



ALMA MATER STUDIORUM  
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA  
CAMPUS DI CESENA

# Laboratorio di RETI di TELECOMUNICAZIONE

**Andrea Piroddi**

Dipartimento di Informatica Scienze e Ingegneria

# AUTONOMOUS SYSTEMS



## Cenni su Autonomous Systems

In ambito di reti e, in particolare, nel routing, un

- **Autonomous System (AS)** rappresenta una raccolta di dispositivi di rete (router, switch, ecc.) che sono sotto il controllo di una singola organizzazione o amministrazione e che condividono una politica comune di instradamento o routing.
- Un AS è identificato da un numero unico, l'**Autonomous System Number (ASN)**, assegnato da enti di registrazione come l'IANA (Internet Assigned Numbers Authority) o i Regional Internet Registries (RIR) come RIPE, ARIN, APNIC, ecc.



## Caratteristiche degli Autonomous Systems

- **Unità amministrativa:** Ogni AS è gestito da una singola entità, come un provider di servizi Internet (ISP), una grande azienda o un'università.
- **Politiche di routing condivise:** I router all'interno di un AS utilizzano la stessa politica di routing per determinare come instradare il traffico.
- **Numero unico:** Ogni AS ha un ASN che lo identifica univocamente su Internet, rendendolo riconoscibile per gli altri AS.



# Routing tra e all'interno degli Autonomous Systems

Gli AS si suddividono in:

- **Intra-AS Routing:** Questo è il routing che avviene **all'interno di un AS**. Le organizzazioni utilizzano protocolli di routing interni (IGP - Interior Gateway Protocol) come **OSPF (Open Shortest Path First)** o **EIGRP (Enhanced Interior Gateway Routing Protocol)** per il routing tra i router interni.
- **Inter-AS Routing:** Questo è il routing che avviene **tra diversi AS** su Internet. In questo caso si utilizza un protocollo di routing esterno (EGP - Exterior Gateway Protocol) come **BGP (Border Gateway Protocol)** per gestire le rotte tra AS diversi.



## Scopo degli Autonomous Systems

Gli AS sono fondamentali per la struttura di Internet perché suddividono la rete globale in domini indipendenti, facilitando la gestione e il controllo del traffico dati.

Ogni AS può scegliere di instradare il traffico verso altri AS seguendo determinate politiche, permettendo:

- **Ottimizzazione del traffico:** Gli AS possono gestire il traffico in base alle proprie necessità e risorse.
- **Scalabilità di Internet:** Organizzando la rete in AS, è possibile gestire meglio le informazioni di routing, riducendo il carico sui router.



## AUTONOMOUS SYSTEMS

In sintesi, un Autonomous System è una sorta di "zona autonoma" nella rete globale di Internet, con le sue regole di instradamento che vengono applicate internamente e che interagisce con altri AS tramite BGP per gestire il flusso dei dati su larga scala.



# OSPF





# OSPF – Cenni di Teoria

## Cos'è OSPF?

OSPF (**Open Shortest Path First**) è un protocollo di routing **dinamico** basato su un algoritmo di **link-state** che trova il percorso più breve per il traffico all'interno di una rete IP. È stato progettato per essere utilizzato all'interno di sistemi autonomi (AS) come un'organizzazione o una rete aziendale, ed è standardizzato da IETF (Internet Engineering Task Force). OSPF è ampiamente utilizzato nei grandi ambienti di rete perché è efficiente, veloce e supporta reti di grandi dimensioni.

## Come funziona OSPF?

OSPF costruisce e mantiene una **mappa topologica** della rete, consentendo a ciascun router di avere una visione completa dell'infrastruttura. I router OSPF scambiano informazioni sulle proprie interfacce e sui collegamenti con i router vicini, calcolando quindi il percorso più breve utilizzando l'**algoritmo di Dijkstra**.



# OSPF – Cenni di Teoria

## Fasi operative di OSPF

### 1. Rilevamento del vicinato:

- I router OSPF scoprono i loro vicini (altri router collegati alla stessa rete) scambiando messaggi chiamati **Hello packets**. Se due router rispondono agli Hello packets, diventano **vicini OSPF**.

### 2. Formazione delle adiacenze:

- In alcuni casi, i router formano una relazione più stretta chiamata **adiacenza**. Questo accade in reti punto-punto o in reti broadcast dove viene eletto un **Designated Router (DR)** e un **Backup Designated Router (BDR)** per limitare il numero di scambi di informazioni.

