

UIT-T

G.8261.1/Y.1361.1

SECTOR DE NORMALIZACIÓN
DE LAS TELECOMUNICACIONES
DE LA UIT

(02/2012)

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

Aspectos relativos a los protocolos en modo paquete
sobre la capa de transporte – Sincronización, objetivos
de calidad y disponibilidad

**SERIE Y: INFRAESTRUCTURA MUNDIAL DE LA
INFORMACIÓN, ASPECTOS DEL PROTOCOLO
INTERNET Y REDES DE LA PRÓXIMA GENERACIÓN**

Aspectos del protocolo Internet – Transporte

**Límites de la variación del retardo de paquetes
en la red aplicables a los métodos por paquetes
(sincronización de la frecuencia)**

Recomendación UIT-T G.8261.1/Y.1361.1

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
CARACTERÍSTICAS DE LOS MEDIOS DE TRANSMISIÓN Y DE LOS SISTEMAS ÓPTICOS	G.600–G.699
EQUIPOS TERMINALES DIGITALES	G.700–G.799
REDES DIGITALES	G.800–G.899
SECCIONES DIGITALES Y SISTEMAS DIGITALES DE LÍNEA	G.900–G.999
CALIDAD DE SERVICIO Y DE TRANSMISIÓN MULTIMEDIOS – ASPECTOS GENÉRICOS Y ASPECTOS RELACIONADOS AL USUARIO	G.1000–G.1999
CARACTERÍSTICAS DE LOS MEDIOS DE TRANSMISIÓN	G.6000–G.6999
DATOS SOBRE CAPA DE TRANSPORTE – ASPECTOS GENÉRICOS	G.7000–G.7999
ASPECTOS RELATIVOS A LOS PROTOCOLOS EN MODO PAQUETE SOBRE LA CAPA DE TRANSPORTE	G.8000–G.8999
Aspectos relativos al protocolo Ethernet sobre la capa de transporte	G.8000–G.8099
Aspectos relativos al protocolo MPLS sobre la capa de transporte	G.8100–G.8199
Sincronización, objetivos de calidad y disponibilidad	G.8200–G.8299
Gestión de servicios	G.8600–G.8699
REDES DE ACCESO	G.9000–G.9999

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

Recomendación UIT-T G.8261.1/Y.1361.1

Límites de la variación del retardo de paquetes en la red aplicables a los métodos por paquetes (sincronización de la frecuencia)

Resumen

En la Recomendación UIT-T G.8261.1/Y.1361.1 se exponen los aspectos de sincronización en las redes de paquetes. Concretamente, se especifican los modelos de referencia hipotéticos y los límites de la variación del retardo de paquetes en la red aplicables cuando se realiza la sincronización de la frecuencia a través de los paquetes y se recupera siguiendo el método de recuperación de reloj adaptable definido en las Recomendaciones UIT-T G.8261 y UIT-T G.8260. Se especifica una tolerancia de equipo mínima a la variación del retardo de paquetes, en términos de la métrica definida en la Recomendación UIT-T G.8260, en los límites de estas redes de paquetes.

Historia

Edición	Recomendación	Aprobación	Comisión de Estudio	ID único*
1.0	ITU-T G.8261.1/Y.1361.1	2012-02-13	15	11.1002/1000/11522
1.1	ITU-T G.8261.1/Y.1361.1 (2012) Amd. 1	2014-05-14	15	11.1002/1000/12190

Palabras clave

PDV, sincronización.

* Para acceder a la Recomendación, sírvase digitar el URL <http://handle.itu.int/> en el campo de dirección del navegador, seguido por el identificador único de la Recomendación. Por ejemplo, <http://handle.itu.int/11.1002/1000/11830-en>.

PREFACIO

La Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT) es el organismo especializado de las Naciones Unidas en el campo de las telecomunicaciones y de las tecnologías de la información y la comunicación. El Sector de Normalización de las Telecomunicaciones de la UIT (UIT-T) 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 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 en la dirección <http://www.itu.int/ITU-T/ipr/>.

© UIT 2016

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	1
3 Definiciones	2
4 Abreviaturas y acrónimos	3
5 Convenios	3
6 Aspectos generales.....	3
7 Modelo de red de referencia	3
7.1 Modelos de referencia hipotéticos.....	3
7.2 Puntos de referencia para los límites de red en las redes de paquetes.....	6
8 Límites de PDV en la red.....	9
Bibliografía	10

Recomendación UIT-T G.8261.1/Y.1361.1

Límites de la variación del retardo de paquetes en la red aplicables a los métodos por paquetes (sincronización de la frecuencia)

1 Alcance

En esta Recomendación se exponen los aspectos de sincronización en las redes de paquetes. Concretamente, se especifican el modelo de referencia hipotético (HRM, *hypothetical reference model*) y los límites de la variación del retardo de paquetes (PDV, *packet delay variation*) en la red aplicables cuando la sincronización de la frecuencia se realiza a través de los paquetes y se recupera de acuerdo con el método de recuperación de reloj adaptable definido en las Recomendaciones UIT-T G.8261 y UIT-T G.8260. Se especifica la tolerancia de equipo mínima a la variación del retardo de paquetes, en términos de la métrica definida en la Recomendación UIT-T G.8260, en los límites de esas redes de paquetes.

