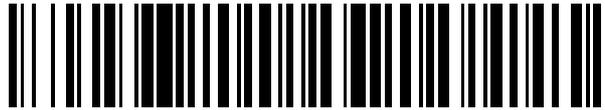


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 525 422**

51 Int. Cl.:

**H04J 3/06**

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **09.06.2006 E 06763625 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **15.10.2014 EP 1894332**

54 Título: **Arquitectura genérica de radar**

30 Prioridad:

**10.06.2005 FR 0505927**

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

**22.12.2014**

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**ELLEAUME, PHILIPPE**

74 Agente/Representante:

**CARPINTERO LÓPEZ, Mario**

**ES 2 525 422 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**

Arquitectura genérica de radar

**Campo de la invención**

5 La invención se refiere al campo general de las arquitecturas de sistemas electrónicos y/o informáticos complejos y en particular al campo de las estructuras de intercambio de información entre los diferentes elementos de dichas arquitecturas. Resulta especialmente conveniente para los sistemas complejos para los cuales los intercambios adoptan la forma de flujos irregulares de datos generados por unas funciones de tratamiento con duraciones variables en el tiempo.

Se aplica en particular a la construcción de sensores electromagnéticos o acústicos, como los radares y los sonares.

**Contexto de la invención - Técnica anterior**

10 Los diseñadores actuales de sensores electromagnéticos o acústicos se enfrentan con nuevos problemas vinculados en particular a la gran complejidad de las funciones que realizan los subconjuntos de tratamiento que componen estos sistemas. La complejidad de estas funciones se debe tanto a la complejidad de las operaciones realizadas como a la gran variación de las cantidades de información (flujos de información) tratadas de una fase de funcionamiento del sistema a otra. De este modo, una misma función puede tener que tratar tanto un flujo de datos de gran tamaño como un flujo de datos de tamaño muy corto. Puede incluso tener que tratar alternancias variables de flujos de datos largos y de flujos de datos cortos. Esto implica en particular que, para una misma función, el tiempo de tratamiento pueden variar en gran medida, generando esta variabilidad como consecuencia una irregularidad a lo largo del tiempo de los flujos de datos transmitidos de una unidad funcional autónoma, o nodo de tratamiento, a otra. Las funciones realizadas son, por otra parte, cada vez más elaboradas y conllevan unas cargas de cálculo cada vez mayores y unas secuencias cada vez más complejas.

20 Este incremento presente y sobre todo futuro de las prestaciones deseadas encaja mal con las arquitecturas clásicas en torno a las cuales se diseñan en particular los sistemas actuales. Estas arquitecturas se basan, por lo general, en el desarrollo de máquinas síncronas que realizan tareas efectivamente autónomas, pero cuyo conjunto de secuenciación está garantizado por medio de señales emitidas por un nodo de tratamiento particular y cuyos intercambios están estrechamente sincronizados. Ahora bien, la irregularidad de los flujos de datos hace muy difícil el desarrollo de un nodo de tratamiento de este tipo.

25 Este tipo de arquitecturas tienen como efecto dividir los sistemas así diseñados en conjuntos de subconjuntos que realizan tareas de tratamiento, estando cada subconjunto sincronizado por un juego de señales de sincronización específico, proporcionado por un subconjunto encargado de generar las diferentes señales de sincronización. De este modo estas dificultan un enfoque de diseño más integrado en el cual el sistema se considera en su conjunto como una única máquina multifuncional.

30 Esta partición asociada a un excesivamente grande sincronismo de los intercambios conduce a que el sistema realizado padezca una limitación de su capacidad de tratamiento, en términos de cantidad de información tratada. Esta limitación directamente imputable a la arquitectura adoptada dificulta el incremento necesario de la capacidad de cálculo de los sistemas, incremento que los nodos de tratamiento que componen el subconjunto serían, por otra parte, capaces de soportar por separado.

35 Esta limitación hace que las arquitecturas clásicas sean difíciles de adoptar por sistemas futuros para los cuales el nivel de rendimiento está directamente ligado a la capacidad de cálculo y a la adaptabilidad a las variaciones de los flujos de datos.

40 Otro inconveniente de las arquitecturas actuales está ligado a la organización de la secuenciación de los diferentes nodos de tratamiento en torno a una secuenciador general responsable de la sincronización del conjunto y que envía a cada uno de los otros nodos de tratamiento el conjunto de las señales de sincronización que este necesita. Esta producción centralizada de las señales de sincronización se traduce en la práctica en la presencia en los sistemas desarrollados de un número muy grande de conexiones físicas, lo que hace que la fabricación y la actualización de dichos sistemas sean delicadas y dificulta su capacidad de evolución.

45 El documento publicado por F. Sivrikaya y otros, titulado "TIME SYNCHRONISATION IN SENSOR NETWORKS: A SURVEY" en la revista IEEE NETWORK, IEEE SERVICE CENTER, New-York, US, vol. 18, n°. 4, julio de 2004 (2004-07) (ISSN: 0890-8044), páginas 45 a 50, presenta un estado de la técnica existente, relativo a las soluciones técnicas conocidas que permiten sincronizar de manera permanente los intercambios de datos entre dos o varios equipos remotos. Las soluciones propuestas permiten, en particular, superar las derivas de las referencias locales de tiempo y de los tiempos de propagación de los datos. Por el contrario, ninguna de las soluciones descritas permite que un equipo autónomo en materia de secuenciación, integrado en un conjunto de equipos y que coopera por medio de intercambios asíncronos con los demás equipos de este conjunto para realizar una función global, realice de manera simple un tratamiento de los datos de los que dispone que sea síncrono con una referencia de tiempo común al conjunto de los equipos.

Por otra parte, la solicitud de patente US 200610041631 de Yukio Kadowaki, publicada el 23 de febrero de 2006 y titulada "**Method and apparatus for serial communication system capable of identifying slave apparatus using halfduplex channel communication method**", describe un protocolo de comunicación en serie entre dos equipos de acuerdo con el cual los datos intercambiados entre los dos equipos se transmiten en forma de una señal de reloj modulada por los datos a transmitir.

**Presentación de la invención**

Uno de los objetos de la invención es permitir que un sistema que consta de una pluralidad de subconjuntos utilice de forma óptima las capacidades de cálculo de cada uno de los nodos de tratamiento que los forman, teniendo en cuenta el hecho de que en una cadena de tareas dada, cada nodo de tratamiento tiene que llevar a cabo la (o las) tarea(s) que le concierne(n) según un ritmo que puede ser variable en el tiempo en función en particular de las variaciones del flujo de los datos tratados.

Otro objeto es permitir diseñar unos sistemas que puedan evolucionar, un sistema que pueda integrar a lo largo de su vida subconjuntos y/o nodos de tratamiento cuya capacidad de cálculo habrá evolucionado de tal modo que la capacidad de tratamiento del sistema en su conjunto se pueda incrementar.

Otro de los objetos también es facilitar la fabricación, el mantenimiento en condiciones de funcionamiento y el mantenimiento de sistemas cada vez más complejos, limitando en particular el tipo y el número de conexiones físicas.

Para ello, la invención tiene por objeto una arquitectura de sistema electrónico, en particular una arquitectura de sistema de detección radar, que consta de una pluralidad de nodos de tratamiento en el cual cada nodo realiza una función o una parte de una función que lleva a cabo el sistema. Esta arquitectura se caracteriza por:

- una conexión única de sincronización que envía a todos los módulos un mensaje común de sincronización que consta de un encabezamiento simplificado, una señal de sincronización, un reloj de base y una fecha de referencia comunes, permitiendo el encabezamiento simplificado determinar a qué flujo de datos se aplica la información de sincronización;
- una pluralidad de conexiones asíncronas de intercambios de datos, permitiendo cada conexión el intercambio de mensajes específicos entre dos nodos de tratamiento particulares, constando los mensajes intercambiados de unos datos que hay que tratar, acompañados por un encabezamiento genérico común que contiene el conjunto de la información que utilizan los diferentes nodos de tratamiento del sistema y relativa a la etapa de funcionamiento del sistema a la cual se refieren los datos intercambiados. Este encabezamiento permite que cada nodo de tratamiento asocie los datos contenidos en un mensaje a una fase determinada del funcionamiento del sistema y determine la forma como se debe tratar estos datos.

De acuerdo con la invención, el encabezamiento simplificado contenido en el mensaje de sincronización es una parte del encabezamiento genérico de los mensajes transmitidos por las conexiones asíncronas, el cual corresponde a la misma etapa de funcionamiento del sistema.

De acuerdo con la invención, cada nodo de tratamiento consta de unos medios propios para interconectarse con la conexión de sincronización y para realizar su secuenciación interna a partir del mensaje general de sincronización. Cada nodo de tratamiento consta también de unos medios propios para asociar los datos transmitidos por una conexión de intercambio de datos al encabezamiento correspondiente.

De acuerdo con la invención, la conexión de sincronización transmite un reloj de temporización R, una señal de sincronización y unas tramas de datos binarios, transmitiéndose la señal de sincronización y los datos binarios que forman las tramas mediante la modulación del factor de forma del reloj R, conservando la modulación la distancia temporal que separa los flancos ascendentes del reloj R.

De acuerdo con una característica de la invención la modulación del factor de forma del reloj R comprende 3 estados:

- un estado 0 para el cual el estado alto del reloj R tiene una duración igual a la del estado bajo, siendo el factor de forma igual a  $\frac{1}{2}$ ;
- un estado 1 para el cual el estado alto del reloj R tiene una duración superior a la del estado bajo, siendo el factor de forma superior a  $\frac{1}{2}$ ;
- un estado -1 para el cual el estado alto del reloj R tiene una duración inferior a la del estado bajo, siendo el factor de forma inferior a  $\frac{1}{2}$ .

Por otra parte, los valores de los datos binarios de las tramas se codifican en los dos estados 0 y 1, identificándose la señal de sincronización con el código -1.

De acuerdo con otra característica de la invención, la transmisión de una trama de datos en la conexión de sincronización se señala con la transmisión de una señal de sincronización. La transmisión de una trama corresponde, por lo general, al inicio de la ejecución de una tarea operativa por el sistema. En el marco de un

sistema de radar, un ejemplo de tarea operativa puede consistir en una ráfaga.

De acuerdo con la invención, cada nodo de tratamiento lleva a cabo la sincronización de sus relojes lentos, cuya frecuencia es un submúltiplo de la frecuencia del reloj R, por medio de la señal de sincronización.

5 De acuerdo con una forma preferente de realización de la invención, la señal de sincronización se emite de forma periódica, acompañada de una trama de datos que contiene información útil de sincronización o una trama ficticia que contiene datos no significativos.

De acuerdo con una forma preferente de realización, cada trama transmitida consta de un campo de bits que permite indicar si esta trama es una trama real o si es una trama ficticia.

