



SLEUTELBOEK

werkbleden

# Computernetwerken 3.0

Marc Goris



## Voorwoord

Dit zijn de werkbladen bij het Sleutelboek Computernetwerken 3.0. De opdrachten en oefeningen in deze werkbladen vormen een aanvulling bij het Sleutelboek en kunnen er moeilijk los van worden gebruikt. Deze modeloplossingen zijn geoptimaliseerd voor dubbelzijdige afdruk.

Leerkrachten kunnen de modeloplossingen van deze werkbladen bekomen via het contactformulier op de website [www.sleutelboek.eu](http://www.sleutelboek.eu) met duidelijke vermelding van de volledige naam en het e-mailadres van de aanvrager en duidelijke vermelding van de naam en locatie van de school.

Marc Goris



# Inhoudstafel

<b>1. Inleiding .....</b>	<b>7</b>
1.6 Het doel van computernetwerken .....	7
1.7 Schema van zenden en ontvangen .....	8
1.8 Telecommunicatienetwerken .....	9
1.4 Van analoog naar binair .....	15
1.6 Transmissiesnelheden .....	16
<b>2. Opbouw en werking van netwerken .....</b>	<b>17</b>
2.1 Netwerktopologieën .....	17
2.2 Het OSI reference model .....	18
2.3 Communicatieprotocollen .....	21
2.3.1 Toegangsprotocollen .....	21
2.3.2 Overdrachtsprotocollen .....	25
2.3.3 Toepassingsprotocollen .....	36
<b>3. Netwerkhardware .....</b>	<b>39</b>
3.2 Transmissiemedia en connectoren .....	39
3.2.1 Kenmerken van netwerkbekabeling .....	39
3.2.2 Coaxiale kabel .....	40
3.2.3 Twisted pair .....	42
3.2.4 Glasvezelkabel .....	44
3.2.5 Powerline communicatie .....	46
3.2.6 WiFi .....	47
3.2.7 Alternatieve draadloze technieken .....	50
3.3 Netwerkverdeeldozen .....	53
3.3.1 Repeater en hub .....	53
3.3.2 Switch .....	54
3.3.3 Bridge .....	63
3.3.4 Router .....	63
3.3.5 Wireless network access point .....	72
<b>4. Servers .....</b>	<b>77</b>
4.1 Client-server verwerking .....	77
4.2 Serverhardware .....	79
4.3 Serverdiensten .....	82
4.3.1 DHCP-server .....	82
4.3.2 Domeincontroller .....	83
4.3.4 Mailserver .....	84
4.3.5 Printserver .....	84
4.3.6 Application server (toepassingsserver) .....	85
4.3.7 Webserver (informatieserver) .....	86
4.4 Netwerkbesturingssystemen .....	87

<b>5. Netwerkbeveiliging .....</b>	<b>91</b>
5.1 Veiligheidsproblemen van een netwerk.....	91
5.2 Beveiligingsbeleid.....	95
5.3 Beveiliging van draadloze netwerken .....	97
5.4 De firewall .....	99
5.6 Virtuele netwerken .....	101
 <b>6. Het internet .....</b>	 <b>105</b>
6.1 Een beknopte geschiedenis van het internet.....	105
6.2 De werking van het internet .....	109
6.2.1 IP-routing.....	109
6.2.2 DNS-adressering .....	112
6.3 Toegang tot het internet .....	114
6.4 Diensten op het internet .....	115
6.4.1 Het wereldwijde web .....	115
6.4.2 E-mail .....	117
6.4.3 Nieuwsgroepen (usenet).....	118
6.4.4 E-commerce .....	119
6.4.5 Internettelefonie.....	120
6.4.6 Internet of things.....	121
6.5 Cloud computing.....	122

# 1. Inleiding

## 1.6 Het doel van computernetwerken

Noteer bij de onderstaande redenen om netwerken aan te leggen een duidelijk eigen voorbeeld.

Gemeenschappelijk gebruik van gegevens

Gemeenschappelijk gebruik van apparatuur

Gemeenschappelijk gebruik van software

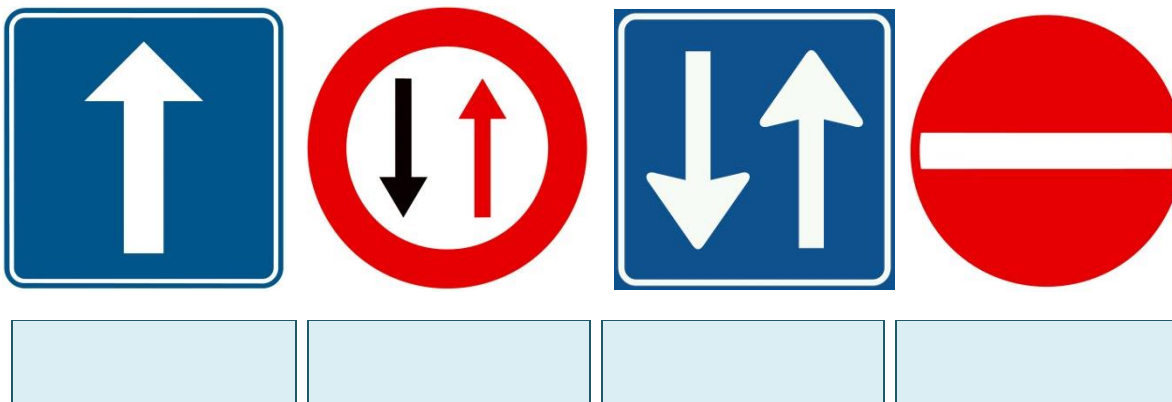
Beveiliging

Elektronische communicatie



## 1.7 Schema van zenden en ontvangen

Vergelijk communicatiemethodes met situaties in het verkeer. Noteer onder elk verkeersbord de juiste term: simplex, half-duplex, duplex.



Randapparaten communiceren met de computer. Noteer welke vorm van communicatie er bestaat voor de volgende randapparaten: simplex, half-duplex of duplex?



Stel dat Facebook een fysiek netwerk was, en Facebookgebruikers hosts op dat netwerk. Hoe verloopt dan de volgende communicatie?

	unicast	multicast	broadcast	anycast
Een vriendschapsverzoek sturen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Een video live streamen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Een bericht sturen naar alle leden van een groep.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Een bericht plaatsen dat alleen door je vrienden kan gelezen worden.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Je vrienden vragen wie van hen jou volgende week naar de luchthaven kan brengen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>



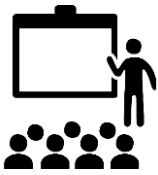
## 1.8 Telecommunicatienetwerken

### Indeling op basis van de geografische spreiding

De indeling in LAN, MAN en WAN is de meest gebruikte. Toch bestaan er volgens sommige bronnen nog andere vormen van netwerken, gebaseerd op geografische spreiding. Zoek de betekenis op van de volgende netwerktypes en verklaar ze.

MAN	
PAN	
CAN	

## Indeling op basis van de hiërarchie tussen de netwerkcomponenten



Veel filesharing netwerken werken volgens het peer-to-peer principe. Ontwerp een presentatie over het doel en de werking van filesharing netwerken. Waarom wordt bij dit soort netwerken het peer-to-peer principe toegepast? Presenteer het resultaat voor de klas.

## Indeling op basis van schakeltechniek

Zoek op welke manier de communicatie op deze netwerken verloopt en verbind ze met de juiste schakeltechniek.

telefoonnetwerk

internet

ISDN

ATM-netwerk

WiFi-netwerk

packet-switching

cell-switching

circuit-switching

message-switching

10

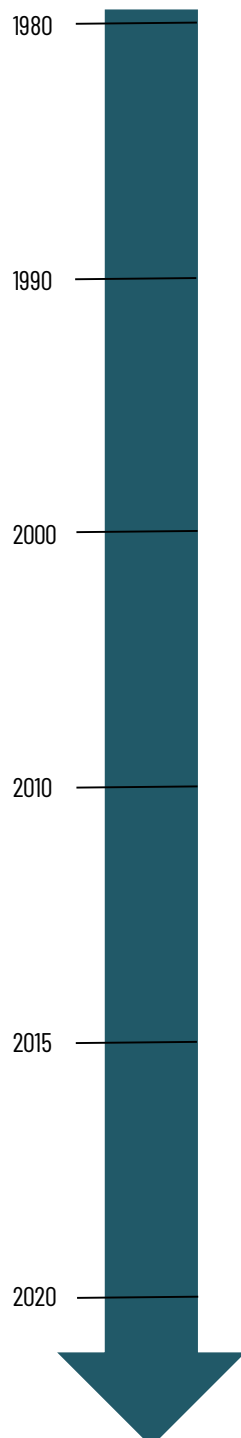


Multiplexing beter begrijpen? Lees de tekst op  
<https://www.sleutelboek.eu/web/computernetwerken30-13-telecommunicatienetwerken>

## Indeling op basis van communicatietechnologie

Zet deze technologieën op de juiste plaats op de tijdlijn

ISDN	ADSL	ADSL2	ADSL2+	SDSL	HDSL
VDSL	GPRS	UMTS	HSPDA	LTE	LTE Advanced
1G	2G	3G	4G	5G	



ISDN bestaat in verschillende vormen. Verklaar het verschil tussen bijvoorbeeld 2B+D en 30B+D.

Wat is het wezenlijke verschil tussen ADSL en SDSL?

Zowel in Vlaanderen als in Nederland zijn glasvezelaansluitingen beschikbaar. Vergelijk de mogelijkheden in beide landen met elkaar op het gebied van prijs en voorwaarden.

Wat is EDGE? Wat is het verschil met GPRS?

Wat is WiMAX? Waarom is dit bij ons nooit een succes geworden?

5G wordt het netwerk voor het Internet of Things genoemd. Waarom?



Is de straling van 5G schadelijk of niet? Verdeel de klas in twee groepen. De ene groep zoekt argumenten pro, de andere groep zoekt argumenten contra. Fact-check de informatie die je vindt. Organiseer in de klas daarna een debat.

Zoek de betekenis op van de volgende begrippen:

femtocell	
picocell	
metrocell	
microcell	
macrocell	

Hoeveel kost een abonnement op Starlink in jouw land?

## 1.4 Van analoog naar binair

Bekijk de video "Understanding Modulation" op <https://www.sleutelboek.eu/web/computernetwerken30-14-van-analoog-naar-binair> en beantwoord de volgende vragen. De video is in het Engels maar je kan de automatische vertaling naar het Nederlands in de eigenschappen van de ondertiteling inschakelen als je dat wil.



Wat is het doel van een "carrier signal"?

Om welke twee redenen zijn analoge modulatietechnieken voorbijgestreefd?

Waarvoor staat QAM? Waarom wordt die techniek gebruikt?

Bij welke telecommunicatietechnologie wordt 64 QAM gebruikt?



## 1.6 Transmissiesnelheden

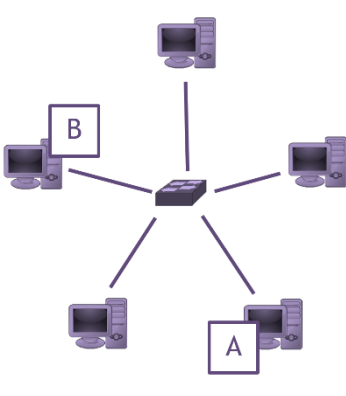
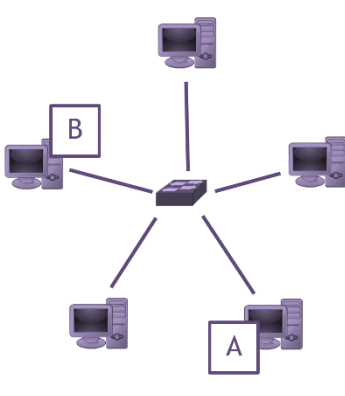
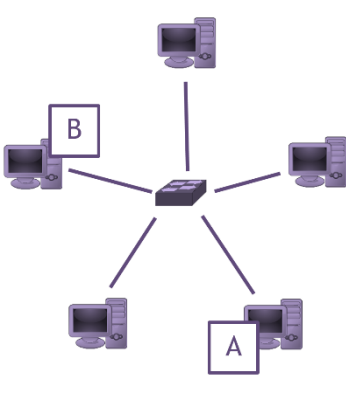
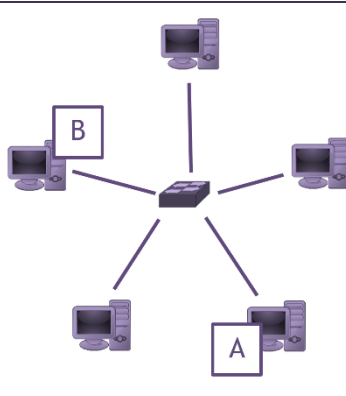
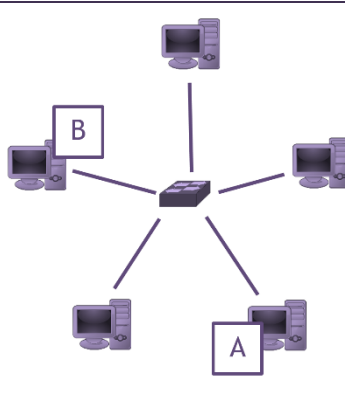
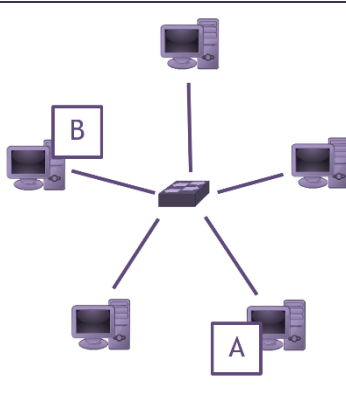
Waarom wordt het uitdrukken van de snelheid van gegevensoverdracht gebaseerd op bits (bijvoorbeeld: "megabits per seconde") en beter niet op bytes?

Waarom worden de eenheden voor gegevensoverdracht niet gebaseerd op het binair talstelsel, zoals bijvoorbeeld bij het uitdrukken van opslagcapaciteit? Met andere woorden: waarom is 1 Kbit/s gelijk aan 1000 bps en niet aan 1024 bps?

## 2. Opbouw en werking van netwerken

### 2.1 Netwerktopologieën

Een fysieke stertopologie kan functioneren als een logische ringtopologie. Schets in verschillende stappen aan de hand van de onderstaande schema's hoe dat in z'n werk gaat als computer A een bericht wil sturen naar computer B. Noteer bij elke stap kort wat er gebeurt.

