REDES ADMINISTRATIVAS

UNIDAD 1: REDES WAN

CLASE 2. HDLC PPP

HDLC es un protocolo sincrónico de capa de enlace de datos orientado a bits desarrollado por la Organización Internacional para la Estandarización (ISO).

El estándar actual para HDLC es ISO 13239. HDLC se desarrolló a partir del estándar de control de enlace de datos síncronos (SDLC) propuesto en la década de los setenta. HDLC proporciona servicio orientado a la conexión y sin conexión.

HDLC define una estructura de trama de capa 2 que permite el control del flujo y de errores mediante el uso de acuses de recibo.
Cada trama presenta el mismo formato ya sea una trama de datos o una trama de control.

HDLC utiliza la transmisión síncrona serial y brinda una comunicación entre dos puntos libre de errores.

Cuando las tramas se transmiten por enlaces síncronos o asíncronos, esos enlaces no tienen ningún mecanismo para marcar ni el principio ni el fin de las tramas. Por este motivo, HDLC utiliza un delimitador de trama, o indicador, para marcar el principio y el fin de cada trama.

Existen 3 tipos de tramas, con diferente formato de campo de control:

1. **Tramas de información (tramas I):** transportan los datos que se transmitirán para la estación. Se cuenta con control adicional de flujo y de errores y los datos pueden ser adicionados a una trama de información.
2. **Tramas de supervisión (tramas S):** proporcionan los mecanismos de petición/respuesta cuando no se utiliza el adicionar datos.
3. **Tramas no enumeradas (tramas U):** brindan funciones de control de enlace suplementarias tales como configuración inicial de la conexión. El campo del código identifica el tipo de trama U.

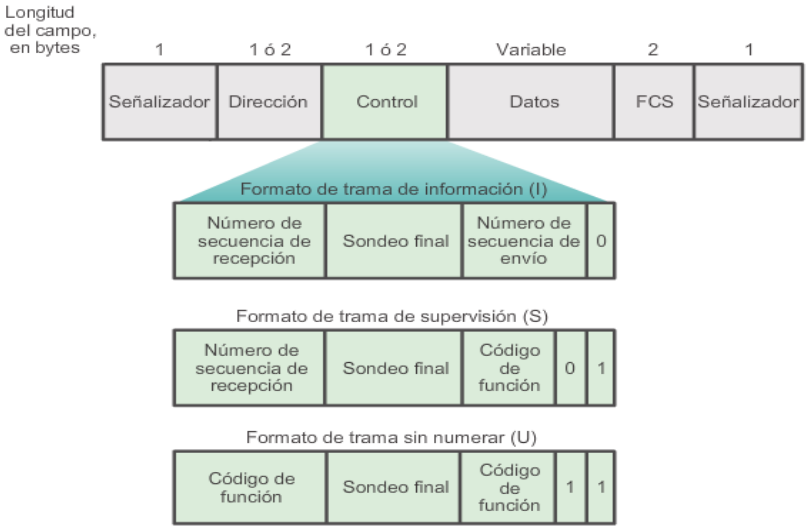


Figura 1 HDLC tramas

El campo dirección contiene la dirección HDLC de la estación secundaria. Esta dirección puede contener una dirección específica, una dirección de grupo de difusión.

Una dirección principal de un origen o un destino de comunicación, lo que elimina la necesidad de incluir la dirección de la estación principal.

El campo control utiliza tres formatos diferentes de acuerdo con el tipo de trama.

Trama de información(i): las tramas I transportan información de la capa superior y también alguna información de control.
Esta trama envía y recibe los números de secuencia y el bit de sondeo final (P/F) realiza el control de flujo y errores.

El número de secuencia de envío se refiere al numero de la trama que se debe enviar a continuación.

El número de secuencia de recepción proporciona el número de la trama que se recibe a continuación.

Tanto el emisor como el receptor mantienen números de secuencia de envío y recepción.

Las estaciones principales usan el bit P/F para informarles a las secundarias si requieren una respuesta inmediata. Las estaciones secundarias usan el bit P/F para informarles a las principales si la trama actual es la última en su respuesta actual.

Trama de supervisión (S).
Propocionan información de control. Las tramas S pueden solicitar y suspender la transsmisión, informarsore el estado y confirmar a recepción de las tramas I.

Las tramas(S), not tienen un campo de información.

Trama sin numerar (U).
Las tramas U admiten funciones de control y bo son secuenciales. Segpun la función de la trama U, el campo de control es de 1 o 2 ytes. Algunas tramass U tienen un campo de información.

El campo de datos **Datos** contiene una unidad de información de ruta (PIU) o información de identificación de intercambio (XID).

Secuencia de verificación de trama (FCS, Frame Check Sequence)

La FCS precede al delimitador del indicador de fin y generalmente es un resto del cálculo de la comprobación de redundancia cíclica (CRC).

El cálculo de CRC se vuelve a realizar en el receptor.

Si el resultado difiere del valor en la trama original, se supone que existe un error.

HDLC tiene tres modos de operación.

NRM (Normal) Ej: LAP
ARM (Asincrónico) Ej: LAP

ABM (Asincrónicos balanceados) Ej: LAPB

En el modo NRM, la configuración es desbalanceada. La estación siempre inicia la transferencia mientras que la estación secundaria sólo puede transmitir datos en respuesta a los comandos de la estación primaria. Comunicación half-duplex.

El modo ABM (Asynchronous Balanced Mode).
Su configuración es balanceada.

Cualquier estación puede iniciar la transmisión sin recibir permiso. Es muy utilizado. Su comunicación puede ser full o half duplex.

Asynchronous Response Mode (ARM)

Su configuración es desbalanceada. La terminal secundaria puede iniciar la transmisión sin permiso del primero. No es muy utilizado. Su comunicación sigue siendo Half-duplex

Cuales son los tipos de estación?

- **Estacion Primaria**
  Controla el enlace
  Las tramas que envia se llaman COMANDOS
  Mantiene enlaces logicos separados con cada secundaria
- **Estacion Secundaria**
  Bajo el control de la estacion primaria
  La tramas que emite se llaman RESPUESTAS
- **Estacion Combinada**
  Puede enviar comandos y respuestas

