

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 428 324**

51 Int. Cl.:

**G05B 19/418** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **13.05.2008 E 08755407 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **11.09.2013 EP 2150864**

54 Título: **Sistema de transmisión de datos industriales inalámbrico**

30 Prioridad:

**25.05.2007 US 753725**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**07.11.2013**

73 Titular/es:

**CUSTOM SENSORS & TECHNOLOGIES, INC.  
(100.0%)  
14501 PRINCETON AVENUE  
MOORPARK, CA 93021, US**

72 Inventor/es:

**STEPHENS, ALEXANDER R.;  
WOLFF, LESLIE W. y  
STEPHENS, MICHAEL B.**

74 Agente/Representante:

**UNGRÍA LÓPEZ, Javier**

**ES 2 428 324 T3**

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

## DESCRIPCIÓN

Sistema de transmisión de datos industriales inalámbrico

### 5 Antecedentes - Campo de la invención

Esta invención se refiere, en general, al campo de los sistemas de comunicaciones inalámbricas, y más específicamente, a un sistema de transmisión de datos con baja latencia y a la seguridad de los datos para el control del proceso que emplea la estimación de la capacidad para las transmisiones de datos perdidos con criterios de apagado predeterminados.

### Antecedentes - Descripción de la técnica relacionada

Los sistemas de datos industriales se basan, normalmente, en sistemas de retroalimentación y control directos o cableados para el control de procesos. La simplicidad y la fiabilidad de estos sistemas de control directo son muy deseables en un entorno de control de fabricación o de procesos. Sin embargo, en ciertos casos, por ejemplo, en una rotación u otro funcionamiento del sistema mecánico donde se necesitan anillos deslizantes u otras conexiones eléctricas en movimiento para la continuidad del circuito, las comunicaciones inalámbricas se han convertido en una alternativa preferida para reducir la complejidad mecánica y aumentar la fiabilidad.

Los sistemas de transmisión de datos industriales para el control de procesos se basan, normalmente, en la retransmisión de datos, el cifrado de datos y la codificación para la corrección de errores para asegurar la fiabilidad de los datos. En muchas aplicaciones, las desviaciones a corto plazo de la precisión absoluta de la magnitud o valor de los datos no son perjudiciales para el control del proceso. La complejidad de los procesos para asegurar la integridad de los datos es injustificada, o, en algunos casos puede dar como resultado la pérdida de fiabilidad cuando las transmisiones de datos se interrumpen temporalmente o "se caen" y no pueden recuperarse mediante el sistema. Los problemas de latencia o fluctuaciones de la velocidad de los datos pueden darse en base a la retransmisión de datos de recuperación. A menudo, en el entorno industrial, la maquinaria y otras fuentes de interferencia proporcionan un entorno muy "ruidoso" para los transceptores de radio lo que a menudo resulta en datos caídos o en que se requieren sistemas transceptores de alta potencia para asegurar la continuidad de las comunicaciones.

El documento EP-A -1686732 desvela las unidades de datos de protocolo de transmisión en tramas, mientras que el documento JP-A-0515873 desvela un dispositivo maestro-esclavo para el diagnóstico de errores durante la transmisión de datos entre ellos. Además, el documento US-A-2006/0025828 se refiere a un protocolo de indicaciones de seguridad para controlar los dispositivos del sistema instrumentado de seguridad.

Por lo tanto, es deseable proporcionar un sistema de transmisión de datos inalámbrico que proporcione una latencia reducida con baja potencia, mientras que aumenta la fiabilidad en un entorno de transmisión donde es probable la interrupción o la caída de los datos.

### Sumario

De acuerdo con un aspecto de la presente invención, se proporciona un sistema de datos inalámbricos para monitorizar y estimar datos de proceso, comprendiendo el sistema un sensor de proceso que proporciona una salida para los datos, un transmisor conectado a la salida del sensor y configurado para transmitir los datos de forma inalámbrica en intervalos de tiempo cerrados, un receptor para recibir los datos desde el transmisor, medios, conectados al receptor, para determinar si los datos recibidos en un primero de los intervalos cerrados de tiempo son nuevos datos diferentes de los datos recibidos en un segundo de los intervalos cerrados de tiempo previo al primero de los intervalos cerrados de tiempo, y un procesador, conectado al receptor, que tiene medios para calcular los parámetros de proceso en base a los nuevos datos recibidos, medios para almacenar un conjunto de parámetros de proceso calculados que corresponden a los nuevos datos, medios para estimar los parámetros de proceso, que corresponden a un tercero de los intervalos cerrados de tiempo para el que no se reciben nuevos datos, en base al conjunto almacenado de parámetros de proceso calculados, siendo dichos medios de estimación sensibles a una señal procedente de los medios de determinación, y medios para la salida de los parámetros de proceso.

De acuerdo con otro aspecto de la invención, se proporciona un método para monitorizar y estimar los datos de proceso en un sistema de datos inalámbrico que comprende las etapas de: proporcionar un sensor de proceso; obtener una salida del sensor de datos; conectar un transmisor a la salida del sensor, donde el transmisor está configurado para transmitir los datos de forma inalámbrica en intervalos cerrados de tiempo; proporcionar un receptor y recibir los datos desde el transmisor; determinar si los datos recibidos en un primero de los intervalos cerrados de tiempo son nuevos datos diferentes de los datos recibidos en un segundo de los intervalos cerrados de tiempo previo al primero de los intervalos cerrados de tiempo; calcular los parámetros de proceso en base a los nuevos datos recibidos; almacenar un conjunto de parámetros de proceso calculados que corresponden a los nuevos datos; estimar los parámetros de proceso que corresponden a un tercero de los intervalos cerrados de tiempo para el que no se reciben nuevos datos, en base al conjunto almacenado de parámetros de proceso calculados, siendo dicha estimación sensible a una determinación de que no se han recibido nuevos datos en el

intervalo de tiempo cerrado; y emitir como salida los parámetros de proceso.