		
<div>1</div>	<div>2</div>	<div>3</div>
		
<div>4</div>	<div>5</div>	<div>6</div>

## 2.2 Het OSI reference model

In het Engels bestaan er verschillende “ezelsbruggetjes” – truukjes om de volgorde van de lagen makkelijker te onthouden. Kijk maar naar dit voorbeeld, waarbij met de eerste letter van elke laag een nieuwe zin wordt gemaakt. Zo hoef je enkel het zinnetje te onthouden, en de eerste letter van ieder woord is ook de beginletter van een laag uit het OSI-model:

<b>A</b>	pplication layer	→	<b>A</b>	ll
<b>P</b>	resentation layer	→	<b>P</b>	eople
<b>S</b>	ession layer	→	<b>S</b>	eem
<b>T</b>	ransport layer	→	<b>T</b>	o
<b>N</b>	etwork layer	→	<b>N</b>	eed
<b>D</b>	atalink layer	→	<b>D</b>	ata
<b>P</b>	hysical layer	→	<b>P</b>	rocessing

Bedenk nu voor de Nederlandstalige benamingen van de 7 OSI-lagen een gelijkaardige zin. Ze hoeft natuurlijk niet hetzelfde te betekenen als de Engelse.

<b>T</b>	oepassingslaag	→	<b>T</b>	
<b>P</b>	presentatielaag	→	<b>P</b>	
<b>S</b>	essilaag	→	<b>S</b>	
<b>T</b>	ransportlaag	→	<b>T</b>	
<b>N</b>	etwerklaag	→	<b>N</b>	
<b>V</b>	erbindingslaag	→	<b>V</b>	
<b>F</b>	ysieke laag	→	<b>F</b>	

In het onderstaande verhaal, dat verder helemaal niks met computernetwerken te maken heeft, kan je toch heel sterke parallellen met het OSI reference model ontdekken. Probeer de verschillende lagen van het OSI reference model in het verhaal van elkaar te scheiden.

M'n broer studeert op kamers aan een universiteit aan de andere kant van het land. Toen hij zondagavond van thuis vertrok, bleek hij z'n laptop te zijn vergeten en die heeft hij deze week zeker nodig.

Ik besluit om hem zijn laptop toe te sturen.

Uiteraard kan je het risico niet helemaal uitsluiten dat de laptop onderweg verloren gaat.

Om te verhinderen dat een vreemde toch zou kunnen rondsnoffen in zijn persoonlijke documenten, beveilig ik het besturingssysteem eerst met een wachtwoord.

Ook de toegang tot het BIOS scherm ik met een wachtwoord af.

Uiteraard heb ik mijn broer per telefoon die wachtwoorden doorgegeven.

Maandagochtend breng ik de laptop naar de bezorgdienst. Daar krijg ik alvast een ticketje met een barcode.

Met dat ticketje kan het pakket gedurende z'n hele reis online gevolgd worden.

Vervolgens verpak ik de laptop netjes in een doos en kleef de sticker erop.

Wanneer klanten zorgen voor een correcte verpakking, geeft de bezorgdienst zelfs een waarborg tegen beschadigingen tijdens het transport.

Omdat ik weet dat m'n broer z'n laptop dringend nodig heeft, koop ik zelfs een speciale "speedy"-klever.

Met zo'n "speedy"-klever wordt het pakket prioritair behandeld en raakt het dus sneller op z'n bestemming.

Tenslotte voorzie ik mijn pakket van een etiket met het adres van m'n broer erop.

De bezorgdienst neemt m'n pakket aan en stopt ze samen met een aantal andere dozen die allemaal naar dezelfde stad moeten in een grote blauwe bak.

Op die bak staat het nummer van de vrachtwagen die de hele inhoud van de blauwe bak zal vervoeren en de postcode van de stad waar al die pakjes naartoe moeten.

Op die manier kan er niets verkeerd lopen en komen al die pakjes in de juiste stad aan.

De chauffeur laadt al de dozen uit die blauwe bak in z'n vrachtwagen en vat z'n reis aan.

Die man vervoert 'n hoop dozen maar heeft nooit ook maar enig idee wat hij juist vervoert, want hij mag de dozen natuurlijk nooit openen.

Maar 't is wel een verdomd goeie chauffeur, want nog voor de avond had m'n broer z'n laptop al.

In welke laag van het OSI reference model spelen de volgende processen zich af?

	Toepassingslaag	Presentatielaag	Sessiel laag	Transportlaag	Netwerklaag	Verbindingslaag	Fysieke laag
Een foutcontrole op de ontvangen informatie.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Het afsluiten van een netwerkverbinding.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Het bekijken van foto's op Instagram.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Het bepalen van de doorstroming van IP-pakketjes over het netwerk.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Het bepalen van de juiste spanningen op de kabels.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Het comprimeren van bestanden voor verzending.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Het gebruik van een browser om te surfen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Het maken van een netwerkverbinding.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Het opdelen van informatie in frames.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Het opdelen van informatie in pakketjes.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Het opdelen van informatie in segmenten.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Het synchroniseren van een netwerkverbinding.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Het toevoegen van een IP-adres aan een pakketje.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Het toevoegen van MAC-adressen aan frames.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Het uitvoeren van de option negotiation tussen computers.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Het versleutelen van Whatsapp-berichten met encryptie.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Het vervoer van informatie over kabels.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Het verzenden van een bericht met een e-mail client.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Het zorgen voor een betrouwbaarheidsgarantie van de gegevensoverdracht.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

## 2.3 Communicatieprotocollen

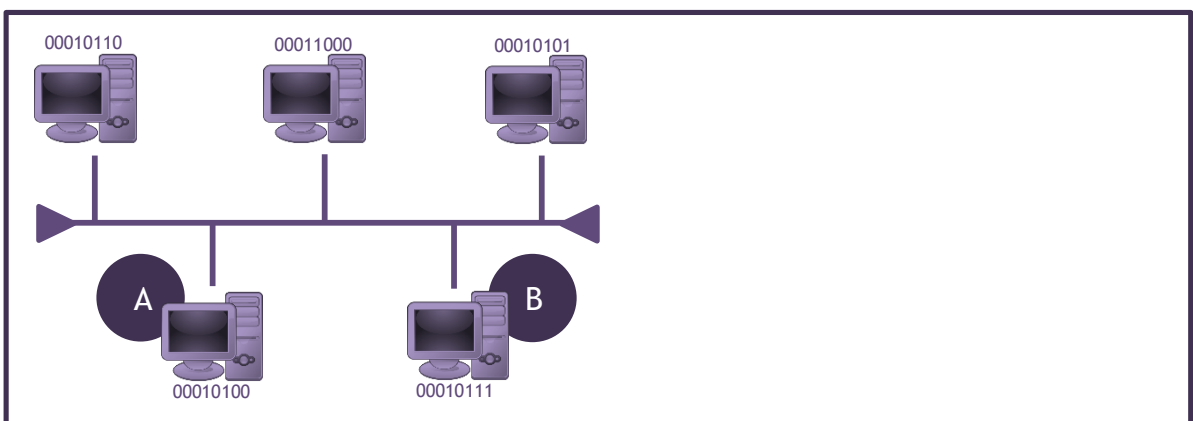
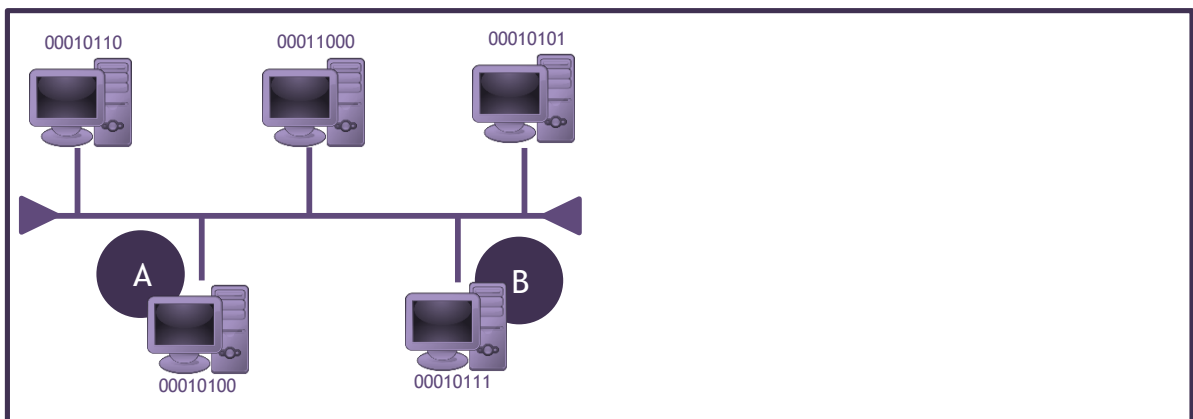
### 2.3.1 Toegangsprotocollen

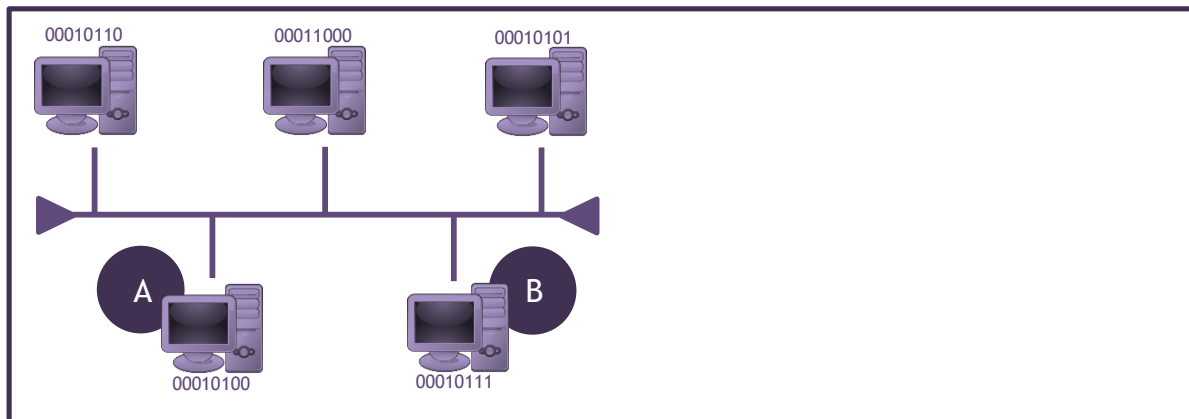
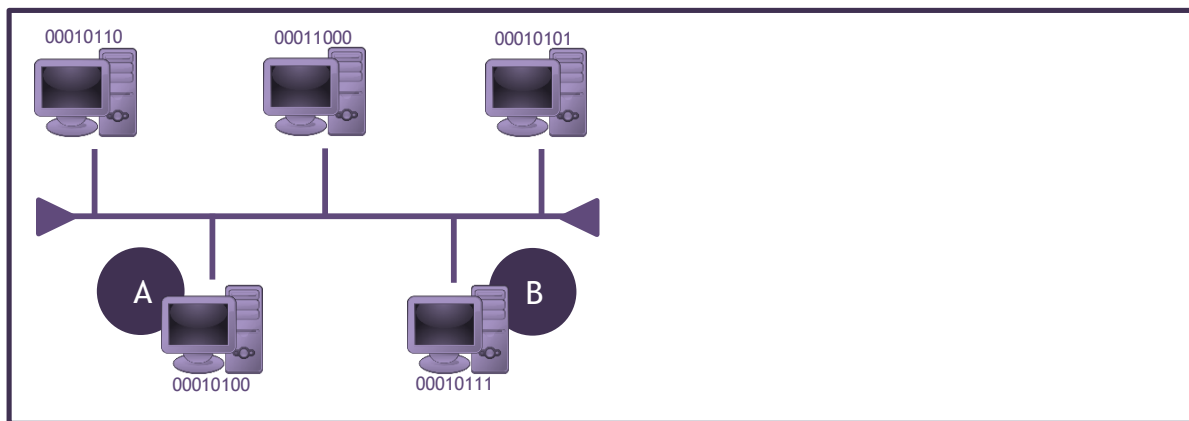
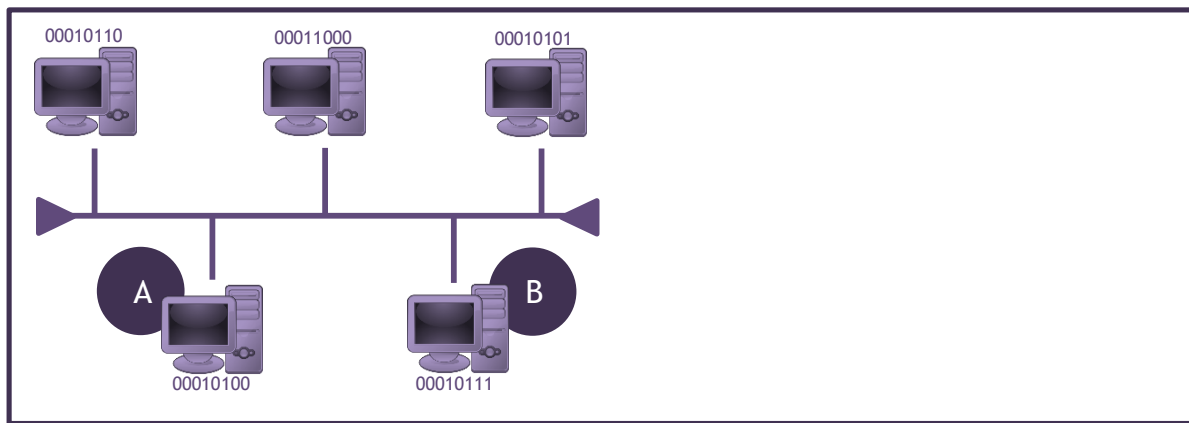
Wat is de functie van een MAU (of MSAU) in een token passing ring netwerk?

MAU =

MSAU =

Omschrijf hoe een bericht in vijf stappen over dit busnetwerk van computer A naar computer B wordt verstuurd volgens het token passing bus-principe. We gaan er van uit dat de computers in oplopende volgorde geadresseerd zijn.



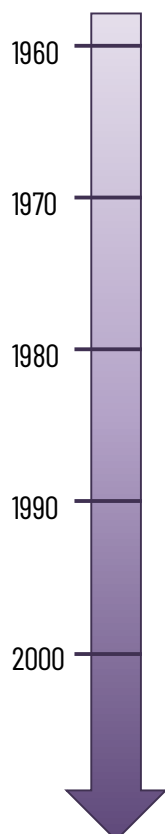


Wat zijn Ethernet jumbo-frames? Wat zijn er de voor- en nadelen van?



Ethernet maakt gebruik van het CSMA/CD-protocol. Wat is de functie van dat protocol en hoe werkt dat precies?

Toegangsprotocollen zijn ouder dan je denkt. Noteer wanneer deze protocollen ontwikkeld werden op de juiste plaats op de tijdlijn: token passing ring, ATM, Ethernet, PPP.



Een PPP-verbinding verloopt typisch in zes fases. Benoem die zes fases en omschrijf bondig wat er in elke fase gebeurt.

