

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 627 436**

51 Int. Cl.:

**H04L 29/12** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **14.01.2008 PCT/IT2008/000020**

87 Fecha y número de publicación internacional: **23.07.2009 WO09090675**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **14.01.2008 E 08720190 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **08.03.2017 EP 2235920**

54 Título: **Método para la asignación de direcciones a una pluralidad de dispositivos electrónicos conectados a un canal de comunicación**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**28.07.2017**

73 Titular/es:  
**ABB SCHWEIZ AG (100.0%)  
Brown Boveri Strasse 6  
5400 Baden, CH**

72 Inventor/es:  
**TAZZARI, DAVIDE y  
VERNIA, FILIPPO**

74 Agente/Representante:  
**TOMAS GIL, Tesifonte Enrique**

ES 2 627 436 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**

Método para la asignación de direcciones a una pluralidad de dispositivos electrónicos conectados a un canal de comunicación

5

Campo técnico

[0001] La presente invención se refiere al campo de la gestión de dispositivos de red, conectados a un canal de comunicación. Más en particular, la presente invención se refiere a innovaciones para los métodos de asignación de direcciones para la comunicación de información a dispositivos electrónicos conectados en red a un canal de comunicación, a través del cual los dispositivos se comunican entre sí y/o con un dispositivo maestro.

10

Antecedentes de la invención

[0002] Típicamente, en las estaciones de energía y en el cualquier sistema donde una pluralidad de dispositivos electrónicos conectados por cable a una línea de comunicación compartida (por ejemplo, RS485) está presente, existe la necesidad de proporcionar a cada dispositivo una dirección para comunicarse con los dispositivos, enviando selectivamente mensajes a los varios dispositivos, y para reconocer a partir de qué dispositivo se ha generado un mensaje en la línea de comunicación.

20

[0003] En la presente descripción y las reivindicaciones anexas, aunque en algunos casos se hace referencia a un canal de comunicación por cable, debe entenderse que el término "canal de comunicación" puede significar cualquier tipo de canal capaz de permitir la transmisión de información desde y a dichos dispositivos. En algunos casos, un operador usará esta dirección para interrogar e identificar cada dispositivo individual.

25

[0004] Es obvio que en la misma red no puede haber dos o más dispositivos con la misma dirección, porque este conflicto no permitiría que un controlador administrara correctamente el conjunto entero y, además, la comunicación podría verse comprometida (para una única solicitud, múltiples dispositivos con la misma dirección responderían simultáneamente).

30

[0005] Generalmente, el conjunto de dispositivos se instalan en un rack. Cada compartimento del rack, entre otras cosas, presenta una interfaz hardware (interruptor DIP, línea analógica u otro) del que el dispositivo recupera la dirección de manera estática. De esta manera, la dirección también identifica la posición en el rack. El dispositivo reconoce su propia dirección y la adquiere cuando, después de ser insertado en el rack, se enciende y lee la información proporcionada por la interfaz de hardware.

35

[0006] Los documentos del estado de la técnica pertinentes son la patente de EE.UU. número 5,016,162 y la publicación de solicitud de patente de EE.UU. número US2004/001007.

40

[0007] La Figura 1 muestra una tabla de filas y columnas, cada una numerada con un código numérico de dos números del sistema binario. Dicha rejilla puede representar el conjunto de los alojamientos de un rack. De este modo, cada alojamiento se identifica por cuatro dígitos: los dos dígitos que indican la fila y los dígitos que indican la columna, cuya intersección define el alojamiento individual del rack. Cada dispositivo o unidad asume entonces la dirección genérica ABab, donde AB son los dígitos que indican la fila y ab son los dígitos que indican la columna del alojamiento en el que el dispositivo está insertado.

45

[0008] Esta solución presenta las ventajas siguientes:

50

1. un dispositivo es inmediatamente identificable a partir de la dirección porque representa exactamente la posición en el rack. En caso de mal funcionamiento, un especialista puede eliminar inmediatamente el dispositivo y reemplazarlo, ya que su posición física es identificable inmediatamente, puesto que coincide con su dirección;
2. la gestión es fácilmente comprensible por todos.

55

[0009] Sin embargo, esta solución también presenta numerosos inconvenientes:

60

1. si la dirección es generada por una línea analógica
  - a. cada dispositivo tiene que reservar un canal analógico (que es muy valioso, ya que típicamente no hay muchos de éstos en un microcontrolador) para leer la dirección,
  - b. cuanto más direcciones sean generadas por la misma línea, más precisa debe ser la lectura: si la línea se usa para 8 dispositivos, el rango analógico se tiene que dividir entre 8 y cada sección tiene que tener márgenes de seguridad para evitar superposiciones,
  - c. la longitud del cableado afecta a la impedancia de la línea y puede modificar el nivel de la señal analógica leída y, por lo tanto, la dirección,
  - d. las tolerancias de ruido en la línea y de división de señal no siempre son insignificantes;

65

2. si la dirección es generada por una línea digital y configurada mediante interruptores DIP  
 a. debe usarse un número considerable de entradas digitales ( $\log_2(\text{max\_direcciones}) + 1$ )  
 b. un operario podría hacer errores al configurar el rack, creando direcciones duplicadas;

- 5  
 3. tanto en el rack como en cada unidad se tiene que crear un bus de señales con el único fin de proporcionar una dirección estática que, idealmente, se lea sólo una vez cuando la unidad se enciende  
 4. tanto en el rack como en cada unidad, se deben montar conectores (costosos) con el único fin de transferir la dirección de celda estática al dispositivo  
 10  
 5. si un dispositivo se retira y luego se reinserta rápidamente en otro alojamiento, si éste no se había apagado debido a sistemas de mantenimiento de energía (condensadores en masa), mantendría la dirección relacionada con el alojamiento precedente, creando, aunque sólo temporalmente:  
 a. una posible dirección duplicada (si, por ejemplo, un dispositivo nuevo se inserta en el alojamiento del que el antiguo acaba de ser retirado),  
 15  
 b. una discordancia entre dirección y posición.

Resumen de la invención

20 [0010] Según un aspecto, el objeto de la invención es paliar al menos parcialmente los inconvenientes anteriormente mencionados.

