# Configurazione di una Rete con VLAN e Routing Inter-VLAN

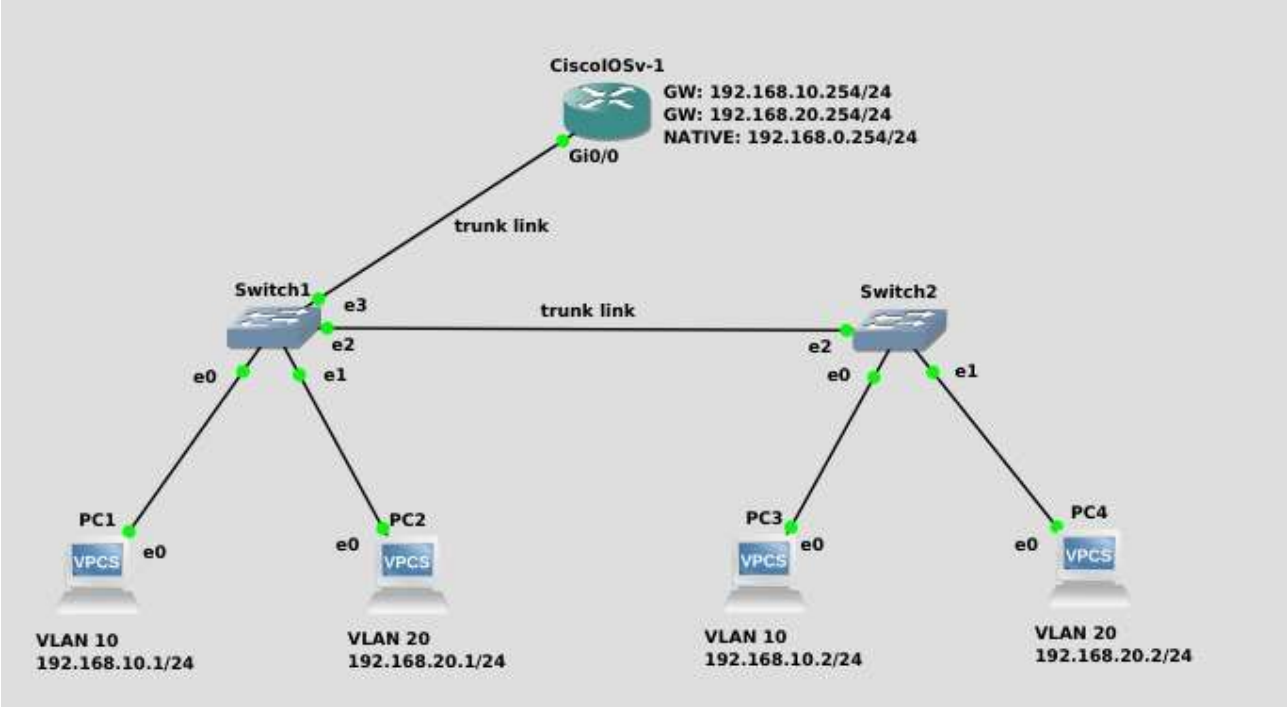
Relazione dell'Elaborato per il corso di Reti di Telecomunicazione

Autori: Albertini Giulia, Cinelli Lorenzo, Osti Kimi

## INTRODUZIONE

Progettare e configurare una topologia virtuale di rete su GNS3, che includa due VLAN separate e ne implementi la comunicazione. Gli obiettivi principali sono la realizzazione del routing inter-VLAN, la verifica del suo funzionamento e l'analisi dei pacchetti osservati.

