

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 636 682**

51 Int. Cl.:

F42D 1/055 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **12.12.2012 PCT/FR2012/052899**

87 Fecha y número de publicación internacional: **27.06.2013 WO13093300**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **12.12.2012 E 12816723 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **17.05.2017 EP 2795238**

54 Título: **Sistema de ignición de una pluralidad de conjuntos de detonadores electrónicos**

30 Prioridad:

19.12.2011 FR 1161953

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

06.10.2017

73 Titular/es:

**DAVEY BICKFORD (100.0%)
Le Moulin Gaspard
89550 Hery, FR**

72 Inventor/es:

**GUYON, FRANCK y
BOUAMAR, SAMIR**

74 Agente/Representante:

VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro

ES 2 636 682 T3

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

DESCRIPCIÓN

Sistema de ignición de una pluralidad de conjuntos de detonadores electrónicos

5 La presente invención se refiere a un sistema de ignición de varios conjuntos de detonadores electrónicos.

De manera general, la presente invención se refiere al campo de los trabajos con explosivos que implementan un gran número de detonadores electrónicos desencadenados según una secuencia temporal precisa, asimismo denominada plan de disparo.

10 Un sistema de ignición de ese tipo de varios conjuntos de detonadores electrónicos se describe particularmente en el documento WO 97/45696. Además, el documento WO 01/67031 describe un sistema de ignición según el preámbulo de la reivindicación independiente 1. De manera general, en un sistema de ignición de ese tipo, se conecta un conjunto de detonadores electrónicos a una línea de disparo unida a una unidad de control de disparo local.

15 Esta unidad de control de disparo local está concebida para permitir la ignición de los detonadores electrónicos unidos a la línea de disparo, a partir de la información de ignición dirigida por radio mediante una unidad de control de disparo a distancia.

20 La unidad de control de disparo a distancia controla de ese modo la unidad de control de disparo local tanto durante las fases de ensayo para verificar el buen funcionamiento de cada detonador electrónico como para la fase de ignición propiamente dicha de estos detonadores electrónicos.

25 En una arquitectura de ese tipo del sistema de ignición, y teniendo en cuenta las pérdidas creadas por los diferentes cables de enlace y de conexión y las eventuales fugas de corriente, puede conectarse un número limitado de detonadores electrónicos, por ejemplo del orden de 1500, a una misma línea de disparo unida a una unidad de control de disparo local.

30 Cuando se requiere un número superior de detonadores electrónicos en el sistema de ignición, se pueden implementar varias unidades de control de disparo locales en paralelo y controladas por radio mediante la unidad de control de disparo a distancia.

35 Sin embargo, es necesario siempre dirigir unas órdenes de ignición distinta para cada unidad de control de disparo a distancia.

Un sistema de ese tipo se describe particularmente en el documento FR 2 955 933.

40 Sin embargo, incluso sincronizando, en la unidad de control de disparo a distancia, el envío de las órdenes de ignición a las diferentes unidades de control de disparo locales, las diferentes duraciones de la propagación de las señales con destino en estas unidades de control de disparo locales implica necesariamente una desincronización de las órdenes de ignición.

45 Un sistema así no está adaptado para controlar el conjunto de los detonadores electrónicos si estos últimos constituyen un único plan de disparo debido al hecho de la desincronización en las órdenes de ignición.

50 La presente invención tiene por objetivo resolver al menos uno de los inconvenientes antes citados y proponer un sistema de ignición de varios conjuntos de detonadores electrónicos a partir de un desencadenamiento del disparo controlado por una unidad de control de disparo a distancia. El objetivo antes mencionado se consigue por la combinación de características de la reivindicación independiente 1.

55 Con este fin, la presente invención se refiere a un sistema de ignición de varios conjuntos de detonadores electrónicos, estando conectado cada conjunto de detonadores electrónicos a una línea de disparo unida a una unidad de control de disparo local.

Según la invención, al menos una de las unidades de control de disparo locales comprende un módulo electrónico de sincronización conectado a la línea de disparo que une un conjunto de detonadores electrónicos a una unidad de control de disparo local maestra elegida entre las unidades de control de disparo locales.

