

# Capítulo 3

## Transmisión de datos en la capa física

### 1. Papel de una interfaz de red

Inicialmente vamos a examinar los parámetros que permiten configurar los periféricos de un PC y más concretamente una tarjeta de red.

#### 1.1 Principios

La interfaz de red tiene el papel de intermediario entre el ordenador y el soporte de transmisión. Al principio, la tarjeta red era un dispositivo dedicado (NIC - *Network Interface Card*) insertado en una ranura de expansión (*slot*) de la placa base; desde hace ya mucho tiempo, se trata de un componente integrado y soldado directamente en ella. Su función es preparar los datos que deben transmitirse antes de enviarlos, e interpretar los recibidos. Para ello, contiene un transmisor-receptor.

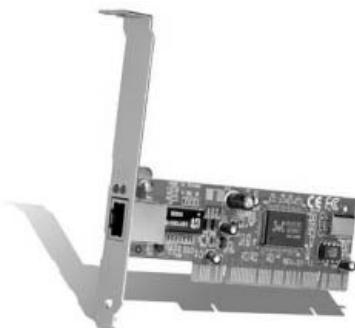


*Tarjeta de red Ethernet integrada en la placa base de un PC*

El controlador (*driver*) del periférico se encarga del vínculo entre la tarjeta y el sistema operativo. Este componente informático corresponde a la capa de Conexión de datos del modelo OSI.

## 1.2 Preparación de los datos

La capa física prepara los datos (bits) que deben transmitirse en forma de señales. Los intercambios entre el ordenador y la tarjeta se efectúan en paralelo mediante el bus de la máquina. La tarjeta de red ordenará la información en series antes de transmitir las señales a través del soporte físico.



*Tarjeta de red Ethernet antigua*

## 2. Opciones y parámetros de configuración

Cualquier punto de entrada/salida en una red debe definirse para que la trama sea recibida (aceptada) por el periférico adecuado. Una tarjeta de red o un puerto de serie deben tener un número que permita ubicarlos en el nivel más bajo (del modelo OSI).

### 2.1 Dirección física

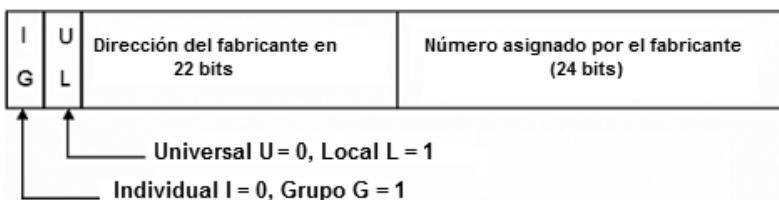
Es una dirección física de seis bytes que permite identificar la interfaz de red en una red local de tipo Ethernet (la más frecuente y que trataremos más adelante). El IEEE asigna los tres primeros bytes de esta dirección para identificar el fabricante del hardware (por ejemplo, HP: 64-4E-D7, Dell: 28-F1-0E, VMware: 00-50-56). Los tres bytes restantes se dejan a disposición del fabricante, que debe combinarlos en las tarjetas de tal manera que ninguna tenga la misma dirección física en una red de nivel 2.

#### ■ Observación

Cuidado, una computadora puede disponer de varias direcciones físicas o direcciones MAC (Medium Access Control). Por ejemplo, un PC portátil tendrá una dirección asignada a su tarjeta Ethernet, otra dirección correspondiente a su tarjeta Wi-Fi, y además una adicional cuando se conecte a la estación de acoplamiento (Dock USB-C, que también permite la transmisión de red).