[0011] Esencialmente, según la invención se proporciona un método para la asignación de direcciones a una pluralidad de dispositivos electrónicos conectados a un canal de comunicación compartido, donde, después de ser encendidos, cada dispositivo genera y se asigna a sí mismo una dirección incluida en un conjunto que contiene un número de direcciones que es igual o mayor que el número de dispositivos conectados a dicho canal.

25 [0012] La solución propuesta permite eliminar completamente toda referencia al direccionamiento estático, eliminando así todas las partes de hardware relativas (bus de direcciones, conectores, pines digitales o analógicos del micro controlador) y perdiendo la correspondencia de dirección-posición. Cada unidad o dispositivo tiene que conocer sólo el número máximo de dispositivos que pueden estar presentes en la red. Cada dispositivo se asigna a sí mismo su propia dirección virtual de entre las disponibles y trata de comunicarse como si dicha dirección hubiera sido recibida del rack a través del bus de direcciones convencional.

30 [0013] En algunas formas de realización, para evitar que dos dispositivos se asignen a sí mismos la misma dirección, si la dirección generada por un segundo dispositivo ya ha sido asignada previamente por un primer dispositivo conectado al canal de comunicación, el segundo dispositivo ejecuta un procedimiento para generar y asignar una nueva dirección.

35 [0014] En una forma de realización, los dispositivos se comunican entre sí a través del canal de comunicación compartido según una lógica "democrática", en vez de comportarse como dispositivos "esclavos" con todos comunicándose con dispositivo maestro único (modo maestro-esclavo). En este modo operativo, en algunas formas de realización el método puede comprender los pasos siguientes:  
 40  
 ➤ después de ser encendido y de generar y asignarse su propia dirección, cada dispositivo analiza el tiempo según cuantos de tiempo que tienen una duración sustancialmente constante y predeterminada; ➤  
 45  
 cada dispositivo usa, para la posible transmisión de un mensaje en el canal de comunicación compartido, un cuanto de tiempo que corresponde con su propia dirección.

[0015] Por lo tanto, en este caso los dispositivos requieren conocer exclusivamente el número máximo de dispositivos conectados a la red y la duración del cuanto de tiempo. Estas son las únicas informaciones necesarias para permitir la asignación dinámica de las direcciones cuando cada dispositivo se enciende y, por lo tanto, la comunicación entre dispositivos en modo "democrático".

50 [0016] En algunas formas de realización, después de ser encendido y de generar y asignarse su propia dirección, cada dispositivo sondea el tiempo según cuantos de tiempo que tienen una duración sustancialmente constante y predeterminada, numerándolos cíclicamente y consecutivamente de 0 a N, donde N es un número igual o mayor que el número total de dispositivos conectados al canal de comunicación compartido. Además, el dispositivo puede transmitir un mensaje en el canal de comunicación compartido durante un cuanto de tiempo, cuyo número secuencial corresponde con su propia dirección, generada y asignada de la manera definida anteriormente.

55 [0017] En algunas formas de realización preferidas del método según la invención, cada dispositivo que tiene que transmitir un mensaje en el canal de comunicación compartido genera un retraso temporal y comienza la transmisión durante un cuanto de tiempo, cuyo número secuencial corresponde con su propia dirección, y después de dicho retraso temporal si durante dicho retraso temporal el canal de transmisión está libre. Ventajosamente, el retraso temporal puede generarse de forma aleatoria y estar incluido entre un valor máximo y un valor mínimo.

60 [0018] En algunas formas de realización, para alinear el análisis temporal de los cuantos de un dispositivo dado con  
 65

el análisis temporal de los cuantos de los otros dispositivos, el método puede prever que, si un primer dispositivo (que ha generado una primera dirección) detecta durante un cuanto de tiempo en el canal de comunicación compartido un mensaje que proviene de un segundo dispositivo, cuya dirección es diferente del número secuencial que el primer dispositivo había asignado a dicho cuanto de tiempo, el primer dispositivo cambia el número secuencial del cuanto de tiempo atribuyéndole como número secuencial la dirección del segundo dispositivo, que ha transmitido su propio mensaje en el canal de comunicación compartido durante dicho cuanto de tiempo.

[0019] Otras características ventajosas adicionales del método según la invención se describirán de aquí en adelante y/o se definirán en las reivindicaciones anexas. La invención se refiere específicamente a un método para administrar la comunicación entre múltiples dispositivos conectados a un canal de transmisión, que comprende uno o más de las reglas, modos o características descritos de aquí en adelante y en las reivindicaciones anexas.

[0020] La invención también se refiere a un sistema que comprende un canal de comunicación y una pluralidad de dispositivos conectados a éste, que funcionan según el método definido anteriormente.

[0021] Además, la invención se refiere a un soporte de memoria con un software que implementa un método del tipo definido anteriormente con una o más de las características descritas y/o reivindicadas en el presente documento.

#### Breve descripción de los dibujos

[0022] La invención se entenderá mejor siguiendo la descripción y el dibujo anexo, que muestra formas de realización no limitativas prácticas de la invención. Más en particular, en el dibujo:

la figura 1 muestra un diagrama de un rack con un sistema para la asignación estática de las direcciones según el estado de la técnica; y

las figuras de 2 a 7 muestran diagramas de tiempo capaces de ilustrar los procedimientos para la asignación de las direcciones y para la comunicación temporal entre dispositivos según el método de la presente invención.

#### Descripción detallada de una forma de realización de la invención

[0023] La Figura 2 muestra esquemáticamente un sistema genérico 2 que comprende un canal de transmisión 1 al que están conectados N dispositivos electrónicos genéricos, numerados de 0 a N-1, cada uno indicado con el número de referencia 3, así como un dispositivo electrónico 5 indicado como "maestro".

[0024] Cuando cada dispositivo genérico i-ésimo 3 es encendido, generará una dirección ( $A_i$ ) entre 0 y N-1 (N siendo el número máximo de dispositivos presentes) y comenzará a analizar el tiempo según cuantos de tiempo (x) que tienen una longitud constante y predeterminada ( $\Delta T$ ). Los cuantos de tiempo y su análisis se obtienen, por ejemplo, mediante el reloj interno del microprocesador del dispositivo genérico 3. El primer cuanto de tiempo se identificará como 0, el segundo como 1, etcétera hasta el n-ésimo cuanto de tiempo, identificado como N-1. El siguiente se identificará de nuevo como 0 y así hasta N-1. La Figura 3 indica esquemáticamente el procedimiento para contar los cuantos de tiempo mediante el dispositivo i-ésimo genérico 3.

