

Reemplazada por una versión más reciente



UNIÓN INTERNACIONAL DE TELECOMUNICACIONES

CCITT

COMITÉ CONSULTIVO
INTERNACIONAL
TELEGRÁFICO Y TELEFÓNICO

X.137

(09/92)

**REDES DE COMUNICACIÓN DE DATOS
ASPECTOS DE RED**

**VALORES DE CALIDAD DE
FUNCIONAMIENTO CON RESPECTO A
LA DISPONIBILIDAD DE LAS REDES
PÚBLICAS DE DATOS QUE PRESTAN
SERVICIOS INTERNACIONALES DE
CONMUTACIÓN DE PAQUETES**



Recomendación X.137

Reemplazada por una versión más reciente

Reemplazada por una versión más reciente

PREFACIO

El CCITT (Comité Consultivo Internacional Telegráfico y Telefónico) es un órgano permanente de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (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 Plenaria del CCITT, que se celebra cada cuatro años, establece los temas que han de estudiarse y aprueba las Recomendaciones preparadas por sus Comisiones de Estudio. La aprobación de Recomendaciones por los miembros del CCITT entre las Asambleas Plenarias de éste es el objeto del procedimiento establecido en la Resolución N.º 2 del CCITT (Melbourne, 1988).

La Recomendación X.137 ha sido revisada por la Comisión de Estudio VII y fue aprobada por el procedimiento de la Resolución N.º 2 el 10 de septiembre de 1992.

NOTAS DEL CCITT

- 1) En esta Recomendación, la expresión «Administración» se utiliza para designar, en forma abreviada, tanto una Administración de telecomunicaciones como una empresa privada de explotación reconocida de telecomunicaciones.
- 2) En el anexo C, figura la lista de abreviaturas utilizadas en la presente Recomendación.

© UIT 1993

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.

Reemplazada por una versión más reciente

Recomendación X.137

VALORES DE CALIDAD DE FUNCIONAMIENTO CON RESPECTO A LA DISPONIBILIDAD DE LAS REDES PÚBLICAS DE DATOS QUE PRESTAN SERVICIOS INTERNACIONALES DE CONMUTACIÓN DE PAQUETES

(Melbourne, 1988, revisada en 1992)

El CCITT,

considerando

- (a) que la Recomendación X.1 especifica las clases de servicio internacional de usuario en las redes públicas de datos;
- (b) que la Recomendación X.2 especifica los servicios de transmisión de datos y facilidades facultativas de usuario internacionales en redes públicas de datos;
- (c) que la Recomendación X.25 especifica el interfaz DTE/DCE para equipos terminales que funcionan en el modo paquete y están conectados a redes públicas de datos por circuitos especializados;
- (d) que la Recomendación X.75 especifica el sistema de señalización con conmutación de paquetes entre redes públicas que prestan servicios de transmisión de datos;
- (e) que la Recomendación X.323 especifica las disposiciones generales para el interfuncionamiento entre redes públicas de datos con conmutación de paquetes;
- (f) que la Recomendación X.96 especifica las señales de progresión de la llamada en redes públicas de datos;
- (g) que la Recomendación X.110 especifica los principios de encaminamiento y el plan de encaminamiento internacional para redes públicas de datos;
- (h) que la Recomendación X.213 define el servicio de capa de red interconexión de sistemas abiertos (OSI, *open systems interconnection*);
- (i) que la Recomendación X.140 define los parámetros generales de calidad de servicio para la comunicación a través de redes públicas de datos;
- (j) que la Recomendación X.134 especifica las fronteras entre los tramos de una conexión virtual internacional y los eventos de referencia de la capa de paquete para la definición de los parámetros de calidad de funcionamiento en el servicio con conmutación de paquetes;
- (k) que la Recomendación X.135 especifica valores de calidad de funcionamiento con respecto a la velocidad de servicio para las redes públicas de datos que prestan servicios internacionales de conmutación de paquetes;
- (l) que la Recomendación X.136 especifica valores de calidad de funcionamiento con respecto a la precisión y la seguridad de funcionamiento (incluido el bloqueo) para las redes públicas de datos que prestan servicios internacionales de conmutación de paquetes,

recomienda por unanimidad

- (1) que los parámetros de disponibilidad definidos en esta Recomendación se utilicen para la planificación y explotación de servicios internacionales de comunicación de datos con conmutación de paquetes de conformidad con las Recomendaciones X.25 y X.75;
- (2) que en esos servicios, los valores de calidad de funcionamiento especificados en esta Recomendación se adopten como límites para el caso más desfavorable en las condiciones aquí especificadas.

Reemplazada por una versión más reciente

1

Introducción

1.1 Esta Recomendación es la cuarta de una serie de cuatro Recomendaciones (X.134 a X.137) que definen parámetros y valores de calidad de funcionamiento para los servicios internacionales de comunicación de datos con conmutación de paquetes. La figura 1/X.137 ilustra el campo de aplicación de estas cuatro Recomendaciones y las relaciones entre las mismas.