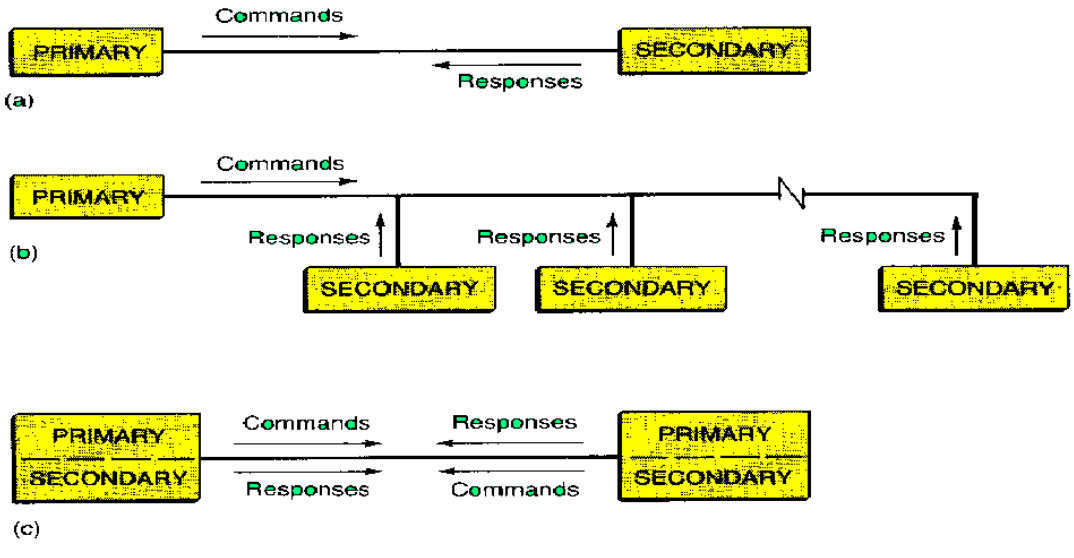


figura 1 Esquema de estaciones

Repetimos el significado de las configuraciones desbalanceadas y debalanceadas.

- **Desbalanceadas**
  Un primario y una o más estaciones secundarias
  Soporta full duplex y half duplex
- **Balanceadas**
  Dos estaciones combinada
  Soporta full duplex y half duplex

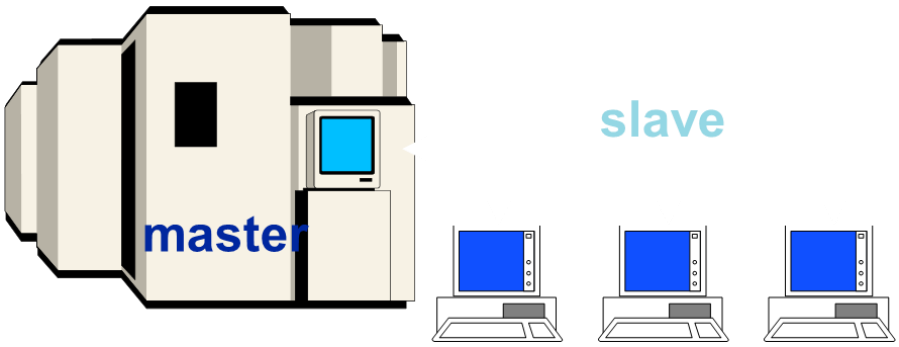


figura 2 Estaciones primarias y secundarias

Aclaración sobre los flags:

Los Flag delimitan ambos extremos de la trama y se utiliza como flag la siguiente cadena de bits: 01111110

En ciertos casos pueden cerrar una trama y abrir otra. Y se utilizan para sincronizar.

¿Que es el bit stuffing?.

El Bit stuffing se usa para evitar confusiones con datos que contenga 01111110.

Se inserta un 0 después de una secuencia de cinco 1s.
Si el receptor detecta 5 1s, chequea el próximo bit, si es un 0 entonces es eliminado si es un 1 seguido por 7 0, lo acepta como flag.
El sexto y séptimo bits están en 1 en una indicación de aborto.

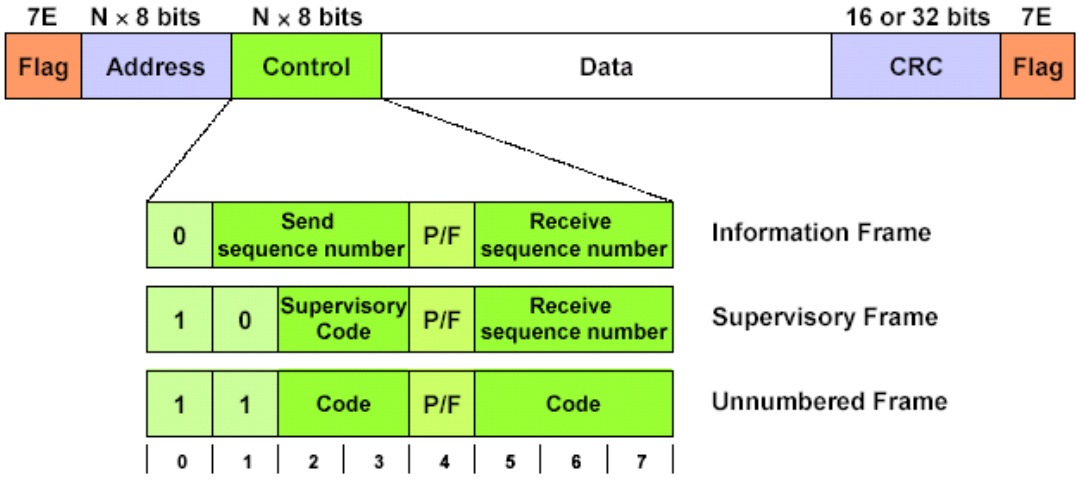


figura 3 Formato control

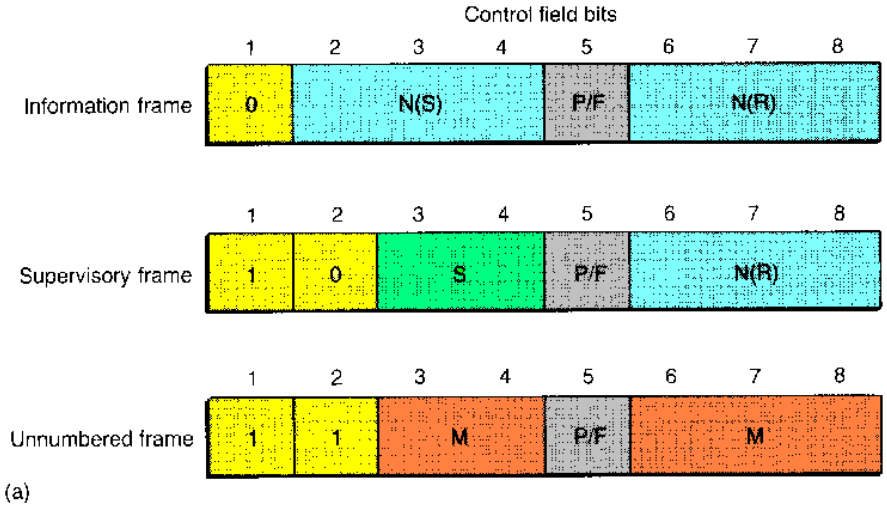


figura 4 campos de control básicos

Códigos de la trama de supervisión.

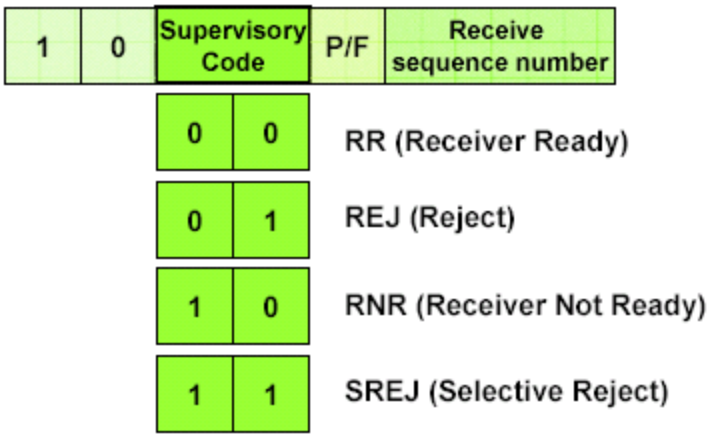


figura 5 códigos de supervisión

Tramas no enumeradas.