### 3. Scambio delle informazioni di stato dei collegamenti (Link-State Advertisements, LSA):

- I router inviano LSAs ai propri vicini, descrivendo lo stato delle loro interfacce e dei collegamenti ad altri router. I pacchetti LSAs contengono informazioni cruciali come:
  - Identificatori dei router.
  - Indirizzi IP delle interfacce.
  - Costo dei collegamenti.
- Questo scambio avviene solo tra router che hanno stabilito un'adiacenza.



# OSPF – Cenni di Teoria

## 4. Costruzione della topologia:

- Ogni router riceve le LSAs dai suoi vicini e costruisce una **Link-State Database (LSDB)** che contiene una visione dettagliata di tutta la rete. Tutti i router in un'area OSPF condividono la stessa LSDB.

## 5. Calcolo del percorso migliore:

- Utilizzando l'algoritmo di Dijkstra, ogni router costruisce un albero del percorso più breve per determinare il miglior percorso verso ogni destinazione nella rete. Il costo totale del percorso viene calcolato sommando i costi delle interfacce lungo il cammino.

## 6. Popolamento della tabella di routing:

- Infine, ogni router popola la sua tabella di routing con le rotte migliori calcolate, che possono essere OSPF interne (all'interno della stessa area), OSPF esterne (da un'altra area o AS), e rotte di default se presenti.



# OSPF – Cenni di Teoria

## Caratteristiche principali di OSPF

### 1. Classless:

- OSPF supporta il **VLSM (Variable Length Subnet Mask)**, il che significa che può gestire reti con subnet mask variabili.

### 2. Coste dei collegamenti:

- Ogni interfaccia in OSPF ha un **costo** (di default basato sulla larghezza di banda). Il percorso con il costo totale più basso viene selezionato per il traffico. È possibile modificare il costo delle interfacce per manipolare il traffico.

### 3. Scalabilità:

- OSPF è suddiviso in **aree** per migliorare la scalabilità. L'**Area 0** è l'area di backbone che collega tutte le altre aree. Questo meccanismo riduce la quantità di informazioni scambiate tra i router, migliorando l'efficienza.



# OSPF – Cenni di Teoria

## 4. Ridondanza e Convergenza veloce:

- Quando si verifica un cambiamento nella rete, come il guasto di un collegamento, OSPF converge rapidamente per aggiornare le tabelle di routing. Questo lo rende ideale per reti di grandi dimensioni che necessitano di un ripristino veloce in caso di guasti.

## 5. Autenticazione:

- OSPF supporta l'autenticazione dei pacchetti per garantire che solo router autorizzati possano partecipare al processo di routing.

## 6. Supporto per reti multi-accesso:

- OSPF utilizza il concetto di **DR (Designated Router)** e **BDR (Backup Designated Router)** nelle reti broadcast come Ethernet. Ciò riduce il numero di connessioni necessarie per lo scambio di LSAs



# OSPF – Cenni di Teoria

## Tipi di LSAs

Le LSAs sono pacchetti cruciali nel funzionamento di OSPF. Alcuni tipi comuni di LSAs includono:

- **LSA di tipo 1 (Router LSA):** contiene informazioni sui collegamenti di un router.
- **LSA di tipo 2 (Network LSA):** inviato da un DR, descrive i router collegati alla stessa rete.
- **LSA di tipo 3 (Summary LSA):** rappresenta le reti tra diverse aree OSPF.
- **LSA di tipo 4 (ASBR Summary LSA):** indica la posizione dell'**AS Boundary Router (ASBR)**.
- **LSA di tipo 5 (External LSA):** distribuisce le rotte esterne all'AS (come quelle apprese da BGP).



