

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 389 901**

51 Int. Cl.:

**H02H 7/26** (2006.01)

**H02J 13/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA MODIFICADA  
TRAS OPOSICIÓN

T5

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **02.12.2004 E 04405747 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea modificada tras oposición: **08.09.2021 EP 1667304**

54 Título: **Transmisión de comandos de protección a un dispositivo de disparo a distancia**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la  
traducción de la patente modificada:  
**11.04.2022**

73 Titular/es:

**ABB SCHWEIZ AG (100.0%)**  
**Brown Boveri Strasse 6**  
**5400-Baden, CH**

72 Inventor/es:

**STRITTMATTER, MICHAEL**

74 Agente/Representante:

**ELZABURU, S.L.P**

ES 2 389 901 T5

## DESCRIPCIÓN

Transmisión de comandos de protección a un dispositivo de disparo a distancia

**Campo de la invención**

La invención se refiere al campo de la tecnología de protección de redes de alta y media tensión. Se parte de un sistema para la transmisión de comandos de protección a un dispositivo de disparo a distancia, tal como se describe en el preámbulo de la reivindicación 1.

**Antecedentes de la invención**

Los dispositivos de disparo a distancia o los dispositivos de protección de transmisión de señales, también conocidos como dispositivos de teleprotección, se utilizan para la transmisión de comandos de conmutación o protección para la protección a distancia en redes y sistemas eléctricos de alta tensión y media tensión. Los comandos de protección resultan, por ejemplo, en un disyuntor de circuito que se abre directamente o indirectamente y, en consecuencia, en la desconexión eléctrica de una parte seleccionada de la red o del sistema. A la inversa, otros comandos de protección resultan en impedir o bloquear la apertura de un disyuntor de circuito en la estación remota. Los comandos de protección deben ser transmitidos, por ejemplo, desde un punto de una transmisión de energía o red de distribución a otro. Con este fin, un transmisor en un dispositivo de disparo a distancia produce señales analógicas de acuerdo con los comandos de protección, cuyas señales analógicas se transmiten a través de un enlace de señal física. Un receptor en otro dispositivo de disparo a distancia detecta las señales transmitidas y determina el correspondiente número y naturaleza de los comandos de protección.

Las señales analógicas están comprendidas, por ejemplo, en una banda de frecuencia o canal analógico con un ancho de banda de frecuencias de voz situado entre 0 y 4 kHz. O bien se transmiten directamente en esta banda de frecuencias, o son moduladas sobre una frecuencia portadora de, por ejemplo, 100 kHz en el transmisor y desmodulada en el receptor. El enlace de señal física puede implicar ondas de radio o fibra óptica, pero preferiblemente, las señales de protección se transmiten a través de cables piloto, líneas estacionarias analógicas, canales de voz de sistemas de comunicación analógicos o digitales, o incluso líneas de transmisión de electricidad de alta tensión, siendo este último conocido como comunicación de línea de energía (PLC). En el receptor, la presencia o ausencia de tonos individuales a diferentes frecuencias debe ser detectada en una señal analógica recibida tal como se describe en más detalle a continuación.

Dependiendo de la aplicación, el propósito o la naturaleza del comando de protección, se colocan requisitos diferentes en la transmisión y la detección de la señal, que se pueden caracterizar por el tiempo de transmisión y el ancho de banda, así como por los siguientes parámetros:

Puc: "Probabilidad de un comando no deseado" o valor de la seguridad, es decir, la probabilidad de que un comando se reciba por error a causa de perturbaciones en el enlace de la señal, a pesar de que no hay ninguna orden enviada por el transmisor. Un valor Puc bajo corresponde a la seguridad de transmisión alta.

Pmc: "Probabilidad de que un comando que falta" o valor de fiabilidad, es decir, la probabilidad de que un comando que ha sido transmitido no se reciba. Un valor Pmc bajo corresponde a una fiabilidad de transmisión alta.

Las perturbaciones en la transmisión no deben simular cualesquiera comandos de protección en situación de reposo y, por otra parte, cuando se produce un comando de protección, no deben demorar inaceptablemente este último, o incluso llevar a que se pierda. La alta seguridad y la alta fiabilidad con un tiempo de transmisión corto y un ancho de banda estrecho al mismo tiempo son requisitos contradictorios. Sin embargo, una variable siempre se puede mejorar a expensas de las otras características. El compromiso se rige por la aplicación, tal como se detalla, por ejemplo, en la norma relevante IEC 60834-1 Ed. 2,0, de 1999, titulada "Equipo de teleprotección de sistemas de energía - Rendimiento y pruebas". Disparos permisivos imprevistos, por ejemplo, requieren tiempos cortos de transmisión con una mayor fiabilidad y seguridad razonables. Aplicaciones con interruptor de disparo directo, por otro lado, demandan una muy alta seguridad y fiabilidad, con los requisitos de tiempo de transmisión siendo menos estrictos.

En la solicitud de patente EP-A 1335469, se describe un dispositivo de disparo a distancia, según la cual un comando de protección o una combinación de comandos de protección se codifican mediante una señal que comprende una combinación predeterminada de tonos o frecuencias, y en el que a cada comando de protección se le asigna una seguridad mínima predeterminada y/o nivel de seguridad con el fin de cumplir los requisitos de la aplicación que el comando utiliza (por ejemplo, bloqueo, permisivo o el disparo directo). Varios esquemas de codificación se enumeran, y se prevé una implementación paralela o conjunta de varios sistemas de aplicación, aunque restringido a tonos distintos.

El documento GB-A 1 135 564 describe un sistema eléctrico de señalización para la transmisión, a través de líneas telefónicas ordinarias, de un solo comando de disparo a un receptor mediante de una alternancia de frecuencia correspondiente a FSK codificada. El receptor, a su vez, puede funcionar de una manera "rápida" o "segura", en el que la última forma corresponde a un valor Puc inferior en el sentido indicado anteriormente.

