

Reemplazada por una versión más reciente



UNIÓN INTERNACIONAL DE TELECOMUNICACIONES

UIT-T

X.233

SECTOR DE NORMALIZACIÓN
DE LAS TELECOMUNICACIONES
DE LA UIT

(11/93)

REDES DE COMUNICACIÓN DE DATOS

**TECNOLOGÍA DE LA INFORMACIÓN –
PROTOCOLO PARA PROPORCIONAR
EL SERVICIO DE RED SIN CONEXIÓN
DE OSI: ESPECIFICACIÓN DEL PROTOCOLO**

Recomendación UIT-T X.233

Reemplazada por una versión más reciente

(Anteriormente «Recomendación del CCITT»)

Reemplazada por una versión más reciente

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. En el UIT-T, que es la entidad que establece normas mundiales (Recomendaciones) sobre las telecomunicaciones, participan unos 179 países miembros, 84 empresas de explotación de telecomunicaciones, 145 organizaciones científicas e industriales y 38 organizaciones internacionales.

Las Recomendaciones las aprueban los Miembros del UIT-T de acuerdo con el procedimiento establecido en la Resolución N.º 1 de la CMNT (Helsinki, 1993). Adicionalmente, la Conferencia Mundial de Normalización de las Telecomunicaciones (CMNT), que se celebra cada cuatro años, aprueba las Recomendaciones que para ello se le sometan y establece el programa de estudios para el periodo siguiente.

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. El texto de la Recomendación UIT-T X.233 se aprobó el 11 de noviembre de 1993. Su texto se publica también, en forma idéntica, como Norma Internacional ISO/CEI 8473-1.

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.

© UIT 1994

Es propiedad. Ninguna parte de esta publicación puede reproducirse o utilizarse, de ninguna forma o por ningún medio, sea éste electrónico o mecánico, de fotocopia o de microfilm, sin previa autorización escrita por parte de la UIT.

Reemplazada por una versión más reciente

ÍNDICE

	<i>Página</i>
1 Alcance.....	1
2 Referencias normativas.....	1
2.1 Recomendaciones Normas Internacionales idénticas	2
2.2 Recomendaciones Normas Internacionales armonizadas, de contenido técnico equivalente.....	2
2.3 Referencias adicionales	2
3 Definiciones.....	2
3.1 Definiciones del modelo de referencia	2
3.2 Definiciones de convenios de servicio	3
3.3 Definiciones de la arquitectura de capa de red.....	3
3.4 Definiciones de direccionamiento de capa de red	3
3.5 Definiciones de red de zona local.....	3
3.6 Definiciones de PICS	3
3.7 Definiciones adicionales.....	3
4 Abreviaturas	4
4.1 Unidades de datos.....	4
4.2 Unidades de datos de protocolo.....	4
4.3 Campos de unidades de datos de protocolo.....	4
4.4 Parámetros	4
4.5 Abreviaturas diversas	4
5 Visión de conjunto del protocolo.....	5
5.1 Organización interna de la capa de red.....	5
5.2 Subconjuntos del protocolo	5
5.3 Direcciones y títulos	6
5.4 Servicio proporcionado por el protocolo	6
5.5 Servicio subyacente supuesto por el protocolo	6
6 Funciones del protocolo.....	7
6.1 Función de composición de PDU	7
6.2 Función de descomposición de PDU.....	8
6.3 Función de análisis de formato de encabezamiento	8
6.4 Función de control de duración de PDU	8
6.5 Función de encaminamiento de PDU	8
6.6 Función de envío de PDU	9
6.7 Función de segmentación	9
6.8 Función de reensamblado.....	10
6.9 Función de descarte de PDU	10
6.10 Función de informe de error	11
6.11 Función de detección de error de encabezamiento de PDU	12
6.12 Función de relleno	13
6.13 Función de seguridad	13
6.14 Función de encaminamiento de origen.....	13
6.15 Función de registro de ruta.....	14
6.16 Función de mantenimiento de calidad de servicio.....	14
6.17 Función de prioridad	15
6.18 Función de notificación de congestión	15
6.19 Función de petición en eco.....	15
6.20 Función de respuesta en eco.....	16
6.21 Clasificación de funciones.....	17

Reemplazada por una versión más reciente

Página

7	Estructura y codificación de las PDU	18
7.1	Estructura	18
7.2	Parte fija	19
7.3	Parte de dirección	21
7.4	Parte de segmentación	22
7.5	Parte de opciones	22
7.6	Parte de datos	27
7.7	PDU de datos	27
7.8	Protocolo de capa de red inactivo	29
7.9	PDU de informe de error	29
7.10	PDU de petición en eco	31
7.11	PDU de respuesta en eco	31
8	Provisión del servicio subyacente	31
8.1	Puntos de asociación a subred	32
8.2	Calidad de servicio de subred	32
8.3	Datos de usuario de subred	33
8.4	Funciones de convergencia dependientes de subred	34
9	Conformidad	34
9.1	Conformidad estática	34
9.2	Conformidad dinámica	36
9.3	Formulario PICS	36
Anexo A	– Formulario de enunciado de conformidad de realización de protocolo	37
A.1	Introduction	37
A.2	Abbreviations and special symbols	37
A.3	Instructions for completing the PICS proforma	37
A.4	Identification	39
A.5	Major capabilities	40
A.6	End systems	40
A.7	Intermediate systems	46
Anexo B	– Material de apoyo técnico	51
B.1	Duración de la unidad de datos	51
B.2	Control de la duración de reensamblado	52
B.3	Poder de la función de detección de error de encabezamiento	53
Anexo C	– Algoritmos para la función de detección de error de encabezamiento de PDU	55
C.1	Símbolos utilizados en algoritmos	55
C.2	Convenios aritméticos	55
C.3	Algoritmo para generar parámetros de suma de control	55
C.4	Algoritmo para verificar los parámetros de suma de control	55
C.5	Algoritmo para ajustar el parámetro de suma de control cuando se altera un octeto	56

Reemplazada por una versión más reciente

Sumario

La presente Recomendación especifica un protocolo que se utiliza para proporcionar el servicio de red sin conexión descrito en la definición del servicio de red y asociado con pensiones de gestión. La especificación consiste en los mecanismos de protocolo y la estructura de las unidades de datos de protocolo para el intercambio de datos entre sistemas de extremo y sistemas intermedios que utilizan transferencias de datos sin conexión. El protocolo define la transferencia de datos, el informe de errores y la función de eco.

La Recomendación incluye una descripción de la correspondencia del funcionamiento del protocolo con un servicio generalizado de enlace de datos de OSI que se puede utilizar junto con subredes reales.

Introducción

La presente Recomendación forma parte de un conjunto de Recomendaciones y Normas Internacionales elaboradas para facilitar la interconexión de sistemas abiertos. El conjunto abarca los servicios y protocolos requeridos para lograr esta interconexión.

La presente Recomendación | Norma Internacional se relaciona con otras Recomendaciones y Normas Internacionales conexas por medio de las capas definidas en la Rec. X.200 del UIT-T | Norma ISO/CEI 7498-1. En particular, es un protocolo de la capa de red. El protocolo especificado por la presente Recomendación | Norma Internacional se puede utilizar entre entidades de red en sistemas de extremo, entre entidades de red en sistemas intermedios, o entre una entidad de red en un sistema de extremo y una entidad de red en un sistema intermedio. En un sistema de extremo, proporciona el servicio de red sin conexión definido en la Rec. X.213 del CCITT | Norma ISO/CEI 8348.

La interrelación de la especificación de protocolo y las definiciones del servicio conexas se ilustra en la Figura Intro.1.

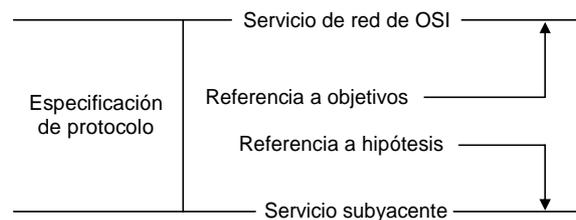


Figura Intro. 1 – Interrelación de protocolos y servicios

Con el fin de evaluar la conformidad de una realización determinada de este protocolo, es necesario tener una declaración de las capacidades y opciones del protocolo que se han aplicado. Esta declaración se denomina un enunciado de conformidad de realización de protocolo (PICS, *protocol implementation conformance statement*), que se define en la Rec. X.290 del CCITT | Norma ISO/CEI 9646-1. En el Anexo A (normativo) a la presente Recomendación | Norma Internacional se incluye un formulario PICS según el cual se puede preparar un PICS para una realización específica.

NORMA INTERNACIONAL

RECOMENDACIÓN UIT-T

**TECNOLOGÍA DE LA INFORMACIÓN – PROTOCOLO
PARA PROPORCIONAR EL SERVICIO DE RED SIN CONEXIÓN
DE OSI: ESPECIFICACIÓN DEL PROTOCOLO**

1 Alcance

La presente Recomendación | Norma Internacional especifica un protocolo que se utiliza para proporcionar el servicio de red sin conexión descrito en la Rec. X.213 del CCITT | Norma ISO/CEI 8348, y para realizar algunas funciones de gestión de la capa de red. El protocolo se basa en la provisión de un servicio en modo sin conexión subyacente por subredes y/o enlaces de datos reales. El servicio en modo sin conexión subyacente supuesto por el protocolo se puede obtener directamente, a partir de una subred real en modo sin conexión, o indirectamente, a través de una función de convergencia dependiente de subred (SNDCF) o de un protocolo de convergencia dependiente de subred (SNDCP) por una subred real en modo con conexión, según se describe en la Norma ISO/CEI 8648. La presente Recomendación | Parte de esta Norma Internacional especifica el funcionamiento del protocolo con respecto a un «servicio de subred subyacente» abstracto y uniforme. En otras Recomendaciones | Normas Internacionales se especifica la manera que se obtiene este «servicio de subred subyacente» a partir de subredes reales, tales como las que se conforman con las Normas ISO/CEI 8802 o ISO/CEI 8208. El «servicio de subred subyacente» se puede obtener a partir de subredes reales distintas a las tratadas específicamente en otras Recomendaciones | Normas Internacionales.

La presente Recomendación | Norma Internacional especifica:

- a) los procedimientos para la transmisión en modo sin conexión de datos e información de control de una entidad de red a una entidad de red par;
- b) la codificación de las unidades de datos de protocolo (PDU) utilizadas para la transmisión de datos e información de control, con un formato de encabezamiento de protocolo de longitud variable;
- c) los procedimientos para la interpretación correcta de la información de control de protocolo; y
- d) los requisitos funcionales para las realizaciones que declaran conformarse con esta Recomendación | Norma Internacional.

Los procedimientos se definen en términos de:

- a) las interacciones entre entidades de red pares a través del intercambio de unidades de datos de protocolo;
- b) las interacciones entre una entidad de red y un usuario de servicio de red a través del intercambio de primitivas de servicio de red; y
- c) las interacciones entre una entidad de red y un proveedor de servicio subyacente abstracto mediante el intercambio de primitivas de servicio.

La presente Recomendación | Norma Internacional proporciona también el formulario PICS para este protocolo, en cumplimiento de los requisitos pertinentes y de acuerdo con la orientación correspondiente que figuran en la Rec. X.290 del CCITT | Norma ISO/CEI 9646-1.

2 Referencias normativas

Las Recomendaciones y Normas Internacionales siguientes contienen disposiciones que, mediante su referencia en este texto, constituyen disposiciones de la presente Recomendación | Norma Internacional. Al efectuar esta publicación estaban en vigor las ediciones indicadas. Todas las Recomendaciones y Normas son objeto de revisiones, con lo que se preconiza que los participantes en acuerdos basados en la presente Recomendación | Norma Internacional investiguen la posibilidad de aplicar las ediciones más recientes de las Recomendaciones y Normas citadas a continuación. Los miembros de la CEI y de la ISO mantienen registros de las Normas Internacionales actualmente vigentes. La TSB mantiene una lista de las Recomendaciones del UIT-T actualmente vigentes.

2.1 Recomendaciones | Normas Internacionales idénticas

- Recomendación X.200 del UIT-T (1994) | Norma ISO/CEI 7498-1:1994, *Tecnología de la información – Interconexión de sistemas abiertos – Modelo de referencia – Modelo básico de referencia.*
- Recomendación X.210 del UIT-T (1993) | Norma ISO/CEI 10731:1993, *Tecnología de la información – Interconexión de sistemas abiertos – Convenios para la definición de servicios de OSI.*
- Recomendación X.213 del CCITT (1992) | Norma ISO/CEI 8348:1992, *Tecnología de la información – Definición del servicio de red para la interconexión de sistemas abiertos.*

2.2 Recomendaciones | Normas Internacionales armonizadas, de contenido técnico equivalente

- Recomendación X.224 del UIT-T (1993), *Protocolo para proporcionar el servicio de transporte en modo con conexión de OSI.*
Norma ISO/CEI 8073:1992, *Information technology – Telecommunications and information exchange between systems – Open Systems Interconnection – Protocol for providing the connection-mode transport service.*
- Recomendación X.290 del CCITT (1992), *Metodología y marco de las pruebas de conformidad de interconexión de sistemas abiertos de las Recomendaciones sobre los protocolos para aplicaciones del CCITT – Conceptos generales.*
Norma ISO/CEI 9646-1:1991, *Information technology – Open Systems Interconnection – Conformance testing methodology and framework – General concepts.*

2.3 Referencias adicionales

- Recomendación X.25 del UIT-T (1993), *Interfaz entre el equipo terminal de datos y el equipo de terminación del circuito de datos para equipos terminales que funcionan en el modo paquete y están conectados a redes públicas de datos por circuitos dedicados.*
- Norma ISO/CEI 8208:1990, *Information technology – Data communications – X.25 Packet Layer Protocol for Data Terminal Equipment.*
- Norma ISO/CEI 8648:1988, *Information processing systems – Open Systems Interconnection – Internal organization of the network layer.*
- Norma ISO/CEI 8802:1990, *Information processing systems – Data communications – Local area networks.*

3 Definiciones

A los efectos de la presente Recomendación | Norma Internacional, se aplican las siguientes definiciones.

3.1 Definiciones del modelo de referencia

La presente Recomendación | Norma Internacional utiliza los siguientes términos definidos en la Rec. X.200 del UIT-T | Norma ISO/CEI 7498-1:

- a) sistema de extremo;
- b) entidad de red;
- c) capa de red;
- d) protocolo de red;
- e) unidad de datos de protocolo de red;
- f) retransmisión de red
- g) servicio de red;
- h) punto de acceso al servicio de red;
- i) dirección de punto de acceso al servicio de red;
- j) encaminamiento;
- k) servicio;
- l) unidad de datos de servicio;
- m) primitiva de servicio.

3.2 Definiciones de convenios de servicio

La presente Recomendación | Norma Internacional utiliza los siguientes términos definidos en la Rec. X.210 del UIT-T | Norma ISO/CEI 10731:

- a) proveedor de servicio;
- b) usuario de servicio.

3.3 Definiciones de la arquitectura de capa de red

La presente Recomendación | Norma Internacional utiliza los siguientes términos definidos en la Norma ISO/CEI 8648:

- a) sistema intermedio;
- b) sistema de retransmisión;
- c) subred;
- d) protocolo de convergencia dependiente de subred;
- e) función de convergencia dependiente de subred;
- f) protocolo de convergencia independiente de subred;
- g) función de convergencia independiente de subred;
- h) protocolo de acceso de subred.

3.4 Definiciones de direccionamiento de capa de red

La presente Recomendación | Norma Internacional utiliza los siguientes términos definidos en la Rec. X.213 del CCITT | Norma ISO/CEI 8348:

- a) dominio de direccionamiento de red;
- b) información de dirección de protocolo de red;
- c) punto de asociación a subred.

3.5 Definiciones de red de zona local

La presente Recomendación | Norma Internacional utiliza el siguiente término definido en la Norma ISO/CEI 8802:
red de zona local

3.6 Definiciones de PICS

La presente Recomendación | Norma Internacional utiliza los siguientes términos definidos en la Rec. X.290 del CCITT | Norma ISO/CEI 9646-1:

- a) formulario PICS;
- b) enunciado de conformidad de realización de protocolo.

3.7 Definiciones adicionales

3.7.1 PDU derivada: Unidad de datos de protocolo cuyos campos son idénticos a los de una PDU inicial, salvo que transporta solamente un segmento de los datos de usuario de una petición N-DATO UNIDAD.

3.7.2 PDU inicial: Unidad de datos de protocolo que transporta todos los datos de usuario de una petición N-DATO UNIDAD.

3.7.3 asunto local: Decisión tomada por un sistema en relación con su comportamiento en la capa de red que no está prescrito ni restringido por esta Recomendación | Norma Internacional.

3.7.4 título de entidad de red: Identificador para una entidad de red que tiene la misma sintaxis abstracta que una dirección de punto de acceso al servicio de red y que se puede utilizar para identificar inequívocamente a una entidad de red en un sistema de extremo o intermedio.

3.7.5 reensamblado: Acto de regenerar una PDU inicial a partir de dos o más PDU derivadas.

3.7.6 segmento: Unidad de datos distinta que consiste en parte de los datos de usuario proporcionados en la petición N-DATO UNIDAD y entregados en la indicación N-DATO UNIDAD.

3.7.7 segmentación: Acto de generar dos o más PDU derivadas a partir de una PDU inicial o derivada. Las PDU derivadas transportan juntos todos los datos de usuario de la PDU inicial o derivada a partir de la cual han sido generadas.

4 Abreviaturas

A los efectos de esta Recomendación | Norma Internacional se utilizan las siguientes abreviaturas:

4.1 Unidades de datos

NSDU	Unidad de datos de servicio de red (<i>network service data unit</i>)
PDU	Unidad de datos de protocolo (<i>protocol data unit</i>)
SDU	Unidad de datos de servicio (<i>service data unit</i>)
SNSDU	Unidad de datos de servicio de subred (<i>subnetwork service data unit</i>)

4.2 Unidades de datos de protocolo

DT PDU	Unidad de datos de protocolo de datos (<i>data protocol data unit</i>)
ER PDU	Unidad de datos de protocolo de informe de error (<i>error report protocol data unit</i>)
ERP PDU	Unidad de datos de protocolo de respuesta en eco (<i>echo reply protocol data unit</i>)
ERQ PDU	Unidad de datos de protocolo de petición en eco (<i>echo request protocol data unit</i>)

4.3 Campos de unidades de datos de protocolo

DA	Dirección de destino (<i>destination address</i>)
DAL	Longitud de dirección de destino (<i>destination address length</i>)
DUID	Identificador de unidad de datos (<i>data unit identifier</i>)
E/R	Bandera de informe de error (<i>error report flag</i>)
LI	Indicador de longitud (<i>length indicator</i>)
LT	Duración (<i>lifetime</i>)
MS	Bandera de más segmentos (<i>more segments flag</i>)
NLPID	Identificador de protocolo de capa de red (<i>network layer protocol identifier</i>)
SA	Dirección de origen (<i>source address</i>)
SAL	Longitud de dirección de origen (<i>source address length</i>)
SL	Longitud de segmento (<i>segment length</i>)
SO	Desplazamiento de segmento (<i>segment offset</i>)
SP	Bandera de segmentación permitida (<i>segmentation permitted flag</i>)

4.4 Parámetros

DA	Dirección de destino (<i>destination address</i>)
QOS	Calidad de servicio (<i>quality of service</i>)
SA	Dirección de origen (<i>source address</i>)

4.5 Abreviaturas diversas

CLNP	Protocolo de red en modo sin conexión (es decir, el protocolo definido en la presente Recomendación Norma internacional) (<i>connectionless-mode network protocol</i>)
NPAI	Información de dirección de protocolo de red (<i>network protocol address information</i>)
NS	Servicio de red (<i>network service</i>)

NSAP	Punto de acceso al servicio de red (<i>network service access point</i>)
PICS	Enunciado de conformidad de realización de protocolo (<i>protocol implementation conformance statement</i>)
SN	Subred (<i>subnetwork</i>)
SNAcP	Protocolo de acceso a subred (<i>subnetwork access protocol</i>)
SNDCF	Función de convergencia dependiente de subred (<i>subnetwork dependent convergence function</i>)
SNDCP	Protocolo de convergencia dependiente de subred (<i>subnetwork dependent convergence protocol</i>)
SNICP	Protocolo de convergencia independiente de subred (<i>subnetwork independent convergence protocol</i>)
SNPA	Punto de asociación a subred (<i>subnetwork point of attachment</i>)

5 Visión de conjunto del protocolo

5.1 Organización interna de la capa de red

La organización arquitectural de la capa de red se describe en la Norma ISO/CEI 8648, que identifica y clasifica la manera en que las funciones pueden ser realizadas dentro de la capa de red por los protocolos de capa de red, proporcionando así un marco uniforme para describir cómo se pueden utilizar los protocolos que funcionan individual o cooperativamente en la capa de red para proporcionar el servicio de red de OSI. Este protocolo se ha diseñado para utilizarlo en el contexto del método de protocolo de funcionamiento combinado de redes para la prestación del servicio de red en modo sin conexión, definido en la Norma ISO/CEI 8648.

Este protocolo está destinado a ser utilizado en el cometido de protocolo de convergencia independiente de subred (SNICP). Un protocolo que cumple el cometido de SNICP funciona para construir el servicio de red de OSI por un conjunto definido de servicios subyacentes, que realizan funciones necesarias para sustentar la apariencia uniforme del servicio de red en modo sin conexión de OSI por un conjunto homogéneo o heterogéneo de subredes interconectadas. Este protocolo se define para acomodar la variabilidad cuando los protocolos de convergencia dependientes de subred y/o los protocolos de acceso a subred no proporcionan todas las funciones necesarias para sustentar el servicio de red en modo sin conexión por todo o parte de un trayecto desde un punto de acceso al servicio de red (NSAP) a otro.

Como se describe en la Norma ISO/CEI 8648, un protocolo en la capa de red puede cumplir diferentes cometidos en configuraciones diferentes. Aunque este protocolo se ha diseñado especialmente de modo que sea adecuado para un cometido de SNICP en el contexto del método de protocolo de funcionamiento combinado de redes para prestar el servicio de red en modo sin conexión, se puede utilizar también para realizar otros cometidos y, por tanto, se puede aplicar en el contexto de otros métodos de interconexión de subredes.

El funcionamiento de este protocolo se especifica con respecto a un «servicio de subred subyacente» que se pone a disposición mediante el funcionamiento de otros protocolos de capa de red o mediante la provisión del servicio de enlace de datos. El «servicio de subred subyacente» supuesto por este protocolo se describe en 5.5.

5.2 Subconjuntos del protocolo

Se definen dos subconjuntos del protocolo completo, que presentan las características de subred conocida de configuraciones particulares y que, por consiguiente, no son independientes de la subred.

