



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 293 650**

51 Int. Cl.:
H04M 3/22 (2006.01)
H04Q 3/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Número de solicitud europea: **96938314 .0**
86 Fecha de presentación : **13.11.1996**
87 Número de publicación de la solicitud: **0862828**
87 Fecha de publicación de la solicitud: **09.09.1998**

54 Título: **Sistema de gestión de fallos para una red de telecomunicaciones.**

30 Prioridad: **20.11.1995 EP 95308274**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
16.03.2008

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
16.03.2008

73 Titular/es: **BRITISH TELECOMMUNICATIONS
public limited company
81 Newgate Street
London EC1A 7AJ, GB**

72 Inventor/es: **Keeble, Peter, John;
Chaskell, Andrew, David y
Bailey, Robert, Derek**

74 Agente: **Curell Suñol, Marcelino**

ES 2 293 650 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).

ES 2 293 650 T3

DESCRIPCIÓN

Sistema de gestión de fallos para una red de telecomunicaciones.

5 La presente invención se refiere a un sistema de gestión de fallos para gestionar los fallos de los circuitos de terminación de una red de telecomunicaciones, y se refiere asimismo a un procedimiento para utilizar dicho sistema de gestión de fallos.

10 Una red de telecomunicaciones pública convencional comprende una cantidad relativamente pequeña de conmutadores principales interconectados y una cantidad muy superior de conmutadores locales, cada uno de los cuales está conectado a uno o dos conmutadores principales. Los conmutadores locales están conectados a los circuitos de terminación de la red y los extremos distantes de estos circuitos están conectados a los equipos terminales, tales como los instrumentos telefónicos proporcionados a los usuarios de la red. La red formada por los conmutadores principales y los conmutadores locales se denomina "red central", mientras que la red formada por los circuitos de terminación puede denominarse "red de acceso" o "bucle local". En la presente memoria, el término empleado será el de "red de acceso". Algunos circuitos de terminación están conectados a un concentrador remoto, que puede o no tener capacidad de conmutación. El concentrador remoto está conectado a un conmutador local. En la presente memoria, el término "conmutador local" hará referencia tanto a los conmutadores locales como a los concentradores remotos.

20 En una red de acceso convencional, cada circuito de terminación se forma a partir de un par de hilos de cobre. Habitualmente, cada par de hilos de cobre pasa a través de una serie de nodos situados entre el conmutador local y el equipo terminal. Entre los ejemplos de dichos nodos, cabe citar los puntos de interconexión primarios, los puntos de interconexión secundarios, los puntos de distribución y los empalmes.

25 Desde hace poco, se vienen utilizando fibras ópticas para formar los circuitos de terminación en las redes de acceso. En las redes de acceso modernas, se utilizan tanto pares de hilos de cobre como fibras ópticas para formar los circuitos de terminación. Cuando se utiliza una fibra óptica para formar un circuito de terminación, el circuito suele pasar a través de varios nodos situados entre el conmutador local y el equipo terminal. En cada nodo, la fibra de entrada procedente del conmutador local se divide en un grupo de fibras de salida que se bifurcan en diversas direcciones. Cuando se utiliza una fibra óptica procedente del conmutador local para formar un circuito de terminación, la última parte del circuito puede formarse utilizando un par de hilos de cobre.

30 Lamentablemente, los circuitos de terminación son propensos a los fallos. En las redes de acceso convencionales, ejemplos de dichos fallos son una desconexión, un cortocircuito entre los dos hilos de un par y un cortocircuito entre uno de los hilos y la toma de tierra. Entre las causas de los fallos se incluyen la entrada de agua en un nodo, así como el daño físico en un nodo.

35 Los conmutadores locales están provistos de un aparato de comprobación de circuitos que puede ser utilizado para comprobar los circuitos de terminación. De esta forma, cuando el cliente comunica que se ha producido un fallo en un circuito de terminación, el circuito puede ser comprobado para determinar la condición de fallo. Para reparar el fallo, actualmente los técnicos tratan de adivinar el lugar del fallo y entonces abren el nodo en dicho lugar. Si el intento del técnico resulta infructuoso, entonces necesitará abrir uno o más nodos para localizar y reparar el fallo. Algunas veces, el técnico se verá obligado a abrir de uno en uno todos los nodos situados entre el conmutador local y el equipo terminal para encontrar el nodo en el que se halla el fallo. Habitualmente, en una red de acceso convencional, un técnico deberá abrir entre 2, 5 y 3 nodos por término medio antes de localizar un fallo.

40 Las prácticas actuales para localizar los fallos plantean, pues, dos problemas. En primer lugar, resulta muy lento para los técnicos tener que abrir varios nodos antes de localizar y reparar un fallo. En segundo lugar, puesto que los nodos son de construcción delicada, cada vez que un técnico abra un nodo provocará algún daño en el nodo, añadiendo otro fallo al circuito de terminación.

45 En el artículo titulado "An integrated ISDN fault management system" de Shimazaki *et al.*, Globecom '90, sesión 802, documento 7, volumen 3, 2 de diciembre de 1990, San Diego, USA, páginas 1503 a 1507, se describe un sistema de gestión de fallos que es un sistema experto que recopila mensajes de fallos procedentes de los elementos de la red y los analiza para hallar los emplazamientos de los fallos.

50 Según un aspecto de la presente invención, se proporciona un sistema de gestión de fallos para una red de telecomunicaciones que comprende un conmutador local y un conjunto de circuitos de terminación que se extienden entre dicho conmutador local y los equipos terminales proporcionados a los usuarios de la red, pasando cada uno de dichos circuitos de terminación a través de una serie de nodos situados entre dicho conmutador local y su respectivo equipo terminal constituidos por puntos de interconexión, puntos de distribución, intersecciones o empalmes, comprendiendo dicho sistema de gestión de fallos:

65 un aparato de comprobación de circuitos situado en dicho conmutador local y dispuesto para realizar comprobaciones de circuitos en dichos circuitos de terminación;

una memoria que contiene los datos relativos a dichos circuitos de terminación y dichos nodos, incluyendo dichos datos los resultados de las comprobaciones de circuitos anteriores;

ES 2 293 650 T3

unos medios para dar a dicho aparato de comprobación de circuitos la orden de realizar un conjunto de pruebas en uno de dichos circuitos de terminación;

5 unos medios para comprobar los resultados de un conjunto de pruebas realizadas por dicho aparato de comprobación de circuitos y determinar la presencia de un fallo sospechado, estando dispuestos dichos medios de comprobación para generar un informe de fallo cuando se sospecha que se ha producido un fallo;

10 unos medios para identificar los nodos de un circuito de terminación que presentan un fallo sospechado;

unos medios para calcular una puntuación para cada nodo de una línea de circuito de terminación donde se sospecha que se ha producido un fallo, que representa la probabilidad de que el fallo sospechado se encuentre en el nodo, utilizando dichos medios de cálculo el informe de fallo relativo al fallo sospechado y los datos contenidos en dicha memoria de datos para calcular la puntuación; y

15 unos medios para clasificar los nodos de un circuito de terminación en el que se sospecha que se ha producido un fallo, según las puntuaciones asignadas por dichos medios de cálculo;

20 según lo cual, en funcionamiento, una vez que se ha comprobado un circuito en el que se sospecha que se ha producido un fallo, se elabora una lista de los nodos de dicho circuito, en la que los nodos se disponen según la probabilidad que tienen éstos de presentar el fallo.

Con la presente invención, clasificando los nodos de un circuito de terminación en el que se sospecha que se ha producido un fallo, de acuerdo con la probabilidad que tienen los nodos de presentar el fallo, los técnicos pueden ser orientados hacia el nodo que tiene más probabilidades de presentar el fallo. Aunque con la presente invención no se orienta siempre a los técnicos hacia el nodo correcto, sí se reduce el número de nodos que los técnicos deben abrir antes de localizar los fallos. Por término medio, cuando se utiliza la presente invención en una red de acceso convencional, se estima que los técnicos necesitarán abrir menos de 1,5 nodos antes de hallar el nodo que presenta el fallo.

30 Según un segundo aspecto de la presente invención, se proporciona un procedimiento para utilizar un sistema de gestión de fallos para una red de telecomunicaciones, en el que dicha red de telecomunicaciones comprende un conmutador local y un conjunto de circuitos de terminación que se extienden entre dicho conmutador local y los equipos terminales proporcionados a los usuarios de la red, pasando cada uno de dichos circuitos de terminación a través de una serie de nodos que están situados entre dicho conmutador local y el respectivo equipo terminal y están constituidos por puntos de interconexión, puntos de distribución, intersecciones o empalmes, y comprendiendo dicho sistema de gestión de fallos:

40 un aparato de comprobación de circuitos situado en dicho conmutador local y dispuesto para realizar pruebas de circuitos en dichos circuitos de terminación; y

un sistema informático para controlar el aparato de comprobación de circuitos, incluyendo dicho sistema informático una memoria que contiene datos relativos a dichos circuitos de terminación y dichos nodos, incluyendo dichos datos resultados de las pruebas de circuitos anteriores;

45 comprendiendo dicho procedimiento las etapas siguientes realizadas por dicho sistema informático:

suministrar a dicho aparato de comprobación de circuitos la orden de realizar un conjunto de pruebas en uno de dichos circuitos de terminación;

50 comprobar los resultados del conjunto de pruebas realizadas por dicho aparato de comprobación de circuitos para determinar la presencia de un fallo sospechado, y elaborar un informe de fallo cuando se encuentra un fallo sospechado;

55 si se sospecha que se ha producido un fallo, identificar los nodos del circuito de terminación donde se sospecha que se ha producido el fallo;

60 calcular una puntuación para cada uno de dichos nodos del circuito de terminación donde se sospecha que se ha producido un fallo, que representa la probabilidad de que el fallo sospechado se halle en el nodo, basándose en el informe de fallo relativo al fallo sospechado y utilizando los datos contenidos en dicha memoria de datos; y

clasificar los nodos de la línea de terminación donde se sospecha que se ha producido el fallo, según las puntuaciones calculadas en dicha etapa de cálculo de puntuación.

65 A continuación, se describirá la presente invención de forma más detallada, a título de ejemplo, y considerada conjuntamente con los dibujos, en los cuales:

ES 2 293 650 T3

la Figura 1 es un diagrama de bloques de una red de acceso y un conmutador local asociado que forman parte de una red de telecomunicaciones en la que puede utilizarse la presente invención;

la Figura 2 es un diagrama de bloques que representa la disposición de algunos de los conmutadores locales y conmutadores principales de la red de telecomunicaciones mencionada con referencia a la Figura 1;

la Figura 3 es un diagrama de bloques que representa los componentes de la red de telecomunicaciones que se utilizan para proporcionar un sistema de gestión de fallos que constituye una forma de realización de la presente invención para la red de acceso de la Figura 1;

la Figura 4 es un diagrama de bloques de los componentes de hardware principales de un ordenador común;

la Figura 5 es un diagrama de flujo de las etapas que se realizan en el sistema de gestión de fallos para obtener datos de referencia sobre un nodo de la red de acceso;

la Figura 6 es un diagrama de flujo de las etapas que se realizan en el sistema de gestión de fallos para calcular el emplazamiento de un fallo sospechado en la red de acceso;

la Figura 7 es un diagrama de bloques funcionales del sistema de gestión de fallos;

la Figura 8 es un diagrama del circuito que ilustra algunas de las mediciones que se realizan cuando se comprueba un circuito de terminación;

la Figura 9 es un diagrama de flujo de las etapas que se realizan en el sistema de gestión de fallos para supervisar la condición operativa de los nodos de la red de acceso;

la Figura 10 es un gráfico que ilustra cómo se convierte un valor de resistencia en un valor convertido cuando se realiza una de las etapas representadas en el diagrama de flujo de la Figura 9; y

la Figura 11 es un gráfico que representa algunos de los resultados experimentales obtenidos supervisando los nodos por medio de las etapas representadas en el diagrama de flujo de la Figura 9.

