

# Dispositivos de red

## Hubs

Walter Lozano  
Alejandro Rodríguez Costello

August 27, 2024

### 1. Conexión de dos dispositivos

El simple hecho de conectar dos PC en red tiene ciertos requisitos y requiere de un mínimo de conocimientos que vamos a ensayar a través de *Packet Tracer*. La siguiente es una lista básica que necesita cada PC, sumado a un medio de interconexión como puede ser un cable UTP de cobre (opcionalmente fibra) que vincule a ambas.

- Tarjetas de red (NIC) Ethernet.
- Direcciones físicas o MAC.
- Direcciones lógicas IPv4.
- Sistema operativo que soporte el stack TCP/IP.
- Software de comunicación.

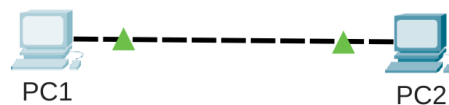


Figura 1: Interconexión de dos PC

En la figura 1 tenemos un escenario con dos PC interconectadas mediante un cable de cobre cruzado (*Copper Cross-Over*) con líneas punteadas. Se observa también que hay dos triángulos verdes, que indican que las NIC están operativas. Al ingresar el comando `ipconfig /all` en el *Command Prompt* del sistema operativo de PC1 podemos ver una línea similar a:

```
Physical Address.....: 000C.CF40.25C8
```

El número en hexa de 48 bits representa la MAC asignada por el fabricante a la NIC de dicha PC. Repita dicho comando en PC2 y compruebe que dicho número es diferente.

Esta dirección es local, y es única dentro de la LAN (*Local Area Network*). Para poder realizar una comunicación debemos adicionalmente asignar una dirección IP a cada máquina manualmente ya que no hay ningún equipo que pueda prestar los servicios de configuración dinámica como DHCP (*Dynamic Host Configuration Protocol*).

Usando `ipconfig 192.168.0.1 255.255.255.0` podemos configurar la IP 192.168.0.1 con máscara 255.255.255.0. Puedes comprobarlo con `ipconfig /all`. Ahora debe aparecer la línea:

```
IPv4 Address.....: 192.168.0.1
```

Configura la IP 192.168.0.2 con misma máscara en la PC2 y luego utiliza la herramienta *Add Simple PDU*<sup>1</sup> y envía un mensaje en modo *Simulation* desde la PC1 a la PC2. Podrás observar luego de la animación que la transmisión tuvo éxito.

Vuelve al modo *Realtime* y utiliza ahora el comando `ping 192.168.0.2` en la PC1. Obtendrás un salida similar a:

---

<sup>1</sup>Se puede utilizar la letra P para invocar la herramienta. PDU hace referencia a la unidad de información. Es una terminología del modelo OSI (*Protocol Data Unit*).

Pinging 192.168.0.2 with 32 bytes of data:

```
Reply from 192.168.0.2: bytes=32 time<1ms TTL=128
Reply from 192.168.0.2: bytes=32 time<1ms TTL=128
Reply from 192.168.0.2: bytes=32 time<1ms TTL=128
Reply from 192.168.0.2: bytes=32 time<1ms TTL=128
```

Ping statistics for 192.168.0.2:

```
Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
Approximate round trip times in milli-seconds:
    Minimum = 0ms, Maximum = 0ms, Average = 0ms
```

Esta salida indica que la herramienta mandó un mensaje *ping*, un tipo de paquete IP, y que la PC2 le respondió con otro, indicando que la transmisión fue exitosa cuatro veces. Abajo aparecen las estadísticas de los tiempos de transmisión de ida y vuelta RTT (Round-trip time). La actividad realizada es similar a la que realizó la herramienta anterior (función exclusiva del simulador), pero esta herramienta es de suma importancia porque está disponible en todos los sistemas operativos y en la mayoría de los equipos de red que admiten alguna consola o funcionalidad de administración.

Una curiosidad adicional es que se puede utilizar esta herramienta para constatar si el stack IP está operacional haciendo *ping* 127.0.0.1. Esta dirección IP no está relacionada con ningún dispositivo físico.

