

UIT-T

SECTOR DE NORMALIZACIÓN
DE LAS TELECOMUNICACIONES
DE LA UIT

G.8264/Y.1364

Enmienda 1

(03/2018)

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, REDES DE PRÓXIMA GENERACIÓN,
INTERNET DE LAS COSAS Y CIUDADES
INTELIGENTES

Aspectos del protocolo Internet – Transporte

Distribución de temporización mediante redes
de paquetes

Enmienda 1

Recomendación UIT-T G.8264/Y.1364 (2017) –
Enmienda 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 SATELITE 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.8264/Y.1364

Distribución de temporización mediante redes de paquetes

Enmienda 1

Resumen

En la Recomendación UIT-T G.8264/Y.1364 se esbozan aspectos de la distribución de información de temporización por redes de paquetes, centrándose en un principio en las redes Ethernet. Hay una serie de métodos que se pueden emplear para transferir frecuencias por la capa física o la capa de protocolo. En esta Recomendación se da información sobre los aspectos arquitectónicos de los flujos de temporización en las redes Ethernet, que servirán de base para los futuros trabajos sobre la transferencia de tiempo y de fase.

En la Recomendación se especifican los formatos y el protocolo del mensaje de situación de sincronización (SSM) que se utilizarán con Ethernet síncrona. Es necesario adoptar los formatos especificados en esta Recomendación para garantizar la compatibilidad entre los equipos Ethernet síncrona que participan en la transferencia de frecuencia.

En esta Enmienda 1 se introduce el reloj de referencia primario mejorado (ePRC) en los cuadros de códigos SSM para Ethernet síncrona.

Historia

Edición	Recomendación	Aprobación	Comisión de Estudio	ID único*
1.0	ITU-T G.8264/Y.1364	2008-10-29	15	11.1002/1000/9420
1.1	ITU-T G.8264/Y.1364 (2008) Cor. 1	2009-11-13	15	11.1002/1000/10433
1.2	ITU-T G.8264/Y.1364 (2008) Amd. 1	2010-09-22	15	11.1002/1000/10927
1.3	ITU-T G.8264/Y.1364 (2008) Cor. 2	2012-02-13	15	11.1002/1000/11526
1.4	ITU-T G.8264/Y.1364 (2008) Amd. 2	2012-02-13	15	11.1002/1000/11525
2.0	ITU-T G.8264/Y.1364	2014-05-14	15	11.1002/1000/12192
2.1	ITU-T G.8264/Y.1364 (2014) Amd. 1	2015-01-13	15	11.1002/1000/12390
2.2	ITU-T G.8264/Y.1364 (2014) Amd. 2	2016-04-13	15	11.1002/1000/12810
3.0	ITU-T G.8264/Y.1364	2017-08-29	15	11.1002/1000/13321
3.1	ITU-T G.8264/Y.1364 (2017) Amd. 1	2018-03-16	15	11.1002/1000/13547

Palabras clave

ESMC, Ethernet síncrona, temporización de paquetes, temporización física, 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 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 en la dirección <http://www.itu.int/ITU-T/ipr/>.

© UIT 2019

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	3
3.1 Términos definidos en otros documentos	3
3.2 Términos definidos en esta Recomendación	3
4 Abreviaturas y acrónimos	3
5 Convenios	5
6 Arquitecturas de red de paquetes	6
6.1 Capas y sincronización de red	6
6.2 Consecuencias de la calidad de funcionamiento de la red en la sincronización	7
7 Flujos de temporización	7
8 Bloques funcionales	8
9 Arquitecturas de temporización de la próxima generación	10
9.1 Sincronización actual basada en SDH	10
9.2 Calidad de funcionamiento de la sincronización	10
9.3 Evolución de la red	10
9.4 Redes de sincronización de la próxima generación	10
10 Transferencia de frecuencia utilizando Ethernet síncrona	11
10.1 Ethernet síncrona: aspectos generales	11
10.2 Modos de funcionamiento	12
11 SSM para Ethernet síncrona	13
11.1 SSM a nivel de paquetes	13
11.2 Selección de sincronización basada en SSM	14
11.3 SSM para Ethernet síncrona: formato y protocolo	15
11.4 Extensiones de la PDU ESMC	22
11.5 Interfuncionamiento con redes de sincronización existentes	22
11.6 SSM para relojes con funcionamiento libre mejorado	22
12 Utilización de Ethernet síncrona en un contexto multioperador	23
12.1 Transporte de temporización transparente de señales cliente Ethernet síncrona	23
12.2 Servicio de sincronización facilitado por el operador portador sobre la base de una interfaz que ofrece una referencia de temporización física (generación de interfaz Ethernet síncrona)	24
13 Aspectos de gestión de la sincronización	25

	Página
Anexo A – Mecanismo de selección de la fuente de referencia	26
A.1 Requisitos	26
A.2 entradas	26
A.3 Oscilador interno	26
A.4 Flujos internos de temporización física – ETY de frecuencia.....	26
A.5 Mecanismo de selección.....	26
A.6 Selección del mensaje de situación de sincronización	27
A.7 Función de selección en equipos híbridos	27
Apéndice I – Ejemplos de flujos de temporización	29
Apéndice II – Modelos funcionales basados en las Recomendaciones UIT-T G.805 y G.809	32
II.1 Antecedentes.....	32
II.2 Aplicación de UIT-T G.805 a la IWF	32
II.3 Información de temporización transportada por redes de capa	33
II.4 Modelo funcional de temporización de capa física Ethernet.....	34
II.5 Modelo funcional para métodos diferenciales y adaptativos	35
Bibliografía	38

Recomendación UIT-T G.8264/Y.1364

Distribución de temporización mediante redes de paquetes

Enmienda 1

Nota editorial: Este es el texto completo de la publicación. Las modificaciones introducidas en esta enmienda se muestran con marcas de revisión con respecto a la Recomendación UIT-T G.8264/Y.1364 (2017).

1 Alcance

En esta Recomendación se exponen los requisitos de transferencia de frecuencia de las redes Ethernet. Se especifican el canal de transporte de mensaje de situación de sincronización (SSM), a saber, el canal de mensajes de sincronización de Ethernet (ESMC), el comportamiento del protocolo y el formato de los mensajes.

Hay una serie de métodos que se pueden emplear para transferir frecuencias por la capa física o la capa de protocolo. El método utilizado dependerá de la arquitectura real y de lo que se pueda soportar. Esta Recomendación se centra en la sincronización por la capa física. La capa física que corresponde a esta Recomendación es la de tipos de medios Ethernet que se define en [IEEE 802.3]. Pueden ser importantes otras capas físicas que se tratarán, como otras tecnologías de paquetes, en futuras versiones de esta Recomendación.

Esta Recomendación también presenta la arquitectura necesaria en el lenguaje formal de modelización. Se utilizan flujos de temporización para describir dónde y cómo fluirán el tiempo y la temporización por la arquitectura. Esos flujos describen lo que se considera una fuente de temporización aceptable a nivel funcional. Es posible que esa fuente solo pueda utilizarse dentro del equipo o pueda utilizarse fuera, como servicio cliente.

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.709] Recomendación UIT-T G.709/Y.1331 (2016), *Interfaces para la red óptica de transporte*.
<<http://www.itu.int/rec/T-REC-G.709>>
- [UIT-T G.781] Recomendación UIT-T G.781 (2017), *Funciones de capas de sincronización*.
<<http://www.itu.int/rec/T-REC-G.781>>
- [UIT-T G.803] Recomendación UIT-T G.803 (2000), *Arquitectura de redes de transporte basadas en la jerarquía digital síncrona*.
<<http://www.itu.int/rec/T-REC-G.803>>
- [UIT-T G.805] Recomendación UIT-T G.805 (2000), *Arquitectura funcional genérica de las redes de transporte*.
<<http://www.itu.int/rec/T-REC-G.805>>

- [UIT-T G.809] Recomendación UIT-T G.809 (2003), *Arquitectura funcional de las redes de capa sin conexión*.
<<http://www.itu.int/rec/T-REC-G.809>>
- [UIT-T G.811] Recomendación UIT-T G.811 (1997), *Características de temporización de los relojes de referencia primarios*.
<<http://www.itu.int/rec/T-REC-G.811>>
- [UIT-T G.812] Recomendación UIT-T G.812 (2004), Requisitos de temporización de relojes subordinados adecuados para utilización como relojes de nodo en redes de sincronización.
<<http://www.itu.int/rec/T-REC-G.812>>
- [UIT-T G.813] Recomendación UIT-T G.813 (2003), *Características de temporización de relojes subordinados de equipos de la jerarquía digital síncrona*.
<<http://www.itu.int/rec/T-REC-G.813>>
- [UIT-T G.822] Recomendación UIT-T G.822 (1988), *Objetivos de tasa de deslizamientos controlados en una conexión digital internacional*.
<<http://www.itu.int/rec/T-REC-G.822>>
- [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 2048 kbit/s.
<<http://www.itu.int/rec/T-REC-G.823>>
- [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 1544 kbit/s.
<<http://www.itu.int/rec/T-REC-G.824>>
- [UIT-T G.825] Recomendación UIT-T G.825 (2000), Control de la fluctuación de fase y de la fluctuación lenta de fase en las redes digitales basadas en la jerarquía digital síncrona.
<<http://www.itu.int/rec/T-REC-G.825>>
- [UIT-T G.8010] Recomendación UIT-T G.8010/Y.1306 (2004), *Arquitectura de redes de capa Ethernet*.
<<http://www.itu.int/rec/T-REC-G.8010>>
- [UIT-T G.8261] Recomendación UIT-T G.8261/Y.1361 (2013), *Aspectos de la temporización y la sincronización en las redes de paquetes*.
<<http://www.itu.int/rec/T-REC-G.8261>>
- [UIT-T G.8262] Recomendación UIT-T G.8262/Y.1362 (2015), *Características de temporización del reloj subordinado de los equipos síncronos de Ethernet*.
<<http://www.itu.int/rec/T-REC-G.8262>>
- [IEEE 802] IEEE 802-2014, *IEEE Standard for Local and Metropolitan Area Networks: Overview and Architecture*.
<<http://ieeexplore.ieee.org/document/6847097/>>
- [IEEE 802.1AX] IEEE 802.1AX-2014, *IEEE Standard for Local and Metropolitan Area Networks – Link Aggregation*.
<<http://ieeexplore.ieee.org/document/7055197/>>
- [IEEE 802.3] IEEE 802.3 (2015), *IEEE Standard for Ethernet*
<<http://ieeexplore.ieee.org/xpl/articleDetails.jsp?arnumber=8042052>>

3 Definiciones

3.1 Términos definidos en otros documentos

En la presente Recomendación se utilizan los siguientes términos definidos en otros documentos:

3.1.1 reloj de red [UIT-T G.8261]: Reloj que genera la señal de reloj de la red.

3.1.1 reloj de servicio [UIT-T G.8261]: Reloj que genera la señal de reloj de servicio.

3.2 Términos definidos en esta Recomendación

En esta Recomendación se definen los siguientes términos:

3.2.1 canal de mensaje de sincronización Ethernet: Canal lógico que transporta el código de mensaje de situación de sincronización (SSM) que representa el nivel de calidad del reloj de equipo Ethernet síncrono (EEC), vinculado a la capa física. La estructura del canal está definida por un protocolo lento específico organizativo (OSSP).

3.2.2 modo de funcionamiento no síncrono: Una interfaz Ethernet síncrona configurada en modo no síncrono es una interfaz que, en el lado receptor, no transmite el reloj recuperado al reloj de sistema, por lo que no sirve de referencia para el proceso de selección de sincronización. No procesa el canal de mensaje de sincronización Ethernet (ESMC) que pueda estar presente y, por tanto, no extrae el valor de nivel de calidad (QL).

En el lado transmisor, su frecuencia de salida puede sincronizarse con el reloj de equipo Ethernet síncrono (EEC), pero sigue siendo desconocida para la interfaz receptora en la otra terminación del enlace. De hecho, una interfaz que funciona en modo no síncrono no genera un ESMC y, por tanto, no transmite un QL.

Estas interfaces no participan en la red de sincronización y son funcionalmente idénticas a las interfaces asíncronas, definidas en [IEEE 802.3].

3.2.3 modo de funcionamiento síncrono: Una interfaz Ethernet síncrona puede configurarse en modo de funcionamiento síncrono.

Su lado receptor puede extraer la frecuencia de su señal de entrada y transmitirla a un reloj de sistema (un reloj de equipo Ethernet síncrono (EEC)) o un reloj de mejor calidad. Procesa el canal de mensaje de sincronización Ethernet (ESMC) y extrae el nivel de calidad (QL). Esta señal puede entonces utilizarse como referencia de frecuencia candidata.

La parte transmisora de la interfaz está bloqueada a la temporización de salida del reloj de sistema y genera el ESMC para transportar un QL.

4 Abreviaturas y acrónimos

En esta Recomendación se utilizan las siguientes abreviaturas y acrónimos:

AAL1	Capa de adaptación 1 del modo de transferencia asíncrono (<i>asynchronous transfer mode adaptation layer 1</i>)
AI	Información adaptada (<i>adapted information</i>)
ATM	Modo de transferencia asíncrono (<i>asynchronous transfer mode</i>)
BITS	Suministro de temporización integrada en la construcción (<i>building integrated timing supply</i>)
CES	Servicio de emulación de circuitos (<i>circuit emulation services</i>)
CI	Información característica (<i>characteristic information</i>)
DNU	No utilizar (<i>do not use</i>)

DUS	No utilizar para la sincronización (<i>do not use for synchronization</i>)
EB	Estación base
EEC	Reloj de equipo de Ethernet síncrona (<i>synchronous Ethernet equipment clock</i>)
eEEC	Reloj de equipo Ethernet mejorado (<i>enhanced ethernet equipment clock</i>)
EPL	Línea privada Ethernet (<i>Ethernet private line</i>)
<u>ePRC</u>	<u>Reloj de referencia primario mejorado (<i>enhanced primary reference clock</i>)</u>
ePRTC	Reloj de tiempo de referencia primario mejorado (<i>enhanced primary reference time clock</i>)
ESMC	Canal de mensaje de sincronización Ethernet (<i>Ethernet synchronization messaging channel</i>)
ETH	Red de capa MAC Ethernet (<i>Ethernet MAC layer network</i>)
ETY	Red de capa física Ethernet (<i>Ethernet PHY layer network</i>)
EVPL	Línea privada virtual Ethernet (<i>Ethernet virtual private line</i>)
GPS	Sistema de posicionamiento global (<i>global positioning system</i>)
HOP	Trayecto de orden superior (<i>high order path</i>)
IWF	Función de interfuncionamiento (<i>interworking function</i>)
LAG	Agregación de enlace (<i>link aggregation</i>)
LOP	Trayecto de orden inferior (<i>low order path</i>)
LSB	Bit menos significativo (<i>least significant bit</i>)
MAC	Control de acceso a medios (<i>media access control</i>)
MA-M	Dirección MAC – media (<i>MAC address – medium</i>)
MA-S	Dirección MAC – pequeña (<i>MAC address – small</i>)
MPLS	Conmutación por etiquetas multiprotocolo (<i>multiprotocol label switching</i>)
MTIE	Máximo error en el intervalo de tiempo (<i>maximum time interval error</i>)
MS	Sección multiplex (<i>multiplex section</i>)
NC	Controlador de red (<i>network controller</i>)
NE	Elemento de red (<i>network element</i>)
NTP	Protocolo de tiempo de red (<i>network time protocol</i>)
OAM	Operación, administración y mantenimiento (<i>operation, administration and maintenance</i>)
OSI	Interconexión de sistemas abiertos (<i>open systems interconnection</i>)
OSSP	Protocolo lento específico organizativo (<i>organizational specific slow protocol</i>)
OTN	Red óptica de transporte (<i>optical transport network</i>)
OUI	Identificador único de organización (<i>organizationally unique identifier</i>)
PDH	Jerarquía digital plesiócrona (<i>plesiochronous digital hierarchy</i>)
PDU	Unidad de datos de protocolo (<i>protocol data unit</i>)
PRC	Reloj de referencia primario (<i>primary reference clock</i>)
PRTC	Reloj de tiempo de referencia primario (<i>primary reference time clock</i>)

PTP	Protocolo de tiempo de precision (<i>precision time protocol</i>)
QL	Nivel de calidad (<i>quality level</i>)
QL TLV	Valor de longitud de tipo nivel de calidad (<i>quality level type length value</i>)
RAN	Red de acceso radioeléctrico (<i>radio access network</i>)
RS	Sección de regenerador (<i>regenerator section</i>)
SASE	Equipo de sincronización autónomo (<i>stand alone synchronization equipment</i>)
SDH	Jerarquía digital síncrona (<i>synchronous digital hierarchy</i>)
SETG	Generador de temporización de equipo síncrono (<i>synchronous equipment timing generator</i>)
SETS	Fuente de sincronización de equipo síncrono (<i>synchronous equipment timing source</i>)
SRTS	Sello de tiempo residual síncrono (<i>synchronous residual time stamp</i>)
SSM	Mensaje de situación de sincronización (<i>synchronization status message</i>)
SSU	Unidad de suministro de sincronización (<i>synchronization supply unit</i>)
SyncE	Ethernet síncrona (<i>synchronous Ethernet</i>)
TDEV	Desviación de tiempo (<i>time deviation</i>)
TDM	Multiplexación por division en el tiempo (<i>time division multiplexing</i>)
TLV	Valor de longitud de tipo (<i>type length value</i>)
UTC	Tiempo universal coordinado (<i>coordinated universal time</i>)
VC	Contenedor virtual (<i>virtual container</i>)
WAN	Red de area amplia (<i>wide area network</i>)
WDM	Multiplexación por división de onda (<i>wave division multiplexing</i>)

5 Convenios

En la presente Recomendación, el término "Ethernet" se refiere a una interfaz definida en [IEEE 802.3] que no cumple los requisitos de temporización adicionales de Ethernet síncrona que se especifican en la presente Recomendación, en [UIT-T G.8261] y en [UIT-T G.8262].

