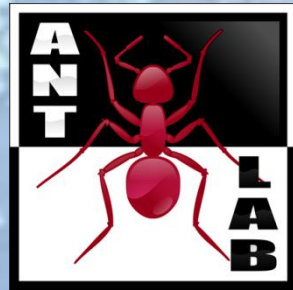


**Politecnico di Milano**

**Dipartimento di Elettronica e Informazione**

# **Reti di Comunicazione e Internet**

**Laboratorio 1. Packet Tracer**



# Informazioni organizzative

---

- Responsabile di Laboratorio: Luca Gianoli
- Contatti:
  - E-mail: [gianoli@elet.polimi.it](mailto:gianoli@elet.polimi.it)
  - Ufficio: Open Space – Terzo Piano – Edificio 20 – Dipartimento di Elettronica, Informazione e Biongegneria
  - Ricevimento: su appuntamento
- Sito web del corso: [home.dei.polimi.it/gianoli/teaching.html](http://home.dei.polimi.it/gianoli/teaching.html)
- Date previste:
  - 18/11 – D.3.3
  - 9/12 – D.3.3
  - 16/12 – D.3.3
  - 13/01 – D.3.3
  - 20/01 – D.3.3
  - 27/01 – D.3.3

# Agenda della lezione

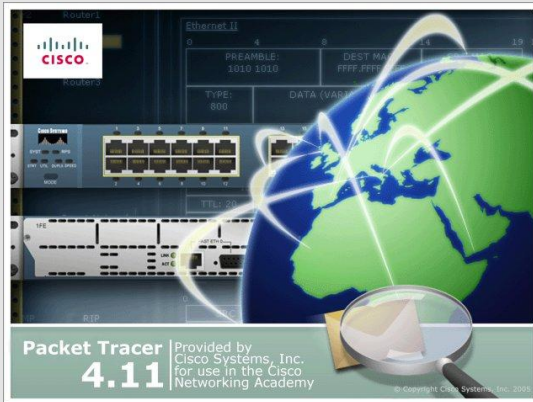
---

- CISCO Packet Tracer
- CISCO IOS
- Esempio: Reti LAN
- Esercizio: Collegamenti Ethernet e collegamenti Seriali
- Esercizio: Ethernet Spanning Tree

# **Agenda: CISCO Packet Tracer**

## **Laboratorio 1. Packet Tracer**

# Cisco Packet Tracer

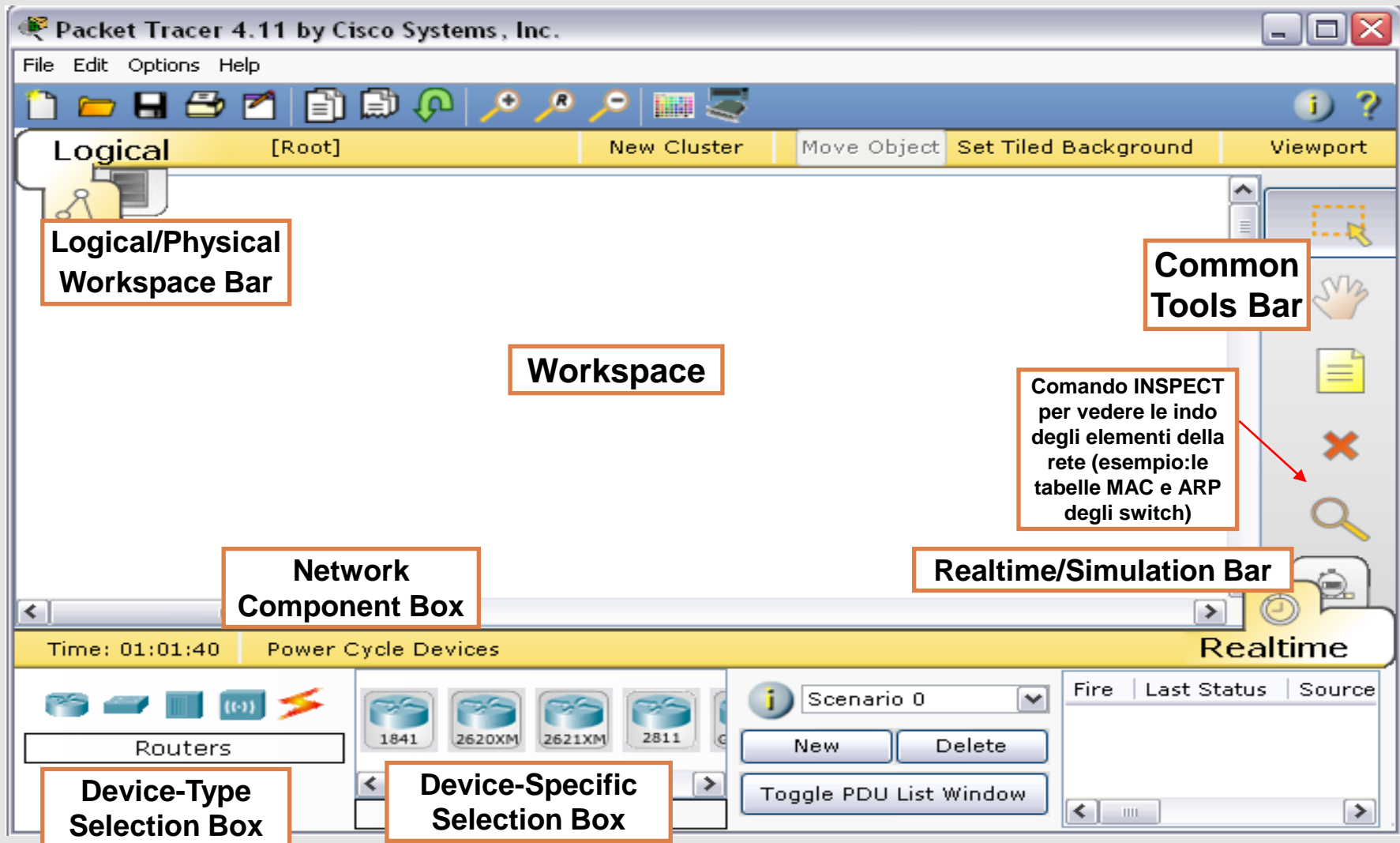


Cisco Packet Tracer è un software didattico distribuito agli studenti ed istruttori del Programma Cisco Networking Academy per l'emulazione di apparati di rete CISCO

## □ Permette di

- Creare topologie di rete con apparati generici e/o proprietari di Cisco
- Emulare la *Command Line Interface* del sistema operativo Cisco IOS (solo un sottoinsieme delle funzioni)
- Configurare tramite GUI o Command Line gli apparati di rete e verificarne il loro funzionamento creando scenari di traffico ed osservando il corrispondente comportamento della rete
- Ispezionare dinamicamente in ogni momento lo stato di ciascun dispositivo e il formato di ciascun pacchetto inviato sulla topologia di rete

