

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 533 727**

51 Int. Cl.:

H04L 7/00 (2006.01)

H04L 7/033 (2006.01)

H04B 1/69 (2011.01)

H04L 12/40 (2006.01)

H04L 7/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **19.10.2009 E 09013156 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **14.01.2015 EP 2187560**

54 Título: **Sistema de bus de campo con espectro disperso**

30 Prioridad:

14.11.2008 DE 102008057445

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

14.04.2015

73 Titular/es:

**PHOENIX CONTACT GMBH & CO. KG (100.0%)
Flachsmarktstrasse 8
32825 BLOMBERG, DE**

72 Inventor/es:

WEISS, DOMINIK

74 Agente/Representante:

PÉREZ BARQUÍN, Eliana

ES 2 533 727 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).

SISTEMA DE BUS DE CAMPO CON ESPECTRO DISPERSO**DESCRIPCIÓN**

- 5 La invención se refiere a un sistema de bus de campo con un conjunto de abonados que presentan cada uno al menos un equipo emisor y un equipo receptor. Además se refiere la invención a un aparato de bus de campo para utilizarlo en un tal sistema de bus de campo.
- 10 Por el documento EP 1 933 494 A1 se conoce un sistema de bus de campo con un conjunto de abonados que presentan cada uno al menos un equipo emisor controlado por impulsos y un equipo receptor controlado por impulsos, para emitir señales a un primer abonado contiguo y/o recibirlas del primer abonado contiguo. Al respecto interviene un abonado como master, para realizar la sincronización entre los abonados. Cada abonado presenta su propio oscilador de reloj local con señal de reloj específica, para controlar con un ciclo de impulsos de reloj la longitud de los bits o la longitud de los símbolos. El procesador de cada abonado se ocupa de adaptar la duración de cada trama de datos con al menos un símbolo para cada uno de los abonados, incluso cuando las señales de reloj locales del oscilador de reloj local de los abonados sean diferentes entre si.
- 15
- 20 Por el documento EP 1 037 394 A1 se conoce un procedimiento y un equipo para sincronizar aparatos de campo, en el que una señal de tiempo de referencia se modula mediante modulación de banda dispersa (spread) o de espectro disperso (spread). La señal de tiempo transmitida se recibe en varios aparatos de campo mediante respectivos receptores y desmoduladores y se utiliza para sincronizar un reloj local.
- 25 En los sistemas de bus de campo utilizados hasta ahora se utilizan fuentes de impulsos tradicionales para la alimentación con impulsos de reloj en la transmisión de datos. En sistemas de bus de datos con transmisión de datos binaria más rápida hay dificultades para mantener los límites de compatibilidad para la radiación electromagnética parasitaria. El desviarse a formas de señal analógicas implica componentes costosos para el aparato en el sistema de bus de campo.
- 30 La invención tiene como tarea básica lograr un sistema de bus de campo y un aparato de bus de campo diseñados para la transmisión rápida de datos binarios, pero que evitan la mayor emisión de perturbaciones que es de esperar en un tal caso de aplicación.
- 35 Una idea clave de la invención ha de verse en que a cada abonado, también denominado aparato de bus de campo, se le asigna en el sistema de bus de campo una señal de reloj específica de espectro disperso, para transmitir señales de datos y señales de reloj mediante la tecnología de espectro disperso a un abonado contiguo en el sistema de bus de campo.
- 40 La tecnología de espectro disperso se basa en variar la frecuencia de una señal, obteniéndose una señal de datos o de reloj con longitud de bit variable. Esta señal de datos o de reloj modificada espectralmente origina una inferior transmisión de perturbaciones.
- 45 Una transmisión de datos binaria rápida y baja en perturbaciones es posible con un aparato de bus de campo según la reivindicación 1 en un sistema de bus de campo según la reivindicación 2.
- 50 El sistema de bus de campo está previsto con un conjunto de abonados que presentan al menos un equipo emisor controlado por impulsos de reloj y un equipo receptor controlado por impulsos de reloj, para enviar señales de datos a un primer abonado contiguo y/o recibirlos del primer abonado. Además está asignado a cada abonado un emisor de impulsos de espectro disperso para proporcionar una señal de reloj local de espectro disperso que está aplicada al equipo emisor y al equipo receptor, para poder enviar y recibir señales de datos de manera síncrona con la señal de reloj local de espectro disperso.
- 55 Convenientemente se transmite la señal de reloj local de espectro disperso a través de una línea de impulsos de reloj separada o mediante la señal de datos enviada al correspondiente primer abonado contiguo.
- 60 Conociendo la correspondiente señal de reloj local de espectro disperso pueden recuperarse señales de datos espectralmente modificadas recibidas en el equipo receptor del correspondiente abonado. Cuando la señal de reloj local de espectro disperso se transmite junto con la señal de datos espectralmente modificada, se dispone de esta señal de reloj en el equipo receptor del correspondiente abonado y puede utilizarse para decodificar datos.
- 65 Para posibilitar una transmisión de datos bidireccional controlada por reloj, presenta al menos uno de los abonados otro equipo emisor controlado por impulsos de reloj y otro equipo receptor controlado por impulsos de reloj para enviar señales de datos a un segundo abonado contiguo y para recibir señales de datos del segundo abonado contiguo, aplicándose al otro equipo emisor y al otro equipo receptor la señal de reloj local de espectro disperso del segundo abonado.