En esta Recomendación se definen ciertas secuencias binarias que forman parte de una trama Ethernet. Cuando se definen valores específicos, se utilizan los siguientes convenios.

Las cadenas binarias se representan con pares de caracteres hexadecimales (octetos) separados por guiones. Este convenio se ajusta a la representación de cadenas hexadecimales de datos en [IEEE 802.3]. Por ejemplo, el subtipo UIT-T de tres bytes asignado por el IEEE se representa como 00-19-A7.

Cuando no se han de especificar más de dos octetos, se utiliza el prefijo 0x para indicar que los caracteres son hexadecimales. Por ejemplo, 0x12 representa la secuencia binaria 00010010.

Por reloj de equipo Ethernet mejorado (eEEEC, *enhanced Ethernet equipment clock*) se entiende una función de reloj de equipo Ethernet síncrona (EEC, *synchronous Ethernet equipment clock*), definida en [UIT-T G.8262], con una calidad de funcionamiento mejorada. Queda en estudio la calidad de funcionamiento de este reloj.

6 Arquitecturas de red de paquetes

Los principios de modelización arquitectónica de [UIT-T G.805] y [UIT-T G.809] son muy conocidos y se emplean en la creación de redes de transporte y sus equipos. Últimamente también se han utilizado en la especificación de redes de paquetes. La descripción arquitectónica de alto nivel formal es necesaria para definir los detalles subyacentes de los equipos especificados en otras Recomendaciones.

En [UIT-T G.805] se definen las propiedades de los componentes arquitectónicos (funciones atómicas) que permiten especificar de manera genérica las arquitecturas de red. Estas propiedades se utilizan, por ejemplo, para definir caminos (es decir, que pueden supervisarse) y conexiones de subred (es decir, que pueden conmutarse o ponerse en red). [UIT-T G.805] se creó para describir las redes de transporte tradicionales (es decir, de capa 1) y en los últimos tiempos se ha ampliado, gracias a [UIT-T G.809], para abarcar las redes de paquetes.

Entre los puntos clave de la arquitectura se cuentan los conceptos de red de capas, de información característica (CI, *characteristic information*) y de recursión. La CI es una señal con un formato específico que se transfiere por una conexión de red [UIT-T G.805] o un flujo [UIT-T G.809]. Una red de capas está formada por los puntos de acceso asociados a un tipo específico de CI. La recursión dentro del modelo de capas permite definir las capas subyacentes sin restricciones. Como ejemplos de redes de capas por debajo de la capa MAC Ethernet (ETH, *Ethernet MAC layer*) y la capa física Ethernet (ETY, *Ethernet PHY layer*) pueden citarse, por ejemplo, la de multiplexación por división de onda, (WDM, *wave division multiplexing*) o, incluso, un conducto.

Se han preparado descripciones para las redes de capas relacionadas con la jerarquía digital síncrona (SDH, *synchronous digital hierarchy*), el modo de transferencia asíncrono (ATM, *asynchronous transfer mode*), Ethernet y la conmutación por etiquetas multiprotocolo (MPLS, *multiprotocol label switching*). Cabe señalar que las tecnologías citadas pueden contener múltiples capas. Por ejemplo, Ethernet contiene las capas ETY y ETH, mientras que SDH contiene las capas sección regenerador (RS, *regenerator section*), sección múltiplex (MS, *multiplex section*), trayecto de orden superior (HOP, *high order path*) y trayecto de orden inferior (LOP, *low order path*). Dada la naturaleza recursiva de la arquitectura, las mismas reglas de interconexión se aplican a cualquier red de capas.

Para Ethernet se definen dos redes de capas: ETH y ETY. La CI de la capa ETH son las tramas de control de acceso a medios (MAC, *media access control*). La capa ETY es la capa física que soporta la capa ETH (por ejemplo, 10BaseT, 100BaseT). En la Figura 4 de [UIT-T G.8010] se muestra el modelo de red simplificado de Ethernet.

6.1 Capas y sincronización de red

Las redes de capas que definen una tecnología de red transportan información por una red. El transporte de esta información puede implicar que ésta atraviese múltiples capas de red. Para atravesar una capa se utiliza una función de adaptación entre una capa cliente superior y una capa servidor inferior. Los datos de la capa cliente superior, la CI, se adapta utilizando la función de información para convertirla en información adaptada (AI, *adapted information*) y transportarla por la capa servidor. Para determinadas tecnologías, en particular la multiplexación por división en el tiempo (TDM, *time division multiplexing*) y WDM, la información de temporización forma parte de la CI que se transporta por la red. Por ejemplo, la temporización de jerarquía digital plesiócrona (PDH, *plesiochronous digital hierarchy*) debe transportarse por la red. SDH adapta la información de temporización y transporta la carga útil adaptada con temporización (en bits de control de relleno) para permitir que la temporización y los datos salgan de la red.

En las redes de paquetes no todas las capas incluyen la información de temporización en la CI. La información de temporización sólo está presente en la capa física. Por ejemplo, la información de temporización forma parte de la capa ETY síncrona. La información de temporización no forma parte de la CI de las capas de paquetes, por lo que las redes de paquetes no transportan

inherentemente la temporización. Esto tiene repercusiones para determinados servicios relacionados con la temporización, como la emulación de circuitos, donde es necesario transportar la temporización cliente por la red. En tales casos, por ejemplo, el de la emulación de circuitos, se necesitan métodos alternativos para transportar la información de temporización. Ejemplos de esos métodos alternativos son las funciones de interfuncionamiento (IWF, *interworking functions*) descritas en [UIT-T G.8261].

6.2 Consecuencias de la calidad de funcionamiento de la red en la sincronización

Una red de capas adapta la CI de una capa para convertirla en AI de una capa inferior (dadas las propiedades recursivas de las redes de capas, esta AI forma parte ahora de la CI de la capa inferior). Desde el punto de vista de la temporización, el proceso de adaptación no es inocuo. Por ejemplo, la adaptación de un cliente PDH en un contenedor virtual (VC, *virtual container*) SDH causa una fluctuación de fase a causa del mecanismo de los bits de relleno (los bits de control son AI) la adaptación del MS añade fluctuación de fase y fluctuación lenta de fase a causa de los punteros. En las redes de paquetes la función de conmutación depende de los paquetes de almacenamiento temporal, por lo que hay una variación en el retardo de los paquetes. En las aplicaciones sensibles al tiempo se ha de tener en cuenta la variación en el retardo de los paquetes.

7 Flujos de temporización

Los flujos de temporización representan la información de temporización que puede transportarse por una red de capas. Esta información de temporización puede necesitarse para cubrir las necesidades de un servicio o los de la red, o ser como parte de la CI de ese servicio. Por ejemplo, un servicio TDM debe tener un reloj asociado, que, por tanto, forma parte de la CI que define ese servicio (por ejemplo, el servicio E1 conforme con [UIT-T G.823]).

En las redes de sincronización existentes, la información de temporización que se transporta por la red suele denominarse camino de temporización (véase [UIT-T G.781]), de acuerdo con la definición de "camino" de [UIT-T G.805]. En el caso de las redes de paquetes, el concepto de "camino" se amplía y se denomina "flujo" (por primera vez en [UIT-T G.809]) para describir la posibilidad de que el tráfico no sea continuo y de que se transporten múltiples trenes de paquetes por una única conexión de red de capa inferior. Puede considerarse que flujo de temporización es sinónimo de camino de temporización, pero la utilización de un flujo de temporización permitirá a la temporización abarcar tanto el entorno de paquetes como el de TDM.

A efectos de la transferencia de frecuencia en la capa física, flujo de temporización es equivalente a camino de temporización.

Una red de capas puede transportar múltiples flujos de temporización. Por ejemplo, la red SDH puede contener una serie de señales PDH con correspondencia en una única señal de módulo de transporte síncrono – nivel N (STM-N, *synchronous transport module level-N*). En la capa PDH cada señal PDH tiene un flujo de temporización asociado. En los servicios específicos, no obstante, cada servicio suele tener asociado sólo un flujo de temporización. En el caso de las redes de paquetes es posible que la capa de paquetes no contenga flujos de temporización (por ejemplo, la temporización que es parte de la CI y, por tanto, debe transportarse de extremo a extremo), pero la capa física siempre contendrá un flujo de temporización.

Cuando se define un servicio de la red para que la temporización forme parte de su CI, debe haber un flujo de temporización por la red (por ejemplo, un E1 por SDH facilita el flujo de temporización por la red SDH/WDM) y se debe contar con los mecanismos adecuados si se han de atravesar múltiples redes de capas (por ejemplo, los bits de relleno que representan el desplazamiento en frecuencia se transportan por la red).

A efectos de la sincronización de red, consideran tres categorías de flujos de temporización: físico, de servicio y de mensaje.

Flujo de temporización físico es el flujo de temporización asociado a la red de capa más baja que puede utilizarse para la sincronización (por ejemplo, Ethernet síncrona, SDH). Los flujos físicos se representan mediante transiciones de bits en una red digital.

Flujo de temporización de servicio es la temporización asociada a un servicio sensible a la temporización específico (por ejemplo, temporización de servicio PDH). Los flujos de temporización de estos servicios pueden transportarse por una o más redes servidor. Las funciones definidas para una red de capas especifican cómo se adaptan y se transportan por una red servidor las señales cliente. En general, cuando una señal cliente posee la información de temporización que necesita el servicio (por ejemplo, un servicio E1), las capas inferiores se especifican para transportar de alguna manera esta información (por ejemplo, E1 por SDH tiene su información de temporización codificada en los bytes de relleno del contenedor virtual VC12).

Cuando la red de capa servidor no transporta naturalmente la temporización, se han de definir mecanismos específicos para permitir el transporte de la temporización cliente por la red de capa servidor. Así, la información de temporización del cliente puede atravesar la red. Ejemplo de ello es la emulación de circuitos TDM por una red de paquetes. Una red de paquetes no puede naturalmente transmitir la información de frecuencia a su cliente, por lo que la temporización asociada al cliente PDH debe estar contenida en la carga útil de la red de paquetes misma. El transporte de un servicio TDM por una red de paquetes suele denominarse *violación de capa*, pues las capas inferiores no pueden encapsular toda la CI asociada a una red cliente.

Un flujo de temporización de servicio puede no estar asociado a un servicio de usuario extremo, sino sólo a la red. Por ejemplo, la distribución de temporización por líneas SDH no está asociada a ningún servicio de usuario extremo.

Flujo de temporización de mensaje es el tercer tipo de flujo y atañe a los mensajes, transportados por la red de capas, que contiene algún tipo de información de temporización que utilizará una capa superior (por ejemplo, superior a la red de capas actual) para derivar la temporización de la red o el servicio. Ejemplos de flujos de mensaje son el protocolo de tiempo de red (NTP, *network time protocol*) y el protocolo de tiempo de precisión (PTP, *precision time protocol*).

Los flujos de temporización de mensaje pueden limitarse a la temporización entre puntos de adaptación de una sola capa de red (por ejemplo, en el caso de la emulación de circuitos) o pueden transportarse por una red de capas. Cuando se transportan por una red de capas, los flujos de mensaje suelen ser protocolos que operan en la capa 2 o la capa 3.

En el Apéndice I se muestran ejemplos de flujos de temporización.

Quedan en estudio los pormenores de la combinación de tiempo y frecuencia.

8 Bloques funcionales

El UIT-T especifica las arquitecturas de red como modelos funcionales. Esos modelos definen una serie de bloques de construcción que representan funciones específicas que se utilizan en una red. Los bloques funcionales sirven de base para la elaboración de Recomendaciones sobre gestión y equipos.

Sin embargo, las arquitecturas funcionales se especifican para definir la red como el transporte de extremo a extremo de la información de usuario (por ejemplo, datos). En las redes de transporte cuyos modelos funcionales se han definido (por ejemplo, SDH, red óptica de transporte (OTN, *optical transport network*), PDH), no es necesario identificar explícitamente la sincronización de frecuencia, pues la temporización siempre está presente en el canal portador. En esta cláusula se presentan los bloques específicos a la sincronización que se han de utilizar.

Los bloques funcionales definidos para la sincronización pueden estar integrados en el equipo de red (por ejemplo, relojes [UIT-T G.8262]) o en otros equipos, como el equipo de sincronización autónomo (SASE, *standalone synchronization equipment*) o la unidad de suministro de

sincronización (SSU, *synchronization supply unit*). Los bloques funcionales definidos para las funciones relacionadas con la sincronización comprenden las funciones de reloj, las funciones de distribución de tiempo, las funciones de selección de reloj y las funciones de interfuncionamiento (IWF) necesarias para realizar la emulación de circuitos. Estas funciones se ilustran en la Figura 8-1.

Tradicionalmente la sincronización define los relojes en términos de frecuencia. En la actualidad los bloques funcionales que representan funciones de reloj en [UIT-T G.781] sólo facilitan la frecuencia. Los relojes internos de un elemento de red (NE, *network element*) pueden dar una indicación de inicio de trama, pero en este caso se trata de un procedimiento interno del NE y no está generado por una función de reloj.

La distribución de tiempo es una función necesaria dentro de la red para, por ejemplo, soportar la configuración de tiempo para la correlación de alarmas. Para distinguir la distribución de tiempo de la distribución de frecuencia se facilitan dos símbolos. En la Figura 8-2 se presenta un bloque funcional especial que combina el tiempo y la frecuencia y cuyos pormenores quedan en estudio.

Como ya se ha indicado, la sincronización tradicional se basa en la distribución de una frecuencia. Esta frecuencia suele estar vinculada al canal portador subyacente. En este caso el origen y la terminación de la fuente de temporización se incluyen en los modelos funcionales correspondientes. No es necesario ilustrarlo explícitamente. No obstante, en el caso de un tren de paquetes que representa un flujo de temporización, se utilizan los descriptores de origen y terminación de temporización específicos que se muestran en la Figura 8-3. Su utilización queda en estudio.