Ahora coloca en la consola de PC1 el comando `arp -a` y obtendrás:

Internet Address	Physical Address	Type
192.168.0.2	000d.bde7.ba3b	dynamic

Esta salida indica que la PC1 aprendió por algún mecanismo<sup>2</sup> la dirección física de la PC2. Puedes constatar que algo similar ocurrió en la PC2. Esta información está mantenida en una caché, por eso indica que es del tipo *dynamic*.

Normalmente es de mucha mayor utilidad si la PC2 dispone de algún software de comunicaciones que nos brinde servicios. A esta arquitectura conocida como cliente-servidor en el mundo del software se la puede ensayar reemplazando la PC2 por un Server<sup>3</sup>, quedando como se observa en la figura 2. Examina las direcciones físicas y lógicas de PC1 y el Server, documentalo y luego puedes utilizar un navegador y solicitar la página web `www.cisco.pkt`. Finalmente examina las caches para comprobar que ambos equipos conocen las direcciones de sus vecinos.



Figura 2: Conexión PC servidor

## 2. Extendiendo la red

La posibilidad de conectar solo dos dispositivos no parece muy prometedora. Esto se debe a que la topología de Ethernet para LAN necesita de un dispositivo intermediario que distribuya la señal. El primero de estos dispositivos es el **hub**. El mismo trabaja solo en la capa física de la red amplificando y distribuyendo la señal pero el medio sigue siendo compartido por todos los dispositivos finales. Al dominio de todos los dispositivos interconectados por este dispositivo de red se le denomina **dominio de colisión**.

Ahora vamos a extender el escenario anterior agregando dos PC llamadas PC2 y PC3 mediante un hub siguiendo este orden:

<sup>2</sup>Este mecanismo, conocido como ARP (Address Resolution Protocol) será estudiado en otra actividad.

<sup>3</sup>Debido a la complejidad de configurar el servidor, utiliza el escenario `pc-server.pkt` provisto.

1. Eliminar la conexión entre PC1 y el Server
2. Seleccionar el icono *Hubs* en el box de selección de dispositivos. Posteriormente a la derecha aparecerá la lista de hubs disponibles y seleccionar un hub genérico hasta el área de trabajo.
3. Repetimos la operación para cada PC genérico usando el tipo “*End Devices*”, colocando el nombre correspondiente y nos dirigimos a configurar la IP en *Desktop* y allí la aplicación *IP Configuration* donde seleccionamos el modo **DHCP**.
4. Ahora unimos el Server y las PC con el hub utilizando cables de cobre directo (*Copper Straight-Through*)

Se recomienda encarecidamente que el alumno realice la práctica en su PT. En caso de que el escenario no quede consistente, por motivos de tiempo de laboratorio se utilizará el escenario `3pc-server.pkt`.

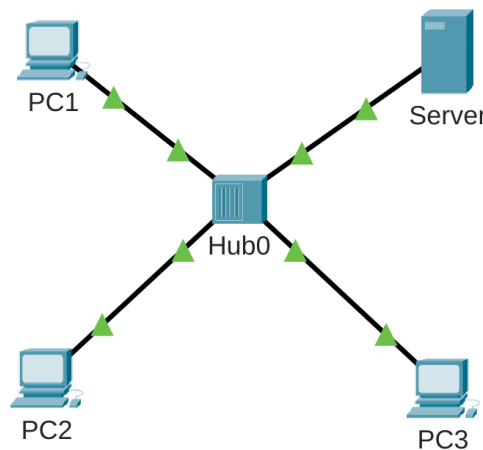


Figura 3: Conexión de tres PC a un servidor

Luego de todos estos pasos el escenario debería quedar bien configurado como se muestra en la figura 3. Podemos entonces realizar **ping** entre las PC o navegar al Servidor. Elabora una tabla con las direcciones MAC e IP de cada dispositivo. ¿Es necesario ir a cada dispositivo para hacer la misma?