En esta Recomendación se observan dos aplicaciones principales: la distribución de una señal de reloj de red de sincronización mediante un método por paquetes (por ejemplo, utilizando paquetes PTP o NTP y utilizando un enfoque adaptable); y la distribución de una señal de reloj de servicio por una red de paquetes utilizando un método de recuperación de reloj adaptable (por ejemplo, recuperación de reloj de una servicio de emulación de circuitos (CES, *circuit emulation service*) utilizando un método adaptable), aunque los detalles de los límites de la red CES quedan en estudio.

Se consideran tanto el método unidireccional, como el bidireccional.

Por ahora, las redes de paquetes dentro del alcance de esta Recomendación son las siguientes:

- Ethernet ([IEEE 802.3], [IEEE 802.1D], [IEEE 802.1 ad], [IEEE 802.1Q], [IEEE 802.1Qay])
- MPLS ([IETF RFC 3031], [UIT-T G.8110])
- IP ([IETF RFC 791] y [IETF RFC 2460])

La capa física pertinente a esta especificación es la de tipos de medios Ethernet, definida en la Norma IEEE 802.3™–2008. Podrán ser pertinentes otras capas físicas, que podrán tratarse en futuras versiones de esta Recomendación.

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.

- [UIT-T G.803] Recomendación UIT-T G.803 (2000), *Arquitectura de redes de transporte basadas en la jerarquía digital síncrona*.
- [UIT-T G.810] Recomendación UIT-T G.810 (1996), *Definiciones y terminología para redes de sincronización*.
- [UIT-T G.823] Recomendación UIT-T G.823 (2000), *Control de la fluctuación de fase y de la fluctuación lenta de fase en las redes digitales basadas en la jerarquía de 2 048 kbit/s*.

- [UIT-T G.824] Recomendación UIT-T G.824 (2000), *Control de la fluctuación de fase y de la fluctuación lenta de fase en las redes digitales basadas en la jerarquía de 1 544 kbit/s.*
- [UIT-T G.8110] Recomendación UIT-T G.8110/Y.1370 (2005), *Arquitectura de la red de capa con conmutación por etiquetas multiprotocolo.*
- [UIT-T G.8260] Recomendación UIT-T G.8260 (2012), *Definiciones y terminología para la sincronización en redes de paquetes.*
- [UIT-T G.8261] Recomendación UIT-T G.8261/Y.1361 (2008), *Aspectos de la temporización y la sincronización en las redes de paquetes.*
- [UIT-T G.8263] Recomendación UIT-T G.8263/Y.1363 (2012), *Características de temporización de los relojes de los equipos por paquetes.*
- [UIT-T G.8265] Recomendación UIT-T G.8265/Y.1365 (2010), *Arquitectura y requisitos para la entrega de frecuencia basada en paquetes.*
- [UIT-T G.8265.1] Recomendación UIT-T G.8265.1/Y.1365.1 (2010), *Precisión del perfil de protocolo telecom para la sincronización de frecuencias.*
- [UIT-T O.172] Recomendación UIT-T O.172 (2005), *Aparato de medida de la fluctuación de fase y de la fluctuación lenta de fase para sistemas digitales basados en la jerarquía digital síncrona.*
- [IEEE 802] IEEE 802-2001, *IEEE standard for local and metropolitan area networks: Overview and architecture.*
<<http://standards.ieee.org/getieee802/802.html>>
- [IEEE 802.1ad] IEEE 802.1adTM-2005, *IEEE Standard for local and metropolitan area networks: Virtual bridged local area networks – Amendment 4: Provider Bridges.*
<<http://standards.ieee.org/getieee802/download/802.1ad-2005.pdf>>
- [IEEE 802.1D] IEEE 802.1DTM-2004, *IEEE Standard for local and metropolitan area networks: Media Access Control (MAC) Bridges.*
<<http://standards.ieee.org/getieee802/download/802.1D-2004.pdf>>
- [IEEE 802.1Q] IEEE 802.1QTM-2005, *IEEE Standard for local and metropolitan area networks: Virtual bridged local area networks.*
<<http://standards.ieee.org/getieee802/download/802.1Q-2005.pdf>>
- [IEEE 802.3] IEEE 802.3-2008, *Part 3: Carrier sense multiple access with collision detection (CSMA/CD) access method and physical layer specifications.*
<<http://standards.ieee.org/getieee802/802.3.html>>
- [IETF RFC 791] IETF RFC 791 (1981), *Internet Protocol.*
<<http://www.ietf.org/rfc/rfc0791.txt?number=791>>
- [IETF RFC 2460] IETF RFC 2460 (1998), *Internet Protocol, Version 6 (IPv6) Specification.*
<<http://www.ietf.org/rfc/rfc2460.txt?number=2460>>
- [IETF RFC 3031] IETF RFC 3031 (2001), *Multiprotocol Label Switching Architecture.*
<<http://www.ietf.org/rfc/rfc3031.txt?number=3031>>

3 Definiciones

Los términos y definiciones utilizados en esta Recomendación se encuentran en [UIT-T G.810] y [UIT-T G.8260].

