

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **3 029 157**

51 Int. Cl.:

B65H 23/02 (2006.01)

B65H 23/04 (2006.01)

H04L 12/42 (2006.01)

H04L 12/437 (2006.01)

H04L 45/28 (2012.01)

H04L 47/10 (2012.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **02.08.2017** E 20208134 (5)

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **23.04.2025** EP 3826240

54 Título: **Sistema de gestión de bandas**

30 Prioridad:

02.08.2016 US 201662369982 P

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

23.06.2025

73 Titular/es:

**MAXCESS AMERICAS, INC. (100.00%)
1211 W. 22nd St, Suite 804
Oak Brook, IL 60523, US**

72 Inventor/es:

**HAQUE, MD M.;
WINTER, DARCY;
PLOETZ, WOLFRAM;
IRONS, DARREN;
HEAD, SHOMARI y
SOKOLL, RAINER**

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 3 029 157 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 gestión de bandas

5 ANTECEDENTES

10 Sistemas neumáticos, fotoeléctricos y ultrasónicos se han utilizado para guiar bandas de material por detección de bordes o detección de líneas. Se han utilizado sistemas fotoeléctricos, por ejemplo, que utilizan sensores ópticos o sensores infrarrojos, para guiar bandas de material según las características de la banda de material, como un borde, un aspecto de una banda de material en un punto dado del material o un gráfico impreso que se extiende longitudinalmente a lo largo de la banda de material. La mayoría de los sensores detectan la banda o sus características transmitiendo una señal y comparando una señal recibida a través de una atmósfera abierta en relación con una señal recibida que ha sido atravesada o interrumpida por una banda.

15 Los sensores en forma de C son comunes en la detección de bordes de banda donde la banda pasa a través de un espacio en forma de C. Los sensores a menudo se alojan en los brazos de la C que se extienden al menos parcialmente a través de la banda. Los sensores pueden dividirse entre elementos transmisores y receptores. El espacio de los sensores en forma de C se extiende entre los brazos y puede limitar las desviaciones aceptables en el plano de banda de la banda que se desplaza mientras pasa a través del sensor en forma de C. Con el fin de superar esta limitación, los sensores en forma de C pueden montarse o conectarse a un elemento articulable, conocido como una guía de sensor móvil que permite que los sensores en forma de C se muevan en respuesta a cambios en el ancho de la banda de material. Además, se pueden emplear rodillos, como barras de soporte fijas, cerca de los sensores en forma de C, lo que permite un mejor control sobre el plano de la banda y permite el uso de sensores en forma de C utilizando espacios más pequeños. Se ha
20 utilizado una pluralidad de sensores en forma de C para guiar una sola banda de material, con sensores a cada lado de la banda de material, para realizar simultáneamente la detección de bordes en bordes opuestos de la banda de material.

30 Los sensores en forma de C se pueden usar en sistemas de guía ultrasónicos, por ejemplo, como se describe en la Patente de EE. UU. N° 7,415,881. Los sensores en forma de C también se utilizan en sistemas fotoeléctricos como se describe en la Patente de EE. UU. N° 4,291,825 que utiliza dispositivos de detección de infrarrojos para realizar la detección del borde de la banda para guiar la banda de material.

35 Otro sistema ha sido descrito previamente por Haque et al., quienes emplearon un sensor de interacción natural y un controlador de sensor para guiar y/o tensar las bandas de material (Publicación de Solicitud de Patente de EE. UU., N° de Publicación US 2014/0209655 A1, de fecha 31 de julio de 2014).

40 Edmiston ha descrito previamente otro sistema, que empleó un enfoque de redundancia de anillo para proporcionar redundancia dentro de una red de bus de campo (Publicación de Solicitud de Patente de EE. UU., N° de Publicación US 2014/0226459 A1, de fecha 14 de agosto de 2014).

45 Se pueden usar sensores de línea que escanean patrones gráficos en la banda, sin realizar la detección de bordes, para guiar la banda de material. Sensores de línea pueden capturar imágenes y guiar la banda de material según una comparación de las imágenes y la ubicación de los patrones gráficos con un punto de ajuste almacenado. Sensores de línea pueden tener un campo de visión horizontal que abarca una porción o la totalidad de la banda de material entre bordes opuestos. Sin embargo, los sensores de línea tienen un campo de visión en la dirección de desplazamiento de la banda que está limitado a un píxel y abarca no más de 5-7 micrómetros de la banda en la dirección de desplazamiento de la banda. Otros sensores utilizados en el guiado de la banda pueden incluir sensores de cortina láser, sensores de borde irregular, sensores de fibra óptica, sensores de características elevadas, sensores de capacitancia o inductancia y sensores mecánicos de paletas o dedos.

55 Actualmente existen sistemas de inspección visual para proporcionar garantía de calidad a las bandas de material en movimiento. Fife Corporation, el cesionario de la presente solicitud de patente, vende un sistema de inspección visual bajo la marca comercial InPrint™. Este sistema de inspección visual proporciona garantía de calidad al permitir la visualización directa de imágenes en vivo de una banda en movimiento. En particular, este sistema de inspección visual captura imágenes de una banda en movimiento a 10 imágenes/segundo y compara las imágenes capturadas con una imagen de referencia de la banda para detectar desviaciones de la imagen capturada de la imagen de referencia. Cuando se detectan desviaciones, el sistema de inspección visual hace sonar una alarma y/o dirige un producto en particular a una ubicación adecuada para ser inspeccionado manualmente.

60 Los sistemas de gestión de banda incluyen componentes de control de tensión que se utilizan para controlar la tensión en una banda de material. La tensión en la banda es detectada por un sensor de cojinete de celda de carga en la banda de material, y la tensión es controlada por un sistema de freno o embrague que puede variar la velocidad de movimiento de un rodillo para alimentar y/o recuperar la banda de material. Los componentes

de control de tensión también incluyen un controlador para recibir información indicativa de la tensión en la banda de material desde el sensor del cojinete de la celda de carga y generar señales de control que se transmiten al sistema de freno o embrague para controlar la tensión en la banda. Otros componentes de control de tensión incluyen celdas de carga, controladores de tensión basados en celdas de carga, lecturas de tensión, controladores de balanceo, embragues y frenos de partículas magnéticas y frenos y embragues de imán permanente.

