

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 674 322**

51 Int. Cl.:

H04J 3/06

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **30.08.2012 E 12182456 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **21.03.2018 EP 2566077**

54 Título: **Sistema de comunicaciones que permite la transmisión de señales entre equipos terminales conectados a equipos intermedios conectados a una red Ethernet**

30 Prioridad:

02.09.2011 FR 1102674

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

28.06.2018

73 Titular/es:

**THALES (100.0%)
45, rue de Villiers
92200 Neuilly Sur Seine, FR**

72 Inventor/es:

**RENAUX, MICHEL y
OUSTRIC, MICHEL**

74 Agente/Representante:

SALVA FERRER, Joan

ES 2 674 322 T3

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

DESCRIPCIÓN

Sistema de comunicaciones que permite la transmisión de señales entre equipos terminales conectados a equipos intermedios conectados a una red Ethernet.

5

[0001] La presente invención se refiere a un sistema de comunicaciones que permite la transmisión de señales, particularmente las señales que transportan flujos continuos de datos, entre equipos terminales acoplados a equipos intermedios conectados a una red de comunicaciones que utiliza el protocolo de Ethernet, y un dispositivo de tipo de equipo intermedio asociado.

10

[0002] Más particularmente, la invención se encuentra en el campo de la transmisión de señales que requiere una transmisión síncrona como, por ejemplo, señales que se originan a partir de enlaces en serie síncronos o conexiones analógicas con altas restricciones de integridad, sobre redes de área local LAN ("red de área local") o MAN ("red de área metropolitana") en particular.

15

[0003] En los últimos años, las redes locales de tipo Ethernet, en conmutación de paquetes asíncrona, han tenido prioridad sobre otros tipos de arquitectura de red basadas en tecnologías síncronas tales como la multiplexación temporal "Time Division Multiplexing (por sus siglas en inglés)".

20 **[0004]** Sin embargo, para ciertas aplicaciones, tales como, por ejemplo, aplicaciones de compensación digital de voz o de datos en el campo militar, los enlaces entre diversos dispositivos deben ser sincrónicos. Además, puede ser necesario asegurar una sincronización común entre más de dos accesos, así como una modificación dinámica de la masterización de ciertas conexiones sin perturbar las otras conexiones.

25 **[0005]** Por lo tanto, existe una necesidad de transmisión síncrona de datos, incluso en un soporte de tipo de red local de conmutación de paquetes de tipo Ethernet.

[0006] Las soluciones para satisfacer esta necesidad se han propuesto en el estado de la técnica.

30 **[0007]** Por un lado, se conoce lo que se denomina métodos adaptativos, en los que cada equipo conectado a la red mantiene las memorias intermedias que se llenan con el flujo de datos recibido y se vacían a la velocidad de procesamiento de estos datos. La resincronización de los datos se realiza desde los datos almacenados en las memorias intermedias inicializadas al comienzo del proceso hasta un umbral de llenado. Este tipo de solución tiene la desventaja de la dificultad del dimensionamiento de las memorias intermedias, para evitar la pérdida de datos en caso de sobrecarga o carencia. Además, el procesamiento de datos de las memorias intermedias genera retrasos. Esta solución es complicada, en particular, para redes que implementan enlaces multipunto, y que, por lo tanto, no están limitadas a enlaces punto a punto.

35

[0008] Por otro lado, también se ha propuesto la tecnología de sincronización para Ethernet, conocida como SyncE. La solución SyncE utiliza una señal de reloj que está codificada directamente en la línea de comunicación. Además, una red Ethernet comprende convencionalmente conmutadores que hacen posible conectar dispositivos terminales o intermedios entre sí a través de enlaces punto a punto ("unidifusión") o enlaces punto a multipunto ("difusión" o "multidifusión"). Por consiguiente, los conmutadores específicos son imperativamente necesarios para garantizar la propagación de la información del reloj.

45

[0009] Finalmente, en el campo de las redes informáticas, se conoce el protocolo "protocolo de tiempo de red" (NTP) que permite sincronizar los relojes de diferentes ordenadores conectados a una red en un reloj de referencia. Los mensajes NTP se transmiten en la capa de aplicación, el modelo OSI (interconexión de sistemas abiertos), y se procesan a nivel de *software*. La latencia de transporte y procesamiento no es adecuada para sistemas que requieren sincronización con fluctuación inferior a 50 nanosegundos (ns).

50

[0010] El documento "Layered interactive convergence for distributed clock synchronization" de R. Tilak *et al*, publicado en *Microprocessors and Microsystems*, vol. 26, diciembre de 2002, páginas 407-420, describe un servicio de sincronización maestro-esclavo donde el proceso basado en servidor transmite periódicamente un mensaje de sincronización que contiene un sello de tiempo en función de su reloj local, y en el que los procesos basados en cliente, a la recepción del mensaje, ajustan su reloj con respecto al reloj maestro usando el sello de tiempo contenido en el mensaje maestro.