10 De acuerdo con una variante de realización de la invención, la señal de sincronización se transmite en la conexión de sincronización en forma de una secuencia compuesta de una sucesión de bits que puede adoptar los valores 0, 1, o -1, definiéndose la estructura de la secuencia de tal modo que el reconocimiento por los subconjuntos de la señal de sincronización se pueda realizar por medio de un correlador ternario mediante la detección de un pico de correlación.

15 De acuerdo con otra variante de realización, la información contenida en la trama binaria se somete a una codificación por medio de un código detector y corrector de errores.

Esta arquitectura descentralizada permite de manera ventajosa reforzar el funcionamiento asíncrono de los diferentes subconjuntos y nodos de tratamiento. Este intercambio de datos entre dos nodos de tratamiento se realiza mediante una conexión asíncrona, sin que intervengan señales de validación o de sincronización.

20 Esta arquitectura también permite que cada nodo de tratamiento se adapte a las variaciones del flujo de los datos intercambiados.

De este modo, el sistema se considera en su conjunto como una única máquina lógica cuya capacidad de cálculo es muy superior a la que se obtiene al hacer funcionar los mismos nodos de tratamiento con una arquitectura síncrona clásica. Además, la arquitectura de acuerdo con la invención también permite realizar una división funcional de las tareas que lleva a cabo el sistema, pudiendo una misma función utilizar unos nodos de cálculo distribuidos en diferentes entidades físicas como unos circuitos impresos. La división funcional es entonces de manera ventajosa independiente de la división física del sistema.

30 La arquitectura de acuerdo con la invención también permite sacar partido del incremento de las capacidades de cálculo de las que se puede beneficiar un módulo como consecuencia de un nuevo diseño. También permite implementar funciones complementarias en el sistema, a lo largo de su vida útil, sin que esta implementación precise una modificación importante de la estructura existente del sistema.

El establecimiento de una única conexión de sincronización presenta, además, la ventaja de limitar el número de conexiones físicas que hay que realizar. Permite que cada subconjunto o nodo de tratamiento lleve a cabo de manera autónoma la sincronización de sus propios relojes a partir de un reloj de temporización R asociado a una señal de sincronización.

### 35 **Descripción de los dibujos**

Se mostrarán de forma más clara estas características y ventajas, así como otras, con la lectura de la descripción que se ilustra mediante las figuras adjuntas, que representan:

- la figura 1: una ilustración esquemática de la arquitectura de acuerdo con la invención;
- 40 – la figura 2: la representación esquemática de la estructura de interconexión de un nodo de tratamiento desarrollado conforme a la arquitectura de acuerdo con la invención;
- la figura 3: la ilustración de la estructura esquemática de los medios que consta de un nodo de tratamiento que realiza un tratamiento asíncrono;
- la figura 4: la ilustración de la estructura esquemática de los medios que consta de un nodo de tratamiento que realiza un tratamiento síncrono;
- 45 – la figura 5: una ilustración del principio del enrutamiento de los datos realizado en un nodo de tratamiento desarrollado conforme a la arquitectura de acuerdo con la invención;
- la figura 6: una ilustración de un ejemplo de asociación de datos con el encabezamiento correspondiente;
- la figura 7: una ilustración del principio de codificación de los bits de datos mediante la modulación del factor de forma del reloj de temporización R;

50

- la figura 8: la ilustración de la estructura de las señales y datos digitales transmitidos en la conexión de sincronización;
- la figura 9, la ilustración del principio de sincronización de los relojes lentos de los nodos de tratamiento mediante la conexión de sincronización.

## 5 Descripción detallada

En primer lugar, se considera la figura 1. Esta figura permite presentar las características generales de la arquitectura de acuerdo con la invención. Representa en forma de cuadro sinóptico funcional el conjunto de las funciones que puede contener un sistema electrónico complejo, como un radar por ejemplo. Dicho sistema puede constar de una primera familia de subconjuntos 11 que desempeña las funciones de interfaz con un medio externo, medio que puede por ejemplo ser la atmósfera, en el caso de un sensor electromagnético como un radar, pero que también puede ser el medio marino para un sensor acústico de tipo sonar, o incluso cualquier interfaz específica de tipo sensor físico. En el caso específico de un sistema de radar, los subconjuntos 11 son, por ejemplo, los subconjuntos encargados de la emisión y de la recepción de microondas.

Dicho sistema puede constar también de un determinado número de subconjuntos 12 con vocación analógica una de cuyas funciones puede, por ejemplo, consistir en llevar a cabo la digitalización de las señales intercambiadas por los subconjuntos 11 con el medio exterior.

Por último, dicho sistema puede constar de unos subconjuntos digitales 13, como por ejemplo unos microprocesadores o unos microcontroladores cuyas funciones consisten esencialmente en el tratamiento síncrono o asíncrono de datos.

Al tratarse de sistemas complejos, se entiende fácilmente que, aunque pertenezcan globalmente a uno u otro ámbito, un subconjunto puede a su vez constar de elementos que pertenecen a otros ámbitos. De este modo, por ejemplo, es fácil pensar que un subconjunto 11 cuya función principal es servir de interfaz con el mundo físico (atmósfera o medio marino, por ejemplo) dispone de elementos 14-15, que le permiten intercambiar datos digitales, de manera síncrona o asíncrona, con un nodo de tratamiento como un microprocesador. Del mismo modo, se entiende fácilmente que dicho subconjunto dispone de elementos esencialmente analógicos 16 que le permiten transmitir las señales recibidas del medio exterior hacia un subconjunto 12 encargado de digitalizarlos.

La estructura de las conexiones entre máquinas analógicas responde, por lo general, a exigencias y a normas definidas que dependen en particular del tipo de señales analógicas intercambiadas. Por lo tanto, una estandarización particular de dichas conexiones en principio no es útil.

Por el contrario, en lo que se refiere a la estandarización de los intercambios de datos digitales, el beneficio aportado por dicha estandarización puede resultar muy importante.

Es la razón por la cual la estructura de acuerdo con la invención tiene principalmente por objeto definir la forma de funcionamiento de los elementos digitales de los que constan los diferentes subconjuntos que componen un sistema complejo, y estandarizar los intercambios de datos digitales entre estos elementos. Se refiere, por lo tanto, principalmente a los ámbitos digitales síncrono 17 y asíncrono 18.

A continuación en la descripción se llama nodo de tratamiento a una entidad funcional que forma parte de un subconjunto y es apto para realizar de manera autónoma e inteligente una tarea determinada, síncrona o asíncrona, en función de los parámetros que se le proporcionan. Estos nodos de tratamiento representan las entidades funcionales a las cuales se aplica la arquitectura de acuerdo con la invención. Una unidad funcional dada puede según la función que realice constar de uno o varios nodos de tratamiento. Los nodos de tratamiento que cooperan para realizar una función dada pueden, por otra parte, estar situados en entidades físicas separadas, circuitos impresos o bastidores, por ejemplo. Con independencia de sus implantaciones físicas respectivas, el intercambio de datos entre dos nodos de tratamiento está siempre garantizado por medio de un bus de conexión asíncrona. Del mismo modo, cada nodo de tratamiento está conectado a la conexión de sincronización.

Como se ilustra en la figura 1, la arquitectura de acuerdo con la invención está principalmente basada en unos subconjuntos, en particular digitales, que constan de uno o varios nodos de tratamiento asíncrono que intercambian datos de manera asíncrona con otros nodos de tratamiento.

Sin embargo, algunos nodos de tratamiento que tengan, a pesar de todo, necesidad de disponer de una cronometría precisa para alguna de las tareas que llevan a cabo, también constan de unos nodos de tratamiento síncronos.

Un mismo subconjunto puede constar, además, de unos nodos de tratamiento síncronos y otros asíncronos.

De este modo, se puede caracterizar la arquitectura por el tipo de interfaces de los que consta un subconjunto adaptado para esta arquitectura, que permite que los diferentes nodos de tratamiento contenidos en este subconjunto traten e intercambien los datos, y por el tipo de conexiones que permiten los intercambios de datos entre nodos de tratamiento.

De este modo, un sistema diseñado en torno a la arquitectura de acuerdo con la invención consta de una pluralidad de conexiones asíncronas de intercambio de datos 19 y de una conexión de sincronización 110.

De acuerdo con la invención, las conexiones asíncronas 19 son esencialmente conexiones de tipo "punto a punto", una conexión que permite que un nodo de tratamiento que pertenece a un subconjunto dado intercambie información con otros nodos de tratamiento que pertenecen al mismo subconjunto o a un subconjunto diferente. La conexión de sincronización 110, por su parte, es una conexión única que permite que un subconjunto 111 que gestiona la sincronización global del sistema envíe a todos los nodos de tratamiento un mensaje general de

sincronización.

Se considera ahora la figura 2 que presenta de manera más general la estructura de las interfaces que equipan un subconjunto adaptado a la arquitectura de acuerdo con la invención. La ilustración de la figura 2 corresponde a un subconjunto tipo, que realiza las funciones relativas a los diferentes ámbitos de intercambio de información mencionados con anterioridad. Por supuesto, se puede considerar que, debido a las tareas que ejecuta, un subconjunto no conste de interfaz 21 con el ámbito analógico o incluso de interfaz 22 con el medio exterior. En este caso, no constará de interfaz analógica, ni de sensor. Por el contrario, la generalización de los intercambios de información o de señales en forma digital hace necesaria la presencia de interfaces digitales, sea cual sea la función global que desempeña el subconjunto.

Una característica importante de la invención es permitir una estandarización de los intercambios, y garantizar en cada subconjunto un funcionamiento interno tan independiente como sea posible del de los otros subconjuntos. Para ello, un subconjunto adaptado a la arquitectura de acuerdo con la invención consta de una (o varias) interfaz digital asíncrona 23 que le permite utilizar los datos que le transmite otro subconjunto y acondicionar los datos que transmite a otro subconjunto. También consta de una interfaz digital síncrona 24 que le permite realizar una secuenciación interna independiente que se puede referir, si la tarea que hay que ejecutar lo necesita, a una cronometría global del sistema.

A continuación el documento trata de manera más particular de estas conexiones digitales y de las interfaces correspondientes.

Como ya se ha mencionado con anterioridad, la arquitectura de acuerdo con la invención aplica, por una parte, unas conexiones asíncronas que permiten el intercambio de datos entre subconjuntos, por otra parte, una conexión de sincronización. La conexión de sincronización conecta de forma simultánea todos los subconjuntos del sistema a los cuales suministra un mensaje de sincronización, un reloj de base R, una señal de sincronización y una referencia de fecha. La conexión de sincronización suministra, además, un encabezamiento simplificado que permite que un nodo de tratamiento que lleva a cabo un tratamiento síncrono asocie el mensaje de sincronización recibido con un dato asíncrono particular a su vez caracterizado por el encabezamiento (etiqueta) del mensaje en el cual está incluido. De acuerdo con la invención, el encabezamiento simplificado transmitido en el mensaje de sincronización es una parte del encabezamiento que acompaña al dato asíncrono correspondiente.

