

Relazione Tecnica: Laboratorio di Rete con Cisco Packet Tracer

1.0 Introduzione

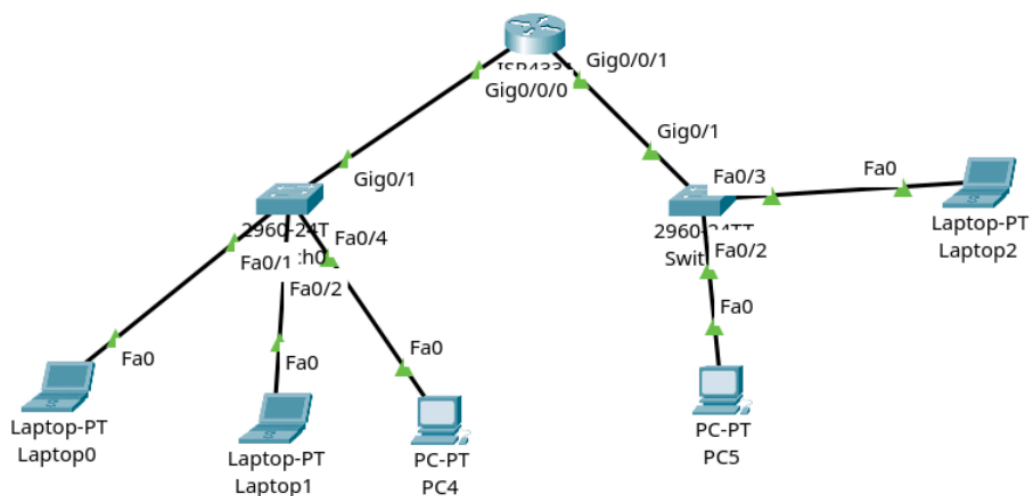
Questa relazione tecnica documenta un esercizio di laboratorio fondamentale eseguito tramite il software di simulazione Cisco Packet Tracer. L'attività è stata progettata per dimostrare e analizzare i principi basilari della comunicazione in una rete di calcolatori, con un focus specifico sulle interazioni tra dispositivi a livello 2 e 3 del modello di riferimento ISO/OSI.

Gli obiettivi specifici di questo laboratorio erano i seguenti:

- Stabilire la comunicazione tra dispositivi che risiedono sulla stessa rete (comunicazione intra-subnet).
- Stabilire la comunicazione tra dispositivi che appartengono a reti diverse (comunicazione inter-subnet).
- Analizzare il processo di instradamento di un pacchetto dati tra reti differenti.

Lo strumento utilizzato per la simulazione è **Cisco Packet Tracer**, un software didattico che rappresenta uno standard de facto nel settore per l'apprendimento, la pratica e la visualizzazione dei concetti di networking in un ambiente virtuale e controllato. Questa relazione illustrerà l'architettura di rete implementata, i test di connettività eseguiti e un'analisi dettagliata del flusso di dati.

2.0 Architettura della Rete



L'architettura per questo laboratorio è stata progettata per isolare due subnet, **192.168.100.0** e **192.168.200.0**, interponendo un router ISR4331 come unico punto di interconnessione. Questa topologia a due segmenti è ideale per analizzare le differenze tra la comunicazione a Livello 2 e quella a Livello 3.

La topologia implementata in questo laboratorio, come mostrato nell'architettura target, è composta da due segmenti di rete locali distinti (subnet), interconnessi da un router centrale. Questa configurazione è comune in molti ambienti aziendali, dove la segmentazione della rete è utilizzata per migliorare la sicurezza, le prestazioni e la gestibilità.

Di seguito sono elencati i componenti hardware chiave utilizzati nella simulazione.

Dispositivo	Modello	Ruolo
Router	ISR4331	Fornisce l'instradamento tra le due subnet, fungendo da Default Gateway per i dispositivi finali.
Switch	2960-24TT	Connette i dispositivi finali all'interno di una singola rete, operando a Livello 2 (Collegamento Dati).
Dispositivi finali	Laptop-PT, PC-PT	Agiscono come origine e destinazione del traffico dati generato durante i test. (Nello specifico, il test intra-subnet ha targettizzato l'IP 192.168.100.103 , associato a un PC sulla prima LAN).

Lo schema di indirizzamento IP è stato suddiviso in due subnet principali per segmentare logicamente la rete:

- **Subnet 1:** **192.168.100.0**
- **Subnet 2:** **192.168.200.0**

I dispositivi specifici coinvolti nei test di connettività sono stati configurati con i seguenti indirizzi IP:

- **laptop-PT0:** **192.168.100.100**
- **PC-PT-PC0:** **192.168.100.103**
- **laptop-PT2:** **192.168.200.100**

Avendo definito l'architettura, il passo successivo è stato verificare che la configurazione logica e fisica consentisse effettivamente la comunicazione come previsto.

