



UNIÓN INTERNACIONAL DE TELECOMUNICACIONES

UIT-T

SECTOR DE NORMALIZACIÓN
DE LAS TELECOMUNICACIONES
DE LA UIT

X.147

(10/2003)

SERIE X: REDES DE DATOS Y COMUNICACIÓN
ENTRE SISTEMAS ABIERTOS

Redes públicas de datos – Aspectos de redes

**Disponibilidad de las redes con retransmisión
de tramas**

Recomendación UIT-T X.147

RECOMENDACIONES UIT-T DE LA SERIE X
REDES DE DATOS Y COMUNICACIÓN ENTRE SISTEMAS ABIERTOS

| | |
|--|--------------------|
| REDES PÚBLICAS DE DATOS | |
| Servicios y facilidades | X.1–X.19 |
| Interfaces | X.20–X.49 |
| Transmisión, señalización y conmutación | X.50–X.89 |
| Aspectos de redes | X.90–X.149 |
| Mantenimiento | X.150–X.179 |
| Disposiciones administrativas | X.180–X.199 |
| INTERCONEXIÓN DE SISTEMAS ABIERTOS | |
| Modelo y notación | X.200–X.209 |
| Definiciones de los servicios | X.210–X.219 |
| Especificaciones de los protocolos en modo conexión | X.220–X.229 |
| Especificaciones de los protocolos en modo sin conexión | X.230–X.239 |
| Formularios para declaraciones de conformidad de implementación de protocolo | X.240–X.259 |
| Identificación de protocolos | X.260–X.269 |
| Protocolos de seguridad | X.270–X.279 |
| Objetos gestionados de capa | X.280–X.289 |
| Pruebas de conformidad | X.290–X.299 |
| INTERFUNCIONAMIENTO ENTRE REDES | |
| Generalidades | X.300–X.349 |
| Sistemas de transmisión de datos por satélite | X.350–X.369 |
| Redes basadas en el protocolo Internet | X.370–X.399 |
| SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE MENSAJES | X.400–X.499 |
| DIRECTORIO | X.500–X.599 |
| GESTIÓN DE REDES DE INTERCONEXIÓN DE SISTEMAS ABIERTOS Y ASPECTOS DE SISTEMAS | |
| Gestión de redes | X.600–X.629 |
| Eficacia | X.630–X.639 |
| Calidad de servicio | X.640–X.649 |
| Denominación, direccionamiento y registro | X.650–X.679 |
| Notación de sintaxis abstracta uno | X.680–X.699 |
| GESTIÓN DE INTERCONEXIÓN DE SISTEMAS ABIERTOS | |
| Marco y arquitectura de la gestión de sistemas | X.700–X.709 |
| Servicio y protocolo de comunicación de gestión | X.710–X.719 |
| Estructura de la información de gestión | X.720–X.729 |
| Funciones de gestión y funciones de arquitectura de gestión distribuida abierta | X.730–X.799 |
| SEGURIDAD | X.800–X.849 |
| APLICACIONES DE INTERCONEXIÓN DE SISTEMAS ABIERTOS | |
| Compromiso, concurrencia y recuperación | X.850–X.859 |
| Procesamiento de transacciones | X.860–X.879 |
| Operaciones a distancia | X.880–X.899 |
| PROCESAMIENTO DISTRIBUIDO ABIERTO | X.900–X.999 |

Para más información, véase la Lista de Recomendaciones del UIT-T.

Recomendación UIT-T X.147

Disponibilidad de las redes con retransmisión de tramas

Resumen

En la presente Recomendación se definen los parámetros de calidad de funcionamiento, los objetivos y los métodos de medición de red necesarios para describir la disponibilidad de las redes con retransmisión de tramas. Los parámetros y los objetivos especificados se aplican a las porciones internacionales de conexión con retransmisión de tramas – porciones nacionales, porciones de red de tránsito internacional y porciones entre operadores internacionales. Los objetivos, referidos a valores para el caso más desfavorable, están orientados a permitir que los proveedores de servicio que dispongan de planificación de red puedan limitar el efecto agregado de las degradaciones de la red, incluida la congestión, los fallos de equipo y los errores durante la transmisión.

Se especifica un conjunto de objetivos de red que definen la calidad total de funcionamiento de la red basándose en una muestra estadística de las conexiones con retransmisión de trama. Los objetivos no se aplican a la calidad de funcionamiento de una conexión con retransmisión de trama particular, ni la definen.

Además, se define un modelo de disponibilidad de dos estados con los criterios correspondientes para determinar si el servicio ha de declararse como disponible o no disponible durante periodos de tiempo específicos. También se describen diversos procedimientos para evaluar la característica de disponibilidad de las conexiones virtuales. Se presenta una expresión para determinar un valor de la disponibilidad de toda la red e información para estimar la disponibilidad a partir de un conjunto mínimo de observaciones.

Orígenes

La Recomendación UIT-T X.147 fue aprobada el 29 de octubre de 2003 por la Comisión de Estudio 17 (2001-2004) del UIT-T por el procedimiento de la Recomendación UIT-T A.8.

PREFACIO

La UIT (Unión Internacional de Telecomunicaciones) es el organismo especializado de las Naciones Unidas en el campo de las telecomunicaciones. El UIT-T (Sector de Normalización de las Telecomunicaciones de la UIT) es un órgano permanente de la UIT. Este órgano estudia los aspectos técnicos, de explotación y tarifarios y publica Recomendaciones sobre los mismos, con miras a la normalización de las telecomunicaciones en el plano mundial.

La Asamblea Mundial de Normalización de las Telecomunicaciones (AMNT), que se celebra cada cuatro años, establece los temas que han de estudiar las Comisiones de Estudio del UIT-T, que a su vez producen Recomendaciones sobre dichos temas.

La aprobación de Recomendaciones por los Miembros del UIT-T es el objeto del procedimiento establecido en la Resolución 1 de la AMNT.

En ciertos sectores de la tecnología de la información que corresponden a la esfera de competencia del UIT-T, se preparan las normas necesarias en colaboración con la ISO y la CEI.

NOTA

En esta Recomendación, la expresión "Administración" se utiliza para designar, en forma abreviada, tanto una administración de telecomunicaciones como una empresa de explotación reconocida de telecomunicaciones.

La observancia de esta Recomendación es voluntaria. Ahora bien, la Recomendación puede contener ciertas disposiciones obligatorias (para asegurar, por ejemplo, la aplicabilidad o la interoperabilidad), por lo que la observancia se consigue con el cumplimiento exacto y puntual de todas las disposiciones obligatorias. La obligatoriedad de un elemento preceptivo o requisito se expresa mediante las frases "tener que, haber de, hay que + infinitivo" o el verbo principal en tiempo futuro simple de mandato, en modo afirmativo o negativo. El hecho de que se utilice esta formulación no entraña que la observancia se imponga a ninguna de las partes.

PROPIEDAD INTELECTUAL

La UIT señala a la atención la posibilidad de que la utilización o aplicación de la presente Recomendación suponga el empleo de un derecho de propiedad intelectual reivindicado. La UIT no adopta ninguna posición en cuanto a la demostración, validez o aplicabilidad de los derechos de propiedad intelectual reivindicados, ya sea por los miembros de la UIT o por terceros ajenos al proceso de elaboración de Recomendaciones.

En la fecha de aprobación de la presente Recomendación, la UIT no ha recibido notificación de propiedad intelectual, protegida por patente, que puede ser necesaria para aplicar esta Recomendación. Sin embargo, debe señalarse a los usuarios que puede que esta información no se encuentre totalmente actualizada al respecto, por lo que se les insta encarecidamente a consultar la base de datos sobre patentes de la TSB.

© UIT 2004

Reservados todos los derechos. Ninguna parte de esta publicación puede reproducirse por ningún procedimiento sin previa autorización escrita por parte de la UIT.

ÍNDICE

| | Página |
|--|---------------|
| 1 Alcance | 1 |
| 2 Referencias | 3 |
| 3 Definiciones..... | 4 |
| 4 Abreviaturas..... | 4 |
| 5 Convenios | 5 |
| 6 Modelo de referencia general de la calidad de funcionamiento de la retransmisión de tramas..... | 5 |
| 6.1 Porciones de conexión virtual con retransmisión de tramas y puntos de medición | 5 |
| 7 Método para especificar la disponibilidad | 7 |
| 7.1 Definición general de la disponibilidad..... | 7 |
| 7.2 Modelo de disponibilidad | 7 |
| 7.3 Definición de estado de disponibilidad/indisponibilidad | 7 |
| 7.4 Métodos para evaluar la disponibilidad..... | 8 |
| 7.5 Parámetros de disponibilidad | 9 |
| 8 Objetivos de la característica de disponibilidad | 10 |
| 8.1 Tasa de disponibilidad..... | 11 |
| 8.2 Tiempo medio entre interrupciones..... | 11 |
| Anexo A – Determinación de los estados de disponibilidad mediante la utilización de umbrales de parámetros de calidad de funcionamiento..... | 11 |
| A.1 Disponibilidad de la conexión virtual con retransmisión de tramas..... | 11 |
| Anexo B – Utilización de mensajes de ESTADO de retransmisión de tramas o de la indicación de alarma como criterios de disponibilidad | 14 |
| Anexo C – Utilización de mensajes de bucle sin enclavamiento OAM FR para estimar la disponibilidad de la conexión con retransmisión de tramas cuando se emplea la conectividad como criterio de interrupción | 14 |
| C.1 Introducción..... | 14 |
| C.2 Declaración de conexión disponible a conexión indisponible | 16 |
| C.3 Declaración de conexión indisponible a conexión disponible | 17 |
| C.4 Estimación de la disponibilidad durante el servicio | 17 |
| Anexo D – Utilización de OAM FR para supervisar la tasa de pérdida de tramas con fines de evaluación de la disponibilidad..... | 17 |
| Anexo E – Cálculo de la tasa media de disponibilidad de red basándose en la medición de la indisponibilidad de una conexión virtual particular | 18 |
| Apéndice I – Estimación mediante muestreo de los parámetros de disponibilidad de un circuito virtual permanente | 19 |
| I.1 Prueba mínima de la disponibilidad de servicio del circuito virtual permanente | 19 |

| | Página |
|-----|--|
| I.2 | Procedimientos para calcular la disponibilidad de servicio del circuito virtual permanente 19 |
| I.3 | Procedimientos para calcular el tiempo medio entre interrupciones de servicio del circuito virtual permanente 20 |

Recomendación UIT-T X.147

Disponibilidad de las redes con retransmisión de tramas

1 Alcance

La finalidad de la presente Recomendación es definir los parámetros de calidad de funcionamiento, objetivos para el caso más desfavorable y métodos de medición de la red, relativos a la disponibilidad de las conexiones virtuales con retransmisión de tramas junto con las atribuciones correspondientes a las porciones nacionales e internacionales aplicables a los servicios internacionales con retransmisión de tramas. Los parámetros y objetivos especificados se aplican a las porciones de conexión con retransmisión de trama que se indican en la figura 2.