[0025] En este punto, los dispositivos pueden comunicarse siguiendo dos filosofías:

1. con la técnica maestro-esclavo usual, donde un controlador considera la situación actual y administra el sistema,
2. de manera "democrática", intercambiando datos (por ejemplo temperaturas, presiones, corrientes, voltaje, varias órdenes, etc.) entre sí sin necesidad de tener un controlador.

[0026] Consideremos, por ejemplo, una central eléctrica donde un grupo de rectificadores emiten corriente. Los dispositivos podrían intercambiar información de manera autónoma en la corriente que están emitiendo para efectuar la distribución de corriente digital sin necesidad de que el controlador lo administre todo, o en un sistema de refrigeración donde la temperatura del aire y las lecturas de presión se intercambian para hacer que los ventiladores (gases criogénicos, aceites, agua ...) tengan una gestión compartida que dependa del estado total del entorno.

En todos estos casos, un controlador (maestro) puede en cualquier caso escuchar el bus e intervenir solamente en caso de mal funcionamiento o a petición externa, mientras los dispositivos se comunican directamente entre sí en el modo "democrático" mediante la transmisión y recepción de información en el canal de comunicación, donde cada dispositivo tiene una dirección única. Debe entenderse que los conceptos generales subyacentes a la invención pueden encontrar aplicación también en un sistema que proporciona solamente una gestión maestro-esclavo, con un controlador o maestro que controla los dispositivos electrónicos jerárquicamente por debajo de él, o en un sistema que proporciona solamente un tipo de gestión "democrática".

#### Gestión de comunicación con modo "democrático"

[0027] La regla principal para este modo de administrar la comunicación entre dispositivos es que cada dispositivo está autorizado a comunicarse (es decir, a transmitir datos en el canal de comunicación) en un momento dado sólo si su propia dirección es igual al número del cuanto de tiempo presente en ese momento ( $A_i = x$ ).

[0028] En referencia al diagrama de la figura 4, en beneficio de la simplicidad, se supondrá que el número máximo de dispositivos es 8 y que, por lo tanto, las direcciones son de 0 a 7. Supongamos que hay tres dispositivos presentes y que las direcciones 2, 5 y 6 han sido asignadas a ellos. El diagrama de tiempo de la comunicación será, por lo tanto, el mostrado en la figura 4, en la que se muestran tres ciclos de análisis sucesivos para analizar el cuanto de tiempo de 0 a 7 (cada cuanto de tiempo tiene la duración  $\Delta T$ ). Cada ciclo de análisis tiene una duración de  $7 \cdot \Delta T$ . Debajo de la escala de tiempo se muestra esquemáticamente el bus de transmisión. Ya que las direcciones nº 2, 5 y 6 han sido asignadas, el dispositivo con dirección 2 puede transmitir en el bus de comunicación durante el cuanto de tiempo 2, el dispositivo con dirección 5 transmitirá en el bus durante el cuanto de tiempo nº 5 y el dispositivo con dirección 6 comunicará durante el cuanto de tiempo nº 6.

[0029] Si cada dispositivo se ha asignado correctamente a sí mismo una dirección que no coincide con la dirección de otros dispositivos y si todos los dispositivos están sincronizados correctamente, es decir, si el análisis en cuantos de tiempo para los varios dispositivos está sincronizado para todos los dispositivos, la transmisión tiene lugar correctamente según la regla simple definida anteriormente. Cada dispositivo transmite en el canal durante el cuanto de tiempo que corresponde con su propia dirección y, al permanecer escuchando en el canal, es capaz de recibir todos los mensajes destinados a su dirección (única) propia.

[0030] En algunos casos, sin embargo, se pueden encontrar uno o varios de los siguientes problemas:

- A. después de ser encendidos, dos o más dispositivos se asignan a sí mismos la misma dirección,
- B. los dispositivos "se despiertan" en momentos diferentes y, por lo tanto, deben administrar una dirección que potencialmente ya está asignada,
- C. debido a las tolerancias de los componentes (cristal de cuarzo, resonador cerámico, circuito para la generación del reloj interno del micro controlador, etc.) los cuantos de tiempo  $\Delta T$  no son perfectamente iguales entre los varios dispositivos y, por lo tanto, hay un fenómeno de deriva temporal entre un dispositivo y el otro, que desalinea peligrosamente la comunicación,
- D. un dispositivo puede tener el tiempo desalineado desde el inicio debido a diferentes tiempos de encendido y de puesta en marcha.

[0031] A continuación se describirán posibles maneras de hacer frente y resolver los problemas anteriormente mencionados, si el sistema se ve afectado por ellos. Para resolver todos los problemas mencionados, en una forma de realización preferida de la invención, el método adoptará las reglas siguientes:

1. cuando un dispositivo dado es encendido, todas direcciones disponibles debe ser consideradas libres,
2. cuando se encienden, todos dispositivos esperan al menos un ciclo de tiempo completo ( $N \cdot \Delta T$ ), o la recepción de un mensaje desde otro dispositivo antes de intentar transmitir,
3. cuando una comunicación tiene lugar en el intervalo de tiempo o cuanto de tiempo k-ésimo, la dirección k se considera ocupada,
4. si para tiempos consecutivos z (que se asignarán durante la fase de diseño) no hay comunicación en un intervalo k, la dirección k se considera libre,
5. si un dispositivo que se ha asignado a sí mismo la dirección k "ve" una comunicación en el intervalo o cuanto de tiempo k, el dispositivo "pierde" la dirección y genera una nueva de entre las libres,
6. si un dispositivo ve una comunicación en el intervalo o cuanto de tiempo k, pero hecha por un dispositivo con dirección j, el dispositivo cambiará la cuenta del cuanto de tiempo y al intervalo o cuanto de tiempo actual se le asignará el número secuencial j y ya no será k,
7. cada dispositivo, antes de empezar a transmitir, siempre comprobará el canal para verificar si hay una comunicación en curso, en cuyo caso suspenderá inmediatamente la transmisión,
8. cada dispositivo que quiera transmitir iniciará la comunicación después un tiempo  $T_i = \tau_i$  después del inicio del intervalo o cuanto de tiempo con  $0 \leq \tau_i < T_1$
9. cada dispositivo que quiera transmitir, pero que acabe de generar una nueva dirección, iniciará la comunicación después un tiempo  $T_i = T_2 + \tau_i$  desde el inicio del intervalo de tiempo, con  $T_1 < T_2$
10. Si un dispositivo ha sido capaz de transmitir en el intervalo k, considerará la dirección k como correctamente asignada para sí mismo.

