

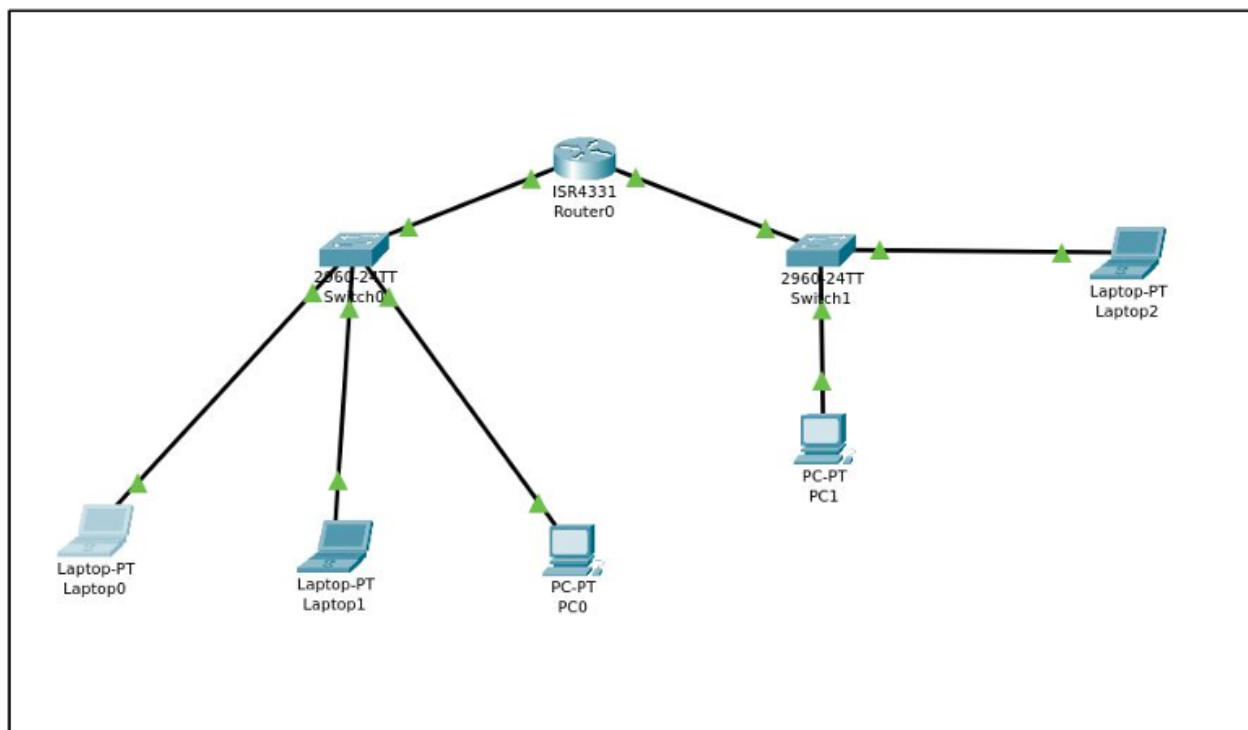
## Esercizio di Oggi

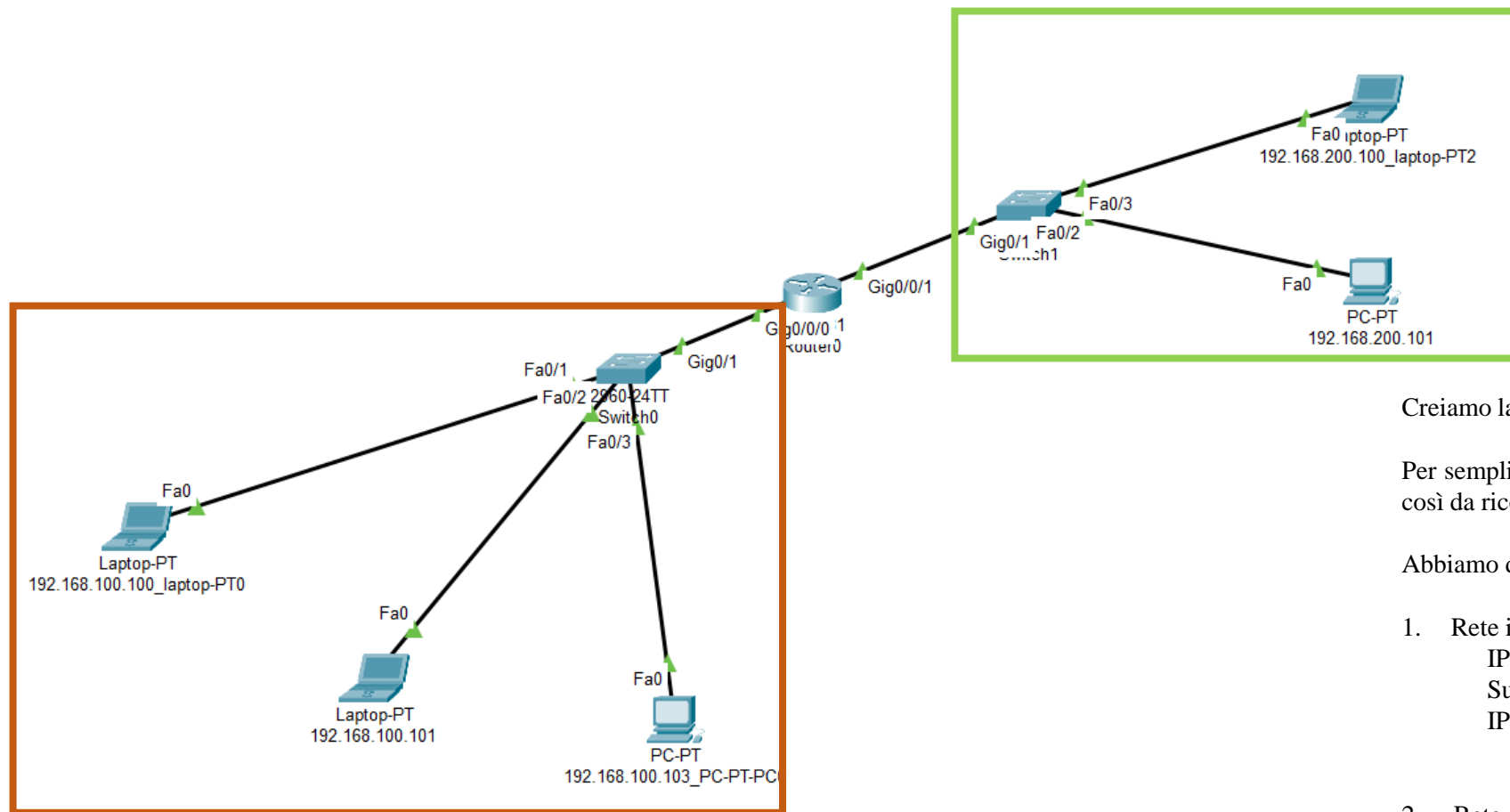
Il laboratorio di oggi consiste nella creazione e configurazione di una rete di calcolatori con il tool Cisco Packet Tracer, come in figura. Lo scopo è capire come funzionano le comunicazioni a livello 2 e 3 del modello ISO / OSI con i rispettivi device di rete.

