

3.3 Estándar IEEE 802.3

Protocolo HDLC (Control de Enlace de Datos de Alto nivel)

- Protocolo de comunicación de nivel de enlace de datos ampliamente utilizado en redes de computadoras y telecomunicaciones.
- Desarrollado por el Comité Consultivo Internacional de Telefonía y Telecomunicaciones (CCITT) y más tarde adoptado por la Organización Internacional de Normalización (ISO) como el estándar ISO 13239.
- Es un protocolo asimétrico (significa que impone roles distintos a las estaciones involucradas en la comunicación): una estación primaria (normalmente la que inicia la comunicación) y múltiples estaciones secundarias.
- Tipos de estaciones usadas:
 1. Estación Primaria (P): Es responsable de controlar la comunicación y gestionar las tramas enviadas y recibidas.
 2. Estación Secundaria (S): Son las estaciones que reciben comandos de la estación primaria y responden en consecuencia.

Protocolo HDLC (Control de Enlace de Datos de Alto nivel)

- **Modos de operación:**

HDLC admite dos modos de operación:

1. **Modo Normal:** La comunicación ocurre en ambos sentidos, donde la estación primaria controla y solicita respuestas de las estaciones secundarias.
2. **Modo Asimétrico:** La comunicación ocurre solo en un sentido, donde la estación primaria envía comandos y las estaciones secundarias responden sin la posibilidad de enviar sus propias tramas.

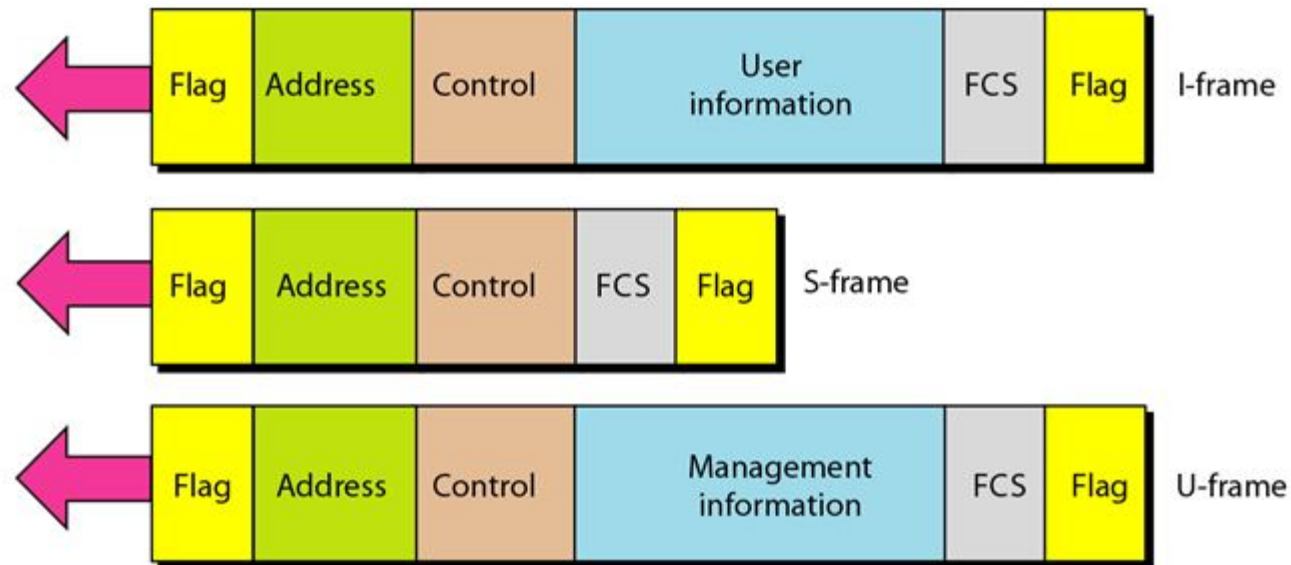
Protocolo HDLC (Control de Enlace de Datos de Alto nivel)

- **Tipos de mensajes:**

HDLC utiliza tres tipos de tramas o mensajes:

1. **Trama de información (I-frame):** Utilizada para enviar datos de usuario y control de flujo.
2. **Trama de supervisión (S-frame):** Utilizada para el control de la comunicación y para enviar comandos y confirmaciones.
3. **Trama de sin información (U-frame):** Utilizada para el establecimiento y liberación de conexiones, así como para otros comandos especiales.

Formato de tramas (trama I, trama S, trama U)



- **Bandera:** patrón de 8 bits '01111110' usado para sincronización e indicar el inicio/fin de trama.
- **Dirección:** contiene el identificador de la estación secundaria (receptor cuando la trama es generada por una estación primaria, emisor cuando la trama es generada por una estación secundaria).
- **Control:** mide 1 o 2 bytes y es usada para brindar el control de error/flujo. Su uso se describirá más adelante en el tema LLC.
- **FSC:** Secuencia de comprobación de trama, usado para detectar errores en la trama. Puede contener un CRC de 2 o 4 bytes

Protocolo LLC (Control de Enlace Lógico)

LLC (Control de Enlace Lógico)

- LLC es una subcapa de enlace de datos presente en la arquitectura de redes OSI (Interconexión de Sistemas Abiertos).
- Su función principal es proporcionar un servicio de enlace de datos confiable y orientado a la conexión a las capas superiores, como la capa de red y las capas de transporte y aplicación.