[0032]  $T_1$ ,  $T_2$  y  $\Delta T$  tendrán que ser calculados durante la fase de diseño. Si  $T_M$  indica la duración temporal del mensaje más largo que se puede generar en la comunicación democrática y  $T_G$  indica un tiempo de guarda no cero, que tiene en cuenta las tolerancias de los dispositivos y la posibilidad de una gestión externa por un controlador, entonces:

$$\Delta T > T_1 + T_2 + T_M + T_G.$$

El valor de  $T_1$  también tiene que ser lo suficientemente grande para permitir la generación de una variedad satisfactoria de retrasos temporales.

[0033] Siguiendo las reglas mencionadas, de aquí en adelante se proporcionará una descripción de cómo resolver los cuatro problemas A-D que pueden ocurrir en un sistema de dispositivo conectado al canal de transmisión.

Conflicto de direcciones

5 [0034] En referencia a la hipótesis simplificada de ocho dispositivos, se supondrá que las direcciones que los tres dispositivos presentes en el sistema se asignan a sí mismos son 2, 2, 6, es decir, que dos dispositivos se han asignado a sí mismos la misma dirección (dirección nº 2). G y V indicarán los dos dispositivos que se han asignado erróneamente a sí mismos la misma dirección dinámica 2. De aquí en adelante, las letras G y V se usarán para indicar las cantidades pertenecientes respectivamente a los dispositivos G y V.

10 [0035] En este caso, los dos dispositivos que se han asignado a sí mismos la misma dirección no se podrían comunicar debido a que los dos mensajes se solaparían: los dos dispositivos intentarían transmitir sus propios mensajes en el canal de transmisión durante el cuanto o intervalo de tiempo nº 2. Además, el intervalo o cuanto de tiempo nº 2 en cualquier caso sería inservible. La situación se representa esquemáticamente en la figura 5.

15 [0036] Analicemos ahora con mayor detalle la situación que tiene lugar si los dispositivos siguen las diez reglas 1-10 enumeradas anteriormente, al mismo tiempo que el análisis alcanza (para todos los dispositivos, que en esta fase se asume que están alineados y sincronizados correctamente) el intervalo de tiempo nº 2. Cuando esto tiene lugar, los dos dispositivos que se han asignado a sí mismos la dirección nº 2 generan dos retrasos aleatorios, respectivamente  $\tau_G$  y  $\tau_V$  según la regla 8. Ya que los retrasos temporales son aleatorios, se supone que  $\tau_G$  es diferente de  $\tau_V$ . Si uno solo de los dos dispositivos ya ha usado ese intervalo de tiempo en un ciclo precedente de la cuenta de los intervalos o cuantos de tiempo, considerará que esta dirección se ha asignado correctamente (regla 10). Viceversa, supongamos que el otro dispositivo acaba de generar la dirección 2. Entonces, los retrasos en la comunicación serán, respectivamente,

$$T_G = \tau_G$$

$$T_V = \tau_V + T_2 \text{ (regla 9)}$$

$$T_V > T_G$$

25 cualquiera que sea el valor de  $\tau_G$ ,  $\tau_V$

[0037] Por lo tanto, el diagrama de tiempo del intervalo 2 solo será el mostrado en la figura 6. El dispositivo V nunca transmitirá su mensaje (regla 7), perderá su dirección (regla 5) y generará una dirección nueva considerando a la dirección 2 como ocupada (regla 3). En el ciclo siguiente, el dispositivo V tendrá una dirección nueva y, por lo tanto, ya no habrá un posible conflicto con el dispositivo G.

30 [0038] Si ambos dispositivos están en el mismo estado (ambos dispositivos con direcciones recién generadas o ya asignadas correctamente), la situación es similar.

35 [0039] Consideremos la diferencia entre los dos retrasos temporales generados por los dos dispositivos:  $\delta t = |T_V - T_G|$  si el tiempo  $T_2$  está presente o no en ambas adiciones es obviamente irrelevante). Si  $\delta t$  es mayor que el tiempo mínimo para el reconocimiento de la presencia del dispositivo por el micro controlador de uno de los dos dispositivos, el dispositivo que trata de transmitir en segundo lugar verá el canal ocupado por el primer dispositivo y, por lo tanto, la situación será nuevamente la descrita previamente. Si, por el contrario,  $\delta t$  es demasiado pequeño, el segundo dispositivo no verá el canal ocupado y ambos transmitirán y considerarán la dirección como adquirida (regla 10). Desde el punto de vista de los otros dispositivos, el intervalo de tiempo en cuestión estará ocupado por un mensaje ininteligible que, por lo tanto, será descartado. En el ciclo siguiente, cuando el intervalo de tiempo nº 2 regrese, los dos dispositivos G y V regenerarán un retraso aleatorio  $\tau_i$ , que es improbable que sea el mismo para ambos. En cualquier caso, tarde o temprano el  $\delta t$  será lo suficientemente grande para asegurar la resolución del conflicto.

45 [0040] Si los dispositivos que generan la misma dirección son un número más alto, el algoritmo hará la selección automáticamente: en cada ciclo, todos los que son capaces de reconocer el mensaje del dispositivo más rápido se eliminarán automáticamente de la carrera hasta el intervalo hasta que el último gane la competición.

