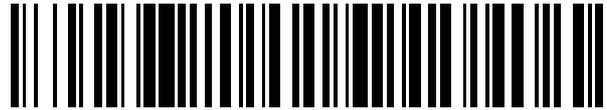


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 546 283**

51 Int. Cl.:

**H04B 3/54**

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **12.02.2008 E 08710363 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **08.07.2015 EP 2122845**

54 Título: **Aparato de comunicación por línea eléctrica, método de confirmación de estado de registro y sistema de comunicación por línea eléctrica**

30 Prioridad:

**13.02.2007 JP 2007032113**

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

**22.09.2015**

73 Titular/es:

**PANASONIC CORPORATION (100.0%)  
1006, Oaza Kadoma Kadoma-shi  
Osaka 571-8501, JP**

72 Inventor/es:

**KOGA, HISAO**

74 Agente/Representante:

**VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro**

**ES 2 546 283 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

Aparato de comunicación por línea eléctrica, método de confirmación de estado de registro y sistema de comunicación por línea eléctrica

5

**Campo técnico**

La presente invención se refiere a un aparato de comunicación por línea eléctrica, un método de confirmación de estado de registro y un sistema de comunicación por línea eléctrica.

10

**Antecedentes de la técnica**

El documento US 2006/0038660 A1 desvela un método y aparato para proteger la privacidad en redes de comunicación por línea eléctrica (PLC). Los datos transmitidos en una red de PLC se encriptan de acuerdo con una clave de red y pueden recibirse apropiadamente únicamente mediante dispositivos registrados que tienen la ID de red eléctrica y el valor de clave de red de modo que puede realizarse la descryptación eléctrica. De acuerdo con el documento US 2006/0038660 A1 se proporciona un dispositivo multimedia de flujo continuo con una ID de red compatible y una clave de red durante un proceso de registro facilitado acoplando el dispositivo (solicitante) a una conexión por línea eléctrica directa asociada con otro dispositivo (administrador). La clave de red y opcionalmente la ID de red se comparten a continuación a través de la conexión directa sin distribuirse a través de la red de PLC en general. A modo de ejemplo, se evita que los datos se distribuyan a través de la red de PLC en respuesta a usar filtrado seleccionable de datos de PLC, y preferentemente un mecanismo de comunicación de datos seguro, tal como la codificación de clave pública-privada. El documento US 200310043028 A1 se refiere a un sistema de red doméstica. Se proporciona un receptáculo con medios de detección de inserción para detectar la conexión de un dispositivo, una memoria para almacenar en la misma un código doméstico, y unos medios de comunicación de superposición por línea eléctrica para superponer el código doméstico en una línea eléctrica. El código doméstico se establece automáticamente en el dispositivo cuando se conecta el dispositivo al receptáculo.

15

20

25

Con los aparatos de comunicación por línea eléctrica que realizan comunicaciones por línea eléctrica usando una línea eléctrica, se realiza un proceso para fabricar un aparato de comunicación por línea eléctrica listo para comunicaciones (en lo sucesivo denominado como un proceso de autenticación) para asegurar comunicaciones seguras y fiables entre dos o más aparatos de comunicación por línea eléctrica. Ejemplos del proceso de autenticación incluyen autenticación y un proceso de ajuste de seguridad.

30

35

Un proceso de autenticación general se describirá brevemente usando la Figura 15. Este ejemplo supone que se realiza un proceso de autenticación entre un aparato de comunicación por línea eléctrica 1500A y un aparato de comunicación por línea eléctrica 1500B, gestionando el aparato de comunicación por línea eléctrica 1500A el proceso de autenticación. Cuando el aparato de comunicación por línea eléctrica 1500B emite una solicitud de autenticación al aparato de comunicación por línea eléctrica 1500A (etapa S1501), se devuelve una respuesta de autenticación desde el aparato de comunicación por línea eléctrica 1500A (etapa S1502). En caso de que se permita la solicitud de autenticación, el aparato de comunicación por línea eléctrica 1500A realiza una solicitud para una clave (etapa S1503) al aparato de comunicación por línea eléctrica 1500B y el aparato de comunicación por línea eléctrica 1500B realiza una respuesta para una clave al aparato de comunicación por línea eléctrica 1500A (etapa S1504). Para realizar una solicitud o una respuesta para una clave, se transmite entre sí diversa información que se conoce para únicamente estos aparatos de comunicación por línea eléctrica, tal como un número aleatorio generado de acuerdo con una dirección de MAC intrínseca a un módem o una indicación de tiempo. Los aparatos de comunicación por línea eléctrica 1500A y 1500B generan una clave basándose en diversa información transmitida entre sí (etapa S1505). El aparato de comunicación por línea eléctrica 1500A usa la clave generada para transmitir una clave de red compartida en una red a otros aparatos de comunicación por línea eléctrica que constituyen la red (etapa S1506).

40

45

50

Otro ejemplo del proceso de autenticación es un proceso de configuración de clave criptográfica en un entorno de LAN inalámbrica. En LAN inalámbrica, se conoce un proceso de configuración de clave criptográfica para añadir un nuevo terminal que usa la red por medio de un método sencillo como un método de configuración de clave criptográfica para realizar un proceso criptográfico. El método de configuración de clave criptográfica realiza un proceso de configuración de clave criptográfica disponiendo un terminal objetivo en el área de cobertura de un punto de acceso como un repetidor para LAN inalámbrica y presionar un botón de registro con un solo toque en cada uno del punto de acceso y el terminal (por ejemplo, hágase referencia a la Cita de Patente 1). Cita de Patente 1: documento JPA- 2005-175524

55

60

Cuando un aparato de comunicación por línea eléctrica se enchufa en una salida en conmutación y se realiza un proceso de autenticación, puede configurarse una red por línea eléctrica con otro aparato de comunicación por línea eléctrica. Puede configurarse una pluralidad de redes por línea eléctrica en la misma área de cobertura. Por ejemplo, en el entorno mostrado en la Figura 16 se dispone una red por línea eléctrica 1610A a la que está conectado un aparato de comunicación por línea eléctrica 1600A, una red por línea eléctrica 1610B a la que está conectado un aparato de comunicación por línea eléctrica 1600B, una red por línea eléctrica 1610C a la que está conectado un

65

aparato de comunicación por línea eléctrica 1600C y una red por línea eléctrica 1610D a la que está conectado un aparato de comunicación por línea eléctrica 1600D. La Figura 16 muestra un ejemplo de un entorno de red donde se disponen aparatos de comunicación por línea eléctrica generales.

5 En un entorno de este tipo que incluye diversas redes por línea eléctrica, en ocasiones es difícil para un aparato de comunicación por línea eléctrica realizar correctamente un proceso de autenticación con otro aparato de comunicación por línea eléctrica en un intento para configurar una nueva red por línea eléctrica. Por ejemplo, en el entorno mostrado en la Figura 17-A, el aparato de comunicación por línea eléctrica 1600A puede realizar un proceso de autenticación con uno cualquiera de los aparatos de comunicación por línea eléctrica 1600B, 1600C y 1600D. En el entorno mostrado en la Figura 17-B, en caso de que se realice un proceso de autenticación entre el aparato de comunicación por línea eléctrica 1700A y el aparato de comunicación por línea eléctrica 1700B, el aparato de comunicación por línea eléctrica 1700A puede detectar el aparato de comunicación por línea eléctrica 1700B pero se desconoce si el aparato de comunicación por línea eléctrica 1700B puede detectar el aparato de comunicación por línea eléctrica 1700A. Por lo tanto, el aparato de comunicación por línea eléctrica 1700A puede fallar al realizar correctamente un proceso de autenticación con el aparato de comunicación por línea eléctrica 1700B. La Figura 17-A y la Figura 17-B muestran ejemplos de un área de cobertura supuesta cuando comunican entre sí aparatos de comunicación por línea eléctrica generales.

20 En un proceso de autenticación entre aparatos de comunicación por línea eléctrica, es deseable que se realice de manera fiable un proceso de autenticación exclusivo entre aparatos de comunicación por línea eléctrica deseados incluso en el entorno mostrado en la Figura 17-A o 17-B. Es también deseable poder confirmar si un proceso de autenticación se ha realizado de manera fiable entre aparatos de comunicación por línea eléctrica deseados.

#### 25 **Divulgación de la invención**

La invención ha conseguido resolver los problemas anteriores. Un objetivo de la invención es proporcionar un aparato de comunicación por línea eléctrica, un sistema de comunicación por línea eléctrica y un método de confirmación de estado de registro que puedan confirmar de manera más correcta que un proceso de autenticación se ha realizado entre aparatos de comunicación por línea eléctrica deseados incluso en caso de que una pluralidad de aparatos de comunicación por línea eléctrica estén conectados a una línea eléctrica. Otro objetivo de la invención es proporcionar un aparato de comunicación por línea eléctrica, un sistema de comunicación por línea eléctrica, un método de confirmación de estado de registro y un método de proceso de autenticación que puedan realizar de manera fiable un proceso de autenticación entre aparatos de comunicación por línea eléctrica deseados incluso en caso de que una pluralidad de aparatos de comunicación por línea eléctrica estén conectados a una línea eléctrica.

35 Se describe a continuación un aparato de comunicación por línea eléctrica que puede realizar comunicaciones por línea eléctrica con otro aparato de comunicación por línea eléctrica, teniendo el aparato de comunicación por línea eléctrica las características como se define en la reivindicación 1 o en la reivindicación 5.

40 Con esta configuración, es posible confirmar que un proceso de autenticación se ha realizado de manera fiable mediante aparatos de comunicación por línea eléctrica deseados incluso en caso de que una pluralidad de aparatos de comunicación por línea eléctrica estén conectados a una línea eléctrica.

45 Se describe a continuación un método de confirmación de estado de registro para confirmar un estado de registro entre aparatos de comunicación por línea eléctrica que realizan comunicaciones por línea eléctrica mediante una línea eléctrica, teniendo el método las características como se define en la reivindicación 7 u 8.

50 Con esta configuración, es posible confirmar que un proceso de autenticación se ha realizado de manera fiable entre aparatos de comunicación por línea eléctrica deseados incluso en caso de que una pluralidad de aparatos de comunicación por línea eléctrica estén conectados a una línea eléctrica. Indicando que un proceso de autenticación se ha realizado entre aparatos de comunicación por línea eléctrica, por ejemplo, por medio de un LED, es posible confirmar que un proceso de autenticación se ha realizado apropiadamente con un aparato de comunicación por línea eléctrica como una fuente de una señal de confirmación de estado de registro.

55 Con esta configuración, es posible confirmar que un proceso de autenticación se ha realizado de manera fiable mediante aparatos de comunicación por línea eléctrica deseados incluso en caso de que una pluralidad de aparatos de comunicación por línea eléctrica estén conectados a una línea eléctrica.

60 Con la invención, es posible confirmar que un proceso de autenticación se ha realizado de manera fiable mediante aparatos de comunicación por línea eléctrica deseados en caso de que una pluralidad de aparatos de comunicación por línea eléctrica estén conectados a una línea eléctrica. Es también posible realizar de manera fiable un proceso de autenticación entre aparatos de comunicación por línea eléctrica deseados en caso de que una pluralidad de aparatos de comunicación por línea eléctrica estén conectados a una línea eléctrica.

65

**Breve descripción de los dibujos**

- [fig.1] La Figura 1 es una vista en perspectiva externa de la parte frontal de un módem de PLC de acuerdo con una realización de la invención.
- [fig.2] La Figura 2 es una vista en perspectiva externa de la parte trasera del módem de PLC de acuerdo con la realización de la invención.
- 5 [fig.3] La Figura 3 muestra un ejemplo de un hardware del módem de PLC de acuerdo con la realización de la invención.
- [fig.4] La Figura 4 muestra un ejemplo de una señal de diversidad de frecuencia usada mediante el módem de PLC de acuerdo con la realización de la invención.
- 10 [fig.5] La Figura 5 muestra un ejemplo de una señal de diversidad de tiempo usada mediante el módem de PLC de acuerdo con la realización de la invención.
- [fig.6] La Figura 6 muestra un ejemplo de una señal de diversidad de frecuencia-tiempo usada mediante el módem de PLC de acuerdo con la realización de la invención.
- [fig.7] La Figura 7 muestra un ejemplo de la estructura de trama de datos de acuerdo con la realización de la invención.
- 15 [fig.8] La Figura 8 muestra un ejemplo del flujo de operación del módem de PLC funcionando como una unidad maestra en un proceso de autenticación de acuerdo con la realización de la invención.
- [fig.9] La Figura 9 muestra un ejemplo del flujo de operación del módem de PLC funcionando como una unidad esclava en un proceso de autenticación de acuerdo con la realización de la invención.
- 20 [fig.10-A] La Figura 10-A muestra la relación entre el periodo de configuración y el periodo de monitorización de acuerdo con la realización de la invención.
- [fig.10-B] La Figura 10-B muestra un ejemplo del flujo de operación de un módem de PLC en un proceso de autenticación usando un periodo de monitorización de acuerdo con la realización de la invención.
- [fig.10-C] La Figura 10-C muestra un ejemplo de un proceso de autenticación en un eje de tiempo realizado mediante módems de PLC usando un periodo de monitorización de acuerdo con la realización de la invención.
- 25 [fig.11] La Figura 11 muestra un ejemplo de la operación de un módem de PLC en un proceso de autenticación usando un periodo de monitorización de acuerdo con la realización de la invención.
- [fig.12] La Figura 12 muestra un ejemplo de la operación de un módem de PLC para cambiar el periodo de configuración de acuerdo con la realización de la invención.
- 30 [fig.13] La Figura 13 muestra un ejemplo de la operación de un módem de PLC que ha detectado una señal de desactivación de configuración de acuerdo con la realización de la invención.
- [fig.14-A] La Figura 14-A muestra un ejemplo de la operación de un módem de PLC transmitiendo una señal de confirmación de registro de acuerdo con la realización de la invención.
- [fig.14-B] La Figura 14-B muestra un ejemplo de la operación de un módem de PLC recibiendo una señal de confirmación de registro de acuerdo con la realización de la invención.
- 35 [fig.15] La Figura 15 muestra un procedimiento para un proceso de autenticación general.
- [fig.16] La Figura 16 muestra un ejemplo de un entorno de red donde se disponen aparatos de comunicación por línea eléctrica generales.
- [fig.17-A] La Figura 17-A muestra un ejemplo de un área de cobertura supuesta cuando comunican entre sí aparatos de comunicación por línea eléctrica generales.
- 40 [fig.17-B] La Figura 17-B muestra un ejemplo de un área de cobertura supuesta cuando comunican entre sí aparatos de comunicación por línea eléctrica generales.

**Mejor modo para llevar a cabo la invención**

- 45 Se describirá un aparato de comunicación por línea eléctrica de acuerdo con esta realización usando las figuras.

La Figura 1 es una vista en perspectiva externa de la parte frontal de un módem de PLC 100 (Comunicación por Línea Eléctrica) como un ejemplo del aparato de comunicación por línea eléctrica. La Figura 2 es una vista en perspectiva externa de la parte trasera del módem de PLC 100. El módem de PLC 100 mostrado en las Figuras 1 y 2 incluye una carcasa 101. En la parte frontal de la carcasa 101 se dispone un indicador 105 tal como un LED (Diodo de Emisión de Luz) como se muestra en la Figura 1.

50

En la parte trasera de la carcasa 101 se dispone un conector de alimentación 102, una clavija modular de LAN (Red de Área Local) 103 tal como RJ45 y un interruptor selector 104 para seleccionar entre modos de operación, como se muestra en la Figura 2.

55

En la superficie superior de la carcasa 101 se dispone un botón 106. El botón 106 funciona como un botón de confirmación de autenticación para confirmar si se ha realizado autenticación y ajuste de seguridad correctos (en lo sucesivo denominado como un proceso de autenticación) y como un botón de configuración para iniciar el proceso de autenticación. Aunque el botón 106 se dispone en la superficie superior de la carcasa 101 en este ejemplo, la posición del botón 106 no está limitada a lo mismo. El botón de confirmación de autenticación o el botón de configuración son ejemplos de una "parte de operación".

60

Al conector de alimentación 102 está conectado un cable de alimentación (no mostrado). A la clavija modular 103 está conectado un cable de LAN (no mostrado). El módem de PLC 100 puede incluir adicionalmente un conector D-sub (D-en miniatura) para conectar un cable D-sub.