## Descripción de la invención

Es un objetivo de la invención aumentar el número de comandos de protección que pueden transmitirse a través de una banda de transmisión dada con un número limitado de tonos o frecuencias y sin aumentar la potencia de transmisión. Estos objetivos se consiguen mediante un sistema y un procedimiento para la transmisión de comandos de protección de acuerdo con las reivindicaciones 1 y 4. Otras realizaciones preferidas son evidentes a partir de las reivindicaciones dependientes de la patente.

Según la invención, al menos dos esquemas o principios de codificación, asignación u operativos se aplican conjuntamente en un transmisor para definir cómo un comando de protección o una combinación de dos o más comandos de protección se traducen o asignan a un tono o una combinación de tonos. Dos de los esquemas comparten de este modo al menos un tono, es decir, sus principios de asignación implican una frecuencia objetivo común y las señales provenientes de los dos esquemas pueden comprender un componente de frecuencia común.

En una primera variante preferida de la invención, los comandos de protección relacionados que pertenecen a la misma aplicación o tienen un propósito similar se les asigna la misma prioridad y se asignan de acuerdo con el mismo esquema de funcionamiento.

En una segunda variante preferida de la invención, el enlace de señal es un canal de calidad de voz, y en particular la propia línea de energía. La relación optimizada de la señal y el ruido del procedimiento inventivo de intercambio de tonos permite el uso de las líneas de energía, a pesar de que la línea de energía representa un medio bastante ruidoso, en particular en aquellos instantes en que se deben distribuir los comandos de protección.

En otra variante ventajosa del procedimiento de la invención, la señal de protección se interrumpe y la potencia máxima de salida se asigna a la señal de comando.

En otra variante ventajosa del procedimiento de la invención, un receptor de una señal transmitida tiene detectores asignados a cada uno de una pluralidad de tonos y habilitado para detectar la presencia de un componente específico de tono en la señal transmitida. Cada comando de protección se asigna un nivel de seguridad predeterminado y se codifica, de forma individual o en combinación con otros comandos de protección, en una señal de comando. Una recepción del comando de protección se reconoce si los componentes de la señal de comando transmitida se detectan con un valor de seguridad superior a un umbral de seguridad correspondiente al nivel de seguridad del comando de protección.

A la recepción de una señal de codificación de una combinación de comandos de protección, es así posible detectar los comandos individuales de protección de acuerdo con diferentes niveles de seguridad mínimos. Un comando de protección puede ser transmitido, por lo tanto, siempre de manera óptima para la aplicación prevista, es decir, los parámetros para el tiempo de seguridad, fiabilidad y transmisión se pueden configurar individualmente para el comando de protección.

## Breve descripción de los dibujos

El objeto de la invención se explicará con más detalle en el siguiente texto con referencia a realizaciones de ejemplo preferidas que se ilustran en los dibujos adjuntos, en los que:

La Figura 1 muestra esquemáticamente la transmisión de comandos de protección entre dispositivos de disparo a distancia,

La Figura 2 muestra una señal de protección y comando para un comando único de protección en el dominio de tiempo y frecuencia,

La Figura 3 muestra una señal de protección y comando para una pluralidad de comandos de protección de acuerdo con un esquema de codificación de tono variable,

La Figura 4 lo mismo para un esquema de codificación de un solo tono,

La Figura 5 lo mismo para un esquema de codificación de doble tono,

La Figura 6 lo mismo para un esquema de codificación de tono triple,

La Figura 7 lo mismo para FSK o esquema de codificación alterno de un solo tono,

La Figura 8 muestra un diagrama de flujo de señal para un receptor, y

La Figura 9 muestra diversos valores de umbral de seguridad para un detector de frecuencia.

Los símbolos de referencia usados en los dibujos, y sus significados, se enumeran en forma de resumen en la lista de símbolos de referencia. En principio, partes idénticas están provistos de los mismos símbolos de referencia en las figuras.

### Descripción detallada de las realizaciones preferidas

La Figura 1 muestra, esquemáticamente, la transmisión de comandos de protección entre dispositivos de disparo a distancia. Un transmisor 1 tiene una serie de entradas de comando 1a, 1b, 1c como entradas para los comandos de protección binarios. Sobre la base de uno o varios comandos de protección que entran a la vez, el transmisor 1 produce una señal analógica, que es transmitida a través de la señal de enlace 2. Un receptor 3 recibe la señal transmitida, reconstruye el comando o comandos de protección apropiados, y los emite a través de las salidas de comando 3a, 3b, 3c.

La Figura 2 muestra una señal de reposo o de protección G y una señal de comando A, que corresponde a un comando de protección único y representado o codificado por un único tono en una primera frecuencia, en el dominio de la frecuencia y en el dominio del tiempo. Un eje de amplitud en la ilustración es indica como Amp, un eje de frecuencia se indica como f y un eje de tiempo se indica como t. En una situación de reposo, es decir, cuando no debe transmitirse ningún comando de protección, una señal de protección G se transmite continuamente a una segunda frecuencia. El receptor 3 detecta la presencia o la ausencia de la señal de comando A y de la señal de protección G continuamente y, si la calidad de la señal es inadecuada o ambas se reciben simultáneamente o ninguna de los dos se recibe, se produce una señal de alarma. Cuando se produce un comando, el dispositivo de disparo a distancia transmisor interrumpe la señal de protección G con el fin de asignar la potencia de salida máxima de la señal de comando A. En la Figura 2, esto se produce entre los tiempos t1 y t2. La señal de comando A se puede transmitir a un nivel más alto que la señal de protección G, generalmente a la potencia de salida máxima disponible representada por la línea de trazos en la Figura 2. Cuando el receptor identifica la falta de señal de protección G y al mismo tiempo una señal de comando válida A con una calidad de señal suficiente a un nivel aceptable de ruido, entonces el comando codificado por la señal de comando se identifica como genuina.

