

Unión Internacional de Telecomunicaciones

UIT-T

SECTOR DE NORMALIZACIÓN
DE LAS TELECOMUNICACIONES
DE LA UIT

Y.1454

(12/2006)

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

Aspectos del protocolo Internet – Interfuncionamiento

**Interfuncionamiento de redes de explotación sin
transcodificación con redes IP –
Interfuncionamiento en el plano de usuario**

Recomendación UIT-T Y.1454

UIT-T



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

INFRAESTRUCTURA MUNDIAL DE LA INFORMACIÓN	
Generalidades	Y.100–Y.199
Servicios, aplicaciones y programas intermedios	Y.200–Y.299
Aspectos de red	Y.300–Y.399
Interfaces y protocolos	Y.400–Y.499
Numeración, direccionamiento y denominación	Y.500–Y.599
Operaciones, administración y mantenimiento	Y.600–Y.699
Seguridad	Y.700–Y.799
Características	Y.800–Y.899
ASPECTOS DEL PROTOCOLO INTERNET	
Generalidades	Y.1000–Y.1099
Servicios y aplicaciones	Y.1100–Y.1199
Arquitectura, acceso, capacidades de red y gestión de recursos	Y.1200–Y.1299
Transporte	Y.1300–Y.1399
Interfuncionamiento	Y.1400–Y.1499
Calidad de servicio y características de red	Y.1500–Y.1599
Señalización	Y.1600–Y.1699
Operaciones, administración y mantenimiento	Y.1700–Y.1799
Tasación	Y.1800–Y.1899
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
Numeración, denominación y direccionamiento	Y.2300–Y.2399
Gestión de red	Y.2400–Y.2499
Arquitecturas y protocolos de control de red	Y.2500–Y.2599
Seguridad	Y.2700–Y.2799
Movilidad generalizada	Y.2800–Y.2899

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

Recomendación UIT-T Y.1454

Interfuncionamiento de redes de explotación sin transcodificación con redes IP – Interfuncionamiento en el plano de usuario

Resumen

Esta Recomendación se centra en las funciones necesarias para el interfuncionamiento de red de la explotación sin transcodificación y, concretamente, en los mecanismos de interfuncionamiento y procedimientos de transporte en el plano de usuario. Asimismo, se especifica una lista de requisitos, escenarios de interfuncionamiento y semántica de encapsulado para el interfuncionamiento de red TFO-IP.

Orígenes

La Recomendación UIT-T Y.1454 fue aprobada el 14 de diciembre de 2006 por la Comisión de Estudio 13 (2005-2008) del UIT-T por el procedimiento de la Recomendación UIT-T A.8.

Palabras clave

Explotación sin transcodificación (TFO), interfuncionamiento, IWF, pasarela, RTP.

PREFACIO

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

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

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

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

NOTA

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

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

PROPIEDAD INTELECTUAL

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

En la fecha de aprobación de la presente Recomendación, la UIT no ha recibido notificación de propiedad intelectual, protegida por patente, que puede ser necesaria para aplicar esta Recomendación. Sin embargo, debe señalarse a los usuarios que puede que esta información no se encuentre totalmente actualizada al respecto, por lo que se les insta encarecidamente a consultar la base de datos sobre patentes de la TSB en la dirección <http://www.itu.int/ITU-T/ipr/>.

© UIT 2007

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

ÍNDICE

	Página
1 Alcance	1
2 Referencias	1
3 Definiciones.....	2
3.1 Términos definidos en otras Recomendaciones	2
3.2 Términos definids en esta Recomendación	3
4 Abreviaturas, siglas o acrónimos	3
5 Convenios	4
6 Interfuncionamiento TFO-IP	5
7 Requisitos generales	6
7.1 Requisitos del plano de usuario	6
7.2 Aspectos del plano de control.....	8
7.3 Aspectos de gestión de averías	9
7.4 Aspectos de gestión del tráfico.....	9
7.5 Control de admisión de conexión	9
8 Consideraciones de grupo funcional para el interfuncionamiento de redes TFO-IP....	9
8.1 Panorama	9
8.2 Etiqueta de transporte	12
8.3 Etiqueta de interfuncionamiento.....	12
8.4 Indicadores de interfuncionamiento comunes	12
8.5 Información de temporización opcional	12
9 Formatos de cabida útil.....	12
10 Aspectos de temporización	13
11 Aspectos de la pérdida de paquetes	13
12 Consideraciones de seguridad.....	13
Apéndice I – Diagramas de estados de transición TFO	14
Apéndice II – Diferencias entre los modos de explotación TFO-IP	16
Bibliografía	17

Recomendación UIT-T Y.1454

Interfuncionamiento de redes de explotación sin transcodificación con redes IP – Interfuncionamiento en el plano de usuario

1 Alcance

Esta Recomendación se centra en las funciones requeridas para el interfuncionamiento de red de la explotación sin transcodificación (TFO, *tandem free operation*) [ETSI TS 123053], [ETSI TS 123153], [ETSI TS 123977], [ETSI TS 128062] e IP, y, concretamente, los mecanismos de interfuncionamiento de los procedimientos de transporte en el plano de usuario. Como las conexiones TDM son por su propia naturaleza punto a punto, este interfuncionamiento define una sola conexión entre dos funciones de interfuncionamiento (IWF, *interworking functions*).

TFO-IP denota el interfuncionamiento de red entre redes "TFO con TDM" y redes "TFO con IP". En particular:

- interfaces TFO/TDM sin ningún mecanismo de transporte específico (como interfaz GSM *Ater*) bajo el protocolo TFO, e
- interfuncionamiento con interfaz TFO/IP sin ningún mecanismo de transporte específicamente móvil como los protocolos de entramado del ETSI [ETSI TS 125415] y [ETSI TS 129415].

El recurso a protocolos de entramado del ETSI no se considera en esta Recomendación.

Desde la perspectiva del punto extremo TFO [ETSI TS 128062], la función interfuncionamiento (IWF) TFO-IP es un tipo nuevo y específico de equipo en el trayecto (IPE, *in path equipment*).

Esta Recomendación puede no resultar adecuada para su utilización por los organismos de explotación reconocidos, debido a la posible degradación de la calidad de sincronización de red, si se compara con el transporte nativo TDM.

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.711] Recomendación UIT-T G.711 (1988), *Modulación por impulsos codificados (MIC) de frecuencias vocales*.
- [UIT-T G.799.1] Recomendación UIT-T G.799.1/Y.1451.1 (2004), *Especificaciones de funcionalidad e interfaces para equipos de la red de transporte de la red telefónica general conmutada (RTGC) para la interconexión entre redes RTGC e IP*.
- [UIT-T G.809] Recomendación UIT-T G.809 (2003), *Arquitectura funcional de las redes de capa sin conexión*.
- [UIT-T H.248.1] Recomendación UIT-T H.248.1 (2005), *Protocolo de control de las pasarelas: Versión 3*.

