



UNIÓN INTERNACIONAL DE TELECOMUNICACIONES

CCITT

COMITÉ CONSULTIVO
INTERNACIONAL
TELEGRÁFICO Y TELEFÓNICO

M.20

(11/1988)

SERIE M: PRINCIPIOS GENERALES DE
MANTENIMIENTO

Mantenimiento de los sistemas de transmisión y de los
circuitos telefónicos internacionales – Introducción

**FILOSOFÍA DE MANTENIMIENTO DE LAS
REDES DE TELECOMUNICACIONES**

Reedición de la Recomendación M.20 del CCITT
publicada en el Libro Azul, Fascículo IV.1 (1988)

NOTAS

1 La Recomendación M.20 del CCITT se publicó en el fascículo IV.1 del Libro Azul. Este fichero es un extracto del Libro Azul. Aunque la presentación y disposición del texto son ligeramente diferentes de la versión del Libro Azul, el contenido del fichero es idéntico a la citada versión y los derechos de autor siguen siendo los mismos (véase a continuación).

2 Por razones de concisión, el término «Administración» se utiliza en la presente Recomendación para designar a una administración de telecomunicaciones y a una empresa de explotación reconocida.

Recommandation M.20

FILOSOFÍA DE MANTENIMIENTO DE LAS REDES DE TELECOMUNICACIONES

(Deben tomarse también en cuenta los principios descritos en la Recomendación M.21)

1 Generalidades

1.1 El mantenimiento comprende el conjunto de operaciones requeridas para establecer y mantener, dentro de límites prescritos, todo elemento que participa en el establecimiento de una conexión (véase la Recomendación M.60¹). A fin de planificar y programar debidamente las operaciones de mantenimiento requeridas para establecer y mantener una red de telecomunicaciones, analógica, digital o mixta, se recomienda la siguiente estrategia general.

1.1.1 Se debe establecer una organización de mantenimiento basada en los principios rectores indicados en las Recomendaciones M.70 y M.710 para los circuitos automáticos conmutados a través de redes analógicas, digitales o mixtas. Deberán utilizarse también los conceptos de estaciones directoras y subdirectoras, especificados en las Recomendaciones M.80 y M.90, para los circuitos y sistemas internacionales de transmisión.

1.1.2 Esta estrategia debe basarse en las siguientes consideraciones sobre las operaciones de mantenimiento:

- a) Se debería considerar que la red evoluciona desde el entorno actual, predominantemente analógico, al entorno futuro, que será totalmente digital. Al proceder de esta manera se deberán tener en cuenta los nuevos servicios y funciones ofrecidos por las redes (por ejemplo, el sistema de señalización N.º 7 del CCITT y la RDSI) y los instrumentos y capacidades de mantenimiento que se vayan poniendo a disposición (por ejemplo, la supervisión de la calidad de funcionamiento).
- b) Se debería emplear una filosofía de mantenimiento global en la cual se utilice el concepto de entidad de mantenimiento, la clasificación de los fallos y el proceso de supervisión de la red especificado en el § 3.
- c) Se debería prever el mantenimiento de los sistemas, equipos y circuitos de las redes durante las siguientes actividades:
 - instalación y pruebas de aceptación (véase el § 4);
 - puesta en servicio (véase el § 4);
 - conservación de la red en estado de funcionamiento (véase § 5).

Se deberían soportar otras actividades de mantenimiento (véase el § 6) asociadas con la administración de operaciones de mantenimiento (por ejemplo, bases de datos, dispositivos de repuesto, estadísticas de fallos, etc.) junto con un plan detallado de mantenimiento preventivo, cuando se necesite, para los diversos equipos de telecomunicaciones.

- d) Se debe fijar como objetivo principal reducir al mínimo el número de fallos que se produzcan y también sus consecuencias, y asegurar que, en caso de fallo:
 - pueda enviarse el personal adecuado
 - al lugar adecuado
 - con el equipo adecuado
 - la información adecuada
 - en el momento adecuado
 - para realizar las acciones adecuadas.

1.2 Para aplicar esta estrategia general en una red se pueden utilizar los principios siguientes:

Mantenimiento preventivo

Mantenimiento efectuado a intervalos predeterminados o según criterios prescritos, destinado a reducir la probabilidad de fallo o la degradación de la calidad de funcionamiento de un elemento.

¹ Se reconoce que para algunas Administraciones la puesta en servicio no forma parte del mantenimiento.

Mantenimiento correctivo

Mantenimiento efectuado después de que se ha detectado una avería y destinado a volver el elemento a un estado en el que pueda realizar una función requerida.

Mantenimiento controlado

Método para conservar una calidad de servicio deseada mediante la aplicación sistemática de técnicas de análisis empleando facilidades de supervisión centralizada y/o un muestreo para reducir al mínimo el mantenimiento preventivo y disminuir el mantenimiento correctivo.

1.3 Por regla general, es conveniente que los tres tipos de redes (analógicas, digitales y mixtas) utilicen los principios del mantenimiento controlado, es decir, que las acciones de mantenimiento se determinan basándose en la información generada en el sistema mantenido o que procede de sistemas de supervisión auxiliares.

1.4 El procedimiento de mantenimiento controlado tiene la ventaja de dirigir la futura actividad de mantenimiento hacia aquellos aspectos en que se sabe que se conseguirá introducir una mejora en el servicio prestado a los abonados. Las técnicas de supervisión que forman parte integrante del mantenimiento controlado facilitan datos que simplifican la identificación de averías ocultas por medio de análisis estadísticos.

1.5 Cuanto menor sea la parte de la red que resulta afectada por un fallo, más difícil y/o menos económico será detectarlo por medio de técnicas de mantenimiento controlado. En estos casos puede ser preciso emplear técnicas de mantenimiento correctivo y/o preventivo.

1.6 En redes analógicas y mixtas, se puede utilizar una combinación de los principios antes enunciados, según los equipos que existan en la red (véanse las Recomendaciones M.710 y M.715 a M.725).

1.7 La filosofía y principios fundamentales del mantenimiento guardan estrecha relación con:

- la disponibilidad,
- la calidad técnica de la red,
- los aspectos económicos de la red.

2 Objetivos de mantenimiento

2.1 Fines

El fin principal de una filosofía general de mantenimiento para redes analógicas, digitales y mixtas es alcanzar los objetivos definidos en el § 1.1.

Deben alcanzarse, además, los objetivos siguientes:

- deben emplearse métodos adecuados para que el coste total sea el mínimo posible para un nivel de servicio determinado (por ejemplo, operación y mantenimiento centralizados);
- deberá aplicarse la misma filosofía de mantenimiento a las centrales, equipos de transmisión, equipos de datos, terminales de abonado, etc., siempre que sea posible.

2.2 Aspectos económicos

Las nuevas tecnologías proporcionan posibilidades nuevas para realizar el mantenimiento, no sólo de centrales individuales sino de redes completas, a bajo coste, por ejemplo, utilizando la misma tecnología para la transmisión y la conmutación.

Las funciones de operación y mantenimiento de la red deben planificarse de manera que el coste durante la vida útil de los equipos sea mínimo. Para un nivel de servicio determinado el coste total se descompone en:

- coste de inversión,
- coste de explotación,
- coste de mantenimiento,
- coste por pérdida de tráfico.

2.3 Transición de redes analógicas a digitales

La filosofía básica, descrita en la presente Recomendación, es en principio válida para las redes analógicas, digitales y mixtas. Sin embargo, son muchas las partes de redes digitales que se prestan más al mantenimiento controlado

que las partes correspondientes de redes analógicas. Debido a los nuevos avances tecnológicos, las funciones de mantenimiento se pueden incorporar al equipo digital. Los equipos analógicos requieren a menudo sistemas de mantenimiento externo adicionales a fin de permitir el mantenimiento controlado, por ejemplo, el ATME N.º 2 (Recomendación O.22 [1]).

