

Existen diferentes niveles de protocolos. Los *protocolos de alto nivel* definen cómo se comunican las aplicaciones (programas de ordenador) y los *protocolos de bajo nivel* definen cómo se transmiten las señales por el cable. Entre los protocolos de alto y bajo nivel, hay protocolos intermedios que realizan otras funciones, como establecer y mantener sesiones de comunicaciones y controlar las transmisiones para detectar errores. Observe que los protocolos de bajo nivel son específicos del tipo de cableado utilizado para la red.

## PROBLEMAS EN EL DISEÑO DE LA ARQUITECTURA DE LA RED

Aunque a primera vista parezca que el diseño de un sistema de comunicación parece simple, cuando se aborda el problema resulta mucho más complejo, ya que es necesario resolver una serie de problemas. En este apartado mencionaremos algunos de los problemas más importantes a los que se enfrentan los diseñadores de redes de comunicaciones:

- ⊗ **Encaminamiento:** Cuando existen diferentes rutas posibles entre el origen y el destino (si la red tiene una topología de malla o irregular), se debe elegir una de ellas (normalmente, la más corta o la que tenga un tráfico menor). Todas las cuestiones relacionadas con el encaminamiento se expondrán en el capítulo 2.
- ⊗ **Direccionamiento:** Puesto que una red normalmente tiene muchos ordenadores conectados, algunos de los cuales tienen múltiples procesos (programas<sup>3</sup>), se requiere un mecanismo para que un proceso en una máquina especifique con quién quiere comunicarse. Como consecuencia de tener varios destinos, se necesita alguna forma de direccionamiento que permita determinar un destino específico. Suele ser normal que un equipo tenga asignado varias direcciones diferentes, relacionadas con niveles diferentes de la arquitectura. En este caso, también habrá que establecer alguna correspondencia entre esas direcciones.
- ⊗ **Acceso al medio:** En las redes donde existe un medio de comunicación de difusión, debe existir algún mecanismo que controle el orden de transmisión de los interlocutores. De no ser así, todas las transmisiones se interfieren y no es posible llevar a cabo una comunicación en óptimas condiciones.
- ⊗ **Saturación del receptor:** Esta cuestión suele plantearse en todos los niveles de la arquitectura, y consiste en que un emisor rápido pueda saturar a un receptor lento. En determinadas condiciones, el proceso de una determinada capa en el otro extremo necesita un tiempo para procesar la información que le llega de su capa inferior y enviarla a la superior. Si ese tiempo es demasiado grande en comparación con la velocidad con la

---

<sup>3</sup> Observe que la mayoría de los sistemas operativos desarrollados actualmente permiten que varios programas se ejecuten a la vez (Windows, Linux, etc.).

que le llega la información, será posible que se pierdan datos. Una posible solución a este problema consiste en que el receptor envíe un mensaje al emisor indicándole que está listo para recibir más datos.

- ⊗ **Mantenimiento del orden:** Algunas redes de transmisión de datos desordenan los mensajes que envían, de forma que, si los mensajes se envían en una secuencia determinada, no se asegura que lleguen en esa misma secuencia. Para solucionar esto, el protocolo debe incorporar un mecanismo que le permita volver a ordenar los mensajes en el destino. Este mecanismo puede ser la numeración de los fragmentos, por ejemplo.
- ⊗ **Control de errores:** Todas las redes de comunicación de datos transmiten la información con una pequeña tasa de error, que en ningún caso es nula. Esto se debe a que los medios de transmisión son imperfectos. Tanto emisor como receptor deben ponerse de acuerdo a la hora de establecer qué mecanismos se van a utilizar para detectar y corregir errores, y si se va a notificar al emisor que los mensajes llegan correctamente.
- ⊗ **Multiplexación:** En determinadas condiciones, la red puede tener tramos en los que existe un único medio de transmisión que, por cuestiones económicas, debe ser compartido por diferentes comunicaciones que no tienen relación entre sí. Aunque esta técnica se emplea en capas inferiores para compartir un único canal, también se aplica en niveles superiores de la arquitectura para compartir una misma conexión entre dos estaciones.

## CARACTERÍSTICAS DE LAS ARQUITECTURAS POR NIVELES

Como se ha podido comprobar en el apartado anterior, el diseño de un sistema de comunicación requiere de la resolución de muchos y complejos problemas. Por este motivo, las redes se organizan en capas o niveles para reducir la complejidad de su diseño. Esta técnica se ha heredado de la metodología de programación consistente en dividir el problema en subproblemas más sencillos de tratar y en la programación modular (“Divide y vencerás”). Cada una de estas capas o subniveles (equivalente a un módulo) se construye sobre su predecesor (es decir, utiliza los servicios o funciones diseñados en él) y cada nivel es responsable de ofrecer servicios a niveles superiores.

Dentro de cada nivel de la arquitectura coexisten diferentes servicios. Así, los servicios de los niveles superiores pueden elegir cualquiera de los ofrecidos por las capas inferiores, dependiendo de la función que se quiera realizar. A la arquitectura por niveles también se le llama **jerarquía de protocolos**. Si los fabricantes quieren desarrollar productos compatibles, deberán ajustarse a los protocolos definidos para esa red. Por lo tanto, en una jerarquía de protocolos se siguen las siguientes reglas:

- ☑ Cada nivel dispone de un conjunto de servicios.
- ☑ Los servicios están definidos mediante protocolos estándares.