En ciertas aplicaciones, los sistemas de gestión de banda también incluyen sistemas para modificar o manipular físicamente la banda de material. Estos tipos de sistemas de gestión de banda incluyen sistemas de corte utilizados para cortar la banda de material a lo largo del eje longitudinal de la banda, y rodillos arqueados o rodillos esparcidores utilizados para separar partes de la banda de material. Otros productos de corte incluyen portacuchillas electrónicos y neumáticos, sistemas de posicionamiento de cortadoras, sistemas de corte de cizalla totalmente automatizados y sistemas de corte conectados mecánicamente.

En ciertas aplicaciones, los sistemas de gestión de banda también incluyen productos de bobinado que incluyen ejes de núcleo, ejes de aire, ejes de expansión, ejes de banda y soportes de núcleo, frenos neumáticos, mandriles de seguridad, mandriles de núcleo, mandriles sin eje y restauradores de núcleo aplastado.

Se pueden combinar varios sistemas de gestión de bandas en una o más líneas de proceso utilizadas para guiar, tensar, cortar e inspeccionar una o más bandas de material para fabricar productos predeterminados, tales como pañales. Estos sistemas de gestión de bandas tienen múltiples controladores y sensores que están interconectados a través de una topología de red en estrella.

La invención se define por el sistema de gestión de bandas según la reivindicación 1. Realizaciones adicionales se exponen en las reivindicaciones dependientes adjuntas.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

A continuación, se describirán determinadas realizaciones de los conceptos inventivos de la presente invención con referencia a los dibujos adjuntos, en donde números de referencia iguales denotan elementos iguales, y:

La Figura 1 es una realización de un sistema de gestión de banda según la presente descripción;

La Figura 2 es una vista esquemática de un controlador lógico de proceso de gestión de banda en red con una pluralidad de controladores de gestión de banda según la presente descripción;

La Figura 3 es una vista esquemática del controlador lógico del proceso de gestión de banda conectado en red con la pluralidad de controladores de gestión de banda en los que se detecta un fallo en el controlador 24-3 de gestión de banda según la presente descripción;

La Figura 4 es una vista esquemática de un controlador de gestión de banda ejemplar construido según la presente descripción; y

La Figura 5 es una vista esquemática de un controlador lógico de proceso de gestión de banda ejemplar construido según la presente descripción.

La Figura 6 es un diagrama de tiempo que ilustra una secuencia ejemplar de eventos utilizados en la sincronización de relojes esclavos con un reloj maestro según la presente descripción.

DESCRIPCIÓN DE REALIZACIONES EJEMPLARES

A continuación, se describirán realizaciones específicas de la presente descripción con referencia a los dibujos adjuntos. Además, en la siguiente descripción detallada de las realizaciones de la presente descripción, se exponen numerosos detalles específicos para proporcionar una comprensión más completa de la descripción. Sin embargo, será evidente para un experto en la técnica que las realizaciones descritas en esta invención se pueden poner en práctica sin estos detalles específicos. En otros casos, características bien conocidas no se han descrito en detalle para evitar complicar innecesariamente la descripción.

A menos que se indique expresamente lo contrario, "o" se refiere a un o inclusivo y no a un o exclusivo. Por ejemplo, una condición A o B se satisface por uno cualquiera de los siguientes: A es verdadero (o presente) y B es falso (o no presente), A es falso (o no presente) y B es verdadero (o presente), y tanto A como B son verdaderos (o presentes).

Además, se emplea el uso de "un/o" o "una" para describir elementos y componentes de las realizaciones en esta invención. Esto se hace meramente por conveniencia y para dar un sentido general del concepto inventivo. Esta descripción debería leerse para incluir uno o al menos uno y el singular también incluye el plural a menos

que sea obvio que se entienda de otra manera.

Finalmente, como se emplea en esta memoria, cualquier referencia a "una realización" o "alguna realización" significa que un elemento, rasgo, estructura o característica particular descrita en relación con la realización se incluye en al menos una realización. No todas las apariciones de la frase "en una realización" en diversos lugares de la memoria descriptiva se refieren necesariamente a la misma realización.

La terminología y la fraseología utilizadas en esta invención tienen fines descriptivos y no deben interpretarse como limitantes en su alcance. Se pretende que el lenguaje tal como "que incluye", "comprendiendo", "que tiene", "que contiene" o "que implica", y variaciones de los mismos, sea amplio y abarque la materia enumerada a continuación, los equivalentes y la materia adicional no enumerada.

Los sistemas de gestión de banda de la técnica anterior se pueden mejorar proporcionando mejores soluciones de red y sincronización basada en el tiempo de los controladores y sensores. Es a un sistema de gestión de banda mejorado de este tipo al que se refiere la presente descripción.