### Esercizio:

- Mettere in comunicazione il laptop-PT0 con IP 192.168.100.100 con il PC-PT-PC0 con IP 192.168.100.103
- Mettere in comunicazione il laptop-PT0 con IP 192.168.100.100 con il laptop-PT2 con IP 192.168.200.100
- Spiegare, con una relazione, cosa succede quando un dispositivo invia un pacchetto ad un altro dispositivo di un'altra rete.

### Architettura target:





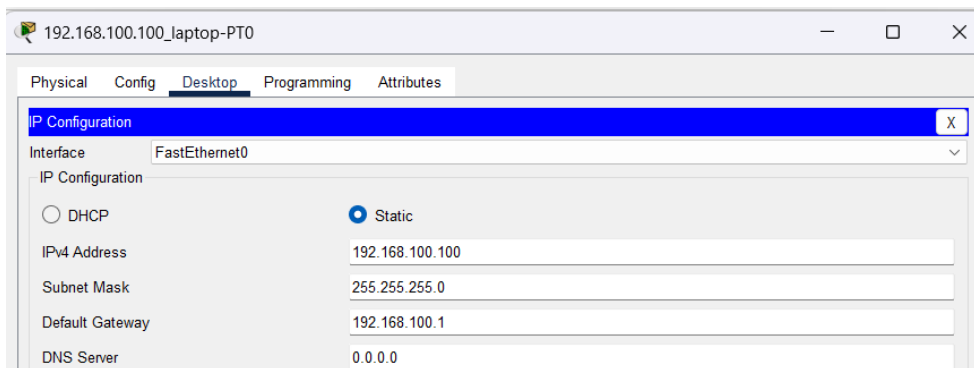
Creiamo la rete così come richiesto dall'esercizio.