55

[0011] La patente US6757303 B1 describe un sistema de sincronización temporal destinado a instrumentos

de música electrónica capaces de comunicarse según el estándar MIDI.

[0012] Para superar ciertas desventajas del estado de la técnica, la invención propone un sistema de comunicaciones tal como el reivindicado en la reivindicación 1.

5

[0013] Ventajosamente, la información de referencia temporal procedente del generador de reloj de referencia se transporta en forma de paquetes de transporte de datos a través de la red, y cada equipo intermedio se sincroniza gracias a esta información de referencia temporal que se transmite periódicamente. Esta solución permite una sincronización de todos los equipos intermedios en la misma referencia, sea cual sea el tipo de enlace, punto a punto o punto a multipunto o multipunto a punto o multipunto a multipunto. La adquisición de sincronización no requiere un flujo de datos de usuario, por consiguiente: las conexiones se establecen en una red ya sincronizada y, por lo tanto, son más rápidas; la modificación de la masterización de la conexión no tiene ningún impacto en la sincronización y, por lo tanto, en las demás conexiones.

10

[0014] La esclavización del generador de reloj local permite entonces sincronizar todos los medios de procesamiento, sin requerir el almacenamiento de datos en memorias intermedias. El sistema propuesto hace posible usar generadores de reloj, incluido el generador de reloj de referencia, que son productos comerciales, o COTS ("productos comerciales" en terminología inglesa) y, por lo tanto, presenta un activo económico.

15

[0015] El sistema de comunicaciones de acuerdo con la invención también puede tener una o más de las características reivindicadas en las reivindicaciones dependientes 2 a 12.

20

[0016] De acuerdo con otro aspecto, la invención se refiere a un dispositivo de tipo de equipo intermedio de acuerdo con las reivindicaciones 13 y 14.

25

[0017] Otras características y ventajas de la invención surgirán a partir de la descripción que se proporciona a continuación, a modo de título ilustrativo y de ninguna manera limitante, con referencia a las figuras adjuntas, entre las cuales:

30

- la figura 1 muestra un conjunto de equipos conectados a través de una red Ethernet;
- la figura 2 muestra un sistema de comunicaciones implementado en la invención, y
- la figura 3 es un diagrama de bloques de un dispositivo de tipo equipo intermedio capaz de implementar la invención.

35

[0018] La figura 1 ilustra un ejemplo de un sistema de comunicaciones 1 en el que la invención encuentra una aplicación. El sistema de comunicaciones 1 comprende una subred local 2 a la que están conectados equipos terminales tales como un ordenador 3 y un terminal de audio 4, que proporcionan datos en serie de tipo V24 o señales analógicas.

40

[0019] Estas señales se transmiten a través de los medios de masterización 5 a medios de comunicación externos, por ejemplo, medios de comunicación por radio 6 y medios de comunicación por satélite 7. Los medios de masterización 5 realizan la masterización y algunos procesamientos de datos de usuario.

45

[0020] Se insertan medios complementarios de modulación/demodulación BF 8 para garantizar la conversión de los datos de usuario a transmitir en el formato apropiado soportado por los medios de transmisión y viceversa, los medios de la conversión de datos recibidos del exterior en formato datos de usuario.

[0021] Además, para garantizar la confidencialidad de los datos, los encriptadores 9 se añaden al sistema.

50

[0022] Las señales que transportan datos de usuario, cifrados o no cifrados, se transmiten en el sistema de comunicaciones 1. La transmisión de estas señales debe garantizar una integridad, incluido durante un largo periodo, de los datos transportados. Para este fin, los medios de masterización implementan una función de pasarela síncrona como se explica con más detalle a continuación, asegurando así la transmisión síncrona de señales que transportan datos de usuario digitales en una red Ethernet.

55

[0023] La figura 2 ilustra una arquitectura general de un sistema de comunicaciones 20 de acuerdo con la invención que comprende una pluralidad de equipos intermedios 22 que aseguran una función de pasarela síncrona, conectados a conmutadores Ethernet 24 conectados a la red Ethernet 26, a través de una interfaz física de acceso a Ethernet no mostrada en esta figura. Además, cada equipo intermedio 22 está conectado a uno o varios equipos

terminales 28 que proporcionan señales que transportan datos de usuario. Los equipos terminales proporcionan, por ejemplo, diversos tipos de acceso de usuario: acceso de audio (señales BF y señales discretas), enlace en serie V24, ISDN ("red de dispositivo de servicios integrados"). Los equipos terminales no están controlados por un reloj distribuido.

5

[0024] Un equipo intermedio en el sentido de la invención comprende, por un lado, medios de generación de reloj local y, por otro lado, medios de procesamiento de las señales transmitidas, implementados en un solo bloque de *hardware* o en varios bloques de *hardware* conectados entre sí.