Con referencia ahora a las figuras, en la Figura 1 se muestra un sistema 10 de gestión de banda para manejar una banda 12 de material continuo. La banda 12 de material continuo se pasa sobre una variedad de rodillos 13 según la presente descripción. Los rodillos 13 pueden incluir rodillos de banda de forma cilíndrica u otros tipos de rodillos, que incluyen, entre otros, rodillos de transferencia de calor, rodillos locos, rodillos de vacío, rodillos arqueados y rodillos esparcidores. El sistema 10 de gestión de bandas se puede usar en las industrias de guías de bandas, en el control de tensión y en inspección de calidad, por ejemplo. El sistema 10 de gestión de banda incluye, a modo de ejemplo, uno o más sistemas 14 de guiado de banda, uno o más rodillos 15 de suministro, uno o más sistemas 16 de control de tensión, uno o más rodillos 17 de bobinado, uno o más sistemas 18 de corte y uno o más sistemas 20 de inspección de banda de vídeo sincronizados por un controlador 22 lógico del proceso de gestión de banda. Cada uno de los sistemas 14 de guiado de banda, sistemas 16 de control de tensión, sistemas 18 de corte, sistemas 20 de inspección de banda de vídeo tiene un controlador 24 de gestión de banda (mostrado a modo de ejemplo como 24-1, 24-2, 24-3 y 24-4) en las Figuras 2 y 3 que se tratarán con más detalle a continuación. Los controladores 24 de gestión de banda también están conectados en red con un controlador 22 lógico de proceso de gestión de banda. Como se muestra en la Figura 4, los controladores 24 de gestión de banda están provistos de un procesador 30, un reloj 32 y al menos dos puertos 34a y 34b de comunicación de red separados. El procesador 30 está acoplado al reloj 32 y los al menos dos puertos 34a y 34b de comunicación de red separados. El procesador 30 recibe señales de reloj del reloj 32 y puede sincronizar las señales de reloj con un reloj maestro, como se analiza a continuación. Como se muestra en la Figura 5, el controlador 22 lógico del proceso de gestión de banda también está provisto de un procesador 40, un reloj 42 y al menos dos puertos 44 de comunicación de red separados (que se designan en la Figura 4 con los números de referencia 44a y 44b). El procesador 40 está acoplado al reloj 42 y los al menos dos puertos 44a y 44b de comunicación de red separados. El procesador 40 recibe señales de reloj del reloj 42 y puede transmitir señales de temporización a los controladores 24 de gestión de banda de modo que el reloj 42 se convierta en un reloj maestro para todos los controladores 24 de gestión de banda dentro de la red, como se describe a continuación.

Como se describirá a continuación, el procesador 40 del controlador 22 lógico del proceso de gestión de banda y los procesadores 30 de los controladores 24 de gestión de banda están programados o configurados por hardware para comunicarse utilizando una topología de red en anillo que tiene la capacidad de detectar una falla en la red, y para cambiar automáticamente de una red que utiliza una topología en anillo a dos redes topológicas lineales separadas. Una vez que el controlador 22 lógico del proceso de gestión de banda y los controladores 24 de gestión de banda conmutan a las redes topológicas lineales, el controlador 22 lógico del proceso de gestión de banda envía una serie de solicitudes de verificación de vecinos desde los puertos 44a y 44b de comunicación para hacer que cada uno de los controladores 24 de gestión de banda verifique si los controladores 24 de gestión de banda pueden comunicarse con sus vecinos en las redes topológicas lineales. Esta verificación puede ser realizada por los controladores 24 de gestión de banda que interrogan a los controladores 24 de gestión de banda vecinos y a continuación informan al controlador 22 de lógica de proceso de gestión de banda. La utilización de una topología de anillo que puede cambiar a dos redes topológicas lineales separadas proporciona al sistema 10 de gestión de banda una fiabilidad y redundancia de comunicación mejoradas en comparación con los sistemas de gestión de banda de la técnica anterior que utilizan una topología de red en estrella.

Por ejemplo, como se muestra en las Figuras 2 y 3, el controlador 24-1 de gestión de banda interroga al controlador 24-2 de gestión de banda; el controlador 24-2 de gestión de banda interroga al controlador 24-3 de gestión de banda; y el controlador 24-3 de gestión de banda interroga al controlador 24-4 de gestión de banda. Del mismo modo, el controlador 24-4 de gestión de banda recibe la solicitud de comprobación de vecinos y a continuación interroga al controlador 24-3 de gestión de banda; el controlador 24-3 de gestión de banda interroga al controlador 24-2 de gestión de banda; y el controlador 24-2 de gestión de banda interroga al controlador 24-1 de gestión de banda. De esta manera, en algún momento dentro de la red, dos de los controladores 24-1 - 24-4 de gestión de banda no recibirán una respuesta de comprobación de vecinos debido