Esta Recomendación se aplica a las redes que soportan las opciones de clase de servicio de las Recomendaciones UIT-T X.36 y X.76. (Las cuestiones de interfuncionamiento de señalización y de clase de servicio se tratan en las Recomendaciones UIT-T X.36 y X.76.)

La matriz de calidad de funcionamiento 3×3 que se define en la Rec. UIT-T X.134 (véase la figura 1) se utiliza como guía para identificar la aplicabilidad de esta Recomendación. La presente Recomendación está concebida para conexiones virtuales tanto permanentes como conmutadas.

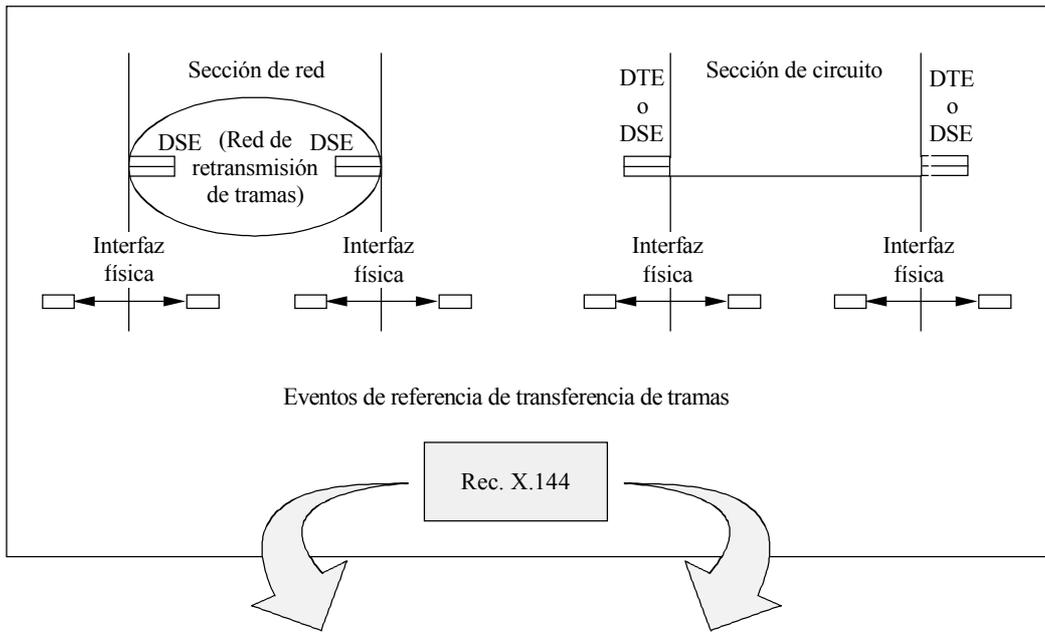
Una conexión virtual internacional con retransmisión de tramas consta de dos porciones nacionales y una porción internacional. La porción internacional puede subdividirse a su vez en un determinado número de porciones de conexión – secciones de red de tránsito y secciones de circuitos entre operadores.

Se define un modelo de disponibilidad de dos estados junto con los criterios correspondientes para determinar si el servicio ha de declararse disponible o no durante periodos de tiempo específicos. Además, se definen varios procedimientos para evaluar la característica de disponibilidad de las conexiones virtuales. Se presenta una expresión para determinar un valor de disponibilidad de toda la red.

Mediante la utilización de esta Recomendación, se pueden deducir objetivos de calidad de funcionamiento para el caso más desfavorable de las porciones nacionales e internacionales de una conexión internacional con retransmisión de tramas. Además, se ofrecen los métodos para evaluar la característica de disponibilidad extremo a extremo.

Los objetivos que se especifican en esta Recomendación, relativos a valores para el caso más desfavorable, están orientados a permitir que los proveedores de servicio que disponen de planificación de red puedan limitar el efecto agregado de las degradaciones de la red, incluida la congestión, los fallos de equipo y los errores durante la transmisión, relativos a la disponibilidad de la conexión virtual con retransmisión de tramas. Los objetivos no corresponden directamente al nivel de calidad de servicio esperado por los clientes particulares.

En esta Recomendación se define la disponibilidad de una conexión con retransmisión de tramas de un modo independiente del comportamiento del usuario (es decir, una conexión puede declararse no disponible aun en el caso de que el usuario no esté transmitiendo tramas en un momento determinado). No es necesario que se cumplan objetivos de disponibilidad en ninguna conexión que haya sido determinada por un proveedor de red como no conforme con relación al contrato de tráfico definido mediante los parámetros de velocidad e información concertada (CIR, *committed information rate*) y exceso de velocidad de información (EIR, *excess information rate*).



| Función \ Criterio | Criterio | | |
|---|---------------|-----------|-----------------------------|
| | Velocidad | Exactitud | Seguridad de funcionamiento |
| Acceso (establecimiento de la comunicación) | X.145 | | |
| Transferencia de información de usuario | X.144 y X.146 | | |
| Desocupación (desconexión de la comunicación) | X.145 | | |

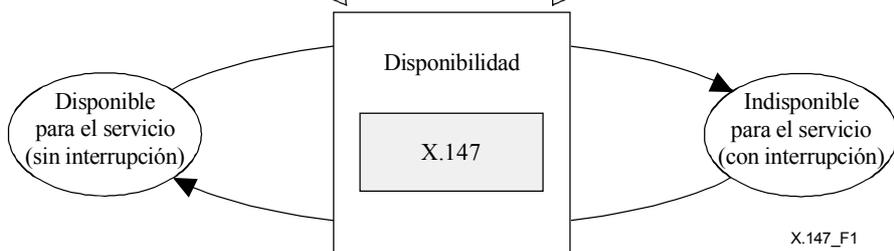


Figura 1/X.147 – Alcance de esta Recomendación

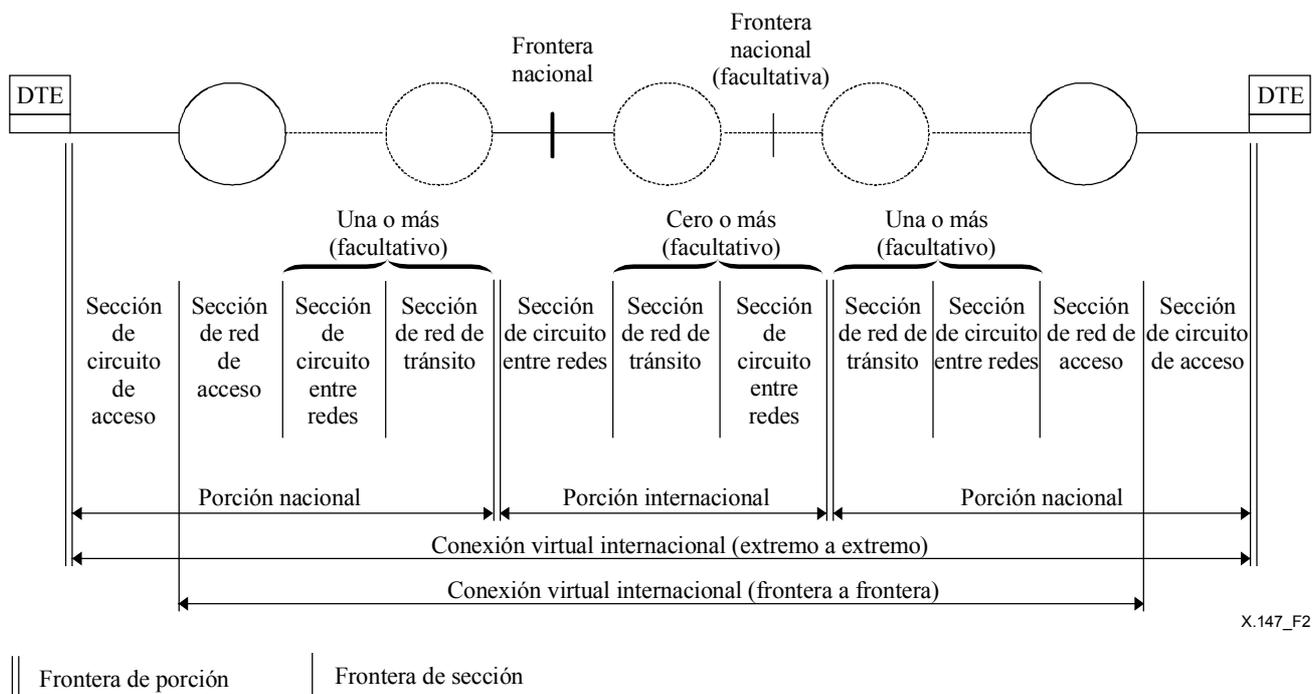


Figura 2/X.147 – Modelo de referencia general para la separación de las porciones nacionales e internacionales de una conexión virtual internacional con retransmisión de tramas a través de múltiples redes

2 Referencias

Las siguientes Recomendaciones del UIT-T y otras referencias contienen disposiciones que, mediante su referencia en este texto, constituyen disposiciones de la presente Recomendación. Al efectuar esta publicación, estaban en vigor las ediciones indicadas. Todas las Recomendaciones y otras referencias son objeto de revisiones por lo que se preconiza que los usuarios de esta Recomendación investiguen la posibilidad de aplicar las ediciones más recientes de las Recomendaciones y otras referencias citadas a continuación. Se publica periódicamente una lista de las Recomendaciones UIT-T actualmente vigentes. En esta Recomendación, la referencia a un documento, en tanto que autónomo, no le otorga el rango de una Recomendación.

