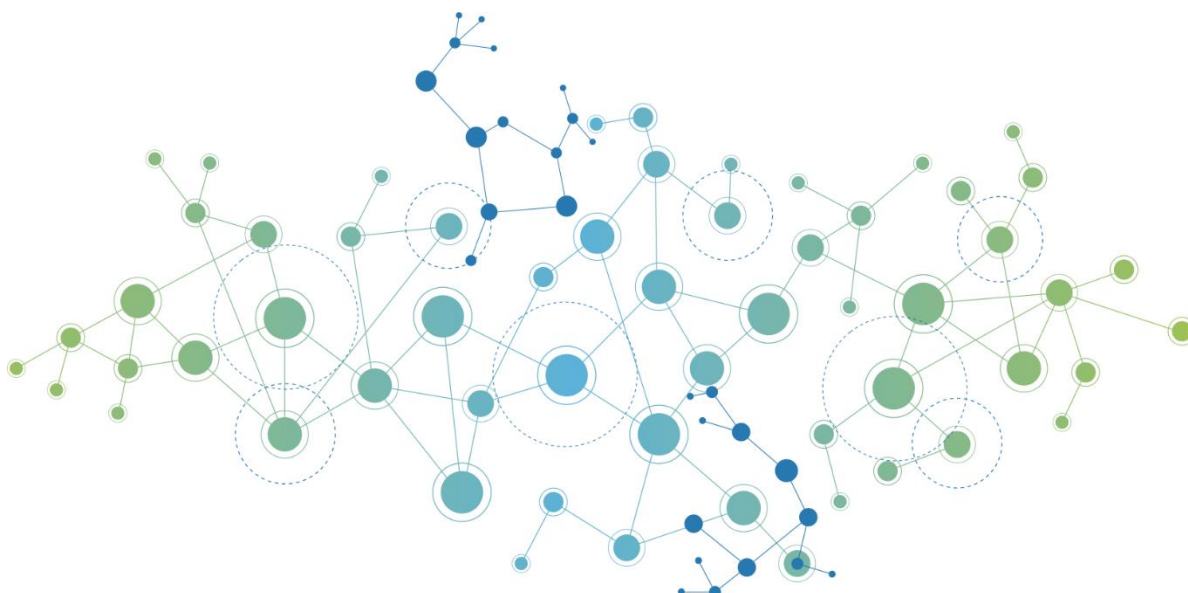


Relatório de Projeto de Fundamentos de Redes de Computadores



Licenciatura em Engenharia Informática

Fundamentos de Redes de Computadores

Professor Rui Jorge Lopes

2021-2022

David Rosa - 98359

Luis Viana - 98780

Rafael Santiago - 98425

Fabian Gobet - 97885

Índice

1	Introdução	9
2	Topologia da Rede e Equipamentos	10
2.1	Separação e interligação de delegações e departamentos	10
2.1.1	Dimensionamento e desenho da rede física	10
2.1.2	Redes locais virtuais (VLANs)	11
2.1.3	Protocolo de árvore de escoamento (STP)	15
2.2	Planeamento do espaço de endereçamento	17
2.3	Configuração das interfaces dos routers	23
2.3.1	Configuração das interfaces dos routers	23
2.3.2	Configuração do encaminhamento nos routers	32
2.4	Configuração dos serviços DHCP e HTTP	37
3	Testes funcionais na rede	56
3.1	Estrutura da trama 802.3 e 802.11 e estrutura do pacote IP	56
3.2	Protocolo ARP	76
3.3	Protocolo DHCP	78
3.4	Protocolo RIP	79
4	Conclusão	84

Índice de imagens

Figura 1. Versão simplificada da rede física da empresa c/ redundância em Lisboa	11
Figura 2. Configurações do switch 1	12
Figura 3. Configurações do switch 2	12
Figura 4. Configurações do switch 3	13
Figura 5. Configurações do switch 4	13
Figura 6. Configurações do switch 6	14
Figura 7. Configurações do switch 5	14
Figura 8. Configurações do switch 7	15
Figura 9. Resultado das interfaces mediante ação STP	16
Figura 10. Resultado das interfaces mediante ação STP c/ algumas portas desativadas	16
Figura 11. Diagrama de árvore da rede	17
Figura 12. IP para DTEC-LX1	18
Figura 13. IP para DTEC-LX2	19
Figura 14. Teste de Conectividade entre PCs do mesmo Dep. (1)	19
Figura 15. Teste de Conectividade entre PCs do mesmo Dep. (2)	20
Figura 16. Teste de Conectividade entre PCs do mesmo Dep. (3)	20
Figura 17. Teste de Conectividade entre PCs do mesmo Dep. (4)	21
Figura 18. Teste de Conectividade entre PCs do mesmo Dep. (5)	21
Figura 19. Teste de Conectividade entre PCs do mesmo Dep. (6)	22
Figura 20. Teste de Conectividade entre PCs do mesmo Dep. (7)	22
Figura 21. Teste de Conectividade entre PCs do mesmo Dep. (8)	23
Figura 22. Configuração da interface Gig2/0 do RouterLX	24
Figura 23. Configuração da interface Gig3/0 do RouterLX	24
Figura 24. Configuração da interface Gig1/0 do RouterPOR	25

Figura 25. Configuração da interface Gig3/0 do RouterPOR	25
Figura 26. Configuração da interface Gig1/0 do RouterFAR	26
Figura 27. Configuração da interface Gig1/0 do RouterPDEL.....	26
Figura 28. Configuração da interface Gig2/0 do RouterPDEL.....	27
Figura 29. show running-config no RouterLX	28
Figura 30. show running-config no RouterPOR	29
Figura 31. show running-config no RouterFAR.....	30
Figura 32. show running-config no RouterPDEL	31
Figura 33. Teste de conectividade pela mesma interface em Lisboa (1)	32
Figura 34. Teste de conectividade pela mesma interface em Lisboa (2)	32
Figura 35. Teste de conectividade pela mesma interface em Lisboa (3)	33
Figura 36. Teste de conectividade pela mesma interface em Lisboa (4)	33
Figura 37. Teste de conectividade pela mesma interface em Lisboa (5)	34
Figura 38. Teste de conectividade pela mesma interface em Lisboa (6)	34
Figura 39. Teste de conectividade pela mesma interface em Lisboa (7)	35
Figura 40. Teste de conectividade pela mesma interface em Lisboa (8)	35
Figura 41. Teste de conectividade pela mesma interface em Lisboa (9)	36
Figura 42. Teste de conectividade pela mesma interface em Lisboa (10)	36
Figura 43. Teste conectividade redes diferentes, delegações diferentes (1).....	38
Figura 44. Teste conectividade redes diferentes, delegações diferentes (2).....	39
Figura 45. Teste conectividade redes diferentes, delegações diferentes (3).....	39
Figura 46. Teste conectividade redes diferentes, delegações diferentes (4).....	40
Figura 47. Teste conectividade redes diferentes, delegações diferentes (5).....	40
Figura 48. Teste conectividade redes diferentes, delegações diferentes (6).....	41
Figura 49. Teste conectividade redes diferentes, delegações diferentes (7).....	41

Figura 50. Teste conectividade redes diferentes, delegações diferentes (8).....	42
Figura 51. Teste conectividade redes diferentes, delegações diferentes (9).....	42
Figura 52. Teste conectividade redes diferentes, delegações diferentes (10).....	43
Figura 53. Teste conectividade redes diferentes, delegações diferentes (11).....	43
Figura 54. Teste conectividade redes diferentes, delegações diferentes (12).....	44
Figura 55. RIP RouterLX.....	45
Figura 56. RIP RouterPOR	45
Figura 57. RIP RouterFAR	46
Figura 58. RIP RouterPDEL	46
Figura 59. Tabela de encaminhamento RouterLX	47
Figura 60. Tabela de encaminhamento RouterPOR	47
Figura 61. Tabela de encaminhamento RouterFAR	48
Figura 62. Tabela de encaminhamento RouterPDEL	48
Figura 63. Preenchimento da gama de IPs no servidor DHCP	49
Figura 64. RouterLX como relay agent DHCP	50
Figura 65. RouterPOR como relay agent DHCP	50
Figura 66. RouterFAR como relay agent DHCP	51
Figura 67. RouterPDEL como relay agent DHCP	51
Figura 68. PC DTEC-LX1 (1).....	52
Figura 69. PC DTEC-LX1 (2).....	52
Figura 70. PC DTEC-LX2 (1).....	53
Figura 71. PC DTEC-LX2 (2).....	53
Figura 72. Server2 - serviço HTTP	54
Figura 73. Serviço HTTP no PC DTEC-LX1	55
Figura 74. ICMP na mesma VLAN/delegação. PC-DTEC-LX1 para Switch5.....	56

Figura 75. ICMP na mesma VLAN/delegação. Switch5 para Switch7	56
Figura 76. ICMP na mesma VLAN/delegação. PC-DTEC-LX2 para Switch4.....	57
Figura 77. ICMP na mesma VLAN/delegação. Switch4 para PC-DTEC-LX2.....	57
Figura 78. ICMP na mesma VLAN/delegação. PC-DTEC-LX2 para Switch4.....	58
Figura 79. ICMP na mesma VLAN/delegação. Switch4 para Switch7	58
Figura 80. ICMP na mesma VLAN/delegação. Switch5 para PC-DTEC-LX1.....	59
Figura 81. ICMP na mesma delegação, VLAN diferente. PC-DTEC-LX1 para Switch5	60
Figura 82. ICMP na mesma delegação, VLAN diferente. Switch5 para Switch 7	60
Figura 83. ICMP na mesma delegação, VLAN diferente. Switch 7 para RouterLX.....	61
Figura 84. ICMP na mesma delegação, VLAN diferente. RouterLX para Switch7	61
Figura 85. ICMP na mesma delegação, VLAN diferente. Switch7 para Switch5.....	62
Figura 86. ICMP na mesma delegação, VLAN diferente. Switch5 para PC-DRH-LX1.....	62
Figura 87. ICMP na mesma delegação, VLAN diferente. PC-DRH-LX1 para Switch5.....	63
Figura 88. ICMP na mesma delegação, VLAN diferente. Switch5 para Switch7.....	63
Figura 89. ICMP na mesma delegação, VLAN diferente. RouterLX para Switch7	64
Figura 90. ICMP na mesma delegação, VLAN diferente. Switch 5 para PC-DTEC-LX1.....	64
Figura 91. ICMP VLAN/delegação diferentes. PC-DTEC-POR1 para Switch3.....	66
Figura 92. ICMP VLAN/delegação diferentes. Switch3 para RouterPOR.....	66
Figura 93. ICMP VLAN/delegação diferentes. RouterPOR para RouterPDEL	67
Figura 94. ICMP VLAN/delegação diferentes. RouterPDEL para Switch1.....	67
Figura 95. ICMP VLAN/delegação diferentes. Switch1 para PC-DRH-PDEL2.....	68
Figura 96. ICMP VLAN/delegação diferentes. PC-DRH-PDEL2 para Switch 1	68
Figura 97. ICMP VLAN/delegação diferentes. RouterPDEL1 para RouterPOR	69
Figura 98. ICMP VLAN/delegação diferentes. Switch3 para PC-DTEC-POR1.....	69
Figura 99. ICMP Wireless VLAN/delegação diferentes. Smartphone para AccessPoint1	71

Figura 100. ICMP Wireless VLAN/delegação diferentes. AccessPoint1 para Switch6.....	72
Figura 101. ICMP Wireless VLAN/delegação diferentes. RouterLX para RouterPOR	72
Figura 102. ICMP Wireless VLAN/delegação diferentes. Switch3 para PC-DRH-POR2	73
Figura 103. ICMP Wireless VLAN/delegação diferentes. PC-DRH-POR2 para Switch3	73
Figura 104. ICMP Wireless VLAN/delegação diferentes. Switch3 para RouterPOR	74
Figura 105. ICMP Wireless VLAN/delegação diferentes. Switch6 para AccessPoint1.....	74
Figura 106. ICMP Wireless VLAN/delegação diferentes. AccessPoint1 para Smartphone ...	75
Figura 107. Testes ARP na linha de comandos	76
Figura 108. ARP Request.....	76
Figura 109. ARP Reply	77
Figura 110. DHCP Release	78
Figura 111. DHCP Renew	78
Figura 112. Tabela de encaminhamento de RouterLX	79
Figura 113. Tabela de encaminhamento de RouterPOR	80
Figura 114. Tabela de encaminhamento de RouterFAR	80
Figura 115. Tabela de encaminhamento de RouterPDEL	81
Figura 116. Mensagem RIPv2 - RouterLX para RouterPOR (1)	81
Figura 117. Mensagem RIPv2 - RouterLX para RouterPOR (2)	82
Figura 118. Mensagem RIPv2 - RouterLX para RouterPOR (3)	82

Índice de tabelas

Tabela 1. Número de equipamentos por delegação	10
Tabela 2. VLANs	11
Tabela 3. Resultado das interfaces mediante ação STP	15
Tabela 4. Tabela de endereçamentos das VLANs	18
Tabela 5. Tabela de endereçamento das interligações entre delegações	18
Tabela 6. Tabela de endereçamento de interfaces e subinterfaces.....	23
Tabela 7. Tabela de encaminhamento estático dos routers	37
Tabela 8. Tabela de informações para as redes c/ atribuição automática endereços.....	49

1 Introdução

Este trabalho tem como objetivo o planeamento de uma rede empresarial e a realização de testes funcionais nessa rede. Pretende-se com este trabalho compreender as tecnologias/protocolos inerentes à criação da rede de uma empresa de média dimensão.

Para o efeito, é utilizado o simulador disponibilizado pela Cisco, *Packet Tracer*.

A empresa Xpto, Lda. tem quatro delegações: Lisboa, Porto, Faro e Ponta Delgada. A delegação de Lisboa será constituída pelas seguintes sub-redes:

- Departamento Técnico (DTECLX), para 40 hosts
- Departamento de Recursos humanos (RHLX), para 20 hosts
- Uma rede WiFi que permita 100 hosts em simultâneo
- Rede de servidores (SRV) com capacidade para 10 servidores, sendo esta acessível a partir de qualquer delegação e contendo os serviços:
 - *Dynamic host Configuration Protocol* (DHCP)
 - *WWW* (HTTP)

Nas delegações do Porto, Faro e Ponta Delgada existem apenas os Departamentos Técnico e de Recursos Humanos, os quais suportam 20 e 10 postos de trabalho, respetivamente. Embora correspondam a departamentos com a mesma designação, os departamentos em delegações diferentes são, do ponto de vista da rede, distintos uns dos outros (e.g., para o Departamento Técnico são distintos DTECLX, DTECFAR, DTECPOR e DTECPDEL).

2 Topologia da Rede e Equipamentos

2.1 Separação e interligação de delegações e departamentos

2.1.1 Dimensionamento e desenho da rede física

Para este trabalho foi solicitado que usemos um router para cada delegação, fazendo uma ligação em topologia de anel entre os vários routers. Com isto, podemos calcular o número de equipamentos necessários consoante indicado na tabela 1.

Tabela 1. Número de equipamentos por delegação

Delegação	Nº max hosts	Nº Switches (2960-24TT)	Nº Routers (Router-PT)	Nº Access Points (AP-PT-AC)
Lisboa	170	4	1	2
Porto	30	2	1	N/A
Faro	30	2	1	N/A
Ponta Delgada	30	2	1	N/A

Em Lisboa é preciso usar um switch dedicado à rede WiFi, e para os restantes departamentos, que constituem um total de 70 hosts, são necessários 3 switches sendo que cada um destes admite no máximo 24 hosts. Desta forma, são necessários na totalidade quatro switches, um router e dois access points (50 hosts para cada).

Analogamente, para as delegações Faro, Porto e Delgada são necessários dois switches, para um total de 30 hosts, e um router.

Mediante as indicações do enunciado, introduzimos redundância na rede respetiva à delegação de Lisboa.

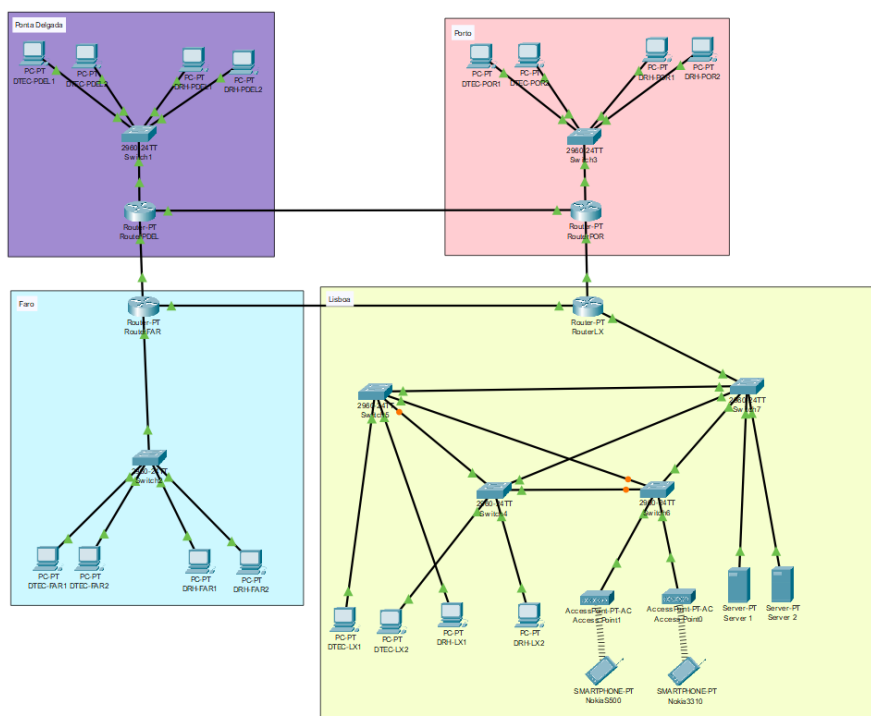


Figura 1. Versão simplificada da rede física da empresa c/ redundância em Lisboa

2.1.2 Redes locais virtuais (VLANs)

Considerando os requisitos de segurança e separação de tráfego solicitados foram implementadas quatro VLANs em Lisboa, duas no Porto, duas em Faro e duas em Ponta Delgada, respetivamente identificadas na tabela 2.

Tabela 2. VLANs

Switches	Delegação	VLAN	Designação
• Switch 4	Lisboa	10	DTECLX
• Switch 5		20	DRHLX
• Switch 6		30	Servers
• Switch 7		40	DWIFILX
• Switch 3	Porto	50	DTECPOR
		60	DRHPOR
• Switch 2	Faro	70	DTECFAR
		80	DRHFAR
• Switch 1	Ponta Delgada	90	DTECPDEL
		100	DRHPDEL

Cada um dos switches de 1 a 7 tem a configuração visível nas seguintes imagens.

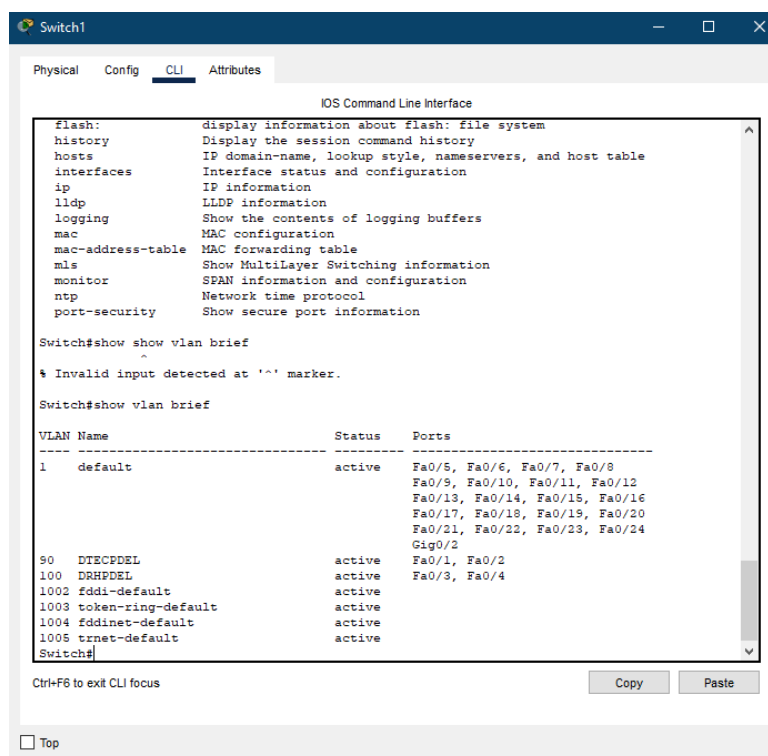


Figura 2. Configurações do switch 1

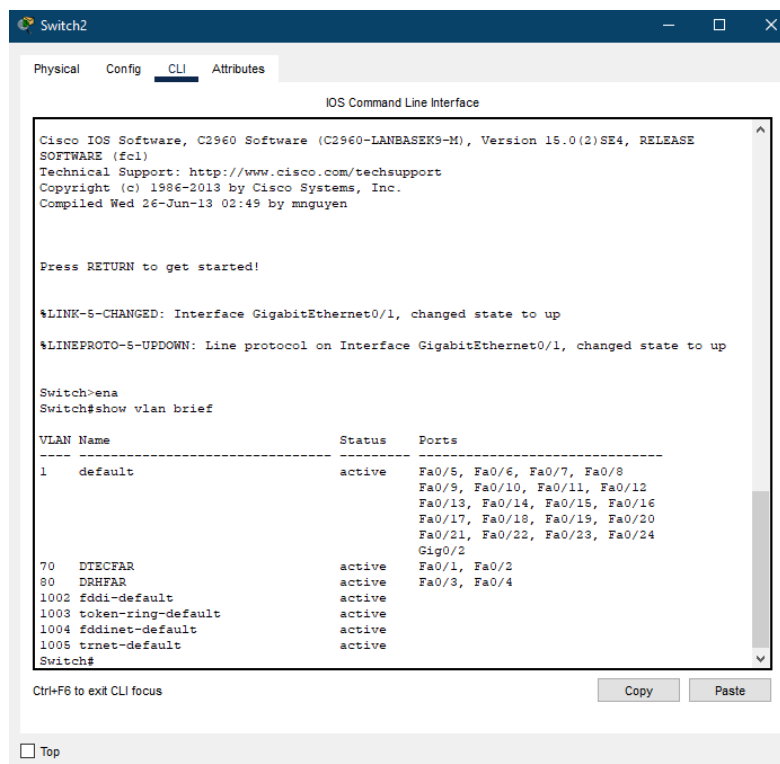


Figura 3. Configurações do switch 2

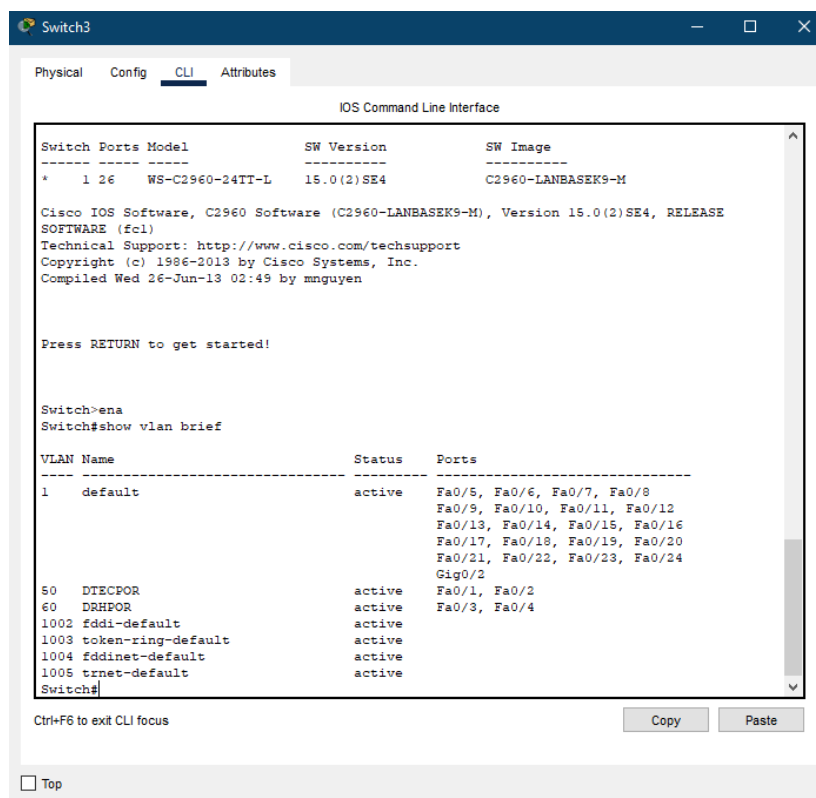


Figura 4. Configurações do switch 3

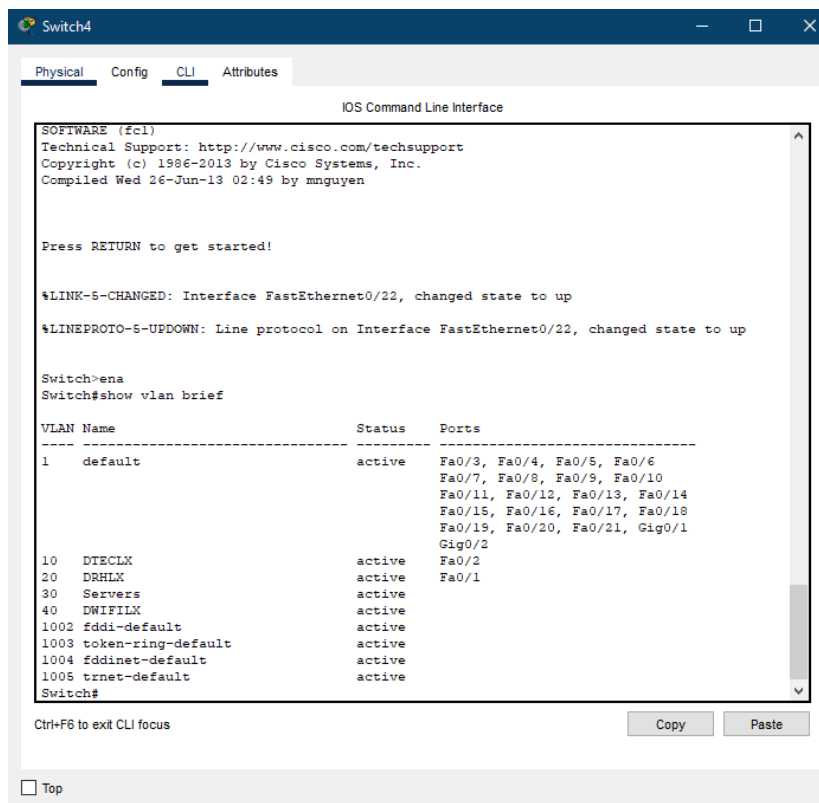


Figura 5. Configurações do switch 4

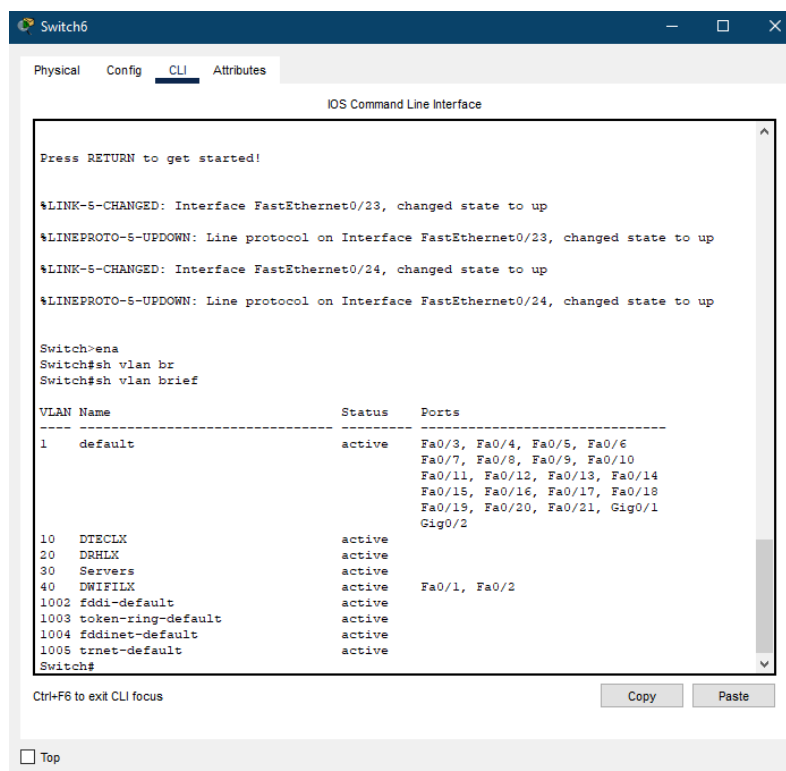


Figura 6. Configurações do switch 6

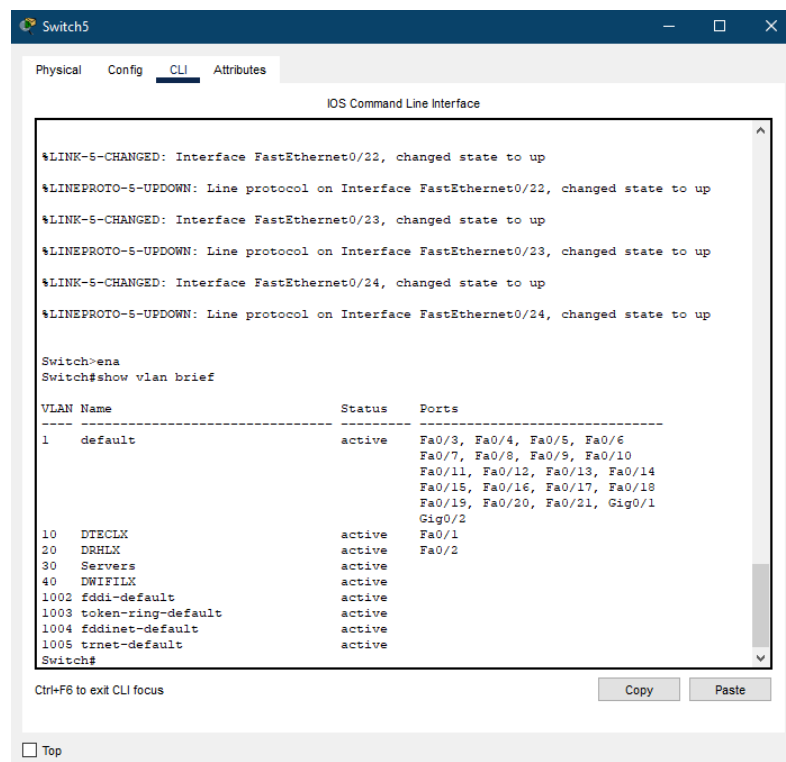


Figura 7. Configurações do switch 5

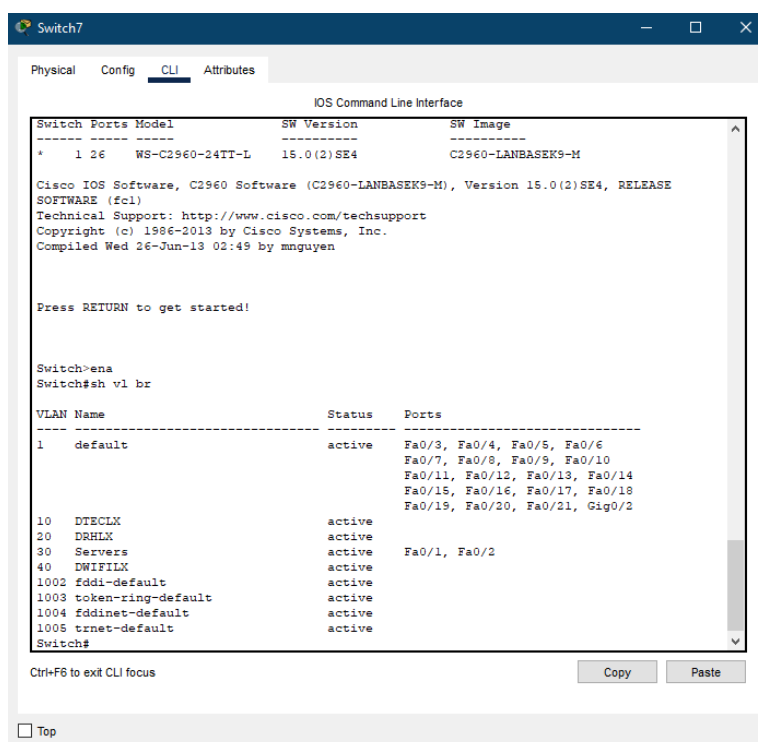


Figura 8. Configurações do switch 7

2.1.3 Protocolo de árvore de escoamento (STP)

Após a ação do protocolo STP na rede da delegação de Lisboa, podemos verificar que fica definida a árvore de escoamento com as seguintes propriedades sobre os switches, consoante a tabela 3 e ilustrado na figura 1.

Em funcionamento normal da rede, o switch designado como root da STP é o Switch7. Isto deve-se ao facto de todos os switches terem o mesmo valor de prioridade, e o valor de MAC address mais pequeno é o do Switch7.