- 5 a un fallo en la red. Al sondear los controladores 24 de gestión de banda vecinos, el controlador 22 lógico del proceso de gestión de banda determina una ubicación de la falla en la red, y también determina la identidad de los controladores 24 de gestión de banda en cada una de las redes de topología lineal. Por ejemplo, como se muestra en la Figura 3, existe una falla entre el puerto 34a de comunicación del controlador 24-4 de gestión de banda y el puerto 34b de comunicación del controlador 24-3 de gestión de banda. En este ejemplo, el controlador lógico del proceso de gestión de banda determina la ubicación de la falla, debido a que el controlador 24-4 de gestión de banda transmite una solicitud y no recibe una respuesta de verificación de vecinos.
- 10 En una realización, el controlador 22 lógico del proceso de gestión de banda y los controladores 24 de gestión de banda utilizan un protocolo de anillo de nivel de dispositivo y un protocolo de red Ethernet para comunicarse. En esta realización, el protocolo de anillo de nivel de dispositivo proporciona una alta disponibilidad de red en una topología de anillo para el controlador 22 lógico de proceso de gestión de banda y los controladores 24 de gestión de banda. En esta realización, los puertos 34a, 34b, 44a y 44b de comunicación son puertos Ethernet con tecnología de conmutación integrada. El protocolo de anillo de nivel de dispositivo proporciona una rápida detección y reconfiguración de fallas de red para admitir las aplicaciones de control de gestión de banda más exigentes.
- 15
- 20 En una realización, el protocolo de anillo de nivel de dispositivo opera en la Capa 2 (en el modelo de red ISO OSI). Por lo tanto, la presencia de la topología de anillo y el funcionamiento del protocolo de anillo de nivel de dispositivo son transparentes para los protocolos de capa superior, como TCP/IP y CIP, con la excepción de un objeto de anillo de nivel de dispositivo que proporciona una configuración de anillo de nivel de dispositivo y una interfaz de diagnóstico a través de CIP.
- 25 En una realización, el procesador 40 del controlador 22 lógico de proceso de gestión de banda está programado con un supervisor de anillo que supervisa el tráfico en los puertos 44a y 44b de comunicación. El supervisor de anillo puede controlar el tráfico en los puertos 44a y 44b de comunicación para evitar selectivamente que los paquetes circulen dentro de la red, así como para enviar tramas de baliza y/o tramas de anuncio.
- 30 Las tramas de baliza se pueden enviar desde ambos puertos de comunicación 44a y 44b del controlador 22 lógico del proceso de gestión de banda para detectar roturas de cable y/o mal funcionamiento de cualquiera de los controladores 24 de gestión de banda. Las tramas de baliza también pueden transportar valores de precedencia para que se pueda determinar un supervisor interino en una red con múltiples supervisores de anillo. En una realización, de forma predeterminada, las tramas de baliza se envían a un intervalo de 400 μ s y durante el cambio de estado del anillo.
- 35
- 40 Las tramas de anuncio se envían desde el puerto desbloqueado a un intervalo predeterminado, como una vez por segundo, y durante el cambio de estado del anillo. Las tramas de anuncio pueden transmitir instrucciones sobre reconfiguraciones de topología.
- 45 En algunas realizaciones, cada uno del controlador 22 lógico del proceso de gestión de banda y los controladores 24 de gestión de banda tiene una dirección única, tal como una dirección MAC. Cuando el controlador 22 de lógica de proceso de gestión de banda recibe un paquete en uno de los puertos 44a o 44b de comunicación, por ejemplo, el puerto 44a de comunicación, el controlador 22 de lógica de proceso de gestión de banda determina si el paquete debe recibirse e interpretarse por sí mismo (por ejemplo, el paquete tiene la dirección MAC del controlador de lógica de proceso de gestión de banda) o si el paquete debe reenviarse a través del otro puerto 44a o 44b de comunicación o, por ejemplo, el puerto 44b de comunicación. Del mismo modo, cuando el controlador 24 de gestión de banda recibe un paquete en uno de los puertos 34a o 34b de comunicación, por ejemplo, el puerto 34a de comunicación, el controlador 24 de gestión de banda determina si el paquete debe recibirse e interpretarse por sí mismo (por ejemplo, el paquete tiene la dirección MAC del controlador lógico del proceso de gestión de banda) o si el paquete debe reenviarse a través del otro puerto 34a o 34b de comunicación, por ejemplo, el puerto 34b de comunicación.
- 50
- 55 El supervisor de anillo activo que se ejecuta en el procesador 40, bloquea el tráfico en uno de los puertos 44a y 44b de comunicación con la excepción de algunas tramas especiales y no reenvía el tráfico desde un puerto 44a a 44b de comunicación al otro puerto 44a a 44b de comunicación. Debido a esta configuración, se evita un bucle de red y solo existe una ruta entre dos cualquiera del controlador 22 lógico de proceso de gestión de banda o los controladores 24 de gestión de banda durante el funcionamiento normal. En algunas realizaciones, el controlador 22 lógico del proceso de gestión de banda es siempre el supervisor de anillo activo y transmite una trama de baliza a través de ambos puertos 44a y 44b de comunicación en un intervalo predeterminado o intervalo aleatorio, tal como 400 μ s.
- 60
- 65 Para la mayoría de las implementaciones, se prefiere el anillo de nivel de dispositivo basado en balizas debido a los tiempos de detección y recuperación de fallas más rápido. El supervisor de anillo activo también envía tramas de anuncio a un intervalo predeterminado o aleatorio, como una vez por segundo.