## TOPOLOGIA

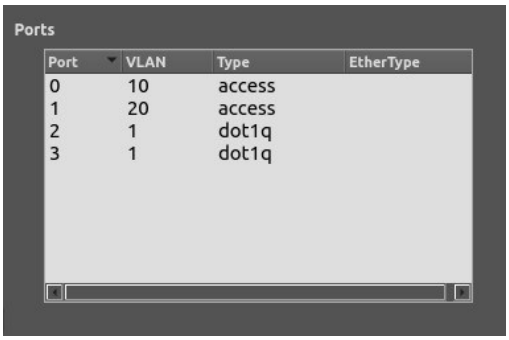



Nella topologia realizzata, sono presenti quattro terminali, collegati a un solo Router tramite Switch, ma suddivisi in due network IP. L'obiettivo della configurazione è quello di mappare le due network su due VLAN separate, limitando i domini di broadcast senza però perdere connettività fra i terminali, che devono comunque essere tutti in grado di comunicare. Nel farlo, si mappano le porte di entrambi gli Switch al fine di supportare entrambe le VLAN (di conseguenza richiedendo un adeguato collegamento fra Switch per permettere la comunicazione fra terminali sulla stessa VLAN) e si configura il router in modo da mappare sulla stessa interfaccia fisica tutte le interfacce legate alle VLAN del sistema.

## CONFIGURAZIONE

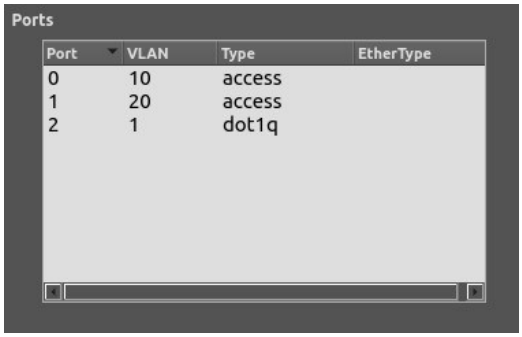
1. **Switch**
   Nella configurazione degli switch, al fine di supportare VLAN, si distinguono due tipi di porte: **Access** rivolte agli endpoint in grado di trasportare i pacchetti di una sola VLAN, e **Trunk** rivolte ai dispositivi di instradamento (router o altri switch) in grado di trasportare i pacchetti di tutte le VLAN, identificati da appositi tag.

### Switch 1




Nello Switch 1, oltre alle porte Access ripartite fra le due VLAN, si predispongono due porte Trunk. A queste verranno collegati un router e uno Switch.

### Switch 2




Nello Switch 2, invece, è predisposta un'unica porta Trunk dedicata al collegamento con lo Switch 1.

In particolare, gli Switch utilizzati per il progetto supportano porte Trunk basate sul protocollo IEEE 802.1Q (abbreviato dot1q), basato sull'associazione di specifici tag ai pacchetti appartenenti a VLAN diverse, in modo da separare i domini di broadcast pur condividendo il canale. In assenza dei tag, non vi sarebbe infatti modo per uno Switch di sapere da quale porta, e pertanto da quale VLAN, provenga il traffico che gli viene trasmesso dall'altro Switch.

2. **PC**

I PC sono divisi in due network (192.168.10.0/24 e 192.168.20.0/24). Per separare in maniera più efficace i due domini, e in particolare per mappare le due network su domini di broadcast differenti, gli Switch sono già stati predisposti per accettare collegamenti su porte Access sufficienti ad ospitare i PC della topologia su due VLAN separate.
In fase preliminare, in assenza di un gateway, si associano solamente gli indirizzi ai PC delle due network, con il comando `ip <ip-addr>/<netmask>` ripetuto su ogni host.

```
PC1> sh ip

NAME        : PC1[1]
IP/MASK     : 192.168.10.1/24
GATEWAY     : 0.0.0.0
DNS         :
MAC         : 00:50:79:66:68:03
LPORT       : 10008
RHOST:PORT  : 127.0.0.1:10009
MTU         : 1500
```

### Testing

Mostrando l'interfaccia Ethernet di uno dei PC si vede come abbia accettato l'indirizzo IP, ma non abbia ancora un gateway predefinito. Si procede a testare la connettività Intra-VLAN (e quindi il corretto funzionamento del collegamento Trunk tra i due Switch) con il comando `ping 192.168.10.2` .

```
PC1> ping 192.168.10.2

84 bytes from 192.168.10.2 icmp_seq=1 ttl=64 time=1.438 ms
84 bytes from 192.168.10.2 icmp_seq=2 ttl=64 time=1.074 ms
84 bytes from 192.168.10.2 icmp_seq=3 ttl=64 time=1.401 ms
84 bytes from 192.168.10.2 icmp_seq=4 ttl=64 time=1.032 ms
84 bytes from 192.168.10.2 icmp_seq=5 ttl=64 time=1.156 ms
```

