



UNIÓN INTERNACIONAL DE TELECOMUNICACIONES

UIT-T

SECTOR DE NORMALIZACIÓN
DE LAS TELECOMUNICACIONES
DE LA UIT

G.827

(03/2000)

SERIE G: SISTEMAS Y MEDIOS DE TRANSMISIÓN,
SISTEMAS Y REDES DIGITALES

Redes digitales – Objetivos de calidad y disponibilidad

**Parámetros y objetivos de disponibilidad para
elementos de trayectos digitales internacionales
de velocidad binaria constante que funcionan a
la velocidad primaria o a velocidades superiores**

Recomendación UIT-T G.827

(Anteriormente Recomendación del CCITT)

RECOMENDACIONES UIT-T DE LA SERIE G
SISTEMAS Y MEDIOS DE TRANSMISIÓN, SISTEMAS Y REDES DIGITALES

CONEXIONES Y CIRCUITOS TELEFÓNICOS INTERNACIONALES	G.100–G.199
CARACTERÍSTICAS GENERALES COMUNES A TODOS LOS SISTEMAS ANALÓGICOS DE PORTADORAS	G.200–G.299
CARACTERÍSTICAS INDIVIDUALES DE LOS SISTEMAS TELEFÓNICOS INTERNACIONALES DE PORTADORAS EN LÍNEAS METÁLICAS	G.300–G.399
CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LOS SISTEMAS TELEFÓNICOS INTERNACIONALES EN RADIOENLACES O POR SATÉLITE E INTERCONEXIÓN CON LOS SISTEMAS EN LÍNEAS METÁLICAS	G.400–G.449
COORDINACIÓN DE LA RADIOTELEFONÍA Y LA TELEFONÍA EN LÍNEA	G.450–G.499
EQUIPOS DE PRUEBAS	G.500–G.599
CARACTERÍSTICAS DE LOS MEDIOS DE TRANSMISIÓN	G.600–G.699
EQUIPOS TERMINALES DIGITALES	G.700–G.799
REDES DIGITALES	G.800–G.899
Generalidades	G.800–G.809
Objetivos de diseño para las redes digitales	G.810–G.819
Objetivos de calidad y disponibilidad	G.820–G.829
Funciones y capacidades de la red	G.830–G.839
Características de las redes con jerarquía digital síncrona	G.840–G.849
Gestión de red de transporte	G.850–G.859
Integración de los sistemas de satélite y radioeléctricos con jerarquía digital síncrona	G.860–G.869
Redes ópticas de transporte	G.870–G.879
SECCIONES DIGITALES Y SISTEMAS DIGITALES DE LÍNEA	G.900–G.999

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

Recomendación UIT-T G.827

Parámetros y objetivos de disponibilidad para elementos de trayectos digitales internacionales de velocidad binaria constante que funcionan a la velocidad primaria o a velocidades superiores

Resumen

La presente Recomendación define parámetros, objetivos y métodos de medición de la calidad de funcionamiento de la red para describir la característica de disponibilidad de trayectos digitales internacionales de velocidad binaria constante que funciona a la velocidad primaria o a velocidades superiores. Se especifican objetivos de calidad de funcionamiento para elementos específicos del trayecto internacional. Los elementos del trayecto se clasifican de acuerdo con su posición en el trayecto y su longitud. En el anexo A se proporcionan orientaciones para determinar la calidad de funcionamiento de extremo a extremo prevista, que depende de la topología real de trayecto. Se proporcionan también métodos de medición para poder estimar la calidad de funcionamiento de los elementos de trayecto utilizando técnicas de muestreo.

Orígenes

La Recomendación UIT-T G.827, revisada por la Comisión de Estudio 13 (1997-2000) del UIT-T, fue aprobada por el procedimiento de la Resolución 1 de la CMNT el 10 de marzo de 2000.

Palabras clave

Característica de disponibilidad, disponibilidad, elemento de trayecto, intensidad de interrupciones, objetivos de disponibilidad, relación de disponibilidad, relación de indisponibilidad, tiempo medio entre interrupciones de trayecto digital.

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 Conferencia Mundial de Normalización de las Telecomunicaciones (CMNT), 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 CMNT.

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.

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 2001

Es propiedad. Ninguna parte de esta publicación puede reproducirse o utilizarse, de ninguna forma o por ningún medio, sea éste electrónico o mecánico, de fotocopia o de microfilm, sin previa autorización escrita por parte de la UIT.

ÍNDICE

	Página
1	Introducción 1
1.1	Finalidad 1
1.2	Alcance 1
2	Referencias..... 2
3	Abreviaturas..... 2
4	Definición de trayectos, elementos de trayecto y categorías de elementos de trayecto..... 3
4.1	Trayecto 3
4.2	Elemento de trayecto..... 3
4.3	Categorías de elementos de trayecto 3
4.3.1	Ubicación en la red 3
4.3.2	Longitud..... 6
4.3.3	Nivel de calidad de funcionamiento 6
5	Definiciones de parámetros..... 6
5.1	Generalidades..... 6
5.2	Tasa de disponibilidad 7
5.3	Tiempo medio entre interrupciones de trayecto digital..... 7
6	Objetivos de disponibilidad 8
6.1	Elementos de trayecto que funcionan a la velocidad primaria..... 9
6.1.1	Relación de disponibilidad 9
6.1.2	Tiempo medio entre interrupciones de trayecto digital 10
6.2	Elementos de trayecto que funcionan a velocidades binarias superiores a la velocidad primaria 11
Anexo A	– Ejemplos de topologías de trayecto y cálculo de la característica de disponibilidad de extremo a extremo..... 11
A.1	Finalidad 11
A.2	Topologías de trayecto 11
A.3	Indisponibilidad de extremo a extremo..... 13
A.3.1	Topología lineal..... 13
A.3.2	Topología redundante 13
A.4	Intensidad de interrupciones de extremo a extremo..... 13
A.4.1	Topología lineal..... 14
A.4.2	Topología redundante 14
A.5	Ejemplos numéricos..... 14

	Página
Anexo B – Métodos para medir la característica de disponibilidad de elemento de trayecto..	14
B.1 Finalidad	14
B.2 Métodos de medición.....	15
B.3 Procedimiento de estimación por muestreo	15

Recomendación UIT-T G.827

Parámetros y objetivos de disponibilidad para elementos de trayectos digitales internacionales de velocidad binaria constante que funcionan a la velocidad primaria o a velocidades superiores

1 Introducción

1.1 Finalidad

La finalidad de la presente Recomendación es especificar los parámetros y objetivos de disponibilidad para elementos de trayectos digitales internacionales de velocidad binaria constante que funcionan a la velocidad primaria o a velocidades superiores. Esta Recomendación debe ser utilizada por:

- los planificadores de redes de transmisión, para determinar las mediciones y acciones requerida en la red (por ejemplo, fiabilidad del sistema, organización del mantenimiento, técnicas de protección de red);
- la organización responsable de la provisión de un trayecto, para determinar qué acciones adicionales de extremo a extremo (como la conmutación de protección de extremo a extremo) se necesitan para satisfacer los objetivos de calidad de servicio;
- las entidades operadoras de red que proporcionan elementos de núcleo de trayecto que establecen un trayecto digital internacional, para asegurar que se cumplen los requisitos de disponibilidad.