- Recomendación UIT-T X.36 (2003), *Interfaz entre el equipo terminal de datos y el equipo de terminación del circuito de datos para redes públicas de datos que prestan servicios de transmisión de datos con retransmisión de tramas por circuitos especializados.*
- Recomendación UIT-T X.76 (2003), *Interfaz red-red entre redes públicas que proporcionan el servicio de transmisión de datos con retransmisión de tramas en circuitos virtuales permanentes y/o circuitos virtuales conmutados.*
- Recomendación UIT-T X.140 (1992), *Parámetros generales de calidad de servicio para comunicación a través de redes públicas de datos.*
- Recomendación UIT-T X.144 (2003), *Parámetros de calidad de funcionamiento de la transferencia de información de usuario para redes de datos públicas con retransmisión de tramas.*
- Recomendación UIT-T X.145 (2003), *Parámetros de calidad de funcionamiento para el establecimiento y liberación de la conexión de las redes de datos públicas con retransmisión de tramas que prestan servicios de circuitos virtuales conmutados.*

- Recomendación UIT-T X.146 (2000), *Objetivos de calidad de funcionamiento y clases de calidad de servicio aplicables a la retransmisión de tramas.*
- Recomendación UIT-T X.148 (2003), *Procedimientos para la medición de la calidad de funcionamiento de redes de datos públicas que ofrecen el servicio de retransmisión de tramas internacional.*
- Recomendación UIT-T X.151 (2003), *Funcionamiento y mantenimiento de redes con retransmisión de tramas – Principios y funciones.*
- Frame Relay Forum Technical Committee: FRF.19 (2001), *Frame Relay Operations, Administration and Maintenance Implementation Agreement.*

3 Definiciones

Los términos y definiciones que se utilizan en esta Recomendación son congruentes con los que se emplean en las Recomendaciones UIT-T X.140, X.144, X.145 y X.146 y en el documento FRF.19. En 7.5 se presentan las definiciones específicas de disponibilidad de servicio/tasa de disponibilidad y tiempo medio entre interrupciones de servicio.

4 Abreviaturas

En esta Recomendación se utilizan las siguientes siglas:

| | |
|-------|--|
| ACS | Sección de circuito de acceso (<i>access circuit section</i>) |
| ANS | Sección de red de acceso (<i>access network section</i>) |
| CEP | Probabilidad de error en el establecimiento de la comunicación (<i>connection set-up error probability</i>) |
| CFP | Probabilidad de fallo en el establecimiento de la comunicación (<i>connection set-up failure probability</i>) |
| CIR | Velocidad de información concertada (<i>committed information rate</i>) |
| DE | Descartar elegible (<i>discard eligible</i>) |
| DSE | Centro de conmutación de datos (<i>data switching exchange</i>) |
| DTE | Equipo terminal de datos (<i>data terminal equipment</i>) |
| EFR | Velocidad de tramas extra (<i>extra frame rate</i>) |
| EIR | Exceso de velocidad de información (<i>excess information rate</i>) |
| FE | Evento de referencia de capa de tramas (<i>frame layer reference event</i>) |
| FLR | Tasa de pérdida de tramas (<i>frame loss ratio</i>) |
| FTD | Retardo de transferencia de tramas (<i>frame transfer delay</i>) |
| FROMP | Punto de mantenimiento de operación, administración y mantenimiento con retransmisión de tramas (<i>frame relay OAM maintenance point</i>) |
| ICS | Sección de circuito interredes (<i>internetwork circuit section</i>) |
| ISC | Centro de conmutación internacional (<i>international switching centre</i>) |
| MP | Punto de medición (<i>measurement point</i>) |
| MTBSO | Tiempo medio entre interrupciones del servicio (<i>mean time between service outages</i>) |
| MTTSR | Tiempo medio hasta el restablecimiento del servicio (<i>mean time to service restoral</i>) |
| NNI | Interfaz red-red (<i>network-to network interface</i>) |

| | |
|------|--|
| PDP | Probabilidad de desconexión prematura (<i>premature disconnect probability</i>) |
| PDSP | Probabilidad de estímulo de desconexión prematura (<i>premature disconnect stimulus probability</i>) |
| PVC | Circuito virtual permanente (<i>permanent virtual circuit</i>) |
| RFER | Tasa de errores de trama residuales (<i>residual frame error ratio</i>) |
| SA | Disponibilidad del servicio (<i>service availability</i>) |
| SVC | Circuito virtual conmutada (<i>switched virtual circuit</i>) |
| TE | Equipo terminal (<i>terminal equipment</i>) |
| TNS | Sección de red de tránsito (<i>transit network section</i>) |

5 Convenios

No se aplica ningún convenio particular.

6 Modelo de referencia general de la calidad de funcionamiento de la retransmisión de tramas

El modelo de calidad de funcionamiento de esta Recomendación es congruente con el propuesto en las Recomendaciones UIT-T X.144 y X.145. En la figura 2 se ilustra el modelo de calidad de funcionamiento como referencia.

Una conexión virtual internacional con retransmisión de tramas extremo a extremo consta de dos porciones nacionales y una porción internacional. En determinados casos, la porción internacional consistirá únicamente de una sección de circuito entre redes. En esta Recomendación, el término "borde a borde" significa la calidad de funcionamiento de la conexión extremo a extremo excluyendo las dos secciones de circuito de acceso. Este modelo puede utilizarse para la conexión virtual conmutada (SVC, *switched virtual connection*) o para la conexión virtual permanente (PVC, *permanent virtual connection*).

El equipo terminal de datos (DTE, *data terminal equipment*) no forma parte de la conexión virtual internacional extremo a extremo; por consiguiente, en esta Recomendación no se tiene en cuenta su contribución a la calidad de funcionamiento que percibe el usuario. Las redes privadas con retransmisión de tramas se consideran como DTE, y por consiguiente en esta Recomendación no se tiene en cuenta su contribución a la calidad de funcionamiento.

6.1 Porciones de conexión virtual con retransmisión de tramas y puntos de medición

Una conexión internacional con retransmisión de trama consta de diversas porciones de conexión. Para los fines de evaluar la característica de disponibilidad, cada porción puede delimitarse mediante puntos de medición (MP, *measure point*). Los MP se ubican en las interfaces donde se dispone de accesibilidad a la capa de retransmisión de tramas.

El establecimiento de un MP en el lado nacional de un centro de conmutación internacional (ISC, *international switching centre*), y la atribución de calidad de funcionamiento en la porción nacional, son cuestiones nacionales, que dependen de la topología de red de cada país.

Para los fines de gestión de la característica de disponibilidad, las conexiones con retransmisión de tramas pueden dividirse en tres tipos de porciones de conexión:

- *Porciones nacionales*
- *Porción de red de tránsito internacional*
 - Una porción de red de tránsito internacional puede incluir una o más redes de tránsito.

- *Porciones entre operadores internacionales*
 - Una porción entre operadores internacionales proporciona una conexión entre:
 - i) una porción nacional y una porción de red de tránsito internacional; o
 - ii) dos porciones de tránsito internacional adyacentes; o
 - iii) dos porciones nacionales adyacentes.

El conjunto de porciones de tránsito internacional y entre operadores internacionales forma la porción internacional de la conexión. En las figuras 3 y 4 se ilustran esos conceptos para la conexión con una porción de red de tránsito internacional y sin porciones de tránsito internacional respectivamente.

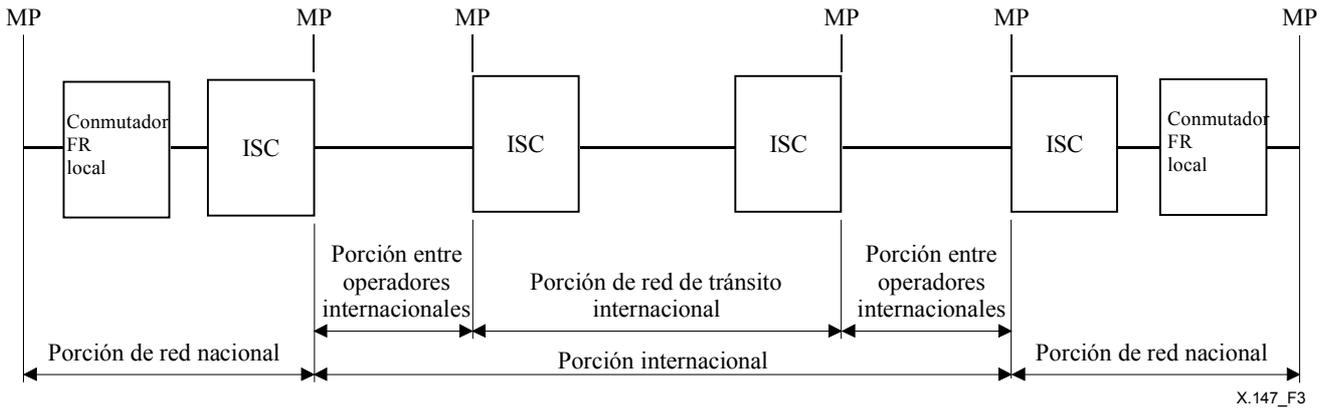


Figura 3/X.147 – Conexión con un operador de tránsito internacional

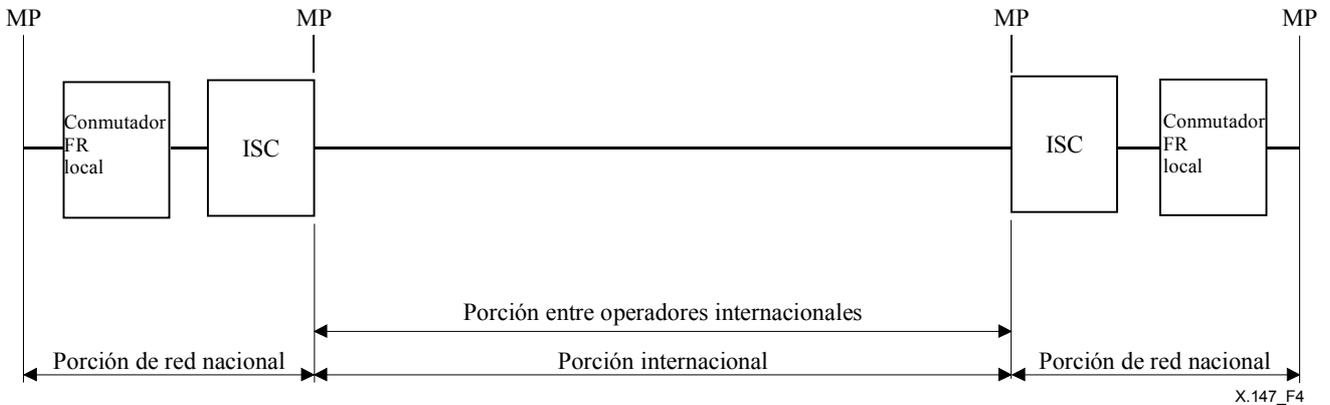


Figura 4/X.147 – Conexión sin operadores de tránsito internacional

7 Método para especificar la disponibilidad

7.1 Definición general de la disponibilidad

Desde el punto de vista de la fiabilidad, una porción de una conexión internacional con retransmisión de tramas ha de tener las siguientes propiedades:

- La fracción de tiempo durante la cual una conexión se encuentra en estado de indisponibilidad (es decir, sin poder soportar una transacción específica) ha de ser tan reducida como sea posible.
- Una vez establecida la transacción, ha de tener una baja probabilidad de que se provoque su terminación (debido a una característica de transferencia de datos insuficiente) o que se libere prematuramente (debido al fallo de un componente de red) antes del fin de la transacción deseado.

La disponibilidad de una porción de la conexión virtual con retransmisión de tramas se define como la fracción de tiempo durante la cual la porción puede soportar una transacción (es decir, transferir tramas satisfactoriamente). Inversamente, la indisponibilidad de una porción es la fracción de tiempo durante la cual la porción no puede soportar una transacción (es decir, se encuentra en estado de indisponibilidad). Una porción de una conexión bidireccional con retransmisión de trama está disponible, únicamente si ambas direcciones están disponibles.

7.2 Modelo de disponibilidad

En esta Recomendación se utiliza un modelo de disponibilidad común que se puede aplicar a cualquier conexión virtual con retransmisión de tramas. El modelo emplea dos estados correspondientes a la capacidad o incapacidad de la red para sostener una conexión en el estado de disponibilidad. Las transiciones entre los estados del modelo se rigen generalmente por la aparición de eventos de referencia particulares de retransmisión de tramas. En la presente Recomendación se considera la disponibilidad desde la perspectiva de la red, cuando la característica de disponibilidad se caracteriza independientemente del comportamiento del usuario.

7.3 Definición de estado de disponibilidad/indisponibilidad

A fin de definir la disponibilidad de una porción de conexión virtual con retransmisión de tramas, se definen diversos criterios para declarar periodos de tiempo ya sea de disponibilidad o de indisponibilidad. Estos criterios se aplican a cualquier porción de conexión virtual con retransmisión de tramas, ya sea que el usuario transmita tramas continuamente o no. En esta Recomendación se proponen distintos métodos para evaluar si un periodo (bloque) de tiempo debe declararse como disponible o indisponible.

- La conectividad de la capa física es un prerequisite de la disponibilidad de servicio con retransmisión de tramas. La sección de conexión virtual (o conjunto de secciones contiguas) podrá considerarse indisponible si la capa física subyacente en cualquier frontera de sección está indisponible (no hay señal, condición de alarma, etc.) debido a causas propias de la(s) sección(es) de conexión. Es decir, si la conexión virtual con retransmisión de tramas no puede transferir tramas debido a una capa física indisponible, la conexión se considera indisponible. Ese fallo de capa física evitará la transmisión de tramas en la porción de conexión durante el periodo de tiempo considerado, si el usuario trata de transmitir tramas. Una interrupción corresponde a un fallo que se produce dentro de la porción de conexión, ya sea de la capa física o de la capa de retransmisión de tramas. Véanse los anexos B y C con relación a la utilización de los mensajes STATUS, indicación de alarmas y tramas OAM para evaluar, por un periodo de tiempo definido, si la conexión está disponible o indisponible.

- Desde el punto de vista de la calidad de transmisión, la sección de conexión (o conjunto de secciones) puede considerarse indisponible si cualquiera de los parámetros de calidad de funcionamiento como tasa de pérdida de tramas, tasa de errores de trama residuales o tasa de tramas extra rebasan un umbral predeterminado. Los niveles de los umbrales se definen en el anexo A. Véase el anexo D con relación a la utilización de las tramas OAM para supervisar la tasa de pérdida de tramas con objeto de evaluar la disponibilidad.
- Desde el punto de vista de la precisión/fiabilidad, la sección de conexión (o conjunto de secciones) puede considerarse indisponible si cualquiera de los parámetros probabilidad de error en el establecimiento de la comunicación (CEP, *connection set-up error probability*) y probabilidad de fallo en el establecimiento de la comunicación (CFP, *connection set-up failure probability*) o probabilidad de desconexión prematura (PDP, *premature disconnect probability*) y probabilidad de estímulo de desconexión prematura (PDSP, *premature disconnect stimulus probability*) rebasan un umbral predeterminado. Los niveles de umbral se definen en el anexo A.

7.3.1 Declaración de periodos de tiempo como disponibles o indisponibles

La tasa de disponibilidad se calcula simplemente declarando los periodos de tiempo como disponibles o indisponibles. Un periodo de tiempo se declara como indisponible si durante el periodo de evaluación el circuito virtual no proporciona conectividad o si se rebasan los umbrales de los parámetros definidos para la calidad de funcionamiento.

NOTA 1 – Este método no necesita la definición de criterios para evaluar las transiciones entre los estados de disponibilidad y de indisponibilidad.

Se recomienda que el máximo periodo de tiempo durante el que se efectúa una evaluación sea de 5 minutos. El mínimo periodo de tiempo recomendado para realizar una evaluación es de 10 segundos. Los operadores de red pueden elegir periodos de tiempo conformes a las capacidades de supervisión implementadas dentro de sus sistemas de gestión de red. En el apéndice I se describen técnicas de muestreo para estimar la característica de disponibilidad. Estas técnicas pueden utilizarse en el caso de que los operadores de red no deseen llevar a cabo la supervisión continua de todas las conexiones virtuales.

NOTA 2 – Si el periodo de tiempo durante el que se efectúa una evaluación de disponibilidad es mayor de 5 minutos, los operadores de red deben ser conscientes de que disminuirá la precisión de la estimación de la tasa de pérdida de tramas y, como tal, podría subestimarse el periodo de tiempo de indisponibilidad.

7.4 Métodos para evaluar la disponibilidad

La capacidad de las redes con retransmisión de tramas para ofrecer supervisión de las conexiones con retransmisión de trama durante el servicio a fin de evaluar la característica de disponibilidad, dependerá considerablemente de las características y capacidades implementadas por el sistema de gestión de red. Se reconoce que es posible que la medición de la disponibilidad durante el servicio que utiliza todos los umbrales de parámetros de calidad de funcionamiento (conforme a 7.3) no será viable en muchos casos. Consecuentemente, en esta Recomendación se describen varios métodos facultativos que pueden emplearse para la estimación de la característica de disponibilidad durante el servicio. Los operadores de red han de indicar claramente los métodos que utilizan para obtener una figura de disponibilidad cuando declaren la característica de disponibilidad de la red.

Se espera que sea mínima la contribución de los parámetros de tasa de errores de trama residuales, tasa de tramas extra, probabilidad de error en el establecimiento de la comunicación (CEP), probabilidad de fallo en el establecimiento de la comunicación (CFP), probabilidad de desconexión prematura (PDP) y probabilidad de estímulo de desconexión prematura (PDSP) para declarar un periodo de tiempo como indisponible. Por consiguiente, se supone que la estimación de la disponibilidad basándose únicamente en la característica de la tasa de pérdida de tramas no rebasará significativamente el periodo de tiempo disponible total.

En el anexo A se describe un método basado en la utilización de umbrales de parámetros de calidad de funcionamiento. En el anexo B se presenta un método que se basa en el empleo de mensajes de indicación de estado o de alarma. Por otro lado, en los anexos C y D se describen métodos que se fundamentan en el uso de OAM de retransmisión de trama.

7.5 Parámetros de disponibilidad

En la presente Recomendación se definen objetivos de calidad de funcionamiento de dos parámetros de característica de disponibilidad: la tasa de disponibilidad (AR, *availability ratio*) y el tiempo medio entre interrupciones del servicio (MTBSO, *mean time between service outages*). Esos parámetros pueden aplicarse a porciones de conexión virtual con retransmisión de tramas en casos de PVC y SVC.

7.5.1 Disponibilidad de servicio/tasa de disponibilidad

La disponibilidad de servicio es el porcentaje del tiempo de servicio programado de largo plazo durante el cual está disponible una sección de conexión virtual o un conjunto de secciones de conexión virtual concatenadas.

La tasa de disponibilidad (AR) se define como la proporción del tiempo de servicio programado durante el cual la sección de conexión virtual se encuentra en el estado de disponibilidad. La AR se calcula dividiendo el tiempo de disponibilidad de servicio total entre la duración del tiempo de servicio programado.

El tiempo de servicio programado de una conexión virtual con retransmisión de tramas es el tiempo durante el cual el proveedor de red está comprometido a mantener la conexión disponible para el servicio. Convencionalmente, el tiempo de servicio programado es de 24 horas por día, siete días a la semana. No obstante, es posible que se especifiquen tiempos de servicio programado distintos para algunas redes. Durante el tiempo de servicio programado el usuario puede o no transmitir tramas.

7.5.2 Tiempo medio entre interrupciones de servicio

El tiempo medio entre interrupciones del servicio (MTBSO) es la duración promedio de cualquier intervalo continuo durante el cual está disponible la sección de conexión virtual o el conjunto de secciones concatenadas. Los intervalos consecutivos del tiempo de servicio programado están concatenados.