LLC (Control de Enlace Lógico)

Características:

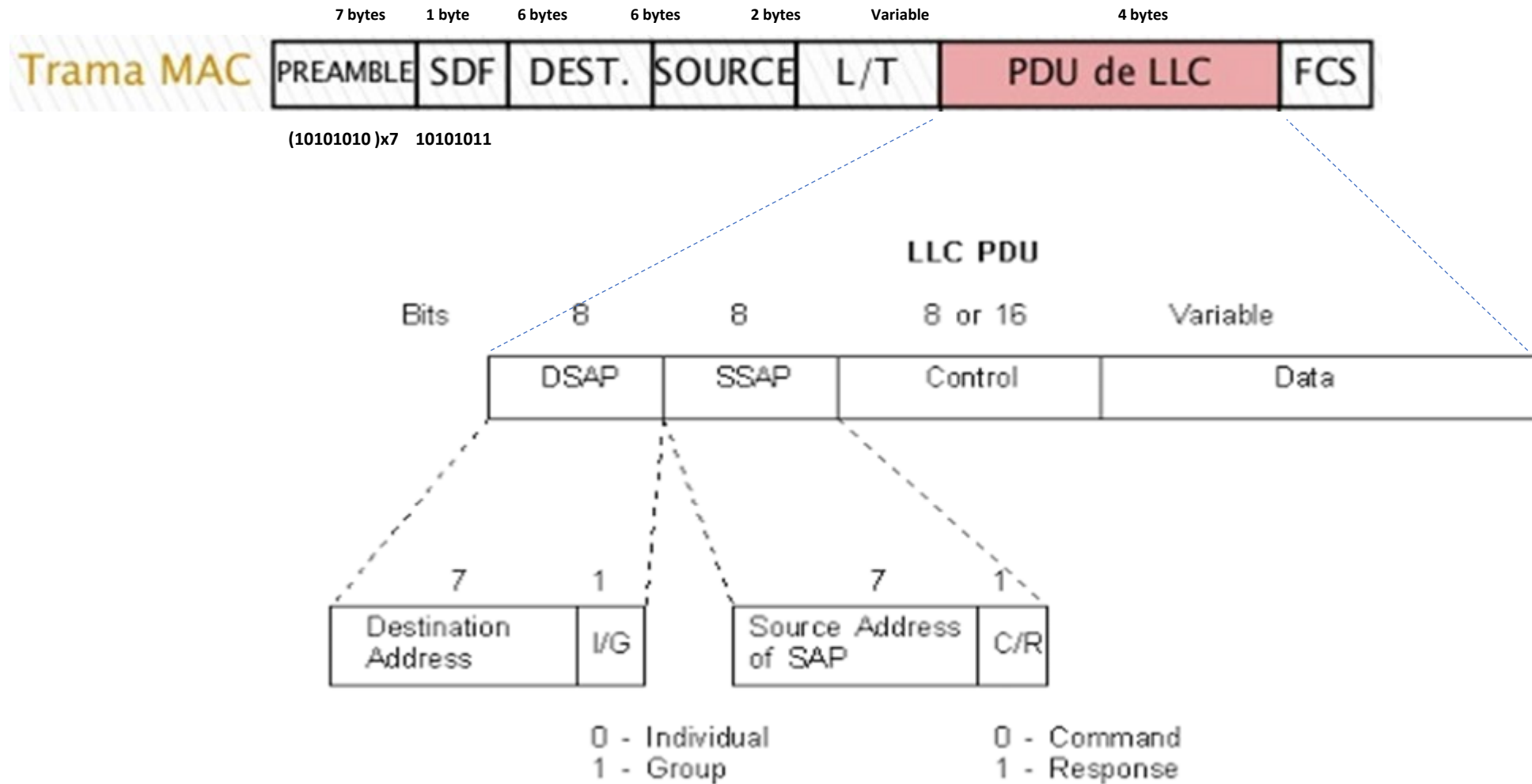
1. **Control de enlace lógico:** Establece y mantiene la conexión lógica entre los dispositivos finales, proporcionando un enlace virtual que oculta las características de la capa física subyacente.
2. **Segmentación y reensamblado:** Divide los paquetes de la capa de red en tramas más pequeñas para su transmisión a través del medio físico, y luego reensambla los fragmentos recibidos en el destino.

LLC (Control de Enlace Lógico)

Características:

3. **Control de flujo:** Gestiona el flujo de datos entre los dispositivos finales para evitar la congestión en la red y garantizar una transmisión ordenada y eficiente.
4. **Detección y corrección de errores:** Implementa técnicas de detección y corrección de errores para asegurar la integridad de los datos transmitidos, lo que garantiza una comunicación confiable y sin errores.
5. **Control de acceso al medio:** Proporciona mecanismos para controlar el acceso al medio compartido, como Ethernet, para evitar colisiones y conflictos de transmisión.

