

# M07. Planificació i Administració de Xarxes

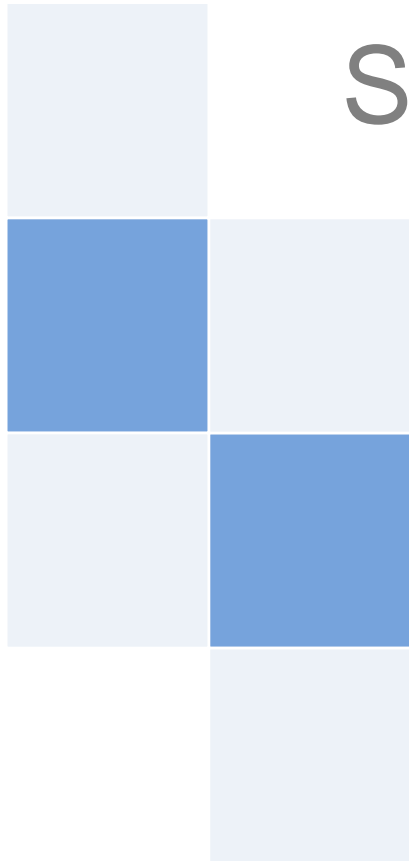
## UF3. Administració avançada de xarxes

Autor: Robert Ventura Vall-Ilovera  
Data creació: Juny 2017  
Última actualització: Octubre 2017



Aquest document està subjecte a una llicència de [Reconeixement-No comercial-Compartir Igual 3.0 Espanya de Creative Commons](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/es/)





# Subxarxes, VLSM i Xarxes Virtuals (VLAN)

# Contingut

## Contingut ii

<b>Capítol 1. Subxarxes i VLSM.....</b>	<b>3</b>
1.1. Introducció.....	3
1.2. Divisió de xarxes IP en subxarxes (segmentació de la xarxa) .....	4
1.2.1. Creació de subxarxes.....	5
1.2.2. Càlcul de subxarxes si sabem quantes en volem .....	8
1.2.3. Càlcul de subxarxes si sabem el número de hosts que volem .....	10
1.3. VLSM - Màscara de xarxa de longitud variable .....	12
1.3.1. Passos per aplicar VLSM .....	12
<b>Capítol 2. VLAN (Xarxes Virtuals).....</b>	<b>21</b>
2.1. Introducció.....	21
2.2. Tipus d'enllaços .....	25
2.3. Etiquetat de les trames .....	26
2.4. Tipus de VLAN segons la seva funció .....	27
2.5. Configuració de VLAN .....	28
2.5.1. Exercici d'exemple .....	31
2.6. Encaminament entre VLANs.....	32
2.6.1. Encaminament entre VLAN amb router (sense trunk port).....	32
2.6.2. Encaminament entre VLAN amb router (amb trunk port) .....	32
2.6.3. Encaminament entre VLAN mitjançant commutador multicapa .....	33
I. Configuració SVI.....	34

---

# Capítol 1. Subxarxes i VLSM

---

## 1.1. Introducció

Més informació a: <http://moodlecf.sapalomera.cat/RS/1/course/module9/index.html>

Si recordem l'apartat de l'adreçament lògic amb IP versió 4, una adreça IP és una seqüència de 32 bits que, per comoditat humana, es representa amb 4 grups de 4 dígits 4 dígits entre 0 i 255.

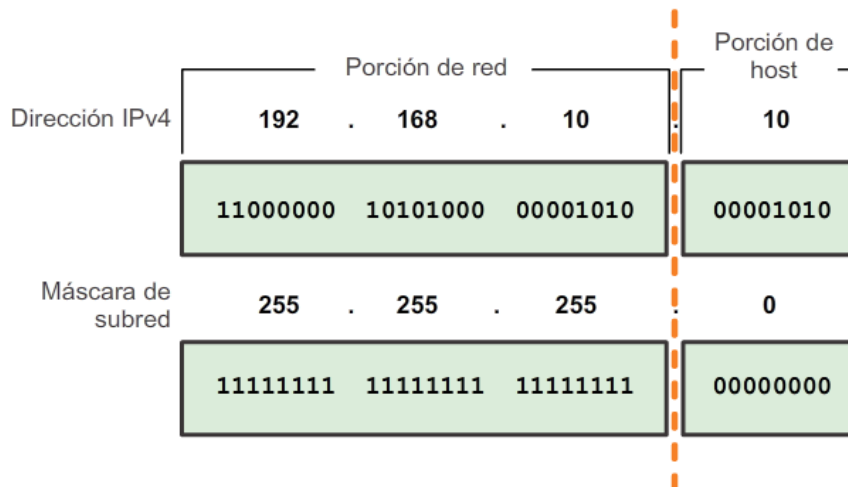
IP v4 és una adreça jeràrquica que consta de dues parts:

- **Part de xarxa:** Identifica la xarxa. Són els bits més significatius (part esquerra)
- **Part de host:** Identifica el node/host/dispositiu dins de xarxa. Són els bits menys significatius (part dreta).

D'aquesta manera dos nodes amb la mateixa part de xarxa estaran dins la mateixa xarxa i per tant es podran comunicar entre ells sense cap mena d'encaminador.

O sigui, els bits de la part de xarxa de l'adreça han de ser els mateixos per tots els dispositius que resideixin a la mateixa xarxa.

Els bits que utilitzem per la part de xarxa venen donats per la màscara de la xarxa. Aquesta ens determina quins són els bits de l'adreça IP destinats a la part de xarxa i els de la part de host.



Per exemple amb la màscara anterior 255.255.255.0 tindríem la possibilitat de tenir 256 dispositius – 2 ( una adreça per identificador de xarxa i una adreça per broadcast).

Per refrescar aquests conceptes podem realitzar la següent activiat:

<http://moodlecf.sapalomera.cat/RS/1/course/module9/index.html#9.1.3.6>

## 1.2. Divisió de xarxes IP en subxarxes (segmentació de la xarxa)

Tal i com s'ha comentat en l'apartat anterior en l'adreçament IPv4 original, hi ha dos nivells de jerarquia: una xarxa i una host. Aquests dos nivells d'adreçament permeten agrupacions de xarxa bàsiques que faciliten l'encaminament de paquets d'una xarxa a una altra. L'encaminador reenvia els paquets en base a la part de xarxa d'una adreça IP.

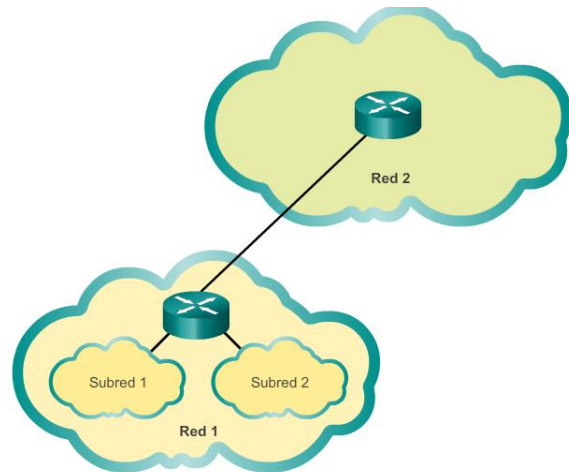
A mesura que les xarxes creixen i moltes empreses afegeixen centenars o milers de hosts a la seva xarxa, la jerarquia de dos nivells pot resultar insuficient.

La subdivisió de xarxes en subxarxes afegeix un nivell a la jerarquia de la xarxa. Tenint així tres nivells: una xarxa, una subxarxa i un host.

Les **subxarxes** permeten dividir una xarxa en porcions més petites.

El fet de dividir la xarxa en segments de xarxa separats ens pot proporcionar:

- Reduir el tràfic de la xarxa
- Més facilitat de gestió en xarxes molt grans
- Administració simplificada
- Optimització del rendiment i eficiència.



Tal i com hem vist fins ara les implementacions d'una xarxa era tenir tots els PCs i dispositius connectats a una única xarxa IP. Aquest tipus de disseny es coneix com a "Xarxa Plana". En una Xarxa petita, amb una quantitat limitada de dispositius, aquest disseny potser és el més adequat, però si tenim una xarxa una mica gran aquest tipus de configuració pot dur problemes. Si pensem en com els dispositius d'una xarxa LAN Ethernet utilitza els *broadcast* (*enviament de paquets de forma massiva a tots els hosts de la xarxa*) per localitzar els serveis i dispositius pot provocar una generació de tràfic important a la xarxa a banda d'un processat de tots els dispositius d'aquesta. Recordeu que un paquet de *broadcast* és tractat per cadascun dels dispositius de la xarxa i si un dispositiu rep una quantitat significativa de paquets broadcast pot provocar una disminució del rendiment del dispositiu.

Per els motius anteriorment esmentats cal segmentar en subxarxes més petites aquelles xarxes més grans per tal de tenir grups més reduïts de dispositius i serveis.

Aquest procés de segmentació d'una xarxa dividint-la en espais de xarxa més petits és el que s'anomena "**divisió en subxarxes (subnetting)**". Aquestes xarxes subordinades s'anomenen **subxarxes**.

Els administradors i dissenyadors de xarxa poden agrupar dispositius i serveis en subxarxes segons la ubicació (el tercer pis, el segon pis,...) la seva unitat organitzativa (departament de vendes, logística,...), segons el tipus de dispositiu (impressores, servidors, WAN,...).

La divisió en subxarxes pot reduir el tràfic general de la xarxa i millorar-ne el rendiment.

### 1.2.1. Creació de subxarxes

Per crear subxarxes partirem sempre d'una xarxa coneguda a on tenim l'identificador de la xarxa i la seva màscara.

Les subxarxes en IPv4 es creen utilitzant un o més bits de la part de host com a bits d'identificador de xarxa. Això es fa ampliant la màscara perquè agafi alguns bits de la part de host.

Quants més bits de la part de host agafem més serà la quantitat de subxarxes que podem fer i per cada bit que agafem estem duplicant la quantitat de subxarxes disponibles. Si agafem un 1 podem crear 2 subxarxes, però si agafem 2 bits podem crear 4 subxarxes, si n'agafem 3 podem crear 8 subxarxes i així successivament.

Com a màxim es pot estendre fins a 30 bits, ja que es necessiten 2 bits com a mínim per poder fer adreces per hosts.

**Recordatori:** El fet de poder fer subxarxes ens disminueix la quantitat de hosts que podem tenir en cada subxarxa.

**Exemple: Si tenim l'@ de xarxa 192.168.1.0 / 24**

@ IP:        11000000.10101000.00000001.00000000  
Màscara:    11111111.11111111.11111111.00000000

La part **blava** correspon a l'adreça de xarxa (part de xarxa) i la part **verda** a una adreça dins de la xarxa (part de host)

Amb aquesta configuració només tenim una xarxa amb  $256 - 2 = 254$  possibles adreces de host.