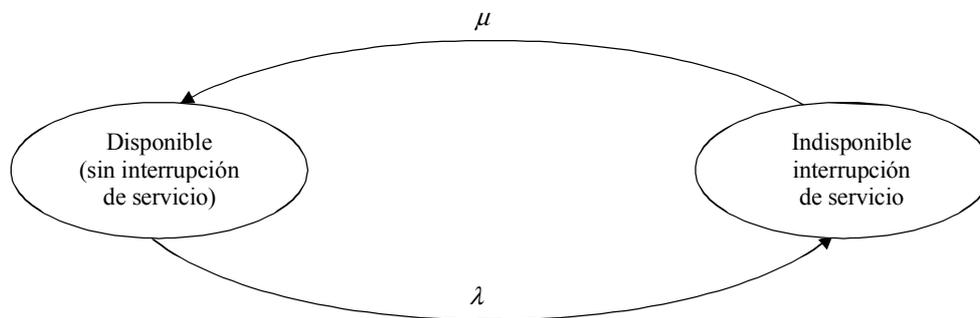
El MTBSO se define como la duración promedio de los periodos continuos de tiempo de disponibilidad. Cuando el tiempo de servicio programado no es continuo los tiempos se concatenan para calcular el MTBO.

7.5.3 Parámetros de característica de disponibilidad relacionados

Se utilizan comúnmente otros cuatro parámetros relacionados para describir la característica de disponibilidad. Éstos se definen generalmente de la siguiente manera:

- **tiempo medio hasta el restablecimiento del servicio (MTTSR, *mean time to service restoral*)**: es la duración promedio de los intervalos de tiempo de servicio de indisponibilidad;
- **tasa de fallos (λ)** es el número promedio de transiciones del estado de disponibilidad al estado de indisponibilidad por unidad de tiempo disponible;
- **tasa de restablecimiento (μ)** es el número promedio de transiciones del estado de indisponibilidad al estado de disponibilidad por unidad de tiempo de indisponibilidad;
- **indisponibilidad (U)** es la relación del tiempo de servicio de indisponibilidad de largo plazo al tiempo de servicio programado, expresada como un porcentaje.

Si se considera una distribución exponencial de fallos y restablecimiento, es posible estimar los valores matemáticos de cualquiera de estos parámetros a partir de los valores de la disponibilidad del servicio (*SA*, *service availability*) y del tiempo medio entre las interrupciones del servicio (*MTBSO*), como se resume en la figura 5.



a) Diagrama de estados

$$MTBSO = \frac{1}{\lambda} \qquad MTTSR = \frac{1}{\mu}$$

$$SA = 100 \left[\frac{MTBSO}{MTBSO + MTTSR} \right] = 100 \left[\frac{\mu}{\lambda + \mu} \right]$$

$$U = 100 - SA = 100 \left[\frac{MTTSR}{MTBSO + MTTSR} \right] = 100 \left[\frac{\lambda}{\lambda + \mu} \right]$$

X.147_F5

b) Relaciones entre los parámetros

Figura 5/X.147 – Modelo básico de disponibilidad y parámetros relacionados

8 Objetivos de la característica de disponibilidad

En esta cláusula se especifican los objetivos de calidad de funcionamiento para los parámetros tasa de disponibilidad y *MTBSO*, en el caso de los siguientes tipos de porción de conexión:

- porción de red nacional;
- porción de red de tránsito internacional;
- porción entre operadores internacionales.

Se especifica un solo conjunto de objetivos para el caso más desfavorable que son aplicables a cada porción de conexión particular. Los objetivos definen la calidad de funcionamiento de una muestra estadística de conexiones con retransmisión de tramas. Los objetivos no se aplican a la calidad de funcionamiento de una conexión particular con retransmisión de tramas ni la definen. Todos los valores son provisionales y no es necesario que las redes cumplan con los mismos hasta que se corrijan (aumentándolos o disminuyéndolos), basándose en la experiencia de funcionamiento real.

La característica de disponibilidad extremo a extremo de una conexión virtual internacional con retransmisión de tramas se puede estimar simplemente multiplicando los valores de disponibilidad de cada porción.

8.1 Tasa de disponibilidad

En el cuadro 1 se especifica el objetivo AR de cada tipo de porción de conexión.

Cuadro 1/X.147 – Objetivos de la tasa de disponibilidad

| Porción de conexión | Objetivo de la tasa de disponibilidad |
|--|---------------------------------------|
| Porción de red nacional (nota) | En estudio |
| Porción de red de tránsito internacional | En estudio |
| Porción entre operadores internacionales | En estudio |
| NOTA – No incluye la contribución de las secciones de circuito de acceso | |

8.2 Tiempo medio entre interrupciones

En el cuadro 2 se especifica el objetivo de MTBO de cada tipo de porción de conexión.

Cuadro 2/X.147 – Objetivos del tiempo medio entre interrupciones

| Porción de conexión | Objetivo de MTBO |
|--|------------------|
| Porción de red nacional | En estudio |
| Porción de red de tránsito internacional | En estudio |
| Porción entre operadores internacionales | En estudio |

Anexo A

Determinación de los estados de disponibilidad mediante la utilización de umbrales de parámetros de calidad de funcionamiento

A.1 Disponibilidad de la conexión virtual con retransmisión de tramas

En este anexo se especifica un conjunto de criterios para evaluar la disponibilidad de las conexiones virtuales con retransmisión de tramas. Un modelo de dos estados sienta la base para describir la disponibilidad de servicio total. Una función de disponibilidad especificada permite comparar los valores operacionales de un conjunto de parámetros de calidad de funcionamiento primarios "soportados" con los umbrales de interrupción correspondientes para clasificar el servicio como "disponible" (sin interrupción de servicio) o "indisponible" (interrupción de servicio) durante periodos de observación sucesivos. En este anexo se especifican las funciones de disponibilidad y se definen los valores de umbral de disponibilidad que caracterizan el proceso aleatorio binario resultante para los servicios PVC y SVC.

A.1.1 Funciones de disponibilidad de conexión virtual con retransmisión de tramas

Para evaluar la disponibilidad de conexiones PVC con retransmisión de tramas, se utilizan cuatro criterios de interrupción (basándose en los parámetros de calidad de funcionamiento definidos en la Rec. UIT-T X.144):

- la tasa de pérdida de tramas de información de usuario (para el tráfico ofrecido conforme a la CIR);
- la tasa de pérdida de tramas de información de usuario (para el tráfico ofrecido conforme a la EIR);

- la tasa de errores de trama residuales; y
- la tasa de tramas extra.

Para evaluar la disponibilidad de conexiones SVC con retransmisión de tramas, se especifican dos criterios de interrupción adicionales (basándose en los parámetros de calidad de funcionamiento definidos en la Rec. UIT-T X.145) en conjunto con los criterios de interrupción de la disponibilidad de conexiones PVC:

- la probabilidad de error en el establecimiento de la conexión (CEP) y la probabilidad de fallo en el establecimiento de la conexión (CFP);
- la probabilidad de desconexión prematura (PDP) y la probabilidad de estímulo de desconexión prematura (PDSP).

Estos parámetros se denominan parámetros de decisión de disponibilidad. Cada parámetro de decisión se asocia con un umbral de interrupción. En el cuadro A.1 se relacionan estos parámetros de decisión y los valores provisionales para sus umbrales de interrupción.

Cuadro A.1/X.147 – Criterios de interrupción para los parámetros de decisión de disponibilidad

| Parámetros de decisión de disponibilidad | Criterios (nota 3) |
|--|-----------------------------------|
| FLR _c (nota 1): Tasa de pérdida de tramas de información de usuario de un conjunto de tramas con DE = 0 cuando todas estas tramas son conformes a la CIR | FLR _c > C ₁ |
| FLR _e (nota 2): Tasa de pérdida de tramas de información de usuario de un conjunto de tramas de entrada con DE = 1 cuando todas estas tramas son conformes a la EIR y todas las tramas con DE = 0 son conformes a la CIR | FLR _e > C ₂ |
| RFER – Tasa de errores de trama residuales | RFER > C ₃ |
| EFR – Tasa de tramas extra | EFR > C ₄ |
| Probabilidad de error en el establecimiento de la comunicación (CEP) y probabilidad de fallo en el establecimiento de la comunicación (CFP) | CEP + CFP > C ₅ |
| Probabilidad de desconexión prematura (PDP) y probabilidad de estímulo de desconexión prematura (PDSP) | PDP + PDSP > C ₆ |
| <p>NOTA 1 – Se puede aplicar como un parámetro de decisión de disponibilidad únicamente cuando CIR > 0. Si se observa una FLR alta, el tráfico con DE = 0 ofrecido ha de reducirse al valor de la CIR antes de decidir cuál es el estado de disponibilidad.</p> <p>NOTA 2 – Se puede aplicar como un parámetro de decisión de disponibilidad únicamente cuando CIR = 0 y no hay tramas con DE = 0. Si se observa una FLR alta, el tráfico con DE = 1 ofrecido ha de reducirse al valor de la EIR antes de decidir cuál es el estado de disponibilidad.</p> <p>NOTA 3 – Se especifican los siguientes valores de criterios de umbral: C₁ = 10%, C₂ = 25%, C₃ = 1%, C₄ = 1/300, C₅ = 0,9, y C₆ = 0,01. Todos los valores deben entenderse como provisionales y no es necesario que las redes cumplan con ellos hasta que se revisen dichos valores (hacia arriba o abajo) basándose en la experiencia real de funcionamiento.</p> <p>NOTA 4 – Además, la sección de conexión (o conjunto de secciones) puede considerarse como indisponible si la capa física subyacente en cualquier frontera de sección se encuentra indisponible (sin señal, condición de alarma, etc.) debido a causas propias de la sección(es) de conexión. Véase el anexo B.</p> | |

A.1.2 Evaluación de la disponibilidad

La calidad de funcionamiento se considera independiente de cada parámetro de decisión de disponibilidad. Si el valor del parámetro es igual al umbral de interrupción definido o mejor que él, la calidad de funcionamiento se define como aceptable con relación a ese parámetro. Si el valor del

parámetro es peor que ese umbral, la calidad de funcionamiento se define como inaceptable con relación a ese parámetro.