#### 50 Activar desalineamiento

[0041] Supongamos que en la red de 8 intervalos o cuantos de tiempo todavía hay tres dispositivos con las direcciones asignadas de forma estable y correcta: 2, 5 y 6. Estos dispositivos se indicarán de aquí en adelante como G, V y B. Supongamos, además, que un cuarto dispositivo (R) se inserta en la red en un momento aleatorio. La línea temporal (es decir, el registro cronológico) de este dispositivo último no estará necesariamente alineado con el dispositivo teóricamente estable de los tres primeros dispositivos G, V y B. En otras palabras, si los dispositivos G,

V y B están escaneando el tiempo con la misma secuencia de cuantos, en un momento dado todos los dispositivos G, V y B estarán escaneando el cuanto o intervalo de tiempo j-ésimo, mientras el nuevo dispositivo R, que se activa en un momento aleatorio, empezará a contar los cuantos o intervalos de tiempo empezando desde 0 y, por lo tanto, no en sincronía con los otros tres. La Figura 7 muestra esquemáticamente esta situación. La primera fila representa el análisis de cuantos o intervalos de tiempo por los tres dispositivos con las direcciones 2, 5, 6 ya asignadas, que están sincronizados mutuamente. La segunda fila representa el bus de transmisión, y la tercera fila representa el análisis temporal de los intervalos o cuantos por el cuarto dispositivo R (tiempo indicado como  $t_R$ ), que comienza (en el ejemplo ilustrado) a analizar el tiempo en un momento intermedio durante el intervalo de tiempo que para los otros dispositivos es el intervalo nº 3.

[0042] El nuevo dispositivo R generará una dirección aleatoria asumiendo que todas las direcciones están libres (regla 1) y seguirá en espera de un ciclo temporal completo ( $N \cdot \Delta T$ ) antes de la transmisión (regla 2). Debido a esta espera, el dispositivo R muy posiblemente verá al menos un mensaje antes de transmitir y, así, alineará (regla 6) el intervalo de tiempo supuesto con el real. En el ejemplo ilustrado en la figura 7, se supone que en el intervalo de tiempo nº 5 el dispositivo V, que tiene la dirección nº 5, transmite un mensaje en el canal o bus de transmisión. En consecuencia, el cuarto dispositivo R corrige el intervalo de tiempo actual (nº 1) durante el que detecta en el canal de transmisión el mensaje originado a partir del dispositivo de dirección 5, asignando el número 5 a dicho intervalo o cuanto de tiempo.

[0043] Si por cualquier razón el dispositivo R no recibe un mensaje válido en un ciclo completo, o de otro modo, antes de la transmisión, los otros dispositivos que están escuchando se alinearán con la línea temporal del nuevo en cuanto detecten en el canal de transmisión un mensaje que proviene del dispositivo R. Si todos dispositivos se despiertan en momentos diferentes y, por lo tanto, con líneas temporales desalineadas pero a tal distancia temporal que ningún mensaje transita antes de que el último se encienda, la línea temporal se alineará automáticamente con el primer dispositivo que transmita un mensaje en el canal.

[0044] En el análisis final, las reglas 1-10 definidas anteriormente permiten resolver el problema de desalineamiento debido a una puesta en marcha no sincronizada de los dispositivos.

#### Desalineamiento debido a la tolerancia de los componentes

[0045] A pesar de lo perfeccionado que pueda estar, todo componente electrónico tiene una tolerancia que hace que sea imposible que dos dispositivos sean capaces de crear líneas temporales perfectamente idénticas.  $\Delta T$  no será idéntico para todas las unidades, sino que cada una de ellas tendrá su propio  $\Delta T_i$ . La diferencia  $|\Delta T_i - \Delta T_j|$  puede incluso ser imponderable, pero después de un número determinado K de ciclos completos se obtendrá un desalineamiento, igual a  $N \cdot K \cdot |\Delta T_i - \Delta T_j|$ , que puede ya no ser insignificante por más tiempo. Este desalineamiento, si es excesivo, podría hacer que la comunicación descrita previamente fallara. Esto depende, entre otras cuestiones, del grado de precisión de los dispositivos electrónicos.

[0046] Se identifican al menos dos métodos para reconocer el desalineamiento:

1. Cálculo del retraso temporal entre el inicio del intervalo de tiempo y el del mensaje. Si este retraso no es compatible con los tiempos explicados anteriormente (por ejemplo, si un mensaje llega poco antes del inicio del intervalo de tiempo), existe un desalineamiento;
2. dentro de cada mensaje, el valor del retraso temporal aleatorio calculado  $T_j$  puede ser insertado. El dispositivo que recibe el mensaje puede controlar el momento de recepción del mensaje respecto al inicio del intervalo de tiempo con este valor y reconocer cualquier desalineamiento.

[0047] Después de que un dispositivo reconozca el desalineamiento, se puede invocar un procedimiento de realineamiento (como mínimo se identifican tres):

1. el dispositivo manda un mensaje que invoca el realineamiento de las líneas temporales con el inicio o el fin del mensaje. En este caso, los intervalos de tiempo de todos los dispositivos conectados al canal empezarán desde el inicio o el fin del mensaje;
2. el dispositivo manda un mensaje que informa a todos los dispositivos conectados al canal de que en el siguiente mensaje que circule en la red los intervalos de tiempo tendrán que alinearse con el inicio o el fin del propio mensaje;
3. cada dispositivo procede a realinear a cada intervalo, basándose en el valor  $T_j$ , el retraso aleatorio insertado en el mensaje.

#### Reglas de comunicación maestro-esclavo

[0048] Anteriormente se ha descrito el modo de comunicación democrático, en el que cada dispositivo se comunica con los otros sin un orden jerárquico o un control por un maestro. En un modo operativo diferente, el sistema puede funcionar con un tipo de comunicación maestro-esclavo, donde un dispositivo principal o maestro (el dispositivo 5 en el diagrama de la figura 2) sirve como controlador. Cada dispositivo 3 está autorizado a comunicar, es decir, a

transmitir un mensaje en el canal de transmisión 1, sólo si es interrogado directamente.

[0049] Un controlador puede ser instalado en la misma red que los dispositivos, escuchar para detectar el tráfico de datos y recuperar la información operativa principal que se puede proporcionar al exterior. La comunicación "democrática" puede ser suficiente para el funcionamiento adecuado de un dispositivo, pero en general ciertamente no es exhaustiva. Por ejemplo, un usuario externo puede precisar leer un registro de eventos, leer o forzar un estado particular de un dispositivo o de todos los dispositivos (velocidad de ventilador, voltaje de red, limitaciones de corriente/voltaje/potencia, etc.), actualizar el microprograma de una unidad, etcétera. En este caso, una simple escucha por el controlador ya no es suficiente.

