



Università Politecnica delle Marche

FACOLTÀ DI INGEGNERIA

Corso di Laurea Triennale in Ingegneria Informatica e dell'Automazione

TESI DI LAUREA TRIENNALE

Configurazione ad L2 ed L3 di topologia di rete enterprise

L2 and L3 configuration of enterprise network topology

Candidato:

Eros Abatelli

Matricola 1090625

Relatore:

Ennio Gambi

Correlatore:

Adelmo De Santis

*Alla mia famiglia
che non ha mai smesso di credere in me*

Indice

1	Introduzione	7
2	Dispositivi di rete e ambiente di simulazione	9
2.1	eNSP	9
2.2	Switch	10
2.3	Router	11
2.4	End Devices	12
2.5	Collegamenti tra dispositivi	13
3	Descrizione topologica	14
3.1	Rappresentazione Rete in eNSP	14
3.1.1	Analisi rete topologica sinistra	15
3.2	Analisi rete topologica destra	18
4	Configurazione rete in eNSP	19
4.1	Configurazione Switch e Link Aggregation	19
4.2	Configurazione degli switch	25
4.3	Configurazione end device	26
4.4	Configurazione degli end devices	27
4.5	Configurazione Router	28
4.6	Configurazione dei Router	31
4.7	Configurazione NAT	32
5	Conclusioni	33

Elenco delle figure

1	Networking	7
2	eNSP	9
3	Switch: S5700	10
4	Router: AR2220	11
5	Cablaggio Ethernet	13
6	Rete topologica	14
7	Rete topologica sinistra	15
8	Link Aggregation	16
9	Rete topologica destra	18
10	Creazione VLAN	19
11	Creazione Link Aggregation	20
12	Eth-Trunk type	21
13	Gig-Eth Access	21
14	Creazione VLANIF	22
15	Configurazione switch OSPF	23
16	Visualizzazione porte	24
17	Configurazione PC	26
18	Configurazione AR2	28
19	Configurazione OSPF	28
20	OSPF AR1	29
21	IP con OSPF	30
22	Configurazione NAT	32
23	Informazione NAT	32
24	Comunicazione tra terminali	33

1 Introduzione

Dall'inizio del XXI secolo la tecnologia dei computer ha avuto un impatto importante nella vita di tutti i giorni. In precedenza la rete di calcolatori era un sistema chiuso, e gli elaboratori di tale sistema erano connessi tra loro solo attraverso cavi ethernet limitando la comunicazione con altri dispositivi esterni. Con l'evolvere della tecnologia in ambito di Networking i dispositivi di comunicazione risultano avere sempre di più un ruolo centrale nello sviluppo delle aziende, permettendo di offrire molteplici servizi ai clienti.

Questo progetto nasce dall'esigenza di utilizzare questi dispositivi di comunicazione in modo efficiente cercando, quanto più possibile, di realizzare un sistema di Rete e Networking funzionante e stabile. Vi è la necessità di un sistema di reti che siano in grado di adattarsi alle innumerevoli esigenze, in termini di crescita della rete aziendale e servizi in evoluzione.

La rete aziendale rappresenta originariamente l'interconnessione dei sistemi appartenenti ad un dato gruppo funzionale o organizzativo, per consentire principalmente la condivisione di risorse come: stampanti o file server. Le reti aziendali possono essere trovate all'interno di vari settori, dagli ambienti degli uffici ai più grandi settori dell'energia, della finanza e dell'industria. L'introduzione di Internet come dominio di rete pubblica ha consentito un'estensione della rete aziendale esistente, attraverso la quale reti geograficamente disperse appartenenti a una singola organizzazione o entità, potrebbero essere connesse. Questo porta con sé una serie di nuove sfide per stabilire l'interconnettività tra le reti aziendali pur mantenendo la privacy e la sicurezza dei dati appartenenti a una singola impresa.



Figura 1: Networking

Il presente elaborato descrive il processo di configurazione di una rete aziendale composta da molteplici VLAN, le quali comunicheranno tra di loro attraverso un protocollo di routing.

La tesi è articolata in 5 sezioni: nella prima sezione viene introdotto il problema che ha portato allo sviluppo di questo studio, nella seconda vengono descritti i dispositivi e software utilizzati. Nella terza sezione si analizza la topologia di rete presa in considerazione e nella quarta sezione vengono descritte e analizzate le configurazioni dei dispositivi utilizzati. Infine si conclude con delle considerazioni generali sul lavoro svolto.

2 Dispositivi di rete e ambiente di simulazione

Questa sezione sarà dedicata alla presentazione dei dispositivi di comunicazione e software utilizzati per il progetto.

2.1 eNSP

Il software utilizzato è eNSP, o Enterprise Network Simulation Platform, è definito come una piattaforma di simulazione di rete gratuita ed estensibile con interfaccia grafica utente (GUI). Simula il funzionamento dei router Huawei aziendali e gli switch Huawei, offrendo una rappresentazione perfetta dei dispositivi reali. eNSP supporta la simulazione di rete su larga scala e consente agli utenti di implementare test sperimentali e apprendere tecnologie di rete senza utilizzare dispositivi reali. Ogni dispositivo può essere configurato attraverso dei comandi specifici descritti nella documentazione del software.



Figura 2: eNSP

eNSP ha a disposizione molteplici dispositivi, ma quelli fondamentali per il progetto sono stati:

- Switch;
- Router;
- End Devices;
- Connections;

2.2 Switch

Gli switch sono elementi chiave per qualsiasi rete. Collegano più dispositivi, come computer, punti di accesso wireless, stampanti e server sulla stessa rete. Ogni dispositivo collegato in rete a uno switch può essere identificato dal suo MAC address, il traffico viene inoltrato dallo switch solo verso l'interfaccia alla quale è collegato il destinatario. In questo modo è possibile aumentare l'efficienza e la sicurezza della rete.

Gli switch possono essere:

- Non Gestiti: essi sono progettati in modo da non richiedere alcuna configurazione e generalmente vengono utilizzati per connettività di base.
- Gestiti: offrono una maggiore sicurezza e un numero maggiore di funzioni perché possono essere configurati in modo da rispecchiare le esigenze della rete in cui devono essere inseriti. In questo modo, è possibile aumentare la protezione della rete e migliorare la qualità del servizio offerto agli utenti della stessa.