65

Mientras el módem de PLC 100 se muestra como un ejemplo del aparato de comunicación por línea eléctrica, un aparato de comunicación por línea eléctrica puede ser un aparato eléctrico que incluye un módem de PLC integrado. El aparato eléctrico incluye, por ejemplo, un electrodoméstico eléctrico doméstico tal como un equipo de televisión, un equipo de teléfono, un grabador de cinta de vídeo o un decodificador de salón y equipo OA tal como un ordenador personal, un fax y una impresora.

El módem de PLC 100 está conectado a una línea eléctrica 700 y constituye un sistema de comunicación por línea eléctrica junto con otros módems de PLC.

A continuación, se muestra un ejemplo del hardware del módem de PLC 100 en la Figura 3. El módem de PLC 100 incluye un módulo de circuito 200 y una fuente de alimentación conmutada 300. La fuente de alimentación conmutada 300 está diseñada para suministrar diversas tensiones (tales como +1,2 V, +3,3 V y +12 V) a un módulo de circuito 200. La fuente de alimentación conmutada 300 incluye, por ejemplo, un transformador conmutado y un convertidor CC--CC (no mostrados).

El módulo de circuito 200 incluye un IC principal (Circuito Integrado) 210, un AFE IC (Circuito Integrado de Extremo Frontal Analógico) 220, un PHY IC (Circuito Integrado de Capa Física) de Ethernet 230, una memoria 240, un filtro de paso bajo (LPF) 251, un IC controlador 252, un filtro de paso banda (BPF) 260, un acoplador 270, un AMP IC (Amplificador) 281, y un ADC IC (convertidor A/D) 282. La fuente de alimentación conmutada 300 y el acoplador 270 están conectados a un conector de alimentación 102 y conectados a la línea eléctrica 700 mediante un cable de alimentación 600, un enchufe de alimentación 400 y una salida en conmutación 500. El IC principal funciona como un circuito de control para realizar las comunicaciones por línea eléctrica.

El IC principal 210 se compone de una CPU (Unidad de Procesamiento Central) 211, un bloque de PLC MAC (capa de Control de Acceso al Medio de Comunicación por Línea Eléctrica) 212 y un bloque de PLC PHY (capa Física de Comunicación por Línea Eléctrica) 213.

La CPU 211 monta un procesador de 32 bits RISC (Ordenador con Juego de Instrucciones Reducido). El bloque de PLC MAC 212 gestiona la capa de MAC (capa de Control de Acceso al Medio) de una señal de transmisión/recepción. El bloque de PLC PHY 213 gestiona la capa de PHY (capa Física) de una señal de transmisión/recepción.

El AFE IC 220 se compone de un DAC (Convertidor D/A) 221, un ADC (Convertidor A/D) 222 y un VGA (Amplificador de Ganancia Variable) 223. El acoplador 270 se compone de un transformador bobinado 271 y condensadores de acoplamiento 272a, 272b.

La CPU 211 usa los datos almacenados en la memoria 240 para controlar la operación del bloque de PLC MAC 212 y del bloque de PLC PHY 213 así como controla todo el módem de PLC 100. La memoria 240 almacena programas de procesamiento de la CPU, una lista de registro de dispositivo 241 descrita más adelante y diversos tipos de información de proceso. La memoria 240 es un "almacenamiento de registro de dispositivo" y un ejemplo de la "parte de grabación de información de proceso".

Las comunicaciones mediante el módem de PLC 100 se realizan generalmente de la siguiente manera. Los datos introducidos desde la clavija modular 103 se transmiten al IC principal 210 mediante el PHY IC de Ethernet 230 y a continuación se someten a procesamiento de señal digital para generar una señal de transmisión digital. La señal de transmisión digital generada de esta manera se convierte a una señal analógica por medio del convertidor D/A (DAC) 221 del AFE IC 220 y se emite a la línea eléctrica 700 mediante el filtro de paso bajo 251, el IC controlador 252, el acoplador 270, el conector de alimentación 102, el cable de alimentación 600, el enchufe de alimentación 400 y la salida en conmutación 500.

La señal recibida desde la línea eléctrica 700 se transmite al filtro de paso banda 260 mediante el acoplador 270, sometido a ajuste de ganancia mediante el Amplificador de Ganancia Variable (VGA) 223 del AFE IC 220, y a continuación se convierte a señal digital mediante el Convertidor A/D (ADC) 222. La señal digital resultante se transmite al IC principal 210 y se convierte a datos digitales por medio de procesamiento de señal digital. Los datos digitales obtenidos de esta manera se emiten desde la clavija modular 103 mediante PHY IC de Ethernet 230.

Se describirán las funciones del módem de PLC 100. La CPU 211 y el bloque de PLC MAC 212 funcionan como un controlador 10. El bloque de PLC PHY 213, el AFE IC 220, el LPF 251, el IC controlador 252, el BPF 260 y el acoplador 270 funcionan como una parte de comunicación 20.

La parte de comunicación 20 realiza diversos tipos de comunicaciones con otro módem de PLC 100 en la red. La parte de comunicación 20 tiene funciones de una "parte de transmisión de señal" para transmitir una señal predeterminada y una "parte de recepción de señal" para recibir una señal predeterminada. El controlador 10 realiza diversos controles en todo el módem de PLC 100, así como detecta una pulsación en un botón, monitoriza una señal transmitida/recibida mediante la parte de comunicación 20 durante las comunicaciones con otro terminal y cambia el periodo de configuración descrito más adelante, etc. El controlador 10 tiene funciones de una "parte de

procesamiento de confirmación de registro" para realizar confirmación de registro para un proceso de autenticación con otro módem de PLC 100 y una "parte de procesamiento de autenticación" para realizar un proceso de autenticación para posibilitar las comunicaciones con otro módem de PLC 100.

5 A continuación, se describirá una señal de comunicación usada mediante el módem de PLC 100 para realizar un proceso de autenticación. La señal usada en este ejemplo es una señal de forma robusta.

10 Cuando se transmite una señal de control o similares, la parte de comunicación 20 usa una señal de diversidad que utiliza la diversidad de frecuencia que se basa en la región de frecuencia, la diversidad de tiempo que se basa en la región de tiempo o la diversidad de frecuencia-tiempo que se basa en tanto la región de frecuencia como la región de tiempo. Además, pueden añadirse técnicas de corrección de errores robustas usando códigos concatenados, Turbo códigos y códigos LDPC (Comprobación de Paridad de Baja Densidad).

15 La Figura 4 muestra un ejemplo de una señal de diversidad que usa la diversidad de frecuencia. La Figura 5 muestra un ejemplo de una señal de diversidad que usa la diversidad de tiempo. La Figura 6 muestra un ejemplo de una señal de diversidad que usa la diversidad de frecuencia-tiempo. Como se muestra en las Figuras 4 a 6, se proporciona una señal de información robusta incorporando capacidad de repetición en parte de la información en la señal.

20 Esto asegura un proceso de autenticación sencillo y fiable incluso en caso de que sea difícil mover un electrodoméstico eléctrico doméstico que incorpore un módem de PLC 100 y que los electrodomésticos eléctricos domésticos como objetivos de un proceso de autenticación estén remotos entre sí.

25 De esta manera, la señal robusta anterior asegura que una señal es robusta en un proceso de autenticación permitiendo por lo tanto un proceso de autenticación más correcto.

30 A medida que la distancia entre los módems de PLC 100 para comunicar entre sí se hace más larga entre sí, una señal de transmisión transmitida mediante un módem de PLC 100 podría atenuarse sustancialmente antes de que se reciba mediante el otro módem de PLC 100. Incluso en un caso de este tipo, se asegura un proceso de autenticación correcto.

35 Se describirá la estructura de una trama de datos usada mediante el módem de PLC 100 para realizar un proceso de autenticación. La Figura 7 muestra un ejemplo de la estructura de trama de datos. Una trama de datos 710 tiene un preámbulo 711 que incluye información necesaria para transmitir la trama de datos 710, una señal de control 712 para realizar control de comunicación en un proceso de autenticación, y una cabida útil 713 que incluye datos reales excepto el preámbulo 711 y la señal de control 712.

40 La señal de control 712 puede incluir una señal de inicio de configuración 712a para notificar que va a tener lugar un proceso de autenticación. La señal de control 712 puede incluir una señal de desactivación de configuración 712b para notificar que un proceso de autenticación está desactivado. Aunque la señal de inicio de configuración es una única señal en la Figura 7, pueden usarse dos señales, una señal de inicio de autenticación y una señal de configuración de inicio de seguridad.

45 En la Figura 15 relacionada con la descripción anterior, es posible encriptar los datos de cabida útil 713 en la trama de transmisión en una respuesta de autenticación y el proceso de autenticación posterior, excepto para una solicitud de autenticación. Incluso en caso de que se encripten los datos de cabida útil 713, es posible confirmar si un proceso de autenticación está en marcha puesto que la señal de control 712 incluye una señal de inicio de configuración.

50 Se describirá el método de proceso de autenticación.

55 Este ejemplo supone un proceso de autenticación entre un módem de PLC 100A que funciona como una unidad maestra para gestionar un proceso de autenticación y un módem de PLC 100B que funciona como una unidad esclava para la que se gestiona un proceso de autenticación. Obsérvese que el módem de PLC 100A que funciona como una unidad maestra no es el único elemento que tiene que gestionar un proceso de autenticación. Por ejemplo, en un sistema distribuido, uno cualquiera de los módems en una red puede tener la misma función que la de la unidad maestra y controlar un proceso de autenticación. Aunque se muestra un ejemplo del método de proceso de autenticación general en la Figura 15, el módem de PLC 100A puede realizar una solicitud de autenticación y el módem de PLC 100B puede realizar una respuesta de autenticación. Este ejemplo detalla procesos relacionados con una solicitud de autenticación y una respuesta de autenticación en el proceso de autenticación y se omite una descripción relacionada con la generación de una clave y la transmisión de una clave de red.

60

65 Se describirá la operación del módem de PLC 100A en un proceso de autenticación entre unidades maestra y esclava. La Figura 8 muestra un ejemplo del flujo de operación del módem de PLC 100A en un proceso de autenticación.

Quando el controlador 10 detecta una pulsación en el botón de configuración 106 del módem de PLC 100A (etapa S801), el controlador 10 monitoriza una señal de inicio de configuración incluida en una señal de control desde otro módem de PLC 100A y determina si la señal de inicio de configuración se ha detectado en un periodo predeterminado (etapa S802).

5 Se describe a continuación un método para detectar una señal de control 902 desde otro módem de PLC 100A. En caso de que la señal de control 902 transmitida mediante otro módem de PLC 100A use una baliza, la baliza se recibe mediante la parte de comunicación 20 y el controlador 10 determina si es una señal de inicio de configuración desde el otro módem de PLC 100A, permitiendo por lo tanto la detección de una señal de inicio de configuración desde el otro módem de PLC 100A.

En caso de que se detecte una señal de inicio de configuración desde otro módem de PLC 100A en un periodo predeterminado, un indicador 105 proporciona una indicación de error por medio de un LED y el controlador 10 resetea diversos ajustes al estado inicial (etapa S807) para completar el proceso.

15 Después de eso, la parte de comunicación 20 puede transmitir una señal de control que incluye una señal de desactivación de configuración (etapa S808). Aunque en el caso que se considere una señal de desactivación de configuración, se transmite una señal de control que incluye una señal de desactivación de configuración después de una indicación de error, este orden puede invertirse.

20 En caso de que no se detecte una señal de inicio de configuración desde otro módem de PLC 100A en un periodo predeterminado, es posible realizar un proceso de autenticación sin verse influenciado por otros módems de PLC 100, de modo que la parte de comunicación 20 transmite una señal de control que incluye una señal de inicio de configuración (etapa S803).

25 Después de que se ha transmitido una señal de control que incluye una señal de inicio de configuración, el controlador 10 espera, monitoriza una señal de solicitud de autenticación, hasta que se detecta una señal de solicitud de autenticación desde el módem de PLC 100B (etapa S804). Cuando se detecta una señal de solicitud de autenticación, la parte de comunicación 20 usa una señal de control que incluye una señal de inicio de configuración para emitir una respuesta de autenticación (etapa S805).

30 Una señal de control que puede incluir una señal de inicio de configuración o una señal de desactivación de configuración puede ser una señal de control incluida como parte de una trama de datos convencional, o una señal compuesta de solamente una señal de control tal como una baliza, interrogación o un testigo.

35 De esta manera, en caso de que no se detecte una señal de inicio de configuración desde cualquier otro módem de PLC 100, es posible realizar un proceso de autenticación en ese punto en el tiempo. Se posibilita un proceso de autenticación correcto por medio de un proceso de autenticación continuado.

40 Después de la respuesta de autenticación, el controlador 10 monitoriza si se genera una señal de solicitud de autenticación desde otro módem de PLC 100B hasta que ha transcurrido un periodo de tiempo predeterminado (etapa S806). En caso de que no se detecte otra señal de solicitud de autenticación desde el otro módem de PLC 100B en el periodo predeterminado, aunque no se ilustra, la parte de comunicación 20 transmite una solicitud de generación de clave y detecta una respuesta de generación de clave desde el módem de PLC 100B, y el controlador 10 genera una clave, y la parte de comunicación 20 transmite al módem de PLC 100B una clave de red compartida en una red por línea eléctrica a la que está conectado el módem de PLC 100A usando la clave, y completa el proceso. En caso de que se detecte otra señal de solicitud de autenticación desde el otro módem de PLC 100B en el periodo predeterminado, sigue un proceso de indicación de error y transmisión de una señal de control que incluye una señal de desactivación de configuración en las etapas S807 y S808.

45 50 Como se ha descrito anteriormente, en caso de que se detecten diversas solicitudes de autenticación como resultado, es imposible determinar cuál es el módem de PLC 100B a someter a un proceso de autenticación, de modo que pueden cancelarse los procesos de autenticación desde todos los módem de PLC 100B. En caso de que se detecten señales de autenticación desde una pluralidad de módems de PLC 100B, puede transmitirse una señal de desactivación de configuración. Por lo tanto, el segundo y los posteriores módems de PLC 100B así como el primer módem de PLC 100B que se ha notificado inicialmente de la finalización de un proceso de autenticación correcto puede detectar fácilmente que la configuración inicial es inválida.

55 60 De esta manera, en caso de que se reciba una solicitud de autenticación adicional una vez después de que se realice un proceso de autenticación, es posible notificar que el proceso de autenticación completado es posiblemente un error de autenticación transmitiendo simplemente una señal de desactivación de configuración.

65 Con relación a la decisión de que se han recibido diversas solicitudes de autenticación desde unidades esclavas, en la Figura 8 se realiza una respuesta de autenticación seguida inmediatamente de una solicitud de autenticación desde el primer módem de PLC 100B y se realiza la monitorización para una solicitud de autenticación desde un segundo o posterior módem de PLC 100B hasta que transcurra un periodo predeterminado. Puede usarse un

proceso de determinación alternativo mencionado a continuación.

Incluso si se emite una solicitud de autenticación desde un primer módem de PLC 100B en la etapa S804 después de que se transmite una señal de control que incluye una señal de inicio de configuración mediante el módem de PLC 100A, el módem de PLC 100A no emite inmediatamente una respuesta de autenticación con relación al primer módem de PLC 100B sino que monitoriza una señal de solicitud de autenticación desde otro módem de PLC 100B hasta que transcurre un periodo predeterminado. De esta manera, es posible suponer inicialmente un error en la autenticación para el primer módem de PLC 100B así como los posteriores módems de PLC 100B de la pluralidad de módems de PLC 100B. Esto evita que se reciba una respuesta de autenticación a la solicitud de autenticación desde el primer módem de PLC 100B proporcionando por lo tanto un proceso de autenticación más correcto.

En un proceso de autenticación entre una unidad maestra y una unidad esclava, puede realizarse control de alimentación a través de una señal de control.

Para ser más precisos, cuando se transmite una señal de control que incluye una señal de inicio de configuración (etapa S803), la parte de comunicación 20 del módem de PLC 100A transmite la señal de control con alimentación reducida. En caso de que no se detecte una solicitud de autenticación desde un módem de PLC 100B durante un periodo predeterminado, la parte de comunicación 20 eleva la alimentación de la señal de control. La parte de comunicación 20 repite la elevación de la alimentación de la señal de control hasta que detecta una señal de solicitud de autenticación.

Controlando la alimentación de la señal de control, es posible suprimir la posibilidad de un error de autenticación con otros módems de PLC 100 para los que no se supone configuración de autenticación, y para suprimir la emisión desde una línea eléctrica.

A continuación, se describirá la operación del módem de PLC 100B en un proceso de autenticación entre una unidad maestra y una unidad esclava. La Figura 9 muestra un ejemplo del flujo de operación del módem de PLC 100B en un proceso de autenticación. Aunque en este ejemplo el módem de PLC 100A usa una baliza como una señal de control, puede usarse cualquier otra señal mencionada anteriormente.

