



Práctica 3

# Hub y Switch

## REDES DE COMPUTADORAS

---

Prof. Juan J. Alcaraz Torres  
5CM1

Integrantes:

- Guevara Badillo Areli Alejandra
- Hernández Simón Rebeca

# CONTENIDO

Objetivos	3
Introducción	3
Protocolo de Mensajes de Control de Internet (ICMP)	3
Protocolo de Resolución de Direcciones (ARP)	4
Switches vs Hub's	5
Desarrollo Práctico	6
Ejercicios:	6
Conclusiones	17
Conclusiones 1 (Guevara Badillo Areli Alejandra)	17
Conclusiones 2 (Hernández Simón Rebeca)	17
Bibliografías	17

## OBJETIVOS

- Observar la operación de un hub.
- Observar la operación de un switch.
- Observar la operación sin colisiones de un switch.

## INTRODUCCIÓN

### Protocolo de Mensajes de Control de Internet (ICMP)

ICMP (Internet Control Message Protocol) es un protocolo de capa de red que se utiliza para enviar mensajes de error y control entre dispositivos de red. Aunque ICMP no es un protocolo de transporte de datos (como TCP o UDP), sino más bien un protocolo de control y diagnóstico, **se utiliza en combinación con la trama Ethernet para comunicar información sobre problemas de transmisión de datos.**

#### La trama Ethernet

La trama Ethernet es la estructura de datos que se utiliza para encapsular paquetes de datos en una red Ethernet. Está compuesta por:

- **Preámbulo (Preamble):** Un patrón de bits de 7 octetos (56 bytes) que indica el inicio de una trama Ethernet. El patrón es 10101010 10101010 10101010 10101010 10101010 10101010 10101011.
- **Delimitador de trama de inicio (SFD):** Un byte que marca el comienzo de la trama Ethernet y proporciona sincronización a nivel de byte.
- **Direcciones MAC de origen y destino:** Dos direcciones MAC de 6 octetos cada una, que identifican al dispositivo emisor y receptor de la trama.
- **EtherType (o Longitud):** Un campo de 2 bytes que indica el tipo de protocolo de capa superior encapsulado en la trama (por ejemplo, IPv4, IPv6, etc.).
- **Carga útil:** El contenido principal de la trama, que puede ser un paquete de datos de cualquier protocolo de capa superior (como TCP/IP, IPX, etc.).
- **Secuencia de verificación de cuadros (FCS):** Un campo de 4 bytes que contiene la suma de comprobación de los bytes de la trama para detectar errores de transmisión.

?	1	6	6	2	46-1500	4
Preámbulo	Inicio de delimitador de trama	Dirección Destino	Dirección Origen	Tipo	Datos	Secuencia de verificación de trama

#### ICMP y la trama Ethernet

Cuando un dispositivo de red detecta un problema con la transmisión de datos, como un paquete perdido o un paquete corrupto, puede enviar un mensaje ICMP a la fuente del paquete. El mensaje ICMP se encapsula en una trama Ethernet, con la dirección MAC del dispositivo emisor en el campo "Origen MAC" y la dirección MAC del dispositivo receptor en el campo "Destino MAC".

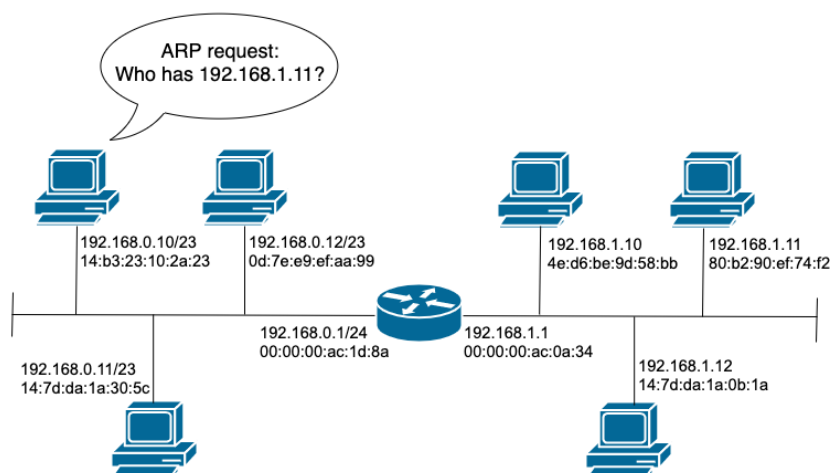
Por ejemplo, cuando un router detecta que un paquete IP no puede ser entregado a su destino debido a una ruta inexistente, puede enviar un mensaje ICMP de redirección (Type 5) a la fuente del paquete. **El mensaje ICMP se encapsula en una trama Ethernet con la dirección MAC del router como “Origen MAC” y la dirección MAC del dispositivo emisor como “Destino MAC”.** ICMP y la trama Ethernet **se utilizan juntos para comunicar información sobre problemas de transmisión de datos en una red Ethernet.** ICMP proporciona el mensaje de error o control, mientras que la trama Ethernet encapsula y transmite ese mensaje a través de la red.

## Protocolo de Resolución de Direcciones (ARP)

El **Protocolo de Resolución de Direcciones (ARP)** es un protocolo de comunicaciones de la capa de enlace de datos, responsable de encontrar la dirección de hardware (Ethernet MAC) que corresponde a una dirección IP en una red local (LAN). Su función principal es traducir direcciones IP a direcciones MAC, permitiendo a los dispositivos comunicarse entre sí.

### Funcionamiento

1. Cuando un dispositivo necesita enviar un paquete a otro dispositivo con una dirección IP conocida, pero no tiene la dirección MAC correspondiente en su caché ARP, envía una trama ARP (**Address Resolution Request**) a la dirección de difusión de la red (broadcast, MAC = FF:FF:FF:FF:FF:FF).
2. La trama ARP contiene la dirección IP por la que se pregunta.
3. Cada dispositivo en la red que tenga la dirección IP solicitada responde con una trama ARP (Address Resolution Reply) que contiene su dirección MAC correspondiente.
4. El dispositivo que realizó la solicitud ARP actualiza su caché ARP con la dirección MAC correspondiente a la dirección IP solicitada.



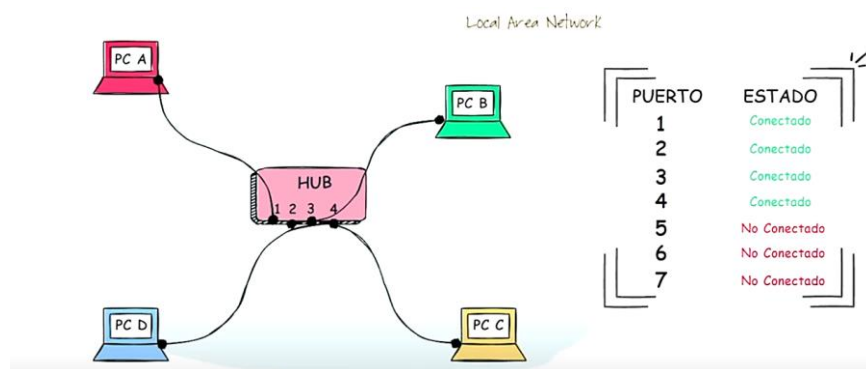
El protocolo ARP es fundamental para el enrutamiento de la red, ya que permite a los dispositivos comunicarse entre sí utilizando direcciones IP y MAC. Sin ARP, los dispositivos no podrían encontrar la dirección MAC correspondiente a una dirección IP, lo que impediría la comunicación entre ellos.

## Switches vs Hub's

Los Switches y Hub's son dispositivos que conectan y gestionan la comunicación entre dispositivos en una red local (LAN). Aunque comparten ciertas características, hay importantes diferencias entre ellos.