### 3. Dominios de colisión

Dado que PT dispone de dos modos de trabajo *Realtime* y *Simulation* podemos observar los resultados desde dos ángulos diferentes. En *Simulation* podemos ver paso a paso que ocurre con el PDU en cada dispositivo. Para ello debemos en una vez finalizada la simulación en *Realtime* limpiar el escenario simulado y todos sus PDU con el botón *Delete* en la caja *Scenario*, donde se vaciará la *PDU List Window* y pasar al modo *Simulation* donde volveremos a reenviar el PDU<sup>4</sup>. En esta oportunidad no veremos completarse el proceso, sino que la simulación se detendrá esperando que el operador pueda analizar el PDU en un dispositivo dado. Para continuar con la simulación usamos el botón *Play* hasta que se indique que el status del PDU pasó a “*Successful*”, exactamente como antes. Además todos los eventos son capturados y mostrados en la lista de eventos (*Event List*) dentro del panel del modo *Simulation*. Luego se podrá recorrer la misma usando los botones *Back* y *Forward*.

<sup>4</sup>Una salvedad importante es que a pesar de limpiar el escenario las PCs están en un estado diferente debido a la primera simulación (hay información en sus caches). Veremos más adelante que esto es muy importante

El objetivo de esta sección es entender que ocurre con los paquetes en un dominio de colisión. Para ello en modo *Realtime* enviamos dos PDU, desde la PC1 a la PC3 y desde la PC2 al Server. Luego limpiamos el escenario y pasamos inmediatamente a modo *Simulation* y allí nuevamente enviamos los mismos PDU. Si todo salió correctamente, la simulación quedará detenida en la siguiente figura 4 lista para comenzar.

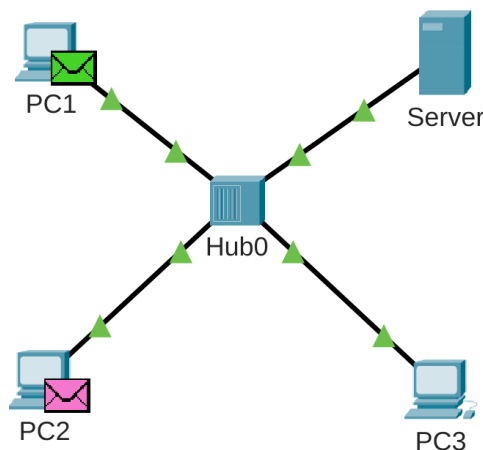


Figura 4: Comienzo de la simulación

En la ventana *PDU List* deberían estar ambos PDU con sus orígenes y destinos indicados y el protocolo del mensaje, como se observa en la figura 5, en este caso ICMP (Internet Control Message Protocol) que es el que transporta los mensajes de *ping*<sup>5</sup>.

Fire	Last Status	Source	Destination	Type	Color	Time(sec)	Periodic	Num	Edit	Delete
	In Progress	PC1	PC3	ICMP		0.000	N	0	(edit)	
	In Progress	PC2	Server	ICMP		0.000	N	1	(edit)	

Figura 5: Ventana *PDU List*

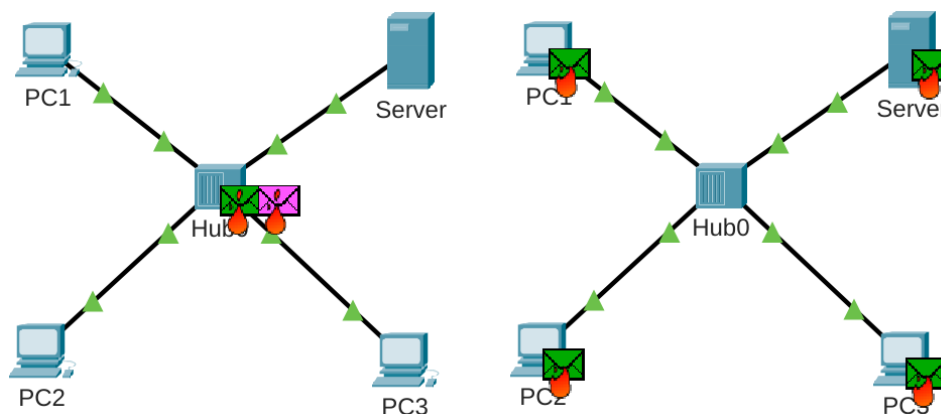


Figura 6: Colisiones

Al darle *play* los mensajes **colisionan** en el hub, como se muestra en la figura 6 de la izquierda y son reenviados a todos los destinos donde serán descartados<sup>6</sup> como se observa en la misma figura a la derecha, produciendo un fallo en la comunicación, tal como se indica en la columna *Last Status* en la ventana *PDU List*. A continuación pausamos la simulación.