En la Figura 1, se representa un conmutador local 10 y una red de acceso convencional 12 conectada al conmutador local 10. El conmutador local 10 y la red de acceso 12 forman parte de una red de telecomunicaciones pública. El conmutador local 10 está conectado a los circuitos o líneas de terminación de la red de acceso 12. Habitualmente, un conmutador local está conectado a varios miles de circuitos de terminación. Cada circuito o línea de terminación pasa a través de varios nodos antes de llegar a su respectivo equipo terminal. Estos nodos comprenden puntos de interconexión primarios, puntos de interconexión secundarios e intersecciones, siendo descritos a continuación ejemplos de dichos nodos.

En la red de acceso convencional 12 representada en la Figura 1, cada circuito o línea de terminación se forma a partir de un par de hilos de cobre. Los hilos de cobre abandonan el conmutador local 10 en forma de uno o más cables. Uno de estos cables se representa en la Figura 1 y se designa por el número de referencia 14. El extremo distante del cable 14 del conmutador 10 está conectado a un punto de interconexión primario 16 que puede estar alojado en una cabina de servicio o una caja de conexiones subterránea. A partir del punto de interconexión primario 16, las líneas de terminación se bifurcan como cables en varias direcciones. Para simplificar, en la Figura 1 se representan sólo tres cables 18, 20 y 22. El extremo distante del cable 18 está conectado a un empalme 19. El empalme 19 está conectado a un punto de interconexión secundario 24 mediante el cable 21. Los extremos distantes de los cables 20 y 22 están conectados, respectivamente, a los puntos de interconexión secundarios 26 y 28. Para simplificar, no se representan las continuaciones de las líneas de terminación a partir de los puntos de interconexión secundarios 24 y 26. Los puntos de interconexión secundarios 24, 26 y 28 se instalan dentro de una caja de conexiones que puede estar situada encima o debajo del suelo.

A partir del punto de interconexión secundario 28, las líneas de terminación vuelven a bifurcarse en forma de cables en varias direcciones. A título ilustrativo, en la Figura 1 se representan los cables 40, 42 y 44 saliendo del punto de interconexión secundario 28. Los cables 40 y 44 están conectados, respectivamente, a los empalmes 46 y 48. Los empalmes 46 y 48 están conectados, respectivamente, a los cables 50 y 52, y los extremos distantes de éstos están conectados a los puntos de distribución 54 y 56.

El extremo distante del cable 42 está conectado a un empalme 60. El empalme 60 está conectado a un punto de distribución 64 mediante el cable 62. Para simplificar, no se representa el recorrido de las líneas de terminación a partir de los puntos de distribución 54 y 56.

Los puntos de distribución se implementan como cajas de conexiones que habitualmente se instalan en postes telefónicos. Desde cada punto de distribución, las líneas terminales se bifurcan como pares de hilos de cobre individuales hasta los lugares donde se hallan los equipos terminales proporcionados a cada usuario de la red. A título de ejemplo, en la Figura 1 se representan dos pares de hilos de cobre individuales 70 y 72 saliendo del punto de distribución 64. Los extremos distantes de los pares de hilos de cobre 70 y 72 están conectados, respectivamente, a los equipos termi-

ES 2 293 650 T3

nales 74 y 76. Como bien se sabe, un equipo terminal puede adoptar diversas formas. Un equipo terminal puede ser, por ejemplo, un teléfono público colocado en una cabina telefónica pública, un instrumento telefónico colocado en una vivienda o una oficina o un fax o un ordenador colocado en un edificio del cliente.

5 En el ejemplo representado en la Figura 1, cada uno de los empalmes 19, 46, 48 y 60 se utiliza para conectar entre sí dos cables. Los empalmes también pueden ser utilizados para conectar dos o más cables pequeños a un cable de mayor tamaño.

10 El cable 14 está situado dentro de un conducto. El aire del cable 14 se mantiene a una presión superior a la presión ambiental. Esto dificulta la entrada de agua en el cable 14.

15 En cada línea de terminación, los dos hilos de cada par se designan como hilo A e hilo B. Para suministrar corriente a la línea, en el conmutador local 10 se aplica una tensión de polarización de 50 V entre el hilo A y el hilo B. Puesto que en las primeras centrales la tensión de polarización se aplicaba utilizando una batería, la tensión de polarización todavía se denomina “tensión de batería”. En el equipo terminal, los hilos A y B se conectan mediante un condensador, la presencia del cual puede detectarse cuando el equipo terminal no está siendo utilizado.

20 Las líneas de terminación de la red de acceso 10 son propensas a los fallos. Las causas principales de estos fallos son la entrada de agua y el daño físico en los nodos a través de los cuales pasan las líneas de terminación entre el conmutador local 10 y el equipo terminal. Debido a causas originadas en los nodos, se producen cinco fallos principales: desconexión, cortocircuito, fallo de tensión de batería, fallo de toma de tierra y baja resistencia de aislamiento. Se produce una desconexión cuando se interrumpe una línea de terminación entre el conmutador local y el equipo terminal. Se produce un cortocircuito cuando los hilos A y B de una línea se conectan entre sí. Se produce un fallo de tensión de batería cuando los hilos A y B de una línea de terminación establecen una conexión en cortocircuito con uno de los hilos de otra línea. Se produce un fallo de toma de tierra cuando el hilo A o el hilo B se conecta a tierra. Se produce un fallo de baja resistencia de aislamiento cuando la resistencia entre el hilo A y el hilo B o entre uno de los hilos y tierra o entre uno de los hilos y un hilo de otra línea se halla por debajo de un valor aceptable.

30 Para detectar los fallos de las líneas de terminación de la red de acceso 12, el conmutador local 10 está provisto de un comprobador de líneas 80. El comprobador de líneas 80 puede ser utilizado desde el conmutador local 10 o, como se describirá con mayor detalle más adelante, desde un emplazamiento remoto. El comprobador de líneas 80 es capaz de realizar diversas pruebas, ejemplos de las cuales se proporcionan más adelante. En el mercado, se dispone de diversos modelos de comprobadores de líneas para conmutadores locales. En el presente ejemplo, el comprobador de líneas 80 es suministrado por la empresa Porta Systems de Coventry, Inglaterra.

35 En la Figura 2, se representan algunos de los conmutadores de la red de telecomunicaciones en la que está situado el conmutador local 10. Además del conmutador local 10, en la Figura 2 se representan dos conmutadores principales 90, 91 y otro conmutador local 92. Los conmutadores principales 90, 91 forman parte de una red completamente interconectada de conmutadores principales. Los conmutadores locales 10 y 92 forman parte de un número muy superior de conmutadores locales. Cada conmutador local está conectado a uno o dos conmutadores principales. Por lo tanto, los conmutadores principales 90, 91 conectan entre sí los conmutadores locales.

40 En la Figura 3, se representa el conmutador local 10 y los componentes de la red de telecomunicaciones que proporcionan un sistema de gestión de fallos para la red de acceso 12. Estos componentes comprenden el comprobador de líneas 80, un sistema de servicio al cliente 100 para la red de telecomunicaciones y un sistema de gestión de red de acceso 102.

50 Como se representa en la Figura 3, el comprobador de líneas 80 comprende una cabeza de prueba 104 que contiene el equipo electrónico para realizar físicamente pruebas de líneas y un controlador 106 para la cabeza de prueba 104. El controlador 106 adopta la forma de un ordenador. El controlador 106 puede utilizarse desde una estación de trabajo 108 que está conectada a éste y se halla en la central local 10. El controlador 106 también está conectado al sistema de servicio al cliente 100 y al sistema de gestión de red de acceso 102 y puede ser utilizado por las estaciones de trabajo conectadas al sistema de servicio al cliente 100 o al sistema de gestión de red de acceso 102.

55 El sistema de servicio al cliente 100 también es un ordenador y puede ser utilizado desde cualquiera de las diversas estaciones que están conectadas a éste. En la Figura 3, se representa una de dichas estaciones de trabajo y se designa por el número de referencia 110. El sistema de servicio al cliente 100 es utilizado por los operadores de la red de telecomunicaciones pública que tienen contacto telefónico directo con los clientes de la red. Además de ser utilizado por estos operadores, el sistema de servicio al cliente se encarga de prestar diversos servicios a los clientes. Estos servicios incluyen la provisión de nuevas líneas telefónicas, la respuesta a las consultas sobre facturación y la respuesta a los informes de fallo enviados por los clientes.

60 El sistema de gestión de red de acceso 102 también es un ordenador y puede ser utilizado desde una de una pluralidad de estaciones de trabajo. En la Figura 3, se representa una de dichas estaciones de trabajo que se designa por el número de referencia 112. El sistema de gestión de red de acceso 102 es responsable de la gestión de la red de acceso 12 así como de un grupo de redes de acceso diferentes de la misma área geográfica general que la red de acceso 12. El sistema de gestión de red de acceso gestiona diversas operaciones para cada una de las redes de acceso que gestiona. Estas operaciones incluyen la provisión de un nuevo equipo, el registro de datos sobre los trabajos realizados

ES 2 293 650 T3

por los técnicos en la red, el mantenimiento de datos sobre las líneas de terminación y los nodos de cada red de acceso y la detección y la gestión de fallos. Las estaciones de trabajo que están conectadas al sistema de gestión de red de acceso 102 también están conectadas al sistema de servicio al cliente 100. Como se representa en la Figura 3, el sistema de servicio al cliente 100 y el sistema de gestión de red de acceso 102 están conectados entre sí.

Las operaciones realizadas por el sistema de servicio al cliente 100 y el sistema de gestión de red de acceso 102, aparte de la detección y la gestión de fallos en la red de acceso 12, no forman parte de la presente invención y no se describirán con mayor detalle.

Aunque en el presente ejemplo el sistema de gestión de fallos para la red de acceso 12 está constituido por el comprobador de líneas 80, el sistema de servicio al cliente 100 y el sistema de gestión de red de acceso 102, el sistema de gestión de fallos también podría estar constituido únicamente por el comprobador de líneas 80, siendo necesario entonces incorporar el software adecuado al ordenador que constituye el controlador 106. En una red pequeña, ésta podría ser una forma adecuada para proporcionar el sistema de gestión de fallos. No obstante, en una red pública de gran tamaño resulta ventajoso integrar el sistema de gestión de fallos en el sistema de servicio al cliente 100 y el sistema de gestión de red de acceso 102.

Como se ha mencionado anteriormente, el controlador 106, el sistema de servicio al cliente 100 y el sistema de gestión de red de acceso 102 se implementan como respectivos ordenadores. Los componentes de hardware principales de un ordenador, representados en la Figura 4, son la unidad de procesamiento central (CPU) 120, la memoria 122, el teclado 124, el dispositivo de presentación visual (VDU) 126 y las puertas de entrada y de salida 128 para conectar el ordenador a otros ordenadores. La memoria 122 comprende memoria de disco duro, memoria de disquete, memoria de acceso aleatorio y memoria de sólo lectura. La memoria 122 se utiliza para almacenar los datos utilizados por el ordenador y también para almacenar los programas que controlan el ordenador.

Como se indicará más adelante, en el sistema de gestión de fallos, uno de los parámetros que se utiliza para hallar un fallo en una línea de terminación, en la medida en que esté disponible, es la distancia entre cada nodo a través del cual pasa la línea de terminación y el conmutador local 10. En una red de acceso común, sólo se conocerán estas distancias para algunos de los nodos. La distancia para algunos de estos nodos se obtiene a partir de los mapas de cables de la red de acceso. En el presente ejemplo, cuando estas distancias se conocen a partir de los mapas, los datos correspondientes se mantienen en el sistema de servicio al cliente 100 y en el sistema de gestión de red de acceso 102.