El subconjunto de protocolo de capa de red inactivo es un subconjunto de funciones nulas, que se puede utilizar cuando se sabe que los sistemas de extremo de origen y de destino están conectados por una sola subred y cuando no se requiere ninguna de las funciones realizadas por todo el protocolo para prestar el servicio de red en modo sin conexión entre cualquier par de sistemas de extremo.

El subconjunto de protocolo sin segmentación permite simplificar el encabezamiento cuando se sabe que los sistemas de extremo de origen y de destino están conectados por subredes cuyas unidades de datos de servicio tienen un tamaño mayor o igual a un límite conocido que es suficientemente grande para que no se requiera la segmentación. Este subconjunto se selecciona poniendo a cero la bandera de segmentación permitida (véase 6.7).

5.3 Direcciones y títulos

A continuación se describen las direcciones y títulos utilizados por este protocolo.

5.3.1 Direcciones

Los parámetros de dirección de origen y de dirección de destino mencionados en 7.3 son direcciones de NSAP. La sintaxis y la semántica de una dirección de NSAP se describen en la Rec. X.213 del CCITT | Norma ISO/CEI 8348.

La codificación utilizada por este protocolo para transportar direcciones de NSAP es la «codificación preferida» especificada en la Rec. X.213 del CCITT | Norma ISO/CEI 8348. La dirección de NSAP, codificada como una cadena de octetos binarios de acuerdo con la Rec. X.213 del CCITT | Norma ISO/CEI 8348, es transmitida totalmente en los campos de dirección descritos en 7.3.

5.3.2 Títulos de entidad de red

Un título de identidad de red (NET, *network entity title*) es un identificador para una entidad de red en un sistema de extremo o sistema intermedio. Los títulos de entidad de red son asignados del mismo espacio de nombre que las direcciones NSAP y la determinación de si un nombre es una dirección de NSAP o un título de entidad de red depende del contexto en el cual se interpreta el nombre. Los valores de los parámetros de ruta de origen y anotación de ruta definidos en 7.5.4 y 7.5.5 respectivamente son títulos de entidad de red. Los valores de los parámetros de dirección de origen y dirección de destino en la PDU de informe de error definida en 7.9, en la PDU de petición en eco definida en 7.10 y en la PDU de respuesta en eco definida en 7.11, son también títulos de entidad de red.

La codificación utilizada por este protocolo para transportar títulos de entidad de red es la «codificación preferida» especificada en la Rec. X.213 del CCITT | Norma ISO/CEI 8348. El título de entidad de red, codificado como una cadena de objetos binarios de acuerdo con la Rec. X.213 del CCITT | Norma ISO/CEI 8348, es transmitido totalmente en los campos apropiados.

5.4 Servicio proporcionado por el protocolo

Este protocolo proporciona el servicio de red en modo sin conexión descrito en la Rec. X.213 del CCITT | Norma ISO/CEI 8348. La pertinente primitiva del servicio de red y sus parámetros se muestran en el Cuadro 1.

NOTA – La Rec. X.213 del CCITT | Norma ISO/CEI 8348 señala que el tamaño máximo de la unidad de datos del servicio de red sin conexión (NSDU) es 64 512 octetos.

Cuadro 1 – Primitiva de servicio de red en modo sin conexión

Primitiva	Parámetros
Petición N-DATO UNIDAD Indicación N-DATO UNIDAD	Dirección de origen NS, Dirección de destino NS, Calidad de servicio NS, Datos de usuario NS

5.5 Servicio subyacente supuesto por el protocolo

Se prevé que este protocolo sea capaz de funcionar en servicios en modo sin conexión obtenidos de una gran variedad de subredes reales y enlaces de datos. Por tanto, para simplificar la especificación del protocolo, su funcionamiento se define (en la cláusula 6) con respecto a un «servicio de subred subyacente» abstracto en vez de cualquier servicio de subred real determinado. Este servicio subyacente consiste en una sola primitiva SN-DATO UNIDAD que transporta las direcciones de punto de asociación a subred de origen y de destino, un parámetro de calidad de servicio de subred y un determinado número de octetos de datos de usuario.

La primitiva SN-DATO UNIDAD se utiliza para describir la interfaz abstracta que existe entre la máquina de protocolo CLNP y una subred real subyacente o una función de convergencia dependiente de subred que funciona por una subred real o enlace de datos real para proporcionar el servicio subyacente requerido.

La primitiva proporcionada y su parámetro se muestran en el Cuadro 2.

La prestación del «servicio de subred subyacente» por subredes y enlaces de datos reales se describe en la cláusula 8 y en otras Recomendaciones | Normas Internacionales.

Cuadro 2 – Primitiva del servicio subyacente

Primitiva	Parámetros
Peticion SN-DATO UNIDAD Indicacion SN-DATO UNIDAD	Direccion de origen SN, Direccion de destino SN, Calidad de servicio SN, Datos de usuario SN

6 Funciones del protocolo

A continuación se describen las funciones realizadas como parte del protocolo.

No todas las funciones deben ser ejecutadas por cada realización. En la subcláusula 6.21 se especifican las funciones que pueden omitirse y el comportamiento correcto cuando no se ejecutan funciones solicitadas.

6.1 Función de composición de PDU

Esta función es responsable de construir una unidad de datos de protocolo (PDU) de acuerdo con las reglas que rigen la codificación de las PDU indicadas en la cláusula 7. La información de control de protocolo (PCI, *protocol control information*) requerida se determina a partir del estado actual y la información local y de los parámetros asociados con la petición N-DATO UNIDAD.

La información de dirección de protocolo de red (NPAI) para los campos de dirección de origen y de dirección de destino del encabezamiento de la PDU se obtiene de los parámetros de dirección de origen NS y dirección de destino NS. Los parámetros de dirección de destino NS y calidad de servicio NS, junto con el estado actual y la información local, se utilizan para determinar las funciones facultativas que han de seleccionarse. Los datos de usuario pasados del usuario de servicio de red (datos de usuario NS) forman la parte de datos de la unidad de datos de protocolo.

Durante la composición de la unidad de datos de protocolo se asigna un identificador de unidad de datos (DUID) para distinguir esta petición de transmitir datos de usuario NS a un usuario de servicio de red de destino determinado, con respecto a otras peticiones. El originador de la PDU elige el DUID de modo que permanezca único (para este par de direcciones de origen y de destino) para la duración máxima de la PDU inicial en la red; esta regla se aplica para todas las PDU obtenidas de la PDU inicial como resultado de la aplicación de la función de segmentación (véase 6.7). Se considera que las PDU derivadas corresponden a la misma PDU inicial y, por tanto, a la misma petición N-DATO UNIDAD si tienen la misma dirección de origen, la misma dirección de destino y el mismo identificador de unidad de datos.

El DUID está disponible también para funciones auxiliares, tales como el informe de error (véase 6.10).

La longitud total de la PDU en octetos es determinada por el originador y colocada en el campo de longitud total del encabezamiento de la PDU. Este campo no se modifica durante la existencia de la unidad de datos de protocolo, y tiene el mismo valor en la PDU inicial y en cada una de las PDU derivadas que puedan ser creadas a partir de la PDU inicial.

Cuando se emplea el subconjunto de protocolo sin segmentación no están presentes el campo de longitud total ni el campo de identificador de unidad de datos. Las reglas que rigen la función de composición de las PDU se modifican en este caso como sigue. Durante la composición de la unidad de datos de protocolo, la longitud total de la PDU en octetos es determinada por el originador y colocada en el campo de longitud de segmento del encabezamiento de la PDU. Este campo no se modifica durante la existencia de la PDU. No se proporciona ninguna identificación de unidad de datos.

6.2 Función de descomposición de PDU

Esta función es responsable de suprimir la información de control de protocolo de la unidad de datos de protocolo. Durante este proceso la información pertinente a la generación de la indicación N-DATO UNIDAD se determina como sigue. Los parámetros de dirección de origen NS y de dirección de destino NS de la indicación N-DATO UNIDAD se recuperan de la NPAI en los campos de dirección de origen y de dirección de destino del encabezamiento de la PDU. La parte de datos de la PDU recibida se retiene hasta que se han recibido todos los segmentos de la unidad de datos de servicio original; colectivamente, éstos forman el parámetro de datos de usuario NS de la indicación N-DATO UNIDAD. La información relativa a la calidad de servicio (QOS) proporcionada durante la transmisión de la PDU se determina a partir de la calidad de servicio y otra información contenida en la parte de opciones del encabezamiento de la PDU. Esta información constituye el parámetro calidad de servicio NS de la indicación N-DATO UNIDAD.

6.3 Función de análisis de formato de encabezamiento

Esta función determina si está en uso el protocolo completo o el protocolo de capa de red inactivo, y si una PDU recibida ha alcanzado o no su destino final. Si el campo de identificador de protocolo de capa de red (NLPID) en una PDU recibida contiene un valor que identifica al protocolo definido por la presente Recomendación | Norma Internacional, no está en uso el protocolo completo ni el subconjunto sin segmentación; la función de análisis de formato de encabezamiento determina si la PDU recibida ha alcanzado o no su destino, utilizando la dirección de destino en el encabezamiento de la PDU. Si la dirección de destino proporcionada en la PDU identifica a un título de entidad de red de esta entidad de red o a un NSAP servido por esta entidad de red, la PDU ha llegado a su destino; si no, será retransmitida.

Si el campo NLPID contiene un valor que identifica al protocolo de capa de red inactivo, no se requiere continuar el análisis del encabezamiento de la PDU. La entidad de red en este caso determina que la dirección de punto de asociación a subred (SNPA) codificada como NPAI en el protocolo de subred sustentador (véase 8.1) corresponde directamente con una dirección de NSAP servida por esa entidad de red, o que se ha producido un error.

6.4 Función de control de duración de PDU

Esta función se utiliza para reforzar la duración máxima de la PDU. Determina si una PDU recibida puede ser retransmitida o si su duración asignada ha expirado, en cuyo caso será descartada.

El funcionamiento de la función de control de duración de la PDU depende del campo de duración en el encabezamiento de la PDU. Este campo contiene, en cualquier momento, la duración permanente de la PDU (representada en unidades de 500 ms). La duración de la PDU inicial es determinada por la entidad de red de origen y colocada en el campo de duración de la PDU. Si se aplica la función de segmentación a la PDU y cuando ésta se aplica, el valor del campo de duración de la PDU inicial se copia en todas las PDU derivadas correspondientes.

El valor del campo de duración de una PDU es disminuido por cada entidad de red que procesa la PDU. Cuando una entidad de red procesa una PDU, disminuye la duración de la PDU al menos por una unidad. El valor del campo de duración de la PDU será disminuido por más de una unidad si la suma de:

- a) el retardo de tránsito en el servicio subyacente del cual se recibió la PDU; y
- b) el retardo dentro del sistema que procesa la PDU

rebasan o se estima que rebasan 500 ms. En este caso, el campo de duración será disminuido por una unidad para cada 500 ms adicionales de retardo real o estimado. La determinación de retardo no tiene que ser precisa, pero cuando no puede determinarse un valor exacto, el valor utilizado será una sobrestimación y no una subestimación.

Si el campo de duración alcanza un valor de cero antes de que la PDU sea entregada a su destino, ésta será descartada. Se invocará la función de informe de error descrita en 6.10, lo que puede dar como resultado la generación de una PDU de informe de error.

Es un asunto local si la entidad de red de destino realiza o no la función de control de duración.

6.5 Función de encaminamiento de PDU

Esta función determina la entidad de red a la cual una PDU será enviada y el servicio subyacente que se debe utilizar para alcanzar dicha entidad de red, empleando el campo de dirección de destino y el campo de longitud de segmento (si está presente) o el campo de longitud total (si el campo de longitud de segmento no está presente). Cuando se requiere

segmentación, la función de encaminamiento de PDU determina además el servicio subyacente por el cual se enviarán las PDU derivadas para llegar a esa entidad de red. Los resultados de la función de encaminamiento de PDU se pasan a la función de envío de PDU (junto con la propia PDU) para procesamiento ulterior.

La selección del servicio subyacente que se utilizará para llegar al «siguiente» sistema en la ruta al destino es determinada inicialmente por el parámetro calidad de servicio NS de la petición N-DATO UNIDAD, que especifica la calidad de servicio solicitada por el usuario NS emisor. Si esta calidad de servicio ha de ser proporcionada directamente por el protocolo, mediante la selección del parámetro de mantenimiento de calidad de servicio y otros parámetros facultativos, o mediante las facilidades de calidad de servicio ofrecidas por cada uno de los servicios subyacentes, o mediante ambas, se determina antes de invocar la función retransmitir PDU. La selección de ruta por sistemas intermedios puede ser influida a continuación por los valores del parámetro de mantenimiento de calidad de servicio (si está presente) y por otros parámetros facultativos (si están presente).

6.6 Función de envío de PDU

Esta función emite una primitiva de petición SN-DATO UNIDAD (véase 5.5), que suministra la subred o SNDCF identificada por la función encaminamiento de PDU con la unidad de datos de protocolo como datos de usuario que ha de transmitirse, la información de dirección requerida por esa subred o SNDCF para identificar el «siguiente» sistema dentro del dominio de direccionamiento específico de subred (éste puede ser un sistema intermedio o el sistema de extremo de destino), y las restricciones de calidad de servicio (si las hubiere) que han de considerarse en el procesamiento de los datos usuario.

Cuando la PDU que se ha de enviar es más larga que el tamaño máximo de la unidad de datos de servicio proporcionada por el servicio subyacente, se aplica la función de segmentación (véase 6.7).

6.7 Función de segmentación

La segmentación se realiza cuando la longitud de una unidad de datos de protocolo es mayor que el tamaño máximo de la unidad de datos de servicio admitida por el servicio subyacente que se ha de utilizar para transmitir la PDU.

La segmentación consiste en componer dos o más nuevas PDU (PDU derivadas) a partir de la PDU inicial o derivada demasiado larga que debe segmentarse. Toda la información de encabezamiento de la PDU que ha de segmentarse, salvo los campos de longitud de segmento y de suma de control de la parte fija, y el campo de desplazamiento de segmento de la parte de segmentación, se duplican en cada PDU derivada, incluyendo toda la parte de dirección, el identificador de unidad de datos, la longitud total de la parte de segmentación y la parte de opciones (si está presente).

NOTA – Las reglas para el envío y segmentación garantizan que la longitud del encabezamiento es igual para todos los segmentos (PDU derivadas) de una PDU inicial, y que es igual a la longitud de encabezamiento de la PDU inicial. Por tanto, el tamaño del encabezamiento de una PDU no cambiará debido a la operación de cualquier función de protocolo.

El campo de datos usuario de la PDU que ha de segmentarse se divide y se distribuye proporcionalmente entre los campos de datos de usuario de las PDU derivadas, de manera que las PDU derivadas satisfagan los requisitos de longitud máxima del parámetro datos de usuario SN de la primitiva de petición SN-DATO UNIDAD utilizada para acceder al servicio subyacente seleccionado. El campo de datos de usuario de cada PDU derivada, salvo el de la última, contendrá un número de octetos que es un múltiplo no cero de 8. De este modo, el valor del campo de desplazamiento de segmento en cualquier PDU es cero o múltiplo no cero de 8. La segmentación no resultará en la generación de una PDU derivada que contiene menos de ocho octetos de datos de usuario.

Se identifica que las PDU derivadas son de la PDU inicial por medio del:

- a) campo de dirección de origen;
- b) campo de dirección de destino; y
- c) campo de identificador de unidad de datos.

Los siguientes campos del encabezamiento de la PDU se utilizan junto con la función de segmentación:

- a) *Desplazamiento de segmento* – Identifica al octeto en el cual comienza el segmento con respecto al comienzo de la parte de datos de la PDU inicial;
- b) *Longitud de segmento* – Especifica el número de octetos en la PDU derivada, incluidos el encabezamiento y los datos;
- c) *Bandera de más segmentos* – Se pone a uno si esta PDU derivada no contiene el octeto final de los datos de usuario de la PDU inicial como su octeto final de datos de usuario; y
- d) *Longitud total* – Especifica el número de octetos en la PDU inicial, incluidos el encabezamiento y los datos.

Las PDU derivadas pueden segmentarse ulteriormente sin restringir el encaminamiento de cada PDU derivada.

La bandera de segmentación permitida se pone a uno para indicar que se permite la segmentación. Si la PDU inicial no ha de segmentarse en ningún punto durante su existencia, la entidad de red de origen pone la bandera a cero. La fijación de la bandera de segmentación permitida no puede ser cambiada por cualquier otra entidad de red mientras dura la PDU inicial y cualesquiera PDU derivadas.

6.8 Función de reensamblado

La función de reensamblado reconstruye la PDU inicial a partir de las PDU derivadas generadas por la función de segmentación de la PDU inicial (y, recursivamente, en las siguientes PDU derivadas).

Se proporciona un límite de tiempo durante el cual los segmentos (PDU derivadas) de una PDU inicial pueden mantenerse en un punto de reensamblado antes de ser descartadas, de modo que los recursos de reensamblado puedan liberarse cuando ya no se espera que lleguen segmentos faltantes de la PDU inicial al punto de reensamblado. Al recibir una PDU derivada, se arrancará un temporizador de reensamblado con un valor que indica el periodo de tiempo que transcurrirá antes de que se suponga que se han perdido cualesquiera segmentos no recibidos (faltantes) de la PDU inicial. Cuando este temporizador expira, se descartarán todos los segmentos (PDU derivadas) de la PDU inicial mantenidos en el punto de reensamblado, pueden liberarse los recursos asignados a estos segmentos y, si se selecciona, se generará un informe de error (véase 6.10).

Si bien la relación exacta entre la duración del reensamblado y la duración de una PDU es un asunto local, la función de reensamblado preservará la duración prevista de la PDU. En consecuencia, la función de reensamblado descartará las PDU cuya duración además de haber expirado no hayan estado bajo el control de la función de reensamblado; es decir, la duración de reensamblado para una PDU dada será inferior a la duración de la PDU en todas las PDU derivadas mantenidas en el punto de reensamblado.

NOTAS

- 1 Los métodos para limitar la duración del reensamblado se examinan en el Anexo B.
- 2 Las funciones de segmentación y de reensamblado están destinadas a ser utilizadas de manera que generen el menor número de segmentos posible en cada punto de segmentación y que el reensamblado se efectúe en el destino final de la PDU. Sin embargo, no se excluyen otros esquemas que:
 - a) interactúen con el algoritmo de encaminamiento para favorecer trayectos en los cuales se generan menos segmentos; o
 - b) generen más segmentos que los requeridos absolutamente para evitar segmentación adicional en cualquier punto subsiguiente.

Se puede disponer de la información necesaria para permitir la utilización de una de estas estrategias alternativas mediante la aplicación de una función de gestión de capa de red o por otros medios.

- 3 El originador de la PDU inicial determina el valor de la bandera de segmentación permitida en la PDU inicial y en todas las PDU derivadas (si las hubiere). Un sistema intermedio no puede cambiar este valor en la PDU inicial ni en cualquier PDU derivada de ésta y, por tanto, no puede añadir ni suprimir la parte de segmentación del encabezamiento.

6.9 Función de descarte de PDU

Esta función realiza todas las acciones necesarias para liberar los recursos reservados por la entidad de red cuando se encuentra cualquiera de las situaciones siguientes:

NOTA 1 – La siguiente lista no es exhaustiva.

- a) Se ha producido una violación del procedimiento de protocolo.
- b) Se recibe una PDU cuya suma de control no concuerda con su contenido.
- c) Se recibe una PDU, pero debido a congestión local no puede ser procesada.
- d) Se recibe una PDU cuyo encabezamiento no puede ser analizado.
- e) Se recibe una PDU que no puede ser segmentada ni enviada porque su longitud rebasa el tamaño máximo de la unidad de datos de servicio admitida por cualquier servicio subyacente disponible para la transmisión de la PDU a la siguiente entidad de red en la ruta elegida.
- f) Se recibe una PDU cuya dirección de destino es inalcanzable o desconocida.
- g) Se ha especificado un encaminamiento de origen incorrecto o inválido. Esto puede incluir un error de sintaxis en el campo de encaminamiento de origen, un título de entidad de red desconocido o inalcanzable en el campo de encaminamiento de origen, o un trayecto que no es aceptable por otros motivos.

- h) Se recibe una PDU cuya duración ha expirado o expirará durante el reensamblado.
- i) Se recibe una PDU que contiene una opción no admitida correspondiente a una función de tipo 2 (véase 6.21).

NOTA 2 – En general, no siempre es posible determinar si una dirección NSAP de destino no es válida (es decir, no cumple la Rec. X.203 del CCITT | Norma ISO/CEI 8348), no es procesable (porque no hay una anotación para esa dirección en el cuadro de encaminamiento) o está codificada incorrectamente (como NPAI). Por consiguiente, con respecto a la generación de una PDU de informe de error, la situación descrita en f) puede distinguirse o no con respecto a la situación descrita en d), y el «motivo de descarte» (véanse 6.10 y el Cuadro 8) puede ser «error de sintaxis de encabezamiento» o «dirección de destino desconocida».

6.10 Función de informe de error

6.10.1 Generalidades

Esta función trata de devolver una PDU de informe de error a la entidad de red de origen cuando se descarta una unidad de datos de protocolo originada por dicha entidad de red de acuerdo con 6.9.

La PDU de informe de error identifica a la PDU descartada, especifica el tipo de error detectado e identifica el lugar en el encabezamiento de la PDU descartada en el cual se detectó el error. Al menos todo el encabezamiento de la PDU descartada y, a discreción del originador de la PDU de informe de error, ninguna, toda, o parte de la parte de datos de la PDU descartada se colocan en la parte de datos de la PDU de informe de error.

El originador de una PDU controla la generación subsiguiente de las PDU de informe de error que se refieren a ésta. La bandera de informe de error (E/R) en la PDU original es fijada por la entidad de red de origen para indicar que ha de generarse una PDU de informe de error si se descarta la PDU inicial o cualesquiera PDU derivadas; si la bandera no está fijada, no se generan informes de error.

NOTAS

1 La supresión de las PDU de informe de error es controlada por la entidad de red de origen y no por el usuario NS. El originador debe tener cuidado con respecto a la supresión de las PDU de error (ER PDU) de modo que no se suprima el informe de error para cada PDU generada.

2 El hecho de no recibir una PDU de informe de error no entraña la entrega correcta de una PDU emitida por una entidad de red de origen.

6.10.2 Requisitos

No se generará una PDU de informe de error para informar el descarte de una PDU de informe de error.

No se generará una PDU de informe de error para informar el descarte de una PDU a menos que esa PDU tenga fijada la bandera de informe de error para permitir informes de error.

Si se descarta una PDU, y la bandera de informe de error en la PDU descartada está fijada para permitir informes de error, se generará una PDU de informe de error si el motivo para el descarte es uno de los enumerados en 6.9, sujeto a las condiciones descritas en 6.10.4. Si por cualquier otra razón se descarta una PDU que tiene la bandera fijada para permitir informes de error, puede generarse una ER PDU (como una opción de la realización).

