

# Protocolos de red

Joan Pablo Alvarado Garfias

## DCCP (Datagram Congestion Control Protocol)

El **Protocolo de Control de Congestión de Datagramas (DCCP)** es un protocolo de capa de transporte que fue diseñado para ofrecer las características de **control de congestión negociable** de TCP, mientras retiene la **semántica no orientada a conexión** de UDP. Proporciona una forma de establecer una conexión de flujo de datagramas con confirmaciones y mecanismos de control de flujo, pero sin la retransmisión a nivel de protocolo para garantizar la entrega ordenada y fiable. Esto lo hace adecuado para aplicaciones de *streaming* multimedia y telefonía IP, donde la pérdida ocasional de paquetes es preferible a un retraso causado por la retransmisión. Sus autores principales incluyen a **E. Kohler, M. Handley y S. Floyd** (RFC 4340, IETF, 2006).

**¿Es orientado a conexión?** **Sí**, en un sentido limitado. DCCP utiliza un *handshake* (apretón de manos) de tres o cuatro vías para establecer una conexión (llamada "flujo DCCP") y tiene procedimientos para cerrar la conexión. Mantiene un estado de conexión para el control de congestión, el acuse de recibo y la negociación de características, pero la transferencia de datos en sí es de datagramas no fiables (es decir, no garantiza la entrega ni el orden). Por lo tanto, se describe más precisamente como un protocolo **orientado a flujo con entrega no fiable**.

## FCP (Fibre Channel Protocol)

El **Protocolo de Canal de Fibra (FCP)** es un protocolo de transporte de datos de bloque diseñado principalmente para redes de área de almacenamiento (**SAN, Storage Area Network**). FCP se utiliza para transportar comandos de la **Interfaz de Sistema de Computadora Pequeña (SCSI)** sobre una red de Canal de Fibra, permitiendo que los servidores accedan a los dispositivos de almacenamiento como si estuvieran conectados localmente. Originalmente diseñado para funcionar sobre fibra óptica, también puede operar sobre cableado de cobre. FCP se encuentra en un conjunto de estándares desarrollados por el Comité T11 del Comité de Estándares Internacionales de Tecnología de la Información (INCITS).

**¿Es orientado a conexión?** **Sí**. Fibre Channel opera en una modalidad de servicio denominada **Clase 3**, que ofrece un servicio de datagramas no orientado a conexión (similar a UDP) y una modalidad **Clase 2** que es un servicio con confirmación de entrega (*acknowledged*), pero el uso más habitual e importante para FCP (para transportar SCSI) es a través de la **Clase 1**, que es un servicio **orientado a conexión** totalmente dedicado (conexión punto a punto con ancho de

banda reservado) o mediante la **Clase 3 con control de flujo a nivel de la capa de Fibre Channel**. El flujo de comandos SCSI a través de FCP es inherentemente un proceso con estado que depende de la secuencia.

## ILPROTOCOL (Protocolo IL)

El término **IL Protocol** o **Protocolo IL** hace referencia a un protocolo de transporte de propósito general desarrollado por **Sun Microsystems** a principios de los años 90 (autores clave incluyen a **R. W. Watson**). Su nombre proviene de la capa de red sobre la que se asienta, a menudo el Protocolo de Internet (IP), aunque su diseño buscaba una solución de capa de transporte más sencilla que TCP, ofreciendo fiabilidad, control de flujo y multiplexación, pero con una implementación más ligera.

**¿Es orientado a conexión? Sí.** IL es un protocolo de transporte **orientado a conexión**. Aunque no es tan conocido ni tan ampliamente adoptado como TCP, fue diseñado para proporcionar un servicio fiable de entrega de flujo de bytes, lo que requiere un establecimiento de conexión (*handshake*) y un estado de conexión (*stateful*) para garantizar la secuenciación y la retransmisión de datos.