El sistema de gestión de fallos de este ejemplo también proporciona un procedimiento para medir la distancia entre un nodo y el conmutador local 10 cuando el nodo es abierto por un técnico. En la Figura 5, se representa el diagrama de flujo de las operaciones realizadas cuando se mide esta distancia. Estas operaciones se describen a continuación.

Inicialmente, en la etapa 140, el técnico abre un nodo y realiza una llamada telefónica a un colega que se halla junto a una de las estaciones de trabajo conectadas al sistema de gestión de red de acceso 102, para solicitar a éste que realice pruebas de líneas. A continuación, el técnico desconecta uno de los pares de líneas del nodo y proporciona el número de guía de este par de líneas a su colega en la etapa 142. Utilizando la conexión entre su estación de trabajo y el comprobador de líneas 80, el colega da la orden al comprobador de líneas 80 de aplicar pruebas de líneas al par de líneas abierto. En estas pruebas de líneas, se mide la resistencia entre el hilo A y el hilo B, la capacitancia entre el hilo A y el hilo B, la capacitancia entre el hilo A y la toma de tierra y la capacitancia entre el hilo B y la toma de tierra, en la etapa 144.

A continuación, en la etapa 146, el comprobador de líneas 80 utiliza los resultados de las pruebas para calcular la distancia desde el conmutador hasta el nodo. En la etapa 148, los resultados de las pruebas que incluyen la distancia hasta el nodo se almacenan en el sistema de servicio al cliente, a menos que el nodo sea un empalme. Por último, en la etapa 150, los resultados de las pruebas, que incluyen la distancia hasta el nodo, se almacenan en el sistema de gestión de red de acceso 150. En la etapa 150, se almacenan estos resultados para todos los nodos, incluidos los empalmes.

Mediante las operaciones representadas en el diagrama de flujo de la Figura 5, los datos de referencia que incluyen las distancias entre los nodos y el conmutador pueden acumularse gradualmente a medida que van abriéndose los nodos. La serie de operaciones representada en la Figura 5 se realiza bajo control de programas informáticos situados en el controlador 106, el sistema del servicio al cliente 100 y el sistema de gestión de red de acceso 102.

El controlador 106 está programado para que la cabeza de prueba 104 aplique una serie de pruebas rutinarias cada noche a cada línea de terminación de la red de acceso 12. Estas pruebas se describirán con referencia al diagrama de circuito representado en la Figura 8.

Antes de comprobar una línea, ésta debe desconectarse del conmutador 10 y conectarse a la cabeza de prueba 104. En la Figura 8, se representa una línea 400 que está siendo comprobada. La línea 400 presenta un hilo A 402 y un hilo B 404. El final de la línea 400 alejado del conmutador 10 está conectado al equipo terminal 406. Cada una de las líneas 402, 404 presenta una resistencia que depende de su diámetro y de la distancia entre el conmutador local y el equipo terminal 406. Cada uno de los hilos 402, 404 está recubierto de un material aislante, que puede ser un material plástico o papel. La función del material aislante es proporcionar aislamiento entre cada hilo y los hilos adyacentes. El daño sufrido por el material aislante o la oxidación del metal de un hilo puede provocar el descenso de la resistencia entre dos hilos adyacentes.

ES 2 293 650 T3

La eficacia del aislamiento entre los hilos 402, 404 puede determinarse midiendo la resistencia R1 entre el hilo A 402 y el hilo B 404 y la resistencia R2 entre el hilo B 404 y el hilo A 402. Las resistencias R1 y R2 pueden ser diferentes debido a la rectificación indicada por los diodos D1 y D2. Para un circuito en buenas condiciones, las resistencias R1 y R2 son altas y superiores a un 1 megaohm. El daño en el material aislante o la oxidación provocarán la disminución de las resistencias R1, R2 en un valor que dependerá de la gravedad del daño o la oxidación. Si el material aislante está totalmente destruido, de tal forma que los hilos A y B han entrado físicamente en contacto uno con el otro, los valores de las resistencias R1, R2 dependerán de la distancia entre la cabeza de prueba 80 y el punto del daño, aunque habitualmente estarán comprendidos entre 0 y 1500 ohms. La oxidación puede determinar que los hilos entren en contacto uno con el otro.

Sólo se desconectan los hilos A y B 402, 404 de la línea 400 que se está comprobando. En las otras líneas, la tensión de polarización de 50 volts se aplica entre el hilo A y el hilo B. En la Figura 8, los hilos A de las otras líneas se representan globalmente como un hilo 410 que, en el conmutador 10, está conectado a tierra. Los hilos B de las otras líneas se representan globalmente como un hilo 412 que, en el conmutador, se conecta a un potencial de -50 volts.

Si el material aislante que separa el hilo A 402 o el hilo B 404 de uno de los hilos A o B adyacentes resulta dañado, o si uno de los hilos sufre oxidación, puede generarse una corriente. La eficacia del aislamiento entre los hilos A y B 402, 404 y los hilos A y B adyacentes puede determinarse midiendo la resistencia R3 entre el hilo A 402 y los hilos A adyacentes 410, la resistencia R4 entre el hilo A 402 y los hilos B adyacentes 412, la resistencia R5 entre el hilo B 404 y los hilos A adyacentes 410 y la resistencia R6 entre los hilos B 404 y los hilos B adyacentes 412.

En un circuito en buenas condiciones, las resistencias R3, R4, R5 y R6 son altas y superiores a 1 megaohm. El daño provocado en el material aislante puede determinar el descenso de una o más resistencias R3, R4, R5 y R6 en un valor que depende de la gravedad del daño. Si el material aislante entre el hilo A 402 o el hilo B 404 y un hilo adyacente está totalmente destruido, de tal forma que los dos hilos han entrado en contacto físico mutuo, la resistencia entre los dos hilos que se tocan dependerá de la distancia entre la cabeza de prueba 80 y el punto del daño, aunque habitualmente estará comprendida entre 0 y 1500 ohms. La oxidación también puede determinar que los dos hilos entren en contacto.

Los hilos A y B 402, 404 y el material aislante entre éstos actúan como un condensador. La capacitancia entre los hilos A y B representada en la Figura 8 presenta el valor C1. El valor de la capacitancia entre los hilos A y B de una línea depende de la longitud de la línea. Una rotura en la línea 400 determinará la reducción del valor de la capacitancia C1 medido en la cabeza de prueba 80. En la Figura 8, también se representa la capacitancia C2 entre el hilo A 402 y la toma de tierra y la capacitancia C3 entre el hilo B 404 y la toma de tierra.

Cada noche, el controlador 106 hace medir a la cabeza de prueba 80 las resistencias R1, R2, R3, R4, R5 y R6 y las capacitancias C1, C2 y C3 de cada línea de terminación de la red de acceso 12. Asimismo, el controlador 106 hace comprobar a la cabeza de prueba 80 si existe algún equipo terminal conectado al extremo de la línea. El equipo terminal presenta un valor de capacitancia estándar. Cuando hay un equipo terminal conectado, el valor de su capacitancia se resta de la capacitancia medida por la cabeza de prueba para obtener la capacitancia C1. Los resultados de las pruebas de cada línea de terminación se almacenan junto a su número de guía en el sistema de gestión de red de acceso 102.

El controlador 106 transmite los resultados de las pruebas al sistema de gestión de red de acceso 102. El sistema de gestión de red de acceso 102 examina los resultados de las series de pruebas de cada línea de terminación para averiguar si se ha producido un fallo sospechado. Los posibles fallos incluyen desconexión, cortocircuito, fallo de tensión de la batería, fallo de tierra y baja resistencia de aislamiento.

Cuando se sospecha que se ha producido un fallo, el nombre del fallo y los resultados de la prueba para la línea se almacenan en el sistema de gestión de la red de acceso 102, junto a su número de guía o un identificador, en la central asociada a la línea. La información sobre los fallos sospechados hallados cada noche puede ser revisada por un operador del sistema de gestión de red de acceso 102. Cuando proceda, el operador podrá solicitar la reparación del fallo.

Como se ha mencionado anteriormente, los datos relativos a las líneas de terminación y los nodos se almacenan en el sistema de gestión de red de acceso 102. Para cada nodo, estos datos incluyen el historial de las intervenciones de los técnicos en el nodo, la presencia o la ausencia de una intervención activa de los técnicos en el nodo y la presencia o la ausencia de un informe visual activo adverso sobre la condición del nodo. Los datos sobre la pérdida de presión en el cable principal 14 se almacenan también en el sistema de gestión de red de acceso 102.

En el sistema de servicio al cliente 100 y el sistema de gestión de red de acceso 102, se almacena un mapa de correlaciones de la red de acceso 12. En el mapa de correlaciones, se registran las trayectorias de línea y los nodos a través de los cuales pasa la línea, para todas las líneas y, por lo tanto, todos los circuitos. Asimismo, se registran las líneas que pasan a través de cada uno de los nodos.

En la Figura 6, se representa un diagrama de flujo de la serie de operaciones que pueden realizarse cuando un cliente comunica un fallo en una de las líneas de terminación de la red de acceso 12 a un operador del sistema de servicio al cliente 100. Como resulta evidente, cuando sea procedente se elaborará una lista de los nodos a través de los cuales pasa la línea de terminación, dispuestos por orden de las probabilidades que tiene cada nodo de presentar el fallo.

ES 2 293 650 T3

Inicialmente, un cliente comunica la presencia de un fallo en una de las líneas de terminación a un operador del sistema del servicio al cliente, en la etapa 200. Si el operador considera que el fallo se ha producido en la red de acceso 12, se envía la orden de realizar una serie de pruebas en la línea de terminación al controlador 106 del comprobador de líneas 80. Entonces, el comprobador de líneas 80 realiza la misma serie de pruebas que aplica cada noche a las líneas de terminación y, a continuación, transmite los resultados de la serie de pruebas al sistema de gestión de red de acceso 102. El sistema de gestión de red de acceso 102 examina los resultados para detectar la presencia de un fallo sospechado y, si procede, calcula la distancia entre el fallo y el conmutador local 10. La información sobre el fallo sospechado se transmite al sistema de servicio al cliente 100.

10 Cuando el operador del sistema de servicio al cliente considera oportuno que el fallo sea investigado por un operador del sistema de gestión de red de acceso 102, en la etapa 201, el operador del sistema de servicio al cliente solicita al operador del sistema de gestión de red de acceso 102 que investigue el fallo.

15 Entonces, el operador del sistema de gestión de red de acceso decide qué acción debe emprender con respecto al informe de fallo. Esta decisión depende de la información del fallo sospechado y de la información que tiene el operador sobre el estado de las líneas de terminación de la red de acceso 12. Por ejemplo, si el informe de fallo indica que se ha producido una desconexión y el operador sabe que uno de los nodos a través del cual pasa la línea de terminación ha sufrido un daño grave y que dicho daño está siendo reparado, tal vez sea más adecuado que el operador indique simplemente al cliente que el daño está siendo reparado. Habitualmente, el operador decide obtener una lista de los nodos a través de los cuales pasa la línea de terminación, clasificados de acuerdo con las probabilidades que tiene cada uno de ellos de presentar el fallo. Si el operador decide obtener la lista, entonces éste invoca un algoritmo de clasificación en la etapa 203. El resto del diagrama de flujo representado en la Figura 6, se refiere a las etapas realizadas en este algoritmo.