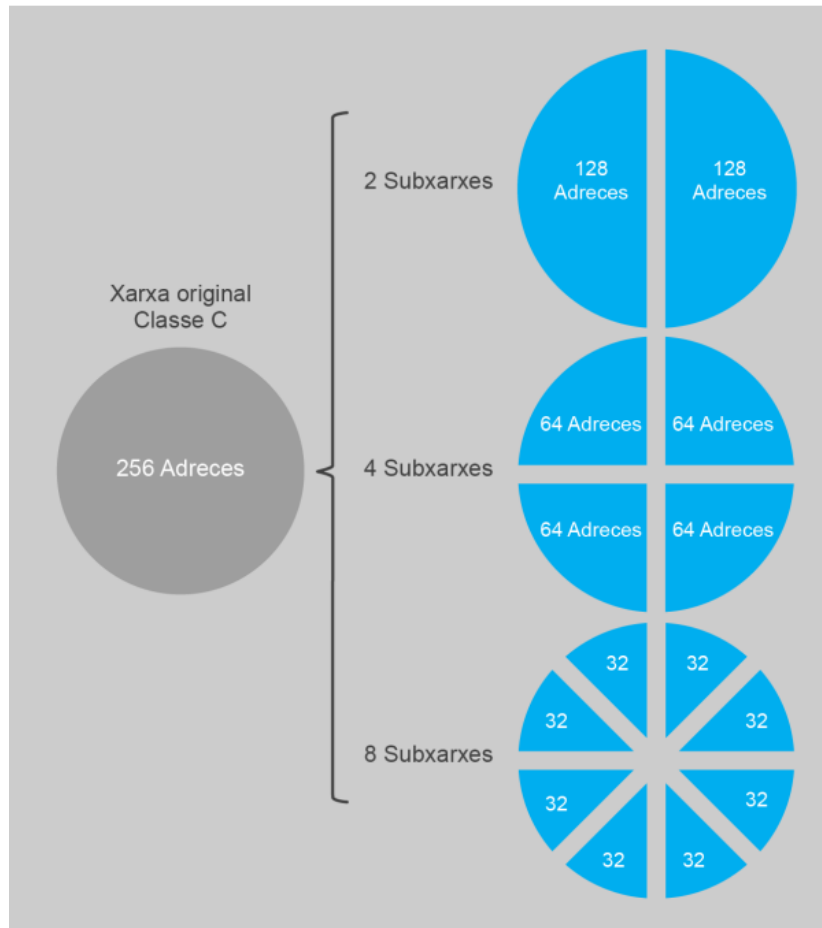
Si agafem un bit de la part de host per fer *subnetting*. Això voldrà dir que afegirem un bit més a la nostra màscara tindrem:

Màscara: 11111111.11111111.11111111.10000000  
  
@ IP x1: 11000000.10101000.00000001.00000000  
@ IP x2: 11000000.10101000.00000001.10000000

**Nota:** Sempre hem d'agafar els bits més significatius de la part de host (els bits situats més a l'esquerra).

Segons la figura es pot veure que una xarxa de classe C la podem dividir en diferents subxarxes.

Aquestes subxarxes, evidentment, seran individualment més petites que les originals i la quantitat d'adreces de host és el mateix per les diferents subxarxes.





## Xarxa 192.168.1.0 / 24

Direcció	192	168	1	0000	0000
Màscara	255	255	255	0000	0000
	Porció de red			Porció de host	

Si agafem un bit de la part de host de l'adreça de xarxa per crear subxarxes veiem que podem crear fins a 2 subxarxes amb un sol bit.

Red 0	192.	168.	1.	0	000	0000	Red: 192.168.1.0/25
Màscara	255.	255.	255.	1	000	0000	Màscara: 255.255.255.128
Red 1	192.	168.	1.	1	000	0000	Red: 192.168.1.128/25
Màscara	255.	255.	255.	1	000	0000	Màscara: 255.255.255.128

Màscara de xarxa																															
255								255								255								0							
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	
Xarxa																								Host							

255								255								255								128							
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	
Xarxa																				2	Host										

255								255								255								192							
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	
Xarxa																				4	Host										

,

255								255								255								224							
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	
Xarxa																				8	Host										

255								255								255								240							
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	
Xarxa																				16	Host										

,

255								255								255								248							
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	
Xarxa																				32	Host										

255								255								255								252							
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0			
Xarxa																				64						Host					

### Xarxa buida?

No té sentit fer subxarxes amb una màscara 255.255.255.254, ja que, en aquestes subxarxes, únicament queden dues adreces IP.

De cada subxarxa es perden dues adreces: la primera (que identifica la xarxa) i l'última (que identifica l'adreça broadcast en la subxarxa). Per tant, es perden les dues adreces i no queda cap adreça per assignar als hosts

## 1.2.2. Càlcul de subxarxes si sabem quantes en volem

### Passos:



1. Partim d'una adreça (i de vegades també la màscara) i del nombre de subxarxes
2. Si no tenim la màscara, identifiquem la classe i agafem la màscara per defecte
3. Calculem el nombre de bits necessaris per fer les subxarxes que necessitem:
  - a. **Hem de buscar un número n tal que  $2^n$  doni un número igual o superior al nombre de subxarxes.**
4. Convertim l'adreça i la màscara a binari, amb 8 bits per cada byte
5. Allarguem la màscara n bits.
6. Calculem les adreces que caracteritzen cada xarxa:
  - a. Es copien els primers bits de l'adreça original (tants com tingui la màscara original).
  - b. Es fan combinacions amb els n bits que hem allargat la màscara
  - c. Adreça de xarxa: es posen a 0 la resta de bits
  - d. Adreça de broadcast: es posen a 1 la resta de bits
  - e. Primera adreça per hosts: es posen a 0 la resta de bits excepte l'últim que es posa a 1
  - f. Última adreça per hosts: es posen a 1 la resta de bits excepte l'últim que es posa a 0
  - g. Es converteixen aquests valors a decimal

### Exercici. Fer 7 subxarxes a partir de l'adreça 192.168.50.68

1. Com que no ens passen la màscara i és de classe C, partim de la màscara per defecte de 24 bits: 255.255.255.0
2. Per fer 7 subxarxes necessitem 3 bits:  $2^3 = 8$  (podrem fer fins a 8 subxarxes)
3. Adreça en binari: **11000000.10101000.00110010.01000100**  
Màscara en binari: **11111111.11111111.11111111.00000000** (/24 bits)
4. Afegim els 3 bits que hem trobat en el punt 2 a la màscara i per tant la màscara final ens queda: 11111111.11111111.11111111.11100000 (/27 bits)
5. Partint de la xarxa original fem les combinacions amb els 2 bits per fer les diferents buxarxes:
  - a. X1: **11000000.10101000.00110010.000** (subxarxa 0: 000 = 0)
  - b. X2: **11000000.10101000.00110010.001** (subxarxa 1: 001 = 1)
  - c. ...
  - d. X8: **11000000.10101000.00110010.111** (subxarxa 7: 111 = 7)

#### Taula final:

Subxarxa	@Xarxa	@Broadcast	@1 host	@ últim host
0	192.168.50.0	192.168.50.31	192.168.50.1	192.168.50.30
1	192.168.50.32	192.168.50.63	192.168.50.33	192.168.50.62
2	192.168.50.64	192.168.50.95	192.168.50.65	192.168.50.94
3	192.168.50.96	192.168.50.127	192.168.50.97	192.168.50.126
4	192.168.50.128	192.168.50.159	192.168.50.129	192.168.50.158
5	192.168.50.160	192.168.50.191	192.168.50.161	192.168.50.190
6	192.168.50.192	192.168.50.223	192.168.50.193	192.168.50.222
7	192.168.50.224	192.168.50.255	192.168.50.225	192.168.50.254

### 1.2.3. Càlcul de subxarxes si sabem el número de hosts que volem



#### Passos:

1. Partim d'una adreça (i de vegades també la màscara) i del nombre de subxarxes
2. Si no tenim la màscara, identifiquem la classe i agafem la màscara per defecte
3. Calculem el nombre de bits necessaris per fer les subxarxes que necessitem:
  - a. **Hem de buscar un número  $n$  tal que  $2^n - 2$  doni un número igual o superior al nombre de d'adreces que volem tenir a cada subxarxa.**
  - b. **El nombre de bits per subxarxes serà  $32 - n^{\circ} \text{ de bits de la màscara original} - n^{\circ} \text{ de bits per fer adreces}$ .**
4. Convertim l'adreça i la màscara a binari, amb 8 bits per cada byte
5. Allarguem la màscara  $n$  bits.
6. Calculem les adreces que caracteritzen cada xarxa:
  - a. Es copien els primers bits de l'adreça original (tants com tingui la màscara original).
  - b. Es fan combinacions amb els  $n$  bits que hem allargat la màscara
  - c. Adreça de xarxa: es posen a 0 la resta de bits
  - d. Adreça de broadcast: es posen a 1 la resta de bits
  - e. Primera adreça per hosts: es posen a 0 la resta de bits excepte l'últim que es posa a 1
  - f. Última adreça per hosts: es posen a 1 la resta de bits excepte l'últim que es posa a 0
  - g. Es converteixen aquests valors a decimal

**Exercici. Volem fer subxarxes amb un màxim de 58 adreces a cadascuna a partir de l'adreça 172.19.50.68 / 21**

1. Tenim la màscara, per tant no cal calcular-la: 21 bits = 255.255.248.0.0
2. Nombre de bits per subxarxes:
  - a. Per fer 58 adreces necessitem 6 bits:  $2^6 - 2 = 62$  (podríem tenir fins a 62 adreces)
  - b. Nombre de bits per subxarxes:  $32 - 21 - 6 = 5$  (podrem fer fins a  $2^5 = 32$  subxarxes)
3. Adreça binari: 10101100.00010011.00110010.01000100 (172.19.50.68)
4. Adreça xarxa: 10101100.00010011.00110000.00000000 (172.19.48.0)
5. Màscara original: 11111111.11111111.11110000.00000000 (/21 bits)
6. Màscara final: 11111111.11111111.11111111.11000000 (/26 bits)
7. Fer les combinacions amb els 5 bits per fer les diferents subxarxes:
  - a. 10101100.00010011.00110000.00000000 (subxarxa 0)
  - b. 10101100.00010011.00110000.01000000 (subxarxa 1)
  - c. ...
  - d. 10101100.00010011.00110111.11000000 (subxarxa 31)

**Taula final:**

Subxarxa	@Xarxa	@Broadcast	@1 host	@ últim host
0	172.19.48.0	172.19.48.63	172.19.48.1	172.19.48.62
1	172.19.48.64	172.19.48.127	172.19.48.65	172.19.48.126
...	...	...	...	...
31	172.19.55.192	172.19.55.255	172.19.55.193	172.19.55.254

---

## 1.3. VLSM - Màscara de xarxa de longitud variable

Més informació: <http://moodlecf.sapalomera.cat/RS/1/course/module9/index.html#9.1.5.1>

Mitjançant la divisió de subxarxes tradicional, o el que hem vist fins ara, assignem la mateixa quantitat d'adreces a cada subxarxa.