Con el fin de transmitir una pluralidad de comandos de protección, ya sea en solitario o en combinación, sobre un canal de ancho de banda limitado, varios esquemas de codificación, asignación o funcionamiento son conocidos. En esencia, describen la asignación de un único o una combinación de comandos de protección en los tonos o frecuencias disponibles en la banda de transmisión, es decir, la creación de una señal de protección correspondiente, y se describen brevemente a continuación.

La Figura 3 muestra la transmisión de una serie de comandos de protección utilizando una señal dedicada de tono simple en una frecuencia dedicada para cada comando A, B, C, D. Si se ha diseñado para transmitir una serie de comandos al mismo tiempo, la potencia de transmisión disponible es compartida entre las correspondientes señales de tono único. La Figura 3 muestra la transmisión simultánea de cuatro comandos de protección, en cuyo caso sólo un cuarto de la amplitud máxima de la señal, tal como se muestra mediante la línea de trazos, está así disponible para cada uno de los cuatro tonos. Las características del receptor relacionadas con el tiempo de transmisión y/o la seguridad, así como la fiabilidad, se pueden ajustar individualmente para cada comando de protección, y el ancho de banda requerido o, en caso de que el ancho de banda sea fijo, el tiempo de transmisión se incrementa linealmente con el número de comandos de protección. Por otra parte, la relación de la señal y el ruido es drásticamente peor y aumenta el tiempo de transmisión y/o la fiabilidad disminuye en comparación con el caso de una señal de un solo tono simple transmitido a la vez con la potencia de salida máxima disponible. En consecuencia, la relación de la señal y el ruido para este esquema de codificación de tono variable depende del número de comandos de protección a transmitir simultáneamente. Contrariamente a esto, la relación de la señal y el ruido es el mismo para cualquier combinación de comandos en los principios de funcionamiento que se presentan a continuación.

La Figura 4 muestra una transmisión de un solo tono mediante uno, y sólo uno, tono por comando de protección A, B, así como por cualquier combinación de comandos protección A y B. Cuando se produce un comando, la potencia de transmisión máxima a una frecuencia individual está disponible en cada caso, para producir la máxima posible relación de la señal y el ruido en el receptor. Sin embargo, el ancho de banda y detectores adicionales se requieren para cada comando de protección C que además es transmitido, y para sus posibles combinaciones con los otros comandos de protección A y C, B y C, A y B y C, dando como resultado, por ejemplo, la provisión de un total de siete detectores para tres comandos de protección.

La Figura 5 y la Figura 6 muestran una transmisión de codificación de doble y triple tono, sobre la base de una combinación o superposición de dos o tres tonos, respectivamente, fuera de una totalidad de cinco frecuencias F1 a F5 para cada comando de protección y para cada combinación de comandos de protección. Las señales de doble tono se transmiten a la mitad de la amplitud máxima, y las señales de tono triple se transmiten a un tercio de la amplitud máxima. Un comando de protección individual o una combinación específica de comandos de protección está representado por o asignado en uno de los  $n(n-1)/2$  pares o uno de los  $n(n-1)(n-2)/6$  tripletes de combinaciones de tono o frecuencia, donde n designa el número de tonos disponibles. Este número total de posibilidades de combinación debe ser superior a  $2^m - 1$  combinaciones de m comandos de protección. Tras la adición de un comando de protección suplementario, detectores de frecuencia pueden tener que ser añadidos ocasionalmente, lo que aumenta ligeramente el ancho de banda o, si el ancho de banda es fijo, el tiempo de transmisión requerido. El efecto de perturbación discreta o las señales de interferencia en las señales transmitidas se reducen, ya que dos o más tonos deben ser detectados simultáneamente en el receptor para identificar un comando genuino. Entre los tonos de un par o triplete, una gran diferencia en la amplitud recibida debido a las características de transmisión dependiente de la frecuencia o de atenuación del enlace de la señal analógica debe evitarse.

La Figura 7 muestra transmisión FSK ("Frequency Shift Keying") codificada mediante señales alternas de un solo tono que codifican un solo comando de protección o una combinación de comandos de protección. A modo de ejemplo, la conmutación periódica tiene lugar entre los tonos o frecuencias F1 y F2 para el comando de protección A, y entre F1 y F3 para la combinación A y B. Como anteriormente, tras la adición de un comando de protección suplementario, detectores de frecuencia puede tener que ser añadidos ocasionalmente, lo que aumenta ligeramente el ancho de banda o, si el ancho de banda es fijo, el tiempo de transmisión requerido. Como la potencia máxima pasa a un tono cada vez, la relación de la señal y el ruido es la misma que en el caso de señales de tono simple, es decir, máximas. Una posible diferencia en las amplitudes recibidas es de menor impacto para la evaluación en el receptor que en el caso antes mencionado de la codificación de tono dual o triple. Por otra parte, el receptor tiene que detectar dos frecuencias en serie antes de que se reconozca un comando de protección, es decir, el tiempo de transmisión es casi el doble. Algunas combinaciones de tonos o frecuencias están prohibidas, como el cambio desde una primera a una segunda combinación en el remitente inadvertidamente puede ser identificada como una tercera combinación que representa un tercer comando de protección y que conduce, por ejemplo, a disparos indeseados.

Cada uno de los principios de funcionamiento antes mencionados implica una serie de detectores de frecuencia, en función del número de comandos que se van a transmitir ya sea en solitario o en combinación con otros sobre el ancho de banda limitado de la señal de enlace analógico. Para transmitir un número máximo de comandos de protección con un número mínimo de tonos y detectores y optimizar así el tiempo de transmisión, dos o más de los distintos principios de funcionamiento antes mencionados se les asigna al menos un tono común y un detector de frecuencia. En otras palabras, al menos un detector de frecuencia está así preparado para recibir tonos de diferentes esquemas de codificación. Si este último caso tiene diferentes amplitudes de señal nominal, el detector de frecuencia debe tener diferentes valores umbral para cada esquema. El receptor está equipado con algunas lógicas y tiene conocimiento acerca de los esquemas de codificación aplicados en el transmisor, para identificar el tipo de codificación utilizado y para deducir las órdenes transmitidas. Preferiblemente, todos los tonos disponibles, con la excepción del tono asignado a la señal de protección, se usan en exactamente dos esquemas distintos de operación.