25 El algoritmo de clasificación se inicia en la etapa 204. El algoritmo de clasificación forma parte de un programa del sistema de gestión de red de acceso 102. Como se pondrá de manifiesto en la descripción siguiente, para cada uno de los nodos de la línea de terminación en la que se sospecha que se ha producido un fallo, se calcula una puntuación individual con respecto a cada uno de los factores de un conjunto de factores relacionados con la probabilidad de que el fallo sospechado se haya producido en el nodo, y las puntuaciones individuales se combinan para obtener una puntuación combinada para el nodo. A continuación, los nodos son clasificados de acuerdo con las puntuaciones combinadas. Cuando se calcula cada puntuación individual, se utilizan los datos contenidos en el informe de fallo así como los datos contenidos en el sistema de gestión de red de acceso relativos a los nodos y las líneas de terminación.

35 Una vez iniciado el algoritmo de clasificación, en la etapa 205, se determina la trayectoria seguida por la línea de terminación en la que se sospecha que se ha producido un fallo, y se determinan todos los nodos de esta trayectoria. A continuación, en la etapa 206, se selecciona el primer nodo de esta trayectoria.

40 En la etapa 207, se calcula la puntuación individual para el primer factor. El primer factor es el análisis del historial de intervenciones. La puntuación para este factor se calcula en las cuatro etapas siguientes:

- etapa 1: si se ha producido por lo menos una intervención de los técnicos en los cinco días previos, se asigna la puntuación 3000;
- 45 etapa 2: si se ha producido por lo menos una intervención de los técnicos en el período de los 30 días previos, excluido el período de cinco días previos, se asigna la puntuación 2000;
- etapa 3: si se ha producido por lo menos una intervención de los técnicos en el período de los 90 días previos, excluido el período de 30 días previos, se asigna la puntuación 1000;
- 50 etapa 4: para el número total de intervenciones de los técnicos en el período de los 90 días previos, se asigna una puntuación que es el resultado de multiplicar el número de intervenciones por 100.

55 La puntuación total para el análisis del historial de intervenciones calculada en la etapa 207 es, pues, la suma de las puntuaciones halladas en las etapas 1 a 4 anteriores.

El siguiente factor es el análisis de inspecciones visuales que se evalúa en la etapa 208. Si existe un informe visual activo adverso para el nodo, en la etapa 208 se asigna la puntuación 2000 a este factor.

60 El siguiente factor es el análisis de las intervenciones activas que se evalúa en la etapa 209. Este factor se evalúa en dos etapas. En la primera etapa, si los técnicos están llevando a cabo algún trabajo activo en el nodo, se asigna la puntuación 3000. En la segunda etapa, si los técnicos están llevando a cabo algún trabajo activo en alguna línea de terminación que pasa a través del nodo, se asigna la puntuación 3000. La puntuación total para este factor será la más alta de las puntuaciones asignadas en las etapas 1 y 2.

65 El siguiente factor es el análisis de la línea que presenta el fallo sospechado que se evalúa en la etapa 210. A cada línea de terminación que pasa a través del nodo donde se sospecha que se ha producido un fallo que es del mismo tipo que el fallo sospechado que se está examinando, se le asigna la puntuación 1000. Por lo tanto, si el fallo sospechado es

ES 2 293 650 T3

una desconexión y también se sospecha que se ha producido una desconexión en las otras tres líneas de terminación que pasan a través del nodo, la puntuación total será 3000.

5 A continuación, en la etapa 211, se comprueba si el factor de análisis de inspecciones visuales evaluado en la etapa 208, el factor de análisis de intervención activa evaluado en la etapa 209 y el factor de análisis de línea con fallo sospechado evaluado en la etapa 210 incluye algún factor con puntuación. Si hay dos o tres factores con puntuación, entonces la puntuación combinada de los factores evaluados en las etapas 208 a 210 es la suma de los factores individuales multiplicada por dos. Si sólo hay un factor con puntuación, entonces la puntuación total de los factores evaluados en las etapas 208 a 210 es la puntuación de este factor con puntuación individual.

10 A continuación, en la etapa 212, se calcula la puntuación para el factor de análisis de proximidad. La puntuación de este factor se calcula en dos etapas. Como se ha mencionado anteriormente, el sistema de gestión de red de acceso contiene datos sobre la distancia entre el conmutador local 10 y los nodos obtenida a partir de dos fuentes. La primera fuente son las mediciones realizadas como consecuencia de la apertura de los nodos por los técnicos y la realización de la serie de operaciones representadas en el diagrama de flujo de la Figura 5. La segunda fuente de información son las distancias que se hallan en los mapas de las líneas de terminación. El análisis de proximidad se realiza utilizando ambas fuentes de datos.

15 Para la primera fuente de datos, es decir, las distancias obtenidas tras la apertura de los nodos, la puntuación se calcula de la siguiente forma:

20 si la proximidad del nodo con el emplazamiento estimado del fallo sospechado es inferior a 50 m, se asigna la puntuación 3000;

25 si la proximidad del nodo con el emplazamiento estimado del fallo sospechado es igual o mayor que 50 m pero inferior a 100 m, se asigna la puntuación 2000, y

30 si la proximidad del nodo con el emplazamiento estimado del fallo es igual o superior a 100 m e inferior a 150 m, se asigna la puntuación 1000.

35 Para la segunda fuente de datos, es decir, los datos obtenidos a partir de los mapas de las líneas de terminación, la puntuación se calcula de la misma forma indicada para la primera fuente de datos. A continuación, se obtiene la puntuación total para el factor de análisis de proximidad, sumando las puntuaciones obtenidas mediante los datos de ambas fuentes.

En la etapa 212, cuando se calcula la puntuación para cada fuente de datos, se asigna la puntuación 0 si no se dispone de la distancia entre el nodo y el conmutador para la fuente de datos.

40 A continuación, en la etapa 213, se calcula la puntuación para el factor de análisis de presión. La presión es la existente en el cable 14 que lleva desde el conmutador 10 hasta el punto de interconexión primario 16. Si la presión se halla por debajo de un valor umbral, se asigna la puntuación 3000.

45 A continuación, en la etapa 214, se pide al operador que introduzca una puntuación manual, petición que normalmente satisface cuando sabe que existe algún problema especial.

50 A continuación, en la etapa 215, se compara cada uno de los factores de puntuación con el tipo de fallo y se calcula una puntuación adicional según la Tabla 1 proporcionada a continuación. En esta tabla, el factor de análisis de inspecciones visuales de la etapa 208, el factor de análisis de intervención activa de la etapa 209 y el factor de análisis de línea con fallo sospechado 210 se tratan como un factor único. El factor de análisis de proximidad calculado en la etapa 212 se divide en dos subfactores. El primer subfactor es el análisis de proximidad realizado utilizando la primera fuente de datos, es decir, los datos obtenidos abriendo el nodo y calculando la distancia a partir de las pruebas de líneas. El segundo subfactor es el factor de análisis de proximidad calculado a partir de la segunda fuente de datos, es decir, los mapas de las líneas de terminación.

55 Con referencia a la Tabla 1, por ejemplo, si el fallo es un cortocircuito, se asignan puntuaciones adicionales de la forma indicada a continuación. Si existe una puntuación para el factor de historial de intervenciones de la etapa 207, se asigna una puntuación adicional de 3000. Si existe una puntuación para uno o varios de los factores de las etapas 208 a 210, se asigna una puntuación adicional de 1000. Si existe una puntuación para el factor de análisis de presión de la etapa 213, se asigna una puntuación adicional de 4000. Si existe una puntuación para el factor de análisis de proximidad obtenido a partir de la primera fuente de datos, se asigna una puntuación de 4000. Si existe una puntuación para el factor de análisis de proximidad obtenido a partir de la segunda fuente de datos, se asigna una puntuación de 4000. La puntuación de ponderación adicional total es la suma de las puntuaciones individuales.

65

TABLA 1

Ponderación adicional para tipo de fallo					
	Desconexión	Cortocircuito	Batería	Tierra	Baja resistencia de aislamiento
5	Historial de intervenciones	3000	3000	3000	3000
10	Inspección visual, intervención activa, línea con fallo sospechado	1000	1000	4000	4000
15	Presión	4000	4000	2000	2000
20	Proximidad (primera fuente de datos)	4000	4000	2000	2000
25	Proximidad (segunda fuente de datos)	4000	4000	2000	2000

A continuación, en la etapa 216 se comprueba si hay alguna coincidencia entre los factores de puntuación. Más particularmente, cuando sólo hay un factor con puntuación, se avanza hasta la etapa 218. Si hay dos o más factores con puntuación, el algoritmo realiza la etapa 217 antes de continuar con la etapa 218. Para las finalidades de la etapa 216, los factores de las etapas 208 a 210 se combinan y el factor de la etapa 212 se divide en subfactores de la manera descrita en relación con la Tabla 1 anterior.

Si hay dos o más factores con puntuación, en la etapa 217 se toma la puntuación más alta y se incrementa en 10.000. Con este propósito, se utiliza la puntuación obtenida para las etapas 208 a 211 al final de la etapa 211. La puntuación obtenida de esta forma pasa a ser entonces la puntuación combinada para los factores individuales del nodo. Si sólo hay un factor con puntuación, el factor pasa a ser la puntuación combinada para los nodos.

En la etapa 218, se comprueba si hay algún otro nodo cuya puntuación combinada deba ser calculada. Si todavía queda uno o más nodos, el algoritmo vuelve a la etapa 206 y se selecciona el siguiente nodo. Si no queda ningún nodo, el algoritmo continúa por la etapa 219.

En la etapa 219, los nodos se clasifican por orden descendente de sus puntuaciones. Por lo tanto, el nodo situado en la parte superior de la lista es el emplazamiento más probable del fallo. En la etapa 210, se selecciona el nodo con la puntuación más alta y en la etapa 211 se da al operador la posibilidad de anular el resultado, posibilidad que normalmente aprovecha para tener en cuenta alguna circunstancia especial conocida por él.

En la Figura 7, se representa un diagrama de bloques funcionales del sistema de gestión de fallos descrito con referencia a las Figuras 3 a 6. Como se representa en la Figura 7, el sistema de gestión de fallos comprende la cabeza de prueba 104, el controlador de cabeza de prueba 106, un analizador de informes de prueba 300, una memoria 301 y un identificador de nodos 302. La cabeza de prueba 104 y el controlador de cabeza de prueba 106 ya han sido descritos. El analizador de informes de prueba 300, la memoria 301 y el identificador de nodos 302 son implementados por el sistema de gestión de red de acceso 102. Más particularmente, el analizador de informes de prueba es la parte del programa del sistema de gestión de red de acceso que es responsable de realizar las etapas 206 a 221 del algoritmo de clasificación. La memoria 301 es la parte de la memoria del ordenador utilizada para implementar el sistema de gestión de red de acceso 102 y que contiene datos relativos a los nodos y las líneas de terminación. El identificador de nodos 302 es la parte del programa que es responsable de la etapa 205 del algoritmo de clasificación.

A continuación, se describirán con referencia a la Figura 9 las etapas individuales de la rutina realizada cada noche por el sistema de gestión de red de acceso 102 para supervisar la condición operativa de los nodos individuales de la red de acceso 12. Como se pondrá de manifiesto a partir de la descripción siguiente, en dicha rutina se utilizan los valores de resistencia R1 a R6 de cada circuito obtenidos mediante las pruebas nocturnas de la rutina que se aplican a los circuitos individuales. En la rutina representada en la Figura 9, también se utilizan los mapas de la red de acceso 12 que están almacenados en el sistema de gestión de red de acceso 102.

Con referencia a la Figura 9, una vez iniciada la rutina, en la etapa 500 se calcula una puntuación de circuito S para cada circuito a partir de las mediciones de resistencia R1 a R6. La puntuación de circuito S indica la probabilidad de que un circuito presente o sufra un fallo y la calidad operativa del circuito. Una puntuación de circuito relativamente

ES 2 293 650 T3

alta indica que la probabilidad de que el circuito presente o sufra un fallo es alta y que la calidad operativa del circuito es deficiente. Una puntuación de circuito relativamente baja indica que la probabilidad de que el circuito presente o sufra un fallo es baja y que la calidad operativa del circuito es buena.