Normalment la necessitat d'adreces de cada subxarxa difereix una de l'altre i pot passar que en una subxarxa necessiti més adreces que l'altre. Per això el fet de dividir la xarxa en subxarxes de mida fixe és ineficient i podem desaprofitar moltes adreces.

VLSM és una tècnica que es va implementar a finals dels 80s per tal d'evitar el malbaratament d'adreces IP.

Imaginem per exemple que volem tenir diferents subxarxes i en una d'elles tenim la necessitat de tenir-hi 200 hosts. Si utilitzem el mètode tradicional de *subnetting* ens obligarà a tenir a totes aquestes subxarxes amb una capacitat per a 200 hosts.

Per exemple, Imaginem que tenim l'adreça base 192.168.0.0/24 i volem realitzar el següent:

- **10 subxarxes a on la més gran és de 50 hosts.**

Opcions:

1. Si subdividim **pensant en el nombre màxim de hosts** (50), necessitaríem agafar 6 bits per a hosts i ens quedarien 2 bits per fer subxarxes.  
 $2^6 = 64$  i  $2^2 = 4$
2. Si subdividim **pensant en el número de subxarxes** (4 bits) només quedarien 4 bits per hosts, per tant no podríem tenir una subxarxa amb 50 hosts.  
 $2^4 = 16$  i  $2^4 = 16$

**Hem d'aplicar VLSM !!**

### 1.3.1. Passos per aplicar VLSM

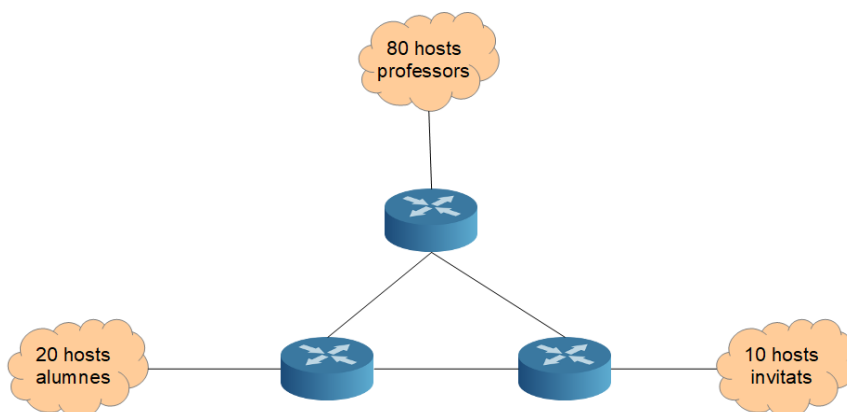
A continuació es detallen els passos a seguir per aplicar VLSM:

1. Cal saber quants hosts tindrem com a màxim a cada subxarxa
2. Ordenar subxarxes de més gran a més petita
3. Calcular quants bits per adreces es necessiten per cada subxarxa.
  - A més dels hosts, cal tenir en compte qualsevol altre element que necessiti IP (router, switch...) i les adreces reservades per la subxarxa i per broadcast.
  - $2^x - 2$  (subxarxa i broadcast)  $\geq n^0$  d'adreces
4. Calcular els bits i la màscara de cada subxarxa

**Exemple:** Donada la xarxa 192.168.0.0/24 es vol desenvolupar un esquema d'adreçament que optimitzi l'espai d'adreces tant com sigui possible, i complint amb els següents requisits:

- Una subxarxa de **80 hosts** per ser assignada a una VLAN de professors
- Una subxarxa de **20 hosts** per ser assignada a una VLAN d'estudiants.
- Una subxarxa de **10 hosts** para ser assignada a una VLAN d'invitats.
- **Tres subxarxes de 2 hosts** per ser enllaços entre encaminadors (routers).

Si sumem el número total de hosts/adreces necessàries, 116 i el contraposem amb el número màxim de hosts 254, podríem preveure que seria factible incloure aquest esquema en aquesta xarxa.



1. **Saber la quantitat de hosts de cada subxarxa.**
2. **Ordenem les subxarxes en ordre decreixent: 80, 20, 10, 2, 2, 2**
3. **Calculem el número de bits necessaris per complir amb el nº de hosts per cada subxarxa:**

Amb l'adreça base (192.168.0.0/24 ) tenim 8 bits per hosts:

**11000000.10101000.00000000.00000000**

Subxarxa 1: 80 hosts → 80 hosts + Id. subxarxa + broadcast + (1 router+ 1 switch)

84 → necessitem 7 bits  $2^7 = 128 \rightarrow /25$

Subxarxa 2: 20 hosts → 20 hosts + Id. subxarxa + broadcast + (1 router+ 1 switch)

24 → necessitem 5 bits  $2^5 = 32 \rightarrow /27$

Subxarxa 3: 10 hosts → 10 hosts + Id. subxarxa + broadcast + (1 router+ 1 switch)

14 → necessitem 4 bits  $2^4 = 16 \rightarrow /28$

3 Subxarxes entre encaminadors: 2 hosts → 2 hosts + Id. subxarxa + broadcast

4 → necessitem 2 bits  $2^2 = 4 \rightarrow /30$

4. **Comencem a realitzar el càlcul:**

### Subxarxa 1 (84 adreces) → 7 bits

Partim de 192.168.0.0 / 24 → 11000000.10101000.00000000.00000000

Tenim 2 subxarxes:

A 11000000.10101000.00000000.0 0000000

Agafem aquesta per la 1<sup>a</sup> subxarxa: 192.168.0.0 / 25

B 11000000.10101000.00000000.1 0000000 (lliure)

Subxarxa 1 : 192.168.0.0 / 25

### Subxarxa 2 (24 adreces) → 5 bits

Partim de la subxarxa B que ens havia quedat lliure. Compte i cal recordar que no podem partir de l'adreça original.

Partim de 192.168.0.128 / 25 → 11000000.10101000.00000000.10000000

Tenim 4 subxarxes:

B1 11000000.10101000.00000000.1 00 00000

Agafem aquesta per la 2<sup>a</sup> subxarxa: 192.168.0.128 / 27

B2 11000000.10101000.00000000.1 01 00000 (lliure)

B3 11000000.10101000.00000000.1 10 00000 (lliure)

B4 11000000.10101000.00000000.1 11 00000 (lliure)

Subxarxa 2 : 192.168.0.128 / 27

### Subxarxa 3 (14 adreces) → 4 bits

Partim de la subxarxa B2 que ens havia quedat lliure. Sempre hem d'agafar la primera subxarxa que quedi lliure.

Partim de 192.168.0.160 / 27 → 11000000.10101000.00000000.10100000

Tenim 2 subxarxes:

B21 11000000.10101000.00000000.101 0 0000

Agafem aquesta per la 3<sup>a</sup> subxarxa: 192.168.0.160 / 28

B22 11000000.10101000.00000000.101 1 0000 (lliure)

Subxarxa 3 : 192.168.0.160 / 28



### Subxarxa 4,5,6 (4 adreces) → 2 bits

Partim de la subxarxa B22 que ens havia quedat lliure.

Partim de 192.168.0.176 / 28 -> **11000000.10101000.00000000. 10110000**

Tenim 4 subxarxes:

B221 **11000000.10101000.00000000. 1011 00 00**

Agafem aquesta per la 4<sup>a</sup> subxarxa: 192.168.0.176 / 30

B222 **11000000.10101000.00000000. 1011 01 00**

Agafem aquesta per la 5<sup>a</sup> subxarxa: 192.168.0.180 / 30

B223 **11000000.10101000.00000000. 1011 10 00**

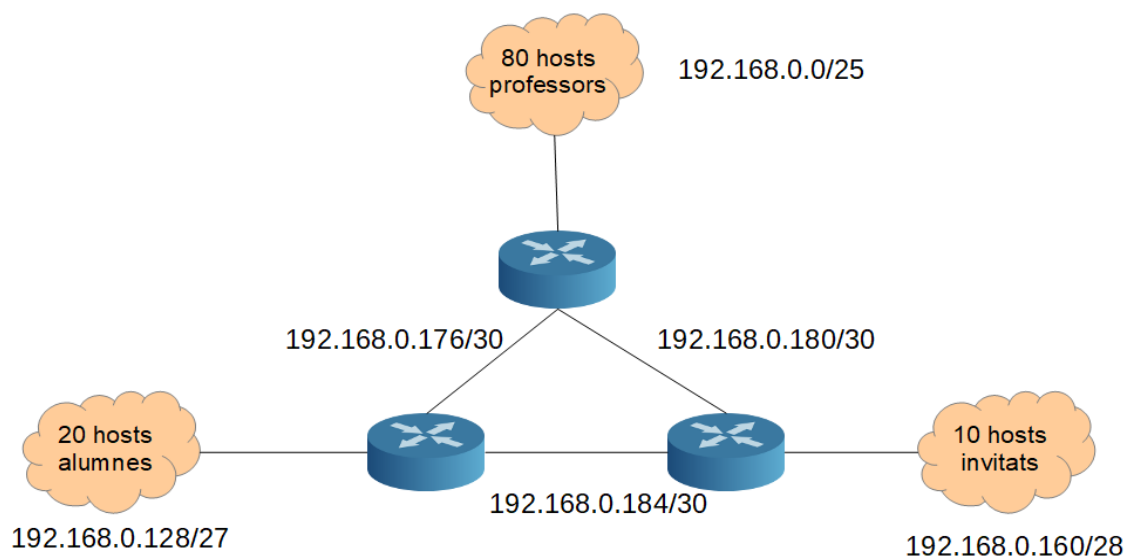
Agafem aquesta per la 6<sup>a</sup> subxarxa: 192.168.0.184 / 30

B224 **11000000.10101000.00000000. 1011 11 00 (lliure)**

Subxarxa 4 : 192.168.0.176 / 30
Subxarxa 5 : 192.168.0.180 / 30
Subxarxa 6 : 192.168.0.184 / 30

**Nota: Per comprovar si el que ens demanen es podrà complir amb l'adreça de xarxa amb la qual partim hem de realitzar el següent càlcul:**

$\sum(\text{Host de cada subxarxa} + 2) \leq \text{N}^{\circ} \text{ màxim de hosts de la xarxa inicial}$
---