2.4 Operaciones de mantenimiento centralizadas

La introducción del equipo digital de telecomunicaciones con funciones mejoradas de operaciones de mantenimiento, incluida la facilidad de televideo y telemando, ofrece nuevas oportunidades para la centralización. En el suplemento N.º 6.2 [2] se proporciona una descripción de una organización de mantenimiento centralizada. La centralización permite obtener toda una serie de ventajas, entre las cuales están las posibilidades de:

- ser más flexibles en la organización de las operaciones de mantenimiento y en la administración;
- utilizar de una manera más eficaz el personal técnico de alta calificación;
- utilizar de una manera más eficaz los datos y las bases de datos;
- mejorar la eficacia del mantenimiento;
- reducir los costes de mantenimiento;
- aumentar la disponibilidad de los sistemas de transmisión y conmutación;
- mejorar la calidad del servicio.

Nota – Una Administración que utiliza terminales distantes puede distribuir convenientemente su personal técnico entre puntos locales y un punto centralizado.

Por estas razones, se recomienda que se considere la centralización de las capacidades de mantenimiento, y de otras operaciones, cuando se especifiquen los nuevos sistemas y equipos de telecomunicaciones. Los principios generales para el establecimiento, la operación y el mantenimiento de una red de gestión de las telecomunicaciones (RTG), destinada a soportar el mantenimiento centralizado y otras operaciones se especifican en la Recomendación M.30.

3 Filosofía global de mantenimiento

3.1 Conceptos de entidad de mantenimiento

Para facilitar el mantenimiento y asegurar su eficacia, la red de telecomunicaciones (analógica y digital) se divide en partes denominadas entidades de mantenimiento (EM), conjunto de entidades de mantenimiento (CEM) y subentidades de mantenimiento (SEM). En las figuras 1/M.20, 2/M.20 y 3/M.20 se ofrecen ejemplos de EM, CEM y SEM.

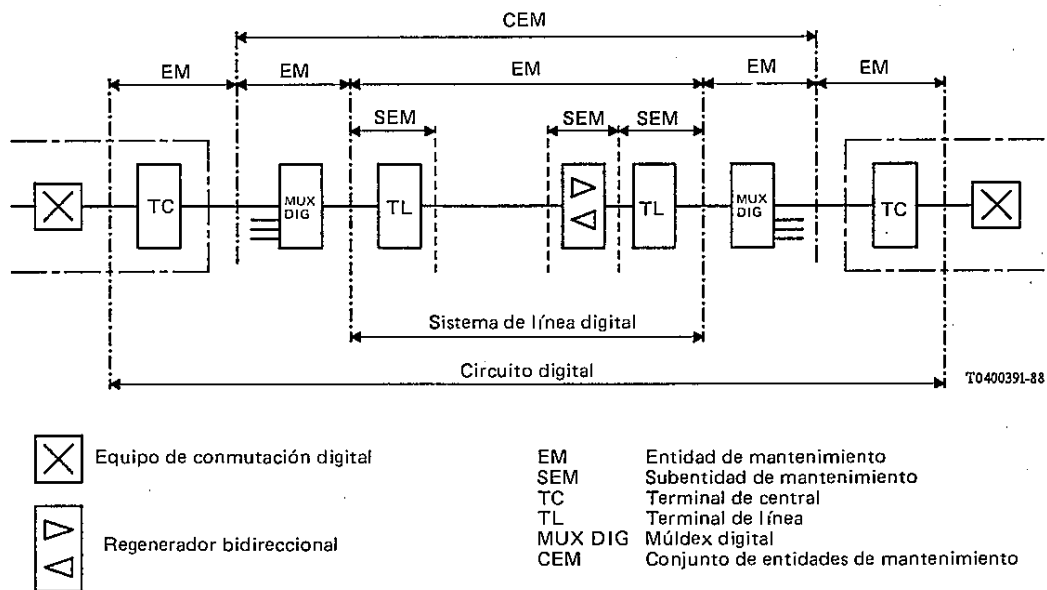


FIGURA 1/M.20
Concepto de entidad de mantenimiento para redes de transmisión digital

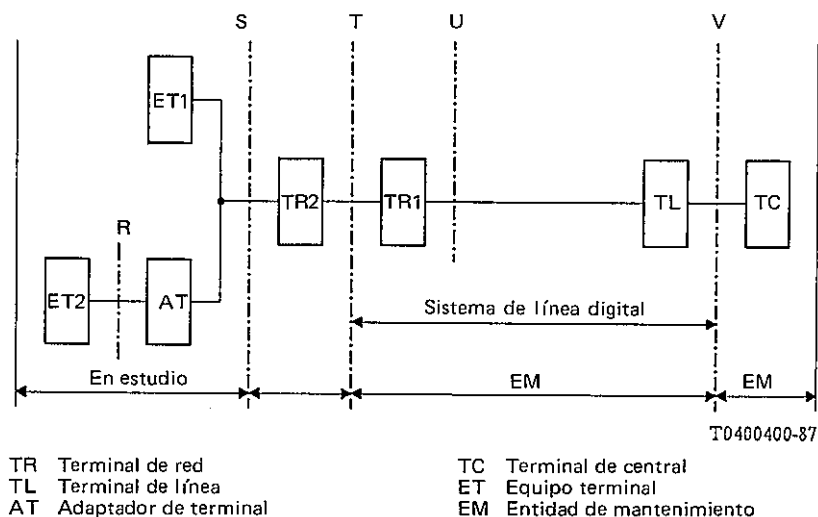


FIGURA 2/M.20
 Concepto de entidad de mantenimiento para la red de abonados RDSI

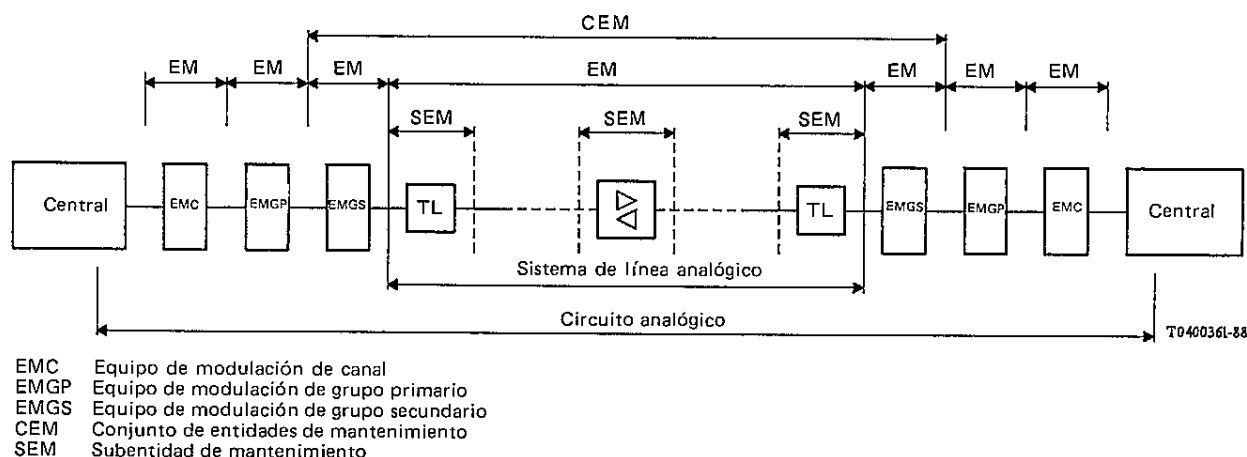


FIGURA 3/M.20
 Concepto de entidad de mantenimiento para redes analógicas

3.1.1 Definición de entidad de mantenimiento

Las entidades de mantenimiento se definen por los siguientes principios:

- Los diferentes equipos de una red de telecomunicaciones que constituyen las EM están interconectadas a puntos de interfaz consecutivos y fácilmente identificables, en los cuales son aplicables las condiciones de interfaz definidas para estos equipos, y que tienen medios para detectar eventos de mantenimiento y fallos².
- Si el equipo de telecomunicaciones soporta la transmisión bidireccional, consiste normalmente de un equipo de telecomunicaciones que transmite en ambos sentidos, y entonces los dos sentidos de transmisión están comprendidos en la misma EM.
- Cuando se produce un fallo en una red, conviene que la indicación de información de alarma de mantenimiento aparezca en la entidad de mantenimiento que ha fallado. Cuando esto no pueda conseguirse en la práctica, la indicación deberá producirse en la entidad más próxima posible.