4 Abreviaturas y acrónimos

En esta Recomendación se utilizan las siguientes abreviaturas y acrónimos:

CES	Servicio de emulación de circuitos (<i>circuit emulation service</i>)
DSL	Línea digital de abonado (<i>digital subscriber line</i>)
DSLAM	Multiplexador de acceso de línea digital de abonado (<i>digital subscriber line access multiplexer</i>)
EEC	Reloj de equipo Ethernet (<i>Ethernet equipment clock</i>)
HRM	Modelo de referencia hipotético (<i>hypothetical reference model</i>)
MW	Microondas (<i>microwave</i>)
OLT	Terminal de línea óptica (<i>optical line terminal</i>)
ONU	Unidad de red óptica (<i>optical network unit</i>)
OTN	red óptica de transporte (<i>optical transport network</i>)
PDV	Variación del retardo de paquetes (<i>packet delay variation</i>)
PEC-M	Reloj de equipo basado en paquetes – Maestro (<i>packet-based equipment clock master</i>)
PEC-S-F	Reloj de equipo basado en paquetes – Subordinado – Frecuencia (<i>packet based equipment clock slave frequency</i>)
PNT-F	Función de temporización de red de paquetes (<i>packet network timing function</i>)
PON	Red óptica pasiva (<i>passive optical network</i>)
PRC	Reloj de referencia primario (<i>primary reference clock</i>)
PTP	Protocolo de tiempo de precisión (<i>precision time protocol</i>)
SEC	Reloj de equipo SDH (<i>SDH equipment clock</i>)
SSU	Unidad de suministro de sincronización (<i>synchronization supply unit</i>)

5 Convenios

Ninguno.

6 Aspectos generales

La utilización de los métodos basados en paquetes descritos en [UIT-T G.8261] para entregar señales de temporización de referencia a fin de sincronizar la frecuencia necesita que se controle la variación del retardo de los paquetes (PDV) generada en la red para ajustarla a los requisitos de rendimiento aceptables cuando se utiliza un reloj de paquetes con las características especificadas en [UIT-T G.8263].

En esta Recomendación se definen los límites de red aplicables en todos los puntos pertinentes de la red.

En la cláusula 7 se describen los modelos de referencia de red y los correspondientes requisitos de rendimiento objetivo que se consideran relevantes para esta aplicación. Los límites de PDV conexos se especifican en la cláusula 8.

7 Modelo de red de referencia

7.1 Modelos de referencia hipotéticos

En esta cláusula se presentan los modelos de referencia hipotéticos que se supone corresponden a los modelos del caso más desfavorable para la mayoría de redes de retroceso móviles.

NOTA – Se supone que los modelos de referencia hipotéticos definidos en esta cláusula están compuestos con equipos de red que generan una cantidad controlada de PDV, compatible con los límites de red definidos en la cláusula 8. Se sabe que algunos equipos de red pueden generar una PDV excesiva, lo que podría llevar a rebasar estos límites de PDV en la red. Queda en estudio lo que se considera una cantidad controlada de PDV, cómo determinar si un determinado equipo de red es adecuado para formar parte de estos modelos de referencia hipotéticos, o de un modelo de referencia hipotético reducido, además de cómo evaluar el nivel de PDV generada por un equipo de red.

7.1.1 Modelo de referencia hipotético 1 (HRM-1): la red utiliza sólo conexiones a 1 Gbit/s y 10 Gbit/s

En la siguiente Figura 1 se muestra el HRM-1, que se compone de un enlace a 1 Gbit/s que conecta el reloj de paquetes maestro con el primer nodo, tres (3) enlaces de fibra óptica a 10 Gbit/s y siete (7) enlaces de fibra óptica a 1 Gbit/s. Se supone que equivale al modelo del caso más desfavorable para las redes de retroceso móviles que sólo utilizan conexiones de fibra óptica.

En la cláusula 8 de la presente Recomendación se especifican los límites de la variación del retardo de paquetes en la red para HRM-1.

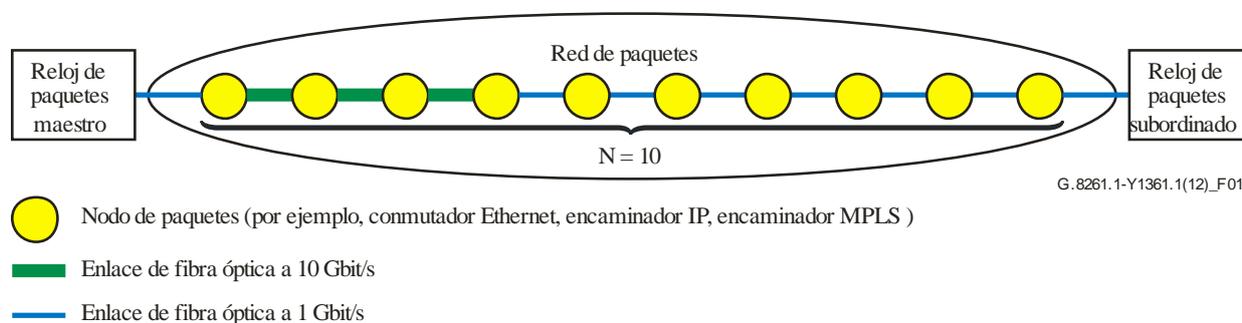


Figura 1 – HRM-1 para límites de la variación del retardo de paquetes en la red

NOTA 1 – El enlace entre el reloj de paquetes maestro y el primer nodo de paquetes puede ser a 100 Mbit/s en lugar de 1 Gbit/s.