Los informes de error pueden suprimirse cuando es incierta la validez de la información en la PDU que originó la condición de error. Estas circunstancias incluyen las descritas en los apartados b), c) y d) de 6.9, aunque no están limitadas a ellas.

6.10.3 Procesamiento de informes de error

Una PDU de informe de error se compone de la información contenida en el encabezamiento de la PDU descartada a la cual se refiere el informe de error. El contenido del campo de dirección de origen de la PDU descartada se utiliza como la dirección de destino de la PDU de informe de error. Este valor, que en el contexto de la PDU descartada se utilizó como una dirección NSAP, se utiliza en el contexto de la PDU de informe de error como el título de entidad de red que originó la PDU descartada. El título de entidad de red del originador de la PDU de informe de error se transmite en el campo de dirección de origen del encabezamiento de la PDU de informe de error. El valor del campo de duración se determina de acuerdo con 6.4. Se seleccionan parámetros facultativos de acuerdo con 6.10.4.

No se permite la segmentación de las PDU de informe de error; por tanto, no está presente ninguna parte de segmentación. La longitud total de la ER PDU en octetos se coloca en el campo de longitud de segmento del encabezamiento de la ER PDU. Este campo no se modifica mientras dura la ER PDU. Si el originador de la ER PDU determina que el tamaño de la misma rebasa el tamaño máximo de la unidad de datos del servicio subyacente, esta ER PDU será truncada

al tamaño máximo de la unidad de datos de servicio (véase 8.3) y enviada sin ningún otro cambio. Las PDU de informe de error son encaminadas y enviadas por entidades de red de sistemas intermedios de la misma manera que las PDU de datos.

NOTA – El requisito indicado en 8.3 de que el servicio subyacente supuesto por el protocolo será capaz de admitir un tamaño de unidad de datos de servicio de 512 octetos garantiza que por lo menos todo el encabezamiento de la PDU descartada puede transportarse en la parte de datos de una ER PDU.

Cuando una ER PDU se descompone al llegar a su destino, la información que puede utilizarse para interpretar y ejecutar el informe de error se obtiene como sigue: el título de entidad de red recuperado de la NPAI en el campo de dirección de origen del encabezamiento de la ER PDU se utiliza para identificar la entidad de red que generó el informe de error. El motivo de generar el informe de error se extrae de la parte de opciones del encabezamiento de la PDU. Todo el encabezamiento de la PDU descartada y parte o todos los datos de usuario originales (si están presentes) se extraen de la parte de datos de la ER PDU para facilitar la determinación de la naturaleza del error.

6.10.4 Relación de las opciones de PDU descartadas con los informes de error

La generación de un informe de error es afectada por opciones que están presentes en la PDU descartada correspondiente. La presencia de opciones en la PDU descartada que no son admitidas por el sistema que ha descartado esa PDU pueden provocar la supresión de un informe de error, incluso si la PDU descartada indicaba que debe generarse un informe de error en caso de descarte.

El procesamiento de un informe de error es afectado también por las opciones que están presentes en la PDU descartada correspondiente. En particular, las opciones seleccionadas en la PDU descartada afectan a las opciones que se incluyen en la PDU de informe de error correspondiente. La selección de opciones para una PDU de informe de error está regida por los requisitos siguientes:

- a) Si se selecciona opción de prioridad, de mantenimiento de calidad de servicio, o de seguridad en la PDU descartada, y el sistema que genera la PDU de informe de error admite la opción, la PDU de informe de error especificará la misma opción, utilizando el valor especificado en la PDU descartada.
- b) Si el sistema que genera la PDU de informe de error no admite la opción de seguridad, no se generará un informe de error para una PDU descartada que seleccionó la opción de seguridad.
- c) Si se selecciona la opción de ruta de origen completa en la PDU descartada, y el sistema que genera la PDU de informe de error admite la opción, la PDU de informe de error especificará la opción de ruta de origen completa. El valor del parámetro de ruta de origen se obtiene extrayendo de la PDU descartada la porción de la lista de rutas de origen completa que ya ha sido procesada e invirtiendo el orden de los títulos de entidad de red que comprenden esa porción de la lista.
- d) Si el sistema que genera la PDU de informe de error no admite la opción de rutas de origen completa, no se generará una PDU de informe de error para una PDU descartada que selecciona la opción de ruta de origen completa.
- e) Las opciones de relleno, de ruta de origen parcial y de ruta de registro, si se admiten, se pueden especificar en la PDU de informe de error.

NOTA – Los valores de los parámetros facultativos indicados en el apartado e) anterior pueden obtenerse como un asunto local, o pueden basarse en los valores correspondientes en la PDU descartada.

6.11 Función de detección de error de encabezamiento de PDU

La función de detección de error de encabezamiento de la PDU protege contra el fallo de entidades de red del sistema intermedio o de extremo debido al procesamiento de información errónea en el encabezamiento de la PDU. La función es realizada por una suma de control calculada en el encabezamiento de toda la PDU. La suma de control es verificada en cada punto en que se procesa el encabezamiento de la PDU. Si falla el cálculo de la suma de control, la PDU será descartada. Si los campos de encabezamiento de la PDU son modificados (por ejemplo, debido a la operación de la función de duración), la suma de control será modificada de modo que permanezca válida.

La utilización de la función de detección de error de encabezamiento es facultativa y es seleccionada por la entidad de red de origen. Si no se utiliza la función, el campo de suma de control del encabezamiento de la PDU se pondrá a cero.

Si la función es seleccionada por la entidad de red de origen, el valor del campo de suma de control se calcula de modo que se satisfagan las siguientes fórmulas:

$$\sum_{i=1}^L a_i \pmod{255} = 0$$

$$\sum_{i=1}^L (L - i + 1) a_i \pmod{255} = 0$$

donde L es el número de octetos en el encabezamiento de la PDU y a_i es el valor del octeto en la posición i . Se considera que el primer octeto del encabezamiento de la PDU ocupa la posición $i = 1$.

Cuando se utiliza la función, ningún octeto del campo de control de suma puede ponerse a cero.

Con el fin de asegurar que la función de detección de error de encabezamiento de PDU puede aún detectar la modificación inadvertida de un encabezamiento mientras una PDU está siendo procesada por un sistema intermedio (por ejemplo, debido a un fallo de la memoria), una entidad de red de un sistema intermedio no recalculará la suma de control para todo el encabezamiento, incluso si se modifican los campos.

NOTA – El Anexo C contiene descripciones de algoritmos que se pueden utilizar para calcular el valor correcto del campo de suma de control cuando se crea la PDU, y para actualizar el valor del campo de suma de control cuando se modifica el encabezamiento.

6.12 Función de relleno

La función de relleno se proporciona para poder reservar espacio en el encabezamiento de la PDU que no se utiliza para sustentar cualquier otra función. Se mantendrá la alineación de octetos.

NOTA – Un ejemplo de la utilización de esta función es hacer que la parte de datos de una PDU comience en una frontera conveniente, como una frontera de palabra de computador.

6.13 Función de seguridad

La función de seguridad proporciona servicios de protección (por ejemplo, autenticación de origen de datos, confidencialidad de datos e integridad de datos de una sola NSDU en modo sin conexión).

La función de seguridad se relaciona con la protección con respecto al parámetro de calidad de servicio de acceso no autorizado descrito en la Rec. X.213 del CCITT | Norma ISO/CEI 8348. La función se ejecuta mediante la selección del parámetro de seguridad en la parte de opciones del encabezamiento de la PDU.

Esta Recomendación | Norma Internacional no especifica la manera en que se prestan los servicios de protección; sólo prevé la codificación de la información de seguridad en el encabezamiento de la PDU. Para facilitar la interoperación entre sistemas de extremo y sistemas intermedios evitando diferentes interpretaciones de la misma codificación, en 7.5.3 se describe un medio para distinguir las codificaciones de seguridad definidas por el usuario con respecto a las codificaciones de seguridad normalizadas.

NOTA – Como una consideración relacionada con la realización, la autenticación del origen de los datos se puede proporcionar mediante el uso de una suma de control generada o cifrada criptográficamente (distinta del mecanismo de detección de errores del encabezamiento de la PDU); la confidencialidad de datos y la integridad de datos se puede proporcionar mediante mecanismos de control de encaminamiento.

6.14 Función de encaminamiento de origen

La función de encaminamiento de origen permite a una entidad de red especificar el trayecto que tomará una PDU generada. El encaminamiento de origen puede ser seleccionado solamente por el originador de una PDU y se realiza utilizando una lista de títulos de entidad de red mantenidos en un parámetro dentro de la parte de opciones del encabezamiento de la PDU. La longitud de este parámetro es determinada por la entidad de red de origen y no cambia durante la existencia de la PDU. Sólo se incluirán en la lista los títulos de las entidades de red del sistema intermedio; no se incluirán los títulos de las entidades de red de origen y de destino de la PDU.

Se utilizará un indicador que identifica la siguiente anotación en la lista y que está asociado con la lista de títulos de entidad de red; este indicador es anticipado por el receptor de una PDU cuando el siguiente título de la lista concuerda con el suyo. El indicador es actualizado según la PDU es enviada para identificar la siguiente anotación apropiada en cada punto a lo largo de la ruta.

Se proporcionan dos formas de función de encaminamiento de origen. La primera se relaciona con un encaminamiento de origen completo y requiere que se tome el trayecto especificado, es decir, solamente los sistemas identificados en la lista pueden ser visitados por la PDU mientras está *en ruta* al destino, y cada sistema será visitado en el orden especificado. Si no puede tomarse el trayecto especificado, se descartará la PDU. En la subcláusula 6.10 se describen las circunstancias en las cuales se intentará informar al originador de la PDU el descarte utilizando la función de informe de error.

La segunda forma se relaciona con un encaminamiento de origen parcial. Al igual que en el caso del encaminamiento de origen completo, cada sistema identificado en la lista será visitado en el orden especificado *en la ruta* al destino. Sin embargo, con esta forma de encaminamiento de origen, la PDU puede tomar cualquier trayecto necesario para llegar al siguiente sistema intermedio en la lista, lo que puede incluir la visita de sistemas intermedios que no están identificados en la lista. La PDU no será descartada (por razones relacionadas con el encaminamiento de origen) a menos que no pueda llegarse a uno de los sistemas especificados por ninguna ruta disponible.

6.15 Función de registro de ruta

La función de registro de ruta anota el trayecto tomado por una PDU que atraviesa una serie de sistemas intermedios. Una ruta registrada consiste en una lista de títulos de entidades de red mantenidos en un parámetro dentro de la parte de opciones del encabezamiento de la PDU. La longitud de este parámetro es determinada por la entidad de red de origen y no cambia durante la existencia de la PDU.

La lista se construye a medida que la PDU es enviada por un trayecto hacia su destino. Sólo se incluirán en la ruta registrada los títulos de las entidades de red de sistemas intermedios. El título de entidad de red del originador de la PDU no se registrará en la lista.

Cuando una entidad de red de sistema intermedio procesa una PDU que contiene el parámetro de registro de ruta, la entidad de red añade su propio título de entidad de red al final de la lista de títulos de entidad de red registrados. Se mantiene un indicador para identificar el siguiente octeto disponible que ha de utilizarse para el registro de ruta. Este indicador es actualizado según se añaden anotaciones a la lista como sigue. La longitud de la anotación que ha de añadirse a la lista se agrega al valor del siguiente indicador de octeto disponible, y esta suma se compara con la longitud del parámetro de registro de ruta. Si la adición de la anotación a la lista excediese del tamaño del parámetro, el siguiente indicador de octeto disponible se fija para indicar que el registro de ruta se ha terminado. El título de entidad de red no se añade a la lista. La PDU puede ser enviada aún a su destino final, sin otra adición de títulos de entidad de red.

Si la adición de la anotación no rebasa el tamaño del parámetro de registro de rutas, el siguiente indicador de octeto disponible se actualiza con el nuevo valor, y se añade el título de entidad de red al final de la lista.

Se proporcionan dos formas de la función de registro de ruta. La primera se denomina registro de ruta completo. Requiere que la lista de títulos de entidad de red sea un registro completo y exacto de todos los sistemas intermedios visitados por la PDU (incluidas las PDU derivadas), salvo cuando una escasez de espacio en el campo de opción de registro de ruta produce la terminación del registro de ruta, como se describe anteriormente. Cuando se selecciona el registro de ruta completo, el reensamblado de la PDU puede realizarse en sistemas intermedios solamente cuando todas las PDU derivadas que son reensambladas tomaron la misma ruta.

La segunda forma se denomina registro de ruta parcial. Requiere también un registro de los sistemas intermedios visitados por la PDU. Cuando se selecciona el registro de ruta parcial puede efectuarse el reensamblado de las PDU en sistemas intermedios, hayan tomado o no la misma ruta todas las PDU derivadas que son reensambladas; la ruta anotada en cualquiera de las PDU derivadas puede colocarse en la PDU resultante del reensamblado.

NOTA – Se prevé utilizar la función de registro de ruta en el diagnóstico de problemas de subred y/o para proporcionar un trayecto de retorno que podrá utilizarse como una ruta de origen en una PDU subsiguiente.

6.16 Función de mantenimiento de calidad de servicio

La función de mantenimiento de calidad de servicio proporciona información a las entidades de red en sistemas intermedios que puede ser utilizada para tomar decisiones relativas al encaminamiento cuando estas decisiones afectan a la calidad de servicio global proporcionada a los usuarios NS. Esta información es transportada a entidades de red de sistemas intermedios en un parámetro en la parte de opciones del encabezamiento de la PDU.

En los casos en que no puede mantenerse la calidad de servicio solicitada, las entidades de red de sistemas intermedios tratarán de entregar la PDU con una calidad de servicio diferente de la solicitada. Las entidades de red de sistemas intermedios pueden, pero no tienen que, proporcionar una notificación de fallo para satisfacer la calidad de servicio solicitada.

6.17 Función de prioridad

La función de prioridad permite procesar una PDU preferentemente con respecto a otras PDU. La función se ejecuta a través de la selección de un parámetro en la parte de opciones del encabezamiento de la PDU.

El valor de prioridad más bajo es cero; los valores numéricamente mayores significan sucesivamente prioridad más alta. La función de prioridad proporciona un medio para que los recursos de entidades de red de sistema de extremo e intermedios, tales como las colas de transmisión de salida y la memoria tampón, se puedan utilizar preferentemente para procesar las PDU de prioridad más alta antes que las PDU de prioridad más baja. La acción específica realizada por una entidad de red para sustentar la función de prioridad es un asunto local.

6.18 Función de notificación de congestión

Para que los usuarios NS puedan ejecutar las acciones apropiadas cuando se produce congestión dentro del proveedor NS, los sistemas intermedios pueden informar a la entidad de red de destino sobre la congestión mediante la utilización de una bandera en el parámetro de mantenimiento de calidad de servicio en la parte de opción del encabezamiento de la PDU. El valor de esta bandera es puesto inicialmente a cero (0) por el originador de la PDU y puede ser puesto a uno (1) por cualquier sistema intermedio que procesa la PDU para indicar que hay congestión. Los criterios para determinar cuándo se realiza esta acción son un asunto local.

NOTA – La congestión corresponde típicamente a la indisponibilidad de espacio en la memoria tampón para mantener colas de salida. Una política apropiada para indicar la congestión puede basarse en el tamaño de la cola de salida seleccionada para una PDU (de acuerdo con su dirección de destino u otra información de encaminamiento). Cuando el tamaño de una cola de salida rebasa una determinada proporción del tamaño máximo de esa cola, un sistema intermedio puede comenzar a descartar las PDU. El sistema intermedio puede fijar la bandera de congestión existente en la próxima PDU que se ha de enviar y puede continuar haciéndolo así hasta que disminuya la congestión.

6.19 Función de petición en eco

Esta función es invocada por la gestión de la capa de red para obtener información sobre el estado dinámico de la capa de red con respecto a (a) la alcanzabilidad de entidades de red específicas; y (b) las características del trayecto o trayectos que pueden ser creados entre entidades de red mediante la ejecución de funciones de encaminamiento de capa de red.

Cuando se invoca, la función de petición en eco crea una PDU de petición en eco (ERQ PDU). La ERQ PDU será construida y procesada por entidades de red en sistemas de extremo e intermedios exactamente de la misma manera que la PDU de datos, con las excepciones siguientes:

- a) Como la función de petición en eco es invocada por la gestión de capa de red, en vez de por una petición N-DATO UNIDAD, la información disponible para la función de composición de la PDU (véase 6.1) consiste en el estado actual, la información local e información suministrada por la gestión de capa de red; las referencias indicadas en 6.1 a la información obtenida de parámetros de la petición N-DATO UNIDAD no se aplican a la composición de una ERQ PDU.
- b) Los campos de dirección de origen y de destino de la ERQ PDU contendrán, respectivamente, un título de entidad de red de la entidad de red de origen y un título de entidad de red de la entidad de red de destino (ambos pueden estar en un sistema de extremo o en un sistema intermedio).

NOTA 1 – Un título de entidad de red no puede distinguirse sintácticamente de una dirección NSAP. La información adicional en una dirección NSAP, si la hubiere, además de la que está presente en un título de entidad de red, sólo es pertinente para la operación de la función de descomposición de PDU en un sistema de extremo de destino y, por tanto, no se necesita para el procesamiento de una ERQ PDU (a partir de la cual no se ha producido ninguna indicación N-DATO UNIDAD). El hecho de que los campos de dirección de origen y de destino de una ERQ PDU contienen títulos de entidad de red en vez de direcciones NSAP no afecta, por consiguiente, al procesamiento de una ERQ PDU por cualquier entidad de red.

- c) Cuando una ERQ PDU ha llegado a su destino, determinado por la función de análisis de formato de encabezamiento, se invocará la función de respuesta en eco (véase 6.20) en vez de la función de descomposición de PDU. Si esto conlleva o no una interacción con la gestión de función de red es un asunto local.

NOTA 2 – Como la función de respuesta en eco es una función tipo 2 (véase 6.21), la entidad de red de destino puede o no ejecutar la función de respuesta en eco al recibir la ERQ PDU. Por consiguiente, la gestión de capa de red debe considerar, cuando se invoca la función de petición en eco, que si no se recibe una PDU de respuesta en eco correspondiente esto puede deberse a que la función de respuesta en eco no es admitida por la entidad de red de destino.

- d) La longitud máxima de la ERQ PDU es igual a la longitud máxima de la PDU de respuesta en eco menos la longitud máxima del encabezamiento de la PDU de respuesta en eco. Esto asegura que toda la ERQ PDU puede estar contenida dentro del campo de datos de la PDU de respuesta en eco (véase 6.20).
- e) Como un asunto local, la parte de datos de la ERQ PDU puede contener ninguno o más octetos con cualesquiera valores [sujetos a la longitud máxima global de la ERQ PDU especificada en d)]. Si el primer octeto de la parte de datos contiene el valor binario 1000 0001 (el NLPID para este protocolo), los primeros n octetos de la parte de datos (donde n es el valor del segundo octeto de la parte de datos) contendrán un encabezamiento completo de la PDU de respuesta en eco, en el cual cada campo en la parte fija y en la parte de dirección, salvo los campos de longitud de segmento y de suma de control, contendrá un valor válido. La bandera de más segmentos tendrá el valor cero. Sólo si la bandera de segmentación permitida se pone a 1, la parte de segmentación estará presente. La parte de opciones, si está presente, puede contener una de las opciones descritas en 7.5.

NOTA 3 – Este encabezamiento de la PDU de respuesta en eco, si está presente en la parte de datos de la ERQ PDU, puede, pero no tiene que, ser utilizado total o parcialmente por la entidad de red de destino para componer una PDU de respuesta en eco [véase 6.20 d)]. Si esta información *no* está presente en la parte de datos de la ERQ PDU, puede no ser posible que la función de respuesta en eco de la entidad de red de destino seleccione un valor apropiado para el campo de duración de la PDU de respuesta en eco.

6.20 Función de respuesta en eco

Esta función es realizada por una entidad de red cuando ha recibido una ERQ PDU que ha llegado a su destino, según lo determinado por la función de análisis de formato de encabezamiento; es decir, una ERQ PDU que contiene en su campo de dirección de destino, un título de entidad de red que identifica a la entidad de red.

Cuando se invoca, la función de respuesta en eco crea una PDU de respuesta en eco (ERP PDU). La ERP PDU será construida y procesada por entidades de red en sistemas de extremo e intermedios exactamente de la misma manera que la PDU de datos, con las siguientes excepciones:

- a) Como la función de respuesta en eco no es invocada por una petición N-DATO UNIDAD, la información disponible para la función de composición de PDU consiste en el estado actual, la información local y la información contenida en la ERQ PDU correspondiente; las referencias en 6.1 a la información obtenida de parámetros de la petición N-DATO UNIDAD no se aplican a la composición de una ERP PDU.
- b) El campo de dirección de origen de la ERP PDU contendrá el valor del campo de dirección de destino de la ERQ PDU correspondiente. El campo de dirección de destino de la ERP PDU contendrá el valor del campo de dirección de origen de la ERQ PDU correspondiente.

NOTA – La observación hecha en la Nota 1 a 6.19 se aplica también a la ERP PDU.

- c) La ERQ PDU completa se colocará en la parte de datos de la ERP PDU. La parte de datos de la ERP PDU contendrá *solamente* la ERQ PDU correspondiente.
- d) Si la parte de datos de la ERQ PDU contiene un encabezamiento de ERP PDU [véase 6.19 e)], la función de composición de PDU puede, pero no tiene que, utilizar parte o toda la información contenida en la misma para seleccionar valores para los campos de encabezamiento de la ERP PDU. Sin embargo, en este caso el valor del campo de duración contenido en el encabezamiento de la ERP PDU en la parte de datos de la ERQ PDU se utilizará como el valor del campo de duración de la ERP PDU. Los valores de los campos de longitud de segmento y de suma de control serán calculados por la entidad de red sin tener en cuenta el contenido de esos campos en el encabezamiento de la ERP PDU en la parte de datos de la ERQ PDU.
- e) La parte de opciones de la ERP PDU puede contener alguna (o ninguna) de las opciones descritas en 7.5. Los valores para estas opciones, si están presentes, son determinados por la entidad de red como un asunto local. Pueden, pero no tienen que, ser idénticos a o derivados de las opciones correspondientes en el encabezamiento de la ERQ PDU y/o de la ERP PDU contenido en la parte de datos de la ERQ PDU (si está presente). La opción de encaminamiento de origen en la ERP PDU no será idéntica a (ni se copiará de) la opción de encaminamiento de origen en el encabezamiento de la ERQ PDU. Si la opción de registro de ruta en la ERP PDU es idéntica a (o se copia de) la opción de registro de ruta en el encabezamiento de la ERQ PDU, el segundo octeto del campo de valor de parámetro se pondrá al valor 3.

- f) Si la entidad de red de destino ejecuta o no la función de control de duración en una ERQ PDU antes de ejecutar la función de respuesta en eco, es un asunto local. La entidad de red de destino tomará la misma decisión a este respecto que tomaría, como un asunto local, para una PDU de datos de acuerdo con 6.4.