Pueden definirse bloques funcionales adicionales, que quedan en estudio. En el Apéndice II se dan ejemplos de utilización de estos bloques para el servicio de emulación de circuitos (CES, *circuit emulation services*).

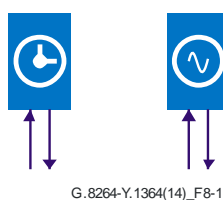


Figura 8-1 – Funciones de tiempo y de oscilador (frecuencia)

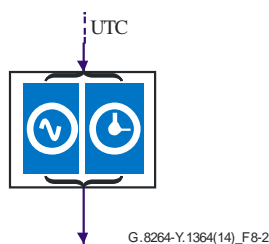


Figura 8-2 – Reloj combinado (tiempo y frecuencia)

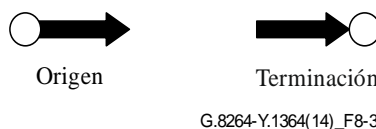


Figura 8-3 – Origen y terminación del flujo de temporización

9 Arquitecturas de temporización de la próxima generación

9.1 Sincronización actual basada en SDH

La sincronización de red ha estado generalmente asociada a la distribución de una frecuencia precisa por toda una red, lo que ha sido posible utilizando una combinación de relojes de red y de equipo y, posiblemente, algún tipo de mecanismo de transferencia de temporización entre centrales. Los relojes dentro de la red se han clasificado en función de la calidad de funcionamiento y se ha utilizado un esquema de sincronización maestro/esclavo. En algunos casos se utiliza el satélite para distribuir la frecuencia (por ejemplo, el sistema de posicionamiento global (GPS, *global positioning system*)). Los relojes de las redes actuales están definidos en [UIT-T G.811], [UIT-T G.812] y [UIT-T G.813]. La arquitectura de red general se describe en [UIT-T G.803].

La distribución de temporización entre centrales ha evolucionado para integrar la SDH como componente clave de la distribución de sincronización de red. Así, la arquitectura de sincronización de red global se describe en [UIT-T G.803]. En [UIT-T G.781] también se definen las funciones específicas a la sincronización.

9.2 Calidad de funcionamiento de la sincronización

La calidad de funcionamiento de los relojes en las redes de sincronización se basa en la necesidad de mantener una tasa de deslizamientos aceptable en función de los requisitos consignados en [UIT-T G.822]. La fluctuación de fase y la fluctuación lenta de fase que se irán acumulando en la red se controlarán gracias al diseño correcto de la red y el equipo. Como resultado de la normalización, la calidad de funcionamiento de la sincronización se controla en la red a fin de que en toda la red se cumplan los requisitos de interfaz específicos. Estos límites están definidos en [UIT-T G.823] y [UIT-T G.824] para las redes PDH y en [UIT-T G.825] para las redes SDH. Los límites de interfaz para el servicio CES se definen en [UIT-T G.8261].

9.3 Evolución de la red

La red de transporte debe cumplir los requisitos de fluctuación de fase y fluctuación lenta de fase de los servicios que pueden transportarse por la red. La actual red de sincronización ha evolucionado para cumplir los objetivos de deslizamiento necesarios para garantizar la adecuada calidad de funcionamiento de la voz, que generalmente transita por circuitos DS-1 y E1.

Sin embargo, el tráfico en las redes actuales ya no es mayoritariamente de voz, sino de datos en paquetes. Dada la naturaleza del transporte de paquetes, los servicios meramente de paquetes ya no necesitan los requisitos de sincronización estrictos de las redes de voz, pues estos servicios pueden contar con un almacenamiento temporal importante (por ejemplo, correo-e). no obstante, a medida que la tecnología de paquetes sustituya a la tecnología TDM (por ejemplo, SDH) como tecnología de interfaz de servicio primaria, seguirá siendo necesario mantener una red de sincronización para el soporte de determinados servicios (por ejemplo, emulación de circuitos) o para el soporte de requisitos infraestructurales específicos (por ejemplo, inalámbrico).

9.4 Redes de sincronización de la próxima generación

Las redes están evolucionando desde aquellas que dan conectividad para servicios de circuitos conmutados a redes que ofrecen capacidades de servicio sin conexión (por ejemplo, Internet). En términos de sincronización de red, ésta puede considerarse una forma de red de circuitos conmutados, pues el objetivo de la distribución de sincronización es distribuir la señal de temporización por un trayecto determinista de la red. Estos trayectos pueden estar disjuntos de los trayectos de servicio específicos (por ejemplo, las señales de reloj no terminan en los mismos puntos de la red en que termina el servicio) y se han de gestionar de la manera adecuada (con independencia del tráfico, posiblemente como una red superpuesta).

9.4.1 Ethernet síncrona

Se prevé que las redes de sincronización evolucionen a medida que la tecnología de red de paquetes sustituya a la tecnología de red TDM. El UIT-T ha especificado la Ethernet síncrona que permite distribuir la frecuencia por enlaces físicos Ethernet. El concepto se describe en [UIT-T G.8261] y permite soportar la distribución de temporización de manera coherente con la distribución de temporización por frecuencia SDH. Los relojes de equipo de red utilizados para Ethernet síncrona están definidos en [UIT-T G.8262] y se han especificado para que sean compatibles con las capacidades de distribución de sincronización de las redes SDH existentes. Así, la ingeniería de red sigue siendo coherente con la práctica existente.

9.4.2 Mecanismos de temporización de paquetes

La distribución de tiempo está relacionada con la transferencia de tiempo más que de frecuencia. La frecuencia es una medida relativa, pero suele suponerse que se mide con respecto a una frecuencia patrón. El tiempo difiere de la frecuencia en que representa un valor absoluto que aumenta de manera monótona y suele estar relacionado con la rotación de la Tierra (por ejemplo, año, día, hora, minuto, segundo).

Los mecanismos de distribución de tiempo son notablemente distintos de los utilizados para distribuir la frecuencia. Como etiqueta, el tiempo se transporta como una cadena de lectura automática. Hay protocolos que operan en las capas específicas que transportan protocolos de distribución de tiempo (por ejemplo, [b-IETF RFC 1305], [b-IETF RFC 3550] y [b-IEEE 1588]). Los distintos protocolos pueden tener distintos niveles de resolución de tiempo.

En algunas aplicaciones de red pueden utilizarse sellos de tiempo para soportar la generación de frecuencia. Puede compararse el tiempo transportado por esos sellos con el tiempo generado por el oscilador local para recuperar una referencia de frecuencia para el oscilador local.

También pueden utilizarse métodos diferenciales para recuperar la temporización de los paquetes. En este caso el sello de tiempo sólo tiene que ser relativo y puede utilizarse como una estimación de la fase. Dado que la fase y la frecuencia están relacionadas, es posible utilizar esta información relativa para recrear una referencia de frecuencia. Esto se conoce como temporización diferencial (véase también [UIT-T G.8261]). Por ejemplo, el sello de tiempo residual síncrono (SRTS, *synchronous residual time stamp*) es un método normalizado muy conocido que se utiliza en la capa de adaptación del modo de transferencia asíncrono (ATM, *asynchronous transfer mode*) de tipo 1 (AAL1, *ATM adaptation layer 1*) y permite señalar la fase relativa como un sello de tiempo, que se enviará por una red de paquetes y se utilizará para recrear la frecuencia de una señal PDH.

10 Transferencia de frecuencia utilizando Ethernet síncrona

10.1 Ethernet síncrona: aspectos generales

La UIT define Ethernet síncrona como un medio de utilizar Ethernet para transferir la temporización (frecuencia) por la capa ETY. Se trata de un caso general de temporización en la capa 1 que se presenta en [UIT-T G.8261].

En [UIT-T G.8262] se definen los relojes que se han de utilizar en Ethernet síncrona y son compatibles con los relojes utilizados en la red de sincronización existente. Así, el diseño de la sincronización de red es coherente con la práctica actual de sincronización de red. La fluctuación de fase y la fluctuación lenta de fase siguen siendo compatibles con las Recomendaciones existentes (véase [UIT-T G.8262]).

La norma [IEEE 802.3] exige que la línea Ethernet funcione a una velocidad específica (± 100 ppm) con respecto a una referencia absoluta. Ethernet síncrona simplemente exige que esta velocidad pueda correlacionarse con una referencia externa. Gracias a eso, Ethernet síncrona no impone restricción alguna a los dispositivos Ethernet existentes que no necesitan capacidades de

sincronización. Sin embargo, cuando es necesario recuperar la frecuencia utilizando Ethernet síncrona, se necesita un mensaje de situación de sincronización (SSM, *synchronization status message*).

Los puertos Ethernet síncrona operan nominalmente dentro de una gama de tolerancia de frecuencia de $\pm 4,6$ ppm. Sin embargo, para poder funcionar con interfaces no síncronas, los receptores de Ethernet síncrona deben también funcionar a ± 100 ppm para mantener la continuidad de los datos.

NOTA – Puede haber interfaces Ethernet síncrona cuya funcionalidad esté reducida en el sentido de que pueden ofrecer la funcionalidad Ethernet síncrona sólo en una dirección (transmisión o recepción). Los pormenores quedan en estudio.

En esta Recomendación se describe el SSM para Ethernet. El SSM está concebido para utilizarse con los algoritmos de selección de sincronización basados en [UIT-T G.781]. Sin embargo, quizá no sea necesario que todos los nodos de una red dispongan de plena funcionalidad del SSM. La capacidad de recibir mensajes SSM depende de la aplicación de interfaces destinadas a utilizar la capa física Ethernet para extraer el reloj de red. Sin embargo, la capacidad de generar el SSM sólo se precisa en casos en los que el NE participa en la distribución de la temporización de red. Esto puede tener repercusiones para determinadas implementaciones que quizá existan en el extremo de una red, donde el NE termina la sincronización.

En algunas aplicaciones, sobre todo en la red de acceso, puede ser posible recuperar la temporización a partir de una señal Ethernet que no transporta un canal de mensaje de sincronización Ethernet (ESMC, *Ethernet synchronization messaging channel*) y generar una señal Ethernet síncrona sin un canal ESMC. Esta utilización es responsabilidad del operador y queda en estudio.

10.2 Modos de funcionamiento

Los equipos Ethernet sin capacidad Ethernet síncrona funcionan en modo asíncrono, donde cada interfaz de entrada obtiene su temporización de su señal de entrada, que se encuentra en una gama de frecuencia de ± 100 ppm (± 20 ppm para la red de área amplia (WAN, *wide area network*) 10G de acuerdo con la cláusula 57.6.2 de [IEEE 802.3]) y donde cada una de sus interfaces de salida puede tener un oscilador de funcionamiento libre que genere una temporización dentro de una gama de frecuencia de ± 100 ppm (± 20 ppm para 10G WAN).

Los equipos Ethernet síncrona están dotados de un reloj de Sistema (por ejemplo, un reloj de equipo Ethernet síncrona). Las interfaces Ethernet síncrona puede extraer el reloj recibido y transmitirlo a un reloj de sistema.

Este reloj de equipo puede funcionar de dos modos: modo con QL y modo sin QL, como se especifica en [UIT-T G.781]. Cada interfaz de un equipo Ethernet síncrona puede configurarse para funcionar en modo síncrono o no síncrono.

Modo de funcionamiento no síncrono:

Una interfaz Ethernet síncrona configurada en modo no síncrono es una interfaz que, en el lado receptor, no transmite el reloj recuperado al reloj de sistema, por lo que no sirve de referencia para el proceso de selección de sincronización. No procesa el ESMC que pueda estar presente y, por tanto, no extrae el valor QL.

En el lado transmisor, su frecuencia de salida puede sincronizarse con el EEC, pero sigue siendo desconocida para la interfaz receptora en la otra terminación del enlace. De hecho, una interfaz que funciona en modo no síncrono no genera un ESMC y, por tanto, no transmite un QL.

Estas interfaces no participan en la red de sincronización y son funcionalmente idénticas a las interfaces asíncronas, definidas en [IEEE 802.3].

Modo de funcionamiento síncrono:

Una interfaz Ethernet síncrona puede configurarse en modo de funcionamiento síncrono.

Su lado receptor puede extraer la frecuencia de su señal de entrada y transmitirla a un reloj de sistema (un EEC o un reloj de mejor calidad). Procesa el ESMC y extrae el valor QL. Esta señal puede entonces utilizarse como referencia de frecuencia candidata.

La parte transmisora de la interfaz está bloqueada a la temporización de salida del reloj de sistema y genera el ESMC para transportar un QL.

En el caso concreto de las interfaces Ethernet para cobre 1G especificadas en [IEEE 802.3], estas interfaces realizan una autonegociación de enlace para determinar cuáles son los relojes maestro y esclavo del enlace. Cuando estas interfaces se utilizan para Ethernet síncrona, el trayecto de temporización resultante debe tenerse en cuenta si se utiliza la distribución de frecuencia basada en Ethernet síncrona. El reloj maestro debe ser coherente con el plan de sincronización de la red.

Corresponde al operador elegir si utiliza una interfaz Ethernet síncrona como interfaz de sincronización en ausencia de los valores ESMC y QL. Tal utilización es responsabilidad del operador y queda en estudio.

11 SSM para Ethernet síncrona

11.1 SSM a nivel de paquetes

Para los SSM basados en SDH existentes, en mensaje SSM se transporta por puntos fijos en la trama SDH. En el caso de Ethernet, no existe nada equivalente a una trama fija. La tara para las diversas funciones (por ejemplo, pausa, operaciones, administración y mantenimiento (OAM, *operation, administration and maintenance*), etc.) se transporta mediante protocolos que se ejecutan en la capa PHY. Así, el SSM debe transportarse sobre un protocolo.

Lógicamente, la tara del SSM SDH puede considerarse un canal especializado de comunicación unidireccional entre entidades que tramitan mensajes SSM. En la Figura 11-1 se muestra un ejemplo simplificado de dos NE conectados uno a otro. Cada uno de ellos está también conectado a una SSU. Cada NE dispone de selectores que permiten seleccionar la fuente del reloj de sistema. El control de los selectores depende de un bloque denominado "control de sincronización". Este bloque es también responsable de controlar la protección de temporización. En la Figura no se muestra la interfaz al sistema de gestión.

El bloque de sincronización puede ejecutarse como software en el NE y puede alimentarse con el SSM nivel de calidad (QL) de varias entradas (por ejemplo, entradas externas o entradas de línea). El bloque de control de sincronización puede ser también responsable de generar un SSM para indicar determinadas condiciones de las salidas correspondientes (por ejemplo, inserción de no utilizar (DNU, *do not use*) en algunos puertos – véase [UIT-T G.781]).

El SSM representa una indicación del QL del reloj transmisor y, por lo tanto, representa un canal unidireccional entre el bloque de control de sincronización en el NE transmisor y el del NE receptor.

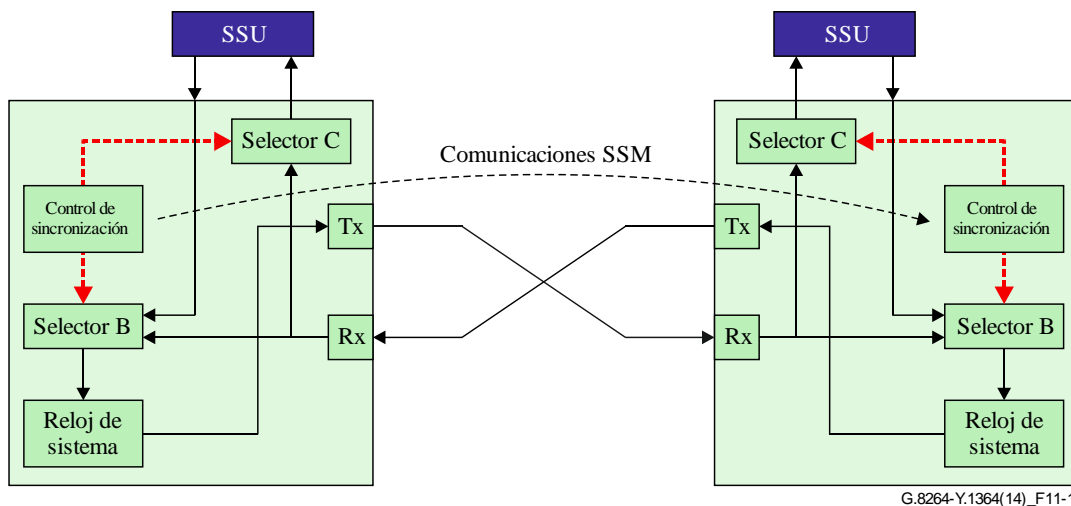


Figura 11-1 – Canal SSM simplificado

En la Figura 11-1 no se hace referencia al tipo específico de canal utilizado. En el caso de SDH, en la tara de transporte hay una tara específica. Esto no es así en el caso de Ethernet, pero se necesita un mecanismo para ofrecer esta capacidad de comunicación.