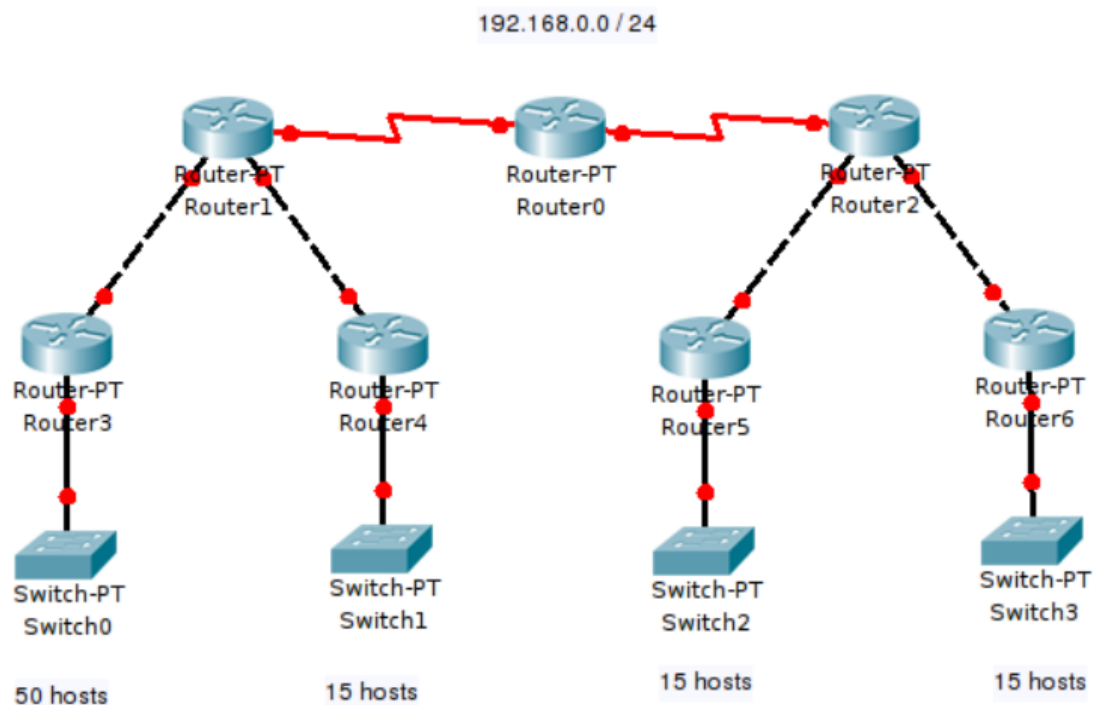


**Taula resum:**

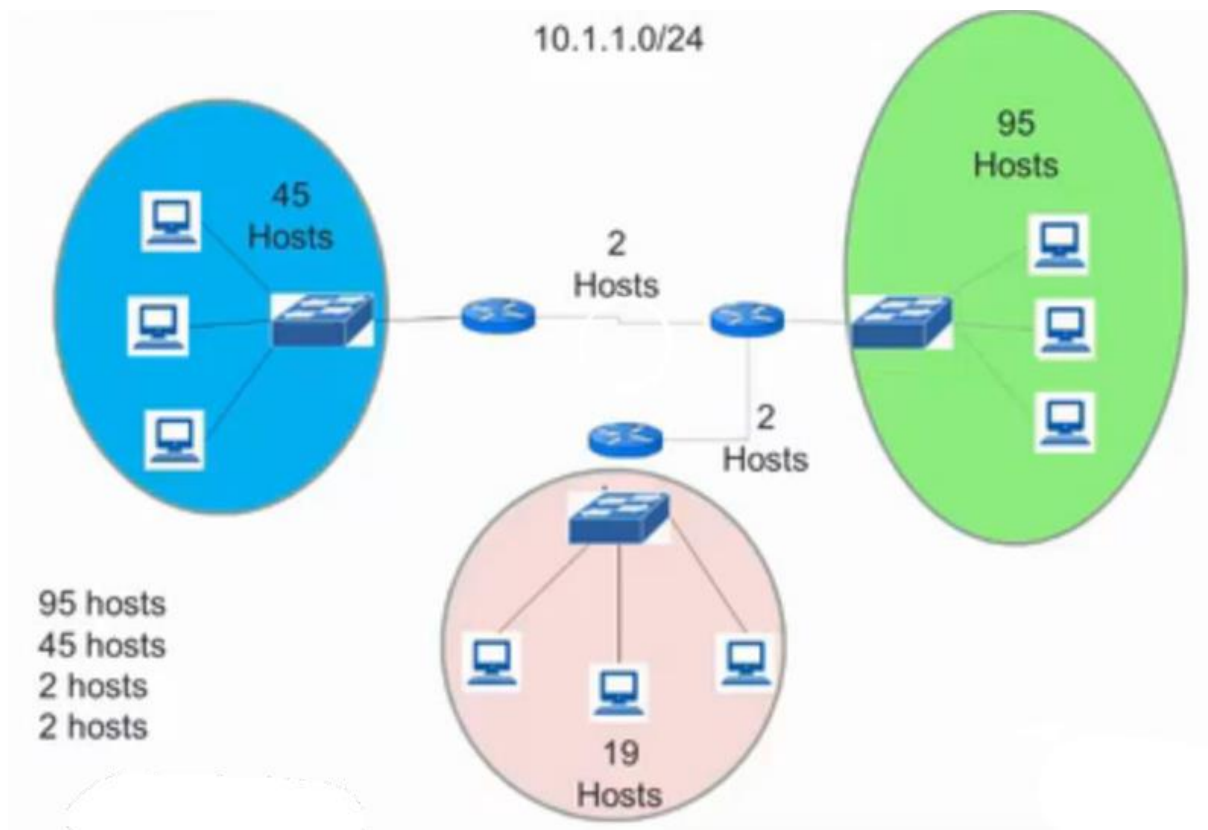
<b>Xarxa</b>	<b>Id. Xarxa</b>	<b>Màscara</b>	<b>Broadcast</b>	<b>1r Host</b>	<b>Últim Host</b>
Professors (80)	192.168.0.0/25	255.255.255.128	192.168.0.127	192.168.0.1	192.168.0.126
Estudiants (20)	192.168.0.128/27	255.255.255.224	192.168.0.159	192.168.0.129	192.168.0.158
Invitats (10)	192.168.0.160/28	255.255.255.240	192.168.0.175	192.168.0.161	192.168.0.174
Enllaç 1	192.168.0.176/30	255.255.255.252	192.168.0.179	192.168.0.177	192.168.0.178
Enllaç 2	192.168.0.180/30	255.255.255.252	192.168.0.183	192.168.0.181	192.168.0.182
Enllaç 3	192.168.0.184/30	255.255.255.252	192.168.0.187	192.168.0.185	192.168.0.186

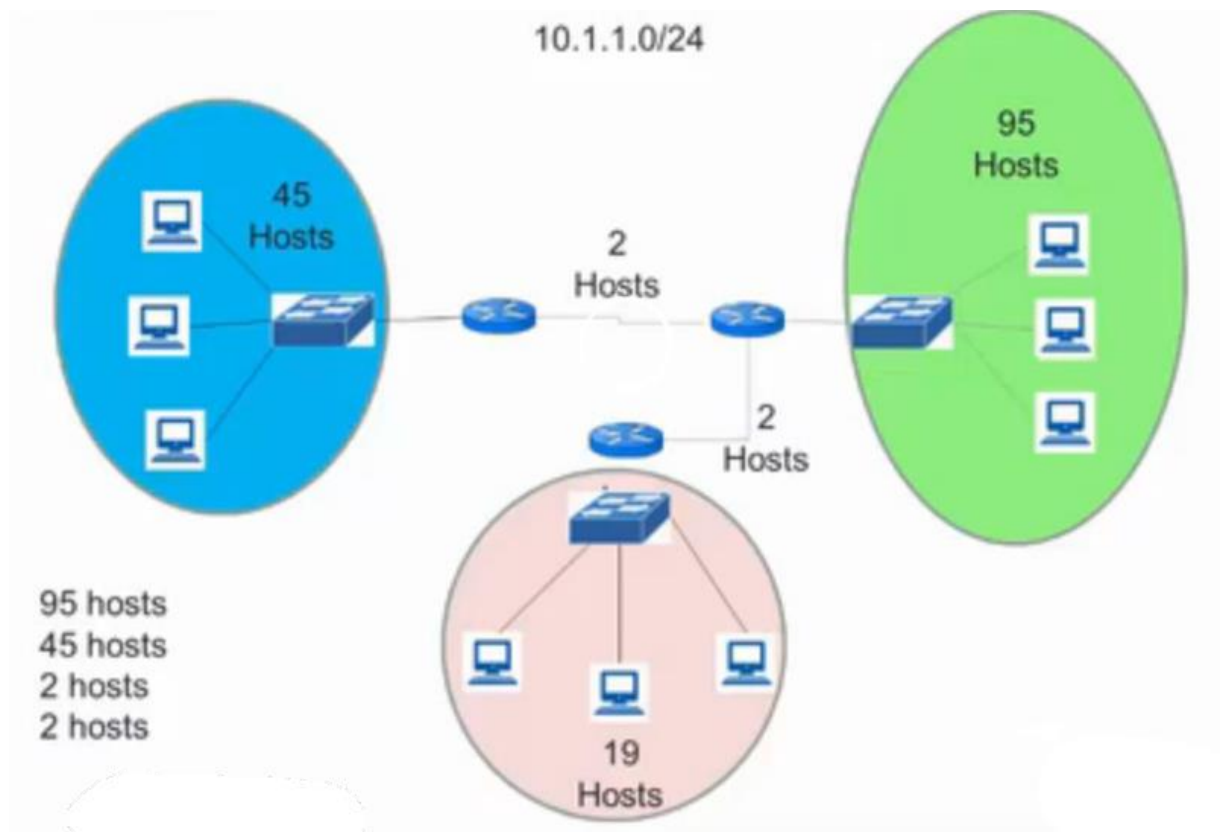
## EXERCICIS

**Exercici 1: Donat aquest disseny de xarxa i utilitzant l'adreça base 192.168.0.0/24. Busca la taula de subxarxes utilitzant VLSM.**



**Exercici 2:** Donada la xarxa 10.1.1.0/24 es vol desenvolupar un esquema d'adreçament que optimitzi l'espai d'adreces tant com sigui possible, complint amb l'esquema donat.







