprobación se calcula según la siguiente fórmula $\text{Chk} = \left(1 + \text{Cons} + \sum_{i=0}^3 \text{Phigh}(i) \oplus \text{Plow}(i) \right) \text{mod } 16$
Serial_pasarela	Byte[4] Adr1 Byte 1 Adr2 Byte 2 Adr3 Byte 3	Dirección de la pasarela: {Adr1 ..ADR3} que conforman el número de serie.
Channel_radio	Byte	Número de canal {emergencia, normal} de radio donde se ha emitido el mensaje. (Nota: sirve para establecer concordancia entre lo que indica el receptor de radio y este valor.)
LastRssi	Byte	Último nivel recibido por el módulo periférico, esto permite ocasionalmente a la pasarela conocer la calidad del medio (siendo más arriesgado un bajo RSSI).
MsgId	Byte	Número de identificador del submensaje. Este número se aumenta en 1 a cada envío.
Nber_sub_msg	Byte	Número de ítems que contiene el submensaje
Wakeup_ts	Byte	Número de tramas durante las cuales escuchará el módulo periférico
LastRcveld	Byte	Número de identificación del último mensaje recibido por el módulo periférico
0..M Ítems		

La tabla que sigue muestra la constitución de un objeto o "ítem":

Cabecera ítem		
Tamaño	Byte	Tamaño del ítem (incluido el tamaño), el valor mín. es 3.
Opcod	Byte	Código de operación para el mensaje
requestId	Byte	Número de consulta, la respuesta o las respuestas a este ítem devolverán este valor, esto permite a la fuente conocer la procedencia de los mensajes de vuelta.
MsgId	Byte	Identificador para cada ítem, este valor es igual al msgId de la cabecera msg y ya no variará ni en las repeticiones.
Cuerpo del ítem		
Cuerpo	Byte[]	Datos complementarios de tamaño variable

Mensaje pasarela → módulo periférico

El mensaje puede contener tan solo la cabecera y el total de comprobación (mensaje vacío).

- 5 Cada submensaje se constituye a partir de 0 a M objetos o "ítems" y cada objeto representa una orden.

Un mensaje no es remitido más que a un solo módulo periférico (es decir, M objetos son remitidos a un módulo periférico) o a todos los módulos periféricos (caso de un mensaje de difusión general que tan solo es considerado como un mensaje para un módulo periférico con una dirección particular).

La estructura general y el contenido del mensaje vienen dados por la siguiente tabla:

Preámbulo	
Cabecera del MSG	
	Submensaje para difusión a todos los módulos periféricos
	Submensaje perif1

Total de comprobación	

10

La siguiente tabla da la estructura y el contenido de un submensaje de un mensaje de difusión general.

Cabecera del sub-msg	
	Item0
	Item1

Total de comprobación	

La siguiente tabla da la estructura y el contenido de un objeto o ítem de un submensaje de mensaje de difusión

general.

Cabecera ítem		
Tamaño	Byte	Tamaño del ítem (incluido el tamaño), el valor mín. es 3.
Opcode	Byte	Código de operación para el mensaje
requestId	Byte	Número de consulta, la respuesta o las respuestas a este ítem devolverán este valor, esto permite a la fuente conocer la procedencia de los mensajes de vuelta.
Cuerpo del ítem		
Body	Byte[]	Datos complementarios de tamaño variable

La siguiente tabla indica la estructura y el contenido de un submensaje con destino a un módulo periférico.

Cabecera submensaje		
Tamaño	Byte	Tamaño del submensaje (incluido el tamaño), el valor $\text{Tamaño} = 9 + \sum_{i=0}^{nber_items} Length_items$
Serial_periph	Byte[5] Tipo Byte 0 Adr1 Byte 1 Adr2 Byte 2 Adr3 Byte 3 Cons Cuarteto 4 Chk Cuarteto 4	Dirección del módulo periférico: {Adr1 ..ADR3} que conforman el número de serie, "Cons" depende del fabricante del equipo físico. 0 Genérico 1 Fabricante/Operador 2 Reservado El total de comprobación se calcula según la siguiente fórmula $Chk = \left(1 + Cons + \sum_0^3 Phigh(i) \oplus Plow(i) \right) \text{mod } 16$
Posición_msg	Byte	Indica la 1/2 ventana en la que el módulo periférico tiene que ubicar la respuesta a este submensaje.
MsgId	Byte	Número de identificador del submensaje. Si el módulo periférico recibe dos veces seguidas el mismo número, confirma el submensaje pero no tiene en cuenta los ítems (repetición).
Nber_items	Byte	Número de ítems que contiene el submensaje
0..M ítems		

- 5 La estructura y el contenido de un mensaje con destino a un modulo periférico vienen dados por la tabla subsiguiente.

Cabecera mensaje		
Tamaño	Byte	Tamaño del mensaje (incluido el tamaño), el valor $\text{Tamaño} = 9 + \sum_{i=0}^{\text{nber_submsg}} \text{Length_submsg}$
Pasarela	Byte[5] Adr0 Byte 0 Adr1 Byte 1 Adr2 Byte 2 Adr3 Byte 3 Cons Cuarteto 4 Chk Cuarteto 4	Dirección de la pasarela origen de este mensaje: ={Adr0..ADR3} que conforman el número de serie, "Cons" depende del fabricante del equipo físico. 0 Genérico 1 Fabricante/Operador 2 Reservado El total de comprobación se calcula según la siguiente fórmula $\text{Chk} = \left(1 + \text{Cons} + \sum_0^3 \text{Phigh}(i) \oplus \text{Plow}(i) \right) \text{mod } 16$
Nber_submsg	Byte	Da el n.º de submensajes (0 a 5) constitutivos del msg.
channel	Byte	Número de canal {emergencia, normal} de radio donde se ha emitido el mensaje. (Nota: sirve para establecer concordancia entre lo que indica el receptor de radio y este valor.)
scrambleKeyNb	Byte	Número de clave para la encriptación. Permanece en 0 para mensaje en claro.
0..5 Submensajes.		
CRC (polinomio conforme a la norma CCITT 3)		

Se describe a continuación el desarrollo en el tiempo de una comunicación entre la pasarela y un módulo periférico.

En lo que sigue, lógicamente se hace referencia a los módulos periféricos sincronizados o subordinados, los módulos que trabajan en la frecuencia de emergencia tienen un protocolo de tipo "ping-pong" muy simple.

- 5 Cada módulo periférico puede enviar un mensaje a consecuencia de un evento exterior (caso de intrusión, por ejemplo) o para responder a la pasarela a consecuencia de una solicitud de la misma.

10 El módulo periférico se despierta a intervalos regulares, con el fin de recibir un mensaje de sincronización (véase sincronización) o una orden de la pasarela. Fuera de estos despertares, el módulo periférico no es accesible a la pasarela. La pasarela tiene que esperar al próximo despertar para comunicarse con el módulo periférico, o a que el módulo periférico envíe un mensaje con espera de confirmación.

El módulo periférico subordinado está despierto cada N tramas (programable por la pasarela) y, por tanto, cada N*P tramas (para recibir la sincronización). Fuera de estos casos, puede estar despierto porque:

- Está en modo sincronizado y no subordinado (en este caso, está despierto a cada trama).
 - Está subordinado desde hace poco tiempo, y el módulo periférico todavía no ha adoptado su ciclo de de adormecimiento-despertar.
 - El módulo periférico ha emitido espontáneamente un mensaje y permanece despierto por espacio de X tramas (programable por la pasarela).
- 15

En todos los casos, el módulo periférico indica, en la cabecera, el número de tramas durante las cuales el módulo periférico está despierto antes de dormirse de nuevo y recomenzar su ciclo.

ES 2 615 490 T3

Las tablas subsiguientes muestran lo que ocurre, ventana a ventana, según los diferentes casos posibles de comunicación.

La pasarela emite espontáneamente un mensaje

Ts	Pasarela	Periférico
A		
B		
C		
D		
E	Emisión (msg1 espontáneo)	
A	Confirmación	Respuesta en A (ver posición_msg)
B		

5 El módulo periférico emite espontáneamente un mensaje.

Ts	Pasarela	Módulo periférico
C		Emisión de energía para indicar a la pasarela que escuche en A y B
D		
E		
A	Escucha	
B	Escucha Confirmación	Emisión msg2

La pasarela emite un mensaje al mismo tiempo que el módulo periférico (caso 1).

Ts	Pasarela	Módulo periférico
C		
D		(desencadenamiento de un evento MSG4), el periférico quiere emitir, pero el TSc ya ha pasado, hay que esperar al próximo TSc.
E	Emisión (msg3 espontánea)	
A	Confirmación	Respuesta en A + envío MSG4 (el periférico aprovecha la ocasión)
B		
C		(sin emisión de energía, pues el mensaje está confirmado)

La pasarela emite un mensaje al mismo tiempo que el módulo periférico (caso 2).

Ts	Pasarela	Módulo periférico
B		
C		Emisión de energía para indicar a la pasarela que escuche en A y B
D		
E	Emisión (msg4 espontánea)	
A	Confirmación	Respuesta en A + envío MSG4 (el módulo periférico aprovecha la ocasión)

La pasarela emite un mensaje de difusión general.

Ts	Pasarela	Módulo periférico
A		
B		
C		
D		
E	Emisión Broadcast	
A		
B		

Las repeticiones de mensajes se deben a errores del medio, es posible distinguir varios casos.

- 5 1) La pasarela emite un mensaje no comprendido.

En este caso, la pasarela va a emitir (según las capas superiores) su trama, sin añadirle nada.

