

Relazione del progetto di Programmazione di Reti

Traccia 1: Configurazione di una Rete con VLAN e Routing Inter-VLAN

Leonardo Grimaldi

5 dicembre 2024

Indice

1	Consegna	2
1.1	Descrizione	2
1.2	Obiettivi	2
1.3	Consegne richieste	2
2	Progettazione	3
2.1	Pianificazione	4
2.1.1	Indirizzi IP delle interfacce per i dispositivi nella rete .	4
2.1.2	VLAN da creare sugli Switch	5
2.1.3	ACL per la separazione traffico interVLAN	5
3	Configurazione	7
3.1	Switch	7
3.1.1	Creazione VLAN	8
3.1.2	Assegnazione porte alle VLAN	9
3.1.3	Assegnazione porta trunk	10
3.2	PC	10
3.2.1	Test di comunicazione tra PC1 e PC2	12
3.3	Router	14
3.3.1	Configurazione trunk porta interna (Gig0/0)	14
3.3.2	Abilitare la comunicazione tra Router0 e Router1 . . .	15
3.3.3	Assegnare le rotte statiche per abilitare la punto-punto	16
3.3.4	Creazione delle ACL sui Router	16
3.3.5	Assegnazione Access list	16
4	Testing	17
5	Riferimenti	21

Capitolo 1

Consegna

1.1 Descrizione

Gli studenti dovranno progettare e configurare una rete che include due LAN separate in due VLAN su Cisco Packet Tracer, utilizzando switch e router virtuali. La configurazione richiederà il routing inter-VLAN per permettere la comunicazione tra le VLAN.

1.2 Obiettivi

Configurare VLAN, routing inter-VLAN, e verificare la connettività tra dispositivi su VLAN diverse.

1.3 Consegne richieste

Documentazione della configurazione, spiegazione dei comandi utilizzati e cattura del traffico di rete per dimostrare la comunicazione tra le VLAN.

Capitolo 2

Progettazione

I due campus dell'Università di Bologna, il Campus di Cesena e il Campus di Bologna sono costituiti da due dipartimenti: IT (Information Technology) e di ricerca. Essi possiedono due edge router che possono scambiarsi informazioni per mezzo di una WAN (Wide Area Network), semplificata con un collegamento diretto. Il traffico dei dipartimenti all'interno del singolo Campus vuole essere separato, mentre si vuole consentire la comunicazione inter-dipartimentale tra i due Campus. La topologia di rete è proposta nella figura 2.1.

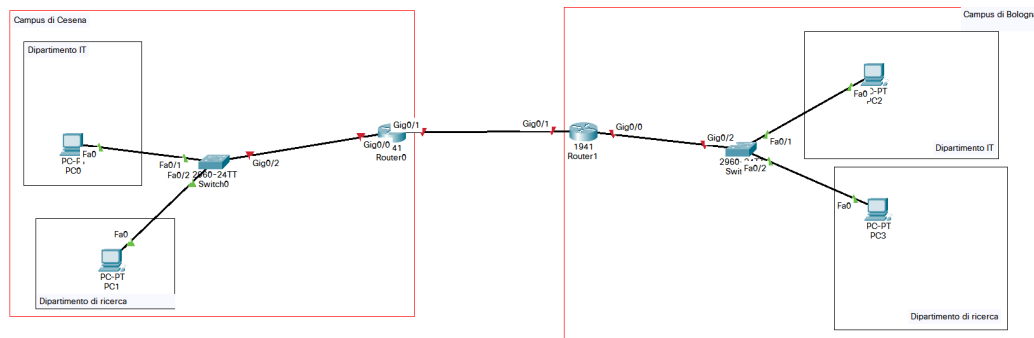


Figura 2.1: Topologia di rete dei dipartimenti di IT e ricerca tra il Campus di Cesena e Bologna. I triangolini rossi sui collegamenti indicano che il link è offline.

Per capire il comportamento desiderato della rete in figura 2.1 si prenda per esempio il dipartimento IT di Cesena: esso non potrà comunicare con il dipartimento di ricerca né di Cesena né di Bologna, ma potrà comunicare con il dipartimento IT di Bologna.

2.1 Pianificazione

Di seguito sono riportate le tabelle da usare come riferimento durante la configurazione su Cisco Packet Tracer.

2.1.1 Indirizzi IP delle interfacce per i dispositivi nella rete

Per prima cosa occorre stabilire gli indirizzi IP e a quali interfacce assegnarli.

Dispositivo	Interfaccia	Indirizzo IP	Subnet	Gateway
Router0	Gig0/0.10	10.0.1.1	255.255.255.0	10.0.1.1
Router0	Gig0/0.20	10.0.2.1	255.255.255.0	10.0.2.1
Router0	Gig0/1	22.0.0.1	255.255.255.252	N/A
Switch0	Fa0/1	10.0.1.2	255.255.255.0	10.0.1.1
Switch0	Fa0/2	10.0.2.2	255.255.255.0	10.0.2.1
PC0	Fa0	10.0.1.2	255.255.255.0	10.0.1.1
PC1	Fa0	10.0.2.2	255.255.255.0	10.0.2.1