Per provare che i due domini di broadcast siano effettivamente separati, si simula un tentativo di IP spoofing: si assegna a un PC della VLAN 10 un indirizzo della network 192.168.20.0 e si tenta un ping verso un pc della VLAN 20, associata a tale network.

```
PC1> ip 192.168.20.3/24
Checking for duplicate address...
PC1 : 192.168.20.3 255.255.255.0

PC1> sh ip

NAME        : PC1[1]
IP/MASK     : 192.168.20.3/24
GATEWAY     : 0.0.0.0
DNS         :
MAC         : 00:50:79:66:68:03
LPORT       : 10008
RHOST:PORT  : 127.0.0.1:10009
MTU         : 1500
```

```
PC1> ping 192.168.20.1

host (192.168.20.1) not reachable
```

Il tentativo di spoofing non va a buon fine, dimostrando che i due domini di broadcast sono stati separati correttamente: PC1, della VLAN10, non riesce infatti a risolvere l'indirizzo IP del PC2 perché la sua ARP request non viene ricevuta dagli host della VLAN20.

## 3. Router

Lavorando con un router Cisco, lo si può configurare tramite il comando `configure terminal`. Una volta dentro il terminale di configurazione, la prima operazione da fare è l'attivazione dell'interfaccia fisica.

```
Router(config)#int Gi0/0
Router(config-if)#no shut
Router(config-if)#
*Dec  9 17:18:46.376: %LINK-3-UPDOWN: Interface GigabitEthernet0/0, changed state to up
Router(config-if)#
*Dec  9 17:18:47.375: %LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface GigabitEthernet0/
0, changed state to up
Router(config-if)#exit
```

Dopo aver attivato l'interfaccia fisica, si procede configurando le interfacce logiche. In particolare, se ne predispongono tre: una per ciascuna delle due VLAN, e una terza per la VLAN nativa (nel nostro caso la VLAN 1) associata ai canali Trunk.

```
Router(config)#int Gi0/0.10
Router(config-subif)#encapsulation dot1Q 10
Router(config-subif)#ip add 192.168.10.254 255.255.255.0
Router(config-subif)#exit
Router(config)#
Router(config)#
Router(config)#int Gi0/0.20
Router(config-subif)#encapsulation dot1Q 20
Router(config-subif)#ip add 192.168.20.254 255.255.255.0
Router(config-subif)#exit
```

Configurando le interfacce logiche delle VLAN 10 e 20, si usano indirizzi IP delle network a cui appartengono i relativi host. Questo perché il router verrà usato da esse come gateway per la comunicazione inter-VLAN.

```
Router(config)#int Gi0/0.1
Router(config-subif)#encapsulation dot1Q 1 native
Router(config-subif)#ip add 192.168.0.254 255.255.255.0
Router(config-subif)#end
Router#
*Dec  9 17:25:28.755: %SYS-5-CONFIG_I: Configured from console by console
```

Nella configurazione dell'interfaccia logica legata alla VLAN nativa si usa invece un indirizzo IP appartenente a una terza network separata.

## Testing

Dopo aver configurato il router, si associano staticamente gli IP delle interfacce logiche appena configurate come default gateway dei PC delle rispettive VLAN. Per testare il corretto funzionamento della configurazione del router, si tenta un ping fra host di VLAN diverse. In particolare, si usa il PC4 per fare ping verso il PC1.

```
PC4> ping 192.168.10.1

192.168.10.1 icmp_seq=1 timeout
84 bytes from 192.168.10.1 icmp_seq=2 ttl=63 time=3.056 ms
84 bytes from 192.168.10.1 icmp_seq=3 ttl=63 time=2.828 ms
84 bytes from 192.168.10.1 icmp_seq=4 ttl=63 time=2.575 ms
84 bytes from 192.168.10.1 icmp_seq=5 ttl=63 time=3.833 ms
```