[0050] Un controlador o maestro debe ser capaz de introducirse a sí mismo en el intercambio continuo de datos sin crear confusiones o conflictos. Obviamente, el controlador, estando en modo de escucha, debe escanear el tiempo según los intervalos de tiempo de los dispositivos y realizar los procedimientos de alineamiento correctos. De esta manera, si el controlador transmite entre el fin de un mensaje de un dispositivo y el fin del intervalo de tiempo (también aprovechando la presencia del tiempo de guarda  $T_G$ ) se asegura que no cree conflictos. De hecho, en este intervalo de tiempo no debe haber ningún mensaje de ningún dispositivo.

[0051] Se identifican al menos dos métodos, que también se pueden usar simultáneamente, para distinguir un mensaje "democrático" de un mensaje "maestro/esclavo":

1. el dispositivo maestro tiene una dirección que no está incluida entre las direcciones posibles de los dispositivos esclavos. En este caso, la mera dirección del emisor del mensaje identificaría la presencia del maestro;
  2. el maestro usa un conjunto particular de órdenes que sólo él está autorizado a usar. En este caso, puede usar una dirección que -en el caso de comunicación "democrática"- es usada por uno de los dispositivos esclavos.
- Cuando el sistema vuelve al modo de comunicación "democrático", la dirección se vuelve disponible nuevamente, después de algunos ciclos, para los dispositivos esclavos.

[0052] El reconocimiento de un mensaje de un maestro automáticamente provoca el cambio del modo "democrático" al modo "maestro/esclavo". En este estado, los dispositivos esclavos (indicados con el número 3 en la figura 2) están en silencio hasta que son interrogados directamente por el dispositivo maestro 5, en cuyo caso contestan.

[0053] Para volver al modo "democrático", se identifican al menos tres métodos:

1. tiempo límite: después de que mensajes no logren llegar de un dispositivo maestro durante un tiempo determinado, los dispositivos esclavos empiezan automáticamente a comunicarse en el modo "democrático". La expiración del tiempo es usada por todos como una nueva base de los tiempos para la comunicación por intervalos, es decir, para analizar los cuantos de tiempo;
2. orden: el maestro manda una orden que invita a los dispositivos esclavos conectados al canal de transmisión a cambiar a este modo. El momento de recepción del nuevo mensaje es usado por todos como la nueva base de los tiempos para la comunicación por intervalos, es decir, para analizar los cuantos de tiempo;
3. llegada de un mensaje "democrático". A partir de ese momento, las reglas estándar de comunicación por intervalos se siguen como si nunca hubiera habido un maestro. La base de tiempo obviamente estará alineada con la del dispositivo que hace la transmisión.

[0054] En el modo de comunicación maestro-esclavo, pueden surgir problemas de conflicto de dirección similares. Puede ocurrir que, cuando está encendido, el controlador o maestro necesite interrogar a las unidades o dispositivos esclavos antes de que inicien el funcionamiento automatizado. Como siempre, es posible que dos o más dispositivos generen la misma dirección. En este caso, sin embargo, los dispositivos pueden hablar sólo si son interrogados por el maestro y, por lo tanto, el conflicto surge sólo en ese caso. Aunque no hay intervalos de tiempo, cada dispositivo interrogado contesta aplicando un retraso aleatorio, calculado con el mismo criterio que para la comunicación "democrática". De esta manera, el conflicto se puede tratar con las mismas reglas descritas previamente.

[0055] Viceversa, en la operación con comunicación maestro-esclavo la gestión de intervalos de tiempo ya no se tiene en cuenta y, por lo tanto, ya no hay ningún problema con el desalineamiento de las líneas temporales.

#### Reconocimiento de un dispositivo

[0056] Como se ha mencionado previamente, el sistema para la asignación dinámica de direcciones, anteriormente descrito, se concibió en detrimento de una relación de dirección-posición biunívoca. Ya que cada dispositivo genera y se asigna a sí mismo una dirección de una manera dinámica, no hay correspondencia entre la dirección del dispositivo y su posición en el espacio, por ejemplo en un rack. Por lo tanto, no hay oportunidad de descubrir, simplemente examinando la dirección, qué dispositivo tiene qué dirección específica, de qué dispositivo viene cualquier dato particular, pero ante todo qué dispositivo tiene una alarma específica.

[0057] La solución de este problema es útil para una buena gestión de los dispositivos.

[0058] Algunas formas de realización prevén, para este propósito, el proporcionar a cada dispositivo un sistema de

señalización, (acústico, visual o de otro tipo), que puede ser activado por el dispositivo maestro. De esta manera, el controlador podría enviar una orden a un dispositivo que tiene la dirección genérica J, para activar el sistema de señalización. Esto permite, por ejemplo a una persona de mantenimiento, localizar el dispositivo con la dirección genérica J, en el que se ha señalado un mal funcionamiento, a través de la señal acústica, visual o de otro tipo y, por lo tanto, intervenir en el propio dispositivo.