1.2 Alcance

La presente Recomendación es aplicable a los elementos de trayecto de los trayectos digitales internacionales de velocidad binaria constante que funcionan a la velocidad primaria o a velocidades superiores. Estos trayectos se pueden basar en la jerarquía digital plesiócrona, la jerarquía digital síncrona o alguna otra red de transporte, como las basadas en células. La presente Recomendación es genérica en cuanto a que define parámetros y objetivos independientes de la red de transporte física que proporciona los trayectos.

Se consideran dos tipos de trayectos: trayectos entre centros de conmutación internacional (ISC, *international switching centre*), que consisten solamente en un tramo internacional, y trayectos que se extienden más allá del centro de conmutación internacional y consisten en tramos nacionales e internacionales. Estos trayectos se denominan tipo "a" y tipo "b" respectivamente (véanse las figuras 1 y 2). La presente Recomendación especifica objetivos de disponibilidad para cada uno de estos tramos.

Los tramos nacional e internacional están formados por elementos de trayecto (PE, *path element*). Para el tramo nacional de trayectos tipo "b", la presente Recomendación especifica parámetros y requisitos de disponibilidad para todo el tramo; la subdivisión de requisitos entre los elementos de trayecto respectivos que forman el tramo nacional está bajo la responsabilidad de la entidad operadora de red. Para el tramo internacional de trayectos de ambos tipos, esta Recomendación especifica parámetros y requisitos de disponibilidad para los elementos de trayecto que forman el tramo internacional. Obsérvese que el punto de medición internacional está situado en el lado internacional del centro de conmutación internacional.

La característica de disponibilidad de extremo a extremo de un trayecto digital internacional se puede calcular a partir de la configuración de los elementos de trayecto que lo constituyen y sus objetivos asociados. En el anexo A se da orientación sobre la evaluación de objetivos de

disponibilidad de extremo a extremo. Obsérvese que la especificación de la calidad de funcionamiento de extremo a extremo requerida, con respecto a la cual se puede juzgar que la calidad de funcionamiento de extremo a extremo calculada es satisfactoria o no, está fuera del ámbito de esta Recomendación. Esta especificación puede resultar del acuerdo con los usuarios del trayecto o puede ser objeto de una Recomendación separada.

En algunos países, la red se puede subdividir en partes que están bajo la responsabilidad de diferentes entidades operadoras de red. La distribución de los objetivos entre estas partes está fuera del alcance de esta Recomendación.

Los objetivos de extremo a extremo para la disponibilidad del trayecto son objeto de otra Recomendación que se encuentra actualmente en preparación.

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.

- [1] UIT-T G.826 (1999), *Parámetros y objetivos de característica de error para trayectos digitales internacionales de velocidad binaria constante que funcionan a la velocidad primaria o a velocidades superiores.*
- [2] UIT-T M.20 (1992), *Filosofía de mantenimiento de las redes de telecomunicaciones.*
- [3] UIT-T M.1010 (1988), *Constitución y nomenclatura de los circuitos internacionales arrendados.*

3 Abreviaturas

En esta Recomendación se utilizan las siguientes siglas.

AR	Tasa de disponibilidad (<i>availability ratio</i>)
CP	Instalaciones del cliente (<i>customer premises</i>)
FS	Estación fronteriza (<i>frontier station</i>)
IB	Frontera internacional (<i>international border</i>)
ICPCE	Elemento núcleo de trayecto entre países (<i>inter-country path core element</i>)
IG	Pasarela internacional (<i>international gateway</i>)
IPCE	Elemento núcleo de trayecto internacional (<i>international path core element</i>)
ISC	Centro de conmutación internacional (<i>international switching centre</i>)
Mo	Tiempo medio entre interrupciones de trayecto digital (<i>mean time between digital path outages</i>)
NPCE	Elemento núcleo de trayecto nacional (<i>national path core element</i>)
NPE	Elemento de trayecto nacional (<i>national path element</i>)
OI	Intensidad de interrupciones (<i>outage intensity</i>)
PAE	Elemento de acceso de trayecto (<i>path access element</i>)

PE	Elemento de trayecto (<i>path element</i>)
PEP	Punto de terminación de trayecto (<i>path end point</i>)
PDH	Jerarquía digital plesiócrona (<i>plesiochronous digital hierarchy</i>)
PSE	Elemento de conmutación de trayecto (<i>path switching element</i>)
SES	Segundo con muchos errores (<i>severely errored second</i>)
SDH	Jerarquía digital síncrona (<i>synchronous digital hierarchy</i>)
SIE	Evento de interrupción corta (<i>short interruption event</i>)
TIC	Centro terminal internacional (<i>terminal international centre</i>)
UR	Relación de indisponibilidad (<i>unavailability ratio</i>)

4 Definición de trayectos, elementos de trayecto y categorías de elementos de trayecto

4.1 Trayecto

Un trayecto es una entidad de transporte responsable de la integridad de la transferencia de la de información de red de cliente.

Los trayectos son terminados en cada extremo por un punto de terminación de trayecto (PEP, *path end point*). Para los trayectos tipo "a", la ubicación exacta del PEP queda en estudio, pero será en el lado internacional del ISC. Para los trayectos tipo "b", el PEP está situado en las instalaciones del cliente (CP, *customer premises*).

4.2 Elemento de trayecto

Un PE es una porción de un trayecto resultante de la división a los efectos de la gestión de la disponibilidad.