---

## Capítol 2. VLAN (Xarxes Virtuals)

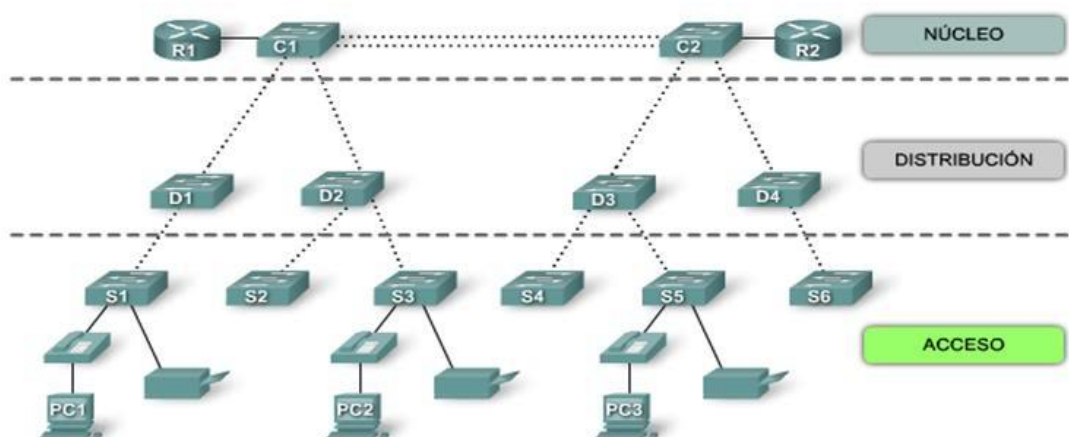
---

### 2.1. Introducció

El rendiment de la xarxa és un factor importantíssim en la productivitat d'una empresa o organització. Tal i com hem vist anteriorment una de les tecnologies que contribueixen a millorar el rendiment de la xarxa és la divisió dels grans dominis de difusió en dominis més petits. El protocol **TCP/IP** està basat en l'enviament de **missatges de difusió** entre els equips per moltes finalitats, com obtenir una llista de recursos compartits, descobrir serveis disponibles a la xarxa, sol·licitar configuració IP dinàmica de host (DHCP), etc... Els *switchs* reenvien aquestes trames de difusió a tots els ports menys pel port que li arriba.

La funció principal de proporcionar **accés a una xarxa** LAN s'atribueix en els **switch de capa d'accés**. Si mirem l'esquema jeràrquic d'una xarxa veiem que totes les màquines passen per aquesta capa d'accés.

Modelo de redes jerárquicas



Podem crear una xarxa d'àrea local virtual (VLAN) en un switch de capa 2 per reduir la mida dels dominis de difusió.

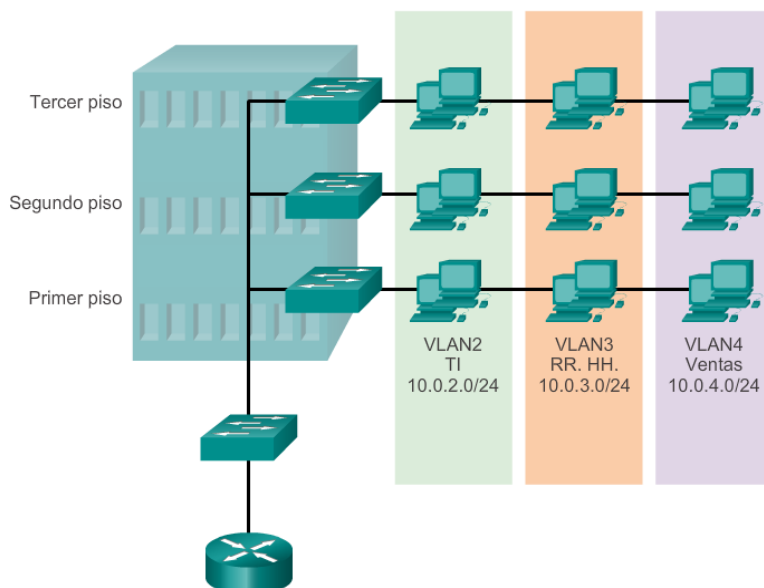
Les VLAN ens proporcionen la manera d'agrupar dispositius d'una LAN de manera lògica sense importar la seva connexió física.

Incorporant les VLAN en el disseny d'una xarxa facilita la seva administració, manteniment i seguretat.

Les **VLAN** es basen en connexions lògiques, en comptes de connexions físiques i **permeten** en el administrador **segmentar la xarxa** segons factors com la funció, l'equip de treball, el projecte o aplicació **sense tenir en compte la ubicació física** del dispositiu **disminuint els dominis de difusió** sense necessitat d'encaminadors.

Cada VLAN està formada per un subconjunt de dispositius, que poden estar físicament en diferents segments de la xarxa.

En la següent il·lustració podem veure l'esquema d'una empresa formada per tres departaments i a on s'ha creat una VLAN per cada departament. Això implicarà que cada VLAN serà un domini de difusió diferent, qualsevol missatge de difusió dels equips de RRHH no afectaran ni arribaran en els equips dels departaments IT i Vendes.



Cada port del *switch* es pot assignar a una sola VLAN i permetent separar ordinadors connectats al mateix *switch* en diferents xarxes virtuals, de forma que no es vegin entre ells.

A la vegada, ordinadors que estiguin en diferents *switchs* però en la mateixa VLAN, sí que es podran veure entre ells.

Per tant la xarxa **VLAN** és una **partició lògica de xarxa de capa 2**. Creant aquests dominis de difusió diferents, que generalment tenen una xarxa IP diferent.

Les xarxes VLAN s'aïllen mútuament i els paquets poden passar entre elles mitjançant un *router* o un *switch* de capa 3.

Cal deixar molt clar que els dispositius que es troben dins d'una VLAN desconeixen totalment l'existència d'aquesta.

### Característiques principals:

- Creen una topologia virtual independentment de la topologia física
- Permeten agrupar als usuaris en grups de treball segons les seves funcions i no en la ubicació física a on estan.
- Funcionen a nivell de capa 2.
- La comunicació entre VLANs requereix d'encaminadors o d'un switch de capa 3.
- Cada VLAN defineix un domini de difusió.
- S'utilitzen etiquetes / tags en les trames per identificar a quina VLAN pertany.



### Principals avantatges:

- **Seguretat:** es pot impedir fàcilment l'accés a determinats ordinadors encara que estiguin connectats al mateix *switch*.
- **Rendiment:** es redueix el tràfic innecessari, per exemple de missatges ARP
- **Gestió de les diferents xarxes:** facilita la separació dels dispositius en diferents xarxes depenent de la funció que han de realitzar. D'aquesta manera podem bloquejar tot el tràfic de VLAN 10 (departament de vendes) sense afectar als altres departaments.
- **Reducció de les tempestes de *broadcast*:** les VLAN separen dominis de *broadcast*
- **Reducció de costos:** es pot reduir el nombre de *switchs* i cablejat
- **Utilització de VoIP:** Posar els telèfons IP i els PCs en diferents VLANs.

Tenim un rang limitat alhora de crear VLANs. Podem tenir de 1 a 4096 VLANs. Es considera el següent:

- 1-1001 rang normal
- 1002 al 1005 – són reservades per protocols de capa 2 (Token Ring, FDDI,...)
- 1006 – 4096

Cada VLAN anirà identificada amb un número d'aquest rang.

Hi ha diferents mecanismes d'assignar quins membres pertanyen a una VLAN:

- VLAN de nivell 1 per port d'accés
  - Els membres de cada VLAN s'identifiquen pel port del switch el qual estan connectats físicament.
  - L'inconvenient d'aquesta configuració és que si un equip canvia de lloc, hem de tenir en compte que en ell lloc a on es connecti ha de pertànyer a la mateixa VLAN.
- VLAN de nivell 2 per adreça MAC:
  - Els membres de cada VLAN s'especifiquen a través de la seva adreça MAC.
  - Aquest mètode presenta una avantatge respecte l'anterior, ja que si un equip es mou físicament no cal cap reconfiguració ni tenir res en compte.
  - La problemàtica és que l'assignació de VLAN per MAC pot ser molt feixuga si disposem de molts dispositius.
- VLAN de nivell 3 per adreça IP
  - Les adreces IP s'han d'assignar estàticament sense ús de DHCP
  - Presenta els avantatges de mobilitat citats en el cas anterior.
  - Fem anar més lents els commutadors(*switchs*) de capa 3 ja que ha d'inspeccionar els paquets per saber a quina VLAN pertanyen.

**El més habitual és fer-ho associant la VLAN a les característiques del port.**

**Exemple de segmentació de la xarxa sense VLAN i amb VLAN.**

<http://moodlecf.sapalomera.cat/RS/2/course/module3/index.html#3.1.2.2>

**Exercici 3.1.1.5 *Packet Tracer*: ¿quién escucha la difusión?**

<http://moodlecf.sapalomera.cat/RS/2/course/module3/index.html#3.1.1.5>

**Part 1 (realitzar broadcast)**

**Part 2 (1,2,3,4)**

## 2.2. Tipus d'enllaços

Depenent de si el commutador està connectat a un dispositiu que reconeix les xarxes virtuals o no, els tipus d'enllaços són:

### Enllaç d'accés (Access Link)

Els enllaços d'accés connecta un switch a un altra dispositiu que **no** reconegui el funcionament en VLAN. Per exemple el switch amb el PC.

Totes les trames que recorrin aquest enllaç no seran etiquetades, ja que aquestes pertanyen a la mateixa VLAN.

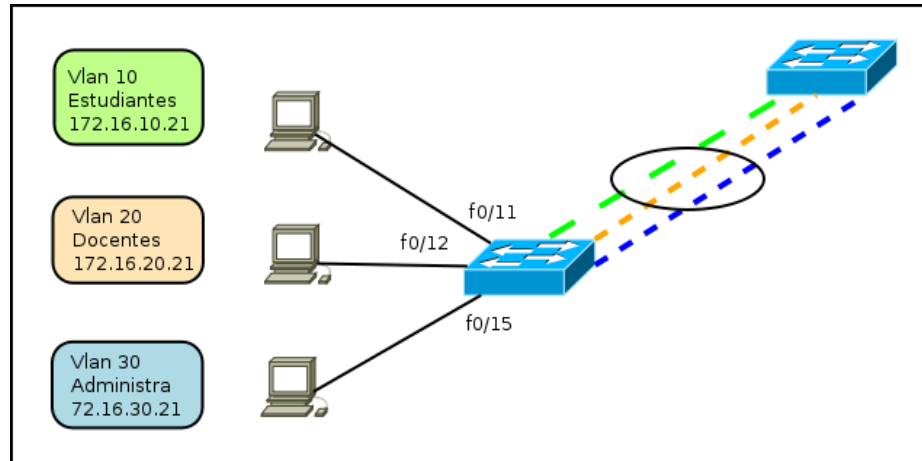
Altres commutadors els anomenen **Untagged**.

### Enllaç troncal (Trunk Link)

Els enllaços troncals permeten que es propagui tot el trànsit de VLAN entre els switchos. D'aquesta manera els dispositius de la mateixa VLAN, connectats a dispositius (switchos) diferents puguin comunicar-se.

En aquest esquema es veuen dos dispositius (commutador) connectats que reconeixen l'estàndard VLAN, commutadors, routers o equips els quals la seva targeta de xarxa reconeix l'estàndard **802.1q**.

**Per aquest enllaç poden circular trames de diferents VLAN**, per aquest motiu totes elles han d'estar etiquetades.



Molts commutadors les anomenen **Tagged**.