ES 2 533 727 T3

Para poder recibir la señal de reloj local de espectro disperso del segundo abonado contiguo a través de una línea separada de impulsos de reloj, presenta el abonado, de los que al menos hay uno, una interfaz correspondientemente constituida.

5 Si no se transmite la señal de reloj local de espectro disperso del segundo abonado contiguo a través de una línea separada de impulsos de reloj sino mediante la señal de datos enviada, presenta el abonado, de los que al menos hay uno, un circuito de recuperación de impulsos de reloj, para obtener la señal de reloj local de espectro disperso a partir de la señal de datos que llega del segundo abonado.

10 Esta organización en el sistema de bus de campo posibilita proporcionar en cada caso sólo una señal de reloj local de espectro disperso por cada abonado, lo cual reduce significativamente el coste técnico.

15 Para poder codificar los datos a enviar de forma adecuada y decodificar de nuevo las señales codificadas recibidas, presentan los equipos emisores respectivos codificadores y los equipos receptores respectivos decodificadores.

20 Señalemos aquí que el reloj marcador de espectro disperso puede proporcionar una señal de reloj de espectro disperso cuya frecuencia varíe dentro de un período de dispersión, tal que la frecuencia de la señal de datos a emitir varíe según la señal de reloj local de espectro disperso.

25 Para poder codificar o decodificar la señal de datos de forma estable en cuanto a fase, debe explorarse la señal de datos espectralmente modificada en cada caso en el instante correcto. Para ello puede presentar cada abonado al menos un circuito regulador de fase, en particular un circuito Phase-Locked-Loop (bucle de fijación de fase), que ajusta la posición en fase de las señales de datos a enviar y a recibir con la posición en fase de la correspondiente señal de reloj de espectro disperso.

Convenientemente presenta cada abonado un equipo de control programable y/o un equipo de procesamiento de datos.

30 Un único aparato de bus de campo denominado "local" está previsto con al menos un equipo emisor controlado por impulsos de reloj y un equipo receptor controlado por impulsos de reloj, para poder enviar señales de datos a otro aparato de bus de campo y/o recibirlas de otro aparato de bus de campo. El aparato de bus de campo presenta además un reloj marcador de espectro disperso, que está aplicado al equipo emisor y al equipo receptor, para poder enviar y recibir señales de datos de manera síncrona con la señal de reloj local de espectro disperso.

La invención se describirá más en detalle en base a un ejemplo de ejecución. Al respecto muestra:

40 figura 1 un esquema de bloque de circuitos de un sistema de bus de campo en la zona de un abonado y figura 2 formas de señal para diversos puntos de conexión en el recorrido de ida y de vuelta de señales del sistema de bus de campo con forma anular.