5 El sistema de transmisión de datos inalámbrico incluye, además, un contador sensible a la determinación de los datos perdidos, que proporciona una señal de parada de emergencia tras alcanzar un número predeterminado de cómputos.

10 En una realización ejemplar, el sensor de proceso es un sensor de posición y los parámetros de proceso son la velocidad y la posición. La estimación de los parámetros de proceso en ausencia de datos actuales incluye calcular la velocidad y la aceleración en base a los datos almacenados y los parámetros de proceso estimados se calculan en base a la velocidad y a la aceleración.

15 También, en una realización ejemplar se alcanza una estabilización de la salida de parámetros de proceso sensibles a una determinación de la presencia de nuevos datos después de un período de datos perdidos a partir de los parámetros de proceso estimados para los parámetros reales del proceso en base a los datos recibidos con posterioridad a la estimación de los parámetros de proceso.

### Breve descripción de los dibujos

20 Estas y otras características y ventajas de la presente invención se entenderán mejor por referencia a la siguiente descripción detallada cuando se considere en conexión con los dibujos adjuntos, donde:

La figura 1 es un diagrama de bloques de los elementos del sistema y la secuencia de transceptor para una primera realización de la presente invención;

25 La figura 2 es un diagrama de flujo del funcionamiento del algoritmo del sistema para el procesamiento de las comunicaciones en la realización ejemplar;

30 La figura 3 es un diagrama de flujo de una estabilización de datos ejemplar para la reanudación de nuevos datos de paquete después de la pérdida del paquete;

La figura 4 es un diagrama de flujo de un primer algoritmo de control de datos ejemplar para su uso en una realización del sistema que emplea la invención; y,

35 La figura 5 es un diagrama de flujo de un segundo algoritmo de control de datos ejemplar para su uso en una realización de un sistema que emplea invención.

### Descripción detallada

40 La realización de la presente invención, como se desvela en el presente documento, emplea un codificador de posición a modo de ejemplo de entrada de datos del proceso. Como se muestra para una primera realización en la figura 1, en el elemento 8 transmisor del sistema de transmisión de datos se proporcionan las señales de salida de un sensor 10 de posición/movimiento a una entrada 12 del codificador para codificar las medidas 14 de posición absoluta y relativa proporcionadas por el cómputo del codificador y las mediciones 16 de velocidad en base a período de cómputos. En una realización ejemplar, se emplea un codificador disponible BEI Sensors, USA, modelo H25D -SS -2500 - ABZC - 28 V/5 - SM18, codificador rotatorio de 2.500 ciclos. Las mediciones se procesan a través del empaquetador 18 de datos para crear paquetes de datos en el protocolo de capa de transmisión adecuado. Se proporcionan, para la realización ejemplar mostrada, características adicionales para codificar y cifrar con seguridad los datos usando la codificación 20 Manchester o un cifrado de datos seguro alternativo. A continuación, se proporcionan los datos empaquetados y codificados al transceptor 22 de radio para la transmisión.

50 Los datos transmitidos se reciben en el elemento 23 receptor de control del proceso mediante un segundo transceptor 24 de radio. El par de transceptores emplea la comunicación de banda ISM con salto de frecuencia pseudo aleatoria, seguimiento, comprobación del éxito de la entrega y evita las interferencias en la realización mostrada. La información se transmite (en esta realización específica) cada 600 microsegundos al receptor(es) que corresponde(n). Tras la recepción de datos válidos, el receptor envía de vuelta un mensaje de acuse de recibo al transmisor. El transmisor monitoriza la tasa de éxito de sus transmisiones y ajusta la tabla de salto de frecuencia compartida en consecuencia para evitar secciones ruidosas de la banda de radio. Como se discutirá en mayor detalle posteriormente, no se realiza retransmisión de datos para transmisiones fallidas permitiendo una latencia muy baja. El transceptor de transmisión registra simplemente la falta de un paquete de acuse de recibo como asociada con una tasa de éxito de transmisión con fines de control de la frecuencia. Mientras que en la realización del presente documento se desvelan como un par de transceptores de radio, el transmisor y el receptor en realizaciones alternativas emplean medios de transmisión ópticos o de otro tipo.

65 Los datos recibidos por el segundo transceptor se proporcionan a un decodificador 26 de cifrado Manchester proporcionado como una característica en la realización ejemplar, y a continuación, a un procesador 28 para la reconstrucción de la señal, como se describirá en detalle con respecto a la figura 2. A continuación, los datos

reconstruidos se proporcionan a través de los controladores 30 de salida para su uso en el control del sistema.

Como se muestra, si la pérdida de datos supera un cómputo predeterminado en el sistema receptor se emite una orden 32 de parada de emergencia como una indicación al controlador del sistema para indicar la pérdida de control del sistema. Del mismo modo, si el transceptor de transmisión no recibe paquetes de acuse de recibo para un número predeterminado de cómputos (normalmente idéntico al cómputo de la pérdida de paquetes del receptor predeterminado) el sistema transmisor emitirá una orden 34 de parada de emergencia al controlador del sistema.

Haciendo referencia a la figura 2, las actualizaciones de datos que contienen la información de posición y/o de velocidad del sensor se anticipan mediante un procesador para recibirse en el elemento receptor de control del proceso cada 600 microsegundos en la realización ejemplar. En base a una entrada cerrada de tiempo que corresponde al tiempo de ciclo del transceptor, se realiza una determinación de si se han recibido 202 nuevos datos. Los nuevos datos se comparan con los datos 204 de salida del codificador proporcionados por los controladores de salida y el procesador actualiza las estadísticas del codificador con datos 206 nuevos. Para la realización mostrada, el arco de datos decodificados empleado para calcular y almacenar la posición, la velocidad y la aceleración 208 del elemento de máquina se mide mediante el sensor de movimiento/posición y calcula un vector de velocidad y de posición para la salida 210 del codificador. La velocidad 212 de salida y la posición 214 de salida están disponibles como algoritmos alternativos para el control que se describirán en mayor detalle posteriormente. A continuación, se proporciona la salida 216 del codificador reconstruido como una salida 218 de cuadratura para su uso por el sistema de control.