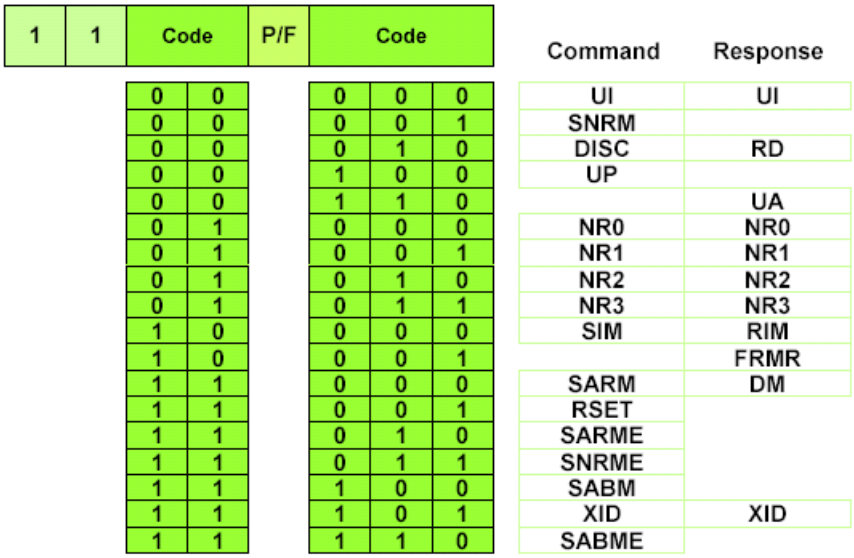


figura 6 Códigos no numerados

Significados.

La siguiente figura muestra el significado de los códigos de la trama:

Legend:

DISC – Disconnect
DM – Disconnect Mode
FRMR – Frame Reject
NR0 – Non-reserved 0
RD – Request Disconnect
RIM – Request Initialization Mode
RSET – Reset
SABM – Set ABM
SABME – Set ABM Extended
SARM – Set ARM
SARME – Set ARM Extended
SIM – Set Initialization Mode
SNRM – Set NRM
SNRME – Set NRM Extended
UI – Unnumbered Information
UA – Unnumbered Acknowledgement
UP – Unnumbered Poll
XID – Exchange Identification

Pull final bit.

- El uso depende del contexto
- Comandos
  P bit
  1 to solicit (poll) pide respuesta.
- Respuestas
  F bit
  1 indica la respuesta que le fue solicitada.

FRAME CHECK SECUENCE FIELD.

La FCS precede al delimitador del indicador de fin y generalmente es un resto del cálculo de la comprobación de redundancia cíclica (CRC). El cálculo de CRC se vuelve a realizar en el receptor.
Si el resultado difiere del valor en la trama original, se supone que existe un error.

OPERACION HDCL.

La operación tiene tres fases.

1. Initialization
2. Data transfer
3. Disconnect

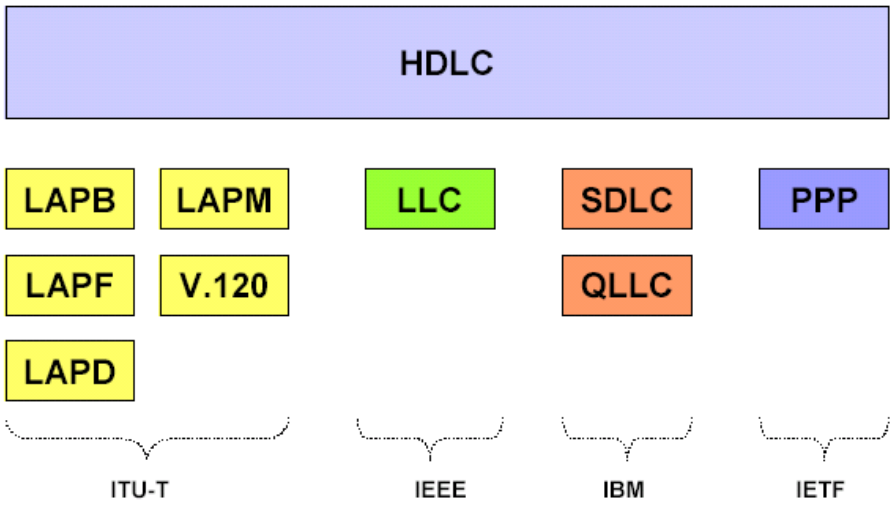
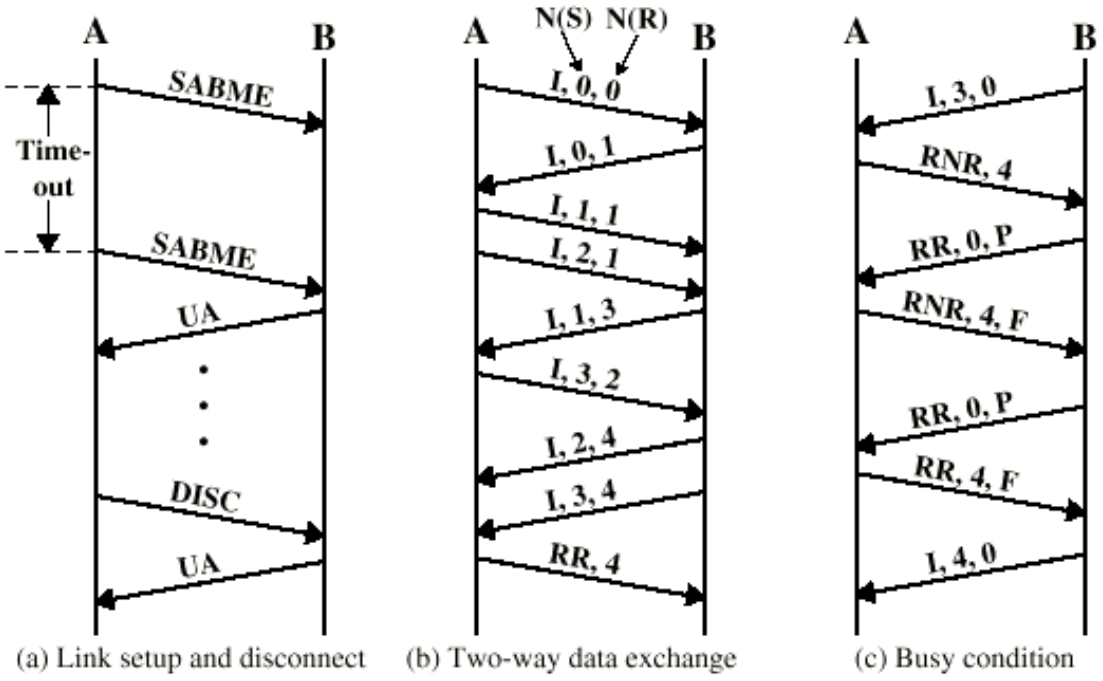
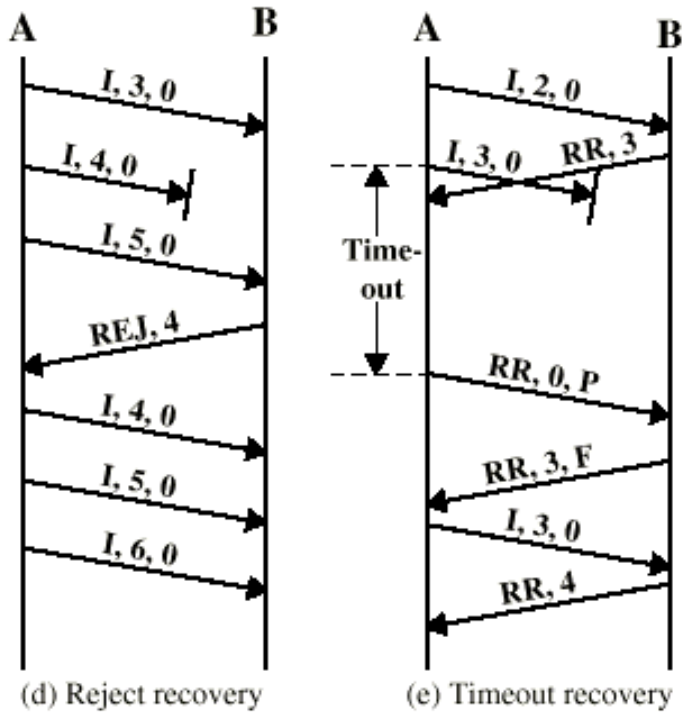


