Sesión 5

# **🧪 EJERCICIO 1 – Simulación del algoritmo CSMA/CD en Packet Tracer**

## **🎯 Objetivo del ejercicio:**

Simular una red **con HUB** en Packet Tracer para observar cómo funciona **el algoritmo CSMA/CD**, es decir:

* Cómo se detectan las colisiones
* Qué hacen los dispositivos cuando ocurre una colisión
* Qué significa "escuchar el medio antes de transmitir"

## **🛠️ Qué necesitas tener abierto:**

* Cisco Packet Tracer
* Modo Simulación (no "Tiempo real")

## **🔧 Paso 1: Crear la red en Packet Tracer**

### **1. Abre Cisco Packet Tracer**

* Espera a que cargue. Verás un área central vacía (zona de trabajo) y una barra de dispositivos abajo.

### **2. Añade los dispositivos a la red**

Abajo, en el menú:

#### **a) Añade 3 PCs**

* Haz clic en la categoría **End Devices** (ícono de un monitor)
* Haz clic en **PC**, y colócalos en la zona de trabajo: PC0, PC1, PC2

#### **b) Añade 1 Hub**

* Haz clic en **Network Devices** (ícono de switch)
* Luego en la subcategoría **Hubs**
* Elige un **Hub-PT** y colócalo en la zona de trabajo

### **3. Añade cables**

* Usa el **cable de cobre directo** (línea negra con conectores rectos)
* Conecta así:

| **Dispositivo** | **Puerto origen** | **Conectar a** | **Puerto destino** |
| --- | --- | --- | --- |
| PC0 | FastEthernet0 | Hub | Port 0 |
| PC1 | FastEthernet0 | Hub | Port 1 |
| PC2 | FastEthernet0 | Hub | Port 2 |

💡 Si no sabes cuál cable usar: en la barra de herramientas, selecciona el icono que dice **“Connections”**, y elige el cable con símbolo de línea negra recta (cable directo).

## **🔧 Paso 2: Asignar direcciones IP a los PCs**

### **1. Haz clic en PC0**

* Ve a la pestaña **Desktop**
* Haz clic en **IP Configuration**

#### **Introduce los siguientes datos:**

* **IP Address:** 192.168.1.10
* **Subnet Mask:** 255.255.255.0
* **Default Gateway:** (déjalo en blanco)

📌 Repite lo mismo para:

* **PC1**: IP 192.168.1.20
* **PC2**: IP 192.168.1.30

💡 En esta práctica no necesitamos gateway porque solo nos comunicamos entre PCs, no salimos a Internet.

## **🔧 Paso 3: Cambiar a modo simulación**

### **1. Abajo a la derecha de Packet Tracer, cambia de:**

🔘 **Real Time** → ✅ **Simulation**

### **¿Para qué sirve esto?**

Para ver **paso a paso lo que ocurre** en la red: cómo viajan los paquetes, si hay colisión, retransmisión, etc.

## **🔧 Paso 4: Enviar paquetes y provocar colisión**

### **1. En la parte derecha, haz clic en el botón:**

📩 **"Add Simple PDU"** (icono de un rayo con sobre)

### **2. Ahora haz clic:**

* Primero en **PC0**, luego en **PC2**
* Segundo, repite rápido: haz clic en **PC1**, luego en **PC2**

🧠 Lo que acabas de hacer: Has lanzado dos peticiones **ping** desde PC0 y PC1 hacia PC2, **casi al mismo tiempo**, provocando una situación de colisión potencial.

## **🔍 Paso 5: Observar el comportamiento de CSMA/CD**

### **1. En la parte derecha, verás una lista de eventos.**

* Haz clic en el botón **“Capture / Forward”** repetidamente
* Observa cómo se mueven los paquetes

### **2. Fíjate en lo siguiente:**

* Verás los **paquetes de datos (en rosa o azul)** salir al hub
* Si se superponen (colisionan), aparecerá un icono de **interferencia**
* Después de un pequeño “retraso”, los paquetes se **retransmiten**

## 

## **¿Qué está pasando realmente?**

### **Explicación paso a paso:**

1. PC0 y PC1 **“escuchan” la red** (Carrier Sense)
2. Como ven que está libre, **transmiten a la vez** (Multiple Access)
3. Sus señales **colisionan en el hub**
4. Cada uno detecta la colisión (**Collision Detection**)
5. Ambos envían una señal de “JAM” y **esperan un tiempo aleatorio**
6. Después, cada uno vuelve a **intentar transmitir**

💡 Esto es **exactamente cómo funciona CSMA/CD** en redes Ethernet con medio compartido.