6.21 Clasificación de funciones

Las realizaciones conformes a esta Recomendación | Norma Internacional no tienen que admitir todas las funciones descritas en 6.1 a 6.20. Las funciones se dividen en tres categorías:

Tipo 1 – Estas funciones serán admitidas.

Tipo 2 – Estas funciones pueden o no ser admitidas. Si una realización no admite una función de tipo 2 y la función es seleccionada en una PDU, se descartará esa PDU y se generará y enviará una PDU de informe de error a la entidad de red de origen, a condición de que la bandera de informe de error esté fijada y se satisfagan las condiciones indicadas en 6.10.4.

Tipo 3 – Estas funciones pueden o no ser admitidas. Si una realización no admite una función de tipo 3 y la función es seleccionada en una PDU, la función no se ejecuta y la PDU es procesada exactamente como si la función no hubiese sido seleccionada. La PDU no será descartada por este motivo.

En el Cuadro 3 se muestra la división de funciones en estas tres categorías.

Cuadro 3 – Clasificación de funciones de protocolo

Función	Protocolo completo	Subconjunto sin segmentación	Subconjunto inactivo
Composición de PDU	1	1	1
Descomposición de PDU	1	1	1
Análisis de formato de encabezamiento	1	1	1
Control de duración de PDU	1	1	N/A
Encaminamiento de PDU	1	1	N/A
Envío de PDU	1	1	N/A
Segmentación de PDU	1	N/A	N/A
Reensamblado de PDU	1	N/A	N/A
Descarte de PDU	1	1	N/A
Informe de error	1	1	N/A
Detección de error de encabezamiento	1	1	N/A
Seguridad	2	2	N/A
Encaminamiento de origen completo	2	2	N/A
Registro de ruta completa	2	2	N/A
Petición en eco	2	2	N/A
Respuesta en eco	2	2	N/A
Encaminamiento de origen parcial	3	3	N/A
Registro de ruta parcial	3	3	N/A
Prioridad	3	3	N/A
Mantenimiento de la calidad de servicio	3	3	N/A
Notificación de congestión	3	3	N/A
Relleno	3	3	N/A
NOTAS			
1 Aunque se proporcionarán las funciones de informe de error y de detección de error de encabezamiento, éstas se invocan solamente cuando son seleccionadas por la entidad de red de origen.			
2 El funcionamiento para la definición de funciones de tipo 3 es que en el caso de algunas funciones es más importante enviar las PDU entre sistemas intermedios o entregarlas a un sistema de extremo que sustentar las funciones. Las funciones de tipo 3 se deben utilizar cuando son de carácter informativo; no pueden hacer que se descarte una PDU cuando no son admitidas.			

7 Estructura y codificación de las PDU

7.1 Estructura

Todas las unidades de datos de protocolo contendrán un número entero de octetos. Los octetos en una PDU se numeran comenzando en uno (1) y aumentando en el orden en que se someten al servicio subyacente. Los bits de un octeto se numeran de uno (1) a ocho (8), y el bit uno (1) es el bit de orden inferior (menos significativo).

Cuando se utilizan octetos consecutivos para representar un número binario, el octeto numerado más bajo tiene el valor más significativo.

Una realización que admite este protocolo tiene que indicar en su especificación la manera en que se transfieren los octetos, utilizando los términos «bit más significativo» y «bit menos significativo». Las PDU de este protocolo se definen utilizando los términos «bit más significativo» y «bit menos significativo».

NOTA – Cuando la codificación de una PDU se representa mediante un diagrama, se utiliza la siguiente representación:

- a) los octetos se muestran colocando el octeto numerado más bajo a la izquierda, y los octetos numerados más alto a la derecha; y
- b) dentro de un octeto, los bits se muestran colocando el bit ocho (8) a la izquierda y el bit uno (1) a la derecha.

Con excepción del subconjunto de capa de red inactivo, las PDU contendrán en el siguiente orden:

- a) la parte fija;
- b) la parte de dirección;
- c) la parte de segmentación, si está presente;
- d) la parte de opciones, si está presente;
- e) el parámetro de motivo de descarte (ER PDU solamente); y
- f) la parte de datos, si está presente.

Los apartados a) a e) comprenden el encabezamiento de la PDU.

En el caso del subconjunto de capa de red inactivo, sólo están presentes los elementos identificados en 7.8. Las subcláusulas 7.2 a 7.5 no se aplican al subconjunto de capas de red inactivo.

La estructura se ilustra en la Figura 1. A los efectos de esta figura y de la subcláusula 7.5, se considera que el parámetro de motivo de descarte contenido en la ER PDU es el elemento final de la parte de opciones.

Parte	Descrito en
Parte fija	Subcláusula 7.2
Parte de dirección	Subcláusula 7.3
Parte de segmentación	Subcláusula 7.4
Parte de opciones	Subcláusula 7.5
Datos	Subcláusula 7.6

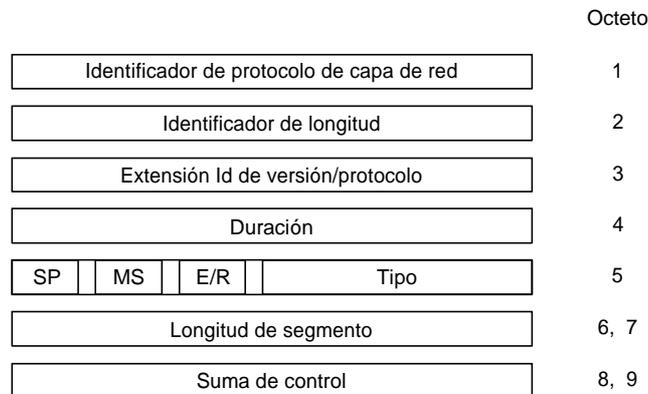
T0718890-93/d02

Figura 1 – Estructura de la PDU

7.2 Parte fija

7.2.1 Generalidades

La parte fija tiene el formato ilustrado en la Figura 2.



T0718900-93/d03

Figura 2 – Encabezamiento de PDU – Parte fija

7.2.2 Identificador de protocolo de capa de red

El valor de este campo se pone a 1000 0001 binario para identificar este protocolo de capa de red. El valor de este campo se pone a 0000 0000 para identificar el subconjunto de protocolo de capa de red inactiva.

7.2.3 Indicador de longitud

La longitud se indica mediante un número binario, con un valor máximo de 254 (1111 1110). La longitud indicada es la longitud del encabezamiento en octetos, según se describe en 7.1. El valor 255 (1111 1111) se reserva para posibles extensiones futuras.

NOTA – Las reglas para el envío y segmentación garantizan que la longitud del encabezamiento es igual para todos los segmentos (PDU derivadas) de una PDU inicial, y que es igual que la longitud de encabezamiento de la PDU inicial. Por tanto, el tamaño del encabezamiento de una PDU no cambiará debido a la ejecución de cualquier función de protocolo.

7.2.4 Extensión de identificador de versión/protocolo

El valor de este campo es 0000 0001 binario, que identifica la versión 1 normalizada de este protocolo.

7.2.5 Duración de la PDU

El campo de duración de la PDU se codifica como un número binario que representa la duración restante de la PDU, en unidades de 500 ms.

7.2.6 Banderas

7.2.6.1 Segmentación permitida

La bandera de segmentación permitida indica si se permite la segmentación. Su valor es determinado por el originador de la PDU y no puede ser cambiado por ninguna otra entidad de red mientras dura la PDU inicial y cualesquiera PDU derivadas.

Un valor de uno (1) indica que se permite la segmentación. Un valor de cero (0) indica que no se permite la segmentación. Cuando se selecciona el valor de cero, la parte de segmentación del encabezamiento de la PDU no está presente, y el valor del campo de longitud de segmento indica la longitud total de la PDU (véanse 7.2.8 y 7.4.3).

7.2.6.2 Más segmentos

La bandera de más segmentos indica si la parte de datos de esta PDU contiene o no (como su último octeto) el último octeto de los datos de usuario en la NSDU. Cuando la bandera de más segmentos se pone a uno (1), se ha producido la segmentación y el último octeto de la NSDU está contenido en esta PDU. La bandera de más segmentos no se pondrá a uno (1) si la bandera de segmentación permitida no está puesta a uno (1).

Cuando la bandera de más segmentos se pone a cero (0), el último octeto de la parte de datos de la PDU es el último octeto de la NSDU.

7.2.6.3 Informe de error

Cuando la bandera de informe de error se pone a uno (1), se aplican las reglas indicadas en 6.10 para determinar si se genera o no una PDU de informe de error, si es necesario descartar esta PDU.

Cuando la bandera de informe de error se pone a cero (0), el descarte de la PDU no provocará la generación de una PDU de informe de error.

7.2.7 Código de tipo

El campo de código de tipo identifica el tipo de la unidad de protocolo. En el Cuadro 4 se indican los valores permitidos.

Cuadro 4 – Códigos de tipos de PDU

Tipo de PDU	Código de tipo					
	Bits	5	4	3	2	1
PDU DATOS		1	1	1	0	0
ER PDU		0	0	0	0	1
ERQ PDU		1	1	1	1	0
ERP PDU		1	1	1	1	1

7.2.8 Longitud de segmento de PDU

El campo de longitud de segmento especifica toda la longitud de la PDU en octetos, incluidos el encabezamiento y los datos (si están presentes). Cuando se emplea el protocolo completo y una PDU no está segmentada, el valor de este campo es idéntico al valor del campo de longitud total situado en la parte de segmentación del encabezamiento.

Cuando se emplea el subconjunto de protocolos sin segmentación, la parte sin segmentación está presente en el encabezamiento. En este caso, el campo de longitud de segmento especifica toda la longitud de la PDU inicial, incluidos el encabezamiento y los datos (si están presentes).

El valor del campo de longitud de segmento no cambiará durante toda la existencia de la PDU.

7.2.9 Suma de control de PDU

La suma de control se calcula en todo el encabezamiento de la PDU. Para las PDU de datos, de petición en eco, y de respuesta en eco, esto incluye las partes de segmentación y de opciones (si están presentes). Para la PDU de informe de error, esto incluye también el campo de motivo de descarte.

Un valor de suma de control de cero (0) se reserva para indicar que la suma de control debe pasarse por alto. La ejecución de la función de detección del error de encabezamiento de PDU (véase 6.11) asegura que el valor cero no representa una suma de control válida. Un valor que no es cero indica que la suma de control será procesada; si el cálculo de suma de control falla, se descartará la PDU.

7.3 Parte de dirección

7.3.1 Generalidades

La parte de dirección sigue inmediatamente a la parte fija del encabezamiento de la PDU y se ilustra en la Figura 3.

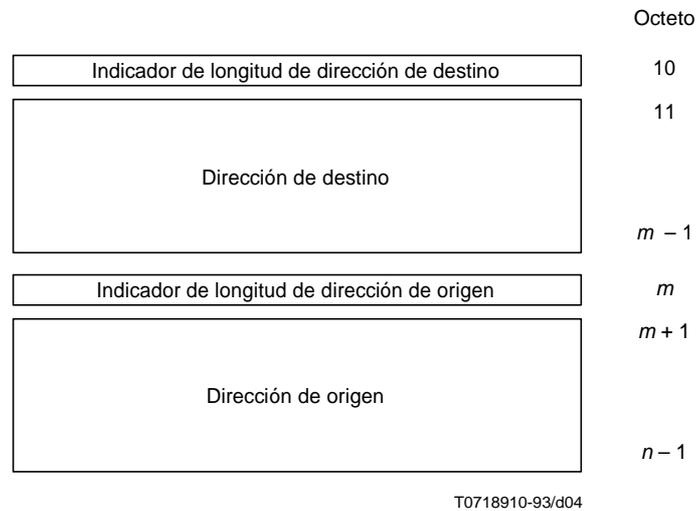


Figura 3 – Encabezamiento de PDU – Parte de dirección

7.3.2 Direcciones de destino y de origen

Las direcciones de destino y de origen utilizadas por este protocolo son direcciones de punto de acceso al servicio de red definidas en la Rec. X.213 del CCITT | Norma ISO/CEI 8348.

Las direcciones de destino y de origen tienen longitud variable. Se codifican como información de dirección de protocolo de red en los campos de dirección de destino y de origen utilizando la «codificación preferida» definida en la Rec. X.213 del CCITT | Norma ISO/CEI 8348.

El campo de indicador de longitud de dirección de destino especifica la longitud de la dirección de destino en octetos. El campo de dirección de destino sigue al campo de indicador de longitud de dirección de destino.

El campo de indicador de longitud de dirección de origen especifica la longitud de la dirección de origen en octetos. El campo de indicador de longitud de dirección de origen sigue al campo de dirección de destino. El campo de dirección de origen sigue al campo de indicador de longitud de dirección de origen.

Cada parámetro de dirección se codifica como se ilustra en la Figura 4.

Octeto n	Indicador de longitud de parámetro de dirección (por ejemplo « m »)
Octetos $n + 1$ a $n + m$	Valor de parámetro de dirección

T0718920-93/d05

Figura 4 – Parámetros de dirección

7.4 Parte de segmentación

7.4.1 Generalidades

Si la bandera de segmentación permitida en la parte fija del encabezamiento de la PDU (véase 7.2.6.1) se pone a uno (1), la parte de segmentación del encabezamiento, ilustrada en la Figura 5, estará presente.

Si la bandera de segmentación permitida se pone a cero (0), la parte de segmentación no estará presente (el subconjunto de protocolo sin segmentación está en uso).

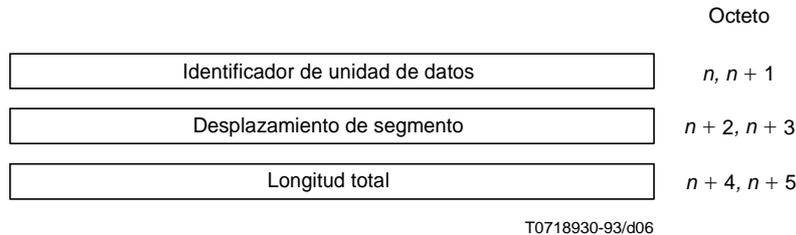


Figura 5 – Encabezamiento de PDU – Parte de segmentación

7.4.2 Identificador de unidad de datos

El identificador de unidad de datos identifica una PDU inicial (y por tanto, sus PDU derivadas) de modo que una unidad de datos segmentada pueda reensamblarse correctamente. El tamaño del identificador de unidad de datos es dos (2) octetos.

7.4.3 Desplazamiento de segmento

Para cada PDU derivada, el campo de desplazamiento de segmento especifica la posición relativa del segmento contenido en la parte de datos de la PDU derivada con respecto al comienzo de la parte de datos de la PDU inicial. El desplazamiento se mide en unidades de octetos. El desplazamiento del primer segmento (y por tanto, la PDU inicial) es cero (0); una PDU (inicial) no segmentada tiene un valor de desplazamiento de segmento de cero (0). El valor de este campo será un múltiplo de ocho (8).

7.4.4 Longitud total de la PDU

El campo de longitud total especifica toda la longitud de la PDU inicial en octetos, incluidos el encabezamiento y los datos. El valor de este campo no se modificará mientras dura la PDU inicial (y por tanto, sus PDU derivadas).

7.5 Parte de opciones

7.5.1 Generalidades

La parte de opciones del encabezamiento de la PDU se ilustra en la Figura 6.

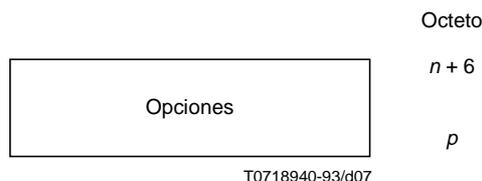


Figura 6 – Encabezamiento de PDU – Parte de opciones

Si la parte de opciones está presente, puede contener uno o más parámetros. El número de parámetros que pueden estar contenidos en la parte de opciones está limitado por la longitud de la parte de opciones, que es determinada por la fórmula siguiente:

$$\text{Longitud de la parte de opciones} = \text{longitud de encabezamiento de la PDU} - (\text{longitud de la parte fija} + \text{longitud de la parte de dirección} + \text{longitud de la parte de segmentación})$$

y por la longitud de cada parámetro facultativo.

Los parámetros definidos en la parte de opciones pueden aparecer en cualquier orden. No se permite la duplicación de opciones. La recepción de una PDU con una opción duplicada será tratada como un error de protocolo. Las reglas que rigen el tratamiento de errores de protocolo se describen en 6.10.

La codificación de los parámetros contenidos en la parte de opciones del encabezamiento de la PDU se ilustra en la Figura 7.

Octetos

n	Código de parámetros
$n + 1$	Longitud de parámetros (por ejemplo, « m »)
$n + 2$ a $n + m + 1$	Valor de parámetro

T0718950-93/d08

Figura 7 – Codificación de parámetros de opciones

El campo de código de parámetros se codifica en binario y proporciona un máximo de 255 parámetros diferentes. Ningún código de parámetro utiliza los bits 8 y 7 con el valor 00, de modo que el número máximo real de parámetros es más bajo. Se reserva un código de parámetros de 255 (1111 1111 binario) para posibles extensiones futuras.

El campo de longitud de parámetros indica la longitud, en octetos, del campo de valor de parámetro. La longitud se indica mediante un número binario positivo, m , con un valor mínimo de 1 y un valor máximo teórico de 254. El valor máximo práctico de m es más bajo. Por ejemplo, en el caso de un solo parámetro contenido en la parte de opciones, se requieren dos octetos para los indicadores de código de parámetro y de longitud de parámetro. Por tanto, el valor de m está limitado a:

$$m = 252 - (\text{longitud de la parte fija} + \text{longitud de la parte de dirección} + \text{longitud de la parte de segmentación})$$

En consecuencia, para cada parámetro sucesivo el valor máximo de m disminuye.

El campo de valor de parámetro contiene el valor del parámetro identificado en el campo de código de parámetro.

Se permiten los siguientes parámetros en la parte de opciones.

7.5.2 Relleno

El parámetro de relleno se utiliza para alargar el encabezamiento de la PDU a un tamaño conveniente (véase 6.12).

- Código de parámetro: 1100 1100
- Longitud de parámetro: variable
- Valor de parámetro: se permite cualquier valor.

No obstante el requisito indicado en 7.5.1 de que el valor del campo de longitud de parámetro debe ser inferior a 1, el receptor de una PDU que contiene un valor de 0 para el campo de longitud de parámetro de la opción de relleno (y que no contiene por tanto ningún campo de valor de parámetro para la opción de relleno) puede tratar esto como un error de protocolo, aunque no tiene que hacerlo así.

7.5.3 Seguridad

Este parámetro permite asignar un nivel de seguridad único e inequívoco a una unidad de datos de protocolo (véase 6.13).

Código de parámetro: 1100 0101
 Longitud de parámetro: variable
 Valor de parámetro: los dos bits de orden superior del primer octeto especifican el código de formato de seguridad, como se muestra en el Cuadro 5.

El resto del primer octeto se reserva y se pondrá a cero (0) cuando se transmite y se ignorará cuando se recibe. El resto del campo de valor de parámetro especifica el nivel de seguridad descrito en las cláusulas siguientes.

Cuadro 5 – Códigos de formato de seguridad

Código de formato de seguridad	Campo de tipo de seguridad
00	Reservado
01	Específico de dirección de origen
10	Específico de dirección de destino
11	Único globalmente

7.5.3.1 Específico de dirección de origen

El valor de código de formato de seguridad de 01 binario indica que los octetos restantes del campo de valor de parámetro especifican un nivel de seguridad que es único e inequívoco en el contexto del sistema de clasificación de seguridad empleado por la autoridad responsable para asignar la dirección NSAP de origen.

7.5.3.2 Específico de dirección de destino

El valor de código de formato de seguridad de 10 binario indica que los octetos restantes del campo de valor de parámetro especifican un nivel de seguridad que es único e inequívoco en el contexto del sistema de clasificación de seguridad empleado por la autoridad responsable para asignar la dirección NSAP de destino.

7.5.3.3 Seguridad globalmente única

El valor de código de formato de seguridad de 11 binario indica que los octetos restantes del campo de valor de parámetro especifican un nivel de seguridad globalmente único e inequívoco. Este sistema de clasificación de seguridad no se especifica en la presente Recomendación | Norma Internacional.

7.5.4 Encaminamiento de origen

El parámetro de encaminamiento de origen especifica, completa o parcialmente, la ruta que ha de tomarse desde la entidad de red de origen a la entidad de red de destino (véase 6.14).

Código de parámetro: 1100 1000
 Longitud de parámetro: variable
 Valor de parámetro: 2 octetos de información de control seguidos de una concatenación de anotaciones de títulos de entidad de red ordenados del origen al destino.

El primer octeto del valor de parámetro es el código de tipo, que tiene el siguiente significado:

0000 0000 encaminamiento de origen parcial
 0000 0001 encaminamiento de origen completo
 <todos los otros valores reservados>

El segundo octeto indica el desplazamiento de octetos de la siguiente anotación de título de entidad de red que ha de procesarse en la lista. Es relativo con respecto al comienzo del parámetro, de modo que un valor de tres (3) indica que la siguiente anotación de título de identidad de red comienza inmediatamente después de este octeto de control. Los octetos sucesivos se indican mediante valores correspondientemente mayores de este indicador.

El tercer octeto comienza la lista de títulos de entidad de red. La lista consiste en anotaciones de títulos de entidad de red de longitud variable. El primer octeto de cada anotación da la longitud del título de entidad de red que comprende el resto de la anotación.

7.5.5 Registro de ruta

El parámetro del registro de ruta identifica los sistemas intermedios atravesados por la PDU (véase 6.15).

Código de parámetro: 1100 1011
 Longitud de parámetro: variable
 Valor de parámetro: 2 octetos de información de control seguidos de una concatenación de anotaciones de títulos de entidad de red ordenados del origen al destino.

El primer octeto del valor de parámetro es el código de tipo, que tiene el siguiente significado:

0000 0000 registro parcial de ruta en progreso
 0000 0001 registro completo de ruta en progreso
 <todos los otros valores reservados>

El segundo octeto identifica al primer octeto no usado actualmente para un título de entidad de red registrado y, por tanto, también al fin actual de la lista. Se codifica con respecto al comienzo del valor de parámetro, de modo que un valor de tres (3) indica que no se ha registrado aún ningún título de entidad de red. El valor de 255 se utiliza para indicar que el registro de ruta se ha terminado.

El tercer octeto comienza la lista de títulos de entidad de red. La lista consiste en anotaciones de títulos de entidad de red de longitud variable. El primer octeto de cada anotación da la longitud del título de entidad de red que comprende el resto de la anotación. Las anotaciones de títulos de entidad de red se añaden siempre al final de la lista.

NOTA – La longitud del parámetro registro de ruta es determinada por el originador de la PDU y no se cambia durante la existencia de la PDU; por tanto, la operación de la función de registro de ruta no afecta a la longitud del encabezamiento.