NOTA 2 – El enlace entre el último nodo de paquetes y el reloj de paquetes subordinado puede ser a 100 Mbit/s en lugar de 1 Gbit/s, si sólo se transportan mensajes PTPv2 y no tráfico de datos.

NOTA 3 – Los enlaces a 1 Gbit/s pueden sustituirse por enlaces a 10 Gbit/s en la práctica, pero no al contrario.

NOTA 4 – La distribución de los enlaces que conectan los nodos de paquetes carece de importancia (por ejemplo, los enlaces a 10 Gbit/s pueden no estar siempre situados al principio de la red de paquetes). Sin embargo, en general los enlaces a 10 Gbit/s se encuentran en la red núcleo.

NOTA 5 – Algunos de los enlaces que conectan los nodos de paquetes pueden transportarse por una red OTN, suponiendo que la PDV generada por esas técnicas de transmisión es inapreciable en comparación con la PDV generada por los nodos de paquetes del HRM.

Algunos de los enlaces que conectan los nodos de paquetes pueden transportarse también por una red SDH, pero esto último queda en estudio.

NOTA 6 – Se supone que por los enlaces de la red de paquetes que transportan mensajes PTP v2 no se transportan tramas de más de 2 000 bytes.

NOTA 7 – Se supone que los mensajes PTPv2 se transportan con la prioridad más alta y se sitúan en una cola de prioridad estricta en los nodos de paquetes. Quedan en estudio los demás flujos que utilizan esta cola (se puede suponer que esta cola sólo contiene mensajes PTPv2 o que los demás paquetes de tráfico de datos que también van a esta cola son pequeños, y que la cantidad de datos en la cola es muy inferior a la capacidad de la interfaz de salida).

NOTA 8 – Quedan en estudio los modelos de tráfico transportados por esta red, que pueden incluir tráfico de datos tanto fijo como móvil.

7.1.2 Modelo de referencia hipotético 2 (HRM-2): la red utiliza tecnologías de acceso específicas

En muchas redes de retroceso móviles hay una estación base conectada a la red mediante tecnologías de acceso específicas, como la línea digital de abonado (DSL), la red óptica pasiva (PON) o los enlaces de microondas (MW).

En la Figura 2 siguiente se muestra el HRM-2, que se compone de un HRM-1 reducido (enlace a 1 Gbit/s para conectar el reloj de paquetes maestro al primer nodo, un (1) enlace de fibra óptica a 10 Gbit/s y cuatro (4) enlaces de fibra óptica a 1 Gbit/s), seguido de un enlace DSL link (HRM-2a), un enlace PON (HRM-2b) o unos pocos enlaces MW (HRM-2c), seguido(s) de un enlace a 1 Gbit/s para conectar la porción de acceso al reloj de paquetes subordinado. Se supone que equivale al modelo del caso más desfavorable para la mayoría de redes de retroceso móviles que utilizan tecnologías de acceso específicas.

En la cláusula 8 de la presente Recomendación se especifican los límites de la variación del retardo de paquetes en la red para HRM-2.