El controlador 10 detecta una pulsación en el botón de configuración 106 del módem de PLC 100B (etapa S901). El módem de PLC 100A transmite una baliza a intervalos predeterminados. El controlador 10 monitoriza balizas para comprobar las balizas desde el módem de PLC 100A y determina cuántas balizas que incluyen una señal de inicio de configuración se han detectado en un periodo predeterminado (etapa S902).

Cuando se detecta únicamente una baliza que incluye una señal de inicio de configuración, la parte de comunicación 20 supone que no participan otros módems de PLC 100A en la misma red en un proceso de autenticación y emite una solicitud de autenticación usando una señal de control que incluye una señal de inicio de configuración (etapa S903). En respuesta a esta solicitud de autenticación, la parte de comunicación 20 detecta una respuesta de autenticación que incluye una señal de inicio de configuración desde el módem de PLC 100A como un homólogo autorizado de autenticación (etapa S904) para completar el proceso.

En el caso que se detecten dos o más balizas que incluyen una señal de inicio de configuración en un periodo predeterminado, el indicador 105 proporciona una indicación de error por medio de un LED que supone que otro módem de PLC 100A en la misma red participa en un proceso de autenticación, y el controlador 10 resetea diversos ajustes a la etapa inicial (etapa S905) para completar el proceso. Una baliza que incluye una señal de desactivación de configuración puede transmitirse antes de una indicación de error (etapa S906). Aunque se transmite una señal de desactivación de configuración, si la hubiera, antes de una indicación de error en la Figura 9, este orden puede invertirse.

En caso de que no se detecten balizas en un periodo predeterminado, el indicador 105 proporciona una indicación de error por medio de un LED, y el controlador 10 resetea diversos ajustes al estado inicial (etapa S905) para completar el proceso.

De esta manera, en caso de que se reciba únicamente una señal de inicio de configuración desde el módem de PLC 100A, es posible realizar un proceso de autenticación en ese punto en el tiempo. Se posibilita un proceso de autenticación correcto por medio de un proceso de autenticación continuado.

En caso de que se detecte una pluralidad de señales de inicio de configuración desde los módems de PLC 100A, es posible notificar que un proceso de configuración no tiene lugar en ese punto en el tiempo.

Aunque las balizas se monitorizan durante un periodo predeterminado en el ejemplo anterior, en caso de que se confirme el contenido de la baliza y se detecte que las balizas se emiten desde módems diferentes, puede realizarse la misma operación recibiendo las balizas sin proporcionar un periodo de monitorización de baliza.

A continuación, se describirá la operación de un módem de PLC 100 en un proceso de autenticación usando un

periodo de monitorización mencionado más adelante. La Figura 8 ilustra que, el controlador 10 monitoriza, en un proceso de autenticación, cualquier solicitud de autenticación desde otros módems de PLC 100 durante un periodo de tiempo desde el inicio de un proceso de autenticación mediante un módem de PLC 100 hasta un punto predeterminado en el tiempo (en lo sucesivo denominado como un "periodo de configuración") durante el que no deben confirmarse solicitudes de autenticación desde los otros módems de PLC para evitar un error de autenticación. En este ejemplo, el controlador 10 monitoriza, en un proceso de autenticación, cualquier solicitud de autenticación desde otros módems de PLC 100 durante un periodo de tiempo desde un punto predeterminado en el tiempo antes del inicio de un proceso de autenticación mediante un módem de PLC 100 hasta el final del periodo de configuración (en lo sucesivo denominado como un "periodo de monitorización") para realizar el proceso de autenticación. La relación entre el periodo de configuración y el periodo de monitorización se muestra en la Figura 10-A.

La Figura 10-B muestra un ejemplo del flujo de operación de un módem de PLC 100A en un proceso de autenticación usando un periodo de monitorización. La Figura 10-B muestra dos procesos de autenticación. Uno es entre dos módems de PLC (un módem de PLC 100C que funciona como una unidad maestra y un módem de PLC 100D que funciona como una unidad esclava) y el otro es entre los módems de PLC distintos (un módem de PLC 100A y un módem de PLC 100B). En este ejemplo, el proceso de autenticación entre el módem de PLC 100A y el módem de PLC 100B se denomina como el "proceso de auto autenticación" y el proceso de autenticación entre el módem de PLC 100C y el módem de PLC 100D se denomina como el "proceso de autenticación alternativo".

El controlador 10 realiza la monitorización del proceso de autenticación alternativo en el periodo de monitorización (etapa S1001) y realiza el proceso de auto autenticación en el periodo de configuración (etapa S1002).

Después de iniciar el proceso de auto autenticación, el controlador 10 determina si un proceso de autenticación alternativo está en marcha (etapa S1003).

Una memoria 240 obtiene de manera secuencial y graba diversos tipos de información de proceso tal como un proceso de comunicación. En el periodo de monitorización antes de que se inicie el periodo de configuración, el controlador 10 puede determinar si un proceso de autenticación alternativo está en marcha basándose en la información de proceso.

Si se determina que un proceso de autenticación alternativo está en marcha basándose en si el controlador 10 ha detectado más de una señal de inicio de configuración en el periodo de monitorización. En caso de que se haya detectado más de una señal de inicio de configuración, puede determinarse que un proceso de autenticación alternativo está en marcha en ese punto en el tiempo.

En caso de que un proceso de autenticación alternativo no esté en marcha, el controlador 10 y la parte de comunicación 20 realizan el proceso de auto autenticación hasta que esté completo (etapa S1004) para terminar el proceso de autenticación.

En caso de que un proceso de autenticación alternativo esté en marcha, el proceso de auto autenticación se cancela y el indicador 105 proporciona una indicación de error usando un LED y el controlador 10 resetea diversos ajustes al estado inicial (etapa S1006) para completar el proceso. Una indicación de error hace posible detectar que un proceso de autenticación alternativo está en marcha en ese punto en el tiempo.

La parte de comunicación 20 puede transmitir una señal de control que incluye una señal de desactivación de configuración antes de que se proporcione una indicación de error (etapa S1005). En caso de que se considere una señal de desactivación de configuración, mientras se transmite una señal de control que incluye una señal de desactivación de configuración antes de que se proporcione una indicación de error en este ejemplo, este orden puede invertirse. El uso de una señal de desactivación de configuración hace posible notificar a otros módems de PLC 100 que un proceso de autenticación alternativo está en marcha, asegurando por lo tanto un proceso de autenticación más seguro y más fiable en una red.

Realizar un proceso de autenticación usando un periodo de monitorización proporciona las siguientes ventajas.

Por ejemplo, la Figura 10-C muestra una situación donde existen cuatro módems de PLC 100A a 100D. El proceso de autenticación entre el módem de PLC 100A y el módem de PLC 100B y el proceso de autenticación entre el módem de PLC 100C y el módem de PLC 100D puede fallar debido a que el proceso de autenticación no pueda realizarse en el periodo de configuración 10a del módem de PLC 100A y en el periodo de configuración 10c del módem de PLC 100C. El proceso de autenticación entre el módem de PLC 100B y el módem de PLC 100C puede completarse satisfactoriamente debido a que el proceso de autenticación puede realizarse en el periodo de configuración 10b del módem de PLC 100B. Esta situación podría ocurrir por ejemplo en caso de que módem de PLC 100A y el módem de PLC 100B estén distantes entre sí y el botón de configuración 106 del módem de PLC 100B no pueda presionarse justo después de que se presione botón de configuración 106 del módem de PLC 100A. Incluso en una situación de este tipo, es posible monitorizar una señal de inicio de configuración desde otro módem de PLC 100 anterior al inicio del proceso de auto autenticación, asegurando por lo tanto un proceso de autenticación

más correcto.

A continuación, se describirá la operación de un módem de PLC 100 en un proceso de autenticación usando el periodo de monitorización en un ejemplo distinto al de la Figura 10.

5 La Figura 11 muestra un ejemplo de la operación de un módem de PLC 100A en un proceso de autenticación que usa un periodo de monitorización. Se proporciona un mismo número al mismo proceso que el de la Figura 10-B y se omite la descripción correspondiente.

10 El ejemplo en la Figura 11 es diferente de el de la Figura 10-B de la siguiente manera. En caso de que se determine en la etapa S1003 que un proceso de autenticación alternativo está en marcha, el proceso de auto autenticación se suspende y el controlador 10 espera hasta que transcurre un periodo predeterminado en un temporizador (no mostrado) (etapa S1101) y determina si el proceso de autenticación alternativo sigue en marcha en el punto en el tiempo en que ha transcurrido el periodo predeterminado (etapa S1102). En caso de que el proceso de autenticación alternativo siga en marcha en el punto en el tiempo en que ha transcurrido el periodo predeterminado, la ejecución vuelve a la etapa S1101 donde el controlador 10 espera hasta que transcurre el periodo predeterminado. En caso de que el proceso de autenticación alternativo esté completo en el punto en el tiempo que ha transcurrido el periodo predeterminado, el controlador 10 y la parte de comunicación 20 reanudan el proceso de auto autenticación (etapa S1103) para completar el proceso. El periodo predeterminado anterior puede ser un periodo aleatorio o un periodo fijo en que no se detecta muy a menudo un proceso de autenticación alternativo.

De esta manera, en caso de que un proceso de autenticación alternativo esté en marcha, es posible reanudar el proceso de auto autenticación después de que se termina el proceso de autenticación alternativo. Una vez iniciado, el proceso de auto autenticación puede operar hasta que se termine satisfactoriamente.

25 A continuación, se describirá la operación de un módem de PLC 100 suponiendo un caso en que pueda especificarse de manera flexible un periodo de configuración en lugar de usar un periodo de monitorización.

30 Ejemplos del método para especificar un periodo de configuración incluyen los siguientes: puede especificarse un periodo proporcional o inversamente proporcional a un periodo en que se presiona el botón de configuración 106 (tiempo de presión continua) como un periodo de configuración. La disposición puede realizarse de modo que, en caso de que se realice un proceso de autenticación entre un módem de PLC 100A y un módem de PLC 100B, el controlador 10 puede cambiar el periodo de configuración cuando se presiona sucesivamente el botón de configuración 106 del módem de PLC 100A y el botón de configuración 106 del módem de PLC 100B, por ejemplo, en varios segundos.

40 La Figura 12 muestra un ejemplo de la operación de un módem de PLC 100 para cambiar el periodo de configuración. Haciendo referencia a la Figura 12, se describirá un método para cambiar el periodo de configuración que corresponde al tiempo de presión del botón de configuración. En primer lugar, el controlador 10 mide el tiempo de presión del botón de configuración (etapa S1201). De acuerdo con el resultado de medición del tiempo de presión, el controlador 10 determina un periodo de configuración (etapa S1202). Después de que se determina el periodo de configuración, el controlador 10 inicia el procedimiento de configuración (etapa S1203). Cuando se realiza la configuración, la parte de comunicación 20 puede notificar a otros módems de PLC 100 del periodo de configuración usado para configurar en la señal de control (etapa S1204).

45 De esta manera, es posible cambiar de manera flexible el periodo de configuración asegurando por lo tanto un proceso de autenticación más correcto.

50 A continuación, se describirá la operación de un módem de PLC 100 que ha detectado una señal de desactivación de configuración desde otro módem de PLC 100. La Figura 13 muestra un ejemplo de la operación de un módem de PLC 100 que ha detectado una señal de desactivación de configuración desde otro módem de PLC 100.

El controlador 10 monitoriza una señal de desactivación de configuración transmitida mediante otro módem de PLC 100 con cada periodo de monitorización predeterminado (etapa S1301). Incluso en caso de que no se detecte una señal de desactivación de configuración en la etapa S1301, el controlador 10 continúa monitorizando.

60 En caso de que el controlador 10 haya detectado una señal de desactivación de configuración, el controlador 10 transmite una señal de control que incluye una señal de desactivación de configuración durante un periodo predeterminado (etapa S1302). Esto permite al módem de PLC 100 que ha detectado una señal de desactivación de configuración transmitir la misma a otros módems de PLC para hacerles notificar que un proceso de autenticación está desactivado actualmente en la misma red.

65 La señal de desactivación de configuración puede incluirse en una señal compuesta de una señal de control tal como una baliza, interrogación o un testigo, o en una trama de datos convencional. El periodo predeterminado puede ser un periodo determinado mediante una variable aleatoria o un periodo predeterminado tal como 5 segundos o 10 segundos.

De esta manera, un módem de PLC 100 que ha detectado una señal de desactivación de configuración desde otro módem de PLC 100 puede transmitir una señal que incluye la señal de desactivación de configuración permitiendo por lo tanto a los otros módems de PLC 100 realizar un proceso de autenticación más correcto.

- 5 Con el método de proceso de autenticación anterior, es posible realizar de manera fiable un proceso de autenticación entre módems de PLC deseados incluso en caso de que una pluralidad de módems de PLC 100 en una red estén conectados a una línea eléctrica 700.

10 A continuación, se describirá un método para confirmar el estado de registro que indica si está completo un proceso de autenticación.

Este método indica el número de módems de PLC 100 para los que un proceso de autenticación está completo entre los otros módems de PLC 100 y los resultados de confirmación de autenticación para confirmar el estado de registro.

- 15 Una lista de registro de dispositivo 241 que registra información en cada módem de PLC 100 se almacena en una memoria 240 para confirmación de un estado de registro. La lista de registro de dispositivo 241 puede incluir información tal como el número de dispositivo y dirección de MAC de cada módem de PLC 100, un estado (registrado/no registrado) que indica si un proceso de autenticación se ha realizado con otro módem de PLC 100, un tipo (unidad maestra/esclava) de cada módem de PLC 100 y si cada módem de PLC 100 está actualmente conectado y está operando. La lista de registro de dispositivo 241 se actualiza mediante el controlador 10 del módem de PLC 100A en caso de que se realice un proceso de autenticación entre una unidad maestra y una unidad esclava y se transmita al módem de PLC 100B. Esto permite al módem de PLC 100A y al módem de PLC 100B mantener la última lista de registro de dispositivo 241 en la memoria 240 en todo momento. Haciendo referencia a la lista de registro de dispositivo 241, un módem de PLC 100 puede transmitir una señal de confirmación de registro para ordenar la confirmación de un estado de registro a otros módems de PLC 100 registrados en la lista de registro de dispositivo 241 e indicar el número de los otros módems de PLC 100 para los que un proceso de autenticación está completo con el módem de PLC 100.

30 Es posible reflejar la última información de registro obtenida mediante cada módem de PLC durante comunicaciones convencionales así como la información sobre los dispositivos registrados en la lista de registro de dispositivo 241. Para ser más precisos, por ejemplo, los módems de PLC pueden intercambiar señales entre sí para detectar en tiempo real si un módem actualmente registrado está operando en el modo normal o en el modo no registrado, obteniendo de esta manera la última información de registro. La información de registro se actualiza con cada periodo predeterminado y por lo tanto la lista de registro de dispositivo 241 incluye el último estado de registro en todo momento.

35 Se describirá la operación de un módem de PLC 100 en la confirmación del estado de registro haciendo referencia a las Figuras 14A y 14B.

- 40 En primer lugar, se describirá la operación del módem de PLC 100 que transmite una señal de confirmación de registro para ordenar la confirmación del estado de registro haciendo referencia a la Figura 14-A.

45 En caso de que se realice la confirmación de registro entre un módem de PLC 100 y otro módem de PLC 100 que constituyen una red por línea eléctrica, cuando el controlador 10 detecta una pulsación en el botón de confirmación de autenticación 106 del módem de PLC 100 (etapa S1401), la parte de comunicación 20 transmite una señal de confirmación de registro a otros módems de PLC 100 registrados en la lista de registro de dispositivo 241 basándose en la lista de registro de dispositivo 241 (etapa S1402). Cuando se transmite una señal de confirmación de registro, el indicador 105 del módem de PLC 100 indica el número de módems de PLC 100 comunicables basándose en la lista de registro de dispositivo 241 (etapa S1403).

50 A continuación, se describirá la operación del módem de PLC 100 que recibe una señal de confirmación de registro haciendo referencia a la Figura 14-B.

55 Cuando la parte de comunicación 20 detecta una señal de confirmación de registro desde otro módem de PLC 100 (etapa S1411), el indicador 105 indica el resultado de confirmación de registro (etapa S1412). Para indicar el resultado de confirmación de registro, el indicador 105 puede producir que un LED parpadee o se ilumine en un color diferente. Puede usarse cualquier sonido o voz, por ejemplo, para notificar el resultado de confirmación de registro en lugar de la indicación en el indicador 105.