45 La figura 1 muestra a modo de ejemplo una sección de un sistema de bus de campo con forma anular con un abonado 10 y dos abonados contiguos al anterior 20 y 30, que están conectados mediante un bus de campo. Naturalmente puede presentar el sistema de bus de campo también más de tres abonados. En el ejemplo representado incluye el bus de campo una línea de impulsos de reloj 50, 55, así como líneas de datos 60, 66 y 70, 77 para una transmisión bidireccional de datos entre los abonados 10, 20 y 30. Los abonados se denominan también aparatos de bus de campo. Al menos el abonado 10 que se encuentra entre los abonados 20 y 30 presenta una interfaz de llegada y una interfaz de salida. La interfaz de llegada contiene una interfaz 18, un equipo receptor 14, que puede presentar un decodificador y un equipo emisor 12, que puede presentar un codificador. A la señal de interfaz 18 llega una señal de reloj de espectro disperso, que se aporta localmente en el abonado 20. Los datos D02 enviados por el abonado 20 al ritmo de su señal de reloj local de espectro disperso se transmiten a través de la línea de datos 60 al equipo receptor 14 y se decodifican. Para ello se conduce la señal de reloj de espectro disperso del equipo receptor 14 recibida en la interfaz 18 preferiblemente a través de un circuito PLL 13. Los datos D12 destinados al abonado 20 se transmiten desde el equipo emisor de manera síncrona con la señal de reloj local de espectro disperso del abonado 20 preferiblemente a través de la línea de datos 70 al abonado 20. Para ello se conduce la señal de reloj de espectro disperso recibida en la interfaz 18 al codificador del equipo emisor 12, preferiblemente a través del circuito PLL 13.

60 La interfaz de salida del abonado 10 presenta un equipo emisor 16 y un equipo receptor 17. El equipo emisor 16 presenta preferiblemente un codificador, mientras que el equipo receptor 17 presenta preferiblemente el correspondiente decodificador. Además presenta el abonado 10 un reloj marcador de espectro disperso 40, que proporciona una señal de reloj de espectro disperso STT1 para la interfaz de salida. La señal de reloj de espectro disperso proporcionada por el reloj marcador de espectro disperso 40 se conduce, preferiblemente a través de un circuito PLL 15, al equipo emisor 16, al equipo receptor 17 y según la forma de ejecución mostrada a modo de ejemplo en la figura 1 a una salida del abonado 10. Señalemos aquí que el abonado 20 presenta al menos una interfaz de salida y un reloj de impulsos de espectro disperso, al menos similares a la interfaz de salida y al reloj marcador de espectro disperso del

abonado 10. El abonado 30 presenta al menos una interfaz de llegada, al menos similar a la interfaz de llegada del abonado 10.

5 Cada abonado puede ser controlado y vigilado por un equipo de control programable (no representado). De manera de por sí conocida puede presentar cada abonado un equipo de procesamiento de datos. Un tal equipo de procesamiento de datos 11 está implementado en el abonado 10 y está conectado con los equipos emisores 12 y 16 y los equipos receptores 14 y 17.

10 El equipo emisor 16 del abonado 10 transmite de manera síncrona con la señal de reloj de espectro disperso SST1 datos DO1 de a través de la línea de datos 60 al abonado 30. Los datos DI1 provenientes del abonado 30 se reciben a través de la línea de datos 70 en el equipo receptor 17 del abonado 10. La señal de reloj local de espectro disperso SST1 se transmite a través de la línea de impulsos de reloj 15 al abonado 30. Señalemos aquí que los datos DI1 del abonado 30 se codifican mediante la señal de reloj local de espectro disperso SST1 del abonado 10, tal como se ha descrito en relación con la interfaz de llegada del abonado 10.

15 Señalemos que la señal de reloj de espectro disperso SST1 no puede transmitirse a través de la línea de impulsos de reloj del abonado 10 hasta el abonado 30. También podría pensarse en que el abonado 30, al igual que los demás abonados 10 y 20, contengan un circuito de recuperación de impulsos de reloj (no representado), que obtiene la señal de reloj de espectro disperso SST1 a partir de la señal de datos DO1 recibida a través de la línea de datos 60 y modificada en el espectro.

20 El funcionamiento del sistema de bus de campo se describirá más en detalle a continuación en relación con las figuras 1 y 2.

25 Supongamos que el abonado 10 desea transmitir datos DO1 al abonado 30. Además supongamos que el reloj marcador de espectro disperso 40 proporciona una señal de reloj de espectro disperso SST1, que se conduce a través del circuito PLL 15 al equipo emisor 16 y al equipo receptor 17 y que se transmite a través de la línea de impulsos de reloj 50 al abonado 30. Los datos a transmitir se conducen desde el equipo de procesamiento de datos 11 al codificador del equipo emisor 16. El codificador genera, activando la señal de impulsos de espectro disperso SST1, la correspondiente señal de datos modificada espectralmente, que se transmite a través de la línea de datos 60 al abonado 30.