Formato de trama



SAP

SAP	Protocol
00	Null SAP
04	SNA
05	SNA
06	TCP
08	SNA
0C	SNA
42	Spanning Tree
7F	ISO 802.2
80	XNS
AA	SNAP
E0	IPX
F0	NetBIOS
F8	RPL
FC	RPL
FE	OSI
FF	Global SAP

*Fuente: <https://www.rhyshaden.com/hdlc.htm>

Campo de control

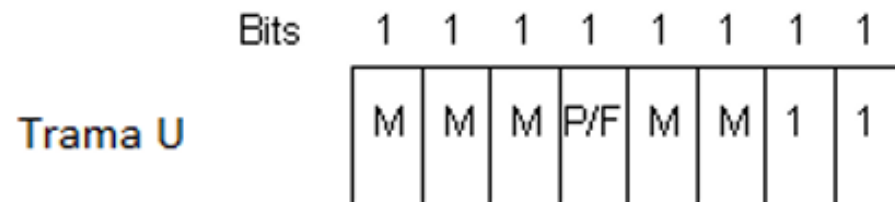
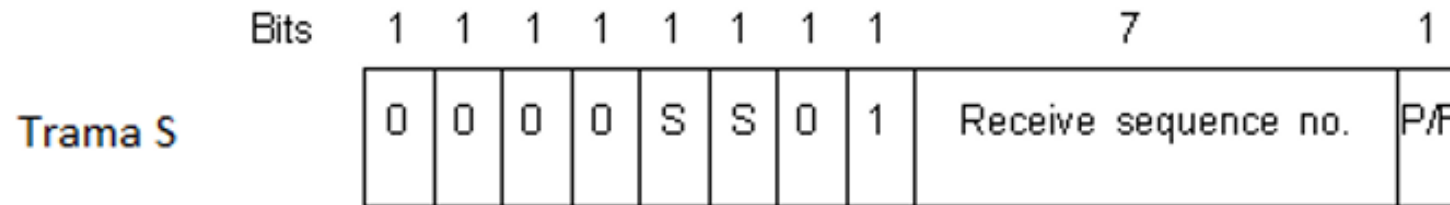
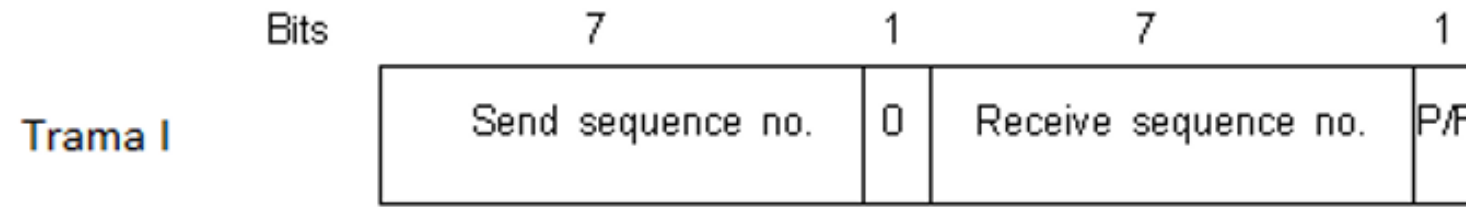
Bits	3	1	3	1
Trama I	Receive sequence no.	PolV Final	Send sequence no.	0