En el caso del SSM de Ethernet síncrona, el canal de mensaje se basa en la OAM de enlace de [IEEE 802.3] y utiliza un protocolo lento específico organizativo (OSSP, *organizational specific slow protocol*) del IEEE para transportar el QL de la correspondiente señal física Ethernet.

11.1.1 Funcionamiento del ESMC con agregación de enlace

En [IEEE 802.3] se definen múltiples protocolos lentos y se permite la utilización de distintos protocolos lentos dentro de un único sistema por un único segmento de enlace. En lo que respecta al ESMC, las implementaciones deben respetar que el QL se aplique al reloj de capa física y se procese adecuadamente el ESMC. Por ejemplo, la agregación de enlace (LAG, *link aggregation*) de [IEEE 802.1AX] es otra función que utiliza protocolos lentos y ofrece un mecanismo para el transporte de tramas MAC por un grupo de enlaces. Como se indica en la cláusula 57.2.2 de [IEEE 802.3], LAG opera sobre OAM y, por tanto, sobre el ESMC. Dado que el ESMC se modeliza en el OAM de enlace, es necesario procesar los mensajes ESMC en cada enlace Ethernet síncrona habilitado del grupo LAG.

También es importante señalar que la utilización de enlaces paralelos, como ocurre con LAG, se ha de considerar detalladamente, pues se corre el riesgo de crear bucles de temporización (véanse las cláusulas 5.13.2 y 5.13.3.1 de [UIT-T G.781]). Como se indica en la cláusula 5.13.2 de [UIT-T G.781], el concepto de "manejo" se aplica a los casos en que múltiples enlaces de temporización comparten la misma fuente de sincronización (es decir, el mismo EEC en el caso de la Ethernet síncrona). En este caso, que también se aplica a la LAG, cuando un elemento de red selecciona un puerto de un manejo como entrada de sincronización, debe devolver un DNU/DUS (no utilizar/no utilizar para la sincronización) a todos los puertos con capacidad de temporización del manejo. Corresponde a los operadores configurar en la LAG varios puertos Ethernet síncrona o solo un puerto Ethernet síncrona.

11.2 Selección de sincronización basada en SSM

Los mensajes SSM representan el QL de los relojes de sistema situados en los diversos NE. El QL se refiere a la calidad en modo régimen libre del reloj. Los dos relojes definidos para los equipos de Ethernet síncrona en [UIT-T G.8262] tienen características diferentes y una calidad en modo régimen libre ligeramente distinta.

NOTA – A los efectos de la selección del SSM, el reloj EEC Opción 1 de [UIT-T G.8262] se considera como la Opción 1 de [UIT-T G.813], mientras que el EEC Opción 2 se considera como un reloj de tipo IV de [UIT-T G.812] (es decir, QL-SEC y QL-ST3, respectivamente). En el Cuadro 11-1 se muestran los mensajes SSM. También se define un valor de longitud tipo nivel de calidad (QL TLV, *quality level type length value*) ampliado para soportar relojes con una calidad de funcionamiento mejorada. (Estos relojes adicionales y sus niveles QL se muestran en el Cuadro 11-6.)

Cuadro 11-1 – Mensajes SSM para Ethernet síncrona

Reloj	Nivel de calidad	Código SSM
EEC1	QL-EEC1	0xB
EEC2	QL-EEC2	0xA

La selección de sincronización se detalla en el Anexo A.

11.3 SSM para Ethernet síncrona: formato y protocolo

Como se ha indicado antes, la indicación del QL del reloj se transporta mediante un protocolo que se ejecuta por el enlace de Ethernet síncrona. Los SSM para Ethernet crean el canal SSM utilizando un OSSP de [IEEE 802.3]. El SSM de nivel de red se define en la [UIT-T G.781]. Los tiempos de procesamiento de mensaje contenidos en la [UIT-T G.781] se basan en los objetivos de reconfiguración de red, que se definen en función de las características de calidad de los relojes de sistema (SEC para el caso de SDH, EEC para el caso de Ethernet síncrona). Para cumplir los requisitos de calidad para la conmutación de referencia en [UIT-T G.781], se definen dos tipos de mensajes de protocolo. En general, se recurre a un mensaje de fondo o "latido" para indicar continuamente el nivel de calidad del reloj. Un periodo de mensaje de un segundo permite satisfacer los requisitos de velocidad de mensajes de los protocolos lentos [IEEE 802.3]. Para minimizar los efectos de la fluctuación lenta de fase que pudieran producirse en el modo régimen libre, se genera inmediatamente un mensaje de tipo de evento con el nuevo código de SSM, sujeto a los requisitos de procesamiento de reloj estipulados en [UIT-T G.781]. En aras de la protección contra posibles fallos, la falta de mensajes se considera una situación de fallo. El protocolo se comporta de manera tal que el nivel de calidad se considera QL-FAILED si no se reciben mensajes SSM tras un periodo de cinco segundos. Pueden encontrarse más detalles en las cláusulas siguientes.

11.3.1 Formato de ESMC

El SSM Ethernet es un protocolo lento Ethernet definido por el UIT-T. El IEEE ha facilitado al UIT-T un identificador único de organización (OUI, *organizationally unique identifier*) y un subtipo de protocolo lento, que se utilizan para distinguir la unidad de datos de protocolo (PDU, *protocol data unit*) SSM Ethernet. Los valores asignados por el IEEE se indican en el Cuadro 11-2.

Cuadro 11-2 – OUI y subtipo de protocolo lento asignados por el IEEE

Identificador único de organización	00-19-A7
Subtipo de protocolo lento	0x0A

El nivel de calidad se transporta en un campo valor de longitud tipo (TLV), contenido en la PDU ESMC. Se definen dos tipos de tramas PDU ESMC, que se distinguen mediante una bandera evento. Se trata de la PDU información ESMC y la PDU evento ESMC.

Los elementos de red deben descartar y no remitir todo TLV de la PDU ESMC recibido que no reconozcan.

11.3.1.1 Formato de la PDU ESMC

En el Cuadro 11-3 se muestra el formato de la PDU ESMC. El valor de longitud tipo nivel de calidad (QL TLV) se muestra en el Cuadro 11-4.

En el Cuadro 11-3 se indican las ubicaciones bits y bytes en el formato de la PDU. El orden de transmisión es el siguiente: se transmite en primer lugar el octeto número 1 del cuadro. En todos los octetos, el primer bit transmitido es el bit menos significativo (LSB, *least significant bit*).

Cuadro 11-3 – Formato de la PDU ESMC

Número de octeto	Tamaño/bits	Campo
1-6	6 octetos	Dirección de destino = 01-80-C2-00-00-02 (hex)
7-12	6 octetos	Dirección de origen
13-14	2 octetos	Ethertype de protocolo lento = 88-09 (hex)
15	1 octeto	Subtipo de protocolo lento = 0A (hex)
16-18	3 octetos	OUI UIT = 00-19-A7 (hex)
19-20	2 octetos	Subtipo UIT
21	bits 7:4 (Nota 1)	Versión
	bit 3	Bandera de evento
	bits 2:0 (Nota 2)	Reservado
22-24	3 octetos	Reservado
25-1532	36-1490 octetos	Datos y relleno (véase el punto j))
Últimos 4	4 octetos	Secuencia de verificación de trama (FCS, <i>frame check sequence</i>)

NOTA 1 – El bit 7 es el bit más significativo del octeto 21. Los bits 7 a 4 (bits 7:4) representan el número de versión de cuatro bits del ESMC.

NOTA 2 – Los tres LSB (bits 2:0) están reservados.

La PDU ESMC tiene los siguientes campos en el orden especificado anteriormente:

- Dirección de destino (DA, *Destination address*): es la dirección de multidifusión de protocolo lento definida por el IEEE. El formato se define en el Anexo 57B de [IEEE 802.3].
- Dirección de origen (SA, *source address*): es la dirección MAC asociada al puerto por el que se transmite la PDU ESMC.
- Ethertype de protocolo lento: las PDU ESMC deben estar codificadas según el tipo y transportar el valor del campo tipo de protocolo lento. Los Ether-type se describen en [IEEE 802].
- Subtipo de protocolo lento: asignado por el IEEE y fijo con un valor de 0x0A.
- OUI UIT: identificador único de organización asignado por la autoridad de registro IEEE.
- El subtipo UIT lo asigna el UIT-T. El valor 00-01 se aplica a todas las utilidades definidas en esta Recomendación.
- Versión: el campo de cuatro bits indica la versión el formato de trama OSSP UIT-T. Este campo contendrá el valor 0x1 para indicar la conformidad con la versión 1 de este protocolo.

- h) Bandera de evento: este bit el comportamiento fundamental y sensible al tiempo de la PDU de evento ESMC del de la PDU de información ESMC. El valor 1 indica una PDU de evento y el valor 0 denota una PDU de información.

NOTA 1 – El comportamiento de la PDU de evento es similar al evento crítico definido para OAM Ethernet en la cláusula 57 de [IEEE 802.3]. Los mensajes Evento deben ajustarse a los plazos de procesamiento definidos en [UIT-T G.781].

- i) Reservado para futura normalización (27 bits). Estos campos se ponen a todo ceros en el transmisor y el receptor los ignora.

- j) Datos y relleno: este campo contiene los datos y el necesario relleno para lograr un tamaño de trama mínimo de 64 bytes. La PDU debe tener un número entero de bytes (octetos). Los caracteres de relleno se ponen a todo ceros y el receptor los ignora.

NOTA 2 – El tamaño máximo recomendado para la PDU ESMC es de 128 bytes, de acuerdo con el Anexo 57B de [IEEE 802.3]. Sin embargo, puede haber PDU de más de 128 bytes.

- k) FCS: secuencia de verificación de trama de cuatro bytes definida en la cláusula 4 de [IEEE 802.3].

11.3.1.2 Formato de QL TLV

El formato de los datos QL se muestra en el Cuadro 11-4 siguiente. Este formato se utiliza tanto para los mensajes de información como para los mensajes de evento. El campo longitud comprende todo el TLV, incluidos los campos tipo y longitud. Se respeta el convenio de TLV descrito en la cláusula 57.5.2.1 de [IEEE 802.3].

Cuadro 11-4 – Formato de QL TLV

Número de octeto	Tamaño/bits	Campo
1	8 bits	Tipo: 0x01
2-3	16 bits	Longitud: 00-04
4	bits 7:4 (Nota)	0x0 (no utilizado)
	bits 3:0	Código SSM
NOTA – El bit 7 del octeto 4 es el bit más significativo. El cuarteto menos significativo, bits 3 a 0 (bits 3:0), contiene el código SSM de cuatro bits.		

En previsión de posibles implementaciones de hardware, el QL TLV siempre se envía como primer TLV en el campo datos/relleno, lo que significa que la indicación del QL siempre tiene un lugar fijo en la PDU. Todos los TLV adicionales (por ejemplo, el QL TLV ampliado) deben aparecer después del QL TLV y sin relleno entre los TLV. Cualquier relleno deberá añadirse después del último TLV.

11.3.1.3 Formato de QL TLV ampliado

Para soportar nuevos relojes y la adición de funcionalidades, en el Cuadro 11-5 se define un QL TLV ampliado. Este TLV tiene una longitud de 20 bytes y soporta la información contenida en los campos especificados. En el Cuadro 11-6 se definen los nuevos niveles de calidad de reloj. Esto soporta nuevos tipos de reloj, así como el transporte de nueva información.

NOTA 1 – En anteriores versiones de esta Recomendación los octetos 4-20 del Cuadro 11-5 se denominaban "SSM ampliado". Este término ya no se utiliza en esta Recomendación.

NOTA- 2 – Estos cuadros podrán actualizarse para incluir otros relojes a medida que se vayan definiendo.

Cuadro 11-5 – QL TLV ampliado

Número de octeto	Tamaño/bits	Campo
1	8 bits	Tipo: 0x02
2-3	16 bits	Longitud: 0x0014
4	8 bits	Código SSM mejorado (véase el Cuadro 11-6)
5-12	64 bits	SyncE clockIdentity del origen del QL TLV ampliado (Nota 1)
13	8 bits	Bandera (Nota 2)
14	8 bits	Número de eEEC en cascada del SSU/PRC/ <u>ePRC</u> más cercano
15	8 bits	Número de EEC en cascada del SSU/PRC/ <u>ePRC</u> más cercano
16-20	40 bits	Reservado para uso futuro

NOTA 1 – La clockIdentity de Ethernet síncrona (SyncE) tiene el formato prescrito en esta cláusula. Por origen del QL TLV ampliado se entiende el reloj que inicia o reinicia la cuenta de los relojes en cascada dentro del TLV. Si la cuenta de los relojes se inicia o reinicia en el medio de una cadena, el bit de cadena parcial se pone a 1 (véanse la Nota 2 y la cláusula 11.3.1.4).

NOTA 2 – El bit 0 señala la mezcla de EEC/eEEC (es decir, 1 si al menos uno de los relojes no es un eEEC; 0 si todos los relojes son eEEC); el bit 1 indica cadena parcial (es decir 1 si el TLV se ha generado en el medio de la cadena y la cuenta de EEC/eEEC está incompleta); los bits 2-7 están reservados para usos futuros. Véase también la cláusula 11.3.1.4.

Cuadro 11-6 – Códigos SSM mejorados para SyncE

Reloj	Nivel de calidad	Código SSM mejorado
EEC1	QL-EEC1	0xFF
EEC2	QL-EEC2	0xFF
Otros tipos de reloj de [UIT-T G.781] (Nota)	Mensaje QL (véase QL TLV) (Nota)	0xFF
PRTC	QL-PRTC	0x20
ePRTC	QL-ePRTC	0x21
eEEC	QL-eEEC	0x22
<u>ePRC</u>	<u>QL-ePRC</u>	<u>0x23</u>

NOTA – En los Cuadros 11-8 y 11-9 se ilustran todos los tipos de reloj de [UIT-T G.781].

La SyncE clockIdentity debe generarse de acuerdo con los siguientes principios:

- a) Si el nodo SyncE soporta el QL TLV ampliado, pero no un reloj PTP, la SyncE clockIdentity puede construirse a partir de un OUI, una dirección MAC – media (MA-M, *MAC address – medium*) o una dirección MAC – pequeña (MA-S, *MAC address – small*), por ejemplo:
 - i) si SyncE clockIdentity se construye utilizando un OUI para los 3 primeros octetos, la organización propietaria del OUI se asegurará de que los 5 octetos restantes del EUI-64 son únicos dentro del marco de los valores de SyncE clockIdentity asignados por la organización;
 - ii) si SyncE clockIdentity se construye utilizando una MA-M para los 3,5 primeros octetos, la organización propietaria de la MA-M se asegurará de que los 4,5 octetos restantes del EUI-64 son únicos dentro del marco de los valores de SyncE clockIdentity asignados por la organización;

- iii) si SyncE clockIdentity se construye utilizando una MA-S para los 4,5 primeros octetos, la organización propietaria de la MA-S se asegurará de que los 3,5 octetos restantes del EUI-64 son únicos dentro del marco de los valores de SyncE clockIdentity asignados por la organización.
- b) Si el nodo SyncE soporta el QL TLV ampliado y un reloj PTP basado en [b-IEEE 1588], y
 - i) si PTP clockIdentity se construye utilizando un OUI para los 3 primeros octetos y los 5 octetos restantes están asignados unívocamente por la organización, el reloj SyncE puede utilizar esta PTP clockIdentity como SyncE clockIdentity, o utilizar la regla (a) anterior para generar una SyncE clockIdentity distinta; o
 - ii) si PTP clockIdentity se construye utilizando EUI-48, o EUI-64 no del IEEE, el reloj SyncE debe utilizar la regla (a) anterior para generar una SyncE clockIdentity.
- c) Si el nodo SyncE soporta el QL TLV y un reloj, y PTP clockIdentity se construye:
 - i) utilizando un OUI para los 3 primeros octetos y los 5 octetos restantes están asignados unívocamente por la organización; o
 - ii) utilizando una MA-M para los 3,5 primeros octetos y los 4,5 octetos restantes están asignados unívocamente por la organización; o
 - iii) utilizando una MA-S para los 4,5 primeros octetos y los 3,5 octetos restantes están asignados unívocamente por la organización,

el reloj SyncE puede utilizar esta PTP clockIdentity como SyncE clockIdentity, o utilizar la regla a) anterior para generar una SyncE clockIdentity distinta.

