

UIT-T

SECTOR DE NORMALIZACIÓN
DE LAS TELECOMUNICACIONES
DE LA UIT

G.984.3

Enmienda 2

(03/2006)

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

Secciones digitales y sistemas digitales de línea –
Sistemas de línea óptica para redes de acceso y
redes locales

Redes ópticas pasivas con capacidad de gigabits:
Especificación de la capa de convergencia de
transmisión

Enmienda 2

Recomendación UIT-T G.984.3 (2004) – Enmienda 2

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	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
Generalidades	G.900–G.909
Parámetros para sistemas en cables de fibra óptica	G.910–G.919
Secciones digitales a velocidades binarias jerárquicas basadas en una velocidad de 2048 kbit/s	G.920–G.929
Sistemas digitales de transmisión en línea por cable a velocidades binarias no jerárquicas	G.930–G.939
Sistemas de línea digital proporcionados por soportes de transmisión MDF	G.940–G.949
Sistemas de línea digital	G.950–G.959
Sección digital y sistemas de transmisión digital para el acceso del cliente a la RDSI	G.960–G.969
Sistemas en cables submarinos de fibra óptica	G.970–G.979
Sistemas de línea óptica para redes de acceso y redes locales	G.980–G.989
Redes de acceso	G.990–G.999
CALIDAD DE SERVICIO Y DE TRANSMISIÓN – 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 AL PROTOCOLO ETHERNET SOBRE LA CAPA DE TRANSPORTE	G.8000–G.8999
REDES DE ACCESO	G.9000–G.9999

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

Recomendación UIT-T G.984.3

Redes ópticas pasivas con capacidad de gigabits: Especificación de la capa de convergencia de transmisión

Enmienda 2

Resumen

Esta enmienda incorpora un apéndice informativo a la Rec. UIT-T G.984.3 sobre las técnicas para condicionar los patrones de datos en la señal descendente, así como diversas pequeñas correcciones del cuerpo principal de la Recomendación.

Orígenes

La enmienda 2 a la Recomendación UIT-T G.984.3 (2004) fue aprobada el 29 de marzo de 2006 por la Comisión de Estudio 15 (2005-2008) del UIT-T por el procedimiento de la Recomendación UIT-T A.8.

Palabras clave

G-PON, óptica.

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 ha recibido notificación de propiedad intelectual, protegida por patente, que puede ser necesaria para aplicar esta Recomendación. Sin embargo, debe señalarse a los usuarios que puede que esta información no se encuentre totalmente actualizada al respecto, por lo que se les insta encarecidamente a consultar la base de datos sobre patentes de la TSB.

© UIT 2006

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) Introducción.....	1
2) Modificaciones de la Rec. UIT-T G.984.3	1
2.1) Cláusula 8.1.3.4	1
2.2) Cláusula 8.1.3.6.5	1
2.3) Cláusula 8.2	1
2.4) Cláusula 8.2.2.1	1
2.5) Cláusula 8.3.2	2
2.6) Cláusulas 9.2.3.7 y 9.2.3.14.....	2
2.7) Cláusula 12.2	2
2.8) Cláusula 13.2.1.1	2
2.9) Cláusula 13.3.1.1	2
3) Nuevo apéndice V	2

Recomendación UIT-T G.984.3

Redes ópticas pasivas con capacidad de gigabits: Especificación de la capa de convergencia de transmisión

1) Introducción

Esta enmienda incorpora dos mejoras informativas a la especificación de la capa TC de las G-PON, así como varias correcciones del cuerpo principal de la Recomendación. La primera mejora es el envío de paquetes o células ficticios de la OLT cuya cabida útil ha sido diseñada para controlar el patrón de unos y ceros en la línea con objeto de reducir los efectos ópticos perjudiciales. La segunda mejora es la aplicación de la AES a todo el tráfico de unidifusión descendente para evitar que un usuario interrumpa intencionadamente la PON.

2) Modificaciones de la Rec. UIT-T G.984.3

2.1) Cláusula 8.1.3.4

Sustitúyase el texto de la cláusula por el siguiente:

El campo BIP es un campo de 8 bits que contiene la paridad de entrelazado de bits de todos los bytes transmitidos desde el último BIP, exceptuando la paridad de la FEC (si la hay). El receptor contará la paridad de entrelazado de bits en todos los bytes recibidos desde el último BIP, exceptuando la paridad de la FEC (si la hay) y después de aplicar (de ser soportada) la corrección de la FEC, y comparará su resultado con el BIP transmitido con objeto de medir el número de errores en el enlace.