Un conjunto de secciones de conexión limitadas por las fronteras B_i y B_j se define como *disponible* (o que está en el estado de disponibilidad) si la calidad de funcionamiento es aceptable con relación a todos los parámetros de decisión; es decir, si no se rebasan los umbrales de los parámetros de calidad de funcionamiento durante el periodo de tiempo en el que se evalúa la calidad de funcionamiento.

Un conjunto de secciones de conexión limitadas por las fronteras B_i y B_j se define como *indisponible* (o que se encuentra en el estado de indisponibilidad) si la calidad de funcionamiento de uno o más criterios de decisión es inaceptable, es decir, si se rebasan uno o más de los umbrales de los parámetros de calidad de funcionamiento durante el periodo de tiempo en el que se evalúa la calidad de funcionamiento.

Los intervalos durante los cuales se considera indisponible una sección de conexión o un conjunto de secciones de conexión concatenadas se identifican mediante la superposición de los periodos de calidad de funcionamiento inaceptables de todos los parámetros de decisión, como se ilustra en la figura A.1.

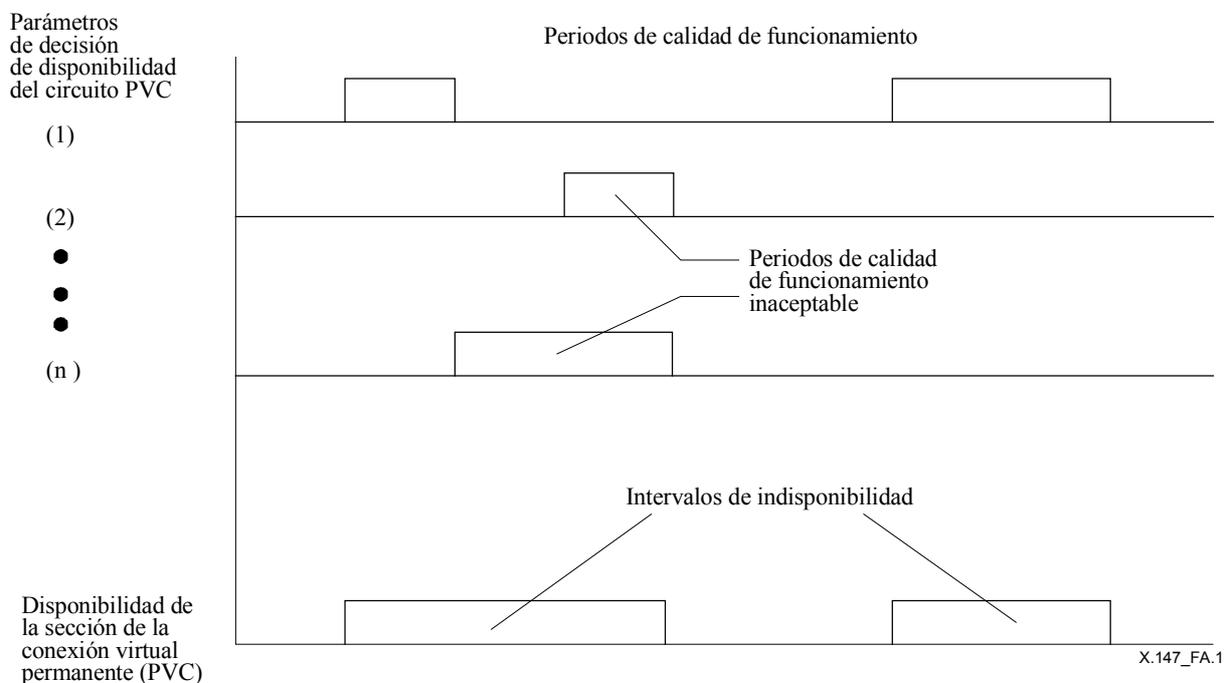


Figura A.1/X.147 – Determinación de los estados de disponibilidad de la PVC con retransmisión de tramas

A.1.3 Utilización de la tasa de pérdida de tramas como el único criterio para evaluar la disponibilidad

Visto que la capacidad de las redes con retransmisión de trama para proporcionar supervisión de la calidad de una conexión con retransmisión de trama durante el servicio, a fin de evaluar la disponibilidad, depende considerablemente de las características y capacidades implementadas en el sistema de gestión de la red, los operadores de red pueden elegir qué parámetros utilizarán para la evaluación de la disponibilidad de la conexión.

Por ejemplo, es posible estimar fácilmente un valor de la tasa de pérdida de tramas a partir de los registros de contabilidad. No obstante, la obtención de un valor de la tasa de errores de trama residuales o de la tasa de tramas extra puede necesitar equipo de supervisión más especializado.

NOTA 1 – Se supone que la tasa de errores de trama residuales o la tasa de tramas extra generalmente será bastante reducida. Por consiguiente, se espera que la utilización del solo parámetro de tasa de pérdida de tramas como criterio de decisión no repercutirá considerablemente en el valor obtenido para la tasa de disponibilidad.

NOTA 2 – En la Rec. UIT-T X.148 se describen métodos para la medición de la tasa de pérdida de tramas mediante el empleo de técnicas OAM FR - véase además el anexo D.

Anexo B

Utilización de mensajes de ESTADO de retransmisión de tramas o de la indicación de alarma como criterios de disponibilidad

En el caso de las conexiones virtuales con retransmisión de tramas que utilicen los procedimientos de mensajería de STATUS que se definen en las Recomendaciones UIT-T X.36 y X.76, (o en el anexo A/Q.933), y que empleen procedimientos bidireccionales únicamente en las interfaces red-red (NNI, *network-to-network interfaces*), la transmisión de pares específicos de indicaciones mediante mensajes STATUS o indicaciones de alarma también servirán como criterios de disponibilidad.

En el caso de un conjunto de secciones de conexión que se encuentren en prueba y limitadas por las fronteras B_i y B_j , la transmisión de una indicación de inactividad desde la sección bajo prueba servirá como una transición del estado de disponibilidad al estado de indisponibilidad. Un conjunto de secciones de conexión limitadas por las fronteras B_i y B_j se define como *indisponible* (o que se encuentra en el estado de indisponibilidad) si se produce la transmisión de una indicación de inactividad mediante un mensaje STATUS desde las secciones limitadas por las fronteras B_i y B_j .

El retorno al estado de disponibilidad se logrará mediante la transmisión de una indicación de actividad a través de un mensaje STATUS o mediante la supresión de una indicación de alarma desde la sección que se encuentra en prueba.

Se excluyen los periodos de indisponibilidad programados.

NOTA – En este caso, la disponibilidad se evalúa únicamente con relación a la capacidad de una conexión virtual para transmitir tramas. No se considera la calidad de servicio obtenida (determinada por ejemplo mediante la tasa de pérdida de tramas).

Anexo C

Utilización de mensajes de bucle sin enclavamiento OAM FR para estimar la disponibilidad de la conexión con retransmisión de tramas cuando se emplea la conectividad como criterio de interrupción

C.1 Introducción

En este anexo se describe un método para estimar la disponibilidad de la conexión virtual bidireccional. La estimación se fundamenta en la utilización de mensajes de bucle sin enclavamiento OAM FR, conforme al documento FRF.19 y a la Rec. UIT-T X.151. El criterio se basa en la interrupción de una conexión. Cuando una conexión sufre una interrupción, se define como indisponible. Cuando concluye la interrupción de la conexión, esta última se define como disponible.

NOTA 1 – La capacidad de bucle OAM FR puede utilizarse para la gestión de aislamiento de fallos y de conexiones. Los diagnósticos mediante OAM con retransmisión de trama se pueden llevar a cabo en un segmento de una VC entre dos dispositivos OAM que pertenecen al mismo dominio. Hay dos formas de diagnóstico soportadas conforme al documento FRF.19, un bucle VC con enclavamiento y un bucle sin enclavamiento:

- El bucle con enclavamiento es una medida de mantenimiento de servicio que permite retirar la VC del servicio – (es decir, ya no se podrán enviar tramas de datos de usuario por la VC donde se aplica el bucle).
- El bucle sin enclavamiento se utiliza para responder a una trama OAM particular sin tener que retirar la VC del servicio. El mensaje de bucle sin enclavamiento provoca únicamente que el propio mensaje de bucle sin enclavamiento se ponga en bucle hacia el iniciador y por consiguiente que se pueda utilizar para la estimación durante el servicio.

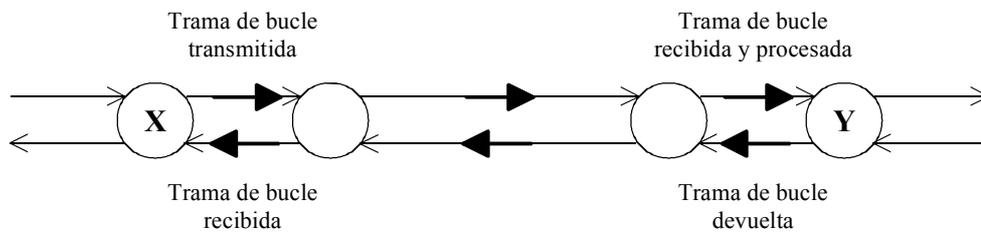
Es posible que con este método de estimación no puedan detectarse algunas interrupciones cortas que estrictamente son tiempo de indisponibilidad. No obstante, como se supone que la mayoría de los eventos de fallo que provocan interrupciones darán por resultado interrupciones de servicio mayores de 10 segundos, se considera que esta técnica producirá una estimación satisfactoria.

Considérese una conexión o una porción de una conexión delimitada por los puntos de mantenimiento OAM con retransmisión de tramas (FROMP, *frame relay OAM maintenance point*) X e Y, como se muestra en la figura C.1. Se dice que la conexión (X, Y) está disponible únicamente si ambas conexiones virtuales $X \rightarrow Y$ e $Y \rightarrow X$ están disponibles; de lo contrario, se dice que la conexión (X, Y) está indisponible.