Bits	3	1	2	1	1
Trama S	Receive sequence no.	PolV Final	Supervisory code	0	1

Modo normal

Bits	3	1	2	1	1
Trama U	Unnumbered bits	PolV Final	Unnumbered bits	1	1

Campo de control



P/F - Poll/Final
M - Modifier function bit
S - Supervisory function bit

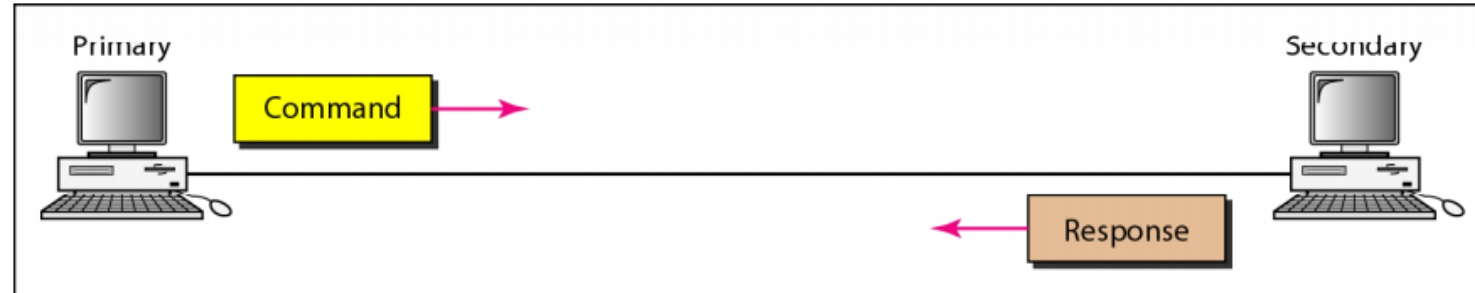
Modo extendido

Códigos trama S

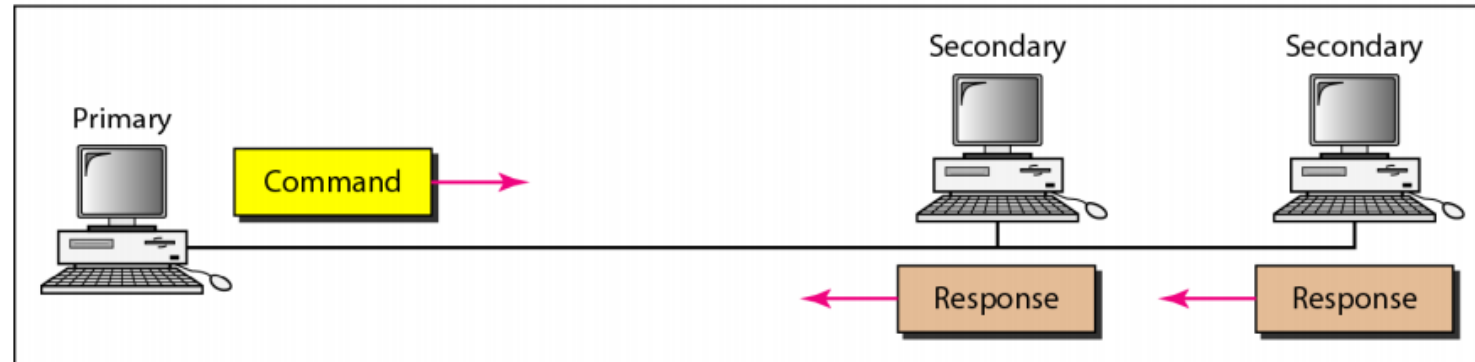
Código	00 Listo para recibir (RR)
Trama S	01 Rechazo (REJ)
	10 Receptor no listo para recibir (RNR)
	11 Rechazo selectivo (SREJ)

Modos de operación

Normal response mode



a. Point-to-point



b. Multipoint

Modos de operación

Asynchronous balanced mode



*Fuente: <https://www.lacuisinedegeorgette.be/hdlc-asynchronous-balanced-mode-k.html>

Códigos trama U

Comandos de control de la trama U con sus respuestas

<i>Código</i>	<i>Comando</i>	<i>Respuesta</i>	<i>Significado</i>
00 001	SNRM		Activación de modo de respuesta normal
11 011	SNRME		Activación de modo de respuesta normal (ampliado)
11 100	SABM	DM	Activación de modo de respuesta asíncrona balanceada
11 110	SABME		Activación de modo de respuesta asíncrona balanceada (ampliada)
00 000	UI	UI	Información sin numerar
00 110		UA	Reconocimiento sin numerar
00 010	DISC	RD	Desconexión o Petición de desconexión
10 000	SIM	RIM	Activación de modo de iniciación o Modo de petición de información
00 100	UP		Muestra sin numerar
11 001	RSET		Reset
11 101	XID	XID	Intercambio de ID
10 001	FRMR	FRMR	Rechazo de trama

*Fuente: <https://www.ques10.com/p/5513/state-and-explain-various-frame-types-in-hdlc-1/>