Según el nodo de tratamiento considerado, este utiliza toda o parte de esta información.

La conexión de sincronización es una conexión unidireccional multidestinataria, que funciona en modo *broadcast*, en la cual los mensajes de sincronización los transmite el subconjunto particular 111 hacia los nodos de tratamiento de los otros subconjuntos. Se describen a continuación en el documento las características técnicas de la conexión de sincronización de acuerdo con la invención.

Se considerará ahora la figura 3 que representa de manera esquemática el principio de gestión de los datos recibidos por un nodo de tratamiento 31 que llevan a cabo un tratamiento síncrono 35. Este tratamiento está sincronizado por el reloj transmitido en la conexión de sincronización 110 por el subconjunto 111.

Conforme a la arquitectura de acuerdo con la invención, los datos recibidos por este nodo de tratamiento son unos datos transmitidos por otro nodo a través de una conexión asíncrona 19.

De acuerdo con la invención, todas las conexiones asíncronas 19 tienen una estructura idéntica. Son estas conexiones bidireccionales punto a punto, de tipo "full duplex" por ejemplo a través de las cuales los datos 32 se intercambian entre los nodos de tratamiento. Al tratarse de intercambios asíncronos, la identificación necesaria de los datos 32 transmitida, en una fase de funcionamiento del sistema, está garantizada por la transmisión de un encabezamiento 33 que acompaña al dato transmitido. De este modo, se informa al nodo de tratamiento que recibe el dato, extrayendo el mensaje de encabezamiento 33, de la manera cómo este dato se debe tratar, sin haberse informado por ello del instante de inicio de la fase de funcionamiento considerada.

Si se toma como ejemplo un sistema de radar, en el cual el ritmo de funcionamiento viene dado por los instantes de emisión de ráfagas de impulsos, un módulo de tratamiento de señal gracias a la arquitectura de acuerdo con la invención será capaz de tratar de manera asíncrona los datos relativos a una ráfaga emitida sin tener que considerar por ello el instante en el cual se ha emitido esta ráfaga.

Para tratar correctamente un dato recibido, un nodo de tratamiento que lleva a cabo un tratamiento asíncrono consta de unos medios 34 para adquirir, analizar, almacenar y recuperar este encabezamiento. Estos medios permiten, además, parametrizar el tratamiento que hay que realizar en función del tipo de dato o de los datos que hay que tratar.

De este modo, en el ejemplo que se ilustra en la figura 3, el nodo 31 lleva a cabo un tratamiento en dos flujos de datos que provienen, por ejemplo, de dos nodos de tratamiento diferentes.

Con el fin de garantizar que el tratamiento realizado se aplica a unos datos que pertenecen a la misma fase de funcionamiento, los medios 34 analizan los encabezamientos respectivos de los dos datos presentes en cada una de las conexiones asíncronas 36 y 37. En caso contrario, el tratamiento no se lleva a cabo. Además, en el caso de que uno de los datos se transmita con antelación respecto al otro, los medios 34 pueden proceder tras el análisis del encabezamiento a la puesta en espera del dato transmitido en primer lugar. Para ello, el nodo de tratamiento 31 puede constar de unos medios de memorización temporal no representados en la figura.

El nodo de tratamiento también puede constar de unos medios no representados en la figura para recuperar el reloj de base R a partir del mensaje general de sincronización y de este modo crear sus propios relojes a partir del reloj

de base.

Una vez aplicado el tratamiento al dato recibido, el nodo de tratamiento 31 asocia al dato tratado 38 el encabezamiento 33 previamente memorizado y transmite el dato precedido de su encabezamiento al nodo siguiente mediante otra conexión asíncrona 19.

5 De acuerdo con la invención, el encabezamiento 33 es un mensaje genérico, que contiene toda la información necesaria para que cada nodo de tratamiento de la cadena de tratamiento pueda determinar la manera cómo debe tratar el dato asociado a este encabezamiento. Este mensaje se propaga sin que cambie la estructura de un nodo de tratamiento al otro a lo largo de toda la cadena de tratamiento. De este modo, en las diferentes etapas de su tratamiento, se transmite un dato de un nodo de tratamiento a otro, acompañado de un encabezamiento de estructura única e invariable.

10 El tratamiento asíncrono de los datos asociado a una estructura de intercambio asíncrono constituye una ventajosa característica esencial ventajosa de la arquitectura de acuerdo con la invención. Esta asociación permite en efecto limitar la influencia de las variaciones del flujo de información de información tratada por el sistema en la carga de cálculo global que debe soportar el sistema. Permite, en particular, la existencia de una cadencia variable de circulación de los datos entre los diferentes nodos de tratamiento, soportándose las restricciones generales de sincronización en el sistema global y no en cada nodo.

15 Se considera ahora la figura 4 que representa de manera esquemática el principio de gestión de los datos recibidos por un nodo de tratamiento 41 que lleva a cabo un tratamiento síncrono 45. Este tipo de tratamiento se produce por ejemplo en el caso de que las señales analógicas digitalizadas al vuelo por medio del reloj de base del sistema, deben experimentar un primer tratamiento que depende de la fase de funcionamiento del sistema que corresponde a estos datos analógicos. Dicho caso se produce, por ejemplo, en un sistema de radar, en particular en el subconjunto receptor. El flujo de datos digitalizados que corresponde a una ráfaga de impulso emitida a veces se debe tratar teniendo cuidado de no tratar los N primeros datos recibidos para cada impulso de la ráfaga emitida. El número N puede variar en función del tipo de ráfaga emitida, lo importante es que el primer nodo de tratamiento pueda conocer el instante preciso de llegada de los primeros datos con el fin de eliminar los N primeros datos. En este caso, el nodo de tratamiento 41 considerado consta de un tratamiento síncrono 42 que le permite tratar los datos recibidos de acuerdo con la secuenciación descrita por el dato de sincronización 44 transmitido por la conexión síncrona. El nodo de tratamiento también consta de un tratamiento asíncrono que le permite conocer los parámetros relativos a la fase considerada de funcionamiento. En el caso de un radar, el dato asíncrono 45 contiene, por ejemplo, informaciones relativas a la ráfaga emitida, así como informaciones en el instante en el cual estarán disponibles los datos para su tratamiento.

20 De este modo, utilizando la información transmitida por la conexión asíncrona el nodo de tratamiento 41 está en condiciones de llevar a cabo un tratamiento síncrono de acuerdo con el mensaje de sincronización genérico recibido por la conexión síncrona. La correspondencia entre los datos transmitidos por la conexión asíncrona y el mensaje de sincronización correspondiente está por otra parte garantizada por medio del encabezamiento simplificado 46 transmitido en el mensaje de sincronización. En efecto, este encabezamiento que es, por ejemplo, una parte del encabezamiento 47 del mensaje asíncrono correspondiente a la misma fase de funcionamiento del sistema permite identificar y asociar sin error los mensajes procedentes de las dos conexiones.

25 Como se puede constatar por medio de las figuras 3 y 4, la conexión de sincronización por medio del mensaje general que esta transporta es de manera ventajosa de uso universal en el sistema. Lo puede utilizar a la vez un nodo de tratamiento que lleva a cabo un tratamiento síncrono y un nodo de tratamiento que lleva a cabo un tratamiento asíncrono, determinándose el empleo particular que de este se hace en el nodo de tratamiento considerado que puede incluso albergar algunas funciones de tratamiento síncronas y asíncronas. Del mismo modo, la arquitectura de acuerdo con la invención permite concebir sistemas cuyos nodos de tratamiento se ven como elementos independientes que realizan funciones de manera completamente autónoma, de este modo cada nodo de tratamiento se puede diseñar de tal modo que se encargue de su propia secuenciación. En dicha arquitectura, cada nodo de tratamiento se considera como un simple componente de una máquina única representada por todo el sistema, no dependiendo la estructura de los intercambios internos a esta máquina de los elementos implantados.

30 Como también lo ilustran las figuras 3 y 4, la conexión de sincronización 110 distribuye simultáneamente a cada nodo de tratamiento un reloj de base R de uso general y un mensaje de sincronización utilizado principalmente por los nodos de tratamiento que llevan a cabo operaciones síncronas. De este modo, cada nodo de tratamiento puede gestionar su secuenciación interna de manera autónoma, asíncrona manteniéndose al mismo tiempo conectado a la sincronización general del sistema por un mismo reloj de base R. Sin embargo, para prevenir las consecuencias de una eventual avería relativa a la recepción de este reloj por uno o varios nodos de tratamiento (parásito, riesgo de funcionamiento al nivel del módulo de recepción de la conexión de sincronización del nodo de tratamiento, etc.), consecuencia que se podría percibir de manera tardía, debido al asincronismo del funcionamiento del sistema, la conexión de sincronización permite de manera ventajosa que cada nodo de tratamiento verifique si se ha producido dicha avería. Para ello la conexión de sincronización distribuye a todos los nodos de tratamiento una información adicional que representa una fecha de referencia actualizada de forma permanente. Esta fecha de referencia evoluciona al ritmo del reloj de base R. Cada nodo de tratamiento puede utilizar esta fecha para compararla con una fecha local que evoluciona por su parte al ritmo del reloj de base efectivamente recibido. De este modo, las dos fechas que se han igualado previamente, al iniciar el nodo de tratamiento por ejemplo, el módulo de sincronización puede controlar de forma periódica la coincidencia de los relojes y, en caso de diferencia, proceder a una nueva

igualación de la fecha local con la fecha de referencia. De acuerdo con una variante posible de aplicación, la reprogramación de la fecha local sobre la fecha de referencia se puede realizar incluso de manera automática y sistemática en cada recepción de un nuevo mensaje de sincronización.

5 La conexión de sincronización 110 distribuye, por lo tanto, tres informaciones distintas: un reloj de base R, una señal de sincronización y una fecha de referencia. Estas informaciones van acompañadas de un encabezamiento simplificado que permite asociarlas a unos datos asíncronos particulares. Esta información es accesible para todos los nodos de tratamiento de tal modo que cada nodo de tratamiento trabaja, por lo general, de manera asíncrona, y se garantiza la sincronización de todo el sistema.

10 Se hace referencia ahora a la figura 5, para explicar cómo se garantizan los intercambios de datos en las conexiones asíncronas 19.