* **3 PCs** conectados a **1 Hub** con cables de **cobre directo**
* IPs ya asignadas manualmente
* Conexiones ya hechas

Esto te ahorra tiempo y evita que tengas que montar todo de nuevo.

Ahora vamos a convertir esa misma topología en un **ejercicio nuevo centrado exclusivamente en los medios físicos**, para analizar qué tipo de cable estamos usando, por qué, y qué pasa si lo cambiamos.

# 

# 

# 

# 

# **🧪 EJERCICIO 2 – Análisis práctico de medios físicos en Packet Tracer**

## **🎯 Objetivo**

* Identificar los **tipos de cables** que se usan en una red local Ethernet
* Comprobar en la práctica cuándo se usa un **cable directo** y cuándo un **cable cruzado**
* **Reemplazar cables en Packet Tracer** y analizar los efectos
* Comprender qué es **MDI/MDI-X automático**

## **🖥️ Topología (ya montada del Ejercicio 1)**

| **Dispositivo** | **IP** |
| --- | --- |
| PC0 | 192.168.1.10 |
| PC1 | 192.168.1.20 |
| PC2 | 192.168.1.30 |
| Hub | N/A (no tiene IP) |

### **📌 Las conexiones actuales son:**

* Cables de **cobre directo** entre cada PC y el Hub

## **🔍 Paso 1: Inspeccionar el tipo de cable usado**

### **1. Haz clic sobre uno de los cables en el espacio de trabajo**

(Por ejemplo: entre PC0 y el Hub)

### **2. Aparecerá un cuadro con información del cable**

Busca:

Copper Straight-Through

### **¿Qué significa esto?**

* Es un **cable directo**
* Se usa normalmente para conectar **dispositivos de distinto tipo**:
  + PC → Switch
  + PC → Hub
  + Router → Switch

## **🔁 Paso 2: Reemplazar un cable por uno cruzado y analizar el comportamiento**

### **¿Qué vamos a hacer?**

Vamos a **cambiar el cable entre PC0 y el Hub** por un **cable cruzado** y comprobar si la red sigue funcionando.

### **🔧 Pasos:**

### **1. Borra el cable existente entre PC0 y el Hub**

* Haz clic en el icono de **borrar** (goma de borrar arriba)
* Haz clic en el **cable entre PC0 y el Hub**

### **2. Añade un cable cruzado (cable lila)**

* Abajo, haz clic en el icono de **Connections**
* Elige el cable **crossover** (nombre: **Copper Cross-Over**, color **lila**)
* Conéctalo:
  + PC0 → FastEthernet0
  + Hub → Port 0 (el mismo que antes)

### **✅ Resultado esperado**

* El cable se conecta sin error (si el LED está **verde**, está activo).
* La red **sigue funcionando**.

### **¿Por qué funciona?**

“Aunque el cable cruzado no era el estándar para esta conexión, el Hub acepta la señal. En redes reales, los dispositivos con **MDI/MDI-X automático** ajustan internamente las señales. En este caso, aunque el Hub es un dispositivo más simple, Packet Tracer lo permite para efectos de simulación.”

## **💡 Paso 3: Comprobación de conectividad**

1. Haz clic en **PC0**
2. Ve a **Desktop > Command Prompt**
3. Escribe:

ping 192.168.1.30

(Esta es la IP de PC2)

1. Verifica que hay respuesta:

Reply from 192.168.1.30: bytes=32 time<1ms TTL=128

✅ Esto confirma que el **medio físico (cable cruzado)** **funciona correctamente** en esta conexión.

## **🧠 ¿Qué puedes explicar en clase?**

“Históricamente, se usaban **cables directos** para conectar dispositivos distintos (como PC a switch) y **cables cruzados** para dispositivos iguales (PC a PC, switch a switch). Sin embargo, hoy en día, la mayoría de los switches tienen función **Auto-MDI/MDI-X**, que les permite adaptarse al tipo de cable conectado. Packet Tracer simula esto parcialmente, permitiéndonos probar ambos tipos de cables sin problema.”

## **🎯 Conclusión del ejercicio**

* El tipo de cable **afecta** a la red **solo en ciertos casos**
* En **entornos modernos**, los dispositivos **se adaptan** automáticamente
* Packet Tracer permite **experimentar cambiando cables**, sin dañar nada

# **🧪 EJERCICIO 3 – Análisis del encapsulamiento en la trama Ethernet**

## **🎯 Objetivo del ejercicio**

* Visualizar cómo viajan los datos por las **capas del modelo OSI**, especialmente la **capa 2 (enlace de datos)**.
* Ver en acción **cómo se construye una trama Ethernet**, observando sus **componentes clave**:
  + Dirección MAC origen
  + Dirección MAC destino
  + Tipo de protocolo encapsulado
* Entender que una **trama Ethernet encapsula** los datos para poder enviarlos físicamente por la red.