7.5.6 Mantenimiento de la calidad de servicio

El parámetro de mantenimiento de la calidad de servicio transporta información sobre la calidad de servicio solicitada por el usuario NS originador.

Las entidades de red en sistemas intermedios pueden, pero no tienen que, utilizar esa información como una ayuda para seleccionar una ruta cuando se dispone de más de una ruta que satisface otros criterios de encaminamiento y se sabe que las rutas disponibles difieren con respecto a la calidad de servicio (véase 6.16).

Código de parámetro: 1100 0011
 Longitud de parámetro: variable
 Valor de parámetro: los dos bits de orden superior del primer octeto especifican el código de formato de la calidad de servicio, como se muestra en el Cuadro 6.

El resto del primer octeto se reserva para uso por el formato de calidad de servicio globalmente única, según se describe en 7.5.6.3. Si se selecciona cualquier otro código de formato de calidad de servicio, los bits 6 a 1 del primer octeto se reservan y serán cero (0), cuando se transmiten y se ignorarán cuando se reciben. El resto del campo de valor de parámetro especifica la calidad de servicio según se describe a continuación.

Cuadro 6 – Códigos de formato de calidad de servicio

Código de formato de calidad de servicio	Campo de tipo de calidad de servicio
00	Reservado
01	Específica de dirección de origen
10	Específica de dirección de destino
11	Globalmente única

7.5.6.1 Específico de dirección de red

El valor de código de formato de calidad de servicio de 01 binario indica que los octetos restantes del campo de valor de parámetro especifican una calidad de servicio que es única e inequívoca en el contexto del sistema de mantenimiento de calidad de servicio empleado por la autoridad responsable de asignar la dirección NSAP de origen.

7.5.6.2 Específico de dirección de destino

El valor de código de formato de calidad de servicio de 10 binario indica que los octetos restantes del campo de valor de parámetro especifican una calidad de servicio que es única e inequívoca en el contexto del sistema de mantenimiento de calidad de servicio empleado por la autoridad responsable de asignar la dirección NSAP de destino.

7.5.6.3 Calidad de servicio globalmente única

El valor de código de formato de calidad de servicio de 11 binario indica que el resto del campo de valor de parámetro especifica un campo de mantenimiento de calidad de servicio globalmente única. Cuando se emplea la función de mantenimiento de calidad de servicio globalmente única, el campo de valor de parámetro tendrá una longitud total de un octeto, al que se asignan los valores mostrados en el Cuadro 7.

Cuadro 7 – Valores de parámetros de calidad de servicio globalmente única

Bits	Utilización
8 y 7	Código de formato de calidad de servicio de 11 binario
6	Reservado
5	Secuenciación en función del retardo de tránsito
4	Congestión existente
3	Retardo de tránsito en función del coste
2	Probabilidad de error residual en función del retardo de tránsito
1	Probabilidad de error residual en función del coste

El bit 6 se reserva y se pondrá a cero (0) cuando se transmite y se ignorará cuando se recibe.

El bit 5 se pone a uno para indicar que, cuando sea posible, las decisiones relativas al encaminamiento deben favorecer el envío de todas las PDU a la dirección NSAP de destino especificada por un solo trayecto (para mantener la secuencia) en vez de minimizar el retardo de tránsito. Un valor de cero (0) indica que, cuando sea posible, las decisiones de encaminamiento deben favorecer un retardo de tránsito bajo, en vez de preservar la secuencia.

El bit 4 es puesto a cero por la entidad de red que origina la unidad de datos de protocolo. Es puesto a uno por un sistema intermedio para indicar que esta PDU ha visitado un sistema intermedio congestionado, y que la entidad de red de destino debe tomar las medidas apropiadas. Una vez que el bit que ha experimentado la congestión es fijado por un sistema intermedio, no puede ser reinicializado por ningún sistema intermedio atravesado por la PDU en el trayecto hacia el destino.

El bit 3 se pone a uno para indicar que, cuando sea posible, las decisiones de encaminamiento deben favorecer un retardo de tránsito bajo en vez de un coste bajo. Un valor de cero indica que las decisiones relativas al encaminamiento deben favorecer el coste bajo en vez del retardo de tránsito bajo.

El bit 2 se pone a uno para indicar que, cuando sea posible, las decisiones relativas al encaminamiento deben favorecer una probabilidad de error residual bajo en vez de un retardo de tránsito bajo. Un valor de cero indica que las decisiones relativas al encaminamiento deben favorecer un retardo de tránsito bajo en vez de una probabilidad de error residual bajo.

El bit 1 se pone a uno para indicar que, cuando sea posible, las decisiones relativas al encaminamiento deben favorecer la probabilidad de error residual bajo en vez del coste bajo. Un valor de cero indica que las decisiones relativas al encaminamiento deben favorecer el coste bajo en vez de una probabilidad de error residual bajo.

7.5.7 Prioridad

El valor del parámetro de prioridad indica la prioridad relativa de la unidad de dato de protocolo. Los sistemas intermedios que admiten esta opción utilizarán esta información para encaminar y ordenar las PDU para transmisión (véase 6.17).

Código de parámetro:	1100 1101
Longitud de parámetro:	1 octeto
Valor de parámetro:	0000 0000 – Normal (por defecto) a 0000 1110 – Más alto <todos los otros valores reservados>

Los valores 0000 0001 a 0000 1110 han de utilizarse para unidades de datos de protocolo de prioridad más alta. Si un sistema intermedio no admite esta opción, todas las PDU serán tratadas como si el campo tuviese el valor 0000 0000.

7.6 Parte de datos

La parte de datos del encabezamiento de la PDU se ilustra en la Figura 8.



Figura 8 – Encabezamiento de la PDU – Parte de datos

7.7 PDU de datos

7.7.1 Estructura

La PDU de datos tiene el formato ilustrado en la Figura 9.

7.7.2 Parte fija

- | | |
|--|-------------|
| 1) Identificador de protocolo de capa de red | Véase 7.2.2 |
| 2) Indicador de longitud | Véase 7.2.3 |
| 3) Extensión de Id de versión/protocolo | Véase 7.2.4 |
| 4) Duración | Véase 7.2.5 |
| 5) SP, MS, E/R | Véase 7.2.6 |
| 6) Código de tipo | Véase 7.2.7 |
| 7) Longitud de segmento | Véase 7.2.8 |
| 8) Suma de control | Véase 7.2.9 |

7.3.3 Direcciones

Véase 7.3.

7.7.4 Segmentación

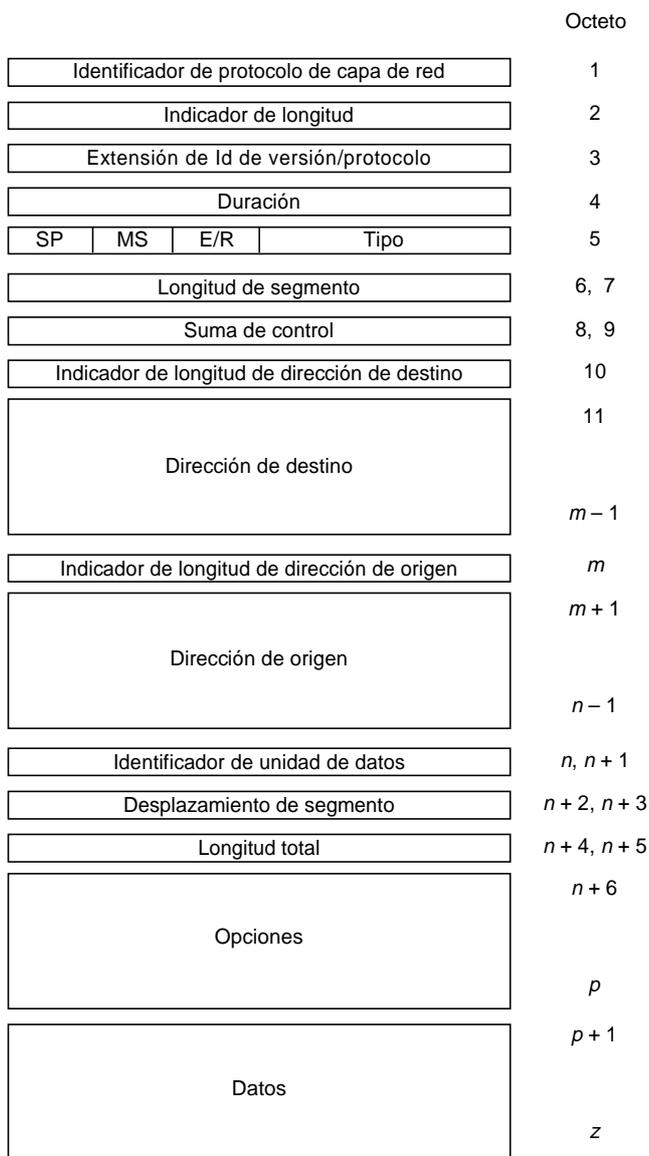
Véase 7.4.

7.7.5 Opciones

Véase 7.5.

7.7.6 Datos

Véase 7.6.



T0718970-93/d10

Figura 9 – PDU de datos

7.8 Protocolo de capa de red inactivo

7.8.1 Estructura

La PDU de protocolo de capa de red inactivo tiene el formato ilustrado en la Figura 10.

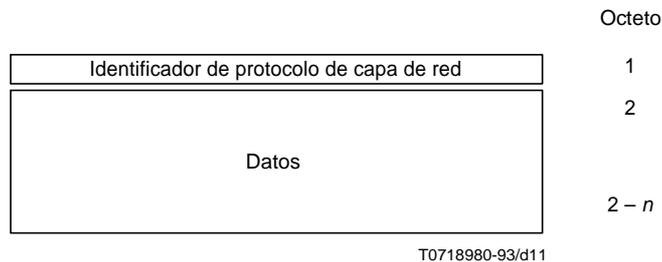


Figura 10 – PDU de protocolo de capa de red inactivo

7.8.2 Identificador de protocolo de capa de red

El valor del campo de identificador de protocolo de capa de red es cero (0000 0000).

7.8.3 Parte de datos

La parte de datos puede contener cualquier número de octetos hasta uno menos que el número máximo que puede colocarse en el parámetro datos de usuario SN de la primitiva SN-DATO UNIDAD subyacente. Por tanto, el protocolo de capa de red inactivo se puede utilizar solamente cuando la longitud del parámetro de datos de usuario NS de la primitiva N-DATO UNIDAD está limitada a ser menor o igual que el valor de la longitud del parámetro datos de usuario SN menos uno (véase 7.6).

7.9 PDU de informe de error

7.9.1 Estructura

El formato de la PDU de informe de error se ilustra en la Figura 11.

7.9.2 Parte fija

La parte fija de la PDU de informe de error se compone de la misma manera que una nueva PDU de datos (inicial).

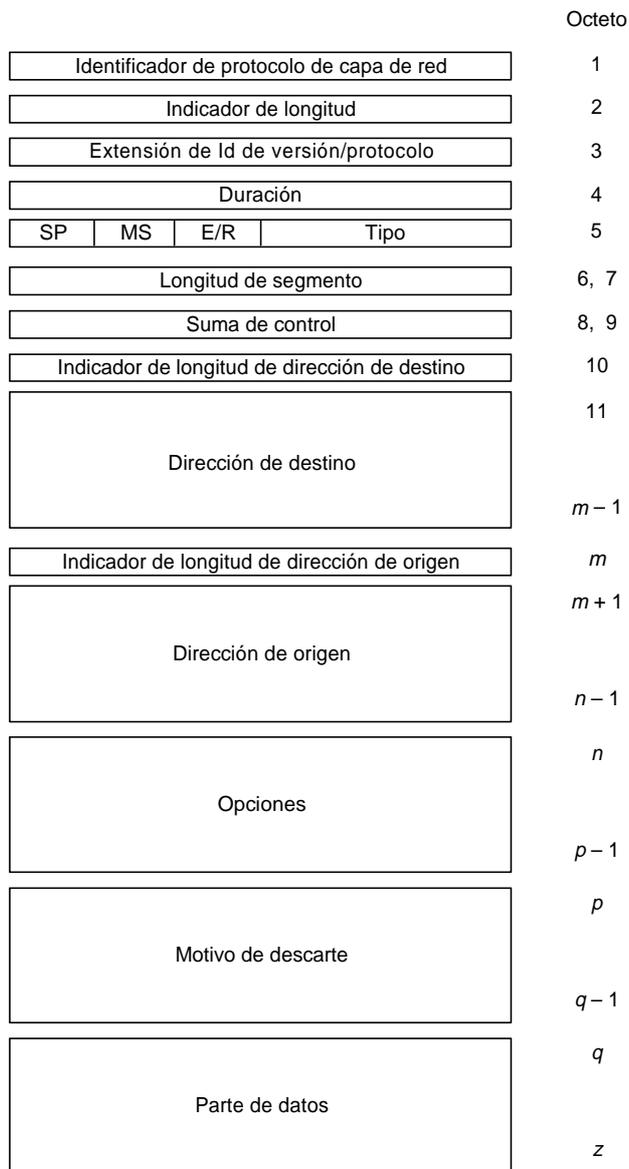
- | | |
|--|-------------|
| 1) Identificador de protocolo de capa de red | Véase 7.2.2 |
| 2) Indicador de longitud | Véase 7.2.3 |
| 3) Extensión de Id de versión/protocolo | Véase 7.2.4 |
| 4) Duración | Véase 7.2.5 |
| 5) SP, MS, E/R (<i>puestos siempre a cero</i>) | Véase 6.10 |
| 6) Código de tipo | Véase 7.2.7 |
| 7) Longitud de segmento | Véase 7.2.8 |
| 8) Suma de control | Véase 7.2.9 |

7.9.3 Direcciones

La dirección de destino especifica el título de entidad de red del originador de la PDU descartada. La dirección de origen especifica el título de la entidad de red del sistema intermedio o del sistema de extremo que inicia la PDU de informe de error (véase 7.3).

7.9.4 Opciones

Véase 7.5.



T0718990-93/d12

Figura 11 – PDU de informe de error

7.9.5 Motivo de descarte

Este parámetro sólo es válido para la PDU de informe de error.

Código de parámetro: 1100 0001

Longitud de parámetro: 2 octetos

Valor de parámetro: tipo de error codificado en binario.

Los valores de parámetros se enumeran en el Cuadro 8.

El primer octeto del valor de parámetro contiene un código de tipo de error. Si el error en la PDU descartada puede localizarse en un campo determinado, el número del primer octeto de ese campo se almacena en el segundo octeto del campo del parámetro de motivo de descarte. Si el error no puede localizarse en un campo determinado, o si el error es un error de suma de control, se almacena el valor de cero (0) en el segundo octeto del campo del parámetro de motivo de descarte.

Cuadro 8 – Valores del parámetro de motivo de descarte

Valor de parámetro	Clase de error	Significado
0000 0000 0001 0010 0011 0100 0101 0110 0111	General	Motivo no especificado Error de procedimiento de protocolo Suma de control incorrecta PDU descartada debido a congestión Error de sintaxis de encabezamiento (no puede analizarse) Segmentación necesaria pero no permitida PDU incompleta recibida Opción duplicada
1000 0000 0001	Dirección	Dirección de destino inalcanzable Dirección de destino desconocida
1001 0000 0001 0010 0011	Encaminamiento de origen	Error de encaminamiento de origen no especificado Error de sintaxis en el campo de encaminamiento de origen Dirección desconocida en el campo de encaminamiento de origen Trayecto no aceptable
1010 0000 0001	Duración	Duración expirada mientras la unidad de datos está en tránsito Duración expirada durante reensamblado
1011 0000 0001 0010 0011 0100	PDU descartada	Opción no admitida no especificada Versión de protocolo no admitida Opción de seguridad no admitida Opción de encaminamiento de origen no admitida Opción de registro de ruta no admitida
1100 0000	Reensamblado	Interferencia de reensamblado

7.9.6 Parte de datos

Este campo contiene todo el encabezamiento de la PDU descartada y puede contener ninguna, alguna o toda la parte de datos de la PDU descartada.

7.10 PDU de petición en eco

La ERQ PDU tiene el mismo formato que la PDU de datos (véase 7.7).

7.11 PDU de respuesta en eco

La ERP PDU tiene el mismo formato que la PDU de datos (véase 7.7).

8 Provisión del servicio subyacente

Las funciones de convergencia dependientes de subred pueden realizarse para proporcionar un servicio en modo sin conexión subyacente cuando una subred real no proporciona inherentemente el servicio en modo sin conexión subyacente supuesto por el protocolo. Si una subred proporciona inherentemente un servicio con conexión, la función de convergencia dependiente de subred proporciona una correspondencia con el servicio en modo sin conexión subyacente requerido. Las funciones de convergencia dependientes de subred pueden también necesitarse en los casos en que no se realizan las funciones supuestas del servicio subyacente. En algunos casos esto puede exigir el funcionamiento de un protocolo explícito (es decir, un protocolo que conlleva intercambios explícitos de información de control de protocolo entre entidades de red pares) en el cometido del protocolo de convergencia dependiente de subred (SNDCP). Sin

embargo, puede haber también casos en los cuales la funcionalidad requerida para cumplir el cometido del SNDCP consiste sencillamente en un conjunto de reglas para manipular el servicio subyacente (sin el intercambio de PCI entre entidades de red pares).

8.1 Puntos de asociación a subred

Los parámetros de dirección de origen y de dirección de destino en la primitiva SN-DATO UNIDAD especifican los puntos de asociación a una subred o subredes públicas o privadas. Las direcciones de punto de asociación a subred (SNPA) son definidas por cada autoridad de subred. La sintaxis y semántica de las SNPA no se definen en esta Recomendación | Norma Internacional.

8.2 Calidad de servicio de subred

Se solicitan determinadas medidas de calidad de servicio asociadas con cada transmisión en el modo sin conexión cuando se inicia la acción de la primitiva SN-DATO UNIDAD. Estas medidas solicitadas (o valores de parámetro y opciones) se basan en un conocimiento previo del servicio disponible en la subred. El conocimiento de la naturaleza y tipo de servicio disponible se obtiene generalmente antes de una invocación del servicio en modo sin conexión subyacente.

En algunas circunstancias, los parámetros de calidad de servicio identificados para el servicio en modo sin conexión subyacente pueden derivarse directamente de los identificados en el servicio de red en modo sin conexión o hacerse corresponder con éstos. Pueden emplearse los siguientes parámetros definidos en la Rec. X.213 del CCITT | Norma ISO/CEI 8348:

- a) retardo de tránsito;
- b) protección contra acceso no autorizado;
- c) determinantes de coste;
- d) prioridad; y
- e) probabilidad de error residual.

NOTA – Para las subredes reales que no proporcionan inherentemente la calidad de servicio como un parámetro, la manera cómo pudiera preservarse la semántica del servicio solicitado es un asunto local. En particular, puede haber casos en los que la calidad de servicio solicitada no puede mantenerse. En estas circunstancias, se intentará entregar la unidad de datos de protocolo con cualquier calidad de servicio disponible.

En general, la SNDCF o la propia subred pueden realizar funciones asociadas con las peticiones de calidad de servicio específicas. Estas funciones pueden ser seleccionadas facultativamente por el CLNP. Los parámetros de calidad de servicio de subred pertinentes se clasifican como sigue:

- a) los parámetros de calidad de servicio para los cuales la SNDCF o la propia subred realiza funciones expresamente diseñadas para proporcionar información para la función de encaminamiento de PDU del CLNP;
- b) los parámetros de calidad de servicio para los cuales la SNDCF o la propia subred realiza funciones expresamente diseñadas para proporcionar la calidad de servicio deseada; y
- c) los parámetros de calidad de servicio para los cuales puede pedirse a la SNDCF o a la propia subred que realicen las funciones indicadas en los apartados a) o b) anteriores.

A continuación se proporciona la determinación de valores para estos parámetros de calidad de servicio.

8.2.1 Retardo de tránsito

El retardo de tránsito es el tiempo transcurrido entre una petición SN-DATO UNIDAD y la correspondiente indicación SN-DATO UNIDAD. Los valores del tiempo transcurrido se calculan en las SNSDU que se transmiten satisfactoriamente. Se define que una SNSDU se transmite satisfactoriamente cuando dicha SNSDU transmitida por la SNDCF emisora es entregada a la SNDCF del destino previsto. El retardo de tránsito se basa en un tamaño de SNSDU de 512 octetos y se especifica en unidades de 500 ms.

El retardo de tránsito es determinado por la SNDCF antes del procesamiento de cualesquiera datos de usuario por la subred. El mecanismo por el cual se pasa la información de retardo de tránsito a la función de encaminamiento de PDU del CLNP es un asunto local. El retardo de tránsito puede medirse o estimarse. Las SNDCF descritas en este documento no proporcionan ningún medio de medir o estimar el retardo de tránsito que no sean los medios proporcionados por la subred subyacente.

NOTAS

1 Si ha de medirse el retardo de tránsito, debe utilizarse una SNDCP diseñada para limitar el tiempo de tránsito de la SNSDU que cruza la subred antes del procesamiento de cualesquiera peticiones de datos para determinar el retardo real.

2 El retardo de tránsito dentro de una subred dada puede variar. Cuando se mide el retardo de tránsito, puede ser necesario repetir periódicamente el proceso de medición para mantener medidas exactas en cualquier información de encaminamiento mantenida por la entidad de red.

3 Si no se dispone de mejores medidas, el retardo de tránsito puede estimarse enviando una SNSDU (por alguna unidad de datos de protocolo identificada inequívocamente que pide una respuesta) y midiendo el tiempo transcurrido entre las peticiones SN-DATO UNIDAD y las correspondientes indicaciones SN-DATO UNIDAD. Esto da como resultado una sobreestimación del retardo, de modo que cabe esperar que el CLNP funcione correctamente. Si se estima el retardo de tránsito, se prefiere que las estimaciones sean más bien altas que bajas para que las incertidumbres del retardo de tránsito no impidan que el CLNP descarte unidades de datos de protocolo cuya duración prevista ha expirado.

8.2.2 Protección contra acceso no autorizado

No se hace ninguna recomendación sobre cómo proporcionar protección contra supervisión pasiva, modificación, repetición, adición o supresión de datos de usuario SN.

8.2.3 Probabilidad de error residual

Se estima que la probabilidad de error residual es la relación entre SNSDU perdidas, duplicadas o entregadas incorrectamente y las SNSDU totales transmitidas por la SNDCF durante un periodo de medición. El mecanismo por el cual la probabilidad de error residual se pasa a la función de encaminamiento de PDU del CLNP es un asunto local.

La probabilidad de error residual es conocida por la SNDCF antes del procesamiento de cualesquiera datos de usuario por la red, ya sea como un resultado de la SNDCF que ha mantenido una reseña de medidas de probabilidad de error residual o como un resultado de la información obtenida del proveedor del servicio subyacente.