10 **[0025]** El sistema de comunicaciones comprende un generador de reloj de referencia 30, que genera periódicamente información de referencia temporal que se transmite a los diversos equipos intermedios 22 mediante un flujo de datos 32, que transporta esta información de referencia temporal encapsulada en paquetes de transporte, a nivel de red o de enlace del modelo OSI, de la misma manera que otros datos, por ejemplo, datos de usuario, transmitidos a través de la red.

15

[0026] En una realización, el reloj de referencia está sincronizado con un reloj global, por ejemplo, a través del sistema GPS.

20 **[0027]** Los datos de usuario digitales se transmiten en el flujo 34, también en forma de paquetes de transporte en red.

[0028] El número de equipos intermedios 22 es variable en función de la cantidad de equipos terminales 28 a conectar, el número de puertos de "usuario" disponibles en un equipo intermedio 22, así como la distribución geográfica de los equipos terminales. El número de equipos terminales 28 conectados a un equipo intermedio 22 es variable de un equipo intermedio a otro dependiendo de los requisitos de aplicación.

30 **[0029]** El sistema de comunicaciones también comprende, opcionalmente, un servidor de administración 36 cuya función es calcular y luego distribuir a los equipos intermedios 22, por un lado, la información que identifica los extremos de las interconexiones a realizar o eliminar, por otro lado, los parámetros de las configuraciones de las funciones de procesamiento de señales, como se describe en más detalle a continuación con referencia a la figura 3.

35 **[0030]** En la realización preferida, la información de referencia temporal se formatea y se difunde de acuerdo con el protocolo "protocolo de tiempo de precisión" (PTP) definido por el estándar IEEE 1588-V2. Típicamente, la información de referencia temporal comprende información de frecuencia del reloj de referencia y una referencia de datación.

40 **[0031]** La información de referencia temporal es un mensaje del tipo "sello de tiempo" según PTP que se emite periódicamente, con un periodo de transmisión de hasta 128 mensajes por segundo, lo que permite una fluctuación residual entre el reloj de referencia y el reloj local de algunas decenas de nanosegundos. De manera más general, se prevén periodos de transmisión de 2^o mensajes/segundo, con n variando de 1 a 8 en PTP.

45 **[0032]** El funcionamiento de la transmisión de mensajes de tipo "sello de tiempo" para una sincronización de modo diferencial según el protocolo PTP es el siguiente: Se envía un mensaje SYNC que comprende una referencia de datación temporal (t1) de la hora del envío del reloj de referencia, de acuerdo con el modo "unidifusión" o "multidifusión", en la red y se recibe por el generador de reloj local de un equipo 22 cuyo reloj local debe ser esclavo del reloj de referencia. El equipo 22 observa el instante de recepción t2. Opcionalmente, se reenvía un mensaje del tipo FOLLOW_UP por el reloj de referencia que contiene el momento preciso de envío t1 del mensaje anterior. Esto permite que el equipo 22 calcule un retraso $dm2s = t2 - t1$. Este retardo de transmisión entre el generador del reloj de referencia 30 y el equipo 22 comprende el tiempo de transmisión en la red y la desviación o desfase entre los dos relojes.

50 **[0033]** El equipo 22 envía entonces una solicitud de solicitud de retraso DELAY_REQ en un momento t3, y señala ese tiempo t3. El generador de reloj de referencia recibe este mensaje DELAY_REQ en un momento t4 y envía el valor t4 en un mensaje de respuesta DELAY_RESP que es recibido por el equipo 22 que puede calcular de este modo el retardo $ds2m = t4 - t3$.

[0034] La desviación entre los relojes o el desfase se calcula mediante: $off = (dm2s - ds2m)/2$, suponiendo que el tiempo de transmisión de los mensajes sea simétrico entre los equipos.

[0035] El reloj local aplica entonces la diferencia *off* calculada para corregir cualquier desviación del reloj de referencia y, por lo tanto, se convierte en esclavo del reloj de referencia.

[0036] Ventajosamente, la difusión de mensajes del tipo "sello de tiempo" de PTP se realiza al nivel de la capa de enlace o de la capa de red, y los mensajes son procesados directamente por el *hardware*, por lo tanto, a nivel de la capa física, por lo que la transmisión y el procesamiento se realizan muy rápido, lo que garantiza una fluctuación del reloj local inferior a 50 nanosegundos (ns). Gracias a este sistema de sincronización de reloj local, todos los equipos intermedios 22 aplican el servocontrol de su reloj local, lo que permite tener una sincronización completa en el sistema de comunicaciones 20. Por lo tanto, los flujos de datos de usuario digitales 34 se transmiten, según el modo "unidifusión", a un equipo intermedio o se duplican y después se transmiten, según el modo "unidifusión", a una pluralidad de equipos intermedios, logrando así una transmisión punto-multipunto.

[0037] Los conmutadores de Ethernet 24 no necesitan implementar el protocolo PTP, en la medida en que el flujo de datos 32 que transporta la información temporal de referencia tiene el mismo formato que otro flujo de datos de usuario digitales 34. En este caso, el procesamiento es particularmente sencillo en los conmutadores de Ethernet 24.