## 2.3. Etiquetat de les trames

Els *switchs* normalment són dispositius de capa 2 i utilitzen les capçaleres de la trama per reenviar els paquets.

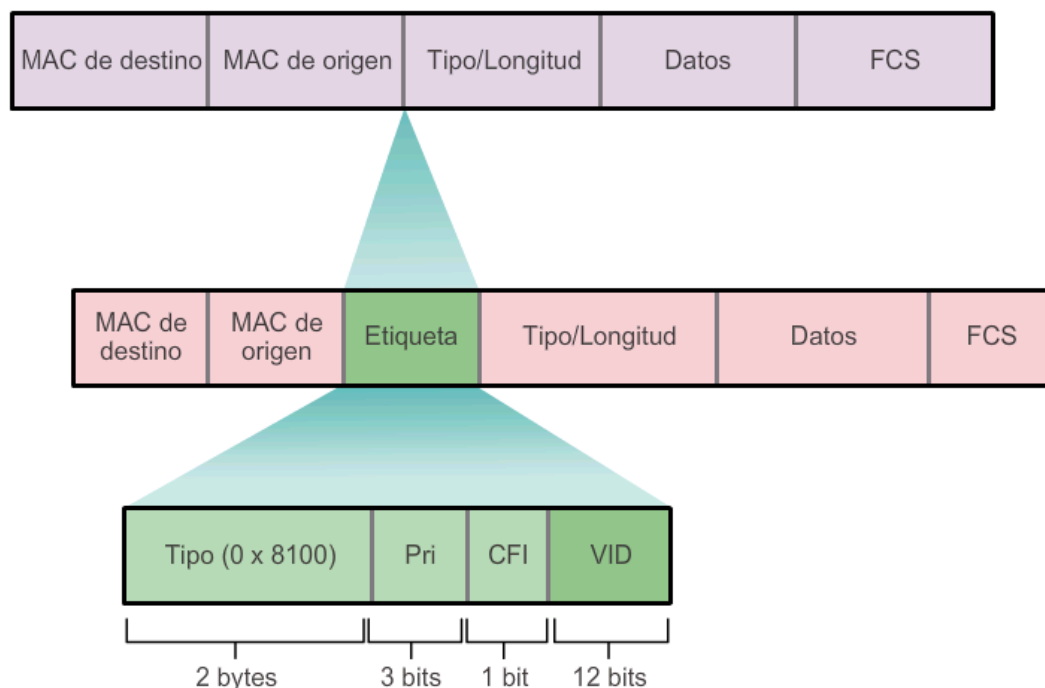
La capçalera de la trama ethernet estàndar no conté informació de VLAN a la qual pertany la trama.

El mecanisme per crear VLAN consisteix en etiquetar les trames Ethernet amb certa informació afegida (etiqueta de 4 bytes), bàsicament es tracta de dos nous camps: **TPID** (Tag Protocol Identifier) i **TCI** (Tag Control Information).

- **TPID** o també dit **EtherType** té el valor 0x8100 que significa que aquesta trama és una trama de VLAN.
- **TCI** té a la vegada 3 subcamps:
  - **Priority**: Indica la prioritat del tràfic i s'utilitza per transmetre veu i multimèdia.
  - **CFI**: Identificador de format canònic. Sempre és 0 en Ethernet S'utilitza per xarxes compatibles Ethernet i Token Ring.
  - **VLAN ID**: Identificador de la VLAN de destí.

Quan la trama entra en un enllaç troncal se li afegeix la informació de la VLAN. Això s'aconsegueix amb l'**especificació IEEE 802.1Q** ([Wikipedia](https://en.wikipedia.org/wiki/IEEE_802.1Q)). El qual inclou una etiqueta de 4 bytes afegida en la capçalera de la trama

Una vegada que el switch ha introduït els camps Tipus i la informació de control d'etiquetes, torna a calcular els valors de la FCS i el modifica.



---

## 2.4. Tipus de VLAN segons la seva funció

### **VLAN predeterminada o per defecte**

És la VLAN en que s'assignen tots els ports del commutador quan el dispositiu s'inicia. En el cas dels switches CISCO per defecte é la VLAN 1 i no es modificar ni eliminar.

### **VLAN de dades**

És la que està configurada només per enviar tràfic de dades, generalment per l'usuari i també anomenada VLAN d'usuari.

Les VLANs de dades s'utilitzen per dividir la xarxa en grups d'usuaris o dispositius.

### **VLAN d'administració**

Es qualsevol VLAN que l'administrador configura per realitzar tasques de gestió en els switch a través de Telnet.

La idea és que només els ordinadors connectats a aquest VLAN puguin configurar el switch de forma remota.

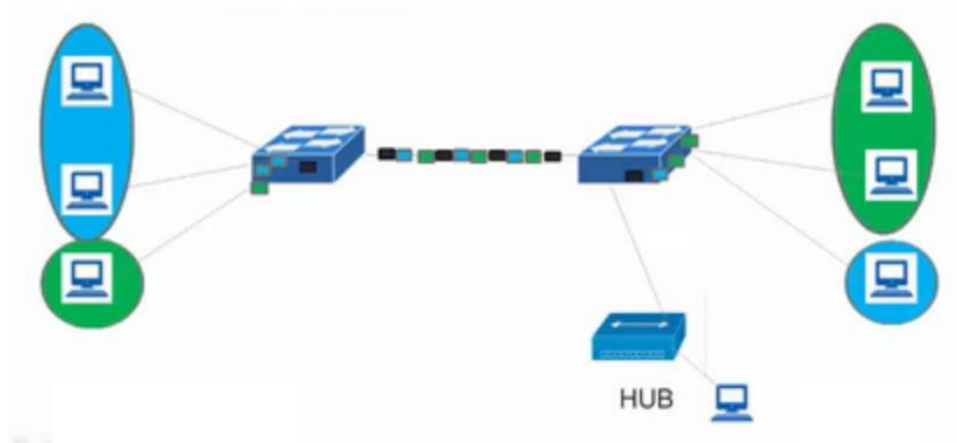
### **VLAN nativa**

Una VLAN nativa està assignada a un port d'enllaç troncal i serveix com un identificador comú entre extrems oposats d'un enllaç troncat. Bàsicament es per on passarà tot aquell tràfic que no vingui etiquetat amb VLAN.

Les trames que arriben a un trunk port sense etiquetar es considera que pertanyen a la VLAN nativa. Serveixen per connectar switchos que no accepten VLANs.

S'aconsella que la VLAN1 sigui la nativa.

Les trames sense tag pertanyen a aquesta VLAN. Ha de ser la mateixa en ambdós costats del trunk.



---

## 2.5. Configuració de VLAN

Més informació a :

- [Creating Ethernet VLANs on Catalyst Switches](#)
- <https://supportforums.cisco.com/document/11836/how-define-vlans-allowed-trunk-link>

### Crear una VLAN:

```
switch(config)# vlan <vlan_id> (valor entre 2- 4096)
switch(config-vlan)# name <nom de la VLAN>
switch(config)# exit
```

El nom no és obligatori, però ens servei per identificar-la de manera fàcil.  
Les vlan es creen al fitxer vlan.dat dins la memòria flash.

### Esborrar una VLAN:

```
switch(config)# no vlan <vlan_id> (valor entre 2- 4096)
```

També és necessari esborrar el fitxer vlan.dat de la memòria flash. Sinó al reiniciar el switch tornaran aparèixer.

Nota: amb la comanda `erase startup-config` no esborrem la taula de vlan.dat, cal esborrar el fitxer explícitament.

```
switch(config)# delete flash:vlan.dat
```

### Configurar un enllaç d'accés:

```
switch(config)# interface <nom del port | rang de ports>
switch(config-if)#switchport access vlan <vlan_id>
```

```
switch(config)# interface <nom del port | rang de ports>
switch(config-if)#switchport mode access
switch(config-if)#switchport access vlan <vlan_id>
```

Tenim 2 opcions per eliminar l'assignació d'un port d'una vlan:

- Eliminar l'assignació del port a la vlan i llavors l'assignem la vlan que ens interressi.

```
switch(config-if)#no switchport access vlan <vlan_id>
switch(config-if)#switchport access vlan <vlan_id>
```

- Realitzem una assignació d'aquell port directament en una altra vlan.

```
switch(config-if)#switchport access vlan <vlan_id>
```

## Configurar un enllaç troncal:

```
switch(config)# interface <nom del port | rang de ports>  
switch(config-if)# switchport mode trunk
```

**Nota:** L'enllaç troncal admetrà totes les vlans creades.

Podem restringir les vlans permeses en aquest enllaç especificant-les mitjançant:

```
switch(config-if)# switchport trunk allowed vlan <llista_vlan>
```

La següent comanda ens serveix per especificar quina és la **vlan nativa**

```
switch(config-if)# switchport trunk native vlan <id_vlan>
```

Podem treure vlans dels enllaços troncal

```
switch(config-if)# switchport trunk allowed vlan remove <idvlan>
```

#Exemple:

```
switch(config-if)# switchport trunk allowed vlan remove 5-10,12
```

```
S1# show interfaces f0/1 switchport  
Name: Fa0/1  
Switchport: Enabled  
Administrative Mode: trunk  
Operational Mode: trunk  
Administrative Trunking Encapsulation: dot1q  
Operational Trunking Encapsulation: dot1q  
Negotiation of Trunking: On  
Access Mode VLAN: 1 (default)  
Trunking Native Mode VLAN: 99 (VLAN0099)  
Administrative Native VLAN tagging: enabled  
Voice VLAN: none  
Administrative private-vlan host-association: none  
Administrative private-vlan mapping: none  
Administrative private-vlan trunk native VLAN: none  
Administrative private-vlan trunk Native VLAN tagging: enabled  
Administrative private-vlan trunk encapsulation: dot1q  
Administrative private-vlan trunk normal VLANs: none  
Administrative private-vlan trunk associations: none  
Administrative private-vlan trunk mappings: none  
Operational private-vlan: none  
Trunking VLANs Enabled: ALL  
Pruning VLANs Enabled: 2-1001  
<resultado omitido>
```

## Visualitzar la taula de VLANs amb quins ports

```
switch# show vlan [brief]
```

```
Switch#sh vlan
```

VLAN Name		Status	Ports
1	default	active	Fa0/2, Fa0/3, Fa0/4, Fa0/5 Fa0/6, Fa0/7, Fa0/8, Fa0/9 Fa0/10, Fa0/11, Fa0/12, Fa0/13 Fa0/14, Fa0/15, Fa0/16, Fa0/17 Fa0/18, Fa0/19, Fa0/20, Fa0/21 Fa0/22, Fa0/23, Fa0/24, Gig0/1 Gig0/2
10	rrhh	active	Fa0/1
1002	fddi-default	active	
1003	token-ring-default	active	
1004	fddinet-default	active	
1005	trnet-default	active	