# Interfaccia Grafica



# Logical vs. Physical Workspaces

## □ Logical Workspace:

- E' la sezione di Packet Tracer che permette di creare e configurare la rete da simulare
- Si crea la topologia di rete aggiungendo gli apparati di rete e le connessioni necessarie
- Si possono configurare i dispositivi i rete attraverso un'apposita interfaccia grafica e, per gli apparati Cisco, anche attraverso la linea di comando (CLI) di IOS
- E' inoltre possibile modificare gli apparati di rete aggiungendo e/o rimuovendo i moduli hardware disponibili

## □ Physical Workspace:

- Fornisce una visione fisica della rete mostrando dove si trovano geograficamente gli apparati che formano la topologia creata

# Aggiungere Dispositivi-Link

## □ Per aggiungere dispositivi

- Selezionare il tipo di dispositivo nel “Type Selection Box”
- Selezionare un dispositivo nel “Device-Specific Selection Box” e trascinarlo nell'area di lavoro con il classico meccanismo *Drag n' Drop*
- In alternativa è possibile posizionarlo nell'area di lavoro con un semplice click del mouse nel punto in cui lo si vuole inserire (*CTRL* per inserimenti multipli)

## □ Per collegare due dispositivi

- Selezionare il tipo “Link” nel “Type-Specific Selection Box”
- Selezionare un collegamento nel “Device-Specific Selection Box” e selezionare nell'area di lavoro i due capi del collegamento
- Quando si seleziona un capo del collegamento vengono mostrate le porte (interfacce) su cui è possibile attestare il link



# Cisco Packet Tracer 4.11

---

- Modalità operative:
  - ▣ Real-Time: la rete è sempre in funzione, indipendentemente dal fatto che la stiamo usando o no. Le configurazioni sono applicate in real-time alla rete
  - ▣ Simulation: possiamo controllare l'evoluzione temporale della rete, definire degli scenari simulativi ed eseguirli
  
- Nel pannello simulation, possiamo far scambiare tra i dispositivi diversi tipi di pacchetto:
  - ▣ Simple PDU: pacchetti di PING
  - ▣ Complex PDU: possiamo definire alcuni parametri sul pacchetto da inviare, in particolare l'applicazione dalla quale sono generati (PING, DNS, TELNET, ecc.)

Attenzione: quando eseguiamo una simulazione, dobbiamo impostare il tipo di pacchetti che vogliamo vedere nella rete tramite il tast **Edit Filter** della finestra di simulazione.

# Router Cisco 2600 Series

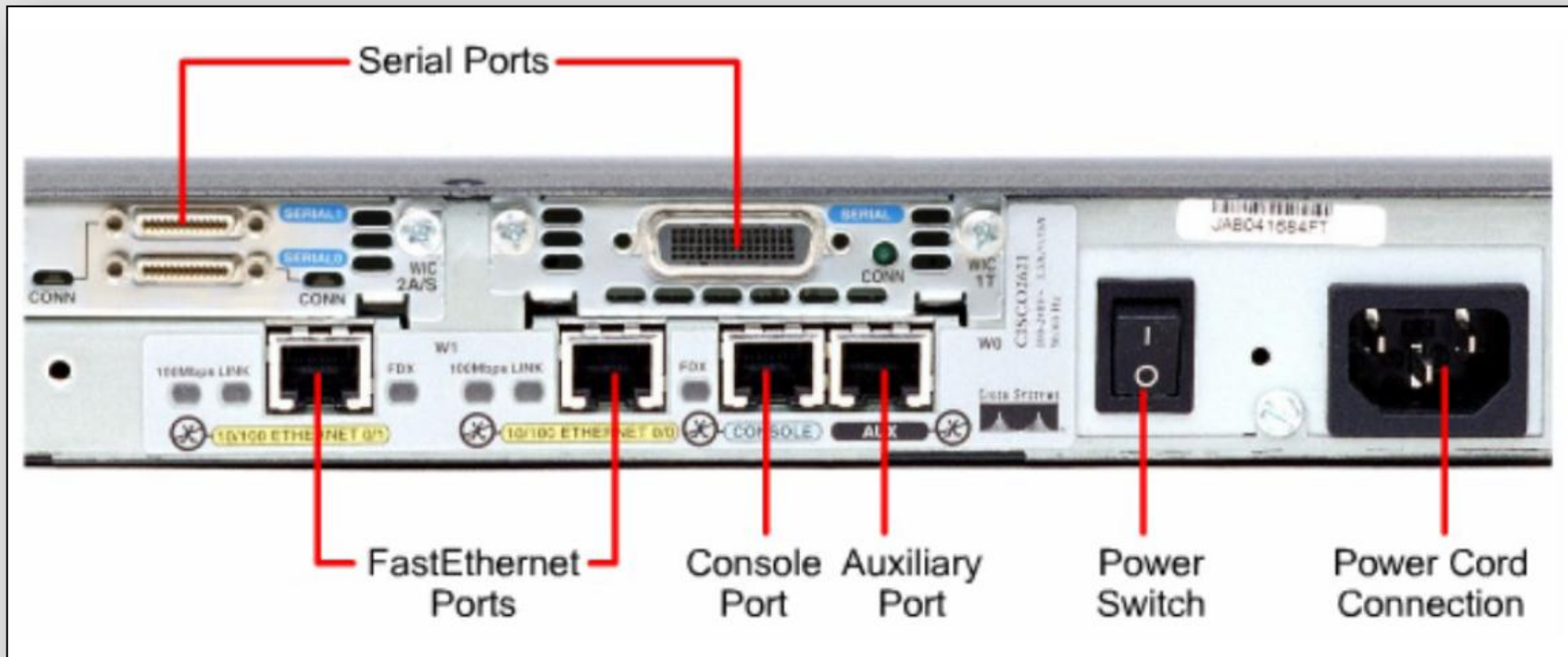
---

- E' una serie di router Cisco di fascia midrange che fa parte della famiglia dei “Modular Access Router”
- Grazie ad una struttura modulare è possibile installare praticamente qualsiasi tipo di interfaccia di rete
- Hanno due tipi di slot per interfacce aggiuntive:
  - ▣ “Network Module Slot”
  - ▣ “WAN Interface Card Slot”
- Per maggiori informazioni:

[http://www.cisco.com/web/IT/solutions/smb/pdf/net\\_found/2600\\_ds.pdf](http://www.cisco.com/web/IT/solutions/smb/pdf/net_found/2600_ds.pdf)