5 Para calcular la puntuación de circuito S de un circuito, se convierte cada uno de los valores de resistencia R_i en un valor convertido V_i mediante una fórmula que se describe a continuación. El valor convertido V_i indica la probabilidad de que la resistencia provoque un fallo. Cada valor convertido V_i se multiplica por un factor de ponderación W_i para obtener el producto $V_i * W_i$. A continuación, los productos $V_i * W_i$ de las seis mediciones de resistencia se suman para obtener la puntuación de circuito S.

10

Por lo tanto, la puntuación de circuito S es definida por la ecuación siguiente:

$$S = \sum V_i * W_i$$

15

Se calcula cada valor convertido V_i para el correspondiente valor de resistencia utilizando la fórmula siguiente:

si

20

$$R_i \leq P, V_i = 0$$

si

25

$$P < R_i \leq Q, V_i = 1$$

si

30

$$R_i > M, V_i = 0$$

si

35

entonces,

$$V_i = \{ [1 / (1 + ((R_i - Q) / L)^{0.3})] + [-1 * (R_i - 1 * 10^6) / (1 * 10^6 - Q)] \} / 2$$

siendo

40

P un umbral inferior establecido en 1 k Ω ,

Q un umbral superior establecido en 5 k Ω ,

45

M = 1 M Ω y

L una constante establecida en 1 k Ω .

50

En la Figura 10, se representa un gráfico de V_i frente a R_i realizado utilizando la fórmula indicada anteriormente.

Aunque la fórmula para calcular V_i se ha desarrollado empíricamente, ésta tiene un fundamento físico que se describe a continuación.

55

Cuando la resistencia R_i de un circuito presenta un valor inferior a 1 k Ω , es muy probable que la causa de la baja resistencia sea un fallo del equipo terminal y, en consecuencia, el valor de V_i se establece en cero. Cuando la resistencia R_i presenta un valor comprendido entre 1 k Ω y 5 k Ω , es casi seguro que existe un fallo asociado. Cuando el valor de la resistencia es superior a 5 k Ω , la probabilidad de que exista un fallo asociado experimenta un descenso progresivo cada vez menos brusco con el incremento del valor de R_i . Cuando la resistencia R_i presenta un valor superior a 1 M Ω , es muy poco probable que exista un fallo asociado.

60

65

ES 2 293 650 T3

Para cada tipo de resistencia R1 a R6, el valor del correspondiente factor de ponderación se determina a partir de la tabla siguiente:

	<u>Tipos de resistencia</u>	<u>Factor de ponderación Ri</u>
5	R1 (hilo A a hilo B)	15
	R2 (hilo B a hilo A)	15
	R3 (hilo A a tierra)	5
10	R4 (hilo A a -50 V)	30
	R5 (hilo B a tierra)	30
	R6 (hilo B a -50 V)	5

15 Una vez que se ha determinado la puntuación de circuito S para cada circuito en la etapa 501, la rutina continúa por la etapa 502. En esta etapa, se calcula la puntuación H de cada nodo.

20 Para calcular la puntuación H de un nodo, se identifican todos los circuitos que pasan a través del nodo. Entonces, se suman las puntuaciones S de los circuitos individuales que pasan a través del nodo y el resultado se divide por \sqrt{n} . n es el número de mediciones de resistencia de los circuitos que pasan a través del nodo que tienen un valor inferior a 1 M Ω . Por lo tanto, la puntuación H de un nodo es definida por la ecuación siguiente:

$$H = \Sigma S * \sqrt{n/n} = \Sigma S / \sqrt{n}$$

25 La puntuación H de un nodo indica la probabilidad de que el estado operativo del nodo provoque un fallo en uno o varios de los circuitos que pasan a través del nodo y la calidad operativa del nodo. Una puntuación de nodo relativamente alta indica que la probabilidad de que el estado operativo provoque un fallo de circuito es alta y que la calidad operativa del nodo es deficiente. Una puntuación de nodo relativamente baja indica que la probabilidad de que el estado operativo del nodo provoque un fallo es baja y que la calidad del nodo es buena.

30 En la ecuación para el cálculo de puntuaciones de nodo H proporcionada antes, ΣS se divide por n para proporcionar un efecto promediador para las mediciones de resistencia de los circuitos que pasan a través del nodo que presentan un valor inferior a 1 M Ω . Esto permite que las puntuaciones de los nodos que soportan un gran número de circuitos sean comparables con las puntuaciones de los nodos que soportan un pequeño número de circuitos. Como se describirá a continuación, los nodos se clasifican según sus puntuaciones. No obstante, las puntuaciones de los nodos que sólo soportan un reducido número de circuitos son muy sensibles al número de mediciones de resistencia inferiores a 1 M Ω . De forma más general, si el número de circuitos que pasan a través de un nodo se incrementa, y en consecuencia el número de mediciones de resistencia inferiores a 1 M Ω potencialmente se incrementa, la fiabilidad de la puntuación del nodo como indicador de la calidad operativa del nodo se incrementa. En la ecuación para el cálculo de puntuaciones de nodo H proporcionada antes, $\Sigma S/n$ se multiplica por \sqrt{n} para dar un énfasis progresivo a la puntuación de los nodos cuando el número de mediciones de resistencia inferiores a 1 M Ω se incrementa.

45 A continuación, en la etapa 502, los nodos se clasifican de acuerdo con sus puntuaciones de nodo H. El nodo que presenta la puntuación de nodo H más alta se considera el peor nodo y se selecciona para una investigación adicional.

50 Aunque la relativamente alta puntuación del peor nodo puede ser ocasionada por el estado operativo del peor nodo, es posible también que sea ocasionada por el estado operativo de uno de los nodos de la trayectoria entre un conmutador local y el peor nodo. La puntuación de nodo H se obtiene a partir de las mediciones de resistencia y no toma en consideración ningún otro factor. Para determinar la posición exacta del nodo que presenta una calidad operativa deficiente, se utiliza el algoritmo de clasificación descrito con referencia a la Figura 6.

55 En consecuencia, en la etapa 503, se halla la trayectoria desde el conmutador local 10 hasta el peor nodo y se hallan todos los nodos situados en la trayectoria que lleva al peor nodo y que lo incluye. A continuación, se ejecutan las etapas 206 a 219 de los algoritmos de clasificación para esta trayectoria, en la etapa 504.

Algunas veces, existe más de una trayectoria desde el conmutador local hasta un nodo. En la etapa 505, se comprueba si existe otra trayectoria hasta el peor nodo. Si existe alguna trayectoria más, se ejecutan las etapas 505 y 504 para todas las trayectorias adicionales.

60 Por último, en la etapa 506, el operador decide si debe solicitar a un técnico que realice una investigación en uno o más de los nodos para hallar posibles fallos. Cuando la rutina llegue a la etapa 506, el operador conocerá la identidad del peor nodo. Asimismo, para los nodos situados en cada trayectoria hasta el peor nodo, el técnico dispondrá de una lista de los nodos clasificados mediante el algoritmo de clasificación. El técnico basa su decisión de solicitar al técnico que investigue uno o más nodos, en la combinación de estos datos y sus propios conocimientos sobre la red de acceso
65 12.

ES 2 293 650 T3

Además de investigar el peor nodo, el operador puede investigar otros nodos también (por ejemplo, el siguiente peor nodo u otros nodos que presentan altas puntuaciones). Para ello, se realizan las etapas 504 a 506 con respecto a cada uno de dichos nodos.

5 La rutina de la Figura 9 permite determinar e investigar desde un principio los nodos en los que existe el riesgo de que su estado operativo se deteriore de tal forma que aparezcan fallos. Habitualmente, será posible restaurar el estado operativo de dicho nodo antes de que se produzca un fallo que genere un informe de fallo.

10 La Figura 11 representa los resultados de ciertos trabajos experimentales efectuados en los nodos de una red de acceso que forma parte de la red telefónica pública BT de GB. Se calculó la puntuación de un gran número de nodos. A continuación, se supervisó cada uno de los nodos para detectar la presencia de informes de fallos de los clientes durante los 3 meses siguientes. En la Figura 11, se representa, con respecto a dichos nodos, un gráfico de la puntuación frente a los informes de fallo recibidos durante los tres meses siguientes a la evaluación de la puntuación de los nodos. 15 Los resultados experimentales presentan una intensa correlación entre la puntuación de los nodos y el número de informes de fallo.

Aunque la presente invención ha sido descrita con referencia a una red de acceso en la que cada circuito es realizado mediante un tramo de hilo de cobre, también puede utilizarse en circuitos de terminación realizados en fibras ópticas.

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

REIVINDICACIONES

5 1. Sistema de gestión de fallos para una red de telecomunicaciones que comprende un conmutador local (10) y un conjunto de circuitos de terminación (62, 70, 72) que se extienden entre dicho conmutador local (10) y los equipos terminales (74, 76) proporcionados a los usuarios de la red, pasando cada uno de dichos circuitos de terminación (62, 70, 72) a través de una serie de nodos (16, 28, 60, 64) situados entre dicho conmutador local (10) y su respectivo equipo terminal constituidos por puntos de interconexión, puntos de distribución, intersecciones o empalmes, comprendiendo dicho sistema de gestión de fallos:

10 un aparato de comprobación de circuitos (80) situado en dicho conmutador local (10) y dispuesto para realizar comprobaciones de circuitos en dichos circuitos de terminación (62, 70, 72);

15 una memoria que contiene los datos relativos a dichos circuitos de terminación (62, 70, 72) y dichos nodos (16, 28, 60, 64);

unos medios para dar a dicho aparato de comprobación de circuitos (80) la orden de realizar un conjunto de pruebas en uno de dichos circuitos de terminación (62, 70, 72);

20 unos medios para comprobar los resultados de un conjunto de pruebas realizadas por dicho aparato de comprobación de circuitos (80) para determinar la presencia de un fallo sospechado, estando dispuestos dichos medios de comprobación para generar un informe de fallo cuando se sospecha que se ha producido un fallo;

25 unos medios para identificar los nodos de un circuito de terminación que presentan un fallo sospechado;

unos medios para calcular una puntuación para cada nodo de una línea de circuito de terminación donde se sospecha que se ha producido un fallo, que representa la probabilidad de que el fallo sospechado se encuentre en el nodo, utilizando dichos medios de cálculo el informe de fallo relativo al fallo sospechado y los datos contenidos en dicha memoria de datos para calcular la puntuación; y

30 unos medios para clasificar los nodos de un circuito de terminación en el que se sospecha que se ha producido un fallo, según las puntuaciones asignadas por dichos medios de cálculo;

35 según lo cual, en funcionamiento, una vez que se ha comprobado un circuito en el que se sospecha que se ha producido un fallo, se elabora una lista de los nodos de dicho circuito, en la que los nodos se disponen según la probabilidad que tienen éstos de presentar el fallo.

40 2. Sistema de gestión de fallos según la reivindicación 1, en el que, para cada nodo de un circuito de terminación donde se sospecha que se ha producido un fallo, dichos medios de cálculo están dispuestos para calcular una puntuación individual con respecto a cada uno de los factores de un conjunto, y combinar dichas puntuaciones individuales para proporcionar una puntuación combinada que representa la probabilidad de que el fallo sospechado esté presente en el nodo.

45 3. Sistema de gestión de fallos según la reivindicación 2, en el que dicho conjunto de factores comprende el historial de las intervenciones de los técnicos en el nodo.

4. Sistema de gestión de fallos según la reivindicación 2 ó 3, en el que dicho conjunto de factores comprende la presencia o la ausencia de intervenciones activas de los técnicos en el nodo.

50 5. Sistema de gestión de fallos según cualquiera de las reivindicaciones 2 a 4, en el que dicho conjunto de factores comprende la presencia o la ausencia de un informe visual adverso actual sobre el nodo.