60 De ese modo, una o varias unidades de control de disparo locales se unen mediante un módulo electrónico de sincronización a una línea de disparo asociada a una unidad de control de disparo local maestra.

65 Un montaje de ese tipo permite en una unidad de control de disparo a distancia desencadenar la ignición del conjunto de los detonadores electrónicos del sistema.

El módulo electrónico de sincronización permite realizar esta ignición de manera sincronizada para los diferentes

conjuntos de detonadores electrónicos, según un plan de disparo único.

5 Según una característica de la invención, varias unidades de control de disparo locales comprenden respectivamente un módulo electrónico de sincronización conectado a la línea de disparo de la unidad de control de disparo local maestra.

10 Como se ha indicado anteriormente, la utilización de varias unidades de control de disparo locales conectadas mediante un módulo electrónico de sincronización a la unidad de control de disparo local maestra permite incrementar el número de detonadores electrónicos de un mismo plan de disparo.

15 Según un modo de realización de la invención, el módulo electrónico de sincronización está conectado a una entrada de un microcontrolador de al menos una de las unidades de control de disparo locales, la ignición del módulo electrónico de sincronización pilota una orden de ignición a través del microcontrolador de un conjunto de detonadores electrónicos conectados a la línea de disparo unida a esta unidad de control de disparo local.

20 En un modo de realización práctica de la invención, el módulo electrónico de sincronización comprende un módulo de encendido electrónico adaptado para generar un impulso eléctrico a la entrada del microcontrolador.

25 Con el fin de permitir la ignición de varios conjuntos de detonadores electrónicos según un plan de disparo global, los detonadores electrónicos comprenden unos medios de memorización de un retardo de ignición programable, siendo programados los retardos de ignición de los detonadores electrónicos de varios conjuntos, según un plan de disparo global.

30 En la práctica, el retardo de ignición programado para los detonadores electrónicos conectados a la línea de disparo unida a la unidad de control local maestra se incrementa en un valor de compensación igual a una duración de la propagación de la orden de ignición entre la unidad de control de disparo local maestra y la entrada del microcontrolador de al menos una de las unidades de control de disparo locales.

35 La programación de los retardos de ignición tiene así en cuenta el tiempo de propagación de la orden de ignición entre la unidad de control de disparo local maestra y las otras unidades de control de disparo locales.

Surgirán otras particularidades y ventajas más de la invención en la descripción a continuación.

40 En los dibujos adjuntos, dados a título de ejemplo no limitativo:

- la figura 1 es una ilustración esquemática del sistema de ignición de varios conjuntos de detonadores electrónicos según un modo de realización de la invención;
- la figura 2 es un esquema que ilustra un módulo de encendido electrónico de un detonador electrónico; y
- la figura 3 es un esquema que ilustra un módulo de encendido electrónico de un módulo electrónico de sincronización conectado a la entrada de un microcontrolador.

45 Se ha ilustrado en la figura 1, un ejemplo de sistema de ignición constituido por varios conjuntos de detonadores electrónicos 11.

50 Estos detonadores electrónicos 11 pueden ser por ejemplo similares a los descritos en el documento WO 97/45696.

Este sistema comprende un número cualquiera de detonadores electrónicos 11 conectados a una línea de disparo 12 unida a una unidad de control de disparo local 13.

55 Los detonadores electrónicos 11 pueden utilizarse en número importante en montajes paralelos sobre una misma línea de disparo 12 y, por ejemplo, ser superiores a 1000.

En el ejemplo de realización, se montan 1500 detonadores electrónicos en paralelo sobre una misma línea de disparo 12.

60 Los detonadores electrónicos 11 están dotados por ejemplo de una memoria permanente ROM que almacena un identificador único del detonador, por ejemplo en 24 bits.

Estos detonadores electrónicos 11 están adaptados para dialogar con la unidad de control de disparo local 13, que puede transmitirles unas órdenes y recibir unas informaciones.

Cada detonador electrónico 11 comprende un módulo de encendido electrónico y una carga detonadora.