11.3.1.4 Interfuncionamiento entre distintas generaciones de Ethernet síncrona

Si bien el QL TLV ampliado se creó para su utilización con eEEEC, el mecanismo básico podrá aplicarse en el futuro a los ECC más antiguos. Se han de considerar entonces tres posibles combinaciones de relojes: eEEEC con soporte de QL TLV ampliado; EEC sin soporte de QL TLV ampliado, y EEC con soporte de QL TLV ampliado.

En el caso de los nodos ya implantados que no soportan QL TLV ampliado, el interfuncionamiento entre distintas generaciones de Ethernet síncrona se logra haciendo que un elemento de red deba descargar y no remitir cualquier TLV de la PDU ESMC que no reconozca cuando lo reciba.

El QL TLV ampliado permite contra el número de relojes eEEEC y EEC en cascada. Si en la cadena de relojes hay un reloj que no soporta QL TLV ampliado, el descarte del TLV indicado anteriormente hará que la cuenta esté incompleta. En QL TLV ampliado se especifica una bandera que permite a los relojes que soportan los mensajes ESMC mejorado indicar la presencia de los relojes que pueden haber descartado TLV.

Por ejemplo, en el caso de una cadena de eEEEC, tanto el bit 0 como el bit 1 se pondrán a "0" en la salida de la cadena, indicando así que toda la cadena syncE consta de eEEEC y que la cuenta de relojes está completa.

En el caso de un EEC intermedio, que no pueda procesar el QL TLV ampliado, el EEC descartará el TLV. En el siguiente eEEEC de la cadena SyncE, el TLV se añadirá con los bits 0 y 1 puestos a "1" para indicar que la cadena SyncE no consta únicamente de eEEEC y que la cuenta de relojes no está completa.

Sin embargo, en el caso de un EEC intermedio que sí pueda procesar el QL TLV ampliado, en la salida de ese EEC el bit 0 se pone a 1 para indicar que la cadena SyncE está formada por una combinación de EEC y eEEEC y el bit 1 se pondrá a 0 para indicar que la cuenta de relojes de la cadena está completa.

11.3.2 Comportamiento del protocolo

La PDU ESMC contiene el QL TLV para Ethernet síncrona. La selección de la fuente de sincronización con SSM se define en [UIT-T G.781]. [UIT-T G.781] es aplicable tanto a SDH como a Ethernet síncrona. Los protocolos para el transporte de SSM son distintos en SDH y Ethernet síncrona. El preprocesamiento en las funciones atómicas adecuadas ofrece una interfaz uniforme al algoritmo de procesamiento de sincronización. El protocolo descrito en esta cláusula se ajusta a los requisitos de protocolos lentos del Anexo 57B de [IEEE 802.3].

El código SSM contenido en el QL TLV representa la precisión en funcionamiento libre del reloj que es el reloj de origen del camino de sincronización. Los límites específicos de los plazos de procesamiento de los mensajes se definen en [UIT-T G.781].

NOTA – Los plazos de procesamiento se especifican para condiciones ideales. Puede haber casos en que no se cumplan dichos plazos de procesamiento.

Cuando un NE funciona en modo con QL, la generación y la recepción de protocolo deben ajustarse a los criterios indicados en las cláusulas 11.3.2.1 y 11.3.2.2 siguientes, respectivamente. La función de selección de sincronización del Anexo A a [UIT-T G.781] se ha modelizado con descriptores SDL. Los aspectos críticos del algoritmo se basan en el QL de entrada de cada una de las p entradas (es decir, QL[p] en [UIT-T G.781]). El QL de salida, QL_out, es el código SSM que se transmite a los puertos de salida del NE. En [UIT-T G.781] se describen casos en que se aplica DNU, en lugar del QL activo. El Anexo A a [UIT-T G.781] es normativo y describe el comportamiento de los NE, pero no necesariamente de define una implementación específica.

En el marco de esta Recomendación se utilizan los estados QL para describir el comportamiento del protocolo. Este es el estado QL presente en la entrada del algoritmo de selección de sincronización en la interfaz SD_CI.

La generación se basa en el estado QL_out, mientras que la recepción se basa en el estado QL[p]. Se supone que estos estados se mantienen dentro de las funciones atómicas adecuadas en Ethernet síncrona o SDH (por ejemplo, las funciones ETY/SD o MS/SD, respectivamente).

11.3.2.1 Generación de QL

Se genera una PDU de información ESMC, con el QL actual utilizado por el algoritmo de selección de reloj de sistema, por segundo.

Si se da un cambio de nivel QL, se genera una PDU de evento ESMC (es decir, con la bandera de evento activada) con el nuevo QL TLV al detectarse el cambio de QL, en función de los plazos de transición y procesamiento de mensajes de [UIT-T G.781].

En ningún caso se pueden generar más de diez PDU ESMC (de información y/o evento) por periodo de un segundo, de acuerdo con el Anexo 57B a [IEEE 802.3].

NOTA – La PDU ESMC es la única PDU de protocolo lento que puede estar presente en un sistema. [IEEE 802.3] limita el número total de protocolos lentos, cada uno de ellos sujeto a una transmisión máxima de diez tramas por segundo. Las implementaciones que ejecutan múltiples protocolos lentos deben tener en cuenta la sensibilidad al tiempo del tipo de mensaje de evento.

Se han definido códigos SSM para diversas opciones regionales.

Para las redes de la opción 1, si un reloj soporta únicamente el QL TLV, debe configurar el código SSM de acuerdo con el Cuadro 11-7 y enviar el QL TLV.

Si un reloj de una red de la opción 1 soporta tanto el QL TLV como el QL TLV ampliado, debe configurar el código SSM y el código SSM mejorado de acuerdo con el Cuadro 11-8 y enviar tanto el QL TLV como el QL TLV ampliado. Ambos TLV se enviarán en una PDU ESMC.

Para las redes de la opción 2, si un reloj soporta únicamente el QL TLV, debe configurar el código SSM de acuerdo con el Cuadro 11-8 y enviar el QL TLV.

Si un reloj de una red de la opción 2 soporta tanto el QL TLV como el QL TLV ampliado, debe configurar el código SSM y el código SSM mejorado de acuerdo con el Cuadro 11-9 y enviar tanto el QL TLV como el QL TLV ampliado. Ambos TLV se enviarán en una PDU ESMC.

Para las redes de la opción 3, quedan en estudio los códigos SSM y los códigos SSM mejorado para Ethernet síncrona.

Cuadro 11-7 – Códigos SSM y códigos SSM mejorado para Ethernet síncrona en redes de la opción 1

Reloj	Nivel de calidad	Código SSM	Código SSM mejorado
PRC	QL-PRC	0010	0xFF
SSU-A	QL-SSU-A	0100	0xFF
SSU-B	QL-SSU-B	1000	0xFF
EEC1	QL-EEC1	1011	0xFF
(Nota 1)	QL-DNU	1111	0xFF
PRTC	QL-PRTC	0010	0x20
ePRTC	QL-ePRTC	0010	0x21
eEEC	QL-eEEC	1011	0x22
<u>ePRC</u>	<u>QL-ePRC</u>	<u>0010</u>	<u>0x23</u>

NOTA 1 – Ningún reloj corresponde a este nivel de calidad.
 NOTA 2 – Al procesar el QL SSM, se ha de procesar en primer lugar el código SSM, seguido del código SSM mejorado.

Cuadro 11-8 – Códigos SSM y códigos SSM mejorado para Ethernet síncrona en redes de la opción 2

Reloj	Nivel de calidad	Código SSM	Código SSM mejorado
PRS	QL-PRS	0001	0xFF
(Nota 1)	QL-STU	0000	0xFF
ST2	QL-ST2	0111	0xFF
TNC	QL-TNC	0100	0xFF
ST3E	QL-ST3E	1101	0xFF
ST3	QL-ST3	1010	0xFF
EEC2	QL-EEC2	1010	0xFF
(Nota 1)	QL-PROV	1110	0xFF
(Nota 1)	QL-DUS	1111	0xFF
PRTC	QL-PRTC	0001	0x20
ePRTC	QL-ePRTC	0001	0x21
eEEC	QL-eEEC	1010	0x22
<u>ePRC</u>	<u>QL-ePRC</u>	<u>0001</u>	<u>0x23</u>

NOTA 1 – Ningún reloj corresponde a este nivel de calidad.
 NOTA 2 – Al procesar el QL SSM, se ha de procesar en primer lugar el código SSM, seguido del código SSM mejorado.

11.3.2.2 Recepción de QL

El algoritmo de selección de sincronización descrito en [UIT-T G.781] (véase el Anexo A a [UIT-T G.781]) utiliza el estado QL, QL_out. Para Ethernet síncrona, el protocolo lento utilizado para la transmisión del código SSM depende de la utilización de un temporizador de "latidos". Las PDU de información ESMC se envían periódicamente a un ritmo de una PDU por segundo. La no recepción de una PDU de información ESMC durante un periodo de cinco segundos genera un SSF=verdadero (QL=QL-FAILED en modo con QL). La referencia de sincronización está entonces sujeta a un periodo de espera para restauración, definido en [UIT-T G.781].

El valor (inicial) por defecto del QL es DNU y sólo debe cambiar cuando se reciba un QL TLV válido.

Cuando se recibe un TLV evento, se modifica el estado QL al nuevo valor QL y se reinicia el temporizador de información.

11.4 Extensiones de la PDU ESMC

Quedan en estudio las futuras extensiones de la PDU ESMC. Sin embargo, se prevé que las futuras extensiones se especifiquen en términos de un formato TLC. El formato TLV se muestra en el Cuadro 11-9. El tamaño del TLV se calcula como el número total de octetos en la estructura ELV. La longitud comprende los campos tipo y longitud. Es necesario añadir datos de relleno para garantizar que el TLV contiene un número entero de octetos.

NOTA – Se utilizan dos bytes para representar el campo longitud. En el Anexo 57B a [IEEE 802.3] se sugiere que el tamaño máximo de una PDU de protocolo lento sea de 128 bytes, aunque puede haber PDU de protocolo lento de más de 128 bytes.

Quedan en estudio los pormenores de la utilización.

Cuadro 11-9 – Estructura TLV

1 byte	Tipo
2 bytes	Longitud (octetos)
N bytes	Datos y relleno

11.5 Interfuncionamiento con redes de sincronización existentes

Véase la cláusula A.5 de [UIT-T G.8261].

11.6 SSM para relojes con funcionamiento libre mejorado

En los NE con relojes EEC puede ocurrir que la calidad en funcionamiento libre interna del reloj sea mejor a la especificada en [UIT-T G.8262]. En tal caso, si no hay una SSU presente en el resto de la cadena de temporización para mejorar el funcionamiento libre, puede resultar conveniente para el NE rechazar localmente la entrada cuando el QL entrante sea igual al EEC y, así, confiar en el funcionamiento libre de su reloj interno para dirigir los relojes subsiguiente, en lugar de seguir rastreando la entrada. De este modo, en ciertas aplicaciones se puede conseguir una mejor calidad de funcionamiento de los relojes subsiguientes.

Este comportamiento puede lograrse configurando adecuadamente el QL del nodo. Cuando el comportamiento en funcionamiento libre es coherente con los relojes existentes, se utilizará el valor QL adecuado (por ejemplo, SSU-A o SSU-B), de conformidad con [UIT-T G.781].

Otra manera de lograr un comportamiento similar es modificar el QL entrante (por ejemplo, de QL=EEC a QL=DNU) en determinadas circunstancias.

Sea cual sea el método utilizado, el comportamiento modificado del NE se ha de configurar minuciosamente para que sea coherente con el plan de sincronización de red general del operador.

12 Utilización de Ethernet síncrona en un contexto multioperador

Puede haber ocasiones en que se haya de distribuir una referencia de temporización en un contexto multioperador. Esto ocurre cuando la señal de temporización de un operador se transporta por la red de otro operador. Esta señal de temporización puede enviarse hacia un equipo extremo que puede necesitar una referencia de temporización (por ejemplo, una estación base (EB)). Véase la Figura 12-1.

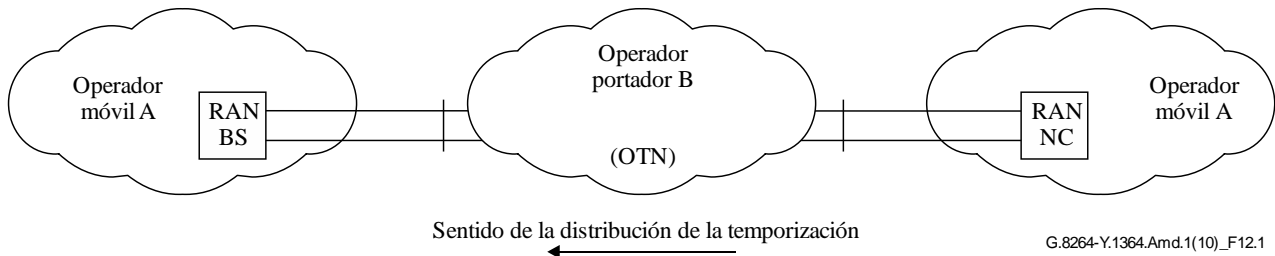


Figura 12-1 – Ilustración del contexto multioperador

Los términos "operador portador" y "operador móvil" se utilizarán en las siguientes descripciones para ilustrar la exposición con un caso realista. Sin embargo, el objetivo no es limitar la exposición a este único caso y los casos descritos deben considerarse como pudiendo ser más genérico.

Cuando la temporización se transporta por Ethernet síncrona, pueden considerarse dos enfoques distintos en relación con la red del operador portador para entregar una referencia de temporización al equipo terminal, en función de si la señal cliente Ethernet síncrona se transporta o no de manera transparente desde la perspectiva de la temporización.

De hecho, en función del tipo de servicio gestionado Ethernet que propone el operador portador, una señal Ethernet síncrona de un operador móvil puede no transportarse de manera transparente en términos de su referencia de temporización (por ejemplo, cuando la capa física de la red portadora es Ethernet). En ese caso de temporización no transparente, la señal cliente Ethernet en la salida del servicio gestionado Ethernet no transporta la referencia de temporización Ethernet síncrona original.

En el caso de una red OTN, la transparencia de temporización se soporta en [UIT-T G.709]. Por ejemplo, la utilización de la correspondencia TTT+GMP especificada en [UIT-T G.709] permite transportar de manera transparente la temporización de las señales cliente Ethernet síncrona 1 Gigabit a través de la OTN.

En la cláusula 12.1 se presenta el caso de un servicio gestionado Ethernet con temporización transparente y en la cláusula 12.2 el de un servicio gestionado Ethernet sin temporización transparente.

