

# NIVEL DE ENLACE

## TEMA 3

---

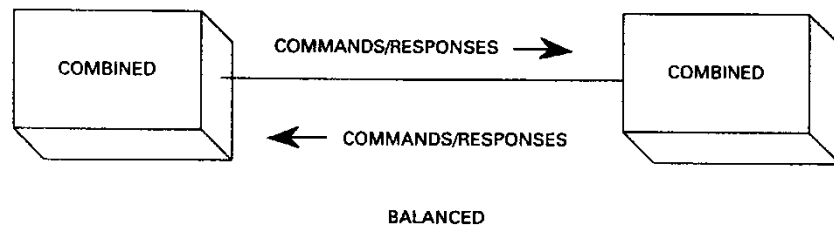
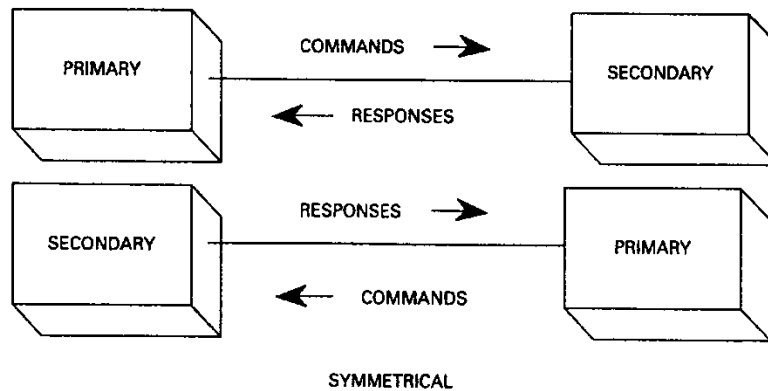
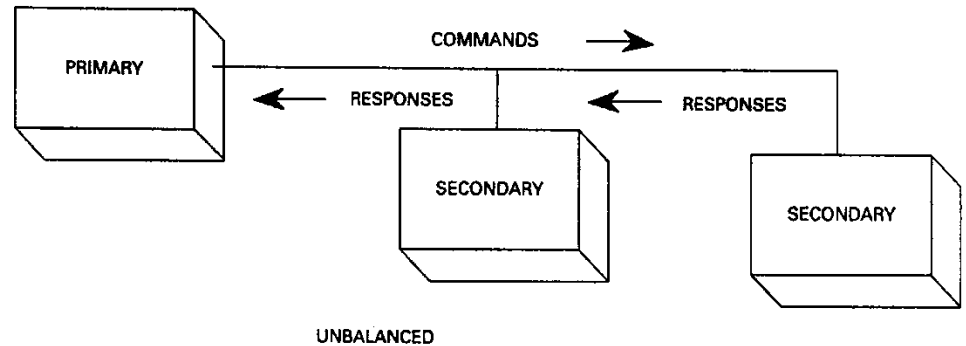
### HDLC

Rosa Muñoz Calanchie, PhD

# High Level Data Link Control (HDLC)

- un protocolo de control de enlace importante
- especificado como ISO 33009, ISO 4335
- tipos de estación:
  - Primaria - controla operación del enlace
  - Secundaria- bajo el control de la estación primaria
  - Combinada - emite comandos y respuestas
- configuraciones de enlace
  - Nobalanceado - 1 primaria, múltiples secundarias
  - Balanceado - 2 estaciones combinadas

# Configuraciones de enlace HDLC



# Configuraciones de enlace HDLC

## Configuración no-balanceada:

- Para una estación primaria y una o mas estaciones secundarias, para operar como punto-a-punto o múltipunto, half-duplex, full-duplex, conmutadas o no conmutadas.
- La estación primaria es responsable por controlar cada estación secundaria y por establecer y mantener el enlace.

## Configuración simétrica:

- Para dos configuraciones no balanceadas punto-a punto independientes.  
Cada estación tiene estatus de primaria y secundaria y se considera lógicamente como dos estaciones.