NOTA – Para las subredes que proporcionan un servicio en modo con conexión, la probabilidad de error residual se determina conexión por conexión.

8.2.4 Determinantes de costo

Esta subcláusula se aplica solamente a la Norma ISO/CEI 8473.

El intento de satisfacer las restricciones impuestas por el usuario NS mediante el parámetro de calidad de servicio de determinantes de costo es realizado por la función de encaminamiento de PDU invocada por el CLNP. Cuando proceda, la información relativa a las tarifas evaluadas paquete por paquete o conexión por conexión se pasa a la función de encaminamiento de PDU del CLNP. El mecanismo que realiza esto es un asunto local.

NOTA – La función de encaminamiento de PDU invocada por el CLNP puede necesitarse para realizar las siguientes evaluaciones de costes. Si:

- a) no debe haber aumento de coste en el procesamiento de la SNSDU sometida y hay una tarifa evaluada paquete por paquete;
- b) si no debe haber coste adicional y ninguna conexión está actualmente disponible al destino especificado, y la tarifa es evaluada por la subred conexión por conexión (por ejemplo, para el establecimiento de circuitos virtuales, tiempo de retención del circuito virtual, etc.); o
- c) se ha especificado un costo aceptable máximo para el procesamiento de la NSDU y es probable que se rebase este coste,

la función de encaminamiento de PDU debe devolver un resultado que indique que el CLNP debe tratar de entregar la NSDU por alguna ruta alterna. Si no se puede encontrar alguna ruta alterna, se puede invocar una función local para notificar al usuario NS que el proveedor NS no puede entregar esta NSDU (y posiblemente las NSDU siguientes) debido a la limitación indicada.

8.3 Datos de usuario de subred

Los datos de usuario de subred es un múltiplo ordenado de octetos, y se transfieren transparentemente entre los puntos de asociación a subred especificados.

El servicio subyacente supuesto por el CLNP tiene que admitir un tamaño de unidad de datos de servicio de 512 octetos como mínimo.

Si se sabe que los tamaños mínimos de unidad de datos de servicio admitidos por todas las subredes que intervienen en la transmisión de una PDU determinada son suficientemente grandes para que no se requiera segmentación, se puede utilizar el protocolo completo o el subconjunto de protocolo sin segmentación.

Los datos recibidos de una subred con una identificación de protocolo que especifique este protocolo (véase 7.2.2) se procesarán de acuerdo con esta Recomendación | Norma Internacional.

NOTA – Se deberán pasar por alto los datos con otra identificación de protocolo, puesto que pueden haber sido enviados por una realización que admite protocolos adicionales destinados a ser utilizados con este protocolo.

8.4 Funciones de convergencia dependientes de subred

El modelo general para proporcionar el servicio subyacente supuesto por el protocolo junto con una subred real que utiliza un protocolo de acceso de subred sin conexión es el siguiente. La generación de una petición SN-DATO UNIDAD por el CLNP da como resultado la generación de una correspondiente petición DATO UNIDAD específica de subred por la función de convergencia dependiente de subred. La recepción de una indicación DATO UNIDAD específica de subred asociada con la entrega de una unidad de datos sin conexión a su destino hace que la SNDCF genere una indicación SN-DATO UNIDAD al CLNP.

El modelo general para proporcionar el servicio subyacente supuesto por el CLNP junto con una subred real que utiliza un protocolo de acceso de subred con conexión es el siguiente. La generación de una petición SN-DATO UNIDAD por el CLNP hace que una conexión (canal lógico, enlace lógico o equivalente) se ponga a disposición para la transmisión de datos de usuario SN. Si no se puede poner una conexión a disposición, se descarta la petición SN-DATO UNIDAD. La recepción de PDU específicas de subred que contienen datos de usuario SN hace que la SNDCF genere una indicación SN-DATO UNIDAD al CLNP.

Cuando una subred real está diseñada para utilizar un protocolo de acceso de subred en modo sin conexión o en modo con conexión, la provisión del servicio subyacente supuesto por el CLNP se logra utilizando la alternativa en modo sin conexión.

La manera en que el servicio subyacente es proporcionado por tipos de subred específicos se define en otras Recomendaciones | Normas Internacionales.

9 Conformidad

9.1 Conformidad estática

9.1.1 Sistemas de extremo

Una realización que declara conformarse con esta Recomendación | Norma Internacional como un sistema de extremo:

- a) admitirá la transmisión y recepción de las NPDU utilizando el protocolo completo;
- b) admitirá la recepción de las NPDU transmitidas utilizando el subconjunto de protocolo sin segmentación;
- c) admitirá las funciones de protocolo identificadas como obligatorias en el Cuadro 9 para sistemas de extremo; y
- d) será capaz de funcionar por una o más subredes, utilizando la función o funciones de convergencia dependientes de subredes apropiadas especificadas en otras Recomendaciones | Normas Internacionales.

Este sistema de extremo puede (como opciones de la realización), pero no tiene que

- e) admitir la transmisión de NPDU utilizando el subconjunto de protocolo sin segmentación;
- f) admitir la transmisión y recepción de NPDU utilizando el subconjunto de protocolo de capa de red inactivo; y
- g) admitir cualesquiera de las funciones de protocolo identificadas como facultativas en el Cuadro 9 para sistemas de extremo.

NOTA – Aunque el apartado a) requiere que los sistemas de extremo admitan la transmisión y la recepción de las NPDU, los requisitos de transmisión y recepción se especifican separadamente en el Cuadro 9. En general, los procedimientos que han de seguirse para admitir una función dada son diferentes para los sentidos de emisión y de recepción. La especificación separada: 1) distingue entre requisitos para dos funciones (control de duración y relleno de PDU) que deben admitirse obligatoriamente para un sentido de transferencia de PDU y facultativamente para el otro sentido, y 2) aclara el hecho de que la admisión de varias de estas funciones es aplicable solamente para un sentido de transferencia de PDU.

Cuadro 9 – Requisitos de conformidad estática

Función de protocolo	Referencia	Sistema de extremo (Nota 1)		Sistema intermedio
		Emisión	Recepción	
Composición de PDU (Nota 2)	6.1	M	N/A	N/A
Descomposición de PDU (Nota 2)	6.2	N/A	M	N/A
Análisis de formato de encabezamiento	6.3	N/A	M	M
Control de duración de PDU	6.4	M	O	M
Encaminamiento de PDU	6.5	M	N/A	M
Envío de PDU	6.6	M	N/A	M
Segmentación (Nota 2)	6.7	M	N/A	(Nota 3)
Reensamblado (Nota 2)	6.8	N/A	M	O (Nota 4)
Descarte de PDU	6.9	N/A	M	M
Informe de error	6.10	M	M	M
Detección de error de encabezamiento	6.11	M	M	M
Seguridad	6.13	O	O (Nota 4)	O (Nota 4)
Encaminamiento de origen completo	6.14	O	N/A	O (Nota 4)
Registro de ruta completo	6.15	O	O (Nota 4)	O (Nota 4)
Petición en eco	6.19	O	O (Nota 4)	O (Nota 4)
Respuesta en eco	6.20	N/A	O (Nota 4)	O (Nota 4)
Encaminamiento de origen parcial	6.14	O	N/A	O (Nota 4)
Registro de ruta parcial	6.15	O	O (Nota 4)	O (Nota 4)
Prioridad	6.17	O	O (Nota 4)	O (Nota 4)
Mantenimiento de calidad de funcionamiento	6.16	O	O (Nota 4)	O (Nota 4)
Notificación de congestión	6.18	N/A	O (Nota 4)	O (Nota 4)
Relleno	6.12	O	M	M

M Función obligatoria; esta función se realizará.
O Opción de la realización, según se describe en el texto.
N/A No es aplicable.

NOTAS

1 El estado en la columna «emisión» se aplica a la sustentación de la función dada para las PDU de datos, de error, de petición en eco y de respuesta en eco enviadas por el sistema de extremo; de manera similar, la situación en la columna «recepción» se aplica a la sustentación de la función dada para las PDU de datos, de error, de petición en eco y de respuesta en eco recibidas por el sistema de extremo.

2 Las funciones de composición de PDU, de descomposición de PDU, de segmentación y de reensamblado no son pertinentes para las PDU de error.

3 La función de segmentación de PDU es en general obligatoria para un sistema intermedio. Sin embargo, un sistema que ha de conectarse solamente a subredes que ofrecen el mismo tamaño máximo de SDU (tales como redes de zona local idénticas) no tendrán que aplicar esta función y, por tanto, no necesitan realizarla.

4 Véase 9.2 para los requisitos de conformidad dinámica conexos que se aplican cuando no se admite esta opción.

9.1.2 Sistemas intermedios

Una realización que declara conformarse con esta Recomendación | Norma Internacional como un sistema intermedio:

- a) admitirá las funciones de protocolo identificadas como obligatorias en el Cuadro 9 para sistemas intermedios; y
- b) será capaz de funcionar por una o más subredes, utilizando las funciones de convergencia dependientes de su red apropiadas especificadas en otras Recomendaciones | Norma Internacional.

Este sistema intermedio puede (como una opción de la realización), pero no tiene que:

- c) admitir cualquiera de las funciones de protocolo identificadas como facultativas en el Cuadro 9 para sistemas intermedios.

9.2 Conformidad dinámica

Una realización que declara conformarse con esta Recomendación | Norma Internacional presentará un comportamiento observable que concuerde con haber aplicado:

- a) cada función de protocolo que admite de acuerdo con la especificación de la función, contenida en la subcláusula referenciada en el Cuadro 9; y
- b) las correspondientes funciones de convergencia dependientes de subred de acuerdo con la especificación contenida en otras Recomendaciones | Normas Internacionales.

Todas las PDU transmitidas se estructurarán como se especifica en la cláusula 7.

Una realización que no admite una función identificada como facultativa en el Cuadro 9, al recibir una PDU en la cual se selecciona dicha función, descartará la PDU e invocará la función de informe de error, o procesará la PDU como si la función no hubiese sido seleccionada, de acuerdo con la especificación contenida en 6.21.

9.3 Formulario PICS

El suministrador de una realización de protocolo que declara conformarse con esta Recomendación | Norma Internacional rellenará un ejemplar del formulario PICS contenido en el Anexo A, e incluirá la información necesaria para identificar al suministrador y a la realización.

Anexo A¹⁾**Formulario de enunciado de conformidad de realización de protocolo**

(Este anexo es parte integrante de la presente Recomendación | Norma Internacional)

A.1 Introduction

The supplier of a protocol implementation which is claimed to conform to this Recommendation | International Standard shall complete the following Protocol Implementation Conformance Statement (PICS) proforma.

A completed PICS proforma is the PICS for the implementation in question. The PICS is a statement of which capabilities and options of the protocol have been implemented. The PICS can have a number of uses, including use

- by the protocol implementor, as a check-list to reduce the risk of failure to conform to the standard through oversight;
- by the supplier and acquirer – or potential acquirer – of the implementation, as a detailed indication of the capabilities of the implementation, stated relative to the common basis for understanding provided by the standard PICS proforma;
- by the user – or potential user – of the implementation, as a basis for initially checking the possibility of interworking with another implementation (note that, while interworking can never be guaranteed, failure to interwork can often be predicted from incompatible PICSs);
- by a protocol tester, as the basis for selecting appropriate tests against which to assess the claim for conformance of the implementation.

A.2 Abbreviations and special symbols**A.2.1 Status symbols**

M	mandatory
O	optional
O.<n>	optional, but support of at least one of the group of options labelled by the same numeral <n> is required
X	prohibited
<pred>	conditional-item symbol, including predicate identification (see A.3.4)
^	logical negation, applied to a conditional item's predicate

A.2.2 Other symbols

<t>	receive aspects of an item
<s>	send aspects of an item

A.3 Instructions for completing the PICS proforma**A.3.1 General structure of the PICS proforma**

The first part of the PICS proforma – Implementation Identification and Protocol Summary – is to be completed as indicated with the information necessary to identify fully both the supplier and the implementation.

¹⁾ Comunicado sobre derechos de autor del formulario de PICS.

Los usuarios de esta Recomendación | Norma Internacional pueden reproducir libremente el formulario de PICS de este anexo a fin de que pueda ser utilizado para los fines previstos, y pueden además publicar el PICS cumplimentado.

The main part of the PICS proforma is a fixed-format questionnaire divided into a number of major subclauses; these can be divided into further subclauses each containing a group of individual items. Answers to the questionnaire items are to be provided in the rightmost column, either by simply marking an answer to indicate a restricted choice (usually Yes or No), or by entering a value or a set or range of values.

NOTE – There are some items for which two or more choices from a set of possible answers can apply. All relevant choices are to be marked in these cases.

Each item is identified by an item reference in the first column; the second column contains the question to be answered; and the third column contains the reference or references to the material that specifies the item in the main body of this Recommendation | International Standard. The remaining columns record the status of the item – whether support is mandatory, optional, prohibited, or conditional – and provide space for the answers (see also A.3.4).

A supplier may also provide further information, categorized as either Additional Information or Exception Information. When present, each kind of further information is to be provided in a further subclause of items labelled A<i> or X<i>, respectively, for cross-referencing purposes, where <i> is any unambiguous identification for the item (e.g. a number); there are no other restrictions on its format or presentation.

A completed PICS proforma, including any Additional Information and Exception Information, is the Protocol Implementation Conformance Statement for the implementation in question.

NOTE – Where an implementation is capable of being configured in more than one way, a single PICS may be able to describe all such configurations. However, the supplier has the choice of providing more than one PICS, each covering some subset of the implementation's configuration capabilities, in cases where this makes for easier and clearer presentation of the information.

A.3.2 Additional information

Items of Additional Information allow a supplier to provide further information intended to assist in the interpretation of the PICS. It is not intended or expected that a large quantity will be supplied, and a PICS can be considered complete without any such information. Examples might be an outline of the ways in which a (single) implementation can be set up to operate in a variety of environments and configurations, or a brief rationale – based perhaps upon specific application needs – for the exclusion of features which, although optional, are nonetheless commonly present in implementations of this protocol.

References to items of Additional Information may be entered next to any answer in the questionnaire, and may be included in items of Exception Information.

A.3.3 Exception information

It may occasionally happen that a supplier will wish to answer an item with mandatory or prohibited status (after any conditions have been applied) in a way that conflicts with the indicated requirement. No pre-printed answer will be found in the support column for this; instead, the supplier shall write the missing answer into the Support column, together with an X<i> reference to an item of Exception Information, and shall provide the appropriate rationale in the Exception Information item itself.

An implementation for which an Exception Information item is required in this way does not conform to this Recommendation | International Standard.

NOTE – A possible reason for the situation described above is that a defect in the standard has been reported, a correction for which is expected to change the requirement not met by the implementation.

A.3.4 Conditional status

A.3.4.1 Conditional items

The PICS proforma contains a number of conditional items. These are items for which the status – mandatory, optional, or prohibited – that applies is dependent upon whether or not certain other items are supported, or upon the values supported for other items.

In many cases, whether or not the item applies at all is conditional in this way, as well as the status when the item does apply.

Where a group of items is subject to the same condition for applicability, a separate preliminary question about the condition appears at the head of the group, with an instruction to skip to a later point in the questionnaire if the “Not Applicable” answer is selected. Otherwise, individual conditional items are indicated by one or more conditional symbols (on separate lines) in the status column.

A conditional symbol is of the form “<pred>:<x>” where “<pred>” is a predicate as described in A.3.4.2, and “<x>” is one of the status symbols M, O, O.<n>, or X.

If the value of the predicate in any line of a conditional item is true (see A.3.4.2), then the conditional item is applicable, and its status is that indicated by the status symbol following the predicate; the answer column is to be marked in the usual way. If the value of a predicate is false, the Not Applicable (N/A) answer is to be marked in the relevant line. Each line in a multi-line conditional item should be marked: at most one line will require an answer other than N/A.

A.3.4.2 Predicates

A predicate is one of the following:

- a) an item-reference for an item in the PICS proforma: the value of the predicate is true if the item is marked as supported, and is false otherwise;
- b) a predicate name, for a predicate defined elsewhere in the PICS proforma (usually in the Major Capabilities section or at the end of the section containing the conditional item) (see below); or
- c) the logical negation symbol “^” prefixed to an item-reference or predicate name: the value of the predicate is true if the value of the predicate formed by omitting the “^” is false, and vice versa.

The definition for a predicate name is one of the following:

- a) an item-reference, evaluated as at (a) above;
- b) a relation containing a comparison operator (=, <, etc.) with at least one of its operands being an item-reference for an item taking numerical values as its answer; the predicate is true if the relation holds when each item-reference is replaced by the value entered in the Support column as an answer to the item referred to; or
- c) a boolean expression constructed by combining simple predicates, as in (a) and (b), using the boolean operators AND, OR, and NOT, and parentheses, in the usual way; the value of such a predicate is true if the boolean expression evaluates to true when the simple predicates are interpreted as described above.

Each item whose reference is used in a predicate or predicate definition is indicated by an asterisk in the Item column.

A.4 Identification

A.4.1 Implementation identification

Supplier	
Contact point for queries about the PICS	
Implementation name(s) and version(s)	
Other information necessary for full identification [e.g. name(s) and version(s) of machines and/or operating systems, system name(s)]	
<p>NOTES</p> <p>1 Only the first three items are required for all implementations; other information may be completed as appropriate in meeting the requirement for full identification.</p> <p>2 The terms Name and Version should be interpreted appropriately to correspond with a supplier’s terminology (e.g. Type, Series, Model).</p>	

A.4.2 Protocol summary

Identification of protocol specification	ITU-T Recommendation X.233 (1994) ISO/IEC 8473-1:1994
Identification of corrigenda and amendments to the PICS proforma	
Protocol version(s) supported	
Have any Exception Information items been required (see A.3.3)?	YES <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>
(The answer YES means that the implementation does not conform to this Recommendation International Standard)	

Date of statement	
-------------------	--

A.5 Major capabilities

Item	Capability	Reference	Status	Support
* ES	End system		O.1	YES <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>
* IS	Intermediate system		O.1	YES <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>
FL-r	<r> Full protocol	6	M	YES <input type="checkbox"/>
FL-s	<s> Full protocol	6	M	YES <input type="checkbox"/>
NSS-r	<r> Non-segmenting subset	5.2	M	YES <input type="checkbox"/>
* NSS-s	<s> Non-segmenting subset	5.2	IS:M ^IS:O	N/A <input type="checkbox"/> YES <input type="checkbox"/> N/A <input type="checkbox"/> YES <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>
* IAS-r	<r> Inactive subset	5.2	ES:O	N/A <input type="checkbox"/> YES <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>
* IAS-s	<s> Inactive subset	5.2	IAS-r:M ^IAS-r:X	N/A <input type="checkbox"/> YES <input type="checkbox"/> N/A <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>

A.6 End systems

A.6.1 Applicability

The PICS proforma items in A.6 are applicable only to end system implementations; i.e. those in which item ES in A.5 is supported. The items in A.6.4.4 are applicable only to end system implementations that support the echo request function; i.e., those in which item eReq in A.6.2 is supported. The items in A.6.4.5 are applicable only to end system implementations that support the echo response function; i.e. those in which item eErsp in A.6.2 is supported.

A.6.2 Supported functions

Item	Function	Reference	Status	Support
ePDUC	PDU composition	6.1	M	YES ☺
ePDUD	PDU decomposition	6.2	M	YES ☺
eHFA	Header format analysis	6.3	M	YES ☺
ePDUL-s	<s> PDU lifetime control	6.4	M	YES ☺
ePDUL-r	<r> PDU lifetime control	6.4	O	YES ☺ NO ☺
eRout	Route PDU	6.5	M	YES ☺
eForw	Forward PDU	6.6	M	YES ☺
eSegm	Segment PDU	6.7	M	YES ☺
eReas	Reassemble PDU	6.8	M	YES ☺
eDisc	Discard PDU	6.9	M	YES ☺
eErep	Error reporting	6.10	M	YES ☺
eEdec-s	<s> Header error detection	6.11	M	YES ☺
eEdec-r	<r> Header error detection	6.11	M	YES ☺
* eSecu-s	<s> Security	6.13	M	YES ☺ NO ☺
* eSecu-r	<r> Security	6.13	O	YES ☺ NO ☺
* eCRR-s	<s> Complete route recording	6.15	O	YES ☺ NO ☺
* eCRR-r	<r> Complete route recording	6.15	O	YES ☺ NO ☺
* ePRR-s	<s> Partial route recording	6.15	O	YES ☺ NO ☺
* ePRR-r	<r> Partial route recording	6.15	O	YES ☺ NO ☺
* eCSR	Complete source routing	6.14	O	YES ☺ NO ☺
* ePSR	Partial source routing	6.14	O	YES ☺ NO ☺
* ePri-s	<s> Priority	6.17	O	YES ☺ NO ☺
* ePri-r	<r> Priority	6.17	O	YES ☺ NO ☺
* eQOSM-s	<s> QOS maintenance	6.16	O	YES ☺ NO ☺
* eQOSM-r	<r> QOS maintenance	6.16	O	YES ☺ NO ☺
* eCong-s	<s> Congestion notification	6.18	eQOSM-s:M	N/A ☺ YES ☺
* eCong-r	<r> Congestion notification	6.18	O	YES ☺ NO ☺
* ePadd-s	<s> Padding	6.12	O	YES ☺ NO ☺
ePadd-r	<r> Padding	6.12	M	YES ☺
eEreq	Echo request	6.19	O	YES ☺ NO ☺
eErsp	Echo response	6.20	O	YES ☺ NO ☺
eSegS	Create segments smaller than necessary	6.8	O	YES ☺ NO ☺

A.6.3 Supported PDUs

Item	NPDU	Reference	Status	Support
eDT-t	DT (full protocol) transmit	7.7	M	YES ☺
eDT-r	DT (full protocol) receive	7.7	M	YES ☺
eDTNS-t	DT (non-segmenting) transmit	7.7	NSS-s:M	N/A ☺ YES ☺
eDTNS-r	DT (non-segmenting) receive	7.7	M	YES ☺
eER-t	ER transmit	7.9	M	YES ☺
eER-r	ER receive	7.9	M	YES ☺
eIN-t	Inactive PDU transmit	7.8	IAS-s:M	N/A ☺ YES ☺
eIN-r	Inactive PDU receive	7.8	IAS-r:M	N/A ☺ YES ☺
eERQ-t	ERQ transmit	7.10	eEreq:M	N/A ☺ YES ☺
eERQ-r	ERQ receive	7.10	M	YES ☺
eERP-t	ERP transmit	7.11	eErsp:M	N/A ☺ YES ☺
eERP-r	ERP receive	7.11	M	YES ☺