Tabella 2.1: Configurazione rete Campus di Cesena

Dispositivo	Interfaccia	Indirizzo IP	Subnet	Gateway
Router1	Gig0/0.30	13.0.3.1	255.255.255.0	13.0.3.1
Router1	Gig0/0.40	13.0.4.1	255.255.255.0	13.0.4.1
Router1	Gig0/1	22.0.0.2	255.255.255.252	N/A
Switch1	Fa0/1	13.0.3.2	255.255.255.0	13.0.3.1
Switch1	Fa0/2	13.0.4.2	255.255.255.0	13.0.4.1
PC3	Fa0	13.0.3.2	255.255.255.0	13.0.3.1
PC4	Fa0	13.0.4.2	255.255.255.0	13.0.4.1

Tabella 2.2: Configurazione rete Campus di Bologna

2.1.2 VLAN da creare sugli Switch

Dispositivo	Campus	Dipartimento	VLAN	Nome VLAN
PC1	Cesena	IT	10	IT_Cesena
PC2	Cesena	Ricerca	20	Ricerca_Cesena
PC3	Bologna	IT	30	IT_Bologna
PC4	Bologna	Ricerca	40	Ricerca_Bologna

Tabella 2.3: Ripartizione delle VLAN

2.1.3 ACL per la separazione traffico interVLAN

Per impedire a due dipartimenti differenti di scambiarsi dati è necessario creare le ACL elencate di seguito sui router.

Numero ACL	permit/deny	Source	Wildcard	Destination	Wildcard
103	permit	13.0.3.0	0.0.0.255	10.0.1.0	0.0.0.255
104	permit	13.0.4.0	0.0.0.255	10.0.2.0	0.0.0.255

Tabella 2.4: Access list (ACL) da creare sul Router0 per separare il traffico che arriva dal campus di Bologna

Numero ACL	permit/deny	Source	Wildcard	Destination	Wildcard
101	permit	10.0.1.0	0.0.0.255	13.0.3.0	0.0.0.255
102	permit	10.0.2.0	0.0.0.255	13.0.4.0	0.0.0.255

Tabella 2.5: Access list (ACL) da creare sul Router1 per separare il traffico che arriva dal campus di Cesena

Dispositivo	Interfaccia	Numero ACL	in/out
Router0	Gig0/0.10	103	out
Router0	Gig0/0.20	104	out
Router1	Gig0/0.30	101	out
Router1	Gig0/0.40	102	out

Tabella 2.6: Assegnazione ACL alle interfacce

Una domanda importante da chiedersi è se bisogna utilizzare la keyword *in* oppure *out*. Un modo facile per capire quale regola utilizzare è descritta nel paragrafo riportato di seguito, preso da questo post su reddit: *Stand up. You are the router. Your left arm and right arm are different networks. Inbound means traffic entering your arm and outbound means traffic leaving out your arm.*

Capitolo 3

Configurazione

Si assume che tutti i dispositivi siano accesi e le configurazioni siano effettuate tramite il terminale del dispositivo scelto. Nel caso dei Personal Computer verrà utilizzata l'interfaccia grafica di Cisco Packet Tracer, pur sapendo che nel mondo reale i computer hanno un sistema operativo e le proprie modalità di configurazione.

Si nota inoltre che ogni comando Cisco si può abbreviare e nelle successive schermate `configure terminal`, come altri comandi, potrebbe diventare `conf t`. Qualora il lettore non conoscesse la keyword completa del comando, si raccomanda di scrivere il comando abbreviato e premere il tasto **Tab** per mostrare la forma completa. In ogni caso, si può sempre far riferimento al manuale utilizzando il comando `?`, oppure consultare un cheat sheet online. È altresì importante ricordare che i comandi dei dispositivi Cisco fisici non coincidono necessariamente con quelli di Cisco Packet Tracer. Sarà cura del lettore documentarsi e trovare il comando corrispondente.

3.1 Switch

Inizialmente si configura lo switch della rete interna. In questa sezione verrà usato come esempio lo **Switch0**, ma il procedimento sarà analogo anche per lo **Switch1** nella rete di Bologna, facendo riferimento alla tabella 2.3 per le VLAN da assegnare. Il primo step di configurazione del dispositivo è assegnargli il nome giusto. Si entra in modalità privilegiata con il comando `enable` e nella configurazione del terminale (accessibile solo dalla modalità privilegiata) con `configure terminal`.

```
Switch>
Switch>enable
Switch#config terminal
```


Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.

```
Switch(config)#hostname Switch0
```

```
Switch0#
```

Il comando `hostname <nome>` ha consentito di assegnare un nuovo nome allo switch.

Terminiamo questo primo passaggio di configurazione salvando i cambiamenti.

```
Switch0(config)#exit
```

```
Switch0#
```

```
%SYS-5-CONFIG_I: Configured from console by console
```

```
Switch0#copy ru st
```

```
Destination filename [startup-config]?
```

```
Building configuration...
```

```
[OK]
```

```
Switch0#
```

Come procedura operativa standard, ci assicureremo sempre di salvare la configurazione dopo ogni cambiamento importante.