**Visualitzar informació d'una VLAN concreta:**

```
switch(config)# show vlan name <nom_vlan>
```

```
switch(config)# show vlan <vlan_id>
```

```
Switch#show vlan name rrhh
```

VLAN Name		Status	Ports
10	rrhh	active	Fa0/1

VLAN	Type	SAID	MTU	Parent	RingNo	BridgeNo	Stp	BrdgMode	Trans1	Trans2
10	enet	100010	1500	-	-	-	-	-	0	0

**Visualitzar l'estat d'un o els ports del commutador:**

```
switch(config)# show interfaces [nom_port] [switchport]
```

Amb el paràmetre switchport en donarà informació referent VLANs.

```
Switch#show interfaces switchport
Name: Fa0/1
Switchport: Enabled
Administrative Mode: static access
Operational Mode: down
Administrative Trunking Encapsulation: dot1q
Operational Trunking Encapsulation: native
Negotiation of Trunking: Off
Access Mode VLAN: 10 (rrhh)
Trunking Native Mode VLAN: 1 (default)
Voice VLAN: none
Administrative private-vlan host-association: none
Administrative private-vlan mapping: none
Administrative private-vlan trunk native VLAN: none
Administrative private-vlan trunk encapsulation: dot1q
Administrative private-vlan trunk normal VLANs: none
Administrative private-vlan trunk private VLANs: none
Operational private-vlan: none
Trunking VLANs Enabled: All
Pruning VLANs Enabled: 2-1001
Capture Mode Disabled
Capture VLANs Allowed: ALL
Protected: false
```



**Visualitzar la configuració dels ports troncats:**

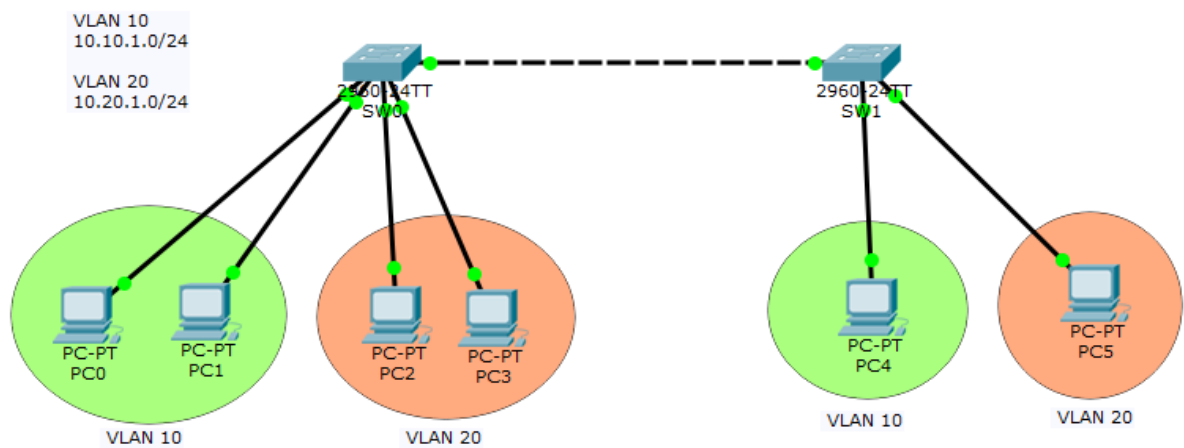
```
switch(config)# show interfaces trunk
```

**Visualitzar la configuració dels ports troncats:**

```
switch(config)# show interfaces trunk
```

### 2.5.1. Exercici d'exemple

Volem implementar el disseny de la topologia mostrada en la següent figura. Especifica quines són les configuracions i comandes a utilitzar en cada commutador.



## 2.6. Encaminament entre VLANs

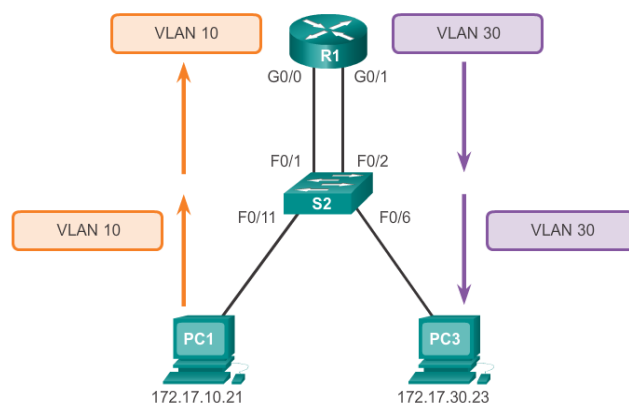
Una VLAN és un domini de difusió, per tant els dispositius entre VLANs diferents no es veuen.

Ens cal un dispositiu d'encaminament (capa 3) per poder comunicar dispositius entre diferents VLANs.

### 2.6.1. Encaminament entre VLAN amb router (sense trunk port).

La primera solució per l'encaminament entre VLAN és l'ús de routers amb diferents interfícies físiques i connectant cada interfície a una xarxa sep arada (cada vlan) i configurar-la per cada subxarxa diferents.

En aquesta cas els ports del switch connectats al router es col·loquen en mode d'accés i a cada interfície física se li assigna una VLAN diferent. D'aquesta manera el tràfic es pot encaminar d'una VLAN a l'altre.



[Simulació](#)

### 2.6.2. Encaminament entre VLAN amb router (amb trunk port)

Aquest tipus d'encaminament entre VLANs mitjançant un encaminador també s'anomena encaminament mitjançant **router-on-a-stick**.

A diferència de l'encaminament anterior que requerim de tantes interfícies en el router com VLANs i actualment aquest tipus d'implementacions no s'utilitzen.

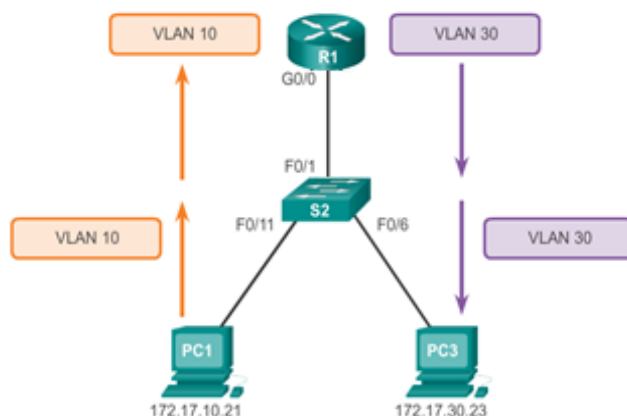
Alguns routers disposen de la possibilitat de configurar una interfície del router com enllaç troncal. D'aquesta manera només és necessària una interfície física en el router i en el switch per encaminar els paquets de les diferents VLANs.

“**Router-on-a-stick**” és un tipus de configuració que mitjançant una sola interfície física encaminem diferents VLANs.

Per fer això cal crear unes subinterfícies virtuals i configurar aquestes a la VLAN corresponent.

Cal habilitar la interfície física, però no configurar-la i no posar-hi cap IP. ■

[Simulació](#)



**Exemple:** Imaginem que tenim el router R0 i volem configurar-lo perquè permeti el tràfic de la VLAN 10 (10.0.0.0/24) i assignar-li l'adreça IP (10.0.0.1)

```
R0(config)# interface fa0/0
R0(config-if)# no shutdown
R0(config)# interface fa0/0.10
R0(config-subif)# encapsulation dot1Q 10
R0(config-subif)# ip address 10.0.0.1 255.0.0.0
... (repetir per cada subinterfície/VLAN que volem crear)
```

Com veiem en l'exemple hem creat una interfície fa0/0.10 ja que la vlan\_id era la 10. Això no era necessari, però sí que ens serveix per facilitar-nos l'administració i la identificació de cada subinterfície a quina VLAN correspon.

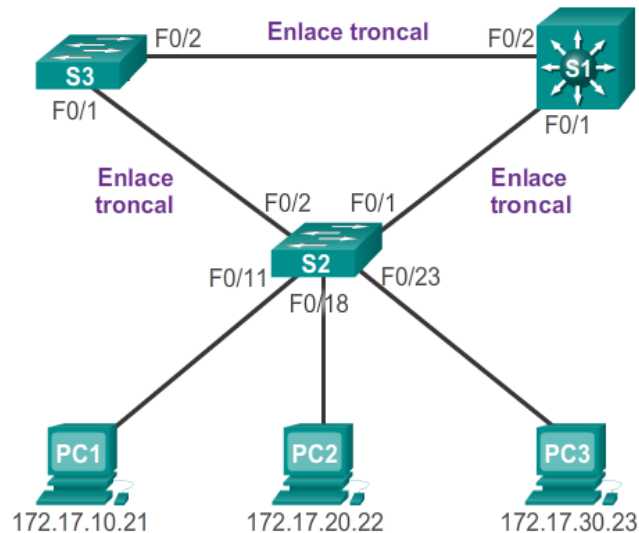
### 2.6.3. Encaminament entre VLAN mitjançant commutador multicapa

La implementació d'encaminament entre VLANs mitjançant router-on-a-stick amb la creació de subinterfícies virtuals requereix l'ús d'una sola interfície física entre el router i el switch, però actualment existeixen els commutadors multicapa o també anomenats switches de capa 3 que reemplacen la necessitat d'utilitzar routers dedicats per fer aquest tipus d'encaminament bàsic.

Els switches multicapa admeten encaminament dinàmic i encaminament entre VLANs.

Els switches de capa 3 tenen un rendiment de comutació de paquets de l'ordre de milions de paquets per segons (pps), en canvi els switches tradicionals parem d'entre 100.00 i 1 milió de pps.

També cal dir que l'**encaminament entre VLANs mitjançant un commutador multicapa és molt més ràpid** que mitjançant un router per dos motius, la part de processament es realitza via hardware i el paquet no surt del dispositiu en camp moment.

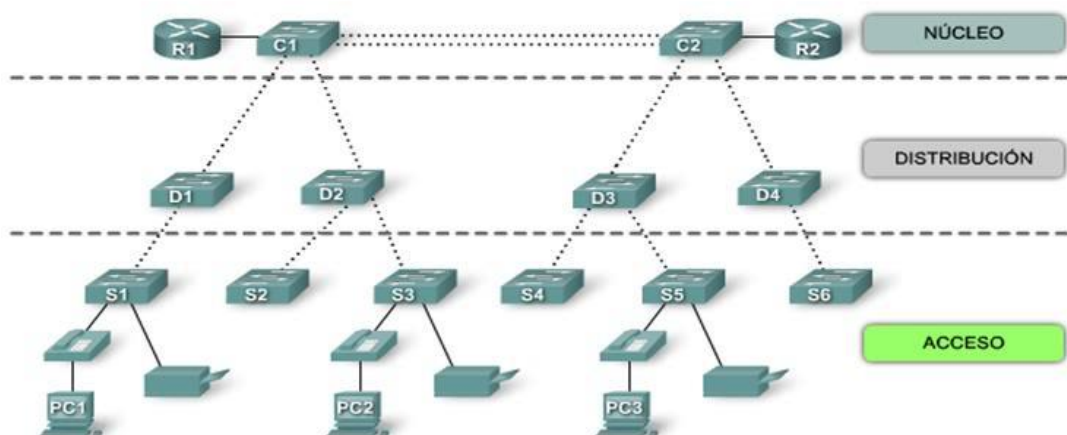


En els equips Cisco tots els commutadors multicapa Catalyst admeten aquests dos tipus d'interfícies de capa 3:

- **Port d'encaminament (routed ports):** Interfície purament de capa 3 similar a la interfície física d'un router IOS de Cisco.
- **Interfície virtual de switch (SVI):** Interfícies VLAN virtual per encaminar entre VLANs.