1

2

3

4

5

6

### 2.3.2 Overdrachtsprotocollen

Noteer voor de volgende IP-adressen of je ze kan toewijzen aan een toestel in een lokaal netwerk. Indien het geen geldig IP-adres is voor een netwerktoestel, noteer je in de laatste kolom waarom dat niet kan.

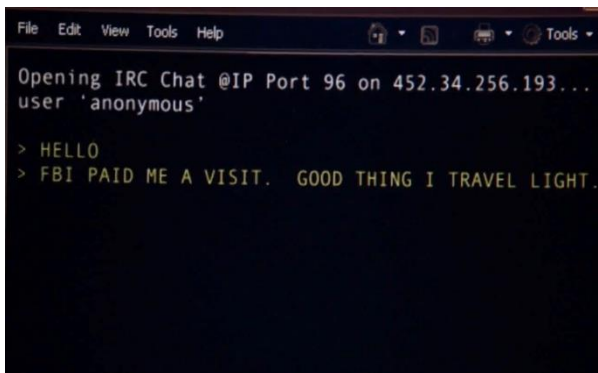
IP-adres	Geldig	Niet geldig	Verklaring: waarom niet geldig?
172.32.110.110	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
192.168.200.90	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
127.200.0.55	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
10.262.151.32	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
10.20.30.40	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
8.8.8.8	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
152.471.52	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
172.18.13.152	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
192.168.100.200	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
251.15.230.18	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
10.190.1.254	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
1.2.3.4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
172.32.255.255	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
169.254.24.241	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
255.255.255.0	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
10.11.12.13	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
192.168.100.0	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
172.52.100.1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
10.0.1.1.5	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
10.0.0.1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
192.168.10.255	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
20.152.147.25	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
172.21.0.1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
192.186.1.3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
127.0.0.1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

In televisieseries en films worden in sommige scènes IP-adressen getoond, bijvoorbeeld wanneer een hacker op het scherm probeert in te breken op een server. De makers willen vermijden om daarbij IP-adressen te gebruiken die werkelijk bestaan. Daarom steken ze vaak opzettelijk fouten in de getoonde IP-adressen. Voor de doorsnee kijker valt dat niet op, maar jij kan die valse IP-adressen vanaf nu natuurlijk zo doorzien. Welke fouten zitten in de getoonde IP-adressen?

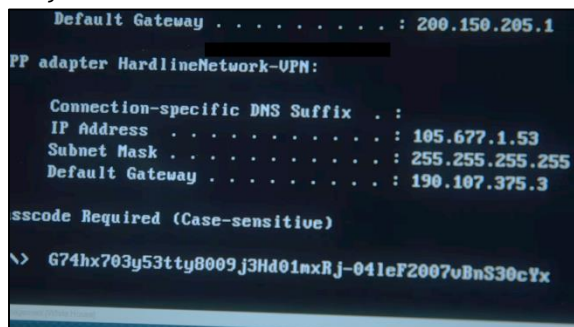
*The Net, 1995*



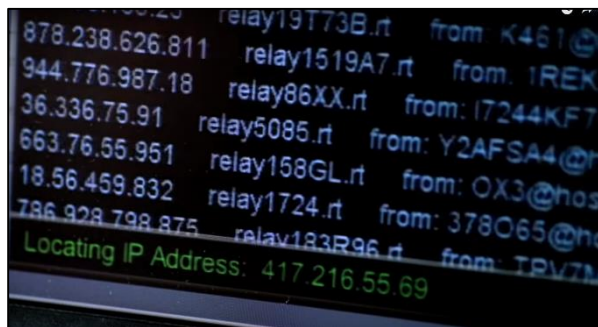
*Person of Interest, S1E13, 2012*



*Designated Survivor, S1E21, 2017*



*CSI, S2E12, 2001*



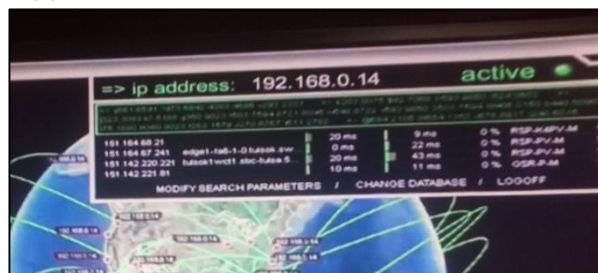
*Iron Man 3, 2013*



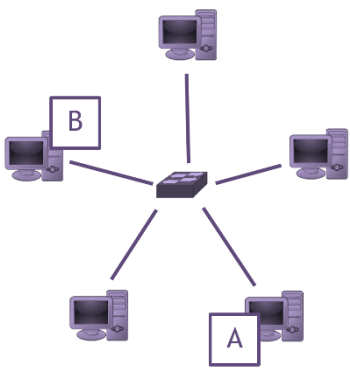
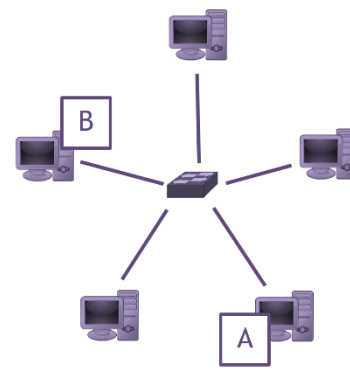
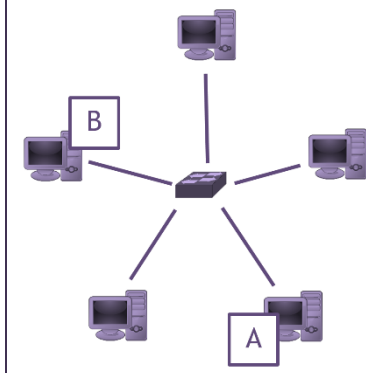
*CSI Miami*



*NCIS*



Stel aan de hand van de onderstaande schema's de werking van ARP voor, indien computer A wil communiceren met computer B, maar diens MAC-adres niet kent. Noteer in de kadertjes bondig wat er in elke stap gebeurt.

		
<div style="background-color: #333; color: white; padding: 5px; text-align: center;">1</div> <div style="border: 1px solid black; height: 150px; width: 100%;"></div>	<div style="background-color: #333; color: white; padding: 5px; text-align: center;">2</div> <div style="border: 1px solid black; height: 150px; width: 100%;"></div>	<div style="background-color: #333; color: white; padding: 5px; text-align: center;">3</div> <div style="border: 1px solid black; height: 150px; width: 100%;"></div>

In het Sleutelboek wordt het begrip subnetting verklaard. Een andere werkwijze is supernetting. Leg uit wat dit begrip betekent en hoe het werkt.

Noteer 6 verschillen tussen MAC-adressen en IP-adressen.


Bereken voor de volgende IP-adressen wat het netwerkadres is van het subnet waartoe ze behoren.

IP-adres	Netwerkadres
192.168.100.5 /24	
10.15.182.152 /13	
172.19.230.14 /18	
192.168.200.23 /16	

Wat is het loopback-adres in IPv6?

--

Noteer de volgende IPv6-adressen zo bondig mogelijk:

d02e:a23a:0000:07c4:a75a:2537:6e20:0001	
e1b9:0000:0000:b938:5b81:435d:d33e:31e1	
87ed:0005:d8c5:2b8d:c8f3:6e3f:b45c:02cb	
de87:0000:dcb2:c90d:0000:0000:a97b:3892	
f0b8:a1b8:7762:4000:fe78:e000:e000:7764	
0000:0000:0000:0000:8715:006d:5db7:6e84	
af72:e680:06ed:55a4:0f45:53b1:0703:9216	
d940:4c0b:4062:d811:0000:0000:0000:0001	

Bereken het lokale IPv6-adres voor toestellen met de volgende IPv4-adressen:

IPv4-adres	Lokaal IPv6-adres
192.168.100.52	
10.20.30.40	
172.18.65.24	
10.255.255.254	

MAC-adressen vormen de basis voor een link-local IPv6-adres. Noteer het link-local IPv6 adres voor netwerktoestellen met de volgende MAC-adressen.

MAC-adres	Link-local IPv6-adres
9C:A3:FA:55:6A:38	
A0:15:01:B1:A9:8C	
BF:3F:84:C8:34:98	
77:E8:0D:21:85:CB	
CD:1E:04:A2:22:C4	



Ga de volgende informatie na voor je computer.

- Wat is het IPv4-adres van je computer?
- Wat is het subnetmasker voor je netwerk?
- Wat is het IPv4-adres van de gateway van je netwerk?
- Wat is het MAC-adres van je computer?
- Wat is het IPv6-adres van je computer?
- Wat is de duurtijd van de IPv4 lease?

We spreken over IPv4 en IPv6. Wat is er dan gebeurd met IPv1, IPv2, IPv3 en IPv5?

Bij het beveiligen van een verbinding met IPsec (of een andere beveiligingsmethode) moet met vijf belangrijke principes rekening gehouden worden. Verbind elk van deze principes met de juiste omschrijving.

confidentiality

de gegevens moeten beschikbaar zijn voor de bestemming

integrity

de gegevens kunnen onderweg niet worden gewijzigd

availability

enkel de bestemming kan de gegevens lezen

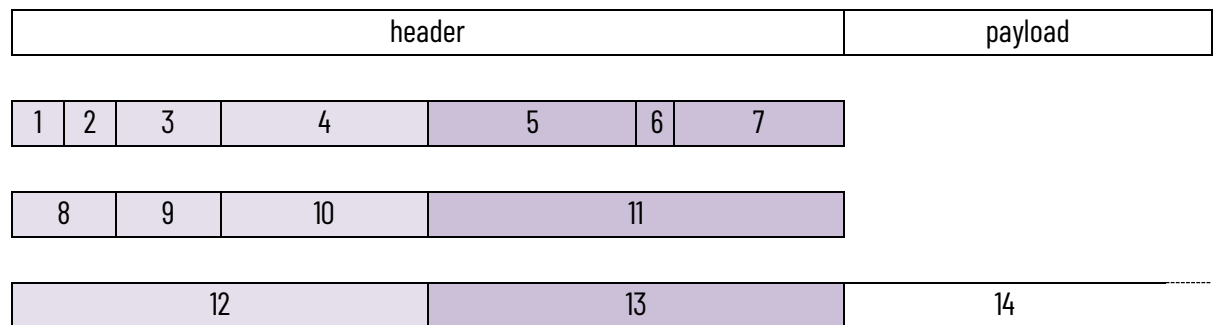
authenticity

de identiteit van de afzender blijft verborgen voor derden

anonymity

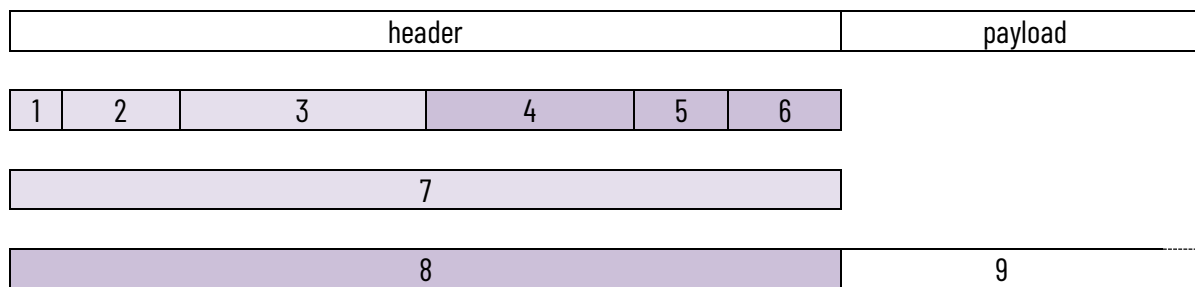
de verzender moet zijn identiteit kunnen bewijzen

Hieronder zie je de schematische voorstelling van een **IPv4-pakketje**. Zo'n pakket is opgedeeld in een header en de payload. De header bestaat uit verschillende velden. Noteer de nummertjes bij de juiste omschrijving en vul aan hoeveel bytes elk veld telt.



Nr	Omschrijving	Aantal bytes
	Betrouwbaarheid: hier kunnen vijf niveaus van betrouwbaarheidsgarantie worden opgegeven, maar wordt voor internetverkeer tegenwoordig niet gebruikt.	
	Data: dit deel bevat de eigenlijke gegevens die verstuurd worden.	
	Foutcontrole: bevat een controlewaarde voor een cyclische pariteitscontrole om na te gaan of de gegevens foutloos verzonden zijn.	
	Identificatie: bevat een unieke waarde waarmee het pakket kan worden geïdentificeerd.	
	IP-adres van de afzender	
	IP-adres van de bestemming	
	Lengte: geeft aan uit hoeveel bytes de header bestaat.	
	Opties: optioneel veld met informatie voor testen en debuggen.	
	Protocol: geeft aan welke het protocol is waarmee de inhoud van het pakketje moet behandeld worden.	
	Time to live: een teller die bij elke router met één waarde wordt verminderd. Wanneer de waarde 0 bereikt, wordt het pakketje vernietigd.	
	Totale lengte: geeft aan hoe groot het pakket (header + payload) is.	
	Versie: geeft aan welke IP-versie gebruikt wordt (hier dus versie 4).	
	Vlaggen: geeft aan uit hoeveel pakketjes een fragment werd opgedeeld en of dit pakket het laatste van het fragment is.	
	Volgnummer: geeft de plaats van het pakketje in het totale fragment aan.	

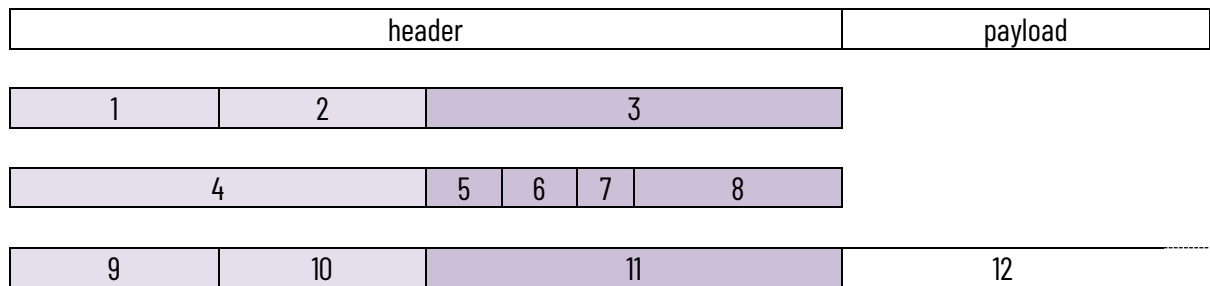
De structuur van een **IPv6-pakket** is wat eenvoudiger opgebouwd. Je opdracht is dezelfde:



Nr	Omschrijving	Aantal bytes
	Betrouwbaarheid: hier kunnen vijf niveaus van betrouwbaarheidsgarantie worden opgegeven, maar wordt voor internetverkeer tegenwoordig niet gebruikt.	
	Data: dit deel bevat de eigenlijke gegevens die verstuurd worden.	
	Flow label: bevat informatie voor een betrouwbaarheidsgarantie van het pakketje bij realtime verbindingen of streaming informatie.	
	Hop limit: een teller die bij elke router met één waarde wordt verminderd. Wanneer de waarde 0 bereikt, wordt het pakketje vernietigd.	
	IP-adres van de afzender	
	IP-adres van de bestemming	
	Lengte: geeft aan hoe groot het totale pakket is, zonder de header.	
	Next header: geeft aan hoe lang de extension headers zijn – indien er geen extension headers worden meegestuurd, heeft dit veld dezelfde functie als het protocol-veld in een IPv4-pakket.	
	Versie: geeft aan welke IP-versie gebruikt wordt (hier dus versie 6).	