Gli switch utilizzati nel progetto in eNSP sono della famiglia Huawei S5700



Figura 3: Switch: S5700

Quest'ultimi sono in grado di avere più interfacce virtuali che comunicano ad L3 e una tabella di routing.

2.3 Router

Un router è un dispositivo di rete che lavora al livello 3 del modello ISO/OSI, ed è in grado di prendere decisioni su come instradare i pacchetti ricevuti verso altre reti, in base a tabelle di routing, scegliendo il miglior percorso verso la destinazione finale. Le tabelle di routing possono essere costruite staticamente oppure dinamicamente attraverso protocolli di routing come l'OSPF.

I router utilizzati nel progetto in eNSP sono della famiglia Huawei AR2220:



Figura 4: Router: AR2220

La struttura modulare del router AR2200 permette di configurare e aggiornare le porte in base alle esigenze, dal supporto del processore DSP (Digital Signal Processor) alle schede SIC (Smart Interface Card) per personalizzare velocità e interfacce.

2.4 End Devices

Gli End Devices sono dispositivi comuni, come i computer, che vengono utilizzati per testare il corretto funzionamento della comunicazione tra terminali posti in reti differenti. Gli End Devices vengono configurati con:

- Ip Address;
- Subnet Mask;
- Gateway predefinito;

2.5 Collegamenti tra dispositivi

La creazione di una rete aziendale richiede la comprensione di concetti fondamentali riguardanti il networking. Questi concetti includono la conoscenza di cosa definisce una rete, così come gli standard generali della tecnologia che si vuole utilizzare e la struttura fisica dei componenti utili per lo sviluppo di reti aziendali.

Parliamo di "rete" ogni volta che due o più dispositivi sono in grado di comunicare su un mezzo condiviso. All'interno di una rete aziendale, il mezzo esiste in una varietà di forme da un cavo fisico alle onde radio.

Il cablaggio utilizzato in eNSP è Ethernet



Figura 5: Cablaggio Ethernet

Il cablaggio Ethernet è diventato lo standard per molte reti aziendali fornendo un mezzo di trasmissione che supporta una capacità di trasmissione molto più elevata. La capacità di trasmissione è determinata in base alla categoria del cavo: con categoria 5 (CAT5) supporta una capacità di trasmissione Fast Ethernet fino a 100Mbps, mentre Gigabit Ethernet è supportata dalla Categoria 5 estesa (CAT5e) e superiori.

3 Descrizione topologica

3.1 Rappresentazione Rete in eNSP

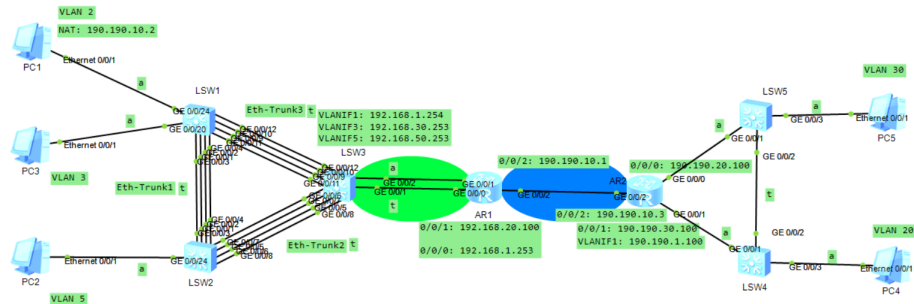


Figura 6: Rete topologica

Nella figura 6 è mostrata la topologia di Rete da sviluppare con le seguenti caratteristiche da soddisfare:

- configurazione degli switch in modo che siano raggiungibili, per management, spazio indirizzi 192.168.1.0/24;
- switch LSW3 effettua inter-vlan routing per le vlan 3 e 5;
- AR1 è il default gateway per la rete della VLAN 2, che transita sulla gig 0/0/1 del router in modo autonomo;
- gli host delle vlan 3 non devono potere pingare gli host della vlan 2;
- gli host della vlan 2 sono nattedati con il seguente indirizzo: 190.190.10.2;
- configurazione routing dinamico.

Mentre nella topologia di destra si hanno le seguenti:

- interfaccia gig 0/0/1 del router AR2 gestisce la rete associata alla VLAN30;
- interfaccia gig 0/0/0 del router AR2 gestisce la rete associata alla VLAN20;
- router AR2 effettua inter-vlan routing;

Per semplificare l'analisi della topologia di rete la si suddivide in due parti.

3.1.1 Analisi rete topologica sinistra

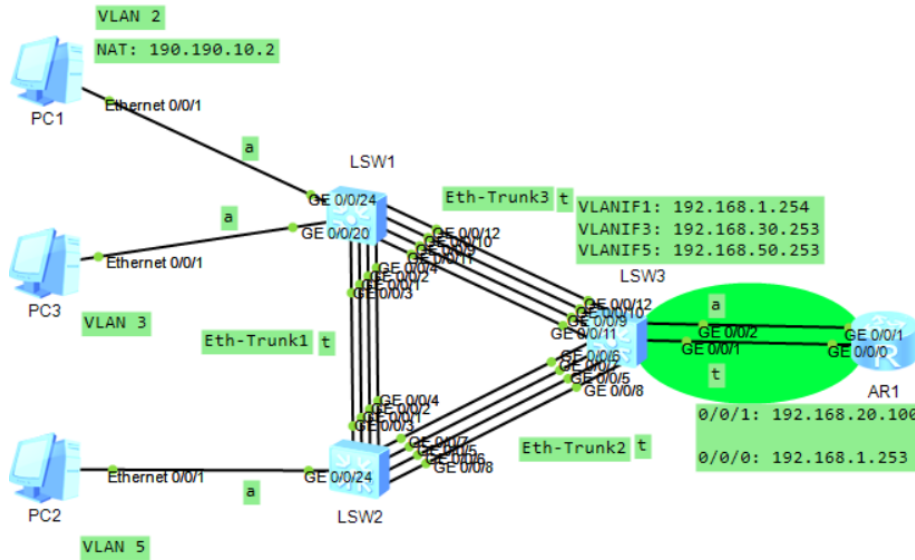


Figura 7: Rete topologica sinistra

La topologia di rete si presenta con tutti i dispositivi precedentemente descritti e richiede l'utilizzo delle VLAN, che offrono molteplici vantaggi alle aziende.