# Configuraciones de enlace HDLC

## Configuración balanceada:

- Consiste de dos estaciones combinadas conectadas punto-a-punto, half-dúplex o full-duplex, conmutadas o no conmutadas.
- Las estaciones combinadas tienen igual estatus y pueden enviarse tramas no solicitadas.
- Cada estación tiene igual responsabilidad por el control del enlace.
- Típicamente una estación utiliza un comando para solicitar una respuesta de la otra. La otra estación puede enviar su propio comando también.

# Tipos de Estaciones

## **Estación primaria:**

- Tiene el control del enlace de datos, actúa como maestro y transmite tramas de comando a las estaciones secundarias en el canal y recibe tramas de respuesta.
- Si el enlace es multipunto, es responsable de mantener una sesión separada con cada estación en el enlace.

## **Estación secundaria:**

- Actúa como esclava. Mantiene una sola sesión con la estación primaria y no tiene responsabilidad por el control del enlace.

# Tipos de Estaciones

- En un enlace multipunto las estaciones secundarias no pueden comunicarse directamente entre si, deben transmitir sus tramas a la estación primaria.

## **Estación combinada:**

- Transmite y recibe comandos y respuestas desde otra estación combinada manteniendo una sesión.
- Ambas tienen responsabilidad en el uso del enlace.

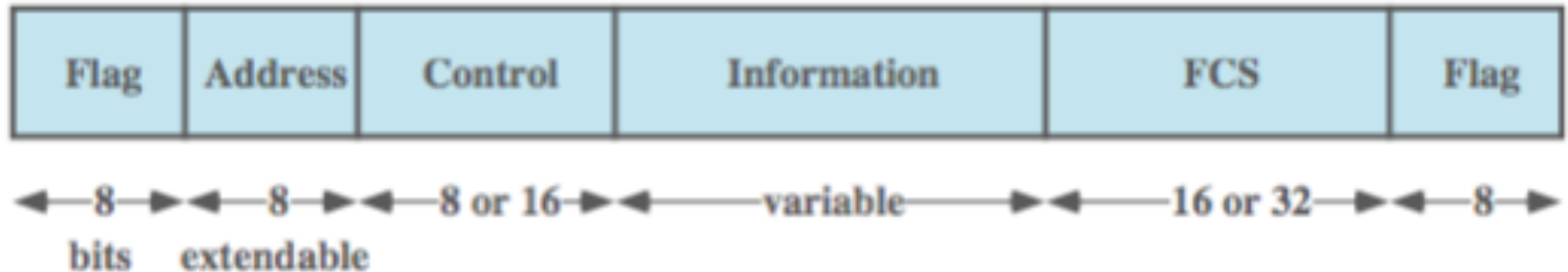
# Modos de Transferencia HDLC

- Modo de Respuesta Normal (NRM)
  - config nobalanceada, primaria inicia transferencia
  - usado en sistemas de host + terminales
- Modo Balanceado Asíncrono (ABM)
  - config balanceada, cualquier estación inicia la transmisión, ampliamente usada
- Modo de Respuesta Asíncrono (ARM)
  - config nobalanceada, secundaria puede iniciar la transmisión sin permiso de la primaria, raramente usada



# Estructura de Trama HDLC

- transmisión síncrona de tramas
- único formato de trama usado



(a) Frame format

# Campos de Flag y Relleno de Bits

- delimita la trama en ambos extremos con la secuencia 01111110
- relleno de bits se usa para evitar confusión con datos que contengan la secuencia 01111110
  - 0 se inserta después de cinco 1s consecutivos
  - si receptor detecta cinco 1s revisa el sgte bit
  - si sgte bit es 0, se borra (bit de relleno)
  - si sgte bit es 1 y el séptimo bit es 0, se acepta como bandera
  - si sexto y séptimo bits son 1, emisor está indicando abortar

Original Pattern:

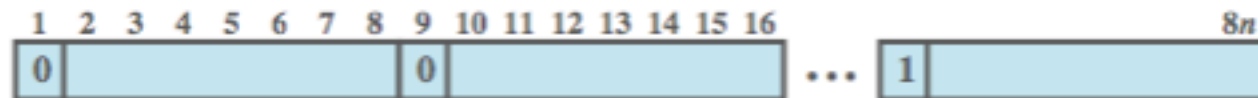
111111111111011111101111110

After bit-stuffing

1111101111101101111101011111010

# Campo de Dirección

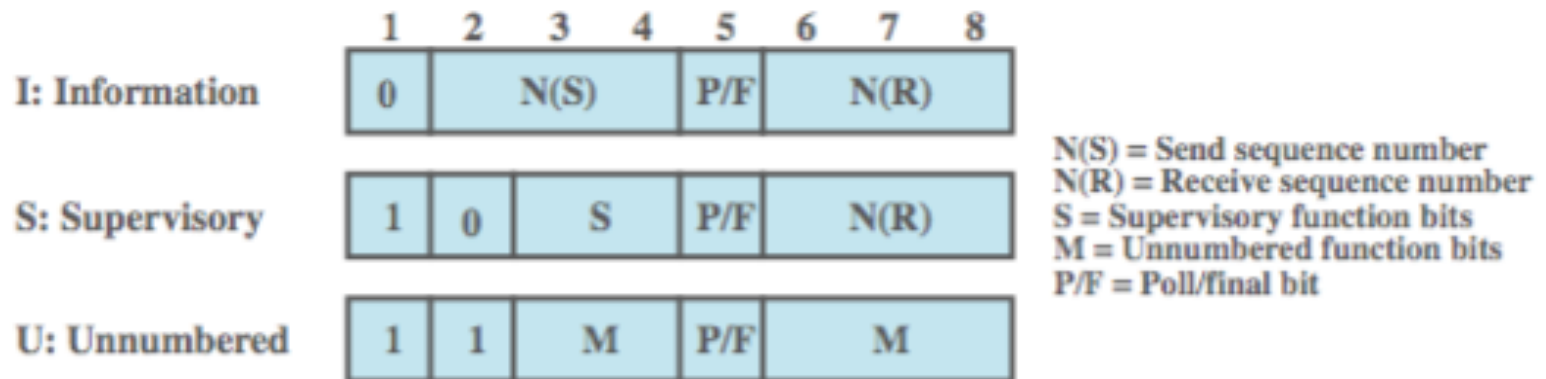
- identifica estación secundaria que envía o recibirá trama
- usualmente 8 bits de longitud
- puede ser extendido a múltiplos de 7 bits
  - LSB indica si es el último byte (1) o no (0)
- dirección con puros 11111111 es la dirección de todas las estaciones (sirve para *broadcast*)



(b) Extended Address Field

# Campo de Control

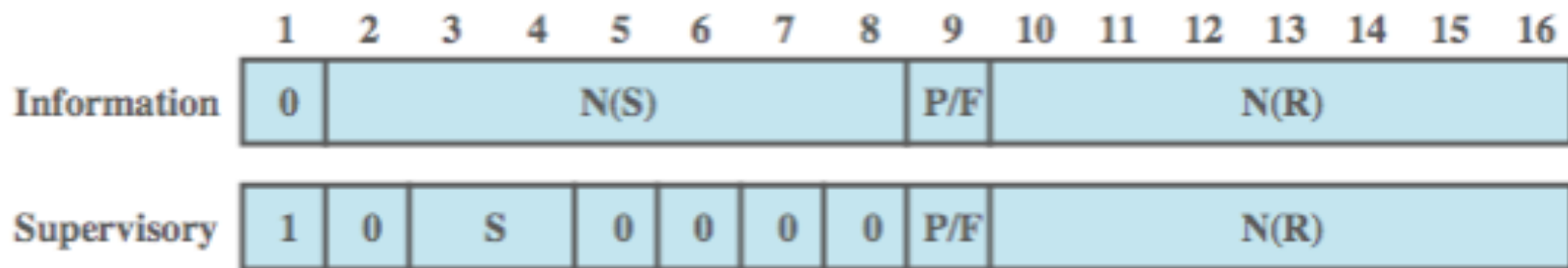
- diferente por tipo de trama
  - Información - datos transmitidos para el usuario (sgte nivel superior)
    - Lleva control de flujo y ACK para el otro sentido de Tx
  - Supervisoras – ACKs positivos y negativos de ARQ
  - Nonumerado – control del enlace