[0038] En una variante, los conmutadores de Ethernet 24 también implementan el protocolo PTP y corrigen el retardo que introducen. Cada conmutador de Ethernet 24 calcula su tiempo de cruce de los mensajes de "sello de tiempo" y añade a los mensajes retransmitidos este retardo en un campo específico. Esta información es utilizada entonces por los equipos intermedios 22 para corregir su cálculo de desfase de tiempo del recorrido variable de los conmutadores de Ethernet 24.

[0039] Como alternativa, el sistema de comunicaciones 20 comprende varios dispositivos que se comportan como un generador de reloj de referencia. En este caso, se asigna una puntuación de calidad a cada generador. El sistema aprovecha el reloj disponible que ofrece la mejor calidad. Además, la función o funciones del generador de reloj de referencia están integradas en los equipos intermedios que, dependiendo de la configuración, pueden ser transmisores o receptores del reloj de referencia.

[0040] La figura 3 ilustra un ejemplo de equipo intermedio 22 o pasarela síncrona de acuerdo con la invención.

[0041] Dicho equipo intermedio 22 comprende una interfaz física de acceso a Ethernet 40 que transmite el flujo de información temporal de referencia 32 hacia un generador de reloj local 42, e intercambia el flujo de datos de usuario digitales 34 con los demás módulos que implementan medios de procesamiento de datos del equipo intermedio 22. La diferenciación entre el flujo de información temporal y el flujo de datos de usuario digitales se logra al nivel de los encabezados de los paquetes. Dependiendo de la elección de implementación, esta diferenciación es a nivel de la dirección MAC ("control de acceso a medios"), a nivel de la dirección IP ("Protocolo de Internet"), o a nivel del puerto UDP ("protocolo de datagrama de usuario").

[0042] Como se ha explicado anteriormente con referencia a la figura 2, el generador de reloj local 42 procesa la información temporal de referencia para corregir su diferencia con respecto al reloj de referencia, y transmite este reloj local a todos los demás medios de procesamiento, a fin de sincronizar su procesamiento en *hardware* y hacerlos sincrónicos en frecuencia con respecto al generador de reloj de referencia, lo que asegura el procesamiento sincrónico de las señales que transportan los datos de usuario.

[0043] Para el procesamiento de señales que transportan datos de usuario, el equipo 22 comprende al menos una interfaz de adaptación 44 a las restricciones eléctricas de estas señales de usuario.

[0044] El equipo 22 comprende además medios de digitalización 46 que aseguran la caracterización de las señales de los usuarios, adaptadas a la naturaleza de estos últimos, para regenerarlas con las mismas características de frecuencia y de amplitud en el equipo intermedio del otro extremo o extremos. En el caso de señales analógicas, los medios de digitalización 46 garantizan la conversión analógica-digital y digital-analógica, para convertir las señales de usuario que transportan datos de usuario analógicos en datos de usuario digitales, y viceversa. En el caso de datos sincrónicos, por ejemplo, para un enlace en serie de tipo V24, los medios de digitalización 46 aseguran el muestreo de los datos y la medición de fase y frecuencia de las señales de reloj o, por el contrario, la regeneración de la frecuencia de las señales de reloj.

[0045] El equipo 22 también comprende medios de procesamiento 48 de datos de usuario digitales, lo que

permite la interconexión de equipos terminales que no tienen las mismas señales en su interfaz, por ejemplo, emulación de señales, multiplexación de señales, o mezcla de datos en el caso de acceso de usuarios que requieren el procesamiento de datos de varios equipos intermedios que contribuyen a la transmisión multipunto-punto o multipunto-multipunto.

5

[0046] Además, el equipo 22 comprende medios de formateo/desformateo 50, que garantizan el formateo de datos de usuario digitales en paquetes de transporte de datos digitales secuenciados y capaces de transmitirse a través de la red Ethernet. Por ejemplo, los datos del mismo puerto de usuario se multiplexan en un datagrama en formato RTP. Los medios de formateo/desformateo también garantizan opcionalmente una función de supervisión, que permite asegurar que los flujos procesados en la recepción sean los de la conexión solicitada. Para este fin, en el formateo, una información que identifica el equipo receptor se inserta en los paquetes de datos digitales. Tal identificador es único en el sistema en un instante dado, y se proporciona, por ejemplo, por el servidor de administración 36. En el formateado, el identificador se verifica y los datos se procesan solo en caso de verificación positiva. De lo contrario, los datos se destruyen. Esta función permite aumentar la seguridad de la transmisión de señales del usuario.

10

15

[0047] Además, el equipo 22 comprende medios de secuenciación 52 de los paquetes de transporte de datos y medios de acceso a la red 54, que aseguran la implementación de la capa de red.

20 **[0048]**

El equipo 22 también comprende medios de enlace de datos 56 que aseguran la implementación de la capa de protocolo correspondiente, o capa MAC. Los medios de conexión 56 procesan los flujos de datos digitales de usuario 34 recibidos y a enviar a través del módulo de acceso físico a Ethernet 40.