Wat zijn extension headers in een IPv6-pakket?

Om informatie correct af te leveren bij de bestemming wordt die eerst opgedeeld in **TCP-segmenten**, die op hun beurt verpakt worden in IP-pakketjes. Ook TCP-segmenten worden voorzien van header-informatie:



Nr	Omschrijving	Aantal bytes
	Acknowledge-nummer: geeft de plaats aan van de eerste byte aan data van het eerstvolgende segment in het volledige bericht.	
	Bronpoort: geeft aan via welke poort <sup>1</sup> de afzender een eventueel antwoord verwacht.	
	Data: dit deel bevat de eigenlijke gegevens die verstuurd worden.	
	Doelpoort: geeft aan via welke poort <sup>1</sup> de ontvanger de informatie moet behandelen.	
	Dringend: geeft aan welke gegevens met hoogdringendheid moeten worden verstuurd. Dit wordt zelden gebruikt.	
	Foutcontrole: bevat een controlewaarde voor een cyclische pariteitscontrole om na te gaan of de gegevens foutloos verzonden zijn.	
	Gereserveerd: ruimte voorzien voor toekomstig gebruik.	
	Headerlengte: geeft aan hoe lang de header is.	
	Opties: optioneel veld.	
	Sequentienummer: geeft de plaats aan van de eerste byte aan data van dit segment in het volledige bericht.	
	Vlaggen: biedt de mogelijkheden voor 6 "statussen" die aan of uit kunnen gezet worden, bijvoorbeeld: FIN – een waarde die wordt aangezet indien het segment het laatste is van een volledig bericht.	
	Window: geeft aan hoeveel bytes de ontvanger aanvaardt vooraleer een nieuw Acknowledge-nummer gestuurd wordt.	

<sup>1</sup> Poorten geven aan met welke toepassing de informatie moet worden behandeld.

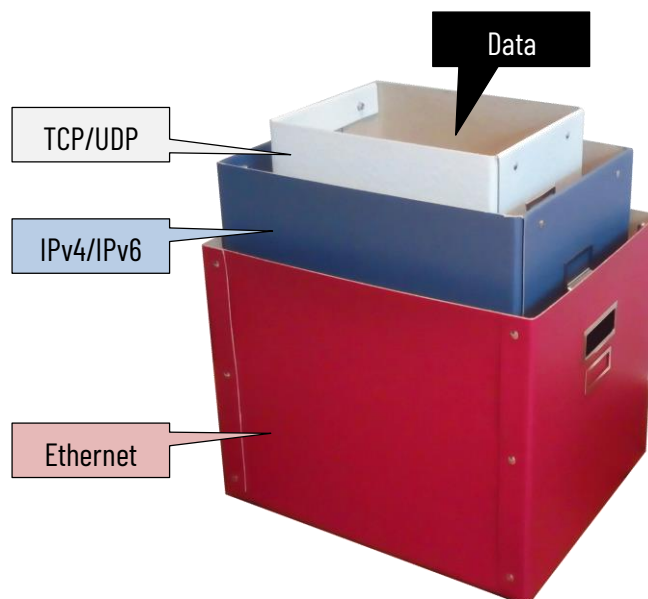
Een alternatief voor TCP is UDP, waarvan de structuur veel eenvoudiger is dan die van TCP. Zo ziet een **UDP-bericht** er uit:

header				payload
1	2	3	4	5

Nr	Omschrijving	Aantal bytes
	Bronpoort: geeft aan via welke poort de afzender een eventueel antwoord verwacht.	
	Data: dit deel bevat de eigenlijke gegevens die verstuurd worden.	
	Doelpoort: geeft aan via welke poort de ontvanger de informatie moet behandelen.	
	Foutcontrole: bevat een controlewaarde voor een cyclische pariteitscontrole om na te gaan of de gegevens foutloos verzonden zijn.	
	Lengte: geeft aan hoe lang het volledige bericht inclusief de header is.	

34

Om informatie te versturen, wordt die informatie verschillende keren verpakt: eerst in TCP-segmenten (of UDP-berichten), vervolgens in IP-pakketjes en tenslotte in ethernet-frames. Wat uiteindelijk verstuurd wordt is niet allemaal echte informatie, maar ook een heleboel bijkomende gegevens die enkel tot doel hebben om de informatie correct bij de bestemming te brengen. Die bijkomende informatie wordt in headers geplaatst. Het aandeel van header-gegevens in de totale gegevensstroom wordt de "overhead" genoemd en dat wordt uitgedrukt in procenten. Hoe kleiner de overhead, hoe efficiënter de gegevensoverdracht.



Bereken de overhead indien 1000 bytes aan echte informatie moet worden verstuurd op de volgende twee manieren, telkens zonder optionele velden in de headers:

- Via TCP/IPv6 over Ethernet:      overhead = ..... bytes = ..... %
- Via UDP/IPv4 over Ethernet:      overhead = ..... bytes = ..... %

UDP wordt ook wel omschreven als een "fire and forget"-protocol. Wat wordt daarmee bedoeld?

Duid aan welk overdrachtsprotocol voor welk soort communicatie de voorkeur geniet. Bespreek in de klas waarom dat zo is.

	TCP	UDP
Het versturen van een e-mail	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Het uploaden van bestanden naar een webserver	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Een VoIP telefoongesprek voeren	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Een online game spelen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Een website raadplegen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Een film bekijken op een streamingplatform	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Een WhatsApp berichtje sturen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Een videogesprek voeren	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

### 2.3.3 Toepassingsprotocollen

#### Controleer je netwerkverbindingen

Poortnummers geven aan van welke internetdiensten je gebruik maakt. Wanneer je een actieve internetverbinding hebt, kan je die op deze manier controleren:

- Open een opdrachtprompt in Windows (typ `cmd` in de zoekregel) of een terminal-venster in Linux of MacOS X.
- Typ het commando `netstat -n` en druk op enter.

Je krijgt nu een lijst van openstaande internetverbindingen te zien, met bij elk IP-adres ook het gebruikte poortnummer. Probeer aan de hand hiervan je netwerkverbindingen te identificeren.

Omwille van de versleuteling is HTTPS veiliger dan gewoon HTTP. Waarom wordt dit dan niet altijd toegepast?

Het SSL-protocol is gebaseerd op het gebruik van een publiek en private sleutel (zie Sleutelboek Computerhardware 9.2.2). Omschrijf in stapjes hoe dat in z'n werk gaat.



Een van de vernieuwingen in HTTP/2 is "server push". Wat wordt daarmee bedoeld?

SPDY werd bij aanvang verondersteld webpagina's sneller te laden dan HTTP. Toch blijkt uit testresultaten dat het verschil erg klein is. Wat zijn daar de redenen voor?

Wat is een NDR-rapport (met betrekking tot SMTP)? Verklaar de afkorting en het begrip.

IMAP kende in de loop van de geschiedenis verschillende versies. Welke zijn dat?

Kruis bij elke stelling het vakje aan bij het overeenkomstige protocol voor toegang van computersystemen op afstand. Soms kan je voor één stelling meerdere vakjes aankruisen.

	Telnet	SSH	RDP
Dit protocol werd ontwikkeld voor Windows besturingssystemen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Dit protocol kent een beveiliging door middel van encryptie.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Dit protocol maakt gebruik van TCP poort 3389.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Dit protocol is al meer dan 40 jaar oud.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Dit protocol gebruikt authenticatie als beveiliging.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

### Een computer van op afstand besturen

Onderzoek hoe je met Remote Desktop de besturing van een Windows computer van op afstand overneemt.

Onderzoek hoe je met TeamViewer een computer via het internet van op afstand kan besturen.

Onderzoek hoe je met Putty een Linux-computer op het lokale netwerk van op afstand kan besturen.

SNMP-meldingen worden "traps" genoemd. Er bestaan twee soorten traps. Benoem en verklaar de twee soorten traps.

## 3. Netwerkhardware

### 3.2 Transmissiemedia en connectoren

#### 3.2.1 Kenmerken van netwerkbekabeling

Wat is een riser kabel?

Kabels die aan de riser-standaard voldoen, worden aangeduid met een afkorting, die doorgaans ook op de mantel wordt afgedrukt. Wat is die afkorting en waarvoor staat ze?

Kabels die aan de plenum-standaard voldoen, worden aangeduid met een afkorting, die doorgaans ook op de mantel wordt afgedrukt. Wat is die afkorting en waarvoor staat ze?

3.2.2 Coaxiale kabel

Zoek op hoe deze connectoren voor coax-kabels heten en waarvoor ze meestal gebruikt worden.

Connector	Naam	Gebruik
 Male Female		
 Male Female		
 Male Female		
 Male Female		
 Male Female		
 Male Female		

Waarom wordt een coaxkabel "coaxiaal" genoemd?

Coaxiale kabels zijn erg gevoelig voor elektromagnetische interferentie. Vooral 4G-signalen van mobiele netwerken kunnen sommige TV-zenders die hun signaal over de distributiekabel versturen, storen. Hoe komt dat?

Wat is het "diëlectricum" in een coax-kabel?

### 3.2.3 Twisted pair

Wat is een cross-over kabel? Waarvoor wordt die gebruikt?

Een telefoonkabel is ook twisted pair. Wat is het verschil met een netwerkkabel?

In een twisted pair kabel worden bij oudere standaarden slechts vier van de acht draden effectief gebruikt. Welke functie hebben de vier schijnbaar nutteloze draden dan?

Netwerkkabels kan je kant en klaar in enkele standaardlengtes aankopen. Wat kunnen de redenen zijn om toch zelf netwerkkabels te maken?

Via twisted pair-kabels kan ook stroom geleverd worden (PoE of power over Ethernet). Welk apparaat levert dan de stroom? Geef enkele voorbeelden van zinvol gebruik.

Maak zelf een werkende twisted-pair kabel met behulp van twee RJ-45 stekkers en test de kabel uit.

### 3.2.4 Glasvezelkabel

	Juist	Fout
Glasvezels zijn slechte warmte- en elektriciteitsgeleiders.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Met PoF (power over fiber) kan ook stroom geleverd worden.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Glasvezelkabel kan niet in korte bochten worden gelegd.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Glasvezelkabel is volledig ongevoelig voor storing van buitenaf.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Het basismateriaal van glasvezelkabel is kwarts.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Multimode kabels hebben een andere grondstof dan single mode kabels.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Een kabelbreuk kan hersteld worden door middel van fusielassen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Een multimode fiber heeft een grotere diameter dan een single-mode fiber.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
FTTH (fiber to the home) kan enkel een internetverbinding aanleveren.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Glasvezeltechnologie werd uitgevonden tijdens de 2de Wereldoorlog.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Wat wordt bedoeld met het begrip "dark fiber"?

Wat is een FTU (fiber termination unit)?



Wat is een OPS en een OPH met betrekking tot PoF (power over fiber)? Verklaar ook de afkortingen.

Omdat het lichtsignaal in een glasvezelkabel over lange afstand verzwakt, worden repeaters en versterkers gebruikt om een verzwakt signaal te verbeteren. Wat is het verschil tussen een repeater en een versterker?

Er bestaan verschillende types van glasvezelkabels. Zoek op en vul de tabel aan:

Type	MultiMode	Single Mode	Maximale snelheid	Maximale afstand	kabelkleur
OM1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
OM2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
OM3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
OM4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
OM5	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
OS1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
OS2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			

### 3.2.5 Powerline communicatie

Waarvoor wordt het X10-protocol gebruikt?

Hoe kan je over hetzelfde elektriciteitsnet twee of meer verschillende netwerken realiseren?

Wat is HomePlug Green PHY?

46

Om samen standaarden uit te werken, verenigden verschillende fabrikanten zich in 2000 in de HomePlug Powerline Alliance. Ondertussen bestaat de organisatie uit meer dan 60 leden en werden al enkele grote standaarden uitgewerkt. Vul het raster in.

	Theoretische maximale snelheid	Introductiejaar
HomePlug 1.0		
HomePlug 1.0 Turbo		
HomePlug AV		
HomePlug AV2		

### 3.2.6 WiFi

Omdat de benamingen van de officiële WiFi-standaarden, zoals in de tabel in het Sleutelboek op p 65, voor gewone gebruikers moeilijk te interpreteren is, kregen de belangrijkste WiFi-standaarden een volgnummer. Op die manier is het verschil tussen de verschillende WiFi-generaties sneller duidelijk voor gewone consumenten. Vul de onderstaande tabel aan.

Generatie	Officiële standaard	Maximale doorvoersnelheid	Introductiejaar
WIFI 1	IEEE 802.11	2 Mbit/s	1997
WIFI 2			
WIFI 3			
WIFI 4			
WIFI 5			
WIFI 6			
WIFI7			

Wat is een ad-hoc draadloos netwerk?

Wat is HaLow?

Wat is Wave 2?



Verdeel de klas in twee groepen. Bereid een debat voor omtrent de risico's van straling van draadloze netwerken. De ene groep verdiept zich in de gevaren van straling, de andere groep zoekt tegenargumenten. Daarna proberen de twee groepen elkaar te overtuigen in een discussie. Je leerkracht of een onpartijdige leerling is moderator.

48

Lees het artikel "Waarom Wi-Fi 6 beter werkt en wat de opvolgers van Wi-Fi 6 gaan bieden" op <https://www.ct.nl/achtergrond/waarom-wi-fi-6-beter-werkt-en-wat-de-opvolgers-van-wi-fi-6-gaan-bieden/> en beantwoord de volgende vragen. De antwoorden zijn in het artikel terug te vinden.



Wat het nadeel van WiFi-stations die drie radiomodules hebben voor de drie WiFi-frequenties?

Wat is de verwachte doorvoersnelheid van WiFi 7?

Wat betekent "multilink" in WiFi 7?

Wat is het verschil tussen beamforming en MU-MIMO?

Welke frequentieband zou er bij WiFi 8 nog bij komen?

Welke grote vernieuwing wordt er verwacht van de IEEE 802.11bh-norm?