12.1 Transporte de temporización transparente de señales cliente Ethernet síncrona

En este primer caso se supone que la información de temporización de las señales cliente Ethernet síncrona puede transportarse de manera transparente por la red del operador portador, por ejemplo, utilizando una red OTN con la adecuada correspondencia de temporización transparente. Como se ha indicado, un ejemplo puede ser el transporte de una señal cliente 1000Base-X utilizando la correspondencia TTT+GMP definida en [UIT-T G.709]. Esa correspondencia permite transportar el tren de bits de la señal cliente por la red de transporte, incluidos la temporización y el mensaje ESMC.

El operador portador establece y deshace la correspondencia de la señal cliente Ethernet síncrona y transporta la señal de temporización y los mensajes ESMC de manera transparente por la red de transporte (la red OTN desconoce la presencia de la temporización y los mensajes ESMC en la

señal cliente). Toda la conexión por el operador portador se basa en equipos OTN. Este caso se ilustra en la Figura 12-2.

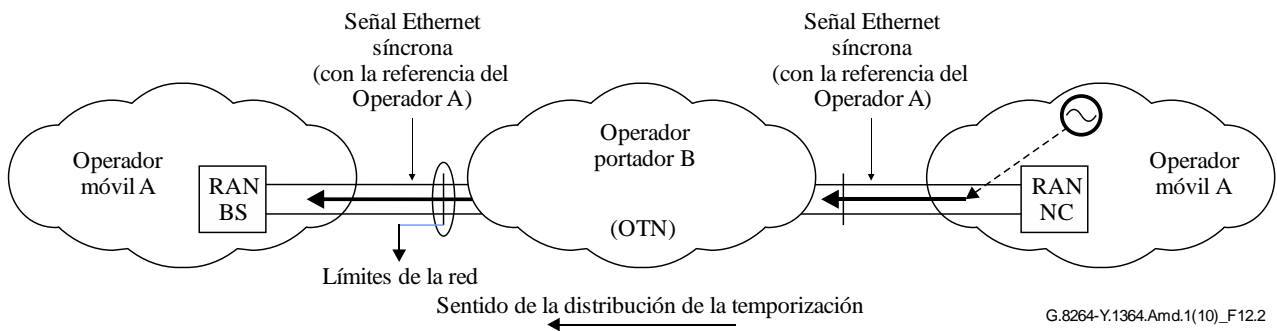


Figura 12-2 – Ilustración del transporte de temporización transparente de señales cliente Ethernet síncrona en el contexto multioperador

En este caso:

- la señal Ethernet síncrona generada por el operador móvil transporta la referencia de temporización del operador móvil, incluidos los mensajes ESMC;
- la señal Ethernet síncrona se transporta de manera transparente por la red del operador portador (el tren de bits se transporta de manera transparente, incluidos la temporización y los mensajes ESMC);
- el operador móvil recibe y utiliza su propia referencia de temporización, incluidos los mensajes ESMC, que se han transportado de manera transparente por la red del operador portador para sincronizar los equipos terminales en la red del operador móvil.

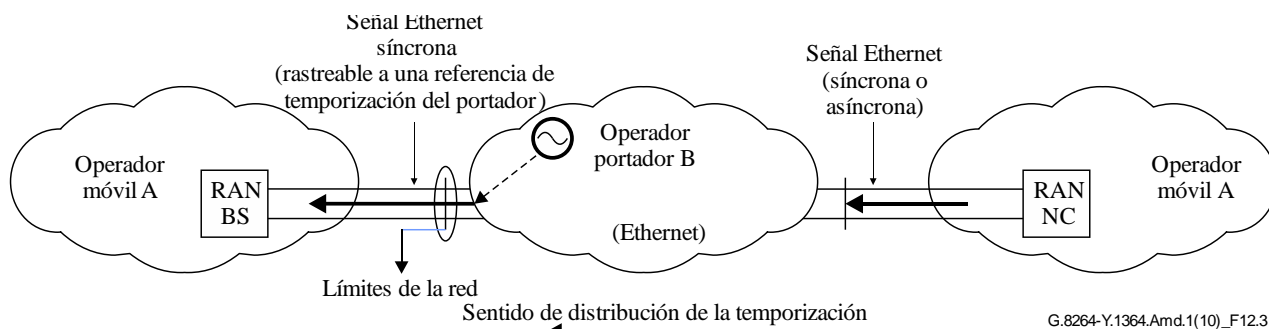
Cabe señalar que esta hipótesis es totalmente coherente con el transporte de temporización transparente de señales TDM (por ejemplo, transporte de PDH en redes PDH, transporte de SDH en OTN) tradicional.

Los límites de la red a la salida de la red del operador portador coinciden con los límites de la red Ethernet síncrona, como se indica en la cláusula 9.2.1 de [UIT-T G.8261].

12.2 Servicio de sincronización facilitado por el operador portador sobre la base de una interfaz que ofrece una referencia de temporización física (generación de interfaz Ethernet síncrona)

Esta segunda hipótesis contempla el caso en que la red del operador portador es una red de paquetes (por ejemplo, Ethernet) y no es transparente a las señales de temporización de la capa física, como Ethernet síncrona. Por ejemplo, puede darse el caso cuando se utilizan servicios línea privada Ethernet (EPL, *Ethernet private line*) y línea privada virtual Ethernet (EVPL, *Ethernet virtual private line*), definidos en [b-UIT-T G.8011] (es decir, cuando por la red del operador de red se transportan todas las tramas Ethernet desde el ingreso hasta el egreso, pero no se transporta la temporización).

Sin embargo, el operador portador puede ofrecer la entrega de una referencia de temporización al operador móvil. Por ejemplo, la señal Ethernet síncrona entregada a la salida de la red del operador portador puede generarse con la referencia de temporización del operador portador. En este caso debe haber un acuerdo entre ambos operadores. Esta hipótesis se ilustra en la Figura 12-3.



G.8264-Y.1364.Amd.1(10)_F12.3

Figura 12-3 – Ilustración de un servicio de sincronización Ethernet síncrona en el contexto multioperador

En este caso:

- el operador móvil se abona a un servicio de sincronización específico (que puede ser parte de la oferta de conexión al núcleo móvil);
- el operador envía una señal Ethernet con su tráfico, pero no se puede transportar la referencia de temporización del origen por la red portadora. Los mensajes ESMC del operador móvil no se atraviesan la red del operador portador. En este caso, no es necesario que la señal Ethernet de entrada sea una señal Ethernet síncrona;
- el operador portador ofrece la temporización, incluido el ESMC, en el borde de la red portadora, lo que hace que se pueda rastrear la señal Ethernet síncrona hasta el reloj de la red portadora. Se supone aquí que es posible insertar los mensajes ESMC generados por el operador portador en la señal Ethernet síncrona de salida junto con el tráfico de datos del operador móvil. Quedan en estudio los casos concretos en que la inserción de ESMC no pueda procesarse adecuadamente (por ejemplo, servicios transparentes a los bits);
- el equipo del operador móvil utiliza la referencia de temporización y los mensajes ESMC entregados por la red del operador portador.

Cabe señalar que este segundo enfoque solo es aplicable cuando el equipo terminal necesita una referencia de temporización absoluta (por ejemplo, rastreabilidad del reloj de referencia primario (PRC, *primary reference clock*)). Por ejemplo, para entregar una referencia de temporización a una EB, en lugar de enviar la referencia de temporización del operador móvil, en tiempo universal coordinado (UTC, *coordinated universal time*), a la EB, se puede utilizar la referencia de temporización del operador portador, también en UTC.

Para las aplicaciones terminales TDM rastreables a un PRC/reloj de referencia primario mejorado (ePRC, *enhanced primary reference clock*) que necesitan controlar la tasa de deslizamiento, cabe indicar que este caso puede considerarse parecido al modo pseudosíncrono definido en [b-UIT-T G.810], que a veces se utiliza dentro de un mismo dominio de operador (por ejemplo, cuando se utilizan varios PRC/ePRC), y que sigue garantizando el control de la eventual tasa de deslizamiento TDM, de acuerdo con [UIT-T G.822].

Los límites de la red a la salida de la red del operador portador deben coincidir con los límites de la red Ethernet síncrona, como se define en la cláusula 9.2.1 de [UIT-T G.8261].

En este segundo caso, la señal Ethernet síncrona a la salida de la red del operador portador debe transportar un valor SSM por el ESMC. La información contenida en el ESMC forma parte del acuerdo entre los operadores.

13 Aspectos de gestión de la sincronización

Queda en estudio.

Anexo A

Mecanismo de selección de la fuente de referencia

(Este anexo forma parte integrante de esta Recomendación.)

El equipo Ethernet síncrona necesitará un mecanismo de selección de la fuente de referencia para proceder al rastreo hasta los elementos precedentes y, en último término, el PRC (o ePRC) con respecto a la frecuencia.

A.1 Requisitos

El mecanismo de selección controla los flujos de temporización física en el equipo.

El mecanismo de selección debe poder seleccionar:

- una fuente de referencia externa adecuada;
- una fuente de referencia de tráfico adecuada;
- un reloj interno (es decir, un oscilador local).

No se seleccionará una referencia derivada de una fuente de tráfico Ethernet que no sea una interfaz Ethernet síncrona.

A.2 entradas

La fuente de sincronización del nodo puede ser:

- una referencia de entrada externa;
- una referencia de reloj recuperada de la línea.

A.3 Oscilador interno

Ofrece el filtrado y el funcionamiento en régimen libre.

A.4 Flujos internos de temporización física – ETY de frecuencia

Se necesitará una serie de flujos internos de temporización física para sincronizar la capa ETY (PHY Ethernet).

A.5 Mecanismo de selección

El equipo Ethernet síncrona soportará un mecanismo de selección que permita derivar la sincronización de la línea (es decir, interfaces de transporte de tráfico), de interfaces de sincronización externas (es decir, facilitadas por el equipo coubicado) o a nivel interno del EEC. El conjunto de mensajes SSM soportará este mecanismo. En la Figura A.1 se muestra una representación de alto nivel de un mecanismo de selección del subsistema de sincronización para equipos Ethernet síncrona.

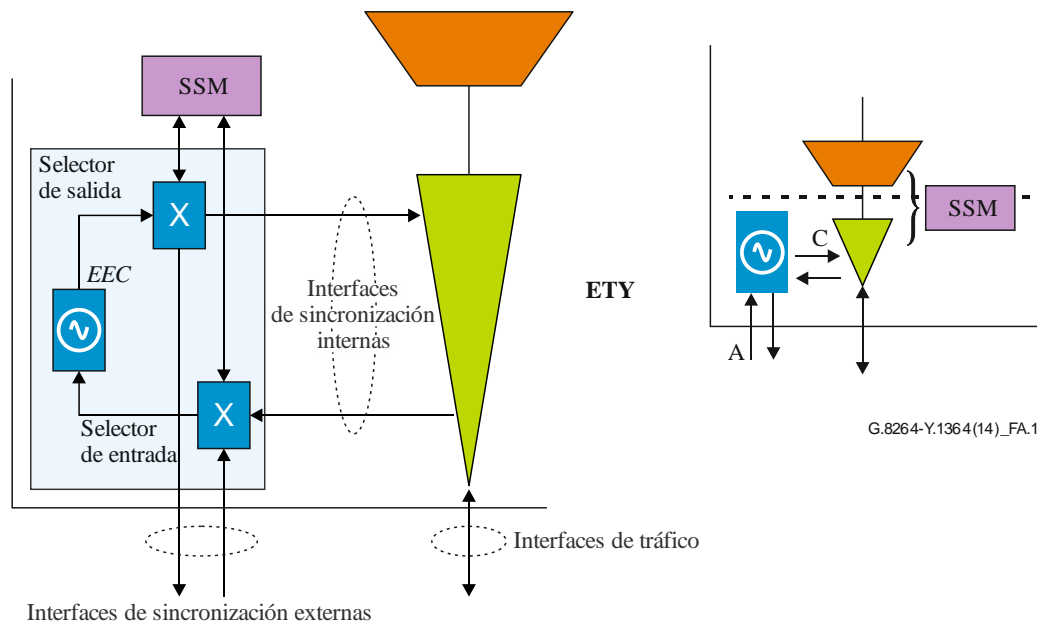


Figura A.1 – Equipo Ethernet síncrona – Representación de alto nivel de un mecanismo de selección del subsistema de sincronización

El EEC del subsistema de sincronización interna será conforme con [UIT-T G.8262].

El equipo Ethernet síncrona podrá recuperar la sincronización de las entradas de sincronización de cualquiera de las interfaces de tráfico, ya sea por las "interfaces de sincronización internas" y/o por las "interfaces de sincronización externas". Estas se inyectarán en un subsistema de sincronización interna.

El subsistema de sincronización interna ofrecerá el filtrado y la calidad de funcionamiento en régimen libre necesarios y realizará cualquier funcionalidad de mensajería de sincronización.

El subsistema de sincronización interna podrá seleccionar una fuente de sincronización alternativa utilizando las tablas de prioridad y la mensajería de situación de sincronización.

El subsistema de sincronización interna utilizará el SM para determinar la prioridad y la trazabilidad del reloj.

El subsistema de sincronización interna facilitará a los relojes las velocidades adecuadas (interfaces de sincronización internas) para enganchar la ETY de la interfaz de tráfico.

A.6 Selección del mensaje de situación de sincronización

Se necesitan SSM para que el elemento subsiguiente que necesite sincronización conozca la calidad del reloj precedente.

El mensaje de sincronización se transmitirá "de oficio" de un dispositivo a otro que soporte Ethernet síncrona. En cada dispositivo que soporte Ethernet síncrona, el mensaje se procesará y se ejecutarán las medidas necesarias. Se reformará entonces el mensaje y se transmitirá al elemento subsiguiente.

El subsistema de sincronización deberá poder seleccionar una fuente alternativa en función de la prioridad y el SSM.

A.7 Función de selección en equipos híbridos

En la Figura A.2 se muestra el mecanismo de selección equivalente de una función fuente de temporización de equipo síncrono SDH (SETS, *SDH synchronous equipment timing source*) que se ha adaptado a los equipos híbridos SDH/Ethernet síncrona que disponen de interfaces de Ethernet síncrona y SDH. La ETY y las entradas STM-N (TE y T1) y salidas (T0) representan las diversas

interfaces de tráfico Ethernet (100Base-TX, 1000Base-SX, etc.) e interfaces de tráfico SDH. El generador de temporización de equipo síncrono (SETG, *synchronous equipment timing generator*) tiene las características definidas en [UIT-T G.8262] para Ethernet síncrona y en [UIT-T G.813] y [UIT-T G.812] para SDH. Obsérvese además que, en las redes norteamericanas, se utiliza la interfaz T4 para proporcionar la temporización de red sólo al suministro de temporización integrada en la construcción (BITS, *building integrated timing supply*)/SSU. La selección de las interfaces de línea (por ejemplo, TE o T1 en la Figura A.2) se efectúa exclusivamente mediante el selector A. El selector C sólo permite seleccionar la salida del selector A. El SETG no filtra T4, dado que todo el filtrado lo realiza BITS/SSU.

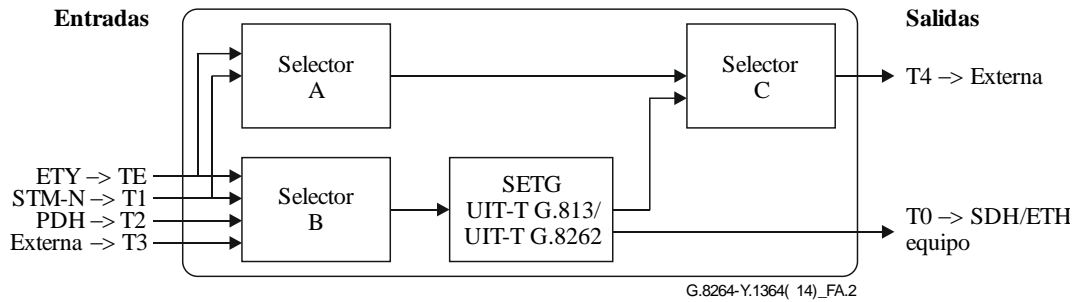


Figura A.2 – Función SETS híbrida SDH/Ethernet síncrona

Apéndice I

Ejemplos de flujos de temporización

(Este apéndice no forma parte integrante de la presente Recomendación.)