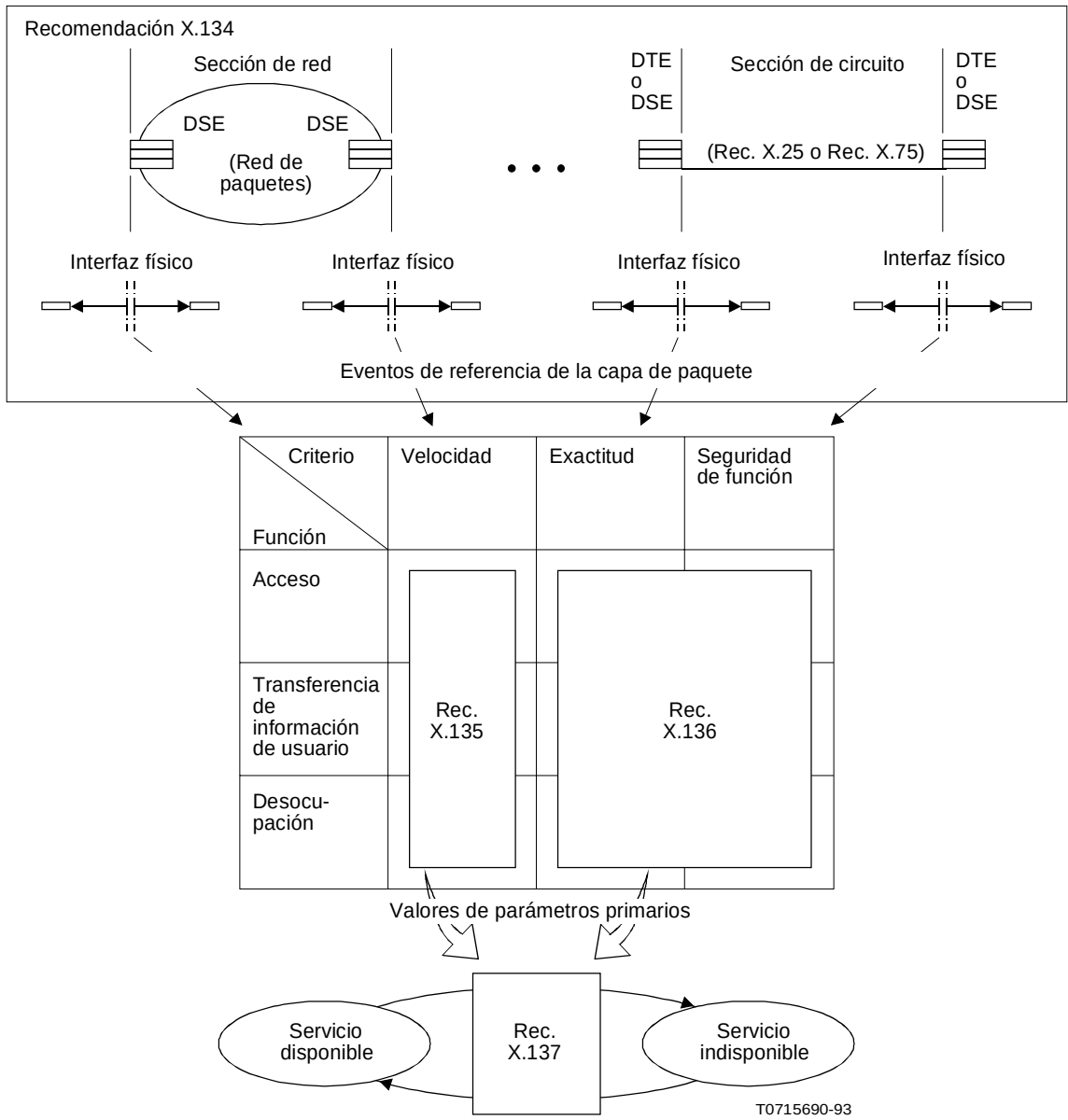


FIGURA 1/X.137

Descripción esquemática de la calidad de funcionamiento del servicio de comunicación de datos con conmutación de paquetes

1.2 La Recomendación X.134 divide una conexión virtual en secciones básicas cuyas fronteras están asociadas con los interfaces Rec. X.25 y Rec. X.75; define colecciones particulares de secciones básicas, denominadas tramos de conexión virtual, para las cuales se especificarán valores de calidad de funcionamiento; y define un conjunto de eventos

2

Reemplazada por una versión más reciente

de referencia de la capa de paquete (PE, *packet layer reference event*) que suministran una base para la definición de los parámetros de calidad de funcionamiento. Las secciones básicas consisten en secciones de red y secciones de circuito. Siempre están delimitadas por interfaces físicos de equipos terminales de datos (DTE, *data terminal equipment*) o de centros de conmutación de datos (DSE, *data switching equipment*). Se identifican dos tipos de tramos de conexión virtual, a saber: tramos nacionales y tramos internacionales. Por definición, cada PE ocurre cuando un paquete, al atravesar una frontera de sección, cambia el estado del interfaz de la capa de paquete.

1.3 Para facilitar la comparación y para una exposición más completa, la calidad de funcionamiento de la red con conmutación de paquetes se considera en el contexto de la matriz de calidad de funcionamiento de 3×3 definida en la Recomendación X.140. En esta matriz se especifican tres funciones de comunicación de datos independientes del protocolo: acceso, transferencia de información de usuario y desocupación. Estas funciones generales corresponden a establecimiento de la comunicación, transferencia de datos (e interrupciones) y liberación de la llamada en servicios de llamadas virtuales con conmutación de paquetes conformes a las Recomendaciones X.25 y X.75. Cada función se considera según tres aspectos generales de la calidad de funcionamiento (o «criterios de calidad de funcionamiento»): velocidad, precisión, y seguridad de funcionamiento. Estos criterios expresan, respectivamente, el retardo o la velocidad, el grado de corrección (en el sentido de perfección) y el grado de certidumbre con que se ejecuta la función.

1.4 La Recomendación X.135 define los parámetros y valores de velocidad de servicio relativos al protocolo, asociados con cada una de las tres funciones de comunicación de datos. La Recomendación X.136 define los parámetros y valores de precisión y seguridad de funcionamiento relativos al protocolo asociados con cada función. Los parámetros de las Recomendaciones X.135 y X.136 se denominan «parámetros primarios», para destacar que se derivan directamente de eventos de referencia de la capa de paquete.

1.5 Un modelo asociado de dos estados sirve de base para describir la disponibilidad general del servicio. Una función de disponibilidad especificada compara los valores de un subconjunto de los parámetros primarios con los umbrales de interrupción correspondientes para clasificar el servicio como «disponible» (sin interrupción del servicio) o «indisponible» (con interrupción del servicio) durante el periodo de funcionamiento previsto. Esta Recomendación especifica la función de disponibilidad y define los parámetros y valores de disponibilidad que caracterizan el proceso aleatorio binario resultante.

1.6 Se definen en esta Recomendación dos parámetros de disponibilidad: disponibilidad del servicio y tiempo medio entre interrupciones del servicio. Cada parámetro puede aplicarse a cualquier sección o tramo básico de una conexión virtual. Esta cualidad de los parámetros, de ser generales, es muy conveniente para la distribución y la concatenación de la calidad de funcionamiento.

1.7 Esta Recomendación especifica valores de disponibilidad para tramos nacionales y tramos internacionales de dos tipos (véase el cuadro 1/X.137). No se especifican valores de calidad de funcionamiento para el equipo terminal de datos, pero los parámetros definidos en esta Recomendación pueden emplearse en tal especificación para ayudar a los usuarios a establecer relaciones cuantitativas entre la calidad de funcionamiento de la red y la calidad de servicio (véase la Recomendación X.140).

CUADRO 1/X.137

Tipos de tramo de conexión virtual para los que se especifican valores de calidad de funcionamiento ^{a)}

Tipo de tramo	Características típicas
Nacional A	Conexión terrenal a través de una sección de red de acceso
Nacional B	Conexión a través de una sección de red de acceso con un circuito por satélite, o a través de una sección de red de acceso y una o más secciones de red de tránsito
Internacional A	Conexión a través de una sección interredes terrenal directa
Internacional B	Conexión a través de dos circuitos por satélite y una sección de red de tránsito, o a través de un circuito por satélite y dos o más secciones de red de tránsito

^{a)} Los valores especificados para los tramos de tipo B son también aplicables a los tramos de la conexión virtual no identificadas explícitamente como de tipo A o de tipo B.

Reemplazada por una versión más reciente

1.8 A continuación se especifican los valores del caso más desfavorable correspondientes a cada uno de los dos parámetros de disponibilidad, para cada tipo de tramo de conexión virtual indicado en el cuadro 1/X.137. La expresión «caso más desfavorable» significa que estos valores deben satisfacerse durante cualquier hora del día en el tramo que peor funciona de la conexión virtual empleada para prestar el servicio internacional con conmutación de paquetes. La calidad de funcionamiento de un tramo de la conexión virtual puede arrojar unos valores mejores que los del caso más desfavorable especificados en esta Recomendación. Los objetivos de diseño que permitan tomar en consideración aplicaciones de usuario y una calidad de funcionamiento de red más exigentes, y la mejora de la conectividad quedan en estudio.