- Las tramas de baliza y anuncio sirven para varios propósitos. En primer lugar, la presencia de tramas de baliza y anuncio informa a los controladores 24 de gestión de banda para la transición del modo de topología lineal al modo de topología de anillo y viceversa. En segundo lugar, una pérdida de tramas de baliza en el controlador 22 lógico del proceso de gestión de banda permite la detección de ciertos tipos de fallas de anillo. (Téngase en cuenta que los controladores 24 de gestión de banda también pueden detectar y señalar fallas de anillo). En tercer lugar, en algunas realizaciones, las tramas de baliza llevan un valor de precedencia, lo que permite la selección de un supervisor activo cuando se configuran múltiples supervisores de anillo.
- El controlador 22 lógico del proceso de gestión de banda y los controladores 24 de gestión de banda también se pueden configurar para sincronizar los relojes 32 y 42 usando cualquier protocolo adecuado, tal como un protocolo conocido como protocolo de tiempo de precisión. Versiones adecuadas de los protocolos de tiempo de precisión se describen en IEEE 1588-2002 y 1588-2008.
- El protocolo de tiempo de precisión descrito en IEEE 1588-2002 y 1588-2008 utiliza una arquitectura jerárquica maestro-esclavo para la distribución del reloj. Bajo la arquitectura del protocolo de tiempo de precisión, un sistema de distribución de tiempo consiste en uno o más medios de comunicación (segmentos de red) y uno o más relojes, como los relojes 32 y 42. Un reloj ordinario es un dispositivo con una sola conexión de red y es la fuente (maestra) o el destino (esclava) de una referencia de sincronización. Un reloj de límite tiene múltiples conexiones de red y puede sincronizar con precisión un segmento de red con otro. Se selecciona un maestro de sincronización para cada uno de los segmentos de red en el sistema. La referencia de tiempo raíz se llama gran maestro. El gran maestro transmite información de sincronización a los relojes que residen en su segmento de red. Los relojes de límite con presencia en ese segmento a continuación transmiten el tiempo exacto a los otros segmentos a los que también están conectados.
- Un sistema PTP simplificado con frecuencia consiste en relojes ordinarios conectados a una sola red, y no se utilizan relojes de límite. Se elige un gran maestro y todos los demás relojes se sincronizan directamente con él.
- IEEE 1588-2008 introduce un reloj asociado con el equipo de red utilizado para transmitir mensajes PTP. El reloj transparente modifica los mensajes PTP a medida que pasan a través del controlador 22 lógico del proceso de gestión de banda, y/o uno de los controladores 24 de gestión de banda. Las marcas de tiempo en los mensajes se corrigen por el tiempo dedicado a atravesar el equipo de red. Este esquema mejora la precisión de la distribución al compensar la variabilidad de la entrega en toda la red.
- PTP normalmente utiliza la misma época que el tiempo Unix (Medianoche, 1 de enero de 1970). Si bien el tiempo de Unix se basa en el Tiempo Universal Coordinado (UTC) y está sujeto a segundos intercalares, en algunas realizaciones el PTP se basa en el Tiempo Atómico Internacional (TAI) que avanza de forma monótona. El gran maestro de PTP comunica el desplazamiento actual entre UTC y TAI, de modo que UTC se pueda calcular a partir del tiempo de PTP recibido.
- La sincronización de los relojes, tal como por el uso de PTP, en aplicaciones de gestión de banda (guiado, control de tensión, posicionamiento de cortadora, etc.) proporciona el mecanismo para sincronizar los controladores 24 de gestión de banda a través de la red. Esto es importante desde una perspectiva de guía y gestión de banda, ya que esto permite que las señales del sensor (como la posición o tensión de la banda de material) se recopilen o generen desde cualquier controlador 24 de gestión de banda para ser transmitidas en la red y compartidas entre controladores 24 de gestión de banda específicos o todos.
- Cada controlador 24 de gestión de banda proporciona uno o más sistemas de control de bucle cerrado independientes. La naturaleza de los sistemas de control de bucle cerrado dicta que la fluctuación de fase de las señales del sensor utilizadas como entradas al bucle de control se minimice o elimine. En los controladores 24 de gestión de banda descritos en esta invención, se puede usar una sincronización muy precisa a través de cualquier lógica adecuada, como la lógica FPGA, para recopilar señales analógicas cíclicamente en momentos consistentes en el tiempo para evitar desviaciones de fase de señal y fluctuaciones. Los cálculos del bucle de control realizados en el software también se sincronizan con el mismo proceso de muestreo en virtud de los mecanismos de interrupción de la CPU de alta prioridad, por lo que los cálculos se realizan con los datos más recientes disponibles. Esto proporciona señales de control generadas en momentos cíclicos precisos para maximizar la estabilidad del controlador de banda y la velocidad de corrección.
- La lógica de temporización dentro de cada controlador 24 de gestión de banda también contiene capacidad adicional para generar y aceptar señales para sincronizar el proceso de muestreo de señales cíclicas descrito anteriormente de los controladores 24 de gestión de banda a través de la red, proporcionando así la base para señales de guía compartidas entre unidades con señales que permanecen en fase y contienen una fluctuación mínima. Al mantener la misma integridad de temporización de señal en toda la red, los bucles de control que se ejecutan en cualquier controlador 24 de gestión de banda conectado pueden usar datos de sensores remotos como si los datos de sensores remotos se recopilaban localmente sin penalizar el rendimiento del bucle de control.

La lógica de temporización, que utiliza el protocolo de tiempo de precisión, por ejemplo, da como resultado la sincronización del reloj. Debido a que los relojes de los controladores 24 de gestión de banda en la red están sincronizados con precisión, el proceso de control de bucle cerrado descrito anteriormente también está sincronizado. La sincronización implica que una sola fuente de reloj debe convertirse en el maestro al que todos los demás controladores 24 de gestión de banda buscan reflejar. De nuevo, el protocolo de tiempo de precisión, por ejemplo, proporciona los medios para lograr esto por el uso del protocolo de tiempo de precisión de un sistema de arbitraje para determinar qué dispositivo (por ejemplo, el controlador 22 lógico del proceso de gestión de banda, o uno de los controladores 24 de gestión de banda será el maestro. Con el fin de trabajar en armonía con los mecanismos de protocolo de tiempo de precisión existentes que pueden estar presentes en cualquier banda dada, los controladores 24 de gestión de banda descritos en esta invención pueden implementar el protocolo de tiempo de precisión de tal manera que no se convertirán en maestros de protocolo de tiempo de precisión, sin embargo, en ausencia de otros maestros de protocolo de tiempo de precisión en la red, los controladores 24 de gestión de banda descritos en esta invención arbitrarán automáticamente un maestro de protocolo de tiempo de precisión cuando sea necesario para sincronizar los bucles de control de los controladores 24 de gestión de banda.

Varios mecanismos están trabajando dentro de la lógica de tiempo para lograr la sincronización. La lógica de temporización puede tener la capacidad de "ajustarse" instantáneamente a un valor de reloj, lo que a menudo se hace cuando un dispositivo (por ejemplo, el controlador 22 de lógica de proceso de gestión de banda o los controladores 24 de gestión de banda) se enciende por primera vez con los relojes de protocolo de tiempo de precisión existentes ya establecidos. A medida que el proceso de protocolo de tiempo de precisión se ejecuta en el procesador 30 y el procesador 40, por ejemplo, los controladores 24 de gestión de banda actualmente descritos pueden usar un algoritmo de control alimentado por la cantidad de corrección necesaria de cada momento de ajuste para sintonizar realmente la lógica de temporización, por ejemplo, la frecuencia de reloj FPGA. En esta realización, el reloj 32 es un reloj FPGA. Esto hace que el reloj 32 del controlador 24 de gestión de banda busque la misma frecuencia que el reloj maestro, lo que resulta en ajustes más pequeños. En algunas realizaciones, este proceso se ejecuta continuamente en el procesador 30 del controlador 24 de gestión de banda para mantener la sincronización.