Tabela 3. Resultado das interfaces mediante ação STP

Switch	Interface	Estado
4	Fa0/1	Forwarding
	Fa0/2	Forwarding
	Fa0/22	Forwarding
	Fa0/23	Forwarding
	Fa0/24	Forwarding
5	Fa0/1	Forwarding
	Fa0/2	Forwarding
	Fa0/22	Forwarding
	Fa0/23	Blocked
	Fa0/24	Forwarding
6	Fa0/1	Forwarding
	Fa0/22	Blocked
	Fa0/23	Blocked
	Fa0/23	Forwarding
7	Gig0/1	Forwarding

	Fa0/1	Forwarding
	Fa0/2	Forwarding
	Fa0/22	Forwarding
	Fa0/23	Forwarding
	Fa0/24	Forwarding

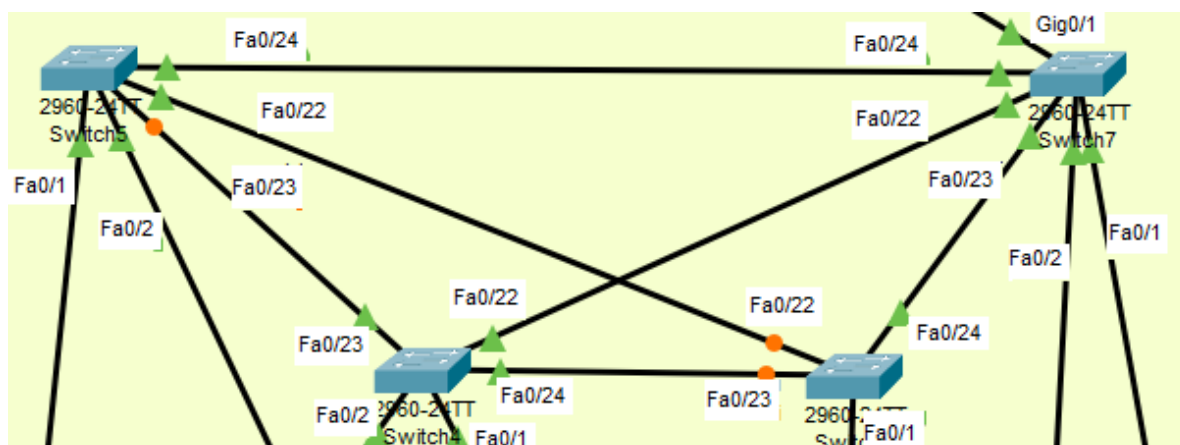


Figura 9. Resultado das interfaces mediante ação STP

▲ - interface ativa ● - interface bloqueada

Ao desativar algumas portas em alguns switches é recalculada a STP, obtendo a nova configuração para as interfaces dos switches.

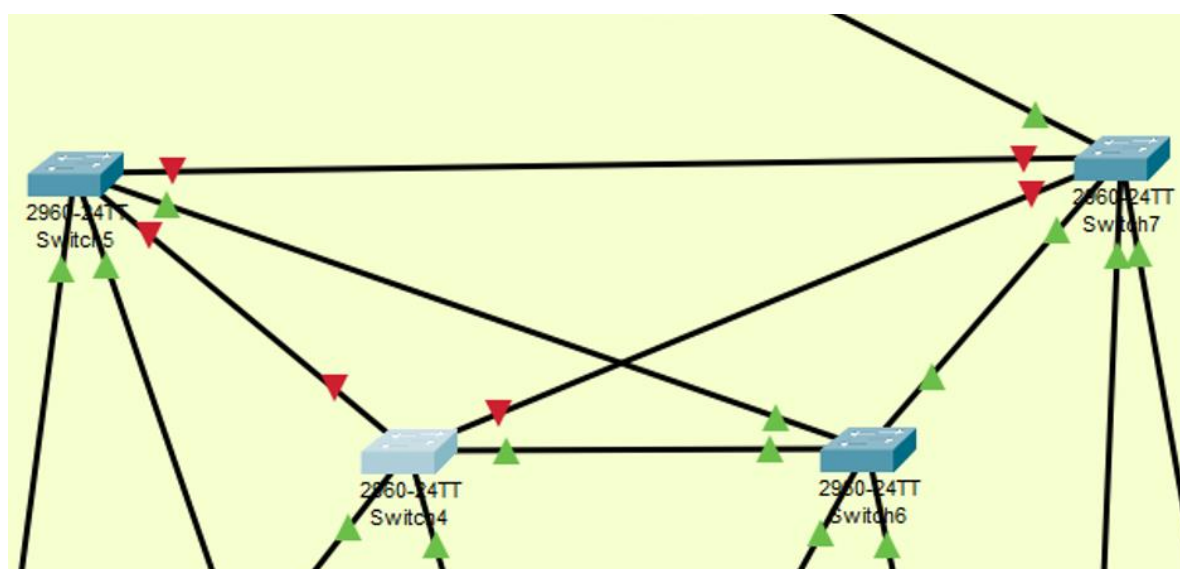


Figura 10. Resultado das interfaces mediante ação STP c/ algumas portas desativadas

▲ - interface ativa ▼ - interface desativada

O respetivo endereçamento para a rede acima encontra-se na tabela 4.

Tabela 4. Tabela de endereçamentos das VLANs

Local	VLAN	Network	Gateway	Broadcast	Nr Hosts
Lisboa	10(Dep.Técnico)	10.10.16.0/26	10.10.16.1	10.10.16.63	62
	20(Dep.RH)	10.10.16.64/27	10.10.16.65	10.10.16.95	30
	30(Servers)	10.10.16.96/28	10.10.16.97	10.10.16.111	14
	40(Dep.WIFI)	10.10.16.128/25	10.10.16.129	10.10.16.255	126
Porto	50(Dep.Técnico)	10.10.17.0/27	10.10.17.1	10.10.17.31	30
	60(Dep.RH)	10.10.17.64/28	10.10.17.65	10.10.17.79	14
Faro	70(Dep.Técnico)	10.10.18.0/27	10.10.18.1	10.10.18.31	30
	80(Dep.RH)	10.10.18.32/28	10.10.18.33	10.10.18.47	14
Ponta Delgada	90(Dep.Técnico)	10.10.18.64/27	10.10.18.65	10.10.18.95	30
	100(Dep.RH)	10.10.18.96/28	10.10.18.97	10.10.18.111	14

Da tabela anterior resulta então a tabela de atribuições de IPs para a interligação entre as 4 delegações.

Tabela 5. Tabela de endereçamento das interligações entre delegações

Network	Lisboa	Porto	Faro	Ponta Delgada	Broadcast
192.168.1.0/30	192.168.1.1	192.168.1.2	-	-	192.168.1.3
192.168.1.4/30	192.168.1.5	-	192.168.1.6	-	192.168.1.7
192.168.1.8/30	-	192.168.1.9	-	192.168.1.10	192.168.1.11
192.168.1.12/30	-	-	192.168.1.13	192.168.1.14	192.168.1.15

Para o teste de conectividade decidimos usar os dois PCs do departamento técnico de Lisboa, atribuindo IPs a estes, conforme exposto nas seguintes imagens.

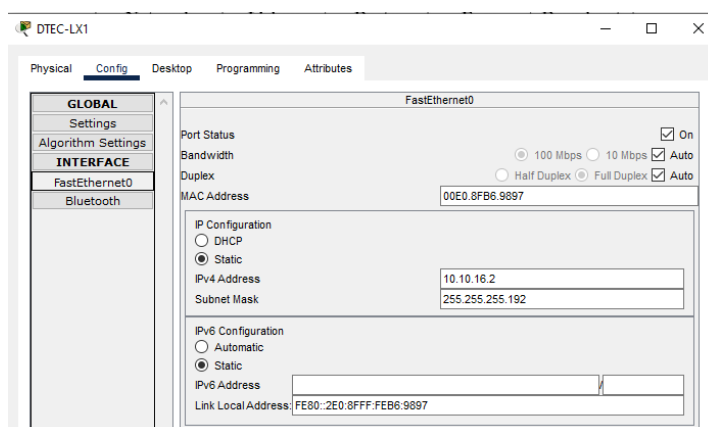


Figura 12. IP para DTEC-LX1

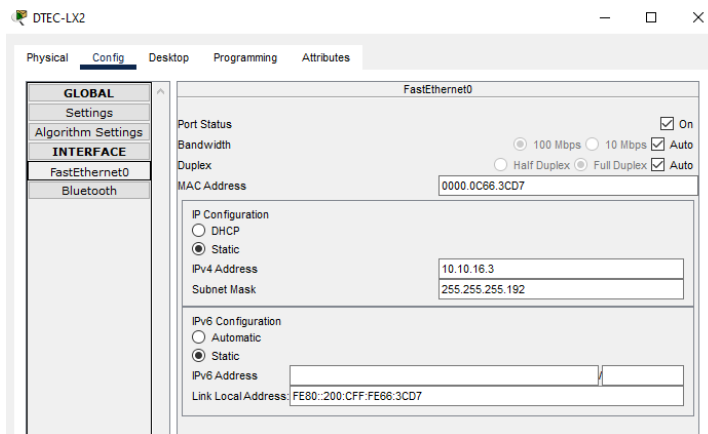


Figura 13. IP para DTEC-LX2

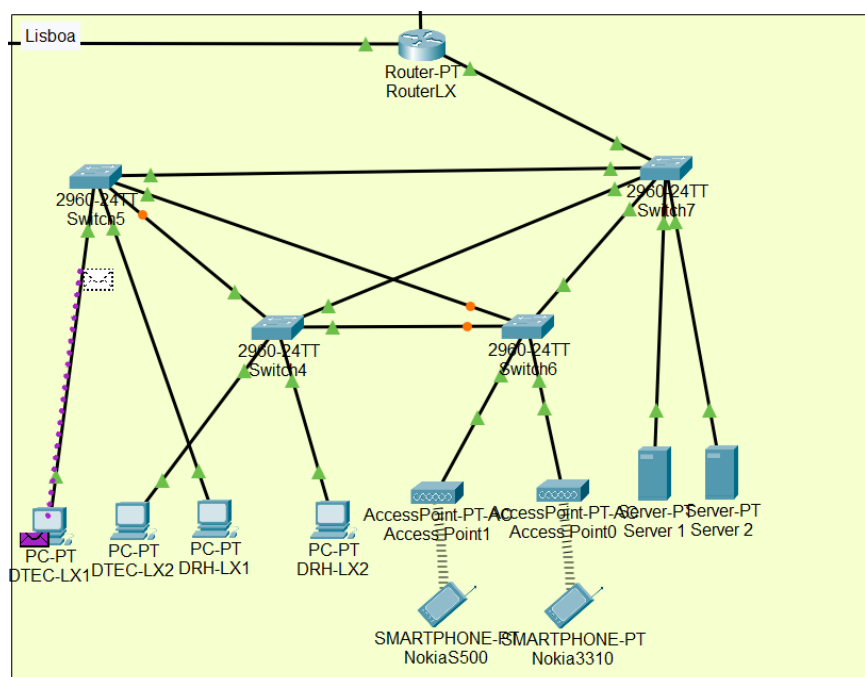


Figura 14. Teste de Conectividade entre PCs do mesmo Dep. (1)

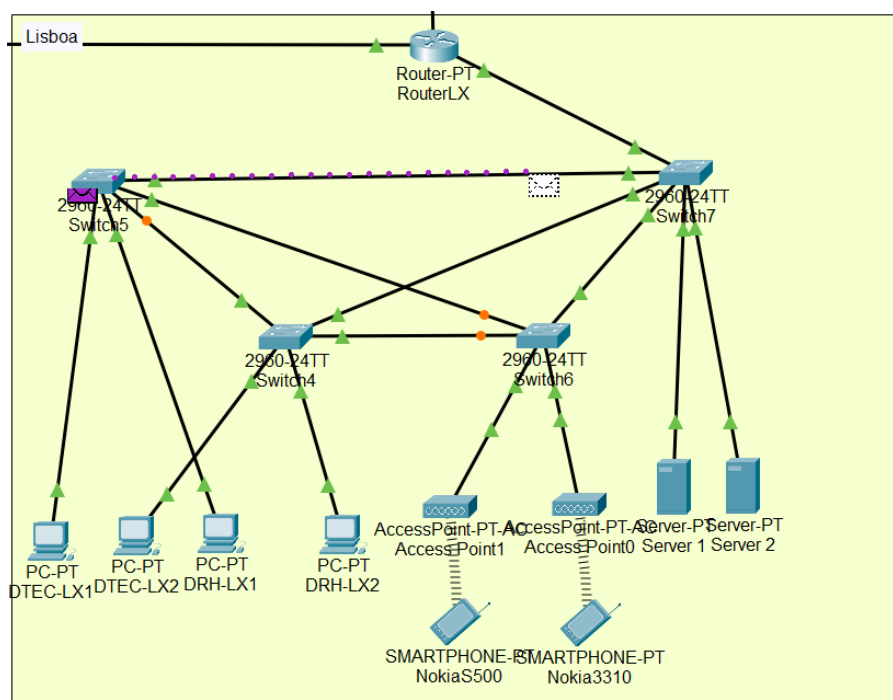


Figura 15. Teste de Conectividade entre PCs do mesmo Dep. (2)

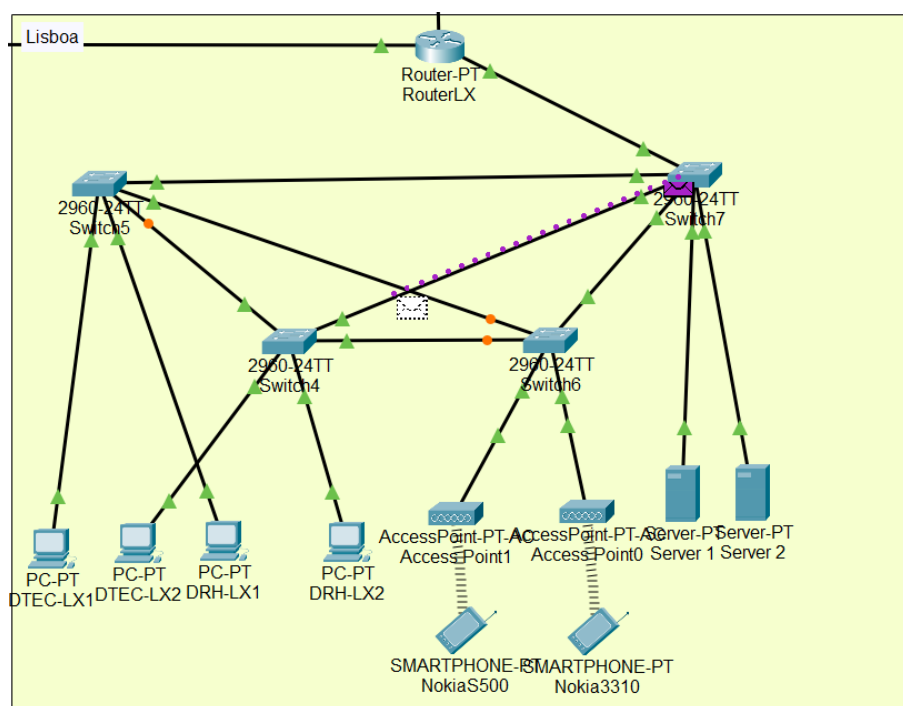


Figura 16. Teste de Conectividade entre PCs do mesmo Dep. (3)

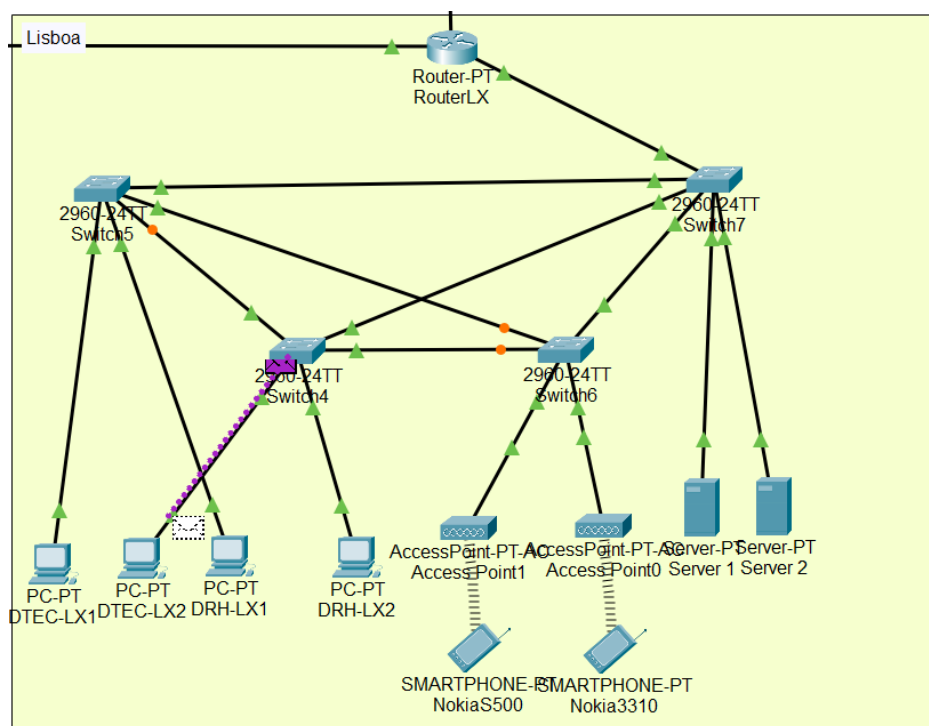


Figura 17. Teste de Conectividade entre PCs do mesmo Dep. (4)

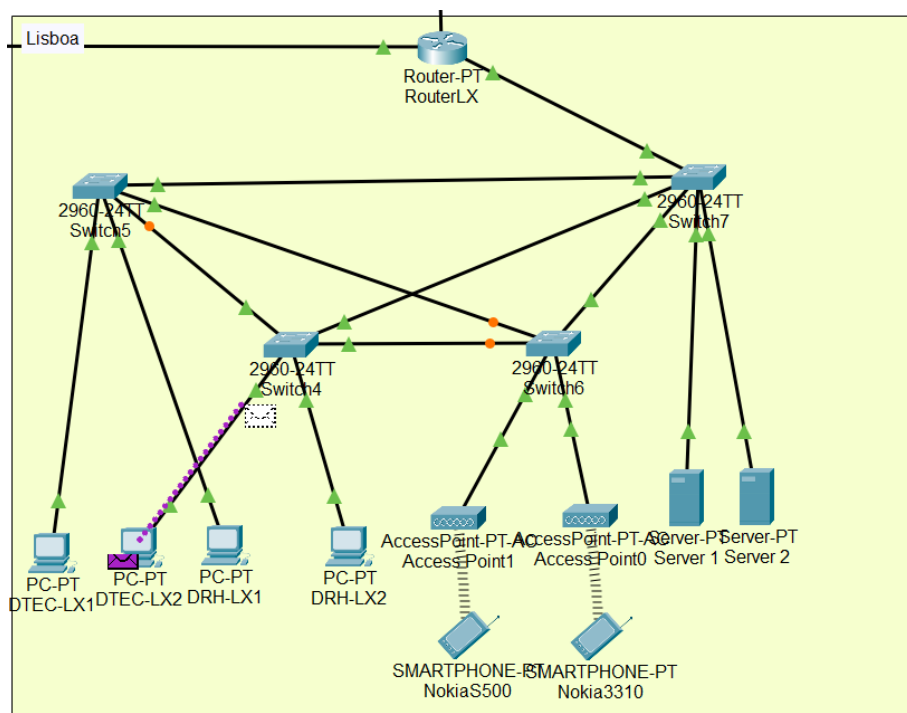


Figura 18. Teste de Conectividade entre PCs do mesmo Dep. (5)

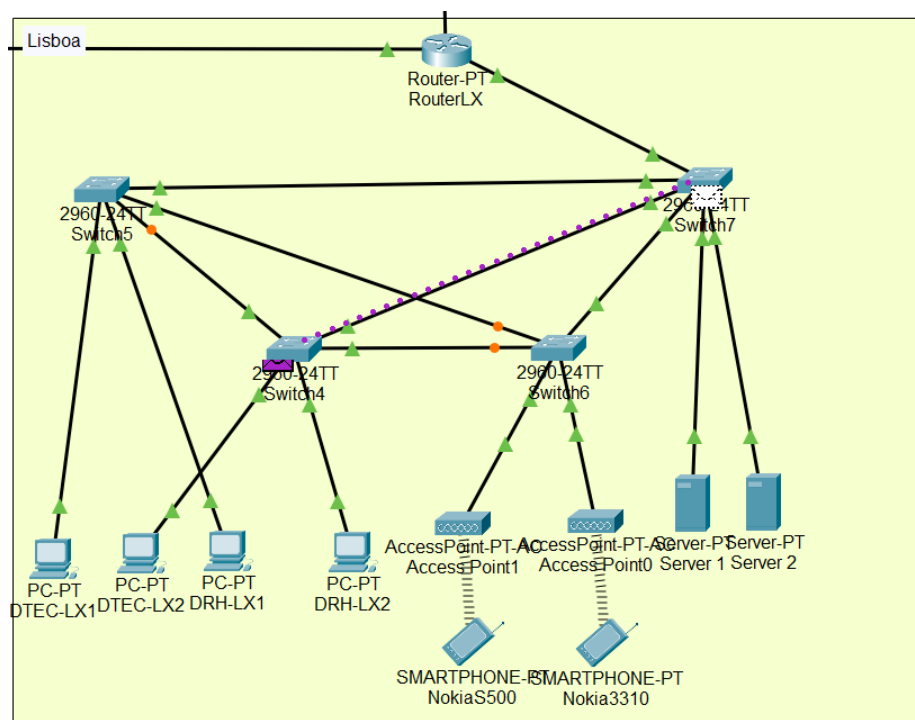


Figura 19. Teste de Conectividade entre PCs do mesmo Dep. (6)

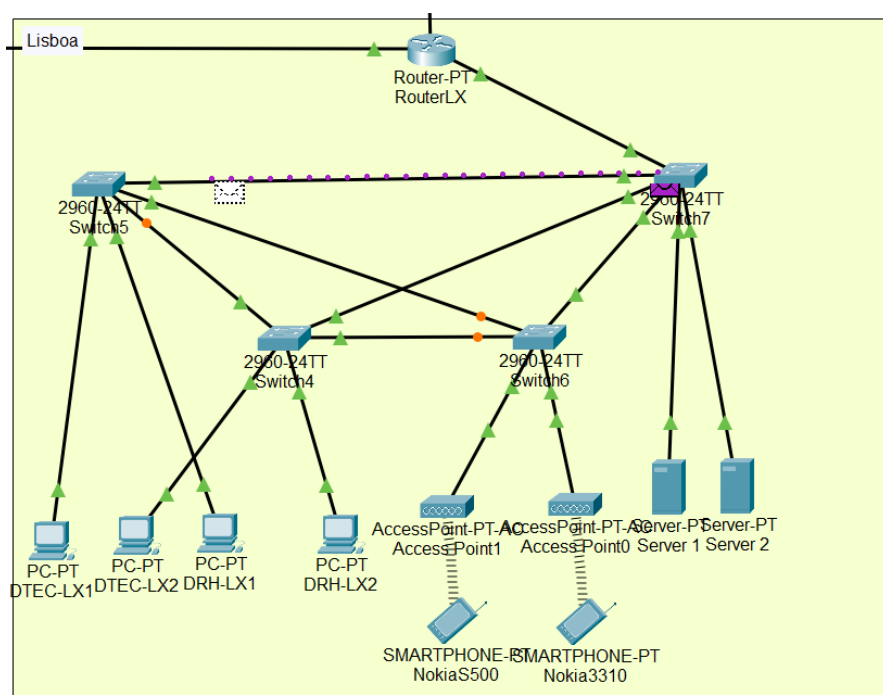


Figura 20. Teste de Conectividade entre PCs do mesmo Dep. (7)

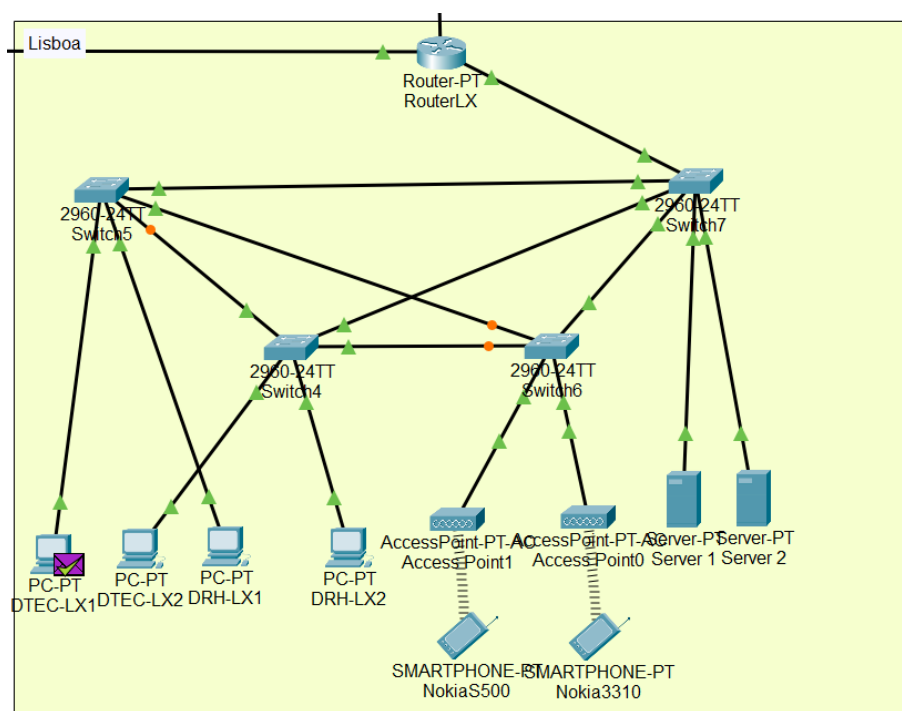


Figura 21. Teste de Conectividade entre PCs do mesmo Dep. (8)

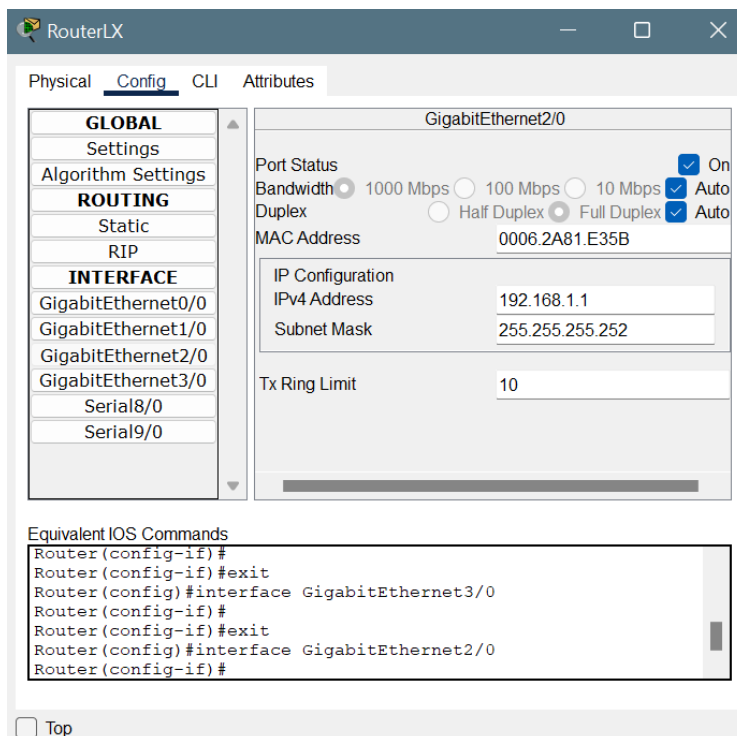
2.3 Configuração das interfaces dos routers

2.3.1 Configuração das interfaces dos routers

Na seguinte tabela encontram-se as interfaces e subinterfaces dos 4 routers.

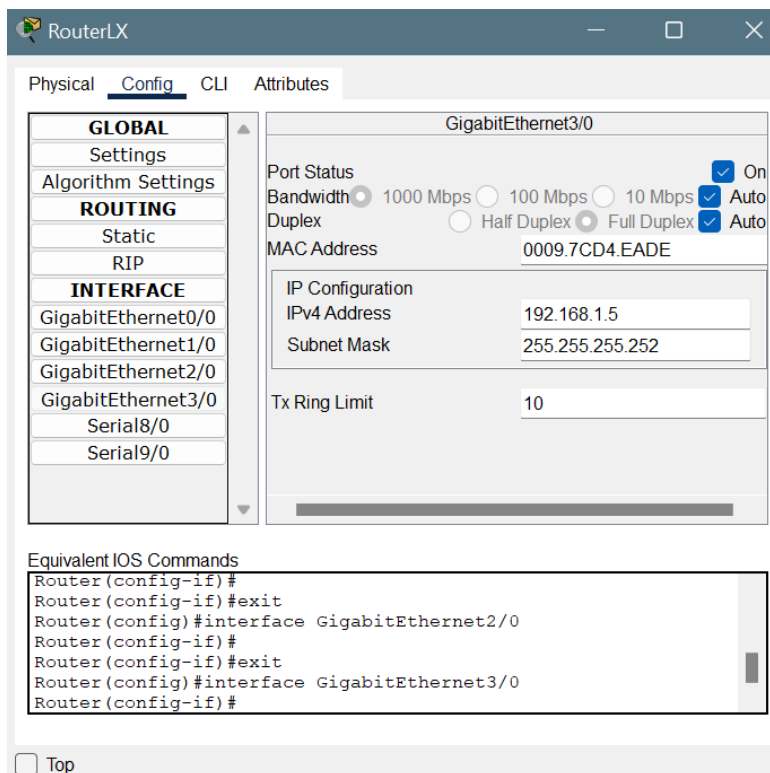
Tabela 6. Tabela de endereçamento de interfaces e subinterfaces

Router	(Sub)Interface	IP Address	Network	Broadcast	Máscara
RouterLX	Gig1/0.10	10.10.16.1	10.10.16.0	10.10.16.63	255.255.255.192
	Gig1/0.20	10.10.16.65	10.10.16.64	10.10.16.95	255.255.255.224
	Gig1/0.30	10.10.16.97	10.10.16.96	10.10.16.111	255.255.255.240
	Gig1/0.40	10.10.16.129	10.10.16.128	10.10.16.255	255.255.255.128
	Gig2/0	192.168.1.1	192.168.1.0	192.168.1.3	255.255.255.252
	Gig3/0	192.168.1.5	192.168.1.4	192.168.1.7	255.255.255.252
RouterPOR	Gig0/0.50	10.10.17.1	10.10.17.0	10.10.17.31	255.255.255.224
	Gig0/0.60	10.10.17.65	10.10.17.64	10.10.17.79	255.255.255.240
	Gig1/0	192.168.1.2	192.168.1.0	192.168.1.3	255.255.255.252
	Gig2/0	192.168.1.9	192.168.1.8	192.168.1.11	255.255.255.252
RouterFAR	Gig0/0.70	10.10.18.1	10.10.18.0	10.10.18.31	255.255.255.224
	Gig0/0.80	10.10.18.33	10.10.18.32	10.10.18.47	255.255.255.240
	Gig1/0	192.168.1.6	192.168.1.4	192.168.1.7	255.255.255.252
	Gig2/0	192.168.1.13	192.168.1.12	192.168.1.15	255.255.255.252
RouterPDEL	Gig0/0.90	10.10.18.65	10.10.18.64	10.10.18.95	255.255.255.224
	Gig0/0.100	10.10.16.97	10.10.19.96	10.10.19.111	255.255.255.240
	Gig2/0	192.168.1.14	192.168.1.12	192.168.1.15	255.255.255.252
	Gig3/0	192.168.1.10	192.168.1.8	192.168.1.11	255.255.255.252



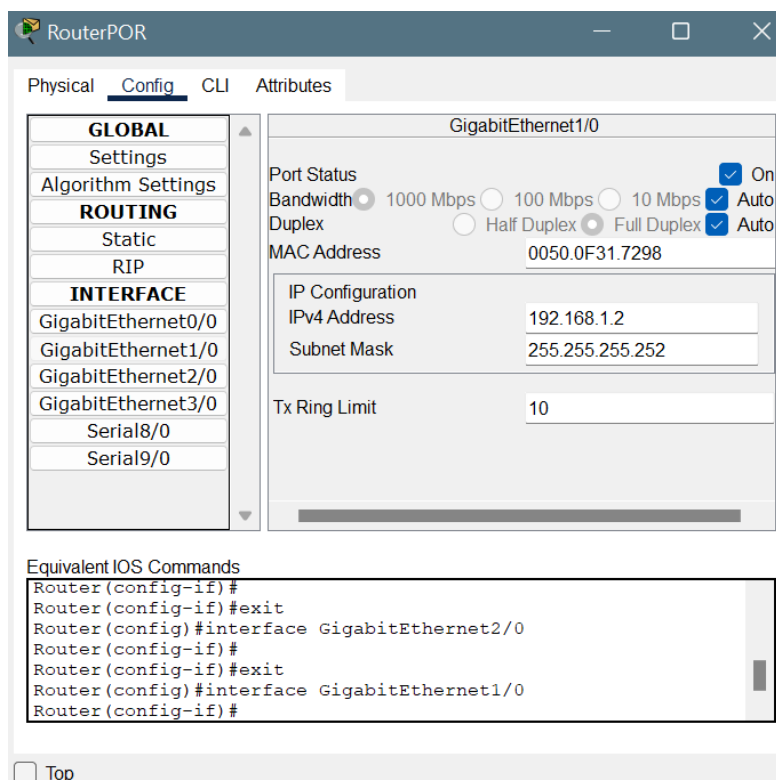
The screenshot shows the RouterLX configuration window for the GigabitEthernet2/0 interface. The 'Config' tab is active. On the left, a tree view shows the configuration hierarchy: GLOBAL (Settings, Algorithm Settings), ROUTING (Static, RIP), and INTERFACE (GigabitEthernet0/0, GigabitEthernet1/0, GigabitEthernet2/0, GigabitEthernet3/0, Serial8/0, Serial9/0). The main panel displays the configuration for GigabitEthernet2/0. The Port Status is 'On'. Bandwidth is set to 1000 Mbps. Duplex is set to Full Duplex. The MAC Address is 0006.2A81.E35B. The IP Configuration shows an IPv4 Address of 192.168.1.1 and a Subnet Mask of 255.255.255.252. The Tx Ring Limit is 10. At the bottom, the 'Equivalent IOS Commands' section shows the following commands: Router(config-if)#, Router(config-if)#exit, Router(config)#interface GigabitEthernet3/0, Router(config-if)#, Router(config-if)#exit, Router(config)#interface GigabitEthernet2/0, and Router(config-if)#. A 'Top' button is located at the bottom left.