2.2) Cláusula 8.1.3.6.5

Añádase la frase siguiente al final de la cláusula:

Asimismo, las ONU deben tratar entradas BWmap erróneas o incorrectas de manera que se minimice la probabilidad de colisiones en el enlace ascendente de la PON. En general, ello implica la supresión de la transmisión para asignaciones dudosas.

2.3) Cláusula 8.2

Añádase el texto siguiente a la segunda frase del último párrafo de la cláusula, de modo que diga lo siguiente:

El puntero StopTime debe ser siempre mayor que el puntero StartTime asociado, siendo 2 bytes la asignación menor utilizable, para una transmisión sólo de tipo DBRu.

2.4) Cláusula 8.2.2.1

Sustitúyase el texto de la cláusula por el siguiente:

El campo BIP tiene 8 bits y contiene la paridad de entrelazado de bits (OR exclusivo) de todos los bytes transmitidos desde el último BIP (excluido el último BIP) de esta ONU, excluidos los bytes de preámbulo y delimitador, y los bytes de paridad de la FEC (si la hay). El receptor de la OLT contará la paridad de entrelazado de bits para cada ráfaga de la ONU, excluyendo la paridad de la FEC (si la hay) y tras la aplicación de la corrección de la FEC (si se soporta), y comparará su resultado con el campo BIP recibido con objeto de medir el número de errores en el enlace.

2.5) Cláusula 8.3.2

Modifíquese la frase siguiente:

En el estado captura, el receptor busca un HEC de encabezamiento GEM en todas las alineaciones (de bit y de byte).

De modo que quede como sigue:

En el estado captura, el receptor busca un HEC de encabezamiento GEM byte a byte (dado que el alineamiento de bytes ya se proporciona en el entramado GTC).

2.6) Cláusulas 9.2.3.7 y 9.2.3.14

Añádase una nota al final de ambas cláusulas:

NOTA – Se puede configurar como máximo una única conexión OMCI (ATM o GEM, pero no ambas) para cualquier ONU. Si la OLT intenta configurar una segunda conexión OMCI, deberá suponer de modo implícito que la primera conexión se ha desactivado.

2.7) Cláusula 12.2

Añádase el siguiente párrafo al final de la cláusula:

Obsérvese que el paso de procesamiento de criptación descendente se aplica antes de la FEC. Sin embargo, el cripto-contador se deriva de la trama a medida que se transmite, siguiendo activo a través de los bytes de paridad FEC. El paso de procesamiento de aleatorización se aplica al final.

2.8) Cláusula 13.2.1.1

Añádase la frase siguiente al final de la cláusula:

Obsérvese que el paso de procesamiento de codificación de la FEC se aplica antes de la aleatorización.

2.9) Cláusula 13.3.1.1

a) En el primer párrafo de la cláusula, suprimase el texto:

(transmisión original)

b) Añádase la frase siguiente al final de la cláusula:

Obsérvese que el paso de procesamiento de codificación de la FEC se aplica antes de la aleatorización.

3) Nuevo apéndice V

Añádase el apéndice siguiente:

Apéndice V

Condicionamiento del patrón de datos de línea descendente

Este apéndice describe dos métodos de control del patrón de línea descendente compatibles retroactivamente y optativos. La primera mejora es el envío de paquetes o células ficticias de la OLT cuya cabida útil ha sido diseñada para controlar el patrón de unos y ceros en la línea con objeto de reducir los efectos ópticos perjudiciales. La segunda mejora es la aplicación de la AES a todo el tráfico de unidifusión descendente para evitar que un usuario interrumpa intencionadamente la PON.

V.1 Control del patrón de reposo

El concepto básico de esta técnica consiste en que la OLT envíe paquetes o células ficticias durante periodos de poca utilización del sistema. Los paquetes ficticios se caracterizan por tener un ID de puerto o VPI que no es usado por ninguna ONU o servicio, y por una cabida útil diseñada de modo que un patrón deseado quede impreso en la señal de la línea descendente.

