

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 656 433**

51 Int. Cl.:

**H04L 12/753** (2013.01)

**H04L 12/42** (2006.01)

**H04L 12/46** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **08.01.2010 E 10000124 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **18.10.2017 EP 2343857**

54 Título: **Nodo de red para una red de comunicaciones**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**27.02.2018**

73 Titular/es:

**SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT (100.0%)  
Werner-von-Siemens-Straße 1  
80333 München, DE**

72 Inventor/es:

**KULKARNI, VIVEK;  
LOHMEYER, JOACHIM;  
SCHEFFEL, MATTHIAS y  
ZIRKLER, ANDREAS DR.**

74 Agente/Representante:

**CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel**

ES 2 656 433 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**

Nodo de red para una red de comunicaciones

5 La presente invención hace referencia a un nodo de red para una red de comunicaciones, donde la red de comunicaciones comprende una primera subred que utiliza un protocolo Spanning Tree, y una segunda subred conectada a la primera subred, la cual utiliza un segundo protocolo que se diferencia del protocolo de la primera subred, y donde el nodo de red está configurado como un elemento para la segunda subred y está diseñado para la comunicación dentro de la segunda subred.

10 Los nodos de red de esa clase son conocidos por el estado del arte. De este modo, por ejemplo el documento de publicación WO 2008/119626 A2 describe nodos de red para una LAN industrial ("Local Area Network" red de área local), la cual está realizada de forma anular. Dicha LAN industrial está conectada a una LAN de oficina, la cual está diseñada como red compleja, mallada, y en la misma se encuentra instalado un así llamado protocolo RSTP según la norma IEEE 802.1w. Con la ayuda de ese protocolo RSTP, a pesar de muchas rutas redundantes en la LAN de oficina, es posible evitar bucles de comunicación dentro de esa red. Mediante ese protocolo, también en el caso de fallos, como por ejemplo al averiarse líneas, puertos y/o nodos de red, las vías de comunicación correspondientes  
15 pueden ser adaptadas. La norma 802.1s se ocupa del "Multiple Spanning Tree Protocol" (protocolo Spanning Tree múltiple) (MSTP). El MSTP se trata de una estructuración de una red que opera con un protocolo Spanning Tree, donde dicha red está dividida en subredes virtuales. Un problema del estado del arte reside en el hecho de que se presentan problemas al vincular una LAN de oficina de esa clase, la cual utiliza el protocolo RSTP, con una LAN industrial en la cual se encuentra instalado por ejemplo un protocolo capaz en tiempo real, apto para la industria, cuando una reconfiguración de ese tipo se produce mediante el protocolo RSTP. En ese caso pueden producirse problemas en el trabajo conjunto del protocolo RSTP y el protocolo en la LAN industrial, lo cual puede retardar la comunicación en la LAN industrial o puede interrumpirla por completo.

20 Por lo tanto, el objeto de la presente invención consiste en mejorar la comunicación y/o reconfiguración dentro de una red de comunicaciones compuesta por diferentes subredes, la cual se compone por ejemplo de una LAN de oficina y de una LAN industrial.  
25

El objeto mencionado se alcanzará mediante un nodo de red para una red de comunicaciones,

- donde la red de comunicaciones comprende una primera subred y una segunda subred conectada a la primera subred,
- donde la primera subred utiliza un protocolo Spanning Tree y la segunda subred utiliza un segundo protocolo que se diferencia del protocolo de la primera subred, y  
30
- donde el nodo de red está configurado como un elemento para la segunda subred y está diseñado para la comunicación dentro de la segunda subred,
- donde el nodo de red, por medio de una funcionalidad Spanning Tree, está diseñado y configurado además como un nodo principal Spanning Tree para controlar y comandar la segunda subred, de manera que la segunda subred es tratada o puede ser tratada por el protocolo Spanning Tree de la primera subred como un nodo de red virtual.  
35

Debido a que la segunda subred es tratada como un nodo de red virtual para el protocolo Spanning Tree de la primera subred, la comunicación en la primera subred, a través de la comunicación dentro de la segunda subred, es menos influenciada o incluso no es influenciada en absoluto, ya que la segunda subred, para la primera subred, es considerada como nodo individual. Las interacciones entre los protocolos de la primera y de la segunda subred son controladas y manejadas a través de la funcionalidad Spanning Tree del nodo principal Spanning Tree en la segunda subred, de manera que se reducen las fallas recíprocas de los diferentes protocolos en ambas subredes. Se facilita de este modo también una reconfiguración en la primera subred, ya que la estructura de la segunda subred no es relevante o es menos relevante para la primera subred.  
40

La red de comunicaciones puede ser una red de comunicaciones mediante cables o también una red que comunica mediante una interfaz aérea, o también puede tratarse de combinaciones de red mediante cable y red de interfaces aéreas. Además, la red de comunicaciones o también partes de la red de comunicaciones pueden estar diseñadas según Ethernet, Profinet, Profibus, WLAN o estándares similares. La red de comunicaciones o partes de la misma pueden tratarse por ejemplo de una red "Local Area Network (LAN)" (red de área local), de una "Wide Area Network (WAN)" (red de área amplia), de una red "Wireless Local Area Network (WLAN)" (red de área local inalámbrica) o de redes similares, así como de combinaciones de las mismas.  
45  
50

La primera subred puede estar conectada a la segunda subred mediante una o varias conexiones de red.

Además, la segunda subred puede ser distinta de la primera subred, lo cual significa que por ejemplo cada nodo de red de la red de comunicaciones pertenece de forma unívoca a una de las dos subredes.

5 Como protocolo Spanning Tree, en el contexto de la presente descripción, se entiende en general un protocolo de red para una red de comunicaciones, con el cual se reducen o evitan bucles de transporte o mallas de transporte en las vías de comunicación en la red de comunicaciones. Además, un protocolo Spanning Tree, en el sentido de la presente descripción, puede ser también un protocolo para evitar vías de transporte redundantes en la red de comunicaciones.

10 Además, un protocolo Spanning Tree, en el sentido de la presente descripción, puede ser también un protocolo de red para gestionar vías de transporte redundantes en el caso de fallos de transporte (por ejemplo una interrupción de una línea o una falla de un nodo de red) en la red de comunicaciones. Un protocolo Spanning Tree puede describirse también como una combinación de varias de las definiciones antes mencionadas.

15 Son ejemplos de un protocolo Spanning Tree por ejemplo un protocolo "Spanning Tree Protocol" (STP), tal como se define por ejemplo en el estándar IEEE 802.1d, un protocolo "Rapid Spanning Tree Protocol" (RSTP), tal como se define por ejemplo en el estándar IEEE 802.1w, o también un protocolo "Multiple Spanning Tree Protocol" (MSTP), tal como se describe por ejemplo en el estándar IEEE 802.1s. También todos los desarrollos posteriores de los protocolos mencionados o todos los protocolos comparables son igualmente ejemplos de protocolos Spanning Tree en el sentido de la presente solicitud.

20 El hecho de que en una red de comunicaciones o subred determinada se utilice un protocolo determinado, no significa que otros protocolos no puedan implementarse en los nodos de red de las respectivas redes y/o que sean utilizados adicionalmente en los nodos de red y en las respectivas redes. De este modo, en un nodo de la segunda subred puede implementarse por ejemplo el segundo protocolo y al mismo tiempo también el protocolo Spanning Tree o partes del mismo. También mensajes del protocolo según el protocolo Spanning Tree pueden ser enviados, recibidos y/o transferidos, por ejemplo en la segunda subred. En particular el nodo principal Spanning Tree y/o los nodos secundarios Spanning Tree que a continuación se explicarán en detalle o los nodos principales de reserva Spanning Tree pueden estar diseñados de ese modo.

30 El segundo protocolo de la segunda subred se diferencia del protocolo Spanning Tree de la primera subred. De este modo, el segundo protocolo puede presentar un tiempo de reconfiguración típico más corto en el caso de modificaciones en la red, que la primera subred. En el caso de un nodo de red diseñado de ese modo para la segunda subred, la invención ofrece además la ventaja de que a pesar de un tiempo de reconfiguración comparativamente largo en la primera subred, a través del protocolo Spanning Tree, en la segunda subred puede mantenerse el tiempo de reconfiguración relativamente corto.

Además, la primera y la segunda subred pueden utilizar por ejemplo un protocolo capaz en tiempo real o un protocolo no capaz en tiempo real.

35 En una variante ventajosa de la invención en la segunda subred, como segundo protocolo, se utiliza un protocolo capaz en tiempo real. Además, el protocolo Spanning Tree de la primera subred, en este caso, puede no ser capaz en tiempo real. En este caso de una segunda subred capaz en tiempo real, la invención ofrece la ventaja de que la capacidad en tiempo real del segundo protocolo no resulta perjudicada a través de una reconfiguración en el protocolo Spanning Tree o sólo resulta perjudicada de forma relativamente reducida. Un motivo para ello reside en el hecho de que la gestión del protocolo Spanning Tree en la segunda subred, en una parte relativamente grande, es asumida por el nodo principal Spanning Tree, liberando de funciones de esa clase a otros elementos de la segunda subred. Por lo tanto, la mayoría de los elementos de la segunda subred no resultan involucrados y afectados en esa reconfiguración o sólo resultan involucrados o afectados de forma reducida.

45 Como nodo de red, dentro de la presente descripción, se denomina un elemento adecuado para la conmutación y/o transmisión de datos en la red de comunicaciones. Ejemplos de nodos de red pueden ser los así llamados puentes (término especializado: "Bridges") y/o los así llamados conmutadores (término especializado: "Switches") y/u otro nodo de red comparable, adecuado para proporcionar información en la red de comunicaciones. Usualmente, una red de comunicaciones, o también una subred, se compone de al menos dos nodos de red conectados uno con otro al menos de forma parcial.