65 El módulo de encendido electrónico permite particularmente la transferencia de informaciones entre el detonador electrónico 11 y la unidad de control de disparo local 13, o incluso una consola de programación utilizada clásicamente en este tipo de sistemas para probar las secuencias de disparo igualmente denominadas "plan de

disparo”.

El módulo de encendido electrónico de cada detonador electrónico 11 comprende igualmente unos medios de memorización de un retardo de ignición programable según el plan de disparo elegido.

5 Un ejemplo de un módulo de encendido electrónico de un detonador electrónico 11 se ilustra en la figura 2.

En particular, este módulo de encendido electrónico comprende un condensador de disparo CTIR adaptado para almacenar la energía necesaria para la ignición del detonador electrónico 11.

10 El condensador de disparo CTIR se monta en serie con una resistencia de carga R_c y se conecta a un circuito integrado de control, entre una entrada de carga CLOAD y la masa GND.

15 Se monta una resistencia R_f de calentamiento en paralelo con el condensador de disparo CTIR y, más precisamente, entre la entrada de carga CLOAD y una entrada de control de disparo CTIR del circuito integrado de control.

20 En el funcionamiento normal, la energía eléctrica almacenada en el condensador de disparo CTIR se libera a través de la resistencia R_f de calentamiento.

La elevación de temperatura de la resistencia R_f de calentamiento asociada al detonador electrónico 11 inicia la ignición de la cadena pirotécnica asociada a este detonador electrónico 11.

25 Cada unidad de control de disparo local 13 comprende igualmente un módulo electrónico de sincronización 14.

El módulo electrónico de sincronización 14 está unido a una entrada de un microcontrolador 15 de cada unidad de control de disparo local 13.

30 Se ha ilustrado en la figura 3 un ejemplo de realización del módulo electrónico de sincronización 14 conectado a la entrada de un microcontrolador 15.

35 El módulo electrónico de sincronización 14 integra un módulo de encendido electrónico cuya estructura corresponde a una variación de la concepción del módulo de encendido electrónico de un detonador electrónico 11 tal como el descrito anteriormente con referencia a la figura 2.

De ese modo, los elementos en común con este detonador electrónico 11 llevan las mismas referencias y no hay necesidad de sean vueltos a describir en detalle aquí.

40 En su principio, el módulo electrónico de sincronización 14 se distingue del detonador electrónico 11 por la ausencia de la resistencia R_f de calentamiento, que se sustituye por un circuito de acoplamiento con un optoacoplador.

De ese modo, en paralelo con el condensador de disparo CTIR se monta un circuito constituido por una resistencia R_{Lim} asociada a un optoacoplador 16.

45 De ese modo, la energía eléctrica almacenada en el condensador de disparo CTIR se libera para activar al optoacoplador 16.

50 La ignición de este módulo electrónico de sincronización 14 genera entonces un impulso eléctrico en la entrada del microcontrolador 15 montado en la salida del optoacoplador 16.

Se observará que el módulo electrónico de sincronización 14 no comprende una carga detonadora y se puede utilizar tantas veces como sea necesario.

55 De ese modo, en cada unidad de control de disparo local 13, la ignición del módulo electrónico de sincronización 14 pilota una orden de ignición por medio del microcontrolador 15 del conjunto de detonadores electrónicos 11 conectados a la línea de disparo 12 unida a esta unidad de control de disparo local 13.

60 La ignición de los detonadores electrónicos 11 unidos de ese modo a la línea de disparo 12 se puede desencadenar de acuerdo con el retardo de ignición programable memorizado en la memoria asociada a cada detonador electrónico 11 según un plan de disparo predefinido.

65 Con el fin de realizar la sincronización total de la ignición de todos los detonadores electrónicos 11 unidos a cada unidad de control de disparo local 13 del sistema, se elige entre las unidades de control de disparo locales 13 una unidad de control de disparo local maestra, identificada en lo que sigue por la referencia 13M.

Las otras unidades de control de disparo locales 13 del sistema se consideran entonces como unas unidades de

ES 2 636 682 T3

control de disparo locales esclavas identificadas en lo que sigue por la referencia 13S.