55 6. Sistema de gestión de fallos según cualquiera de las reivindicaciones 2 a 5, en el que dicho conjunto de factores comprende la presencia o la ausencia de un fallo sospechado en otro circuito de terminación que pasa a través del nodo.

60 7. Sistema de gestión de fallos según cualquiera de las reivindicaciones 2 a 6, en el que dicho informe de fallo comprende una estimación del emplazamiento del fallo y dicho conjunto de factores comprende la proximidad del emplazamiento estimado del fallo con el emplazamiento del nodo.

65 8. Procedimiento para utilizar un sistema de gestión de fallos para una red de telecomunicaciones, en el que dicha red de telecomunicaciones comprende un conmutador local (10) y un conjunto de circuitos de terminación (62, 70, 72) que se extienden entre dicho conmutador local (10) y los equipos terminales (74, 76) proporcionados a los usuarios de la red, pasando cada uno de dichos circuitos de terminación (62, 70, 72) a través de una serie de nodos que están situados entre dicho conmutador local (10) y el respectivo equipo terminal y están constituidos por puntos de interconexión, puntos de distribución, intersecciones o empalmes, y comprendiendo dicho sistema de gestión de fallos:

ES 2 293 650 T3

un aparato de comprobación de circuitos (80) situado en dicho conmutador local (10) y dispuesto para realizar pruebas de circuitos en dichos circuitos de terminación (62, 70, 72); y

5 un sistema informático para controlar el aparato de comprobación de circuitos, incluyendo dicho sistema informático una memoria que contiene datos relativos a dichos circuitos de terminación (62, 70, 72) y dichos nodos (16, 28, 60, 64);

comprendiendo dicho procedimiento las etapas siguientes realizadas por dicho sistema informático:

10 suministrar a dicho aparato de comprobación de circuitos (80) la orden de realizar un conjunto de pruebas en uno de dichos circuitos de terminación (62, 70, 72);

15 comprobar los resultados del conjunto de pruebas realizadas por dicho aparato de comprobación de circuitos (80) para determinar la presencia de un fallo sospechado, y elaborar un informe de fallo cuando se encuentra un fallo sospechado;

si se sospecha que se ha producido un fallo, identificar los nodos del circuito de terminación donde se sospecha que se ha producido el fallo;

20 calcular una puntuación para cada uno de dichos nodos del circuito de terminación donde se sospecha que se ha producido un fallo, que representa la probabilidad de que el fallo sospechado se halle en el nodo, basándose en el informe de fallo relativo al fallo sospechado y utilizando los datos contenidos en dicha memoria de datos y

25 clasificar los nodos de la línea de terminación donde se sospecha que se ha producido el fallo, según las puntuaciones calculadas en dicha etapa de cálculo de puntuación.

9. Procedimiento para utilizar un sistema de gestión de fallos según la reivindicación 8, en el que, en dicha etapa de cálculo de una puntuación para cada uno de dichos nodos, se calcula una puntuación individual para cada uno de dichos nodos con respecto a cada uno de los factores de un conjunto, y se combinan las puntuaciones individuales para obtener una puntuación combinada que representa la probabilidad de que el fallo sospechado se encuentre en el nodo.

10. Procedimiento para utilizar un sistema de gestión de fallos según la reivindicación 9, en el que dicho conjunto de factores comprende el historial de las intervenciones técnicas en el nodo.

35 11. Procedimiento para utilizar un sistema de gestión de fallos según la reivindicación 9 u 11, en el que dicho conjunto de factores comprende la presencia o la ausencia de intervenciones técnicas activas en el nodo.

40 12. Procedimiento para utilizar un sistema de gestión de fallos según cualquiera de las reivindicaciones 9 a 11, en el que dicho conjunto de factores comprende la presencia o la ausencia de un informe visual adverso actual sobre el nodo.

45 13. Procedimiento para utilizar un sistema de gestión de fallos según cualquiera de las reivindicaciones 9 a 12, en el que dicho conjunto de factores comprende la presencia o la ausencia de un fallo sospechado en otro circuito de terminación que pasa a través del nodo.

50 14. Procedimiento para utilizar un sistema de gestión de fallos según cualquiera de las reivindicaciones 9 a 13, en el que el informe de fallo comprende una estimación del emplazamiento del fallo y dicho conjunto de factores comprende la proximidad del emplazamiento estimado del fallo con el emplazamiento del nodo.

55

60

65

Fig.1.

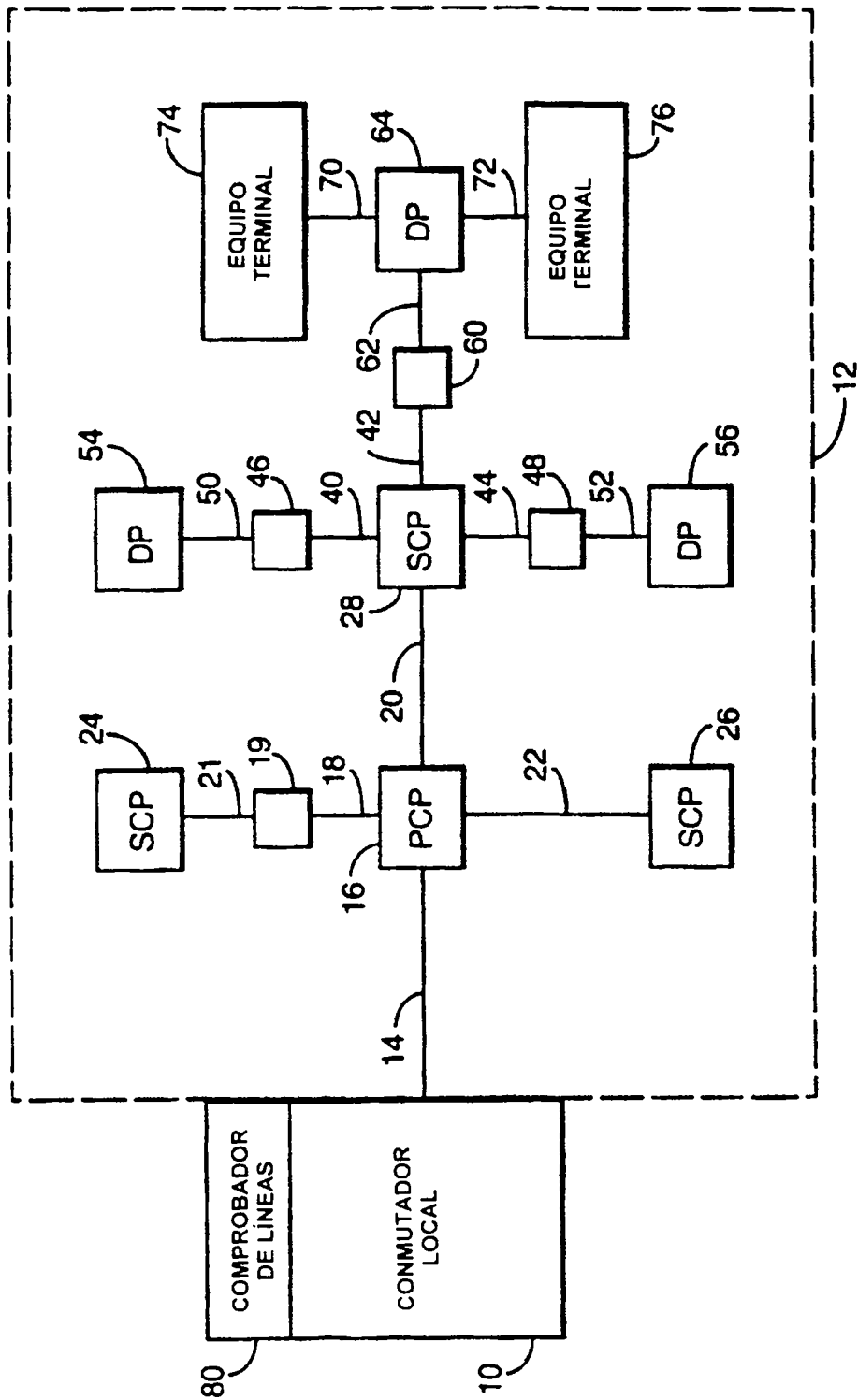


Fig.3.

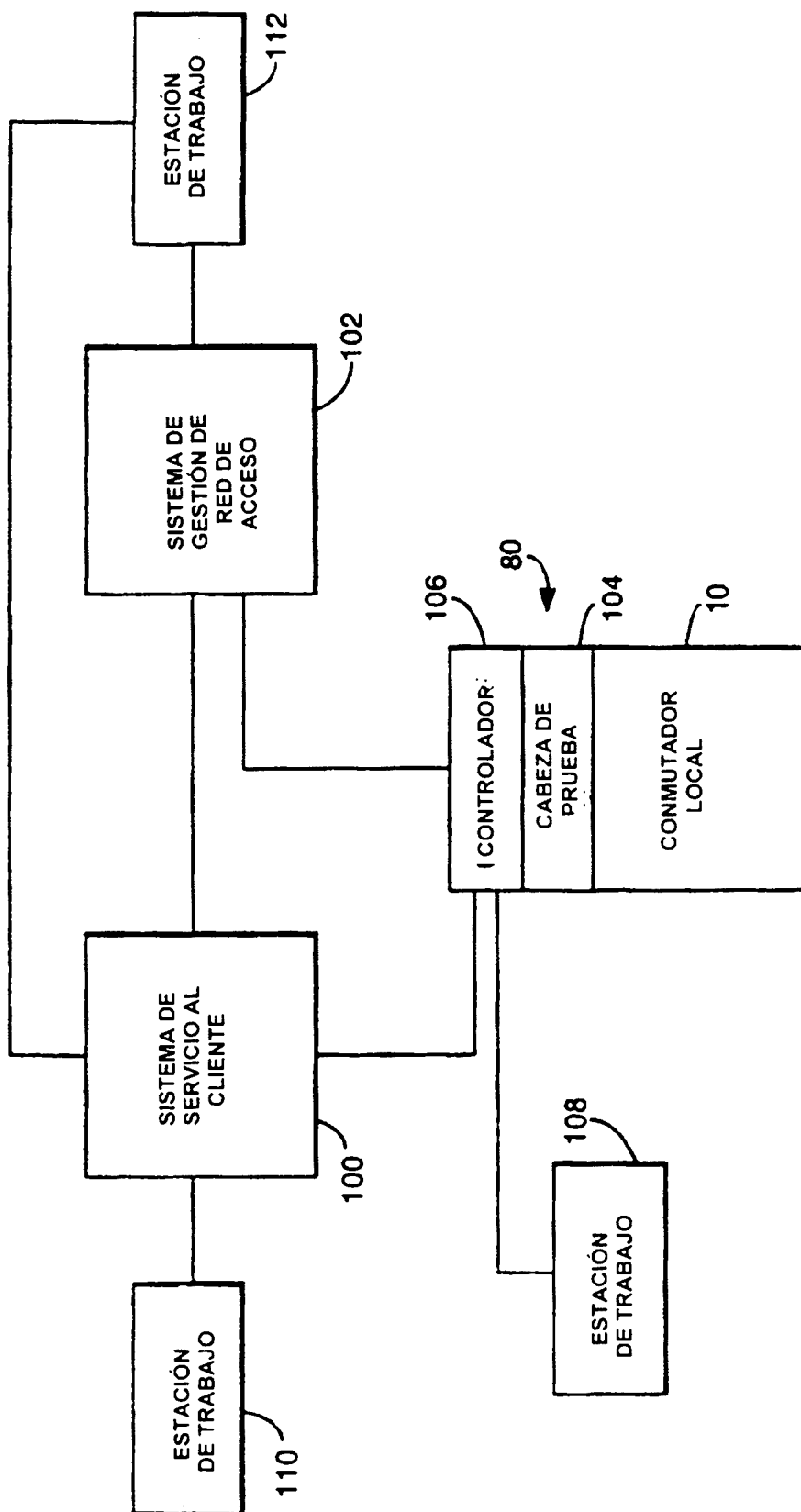


Fig.2.