También se ofrecen en esta Recomendación métodos numéricos para combinar los valores de calidad de funcionamiento de los tramos individuales a fin de estimar la calidad de funcionamiento de extremo a extremo. En el anexo B se calculan los valores de DTE-DTE para dos conexiones ficticias de referencia determinadas.

2 Función de disponibilidad

Para calcular la disponibilidad de una conexión virtual se utilizan ocho parámetros de calidad de funcionamiento de las Recomendaciones X.135 y X.136: capacidad de caudal (X.135), probabilidad de fallo en el establecimiento de la comunicación (X.136), probabilidad de error en el establecimiento de la comunicación (X.136), tasa de errores residuales (X.136), probabilidad de reiniciación (X.136), probabilidad de estímulo de reiniciación (X.136), probabilidad de desconexión prematura (X.136) y probabilidad de estímulo de desconexión prematura (X.136). Cinco combinaciones lineales particulares de estos parámetros constituyen los parámetros de decisión sobre la disponibilidad. Cada parámetro de decisión está asociado con un umbral de interrupción. Estos parámetros de decisión y sus umbrales de interrupción figuran en el cuadro 2/X.137.

CUADRO 2/X.137

Criterios de interrupción para los parámetros de decisión sobre la disponibilidad

Parámetros de decisión de disponibilidad	Criterios de interrupción
Probabilidad de fallo en el establecimiento de la comunicación (ctp) Probabilidad de error en el establecimiento de la comunicación (cep)	$(cfp + cep) > 0,9$
Capacidad de caudal (tc)	$tc < 80 \text{ bit/s}$
Tasa de errores residuales (rer)	$rer > 10^{-3}$
Probabilidad de reiniciación (rp) Probabilidad de estímulo de reiniciación (rsp_1, rsp_2)	$(rsp_1 + rp + rsp_2) > 0,015$
Probabilidad de desconexión prematura (pdp) Probabilidad de estímulo de desconexión prematura ($pdsp_1, pdsp_2$)	$(pdsp_1 + pdp + pdsp_2) > 0,01$

Nota – Estos criterios son provisionales.

La calidad de funcionamiento se considera de manera independiente con respecto a cada parámetro de decisión sobre la disponibilidad. Si el valor del parámetro es igual o mejor que el umbral de interrupción definido, se dice que calidad de funcionamiento con relación a dicho parámetro es aceptable. Si el valor del parámetro es peor que el umbral, se dice que la calidad de funcionamiento con relación a dicho parámetro es inaceptable.

Reemplazada por una versión más reciente

Los eventos de referencia de la capa de paquete utilizados para definir los parámetros de decisión no ocurren si, en una frontera de sección, una capa de enlace de datos no está disponible. Se dice que, durante un intervalo continuo de tiempo, la capa de enlace de una sección de circuito está disponible para el servicio de la capa de paquete si y solamente si:

- 1) el enlace está en la fase de transferencia de información durante, por lo menos, el 99% del intervalo de tiempo; y
- 2) todos los periodos continuos en los que el enlace no se encuentra en la fase de transferencia de información duran menos de 1 segundo; y
- 3) todas las condiciones continuas de ocupado (con control de flujo) duran menos de 10 segundos.

De no ser así, la capa de enlace se considera indisponible para proporcionar el servicio de la capa de paquete.

La capa de enlace de datos de una sección de circuito puede estar indisponible por las razones siguientes:

- 1) un circuito físico no funciona o
- 2) un controlador de la capa de enlace de datos no puede o no desea establecer la fase de transferencia de información o
- 3) un controlador de la capa de enlace de datos no puede o no desea liberar una condición de ocupado.

Se dice que, una sección de la conexión virtual está **disponible** (o está en estado de disponibilidad) si:

- 1) la calidad de funcionamiento es aceptable con relación a todos los parámetros de decisión y
- 2) las dos capas de enlace de datos en las fronteras de la sección están disponibles.

Se dice que, una sección de la conexión virtual está **indisponible** (o está en estado de indisponibilidad) si:

- 1) la calidad de funcionamiento es inaceptable con relación a uno o más de los cinco parámetros de decisión o
- 2) una o ambas capas de enlace de datos en las fronteras de la sección están indisponibles por causas internas de la sección. (No se tiene en cuenta la indisponibilidad de la capa de enlace de datos por causas externas a la sección, es decir, por fallos de los controladores del enlace de datos o de circuitos físicos fuera de la sección en cuestión.)

Los intervalos durante los cuales una sección de la conexión virtual está indisponible se determinan superponiendo los periodos de calidad de funcionamiento inaceptable con respecto a todos los parámetros de decisión, tal como se ilustra en la figura 2/X.137.

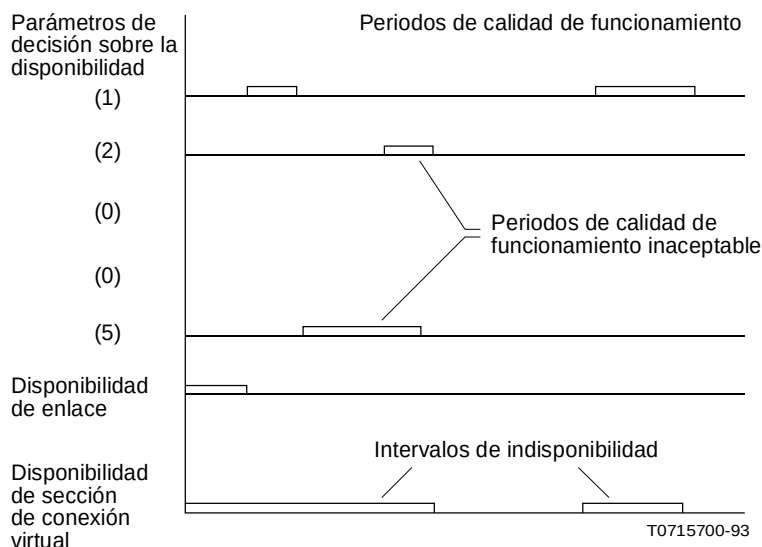


FIGURA 2/X.137

Determinación de los estados de disponibilidad

Reemplazada por una versión más reciente

Para no considerar las degradaciones transitorias como periodos de indisponibilidad, cada prueba del estado de disponibilidad debe durar más de 5 minutos. A fin de reducir la probabilidad de que se produzcan transiciones de estado durante una prueba del estado de disponibilidad existente, dicha prueba debe durar menos de 20 minutos. En el anexo B se define una prueba mínima de disponibilidad que cumple estos requisitos.

3 Parámetros de disponibilidad

Este punto especifica los valores del caso más desfavorable para dos parámetros de disponibilidad: la disponibilidad del servicio y el tiempo medio entre interrupciones del servicio.

3.1 Definición de **disponibilidad del servicio**

La disponibilidad del servicio se aplica tanto al servicio de llamada virtual como al servicio de circuito virtual permanente. La disponibilidad del servicio para un tramo de la conexión virtual es el porcentaje, a largo plazo, del tiempo de servicio estipulado durante el cual esa sección está disponible.

el tiempo de servicio estipulado para una sección de la conexión virtual es el tiempo durante el cual el proveedor de la red se ha comprometido a que dicha sección esté disponible para el servicio. El objetivo normal sería 24 horas por día, siete días por semana¹⁾. En el anexo A se describe un procedimiento para estimar la disponibilidad de una sección.