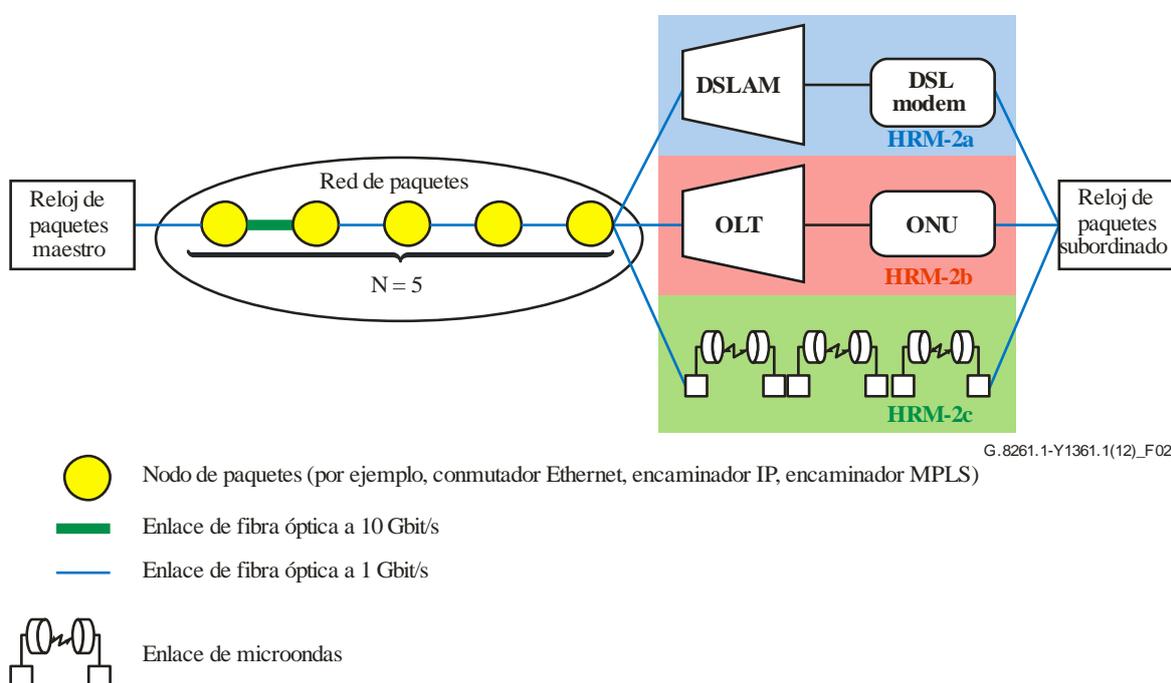


Figura 2 – HRM-2 para límites de la variación del retardo de paquetes en la red

NOTA 1 – El enlace entre el reloj de paquetes maestro y el primer nodo de paquetes puede ser a 100 Mbit/s en lugar de 1 Gbit/s.

NOTA 2 – El enlace entre el último nodo de paquetes y el reloj de paquetes subordinado puede ser a 100 Mbit/s en lugar de 1 Gbit/s, si sólo se transportan mensajes PTPv2 y no tráfico de datos.

NOTA 3 – Los enlaces a 1 Gbit/s pueden sustituirse por enlaces a 10 Gbit/s en la práctica, pero no al contrario.

NOTA 4 – La distribución de los enlaces que conectan los nodos de paquetes carece de importancia (por ejemplo, los enlaces a 10 Gbit/s pueden no estar siempre situados al principio de la red de paquetes). Sin embargo, en general los enlaces a 10 Gbit/s se encuentran en la red núcleo.

NOTA 5 – Algunos de los enlaces que conectan los nodos de paquetes pueden transportarse por una red OTN, suponiendo que la PDV generada por esas técnicas de transmisión es inapreciable en comparación con la PDV generada por los nodos de paquetes del HRM.

Algunos de los enlaces que conectan los nodos de paquetes pueden transportarse también por una red SDH, pero esto último queda en estudio.

NOTA 6 – Se supone que por los enlaces de la red de paquetes que transportan mensajes PTP v2 no se transportan tramas de más de 2 000 bytes.

NOTA 7 – Se supone que los mensajes PTPv2 se transportan con la prioridad más alta y se sitúan en una cola de prioridad estricta en los nodos de paquetes. Quedan en estudio los demás flujos que utilizan esta cola (se puede suponer que esta cola sólo contiene mensajes PTPv2 o que los demás paquetes de tráfico de datos que también van a esta cola son pequeños, y que la cantidad de datos en la cola es muy inferior a la capacidad de la interfaz de salida).

NOTA 8 – Quedan en estudio los modelos de tráfico transportados por esta red, que pueden incluir tráfico de datos tanto fijo como móvil.

NOTA 9 – Las tecnologías DSL que pueden considerarse para HRM-2a son SHDSL y VDSL2. El ruido PDV generado por estas tecnologías queda en estudio y puede diferir notablemente del de otras tecnologías.

NOTA 10 –HRM-2c pueden implicar la existencia de equipos de microondas adaptables, que adaptan su ancho de banda a las condiciones meteorológicas.

NOTA 11 – El número de saltos de microondas en HRM-2c queda en estudio.

NOTA 12 – Queda en estudio el ancho de banda de los enlaces que conectan DSLAM al modem en HRM-2a, el OLT a la ONU en HRM-2b, y los dos emplazamientos de microondas en HRM-2c.

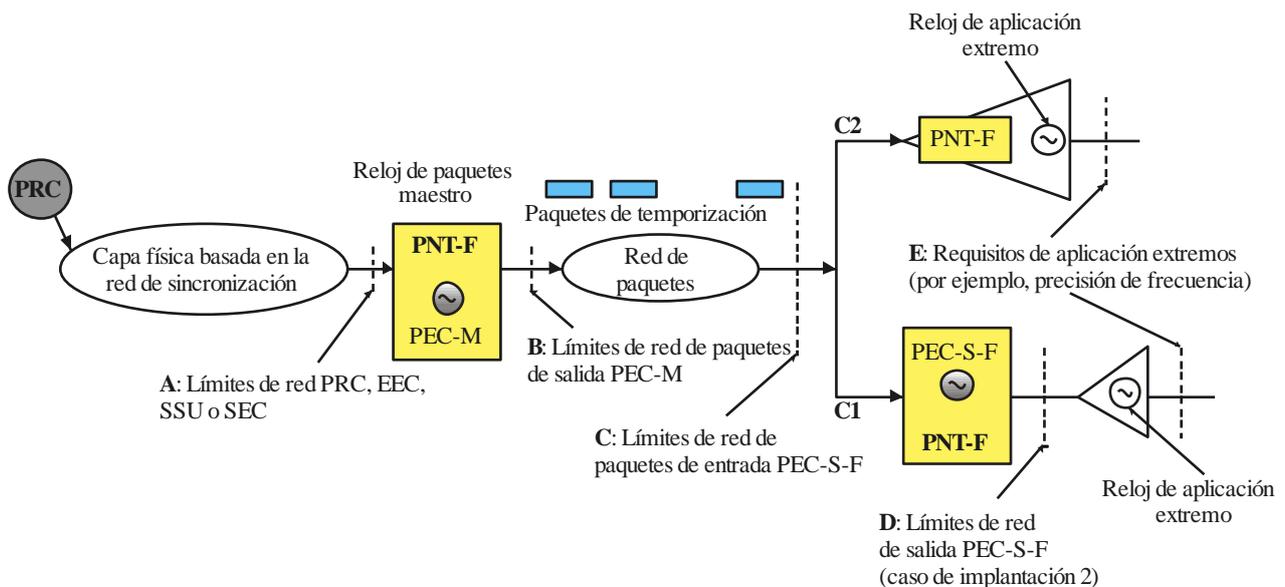
NOTA 13 – Queda en estudio el tráfico transportado por los enlaces de microondas en HRM-2c (los enlaces de microondas pueden agregar el tráfico procedente de emplazamientos distintos del emplazamiento del reloj de paquetes subordinado).