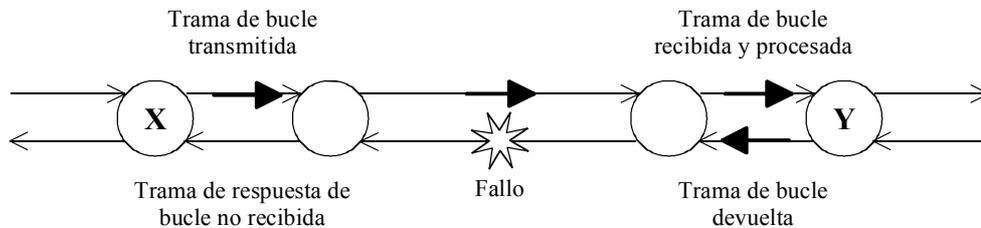
NOTA 2 – Las tramas de bucle OAM pueden iniciarse en cualquier punto de mantenimiento OAM con retransmisión de tramas (FROMP) X o en cualquier punto de medición Y.

NOTA 3 – Generalmente, un observador en un punto de medición determina si la conexión entrante está disponible basándose en el flujo de datos entrante, y esta opinión se conoce como estimación de extremo cercano. En el caso de que el punto de medición X inicie las tramas de bucle OAM, X se denomina como el *extremo cercano*, y las tramas que van de X a Y se consideran transmitidas en sentido hacia adelante. Cuando las tramas llegan a Y (*extremo distante*) se devuelven a X y se considera que se transmiten en sentido hacia atrás.

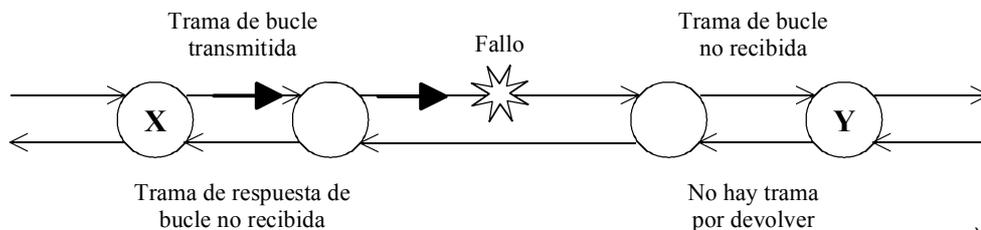
NOTA 4 – Como resulta evidente de la figura C.1, la medición es simétrica con respecto al método de estimación que se define más adelante. Por consiguiente, en el texto a continuación es irrelevante si el punto de medición es X o Y.



Caso A: Conexión virtual disponible



Caso B: Conexión virtual indisponible



Caso C: Conexión virtual indisponible

X.147_FC.1

Figura C.1/X.147 – Utilización del bucle OAM FR para efectos de detección de fallos

Una ventaja del método que se describe en esta cláusula es que puede proporcionar la disponibilidad bidireccional en un punto de medición. En otras palabras, este método permite estimaciones de disponibilidad de la conexión de extremo cercano y de extremo distante desde un punto de medición.

En el caso del método de estimación a continuación, se debe activar la funcionalidad de mensajes OAM de bucle sin enclavamiento en la conexión que se somete a la estimación de disponibilidad.

NOTA 5 – Antes de la transmisión normal de los mensajes de bucle, un punto FROMP debe iniciar una petición para que un dispositivo par lleve a cabo un bucle sin enclavamiento utilizando el mensaje de bucle sin enclavamiento con el código de bucle enclavado del campo de información de bucle sin enclavamiento fijado a petición.

C.2 Declaración de conexión disponible a conexión indisponible

Cuando la conexión se encuentra en el estado de disponibilidad:

- El extremo cercano (X) transmitirá regularmente un mensaje de bucle sin enclavamiento utilizando una ubicación de destino específica que designa el extremo distante (Y). Se enviarán estos mensajes a intervalos regulares. Se recomienda que se envíe uno cada segundo. Los operadores de red pueden elegir otros periodos para los intervalos.
- Cuando se recibe el mensaje de bucle sin enclavamiento, el extremo distante (Y) podrá determinar si la identificación del dominio del mensaje indica membresía con uno de los dominios soportados en la ubicación de recepción y si el indicador de ubicación de destino del mensaje indica este dispositivo OAM. Si el mensaje se direcciona a esta ubicación y el

dispositivo soporta esta capacidad, el mensaje se procesa. El extremo distante responde con un mensaje de bucle sin enclavamiento de longitud y contenido idénticos, con el campo de información fijado de tal manera que indique una respuesta. La recepción en (X) de la respuesta de bucle sin enclavamiento significa que el mensaje está terminado.

- c) Si hay un fallo en la capa física, ya sea en sentido hacia adelante o hacia atrás, entre los MP, (como se muestra en los casos B y C de la figura C.1) el mensaje de respuesta de bucle sin enclavamiento no se recibirá de regreso en el punto de medición (X). Supóngase que los mensajes de bucle sin enclavamiento se transmiten a intervalos de un segundo. Se espera que durante las operaciones normales se recibirá un mensaje de respuesta en un lapso aproximado de 400 ms. El periodo de tiempo durante el que no se reciben mensajes de respuesta se cuenta como tiempo de indisponibilidad.

NOTA – Debido a la naturaleza de las redes con retransmisión de tramas, algunas tramas pueden descartarse debido a la congestión en la red. Por consiguiente, la pérdida de una sola trama de respuesta de bucle no necesariamente significa que hay un fallo físico en la conexión, pero puede dar a suponer que hay una congestión significativa. En el caso de que se transmita un mensaje de bucle sin enclavamiento cada segundo y que a pesar de que no haya una condición de fallo físico, de cualquier manera no se reciben tramas de respuesta de bucle, el periodo de tiempo será declarado como indisponible debido a que se ha rebasado el umbral de la tasa de pérdida de tramas.

C.3 Declaración de conexión indisponible a conexión disponible

Cuando la conexión se encuentra en el estado de indisponibilidad:

- a) El nodo del extremo cercano continuará transmitiendo mensajes de bucle sin enclavamiento conforme al intervalo de inserción definido. En el momento en que el nodo de extremo cercano (X) recibe un mensaje de respuesta de bucle sin enclavamiento desde el extremo distante (Y), la conexión virtual dejará el estado de indisponibilidad. En ese momento, la conexión bidireccional se vuelve disponible.
- b) Si la conexión virtual estaba en el estado de indisponibilidad y cualquiera de los extremos cercano o distante comienza a recibir tramas de información de usuario, la conexión virtual dejará el estado de indisponibilidad.

C.4 Estimación de la disponibilidad durante el servicio

Cuando los periodos de tiempo se declaran como disponibles o indisponibles basándose en la recepción de tramas de respuesta de bucle o en la falta de recepción de las mismas, se podrá calcular el valor de la tasa de disponibilidad y los parámetros MTBO (para un periodo de observación definido) como se indica a continuación:

- La tasa de disponibilidad se calcula como el cociente entre las duraciones de los periodos de disponibilidad acumulados y la duración del periodo de observación.
- El MTBO se estima como el tiempo medio entre periodos de indisponibilidad sucesivos.

Anexo D

Utilización de OAM FR para supervisar la tasa de pérdida de tramas con fines de evaluación de la disponibilidad

En este anexo se describe un método para calcular la disponibilidad cuando se utiliza la tasa de pérdida de tramas (FLR) como criterio de interrupción. En la Rec. UIT-T X.148 se especifican los procedimientos para la estimación de la tasa de pérdida de tramas conforme a los procedimientos OAM X.151 | FRF.19. En el procedimiento especificado en la Rec. UIT-T X.148 se recomienda la

medición real de la tasa de entrega de tramas que es el complemento de la tasa de pérdida. En general, el procedimiento se adapta adecuadamente a la estimación de la tasa de pérdida de tramas de largo plazo, pero puede utilizarse también para evaluar la FLR durante periodos cortos.

En el anexo A se especifican:

- la tasa de pérdida de tramas de información de usuario (relativa al tráfico ofrecido conforme a la CIR); y
- la tasa de pérdida de tramas de información de usuario (relativa al tráfico ofrecido conforme al EIR);

como criterios de interrupción que pueden utilizarse para el cálculo de la disponibilidad.

NOTA – Los mensajes OAM X.151 | FRF.19 permiten efectuar el recuento de las tramas ofrecidas y recibidas relativas a los flujos de tráfico CIR y EIR.

La evaluación de la tasa de pérdida de tramas se lleva a cabo durante un periodo de medición definido. Para registrar los periodos donde la tasa de pérdida de tramas rebasa el umbral, el periodo de medición debe ser suficientemente corto.

Se recomienda que la característica de la tasa de pérdida de tramas se evalúe durante periodos de tiempo entre 10 segundos y 5 minutos. La tasa de entrega de tramas/tasa de pérdida de tramas puede calcularse para cada periodo de tiempo. Si la tasa de pérdida de tramas relativa al flujo de tráfico CIR (en el caso de que $CIR > 0$) es mayor que 10% o la tasa de pérdida de tramas relativa al flujo de tráfico EIR (en el caso de que $CIR = 0$) es mayor que 25%, el tiempo durante el cual se llevó a cabo la evaluación se debe contar como tiempo indisponible.

Los operadores de red pueden decidir no supervisar la FLR relativa al flujo de tráfico EIR y determinar la disponibilidad basándose únicamente en la calidad del flujo de tráfico CIR.

Anexo E

Cálculo de la tasa media de disponibilidad de red basándose en la medición de la indisponibilidad de una conexión virtual particular

En este anexo se ofrece una expresión para calcular un valor de la disponibilidad total de la red a partir de mediciones de la indisponibilidad de una conexión virtual. La expresión es independiente de la manera cómo se defina la indisponibilidad de una conexión virtual o de cómo se pueda medir.

Se definen los siguientes parámetros:

- N es el número total de conexiones virtuales con retransmisión de tramas en la red.
- T (segundos) es el intervalo durante el que se evaluará la disponibilidad.
- U_i (segundos) es la cantidad de tiempo durante el cual está indisponible una conexión virtual i ($1 \leq i \leq N$) a lo largo del intervalo de evaluación T .
- R_i es la tasa de indisponibilidad de la conexión virtual i ($1 \leq i \leq N$), es decir, $R_i = U_i/T$.
- A es la tasa promedio de disponibilidad de red evaluada durante el tiempo T .