Los comandos de protección son agrupados naturalmente de acuerdo con las aplicaciones específicas, tales como disparo directo, disparo permisivo o bloqueo, y todos los comandos relacionados que pertenecen a una sola aplicación se codifican de acuerdo con el esquema específico que corresponde mejor a los requisitos de la aplicación en términos de seguridad, fiabilidad y/o tiempo de transmisión. Esto permite la introducción de un mecanismo de priorización, prefiriendo los comandos de una aplicación determinada o, de manera equivalente, un cierto esquema de codificación a través de otros comandos o programas. A modo de ejemplo, las señales codificadas FSK pueden tener prioridad sobre las señales de tono dual, que a su vez pueden privilegiarse sobre las señales de tono simple. Una transmisión continua de comandos de baja prioridad incluso puede ser suspendida en favor de un comando más reciente de mayor prioridad.

De acuerdo con una primera realización de la invención, una implementación de intercambio de tonos de codificación concurrente de tonos simple y doble se lleva a cabo de acuerdo con la siguiente tabla. La primera columna muestra los comandos individuales de protección, así como un número de combinaciones de los primeros tal como son seleccionados por el usuario. Las otras columnas muestran qué dos de un total de cinco tonos se utilizan para su codificación, en el que el quinto tono F5 se asigna a la señal de protección G. Las cuatro frecuencias restantes se utilizan para transmitir dos comandos de un solo tono A, B, dos comandos de doble tono C, D, sus combinaciones respectivas A y B y C y D, así como un comando de prueba T. El comando de prueba generalmente tiene la prioridad más baja y se transmite cíclicamente para probar el estado de la señal de enlace. Sin el intercambio de tonos de la invención de las frecuencias F1-F4, ocho frecuencias serían obligadas para crear las ocho combinaciones de la tabla en un solo tono, o seis frecuencias (es decir, cinco más una de protección) en dos tonos para crear un máximo de once combinaciones. En la tabla de abajo, una "X" mayúscula representa la amplitud máxima, mientras que una "x" minúscula representa la mitad de la amplitud máxima.

| Comandos inyectados | Frecuencia Transmitida |    |    |    |    |
|---------------------|------------------------|----|----|----|----|
|                     | F1                     | F2 | F3 | F4 | F5 |
| -                   |                        |    |    |    | G  |
| A                   | X                      |    |    |    |    |
| B                   |                        | X  |    |    |    |
| A y B               |                        |    | X  |    |    |
| C                   | x                      |    |    | x  |    |
| D                   |                        | x  |    | x  |    |
| C y D               |                        |    | x  | x  |    |
| T                   | x                      |    | x  |    |    |

- 5 En una segunda realización, los esquemas de funcionamiento de doble tono y FSK codificado se emplean simultáneamente en conjunción con un total de seis detectores. Los cinco tonos que no son de protección se comparten entre dos aplicaciones que comprenden tres (A, B, C) y dos (D, E) comandos, respectivamente, codificados según el esquema FSK de doble tono y codificados tal como se muestra en la tabla siguiente. Con el fin de generar las doce combinaciones indicadas sin intercambio de tonos, serían necesarios seis detectores más uno en doble tono puro y, debido a la posibilidad de combinaciones no deseadas en cambios en los comandos, incluso más en FSK codificado puro. En la tabla de abajo, una "X" mayúscula representa la amplitud máxima y la transmisión alterna, mientras que una "x" minúscula representa la mitad de la amplitud máxima y la transmisión simultánea.

| Comandos inyectados | Frecuencia transmitida |    |    |    |    |    |
|---------------------|------------------------|----|----|----|----|----|
|                     | F1                     | F2 | F3 | F4 | F5 | F6 |
| -                   |                        |    |    |    |    | G  |
| A                   | x                      | x  |    |    |    |    |
| B                   |                        | x  | x  |    |    |    |
| C                   |                        |    | x  | x  |    |    |
| A y B               | x                      |    | x  |    |    |    |
| C y A               | x                      |    |    | x  |    |    |
| B y C               |                        | x  |    | x  |    |    |
| A y B y C           | x                      |    |    |    | x  |    |
| D                   |                        |    |    | X  | X  |    |
| E                   |                        |    | X  |    | X  |    |
| D y E               |                        | X  |    |    | X  |    |
| T                   | X                      |    |    |    | X  |    |

- 10 En una tercera realización, se emplean esquemas de funcionamiento de un solo tono y codificados FSK, compartiendo un total de 7 tonos y detectores. Dos comandos de tono simple A, B, y un comando codificado FSK C son seleccionados, así como cualquier combinación de los tres (por ejemplo, A y C) tal como se indica en la primera columna de la tabla siguiente. Otra restricción que se observa en el caso de empleo concomitante de esquemas de tono simple y codificados FSK requiere que cualquier combinación de señal FSK (por ejemplo, A y C) que representa una combinación con un comando de un solo tono (A) implica la frecuencia (F1) de este último. Si la frecuencia (F1, F2) correspondiente al comando de un solo tono se transmite primero en la combinación FSK A y C o B y C, el comando de un solo tono puede ser recibido sin demora incluso cuando se transmite en combinación. En la siguiente tabla, la "X" mayúscula significa que todas las señales se transmiten en toda su amplitud.

| Comandos inyectados | Frecuencia transmitida |    |    |    |    |    |    |
|---------------------|------------------------|----|----|----|----|----|----|
|                     | F1                     | F2 | F3 | F4 | F5 | F6 | F7 |
| -                   |                        |    |    |    |    |    | G  |
| A                   | X                      |    |    |    |    |    |    |
| B                   |                        | X  |    |    |    |    |    |
| A y B               |                        |    | X  |    |    |    |    |
| C                   |                        |    |    | X  | X  |    |    |
| C y A               | X                      |    |    | X  |    |    |    |
| B y C               |                        | X  |    | X  |    |    |    |
| A y B y C           |                        |    | X  | X  |    |    |    |
| T                   |                        |    |    |    | X  | X  |    |