<sup>5</sup>Los colores pueden variar

<sup>6</sup>Los dispositivos activos como una NIC Ethernet al analizar un PDU con errores lo descartan.

Esta situación se da permanentemente en un dominio de colisión cuando se producen coincidencias temporales, por eso Ethernet tiene un algoritmo para determinar cuando y cómo reenviar la información perdida que ayuda a paliar la situación pero que no permite mejorar demasiado el aprovechamiento del ancho de banda del canal, pues incurrirá en retransmisiones. Podemos observar este fenómeno si realizamos nuevamente la simulación, alterando el tiempo del PDU originado en PC2 con un retraso de 0.001 segundo, utilizando la función (**edit**).

Esta situación empeora a medida que aumenta el número de estaciones conectadas o se colocan hubs en cascada. Para ensayar este problema construya el escenario propuesto en la figura 7 que contiene varios hosts conectados a dos hubs satélites unidos a un hub central en estrella. En la tabla 1 se provee el esquema de direccionamiento y conexionado. Realice experimentos similares y conteste la siguiente pregunta ¿Cuántos dominios de colisión hay?

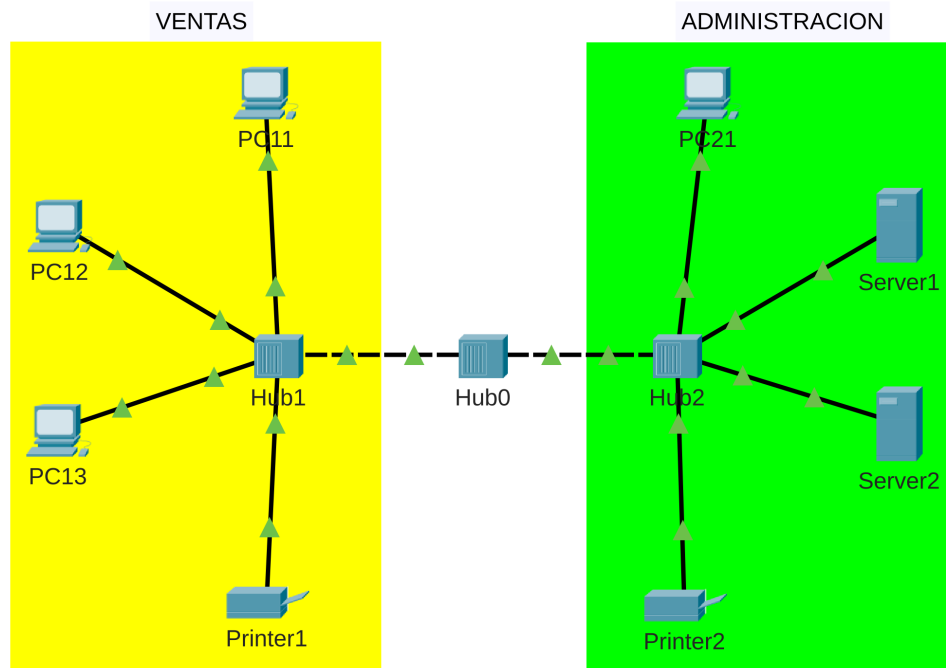


Figura 7: Escenario con múltiples hubs

Name	IP	Máscara	Conexión
PC11	192.168.1.11	255.255.255.0	Hub1 Fa1
PC12	192.168.1.12	255.255.255.0	Hub1 Fa2
PC13	192.168.1.13	255.255.255.0	Hub1 Fa3
Printer1	192.168.1.14	255.255.255.0	Hub1 Fa4
PC21	192.168.1.21	255.255.255.0	Hub2 Fa1
Server1	192.168.1.22	255.255.255.0	Hub2 Fa2
Server2	192.168.1.23	255.255.255.0	Hub2 Fa3
Printer2	192.168.1.24	255.255.255.0	Hub2 Fa4

Cuadro 1: Asignaciones de dirección y conexionado de los hosts