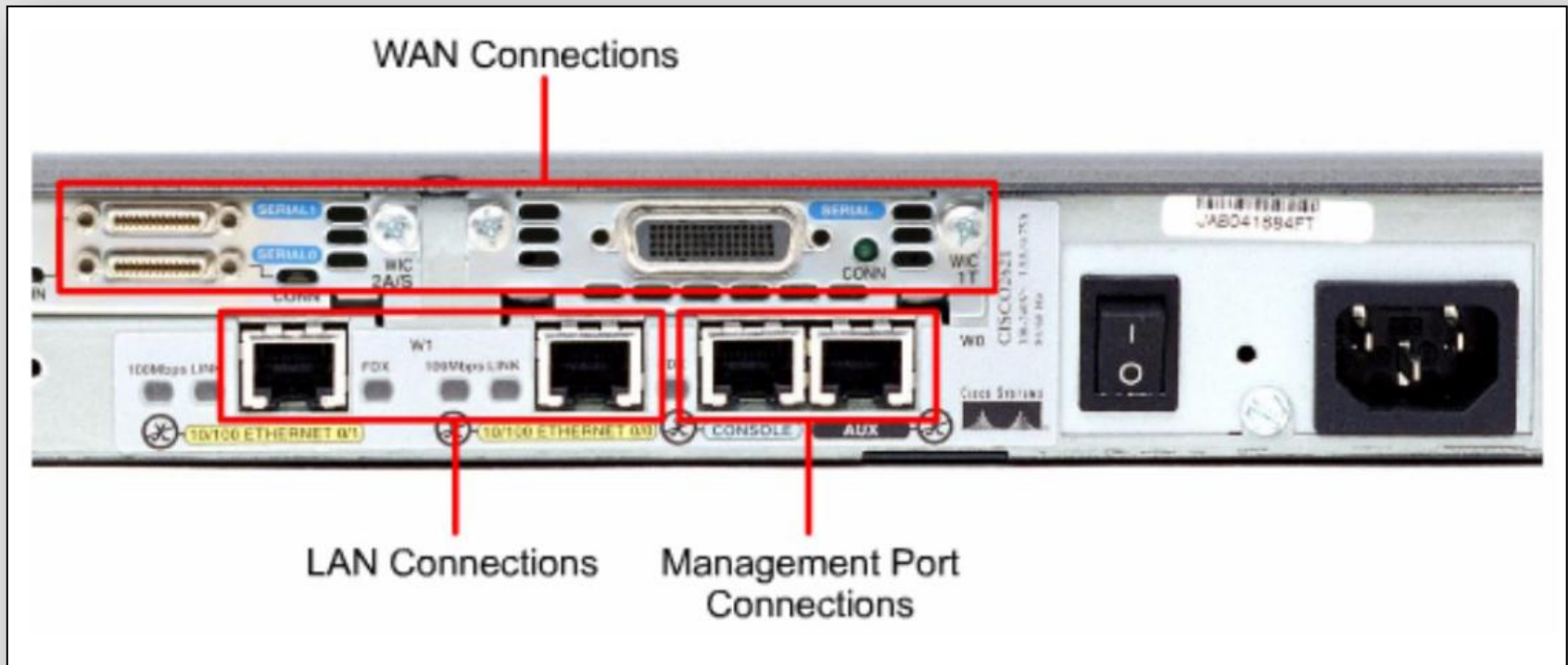
# Router Cisco 2600 Series

## □ Pannello posteriore



# Router Cisco 2600 Series

## □ Pannello posteriore



# Agenda: CISCO IOS

## Laboratorio 1. Packet Tracer

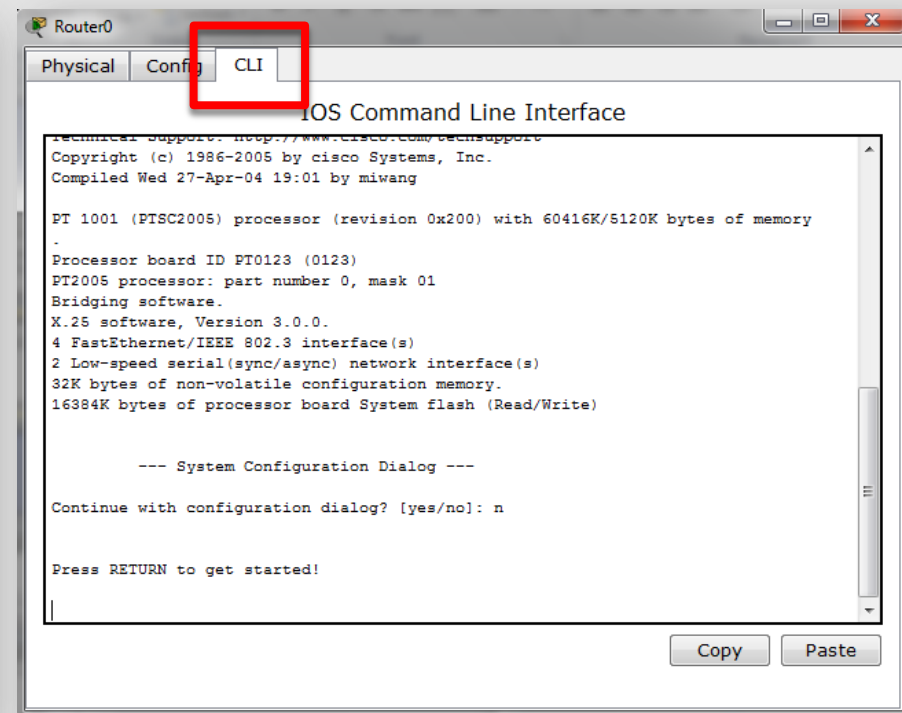
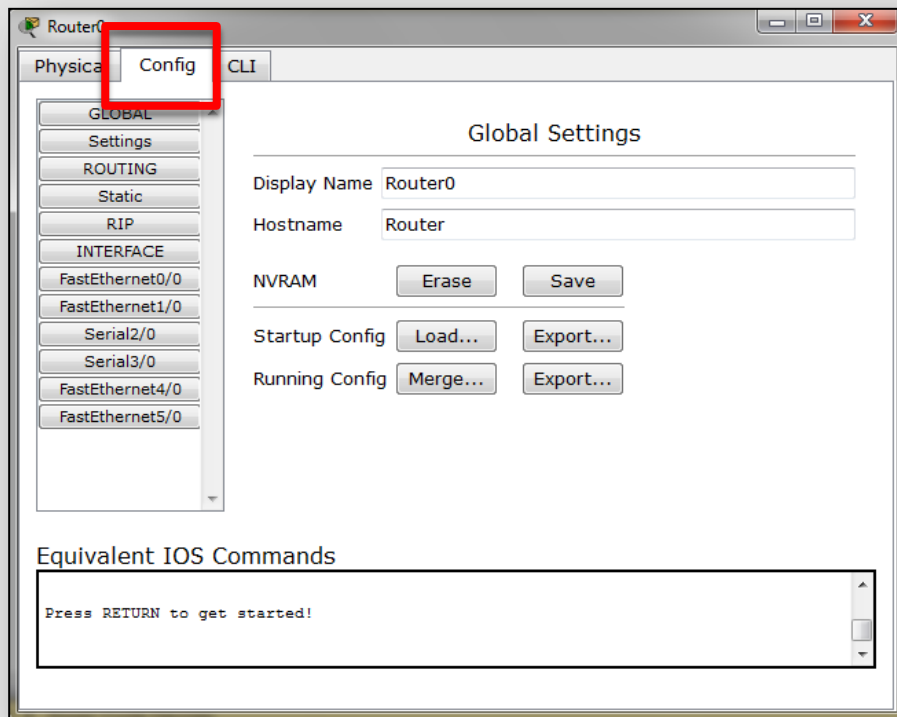
# Cisco IOS