El módulo periférico conserva el último número de msgld enviado por la pasarela. Si el nuevo número es diferente, se memoriza, y la trama es confirmada tras el procesamiento, si no, la trama simplemente es confirmada. Es importante señalar que, en esta gestión, todo msg evolutivo, mientras el msgld permanece constante, traería pérdidas de mensaje.

10

- 2) El módulo periférico emite un mensaje no comprendido.

- 3) El módulo periférico emite un mensaje que es comprendido pero no confirmado.

En estos dos últimos casos, la gestión del mensaje enviado por el módulo periférico es tal y como se indica en la tabla que sigue:

msgld (cabecera)	Subtemld0	Subtemld1	subtemldN
-----------------------------	------------------	------------------	----	----	------------------

15

En la construcción del mensaje, el módulo periférico va a atribuir a cada nuevo ítem (ya que, en este sentido, el mensaje es evolutivo): subtemld = msgld (header)

Un ítem más antiguo mantiene el valor que inicialmente se le había atribuido, y msgld se incrementa a cada mensaje, memorizando la pasarela el último ítem recibido.

- 20 En definitiva, la pasarela recibe un mensaje cuyo Id tiene los valores indicados en la figura 8 que se acompaña.

La pasarela interpreta los identificadores lds como sigue:

- último ld recibido \geq itemld0 (se trata de una repetición, el item0 no se toma en cuenta)
- último ld recibido $<$ itemld1 (se trata un ítem que ya se ha repetido, pero aún no tomado en cuenta por la pasarela),
- 5 - último ld recibido $<$ itemldN (se trata de un nuevo ítem, ya que itemldN = Current ld).

De este modo, la pasarela puede suprimir los mensajes duplicados debidos a las repeticiones.

Puede suceder que el módulo periférico no reciba confirmación porque hay una interferencia general o porque la pasarela ya no puede responder, en este caso, el mensaje es repetido varias veces antes de que el módulo periférico lo emita en la frecuencia de emergencia. En este momento, el módulo periférico ya no está sincronizado.

- 10 Un mensaje del módulo periférico como respuesta a una solicitud de la pasarela no se emite más que una sola vez. (En caso contrario, la propia pasarela podría hacer una repetición y habría cruce entre mensajes viejos y nuevos.)

Si un mensaje tan solo tiene un intento, la ausencia de confirmación no conmuta el módulo periférico a la frecuencia de emergencia.

- 15 Un mensaje espontáneo del módulo periférico puede repetirse N veces (dependiendo de la parametrización). Al término de estas repeticiones, el módulo periférico pasa a emergencia y emite el mensaje una última vez.

La figura 13 muestra, a título de ejemplo, una situación en la que la pasarela emite un mensaje de supervisión confirmado correctamente (CP_SUPERVISION), mientras que no se ha confirmado un mensaje de evento (EVENT(1), EVENT(2)), emitido por un módulo periférico.

- 20 El sistema está formado cuando cada módulo periférico conoce la pasarela (por su dirección) y la pasarela conoce todos los módulos periféricos que constituyen el sistema. Para llegar a tal sistema, hay que distinguir varias etapas:

- La fase de registro

Consiste, para la pasarela, en conocer el número de serie del módulo periférico y en guardarlo en su ficha.

- La fase de adopción

- 25 Cuando se conecta la pila, el módulo periférico no conoce a la pasarela determinante del sistema, la pasarela envía un mensaje RECORD_DINÁMICO hacia el módulo periférico si este debe formar parte del sistema. El módulo periférico conserva este número en memoria, y ello hasta el próximo corte de su pila.

- La fase de asociación

- 30 El módulo periférico emite, a intervalos regulares, mensajes en la frecuencia de emergencia, la pasarela, al reconocer un módulo periférico que forma parte de su sistema, va a enviar una orden CP_CHANGE_CHANNEL, solicitándole que pase al canal Cx normal y que espere la continuación permaneciendo constantemente a la escucha.

- La fase sincronizada

El módulo periférico está sincronizado, cumple con las capas del protocolo.

La tabla que sigue ilustra un ejemplo de diálogo de registro de un módulo periférico.

35

ES 2 615 490 T3

Comentario	Msg Pasarela	Msg Periférico
Colocación de la pila sobre módulo periférico		
Emisión en Cu		PC_I_am_HERE
El módulo periférico ha sido registrado en la ficha de la pasarela, la pasarela le solicita de vuelta que conserve su número de serie	CP_RECORD-> msg0	
La pasarela solicita al módulo periférico que se sincronice	CP_CHGE_CHANNEL->msg0	
La pasarela confirma el mensaje PC_I_AM_HERE	->msg0	
Emisión radio en Cu de msg0		
El módulo periférico espera un primer mensaje de sincronización		
El módulo periférico emite el mensaje de subsincronización hacia el módulo periférico (y no en broadcast)	CP_SYNCHRO	
El módulo periférico emite su primer mensaje en la frecuencia normal y devuelve su estado. A partir de ahora, el módulo periférico no acepta más CP_RECORD		PC_STATUS
La pasarela emite a intervalos regulares mensajes de sincronización y de subsincronización	CP_SYNCHRO	
...		
El módulo periférico ha alzado una bandera indicando que está subordinado. A partir de ahora, está en modo de bajo consumo		PC_STATUS

A título de ejemplos, seguidamente se describe la estructura, el contenido y la utilidad de varios mensajes modelo utilizados en el ámbito del protocolo de comunicación por radio, indicándose, mediante las respectivas tablas, los contenidos y la estructura, al igual que los mensajes esperados de vuelta.

5

Mensaje CP-PING:

OPCODE	CP_PING	
OPCODE RESPUESTA	PC_ACK	
Parámetros	TIPO	Explicación

Este mensaje no tiene ningún cometido salvo el de recibir un ack y se utiliza para reparar o parar realizar un diagnóstico.

5 Mensaje CP-SYNCHRO:

OPCODE	CP_SYNCHRO	
OPCODE RESPUESTA	Nada (si broadcast)	
Parámetros	TIPO	Explicación
next_synchro	Byte	Número de tramas antes de la próxima sincronización

Este mensaje es importante, ya que permite, cuando es enviado en forma de difusión general, resincronizar, a intervalos regulares (next_synchro), todos los módulos periféricos.

10 Si next_synchro = 0, entonces ya no se trata de un mensaje de sincronización, sino de un mensaje de baliza, mensaje que permite a un módulo periférico permanecer sincronizado a la espera de ser subordinado.

Este mensaje puede ser enviado igualmente a un módulo periférico en particular, con el fin de sincronizar un módulo periférico que acabe de quedar asociado (véase mensaje CP_CHANGE_CHANNEL)

Mensaje CP_RESET:

OPCODE	CP_RESET	
OPCODE RESPUESTA		
Parámetros	TIPO	Explicación

15 Mediante este mensaje, la pasarela solicita a uno o todos los módulos periféricos que se repongan a 0, el periférico regresa, en este caso, al mismo estado que cuando se retira y se repone la pila. Todas las variables se reinician.

Mensaje CP_ACK:

OPCODE	CP_ACK	
OPCODE RESPUESTA		
Parámetros	TIPO	Explicación
Msgld trimFreq trimLevel	byte	Mismo valor que el msgld del mensaje que debe confirmarse
	signed char	Valor firmado para cambiar la frecuencia
	signed char	Valor firmado para cambiar el nivel de emisión de los periféricos

La pasarela, cuando recibe un mensaje del módulo periférico, mide los parámetros de radio tales como la potencia recibida del módulo periférico, la desviación de frecuencia entre el valor de la pasarela y el emisor del módulo periférico.

- 5 En la confirmación por parte de la pasarela, esta va a indicar al módulo periférico, aparte de la confirmación del mensaje indicando que no hay que repetirlo, lo que este tiene que cambiar en su potencia y su frecuencia.

Mensaje CP_SUPERVISION:

OPCODE	CP_SUPERVISION	
OPCODE RESPUESTA	PC_ACK	
Parámetros	TIPO	Explicación
ScrambleKeyNb KeyValue	byte	Guarda de la clave que sigue (número)
	word	Clave de encriptación que será utilizada

- 10 La pasarela va a enviar a cada módulo periférico este mensaje con el fin de obtener una confirmación y, así, saber de manera activa que todo marcha bien.

Mensaje CP_CHANGE_CHANNEL:

OPCODE	CP_CHANGE_CHANNEL	
OPCODE RESPUESTA	PC_ACK	
Parámetros	TIPO	Explicación
NewChannel coefPll wakeupTs powerRadio	e_channel_radio	Nuevo canal, puede ser el mismo que el antiguo
	t_coef_pll	Nuevos parámetros utilizados para cambiar la frecuencia del transceptor sin pasar por una tabla
	byte	Solicitud al módulo periférico de permanecer despierto varias tramas después de este mensaje
	byte	Posibilidad de cambiar la potencia de radio emitida por el módulo periférico

5 Para este mensaje, hay dos posibles utilidades. Bien el canal es el mismo, lo que permite simplemente cambiar la potencia de radio o pasar del modo disociado en espera del modo sincronizado, o bien ha habido interferencia, y todos los módulos periféricos tienen que pasar a otra banda (mensaje de difusión generalizada).

