

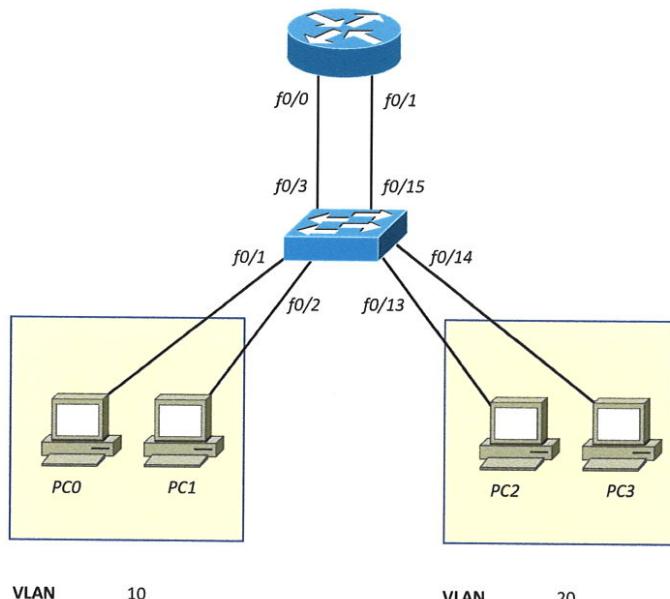
Deel vier

InterVLAN-routing

33 VLAN's – deel 1

Achtergrond

Voor een bedrijfje moeten twee kleine LAN's met elkaar verbonden worden met behulp van een router. Omdat er maar twee systemen per netwerk hoeven te worden aangesloten, wordt slechts één switch gebruikt, die daarom in VLAN's moet worden opgedeeld.



Doelstellingen

- Kennis maken met het begrip interVLAN-routing.
- Leren hoe een switch in VLAN's moet worden opgedeeld.

Netwerkeisen

- Type router: 1841
- Type switch: 2950-T
- Netwerkadressering: zie tekening



Opdracht

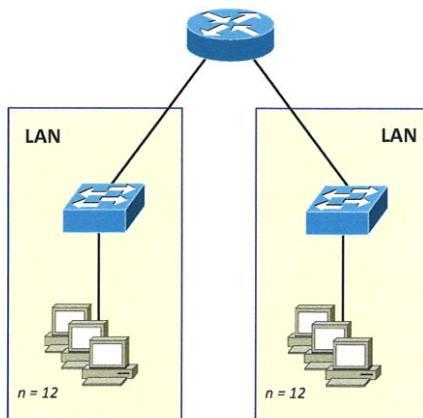
40 min.

Bouw dit netwerk volledig op basis van de CLI en zorg ervoor dat alle systemen met elkaar kunnen communiceren. Controleer dit via ping.

Wat is nieuw?

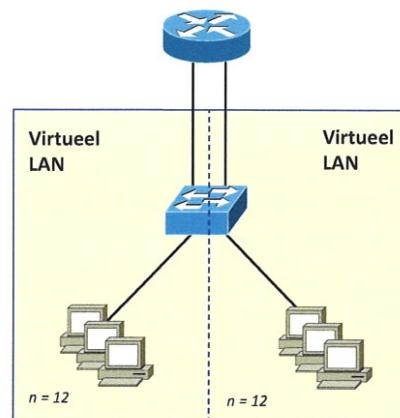
Als we twee LAN's via een router met elkaar willen verbinden, hebben we twee switches nodig. Als elke switch de beschikking heeft over 24 poorten, terwijl we slechts een paar poorten nodig hebben, verspillen we ruimte. In de nieuwe situatie delen we een switch op in virtuele LAN's, oftewel VLAN's. Bij deze techniek kunnen we één switch onderverdeelen in kleine deelswitches die van elkaar gescheiden zijn, ook al zitten ze in één behuizing.

Routerkoppeling met LAN's



- Elke switch heeft 24 poorten.
- Per switch wordt de helft niet gebruikt.

Routerkoppeling met VLAN's



- Eén switch met 24 poorten wordt verdeeld.
- Alle poorten worden gebruikt.

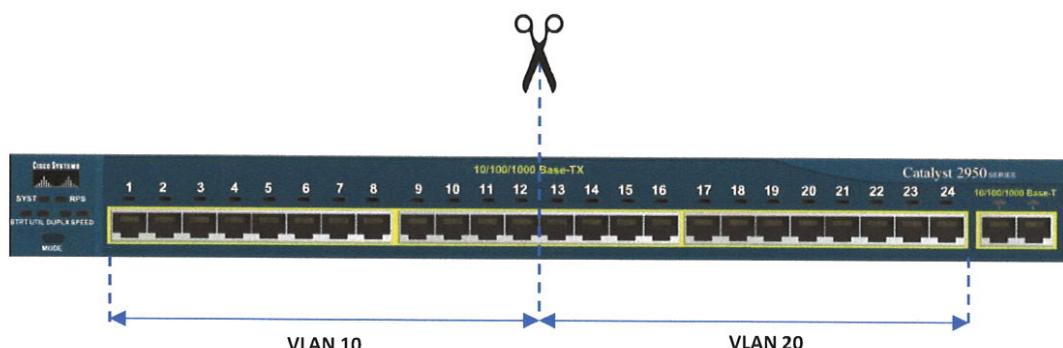
Het functionele resultaat is precies hetzelfde, namelijk een koppeling tussen twee LAN's. De enige reden om dit op deze manier toe te passen, is dat we nu efficiënt omgaan met de gebruikte apparatuur.

