

Pràctiques Xarxes: Laboratori 3

César Fernández, Enric Guitart, Carles Mateu

March 11, 2025

Commutació avançada

Els conceptes sobre els que es treballarà en aquest laboratori són:

- Xarxes virtuals (VLAN)
- 802.1Q
- Agregació d'enllaços (802.3ad)
- *Spanning Tree* (802.1D i 802.1w)

1 Conceptes preliminars

1.1 VLAN

- Documentació

[OS6250](#) : AOS 6.6.1.R01 OS6250 Network Configuration Guide → Cap. 4, 6 i 8

[OS6450](#) : os_nt_665_revA.pdf → Cap. 4, 7 i 9

[OS6600](#) : OS66_Network_Configuration_Guide_Rev_E.pdf → Cap. 4, 7 i 8

[OS7000](#) : OS7_Network_Configuration_Guide_Rev_G.pdf → Cap. 5, 7 i 8

Les VLANs permeten dividir una xarxa ethernet (un o varis switchs) en diversos "dominis de *broadcast*" (és a dir xarxes *ethernet* virtuals). Ens proporcionen un mecanisme de segmentació del trànsit d'una xarxa a nivell 2. El trànsit d'aquest nivell es confina dins la VLAN i no es transfereix cap a altres VLAN. Les VLAN es poden expandir entre diferents equips interconnectant un port de cada equip de la mateixa VLAN. En aquest cas tots els ports dels dos equips associats a les VLAN connectades pertanyen al mateix domini de *broadcast*.

Per defecte els equips només tenen una VLAN (VLAN 1). I tots els ports estan assignats a aquesta VLAN.

Podem visualitzar la configuració de VLAN amb les comandes:

```
-> show vlan [vlan_id]
-> show vlan [vlan_id] port {slot/port / link_agg}
```

Per la gestió de les VLAN (creació i eliminació) disposem de les comandes:

```
-> vlan vlan_id [enable | disable] [name description]

-> no vlan vlan_id
```

1.1.1 VLANs estàtiques

En les VLAN estàtiques hi ha una associació permanent d'un port a la VLAN mitjançant una comanda. Aquesta associació és manté fins que no es modifica amb un altra comanda.

Per l'associació estàtica de ports a una VLAN s'empren les comandes:

```
-> vlan vlan_id port default {slot/port | link_agg}

-> vlan vlan_id no port default {slot/port | link_agg}
```

1.1.2 VLANs dinàmiques

Les VLAN dinàmiques permeten associar un port a una VLAN en funció del trànsit que hi circula.

Per que un port pertanyi a una VLAN dinàmica s'han de complir dos requisits:

- El port ha de ser mòbil.

```
-> vlan port mobile slot/port [bpdu ignore {enable | disable}]
-> vlan no port mobile slot/port

-> show vlan port mobile [slot/port ]
```

- El trànsit ha de coincidir amb una regla.

```
-> vlan vlan_id dhcp mac mac_address
-> vlan vlan_id no dhcp mac mac_address

-> vlan vlan_id dhcp mac range low_mac_address high_mac_address
-> vlan vlan_id no dhcp mac range low_mac_address

-> vlan vlan_id dhcp port slot/port
-> vlan vlan_id no dhcp port slot/port

-> vlan vlan_id dhcp generic
-> vlan vlan_id no dhcp generic

-> vlan vlan_id binding mac-ip-port mac_address ip_address slot/port
-> vlan vlan_id no binding mac-ip-port mac_address

-> vlan vlan_id binding mac-port-protocol mac_address slot/port {ip-e2 | ip-snap | ipx-e2 | ipx-novell
| ipx-llc | ipx-snap | decnet | appletalk | ethertype type | dsapssap dsap/ssap tt | snap snapttype}
-> vlan vlan_id no binding mac-port-protocol mac_address {ip-e2 | ip-snap | ipx-e2 | ipx-novell | ipx-llc
| ipx-snap | decnet | appletalk | ethertype type | dsapssap dsap/ssap tt | snap snapttype}

-> vlan vlan_id binding mac-port mac_address slot/port
-> vlan vlan_id no binding mac-port mac_address

-> vlan vlan_id binding mac-ip mac_address ip_address
-> vlan vlan_id no binding mac-ip mac_address

-> vlan vlan_id binding ip-port ip_address slot/port
-> vlan vlan_id no binding ip-port ip_address

-> vlan vlan_id binding port-protocol slot/port {ip-e2 | ip-snap | ipx-e2 | ipx-novell | ipx-llc | ipx-snap
| decnet | appletalk | ethertype type |
dsapssap dsap/ssap tt | snap snapttype}
```

```

-> vlan vlan_id no binding port-protocol slot/port {ip-e2 | ip-snap | ipx-e2 | ipx-novell | ipx-llc |
ipx-snap | decnet | appletalk | ethertype type | dsapssap dsap/ssap tt | snap snapttype}

-> vlan vlan_id mac mac_address
-> vlan vlan_id no mac mac_address

-> vlan vlan_id mac range low_mac_address high_mac_address
-> vlan vlan_id no mac range low_mac_address

-> vlan vlan_id ip ip_address [subnet_mask]
-> vlan vlan_id no ip ip_address [subnet_mask]

-> vlan vlan_id ipx ipx_net [e2 | llc | snap | novell]
-> vlan vlan_id no ipx ipx_net

-> vlan vlan_id protocol {ip-e2 | ip-snap | ipx-e2 | ipx-novell | ipx-llc | ipx-snap | decnet | appletalk
| ethertype type | dsapssap dsap/ssap tt | snap snapttype}
-> vlan vlan_id no protocol {ip-e2 | ip-snap | ipx-e2 | ipx-novell | ipx-llc | ipx-snap | decnet | appletalk
| ethertype type | dsapssap dsap/ssap tt | snap snapttype}

-> vlan vlan_id user offset value mask
-> vlan vlan_id no user offset value

-> vlan vlan_id port slot/port
-> vlan vlan_id no port slot/port

```

Per visualitzar les configuracions tenim les comandes:

```

-> show vlan port mobile [slot/port ]
-> show vlan vlan_id rules

```

1.1.2 VLANs i adreçament IP

Les VLAN ens proporcionen un mecanisme de segmentació del trànsit d'una xarxa a nivell 2. Normalment s'empren per separar el trànsit entre diferents xarxes IP (nivell 3) però cal tenir clar que les VLAN treballen únicament a nivell 2 i en el seu funcionament no intervé en cap moment el nivell 3.