De manera general, en un sistema complejo, un mismo flujo de datos recibido por el sistema durante una fase dada de funcionamiento experimenta un cierto número de transformaciones durante su paso por los diferentes nodos de tratamiento que componen el sistema. De este modo, este flujo de datos puede dar lugar tras el tratamiento por un nodo de tratamiento 51 ( $M_2$  o  $M_3$ ) a un dato 52 (59) que se transmite a un segundo nodo de tratamiento 53 ( $M_4$ ) para el cual constituye un dato de entrada. Este dato 52 (59) lo trata  $M_4$  y puede dar lugar a uno o varios datos de salida 54, 55 o 511, transmitidos respectivamente a los nodos de tratamiento 57 ( $M_6$ ) y 55 ( $M_5$ ).

15 De este modo, en un sistema de tipo radar de impulsos, por ejemplo, este flujo de datos está compuesto por la señal recibida como respuesta a la emisión de una ráfaga de impulsos emitida de acuerdo con una forma determinada. A esta señal la tratan tras la digitalización los diferentes nodos de tratamiento que constituyen el radar. En este ejemplo, el nodo de tratamiento 51 se puede encargar por ejemplo de llevar a cabo un filtrado adaptativo en la señal y enviar un dato 52 que corresponde a la señal tras el filtrado. Este dato 52 se puede transmitir a continuación al nodo de tratamiento 53 cuya función es normalizar el dato 52 con respecto a un valor medio calculado. El nodo de tratamiento 53 puede, por su parte, comunicar el dato normalizado a un nodo de tratamiento 57 y el valor medio calculado a otro nodo de tratamiento 56.

25 En la arquitectura de acuerdo con la invención los diferentes nodos de tratamiento trabajan de forma asíncrona unos de los otros. Por otra parte, los intercambios de datos también se llevan a cabo de manera asíncrona por medio de conexiones 19. Es, por lo tanto, necesario para que un nodo de tratamiento que recibe datos en una conexión asíncrona pueda estar en condiciones de tratar de forma adecuada este dato, que dicho dato esté acompañado de un mensaje de identificación. Para ello, de acuerdo con la invención, los datos intercambiados a través de las conexiones asíncronas están integrados en un mensaje compuesto por los datos propiamente dichos a los cuales están asociados unos encabezamientos o etiquetas que caracterizan los datos. De conformidad con la arquitectura de acuerdo con la invención, como se ilustra en la figura 5, todos los datos procedentes de un mismo flujo inicial de datos, adquiridos por el sistema durante una fase dada de su funcionamiento, están asociados a un mismo encabezamiento genérico 58 (510) que contiene toda la información relativa a esta fase de funcionamiento.

30 De acuerdo con la invención, cada módulo integrado en el sistema consta, por lo tanto, de unos medios que le permiten identificar, a partir del encabezamiento asociado, la parametrización de la función de tratamiento que va a aplicar al dato de entrada, recibido por el nodo de tratamiento. El módulo dispone también unos medios para almacenar este encabezamiento de tal modo que lo asocie a los datos de salida que son resultado del tratamiento del dato recibido. Cada dato de salida 54, 55 o 511 está asociado al encabezamiento genérico 58, 510 que acompañaba al dato de entrada 52, 59 de tal modo que se pueda transmitir a otro nodo de tratamiento. Al estar asociado cada dato de salida asociado a un encabezamiento genérico, se puede transmitir a cualquier nodo de tratamiento destinatario de cara a aplicarle un tratamiento posterior.

35 En el caso de un sistema de radar mencionado con anterioridad como ejemplo, el encabezamiento 58 puede contener por ejemplo la información relativa a la ráfaga de impulsos emitidos, como el tamaño de los impulsos, su periodo de repetición, así como el rango del impulso considerado.

40 En este ejemplo, el dato 55 normalizado por el nodo de tratamiento 53, procedente del dato 52, se transmite al nodo de tratamiento 57 asociado a la etiqueta 58 mientras que el dato 54 correspondiente al valor medio calculado por el nodo de tratamiento 53 a partir del mismo dato 52, se transmite al nodo de tratamiento 56 asociado también a la etiqueta 58.

45 De este modo la arquitectura de acuerdo con la invención se basa en una estructura genérica de intercambio de datos que presenta la ventaja de hacer posible la inserción, en una cadena existente de tratamiento de datos, de una función intercalar, implementada por un nodo de tratamiento dado. Esta inserción se lleva a cabo de manera fácil intercalando el nodo de tratamiento que abre la conexión asíncrona que transportaba el dato al cual se quiere aplicar un tratamiento complementario y estableciendo una conexión asíncrona entre el nodo de tratamiento emisor y el nodo de tratamiento que realiza la función intercalar, por una parte, y una conexión asíncrona entre este nodo de tratamiento y el nodo de tratamiento inicialmente receptor. Esta operación de inserción se realiza de manera ventajosa sin que sea necesario modificar los nodos de tratamiento inicialmente conectados.

50 Se considera ahora la figura 6. Esta figura ilustra el principio de funcionamiento de los medios 34, que constan de un nodo de tratamiento conforme a la arquitectura de acuerdo con la invención, los cuales llevan a cabo la asociación de los datos de salida con el encabezamiento correspondiente. Estos medios introducen principalmente una función de almacenamiento, no representada en la figura 6 pero representada en la figura 3, que permite conservar para cada dato recibido el encabezamiento que acompaña a este dato, y una función de enrutamiento cuya labor consiste

en asociar a cada dato de salida 63, producido por el tratamiento 61 aplicado por el nodo de tratamiento considerado, el encabezamiento (etiqueta) 64 del dato de entrada correspondiente. La función de enrutamiento es una función específica del tratamiento realizado por el nodo de tratamiento considerado. Se puede aplicar, por ejemplo, enviando una matriz de asociación que se simbolizada en la figura por el enmarcado 65. Esta matriz la cual  
 5 asocia uno o varios datos de salida 63 a una o varias etiquetas 64 se elabora en función de la relación que vincula los datos de salida 63 con los datos de entrada 62.

A continuación la descripción se refiere al tipo y a la estructura de la información transportada por la conexión de sincronización. Esta parte de la descripción permitirá que el experto en la materia valore aun mejor las ventajas de la arquitectura de acuerdo con la invención.

10 Se hace referencia ahora a las figuras 7 y 8 que presentan de manera esquemática la forma de la información transmitida así como la secuenciación de los intercambios que se producen en la conexión de sincronización.

Desde un punto de vista general, la conexión síncrona de acuerdo con la invención es una conexión de tipo en serie, en la cual se emiten unas tramas de datos binarios destinadas a cada subconjunto. Una trama consta de un número fijo de tipos de datos binarios que definen unos campos, constanding cada campo de un número dado de bits, de tal modo que la trama consta a su vez de un número determinado de bits. La secuenciación así como el contenido de las tramas emitidas están, por otra parte, formadas por el subconjunto 111 encargado de la sincronización general. Hay que señalar, además, que según el número de nodos de tratamiento de los que consta un subconjunto, la señal transmitida por la conexión síncrona bien se trata directamente en el subconjunto, o bien se distribuye tal cual a los diferentes nodos de tratamiento que lo componen.

20 De acuerdo con la invención, la conexión síncrona de datos transporta de forma permanente un reloj de temporización R con una frecuencia fija sintetizada por el subconjunto 111, un reloj de frecuencia  $F = 10$  MHz por ejemplo.

Este reloj R se caracteriza por ser el reloj de referencia de todo el sistema que se basa en la arquitectura de acuerdo con la invención. Es a partir de este reloj R, el cual se distribuye a todos los subconjuntos por la conexión de sincronización, como se fabrican en el interior de cada nodo de tratamiento los relojes necesarios para el funcionamiento de los nodos de tratamiento que componen el subconjunto considerado. En determinados casos estos relojes, llamados relojes lentos, son unos relojes con una frecuencia más baja que la frecuencia F del reloj de temporización R, relojes que se pueden obtener mediante la división de la frecuencia F, por medio de contadores por ejemplo. En otro caso, estos relojes son relojes con una frecuencia más elevada, e incluso mucho más elevada, que la frecuencia F los cuales se obtienen mediante la multiplicación de la frecuencia F, por medio de un circuito de bucle con bloqueo de fase por ejemplo. De acuerdo con la invención el reloj de temporización R es un reloj que presenta la estabilidad deseada.

En el caso particular de un sistema de tratamiento de señal de radar, este reloj debe, por ejemplo, tener una estabilidad suficiente para permitir que los subconjuntos encargados de la conversión analógica digital de los datos de radar que provienen del subconjunto receptor fabriquen sus propios relojes de muestreo cuya frecuencia es múltiplo de la frecuencia F. También debe, por ejemplo tener la precisión suficiente para permitir la síntesis de osciladores locales que funcionan con unas frecuencias intermedias varias decenas de veces superiores a la frecuencia F. De este modo, al distribuirse el reloj de temporización R a todos los subconjuntos por la conexión de sincronización, los nodos de tratamiento se benefician de manera ventajosa de una referencia de frecuencia común precisa y estable. Además, la aplicación de los circuitos multiplicadores de frecuencia necesarios para la realización de estas señales múltiplos de la frecuencia F se ve facilitada de manera ventajosa por el modo de modulación del factor de forma del reloj R, modulación que conserva constante la distancia temporal que separa los flancos ascendentes del reloj R.

La conexión de sincronización también transporta, cuando se producen, informaciones de sincronización diversas las cuales permiten en particular que los subconjuntos asocien entre sí los datos que tiene como origen subconjuntos diferentes. Esta información se codifica en forma de series de datos binarios.

Con el objeto de no interrumpir la transmisión permanente del reloj de temporización, se transmite la información de sincronización, de acuerdo con la invención, procediendo a una modulación concreta del factor de forma del reloj R. De acuerdo con la invención esta modulación consta, como se ilustra en la figura 7 de tres estados distintos. Un primer estado que corresponde a un bit de datos de valor 0, un segundo estado que corresponde a un bit de datos de valor 1, y un tercer estado que corresponde a un bit de datos -1.

De este modo, para transmitir en la conexión de sincronización un dato binario igual por ejemplo a 101, conviene modular el factor de forma del reloj R en tres periodos para transmitir de forma sucesiva un estado 1, un estado 0 y a continuación otro estado 1. De este modo cada bit de datos tiene una duración igual a T.

En el ejemplo no limitativo de la figura 7, la codificación de un estado 0 se obtiene manteniendo el factor de forma en  $\frac{1}{2}$ , siendo la duración del estado alto del reloj igual a la del estado bajo, mientras que la codificación de un estado 1 se obtiene modificando el factor de forma de tal modo que la duración del estado alto del reloj sea igual a  $\frac{3}{4}$  del periodo de R, y la codificación de un estado -1 se obtiene modificando el factor de forma de tal modo que la duración del estado alto del reloj sea igual a  $\frac{1}{4}$  del periodo de R.

La codificación del reloj R se utiliza para transmitir datos binarios: por lo tanto, cada bit puede adoptar únicamente dos estados (0 o 1). De acuerdo con la invención, el tercer estado de modulación se utiliza como estado indicador, como señal de sincronización. Esta señal de sincronización tiene dos usos principales.