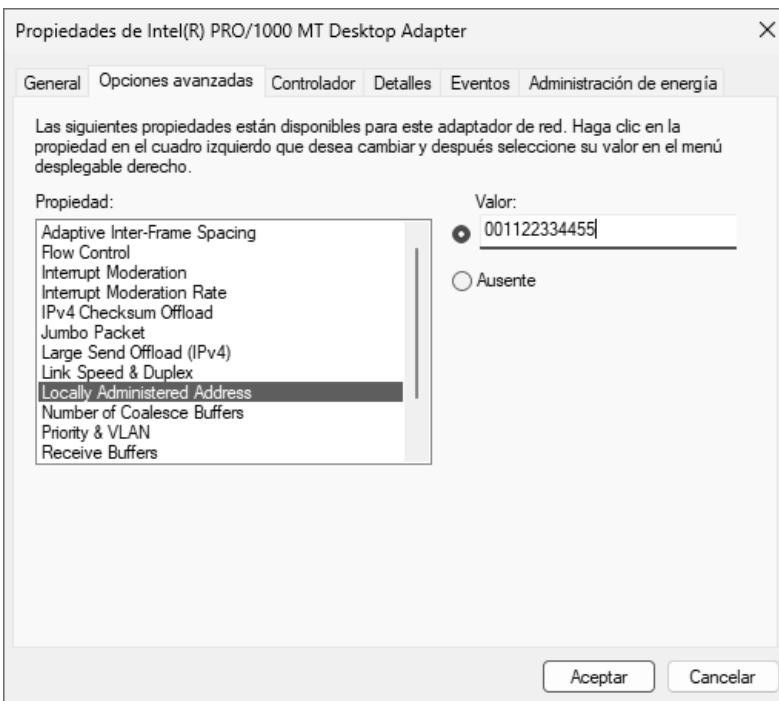
Un servidor físico generalmente dispondrá de al menos tres direcciones físicas: dos direcciones para las tarjetas de red (utilizadas para crear un agregado o teaming) y una dirección correspondiente a la tarjeta de gestión remota.

Una dirección MAC (presente en una trama de red) puede identificar una tarjeta de red única ( $I = 0$ ) o una asociada a un grupo de tarjetas ( $G = 1$ ). Esta dirección puede ser única globalmente ( $U = 0$ ) o simplemente única en un perímetro limitado ( $L = 1$ ).



### Observación

Teóricamente, nada impide al sistema operativo trabajar con direcciones físicas diferentes de las del fabricante. Por ejemplo, en Windows, al acceder a las propiedades de la tarjeta de red, podemos configurar una nueva dirección física diferente de la asignada por defecto. Basta con validar para que la nueva dirección MAC se haga efectiva inmediatamente.



Visualización de propiedades avanzadas de una tarjeta de red en Windows 11 (Oracle Virtual Box)

**■ Observación**

Para acceder directamente a las propiedades de red en Windows puede ejecutar *ncpa.cpl*.

**■ Observación**

El comando *ipconfig /all* en Windows o *if address* en Unix/Linux permite obtener la dirección MAC.

Esta dirección se utiliza cada vez que un equipo, o más bien su tarjeta de red, tiene que emitir una trama hacia otra tarjeta de red. Sin embargo, es posible enviar un paquete no a una, sino a varias tarjetas sustituyendo la dirección única del destinatario por una dirección múltiple (a menudo una dirección de difusión, que se representa como *FFFFFFFFFFFF*, es decir, todos los bits de los seis bytes a 1).

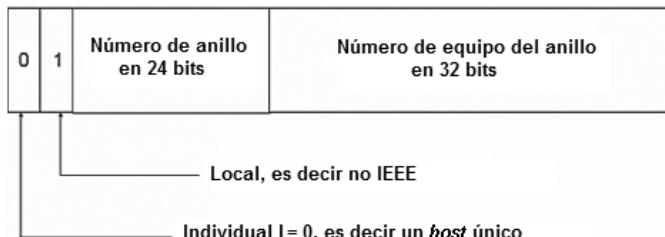
Así, cada dirección que se refiera a varios equipos tendrá su bit más significativo (el de la izquierda) con '1' (p. ej., *FFFFFFFFFF*), con '0' en el caso contrario (p. ej., *00A024.B6132D*).