El tamaño de los paquetes ficticios es una opción de implementación arbitraria (por supuesto, la cabida útil de la célula ficticia será de 48 bytes). No obstante, a fin de lograr un sistema eficiente tanto en lo relativo al transporte de datos como al control del patrón, se recomienda que el tamaño de la cabida útil ficticia esté comprendido entre 48 y 64 bytes. Ello hará que la fracción de la señal de línea controlada sea superior al 90% en ausencia de datos reales, ocupando la línea no más de 0,23 microsegundos.

El ID de puerto o VPI usados para los paquetes o células ficticios es asimismo una opción de implementación arbitraria. Dado que la OLT ejerce un control total sobre el ID de puerto o el espacio de direcciones VPI, sólo depende de la OLT la elección de la 'dirección ficticia'.

Existen dos métodos de implementación descritos en este apéndice para determinar el contenido de la cabida útil de dichos paquetes o células ficticias:

- 1) escoger una cabida útil independiente de la fase de aleatorización; y
- 2) escoger una cabida útil dependiente de la fase de aleatorización.

V.1.1 Cabida útil independiente de la fase de aleatorización

Este método escoge la cabida útil del paquete o célula ficticios sin conocimiento alguno de la fase de aleatorización. La cabida útil puede ser fija o aleatoria. En el primer caso, la cabida útil deberá fijarse de modo que minimice el valor máximo de cualquiera de las líneas espectrales discretas producidas tras la aleatorización. Existen al menos dos métodos para generar cabida útil aleatoria:

- 1) usar un largo generador PN en funcionamiento libre (por ejemplo $2^{43} - 1$); o
- 2) rellenar la cabida útil con datos AES criptados.

La figura V.1 ilustra el funcionamiento de este esquema de control del patrón de reposo. La curva azul muestra el espectro resultante del OR exclusivo del patrón repetitivo de 5 bytes 0xB6AB31E055 (el encabezamiento de reposo GEM) con la secuencia del aleatorizador de 127 bits a una velocidad binaria de 2,488 Gbit/s. La curva verde muestra el espectro resultante del OR exclusivo del patrón repetitivo de 53 bytes: 0xB5AB 31EA F3C5 EEC0 5212 677E E7E0 CB22 1A12 99E0 F997 26A8 4111 ACB3 86B8 B96E 3724 6C7B 0B70 0505 95CE 5452 8103 BF00 7905 98C3 DA con la secuencia del aleatorizador de 127 bits a una velocidad binaria de 2,488 Gbit/s, produciendo una disminución de 10 dB del valor de cresta relativo al encabezamiento de reposo GEM. La curva roja muestra el espectro resultante del OR exclusivo de una cabida útil aleatoria repetitiva de 53 bytes con la secuencia del aleatorizador de 127 bytes a una velocidad

binaria de 2,488 Gbit/s, produciendo una disminución de 13,7 dB del valor de cresta relativo al encabezamiento de reposo GEM.