En la Figura I.1 se muestra un ejemplo diseñado para reunir varios flujos de temporización utilizando un circuito TDM simple por un enlace Ethernet.

Un tren de bits PDH entra en el equipo [A]. Entre el equipo [A] y el equipo [B], hay un flujo de temporización "de servicio" lógico entre los primeros puntos de adaptación. Todo desplazamiento inyectado en la función TDM/Ethernet en el equipo [A] debe mantenerse en la salida del equipo [B].

Para facilitar el flujo de temporización y garantizar que se mantiene la integridad del orden, se aplicará algún tipo de sello de tiempo, como RTP. Este es un flujo de mensaje. Entre el equipo [A] y el equipo [B] hay un flujo de temporización de mensaje lógico que soporta el flujo de servicio.

En la capa física, el equipo [A] está físicamente conectado al equipo [B] por puntos de terminación de camino. Esta conexión ofrece el enlace o medio físico por el que se transporta el ancho de banda bruto. El servicio de capa superior está paquetizado y se transporta por este enlace. Hay un flujo de temporización física entre el equipo [A] y el equipo [B], donde el reloj de red forma parte del código de línea en la capa ETY.

Dentro de los equipos [A] y [B] hay también una serie de flujos de temporización punto a punto física que soporta las funciones de adaptación y paquetización. Estos flujos serán una frecuencia relacionada con el reloj integrado.

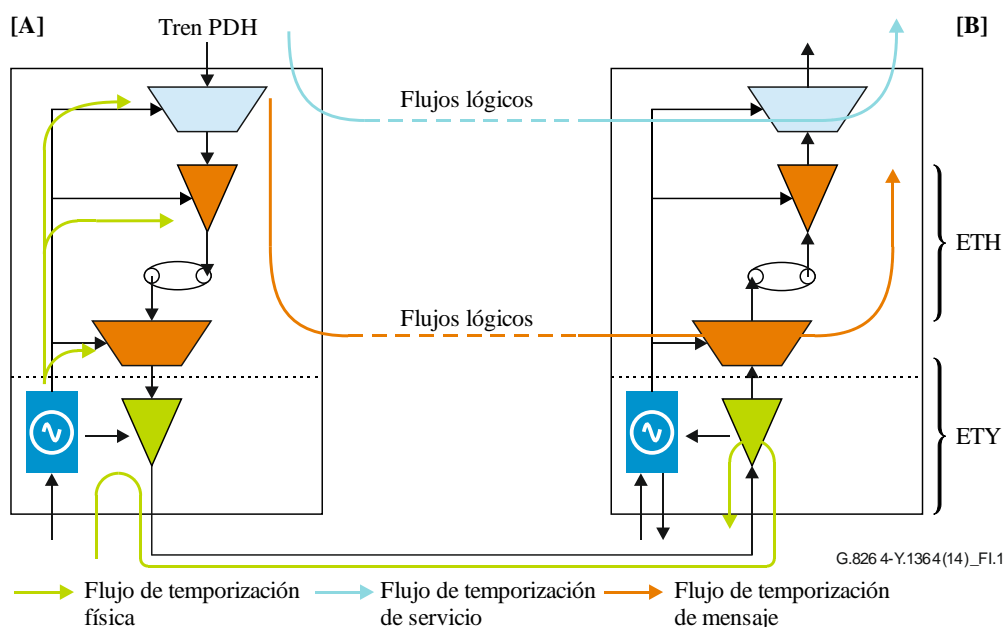


Figura I.1 – Ejemplo de flujos

En la Figura I.2 se presenta el modelo general de [UIT-T G.8010] ampliado para mostrar dos flujos ETH unidireccionales, necesarios para soportar la emulación de circuitos TDM bidireccional. En esta figura se añade TDM a las funciones de adaptación ETH que se necesitarán para soportar TDM por Ethernet, así como la capa física (capa ETY). También se muestran las funciones aproximadas (en el recuadro de líneas discontinuas) que se tratan en el Apéndice I de [UIT-T G.8261].

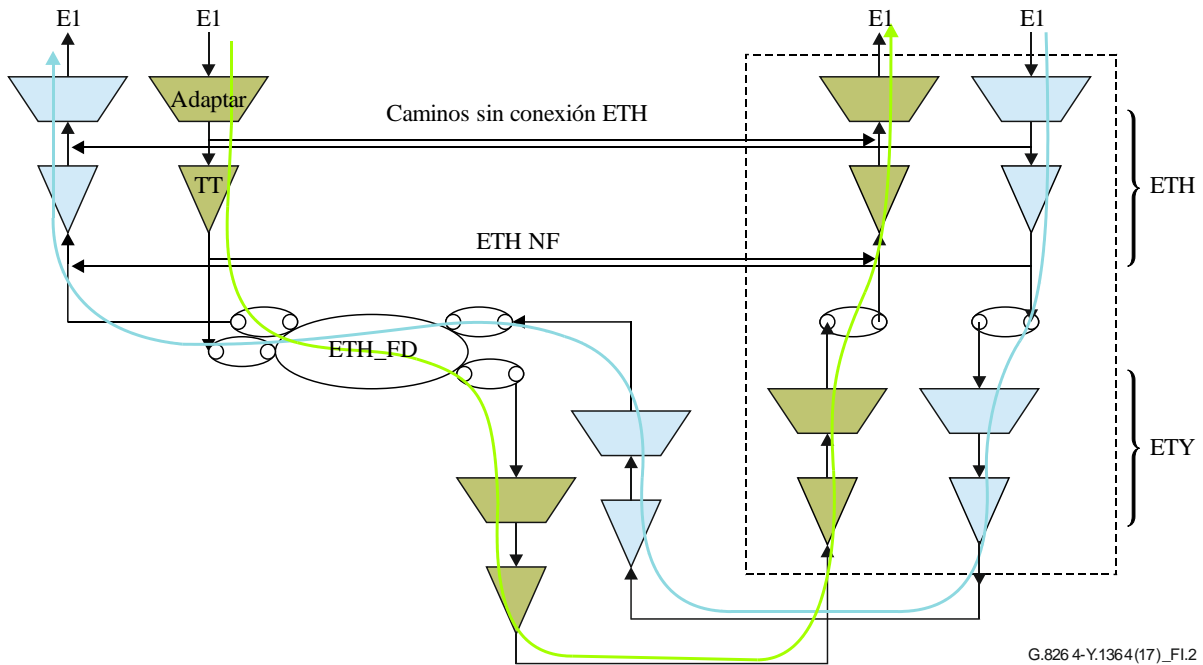


Figura I.2 – Arquitectura de red Ethernet UIT-T G.8010 con emulación de circuitos y caminos de temporización

En la Figura I.3 se amplía aún más el modelo para incluir los conmutadores intermedios y la posible distribución de temporización en cada conmutador. En esta figura solo se muestra un sentido. La configuración de la temporización muestra, en este caso, una IWF temporizada externamente, mientras que la otra se temporiza a través del enlace de capa física entrante. Si los relojes de referencia están relacionados con el PRC/ePRC, en último término el mismo reloj (es decir, UTC) estará disponible en ambas funciones IWF.

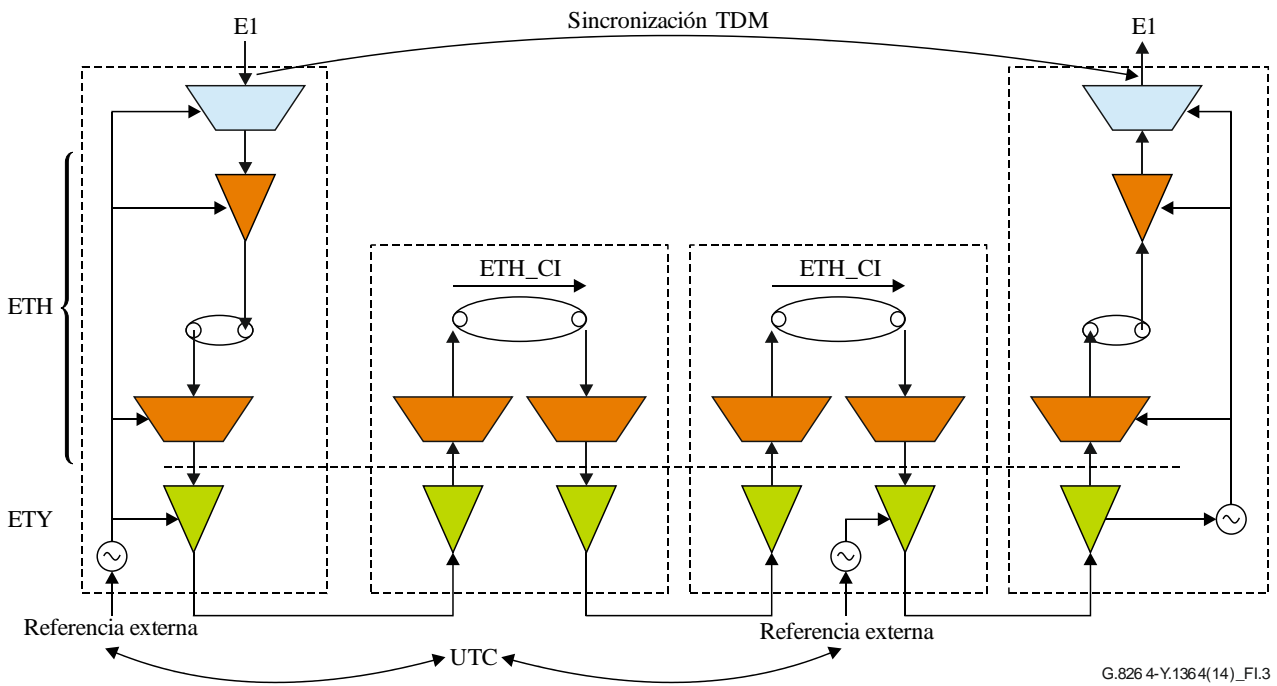


Figura I.3 – Red TDM por Ethernet

Apéndice II

Modelos funcionales basados en las Recomendaciones UIT-T G.805 y G.809

(Este apéndice no forma parte integrante de la presente Recomendación.)

II.1 Antecedentes

Este apéndice contiene la visión actual del desarrollo del modelado de la sincronización utilizando algunos de los conceptos básicos proporcionados por [UIT-T G.805].

La arquitectura de las redes Ethernet se especifica en [UIT-T G.8010], que define la arquitectura en términos [UIT-T G.805] y [UIT-T G.809]. [UIT-T G.805] y [UIT-T G.809] son métodos de modelado desarrollados por el UIT-T que permiten la especificación formal de arquitecturas de redes y equipos.

[UIT-T G.8261] incluye una breve descripción de la IWF que se necesita para llevar cabidas útiles TDM por redes basadas en paquetes. Este apéndice presenta un ejemplo de los componentes que pueden ser necesarios para llevar servicios PDH emulados por redes de paquetes. La descripción de la IWF en [UIT-T G.8261] no describe la IWF en términos de constructores de modelización actuales de [UIT-T G.805], ya que determinados aspectos relacionados con la sincronización no pueden describirse de acuerdo con los métodos de modelización de [UIT-T G.805]. A este respecto, es preciso ampliar los modelos [UIT-T G.805]. Este apéndice proporciona modelos funcionales preliminares.

La IWF descrita en la Figura B.4 de [UIT-T G.8261] contiene un cierto número de elementos clave necesarios para adaptar las señales TMD al transporte basado en paquetes.

Las funciones correspondientes son:

- Conversión TDM a paquete.
- Conversión paquete a TDM.
- Funciones relacionadas con los paquetes (por ejemplo, adición de tara).
- Transporte de capa física.

A los efectos de sincronización de la IWF, son de capital importancia diversos relojes. Por ejemplo:

- Recuperación y generación de reloj TDM.
- Recuperación de reloj de capa física.
- Recuperación de reloj basada en paquetes.

Para la recuperación de reloj basada en paquetes, en [UIT-T G.8261] se describen dos métodos generales: diferencial y adaptativo.

II.2 Aplicación de UIT-T G.805 a la IWF

[UIT-T G.805] contiene un cierto número de constructores arquitecturales que permiten especificar redes de capa. Una característica fundamental de [UIT-T G.805] es la noción de relaciones cliente/servidor dentro de una arquitectura de red. Una red específica puede tener múltiples capas, interactuando cada una de ellas con una determinada relación cliente/servidor. Son ejemplos de redes de capa las SDH, OTN y Ethernet. En el caso de la SDH, las tres capas son la capa trayecto, la capa MS y la capa RS. La capa trayecto es cliente de la capa múltiple y la capa múltiple es cliente de la capa regenerador. Para la red Ethernet, [UIT-T G.8010] define dos capas, la capa ETH y la capa ETY. La capa ETH es análoga a la capa 2 del modelo de referencia de interconexión de sistemas abiertos (OSI, *open systems interconnection*) (es decir, la capa enlace de datos) y proporciona funciones de tipo paquete. La capa ETY es análoga a la capa física OSI (es decir, la capa 1).

[UIT-T G.805] especifica bloques funcionales con los que es posible describir las propiedades de capas de red individuales. Los dos bloques funcionales clave son el de funciones de adaptación y el de funciones de terminación de camino. Las funciones de adaptación facilitan la interacción entre capas. Las funciones de terminación de camino añaden la tara necesaria para llevar las señales a través de la red de capa servidor. Una red de capa cliente es transportada por una capa de red servidor adaptando el cliente al servidor mediante una función de adaptación. La información llevada por una capa determinada se denomina información característica (CI). Para más información, véase [UIT-T G.805].

Respecto a la IWF de CES, y respecto a la aplicación a las capas Ethernet ETH y ETY, la Figura B.4 de [UIT-T G.8261] contiene funciones de capa paquetes y capa física y, por tanto, las dos capas ETH y ETY, están implementadas dentro de la IWF. La conversión PDH a paquete no forma parte de las capas Ethernet, pero puede considerarse que es una función de adaptación en términos de [UIT-T G.805]. La función IWF básica en el sentido PDH a paquete (entrada PDH a IWF) puede verse funcionalmente como en la Figura II.1 (a) y en el sentido paquete a TDM (salida PDH), como en la Figura II.1 (b).

NOTA – Algunos componentes de reloj de la IWF no se muestran de manera explícita en esta figura (por ejemplo, relojes, selectores de referencia de reloj), mientras que otros pueden estar contenidos dentro de funciones específicas. Por ejemplo, la recuperación de reloj PDH puede considerarse parte de la función de adaptación de capa PDH a paquete, ya que está relacionada con la adaptación de la información de reloj de la capa cliente a la capa servidor subyacente (véase II.3, más abajo). Además, los bloques funcionales que contiene la Figura II.1 se describen de modo que no limiten la implementación y puedan aplicarse a diversas topologías de equipos.

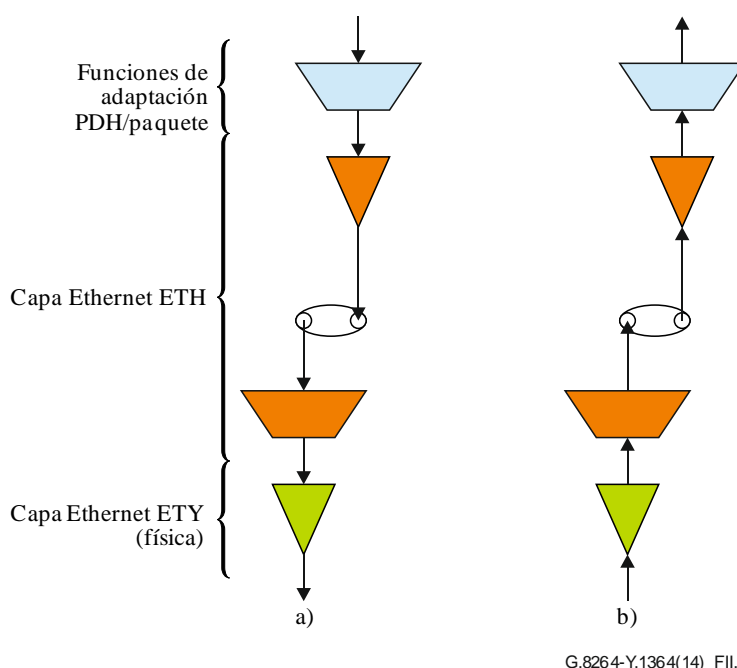


Figura II.1 – Bloques funcionales dentro de la IWF del CES

II.3 Información de temporización transportada por redes de capa

La metodología de modelización de redes de capa permite transportar información desde una capa cliente por una red de capa servidor. A la información transportada se le denomina información característica (CI). La CI se define para cada red de capa específica y variará con redes de capa diferentes. Por ejemplo, la CI de una señal PDH consiste en la información de datos y reloj.