- 20 Los principios de operación de intercambio de tonos tal como se ha detallado anteriormente tienen la característica común de que no hay capacidad a priori de tener en cuenta los requisitos de seguridad diferentes para dos o más comandos de protección que se transmiten como una combinación de comandos. La presencia de una combinación de comandos siempre debe, por ejemplo, evaluarse con el nivel de seguridad de dicho comando individual que tiene el requisito de seguridad más estricto. Puesto que la alta seguridad significa un tiempo de detección adicional, otros

comandos individuales en la combinación de comandos, cuyos requisitos de seguridad son menos estrictos, pero que deben ser transmitidos con más rapidez para este propósito, se retrasan innecesariamente. Un detector de frecuencia convencional se puede establecer para un ancho de banda de tiempo de transmisión o detector particular y optimizado para un nivel único de seguridad.

La Figura 8 muestra un diagrama de flujo de señal para un receptor que supera la desventaja antes mencionada mediante un detector de frecuencia modificado 41, 42, 43, 44 para cada tono o frecuencia utilizada en la banda de transmisión. Este tipo de detectores de frecuencia se describe en la solicitud EP-A 1335469 mencionada anteriormente e integra continuamente un componente de frecuencia particular de la señal recibida durante un tiempo de integración predeterminado o hasta que se alcanza un valor predeterminado de la cantidad integrada. Dependiendo del resultado de esta integración, el detector asigna un valor de seguridad de tono específico a la señal recibida, siendo el valor de seguridad una medida de la probabilidad de que el tono correspondiente no se reciba erróneamente en el sentido tal como se describe en la sección de antecedentes. El valor de seguridad se compara entonces con una serie de umbrales de seguridad almacenados en el detector. A modo de ejemplo, si el valor de seguridad específico del tono respectivo para los detectores de señal 41, 42 excede de un primer umbral o bajo DL para los comandos de tono dual, esto se indica en las salidas del detector 411, 421, mediante la activación de este último. Si el valor de seguridad respectivo excede de un segunda umbral o medio DM, entonces esto se indica en las salidas del detector 412, 422. Si el valor de seguridad respectivo excede de un tercer umbral o alto DH, entonces esto se indica en las salidas del detector 413, 423. Los valores en las salidas del detector se evalúan en la lógica de enlace 5 para formar los valores de las salidas de comando 3a, 3b, 3c, 3d que, en su caso, indican la detección de los comandos de protección A, B, C, D.

Puesto que cada detector tiene una serie de salidas que corresponden a diferentes umbrales de seguridad DL, DM, DH para los comandos de tono dual y SL, SM, SH para tono simple o comandos FSK codificados, la detección de un comando de protección que ha sido transmitido en combinación con otros comandos de protección se puede llevar a cabo selectivamente de acuerdo con el nivel de seguridad requerido para ese comando de protección. Esto se hace, por ejemplo, de acuerdo con la tabla siguiente basada en la primera realización antes mencionada. La primera columna indica, además, que un nivel de seguridad bajo está predeterminado para la transmisión o para la recepción del comando de protección A, un nivel medio está predeterminado para los comandos de protección B y C, y un alto nivel de seguridad está predeterminado para el comando de protección D.

| Comandos inyectados | Frecuencia transmitida |    |    |    |    | Detector de salida F1 |    |    |    |    |    | Detector de salida F2 |    |    |    |    |    |
|---------------------|------------------------|----|----|----|----|-----------------------|----|----|----|----|----|-----------------------|----|----|----|----|----|
|                     | F1                     | F2 | F3 | F4 | F5 | DL                    | DM | DH | SL | SM | SH | DL                    | DM | DH | SL | SM | SH |
| -                   |                        |    |    |    | G  |                       |    |    |    |    |    |                       |    |    |    |    |    |
| A (Bajo)            | X                      |    |    |    |    |                       |    |    | A  |    |    |                       |    |    |    |    |    |
| B (Medio)           |                        | X  |    |    |    |                       |    |    |    |    |    |                       |    |    |    | B  |    |
| A y B               |                        |    | X  |    |    |                       |    |    |    |    |    |                       |    |    |    |    |    |
| C (Medio)           | x                      |    |    | x  |    |                       | C  |    |    |    |    |                       |    |    |    |    |    |
| D (Alto)            |                        | x  |    | x  |    |                       |    |    |    |    |    |                       |    | D  |    |    |    |
| C y D               |                        |    | x  | x  |    |                       |    |    |    |    |    |                       |    |    |    |    |    |
| T                   | x                      |    | x  |    |    |                       |    | T  |    |    |    |                       |    |    |    |    |    |

| Comandos inyectados | Frecuencia transmitida |    |    |    |    | Detector de salida F3 |    |    |    |    |    | Detector de salida F4 |    |    |    |    |    |
|---------------------|------------------------|----|----|----|----|-----------------------|----|----|----|----|----|-----------------------|----|----|----|----|----|
|                     | F1                     | F2 | F3 | F4 | F5 | DL                    | DM | DH | SL | SM | SH | DL                    | DM | DH | SL | SM | SH |
| -                   |                        |    |    |    | G  |                       |    |    |    |    |    |                       |    |    |    |    |    |
| A (Bajo)            | X                      |    |    |    |    |                       |    |    |    |    |    |                       |    |    |    |    |    |
| B (Medio)           |                        | X  |    |    |    |                       |    |    |    |    |    |                       |    |    |    |    |    |
| A y B               |                        |    | X  |    |    |                       |    |    | A  | B  |    |                       |    |    |    |    |    |
| C (Medio)           | x                      |    |    | x  |    |                       |    |    |    |    |    |                       | C  |    |    |    |    |
| D (Alto)            |                        | x  |    | x  |    |                       |    |    |    |    |    |                       |    | D  |    |    |    |
| C y D               |                        |    | x  | x  |    |                       | C  | D  |    |    |    |                       | C  | D  |    |    |    |
| T                   | x                      |    | x  |    |    |                       |    | T  |    |    |    |                       |    |    |    |    |    |