7.2 Puntos de referencia para los límites de red en las redes de paquetes

En la Figura 3 se muestran todos los puntos de referencia para los límites de red aplicables a la generalización del caso de implantación de PNT 2 que se muestra en la Figura 18 de [UIT-T G.8261] (por ejemplo, entre el PRC y el reloj de paquetes maestro, la señal de temporización de referencia se distribuye por una capa física basada en la red de sincronización).

Queda en estudio el caso práctico de implantación de PNT 1 de la Figura 17 de [UIT-T G.8261], donde el PEC-S-F ofrece una interfaz de sincronización externa a la red de sincronización conectada.

Quedan también en estudio los detalles de los límites de red del CES.



G. 8261.1-Y.1361.1(12)_F03

Figura 3 – Puntos de referencia de los límites de red

7.2.1 Límites de red del reloj de paquetes maestro (PEC-M)

En esta cláusula se abordan los límites de red PEC-M.

En este caso, los límites de red se aplican en la entrada del PEC-M (interfaz A) y, dependiendo de los detalles de la red de sincronización conectada al PEC-M, son los siguientes:

- Límites de red EEC (en caso de una Ethernet síncrona), véase la cláusula 9.2.1 de [UIT-T G.8261]
- Límites de red SEC/SSU (en caso de una red de sincronización SDH), véanse las cláusulas 6.2.2 y 6.2.3 de [UIT-T G.823]
- Límites de interfaz PRC (en caso de que el PRC esté directamente conectado al PEC), véase la cláusula 6.2.1 de [UIT-T G.823].

El caso más general considerado en esta Recomendación es el de la señal de temporización de referencia distribuida al PEC-M a través de toda una cadena de red de sincronización de referencia, como se muestra en la Figura 8-5 de [UIT-T G.803] (téngase en cuenta que el reloj PEC-M ha de considerarse parte de la cadena), véase [UIT-T G.803]. Por consiguiente, se consideran los límites de red EEC o SEC, como se definen en la cláusula 9.2.1 de [UIT-T G.8261] y la cláusula 6.2.3 de [UIT-T G.823], respectivamente.

Los límites de la red de paquetes en la salida del PEC-M (punto de referencia B en la Figura 3) se definen en la señal de temporización de paquetes en términos de la medida pertinente. Este punto queda en estudio.

NOTA 1 – Se prevé que la PDV en la salida del reloj de paquetes maestro sea relativamente baja, lo que implica que la medida utilizada en este caso no necesitará incluir un preprocesamiento de paquete particular (por ejemplo, selección de paquetes).

NOTA 2 – Cuando el PNT-F traduce la portadora de temporización de la capa física a la capa de paquetes, el PEC incluido en el PNT-F también puede modelar el PEC-M (véase la Figura B.5 de [UIT-T G.8261]; Nota 1).

7.2.2 Límites de red del PEC-S-F

En esta cláusula se abordan los límites de red del PEC-S-F.

En la conexión C1 de la Figura 3, el PEC-S-F facilita una interfaz de sincronización externa para la aplicación extrema (es decir, el caso de implantación de PNT 2 de la Figura 18 de [UIT-T G.8261]).

En estos casos, los límites de red están especificados en [UIT-T G.8261] (cláusula 9.2.2) sobre la señal de temporización de referencia recuperada.

Concretamente, como se describe en la cláusula 9.2.2 y el Apéndice IV de [UIT-T G.8261], pueden identificarse los siguientes tres grandes casos de límites de red aplicables a la interfaz D:

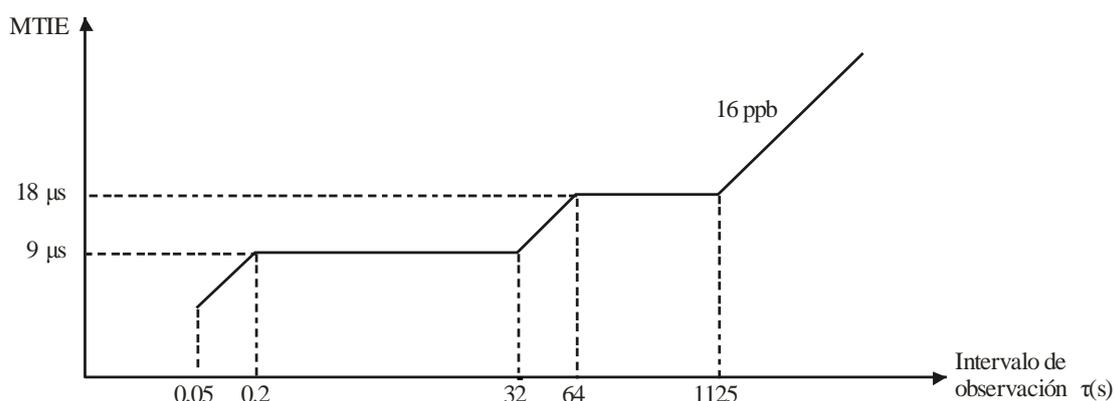
- Caso 1: límites de red EEC (véase la cláusula 9.2.2.1 de [UIT-T G.8261]). Este caso queda en estudio.
- Caso 2: límites de red para interfaces de tráfico (véase la cláusula 5 de [UIT-T G.823] o la cláusula 5 de [UIT-T G.824]).
- Caso 3: los límites a corto plazo están definidos en [UIT-T G.823] y la cláusula 5 de [UIT-T G.824], y los límites a largo plazo están definidos por una línea de n ppb (donde n se situará por debajo del requisito aplicable en la interfaz radioeléctrica).

Con respecto al caso 3, y suponiendo que $n = 16$ ppb, el límite de fluctuación lenta de fase de salida de la red aplicable en el punto de referencia D es el que se indica en el Cuadro 1 y la Figura 4.

NOTA – Queda en estudio a la máscara equivalente el caso de UIT-T G.824.

Cuadro 1 – límite de fluctuación lenta de fase de salida de la red para el caso 3 basado en [UIT-T G.823]

Intervalo de observación τ (s)	Requisito MTIE (μs)
$0,05 < \tau \leq 0.2$	46τ
$0,2 < \tau \leq 32$	9
$32 < \tau \leq 64$	$0,28 \tau$
$64 < \tau \leq 1\ 125$	18
$\tau > 1\ 125$	$0,016 \tau$



G. 8261.1-Y.1361.1(12)_F04

Figura 4 – Límite de fluctuación lenta de fase de salida de la red para el caso 3 basado en [UIT-T G.823]

Los requisitos de medición de la fluctuación lenta de fase (por ejemplo, tiempo de muestreo e intervalo de medición) para los parámetros MTIE, las características del filtro de medición de la fluctuación lenta de fase a 10 Hz y la descripción funcional para la medición de la fluctuación lenta de fase de salida se describen en [UIT-T O.172]. Para medir los parámetros de fluctuación lenta de fase conviene utilizar instrumentos conformes con [UIT-T O.172].

Los límites de la red de paquetes se expresan según la correspondiente medición de la PDV en la interfaz C (de hecho, en este caso, la recuperación de la temporización se basa en el método adaptable), como se define en la cláusula 8 de esta Recomendación.

La conexión C2 de la Figura 3 representa el caso en que el PNT-F y el correspondiente PEC-S-F están integrados en la aplicación extrema.

En este caso, la interfaz de la red de paquetes (por ejemplo, interfaz Ethernet) está directamente conectada a la aplicación extrema (por ejemplo, estación base con interfaz Ethernet) y los límites de red sólo pueden expresarse en la interfaz C. De hecho, la salida PNT-F (equivalente a la interfaz D de la conexión C1 de la Figura 3) no suele ser accesible para la medición a través de la conexión C2.

Los límites de red en la salida del equipo extremo dependen de los requisitos de la aplicación extrema (punto de referencia E). Este punto queda en estudio.

8 Límites de PDV en la red

El límite de la variación del retardo de los paquetes en la red que se da en esta cláusula representa el nivel máximo permisible de variación del retardo de los paquetes en la interfaz C de la Figura 3.

Los límites indicados en esta cláusula tendrán que cumplirse bajo cualquier condición operativa. En general, estos límites de red son compatibles con la tolerancia mínima a la variación del retardo de los paquetes que han de tener todos los equipos PEC-S-F.

NOTA – El PEC incorporado en la aplicación extrema, como se muestra tras la conexión C2 de la Figura 3, queda en estudio en [UIT-T G.8263].

Se ha de tener en cuenta que el límite de PDV en la red especificado en esta cláusula supone que los equipos de red que componen el modelo de referencia hipotético generan una cantidad controlada de PDV. Se sabe que algunos equipos de red pueden generar una PDV excesiva y que es posible que se superen estos límites de PDV en la red. Queda en estudio lo que se considera una cantidad controlada de PDV, cómo determinar si un determinado equipo de red es adecuado para formar parte de los modelos de referencia hipotéticos definidos en esta Recomendación, o de un modelo de referencia hipotético reducido, además de cómo evaluar el nivel de PDV generada por un equipo de red.

El límite de variación del retardo de los paquetes en el punto C de la Figura 3 para el HRM-1 de la Figura 1 se define de la siguiente manera:

Con un intervalo de $W = 200$ s y una gama de agrupación fija de $\delta = 150$ μ s para el retardo base, la característica de transferencia de la red que cuantifica la proporción de paquetes entregados que se ajustan a los criterios de retardo debe satisfacer la siguiente condición

$$FPP(n, W, \delta) \geq 1\%$$

Es decir, que el porcentaje de paquetes base debe ser superior a 1%.