A.6.4 Supported parameters

A.6.4.1 DT parameters

Item	Parameter	Reference	Status	Support
edFxFt-s	<s> Fixed part	7.2	M	YES ☺
edFxFt-r	<r> Fixed part	7.2	M	YES ☺
edAddr-s	<s> Addresses	7.3	M	YES ☺
edAddr-r	<r> Addresses	7.3	M	YES ☺
edSeg-s	<s> Segmentation part	7.4	M	YES ☺
edSeg-r	<r> Segmentation part	7.4	M	YES ☺
edPadd-s	<s> Padding	7.5.2	ePadd-s:M	N/A ☺ YES ☺
edPadd-r	<r> Padding	7.5.2	M	YES ☺
edSecu-s	<s> Security	7.5.3	eSecu-s:M	N/A ☺ YES ☺
edSecu-r	<r> Security	7.5.3	eSecu-r:M	N/A ☺ YES ☺
edCRR-s	<s> Complete route recording	7.5.5	eCRR-s:M	N/A ☺ YES ☺
edCRR-r	<r> Complete route recording	7.5.5	eCRR-r:M	N/A ☺ YES ☺
edPRR-s	<s> Partial route recording	7.5.5	ePRR-s:M	N/A ☺ YES ☺
edPRR-r	<r> Partial route recording	7.5.5	ePRR-r:M	N/A ☺ YES ☺
edCSR-s	<s> Complete source routeing	7.5.4	eCSR:M	N/A ☺ YES ☺
edPSR-s	<s> Partial source routeing	7.5.4	ePSR:M	N/A ☺ YES ☺
edQOSM-s	<s> QOS maintenance	7.5.6	c1:M	N/A ☺ YES ☺
edQOSM-r	<r> QOS maintenance	7.5.6	c2:M	N/A ☺ YES ☺
edPri-s	<s> Priority	7.5.7	ePri-s:M	N/A ☺ YES ☺
edPri-r	<r> Priority	7.5.7	ePri-r:M	N/A ☺ YES ☺
edData-s	<s> Data	7.6	M	YES ☺
edData-r	<r> Data	7.6	M	YES ☺
edUnSup2	Are received PDUs containing parameters selecting unsupported Type 2 functions discarded and where appropriate an Error Report PDU generated?	6.21	M	YES ☺
edUnSup3	Are parameters selecting unsupported Type 3 functions ignored?	6.21	M	YES ☺

Definition of conditional status entries:

c1: eQOSM-s OR eCong-s
 c2: eQOSM-r OR eCong-r

A.6.4.2 ER parameters

Item	Parameter	Reference	Status	Support
eeFxFt-s	<s> Fixed part	7.2	M	YES ☺
eeFxFt-r	<r> Fixed part	7.2	M	YES ☺
eeAddr-s	<s> Addresses	7.3	M	YES ☺
eeAddr-r	<r> Addresses	7.3	M	YES ☺
eePadd-s	<s> Padding	7.5.2	ePadd-s:M	N/A ☹ YES ☺
eePadd-r	<r> Padding	7.5.2	M	YES ☺
eeSecu-s	<s> Security	7.5.3	eSecu-s:M	N/A ☹ YES ☺
eeSecu-r	<r> Security	7.5.3	eSecu-r:M	N/A ☹ YES ☺
eeCRR-s	<s> Complete route recording	7.5.5	eCRR-s:M	N/A ☹ YES ☺
eeCRR-r	<r> Complete route recording	7.5.5	eCRR-r:M	N/A ☹ YES ☺
eePRR-s	<s> Partial route recording	7.5.5	ePRR-s:M	N/A ☹ YES ☺
eePRR-r	<r> Partial route recording	7.5.5	ePRR-r:M	N/A ☹ YES ☺
eeCSR-s	<s> Complete source routeing	7.5.4	eCSR:M	N/A ☹ YES ☺
eePSR-r	<r> Partial source routeing	7.5.4	ePSR:M	N/A ☹ YES ☺
eeQOSM-s	<s> QOS maintenance	7.5.6	c1:M	N/A ☹ YES ☺
eeQOSM-r	<r> QOS maintenance	7.5.6	c2:M	N/A ☹ YES ☺
eePri-s	<s> Priority	7.5.7	ePri-s:M	N/A ☹ YES ☺
eePri-r	<r> Priority	7.5.7	ePri-r:M	N/A ☹ YES ☺
eeDisc-s	<s> Reason for discard	7.9.5	M	YES ☺
eeDisc-r	<r> Reason for discard	7.9.5	M	YES ☺
eeData-s	<s> Data	7.9.6	M	YES ☺
eeData-r	<r> Data	7.9.6	M	YES ☺
eeUnSup2	Are received PDUs containing parameters selecting unsupported Type 2 functions discarded?	6.21	M	YES ☺
edUnSup3	Are parameters selecting unsupported Type 3 functions ignored?	6.21		YES ☺
Definition of conditional status entries:				
c1:	eQOSM-s OR eCong-s			
c2:	eQOSM-r OR eCong-r			

A.6.4.3 Inactive network layer protocol PDU parameters

Item	Parameter	Reference	Status	Support
eiNLPI-s	<s> Inactive network layer protocol identifier	7.8.2	IAS-s:M	N/A ☹ YES ☺
eiNLPI-r	<r> Inactive network layer protocol identifier	7.8.2	IAS-r:M	N/A ☹ YES ☺
eiData-s	<s> Data	7.8.3	IAS-s:M	N/A ☹ YES ☺
eiData-r	<r> Data	7.8.3	IAS-r:M	N/A ☹ YES ☺

A.6.4.4 ERQ parameters

Item	Parameter	Reference	Status	Support
eqFxFt-s	<s> Fixed part	7.2	M	YES ☺
eqFxFt-r	<r> Fixed part	7.2	M	YES ☺
eqAddr-s	<s> Addresses	7.3	M	YES ☺
eqAddr-r	<r> Addresses	7.3	M	YES ☺
eqSeg-s	<s> Segmentation part	7.4	M	YES ☺
eqSeg-r	<r> Segmentation part	7.4	M	YES ☺
eqPadd-s	<s> Padding	7.5.2	ePadd-s:M	N/A ☺ YES ☺
eqPadd-r	<r> Padding	7.5.2	M	YES ☺
eqSecu-s	<s> Security	7.5.3	eSecu-s:M	N/A ☺ YES ☺
eqSecu-r	<r> Security	7.5.3	eSecu-r:M	N/A ☺ YES ☺
eqCRR-s	<s> Complete route recording	7.5.5	eCRR-s:M	N/A ☺ YES ☺
eqCRR-r	<r> Complete route recording	7.5.5	eCRR-r:M	N/A ☺ YES ☺
eqPRR-s	<s> Partial route recording	7.5.5	ePRR-s:M	N/A ☺ YES ☺
eqPRR-r	<r> Partial route recording	7.5.5	ePRR-r:M	N/A ☺ YES ☺
eqCSR-s	<s> Complete source routeing	7.5.4	eCSR:M	N/A ☺ YES ☺
eqPSR-s	<s> Partial source routeing	7.5.4	ePSR:M	N/A ☺ YES ☺
eqQOSM-s	<s> QOS maintenance	7.5.6	c1:M	N/A ☺ YES ☺
eqQOSM-r	<r> QOS maintenance	7.5.6	c2:M	N/A ☺ YES ☺
eqPri-s	<s> Priority	7.5.7	ePri-s:M	N/A ☺ YES ☺
eqPri-r	<r> Priority	7.5.7	ePri-r:M	N/A ☺ YES ☺
eqData-s	<s> Data	7.6	M	YES ☺
eqData-r	<r> Data	7.6	M	YES ☺
eqUnSup2	Are received PDUs containing parameters selecting unsupported Type 2 functions discarded and where appropriate an Error Report PDU generated?	6.21	M	YES ☺
eqUnSup3	Are parameters selecting unsupported Type 3 functions ignored?	6.21	M	YES ☺
Definition of conditional status entries: c1: eQOSM-s OR eCong-s c2: eQOSM-r OR eCong-r				

A.6.4.5 ERP parameters

Item	Parameter	Reference	Status	Support
epFxFt-s	<s> Fixed part	7.2	M	YES ☺
epFxFt-r	<r> Fixed part	7.2	M	YES ☺
epAddr-s	<s> Addresses	7.3	M	YES ☺
epAddr-r	<r> Addresses	7.3	M	YES ☺
epSeg-s	<s> Segmentation part	7.4	M	YES ☺
epSeg-r	<r> Segmentation part	7.4	M	YES ☺
epPadd-s	<s> Padding	7.5.2	ePadd-s:M	N/A ☺
epPadd-r	<r> Padding	7.5.2	M	YES ☺
epSecu-s	<s> Security	7.5.3	eSecu-s:M	N/A ☺
epSecu-r	<r> Security	7.5.3	eSecu-r:M	N/A ☺
epCRR-s	<s> Complete route recording	7.5.5	eCRR-s:M	N/A ☺
epCRR-r	<r> Complete route recording	7.5.5	eCRR-r:M	N/A ☺
epPRR-s	<s> Partial route recording	7.5.5	ePRR-s:M	N/A ☺
epPRR-r	<r> Partial route recording	7.5.5	ePRR-r:M	N/A ☺
epCSR-s	<s> Complete source routeing	7.5.4	eCSR:M	N/A ☺
epPSR-s	<s> Partial source routeing	7.5.4	ePSR:M	N/A ☺
epQOSM-s	<s> QOS maintenance	7.5.6	c1:M	N/A ☺
epQOSM-r	<r> QOS maintenance	7.5.6	c2:M	N/A ☺
epPri-s	<s> Priority	7.5.7	ePri-s:M	N/A ☺
epPri-r	<r> Priority	7.5.7	ePri-r:M	N/A ☺
epData-s	<s> Data	7.6	M	YES ☺
epData-r	<r> Data	7.6	M	YES ☺
epUnSup2	Are received PDUs containing parameters selecting unsupported Type 2 functions discarded and where appropriate an Error Report PDU generated?	6.21	M	YES ☺
epUnSup3	Are parameters selecting unsupported Type 3 functions ignored?	6.21	M	YES ☺
Definition of conditional status entries: c1: eQOSM-s OR eCong-s c2: eQOSM-r OR eCong-r				

A.6.5 Timers

Item	Timer	Reference	Status	Values	Support	Values supported
eLifReas	Is reassembly timer <= received derived PDU lifetime?	6.8	M		YES ☺	
eReasLim	What values of the reassembly timer are supported?	6.8		500 ms to 127.5 s		

A.7 Intermediate systems

A.7.1 Applicability

The PICS proforma items in A.7 are applicable only to intermediate system implementations; i.e. those in which item IS in A.5 is supported. The items in A.7.4.3 are applicable only to intermediate system implementations that support the echo request function; i.e. those in which item eReq in A.7.2 is supported. The items in A.7.4.4 are applicable only to intermediate system implementations that support the echo response function; i.e. those in which item eErsp in A.7.2 is supported.

A.7.2 Supported functions

Item	Function	Reference	Status	Support
iPDUC	PDU composition	6.1	M	YES ☺
iPDUD	PDU decomposition	6.2	M	YES ☺
iHFA	Header format analysis	6.3	M	YES ☺
iPDUL	<s> PDU lifetime control	6.4	M	YES ☺
iRout	Route PDU	6.5	M	YES ☺
iForw	Forward PDU	6.6	M	YES ☺
iSegm	Segment PDU	6.7	iDSNS:M	N/A ☺ YES ☺
iReas	Reassemble PDU	6.8	iErsp:M ^ iErsp:O	N/A ☺ YES ☺ NO ☺
iDisc	Discard PDU	6.9	M	YES ☺
iErep	Error reporting	6.10	M	YES ☺
iEdec	<s> Header error detection	6.11	M	YES ☺
* iSecu	<s> Security	6.13	O	YES ☺ NO ☺
* iCRR	<s> Complete route recording	6.15	O	YES ☺ NO ☺
* iPRR	<s> Partial route recording	6.15	O	YES ☺ NO ☺
* iCSR	Complete source routeing	6.14	O	YES ☺ NO ☺
* iPSR	Partial source routeing	6.14	O	YES ☺ NO ☺
* iPri	<s> Priority	6.17	O	YES ☺ NO ☺
* iQOSM	<s> QOS maintenance	6.16	O	YES ☺ NO ☺
* iCong	<s> Congestion notification	6.18	O	YES ☺ NO ☺
iPadd	<s> Padding	6.12	M	YES ☺
iEreq	Echo request	6.19	O	YES ☺ NO ☺
* iErsp	Echo response	6.20	O	YES ☺ NO ☺
iSegS	Create segments smaller than necessary	6.8	O	YES ☺ NO ☺
iDSNS	Simultaneous support of subnetworks with different SN-Userdata sizes	Table 9 Note 3	O	YES ☺ NO ☺

A.7.3 Supported PDUs

Item	NPDU	Reference	Status	Support
iDT-t	DT (full protocol) transmit	7.7	M	YES ☺
iDT-r	DT (full protocol) receive	7.7	M	YES ☺
iDTNS-t	DT (non-segmenting) transmit	7.7	M	YES ☺
iDTNS-r	DT (non-segmenting) receive	7.7	M	YES ☺
iER-t	ER transmit	7.9	M	YES ☺
iER-r	ER receive	7.9	M	YES ☺
iERQ-t	ERQ transmit	7.10	iEreq:M	N/A ☺ YES ☺
iERQ-r	ERQ receive	7.10	M	YES ☺
iERP-t	ERP transmit	7.11	iErsp:M	N/A ☺ YES ☺
iERP-r	ERP receive	7.11	M	YES ☺

A.7.4 Supported parameters

A.7.4.1 DT parameters

Item	Parameter	Reference	Status	Support
idFxFt-s	<s> Fixed part	7.2	M	YES ☺
idFxFt-r	<r> Fixed part	7.2	M	YES ☺
idAddr-s	<s> Addresses	7.3	M	YES ☺
idAddr-r	<r> Addresses	7.3	M	YES ☺
idSeg-s	<s> Segmentation part	7.4	M	YES ☺
idSeg-r	<r> Segmentation part	7.4	M	YES ☺
idPadd-s	<s> Padding	7.5.2	M	YES ☺
idPadd-r	<r> Padding	7.5.2	M	YES ☺
idSecu-s	<s> Security	7.5.3	iSecu:M	N/A ☺ YES ☺
idSecu-r	<r> Security	7.5.3	iSecu:M	N/A ☺ YES ☺
idCRR-s	<s> Complete route recording	7.5.5	iCRR:M	N/A ☺ YES ☺
idCRR-r	<r> Complete route recording	7.5.5	iCRR:M	N/A ☺ YES ☺
idPRR-s	<s> Partial route recording	7.5.5	M	YES ☺
idPRR-r	<r> Partial route recording	7.5.5	iPRR:M	N/A ☺ YES ☺
idCSR-s	<s> Complete source routeing	7.5.4	iCSR:M	N/A ☺ YES ☺
idCSR-r	<r> Complete source routeing	7.5.4	iCSR:M	N/A ☺ YES ☺
idPSR-s	<s> Partial source routeing	7.5.4	M	YES ☺
idPSR-r	<r> Partial source routeing	7.5.4	iPSR:M	N/A ☺ YES ☺
idQOSM-s	<s> QOS maintenance	7.5.6	M	YES ☺
idQOSM-r	<r> QOS maintenance	7.5.6	c1:M	N/A ☺ YES ☺
idPri-s	<s> Priority	7.5.7	M	YES ☺
idPri-r	<r> Priority	7.5.7	iPri:M	N/A ☺ YES ☺
idData-s	<s> Data	7.6	M	YES ☺
idData-r	<r> Data	7.6	M	YES ☺
idUnSup2	Are received PDUs containing parameters selecting unsupported Type 2 functions discarded and where appropriate an Error Report PDU generated?	6.21	M	YES ☺
idUnSup3	Are parameters selecting unsupported Type 3 functions ignored?	6.21	M	YES ☺

Definition of conditional status entry:
c1: iQOSM OR iCong

A.7.4.2 ER parameters

Item	Parameter	Reference	Status	Support
ieFxFt-s	<s> Fixed part	7.2	M	YES ☺
ieFxFt-r	<r> Fixed part	7.2	M	YES ☺
ieAddr-s	<s> Addresses	7.3	M	YES ☺
ieAddr-r	<r> Addresses	7.3	M	YES ☺
iePadd-s	<s> Padding	7.5.2	M	YES ☺
iePadd-r	<r> Padding	7.5.2	M	YES ☺
ieSecu-s	<s> Security	7.5.3	iSecu:M	N/A ☺ YES ☺
ieSecu-r	<r> Security	7.5.3	iSecu:M	N/A ☺ YES ☺
ieCRR-s	<s> Complete route recording	7.5.5	iCRR:M	N/A ☺ YES ☺
ieCRR-r	<r> Complete route recording	7.5.5	iCRR:M	N/A ☺ YES ☺
iePRR-s	<s> Partial route recording	7.5.5	M	YES ☺
iePRR-r	<r> Partial route recording	7.5.5	iPRR:M	N/A ☺ YES ☺
ieCSR-s	<s> Complete source routeing	7.5.4	iCSR:M	N/A ☺ YES ☺
ieCSR-r	<r> Complete source routeing	7.5.4	iCSR:M	N/A ☺ YES ☺
iePSR-s	<s> Partial source routeing	7.5.4	M	YES ☺
iePSR-r	<r> Partial source routeing	7.5.4	iPSR:M	N/A ☺ YES ☺
ieQOSM-s	<s> QOS maintenance	7.5.6	M	YES ☺
ieQOSM-r	<r> QOS maintenance	7.5.6	c1:M	N/A ☺ YES ☺
iePri-s	<s> Priority	7.5.7	M	YES ☺
iePri-r	<r> Priority	7.5.7	iPri:M	N/A ☺ YES ☺
ieDisc-s	<s> Reason for discard	7.9.5	M	YES ☺
ieDisc-r	<r> Reason for discard	7.9.5	M	YES ☺
ieData-s	<s> Data	7.9.6	M	YES ☺
ieData-r	<r> Data	7.9.6	M	YES ☺
ieUnSup2	Are received PDUs containing parameters selecting unsupported Type 2 functions discarded?	6.21	M	YES ☺
ieUnSup3	Are parameters selecting unsupported Type 3 functions ignored?	6.21	M	YES ☺
Definition of conditional status entry: c1: iQOSM OR iCong				

A.7.4.3 ERQ parameters

Item	Parameter	Reference	Status	Support
iqFxFt-s	<s> Fixed part	7.2	M	YES ☺
iqFxFt-r	<r> Fixed part	7.2	M	YES ☺
iqAddr-s	<s> Addresses	7.3	M	YES ☺
iqAddr-r	<r> Addresses	7.3	M	YES ☺
iqSeg-s	<s> Segmentation part	7.4	M	YES ☺
iqSeg-r	<r> Segmentation part	7.4	M	YES ☺
iqPadd-s	<s> Padding	7.5.2	M	YES ☺
iqPadd-r	<r> Padding	7.5.2	M	YES ☺
iqSecu-s	<s> Security	7.5.3	iSecu:M	N/A ☺ YES ☺
iqSecu-r	<r> Security	7.5.3	iSecu:M	N/A ☺ YES ☺
iqCRR-s	<s> Complete route recording	7.5.5	iCRR:M	N/A ☺ YES ☺
iqCRR-r	<r> Complete route recording	7.5.5	iCRR:M	N/A ☺ YES ☺
iqPRR-s	<s> Partial route recording	7.5.5	M	YES ☺
iqPRR-r	<r> Partial route recording	7.5.5	iPRR:M	N/A ☺ YES ☺
iqCSR-s	<s> Complete source routeing	7.5.4	iCSR:M	N/A ☺ YES ☺
iqCSR-r	<r> Complete source routeing	7.5.4	iCSR:M	N/A ☺ YES ☺
iqPSR-s	<s> Partial source routeing	7.5.4	M	YES ☺
iqPSR-r	<r> Partial source routeing	7.5.4	iPSR:M	N/A ☺ YES ☺
iqQOSM-s	<s> QOS maintenance	7.5.6	M	YES ☺
iqQOSM-r	<r> QOS maintenance	7.5.6	c1:M	N/A ☺ YES ☺
iqPri-s	<s> Priority	7.5.7	M	YES ☺
iqPri-r	<r> Priority	7.5.7	iPri:M	N/A ☺ YES ☺
iqData-s	<s> Data	7.6	M	YES ☺
iqData-r	<r> Data	7.6	M	YES ☺
iqUnSup2	Are received PDUs containing parameters selecting unsupported Type 2 functions discarded and where appropriate an Error Report PDU generated?	6.21	M	YES ☺
iqUnSup3	Are parameters selecting unsupported Type 3 functions ignored?	6.21	M	YES ☺
Definition of conditional status entry: c1: iQOSM OR iCong				

A.7.4.4 ERP parameters

Item	Parameter	Reference	Status	Support
ipFxFt-s	<s> Fixed part	7.2	M	YES ☺
ipFxFt-r	<r> Fixed part	7.2	M	YES ☺
ipAddr-s	<s> Addresses	7.3	M	YES ☺
ipAddr-r	<r> Addresses	7.3	M	YES ☺
ipSeg-s	<s> Segmentation part	7.4	M	YES ☺
ipSeg-r	<r> Segmentation part	7.4	M	YES ☺
ipPadd-s	<s> Padding	7.5.2	M	YES ☺
ipPadd-r	<r> Padding	7.5.2	M	YES ☺
ipSecu-s	<s> Security	7.5.3	iSecu:M	N/A ☺ YES ☺
ipSecu-r	<r> Security	7.5.3	iSecu:M	N/A ☺ YES ☺
ipCRR-s	<s> Complete route recording	7.5.5	iCRR:M	N/A ☺ YES ☺
ipCRR-r	<r> Complete route recording	7.5.5	iCRR:M	N/A ☺ YES ☺
ipPRR-s	<s> Partial route recording	7.5.5	M	YES ☺
ipPRR-r	<r> Partial route recording	7.5.5	iPRR:M	N/A ☺ YES ☺
ipCSR-s	<s> Complete source routeing	7.5.4	iCSR:M	N/A ☺ YES ☺
ipCSR-r	<r> Complete source routeing	7.5.4	iCSR:M	N/A ☺ YES ☺
ipPSR-s	<s> Partial source routeing	7.5.4	M	YES ☺
ipPSR-r	<r> Partial source routeing	7.5.4	iPSR:M	N/A ☺ YES ☺
ipQOSM-s	<s> QOS maintenance	7.5.6	M	YES ☺
ipQOSM-r	<r> QOS maintenance	7.5.6	c1:M	N/A ☺ YES ☺
ipPri-s	<s> Priority	7.5.7	M	YES ☺
ipPri-r	<r> Priority	7.5.7	iPri:M	N/A ☺ YES ☺
ipData-s	<s> Data	7.6	M	YES ☺
ipData-r	<r> Data	7.6	M	YES ☺
ipUnSup2	Are received PDUs containing parameters selecting unsupported Type 2 functions discarded and where appropriate an Error Report PDU generated?	6.21	M	YES ☺
ipUnSup3	Are parameters selecting unsupported Type 3 functions ignored?	6.21	M	YES ☺
Definition of conditional status entry: c1: iQOSM OR iCong				

A.7.5 Timer and parameter values

Item	Timer	Reference	Status	Values	Support	Values supported
eLifReas	Is reassembly timer <= received derived PDU lifetime?	6.8	iReas:M		N/A ☺ YES ☺	
eReasLim	What values of the reassembly timer are supported?	6.8		500 ms to 127.5 s		

Anexo B

Material de apoyo técnico

(Este anexo no es parte integrante de la presente Recomendación | Norma Internacional)

B.1 Duración de la unidad de datos

Hay dos finalidades primarias para proporcionar una capacidad de duración de la PDU en el protocolo definido por esta Recomendación | Norma Internacional. Una finalidad es asegurarse contra la puesta en bucle ilimitada de unidades de datos de protocolo, si bien el algoritmo de encaminamiento debe asegurar que será muy raro que los datos sean puestos en bucles, el campo de duración de la PDU proporciona una garantía adicional de que se limitará la extinción de los bucles.