Welke twee vernieuwingen wordt er verwacht van de IEEE 802.11bf-norm?

### 3.2.7 Alternatieve draadloze technieken

De hiërarchie tussen netwerkcomponenten wordt vaak op verschillende manieren benoemd, afhankelijk van de gebruikte techniek. Verbind de benamingen aan de linkerkant met de juiste verbindingstechnieken aan de rechterkant.

primary - secondary

server - client

master - slave

WiFi

IrDA

Bluetooth

	IrDA	SWAP	Blue- tooth	Z-Wave	LiFi
Point-to-point verbinding mogelijk.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Point-to-multipoint verbinding mogelijk.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Optische communicatietechniek.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Werkt op de 2,4 GHz-band (Ultra High Frequency)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Niet bedoeld voor communicatie tussen computers.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Full duplex communicatie mogelijk.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Een bereik van tientallen meter mogelijk.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Is erg energiezuinig.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Het signaal kan door een muur heen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Bluetooth bestaat in 3 verschillende klassen. Vul de onderstaande tabel aan:

Klasse	Maximale afstand	Maximaal zendvermogen
Klasse 1		
Klasse 2		
Klasse 3		

Bluetooth bestaat in verschillende versies. Vul de onderstaande tabel aan:

Versie	Maximale overdrachtssnelheid	Introductiejaar
Versie 1		
Versie 2		
Versie 3		
Versie 4		
Versie 5		

Bluetooth bestaat in twee varianten: BR en LE. Wat is het verschil tussen de twee?

Z-Wave nodes kunnen ook autonoom met elkaar samenwerken, zonder tussenkomst van een controller. Geef een voorbeeld van een zinvolle toepassing?

Welke voorwaarde moet dan vervuld zijn?

LiFi maakt indoor positioning mogelijk. Wat is dat en wat is het nut hiervan?

Hoe kan een gewone laptop voorzien worden van LiFi-connectiviteit?

Een van de problemen die bij LiFi kunnen optreden is multipadvervorming. Wat is dat?

LiFi lijkt wel een zeer revolutionaire draadloze techniek. Ze werd echter al meer dan 10 jaar geleden ontwikkeld. Waarom breekt die techniek, zelfs met een internationale standaardisering niet massaal door?



### 3.3 Netwerkverdeeldozen

#### 3.3.1 Repeater en hub

Bekijk aandachtig de afbeelding van deze repeater. Over welke extra functie beschikt dit toestel?



Wat is een collision domain?

### 3.3.2 Switch

Wat is een broadcast domain?

Wat is een SFP-poort op een switch?



### Power over Ethernet

Power over Ethernet (PoE) is een technologie waarmee stroom en data tegelijkertijd over een enkele Ethernet-kabel kunnen worden verzonden. Met PoE kunnen apparaten zoals IP-telefoons, IP-camera's, draadloze toegangspunten en andere netwerkapparatuur worden gevoed via de Ethernet-kabel, wat betekent dat ze geen aparte stroomvoorziening nodig hebben en dat er minder kabels nodig zijn om deze apparaten aan te sluiten. Dat resulteert in een netter en efficiënter kabelbeheer.

PoE is beschikbaar in verschillende standaarden die verschillende vermogensniveaus ondersteunen. De meest voorkomende standaarden zijn 802.3af en 802.3at, die respectievelijk maximaal 15,4 Watt en 30 Watt vermogen kunnen leveren. Er zijn ook nieuwere standaarden zoals 802.3bt die nog hogere vermogensniveaus ondersteunen voor apparaten met hogere stroomvereisten, zoals beeldschermen en thin clients.

De stroom wordt geleverd door een PoE switch. Niet alle switches beschikken over die mogelijkheid. Switches die PoE mogelijk maken zijn gevoelig duurder dan switches die dat niet doen.

Bereken of de volgende opstelling mogelijk is. Zoek de nodige informatie over de apparatuur op, zodat je de berekeningen correct maakt.

Een bedrijf koopt een Unifi Edge Switch ES-24-250W switch en wil hierop 20 Unifi U6 Pro access points aansluiten en via PoE van stroom laten voorzien. Kan dit?

Eigenschappen van de switch:

- ▶ Standaarden: ☐ 802.3af ☐ 802.3at ☐ 802.3bt/t3 ☐ 802.3bt/t4
- ▶ Maximaal vermogen op elke poort van de switch:
- ▶ Maximaal vermogen van de switch:

Eigenschappen van de access points:

- ▶ Standaard: ☐ 802.3af ☐ 802.3at ☐ 802.3bt/t3 ☐ 802.3bt/t4
- ▶ Vermogen nodig per access point:
- ▶ Vermogen nodig voor alle access points:

Besluit: is deze opstelling mogelijk?

☐ Ja

☐ Neen

Indien neen: waarom niet?



Bereken of de volgende opstelling mogelijk is. Zoek de nodige informatie over de apparatuur op, zodat je de berekeningen correct maakt.

Een bedrijf koopt een Cisco SG220-50P switch en wil 30 telefoontoestellen en 12 access points aansluiten en via PoE van stroom laten voorzien. Kan dit?

Eigenschappen van de switch:

- ▶ Standaarden: ☐ 802.3af ☐ 802.3at ☐ 802.3bt/t3 ☐ 802.3bt/t4
- ▶ Maximaal vermogen op elke poort van de switch:
- ▶ Maximaal vermogen van de switch:

Eigenschappen van de telefoontoestellen:

- ▶ Standaard: ☐ 802.3af ☐ 802.3at ☐ 802.3bt/t3 ☐ 802.3bt/t4
- ▶ Vermogen nodig per access point:
- ▶ Vermogen nodig voor alle access points:

Eigenschappen van de access points:

- ▶ Standaard: ☐ 802.3af ☐ 802.3at ☐ 802.3bt/t3 ☐ 802.3bt/t4
- ▶ Vermogen nodig per access point:
- ▶ Vermogen nodig voor alle access points:

Besluit: is deze opstelling mogelijk?

☐ Ja

☐ Neen

Indien neen: waarom niet?

Bereken of de volgende opstelling mogelijk is. Zoek de nodige informatie over de apparatuur op, zodat je de berekeningen correct maakt.

Een bedrijf koopt een HP Procurve 2530-24G switch en wil hierop 14 Hikvision DS-2CD2083G2-i beveiligingscamera's en 2 DS-2SE7C144IW-AE (32x/4)(S5) buitencamera's aansluiten en via PoE van stroom laten voorzien. Kan dit?

Eigenschappen van de switch:

- ▶ Standaarden: ☐ 802.3af ☐ 802.3at ☐ 802.3bt/t3 ☐ 802.3bt/t4
- ▶ Maximaal vermogen op elke poort van de switch:
- ▶ Maximaal vermogen van de switch:

Eigenschappen van de beveiligingscamera's:

- ▶ Standaard: ☐ 802.3af ☐ 802.3at ☐ 802.3bt/t3 ☐ 802.3bt/t4
- ▶ Vermogen nodig per access point:
- ▶ Vermogen nodig voor alle access points:

Eigenschappen van de buitencamera's:

- ▶ Standaard: ☐ 802.3af ☐ 802.3at ☐ 802.3bt/t3 ☐ 802.3bt/t4
- ▶ Vermogen nodig per access point:
- ▶ Vermogen nodig voor alle access points:

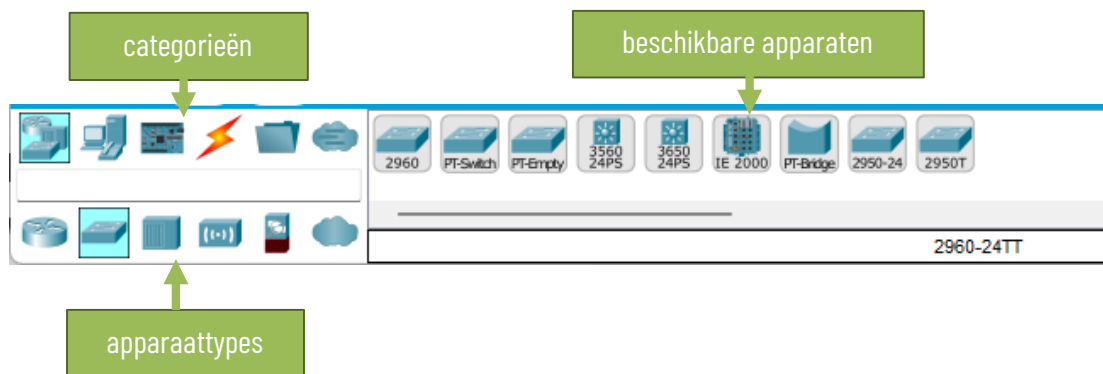
Besluit: is deze opstelling mogelijk?

☐ Ja ☐ Neen

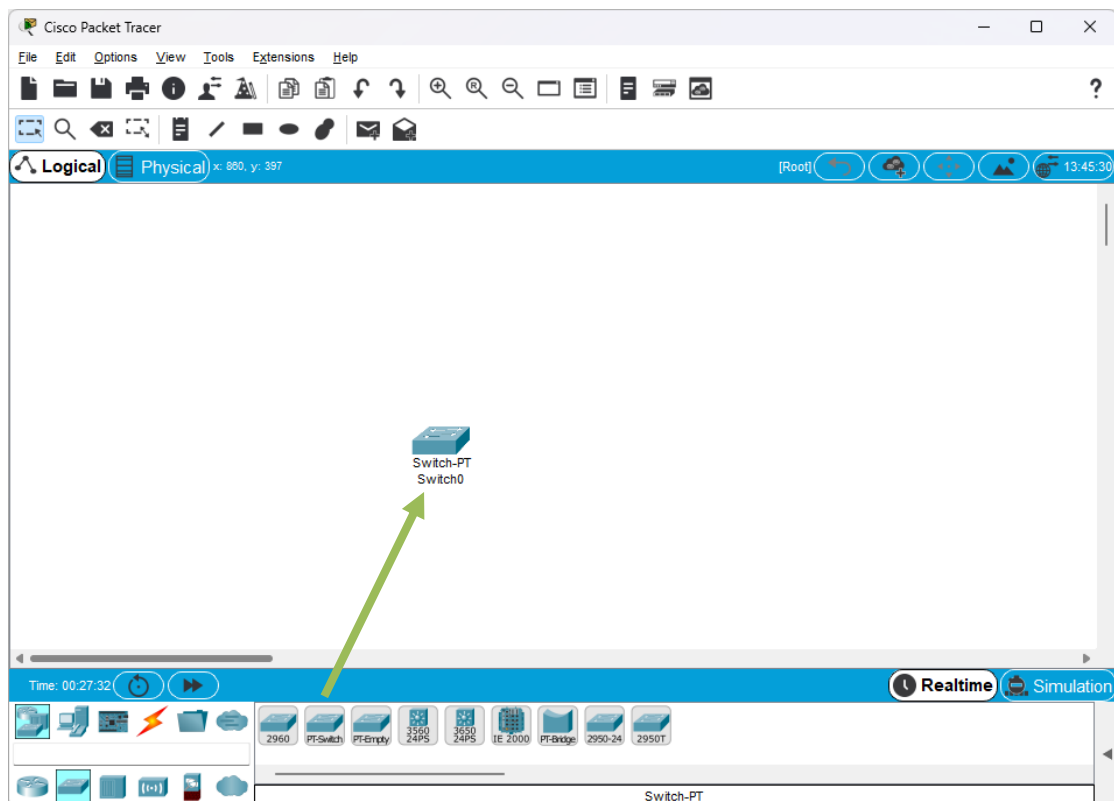
Indien neen: waarom niet?

Packet Tracer is een simulatieprogramma ontwikkeld door CISCO waarmee je een hele netwerkopstelling kan simuleren en uittesten. Je configureert de netwerkapparaten door middel van een terminal window.

- ☐ Download de meest recente gratis versie van Packet Tracer op je computer.
- ☐ Open Packet Tracer en maak een gratis account aan. Je moet hiervoor wel een werkend e-mail adres opgeven. Indien je later wil vermijden dat je op je gewone e-mail adres berichten van Cisco of van hun commerciële partners ontvangt, maak je een gratis tijdelijk e-mail adres aan op een gratis webmaildienst.
- ☐ Onderaan links in het venster kan je apparaten kiezen. In de bovenste rij staan de categorieën van apparaten, daaronder staan de apparaattypes en rechts worden dan de beschikbare apparaten getoond:

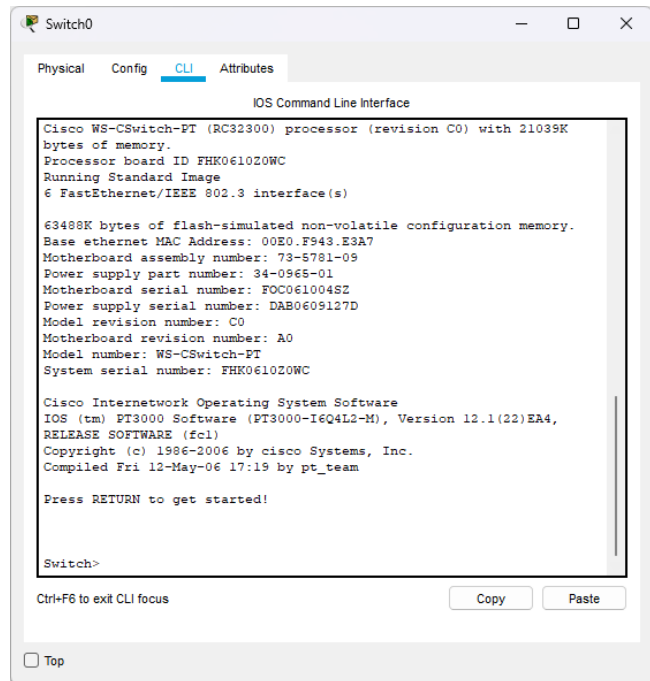


- ☐ Voeg de PT-switch toe door die naar het ontwerpvenster te slepen.