NOTA – En la presente Recomendación los trayectos se dividen de acuerdo con consideraciones geográficas en vez de arquitecturales. Por consiguiente, se considera que los PE son elementos lógicos de un trayecto cuyas fronteras no están necesariamente en el nivel de red (es decir, velocidad binaria) del trayecto considerado. Por ejemplo, en un trayecto a 2 Mbit/s, una frontera internacional pudiera existir físicamente sólo en 140 Mbit/s. En estas situaciones, la señal a 2 Mbit/s constitutiva en la frontera internacional sólo puede ser observada utilizando equipo adicional que analiza pasivamente la estructura de señal insertada. Sin embargo, se puede supervisar aún la característica de disponibilidad utilizando mecanismos en la capa del trayecto soporte.

La realización y topología físicas de los PE están bajo la responsabilidad de cada entidad operadora de red.

4.3 Categorías de elementos de trayecto

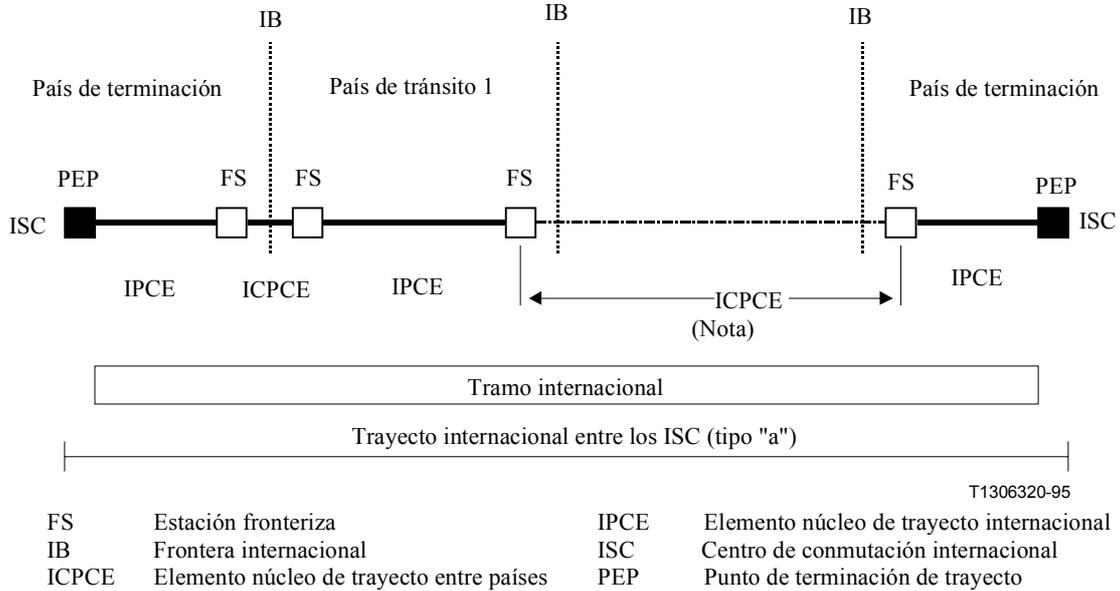
Los PE se clasifican de acuerdo con su ubicación en la red y su longitud. Queda en estudio un dimensionamiento mayor sobre la base del nivel de la característica de disponibilidad.

4.3.1 Ubicación en la red

Los trayectos pueden atravesar diferentes tramos de red que tienen características de disponibilidad muy diferentes. A los efectos de la presente Recomendación, se distinguen tres tramos diferentes:

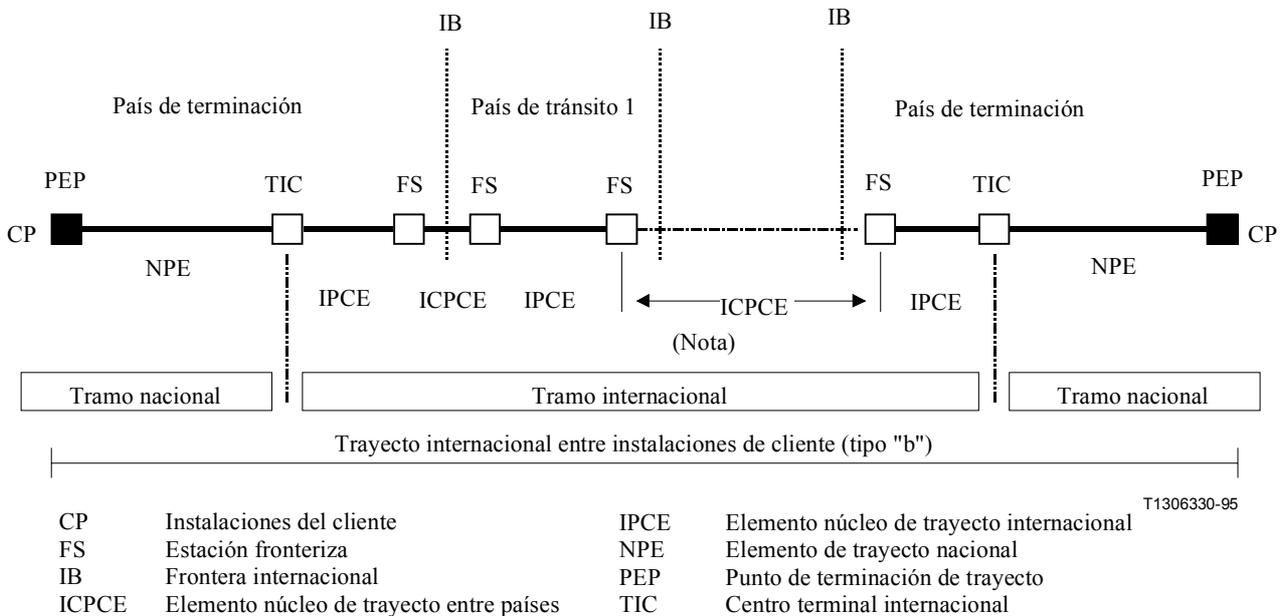
- Elemento núcleo de trayecto entre países (ICPCE, *inter-country path core element*).
- Elemento núcleo de trayecto internacional (IPCE, *international path core element*).
- Elemento de trayecto nacional (NPE, *national path element*).

Las figuras 1 y 2 muestran la ubicación conceptual de estos PE. Obsérvese que el NPE, que constituye el tramo nacional, es sólo aplicable a trayectos de tipo "b". El tramo internacional está formado por una combinación de ICPCE y de IPCE.



NOTA – Este ICPCE atraviesa dos fronteras internacionales y es soportado típicamente por un satélite o sistema de transmisión submarino.