25 **[0049]**

En una primera realización, el equipo intermedio 22 es un dispositivo que comprende una manera integrada, el generador de reloj 42 y el conjunto de módulos de procesamiento 44 a 56.

30 **[0050]**

En una realización alternativa, el equipo intermedio 22 consiste en varios bloques de *hardware* interconectados, por un lado, un bloque que implementa el generador de reloj 42 y, por otro lado, uno o más bloques que implementan los módulos de procesamiento 44 a 56.

30

[0051] Todos los medios de procesamiento 46 a 56 se sincronizan por el generador de reloj local 42, que aplica la corrección en modo diferencial para controlar la frecuencia al generador de reloj de referencia.

35 **[0052]**

Por ejemplo, cuando los datos de usuario son señales de audio, los medios de digitalización 46 se controlan de forma sincronizada con el reloj de referencia.

[0053]

Por lo tanto, el sistema de comunicaciones permite la transmisión síncrona de señales que transportan datos de usuario entre los equipos terminales no controlados por un reloj distribuido, a través de equipos intermedios conectados a una red Ethernet.

40

REIVINDICACIONES

1. Sistema de comunicaciones (20) que permite la transmisión de señales entre los equipos terminales (28) acoplados a equipos intermedios (22) conectados a una red de comunicaciones (26) que utilizan el protocolo de Ethernet, no estando esclavizados dichos equipos terminales (28) por un reloj distribuido, comprendiendo cada uno de dichos equipos intermedios (22) al menos una interfaz física de acceso a Ethernet (40), al menos una interfaz (44) con un equipo terminal y medios de tratamiento (46-56) de señales transmitidas, comprendiendo el sistema de comunicaciones (20) al menos un generador de reloj de referencia (30), **caracterizado porque** comprende los equipos intermedios (22), garantizando estos últimos una función de pasarela síncrona, y **porque** el sistema está configurado de manera que:

- una información de referencia temporal se transmite periódicamente por el generador de reloj de referencia (30) y sea distribuida como paquetes de transporte de datos a los equipos intermedios (22) a través de la interfaz física de acceso a Ethernet (40),
- 15 - cada equipo intermedio (22) incluye un generador de reloj local (42), dicha información de referencia temporal es recibida y procesada por cada equipo intermedio (22), para esclavizar el generador de reloj local (42) de cada equipo intermedio (22) en el reloj de referencia (30), que permite adquirir una sincronización entre los equipos intermedios (22),
- los medios de procesamiento (46-56) de las señales de un primer equipo intermedio (22) incluyen medios para digitalizar (46) señales proporcionadas por un equipo terminal (28) acoplado a dicho primer equipo intermedio (22) bajo forma de paquetes de transporte de datos de usuario, estando dichos medios de procesamiento sincronizados por el generador de reloj local (42) de dicho primer equipo intermedio,
- 20 - dichos paquetes de transporte de datos de usuario siendo transmitidos en forma de un flujo de datos de usuario digitales (34) a través de la red Ethernet (26) a un segundo equipo intermedio,
- 25 - devolviéndose las señales a un equipo terminal (28) de dicho segundo equipo intermedio (22), siendo dichas señales regeneradas a partir del flujo de datos de usuario digitales (34) con las mismas características de frecuencia y amplitud por medio de la digitalización (46) del segundo equipo intermedio sincronizado por el generador de reloj local (42) de dicho segundo equipo intermedio,
- 30 permitiendo así obtener un procesamiento sincrónico de las señales transmitidas.

2. Sistema de comunicaciones de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado porque** el procesamiento de la información de referencia temporal comprende un cálculo de la diferencia entre el reloj local y el reloj de referencia, y una modificación del reloj local en su caso en función de la diferencia calculada.

3. Sistema de comunicaciones de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 2, **caracterizado porque** los medios de procesamiento (46-56) de los datos de un equipo intermedio comprenden:

- medios de formateo (50) datos de usuario digitales a partir de la digitalización de las señales (46) en paquetes de transporte de datos digitales secuenciados y capaces de transmitirse a través de la red Ethernet, y
- medios de desformateo (50) los paquetes de transporte de datos digitales, en datos de usuario digitales que pueden suministrarse a la generación de las señales (46) destinadas a un equipo terminal.

4. Sistema de comunicaciones de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** dicha información de referencia temporal se formatea y se distribuye de acuerdo con el protocolo "Protocolo de tiempo de precisión" definido por el estándar IEEE 1588-V2.

5. Sistema de comunicaciones de acuerdo con la reivindicación 4, **caracterizado porque** dicha información de referencia temporal comprende información de frecuencia del reloj de referencia y una referencia de datación.