3.2 Definición de **tiempo medio entre interrupciones del servicio**

El tiempo medio entre interrupciones del servicio se aplica tanto al servicio de llamada virtual como al servicio de circuito virtual permanente. Para una sección de la conexión virtual, el tiempo medio entre interrupciones del servicio es la duración media de cualquier intervalo continuo durante el cual la sección de la conexión virtual está disponible. Los intervalos consecutivos de tiempo de servicio estipulado están concatenados. En el anexo A se describe un procedimiento para estimar el tiempo medio entre interrupciones del servicio de una sección.

El tiempo medio entre interrupciones del servicio definido en esta Recomendación está estrechamente relacionado con el tiempo medio entre fallos.

3.3 Valores

La contribución de cada tramo de red a la disponibilidad global del servicio y al tiempo medio global entre interrupciones del servicio en las condiciones descritas en esta Recomendación no será peor que los valores especificados en el cuadro 3/X.137. Los valores del tiempo medio entre interrupciones del servicio para los tramos nacionales no toman en consideración hasta un 5% de las conexiones virtuales, para tener en cuenta las situaciones geográficas y climáticas extremas.

3.4 Parámetros conexos

Otros cuatro parámetros se utilizan comúnmente para describir la disponibilidad. Por lo general, se definen como sigue:

- **tiempo medio hasta el restablecimiento del servicio** es la duración media de los intervalos de tiempo en que el servicio está indisponible.
- **tasa de fallos (λ)** es el número medio de transiciones del estado de disponibilidad al estado de indisponibilidad por unidad de tiempo disponible.
- **tasa de restablecimiento (μ)** es el número medio de transiciones del estado de indisponibilidad al estado de disponibilidad por unidad de tiempo indisponible.
- **indisponibilidad (I)** es la relación a largo plazo entre el tiempo de servicio indisponible y el tiempo de servicio estipulado, expresada como un porcentaje.

Suponiendo que los fallos y los restablecimientos del servicio siguen una distribución exponencial, los valores matemáticos para cualquiera de esos parámetros pueden estimarse a partir de los valores de la disponibilidad del servicio (A) y del tiempo medio entre interrupciones del servicio, tal como se resume en la figura 3/X.137.

¹⁾ En algunas redes se pueden especificar otros tiempos de servicio estipulado.

Reemplazada por una versión más reciente

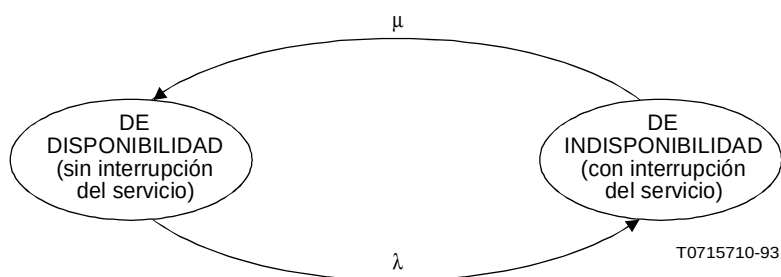
CUADRO 3/X.137

Valores de disponibilidad del servicio y de tiempo medio entre interrupciones del servicio del caso más desfavorable para los tramos de una conexión virtual

Estadístico	Tipo de tramo de la conexión virtual			
	Nacional		Internacional	
	A	B	A	B
Disponibilidad del servicio (porcentaje)	99,5	99	99,5	99
Tiempo medio entre interrupciones del servicio (horas)	1200	800	1600	800
Tiempo medio hasta el restablecimiento del servicio (TMHRS) ^{a)} (horas)	(6)	(8)	(8)	(8)

- a) Los valores que figuran entre paréntesis representan el tiempo medio hasta el restablecimiento del servicio que se obtendría si la disponibilidad del servicio y el tiempo medio entre MTTSR, (*mean time to service restoral*) del servicio fuesen los indicados en el cuadro. Las mejoras del MTBSO que se logren deberán servir para mejorar la disponibilidad del servicio, y no para degradar el MTTSR.

Nota – Todos estos valores son provisionales.



a) Diagrama de estados

$$MTBSO = \frac{1}{\lambda}$$

$$MTTSR = \frac{1}{\mu}$$

$$A = 100 \left(\frac{MTBSO}{MTBSO + MTTSR} \right) = 100 \left(\frac{\mu}{\lambda + \mu} \right)$$

$$U = 100 - A = 100 \left(\frac{MTTSR}{MTBSO + MTTSR} \right) = 100 \left(\frac{\lambda}{\lambda + \mu} \right)$$

b) Relaciones entre los parámetros

FIGURA 3/X.137

Modelo y parámetros básicos de disponibilidad

Reemplazada por una versión más reciente

ANEXO A

(a la Recomendación X.137)

Estimación por muestreo de los parámetros de disponibilidad

A.1 *Pruebas de disponibilidad*

La definición de disponibilidad requiere que la calidad de funcionamiento observada con respecto a los cinco parámetros de decisión se compare con umbrales de interrupción. Un solo resultado positivo de la prueba descrita a continuación es suficiente para considerar disponible la sección de la conexión virtual. Basta con que una sección deje de cumplir cualquiera de los seis criterios de decisión para considerar indisponible la sección virtual.

La prueba mínima de disponibilidad puede ser iniciada en cualquier sentido de transmisión a través de la sección por equipos y componentes externos a la sección. La prueba se divide en dos fases: acceso y transferencia de información de usuario. La fase de acceso sólo está presente en el caso de llamadas virtuales conmutadas.

En aquellas situaciones en las que se necesita una mayor flexibilidad para gestionar los errores de tipo I y tipo II, deberá utilizarse una prueba no mínima alternativa (la metodología SPRT descrita en el § A.4).

A.1.1 *Prueba mínima de disponibilidad*

Fase I: Se efectúan 4 intentos consecutivos de establecimientos de la comunicación a través de A.

Fase II: (Si la prueba no falló en la fase I.) Para asegurar que la prueba de disponibilidad no falla como consecuencia de una insuficiente entrada de datos, se trata de mantener una conexión virtual a través de A durante cinco minutos. Se trata de mantener un caudal promedio significativamente superior a 80 bit/s (por ejemplo, de al menos 150 bit/s) durante ese intervalo.

Hay seis criterios para decidir si la prueba ha fallado o ha tenido éxito:

- 1) la prueba falla en la fase I si los cuatro intentos de establecimiento de la comunicación dan lugar a errores en el establecimiento de la comunicación o a fallos en el establecimiento de la comunicación (únicamente en el caso de llamadas virtuales conmutadas).