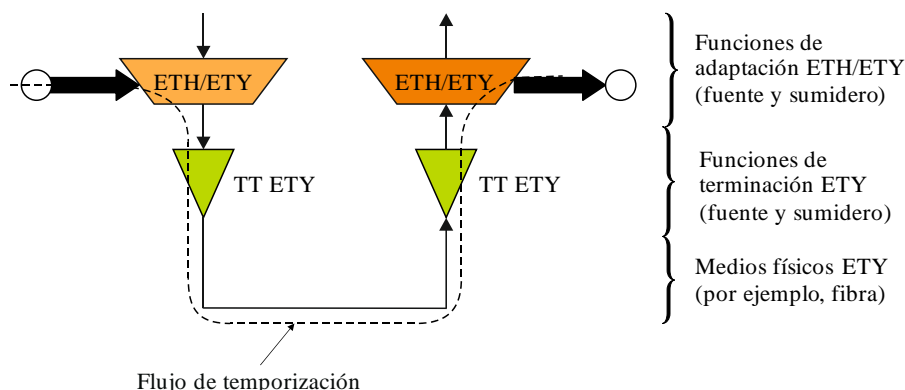
Respecto a la información de reloj, la red de capa PDH y la red de capa ETY tienen información de temporización que forma parte de la CI mientras que la capa ETH no la tiene. La información característica de una señal PDH en la IWF consiste en la información de datos y reloj (el reloj de servicio). La función de la IWF es transportar esta información de datos y reloj.

Como se ha indicado más arriba, las funciones de adaptación se utilizan para adaptar la información de cliente que se ha de llevar por una red de capa servidor. En este caso, la CI de la red de capa cliente se llama información adaptada (AI, *adapted information*). En todos los casos, las redes de capa servidor pueden transportar la porción de datos de la CI de cliente, pero no todas las redes de capa servidor pueden transportar de forma implícita información de temporización. En tal caso, cuando se requiere transportar temporización, se necesitan medios alternativos que proporcionen la temporización.

Respecto a las redes de paquetes de capa servidor, la presente Recomendación describe dos métodos cuyo objetivo es permitir que la información de temporización de la señal PDH de capa cliente sea transportada por una red de capa servidor basada en paquetes. La cláusula 8 de [UIT-T G.8261] describe mecanismos diferenciales y adaptativos con los que realizar esto.

II.4 Modelo funcional de temporización de capa física Ethernet

Según la Figura B.4 de [UIT-T G.8261], la IWF puede ser temporizada vía "interfaz física de paquetes". Respecto al modelo de arquitectura Ethernet, sólo se utilizan la función de terminación de camino (TT, *trail termination*) ETY y la función de adaptación ETH/ETY. En la Figura II.2 se presenta el modelo funcional de un enlace punto a punto. Dicha figura muestra el flujo de temporización. La temporización de la función de adaptación ETH/ETY puede proceder bien de una fuente externa o bien de un oscilador interno en funcionamiento libre.



G.8264-Y.1364(14)_FII.2

Figura II.2 – Modelo funcional para temporización de Ethernet (PHY Ethernet síncrona)

La Figura II.3 contiene un ejemplo de cómo la temporización de capa física puede temporizar una función de adaptación PDH/ETH sumidero.

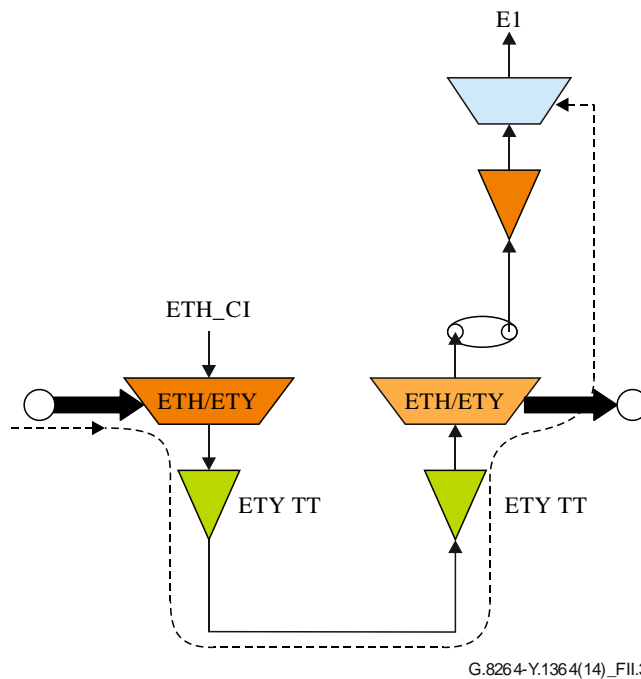


Figura II.3 – Ejemplo de utilización de la temporización de capa física para proporcionar temporización a una función de adaptación ETH/PDH

II.5 Modelo funcional para métodos diferenciales y adaptativos

En esta Recomendación se describen los mecanismos diferenciales y adaptativos de transferencia de temporización basados en métodos de paquetes. En ambos casos, esas funciones residen en las de adaptación PDH/ETH (véase la Figura II.1). La principal diferencia entre estas dos técnicas es que el método diferencial requiere que se proporcione una referencia de temporización tanto a la función PDH/ETH sumidero como a la función PDH/ETH fuente. Los métodos adaptativos se basan por lo general en la velocidad media de recepción de paquetes en la IWF sumidero (lo que normalmente se consigue midiendo el intervalo de tiempo entre llegadas de paquetes o supervisando el nivel de llenado de la memoria intermedia; algunos mecanismos de recuperación de reloj adaptativos pueden utilizar también indicaciones de tiempo) y por eso no necesitan que se les suministre una referencia externa. Los modelos funcionales de los métodos diferenciales y adaptativos se muestran en las Figuras II.4 y II.5, respectivamente.

NOTA – En este apéndice se definen dos funciones distintas para modo diferencial y para modo adaptativo, lo que permite una mayor flexibilidad en la implementación.

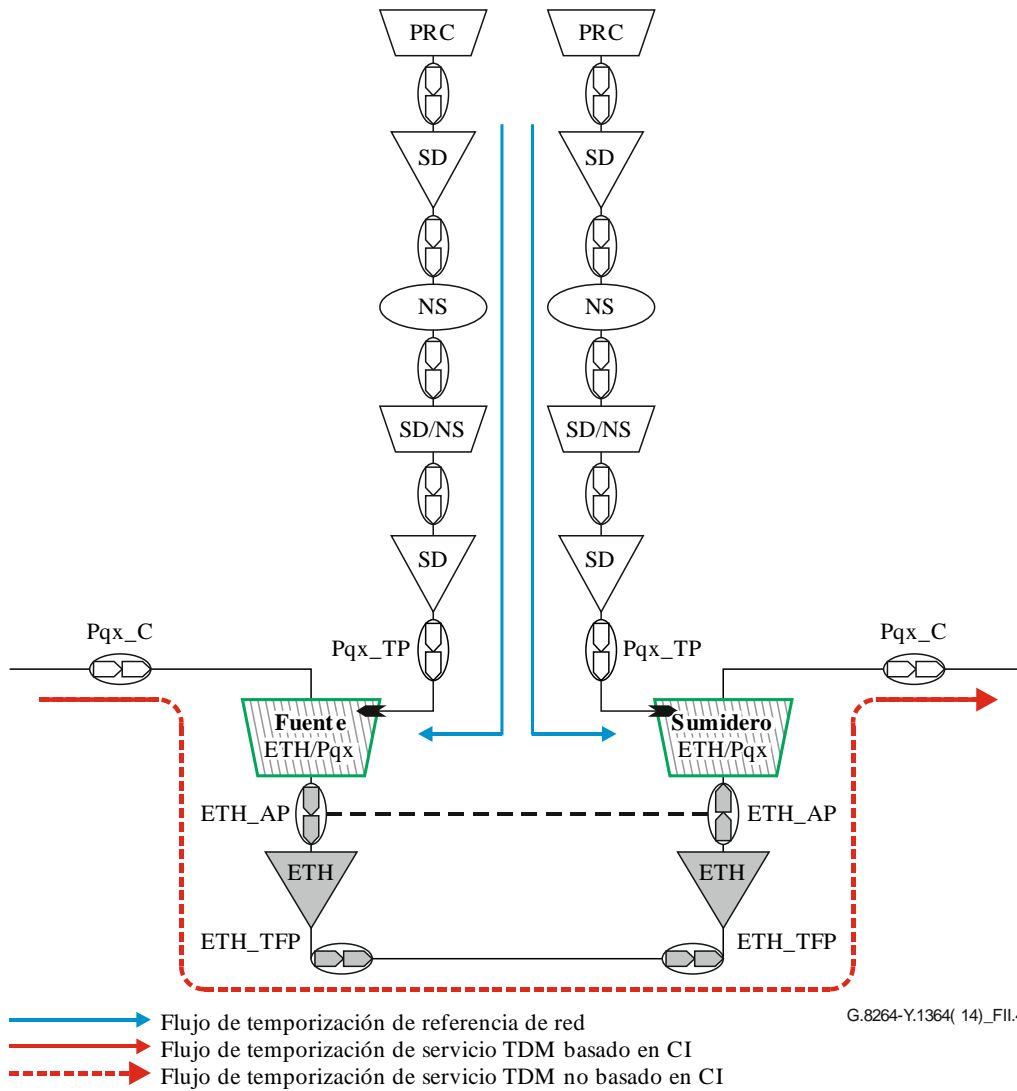


Figura II.4 – Modelos funcionales de temporización diferencial

En el caso del modo diferencial, se suministra reloj de referencia rastrearable hasta un PRC/ePRC (flujos de temporización en trazo azul) a ambas funciones IWF, fuente y sumidero, (funciones de adaptación ETH/Pqx). En la IWF fuente, la diferencia entre la temporización del servicio (flujo de temporización en trazo rojo continuo) y la referencia externa se codifican en forma de indicaciones de tiempo. Esta información se transfiere por la red Ethernet (flujo de temporización en trazo rojo discontinuo). En la IWF sumidero, las indicaciones de tiempo junto con la referencia externa se utilizan para recrear el reloj de servicio (flujo de temporización en trazo rojo continuo). Por ello se requiere la misma referencia (rastrearable hasta un PRC/ePRC) en ambos extremos.

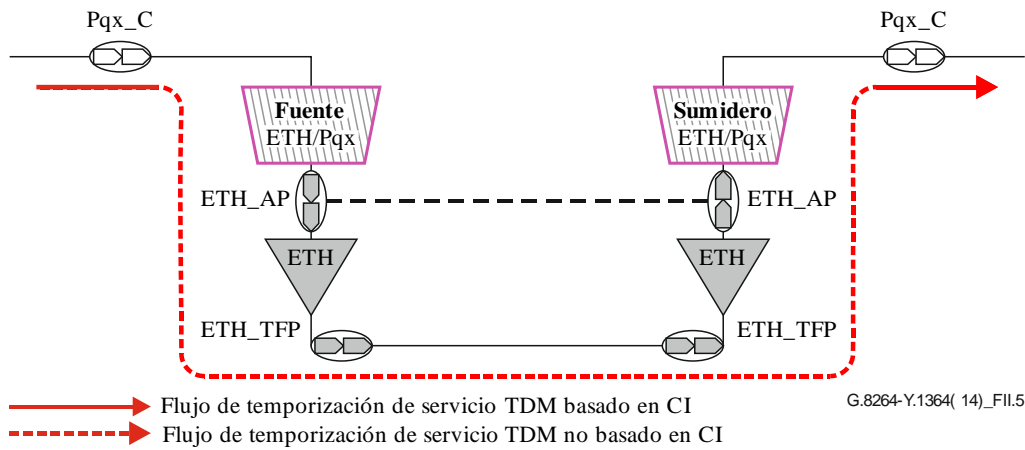


Figura II.5 – Modelos funcionales de temporización adaptativa

En el caso del modo adaptativo, la recuperación del reloj en el extremo de sincronización se basa en la velocidad media de recepción de paquetes en la IWF sumidero, y para ello normalmente se mide el intervalo de tiempo entre llegadas de paquetes o se supervisa el nivel de llenado de la memoria intermedia (algunos mecanismos de recuperación de reloj adaptativos pueden utilizar también indicaciones de tiempo). En este modo de distribución de la temporización no es preciso utilizar una referencia externa.

Los detalles de las funciones de los métodos adaptativos y diferenciales quedan en estudio.

Bibliografía

- [b-UIT-T G.810] Recomendación UIT-T G.810 (1996), *Definiciones y terminología para redes de sincronización*.
- [b-UIT-T G.8011] Recomendación UIT-T G.8011.1/Y.1307.1 (2016), *Características del servicio Ethernet*.
<<https://www.itu.int/rec/T-REC-G.8011-201611-I/en>>
- [b-IEEE 1588] IEEE 1588-2008, *IEEE Standard for a Precision Clock Synchronization Protocol for Networked Measurement and Control Systems*.
<<http://ieeexplore.ieee.org/xpl/mostRecentIssue.jsp?punumber=4579757>>
- [b-IETF RFC 1305] IETF RFC 1305 (1992), *Network Time Protocol (Version 3) Specification, Implementation and Analysis*.
<<http://www.ietf.org/rfc/rfc1305.txt>>
- [b-IETF RFC 3550] IETF RFC 3550 (2003), *RTP: A Transport Protocol for Real-Time Applications*.
<<http://www.ietf.org/rfc/rfc3550.txt>>

RECOMENDACIONES UIT-T DE LA SERIE Y

**INFRAESTRUCTURA MUNDIAL DE LA INFORMACIÓN, ASPECTOS DEL PROTOCOLO INTERNET,
REDES DE PRÓXIMA GENERACIÓN, INTERNET DE LAS COSAS Y CIUDADES INTELIGENTES**

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
Mejoras de las NGN	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
COMPUTACIÓN EN LA NUBE	Y.3500–Y.3999
INTERNET DE LAS COSAS Y CIUDADES Y COMUNIDADES INTELIGENTES	
General	Y.4000–Y.4049
Definiciones y terminologías	Y.4050–Y.4099
Requisitos y casos de utilización	Y.4100–Y.4249
Infraestructura, conectividad y redes	Y.4250–Y.4399
Marcos, arquitecturas y protocolos	Y.4400–Y.4549
Servicios, aplicaciones, computación y proceso de datos	Y.4550–Y.4699
Gestión, control y calidad de funcionamiento	Y.4700–Y.4799
Identificación y seguridad	Y.4800–Y.4899
Examen y evaluación	Y.4900–Y.4999

SERIES DE RECOMENDACIONES DEL UIT-T

Serie A	Organización del trabajo del UIT-T
Serie D	Principios de tarificación y contabilidad y cuestiones económicas y políticas de las telecomunicaciones/TIC internacionales
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	Calidad de la transmisión telefónica, instalaciones telefónicas y redes de líneas locales
Serie Q	Conmutación y señalización, y mediciones y pruebas asociadas
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, redes de próxima generación, Internet de las cosas y ciudades inteligentes
Serie Z	Lenguajes y aspectos generales de soporte lógico para sistemas de telecomunicación