La Figura 6 muestra un procedimiento ejemplar que puede ser ejecutado por el procesador 30 del controlador 24 de gestión de banda para sincronizar un reloj esclavo con un reloj maestro según la presente descripción. En este ejemplo, un Desplazamiento y Retardo de Propagación de Red utilizado por el procesador 30 de los controladores 24 de gestión de banda para sincronizar el reloj 32 con el reloj 42 se puede calcular de la siguiente manera:

$$\text{Retardo} + \text{Desplazamiento} = t_2 - t_1$$

$$\text{Retardo} - \text{Desplazamiento} = t_4 - t_3$$

$$\text{Retardo} = (t_2 - t_1) + (t_4 - t_3) / 2$$

$$\text{Desplazamiento} = ((t_2 - t_1) - (t_4 - t_3)) / 2$$

En algunas realizaciones, el procesador 30 de uno de los controladores 24 de gestión de banda, o el procesador 40 del controlador 22 lógico de proceso de gestión de banda que actúa como un reloj esclavo (referido en esta invención como el "reloj esclavo") sincroniza el reloj 32 o el reloj 42 con el reloj maestro de la red por el uso de una comunicación de multidifusión bidireccional como se muestra en la Figura 6. En algunas realizaciones, la sincronización del reloj 32 o el reloj 42 se puede lograr de la siguiente manera. El procesador 30 del controlador 24 de gestión de banda o el procesador 40 del controlador 22 lógico de proceso de gestión de banda que actúa como el reloj maestro (denominado en esta invención como el "reloj maestro") emite un paquete de sincronización que contiene una marca de tiempo de la hora en que el paquete de sincronización salió del reloj maestro a través de uno de los puertos de comunicación 34a, 34b, 44a o 44b. Opcionalmente, el reloj maestro también puede emitir un paquete de seguimiento que contenga una marca de tiempo para el paquete de sincronización. El uso de un paquete de seguimiento separado permite que el reloj maestro marque con precisión el tiempo del paquete de sincronización en redes donde la hora de salida de un paquete no se puede conocer con precisión de antemano. Por ejemplo, la detección de colisiones y los mecanismos de retroceso aleatorio de la comunicación Ethernet evitan que se conozca el tiempo exacto de transmisión de un paquete hasta que el paquete se envíe completamente sin que se detecte una colisión, momento en el que es imposible alterar el contenido de los paquetes. Un reloj esclavo recibe el paquete de sincronización del reloj maestro y marca el tiempo de llegada de los paquetes utilizando el propio reloj 32 o 42 del reloj esclavo. La diferencia en la marca de tiempo de salida del paquete de sincronización y la marca de tiempo de llegada de los paquetes de sincronización es una combinación del desplazamiento del reloj esclavo con respecto al reloj maestro y el retardo de propagación de la red. Al medir y almacenar el desplazamiento y usar el desplazamiento para ajustar el reloj esclavo por el desplazamiento medido en este punto, el desplazamiento entre el reloj maestro y el reloj esclavo se puede reducir solo al retardo de propagación de la red.

- 5 En algunas realizaciones, el procesador 30 del controlador 24 de gestión de banda o el procesador 40 del controlador 22 lógico de proceso de gestión de banda que actúa como el reloj maestro funciona bajo la suposición de que el retardo de propagación de red es simétrico. Es decir, el retardo del paquete enviado desde el reloj maestro a un reloj esclavo es el mismo que el retardo de un paquete enviado desde el reloj esclavo al reloj maestro. Al hacer esta suposición, el reloj esclavo puede descubrir y compensar el retardo de propagación. El reloj esclavo logra esto emitiendo un paquete de solicitud que tiene una marca de tiempo al salir del reloj esclavo. El reloj maestro recibe y marca el tiempo del paquete de solicitud, y la marca de tiempo de llegada se envía de vuelta al reloj esclavo en un paquete de retardo. La diferencia en las dos marcas de tiempo es el retardo de propagación de la red.
- 10 Al enviar y recibir los paquetes de sincronización, los relojes esclavos pueden medir con precisión el desplazamiento entre el reloj 32 o 42 del reloj esclavo y el reloj maestro. Los relojes esclavos pueden a continuación ajustar sus relojes por este desplazamiento para que coincidan con la hora del reloj maestro.
- 15 La descripción anterior proporciona ilustración y descripción, pero no pretende ser exhaustiva o limitar los conceptos inventivos a la forma precisa que se describió. Son posibles modificaciones y variaciones a la luz de las enseñanzas anteriores o pueden adquirirse a partir de la puesta en práctica de las metodologías establecidas en la presente descripción.
- 20 Además, ciertas partes de las implementaciones pueden haberse descrito como "componentes" o "circuitos" que realizan una o más funciones. El término "componente" o "circuitos" puede incluir hardware, tal como un procesador, un circuito integrado de aplicación específica (ASIC) o una matriz de puertas programables de campo (FPGA) o una combinación de hardware y software.

REIVINDICACIONES

1. Un sistema (10) de gestión de banda comprendiendo:
- 5 una pluralidad de controladores (24) de gestión de banda, cada uno de los controladores (24) de gestión de banda ejecutando un bucle de control, y teniendo un procesador (30) de gestión de banda
- un primer reloj (32), un primer puerto (34a) de comunicación y un segundo puerto (34b) de comunicación;
- 10 y
- un controlador (22) lógico del proceso de gestión de banda que tiene un procesador (40), un segundo reloj (42), un tercer puerto (44a) de comunicación y un cuarto puerto (44b) de comunicación, estando el primer puerto (34a) de comunicación, el segundo puerto (34b) de comunicación, el tercer puerto (44a) de comunicación y el cuarto puerto (44b) de comunicación conectados para formar una red en anillo, estando
- 15 configurado el procesador (40) del controlador (22) lógico del proceso de gestión de banda para determinar si existe un fallo dentro de la red en anillo, y en respuesta a la determinación de que existe un fallo dentro de la red en anillo, para generar y enviar señales a través de la red en anillo para cambiar la configuración de la red en anillo a al menos una red lineal;
- 20 en donde los procesadores (30) de gestión de banda están configurados para determinar si existe un reloj maestro dentro de la red en anillo, y en respuesta a la determinación de que no existe ningún reloj maestro dentro de la red en anillo, para arbitrar automáticamente un protocolo maestro de tiempo de precisión con el fin de sincronizar los bucles de control de los controladores de gestión de banda.
- 25 2. El sistema de gestión de banda de la reivindicación 1, en donde uno de los controladores (24) de gestión de banda es un componente de un sistema de guiado de banda.
3. El sistema de gestión de banda de la reivindicación 1, en donde uno de los controladores (24) de gestión de banda es un componente de un sistema de control de tensión de banda.
- 30 4. El sistema de gestión de banda de la reivindicación 1, en donde uno de los controladores (24) de gestión de banda es un componente de un sistema de inspección de banda de vídeo.
5. El sistema de gestión de banda de la reivindicación 1, en donde el procesador (40) del controlador (22) lógico de gestión de banda está configurado para ser un supervisor de anillo que supervisa el tráfico en el tercer y cuarto puertos (44a, 44b) de comunicación, donde el procesador (40) del controlador (22) lógico de gestión de banda también controla el tráfico en el tercer y cuarto puertos (44a, 44b) de comunicación para evitar selectivamente que los paquetes circulen dentro de la red en anillo.
- 35 6. El sistema de gestión de banda de la reivindicación 5, en donde el procesador (40) del controlador (22) lógico de gestión de banda está configurado para ser el único supervisor de anillo dentro de la red de anillo.
- 40