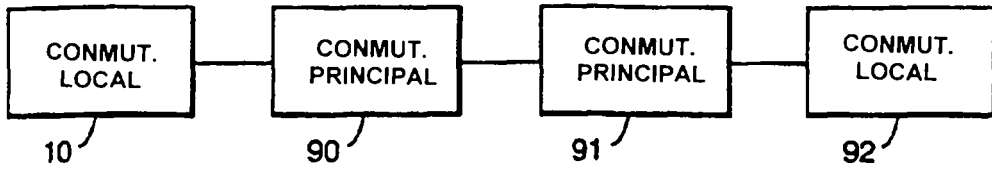


Fig.4.

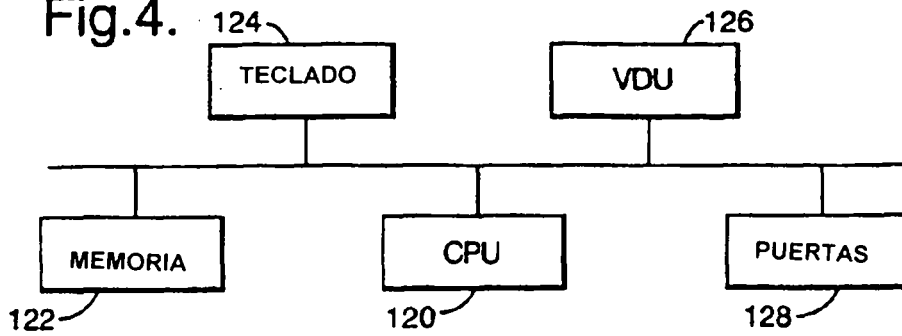


Fig.5.

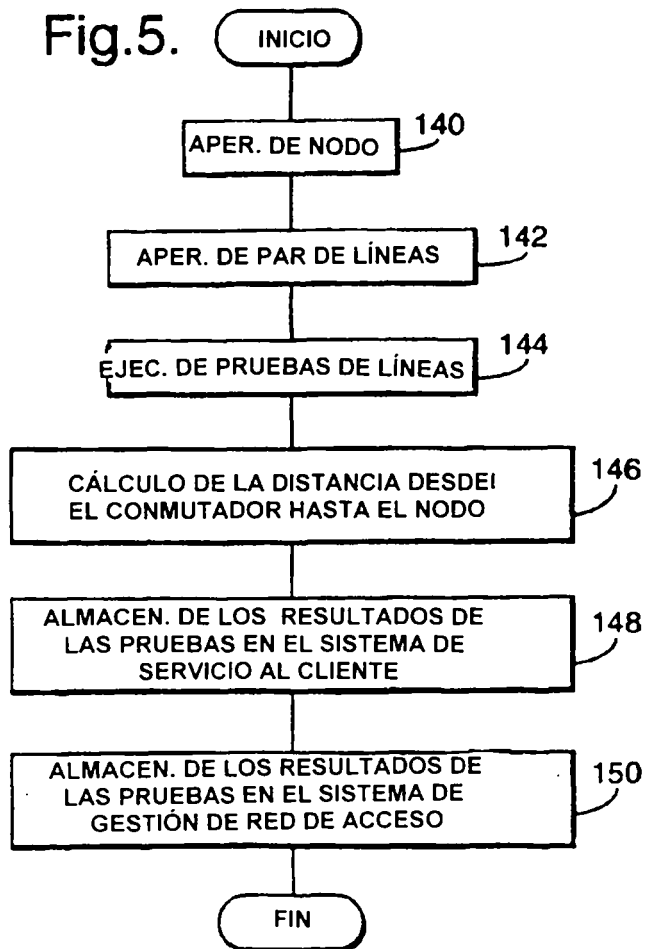


Fig.6A.

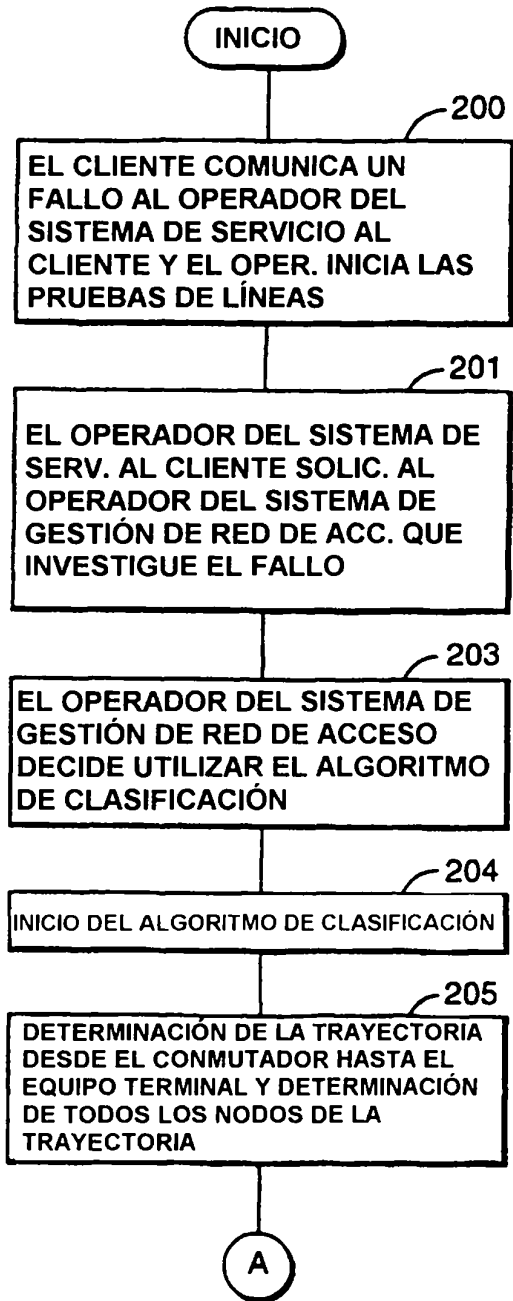


Fig.6B.



Fig.6C.

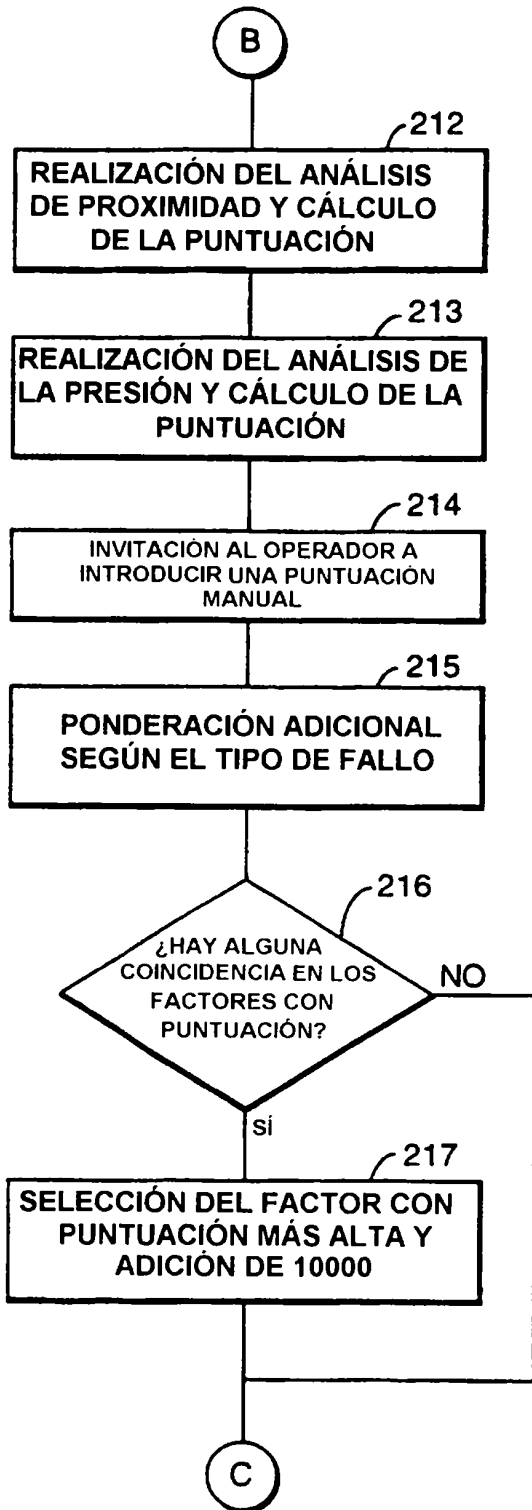


Fig.6D.

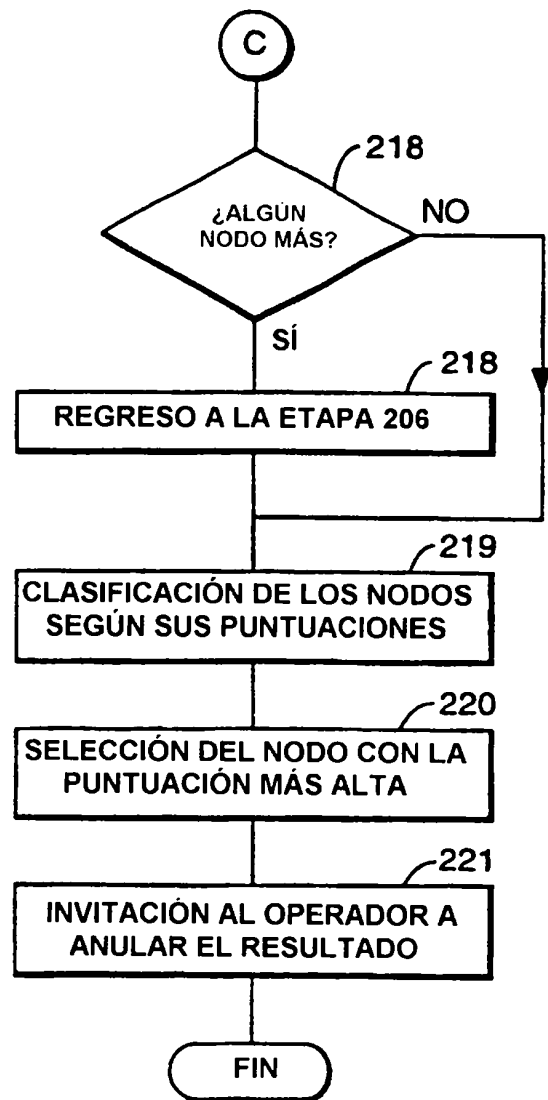


Fig.7.