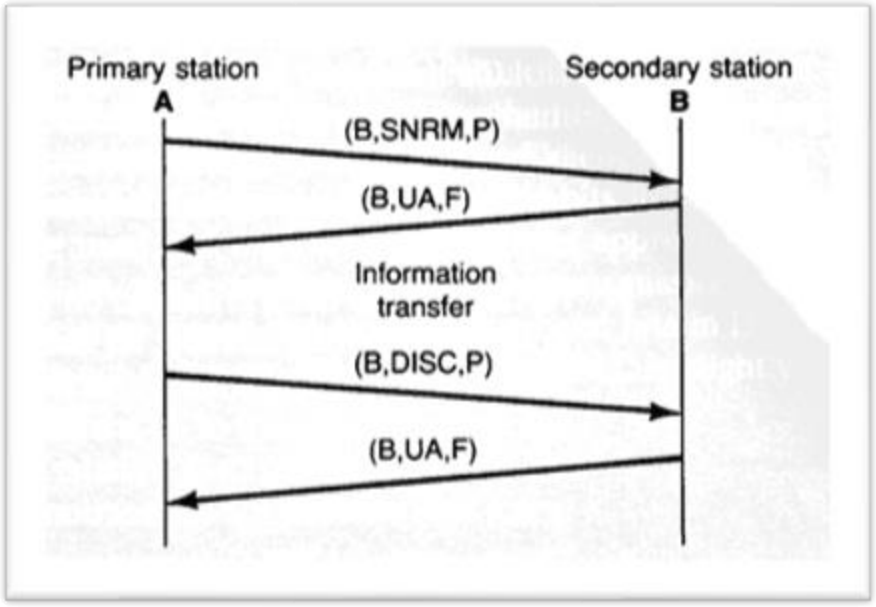
figura 7 Famila de HDLC

Ejemplo de la operación.





(d) Reject recovery (e) Timeout recovery

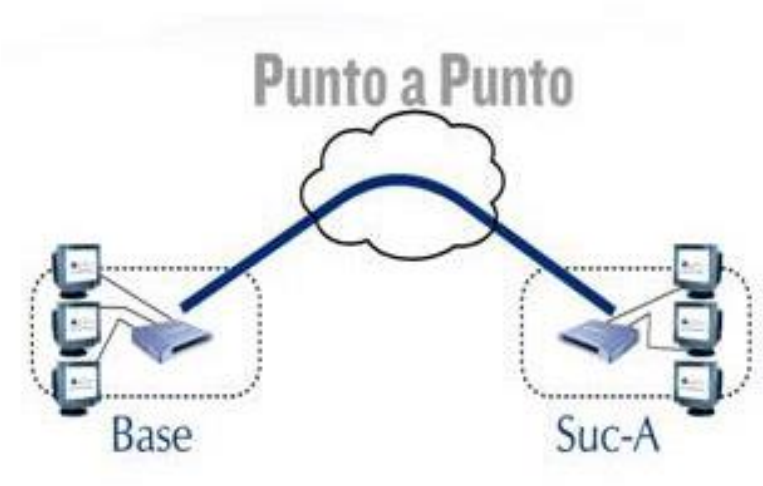


Tarea de investigación.
Investigue el significado del intercambio de mensajes visto en las figuras anteriores y exponga sus conclusiones en el foro de debate.

PROTOCOLO PUNTO A PUNTO (PPP).

Proporciona un método estándar para transportar datagramas multiprotocolo sobre enlaces simples punto a punto**:**

- **Líneas dedicadas punto a punto**
- **Conexiones analógicas o digitales**
- **Conexiones de alta velocidad sobre enlaces SONET/SDH**



El primer protocolo diseñado para este propósito fue el Protocolo de Internet de línea serie (SLIP)

Sin embargo, SLIP tiene algunas deficiencias: no soporta protocolos diferentes al protocolo Internet (IP), no permite que la dirección IP sea asignada dinámicamente y no soporta la autenticación del usuario.

PPP reemplaza a SLIP (Protocolo de Internet de línea serial) y es un protocolo de capa de enlace. (RFC 1661)

PPP permite:

- Asignar direcciones IP dinámicas.
- El uso de múltiples protocolos.
- Suministra conexiones router–router y de host a red a través de circuitos síncronos y asíncronos.
- Detección de errores.

Puede ser empleado para comunicaciones síncronas, como asíncronas.

Utiliza Link Control Protocol -LCP- para mantener y construir conexiones, y Network Control Protocol -NCP- para permitir la utilización simultánea de diversos protocolos de nivel 3.

PPP puede, entre otras cosas, verificar la calidad del enlace durante el establecimiento de la conexión.

Además, tiene soporte para autenticación a través del protocolo de autenticación de contraseña (PAP) y el protocolo de autenticación de saludo (CHAP).