La señal de sincronización tiene, en primer lugar, como función indicar la transmisión de una trama de datos en la línea. De este modo, de acuerdo con la invención, la transmisión de una trama de datos se indica siempre mediante la transmisión de un bit, o señal, de sincronización. El cronograma de la figura 8 describe los diferentes estados posibles de la conexión de sincronización.

En esta figura se pueden diferenciar dos modos posibles de funcionamiento, 83 y 84, de la línea de sincronización. El modo 83 corresponde al caso en el que no se transmite ninguna información de sincronización. El reloj se transmite entonces solo en forma de una señal periódica con un factor de forma igual a  $\frac{1}{2}$ . El modo 84, por su parte, corresponde al caso en el que se transmite información de sincronización en la línea de sincronización. En este modo de funcionamiento el factor de forma del reloj R transmitida se modula de tal modo que transmite, por una parte, una señal de sincronización que indica el inicio de transmisión de una trama de datos, y a continuación transmite los bits de datos, con un valor 1 o 0, que constituyen la trama. La modulación del factor de forma se realiza modificando la posición del flanco descendente 85 de las franjas de reloj consideradas, manteniendo al mismo tiempo constante el periodo del reloj R de tal modo que el espaciado temporal de los flancos ascendentes se mantiene constante e igual a T.

La sucesión de los modos de funcionamiento a lo largo del tiempo depende esencialmente de la aplicación considerada. De este modo, la conexión de sincronización puede funcionar, por ejemplo, en un modo 83 durante un lapso de tiempo dado que corresponde a una fase de inicialización, y a continuación en un modo 84 durante un lapso de tiempo de duración indefinida que corresponde al envío permanente de tramas de datos en una fase de funcionamiento operativa, pudiendo estar el envío de una trama separado de los envíos contiguos, como se ilustra en la figura 8, por cortos intervalos de tiempo durante los cuales la conexión funciona en el modo 83.

Se hace referencia a continuación a la figura 9.

De acuerdo con la invención, la señal de sincronización también tiene la función de permitir la puesta en fase del conjunto de los relojes lentos, deducida del reloj R mediante la división de frecuencia ( $R/2$ ,  $R/4$ ,...) generados por los diferentes subconjuntos. El mecanismo de esta puesta en fase se ilustra en la figura 9. Consiste en principio, para cada subconjunto, en detectar la aparición del bit 86 de inicio de trama y en sincronizar, si fuera necesario, el flanco ascendente del reloj considerado con el flanco ascendente del bit indicador de inicio de trama 86. La figura 9 ilustra el ejemplo de dos relojes  $R_1$  y  $R_2$  generados por dos subconjuntos diferentes, mediante la división por 2 de la frecuencia de R. Este ejemplo pone de relieve el hecho de que dos relojes de la misma frecuencia deducidos de R pueden sin embargo estar desplazados. También muestra que utilizando simplemente la señal de sincronización, compuesta por el bit 86 de señalización del paso de una trama de datos, cada subconjunto puede, de manera completamente autónoma, proceder a la puesta en fase de los relojes lentos generados a partir de R. De este modo, la puesta en fase no necesita de manera ventajosa ningún procedimiento general específico. Del mismo modo, cada subconjunto puede llevar a cabo, tan pronto como termine su inicialización, por ejemplo, una puesta en fase de sus relojes.

En una forma preferente de realización de la conexión de sincronización, la señal de sincronización se transmite de manera periódica, tan pronto como el subconjunto 111 encargado de la sincronización general del sistema y que gestiona esta conexión, está en funcionamiento tras una fase de inicialización por ejemplo. En esta forma preferente de funcionamiento la señal de sincronización se transmite de manera periódica, incluso aunque no se transmita ninguna información útil de sincronización. En este último caso, se transmite una trama ficticia, trama de la cual uno de los campos de bits contiene un dato que informa a los diferentes subconjuntos que los datos contenidos en la trama no hay que tenerlos en cuenta. De este modo, la conexión de sincronización es el foco de una transmisión permanente de tramas que pueden ser significativas o no. La señal de sincronización de manera ventajosa se transmite de manera periódica y frecuente. De este modo, la puesta en fase de los relojes de un subconjunto se puede realizar en un tiempo muy corto. Esta característica ventajosa permite en particular que cada subconjunto, durante la puesta en marcha del sistema, proceda a la sincronización de sus relojes tan pronto como se terminen su inicialización y la del subconjunto 111 encargado de la sincronización general, sin tener que esperar a que los datos operativos de sincronización circulen por la conexión. Para ello el subconjunto 111 solo tiene que transmitir unas tramas ficticias.

Esta forma de sincronización, de manera ventajosa de sencilla aplicación, presenta por lo tanto la ventaja de no necesitar ninguna señal de sincronización específica.

También permite de manera ventajosa que cada uno de los nodos de tratamiento del sistema lleve a cabo su propia sincronización de manera independiente. De este modo, cuando un nodo de tratamiento se ve obligado a proceder a su propia reinicialización, como consecuencia de un problema interno de funcionamiento por ejemplo, se encuentra en condiciones, en cuanto termina su reinicialización, de volver a sincronizar sus relojes con el conjunto de los relojes del sistema sin que precise una fase de nueva sincronización general por parte del sistema. Del mismo modo, durante la puesta en marcha del sistema, no es necesario ningún procedimiento particular de sincronización de los relojes, procediendo cada nodo de tratamiento a la sincronización de sus propios relojes cuando ha terminado su inicialización.

En lo que se refiere a las tramas de datos hay que señalar que estas están compuestas, como ya se ha dicho con anterioridad, por un número fijo de bits, reagrupándose en campos los bits que componen una trama,

correspondiendo cada campo a una información de sincronización particular, codificada en un número de bit dado. El tipo y el tamaño de la información transmitida varían mucho en la práctica de una aplicación a otra. Sin embargo, algunas informaciones cuyo intercambio es una característica importante de la estructura de acuerdo con la invención están necesariamente presentes. De este modo, una trama de acuerdo con la invención transporta, como también se ha dicho con anterioridad, una referencia de fecha común al conjunto de los elementos del sistema. Esta fecha permite en particular referenciar alguna información tratada con una referencia de tiempo más general común a varios sistemas que intercambian información, por ejemplo.

La trama de acuerdo con la invención transporta también un encabezamiento simplificado que es una parte del encabezamiento que acompaña al dato asíncrono correspondiente y el cual permite que un nodo de tratamiento asocie el mensaje de sincronización recibido con un dato asíncrono particular a su vez caracterizado por el encabezamiento (etiqueta) del mensaje en el cual está incluido. En la forma preferente de aplicación, la trama de datos de acuerdo con la invención también consta de un campo de datos que permiten que los subconjuntos conozcan el tipo, real o ficticio, de la trama considerada. Además de estos datos característicos, una trama de acuerdo con la invención puede constar también de un determinado número de campos de datos cuyo contenido se utiliza para definir por ejemplo la fecha en la cual la información contenida en la trama debe ser tenida en cuenta por los nodos de tratamiento. De este modo, se puede precisar, cuando se trata de una trama realmente operativa, en cuánto tiempo, expresado en número de periodos T, después de la recepción de la trama, será aplicable la información de sincronización que contiene.

La siguiente tabla presenta un ejemplo, de acuerdo con la invención, de estructura de trama de datos que se puede utilizar en un sistema de radar para los intercambios entre el subconjunto de sincronización 111 y los diferentes nodos de tratamiento que componen el sistema que utiliza una arquitectura de acuerdo con la invención.

Campo - dato	Número de bits	Descripción	
<b>Identificador de inicio de trama</b>	1	Bit de sincronización	32 bits
<b>Tipo de sincronización</b>	6	Código del tipo de sincronización	
<b>Plazo de aplicación</b>	8	Plazo para tener en cuenta la sincronización. Valor: de 0 a 255 ciclos de reloj R	
<b>Reserva</b>	13	Campo disponible	
<b>Identificador de bloque de datos</b>	4	Identificación del tipo de trama	
<b>Contador de bloques de datos</b>	16	Contador de señales de sincronización. Valor: de 0 a 65.535	32 bits
<b>Actualización de la fecha general</b>	8	Datos para la actualización de la fecha interna de los nodos de tratamiento en función de la fecha general del sistema	
<b>Prueba de redundancia cíclica</b>	8	Prueba de integridad de la conexión	

En el ejemplo que se describe aquí, los intercambios de datos en la conexión de sincronización se realizan en unas tramas de 64 bits, correspondiendo el primer bit al bit de inicio de trama que también sirve para sincronizar los relojes lentos. La trama tomada como ejemplo consta a continuación de un campo de 6 bits que permite definir el tipo de sincronización realizada. De este modo, estos seis bits se pueden utilizar para definir si se trata de una trama relativa a la sincronización con el ritmo de la recurrencia, es decir de la emisión de los impulsos de radar; con el ritmo de la ráfaga, es decir con el ritmo de un grupo de impulso para el cual las señales recibidas se tratan de manera coherente; o incluso con el ritmo del giro de antena y del paso del haz de la antena por el norte.

La trama tomada como ejemplo también consta, de acuerdo con la invención, de un campo de datos que permite conocer el instante de aplicación de los datos contenidos en la trama. En este ejemplo el campo "Plazo de aplicación" se extiende por 8 bits lo que permite definir un retardo que va de 0 a 255 ciclos de reloj R.

Esta trama consta, además, de un campo de datos relativo al tipo de trama emitida. Este campo con un tamaño de 4 bits permite definir si se trata de una trama operativa, de una trama de prueba o incluso de una trama ficticia.

Esta consta también de un contador de eventos, con una dinámica de 16 bits, que permite atribuir el evento considerado, inicio de recurrencia o de ráfagas por ejemplo, asociado a la información contenida en la trama.

La trama tomada como ejemplo consta también, de acuerdo con la invención, de un campo de datos que permite que cada nodo de tratamiento sincronice su fecha interna con la fecha general. En el ejemplo que se ilustra en la anterior tabla la fecha general se define en una dinámica de 64 bits cuya actualización se realiza por cuartetos, comenzando la actualización por el cuarteto correspondiente a los cuatro bits de peso bajo del contador el cual gestiona la fecha general. De este modo, el campo de datos de sincronización en la fecha general consta de dos campos separados, un campo de 4 bits que permite conocer el rango del cuarteto transmitido y otro campo de 4 bits que da el valor del cuarteto correspondiente. En el ejemplo, la fecha general se actualiza de este modo globalmente después de la transmisión de 16 tramas sucesivas.

La trama tomada como ejemplo consta, por último, de un campo de datos que contiene información relativa a una prueba de redundancia cíclica, permitiendo el dato contenido que cada nodo de tratamiento determine si la trama recibida está exenta de error de transmisión o en caso contrario que intente recuperar la integridad de la información contenida en la trama.