60 Como se muestra en las Figuras 14A y 14B, puede usarse un módem de PLC 100 que incluye únicamente la función de transmisión, las funciones de transmisión y de indicación de recuento de módem, las funciones de transmisión y de recepción, una combinación de la indicación de recuento de módem, funciones de transmisión y recepción u otras combinaciones.

65 De esta manera, indicando el número de módems y el resultado de confirmación de registro, es posible conocer, correctamente y al mismo tiempo, el número e identidad de los módems de PLC 100 para los que un proceso de

autenticación está completo.

5 En caso de que el número de módems de PLC 100 para los que un proceso de autenticación está completo sea diferente del número de módems de PLC 100 para los que se indica el resultado de confirmación de registro, es posible detectar la interceptación por ejemplo mediante un módem de PLC externo. En caso de que los módems de PLC 100 para los que se indica el resultado de confirmación de registro se diferencie de aquellos esperados, es posible detectar un error de registro en un proceso de autenticación. En caso de que el número de módems de PLC 100 para los que un proceso de autenticación está completo se diferencie del número de módems de PLC 100 que se espera que hayan experimentado un proceso de autenticación, es posible detectar un módem de PLC 100 que se queda sin registro.

10 Con tal confirmación de estado de registro, es posible confirmar que un proceso de autenticación se ha realizado de manera fiable entre módems de PLC deseados en caso de que exista una pluralidad de módems de PLC 100 en una red.

15 Como un enfoque sencillo, la parte de comunicación 20 de un módem de PLC 100 puede simplemente indicar el número de módems de PLC 100 comunicables basándose en la lista de registro de dispositivo 241 sin transmitir una señal de confirmación de registro (etapa S1402) a otros módems de PLC 100 registrados en la lista de registro de dispositivo 241 basándose en la lista de registro de dispositivo 241.

20 Un único botón puede servir como un botón de configuración y un botón de confirmación de autenticación cambiando la manera de presionar el botón. Por ejemplo, el botón puede funcionar como un botón de configuración cuando se mantiene durante al menos un segundo y como un botón de confirmación de autenticación cuando se presiona durante una duración de menos de un segundo.

25 Se exponen aspectos de la materia objeto descrita en el presente documento en los siguientes apartados.

30 Además, el aparato de comunicación por línea eléctrica incluye una parte de operación que puede operarse, en la que la parte de transmisión de señal transmite la señal predeterminada al otro aparato de comunicación por línea eléctrica de acuerdo con la operación de la parte de operación.

35 Con esta configuración, es posible confirmar que un proceso de autenticación se ha realizado de manera fiable mediante los aparatos de comunicación por línea eléctrica deseados de acuerdo con una operación mediante la parte de operación incluso en caso de que una pluralidad de aparatos de comunicación por línea eléctrica estén conectados a una línea eléctrica.

40 Además, el aparato de comunicación por línea eléctrica incluye una parte de almacenamiento para almacenar información de registro de dispositivo que indica un estado de registro de al menos uno de una pluralidad de los otros aparatos de comunicación por línea eléctrica, en el que la parte de transmisión de señal transmite la señal predeterminada a los otros aparatos de comunicación por línea eléctrica conectados a la línea eléctrica y produce que un indicador indique el número de los otros aparatos de comunicación por línea eléctrica que son comunicables mientras hace referencia a la información de registro de dispositivo almacenada en la parte de almacenamiento de información de registro.

45 Con esta configuración, se realiza un proceso de autenticación con otros aparatos de comunicación por línea eléctrica y se hace posible confirmar fácilmente el número de aparatos de comunicación por línea eléctrica para los que un proceso de autenticación está completo, los aparatos de comunicación por línea eléctrica comunicables con el aparato de comunicación por línea eléctrica.

50 Además, el aparato de comunicación por línea eléctrica incluye una parte de recepción de señal que recibe una señal predeterminada, en el que la parte de recepción de señal produce que el indicador del aparato de comunicación por línea eléctrica indique que el aparato de comunicación por línea eléctrica y el otro aparato de comunicación por línea eléctrica se hacen comunicables entre sí en caso de que la parte de recepción de señal reciba la señal predeterminada desde el otro aparato de comunicación por línea eléctrica conectado a la línea eléctrica.

55 Con esta configuración, es posible confirmar que un proceso de autenticación se ha realizado correctamente con un aparato de comunicación por línea eléctrica como una fuente de una señal de confirmación de estado de registro a través de la indicación en un LED que un proceso de autenticación está completo entre aparatos de comunicación por línea eléctrica.

60 El aparato de comunicación por línea eléctrica, en el que la parte de operación inicia el proceso de autenticación para posibilitar las comunicaciones con el otro aparato de comunicación por línea eléctrica; y en el que la parte de procesamiento de autenticación transmite una señal de inicio de configuración que notifica que el proceso de autenticación tiene lugar después de la operación de la parte de operación.

Con esta configuración, es posible realizar de manera fiable un proceso de autenticación entre aparatos de comunicación por línea eléctrica deseados incluso en caso de que una pluralidad de aparatos de comunicación por línea eléctrica estén conectados a una línea eléctrica.

5 El aparato de comunicación por línea eléctrica, en el que la parte de procesamiento de autenticación transmite la señal de inicio de configuración en caso de que la parte de procesamiento de autenticación reciba una o menos señales de inicio de configuración desde los otros aparatos de comunicación por línea eléctrica en el periodo predeterminado después de la operación de la parte de operación.

10 Con esta configuración, un usuario que realiza un proceso de autenticación puede recibir una señal de inicio de configuración desde un aparato de comunicación por línea eléctrica deseado realizando por lo tanto un proceso de autenticación correcto.

15 El aparato de comunicación por línea eléctrica, en el que la parte de procesamiento de autenticación transmite la señal de inicio de configuración con una potencia de transmisión de la misma reducida por debajo de una potencia de transmisión de la señal de respuesta de autenticación.

20 Con esta configuración, es posible suprimir la posibilidad de un error de autenticación con otros módems de PLC para los que no se supone la configuración de autenticación, y suprimir la emisión desde una línea eléctrica.

25 El aparato de comunicación por línea eléctrica, en el que la parte de procesamiento de autenticación retransmite la señal de inicio de configuración con potencia de transmisión aumentada en caso de que la parte de procesamiento de autenticación falle al recibir una respuesta desde el otro aparato de comunicación por línea eléctrica en un periodo predeterminado después de detectar la operación de la parte de operación.

30 Con esta configuración, es posible ajustar la magnitud de la potencia de la señal de inicio de configuración asegurando por lo tanto un proceso de autenticación con mínima potencia.

35 El aparato de comunicación por línea eléctrica, en el que la parte de procesamiento de autenticación, transmite una señal de desactivación de configuración que notifica que el proceso de autenticación está desactivado a los otros aparatos de comunicación por línea eléctrica en caso de que la parte de procesamiento de autenticación reciba respuestas desde una pluralidad de los otros aparatos de comunicación por línea eléctrica en un periodo predeterminado después de detectar la operación de la parte de operación.

40 Con esta configuración, es posible notificar a otros aparatos de comunicación por línea eléctrica de la posibilidad de un proceso de autenticación con otro aparato de comunicación por línea eléctrica no deseado cuando se realiza un proceso de autenticación en una red por línea eléctrica a la que está conectado actualmente el aparato de comunicación por línea eléctrica, realizando por lo tanto un proceso de autenticación más correcto.

45 El aparato de comunicación por línea eléctrica, en el que la parte de procesamiento de autenticación cambia una longitud del periodo predeterminado para monitorizar la recepción de la señal de inicio de configuración desde los otros aparatos de comunicación por línea eléctrica basándose en un tiempo de operación de la parte de operación.

50 Con esta configuración, es posible cambiar de manera flexible el tiempo para monitorizar una señal de inicio de configuración desde el otro aparato de comunicación por línea eléctrica, realizando por lo tanto un proceso de configuración más correcto.

55 El aparato de comunicación por línea eléctrica, en el que se emplea una señal de diversidad como una señal usada para el proceso de autenticación.

60 Con esta configuración, una señal usada para un proceso de autenticación se hace robusta asegurando por lo tanto un proceso de autenticación más correcto.

65 El aparato de comunicación por línea eléctrica, en el que una señal de diversidad de frecuencia que utiliza una región de frecuencia se usa como la señal de diversidad.

Con esta configuración, una señal usada para un proceso de autenticación se hace robusta asegurando por lo tanto un proceso de autenticación más correcto.

60 El aparato de comunicación por línea eléctrica, en el que una señal de diversidad de tiempo que utiliza una región de tiempo se usa como la señal de diversidad.

65 Con esta configuración, una señal usada para un proceso de autenticación se hace robusta asegurando por lo tanto un proceso de autenticación más correcto.

El aparato de comunicación por línea eléctrica, en el que una señal de diversidad de frecuencia-tiempo que utiliza

una región de frecuencia y una región de tiempo se usa como la señal de diversidad.

Con esta configuración, una señal usada para un proceso de autenticación se hace robusta asegurando por lo tanto un proceso de autenticación más correcto.

5 El método de confirmación de estado de registro incluye: transmitir, mediante el primer aparato de comunicación por línea eléctrica, la señal de confirmación de estado de registro e indicar información que incluye un número de los segundos aparatos de comunicación por línea eléctrica que son comunicables para el primer aparato de comunicación por línea eléctrica mientras que se hace referencia a información de registro de dispositivo que indica el estado de registro entre los aparatos de comunicación por línea eléctrica.

10 Con este método, es posible confirmar fácilmente el número de aparatos de comunicación por línea eléctrica para los que está completo un proceso de autenticación con el aparato de comunicación por línea eléctrica, los aparatos de comunicación por línea eléctrica comunicables con el aparato de comunicación por línea eléctrica.

15 El método de confirmación de estado de registro incluye: transmitir, mediante el primer aparato de comunicación por línea eléctrica, una señal de inicio de configuración que notifica que va a tener lugar un proceso de autenticación, después de iniciar el proceso de autenticación para posibilitar las comunicaciones con el segundo aparato de comunicación por línea eléctrica.

20 Con este método, es posible realizar fácilmente un proceso de autenticación entre aparatos de comunicación por línea eléctrica deseados incluso en caso de que una pluralidad de aparatos de comunicación por línea eléctrica estén conectados a una línea eléctrica.

25 El método de confirmación de estado de registro, en el que se emplea una señal de diversidad como una señal usada para el proceso de autenticación.

30 Con esta configuración, una señal usada para un proceso de autenticación se hace robusta asegurando por lo tanto un proceso de autenticación más correcto.

35 El método de confirmación de estado de registro incluye: indicar, mediante el primer aparato de comunicación por línea eléctrica conectado a la línea eléctrica, información que incluye un número de los segundos aparatos de comunicación por línea eléctrica que son comunicables basándose en información de registro de dispositivo que indica el estado de registro de los segundos aparatos de comunicación por línea eléctrica.

Con este método, es posible captar el número de módems de PLC registrados sin transmitir una señal de confirmación de registro a otros módems de PLC.

#### **Aplicabilidad industrial**

40 Con la invención, se utiliza como un aparato de comunicación por línea eléctrica y un sistema de comunicación por línea eléctrica para que puedan confirmar que un proceso de autenticación se ha realizado de manera fiable mediante aparatos de comunicación por línea eléctrica deseados en caso de que una pluralidad de aparatos de comunicación por línea eléctrica estén conectados a una línea eléctrica. Se utiliza también como un módem de comunicación por línea eléctrica y un sistema de comunicación por línea eléctrica que pueden realizar de manera fiable un proceso de autenticación entre aparatos de comunicación por línea eléctrica deseados en caso de que una pluralidad de aparatos de comunicación por línea eléctrica estén conectados a una línea eléctrica.

## REIVINDICACIONES

1. Un aparato de comunicación por línea eléctrica (100, 100A) para realizar comunicaciones a través de una línea eléctrica (700) con otro aparato de comunicación por línea eléctrica (100, 100B), comprendiendo el aparato de comunicación por línea eléctrica (100, 100A):
- 5 una parte de comunicación (20) para transmitir/recibir una señal con el otro aparato de comunicación por línea eléctrica (100, 100B); y
- 10 un controlador (10) para realizar un proceso de autenticación, incluyendo el proceso de autenticación recibir a través de la parte de comunicación (20) una señal de solicitud de autenticación para que una solicitud inicie un proceso de autenticación para compartir una clave criptográfica de comunicación encriptada realizada entre el aparato de comunicación por línea eléctrica (100, 100A) y el otro aparato de comunicación por línea eléctrica (100, 100B), transmitir a través de la parte de comunicación (20) una señal de respuesta de autenticación que indica una recepción de la señal de solicitud de autenticación al otro aparato de comunicación por línea eléctrica (100, 100B), generar la clave criptográfica y transmitir la clave criptográfica al otro aparato de comunicación por línea eléctrica (100, 100B) a través de la parte de comunicación (20);
- 15 en donde el controlador (10) está adaptado adicionalmente para transmitir posteriormente a través de la parte de comunicación (20) al otro aparato de comunicación por línea eléctrica (100, 100B) una señal de confirmación de registro para hacer que el otro aparato de comunicación por línea eléctrica (100, 100B) proporcione una indicación que confirma un estado de registro, indicando el estado de registro si el proceso de autenticación está completado, en donde en caso de un proceso de autenticación completado el otro aparato de comunicación por línea eléctrica (100, 100B) puede realizar la comunicación encriptada usando la clave criptográfica.
2. El aparato de comunicación por línea eléctrica (100, 100A) de acuerdo con la reivindicación 1,
- 25 en donde se proporciona el otro aparato de comunicación por línea eléctrica (100, 100B) en una pluralidad, en donde el aparato de comunicación por línea eléctrica (100, 100A) comprende adicionalmente una memoria (240) para almacenar información única para cada uno de la pluralidad de los otros aparatos de comunicación por línea eléctrica (100, 100B), y
- 30 en donde el controlador (10) está adaptado para transmitir la clave criptográfica a uno de la pluralidad de los otros aparatos de comunicación por línea eléctrica (100, 100B) a través de la parte de comunicación (20), almacenar en la memoria (240) información única para el uno de los otros aparatos de comunicación por línea eléctrica (100, 100B) a los que se ha transmitido la clave criptográfica, y para transmitir a través de la parte de comunicación (20) las señales de confirmación de registro a la pluralidad de los otros aparatos de comunicación por línea eléctrica (100, 100B) basándose en la información única para cada uno de la pluralidad de los otros aparatos de comunicación por línea eléctrica (100, 100B) que está almacenada en la memoria (240).
3. El aparato de comunicación por línea eléctrica (100, 100A) de acuerdo con la reivindicación 2,
- 40 que comprende adicionalmente un indicador (105), en el que el controlador (10) permite al indicador (105) indicar información del número de aparatos de comunicación por línea eléctrica (100, 100B) que comparten la clave criptográfica, basándose en la información única para cada uno de la pluralidad de los otros aparatos de comunicación por línea eléctrica (100, 100B) que está almacenada en la memoria (240).
4. El aparato de comunicación por línea eléctrica (100, 100A) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3,
- 45 que comprende adicionalmente una parte de operación (106), en el que el controlador (10) está adaptado para transmitir la señal de confirmación de registro a través de la parte de comunicación (20) cuando se opera la parte de operación (106) después de que se ha transmitido la clave criptográfica al otro aparato de comunicación por línea eléctrica (100, 100B).
- 50 5. Un aparato de comunicación por línea eléctrica (100, 100B) para realizar comunicaciones a través de una línea eléctrica (700) con otro aparato de comunicación por línea eléctrica (100, 100A), comprendiendo el aparato de comunicación por línea eléctrica (100, 100B):
- 55 una parte de comunicación (20) para transmitir/recibir una señal con el otro aparato de comunicación por línea eléctrica (100, 100A); un indicador (105); y
- 60 un controlador (10) para realizar un proceso de autenticación, incluyendo el proceso de autenticación transmitir a través de la parte de comunicación (20) una señal de solicitud de autenticación para que una solicitud inicie un proceso de autenticación para compartir una clave criptográfica de comunicación encriptada realizada entre el aparato de comunicación por línea eléctrica (100, 100B) y el otro aparato de comunicación por línea eléctrica (100, 100A), recibir a través de la parte de comunicación (20) una señal de respuesta de autenticación que indica una recepción de la señal de solicitud de autenticación desde el otro aparato de comunicación por línea eléctrica (100, 100A), recibir la clave criptográfica desde el otro aparato de comunicación por línea eléctrica (100, 100A) a través de la parte de comunicación (20), en donde el controlador (10) está adaptado adicionalmente para posteriormente recibir a través de la parte de comunicación (20) desde el otro aparato de comunicación por línea
- 65

eléctrica (100, 100B) una señal de confirmación de registro como una solicitud para una indicación que confirma un estado de registro, indicando el estado de registro si el proceso de autenticación está completado, en donde en caso de un proceso de autenticación completado el aparato de comunicación por línea eléctrica (100, 100B) puede realizar la comunicación encriptada usando la clave criptográfica, y el controlador está adaptado para permitir al indicador (105) indicar que la comunicación encriptada puede realizarse usando la clave criptográfica con el otro aparato de comunicación por línea eléctrica (100, 100A) en correspondencia con la señal de confirmación de registro.