In ons voorbeeld hebben we 12 aansluitingen per LAN nodig. Als we één switch gebruiken, kunnen we die in tweeën delen. We 'knippen' de switch als het ware door midden. Hierdoor ontstaan er VLAN's die met een nummer gemarkeerd moeten worden. Dit heet het VLAN-id.

In ons voorbeeld:

Poort 1 t/m 12 noemen we **VLAN 10**.

Poort 13 t/m 24 noemen we **VLAN 20**.



Het operating system van een switch kent dezelfde structuur als die van een router. Net als bij een router moeten we van *user-mode* opschalen naar *privileged mode*.

```
Switch> enable
Switch# configure terminal
Switch(config)#

```

Vervolgens moeten we per poort aangeven in welk VLAN die moet worden ondergebracht. Dit kan per poort, maar ook een bereik van poorten kan geselecteerd worden:

```
Switch(config)# interface range FastEthernet0/1-12
Switch(config-if-range)# switchport access vlan 10

Switch(config)# interface range FastEthernet0/13-24
Switch(config-if-range)# switchport access vlan 20

```

Stappenplan

- 1 Bouw het netwerk in PacketTracer. Let goed op in welke poorten de kabels gestopt worden!
- 2 Configureer de VLAN's (zie voorbeeldconfiguratie).
- 3 Ken de IP-adressen toe aan de router-interfaces via de CLI.
- 4 Ken de IP-adressen en default gateways toe aan de PC's.
- 5 Test of de PC's uit VLAN10 kunnen communiceren met de PC's in VLAN20. Test dit via ping.

Vragen

- Waarom worden switches onderverdeeld in VLAN's?
-
-

- Tik het volgende commando in voor de switch:

```
Switch# show running-config
```

Kun je uit dit overzicht opmaken hoe de VLAN's per poort zijn ingedeeld?

- Tik het volgende commando in voor de switch:

```
Switch# show vlan brief
```

Kun je uit dit overzicht opmaken hoe de VLAN's per poort zijn ingedeeld?

- Wat is het verschil tussen beide overzichten?

-
-
- Hoeveel VLAN's zie je in het laatste overzicht?
-

- Hoe komt het dat je meer VLAN's ziet dan je hebt geconfigureerd?
-
-

- Pak een nieuwe switch (dus niet configureren) en bekijk de poortinstellingen.

```
Switch# show running-config
```

In welk VLAN zitten alle poorten volgens de fabrieksininstellingen?

- Vraag bij deze switch tevens de VLAN-tabel op:

```
Switch# show vlan brief
```

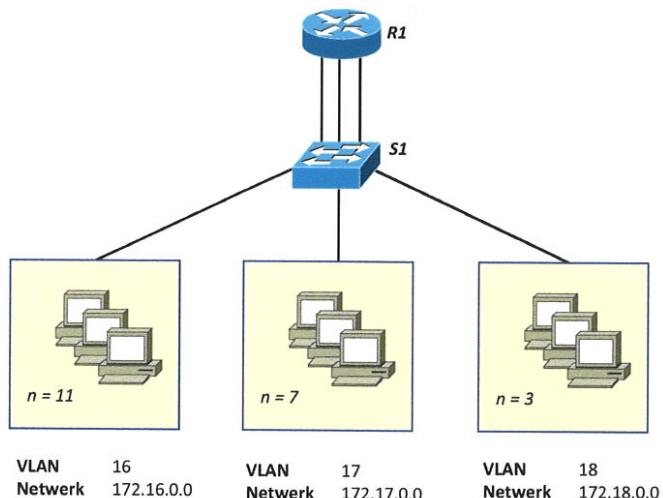
In welk VLAN zitten alle poorten volgens de fabrieksininstellingen?

- Wat is het verschil tussen beide overzichten?
-
-

34 VLAN's – deel 2

Achtergrond

Voor een bedrijfje moeten drie LAN-netwerken met elkaar verbonden worden via een router. Per LAN-netwerk is er een verschillend aantal gebruikers, zie tekening. Deze LAN-netwerken moeten met VLAN's worden opgeleverd op één switch.



Doelstellingen

- Oefenen met VLAN's.

Netwerkeisen

- Type router: 1841
- Type switch: 2950-T
- Netwerkadressering: zie tekening



Opdracht

30 min.

Bouw dit netwerk volledig op basis van de CLI en zorg ervoor dat alle systemen met elkaar kunnen communiceren. Controleer dit via ping.

Wat is nieuw?

Denk goed na over de poortverdeling. Alle technieken heb je in vorige opdracht(en) al een keer toegepast. Probeer die kennis te bundelen en toe te passen.

Stappenplan

- Bouw het netwerk in PacketTracer.
Let op: Per VLAN hoeft je maar één PC aan te sluiten om jouw netwerk te testen!
- Vergeet de router niet te voorzien van een extra Ethernet-kaart.

