

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 524 584**

51 Int. Cl.:

H04L 12/26 (2006.01)

H04W 24/06 (2009.01)

H04W 24/08 (2009.01)

H04B 17/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **07.09.2011 E 11763875 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **12.11.2014 EP 2619944**

54 Título: **Unidad de medición y procedimiento para medir los parámetros de transmisión de un objeto de prueba**

30 Prioridad:

21.09.2010 DE 102010046095

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

10.12.2014

73 Titular/es:

**ROHDE & SCHWARZ GMBH & CO. KG (100.0%)
Mühl Dorfstrasse 15
81671 München, DE**

72 Inventor/es:

**MELLEIN, HEINZ y
SCHÄFER, CHRISTIAN**

74 Agente/Representante:

ARPE FERNÁNDEZ, Manuel

ES 2 524 584 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

Unidad de medición y procedimiento para medir los parámetros de transmisión de un objeto de prueba

5 La invención se refiere a una unidad de medición y a un procedimiento para la medición de parámetros de transmisión de un objeto a medir. La medición de parámetros de transmisión comprende preferentemente una medición de caudal, una medición de latencia y una medición de retardo de ida y vuelta (*round-trip-delay*), una medición de fluctuación (*jitter*) y una medición de tasa de error de paquetes, estando el objeto a medir conectado a la unidad de medición mediante un canal de transmisión radioeléctrica simulado.

10 Los aparatos electrónicos portátiles, como por ejemplo teléfonos móviles, organizadores y ordenadores portátiles, pero también aparatos para el servicio estacionario, como por ejemplo encaminadores (*routers*) WLAN (en inglés: *wireless local area network*, [red inalámbrica de área local] cubren un número cada vez mayor de estándares de comunicación. Así, los nuevos teléfonos móviles soportan, además del estándar GSM (en inglés: *global system for mobile communications* [sistema global para las comunicaciones móviles]) y el estándar UMTS (en inglés: *universal mobile telecommunications system* [sistema universal de telecomunicaciones móviles], también nuevos estándares de comunicación para una transmisión de datos rápida, como por ejemplo WiMAX (en inglés: *worldwide interoperability for microwave access*; [interoperabilidad mundial para acceso por microondas]) o LTE (en inglés: *Long Term Evolution* [evolución a largo plazo]). Los encaminadores (*routers*) WLAN soportan por su parte también distintos estándares de comunicación, como por ejemplo IEEE 802.11a (en inglés: *institute of electrical and electronics engineers*; [instituto de ingeniería eléctrica y electrónica (asociación de ingenieros que funciona como gremio de estandarización]) o IEEE 802.11n. Para asegurarse de que los aparatos electrónicos funcionen sin errores se efectúan distintas mediciones de parámetros de transmisión. Un indicio importante para ello ha sido hasta la fecha la tasa de error binario. Sin embargo, lo que a la postre le interesa al usuario final no es la tasa de error binario, sino el caudal de datos que se pueda alcanzar. Pero por medio de la tasa de error binario no es posible calcular el caudal de datos máximo alcanzable.

25 El documento GB2352129 (NOKIA MOBILE PHONES LTD [FI]) se refiere a un dispositivo y un procedimiento para generar una señal de prueba para la utilización en la determinación del rendimiento de un receptor.

30 Por el documento JP 2007-116329 A se conoce un sistema para la medición del caudal de datos para una estación base WLAN. Una unidad de medición genera paquetes de datos y los envía a la estación base WLAN a comprobar. La unidad de medición cuenta aquí los paquetes de confirmación para los paquetes de datos recibidos. De acuerdo con el número de paquetes de datos enviados, el número de paquetes de confirmación recibidos y el tamaño de los distintos paquetes de datos, la unidad de medición calcula el caudal de datos. Una desventaja en el documento JP 2007-116329 A, es que para calcular el caudal de datos han de recibirse forzosamente los paquetes de confirmación, de manera que la calidad del canal de retorno respectivo influye a la fuerza en la medición del caudal de la trayectoria descendente (en inglés *downlink* [enlace descendente]) o de la trayectoria ascendente (en inglés *uplink* [enlace ascendente]).

Por lo tanto, el objetivo de la invención es crear una unidad de medición y un procedimiento de medición correspondiente para medir con la mayor exactitud posible los parámetros de transmisión para un objeto a medir.

40 En relación con la unidad de medición, el objetivo se logra mediante las características de la reivindicación 1 y en relación con el procedimiento mediante las características de la reivindicación 9. En las reivindicaciones subordinadas se indican perfeccionamientos ventajosos de la unidad de medición según la invención y del procedimiento según la invención.

45 La unidad de medición según la invención para la medición de parámetros de transmisión de un objeto a medir presenta una unidad de mando, una unidad de envío y recepción y una unidad de evaluación. La unidad de envío y recepción está conectada a la unidad de mando mediante una primera conexión y al objeto a medir mediante al menos un canal de transmisión. El objeto a medir está conectado a la unidad de evaluación mediante una segunda conexión, transmitiéndose entre la unidad de mando y la unidad de evaluación paquetes de datos de control y paquetes de datos de prueba por separado para la medición de parámetros de transmisión. Un canal de transmisión para los paquetes de datos de prueba puede perturbarse aquí de manera selectiva.

50 Resulta especialmente ventajoso que los paquetes de datos de prueba y los paquetes de datos de control se transmitan por separado unos de otros y que al mismo tiempo pueda perturbarse de manera selectiva sólo el canal de transmisión para los paquetes de datos de prueba. De este modo se logra que, por ejemplo en una medición de caudal, el caudal resulte únicamente del número de paquetes de datos de prueba transmitidos, porque los paquetes de datos de control adicionales, que son necesarios por ejemplo para la confirmación de los distintos paquetes de datos de prueba, o que contienen parámetros de configuración generales, se transmiten sin perturbaciones. Así pueden hacerse afirmaciones muy exactas sobre el rendimiento de la unidad de envío y de la unidad de recepción del objeto a medir. Además, mediante la perturbación selectiva del canal de transmisión para los paquetes de datos de prueba, pueden reproducirse escenarios a los que el objeto a medir estará expuesto en un campo de aplicación posterior.

En una primera etapa del procedimiento según la invención para la medición de parámetros de transmisión de un objeto a medir se transmiten paquetes de datos de control entre la unidad de mando y la unidad de evaluación. En una segunda etapa del procedimiento se perturba el canal de transmisión que se utiliza para la transmisión de paquetes de datos de prueba entre la unidad de mando y la unidad de evaluación. En una tercera etapa del procedimiento se transmiten paquetes de datos de prueba entre la unidad de mando y la unidad de evaluación o entre la unidad de evaluación y la unidad de mando.

Resulta especialmente ventajoso que, en el procedimiento según la invención, se transmitan en una primera etapa del procedimiento los paquetes de datos de control. Al transmitir los paquetes de datos de control, que por ejemplo contienen el número de paquetes de datos de prueba o el tamaño de un paquete de datos de prueba o la tasa de transmisión de datos, el canal de transmisión no está perturbado, de manera que esta información llega con seguridad a la unidad de evaluación. Sólo en una segunda etapa del procedimiento se perturba de manera selectiva el canal de transmisión a través del cual se transmiten los paquetes de datos de prueba, de manera que es posible reproducir distintos escenarios que pueden darse durante el servicio. Sólo en una tercera etapa del procedimiento se transmiten entonces los paquetes de datos de prueba a través del canal de transmisión perturbado, para medir con gran exactitud, e independientemente de la transmisión de los paquetes de datos de control, los parámetros de transmisión del objeto a medir.

En la unidad de medición según la invención resulta además ventajoso que los paquetes de datos de control puedan transmitirse a través de un canal de transmisión sin perturbar o a través de, al menos, una conexión adicional sin perturbar. De este modo puede reducirse el tiempo transcurrido hasta la determinación de los parámetros de transmisión, porque por ejemplo los paquetes de confirmación, en el caso de un protocolo orientado a conexión, pueden transmitirse mediante un canal de transmisión sin perturbar o mediante, al menos, una conexión adicional entre la unidad de mando y la unidad de evaluación. En este caso no es necesario adaptar durante la medición el canal de transmisión para los paquetes de datos de prueba para la transmisión de paquetes de datos de control.