---

- ❑ E' il sistema operativo installato su tutti i router Cisco e su molti Switch Cisco
- ❑ E' un sistema operativo proprietario
- ❑ E' ottimizzato per offrire funzionalità di routing e di switching
- ❑ Offre accesso affidabile e sicuro agli apparati di rete
- ❑ L'accesso al sistema operativo avviene tramite un'interfaccia a linea di comando (CLI, Command Line Interface)

# CISCO IOS in PT

- L'accesso al sistema operativo avviene in due modi



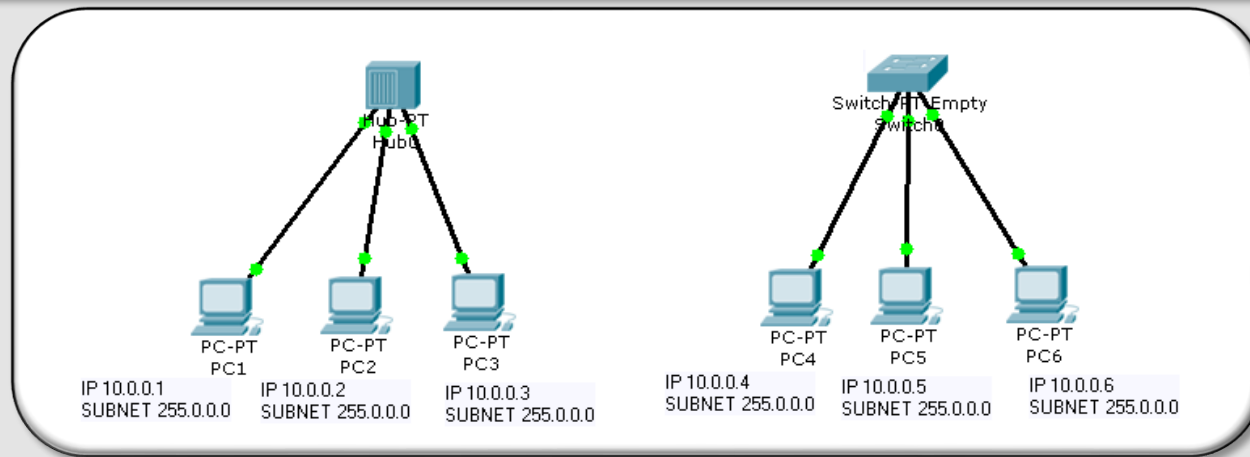


# **Agenda: Reti LAN**

Laboratorio 1. Packet Tracer

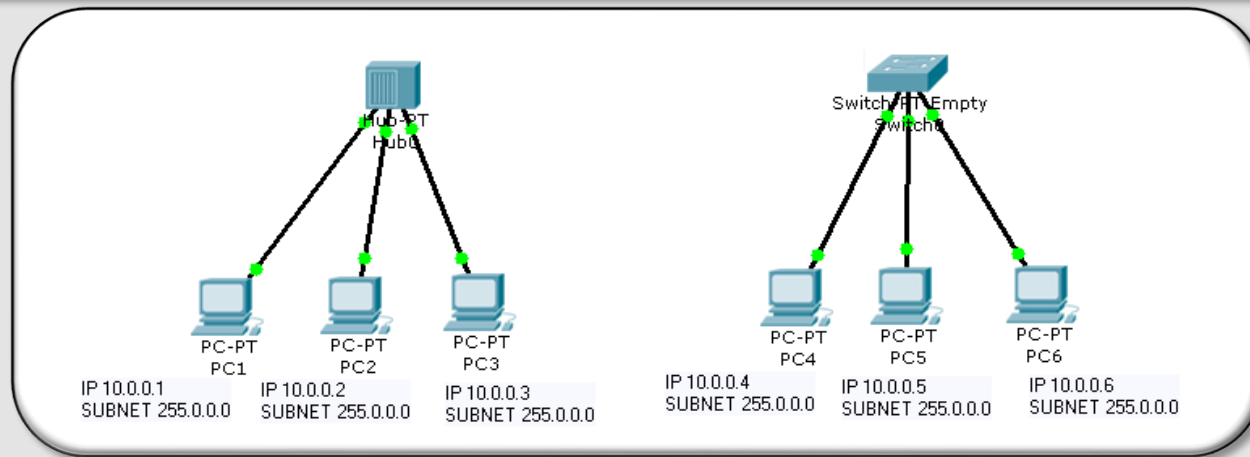


# Un semplice esempio passo-passo



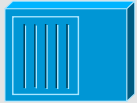
- Vogliamo vedere il diverso comportamento di queste 2 reti:
  - Selezionare un Hub-PT
  - Selezionare uno Switch-PT-Empty (attenzione questo switch di default non ha porte fisiche)
    - Cliccare sullo switch creato, spegnerlo, aggiungere 4 porte Fast Ethernet (PT-Switch-NM-1CFE) e riaccenderlo
  - Selezionare 6 PC
  - Collegare 3 PC all'hub con il cavo Copper Straight-through (attenzione in fase di collegamento a selezionare le porte Fast Ethernet) e 3 PC allo switch con lo stesso cavo

# Un semplice esempio passo-passo

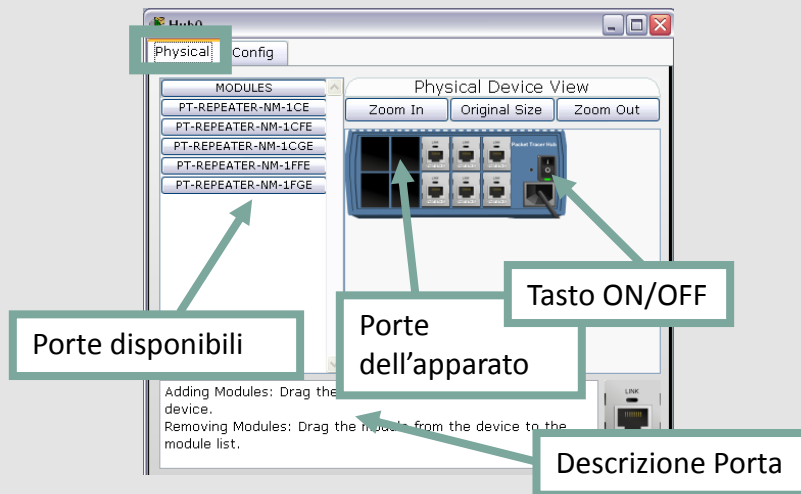


- Vogliamo vedere il diverso comportamento di queste 2 reti:
  - ▣ **Selezionare un Hub-PT**
  - ▣ Selezionare uno Switch-PT-Empty (attenzione questo switch di default non ha porte fisiche)
    - Cliccare sullo switch creato, spegnerlo, aggiungere 4 porte Fast Ethernet (PT-Switch-NM-1CFE) e riaccenderlo
  - ▣ Selezionare 6 PC
  - ▣ Collegare 3 PC all'hub con il cavo Copper Straight-through (attenzione in fase di collegamento a selezionare le porte Fast Ethernet) e 3 PC allo switch con lo stesso cavo