Figura 1/G.827 – Ubicación conceptual de los elementos de un trayecto internacional entre los ISC



NOTA – Este ICPCE atraviesa dos fronteras internacionales y es soportado típicamente por un satélite o sistema de transmisión submarino.

Figura 2/G.827 – Ubicación conceptual de los elementos de un trayecto internacional entre instalaciones del cliente

4.3.1.1 Elemento núcleo de trayecto entre países

El ICPCE es el PE transportado en el trayecto digital de orden más alto a través de la frontera geográfica entre dos países. El ICPCE es el enlace entre redes de diferentes países, consideradas como subredes.

Este elemento está limitado por las estaciones fronterizas (FS, *frontier stations*) donde el trayecto entre países de orden más alto puede ser terminado. Cuando el trayecto entre países de orden más alto no es terminado en la FS, el ICPCE está limitado por el punto de acceso de sección entre países soporte. En la figura 3 se muestra un ejemplo de ICPCE.

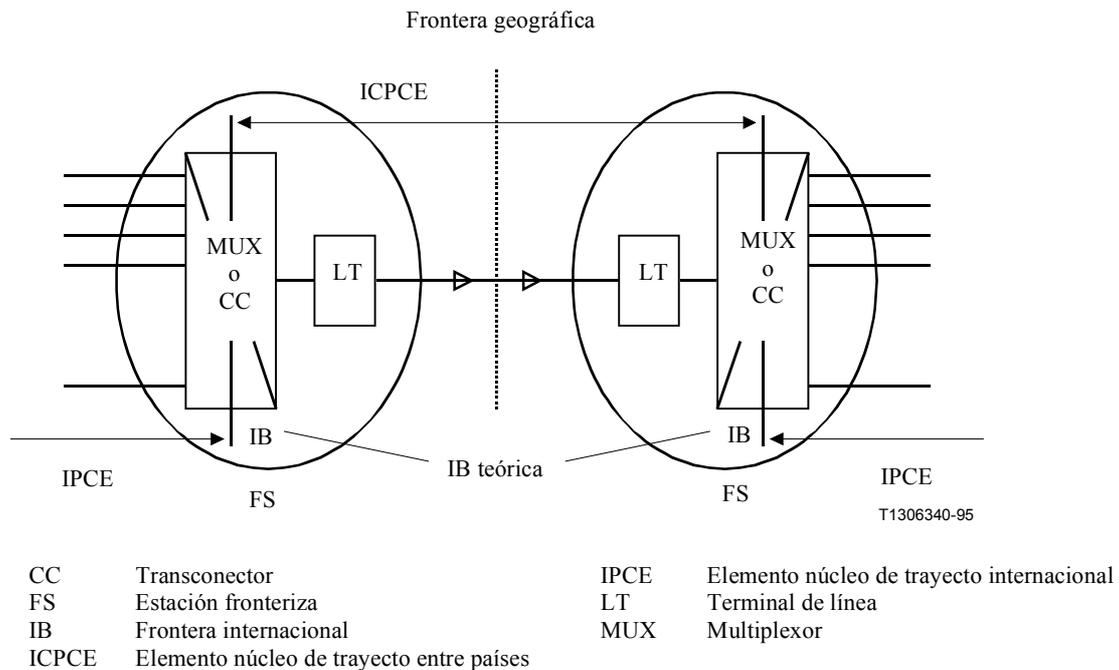


Figura 3/G.827 – Ejemplo de un elemento núcleo de trayecto entre países

Un ICPCE puede ser transportado por un sistema de transmisión por satélite, terrenal o de cable submarino. En el caso de un sistema de transmisión por satélite, se considera que la FS está situada en la estación terrena.

4.3.1.2 Elemento núcleo de trayecto internacional

El IPCE es el PE utilizado en la red núcleo de una entidad operadora.

La frontera de este elemento depende de su aplicación; para un país de tránsito, este elemento está limitado por las dos FS. Para un país de terminación, este elemento está limitado por la pasarela internacional (IG, *international gateway*) y la FS. En particular:

- en un trayecto tipo "a" este elemento está delimitado por el ISC y la FS;
- en un trayecto tipo "b" este elemento está limitado por el centro terminal internacional (TIC, *terminal international centre*), que corresponde al extremo del tramo internacional, y la FS. El TIC se define en UIT-T M.1010. (Obsérvese que el ISC y el TIC pueden estar en la misma ubicación.)

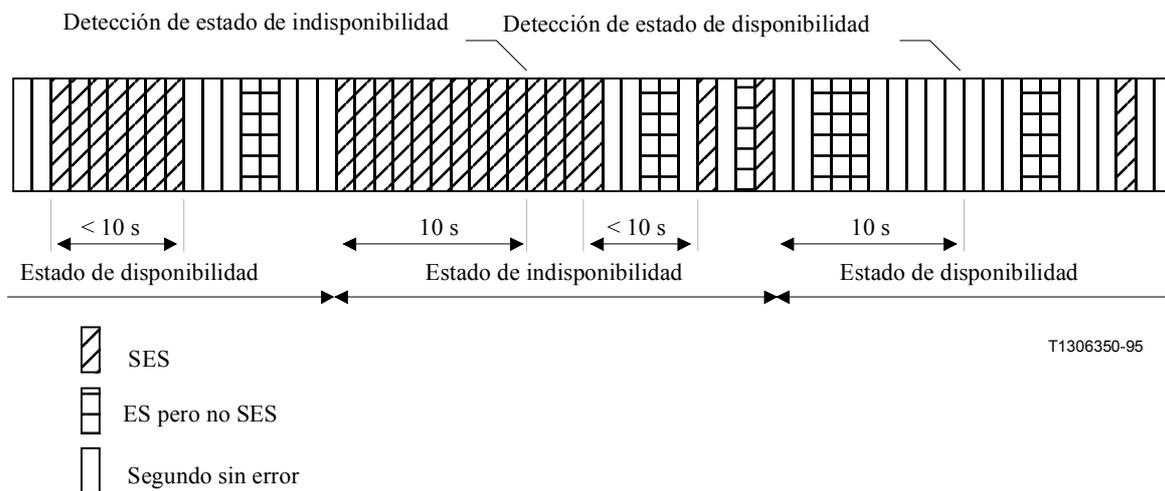


Figura 4/G.827 – Transición entre estados de disponibilidad

En la presente Recomendación se indican objetivos de calidad de funcionamiento para dos parámetros de la característica de disponibilidad: relación de disponibilidad y tiempo medio entre interrupciones de trayecto digital, que son aplicables a todas las categorías de PE.