## MPPCP (Multi-Path Point-to-Point Protocol)

El acrónimo **MPPCP** (o simplemente **MPPP** para la variante más antigua) corresponde al **Protocolo Punto a Punto Multi-Ruta**. Este protocolo es una extensión del ampliamente utilizado **PPP (*Point-to-Point Protocol*)**, diseñado para permitir que múltiples enlaces de comunicaciones (como líneas telefónicas, enlaces ISDN o DSL) sean agregados y tratados como un único **enlace lógico** con un ancho de banda total combinado. Permite la división de paquetes a nivel de enlace de datos para su transmisión simultánea a través de varias rutas y su reensamblaje en el destino.

**¿Es orientado a conexión? Sí.** Dado que MPPCP es una extensión de PPP (RFC 1990), opera en la capa de enlace y su función principal es **establecer y mantener** un enlace de comunicaciones lógico entre dos puntos finales. El PPP base es inherentemente **orientado a la conexión** en el sentido de que requiere una fase de establecimiento (LCP - *Link Control Protocol*) y autenticación antes de que se pueda transmitir el tráfico de la capa de red.

## NORM (NACK-Oriented Reliable Multicast)

**NORM** es un protocolo diseñado para proporcionar una transmisión **multicast fiable** eficiente a grupos grandes de receptores. A diferencia de TCP, que es *ACK-Oriented* (se basa en el acuse de recibo explícito de paquetes recibidos), NORM es *NACK-Oriented* (se basa en la Solicitud de Acuse de Recibo Negativo o *Negative Acknowledgement*), donde los receptores solo informan al emisor (o a un *repair server*) sobre los paquetes que faltan. Esto reduce la sobrecarga de tráfico de

control en entornos de multidifusión masiva, donde cientos de receptores generarían demasiados ACKs. Sus autores primarios incluyen a **R. P. Adamson, M. S. Davis y R. H. Henderson** (RFC 5740).

**¿Es orientado a conexión? No.** NORM es fundamentalmente un protocolo de multidifusión (**multicast**), que por definición no establece una conexión punto a punto como lo hacen TCP o IL. Opera sobre UDP y se considera **no orientado a conexión** en el sentido tradicional de *handshake* y flujo de bytes. Sin embargo, establece una **sesión** con estado compartido para coordinar la transmisión (secuencias, ventanas) y la recuperación, lo que lo clasifica como un protocolo **orientado a sesión fiable**.

## RDP (Remote Desktop Protocol)

El **Protocolo de Escritorio Remoto (RDP)** es un protocolo propietario desarrollado por **Microsoft** (introducido con Windows NT Server 4.0, Terminal Server Edition) que permite a un usuario conectarse remotamente a otro ordenador con un entorno gráfico. RDP transporta datos de visualización gráfica, entrada de teclado y ratón, audio, y otros periféricos a través de la red. Aunque es propietario, su arquitectura y operación están bien documentadas en la literatura y los estándares de Microsoft.

**¿Es orientado a conexión? Sí.** RDP es un protocolo de la capa de aplicación que opera típicamente sobre **TCP** (usando el puerto 3389 por defecto). Dado que RDP requiere una comunicación bidireccional continua, con estado, cifrada y ordenada para garantizar que la pantalla remota se actualice con precisión y las entradas del usuario se reciban correctamente, **necesita un transporte orientado a conexión para funcionar**. La sesión RDP en sí es un estado persistente que debe establecerse y terminarse.

## RUDP (Reliable User Datagram Protocol)

**RUDP** es un término genérico que se refiere a varios protocolos, a menudo propietarios o experimentales, diseñados para añadir características de **fiabilidad** al protocolo **UDP** (User Datagram Protocol), que es no fiable y no orientado a conexión. No hay una única especificación RUDP universalmente aceptada, pero típicamente incorpora mecanismos de: acuse de recibo, retransmisión de paquetes perdidos y control de flujo/congestión, sin la complejidad total de TCP. Un ejemplo histórico es el definido por **M. S. Le** (1999) como RFC 3954 (que no es un estándar IETF completo, sino una propuesta informativa).