Per semplicità si sono inseriti nel nome dei device anche gli indirizzi IP così da riconoscerli più facilmente.

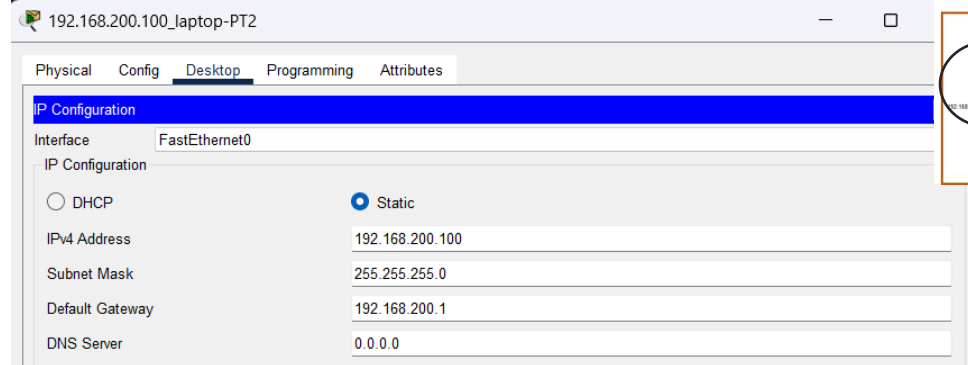
Abbiamo due reti:

1. Rete indicata con riquadro arancione:  
 IP Network 192.168.100.0/24  
 Subnet mask 255.255.255.0  
 IP Gateway 'convenzionale' 192.168.100.1
2. Rete indicata con riquadro verde:  
 IP Network 192.168.200.0/24  
 Subnet mask 255.255.255.0  
 IP Gateway 'convenzionale' 192.168.200.1

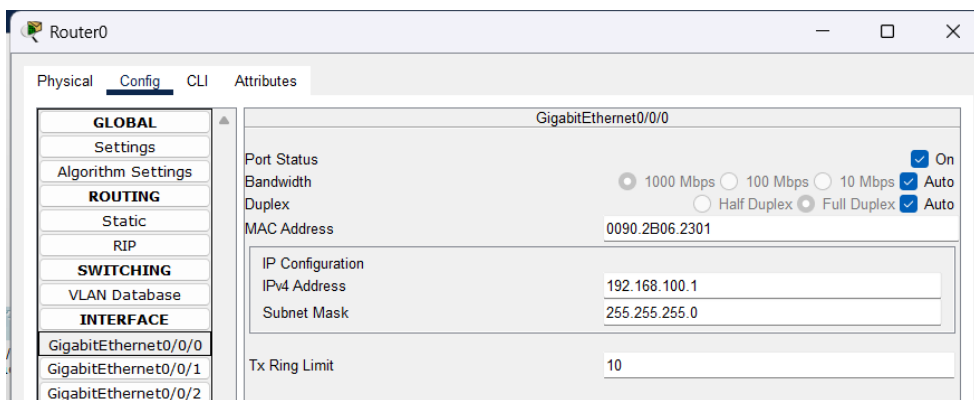
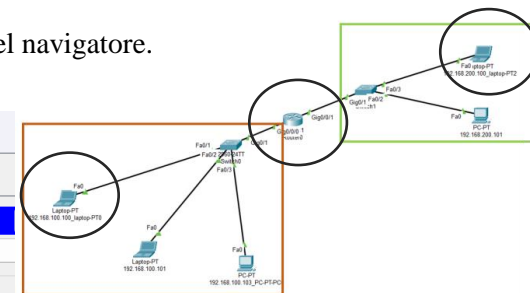
Si riportano come esempio le configurazioni del laptop-PT0 della rete arancione, del laptop-PT2 della rete verde e delle interfacce router, indicati con cerchio nero nel navigatore.