3.1.1 Creazione VLAN

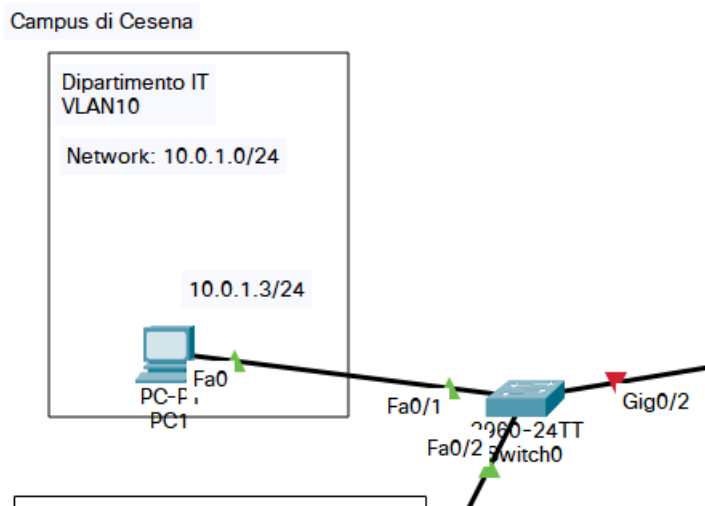


Figura 3.1: Switch interno della rete del campus di Cesena

```
Switch0(config)#vlan 10
```

```
Switch0(config-vlan)#
```

```
%LINK-5-CHANGED: Interface Vlan10, changed state to up
```

```
Switch0(config-vlan)#name IT_Cesena
Switch0(config-vlan)#vlan 20
Switch0(config-vlan)#name Ricerca_Cesena
Switch0(config-vlan)#
```

Abbiamo creato la VLAN 10 e la VLAN 20 e assegnatoli il nome secondo la tabella 2.3 In modalità privilegiata possiamo vedere che sono state aggiunte.

```
Switch0# show vlan brief
```

VLAN	Name	Status	Ports
1	default	active	Fa0/1, Fa0/2, Fa0/3, Fa0/4 Fa0/5, Fa0/6, Fa0/7, Fa0/8 Fa0/9, Fa0/10, Fa0/11, Fa0/12 Fa0/13, Fa0/14, Fa0/15, Fa0/16 Fa0/17, Fa0/18, Fa0/19, Fa0/20 Fa0/21, Fa0/22, Fa0/23, Fa0/24 Gig0/1, Gig0/2
10	IT_Cesena	active	
20	Ricerca_Cesena	active	
1002	fddi-default	active	
1003	token-ring-default	active	
1004	fddinet-default	active	
1005	trnet-default	active	

```
Switch0# copy ru st
```

3.1.2 Assegnazione porte alle VLAN

Per le interfacce collegate ai singoli dipartimenti sarà necessario usare la modalità **access** per dire allo switch che su quel link scorre esclusivamente traffico di una singola VLAN. Inoltre, si dovrà assegnare l'interfaccia alla VLAN adeguata.

```
Switch0(config)#int vlan 10
Switch0(config-if)#ip addr 10.0.1.2 255.255.255.0
Switch0(config)#int Fa0/1
Switch0(config-if)#switchport mode access
Switch0(config-if)#switchport access vlan 10
Switch0(config-if)#
```

```
%LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface Vlan10, changed  
↔ state to up  
Switch0(config-if)#
```

In questo modo è stata completata la parte del dipartimento IT. Analogamente, si eseguono gli stessi passi per l'interfaccia legata al dipartimento di ricerca.

3.1.3 Assegnazione porta trunk

Il traffico delle due VLAN dovrà attraversare canale fisico comune collegato alla interfaccia Gig0/2. Per questo, dovremo porre una regola sull'utilizzo di quella interfaccia e dire allo Switch che essa viene attraversata da molteplici VLAN (nel nostro caso due). Questo tipo di regola si chiama **trunking** e basterà un semplice comando per attivarla.

```
Switch0(config)#int Gig0/2  
Switch0(config-if)#switchport mode trunk  
Switch0(config-if)#exit  
Switch0(config)#exit  
Switch0# copy ru st
```

3.2 PC

Questa parte di configurazione è la più breve e semplice; basta assegnare i giusti indirizzi IP, gateway e subnet mask ai computer facendo riferimento alla tabella 2.1 per la rete di Cesena e 2.2 per la rete di Bologna. Come accennato a inizio capitolo, verrà usata la interfaccia grafica di Cisco, ma nel mondo reale i PC avranno un loro sistema operativo dal quale si potrà assegnare l'IP, o ancora meglio, nella rete vi sarà un server DHCP che automatizza il processo. Di seguito è riportato un estratto della configurazione statica del PC1 nella rete di Cesena.