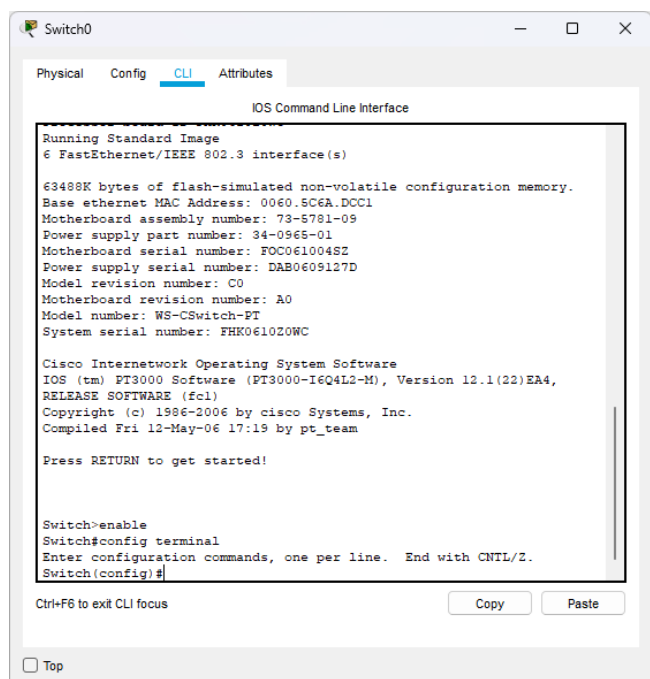


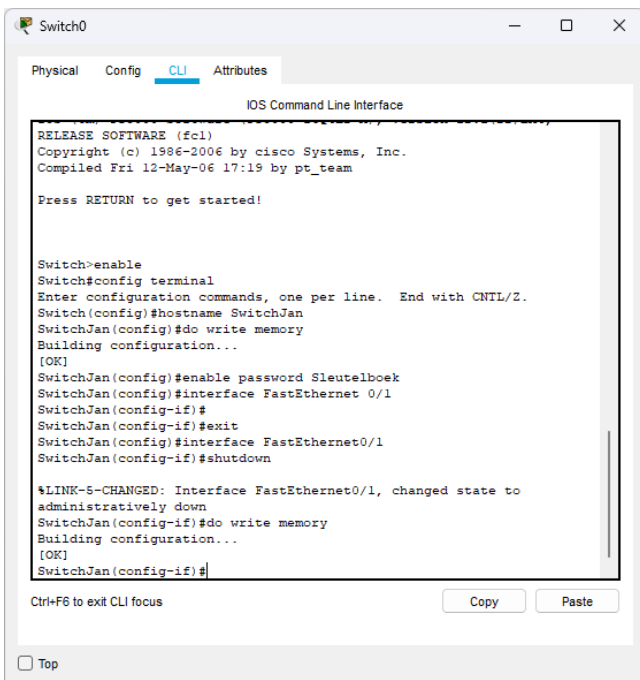
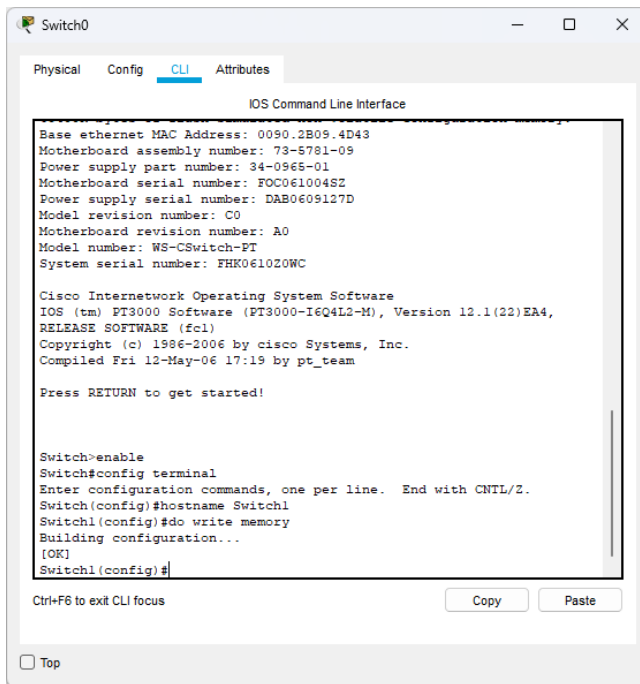
- Dubbelklik op de switch en klik op het tabblad CLI. Dit venster geeft het terminal window weer waarin je de commando's geeft. Druk op de enter-toets om te starten.

Cisco apparatuur kent drie verschillende toegangsniveaus:



- Open eerst de privileged EXEC mode en vervolgens de global configuration mode. Je merkt dat je in de global configuration mode bent als **(config)#** in de command prompt staat.





- ❑ Je kan nu wijzigingen aan de switch uitvoeren. Laten we bijvoorbeeld de naam van de switch wijzigen. Daarvoor gebruik je het commando **hostname**, gevolgd door de naam die je de switch wil geven. Geef je switch de naam "Switch1".
- ❑ Om de wijziging vast te leggen in de switch, gebruik je het commando **do write memory**.
- ❑ Stel nu een wachtwoord in met het commando **enable password**, gevolgd door het wachtwoord dat je wil instellen.
- ❑ Deze switch beschikt over 6 poorten die aangeduid worden als "FastEthernet 0/1" tot en met "FastEthernet 6/1". Je kan een poort afzonderlijk configureren met het commando **interface** gevolgd door de naam van de poort, bijvoorbeeld: **interface FastEthernet 0/1**. Nu kan je deze poort configureren. Als je de poort bijvoorbeeld wil uitschakelen, gebruik je het commando **shutdown**.
- ❑ Wijzigingen moet je steeds bewaren met **do write memory**.
- ❑ Schakel de poort weer in met het commando **no shutdown**. Vergeet niet om de wijziging te bewaren.

Alle wijzigingen die je in het CLI-venster kan maken, kan je in Packet Tracer eveneens instellen via het tabblad "Config", maar dat venster heb je natuurlijk niet als je een echte switch configureert door middel van een consolekabel.

Bewaar je project met als naam "Simulatie-[je naam]".

Om via een webinterface toegang te krijgen tot een switch, moet je het IP-adres van die switch kennen en weten hoe je kan aanmelden. Die gegevens kan je makkelijk opzoeken op het internet. Zoek de volgende informatie op over deze switches:



Switch	Standaard IP-adres	Standaard gebruiker	Standaard wachtwoord
HPE 1920S-48G			
Linksys LGS328PC			
Netgear GS724T			
TP-Link TL-SG108E			
Ubiquiti Unifi US-16-XG			

#### De configuratie van een switch controleren en aanpassen.

- ☐ Stel de switch eerst in op fabrieksinstellingen.
- ☐ Zoek het standaard IP-adres en de standaard aanmeldingsgegevens van de switch op en noteer ze.
- ☐ Geef de ethernet netwerkkkaart (niet de netwerkkkaart van je draadloos netwerk) van je computer een statisch IP-adres dat hetzelfde is als het standaard IP-adres van de switch, maar het laatste getal verhoog je met 1 – dus bijvoorbeeld: als het standaard IP-adres 192.168.1.1 is, dan geef je je computer het IP-adres 192.168.1.2. Stel als subnetmasker hetzelfde subnetmasker in als dat van de switch. De andere adressen (gateway en DNS) laat je gewoon leeg.

Meer uitleg over het instellen van een statisch IP-adres: <https://www.pc-tips.info/tips/windows-tips/vast-ip-adres-instellen-in-windows-11-of-10/>

- ☐ Verbind de netwerkpoort van je computer met de switch door middel van een netwerkkabel.
- ☐ Open een browser en geef in de adresregel het IP-adres van de switch in.
- ☐ Meld je aan op de switch met de standaard aanmeldingsgegevens.
- ☐ Zorg dat er een internetverbinding is met de switch. Indien nodig stel je de switch zo in dat die automatisch een IP-adres krijgt van de router (via DHCP). Ook je computer moet automatisch een IP-adres krijgen.
- ☐ Controleer of er firmware updates beschikbaar zijn en installeer die.
- ☐ Wijzig het standaard wachtwoord van de switch naar een zelfgekozen wachtwoord, dat voldoet aan alle vereisten van een sterk wachtwoord. Bij sommige switches zal je daarna opnieuw moeten aanmelden met dat nieuwe wachtwoord.
- ☐ Wijzig de naam van de switch naar "Switch-[je voornaam]".
- ☐ Stel de datum en tijd correct in.
- ☐ Sta het gebruik van jumbo-frames toe.

- ☐ Stel de eerste vier poorten in voor Power over Ethernet, indien de switch over die mogelijkheid beschikt.
- ☐ Schakel loopback-detection in.
- ☐ Wijzig de adresgegevens van de switch:
  - ✓ IP-adres: 192.168.200.2
  - ✓ Subnetmasker: 255.255.255.0 (of /24)
  - ✓ Gateway: 192.168.200.1

Nadat je de adresgegevens van de switch gewijzigd hebt, valt de verbinding met de switch weg. Hoe kan je dat verklaren?

Hoe kan je dit oplossen?

- ☐ Bewaar indien nodig alle instellingen, zodat die niet kunnen verloren gaan wanneer de switch wordt uitgeschakeld.
- ☐ Maak een back-up van de instellingen van de switch en bewaar het bestand op je computer.
- ☐ Schakel de switch netjes uit via de webinterface.

### 3.3.3 Bridge

Wat is source route bridging?

### 3.3.4 Router

Surf naar deze webpagina: [https://www.cisco.com/c/nl\\_nl/solutions/small-business/resource-center/networking/what-is-a-router.html#~typen-routers](https://www.cisco.com/c/nl_nl/solutions/small-business/resource-center/networking/what-is-a-router.html#~typen-routers). Kruis telkens het juiste routertype aan.



	core-router	edge-router	distributie-router	draadloze router	virtuele router
Dit type van routers is ideaal voor bedrijven die flexibiliteit zoeken.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Dit type van routers wordt als cloudsoftware als een service aangeboden.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Dit type van routers wordt gebruikt door cloudproviders.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Dit type van routers wordt gebruikt door serviceproviders.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Dit type van routers wordt ook gateway-router genoemd.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Dit type van routers wordt ook interne router genoemd.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Dit type van routers wordt ook residentiële gateway genoemd.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Dit type van routers zijn gangbaar voor thuisnetwerken.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

### Wat is een software router?

Voer de volgende configuratie van een professionele router uit. Indien jouw router niet over een bepaalde functie beschikt, sla je die stap gewoon over.

- ☐ Stel de router eerst in op fabrieksinstellingen.
- ☐ Zoek het standaard IP-adres en de standaard aanmeldingsgegevens van de router op en noteer ze.
- ☐ Geef de ethernet netwerkkkaart (niet de netwerkkkaart van je draadloos netwerk) van je computer een statisch IP-adres dat hetzelfde is als het standaard IP-adres van de router, maar het laatste getal verhoog je met 1 – dus bijvoorbeeld: als het standaard IP-adres 192.168.1.1 is, dan geef je je computer het IP-adres 192.168.1.2. Stel als subnetmasker hetzelfde subnetmasker in als dat van de router. De andere adressen (gateway en DNS) laat je gewoon leeg.

Meer uitleg over het instellen van een statisch IP-adres: <https://www.pc-tips.info/tips/windows-tips/vast-ip-adres-instellen-in-windows-11-of-10/>

- ☐ Verbind de netwerkpoot van je computer met de router door middel van een netwerkkabel. De meeste routers beschikken over meerdere netwerkpooten. Eentje daarvan wordt als “WAN” aangeduid. Die dient voor de kabel met het internetsignaal. De andere poorten worden als “LAN” aangeduid. Gebruik een van de LAN-poorten om je computer te verbinden. Gebruik alleszins niet de consolepoort!
- ☐ Verbind de WAN-poort van de router met een kabel die een internetverbinding heeft.
- ☐ Open een browser en geef in de adresregel het IP-adres van de router in.
- ☐ Meld je aan op de router met de standaard aanmeldingsgegevens.
- ☐ Controleer of er firmware updates beschikbaar zijn en installeer die.
- ☐ Wijzig het standaard wachtwoord van de router naar een zelfgekozen wachtwoord, dat voldoet aan alle vereisten van een sterk wachtwoord. Bij sommige routers zal je daarna opnieuw moeten aanmelden met dat nieuwe wachtwoord.
- ☐ Wijzig de naam van de router naar “Router-[je voornaam]”.

- ☐ Stel de datum en tijd correct in.
- ☐ Wijzig de adresgegevens van de WAN-zijde naar een vast IP-adres binnen het bereik van de internettoegang. Normaal gezien worden die gegevens ter beschikking gesteld door de provider. Voor deze oefening krijg je die gegevens van je leerkracht.

*TIP voor de leerkracht: vraag bij de ICT-coördinator van de school naar het IP-adres dat je mag gebruiken.*

- ☐ Wijzig de adresgegevens van de router:
  - ✓ IP-adres: 192.168.200.1
  - ✓ Subnetmasker: 255.255.255.0 (of /24)

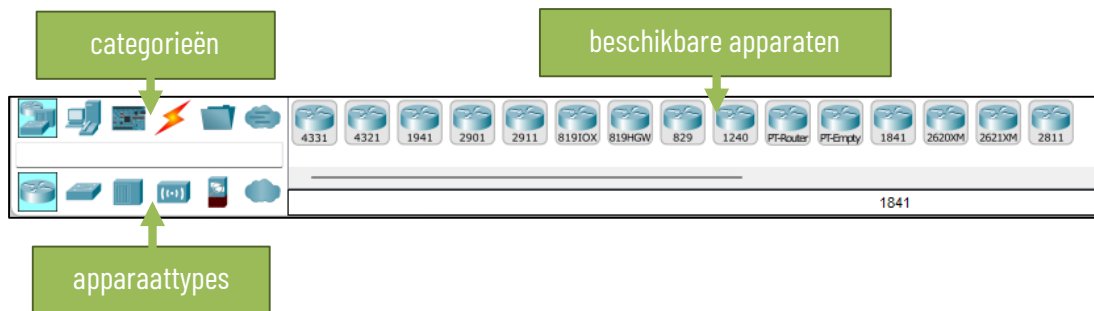
Nadat je de adresgegevens van de draadloze router gewijzigd hebt, valt de verbinding met de router weg. Hoe kan je dat verklaren?

Hoe kan je dit oplossen?