5

## REIVINDICACIONES

- 5 1. Método para la asignación de direcciones a una pluralidad de dispositivos electrónicos conectados a un canal de comunicación compartido a través del cual dichos dispositivos se comunican entre sí, donde, después de ser encendido, cada dispositivo genera y se asigna a sí mismo una dirección incluida en un conjunto que contiene un número de direcciones que es igual o mayor que el número de dispositivos conectados a dicho canal, **caracterizado por el hecho de que** después de ser encendido y de generar y asignarse su propia dirección, cada dispositivo analiza el tiempo según cuantos de tiempo que tienen una duración sustancialmente constante y predeterminada, y cada dispositivo utiliza, para la posible transmisión de un mensaje en dicho canal de comunicación compartido, un cuanto de tiempo que corresponde con su propia dirección.
- 10
- 15 2. Método según la reivindicación 1, donde, si la dirección generada por un segundo dispositivo ya ha sido asignada previamente por un primer dispositivo conectado al canal de comunicación, dicho segundo dispositivo lleva a cabo un procedimiento para generar y asignar una nueva dirección.
- 20 3. Método según la reivindicación 1 o 2, donde, cuando un dispositivo tiene que transmitir un mensaje en dicho canal de comunicación compartido, antes de comenzar la transmisión verifica que el canal de comunicación esté libre y empieza a transmitir el mensaje después de un retraso temporal si se descubre que el canal de transmisión está libre durante dicho retraso temporal.
- 25 4. Método según la reivindicación 1, 2 o 3, donde, después de ser encendido y de generar y asignarse su propia dirección, cada dispositivo evalúa el tiempo según cuantos de tiempo que tienen una duración sustancialmente constante y predeterminada, numerándolos cíclica y consecutivamente de 0 a N, donde N es un número igual o mayor que el número total de dispositivos conectados al canal de comunicación; y donde dicho dispositivo transmite, si es necesario, un mensaje en el canal de comunicación compartido durante un cuanto de tiempo, cuyo número secuencial corresponde con su propia dirección.
- 30 5. Método según una o más de las reivindicaciones precedentes, donde cada dispositivo que tiene que transmitir un mensaje en el canal de comunicación compartido genera un retraso temporal y comienza la transmisión durante un cuanto de tiempo, cuyo número secuencial corresponde con su propia dirección, después de dicho retraso temporal, si durante dicho retraso temporal el canal de transmisión está libre.
- 35 6. Método según la reivindicación 5, donde dicho retraso temporal es un retraso temporal generado de forma aleatoria e incluido entre un valor máximo y un valor mínimo.
- 40 7. Método según una o más de las reivindicaciones precedentes, donde, si un primer dispositivo que generó una primera dirección detecta, durante un cuanto de tiempo, en el canal de comunicación, un mensaje que proviene de un segundo dispositivo, cuya dirección es diferente del número secuencial que el primer dispositivo asignó a dicho cuanto de tiempo, el primer dispositivo cambia el número secuencial del cuanto de tiempo, atribuyendo a éste como número secuencial la dirección del segundo dispositivo, que transmitió su propio mensaje en el canal de comunicación compartido durante dicho cuanto de tiempo.
- 45 8. Método según una o más de las reivindicaciones precedentes, donde cada dispositivo que tiene que transmitir por primera vez un mensaje en dicho canal de comunicación compartido, en un cuanto de tiempo definido por su propia dirección, comienza a transmitir el mensaje con un retraso temporal total dado por la suma de un retraso temporal predeterminado y un retraso temporal aleatorio, si durante el retraso temporal total el canal de transmisión compartido está libre.
- 50 9. Método según una o más de las reivindicaciones precedentes, donde, si durante un cuanto de tiempo que corresponde con su propia dirección un dispositivo detecta un mensaje en el canal de comunicación compartido, dicho dispositivo pierde su propia dirección y lleva a cabo un nuevo procedimiento para generar y asignar una nueva dirección.
- 55 10. Método según una o más de las reivindicaciones precedentes, donde dicho cuanto de tiempo tiene una duración igual al menos al retraso temporal más largo con el cual un dispositivo comienza a transmitir su propio mensaje en el canal de comunicación compartido, sumado a la duración más larga que un mensaje transmitido en dicho canal puede tener.
- 60 11. Método según la reivindicación 10, donde dicho cuanto de tiempo es aumentado, respecto a la suma de la duración más larga del retraso temporal y del mensaje, por un intervalo de tiempo de guarda.
- 65 12. Método según una o más de las reivindicaciones precedentes, donde, en caso de desalineamiento entre análisis temporales de dos o más dispositivos, se lleva a cabo un procedimiento de alineamiento temporal.
13. Método según una o más de las reivindicaciones precedentes, donde en dicho canal de comunicación compartido se transmiten mensajes que provienen de una unidad maestra, donde dichos dispositivos conectados a

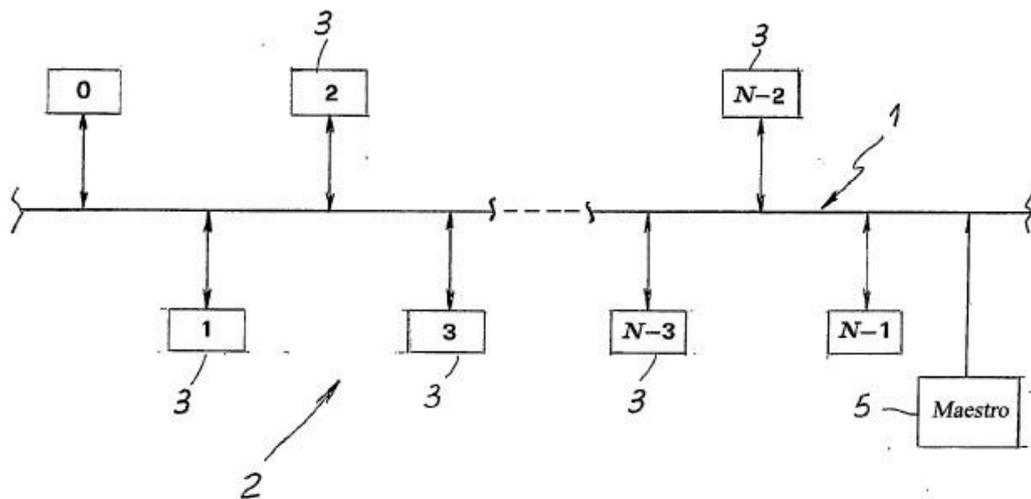
dicho canal de comunicación compartido se comportan como unidades esclavas.

- 5 14. Método según la reivindicación 13, donde dichos dispositivos se cambian de un modo de comunicación maestro-esclavo a un modo de intercomunicación con los dispositivos restantes y viceversa.
15. Método según una más de las reivindicaciones precedentes, donde, para identificar un dispositivo dado, una orden de identificación es enviada en el canal de comunicación compartido por una unidad maestra.
- 10 16. Método según la reivindicación 15, donde dicha orden de identificación contiene la dirección del dispositivo que se ha de identificar.
17. Método según la reivindicación 15 o 16, donde dicha orden de identificación provoca la generación por el dispositivo de una señal que un operador puede percibir.
- 15 18. Dispositivo electrónico conectable a un canal de comunicación compartido con otros dispositivos electrónicos, que comprende medios para implementar un método según se reivindica en una o más de las reivindicaciones precedentes.
- 20 19. Soporte de memoria en el que se almacena un programa para llevar a cabo un método según una o más de las reivindicaciones 1 a 17.
- 25 20. Sistema que comprende un canal de comunicación compartido y una pluralidad de dispositivos electrónicos conectados a dicho canal de comunicación compartido, donde al menos algunos de dichos dispositivos están programados para ejecutar un método como se reivindica en una o más de las reivindicaciones 1 a 17.