VLAN, o virtual local area network, è un tipo di LAN che serve ad allestire più reti locali che non comunicano tra loro, ma condividono la stessa infrastruttura fisica di rete locale. Ciò permette un notevole risparmio di tempo e denaro, ottenendo anche una maggiore flessibilità nella topologia di rete.

Ogni VLAN ha un solo ed unico identificativo numerico: VID o VLAN ID, il cui valore va da 1 a 4094. I collegamenti VLAN con gli switch possono essere classificati in due tipi:

- **access (untagged);**
- **trunk (tagged);**

Una porta può essere untagged per una sola VLAN (access port), oppure tagged per diverse VLAN (ossia trunk). Una porta tagged è in grado di ricevere pacchetti "taggati". A questa tipologia di porte possono essere collegati solo dispositivi in grado di interpretare i VLAN tag come switch, router o firewall compatibili con il protocollo 802.1q.

Nella figura 7 sono rappresentati i collegamenti: di tipo Access nel caso di collegamenti tra gli end devices e gli switch e di tipo Trunk i collegamenti tra

gli switch. Inoltre per soddisfare le specifiche sullo switch LSW3 sono state configurate diverse interfacce virtuali (VLANIF), alle quali sono stati assegnati indirizzi IP coerenti con lo spazio di indirizzamento previsto per quella VLAN.

Successivamente, sono state utilizzate delle interfacce logiche **Etherneth-Trunk** nei collegamenti tra gli switch LSW1, LSW2 e LSW3 utilizzando il Link Aggregation.

Il Link Aggregation consente di combinare più collegamenti Ethernet in un unico collegamento logico tra due dispositivi collegati in rete. Comprende molteplici collegamenti che sono considerati membri di un trunk Ethernet. Consentendo ai collegamenti fisici di operare come un unico collegamento logico.

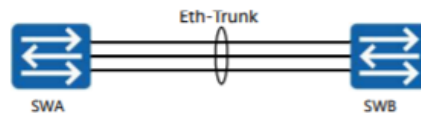


Figura 8: Link Aggregation

I vantaggi di tale interfaccia sono i seguenti:

- **Maggiore affidabilità e disponibilità:** se uno dei collegamenti fisici non funziona, il traffico viene riassegnato in modo dinamico e trasparente agli altri collegamenti fisici;
- **Migliore utilizzo delle risorse fisiche:** il traffico può essere bilanciato tra i collegamenti fisici;
- **Aumento della larghezza di banda:** i collegamenti fisici aggregati forniscono una larghezza di banda più elevata rispetto a ciascun collegamento singolo, senza richiedere dispositivi aggiuntivi;

Una ulteriore specifica, richiede che i dispositivi della VLAN2 siano sottoposti a **NAT** per la connessione verso il resto della rete. Il NAT, Network Address Translation, è una delle tecniche che consentono di mitigare gli effetti dell'esaurimento delle risorse degli IP pubblici. In particolare, consente ad un nodo che abbia un indirizzo IP privato (e quindi non unico a livello globale), di comunicare con altri nodi della rete. Questa tecnica è ampiamente usata nelle connessioni domestiche o aziendali. Il dispositivo che effettua il NAT compie due operazioni:

- Modifica il contenuto del campo ip sorgente del pacchetto, quando questo lascia la LAN;

- Modifica il contenuto del campo ip destinatario del pacchetto, quando questo entra nella LAN;

Infine, tutte le informazioni che lo switch LSW3 ha immagazzinato all'interno della sua tabella di routing le condividerà con il Router AR1 attraverso il protocollo **OSPF**, in modo da poter instaurare una comunicazione con reti geograficamente disperse. OSPF, o Open Shortest Path First, è un protocollo di tipo link state, che si adatta velocemente ai cambiamenti di topologia, poiché scambia informazioni con Router o Switch (che operano a L3), realizzando un routing dinamico. Poiché molti sistemi autonomi sono molto grandi, OSPF permette di dividere il sistema in aree numerate connesse a un'area principale chiamata "backbone" o "area 0".

3.2 Analisi rete topologica destra

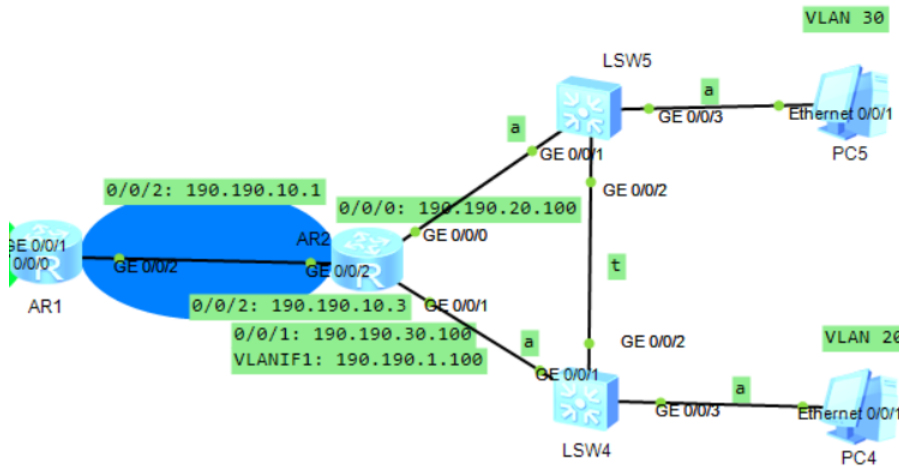


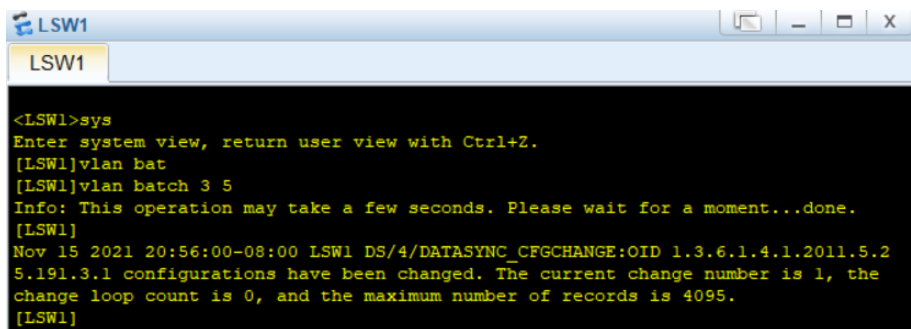
Figura 9: Rete topologica destra

La figura 9 riporta la rete topologica destra con caratteristiche analoghe alla topologia vista precedentemente. Anch'essa dispone di end devices divisi per VLAN e collegati ai relativi switch. Differentemente dal caso precedente il router AR1, che funge da tramite per le due reti, riceve informazioni dal router AR2 invece che da uno switch come visto precedentemente. AR1 riesce ad avere informazioni da AR2 basandosi sempre sul protocollo OSPF.