- 3 Configureer de VLAN's, volgens opdracht.
- 4 Ken de IP-adressen toe aan de router-interfaces via de CLI.
- 5 Ken de IP-adressen en default gateways toe aan de PC's.
- 6 Test of de PC's uit elk VLAN met elkaar kunnen communiceren.

Vragen

- Hoeveel poorten heb je op deze switch in gebruik voor deze configuratie?
-
-

- Stel dat hier een VLAN moet worden toegevoegd, met vier aansluitingen. Is dat mogelijk? Verklaar jouw antwoord.
-
-

- Kijk goed naar de router. Hoeveel routerpoorten (Ethernet) kunnen *maximaal* op deze router worden aangebracht?
-
-

- Stel dat je 10 VLAN's met elkaar wilt verbinden. Zou dat dan met deze router kunnen? Verklaar jouw antwoord.
-
-

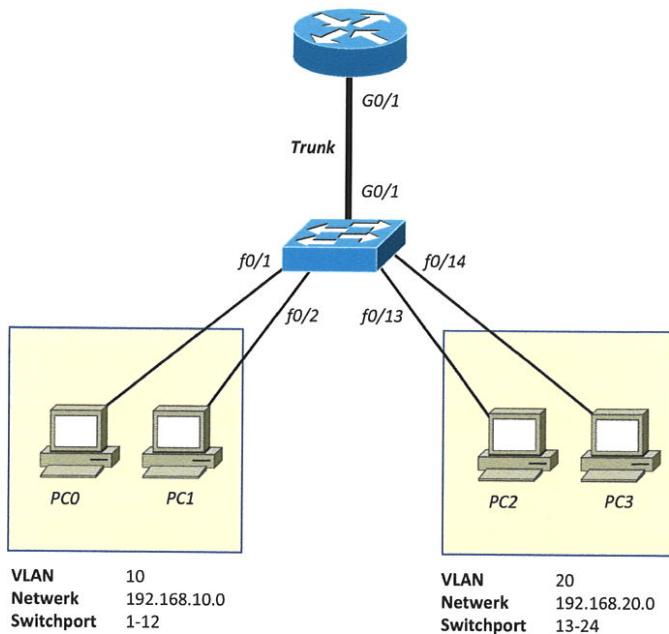
- In dit netwerkontwerp is er een correlatie tussen het VLAN-ID en het IP-netwerk-adres. Kun je zien wat die correlatie is? Probeer te bedenken waarom deze relatie gelegd wordt.
-
-

- Is deze correlatie, technisch gezien, noodzakelijk? Verklaar jouw antwoord.
-
-

35 VLAN's en trunks – deel 1

Achtergrond

Het bedrijf waar je eerder twee LAN-netwerken via VLAN's hebt gekoppeld gaat een stap verder. Om de twee VLAN's te koppelen, waren twee netwerkabels nodig naar de router. Het netwerk moet nu worden aangepast en in plaats van twee 'normale' 100-Mbps-verbindingen moet er nu één hogesnelheidsverbinding naar een krachtige router gebruikt worden.



Doelstellingen

- Leren wat het principe van *trunking* in houdt.
- Een Ethernet-poort omzetten van *access*- naar *trunking*-mode.

Netwerkeisen

- Type router: 1941
- Type switch: 2950-T
- IP-netwerkadressen: 192.168.10.0 en 192.168.20.0
- Trunk-verbinding: 1 Gbps Ethernet
- Netwerkadressering: zie tekening



Opdracht

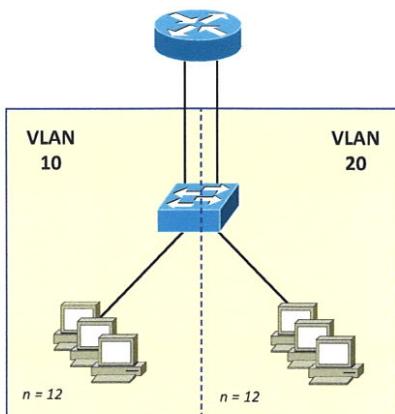
30 min.

Dit netwerk heb je al eerder gemaakt. Bouw dit netwerk opnieuw of pas de oude versie aan (let op dat dit een andere router is). Zorg ervoor dat alle systemen met elkaar kunnen communiceren. Controleer dit via ping.

Wat is nieuw?

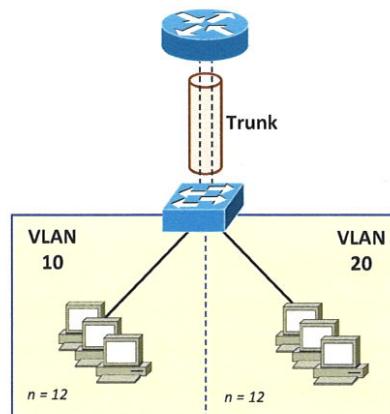
Bij de vorige configuraties liepen we tegen de beperking aan dat bij meerdere VLAN's, naar rato, een evenredig aantal routerpoorten nodig is. In deze opdracht benutten we een techniek waar we een efficiëntieslag kunnen maken door slechts één routerpoort te gebruiken en daar meerdere virtuele verbindingen in onder te brengen. Dit wordt een *trunk* genoemd. De methode van interVLAN-routing staat bekend als *router-on-a-stick* (kijk maar goed, in het schema staat de router op een stokje).