6. Sistema de comunicación de acuerdo con una de las reivindicaciones 4 o 5, **caracterizado porque** dicha información de referencia temporal se transmite en la capa de enlace o capa de red del protocolo de comunicación de red Ethernet (26), y **porque** la información de referencia temporal se procesa a nivel de *hardware* de un equipo intermedio (22).

7. Sistema de comunicación de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** el generador de reloj de referencia (30) está sincronizado con un tipo de reloj global de tipo GPS.

8. Sistema de comunicación de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** consta de varios generadores de reloj de referencia, asignándose una nota a cada generador de reloj de referencia.
- 5
9. Sistema de comunicación de acuerdo con la reivindicación 8, **caracterizado porque** los equipos intermedios incorporan cada uno un generador de reloj de referencia, estando un equipo intermedio adaptado para configurarse para ser un transmisor o receptor de reloj de referencia.
- 10 10. Sistema de comunicación de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** los medios de procesamiento de señal de un equipo intermedio (22) comprenden medios de formateo/desformateo (50), que garantizan el formateo de datos de usuario digitales en paquetes de transporte de datos digitales realizando una multiplexación de señales.
- 15 11. Sistema de comunicación de acuerdo con la reivindicación 10, **caracterizado porque** dicho formateo se realiza según el formato RTP.
12. Sistema de comunicaciones de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende además conmutadores (24) capaces de transferir paquetes de transporte de datos digitales de forma asíncrona entre diversos equipos de redes de comunicaciones (26), **caracterizado porque** dicha información de referencia temporal se transporta en un paquete de transporte de datos transferidos sin un procesamiento particular por dicho conmutador (24).
- 20
13. Dispositivo del tipo de equipo intermedio capaz de conectarse a una red de comunicaciones (26) que utiliza el protocolo de Ethernet, a través de al menos una interfaz física de acceso a Ethernet (40), que comprende al menos una interfaz (44) capaz de intercambiar señales con al menos un equipo terminal (28), y medios de procesamiento de señal (46-56) intercambiados con dicho al menos un equipo terminal (28) y transmitidos a través de la red de comunicaciones, **caracterizado porque** consta de:
- 25
- 30 un generador de reloj local (42), capaz de procesar una información de referencia temporal recibida en forma de paquetes de transporte de datos a través de dicha interfaz física de acceso a Ethernet, para esclavizar dicho generador de reloj local con respecto a un reloj de referencia,
- el generador de reloj local es capaz de sincronizar dichos medios de procesamiento de señales, lo que permite de este modo obtener un procesamiento sincrónico de las señales transmitidas,
- 35 los medios de procesamiento de señales (46-56) permiten la digitalización (46) de señales proporcionadas por el equipo terminal, permitiendo la caracterización de dichas señales para regenerarlas con las mismas características de frecuencia y amplitud por medio de la digitalización (46) de otro equipo intermedio (22).
14. Dispositivo de tipo equipo intermedio de acuerdo con la reivindicación 13, **caracterizado porque** el
- 40 generador de reloj local comprende medios para calcular la diferencia entre el reloj local y el reloj de referencia, y medios para modificar el reloj local si es necesario en función de la diferencia calculada.