- [UIT-T Y.1413] Recomendación UIT-T Y.1413 (2004), *Interfuncionamiento de redes con conmutación por etiquetas multiprotocolo y multiplexación por división en el tiempo – Interfuncionamiento en el plano de usuario.*
- [IETF RFC 3261] IETF RFC 3261 (2002), *SIP: Session Initiation Protocol.*
- [IETF RFC 3550] IETF RFC 3550 (2003), *RTP: A Transport Protocol for Real-Time Applications.*
- [IETF RFC 3551] IETF RFC 3551 (2003), *RTP Profile for Audio and Video Conferences with Minimal Control.*
- [IETF RFC 4040] IETF RFC 4040 (2005), *RTP Payload Format for a 64 kbit/s Transparent Call.*
- [IETF RFC 4566] IETF RFC 4566 (2006), *SDP: Session Description Protocol.*
- [ETSI TR 123977] ETSI TR 123.977 V6.1.0 (2005), *Universal Mobile Telecommunications System (UMTS); Bandwidth And Resource Savings (BARS) and speech enhancements for Circuit-Switched (CS) networks.*
- [ETSI TS 122053] ETSI TS 122.053 V6.0.0 (2004), *Digital cellular telecommunications system (Phase 2+); Universal Mobile Telecommunications System (UMTS); Tandem Free Operation (TFO); Service description.*
- [ETSI TS 123053] ETSI TS 123.053 V6.0.0 (2004), *Digital cellular telecommunications system (Phase 2+); Universal Mobile Telecommunications System (UMTS); Tandem Free Operation (TFO); Service description.*
- [ETSI TS 123153] ETSI TS 123.153 V6.3.0 (2005), *Universal Mobile Telecommunications System (UMTS); Out-of-band transcoder control; Stage 2.*
- [ETSI TS 125415] ETSI TS 125.415 V7.3.0 (2006), *Universal Mobile Telecommunications System (UMTS); UTRAN Iu interface user plane protocols.*
- [ETSI TS 128062] ETSI TS 128.062 V6.3.0 (2006), *Digital cellular telecommunications system (Phase 2+); Universal Mobile Telecommunications System (UMTS); Inband Tandem Free Operation (TFO) of speech codecs; Service description.*
- [ETSI TS 129415] ETSI TS 129.415 V6.1.0 (2006), *Universal Mobile Telecommunications Systems (UMTS); Core network Nb interface user plane protocols.*

3 Definiciones

3.1 Términos definidos en otras Recomendaciones

En esta Recomendación se utilizan los siguientes términos definidos en otras Recomendaciones.

3.1.1 FWI egreso: Véase [Rec. UIT-T Y.1413].

3.1.2 FWI de ingreso: Véase [Rec. UIT-T Y.1413].

3.1.3 trama TFO [ETSI TS 128062]: Una trama vocal que se intercambia entre transcodificadores cuando se encuentra activada la explotación sin transcodificación.

3.1.4 explotación sin transcodificación [ETSI TS 128062]: Una configuración de llamada en que no se encuentra físicamente presente ningún dispositivo de transcodificación y, por tanto, no hay activado ningún control o conversión u otras funciones asociadas con dicho dispositivo.

3.1.5 trama vocal TFO [ETSI TS 128062]: Una trama vocal intercambiada por transcodificadores cuando se encuentra activada la explotación sin transcodificación.

3.1.6 transcodificador [ETSI TS 128062]: Un dispositivo que convierte la codificación de la información de un determinado esquema en otro distinto.

3.2 Términos definidos en esta Recomendación

En esta Recomendación se definen los siguientes términos.

3.2.1 mensaje TFO: Un mensaje de señalización de protocolo TFO que intercambian dos códecs participantes utilizados para proporcionar TFO.

3.2.2 TFOoIP (TFO con IP): Este término remite al transporte de señales TFO en un canal vocal de una red de paquetes IP con la correspondiente codificación para las señales TFO.

NOTA 1 – Las pasarelas capaces de TFOoIP proporcionan los medios necesarios para proporcionar este transporte.

NOTA 2 – Una pasarela no es responsable de la calidad de funcionamiento global de pasarela a pasarela, pero puede configurarse para mitigar de la mejor forma posible los efectos de las degradaciones.

3.2.3 punto de extremo de servicio TFO: La entidad funcional en la que se encuentran situados los puntos extremos de señalización dentro de banda (IS) y de protocolo TFO.

4 Abreviaturas, siglas o acrónimos

En esta Recomendación se utilizan las siguientes abreviaturas, siglas o acrónimos.

2GMS	Sistema móvil de segunda generación (por ejemplo, GSM) (<i>2nd generation mobile system</i>)
3GMS	Sistema móvil de tercera generación (por ejemplo, UMTS) (<i>3rd generation mobile system</i>)
AAL 1	Capa de adaptación ATM de tipo 1 (<i>ATM adaptation layer type 1</i>)
AAL 2	Capa de adaptación ATM de tipo 2 (<i>ATM adaptation layer type 2</i>)
ATM	Modo de transferencia asíncrono (<i>asynchronous transfer mode</i>)
BER	Tasa de errores en los bits (<i>bit error rate</i>)
BS	Estación de base (<i>base station</i>)
BSC	Controlador de la estación de base (<i>base station controller</i>)
CAC	Control de admisión de conexión (<i>connection admission control</i>)
CMD	Modo liberación [IETF RFC 4040] (<i>clearmode</i> [IETF RFC 4040])
CMD _{TFO}	Modo liberación consciente de TFO (<i>TFO-aware clearmode</i>)
GoS	Grado de servicio (<i>grade of service</i>)
GSM	Sistema global para comunicaciones móviles (<i>global system for mobile communications</i>)
IPE	Equipo en el trayecto (<i>in path equipment</i>)
IS	Señalización dentro de banda (<i>inband signalling</i>)
IWF	Función de interfuncionamiento (<i>interworking function</i>)
MG	Pasarela de medios (<i>media gateway</i>)
PLC	Ocultamiento de pérdida de paquetes (<i>packet loss concealment</i>)
PT	Tipo de carga útil (RTP) (<i>payload type (RTP)</i>)
QoS	Calidad de servicio (<i>quality of service</i>)
RDSI-BE	Red digital de servicios integrados en banda estrecha
RN	Red radioeléctrica (<i>radio network</i>)

RNC	Controlador de red radioeléctrica (<i>radio network controller</i>)
RTP	Protocolo de transporte en tiempo real (<i>real-time transport protocol</i>)
RTP/AVP	Perfil "AVP" del RTP [IETF RFC 3551] (<i>rtp profile "AVP" [IETF RFC 3551]</i>)
SS	Supresión de silencio (<i>silence suppression</i>)
TDM	Multiplexación por división en el tiempo (<i>time division multiplexing</i>)
TFO	Explotación sin transcodificación (<i>tandem free operation</i>) explotación que se conoce también como "soslayamiento de vocodificador" (<i>vocoder bypass</i>), "soslayamiento de codec" (<i>codec-bypass</i>) o "a través de transcodificador" (<i>transcoder-through</i>)
TFO-IP	La IWF interconecta TFO/TDM con dominios TFO-IP (<i>IWF interconnecting TFO/TDM with TFO/IP domains</i>)
TRAU	Unidad de transcodificador y adaptador de velocidad (<i>transcoder and rate adaptor unit</i>)
TrFO	Explotación sin transcodificador (<i>transcoder free operation</i>)
UMTS	Sistema de telecomunicaciones móviles universales (<i>universal mobile telecommunications system</i>)
VBD	Datos en la banda vocal [b-UIT-T V.152] (<i>voiceband data [b-ITU-T V.152]</i>)
VBD _{oIP}	VBD con IP (<i>VBD over IP</i>)
VBD _{TFO}	Modo VBD consciente de TFO (<i>TFO-aware VBD mode</i>)
V _c	Modo de voz comprimida (<i>compressed voice mode</i>)
V _{c_{fixed}}	Modo V _c con códecs de compresión designados inicialmente para redes fijas o terminales inalámbricos (por ejemplo, G.729, G.726 y G.723.1)
V _{c_{mobile}}	Modo V _c con códecs de compresión designados inicialmente para redes móviles (por ejemplo, códecs GSM, AMR)
VoIP	Voz con IP (<i>voice over IP</i>)
V _u	Modo de voz sin compresión (<i>uncompressed voice mode</i>)
V _{u_{SS}}	Modo de voz sin compresión con supresión de silencio (<i>uncompressed voice with silence suppression mode</i>)
V _{u_{TFO}}	Modo de voz sin compresión transparente a TFO (<i>TFO-transparent, uncompressed voice mode</i>)
V _{u_{w/oSS}}	Modo de voz sin compresión sin supresión de silencio (<i>uncompressed voice without silence suppression mode</i>)