3.0 Test di Connettività e Risultati

Per validare la configurazione dell'architettura, sono stati eseguiti test di connettività end-to-end utilizzando l'utility **ping** (ICMP). Questi test sono stati progettati per verificare la raggiungibilità a Livello 3 sia all'interno di una subnet che tra subnet diverse.

3.1 Test di Comunicazione Intra-Subnet (stessa rete)

L'obiettivo di questo primo test era verificare la connettività di base tra due dispositivi situati all'interno della stessa subnet: **laptop-PT0** (IP: **192.168.100.100**) e **PC-PT-PC0** (IP: **192.168.100.103**).

Il comando eseguito dalla linea di comando del laptop è stato:

ping 192.168.100.103

```
Cisco Packet Tracer PC Command Line 1.0
C:\>ping 192.168.100.103

Pinging 192.168.100.103 with 32 bytes of data:

Request timed out.
Request timed out.
Request timed out.
Reply from 192.168.100.103: bytes=32 time=8ms TTL=128

Ping statistics for 192.168.100.103:
    Packets: Sent = 4, Received = 1, Lost = 3 (75% loss),
    Approximate round trip times in milli-seconds:
        Minimum = 8ms, Maximum = 8ms, Average = 8ms

C:\>ping 192.168.100.103

Pinging 192.168.100.103 with 32 bytes of data:

Reply from 192.168.100.103: bytes=32 time=4ms TTL=128
```

L'analisi dei risultati ha mostrato due fasi distinte. Il primo tentativo ha evidenziato una perdita di pacchetti del 75% (**Lost = 3**). Questo comportamento iniziale è comune e può essere attribuito a processi di convergenza, come la risoluzione degli indirizzi tramite il protocollo ARP (Address Resolution Protocol). L'unica risposta ricevuta in questa prima fase ha registrato un tempo di andata e ritorno di 8ms. Un secondo tentativo, eseguito immediatamente dopo, ha dato esito positivo al 100% (**Lost = 0**), con tempi di risposta stabili a 4ms, confermando che la connettività era stata pienamente stabilita. L'output **bytes=32** e **TTL=128** indica che pacchetti di 32 byte sono stati scambiati e che il Time-To-Live iniziale del pacchetto era 128.

3.2 Test di Comunicazione Inter-Subnet (reti diverse)

Il secondo test è stato progettato per verificare uno scenario più complesso: la comunicazione tra dispositivi su reti diverse. L'obiettivo era stabilire la connettività tra

laptop-PT0 (IP: 192.168.100.100) e laptop-PT2 (IP: 192.168.200.100).

Il comando utilizzato è stato il seguente:

ping 192.168.200.100

```
C:\>ping 192.168.200.100

Pinging 192.168.200.100 with 32 bytes of data:

Reply from 192.168.200.100: bytes=32 time<1ms TTL=127
Reply from 192.168.200.100: bytes=32 time=1ms TTL=127
Reply from 192.168.200.100: bytes=32 time<1ms TTL=127
Reply from 192.168.200.100: bytes=32 time=18ms TTL=127

Ping statistics for 192.168.200.100:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
    Approximate round trip times in milli-seconds:
        Minimum = 0ms, Maximum = 18ms, Average = 4ms

C:\>
```

Anche in questo caso, i risultati hanno mostrato una leggera perdita di pacchetti durante il primo tentativo (25% **Lost = 1**), probabilmente dovuta alla necessità del router di risolvere gli indirizzi e popolare le sue tabelle. Il tentativo successivo ha avuto successo al 100% (**Lost = 0**), dimostrando inequivocabilmente che la comunicazione tra le due subnet era funzionante. Un dettaglio cruciale emerso da questo test è che le risposte dal dispositivo di destinazione sono arrivate con un **TTL=127**, a differenza del **TTL=128** osservato nel test intra-subnet. Questo conferma che il router è stato configurato correttamente per instradare il traffico tra la rete 192.168.100.0 e la rete 192.168.200.0.

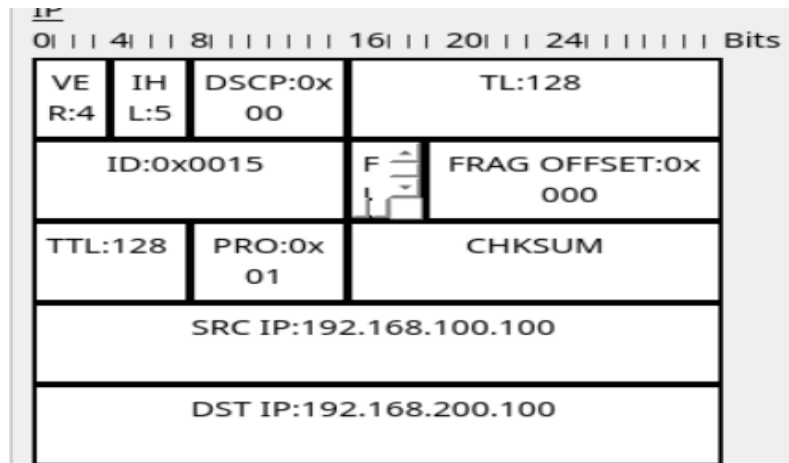
Il successo di questo test apre la strada a un'analisi più approfondita del meccanismo di routing che rende possibile questa comunicazione.