Routerkoppeling met VLAN's



Voor twee VLAN's zijn twee routerpoorten nodig.

Routerkoppeling met VLAN's en trunk



Met één trunk kunnen meerdere virtuele routerpoorten aangemaakt worden.

In onze opdracht moeten op één poort twee virtuele interfaces gemaakt worden. Dit betekent dat de Ethernet-poort moet worden omgezet naar een *trunk*. Deze virtuele interfaces worden sub-interfaces genoemd. Bij elke sub-interface moet worden aangegeven aan welk VLAN die gekoppeld is.

De routerpoort zelf krijgt *geen* IP-adres. Wel moet deze poort geactiveerd worden zoals we dat gewend zijn.

Router:

```
Router(config)# interface GigabitEthernet0/1
Router(config-if)# no shutdown
```

De sub-interfaces worden aangemaakt door achter het poortnummer een punt+volgnummer toe te voegen. Dit volgnummer is vrij te kiezen, maar het behoeft geen uitleg dat we die hetzelfde nummer gaan geven als het VLAN-ID. Het trunk-protocol dat gebruikt wordt is *dot1q*, een verwijzing naar de standaard IEEE802.1q. Hier moet worden aangegeven welk VLAN aan deze trunk gekoppeld is. Daarna kan een IP-adres worden toegekend.

```
Router(config)# interface GigabitEthernet0/1.10
Router(config-subif)# encapsulation dot1Q 10
Router(config-subif)# ip address 192.168.10.1 255.255.255.0

Router(config)# interface GigabitEthernet0/1.20
Router(config-subif)# encapsulation dot1Q 20
Router(config-subif)# ip address 192.168.20.1 255.255.255.0
```

De switchpoort die gekoppeld is aan de router moet nu ook in *trunk-mode* gezet worden.

Switch:

```
Switch(config)# interface GigabitEthernet0/1
Switch(config-if)# switchport mode trunk
```

Stappenplan

- 1 Bouw het netwerk in PacketTracer.
- 2 Configureer de sub-interfaces en IP-adressen via de CLI (zie voorbeeldconfiguratie).
- 3 Configureer de VLAN's, volgens opdracht.
- 4 Configureer de verbinding naar de router naar trunk-mode (zie voorbeeldconfiguratie).
- 5 Ken de IP-adressen en default gateways toe aan de PC's.
- 6 Test of de PC's uit ieder VLAN via ping met elkaar kunnen communiceren.

Vragen

- Waarom is de trunk-verbinding aangemaakt op een Gbps-poort?
-
-

- Zou het mogelijk zijn om de trunk-verbinding op een FastEthernet (= 100 Mbps) poort te configureren?
-
-

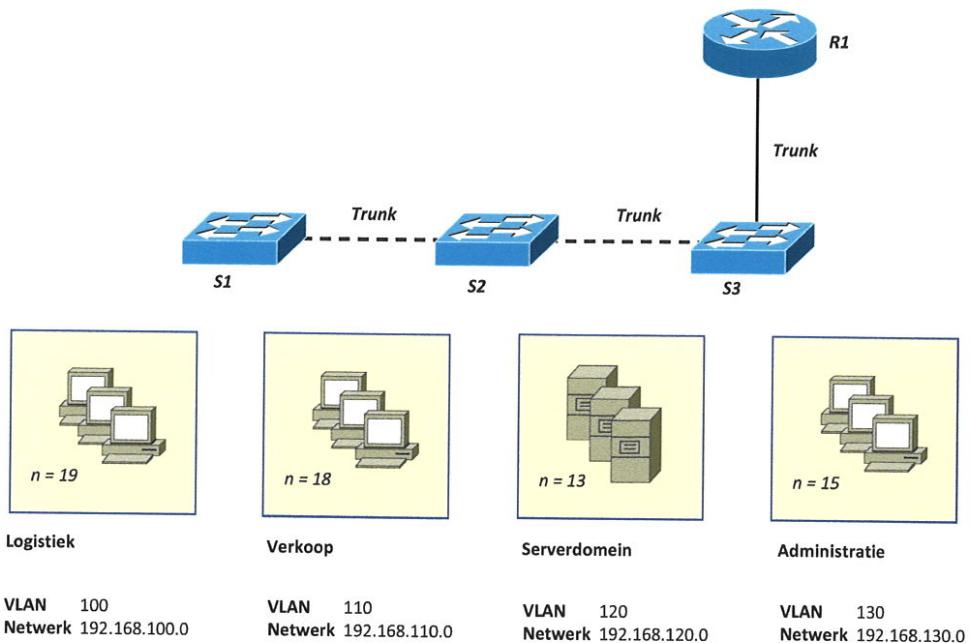
- Kun je bedenken wat het grote voordeel is om op deze manier VLAN's te koppelen ten opzichte van vaste routerpoorten?
-
-

- Er kleven ook nadelen aan deze manier van VLAN's koppelen. Wat zou het grootste nadeel kunnen zijn?