Análisis del protocolo LLC

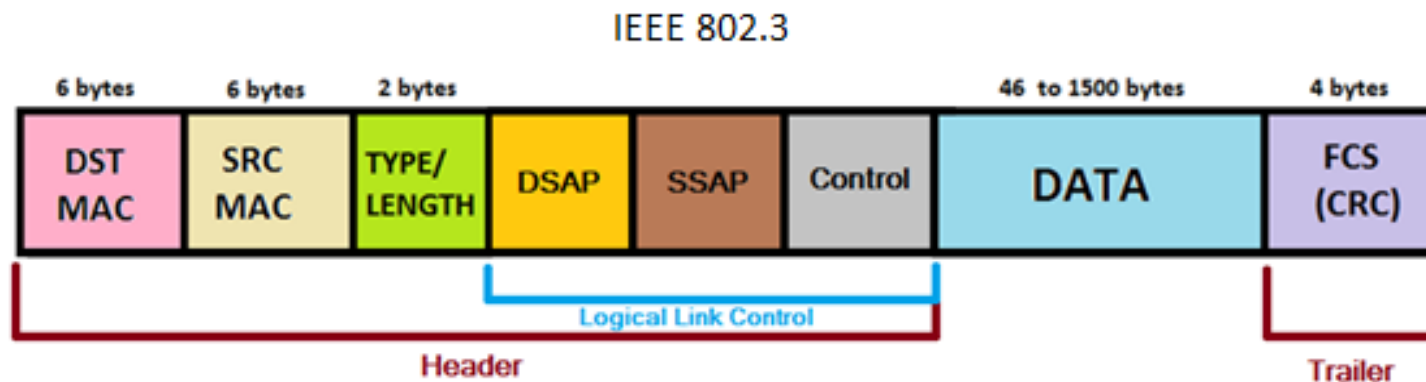
Ej. Dada la trama

00 02 b3 9c df 1b 00 02 b3 9c ae ba 00 12 f0 f0

00 03 0e 00 ff ef 17 81 bc 05 23 00 7f 00 23 7f

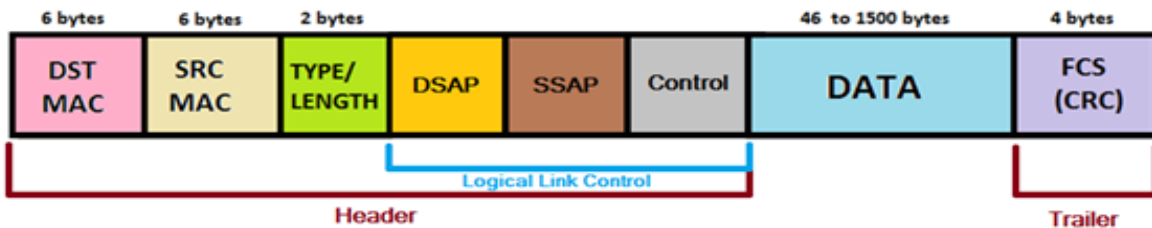
00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00

00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 90 91 6d



Ej. Dada la trama

IEEE 802.3



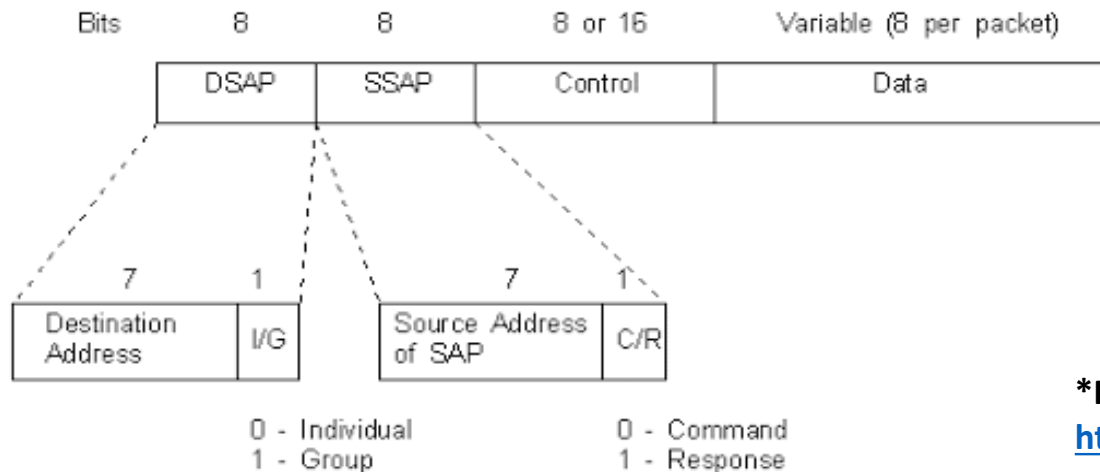
00 02 b3 9c df 1b 00 02 b3 9c ae ba 00 12 f0 f0

00 03 0e 00 ff ef 17 81 bc 05 23 00 7f 00 23 7f

00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00

00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 90 91 6d

LLC PDU



DSAP
f 0
1111 0000

SSAP
f 0
1111 0000

*Fuente imágenes: <https://edurev.in/t/97159/Ethernet--802-3-> ,
<https://www.rhyshaden.com/hdlc.htm>

Campo de control

00 03

0 0 0 3
 0000 0000 0000 0011
 ← ←

0000000011000000

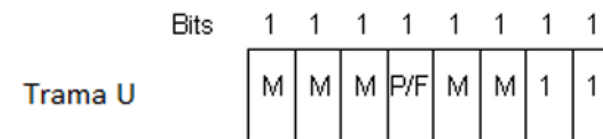
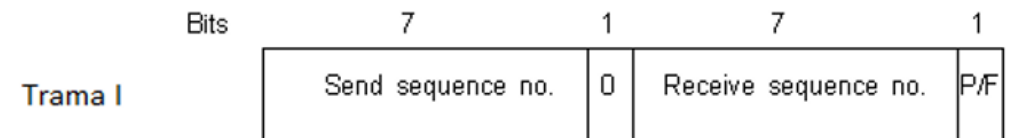
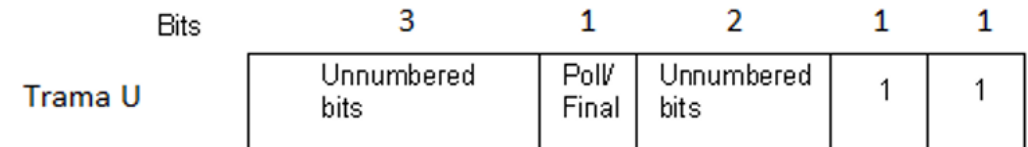
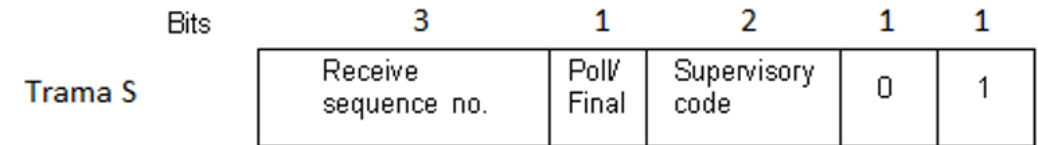
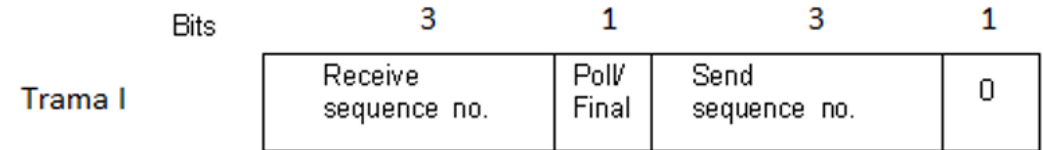
0	0000000	1	1000000
---	---------	---	---------