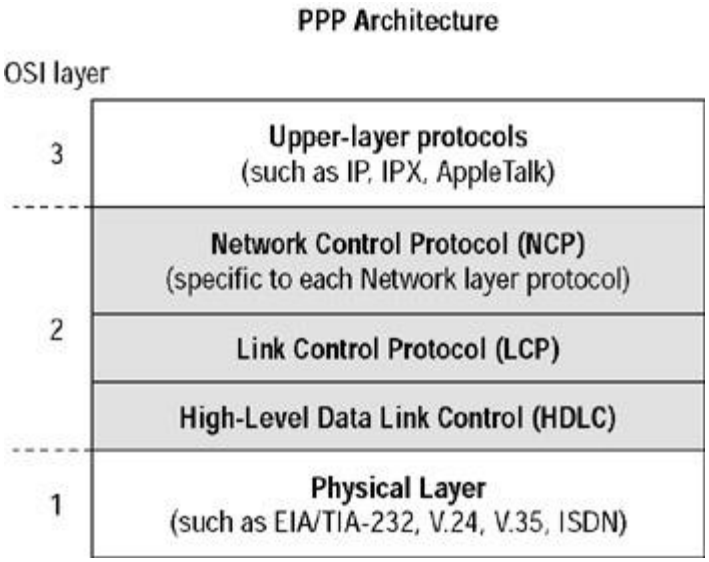
Tabla comparativa entre SLIP y PPP

SLIP	PPP
Fácil de implementar.	Más complejo.
Adiciona muy pocos bytes de *overhead*	Mayor *overhead*
No es un estándar aprobado de Internet	Estándar de facto
No efectúa detección ni corrección de errores.	Suma de verificación (CRC) en cada marco según entramado.
Solo reconoce IP	Múltiples protocolos
Debe conocerse la dirección IP de cada extremo.	Permite la asignación dinámica de direcciones IP.
No proporciona verificación de autenticidad	Proporciona verificación de autenticidad
Estático	Configurable a través de LCP.

Variantes del protocolo PPP

- PPPoE: PPP sobre ethernet
- PPPoa: PPP sobre ATM

Pila de protocolos.



- Capa HDLC: emplea el HDLC ST, para poder enviar los paquetes sobre un vínculo serial.
- Capa LCP: se utiliza para construir las conexiones.
- Capa NCP: se utiliza para proveer a PPP de funciones que le permiten transportar otros protocolos de nivel 3.

NCP está diseñado para permitir el uso simultáneo de múltiples protocolos de capa de red. los más comunes son IP, Appletalk, IPX, SNA y el protocolo de control de compresión.

Arquitectura del protocolo PPP

Utiliza una arquitectura dividida en capas.

Con las funciones de nivel inferior puede utilizar:

- Medios físicos síncronos, como los que conectan las redes de la Red digital de servicios integrados.
- Medios físicos asíncronos, como los que utilizan el servicio telefónico básico para las conexiones de acceso telefónico del módem

Mediante sus funciones de nivel superior, PPP soporta o encapsula varios protocolos de capa de red con los NCP.

Estos protocolos de nivel superior incluyen los siguientes:

- BCP - Protocolo de control de puente
- – IPCP - Protocolo de control de protocolo Internet
- IPXCP - Protocolo de control de intercambio de paquetes de internetworking.

Campos de la trama PPP.

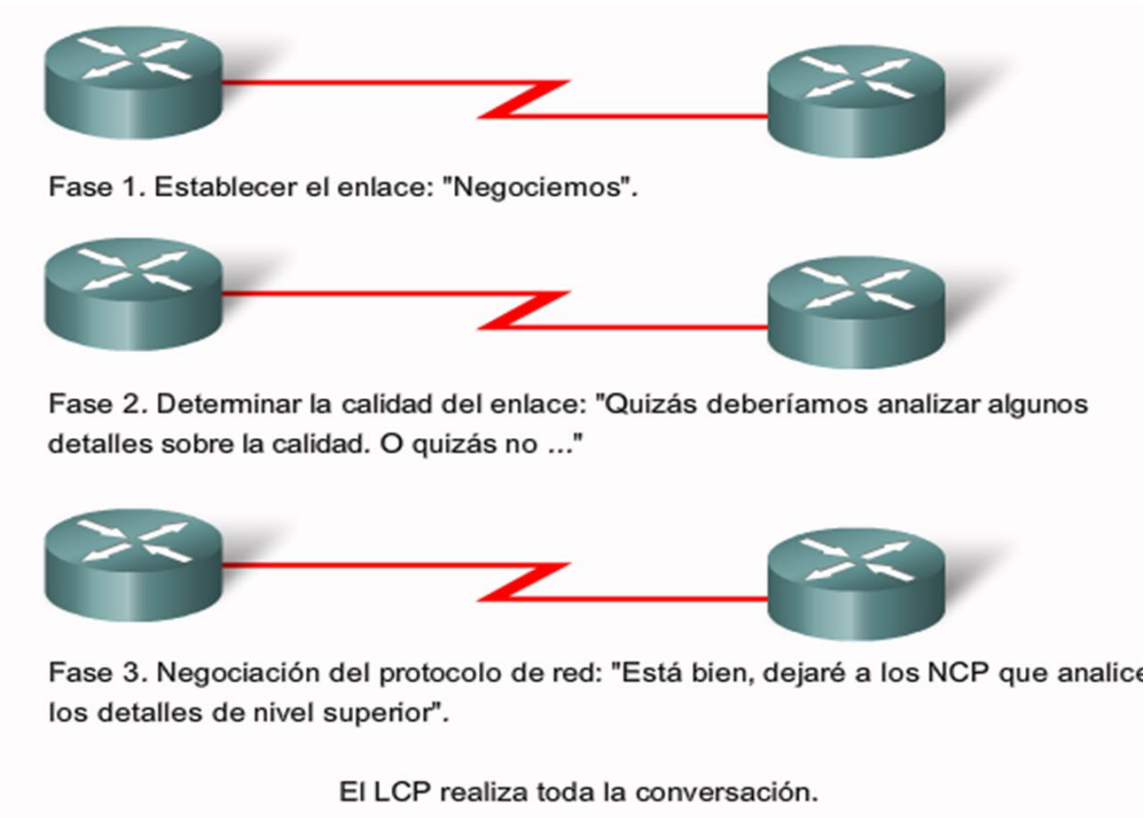
1	1	1	1 ó 2	Variable	2 ó 4	1
Delimitad. 01111110	Dirección 11111111	Control 00000011	Protocolo	Datos	CRC	Delimitad. 01111110

- Dirección: siempre 11111111. (No asigna direcciones de estaciones individuales.)
- Control: 00000011 (Corresponde a un servicio sin conexión - Trama no numerada – funcionamiento sin ACK)
- Protocolo: Protocolo que encapsula.
- Datos: máximo 1500 bytes
- FCS: Para control de errores.

- Al inicio se negocia omitir los campos dirección y control.

PPP consta de las siguientes fases:

- Establecimiento de conexión.
- Autenticación.
- Configuración de red.
- Transmisión.
- Terminación.



Fase 1.

- **Establecimiento del enlace y negociación de la configuración:** antes de que el PPP intercambie cualquier datagrama de capa de red (por ejemplo, IP), el LCP primero debe abrir la conexión y negociar los parámetros de configuración.
- Esta fase se completa cuando el router receptor envía una trama de acuse de recibo de configuración de vuelta al router que inicia la conexión.