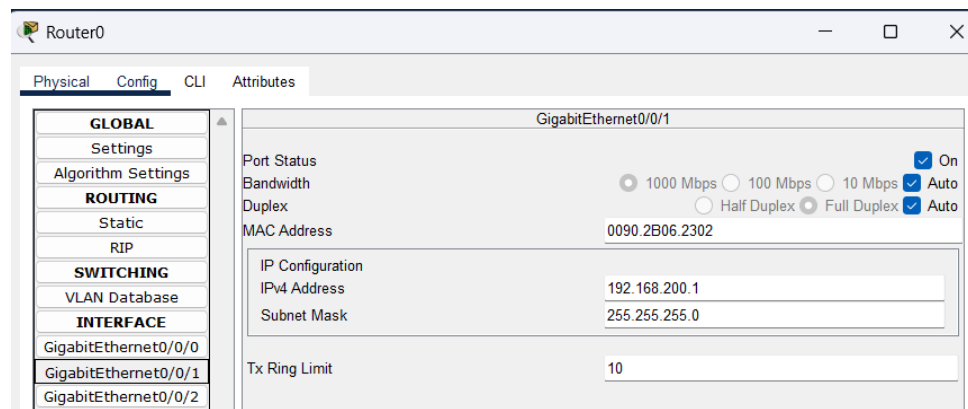
Configurazione laptop-PT0 con IP del device e IP del Gateway che consente la connessione con l'interfaccia del router che si connette con la rete arancione.



Configurazione laptop-PT2 con IP del device e IP del Gateway che consente la connessione con l'interfaccia del router che si connette con la rete verde.



Configurazione interfaccia router (Gig/0/0/0) connessa con la rete arancione.



Configurazione interfaccia router (Gig/0/0/1) connessa con la rete verde.

Inserire l'indirizzo Gateway dei device di una rete uguale all'indirizzo dell'interfaccia del router connessa alla rete permette la comunicazione tra due reti diverse. Consente al messaggio inviato dal device appartenente ad una rete di uscire e raggiungere il device appartenente all'altra rete.

Rispondiamo alla **prima richiesta**:

- Mettere in comunicazione il laptop-PT0 con IP 192.168.100.100 con il PC-PT-PC0 con IP 192.168.100.103, indicati in nero.

Il laptop-PT0, con indirizzo IP 192.168.100.100, deve comunicare con il PC-PT-PC0, il cui indirizzo IP è 192.168.100.103. Poiché entrambi i dispositivi appartengono alla stessa rete, il processo di comunicazione avviene attraverso il protocollo ARP (Address Resolution Protocol) per la risoluzione degli indirizzi MAC.

Quando il laptop-PT0 desidera inviare dati al PC-PT-PC0, invia una richiesta ARP (ARP Request) in modalità broadcast (indirizzo MAC di destinazione: **FF:FF:FF:FF:FF:FF**) a tutti i dispositivi della rete, richiedendo l'indirizzo MAC corrispondente all'IP 192.168.100.103 (fig.1).

Lo switch, operando al **Livello 2 del modello ISO/OSI (Data Link)**, riceve questa richiesta e la inoltra a tutti i dispositivi connessi alla rete locale (modalità flooding), poiché inizialmente non conosce la porta associata all'indirizzo MAC di destinazione. L'unico dispositivo che risponderà sarà il **PC-PT-PC0**, che invierà un messaggio ARP di risposta (ARP Reply) contenente il proprio indirizzo MAC (fig.2). Lo switch, a sua volta, inoltrerà questa risposta al laptop-PT0.

Durante questo processo, lo switch aggiorna la propria **tabella MAC (MAC Address Table)** registrando l'associazione tra gli indirizzi MAC e le porte su cui sono stati ricevuti i frame (nome dei pacchetti al livello 2 del modello ISO/OSI), ottimizzando così le future comunicazioni e riducendo la necessità di flooding. Parallelamente, sia il laptop-PT0 che il PC-PT-PC0 aggiorneranno le rispettive **tabelle ARP**, memorizzando l'indirizzo MAC del dispositivo con cui hanno appena comunicato (fig.3). Le informazioni contenute nelle **tabelle ARP** hanno una durata limitata e, una volta scadute, il processo di risoluzione ARP verrà ripetuto per garantire la corretta comunicazione tra i dispositivi.