## **🖥️ Requisitos previos**

Usamos la **misma red** que en los Ejercicios 1 y 2:

| **Dispositivo** | **IP** |
| --- | --- |
| PC0 | 192.168.1.10 |
| PC1 | 192.168.1.20 |
| PC2 | 192.168.1.30 |
| Hub | medio compartido |

* Todos conectados con **cables de cobre directo**
* Las IPs ya están configuradas manualmente
* La red **funciona y hay conectividad** entre equipos

## **🔧 Paso 1 – Activar modo simulación**

### **1. En la parte inferior derecha de Packet Tracer:**

* Verás dos botones:  
   🔘 **Real Time** y ✅ **Simulation**

➡️ Haz clic en **Simulation** para activar el modo paso a paso

### **¿Para qué sirve?**

Este modo permite ver **cada paquete que se genera, cómo se encapsula, por qué capa del modelo OSI pasa y qué dirección lleva**.

## **🔧 Paso 2 – Enviar un paquete simple (ping)**

### **1. En la parte inferior, selecciona la herramienta:**

📩 **Add Simple PDU** (Icono de un rayo con sobre, al lado de la lupa)

### **2. Haz clic en los dispositivos para crear el paquete:**

* **Primero en PC0**
* Luego **en PC1**

➡️ Esto crea una solicitud **ping** desde PC0 a PC1 (es decir, un paquete ICMP que viajará por la red).

## **🔧 Paso 3 – Analizar el paquete enviado**

### **1. A la derecha, verás que aparece un evento en la lista de eventos (Simulation Panel).**

Haz clic en la primera fila que dice algo similar a:

Time 0.0 — PC0 — Outbound PDU Details

### **2. Se abrirá una nueva ventana emergente titulada:**

**PDU Information at Device: PC0**

➡️ Esta ventana muestra el **recorrido del paquete por cada capa del modelo OSI**.

## **🔍 Paso 4 – Examinar la capa 2 del modelo OSI (trama Ethernet)**

1. Haz clic en la pestaña **OSI Model** dentro de la ventana emergente.
2. Verás una tabla con 7 capas (de la capa 7 a la capa 1).
3. Busca la **Layer 2 (Data Link Layer)**. Ahí es donde ocurre la **formación de la trama Ethernet**.

### **🔬 ¿Qué se ve en la capa 2?**

Aquí verás tres campos fundamentales:

#### **1. Destination MAC Address**

* Es la dirección MAC del **dispositivo receptor**
* En este caso, será la MAC de **PC1**

#### **2. Source MAC Address**

* Es la dirección MAC del **dispositivo emisor**
* En este caso, la MAC de **PC0**

#### **3. Type**

* Aquí verás: 0x0800
* Esto indica que **lo que va dentro de esta trama Ethernet es un paquete IPv4**

### **🧠 Explicación que puedes dar en clase:**

“En la capa 2 del modelo OSI se crea una **trama Ethernet**, que incluye la dirección física (MAC) de origen y destino. También se indica el tipo de datos que lleva: en este caso, un paquete IP. Aunque Packet Tracer no muestra todos los campos reales como el FCS (control de errores), sí nos enseña los más importantes de la trama Ethernet real.”

## **🖼️ Esquema lógico de una trama Ethernet**

Aunque no se ve completo en Packet Tracer, la **estructura estándar** de una trama Ethernet es:

| Preámbulo | SFD | MAC destino | MAC origen | Tipo | Datos | FCS |

* **MAC destino** → hacia quién va el paquete
* **MAC origen** → quién lo envía
* **Tipo** → 0x0800 (IPv4), 0x0806 (ARP), etc.
* **Datos** → el contenido (en este caso, un paquete ICMP)
* **FCS (Frame Check Sequence)** → verificación de errores (no se ve en Packet Tracer)

## **✅ ¿Qué puedes comprobar?**

* Si cambias el destino del ping, cambia la **MAC destino**
* La MAC origen siempre es la del PC que inicia el ping
* El campo “Type” siempre será 0x0800 si estás enviando paquetes IP

## **✅ Resultado final esperado**

* Has generado un paquete entre dos PCs
* Has activado el modo simulación
* Has visto cómo **los datos pasan por la capa 2**
* Has identificado los campos clave de una **trama Ethernet real**

# **🧪 EJERCICIO 4 – Diagnóstico de errores por medios físicos incorrectos**

## **🎯 Objetivo del ejercicio**

* Simular una red mal conectada y analizar por qué no hay comunicación.
* Aprender a **detectar errores físicos** y corregirlos.
* Comprender cómo afectan los **medios físicos incorrectos** a la **transmisión de tramas Ethernet**.
* Explicar por qué **la capa física** es esencial para que funcione la capa de enlace (y se generen tramas).