Tal como se ha indicado anteriormente, un módulo periférico puede hallarse en unos de los siguientes estados:

- Disociado: el único medio de comunicación es la frecuencia de emergencia, se conserva el enlace bidireccional, pero la pasarela no puede enviar mensajes espontáneamente al módulo periférico.
- 10 - Sincronizado: el módulo periférico y la pasarela tienen tramas sincronizadas, es posible comunicarse en ambos sentidos, aunque el enlace no deja de ser frágil, y la pasarela tiene que emitir regularmente hacia los módulos periféricos para evitar que vuelvan al estado disociado.
- Subordinado: el módulo periférico está sincronizado y ha calculado correcciones de error que le permiten permanecer sincronizado, aun si no recibe señales de la pasarela durante más de 2 minutos.

La figura 9 representa en forma de grafo los posibles pasos de un estado a otro.

15 Un módulo periférico conoce la dirección de la pasarela, cuando un mensaje está destinado al módulo periférico o si se trata de un mensaje de difusión general, la pasarela va a utilizar el mensaje (o no, según los estados) para restablecer su sincronismo. También puede tratarse de un mensaje de difusión general (CP_MSG_SYNCHRO). El módulo periférico, una vez subordinado, va a tomar estos mensajes para restablecer su sincronismo, puede, ocasionalmente, saltarse algunos (problema de transmisión), pero si esto perdura, volverá al estado disociado.

20 El grafo de la figura 10 muestra lo que ocurre en caso de fallo de la transmisión a lo largo de varias sincronizaciones. Plantean un problema particular los módulos periféricos recientemente sincronizados en lo referente a su sincronización a largo plazo, especialmente en caso de conmutación al estado conectado.

25 Efectivamente, cada 60 segundos, la pasarela emite una trama de sincronización destinada a todo el parque de periféricos. Cuando un nuevo módulo periférico pasa del estado disociado al de sincronizado, la cadencia de pulso de su reloj no es exactamente la misma que la de la pasarela. Este deslizamiento es tanto mayor cuanto más grande es la diferencia entre estos dos relojes. Con objeto de cubrir errores mínimos, se ha implantado un "juego temporal (Jt)", pero esta cobertura, tal cual, no permite aguantar 120 segundos (se tiene que permitir perder un mensaje de sincronización sin disociarse) con un deslizamiento inferior a Jt.

30 El mecanismo previsto consiste, para la pasarela, en generar mensajes de difusión general a intervalos de tiempo mucho más cortos (12 segundos), que permiten al módulo periférico restablecer su sincronismo sin que el retardo haya tomado un valor tal que sea imposible escuchar un mensaje. La pasarela emitirá, mientras haya al menos un módulo periférico en el estado sincronizado, un mensaje de difusión general cada 12 segundos. Al mismo tiempo, el módulo periférico mide, en la regeneración de sincronismo, la desviación entre la posición teórica y aquella en la que se halla actualmente. Calcula este error y lo integra en su temporizador para que la regeneración de sincronismo tienda hacia 0. Cuando el retardo a lo largo de 2 minutos es inferior a un valor teórico (véase Jt), el módulo periférico

es considerado como subordinado.

El algoritmo de cálculo que el aludido mecanismo pone en práctica es el siguiente:

Sea ΔE el valor algebraico, en ms, de la regeneración de sincronismo necesaria entre 2 tramas que han servido para restablecer su sincronismo y separadas el tiempo T.

- 5 El módulo periférico recibe un primer mensaje en $T_0=0$ (permitiéndole este pasar del estado disociado al estado sincronizado). A cada nuevo mensaje, este mide ΔE . Si ΔE sobrepasa el límite MAX ΔE , conserva el tiempo T1 (correspondiente a la recepción del último mensaje que ha permitido calcular ΔE). El programa efectúa entonces una corrección tomando en cuenta este error:

$$\text{Corrección} = \frac{\Delta E}{(T_1 - T_0)} \approx \text{int}(\text{Corrección}) = Cr1$$

- 10 Es la corrección que hay que hacer, en ms, cada segundo. Debido a los errores de redondeo y de medida, esta corrección no es más que aproximativa. T1 se toma como origen de los tiempos, y el algoritmo reinicia con una medida de ΔE , y ello, hasta encontrar T2.

$T_2 - T_1 > T_1 - T_0$, pues la corrección Cr1 está instalada. La corrección Cr1 es una corrección de 2º orden que hay que integrar en el nuevo cálculo de corrección.

- 15 El algoritmo se detiene cuando se verifica la siguiente condición

$$T(n) - T(n-1) > 120 \text{ s.}$$

Llegados a este estadio, es importante continuar el algoritmo, ya que podría haber una divergencia a consecuencia de los errores de redondeo.

- 20 Desde este mismo momento, el módulo periférico avisa a la pasarela de que está subordinado, entonces la pasarela detiene la emisión de los mensajes de sincronización cercanos (o subsincronización), que son consumidores de corriente, si ya no está sincronizado ningún periférico, y permanece con una emisión de mensajes de sincronización cada 60 segundos.

El mecanismo antes descrito permite reducir acusadamente el consumo:

- 25 1) disminuyendo los "juegos temporales", que ya no dependen de los componentes, sino simplemente de la precisión de los cálculos (tiempos de escucha y de emisión disminuidos),
 2) aumentando el periodo entre 2 mensajes de sincronización,
 3) siendo mucho más tolerante a los errores de transmisión (pérdida momentánea de sincronización).

- 30 La figura 11 muestra, en forma de un grafo cronológico, el desarrollo en el tiempo del aludido mecanismo y la figura 12 ilustra, en forma de un esquema funcional, los diferentes estados posibles de un módulo periférico del tipo síncrono.

- 35 La presente invención se refiere asimismo, tal como anteriormente se ha indicado, a un sistema de alarma 1 que comprende, por una parte, un módulo principal o central 2 en configuración de pasarela y central de gestión local y, por otra, al menos un, preferiblemente varios, módulo(s) periférico(s) 3, del tipo antes mencionado. El módulo principal 3 está unido a una línea de comunicación exterior, por ejemplo telefónica 4, que le permite establecer una comunicación con un sistema informático de recepción 5 y, en su caso, de preprocesamiento de las alarmas, que ocasionalmente se encarga asimismo de la gestión y de la vigilancia del estado del sistema 1.

Estos módulos 2 y 3 están equipados con medios de emisión / recepción de radiofrecuencia y con medios de procesamiento digital, en sí conocidos y que permiten establecer entre sí una comunicación bidireccional, preferiblemente, aunque no necesariamente, del tipo antes descrito.

- 40 De manera adicional, este sistema 1 puede presentar las características que seguidamente se exponen, y llevar a la práctica las etapas de procedimiento antes descritas, ventajosamente, aunque no necesariamente, en relación con el procedimiento o protocolo de comunicación presentado anteriormente.

- 45 De conformidad con una primera característica del sistema según la invención, este último comprende al menos un detector de infrarrojos 3, cuyo número de haces que han de cortarse previo al disparo y cuya sensibilidad son ajustables vía equipo lógico, transmitiendo la pasarela 2 a dicho sensor 3 unos valores de ajuste para los dos citados parámetros, al menos en su fase de integración en el sistema 1.

En lo referente a estas disposiciones, conviene señalar que para los detectores de infrarrojos, pueden ser parametrizables dos parámetros que influyen sobre la capacidad de detección: se trata del número de haces que

han de cortarse antes de provocar un disparo y de la sensibilidad del sensor (ajuste de ganancia). En los actuales detectores, estas parametrizaciones, si las hay, se llevan a cabo mediante colocación de puentes, es decir, de manera física. El sistema según la invención, por sus posibilidades de comunicación bidireccional, permite descargar estos parámetros desde la central hacia detectores diseñados programables. Esta teleparametrización, al ser por equipo lógico, es, pues, fácilmente modificable, y puede ser modificada dinámicamente en función del entorno en el que se ubica el detector de que se trate.

De acuerdo con otra característica de la invención, el sistema 1 puede comprender al menos un detector de infrarrojos 3 que presenta un tiempo de latencia que bloquea dicho detector durante un tiempo determinado después de una primera detección o un primer disparo, pudiendo consistir el procedimiento de puesta en práctica en remitir a dicho detector de infrarrojos 3 un mensaje de programación de supresión de dicho tiempo de latencia durante los estados activados o despiertos del sistema 1 y mensajes de inhibición de dicho sensor durante las fases desactivadas o durmientes del sistema 1 (puesta fuera de servicio).

En efecto, el principio de funcionamiento de una detección por infrarrojos sobre detectores de radio autoalimentados se basa en un tiempo de latencia entre dos detecciones. Este tiempo de latencia bloquea el sensor (bien en el dominio de la detección, o bien en el dominio de la transmisión) durante un tiempo que puede calcularse de dos diferentes maneras:

- bien el sensor es inhibido a partir de la primera detección, y ello hasta que haya habido 90 segundos sin detección (en este caso, lo que se suprime son las transmisiones de radio consumidoras de energía),
- o bien el sensor es inhibido durante 90 segundos a partir del primer disparo (en este caso, lo que se inhibe es la detección y, consecuentemente, también la transmisión).

Esta inhibición tiene como consecuencia el no tener información detallada sobre lo que realmente ocurre en el sensor, y no es posible diferenciar entre detección debida a un caso fortuito y una detección múltiple debida a un intruso que se desplaza.

La mejora que introduce la invención es la supresión de este tiempo de latencia y, consecuentemente, la transmisión de todos los disparos. Esto está posibilitado por el hecho de que los módulos periféricos 3 son bidireccionales y de que la central 2 puede inhibir los sensores durante los estados de parada o puesta fuera de servicio del sistema 1. De este modo, al estar los sensores de infrarrojos solamente activos durante la marcha del sistema, no generarán un exceso de consumo inútil. En principio, durante la marcha del sistema, no hay desplazamiento delante del sensor y, por lo tanto, todas las detecciones serán útiles para el análisis.