Figura 22. Configuração da interface Gig2/0 do RouterLX



The screenshot shows the RouterLX configuration window for the GigabitEthernet3/0 interface. The 'Config' tab is active. On the left, a tree view shows the configuration hierarchy: GLOBAL (Settings, Algorithm Settings), ROUTING (Static, RIP), and INTERFACE (GigabitEthernet0/0, GigabitEthernet1/0, GigabitEthernet2/0, GigabitEthernet3/0, Serial8/0, Serial9/0). The main panel displays the configuration for GigabitEthernet3/0. The Port Status is 'On'. Bandwidth is set to 1000 Mbps. Duplex is set to Full Duplex. The MAC Address is 0009.7CD4.EADE. The IP Configuration shows an IPv4 Address of 192.168.1.5 and a Subnet Mask of 255.255.255.252. The Tx Ring Limit is 10. At the bottom, the 'Equivalent IOS Commands' section shows the following commands: Router(config-if)#, Router(config-if)#exit, Router(config)#interface GigabitEthernet2/0, Router(config-if)#, Router(config-if)#exit, Router(config)#interface GigabitEthernet3/0, and Router(config-if)#. A 'Top' button is located at the bottom left.

Figura 23. Configuração da interface Gig3/0 do RouterLX



The screenshot shows the RouterPOR configuration window for the GigabitEthernet1/0 interface. The left sidebar has a tree view with 'INTERFACE' expanded and 'GigabitEthernet1/0' selected. The main area shows configuration for this interface. The 'Port Status' is 'On'. 'Bandwidth' is set to '1000 Mbps'. 'Duplex' is set to 'Full Duplex'. The 'MAC Address' is '0050.0F31.7298'. Under 'IP Configuration', the 'IPv4 Address' is '192.168.1.2' and the 'Subnet Mask' is '255.255.255.252'. The 'Tx Ring Limit' is '10'. At the bottom, a text box shows the equivalent IOS commands.

GLOBAL

- Settings
- Algorithm Settings

ROUTING

- Static
- RIP

INTERFACE

- GigabitEthernet0/0
- GigabitEthernet1/0**
- GigabitEthernet2/0
- GigabitEthernet3/0
- Serial8/0
- Serial9/0

GigabitEthernet1/0

Port Status ☒ On

Bandwidth ☒ 1000 Mbps ☐ 100 Mbps ☐ 10 Mbps ☒ Auto

Duplex ☐ Half Duplex ☒ Full Duplex ☒ Auto

MAC Address 0050.0F31.7298

IP Configuration

IPv4 Address 192.168.1.2

Subnet Mask 255.255.255.252

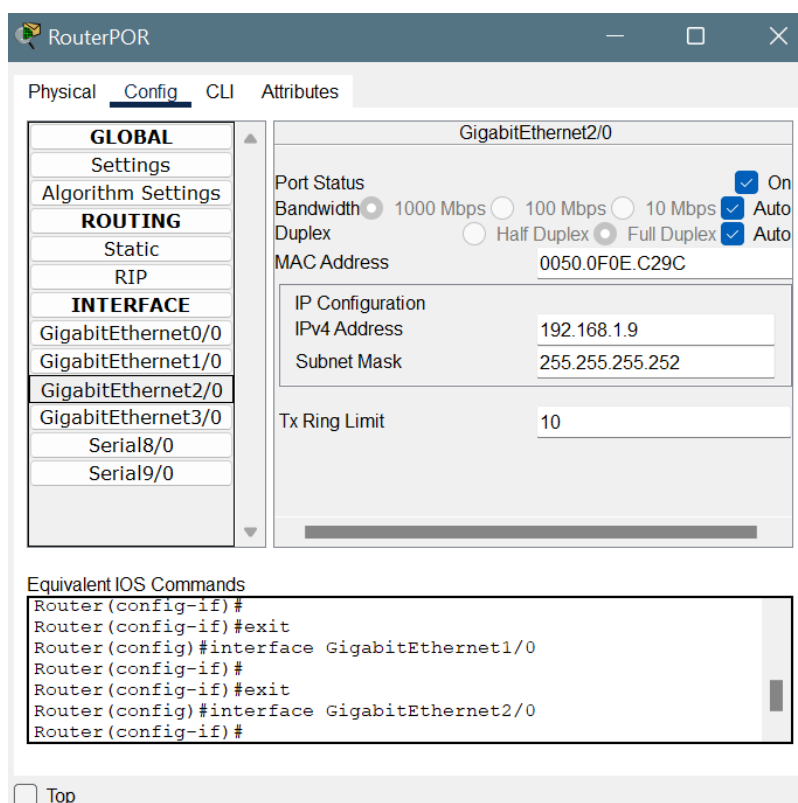
Tx Ring Limit 10

Equivalent IOS Commands

```
Router(config-if)#
Router(config-if)#exit
Router(config)#interface GigabitEthernet2/0
Router(config-if)#
Router(config-if)#exit
Router(config)#interface GigabitEthernet1/0
Router(config-if)#
```

☐ Top

Figura 24. Configuração da interface Gig1/0 do RouterPOR



The screenshot shows the RouterPOR configuration window for the GigabitEthernet2/0 interface. The left sidebar has a tree view with 'INTERFACE' expanded and 'GigabitEthernet2/0' selected. The main area shows configuration for this interface. The 'Port Status' is 'On'. 'Bandwidth' is set to '1000 Mbps'. 'Duplex' is set to 'Full Duplex'. The 'MAC Address' is '0050.0F0E.C29C'. Under 'IP Configuration', the 'IPv4 Address' is '192.168.1.9' and the 'Subnet Mask' is '255.255.255.252'. The 'Tx Ring Limit' is '10'. At the bottom, a text box shows the equivalent IOS commands.

GLOBAL

- Settings
- Algorithm Settings

ROUTING

- Static
- RIP

INTERFACE

- GigabitEthernet0/0
- GigabitEthernet1/0
- GigabitEthernet2/0**
- GigabitEthernet3/0
- Serial8/0
- Serial9/0

GigabitEthernet2/0

Port Status ☒ On

Bandwidth ☒ 1000 Mbps ☐ 100 Mbps ☐ 10 Mbps ☒ Auto

Duplex ☐ Half Duplex ☒ Full Duplex ☒ Auto

MAC Address 0050.0F0E.C29C

IP Configuration

IPv4 Address 192.168.1.9

Subnet Mask 255.255.255.252

Tx Ring Limit 10

Equivalent IOS Commands

```
Router(config-if)#
Router(config-if)#exit
Router(config)#interface GigabitEthernet1/0
Router(config-if)#
Router(config-if)#exit
Router(config)#interface GigabitEthernet2/0
Router(config-if)#
```

☐ Top

Figura 25. Configuração da interface Gig3/0 do RouterPOR

The RouterFAR configuration window is shown with the 'Config' tab selected. The left sidebar lists configuration categories: GLOBAL (Settings, Algorithm Settings), ROUTING (Static, RIP), and INTERFACE (GigabitEthernet0/0, GigabitEthernet1/0, GigabitEthernet2/0, GigabitEthernet3/0, Serial8/0, Serial9/0). The main area displays the configuration for GigabitEthernet1/0. The Port Status is 'On'. Bandwidth is set to 1000 Mbps. Duplex is set to Full Duplex. The MAC Address is 00D0.58CA.D33D. The IP Configuration shows an IPv4 Address of 192.168.1.6 and a Subnet Mask of 255.255.255.252. The Tx Ring Limit is 10. Below the configuration, the 'Equivalent IOS Commands' section shows the following commands:

```
Router#configure terminal
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
Router(config)#interface GigabitEthernet0/0
Router(config-if)#
Router(config-if)#exit
Router(config)#interface GigabitEthernet1/0
Router(config-if)#
```

A 'Top' button is located at the bottom left of the window.

Figura 26. Configuração da interface Gig1/0 do RouterFAR

The RouterPDEL configuration window is shown with the 'Config' tab selected. The left sidebar lists configuration categories: GLOBAL (Settings, Algorithm Settings), ROUTING (Static, RIP), and INTERFACE (GigabitEthernet0/0, GigabitEthernet1/0, GigabitEthernet2/0, GigabitEthernet3/0, Serial8/0, Serial9/0). The main area displays the configuration for GigabitEthernet1/0. The Port Status is 'On'. Bandwidth is set to 1000 Mbps. Duplex is set to Full Duplex. The MAC Address is 000D.BDC0.70B1. The IP Configuration shows an IPv4 Address of 192.168.1.14 and a Subnet Mask of 255.255.255.252. The Tx Ring Limit is 10. Below the configuration, the 'Equivalent IOS Commands' section shows the following commands:

```
Building configuration...
[OK]
Router#
Router#configure terminal
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
Router(config)#interface GigabitEthernet1/0
Router(config-if)#
```

A 'Top' button is located at the bottom left of the window.

Figura 27. Configuração da interface Gig1/0 do RouterPDEL

The screenshot shows the RouterPDEL application window with the 'Config' tab selected. On the left, a sidebar lists configuration categories: GLOBAL (Settings, Algorithm Settings), ROUTING (Static, RIP), and INTERFACE (GigabitEthernet0/0, GigabitEthernet1/0, GigabitEthernet2/0, GigabitEthernet3/0, Serial8/0, Serial9/0). The 'GigabitEthernet2/0' interface is selected and highlighted. The main area displays configuration options for this interface: Port Status (checked 'On'), Bandwidth (radio buttons for 1000 Mbps, 100 Mbps, 10 Mbps; 1000 Mbps is selected), Duplex (radio buttons for Half Duplex, Full Duplex; Full Duplex is selected), MAC Address (0001.6449.7B78), IP Configuration (IPv4 Address: 192.168.1.10, Subnet Mask: 255.255.255.252), and Tx Ring Limit (10). At the bottom, a text box titled 'Equivalent IOS Commands' contains the following commands: Router#configure terminal, Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z., Router(config)#interface GigabitEthernet1/0, Router(config-if) #, Router(config-if) #exit, Router(config)#interface GigabitEthernet2/0, and Router(config-if) #. A 'Top' button is located at the bottom left of the window.

Figura 28. Configuração da interface Gig2/0 do RouterPDEL

RouterLX

Physical Config CLI Attributes

```

!
!
!
interface GigabitEthernet0/0
  no ip address
  duplex auto
  speed auto
!
interface GigabitEthernet1/0
  no ip address
  duplex auto
  speed auto
!
interface GigabitEthernet1/0.10
  encapsulation dot1Q 10
  ip address 10.10.16.1 255.255.255.192
!
interface GigabitEthernet1/0.20
  encapsulation dot1Q 20
  ip address 10.10.16.65 255.255.255.224
!
interface GigabitEthernet1/0.30
  encapsulation dot1Q 30
  ip address 10.10.16.97 255.255.255.240
!
interface GigabitEthernet1/0.40
  encapsulation dot1Q 40
  ip address 10.10.16.129 255.255.255.128
!
interface GigabitEthernet2/0
  ip address 192.168.1.1 255.255.255.252
  duplex auto
  speed auto
!
interface GigabitEthernet3/0
  ip address 192.168.1.5 255.255.255.252
  duplex auto
  speed auto
!
interface Serial8/0
  no ip address
  clock rate 2000000
  shutdown
!
interface Serial9/0
  no ip address
  clock rate 2000000
--More--

```

Ctrl+F6 to exit CLI focus

☐ Top

Figura 29. show running-config no RouterLX

RouterPOR

Physical Config CLI Attributes

```

!
!
!
!
!
!
!
!
!
!
!
interface GigabitEthernet0/0
no ip address
duplex auto
speed auto
!
interface GigabitEthernet0/0.50
encapsulation dot1Q 50
ip address 10.10.17.1 255.255.255.224
!
interface GigabitEthernet0/0.60
encapsulation dot1Q 60
ip address 10.10.17.65 255.255.255.240
!
interface GigabitEthernet1/0
ip address 192.168.1.2 255.255.255.252
duplex auto
speed auto
!
interface GigabitEthernet2/0
ip address 192.168.1.9 255.255.255.252
duplex auto
speed auto
!
interface GigabitEthernet3/0
no ip address
duplex auto
speed auto
shutdown
!
interface Serial8/0
no ip address
clock rate 2000000
--More--

```

Ctrl+F6 to exit CLI focus

☐ Top

Figura 30. show running-config no RouterPOR

RouterFAR

Physical Config CLI Attributes

```


!
!
!
!
!
!
!
interface GigabitEthernet0/0
  no ip address
  duplex auto
  speed auto
!
interface GigabitEthernet0/0.70
  encapsulation dot1Q 70
  ip address 10.10.18.1 255.255.255.224
!
interface GigabitEthernet0/0.80
  encapsulation dot1Q 80
  ip address 10.10.18.33 255.255.255.240
!
interface GigabitEthernet1/0
  ip address 192.168.1.6 255.255.255.252
  duplex auto
  speed auto
!
interface GigabitEthernet2/0
  ip address 192.168.1.13 255.255.255.252
  duplex auto
  speed auto
!
interface GigabitEthernet3/0
  no ip address
  duplex auto
  speed auto
  shutdown
!
interface Serial8/0
  no ip address
  clock rate 2000000
  shutdown
!
interface Serial9/0
  no ip address
  clock rate 2000000
  shutdown
!
--More--

```

Ctrl+F6 to exit CLI focus

☐ Top

Figura 31. show running-config no RouterFAR

 RouterPDEL

Physical Config CLI Attributes

```

!
!
!
!
!
!
!
!
interface GigabitEthernet0/0
  no ip address
  duplex auto
  speed auto
!
interface GigabitEthernet0/0.90
  encapsulation dot1Q 90
  ip address 10.10.18.65 255.255.255.224
!
interface GigabitEthernet0/0.100
  encapsulation dot1Q 100
  ip address 10.10.18.97 255.255.255.240
!
interface GigabitEthernet1/0
  ip address 192.168.1.14 255.255.255.252
  duplex auto
  speed auto
!
interface GigabitEthernet2/0
  ip address 192.168.1.10 255.255.255.252
  duplex auto
  speed auto
!
interface GigabitEthernet3/0
  no ip address
  duplex auto
  speed auto
  shutdown
!
interface Serial8/0
  no ip address
  clock rate 2000000
  shutdown
!
interface Serial9/0
  no ip address
  clock rate 2000000
--More--
    
```

Ctrl+F6 to exit CLI focus

☐ Top

Figura 32. show running-config no RouterPDEL

2.3.2 Configuração do encaminhamento nos routers

As figuras seguintes ilustram um teste de conectividade entre duas máquinas (PC-PT DTEC-LX1 e Server-PT Server1) pertencentes a VLANs diferentes na delegação de Lisboa.

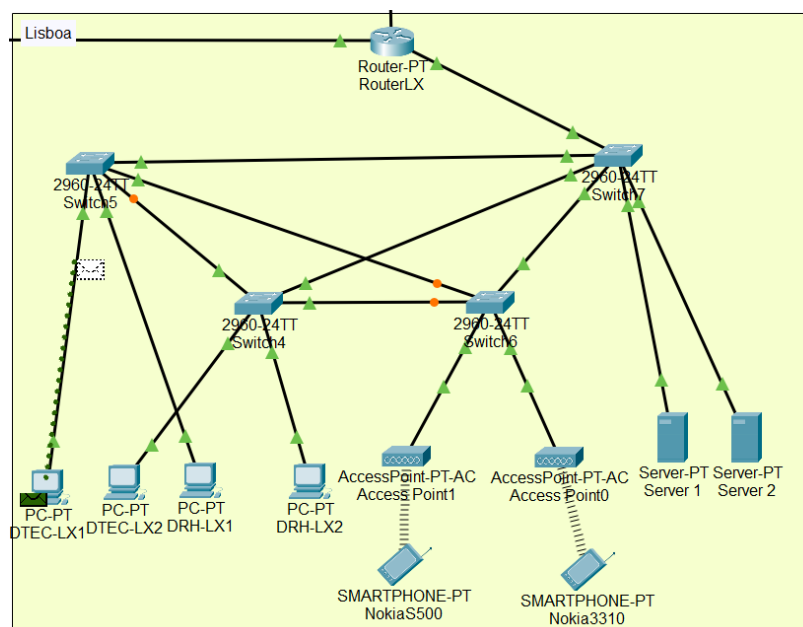


Figura 33. Teste de conectividade pela mesma interface em Lisboa (1)

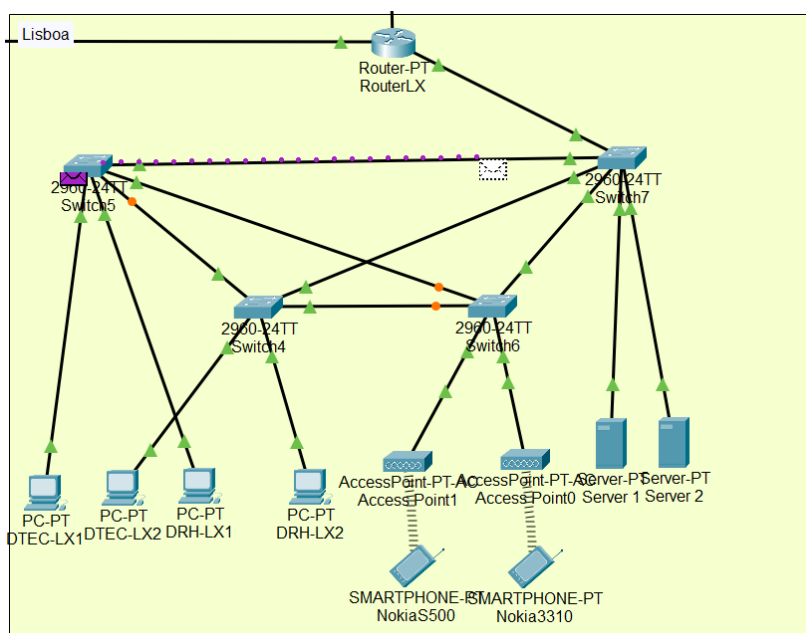


Figura 34. Teste de conectividade pela mesma interface em Lisboa (2)

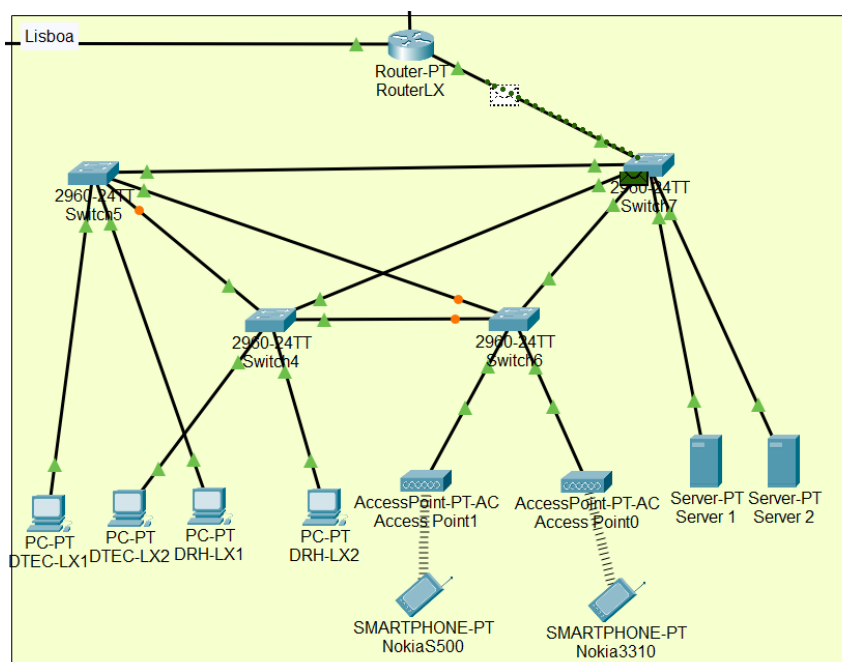


Figura 35. Teste de conectividade pela mesma interface em Lisboa (3)

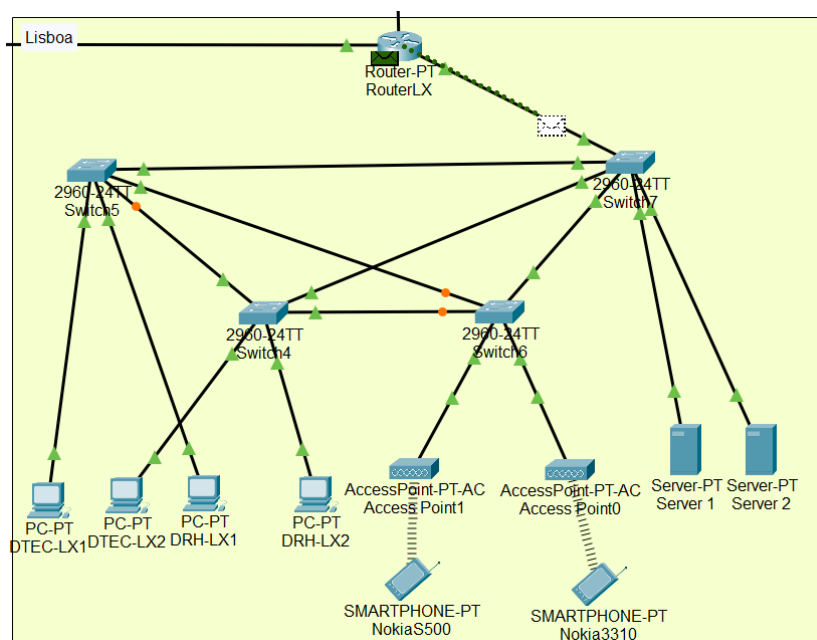


Figura 36. Teste de conectividade pela mesma interface em Lisboa (4)

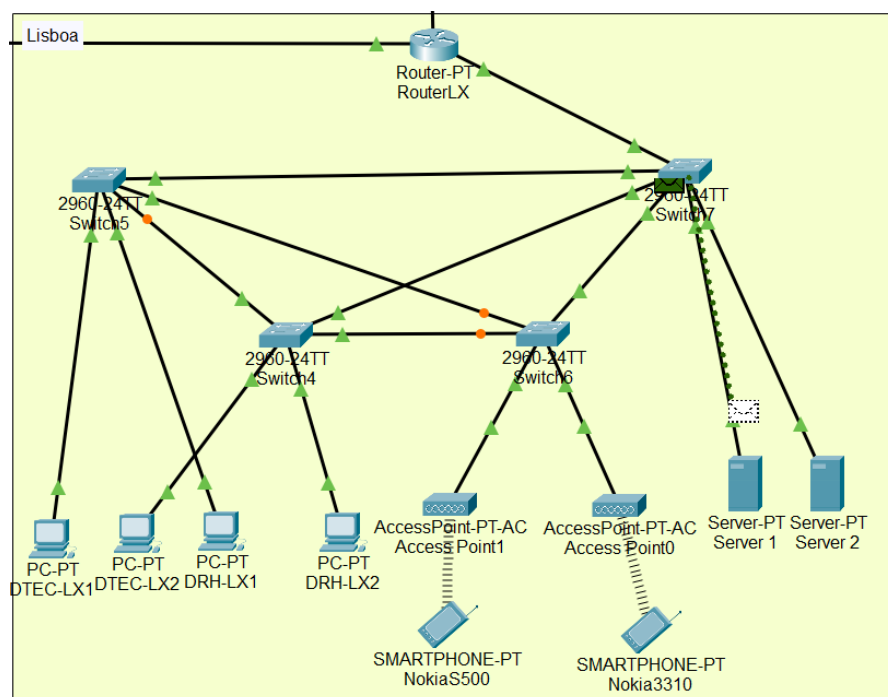


Figura 37. Teste de conectividade pela mesma interface em Lisboa (5)

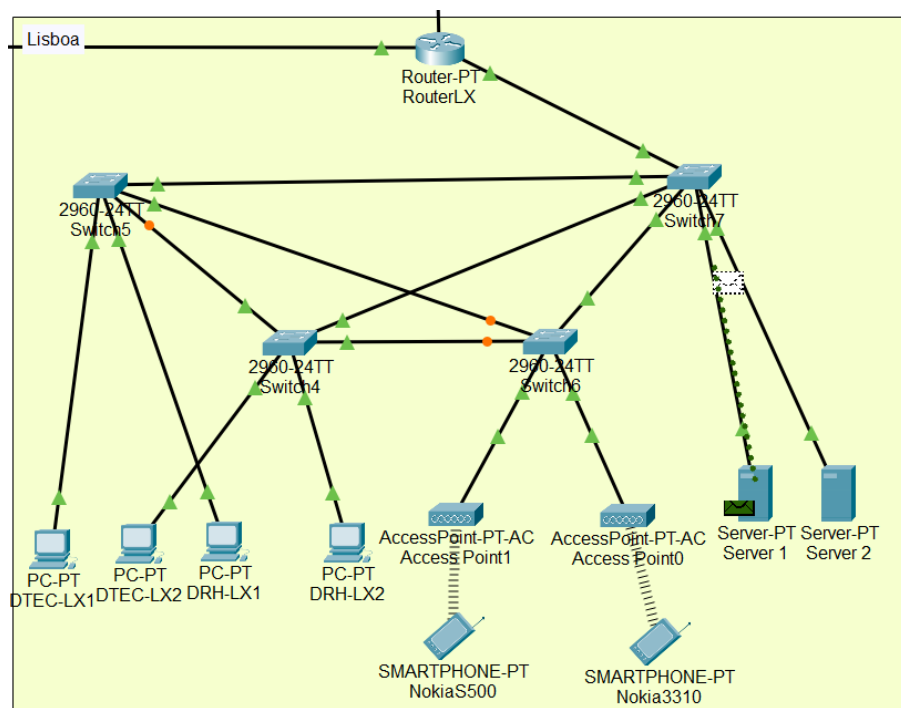


Figura 38. Teste de conectividade pela mesma interface em Lisboa (6)

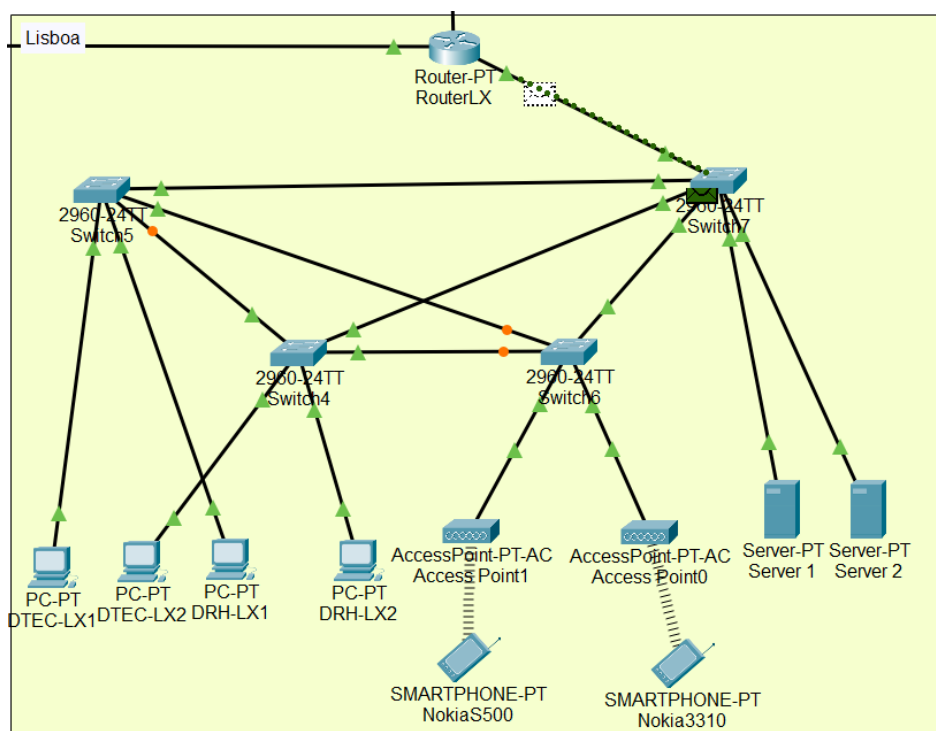


Figura 39. Teste de conectividade pela mesma interface em Lisboa (7)

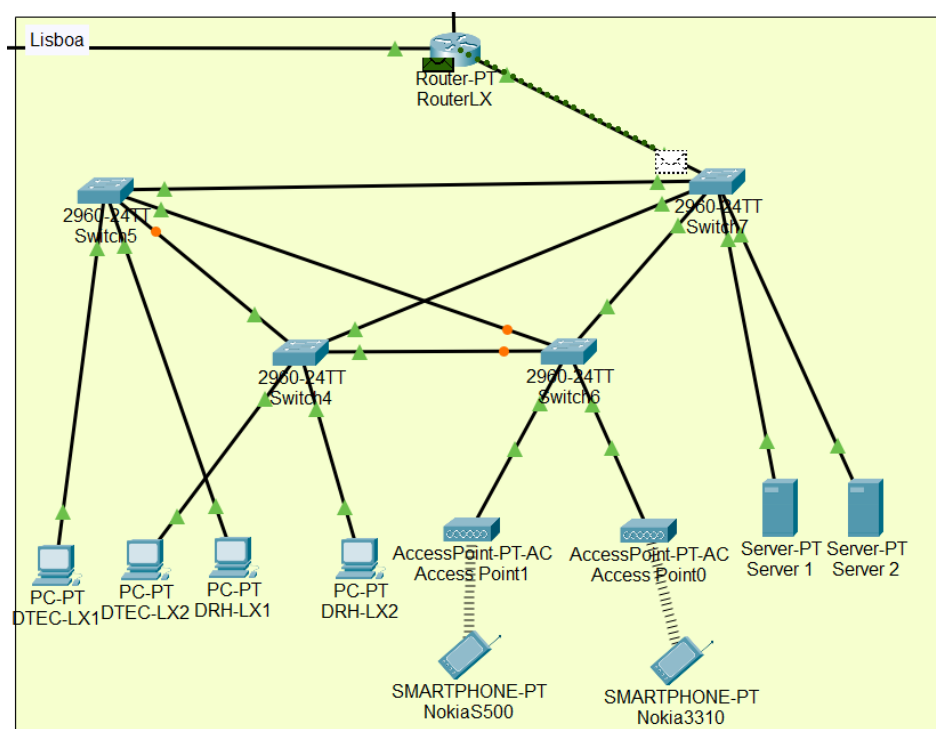


Figura 40. Teste de conectividade pela mesma interface em Lisboa (8)

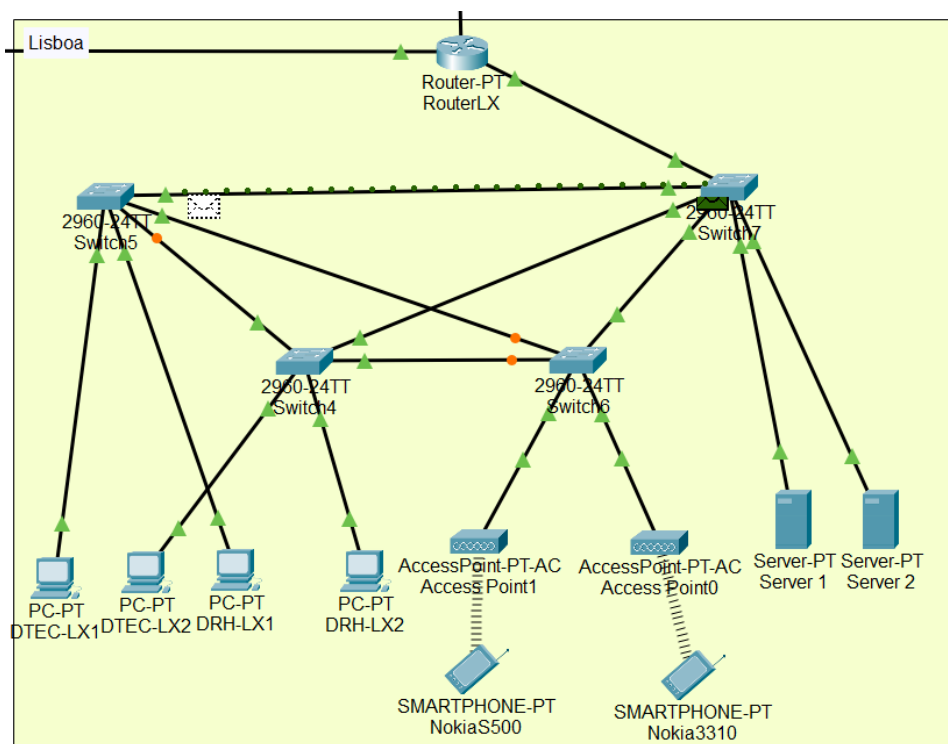


Figura 41. Teste de conectividade pela mesma interface em Lisboa (9)

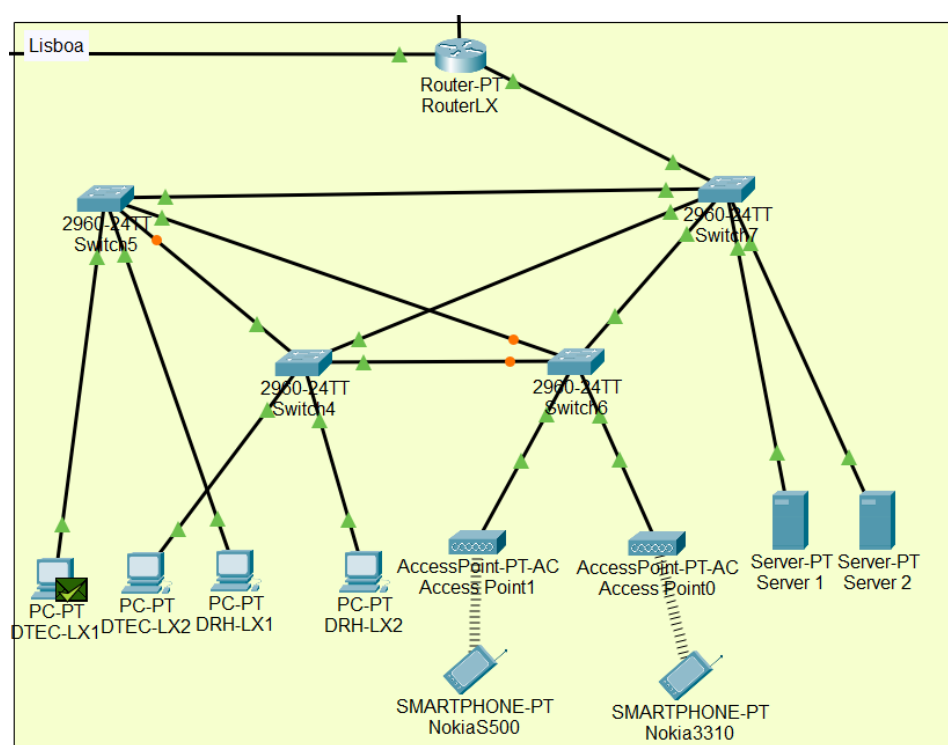


Figura 42. Teste de conectividade pela mesma interface em Lisboa (10)

Para a comunicação entre dispositivos em redes diferentes é necessário a intervenção de um router. Assim, como o dispositivo de origem não tem conhecimento da localização do dispositivo destino com o qual deseja trocar mensagens, a informação segue para o seu default gateway (interface do router conectado à LAN). Com a receção da mensagem, o router analisa o IP destino e com base na sua tabela de encaminhamento, encaminha os pacotes para o destino. Caso este não esteja na tabela de endereçamento, o router opta por encaminhar um ARP por Broadcast para a rede desse endereço (conhecimento adquirido através da análise do endereço IP e da máscara de rede), para assim, mediante resposta, obter o endereço físico do dispositivo para o qual pretende enviar a mensagem.