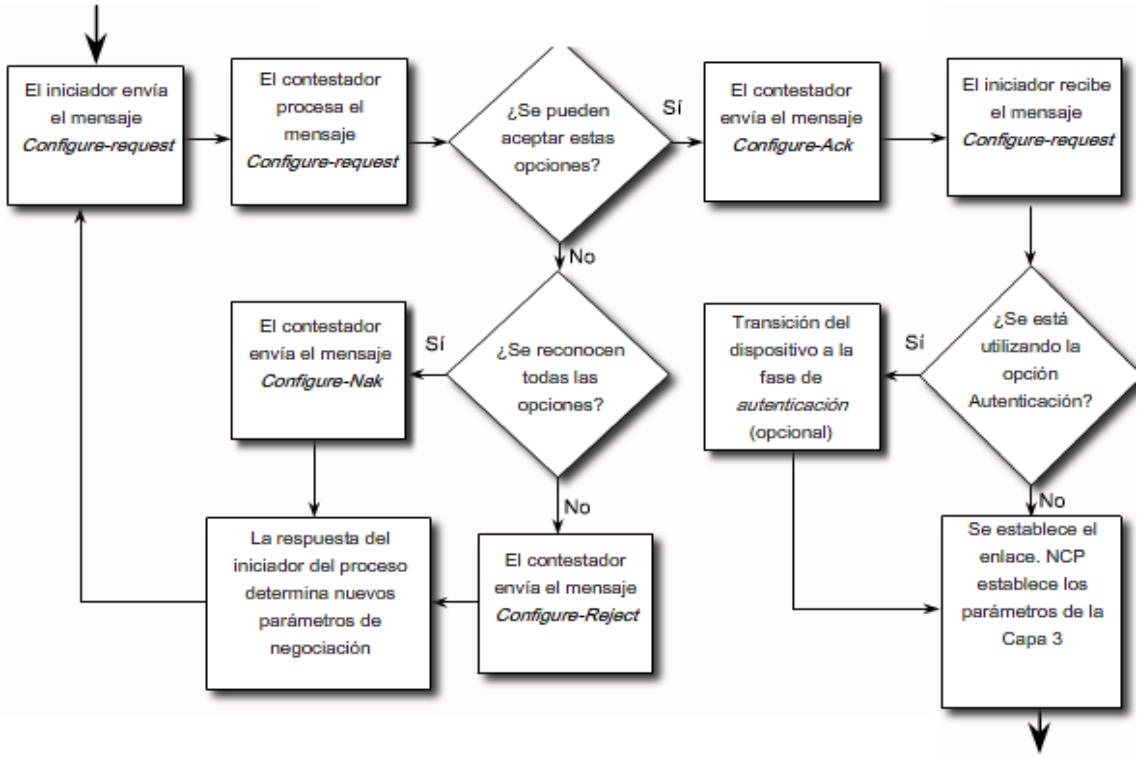
Fase 2.

- **Determinación de la calidad del enlace (opcional):** el LCP prueba el enlace para determinar si su calidad es suficiente para establecer los protocolos de capa de red.
- El LCP puede demorar la transmisión de la información del protocolo de capa de red hasta que esta fase se complete.

Fase 3.

- **Negociación de la configuración del protocolo de capa de red:** después de que el LCP haya finalizado la fase de determinación de la calidad del enlace, el NCP adecuado puede configurar, de manera separada, los protocolos de capa de red, y activarlos y desactivarlos en cualquier momento.
- Si el LCP cierra el enlace, informa a los protocolos de la capa de red para que puedan tomar las medidas adecuadas.

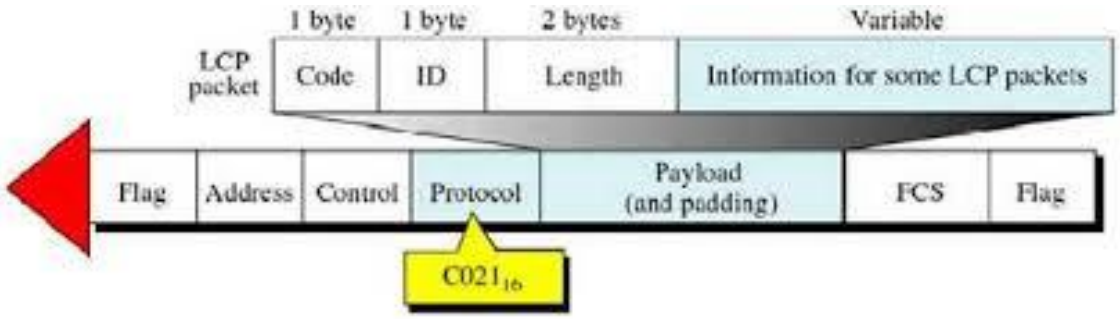
PROCESO DE NEGOCACION DE LCP EN PPP



LCP (Link Control Protocol).

Cada dispositivo PPP envía paquetes LCP para configurar y establecer el enlace de datos. Utiliza tres tipos de trama:

- Tramas de establecimiento de enlace:
  Se utilizan para establecer y configurar un enlace.
- Tramas de mantenimiento del enlace:
  Se utilizan para administrar y depurar un enlace.
- Tramas de terminación del enlace:
  Se utilizan para terminar un enlace.



Los paquetes del protocolo LCP son transportados en la trama PPP. C02116 indica que la trama está transportando un paquete LCP.

Campos de la trama LCP.

- **Campo código**
  Ocupa un byte y sirve para identificar el tipo de paquete LCP. Cuando se recibe un paquete con un campo de código desconocido, se transmite un paquete de "rechazo de código".

- **Campo identificador**
  Es de un byte y ayuda en la comparación de las solicitudes y respuestas.

- **Campo longitud**
  Es de dos bytes e indica la longitud del paquete LCP, incluyendo los campos código, identificador, longitud y datos. La longitud no debe exceder la MRU del enlace .Los bytes fuera del rango del campo longitud son tratados como relleno e ignorados al ser recibidos.

- **Campo datos**
  Pueden ser 0 o más bytes, indicados por el campo longitud. El formato de los datos es determinado por el campo código.

ESTABLECIMIENTO DE LA CONEXIÓN.

Los paquetes LCP contienen un campo de **opción** de configuración que permite negociar:

- El MRU (Unidad máxima de recepción)
- La compresión de determinados campos PPP
- El protocolo de autenticación de enlace.
- Detección de errores.

- Multilink.
- Callback.

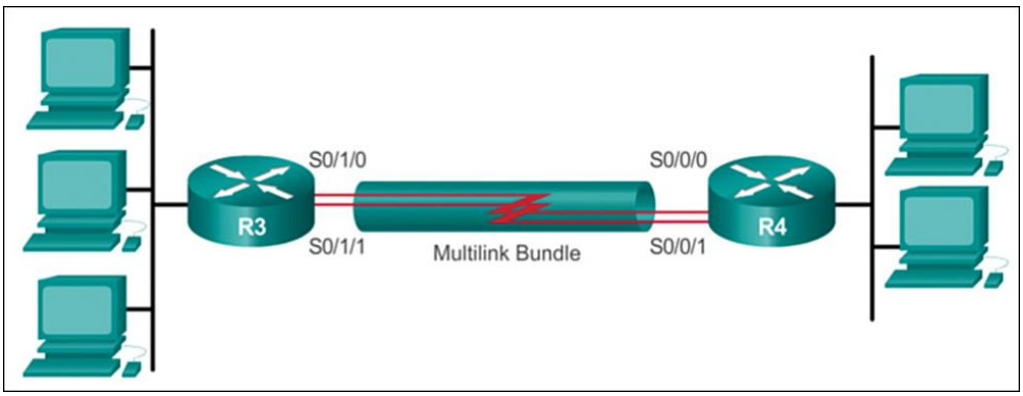
  Si no se incluye ninguna opción se adopta el valor por defecto.