Por ejemplo, cuando una tarjeta de red efectúa una petición *Address Resolution Protocol* (ARP), envía una difusión en su red de nivel 2, es decir, el destinatario físico de la trama emitida es «todo el mundo», *FF-FF-FF-FF-FF-FF*, como se muestra a continuación:

```
+Frame: Base frame properties
-ETHERNET: ETYPe = 0x0806 : Protocol = ARP: Address Resolution Protocol
+ETHERNET: Destination address : FFFFFFFFFFFFFF
+ETHERNET: Source address : 00A024B6132D
ETHERNET: Frame Length : 60 (0x03C)
ETHERNET: Ethernet Type : 0x0806 (ARP: Address Resolution Protocol)
ETHERNET: Ethernet Data: Number of data bytes remaining = 46 (0x02E)
-ARP_RARP: ARP: Request, Target IP: 172.17.0.3
ARP_RARP: Hardware Type = Ethernet (10Mb)
ARP_RARP: Protocol Type = 2048 (0x800)
ARP_RARP: Hardware Address Length = 6 (0x6)
ARP_RARP: Protocol Address Length = 4 (0x4)
ARP_RARP: Opcode = Request
ARP_RARP: Sender's Hardware Address = 00A024B6132D
ARP_RARP: Sender's Protocol Address = 172.17.0.92
ARP_RARP: Target's Hardware Address = 000000000000
ARP_RARP: Target's Protocol Address = 172.17.0.3
ARP_RARP: Frame Padding
```

Una dirección que asigne IEEE tendrá el segundo bit significativo con '0', mientras que un valor '1' indicaría que la dirección corresponde a una dirección no normalizada.

Por ejemplo, en Token Ring (redes antiguas de área local propuestas por IBM y competidoras de Ethernet), la dirección de un equipo se compone del siguiente modo:



### Asignación de direcciones físicas Token Ring

#### Observación

Históricamente, era posible crear grupos en Token Ring ( $G = 1$ ).

#### Observación

La lista completa de los prefijos de direcciones MAC asignados a los fabricantes (OUI - Organizationaly Unique Identifiers) se puede consultar en la siguiente URL: <http://standards-oui.ieee.org/oui.txt>

Por ejemplo, en un portátil Dell Latitude 5470, obtenemos la siguiente información:

- Tarjeta Ethernet
  - Descripción: Intel(R) Ethernet Connection I219-LM
  - Dirección física: 28-F1-0E-44-43-37
- Tarjeta Wi-Fi
  - Descripción: Qualcomm QCA61x4A 802.11ac Wireless Adapter
  - Dirección física: 94-53-30-19-15-0F

En el sitio del IEEE, cotejamos los prefijos de las direcciones MAC con la información de que disponemos:

28-F1-0E	(hex)	Dell Inc. One Dell Way Round Rock TX 78682 US
94-53-30	(hex)	Hon Hai Precision Ind. Co.,Ltd. Building D21, No.1, East Zone 1st Road Chongqing Chongqing 401332 CN

## 2.2 Interrupción

Cualquier periférico del PC se conecta al microprocesador a través de una línea dedicada o línea de interrupción (IRQ - *Interrupt ReQuest*). Cuando el periférico necesita el microprocesador para trabajar, le envía una señal por esta línea (tensión eléctrica que pasa al estado bajo). Históricamente, los primeros PC tenían 2 x 8 líneas en cascada. Actualmente, los sistemas operativos integran 256 interrupciones gestionadas de manera lógica (Plug and Play). Algunas líneas se asignan por defecto y otras están disponibles para los dispositivos adicionales. El microprocesador administra estas líneas por orden de prioridad: cuanto más bajo sea el número de la interrupción, más alta es su prioridad.

### ■ Observación

*Gracias a la técnica Plug and Play, que permite la detección de la tarjeta y la asignación automática de sus parámetros, ya no es tan necesario conocer esta información. Los días en que las IRQ podían generar conflictos entre periféricos han quedado atrás.*

## 2.3 Dirección de entrada/salida

Los periféricos interrumpen al microprocesador cada vez que necesitan intercambiar información. Esta información es recibida o enviada por una puerta de entrada/salida localizada en una dirección particular: la dirección de entrada/salida. Esta dirección apunta hacia una gama de 32 bytes como máximo, que permitirá almacenar datos y también información que indica qué se puede hacer con estos datos.