(c) 8-bit control field format

# Campo de Control

- uso de bit Poll/Final depende del contexto
- en trama comando es P=1 para solicitar (poll) respuesta de la entidad HDLC gemela (peer)
- en trama respuesta es F=1 para indicar la respuesta a un comando
- número de secuencia de 3 bits
  - Puede extenderse a 7 bits



(d) 16-bit control field format

# Tramas Supervisoras

LISTO PARA RECIBIR (RR) SS = 00	N(R) RECONOCE TODAS LAS TRAMAS RECIBIDAS HASTA LA N(R)-1
NO LISTO PARA RECIBIR (RNR) SS = 10	PROPORCIONA UN CONTROL DE FLUJO PARA UNA CONDICION TEMPORALMENTE OCUPADA. N(R) ACTUA IDEM AL CASO ANTERIOR
RECHAZO SIMPLE (REJ) SS = 01	N(R) RECHAZA TODAS LAS TRAMAS A PARTIR DE LA N(R). RECONOCE POSITIVAMENTE TODAS LAS TRAMAS HASTA LA N(R)-1
RECHAZO SELECTIVO (SREJ) SS = 11	SOLICITA LA RETRANSMISIÓN DE UNA UNICA TRAMA IDENTIFICADA POR N(R). RECONOCE POSITIVAMENTE TODAS LAS TRAMAS HASTA LA N(R)-1

# Campos de Información & FCS

- **Campo de Información**
  - en tramas de información y una trama nonumerada
  - debe contener un número entero de bytes
  - longitud variable
- **Frame Check Sequence Field (FCS)**
  - usado para detección de error
  - ya sea CRC de 16 bits o de 32 bits

# Utilización del BIT P/F

## Modo NRM

- El bit Poll/Final o bit P/F permite llevar a cabo el mecanismo de mandato-respuesta:
  - La estación primaria utiliza  $P=1$  para solicitar una respuesta del estado de una estación secundaria (Polling).
  - La estación secundaria responde a un bit P con una trama de datos o una de estado y con  $F=1$ .
- El bit F también puede significar fin de la transmisión desde la estación secundaria en el modo de respuesta normal (NRM).



# Utilización del BIT P/F

## Modo ABM

- Un bit P puesto a 1, puede ser usado como "checkpoint", ya que P=1 significa "respóndame, ya que deseo conocer su estado". este procedimiento P/F se conoce como procedimiento de punto de control.
- En configuraciones balanceadas, una trama de comando contiene la dirección de la estación destino y la trama de respuesta contiene la dirección de la estación emisora.
- Para reconocer si un bit es P o F, se utiliza la siguiente regla: el 5 bit es un bit P y la trama es un comando si el campo de dirección contiene la dirección de la estación que recibe; es un bit F y la trama es una respuesta si la dirección es la de la estación que transmite.