² Si no se dispone de un punto de interfaz fácilmente identificable, tal punto puede reemplazarse por uno que permita la seccionalización con funciones tales como la de establecimiento de bucles o la de supervisión de la calidad de funcionamiento.

- Las indicaciones de información de alarma de mantenimiento en una entidad no deben producir indicaciones de información de alarma conexas en otras entidades. Cuando se permite que se produzcan tales indicaciones, las mismas deben indicar claramente que el fallo se ha producido hacia atrás, y no en las otras entidades en que se presenta la información.

La aplicación de estos cuatro principios, asegura que sólo el personal de mantenimiento concernido será llamado a actuar, y que, por lo general, no se iniciarán actividades de mantenimiento en otros lugares.

En una red digital integrada, por ejemplo, los repartidores digitales pueden servir como puntos fácilmente identificables. Incluso en un lugar en que no se haya situado un repartidor digital, normalmente se podrá identificar un punto equivalente en el cual se apliquen condiciones de interfaz definidas. El acceso al interfaz entre los terminales de central y el equipo de conmutación digital podrá obtenerse de una manera virtual.

3.1.2 Una EM tiene que realizar una determinada función entre los interfaces de transmisión, véase la figura 4/M.20. La calidad de funcionamiento, se comprueba por detección interna del fallo y se comunica al interfaz de mantenimiento ya automáticamente después de producirse un fallo o después de recibir una petición de información de mantenimiento.

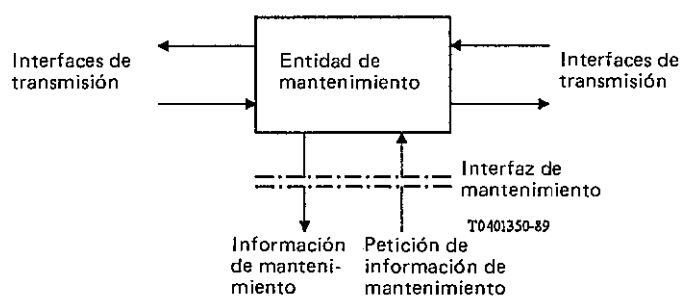


FIGURA 4/M.20
Interfaz de entidad de mantenimiento

El interfaz de mantenimiento puede realizar, además, otras funciones operacionales y administrativas. Varios tipos de interfaz de mantenimiento se describen en la Recomendación M.30, que abarca la RGT.

3.1.3 *Definición de conjuntos de entidades de mantenimiento*

Un conjunto de entidades de mantenimiento (CEM) se define mediante los siguientes principios:

- un CEM contiene un grupo de EM reunidas a efectos de mantenimiento adicionales;
- los principios que se aplican a las EM también se aplican a los CEM;
- un CEM puede detectar fallos e información de eventos de mantenimiento que no pueden ser detectados por las EM;
- un CEM puede proporcionar información de alarma de mantenimiento de extremo a extremo que no puede ser proporcionada por las EM.

Se puede obtener información de extremo a extremo utilizando medios de supervisión adicionales.

3.1.4 *Definición de subentidad de mantenimiento (SEM)*

Una subentidad de mantenimiento se define por los siguientes principios:

- las diferentes partes de una SEM que constituyen las EM están interconectadas a puntos de interfaz consecutivos y fácilmente identificables;
- cuando se produce un fallo en una SEM es conveniente que la indicación de información de alarma de mantenimiento aparezca en la entidad de mantenimiento que falla y que contiene la SEM;
- una SEM que falla debe identificarse como tal en el proceso de localización de averías, pero ello debe conducir solamente a la identificación de la EM que falla en el proceso de supervisión;
- una SEM corresponde generalmente al elemento que es sustituible durante las operaciones de fallo en caso de un fallo.

3.1.5 La elección de las EM, los CEM y las SEM deberá ser compatible con la organización del mantenimiento de la Administración (véanse las Recomendaciones M.710 y M.715 a M.725).

3.1.6 *Relación entre las entidades de mantenimiento y los elementos de red*

La relación entre las entidades de mantenimiento y los elementos de red se definen en la Recomendación M.30.

3.2 *Concepto de fallo*

En la elaboración del concepto de fallo se utilizan las siguientes definiciones y clasificaciones.

3.2.1 *Anomalías*

Una anomalía es una discrepancia entre las características reales de un elemento y las deseadas.

La característica deseada puede expresarse en forma de especificación.

Una anomalía puede afectar o no a la aptitud de un elemento para realizar una función requerida.

Por ejemplo, en el caso de un multiplexor, un tipo de información elemental que puede detectarse es el de un error en la palabra de alineación de trama. Esta información elemental es una anomalía. Otros ejemplos de anomalías se proporcionan en la Recomendación M.550.

3.2.2 *Defectos*

Un defecto es una interpretación limitada de la aptitud de un elemento para realizar una función requerida. Puede conducir o no a acciones de mantenimiento según los resultados de análisis adicionales.

Las anomalías sucesivas que causan una disminución de la aptitud de un elemento para realizar una función requerida se consideran un defecto.

Por ejemplo, en la serie G.700 [3], se recomienda que tres palabras de alineación de trama consecutivas con error impliquen una pérdida de la alineación de trama. Esta pérdida de la alineación de trama es un defecto. Otros ejemplos de defectos se proporcionan en la Recomendación M.550.

El proceso relacionado con las anomalías y defectos se explica en el § 3.3.

3.2.3 *Fallos*

Un fallo es el cese de la aptitud de un elemento para realizar una función requerida.

El análisis de las anomalías o defectos sucesivos que afectan al mismo elemento puede conducir a que se considere que el elemento está averiado.

3.2.3.1 *Clasificación de los fallos*

La gravedad del fallo depende de sus efectos. Estos efectos se pueden relacionar con:

- los requisitos en materia de calidad de servicio de la red desde el punto de vista de los abonados,
- la probabilidad de que se produzca una multiplicidad de fallos, con la consiguiente deterioración del servicio desde el punto de vista de los clientes,
- la probable pérdida en los ingresos de la Administración.

Los fallos se pueden clasificar según su importancia y sus consecuencias en la calidad del servicio proporcionado a los abonados y en la calidad de la red desde el punto de vista técnico:

- fallos que provocan una interrupción completa del servicio o servicios para uno o varios abonados;
- fallos que provocan una interrupción parcial del servicio o servicios (por ejemplo, degradación de la calidad de transmisión) para uno o varios abonados;
- fallos que disminuyen la calidad de disponibilidad del equipo y/o de la red, pero no afectan a los abonados;
- un fallo puede ser una condición permanente o intermitente lo que puede alterar sus efectos sobre la red;
- la gravedad de un fallo se puede determinar midiendo el tiempo de indisponibilidad, el tiempo de disponibilidad y la tasa de fallos de la EM. Estos términos se definen en el suplemento N.º 6 al fascículo II.3 [4].

3.2.4 *Averías*

Una avería es la incapacidad de un elemento para realizar una función requerida, excluida la incapacidad debido al mantenimiento preventivo, la falta de órganos externos o acciones previstas.

Nota – Una avería es a menudo consecuencia de un fallo del propio elemento, pero puede producirse sin fallo previo.