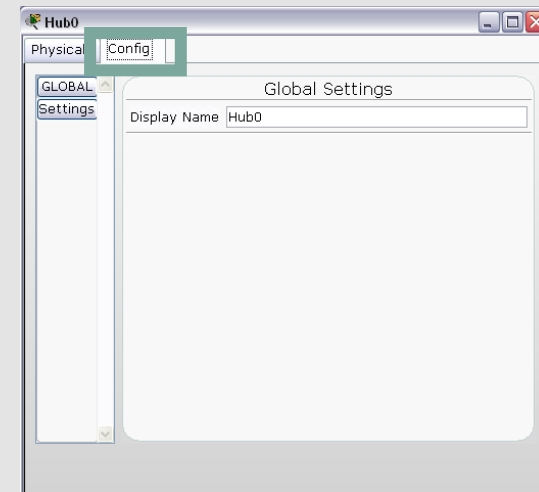
# Dispositivi utilizzati in questo corso



**Hub-PT:** Permette di creare un dominio di collisione tra più apparati. Funziona esclusivamente come repeater multiporta senza funzioni di livello 2

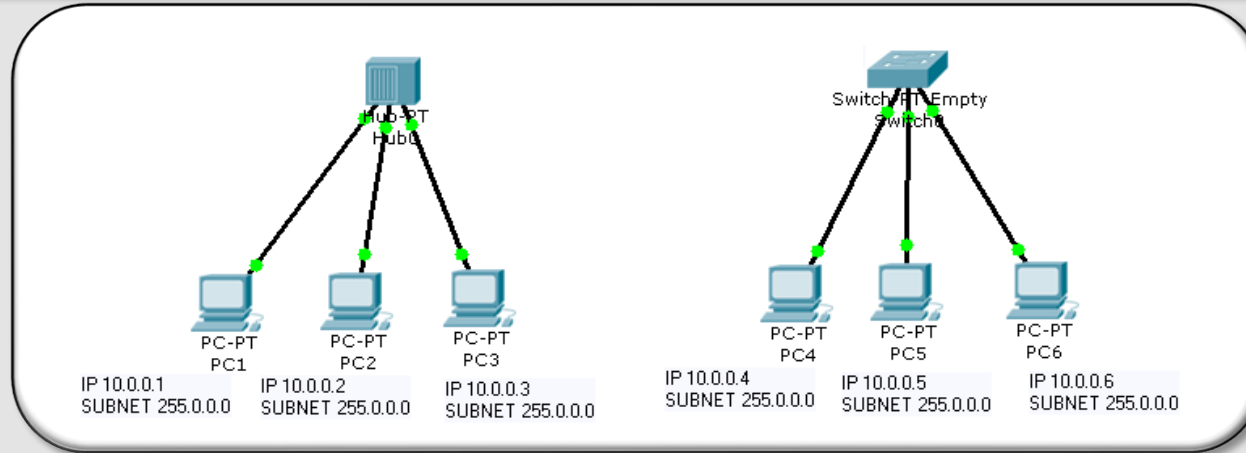


Per cambiare le porte all'hub è necessario spegnere il dispositivo, togliere la porta e aggiungere quella desiderata



Configurazione di base tramite interfaccia grafica. E' possibile modificare esclusivamente il nome dell'hub

# Un semplice esempio passo-passo

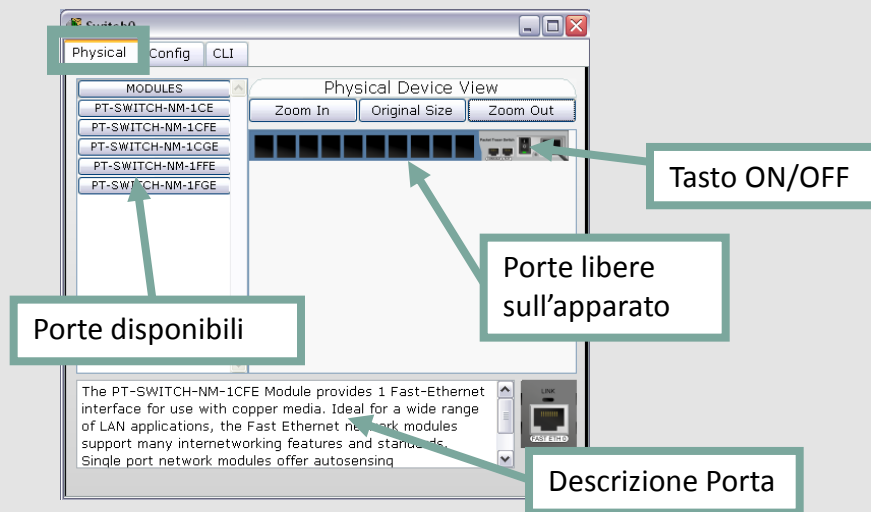


- Vogliamo vedere il diverso comportamento di queste 2 reti:
  - Selezionare un Hub-PT
  - Selezionare uno Switch-PT-Empty (attenzione questo switch di default non ha porte fisiche)
    - Cliccare sullo switch creato, spegnerlo, aggiungere 4 porte Fast Ethernet (PT-Switch-NM-1CFE) e riaccenderlo
  - Selezionare 6 PC
  - Collegare 3 PC all'hub con il cavo Copper Straight-through (attenzione in fase di collegamento a selezionare le porte Fast Ethernet) e 3 PC allo switch con lo stesso cavo

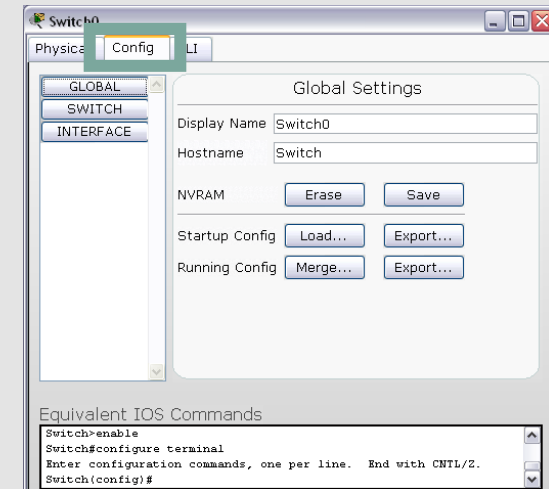
# Dispositivi utilizzati in questo corso