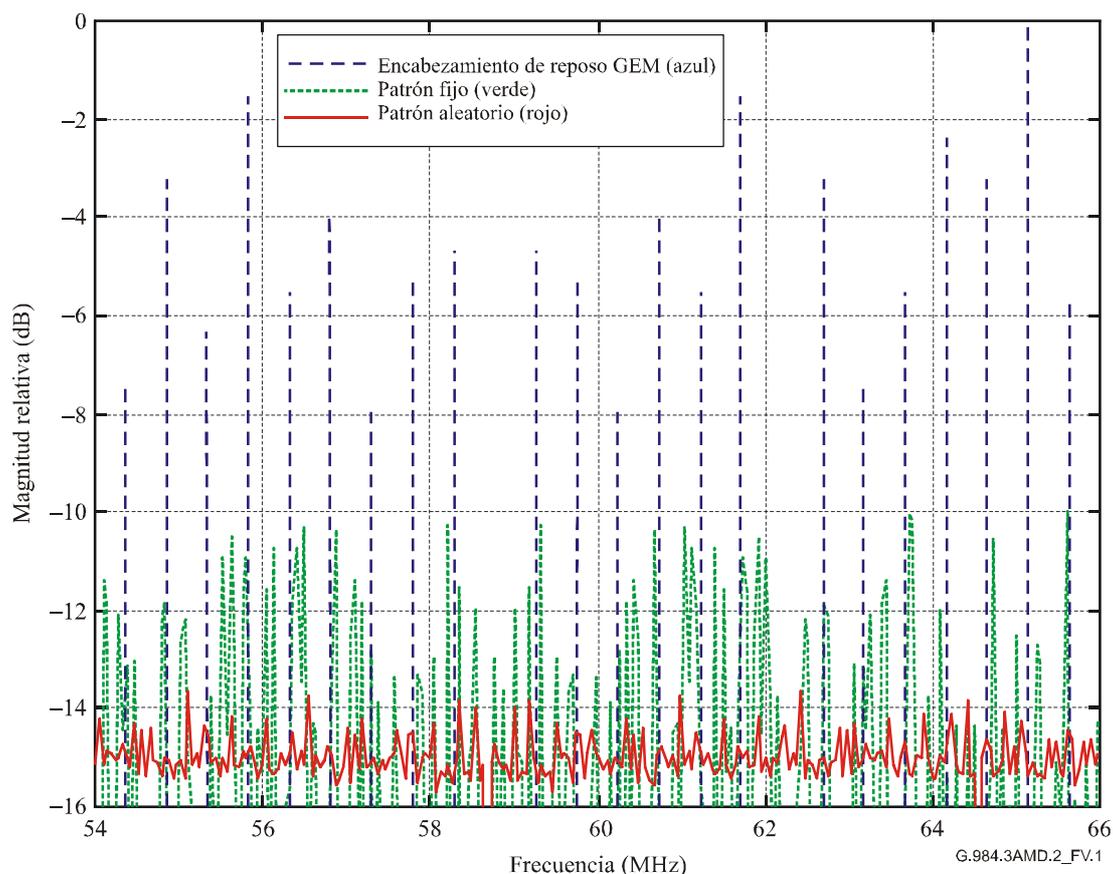


Figura V.1/G.984.3 – Espectro después de la aleatorización del encabezamiento de reposo GEM (azul), patrón fijo de 53 bytes (verde) y patrón aleatorio de 53 bytes (rojo)

V.1.2 Cabida útil dependiente de la fase del aleatorizador

En el diseño del patrón de cabida útil dependiente de la fase del aleatorizador intervienen dos aspectos. El primero es el diseño del patrón que se desea que aparezca en la línea. A tal efecto, se seleccionará un patrón deseable con características espectrales o temporales favorables. A continuación se describe un patrón deseable particular, aunque en realidad hay un número ilimitado de patrones que podrían usarse. El segundo aspecto es la gestión del aleatorizador de canal descendente. El aleatorizador realizará una operación XOR con la cabida útil (y el encabezamiento) de todas las tramas de la OLT, aleatorizando así el patrón de la línea. Para invertirlo, la OLT debe realizar una operación XOR con el patrón deseado y el patrón del aleatorizador antes de que se produzca la aleatorización de los paquetes o células ficticias. El equipo de la OLT debe asegurarse de utilizar el patrón del aleatorizador que tiene los bits exactamente alineados con el aleatorizador de la línea.

Respecto a la selección de un patrón deseable, hay varias características de la señal de línea que pueden resultar de interés. Una de ellas es la presencia de patrones repetitivos que pueden producir armónicos de frecuencia en la señal de línea. Estos armónicos pueden filtrarse dentro de otras señales (por ejemplo la superposición de vídeo) mediante dispersión de Raman estimulada (SRS, *stimulated Raman scattering*), causando así diafonía. Otra característica es el espectro global de la señal de línea. La codificación NRZ aleatorizada ordinaria produce un espectro ponderado hacia bajas frecuencias, tal y como se muestra en la figura V.2. A dichas frecuencias se asocia una diafonía de fibra no lineal mejorada.

A la vista de estas características, un patrón deseable favorable será aquel que posea una longitud repetitiva muy larga, y un espectro de frecuencia desviado hacia las altas frecuencias. Un patrón sencillo que reúna dichas propiedades es una secuencia con codificación Manchester pseudoaleatoria. El generador pseudoaleatorio puede seleccionarse de modo que tenga un polinomio primitivo de orden elevado (por ejemplo $2^{43} - 1$), estando configurado para operar a la mitad de la velocidad binaria de la señal descendente. Posteriormente, cada dígito pseudoaleatorio se codifica como un símbolo de código Manchester (01 ó 10). El patrón resultante tendrá un espectro como el mostrado en la figura V.2, ilustrado para el caso de una transmisión en sentido descendente de 2,488 Gbit/s.