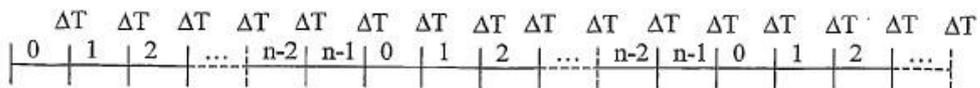
|         | Columna 00       | Columna 01       | Columna 10       | Columna 11       |
|---------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| Fila 00 | Dispositivo 0000 | Dispositivo 0001 | Dispositivo 0010 | Dispositivo 0011 |
| Fila 01 | Dispositivo 0100 | Dispositivo 0101 | Dispositivo 0110 | Dispositivo 0111 |
| Fila 10 | Dispositivo 1000 | Dispositivo 1001 | Dispositivo 1010 | Dispositivo 1011 |
| Fila 11 | Dispositivo 1100 | Dispositivo 1101 | Dispositivo 1110 | Dispositivo 1111 |

**FIG. 1 (Estado de la técnica)**

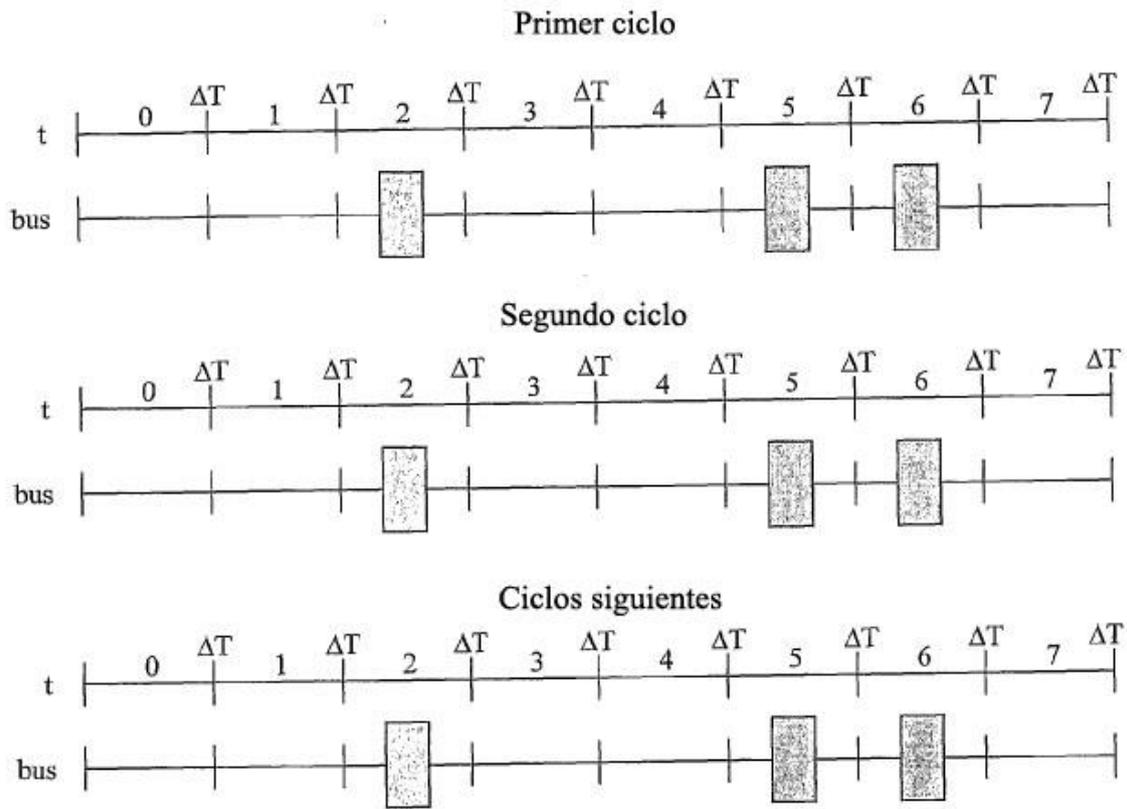
**FIG. 2**



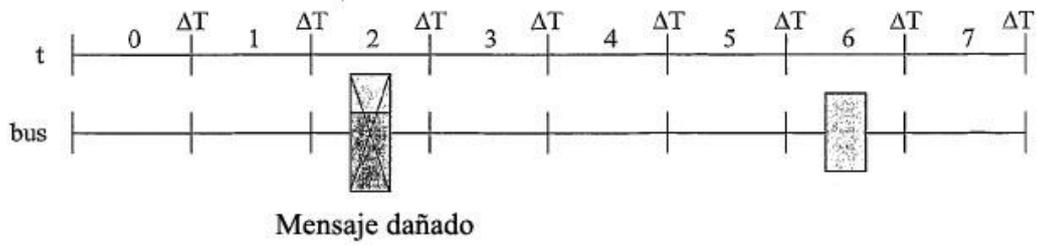
**FIG. 3**



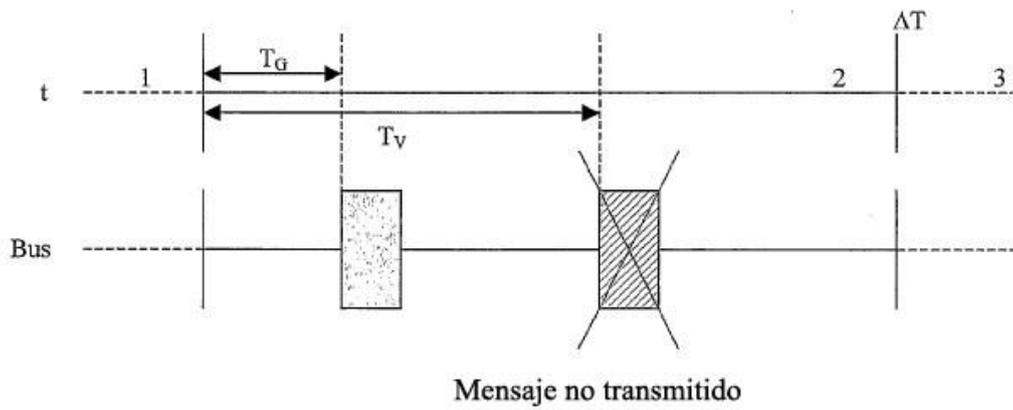
**FIG.4**



**FIG.5**



**FIG.6**



**FIG.7**