6. Un sistema de comunicación por línea eléctrica que incluye un primer aparato de comunicación por línea eléctrica (100, 100A) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4 y un segundo aparato de comunicación por línea eléctrica (100, 100B) de acuerdo con la reivindicación 5 que se comunican entre sí a través de una línea eléctrica (700).

7. Un método de confirmación de estado de registro para confirmar un estado de registro de un aparato de comunicación por línea eléctrica (100, 100A) con otro aparato de comunicación por línea eléctrica (100, 100B) que se comunica a través de una línea eléctrica (700), comprendiendo el método de confirmación de estado de registro:

un proceso de autenticación, incluyendo el proceso de autenticación:

una etapa de recepción señal de solicitud de autenticación (S804) para recibir una señal de solicitud de autenticación para que una solicitud inicie un proceso de autenticación para compartir una clave criptográfica de comunicación encriptada realizada con el otro aparato de comunicación por línea eléctrica (100, 100B); una etapa de transmisión de señal de respuesta de autenticación (S805) para transmitir una señal de respuesta de autenticación que indica una recepción de la señal de solicitud de autenticación al otro aparato de comunicación por línea eléctrica (100, 100B); una etapa de generación de clave criptográfica para generar la clave criptográfica, y una etapa de transmisión de clave criptográfica para transmitir la clave criptográfica al otro aparato de comunicación por línea eléctrica (100, 100B); en donde el método de confirmación de estado de registro comprende después del proceso de autenticación:

una etapa de transmisión de señal de confirmación de registro (S1402) para transmitir, al otro aparato de comunicación por línea eléctrica (100, 100B), una señal de confirmación de registro para hacer que el otro aparato de comunicación por línea eléctrica (100, 100B) proporcione una indicación que confirma un estado de registro, indicando el estado de registro si el proceso de autenticación está completado, en donde en caso de un proceso de autenticación completado el otro aparato de comunicación por línea eléctrica (100, 100B) puede realizar la comunicación encriptada usando la clave criptográfica.

8. Un método de confirmación de estado de registro para confirmar un estado de registro de un aparato de comunicación por línea eléctrica (100, 100B) con otro aparato de comunicación por línea eléctrica (100, 100A) que se comunica a través de una línea eléctrica (700), comprendiendo el método de confirmación de estado de registro:

un proceso de autenticación, incluyendo el proceso de autenticación:

una etapa de transmisión de señal de solicitud de autenticación (S903) para transmitir una señal de solicitud de autenticación para que una solicitud inicie un proceso de autenticación para compartir una clave criptográfica de comunicación encriptada realizada con el otro aparato de comunicación por línea eléctrica (100, 100A); una etapa de recepción de señal de respuesta de autenticación (S904) para recibir una señal de respuesta de autenticación que indica una recepción de la señal de solicitud de autenticación desde el otro aparato de comunicación por línea eléctrica (100, 100A); y una etapa de recepción de clave criptográfica para recibir la clave criptográfica; en donde el método de confirmación de estado de registro comprende después del proceso de autenticación:

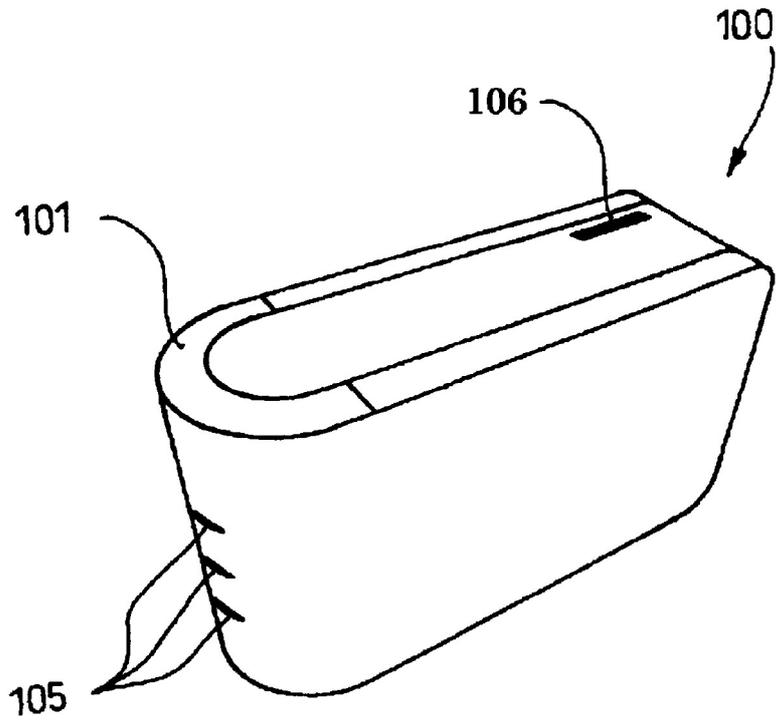
una etapa de recepción de señal de confirmación de registro (S1411) para recibir, desde el otro aparato de comunicación por línea eléctrica (100, 100A), una señal de confirmación de registro como una solicitud para una indicación que confirma un estado de registro, indicando el estado de registro si el proceso de autenticación está completado, en donde en caso de un proceso de autenticación completado la comunicación encriptada puede realizarse usando la clave criptográfica; y una etapa de indicación (S1403) para indicar que la comunicación encriptada puede realizarse usando la clave criptográfica con el otro aparato de comunicación por línea eléctrica (100, 100A) en correspondencia con la señal de confirmación de registro.

9. Un método de confirmación de estado de registro para confirmar un estado de registro entre un primer aparato de comunicación por línea eléctrica (100, 100A) y un segundo aparato de comunicación por línea eléctrica (100, 100B) que se comunican entre sí a través de una línea eléctrica (700), comprendiendo el método de confirmación de estado de registro las etapas del método de confirmación de estado de registro de la reivindicación 7 realizadas

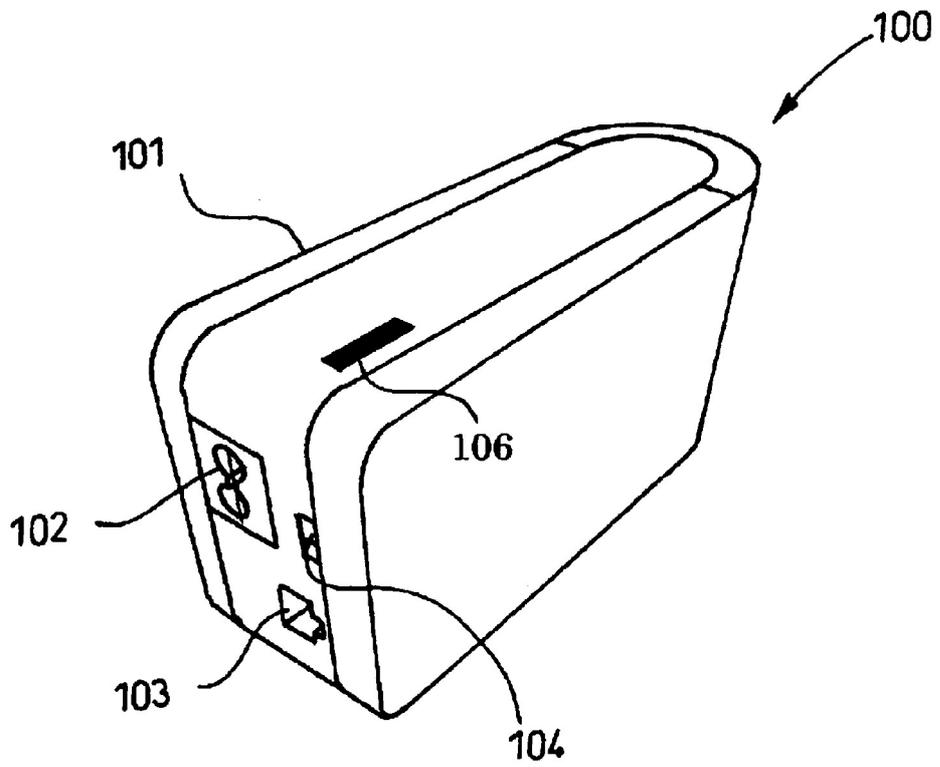
mediante el primer aparato de comunicación por línea eléctrica (100, 100A) y las etapas del método de confirmación de estado de registro de la reivindicación 8 realizadas mediante el segundo aparato de comunicación por línea eléctrica (100, 100B).

- 5 10. El método de confirmación de estado de registro de acuerdo con la reivindicación 9,  
en el que se proporciona el segundo aparato de comunicación por línea eléctrica en una pluralidad,  
en el que la etapa de recepción de señal de solicitud de autenticación (S804) incluye recibir la señal de solicitud de  
autenticación desde uno de la pluralidad de segundos aparatos de comunicación por línea eléctrica (100, 100B),  
10 en el que la etapa de generación de clave criptográfica incluye almacenar información única para el segundo aparato  
de comunicación por línea eléctrica (100, 100B) que ha transmitido la señal de solicitud de autenticación, y  
en el que la etapa de transmisión de señal de confirmación de registro (S1402) incluye transmitir las señales de  
confirmación de registro a la pluralidad de segundos aparatos de comunicación por línea eléctrica (100, 100B)  
basándose en la información única para cada uno de la pluralidad de segundos aparatos de comunicación por línea  
eléctrica (100, 100B) que está almacenada en el primer aparato de comunicación por línea eléctrica (100, 100A).  
15
11. El método de confirmación de estado de registro de acuerdo con la reivindicación 10,  
en el que el primer aparato de comunicación por línea eléctrica (100, 100A) indica información indicativa del número  
de los aparatos de comunicación por línea eléctrica (100, 100B) que comparten la clave criptográfica, basándose en  
la información única para cada uno de la pluralidad de segundos aparatos de comunicación por línea eléctrica (100,  
20 100B) que está almacenada en el primer aparato de comunicación por línea eléctrica (100, 100A).
12. El método de confirmación de estado de registro de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 9 a 11,  
en el que la etapa de transmisión de señal de confirmación de registro (S1402) incluye transmitir la señal de  
confirmación de registro cuando se usa el primer aparato de comunicación por línea eléctrica (100, 100A) después  
25 de que se ha transmitido la clave criptográfica.

[Fig. 1]

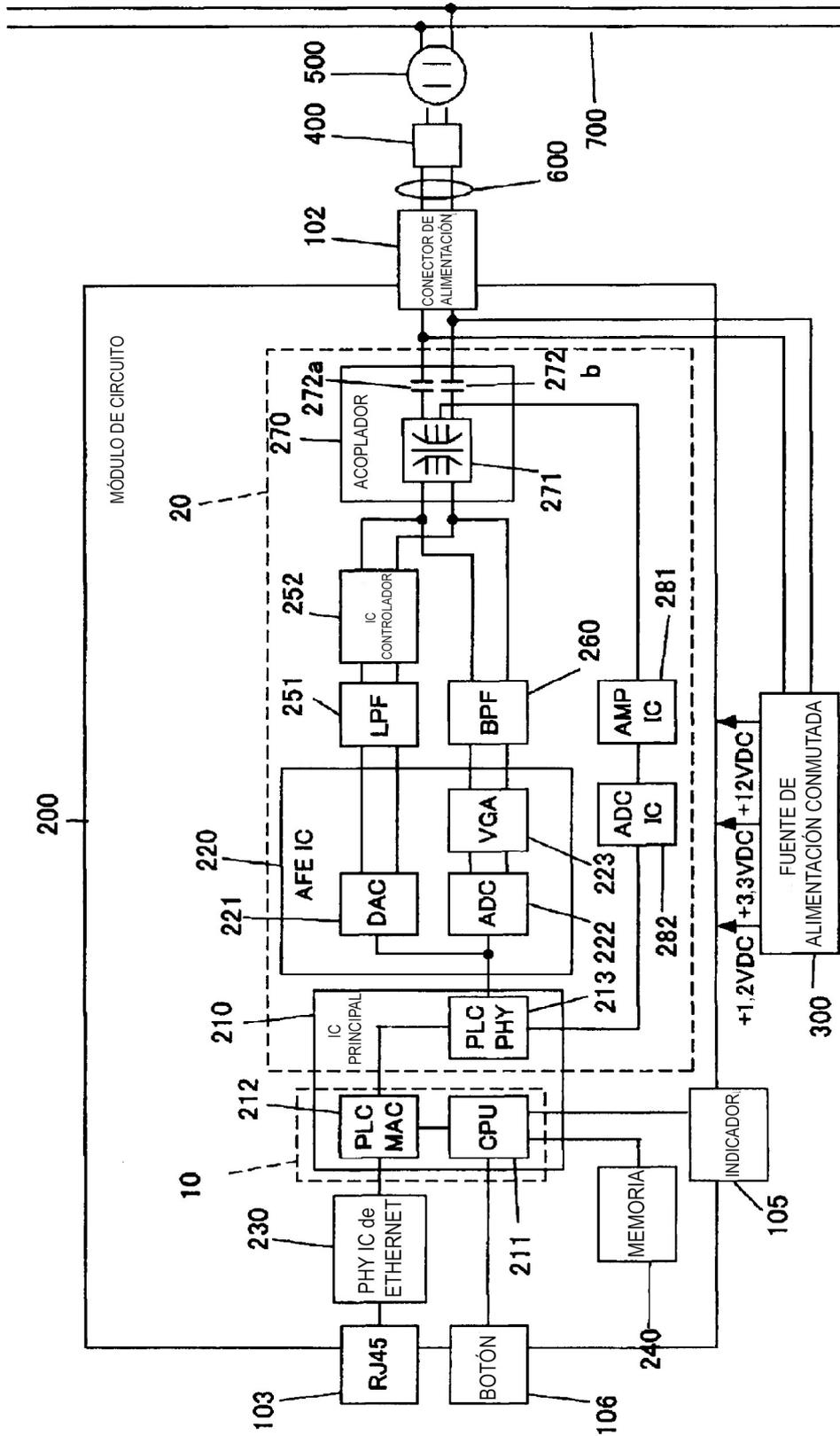


[Fig. 2]

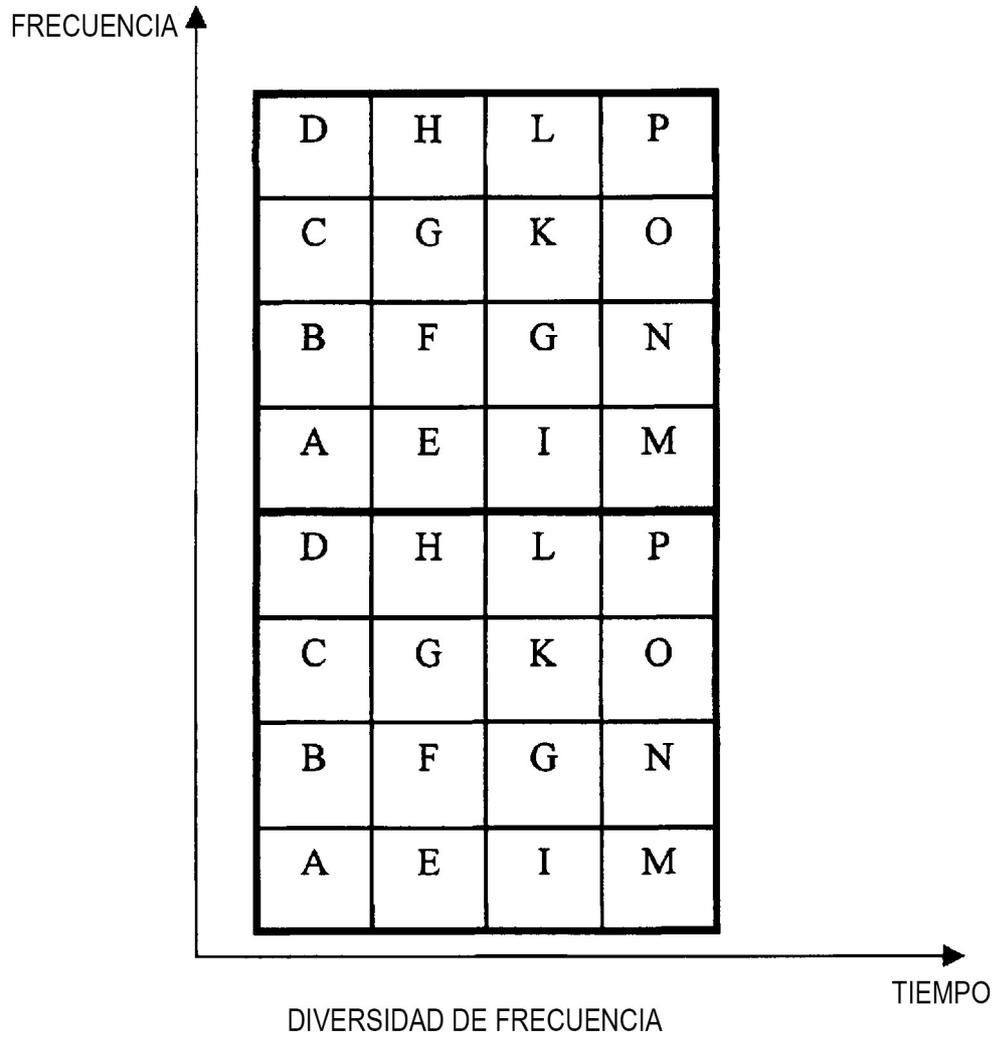


[Fig. 3]