## **🛠️ Qué necesitamos (todo se hace en Packet Tracer)**

* 2 PCs
* 1 Hub
* Cables mal conectados (error intencional)
* Modo simulación activado

## **🖥️ Paso 1: Montar la red con errores intencionales**

### **1. Abre Packet Tracer y coloca los siguientes dispositivos:**

* En la parte inferior, haz clic en:
  + **End Devices** → arrastra **2 PCs** al área de trabajo
  + **Network Devices > Hubs** → arrastra **1 Hub**
  + **Connections** → selecciona **cable cruzado (Cross-over cable)**

### **2. Conectar mal intencionadamente:**

* Conecta PC0 al Hub con **cable cruzado**
* Conecta PC1 al Hub con **cable cruzado**

📌 **Esto es incorrecto**, ya que:

* **Hub + PC = deben usar cable directo**, no cruzado
* Así simulamos un **fallo en la capa física**

### **3. Asignar direcciones IP a cada PC**

Haz clic en cada PC → pestaña **Desktop** → **IP Configuration**

* PC0:
  + IP: 192.168.1.10
  + Subnet Mask: 255.255.255.0
* PC1:
  + IP: 192.168.1.11
  + Subnet Mask: 255.255.255.0
* Gateway: (déjalo vacío)

## **🧪 Paso 2: Comprobar conectividad en tiempo real**

1. Ve a **PC0 > Desktop > Command Prompt**

Escribe:  
 ping 192.168.1.11

### **❌ Resultado esperado:**

Request timed out.

Request timed out.

💥 Esto indica **fallo de conectividad**, aunque las IPs están correctamente configuradas.

## **🔍 Paso 3: Diagnóstico del error**

### **¿Qué puedes hacer como docente?**

“Hemos configurado todo bien a nivel lógico (las IPs son correctas, están en la misma red), pero la conexión física falla. Esto simula un problema en la **capa 1 del modelo OSI**: el **medio físico no es el adecuado**.”

### **¿Por qué no funciona?**

* Porque **el cable cruzado está mal usado** en esta topología.
* El Hub es un dispositivo antiguo que **no tiene MDI/MDI-X automático**.
* Necesita **cables directos** para funcionar correctamente.

## **🔧 Paso 4: Corrección del error**

### **1. Borrar los cables incorrectos**

* Usa el icono de **borrar (goma)** y elimina los dos cables cruzados

### **2. Reemplazar con cables directos**

* En la barra de conexiones, selecciona **Copper Straight-Through (cable directo)**

Conéctalo así:

* PC0 → Hub (puerto 0)
* PC1 → Hub (puerto 1)

### **3. Volver a hacer ping**

En PC0 > Command Prompt:  
 **ping 192.168.1.11**

### **✅ Resultado esperado:**

Reply from 192.168.1.11: bytes=32 time<1ms TTL=128

# **🧪 EJERCICIO 5 — Construcción de una red moderna sin colisiones (con Switch)**

## **🧠 ¿Por qué este ejercicio?**

Hasta ahora has visto:

* Cómo funcionan los **hubs** y qué problemas tienen (colisiones, CSMA/CD).
* Cómo se encapsulan los datos en tramas Ethernet.
* Qué medios físicos se usan y cuándo.

Este ejercicio sirve para demostrar **cómo una red moderna resuelve todo esto**: ✔️ Evita colisiones  
 ✔️ No necesita CSMA/CD  
 ✔️ Mejora la eficiencia  
 ✔️ Utiliza el medio físico adecuado

## **🖥️ PASO 1 – Preparar la topología básica**

### **📌 ¿Qué vas a montar?**

Una red de 3 ordenadores **conectados a un switch** moderno con **cables adecuados**.

### **🛠️ Acciones detalladas**

#### **1. Abre Cisco Packet Tracer**

* Espera a que cargue. Aparecerá el área de trabajo central (blanco) y los menús abajo.