50 En el contexto de la presente descripción, los términos "nodo de red de trabajo" y "nodo de red" se utilizarán como sinónimos en la forma de "nodo de red". Lo mismo se aplica para los términos "red de comunicaciones" y "red de comunicaciones de trabajo", en la forma de "red de comunicaciones".

En otra variante de la invención puede preverse que la segunda subred sea tratada o pueda tratarse desde el protocolo Spanning Tree de la primera subred como precisamente un nodo de red virtual. En ese caso, resulta un manejo particularmente sencillo de la segunda subred a través del protocolo Spanning Tree de la primera subred.

En la presente descripción, la abreviatura STP se entiende como un protocolo "Spanning Tree Protocol" según el estándar IEEE 802.1d o un estándar comparable. La abreviatura RSTP se entiende como un protocolo "Rapid Spanning Tree Protocol" según el estándar IEEE 802.1w o un estándar comparable, y la abreviatura MSTP como un protocolo "Multiple Spanning Tree Protocol" según el estándar IEEE 802.1s o un estándar comparable.

5 En una forma de ejecución preferente, el protocolo Spanning Tree puede estar diseñado por ejemplo como protocolo STP y la funcionalidad Spanning Tree puede comprender una funcionalidad STP. De este modo, la funcionalidad STP comprende unidades funcionales correspondientes para ejecutar el protocolo STP. Además, el protocolo Spanning Tree puede estar diseñado también como protocolo RSTP, donde la funcionalidad Spanning Tree puede comprender entonces una funcionalidad RSTP. La funcionalidad RSTP comprende la funcionalidad para ejecutar  
10 pasos de funcionamiento que son provocados a través del protocolo RSTP en el nodo de red. Además, el protocolo Spanning Tree puede estar diseñado también como protocolo MSTP, donde la funcionalidad Spanning Tree puede comprender una funcionalidad MSTP. También la funcionalidad MSTP comprende la funcionalidad para ejecutar peticiones del protocolo MSTP en nodos de red.

15 Además, el protocolo Spanning Tree y la funcionalidad Spanning Tree pueden comprender también una combinación de los protocolos antes mencionados.

Esa variante de la presente invención posibilita que por ejemplo una red STP-, RSTP y/o MSTP pueda acoplarse a otra red, por ejemplo a una red capaz en tiempo real, sin que las precauciones complejas de control de la red y de reconfiguración en las redes STP-, RSTP y/o MSTP mencionadas afecten en alto grado o afecten en absoluto el modo de trabajo de la segunda subred añadida.

20 Puede preverse además que la segunda subred presenta una estructura lineal y/o una estructura anular. Como una estructura lineal se entiende por ejemplo una estructura de red en la cual los nodos de red de la segunda subred están conectados lógicamente formando una cadena lineal. Una estructura anular puede ser por ejemplo una estructura de una segunda subred, en la cual los nodos de red de la segunda subred están conectados lógicamente formando un anillo. En las redes lineales o anulares de esa clase pueden alcanzarse tiempos de reconfiguración  
25 especialmente rápidos o también pueden realizarse protocolos particularmente buenos en lo que respecta a la capacidad en tiempo real. En esa variante de la invención, un nodo de red de acuerdo con la invención ofrece la ventaja de que no se impide o carga en gran medida, o no se carga en absoluto, una segunda subred "rápida" de esa clase a través del protocolo Spanning Tree de la primera subred.

30 La segunda subred puede utilizar por ejemplo un protocolo capaz en tiempo real. Además, la segunda subred puede utilizar por ejemplo un protocolo Hyper-Ring, HSR, Turbo-Ring, REP y/o MRP. Los protocolos mencionados son ejemplos de protocolos para comunicación apta para la industria, los cuales posibilitan además una combinación en el marco de tareas industriales, por ejemplo tareas de control y de regulación, tiempos de reconfiguración relativamente cortos con una seguridad de la red y/o estabilidad elevadas.

35 En el marco de la presente descripción, bajo un protocolo de comunicación capaz en tiempo real o un protocolo capaz en tiempo real, se entiende un protocolo dentro del cual se asegura un tiempo de reacción definido a eventos determinados en la red de comunicaciones. Los protocolos capaces en tiempo real pueden estar diseñados por ejemplo según un estándar Ethernet industrial, un estándar Profinet y/o un estándar Profibus.

40 La segunda subred puede presentar al menos una interfaz externa, donde interfaces externas de la segunda subred son aquellas interfaces del nodo de red de la segunda subred, las cuales no están conectadas a un nodo de red de la segunda subred. Por lo general, las interfaces externas de esa clase se encuentran conectadas o pueden conectarse a la primera subred y/o a otras redes de comunicaciones y/o también a terminales de comunicaciones (por ejemplo ordenadores, aparatos de control, módems, teléfonos, sensores, actuadores...).

45 La funcionalidad Spanning Tree del nodo principal Spanning Tree puede comprender por ejemplo la detección de interfaces externas de la segunda subred. Dicha funcionalidad puede comprender por ejemplo la capacidad de enviar un mensaje de demanda a nodos de red de la segunda subred, con la petición de retornar a los respectivos nodos de red un mensaje de información sobre las interfaces externas del respectivo nodo de red, al nodo principal Spanning Tree. Además, esa funcionalidad puede comprender la capacidad de recibir e implementar mensajes de información de nodos de red individuales de la segunda subred, mediante interfaces externas que se encuentran presentes en esos nodos de red.

50 Además, la funcionalidad Spanning Tree del nodo principal Spanning Tree puede comprender la funcionalidad para adjudicar datos de identificación de interfaces (por ejemplo las así llamadas "Port-IDs"), en particular datos unívocos de información de interfaces, para interfaces externas de la segunda subred. De este modo, el nodo principal Spanning Tree, por ejemplo, puede asociar a cada interfaz externa en la segunda subred un número unívoco de identificación o una información unívoca de identificación, de manera que cada interfaz externa en la segunda  
55 subred puede identificarse de forma unívoca.

La funcionalidad Spanning Tree del nodo principal Spanning Tree puede comprender también la transmisión de datos de identificación de interfaces a otro u otros nodos de red de la segunda subred. De este modo, el nodo principal Spanning Tree puede informar al otro o a los otros nodos de red de la segunda subred sobre los datos de identificación o IDs de interfaces, desde sus interfaces externas.

5 La funcionalidad Spanning Tree del nodo principal Spanning Tree puede comprender además el cálculo de estados de interfaces externas de la segunda subred. Los estados de interfaces de esa clase, llamados por ejemplo "Port States" (estados del puerto) pueden ser por ejemplo el hecho de que la interfaz correspondiente (por ejemplo el puerto externo correspondiente) está bloqueado para la transmisión de información, se encuentra abierto para una transmisión de información y transmite mensajes entrantes correspondientes, de manera que la interfaz correspondiente sólo recibe mensajes sin transmitirlos, o pueden ser estados comparables similares. Por ejemplo, 10 los estados de interfaces pueden ser los estados "Disabled" (deshabilitado), "Blocking" (bloqueo), "Listening" (escucha), "Learning" (aprendizaje), "Forwarding" (reenvío), "Discarding" (deshacer), según el estándar STP o RSTP.

15 Generalmente, en redes de protocolo Spanning Tree pueden calcularse estados de interfaces de esa clase, desde cada nodo de red, para las interfaces respectivamente propias. Esto significa una inversión relativamente elevada dentro de cada nodo de red cuando en la red Spanning Tree se producen modificaciones (por ejemplo a través de una reconfiguración de la red, de nuevos nodos de red o de fallas o averías correspondientes de la línea. En la variante antes mencionada, la presente invención ofrece por ejemplo la ventaja de que ese cálculo de estados de interfaces dentro del nodo principal Spanning Tree en la segunda subred puede efectuarse para varias o también 20 para todas las interfaces externas de la segunda subred, liberando con ello a los otros nodos de red de la segunda subred de la actividad vinculada con el protocolo Spanning Tree de la primera subred.

A este respecto, la funcionalidad Spanning Tree del nodo principal Spanning Tree puede comprender también la capacidad para transmitir estados de interfaces, por ejemplo estados de interfaces calculados por el nodo principal Spanning Tree, a otros nodos de red de la segunda subred. De este modo, los respectivos nodos de red pueden 25 implementar los estados de interfaces determinados o fijados de forma correspondiente, para sus respectivas interfaces.

La funcionalidad Spanning Tree del nodo principal Spanning Tree puede comprender además la recepción de un mensaje de datos de protocolo asociado al protocolo Spanning Tree. Esos mensajes pueden provenir por ejemplo de otro nodo de red de la segunda subred y/o pueden iniciar la determinación de una reacción en el mensaje o en un 30 mensaje de datos de protocolo recibido y/o pueden iniciar la transmisión de un mensaje de datos de protocolo de respuesta en reacción al mensaje o a un mensaje de datos de protocolo recibido, por ejemplo en otros nodos de la red de la segunda subred.

Los mensajes de datos de protocolo de esa clase pueden ser mensajes en el marco del protocolo Spanning Tree, con el cual se organiza la red de comunicaciones subyacente. Por ejemplo, los mensajes de datos de protocolo de esa clase pueden ser información sobre un nodo de red central de la red correspondiente (por ejemplo un así llamado "Root-Bridge" (puente raíz) o también mensajes de consulta correspondientes para consultar información desde nodos de red individuales. Los mensajes de datos de protocolo de esa clase pueden ser por ejemplo las así llamadas "Bridge-Protocol Data Units" (unidades de datos de protocolo puente) (también Bridge PDUs), definidas en el caso de un protocolo STP, RSTP y/o MSTP. De este modo, el nodo principal Spanning Tree puede recibir por 40 ejemplo un mensaje entrante de datos de protocolo, en el caso de otro nodo de red de la segunda subred, reenviado desde el mismo.