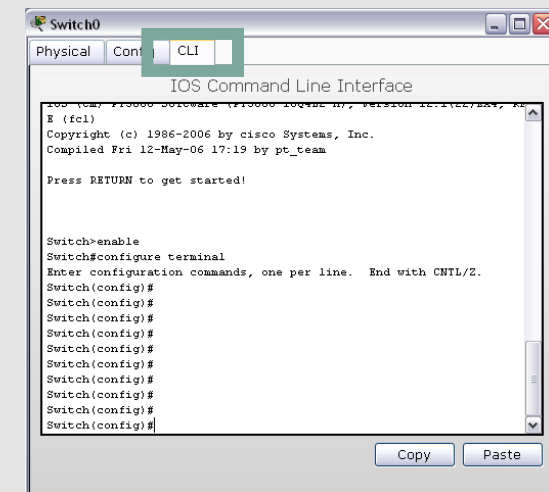
**Switch-PT-Empty:** Switch generico a cui è necessario aggiungere le porte necessarie al suo funzionamento.



Configurazione di base tramite interfaccia grafica

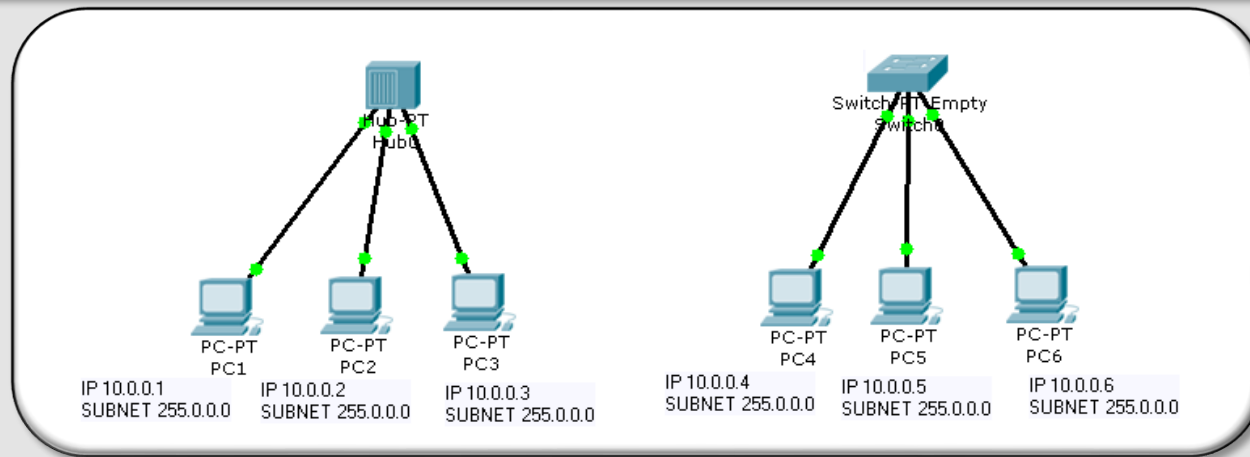


Configurazione avanzata mediante riga di comando con accesso al sistema operativo IOS



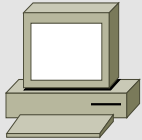
Per aggiungere nuove porte allo switch basta trascinarle negli appositi spazi vuoti ricordandosi prima di spegnere il dispositivo.

# Un semplice esempio passo-passo

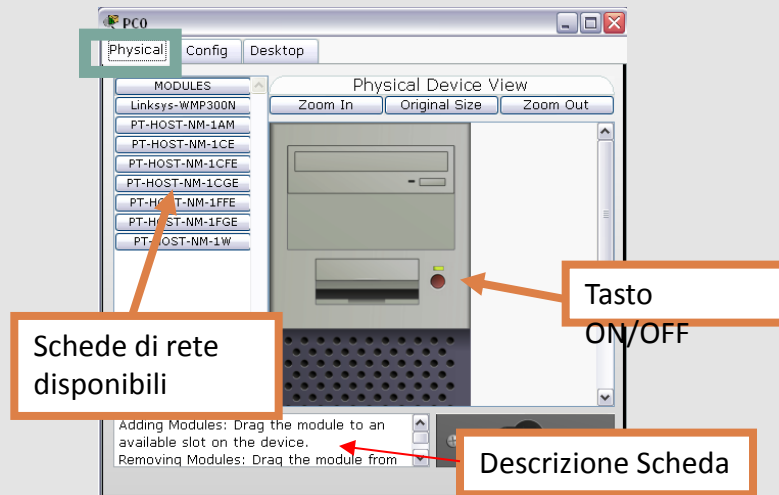


- Vogliamo vedere il diverso comportamento di queste 2 reti:
  - ▣ Selezionare un Hub-PT
  - ▣ Selezionare uno Switch-PT-Empty (attenzione questo switch di default non ha porte fisiche)
    - Cliccare sullo switch creato, spegnerlo, aggiungere 4 porte Fast Ethernet (PT-Switch-NM-1CFE) e riaccenderlo
  - ▣ **Selezionare 6 PC**
  - ▣ Collegare 3 PC all'hub con il cavo Copper Straight-through (attenzione in fase di collegamento a selezionare le porte Fast Ethernet) e 3 PC allo switch con lo stesso cavo

# Dispositivi utilizzati in questo corso

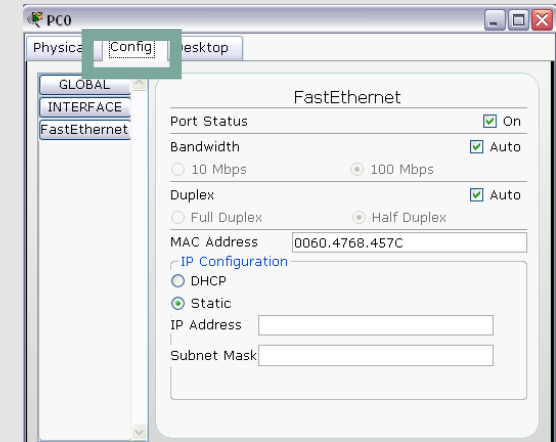


- **PC-PT:** Permette di creare un computer da aggiungere alla rete



Per cambiare le schede di rete è necessario spegnere il dispositivo, togliere la scheda e aggiungere quella desiderata