2.4 Configuração dos serviços DHCP e HTTP

Para a solução estática de encaminhamento entre os routers calculámos a seguinte tabela.

Tabela 7. Tabela de encaminhamento estático dos routers

RouterLX

Rede Destino	Próximo Salto
10.10.17.0/24 (Porto)	192.168.1.2 (Por ligação direta com Porto)
10.10.18.0/26 (Faro)	192.168.1.6 (Por ligação direta com Faro)
10.10.18.64/26 (Ponta Delgada)	192.168.1.2 (Por salto no Porto)

RouterPOR

Rede Destino	Próximo Salto
10.10.16.0/24 (Lisboa)	192.168.1.1 (Por ligação direta com Lisboa)
10.10.18.0/26 (Faro)	192.168.1.10 (Por salto em Ponta Delgada)
10.10.18.64/26 (Ponta Delgada)	192.168.1.10 (Por ligação direta com Ponta Delgada)

RouterFAR

Rede Destino	Próximo Salto
10.10.16.0/24 (Lisboa)	192.168.1.5 (Por ligação direta com Lisboa)
10.10.17.0/24 (Porto)	192.168.1.5 (Por salto em Lisboa)
10.10.18.64/26 (Ponta Delgada)	192.168.1.14 (Por ligação direta com Ponta Delgada)

RouterPDEL

Rede Destino	Próximo Salto
10.10.16.0/24 (Lisboa)	192.168.1.13 (Por salto em Faro)
10.10.17.0/24 (Porto)	192.168.1.9 (Por ligação direta com Porto)
10.10.18.0/26 (Faro)	192.168.1.13 (Por ligação direta com Faro)

Neste momento estamos nas condições de efetuar um teste entre duas redes distintas, com dois routers interligados através de uma interface com as rotas estáticas já definidas anteriormente. O teste será feito entre um PC do departamento técnico de Lisboa e um PC no departamento técnico do Porto.

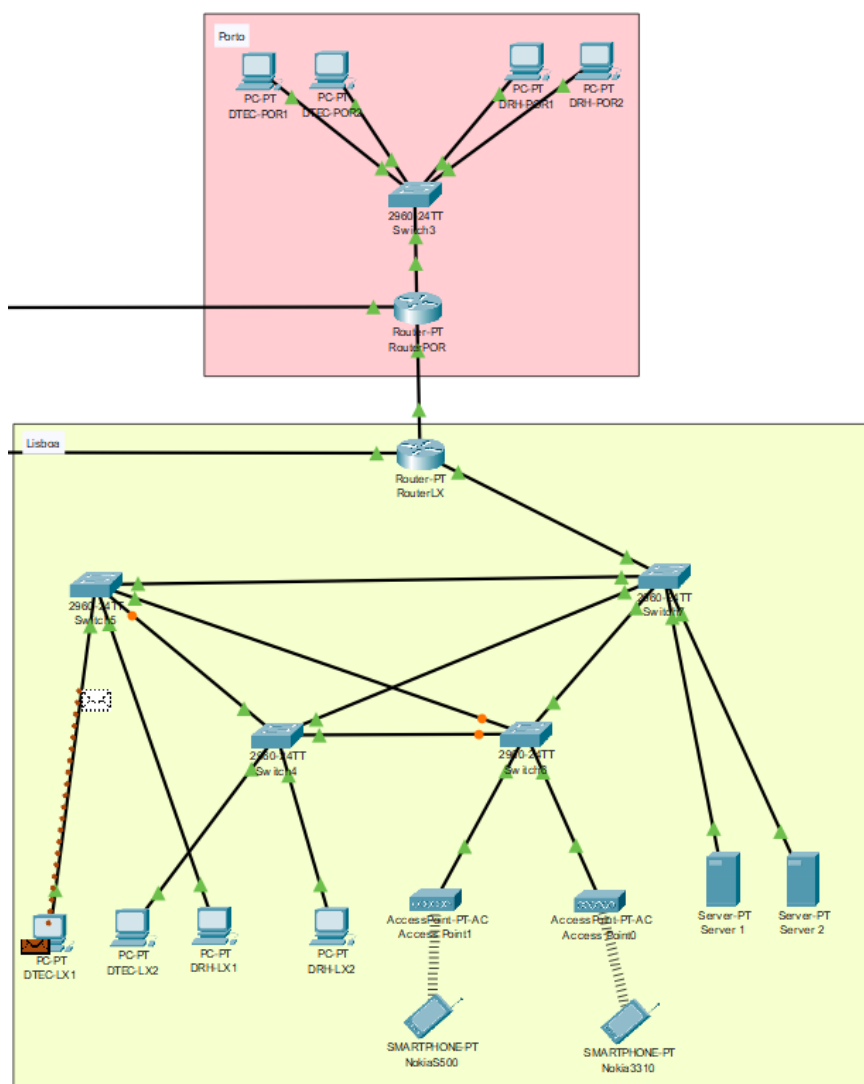


Figura 43. Teste conectividade redes diferentes, delegações diferentes (1)

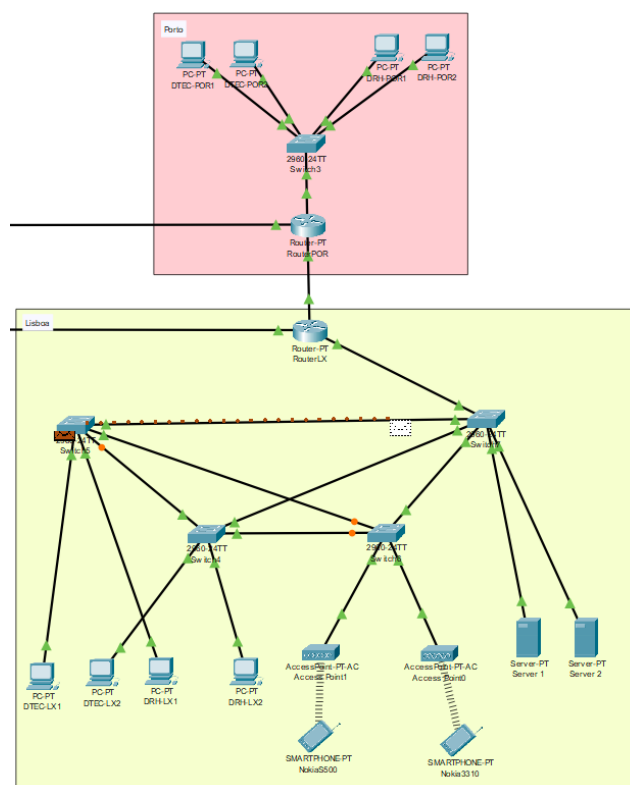


Figura 44. Teste conectividade redes diferentes, delegações diferentes (2)

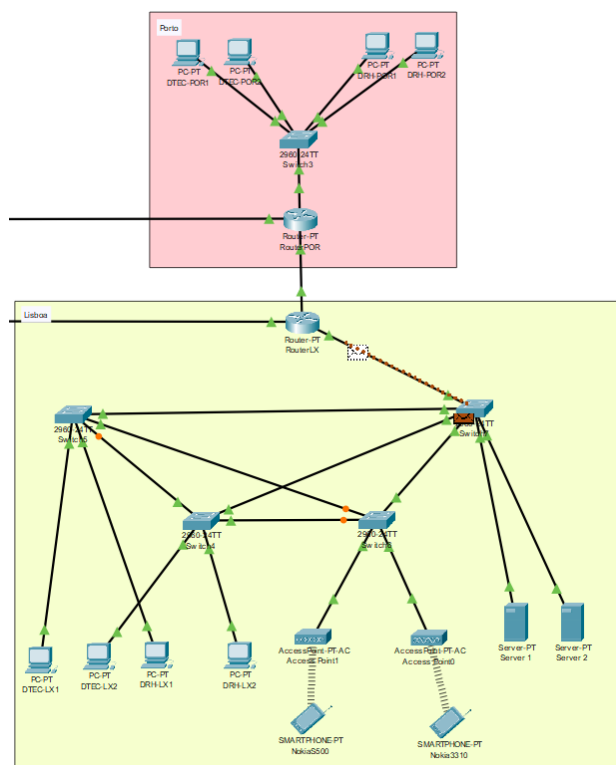


Figura 45. Teste conectividade redes diferentes, delegações diferentes (3)

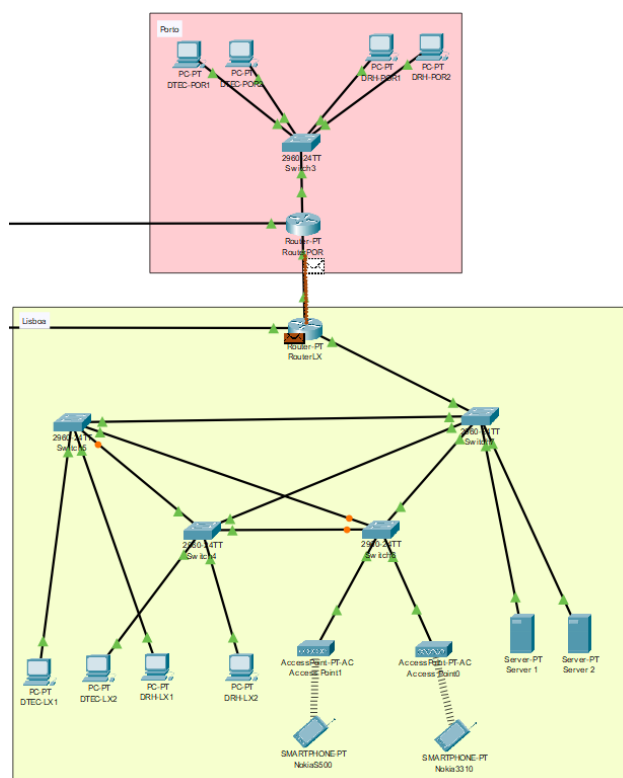


Figura 46. Teste conectividade redes diferentes, delegações diferentes (4)

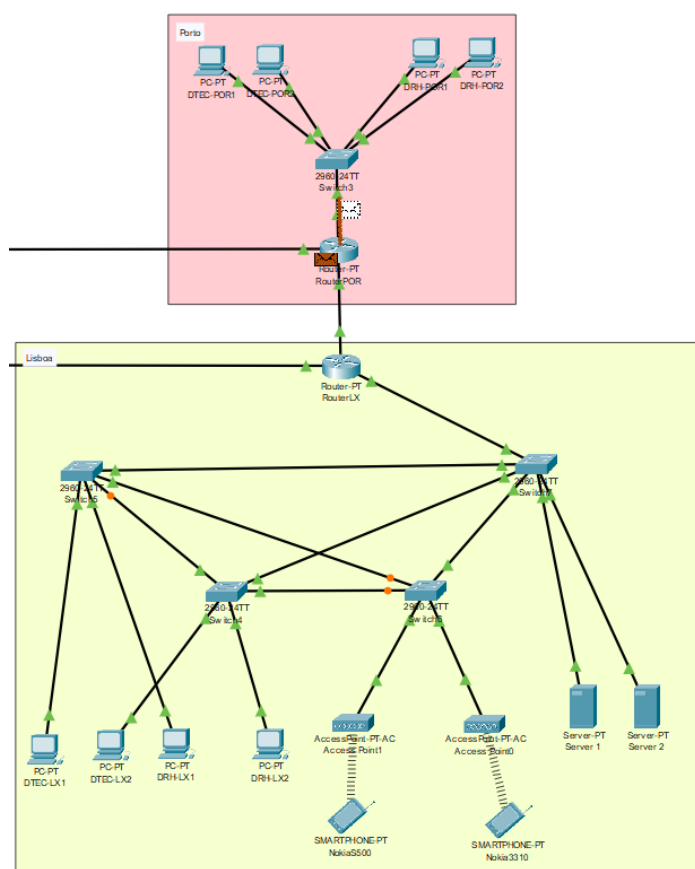


Figura 47. Teste conectividade redes diferentes, delegações diferentes (5)

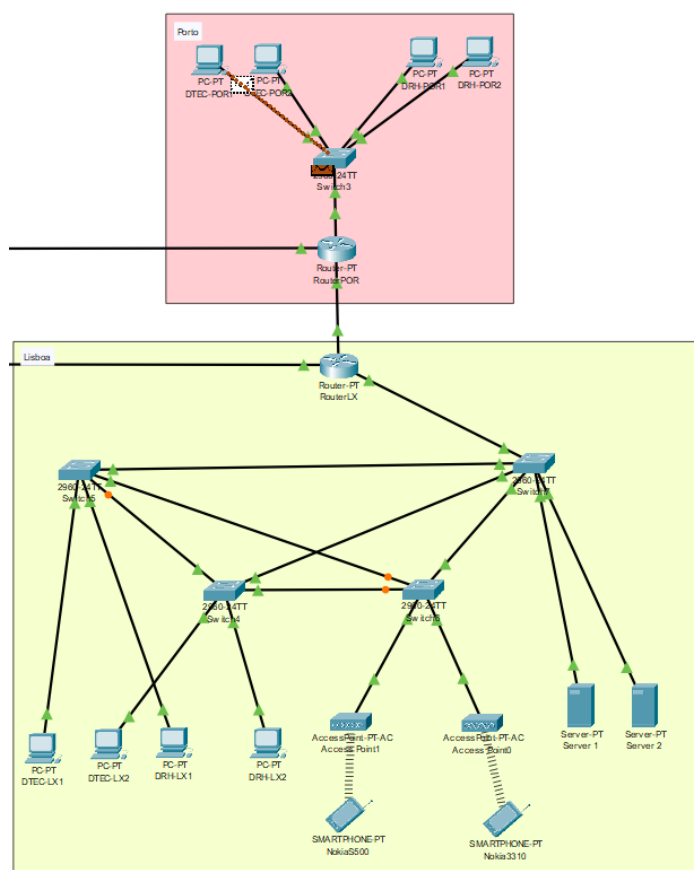


Figura 48. Teste conectividade redes diferentes, delegações diferentes (6)

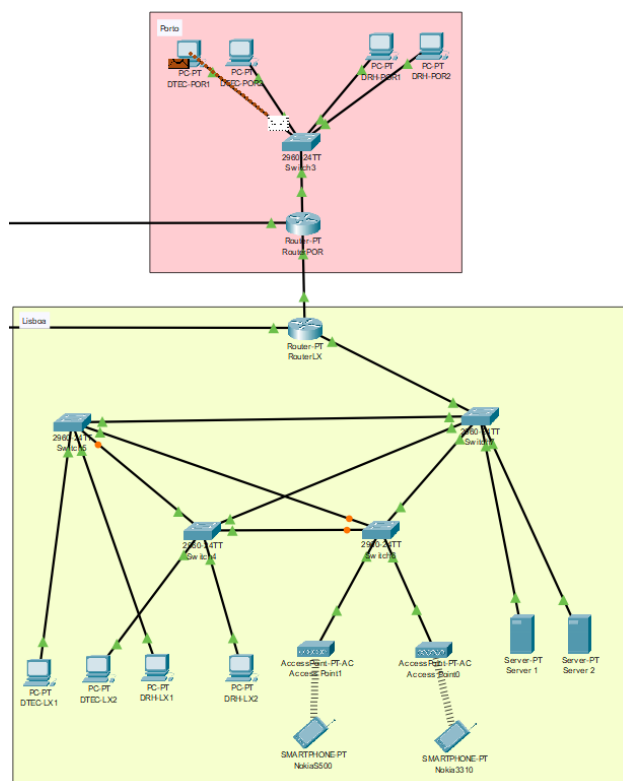


Figura 49. Teste conectividade redes diferentes, delegações diferentes (7)

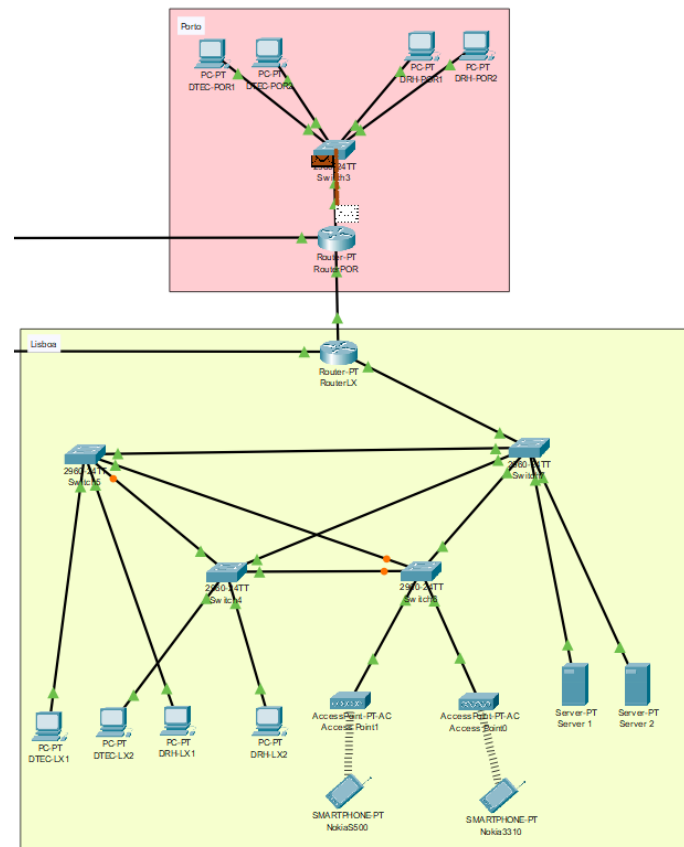


Figura 50. Teste conectividade redes diferentes, delegações diferentes (8)

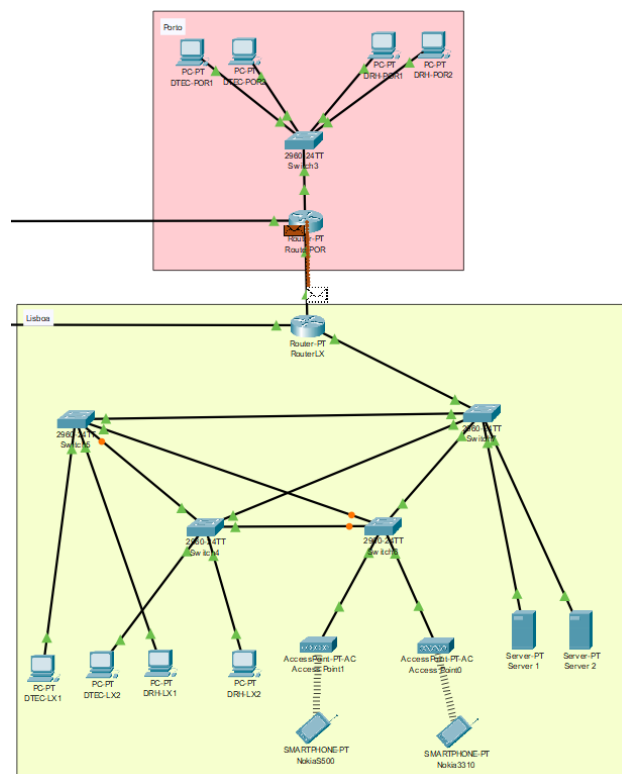


Figura 51. Teste conectividade redes diferentes, delegações diferentes (9)

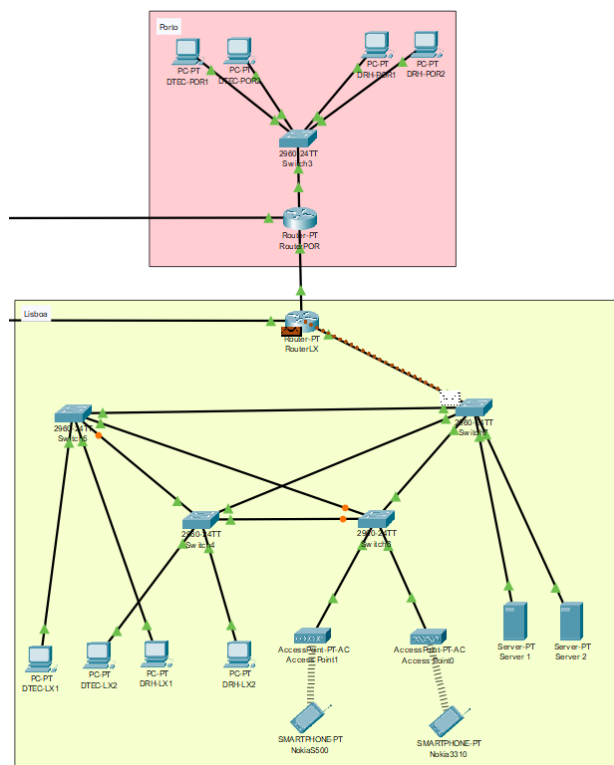


Figura 52. Teste conectividade redes diferentes, delegações diferentes (10)

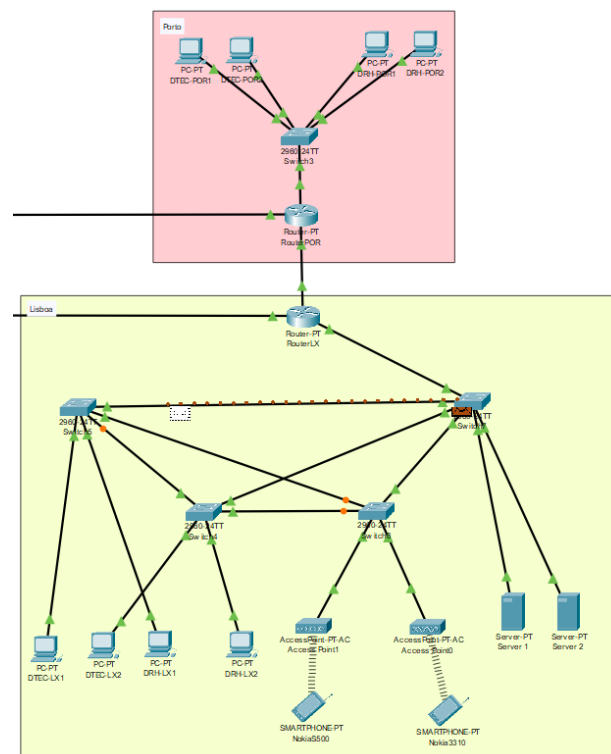


Figura 53. Teste conectividade redes diferentes, delegações diferentes (11)

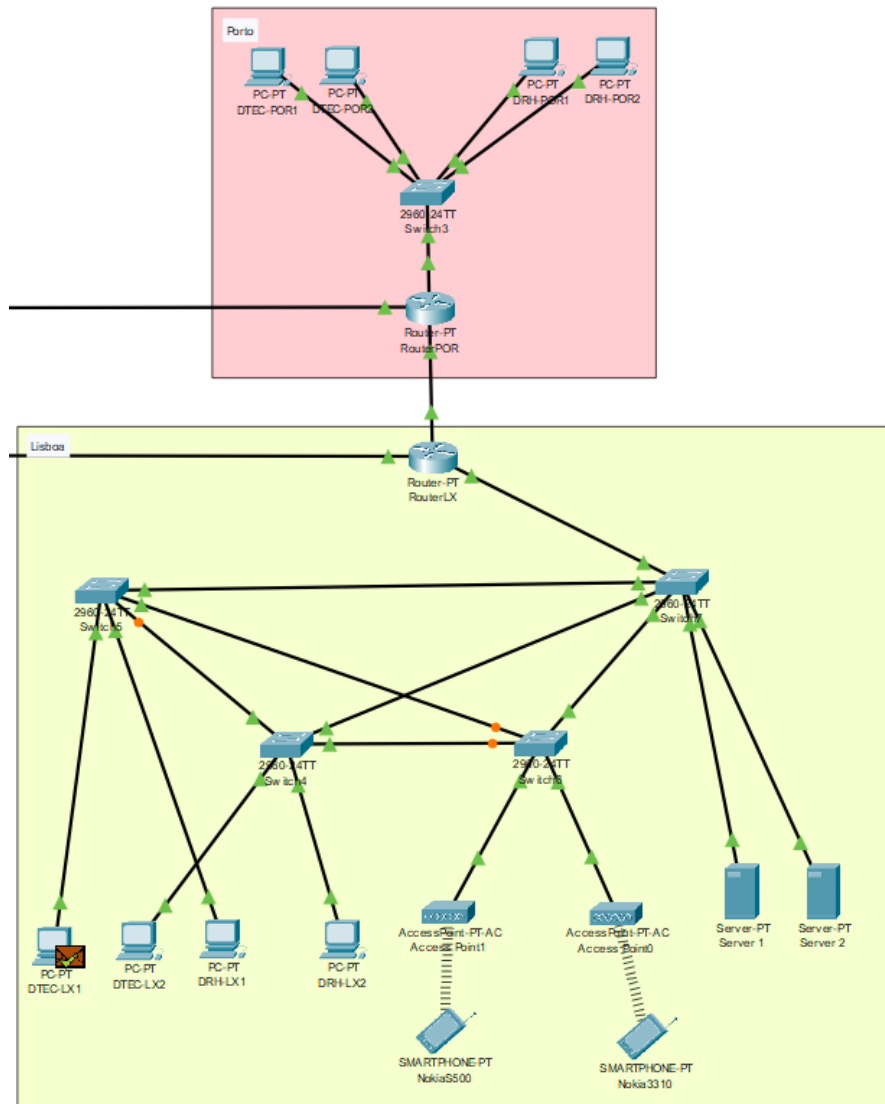
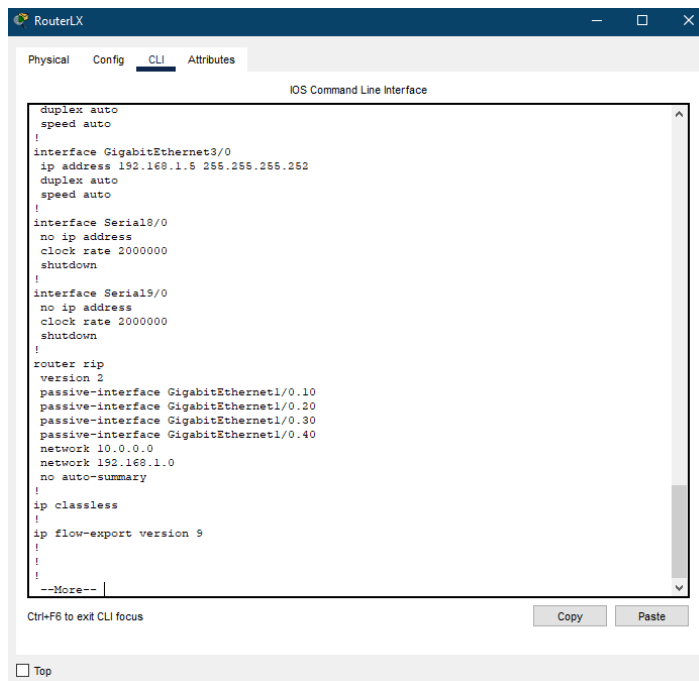


Figura 54. Teste conectividade redes diferentes, delegações diferentes (12)

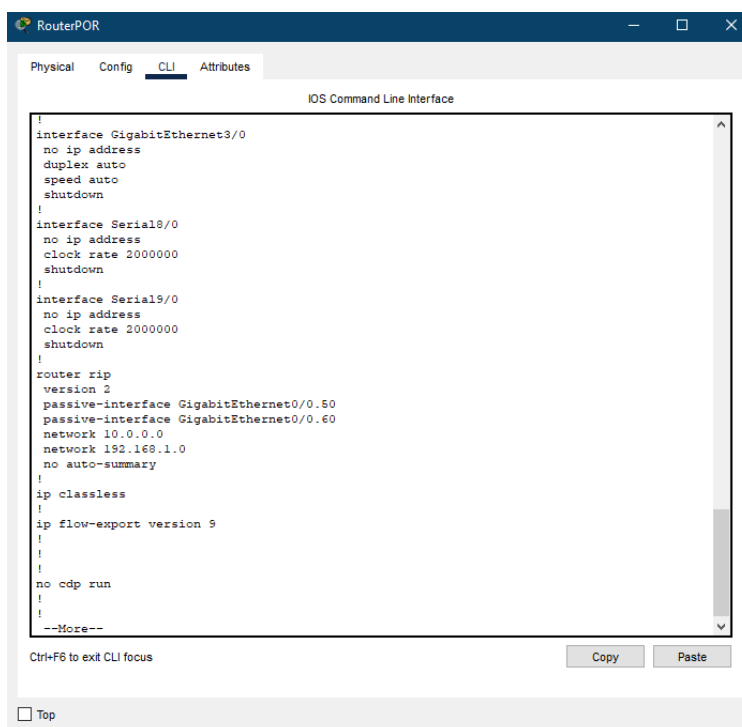
Em cada router fizemos a configuração RIP, discriminando as respetivas redes neste e colocando as subinterfaces de cada VLAN da delegação do router como passive-interface. Sendo o teste de conectividade visualmente igual ao anterior.



```

duplex auto
speed auto
!
interface GigabitEthernet3/0
ip address 192.168.1.5 255.255.255.252
duplex auto
speed auto
!
interface Serial8/0
no ip address
clock rate 2000000
shutdown
!
interface Serial9/0
no ip address
clock rate 2000000
shutdown
!
router rip
version 2
passive-interface GigabitEthernet1/0.10
passive-interface GigabitEthernet1/0.20
passive-interface GigabitEthernet1/0.30
passive-interface GigabitEthernet1/0.40
network 10.0.0.0
network 192.168.1.0
no auto-summary
!
ip classless
!
ip flow-export version 9
!
!
--More--
  
```

Figura 55. RIP RouterLX



```

!
interface GigabitEthernet3/0
no ip address
duplex auto
speed auto
shutdown
!
interface Serial8/0
no ip address
clock rate 2000000
shutdown
!
interface Serial9/0
no ip address
clock rate 2000000
shutdown
!
router rip
version 2
passive-interface GigabitEthernet0/0.50
passive-interface GigabitEthernet0/0.60
network 10.0.0.0
network 192.168.1.0
no auto-summary
!
ip classless
!
ip flow-export version 9
!
!
no cdp run
!
!
--More--
  
```

Figura 56. RIP RouterPOR

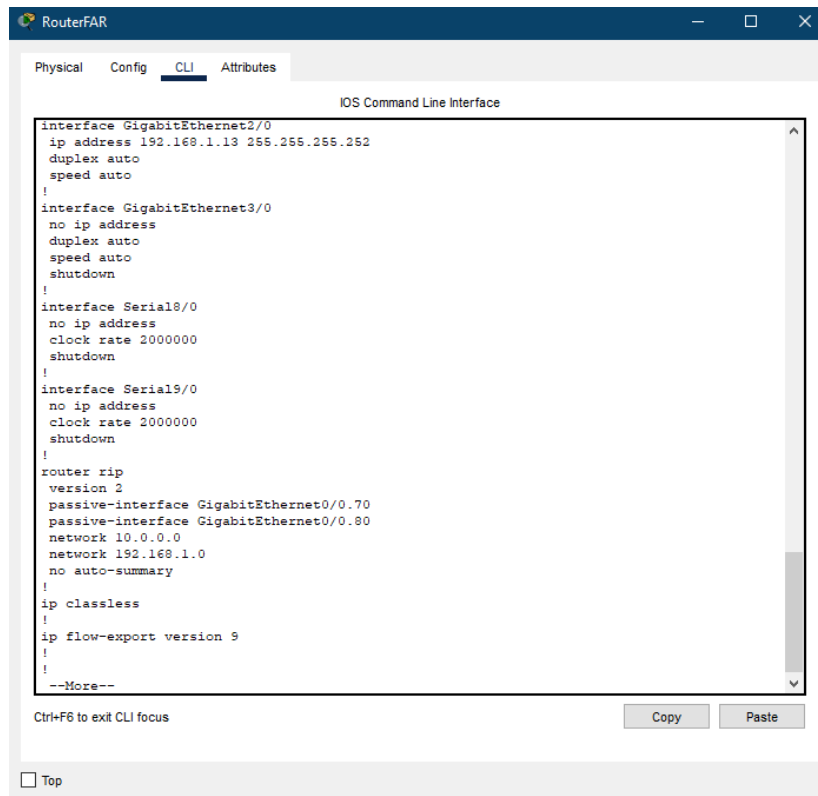


Figura 57. RIP RouterFAR

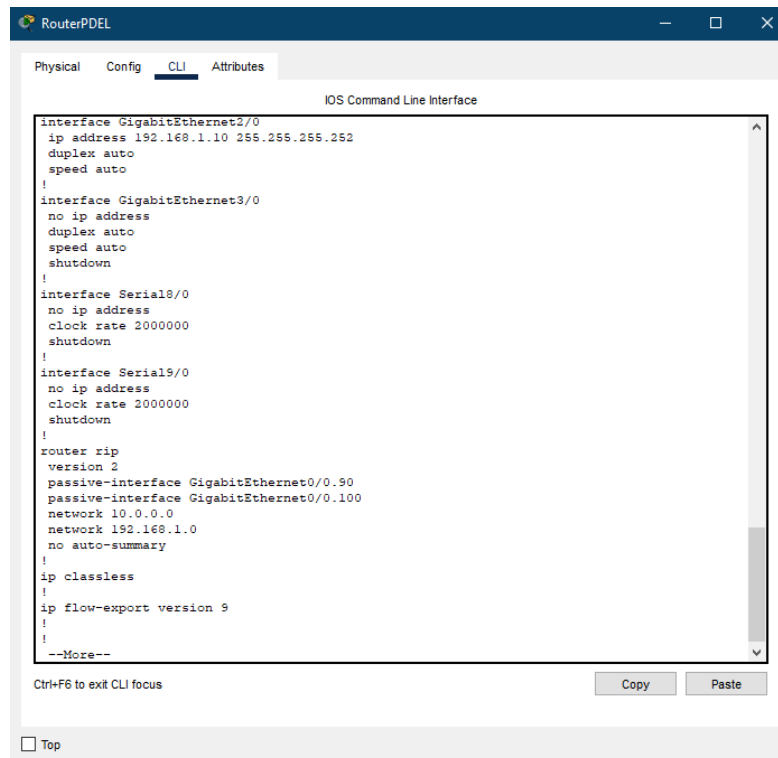


Figura 58. RIP RouterPDEL

Após a ação do RIP sobre os quatro routers, resultam as seguintes tabelas de encaminhamento.