3.3 *Supervisión de la red*

La supervisión de la red es un proceso en el que se analizan y comprueban las anomalías y defectos detectados por las entidades de mantenimiento (EM) o los conjuntos de entidades de mantenimiento (CEM). Con respecto a la entidad, este análisis puede ser interno o externo. Si es externo, puede realizarse de manera local o centralizada.

Para el mantenimiento, este proceso de supervisión debe incluir las funciones siguientes:

- a) localización del equipo «que ha fallado» o del equipo en que se sospecha una avería o se considera inminente un fallo. Se efectúan generalmente mediante procedimientos de identificación analíticos o estadísticos. El proceso de supervisión consiste en tres procesos concurrentes que funcionan sin interrupción;
 - el proceso de supervisión de las anomalías [periodo corto];
 - el proceso de supervisión de los defectos [periodo medio], y
 - el proceso de supervisión del funcionamiento incorrecto [periodo largo].

Cada proceso recibe datos característicos, por ejemplo: datos acumulativos de anomalías y datos acumulativos de defectos. Los procedimientos de supervisión de anomalías y defectos, respectivamente, indican que se han alcanzado los estados de anomalía o defecto. El proceso de supervisión del funcionamiento incorrecto evalúa el nivel de calidad de funcionamiento de la entidad de mantenimiento, y decide si es normal, degradada o inaceptable. Estos niveles se determinan a partir de las anomalías y defectos recibidos y analizados durante un periodo de tiempo dado. Los umbrales que delimitan los límites de calidad de funcionamiento degradada o inaceptable, así como el periodo del proceso, se definen para cada defecto y avería confirmada, o grupo de anomalías y defectos, así como para cada tipo de entidad. Cada vez que se rebasa el umbral, se generan indicaciones de niveles de calidad de funcionamiento degradada e inaceptable. Este proceso se muestra en la figura 5/M.20;

- b) notificación de los fallos al personal de mantenimiento;
- c) transmisión de datos relacionados con características funcionales específicas de la red (tráfico, estado del equipo, funcionamientos incorrectos específicos, etc.) al personal de mantenimiento. Esta información se transmite sistemáticamente o a petición;
- d) protección del sistema transmitiendo a todo el equipo de red involucrado la información necesaria para la iniciación automática de mecanismos de protección internos o externos, por ejemplo, reconfiguración, reencaminamiento del tráfico, etc;
- e) modificación del proceso de supervisión dependiendo:
 - del tipo de servicio ofrecido a través de un determinado tramo de la red,
 - de la hora del día.

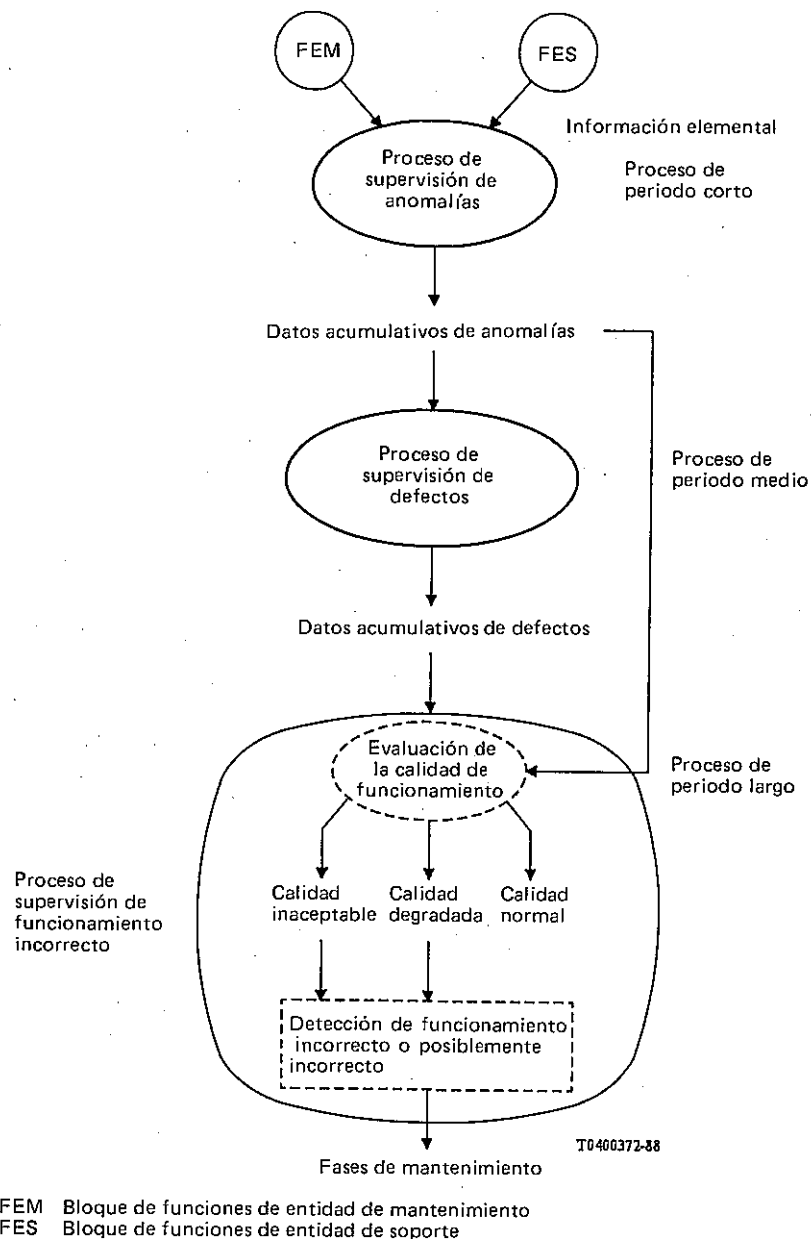


FIGURA 5/M.20
Proceso de supervisión de una entidad de mantenimiento

4 Puesta en servicio de nuevos sistemas y circuitos internacionales de transmisión

4.1 *Instalación y pruebas de aceptación*³

En el caso de la implantación de nuevos sistemas, los trabajos pueden incluir la instalación de nuevos equipos. Una vez que los nuevos equipos están funcionando, las Administraciones deben realizar pruebas para asegurarse de que el nuevo sistema cumple las especificaciones requeridas. Las pruebas de aceptación de los nuevos sistemas o equipos deben basarse en los criterios establecidos por cada Administración. No obstante, las Administraciones podrían tener interés en utilizar las técnicas de supervisión de la calidad de funcionamiento especificadas en la Recomendación M.24 para mejorar sus pruebas de aceptación de los nuevos sistemas de transmisión.

³ En general, las pruebas de instalación y aceptación no se consideran comprendidas en el mantenimiento.

4.2 *Establecimiento y ajuste*

Cuando las Administraciones han decidido poner en servicio un nuevo sistema y/o circuito internacional de transmisión, sus servicios técnicos establecen los contactos necesarios para el intercambio de información. Estos servicios eligen de común acuerdo las estaciones directora y subdirectora para el nuevo sistema o circuito (véanse las Recomendaciones M.80 y M.90).

El servicio técnico de cada Administración es responsable del establecimiento y el ajuste de las secciones de línea o circuito de su territorio, y tomará disposiciones para que el personal de las mencionadas estaciones efectúe los ajustes y pruebas requeridos.

4.3 *Asuntos específicos*

Para establecer una sección de línea o un circuito que atraviesa una frontera, las Administraciones deben celebrar acuerdos bilaterales basados en las Recomendaciones del CCITT y, en el caso de secciones por radioenlace, en las Recomendaciones del CCIR. Las Administraciones deberían consultar las Recomendaciones que se indican a continuación en todo estudio concreto con objeto de poner en servicio las siguientes entidades:

4.3.1 *Nuevos sistemas de transmisión*

CCITT, Tomo IV, Sección 2.3, Recomendaciones M.450 a M.480 y M.24.