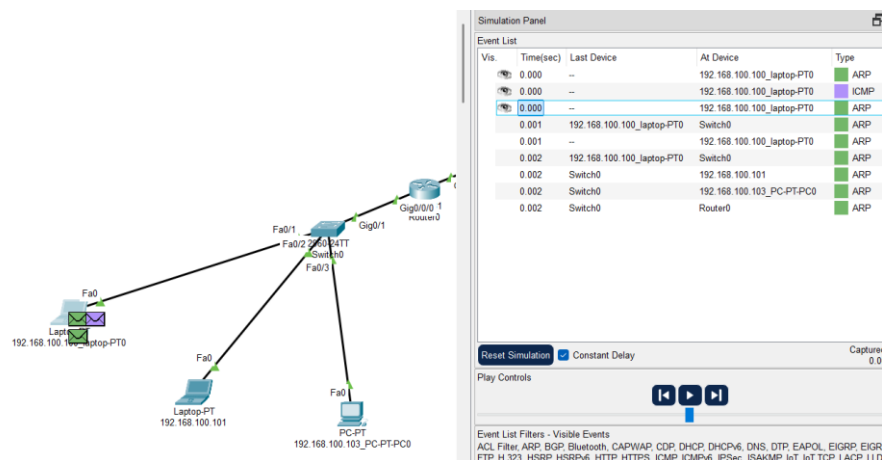
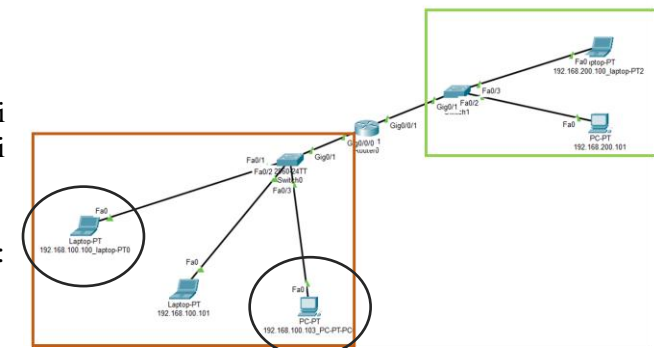


Fig.1

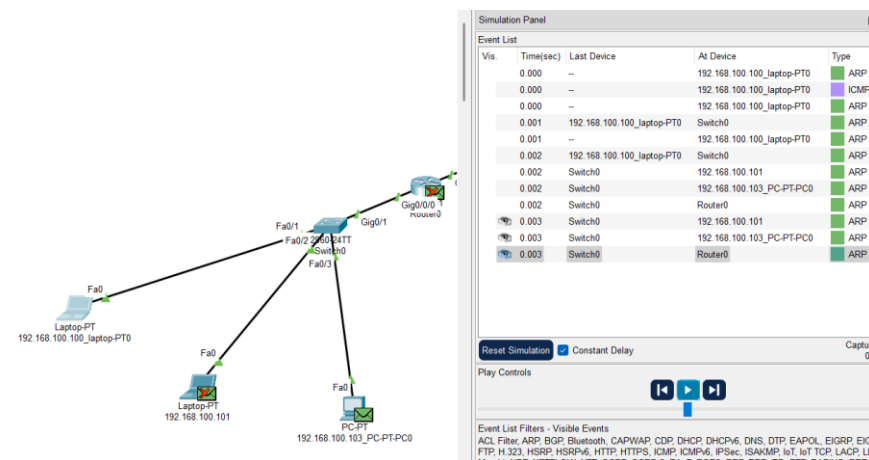


Fig.2

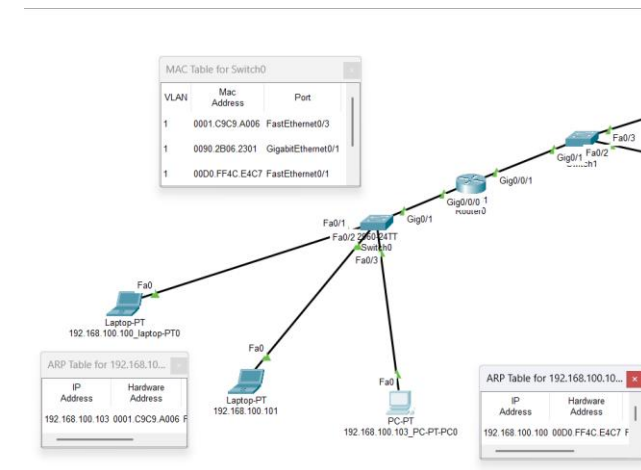


Fig.3

Rispondiamo alla **seconda richiesta**:

- Mettere in comunicazione il laptop-PT0 con IP 192.168.100.100 con il laptop-PT2 con IP 192.168.200.100, indicati in nero.