Si en base a una entrada cerrada de tiempo se realiza una determinación de que se ha caído un paquete de datos y no se han recibido nuevos datos se establece una indicación en el procesador, y las estadísticas del codificador almacenadas para la posición, la velocidad y la aceleración se emplean para estimar los datos 220 que se han recibido. El procesador, sensible a la indicación de pérdida de datos, calcula la posición del sensor y la velocidad 210 usando los datos estimados. Además, se incrementa 222 un contador de pérdida de datos. Tras superar un cómputo de pérdida de datos predeterminado, se proporciona la salida 32 de parada de emergencia al sistema de control para permitir que se apague la máquina/proceso monitorizado en base a la pérdida de integridad de los datos. Para una realización ejemplar que emplea el codificador rotatorio de 2500 ciclos descrito anteriormente en un sistema de control de grúa de sobrecarga, se desea un cómputo de parada de emergencia igual a aproximadamente 160 ms. Este cómputo corresponde a 1/100 enésima parte de una pulgada en el movimiento de la grúa. Con un tiempo de ciclo de transmisión para los transceptores de 600  $\mu$ seg esto se corresponde con 267 cómputos de pérdida que resultan de los paquetes perdidos. Tras la recepción del siguiente paquete de datos nuevo, se reinicia el contador de pérdida de datos y el procesador compara el último cálculo de datos estimado y el nuevo cálculo en base a los nuevos datos y si se presenta una divergencia de datos que es irrecuperable, se emite una salida de parada de emergencia desde el procesador. Puede emplearse por el procesador la estabilización de los datos desde los últimos puntos de datos calculados o estimados a los nuevos puntos de datos en base a los datos actuales para evitar discontinuidades de control. La figura 3 proporciona un diagrama de flujo ejemplar de cómo alcanzar la estabilización de los datos en la presente invención.

Los datos proporcionados por el codificador para la realización ejemplar en la forma de una entrada 302 de cómputo y una entrada 304 de período se reciben por el procesador y el número de cómputos se multiplica por el período 306. El resultado se resta del tiempo 308 de ciclo de paquete para proporcionar un factor de calidad para determinar si se necesita la estabilización 310. Si el resultado no es mayor que un solo período, el procesador reenvía los datos como se han recibido 312 por el retorno 314 para crear los datos del codificador de salida reconstruidos, como se muestra en la figura 2. Si el resultado es mayor que un solo período, el resultado se divide por la entrada 316 del cómputo y más adelante se opera por una constante 318 de ponderación predeterminada. A continuación, el período se ajusta mediante la cantidad del resultado 320 modificado. Se calcula 322 un número de cómputos que pueden emitirse como salida en el período ajustado en un tiempo de ciclo y se devuelven el período ajustado y el valor del cómputo calculado como valores 314 del cómputo y del período para crear los datos del codificador de salida reconstruidos.

En la realización descrita, ya que el sensor está conectado a un equipo mecánico, las propiedades físicas como la inercia proporcionan una base adecuada para estimar los paquetes de datos caídos. En la alta velocidad de transmisión de datos, la falta de un número de paquetes no es terriblemente consecuente, ya que hay tanto cambio en la posición y/o la velocidad que solo podría tener lugar en la duración de los datos que faltan.

La principal diferencia entre la invención desvelada en el presente documento y los algoritmos de "recuperación de datos" normales (tal como el usado en la recuperación de audio CD) es que no se necesita la recuperación de los datos exactos que se perdieron. Después de un período de pérdida de datos, se recibirán y se compararán una actualización de la posición y la velocidad actuales del sensor con la posición y la velocidad de la salida calculada a partir de los datos estimados. Esto crea una nueva entrada para el algoritmo de procesador, y se generan una nueva velocidad de salida y una posición de destino en base a los datos del codificador reconstruidos recibidos. En realizaciones alternativas se ajustan muchos aspectos diferentes del algoritmo específico, tal como que tiene en cuenta la inercia física actual de la máquina a la que el sensor está conectado. Esta incorporación ayuda a "ajustar" el sistema, muy similar a un controlador de motor convencional o sistema servo que puede ajustarse por su entorno.

Estas variables pueden ser estáticas, establecidas en la fábrica, o pueden ser, de hecho variables y ajustables por una entrada apropiada para el procesador.

5 En realizaciones ejemplares, se emplea el enlace del transceptor con codificación de seguridad adecuada para transmitir las variables al procesador en el elemento receptor. La formación de tramas de paquetes para datos o contenido de instrucciones en el paquete se emplea como se conoce en la técnica.

10 En realizaciones ejemplares específicas para la detección y el control de maquinaria de rotación, están disponibles dos categorías distintas de algoritmos para su uso en el procesador de control del sistema que emplea la salida de cuadratura de los datos del sensor denominadas, para facilitar la descripción en el presente documento, como "velocidad de bloqueo" y "posición de bloqueo". En el algoritmo de la velocidad de bloqueo, que mantiene el período correcto de la señal de salida es el énfasis deseado, con la posición angular o lineal actual ignorada para fines de cálculo. Muchos controladores de motores no usan sensores de control como realimentación de la posición, sino más bien solo como retroalimentación de que el motor se está moviendo a la velocidad adecuada. El algoritmo de la velocidad de bloqueo tiende a tener una recuperación al ruido superior, ya que no tiene que mantener la precisión posicional además de la velocidad. El algoritmo de la posición de bloqueo, sin embargo, compara la posición de salida deseada a la posición del sensor como se define mediante los datos en cuadratura, y mantiene esa relación. Cualquier diferencia en la posición deberá corregirse, incluso si eso significa emitir como salida una velocidad incorrecta para compensar esa diferencia. Aquí es donde los dos algoritmos difieren más, cómo la velocidad de 20 bloqueo se privará de la relación de posición con el fin de mantener una relación de velocidad correcta.