1.2 802.1Q (VLAN *tagging*)

- Documentació

OS6250 : AOS 6.6.1.R01 OS6250 Network Configuration Guide → Cap. 19

OS6450 : os_nt_665_revA.pdf → Cap. 24

OS6600 : OS66_Network_Configuration_Guide_Rev_E.pdf → Cap. 10

OS7000 : OS7_Network_Configuration_Guide_Rev_G.pdf → Cap. 10

L'etiquetat (*tagging*) de VLANs permet, mitjançant l'ampliació de la mida de la trama *ethernet*, especificar la VLAN a la que pertany una trama i assignar-li una prioritat. En tenir les trames diferenciades per la VLAN a la que pertanyen, es poden enviar trames de diferents VLAN per un sol enllaç. Tanmateix, en poder assignar una prioritat a una trama els equips de nivell 2 poden establir criteris de classificació i priorització de tràfic.

Els ports dels equips de nivell 2 del laboratori (i de la majoria de fabricants) poden enviar i rebre trames *ethernet* bàsiques i trames *ethernet* esteses (802.1Q). Un port sempre ha de tenir la VLAN per defecte que no empri trames *ethernet* esteses.

Per habilitar o deshabilitar l'etiquetat de VLAN en un port s'empren les comandes:

```
-> vlan vlan_id 802.1q {slot/port | aggregate_id} [description]
```

```
-> vlan vlan_id no 802.1q {slot/port | aggregate_id}
```

La visualització de la configuració de 802.1Q es fa mitjançant les comandes:

```
-> show 802.1q {slot/port | aggregate_id}
```

1.3 Agregació d'enllaços (dinàmic)

- Documentació

[OS6250](#) : AOS 6.6.1.R01 OS6250 Network Configuration Guide → Cap. 21

[OS6450](#) : os_nt_665_revA.pdf → Cap. 26

[OS6600](#) : OS66_Network_Configuration_Guide_Rev_E.pdf → Cap. 12

[OS7000](#) : OS7_Network_Configuration_Guide_Rev_G.pdf → Cap. 12

L'agregació d'enllaços permet combinar múltiples ports físics en un únic port lògic per tenir més capacitat. S'empra l'estàndard 802.3ad (LACP (**L**ink **A**gregation **C**ontrol **P**rotocol)). El nombre d'agregacions per equip, el màxim nombre de ports per agregació i els ports a emprar ve determinat per cada fabricant. És importat consultar la documentació abans d'iniciar la configuració de l'agregació d'enllaços.

La configuració consta de 3 passos en cadascun dels equips participants (local i remot):

1. Crear l'agregació d'enllaços en l'equip local:

```
-> lacp linkagg agg_num size size
    [name name]
    [admin state {enable | disable}] [actor admin key actor_admin_key]
    [actor system priority actor_system_priority]
    [actor system id actor_system_id]
    [partner system id partner_system_id]
    [partner system priority partner_system_priority]
    [partner admin key partner_admin_key]
```

2. Especificar els ports que formaran part de l'agregació:

```
-> lacp agg slot/port actor admin key actor_admin_key
..
..
```

3. Assignar la VLAN per defecte de l'agregació:

```
-> vlan vlan_id port default agg_num
```

Per visualitzar la configuració es disposa de les comandes:

```
-> show linkagg [agg_num]
```

```
-> show linkagg port [slot/port]
```

1.4 *Spanning Tree*

- Documentació

OS6250 : AOS 6.6.1.R01 OS6250 Network Configuration Guide → Cap. 11

OS6450 : os_nt_665_revA.pdf → Cap. 12

OS6600 : OS66_Network_Configuration_Guide_Rev_E.pdf → Cap. 5 i 6

OS7000 : OS7_Network_Configuration_Guide_Rev_G.pdf → Cap. 6

L'algorisme de *Spanning Tree* i STP (*Spanning Tree protocol*) evita l'existència de bucles en una xarxa a l'hora que pot proporcionar camins redundats.

Els equips de xarxa del laboratori suporten tres algorismes de *Spanning Tree*:

- 802.1D: STP (*Spanning Tree protocol*)
- 802.1w: RSTP (*Rapid Spanning Tree protocol*)
- 802.1s: MSTP (*Multiple Spanning Tree protocol*)

També suporten dos modes de funcionament:

- Flat: Una sola instància de *Spanning Tree* per equip
- Per-VLAN (1x1): Una instància de *Spanning Tree* per VLAN

Per visualitzar la configuració de *Spanning Tree* d'un equip s'empren les comandes:

```
-> show spantree [instance]
```

```
-> show spantree [instance] ports [forwarding | blocking | active | configured]
```

Podem activar o desactivar *Spanning Tree* amb les comandes:

```
-> vlan vlan_id [1x1 | flat] stp {enable | disable}
```

Per establir el mode de funcionament de STP tenim les comandes:

```
-> bridge mode {flat | 1x1}
```

L'algorisme que emprarà *Spanning Tree* s'estableix amb les comandes:

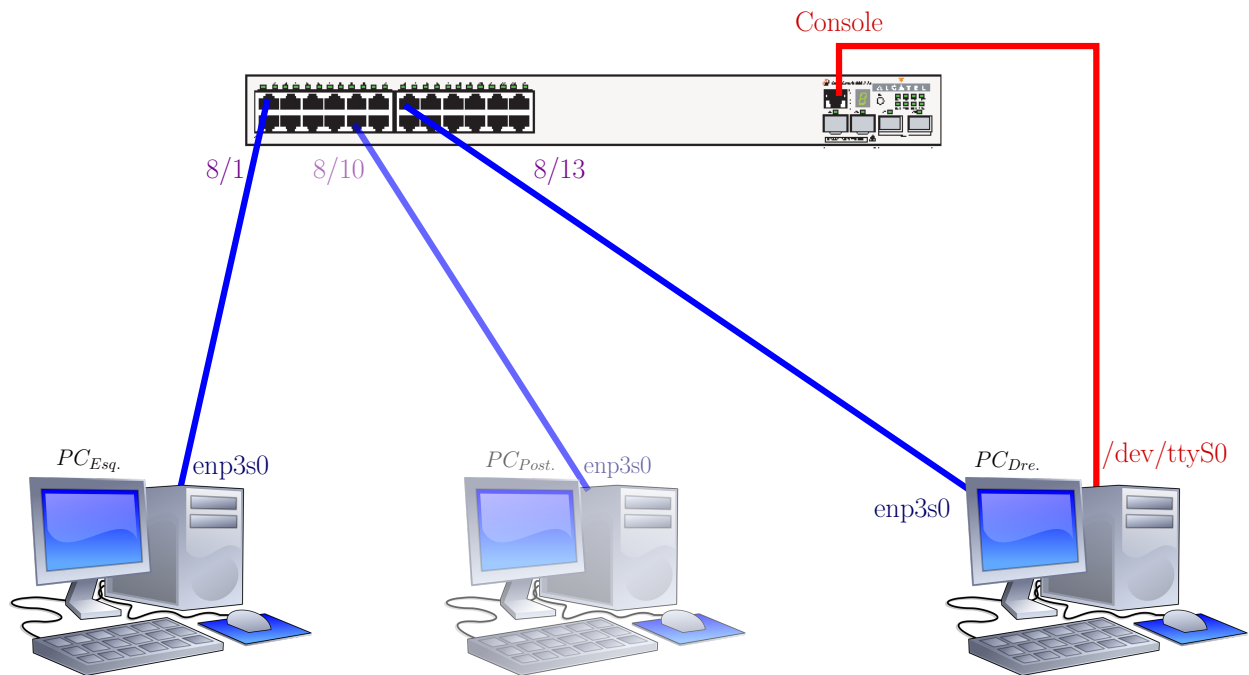
```
-> bridge [vlan_id] protocol {stp | rstp | mstp}
```

2 Laboratoris

2.1 VLAN

2.1.1 VLANs estàtiques

- **Escenari**



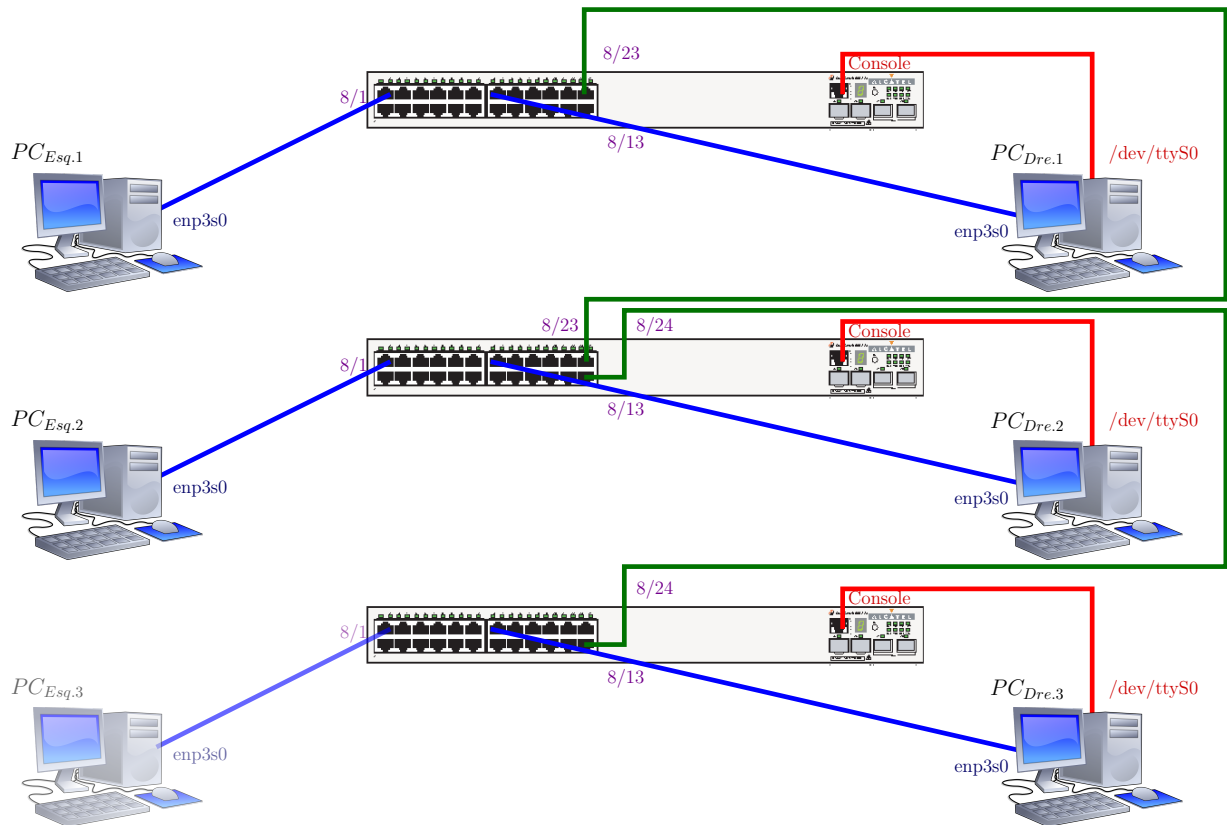
- **Tasques**

1. Elimineu la configuració dels equips de xarxa (*switchs*)
2. Configureu la interfície `enp3s0` del PC amb l'adreça: $192.168.20.(10+N^{\circ} \text{ PC})$
3. Constateu que teniu connectivitat entre els PCs (*ping*)
4. Creeu una nova VLAN amb identificador 20 i nom: Nova
5. Assigneu a la nova VLAN els ports del 13 al 24
6. Comproveu si teniu connectivitat emprant *ping* i captureu el trànsit amb *wireshark*
7. Analitzeu el resultat visualitzant la taula d'encaminament de nivell 2 de l'equip de xarxa i l'assignació dels ports a les VLAN

2.1.2 VLANs estàtiques

- Escenari**

* Partint de la configuració anterior:



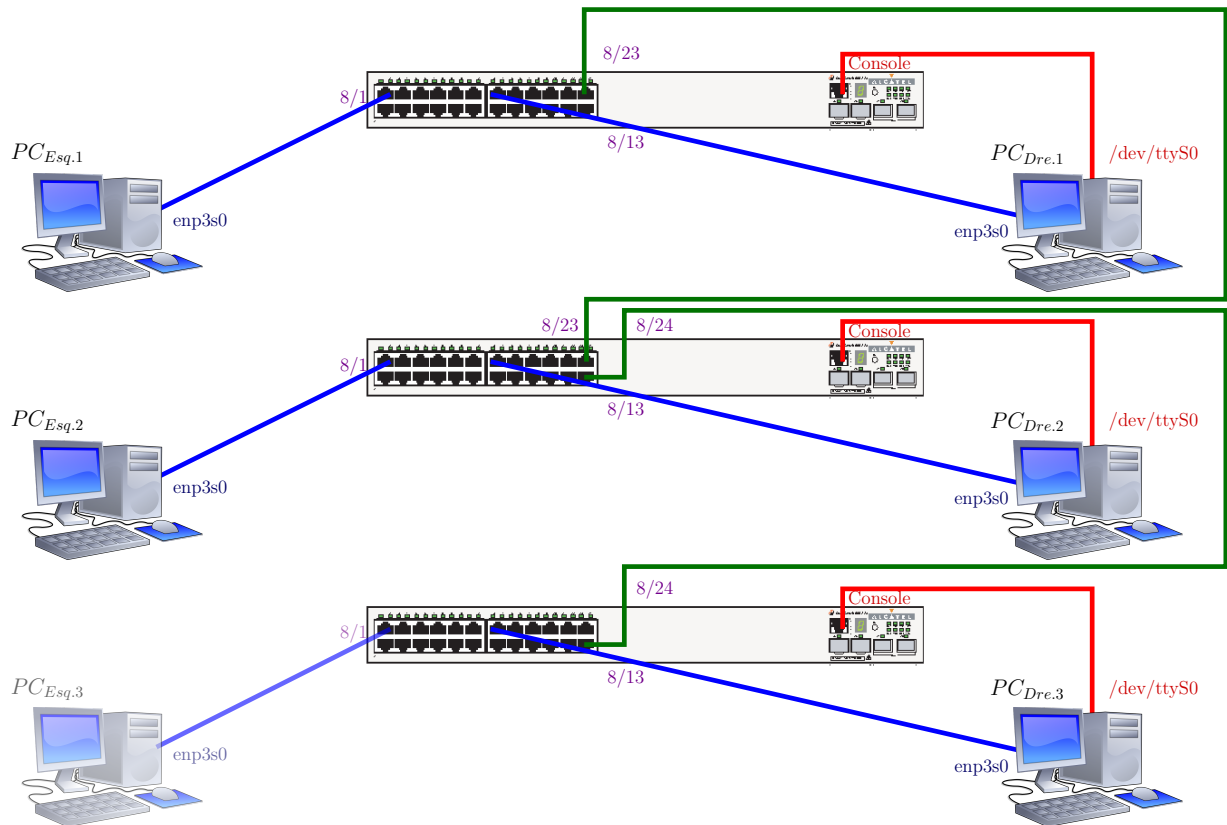
- Tasques**

1. Comproveu la connectivitat entre tots els PCs del grup
2. Analitzeu els resultats comprovant la taula d'encaminament de N2 dels equips i les assignacions de ports a VLAN
3. Feu les connexions necessàries per que hi hagi connectivitat entre tots els $PC_{Esq.}$
4. Es podria proporcionar connectivitat entre tots els PCs del grup sense modificar la configuració dels *switchs*?

2.1.3 VLANs dinàmiques

- Escenari**

* Partint de la configuració anterior:

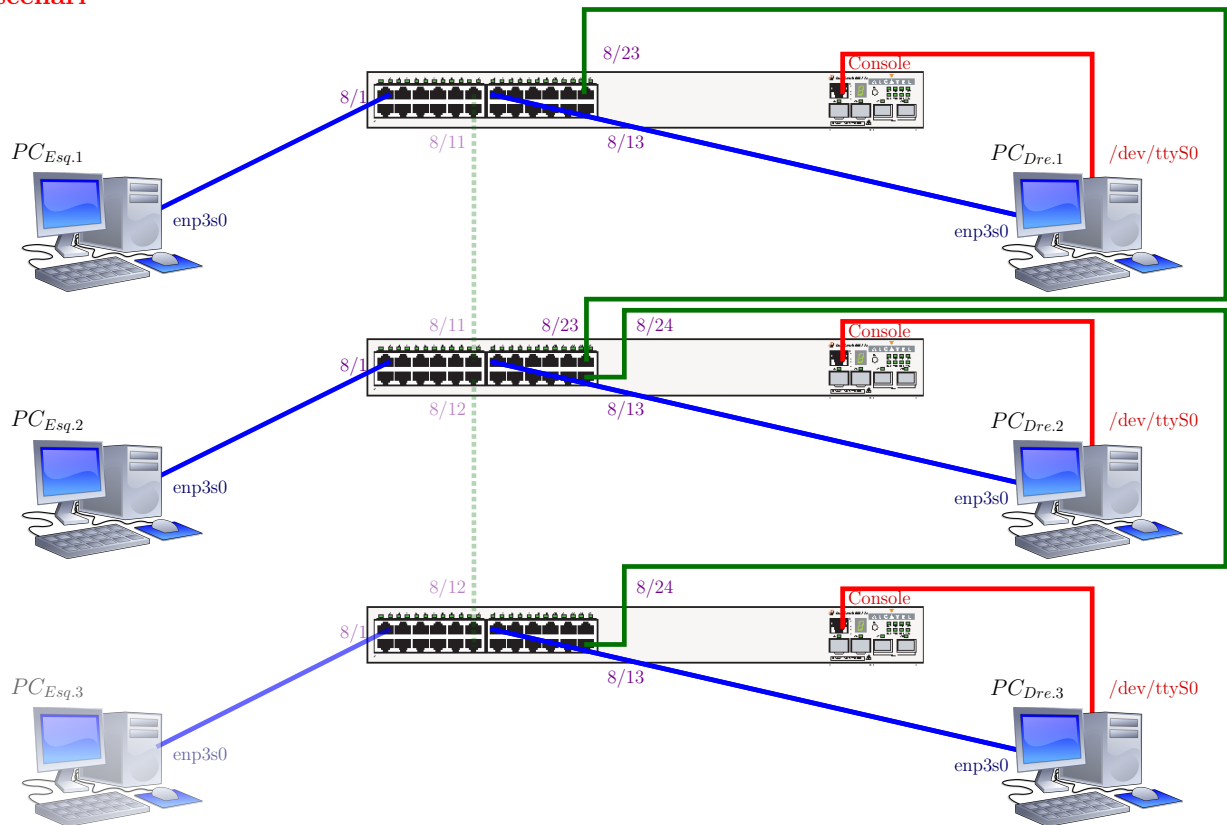


- Tasques**

1. Configureu el port 8/1 com a port mòbil
2. Configureu una regla IP per que el trànsit de la xarxa 192.168.20.0 es passi a la VLAN 20
3. Visualitzeu la configuració realitzada
4. Comproveu la connectivitat dels $PC_{Esq.}$ amb els $PC_{Dre.}$
5. Analitzeu els resultats comprovant la taula d'encaminament de N2 dels equips i les assignacions de ports a VLAN
6. A quines VLAN pertany el port 8/1? Consulteu la documentació per esbrinar la funcionalitat i possibilitats de configuració de la VLAN per defecte.

2.2 802.1Q

• Escenari

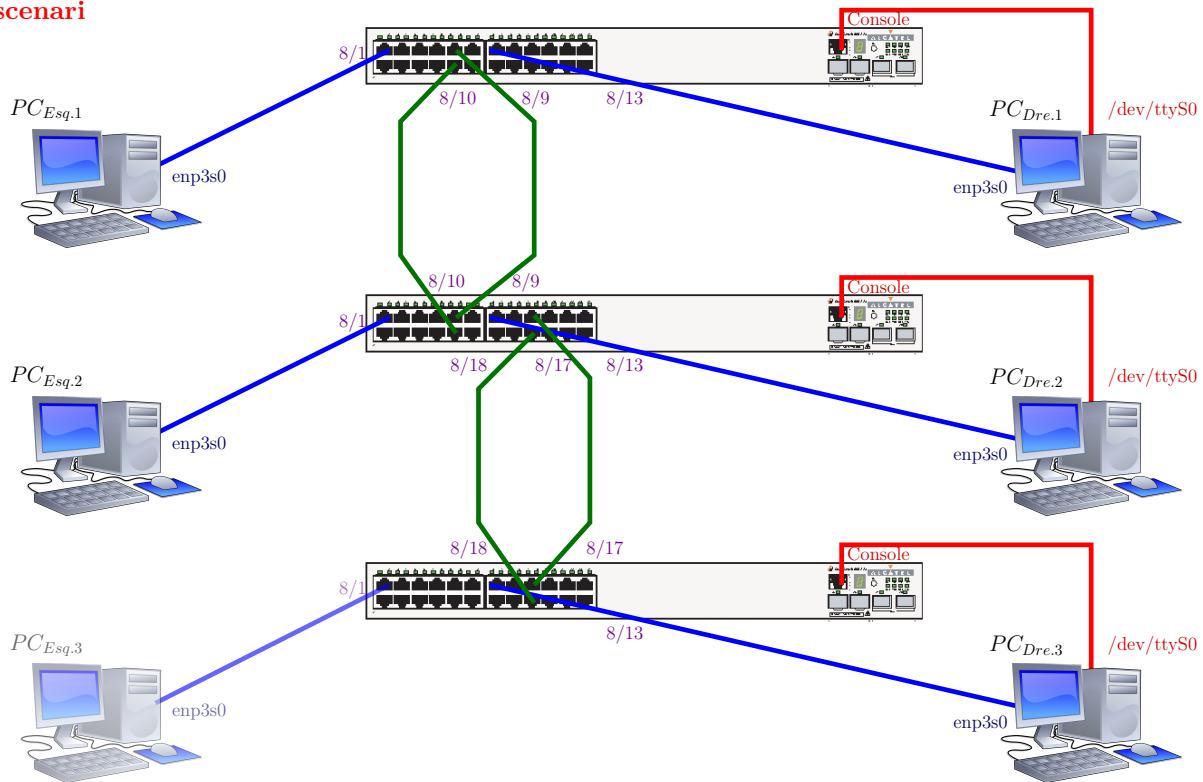


• Tasques

1. Elimineu la configuració dels equips de xarxa (*switchs*)
2. Configureu la interfície `enp3s0` dels $PC_{Esq.}$ amb l'adreça: $192.168.30.(10+N^{\circ} PC)/24$
3. Configureu la interfície `enp3s0` dels $PC_{Dre.}$ amb l'adreça: $192.168.60.(10+N^{\circ} PC)/24$
4. Creeu una nova VLAN amb l'identificador 50 i assigneu-hi els ports del 1 al 12
5. Comproveu i analitzeu la connectivitat entre els PCs del grup
6. Realitzeu les connexions necessàries per què, sense canviar la configuració dels *switchs*, tingueu també connectivitat entre els $PC_{Esq.}$ del grup
7. Constateu que teniu connectivitat sol entre tots els $PC_{Esq.}$ i sol entre tots els $PC_{Dre.}$
8. Analitzeu la taula d'encaminament de N2 i identifiqueu cadascun dels PC del grup
9. Desfeu les connexions que us proporcionen connectivitat entre tots els $PC_{Esq.}$
10. Configureu 802.1Q per la VLAN 50 en els ports d'interconnexió dels *switchs*
11. Constateu que teniu connectivitat sol entre tots els $PC_{Esq.}$ i sol entre tots els $PC_{Dre.}$
12. Analitzeu la taula d'encaminament de N2 i l'assignació dels ports a les VLAN