5 Convenios

En esta Recomendación se utiliza la terminología habitual en lo que concierne a la explotación sin transcodificación, del mismo modo que se hace en las correspondientes normas aplicables a redes móviles públicas digitales (RMTPD) tales como las utilizada en ANSI o ETSI, o especialmente definidas para NGN; por ejemplo, las indicadas en [UIT-T G.799.1].

Los términos trama TFO y trama de voz TFO se utilizan en el contexto de la cláusula 5 de [ETSI TS 128062] y el término mensaje TFO en el de la cláusula 7 de [ETSI TS 128062].

6 Interfuncionamiento TFO-IP

Se hace sentir la necesidad de que exista interfuncionamiento de red entre los dominios IP (para NGN con VoIP) y las redes TDM que transportan señales TFO en conexiones de portadora TDM a 64 kbit/s en el plano de usuario. Esa función de interfuncionamiento (IWF) debe denotarse como IWF TFO a IP en el plano de usuario. Hay diferentes elementos de red que pueden proporcionar dicho IWF. El tipo de IWF señalado podría aplicarse a una pasarela de medios H.248 con VoIP [UIT-T H.248.1] (véase la figura 6-1).

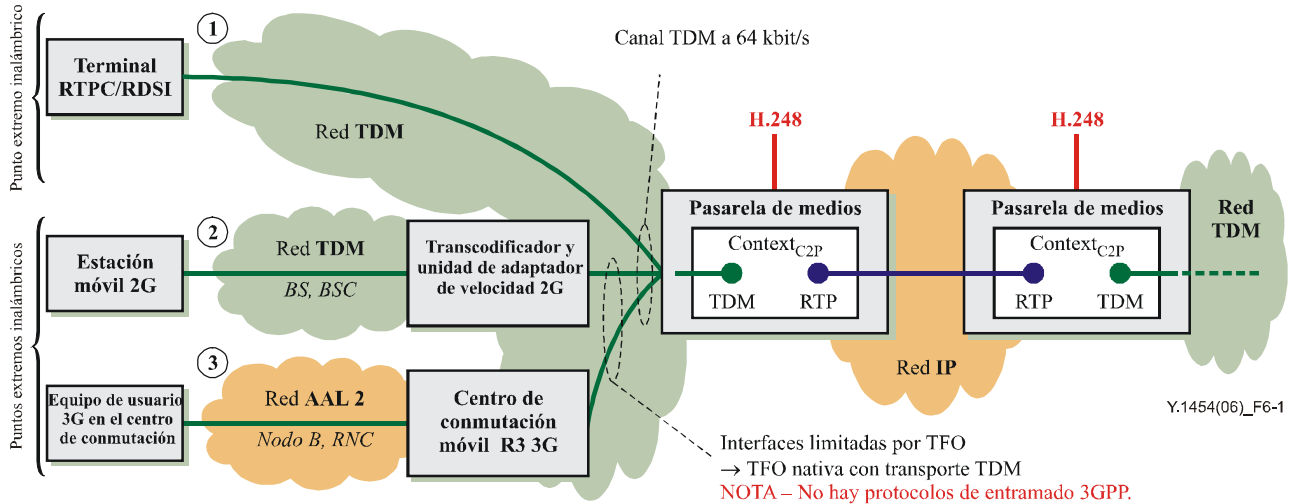


Figura 6-1 – Arquitectura de referencia (1) para el interfuncionamiento de red TFO-IP

En la figura 6-2 puede verse la arquitectura de red general diseñada para el interfuncionamiento de redes TFO-IP, cuando se interconectan redes TDM a través de una red IP. Dentro del ámbito de esta Recomendación los segmentos de red TDM quedan limitados por los puntos extremos de servicio TFO.

Tratándose de la dirección TFO a IP, hay que señalar que la función de interfuncionamiento (IWF) segmenta el tren continuo TDM y lo encapsula en paquetes RTP/UDP/IP. En el caso de la dirección IP a TDM, se extraen los segmentos TDM de los paquetes RTP/UDP/IP y se vuelve a ensamblar el tren TDM continuo.

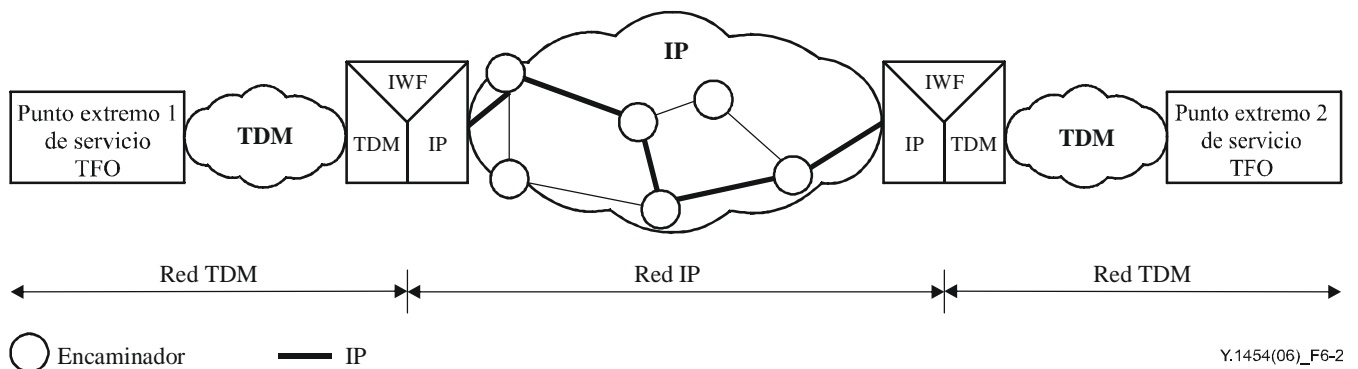


Figura 6-2 – Arquitectura de referencia (2) para el interfuncionamiento de redes TFO-IP

En la figura 6-3 se muestra la arquitectura funcional de red del interfuncionamiento TFO-IP recurriendo a técnicas diagramáticas tomadas de [UIT-T G.809].