# OSPF – Cenni di Teoria

## Vantaggi di OSPF

- **Convergenza veloce:** aggiorna rapidamente la tabella di routing in risposta a cambiamenti nella topologia.
- **Efficiente uso della banda:** OSPF invia solo aggiornamenti incrementali, non aggiornamenti completi.
- **Scalabilità:** suddividendo la rete in aree, si limita il traffico di aggiornamento e si migliora la gestione della rete.
- **Supporto per reti complesse:** OSPF è ideale per reti di grandi dimensioni con molte sottoreti



# OSPF – Cenni di Teoria

## Quando usare OSPF?

- **Reti aziendali grandi:** OSPF è ottimale per grandi reti aziendali che richiedono convergenza rapida e supporto per numerosi router.
- **Ambienti multi-vendor:** OSPF è un protocollo standard aperto e può essere implementato in reti con dispositivi di diversi produttori.
- **Reti che necessitano di suddivisione in aree:** se la tua rete è complessa, OSPF consente di ridurre il carico amministrativo separando la rete in aree.

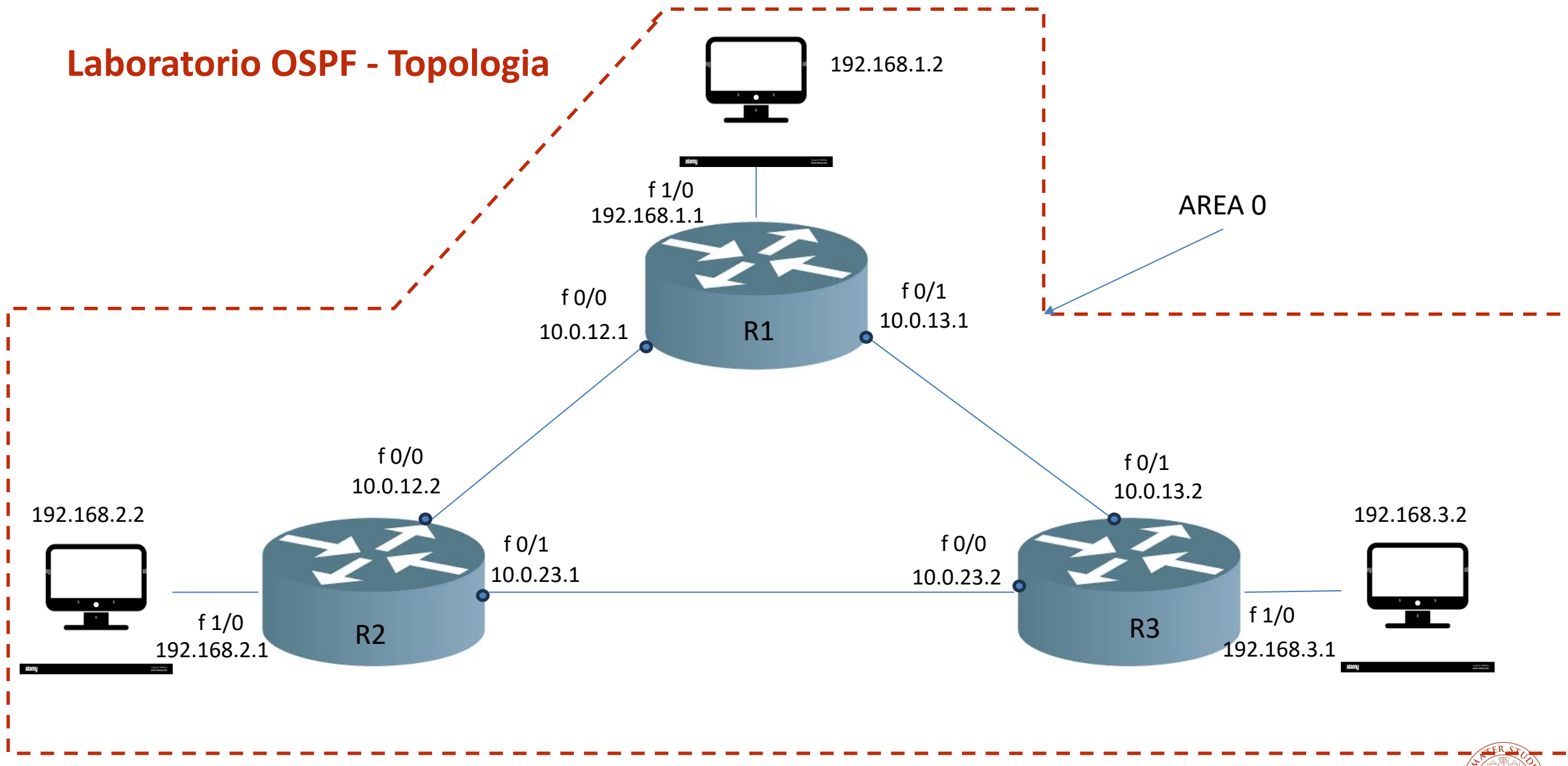




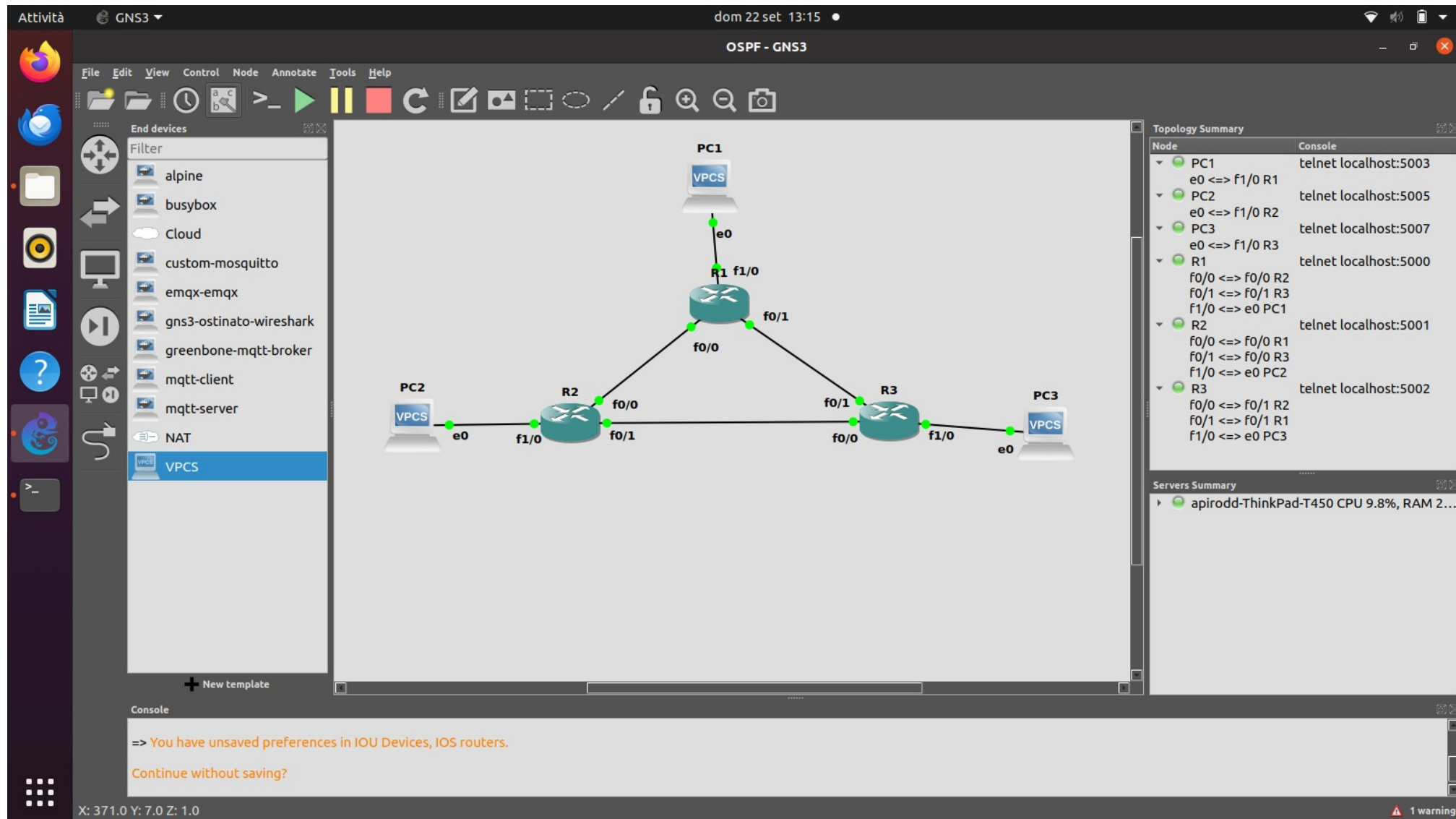
# Laboratorio OSPF



# Laboratorio OSPF - Topologia



# Laboratorio OSPF - Topologia



# Laboratorio OSPF – Configurazione Router

## Step 1: Creazione della topologia in GNS3

1. **Aprire GNS3** e create un nuovo progetto.
2. **Aggiungete tre router** al vostro workspace:
  - Andate nella toolbar dei dispositivi, selezionate i router (ad esempio Cisco c3725) e trascinateli nella workspace.
  - Rinominate i router in **R1**, **R2**, e **R3** per maggiore chiarezza.