36 VLAN's en trunks – deel 2

Achtergrond

Voor een bedrijfje moeten vier LAN-netwerken met elkaar verbonden worden met behulp van een router. Per LAN-netwerk is er een verschillend aantal gebruikers, zie tekening. Deze LAN-netwerken moeten met VLAN's worden opgeleverd op één switch.



Doelstellingen

- Oefenen met VLAN's en trunking.
- Leren om een VLAN-tabel te ontwerpen.
- Leren om VLAN's van een naam te voorzien.

Netwerkeisen

- Type router: 1941
- Type switch: 2960
- Netwerkadressering: zie tekening
- VLAN-ID's: zie tekening



Opdracht

45 min.

Maak een ontwerp voor de VLAN-verdeling per switchpoort en bouw dit netwerk conform de netwerkeisen. Zorg ervoor dat alle systemen met elkaar kunnen communiceren. Controleer dit via ping.

Wat is nieuw?

Denk goed na over de poortverdeling, je hebt hier meer dan één switch nodig. Hanteer hiervoor *altijd* een tabelstructuur. Kijk in onderstaande tabel goed naar VLAN110, die begint op switch1, maar loopt door op switch2.

Switch	Poorten	VLAN	VLAN-naam	IP-netwerkadres
1	1 . . 19	100	Logistiek	192.168.100.0
	20 . . 24	110	Verkoop	192.168.110.0
2	1 . . 13	110	Verkoop	192.168.110.0
	enzovoort			

Als er meerdere switches via trunks worden gekoppeld, is het noodzakelijk dat alle switches bekend zijn met alle VLAN's. In dit voorbeeld zal op switch1 VLAN 100 en VLAN 110 worden geconfigureerd, omdat die gekoppeld zijn aan de switch-poorten. De overige VLAN's, 120 en 130, zullen nu hieraan toegevoegd moeten worden, ook al zijn ze niet aan switch-poorten gekoppeld.

Voor de beheerder van het netwerk is het prettig als alle VLAN's van een passende naam worden voorzien. In de switches kan dit als volgt worden toegevoegd.

```
Switch(config)# vlan 100
Switch(config-vlan)# name Logistiek

Switch(config)# vlan 110
Switch(config-vlan)# name Verkoop

Switch(config)# vlan 120
Switch(config-vlan)# name Serverdomein

Switch(config)# vlan 130
Switch(config-vlan)# name Administratie
```

Stappenplan

- 1 Neem de tabel over en vul deze volledig in.
- 2 Bouw dit netwerk in PacketTracer.
Let op: Per switch hoef je maar één PC op ieder VLAN aan te sluiten om jouw netwerk te testen!
- 3 Voeg op alle switches alle VLAN's toe en geef ze een naam (zie voorbeeldconfiguratie). Tip: Gebruik een kladblok, zodat je de tekst kunt kopiëren/plakken.
- 4 Configureer de VLAN's op alle switchpoorten volgens jouw tabel.
- 5 Converteer alle onderlinge switch- en routerverbindingen naar trunk-mode.
- 6 Ken de IP-adressen toe aan de router via de CLI.

- 7 Ken de IP-adressen en default gateways toe aan de PC's.
- 8 Test of de PC's uit ieder VLAN met elkaar kunnen communiceren.

Vragen

- Bekijk het VLAN-overzicht van *switch1*:

```
Switch# show vlan brief
```

Controleer of alle VLAN's zijn voorzien van een naam. Klopt dit?

- Kijk goed hoe het netwerkverkeer door de apparatuur stroomt en noteer de gevraagde datastromen in onderstaande tabel:

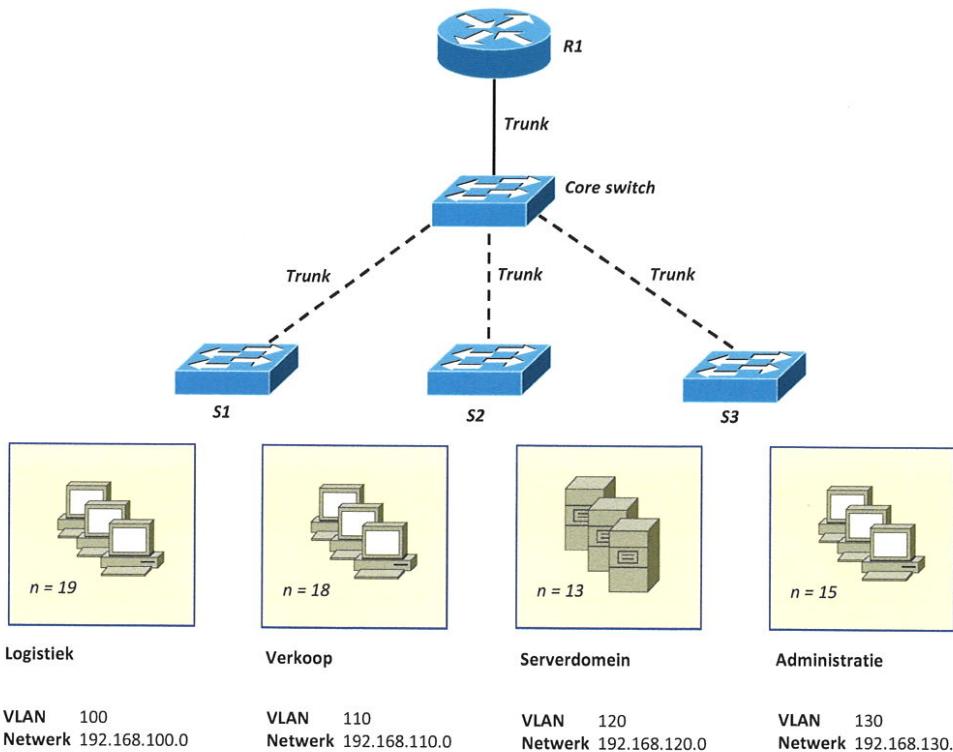
Van	Naar	Pad
V100	Router	S ₁ → S ₂ → S ₃
V100	V120	S ₁ → S ₂ → S ₃ → R ₁ → S ₃ → S ₂
V100	V100	
V120	V130	
V130	V100	
V130	V130	