2.3 Agregació d'enllaços LACP (802.3ad)

- Escenari**

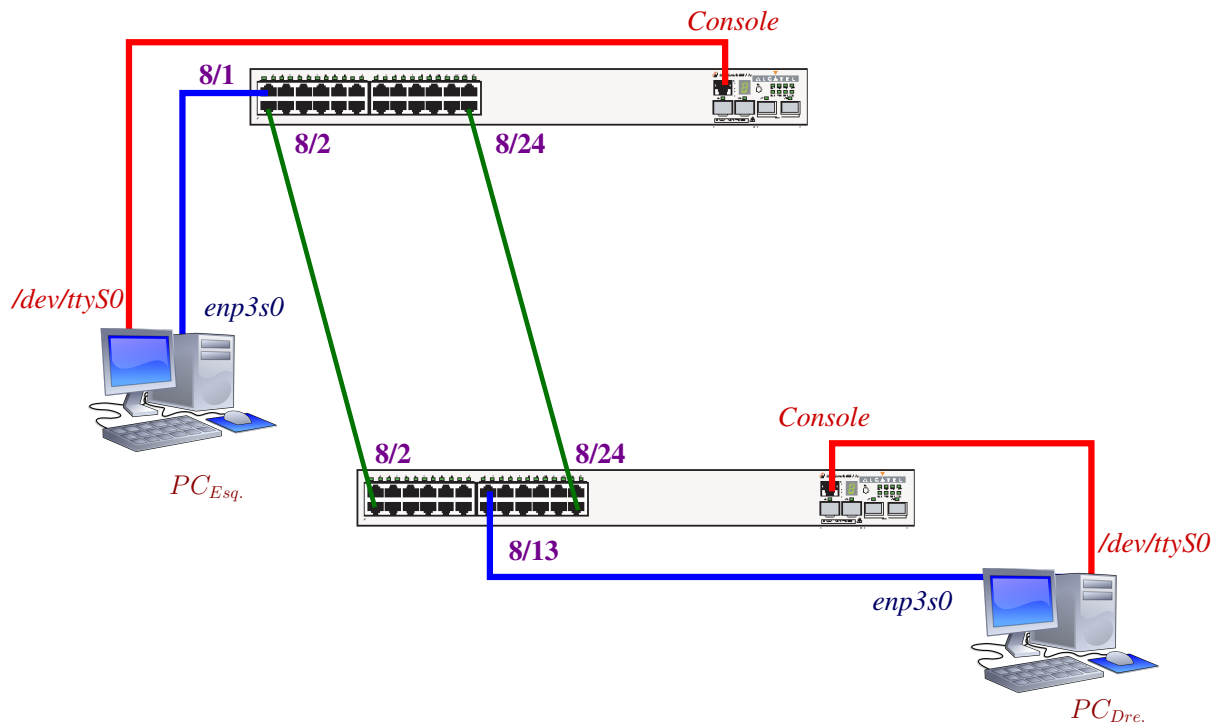


- Tasques**

1. Elimineu la configuració dels equips de xarxa (*switchs*)
2. Configureu la interfície **enp3s0** dels $PC_{Esq.}$ amb l'adreça: $192.168.30.(10+N^{\circ} PC)/24$
3. Configureu la interfície **enp3s0** dels $PC_{Dre.}$ amb l'adreça: $192.168.60.(10+N^{\circ} PC)/24$
4. Creeu una nova VLAN amb l'identificador 30 i assigneu-hi els ports del 1 al 12
5. Creeu l'agregació d'enllaços 10 per els ports d'interconnexió dels *switchs* SW_1 i SW_2
6. Creeu l'agregació d'enllaços 20 per els ports d'interconnexió dels *switchs* SW_2 i SW_3
7. Comproveu la connectivitat entre els PC del grup analitzant la taula d'encaminament de N2 i l'assignació dels ports a les VLAN
8. Configureu 802.1Q en les agregacions d'enllaços per què tingueu també connectivitat entre els $PC_{Dre.}$ del grup
9. Constateu que teniu connectivitat sol entre tots els $PC_{Esq.}$ i sol entre tots els $PC_{Dre.}$
10. Analitzeu la taula d'encaminament de N2 i l'assignació dels ports a les VLAN