En la tabla, las columnas tituladas frecuencia de transmisión se han descrito anteriormente, y las seis columnas DL, DM, DH, SL, SM, SH para cada uno de los cuatro tonos F1, F2, F3, F4 o detectores de frecuencia 41, 42, 43, 44 se deben leer como sigue: comandos de protección A y B por su cuenta son codificados por una señal de un solo tono en la frecuencia F1 y F2, respectivamente. Tan pronto como el detector 41 para F1 detecta una señal con un valor de seguridad superior al primer umbral, esto se indica en la salida del detector 414. Mientras no se active ninguna otra salida de detector, la lógica de enlace 5 indica la recepción del comando de protección A. Del mismo modo, la recepción de comando de protección B se indica si la salida del detector 425 se activa. Cuando los comandos A y B son transmitidos en combinación mediante una señal de un solo tono en la frecuencia F3, la recepción del comando A ya se reconoce y se indica en la salida del comando 3a tan pronto como el detector 43 informa de una señal con un valor de seguridad superior al del primer umbral SL y activa la salida del detector 434 correspondiente.

Los comandos de protección C y D son codificados por una señal de doble tono en F1-F4 y F2-F4, respectivamente. Tan pronto como los detectores de señal 41 y 44 detectan independientemente una señal con un valor de seguridad superior al segundo umbral DM e indicar esto en las salidas del detector 412 y 442, respectivamente, la lógica de enlace 5 indica la recepción del comando C en la salida del comando 3c. Del mismo modo, la recepción del comando D se reconoce y se indica en la salida del comando 3d si las salidas del detector 423 y 443 se activan después de la detección simultánea de una señal con un valor de seguridad superior al tercer umbral y más alto DH. El comando de protección C en combinación con el comando de protección D se codifica por una señal de doble tono a las frecuencias F3-F4. La recepción del comando C se detecta tan pronto como se detecta una señal con un valor de seguridad que es mayor que el segundo umbral DM en el tercer detector 43 y en el cuarto detector 44. Si los dos valores de seguridad más tarde superan incluso el tercer umbral DH, la recepción de comando D se indica en la salida del comando 3d, además de la confirmación anterior del comando C.

En el procedimiento de intercambio de tonos ventajoso mencionado anteriormente, los detectores de frecuencia modificados 41 a 44 para los tonos que se utilizan mediante dos esquemas de funcionamiento con diferentes amplitudes de señal nominales debe tener un triplete correspondiente de valores de umbral L, M, H para cada esquema. En la Figura 9, esta distinción se representa, donde el umbral inferior DL soporta el doble tono, baja seguridad, y el umbral más alto SH soporta un solo tono, de alta seguridad. En cualquier caso, las salidas del detector activadas 411 a 446 son evaluadas mediante la lógica de enlace 5 mediante una matriz tal como se muestra en la tabla anterior. En la codificación de doble o triple tono, las dos o tres frecuencias deben ser detectadas simultáneamente, mientras que para FSK codificado, las dos frecuencias tienen que ser reconocidas en serie dentro de una ventana de tiempo particular.

El procedimiento de acuerdo con la invención se puede utilizar de una manera análoga para configuraciones con sólo dos o con más de tres umbrales de seguridad distintos. Un número máximo de comandos de protección se puede transmitir con un número mínimo de detectores de frecuencia en un ancho de banda analógico limitado, en el que cualquier configuración, es decir, la asignación de un comando de protección individual a un esquema de codificación y/o combinación de tonos, se puede establecer y cambiar de acuerdo con la especificación del usuario en cualquier momento.

#### Lista de las designaciones

|                |                                         |
|----------------|-----------------------------------------|
| Amp            | Amplitud                                |
| f              | Frecuencia                              |
| t              | Eje de tiempo                           |
| A, B, C, D     | Comandos de protección                  |
| G              | Señal de protección, señal de reposo    |
| 1              | Transmisor                              |
| 1a, 1b, 1c     | Entradas de comando                     |
| 2              | Enlace de señal                         |
| 3              | Receptor                                |
| 3a, 3b, 3c, 3d | Salidas de comando                      |
| 41, 42, 43, 44 | Detectores de señales                   |
| 411, 421, 431  | Salidas del primer detector, tono dual  |
| 412, 422, 442  | Salidas del segundo detector, tono dual |
| 413, 423, 443  | Salidas del tercer detector, tono dual  |

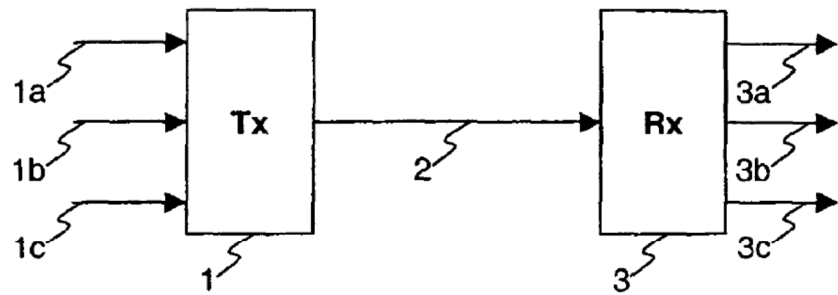
## ES 2 389 901 T5

|               |                                                                     |
|---------------|---------------------------------------------------------------------|
| 414, 434      | Salidas del primer detector, de un solo tono o tono FSK codificado  |
| 425, 435, 445 | Salidas del segundo detector, de un solo tono o tono FSK codificado |
| 426, 436, 446 | Salidas del tercer detector, de un solo tono o tono FSK codificado  |
| 5             | Lógica de enlace                                                    |