5.2 Tasa de disponibilidad

La tasa de disponibilidad (*AR*, *availability ratio*) se define como la proporción de tiempo que un PE está en el estado de disponibilidad durante un periodo de observación. *AR* se calcula dividiendo el tiempo de disponibilidad total durante el periodo de observación por la duración de dicho periodo.

Lo contrario de *AR*, la relación de indisponibilidad (*UR*, *unavailability ratio*) se define como la proporción de tiempo que un PE está en el estado de indisponibilidad durante un periodo de observación. *UR* se calcula dividiendo el tiempo de indisponibilidad total durante el periodo de observación por la duración de dicho periodo.

Se puede utilizar cualquiera de las dos relaciones para aplicaciones de diseño, medición y mantenimiento. Las relaciones están vinculadas por la siguiente ecuación:

$$AR + UR = 1 \quad (5-1)$$

5.3 Tiempo medio entre interrupciones de trayecto digital

El tiempo medio entre interrupciones de trayecto digital (*Mo*, *mean time between digital path outages*) para un tramo de trayecto digital es la duración media de cualquier intervalo continuo durante el cual el tramo está disponible. Los intervalos consecutivos de tiempo de disponibilidad planificado están concatenados.

El parámetro *Mo*, o la recíproca de *Mo*, definida como la intensidad de interrupciones (*OI*, *outage intensity*) se puede utilizar para aplicaciones de diseño, medición y mantenimiento. Se relacionan mediante la siguiente ecuación:

$$Mo = 1/OI \quad (5-2)$$

NOTA – Los eventos de indisponibilidad se pueden clasificar ampliamente como autorremediables y no autorremediables. En general, interrupciones debidas a eventos autorremediables están limitadas a unos pocos minutos y típicamente representan la mayoría de interrupciones, mientras que las interrupciones debidas a eventos no autorremediables son más largas. Al analizar las interrupciones para fines de mantenimiento de acuerdo con los principios de UIT-T M.20, será útil separar los eventos en estas categorías.

6 Objetivos de disponibilidad

Esta cláusula indica los objetivos de disponibilidad de las distintas categorías de PE. Los objetivos de calidad de funcionamiento para los PE se obtienen utilizando una atribución de bloque fija más una atribución basada en la distancia. La calidad de funcionamiento de extremo a extremo de un trayecto internacional se puede calcular a partir de estos objetivos utilizando las orientaciones que figuran en el anexo A. Para obtener la calidad de funcionamiento de extremo a extremo, las ecuaciones del anexo A utilizan UR y OI.

Se especifican dos tipos de objetivos:

- valores medios, es decir, la media total de todos los PE de una categoría dada en un país;
- los valores del caso más desfavorable, es decir, el valor aceptable mínimo para cada PE.

Los objetivos se aplican a periodos de observación de un año (365 días consecutivos) utilizando una ventana deslizante con granularidad de 24 horas. En el anexo B figuran orientaciones sobre la medición de la calidad de funcionamiento de los PE.

Los objetivos se determinan para:

- *Diseño/planificación de la red*

Los objetivos medio y del caso más desfavorable son apropiados para el diseño/planificación de la red.

- *Objetivos operacionales*

Los objetivos del caso más desfavorable son apropiados para fines operacionales y son aplicables a cada PE. Es responsabilidad de cada entidad operadora de red lograr la conformidad con estos objetivos y probarla. Obsérvese que la responsabilidad de probar la conformidad de los PE que abarcan redes de entidades operadoras diferentes queda en estudio.

La aplicabilidad de objetivos medios para fines operacionales queda en estudio.

Para satisfacer estos requisitos, puede ser necesario utilizar valores más estrictos para el diseño.

Los trayectos digitales que funcionan a las velocidades binarias indicadas en esta Recomendación son transportados por sistemas de transmisión (secciones digitales) que funcionan a velocidades binarias iguales o más altas. Estos sistemas deben satisfacer los objetivos atribuidos para los trayectos de velocidad binaria más alta previstos. El cumplimiento de los objetivos para el trayecto de velocidad binaria más alta debe ser suficiente para asegurar que todos los trayectos a través del sistema cumplen sus objetivos. Por ejemplo, en la SDH, una sección STM-1 puede transportar un trayecto VC-4, por lo que la sección STM-1 se debe diseñar para garantizar que se cumplen los objetivos especificados en esta Recomendación para la velocidad binaria correspondiente a un trayecto VC-4.

NOTA – En la presente Recomendación se asignan objetivos a los PE de un trayecto internacional. En el ejemplo anterior, si la sección STM-1 no forma un PE completo, la atribución correspondiente al PE se debe subdividir para determinar la atribución apropiada a la sección digital. Esto está fuera del ámbito de la presente Recomendación.

6.1 Elementos de trayecto que funcionan a la velocidad primaria

6.1.1 Relación de disponibilidad

El objetivo de AR es determinado por las siguientes ecuaciones:

$$AR_j = \begin{cases} 1 - (b_{jn} + i \cdot x_{jn}) & \text{para } L < 2500 \text{ km} \\ 1 - (b_{jn} + (i-5) \cdot x_{jn}) & \text{para } 2500 \text{ km} \leq L < 7500 \text{ km} \\ 1 - (b_{jn} + (i-15) \cdot x_{jn}) & \text{para } 7500 \text{ km} \leq L < 10\,000 \text{ km} \\ 1 - (b_{jn} + 21 \cdot x_{jn}) & \text{para } L \geq 10\,000 \text{ km} \end{cases} \quad (6-1)$$

donde:

- $j = \{NPE, IPCE, ICPCE\}$
- $b_{jn} =$ margen de bloque para PE tipo j , gama de longitud n
- $i =$ categoría de longitud [véase la fórmula (4-1)]
- $x_{jn} =$ margen basado en la distancia para PE tipo j , gama de longitud n

En los cuadros 1 y 2 se muestran los valores para b_{jn} y x_{jn} .

Cuadro 1/G.827 – Valores de cálculos de relación de disponibilidad ($\times 10^{-4}$), valores medios

Tipo de PE	$L < 2\,500 \text{ km}$		$2\,500 \text{ km} \leq L < 7\,500 \text{ km}$		$L \geq 7\,500 \text{ km}$	
	b_{j1}	x_{j1}	b_{j2}	x_{j2}	b_{j3}	x_{j3}
NPE	0	20	100	En estudio	En estudio	En estudio
IPCE	0	15	75	En estudio	En estudio	En estudio
ICPCE	0	20	100	En estudio	En estudio	En estudio

NOTA 1 – Se pueden utilizar enlaces por satélite para implementar cada uno de los PE o una combinación de los mismos. El objetivo de AR media para enlaces por satélite queda en estudio.