4 Configurazione rete in eNSP

4.1 Configurazione Switch e Link Aggregation

La prima configurazione per il raggiungimento dell'obiettivo del progetto si ottiene attraverso la gestione dei seguenti switch: LSW1, LSW2, LSW3, LSW4 e LSW5. All'interno di quest'ultimi verranno create le VLAN necessarie attraverso i seguenti comandi:



```
<LSW1>sys
Enter system view, return user view with Ctrl+Z.
[LSW1]vlan bat
[LSW1]vlan batch 3 5
Info: This operation may take a few seconds. Please wait for a moment...done.
[LSW1]
Nov 15 2021 20:56:00-08:00 LSW1 DS/4/DATASYNC_CFGCHANGE:OID 1.3.6.1.4.1.2011.5.2
5.191.3.1 configurations have been changed. The current change number is 1, the
change loop count is 0, and the maximum number of records is 4095.
[LSW1]
```

Figura 10: Creazione VLAN

La figura 10 riporta la creazione delle VLAN 3 e 5 nello switch LSW1. Inoltre al fine di soddisfare le richieste di topologia di rete, si applicano gli stessi comandi a LSW2 e LSW3. Per quanto riguarda gli switch LSW4 e LSW5, si utilizzano gli stessi comandi ma per creare diverse VLAN, quindi si scrive:

- `vlan batch 20 30;`

Riprendendo la Figura 7, si osserva che si può configurare il Link Aggregation precedentemente analizzato tra gli switch LSW1 e LSW2 attraverso i seguenti comandi:

```

LSW1-1
[LSW1]interface Eth-trunk 1
[LSW1-Eth-Trunk1]quit
[LSW1]interface g
[LSW1]interface GigabitEthernet 0/0/1
[LSW1-GigabitEthernet0/0/1]eth
[LSW1-GigabitEthernet0/0/1]eth-trunk 1
Info: This operation may take a few seconds. Please wait for a moment...done.
[LSW1-GigabitEthernet0/0/1]
May  5 2022 11:37:27-08:00 LSW1 DS/4/DATASYNC_CFGCHANGE:OID 1.3.6.1.4.1.2011.5.2
5.191.3.1 configurations have been changed. The current change number is 5, the
change loop count is 0, and the maximum number of records is 4095.
[LSW1-GigabitEthernet0/0/1]interface GigabitEthernet 0/0/2
[LSW1-GigabitEthernet0/0/2]eth-trunk 1
Info: This operation may take a few seconds. Please wait for a moment...done.
[LSW1-GigabitEthernet0/0/2]
May  5 2022 11:37:37-08:00 LSW1 DS/4/DATASYNC_CFGCHANGE:OID 1.3.6.1.4.1.2011.5.2
5.191.3.1 configurations have been changed. The current change number is 6, the
change loop count is 0, and the maximum number of records is 4095.
[LSW1-GigabitEthernet0/0/2]interface GigabitEthernet 0/0/3
[LSW1-GigabitEthernet0/0/3]eth-trunk 1
Info: This operation may take a few seconds. Please wait for a moment...done.
[LSW1-GigabitEthernet0/0/3]
May  5 2022 11:37:57-08:00 LSW1 DS/4/DATASYNC_CFGCHANGE:OID 1.3.6.1.4.1.2011.5.2
5.191.3.1 configurations have been changed. The current change number is 7, the
change loop count is 0, and the maximum number of records is 4095.
[LSW1-GigabitEthernet0/0/3]interface GigabitEthernet 0/0/4
[LSW1-GigabitEthernet0/0/4]eth-trunk 1
Info: This operation may take a few seconds. Please wait for a moment...done.
[LSW1-GigabitEthernet0/0/4]
May  5 2022 11:39:07-08:00 LSW1 DS/4/DATASYNC_CFGCHANGE:OID 1.3.6.1.4.1.2011.5.2
5.191.3.1 configurations have been changed. The current change number is 8, the
change loop count is 0, and the maximum number of records is 4095.

```

Figura 11: Creazione Link Aggregation

In questo modo si configura un'interfaccia logica chiamata **Eth-Trunk 1**, dentro la quale sono presenti tutte le porte Gig.Ethernet. Il procedimento della Figura 11 va attuato anche per lo switch LSW2 utilizzando le corrette porte GigabitEthernet, ottenendo così il Link Aggregation tra i due switch. Infine, per la creazione delle restanti interfacce logiche: **Eth-Trunk 2** e **Eth-Trunk 3** si esegue lo stesso procedimento descritto per **Eth-Trunk 1** prendendo in considerazione i rispettivi switch.

Attraverso i seguenti comandi si configurano le interfacce logiche (Eth-Trunk) al tipo trunk e si permette, dentro quest'ultime, il passaggio di tutti i frame delle VLAN:

```
LSW1
[LSW1]int et
[LSW1]int Eth-Trunk 1
[LSW1-Eth-Trunk1]port link-type trunk
[LSW1-Eth-Trunk1]port trunk allow
[LSW1-Eth-Trunk1]port trunk allow-pass vlan all
[LSW1-Eth-Trunk1]
Nov 16 2021 12:10:49-08:00 LSW1 DS/4/DATASYNC_CFGCHANGE:OID 1.3.6.1.4.1.2011.5.2
5.191.3.1 configurations have been changed. The current change number is 9, the
change loop count is 0, and the maximum number of records is 4095.
[LSW1-Eth-Trunk1]
```

Figura 12: Eth-Trunk type

Infine, si configurano le porte di tipo Access con gli end devices attraverso i seguenti comandi:

```
LSW1
[LSW1]int gig 0/0/24
[LSW1-GigabitEthernet0/0/24]port link-type access
[LSW1-GigabitEthernet0/0/24]port default vla
Nov 16 2021 12:27:59-08:00 LSW1 DS/4/DATASYNC_CFGCHANGE:OID 1.3.6.1.4.1.2011.5.2
5.191.3.1 configurations have been changed. The current change number is 12, the
change loop count is 0, and the maximum number of records is 4095
[LSW1-GigabitEthernet0/0/24]port default vlan 3
[LSW1-GigabitEthernet0/0/24]
Nov 16 2021 12:28:09-08:00 LSW1 DS/4/DATASYNC_CFGCHANGE:OID 1.3.6.1.4.1.2011.5.2
5.191.3.1 configurations have been changed. The current change number is 13, the
change loop count is 0, and the maximum number of records is 4095.
[LSW1-GigabitEthernet0/0/24]
```

Figura 13: Gig-Eth Access

Quest'ultima configurazione verrà applicata ad ogni end device connesso ad uno specifico switch.