Detección de errores.

- Identifica las condiciones de falla.
- Las opciones Calidad y Número mágico ayudan a garantizar un enlace de datos fiable y sin bucle.
- El campo Magic Number ayuda a detectar enlaces que están en una condición de loop-back.
- Los números mágicos se generan al azar en cada extremo de la conexión.
- Hasta que la opción de configuración del número mágico se haya negociado de manera exitosa, el número mágico se debe trasmitir como cero.

Multilink.

Proporciona un método para distribuir el tráfico a través de múltiples enlaces WAN físicos, como se muestra en la Figura.



Multilink PPP también ofrece la fragmentación de paquetes y volver a montar, la secuencia apropiada, interoperabilidad entre varios proveedores, y balanceo de carga en el tráfico entrante y saliente.

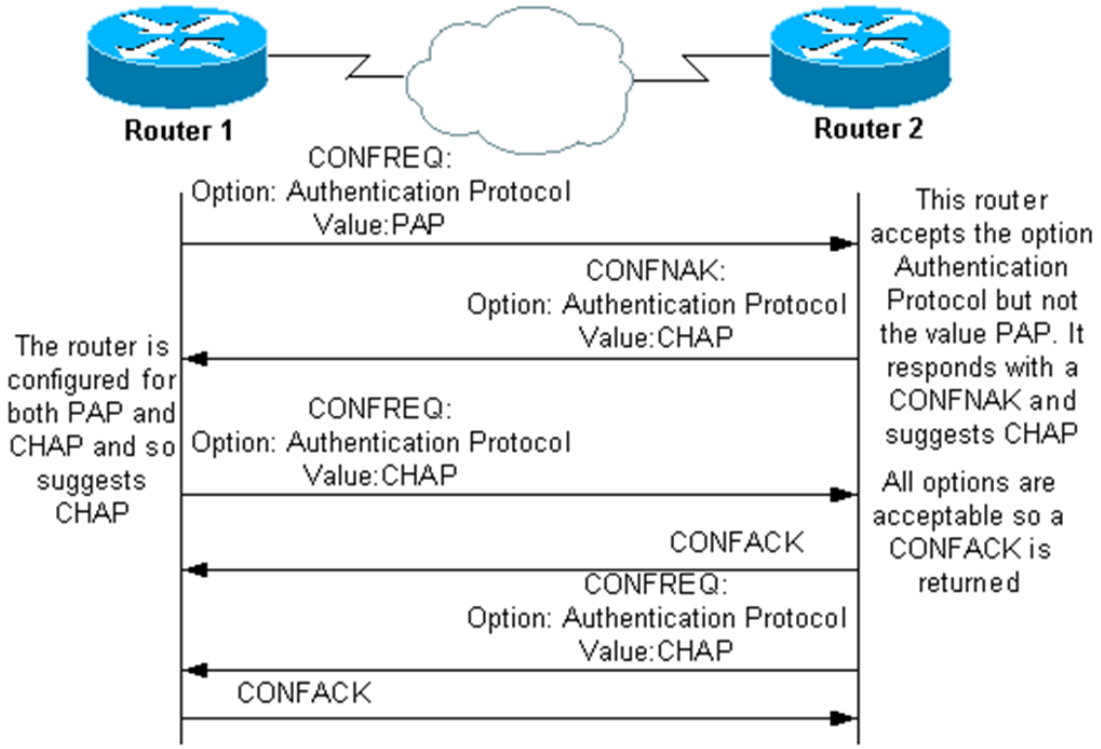
PPP Callback Mejora la seguridad.
Un enrutador Cisco puede actuar como un cliente de devolución de llamada o un servidor de devolución de llamada.

- El cliente realiza la llamada
- Solicita al servidor que lo devuelva
- El enrutador responde y realiza la llamada de devolución según la configuración

Códigos de LCP para el establecimiento de la conexión.

LCP Code	LCP Packet Type	Description
1	Configure-Request	Sent to open or reset a PPP connection. Configure-Request contains a list of LCP options with changes to default option values.
2	Configure-Ack	Sent when all of the values of all of the LCP options in the last Configure-Request received are recognized and acceptable. When both PPP peers send and receive Configure-Acks, the LCP negotiation is complete.
3	Configure-Nack	Sent when all the LCP options are recognized, but the values of some options are not acceptable. Configure-Nack includes the offending options and their acceptable values.
4	Configure-Reject	Sent when LCP options are not recognized or not acceptable for negotiation. Configure-Reject includes the unrecognized or non-negotiable options.
5	Terminate-Request	Optionally sent to close the PPP connection.
6	Terminate-Ack	Sent in response to the Terminate-Request.
7	Code-Reject	Sent when the LCP code is unknown. The Code-Reject message includes the offending LCP packet.
8	Protocol-Reject	Sent when the PPP frame contains an unknown Protocol ID. The Protocol-Reject message includes the offending LCP packet. Protocol-Reject is typically sent by a PPP peer in response to a PPP NCP for a LAN protocol not enabled on the PPP peer.
9	Echo-Request	Optionally sent to test the PPP connection.
10	Echo-Reply	Sent in response to an Echo-Request. The PPP Echo-Request and Echo-Reply are not related to the ICMP Echo Request and Echo Reply messages.
11	Discard-Request	Optionally sent to exercise the link in the outbound direction.

Este diagrama proporciona una vista conceptual de una entrada en contacto del LCP:



Opciones de configuración.

Autenticación:

- Los routers pares intercambian mensajes de autenticación.
- Dos opciones de autenticación son el Protocolo de autenticación de contraseña (PAP) y el Protocolo de autenticación de intercambio de señales (CHAP).

La autenticación no es obligatoria y entra en esta etapa sólo si necesita autenticar.

- PAP : Inseguro. Envía el nombre de usuario y la contraseña en claro.
- CHAP: Envía la contraseña cifrada.

  CHAP (Challenge Handshake Authentication Protocol).
  Verifica periódicamente la identidad del cliente remoto.
  Esto ocurre cuando se establece el enlace inicial y puede pasar de nuevo en cualquier momento de la comunicación.
  La verificación se basa en un secreto compartido (como una contraseña).
  LCP puede retardar la transmisión de la información del protocolo de capa de red hasta que esta fase se haya completado.

PAP sólo se autentica una vez.
CHAP realiza retos periódicos para asegurarse de que el nodo remoto aún tiene un valor válido de contraseña.
Una vez completada la fase de establecimiento del enlace PPP, el enrutador local envía un mensaje de desafío al nodo remoto.