DIBUJOS

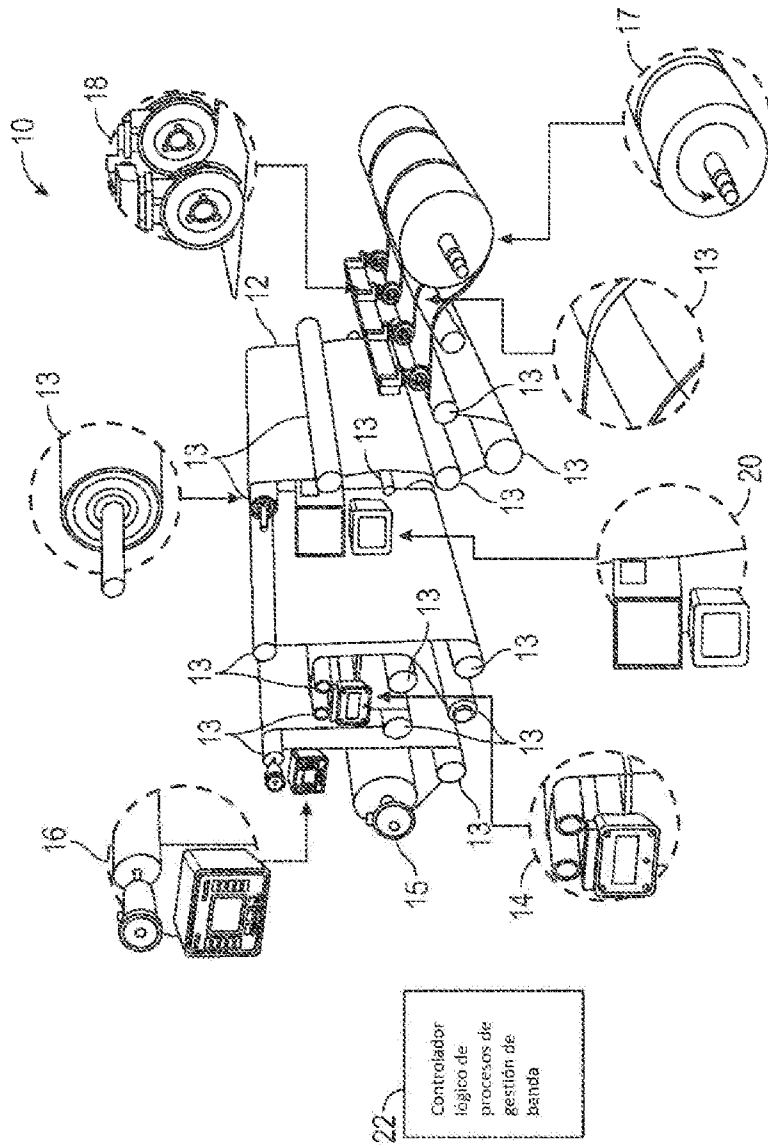


FIG. 1

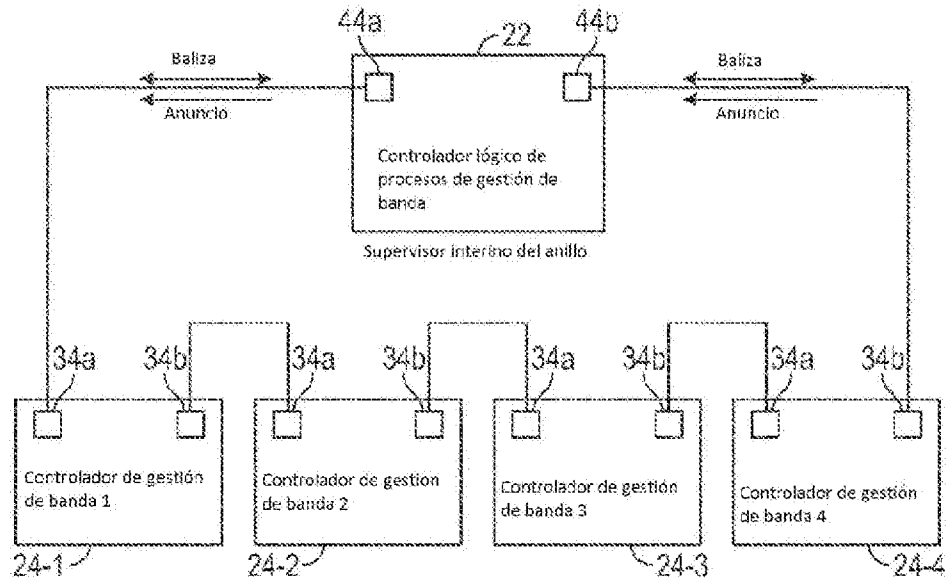


FIG. 2

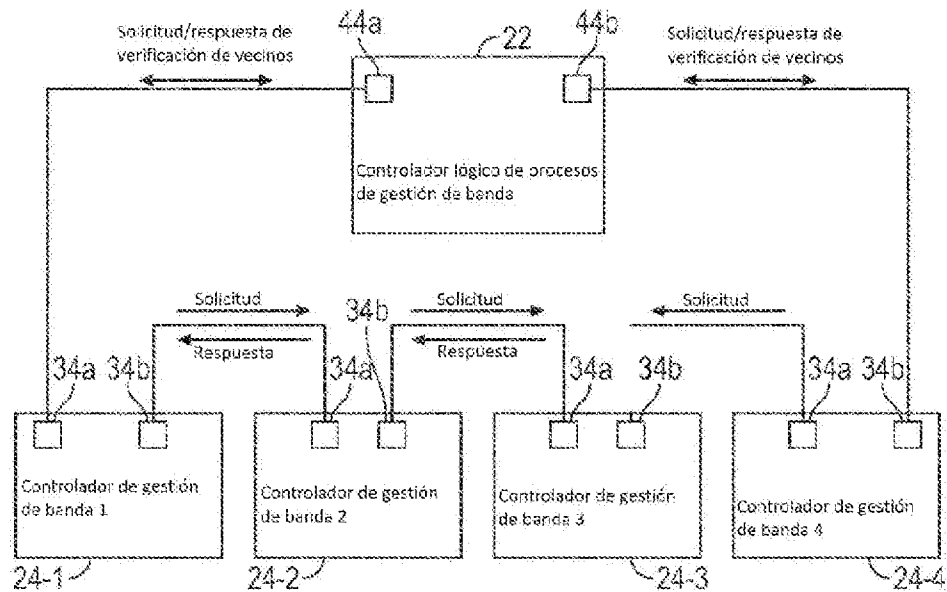