Por tanto, la consecuencia para el operador de teleseguridad será la de poder conocer en detalle las diferentes detecciones que han tenido lugar, al objeto de poder diagnosticar con más precisión el origen del disparo según que este sea único o múltiple.

De conformidad con otra característica de la invención, ventajosamente en relación con el procedimiento de comunicación anteriormente descrito, se puede prever, en ciertas condiciones específicas de puesta en práctica del sistema 1, remitir a todos los módulos periféricos 3 un mensaje de desactivación o de paso forzado a modo de espera, aparejado a una inhibición total de funcionamiento, y ello por un espacio de tiempo predeterminado, comunicado con el mensaje, o hasta recepción de un mensaje de reactivación y de desinhibición.

En efecto, el hecho de que todos los módulos periféricos sean completamente bidireccionales permite pilotarlos desde la central para todas sus características de funcionamiento. Consecuentemente, es posible gobernar todos los módulos periféricos en un modo tal que ya no transmitan ninguna trama de radio y que ya no haya ningún LED u otro piloto que se encienda. Por lo tanto, este modo de funcionamiento permite atenerse a ciertos ritos religiosos (rito israelita para la celebración del *sabbat*, por ejemplo).

De acuerdo con otra característica adicional de la invención, la pasarela 2 puede comprender medios que permiten detectar el levantamiento de un auricular telefónico con el que está enlazada y situado en el lugar de instalación de dicho sistema 1, y conmutar el enlace telefónico establecido, a consecuencia del disparo de una alarma, entre la pasarela 2 y un sistema informático 5 de recepción y de preprocesamiento de las alarmas, remoto, hacia dicho auricular, transformando el enlace portador de datos digitales en un enlace portador de señales de voz.

A este respecto, conviene señalar que, para una central de alarma tradicional, el principio consiste en que, en caso de disparo de alarma, la central tome la línea telefónica, transmita su información y, en función de los protocolos utilizados, transmita información complementaria o también utilice los micrófonos y altavoces enlazados con la central para establecer un diálogo de voz con el emplazamiento (interfonía). La mejora según la invención consiste en que, tras la transmisión de la información, si dejar de estar en línea, la central es capaz de detectar una situación de descolgado del aparato telefónico situado aguas abajo (aparato telefónico presente en el emplazamiento). Esta transmite esa información de situación de descolgado a los sistemas de recepción del televigilante y, a continuación, el televigilante conmuta la línea, que estaba en un modo digital, hacia operador, en una línea de voz convencional. Por su lado, la central conecta el enlace telefónico todavía abierto hacia el aparato telefónico enlazado aguas abajo y que ha sido descolgado. Así, a partir de un enlace digital inicial entre una central de alarma 2 y un sistema

informático de recepción, se establecerá un enlace de voz entre un operador del lado televigilante y una persona física por intermedio del teléfono del lado central de alarma.

5 De conformidad con otra característica de la invención, cada módulo periférico 3 incluye ventajosamente una memoria de registro cronológico de al menos ciertos eventos, preferiblemente de todos los eventos, ocurridos en el módulo de que se trate, pudiendo ser transferido el contenido de esta memoria hacia la pasarela 2 por petición de esta última.

10 En las centrales de alarma, la presencia de un histórico que memoriza los eventos ocurridos está cada vez más estandarizada en los actuales sistemas. La mejora de la invención consiste en la creación de mini-registro de los eventos en cada elemento periférico. Este registro permite conocer, en caso de destrucción de la central (lo cual es una posible contingencia en caso de intrusión con violencia), pese a todo, los eventos ocurridos en cada módulo periférico (detección, pérdida de enlace con la central, etc.).

15 De acuerdo con otra característica de la invención, el sistema 1 puede comprender al menos un módulo periférico asíncrono 3 en forma de un teclado de mando, estando este último equipado con una interfaz de transmisión por infrarrojos del tipo conocido con la designación IRDA, que permite establecer un enlace con un dispositivo informático portátil personal, equipado con una interfaz análoga, en vistas al mando, a la programación y a la parametrización del sistema 1.

20 Los organizadores personales de tipo PDA, Pocket PC o Palm (marcas registradas) están cada vez más difundidos, y cada vez más personas los utilizan. Los teclados de sistemas de alarma son muy rudimentarios, permiten efectuar paradas o puestas en marcha, pero se ven superados o inadecuados en cuanto es conveniente hacer una parametrización más compleja (modificación de códigos de acceso, por ejemplo). La invención prevé poner en el teclado del sistema de alarma una interfaz IRDA (conexión por infrarrojos que responde a una norma), los PDA están equipados en su gran mayoría con esta misma interfaz. Añadiendo en el PDA un soporte lógico específico, se puede implantar una interfaz de programación de usuario eficiente y ergonómica, en lugar de la complicada que se realiza con el teclado. Será posible modificar todos los parámetros de usuario de manera simple, sin combinaciones de teclas siempre muy difíciles de recordar y origen frecuente de errores.

25 De conformidad con otra característica de la invención, el sistema 1 también puede comprender al menos un módulo periférico 3 en forma de un detector de infrarrojos, cuyo funcionamiento es inhibido durante las fases de paro o de desactivación del sistema 1, siendo tan solo efectiva dicha inhibición tras la incidencia de una primera detección siguiente al mensaje que comprende la orden de inhibición emitido por la pasarela 2, observándose un estado de avería o de mal funcionamiento de dicho detector en caso de vencimiento de un plazo determinado sin incidencia de tal primera detección señalizada a la pasarela 2.

30 A este respecto, conviene destacar que, en el estado actual de las tecnologías radio y de detección por infrarrojos, el único elemento que es imposible someter a prueba de manera automática es la célula de detección. Esta función es factible con equipo alimentado por cable, pero no con equipo de radio autoalimentado, al ser incompatibles los consumos eléctricos.

35 La solución que la invención propone es una consecuencia del funcionamiento bidireccional de los sensores. Puesto que tan solo están activos durante la fase de marcha de la central, quedan inhibidos en la parada (sistema fuera de servicio). En realidad, no quedan inhibidos inmediatamente con la parada, sino después de la primera detección que sigue a la parada o a la orden de inhibición. Esto llevará consigo una detección y, por tanto, una transmisión, ya que, al estar el sistema en parada, cabe suponer que ha habido desplazamiento dentro del local. Si resultara ser que, después de un cierto tiempo, todavía no ha habido detección en uno de los elementos del sistema, cabe suponer que ese detector tiene una avería de detección. Será conveniente entonces solicitar al usuario que se desplace delante de ese detector para certificar el hecho de que tenga una avería de detección.

40 De acuerdo con otra característica de la invención, se puede prever que al menos un módulo periférico 3 en forma de un detector de presencia, situado dentro de una estancia que incluye un aparato de televisión, sea apto para ser gobernado y para intercambiar mensajes con una caja de audímetro, preferiblemente vía radiofrecuencia.

45 En el caso de un hogar o de una familia de test, mientras que el aparato de televisión está encendido y que el principio del Audimat (marca registrada) funciona (cómputo de qué cadena y cuánto tiempo), es posible controlar en tiempo real la presencia de un telespectador delante de la televisión. En efecto, una presencia humana, delante de un detector que detecta permanentemente (sin tener tiempo de latencia), forzosamente provocará disparos. Estos disparos se transmitirán hacia la caja de audímetro, la cual, así, tendrá una información sobre la presencia efectiva de un telespectador delante de la televisión encendida. El detector, por su parte, será despertado a petición de la caja de audímetro, siempre con el fin de ahorrar al máximo las pilas o baterías de dicho detector.

50 Finalmente, de conformidad con una ocasional característica de gestión de las alarmas, se puede prever que la central de alarma 2 transmita cada alarma después de su incidencia, pero que el sistema de recepción 5, antes de transmitir la alarma a efectos de procesamiento efectivo, solicite a la central de alarma un cierto número de informaciones complementarias, o espere a un evento determinado durante un intervalo de tiempo dado, antes de transmitir la información a efectos de procesamiento. En este caso, la información se habrá visto completada y

enriquecida, al objeto de permitir una decisión más lúcida que tenga en cuenta todos los parámetros conocidos.

Por supuesto, la invención no queda limitada a la forma de realización descrita y representada en los dibujos que se acompañan. No dejan de ser posibles modificaciones, especialmente desde el punto de vista de la constitución de los diversos elementos o mediante sustitución por otros técnicamente equivalentes, sin salir por ello del ámbito de protección de la invención.