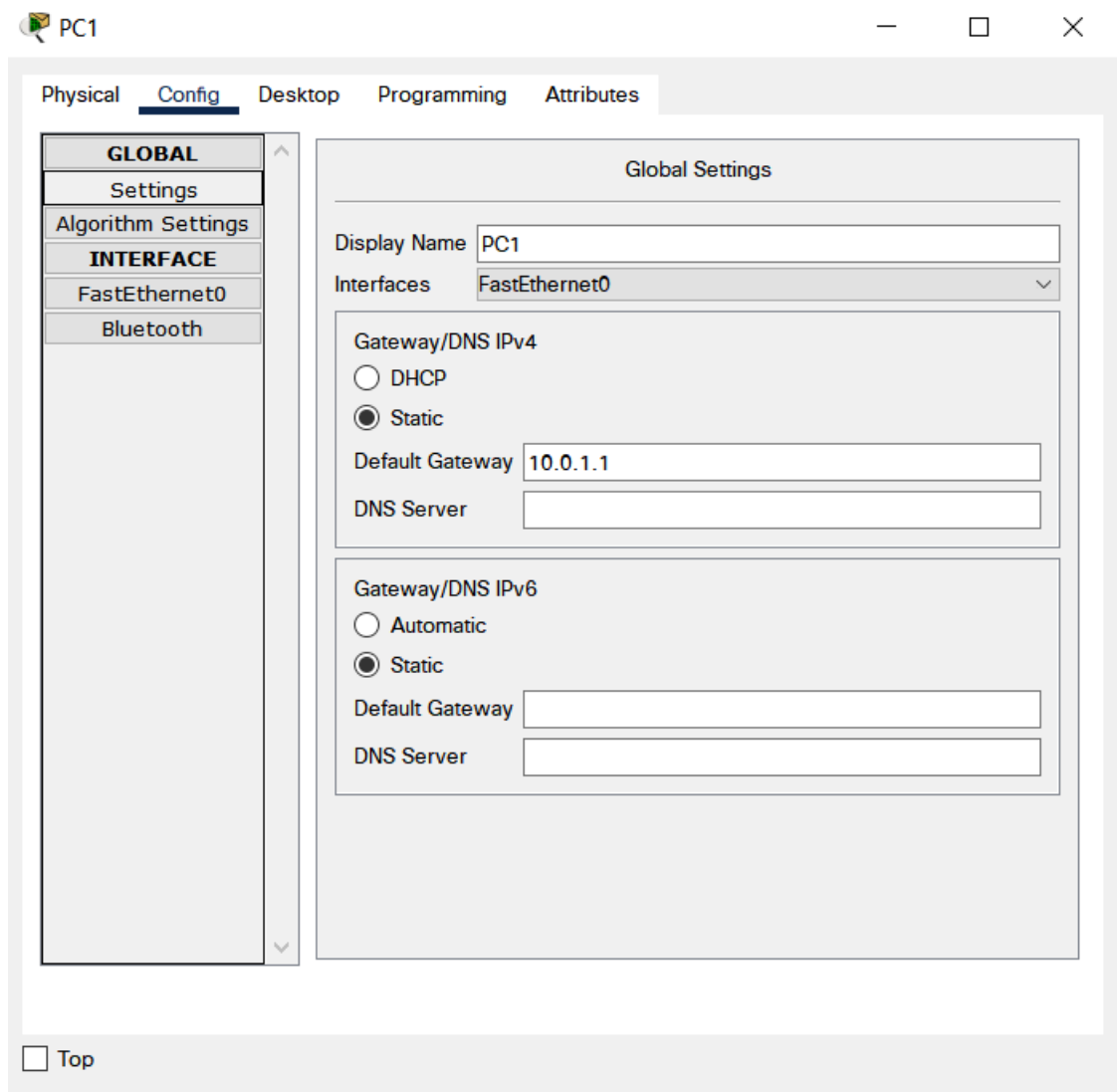


Figura 3.2: Configurazione gateway PC1

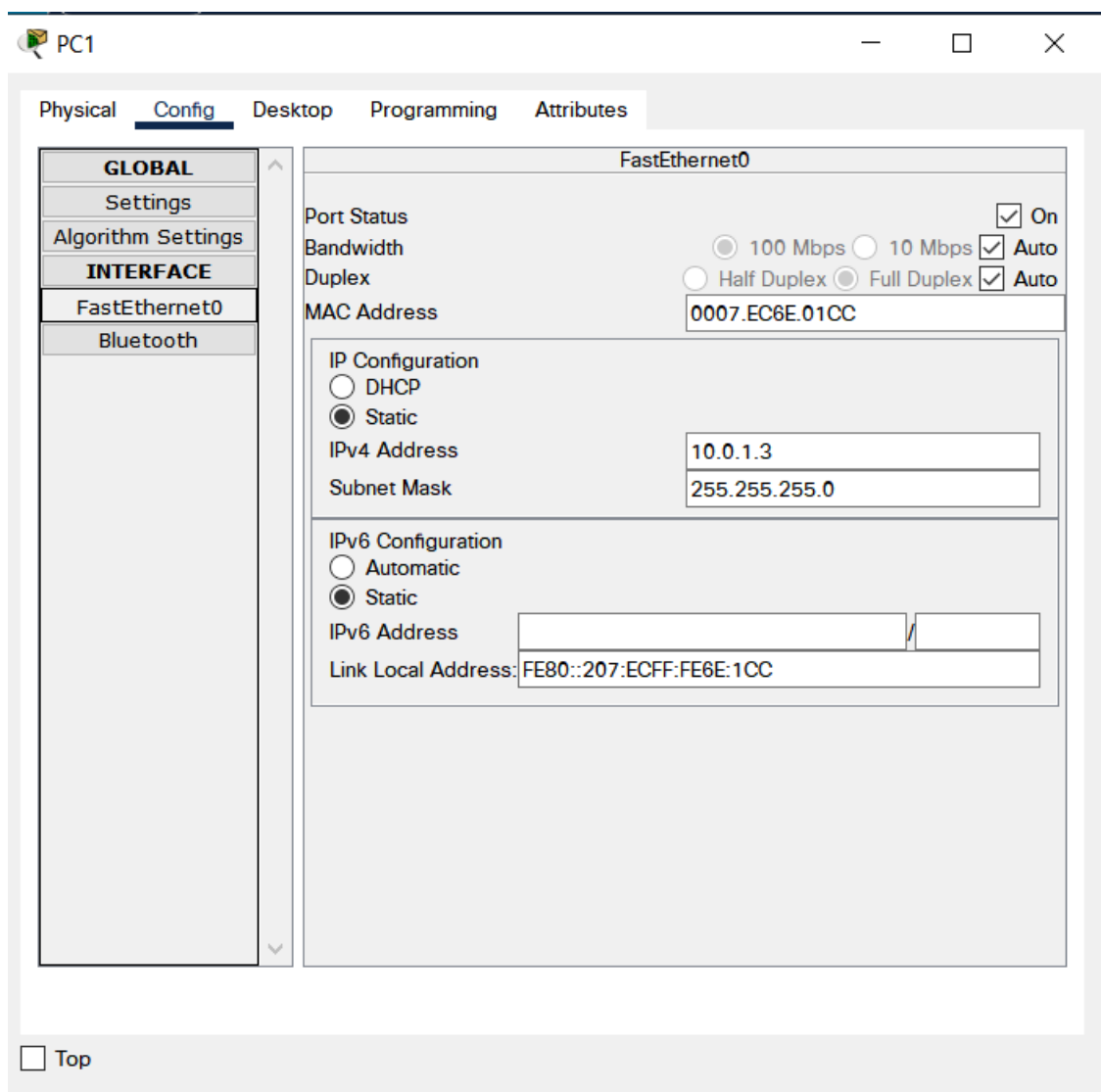


Figura 3.3: Configurazione IP PC1

3.2.1 Test di comunicazione tra PC1 e PC2

Una prova più profonda sarà eseguita nel capitolo Testing, ma per configurare una rete grossa è molto importante proseguire incrementalmente ed eseguire vari test per assicurarsi che il lavoro fatto finora sia funzionante. In questa sezione si esegue la verifica tra PC1 e PC2, ma è consigliabile farla anche su PC3 e PC4 (o tutti i dispositivi finora configurati). Proseguendo, ci si aspetta che la comunicazione tra la VLAN 10 e VLAN 20 non sia possibile per due motivi:

1. I due dipartimenti sono su reti diverse
2. Le due reti appartengono a VLAN differenti, che non hanno un routing inter-VLAN

Ovviamente questo sarebbe il comportamento corretto rispetto alle specifiche del capitolo Progettazione, dato che i due dipartimenti differenti non possono comunicare. Per eseguire il test si apre il terminale del PC1 e si esegue un ping verso l'IP 10.0.2.3