FIG. 3

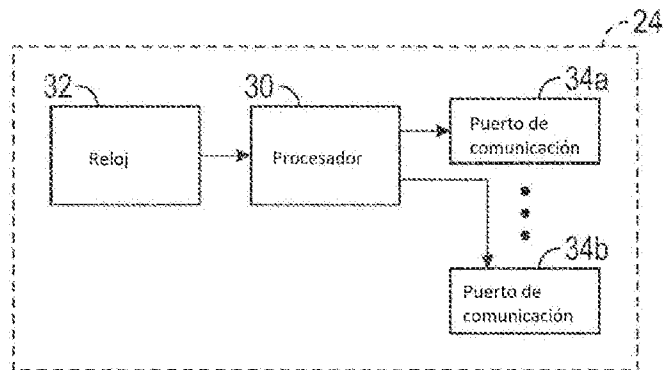


FIG. 4

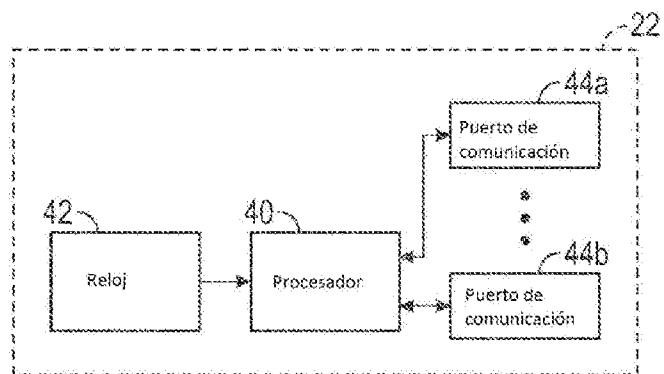


FIG. 5

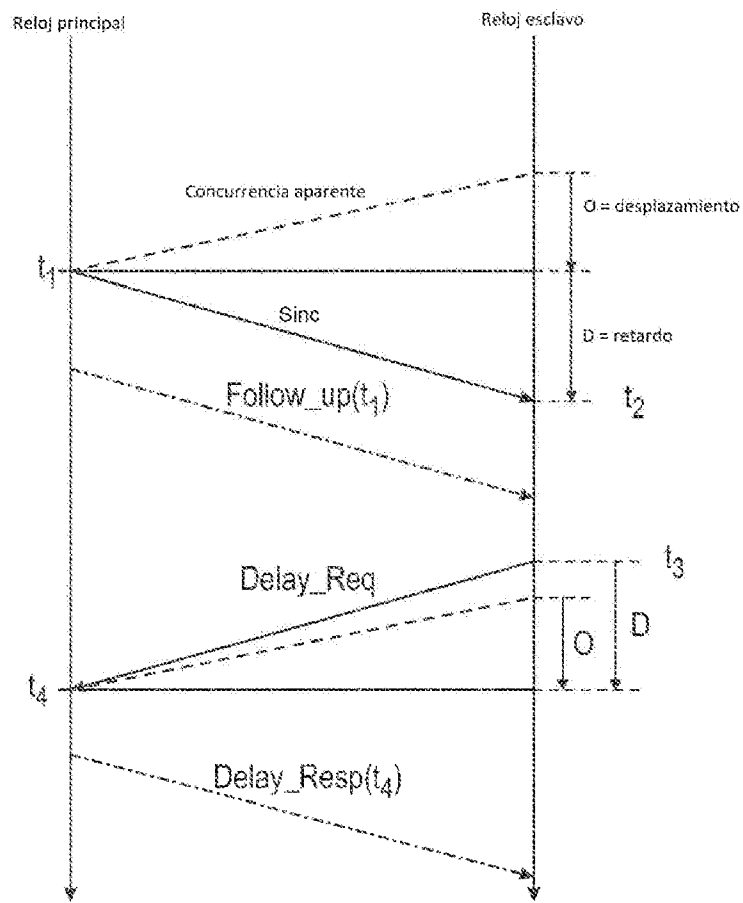


FIG. 6