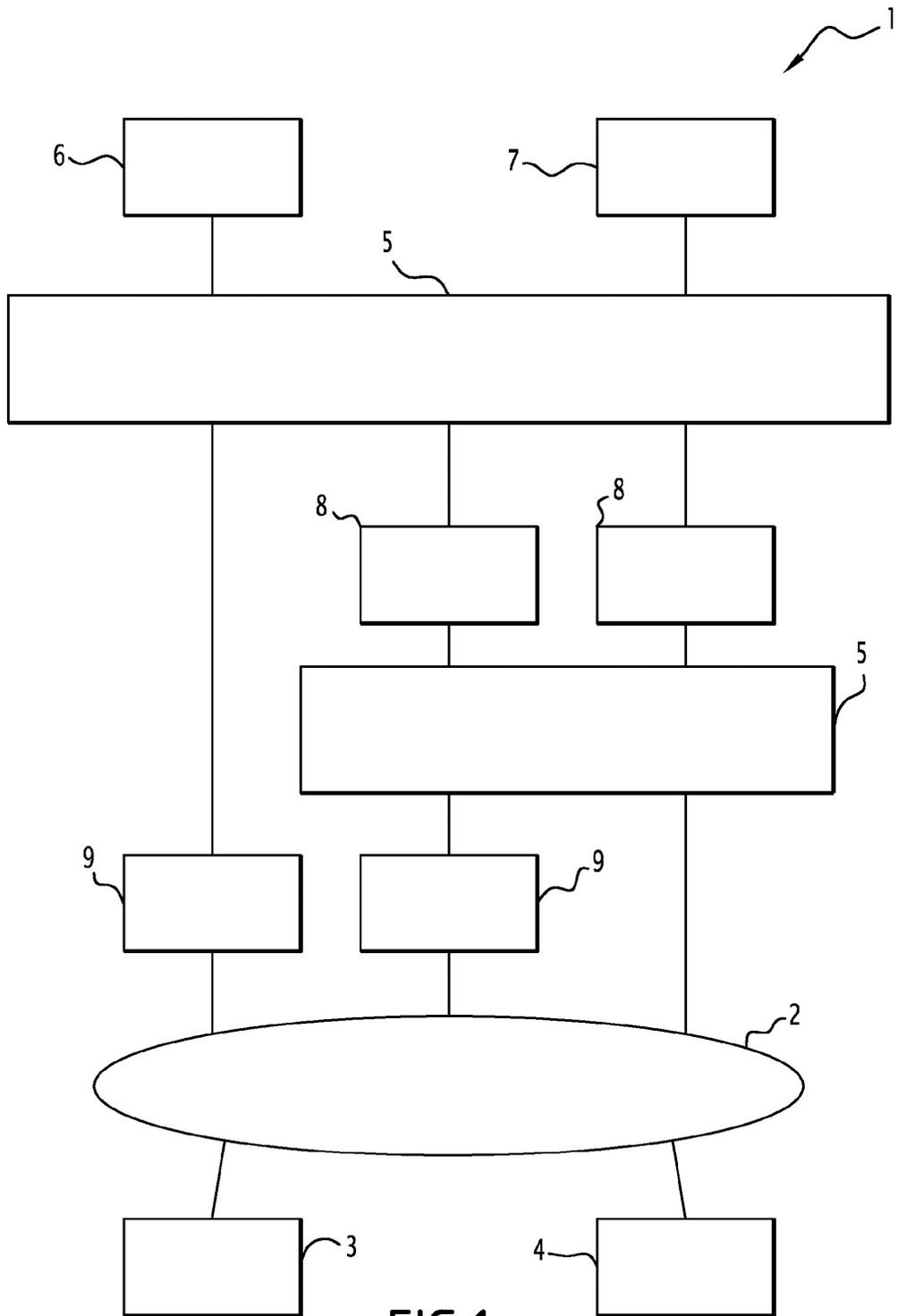


FIG. 1

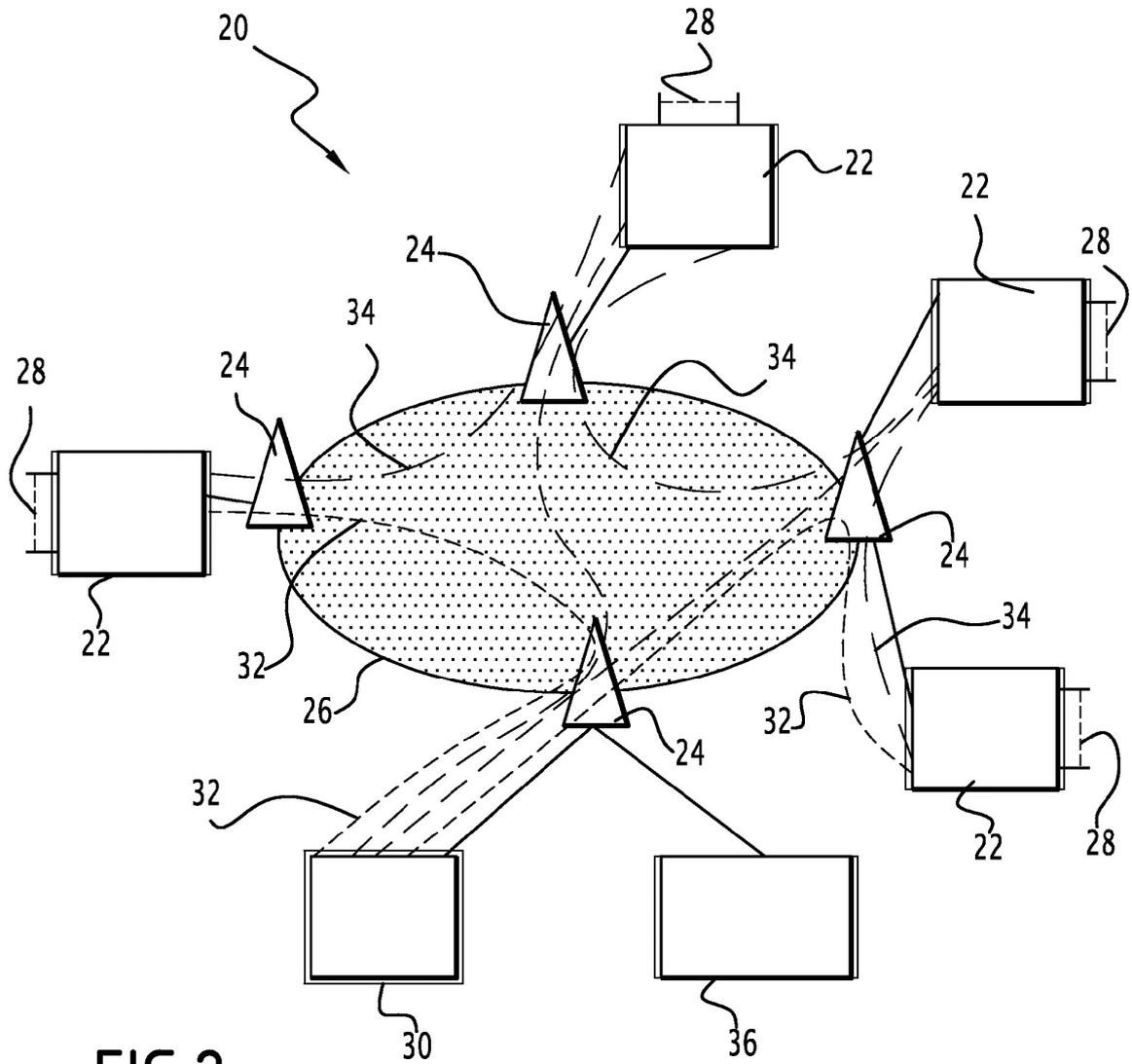