#### **2. Añade 3 PCs**

➡️ Abajo haz clic en la categoría **“End Devices”** (monitor)  
 ➡️ Selecciona **PC** y arrástralos al área de trabajo

* Nómbralos: PC0, PC1, PC2

#### **3. Añade un Switch 2960**

➡️ Haz clic en la categoría **“Network Devices”** ➡️ Luego en la subcategoría **“Switches”** ➡️ Selecciona el **2960** (es el más común en redes LAN reales)  
 ➡️ Arrástralo al centro del área

#### **4. Añade cables de cobre directo**

➡️ Haz clic en **Connections** (icono del rayo)  
 ➡️ Elige **Copper Straight-Through** (línea negra)  
 ➡️ Conecta así:

| **Origen** | **Puerto** | **Destino** | **Puerto** |
| --- | --- | --- | --- |
| PC0 | FastEthernet0 | Switch | Fa0/1 |
| PC1 | FastEthernet0 | Switch | Fa0/2 |
| PC2 | FastEthernet0 | Switch | Fa0/3 |

💡 Asegúrate de que los **LEDs se encienden en verde**. Si están naranjas o apagados, hay un error en el tipo de cable o conexión.

### **❓ ¿Por qué usamos cables directos?**

“En redes modernas se usa cable directo para conectar dispositivos diferentes: PC ↔ Switch.  
 El switch interpreta la señal correctamente gracias a su circuito MDI/MDI-X. Con cables cruzados no garantizamos compatibilidad en este escenario.”

## **🖥️ PASO 2 – Asignar direcciones IP a cada PC**

Vamos a simular una red local básica, sin Internet, solo comunicación interna entre dispositivos.

### **📌 Acciones detalladas por PC:**

#### **1. Haz clic en PC0**

* Ve a la pestaña **Desktop**
* Haz clic en **IP Configuration**
* Rellena:
  + **IP Address**: 192.168.1.10
  + **Subnet Mask**: 255.255.255.0
  + **Default Gateway**: (déjalo vacío)

Haz lo mismo en:

| **PC** | **IP** |
| --- | --- |
| PC1 | 192.168.1.20 |
| PC2 | 192.168.1.30 |

💡 Usamos máscara 255.255.255.0 porque todos están en la misma red (192.168.1.x). No hay gateway porque no vamos a salir a Internet.

## **🧪 PASO 3 – Verificar conectividad (ping)**

### **🔍 ¿Qué es un ping?**

El comando ping envía paquetes ICMP al destino para comprobar si hay conexión.

### **🔧 Cómo hacerlo paso a paso:**

#### **Desde PC0:**

1. Haz clic en **PC0**
2. Ve a **Desktop** > **Command Prompt**

Escribe:  
 ping 192.168.1.20

1. Pulsa Enter

Luego:  
 ping 192.168.1.30

### **✅ Resultado esperado:**

Reply from 192.168.1.20: bytes=32 time<1ms TTL=128

Reply from 192.168.1.30: bytes=32 time<1ms TTL=128

💡 Esto indica que **la red funciona perfectamente**. No hay colisiones, no hay pérdida de paquetes.

### **🧠 ¿Qué puedes decir en clase?**

“Estamos usando un **switch moderno**, lo que significa que cada enlace entre PC y switch es **punto a punto**. Esto elimina el problema de las colisiones.  
 En redes antiguas con hub, si dos equipos hablaban a la vez, chocaban. Aquí eso no ocurre.  
 Tampoco necesitamos CSMA/CD porque **no hay medio compartido**.”

## **🧰 PASO 4 – Ver la estructura de la trama Ethernet**

### **Activar modo simulación:**

1. En la esquina inferior derecha, haz clic en:
   * 🔘 Real Time → ✅ **Simulation**

### **Enviar una PDU:**

1. Haz clic en el botón **Add Simple PDU** (ícono del rayo)
2. Haz clic primero en **PC0**, luego en **PC1**
3. Aparecerá un evento en la parte derecha

### **Analizar el paquete:**

1. Haz clic en el evento (Time 0, PC0)
2. Aparecerá una ventana: **PDU Information at Device: PC0**
3. Haz clic en la pestaña **OSI Model**
4. Baja hasta **Layer 2 – Data Link Layer**

### **¿Qué verás?**

* **Source MAC Address** → MAC de PC0
* **Destination MAC Address** → MAC de PC1
* **Type**: 0x0800 (paquete IPv4)

✅ Este es el **encabezado de una trama Ethernet**. Representa lo que realmente viaja por el cable en cada transmisión.

## **🧩 ¿Qué hemos demostrado con este ejercicio?**

* Que una **red moderna bien planificada funciona sin colisiones**
* Que los **switches** usan las MAC para enrutar tramas correctamente
* Que **los cables adecuados** (directos) evitan errores físicos
* Que una **trama Ethernet contiene datos críticos** para la comunicación en LAN