Además, el nodo principal Spanning Tree, en el caso de un mensaje de datos de protocolo de esa clase, puede determinar una posible reacción del nodo de red que recibe originalmente, y transmitir esa reacción a ese nodo de red. De este modo, una reacción de ese tipo puede ser por ejemplo la orden a esos otros nodos de red de la 45 segunda subred de enviar otro mensaje determinado de datos de protocolo o también de transmitir directamente ese mensaje al otro nodo de red y de ordenarle que transmita el mismo a un participante correspondiente o a una red correspondiente. También en este caso resulta la ventaja de que el nodo principal Spanning Tree puede liberar a otros nodos de la segunda subred o a otros nodos de red de la segunda subred de tareas provenientes del protocolo Spanning Tree de la primera subred conectada a la segunda subred. Debido a ello, la comunicación dentro de la segunda subred resulta menos afectada o no resulta afectada en absoluto por el protocolo Spanning Tree de la primera subred. 50

La funcionalidad Spanning Tree del nodo principal Spanning Tree puede comprender también la funcionalidad para que el nodo principal Spanning Tree actúe como nodo central para la primera subred, de manera que la segunda subred, a través de la funcionalidad Spanning Tree del nodo principal Spanning Tree, es tratada o puede ser tratada por el protocolo Spanning Tree de la primera subred como nodo central para la primera subred. Como nodo central, en el marco de un protocolo Spanning Tree, se denomina un nodo de red que controla la configuración central y el control de la red de comunicaciones afectada por el protocolo Spanning Tree, con respecto al protocolo Spanning 55

Tree. Un ejemplo de un nodo central de esa clase en el marco de una red STP, RSTP y/o MSTP es el así llamado "Root-Bridge" (puente raíz), el cual está definido en el marco de los protocolos correspondientes. De este modo, por ejemplo la totalidad de la segunda subred, desde la primera subred, puede actuar como un nodo central para la red de comunicaciones afectada por el protocolo Spanning Tree.

- 5 El objeto mencionado anteriormente se alcanzará mediante un nodo de red para una red de comunicaciones,
- donde la red de comunicaciones comprende una primera subred y una segunda subred conectada a la primera subred,
  - donde la primera subred utiliza un protocolo Spanning Tree y la segunda subred utiliza un segundo protocolo que se diferencia del protocolo Spanning Tree de la primera subred,
- 10 - donde el nodo de red está configurado como un elemento para la segunda subred y está diseñado para la comunicación dentro de la segunda subred, donde además la segunda subred comprende un nodo principal Spanning Tree según la presente descripción y donde el nodo de red está diseñado y configurado como un nodo principal de reserva Spanning Tree, el cual presenta las características de un nodo principal Spanning Tree según la presente descripción, y
- 15 - donde el nodo principal de reserva Spanning Tree se encuentra además diseñado y configurado de manera que la funcionalidad Spanning Tree del nodo principal de reserva Spanning Tree está desactivado en un estado normal, donde en el estado normal el nodo principal Spanning Tree percibe su funcionalidad Spanning Tree, y
- donde la funcionalidad Spanning Tree del nodo principal de reserva Spanning Tree está activado en un estado de error, donde en el estado de error el nodo principal Spanning Tree presenta una falla de funcionamiento.
- 20 De este modo, la red de comunicaciones, la primera subred, la segunda subred, el protocolo Spanning Tree, el segundo protocolo de la segunda subred, así como las variantes del nodo principal Spanning Tree y la funcionalidad Spanning Tree pueden estar configurados y diseñados según la presente descripción.
- En el estado normal, el nodo principal Spanning Tree puede ser por ejemplo completamente apto para funcionar o también puede ser apto para funcionar de un modo suficiente para su tarea de comunicación.
- 25 En el estado de error, el nodo principal Spanning Tree en la segunda subred, por ejemplo ya no puede cumplir por completo con sus tareas de comunicación. Una falla de funcionamiento del nodo principal Spanning Tree puede ser por ejemplo un fallo del nodo, una falla de la funcionalidad Spanning Tree del nodo y/u otros errores internos, errores de interfaces o también otros errores de Hardware, así como una desconexión o corte de corriente.
- 30 La desactivación de la funcionalidad Spanning Tree en el estado normal puede significar por ejemplo que la funcionalidad Spanning Tree del nodo principal de reserva Spanning Tree, asociada a un nodo principal Spanning Tree, en el estado normal, no se encuentra activa en el nodo principal de reserva Spanning Tree. Lo mencionado puede significar por ejemplo que el nodo principal de reserva Spanning Tree en el estado normal no actúa como nodo principal Spanning Tree y puede detectarse dentro de la comunicación.
- 35 La activación de la funcionalidad Spanning Tree en el nodo principal de reserva Spanning Tree significa que al menos una, preferentemente varias, de forma aún más preferente todas las funcionalidades de la funcionalidad Spanning Tree del nodo principal Spanning Tree, están activas en el nodo principal de reserva Spanning Tree.
- 40 Esta variante ofrece la ventaja de que se simplifica aún más la gestión de la red de comunicaciones que se compone de al menos la primera y la segunda subred, donde aun en el caso de un fallo de un nodo principal Spanning Tree que se encarga de la coordinación de la segunda subred dentro del protocolo Spanning Tree de la primera subred, o también en el caso de una falla de funcionamiento, así como de un fallo del nodo principal Spanning Tree, la funcionalidad de la segunda subred continúa garantizada como un nodo virtual para el protocolo Spanning Tree. De este modo puede mantenerse además por ejemplo la funcionalidad de la segunda subred y también su integración en el protocolo Spanning Tree de la primera subred, aun cuando el nodo principal Spanning Tree en la segunda subred presenta una falla de funcionamiento. Por ejemplo, los tiempos de reconfiguración en la segunda subred o
- 45 también una capacidad en tiempo real en los mismos tampoco son perjudicados o no son perjudicados de forma considerable en el caso de una falla de funcionamiento de esa clase.
- 50 La activación de la funcionalidad Spanning Tree del nodo principal de reserva Spanning Tree puede tener lugar por ejemplo de forma automática, por ejemplo cuando el nodo principal de reserva Spanning Tree, durante un período determinado, ya no recibe mensajes y/o señales desde el nodo principal Spanning Tree, de manera que debe suponer que el mismo presenta una falla de funcionamiento. Además, la activación puede tener lugar por ejemplo

5 también a través de un mensaje, por ejemplo desde el propio nodo principal Spanning Tree o también desde otro nodo de red en la segunda subred. Un caso de esa clase puede producirse por ejemplo al presentarse una desconexión selectiva del nodo principal Spanning Tree o en caso de eventos comparables. Un mensaje de desactivación de esa clase puede también formar parte de un protocolo de error dentro del nodo principal Spanning Tree, el cual puede desarrollarse en el caso de una auto -detección de una falla de funcionamiento en el nodo principal Spanning Tree.

10 Además, en el caso en el cual en la segunda subred se encuentra presente tanto un nodo principal Spanning Tree como también un nodo principal de reserva Spanning Tree, el nodo principal Spanning Tree, para ejercer la funcionalidad Spanning Tree del nodo principal de reserva Spanning Tree, puede transmitir información al mismo o puede estar diseñado para transmitir esa información. Además, el mismo puede estar diseñado para transmitir esa información al nodo principal de reserva según una regla predeterminada o predeterminable o para transmitir al mismo información de esa clase según una regla predeterminada o predeterminable.

15 La información requerida puede ser por ejemplo la información del nodo principal Spanning Tree, la cual requiere el nodo principal de reserva Spanning Tree cuando el mismo debe asumir la funcionalidad del nodo principal Spanning Tree al producirse un error. Dicha información puede tratarse por ejemplo de datos de identificación del nodo principal Spanning Tree, de información relativa a las interfaces externas, de sus datos de identificación, de los estados de interfaces de interfaces externas y/o internas, y de otra información comparable.

20 La transmisión de esa información según una regla predeterminada o predeterminable puede ser por ejemplo una transmisión en intervalos de tiempo regulares. Además, una regla predeterminable de esa clase puede comprender la transmisión de esa información a demanda del nodo principal de reserva Spanning Tree. Además, la regla puede comprender también el hecho de que el nodo principal Spanning Tree transmite información requerida correspondiente al nodo principal de reserva Spanning Tree, cuando en esa información se ha producido una modificación.

25 De este modo, el nodo principal de reserva Spanning Tree está provisto de la información requerida para poder asumir la funcionalidad Spanning Tree del nodo principal Spanning Tree en un caso de error.

El objeto antes mencionado se alcanzará además mediante un nodo de red para una red de comunicaciones, donde la red de comunicaciones comprende una primera subred y una segunda subred conectada a la primera subred,

- donde la primera subred utiliza un protocolo Spanning Tree y la segunda subred utiliza un segundo protocolo que se diferencia del protocolo Spanning Tree de la primera subred,

30 - donde el nodo de red está configurado como un elemento para la segunda subred y está diseñado para la comunicación dentro de la segunda subred,

- donde además la segunda subred comprende un nodo principal Spanning Tree según la presente descripción, y

35 - donde el nodo principal está diseñado y configurado como un nodo secundario Spanning Tree, de manera que el mismo presenta una funcionalidad soporte Spanning Tree para respaldar la funcionalidad Spanning Tree del nodo principal Spanning Tree.

Mediante la funcionalidad soporte Spanning Tree, el nodo secundario Spanning Tree respalda por tanto la funcionalidad Spanning Tree del nodo principal Spanning Tree.