FIG. 2

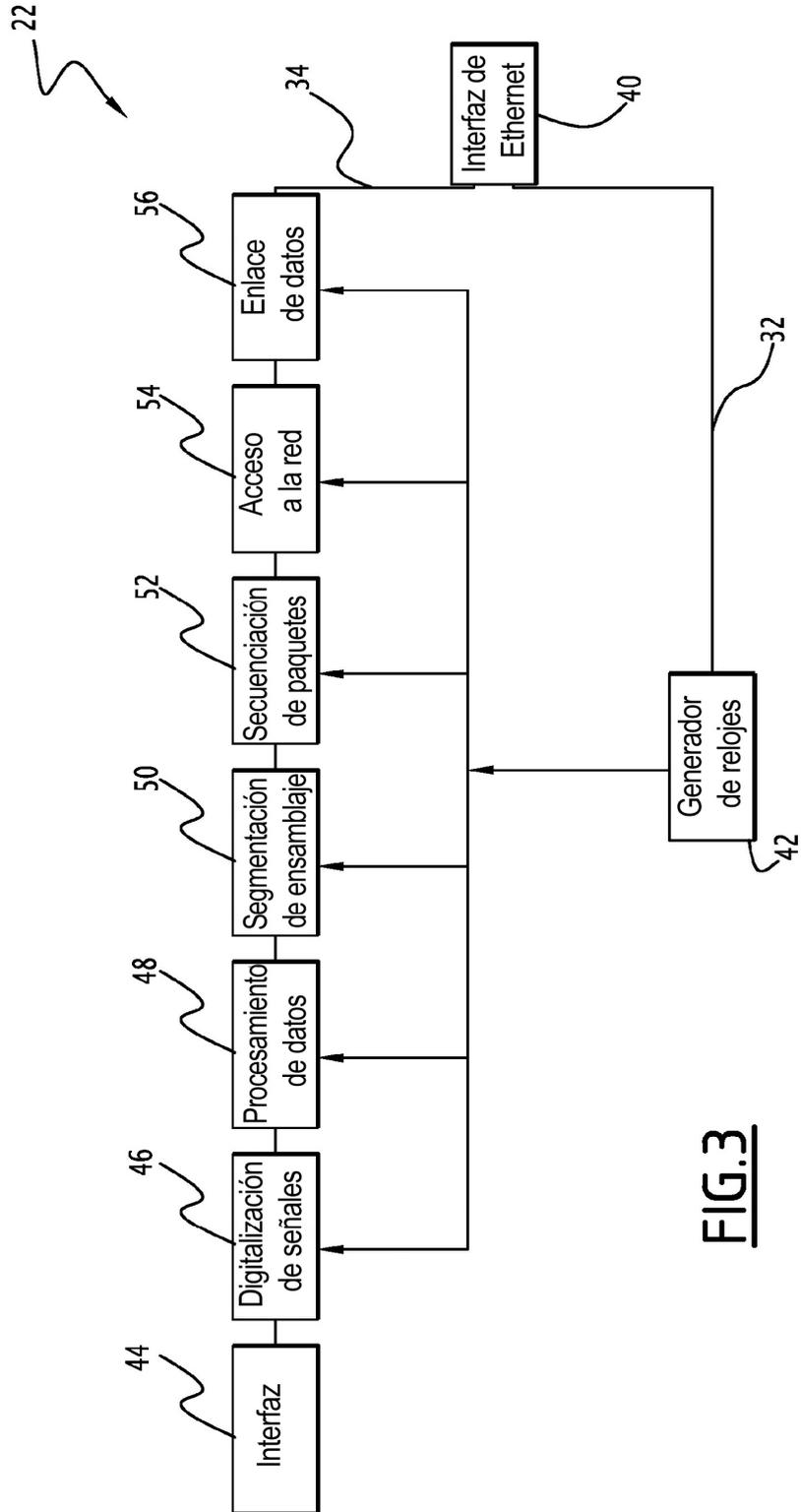


FIG.3