En el § A.1.2 se presenta un análisis estadístico de esta prueba en la fase I. Como alternativa, en lugar de la anterior fase I de la prueba, puede utilizarse la metodología SPRT presentada en el § A.4. Dicha metodología SPRT permite una mayor flexibilidad en el control de los errores de tipo I y tipo II;

- 2) la prueba falla en la fase II si el número total de eventos de reiniciación más el de estímulos de reiniciación es igual o superior a cinco;
- 3) la prueba falla en la fase II si el caudal es inferior a 80 bit/s;
- 4) la prueba falla en la fase II si la tasa de errores residuales es superior a 10^{-3} ;
- 5) la prueba falla en la fase II si la llamada, y los restablecimientos posteriores de esa llamada son liberados dos o más veces debido a desconexiones prematuras y/o estímulos de desconexión prematura (únicamente en el caso de llamadas virtuales conmutadas);
- 6) la prueba falla en la fase I o en la fase II si una capa de enlace de datos en la frontera de la sección está indisponible durante un intervalo de cinco minutos debido a causas internas a A.

Si la prueba cumple los seis criterios de decisión, se dice que ha tenido éxito, y se considera que la sección de conexión virtual A ha estado disponible durante la prueba. Si no se cumple uno cualquiera de los criterios de decisión, se considera que la sección de conexión virtual A ha estado indisponible durante la prueba.

Para considerar que A está disponible es necesario satisfacer simultáneamente muchos parámetros de calidad de funcionamiento por lo que durante el funcionamiento normal (sin un procedimiento de prueba como el anteriormente descrito) no es posible probar que la sección está disponible (por ejemplo, puede resultar imposible observar simultáneamente el acceso y la transferencia de información de usuario). Por ello, durante el funcionamiento normal, si la sección está ejecutando correctamente la función solicitada en un momento dado, se supone que está disponible.

Los valores de la disponibilidad del servicio y del tiempo medio entre interrupciones del servicio pueden estimarse en base a esta prueba mínima (muestras de calidad de funcionamiento con respecto a la disponibilidad). Esta estimación es más práctica que las medidas basadas en una observación continua del servicio.

Reemplazada por una versión más reciente

A.1.2 Base estadística para la fase I de la prueba con $N = 4$

Por definición, el servicio está indisponible si la probabilidad de error en el establecimiento de la comunicación más la probabilidad de fallo en el establecimiento de la comunicación es superior a 0,9:

$$cfp + cep > 0,9$$

Se toman por tanto, las siguientes hipótesis H_0 y H_a como hipótesis nula e hipótesis alternativa, respectivamente:

$$H_0 : cep + cfp < z$$

$$H_a : cep + cfp > 0,9$$

Cuando se utiliza la prueba de disponibilidad mínima de la presente Recomendación, las probabilidades de error tipo I y tipo II son como a continuación se indica:

$$\Pr(\text{error tipo I}) < z^4 \approx 0,24 \text{ (para } z = 0,7)$$

$$\Pr(\text{error tipo II}) < 1 - (0,9)^4 \approx 0,35$$

En el cuadro A-1/X.137 se presentan las probabilidades de distintos eventos dado el nivel real de probabilidad de fallo y de error en el establecimiento de la comunicación.

CUADRO A-1/X.137

Característica de error de la prueba mínima

cep + cfp real	Probabilidad de identificar correctamente el estado de disponibilidad	Probabilidad de identificar correctamente el estado de indisponibilidad	Probabilidad de identificar el estado de disponibilidad como de indisponibilidad Pr (error tipo I)	Probabilidad de identificar el estado de indisponibilidad como de disponibilidad Pr (error tipo II)
0,1	0,9999	NA	0,0001	NA
0,2	0,998	NA	0,002	NA
0,3	0,992	NA	0,008	NA
0,4	0,974	NA	0,026	NA
0,5	0,937	NA	0,063	NA
0,6	0,87	NA	0,13	NA
0,7	0,76	NA	0,24	NA
0,8	0,59	NA	0,41	NA
> 0,9	NA	> 0,65	NA	< 0,35
0,95	NA	0,81	NA	0,19
0,99	NA	0,96	NA	0,04
0,999	NA	0,996	NA	0,004

NA No es aplicable

El cuadro A-1/X.137 muestra en qué medida protege esta prueba contra la consideración de un estado de disponibilidad como estado de indisponibilidad. Además, la prueba identificará correctamente el estado de indisponibilidad con una probabilidad superior al 65%.

La metodología SPRT debe utilizarse como una prueba mínima en aquellas situaciones en las que se requiere una mayor flexibilidad para gestionar los errores de tipo I y tipo II.

A.2 Procedimientos para estimar la disponibilidad del servicio

A continuación se describe una manera de calcular con una precisión suficiente el porcentaje de disponibilidad del servicio. Basándose en una estimación a priori de la disponibilidad del servicio, se escoge un tamaño de muestra «s», no inferior a 300. Se seleccionan «s» momentos de prueba dentro del tiempo de servicio estipulado y se distribuyen a lo largo de un periodo de medición (por ejemplo, de seis meses). Entre dos momentos de prueba sucesivos ha de haber una separación mínima de siete horas, debido a las duraciones esperadas de las interrupciones del servicio (con esto se

Reemplazada por una versión más reciente

asegura que las observaciones no están correlacionadas). Los momentos de prueba deben estar distribuidos uniformemente a todo lo largo del tiempo de servicio estipulado. En cada momento de prueba predeterminado, se efectúa la prueba de disponibilidad antes descrita. Si la prueba falla, la sección se considera indisponible para esa muestra. En caso contrario, la sección se considera disponible. La estimación del porcentaje de disponibilidad del servicio es el número de veces que la sección fue considerada disponible multiplicado por cien y dividido por el número total de muestras.

A.3 *Procedimientos para estimar el tiempo medio entre interrupciones del servicio*

Se puede efectuar una estimación suficiente del parámetro de tiempo medio entre interrupciones del servicio tomando muestras consecutivas de la calidad de funcionamiento con respecto a la disponibilidad y contando los cambios observados del estado de disponibilidad al estado de indisponibilidad.

Antes de realizar las pruebas, se escogen k intervalos de tiempo separados de duración no inferior a 30 minutos ni superior a 3 horas. La duración total de los k intervalos debe ser superior al triple de la estimación previa del tiempo medio entre interrupciones del servicio. Durante cada intervalo predefinido, se toman muestras consecutivas de disponibilidad. La cantidad de tiempo en el que se observa estado de disponibilidad se sumará en un contador acumulativo denominado «A». El número de transiciones observadas del estado de disponibilidad al estado de indisponibilidad se acumulará en un contador denominado «F»²⁾.

En cada intervalo predefinido:

- Si todas las muestras consecutivas de disponibilidad pasan la prueba con éxito, se agrega a A la duración total del intervalo. No se cambia el valor acumulado de F.
- Si la primera muestra de disponibilidad pasa la prueba y cualquier muestra posterior falla, se incrementa F en una unidad. Se agrega a A la duración total de todas las muestras de disponibilidad anteriores al primer fallo. Después de la primera muestra de disponibilidad que ha fallado, el tiempo restante del intervalo se puede descartar sin probar su disponibilidad.
- Si la primera muestra de disponibilidad falla, se supone que la transición de estado ha ocurrido antes del comienzo del intervalo. No se agrega nada al contador del tiempo de disponibilidad observado, A. No se agrega nada al contador acumulativo de los cambios de estado observados, F. El tiempo restante del intervalo se puede descartar sin probar su disponibilidad.