40 De este modo es posible simplificar la gestión de la red de comunicaciones, ya que mediante el nodo secundario Spanning Tree, en relación con un nodo principal Spanning Tree, la segunda subred dentro del protocolo Spanning Tree de la primera subred puede actuar casi como un subsistema autárquico. De este modo, el nodo secundario Spanning Tree puede respaldar la funcionalidad Spanning Tree del nodo principal Spanning Tree, de manera que en esa interacción la segunda subred es tratada o puede ser tratada por el protocolo Spanning Tree de la primera subred como un nodo de red virtual, en particular de forma precisa. En este caso, el nodo principal Spanning Tree puede asumir por ejemplo la función de gestión central del protocolo Spanning Tree dentro de la segunda subred y el nodo secundario o los nodos secundarios Spanning Tree pueden respaldar el nodo principal Spanning Tree, de manera que los mismos envían información correspondiente al nodo principal o transmiten o procesan información correspondiente, proveniente del nodo principal.

50 A modo de ejemplo, también un nodo principal de reserva Spanning Tree puede estar diseñado y configurado según la presente descripción, de manera que el mismo, en el estado normal, ejerce o puede ejercer la función de uno nodo secundario Spanning Tree, del modo explicado en la presente descripción.

5 La funcionalidad soporte Spanning Tree puede comprender por ejemplo una funcionalidad STP para respaldar un protocolo STP. Además, la funcionalidad soporte Spanning Tree puede comprender también una funcionalidad RSTP para respaldar un protocolo RSTP. La funcionalidad soporte Spanning Tree puede comprender también una funcionalidad MSTP para respaldar un protocolo MSTP. Con una estructuración de esa clase se simplifica el acoplamiento de la segunda subred a una primera subred, con un protocolo STP, RSTP y/o MSTP.

La red de comunicaciones, la primera subred, la segunda subred, el protocolo Spanning Tree, los nodos de red, el nodo principal Spanning Tree, así como la funcionalidad Spanning Tree, pueden además estar diseñados y configurados según la presente descripción.

10 Además, el nodo secundario Spanning Tree puede presentar una o varias interfaces externas que no están conectadas o no pueden conectarse a un nodo de red de la segunda subred. De este modo, las interfaces externas, a modo de ejemplo, pueden estar diseñadas y configuradas como se explica en detalle en la presente descripción.

15 En general, en el marco de la presente descripción, bajo el término "interfaces externas" se entiende una interfaz de esa clase de un nodo secundario, la cuales, en la estructuración concreta de la red, no están conectadas a la segunda subred. Para ello, la interfaz debe presentar sólo las propiedades necesarias de forma correspondiente. El que una interfaz ofrezca además la posibilidad de ser conectada alternativamente también a un nodo de red de la segunda subred, no modifica este hecho.

20 La funcionalidad soporte Spanning Tree del nodo secundario Spanning Tree puede comprender por ejemplo la funcionalidad para transmitir información de interfaces, de las interfaces externas del nodo secundario Spanning Tree, al nodo principal Spanning Tree. De este modo, la información de interfaces puede estar diseñada o configurada por ejemplo según la presente descripción. De este modo, el activador para enviar información de interfaces de esa clase puede ser por ejemplo una demanda del nodo principal Spanning Tree. Además, el nodo secundario Spanning Tree puede enviar esa información de interfaces también por iniciativa propia, por ejemplo a un intervalo de tiempo regular o cuando se modifica o se ha modificado información de interfaces correspondiente. De este modo, el nodo secundario Spanning Tree puede respaldar la funcionalidad Spanning Tree del nodo principal, ya que al nodo principal le puede ser de ayuda una información de esa clase para representar y gestionar la segunda subred como un nodo de red virtual en el marco del protocolo Spanning Tree de la primera subred.

30 Además, la funcionalidad soporte Spanning Tree del nodo secundario Spanning Tree puede comprender la funcionalidad para la comunicación con un nodo de red externo conectado mediante la interfaz externa del nodo de red Spanning Tree, o un equipo terminal de comunicaciones externo conectado al mismo. Un equipo terminal de comunicaciones puede ser cualquier emisor y/o receptor de información mediante la red de comunicaciones y puede estar diseñado y estructurado según la presente descripción. Además, los nodos de red pueden estar estructurados según la presente descripción. De manera ventajosa, la funcionalidad soporte Spanning Tree del nodo de red Spanning Tree comprende también la funcionalidad para transmitir datos provenientes desde la primera subred, mediante una de sus interfaces externas, así como para la transmisión de esos datos a un receptor en la primera subred.

40 Además, la funcionalidad soporte Spanning Tree del nodo secundario Spanning Tree puede comprender la funcionalidad para la recepción y para el procesamiento de datos de identificación de interfaces transmitidos por el nodo principal Spanning Tree, respectivos a una interfaz, en particular a una interfaz externa del nodo secundario Spanning Tree. De este modo, los datos de identificación de interfaces, así como el nodo principal Spanning Tree, pueden estar diseñados a su vez según la presente descripción. De este modo, el nodo secundario Spanning Tree puede implementar la configuración de la segunda subred, determinada por el nodo principal Spanning Tree, con respecto al protocolo Spanning Tree de la primera subred.

45 La funcionalidad soporte Spanning Tree del nodo secundario Spanning Tree puede comprender además la funcionalidad para la recepción y para el procesamiento de mensajes de estado de interfaces desde el nodo principal Spanning Tree, con respecto a una interfaz, en particular a una interfaz externa del nodo secundario Spanning Tree. De este modo, los mensajes de estado de interfaces, así como el nodo principal Spanning Tree, pueden estar diseñados a su vez según la presente descripción. También esta estructuración posibilita la implementación de la configuración de la segunda subred, determinada por el nodo principal Spanning Tree, con respecto al protocolo Spanning Tree.

50 Además, la funcionalidad soporte Spanning Tree puede comprender también la transmisión de un mensaje de datos de protocolo asociado al protocolo Spanning Tree, recibido mediante la interfaz externa del nodo secundario Spanning Tree, y/o la recepción y el procesamiento de un mensaje de datos de protocolo o de un mensaje de datos de protocolo de respuesta del nodo principal Spanning Tree, en particular como reacción a un mensaje de datos de protocolo enviado. De este modo, el mensaje de datos de protocolo, así como el mensaje de datos de protocolo de respuesta, pueden estar diseñados y estructurados según la presente descripción. Los mensajes de datos de protocolo de esa clase pueden estar predeterminados por ejemplo para la gestión de red de una red de

5 comunicaciones controlada por el protocolo Spanning Tree. Mediante los mensajes de datos de protocolo de esa clase y los mensajes de datos de protocolo de respuesta correspondientes pueden determinarse por ejemplo las vías de comunicación y pueden determinarse posibles bucles de transporte, así como también la adaptación de interfaces de los nodos de red individuales, por ejemplo para evitar bucles de transporte de esa clase. Un nodo secundario Spanning Tree, por ejemplo, puede reenviar un mensaje de datos de protocolo recibido mediante una interfaz externa al nodo principal Spanning Tree, para que el mismo pueda continuar siendo procesado. Además, el nodo secundario Spanning Tree, mediante una interfaz externa determinada, puede recibir del nodo principal Spanning Tree la orden de enviar un mensaje de datos de protocolo determinado o un mensaje de datos de protocolo de respuesta, o de retransmitir un mensaje correspondiente transmitido por el nodo principal Spanning Tree.

10 El nodo principal Spanning Tree también puede estar diseñado de manera que el mismo implementa una información con respecto a un estado que debe ser regulado en una de sus interfaces, en particular en una de sus interfaces externas. De este modo, los estados de interfaces que por ejemplo pueden estar diseñados según la presente descripción, pueden ser implementados en el nodo secundario Spanning Tree.

15 Esta variante de la invención posibilita una gestión de red más mejorada de la red de comunicaciones, ya que la totalidad o también una parte esencial de la complejidad que se genera en la segunda subred a través del protocolo Spanning Tree de la primera subred conectada a la segunda subred puede ser absorbida en el nodo principal Spanning Tree, y los otros nodos sólo deben presentar una funcionalidad soporte correspondiente, en general marcadamente menos compleja. De este modo, las propiedades negativas del protocolo Spanning Tree se reducen a las propiedades positivas de la segunda subred, como por ejemplo el tiempo rápido de reconfiguración o la capacidad en tiempo real.

20 El presente objeto se alcanzará igualmente mediante una subred de comunicaciones que comprende al menos dos nodos de red y al menos una interfaz para conectar la subred de comunicaciones a una primera subred distinta de la subred de comunicaciones, - donde la primera subred está diseñada como una primera subred según la presente descripción y la red de comunicaciones utiliza un segundo protocolo que se diferencia del protocolo Spanning Tree de la primera subred, - donde además la subred de comunicaciones está diseñada y configurada de manera que la misma es tratada o puede ser tratada por el protocolo Spanning Tree de la primera subred como un nodo de red virtual.

25 De este modo, los nodos de red, las interfaces, así como el protocolo Spanning Tree y el segundo protocolo, pueden estar diseñados según la presente descripción.

30 Puede preverse además que la subred de comunicaciones sea tratada o pueda tratarse desde el protocolo Spanning Tree de la primera subred como precisamente un nodo de red virtual.

35 También esa subred de comunicaciones ofrece la ventaja de que una red de comunicaciones que comprende la primera subred y la subred de comunicaciones puede ser controlada de forma más sencilla y fluida, ya que por ejemplo la comunicación en la subred de comunicaciones en lo esencial no es perturbada a través del protocolo Spanning Tree.

De este modo, la subred de comunicaciones puede estar diseñada y estructurada por ejemplo de forma correspondiente a una segunda subred en el marco de la presente descripción.

40 La subred de comunicaciones puede además estar diseñada y configurada de manera que uno de sus nodos de red está diseñado como un nodo principal Spanning Tree según la presente descripción y otro nodo de red está diseñado como un nodo secundario Spanning Tree según la presente descripción. Además, la subred de comunicaciones también puede estar diseñada de manera que uno de sus nodos de red está diseñado como un nodo secundario Spanning Tree según la presente descripción y todos los otros nodos de red de la subred de comunicaciones están diseñados como nodos secundarios Spanning Tree según la presente descripción.