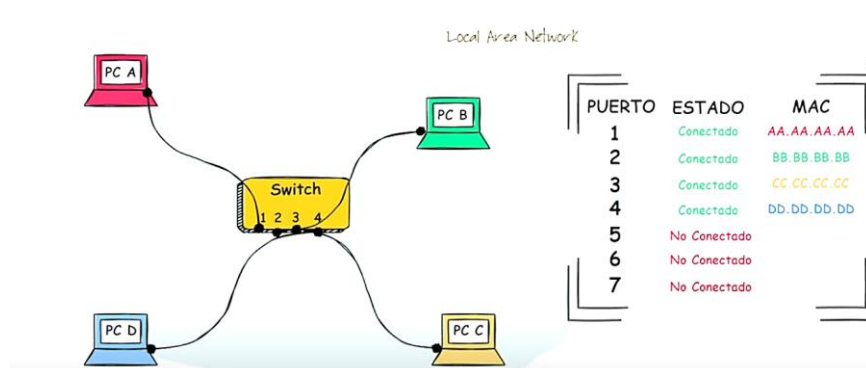
### Hub (Concentrador)

- Transmite todos los datos recibidos a todos los puertos conectados, incluyendo aquellos que no son destinatarios del paquete de información.
- No tiene capacidad para detectar y filtrar el tráfico de red, lo que puede generar sobrecarga y reducir el rendimiento de la red.
- Los datos se transmiten en broadcast, lo que puede generar problemas de seguridad y eficiencia.



### Switch (Conmutador)

- Detecta y conmuta los paquetes de información según la dirección MAC (Media Access Control) del dispositivo destinatario.
- Envía los datos solo a los puertos conectados a los dispositivos que los necesitan, reduciendo la sobrecarga y mejorando el rendimiento de la red.
- Permite una comunicación más eficiente y segura, ya que los datos no se transmiten en broadcast.



En resumen, los Switches son dispositivos más inteligentes y eficientes que los Hub's, ya que pueden detectar y filtrar el tráfico de red, reducir la sobrecarga y mejorar la seguridad y el rendimiento de la red. Aunque los Hub's aún se utilizan en redes domésticas, los Switches son más comunes en redes empresariales y centros de datos.

## DESARROLLO PRÁCTICO

Realizar el análisis de cada uno de los casos con respecto a la trama Ethernet:

### Ejercicios:

#### 1. De una PC a otra

Dos computadoras (PC1 y PC2) están conectadas físicamente:

- PC1: 192.168.1.1
- PC2: 192.168.1.2

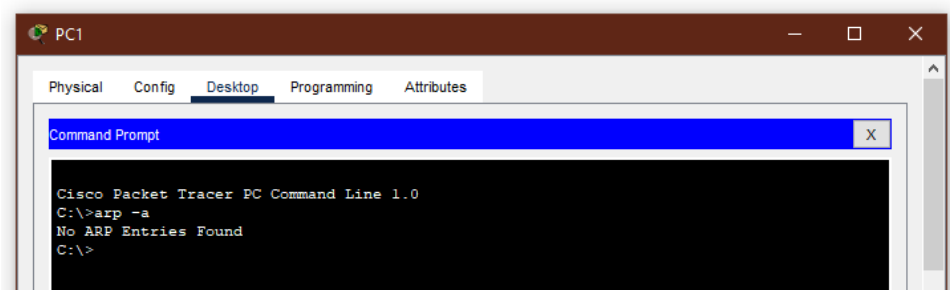
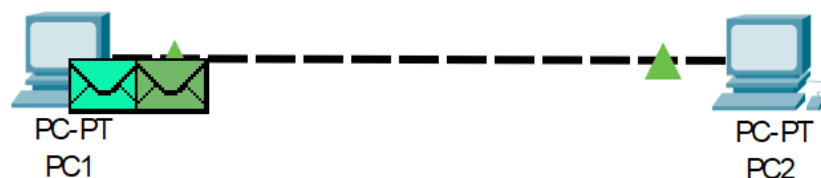
#### PROCESO DE COMUNICACIÓN INICIAL: TRAMA ETHERNET Y ARP

Cuando PC1 necesita enviar un paquete ICMP a PC2, pero no conoce la dirección MAC de PC2, la computadora realizará un proceso ARP para resolver la dirección MAC.

##### a) Comando ARP en PC1 antes del proceso:

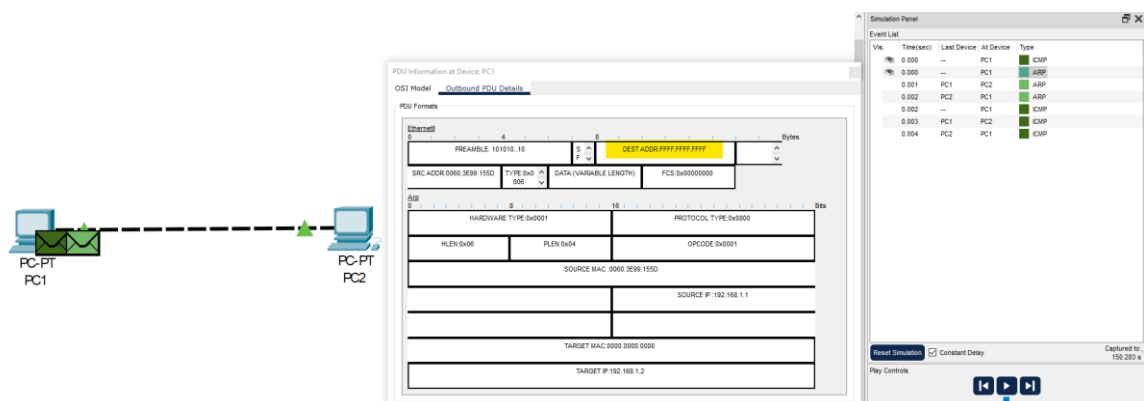
Antes de enviar el paquete, escribimos en PC1 el comando: *arp -a*.

Esto muestra la tabla ARP, la cual en este punto no tendrá la dirección MAC de PC2.



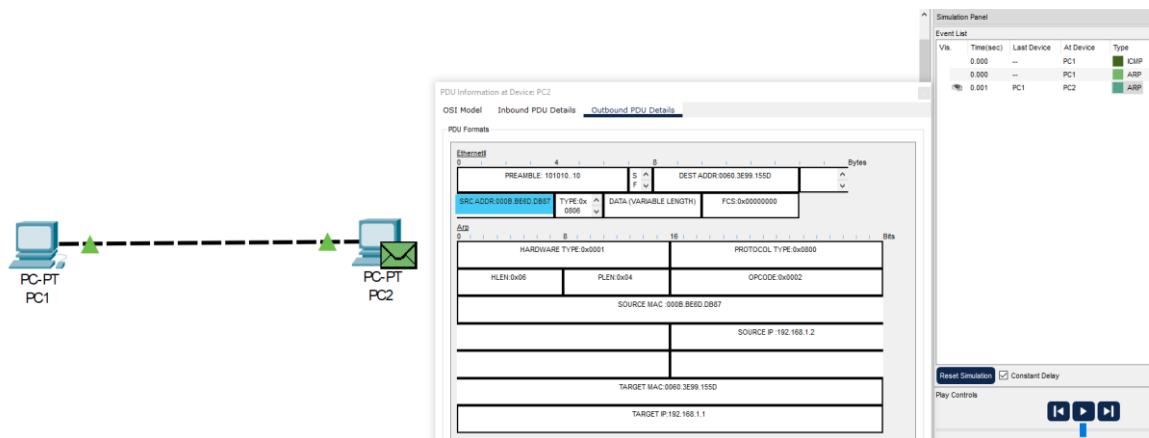
##### b) Envío del Paquete ICMP (Ping):

Debido a que PC1 no conoce la dirección MAC de PC2, se enviará un **paquete ARP en broadcast**. Esto quiere decir que se enviará una trama Ethernet con la dirección de destino como FF:FF:FF:FF:FF:FF (broadcast).