- 5 De una manera más general, hay que señalar que la estructura de la información intercambiada en la conexión de sincronización se presta de manera ventajosa a la actualización de unos medios que permiten garantizar la integridad de la información transmitida.

10 De este modo, en lo que se refiere a la indicación de la presencia de una trama, se puede emitir antes la trama, en lugar de la simple señal de sincronización, una secuencia ternaria determinada, basada en los estados 0, 1 y -1, cuyo reconocimiento permite identificar la señal de sincronización con el mínimo de error. De este modo, por ejemplo, se puede materializar la señal de sincronización en una secuencia de 7 bits y aplicar un correlador ternario para el reconocimiento de la señal de sincronización, correlador cuya salida proporciona un valor igual a 7 en el instante exacto del paso de la secuencia que corresponde a la señal de sincronización.

15 Del mismo modo, en lo que se refiere a la trama de datos, se puede dimensionar esta para que los datos binarios se codifiquen por medio de un código detector y corrector de errores. El tamaño de los datos codificados depende por tanto del número de errores que se desea poder detectar y del número que se desea poder corregir de manera automática. De este modo, se puede garantizar la integridad de los datos transmitidos en una trama de 64 bits previendo codificar cada grupo de 16 bits de datos según un código, de tipo código de Hamming de distancia 4, que permite detectar tres errores simultáneos y corregir dos de estos. Dicho código tiene como efecto ampliar el tamaño  
20 de la trama a 88 bits (p. ej. 4 veces 16+6 bits).

## REIVINDICACIONES

1. Arquitectura de sistema electrónico que comprende una pluralidad de nodos de tratamiento (31, 41), realizando cada nodo de tratamiento una función o una parte de una función que lleva a cabo el sistema, intercambiando cada nodo de tratamiento (53) unos datos (52, 59, 54, 55, 511) con otros nodos de tratamiento (51, 56, 57) a través de conexiones síncronas o asíncronas y tratando estos datos de manera autónoma conforme a su secuenciación interna, de tal modo que se realizan unos tratamientos síncronos y asíncronos de estos datos, estando los datos acompañados por un encabezamiento (58, 510) genérico que comprende informaciones que identifican una fase de funcionamiento del sistema a la cual se refieren y unas informaciones que definen, para el conjunto de los nodos de tratamiento, todos los parámetros necesarios para su funcionamiento para la fase considerada;
- 5
- 10 **caracterizada por que** comprende, además, una conexión (110) única en serie de sincronización que da servicio a todos los nodos de tratamiento y que proporciona a todos los nodos de tratamiento un reloj de referencia (81), con una frecuencia fija en la cual está codificado un mensaje general de sincronización que comprende una señal de sincronización (44, 86) que determina el instante en el que el reloj de referencia lleva un mensaje de sincronización (84), una fecha de referencia y un encabezamiento simplificado, comprendiendo el encabezamiento simplificado
- 15 informaciones que identifican una fase de datos de funcionamiento del sistema;
- comprendiendo cada nodo de tratamiento unos medios de interfaz (34) con la conexión de sincronización, configurados para:
- realizar una secuenciación interna autónoma a partir del reloj de referencia (83), realizándose la
  - 20 - utilizar el encabezamiento simplificado (46) del mensaje de sincronización de tal modo que identifique la fase de funcionamiento indicada en el encabezamiento simplificado, y realizar un tratamiento síncrono (42) de los datos relativos a esta fase de funcionamiento, considerando el tratamiento a un dato (52) como relativo a la fase de funcionamiento considerada si el encabezamiento genérico (47) al que está asociado contiene informaciones que identifican la misma fase de funcionamiento que la que contiene el encabezamiento simplificado (46) del
  - 25 mensaje de sincronización considerado.
2. Arquitectura de sistema electrónico de acuerdo con la reivindicación 1, según la cual cada nodo de tratamiento (31, 41) comprende unos medios propios para implementar una fecha local y para comparar de forma periódica esta fecha local con la fecha de referencia.
3. Arquitectura de sistema electrónico de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 o 2, en la que la conexión de sincronización transmite un reloj de temporización R (83), una señal de sincronización (86) y unas tramas de datos binarios (87, 88), transmitiéndose la señal de sincronización y los datos binarios que forman las tramas mediante la modulación del factor de forma del reloj R, conservando la modulación la distancia temporal (T) constante que separa los flancos ascendentes del reloj R.
- 30
4. Arquitectura de acuerdo con la reivindicación 3, en la cual la modulación del factor de forma del reloj R comprende
- 35 3 estados:
- un estado 0 (88) para el cual el estado alto del reloj R tiene una duración igual a la del estado bajo, siendo el factor de forma igual a  $\frac{1}{2}$ ;
  - un estado 1 (87) para el cual el estado alto del reloj R tiene una duración superior a la del estado bajo, siendo el factor de forma superior a  $\frac{1}{2}$ ;
  - 40 - un estado -1 (86) para el cual el estado alto del reloj R tiene una duración inferior a la del estado bajo, siendo el factor de forma inferior a  $\frac{1}{2}$ ,
- codificándose los valores de los datos binarios de las tramas en los dos estados 0 (88) y 1 (87), identificándose la señal de sincronización por el código -1 (86).
- 45
5. Arquitectura de acuerdo con una de las reivindicaciones 3 a 4, en la cual la transmisión de una trama de datos en la conexión de sincronización está señalada por la transmisión de una señal de sincronización.
6. Arquitectura de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 3 a 5, en la cual cada nodo de tratamiento (31, 41) lleva a cabo la sincronización de sus relojes lentos por medio de la señal de sincronización (86).
7. Arquitectura de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 3 a 6, en la cual la señal de sincronización (86) es emitida de forma periódica, acompañada de una trama de datos (84) que contiene informaciones útiles de
- 50 sincronización o una trama ficticia que contiene datos no significativos.
8. Arquitectura de acuerdo con la reivindicación 7, en la cual cada trama transmitida (84) comprende un campo de bits que permite indicar si esta trama es una trama real o si es una trama ficticia.
9. Arquitectura de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 3 a 8, en la cual la señal de sincronización (86) es transmitida en una conexión de sincronización en forma de una secuencia ternaria cuya estructura se

selecciona de tal modo que la detección de la señal de sincronización por los subconjuntos sea realizada por medio de un correlador ternario mediante la detección de un pico de correlación.

10. Arquitectura de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 3 a 9, en la cual las informaciones contenidas en la trama binaria son sometidas a una codificación por medio de un código detector y corrector de errores.

- 5 11. Sistema de radar que comprende unos medios de tratamiento formados por una pluralidad de subconjuntos, comprendiendo cada subconjunto una pluralidad de nodos de tratamiento (31, 41), realizando cada nodo de tratamiento de manera autónoma una función o una parte de una función que llevan a cabo los medios de tratamiento, **caracterizado por que** cada nodo tratamiento está configurado para interconectarse con una pluralidad de conexiones asíncronas de intercambios de datos y una conexión de sincronización, y formar una arquitectura de
- 10 acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10.