5

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento de comunicación por radiofrecuencia bidireccional en un sistema de alarma, de vigilancia o de seguridad, que, instalado en un lugar que ha de vigilarse, comprende, por una parte, un módulo central en configuración de pasarela y, por otra, al menos un módulo periférico, incluyendo dichos módulos sendas alimentaciones autónomas, con posibilidad de conmutar de un estado activo o despierto hacia un estado desactivado o durmiente de bajo consumo de energía, y viceversa, estando este o cada uno de estos módulo(s) periférico(s) en enlace de radio discontinuo síncrono o asíncrono con la pasarela, y mediando tan solo las transmisiones, en forma de mensajes con estructuras determinadas, entre dicha pasarela y el o los módulo(s) periférico(s), ello en al menos dos canales de radiofrecuencia dedicados, a saber, al menos un canal de comunicación llamado normal, para el o los módulo(s) periférico(s) síncrono(s) o subordinado(s), y un canal de comunicación llamado de emergencia, para el o los módulo(s) periférico(s) asíncrono(s), dissociado(s) o aún no sincronizado(s), encargándose la pasarela de la gestión del procedimiento y del funcionamiento del o de los módulo(s) periférico(s) y sirviendo de referencia en frecuencia y en tiempo para el sistema, efectuándose los intercambios de mensajes entre la pasarela y el o los módulo(s) periférico(s) dentro del ámbito de tramas temporales consecutivas y contiguas, que segmentan el tiempo de manera continua y similar en dichos al menos dos canales de transmisión, procedimiento caracterizado por que cada trama es de una duración inferior a 1 s y se subdivide en cinco ventanas temporales (TS) sucesivas (A, B, C, D, E) que presentan duraciones similares; por que consiste, en dicho al menos un canal normal, en:
- 5 autorizar la emisión del o de los módulo(s) periférico(s) hacia la pasarela durante las dos primeras ventanas (A y B), a razón de un mensaje (MSG) por módulo periférico;
- 10 comprobar, en la pasarela, durante la tercera ventana (C) de cada trama, la existencia de una posible emisión espontánea de uno o de varios módulo(s) periférico(s) durante una al menos de las dos primeras ventanas (A y B) de la siguiente trama;
- 15 autorizar la emisión de la pasarela hacia un, varios o todos los periférico(s) durante la quinta ventana (E);
- 20 por que la utilización de la cuarta ventana (D) es administrada de manera dinámica y en tiempo real por la pasarela, cada mensaje (MSG) recibido por la pasarela o cada módulo periférico lleve consigo la emisión de vuelta, hacia el módulo emisor, de un mensaje de acuse de recibo (ACK),
- 30 por que la pasarela realiza, durante la tercera ventana (C) de cada trama, al menos durante un tiempo limitado, al comienzo de esta ventana (C), una medida del nivel de la intensidad o de la potencia de las señales de radio recibidas RSSI, al menos en el canal de emergencia, y por que dicha pasarela se activa en recepción, al menos durante un periodo limitado, al comienzo de las dos primeras ventanas (A y B) de la siguiente trama, cuando dicho nivel, RSSI, medido es superior o igual a un valor umbral predeterminado, RSSI min, emitiendo cada módulo periférico que desee emitir espontáneamente durante una trama dada, durante la tercera ventana (C) de la trama anterior, en particular, al menos durante un tiempo limitado, al comienzo de esta ventana (C), una señal de radio de potencia suficiente para que el nivel RSSI medido por la pasarela sea superior a RSSI min.
- 35
2. Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado por que la duración de una trama es de aproximadamente 625 ms, enviándose cada mensaje de acuse de recibo emitido por la pasarela inmediatamente tras la recepción, durante la ventana (A, B) de envío, del mensaje (MSG) cuya recepción ha de confirmarse, y enviándose cada mensaje de acuse de recibo (ACK) emitido por el o los módulo(s) periférico(s) durante una de las ventanas (A, B) de la trama siguiente a aquella que comprende la ventana (E) de envío del mensaje (MSG) cuya recepción ha de confirmarse.
- 40
3. Procedimiento según la reivindicación 2, caracterizado por que cada una de las dos primeras ventanas (A y B) se subdivide en dos partes, cada una de las cuales se compone de un primer periodo temporal, o subventana, atribuido a la emisión de un mensaje (MSG) de un módulo periférico hacia la pasarela, y de un segundo periodo temporal, atribuido a la emisión de un mensaje de acuse de recibo (ACK) de la pasarela hacia el módulo periférico que haya emitido el mensaje (MSG) durante el primer periodo temporal perteneciente a esta misma parte, y por que cada mensaje (MSG) emitido por un módulo periférico incluye, además de una cabecera que comprende un identificador de mensaje (msgId), uno o varios objetos o informaciones (ítem) correspondientes cada uno de ellos a una parte al menos de una respuesta a la pasarela o de un mensaje espontáneo de dicho módulo periférico, señalándose cada objeto mediante un identificador (itemId, subitemId).
- 45
- 50
4. Procedimiento según la reivindicación 3, caracterizado por que, en ausencia de detección de una señal correspondiente a un mensaje (MSG) o a un mensaje de acuse de recibo (ACK), al comienzo de las ventanas (A y B) para la pasarela o al comienzo de la ventana (E) para el o los módulo(s) periférico(s), estos módulos conmutan a su estado desactivado o durmiente de bajo consumo.
- 55
5. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizado por que, en ausencia de comunicación en curso con la pasarela, cada módulo periférico subordinado permanece en su estado desactivado o durmiente y tan solo conmuta automáticamente a su estado activo o despierto cada N tramas para detectar la

- ocasional presencia de un mensaje (MSG) con origen en la pasarela y a él destinado, ello al menos al comienzo de la quinta ventana (E) de la trama en curso, conmutando nuevamente dicho módulo periférico a su estado desactivado o durmiente, por espacio de las $N-1$ siguientes tramas, en caso de ausencia de tal mensaje, siendo N un valor entero determinado superior o igual a 2, preferiblemente comprendido entre 5 y 10, y por que, en la emisión espontánea de un mensaje (MSG) por parte de un módulo periférico, dicho mensaje (MSG) comprende una indicación, en términos de número de tramas, de la duración del estado activo o despierto en curso para dicho módulo.
- 5 6. Procedimiento según la reivindicación 5, caracterizado por que, cada $P \times N$ tramas, la pasarela envía, durante una quinta ventana (E), un mensaje de sincronización (CP_SYNCHRO) al, a un o a todos los módulo(s) periférico(s), conteniendo este mensaje, especialmente, una información indicativa de la próxima trama durante la cual dicho mensaje de sincronización será enviado de nuevo por la pasarela, siendo P un entero cuyo valor lo fija la pasarela.
- 10 7. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, caracterizado por que las emisiones del o de los módulo(s) periférico(s) en las dos primeras ventanas (A y B) de las tramas y las emisiones de la pasarela en la quinta ventana (E) de las tramas comienzan J_t ms antes de los respectivos comienzos efectivos de dichas ventanas (A, B y E), mediante el envío de preámbulos no portadores de información y de longitud $2 \times J_t$ ms, comenzando las emisiones de señales del o de los módulo(s) periférico(s) en la tercera ventana (C) de las tramas, igualmente, J_t ms antes del comienzo efectivo de dicha ventana (C) y prosiguiéndose durante $2 \times J_t$ ms, siendo J_t un valor fijado en la inicialización del sistema.
- 15 8. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, caracterizado por que consiste, para un módulo periférico dado que forma parte del sistema y destinado a establecer un enlace síncrono con la pasarela, en hacerlo evolucionar, en su caso de manera repetida, en vistas a una optimización de la comunicación, de un estado disociado en el que solo es posible una comunicación no síncrona en el canal de emergencia, hacia un estado sincronizado en el que, entre el módulo periférico y la pasarela, se establece una comunicación bidireccional discontinua por tramas sincronizadas en el canal normal y, luego, de dicho estado sincronizado hacia un estado subordinado, en el que se mantiene el enlace de comunicación síncrona mediante cálculo y corrección de los errores de sincronización que ocurran entre dicho módulo periférico y la pasarela, regresando dicho módulo periférico a su estado disociado en caso de repetidas ausencias de acuses de recibo por parte de la pasarela, a consecuencia del envío repetido de mensajes (MSG) por dicho módulo periférico.
- 20 9. Procedimiento según la reivindicación 6 y la reivindicación 8, caracterizado por que consiste, para permitir el cálculo y la corrección de los errores de sincronización, en enviar mensajes de sincronización (CP_SYNCHRO) con una repetición cercana, inferior a $P \times N$ tramas, en medir en el módulo periférico de que se trate, a cada nuevo mensaje (CP_SYNCHRO) recibido, un valor algebraico DELTA E, en ms, correspondiente a la regeneración de sincronismo necesaria entre dos tramas que han servido a dicho módulo para restablecer su sincronismo, recibidas en unos instantes $T(n-1)$ y $T(n)$ y separadas un tiempo (T), en comparar DELTA E con un valor límite MAX DELTA E, en calcular la corrección en ms: $Cr1 = \text{int}[\text{DELTA E}/T(n) - T(n-1)]$, en aplicar cada segundo dicha corrección $Cr1$, en reanudar las citadas operaciones hasta que $\text{DELTA E} < \text{MAX DELTA E}$ o $T(n) - T(n-1) > P \times N$ tramas.
- 25 10. Procedimiento según la reivindicación 2 o una cualquiera de las reivindicaciones 4 a 9 siempre que dependa de la reivindicación 3, caracterizado por que consiste, en el caso de un mensaje enviado por la pasarela a al menos dos módulos periféricos, en asignar a cada módulo periférico destinatario, en vistas a la transmisión de un mensaje de vuelta, por ejemplo, un acuse de recibo (ACK), un número de orden, en forma de la asignación de una subventana (TSA0, TSA1; TSB0, TSB1) en la trama o una de las tramas siguiente(s), reemitiendo dicha pasarela dicho mensaje (MSG) de manera invariada durante un número de veces predeterminado en ausencia de recepción de un mensaje de acuse de recibo (ACK) del o de los módulo(s) periférico(s) destinatario(s).
- 30 11. Procedimiento según la reivindicación 10, caracterizado por que cada mensaje (MSG) enviado por la pasarela incluye, además de una cabecera que comprende un identificador de mensaje (msgld), uno o varios submensajes (submsg), comprendiendo cada uno de ellos uno o varios objeto(s) (ítem) correspondientes cada uno de ellos a una orden o una información, pudiendo estar destinado cada submensaje (submsg) a un o varios módulo(s) periférico(s).
- 35 12. Procedimiento según la reivindicación 3 o una cualquiera de las reivindicaciones 4 a 9 siempre que dependa de la reivindicación 3, caracterizado por que consiste, en caso de ausencia de recepción de un mensaje de acuse de recibo (ACK) a consecuencia de un mensaje (MSG) emitido por un módulo periférico, en autorizar a dicho módulo periférico a reemitir dicho mensaje en unas subventanas (TSA0, TSA1; TSB0, TSB1) de tramas consecutivas que se le asignan según una tabla de asignación particular específica, transmitida por la pasarela al módulo periférico de que se trate en una fase de inicialización o de programación.
- 40 13. Procedimiento según la reivindicación 12, caracterizado por que consiste, a cada nueva emisión de un mismo mensaje por un módulo periférico, en incrementar el identificador del mensaje (msgld), en conservar los identificadores (Itemld) de los objetos (Ítem) de la o de las versión(-ones) del mismo mensaje anteriormente emitido y en atribuir a los nuevos objetos (Ítems) del mensaje un identificador (subItemld) correspondiente al identificador de
- 45 50 55

dicho nuevo mensaje, y por que consiste, en la pasarela, en suprimir los objetos o los mensajes duplicados, haciendo uso de los identificadores (msgld, Itemld y subItemld) de los diferentes mensajes sucesivamente recibidos.