**¿Es orientado a conexión? Sí, generalmente.** La mayoría de las implementaciones de RUDP son **orientadas a conexión** o, al menos, **orientadas a sesión con estado**. Para garantizar la "fiabilidad" (es decir, la entrega y el orden), el protocolo debe mantener información de estado sobre la secuencia de paquetes y el estado de la conexión con el receptor, lo que requiere alguna forma de procedimiento de establecimiento y cierre de sesión.

# SCTP (Stream Control Transmission Protocol)

El **Protocolo de Transmisión de Control de Corriente (SCTP)** es un protocolo de la capa de transporte más moderno, introducido por el grupo SIGTRAN de la IETF (especificación inicial en RFC 2960, 2000). Fue diseñado principalmente para transportar tráfico de telefonía (señalización SS7) a través de redes IP, pero ha encontrado un uso más amplio. Sus principales características incluyen la **multidomicilio** (*multihoming*), permitiendo que un *endpoint* tenga múltiples direcciones IP, y la **multicorriente** (*multi-streaming*), donde los datos se transmiten en múltiples flujos lógicos independientes dentro de una única conexión SCTP, mitigando el problema de bloqueo de encabezado de línea (*head-of-line blocking*) de TCP.

**¿Es orientado a conexión? Sí.** SCTP es un protocolo **orientado a conexión** totalmente fiable, similar a TCP. Utiliza un *handshake* de cuatro vías para establecer una **asociación** (el término de SCTP para una conexión) y mantiene un estado completo para cada asociación, garantizando la entrega, el orden de los datos dentro de cada flujo, la fiabilidad y el control de congestión. SCTP es la alternativa a TCP y UDP que combina lo mejor de ambos en un solo protocolo.

## Resumen de Protocolos de Red

Protocolo	Tipo de Protocolo y Función Principal	Orientado a Conexión
DCCP	Capa de Transporte. Proporciona control de congestión (como TCP) para el tráfico de datagramas (como UDP). Ideal para streaming.	Sí, establece una conexión (flujo) para gestionar el estado, pero la entrega de datos no es fiable ni ordenada.
FCP	Transporte de Bloques (Capa de Sesión/Transporte). Transfiere comandos SCSI a través de la red Fibre Channel, fundamental en SAN (Storage Area Networks).	Sí, opera sobre servicios de Canal de Fibra que establecen un circuito lógico con estado (Clase 1).
ILPROTOCOL	Capa de Transporte (Histórico, Sun Microsystems). Protocolo ligero y fiable de flujo de bytes, diseñado como una alternativa simple a TCP.	Sí, proporciona un servicio de flujo de bytes con establecimiento y mantenimiento de conexión.
MPPCP	Capa de Enlace. Permite la agregación de múltiples enlaces (ej. líneas telefónicas, ISDN) para tratarlos como uno solo con mayor ancho de banda.	Sí, al ser una extensión de PPP, establece y mantiene un enlace lógico con estado.
NORM	Capa de Transporte (Multicast). Proporciona multidifusión fiable (a múltiples receptores) utilizando NACKs (Negative Acknowledgements) para recuperación de pérdidas.	No (es multicast). Opera sin conexión punto a punto tradicional, pero sí requiere una sesión con estado compartido para la fiabilidad.
RDP	Capa de Aplicación (Microsoft). Protocolo propietario para la visualización y control de un escritorio remoto con bajo ancho de banda.	Sí, típicamente opera sobre TCP y requiere una sesión con estado persistente para el intercambio de datos y entradas.

RUDP	Capa de Transporte (Varias implementaciones). Protocolo que añade funciones de fiabilidad (ACK, retransmisión) sobre el protocolo no fiable UDP.	Sí (generalmente). Para asegurar la fiabilidad, requiere un estado de sesión para el seguimiento de la secuencia y la entrega.
SCTP	Capa de Transporte (IETF). Protocolo fiable con características avanzadas como multicorriente (multi-streaming) y multidomicilio (multihoming).	Sí, establece una asociación con un handshake de cuatro vías y garantiza la entrega y el orden (dentro de cada flujo).