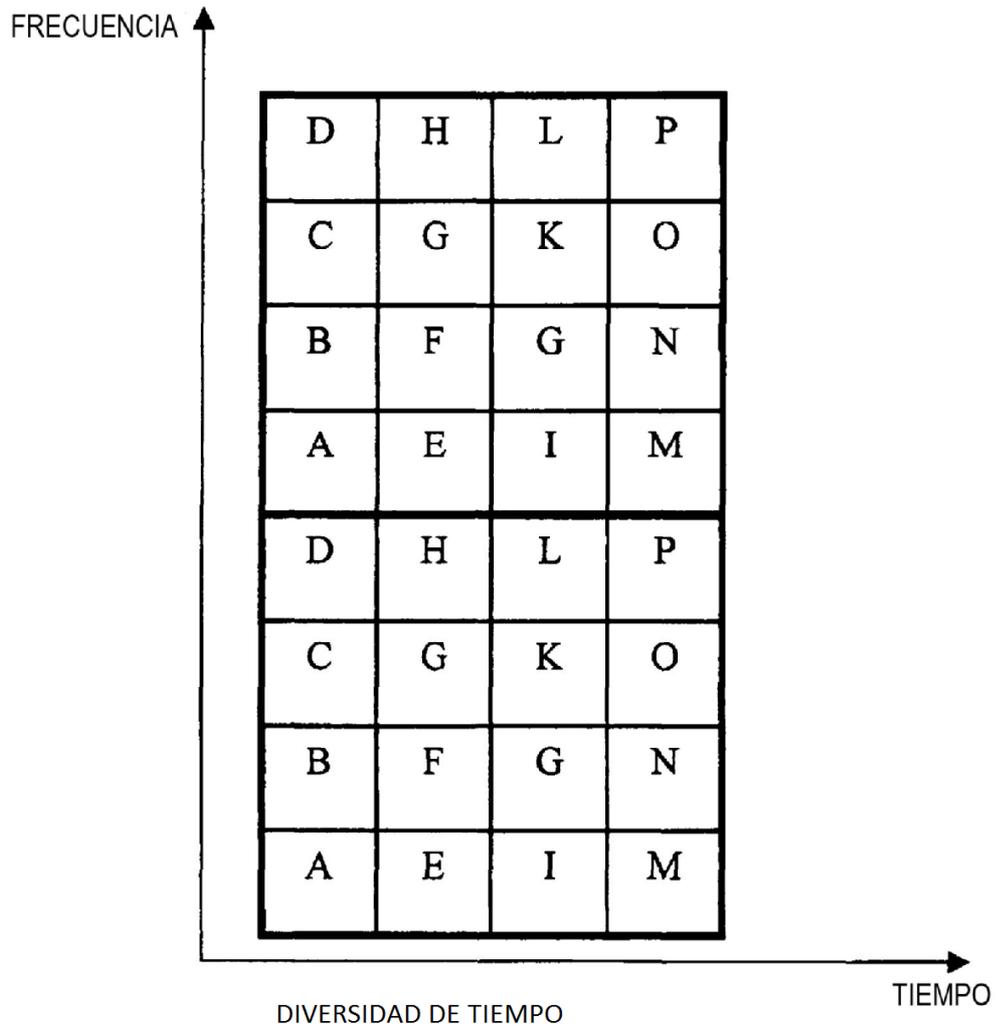
100



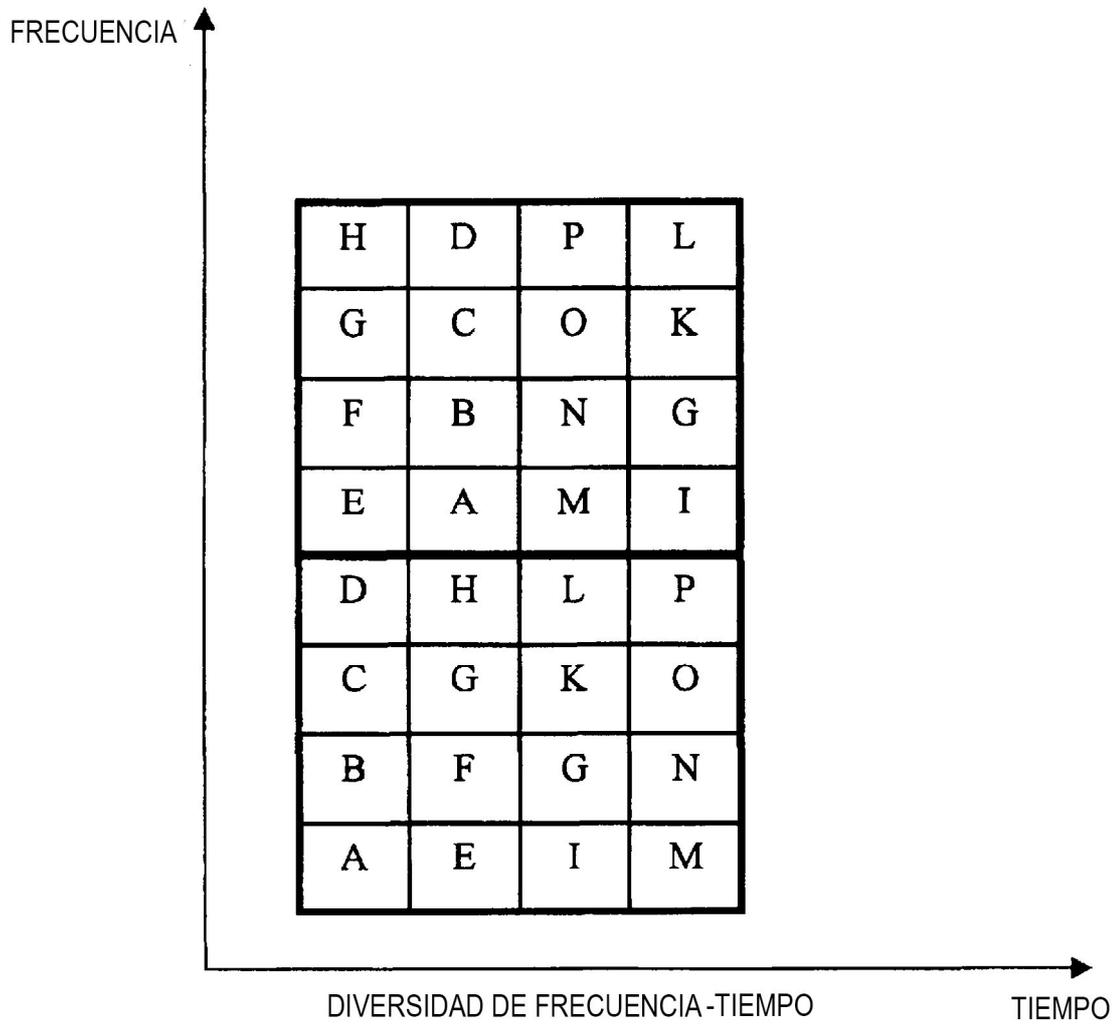
[Fig. 4]



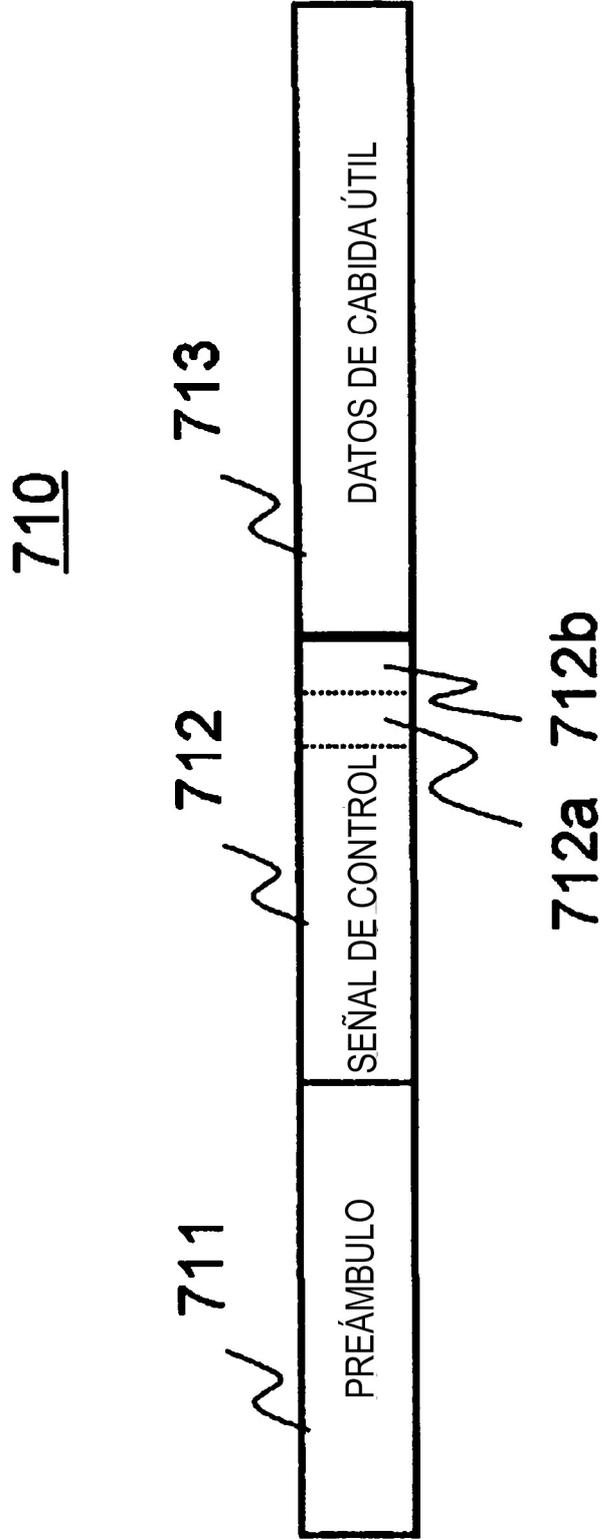
[Fig. 5]



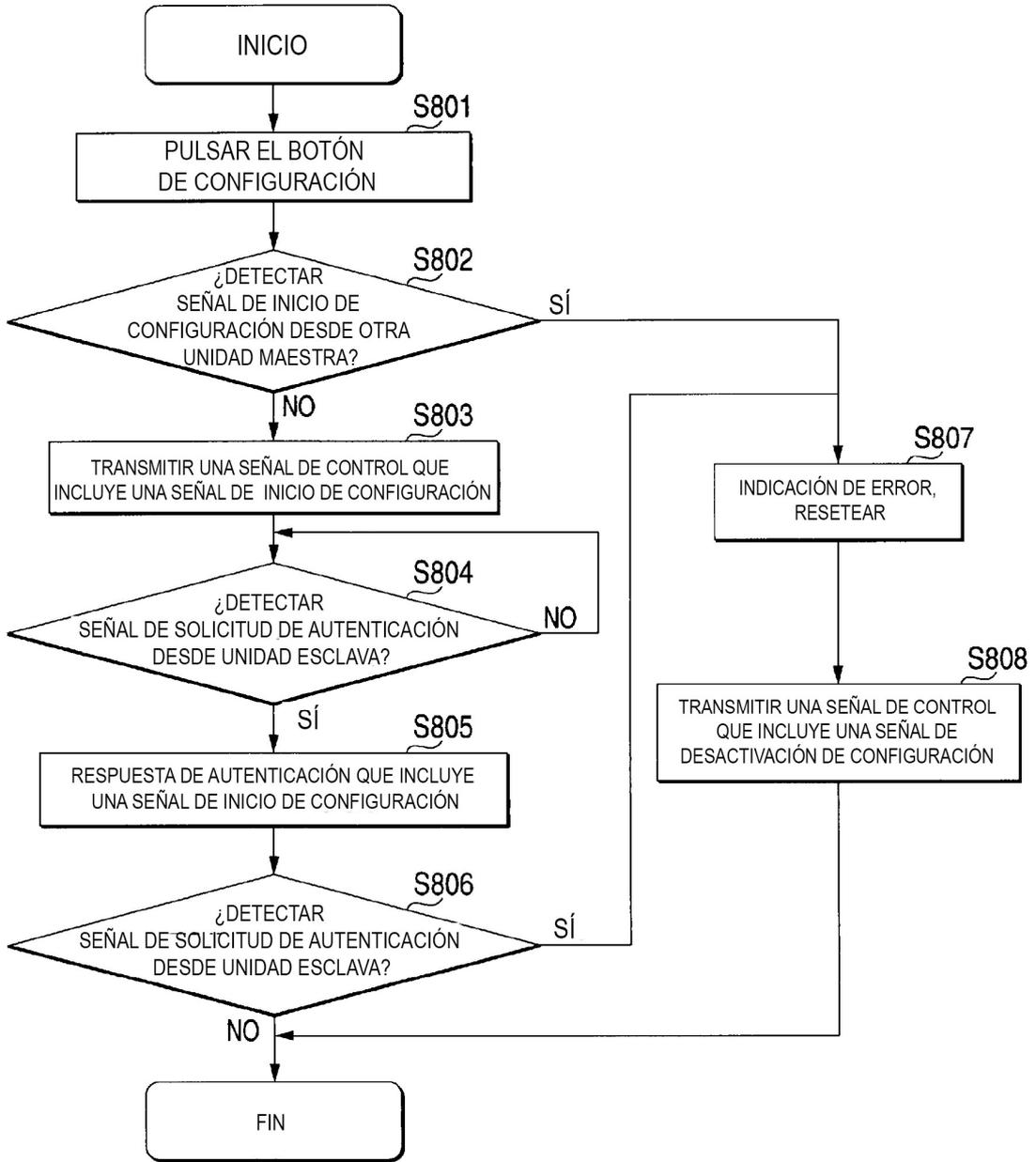
[Fig. 6]