45 Una subred de comunicaciones realizada de ese modo posibilita un manejo particularmente sencillo con el protocolo Spanning Tree, ya que por el nodo principal Spanning Tree son manejados pasos del proceso esenciales del protocolo Spanning Tree, y otros nodos de red de la subred de comunicaciones sólo deben encargarse de tareas de soporte del protocolo Spanning Tree que implican una inversión relativamente reducida. De este modo, algunos o la mayoría de los nodos de red de la subred de comunicaciones son liberados de tareas según el protocolo Spanning Tree. Gracias a ello, las propiedades de la subred de comunicaciones, como por ejemplo el tiempo de reconfiguración rápido o la capacidad en tiempo real, son perjudicadas relativamente poco por el protocolo Spanning Tree o no son perjudicadas en absoluto.

50 Además, la subred de comunicaciones puede comprender también un nodo de red que está diseñado como nodo principal de reserva Spanning Tree según la presente descripción. De este modo, la propiedad de la subred de

comunicaciones, de parecer como un nodo de red virtual para el protocolo Spanning Tree de la primera subred, puede mantenerse en el caso de fallos de funcionamiento del nodo principal Spanning Tree, lo cual aumenta aún más la seguridad en cuanto a errores y la seguridad en cuanto a fallos de la subred de comunicaciones.

5 La primera subred puede utilizar por ejemplo un protocolo STP, RSTP y/o MSTP como protocolo Spanning Tree, y la subred de comunicaciones puede además estar diseñada de manera que la misma es tratada o puede ser tratada por el protocolo Spanning Tree de la primera subred como un nodo central para la primera subred. De este modo, el nodo central puede estar estructurado por ejemplo según la presente descripción. En particular, el nodo central puede estar estructurado como un así llamado "Root-Bridge" (puente raíz) del protocolo STP-, RSTP y/o MSTP, donde los protocolos pueden estar diseñados por ejemplo según los estándares IEEE mencionados en la presente descripción y también el nodo central /"Root- Bridge" puede estar diseñado según el estándar correspondiente o según un estándar comparable.

15 En el caso de que la subred de comunicaciones comprenda un nodo principal Spanning Tree, así como un nodo principal de reserva Spanning Tree, la subred de comunicaciones además puede estar diseñada de manera que en el estado normal la funcionalidad Spanning Tree del nodo principal Spanning Tree ejerza la funcionalidad como nodo central para la primera subred y en el estado de error la funcionalidad Spanning Tree del nodo principal de reserva Spanning Tree asuma la ejecución de la funcionalidad del nodo central para el protocolo Spanning Tree de la primera subred. De este modo, el nodo central puede estar estructurado a su vez como en la presente descripción, por ejemplo como un así llamado "Root- Bridge" (puente raíz).

20 Una estructuración particularmente ventajosa resulta cuando la subred de comunicaciones está diseñada como estructura anular. De este modo, en el caso de un fallo no solamente de una funcionalidad interna del nodo principal Spanning Tree, sino también de una interfaz del nodo principal Spanning Tree o también en el caso de una línea defectuosa o interrumpida entre dos nodos en la subred de comunicaciones o entre la subred de comunicaciones y la primera subred, en muchos casos, el nodo principal de reserva Spanning Tree puede asumir el funcionamiento como nodo central para el protocolo Spanning Tree. La subred de comunicaciones forma de este modo prácticamente un nodo central virtual para el protocolo Spanning Tree de la primera subred, con una redundancia interna con respecto a la funcionalidad como nodo central. Con relación al protocolo STP, RSTP y/o MSTP como protocolo Spanning Tree, la segunda subred de comunicaciones, en la estructuración antes mencionada, podría considerarse por ejemplo como "redundante Root-Bridge" (puente raíz redundante).

30 La asunción de la funcionalidad como nodo central a través del nodo principal de reserva Spanning Tree, desde el nodo principal Spanning Tree, puede tener lugar por ejemplo de manera que el nodo principal de reserva Spanning Tree asuma también los datos de identificación del nodo principal Spanning Tree dentro del protocolo Spanning Tree. De este modo, la asunción de la funcionalidad como nodo central no podría detectarse a través del nodo principal de reserva Spanning Tree en el protocolo Spanning Tree de la primera subred, ya que para el protocolo Spanning Tree, la subred de comunicaciones estructurada según la explicación anterior, parecería además como uno y el mismo modo central virtual. Además, sin embargo, también el nodo principal de reserva Spanning Tree, también después de asumir la funcionalidad como nodo central para el protocolo Spanning Tree puede mantener sus datos característicos originales, por ejemplo dentro del protocolo Spanning Tree.

40 El objeto anterior se alcanzará igualmente a través de una red de comunicaciones que comprende una primera subred según la presente descripción, así como una segunda subred o/y una subred de comunicaciones según la presente descripción. Una red de comunicaciones estructurada de ese modo puede controlarse de forma más sencilla, ya que la segunda subred, así como la subred de comunicaciones, es considerada como un nodo de red virtual por el protocolo Spanning Tree.

En las reivindicaciones dependientes se indican otras variantes ventajosas.

A continuación, la invención se explicará en detalle, a modo de ejemplo, haciendo referencia a las figuras añadidas.

45 Las figuras muestran:

Figura 1: una red de comunicaciones compuesta por una red de oficina y por una red industrial;

Figura 2: una variante de la red de comunicaciones representada en la figura 1 con un nodo principal de reserva en la red industrial.

50 La figura 1 muestra una red de comunicaciones 100 que presenta una primera subred 200 diseñada como red de oficina y una segunda subred 300 diseñada como red industrial.

La red de oficina 200 comprende cuatro nodos de red ("Switches" conmutadores) 210, 220, 230, 240, los cuales en la figura 1 se indican con las referencias SW1 a SW4. Cada uno de esos conmutadores 210, 220, 230, 240

comprende varias interfaces ("Ports" puertos) que en la figura 1 están numeradas en cada uno de los conmutadores 210, 220, 230, 240. De este modo, cada puerto de un conmutador 210, 220, 230, 240; a través de la indicación del conmutador y del número del puerto, puede ser asociado y definido de forma unívoca. Los cuatro conmutadores 210, 220, 230, 240; mediante líneas de red entre sus puertos, se encuentran vinculados a la red de oficina 200, la cual es un ejemplo de una primera subred en el sentido de la presente descripción. Cada uno de los conmutadores AW1 a SW4 presenta una interfaz externa que, en cada uno de los conmutadores SW1 a SW4, se indica con el número (1). Mediante esas interfaces externas, por ejemplo equipos terminales de telecomunicaciones, como ordenadores, teléfonos, módems automáticos o también otras redes de comunicaciones, pueden ser conectados a un respectivo conmutador.

También los puertos de los conmutadores SW3 220 y SW4 210 de la red de oficina 200, indicados con los números de orden (5) son interfaces externas de la red de oficina 200, mediante las cuales se establece de forma correspondiente la conexión hacia la red industrial 300.

En la primera subred 200 se encuentra instalado un protocolo STP o RSTP, con el cual pueden evitarse por ejemplo bucles de transporte o vías de comunicación redundantes. De este modo, por ejemplo, para un mensaje enviado desde el conmutador SW2 240 al conmutador SW3 220 existen diferentes vías de transmisión, desde las cuales, en el marco del protocolo STP o RSTP, sólo se selecciona una y las otras son cerradas a través de la fijación de los estados de los puertos individuales de los distintos conmutadores. En el caso de una modificación en la red, por ejemplo a través de un fallo de una línea o de una interfaz, dichos estados del puerto son adaptados según el protocolo STP o RSTP, de manera que nuevamente se encuentran presentes vías de comunicación unívocas, y en particular sin bucles, dentro de la red.

En la figura 1, por ejemplo, el conmutador SW1 230 puede asumir la función del "Root-Bridge" (puente raíz) para el protocolo STP o para el protocolo RSTP. En éstos, converge la información con respecto a la estructura de la red, tanto de la primera subred 200, como también de una red industrial 300, en tanto también allí esté implementado el protocolo STP-RSTP, y éste asume también el control correspondiente de la red.

La red industrial 300 presenta igualmente cuatro conmutadores 310, 320, 330, 340 que están conectados formando una estructura anular. De este modo, la formación del anillo tiene lugar mediante una unión de los puertos indicados respectivamente con "2" y "3" de los conmutadores 310, 320, 330, 340 de la red industrial 300.

Para mejorar las propiedades de redundancia de la red industrial, en la red industrial se encuentra instalado el así llamado "Media Redundancy Protocol" (protocolo de redundancia de medios) (MRP), a través del cual, también en el caso de una falla de las líneas anulares, se mantiene garantizada la comunicación dentro de la red industrial 300. De este modo, la gestión de ese protocolo es asumida por el nodo 310 de la red industrial 300, el cual por tanto se indica en la figura 1 como MRM: "Media Redundancy Manager" (gestor de redundancia de medios). Los otros nodos de red 320, 330, 340 de la red industrial 300 presentan una funcionalidad para respaldar ese protocolo y, por tanto, en la figura 1 se indican como "Media Redundancy Client" (MRC) (cliente de redundancia de medios).

Además, los conmutadores 310, 320, 330, 340 de la red industrial 300 presentan también interfaces externas que se indican respectivamente con el número "1". De manera adicional, también los puertos de los conmutadores 310 y 320, indicados con el número (5), son interfaces externas de la red industrial 300, donde mediante las interfaces mencionadas tiene lugar la conexión hacia la red de oficina 200.

Además, los conmutadores 310, 320, 330, 340 de la red industrial 300 también están integrados en el protocolo STP, así como RSTP, de la red de oficina.