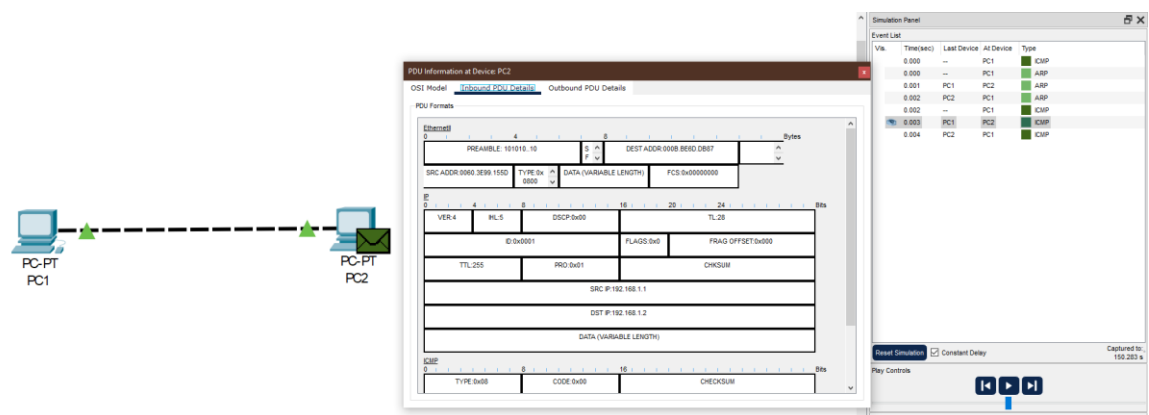
### c) Respuesta ARP:

PC2 recibe el broadcast y responde con un **paquete ARP** que incluye su dirección MAC. Ahora, PC1 puede asociar la IP de PC2 (192.168.1.2) con su dirección MAC.



### d) Trama Ethernet:

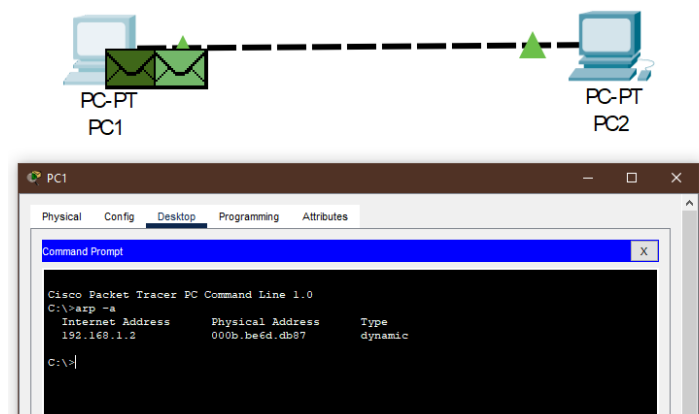
Una vez que PC1 conoce la dirección MAC de PC2, se enviará el paquete ICMP dentro de una **trama Ethernet** con la dirección MAC de origen (PC1) y la dirección MAC de destino (PC2).



### e) Revisión del ARP después del proceso:

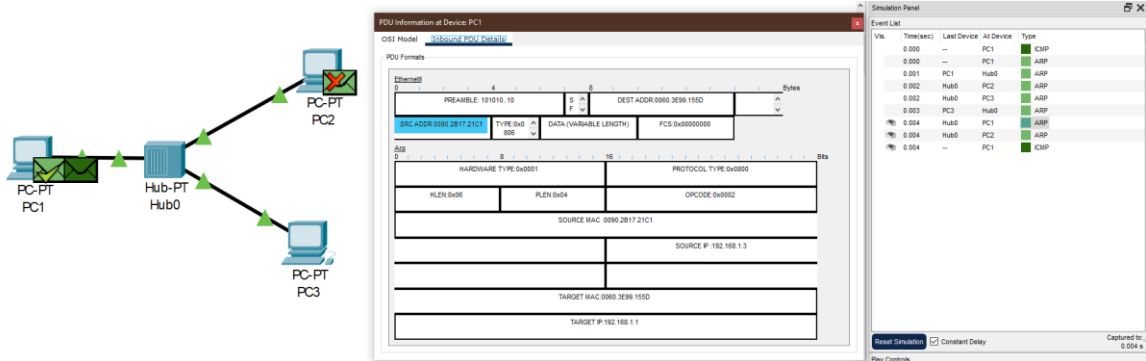
Después de completar el proceso, vuelve a usar el comando: *arp -a*.

En esta ocasión, la tabla ARP en PC1 nos muestra la dirección IP de PC2 asociada con su dirección MAC.



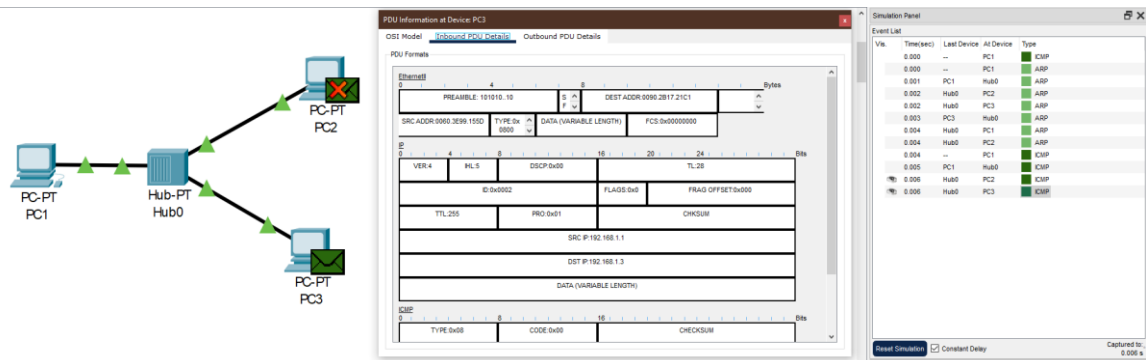






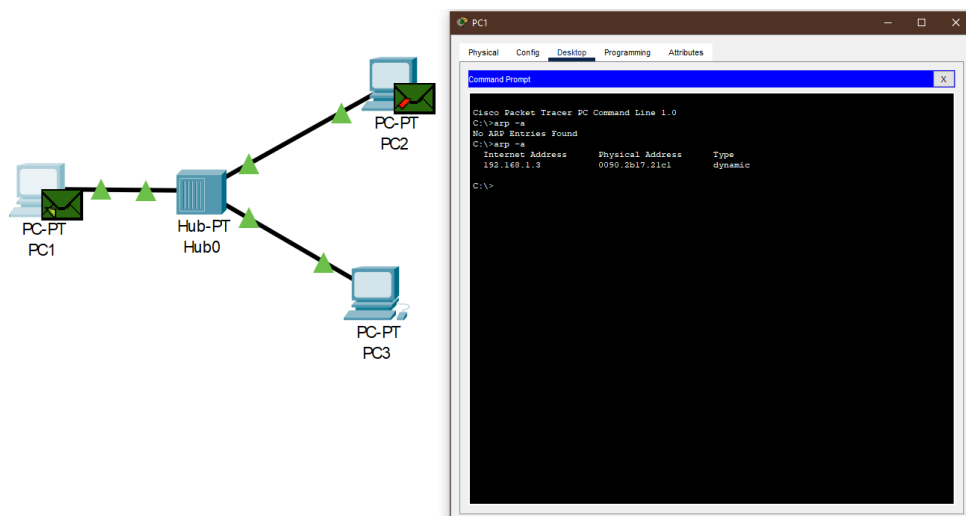
**d) Trama Ethernet:**

Una vez que PC1 conoce la dirección MAC de PC3, enviará el paquete ICMP dentro de una trama Ethernet con la dirección MAC de origen (PC1) y la dirección MAC de destino (PC3). El Hub replicará la trama a todas las PCs, pero solo PC3 la procesará, mientras que PC2 la ignorará.