Osservando il risultato, si evidenzia la perdita del primo pacchetto a causa di un timeout. Si ripete quindi il ping per verificare se la problematica si ripete.

```
PC4> ping 192.168.10.1

84 bytes from 192.168.10.1 icmp_seq=1 ttl=63 time=3.506 ms
84 bytes from 192.168.10.1 icmp_seq=2 ttl=63 time=2.680 ms
84 bytes from 192.168.10.1 icmp_seq=3 ttl=63 time=2.480 ms
84 bytes from 192.168.10.1 icmp_seq=4 ttl=63 time=12.548 ms
84 bytes from 192.168.10.1 icmp_seq=5 ttl=63 time=6.175 ms
```

Si nota che il problema non si ripete, ma che anzi fin da subito i tempi si allineano a quelli degli ultimi pacchetti del ping precedente. Si suppone quindi che il pacchetto sia stato perso nell'effettuare una ARP request, operazione necessaria a PC4 per registrare nella propria ARP table la traduzione da indirizzo IP a indirizzo MAC del suo default gateway.

## CATTURA DEL TRAFFICO

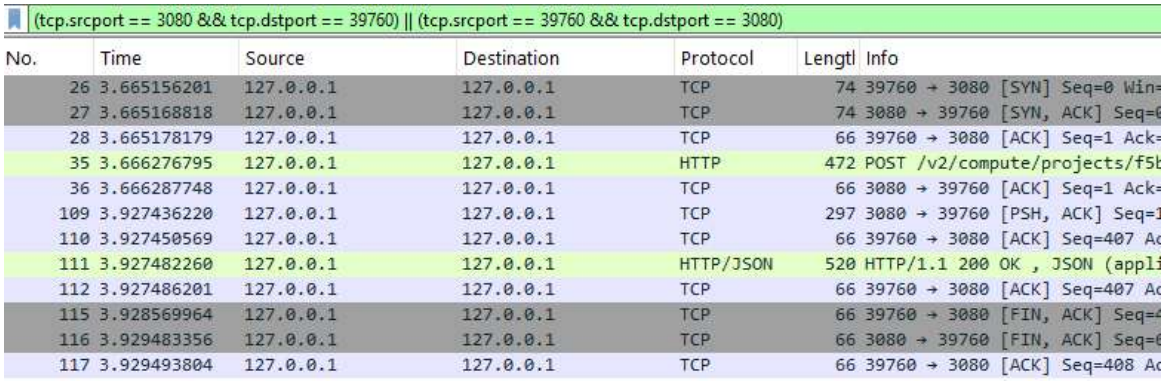
Le catture si sono svolte usando Wireshark su macchina virtuale Linux, dove si è installata la versione stand-alone di GNS3. Si analizzano qui le comunicazioni che si sono registrate in fase di avvio dei nodi della topologia, così come in corrispondenza di due ping.

Catturando i pacchetti, si è notato che la comunicazione verso il server GNS3 viene incapsulata interamente dietro a uno scambio di pacchetti sull'interfaccia di Loopback. In particolare, i pacchetti scambiati fra i nodi della configurazione vengono incapsulati in pacchetti UDP e i pacchetti di controllo per le funzioni applicative vengono incapsulati in pacchetti TCP. La loro funzione (e di conseguenza struttura) vengono analizzate più a fondo in seguito.

### Avvio dei nodi

All'avvio dei nodi, si registrano principalmente pacchetti TCP, con alcuni pacchetti HTTP all'inizio per la comunicazione di informazioni (tramite JSON) e ICMP che segnalano porte non raggiungibili. Si vedono anche alcuni pacchetti UDP, che verranno analizzati meglio in seguito e rappresentano comunicazioni fra le interfacce dei nodi virtuali.

Per questioni di comprensibilità, avendo visto una ricorrenza nelle sequenze dei pacchetti soprattutto delle prime fasi, si filtrano i pacchetti al fine di analizzare una sessione di comunicazione. Sapendo che il server GNS3 si trova dietro la porta TCP 3080, ci si concentra con la sessione aperta con la porta client 39760.