30 En la figura 2 se representa una función de modulación $f(\text{Takt } O1)$ a modo de ejemplo, con la que se modifica la frecuencia de una señal de reloj en el emisor de impulsos de espectro disperso 40, para generar la señal de reloj de espectro disperso SST1 (denominada O1 en la figura 2). La evolución de la función de modulación se representa como una recta ascendente y descendente a lo largo de tres periodos de dispersión T , representándose en las ordenadas la altura de dispersión de la frecuencia. Para valores bajos de la función de modulación f , la frecuencia de la señal de reloj de espectro disperso O1 es baja y para valores altos de la función de modulación f la frecuencia de los impulsos es más alta. Las proporciones se representan en el dibujo exageradas para mayor claridad. La frecuencia máxima f_{max} y la frecuencia mínima f_{min} se desvían sólo ligeramente de la frecuencia media f_0 , por ejemplo sólo en aprox. 0,2% hacia arriba y hacia abajo de la frecuencia media f_0 . Mediante esta variación de frecuencia se producen longitudes de impulso diferentes en la señal de reloj de espectro disperso O1 y en correspondencia a ello longitudes de bit diferentes en las señales DO1 y DI1. Ha de tenerse en cuenta que la señal de datos DO1 corresponde a la señal de salida del equipo emisor 16, mientras que la señal de datos DI1 mostrada en la figura 2 corresponde a la señal de entrada del equipo receptor 17.

35 Para simplificar la representación, coincide la señal de reloj de espectro disperso O1 con la de la señal de datos DO1 en relación 1:1. No obstante en la práctica se prefiere una conversión más rápida. Por ejemplo se practica una transformación de una señal de reloj de espectro disperso O1 de 50 MHz en señal de datos DO1 de 200 MHz. También la duración de un periodo T de la señal de modulación se ha dibujado muy exagerada. En un ejemplo práctico fue la duración de un periodo $T = 10 \mu\text{s}$ para una frecuencia $f_0 = 100 \text{ MHz}$.

40 Supongamos ahora el caso de que el abonado 10 recibe a través de la línea de datos 66 datos D02 del abonado 20. A la vez recibe el mismo también la señal de reloj local de espectro disperso del abonado 20 a través de la línea de impulsos de reloj 55, con la que se ha modificado espectralmente la señal de datos DO2. La figura 2 muestra también esta señal de reloj de espectro disperso O2, así como la correspondiente función de modulación $f(\text{Takt } O2)$, igualmente con valores de función ascendentes y descendentes, pero en otra situación de fases respecto al periodo de los impulsos T . En consecuencia puede diferenciarse la posición en fase de las señales de reloj local de espectro disperso O1 y O2 de los abonados 10 y 20. Ha de tenerse en cuenta que la posición de fase relativa de las señales de reloj local de espectro disperso es aleatoria y puede variar, debido a que las señales de reloj se generan independientemente entre sí. En consecuencia la señal de datos DO2 está también modificada espectralmente de manera diferente a la señal de datos DO1. No obstante, puesto que el abonado 10 recibe la señal de reloj de espectro disperso O2 del abonado 20, puede decodificarse la señal de datos recibida D02 correctamente en el decodificador del equipo receptor 14 y conducirse al circuito de procesamiento de datos 11. Hay que tener en cuenta que la señal de datos DO2 corresponde a la señal

ES 2 533 727 T3

de entrada del equipo receptor 14, mientras que la señal de datos DI2 mostrada en la figura 2 corresponde a la señal de salida del equipo emisor 12.