**e) Revisión del ARP después del proceso:**

Después de completar el proceso, revisamos de nuevo la tabla ARP de PC1, ahora mostrará la dirección IP de PC3 asociada con su dirección MAC.



Este comportamiento es característico de un Hub, el cual no tiene inteligencia para direccionar el tráfico, replicando los paquetes a todas las PCs conectadas.

### 3. Tres PC's conectadas a un Switch

Tres computadoras (PC1, PC2 y PC3) están conectadas a un switch:

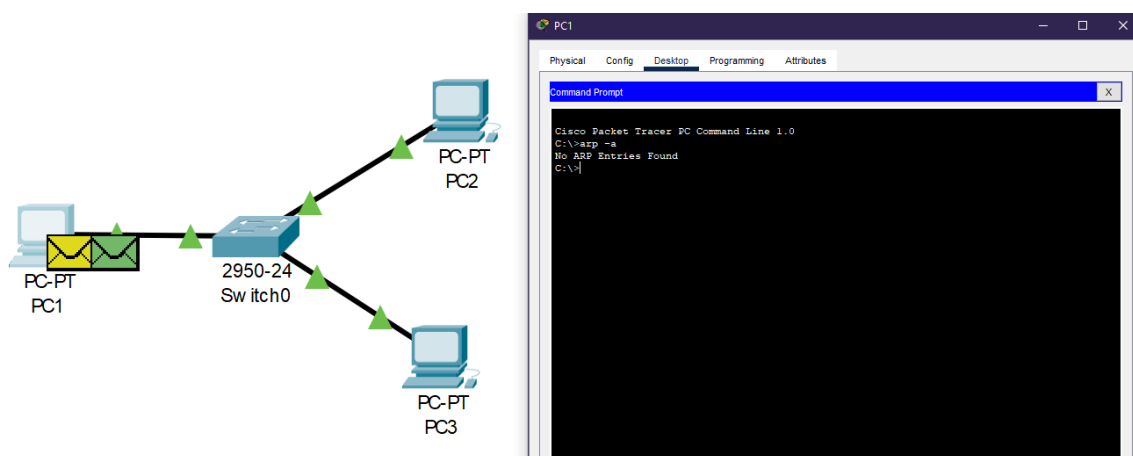
- PC1: 192.168.1.1
- PC2: 192.168.1.2
- PC3: 192.168.1.3

#### PROCESO DE COMUNICACIÓN INICIAL: TRAMA ETHERNET Y ARP CON SWITCH

Cuando PC1 necesita enviar un paquete ICMP a PC2, pero no conoce su dirección MAC, se realizará un proceso ARP para resolver la dirección MAC.

##### a) Comando ARP en PC1 antes del proceso:

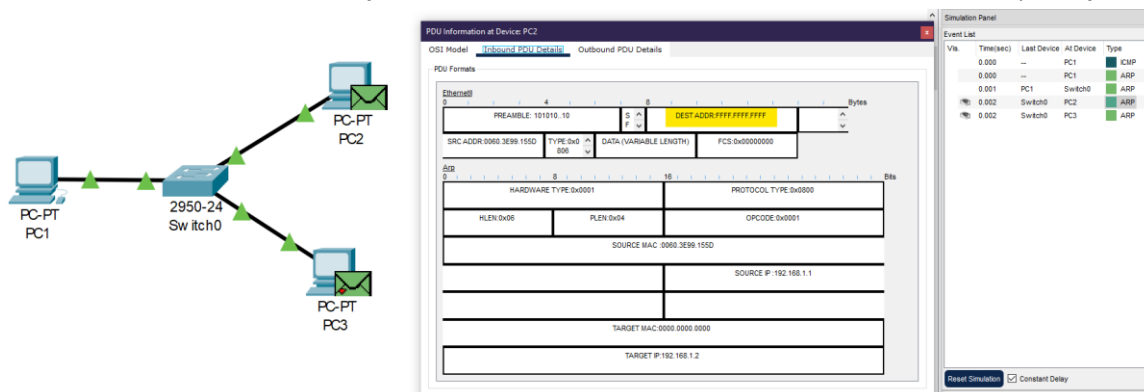
Antes de enviar el paquete, puedes revisar la tabla ARP de PC1 utilizando el comando *arp -a*, donde inicialmente no se mostrará la dirección MAC de PC2.



##### b) Envío del Paquete ICMP:

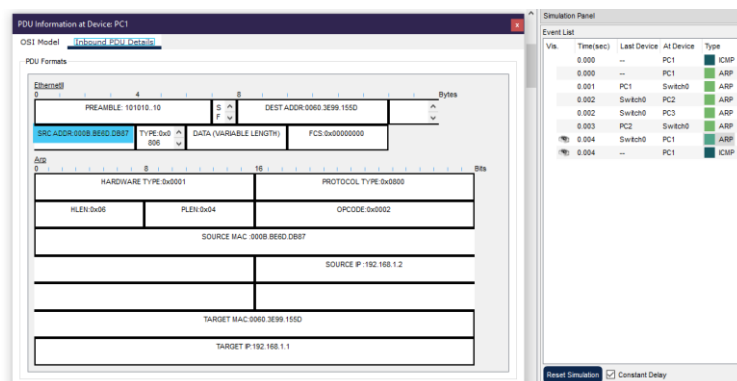
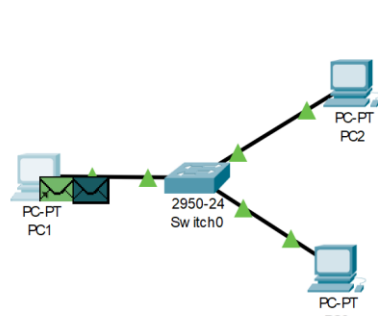
PC1 envía un paquete ICMP hacia PC2, pero como no conoce su dirección MAC, se envía un paquete ARP en broadcast, la trama Ethernet tendrá como dirección de destino **FF:FF:FF:FF:FF:FF** (broadcast).

El Switch recibe este paquete y lo reenvía a todas las computadoras conectadas (PC2 y PC3).



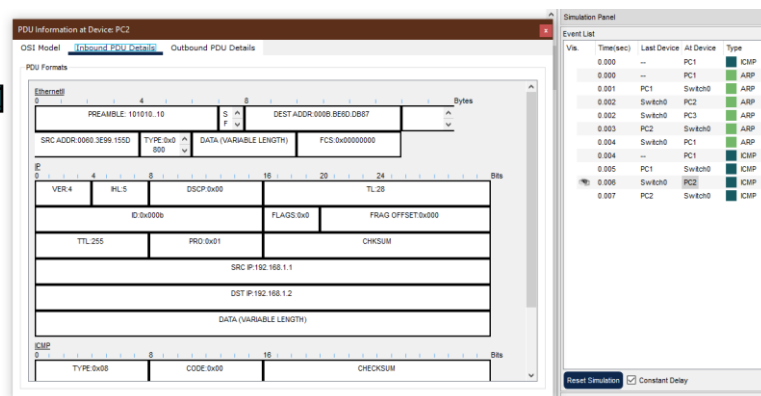
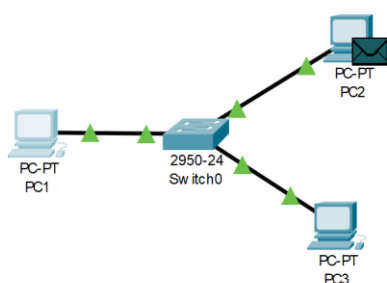
##### c) Respuesta ARP:

PC2 recibe el broadcast ARP y responde con un paquete ARP, incluyendo su dirección MAC. El Switch registra la dirección MAC de PC2 en su tabla de direcciones MAC y ahora puede enviar paquetes directamente a PC2.