De este modo, el MRM 310 en la red industrial 300 está diseñado de manera que a través del mismo, la red industrial 300 es considerada por el protocolo STP o RSTP de la red de oficina 200 como un nodo de red virtual. Esa funcionalidad adicional es simbolizada en la figura 1 a través de "+" en el caso de MRM. A través de esa funcionalidad de coordinación del MRM+, la red industrial 300 en el marco del protocolo RSTP o STP, se presenta como un nodo de red virtual con las interfaces externas, indicadas con la cifra de orden (1) y (5), como interfaces externas del nodo de red virtual. La estructura interna de la red industrial 300 no cumple ningún rol o sólo cumple un rol reducido en el marco del protocolo RSTP o SP, ya que ese conocimiento y la distribución de información correspondiente y retransmisión es asumida por el MRM+ 310 dentro de la red industrial 300.

Los nodos MRC 320, 330, 340 en la red industrial respaldan esa función de coordinación del MRM+ en el marco del protocolo RSTP o STP, donde éstos pueden registrar, entender y responder mensajes correspondientes de información, de consulta o de instrucciones desde MRM+. Esta propiedad de los nodos MRC 320, 330, 340 se simboliza en la figura 1 a través de un "+" adicional en la denominación.

De este modo, por ejemplo al inicializar la red industrial 300, el MRM+ 310 puede enviar mensajes de consulta a todos los nodos MRC 320, 330, 340, con el requerimiento de informar al MRM+ sobre las respectivas interfaces

externas y eventualmente también sobre interfaces internas. El MRM+ 310 puede entonces por ejemplo asociar a las interfaces externas individuales en la red industrial 300 datos de identificación unívocos del puerto, de manera que se puede reaccionar de forma unívoca a cada interfaz externa en la red industrial 300 desde el protocolo STP o RSTP. Esos datos de identificación del puerto son enviados entonces nuevamente a los nodos MRC individuales 320, 330, 340, de manera que cada conmutador 310, 320, 330, 340 en la red industrial 300 está al tanto de los datos de identificación de sus puertos. Además, en el MRM+ 310 se encuentra presente toda la información sobre qué puerto se encuentra en qué conmutador 310, 320, 330, 340.

Esa configuración ofrece la ventaja de que el tiempo de reconfiguración muy rápido del protocolo MRP en la red industrial 300 no resulta perjudicado a través del protocolo RSTP o STP en el caso de fallos en la red industrial 300, ya que la estructura interna de la red industrial 300 no es visible para el protocolo STP o RSTP de la red de oficina 200. Una reconfiguración en la red industrial 300 a través del MRM+ 310 influye las vías de comunicación dentro de la red industrial 300, pero no sus interfaces externas y, con ello, el modo en que es considerada por el protocolo STP o RSTP.

De acuerdo con el estado del arte, hasta el momento, también en cada uno de los nodos de red 310, 320, 330, 340 de la red industrial debía estar implementado el protocolo STP o RSTP, para poder acoplar la red de oficina 200 a la red industrial 300. No obstante, también en el caso de cualquier fallo en la línea o de errores similares en la red industrial 300, resulta el hecho de que la red de comunicaciones 100 completa, compuesta por la red de oficina 200 y la red industrial 300, debe ser reconfigurada por completo por el protocolo STP o RSTP, lo cual en parte puede tomar tiempo considerable, perjudicando o también paralizando en ese tiempo la red industrial 300. En particular si la red industrial 300 se utiliza en la automatización o en el control, esos tiempos de parada con frecuencia no son tolerables.

En la figura 2, el sistema de comunicaciones 100 representado en la figura 1 se representa en una forma levemente modificada. En este caso, el MRC1+ 320 en el cliente MRC fue reemplazado por un "Reserve-Master" (maestro de reserva) MRM<sub>2</sub>+ 312. Todos los otros componentes de la red de comunicaciones 100, en cuanto a su denominación y ejecución, corresponden a aquellos representados en la figura 1. El maestro de reserva 312 de la red industrial 300 tiene la función de asumir la funcionalidad del MRM+ 310, cuando en éste presenta una falla de funcionamiento. Una falla de funcionamiento de ese tipo puede comprender por ejemplo un fallo completo del MRM+ o también un error en la ejecución del programa o en sus interfaces. El MRM<sub>2</sub>+ 312 está diseñado de manera que el mismo puede asumir tanto el rol del maestro MRP desde MRM+ 310, como también el rol como nodo principal Spanning Tree para la red industrial 300 desde MRM+. Es posible además que el MRM<sub>2</sub>+ sólo asuma una de las dos funcionalidades, por ejemplo en el caso de que la falla de funcionamiento del MRM+ sólo afecte a una de las dos funcionalidades.

Para preparar una asunción de esa clase, el MRM+ transmite al menos siempre la información sobre la configuración de red de la red industrial 300, los estados correspondientes del puerto y/o los datos de identificación del puerto de los nodos de red 310, 320, 330, 340 de los conmutadores en la red de comunicaciones 300 cuando en esa información algo se modifica o se ha modificado. De este modo, en el MRM<sub>2</sub>+ se encuentra presente siempre la información más actual sobre el estado de la red industrial 300, de modo que éste puede asumir en cualquier momento la tarea antes mencionada de MRM+.

La asunción de la tarea antes mencionada de MRM+ a través del MRM<sub>2</sub>+ puede tener lugar por ejemplo cuando el MRM<sub>2</sub>+ no recibe mensajes de MRM+ durante un período predeterminado y, por lo tanto, puede estar seguro que el mismo presenta una falla. Además, a través de la asunción de esas tareas puede suceder también que el MRM<sub>2</sub>+ reciba un mensaje o información correspondiente, por ejemplo desde MRM+ o también desde otro nodo de red.

En el caso de que el MRM+ 310 esté estructurado de manera que a través del mismo la red industrial 300 actúe como un "Root-Bridge" (puente raíz) para el protocolo STP o RSTP de la red de oficina 200, el MRM<sub>2</sub>+ puede asumir también esa funcionalidad desde MRM+. De ese modo, dicha asunción puede estar estructurada por ejemplo de manera que el MRM<sub>2</sub>+ recibe directamente los datos de puente raíz del MRM+, incluyendo los datos de identificación correspondientes. De este modo, a pesar de un fallo o de una avería del MRM+, la red industrial 300 aparece para el protocolo STP o RSTP de la red de oficina 200 como un puente raíz virtual, no modificado.

De manera alternativa, el MRM<sub>2</sub>+ 312 puede utilizar otros datos de identificación que aquellos del MRM+, donde por ejemplo puede mantener sus datos de identificación anteriores. En el caso de una falla del MRM+ provisto de la funcionalidad de puente raíz, un reemplazo por el MRM<sub>2</sub>+ implica entonces eventualmente otros pasos de reconfiguración del protocolo STP o RSTP de la red de oficina 200.

A continuación se indica otra estructuración ventajosa de la presente invención, donde ésta se trata del acoplamiento de una red de comunicaciones anular, en donde está implementado un protocolo MRP (Media Redundancy Protocol) (a continuación llamado anillo MRP) con una red Ethernet en la cual está implementado el protocolo RSTP (a continuación llamada red RSTP). De este modo, la red RSTP puede corresponder por ejemplo a

la red de oficina 200 en las figuras 1 y 2, mientras que el anillo MRP puede corresponder por ejemplo a la red industrial 300 en las figuras 1 y 2.

Además, las siguientes explicaciones con respecto al anillo MRP pueden extenderse a cualquier red anular y/o lineal, mientras que las siguientes observaciones con respecto a la red RSTP pueden extenderse a redes STP y/o MSTP, así como a todas las redes de comunicaciones con un protocolo Spanning Tree según la presente descripción.

El anillo MRP es un ejemplo de una segunda subred y/o de una subred de comunicaciones según la presente descripción, mientras que la red RSTP es un ejemplo de una primera subred según la presente descripción.

De acuerdo con el siguiente ejemplo de ejecución, un acoplamiento eficiente de anillos MRP con redes RSTP se alcanza a través de los siguientes mecanismos.

Las decisiones de MRP y RSTP deben coordinarse para calcular así el estado del puerto de los nodos de red, de modo que se da forma a una red MRP y RSTP, por ejemplo una topología de líneas para el MRP y una topología de árbol para la red RSTP. Se trata con ello de un procedimiento en donde el anillo MRP en su totalidad se presenta en una vista externa como un nodo de red RSTP virtual individual. Por lo tanto, todos los nodos de anillo MRP que están conectados a la red RSTP mediante puertos externos deben enviar BPDUs (Bridge Protocol Data Units) (unidades de datos de protocolo de puente) con la misma identificación del puente. Los puertos externos son puertos no anulares en el ejemplo de una topología de anillo. En una topología de líneas también los puertos de anillo que no están vinculados a otros puertos de anillo, son tratados como puertos externos. Además, a cada uno de los puertos externos se debe asociar una ID del puerto unívoca en la red MRP, aun cuando los puertos externos se encuentran en conmutadores físicamente diferentes. Un puerto virtual como el antes descrito, formado por el anillo MRP, puede actuar por ejemplo también como puente raíz para la red RSTP.

Existen diferentes principios para alcanzar el comportamiento del anillo MRP como puente RSTP virtual individual. En una estrategia centralizada, uno de los nodos de anillo puede ser responsable de enviar BPDUs a todos los otros nodos de red aptos para RSTP del anillo MRP y de obtener todas las BPDUs de los mismos, donde ese puente central calcula también los estados del puerto de todos los puertos RSTP externos en el anillo MRP, y los señala dentro del anillo. Ese puente central en el anillo MRP es un ejemplo de un nodo principal Spanning Tree en el sentido de la presente descripción.