En la unidad de medición según la invención resulta además ventajoso que la unidad de mando y la unidad de evaluación estén configuradas en un sistema informático común o que la unidad de mando y la unidad de evaluación estén configuradas conjuntamente en el sistema informático de la unidad de envío y recepción. De este modo, tanto se reduce la cantidad de componentes necesarios como se facilita la medición de tiempos de latencia y/o retardos de ida y vuelta (*round-trip-delays*) y/o fluctuación, porque puede recurrirse a un reloj común.

En el procedimiento según la invención resulta además ventajoso que el procedimiento presente una cuarta etapa en la que se ponga en marcha un reloj de la unidad de mando o de la unidad de evaluación en cuanto se envíen o se reciban paquetes de datos de prueba y que, en una quinta etapa del procedimiento, el reloj de la unidad de mando o de la unidad de evaluación se detenga en cuanto se reciban paquetes de datos de prueba o paquetes de datos de confirmación. Dentro de una sexta etapa del procedimiento se suma el tiempo transcurrido en una unidad de memoria y se aumenta el número de paquetes de datos de prueba o paquetes de datos de confirmación recibidos. En el caso de que la unidad de mando ponga en marcha un reloj cuando envía paquetes de datos de prueba y detenga el reloj cuando recibe paquetes de datos de confirmación, puede realizarse muy fácilmente una medición de latencia y/o una medición de retardo de ida y vuelta (*round-trip-delay*) y/o una medición de fluctuación. Por otra parte, la unidad de evaluación puede determinar muy fácilmente el caudal de datos si una vez que reciba paquetes de datos de prueba pone en marcha el reloj y una vez que reciba paquetes de datos de prueba adicionales detiene el reloj y determina el tiempo transcurrido.

Para terminar, resulta ventajoso que el procedimiento según la invención, en otra etapa adicional, transmita de la unidad de mando o de la unidad de evaluación a la unidad de evaluación o a la unidad de mando una orden, como paquete de datos de control, de que se han enviado todos los paquetes de datos de prueba. Una orden tal enviada como paquete de datos de control llegaría sin ser perturbada a su receptor y haría que los relojes en curso se detuvieran y pudiese calcularse el caudal. De este modo, la medición de caudal, precisamente en el caso de un número pequeño de paquetes de datos de prueba enviados, es mucho más exacta que si, debido al canal de transmisión perturbado, esta orden no llegase nunca al receptor o llegase sólo después de varios intentos de envío.

A continuación se describen a modo de ejemplo distintas formas de realización de la invención haciendo referencia al dibujo. Los objetos iguales llevan las mismas referencias. Las figuras correspondientes del dibujo muestran en concreto:

- figura 1 un esquema sinóptico de un ejemplo de realización de la unidad de medición según la invención;
- figura 2 un esquema sinóptico de otro ejemplo de realización de la unidad de medición según la invención;
- figura 3 un esquema sinóptico de otro ejemplo de realización de la unidad de medición según la invención;
- figura 4 un esquema sinóptico de otro ejemplo de realización de la unidad de medición según la invención;
- figura 5 una posible estructura de un paquete para los datos de prueba;
- figura 6A un registro de seguimiento a modo de ejemplo de una medición sin conexión;

- figura 6B un registro de seguimiento a modo de ejemplo para la medición del (*round-trip-delay*);
- figura 6C un registro de seguimiento a modo de ejemplo para la medición del caudal de datos;
- figura 6D un registro de seguimiento a modo de ejemplo para la medición de la latencia y la fluctuación; y
- figura 7 un diagrama de flujo para un ejemplo de realización del procedimiento según la invención para la medición de parámetros de transmisión de un objeto a medir.

La figura 1 muestra un esquema sinóptico de un ejemplo de realización de la unidad de medición 1 según la invención para la medición de parámetros de transmisión de un objeto a medir 2. La unidad de medición 1 presenta una unidad de mando 3, una unidad de envío y recepción 4 y una unidad de evaluación 5. La unidad de envío y recepción 4 está conectada a la unidad de mando 3 mediante una primera conexión 6. Esta primera conexión 6 puede tratarse, por ejemplo, de una conexión LAN. La unidad de envío y recepción 4 está conectada además al objeto a medir 2 mediante un canal de transmisión 7. El objeto a medir 2 está conectado a su vez a la unidad de evaluación 5 mediante una segunda conexión 8. Esta segunda conexión 8 puede tratarse, por ejemplo, de una conexión LAN, una conexión USB (en inglés: *universal serial bus* [bus serie universal]) o una conexión PCMCIA (en inglés: *personal computer memory card international association* [asociación internacional de tarjetas de memoria para ordenadores]). Entre la unidad de mando 3 y la unidad de evaluación 5 se transmiten paquetes de datos de prueba y paquetes de datos de control por separado, mediante la primera conexión 6, la segunda conexión 8 y el canal de transmisión 7.

El canal de transmisión 7 se trata preferentemente de un canal de transmisión radioeléctrica simulado, por ejemplo según el estándar LTE o el estándar WiMAX o el estándar WLAN o el estándar UMTS. El canal de transmisión 7 se simula aquí dentro de la unidad de envío y recepción 4. Dependiendo del protocolo de comunicación, la unidad de envío y recepción 4 ofrece numerosas posibilidades de ajuste de los parámetros de señal, como por ejemplo para el marco OFDM (en inglés: *orthogonal frequency division multiplex* [multiplexación por división de frecuencias ortogonales]) o para distintos métodos de modulación y codificación. La unidad de envío y recepción 4 tiene un procesador digital de señales y/o una unidad de proceso central en los que está implementada la pila de protocolos de comunicación correspondiente, como por ejemplo la pila WiMAX.

A través de la primera conexión 6, que se trata preferentemente de una conexión LAN, la unidad de envío y recepción 4 recibe paquetes de datos de control y/o paquetes de datos de prueba, a continuación les asigna símbolos OFDM utilizando el protocolo de comunicación WiMAX y modula éstos sobre las distintas frecuencias portadoras. Una unidad de amplificación integrada dentro de la unidad de envío y recepción 4 prepara la señal de datos de alta frecuencia en una salida AF. La salida AF de la unidad de envío y recepción 4 está conectada al objeto a medir 2 preferentemente mediante una conexión por cable 9. En las figuras del dibujo, la conexión por cable 9 contiene el canal de transmisión 7. Esto tiene únicamente fines de ilustración, porque pueden añadirse a la señal de datos posibles fuentes de errores, como por ejemplo una propagación por trayectoria múltiple (en inglés: *fading* [desvanecimiento]) o ruido, únicamente en la unidad de envío y recepción 4 y no en la conexión por cable 9 entre la unidad de envío y recepción 4 y el objeto a medir 2. La propagación por trayectoria múltiple puede ajustarse de tal modo que se simule un objeto a medir en movimiento con la velocidad de un peatón o de un automóvil que se desplace rápidamente.

En el ejemplo de realización según la invención de la figura 1, la unidad de mando 3 y la unidad de evaluación 5 están configuradas como sistemas informáticos autónomos. Tanto la unidad de mando 3 como la unidad de evaluación 5 disponen de un generador de ruido *pseudo*-aleatorio, que se utiliza para generar los datos de prueba. El generador de ruido *pseudo*-aleatorio se trata preferentemente de un registro de desplazamiento con retroalimentación lineal, cuyo polinomio generador genera una longitud de secuencia que corresponde aproximadamente al tamaño de una trama de datos útiles dentro de un paquete de datos de prueba.