La tasa promedio de indisponibilidad en la red es por consiguiente:

$$R_u = \frac{\sum_{i=1}^N U_i}{NT} \text{ o, de modo equivalente, } R_u = \frac{\sum_{i=1}^N R_i}{N}.$$

La tasa media de disponibilidad en la red es:

$$A = (1 - R_u) \times 100\%$$

Apéndice I

Estimación mediante muestreo de los parámetros de disponibilidad de un circuito virtual permanente

I.1 Prueba mínima de la disponibilidad de servicio del circuito virtual permanente

En la definición de la disponibilidad del servicio por circuito virtual permanente (PVC) (conforme a la cláusula A.1.1) se recomienda la comparación de la calidad de funcionamiento de los cuatro parámetros de decisión observados con los umbrales de interrupción. Un solo resultado satisfactorio de la prueba que se describe a continuación se considera suficiente para declarar disponible la sección PVC. Un solo fallo de una sección relativa al incumplimiento de cualquiera de los cuatro criterios individuales se considera suficiente para declarar indisponible la sección de conexión PVC. Esta prueba y sus criterios de decisión se consideran los criterios mínimos necesarios para muestrear la disponibilidad de la sección.

La prueba de disponibilidad mínima puede llevarse a cabo en cualquier sentido de la sección mediante equipo y componentes ajenos a la misma. Para garantizar que la prueba de disponibilidad no fallará como resultado de información de entrada insuficiente o excesiva, durante 5 minutos se debe tratar de mantener el tráfico con $DE = 0$ conforme a la CIR, si $CIR > 0$, y el tráfico con $DE = 1$ conforme al EIR, si $CIR = 0$. Se dispone de tres criterios para decidir si la prueba ha sido satisfactoria o ha fallado:

- 1a) ($CIR > 0$) – La prueba habrá fallado si la FLR_c es mayor que C_1 ;
- 1b) ($CIR = 0$) – La prueba habrá fallado si la FLR_e es mayor que C_2 ;
- 2) La prueba habrá fallado si la RFER es mayor que C_3 ;
- 3) La prueba habrá fallado si la tasa de tramas extra es mayor que C_4 .

Si una prueba pasa los criterios de decisión, se considera satisfactoria y se estima que el circuito PVC soportado por la sección está disponible durante toda la prueba. Si la sección no pasa la prueba debido a uno o más criterios de decisión, se asume que el circuito PVC soportado por la sección ha estado indisponible durante toda la prueba.

NOTA – Los valores de umbral (C_1, C_2, C_3, C_4) se definen en el cuadro A.1.

I.2 Procedimientos para calcular la disponibilidad de servicio del circuito virtual permanente

Se puede calcular una estimación apropiada del porcentaje de disponibilidad del servicio PVC de la siguiente manera: basándose en una estimación *a priori* de la disponibilidad de servicio, se eligen tamaños de muestreo no menores de 300. Además, se eligen s instantes de prueba durante el tiempo de servicio programado y se distribuyen a través de un largo periodo de medición (por ejemplo, 6 meses). Debido a la duración prevista de las interrupciones de servicio, no se eligen dos instantes de prueba con una diferencia menor a 7 horas (esto permite mantener las observaciones sin correlación). Los instantes de prueba han de distribuirse uniformemente a lo largo del tiempo de servicio programado. En cada instante de prueba predeterminado, se realiza la prueba de disponibilidad descrita en I.1. Si la prueba no tiene éxito, la sección se declara no disponible para esa muestra. De lo contrario, la sección se declara como disponible. El cálculo del porcentaje de

disponibilidad de servicio PVC es el número de veces que la sección se declara disponible, multiplicado por 100, y dividido por el número total de muestras.

I.3 Procedimientos para calcular el tiempo medio entre interrupciones de servicio del circuito virtual permanente

Se puede calcular una estimación apropiada del tiempo medio entre interrupciones de servicio del circuito PVC a través de la obtención de muestras consecutivas de la característica de disponibilidad y mediante el recuento de los cambios observados del estado de disponibilidad al de indisponibilidad.

Antes de realizar cualquier prueba, se eligen k intervalos de tiempo no conexos, cada uno de los cuales no será menor de 30 minutos o mayor de 3 horas. La cantidad de tiempo total de los k intervalos ha de rebasar tres veces la estimación *a priori* del tiempo medio entre interrupciones de servicio del circuito PVC. Durante cada intervalo predefinido se obtienen muestras consecutivas de la característica de disponibilidad. La cantidad de tiempo durante el cual se observa el estado de disponibilidad se añadirá al contador acumulativo denominado A . El número de transiciones observadas del estado de disponibilidad al de indisponibilidad se acumulará en el contador denominado F ¹.

Para cada intervalo predefinido:

- a) Si todas las muestras consecutivas de disponibilidad son satisfactorias, se debe sumar la longitud total del intervalo a A . No se debe cambiar el valor acumulado en F .
- b) Si la primera muestra de disponibilidad es satisfactoria y cualquier muestra subsiguiente en el intervalo resulta fallida, se incrementa F en una unidad. Añádase a A la longitud total de todas las muestras de disponibilidad previas al primer fallo. A continuación de la primera muestra fallida de disponibilidad se puede descartar el tiempo restante del intervalo sin probar su disponibilidad.
- c) Si la primera muestra de disponibilidad resulta fallida, supóngase que la transición de estados se produjo antes del inicio del intervalo. No se debe añadir nada al contador de tiempo de disponibilidad observado A . No se debe añadir nada al contador acumulativo de cambios de estado observados, F . Se puede descartar el tiempo restante del intervalo sin probar su disponibilidad.

Después de haber acumulado los resultados de cada intervalo predefinido, la relación A/F da una estimación del tiempo medio entre interrupciones de servicio PVC. Es posible obtener una estimación estadísticamente más precisa si se aumenta el número de intervalos observados, k .

Para la estimación del tiempo medio entre interrupciones de servicio PVC se supone que, si una interrupción comienza durante una muestra de característica de disponibilidad, bien sea la muestra en curso o la siguiente permitirán decidir que la sección está indisponible. Se trata de una suposición razonable ya que las interrupciones de servicio, a diferencia de los fallos transientes, tendrán una duración mayor de 5 minutos.

El descarte del resto del intervalo a continuación de una muestra de disponibilidad fallida es práctico y se justifica estadísticamente. La sección PVC debe regresar al estado de disponibilidad antes de que se pueda acumular más tiempo de disponibilidad y antes de que se puedan observar más transiciones al estado de indisponibilidad. En primer lugar, el tiempo previsto para restablecer el servicio PVC puede ser largo con relación al tiempo restante en el intervalo. Puede resultar inapropiado y contraproducente continuar la prueba de una sección de red con fallo o

¹ Cada contador se fija inicialmente a cero.

congestionada. En segundo lugar, si las transiciones al estado de indisponibilidad son independientes estadísticamente, en ese caso el descarte del resto del intervalo, que puede incluir tiempo en el estado de disponibilidad, no influirá en el resultado². La única consecuencia al discontinuar la prueba es la pérdida del tiempo de prueba. Para minimizarla, los intervalos de prueba deben ser cortos con relación a la suma del tiempo esperado para restablecer el servicio PVC y del tiempo esperado entre las interrupciones del servicio PVC. Por consiguiente, cada prueba no debe tener una duración mayor de 3 horas.

Existen dos fuentes de parcialidad en el procedimiento de estimación descrito en I.3. En primer lugar, si una interrupción comienza durante la última muestra de disponibilidad del intervalo, esa transición puede provocar, o no, que la muestra no sea satisfactoria. Si es satisfactoria, se pierde la transición de estado y el tiempo medio entre interrupciones de servicio PVC se sobrestima. En segundo lugar, una transición al estado de indisponibilidad durante la primera muestra de disponibilidad del intervalo puede provocar, o no, que la muestra no sea satisfactoria. Conforme al procedimiento de estimación, si la muestra no es satisfactoria, el intervalo se descartará, la transición de estado se pierde y el tiempo medio entre las interrupciones de servicio PVC se sobrestima. Estos efectos laterales pueden reducirse aumentando la longitud de cada intervalo, y por consecuencia aumentando el número de muestras de disponibilidad, y por consiguiente disminuyendo el efecto de los resultados de la primera y última muestras como una proporción del total de resultados muestreados. La longitud del mínimo intervalo recomendado es de 30 minutos, utilizando muestras de disponibilidad de 5 minutos.

Opcionalmente, se pueden corregir ambas parcialidades sustituyendo la instrucción a) de I.3 con:

- a) Si todas las muestras de disponibilidad consecutivas son satisfactorias, se añadirá la longitud total del intervalo a A . Se debe tomar una muestra de disponibilidad adicional inmediatamente a continuación del intervalo. Si la muestra no es satisfactoria, se incrementará F en una unidad. Si esa muestra es satisfactoria, no se modifica F . La longitud de la muestra adicional no tiene efecto sobre A .

Esta modificación identifica cualquier transición de estado que se produzca durante la última muestra del intervalo y elimina la primera fuente de parcialidad. Además, permite contar ciertas transiciones que se producen fuera del intervalo. Estas transiciones se cuentan con la misma probabilidad de que la segunda fuente de parcialidad descarte transiciones inapropiadamente. Por consiguiente, este procedimiento modificado corrige ambas fuentes de parcialidad. Utilizando esta modificación, el tiempo medio entre interrupciones de servicio PVC puede estimarse con mayor precisión.

² Si las interrupciones tienen tendencia a agruparse, al discontinuar una prueba a continuación de una transición al estado de indisponibilidad tenderá a sobreestimar el tiempo medio entre interrupciones de servicio. Si las interrupciones tienden a una agrupación negativa, al discontinuar una prueba a continuación de una transición al estado de indisponibilidad tenderá a subestimar el tiempo medio entre interrupciones de servicio.

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 multimedia |
| Serie I | Red digital de servicios integrados |
| Serie J | Redes de cable y transmisión de programas radiofónicos y televisivos, y de otras señales multimedia |
| 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, aspectos del protocolo Internet y Redes de la próxima generación |
| Serie Z | Lenguajes y aspectos generales de soporte lógico para sistemas de telecomunicación |