25 Se muestra un método de procesamiento de bloqueo de velocidad ejemplar en la figura 4. Como se ha descrito anteriormente, el procesador realiza una determinación de si se ha recibido 402 un nuevo paquete. Si es así, los datos del nuevo paquete 404 se emplean para actualizar el registro 406 del período interno. Se realiza una comprobación de la diferencia entre el periodo antiguo y el período 408 nuevo. Una determinación de que la diferencia es menor que un valor 410 predeterminado da como resultado en el uso del nuevo período 412 para la información de control del proceso y el valor del periodo se escribe en los registros 414 de salida. La recepción de un nuevo paquete da como resultado en el restablecimiento del contador 416 de datos de paquete. Si la diferencia es mayor que el valor 418 predeterminado, se emplea 420 el período antiguo de los datos almacenados y se escribe en los registros de salida.

35 Si no se recibe ningún nuevo paquete, se recupera 422 el paquete antiguo de datos almacenados y se emplea el período de los datos antiguos para cálculos 424 y la entrada para la comprobación de la diferencia. Se incrementa 426 el contador de paquetes perdidos y se emite 428 como salida una parada de emergencia si se supera el cómputo de parada predeterminado.

40 Se muestra un método de procesamiento de bloqueo de posición ejemplar en la figura 5. Se alcanza 502 la determinación de la recepción de un nuevo paquete y, si es así, se proporciona 504 el nuevo paquete para actualizar los registros 506 del período y cómputo internos y se reinicia 508 el contador de paquetes perdidos. Se calcula 510 un nuevo cómputo de salida con el valor del periodo usando el proceso de estabilización de datos como se desvela en la figura 3. A continuación, el procesador espera a todos los cálculos del último ciclo para emitirlos como salida 512 y, a continuación, escribe el valor del periodo en el registro 514 de salida.

45 Si se no ha recibido ningún nuevo paquete, se recuperan los datos del paquete 516 antiguo y del período antiguo y se proporcionan 518 los cálculos para su uso en los cálculos para el cómputo de salida usando el proceso de estabilización. Se incrementa 520 el contador de paquetes perdidos y si se supera el cómputo de parada de emergencia predeterminado y se emite 522 como salida una parada de emergencia.

**REIVINDICACIONES**

1. Un sistema de datos inalámbrico para monitorizar y estimar los datos de proceso, comprendiendo el sistema:

5 un sensor (10) de proceso que proporciona una salida para los datos;  
 un transmisor (8) conectado a la salida del sensor (10) y configurado para transmitir los datos de forma inalámbrica en intervalos cerrados de tiempo;  
 un receptor (24) para recibir los datos desde el transmisor; **caracterizado por:**

10 medios (202), conectados al receptor (24), para determinar si los datos recibidos en un primero de los intervalos cerrados de tiempo son nuevos datos diferentes de los datos recibidos en un segundo de los intervalos cerrados de tiempo previo al primero de los intervalos cerrados de tiempo; y  
 un procesador (28), conectado al receptor (24), que tiene

15 medios para calcular los parámetros de proceso en base a los nuevos datos recibidos;  
 medios para almacenar (414, 514) un conjunto de parámetros de proceso calculados que corresponden a los nuevos datos;

20 medios (220) para estimar los parámetros de proceso, que corresponden a un tercero de los intervalos cerrados de tiempo para el que no se reciben nuevos datos, en base al conjunto almacenado de parámetros de proceso calculados, siendo dichos medios (220) de estimación sensibles a una señal procedente de los medios (202) de determinación; y  
 medios (216) para la salida de los parámetros de proceso.

25 2. Un sistema de datos inalámbrico de acuerdo con la reivindicación 1 que comprende además un contador (222) sensible a los medios de determinación, proporcionando dicho contador una señal (32) de indicación tras alcanzar un número predeterminado de cómputos.

30 3. Un sistema de datos inalámbrico de acuerdo con la reivindicación 1 donde el sensor de proceso es un sensor de movimiento.

35 4. Un sistema de datos inalámbrico de acuerdo con la reivindicación 3, donde los medios para estimar incluyen medios (208) para calcular la velocidad y la aceleración, y dichos parámetros de proceso estimados se calculan en base a la velocidad y la aceleración.

40 5. Un sistema de datos inalámbrico de acuerdo con la reivindicación 1 donde el procesador incluye además medios (316, 318, 320, 322) para estabilizar la salida de los parámetros de proceso sensibles a los medios de determinación, donde los medios de estabilización estabilizan desde los parámetros de proceso estimados a los parámetros de proceso reales en base a los datos recibidos con posterioridad a los parámetros de proceso estimados.

6. El sistema de datos inalámbricos de acuerdo con la reivindicación 1 y dispuesto de tal manera que los parámetros de proceso son la velocidad y la posición.

45 7. Un sistema de datos inalámbrico de acuerdo con la reivindicación 1 y dispuesto de tal manera que el primero de los intervalos cerrados de tiempo corresponde a un primer tiempo de ciclo del receptor y el segundo de los intervalos cerrados de tiempo corresponde a un segundo tiempo de ciclo del receptor.