Después de acumulados los resultados de cada intervalo predefinido, la relación A/F da una estimación del tiempo medio entre interrupciones del servicio. Se puede obtener una estimación estadísticamente más precisa aumentando el número de intervalos observados, k .

En la estimación del tiempo medio entre interrupciones del servicio se supone que, si una interrupción empieza durante una muestra de disponibilidad, dicha muestra o la siguiente decidirán que la sección está indisponible. Esta es una suposición razonable dado que las interrupciones del servicio, a diferencia de los fallos transitorios, durarán más de cinco minutos.

El descartar el resto del intervalo que sigue a una muestra en que ha fallado la prueba de disponibilidad es práctico y estadísticamente justificable. La sección de la conexión virtual tiene que retornar al estado de disponibilidad antes de que se pueda acumular más tiempo disponible y antes de que se pueda observar cualquier transición adicional al estado de indisponibilidad. En primer lugar, el tiempo previsto para el restablecimiento del servicio puede ser grande con respecto al tiempo restante del intervalo. Puede ser inadecuado y contraproducente seguir probando una sección de red que ha fallado o que está congestionada. En segundo lugar, si las transiciones al estado de indisponibilidad son estadísticamente independientes, el descartar el resto del intervalo, que puede incluir tiempo en el estado de disponibilidad y un número proporcional de transiciones de vuelta al estado de indisponibilidad, no sesgará el resultado³⁾. La única consecuencia que tiene la suspensión de la prueba es la pérdida de tiempo de prueba. Para minimizar dicha pérdida, los intervalos de prueba deben ser cortos con respecto a la suma del tiempo previsto para el restablecimiento del servicio y con respecto al tiempo previsto entre interrupciones del servicio. Así pues, cada prueba no debe durar más de tres horas.

²⁾ Los contadores se ponen a cero inicialmente.

³⁾ Si las interrupciones tienden a estar agrupadas, la suspensión de una prueba después de una transición al estado de indisponibilidad se traducirá en una sobrestimación del tiempo medio entre interrupciones del servicio. Si las interrupciones tienden a estar espaciadas, la suspensión de una prueba después de una transición al estado de indisponibilidad dará lugar a una subestimación del tiempo medio entre interrupciones del servicio.

Reemplazada por una versión más reciente

Existen dos fuentes de sesgo en el procedimiento de estimación descrito. En primer lugar, si una interrupción empieza durante la última muestra de disponibilidad del intervalo, esa transición puede o no causar el fallo de la muestra. Si la muestra no falla, la transición de estado se pierde y el tiempo medio entre interrupciones del servicio es sobrestimado. En segundo lugar, una transición al estado de indisponibilidad durante la primera muestra de disponibilidad del intervalo puede o no causar el fallo de la muestra. De acuerdo con el procedimiento de estimación, si la muestra falla, el intervalo se descarta, la transición de estado se pierde y el tiempo medio entre interrupciones del servicio es sobrestimado. Estos efectos de borde pueden minimizarse incrementando la duración de cada intervalo, con el consiguiente aumento del número de muestras de disponibilidad, y la reducción del efecto de los resultados de la primera y la última muestras como una proporción del resultado total de las muestras. Se recomienda como mínimo intervalos de 30 minutos de duración y muestras de disponibilidad de cinco minutos cada una.

Otra posibilidad es corregir ambos sesgos reemplazando la primera de las anteriores instrucciones por:

- Si todas las muestras de disponibilidad consecutivas pasan la prueba con éxito, se agrega a A la duración total del intervalo. Se toma una muestra adicional de disponibilidad inmediatamente después del intervalo. Si esa muestra falla, se incrementa F en una unidad. Si tiene éxito, no se cambia F. La duración de la muestra adicional no afecta a A.

Esta modificación permite identificar cualquier transición de estado que se produzca durante la última muestra del intervalo y eliminar la primera fuente de sesgo. Permite asimismo contar determinadas transiciones ocurridas fuera del intervalo. La probabilidad de contar dichas transiciones es igual a la probabilidad de que la segunda fuente de sesgo descarte transiciones indebidamente. Este procedimiento modificado permite, así, corregir ambas fuentes de sesgo. Gracias a esta modificación, el tiempo medio entre interrupciones del servicio puede ser estimado con exactitud.

A.4 Metodología SPRT

A.4.1 Procedimiento de prueba SPRT

Para la fase 1 se realiza una prueba SPRT⁴⁾ del par de hipótesis que se indican más abajo, utilizando un valor apropiado de z ($z < 0,9$). En la prueba se efectuarán sucesivos intentos de establecimiento de la comunicación a través de la sección que se prueba, A. Si la prueba SPRT decide que H_0 es verdadero, se pasa a la fase 2 de la prueba mínima; si por el contrario decide que H_a es verdadero, se termina la prueba y se concluye que el servicio no está disponible debido a que la suma de la probabilidad de fallo en la llamada y la probabilidad de error en la llamada excede del umbral de interrupción del servicio de 0,9.

$H_0 : \text{cep} + \text{cfp} < z$ (no se cumple el criterio de interrupción del servicio)

$H_a : \text{cep} + \text{cfp} > 0,9$ (se cumple el criterio de interrupción del servicio)

A.4.2 Metodología SPRT

Las hipótesis utilizadas se basan en los criterios provisionales expuestos en la presente Recomendación, según los cuales una suma de probabilidades de fallo en la llamada y error en la llamada que exceda de 0,9 (es decir, $\text{cfp} + \text{cep} > 0,9$) determina la interrupción del servicio. En estos criterios está implícita la afirmación de que, de hecho, se puede distinguir entre $\text{cfp} + \text{cep} > 0,9$ y $\text{cfp} + \text{cep} < 0,9$. Pero en realidad, a lo más que puede llegarse es a distinguir entre $\text{cfp} + \text{cep} > 0,9$ y $\text{cfp} + \text{cep} < z$ ($0 < z < 0,9$).

La metodología de prueba de relación de probabilidad secuencial (SPRT, *sequential probability ratio test*) controla simultáneamente los errores de tipo I y tipo II y, para decidir entre dos alternativas, es la herramienta estadística más poderosa de que se dispone⁵⁾. Para simplificar, en el presente anexo se utiliza la misma probabilidad de decisión errónea para los errores de tipo I y tipo II⁶⁾. En este punto se supone que el éxito o fracaso de cada intento de establecimiento de la comunicación tiene una distribución binomial.

⁴⁾ La Metodología SPRT se describe en el § A.4.2.

⁵⁾ Véase George G. Roussas, *A First Courses in Mathematical Statistics*, en Addison-Wesley.

⁶⁾ En las fórmulas que siguen, $\text{error} = \Pr(\text{error tipo I}) = \Pr(\text{error tipo II})$. Se utilizan corrientemente valores de error de 0,01 a 0,10.

Reemplazada por una versión más reciente

A continuación se examinan las hipótesis que han de probarse, las reglas de decisión, los puntos de decisión superior e inferior, el número previsto de intentos de establecimiento de la comunicación y el número mínimo de intentos exitosos o fallidos para dar por terminada la SPRT.