La tasa de transmisión de datos deseada para una medición de caudal se ajusta dentro de la unidad de mando 3 y dentro de la unidad de evaluación 5 calculando en primer lugar el tiempo de transmisión constante Δt_z , que indica el retardo entre los distintos paquetes de datos de prueba. Esto se realiza con la siguiente fórmula, en la que L_N indica la longitud de los datos útiles (en inglés: *payload*) de un paquete de datos de prueba en bits y R_N indica la tasa de transmisión de datos deseada en Mbps:

$$\Delta t_z = \frac{L_N [\text{bits}]}{R_N \left[\frac{\text{MBit}}{\text{s}} \right]} \text{ in } [\mu\text{s}] \quad (1)$$

Además se comprueba y se resta de la constante Δt_z el tiempo transcurrido entre el envío de dos paquetes de datos de prueba sucesivos. Esta diferencia se suma a un parámetro de retardo real, inicializado al principio con cero,

cuando uno de los dos valores es positivo. Si el retardo así averiguado es mayor que cero, se retarda en la medida del valor en microsegundos y no se envía ningún paquete. De este modo pueden compensarse variaciones de la tasa de transmisión de datos en cada iteración. Dependiendo de si ha de probarse la trayectoria descendente (transmisión de datos de la unidad de envío y recepción 4 al objeto a medir 2) o la trayectoria ascendente (transmisión de datos del objeto a medir 2 a la unidad de envío y recepción 4) del objeto a medir 2, los paquetes de datos de prueba se generan y se envían bien en la unidad de mando 3 (en el caso de la medición de la trayectoria descendente) o bien en la unidad de evaluación 5 (en el caso de la medición de la trayectoria ascendente).

Entre la unidad de mando 3 y la unidad de evaluación 5 se intercambian paquetes de datos de control y paquetes de datos de prueba a través de la unidad de envío y recepción 4 y el objeto a medir 2. Los paquetes de datos de control se tratan de datos de configuración con los que la unidad de evaluación 5 se ajusta correctamente para la medición aún por realizar. Los paquetes de datos de control son, por ejemplo, el tamaño de los paquetes de datos de prueba, la tasa de transmisión de datos, el polinomio generador a utilizar, el número de trenes de datos simultáneos, el puerto de acceso a abrir para cada tren de datos o una orden que comunica que la medición ha concluido y pide un protocolo de medición. También los paquetes de datos de confirmación (ACK) se envían preferentemente como paquetes de datos de control.

Sin embargo, en la transmisión de estos paquetes de datos de control, el canal de transmisión 7 no debe estar perturbado. Esto puede asegurarse mediante distintos métodos. En la figura 1, los datos de configuración se transmiten preferentemente antes de la medición de parámetros de transmisión propiamente dicha. En cuanto se han configurado correctamente la unidad de mando 3 y la unidad de evaluación 5, la unidad de mando 3 comunica a la unidad de envío y recepción 4 que debe perturbarse el canal de transmisión. Dependiendo de si ha de probarse la trayectoria ascendente (*uplink [enlace ascendente]*) o la trayectoria descendente (*downlink [enlace descendente]*) del objeto a medir 2, preferentemente no se perturba la, respectiva, otra trayectoria del canal de transmisión 7. Esto asegura que los paquetes de datos de confirmación (ACK) puedan transmitirse sin perturbaciones. Una vez concluida la medición de parámetros de transmisión, la unidad de mando 3 comunica a la unidad de envío y recepción 4 que en lo que sigue ya no debe perturbarse el canal de transmisión 7. A continuación, la unidad de mando 3 envía una orden a la unidad de evaluación 5 para que ésta cree el protocolo de medición y lo envíe a la unidad de mando 3.

La figura 2 muestra un esquema sinóptico de otro ejemplo de realización de la unidad de medición 1 según la invención. El funcionamiento de la unidad de medición 1 según la invención corresponde en gran parte al de la figura 1, por lo que remitimos al punto correspondiente de la descripción. A diferencia de la unidad de medición 1 de la figura 1, en la que los paquetes de datos de control se transmiten por un canal de transmisión 7 sin perturbar, en la unidad de medición 1 de la figura 2 los paquetes de datos de control se transmiten a través de una conexión adicional 20 sin perturbar entre la unidad de mando 3 y la unidad de evaluación 5. Esta conexión adicional 20 se trata de una conexión directa, preferentemente por ejemplo de una conexión LAN, entre la unidad de mando 3 y la unidad de evaluación 5. En lugar de una conexión LAN, puede tratarse también de una conexión en serie o de una interfaz CAN (en inglés: *controller area network* [controlador de red de área] (sistema de bus de campo)). Una ventaja consiste en que el canal de transmisión 7 puede estar perturbado también en la transmisión de paquetes de datos de control, de manera que no se pierde tiempo hasta que el canal de transmisión 7 se ha conmutado a un canal de transmisión 7 sin perturbar. Además, de este modo se hacen posibles mediciones en dúplex completo de protocolos orientados a conexión, como por ejemplo TCP (en inglés: *transmission control protocol* [protocolo de control de transmisión]), porque los paquetes de datos de confirmación pueden transmitirse mediante la conexión adicional 20, lo que de nuevo lleva consigo un ahorro de tiempo.

La figura 3 muestra un esquema sinóptico de otro ejemplo de realización de la unidad de medición 1 según la invención. A diferencia del ejemplo de realización según la invención de la figura 2, la unidad de mando 3 y la unidad de evaluación 5 están integradas en un sistema informático común 30. El sistema informático 30, que contiene la unidad de mando 3 y la unidad de evaluación 5, está conectado a la unidad de envío y recepción 4 mediante la primera conexión 6 y al objeto a medir 2 mediante la segunda conexión 8. Resulta especialmente ventajoso que tanto la unidad de mando 3 como la unidad de evaluación 5 puedan recurrir al mismo reloj dentro del sistema informático 30. Esto es ventajoso especialmente en las mediciones de latencia y las mediciones de fluctuación, porque se suprime una sincronización de distintos relojes. El sistema informático 30 presenta preferentemente, al menos, dos interfaces LAN, de las cuales una está conectada con preferencia directamente a la unidad de envío y recepción 4 y la otra con preferencia directamente al objeto a medir 2.

La figura 4 muestra un esquema sinóptico de otro ejemplo de realización de la unidad de medición 1 según la invención. Al contrario que en el ejemplo de realización según la invención de la figura 3, la unidad de mando 3 y la unidad de evaluación 5 están configuradas conjuntamente en el sistema informático 40 de la unidad de envío y recepción 4. El sistema informático 40 de la unidad de envío y recepción 4 con la unidad de mando 3 y la unidad de evaluación 5 está conectado al objeto a medir 2 mediante el canal de transmisión 7 y mediante la segunda conexión 8. Resulta particularmente ventajoso minimizar el número de sistemas informáticos necesarios, con lo que es posible mantener bajo el coste de la unidad de medición 1.

La figura 5 muestra un ejemplo de una estructura de un paquete para los datos de prueba. Dentro de la descripción, los textos 'datos de prueba' y 'paquetes de datos de prueba' se utilizan de tal manera que los datos de prueba

representan los datos útiles dentro de un paquete de datos de prueba. Los, por ejemplo, primeros 16 bits del paquete para los datos de prueba están reservados para los datos de identificación. En esta zona de la estructura para los datos de prueba se establece a qué tren de datos (en inglés: *stream*) pertenece el paquete. La unidad de mando 3 y la unidad de evaluación 5 permiten el intercambio de paquetes de datos de prueba mediante varios trenes de datos paralelos en diferentes puertos de acceso de distintos protocolos de comunicación, como por ejemplo TCP o UDP (en inglés: *user datagram protocol* [protocolo de datagrama de usuario]).

El segundo segmento del paquete para los datos de prueba contiene el número de paquete. El número de paquete está representado por un valor de 32 bits. El número de paquete de cada paquete de datos de prueba enviado está preferentemente aumentado en un valor de uno en relación con el número de paquete del paquete de datos de prueba precedente. Antes de comenzar la medición de parámetros de transmisión se comunica a la unidad de evaluación 5 en los parámetros de configuración cuántos paquetes de datos de prueba se envían. Por consiguiente, tanto la unidad de mando 3 como la unidad de evaluación 5 conocen el número máximo de paquetes de datos de prueba a enviar y/o a recibir.

En el tercer segmento del paquete para los datos de prueba se almacena el momento de envío en un valor de 64 bits. El momento de envío se trata preferentemente del valor indicado por un componente contador realizado en *hardware*, que presentan todos los sistemas informáticos corrientes, dentro de la unidad de mando 3 o de la unidad de evaluación 5 en el momento en que se genera el paquete de datos de prueba. Esta información es de gran importancia para el cálculo de la latencia, como se explica detalladamente más abajo. También puede almacenarse un tiempo exacto de un reloj.