Routing Table for RouterLX				
Type	Network	Port	Next Hop IP	Metric
C	10.10.16.0/26	GigabitEthernet1/0.10	---	0/0
C	10.10.16.64/27	GigabitEthernet1/0.20	---	0/0
C	10.10.16.96/28	GigabitEthernet1/0.30	---	0/0
C	10.10.16.128/25	GigabitEthernet1/0.40	---	0/0
R	10.10.17.0/27	GigabitEthernet2/0	192.168.1.2	120/1
R	10.10.17.64/28	GigabitEthernet2/0	192.168.1.2	120/1
R	10.10.18.0/27	GigabitEthernet3/0	192.168.1.6	120/1
R	10.10.18.32/28	GigabitEthernet3/0	192.168.1.6	120/1
R	10.10.18.64/27	GigabitEthernet3/0	192.168.1.6	120/2
R	10.10.18.64/27	GigabitEthernet2/0	192.168.1.2	120/2
R	10.10.18.96/28	GigabitEthernet3/0	192.168.1.6	120/2
R	10.10.18.96/28	GigabitEthernet2/0	192.168.1.2	120/2
C	192.168.1.0/30	GigabitEthernet2/0	---	0/0
C	192.168.1.4/30	GigabitEthernet3/0	---	0/0
R	192.168.1.8/30	GigabitEthernet2/0	192.168.1.2	120/1
R	192.168.1.12/30	GigabitEthernet3/0	192.168.1.6	120/1

Figura 59. Tabela de encaminhamento RouterLX

Routing Table for RouterPOR				
Type	Network	Port	Next Hop IP	Metric
R	10.10.16.0/26	GigabitEthernet1/0	192.168.1.1	120/1
R	10.10.16.64/27	GigabitEthernet1/0	192.168.1.1	120/1
R	10.10.16.96/28	GigabitEthernet1/0	192.168.1.1	120/1
R	10.10.16.128/25	GigabitEthernet1/0	192.168.1.1	120/1
C	10.10.17.0/27	GigabitEthernet0/0.50	---	0/0
C	10.10.17.64/28	GigabitEthernet0/0.60	---	0/0
R	10.10.18.0/27	GigabitEthernet2/0	192.168.1.10	120/2
R	10.10.18.0/27	GigabitEthernet1/0	192.168.1.1	120/2
R	10.10.18.32/28	GigabitEthernet2/0	192.168.1.10	120/2
R	10.10.18.32/28	GigabitEthernet1/0	192.168.1.1	120/2
R	10.10.18.64/27	GigabitEthernet2/0	192.168.1.10	120/1
R	10.10.18.96/28	GigabitEthernet2/0	192.168.1.10	120/1
C	192.168.1.0/30	GigabitEthernet1/0	---	0/0
R	192.168.1.4/30	GigabitEthernet1/0	192.168.1.1	120/1
C	192.168.1.8/30	GigabitEthernet2/0	---	0/0
R	192.168.1.12/30	GigabitEthernet2/0	192.168.1.10	120/1

Figura 60. Tabela de encaminhamento RouterPOR

Routing Table for RouterFAR				
Type	Network	Port	Next Hop IP	Metric
R	10.10.16.0/26	GigabitEthernet1/0	192.168.1.5	120/1
R	10.10.16.64/27	GigabitEthernet1/0	192.168.1.5	120/1
R	10.10.16.96/28	GigabitEthernet1/0	192.168.1.5	120/1
R	10.10.16.128/25	GigabitEthernet1/0	192.168.1.5	120/1
R	10.10.17.0/27	GigabitEthernet2/0	192.168.1.14	120/2
R	10.10.17.0/27	GigabitEthernet1/0	192.168.1.5	120/2
R	10.10.17.64/28	GigabitEthernet2/0	192.168.1.14	120/2
R	10.10.17.64/28	GigabitEthernet1/0	192.168.1.5	120/2
C	10.10.18.0/27	GigabitEthernet0/0.70	---	0/0
C	10.10.18.32/28	GigabitEthernet0/0.80	---	0/0
R	10.10.18.64/27	GigabitEthernet2/0	192.168.1.14	120/1
R	10.10.18.96/28	GigabitEthernet2/0	192.168.1.14	120/1
R	192.168.1.0/30	GigabitEthernet1/0	192.168.1.5	120/1
C	192.168.1.4/30	GigabitEthernet1/0	---	0/0
R	192.168.1.8/30	GigabitEthernet2/0	192.168.1.14	120/1
C	192.168.1.12/30	GigabitEthernet2/0	---	0/0

Figura 61. Tabela de encaminhamento RouterFAR

Routing Table for RouterPDEL				
Type	Network	Port	Next Hop IP	Metric
R	10.10.16.0/26	GigabitEthernet1/0	192.168.1.13	120/2
R	10.10.16.0/26	GigabitEthernet2/0	192.168.1.9	120/2
R	10.10.16.64/27	GigabitEthernet1/0	192.168.1.13	120/2
R	10.10.16.64/27	GigabitEthernet2/0	192.168.1.9	120/2
R	10.10.16.96/28	GigabitEthernet1/0	192.168.1.13	120/2
R	10.10.16.96/28	GigabitEthernet2/0	192.168.1.9	120/2
R	10.10.16.128/25	GigabitEthernet1/0	192.168.1.13	120/2
R	10.10.16.128/25	GigabitEthernet2/0	192.168.1.9	120/2
R	10.10.17.0/27	GigabitEthernet2/0	192.168.1.9	120/1
R	10.10.17.64/28	GigabitEthernet2/0	192.168.1.9	120/1
R	10.10.18.0/27	GigabitEthernet1/0	192.168.1.13	120/1
R	10.10.18.32/28	GigabitEthernet1/0	192.168.1.13	120/1
C	10.10.18.64/27	GigabitEthernet0/0.90	---	0/0
C	10.10.18.96/28	GigabitEthernet0/0.100	---	0/0
R	192.168.1.0/30	GigabitEthernet2/0	192.168.1.9	120/1
R	192.168.1.4/30	GigabitEthernet1/0	192.168.1.13	120/1
C	192.168.1.8/30	GigabitEthernet2/0	---	0/0
C	192.168.1.12/30	GigabitEthernet1/0	---	0/0

Figura 62. Tabela de encaminhamento RouterPDEL

Mediante a ativação do serviço DHCP foi feita a seguinte tabela que sumariza a atribuição da gama de endereços para as respetivas redes. Posteriormente, é feito o preenchimento destas informações na plataforma de configuração do servidor DHCP.

Tabela 8. Tabela de informações para as redes c/ atribuição automática endereços

Pool Name	Default Gateway	DNS Server	Start IP Address	Sub Netmask	Max Users
DRHPDEL	10.10.18.97	0.0.0.0	10.10.18.98	255.255.255.240	13
DTECPDEL	10.10.18.65	0.0.0.0	10.10.18.66	255.255.255.224	29
DRHFAR	10.10.18.33	0.0.0.0	10.10.18.34	255.255.255.240	13
DTECFAR	10.10.18.1	0.0.0.0	10.10.18.2	255.255.255.224	29
DRHPOR	10.10.17.65	0.0.0.0	10.10.17.66	255.255.255.240	13
DTECPOR	10.10.17.	0.0.0.0	10.10.17.2	255.255.255.224	29
DWIFILX	10.10.16.129	0.0.0.0	10.10.16.130	255.255.255.128	125
DRHLX	10.10.16.65	0.0.0.0	10.10.16.66	255.255.255.224	29
DTECLX	10.10.16.1	0.0.0.0	10.10.16.2	255.255.255.192	61

Server 1

Physical Config **Services** Desktop Programming Attributes

SERVICES

- HTTP
- DHCP**
- DHCPv6
- TFTP
- DNS
- SYSLOG
- AAA
- NTP
- EMAIL
- FTP
- IoT
- VM Management
- Radius EAP

DHCP

Interface: FastEthernet0 Service: ☒ On ☐ Off

Pool Name: serverPool

Default Gateway: 0.0.0.0

DNS Server: 0.0.0.0

Start IP Address: 10.10.16.96

Subnet Mask: 255.255.255.240

Maximum Number of Users: 63

TFTP Server: 0.0.0.0

WLC Address: 0.0.0.0

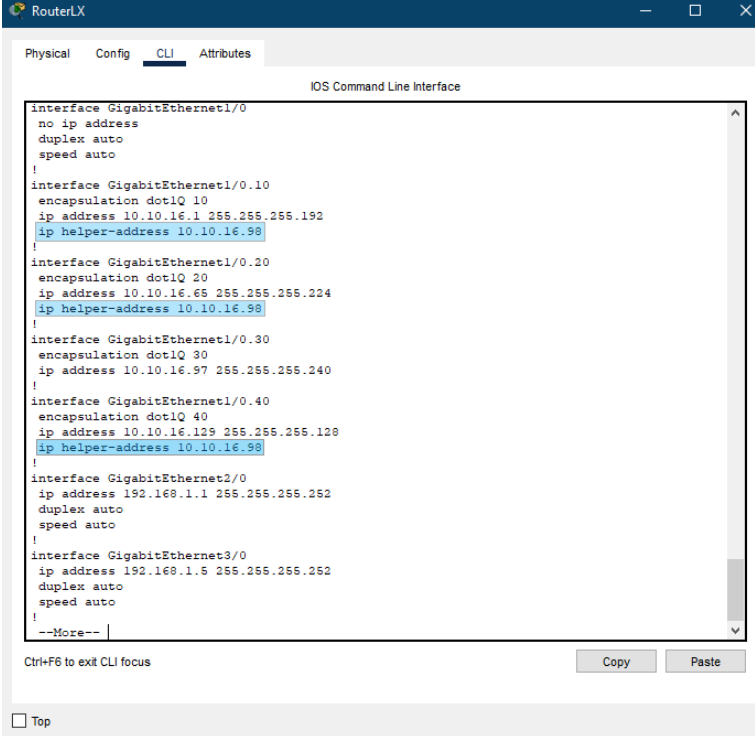
Add Save Remove

Pool Name	Default Gateway	DNS Server	Start IP Address	Subnet Mask	Max User	TFTP Server	WLC Address
DTECLX	10.10.16.1	0.0.0.0	10.10.16.2	255.255.255.192	61	0.0.0.0	0.0.0.0
DRHLX	10.10.16.65	0.0.0.0	10.10.16.66	255.255.255.224	29	0.0.0.0	0.0.0.0
DWIFILX	10.10.16.129	0.0.0.0	10.10.16.130	255.255.255.128	125	0.0.0.0	0.0.0.0
DTECPOR	10.10.17.1	0.0.0.0	10.10.17.2	255.255.255.224	29	0.0.0.0	0.0.0.0
DRHPOR	10.10.17.65	0.0.0.0	10.10.17.66	255.255.255.240	13	0.0.0.0	0.0.0.0
DTECFAR	10.10.18.1	0.0.0.0	10.10.18.2	255.255.255.224	29	0.0.0.0	0.0.0.0
DRHFAR	10.10.18.33	0.0.0.0	10.10.18.34	255.255.255.240	13	0.0.0.0	0.0.0.0
DTECPDEL	10.10.18.65	0.0.0.0	10.10.18.66	255.255.255.224	29	0.0.0.0	0.0.0.0
DRHPDEL	10.10.18.97	0.0.0.0	10.10.18.98	255.255.255.240	13	0.0.0.0	0.0.0.0
serverPool	0.0.0.0	0.0.0.0	10.10.16.96	255.255.255.240	63	0.0.0.0	0.0.0.0

☐ Top

Figura 63. Preenchimento da gama de IPs no servidor DHCP

Para que a atribuição de IPs possa ser efetuada de forma correta, é preciso ainda configurar cada router como um relay agent, em cada uma das subinterfaces de cada VLAN.



```

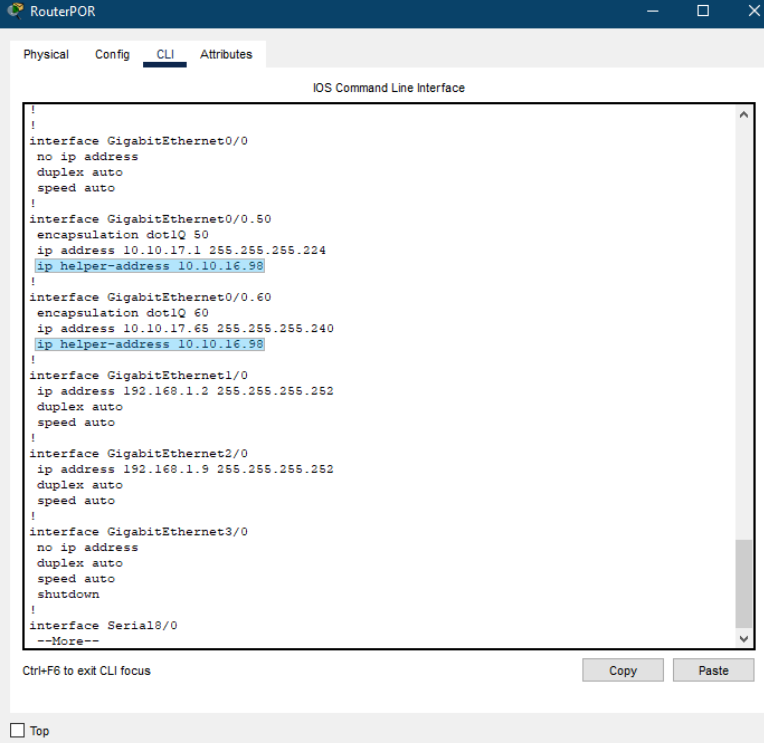
interface GigabitEthernet1/0
no ip address
duplex auto
speed auto
!
interface GigabitEthernet1/0.10
encapsulation dot1Q 10
ip address 10.10.16.1 255.255.255.192
ip helper-address 10.10.16.98
!
interface GigabitEthernet1/0.20
encapsulation dot1Q 20
ip address 10.10.16.65 255.255.255.224
ip helper-address 10.10.16.98
!
interface GigabitEthernet1/0.30
encapsulation dot1Q 30
ip address 10.10.16.97 255.255.255.240
!
interface GigabitEthernet1/0.40
encapsulation dot1Q 40
ip address 10.10.16.129 255.255.255.128
ip helper-address 10.10.16.98
!
interface GigabitEthernet2/0
ip address 192.168.1.1 255.255.255.252
duplex auto
speed auto
!
interface GigabitEthernet3/0
ip address 192.168.1.5 255.255.255.252
duplex auto
speed auto
!
--More--
  
```

Ctrl+F6 to exit CLI focus

Copy Paste

☐ Top

Figura 64. RouterLX como relay agent DHCP



```

!
!
interface GigabitEthernet0/0
no ip address
duplex auto
speed auto
!
interface GigabitEthernet0/0.50
encapsulation dot1Q 50
ip address 10.10.17.1 255.255.255.224
ip helper-address 10.10.16.98
!
interface GigabitEthernet0/0.60
encapsulation dot1Q 60
ip address 10.10.17.65 255.255.255.240
ip helper-address 10.10.16.98
!
interface GigabitEthernet1/0
ip address 192.168.1.2 255.255.255.252
duplex auto
speed auto
!
interface GigabitEthernet2/0
ip address 192.168.1.9 255.255.255.252
duplex auto
speed auto
!
interface GigabitEthernet3/0
no ip address
duplex auto
speed auto
shutdown
!
interface Serial0/0
--More--
  
```

Ctrl+F6 to exit CLI focus

Copy Paste

☐ Top

Figura 65. RouterPOR como relay agent DHCP

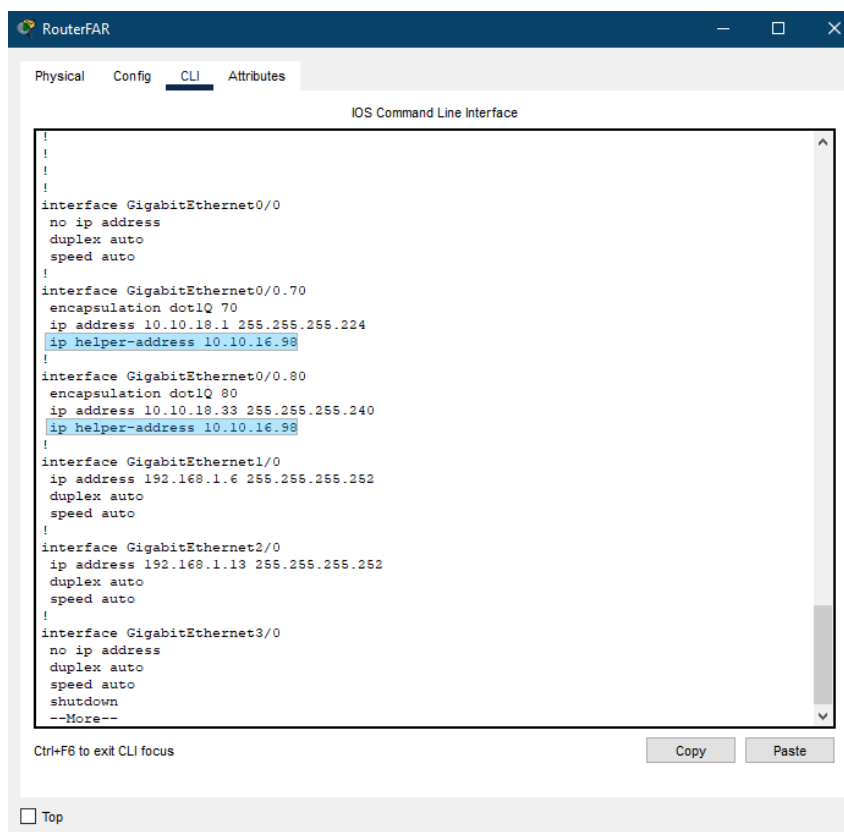


Figura 66. RouterFAR como relay agent DHCP

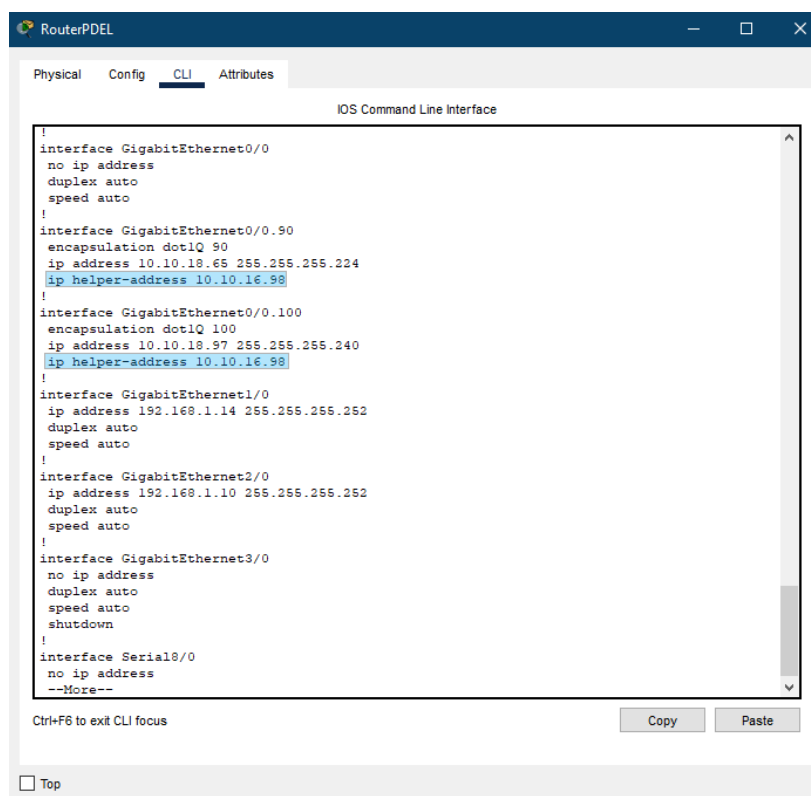


Figura 67. RouterPDEL como relay agent DHCP

Após o serviço DHCP estar ativo, e mudando as configurações dos endereços dos PCs do departamento técnico de Lisboa para modo DHCP, obtemos os seguintes resultados que estão de acordo com a gama de endereços programada.

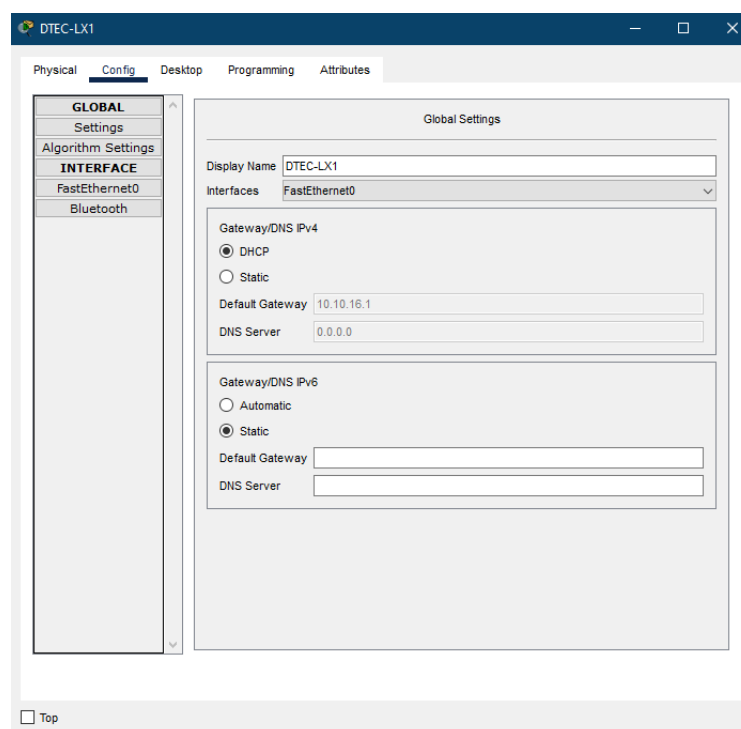


Figura 68. PC DTEC-LX1 (1)

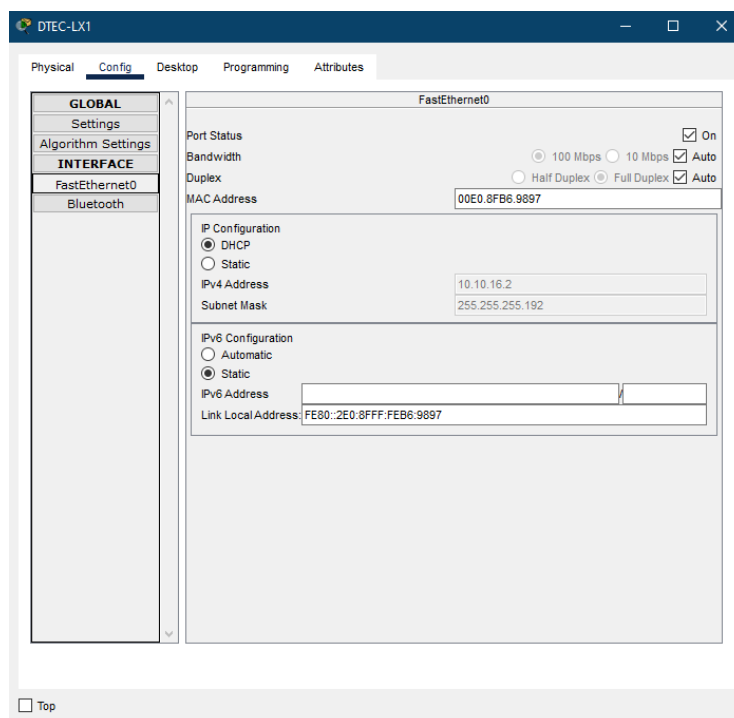


Figura 69. PC DTEC-LX1 (2)

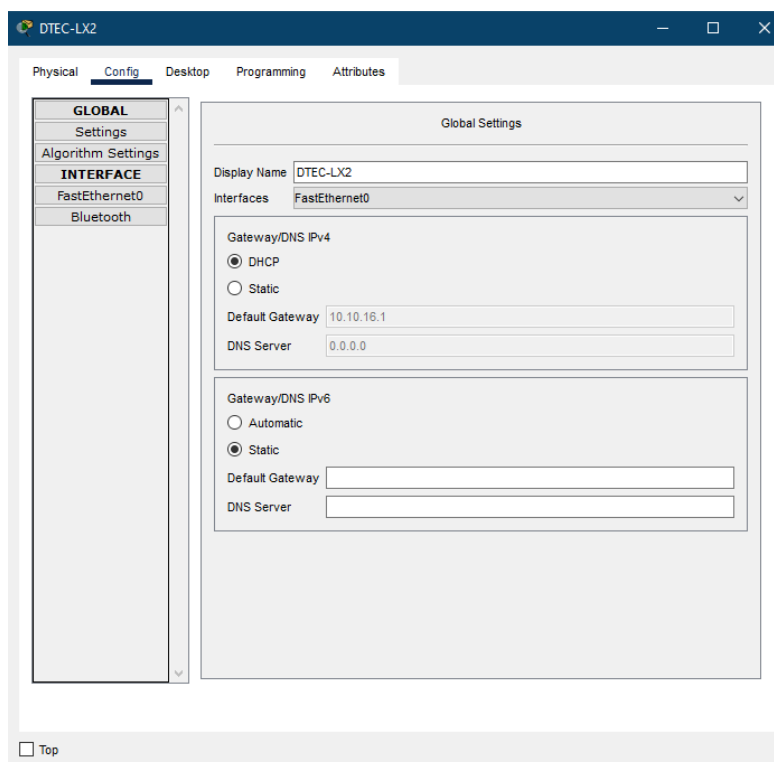


Figura 70. PC DTEC-LX2 (1)

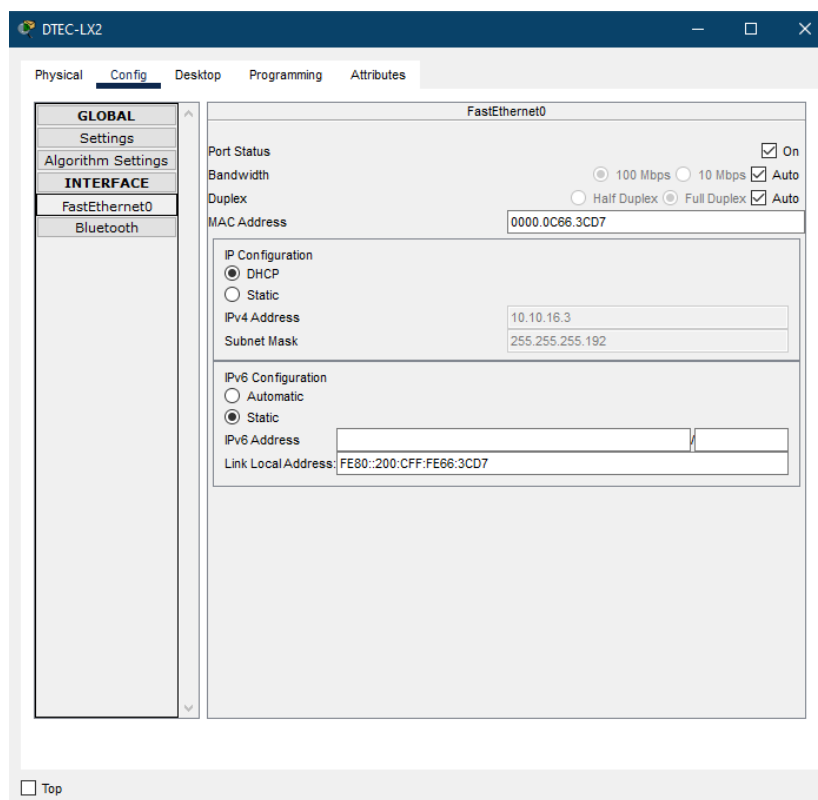


Figura 71. PC DTEC-LX2 (2)

Ao alterar a configuração dos computadores do departamento técnico para DHCP, estes vão comunicar com o servidor DHCP com o intuito de obter os seus novos IPs. No fim dessa interação, é possível verificar que a Default Gateway dos computadores passa a ser 10.10.16.1 e os IPs são 10.10.16.2 e 10.10.16.3, valores que coincidem com a Pool definida para o DTECLX (IPs na gama do 10.10.16.2 a 10.10.16.62) da figura 63.

Acedendo ao GUI de configuração do Server 2, ativamos e configuramos o serviço HTTP deste com as seguintes configurações.

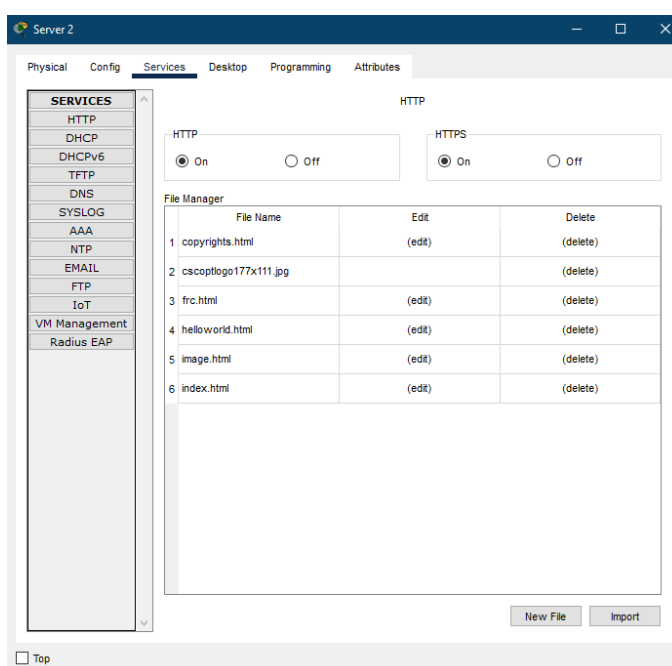


Figura 72. Server2 - serviço HTTP

Fazendo um acesso ao serviço HTTP através do PC DTEC-LX1, obtemos os resultados seguintes.