En el modo de realización ilustrado en la figura 1, el sistema de ignición comprende de ese modo dos unidades de control de disparo locales esclavas 13S.

5 En el sistema de ignición, la unidad de control de disparo local maestra 13M y las unidades de control de disparo locales esclavas están unidas vía radio a una unidad de control de disparo a distancia 20, igualmente denominada consola 20 de ignición.

10 Con el fin de realizar la sincronización de la ignición del conjunto de los detonadores electrónicos 11, el módulo electrónico de sincronización 14 de cada unidad de control de disparo local esclava 13S está conectado a la línea de disparo 12 unida a la unidad de control de disparo local maestra 13M.

15 Se observará que el módulo electrónico de sincronización 14 de la unidad de control de disparo local maestra 13M está entonces inutilizado.

Dado que todas las unidades de control de disparo locales 13 comprenden un módulo electrónico de sincronización 14, es posible asignar el papel de maestra a no importa cuál de entre estas unidades de control de disparo locales 13 en el momento de la conexión del sistema.

20 El módulo electrónico de sincronización 14 de las unidades de control de disparo locales esclavas 13S es visto por la unidad de control de disparo local maestra 13M como un detonador electrónico 11 de la línea de disparo 12 a la que está asociado, integrado de ese modo en su plan de disparo.

25 De ese modo, cuando se desencadena un disparo en la unidad de control de disparo a distancia 20 con destino en la unidad de control de disparo local maestra 13M, esta última pilota la ignición del conjunto de los detonadores 11 y de los módulos electrónicos de sincronización 14 unidos a la línea de disparo 12 asociada a la unidad de control de disparo local maestra 13M por medio de su microcontrolador 15.

30 De ese modo, además del desencadenamiento de los detonadores electrónicos 11 asociados a la línea de disparo 12 unida a la unidad de control de disparo local maestra 13M, los módulos electrónicos de sincronización 14 de las unidades de control de disparo locales esclavas 13S son igualmente encendidos de manera que piloten en cada unidad de control de disparo local esclava 13S la ignición de los detonadores electrónicos 11 asociados.

35 De ese modo, a partir del desencadenamiento de un disparo único procedente de la unidad de control de disparo a distancia 20, es posible desencadenar de manera sincronizada al conjunto de los detonadores electrónicos 11 del sistema.

40 Para ello, los retardos de ignición memorizados en cada detonador electrónico 11 de los diferentes conjuntos, asociados a cada unidad de control de disparo local 13 se programan de acuerdo con un plan de disparo global.

45 En particular, el retardo de ignición programado para los detonadores electrónicos 11 conectados a una línea de disparo 12 unida a la unidad de control de disparo local maestra 13M se incrementa en un valor de compensación igual a la duración de la propagación de la orden de ignición entre la unidad de control de disparo local maestra 13M y la entrada del microcontrolador 15 de las unidades de control de disparo locales esclavas 13S.

Este valor de compensación permite de ese modo tener en cuenta en el plan de disparo el retardo en la recepción de la orden de ignición por cada unidad de control de disparo local esclava 13S, debido al hecho de su transmisión por medio de la unidad de control de disparo local maestra 13M.

50 El sistema de ignición descrito anteriormente permite de ese modo la ignición de manera sincronizada de un número muy importante de detonadores electrónicos y, por ejemplo, superior a 4000, según un plan de disparo global.

55 De ese modo, el sistema de ignición descrito anteriormente se comporta como si no existiera más que una única unidad de control de disparo local 13 capaz de pilotar de manera sincronizada al conjunto de los detonadores electrónicos 11.

A título de ejemplo no limitativo, la precisión de sincronización de las diferentes unidades de control de disparo locales 13 es inferior a la centena de microsegundos.

60 Por supuesto, con el fin de asegurar la seguridad durante la ignición del conjunto de los detonadores electrónicos 11 según el plan de disparo global, el proceso de sincronización se verifica mediante un ensayo específico antes de su utilización.

65 El ensayo de sincronización se genera mediante la unidad de control de disparo a distancia 20.

ES 2 636 682 T3

En la práctica, este ensayo de sincronización consiste inicialmente en controlar cada una de las unidades de control de disparo locales esclavas 13S para lo que se sitúan en un modo de detección de una señal de ignición.