Il laptop-PT0, con indirizzo IP **192.168.100.100**, deve comunicare con il laptop-PT2, il cui indirizzo IP è **192.168.200.100**. Poiché i due dispositivi appartengono a **due reti diverse**, la comunicazione avviene attraverso un **router**, che agisce come intermediario tra le due sottoreti, utilizzando gli indirizzi IP gateway corrispondenti.

### Fase 1: Risoluzione ARP per il Gateway

Il laptop-PT0 non conosce l'indirizzo MAC associato all'interfaccia del router collegata alla sua rete. Per ottenerlo, invia una ARP Request in modalità broadcast (MAC di destinazione: **FF:FF:FF:FF:FF:FF**), chiedendo l'indirizzo MAC corrispondente all'IP del gateway della propria rete. Lo switch, operando a **Livello 2 (Data Link) del modello ISO/OSI**, inoltra la richiesta a tutti i dispositivi connessi alla stessa rete locale. Il router, riconoscendo il proprio indirizzo IP nella richiesta, risponde con un ARP Reply, fornendo il proprio MAC al laptop-PT0 (*fig.4*). Quest'ultimo aggiorna così la propria **tabella ARP** con l'associazione **IP del gateway - MAC del router**.

### Fase 2: Invio del pacchetto al router (Livello 2 e 3 ISO/OSI)

Ora il laptop-PT0 può inviare il pacchetto destinato al laptop-PT2. Poiché il dispositivo di destinazione si trova in un'altra rete, il **MAC di destinazione nel frame sarà quello del router**, mentre l'**indirizzo IP di destinazione rimarrà quello del laptop-PT2**. Il pacchetto attraversa lo switch, che inoltra il frame al router (*fig.5*).

...

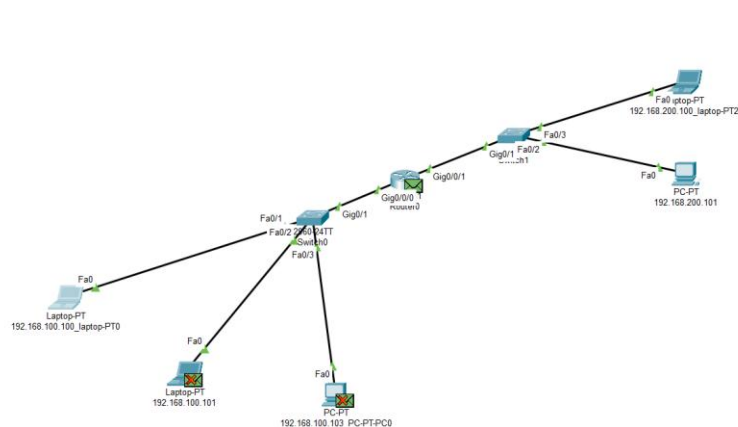
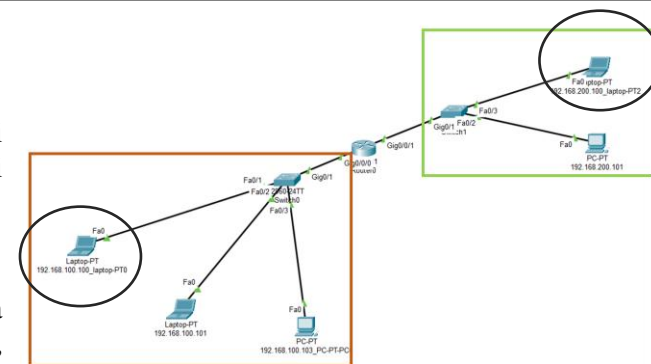