50 8. Un método para monitorizar y estimar los datos de proceso en un sistema de datos inalámbrico que comprende las etapas de:

proporcionar un sensor (10) de proceso;  
 obtener una salida del sensor (10) de datos;  
 conectar un transmisor (8) a la salida del sensor (10), donde el transmisor (8) está configurado para transmitir los datos de forma inalámbrica en intervalos cerrados de tiempo;  
 proporcionar un receptor (24) y recibir los datos desde el transmisor (8); **caracterizado por:**

60 determinar si los datos recibidos en un primero de los intervalos cerrados de tiempo son nuevos datos diferentes de los datos recibidos en un segundo de los intervalos cerrados de tiempo previo al primero de los intervalos cerrados de tiempo;

calcular los parámetros de proceso en base a los nuevos datos recibidos;  
 almacenar un conjunto de parámetros de proceso calculados que corresponden a los nuevos datos;  
 estimar los parámetros de proceso, que corresponden a un tercero de los intervalos cerrados de tiempo para el que no se reciben nuevos datos, en base al conjunto almacenado de parámetros de proceso calculados, siendo dicha estimación sensible a una determinación de que no se han recibido nuevos datos en el intervalo de tiempo cerrado; y

emitir como salida los parámetros de proceso.

9. Un método de acuerdo con la reivindicación 8 que comprende además las etapas de:

5            contar los paquetes de datos perdidos en base a la determinación de que no se han recibido nuevos datos y proporcionar una señal de indicación tras alcanzar un número predeterminado de cálculos.

10          10. Un método de acuerdo con la reivindicación 8 donde la etapa de estimación incluye calcular la velocidad y la aceleración y la etapa de estimación de los parámetros de proceso comprende calcular los parámetros de proceso en base a la velocidad y la aceleración.

11. Un método de acuerdo con la reivindicación 8 que comprende además las etapas de:

15            estabilizar la salida de parámetros de proceso sensibles a una determinación de la presencia de los nuevos datos, donde la estabilización se alcanza a partir de los parámetros de proceso estimados para los parámetros de proceso reales en base a los datos recibidos con posterioridad; y estimar los parámetros de proceso.

20          12. Un método de acuerdo con la reivindicación 8 donde la etapa de estimación incluye la etapa previa de transmitir a través del transmisor un conjunto de variables para su uso en la estimación de los parámetros de proceso; y donde, opcionalmente, el conjunto de variables incluye información en base a la inercia en el proceso.

25          13. Un método de acuerdo con la reivindicación 9 donde la etapa de proporcionar una parada de emergencia incluye la etapa previa de transmitir a través del transmisor un número para el número predeterminado de cálculos que requieren una parada de emergencia.

30          14. Un método de acuerdo con la reivindicación 13 donde los datos son una señal codificada a partir de la salida del sensor (10) de proceso que tiene un cálculo y un período y la etapa de estabilización comprende además las etapas de:

35            recibir el cálculo y el período;  
              multiplicar el cálculo por el período, donde el cálculo incluye un número de cálculos;  
              restar el resultado multiplicado de un tiempo de ciclo de paquete;  
              si el resultado de la resta es mayor que un solo período, dividir el resultado por el cálculo;  
              ajustar el período mediante la cantidad del resultado;  
              calcular el número de cálculos que pueden emitirse como salida en el período ajustado en el tiempo de ciclo de paquete; y  
              devolver un valor para el número calculado de cálculos y un valor para el período ajustado.

40          15. El método de acuerdo con la reivindicación 14 que comprende además una etapa después de la etapa de dividir el resultado de dividir el cociente por una constante de ponderación predeterminada.