Configurazione di base tramite interfaccia grafica

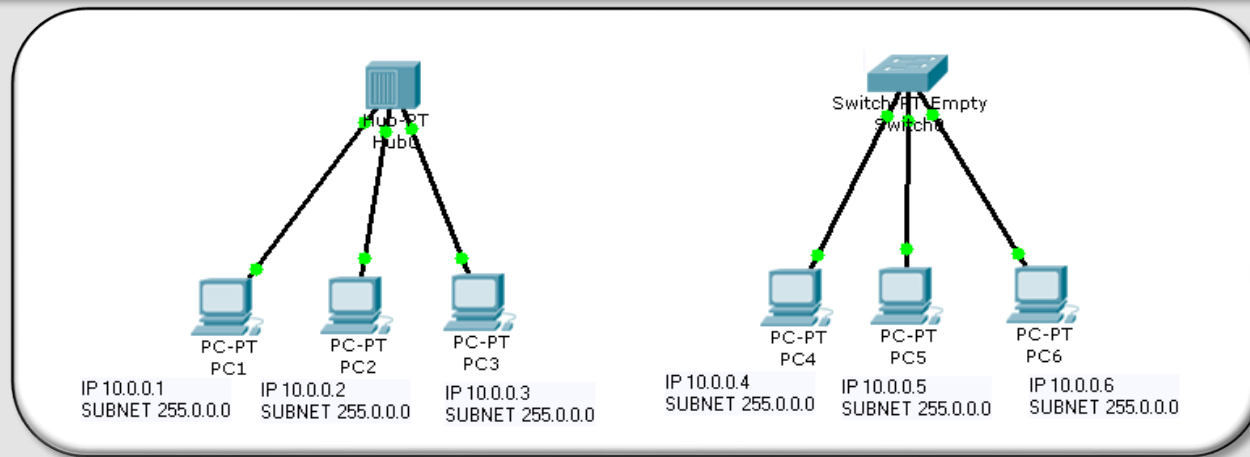


Configurazione avanzata e accesso ai terminali



Per inviare comandi dal terminale

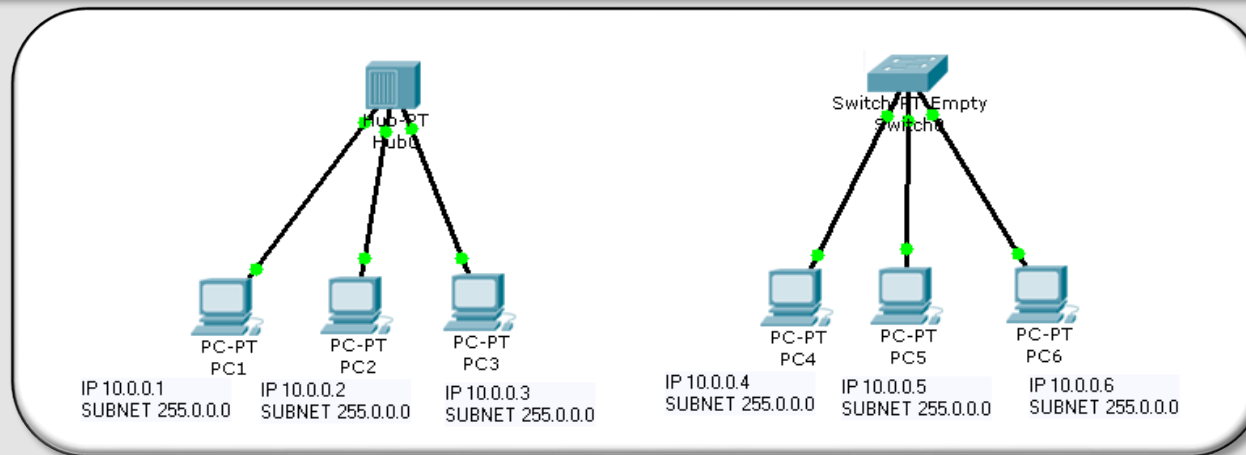
# Un semplice esempio passo-passo



- Vogliamo vedere il diverso comportamento di queste 2 reti:
  - ▣ Selezionare un Hub-PT
  - ▣ Selezionare uno Switch-PT-Empty (attenzione questo switch di default non ha porte fisiche)
    - Cliccare sullo switch creato, spegnerlo, aggiungere 4 porte Fast Ethernet (PT-Switch-NM-1CFE) e riaccenderlo
  - ▣ **Selezionare 6 PC**
    - Configurare gli indirizzi IP e le subnet dei PC come in figura
      - Desktop e IP Configuration
      - la subnet 255.0.0.0 è di default



# Un semplice esempio passo-passo



- Vogliamo vedere il diverso comportamento di queste 2 reti:
  - Selezionare un Hub-PT
  - Selezionare uno Switch-PT-Empty (attenzione questo switch di default non ha porte fisiche)
    - Cliccare sullo switch creato, spegnerlo, aggiungere 4 porte Fast Ethernet (PT-Switch-NM-1CFE) e riaccenderlo
  - Selezionare 6 PC
  - **Collegare** 3 PC all'hub con il cavo Copper Straight-through (attenzione in fase di collegamento a selezionare le porte Fast Ethernet) e 3 PC allo switch con lo stesso cavo

# Link tra apparati

**Console:** utilizzato per collegare un host alla porta console di un router o uno switch per effettuare operazioni di configurazione e manutenzione

**Copper Straight-through:** cavo utilizzato per connettere tra di loro interfacce di tipo Ethernet standard. Solitamente viene usato per collegare tra di loro dispositivi appartenenti a livelli OSI differenti (host con switch, switch con router, ...)

**Serial DCE and DTE:** cavo utilizzato per collegamenti seriali sia di tipo sincrono che asincrono. Viene usato tipicamente per link WAN

Scelta automatica della connessione



Connessioni disponibili

**Copper Cross-over:** cavo utilizzato per connettere tra di loro interfacce di tipo Ethernet standard. Solitamente viene usato per collegare tra di loro dispositivi appartenenti agli stessi livelli OSI (host con host, host con router, router con router, hub con switch...)

**Fiber:** cavo in fibra ottica

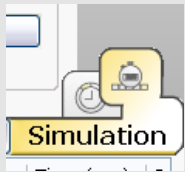
**Phone:** usato dai dispositivi dotati di modem per connessioni dial-up

**Coaxial:** usato dai dispositivi dotati di cable modem


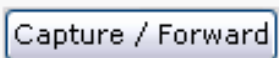
# Link status

- E' possibile visualizzare il nome di ogni interfaccia posizionando lo strumento *Inspect* su ognuna di esse oppure sul link; dopo qualche secondo comparirà il nome in forma abbreviata (ad esempio FE 0/1 per la porta Fast Ethernet 0/1)
- Posizionando il puntatore sul link invece vengono mostrati i nomi delle due interfacce ai capi del link
- Ai capi di ogni link sono rappresentati dei “led” che indicano lo stato dell'interfaccia relativa. Possono essere di tre colori:
  - ▣ **Verde**: indica che l'interfaccia è UP
  - ▣ **Verde lampeggiante**: indica che l'interfaccia è UP e c'è attività sul link
  - ▣ **Rosso**: indica che l'interfaccia è DOWN
  - ▣ **Ambra**: l'interfaccia è “BLOCCATA” in attesa che termini il loop-breaking process; questo stato può manifestarsi solo sulle interfacce degli switch

# Simulazione di Pacchetti



Provare ora con la modalità Simulation per verificare il comportamento dei singoli pacchetti