3. **Connettete i router** tra di loro:
  - Collegate l'interfaccia **FastEthernet0/0** di R1 all'interfaccia **FastEthernet0/0** di R2.
  - Collegate l'interfaccia **FastEthernet0/1** di R2 all'interfaccia **FastEthernet0/0** di R3.
  - Collegate l'interfaccia **FastEthernet0/1** di R3 all'interfaccia **FastEthernet0/1** di R1 (creando una topologia circolare).
4. **Aggiungete VPCS (PC virtuali)** per simulare reti LAN:
  - Collegate un VPCS a ciascun router, ad esempio a **FastEthernet1/0** su ogni router.



# Laboratorio OSPF

## Step 2: Configurazione degli indirizzi IP sui router

1. Accedete alla console di ciascun router e configurate gli indirizzi IP sulle interfacce.

### Configurazione Router 1

```
R1> enable
R1# configure terminal
R1(config)# interface fastethernet 0/0
R1(config-if)# ip address 10.0.12.1 255.255.255.0
R1(config-if)# no shutdown

R1(config)# interface fastethernet 0/1
R1(config-if)# ip address 10.0.13.1 255.255.255.0
R1(config-if)# no shutdown

R1(config)# interface fastethernet 1/0
R1(config-if)# ip address 192.168.1.1 255.255.255.0
R1(config-if)# no shutdown
```

# Laboratorio OSPF – Configurazione Router

## Configurazione Router 2

```
R2> enable
R2# configure terminal
R2(config)# interface fastethernet 0/0
R2(config-if)# ip address 10.0.12.2 255.255.255.0
R2(config-if)# no shutdown

R2(config)# interface fastethernet 0/1
R2(config-if)# ip address 10.0.23.1 255.255.255.0
R2(config-if)# no shutdown

R2(config)# interface fastethernet 1/0