4.3.2 *Circuitos telefónicos*

CCITT, Tomo IV, Sección 3.1, Recomendaciones M.570 a M.590.

4.3.3 *Sistemas de señalización por canal común*

CCITT, Tomo IV, Sección 4, Recomendaciones M.761 y M.782.

4.4 *Puesta en servicio*

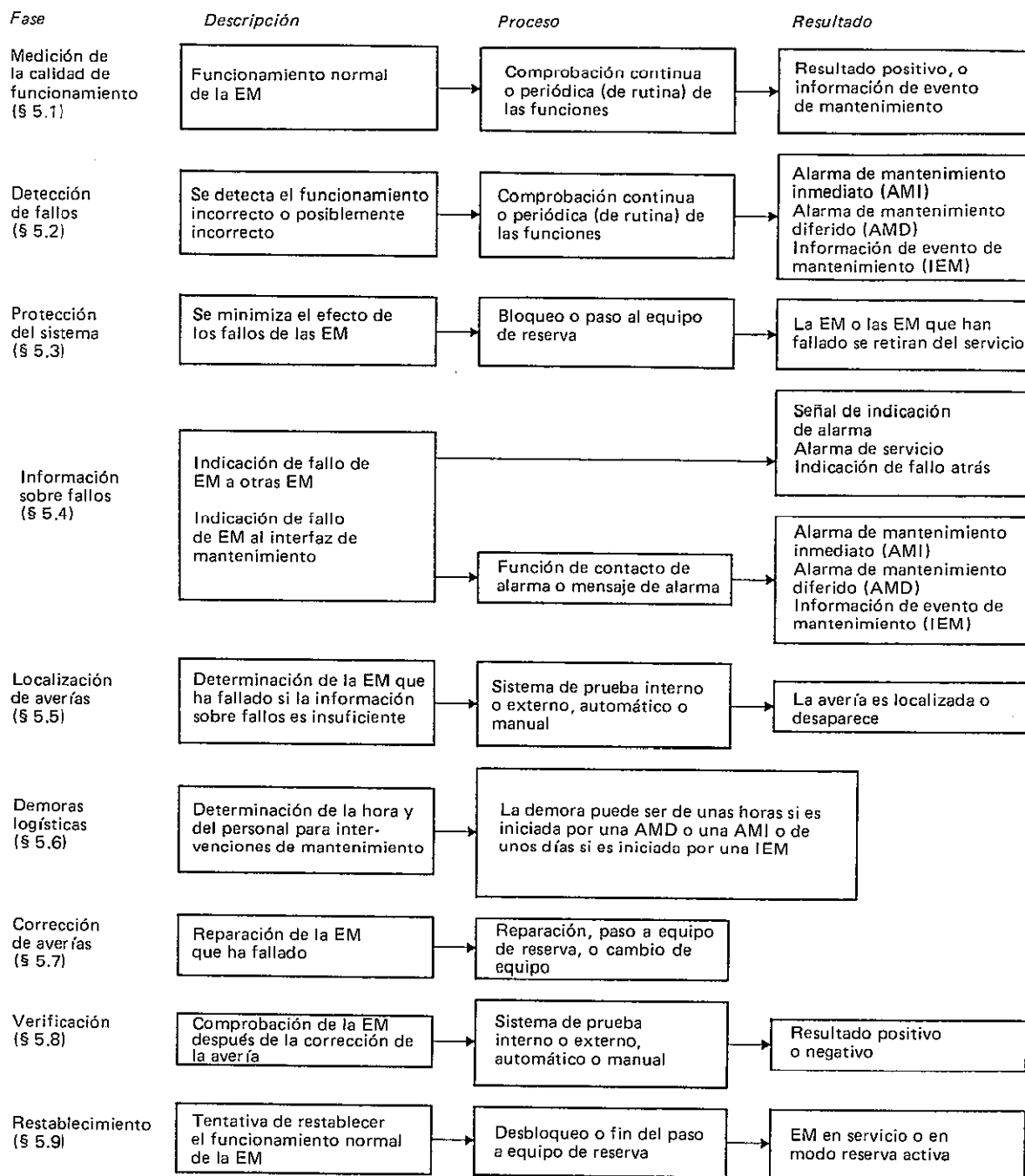
Cuando la estación directora ha determinado, en base a informes proporcionados por la estación subdirectora, que se han realizado las pruebas y los ajustes apropiados, efectuará pruebas globales del sistema o circuito. Se registran los resultados de las pruebas globales, se actualizan y sincronizan las bases de datos de los sistemas de operaciones entre las Administraciones, y se pone en servicio el sistema y/o los circuitos. En ese momento, el sistema y/o los circuitos pasan un estado de medición de la calidad de funcionamiento (véase el § 5.1), a fin de verificar y garantizar el funcionamiento correcto a todo lo largo del circuito.

5 Fases de mantenimiento en condiciones normales y de avería

Cuando la red se encuentra en condiciones normales de funcionamiento, se recopila, de manera continua o periódica, la información sobre la calidad de funcionamiento proporcionado por las EM. Estos datos pueden utilizarse para detectar condiciones agudas de avería como consecuencia de las cuales se generan avisos de alarma. Análisis ulteriores pueden revelar pequeñas degradaciones como consecuencia de las cuales se producen notificaciones de información de mantenimiento.

Tras la aparición de un fallo en la red, se requiere cierto número de fases de mantenimiento para corregir la avería y proteger, siempre que sea posible, el tráfico afectado por ésta, si ha habido interrupción.

A título de ejemplo, se enumeran en la figura 6/M.20 las fases de mantenimiento que intervienen antes y después de producirse un fallo en una entidad de mantenimiento (EM). Los parámetros que determinan las diferentes fases se indican en dicha figura. Se pretende caracterizar diversas estrategias de mantenimiento con ayuda de las fases de mantenimiento. Los mecanismos utilizados para realizar los diversos procesos de mantenimiento deberían definirse con relación a cada aplicación específica en las Recomendaciones pertinentes. Las fases de mantenimiento se describen a continuación de forma más detallada.



T0400130-36

FIGURA 6/M.20
Fases de mantenimiento en condiciones normales y de fallo

5.1 Medición de la calidad de funcionamiento

Pueden utilizarse diferentes tipos de mecanismos de medición de la calidad de funcionamiento:

- comprobación continua,
- pruebas de rutina o periódicas,
- comprobación del comportamiento con tráfico real,
- comprobación del comportamiento en ausencia de tráfico real.

Las normas que gobiernan los mecanismos de medición se definen cuando se conciben los sistemas; no es necesaria la intervención del personal de mantenimiento. Sin embargo, en ciertas condiciones el personal puede controlar algunas operaciones que pueden ser necesarias para comprobaciones ocasionales o periódicas, tales como:

- modificar el nivel de prioridad de un proceso de comprobación,
- modificar el periodo nominal en el caso de una comprobación periódica,
- realizar algunas comprobaciones parciales o repetitivas (por ejemplo, comprobación a petición).

La elección de un mecanismo de medición depende de los requisitos de «calidad de servicio» desde el punto de vista de los abonados, de la calidad de funcionamiento de la red desde el punto de vista técnico y de la naturaleza del equipo. Además, pueden explotarse en el mismo elemento de equipo varios mecanismos.

Los mecanismos de medición típicos se enumeran a continuación.

5.1.1 *Comprobación continua*

Durante todo el tiempo en el que un elemento esté activo, se comprobará si su calidad de funcionamiento es buena. Si el elemento no satisface los requisitos de la prueba se considera que ha fallado.

5.1.2 *Pruebas de rutina o periódicas*

Los elementos se comprobarán periódicamente, efectuándose las pruebas por iniciativa del sistema o por iniciativa del personal de mantenimiento.