Esto significa que, para cualquier intervalo de 200 s, al menos el 1% de los paquetes de temporización transmitidos se recibirá dentro de un grupo fijo, empezando por el retardo base observado, y con una gama de 150 μ s.

NOTA 1 – Queda en estudio el método de selección (intervalos corridos, solapados o saltados) aplicable al límite de red especificado en esta Recomendación.

NOTA 2 – El número de paquetes recibidos dentro de la gama de agrupación fija depende de la velocidad nominal de los paquetes. Por ejemplo, con una velocidad nominal de un paquete por segundo, un $FPP > 1\%$ implica que se recibirán dos o más paquetes dentro de la gama de agrupación fija en cada intervalo de 200 s. El número de paquetes en una ventana de selección es importante a la hora de considerar el límite de tolerancia del reloj subordinado.

Pueden encontrarse más detalles sobre la metodología de medición en la cláusula I.5 de [UIT-T G.8260].

Este límite de red puede aplicarse al flujo de temporización de paquetes tanto en sentido de ida como en sentido de vuelta. Queda en estudio el efecto combinado de ambos sentidos.

NOTA 3 – Este límite de red sólo se aplica a HRM-1. Muchas redes HRM-1 pueden mostrar una variación del retardo de los paquetes muy inferior a ese límite, por lo que se considera que este límite es muy conservador y no describe la distribución del retardo de los paquetes dentro de la gama de agrupación.

Se están estudiando actualmente otras mediciones de PDV que emulan el comportamiento de un reloj de paquetes subordinado y podrán utilizarse posteriormente para especificar límites de PDV en la red menos conservadores. Puede encontrarse información al respecto en la cláusula I.4 de [UIT-T G.8260].

Quedan en estudio los límites de la variación del retardo de los paquetes en la red para HRM-2, al que se podrán aplicar distintos límites y utilizar distintas mediciones.

Bibliografía

- [b-IEEE 802.1Qay] IEEE 802.1Qay™-2009, *IEEE Standard for Local and metropolitan area networks – Virtual Bridged Local Area Networks Amendment 10: Provider Backbone Bridge Traffic Engineering.*

RECOMENDACIONES UIT-T DE LA SERIE Y
**INFRAESTRUCTURA MUNDIAL DE LA INFORMACIÓN, ASPECTOS DEL PROTOCOLO
 INTERNET Y REDES DE LA PRÓXIMA GENERACIÓN**

INFRAESTRUCTURA MUNDIAL DE LA INFORMACIÓN	
Generalidades	Y.100–Y.199
Servicios, aplicaciones y programas intermedios	Y.200–Y.299
Aspectos de red	Y.300–Y.399
Interfaces y protocolos	Y.400–Y.499
Numeración, direccionamiento y denominación	Y.500–Y.599
Operaciones, administración y mantenimiento	Y.600–Y.699
Seguridad	Y.700–Y.799
Características	Y.800–Y.899
ASPECTOS DEL PROTOCOLO INTERNET	
Generalidades	Y.1000–Y.1099
Servicios y aplicaciones	Y.1100–Y.1199
Arquitectura, acceso, capacidades de red y gestión de recursos	Y.1200–Y.1299
Transporte	Y.1300–Y.1399
Interfuncionamiento	Y.1400–Y.1499
Calidad de servicio y características de red	Y.1500–Y.1599
Señalización	Y.1600–Y.1699
Operaciones, administración y mantenimiento	Y.1700–Y.1799
Tasación	Y.1800–Y.1899
Televisión IP sobre redes de próxima generación	Y.1900–Y.1999
REDES DE LA PRÓXIMA GENERACIÓN	
Marcos y modelos arquitecturales funcionales	Y.2000–Y.2099
Calidad de servicio y calidad de funcionamiento	Y.2100–Y.2199
Aspectos relativos a los servicios: capacidades y arquitectura de servicios	Y.2200–Y.2249
Aspectos relativos a los servicios: interoperabilidad de servicios y redes en las redes de la próxima generación	Y.2250–Y.2299
	Y.2300–Y.2399
Gestión de red	Y.2400–Y.2499
Arquitecturas y protocolos de control de red	Y.2500–Y.2599
Redes basadas en paquetes	Y.2600–Y.2699
Seguridad	Y.2700–Y.2799
Movilidad generalizada	Y.2800–Y.2899
Entorno abierto con calidad de operador	Y.2900–Y.2999
REDES FUTURAS	Y.3000–Y.3499

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

SERIES DE RECOMENDACIONES DEL UIT-T

Serie A	Organización del trabajo del UIT-T
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	Medio ambiente y TIC, cambio climático, ciberdesechos, eficiencia energética, construcción, instalación y protección de los cables y demás elementos de planta exterior
Serie M	Gestión de las telecomunicaciones, incluida la RGT y el mantenimiento de redes
Serie N	Mantenimiento: circuitos internacionales para transmisiones radiofónicas y de televisión
Serie O	Especificaciones de los aparatos de medida
Serie P	Terminales y métodos de evaluación subjetivos y objetivos
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, comunicaciones de sistemas abiertos y seguridad
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