#### d) Trama Ethernet:

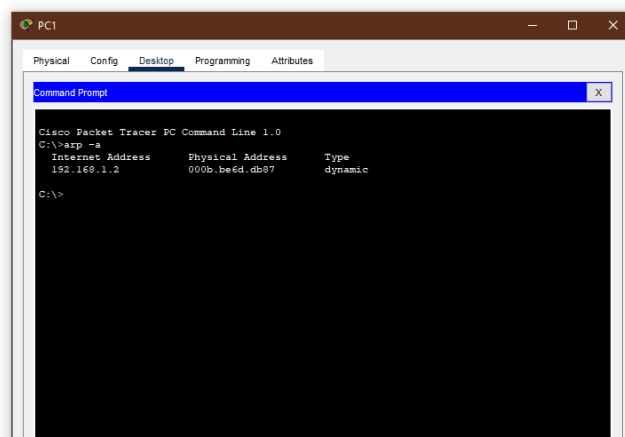
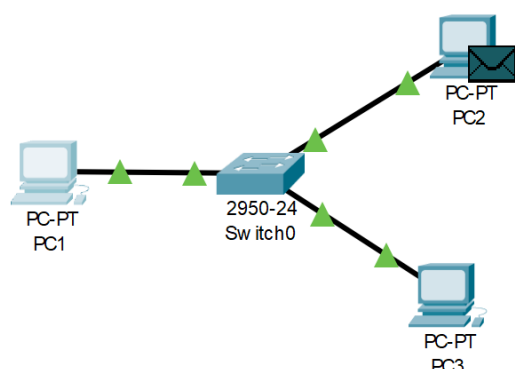
Una vez que PC1 conoce la dirección MAC de PC2, el paquete ICMP se enviará dentro de una trama Ethernet con la dirección MAC de origen (PC1) y la dirección MAC de destino (PC2).



El Switch revisará su tabla de direcciones MAC y enviará la trama directamente a PC2, sin replicarla a otras PCs.

#### e) Revisión del ARP después del proceso:

Después de completar el proceso, puedes revisar nuevamente la tabla ARP en PC1 con el comando `arp -a`. Ahora mostrará la dirección IP de PC2 asociada con su dirección MAC.



A diferencia del Hub, el Switch es más eficiente porque aprende las direcciones MAC de los dispositivos conectados y solo reenvía los paquetes al destinatario correcto, evitando el tráfico innecesario hacia otras PCs en la red.

#### 4. Red mixta

Ocho computadoras están conectadas a través de una combinación de switches y hubs en la siguiente topología:

- PC1: 192.168.1.1
- PC2: 192.168.1.2
- PC3: 192.168.1.3
- PC4: 192.168.1.4
- PC5: 192.168.1.5
- PC6: 192.168.1.6
- PC7: 192.168.1.7
- PC8: 192.168.1.8

Estas computadoras están conectadas mediante:

- Dos switches (Switch0 y Switch1)
- Dos hubs (Hub1 y Hub2)

##### PROCESO DE COMUNICACIÓN INICIAL: TRAMA ETHERNET Y ARP

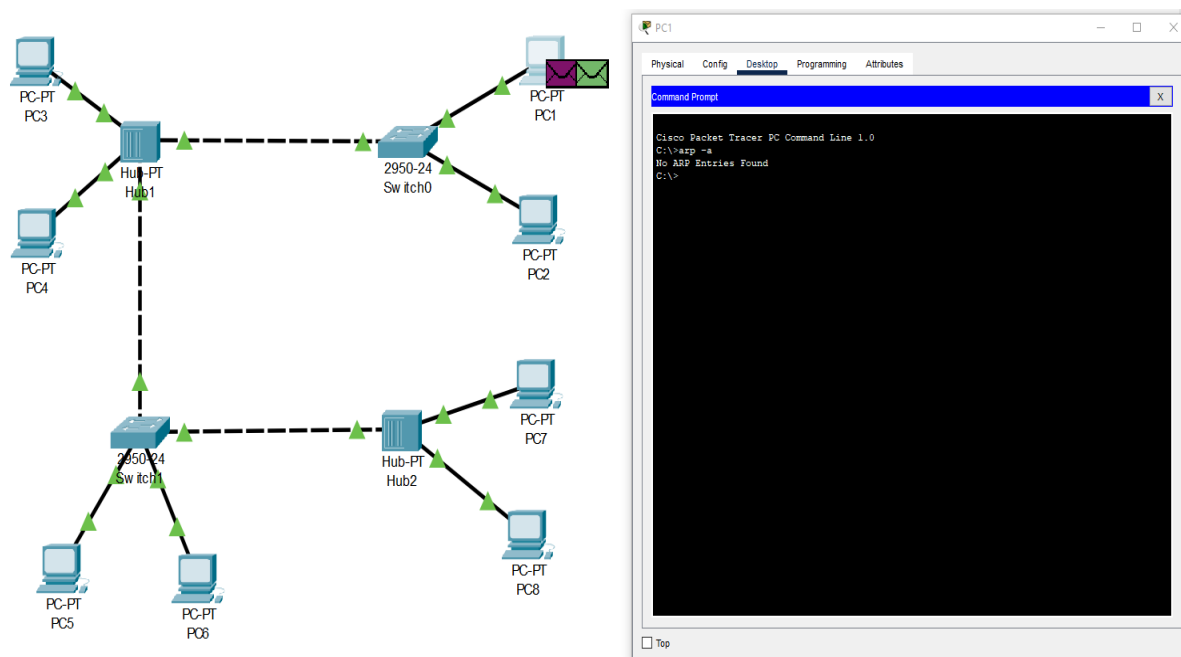
PC1 está intentando comunicarse con la PC8. La comunicación entre PC1 y PC8 deberá atravesar tanto los switches como los hubs de la red.

Al ser esta red de mayor tamaño y con más variedad de dispositivos la comunicación se vera menos eficiente que en los otros ejercicios.

##### 1. Comando ARP en PC1 antes del proceso:

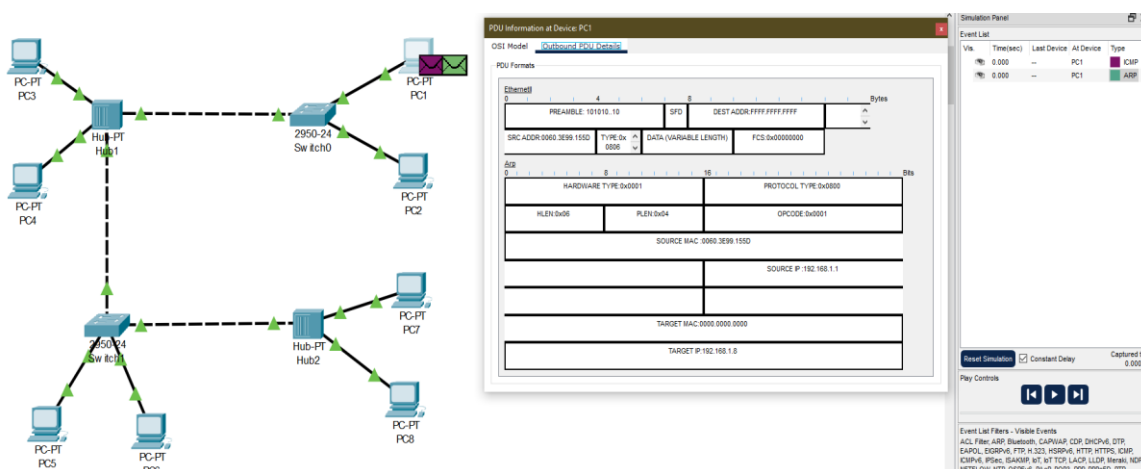
Antes de que PC1 intente comunicarse con PC8, usamos el comando *arp -a* en PC1 para verificar que no tiene la dirección MAC de PC8, ya que es la primera vez que intentan comunicarse.

Esto nos arrojará que la PC1 no conoce la dirección MAC de la PC8, por lo que tendrá que enviar inicialmente un mensaje ARP.