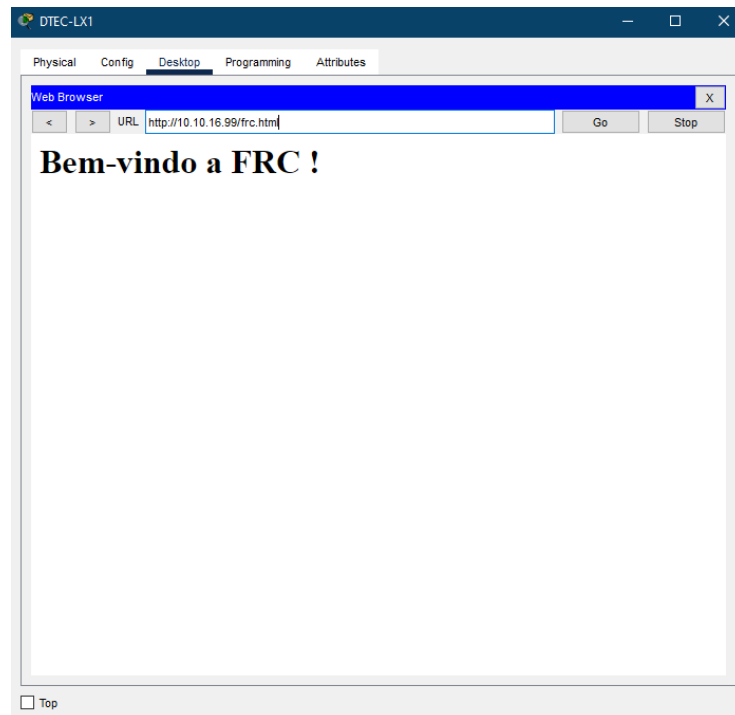


Figura 73. Serviço HTTP no PC DTEC-LX1

3 Testes funcionais na rede

3.1 Estrutura da trama 802.3 e 802.11 e estrutura do pacote IP

As imagens que se seguem dizem respeito ao teste de conectividade entre dois PCs da mesma VLAN na mesma delegação.

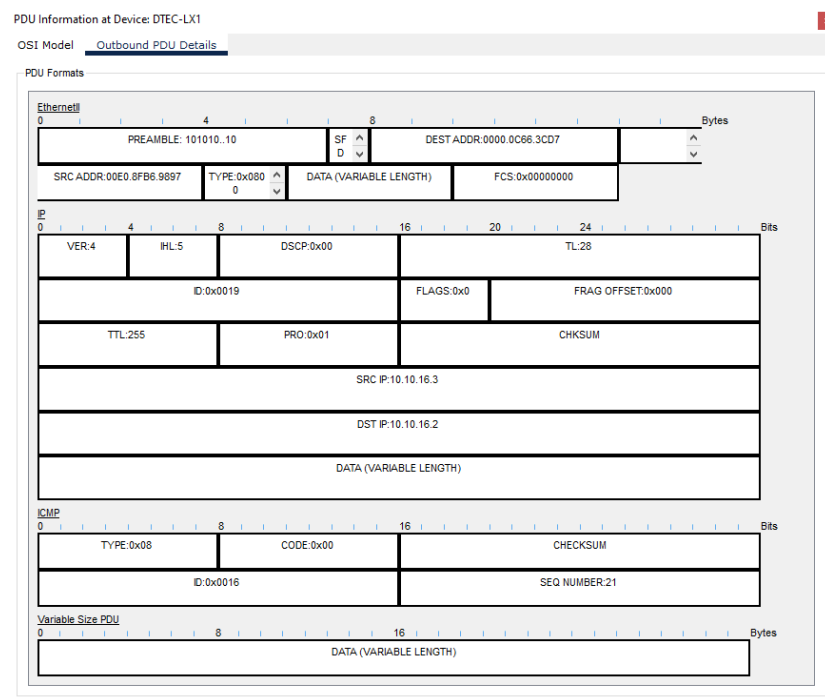


Figura 74. ICMP na mesma VLAN/delegação. PC-DTEC-LX1 para Switch5

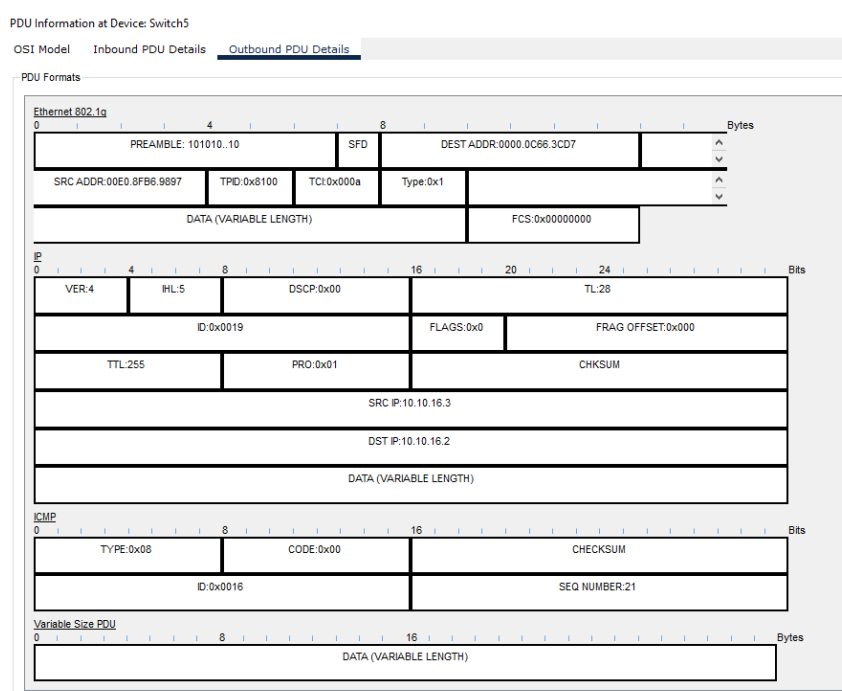


Figura 75. ICMP na mesma VLAN/delegação. Switch5 para Switch7

PDU Information at Device: DTEC-LX2

OSI Model Inbound PDU Details Outbound PDU Details

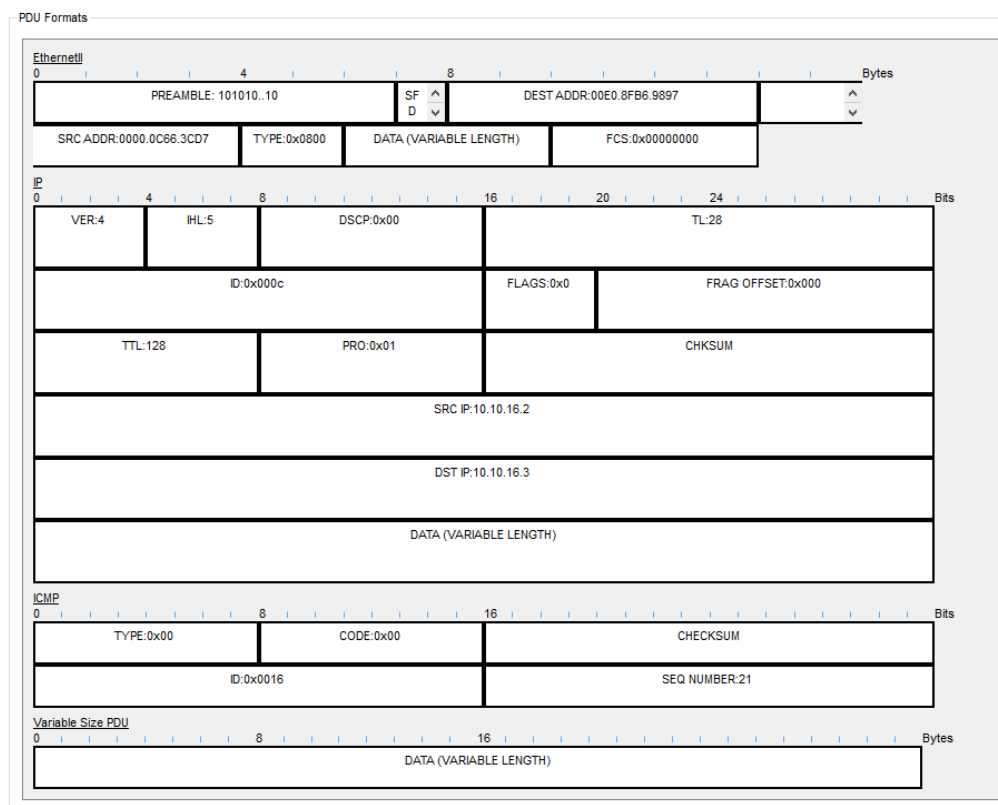


Figura 76. ICMP na mesma VLAN/delegação. PC-DTEC-LX2 para Switch4

PDU Information at Device: Switch4

OSI Model Inbound PDU Details Outbound PDU Details

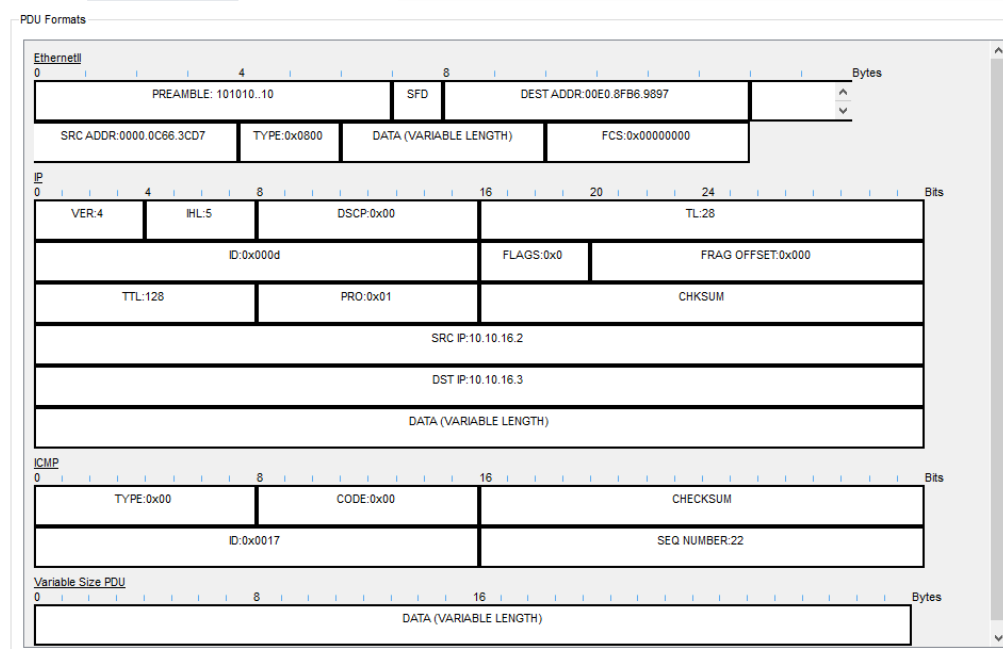


Figura 77. ICMP na mesma VLAN/delegação. Switch4 para PC-DTEC-LX2

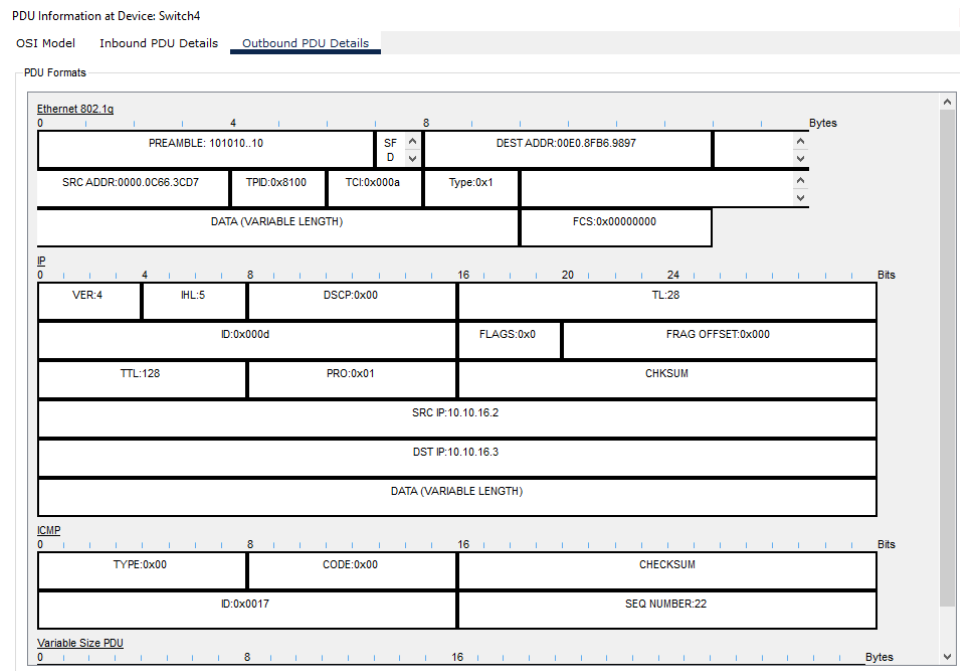


Figura 78. ICMP na mesma VLAN/delegação. PC-DTEC-LX2 para Switch4

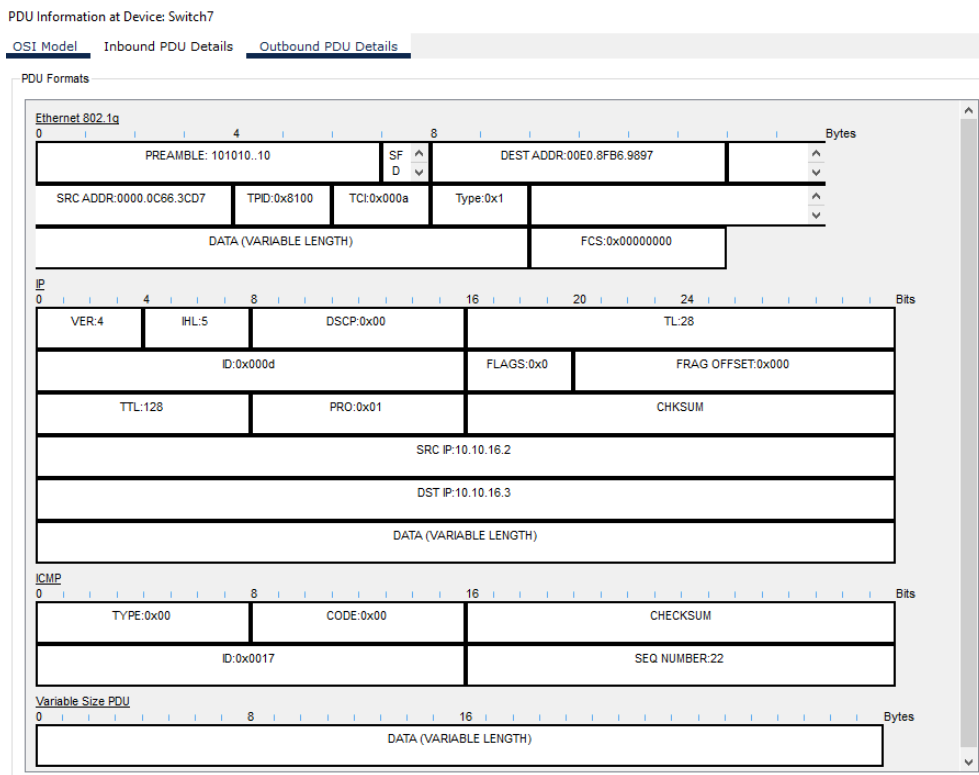


Figura 79. ICMP na mesma VLAN/delegação. Switch4 para Switch7

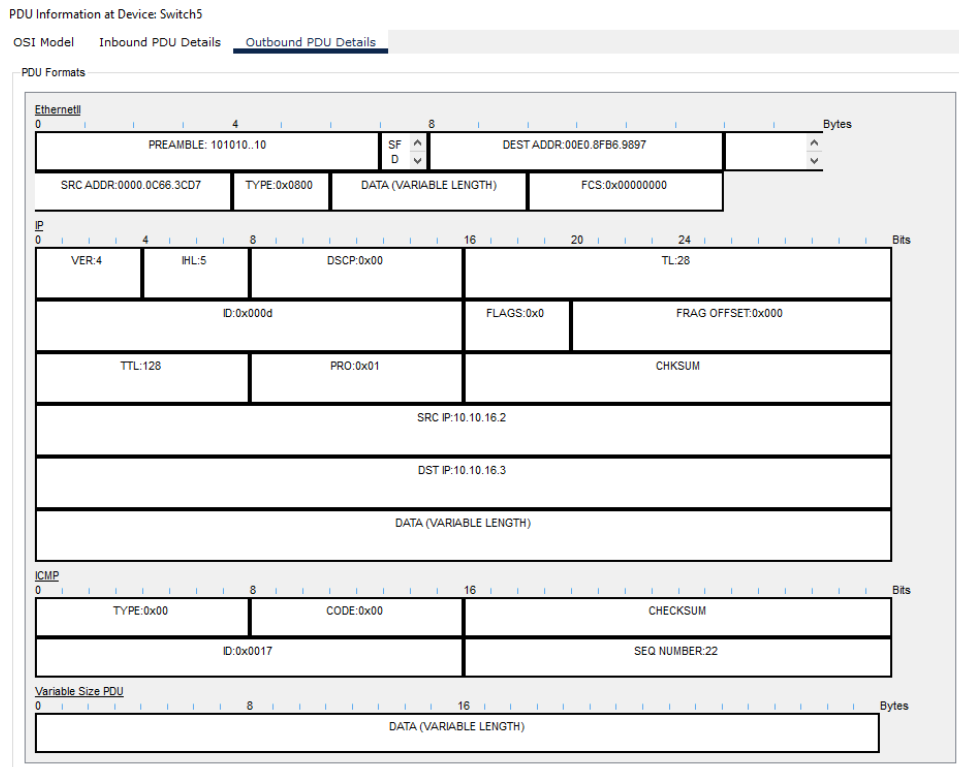


Figura 80. ICMP na mesma VLAN/delegação. Switch5 para PC-DTEC-LX1

Seja A o PC DTEC-LX1 e B o PC DTEC-LX2.

O pacote ICMP que o computador A envia ao computador B tem:

- O IP do A como SRC IP
- O IP do B como DST IP
- O MAC do A como SRC ADDR
- O MAC do B como DEST ADDR

Quando o pacote chega ao switch, este adiciona a informação da VLAN do computador A, transformando a trama para o tipo 802.1q. Neste caso o computador A pertence à VLAN 10 logo o campo TCI contém 0x000a.

Ao chegar ao último switch, a informação relativa à VLAN é retirada, fazendo com que a trama passe para o tipo 802.3.

Finalmente, o pacote é enviado para B. O processo de reply que é iniciado depois de B receber o pacote é idêntico ao de request.

As imagens que se seguem dizem respeito ao teste de conectividade entre dois PCs em diferentes VLANs na mesma delegação.