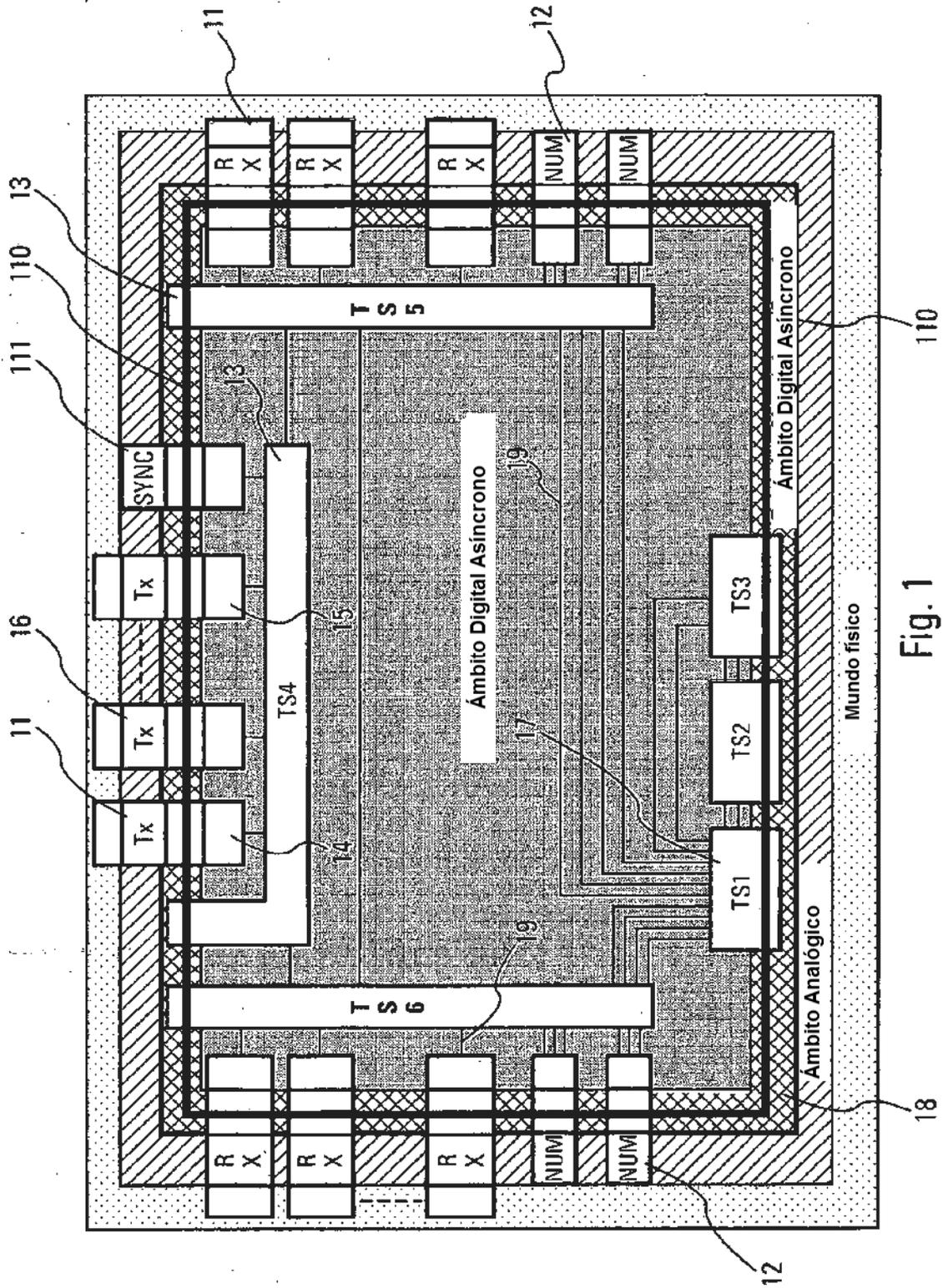


Fig. 1

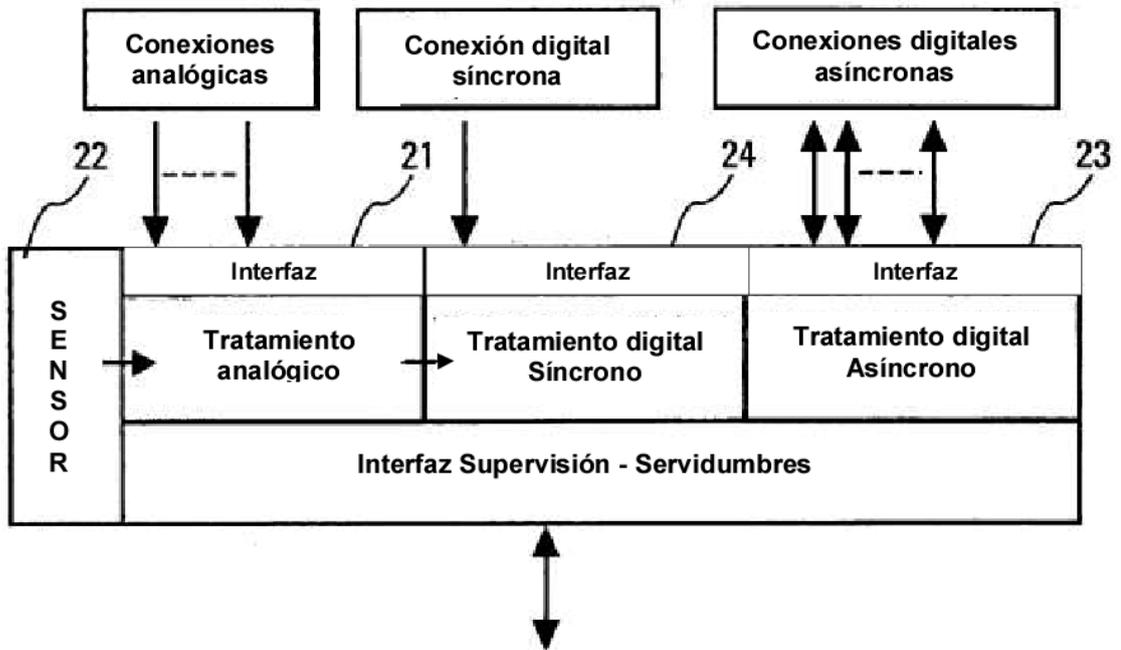


Fig. 2

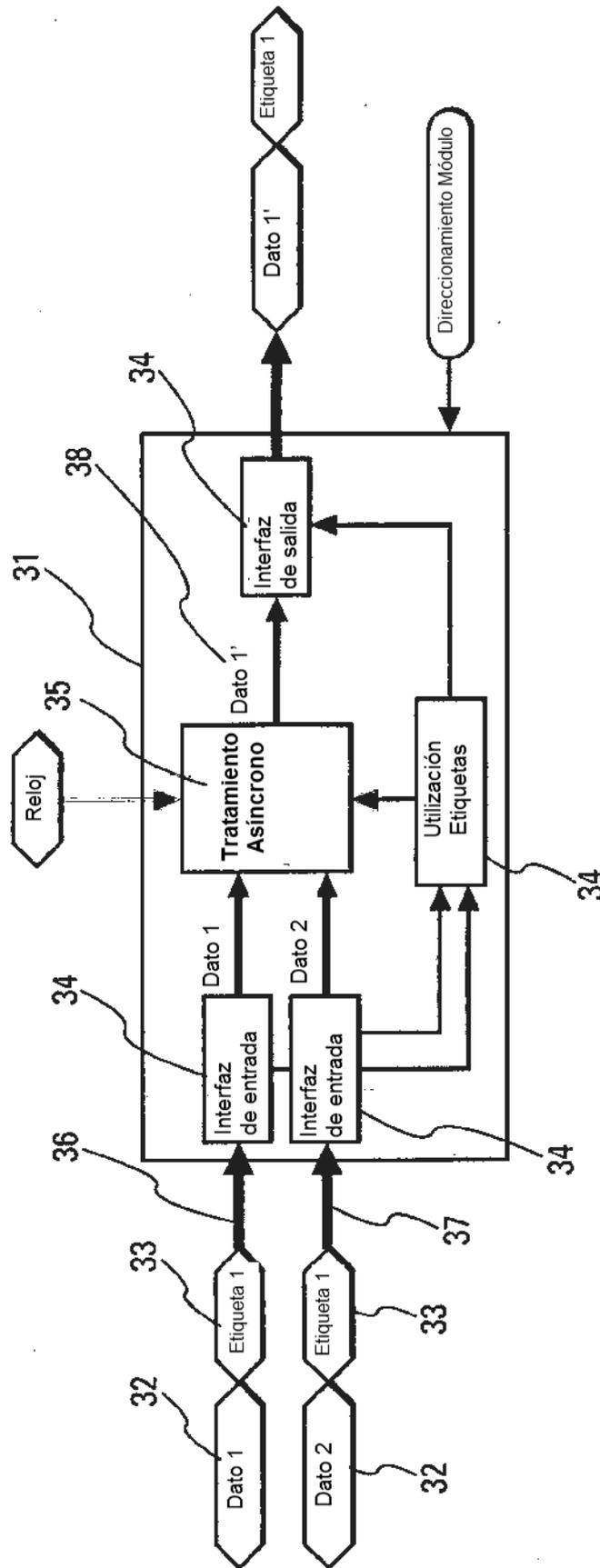


Fig. 3

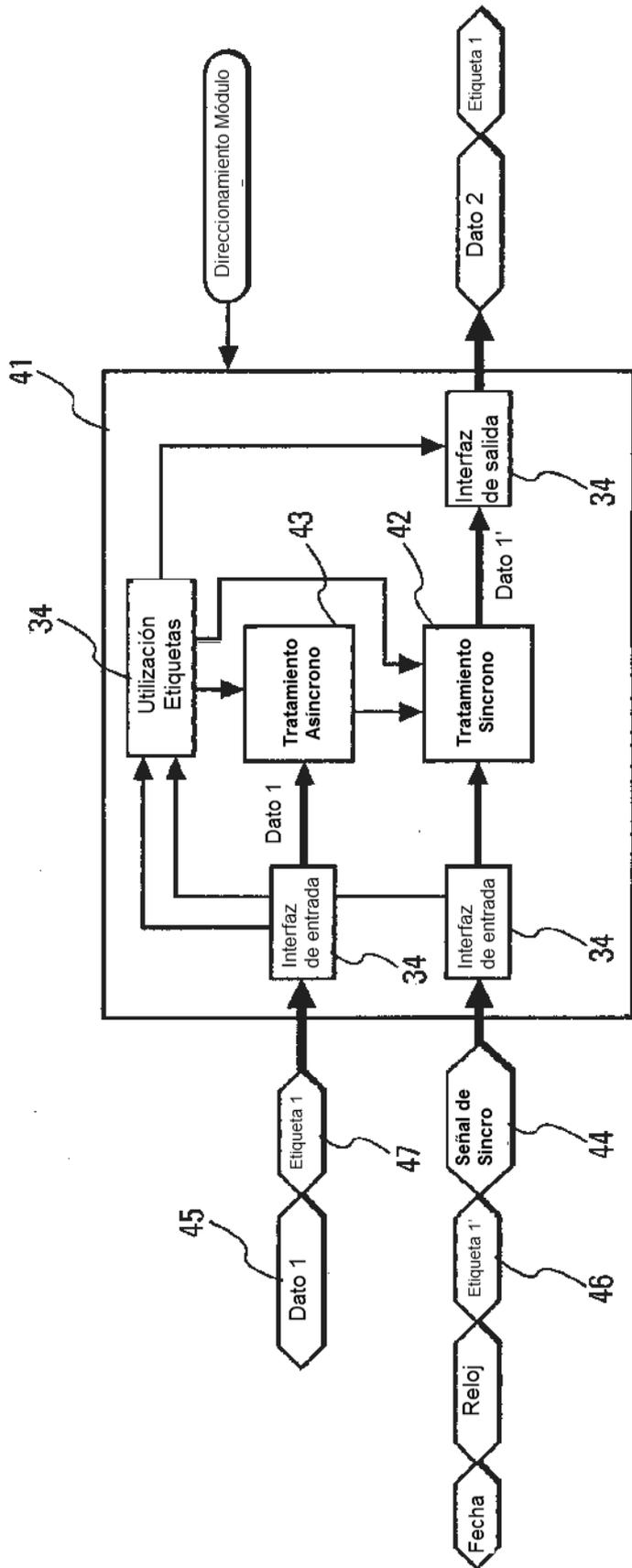


Fig. 4

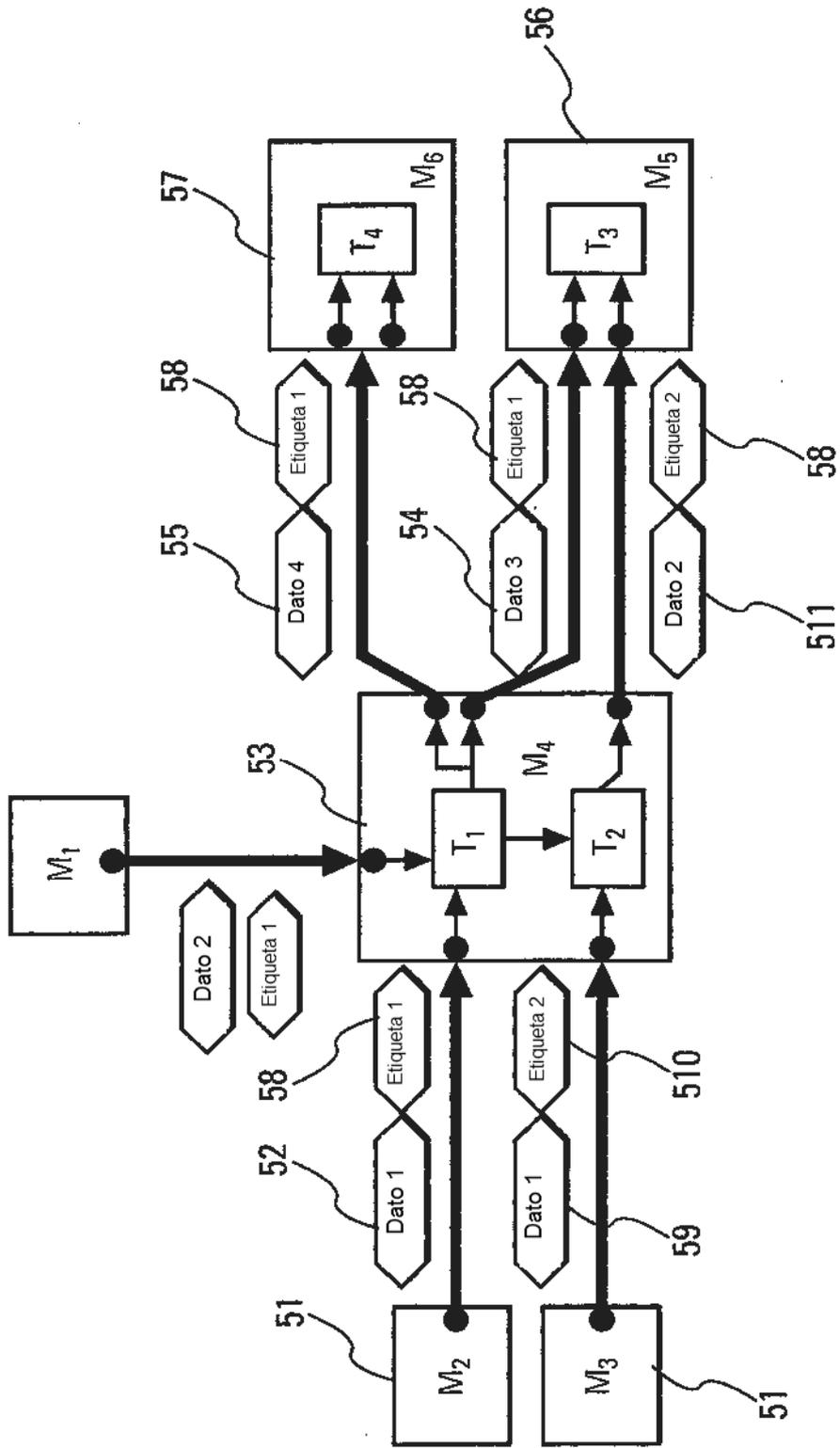