N(S)=0

P/F=1

N(R)=1

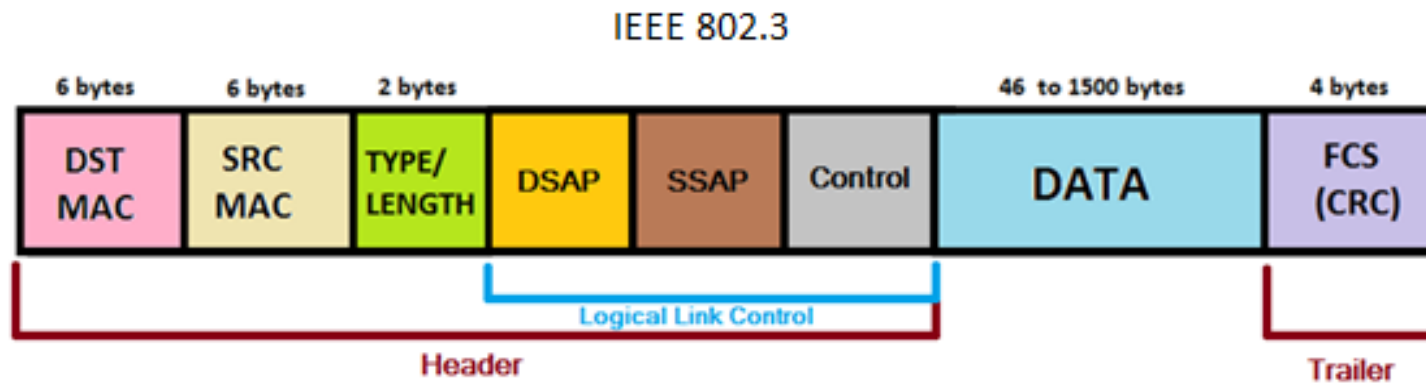
Trama I



P/F - Poll/Final
 M - Modifier function bit
 S - Supervisory function bit

Ej. Dada la trama

00 02 b3 9c ae ba 00 02 b3 9c df 1b 00 03 f0 f0
7f 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00
00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00
00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 43 05 90 6d



Ej. Dada la trama



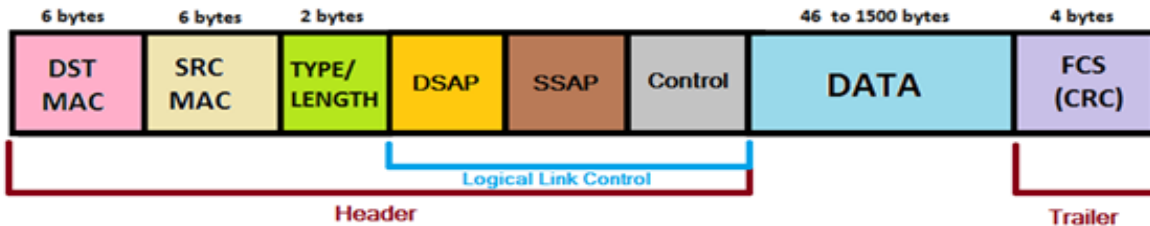
00 02 b3 9c ae ba 00 02 b3 9c df 1b 00 03 f0 f0

7f 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00

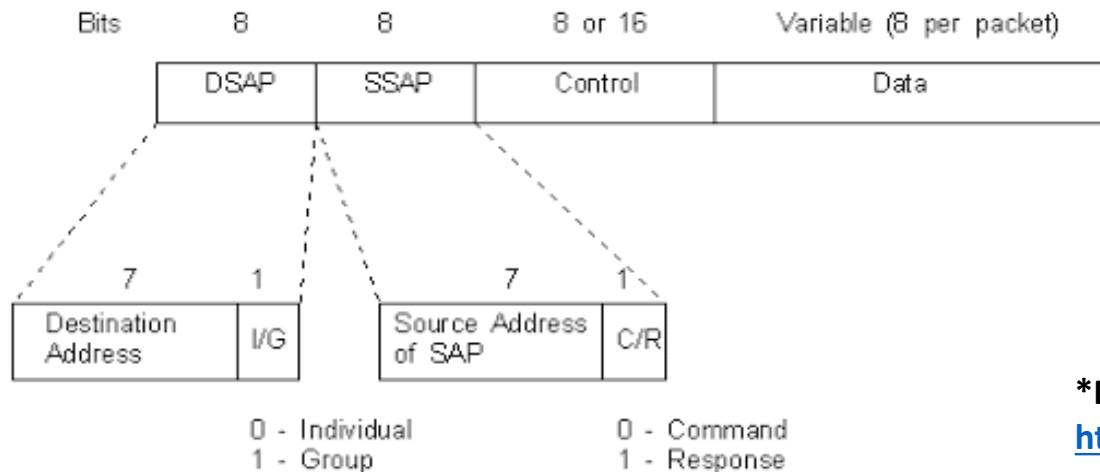
00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00