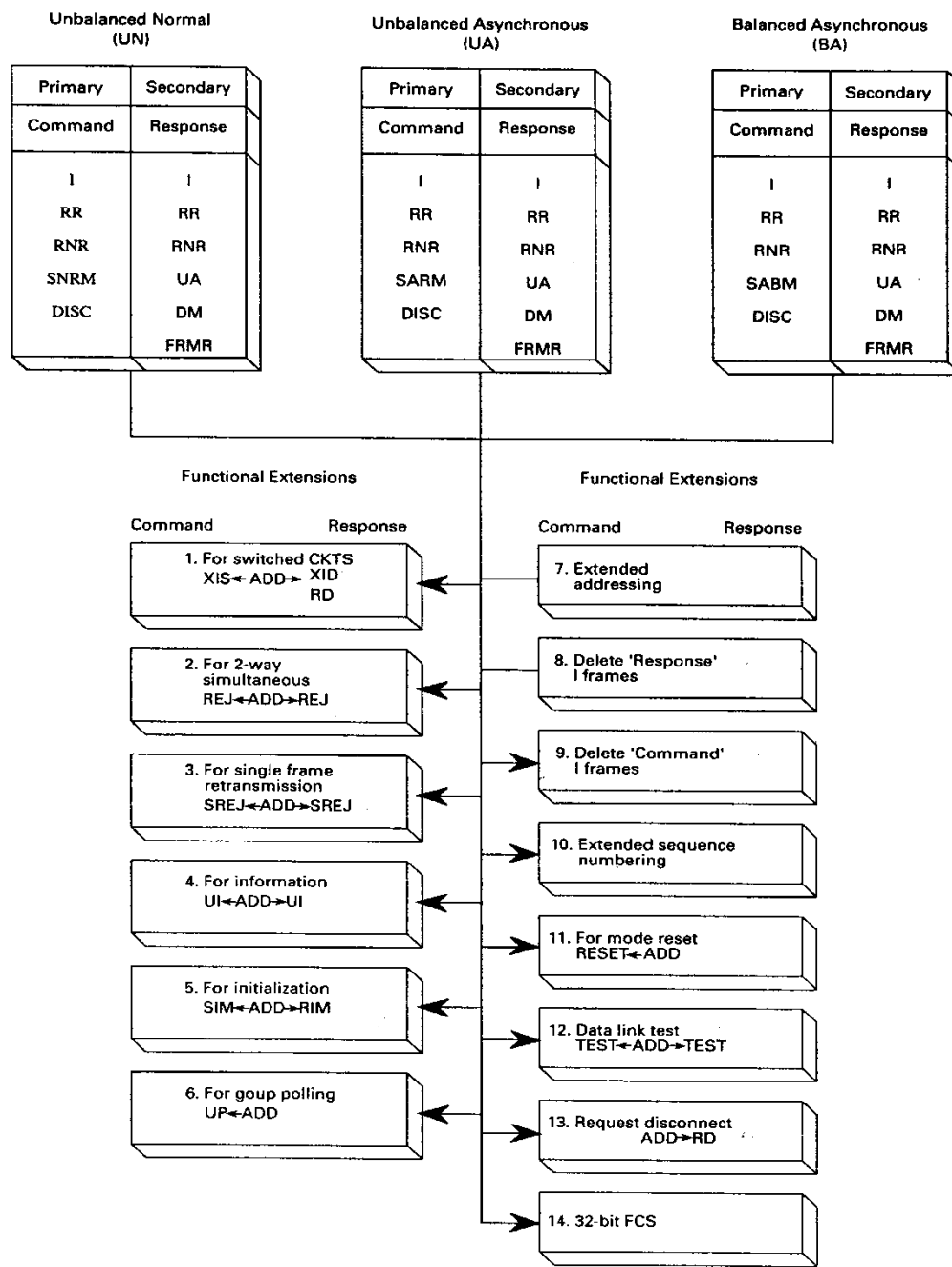
# Temporizadores

- HDLC define dos temporizadores T1 y T2, que se emplean de la siguiente manera:
  - **T1**: una estación primaria libera un bit P y chequea si se recibe la respuesta dentro de un tiempo definido. Esta función es controlada por el temporizador T1 y se llama "espera por F".
  - **T2**: una estación en el modo ABM que libera tramas I chequea si se reciben los ACKs dentro de un periodo. Esta función es controlada por el temporizador T2 y se llama "espera por N(R)".

# Esquema HDLC

- Dos opciones se proveen para enlaces no-balanceados (modo de respuesta normal [UN] y modo de respuesta asíncrono [UA]) y uno para balanceados (modo asíncrono balanceado [BA]).
- Para clasificar un protocolo se usan los términos UN, UA y BA que indican que subconjunto de HDLC se está usando y se agregan las extensiones funcionales.
- Por ejemplo: un protocolo clasificado como BA 2,8 usa el modo balanceado asincrónico con las extensiones funcionales: (2) que indica el uso de REJ y (8) que indica la restricción de que las tramas 1 sean mandatos solamente.