NOTA 2 – El objetivo para PE mayores que 10 000 km está limitado por la fórmula (6-1).

Cuadro 2/G.827 – Valores de cálculos de relación de disponibilidad ($\times 10^{-4}$), valores del caso más desfavorable

	L < 2 500 km		2 500 km ≤ L < 7 500 km		L ≥ 7 500 km	
Tipo de PE	b _{j1}	x _{j1}	b _{j2}	x _{j2}	b _{j3}	x _{j3}
NPE	52	47	287	En estudio	En estudio	En estudio
IPCE	40	35	215	En estudio	En estudio	En estudio
ICPCE	52	47	287	En estudio	En estudio	En estudio
NOTA 1 – Se pueden utilizar enlaces por satélite para implementar cada uno de los PE o una combinación de los mismos. El objetivo de AR del caso más desfavorable para enlaces por satélite queda en estudio.						
NOTA 2 – El objetivo para PE mayores que 10 000 km está limitado por la fórmula (6-1).						

6.1.2 Tiempo medio entre interrupciones de trayecto digital

El objetivo de Mo es determinado por las siguientes ecuaciones:

$$Mo_j = \begin{cases} 1/(b_{jn} + i \cdot x_{jn}) & \text{para } L < 2500 \text{ km} \\ 1/(b_{jn} + (i-5) \cdot x_{jn}) & \text{para } 2500 \text{ km} \leq L < 7500 \text{ km} \\ 1/(b_{jn} + (i-15) \cdot x_{jn}) & \text{para } 7500 \text{ km} \leq L < 10000 \text{ km} \\ 1/(b_{jn} + 21 \cdot x_{jn}) & \text{para } L \geq 10000 \text{ km} \end{cases} \quad (6-2)$$

donde:

- j = {NPE, IPCE, ICPCE}
- b_{jn} = margen de bloque para PE tipo j, gama de longitud n
- i = categoría de longitud [véase la fórmula (4-1)]
- x_{jn} = margen basado en la distancia para PE tipo j, gama de longitud n

Los valores para b_{jn} y x_{jn} se muestran en los cuadros 3 y 4.

Cuadro 3/G.827 – Valores de cálculos de tiempo medio entre interrupciones de trayecto digital, valores medios

	L < 2 500 km		2 500 km ≤ L < 7 500 km		L ≥ 7 500 km	
Tipo de PE	b _{j1}	x _{j1}	b _{j2}	x _{j2}	b _{j3}	x _{j3}
NPE	57	42	267	En estudio	En estudio	En estudio
IPCE	30	20	130	En estudio	En estudio	En estudio
ICPCE	18	13	83	En estudio	En estudio	En estudio
NOTA 1 – Se pueden utilizar enlaces por satélite para implementar cada uno de los PE o una combinación de los mismos. El objetivo de Mo medio para enlaces por satélite queda en estudio.						
NOTA 2 – El objetivo para PE mayores que 10 000 km está limitado por la fórmula (6-2).						

Cuadro 4/G.827 – Valores de cálculos de tiempo medio entre interrupciones de trayecto digital, valores del caso más desfavorable

	L < 2 500 km		2 500 km ≤ L < 7 500 km		L ≥ 7 500 km	
Tipo de PE	b _{j1}	x _{j1}	b _{j2}	x _{j2}	b _{j3}	x _{j3}
NPE	443	58	733	En estudio	En estudio	En estudio
IPCE	222	27	357	En estudio	En estudio	En estudio
ICPCE	130	20	230	En estudio	En estudio	En estudio

NOTA 1 – Se pueden utilizar enlaces por satélite para realizar cada uno de los PE o una combinación de los mismos. El objetivo de Mo del caso más desfavorable para enlaces por satélite queda en estudio.
 NOTA 2 – El objetivo para PE mayores que 10 000 km está limitado por la fórmula (6-2).

6.2 Elementos de trayecto que funcionan a velocidades binarias superiores a la velocidad primaria

En estudio.

ANEXO A

Ejemplos de topologías de trayecto y cálculo de la característica de disponibilidad de extremo a extremo

A.1 Finalidad

La finalidad de este anexo es orientar sobre el cálculo de la calidad de funcionamiento de extremo a extremo de un trayecto a partir de las calidades de funcionamiento de elementos de trayecto (PE) utilizando ejemplos de topologías básicas (lineal y redundante).

En algunos casos, resultarán topologías más complejas de las negociaciones entre las entidades operadoras, pero se podrán aplicar los principios de cálculos indicados a continuación.

Actualmente no hay objetivos especificados para la calidad de funcionamiento de extremo a extremo, que se está estudiando y se incluirán en una versión ulterior.

A.2 Topologías de trayecto

Las figuras A.1 y A.2 muestran las topologías de trayecto básicas que se pueden establecer utilizando los PE definidos en la presente Recomendación.