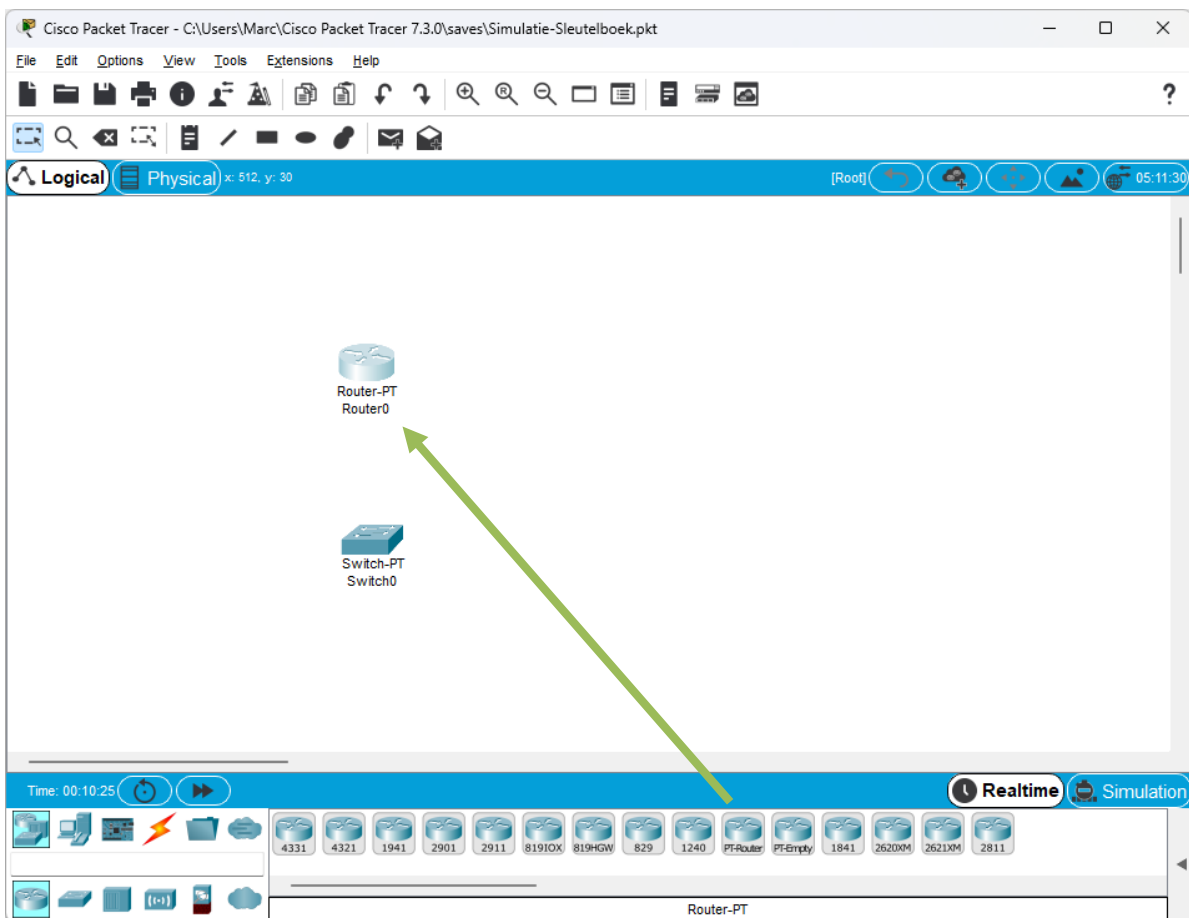
- ☐ Schakel de firewall van de router in.
- ☐ Zorg dat de firewall de website [www.elkspel.nl](http://www.elkspel.nl) blokkeert.
- ☐ Zorg dat al het inkomende en uitgaande verkeer van poorten 80 en 443 toelaat – dat zijn de standaardpoorten voor het wereldwijde web (http en https). Indien je ook protocollen moet kiezen, zorg dan dat de poorten toegelaten zijn voor zowel TCP als UDP.
- ☐ Schakel de DHCP-server in en stel het DHCP-bereik in tussen 192.168.200.100 en 192.168.200.254. Het subnetmasker is 255.255.255.0.
- ☐ Wijzig op je Windows-computer het IP-adres van statisch naar dynamisch. Controleer welk IP-adres je computer gekregen heeft. Indien dat een IP-adres is binnen het bereik dat je hebt ingesteld, werkt je DHCP-server.
- ☐ Bewaar indien nodig alle instellingen, zodat die niet kunnen verloren gaan wanneer de router wordt uitgeschakeld.
- ☐ Maak een back-up van de instellingen van de router en bewaar het bestand op je computer.

Open Cisco Packet Tracer en meld je indien nodig aan met het account dat je eerder had aangemaakt. Voer dan de volgende opdracht uit.

- ☐ Open in Packet Tracer het bestand met daarin de switch die je eerder al hebt geconfigureerd.
- ☐ Onderaan links in het venster kan je apparaten kiezen. In de bovenste rij staan de categorieën van apparaten, daaronder staan de apparaattypes en rechts worden dan de beschikbare apparaten getoond:



- ☐ Voeg de PT-router toe door die naar het ontwerpvenster te slepen.



- ❑ Klik op de router en klik op het tabblad CLI. Dit venster geeft het terminal window weer waarin je de commando's geeft.
- ❑ Antwoord op de vraag die gesteld wordt met "n" en druk op de enter-toets.

```

Router0
Physical Config CLI Attributes
IOS Command Line Interface

SOFTWARE (fc5)
Technical Support: http://www.cisco.com/techsupport
Copyright (c) 1986-2005 by cisco Systems, Inc.
Compiled Wed 27-Apr-04 19:01 by mivang

PT 1001 (PTSC2005) processor (revision 0x200) with 60416K/5120K bytes
of memory
.
Processor board ID PT0123 (0123)
PT2005 processor: part number 0, mask 01
Bridging software.
X.25 software, Version 3.0.0.
4 FastEthernet/IEEE 802.3 interface(s)
2 Low-speed serial(sync/async) network interface(s)
32K bytes of non-volatile configuration memory.
63488K bytes of ATA CompactFlash (Read/Write)

--- System Configuration Dialog ---

Would you like to enter the initial configuration dialog? [yes/no]: n

Press RETURN to get started!

Router>
  
```

- ❑ Open eerst de privileged EXEC mode met het codewoord **enable** en vervolgens de global configuration mode met het codewoord **configure terminal**. Je merkt dat je in de global configuration mode bent als (config)# in de command prompt staat.

```

Router0
Physical Config CLI Attributes
IOS Command Line Interface

Compiled Wed 27-Apr-04 19:01 by mivang

PT 1001 (PTSC2005) processor (revision 0x200) with 60416K/5120K bytes
of memory
.
Processor board ID PT0123 (0123)
PT2005 processor: part number 0, mask 01
Bridging software.
X.25 software, Version 3.0.0.
4 FastEthernet/IEEE 802.3 interface(s)
2 Low-speed serial(sync/async) network interface(s)
32K bytes of non-volatile configuration memory.
63488K bytes of ATA CompactFlash (Read/Write)

--- System Configuration Dialog ---

Would you like to enter the initial configuration dialog? [yes/no]: n

Press RETURN to get started!

Router>enable
Router#configure terminal
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
Router(config)#
  
```

- ❑ Je kan nu wijzigingen aan de router uitvoeren. Laten we bijvoorbeeld de naam van de switch wijzigen. Daarvoor gebruik je het commando **hostname**, gevolgd door de naam die je de router gaat geven: "Router1".
- ❑ Stel nu een wachtwoord in met het commando **enable password**, gevolgd door het wachtwoord dat je wil instellen.
- ❑ Bewaar de wijzigingen met het commando **do write memory**.

```

Router0
Physical Config CLI Attributes
IOS Command Line Interface

Processor board ID PT0123 (0123)
PT2005 processor: part number 0, mask 01
Bridging software.
X.25 software, Version 3.0.0.
4 FastEthernet/IEEE 802.3 interface(s)
2 Low-speed serial(sync/async) network interface(s)
32K bytes of non-volatile configuration memory.
63488K bytes of ATA CompactFlash (Read/Write)

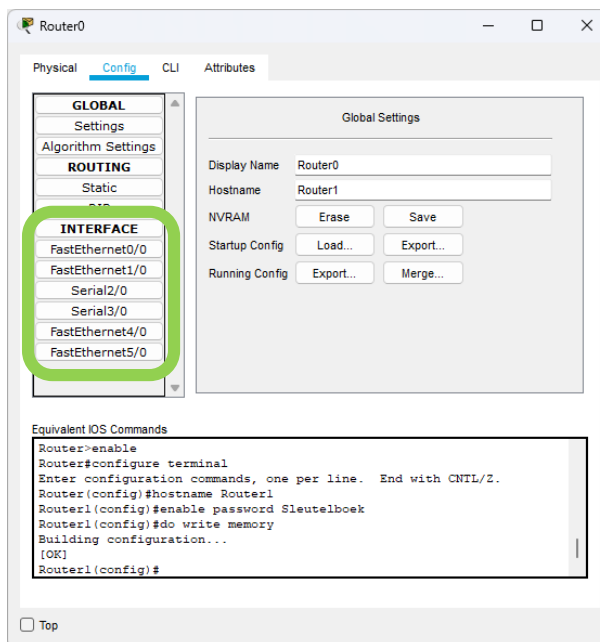
--- System Configuration Dialog ---

Would you like to enter the initial configuration dialog? [yes/no]: n

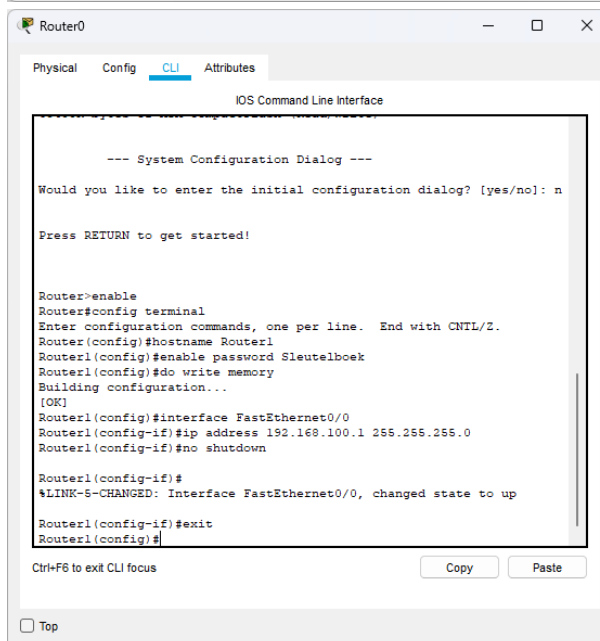
Press RETURN to get started!

Router>enable
Router#configure terminal
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
Router1(config)#hostname Router1
Router1(config)#enable password Sleutelboek
Router1(config)#do write memory
Building configuration...
[OK]
Router1(config)#
  
```

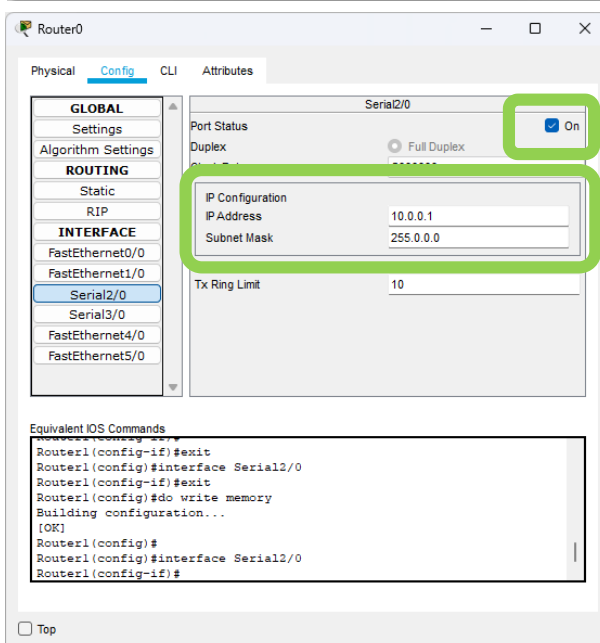
- ❑ Klik op het tabblad "Config". Hier kan je onder het titeltje "Interface" zien dat deze router beschikt over 6 poorten: 2 seriële poorten en 4 ethernet-poorten. Je ziet ook de namen van die poorten. Anders dan bij een switch kan je bij een router elke interface een ander IP-adres geven. Door elke interface een IP-adres in een heel ander bereik te geven, kan je met je router verschillende netwerken met elkaar verbinden.



- ❑ We passen de eigenschappen van de interface FastEthernet 0/0 aan. Klik op het tabblad CLI en geef het commando `interface FastEthernet0/0` in. Je merkt dat je de interface kan configureren als `(config-if)#` in de command prompt staat.
- ❑ We geven deze interface het IP-adres 192.168.100.1 en het subnetmasker 255.255.255.0 met het commando `ip address 192.168.100.1 255.255.255.0`. Dit wordt het LAN-adres van de router voor het lokale netwerk.
- ❑ De poort moet nog geactiveerd worden met het commando `no shutdown`.
- ❑ Je verlaat de configuratie van de netwerkpoort met het commando `exit`.

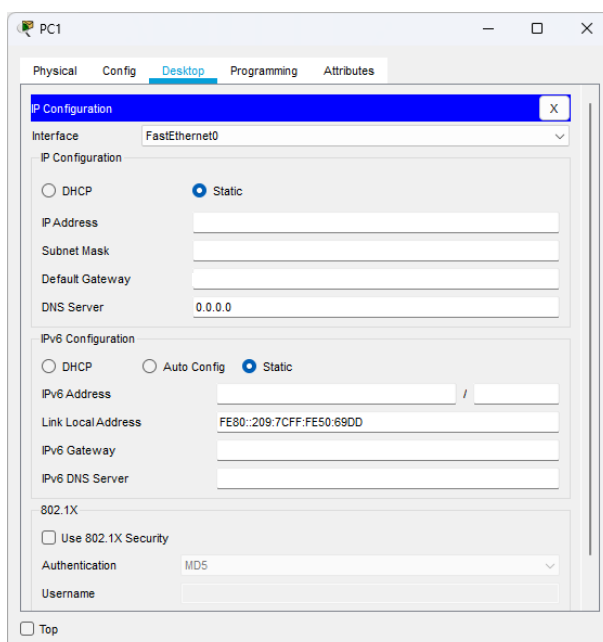
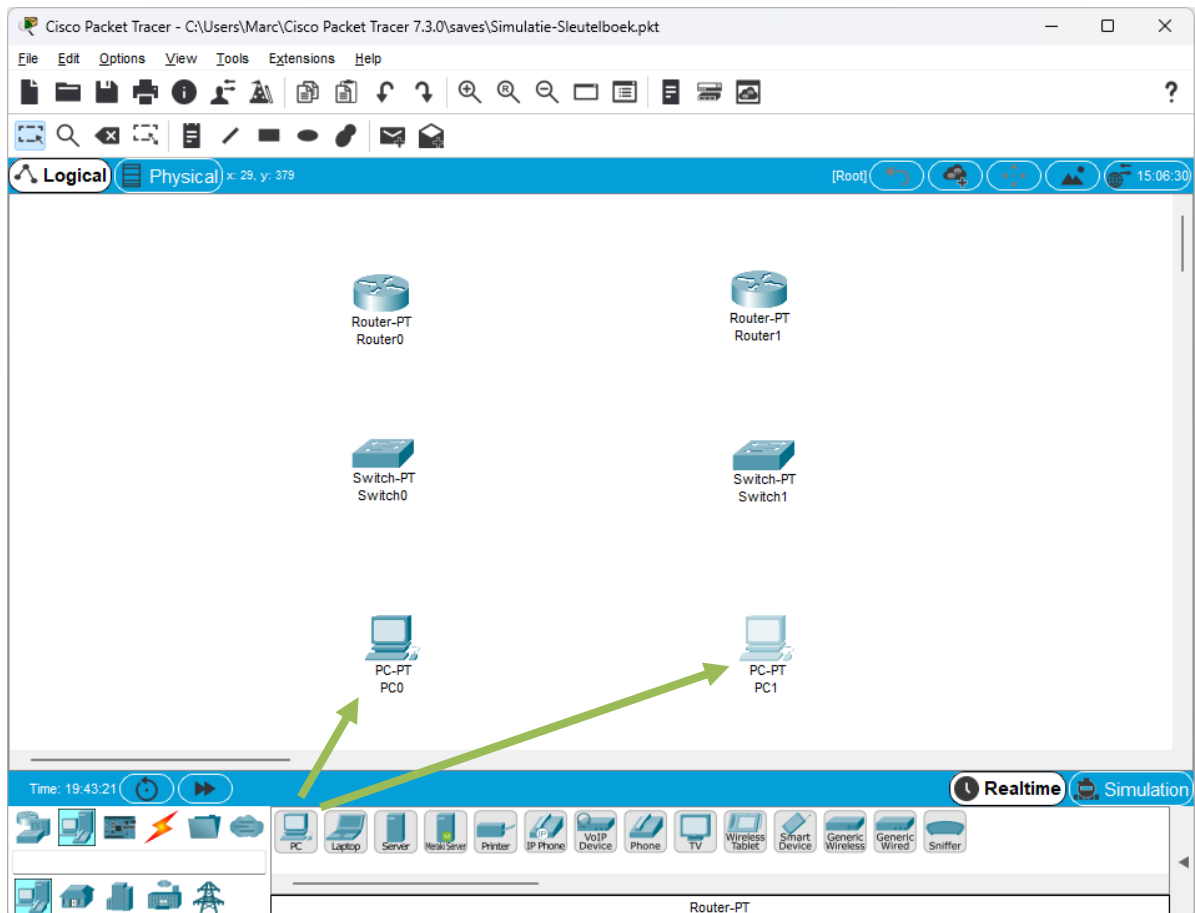