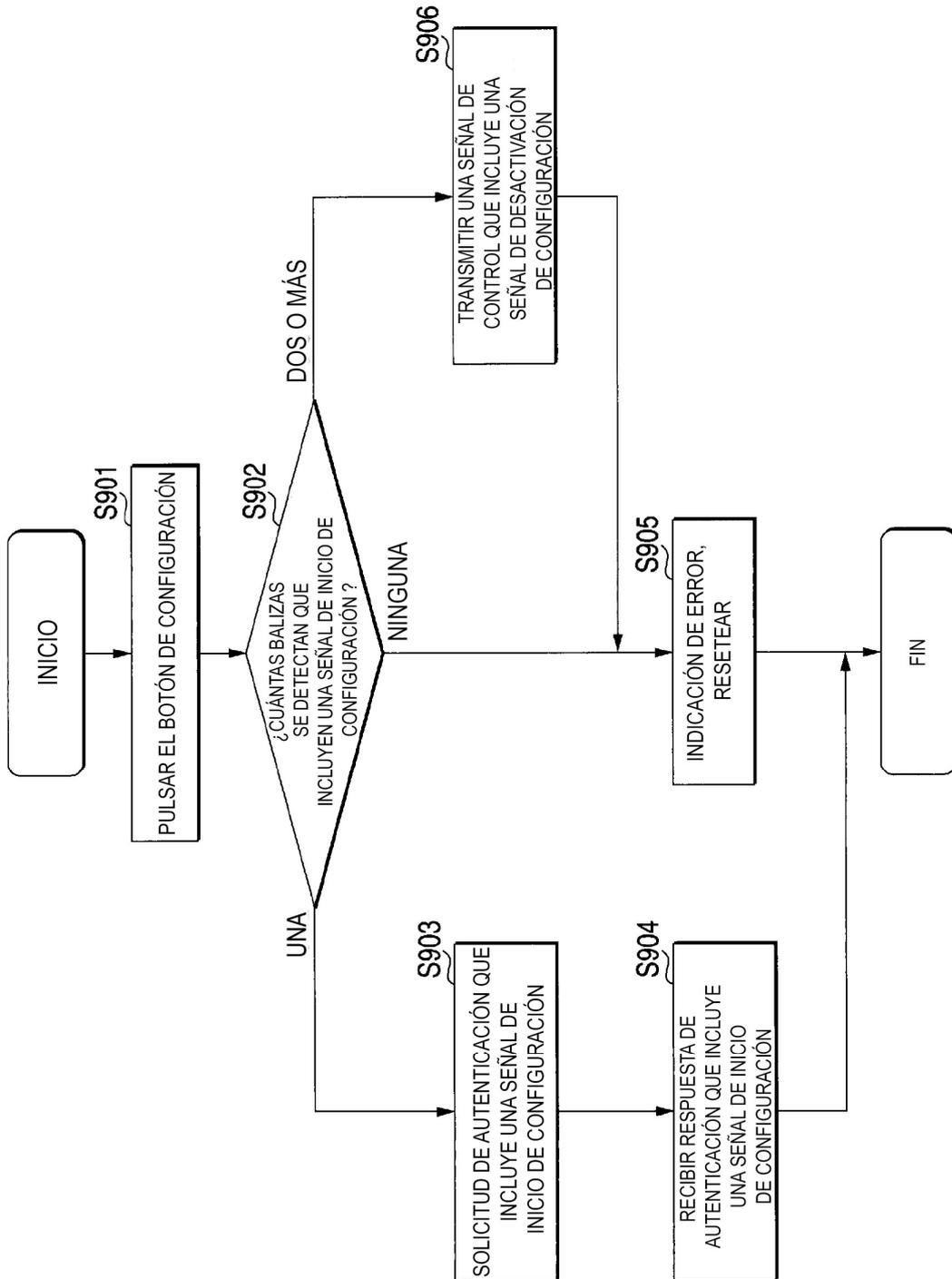
[Fig. 7]



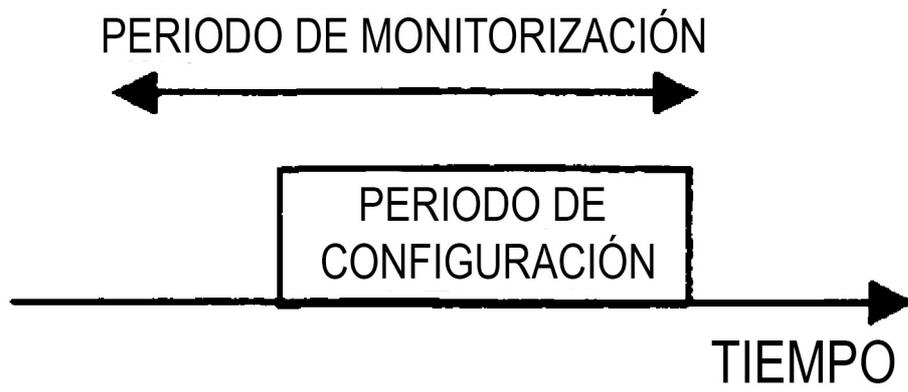
[Fig. 8]



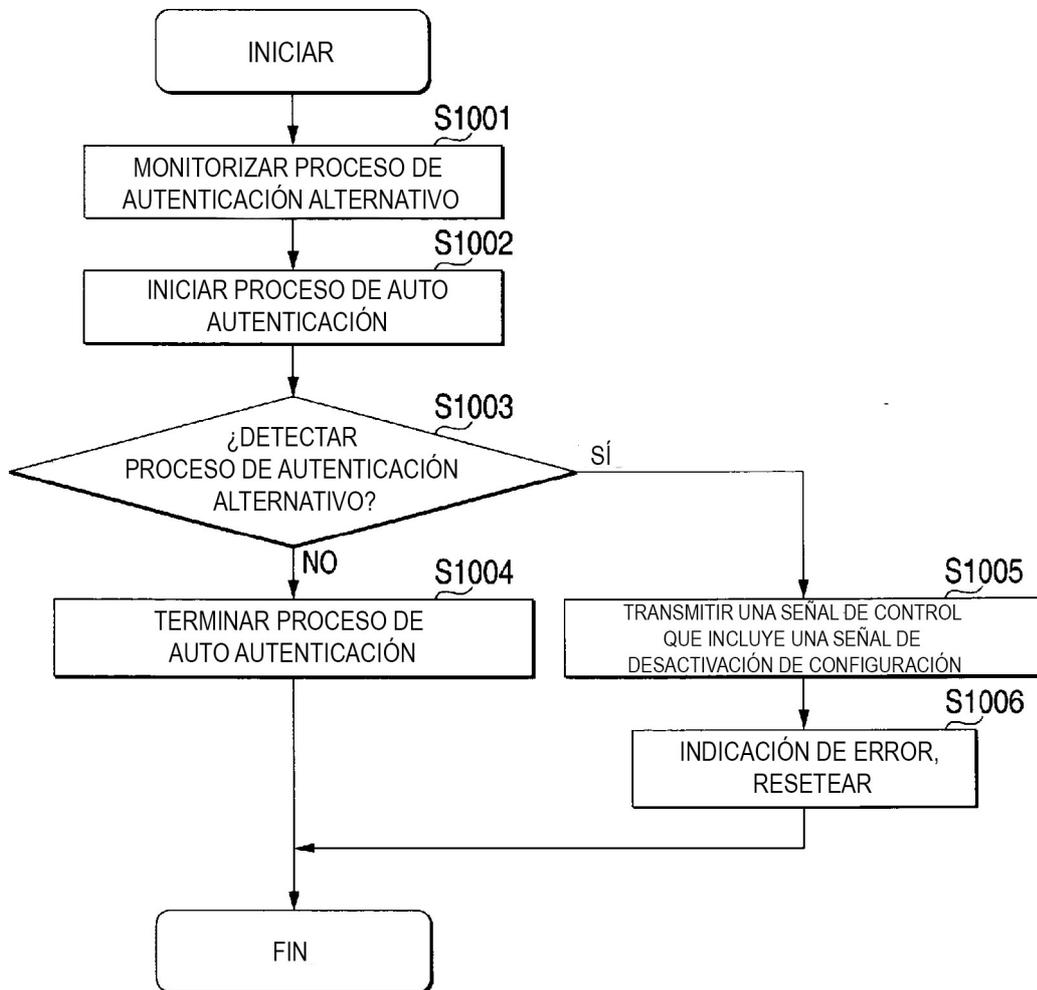
[Fig. 9]



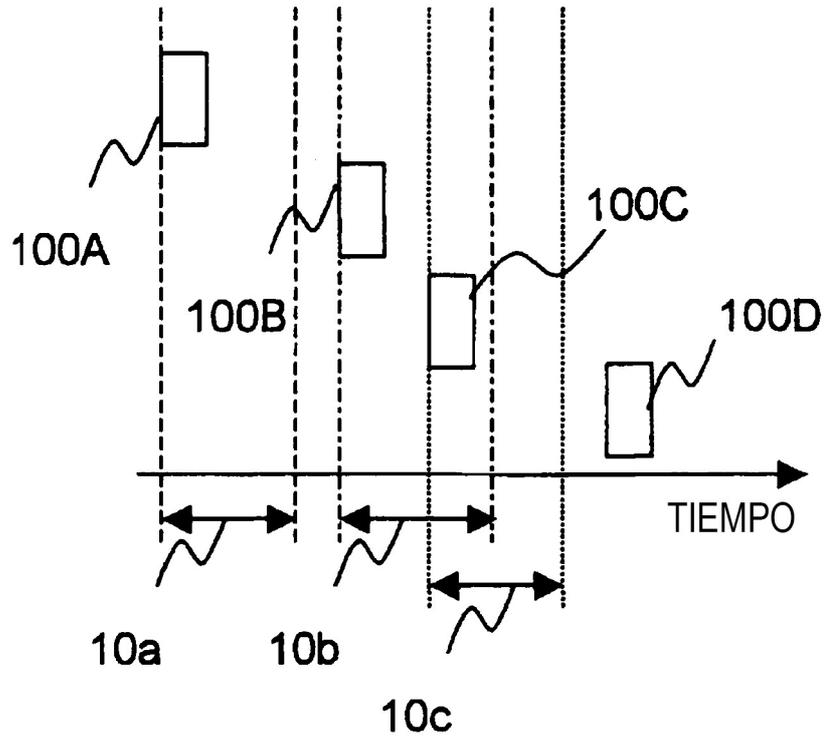
[Fig. 10-A]



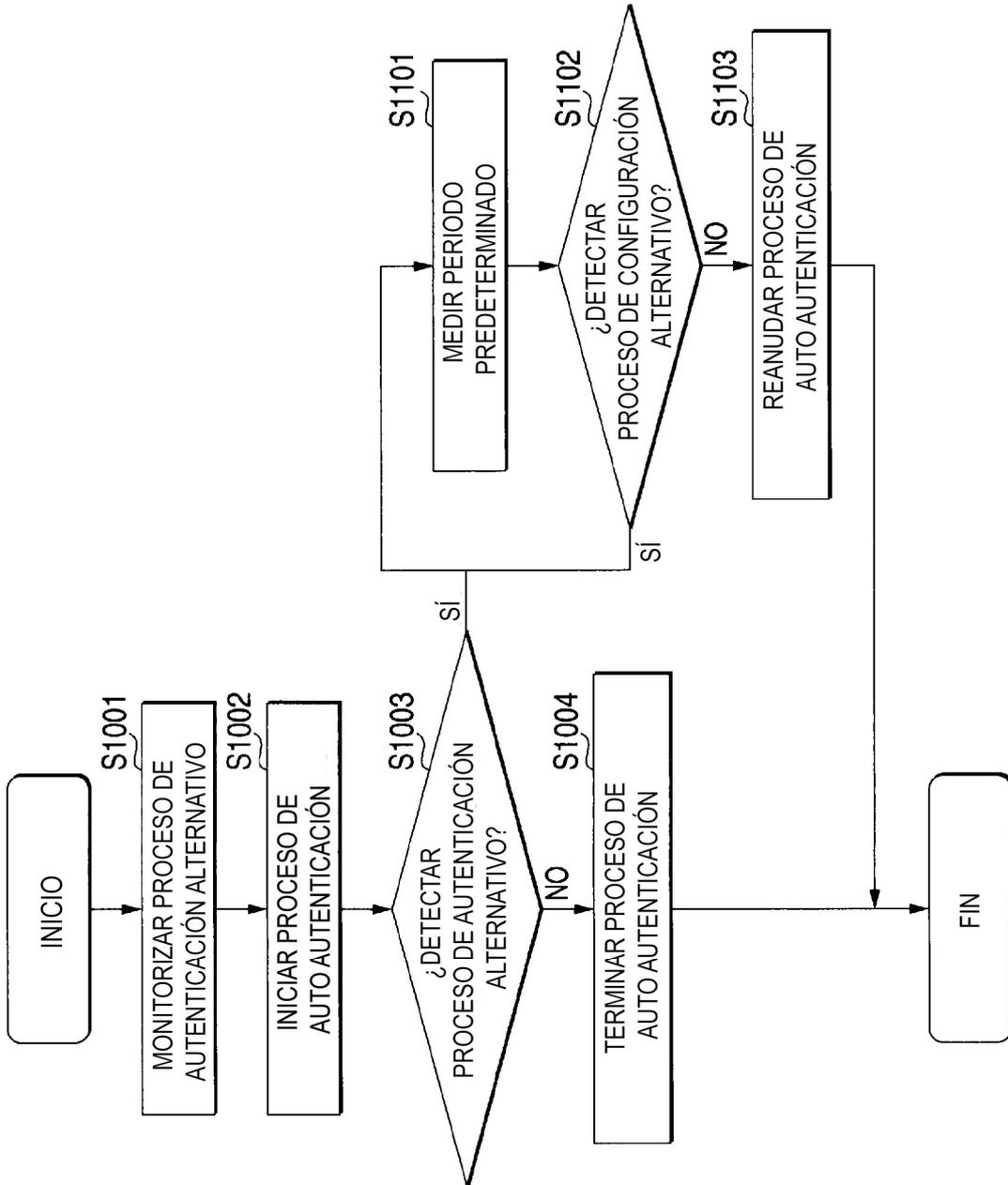
[Fig. 10-B]



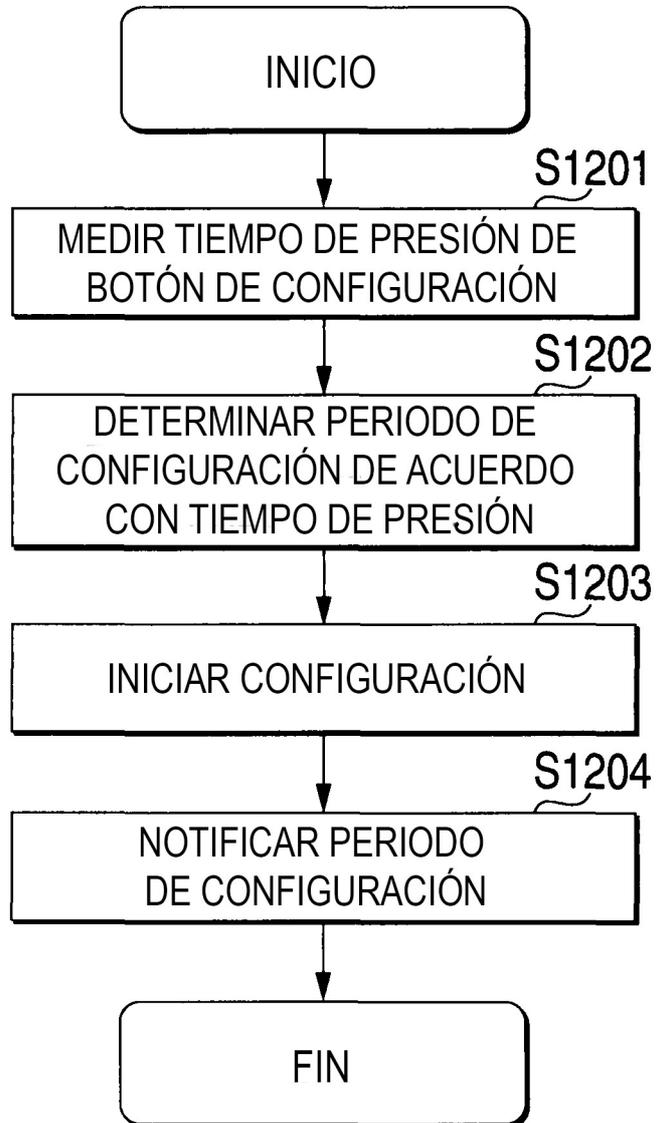
[Fig. 10-C]



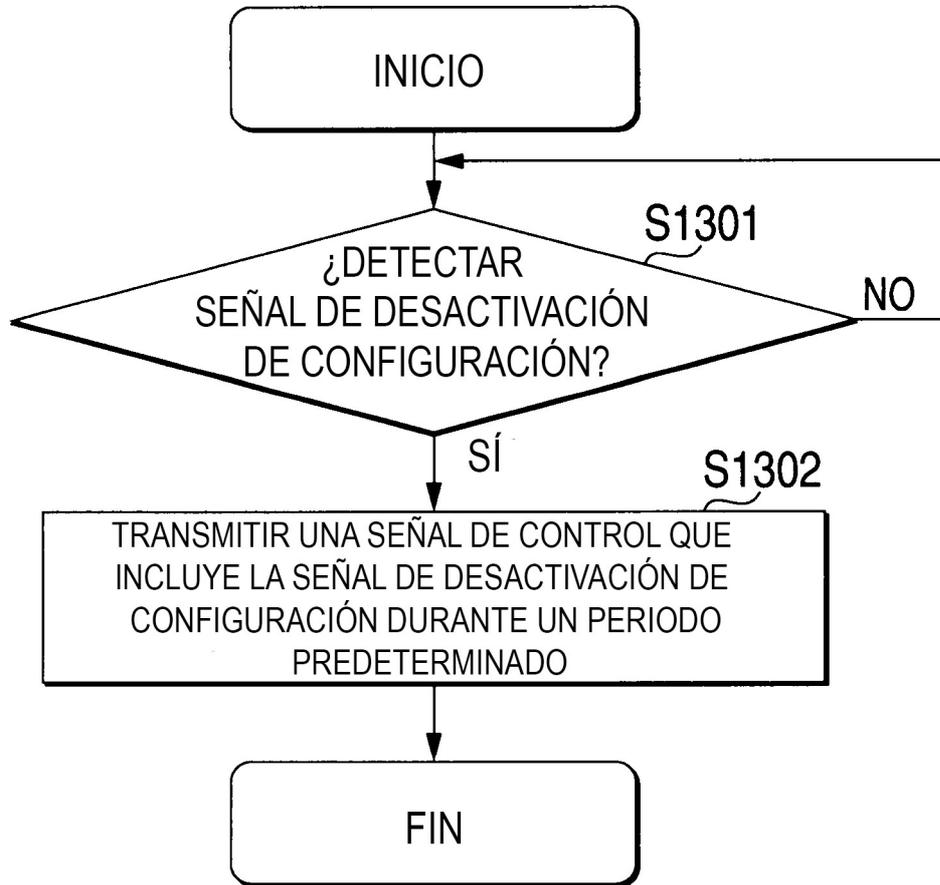
[Fig. 11]