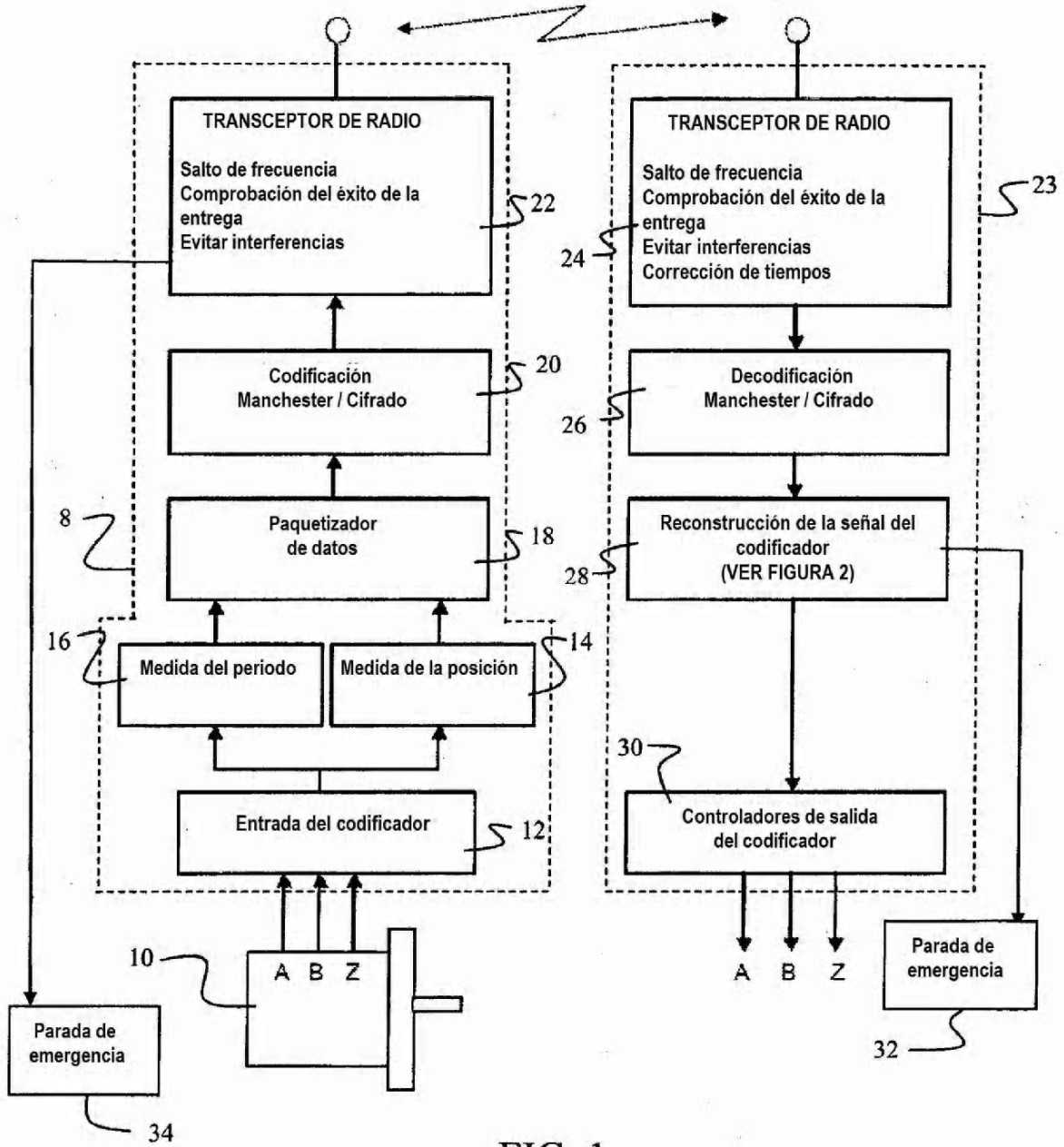


FIG. 1



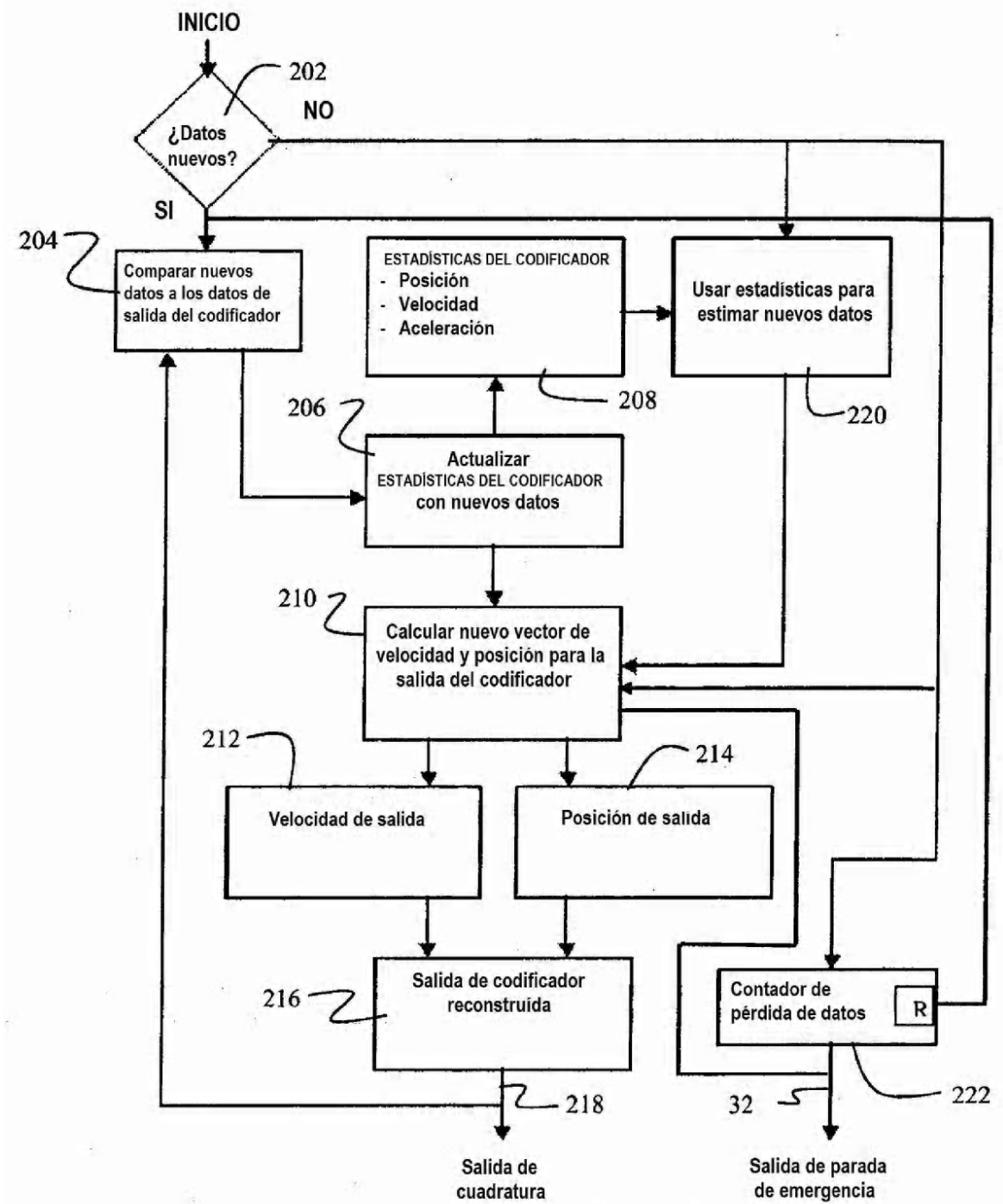