- Dit netwerk blijkt goed te werken. Toch kleeft er een groot nadeel aan deze constructie. Kun je zien waarom deze topologie niet wenselijk is om in te zetten als bedrijfsnetwerk? Tip: Kijk goed naar bovenstaande tabel.
-
-
-

37 VLAN's en trunks – deel 3

Achtergrond

De klant blijkt niet tevreden met het vorige ontwerp. Het risico op uitval is te groot en de netwerkprestaties zijn te laag door alle variabele datastromen. Een nieuw ontwerp volgens onderstaande topologie moet die zorgen grotendeels wegnemen.



Doelstellingen

- Oefenen met VLAN's en trunking.
- Leren om een efficiënte dataflow te gebruiken voor al het netwerkverkeer.

Netwerkeisen

- Type router: 1941
- Type access switch: 2960
- Type core switch: PT-Empty; te voorzien van GigabitEthernet-poorten.
- Netwerkadressering: zie tekening
- VLAN-ID's: zie tekening



Opdracht

45 min.

Pas de vorige opdracht aan. Verleg de trunks en voeg de core switch toe. Bouw dit netwerk volledig en zorg ervoor dat alle systemen met elkaar kunnen communiceren. Controleer dit via ping.

Wat is nieuw?

Alle technieken heb je in vorige opdrachten al een keer toegepast. Probeer die kennis te bundelen en toe te passen.

Stappenplan

- 1 Pas het netwerk uit de vorige opdracht aan. Voeg de core switch hieraan toe.
- 2 Zet alle poorten van de core-switch in trunk-mode.
- 3 Voeg in de core switch alle VLAN's, inclusief namen toe.
- 4 Test of de PC's uit ieder VLAN met elkaar kunnen communiceren.

Vragen

- Kijk goed hoe het netwerkverkeer door de apparatuur stroomt en noteer de gevraagde datastromen in onderstaande tabel:

Van	Naar	Pad
V100	Router	S1 → Core → R1
V100	V120	S1 → Core → R1 → Core → S3
V100	V100	
V120	V130	
V130	V100	
V130	V130	

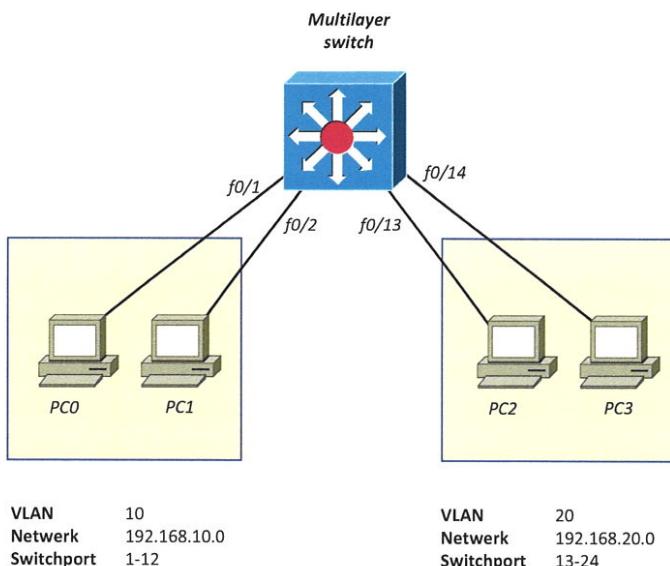
Vergelijk deze tabel met die uit de vorige opdracht. Wat is het grote verschil?

38 Multilayer switch – deel 1

Achtergrond

Het principe van *router-on-a-stick* werkt prima, maar toch blijkt het niet optimaal. De trunk-verbinding naar de router is een bottleneck, omdat daar, heen en terug, ontzettend veel verkeer overheen gaat. Dit kan de netwerkprestaties flink drukken.

Het kan ook anders, namelijk door de router én switch in één apparaat onder te brengen. Dit is de multilayer switch (= MLS).



Doelstellingen

- Leren werken met een multilayer switch.

Netwerkeisen

- Type multilayer switch: 3560
- Netwerkadressering: zie tekening
- VLAN-ID's: zie tekening



Opdracht

30 min.