00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 43 05 90 6d

IEEE 802.3



LLC PDU



DSAP
f 0
1111 0000

SSAP
f 0
1111 0000

*Fuente imágenes: <https://edurev.in/t/97159/Ethernet--802-3-> ,
<https://www.rhyshaden.com/hdlc.htm>

Campo de control

7f

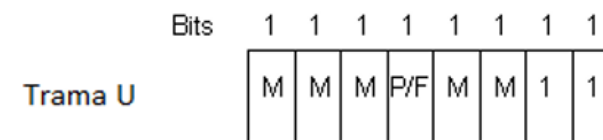
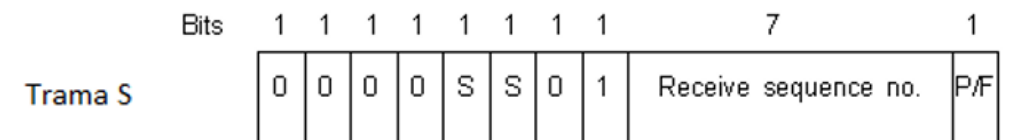
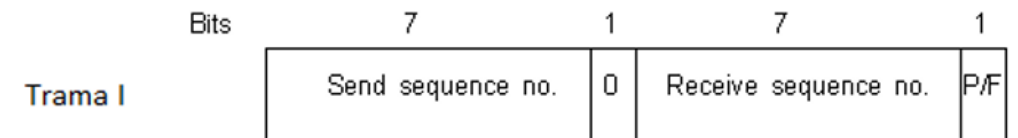
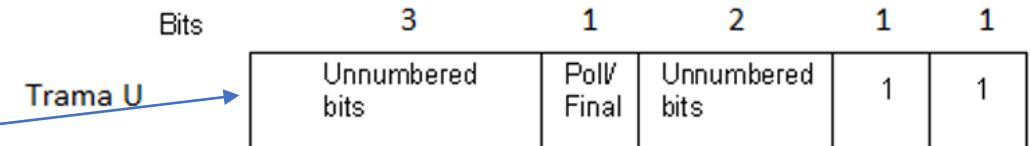
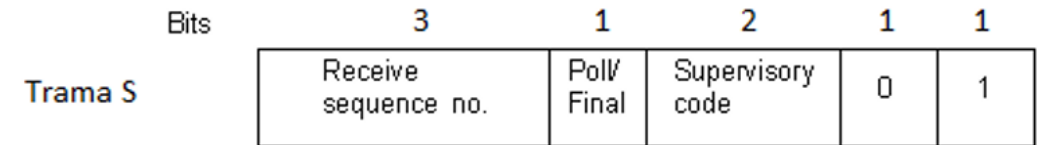
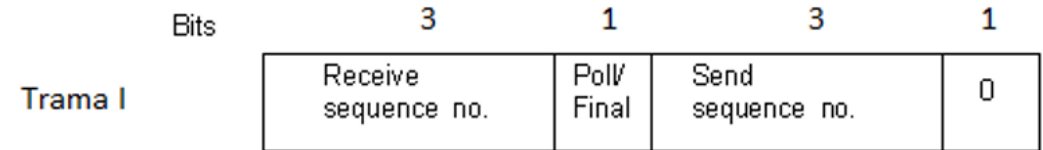
7 f
0111 1111

código
11 110

011	1	11	11
-----	---	----	----

código P/F=1 código

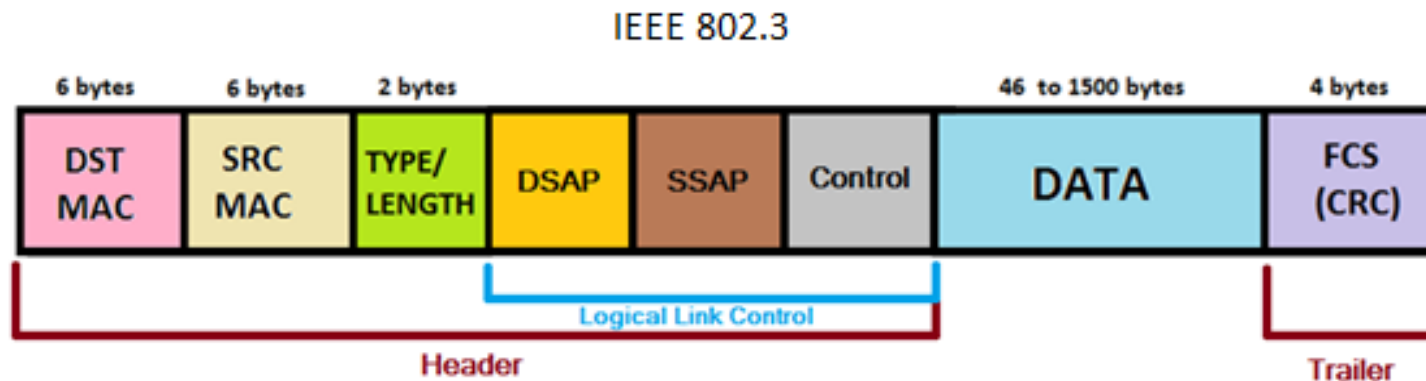
Código=11110 → SABME
(Modo de respuesta asíncrono Balanceado)