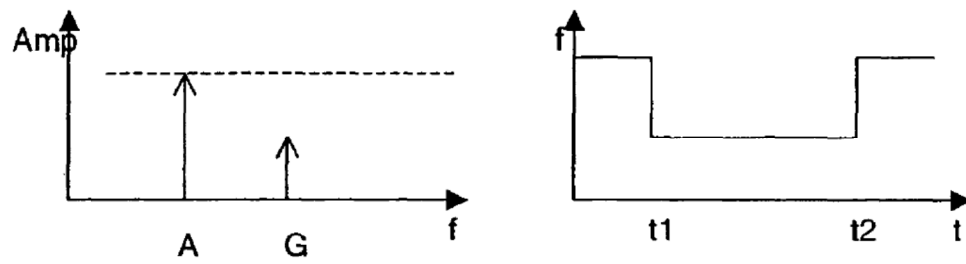
## REIVINDICACIONES

1. Sistema para la transmisión de comandos de protección a un dispositivo de disparo a distancia, incluyendo un transmisor (1), una enlace de señal (2) con una banda de transmisión que comprende una pluralidad de tonos (F1, F2, F3, F4) y un receptor (3) con un detector (41, 42, 43, 44) para cada uno de la pluralidad de tonos, en el que un comando de protección (A, B, C, D) o una combinación de comandos de protección (A y B) se asignan a los tonos de acuerdo con uno de al menos dos esquemas de funcionamiento, en el que cada esquema de funcionamiento es de tono variable, de un solo tono, de tono dual, de tono triple o FSK codificado;  
5
- caracterizado por que** el transmisor está adaptado para asignar un primer comando de protección o una combinación de comandos de protección de acuerdo con un primer esquema de funcionamiento en al menos un tono (F1), seguido de la asignación de un segundo comando de protección o una combinación de comandos de protección de acuerdo con un segundo esquema de funcionamiento, distinto del primer esquema de funcionamiento, en al menos el por lo menos un tono (F1).  
10
2. Sistema según la reivindicación 1, **caracterizado por que** la banda de transmisión es un canal analógico con ancho de banda de frecuencias de voz.
3. Sistema según la reivindicación 1, **caracterizado por que** el enlace de señal incluye una sección de una línea de energía.  
15
4. Procedimiento de transmisión de comandos de protección a un dispositivo de disparo a distancia sobre una banda de transmisión que comprende una pluralidad de tonos (F1, F2, F3, F4), en el que un comando de protección (A, B, C, D) o una combinación de comandos de protección (A y B) se asignan a los tonos según una de al menos dos esquemas de funcionamiento, en el que cada esquema de funcionamiento es de tono variable, de un solo tono, de tono dual, de tono triple o FSK codificado, y en el que el procedimiento comprende la asignación de un primer comando de protección o combinación de comandos de protección de acuerdo con un primer esquema de funcionamiento en al menos un tono (F1),  
20
- caracterizado por que** el procedimiento comprende, tras la asignación del primer comando de protección o combinación de comandos de protección de acuerdo con el primer esquema de funcionamiento en por lo menos un tono (F1), asignando un segundo comando de protección o combinación de comandos de protección de acuerdo con un segundo esquema de funcionamiento, distinto del primer esquema de funcionamiento, en al menos el por lo menos un tono (F1).  
25
5. Procedimiento según la reivindicación 4, **caracterizado por que** una transmisión de una señal de protección (G) se interrumpe durante la transmisión de un comando de protección (A).  
30
6. Procedimiento según la reivindicación 4, en el que un receptor (3) de una señal transmitida tiene un detector (41, 42, 43, 44) para cada uno de la pluralidad de tonos (F1, F2, F3, F4) que detecta la presencia de un componente específico del tono en la señal transmitida, y en el que cada comando de protección (A) se le asigna un nivel de seguridad predeterminado,  
35
- caracterizado por que** una recepción de un comando de protección (A) se reconoce si los componentes de la señal que codifica el comando individualmente (A) o en combinación (A y B) con otros comandos de protección se detectan con un valor de seguridad superior a un umbral de seguridad (L, M, H) correspondiente al nivel de seguridad del comando de protección (A).