Fig. 5

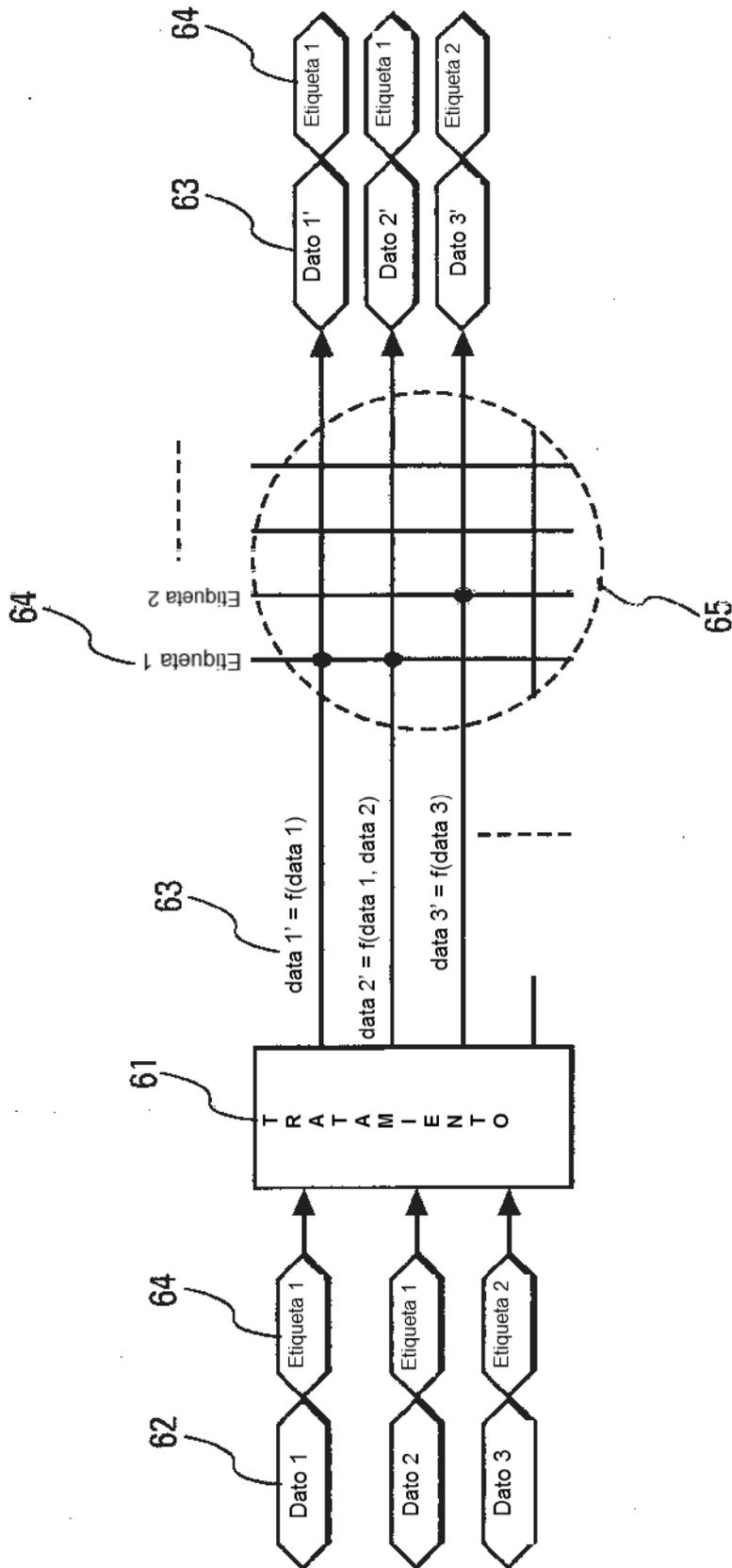


Fig. 6

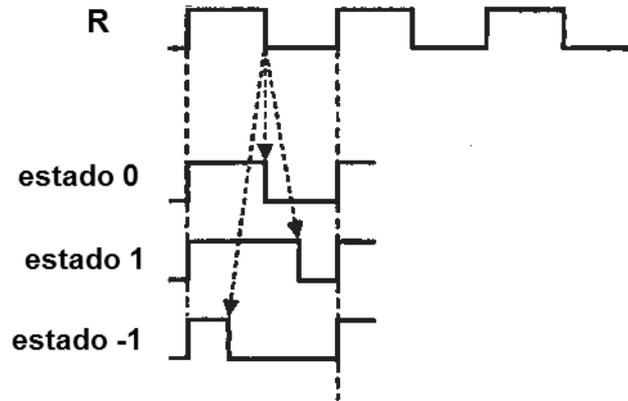


Fig. 7

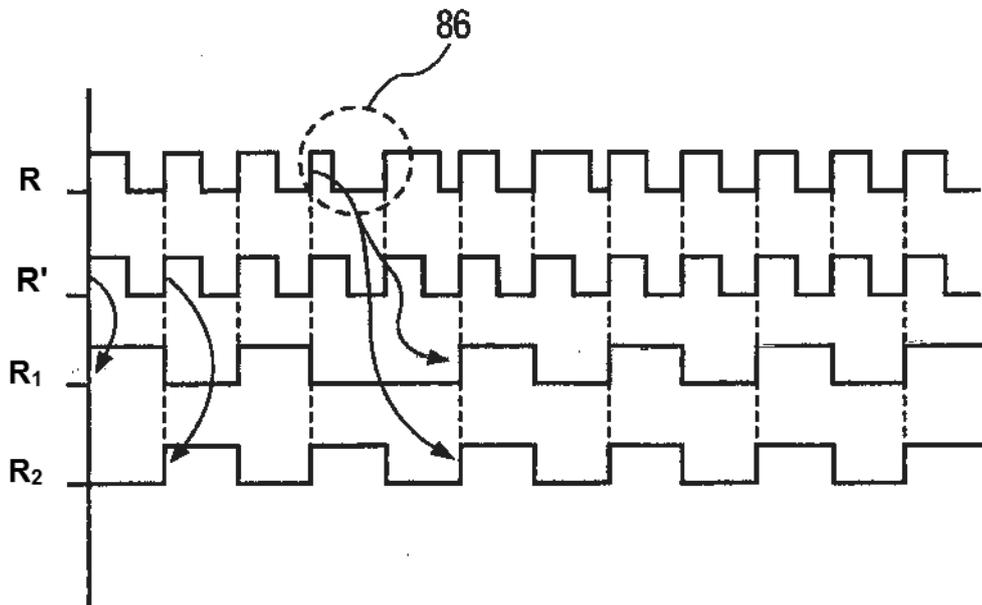


Fig. 9

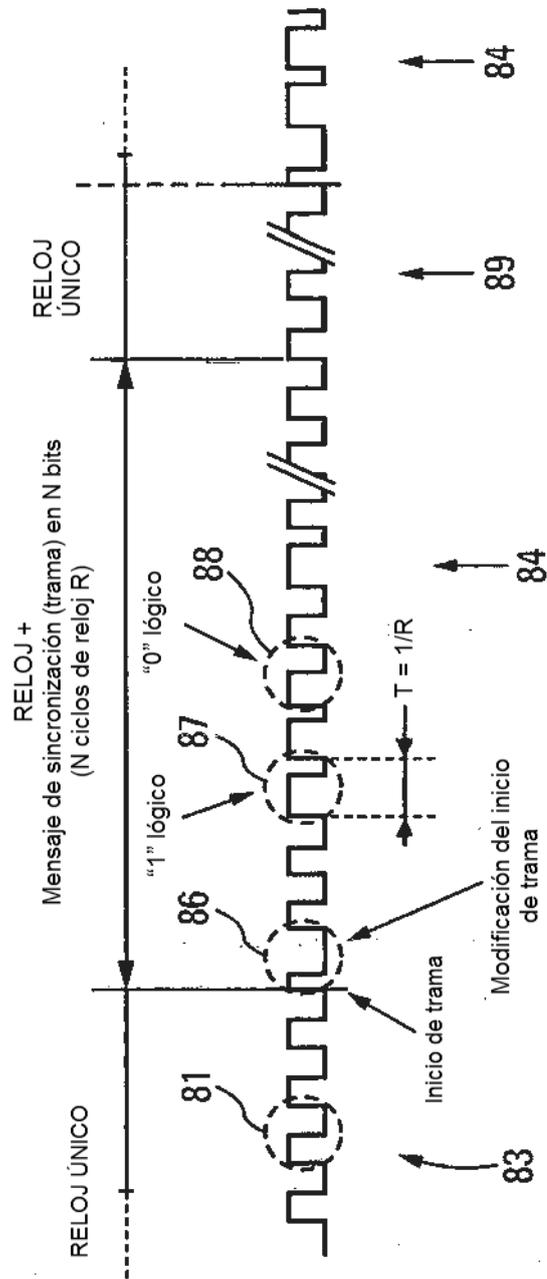


Fig. 8