2.4 Spanning Tree

• Escenari

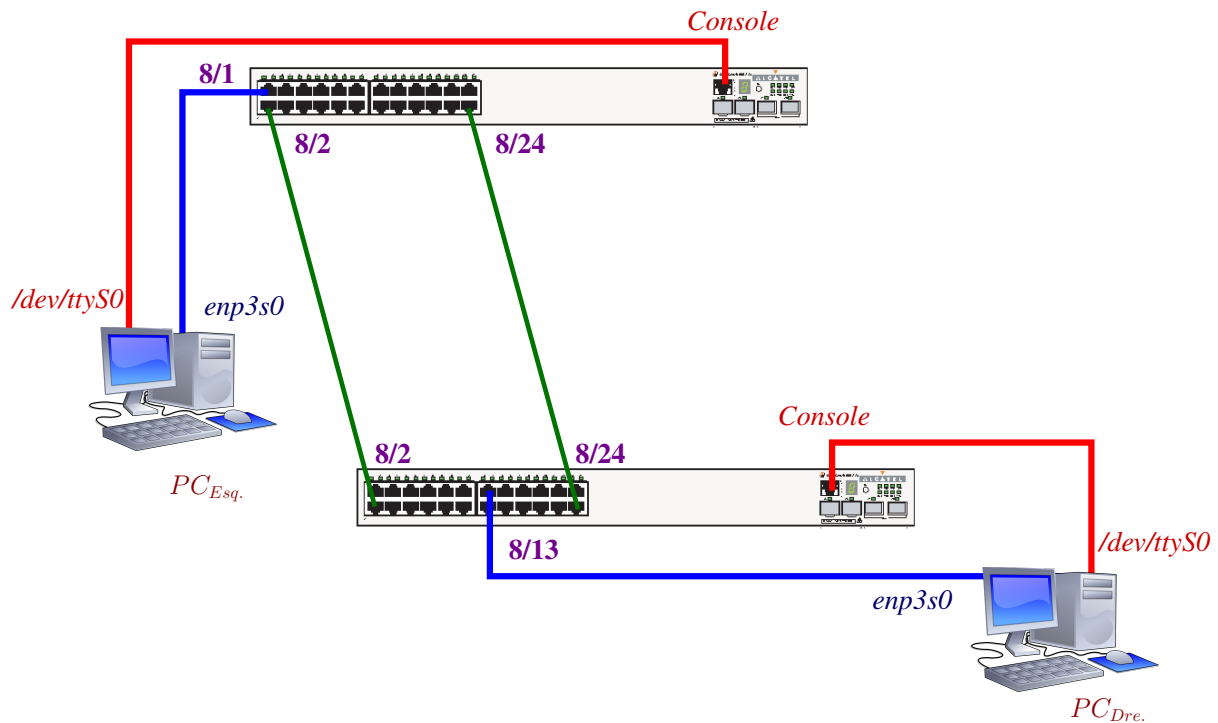


• Tasques

1. Elimineu la configuració dels equips de xarxa (*switchs*)
2. Configureu la interfície `enp3s0` dels $PC_{Esq.}$ amb l'adreça: $192.168.10.101/24$ ($PC_{Post.}$: $192.168.10.103/24$)
3. Configureu la interfície `enp3s0` dels $PC_{Dre.}$ amb l'adreça: $192.168.10.102/24$)
4. Constateu que teniu connectivitat entre els dos PC
5. Comproveu l'estat de *Spanning Tree*, el protocol que s'està emprant i els valors dels paràmetres STP
6. Captureu el trànsit STP i visualitzeu el contingut de la BPDU
7. Determineu quin dels dos equips és el Root
8. Visualitzeu l'estat i el rol dels ports dels equips de xarxa
9. Desactiveu *Spanning Tree* en els dos equips de xarxa
10. Comproveu l'estat de *Spanning Tree* i dels ports dels equips
11. Activeu de nou *Spanning Tree*

2.4.1 1x1 *Spanning Tree*

- Escenari**

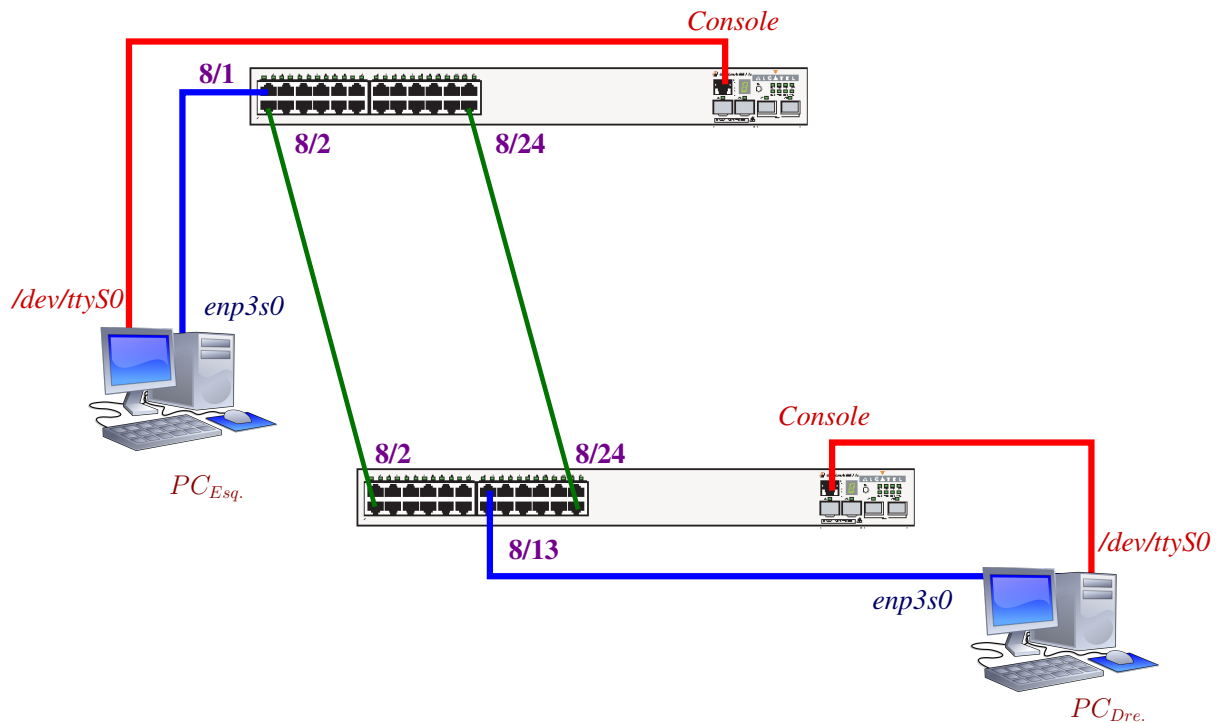


- Tasques**

1. Configureu *Spanning Tree* en el mode 1x1 (Per VLAN STP)
2. Creeu una nova VLAN en cada equip de xarxa amb l'identificador 2
3. Assigneu el port 24 de cada equip de xarxa a la nova VLAN
4. Comproveu i analitzeu els processos STP que hi ha en els equips de xarxa
5. Comproveu i analitzeu els estats dels ports dels equips de xarxa