FIG. 2

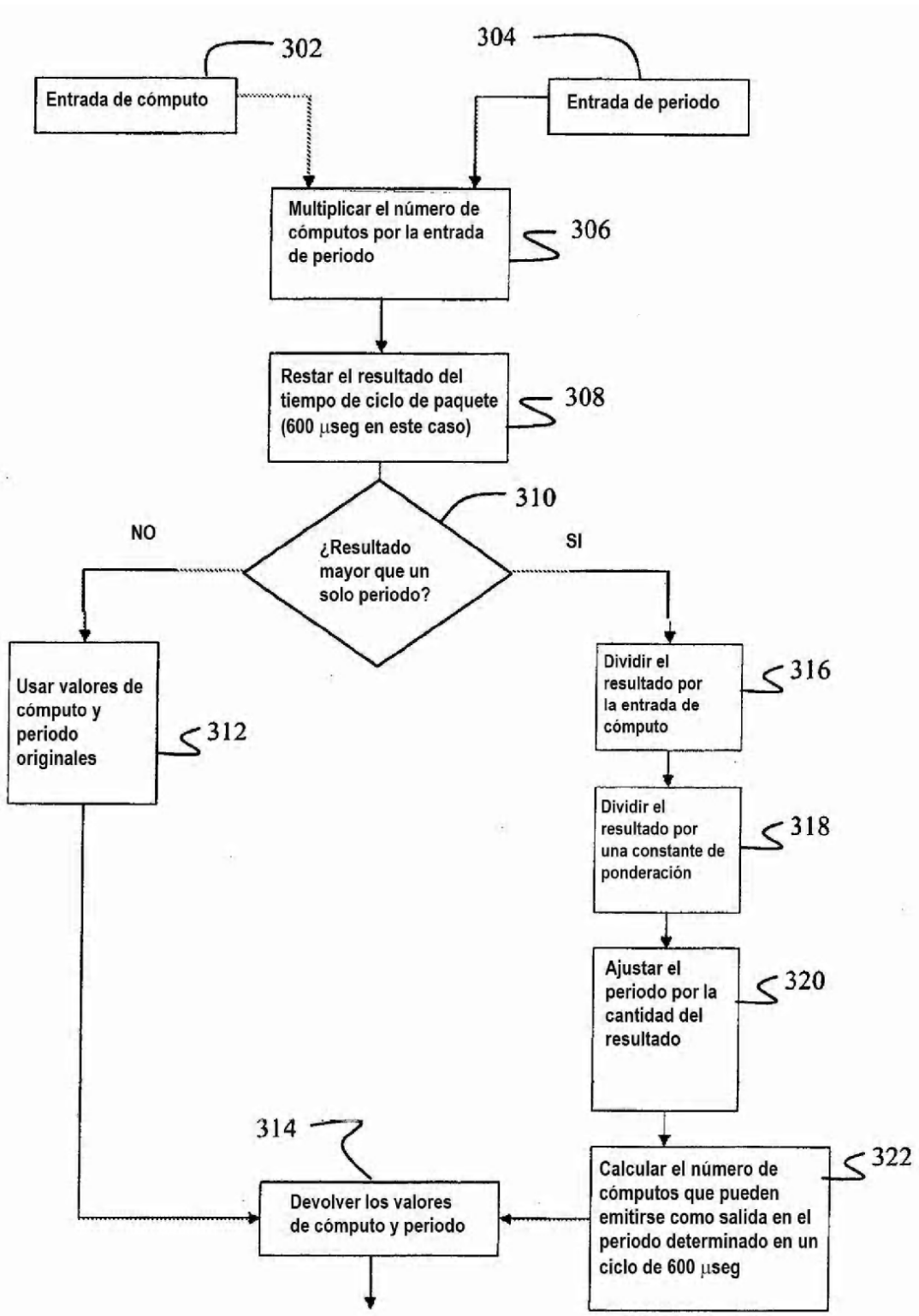


FIG. 3