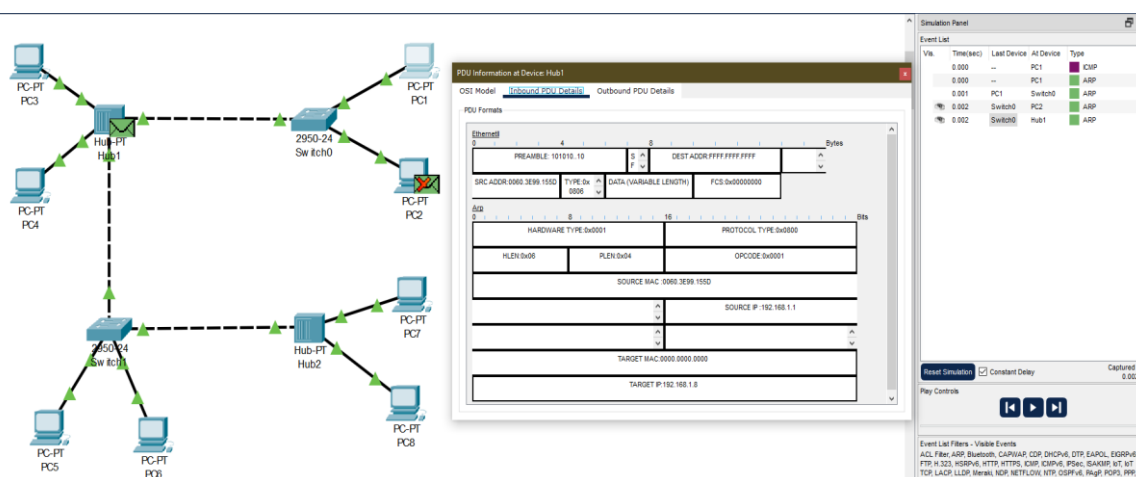


## 2. Envío del Paquete ICMP

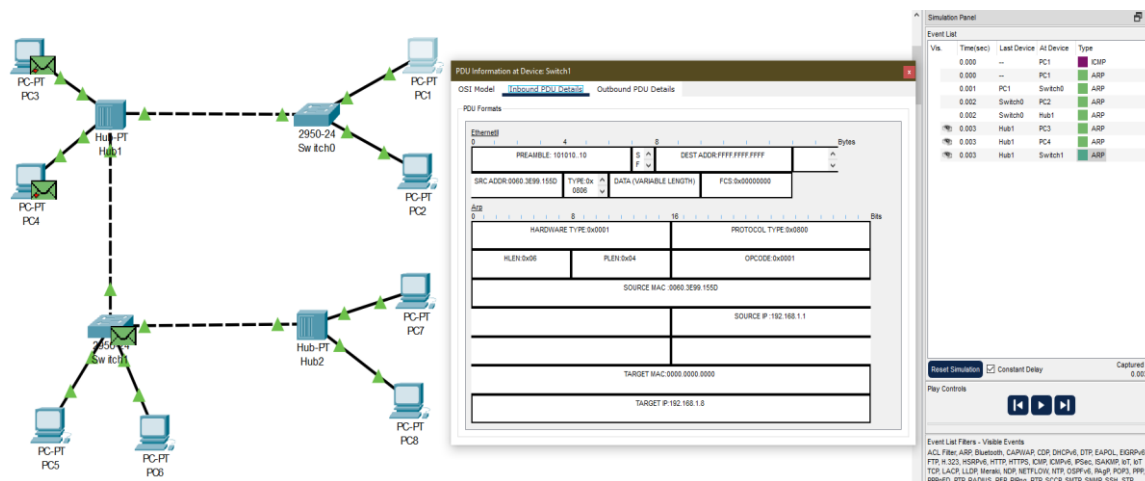
- Cuando PC1 intenta enviar un paquete ICMP a PC8, pero no conoce su dirección MAC, se genera un **paquete ARP en broadcast** que será procesado por **Switch0**.



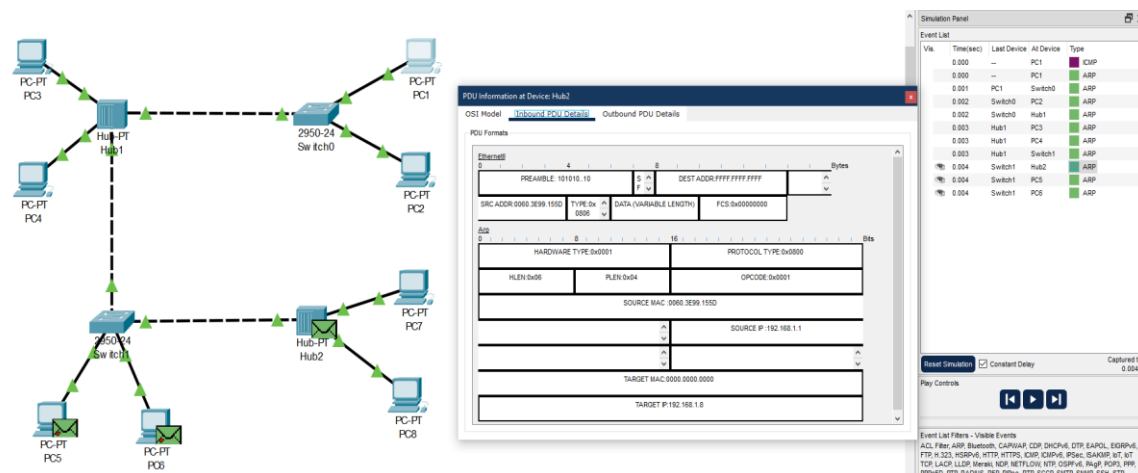
- **Switch0** recibirá el paquete ARP y lo reenviará a los dispositivos conectados donde será recibido por el **Hub1**.



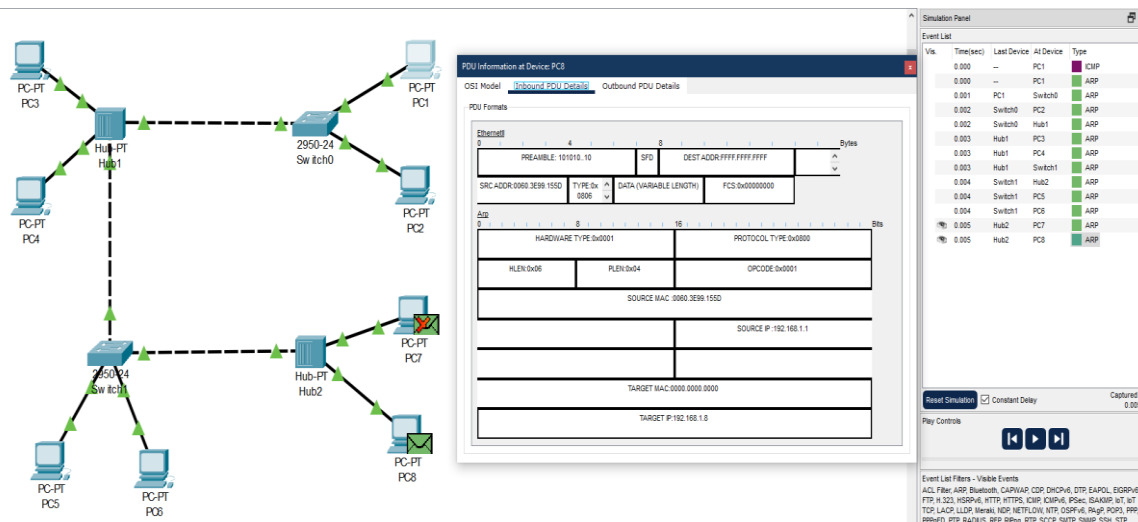
- El **Hub1** reenviará el ARP a todos los dispositivos conectados, y el paquete será recibido por el **Switch1**, e ignorado por la PC3 y PC4.



- **Switch1** recibe el broadcast ARP desde Hub1 y lo reenvía a **Hub2**, donde PC8 está conectado.