- 5 14. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 13, caracterizado por que, en el canal de emergencia, cada emisión espontánea de un mensaje de la pasarela o de un módulo periférico perdura durante un tiempo correspondiente a una trama incrementada en la mitad de una ventana temporal (TS), permaneciendo a la escucha el módulo emisor durante un tiempo equivalente inmediatamente después de concluido dicho espacio de tiempo de emisión.
- 10 15. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 14, caracterizado por que el sistema comprende una pasarela, unida con el exterior, por ejemplo, mediante una línea telefónica conmutada, y al menos un, preferiblemente varios, módulo(s) periférico(s) seleccionado(s) del grupo formado por los detectores y los sensores de rotura, de apertura, de presencia, de movimiento, de proximidad y volumétricos, los teclados de mando, los mandos a distancia, las cámaras de vídeo y análogos.
- 15 16. Procedimiento según la reivindicación 15, caracterizado por que el sistema comprende al menos un detector de infrarrojos cuyo número de haces que han de cortarse previo al disparo y cuya sensibilidad son ajustables vía equipo lógico, transmitiendo la pasarela a dicho sensor unos valores de ajuste para los dos citados parámetros, al menos en su fase de integración en el sistema.
- 20 17. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 15 ó 16, caracterizado por que el sistema comprende al menos un detector de infrarrojos que presenta un tiempo de latencia que bloquea dicho detector durante un tiempo determinado después de una primera detección o un primer disparo, consistiendo el procedimiento en remitir a dicho detector de infrarrojos un mensaje de programación de supresión de dicho tiempo de latencia durante los estados activados o despiertos del sistema y mensajes de inhibición de dicho sensor durante las fases desactivadas o durmientes del sistema.
- 25 18. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 15 a 17, caracterizado por que consiste, en la pasarela, en remitir a todos los módulos periféricos un mensaje de desactivación o de paso forzado a modo de espera, aparejado a una inhibición total de funcionamiento, y ello por un espacio de tiempo predeterminado, comunicado con el mensaje, o hasta recepción de un mensaje de reactivación y de desinhibición.
- 30 19. Sistema de alarma que comprende un módulo central en configuración de pasarela y central, unida a una línea de telecomunicación, por ejemplo del tipo telefónica conmutada, y al menos un, preferiblemente varios, módulo(s) periférico(s) seleccionado(s) del grupo formado por los detectores y los sensores de rotura, de apertura, de presencia, de movimiento, de proximidad y volumétricos, los teclados de mando, los mandos a distancia, las cámaras de vídeo y análogos, incluyendo dicha pasarela y dichos módulos periféricos sendas alimentaciones autónomas, caracterizado por que incluye medios, especialmente en forma de medios de emisión / recepción por radiofrecuencia y de medios de procesamiento digital del tipo microprocesador, montados dentro de la pasarela y dentro del o los módulo(s) periférico(s), que permiten la puesta en práctica del procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 18.
- 35 20. Sistema según la reivindicación 19, caracterizado por que la pasarela comprende medios que permiten detectar el levantamiento de un auricular telefónico con el que está enlazada y situado en el lugar de instalación de dicho sistema, y conmutar el enlace telefónico establecido, a consecuencia del disparo de una alarma, entre la pasarela y un sistema informático de recepción y de preprocesamiento de las alarmas, remoto, hacia dicho auricular, transformando el enlace portador de datos digitales en un enlace portador de señales de voz.
- 40 21. Sistema según una cualquiera de las reivindicaciones 19 y 20, caracterizado por que cada módulo periférico incluye una memoria de registro cronológico de al menos ciertos eventos, preferiblemente de todos los eventos, ocurridos en el módulo de que se trate, pudiendo ser transferido el contenido de esta memoria hacia la pasarela por petición de esta última.
- 45 22. Sistema según una cualquiera de las reivindicaciones 19 a 21, caracterizado por que el sistema comprende al menos un módulo periférico asíncrono en forma de un teclado de mando, estando este último equipado con una interfaz de transmisión por infrarrojos del tipo conocido con la designación IRDA, que permite establecer un enlace con un dispositivo informático portátil personal, equipado con una interfaz análoga, en vistas al mando, a la programación y a la parametrización del sistema.
- 50 23. Sistema según una cualquiera de las reivindicaciones 19 a 22, caracterizado por que el sistema comprende al menos un módulo periférico en forma de un detector de infrarrojos, cuyo funcionamiento es inhibido durante las fases de paro o de desactivación del sistema, siendo tan solo efectiva dicha inhibición tras la incidencia de una primera detección siguiente al mensaje que comprende la orden de inhibición emitido por la pasarela, observándose un estado de avería o de mal funcionamiento de dicho detector en caso de vencimiento de un plazo determinado sin incidencia de tal primera detección señalizada a la pasarela.
- 55

24. Sistema según una cualquiera de las reivindicaciones 19 a 23, caracterizado por que al menos un módulo periférico en forma de un detector de presencia, situado dentro de una estancia que incluye un aparato de televisión, es apto para ser gobernado y para intercambiar mensajes con una caja de audímetro, preferiblemente vía radiofrecuencia.