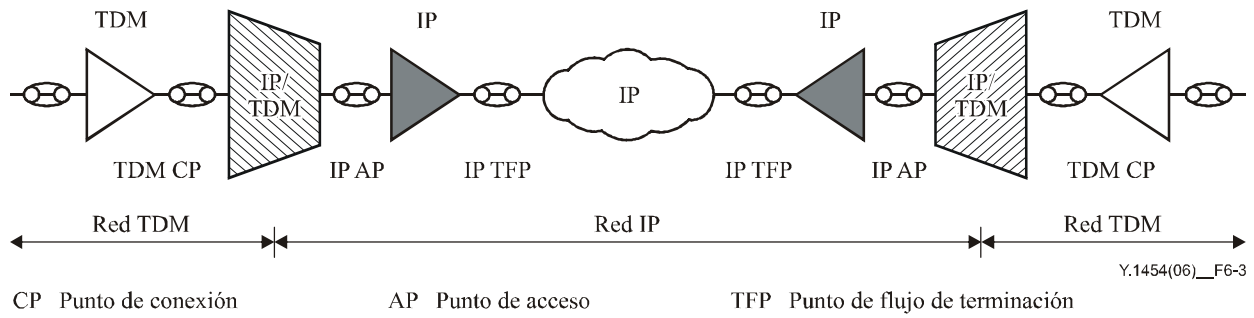


Figura 6-3 – Arquitectura funcional del interfuncionamiento de redes TFO-IP, representada con arreglo a los convenios diagramáticos de [UIT-T G.809]

En la figura 6-4 se indica el modelo de referencia de red y las capas de protocolo para el interfuncionamiento TFO-IP en el plano de usuario.

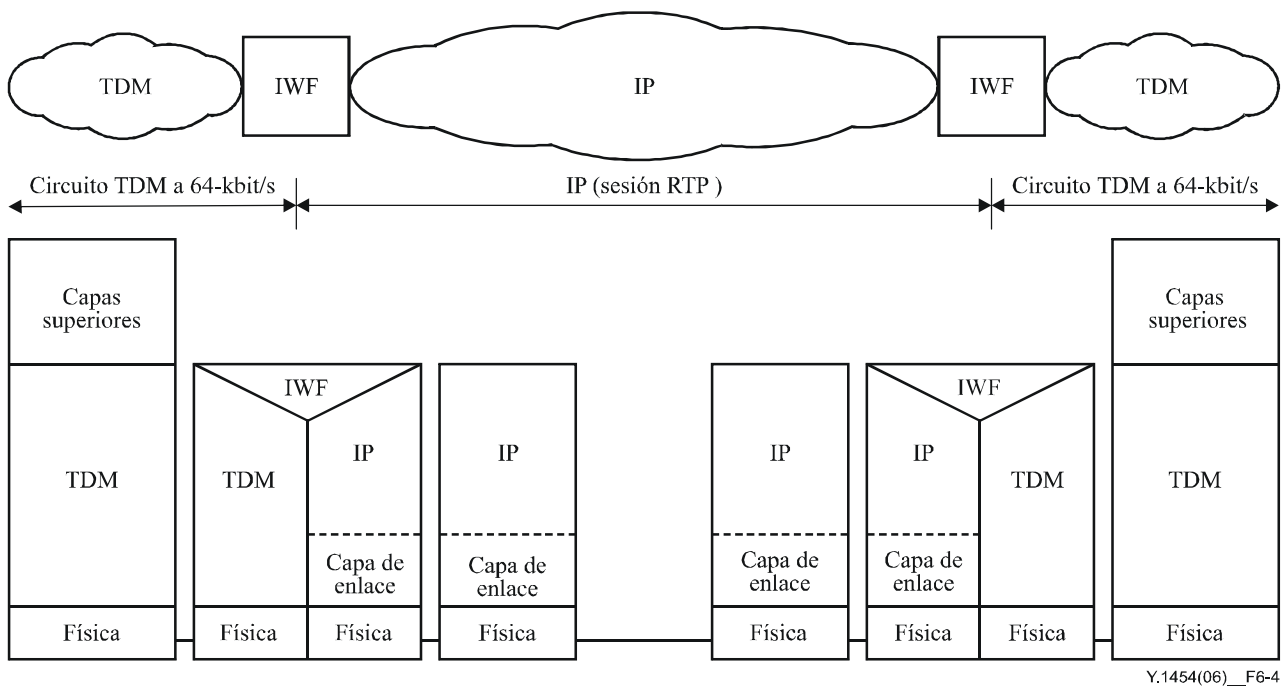


Figura 6-4 – Modelo de referencia de red y capas de protocolo para el interfuncionamiento TFO-IP en el plano de usuario

7 Requisitos generales

7.1 Requisitos del plano de usuario

Para transferir la TFO en el plano de usuario se requieren las siguientes capacidades. Los requisitos del plano de usuario se dividen en dos categorías: funcionales y de calidad de servicio.

7.1.1 Requisitos funcionales

- a) En el caso de llamadas TFO, esta IWF se comportará como equipo TFO en trayecto (IPE) y soportará el mecanismo de señalización en banda (IS, *inband signalling*) definido en el anexo A de [ETSI TS 128062].
- b) La pasarela de medios (MG) VoIP será del tipo IPE con una terminación TDM a 64 kbit/s (como consecuencia de la conexión de portadora TDM) y una terminación RTP hacia el dominio IP.
- c) La idea es aplicar la IWF a arquitecturas de red 2GMS/3GMS antes de que se publique la Versión 4 3GPP.
- d) Ambas interfaces IWF no serán específicas de ninguna norma móvil:
 - 1) la interfaz TDM es de 1×64 kbit/s;
 - 2) la interfaz IP no utiliza ningún protocolo de entramado específicamente móvil.
- e) La pasarela de medios estará en condiciones de codificar la señal vocal G.711 a partir de la terminación TDM a 64 kbit/s hacia un códec de compresión vocal (no G.711) situado en una terminación RTP (dominio IP), así como de decodificar la señal vocal comprimida para obtener la señal vocal G.711 en la dirección contraria.
- f) La pasarela de medios estará en condiciones de transportar G.711 con RTP en modo de supresión de silencio (SS, *silence suppression*) (véanse los apéndices I y II de [UIT-T G.711]).
- g) La MG soportará el modo "IS pasivo y podrá soportar el modo "IS reactivo/IS activo" (cláusulas B.2.1 y A.4 de [ETSI TS 128062]).
- h) El modo de explotación IWF será "igual o mejor" al modo IPE aplicado (cuadro A.2.3-1 de [ETSI TS 128062]).
- i) La MG soportará las interfaces TDM con las redes fijas y con las redes móviles.
- j) Transparencia digital: Utilizar señalización en banda hace necesario que el enlace entre los puntos extremos de servicio TFO sean transparentes, en el sentido de que no se modifique el contenido digital de lo que se emita por puntos extremos del servicio TFO. Por consiguiente, la de los equipos dentro de trayecto MG VoIP debe configurarse de tal modo que no se altere la información (señalización y voz codificada) que se requiere para la explotación sin transcodificación.
- k) La MG debería intentar automáticamente utilizar el modo o modos de explotación "TFO con IP", cuando se reúnan todas las condiciones necesarias, y esta característica sea posible.
- l) Eficiencia de anchura de bandas (dominio IP): Éste no es, por su propia índole, un requisito obligatorio y sólo reviste gran relevancia en una situación de escasez de recursos resultante de una infraestructura de transmisión existente.

Aunque es posible recurrir al transporte TFO con IP para ahorrar anchura de banda, el motivo principal para actuar así es:

 - a) garantizar el modo TFO entre dos puntos extremos TFO;
 - b) para lograr una calidad vocal óptima.

7.1.2 Requisitos de calidad de funcionamiento

Los requisitos relacionados con la calidad de funcionamiento que se centran en los objetivos de la calidad de funcionamiento de la IWF TFO-IP son los siguientes:

- a) La MG será conforme con el "retardo de transmisión IPE" (cláusula B.5 de [ETSI TS 128062]).
- b) La MG será conforme con el marco de calidad de funcionamiento acorde con [UIT T Y.1541].