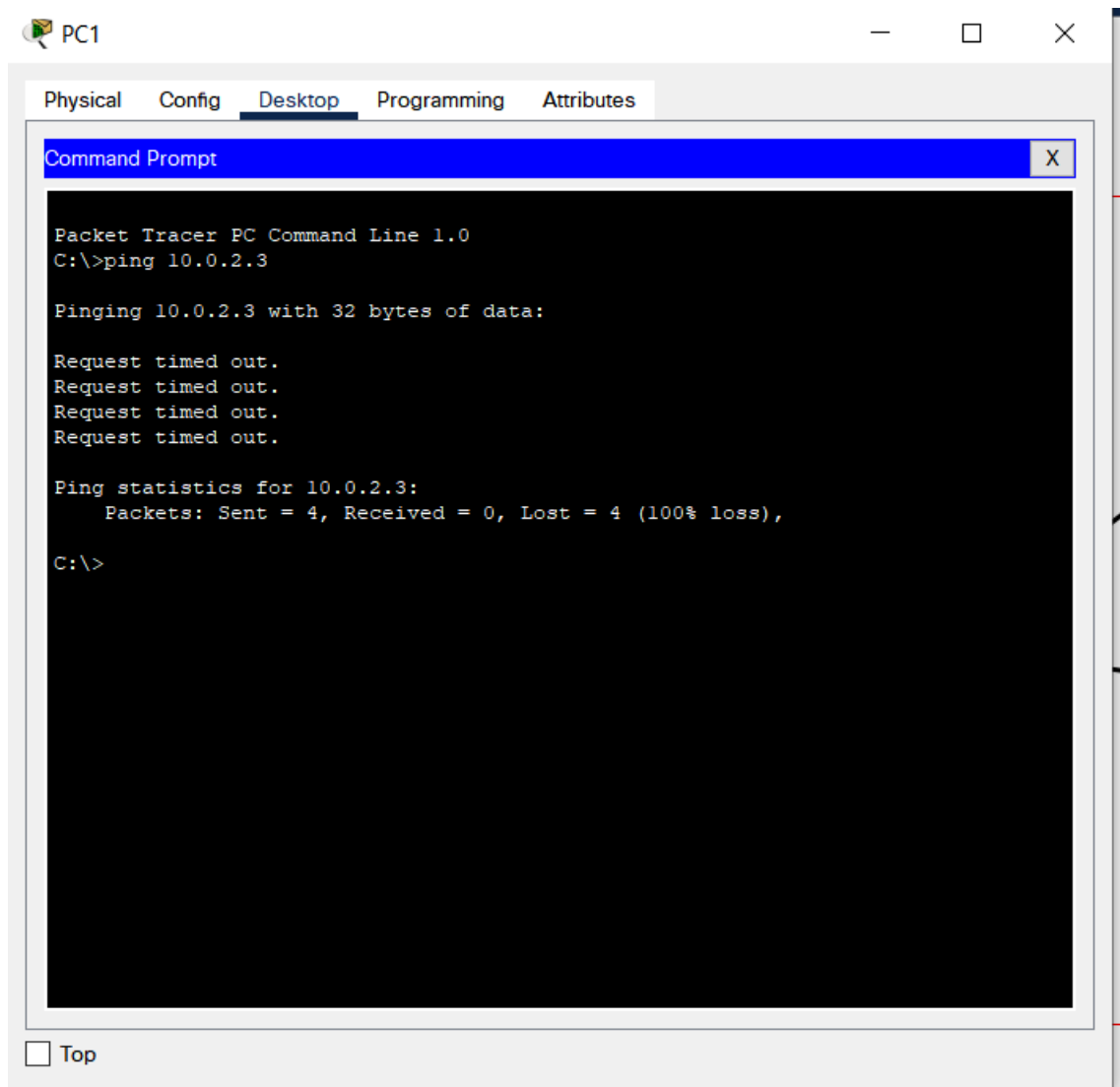


Figura 3.4: Esecuzione ping 10.0.2.3 sul PC1 con conseguente fallimento

Come si può vedere dalla figura 3.4 il ping non è andato a buon fine.

3.3 Router

La parte finale e più complessa prevede la configurazione dei due edge router delle nostre reti. Prima di tutto, si dovranno configurare le interfacce interne (quelle collegate allo switch), in modo da consentire i pacchetti dei PC di passare attraverso il trunk:

$$switch \longleftrightarrow router$$

Successivamente, si configureranno le interfacce esterne dei Router0 e Router1 per poter farli comunicare. Solo quando questi processi risulteranno andati a buon fine si potrà configurare la comunicazione tra i dipartimenti intra-campus.

3.3.1 Configurazione trunk porta interna (Gig0/0)

Sull'interfaccia Gig0/0 del Router0 passa il traffico VLAN10 e VLAN20 ed è quindi necessario creare delle sottointerfacce virtuali che gestiscano questo traffico. In partenza si accende l'interfaccia Gig0/0 con `no shut` e poi si configurano le *sub interfaces* Gig0/0.10 e Gig0/0.20 (come da tabella 2.1). Si usa il comando `encapsulation dot1q numero_vlan` per dire al router di usare il tagging VLAN e abilitare il routing delle VLAN.

```
Router0(config)#int Gig0/0
Router0(config-if)#no shut
```

```
Router0(config-if)#
%LINK-5-CHANGED: Interface GigabitEthernet0/0, changed state to
↪ up
```

```
%LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface
↪ GigabitEthernet0/0, changed state to up
```

```
Router0(config-if)#int Gig0/0.10
Router0(config-subif)#
%LINK-5-CHANGED: Interface GigabitEthernet0/0.10, changed state
↪ to up
```

```
%LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface
↪ GigabitEthernet0/0.10, changed state to up
```

```
Router0(config-subif)#encapsulation dot1q 10
```

```

Router0(config-subif)#ip add 10.0.1.1 255.255.255.0
Router0(config-subif)#no shut
Router0(config-subif)#int Gig0/0.20
Router0(config-subif)#
%LINK-5-CHANGED: Interface GigabitEthernet0/0.20, changed state
↪ to up

```

```

%LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface
↪ GigabitEthernet0/0.20, changed state to up
ip add 10.0.2.1 255.255.255.0

```

```

% Configuring IP routing on a LAN subinterface is only allowed
↪ if that
subinterface is already configured as part of an IEEE 802.1Q,
↪ IEEE 802.1Q,
or ISL vLAN.

```

```

Router0(config-subif)#encapsulation dot1q 20
Router0(config-subif)#ip add 10.0.2.1 255.255.255.0
Router0(config-subif)#no shut
Router0(config-subif)#

```

Ora i due computer possono raggiungere il router, ma abbiamo creato un nuovo problema: **le due VLAN interne riescono a parlarsi**. Questo problema verrà risolto nella sezione 3.3.4 e 3.3.5 con l'utilizzo delle Access List sui router.

3.3.2 Abilitare la comunicazione tra Router0 e Router1

Questa parte è molto semplice: basta seguire la tabella 2.1 e 2.2 per assegnare gli ip alle interfacce. Di seguito la configurazione del Router0:

```

Router0(config)#int Gig0/1
Router0(config-if)#ip addr 22.0.0.1 255.255.255.252
Router0(config-if)#no shut

```

Successivamente, la configurazione del Router1:

```

Router1(config)#int Gig0/1
Router1(config-if)#ip addr 22.0.0.2 255.255.255.252
Router1(config-if)#no shut

```


3.3.3 Assegnare le rotte statiche per abilitare la punto-punto

```
Router0(config)#ip route 13.0.3.0 255.255.255.0 22.0.0.2
Router0(config)#ip route 13.0.4.0 255.255.255.0 22.0.0.2
```

```
Router1(config)#ip route 10.0.1.0 255.255.255.0 22.0.0.1
Router1(config)#ip route 10.0.2.0 255.255.255.0 22.0.0.1
```

3.3.4 Creazione delle ACL sui Router

```
Router0(config)#access-list 103 permit ip 13.0.3.0 0.0.0.255
↪ 10.0.1.0 0.0.0.255
Router0(config)#access-list 104 permit ip 13.0.4.0 0.0.0.255
↪ 10.0.2.0 0.0.0.255
```

```
Router1(config)#access-list 101 permit ip 10.0.1.0 0.0.0.255
↪ 13.0.3.0 0.0.0.255
Router1(config)#access-list 102 permit ip 10.0.2.0 0.0.0.255
↪ 13.0.4.0 0.0.0.255
```