1. **Sequenza di Handshake**

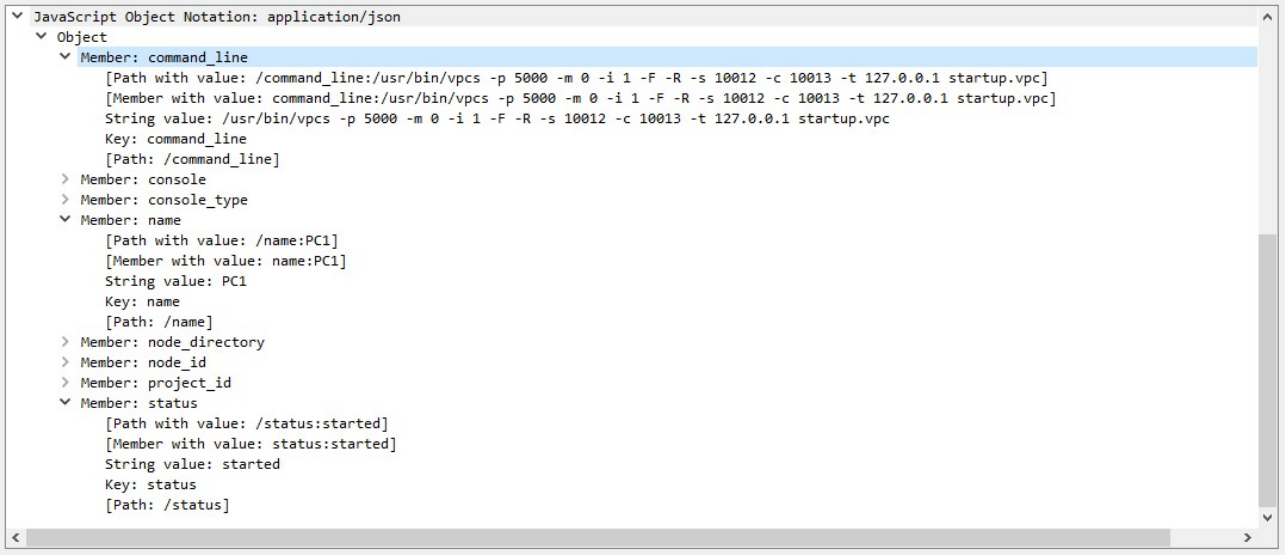
   Nei pacchetti dal 26 al 28 si osserva la classica sequenza di handshake delle sessioni TCP. Le due porte qui si scambiano una serie di pacchetti con flag SYN, SYN/ACK e ACK attivi per segnalare la corretta ricezione dei pacchetti e accordarsi sui numeri di sequenza e di acknowledge.

2. **HTTP POST**

   Il pacchetto 35 è una richiesta HTTP POST verso il server GNS3. In particolare, qui vengono inseriti i dati di autenticazione del nodo per identificarsi presso il server, e richiedere di conseguenza l'attivazione della propria configurazione di avvio.

3. **HTTP RESPONSE**

   Il pacchetto 111 contiene la risposta alla precedente richiesta HTTP. In particolare, il messaggio "200 – OK" sottolinea come la richiesta sia andata a buon fine, e Wireshark stesso segnala la presenza di un JSON all'interno della risposta per comunicare i dati del nodo che ha svolto la richiesta.




   La lettura dei campi chiave del JSON permette di identificare, dietro questa porta TCP, la richiesta di attivazione di PC1, che in questo caso è andata a buon fine come riportato nel campo status, con valore "started".

4. **Sequenza di chiusura**

   Nei pacchetti dal 115 al 117, appaiono i pacchetti standard della sequenza di chiusura della comunicazione TCP. In particolare, si sottolinea la presenza di flag FIN/ACK e ACK per confermare la ricezione del FIN/ACK.

In particolare, si evidenziano in questa fase le porte TCP 39760 (PC1), 39762 (PC2), 51760 (PC3), 39764 (PC4), 51762 (router).