- c) Conmutación de modo: Cualquier tipo de transición de estado en los puntos extremos de servicio TFO será detectado unívocamente y lo antes posible.
- Antecedentes: Los puntos extremos TFO pueden pasar "frecuentemente" del modo de explotación G.711 al modo de explotación TFO. Esto entraña "tiempos breves de reacción" por parte de las IWF TFO a IP provisionales.

7.2 Aspectos del plano de control

Tratándose de la transferencia transparente de señales TFOoIP, debe señalizarse o aprovisionarse lo siguiente:

- a) Establecimiento y configuración de la conexión de interfuncionamiento.
- b) Petición de dos conexiones punto a punto con igual anchura y asociación de sus encabezamientos de paquetes para crear una conexión bidireccional.

NOTA – Estos requisitos genéricos de la FWI en el plano control se hacen corresponder con capacidades específicas de señalización para una serie de protocolos de control específicos. Por ejemplo, tratándose del protocolo de control de pasarela H.248, la FWI puede estar "insertada" en un contexto H.248. Así pues, la señalización mencionada tiene que ver con la señalización básica (por ejemplo, con el descriptor de medios H.248) para las dos terminaciones H.248 utilizadas en este contexto.

7.2.1 Atribución de puntos de código de tipo cabida útil RTP

El modo o modos de explotación en lo que concierne a las señales TFO se basa en RTP, lo que hace necesario asignar un punto de código de tipo cabida útil (PT) RTP.

En [IETF RFC 3551] se proporciona el marco para la correspondencia entre un punto de código PT RTP y una aplicación RTP (aquí, modos de explotación acordes con la cláusula 8.1.1) para el perfil RTP/AVP. El correspondiente cuadro de correspondencias contiene esencialmente una gama de asignaciones estáticas y una gama de puntos de código disponibles para las vinculaciones dinámicas. Las correspondencias estáticas (acordes con IETF RFC 3551 en el caso RTP/AVP) quedan fuera del alcance de esta Recomendación y el contexto inicial es un PT RTP de la gama dinámica.

7.2.1.1 Atribución señalizada

La negociación del soporte y utilización del modo o modos de explotación TFO, que se define en esta Recomendación, se lleva a cabo en el establecimiento de la comunicación durante el intercambio inicial de las capacidades de llamada de los puntos extremos que la establecen. La indicación de dicho soporte entraña la asignación de tipos de cabida útil RTP al modo explotación TFO, así como los códecs.

Los mecanismos de negociación varían en función de los protocolos de intercambio de capacidades de los puntos extremos utilizados (por ejemplo, protocolo de descripción de sesión [IETF RFC 4566] o protocolos conformes con la Rec. UIT-T H.245; el protocolo de control de llamada del tipo de los definidos en la Rec. UIT-T H.323 y el protocolo de iniciación de sesión que se define en [IETF RFC 3261]; y/o protocolos de control de pasarela de medios, como los que se señalan en las Recs. UIT-T H.248 y J.171).

La sintaxis, la semántica y los procedimientos para llevar a cabo atribuciones de tipo cabida útil RTP al modo de explotación TFO no se contemplan en esta Recomendación.

7.2.1.2 Atribución aprovisionada

Se evita proceder a una negociación explícita o a una atribución señalizada cuando el punto de código del modo TFO se provisiona mediante gestión de configuración. El método de aprovisionamiento hace necesario concertar acuerdos bilaterales que pueden contener ciertas restricciones.

7.3 Aspectos de gestión de averías

Como los diferentes canales vocales no transportan indicaciones sobre defectos, en esta Recomendación no se contemplan los aspectos de la gestión de averías.

7.4 Aspectos de gestión del tráfico

Tratándose de las llamadas iniciadas en modo local o de datos de banda vocal (VoIP, VBD o IP), esto es, sea con un códec G.711 o un códec no G.711, los cuales pueden convertirse ulteriormente en un modo TFO (TFO o IP), la red IP debe ser capaz de proporcionar la calidad de servicio requerida, como ocurre en el caso de su modo original. En este sentido, se plantean dos casos, dependiendo del códec y modo iniciales:

- Modo $V_{w/oSS}$:
En el modo de explotación TFO o IP no hay requisitos de anchura de banda dedicada, si se exceptúan los requisitos correspondientes a los modos originales.
- Modos V_{SS} o V_c :
Los requisitos de anchura de banda adicional en el modo de explotación TFO o IP pueden resultar importantes, debido a la anchura de banda más reducida que exigen los modos vocales iniciales.

Así pues, la velocidad binaria RTP basada en la cabida útil RTP corresponde a 64 kbit/s. La velocidad binaria IP final se basa en el tiempo de paquetización RTP seleccionado, en la utilización de los campos de encabezamiento IPv4 opcionales y en la versión IP a la que se recurra.

7.5 Control de admisión de conexión

El control de admisión de conexión (CAC, *connection admission control*) puede basarse en diferentes tipos de componentes de recursos; por ejemplo, terminación TDM a 64 kbit/s, IWF TFO a IP en el plano usuario, y recursos lógicos y/o físicos relacionados con terminaciones RTP.

Un CAC muy simple puede basarse en un contador de recursos IWF TFO a IP (debido a la utilización de multiplexación determinística de tales componentes de recursos). Además, los CAC avanzados pueden tomar en consideración el modo de explotación específico TFO con IP o recursos multiplexados estadísticamente como velocidad binaria RTP en interfaces IP.

Existe una plétora de posibilidades en lo que concierne a las funciones CAC. Un CAC concreto consiste normalmente en un equilibrio entre la complejidad del cómputo y las garantías del servicio objetivo (estrictas, amplias) para métricas QoS/GoS, que se considera en el marco de arquitecturas de sistema específicas ("recursos de estrangulamiento").

Formular cualquier sugerencia de un CAC concreto queda fuera del alcance de esta Recomendación.

8 Consideraciones de grupo funcional para el interfuncionamiento de redes TFO-IP

8.1 Panorama

TFO con IP es el transporte de señales TFO en un canal vocal de una red de paquetes basada en IP con el codificador/decodificador (códec) apropiado para dichas señales. En esta cláusula se definen dos posibles modos de explotación, a saber:

- obligatoria: modo de terminación consciente de TFO (CMD_{TFO}), véase la cláusula 8.1.1.2.2, y
- opcional: modo voz sin compresión transparente a TFO ($V_{u_{TFO}}$), véase la cláusula 8.1.1.3.

8.1.1 Definición de modos de explotación TFO con IP

8.1.1.1 Antecedentes

En la explotación sin transcodificación se distinguen dos modos esenciales de explotación [ETSI TS 128062]: modo TFO y modo no TFO. La IWF TFO-IP debe tener en cuenta dichos modos, que resultan aplicables en el lado TDM de la IWF. Definir modos de explotación para TFO es algo que viene asociado a voz con IP, por lo cual se proporciona aquí más información de antecedentes desde el punto de vista de los servicios vocales.

La explotación sin transcodificación se aplica sólo a las llamadas vocales [ETSI TS 123053]. Y también únicamente a las llamadas entre dos partes [ETSI TS 122053]. Cuando en una llamada participan más de dos partes, la TFO puede no resultar aplicable. En consecuencia, cuando una llamada de dos partes pasa a ser una llamada entre múltiples partes, todos los enlaces deben revertir a un funcionamiento normal.