2.4.2 Flat *Spanning Tree*

- **Escenari**

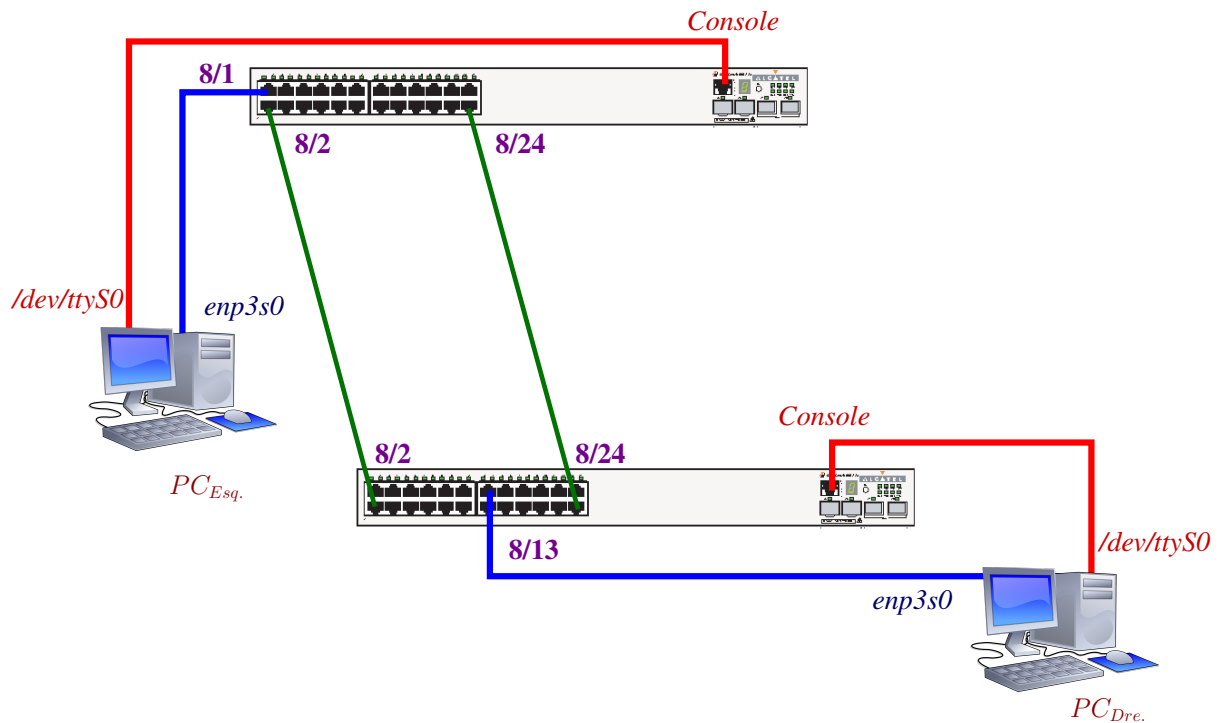


- **Tasques**

1. Configureu *Spanning Tree* en el mode **flat**
2. Visualitzeu la configuració per constatar que està en mode **flat**
3. Comproveu i analitzeu els processos STP que hi ha en els equips de xarxa
4. Comproveu i analitzeu els estats dels ports dels equips de xarxa

2.4.3 Convergència de *Spanning Tree* (802.1D)

- **Escenari**

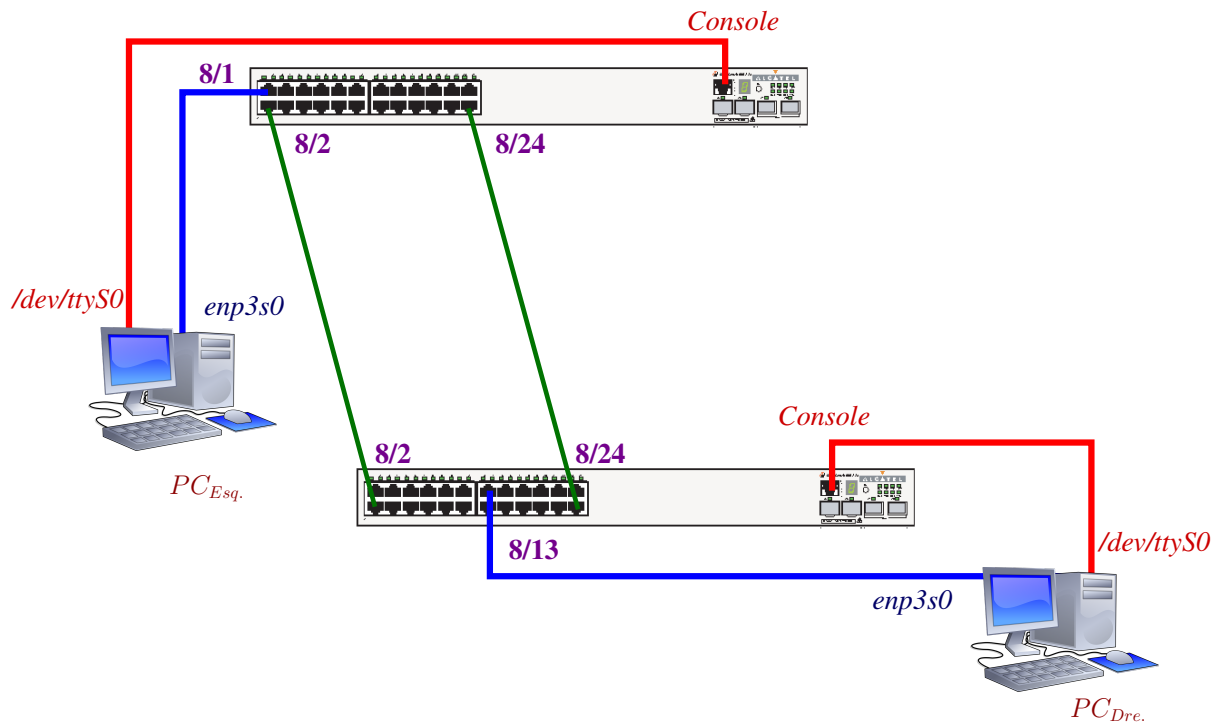


- **Tasques**

1. Elimineu la VLAN 2
2. Configureu *Spanning Tree* en el mode 1x1
3. Configureu *Spanning Tree* per què empri el protocol *stp*
4. Visualitzeu la configuració per constatar que està en mode 1x1 i protocol *stp*
5. Constateu que teniu connectivitat entre els PC i deixeu fent un *ping* continu
6. Esbrineu quin port dels dos enllaços està en estat *forwarding* i quin en estat *bloking* en el *switch* que no és el Root
7. Deixeu visible la consola en la que esteu fent el *ping*
8. Desconnecteu el port dels dos enllaços que està en estat *forwarding*
9. Determineu i analitzeu el temps que ha trigat en recuperar-se la connectivitat

2.4.4 Convergència de *Rapid Spanning Tree* (802.1w)

- **Escenari**



- **Tasques**

1. Configureu *Spanning Tree* en el mode 1x1
2. Configureu *Spanning Tree* per que empri el protocol **rstp**
3. Visualitzeu la configuració per constatar que està en mode 1x1 i protocol **rstp**
4. Constateu que teniu connectivitat entre els PC i deixeu fent un **ping** continu
5. Esbrineu quin port dels dos enllaços està en estat *forwarding* i quin en estat *bloking* en el *switch* que no és el Root
6. Deixeu visible la consola en la que esteu fent el **ping**
7. Desconnecteu el port dels dos enllaços que està en estat *forwarding*
8. Determineu i analitzeu el temps que ha trigat en recuperar-se la connectivitat