Un cuarto segmento de 32 bits de tamaño del paquete para los datos de prueba contiene la longitud de los datos de prueba, o de los datos útiles, dentro del paquete de datos de prueba.

Un quinto segmento del paquete para los datos de prueba contiene por último los datos de prueba a transmitir, que preferentemente se generan mediante el generador de ruido *pseudo*-aleatorio.

Una vez creado, el paquete de datos de prueba representado en la figura 5 a modo de ejemplo se incorpora a la estructura para los datos útiles (parte *payload*) por ejemplo de un paquete TCP o por ejemplo de un paquete UDP.

La figura 6A muestra un registro de seguimiento a modo de ejemplo de una medición sin conexión. Al principio se establece una conexión orientada a conexión, como por ejemplo una conexión TCP. Esta conexión sirve para la configuración de la unidad de evaluación 5 por parte de la unidad de mando 3. Opcionalmente pueden borrarse los protocolos de medición con parámetros de transmisión aún existentes de objetos de medición 2 anteriores. De la transmisión de tal orden se acusa recibo, debido a la conexión orientada a conexión, enviando paquetes de datos de confirmación (datos ACK; en inglés *acknowledge* [*acuse recibo*]). A continuación, la unidad de mando 3 transmite los parámetros de configuración a la unidad de evaluación 5. De la recepción de los parámetros de configuración también se acusa recibo, de nuevo mediante el envío de paquetes de datos de confirmación. Hasta este momento, el canal de transmisión 7 no está perturbado, siempre que el registro de seguimiento tenga como base el ejemplo de realización según la invención de la unidad de medición 1 de la figura 1. A continuación se perturba el canal de transmisión 7 de manera selectiva, añadiendo propagaciones por trayectoria múltiple y/o ruido. Después se transmiten 1 a n paquetes de datos de prueba, aplicándose para n:

$n \in \mathbb{N} \wedge n > 1$. Los paquetes de datos de prueba presentan la estructura de la figura 5, que no obstante está incorporada a un paquete TCP o un paquete UDP.

En la figura 6A, los paquetes de datos de prueba se incorporan a un paquete UDP, no tiene lugar un envío de paquetes de datos de confirmación. Como ya se ha explicado, los paquetes de datos de prueba se retardan antes del envío, para alcanzar una tasa de transmisión de datos predeterminada. Los distintos paquetes de datos de prueba pueden pertenecer también a diferentes trenes (en inglés: *streams*). Los paquetes de datos de prueba pueden estar también incorporados a un paquete TCP, transmitiéndose en este caso los paquetes de datos de confirmación mediante un canal de transmisión 7 sin perturbar o mediante una conexión adicional 20. En el caso de una medición de la trayectoria descendente (en inglés: *downlink* [*enlace descendente*]), la trayectoria ascendente (en inglés: *uplink* [*enlace ascendente*]) no está perturbada. En caso de que la unidad de medición 1 según la invención esté realizada de acuerdo con uno de los ejemplos de realización de una de las figuras 2, 3 o 4, pueden transmitirse también simultáneamente paquetes de datos de prueba de la unidad de evaluación 5 a la unidad de mando 3 (dúplex completo). De este modo se reduce de nuevo ostensiblemente el tiempo de prueba.

Una vez concluida la medición de caudal se suprime la perturbación del canal de transmisión 7 y la unidad de mando 3 comprueba opcionalmente si puede accederse a la unidad de evaluación 5. A continuación, la unidad de mando 3 da a la unidad de evaluación 5 la orden de crear y transmitir el protocolo de medición con los parámetros de transmisión medidos. En caso de que la unidad de medición 1 según la invención esté construida de acuerdo con uno de los ejemplos de realización de una de las figuras 2, 3 o 4, no es necesario suprimir la perturbación en el canal de transmisión 7. En este caso, la orden para la petición del protocolo de medición se transmite mediante la conexión adicional 20, que en las figuras 3 y 4 se halla dentro del sistema informático 30 y 40.

En caso de que se realice una medición de la trayectoria ascendente (en inglés: *uplink [enlace ascendente]*), la unidad de evaluación 5 transmite a la unidad de mando 3 una orden de que la medición ha concluido. Acto seguido, la unidad de mando 3 crea ella misma el protocolo de medición, llamándose aún en caso dado de la unidad de evaluación 5 tiempos de retardo de ida y vuelta (*round-trip-delay*) medidos.

5 La figura 6B muestra un registro de seguimiento a modo de ejemplo para la medición del retardo de ida y vuelta (*round-trip-delay*) en una medición de la trayectoria descendente en el objeto a medir 2. Con este fin, los paquetes de datos de prueba están incorporados a un protocolo de comunicación orientado a conexión, como por ejemplo TCP. Al principio, la unidad de mando 3 envía uno de tales paquetes de datos de prueba a la unidad de evaluación 5. En cuando se envía el paquete de datos de prueba se pone en marcha un reloj, o se almacena el valor actual de una unidad contadora. En cuanto la unidad de evaluación 5 recibe el paquete de datos, se envían de vuelta datos de confirmación (ACK). En cuanto la unidad de mando 3 recibe estos datos de confirmación se detiene el reloj, o se calcula una diferencia entre el valor actual de la unidad contadora y el valor anterior de la unidad contadora almacenado. La diferencia de tiempo desde el envío del paquete de datos de prueba hasta la llegada del paquete de datos de confirmación se denomina también retardo de ida y vuelta (*round-trip-delay*). Los paquetes de datos de confirmación pueden transmitirse aquí tanto mediante un canal de retorno sin perturbar del canal de transmisión 7 como mediante la conexión adicional 20. En caso de no recibirse un paquete de datos de prueba, el reloj se detiene automáticamente al enviarse el paquete de datos de prueba siguiente. En este caso puede calcularse también una tasa de error de paquetes, mediante la cual se describe también la calidad del objeto a medir 2.

20 En esta constelación, el caudal de datos alcanzado puede también ser calculado directamente por la unidad de mando 3. Si, de n paquetes de datos de prueba enviados se reciben p datos de confirmación, siendo: $n \geq p$, el caudal de datos se calcula de la siguiente manera:

$$D = \frac{L_N \cdot p}{T_{ges}} \quad (2)$$

25 representando L_N la longitud de los datos útiles y T_{ges} el tiempo de transmisión. En caso de que se realice una medición de la trayectoria ascendente (*uplink [enlace ascendente]*), el retardo de ida y vuelta (*round-trip-delay*) y en caso dado el caudal de datos son medidos por la unidad de evaluación 5.

La figura 6C muestra un registro de seguimiento a modo de ejemplo para la medición del caudal de datos utilizando un protocolo de conexión no orientado a conexión, como por ejemplo UDP. En cuanto la unidad de evaluación 5 recibe un paquete de datos de prueba se pone en marcha un reloj, o se almacena el valor actual de una unidad contadora. En cuanto la unidad de evaluación 5 recibe otro paquete de datos de prueba se detiene el reloj, o se calcula una diferencia entre el valor anterior de la unidad contadora almacenado y el valor actual de la unidad contadora. Al mismo tiempo se pone de nuevo en marcha un reloj, o se almacena un nuevo valor de la unidad contadora. En cuanto la unidad de evaluación recibe la orden de que la medición ha concluido y se debe crear el protocolo de medición, se detiene el último reloj o se calcula la última diferencia. El caudal de datos se calcula a continuación de la siguiente manera:

$$D = \frac{L_N \cdot p}{\sum_{i=1}^p T_i} \quad D = \frac{L_N \cdot p}{T_{ges}} \quad (3)$$

40 representando L_N la longitud de los datos útiles, p el número de paquetes de datos de prueba recibidos y T_i el tiempo entre los distintos paquetes de datos de prueba recibidos. A la unidad de evaluación 5 se le transmitieron al principio los datos de configuración, que también contienen el número total n de paquetes de datos de prueba a enviar. Por medio del número de paquetes de datos de prueba recibidos p puede determinarse la tasa de error de paquetes.