5

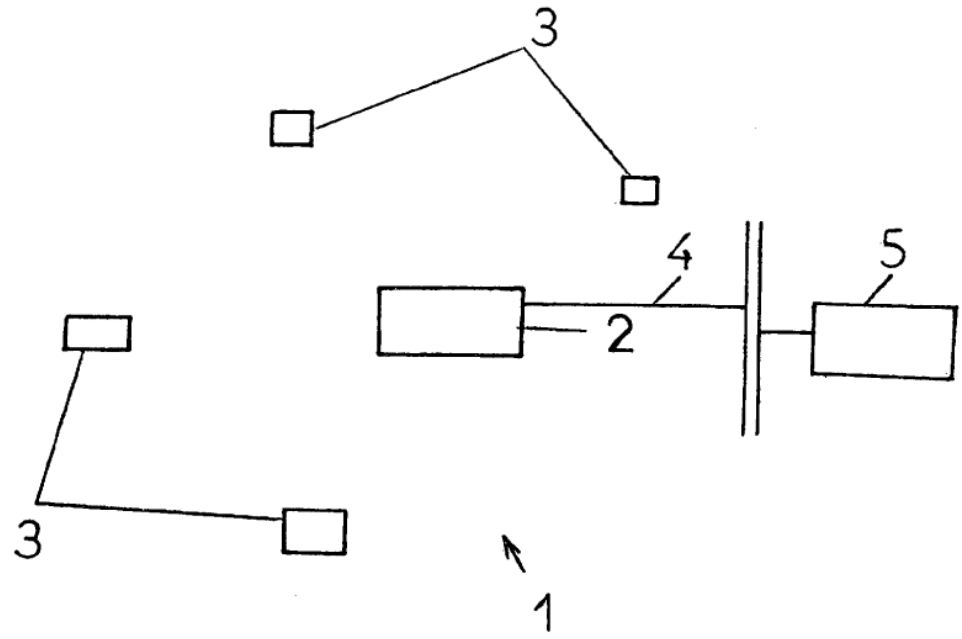


FIG 1

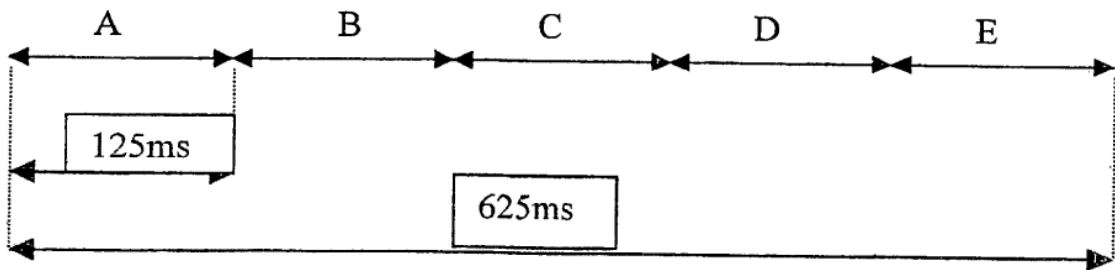


FIG 2

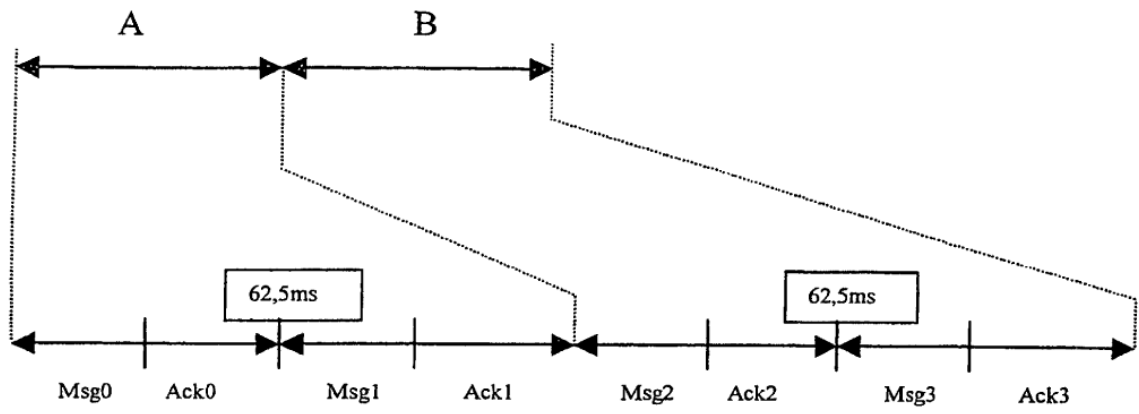


FIG 3

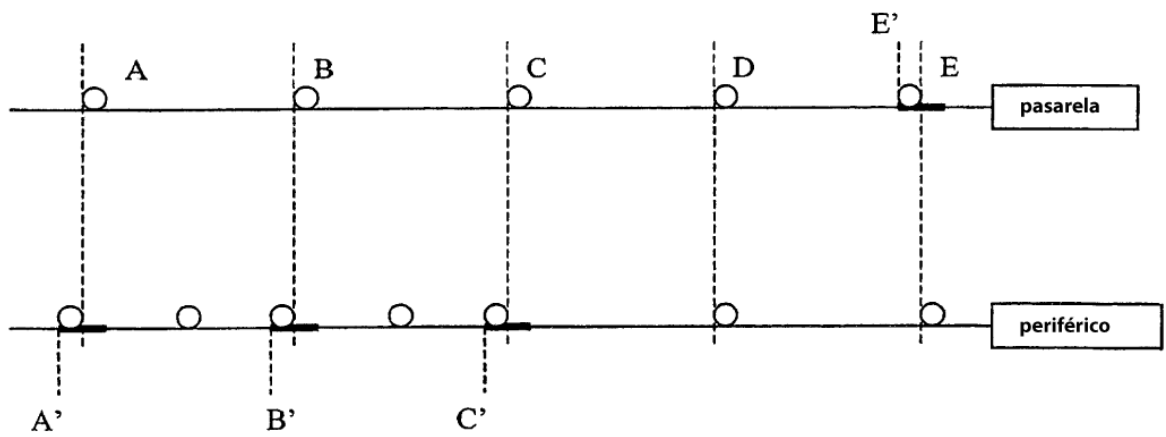


FIG 4

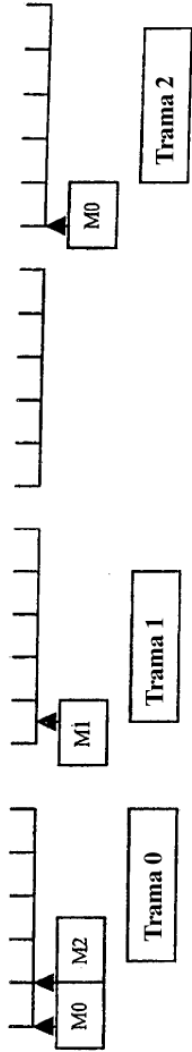
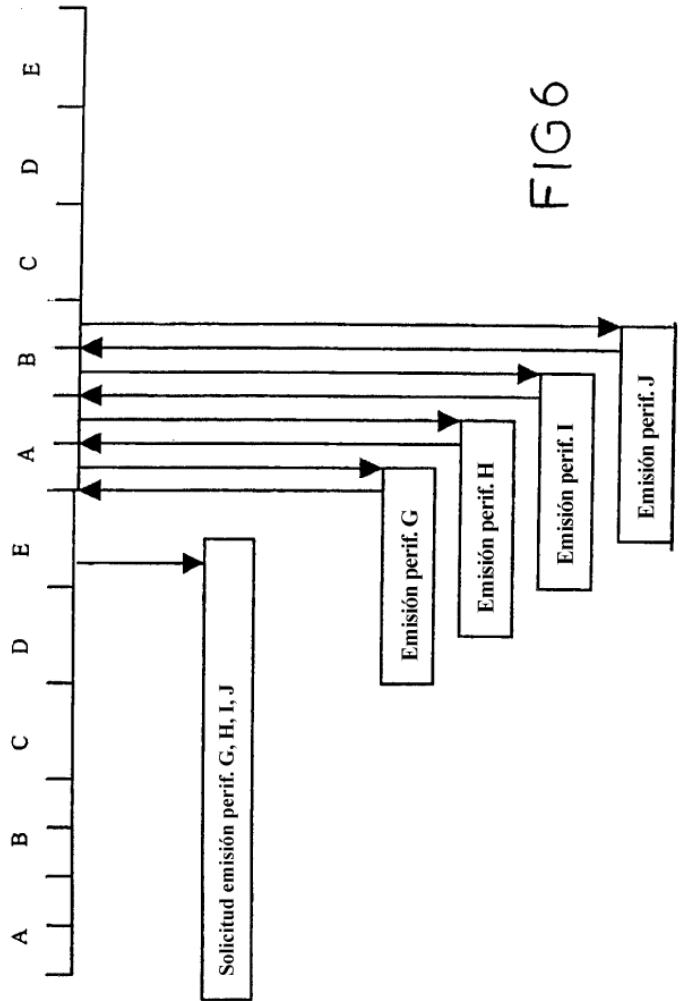