5 La unidad de control de disparo a distancia 20 envía a continuación una orden a la unidad de control de disparo local maestra 13M para provocar la ignición de los módulos electrónicos de sincronización 14 de las unidades de control de disparo locales esclavas 13S.

10 A continuación, la unidad de control de disparo a distancia 20 solicita a cada unidad de control de disparo local esclava 13S confirmar la detección del impulso de ignición en la entrada de cada microcontrolador 15 unido a la salida del módulo electrónico de sincronización 14 de cada unidad de control de disparo local esclava 13S.

15 Es importante durante este ensayo de sincronización no permitir la ignición más que de los módulos electrónicos de sincronización 14 y no de los detonadores electrónicos 11 unidos a la línea de disparo 12, por su parte conectada a la unidad de control de disparo local maestra 13M.

En la práctica, una etapa de verificación permite asegurar, mediante la medición de la tensión existente en los bornes de cada condensador de disparo CTIR de cada detonador electrónico 11, que solo los condensadores de disparo CTIR de los módulos electrónicos de sincronización 14 están cargados.

20 Se observará que los procedimientos de sincronización, de verificación y de implementación del plan de disparo en cada unidad de control de disparo local 13 se realizan de manera clásica mediante el pilotaje en el modo de radio a partir de la unidad de control de disparo a distancia 20.

25 Una vez que se ha verificado que todas las unidades de control de disparo locales 13 están listas para la etapa de ignición, las unidades de control de disparo locales esclavas 13S se sitúan en un estado de espera de una orden de ignición que proceda de su módulo electrónico de sincronización 14 mientras la unidad de control de disparo local maestra 13M recibe la orden de disparo gracias a un enlace de radio con la unidad de control de disparo a distancia 20.

30 Debido al hecho del montaje de los módulos electrónicos de sincronización 14 en el mismo bus de comunicación que los detonadores electrónicos 11, cualquier perturbación susceptible de perturbar la sincronización en el momento de la ignición se descubre durante las fases de comunicación y de ensayo de los detonadores electrónicos 11, implementadas clásicamente antes de la etapa de ignición de un sistema de ese tipo.

35 Por otro lado, la orden de disparo procedente de la unidad de control de disparo a distancia 20 que controla a la vez los detonadores electrónicos 11 de la línea de disparo y ligada a la unidad de control de disparo local maestra 13M y los módulos electrónicos de sincronización 14 de las unidades de control de disparo locales esclavas 13S, existen pocos riesgos de realizar la ignición de los detonadores electrónicos 11 de la línea de disparo 12 asociada a la unidad de control de disparo local maestra 13M sin desencadenar la ignición de los detonadores electrónicos 11 asociados a las unidades de control de disparo locales esclavas 13S.