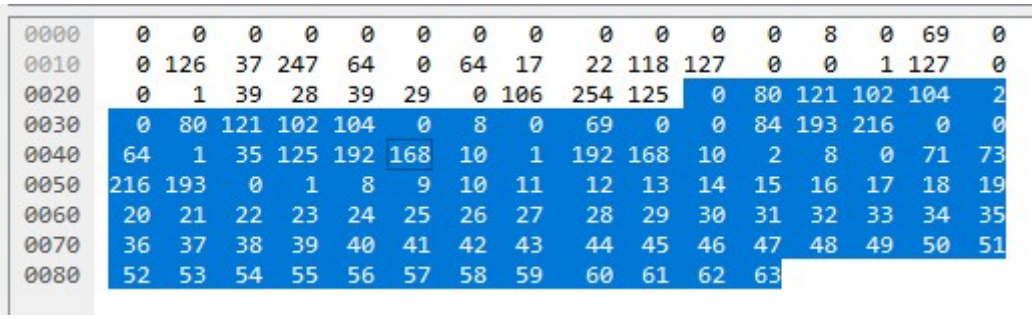
**Ping intra-VLAN**

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 201 | 9.615889916 | 127.0.0.1 | 127.0.0.1 | UDP | 140 10012 → 10013 Len=98 |
| 202 | 9.615939061 | 127.0.0.1 | 127.0.0.1 | UDP | 140 10000 → 10001 Len=98 |
| 203 | 9.616062158 | 127.0.0.1 | 127.0.0.1 | UDP | 144 10008 → 10009 Len=102 |
| 204 | 9.616085030 | 127.0.0.1 | 127.0.0.1 | UDP | 140 10005 → 10004 Len=98 |
| 205 | 9.616119165 | 127.0.0.1 | 127.0.0.1 | UDP | 140 10017 → 10016 Len=98 |
| 206 | 9.616180132 | 127.0.0.1 | 127.0.0.1 | UDP | 140 10016 → 10017 Len=98 |
| 207 | 9.616205541 | 127.0.0.1 | 127.0.0.1 | UDP | 140 10004 → 10005 Len=98 |
| 208 | 9.616235869 | 127.0.0.1 | 127.0.0.1 | UDP | 144 10009 → 10008 Len=102 |
| 209 | 9.616272938 | 127.0.0.1 | 127.0.0.1 | UDP | 140 10001 → 10000 Len=98 |
| 210 | 9.616305966 | 127.0.0.1 | 127.0.0.1 | UDP | 140 10013 → 10012 Len=98 |

Si analizza qui un tentativo di ping intra-VLAN, in particolare fra il PC1 e il PC3, entrambi della VLAN 10. Dall'analisi dei pacchetti, si evince che ogni pacchetto identifica un passaggio di interfaccia, che sia tra apparati differenti o all'interno del medesimo dispositivo. La comunicazione in ogni direzione si compone di 5 salti, quindi per un ping completo ne servono 10. Si vede infatti che le porte dei primi pacchetti sono ripercorse esattamente al contrario per i secondi 5. Contando i salti e ripercorrendo le interfacce, si nota come il salto fra le interfacce logiche del router non venga tracciato da questi pacchetti. Ciò perché, seppur cambiando interfaccia logica, la trama rimane sempre sulla stessa interfaccia fisica.

Si evidenzia inoltre come nel passaggio tra i due switch, che avviene mediante un collegamento Trunk, il pacchetto sia di dimensione maggiore rispetto agli altri hop. Questo è dato dall'utilizzo di tag per identificare a quale VLAN il pacchetto appartiene.

Si nota poi, come particolare, che il pacchetto di rete inviato dagli host virtuali in GNS3 viene fisicamente incapsulato all'interno di un pacchetto UDP su interfaccia di Loopback. Questo significa che, all'esterno del pacchetto (comprensivo di header) vengono posti degli ulteriori header per ottenere l'effetto di incapsulamento desiderato. Il contenuto del pacchetto originale viene quindi completamente interpretato come campo dati da Wireshark, rendendone parzialmente più complicata la lettura. Si osserva il contenuto del pacchetto UDP, evidenziando la parte dati.




Qui si vede intanto come la dimensione della parte dati sia 98byte, contro gli 84 indicati da GNS3 quando si esegue il comando `ping`. Questo avviene perché qui vengono considerati nella dimensione anche i byte di header ICMP, mentre nella dimensione indicata da GNS3 questi byte non vengono considerati. Si evidenziano qui alcuni byte salienti:

1. **Byte 003b:** valore 84. Indica la dimensione totale del pacchetto IPv4 incapsulata all'interno del pacchetto ICMP echo request (header compreso). Questo è il valore indicato dal comando `ping` all'interno di GNS3, esclusivo dell'header ICMP.