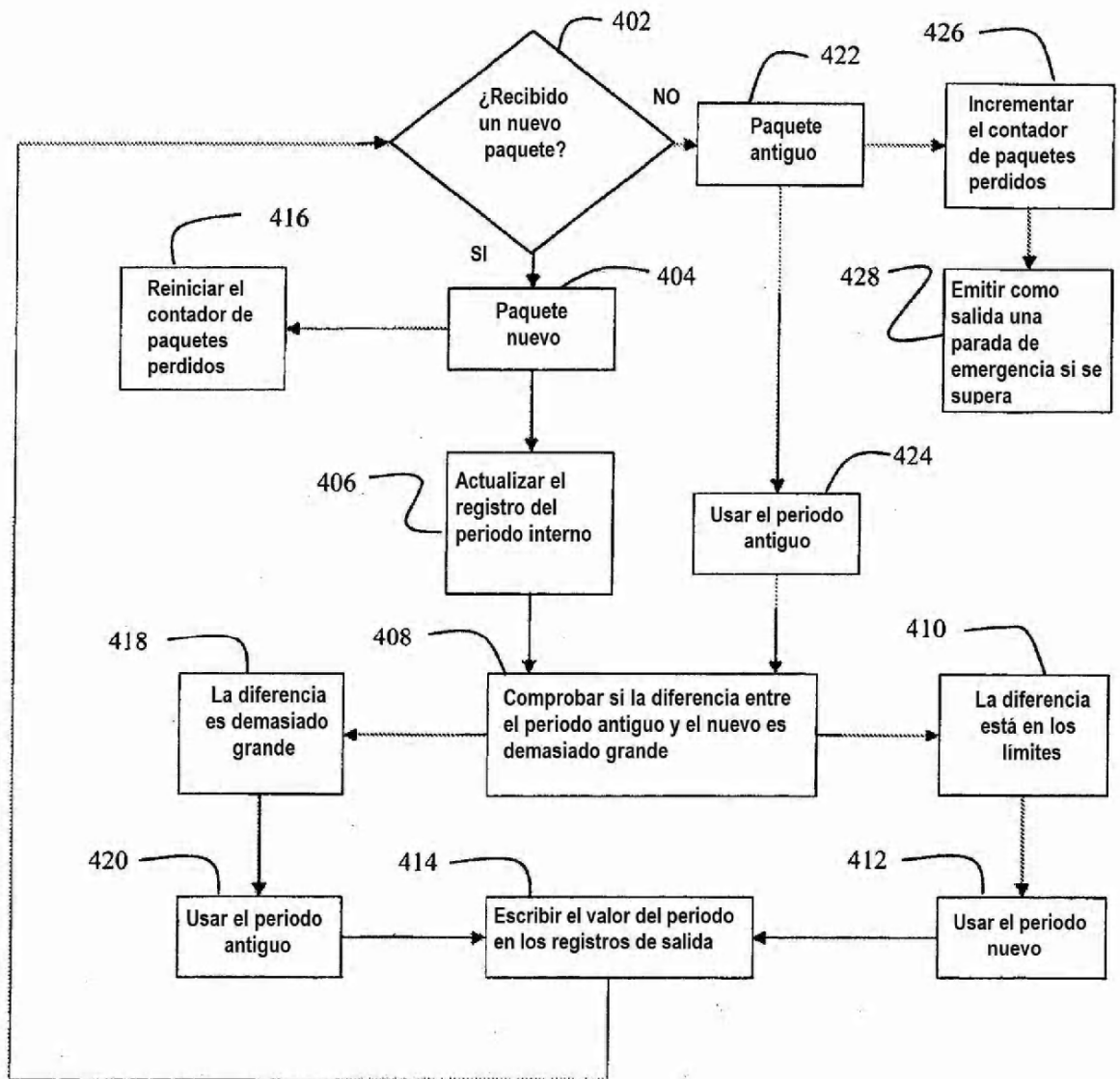


FIG. 4

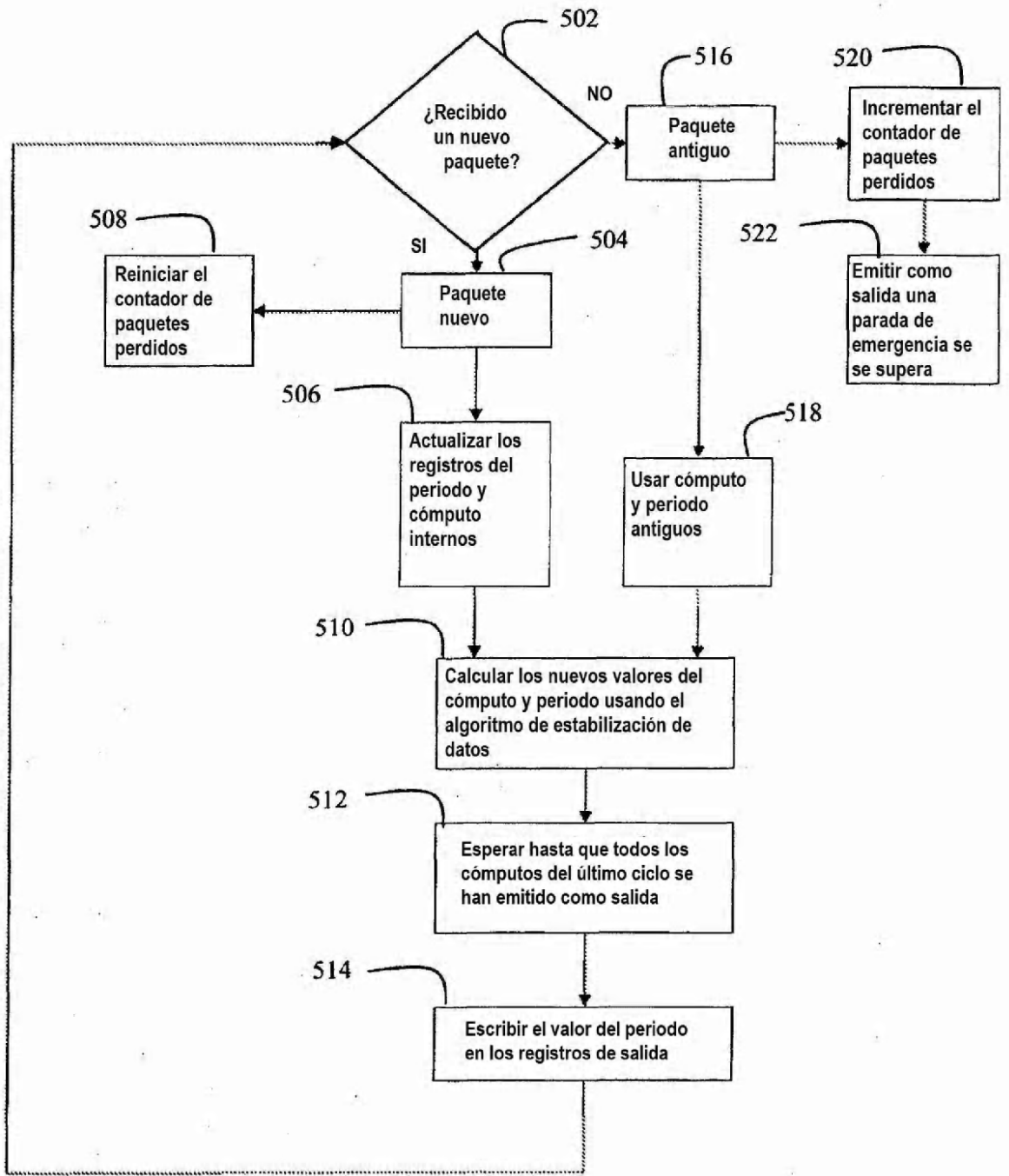


FIG. 5