8.1.1.2 Modo de terminación consciente de TFO

8.1.1.2.1 Modo de liberación RTP nativo

Antecedentes: Existen servicios de portadora delicados que son definidos por la RDSI de banda estrecha para la "información digital sin restricciones", en el caso de llamadas con una sola velocidad véase la Rec. UIT-T I.231.1. Los correspondientes servicios de portadora en las redes RDSI de banda ancha son "datos en modo circuito" cuando se trata de AAL 2, véase la Rec. UIT-T I.366.2 o "servicios de emulación de circuito" para el caso de AAL 1. El denominador común de los tres tipos de servicios de portadora es una conexión portadora transparente desde el punto de vista digital a 1×64 -kbit/s:

- 1×64 con TDM,
- 1×64 con AAL 2,
- 1×64 con AAL 1.

El modo de liberación RTP es la tecnología que corresponde a 1×64 con RTP y suele abreviarse CMD/RTP. CMD/RTP se aplica típicamente a los mismos servicios RDSI que cuando se trata del interfuncionamiento de redes RDSI con NGN VoIP.

CMD para VoIP corresponde al modo de liberación RTP definido en [IETF RFC 4040]. Una pasarela de medios VoIP debe garantizar una tasa de errores en los bits (en el nivel de elementos de red que requiere que no se produzcan errores binarios) de valor cero para el servicio de portadora CMD.

Aunque la TFO con CMD con IP es en principio viable en el plano usuario, para ello debe mejorarse la detección "de estímulo TFO" (véase la cláusula 8.1.1.2.2).

8.1.1.2.2 Modo de liberación RTP junto con supervisión de señal TFO

El modo terminación consciente de TFO (CMD_{TFO}) queda definido por:

- un encapsulado RTP acorde con [IETF RFC 4040], y
- un proceso de detección TFO insertado en la IWF TFO a IP.

Se trata de un proceso simultáneo que funciona en paralelo al proceso de interfuncionamiento TFO a IP en el plano usuario. El proceso de detección TFO supervisará el tren de bit PCM para el protocolo de señalización dentro de banda TFO, analizará el protocolo y generará puntos de activación de transiciones de estado en el plano de usuario.

El modo de liberación consciente de TFO se utilizará para transportar información TFO con IP. Hay que señalar que esto no afecta a [IETF RFC 4040], que podrá utilizarse en la forma habitual.

8.1.1.3 Modo de voz sin compresión transparente a TFO

8.1.1.3.1 Motivación

El modo de liberación consciente de TFO (CMD_{TFO}) es transparente desde el punto de vista digital para el tren completo de medios a 64 kbit/s. Por esta razón, corresponde al tipo "íntegramente transparentes" de un IPE (véase B.1 de [ETSI TS 128062]). El modo de voz sin compresión transparente a la TFO no es plena sino parcialmente transparente.

NOTA 1 – En [ETSI TS 128062] se clasifican los tipos de IPE en cinco categorías de transparencia: plenamente transparente, transparente parcialmente en el tiempo, transparente unidireccionalmente, semitransparente y no transparente. El modo semitransparente es el que más se asemeja al modo parcialmente transparente proporcionado por $V_{U_{TFO}}$.

NOTA 2 – Extractos de [ETSI TS 128062], acerca de "categorías de transparencia", texto tomado de la subcláusula B.1:

En las redes modernas de telecomunicaciones la mayor parte de estos IPE son digitalmente transparentes en lo que respecta al tren de datos completo a 64 kbit/s durante todo el tiempo comprendido entre el establecimiento y la liberación de la llamada. Estos IPE resultan óptimos y no es necesario examinarlos aquí.

Algunos IPE son digitalmente transparentes la mayor parte del tiempo, pero ocasionalmente perturban el enlace. Por ejemplo:

- *conmutadores que interrumpen el enlace durante la transferencia;*
- *conmutadores que insertan un determinado tipo de puente de conferencia durante un corto tiempo durante la transferencia;*
- *enlaces que realizan supresiones o inserciones de octetos (deslizamiento de octetos);*
- *generadores DTMF que insertan ocasionalmente tonos de DTMF durante un corto tiempo.*

Otros IPE son digitalmente transparentes en una dirección, pero no así en la opuesta. Por ejemplo:

- *generadores DTMF que insertan tonos DTMF sólo en una dirección;*
- *canceladores de eco de red que dejan pasar inalterada la señal hacia la RTPC, pero cancelan el eco.*

Otros IPE son semitransparentes, es decir, que dejan pasar parte o la mayor parte de los bits, pero no todos ellos. Por ejemplo:

- *convertidores de ley A/μ ;*
- *convertidores de ley μ/A ; y*
- *especialmente, la conexión sin transcodificación de convertidores de ley A/μ y ley μ/A , o viceversa;*
- *enlaces que insertan señalización dentro de banda hurtando bits (enlaces T1).*

Otros IPE no son transparentes en absoluto al tren de bits, aunque dejan pasar más o menos inalterada la señal vocal.

EJEMPLO 1: desfasadores de nivel, que ajustan los niveles de señal, por ejemplo, entre redes nacionales.

EJEMPLO 2: equipo de multiplicación de circuitos digital, que comprime el tren de bits codificando/decodificando la señal vocal para permitir una transmisión costo eficiente.

Muchos IPE no serán conformes – durante cierto tiempo – con el principio de mensaje IS descrito en el anexo A. Los mensajes IS no pasarán estos IPE no conformes, o no lo harán en ambas direcciones, o no siempre. Al aplicar mensajes IS, habrá que estar atento a identificar casos en que los IPE sean parcialmente transparentes en el tiempo o semitransparentes. Otros IPE serán conforme en algún momento con el principio de mensaje IS. Las reglas a las que tienen que atender se describen más abajo.

8.1.1.3.2 Definición

El modo de voz sin compresión transparente a TFO (V_{uTFO}) utiliza codificación G.711 (PCM64) en el lado RTP. La IWF TFO con IP debe garantizar una transparencia parcial cuando se trate de bits específicos de las muestras de 8 bits. Estos bits no deben alterarse entre el lado TDM y el lado RTP.

Qué bits queden afectados dependerá del modo IPE seleccionado por los puntos de extremo de servicio TFO. Existen 16 diferentes modos de funcionamiento (véase el cuadro A.2.3-1 de [ETSI TS 128062]), 14 de los cuales son parcialmente transparentes (índices de modo IPE 1 a 7 y 9 a 15).

El punto de extremo de servicio TFO (denominado aquí emisor IS) utiliza el así llamado mensaje IPE IS para ordenar a todos los IPE que se sitúen en el modo requerido de "transparencia binaria". Así pues, la IWF TFO con IP debe supervisar este tipo de mensaje IS para seleccionar el modo de transparencia correcto.

8.1.1.3.3 Aplicabilidad

El modo de voz sin compresión transparente respecto a la TFO tiene, por su propia naturaleza, varias limitaciones. Este modo queda limitado en las redes que no requieren el soporte especificado en el requisito e) de la cláusula 7.1.1.

El requisito e) de la cláusula 7.1.1 puede entrañar, entre otras cosas, la utilización de códecs de compresión inalámbricos específicos, tales como los G.729, G.726 o G.723.1 en el dominio IP. En su lugar, en este caso general deberá recurrirse al modo CMD_{TFO} .

NOTA – Hay que señalar que el requisito e) de la cláusula 7.1.1 es lo que ha llevado esencialmente a formular esta Recomendación.

8.1.1.4 Diferencias entre los modos de explotación TFO-IP

Para una comparación de alto nivel, véase el apéndice II.