La figura 6D muestra un registro de seguimiento a modo de ejemplo para la medición de la latencia y la fluctuación (*jitter*) utilizando un protocolo de conexión no orientado a conexión, como por ejemplo UDP. En cuanto la unidad de mando 4 genera el paquete de datos de prueba se almacena el valor actual de un reloj o el valor actual de una unidad contadora en la estructura para el momento de envío dentro del paquete de datos de prueba. La unidad de evaluación 5 está preferentemente integrada en el mismo sistema informático 30, 40 que la unidad de mando 4, de manera que la unidad de evaluación puede acceder al mismo reloj o la misma unidad contadora que la unidad de mando 4. Como alternativa debe sincronizarse previamente un reloj o una unidad contadora de la unidad de evaluación 5 con el reloj o la unidad contadora de la unidad de mando 3. En cuanto la unidad de evaluación 5 recibe

el paquete de datos de prueba puede determinarse la latencia por medio de la diferencia de tiempo o por medio de la diferencia del contador. Si después se transmite un segundo paquete de datos de prueba, también puede determinarse la latencia de éste, que puede ser diferente de la latencia del primer paquete de datos de prueba. Por último, puede calcularse un valor medio para todas las latencias y determinarse la variancia (divergencia con respecto al valor medio) o la fluctuación. Lo mismo es aplicable también para la medición de la trayectoria ascendente (en inglés: *uplink [enlace ascendente]*), cuando se transmiten paquetes de datos de prueba de la unidad de evaluación 5 a la unidad de mando 3.

La figura 7 muestra un diagrama de flujo para un ejemplo de realización del procedimiento según la invención para la medición de parámetros de transmisión de un objeto a medir 2. En un primer paso S_1 del procedimiento se transmiten paquetes de datos de control entre la unidad de mando 3 y la unidad de evaluación 5. Aquí, la unidad de mando 3 transmite a la unidad de evaluación 5 parámetros de configuración para la posterior medición de parámetros de transmisión. Entre los parámetros de configuración se incluyen, por ejemplo, el número de paquetes de datos de prueba a transmitir, la tasa de transmisión de datos, el número de trenes de datos, el tipo de protocolo de comunicación a utilizar, el tipo de polinomio generador, etc. Estos paquetes de datos de control se transmiten preferentemente mediante un protocolo de comunicación orientado a conexión, como por ejemplo TCP. En este caso, el canal de transmisión 7 no está perturbado o los paquetes de datos de control se intercambian entre la unidad de mando 3 y la unidad de evaluación 5 a través de la conexión adicional 20.

En una segunda etapa S_2 del procedimiento, el canal de transmisión 7 utilizado para la transmisión de paquetes de datos de prueba entre la unidad de mando 3 y la unidad de evaluación 5 se perturba de manera selectiva. Aquí pueden simularse perturbaciones como por ejemplo propagaciones por trayectoria múltiple o ruido.

En una tercera etapa S_3 del procedimiento se transmiten los paquetes de datos de prueba bien entre la unidad de mando 3 y la unidad de evaluación 5 o bien entre la unidad de evaluación 5 y la unidad de mando 3, dependiendo de si se ha de medir la trayectoria descendente (en inglés: *downlink [enlace descendente]*) o la trayectoria ascendente (en inglés: *uplink [enlace ascendente]*). Los paquetes de datos de prueba pueden estar incorporados a paquetes TCP o a paquetes UDP. Dentro de la estructura para el paquete de datos de prueba puede almacenarse también el momento de envío. Para ello se almacena el tiempo actual del reloj o el valor actual de la unidad contadora en la correspondiente estructura de 64 bits de tamaño dentro del paquete de datos de prueba.

En una cuarta etapa S_4 del procedimiento se pone en marcha un reloj o se almacena el valor de una unidad contadora en la unidad de mando 3 o en la unidad de evaluación 5 en cuanto se envían o se reciben paquetes de datos de prueba. En la descripción correspondiente a la figura 6B se explican las ventajas de poner en marcha un reloj en la unidad 3, 5 que envía los paquetes de datos de prueba para, por medio del paquete de datos de confirmación, calcular el retardo de ida y vuelta [*round-trip-delay*]. La figura 6C ilustra las ventajas de poner en marcha el reloj en el lado del receptor de los paquetes de datos de prueba al recibirse un paquete de datos de prueba. Además de un tiempo puede almacenarse también el valor de una unidad contadora que cuente hacia arriba con una cadencia fija.

En otra etapa S_5 del procedimiento se detiene el reloj en cuanto se reciben más paquetes de datos de prueba o un paquete de datos de confirmación. La figura 6B muestra como puede calcularse en este caso el retardo de ida y vuelta (*round-trip-delay*), la figura 6C muestra cómo se determina el caudal de datos y la figura 6D ilustra cómo puede determinarse la latencia y, a partir de la latencia, la fluctuación.

En una sexta etapa S_6 del procedimiento, la diferencia de tiempo resultante del penúltimo paquete de datos de prueba recibido con respecto al último paquete de datos de prueba recibido se suma a las diferencias de tiempo sumadas entre sí precedentes. Además se aumenta en uno el número de paquetes de datos de prueba o, en caso dado, paquetes de datos de confirmación recibidos. El objetivo es aquí contar el número de paquetes de datos de prueba recibidos y registrar cuánto tiempo tarda en recibirse los paquetes de datos de prueba, para de este modo calcular el caudal de datos a través del canal de transmisión 7 perturbado. Una vez concluido la sexta etapa S_6 del procedimiento puede repetirse la tercera etapa S_3 del procedimiento enviando nuevos paquetes de datos de prueba.

En caso de que ya no hayan de transmitirse paquetes de datos de prueba, o en caso de que los paquetes de datos de prueba hayan de transmitirse utilizando un protocolo de comunicación orientado a conexión, como por ejemplo TCP, en una séptima etapa S_7 del procedimiento se desconectan las perturbaciones en el canal de transmisión 7 o se transmiten los paquetes de datos de control por una conexión adicional 20 sin perturbar. Si se utiliza un protocolo orientado a conexión, los paquetes de datos de control pueden tratarse de los paquetes de datos de confirmación con los que se acusa recibo de los paquetes de datos de prueba. En caso de que hayan de transmitirse más paquetes de datos de prueba utilizando un protocolo orientado a conexión, puede realizarse de nuevo la etapa S_3 del procedimiento.

En caso de que ya no hayan de transmitirse paquetes de datos de prueba, se realiza la etapa S_8 del procedimiento, en el que la unidad de mando 3 transmite a la unidad de evaluación 5, o la unidad de evaluación 5 transmite a la unidad de mando 3, la orden de que se han enviado todos los paquetes de datos de prueba.

5 En una novena etapa S_9 del procedimiento se calculan los parámetros de transmisión. El caudal de datos se determina de acuerdo con la ecuación (3), según la cual se determina el número de bits transmitidos y se divide por el tiempo total. El cálculo del retardo de ida y vuelta (*round-trip-delay*) para un paquete de datos de prueba se explica en la descripción de la figura 6B. Una vez terminada la medición se saca la media de todos los valores de retardo de ida y vuelta (*round-trip-delay*). Lo mismo es aplicable también para el cálculo de la latencia y de la fluctuación. La tasa de error de paquetes se calcula a partir de la relación de los paquetes de datos de prueba recibidos con respecto al número máximo de paquetes de datos de prueba a recibir esperado en la fase inicial.

10 En la última etapa S_{10} del procedimiento, la unidad de mando 3 y/o la unidad de evaluación 5 crean el protocolo de medición, que en caso dado la unidad de evaluación 5 transmite a la unidad de mando 3. Dado el caso, la unidad de mando junta los dos protocolos de medición y los emite en una unidad de pantalla, no representada.

Aunque la presente invención se ha descrito en relación con las formas de realización preferidas, para el técnico en la materia serán evidentes además otras modificaciones incluidas en el alcance de protección de la invención, tal y como se define en las reivindicaciones siguientes.