Fig.4

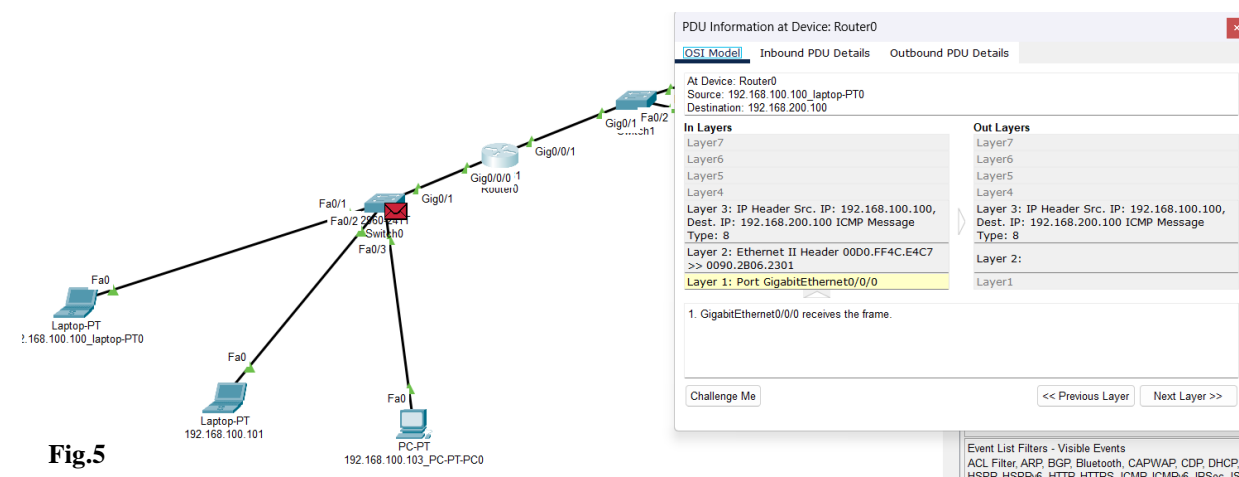
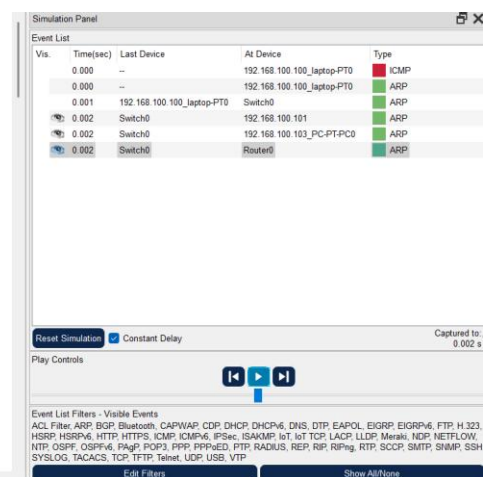
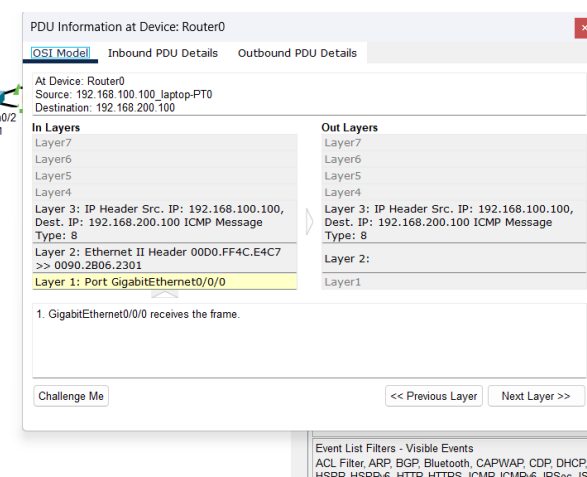


Fig.5



Rispondiamo alla **prima richiesta**:

- Mettere in comunicazione il laptop-PT0 con IP 192.168.100.100 con il laptop-PT2 con IP 192.168.200.100, indicati in nero.

### Fase 3: Routing e inoltramento del pacchetto

Una volta ricevuto il pacchetto, il **router opera al Livello 3 (Network) del modello ISO/OSI**, esaminando l'IP di destinazione (192.168.200.100). Verifica quindi la propria tabella di instradamento e identifica l'interfaccia di uscita corrispondente alla rete 192.168.200.0/24.