R2(config-if)# ip address 192.168.2.1 255.255.255.0
R2(config-if)# no shutdown
```



# Laboratorio OSPF – Configurazione Router

## Configurazione Router 3

```
R3> enable
R3# configure terminal
R3(config)# interface fastethernet 0/0
R3(config-if)# ip address 10.0.23.2 255.255.255.0
R3(config-if)# no shutdown

R3(config)# interface fastethernet 0/1
R3(config-if)# ip address 10.0.13.2 255.255.255.0
R3(config-if)# no shutdown

R3(config)# interface fastethernet 1/0
R3(config-if)# ip address 192.168.3.1 255.255.255.0
R3(config-if)# no shutdown
```



# Laboratorio OSPF – Configurazione Router

## Step 3: Configurazione del protocollo OSPF sui router

- Abilitate il protocollo OSPF su ciascun router. Usate **l'Area 0** come area comune per semplificare la configurazione.

### Configurazione di OSPF su R1

```
R1(config)# router ospf 1
R1(config-router)# network 10.0.12.0 0.0.0.255 area 0
R1(config-router)# network 10.0.13.0 0.0.0.255 area 0
R1(config-router)# network 192.168.1.0 0.0.0.255 area 0
```





# Laboratorio OSPF – Configurazione Router

## Configurazione di OSPF su R2

```
R2(config)# router ospf 1
R2(config-router)# network 10.0.12.0 0.0.0.255 area 0
R2(config-router)# network 10.0.23.0 0.0.0.255 area 0
R2(config-router)# network 192.168.2.0 0.0.0.255 area 0
```

## Configurazione di OSPF su R3

```
R3(config)# router ospf 1
R3(config-router)# network 10.0.23.0 0.0.0.255 area 0
R3(config-router)# network 10.0.13.0 0.0.0.255 area 0
R3(config-router)# network 192.168.3.0 0.0.0.255 area 0
```