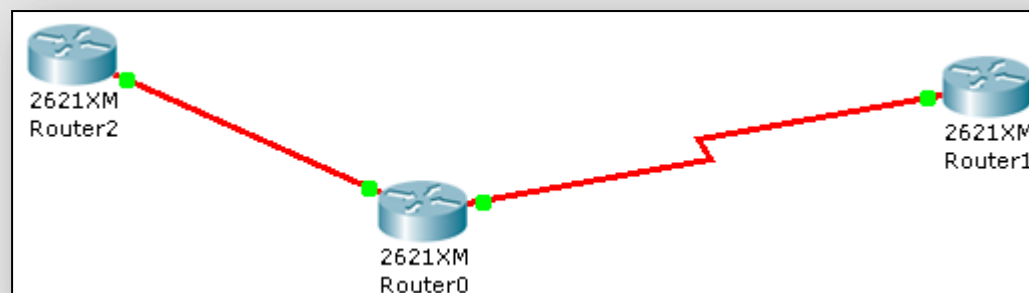
- In “Event List Filters” con “Edit Filters” disabilitare tutti i protocolli tranne ICMP
- Aggiungere  una Simple PDU (è il comando PING) tra il 1° e il 2° Pc (basta cliccare sui Pc coinvolti dallo scambio) sia nella rete con hub che con switch e lanciare 
  - Che differenze ci sono??
- Eliminare le precedenti Simple PDU (“Delete” sotto “scenario 0”) e questa volta aggiungere una Simple PDU tra il 1° e il 2° Pc e il 3° e il 2° sia nella rete con hub che con switch e lanciare auto/capture play.
  - Che differenze ci sono in questo caso??
- Si può provare a collegare lo switch all’hub (cavo cross) e provare a mandare la Simple PDU tra il 1° e il 2° Pc dell’hub.
  - Cosa succede in questo caso??

# **Agenda: Collegamenti Ethernet e collegamenti Seriali**

Laboratorio 1. Packet Tracer

# Esercizio 1

- Creare la rete mostrata in figura utilizzando un link Fiber Ethernet e uno di tipo seriale (aggiungere i moduli opportuni ai router)
- Usando il pannello *Config*, configurare le interfacce di rete dei router in modo da creare due reti IP distinte:
  - ▣ 10.0.0.0/8, mask 255.0.0.0. (Collegamento Ethernet)
  - ▣ 11.0.0.0/8, mask 255.0.0.0. (Collegamento Seriale, settare il clock)
- In modalità simulazione, effettuare dal Router0 un *Ping* verso il Router1 e in seguito un *Ping* verso il Router2 (si utilizzi lo strumento *Add Simple PDU* cliccando prima sulla sorgente del *Ping* e poi sulla destinazione)
- Che differenze sostanziali ci sono tra i due scambi di pacchetti?



# **Agenda: Ethernet Spanning Tree**

Laboratorio 1. Packet Tracer

# Spanning Tree Protocol

- Serve per eliminare i loop da una rete magliata contenente dei cicli chiusi e ottenere una topologia ad albero.
- Avviene tramite 3 fasi
  - ▣ *Elezione del Root Bridge* (radice dell'albero)
  - ▣ *Selezione della Root Port* (porta per raggiungere il root bridge)
  - ▣ *Selezione della Designated Port* (stabilisce quale tra le porte dei vari switches collegati ad una LAN è designata a inoltrare e ricevere i pacchetti della LAN)
- Stato delle porte
  - ▣ Root Bridge: tutte le porte in stato *forwarding* (per inoltrare pacchetti) e dunque tutte sono contrassegnate come designated ports
  - ▣ Altri Switch: una root port e designated ports (si ha una designated port per ogni LAN delle rete) in stato *forwarding* e le altre porte in stato di *blocking* (non inoltrano pacchetti)



# Spanning Tree Protocol

---

## □ Elezione del Root Bridge e della Root Port

- All'accensione ogni switch emette BPDU su tutte le porte considerandosi Root Bridge
- Se uno switch riceve BPDU con Root ID maggiore del proprio Bridge ID allora continua ad emettere le proprie BPDU considerandosi Root Bridge
- Se uno switch riceve da una porta BPDU con Root ID minore del proprio Bridge ID allora interrompe la trasmissione delle proprie BPDU e manda in flooding la BPDU ricevuta su tutte le altre porte aggiornandone il contenuto. In questo caso il Root Bridge è un altro switch e la porta di ricezione della BPDU diventa Root Port.

# Spanning Tree Protocol

## □ Selezione della Root Port

- Nel caso si ricevano più BPDU da più porte con lo stesso valore di Root ID (significa che ci sono più percorsi per raggiungere il Root Bridge), allora la Root Port viene scelta secondo questo criterio
  - Si aggiornano i *root path cost* delle BPDU ricevute con il costo della porta di ricezione e si seleziona la BPDU con *root path cost* minore
  - Se 2 BPDU hanno lo stesso *root path cost*, si sceglie quella proveniente dal minor Bridge ID
  - Nel caso di uguaglianza dei valori sopra si sceglie quella con *Port Identifier* minore
- Un bridge che riceve una BPDU prima di ritrasmetterla, deve aggiornarne i campi:
  - Somma il valore *path cost* associato alla porta di ricezione (lo standard raccomanda  $20 \cdot 10^9 / \text{velocità in kbit/s}$ ) al valore contenuto nel campo *root path cost* del pacchetto (se proviene direttamente dal root bridge il costo iniziale è 0)
  - Inserisce il proprio *Bridge ID* nell'opportuno campo
  - Inserisce il *Port ID* su cui sta ritrasmettendo la BPDU

# Spanning Tree Protocol

---

## □ Selezione della Designated Port

- Ogni bridge ritrasmette le BPDU ricevute dalla Root Port su tutte le altre porte. Su tali porte possono avvenire delle ricezioni di altre BPDU:
  - Se una BPDU ricevuta da una porta non root ha priorità più bassa di quella trasmessa (in questo caso il confronto avviene non aggiornando il campo relativo al costo di ricezione) allora la porta viene selezionata come *designated*.
  - Se una BPDU ricevuta da una porta non root ha priorità più alta di quella trasmessa (in questo caso il confronto avviene non aggiornando il campo relativo al costo di ricezione) allora la porta viene selezionata come *blocked*.
  - Le porte che non ricevono pacchetti BPDU vengono selezionate come *designated*

# Esercizio 2

---

- Costruire con Packet Tracer il modello della rete riportata nella slide successiva
- Utilizzare gli Hub-PT e gli Switch-PT-Empty aggiungendo il numero appropriato di porte
- Una volta costruita la rete e definiti i parametri, il tool dopo una fase di transitorio (led lampeggianti) fornirà la soluzione dell'algoritmo STP (in RealTime Mode)
- In arancione le porte in stato Blocked, in verde le porte in stato Designated.  
Domanda: qual è il ROOT BRIDGE?

# Esercizio 2