- 5 Para poder transmitir datos DI2 a través de la línea de datos 77 al abonado 20, utiliza el abonado 10 la señal de reloj de espectro disperso 02 recibida del abonado 20 en el codificador del equipo emisor 12. El abonado 20 conoce naturalmente su propia señal de reloj local de espectro disperso y puede así decodificar la señal de datos DI2 recibida.
- 10 De manera similar puede transmitir el abonado 30 datos al abonado 10. Para ello se genera en un codificador del abonado 30 una señal de datos DI1 espectralmente modificada activando la señal de reloj local de espectro disperso del abonado 10. El decodificador del equipo receptor 17 puede decodificar correctamente la señal de datos DI1 recibida, modificada espectralmente.
- 15 Todas las variantes tienen la ventaja de que mediante la utilización de una señal de reloj de espectro disperso en cada abonado puede reducirse considerablemente la emisión de perturbaciones, generándose económicamente una señal de reloj de espectro disperso.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Aparato de bus de campo para operar en un sistema de bus de campo que presenta varios abonados en serie, entre ellos el aparato de bus de campo como un abonado local (10) y un abonado conectado como entrante (20), así como un abonado conectado como saliente (30), que incluye:
- una interfaz de llegada (18) para recibir una señal de reloj de espectro disperso que llega del abonado conectado como entrante (20),
 - una interfaz de salida para emitir una señal de reloj de espectro disperso saliente hacia el abonado conectado como saliente (30),
 - 10 – un equipo emisor-receptor (12, 14) para el abonado conectado como entrante (20),
 - un equipo emisor-receptor (16, 17) para el abonado conectado como saliente (30),
 - un reloj de impulsos local de espectro disperso (40) para proporcionar una señal de reloj local de espectro disperso (SST1) y
 - 15 – un equipo de procesamiento de datos (11), conectado con los equipos emisores y equipos receptores del aparato de bus de campo,
- caracterizado porque**
- la señal de reloj local de espectro disperso (SST1) es independiente de la señal de reloj de espectro disperso (TaktO2) del abonado conectado como entrante (20), pero coopera con el equipo emisor-receptor (16, 17) por el lado del abonado conectado como saliente (30), para generar señales de datos modificadas espectralmente (DO1) de longitud de bit variable y emitir las de manera síncrona con la señal de reloj local de espectro disperso (SST1) al abonado conectado como saliente (30) y recibir las correspondientes señales de datos (DI1) con la señal de reloj local de espectro disperso (SST1).
- 20
- 25 2. Sistema de bus de campo con un conjunto de abonados (10, 20, 30), entre ellos un abonado local (10) con un aparato de bus de campo según la reivindicación 1 y un abonado conectado como entrante (20) así como un abonado conectado como saliente (30),
- caracterizado**
- porque** a cada abonado (10, 20, 30) está asignado un emisor de impulsos de espectro disperso (40) para proporcionar una señal de reloj de espectro disperso específica de un abonado,
- porque** las señales de datos se modifican espectralmente, para tener señales de datos de longitud de bit variable,
- porque** la correspondiente señal de reloj específica de abonado está aplicada al equipo emisor y al equipo receptor del correspondiente abonado, para poder enviar y recibir señales de datos (DO1, DI1, DO2, DI2) de manera síncrona con la señal de reloj de espectro disperso y
- porque** el abonado local (10) transmite su señal de reloj de espectro disperso específica (SST1) al abonado conectado como saliente (30) y esta señal de reloj de espectro disperso (SST1) se utiliza en este abonado (30) para recibir datos, así como para enviar datos al abonado local (10).
- 30
- 35
- 40 3. Sistema de bus de campo según la reivindicación 2,
- caracterizado porque** la señal de reloj de espectro disperso (SST1) del abonado local (10) se transmite mediante una línea de impulsos de reloj (50) separada o mediante la señal de datos (DO1) enviada al abonado conectado como saliente (30).
- 45
4. Sistema de bus de campo según la reivindicación 3,
- caracterizado porque** el abonado local (10) presenta otro equipo emisor (12) controlado por impulsos de reloj y otro equipo receptor (14) controlado por impulsos de reloj para enviar señales de datos (DI2) al abonado conectado como entrante (20) y para recibir señales de datos (DO2) del abonado conectado como entrante (20), aplicándose al otro equipo emisor (12) y al otro equipo receptor (14) la señal de reloj de espectro disperso específica del abonado conectado como entrante (20).
- 50
5. Sistema de bus de campo según la reivindicación 4,
- caracterizado porque** la interfaz de llegada (18) del abonado local (10) presenta una línea de impulsos de reloj (55) separada para recibir la señal de reloj de espectro disperso específica del abonado conectado como entrante (20).
- 55
6. Sistema de bus de campo según la reivindicación 4 ó 5,
- caracterizado porque** el abonado local (10) presenta un circuito de recuperación de impulsos de reloj para obtener la señal de reloj de espectro disperso específica del abonado conectado como entrante (20) a partir de la señal de datos (DO2) que llega del segundo abonado (20).
- 60
7. Sistema de bus de campo de según una de las reivindicaciones 2 a 6,
- caracterizado porque** los equipos emisores (12, 16) presentan en cada caso un codificador y los equipos receptores (14, 17) en cada caso un decodificador.
- 65
8. Sistema de bus de campo según una de las reivindicaciones precedentes 2 a 7,
- caracterizado porque** el reloj marcador de espectro disperso (40) del abonado local (10) proporciona una señal de reloj de espectro disperso (SST1), cuya frecuencia varía dentro de un periodo de

ES 2 533 727 T3

dispersión (T), tal que la frecuencia de la señal de datos a enviar (DO1) varía según esta señal de reloj local de espectro disperso (SST1).