Es preciso tener en cuenta que el control del patrón de reposo sólo es efectivo durante la fracción de tiempo en que el sistema G-PON en sentido descendente está en reposo. Para ilustrarlo, supóngase que el sistema opera ocupado aproximadamente al 25%, y que las cabidas útiles del paquete ficticio se crean con 48 bytes de longitud. En este caso, el patrón deseado aparece en la línea aproximadamente el 67% del tiempo. Por consiguiente, el espectro de la señal de línea será la media ponderada de los espectros aleatorizados y con codificación Manchester. La disminución media de la intensidad espectral será la mostrada en la figura V.2. En la importante región comprendida entre los 50 y los 100 MHz, la disminución es de aproximadamente 4 dB en este ejemplo. Ello producirá una mejora de 3 dB en la degradación Raman para señales de superposición en la PON. Nótese que una mayor utilización en sentido descendente producirá una mejora menor y viceversa.

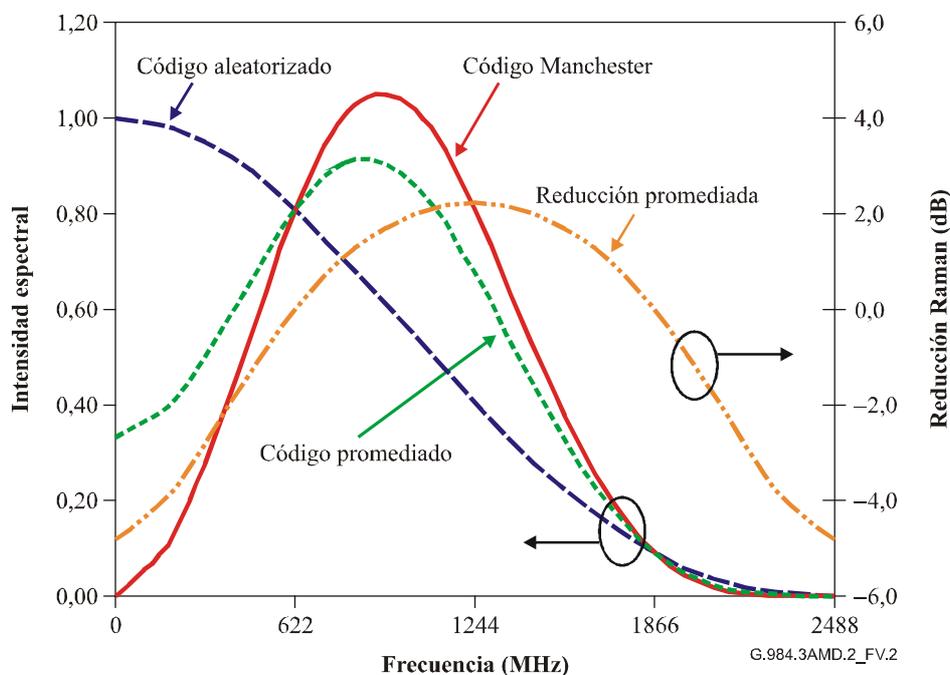


Figura V.2/G.984.3 – Espectro de patrón aleatorizado ordinario, patrón con código Manchester, el código promediado y la disminución promedio de la intensidad espectral

V.2 Interrupción intencionada de la PON

Dado que la secuencia del aleatorizador es relativamente corta (127 bits) en esta Recomendación, es posible que un usuario pueda interrumpir intencionadamente la PON descargando paquetes que contienen la secuencia del aleatorizador. Ello podría originar un número excesivo de dígitos idénticos consecutivos transmitidos, lo que posiblemente provocará que los receptores de la ONU pierdan la sincronización. Para evitarlo, se recomienda activar la AES en todas las conexiones punto a punto de la PON.

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 multimedios
Serie I	Red digital de servicios integrados
Serie J	Redes de cable y transmisión de programas radiofónicos y televisivos, y de otras señales multimedios
Serie K	Protección contra las interferencias
Serie L	Construcción, instalación y protección de los cables y otros elementos de planta exterior
Serie M	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