2. **Byte da 0044 a 004b:** valori 192.168.10.1 – 192.168.10.2. Sono gli indirizzi IP degli host coinvolti nel `ping`, indicati all'interno dell'header IP.

**Ping inter-VLAN**

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 242 | 10.650038898 | 127.0.0.1 | 127.0.0.1 | UDP | 140 10012 → 10013 Len=98 |
| 243 | 10.650266839 | 127.0.0.1 | 127.0.0.1 | UDP | 140 10000 → 10001 Len=98 |
| 244 | 10.650291159 | 127.0.0.1 | 127.0.0.1 | UDP | 144 10010 → 10011 Len=102 |
| 245 | 10.650310595 | 127.0.0.1 | 127.0.0.1 | UDP | 144 10021 → 10020 Len=102 |
| 246 | 10.650733007 | 127.0.0.1 | 127.0.0.1 | UDP | 144 10020 → 10021 Len=102 |
| 247 | 10.651385961 | 127.0.0.1 | 127.0.0.1 | UDP | 144 10011 → 10010 Len=102 |
| 248 | 10.651412428 | 127.0.0.1 | 127.0.0.1 | UDP | 144 10008 → 10009 Len=102 |
| 249 | 10.651430553 | 127.0.0.1 | 127.0.0.1 | UDP | 140 10007 → 10006 Len=98 |
| 250 | 10.651448858 | 127.0.0.1 | 127.0.0.1 | UDP | 140 10019 → 10018 Len=98 |
| 251 | 10.651480154 | 127.0.0.1 | 127.0.0.1 | UDP | 140 10018 → 10019 Len=98 |
| 252 | 10.651489403 | 127.0.0.1 | 127.0.0.1 | UDP | 140 10006 → 10007 Len=98 |
| 253 | 10.651499367 | 127.0.0.1 | 127.0.0.1 | UDP | 144 10009 → 10008 Len=102 |
| 254 | 10.651509138 | 127.0.0.1 | 127.0.0.1 | UDP | 144 10010 → 10011 Len=102 |
| 255 | 10.651518690 | 127.0.0.1 | 127.0.0.1 | UDP | 144 10021 → 10020 Len=102 |
| 256 | 10.651825490 | 127.0.0.1 | 127.0.0.1 | UDP | 144 10020 → 10021 Len=102 |
| 257 | 10.651838597 | 127.0.0.1 | 127.0.0.1 | UDP | 144 10011 → 10010 Len=102 |
| 258 | 10.651854391 | 127.0.0.1 | 127.0.0.1 | UDP | 140 10001 → 10000 Len=98 |
| 259 | 10.651868521 | 127.0.0.1 | 127.0.0.1 | UDP | 140 10013 → 10012 Len=98 |

Si analizza qui un tentativo di ping inter-VLAN, in particolare fra il PC1 della VLAN 10 e il PC4 della VLAN 20. In questo caso la comunicazione in ciascuna direzione si compone di 9 salti, perché si deve passare tramite il router in quanto il pacchetto viaggia tra due differenti VLAN. Avendo identificato dalla cattura precedente il salto 10000 => 10001 come il salto di entrata in Switch1 (dopo di esso il pacchetto è più lungo e pertanto tagged) e il salto 10008 => 10009 come il salto fra le interfacce dei due Switch (giustificato dal fatto che il salto successivo ripristini la lunghezza originale del pacchetto, andando quindi verosimilmente a rimuovere il tag), rimangono da analizzare gli hop 10010 => 10011 e 10020 => 10021 (e gli opposti). Con ogni probabilità, questi hop sono dovuti allo spostamento del pacchetto verso l'interfaccia che si collega al router, alla trasmissione al router, alla sua ricezione e alla traduzione del tag per predisporre la comunicazione verso Switch2 con il tag della nuova VLAN di appartenenza. Dopodiché, il pacchetto esce verso Switch2 con il salto 10008 => 10009 come in precedenza e il tag viene rimosso, riportandosi alla lunghezza originaria.

Si nota come anche gli hop che avvengono all'interno del router siano tagged proprio per identificare la VLAN di appartenenza della trama. Come nel caso precedente le porte dei primi 9 pacchetti vengono percorse precisamente al contrario dai secondi 9.