3.3.5 Assegnazione Access list

```
Router0(config)#int Gig0/0.10
Router0(config-subif)#ip access-group 103 out
Router0(config-subif)#exit
Router0(config)#int Gig0/0.20
Router0(config-subif)#no ip access-group 104 in
Router0(config-subif)#ip access-group 104 out
```

```
Router1(config)#int Gig0/0.30
Router1(config-subif)#ip access-group 101 out
Router1(config-subif)#exit
Router1(config)#int Gig0/0.40
Router1(config-subif)#ip access-group 102 out
```

Capitolo 4

Testing

Ora che la rete è stata completata occorre eseguire una fase di testing per accertarne il suo corretto funzionamento. Il testing verrà fatto con i ping; è importante ricordare però che le prime volte potrebbero fallire per via dell'aggiornamento delle tabelle ARP (Address Resolution Protocol). In alcuni casi sarà necessario eseguire più volte il ping per verificare che il link funzioni oppure no.

Di seguito sono riportate alcune immagini dei ping eseguiti.

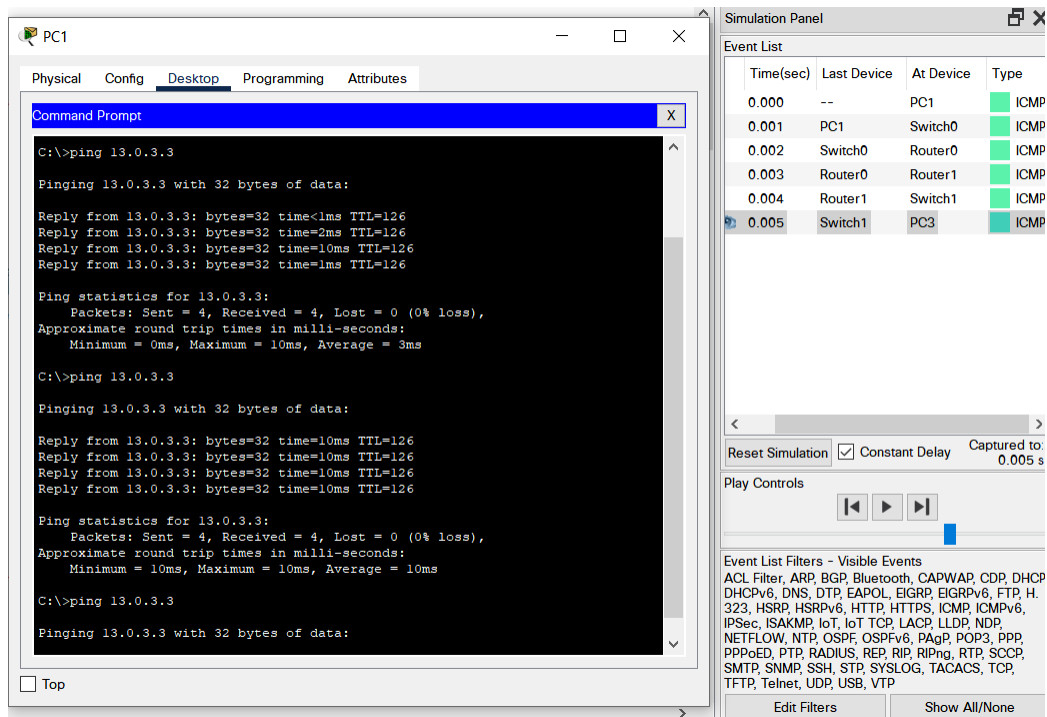


Figura 4.1: Ping dal PC1 verso PC3 con il percorso nel pannello a destra

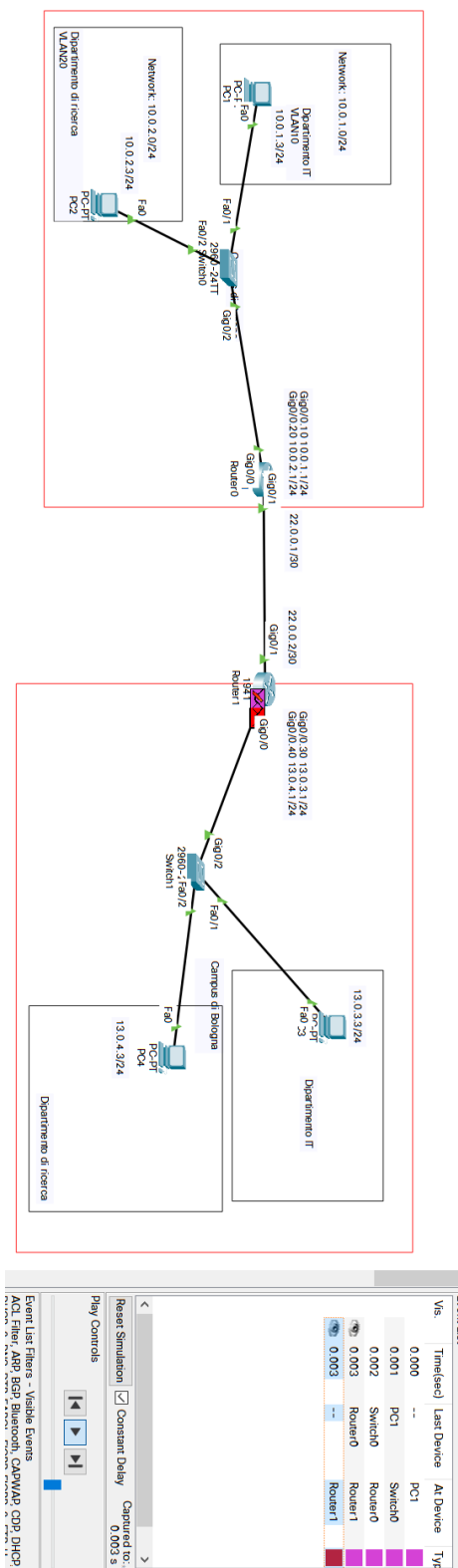


Figura 4.2: Ping dal PC1 (Dipartimento IT) verso PC4 (Dipartimento Ricerca)