Successivamente, lo switch LSW3 dovrà effettuare inter-vlan routing per le VLAN 3 e 5. Lo si configura attraverso una VLANIF, ovvero interfacce virtuali che comunicano ad L3. Per creare le VLANIF si è utilizzato il seguente comando:

```
[LSW3]interface vlanif 3
[LSW3-Vlanif3]ip add
[LSW3-Vlanif3]ip address 192.168.30.253 24
[LSW3-Vlanif3]
Nov 16 2021 15:03:05-08:00 LSW3 DS/4/DATASYNC_CFGCHANGE:OID 1.3.6.1.4.1.2011.5.2
5.191.3.1 configurations have been changed. The current change number is 6, the
change loop count is 0, and the maximum number of records is 4095.
[LSW3-Vlanif3]
```

Figura 14: Creazione VLANIF

In questo caso si è creata la VLANIF 3 con relativi indirizzo ip e subnet mask. E' importante che il numero della VLANIF coincida con l'ID della VLAN che, in questo caso, è 3 (VLAN 3). Si prosegue con la creazione della VLANIF 5 usando gli stessi comandi, cambiando indirizzo ip. Infine, lo switch LSW3 per comunicare le informazioni al router AR1 utilizzerà la porta GigabitEthernet 0/0/1, in quanto la porta GigabitEthernet 0/0/2 è riservata alla VLAN 2 che transita in modo autonomo.

Per condividere informazioni con il router AR1 lo switch fa ricorso al protocollo OSPF, precedentemente descritto, attraverso i seguenti comandi:

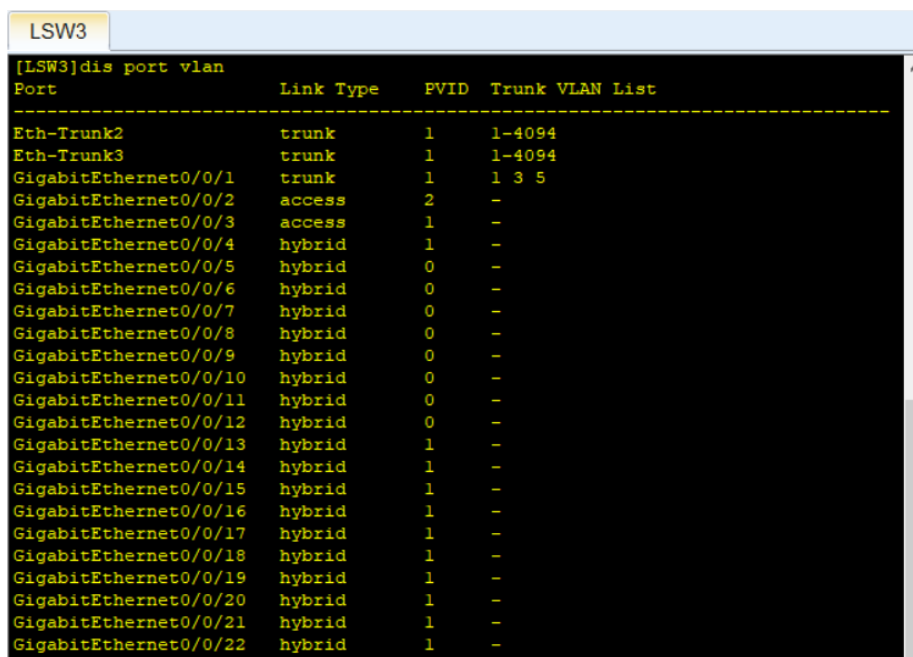
```
[LSW3]ospf 1
[LSW3-ospf-1]area 0
[LSW3-ospf-1-area-0.0.0.0]
Nov 17 2021 18:47:50-08:00 LSW3 DS/4/DATASYNC_CFGCHANGE:OID 1.3.6.1.4.1.2011.5.2
5.191.3.1 configurations have been changed. The current change number is 8, the
change loop count is 0, and the maximum number of records is 4095.
[LSW3-ospf-1-area-0.0.0.0]network 192.168.1.254 0.0.0.0
[LSW3-ospf-1-area-0.0.0.0]network 192.168.30.25
Nov 17 2021 18:48:10-08:00 LSW3 DS/4/DATASYNC_CFGCHANGE:OID 1.3.6.1.4.1.2011.5.2
5.191.3.1 configurations have been changed. The current change number is 9, the
change loop count is 0, and the maximum number of records is 4095.3 0.0.0.0
[LSW3-ospf-1-area-0.0.0.0]network 192.168.
Nov 17 2021 18:48:20-08:00 LSW3 DS/4/DATASYNC_CFGCHANGE:OID 1.3.6.1.4.1.2011.5.2
5.191.3.1 configurations have been changed. The current change number is 10, the
change loop count is 0, and the maximum number of records is 4095.
50.253 0.0.0.0
[LSW3-ospf-1-area-0.0.0.0]network 192.168.20.0
Nov 17 2021 18:48:30-08:00 LSW3 DS/4/DATASYNC_CFGCHANGE:OID 1.3.6.1.4.1.2011.5.2
5.191.3.1 configurations have been changed. The current change number is 11, the
change loop count is 0, and the maximum number of records is 4095. 0.0.0.0
[LSW3-ospf-1-area-0.0.0.0]
Nov 17 2021 18:48:40-08:00 LSW3 DS/4/DATASYNC_CFGCHANGE:OID 1.3.6.1.4.1.2011.5.2
5.191.3.1 configurations have been changed. The current change number is 12, the
change loop count is 0, and the maximum number of records is 4095.]
```

Figura 15: Configurazione switch OSPF

In questo modo si crea un'area (colorata di verde nella figura 7) dove lo switch LSW3 comunica al router AR1 tutti gli indirizzi ip ad esso associati. Lo stesso protocollo viene poi utilizzato (sezione 4.5 - "Configurazione Router") per creare una seconda area (colorata di blu nella figura 7) dove il router AR2 comunica gli indirizzi relativi alla sua rete. Viene così conclusa la configurazione del routing dinamico.