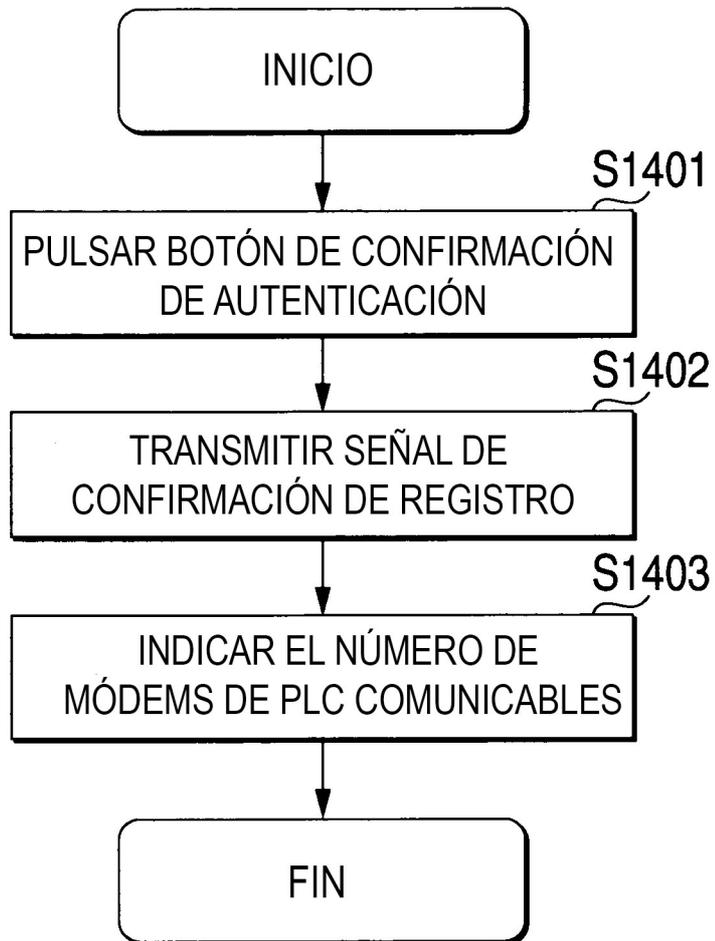
[Fig. 12]



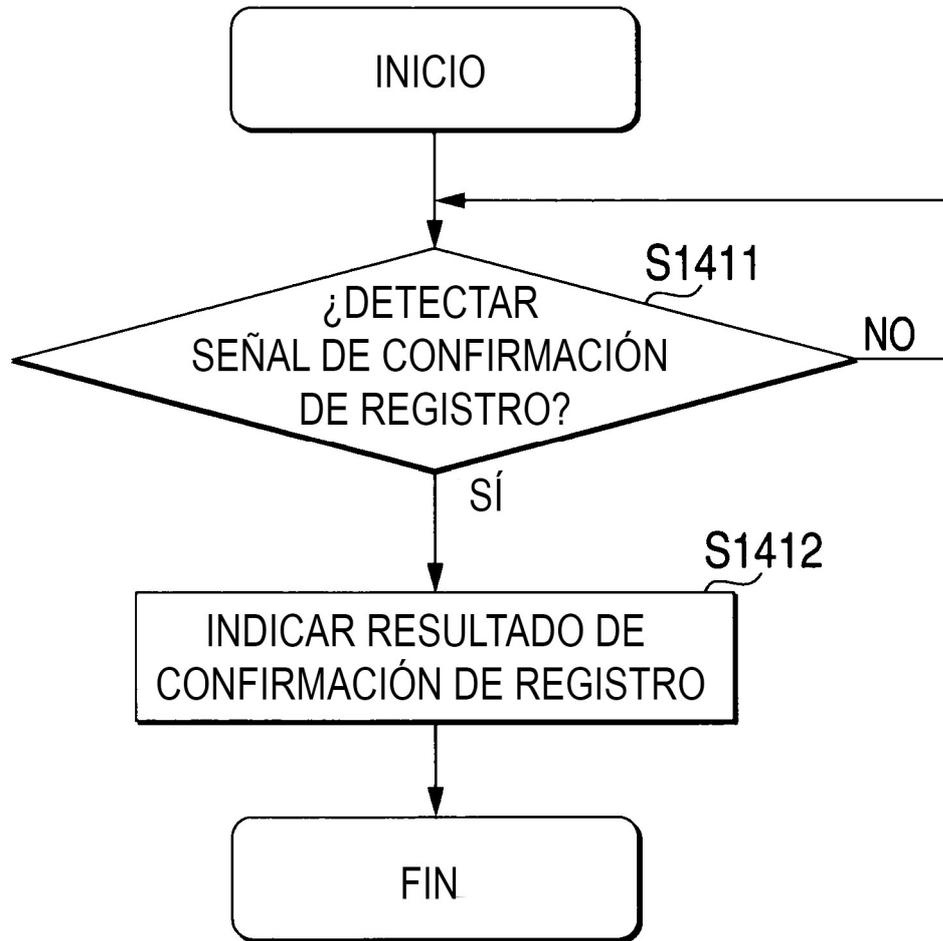
[Fig. 13]



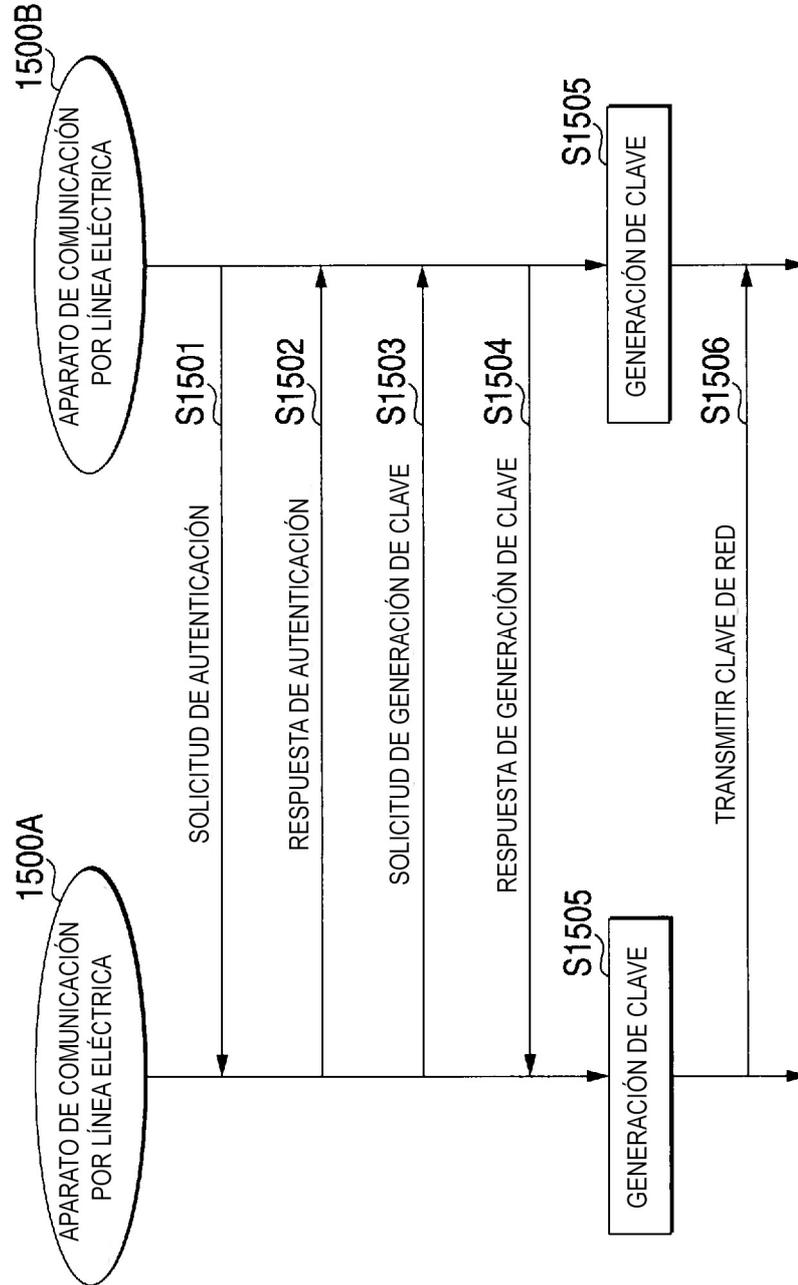
[Fig. 14-A]



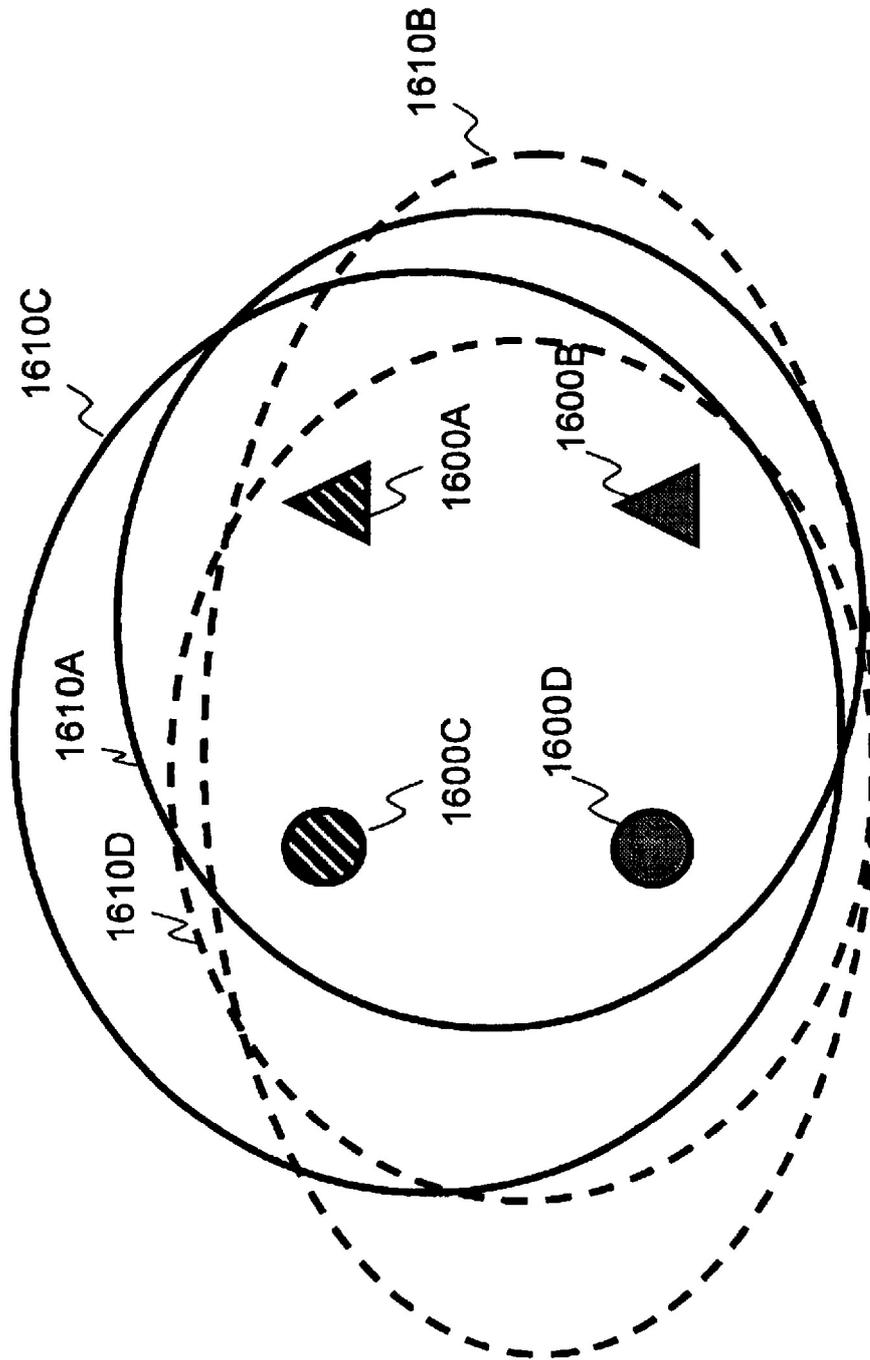
[Fig. 14-B]



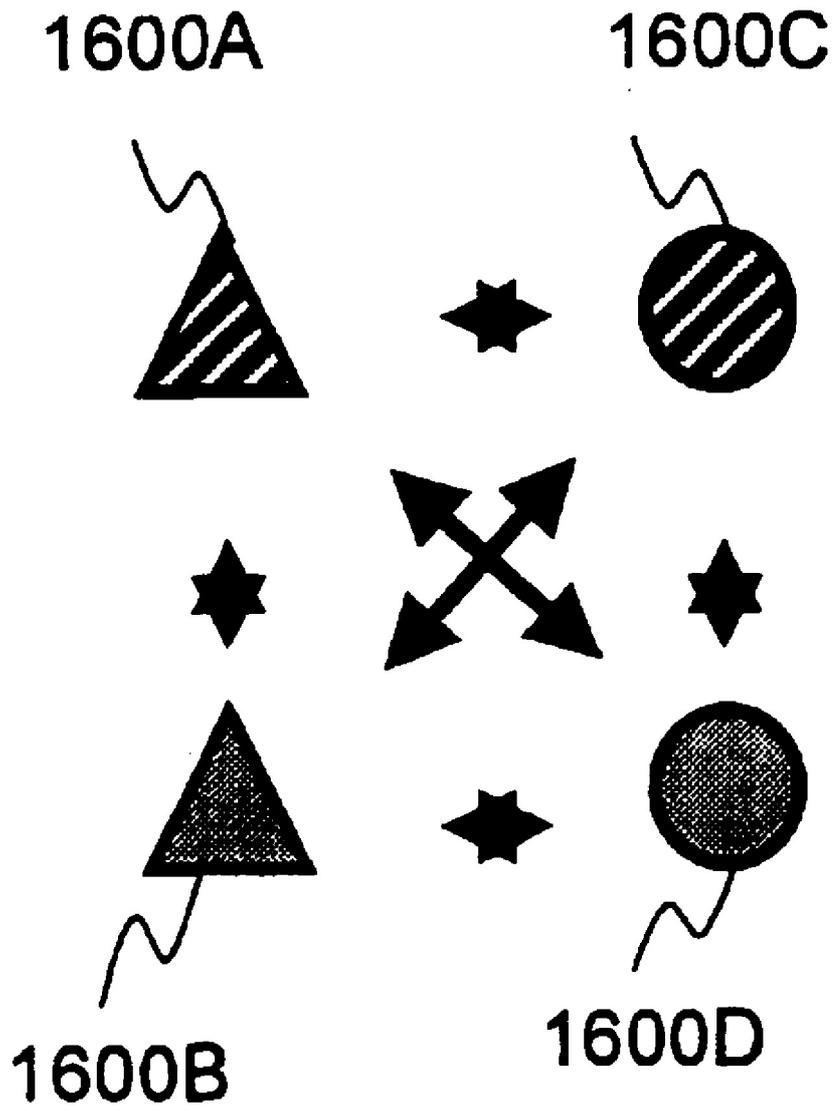
[Fig. 15]



[Fig. 16]



[Fig. 17-A]



[Fig. 17-B]