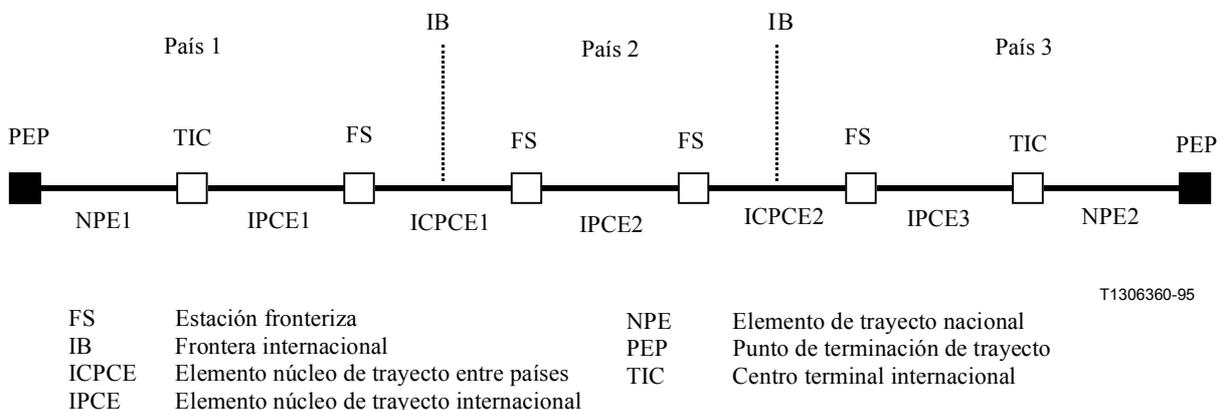
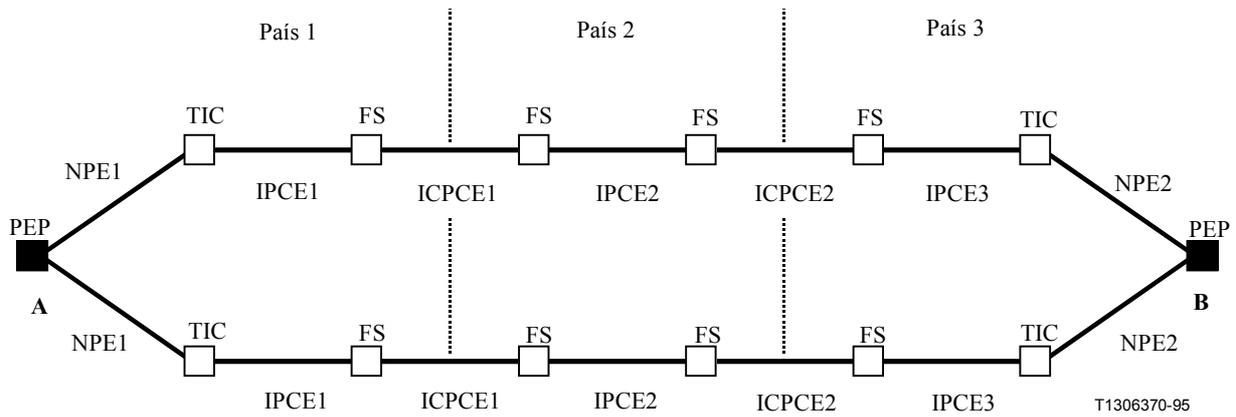


Figura A.1/G.827 – Ejemplo de un trayecto con topología lineal

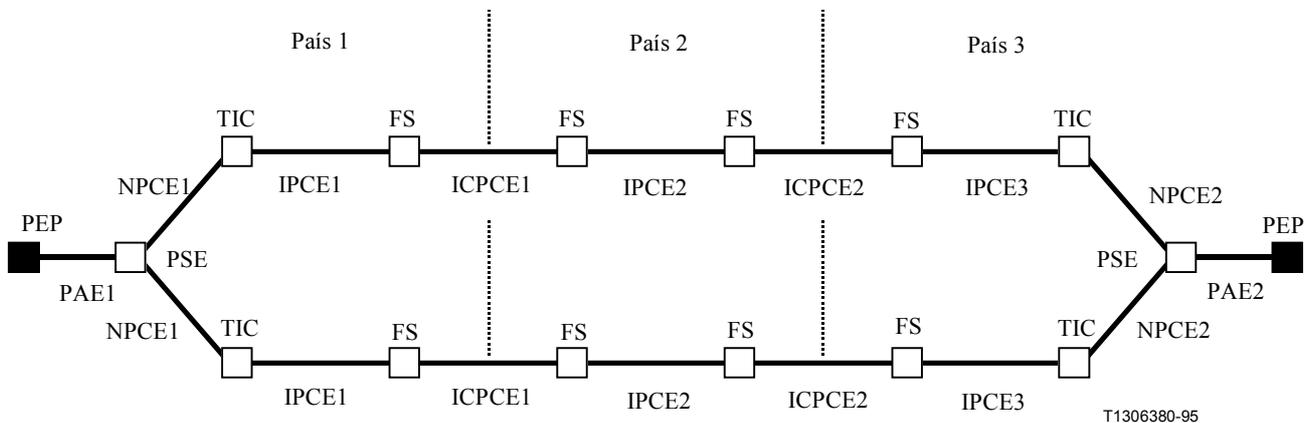


FS	Estación fronteriza	NPE	Elemento de trayecto nacional
IB	Frontera internacional	PEP	Punto de terminación de trayecto
ICPCE	Elemento núcleo de trayecto entre países	TIC	Centro terminal internacional
IPCE	Elemento núcleo de trayecto internacional		

Figura A.2/G.827 – Ejemplo de un trayecto con topología redundante

Se puede establecer un trayecto utilizando una topología lineal vista desde fuera de cada país de tránsito y de terminación. Esto se muestra en la figura A.1. En la figura A.2 se muestra la situación cuando se utilizan dos enlaces independientes de extremo a extremo a través de todos los países de tránsito y de terminación.

Se supone que la protección sea de uno a uno con un dispositivo de conmutación en el lado receptor. Se pueden establecer configuraciones más complejas resultantes de una combinación de las básicas. Véase un ejemplo en la figura A.3.



FS	Estación fronteriza	NPCE	Elemento de núcleo de trayecto nacional
IB	Frontera internacional	PAE	Elemento de acceso de trayecto
ICPCE	Elemento núcleo de trayecto entre países	PEP	Punto de terminación de trayecto
IPCE	Elemento núcleo de trayecto internacional	PSE	Elemento de conmutación de trayecto
		TIC	Centro terminal internacional

Figura A.3/G.827 – Ejemplo de un trayecto con topologías lineal y redundante

A.3 Indisponibilidad de extremo a extremo

A los efectos del cálculo de extremo a extremo, es más conveniente utilizar la relación de indisponibilidad.

En este párrafo se utilizan las siguientes notaciones:

ur_{im} : Relación de indisponibilidad media de un PE

ur_{iw} : Relación de indisponibilidad del caso más desfavorable de un PE

UR_M : Indisponibilidad media de un trayecto

UR_W : Indisponibilidad del caso más desfavorable de un trayecto.

A.3.1 Topología lineal

Si un trayecto está compuesto por N elementos de trayecto utilizados en serie, como se indica en la figura A.1, se pueden utilizar las siguientes aproximaciones para valores pequeños de relaciones de indisponibilidad:

$$UR_M = \sum_i (ur_{im}) \quad (A-1)$$

$$UR_W = UR_M + \left\{ \sum_i (ur_{iw} - ur_{im})^2 \right\}^{1/2} \quad (A-2)$$

La fórmula (A-2) supone que las relaciones de indisponibilidad de los diferentes PE siguen una distribución normal.