P/F - Poll/Final
M - Modifier function bit
S - Supervisory function bit

Ej. Dada la trama

00 02 b3 9c df 1b 00 02 b3 9c ae ba 00 04 f0 f1
01 08 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00
00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00
00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 be 96 6d

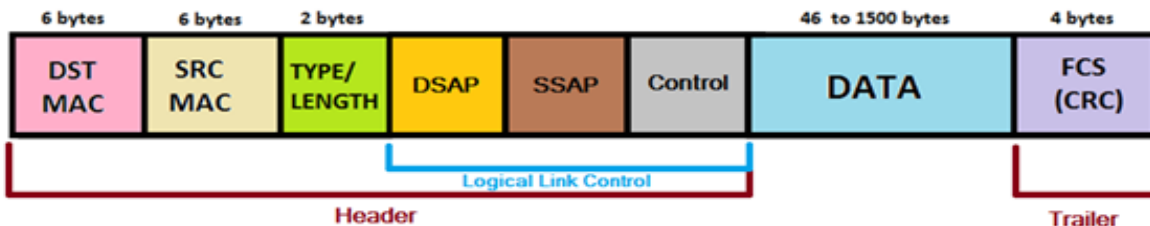


Ej. Dada la trama

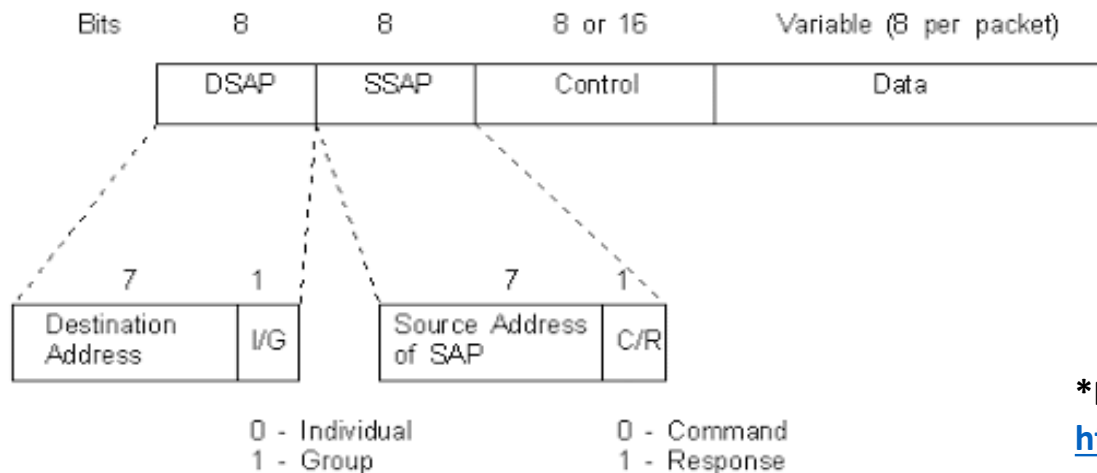


00 02 b3 9c df 1b 00 02 b3 9c ae ba 00 04 f0 f1
01 08 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00
 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00
 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 be 96 6d

IEEE 802.3



LLC PDU



DSAP
 f 0
 1111 0000

SSAP
 f 1
 1111 0001

*Fuente imágenes: <https://edurev.in/t/97159/Ethernet--802-3-> ,
<https://www.rhyshaden.com/hdlc.htm>

Campo de control

00 03

0 1 0 8
0000 0001 0000 1000

0000	00	01	0000100	0
código RR			N(R)=4	P/F=0

Bits	3	1	3	1
Trama I	Receive sequence no.	Poll/Final	Send sequence no.	0

Bits	3	1	2	1	1
Trama S	Receive sequence no.	Poll/Final	Supervisory code	0	1

Bits	3	1	2	1	1
Trama U	Unnumbered bits	Poll/Final	Unnumbered bits	1	1

Bits	7	1	7	1
Trama I	Send sequence no.	0	Receive sequence no.	P/F

Bits	1	1	1	1	1	1	1	1	7	1
Trama S	0	0	0	0	S	S	0	1	Receive sequence no.	P/F

Bits	1	1	1	1	1	1	1	1
Trama U	M	M	M	P/F	M	M	1	1

P/F - Poll/Final
M - Modifier function bit
S - Supervisory code