REIVINDICACIONES

1. Unidad de medición (1) para la medición de parámetros de transmisión de un objeto a medir (2), que presenta una unidad de mando (3), una unidad de envío y recepción (4) y una unidad de evaluación (5), en la que la unidad de envío y recepción (4) está conectada a la unidad de mando (3) mediante una primera conexión (6) y al objeto a medir (2) mediante al menos un canal de transmisión (7), en la que se envían paquetes de datos de confirmación como paquetes de datos de control, en la que el objeto a medir (2) está conectado a la unidad de evaluación (5) mediante una segunda conexión (8), en la que, para la medición de parámetros de transmisión del objeto a medir (2), se transmiten entre la unidad de mando (3) y la unidad de evaluación (5) paquetes de datos de control y paquetes de datos de prueba por separado, en la que el canal de transmisión (7) para los paquetes de datos de prueba puede perturbarse selectivamente, y en la que, dependiendo de si ha de probarse una trayectoria ascendente o una trayectoria descendente del objeto a medir (2), no se perturba la, respectiva, otra trayectoria del canal de transmisión (7), de manera que los paquetes de datos de confirmación pueden transmitirse sin perturbaciones.
2. Unidad de medición según la reivindicación 1, caracterizada porque el canal de transmisión (7) se trata de un canal de transmisión radioeléctrica simulado.
3. Unidad de medición según una de las reivindicaciones precedentes, caracterizada porque el canal de transmisión (7) no está perturbado durante la transmisión de los paquetes de datos de control.
4. Unidad de medición según una de las reivindicaciones precedentes, caracterizada porque en el canal de transmisión (7) pueden conectarse adicionalmente perturbaciones tales como propagaciones por trayectoria múltiple y/o ruido.
5. Unidad de medición según una de las reivindicaciones precedentes, caracterizada porque los paquetes de datos de control pueden transmitirse mediante un canal de transmisión (7) sin perturbar o mediante al menos una conexión adicional (20) sin perturbar.
6. Unidad de medición según la reivindicación 5, caracterizada porque la conexión adicional (20) es una conexión directa entre la unidad de mando (3) y la unidad de evaluación (5).
7. Unidad de medición según una de las reivindicaciones precedentes, caracterizada porque la medición de parámetros de transmisión se trata de una medición de caudal y/o una medición de tiempo de latencia y/o una medición de retardo de ida y vuelta y/o una medición de fluctuación y/o una tasa de error de paquetes.
8. Unidad de medición según una de las reivindicaciones precedentes, caracterizada porque la unidad de mando (3) y la unidad de evaluación (5) están configuradas en un sistema informático común (30) o porque la unidad de mando (3) y la unidad de evaluación (5) están configuradas conjuntamente en el sistema informático (40) de la unidad de envío y recepción (4).
9. Procedimiento para la medición de parámetros de transmisión de un objeto a medir (2) con una unidad de medición (1), que presenta una unidad de mando (3), una unidad de envío y recepción (4) y una unidad de evaluación (5), en el que la unidad de envío y recepción (4) está conectada a la unidad de mando (3) mediante una primera conexión (6) y al objeto a medir (2) mediante un canal de transmisión (7), en el que se envían paquetes de datos de confirmación como paquetes de datos de control, en el que el objeto a medir (2) está conectado a la unidad de evaluación (5) mediante una segunda conexión (8) y en el que, dependiendo de si ha de probarse una trayectoria ascendente o una trayectoria descendente del objeto a medir (2), no se perturba la, respectiva, otra trayectoria del canal de transmisión (7), de manera que los paquetes de datos de confirmación pueden transmitirse sin perturbaciones, con las siguientes etapas de procedimiento:
 - transmisión (S_1) de paquetes de datos de control entre la unidad de mando (3) y la unidad de evaluación (5);
 - perturbación selectiva (S_2) del canal de transmisión (7) utilizado para la transmisión de paquetes de datos de prueba entre la unidad de mando (3) y la unidad de evaluación (5);
 - transmisión (S_3) de paquetes de datos de prueba entre la unidad de mando (3) y la unidad de evaluación (5) o entre la unidad de evaluación (5) y la unidad de mando (3).
10. Procedimiento según la reivindicación 9, caracterizado por las siguientes etapas de procedimiento:
 - puesta en marcha (S_4) de un reloj en la unidad de mando (3) o en la unidad de evaluación (5) en cuanto se envían o se reciben paquetes de datos de prueba;
 - detención (S_5) del reloj en la unidad de mando (3) o en la unidad de evaluación (5) en cuanto se reciben más paquetes de datos de prueba o paquetes de datos de confirmación;
 - suma (S_6) del tiempo transcurrido en una unidad de memoria y aumento del número de paquetes de datos de prueba o paquetes de datos de confirmación recibidos.
11. Procedimiento según la reivindicación 9 o 10, caracterizado por la siguiente etapa de procedimiento:

- desconexión (S_7) de las perturbaciones en cuanto se transmiten paquetes de datos de control o transmisión de los paquetes de datos de control por una conexión adicional (20) sin perturbar, entre la unidad de mando (3) y la unidad de evaluación (5).
- 5 12. Procedimiento según una de las reivindicaciones 9 a 11, caracterizado por la siguiente etapa de procedimiento:
- transmisión (S_8) de la unidad de mando (3) o de la unidad de evaluación (5) a la unidad de evaluación (5) o a la unidad de mando (3) de una orden, como paquete de datos de control, de que se han enviado todos los paquetes de datos de prueba.
- 10 13. Procedimiento según la reivindicación 12, **caracterizado por** la siguiente etapa de procedimiento:
- cálculo (S_9) de los parámetros de transmisión, tales como el caudal de datos y/o la latencia y/o el retardo de ida y vuelta y/o las fluctuaciones y/o la tasa de error de paquetes, por parte de la unidad de mando (3) o de la unidad de evaluación (5).
- 15 14. Procedimiento según la reivindicación 13, **caracterizado por** la siguiente etapa de procedimiento:
- creación (S_{10}) de un protocolo de medición por parte de la unidad de mando (3) y/o creación de un protocolo de medición y transmisión del protocolo de medición como paquete de datos de control a la unidad de mando (3) por parte de la unidad de evaluación (5).