A.4.3 Hipótesis

La SPRT utiliza el par de hipótesis que se indican a continuación, en donde H_0 corresponde al umbral de interrupción que no se excede y H_a corresponde al umbral de interrupción excedido.

$H_0: \text{cep} + \text{cfp} < z$ (no se cumple el criterio de interrupción del servicio)

$H_a: \text{cep} + \text{cfp} > 0,9$ (se cumple el criterio de interrupción del servicio)

A.4.4 Regla de decisión y puntos de decisión superior e inferior

La SPRT llega a una decisión en base a que la calidad de funcionamiento observada sea superior o inferior a unos determinados valores. Estos valores dependen del número de observaciones hechas (n) y se indican por $UD(n)$ y $LD(n)$ respectivamente. Las fórmulas para $LD(n)$ y $UD(n)$ se dan después de las reglas de decisión.

A.4.4.1 Reglas de decisión

Si, después de n intentos, el número de intentos fallidos es superior a $UD(n)$, se cumple el criterio de interrupción del servicio.

$$\left\{ \sum_{j=i}^{\alpha} x_j \geq UD(n) \right\}$$

Si después de n intentos, el número de intentos fallidos es inferior a $LD(n)$, no se cumple el criterio de interrupción del servicio.

$$\left\{ \sum_{j=i}^{\alpha} x_j \leq LD(n) \right\}$$

Ha de proseguirse con los intentos de llamada hasta llegar a una decisión.

Fórmulas para $UD(n)$ y $LD(n)$

$$UD(n) = \frac{\left(\log \left(\frac{(1 - \text{error})}{(\text{error})} \right) - n * \log \left(\frac{(1 - 0,9)}{(1 - z)} \right) \right)}{\log \left(\frac{0,9 * (1 - z)}{z * (1 - 0,9)} \right)}$$

$$LD(n) = \frac{\left(\log \left(\frac{(\text{error})}{(1 - \text{error})} \right) - n * \log \left(\frac{(1 - 0,9)}{(1 - z)} \right) \right)}{\log \left(\frac{0,9 * (1 - z)}{z * (1 - 0,9)} \right)}$$

A.4.5 Número previsto de intentos de establecimiento de la comunicación

El número previsto de intentos de establecimiento de la comunicación hasta que la SPRT llega a una decisión sirve para determinar la duración y el costo de la prueba. Según H_0 y H_a , el número previsto de intentos de establecimiento de la comunicación es $E_0(N)$ y $E_a(N)$, respectivamente. Sus aproximaciones asintóticas son como se indica a continuación, y se basan en la utilización de una probabilidad binomial para la suma de errores en el establecimiento de la comunicación y de fallos en el establecimiento de la comunicación. Los cálculos resultantes en valores del cuadro A-3/X.137 superiores a 100 se efectuaron utilizando estas aproximaciones. El resto del cuadro A-3/X.137 se construyó empleando técnicas matriciales iterativas que dan valores más precisos.

Reemplazada por una versión más reciente

$$E_0(N) \approx \frac{\left((1 - 2 * error) * \log \left(\frac{(error)}{(1 - error)} \right) \right)}{z * \log \left(\frac{0,9 * (1 - z)}{z * (1 - 0,9)} \right) + \log \left(\frac{(1 - 0,9)}{(1 - z)} \right)}$$

$$E_a(N) \approx \frac{\left((1 - 2 * error) * \log \left(\frac{(1 - error)}{(error)} \right) \right)}{0,9 * \log \left(\frac{0,9 * (1 - z)}{z * (1 - 0,9)} \right) + \log \left(\frac{(1 - 0,9)}{(1 - z)} \right)}$$

A.4.6 Número mínimo de fallos o de éxitos para finalizar una SPRT

Las magnitudes L y U representan el número mínimo de intentos de establecimiento de la comunicación requeridos por la SPRT para decidir si es verdadera la hipótesis H_0 o la H_a , respectivamente. Si L intentos de establecimiento de la comunicación tienen éxito, no se cumple el criterio de interrupción mientras que si U intentos de establecimiento de la comunicación fracasan, se cumple el criterio de interrupción. Con frecuencia, la prueba SPRT continuará después de haberse alcanzado los valores de U o de L, pero esos son los valores mínimos en base a los cuales podría tomarse una decisión en favor de H_a o de H_0 respectivamente. En el cuadro A-2/X.137 y A-3/X.137 figuran los valores tabulados de U, L, $E_0(N)$.

CUADRO A-2/X.137

Número mínimo de intentos de establecimiento de la comunicación U/L

Error (en porcentaje)			
z	10%	5%	1%
0,85	39/6	52/8	81/12
0,80	19/4	25/5	40/7
0,75	13/3	17/4	26/6
0,70	9/2	12/3	19/5
0,65	7/2	10/3	15/4
0,60	6/2	8/3	12/4
0,55	5/2	6/2	10/4
0,50	4/2	6/2	8/3
0,45	4/2	5/2	7/3
0,40	3/2	4/2	6/3
0,35	3/2	4/2	5/3
0,30	2/2	3/2	5/3
0,25	2/2	3/2	4/3
0,20	2/2	2/2	4/3
0,15	2/2	2/2	3/3
0,10	1/1	2/2	3/3

Nota 1 – U es el número mínimo de errores o fallos sucesivos en el establecimiento de la comunicación necesarios para dar por terminada la SPRT (decidiendo en favor de H_a).

Nota 2 – L es el número mínimo de éxitos sucesivos en el establecimiento de la comunicación necesarios para dar por terminada la SPRT (decidiendo en favor de H_0).

Nota 3 – z es el valor de corte en la hipótesis nula (H_0).

Nota 4 – Los encabezamientos de las columnas representan las tasas de errores especificadas. Debido a las aproximaciones utilizadas en la SPRT, las tasas de errores tendrán como valor máximo $error/(1 - error)$. Las diferencias son pequeñas en la gama de tasas de errores consideradas.

Reemplazada por una versión más reciente

CUADRO A-3/X.137

Número previsto de intentos de establecimiento de la comunicación

$E_a(N) / E_0(N)$

Error (en porcentaje)			
z	10%	5%	1%
0,85	161,3/143,7	243,2/216,6	413,3/368,1
0,80	51,5/45,3	74,5/65,1	122,7/101,4
0,75	27,4/22,3	39,3/32,5	63,9/52,2
0,70	17,1/14,4	24,5/20,1	40,1/32,3
0,65	12,1/10,2	17,3/13,9	27,9/22,2
0,60	9,2/7,4	13,3/10,8	21,0/16,3
0,55	7,4/6,1	10,0/7,7	16,5/13,0
0,50	5,8/4,9	8,6/6,5	13,0/10,1
0,45	5,4/4,3	7,0/5,4	10,9/8,4
0,40	4,0/3,7	5,6/4,8	8,8/7,2
0,35	3,9/3,4	5,5/4,3	7,0/5,7
0,30	2,6/2,8	4,1/3,7	6,5/5,2
0,25	2,6/2,6	3,7/3,3	5,4/4,6
0,20	2,4/2,5	2,7/2,8	5,0/4,1
0,15	2,4/2,3	2,5/2,7	3,7/3,7
0,10	1,0/1,0	2,4/2,4	3,7/3,7

Nota 1 – $E_a(N)$ es el número previsto de pruebas necesarias para dar por terminada la SPRT cuando la «red» está indisponible.