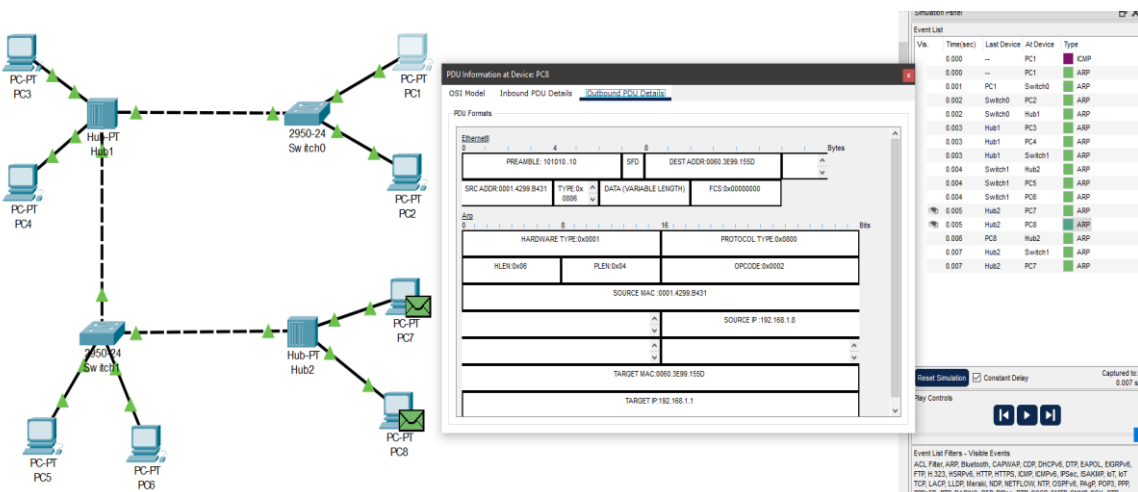


- **Hub2**, siendo un dispositivo que no filtra tráfico, replicará el paquete ARP a todos los dispositivos conectados (PC7 y PC8) donde lo recibirá la PC8 y la PC7 lo ignorará.

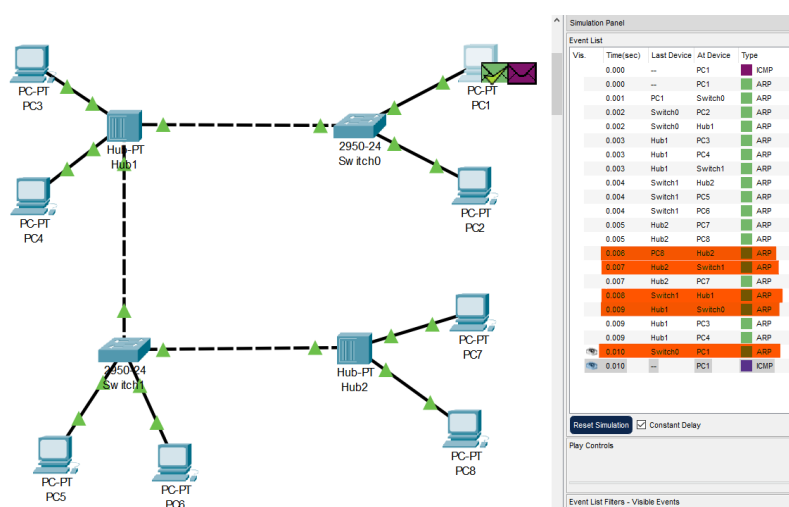


### 3. Respuesta ARP de PC8:

- PC8 recibirá el paquete ARP y responderá con su **paquete ARP**, enviando su dirección MAC a PC1.

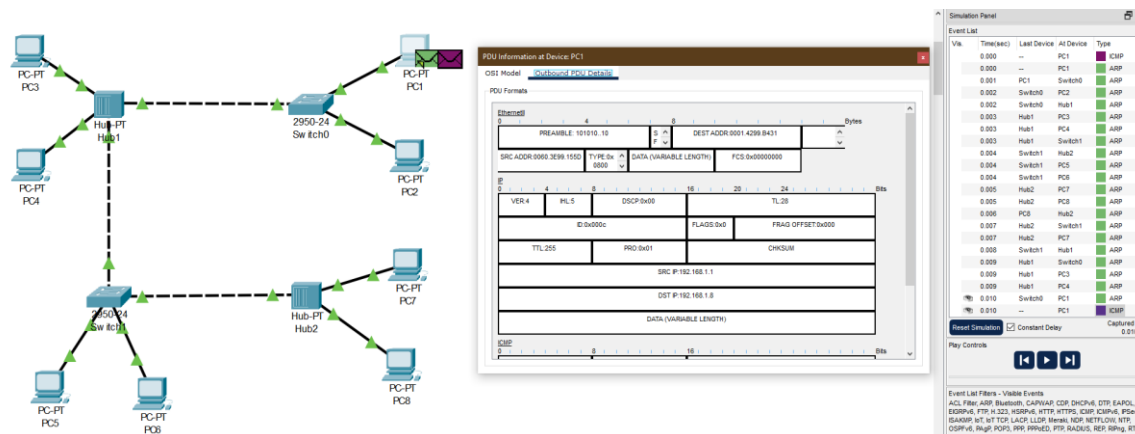


- Esta respuesta seguirá el mismo camino inverso: PC8 enviará el paquete a través de **Hub2**, que lo replicará a PC7. Luego, Switch1 recibirá la respuesta de PC8 y la reenviará a Switch0, el cual finalmente la enviará a PC1.