Normalment l'encaminament es deriva a les capes del nucli o a les capes de distribució

Modelo de redes jerárquicas



## I. Configuració SVI

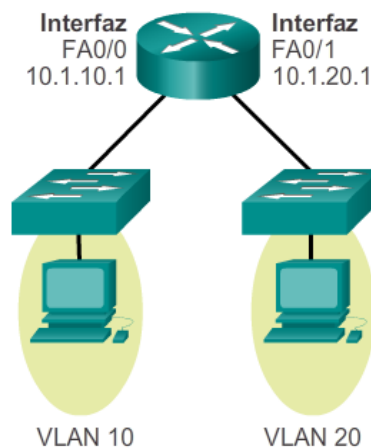
Una SVI és una interfície virtual i podem crear-ne una per qualsevol VLAN existent en el switch.

Es considera virtual perquè no hi ha un port físic dedicat a la interfície.

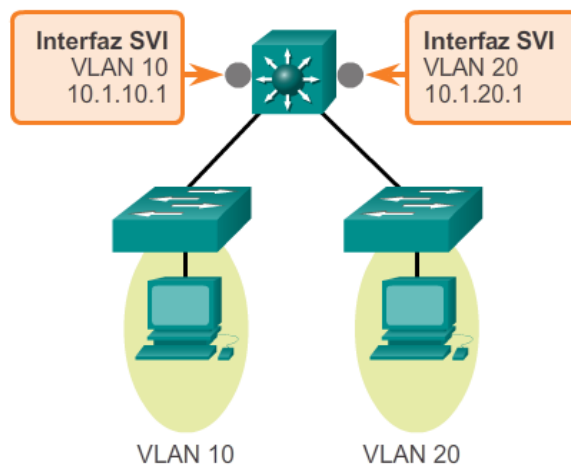
Pot realitzar diferents funcions per la VLAN (tenir adreça IP, ACL d'entrada i de sortida, etc.).

La SVI proporciona processament de capa 3 pels paquets que provenguin de tots els ports del switch associats a una VLAN.

Utilitzar router per encaminar 2 vlans.



Utilitzar commutador L3 per encaminar 2 vlans.



## Passos per la configuració de Inter VLAN en un switch L3

### 1. Habilitar IP Routing

```
switch(config)# ip routing
```

### 2. Crear les VLANs i assignar-hi IP per cada VLAN

```
switch(config)# vlan <Id VLAN>  
switch(config-vlan)# name <Nom de la VLAN>  
switch(config)# interface vlan <Id VLAN>  
switch(config-if)# ip address <IP> <Màscara>
```

#### Exemple:

```
switch(config)# vlan 200  
switch(config-vlan)# name RRHH  
switch(config)# interface vlan 200  
switch(config-if)# ip address 10.2.1.254 255.255.255.0
```

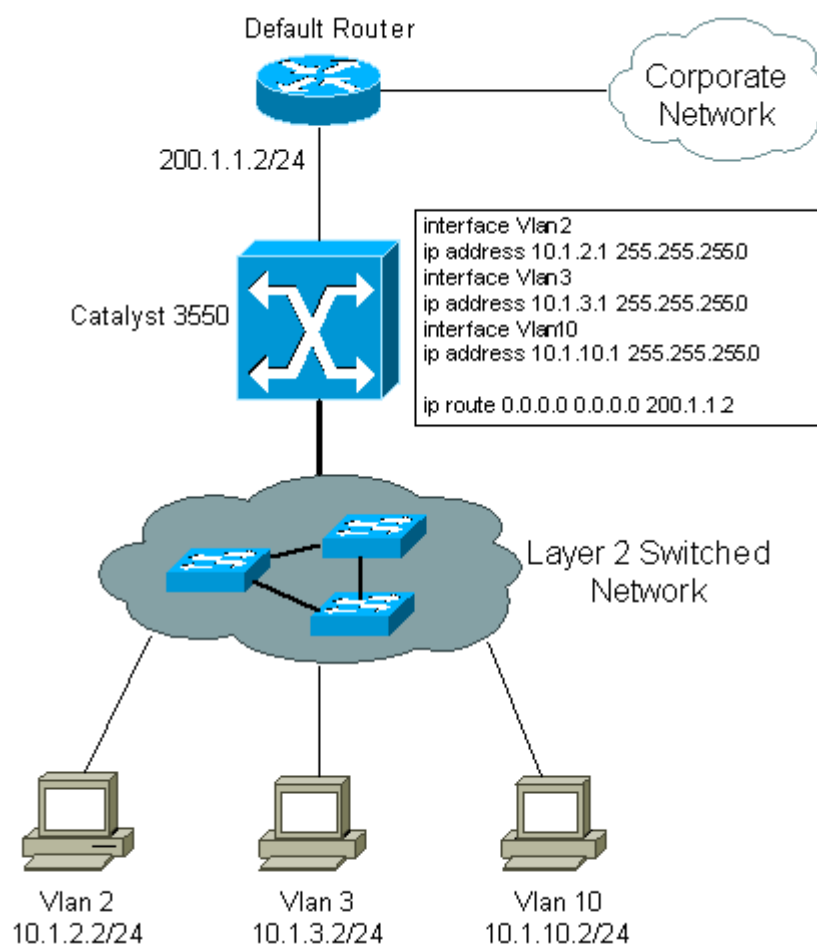
Per verificar podem utilitzar les comandes `show ip interface brief` i `show running-config`

### 3. Assignar/Associar els ports a les VLANs

```
switch(config)# vlan <Id VLAN>  
switch(config-vlan)# name <Nom de la VLAN>  
switch(config)# interface vlan <Id VLAN>  
switch(config-if)# ip address <IP> <Màscara>
```

### 4. Assignar una adreça IP a cada VLAN

## Exemple: Configuració Inter VLAN en el switch Catalyst 3550



```

-- Activem IP routing en el switch
Switch(config)#ip routing

-- Podem comprovar si hi ha activat IP routing executant un show
running-config
Switch#show running-configuration

-- Definim les VLANs que volem encaminar en el switch
-- En aquest cas volem encaminar el tràfic entre les VLANs 2, 3 i 10.
-- En aquest punt també podríem afegir-hi un nom a caa vlan per
identificar-les millor.
switch#vlan database
Switch(vlan)#vlan 2
Switch(vlan)#vlan 3
Switch(vlan)#vlan 10

-- Configurem les adreces IP per cada VLAN (només mostrem vlan 2)
Switch(config)#interface vlan 2
Switch(config-if)#ip address 10.1.2.1 255.255.255.0
Switch(config-if)#no shutdown

-- Configurem la interfícies cap al router per defecte.
-- Aquest pas el podem obviar si el tràfic cap al router és en una
VLAN.(configurem una adreça per aquella VLAN i prou)

Switch(config)#interface FastEthernet 0/1
Switch(config-if)#no switchport
Switch(config-if)#ip address 200.1.1.1 255.255.255.0
Switch(config-if)#no shutdown

-- Configurem la ruta per defecte del switch
-- en aquest cas posem la IP del router
Switch(config)#ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 200.1.1.2

-- Hauríem de configurar com a gateway del dispositius de la VLAN2 la
IP que hem posat en el switch L3. (10.1.2.1)

-- Caldria configurar els ports del switch L3 cap als swiths inferior
via trunking o si és un switch de distribució com a ports d'accés

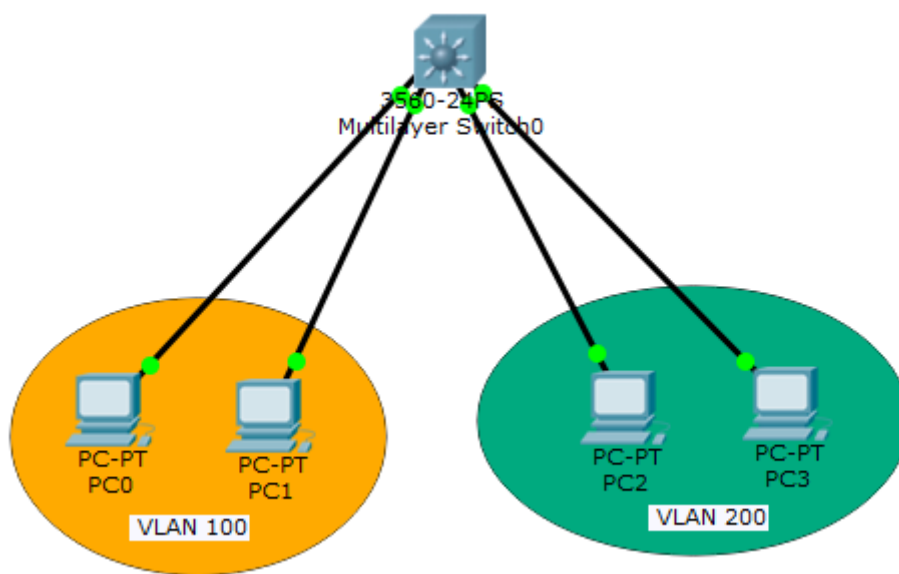
```

### [Vídeo de com configurar encaminament interVLAN L3](#)

**Pregunta: Com podem aïllar dos VLANs de capa 3? Busca informació a Internet de com fer-ho.**



## Exercici d'exemple



## PROBLEMES PER CONFIGURAR SWITCH L3

- Les VLAN s'han de definir a tots els switches. Les VLAN han d'estar habilitades als ports troncal. Els ports han d'estar en les VLAN correctes.
- Els SVI han de tenir l'adreça IP correcta o la màscara de subxarxa. SVI ha d'estar al dia. Cada SVI ha de coincidir amb el número VLAN.
- S'ha d'activar l'encaminament. Cada interfície o xarxa s'ha d'afegir al protocol d'encaminament o, si s'escau, introduïu rutes estàtiques.
- Els hosts han de tenir l'adreça IP correcta o la màscara de subxarxa. Els hosts han de tenir una passarel·la predeterminada associada amb un port SVI o encaminament.