8.2 Etiqueta de transporte

Ninguna.

8.3 Etiqueta de interfuncionamiento

Ninguna.

8.4 Indicadores de interfuncionamiento comunes

Ninguno.

8.5 Información de temporización opcional

La información de temporización opcional puede ser transportada utilizando un encabezamiento RTP normalizado, según se define en [IETF RFC 3550]. El encabezamiento RTP debe aparecer inmediatamente después del encabezamiento UDP/IP (véase la cláusula 9).

9 Formatos de cabida útil

La IWF TFO-IP utiliza formatos de cabida útil RTP "nativos", esto es, sólo el encapsulado RTP definido en las peticiones de comentarios [IETF RFC 3551] e [IETF RFC 4040], como se señala a continuación.

- El formato de cabida útil para los modos vocales de funcionamiento de la IWF TFO-IP es acorde con:
 - las cláusulas 4.5.14 y 4.1 de [IETF RFC 3551], tratándose de la voz sin compresión como ésta se utiliza en las redes fijas (códec G.711 con ley A o ley μ) con supresión de silencio ($Vu_{fix,withSS}$); o
 - la cláusula 4.5.14 de [IETF RFC 3551], en el caso de la voz sin compresión tal como ésta se utiliza en las redes fijas (códec G.711 con ley A o ley μ) sin supresión de silencio ($Vu_{fix,w/oSS}$); o
 - la cláusula 4.5.6 de [IETF RFC 3551] en el caso de la voz comprimida que utiliza G.729 (Vc).
- El formato de cabida útil para el modo de datos en banda vocal (VBD, *voiceband data*) en cuanto al funcionamiento de la IWF TFO-IP, es acorde con:
 - la cláusula 4.5.14 de [IETF RFC 3551] para el modo VBD conforme con [b-UIT-T V.152] y G.711 [UIT-T G.711], como códec VBD; o
- El formato de cabida útil para el modo de terminación consciente de TFO (CMD_{TFO}) de la IWF TFO-IP es conforme con [IETF RFC 4040] (véase la cláusula 8.1.1.2.2).

10 Aspectos de temporización

Las redes TDM distribuyen información de temporización para mantener el nivel de calidad de funcionamiento requerido. Como por sí mismas las redes IP no tienen incorporado un mecanismo de distribución de temporización, habrá que proporcionar otros métodos de temporización, distribución o recuperación. Dichos métodos quedan fuera del alcance de esta Recomendación.

11 Aspectos de la pérdida de paquetes

En una red IP no puede evitarse cierto grado de pérdida de paquetes, por lo cual se proporcionará algún tipo de mecanismo que garantice la integridad de los paquetes. Los paquetes deformados y los paquetes inactivos pueden considerarse también como paquetes perdidos. Por regla general, la retransmisión no es una opción viable en lo que concierne al conjunto de servicios de conversación en tiempo real que se denominan con el acrónimo VoIP (esto es, telefonía vocal), motivo por el cual habrá que tomar las medidas del caso para compensar la pérdida de paquetes.

Cuando se detecte pérdida de paquetes, la IWF aplicará ocultamiento de pérdida de paquetes (PLC, *packet loss concealment*). El mecanismo PLC en el modo de explotación TFOoIP puede ser diferente de algoritmo PLC utilizado en los modos vocales y mucho más simple que dicho algoritmo.

Una simple PLC basada en la inserción de datos de relleno será suficiente en lo que respecta al modo base TFOoIP básico.

NOTA – Una PLC designada específicamente para la "voz" no resulta aplicable al caso de TFOoIP, debido a las "características de canal transparente" (véase la propiedad IPE en [ETSI TS 128062]) y el protocolo TFO dentro de banda. No es necesario regenerar los elementos de protocolo IS perdidos (por el IPE).

Los mecanismos PLC dedicados en el caso de VoIP y TFOoIP quedan fuera del alcance de esta Recomendación.

12 Consideraciones de seguridad

En esta Recomendación no se abordan los aspectos de seguridad.

Apéndice I

Diagramas de estados de transición TFO

(Este apéndice no es parte integrante de esta Recomendación)

En este apéndice se proporciona un ejemplo no exhaustivo de los diagramas de transición de estado. Un diagrama de estado dedicado se define normalmente por las capacidades adicionales que soporta la entidad de red en la que se encuentra insertada la IWF TFO-IP.

La figura I.1 ilustra un diagrama de estado de una pasarela de medios VoIP que soporta voz con y sin compresión de silencio, códec o códec de compresión de redes "fijas" y servicios de datos en banda vocal.

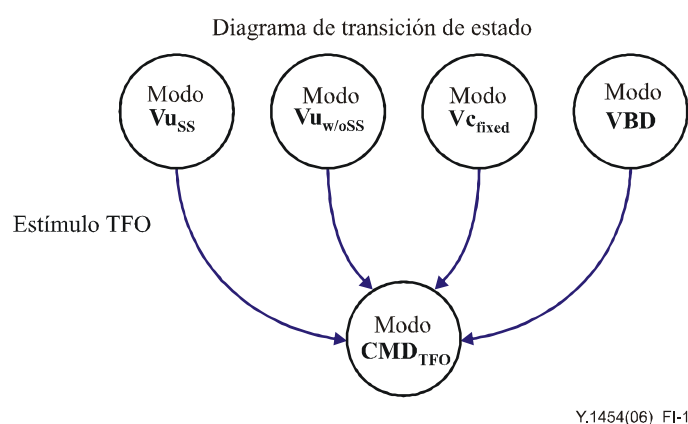


Figura I.1 – Diagrama de estado de transición voz-TFO (ejemplo 1)

Hay que señalar que la detección de un estímulo TFO en la dirección TDM a IP e IP a TDM activa una transición al estado de modo de liberación consciente de TFO. Por otra parte, hay que indicar que no existe un estado de transición en la dirección opuesta.

En la figura I.2 se ejemplifica una entidad de red que soporta adicionalmente el modo de voz sin compresión transparente respecto a la TFO.

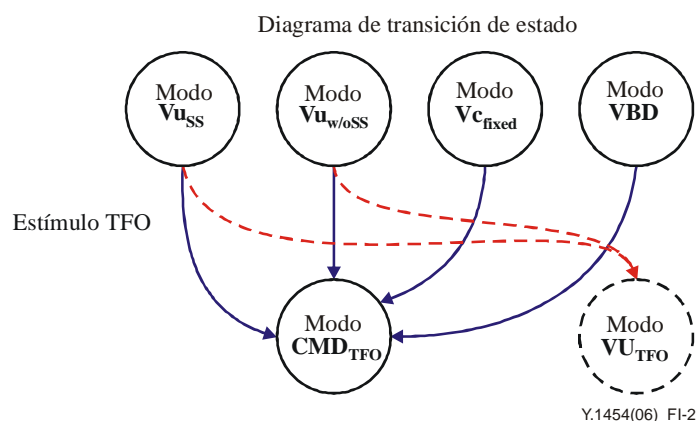


Figura I.2 – Diagrama de estado de transición voz-TFO (ejemplo 2)

En la figura I.3 se indican segmentos adicionales de la conexión en el plano de usuario.