4.0 Analisi del Flusso di Pacchetti Inter-Subnet

Comprendere cosa accade "sotto il cofano" durante una comunicazione tra reti diverse è fondamentale per cogliere l'essenza del networking a Livello 3. Questo processo, noto come instradamento (routing), è la funzione primaria dei router e del livello di Rete del modello ISO/OSI.

Quando un dispositivo (**laptop-PT0**) invia un pacchetto a un altro dispositivo su una rete diversa (**laptop-PT2**), si verifica la seguente sequenza di eventi:

1. **Decisione Locale:** Il sistema operativo del dispositivo sorgente (**laptop-PT0** con IP **192.168.100.100**) confronta l'indirizzo IP di destinazione (**192.168.200.100**) con la propria configurazione di rete (indirizzo IP e subnet mask). Riconosce che la destinazione non appartiene alla sua rete locale (**192.168.100.0**).
2. **Invio al Gateway:** Poiché la destinazione non è raggiungibile direttamente sulla rete locale, il dispositivo incapsula il pacchetto in un frame Ethernet e lo invia non alla destinazione finale, ma al suo **Default Gateway**. Il gateway è l'interfaccia del router configurata sulla stessa subnet del dispositivo sorgente, che funge da "porta" verso altre reti.
3. **Decisione di Instradamento:** Il router riceve il frame, estrae il pacchetto IP e ne esamina l'header. In particolare, legge l'indirizzo IP di destinazione (**192.168.200.100**) e consulta la propria **tabella di routing** per determinare il percorso migliore per raggiungere quella rete.
4. **Inoltro del Pacchetto:** La tabella di routing indica al router che la rete **192.168.200.0** è direttamente connessa a una delle sue altre interfacce. Il router decrementa il TTL del pacchetto di un'unità e lo inoltra attraverso l'interfaccia corretta, verso la rete di destinazione.
5. **Consegna Finale:** Prima di inviare il pacchetto, il router deve conoscere l'indirizzo MAC del destinatario finale. Se non è già presente nella sua tabella ARP, avvia una richiesta ARP sulla rete di destinazione per scoprire l'indirizzo MAC associato a **192.168.200.100**. Una volta ottenuto, il pacchetto viene incapsulato in un nuovo frame e inviato allo switch, che lo consegna al dispositivo finale corretto (**laptop-PT2**).



L'analisi dell'header del pacchetto IP catturato durante la simulazione conferma questo processo. I campi chiave sono:

- **SRC IP: 192.168.100.100**: L'indirizzo IP del mittente originale. Questo campo non cambia durante il transito del pacchetto.
- **DST IP: 192.168.200.100**: L'indirizzo IP del destinatario finale. È questo campo che il router utilizza per consultare la sua tabella di routing e prendere decisioni di inoltro.
- **TTL: 128**: Il "Time-To-Live" è un contatore che viene decrementato da ogni router che attraversa. Serve come meccanismo di sicurezza per evitare che i pacchetti vaghino all'infinito nella rete in caso di loop di routing. La prova empirica di questo meccanismo è visibile nei risultati del nostro test inter-subnet (sezione 3.2): il pacchetto di risposta da 192.168.200.100 è tornato con un **TTL=127**, a conferma che è stato decrementato di un'unità dal router durante il suo percorso di ritorno.

Questa sequenza di passaggi è il cuore della comunicazione su Internet e in qualsiasi rete segmentata.

5.0 Conclusioni

Il laboratorio ha raggiunto con successo tutti gli obiettivi prefissati. È stata dimostrata la corretta configurazione di una rete multi-subnet e la sua piena funzionalità, sia per le comunicazioni interne a una rete locale sia per quelle che richiedono l'attraversamento di un router.

I concetti chiave appresi e verificati possono essere sintetizzati collegandoli direttamente ai livelli del modello ISO/OSI:

- **Livello 2 (Collegamento Dati):** La comunicazione intra-subnet (tra **laptop-PT0** e **PC-PT-PC0**) è gestita principalmente dagli switch, che inoltrano i frame basandosi sugli indirizzi MAC.
- **Livello 3 (Rete):** La comunicazione inter-subnet (tra **laptop-PT0** e **laptop-PT2**) dipende interamente dal router. Quest'ultimo opera a Livello 3, prendendo decisioni di instradamento basate sugli indirizzi IP logici per inoltrare i pacchetti tra reti diverse.

Infine, questo esercizio ha ribadito l'enorme utilità di strumenti di simulazione come **Cisco Packet Tracer**. Essi offrono un ambiente sicuro e controllato dove è possibile costruire, configurare e testare topologie di rete anche complesse. La capacità di visualizzare il flusso di pacchetti e analizzarne gli header permette di consolidare concetti teorici, accelerando notevolmente il processo di apprendimento e la comprensione pratica delle tecnologie di rete.