E' possibile verificare tutte le configurazioni sulle porte degli switch mediante il comando:

- `display port vlan;`



```
[LSW3]dis port vlan
```

Port	Link Type	PVID	Trunk VLAN List
Eth-Trunk2	trunk	1	1-4094
Eth-Trunk3	trunk	1	1-4094
GigabitEthernet0/0/1	trunk	1	1 3 5
GigabitEthernet0/0/2	access	2	-
GigabitEthernet0/0/3	access	1	-
GigabitEthernet0/0/4	hybrid	1	-
GigabitEthernet0/0/5	hybrid	0	-
GigabitEthernet0/0/6	hybrid	0	-
GigabitEthernet0/0/7	hybrid	0	-
GigabitEthernet0/0/8	hybrid	0	-
GigabitEthernet0/0/9	hybrid	0	-
GigabitEthernet0/0/10	hybrid	0	-
GigabitEthernet0/0/11	hybrid	0	-
GigabitEthernet0/0/12	hybrid	0	-
GigabitEthernet0/0/13	hybrid	1	-
GigabitEthernet0/0/14	hybrid	1	-
GigabitEthernet0/0/15	hybrid	1	-
GigabitEthernet0/0/16	hybrid	1	-
GigabitEthernet0/0/17	hybrid	1	-
GigabitEthernet0/0/18	hybrid	1	-
GigabitEthernet0/0/19	hybrid	1	-
GigabitEthernet0/0/20	hybrid	1	-
GigabitEthernet0/0/21	hybrid	1	-
GigabitEthernet0/0/22	hybrid	1	-

Figura 16: Visualizzazione porte

4.2 Configurazione degli switch

Di seguito è riportato uno stralcio della configurazione degli switch realizzata, per soddisfare le le specifiche di progetto.

- **LSW1:**

```
GigabitEthernet 0/0/24: type access; default vlan 2;  
GigabitEthernet 0/0/20: type access; default vlan 3;  
Interface Eth-Trunk 1: type trunk; pass all vlan;  
Interface Eth-Trunk 3: type trunk; pass all vlan;
```

- **LSW2:**

```
GigabitEthernet 0/0/24: type access; default vlan 5;  
Interface Eth-Trunk 1: type trunk; pass all vlan;  
Interface Eth-Trunk 2: type trunk; pass all vlan;
```

- **LSW3:**

```
GigabitEthernet 0/0/2: type access; default vlan 2;  
GigabitEthernet 0/0/1: type trunk; pass vlan 3 5;  
Interface Eth-Trunk 3: type trunk; pass all vlan;  
Interface Eth-Trunk 2: type trunk; pass all vlan;  
VLANIF3: ip: 192.168.30.253/24;  
VLANIF5: ip: 192.168.30.253/24;
```

- **LSW4:**

```
GigabitEthernet 0/0/3: type access; default vlan 20;  
GigabitEthernet 0/0/2: type trunk; pass all vlan;  
GigabitEthernet 0/0/1: type access; default vlan 30;
```

- **LSW5:**

```
GigabitEthernet 0/0/3: type access; default vlan 30;  
GigabitEthernet 0/0/2: type trunk; pass all vlan;  
GigabitEthernet 0/0/1: type access; default vlan 20;
```

4.3 Configurazione end device

I dispositivi collegati ai relativi switch vengono configurati mediante la seguente scheda di configurazione:

The screenshot shows the 'PC1' configuration window with the 'Basic Config' tab selected. The 'Host Name' field is empty. The 'MAC Address' field is filled with '54-89-98-D1-08-0D'. Under 'IPv4 Configuration', the 'Static' radio button is selected, and the 'Obtain DNS server address automatically' checkbox is unchecked. The 'IP Address' is '192 . 168 . 20 . 1', 'Subnet Mask' is '255 . 255 . 255 . 0', 'Gateway' is '192 . 168 . 20 . 100', 'DNS1' is '0 . 0 . 0 . 0', and 'DNS2' is '0 . 0 . 0 . 0'. Under 'IPv6 Configuration', the 'Static' radio button is selected. The 'IPv6 Address' is '::', 'Prefix Length' is '128', and 'IPv6 Gateway' is '::'. An 'Apply' button is located at the bottom right of the configuration area.

Figura 17: Configurazione PC

Dove si riempiono i seguenti campi:

- **IP Address;**
- **Subnet Mask;**
- **Gateway;**

Anche se non richiesto dal progetto, una migliore implementazione di questo processo si poteva ottenere attraverso un server DHCP, in cui è possibile riservare un range di indirizzi da assegnare dinamicamente o staticamente ai vari dispositivi connessi.

4.4 Configurazione degli end devices

Di seguito vengono elencate tutte le configurazioni degli end devices utilizzati nel progetto:

- **PC1:**

ip address: 192.168.20.1/24;

Gateway 192.168.20.103;

- **PC2:**

ip address: 192.168.50.1/24;

Gateway 192.168.50.253;

- **PC3:**

ip address: 192.168.30.1/24;

Gateway 192.168.30.253;

- **PC4:**

ip address: 190.190.20.1/24;

Gateway 190.190.20.100;

- **PC5:**

ip address: 190.190.30.1/24;

Gateway 190.190.30.100;

4.5 Configurazione Router

Prendendo in considerazione il router AR2 si configurano le porte GigabitEthernet ad esso associate in modo da stabilire una connessione con gli end devices delle VLAN 20 e 30. Ciò si ottiene attraverso l'uso dei seguenti comandi:

```
[AR2]int gig 0/0/0
[AR2-GigabitEthernet0/0/0]ip add
[AR2-GigabitEthernet0/0/0]ip address 190.190.20.100 24
Nov 17 2021 04:41:18-08:00 AR2 %%01IFNET/4/LINK_STATE(1)[0]:The line protocol IP
on the interface GigabitEthernet0/0/0 has entered the UP state.
[AR2-GigabitEthernet0/0/0]|
```