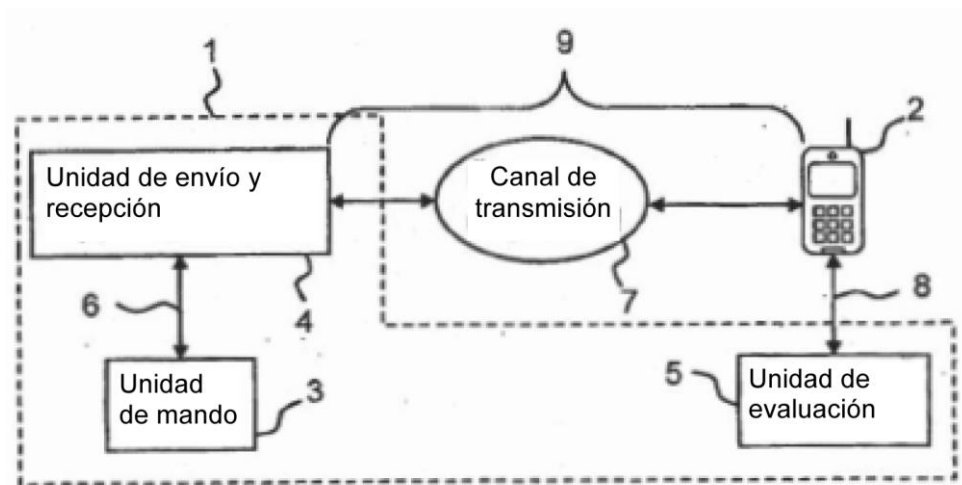


Fig. 1

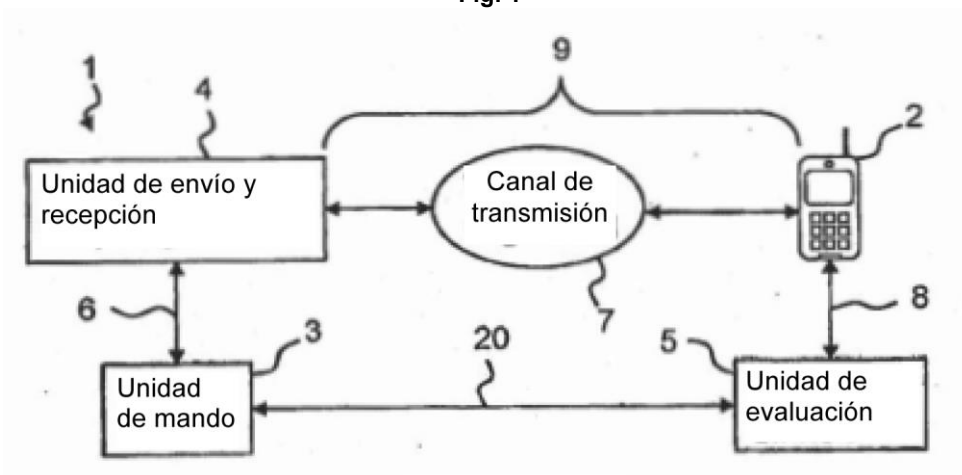


Fig. 2

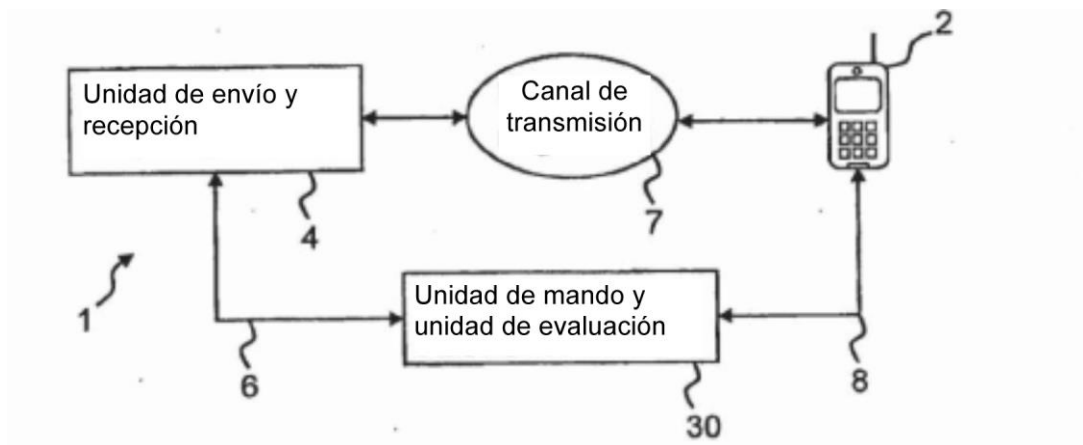


Fig. 3

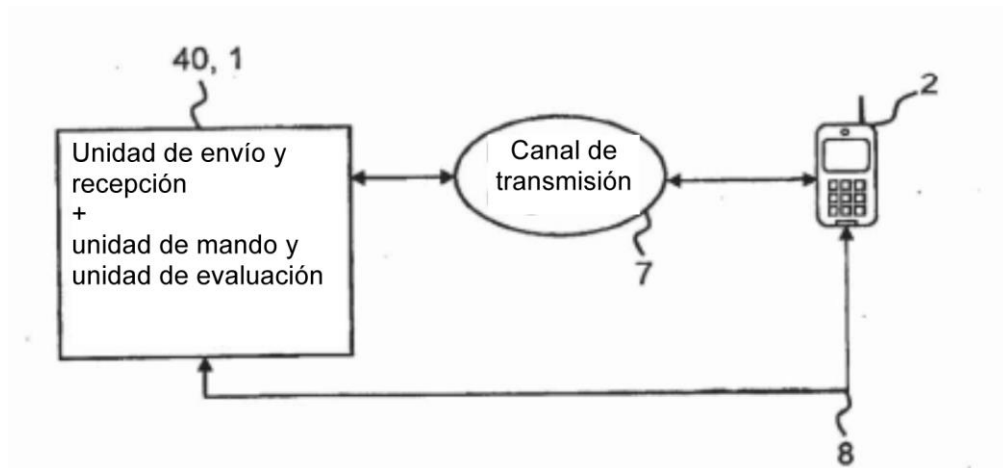


Fig. 4

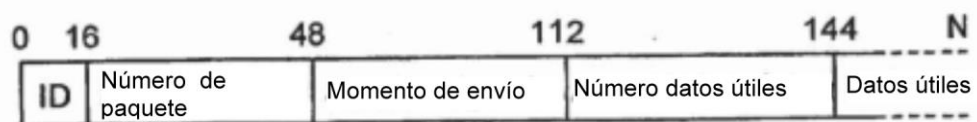


Fig. 5

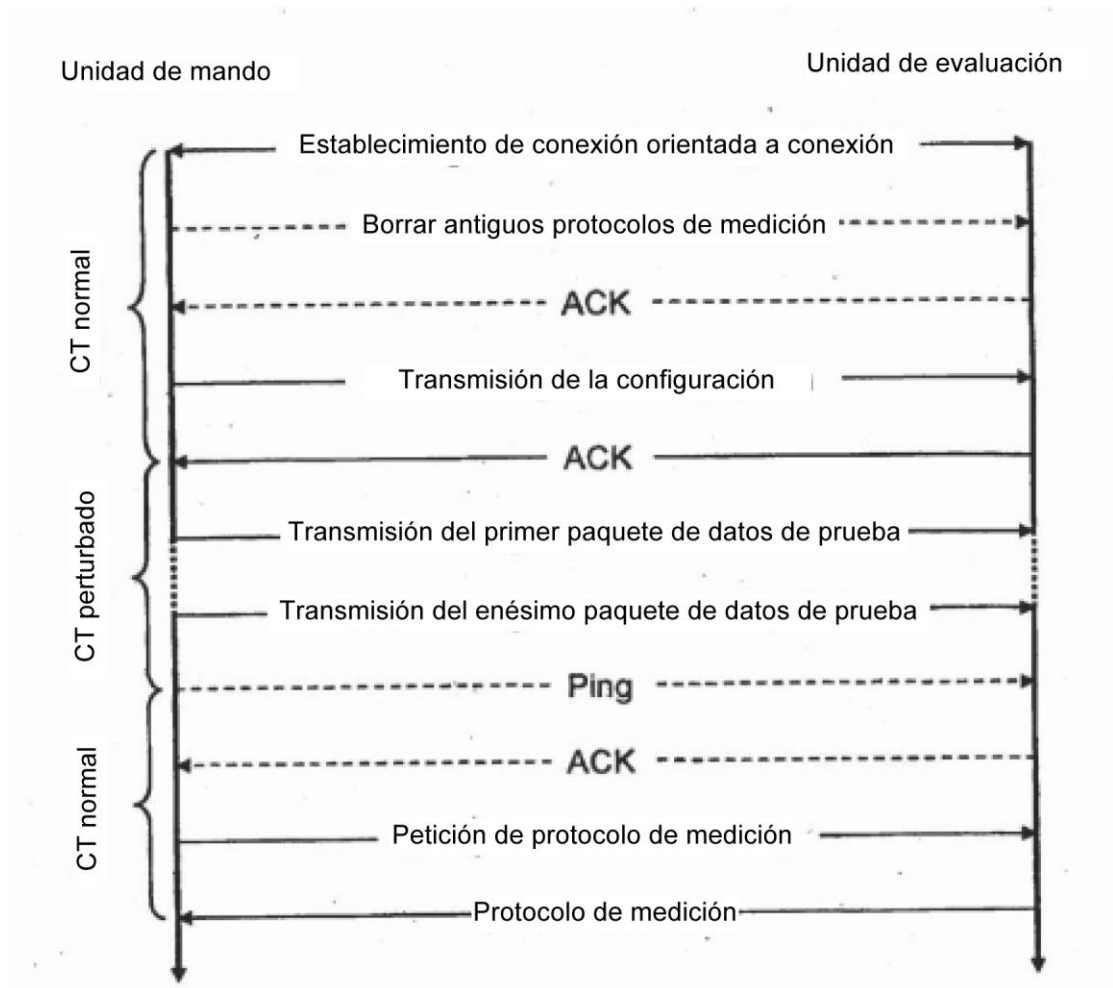


Fig. 6A

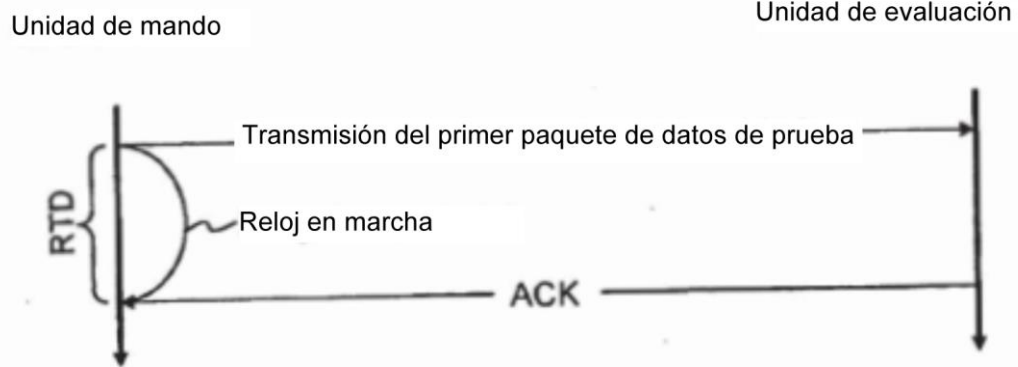


Fig. 6B

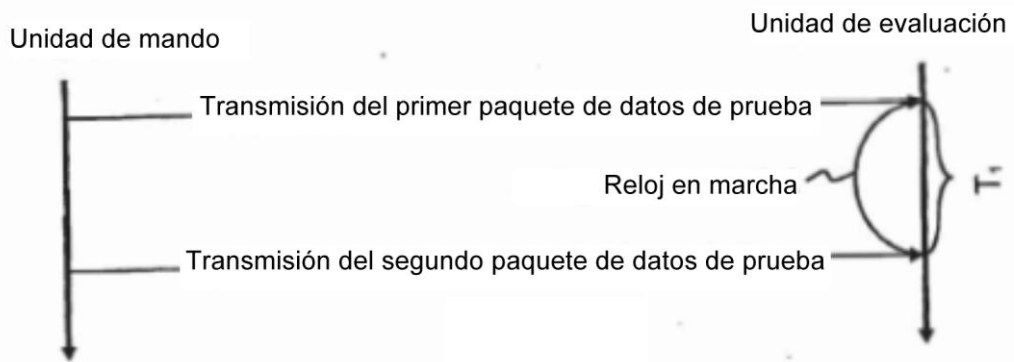


Fig. 6C

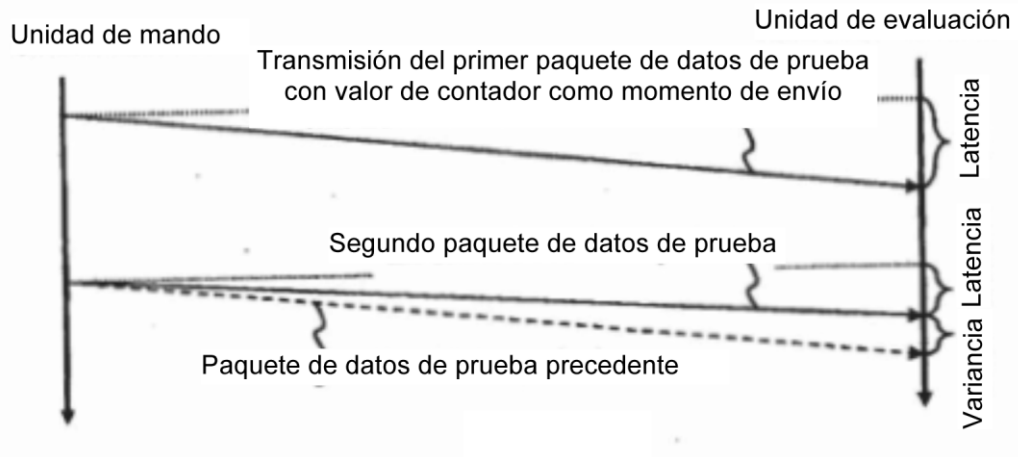


Fig. 6D