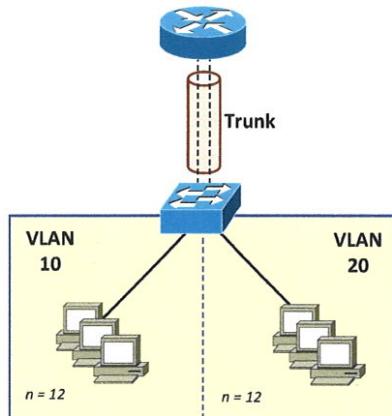
Bouw dit netwerk conform de netwerkeisen en zorg ervoor dat alle systemen met elkaar kunnen communiceren. Controleer dit via ping.

Wat is nieuw?

De multilayer switch is niet anders dan een ‘gewone’ switch, met die toevoeging dat er intern een router is opgenomen. Hierdoor kan interVLAN-routing op één apparaat worden uitgevoerd. In plaats van dat al het routerverkeer via één kabel heen én terug

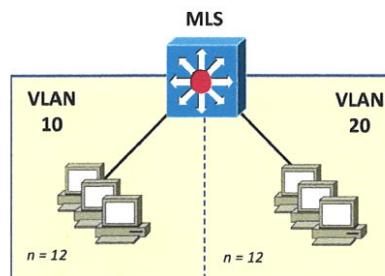
moet worden verstuurd, wordt nu alles direct doorgeschakeld waardoor de netwerk-prestaties enorm kunnen toenemen.

Routerkoppeling met VLAN's en trunk



Met één trunk kunnen meerdere virtuele routerpoorten aangemaakt worden.

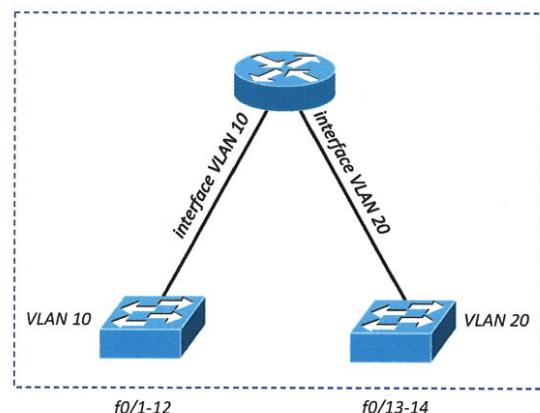
Routerkoppeling met multilayer switch



Door de router én de switch onder te brengen in één apparaat, kan elke netwerkconfiguratie flexibel en efficiënt worden ingericht.

Op het gebied van router/switch-configuratie zijn er niet veel wijzigingen ten opzichte van de vorige topologieën. Wel moet goed worden opgelet welke onderdelen van de MLS geconfigureerd moeten worden. Omdat er nu veel gevirtualiseerd wordt is het belangrijk om op je netvlies te hebben hoe de MLS er functioneel uitziet. Het volgende schema toont het functionele vervangingsschema zoals we de MLS voor deze opdracht gaan inrichten.

Functioneel vervangingsschema MLS met 2 VLAN's



De volgende handelingen zijn noodzakelijk. Activeer eerst de ‘virtuele router’.

```
Switch(config)# ip routing
```

Verdeel de switch in VLAN's:

```
Switch(config)# interface range FastEthernet0/1-12
Switch(config-if-range)# switchport access vlan 10

Switch(config)# interface range FastEthernet0/13-24
Switch(config-if-range)# switchport access vlan 20
```

De router-interfaces worden op de MLS als volgt geconfigureerd:

```
Switch(config)#interface vlan 10
Switch(config-if)#ip address 192.168.10.1 255.255.255.0

Switch(config)#interface vlan 20
Switch(config-if)#ip address 192.168.20.1 255.255.255.0
```

Stappenplan

- 1 Bouw dit netwerk in PacketTracer.
- 2 Configureer de VLAN's, virtuele router en routerpoorten.
- 3 Test of de PC's uit beide VLAN's met elkaar kunnen communiceren.

Vragen

- Een router-interface die is aangesloten op een switch heeft een MAC-adres. Bij de MLS is de router-interface virtueel. Hebben de routerpoorten in de MLS nog een MAC-adres? Zo ja, noteer die MAC-adressen. Zo nee, waarom niet?
-
-
-

- Bekijk de VLAN-overzichten in de MLS.

```
Switch# show vlan brief
```

Wat is het verschil met het VLAN-overzicht van een 'normale' switch?