- 5 9. Sistema de bus de campo según una de las reivindicaciones 2 a 8,
caracterizado porque cada abonado (10, 20, 30) presenta al menos un circuito de regulación de fase (13, 15), que ajusta la posición en fase de las señales de datos (DO1, DI1; DO2, DI2) con la posición en fase de la correspondiente señal de reloj de espectro disperso.
- 10 10. Sistema de bus de campo según una de las reivindicaciones precedentes 2 a 9,
caracterizado porque cada abonado (10, 20, 30) presenta un equipo de control programable y/o un equipo de procesamiento de datos (11).

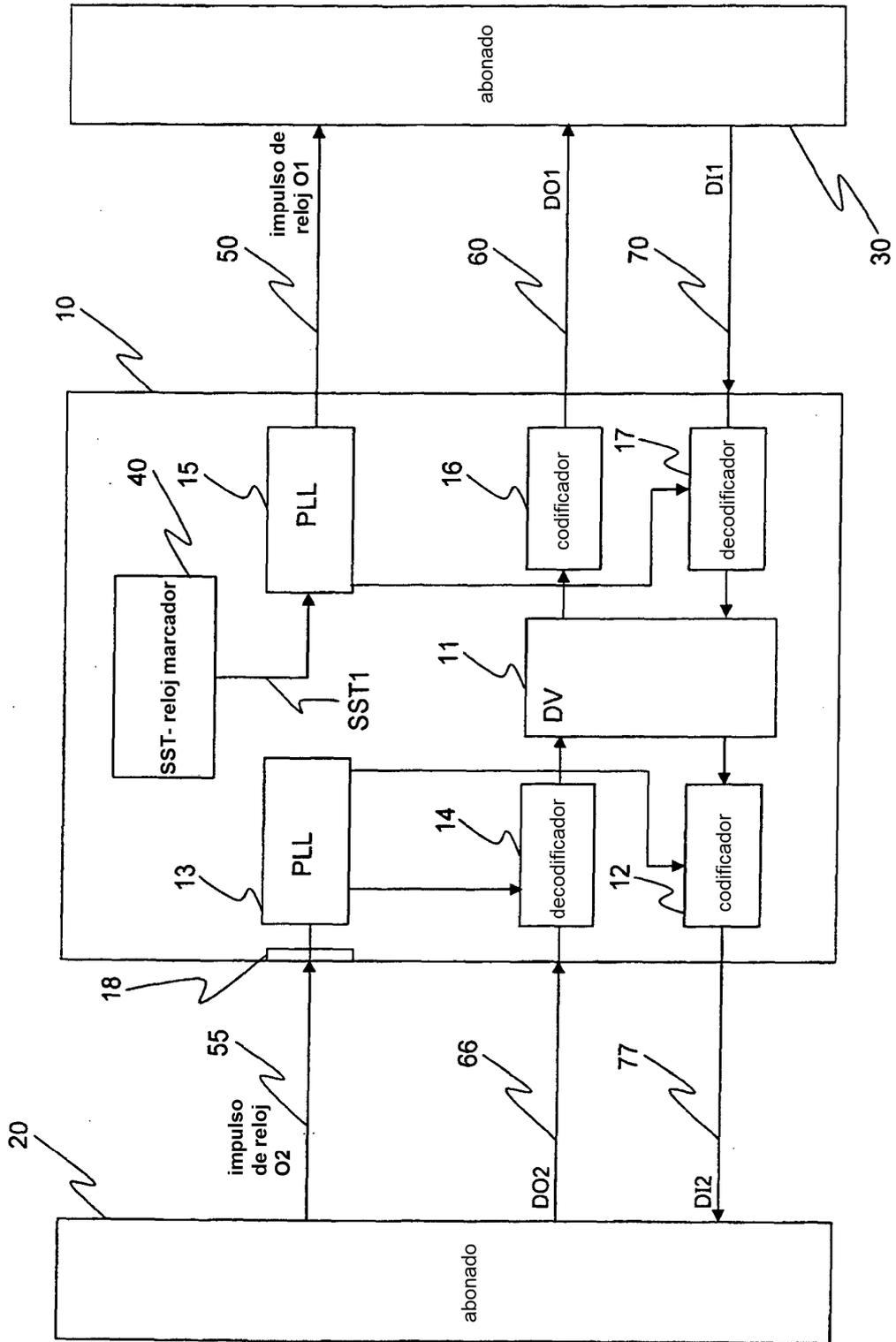


Fig. 1

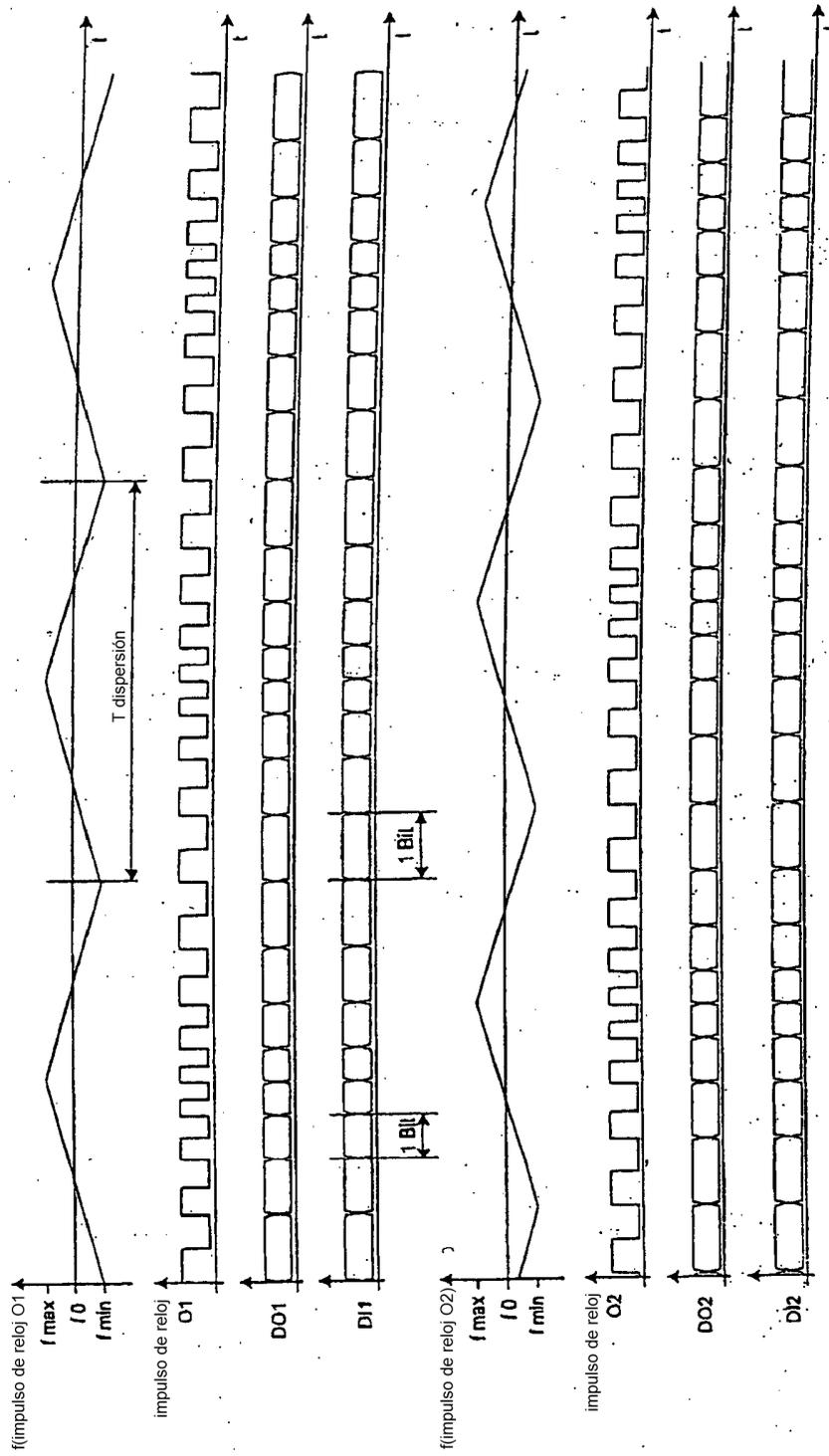


Fig. 2