Poiché il router deve inoltrare il pacchetto alla rete di destinazione, ma non conosce ancora il MAC del laptop-PT2, invia una ARP Request, ritornando al **livello 2 (Data Link) del modello ISO/OSI**, su questa rete per risolvere l'indirizzo MAC corrispondente all'IP 192.168.200.100 (*fig.6*). Anche in questo caso, lo switch inoltra la richiesta a tutti i dispositivi della sottorete, e solo il laptop-PT2 risponderà con una ARP Reply, fornendo il proprio MAC al router.

### Fase 4: Invio del pacchetto al destinatario

Ricevuta la risposta, il router aggiorna la propria **tabella ARP** (*fig.7*) e può inoltrare il pacchetto al laptop-PT2, incapsulandolo in un nuovo frame con:

- **MAC sorgente:** l'indirizzo MAC dell'interfaccia del router nella rete 192.168.200.0/24
- **MAC destinazione:** il MAC del laptop-PT2
- **IP sorgente:** il laptop-PT0 (192.168.100.100)
- **IP destinazione:** il laptop-PT2 (192.168.200.100)

Ora il laptop-PT2 può ricevere il pacchetto e completare la comunicazione.

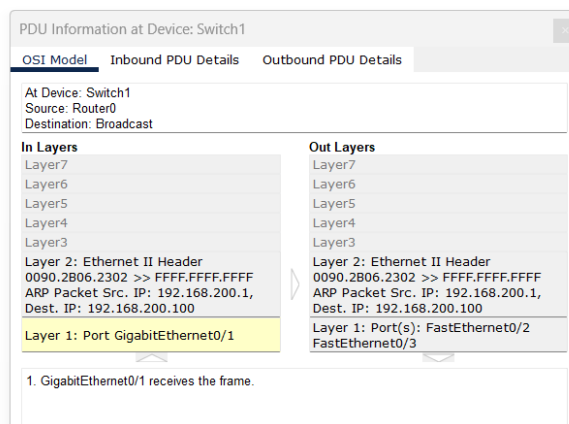


Fig.6

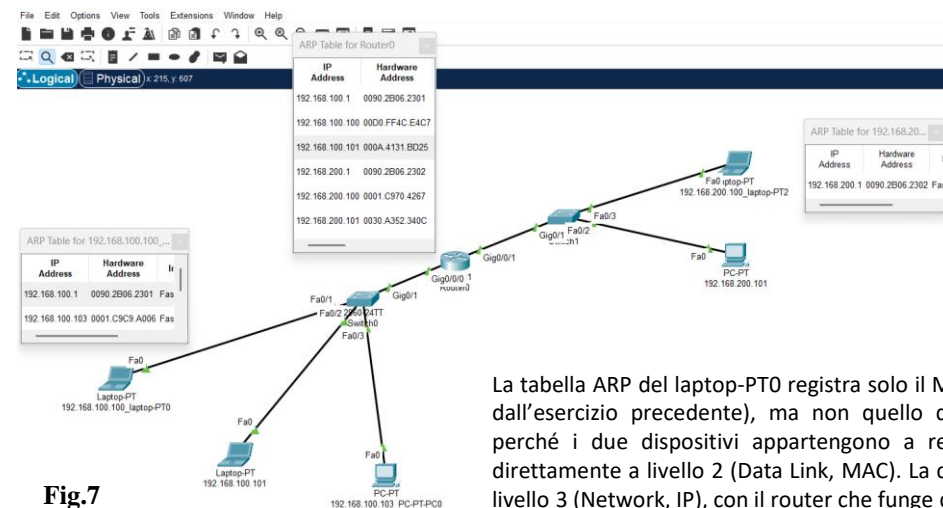
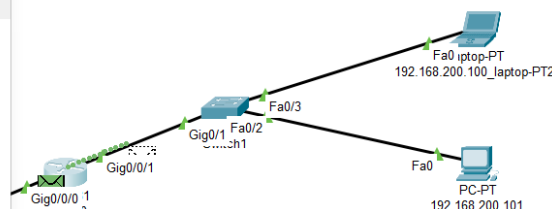


Fig.7

La tabella ARP del laptop-PT0 registra solo il MAC del router (e del PC-PT-PC0 dall'esercizio precedente), ma non quello del laptop-PT2. Questo accade perché i due dispositivi appartengono a reti diverse e non comunicano direttamente a livello 2 (Data Link, MAC). La comunicazione avviene invece a livello 3 (Network, IP), con il router che funge da intermediario tra le due reti.