40

REIVINDICACIONES

- 5 1. Sistema de ignición de varios conjuntos de detonadores electrónicos (11), estando conectado cada conjunto de detonadores electrónicos (11) a una línea de disparo (12) unida a una unidad de control de disparo local (13), **caracterizado por que** al menos una de dichas unidades de control de disparo locales (13S) comprende un módulo electrónico de sincronización (14) conectado a la línea de disparo (12) que une un conjunto de detonadores electrónicos (11) a una unidad de control de disparo local maestra (13M) elegida entre dichas unidades de control de disparo locales (13).
- 10 2. Sistema de ignición de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado por que** varias unidades de control de disparo locales (13S) comprenden respectivamente un módulo electrónico de sincronización (14) conectado a la línea de disparo (12) de dicha unidad de control de disparo local maestra (13M).
- 15 3. Sistema de ignición de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 o 2, **caracterizado por que** dicho módulo electrónico de sincronización (14) está unido a una entrada de un microcontrolador (15) de dicha al menos una de las unidades de control de disparo locales (13), pilotando la ignición de dicho módulo electrónico de sincronización (14) una orden de ignición a través de dicho microcontrolador (15) de un conjunto de detonadores electrónicos (11) conectados a la línea de disparo (12) unida a dicha al menos una de las unidades de control de disparo locales (13).
- 20 4. Sistema de ignición de acuerdo con la reivindicación 3, **caracterizado por que** el módulo electrónico de sincronización (14) comprende un módulo de encendido electrónico adaptado para generar un impulso eléctrico a la entrada de dicho microcontrolador (15).
- 25 5. Sistema de ignición de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 4, **caracterizado por que** las unidades de control de disparo locales (13) están unidas vía radio a una unidad de control de disparo a distancia (20).
- 30 6. Sistema de ignición de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 5, **caracterizado por que** dichos detonadores electrónicos (11) comprenden unos medios de memorización de un retardo de ignición programable, siendo programados los retardos de ignición de los detonadores electrónicos (11) de dichos varios conjuntos, según un plan de disparo global.
- 35 7. Sistema de ignición de acuerdo con la reivindicación 6, **caracterizado por que** el retardo de ignición programado para los detonadores electrónicos (11) conectados a la línea de disparo (12) unida a dicha unidad de control de disparo local maestra (13M) se incrementa en un valor de compensación igual a una duración de propagación de la orden de ignición entre dicha unidad de control de disparo local maestra (13M) y una entrada de un microcontrolador (15) de dicha al menos una de dichas unidades de control de disparo locales (13S).