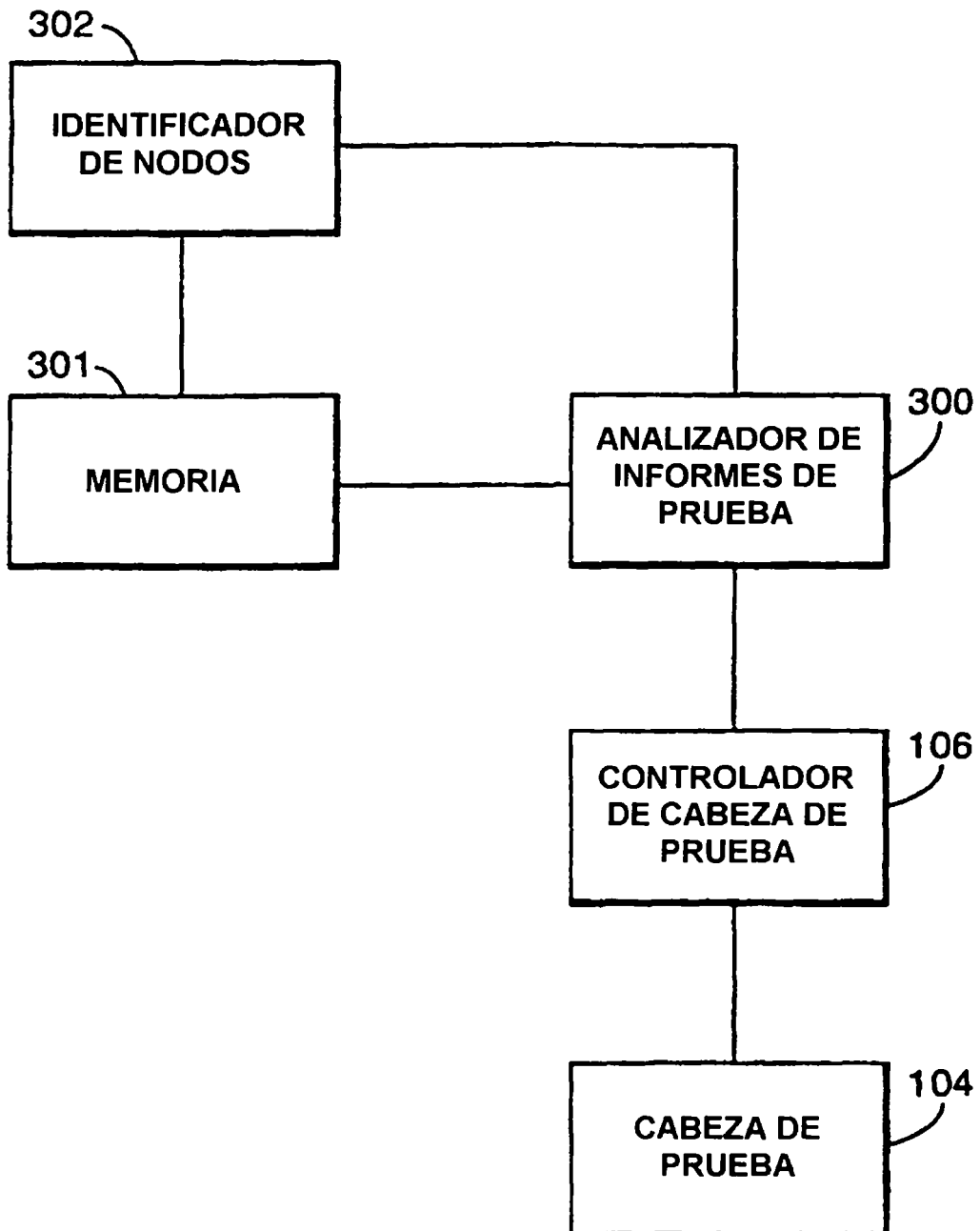


Fig.8.

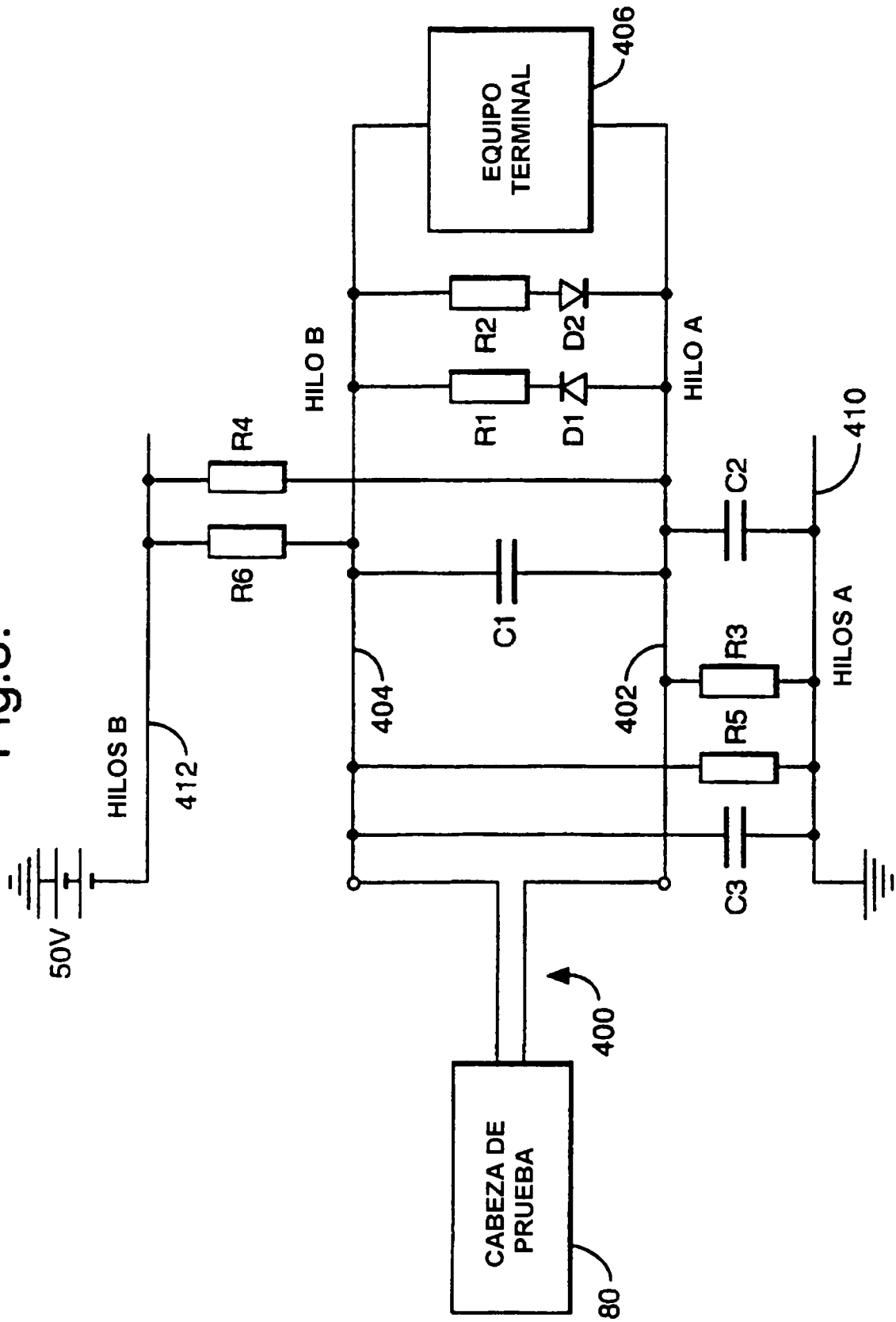


Fig.9.

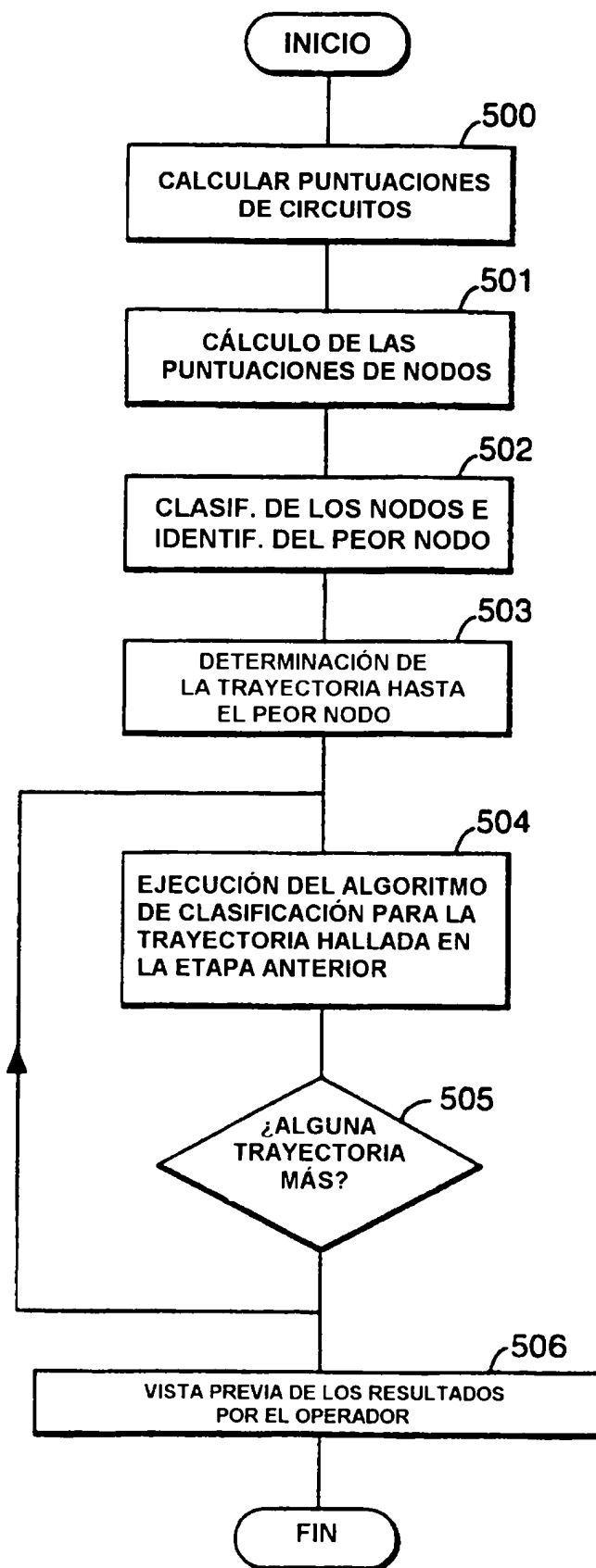


Fig.10.

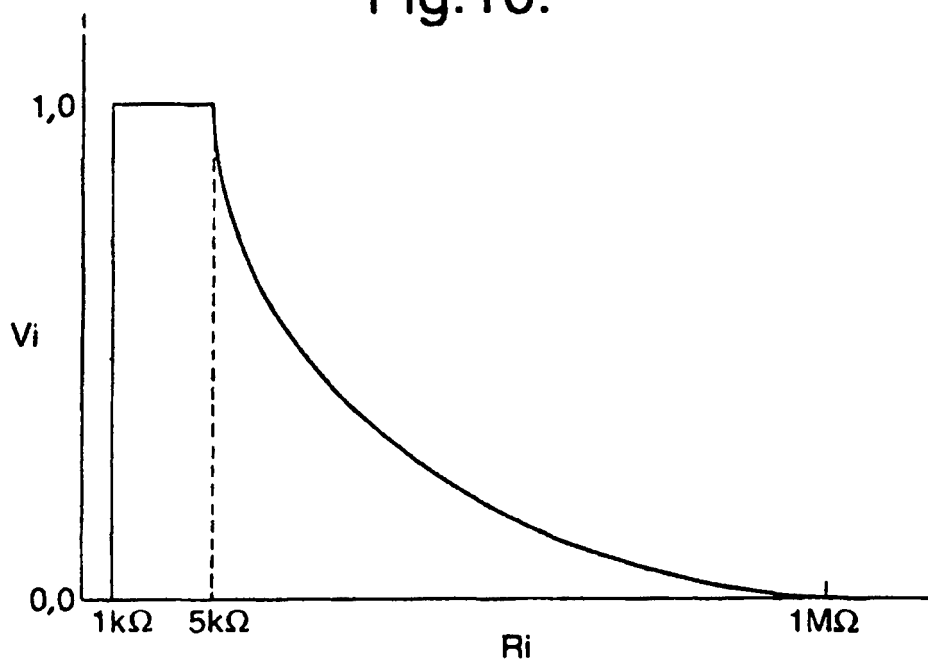


Fig.11.