La otra finalidad de la capacidad de duración es proporcionar un medio para que la entidad de red de origen pueda limitar la duración máxima de la NSDU. El protocolo de transporte de OSI clase 4 (Rec. X.224 del UIT-T | Norma ISO/CEI 8073) supone que hay una duración máxima de NSDU particular para la protección contra ciertos estados de error en las fases de establecimiento y de terminación de la conexión de transporte; a saber, si una PDU de transporte (TPDU) no llega dentro de la duración máxima de la NSDU, no hay posibilidad de que llegue. Es necesario hacer esta hipótesis, incluso si la capa de red no garantiza ningún límite superior particular a la duración de la NSDU. Es más sencillo para el protocolo de transporte de clase 4 tratar las TPDU perdidas que tratar las TPDU retardadas y por este motivo, es preferible descartar las TPDU tardías en vez de entregarlas. Debe señalarse que la duración de la NSDU no está directamente asociada con la retransmisión de las TPDU perdidas; en cambio, es más útil para distinguir las TPDU antiguas (duplicadas) de las nuevas TPDU.

La duración máxima de la NSDU debe proporcionarse a una entidad de protocolo de transporte en unidades de tiempo con el fin de que sea útil para determinar valores de temporizador de transporte (una entidad de transporte no puede contar «tramos»).

En ausencia de cualquier límite superior garantizado, es corriente estimar un valor para la duración máxima de la NSDU. Este valor se basa a menudo en la observación del funcionamiento anterior y puede variar en función del origen y el destino. Hay dos maneras posibles de tratar la necesidad de un límite de la duración máxima de la NSDU:

- 1) proporcionar un mecanismo en la capa de transporte para reconocer y descartar las TPDU antiguas; o
- 2) especificar la duración en unidades de tiempo.

El segundo método requiere que los sistemas intermedios disminuyan el campo de vida útil en un valor que es un límite superior del tiempo transcurrido desde que la PDU visitó el sistema intermedio anterior. La capa de transporte se basa en la capa de red para descartar las NSDU (y por tanto las TPDU) cuya duración ha expirado.

Una desventaja importante de emplear la solución 1 es que las entidades de transporte se crean cuando es necesario y se liberan cuando han cumplido su finalidad, por lo que son temporales por naturaleza. Para determinar si una determinada TPDU es antigua, deben diseñarse (y deben estar siempre presentes) funciones que reconozcan y descarten las TPDU antiguas además de las realizadas por cada caso de entidad de transporte. Estas funciones son extremadamente complejas e imponen una tara que no es trivial al funcionamiento de la capa de transporte.

A la inversa, la máquina de estados asociada con la provisión del servicio en modo sin conexión no tiene que conocer la información de estado de la conexión anterior para funcionar correctamente. Como no se requiere ningún mecanismo adicional además de los necesarios para la duración de NPDU limitadas correctamente para asegurar que las antiguas NSDU (y por tanto las antiguas TPDU) no son entregadas a la capa de transporte, es preferible que la capa de red descarte las NPDU cuya duración ha expirado, y que la capa de transporte trate las TPDU perdidas (solución 2).

B.1.1 Determinación de un valor para la duración de la NPDU

No es necesario que cada sistema intermedio sustraiga una medida precisa del tiempo que transcurrió desde que una NPDU (que contiene la TPDU o un segmento de la misma) visitó el anterior sistema intermedio. Cuando no se dispone de una medida precisa, es suficiente sustraer una sobrestimación del tiempo real empleado. En la mayoría de los casos, un sistema intermedio puede sencillamente sustraer un valor constante que depende de los retardos típicos casi

máximos que se encuentran en un servicio subyacente específico. Puede necesitarse una medida más exacta para aquellas subredes que tienen un retardo máximo relativamente largo y una variación de retardo relativamente grande.

Por ejemplo, supongamos que una determinada red de zona local tiene retardos medios cortos, con retardos globales generalmente en la gama comprendida entre 1 ms a 5 ms y retardos ocasionales de hasta 20 ms. En este caso, aunque la gama relativa de retardo pudiera ser grande (un factor de veinte) no sería necesario aún medir el retardo real para las NPDU. Podría sustraerse un valor constante de 20 ms (o más) para todas las NPDU. De manera similar, si un enlace por satélite de un solo salto tuviese retardos comprendidos entre 0,5 s y 0,6 s, podría utilizarse siempre el valor más alto.

Si una tercera subred tuviese retardos normales comprendidos entre 0,1 s a 1 s, pero ocasionalmente entregase una NPDU después de un retardo de 15 s, un sistema intermedio asociado a esta red pudiera considerar necesario determinar cuánto se demoró realmente la entrega de la NPDU. Incluso en este último ejemplo, es más útil que el sistema intermedio determine cuándo los retardos son extremos y descarte las NPDU muy viejas y deje que el protocolo de transporte detecte las TPDU perdidas.

Además del retardo dentro de cada subred, es importante considerar el retardo dentro de los sistemas intermedios. Debe ser relativamente sencillo para los sistemas intermedios que prevén retener algunas unidades de datos durante periodos de tiempo significativos, disminuir la duración apropiadamente.

B.2 Control de la duración de reensamblado

Para garantizar un límite de la duración de las NSDU, y gestionar eficazmente las memorias tampón de reensamblado en la capa de red, la función de reensamblado descrita en la cláusula 6 debe controlar la duración de segmentos que representan PDU parcialmente ensambladas. A continuación se examinan métodos para limitar la duración de reensamblado y se proponen algunas directrices de realización para la función de reensamblado.

Cuando los segmentos de una PDU llegan a una entidad de red de destino, son almacenados en una memoria tampón hasta que recibe toda la PDU, es ensamblada y pasada a la función de descomposición de PDU. El protocolo no garantiza la entrega de las PDU; por tanto, es posible que algunos segmentos de una PDU se pierdan o se retarden de modo que toda la PDU no puede ensamblarse en un periodo de tiempo razonable. Por ejemplo, en el caso de pérdida de un segmento de PDU, éste podría ser irrecuperable. Hay varios posibles esquemas para impedir esto:

- a) temporizadores de reensamblado por cada PDU;
- b) extensión de la función de control de duración de la PDU; y
- c) acoplamiento de la duración de reensamblado y de los temporizadores de retransmisión de transporte.

A continuación se analizan cada uno de estos métodos.

B.2.1 Método (a)

Este método asigna una «duración de reensamblado» a cada PDU recibida e identificada por su identificador de unidad de datos. Este es un tiempo real local que es asignado por la función de reensamblado y disminuido cuando algunos pero no todos los segmentos de la PDU están siendo almacenados en la memoria tampón por la entidad de red de destino. Si el temporizador expira, se descartan todos los segmentos de la PDU, liberando las memorias tampón de reensamblado e impidiendo que una PDU «muy vieja» se confunda con otra más nueva que lleva el mismo identificador de unidad de datos. Para que este esquema funcione adecuadamente, los temporizadores deben asignarse de manera que impidan el fenómeno de interferencia de reensamblado (examinado más adelante). En particular, deben seguirse las siguientes orientaciones:

- a) La duración de reensamblado debe ser mucho menor que la duración máxima de la PDU de la red (para evitar la confusión entre unidades de datos viejas y nuevas).
- b) La duración debe ser menor que los temporizadores de retransmisión del protocolo de transporte menos el tiempo de tránsito medio de la red. Si no es así, se vinculan memorias tampón suplementarias que retienen los datos que ya han sido retransmitidos por el protocolo de transporte. (Obsérvese que se ha supuesto que tales temporizadores forman parte del protocolo de transporte, lo que en cierto sentido dicta que las funciones de retransmisión deben existir en el protocolo de transporte empleado.)

B.2.2 Método (b)

Este método es factible si la función de control de duración de la PDU funciona basada en tiempo real o virtual en vez del cómputo de tramos. En este esquema, el campo de duración de cada segmento de PDU continúa a ser disminuido por

la función de reensamblado de la entidad de red de destino como si la PDU estuviese aún en tránsito (en cierto sentido, lo está aún). Cuando expira cualquier segmento de la PDU parcialmente reensamblada, se descartan todos los segmentos de esa PDU. Este esquema es interesante puesto que el comportamiento de entrega de este protocolo sería idéntico para las PDU segmentadas y no segmentadas.

B.2.3 Método (c)

Este método acopla directamente la duración de reensamblado con los temporizadores de retransmisión del protocolo de transporte, y requiere que la gestión de la capa de transporte haga saber a la gestión de la capa de red (y, por tanto, a la función de reensamblado) los valores de sus temporizadores de retransmisión para cada fuente de la cual espera recibir tráfico. Cuando se recibe un segmento de PDU de una fuente, el tiempo de retransmisión menos el tiempo de tránsito previsto se convierte en la duración de reensamblado de esa PDU. Si este temporizador expira antes de que toda la PDU ha sido reensamblada, se descartan todos los segmentos de la PDU. Este esquema es interesante porque tiene una probabilidad baja de retener segmentos de PDU que ya han sido retransmitidos por la entidad de transporte de origen; sin embargo, tiene la desventaja de que depende del funcionamiento fiable del protocolo de transporte para funcionar eficazmente. Si los temporizadores de retransmisión no se han fijado correctamente, es posible que todas las PDU se descarten demasiado pronto y el protocolo de transporte no avanzaría.

B.3 Poder de la función de detección de error de encabezamiento

B.3.1 Generalidades

La forma de la suma de control utilizada para la detección de error del encabezamiento de PDU es tal que se calcula fácilmente en soporte lógico utilizando solamente dos adiciones por octeto de encabezamiento, por lo que tiene un poder de detección de error que se acerca (aunque no iguala bastante) al de las técnicas que requieren mucho más tiempo o espacio (tales como verificaciones de polinomios cíclicas). A continuación se examina el poder de esta función de detección de errores.

La suma de control consiste en dos octetos, cada uno de los cuales puede asumir cualquier valor excepto cero. Es decir, son posibles 255 valores distintos para cada octeto. El cálculo de los dos octetos es tal que el valor de cada uno es independiente del valor del otro, de modo que la suma de control tiene un total de $255 \times 255 = 65\,025$ valores. Si se consideran como igualmente probables todas las maneras en las que el encabezamiento de la PDU pudiera ser corrompido, entonces sólo hay una posibilidad en 65 025 de que la suma de control tenga el valor correcto para cualquier corrupción determinada. Esto corresponde al 0,0015% de todos los errores posibles.

En el resto de esta cláusula se consideran clases particulares de errores que es probable se encuentren. Cabe esperar que la función de detección de error sea más poderosa, o al menos no menos poderosa, contra estas clases comparadas con los errores en general.

B.3.2 Errores de alteraciones de los bits

Se consideran primero las clases de errores en los cuales los bits son alterados pero no los bits que son insertados o suprimidos.

Una ráfaga de errores de longitud b es una corrupción del encabezamiento en el cual todos los bits alterados (no más que b en número) están dentro de un solo tramo de bits transmitidos consecutivamente que tiene una longitud de b bits. Usualmente cabe esperar que las sumas de control actúen bien contra ráfagas de errores de una longitud que no excede del número de bits (16) en el parámetro de detección de error de encabezamiento. El parámetro de detección de error de encabezamiento de la PDU falla de hecho en detectar solamente 0,000 019% de tales errores, cada error en ráfaga distinto de una longitud de 16 o menos se considera que es igualmente probable. En particular, no puede detectar una ráfaga de 8 bits en la cual un octeto de cero es alterado a un octeto de 255 (todos los bits = 1) o viceversa. De manera similar, falla en detectar el deslizamiento de dos octetos adyacentes solamente si uno es cero y el otro es 255.

La detección de error de encabezamiento de PDU, como cabe esperar, detecta todos los errores que comprenden solamente un bit alterado.

Los errores no detectados que sólo comprenden dos bits alterados deben producirse solamente si los dos bits están muy separados (incluso en ese caso sólo rara vez). La detección de error de encabezamiento de PDU detecta todos los errores de bits dobles para los cuales la separación entre los dos bits alterados es inferior a 2040 bits = 255 octetos. Como esta separación rebasa la longitud máxima del encabezamiento, se detectan todos los errores de bits dobles.

El poder de detectar errores de bits dobles es una ventaja del algoritmo de suma de control utilizado para el protocolo, comparado con una simple suma módulo 65 536 del encabezamiento dividido en campos de 16 bits. La suma simple no captará todos estos errores de bits dobles. De hecho, los errores de bits dobles con una separación de sólo 16 bits podrán pasar sin ser detectados.

En este anexo no se considera el caso en que la propia suma de control se ha fijado erróneamente a todos ceros; este caso se examina en B.3.4.

B.3.3 Errores de inserción/supresión de bits

Aunque en general no es ni más ni menos probable no detectar los errores que comprenden la inserción o supresión de bits que otras clases de errores generales, por lo menos una clase de estos errores produce preocupación especial. Si se insertan octetos, todos iguales a cero o a 255, en un punto tal que la simple suma C_0 en el cálculo (descrito en B.3) es igual a cero, el error no será detectado. Esto preocupa principalmente porque hay dos puntos en el cálculo para el cual este valor para la suma no es un caso raro, sino que se prevé, a saber, al principio y al final. Es decir, si el encabezamiento está precedido o seguido de octetos insertados todos iguales a cero o a 255, no se detectará ningún error. Ambos casos se examinan separadamente.

La inserción de octetos erróneos al comienzo del encabezamiento desalinea completamente los campos de encabezamiento haciendo que se interpreten erróneamente. En particular, el primer octeto insertado es interpretado como el identificador de protocolo de capa de red, probablemente eliminando cualquier conocimiento de que la unidad de datos está relacionada con este protocolo y por ello eliminando cualquier intento de realizar el cálculo de suma de control o de invocar una forma diferente de cálculo de suma de control.

La inserción no detectada de octetos erróneos al final del encabezamiento, en ausencia de otros errores, es imposible porque el campo de longitud define inequívocamente dónde termina el encabezamiento. La inserción o supresión de octetos al final del encabezamiento requiere alterar el valor del octeto que define la longitud de encabezamiento. Esta alteración entraña que no cabría esperar que el valor de la suma calculada al final del encabezamiento tenga el valor peligroso de cero y, en consecuencia, es tan probable detectar el error como cualquier error en general.

La inserción de un octeto erróneo en el medio del encabezamiento es primariamente importante si el octeto insertado tenía el valor cero o 255, y si la variable C_0 tiene el valor cero en este punto. En la mayoría de los casos, este error destruirá completamente el análisis del encabezamiento, lo que hará que se descarte la unidad de datos. Además, en ausencia de cualquier otro error, se considerará que el último octeto del encabezamiento son los datos. Esto a su vez hará que el encabezamiento termine en el lugar erróneo. En el caso de que el encabezamiento se analice correctamente, se encontrará que falta el último campo. Aún en el caso en que el último campo es la opción de relleno, y por tanto no necesario, la longitud de campo para la función de relleno no concordará con el campo de longitud de encabezamiento, y por consiguiente se puede detectar el error.

B.3.4 Errores cuando no se calcula la suma de control

La utilización de la función de detección de error de encabezamiento es facultativa. La elección de no utilizarla se indica mediante un valor de cero del parámetro de suma de control. Esto crea la posibilidad de que los dos octetos del parámetro de suma de control (ninguno de los cuales es generado como cero) puedan ser alterados a cero. Esto sería, en efecto, un error no detectado por la suma de control, puesto que no se efectuaría el control. Existen tres posibilidades:

- a) Un error en ráfaga de longitud dieciséis (16) que pone toda la suma de control a cero. Este error no podrá ser detectado; sin embargo, requiere una colocación particular de la ráfaga dentro del encabezamiento. (El cálculo de su efecto sobre la detectabilidad global de errores en ráfaga depende de la longitud del encabezamiento.)
- b) Se detectan todos los errores de bit. Como ambos octetos del campo de suma de control deben ser distintos de cero cuando se utiliza la suma de control, ningún error de un bit puede poner la suma de control a cero.
- c) Cuando cada uno de los dos octetos del parámetro de suma de control tiene un valor que es una potencia de cero, de modo que sólo un bit en cada uno es igual a uno (1), entonces la puesta a cero del parámetro de suma de control podría resultar en un error de bits dobles no detectado. Además, los dos bits alterados tienen una separación de menos de dieciséis (16), y podrán ser consecutivos. Esto es evidentemente un fallo de la detectabilidad completa anteriormente descrita.

Cuando hay una preocupación particular sobre la posibilidad de la puesta a cero accidental de la suma de control entre unidades de datos dentro de un dominio de direccionamiento de red, puede imponerse la restricción de que todas las unidades de datos cuyo origen o destino están dentro del dominio de direccionamiento de red utilicen la función de detección de error de encabezamiento. Cualesquiera unidades de datos que no puedan ser descartadas puede impedirse que dejen el dominio de dirección de red local. Esto protege contra errores que se producen dentro del dominio de direccionamiento de red y protegería a todas las unidades de datos cuyo origen o destino está dentro del dominio de direccionamiento de red, incluso cuando el trayecto de datos entre todos estos pares atraviesa otros dominios de direccionamiento de red (errores fuera del dominio de direccionamiento de red protegido).

Anexo C

Algoritmos para la función de detección de error de encabezamiento de PDU

(Este anexo no es parte integrante de la presente Recomendación | Norma Internacional)

C.1 Símbolos utilizados en algoritmos

- C_0, C_1 son variables utilizadas en el algoritmo;
- i es el número (es decir, la posición) de un octeto dentro del encabezamiento (la posición del primer octeto es $i = 1$);
- O_i es el valor del octeto i del encabezamiento de la PDU;
- n es el número (es decir, la posición) del primer octeto del parámetro de suma de control ($n = 8$);
- L es la longitud del encabezamiento de la PDU en octetos;
- X es el valor del octeto uno del parámetro de suma de control;
- Y es el valor del octeto dos del parámetro de suma de control.

C.2 Convenios aritméticos

La adición se realiza en uno de los dos modos siguientes:

- a) aritmética módulo 255;
- b) aritmética de ocho bits con complemento a uno, en la cual, si alguna de las variables tiene el valor menos cero (es decir, 255), se considerará como si tuviese el valor más cero (es decir, 0).

C.3 Algoritmo para generar parámetros de suma de control

Se construye el encabezamiento de la PDU completa con el valor del campo de parámetro de suma de control puesto a cero;

A: $C_0 \leftarrow C_1 \leftarrow 0$

B: Se procesa cada octeto del encabezamiento de la PDU secuencialmente a partir de $i = 1$ hasta L mediante:

$$\begin{aligned} C_0 &\leftarrow C_0 + O_i \\ C_1 &\leftarrow C_1 + C_0 \end{aligned}$$

C: Se calcula:

$$\begin{aligned} X &\leftarrow (L - 8) C_0 - C_1 \pmod{255} \\ Y &\leftarrow (L - 7) (-C_0) + C_1 \pmod{255} \end{aligned}$$

D: Si $X = 0$, entonces $X \leftarrow 255$;

E: Si $Y = 0$, entonces $Y \leftarrow 255$;

F: Se colocan los valores de X e Y en los octetos 8 y 9 respectivamente.

C.4 Algoritmo para verificar los parámetros de suma de control

A: Si los octetos 8 y 9 del encabezamiento de la PDU contienen 0, el cálculo de la suma de control es correcto; por lo demás, si cualquiera de los dos pero no ambos de estos octetos contienen el valor cero, la suma de control es incorrecta. En los demás casos, se inicializa:

$$C_0 \leftarrow C_1 \leftarrow 0$$

B: Se procesa cada octeto del encabezamiento de la PDU secuencialmente a partir de $i = 1$ hasta L mediante:

$$\begin{aligned} C_0 &\leftarrow C_0 + O_i \\ C_1 &\leftarrow C_1 + C_0 \end{aligned}$$

C: Si, cuando todos los octetos han sido procesados, $C_0 = C_1 = 0$, el cálculo de la suma de control es correcto; en los demás casos, el cálculo de la suma de control ha fallado.

C.5 Algoritmo para ajustar el parámetro de suma de control cuando se altera un octeto

Este algoritmo ajusta la suma de control cuando se altera un octeto (tal como el campo de duración). Se supone que el valor en el octeto k es cambiado por $Z = \text{valor nuevo} - \text{valor antiguo}$.

Si X e Y denotan los valores de suma de control mantenidos en los octetos n y $n + 1$, respectivamente, se ajusta X e Y como sigue:

A: Si $X = 0$ e $Y = 0$, no se hace nada; si $X = 0$ ó $Y = 0$, la suma de control es incorrecta; además:

$$\begin{aligned} X &\leftarrow (k - n - 1)Z + X \pmod{255} \\ Y &\leftarrow (n - k)Z + Y \pmod{255} \end{aligned}$$

B: Si $X = 0$, entonces $X \leftarrow 255$;

C: Si $Y = 0$, entonces $Y \leftarrow 255$.

Para este protocolo, $n = 8$. Si el octeto que se altera es el campo de duración, $k = 4$. En el caso en que la duración se disminuye en una unidad ($z = -1$), las declaraciones de asignación para nuevos valores de X e Y en el algoritmo inmediatamente precedente se simplifican a:

$$\begin{aligned} X &\leftarrow X + 5 \pmod{255} \\ Y &\leftarrow Y - 4 \pmod{255} \end{aligned}$$

NOTA – Para obtener este resultado, se supone que cuando al octeto k se ha añadido el valor Z , se añaden a X e Y los valores Z_x y Z_y . Para que los parámetros de suma de control satisfagan las condiciones indicadas en 6.11 antes y después de que se añadan los valores, se requiere lo siguiente:

$$\begin{aligned} Z + Z_x + Z_y &= 0 \pmod{255} \\ (L - k + 1)Z + (L - n + 1)Z_x + (L - n)Z_y &= 0 \pmod{255} \end{aligned}$$

Cuando estas ecuaciones se resuelven simultáneamente dan:

$$\begin{aligned} Z_x &= (k - n - 1)Z \\ Z_y &= (n - k)Z \end{aligned}$$