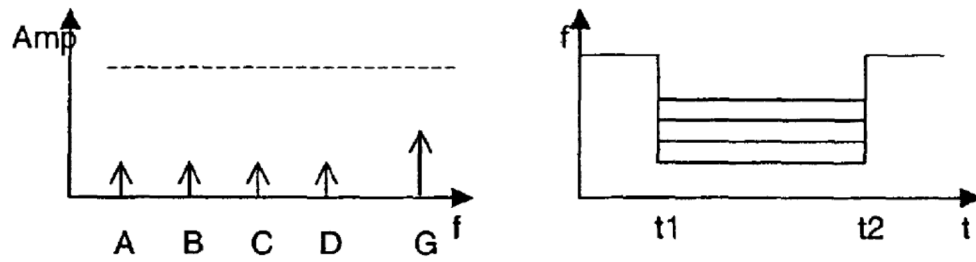
**Fig. 1**



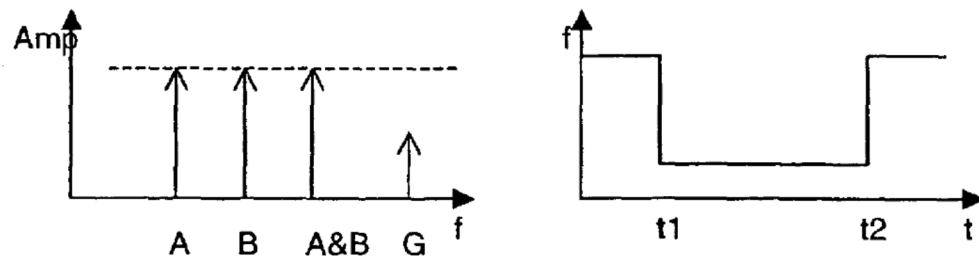
**Fig. 2**



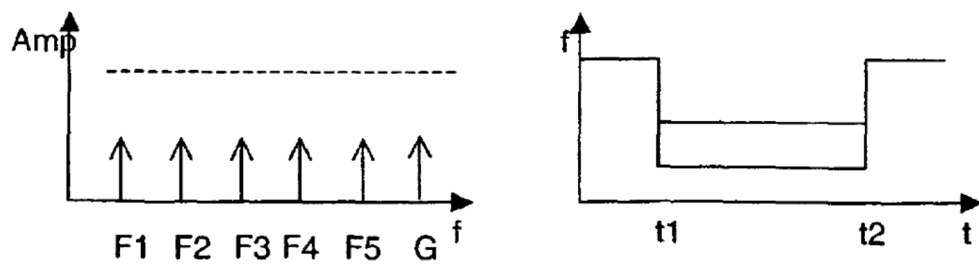
**Fig. 3**



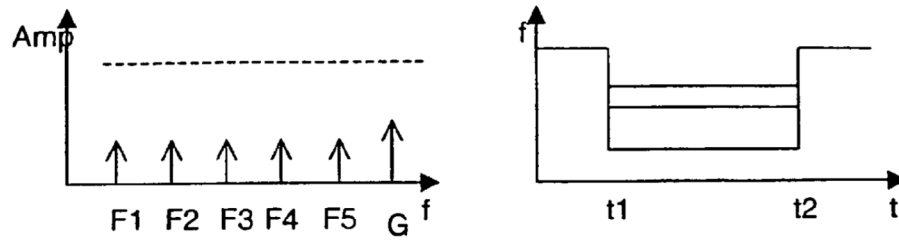
**Fig. 4**



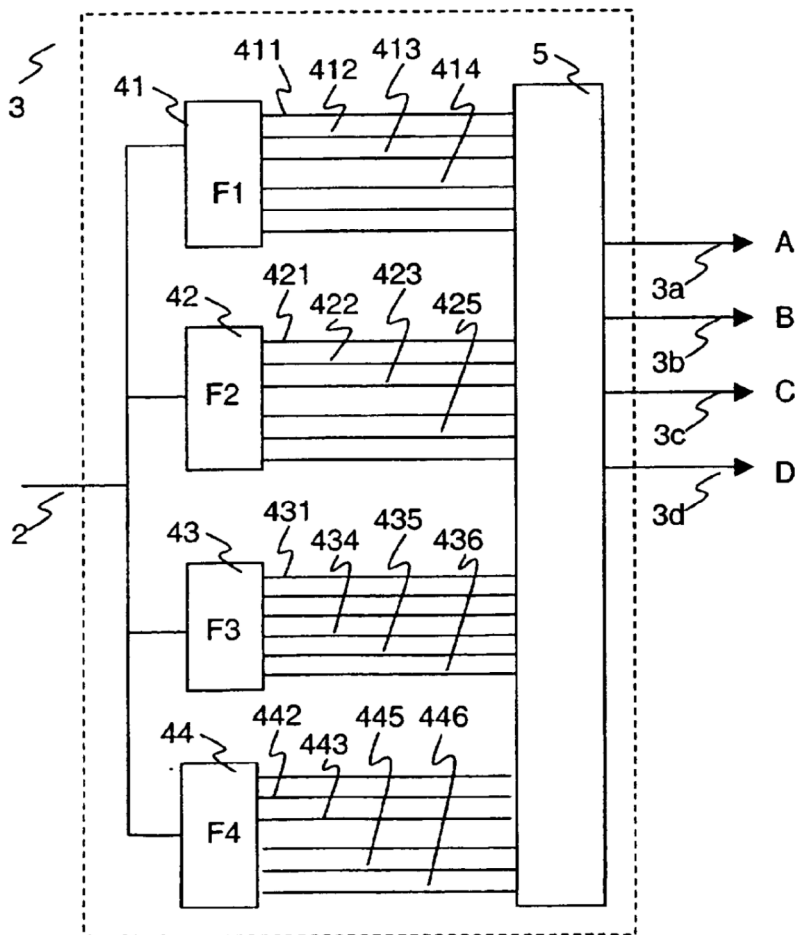
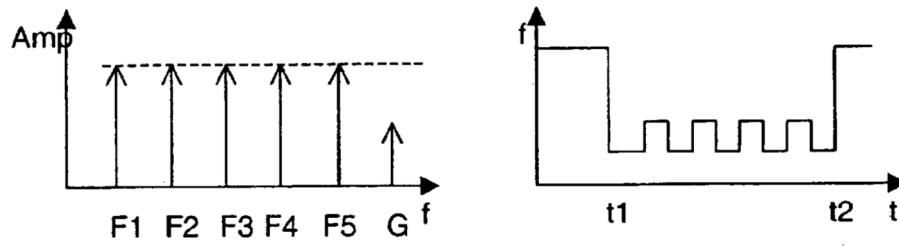
**Fig. 5**



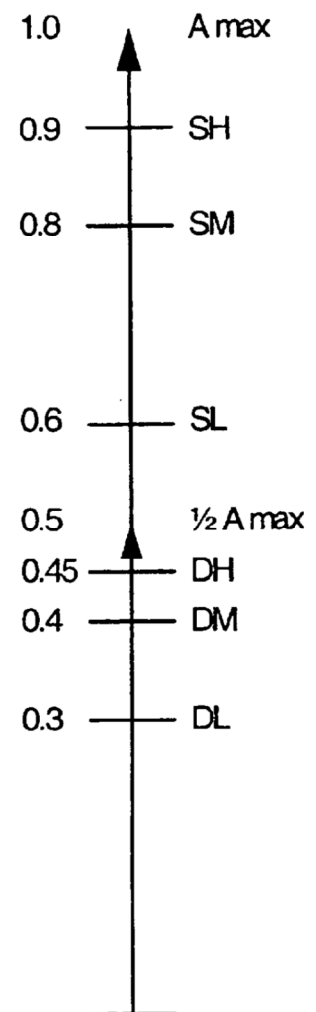
**Fig. 6**



**Fig. 7**



**Fig. 8**



**Fig. 9**