# ESQUEMA HDLC



## FORMATO DEL CAMPO DE CONTROL

Format	Encoding								Commands	Responses
	1	2	3	4	5	6	7	8		
Information	0	-	N(S)	-		-	N(R)	-	I	I
Supervisory	1	0	0	0	•	-	N(R)	-	RR	RR
	1	0	0	1	•	-	N(R)	-	REJ	REJ
	1	0	1	0	•	-	N(R)	-	RNR	RNR
	1	0	1	1	•	-	N(R)	-	SREJ	SREJ
Unnumbered	1	1	0	0	•	0	0	0	UI	UI
	1	1	0	0	•	0	0	1	SNRM	
	1	1	0	0	•	0	1	0	DISC	RD
	1	1	0	0	•	1	0	0	UP	
	1	1	0	0	•	1	1	0		UA
	1	1	0	1	•	0	0	0	NR0	NR0
	1	1	0	1	•	0	0	1	NR1	NR1
	1	1	0	1	•	0	1	0	NR2	NR2
	1	1	0	1	•	0	1	1	NR3	NR3
	1	1	1	0	•	0	0	0	SIM	RIM
	1	1	1	0	•	0	0	1		FRMR
	1	1	1	1	•	0	0	0	SARM	DM
	1	1	1	1	•	0	0	1	RSET	
	1	1	1	1	•	0	1	0	SARME	
	1	1	1	1	•	0	1	1	SNRME	
	1	1	1	1	•	1	0	0	SABM	
	1	1	1	1	•	1	0	1	XID	XID
	1	1	1	1	•	1	1	0	SABME	

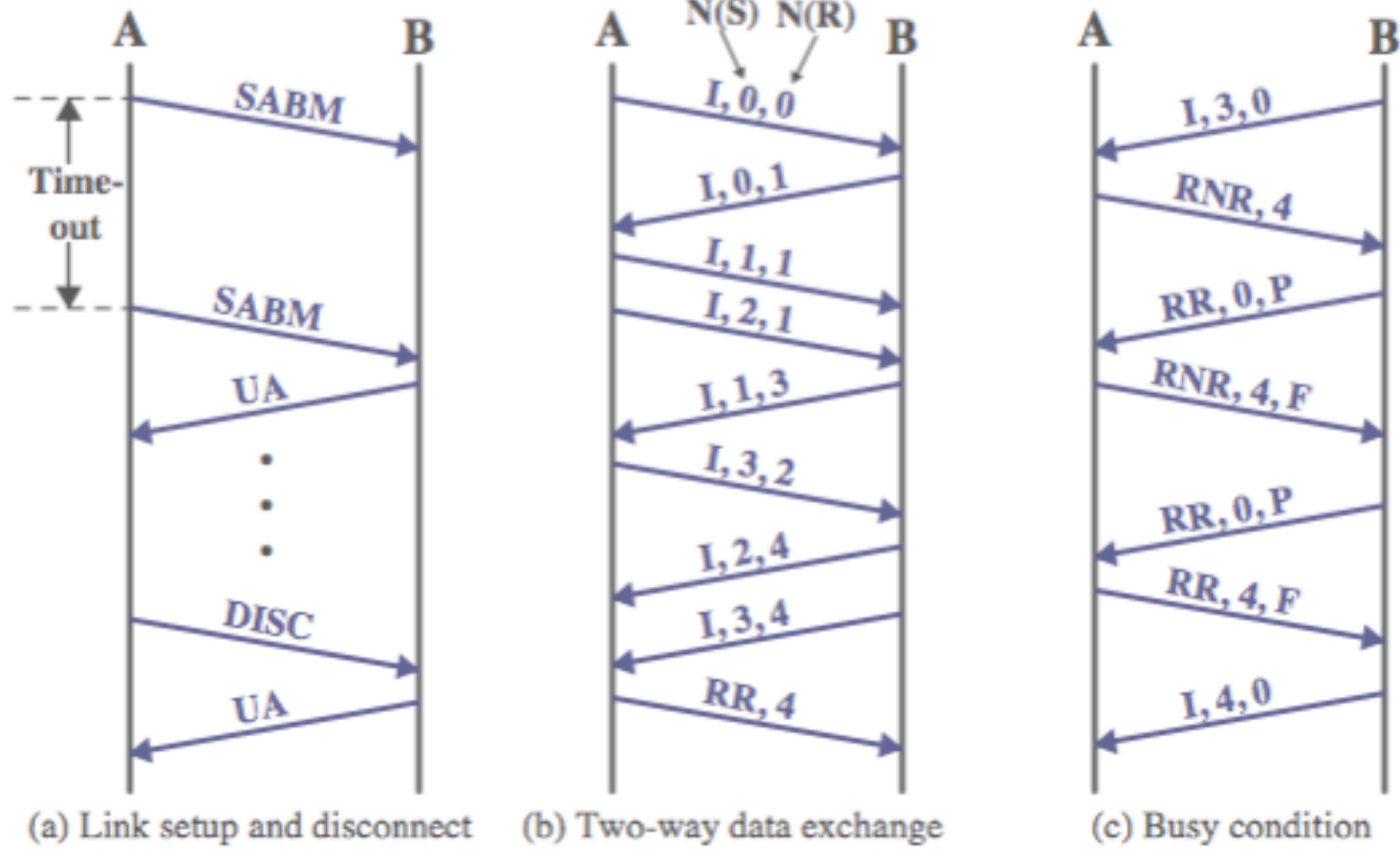
### LEGEND:

I	Information	NR0	Non-Reserved 0
RR	Receive Ready	NR1	Non-Reserved 1
REJ	Reject	NR2	Non-Reserved 2
RNR	Receive Not Ready	NR3	Non-Reserved 3
SREJ	Selective Reject	SIM	Set Initialization Mode
UI	Unnumbered Information	RIM	Request Initialization Mode
SNRM	Set Normal Response Mode	FRMR	Frame Reject
DISC	Disconnect	SARM	Set Async Response Mode
RD	Request Disconnect	SARME	Set ARM Extended Mode
UP	Unnumbered Poll	SNRM	Set Normal Response Mode
RSET	Reset	SNRME	Set NRM Extended Mode
XID	Exchange Identification	SABM	Set Async Balanced 3 Mode
DM	Disconnect Mode	SABME	Set ABM Extended Mode
•	The P/F Bit		

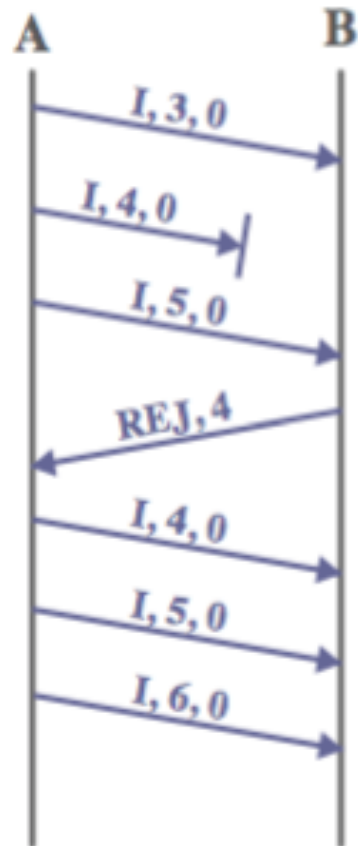
# Operación Típica de HDLC

- consiste del intercambio de tramas de información, supervisoras y nonnumeradas
- tiene tres fases
  - Inicialización del enlace
    - por ambos lados, establece modo & secuencia
  - transferencia de datos
    - con control de flujo y control de errores
    - usando tramas I & S (RR, RNR, REJ, SREJ)
  - desconexión
    - cuando esté listo o se notifique falla