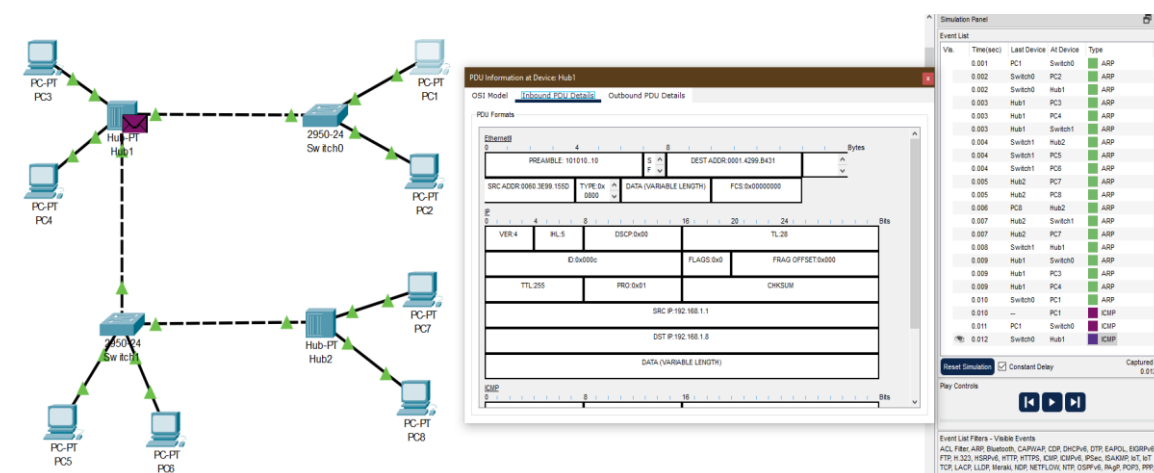


#### 4. Trama Ethernet:

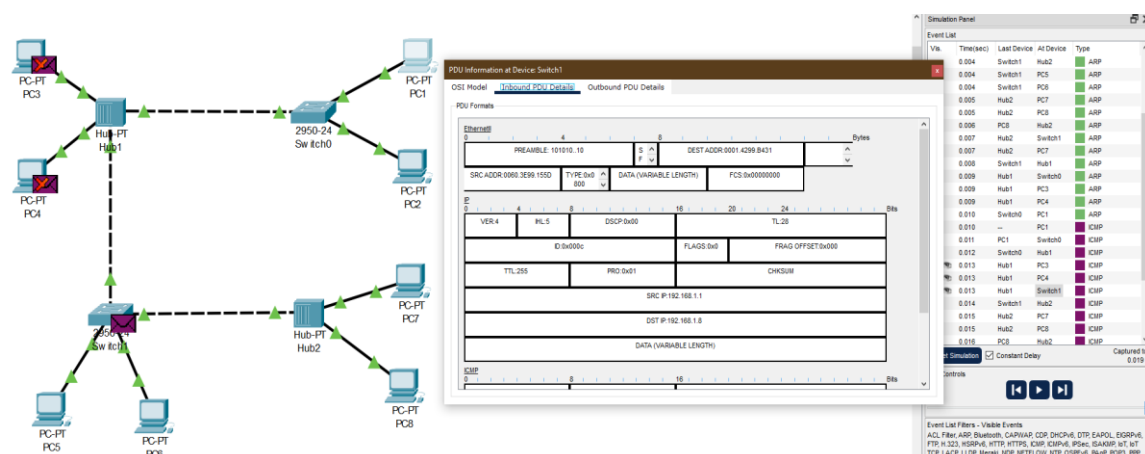
Una vez que PC1 conoce la dirección MAC de PC8, el **paquete ICMP** se enviará dentro de una **trama Ethernet** desde PC1 hacia PC8. En este caso:



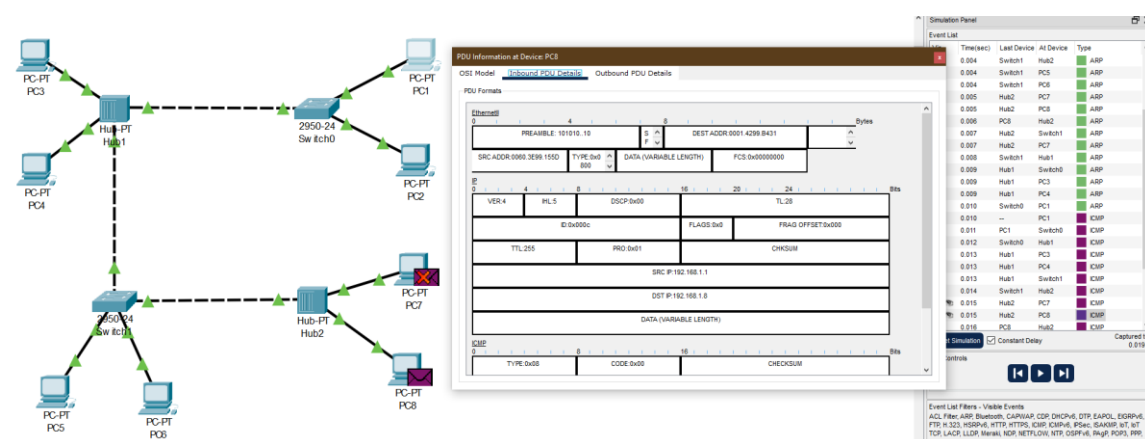
- Switch0** enviará la trama directamente al **Hub1**, ya que ha aprendido la dirección MAC de PC8.



- El **Hub1** enviará la trama a todos sus dispositivos conectados, pero solo el **Switch1** la procesará.

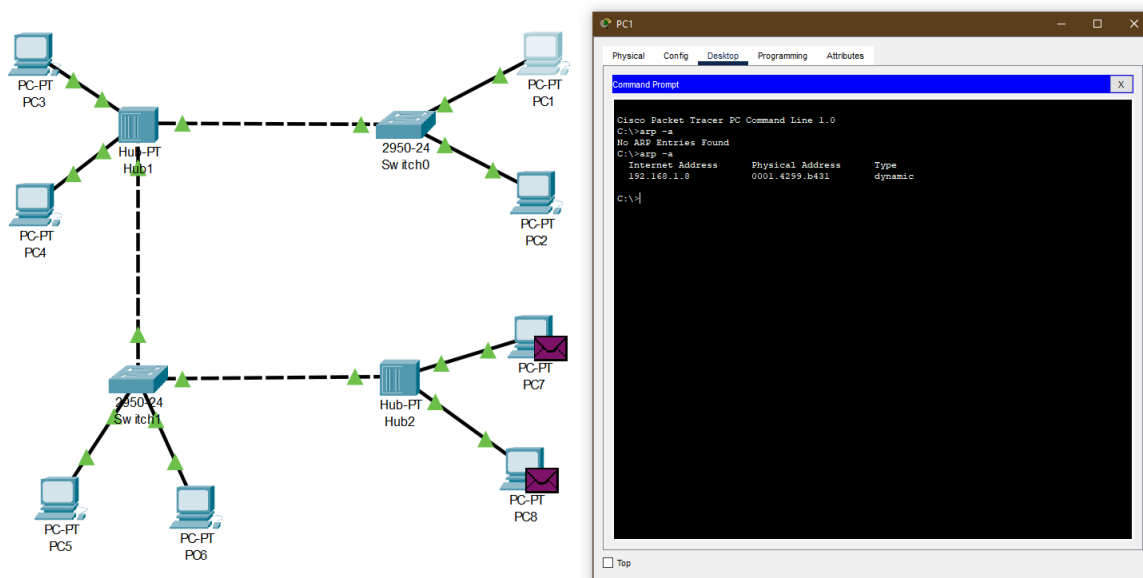


- El **Switch1** reenviará el paquete hacia **Hub2**, donde se replicará hacia PC7 y PC8, pero solo **PC8** procesará el paquete.



## 5. Revisión del ARP después del proceso:

Después de completar el proceso, puedes volver a utilizar el comando `arp -a` en PC1, y ahora la tabla ARP de PC1 mostrará la dirección IP de PC8 asociada con su dirección MAC.





## CONCLUSIONES

### Conclusiones 1 (Guevara Badillo Areli Alejandra)

### Conclusiones 2 (Hernández Simón Rebeca)

## BIBLIOGRAFÍAS

- Equipo editorial de IONOS. (2019, marzo 5). *¿Qué es el ICMP? Aspectos destacados del protocolo de mensajes*. IONOS Digital Guide. <https://www.ionos.es/digitalguide/servidores/know-how/que-es-el-protocolo-icmp-y-como-funciona/>
- *¿Qué es ICMP? Explicación del protocolo ICMP - AWS*. (n.d.). Amazon Web Services, Inc. <https://aws.amazon.com/es/what-is/icmp/>
- *Qué es ICMP (Protocolo de control de mensajes de Internet) | Fortinet*. (n.d.). Fortinet. <https://www.fortinet.com/lat/resources/cyberglossary/internet-control-message-protocol-icmp>
- AIX 7.1. (2024, agosto 27). *Address Resolution Protocol (Protocolo de resolución de direcciones)*. IBM. <https://www.ibm.com/docs/es/aix/7.1?topic=protocols-address-resolution-protocol>
- Mallón, X. (2024, April 23). *¿Qué es el protocolo ARP y cómo funciona?* KeepCoding Bootcamps. <https://keepcoding.io/blog/que-es-el-protocolo-arp/>
- *Qué es el protocolo de resolución de direcciones (ARP) | Fortinet*. (n.d.). Fortinet. <https://www.fortinet.com/lat/resources/cyberglossary/what-is-arp>
- Ramírez, T. (2016, mayo 22). *Cuáles son las diferencias entre Hub, Switch y Router*. Computer Hoy. <https://computerhoy.20minutos.es/noticias/internet/cuales-son-diferencias-hub-switch-router-43325>
- *Hubs y Switches*. (n.d.). [https://www.osmosislatina.com/conectividad/hubs\\_switches.htm](https://www.osmosislatina.com/conectividad/hubs_switches.htm)
- Fernández, Y. (2018, septiembre 5). *Cuáles son las diferencias entre Hub, Switch y Router*. Xataka. <https://www.xataka.com/basics/cuales-son-las-diferencias-entre-hub-switch-y-router>