## 2.4 Dirección de memoria base

Es una dirección de memoria temporal cuyo papel consiste en hacer una especie de cojín (*búfer*) en la recepción o la emisión de la trama en la red.

Esta dirección tiene que ser un múltiplo de 16; por ello, se escribe a menudo en hexadecimal sin el '0' final, que se da por sabido.

## 2.5 Canal DMA (Direct Memory Access)

En la mayoría de los casos, los periféricos dependen del microprocesador para transferir información desde su *búfer* hacia la memoria RAM o viceversa. Como vemos, existen periféricos que disponen de un canal particular para poder intercambiar directamente información con la memoria del PC, sin recurrir al microprocesador (en segundo plano).

Algunos periféricos, en particular las tarjetas de red, disponen de un canal DMA de 1 a 7.

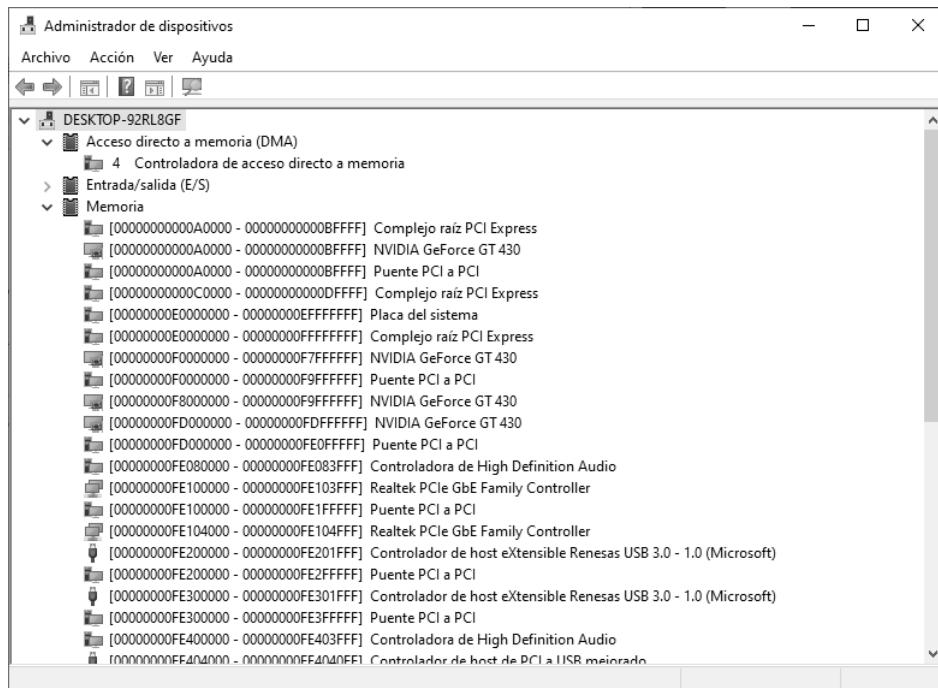
## 2.6 Bus

Todos los datos intercambiados entre los periféricos y el ordenador pasan por un bus de datos. Durante mucho tiempo este intercambio se efectuaba sobre todo a través de vías paralelas y la velocidad de transmisión dependía mucho de su amplitud, por ejemplo 16, 32 o 64 bits. Las nuevas tecnologías de bus favorecen soluciones de transferencias en serie, en las que los bits se envían uno tras otro.

Con el desarrollo de los dispositivos, la velocidad se ha ido superando y los conectores son más pequeños.

Los buses históricos, *Industry Standard Architecture* (ISA), *Extended Industry Standard Architecture* (EISA) y *Micro Channel Architecture* (MCA), han dejado su lugar a otros más modernos.

El administrador de dispositivos de Windows permite obtener información precisa de la asignación de los recursos de hardware (menú **Ver, Recursos por Tipo**):



*Visualización de direcciones de memoria*