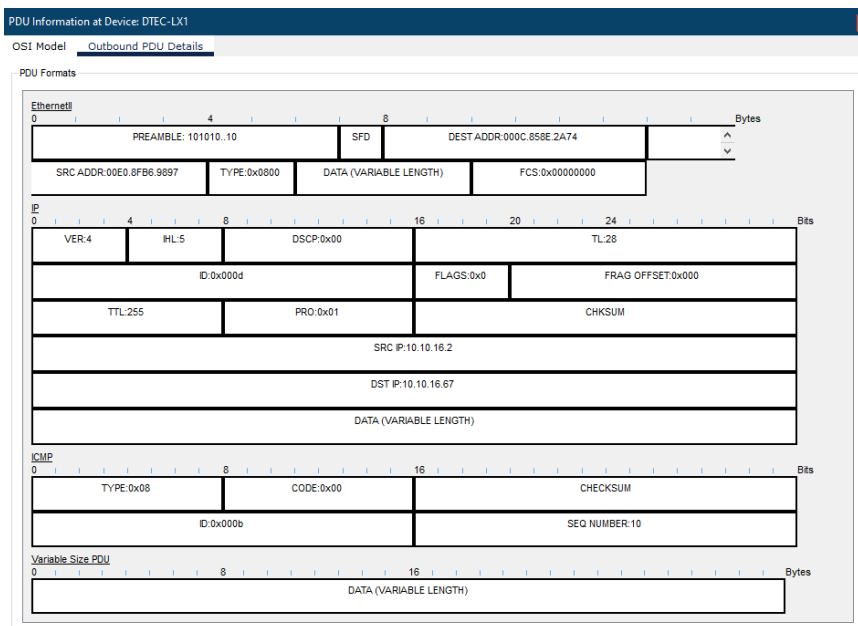


Figura 81. ICMP na mesma delegação, VLAN diferente. PC-DTEC-LX1 para Switch5

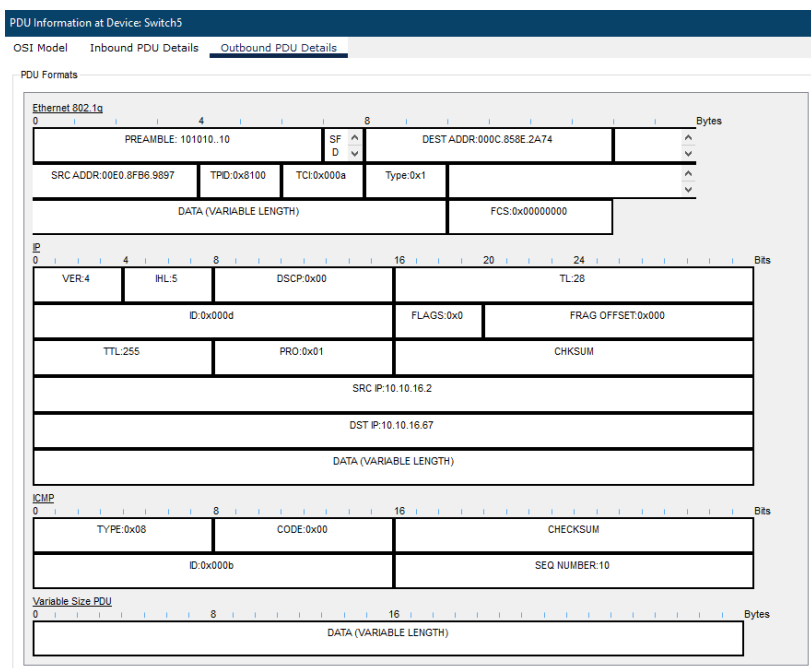


Figura 82. ICMP na mesma delegação, VLAN diferente. Switch5 para Switch 7

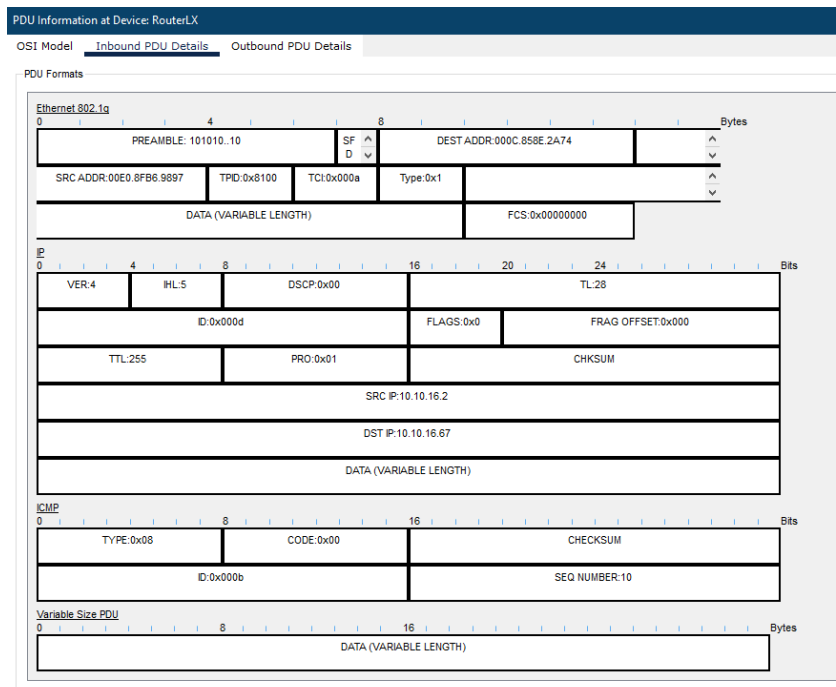


Figura 83. ICMP na mesma delegação, VLAN diferente. Switch 7 para RouterLX

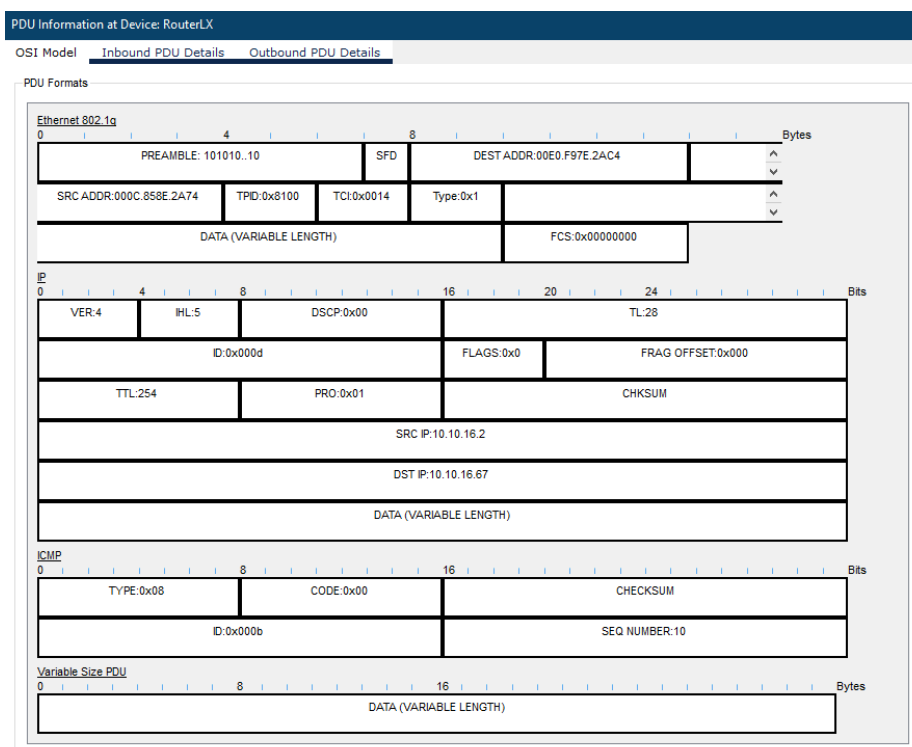


Figura 84. ICMP na mesma delegação, VLAN diferente. RouterLX para Switch7

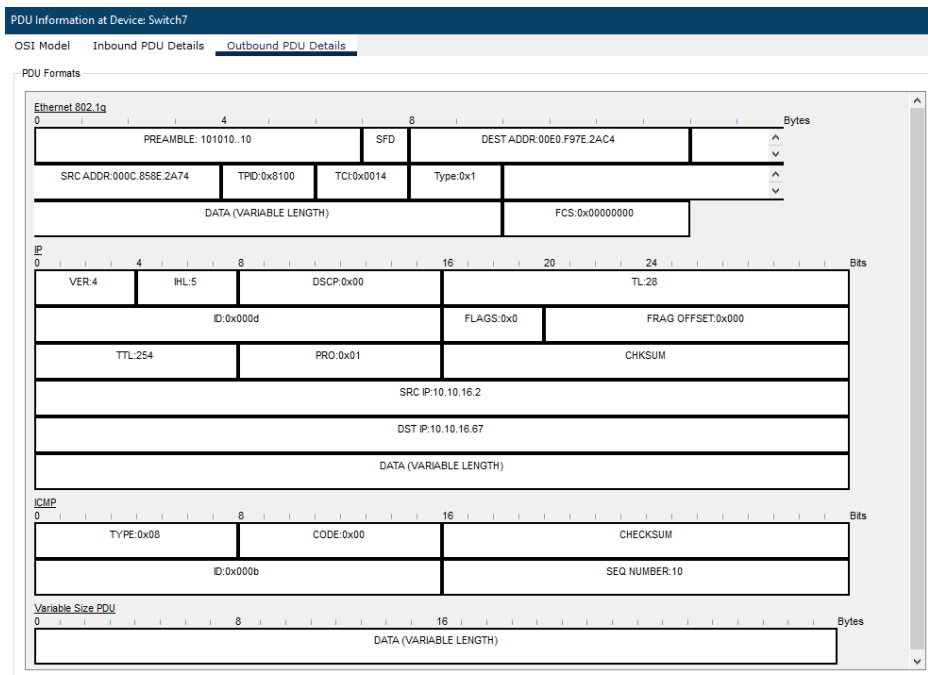


Figura 85. ICMP na mesma delegação, VLAN diferente. Switch7 para Switch5

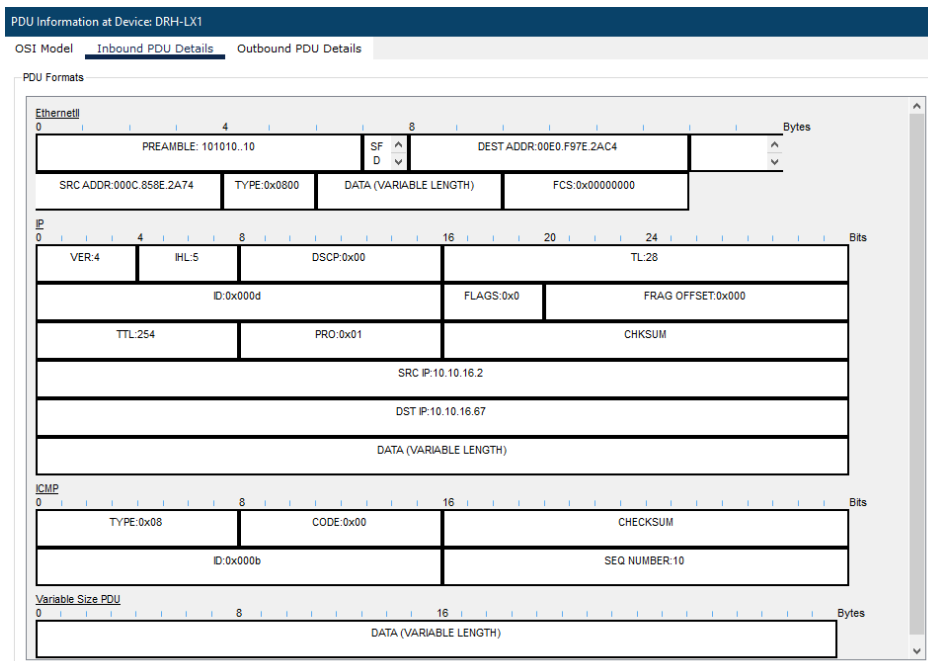


Figura 86. ICMP na mesma delegação, VLAN diferente. Switch5 para PC-DRH-LX1

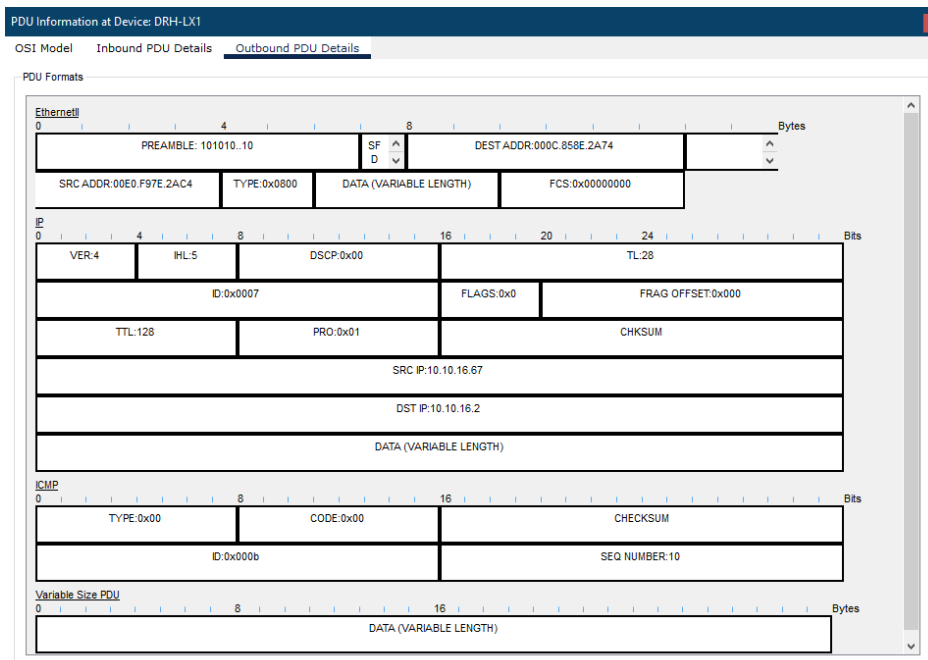


Figura 87. ICMP na mesma delegação, VLAN diferente. PC-DRH-LX1 para Switch5

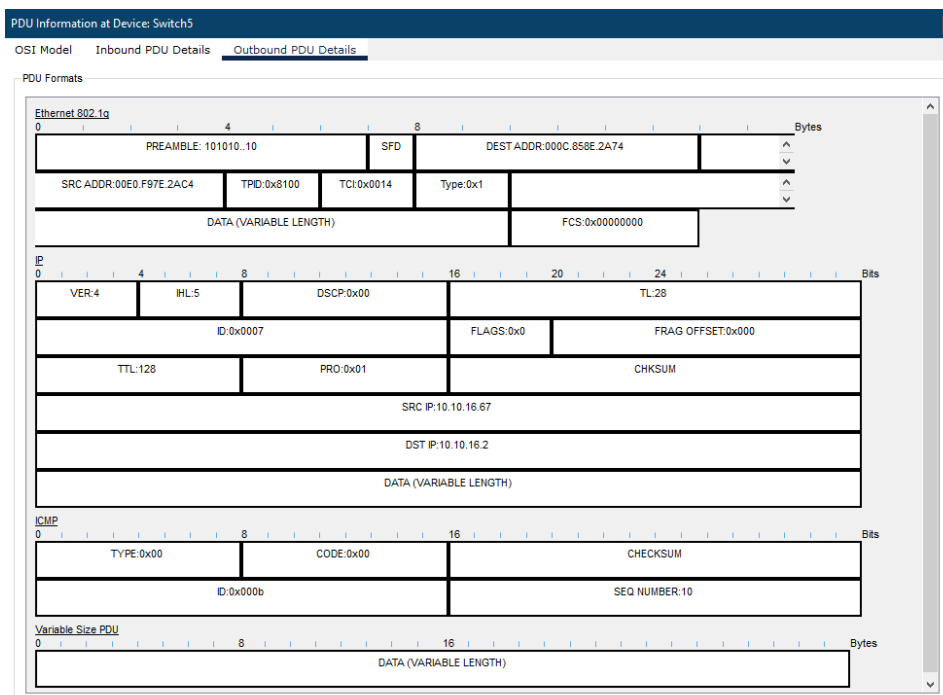


Figura 88. ICMP na mesma delegação, VLAN diferente. Switch5 para Switch7

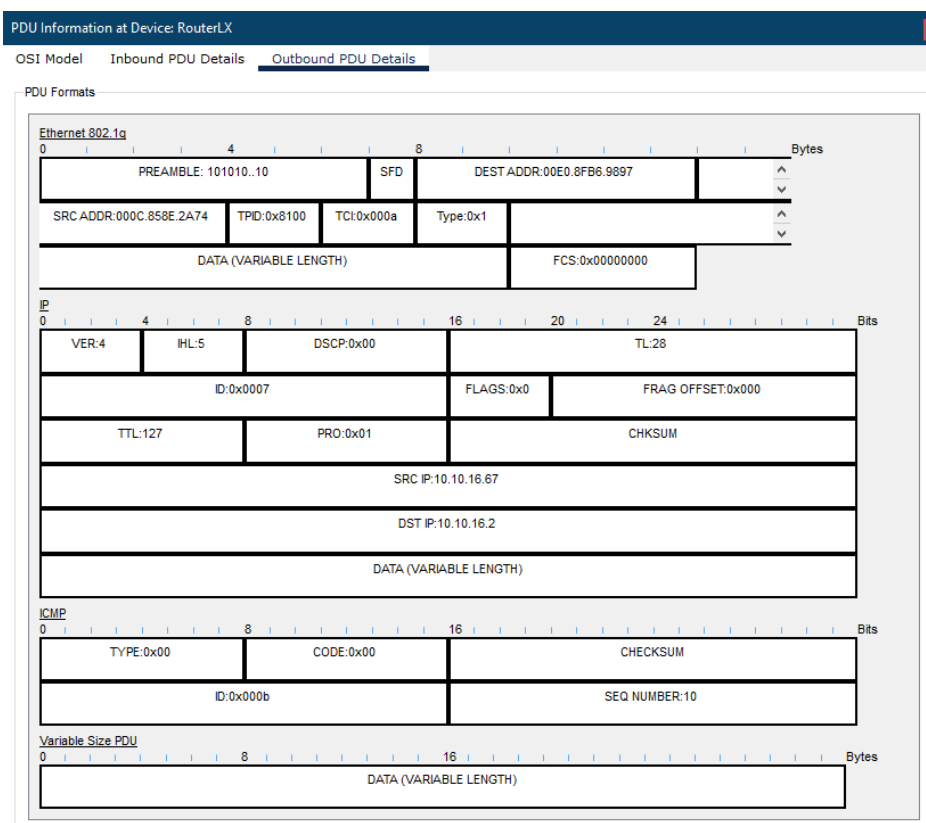


Figura 89. ICMP na mesma delegação, VLAN diferente. RouterLX para Switch7

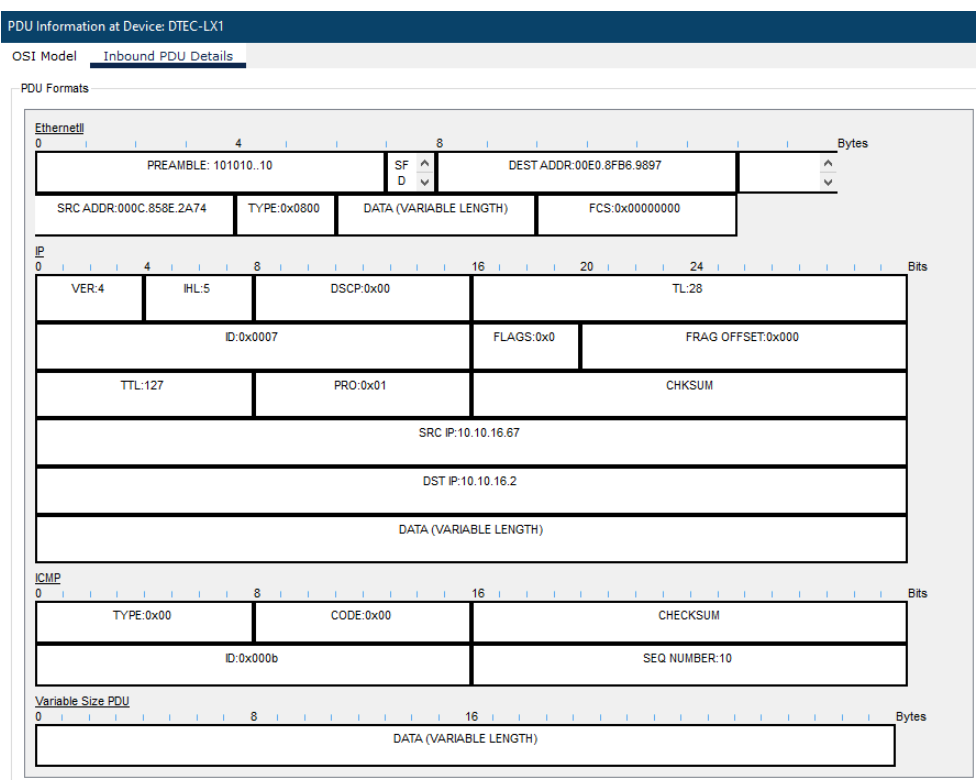


Figura 90. ICMP na mesma delegação, VLAN diferente. Switch 5 para PC-DTEC-LX1

Seja A o PC DTEC-LX1 e B o PC DRH-LX1.

O pacote ICMP que o computador A envia ao computador B tem:

- O IP do A como SRC IP
- O IP do B como DST IP
- O MAC do A como SRC ADDR
- O MAC da interface do router como DEST ADDR

Quando o pacote chega ao switch, e tal como na alínea anterior, a informação relativa à VLAN é inserida.

Ao chegar ao router, o mesmo envia o pacote com as seguintes alterações:

- O campo TCI tem agora a VLAN respetiva ao IP que o pacote quer alcançar
- O SRC ADDR passa a conter o MAC da interface do router
- O DEST ADDR passa a conter o MAC do computador B

Mais uma vez, no último switch a informação da VLAN é removida e a mensagem é entregue a B. O processo de reply que é iniciado depois de B receber o pacote é idêntico ao de request.

As imagens que se seguem dizem respeito ao teste de conectividade entre dois PCs de VLANs e delegações diferentes.

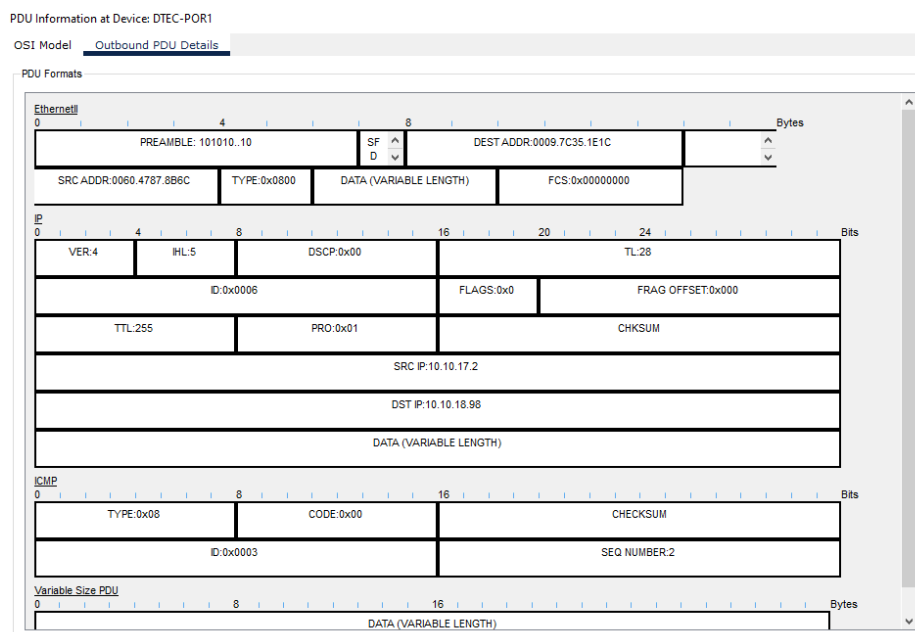


Figura 91. ICMP VLAN/delegação diferentes. PC-DTEC-POR1 para Switch3

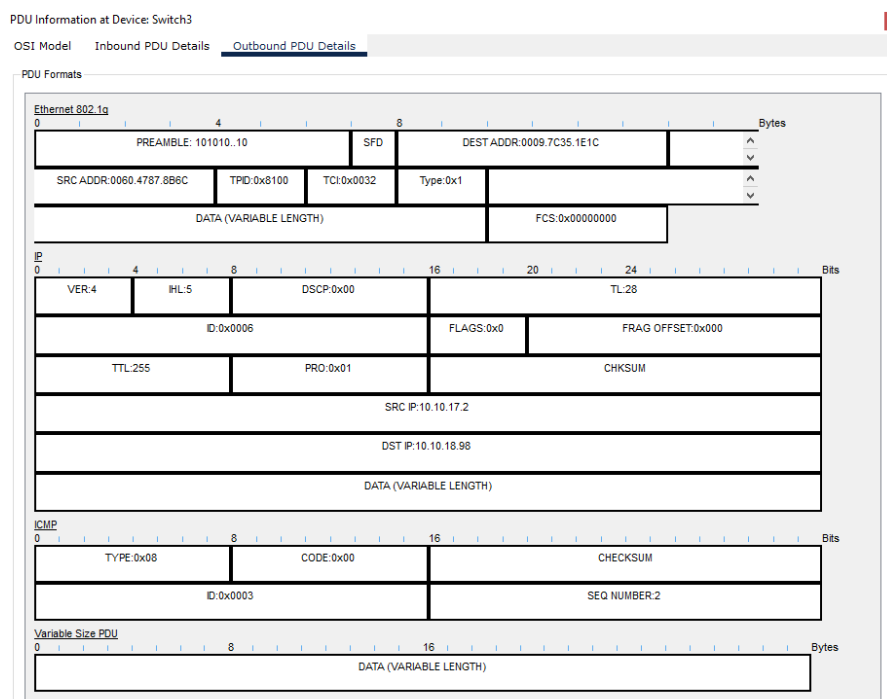


Figura 92. ICMP VLAN/delegação diferentes. Switch3 para RouterPOR

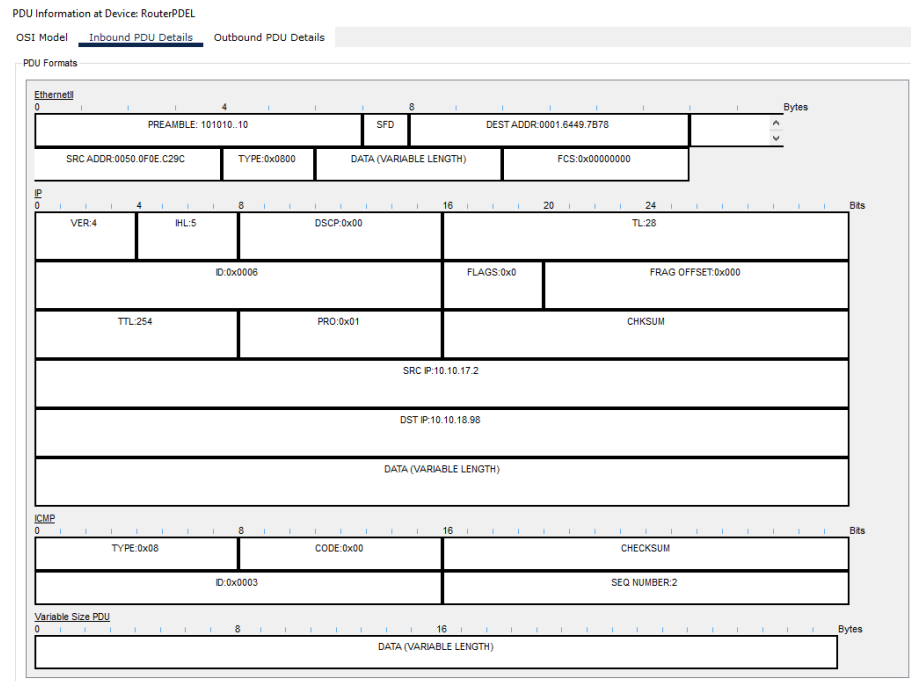


Figura 93. ICMP VLAN/delegação diferentes. RouterPDR para RouterPDEL

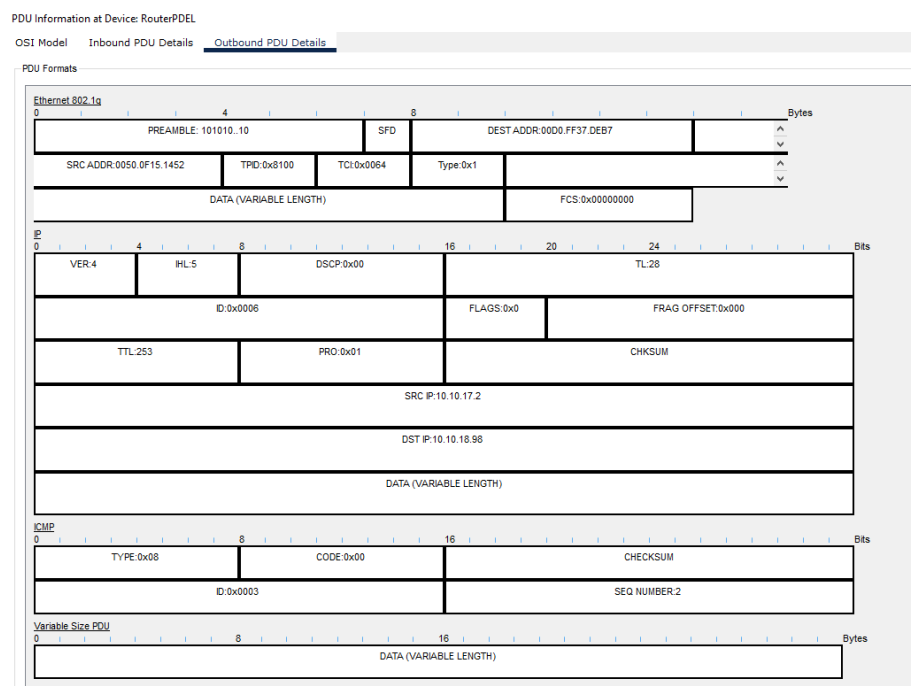


Figura 94. ICMP VLAN/delegação diferentes. RouterPDEL para Switch1

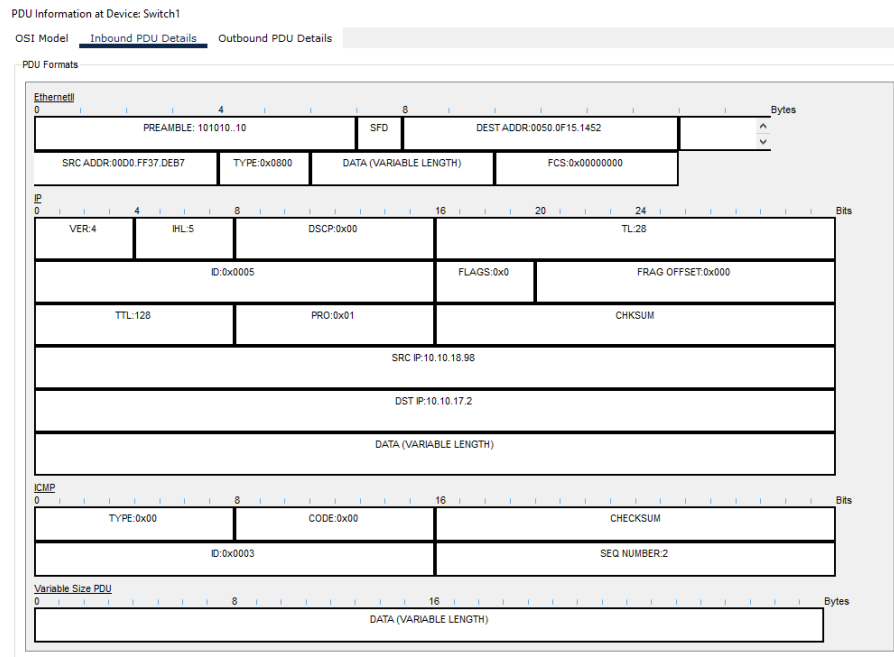


Figura 95. ICMP VLAN/delegação diferentes. Switch1 para PC-DRH-PDEL2

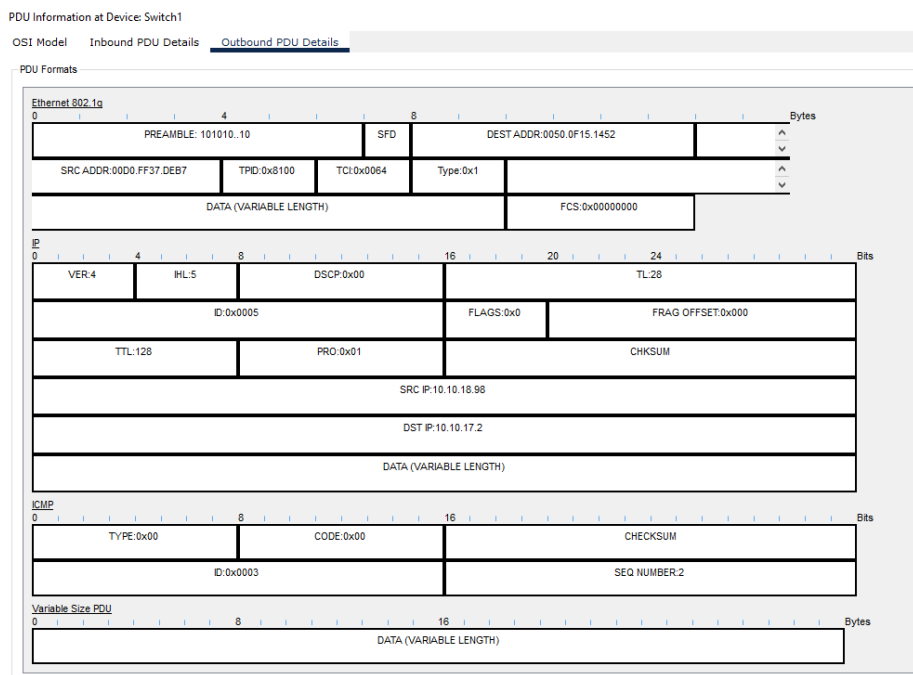


Figura 96. ICMP VLAN/delegação diferentes. PC-DRH-PDEL2 para Switch 1

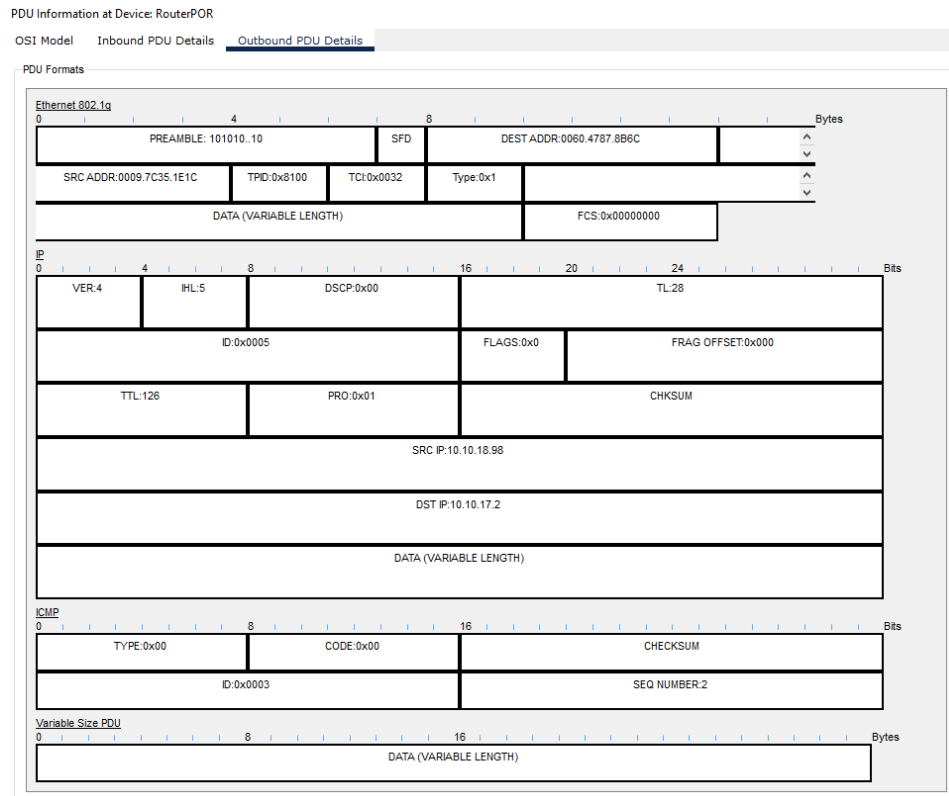


Figura 97. ICMP VLAN/delegação diferentes. RouterPDEL1 para RouterPOR

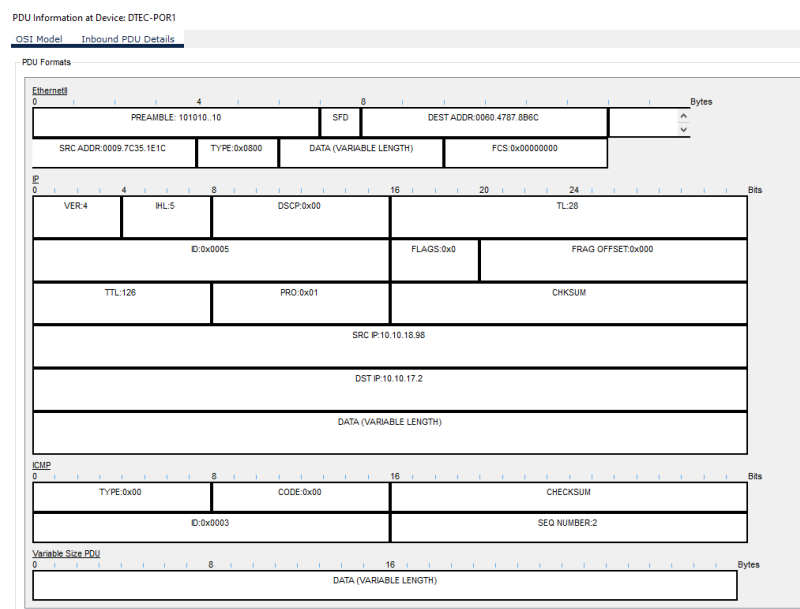


Figura 98. ICMP VLAN/delegação diferentes. Switch3 para PC-DTEC-POR1

Seja A o PC DRH-PDEL2 e B o PC DTEC-POR1.

O pacote ICMP que o computador A envia ao computador B tem:

- O IP do A como SRC IP
- O IP do B como DST IP
- O MAC do A como SRC ADDR
- O MAC da interface do router como DEST ADDR

Mais uma vez, a informação relativa à VLAN é adicionada ao chegar ao switch, e o pacote continua em direção ao router.

O router, usando o DST IP, e a partir da tabela de encaminhamento, reconhece que tem de mandar o pacote para outro router.

Ao fazê-lo:

- Retira a informação relativa à VLAN, logo a trama volta a ser do tipo 802.3
- Coloca o MAC da interface por onde mandará o pacote no SRC ADDR
- Coloca o MAC da interface do router que receberá o pacote no DEST ADDR

Ao chegar ao segundo router:

- A informação relativa à VLAN do computador B é adicionada
- Coloca o MAC da interface por onde mandará o pacote no SRC ADDR
- Coloca o MAC do computador B no DEST ADDR

Por fim, o pacote passa pelo switch, e é entregue ao computador B. O processo de reply que é iniciado depois de B receber o pacote é idêntico ao de request.

As imagens que se seguem dizem respeito ao teste de conectividade Wireless entre VLAN e delegações diferentes.