La periodicidad de las pruebas depende de la importancia del elemento, la tasa de fallos y el número de subelementos de ese tipo que contiene el elemento.

5.1.3 *Comprobación con tráfico real*

La comprobación del comportamiento con tráfico real puede efectuarse directamente o estadísticamente.

La comprobación directa interviene si la propia EM indica una calidad de funcionamiento que presenta fallos o la detección continua de anomalías o defectos.

Toda la información elemental procedente de los diversos detectores es retransmitida por cada entidad a una unidad de procesamiento o es procesada localmente.

Los parámetros de calidad de funcionamiento se obtienen a partir de esta información.

5.1.3.1 *Procesamiento de los parámetros de calidad de funcionamiento*

Algunos de los parámetros de calidad de funcionamiento utilizados son los siguientes: segundos con error (SE), segundos con muchos errores (SME) y minutos degradados (MD). Los parámetros citados se definen en la Recomendación G.821 [5].

Cada uno de los parámetros de calidad de funcionamiento (por ejemplo, SE, SME, MD) debe procesarse por separado para evaluar el nivel de calidad de funcionamiento de la entidad.

5.1.3.2 *Evaluación de la calidad de funcionamiento inaceptable*

La calidad de funcionamiento inaceptable se caracteriza por una degradación de la calidad significativa y de larga duración. Puede asociarse al estado de fallo.

Se determina mediante el análisis estadístico de cada uno de los parámetros de calidad de funcionamiento a lo largo de un periodo de tiempo dado T_1 .

Cuando el resultado del análisis estadístico alcanza un umbral N_1 (definido por separado para cada entidad), se dice que la entidad está en un nivel de calidad de funcionamiento inaceptable.

En los demás casos, para cada defecto correspondiente a una interrupción de una duración de x segundos consecutivos, se considera que la entidad ha alcanzado un nivel inaceptable.

5.1.3.3 *Evaluación de la calidad de funcionamiento degradada*

Cada uno de los parámetros de calidad de funcionamiento se analiza estadísticamente a lo largo de un periodo de tiempo T_2 , que puede ser relativamente largo.

Cuando el resultado del análisis estadístico alcanza un umbral N_2 (valor por definir), se puede considerar que la entidad está en un nivel de calidad de funcionamiento degradada. El periodo de tiempo T_2 dependerá de la entidad de que se trata.

Esta comprobación conduce a decisiones de mantenimiento sobre bases estadísticas:

- se compara el número de veces que el elemento realiza su función «normalmente» con el número de veces que la calidad de funcionamiento del elemento no satisface los requisitos,
- se compara el tiempo medio de funcionamiento con los valores normalizados,

- se compara el número de veces que un elemento realiza su función durante un cierto periodo con los valores normales.

Si la degradación del nivel de calidad de funcionamiento es gradual, se debe informar al personal de mantenimiento antes de que llegue a ser inaceptable para el usuario.

5.1.4 *Comprobación en ausencia de tráfico real (tráfico nulo)*

La comprobación de las funciones internas del sistema se efectúa una vez que el proceso ha terminado o cuando un proceso se ha iniciado varias veces. Son ejemplos de lo expuesto las pruebas operacionales que se inician cuando un abonado efectúa una acción destinada a utilizar la red.

5.2 *Detección de fallos*

Los fallos deben ser descubiertos por la Administración, independientemente del abonado y preferiblemente antes de que éste lo haga, es decir, la mayoría de los fallos se detectan y corrigen sin que el abonado sea consciente de ellos.

Los fallos se clasifican según su naturaleza (véase el § 3.2) y se pueden clasificar en categorías en función de su gravedad. Sobre la base de esta clasificación se comunica a las entidades apropiadas la correspondiente información de alarma de mantenimiento.

5.3 *Protección del sistema*

Cuando se ha producido un fallo o se ha degradado la calidad de funcionamiento, deben efectuarse las funciones siguientes:

- como resultado del proceso de supervisión de periodo medio y periodo largo, transmitir a todos los equipos de la red afectados la señal correspondiente, y cualquier información necesaria para la iniciación automática (preferiblemente) de los mecanismos de protección externa o interna; por ejemplo, reconfiguración, reencaminamiento del tráfico, etc.;
- decidir cualquier acción que se considere necesaria; por ejemplo, poner un elemento «fuera de servicio» o «en condición de prueba» cambiar a una configuración con servicio mínimo o degradado.

Para los sistemas de transmisión en que se utiliza el restablecimiento manual o automático sobre una base de entidad de mantenimiento se recomienda un método de protección específico:

- a) Si se produce un fallo en entidades de mantenimiento sin capacidades de paso automático a equipo de reserva o dotadas de dichas capacidades pero sin equipo de reserva disponible, deben realizarse las operaciones siguientes:
 - 1) Se iniciará una información de alarma de mantenimiento que identifique a la entidad de mantenimiento que contiene el equipo que ha fallado.
 - 2) Se transmitirá una señal de indicación de alarma (SIA) en el sentido afectado (hacia adelante) o se dará una indicación de fallo atrás (IFA) desde el equipo que no ha fallado.
 - 3) Se iniciará una indicación de alarma de servicio en las entidades correspondientes por ejemplo, múltiplex MIC primario o interfaces digitales de conmutación. (Como consecuencia, los circuitos pueden ser retirados del servicio.)
- b) Si se produce un fallo en una entidad de mantenimiento con capacidades de paso automático a equipo de reserva, deberán realizarse automáticamente las operaciones siguientes:
 - 1) Se pasará al equipo de reserva.

Nota – El hecho de que las conexiones se liberen o no como resultado del paso automático a equipo de reserva depende de los objetivos de calidad de funcionamiento del servicio asignados a cada entidad de mantenimiento.
 - 2) Se iniciará la información de alarma de mantenimiento que indique la entidad de mantenimiento que contiene el equipo que ha fallado.

5.4 *Información sobre fallos o calidad de funcionamiento*

La información sobre fallos y calidad de funcionamiento inaceptable o degradada se transmitirá normalmente al personal de mantenimiento, y se notificará a otras partes de la red, según proceda.

La información para uso del personal está disponible o bien en la entidad, cuando el procesamiento de anomalías o defectos es interno, o mediante una unidad que suministra el procesamiento cuando éste se realiza fuera de la unidad.

5.4.1 Categorías de información de alarma

Las siguientes informaciones de alarma de mantenimiento pueden asociarse a la información de fallos o calidad de funcionamiento inaceptable o degradada:

a) Alarma de mantenimiento inmediato (AMI)

La alarma de mantenimiento inmediato se genera a fin de que el personal de mantenimiento inicie las actividades pertinentes (en general inmediatamente) para retirar del servicio un equipo defectuoso, con la finalidad de restablecer adecuadamente el servicio y reparar el equipo que ha fallado.

b) Alarma de mantenimiento diferido (AMD)

La alarma de mantenimiento diferido se genera cuando no es necesario que el personal de mantenimiento intervenga inmediatamente, por ejemplo cuando la calidad de funcionamiento cae por debajo de la norma pero el efecto no justifica que se retiren elementos del servicio o, generalmente, si se ha utilizado el paso automático a equipo de reserva para restablecer el servicio.

c) Información de evento de mantenimiento (IEM)

Esta información tiene que generarse como consecuencia de eventos ante los que no es necesario que el personal de mantenimiento intervenga inmediatamente, por no estar en peligro la calidad de funcionamiento global. Las acciones de mantenimiento pueden realizarse con arreglo al mantenimiento previsto o después de acumular indicaciones de información de eventos de mantenimiento.