En el caso de un principio más bien distribuido, el cálculo del estado del puerto tiene lugar de forma local en todos los nodos aptos para RSTP en el anillo MRP, donde la información correspondiente es intercambiada entre esos nodos, de modo que cada uno de los nodos tiene la misma vista consistente hacia la totalidad de la red.

A continuación se abordará en particular el principio centralizado, donde el concepto total no se limita a dicho principio.

El nodo central en el anillo MRP, el cual es responsable de la funcionalidad RSTP del anillo MRP como un puente virtual, se denominará a continuación MRM+. Todos los otros nodos de anillo que están conectados a unidades externas mediante puertos externos conducen sólo más hacia fuera las BPDUs de RSTP que provienen de MRM+, y a la inversa. Los otros nodos de red en el anillo MRP se denominan MRC+, ya que los mismos respaldan la funcionalidad RSTP del MRM+. De este modo, el MRM+ es un ejemplo del MRM+ planteado en el marco de las figuras 1 y 2, así como de un nodo principal Spanning Tree en el sentido de la presente descripción. El MRC+ puede corresponder por ejemplo al MRC+ en las figuras 1 y 2, y además es un ejemplo de un nodo secundario Spanning Tree según la presente descripción.

En el protocolo MRP las BPDUs son puenteadas (por ejemplo al encapsularse las mismas en tramas MRP específicas del fabricante). Si los MRC+ son aptos para RSTP, entonces los mismos deben detener esa funcionalidad RSTP. La única funcionalidad RSTP que es ejecutada en el MRC+ es la de borrar direcciones aprendidas en la "forwarding table" (tabla de rutas), cuando esto es necesario debido a modificaciones del estado del puerto y es provocado por el MRM+.

Esta solución permite además utilizar dentro del anillo nodos MRC originales que no presentan ampliaciones para el tratamiento de funcionalidades RSTP. Sin embargo, los nodos de esa clase no pueden estar conectados a la red RSTP situada en el exterior, mediante puertos externos. Si fuera de ese modo se producirían conflictos entre el protocolo MRP y el protocolo RSTP. Sin embargo, la mayoría de los nodos MRC originales que son utilizados en el ámbito de la automatización, son nodos de dos puertos que no resultan perjudicados a través de una desventaja de esa clase.

Toda modificación en el anillo MRP que pueda observarse en la red RSTP tiene como consecuencia un nuevo cálculo del "Spanning-Tree". Son ejemplos de ello modificaciones de los datos de identificación de nodos de red o

interfaces de nodos de red a través de la conexión de nuevos nodos o segmentos de anillo con el anillo MRP existente, o también fallas en el anillo, en especial también una falla del MRM+. Puesto que RSTP presenta tiempos de reconfiguración considerablemente elevados, como MRP (por ejemplo algunos segundos en el caso de RSTP en comparación con algunos décimos o centésimos de segundos en el caso de MRP) y puesto que las conexiones entre la parte del nodo RSTP parcialmente se pierden durante la reconfiguración, a través de las posibilidades de estructuración aquí descritas, según la posibilidad, se evitan o reducen al mínimo modificaciones que no son visibles hacia el exterior en la red RSTP. Por lo tanto, el anillo MRP debe encontrarse en un estado estable antes de que éste comience la actividad como un nodo de red RSTP virtual.

Puesto que en el caso de BPDUs de RSTP obsoletas se necesita un tiempo relativamente prolongado hasta que éstas son detectadas y eliminadas por el protocolo RSTP, los nodos de red MRC+ deben mantener sus puertos externos en el estado "Blocking" (de bloqueo) durante el inicio del anillo MRP. La emisión de BPDUs de RSTP en esa fase conduciría más bien a información perturbadora dentro de la red RSTP y complicaría y prolongaría su inicio o reconfiguración de forma innecesaria.

Antes de que el anillo MRP inicie su funcionalidad como nodo virtual, éste debe configurarse a sí mismo. Para ello, un nodo de red individual dentro del anillo se selecciona como MRM+ y todos los otros nodos de red en el anillo se fijan como MRC+ o también como nodos de red MRC usuales. Del modo antes descrito, el MRM+ calcula la "RSTP State Machine" (máquina de estado RSTP). Para ello, el mismo necesita información sobre los nodos de red MRC+ que están instalados en el anillo MRP y sobre sus propiedades, así como sus direcciones, índices de puerto locales, prioridades de puerto locales y los costes de ruta del puerto, de los puertos externos. De manera adicional con respecto a esa información del puerto MRC+ local, el MRM+ puede recolectar además información del entorno con respecto a los puertos de anillo de todos los nodos MRC+ en el anillo. Para ello, el MRM+ envía una petición correspondiente a todos los nodos de red MRC+ y éstos devuelven un mensaje de respuesta correspondiente. A continuación, el MRM+ calcula IDs del puerto unívocas, compuestas por una prioridad y un índice para cada puerto de cada nodo de red. Para inicializar el anillo MRP como puente virtual, esa información es enviada desde el MRM+ a cada MRC+ con interfaces externas.

Durante el funcionamiento, los mismos telegramas son usados también para detectar o provocar modificaciones correspondientes de los estados del puerto. Además, el MRM+ genera BPDUs que son puenteadas hacia los nodos de red de anillo, las cuales son enviadas entonces mediante puertos RSTP externos y a la inversa. El MRM+ detecta modificaciones de topología debido a información de BPDUs y "Timeout Monitoring" (monitoreo de tiempo límite) de BPDUs, como es usual en RSTP. Los MRC+ crean y puentean BPDUs en el MRM+ en el caso de modificaciones de conexión en sus interfaces externas.

En el caso de fallos de conexión dentro del anillo MRP, el MRM+ abre su puerto bloqueado, después de lo cual el anillo MRP, en el peor de los casos por ejemplo después de algunos décimos o centésimos de segundo, se encuentra otra vez completamente listo para funcionar. Puesto que la regulación según el estándar del "RSTP-Hellotime" (tiempo de saludo de RSTP) es de dos segundos y están permitidas dos repeticiones, una modificación de esa clase en el anillo MRP no provoca ninguna reconfiguración en la red RSTP. Para poder reaccionar de forma conveniente frente a una falla del MRM+, puede predeterminarse por ejemplo ya con anticipación un MRM+ de reemplazo. Éste puede utilizarse por ejemplo a través del MRM+ activo, para lo cual ese MRM+ de reemplazo (también MRM<sub>2+</sub>) recibe de MRM+ toda la información necesaria, como por ejemplo la ID del puente, IDS del puerto, y prioridades MRM de todos los nodos de anillo MRM+. El MRM+ activo informa al MRM+ de reemplazo sobre su rol como MRM+ de reemplazo y le proporciona siempre la información RSTP actual. De este modo, para el MRM de reemplazo es posible en todo momento asumir el rol como MRM+, sin que eso tenga consecuencias esenciales sobre la red RSTP (además de para los puertos del MRM+ fuera de funcionamiento).

Para un pasaje sin dificultades desde el MRM+ antiguo hacia el nuevo, el nuevo MRM+, en lugar de su ID de puente propia original, puede utilizar como nodo de red RSTP la ID de puente existente del nodo RSTP virtual. Este concepto de redundancia MRM+ ayuda a eliminar o al menos a reducir una de las desventajas más inconvenientes de RSTP: El tiempo de reconfiguración comparativamente muy prolongado después de una falla del puente raíz. En el caso de que el puente virtual formado por el anillo MRP se seleccione como "Root-Bridge" (puente raíz), lo cual puede alcanzarse fácilmente a través de la asociación de una ID de puente correspondientemente reducida, puede obtenerse de este modo un puente raíz redundante.

El MRM+ de reemplazo o también MRM<sub>2+</sub> según el presente ejemplo, es un ejemplo de un MRM<sub>2+</sub>, tal como fue descrito con relación a las figuras 1 y 2, y es también un ejemplo de un nodo principal de reserva Spanning Tree según la presente descripción.

A continuación tiene lugar una ampliación del ejemplo de ejecución antes mencionado en el caso de que un nodo de red MRM+ originalmente defectuoso, al producirse el error, haya transferido su funcionalidad a un nodo de red MRM+ de reemplazo y después de una reparación se haya incorporado nuevamente en el anillo MRP. En ese caso puede presentarse un problema cuando el MRM+ de reemplazo ha asumido la ID de puente del MRM+ original.

Después de la incorporación del MRM+ reparado, los dos nodos de red se encontrarían entonces presentes con la misma ID.

5 Un modo de proceder en ese caso podría ser que el MRM+ reparado, después de la incorporación, esperase un tiempo determinado antes de emitir sus BPDUs de RSTP. Durante ese tiempo de espera, el mismo recibe BPDUs de RSTP de uno o de varios nodos cercanos, desde los cuales el mismo puede reconocer también la ID actual del puente raíz actual. De este modo, el MRM+ reparado detecta que su ID ya está presente en la red y detiene el proceso automático "Start-Up" (de inicio). A continuación puede tener lugar una operación de diagnóstico y de corrección para remediar ese problema.

10 Otra alternativa para lidiar con ese problema, en el caso de un fallo, consiste en prever el intercambio de IDs desde MRM+ y el MRM+ de reemplazo. Para ello, tanto el MRM+ como también el MRM+ de reemplazo, conocen siempre los dos las IDs. En caso de fallar el MRM+ activo, el MRM+ de reemplazo adopta entonces la ID original del MRM+. Además, el MRM+ está configurado de manera que en el caso de una reanudación, mediante esos datos almacenados, el mismo detecta que debe iniciarse con la ID del MRM+ de reemplazo original. De este modo, el MRM+ y el MRM+ de reemplazo han cambiado sus roles y en la red no se presentan IDs de puente dobles.

15 En otra variante de la presente invención, también la primera subred según la presente descripción puede presentar una estructura lineal y/o una estructura anular. Además, en este caso puede preverse que la primera subred de comunicaciones sea tratada o pueda tratarse desde el protocolo Spanning Tree de la segunda subred como un nodo de red virtual. En ese caso, la primera subred puede presentar también las características de una segunda subred o subred de comunicaciones según la presente descripción.