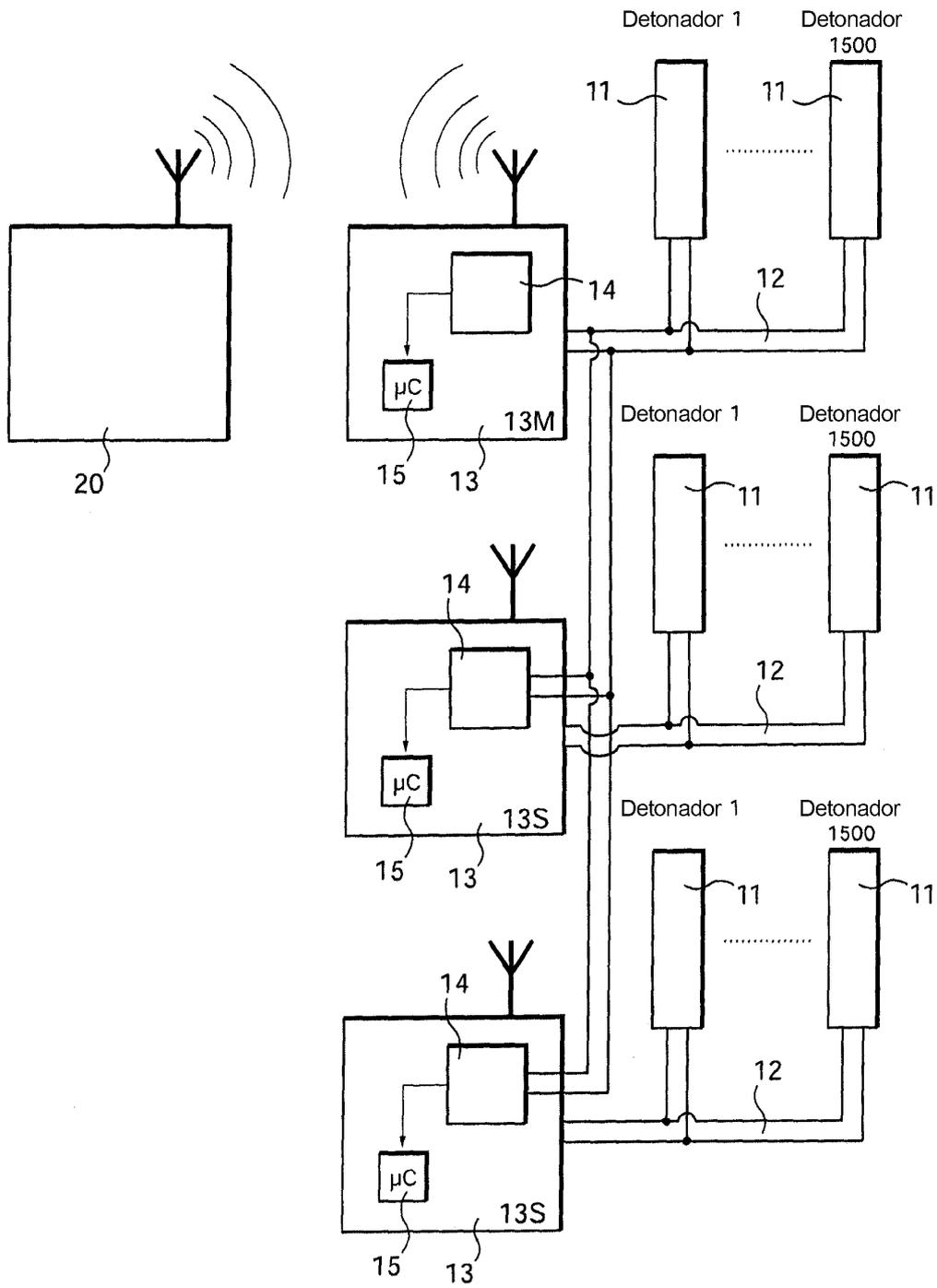


Fig. 1

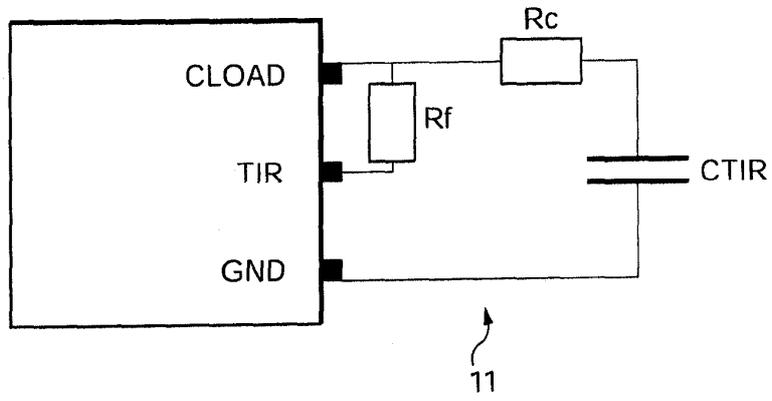


Fig. 2

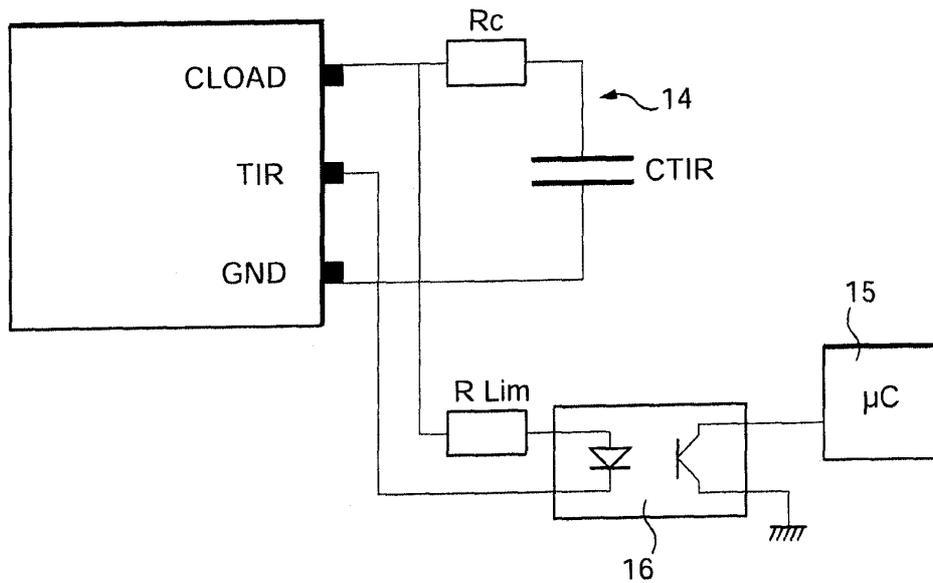


Fig. 3