A partir del proceso de supervisión del funcionamiento incorrecto de la figura 5/M.20, la figura 7/M.20 representa el proceso de información de alarma de una EM. Las AMI, AMD e IEM reales pueden generarse o no en la EM. Cuando se generan fuera de la EM, el proceso de información de alarma puede combinar información procedente de otras fuentes (por ejemplo, otras EM, hora del día, carga de tráfico, etc.), con el resultado del proceso de supervisión de funcionamiento incorrecto para decidir si se deberá generar una AMI, una AMD o una IEM. Cuando se recibe una SIA o una IFA puede necesitarse que una EM genere una AS.

Tanto el proceso de supervisión de funcionamiento incorrecto como el de información de alarma, incluyendo el uso de AMI, AMD e IEM, pueden aplicarse a otros equipos que no sean de telecomunicación.

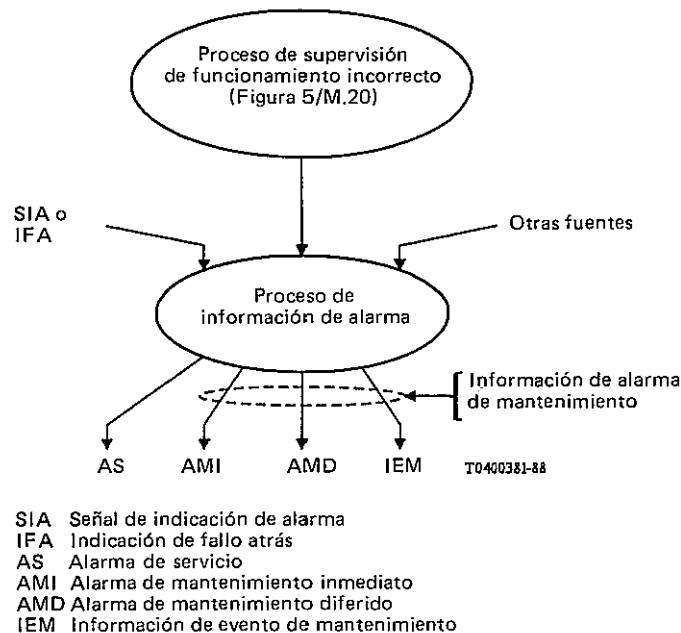


FIGURA 7/M.20
Proceso de información de alarma

5.4.2 Otras indicaciones de avería y de servicio

Para evitar acciones de mantenimiento innecesarias y señalar la indisponibilidad del servicio, se emplean las siguientes indicaciones de avería:

– Señal de indicación de alarma (SIA)

Una señal de indicación de alarma es una señal asociada a una entidad de mantenimiento defectuosa, que se transmite en el sentido afectado (hacia adelante), cuando es posible, en sustitución de la señal normal, indicando a otras entidades no defectuosas que se ha identificado un fallo y que deben desactivarse las otras alarmas de mantenimiento consiguientes a ese fallo. El equivalente binario de la SIA corresponde a una señal «todos unos».

Nota 1 – La SIA difiere de la «información de alarma al extremo distante»; véase el § 5.4.4.

Nota 2 – La capacidad SIA no impone ninguna restricción en el contenido binario de las señales que pueden transmitirse por la jerarquía digital en el múltiplex primario y niveles superiores. Las consecuencias en el nivel de 64 kbit/s y para velocidades binarias inferiores están en estudio, dado que se crea una ambigüedad entre la SIA y una señal de información «todos UNOS».

Nota 3 – Para una entidad de mantenimiento con extremos multidestino (por ejemplo, en redes con sistemas de satélite MADT/IDP) pueden ser útiles señales de indicación de alarma por circuitos. Este punto se encuentra en estudio.

Nota 4 – En el caso particular del nivel jerárquico de 44 736 kbit/s, la SIA se define como una señal:

- i) con una señal válida de alineación de trama y bits de paridad y de control de justificación, según se definen en el cuadro 2/G.752 [6];
- ii) con los bits de los afluentes puestos a una secuencia 1010 . . ., comenzando con un UNO binario («1») después de cada alineación de trama, alineación de multitrama y bit de control de justificación;
- iii) con todos los bits de control de justificación puestos a CERO binario («0»).

Los demultiplexores del nivel jerárquico de 44 736 kbit/s deben producir la SIA «todos UNOS» a las salidas de sus afluentes cuando reciban la SIA de 44 736 kbit/s en sus entradas de alta velocidad.

– Alarma de servicio (AS)

Una alarma de servicio se genera en entidades de mantenimiento, en las que se origina y/o termina el servicio, para indicar que un servicio determinado ya no está disponible (por ejemplo, cuando un bloque primario ya no esté disponible para establecer conexiones, el múltiplex MIC enviará una indicación de alarma de servicio al equipo de central).

Se generará la alarma de servicio cuando la calidad de funcionamiento caiga por debajo de un nivel especificado para un servicio determinado. Este nivel puede coincidir con el nivel especificado para iniciar también una alarma de mantenimiento inmediato.

– Indicación de fallo atrás (IFA)

La indicación de fallo atrás dada por una entidad de mantenimiento indica que la señal que llega a esa entidad es defectuosa. La IFA indica que la avería se ha producido hacia atrás de este punto, y no se inician actividades de mantenimiento innecesarias.

La aparición de una alarma indica, una avería en el equipo que genera la alarma, o un fallo de la señal entrante (fallo atrás). Para distinguir entre estas dos posibilidades, es necesario realizar una prueba independiente, ya sea de la señal de entrada o del equipo que genera la alarma. Puede verificarse, por ejemplo, si la señal de entrada tiene la paridad adecuada, mediante un monitor incorporado en el equipo de conmutación de protección. Una señal de entrada defectuosa indica un fallo atrás. Otra posibilidad es probar independientemente el equipo que genera la alarma, por ejemplo, conectándolo en bucle; si el equipo funciona correctamente, se indicará un fallo atrás.

Nota – Para una entidad de mantenimiento con destinos múltiples (por ejemplo, en redes con sistemas de satélite AMDT/IDP) pueden ser útiles las señales de indicación de alarma circuito por circuito. Este asunto se está estudiando.

5.4.3 Transmisión y presentación de información de alarma

La información de fallo en el interfaz de alarmas se utiliza para determinar la EM (o parte de una EM) que falla. La información se puede presentar localmente o a distancia por mediación de un sistema de captación de alarmas.

Las alarmas pueden presentarse:

- como una indicación en un interfaz de alarmas (por ejemplo, función de contacto, señal en continua),
- como un mensaje de alarma en el interfaz hombre-máquina.

5.4.4 *Información de alarma hacia el extremo distante*

El equipo que es fuente de señales múltiplex digitales (es decir, el equipo múltiplex o las centrales) puede, en caso de condición de avería, transmitir información de alarma en uno o varios bits específicos de la trama de impulsos. Esta información está destinada a ser evaluada en el terminal distante (en el extremo del trayecto digital). Ejemplos: véanse el § 2.3.2 de la Recomendación G.704 [7], el § 4.2.3 de la Recomendación G.732 [8] y el § 4.2.4 de la Recomendación G.733 [9].

5.5 *Localización de averías*

Cuando la información inicial de fallo es insuficiente para la localización de la avería dentro de una EM que falle, se tiene que completar mediante información obtenida con rutinas adicionales de localización de averías. Las rutinas podrán emplear sistemas de prueba de EM internos o externos, iniciarse manual o automáticamente, y se aplicarán localmente y/o en el extremo distante.

Las funciones de un sistema de pruebas que dé servicio a una o varias EM pueden ser las siguientes:

- captación de alarmas, por ejemplo, mediante muestreo de interfaces de alarmas y reunión de mensajes de alarma;
- petición de información de fallo, por ejemplo, solicitándola a diferentes EM;
- programas de pruebas, por ejemplo, para la selección de alarmas esenciales, edición, etc.;
- control de dispositivos especiales, por ejemplo, para la medición en bucle de características eléctricas;
- visualización de resultados, por ejemplo, para todas las EM dentro de una región de red.