Figura 18: Configurazione AR2

Successivamente, si adottano gli stessi comandi per configurare le porte:

- GigabitEthernet 0/0/1;
- GigabitEthernet 0/0/2;

A questo punto il Router AR2 è a conoscenza dei dispositivi a lui connessi che sono memorizzati all'interno della sua routing-table. Per condividere, al router AR1, le informazioni ottenute e popolare la tabella di routing si adotta il protocollo OSPF precedentemente descritto attraverso i seguenti comandi:

```
[AR2]ospf 1
[AR2-ospf-1]area 0.0.0.1
[AR2-ospf-1-area-0.0.0.1]network 190.190.10.0 0.0.0.255
[AR2-ospf-1-area-0.0.0.1]network 190.190.20.0 0.0.0.255
[AR2-ospf-1-area-0.0.0.1]network 190.190.30.0 0.0.0.255
[AR2-ospf-1-area-0.0.0.1]quit
[AR2-ospf-1]|
```

Figura 19: Configurazione OSPF

Anche in questo caso si creerà un'area (colorata in blu nella figura 6 e 8) e si condividono gli indirizzi IP con le relative subnet mask.

Dopo aver applicato il protocollo OSPF, sia sullo switch LSW3 sia sul Router AR2, si può concludere il progetto configurando il Router AR1. Prima di visualizzare l'impostazione dell'OSPF, si configurano le ultime porte GigabitEthernet restanti con i comandi precedentemente descritti:

- GigabitEthernet 0/0/0;
- GigabitEthernet 0/0/1;
- GigabitEthernet 0/0/2;

Attuate tali operazioni si procede con la configurazione del routing dinamico. La mansione del router AR1 è quella di collegare, attraverso OSPF, le due "aree" create da LSW3 e AR2. AR1 sarà configurato nel seguente modo:

```
[R1]ospf 1
[R1-ospf-1]area 0.0.0.0
[R1-ospf-1-area-0.0.0.0]network 192.168.1.253 0.0.0.0
[R1-ospf-1-area-0.0.0.0]quit
[R1-ospf-1]area 0.0.0.1
[R1-ospf-1-area-0.0.0.1]network 190.190.10.0 0.0.0.255
[R1-ospf-1-area-0.0.0.1]network 192.168.1.0 0.0.0.255
[R1-ospf-1-area-0.0.0.1]quit
[R1-ospf-1]quit
[R1]|
```

Figura 20: OSPF AR1

A questo punto la tabella di routing di AR1 sarà completa di tutti gli indirizzi ip della rete topologica, in questo modo AR1 è in grado di instradare tutti i pacchetti che riceve. Per visualizzare la tabella di routing che si è creata attraverso l'OSPF, si ricorre al seguente comando:

- `display ip routing table;`

Destination/Mask	Proto	Pre	Cost	Flags	NextHop	Interface
127.0.0.0/8	Direct	0	0	D	127.0.0.1	InLoopBack0
127.0.0.1/32	Direct	0	0	D	127.0.0.1	InLoopBack0
127.255.255.255/32	Direct	0	0	D	127.0.0.1	InLoopBack0
190.190.10.0/24	Direct	0	0	D	190.190.10.1	GigabitEthernet
0/0/2						
190.190.10.1/32	Direct	0	0	D	127.0.0.1	GigabitEthernet
0/0/2						
190.190.10.2/32	Unr	64	0	D	127.0.0.1	InLoopBack0
190.190.10.255/32	Direct	0	0	D	127.0.0.1	GigabitEthernet
0/0/2						
190.190.20.0/24	<u>OSPF</u>	10	2	D	190.190.10.3	GigabitEthernet
0/0/2						
190.190.30.0/24	<u>OSPF</u>	10	2	D	190.190.10.3	GigabitEthernet
0/0/2						
192.168.1.0/24	Direct	0	0	D	192.168.1.253	GigabitEthernet
0/0/0						
192.168.1.253/32	Direct	0	0	D	127.0.0.1	GigabitEthernet
0/0/0						
192.168.1.255/32	Direct	0	0	D	127.0.0.1	GigabitEthernet
0/0/0						
192.168.20.0/24	Direct	0	0	D	192.168.20.100	GigabitEthernet
0/0/1						
192.168.20.100/32	Direct	0	0	D	127.0.0.1	GigabitEthernet
0/0/1						
192.168.20.255/32	Direct	0	0	D	127.0.0.1	GigabitEthernet
0/0/1						
192.168.30.0/24	<u>OSPF</u>	10	2	D	192.168.1.254	GigabitEthernet
0/0/0						
192.168.50.0/24	<u>OSPF</u>	10	2	D	192.168.1.254	GigabitEthernet
0/0/0						
255.255.255.255/32	Direct	0	0	D	127.0.0.1	InLoopBack0

Figura 21: IP con OSPF

Gli indirizzi IP affiancati dalla parola OSPF, sono gli indirizzi che sono stati comunicati da switch e router in maniera dinamica.

4.6 Configurazione dei Router

Di seguito sono riportate le configurazioni salienti dei Router:

- **AR2:**

GigabitEthernet 0/0/0: ip address: 190.190.20.100/24;

GigabitEthernet 0/0/1: ip address: 190.190.30.100/24;

GigabitEthernet 0/0/2: ip address: 190.190.10.3/24;

ospf 1 area 0.0.0.1:

network 190.190.10.0 0.0.0.255

network 190.190.20.0 0.0.0.255

network 190.190.30.0 0.0.0.255

- **AR1:**

GigabitEthernet 0/0/0: ip address 192.168.1.253/24;

GigabitEthernet 0/0/1: ip address 192.168.20.100/24;

GigabitEthernet 0/0/2: ip address: 190.190.10.1/24;

ospf 1 area 0.0.0.0:

network 192.168.1.253 0.0.0.0

ospf 1 area 0.0.0.1:

network 190.190.10.0 0.0.0.255

network 192.168.1.0 0.0.0.255

4.7 Configurazione NAT

Terminata la configurazione del routing dinamico, ora si è in grado di configurare il NAT precedentemente descritto attraverso la seguente riga di comando applicata al router AR1:

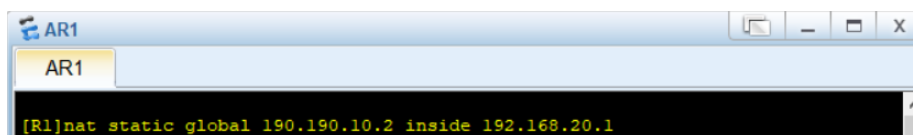


Figura 22: Configurazione NAT

Inoltre, è possibile visualizzare le informazioni relative al NAT inserito utilizzando il seguente comando:

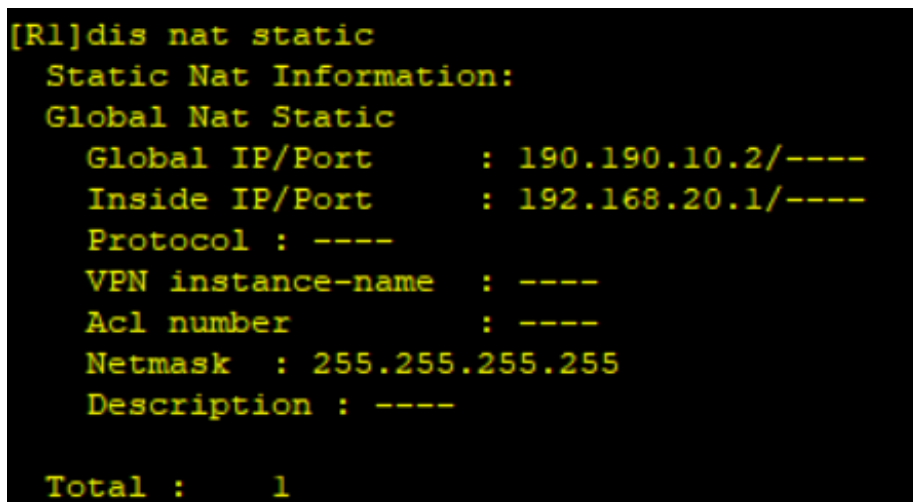
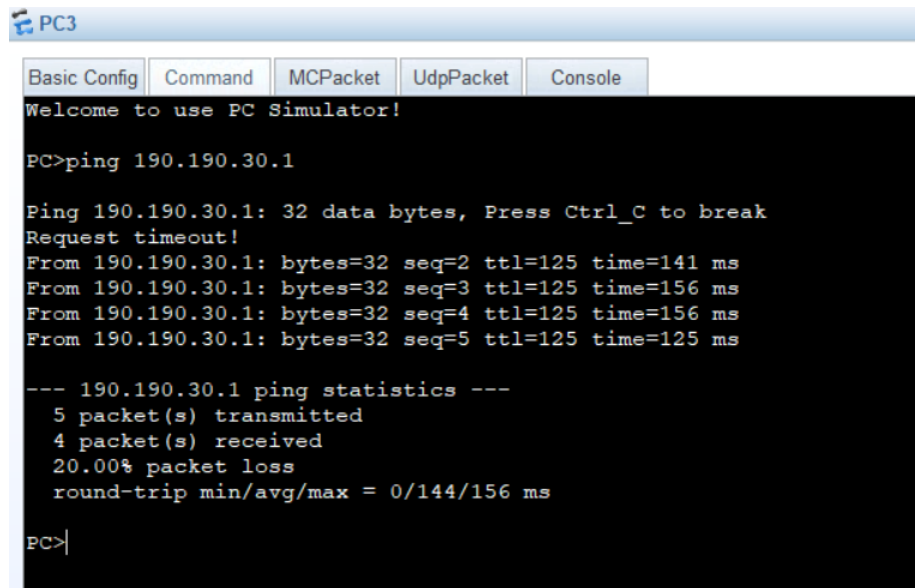


Figura 23: Informazione NAT

5 Conclusioni

In conclusione si è riusciti a realizzare il progetto soddisfacendo tutte le specifiche. La comunicazione tra la rete topologica sinistra e quella di destra avviene correttamente; di seguito è riportato un esempio di ping tra il PC3 ed il PC4:



```
PC3
Basic Config Command MCPacket UdpPacket Console
Welcome to use PC Simulator!

PC>ping 190.190.30.1

Ping 190.190.30.1: 32 data bytes, Press Ctrl_C to break
Request timeout!
From 190.190.30.1: bytes=32 seq=2 ttl=125 time=141 ms
From 190.190.30.1: bytes=32 seq=3 ttl=125 time=156 ms
From 190.190.30.1: bytes=32 seq=4 ttl=125 time=156 ms
From 190.190.30.1: bytes=32 seq=5 ttl=125 time=125 ms

--- 190.190.30.1 ping statistics ---
 5 packet(s) transmitted
 4 packet(s) received
20.00% packet loss
 round-trip min/avg/max = 0/144/156 ms

PC>
```

Figura 24: Comunicazione tra terminali

Analizzando la Figura 22 si nota la perdita di un pacchetto dovuta dal protocollo ARP che lo utilizza per conoscere il MAC Address. Quindi, tutti i pacchetti vengono instradati correttamente a conferma del funzionamento del progetto.

I risultati ottenuti sono un punto di partenza per le aziende che si interfacciano al mondo della comunicazione tra reti geograficamente disperse oltre ad offrire una base per la configurazione dei dispositivi principali che dovrebbero essere utilizzati dalle aziende. Implementando le VLAN e i Link Aggregation, l'azienda sarà in grado di ottenere una rete con maggiore flessibilità e sicurezza risparmiando tempo ed evitando numerosi cablaggi costosi. Tuttavia, tale rete può essere sicuramente migliorata, per esempio: implementando nuove configurazioni più efficienti e aggiungendo nuovi dispositivi come firewall, DHCP o Server. Questo per offrire ulteriori servizi all'azienda, aumentandone le prospettive di crescita.

Riferimenti bibliografici

- [1] Documentazione tecnica Router *Documentation*
<https://e.huawei.com/it/products/enterprise-networking/routers/ar-g3/ar2200>
- [2] Documentazione tecnica Switch *Documentation*
<https://e.huawei.com/it/products/enterprise-networking/switches/campus-switches/s5700-si-model>
- [3] Huawei Technologies Co., Ltd *Slide del corso Huawei*
- [4] Software eNSP *Documentation* <https://support.huawei.com/enterprise/it/data-communication/ensp-pid-9017384>