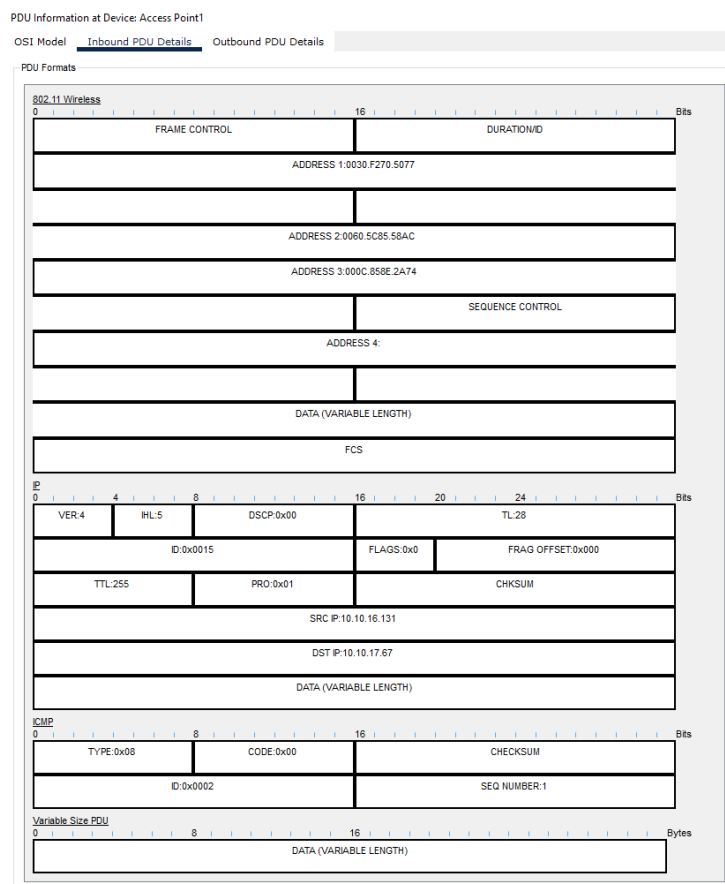


Figura 99. ICMP Wireless VLAN/delegação diferentes. Smartphone para AccessPoint1

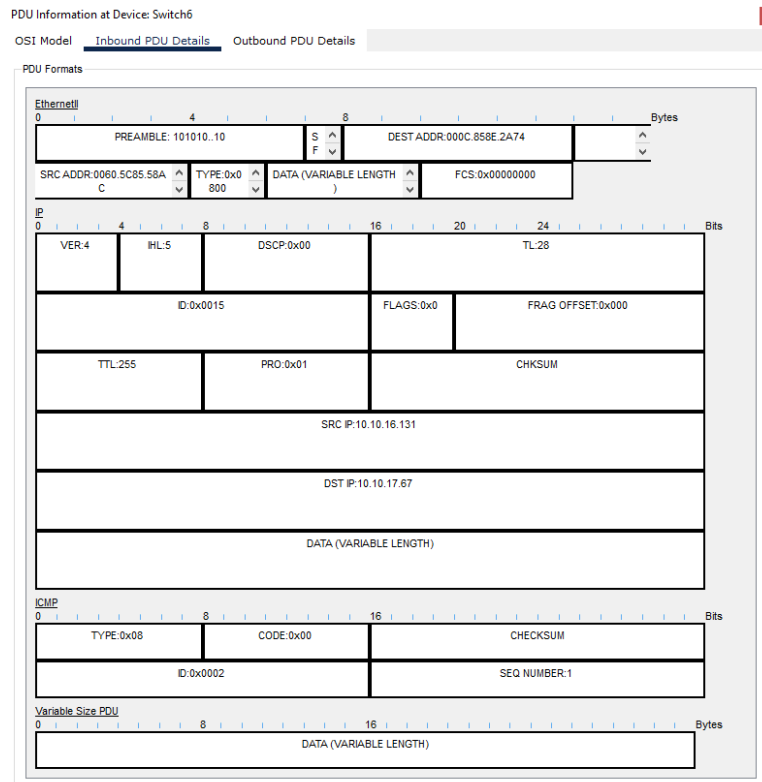


Figura 100. ICMP Wireless VLAN/delegação diferentes. AccessPoint1 para Switch6

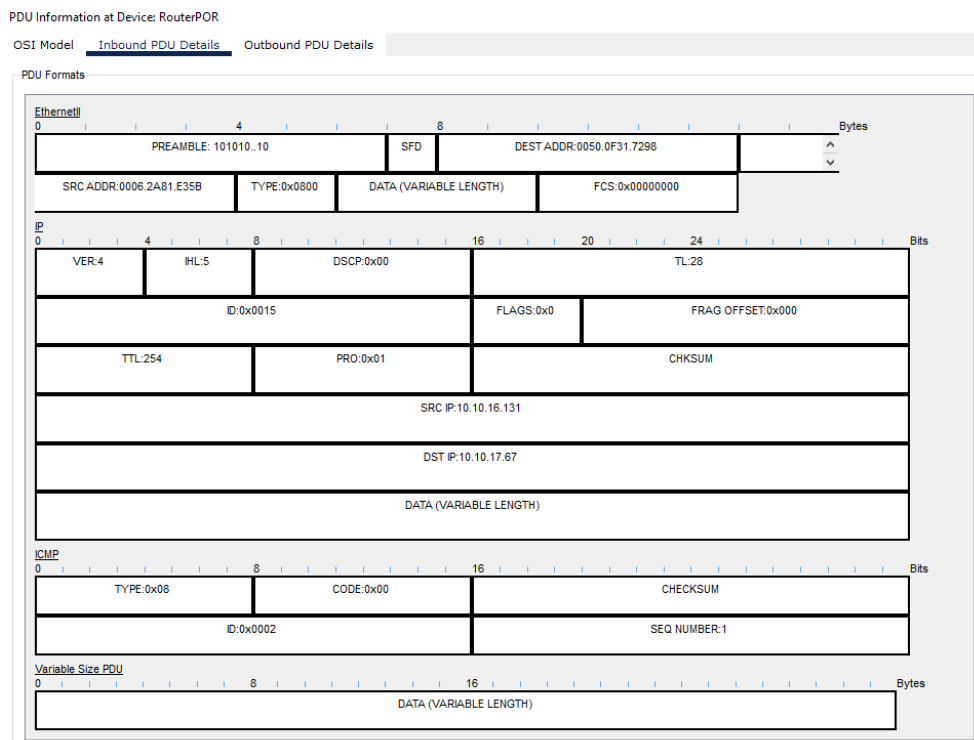


Figura 101. ICMP Wireless VLAN/delegação diferentes. RouterLX para RouterPOR

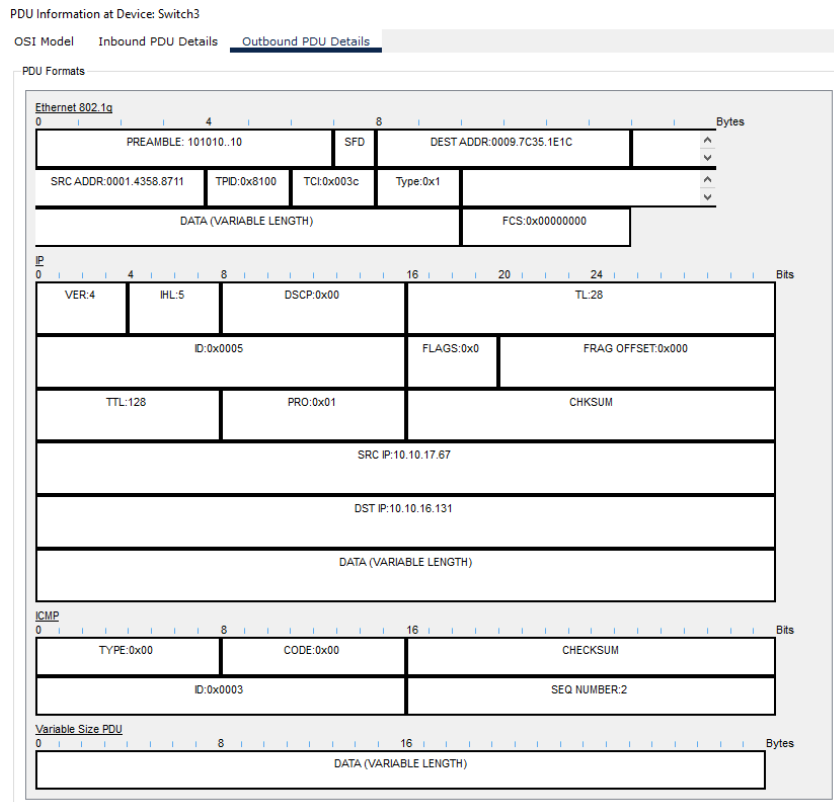


Figura 102. ICMP Wireless VLAN/delegação diferentes. Switch3 para PC-DRH-POR2

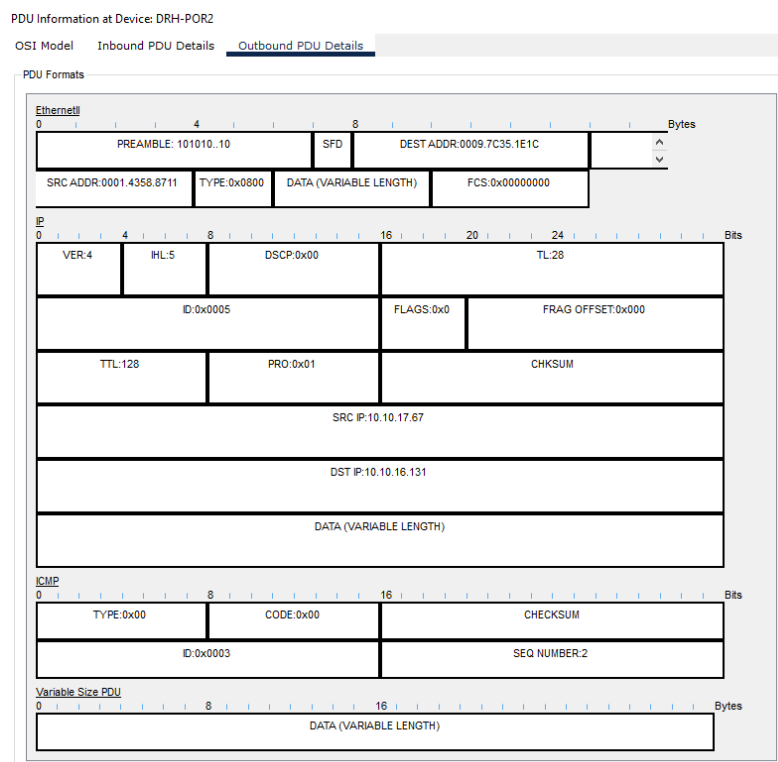


Figura 103. ICMP Wireless VLAN/delegação diferentes. PC-DRH-POR2 para Switch3

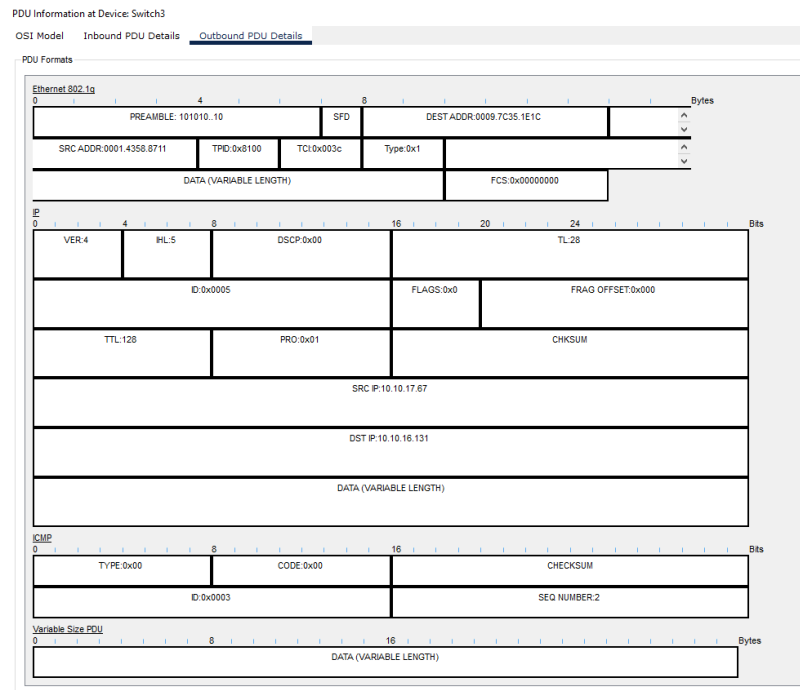


Figura 104. ICMP Wireless VLAN/delegação diferentes. Switch3 para RouterPOR

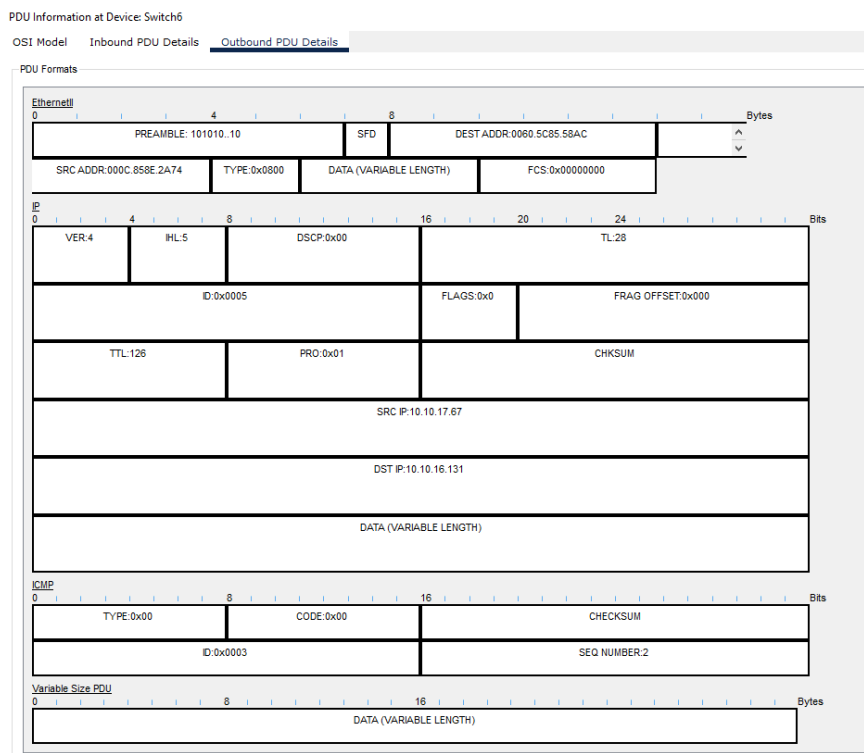


Figura 105. ICMP Wireless VLAN/delegação diferentes. Switch6 para AccessPoint1

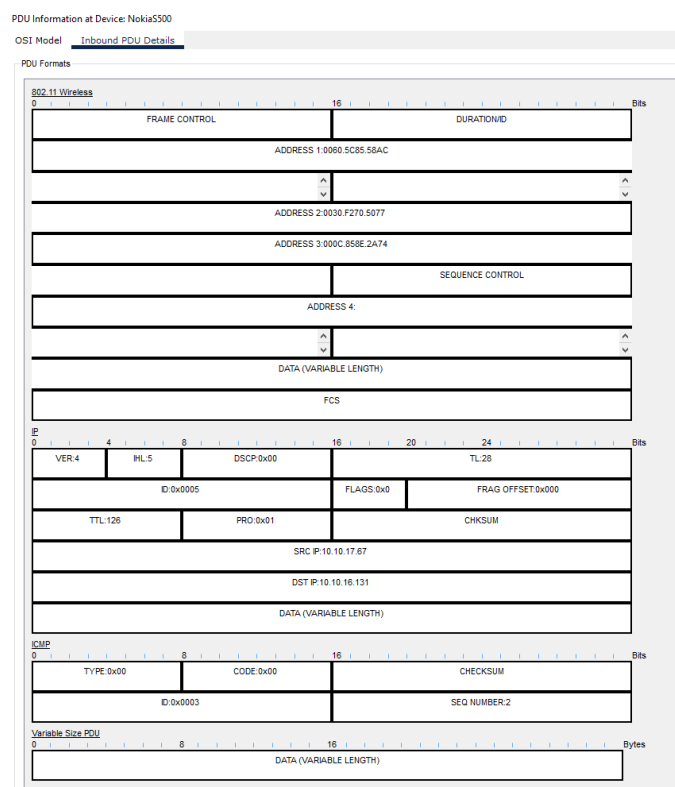


Figura 106. ICMP Wireless VLAN/delegação diferentes. AccessPoint1 para Smartphone

Seja A o dispositivo wireless Smartphone e B o PC DRH-POR2

Como o A é um dispositivo wireless, usa a norma 802.11 na construção do pacote ICMP. Nesta situação, os campos de maior importância neste pacote serão:

- O campo ADDRESS 1 que contém o MAC do Access Point
- O campo ADDRESS 2 que contém o MAC do dispositivo que envia o pacote (A)
- O campo ADDRESS 3 que contém o MAC da interface do router
- O campo SRC IP que contém o IP de A
- O campo DST IP que contém o IP de B

Quando chega ao Access Point, o pacote é reconstruído usando a norma 802.3. Assim:

- O SRC ADDR conterá o MAC do dispositivo A
- O DEST ADDR conterá o MAC da interface do router

A partir deste ponto, o computador B receberá e enviará o pacote da mesma maneira descrita no teste anterior. Quando a resposta chegar ao Access Point, o mesmo construirá o pacote com a norma 802.11 para enviá-la a A. Esse pacote irá conter:

- O campo ADDRESS 1 com o MAC do dispositivo A
- O campo ADDRESS 2 com o MAC do Access Point
- O campo ADDRESS 3 com o MAC da interface do router de onde o pacote veio

3.2 Protocolo ARP

```

Cisco Packet Tracer PC Command Line 1.0
C:\>
C:\>
C:\>arp -c
Invalid Command.

C:\>arp -d
No ARP Entries Found
C:\>ping 10.10.16.3

Pinging 10.10.16.3 with 32 bytes of data:

Reply from 10.10.16.3: bytes=32 time<1ms TTL=128
Reply from 10.10.16.3: bytes=32 time<1ms TTL=128
Reply from 10.10.16.3: bytes=32 time<1ms TTL=128
Reply from 10.10.16.3: bytes=32 time<1ms TTL=128

Ping statistics for 10.10.16.3:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
    Approximate round trip times in milli-seconds:
        Minimum = 0ms, Maximum = 1ms, Average = 3ms

C:\>arp -a

Internet Address      Physical Address      Type
10.10.16.3            0000.0c66.3cd7       dynamic

C:\>ping 10.10.16.66

Pinging 10.10.16.66 with 32 bytes of data:

Reply from 10.10.16.66: bytes=32 time<1ms TTL=127
Reply from 10.10.16.66: bytes=32 time<1ms TTL=127
Reply from 10.10.16.66: bytes=32 time<1ms TTL=127
Reply from 10.10.16.66: bytes=32 time<1ms TTL=127

Ping statistics for 10.10.16.66:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
    Approximate round trip times in milli-seconds:
        Minimum = 0ms, Maximum = 1ms, Average = 0ms

C:\>arp -a

Internet Address      Physical Address      Type
10.10.16.1            000c.85be.2a74       dynamic
10.10.16.3            0000.0c66.3cd7       dynamic
C:\>
  
```

Figura 107. Testes ARP na linha de comandos

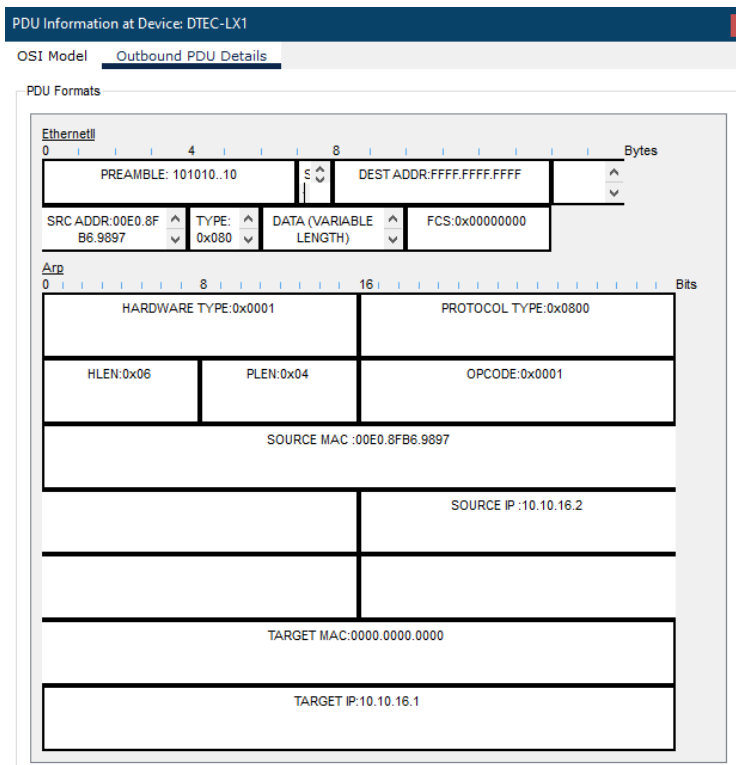


Figura 108. ARP Request

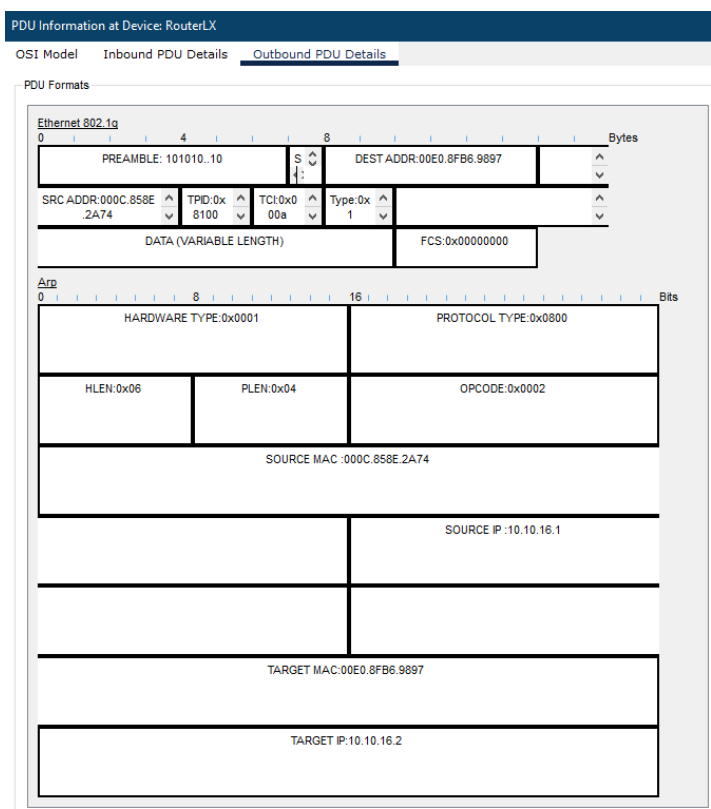


Figura 109. ARP Reply

Sempre que um dispositivo origem pretende enviar uma mensagem a outro dispositivo na sua rede e não tem a informação do seu MAC address na cache ARP, torna-se necessário o envio de um ARP Request. Os ARP Request são transportados numa trama Ethernet Broadcast devido ao seu objetivo de adquirir o endereço físico (MAC address) de uma máquina sobre a qual não tem esse conhecimento, sendo assim necessário percorrer a rede toda para ter a certeza que o adquire.

Por sua vez, a resposta (ARP Reply) é fornecida por Unicast pela máquina com o endereço lógico (IP) requisitado, contendo o endereço físico da mesma. No final da troca de mensagens, ambos os intervenientes guardam os dados um do outro em cache de forma a otimizar a rede.

3.3 Protocolo DHCP

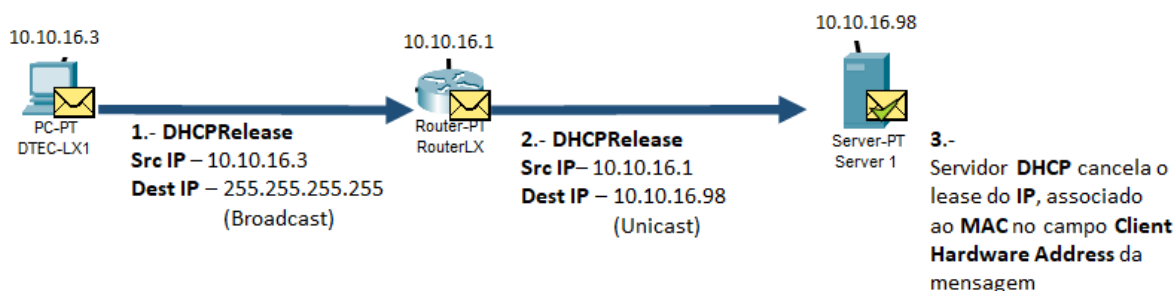


Figura 110. DHCP Release

Dispositivo Origem: PC-PT DTEC-LX1 (Delegação Lisboa, Departamento Técnico)

Release:

- PC envia DHCP Release com endereço IP de Broadcast (255.255.255.255)
- Pacote DHCP passa a ser Unicast quando passa pelo Relay-Agent (Router)
- Servidores DHCP que recebem a trama fazem o cancelamento do empréstimo desse endereço

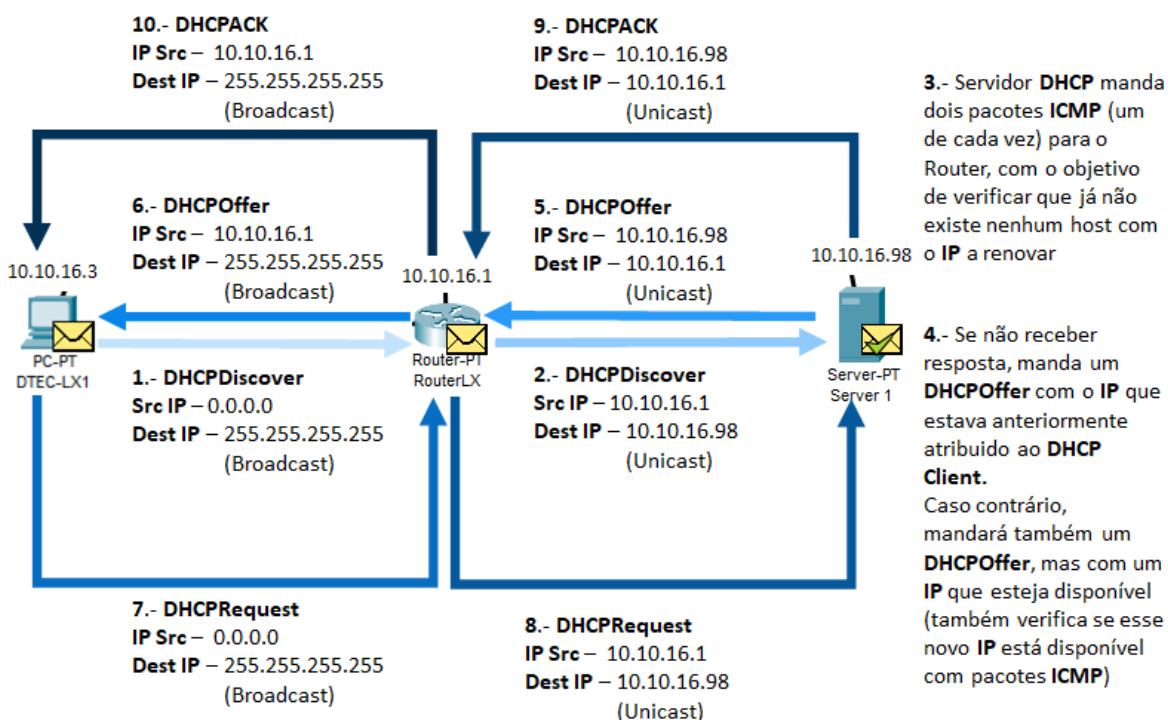


Figura 111. DHCP Renew

Dispositivo Origem: PC-PT DTEC-LX1 (Delegação Lisboa, Departamento Técnico)

Renew:

- PC envia DHCP Discover com endereço IP origem 0.0.0.0 e endereço IP destino 255.255.255.255, MAC Origem = MAC do PC que envia a trama
- Pacote passa a ser Unicast quando passa pelo Relay Agent (Router)
- Servidores DHCP recebem a trama DHCP Discover e verificam que já existe um host com esse MAC na tabela
- Servidores mandam um pacote ICMP para verificar que não existe nenhum host com esse IP
- Caso não recebam resposta desse ping mandam DHCP Offer com o IP que estava anteriormente atribuído a esse host
- PC recebe a Offer e envia DHCP Request
- Quando o DHCP Request chega ao servidor DHCP, esse envia um DHCP ACK

Existe um Relay Agent entre o PC escolhido e o servidor DHCP.

- Servidor DHCP: 10.10.16.98
- Relay Agent: 10.10.16.1 (Endereço de Gateway do host que envia o pacote DHCP)

3.4 Protocolo RIP

Routing Table for RouterLX					
Type	Network	Port	Next Hop IP	Metric	
C	10.10.16.0/26	GigabitEthernet1/0.10	---	0/0	
C	10.10.16.64/27	GigabitEthernet1/0.20	---	0/0	
C	10.10.16.96/28	GigabitEthernet1/0.30	---	0/0	
C	10.10.16.128/25	GigabitEthernet1/0.40	---	0/0	
R	10.10.17.0/27	GigabitEthernet2/0	192.168.1.2	120/1	
R	10.10.17.64/28	GigabitEthernet2/0	192.168.1.2	120/1	
R	10.10.18.0/27	GigabitEthernet3/0	192.168.1.6	120/1	
R	10.10.18.32/28	GigabitEthernet3/0	192.168.1.6	120/1	
R	10.10.18.64/27	GigabitEthernet3/0	192.168.1.6	120/2	
R	10.10.18.64/27	GigabitEthernet2/0	192.168.1.2	120/2	
R	10.10.18.96/28	GigabitEthernet3/0	192.168.1.6	120/2	
R	10.10.18.96/28	GigabitEthernet2/0	192.168.1.2	120/2	
C	192.168.1.0/30	GigabitEthernet2/0	---	0/0	
C	192.168.1.4/30	GigabitEthernet3/0	---	0/0	
R	192.168.1.8/30	GigabitEthernet2/0	192.168.1.2	120/1	
R	192.168.1.12/30	GigabitEthernet3/0	192.168.1.6	120/1	

Figura 112. Tabela de encaminhamento de RouterLX

Routing Table for RouterPOR				
Type	Network	Port	Next Hop IP	Metric
R	10.10.16.0/26	GigabitEthernet1/0	192.168.1.1	120/1
R	10.10.16.64/27	GigabitEthernet1/0	192.168.1.1	120/1
R	10.10.16.96/28	GigabitEthernet1/0	192.168.1.1	120/1
R	10.10.16.128/25	GigabitEthernet1/0	192.168.1.1	120/1
C	10.10.17.0/27	GigabitEthernet0/0.50	---	0/0
C	10.10.17.64/28	GigabitEthernet0/0.60	---	0/0
R	10.10.18.0/27	GigabitEthernet2/0	192.168.1.10	120/2
R	10.10.18.0/27	GigabitEthernet1/0	192.168.1.1	120/2
R	10.10.18.32/28	GigabitEthernet2/0	192.168.1.10	120/2
R	10.10.18.32/28	GigabitEthernet1/0	192.168.1.1	120/2
R	10.10.18.64/27	GigabitEthernet2/0	192.168.1.10	120/1
R	10.10.18.96/28	GigabitEthernet2/0	192.168.1.10	120/1
C	192.168.1.0/30	GigabitEthernet1/0	---	0/0
R	192.168.1.4/30	GigabitEthernet1/0	192.168.1.1	120/1
C	192.168.1.8/30	GigabitEthernet2/0	---	0/0
R	192.168.1.12/30	GigabitEthernet2/0	192.168.1.10	120/1

Figura 113. Tabela de encaminhamento de RouterPOR

Routing Table for RouterFAR				
Type	Network	Port	Next Hop IP	Metric
R	10.10.16.0/26	GigabitEthernet1/0	192.168.1.5	120/1
R	10.10.16.64/27	GigabitEthernet1/0	192.168.1.5	120/1
R	10.10.16.96/28	GigabitEthernet1/0	192.168.1.5	120/1
R	10.10.16.128/25	GigabitEthernet1/0	192.168.1.5	120/1
R	10.10.17.0/27	GigabitEthernet2/0	192.168.1.14	120/2
R	10.10.17.0/27	GigabitEthernet1/0	192.168.1.5	120/2
R	10.10.17.64/28	GigabitEthernet2/0	192.168.1.14	120/2
R	10.10.17.64/28	GigabitEthernet1/0	192.168.1.5	120/2
C	10.10.18.0/27	GigabitEthernet0/0.70	---	0/0
C	10.10.18.32/28	GigabitEthernet0/0.80	---	0/0
R	10.10.18.64/27	GigabitEthernet2/0	192.168.1.14	120/1
R	10.10.18.96/28	GigabitEthernet2/0	192.168.1.14	120/1
R	192.168.1.0/30	GigabitEthernet1/0	192.168.1.5	120/1
C	192.168.1.4/30	GigabitEthernet1/0	---	0/0
R	192.168.1.8/30	GigabitEthernet2/0	192.168.1.14	120/1
C	192.168.1.12/30	GigabitEthernet2/0	---	0/0

Figura 114. Tabela de encaminhamento de RouterFAR

Routing Table for RouterPDEL				
Type	Network	Port	Next Hop IP	Metric
R	10.10.16.0/26	GigabitEthernet1/0	192.168.1.13	120/2
R	10.10.16.0/26	GigabitEthernet2/0	192.168.1.9	120/2
R	10.10.16.64/27	GigabitEthernet1/0	192.168.1.13	120/2
R	10.10.16.64/27	GigabitEthernet2/0	192.168.1.9	120/2
R	10.10.16.96/28	GigabitEthernet1/0	192.168.1.13	120/2
R	10.10.16.96/28	GigabitEthernet2/0	192.168.1.9	120/2
R	10.10.16.128/25	GigabitEthernet1/0	192.168.1.13	120/2
R	10.10.16.128/25	GigabitEthernet2/0	192.168.1.9	120/2
R	10.10.17.0/27	GigabitEthernet2/0	192.168.1.9	120/1
R	10.10.17.64/28	GigabitEthernet2/0	192.168.1.9	120/1
R	10.10.18.0/27	GigabitEthernet1/0	192.168.1.13	120/1
R	10.10.18.32/28	GigabitEthernet1/0	192.168.1.13	120/1
C	10.10.18.64/27	GigabitEthernet0/0.90	---	0/0
C	10.10.18.96/28	GigabitEthernet0/0.100	---	0/0
R	192.168.1.0/30	GigabitEthernet2/0	192.168.1.9	120/1
R	192.168.1.4/30	GigabitEthernet1/0	192.168.1.13	120/1
C	192.168.1.8/30	GigabitEthernet2/0	---	0/0
C	192.168.1.12/30	GigabitEthernet1/0	---	0/0

Figura 115. Tabela de encaminhamento de RouterPDEL

PDU Information at Device: RouterPOR

OSI Model

Inbound PDU Details

PDU Formats

Rip v1

0

8

16

Bits

CMD:0x02

VER:0x02

0b0000000000000000

ADDR FAMILY : 0x0

0b0000000000000000

NETWORK

0b0000000000000000

NEXT HOP

METRIC

Rip Route Packet

0

16

Bits

ADDRESS FAMILY:2

ROUTE TAG:0

NETWORK ADDRESS:10.10.16.0

SUBNET MASK :255.255.255.192

NEXT HOP:192.168.1.1

METRIC:1

Rip Route Packet

0

16

Bits

ADDRESS FAMILY:2

ROUTE TAG:0

NETWORK ADDRESS:10.10.16.64

SUBNET MASK :255.255.255.224

NEXT HOP:192.168.1.1

METRIC:1

Figura 116. Mensagem RIPv2 - RouterLX para RouterPOR (1)

PDU Information at Device: RouterPOR									
OSI Model		<u>Inbound PDU Details</u>							
PDU Formats									
Rip Route Packet									
0		16						Bits	
ADDRESS FAMILY:2				ROUTE TAG:0					
NETWORK ADDRESS:10.10.16.96									
SUBNET MASK :255.255.255.240									
NEXT HOP:192.168.1.1									
METRIC:1									
Rip Route Packet									
0		16						Bits	
ADDRESS FAMILY:2				ROUTE TAG:0					
NETWORK ADDRESS:10.10.16.128									
SUBNET MASK :255.255.255.128									
NEXT HOP:192.168.1.1									
METRIC:1									
Rip Route Packet									
0		16						Bits	
ADDRESS FAMILY:2				ROUTE TAG:0					
NETWORK ADDRESS:10.10.18.0									
SUBNET MASK :255.255.255.224									
NEXT HOP:192.168.1.1									
METRIC:2									
Rip Route Packet									
0		16						Bits	

Figura 117. Mensagem RIPv2 - RouterLX para RouterPOR (2)

PDU Information at Device: RouterPOR

OSI Model Inbound PDU Details

PDU Formats

METRIC:2															
Rip Route Packet															
0		16												Bits	
ADDRESS FAMILY:2								ROUTE TAG:0							
NETWORK ADDRESS:10.10.18.32															
SUBNET MASK :255.255.255.240															
NEXT HOP:192.168.1.1															
METRIC:2															

Rip Route Packet															
0		16												Bits	
ADDRESS FAMILY:2								ROUTE TAG:0							
NETWORK ADDRESS:192.168.1.4															
SUBNET MASK :255.255.255.252															
NEXT HOP:192.168.1.1															
METRIC:1															

Rip Route Packet															
0		16												Bits	
ADDRESS FAMILY:2								ROUTE TAG:0							
NETWORK ADDRESS:192.168.1.12															
SUBNET MASK :255.255.255.252															
NEXT HOP:192.168.1.1															
METRIC:2															

Figura 118. Mensagem RIPv2 - RouterLX para RouterPOR (3)

O pacote RIP é constituído pela versão utilizada pelo equipamento, neste caso é a versão 2. Tem ainda informação relativa às suas conexões, sejam estas diretas ou indiretas, um RIP Route Packet por cada rede.

Este RIP Route Packet contém informação relativa ao endereço de rede, a máscara da mesma e o próximo salto que deverá ser feito de modo a chegar a essa mesma rede. Para além disso indica também a métrica, que representa a quantidade de saltos que é necessário realizar para chegar a essa rede. Tem ainda um campo que refere o tipo de endereços que estão a ser especificados. No nosso caso a família de endereços é 2, o que representa endereços do tipo IP.

Para efeitos de teste é feito um corte na ligação entre Lisboa e Faro. Nos momentos logo a seguir ao corte, o envio do pacote falha pois ainda não foram atualizadas as tabelas de encaminhamento. Após esperar 30 segundos (tempo default entre routing updates) o router fica a conhecer outro caminho para chegar ao mesmo destino, entregando assim o pacote.

4 Conclusão

Neste projeto tivemos a oportunidade de planejar e estruturar uma rede para uma empresa de média dimensão fazendo uso da ferramenta Packet Tracer da Cisco.

Durante o planeamento de endereços tivemos de ter em conta a possível expansão não só das delegações e das respetivas redes, mas também da empresa e da eventual existência de outras futuras delegações.

Nas várias delegações foi necessário configurar o tipo de ligação nas interfaces dos switches (access ou trunk), assim como indicar as respetivas VLANs consideradas. Tivemos a oportunidade de verificar o procedimento sobre o qual o STP se desenrola, e verificar as alterações da árvore de cobertura calculada mediante a desativação de algumas interfaces nos switches.

Para que departamentos da mesma delegação pudessem comunicar entre eles, foi necessário definir subinterfaces nos respetivos routers e atribuir-lhes um IP, sendo este utilizado pelos dispositivos das VLANs como default gateway.

No sentido de haver comunicação entre as várias delegações, foi também preciso fazer um endereçamento de rede para cada ligação entre os vários routers e definir as rotas de encaminhamento.

De modo a acomodar uma resolução de endereços dinâmica, foi implementado um servidor DHCP e definido uma gama de endereços para as respetivas redes. Posto isto, foram também alterados na interface GUI dos dispositivos finais o modo de endereçamento para DHCP.

Mais ainda, para que as rotas entre routers pudessem ser determinadas automaticamente, foi configurado o protocolo RIP em cada um dos routers. Vale a pena notar que na configuração destes foi crucial definir as networks intrínsecas às ligações entre os routers.

Foi também implementado um servidor com o serviço HTTP, estando este disponível a qualquer dispositivo na rede da empresa.

Após todo este processo, foram feitos testes à rede com respeito ao estudo das tramas 802.3, 802.1Q e 802.11 numa comunicação entre dispositivos de VLANs iguais e delegações iguais, VLANs diferentes e delegações iguais, e VLANs diferentes e delegações diferentes.

Também foram feitos testes de modo a melhor entender o ARP e o preenchimento das tabelas de ARP, assim como ao protocolo RIP e às respetivas tramas trocadas entre Routers.

Consideramos que este projeto tenha sido altamente crítico na aferição e consolidação de conhecimentos da unidade curricular de Fundamentos de Redes de Computadores.