FIG5



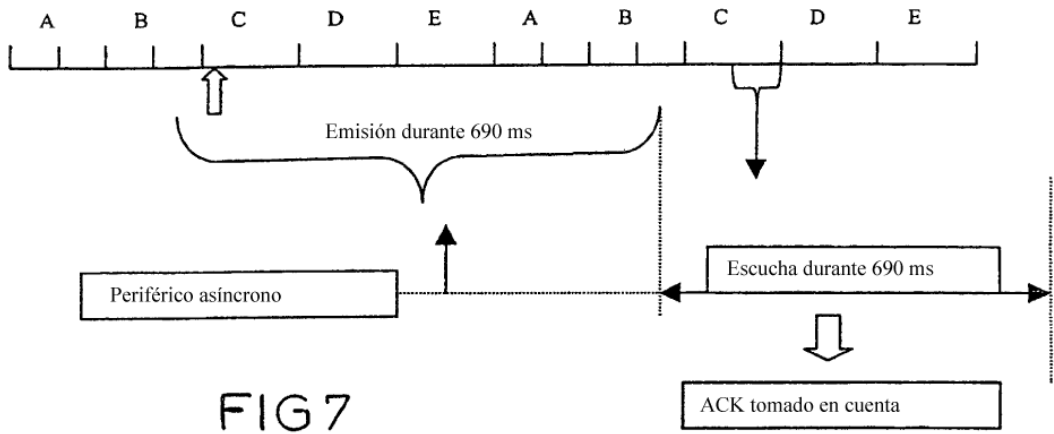


FIG 7

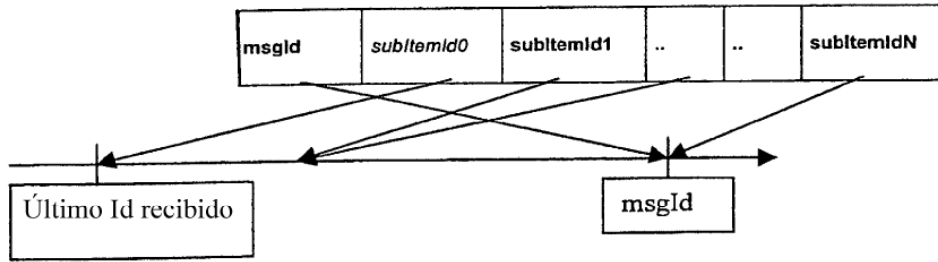


FIG 8

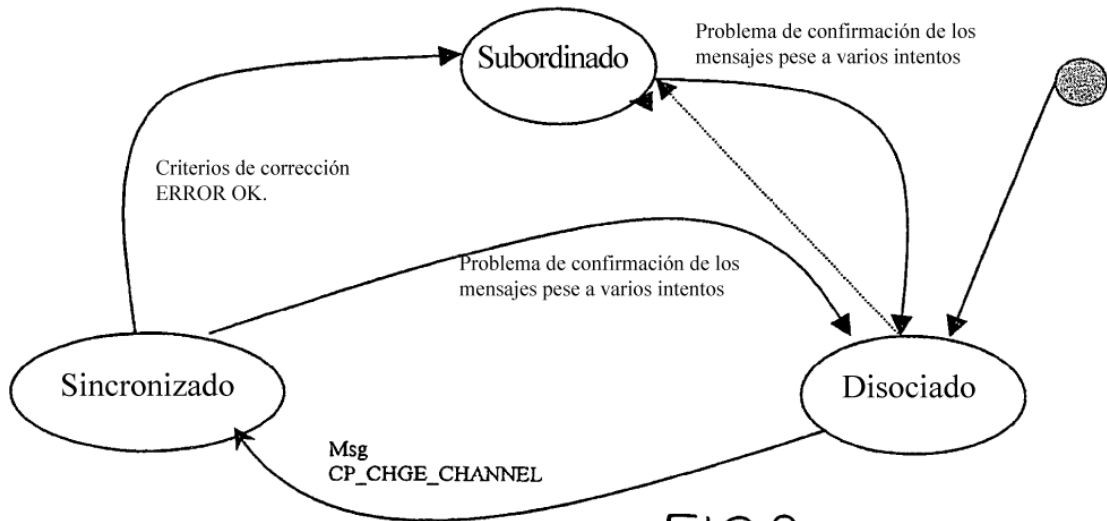


FIG 9

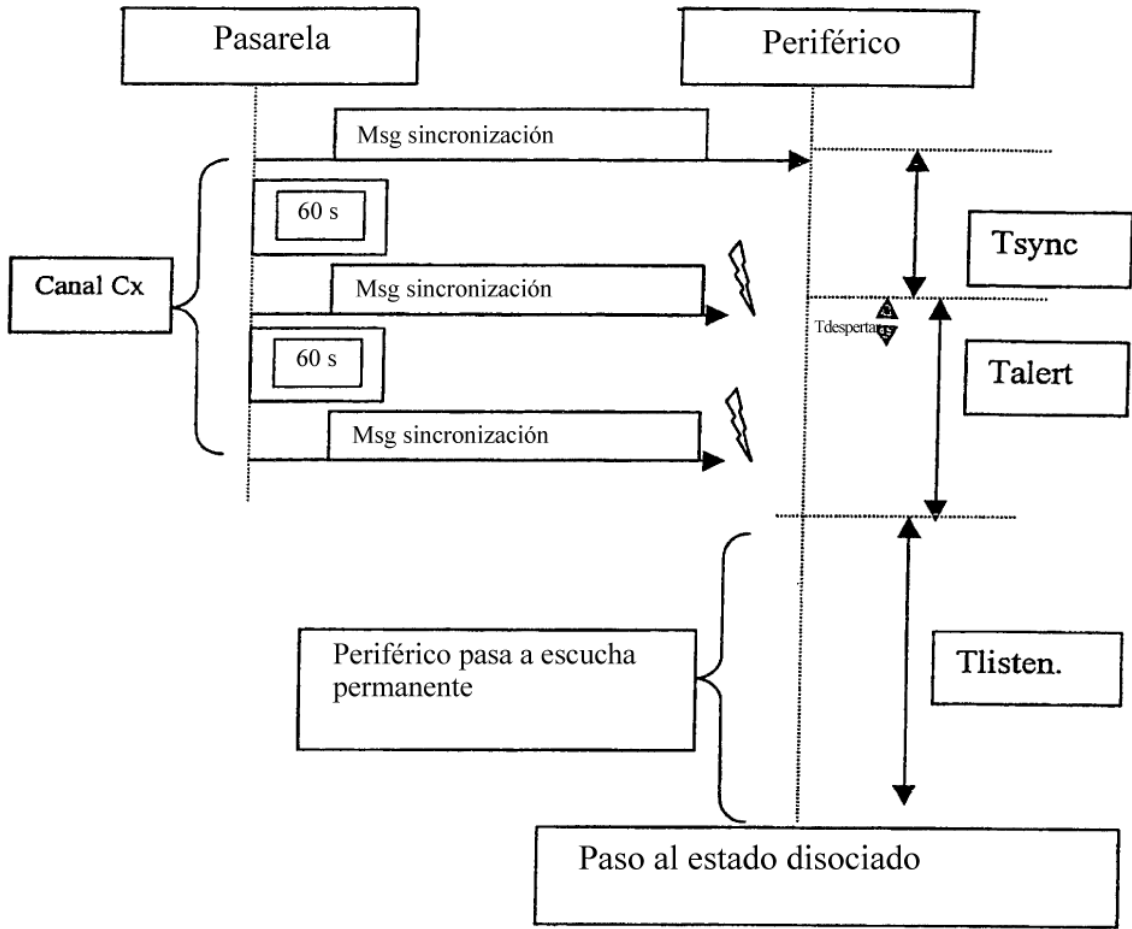


FIG 10

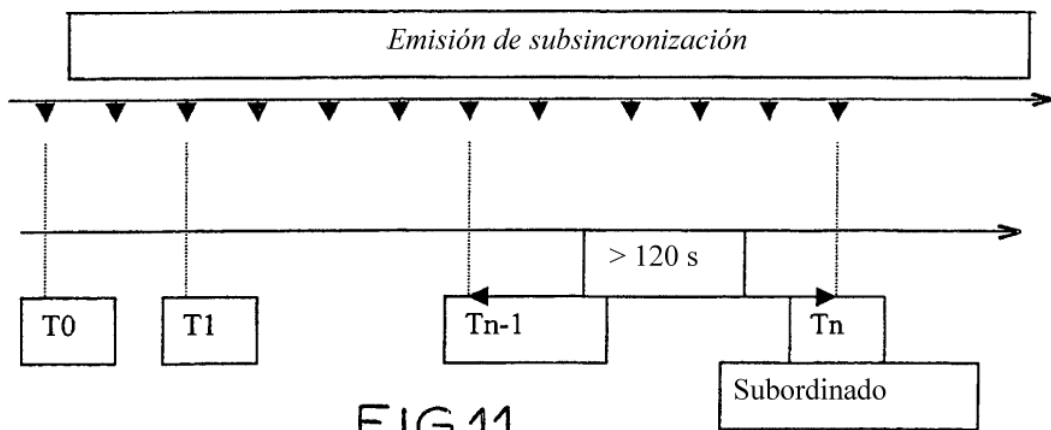


FIG 11

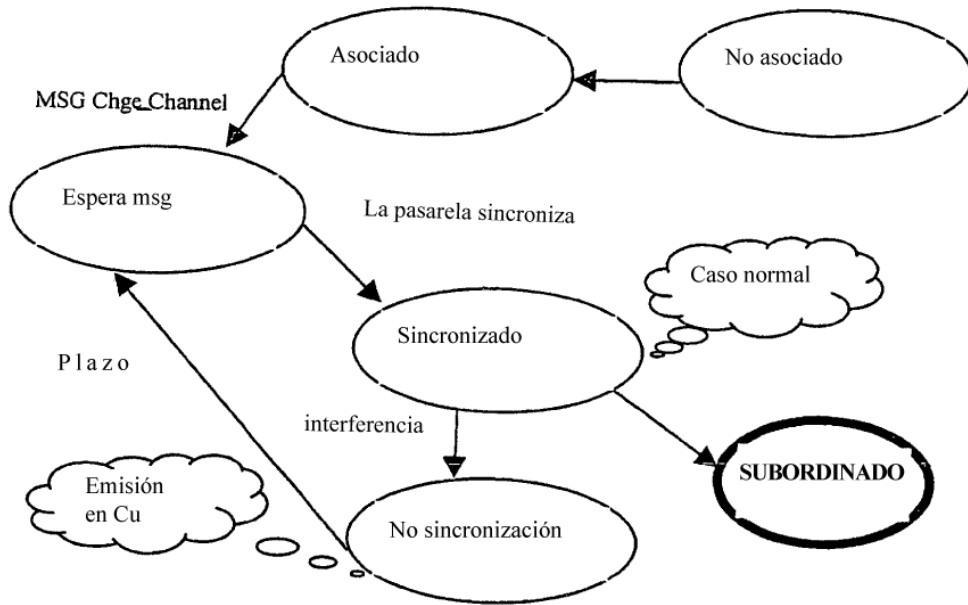


FIG 12

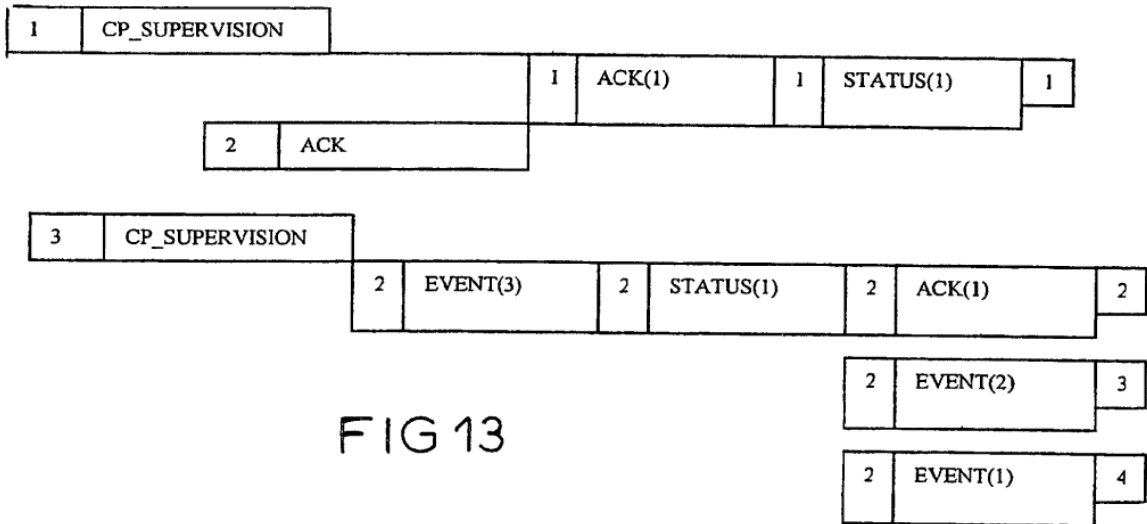


FIG 13