Nota 2 – $E_0(N)$ es el número previsto de pruebas necesarias para dar por terminada la SPRT cuando la «red» está disponible.

Nota 3 – z es el valor de corte en la hipótesis nula (H_0).

Nota 4 – Los encabezamientos de las columnas representan las tasas de error especificadas. Debido a las aproximaciones utilizadas en la SPRT, las tasas de errores tendrán como valor máximo $\text{error}/(1 - \text{error})$. Las diferencias son pequeñas en la gama de tasas de errores consideradas.

ANEXO B

(a la Recomendación X.137)

Calidad de funcionamiento representativa con respecto a la disponibilidad de extremo a extremo

En el presente anexo se ofrecen dos ejemplos ilustrativos de cómo puede efectuarse una estimación de la calidad de funcionamiento con respecto a la disponibilidad de extremo a extremo (de DTE a DTE) a partir de los diferentes valores de calidad de funcionamiento del tramo de conexión virtual especificados en la presente Recomendación. A tal fin, se definen dos ejemplos de concatenación de tramos de conexión virtual de tipo A y de tipo B. A continuación se calculará, para cada ejemplo, la disponibilidad de servicio de extremo a extremo y el tiempo medio entre interrupciones del servicio. Aunque es posible basarse en otros modelos de red y en otras hipótesis estadísticas, los métodos aquí expuestos constituyen un método práctico de estimación de la calidad de funcionamiento de extremo a extremo partiendo de la calidad de funcionamiento de los diferentes tramos de red.

B.1 Definición de los ejemplos de conexión de extremo a extremo

En lo sucesivo, para simplificar, se denominará «configuración de tipo 1» y «configuración de tipo 2» a los dos ejemplos de conexión de extremo a extremo (es decir, de DTE a DTE) que se expondrán a continuación. Estas configuraciones ficticias y, sin embargo, representativas, hacen uso de las fronteras de delimitación de tramos y de los eventos de referencia de nivel de paquetes descritos en la presente Recomendación. En el cuadro 1/X.137 se definen los tipos de tramo de conexión virtual.

Reemplazada por una versión más reciente

La configuración de tipo 1 se define como sigue:



B.2 Calidad de funcionamiento con respecto a la disponibilidad de extremo a extremo para los ejemplos de configuración de tipo 1 y de tipo 2

Valores de calidad de funcionamiento con respecto a la disponibilidad de extremo a extremo calculados para los ejemplos de configuración de conexión de tipo 1 y de tipo 2 se indican en los cuadros B-1/X.137 y B-2/X.137. Dichos cálculos se han realizado aplicando los métodos que se describen más adelante a los distintos tramos de red que, por conveniencia, han sido caracterizados asignándoles los valores de calidad de funcionamiento con respecto a la precisión y la seguridad del caso más desfavorable especificados en la presente Recomendación.

Suponiendo que los valores de la característica de disponibilidad del servicio asociados a los diferentes tramos de red sean estadísticamente independientes, es posible calcular los valores de calidad de funcionamiento de extremo a extremo multiplicando por el valor porcentual de tiempo durante el que está disponible cada uno de los tramos de la red.

Ejemplo – Para calcular la disponibilidad de servicio de extremo a extremo en el caso de la configuración de tipo 1 se aplicarán los valores del cuadro 3/X.137 para obtener la disponibilidad de los distintos tramos (nacional A: porcentaje = 99,5%; internacional A: porcentaje = 99,5%). La disponibilidad de extremo a extremo será, entonces, en valor porcentual:

$$99,5 \cdot 99,5 \cdot 99,5 = 98,5$$

Para estimar el calidad de funcionamiento de extremo a extremo correspondiente al tiempo medio entre interrupciones del servicio puede suponerse que los tiempos entre interrupciones son, en cada tramo de la red, independientes y están distribuidos exponencialmente. Se sigue, por lo tanto, que el objetivo de calidad de funcionamiento del tiempo medio de extremo a extremo entre interrupciones del servicio, T , puede calcularse por la fórmula:

$$T = [T_1^{-1} + T_2^{-1} + \dots + T_i^{-1} + \dots + T_N^{-1}]^{-1}$$

donde T estará expresado en horas cuando el tiempo medio entre interrupciones del servicio para cada uno de los N tramos de red T_i ($i = 1, 2, \dots, N$), esté expresado en horas.

Ejemplo – Para la configuración de tipo 1, el tiempo medio entre interrupciones del servicio en el tramo nacional A es de 1200 horas y en el tramo internacional A, de 1600 horas (véase el cuadro 3/X.137). El objetivo de calidad de funcionamiento de extremo a extremo es, por lo tanto:

$$[1200^{-1} + 1600^{-1} + 1200^{-1}]^{-1} = 436 \text{ horas}$$

Reemplazada por una versión más reciente

CUADRO B-1/X.137

**Calidad de funcionamiento con respecto a la disponibilidad de extremo a extremo
y al tiempo medio entre interrupciones del servicio para el ejemplo de configuración de tipo 1**

Configuración de tipo 1	
Estadístico	Valor de extremo a extremo
Disponibilidad de servicio (porcentual)	98,5
Tiempo medio entre interrupciones del servicio (horas)	436

CUADRO B-2/X.137

**Calidad de funcionamiento con respecto a la disponibilidad de extremo a extremo
y al tiempo medio entre interrupciones del servicio para el ejemplo de configuración de tipo 2**

Configuración de tipo 2	
Estadístico	Valor de extremo a extremo
Disponibilidad de servicio (porcentual)	97,5
Tiempo medio entre interrupciones del servicio (horas)	300

ANEXO C

(a la Recomendación X.137)

**Lista por orden alfabético de las abreviaturas contenidas
en esta Recomendación**

cep	Probabilidad de error en el establecimiento de la comunicación (<i>call set-up error probability</i>)
cfp	Probabilidad de fallo en el establecimiento de la comunicación (<i>call set-up failure probability</i>)
DCE	Equipo de terminación del circuito de datos (<i>data circuit-terminating equipment</i>)
DSE	Centro de conmutación de datos (<i>data switching equipment</i>)
DTE	Equipo terminal de datos (<i>data terminal equipment</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 restoration</i>)
OSI	Interconexión de sistemas abiertos (<i>open systems interconnection</i>)

Reemplazada por una versión más reciente

pdp	Probabilidad de desconexión prematura (<i>premature disconnect probability</i>)
pdsp	Probabilidad de estímulo de desconexión prematura (<i>premature disconnect stimulus probability</i>)
PE	Evento de referencia de la capa de paquete (<i>packet layer reference event</i>)
rer	Tasa de error residual (<i>residual error rate</i>)
rp	Probabilidad de reiniciación (<i>reset probability</i>)
rsp	Probabilidad de estímulo de reiniciación (<i>reset stimulus probability</i>)
SPRT	Prueba de relación de probabilidad secuencial (<i>sequential probability ratio test</i>)
tc	Capacidad de caudal (<i>throughput capacity</i>)