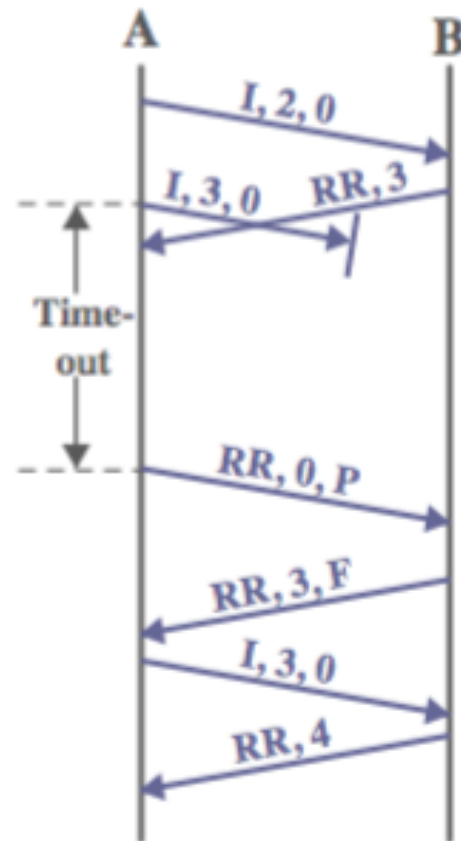
# Ejemplo de Operación HDLC



# Ejemplo de Operación HDLC



(d) Reject recovery



(e) Timeout recovery



# MODO BALANCEADO ASÍNCRONO CON FLUJO DE DATOS HALF-DUPLEX (USANDO EL BIT P/F COMO CHECKPOINT).

## TIEMPO

	n	n + 1	n + 2	n + 3	n + 4	n + 5	n + 6	n + 7
Transmite Estación A	B, SABM, P		B, I S = 0 R = 0	B, I S = 1, R = 0, P				A, RR F R = 2
Transmite Estación B		B, UA, F			B, RR F R = 2	A, I S = 0, R = 2	A, I S = 1, R = 2 P	

# TÍPICA RECUPERACIÓN DE ERROR CON UN ENLACE ABM

TIEMPO

	n	n + 1	n + 2	n + 3	n + 4	n + 5	n + 6
Transmite Estación A	B, I S = 6, R = 4	B, I S = 7, R = 4 (Error)	B, I S = 0, R = 4	A, RR F R = 4	B, I S = 7 R = 4	B, I S = 0 R = 4	
Transmite Estación B			A, REJ P R = 7				B, RR, R = 1

# Familia HDLC

- **LAPB (X.25):** opera dentro del stack de protocolos de tres niveles en el nivel de enlace de datos, se utiliza para asegurar que el paquete x.25 es entregado seguramente entre el dispositivo de usuario y la red de paquetes.
- **LAPD (ISDN):** procedimiento de acceso al enlace para el canal D en las interfaces ISDN, su propósito es la entrega de mensajes ISDN (y quizás datos de usuario) en forma segura entre dispositivos de usuario y el nodo ISDN.

# Familia HDLC

- **LAPX (Teletex):** es un protocolo de control de enlace half-duplex, se utiliza en la tecnología Teletex.
- **V.120 (ISDN):** esta recomendación publicada por el CCITT contiene un protocolo HDLC, se utiliza en adaptadores de terminales ISDN para operaciones de multiplexión. Hace uso de muchos de los conceptos de LAPD para direccionamiento y permite la multiplexión de múltiples usuarios a través de un enlace.

# Familia HDLC

- **LLC (LANs):** el protocolo de control de enlace lógico se emplea en la redes de área local IEEE 802 e ISO 8802, es configurado de diversas formas para proveer diferentes tipos de servicios HDLC.
- **Frame relay:** El protocolo Frame Relay utiliza un procedimiento HDLC para sus operaciones de enlace.

# Familia HDLC

- **LAPM (V.42):** el protocolo de acceso al enlace para modems opera dentro de modems V.42 y es responsable por el reparto seguro de tráfico a través de enlaces de comunicación entre dos modems.
- **PPP (many);** El protocolo Punto-a-Punto también es un derivado de HDLC, su principal propósito es encapsular PDUs de red e identificar los diferentes tipos de protocolos de red que pueden ser llevados en el campo I de la trama PPP.