

# Capa de enlace

## Enlaces WAN

Alejandro Rodríguez Costello  
pubdigitalix@gmail.com

August 6, 2024

## 1 HDLC

Una conexión **punto a punto** permiten interconectar dos nodos mediante un canal dedicado en contraposición con las redes multipunto en las cuales el canal de datos se puede usar para comunicarse con diversos nodos. Como pares, cada dispositivo puede tomar el rol de emisor o receptor en un momento dado. En este tipo de enlaces, muy utilizados en las redes WAN, los protocolos deben mantener la sincronización adecuada para que los extremos se comuniquen correctamente.

El protocolo HDLC (*High-level Data Link Control*) es un protocolo de enlace de datos, orientado al bit (*bit oriented*), usado en enlaces series sincrónicos. Debido a que la versión estándar de HDLC no soporta el transporte de múltiples protocolos en un mismo enlace (debido a la ausencia de mecanismos para indicar que protocolo transporta), Cisco desarrolló una **versión propietaria** comúnmente llamada cHDLC, con un campo adicional en donde se puede colocar el protocolo a transportar. El campo *protocol field* hace posible que un mismo enlace serial pueda acomodar diferentes protocolos de la capa de red. Este protocolo es el **default** utilizado por Cisco para los enlaces series o líneas dedicadas utilizados para interconectar routers entre si y se puede especificar su uso mediante el comando:

```
Router(config-if)#encapsulation hdlc
```

Con una conexión serie full-duplex el router conectado al extremo DCE del cable serial provee la señal de clock para el enlace. Este clock es recibido por el dispositivo DTE. El comando `clock rate` en el modo de configuración *interface* permite al router en el extremo DCE del enlace serie seleccionar la velocidad en bps, siendo su default 64000 bps.



Figure 1: Dos routers interconectados

Utilizando el escenario provisto determine que lado del cable es DCE mediante la interface CLI con el comando `show controllers` y configure el reloj a 250000 bps. Luego compruebe que se está utilizando el protocolo correcto con `show interfaces` y que hay comunicación entre nodos usando `ping`.

### 1.1 La trama cHDLC

HDLC es un protocolo complejo especificado mediante un conjunto de reglas definidas por la norma ISO/IEC 7776:1995, mientras que cHDLC solo utiliza un subconjunto de ellas. En la figura 2 podemos ver las diferencias entre ambos. Abriendo la captura `HDLC.cap` en Wireshark que contiene las tramas cHDLC del ping realizado entre dos routers R0 y R1, observamos que el campo *address* tiene los valores 0x8f o 0x0f, indicando si es multicast o unicast y en el campo *control* 0x00.

Las tramas multicast transportan mensaje SLARP (*Serial Line Address Resolution Protocol*) y las unicast los mensajes ICMP (ping).

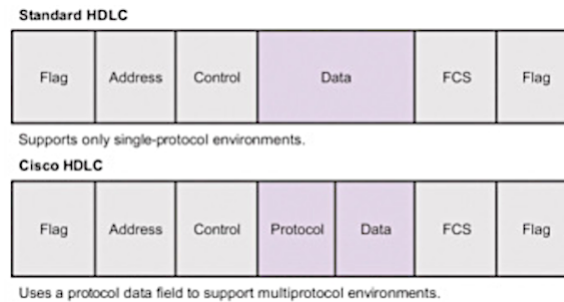


Figure 2: Diferencias entre HDLC y cHDLC

Con la información provista en [Cisco HDLC](#)<sup>1</sup> analice, los siguientes aspectos del mecanismo de transmisión:

1. Tipos de mensajes SLARP.
2. Secuencia de los mensajes SLARP.
3. Timing de los mensajes SLARP.
4. Valor de *protocol* para los mensajes SLARP.
5. Valor de *protocol* para los mensajes unicast.
6. Secuencia de los mensajes unicast.

A partir del análisis anterior, verifique que relación guarda el timing con la información del comando `show interfaces`. Cuál es la importancia del secuenciamiento en uno y otro caso. ¿Puede identificar el origen y destino de las transmisiones en L2?

## 2 PPP

El protocolo HDLC de Cisco solo puede ser usado en enlaces punto a punto de dispositivos Cisco. Si intervienen equipamiento de otros fabricantes entonces conviene usar PPP. El protocolo PPP (*Point-to-Point Protocol*) es un protocolo WAN estandar de la capa de enlace que se puede ver como una mejora de cHDLC que soporta características como:

- Autenticación mediante PAP, CHAP o EAP
- Compresión de datos
- Detección de errores
- Soporte multipunto para proveer balanceo de carga sobre múltiples interfaces
- Usado en redes bit oriented o byte oriented

Para utilizar PPP podemos configurar el escenario anterior con

```
Router(config-if)#encapsulation ppp
```

y luego utilizar los mismos comandos `show` para su verificación. Similarmente se provee una captura `PPP.cap` para un posterior análisis similar al realizado anteriormente. Ahora se dispone del protocolo LCP (*Link Control Protocol*) para el establecimiento, configuración, negociación y testeo del enlace. En dicha captura solo se observan los mensajes solitud de echo (Echo Request) y respuesta (Echo Reply) que cumplen una función similar a los mensajes SLARP en cHDLC. Para mayor información consultar [Point-to-Point Protocol](#).

Por último ensayaremos al menos una forma elemental de autenticación llamada PAP (*Password Authentication Protocol*). Para ello es importante tener habilitado la password del modo *enable* con el comando `enable password x` donde `x` es la password utilizada y definir el o los usuarios que se negociarían en cada interface como por ejemplo:

<sup>1</sup>Descarte los paquetes CDP

```
R0(config)#username R1 password cisco1
R0(config)#interface serial 0/1/0
R0(config-if)#ppp authentication pap
R0(config-if)#ppp pap sent-username R0 password cisco0
```

y en el otro extremo la configuración complementaria. Documente todo aquello que se adicione en clase.

## 2.1 Protocolos derivados de PPP

Fuera del alcance de este laboratorio es importante mencionar que debido a las posibilidades de PPP existe mejoras orientadas a la seguridad como PPTP (*Point-to-Point Tunneling Protocol*) y L2TP (*Layer 2 Tunneling Protocol*) que fueron ampliamente utilizadas y PPPoE (PPP over Ethernet) que permite utilizar las características de PPP en enlaces Ethernet orientado a redes WAN.