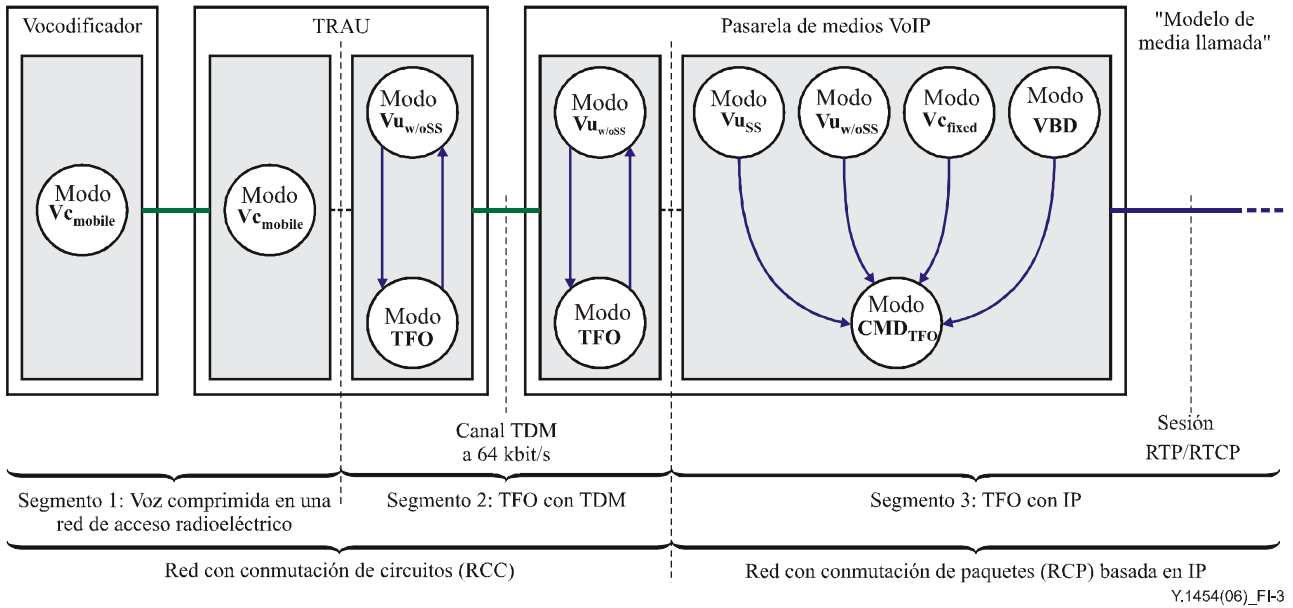


Figura I.3 – Conexión terminal a red IP en el plano de usuario

En este escenario de red cabe abstraer y dividir en tres segmentos la estructura del plano de usuario precitada:

- Segmento 1 con voz comprimida (Vc) a lo largo de una conexión de portadora con conmutación de circuitos (Nota 1) entre terminales 2G y TRAU 2G. Estas conexiones de portadora pertenecen a la red de acceso radioeléctrico 2G.
 NOTA 1 – La conexión de portadora es del tipo "TDM subvelocidad" ($= 1 \times 8 \text{ kbit/s}$, $1 \times 16 \text{ kbit/s}$ o $1 \times 32 \text{ kbit/s}$).
- Segmento 2 con capacidad de transporte TFO entre pasarelas de medios TRAU 2G y VoIP. Así pues, las conexiones de portadora con conmutación de circuitos (Nota 2) para datos TFO en el modo TFO o para voz sin compresión (Vu) en el modo no TFO.
 NOTA 2 – La conexión de portadora es del tipo "TDM monovelocidad" ($= 1 \times 64 \text{ kbit/s}$).
- Segmento 3 en el dominio IP, que queda limitado aquí por una pasarela de medio VoIP. La conexión de portadora está constituida por una sesión RTP.

Hay un modo dual *per se* en el segmento TFO con TDM, debido a la arquitectura básica de TFO.

Apéndice II

Diferencias entre los modos de explotación TFO-IP

(Este apéndice no es parte integrante de esta Recomendación)

En el cuadro II.1 se resumen las principales diferencias entre los modos de explotación TFOoIP. Hay que señalar que el modo VBD_{TFO} no queda definido en esta Recomendación, y se ilustra únicamente con propósitos de información complementaria.

Cuadro II.1 – Diferencia entre los modos de explotación TFO-IP

TFO-IP: Modo de explotación para señales TFO	CMD_{TFO}	Vu_{TFO}	VBD_{TFO} (Nota 1)
Transparencia digital	Plena transparencia	Transparencia parcial	Transparencia parcial
RTP: punto de código de tipo cabida útil (PT)	Dos PT: uno para CMD y el segundo para el modo vocal inicial	Un PT: '0' para ley μ G.711 (MIC-U) u '8' para ley A G.711 (MIC-A)	Dos PT: uno para VBD (véase [b-UIT-T V.152]) y el segundo para el modo vocal inicial
RTP: tiempos de paquetización (T_p)	El mismo T_p que el correspondiente al modo vocal inicial	El mismo T_p que el correspondiente al modo G.711	El mismo T_p que el correspondiente al modo vocal inicial
Estimulo TFO	Detector TFO: • mensaje IS, o • PT RTP	Detector TFO: • sólo mensaje IS	Detector TFO: • mensaje IS, o • PT RTP
Aplicabilidad	Aplicable en general	Limitada a las redes "sólo" G.711	Limitada (Nota 2)
<p>NOTA 1 – Una ventaja del modo VBD_{TFO} puede estar constituida por el hecho de que se ahorra un punto de código PT RTP dinámico en caso de conformidad adicional de la pasarela de medios V.152. El inconveniente es que el modo "VBD" debe soportar la misma transparencia parcial que el modo Vu_{TFO}. Ésta es la principal razón por la que se prefiere CMD_{TFO} en lugar de VBD_{TFO}.</p> <p>NOTA 2 – La limitación se esboza en la cláusula 8.1.1.3.2. El modo VBD_{oIP} V.152 (con G.711 como códec VBD) exigiría una extensión del soporte de la transparencia requerida por el punto de extremo de servicio TFO. Dicha extensión llevaría en última instancia a dos submodos V.152: el submodo original para señales VBD y el nuevo submodo para señales TFO.</p>			

Bibliografía

- [b-UIT-T V.152] Recomendación UIT-T V.152 (2005), *Procedimientos para el soporte de datos en banda vocal en redes IP.*

SERIES DE RECOMENDACIONES DEL UIT-T

Serie A	Organización del trabajo del UIT-T
Serie D	Principios generales de tarificación
Serie E	Explotación general de la red, servicio telefónico, explotación del servicio y factores humanos
Serie F	Servicios de telecomunicación no telefónicos
Serie G	Sistemas y medios de transmisión, sistemas y redes digitales
Serie H	Sistemas audiovisuales y multimedia
Serie I	Red digital de servicios integrados
Serie J	Redes de cable y transmisión de programas radiofónicos y televisivos, y de otras señales multimedia
Serie K	Protección contra las interferencias
Serie L	Construcción, instalación y protección de los cables y otros 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 transmisión telefónica, instalaciones telefónicas y redes locales
Serie Q	Conmutación y señalización
Serie R	Transmisión telegráfica
Serie S	Equipos terminales para servicios de telegrafía
Serie T	Terminales para servicios de telemática
Serie U	Conmutación telegráfica
Serie V	Comunicación de datos por la red telefónica
Serie X	Redes de datos, comunicaciones de sistemas abiertos y seguridad
Serie Y	Infraestructura mundial de la información, aspectos del protocolo Internet y Redes de la próxima generación
Serie Z	Lenguajes y aspectos generales de soporte lógico para sistemas de telecomunicación