En particular, hay que tener en cuenta que:

- la duración de las acciones de mantenimiento correctivo, y la actividad de los centros de reparación (estos centros de reparación pueden recibir elementos o subelementos que no han fallado) están fuertemente condicionadas por la eficacia en la localización (todavía por definir);
- si una EM puede subdividirse en SEM, la SEM averiada deberá ser identificada en el proceso de localización de averías;
- en el caso de elementos intercambiables, el elemento que ha fallado debe identificarse inequívocamente.

5.6 *Demora logística*

5.6.1 La demora logística es el periodo de tiempo que transcurre entre la localización de una avería y la llegada del personal de mantenimiento al lugar. En el caso de una RDSI, la demora logística dependerá del tipo de fallo y de la forma en que se haya señalado, por ejemplo, por medio de una AMI, AMD o IM.

5.6.2 Después de una alarma AMI o AMD, la corrección de la avería se efectuará normalmente en el curso de un desplazamiento específico del personal de mantenimiento. La demora logística puede variar desde unas pocas horas en el caso de alarmas AMI a unos días en el caso de alarmas AMD.

5.6.3 Después de una IEM, que indica que no es necesaria una acción inmediata, se puede aplazar la intervención de mantenimiento hasta la siguiente visita de mantenimiento prevista, a no ser que la acumulación de IEM requiera una intervención más temprana.

5.7 *Corrección de averías*

Para la corrección de una avería es preciso normalmente cambiar o reparar una EM, una SEM o parte de éstas. EM. En el curso de una visita del personal de mantenimiento se pueden efectuar una o varias correcciones. Es conveniente que las estrategias que se establezcan para realizar las correcciones de averías cumplan los objetivos globales de mantenimiento, con un número mínimo de visitas, aplicando el concepto de demora logística.

Los elementos intercambiables que fallen se enviarán a un centro de reparaciones especializado en el que se disponga de aparatos de pruebas apropiados (el propio sistema no debería actuar como máquina de pruebas).

Normalmente, la cooperación entre las unidades de mantenimiento de diferentes Administraciones permitirá identificar y corregir satisfactoriamente las averías. Sin embargo, en algunas circunstancias puede necesitarse el procedimiento de transferencia ascendente de la Recomendación M.711.

5.8 *Verificación*

Una vez corregida la avería, deben efectuarse comprobaciones para cerciorarse de que la EM funciona correctamente. La verificación se puede efectuar localmente o a distancia.

5.9 *Restablecimiento*

La parte reparada de la EM o SEM se reincorpora al servicio. Se desbloquean las EM que se habían bloqueado y se puede terminar el paso a equipo de reserva.

6 Actividades de mantenimiento adicionales

Además de las fases mencionadas, pueden requerirse las actividades siguientes.

6.1 Soporte de mantenimiento

El soporte de mantenimiento incluye las funciones que se enumeran a continuación:

- gestión de la información del equipo de red en funcionamiento,
- gestión de los datos operacionales (principalmente los datos de encaminamiento),
- instrucciones de corrección de los soportes físico y lógico,
- reparación de elementos intercambiables,
- gestión de las existencias para el mantenimiento,
- documentación de equipos y redes.

La cantidad de piezas de repuesto depende de:

- la organización de las entidades de mantenimiento,
- la tasa de fallos de un elemento,
- el tiempo de devolución (tiempo real de reparación y transporte),
- el número de elementos en funcionamiento,
- el riesgo de que no se disponga de piezas de repuesto.

6.2 *Estadísticas de fallos*

Si se registran todos los fallos, esta información, tras su tratamiento, puede servir a las siguientes áreas de la organización:

- a) gestión; por ejemplo, evaluación de la calidad de funcionamiento del sistema;
- b) organización del mantenimiento; por ejemplo, utilización de aparatos de pruebas, quejas de los abonados en función de los resultados de las pruebas, cantidad de piezas de repuesto;
- c) actividades de mantenimiento; por ejemplo, identificación de componentes débiles en los que son necesarias acciones de mantenimiento preventivo.

6.3 *Acciones de mantenimiento preventivo*

Las piezas mecánicas (como cabezas magnéticas) tienen que ser tratadas periódicamente.

Tras el análisis de las estadísticas de fallos pueden adoptarse decisiones para reemplazar elementos incluso antes de que tengan lugar los fallos, si parecen ser elementos débiles.

7 Otras consideraciones relativas al mantenimiento

7.1 *Consideraciones relativas a la frecuencia de prueba de referencia* (En estudio.)

7.2 *Utilización de líneas y bucles de pruebas para mantenimiento*
(En estudio.)

Referencias

- [1] Recomendación del CCITT *Aparato automático de medidas de transmisión y de pruebas de señalización del CCITT (ATME N.º 2)*, Tomo IV, Rec. O.22.
- [2] Suplemento del CCITT *Nueva organización de operación mantenimiento del Centro Intercontinental de Telecomunicaciones de Italcable en Milán*, Tomo IV, suplemento N.º 6.2.
- [3] Recomendaciones de la serie G.700 del CCITT *Redes digitales*, Tomo III, Recs. G.700 a G.956.
- [4] Suplemento del CCITT *Términos y definiciones para los estudios sobre calidad de servicio, calidad de funcionamiento de la red, seguridad de funcionamiento y aptitud para cursar tráfico*, Tomo II, fascículo II.3, suplemento N.º 6.
- [5] Recomendación del CCITT *Característica de errores de una conexión digital internacional que forme parte de una red digital de servicios integrados*, Tomo III, Rec. G.821.
- [6] Recomendación del CCITT *Características de los equipos multiplex digitales basados en la velocidad binaria de segundo orden de 6312 kbit/s, con justificación positiva*, Tomo III, Rec. G.752.
- [7] Recomendación del CCITT *Características funcionales de los interfaces asociados con nodos de la red*, Tomo III, Rec. G.704.
- [8] Recomendación del CCITT *Características de los equipos multiplex MIC primarios que funcionan a 2048 kbit/s*, Tomo III, Rec. G.732.
- [9] Recomendación del CCITT *Características de los equipos multiplex MIC primarios que funcionan a 1544 kbit/s*, Tomo III, Rec. G.733.

SERIES DE RECOMENDACIONES DEL UIT-T

Serie A	Organización del trabajo del UIT-T
Serie B	Medios de expresión: definiciones, símbolos, clasificación
Serie C	Estadísticas generales de telecomunicaciones
Serie D	Principios generales de tarificación
Serie E	Explotación general de la red, servicio telefónico, explotación del servicio y factores humanos
Serie F	Servicios de telecomunicación no telefónicos
Serie G	Sistemas y medios de transmisión, sistemas y redes digitales
Serie H	Sistemas audiovisuales y multimedios
Serie I	Red digital de servicios integrados
Serie J	Transmisiones de señales radiofónicas, de televisión y de otras señales multimedios
Serie K	Protección contra las interferencias
Serie L	Construcción, instalación y protección de los cables y otros elementos de planta exterior
Serie M	RGT y mantenimiento de redes: sistemas de transmisión, circuitos telefónicos, telegrafía, facsímil y circuitos arrendados internacionales
Serie N	Mantenimiento: circuitos internacionales para transmisiones radiofónicas y de televisión
Serie O	Especificaciones de los aparatos de medida
Serie P	Calidad de transmisión telefónica, instalaciones telefónicas y redes locales
Serie Q	Conmutación y señalización
Serie R	Transmisión telegráfica
Serie S	Equipos terminales para servicios de telegrafía
Serie T	Terminales para servicios de telemática
Serie U	Conmutación telegráfica
Serie V	Comunicación de datos por la red telefónica
Serie X	Redes de datos y comunicación entre sistemas abiertos
Serie Y	Infraestructura mundial de la información y aspectos del protocolo Internet
Serie Z	Lenguajes y aspectos generales de soporte lógico para sistemas de telecomunicación