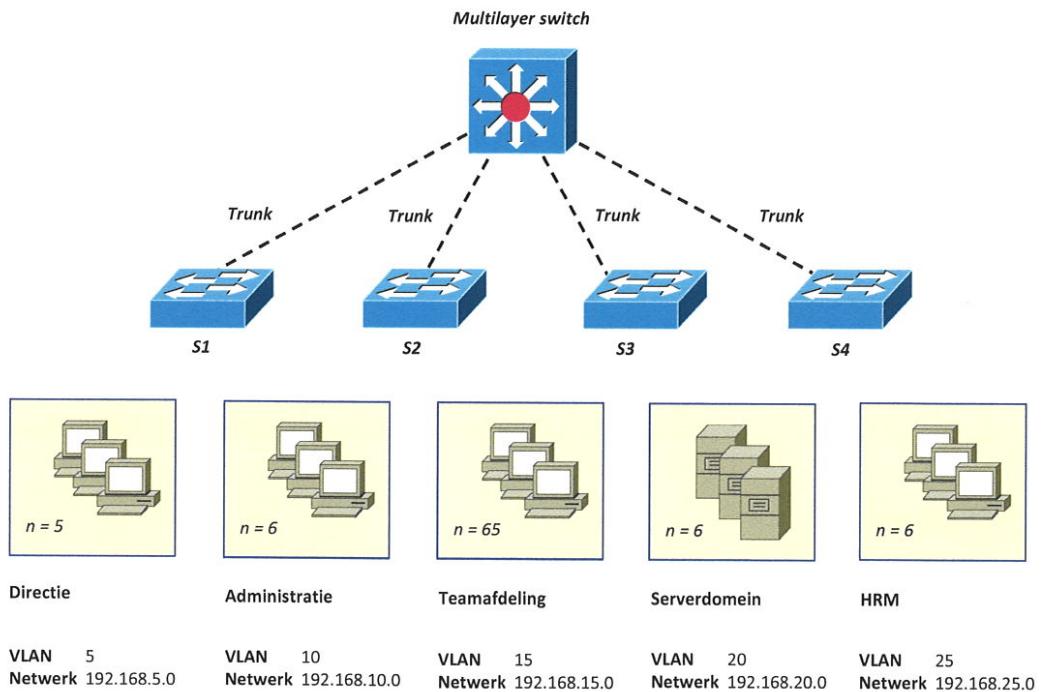
- Een router-interface kan in shutdown-mode gezet worden. Kan dat ook bij de virtuele router in de MLS? Zo ja, via welk commando is dat mogelijk?
-
-
-

- Heeft de virtuele router in de MLS ook een routeringstabell? Zo ja, via welk commando is dat op te vragen?
-
-

39 Multilayer switch – deel 2

Achtergrond

Een bedrijf, bestaande uit vijf afdelingen, ziet de werkplekken en systemen graag verdeeld over vijf netwerken. Deze netwerken moeten via VLAN's met elkaar verbonden worden. De multilayer switch verbindt alle VLAN's met elkaar. De VLAN's moeten via access switches verbonden worden.



Doelstellingen

- Leren om een MLS in te zetten als centrale switch/router voor netwerken.
- Leren om poorten in trunk-mode te zetten.

Netwerkeisen

- Type multilayer switch: 3650
- Type access switch: 2960
- Ttrunk-verbindingen: 1 Gbps
- Access-verbindingen: 100 Mbps
- Netwerkadressering: zie tekening
- VLAN-ID's: zie tekening



Opdracht

45 min.

Maak een VLAN-ontwerp voor dit netwerk en bouw dit volledig in PacketTracer. Let op: je hoeft niet alle PC's aan te sluiten, maar per VLAN op een switch slechts één systeem. Alle VLAN's moeten vernoemd worden naar de afdelingen zoals in het schema is weergegeven. Zorg ervoor dat alle systemen met elkaar kunnen communiceren. Controleer dit via ping.

Wat is nieuw?

In de vorige opdracht werden de VLAN's op de MLS aangemaakt, omdat de PC's daar direct op werden aangesloten. In deze opdracht worden de VLAN's op de access switches aangemaakt en worden de poorten op de MLS in trunk-mode gezet. Er verandert niet veel aan de vorige opdracht, behalve dat de poorten in trunk-mode gezet dienen te worden. Deze MLS heeft 24 GigabitEthernet-poorten. Als de trunks op de eerste vier poorten zijn aangesloten, kunnen ze via de range worden aangepast:

MLS

```
Switch(config)# interface range GigabitEthernet1/0/1-4
Switch(config-if-range)# switchport trunk encapsulation dot1q
Switch(config-if-range)# switchport mode trunk
```

Stappenplan

- 1 Ontwerp een VLAN-verdeling voor de access switches.
- 2 Bouw dit netwerk in PacketTracer.
- 3 Activeer de virtuele router in de MLS (ip routing).
- 4 Configureer de IP-adressen op de virtuele router-interfaces.
- 5 Configureer de trunk-poorten op de MLS (zie voorbeeldconfiguratie).
- 6 Configureer de VLAN's en trunks op de access switches.
- 7 Voeg alle VLAN's, inclusief naam, toe op alle switches (dus ook op de MLS!).
- 8 Test of de PC's uit alle VLAN's via ping met elkaar kunnen communiceren.

Vragen

- Als de poorten van de MLS in trunk-mode worden gezet, moet aangegeven worden dat de encapsulation moet worden ingesteld op dot1q. Bij de 'gewone' switch hoeft dat niet. Waarom is dit op de MLS wel nodig?
-
-
-

- Deze MLS biedt de mogelijkheid om twee *power supplies* te plaatsen. Wat is het doel van die tweede unit?

- In deze opdracht is de MLS een core router voor alle VLAN's. Er zijn nog 24 poorten over die niet in gebruik zijn. Kunnen op die poorten ook VLAN's worden toegevoegd?

- Kijk goed naar het ontwerp van jouw netwerk. Als aan jou gevraagd wordt om dit netwerk te optimaliseren (verbeteren van netwerkprestaties), wat zou je dan als eerste aanpassen?