20 De acuerdo con esa variante, a modo de ejemplo, además tanto la primera, como también la segunda subred, pueden presentar una estructura anular, donde cada uno de los anillos, para el respectivamente otro anillo, se presenta como un nodo de red virtual. En ese caso, dos subredes contiguas con una estructura anular pueden actuar como dos nodos de red virtuales y pueden usar la conmutación RSTP local rápida: En el caso de una falla del "Root-Port" (puerto raíz) de un nodo de red virtual, puede pasarse a un "Alternate-Port" (puerto alternativo) de ese  
 25 nodo de red virtual, calculado previamente por el protocolo Spanning Tree, en el caso de una falla de un "Designated Port" (puerto designado) puede pasarse a un "Backup Port" (puerto de respaldo) correspondiente. Ese caso puede aplicarse de forma especialmente ventajosa en una configuración en la cual redes de anillo contiguas están vinculadas mediante al menos dos conexiones redundantes. De este modo, la falla en una de las conexiones puede ser manejada localmente a través del proceso de conmutación RSTP, lo cual conduce a una recuperación o  
 30 reconfiguración rápida de los anillos de la red acoplados.

La presente invención describe una red de comunicaciones compuesta por varias subredes, donde en al menos una de las subredes está implementado un protocolo Spanning Tree para evitar bucles de transporte y rutas redundantes, y donde al menos una de las subredes es tratada o puede ser tratada por el protocolo Spanning Tree como un nodo de red virtual. De este modo pueden separarse, o pueden separarse de forma esencial,  
 35 reconfiguraciones según el protocolo Spanning Tree y dentro de una subred que se presenta como nodo de red virtual, acelerando y facilitando con ello por ejemplo reconfiguraciones.

**REIVINDICACIONES**

1. Nodo de red (310, 312, MRM+) para una red de comunicaciones (100), la cual comprende una primera subred (200) que utiliza un protocolo Spanning Tree, y una segunda subred (300) conectada a la primera subred (200), la cual utiliza un segundo protocolo que se diferencia del protocolo de la primera subred (200),
- 5 - donde el nodo de red (310, 312) está configurado como un elemento para la segunda subred (300) y está diseñado para la comunicación dentro de la segunda subred (300),
- donde la segunda subred (300) presenta al menos una interfaz externa, e interfaces externas de la segunda subred (300) son aquellas interfaces del nodo de red de la segunda subred, las cuales no están conectadas a un nodo de red de la segunda subred (300),
- 10 - donde el nodo de red (310, 312), por medio de una funcionalidad Spanning Tree, está diseñado y configurado como un nodo principal Spanning Tree (310, 312) para controlar y comandar la segunda subred (300), de manera que la segunda subred (300) es tratada por el protocolo Spanning Tree de la primera subred (200) como un nodo de red virtual,
- caracterizado porque la funcionalidad Spanning Tree del nodo principal Spanning Tree (310, 312) comprende:
- 15 - adjudicación de datos de identificación unívocos de las interfaces para interfaces externas de la segunda subred (300) y
- transferencia de esos datos de identificación de las interfaces a otros nodos de red de la segunda subred (300).
2. Nodo de red según la reivindicación 1, caracterizado porque el protocolo Spanning Tree está diseñado como protocolo STP, RSTP y/o MSTP, y la funcionalidad Spanning Tree comprende una funcionalidad STP, RSTP y/o MSTP.
- 20
3. Nodo de red según la reivindicación 1 ó 2, caracterizado porque la segunda subred (300) presenta una estructura lineal y/o una estructura anular.
4. Nodo de red según una de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizado porque la segunda subred (300) utiliza un protocolo capaz en tiempo real, el cual utiliza en particular además un protocolo HiPER-Ring-, HSR-, Turbo-Ring-, REP- y/o MRP.
- 25
5. Nodo de red según una de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizado porque la funcionalidad Spanning Tree del nodo principal Spanning Tree (310, 312) comprende:
- detección de interfaces externas de la segunda subred (300),
- transmisión de estados de las interfaces a otros nodos de red de la segunda subred (300),
- 30 - recepción de un mensaje de datos de protocolo asociado al protocolo Spanning Tree, en particular desde otro nodo de la segunda subred (300),
- determinación de una reacción frente al mensaje de datos de protocolo recibido y/o transferencia de un mensaje de datos de protocolo de respuesta como reacción frente al mensaje de datos de protocolo recibido, en particular hacia el otro nodo de red de la segunda subred,
- 35 - la funcionalidad del nodo principal Spanning Tree (310, 312) como nodo central para la primera subred (200) es tal, que la segunda subred (300), a través de la funcionalidad Spanning Tree del nodo principal Spanning Tree (310, 312), desde el protocolo Spanning Tree de la primera subred (200), es tratada o puede tratarse como nodo central para la primera subred (200).
6. Nodo de red según una de las reivindicaciones 1 a 6, caracterizado porque en la segunda subred (300) se encuentra presente otro nodo de red (312) como funcionalidad Spanning Tree, donde el nodo principal Spanning Tree (310) está diseñado y configurado de manera que el mismo asigna o puede asignar al otro nodo de red (312) la función de un nodo principal de reserva Spanning Tree (312).
- 40
7. Nodo de red según la reivindicación 6, caracterizado porque el nodo principal Spanning Tree (310) transfiere información necesaria para ejercer la funcionalidad Spanning Tree del nodo principal de reserva Spanning Tree (312), o está diseñado para transferir esa información.
- 45

8. Nodo de red según la reivindicación 7, caracterizado porque el nodo principal Spanning Tree (310), transmite la información necesaria para ejercer la funcionalidad Spanning Tree del nodo principal de reserva Spanning Tree (312) según una regla predeterminada o predeterminable o está diseñado para transferir esa información según una regla predeterminada o predeterminable.

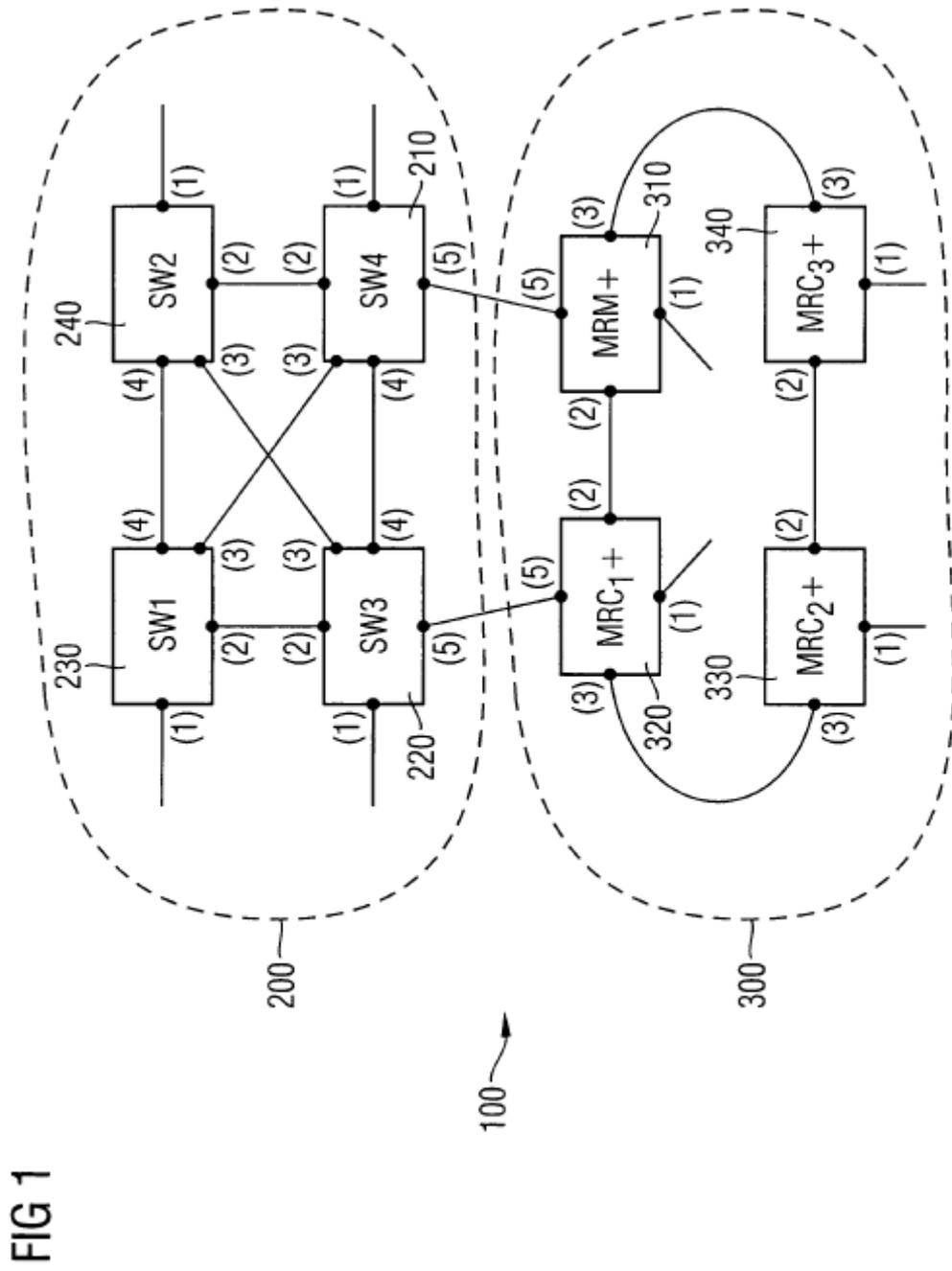


FIG 2