El nodo remoto responde con un hash de ese mensaje y contraseña.
Si los valores coinciden, el nodo iniciador reconoce la autenticación.
De lo contrario, termina inmediatamente la conexión.

Ambos protocolos se describen en detalle en RFC 1334, "Protocolos de autentificación PPP".

Compresión:

- Aumenta el rendimiento efectivo en conexiones PPP al reducir la cantidad de datos en la trama que debe viajar a través del enlace.
- El protocolo descomprime la trama al llegar a su destino.
- Dos protocolos de compresión disponibles en los routers Cisco son Stacker y Predictor.

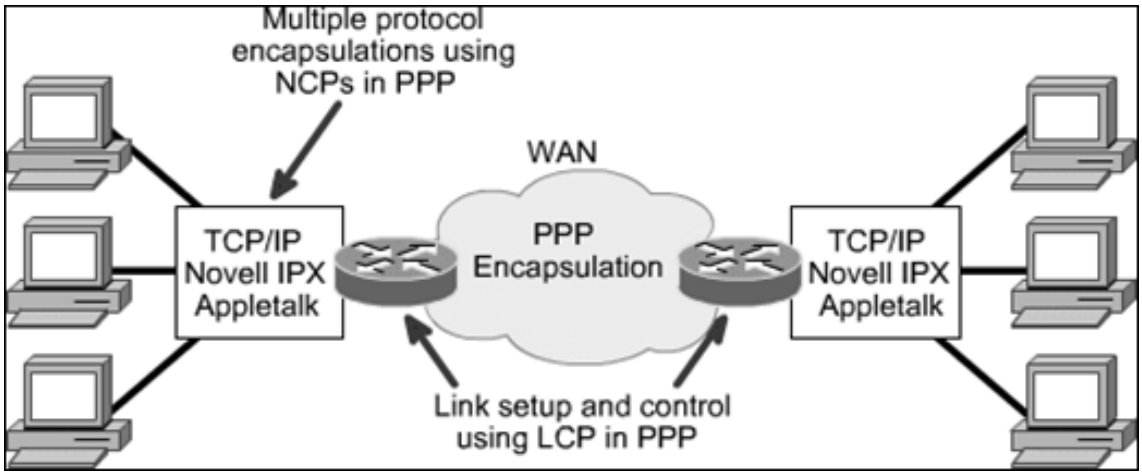
Detección de errores:

- Identifica condiciones defectuosas.
- Las opciones de Calidad y Número mágico ayudan a garantizar un enlace de datos confiable y sin bucles.
- El campo Número mágico ayuda a detectar enlaces que se encuentran en una condición de loopback.

- Hasta que la opción de configuración del número mágico se haya negociado de manera exitosa, el número mágico se debe trasmitir como cero.

- Los números mágicos se generan de manera aleatoria en cada extremo de la conexión.

Para configurar un protocolo de red se usa el protocolo NCP correspondiente (network control protocol).



- En esta fase se negocian parámetros dependientes del protocolo de red que se esté usando.
- PPP puede llevar varios protocolos de red al mismo tiempo y es necesario configurar individualmente cada uno de estos protocolos.
- El protocolo negociado más común es el IP.
- Los routers intercambian mensajes de IP Control Protocol (IPCP) para negociar opciones específicas del protocolo (en este ejemplo, IP).

TRANSMISION.

Finalmente, Se envía y recibe la información de red.
LCP se encarga de comprobar que la línea está activa durante periodos de inactividad.

PPP no proporciona cifrado de datos.

TERMINACION.

- LCP puede terminar el enlace en cualquier momento.
- Esto generalmente se realiza
- A pedido del usuario.
- Debido a un suceso físico, como la pérdida de una portadora .
- Debido a la expiración de un límite de tiempo.

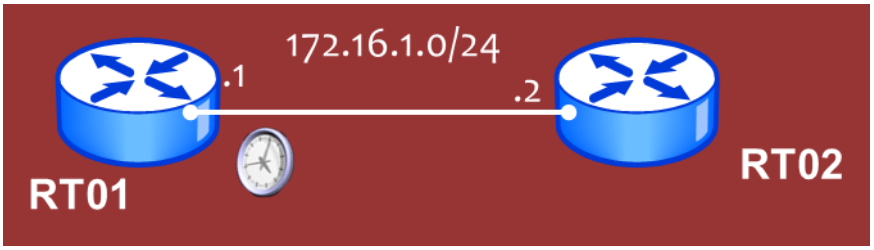
Ventajas de PPP.

- Mejor fiabilidad, por los mecanismos de mantenimiento del enlace, aunque ambos incorporen detección de errores con FCS (CRC).
- Puede utilizarse en todas las conexiones WAN, por ejemplo en T1, RDSI y conexiones de MODEM con enlace de datos síncronas y/o asíncronas.
- PPP es descrito en **RFC 1332 y RFC 1661**, mientras ***HDLC no***.
- Existe un campo de control en HDLC que difiere para cada fabricante, siendo por tanto propietario.
- Permite opcionalmente la seguridad y autentificación con los protocolos PAP y/o CHAP en la parte del cliente (llamante).
- Por negociación de NCP permite múltiples protocolos como IP, con manejo de direcciones IP dinámicas e IPX.
- Permite la multiplexación por la identificación del campo de protocolo en las tramas PPP.
- Implementa la negociación de compresión de datos.

La única desventaja pueda ser un mayor uso de ancho de banda por temas administrativos, no para datos.

Un ejemplo práctico.

Veamos cómo se configura PPP, en los routers Cisco, basándonos en la siguiente topología.



RT01(config)#int ser1/0

RT01(config-if)#ip add

RT01(config-if)#ip address 172.16.1.1 255.255.255.0

RT01(config-if)#encapsu

RT01(config-if)#encapsulation ppp

RT02 (config)#int s1/0

RT02(config-if)#encap ppp

RT02 (config-if)#ip add

RT02 (config-if)#ip address 172.16.1.2 255.255.255.0

RT02(config-if)#no shut

VERIFICACION DE la CONFIGURACION

Comando	Descripción
show interfaces	Muestra estadísticas de todas las interfaces configuradas en el router.
show interfaces serial	Muestra información sobre una interfaz serial.

```
R2# show interfaces serial 0/0/0
Serial0/0/0 is up, line protocol is up
  Hardware is GT96K Serial
  Internet address is 10.0.1.2/30
  MTU 1500 bytes, BW 1544 Kbit/sec, DLY 20000 usec,
     reliability 255/255, txload 1/255, rxload 1/255
  Encapsulation PPP, LCP Open
  Open: IPCP, IPV6CP, CCP, CDPCP, loopback not set
  Keepalive set (10 sec)
  CRC checking enabled
  Last input 00:00:02, output 00:00:02, output hang never
  Last clearing of "show interface" counters 01:29:06
  Input queue: 0/75/0/0 (size/max/drops/flushes); Total output
drops: 0
```


Fin de la clase
UAI
Universidad Abierta
Interamericana