# Laboratorio OSPF – Configurazione PC

## Configurazione PC1

```
PC1> ip 192.168.1.2/24 192.168.1.1
Checking for duplicate address...
PC1 : 192.168.1.2 255.255.255.0 gateway 192.168.1.1

PC1> show ip

NAME          : PC1[1]
IP/MASK        : 192.168.1.2/24
GATEWAY        : 192.168.1.1
DNS            :
MAC            : 00:50:79:66:68:00
LPORT          : 10030
RHOST:PORT     : 127.0.0.1:10031
MTU            : 1500

PC1> save
Saving startup configuration to startup.vpc
. done

PC1> 
```



# Laboratorio OSPF – Configurazione PC

## Configurazione PC2

```
PC2> ip 192.168.2.2/24 192.168.2.1
Checking for duplicate address...
PC2 : 192.168.2.2 255.255.255.0 gateway 192.168.2.1

PC2> ping 192.168.1.2

192.168.1.2 icmp_seq=1 timeout
84 bytes from 192.168.1.2 icmp_seq=2 ttl=61 time=39.682 ms
84 bytes from 192.168.1.2 icmp_seq=3 ttl=61 time=40.294 ms
84 bytes from 192.168.1.2 icmp_seq=4 ttl=61 time=38.871 ms
84 bytes from 192.168.1.2 icmp_seq=5 ttl=61 time=40.115 ms

PC2> save
Saving startup configuration to startup.vpc
. done

PC2> 
```



# Laboratorio OSPF – Configurazione PC

## Configurazione PC3

```
PC3> ip 192.168.3.2/24 192.168.3.1
Checking for duplicate address...
PC3 : 192.168.3.2 255.255.255.0 gateway 192.168.3.1

PC3> ping 192.168.1.2

84 bytes from 192.168.1.2 icmp_seq=1 ttl=62 time=39.501 ms
84 bytes from 192.168.1.2 icmp_seq=2 ttl=62 time=39.676 ms
84 bytes from 192.168.1.2 icmp_seq=3 ttl=62 time=38.994 ms
84 bytes from 192.168.1.2 icmp_seq=4 ttl=62 time=38.946 ms
84 bytes from 192.168.1.2 icmp_seq=5 ttl=62 time=39.570 ms
```



# Laboratorio OSPF – Configurazione Router

## Step 4: Verifica della configurazione OSPF

- Dopo aver configurato OSPF su tutti i router, potete verificare che le relazioni di vicinato OSPF siano state stabilite e che le rotte siano state propagate.

### Verifica del vicinato OSPF

Usate il seguente comando per verificare le relazioni di vicinato OSPF:

```
R1# show ip ospf neighbor
```

Il comando mostrerà lo stato dei vicini OSPF, che dovrebbe essere nello stato **FULL**.

```
Neighbor ID      Pri   State           Dead Time   Address      Interface
192.168.3.1      1     FULL/BDR        00:00:39   10.0.13.2    FastEthernet0/1
192.168.2.1      1     FULL/BDR        00:00:32   10.0.12.2    FastEthernet0/0
R1#
```





# Laboratorio OSPF – Configurazione Router

## Verifica delle rotte OSPF

Per visualizzare le rotte apprese via OSPF, usate questo comando:

```
R1# show ip route ospf
```

Dovreste vedere le rotte OSPF per le reti connesse agli altri router (es. 192.168.2.0, 192.168.3.0).

```
10.0.0.0/24 is subnetted, 3 subnets
O      10.0.23.0 [110/20] via 10.0.13.2, 04:34:28, FastEthernet0/1
O      192.168.2.0/24 [110/21] via 10.0.13.2, 04:34:28, FastEthernet0/1
O      192.168.3.0/24 [110/11] via 10.0.13.2, 04:34:28, FastEthernet0/1
R1#
```



# Laboratorio OSPF – Configurazione Router

## Step 5: Test della connettività tra le LAN

- Provate a pingare tra i PC nelle diverse reti LAN per verificare la connettività:

```
PC1> ping 192.168.2.1  
PC1> ping 192.168.3.1
```

In questo modo, verificherete che la connettività tra le LAN funziona correttamente grazie al routing OSPF.



# Laboratorio OSPF – Configurazione Router

## Step 6: (Opzionale) Configurazione avanzata

- **Manipolazione dei costi OSPF:** puoi modificare i costi OSPF su ciascuna interfaccia per influenzare il percorso preferito.

```
R1(config)# interface fastethernet 0/0  
R1(config-if)# ip ospf cost 100
```