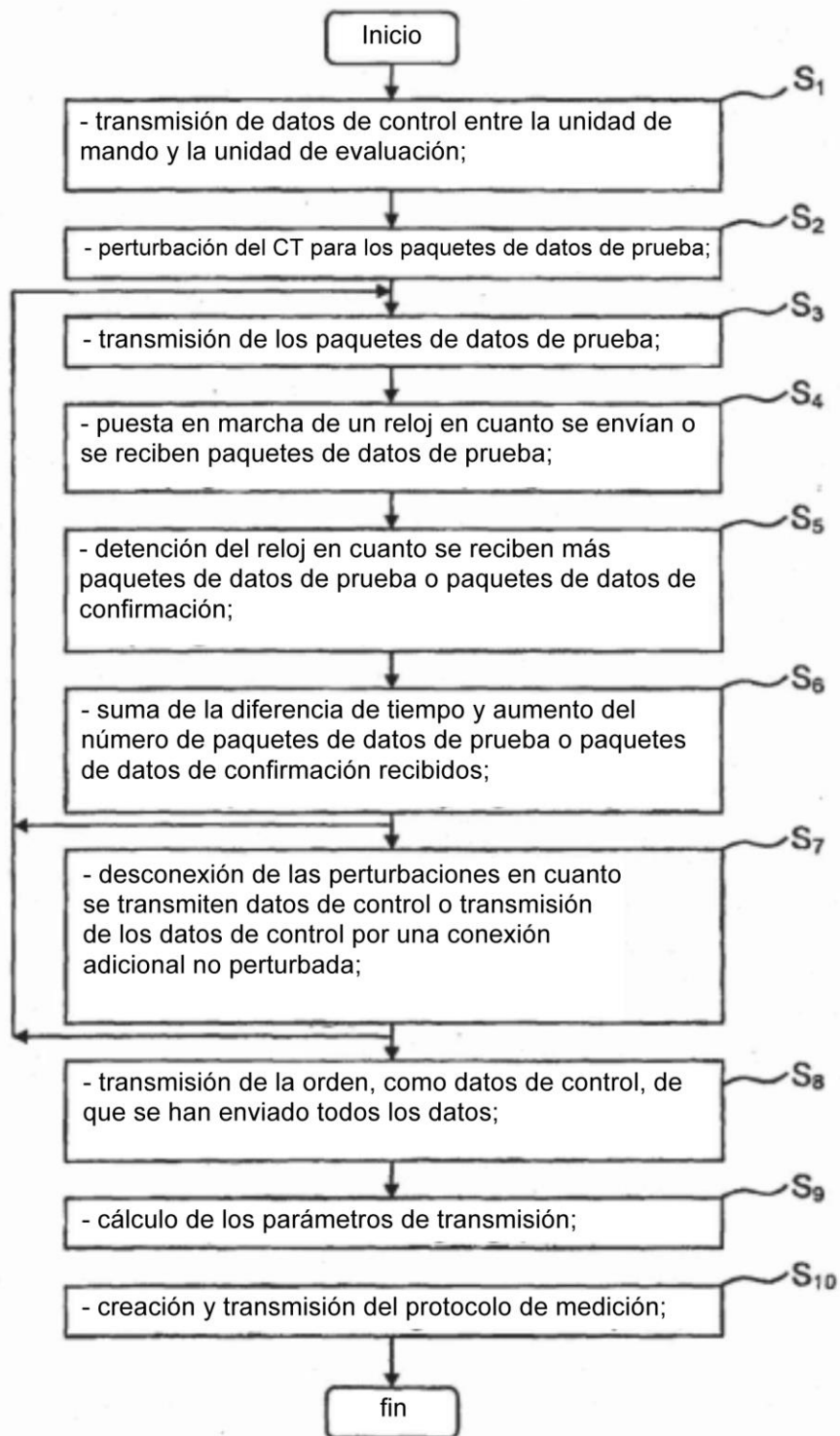


Fig. 7

REFERENCIAS CITADAS EN LA DESCRIPCIÓN

5 La lista de referencias citada por el solicitante lo es solamente para utilidad del lector, no formando parte de los documentos de patente europeos. Aún cuando las referencias han sido cuidadosamente recopiladas, no pueden excluirse errores u omisiones y la OEP rechaza toda responsabilidad a este respecto.

Documentos de patente citados en la descripción

10

• GB 2352129 A [0002]

• JP 2007116329 A [0003]