A.3.2 Topología redundante

En una configuración redundante que utiliza dos trayectos paralelos y una conmutación de protección en un extremo (para cada sentido de transmisión), la disponibilidad del trayecto protegido entre los puntos A y B en la figura A.2 es:

$$UR_{AB} \approx UR_1 \times UR_2 + UR_S \quad (A-3)$$

donde UR_1 y UR_2 son las relaciones de indisponibilidad de los trayectos paralelos y UR_S es la indisponibilidad de la conmutación de protección (para un sentido).

A.3.2.1 Valores medios

Sustituyendo UR_1 y UR_2 en la fórmula (A-3) por sus valores medios, calculados de acuerdo con la fórmula (A-1), se obtiene el valor medio de UR_{AB} como sigue:

$$UR_{M(AB)} = UR_{1M} \times UR_{2M} + UR_S \quad (A-4)$$

A.3.2.2 Valores del caso más desfavorable

Sustituyendo UR_1 y UR_2 en la fórmula (A-3) por sus valores del caso más desfavorable, calculados de acuerdo con la fórmula (A-2), se obtiene un límite superior del valor más desfavorable de UR_{AB} como sigue:

$$UR_{W(AB)} \leq UR_{1W} \times UR_{2W} + UR_S \quad (A-5)$$

A.4 Intensidad de interrupciones de extremo a extremo

A los efectos del cálculo de extremo a extremo, es más conveniente utilizar el parámetro intensidad de interrupciones.

En este párrafo se utilizan las siguientes notaciones para la intensidad de interrupciones:

i_{jm} : Intensidad de interrupciones media de un PE

i_{jw} : Intensidad de interrupciones del caso más desfavorable de un PE

I_M : Intensidad de interrupciones media de un trayecto

I_W : Intensidad de interrupciones del caso más desfavorable de un trayecto.

A.4.1 Topología lineal

Si un trayecto está compuesto por N PE utilizados en serie, como se indica en la figura A.1, se pueden utilizar las siguientes fórmulas para obtener las intensidades de interrupciones media y del caso más desfavorable del trayecto de extremo a extremo.

$$I_M = \sum_j (i_{jm}) \quad (A-6)$$

$$I_W = I_M + \left\{ \sum_j (i_{jw} - i_{jm})^2 \right\}^{1/2} \quad (A-7)$$

La fórmula (A-7) supone que las intensidades de interrupciones de los distintos PE siguen distribuciones normales.

A.4.2 Topología redundante

En una configuración redundante que utiliza dos trayectos paralelos y una conmutación de protección en un extremo (para cada sentido de transmisión), la intensidad de interrupciones del trayecto protegido entre puntos A y B en la figura A.2 es:

$$I_{AB} \approx I_1 \times UR_2 + I_2 \times UR_1 + I_S \quad (A-8)$$

donde I_1 e I_2 son las intensidades de interrupciones de los trayectos paralelos e I_S es la intensidad de interrupciones del conmutador.

Si se ha de obtener el valor medio para I_{AB} , I_1 e I_2 se deben calcular como valores medios de acuerdo con la fórmula (A-6).

Si se ha de obtener el valor del caso más desfavorable para I_{AB} , I_1 e I_2 se deben calcular como los valores del caso más desfavorable de acuerdo con la fórmula (A-7). Sustituyendo I_1 e I_2 en la fórmula (A-8) se obtendrá un límite superior del valor del caso más desfavorable de I_{AB} .

A.5 Ejemplos numéricos

Queda en estudio.

ANEXO B

Métodos para medir la característica de disponibilidad de elemento de trayecto

B.1 Finalidad

Este anexo orienta sobre cómo se puede medir la disponibilidad de un elemento de trayecto (PE). Los métodos especificados en este anexo tienen en cuenta que:

- Un PE es un elemento lógico.
- El PE que se prueba puede ser transportado por trayectos o secciones digitales que funcionan a velocidades binarias más altas.

- Puede haber varias secciones digitales que funcionan a diferentes velocidades binarias y que soportan un solo PE.

B.2 Métodos de medición

Para probar la conformidad de un PE con los requisitos de la presente Recomendación, a continuación se indican tres métodos a modo de orientación. El método de medición real utilizado está bajo la responsabilidad de cada entidad operadora de red:

- Medición en los puntos extremos del PE que se prueba, a la velocidad binaria del trayecto probado.
- Medición en los puntos extremos del PE que se prueba, a un nivel de orden más alto y suponiendo una correspondencia de 1 a 1 de eventos de indisponibilidad (para el trayecto a 2 Mbit/s probado en la figura B.1, el trayecto de orden más alto es a 8 Mbit/s).
- El funcionamiento del PE puede medirse también considerando el encaminamiento real del PE y obteniéndolo a partir de la calidad de funcionamiento medida de los tramos constituyentes, suponiendo una correspondencia de 1 a 1 de los eventos de disponibilidad.

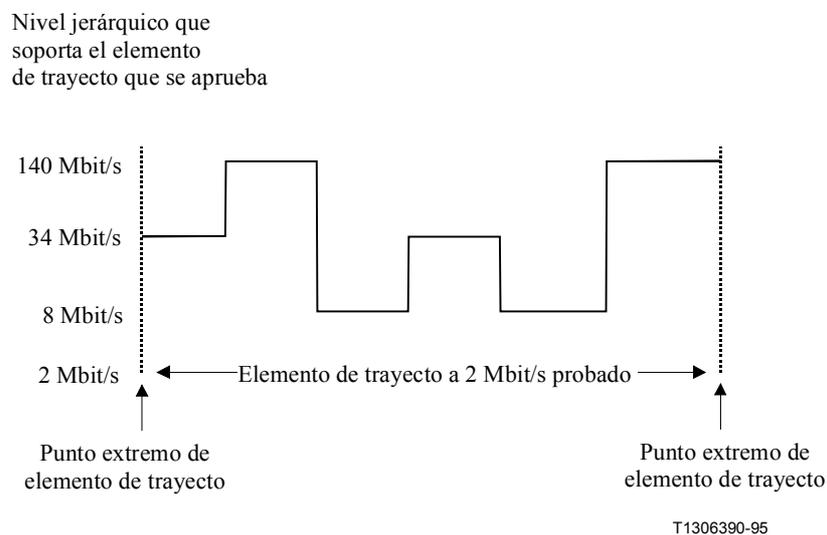


Figura B.1/G.827 – Ejemplo de un elemento de trayecto transportado por secciones digitales de orden más alto

B.3 Procedimiento de estimación por muestreo

El procedimiento para estimar la disponibilidad de los PE mediante técnicas de muestreo queda en estudio.

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, facsimil 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