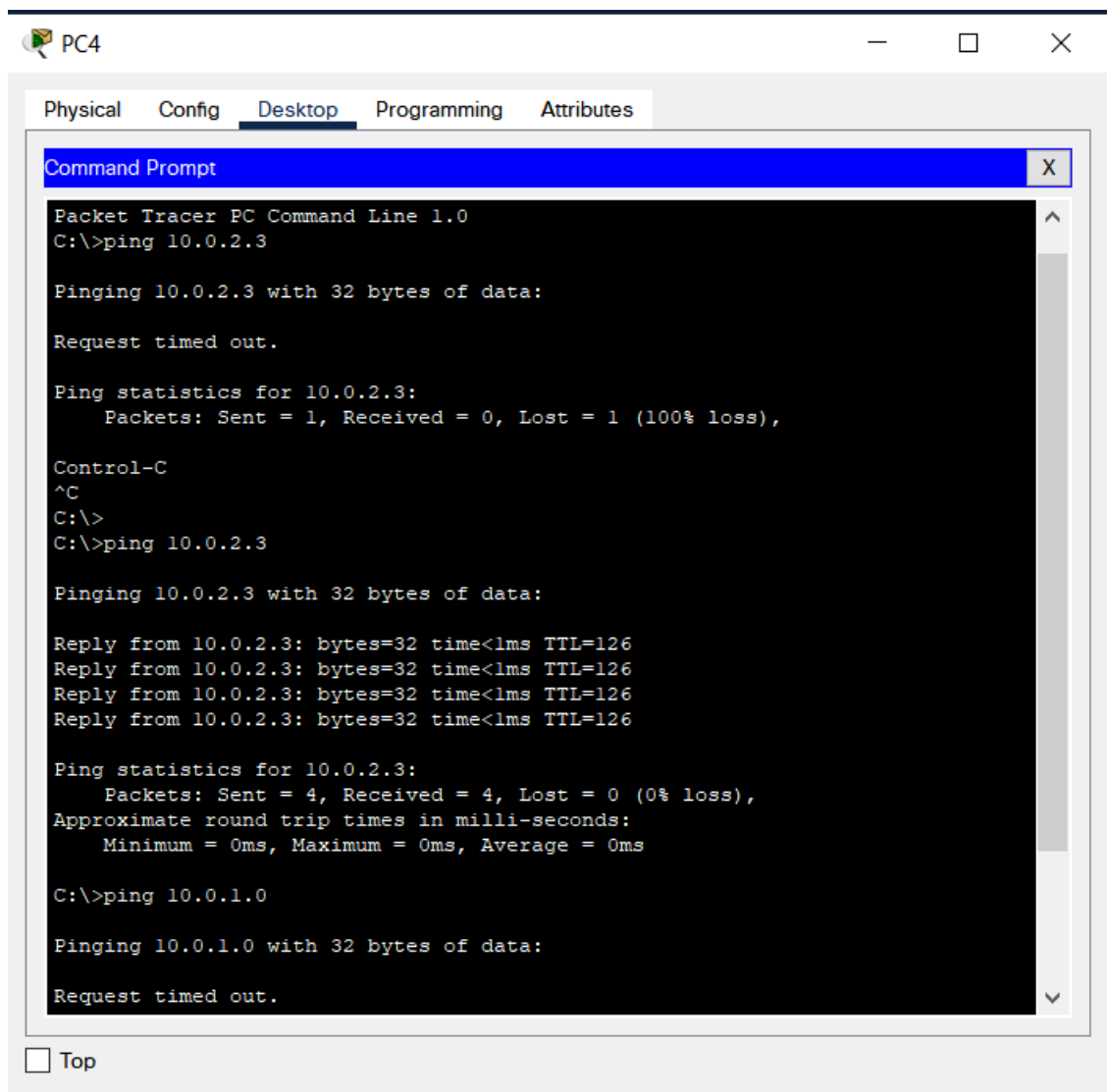


Figura 4.3: Ping dal PC4 verso PC1 e successivamente PC2. È possibile notare come al primo tentativo fallisca per colpa dell'ARP e in seguito ha successo. Il ping verso PC2 non dà riscontro

Capitolo 5

Riferimenti

- <https://computernetworking747640215.wordpress.com/2018/07/05/vlan-configuration-on-a-cisco-switch-in-packet-tracer/>
- https://networklessons.com/switching/intervlan-routing#SVI_Switch_Virtual_Interface
- <https://www.practicalnetworking.net/stand-alone/routing-between-vlans/>
- https://www.cisco.com/c/it_it/support/docs/ip/access-lists/26448-ACLsamples.html#toc-hId--1588884728