- ❑ Doe nu hetzelfde voor de poort Serial2/0, die je het IP-adres 192.168.100.1 geeft, met het subnetmasker 255.255.255.0.
- ❑ Wijzigingen moet je steeds bewaren met `do write memory`.
- ❑ Controleer in het tabblad "Config" de instellingen van de beide poorten. De status van de poort moet "on" aangeven en het IP-adres en het subnetmasker moet correct ingesteld staan.
- ❑ Maak een tweede switch aan – kies eveneens de PT-switch. Geef die tweede switch de naam "Switch2" en stel eveneens een wachtwoord in.





- ☐ Maak een tweede router aan – kies eveneens de PT-router. Geef die tweede router de naam “Router2” en stel ook een wachtwoord in.
- ☐ Geef de FastEthernet0/0 poort van Router2 het IP-adres 192.168.200.1 en het subnetmasker 255.255.255.0.
- ☐ Geef de Serial2/0 poort van Router2 het IP-adres 10.0.0.2 en het subnetmasker 255.0.0.0.
- ☐ We voegen nu ook twee computers toe:



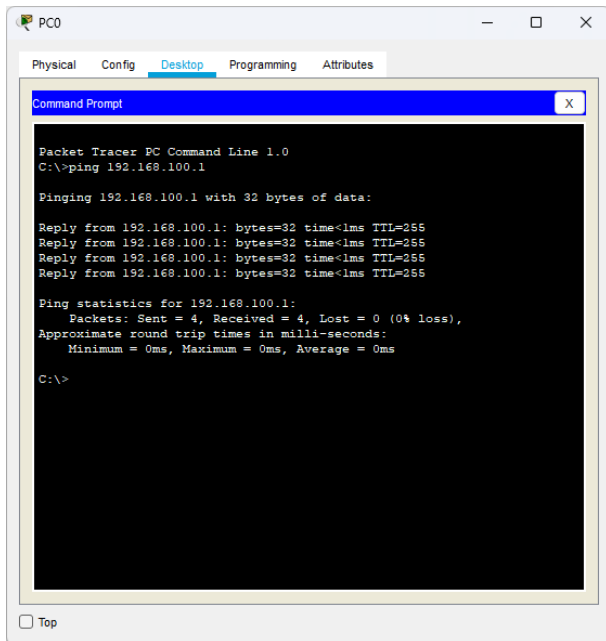
- ☐ Dubbelklik op de eerste computer en kies het tabblad “Desktop”. Klik op de eerste knop (IP configuration). Gebruik de volgende gegevens:

- ✓ IP-adres: 192.168.100.2
- ✓ Subnetmasker: 255.255.255.0
- ✓ Default Gateway: 192.168.100.1

De IPv6-configuratie hoeft je niet aan te maken.

- ☐ Configureer nu ook de netwerkinterface van de tweede computer. Vul in het de scherm afbeelding hiernaast in welke gegevens je invult.

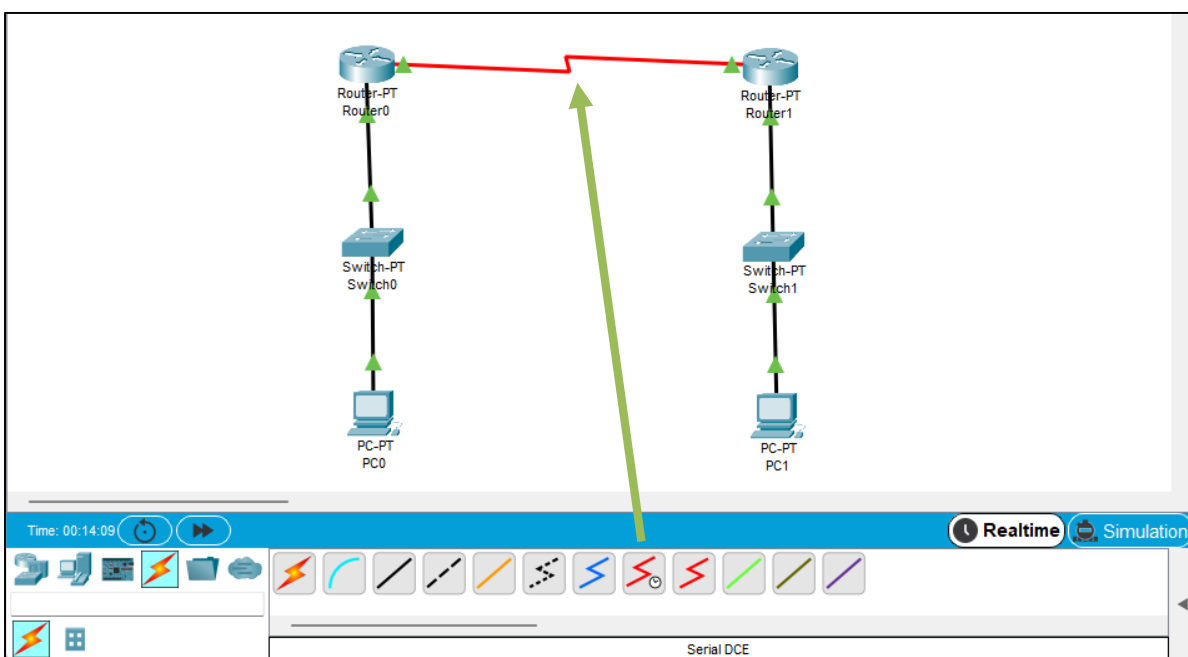
- ❑ Nu gaan we de apparaten van het eerste netwerk met elkaar verbinden. Kies onderaan het icoontje met de bliksemschicht en klik op het blokje met de doorlopend zwarte lijn (Copper Straight-Through – een standaard netwerkkabel dus). Klik op de eerste computer. De beschikbare poorten worden getoond. Uiteraard verbind je een netwerkkabel met de netwerkpoort, aangeduid met FastEthernet0. Klik vervolgens op de eerste switch. Hier heb je de keuze tussen 6 netwerkpoorten. Het maakt niet uit welke poort je kiest – onthoud gewoon welke je gekozen hebt.



- ❑ Maak nu eveneens een ethernetverbinding tussen de eerste switch en de eerste router. Op de switch kies je een poort die je nog niet gebruikt hebt. Welke poort gebruik je op de router?
- ❑ Zodra de oranje bolletjes in de verbinding naar groene driehoekjes zijn gewijzigd, kunnen we de verbinding tussen de computer en de router uittesten. Dubbelklik op de computer, selecteer het tabblad "Desktop" en klik op de knop "Command prompt". We pingen nu naar het lokale IP-adres van de router met het commando `ping 192.168.100.1`. Als alles goed gaat, zijn er geen pakketjes verloren gegaan en is de verbinding dus in orde.

70

- ❑ Breng in het tweede netwerk ook de verbindingen aan. Let erop dat je telkens de correcte netwerkpoorten gebruikt! Test ook in je tweede netwerk de verbinding tussen de computer en de router uit.
- ❑ Breng een verbinding tot stand tussen de twee routers. Die verbinding verloopt via een seriële poort. We selecteren daarom de seriële DTE-kabel (dit is de knop met de rode lijn en het kleine klokje). Je netwerk-opstelling ziet er nu zo uit:



- ❑ Controleer nu de verbinding tussen de twee computers met een ping-commando naar het IP-adres van de tweede computer. Wat is het resultaat?

```

Router0
Physical Config CLI Attributes
IOS Command Line Interface

2 Low-speed serial(sync/async) network interface(s)
32K bytes of non-volatile configuration memory.
63488K bytes of ATA CompactFlash (Read/Write)

Press RETURN to get started!

%LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface FastEthernet0/0,
changed state to up
%LINK-5-CHANGED: Interface Serial2/0, changed state to up
%LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface Serial2/0, changed
state to up

Router1>enable
Password:
Router1#config terminal
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
Router1(config)#router rip
Router1(config-router)#network 10.0.0.0
Router1(config-router)#network 192.168.100.0
Router1(config-router)#do write memory
Building configuration...
[OK]
Router1(config-router)#exit
Router1(config)#
  
```

- ❑ In de router zijn nog geen routing protocols actief. Dat wil zeggen dat de router nog geen verkeer van het ene netwerk naar het andere kan doorgeven. We activeren daarop het RIP (routing information protocol). Klik op de eerste router en geef in het tabblad CLI het commando `router rip` in. De prompt wijzigt nu naar `Router1(config-router)#`. Vervolgens geven we het netwerkadres van de netwerken die met deze router verbonden zijn met deze commando's:

- ✓ `network 10.0.0.0`
- ✓ `network 192.168.100.0`

Vergeet niet om de wijzigingen te bewaren.

- ❑ Configureer nu ook het routing protocol in de tweede router. Uiteraard pas je de netwerkadressen aan.
- ❑ Probeer nu opnieuw een ping-commando te versturen van de eerste naar de tweede computer. Indien de pakketjes aankomen, is de hele opstelling correct geconfigureerd. Indien het niet werkt, ga je de configuratie van je routers en je computers na om te kijken of je nergens foutjes hebt gemaakt. Je kan die configuratie makkelijk nakijken in het tabblad "Config".

### 3.3.5 Wireless network access point

Wat is tethering?

Wat is MiFi?

NAP's kunnen directioneel of omnidirectioneel zijn. Wat is het verschil?

Voer de volgende opdrachten uit bij een draadloze router voor thuisnetwerken – indien een bepaalde functie niet op de draadloze router aanwezig is, sla je die gewoon over.

- ☐ Stel de draadloze router eerst in op fabrieksinstellingen.
- ☐ Zoek het standaard IP-adres en de standaard aanmeldingsgegevens van de draadloze router op en noteer ze.
- ☐ Geef de ethernet netwerkkaart (niet de netwerkkaart van je draadloos netwerk) van je computer een statisch IP-adres dat hetzelfde is als het standaard IP-adres van de draadloze router, maar het laatste getal verhoog je met 1 – dus bijvoorbeeld: als het standaard IP-adres 192.168.1.1 is, dan geef je je computer het IP-adres 192.168.1.2. Stel als subnetmasker hetzelfde subnetmasker in als dat van de draadloze router. De andere adressen (gateway en DNS) laat je gewoon leeg.

Meer uitleg over het instellen van een statisch IP-adres: <https://www.pc-tips.info/tips/windows-tips/vast-ip-adres-instellen-in-windows-11-of-10/>

- ☐ Verbind de netwerkpoort van je computer met de draadloze router door middel van een netwerkkabel. Indien de draadloze router over meerdere poorten beschikt, is er meestal een onderscheid tussen de WAN-poort (waar je de kabel van je internettoegang inpluigt) en de LAN-poorten, waar je netwerkcomponenten als een printer of een vaste computer kan aansluiten. Gebruik voor het instellen van de draadloze router steeds een LAN-poort.
- ☐ Open een browser en geef in de adresregel het IP-adres van de draadloze router in.
- ☐ Meld je aan op de draadloze router met de standaard aanmeldingsgegevens.
- ☐ Wijzig het standaard wachtwoord van de draadloze router naar een zelfgekozen wachtwoord, dat voldoet aan alle vereisten van een sterk wachtwoord. Bij sommige draadloze routers zal je daarna opnieuw moeten aanmelden met dat nieuwe wachtwoord.
- ☐ Wijzig de naam van de draadloze router naar "Router-[je voornaam]".
- ☐ Stel de datum en tijd correct in.
- ☐ Wijzig de adresgegevens van het LAN-gedeelte van de draadloze router:
  - ✓ IP-adres: 192.168.200.1
  - ✓ Subnetmasker: 255.255.255.0 (of /24)

Nadat je de adresgegevens van de draadloze router gewijzigd hebt, valt de verbinding met de router weg. Hoe kan je dat verklaren?

Hoe kan je dit oplossen?

- ☐ Schakel de DHCP-server in en stel het bereik in van 100 tot 254. Een DHCP-server zorgt ervoor dat de router de aangesloten netwerkapparaten automatisch van een IP-adres voorziet. Je leert later nog meer over de werking van een DHCP-server.
- ☐ Stel het SSID-in als "Netwerk-[je voornaam]."
- ☐ Stel de meest recente versie van netwerkbeveiliging in waarover de draadloze router beschikt (WPA, WPA2 of WPA3). Kies een wachtwoord dat voldoet aan alle vereisten van een sterk wachtwoord.
- ☐ Stel de draadloze router zo in dat er op tussen 22 u en 6 u geen draadloos signaal wordt uitgestuurd.
- ☐ Zorg dat er een internetverbinding is met de draadloze router. Controleer of er firmware updates beschikbaar zijn en installeer die.
- ☐ Bewaar indien nodig alle instellingen, zodat die niet kunnen verloren gaan wanneer de draadloze router wordt uitgeschakeld.
- ☐ Maak een back-up van de instellingen van de draadloze router en bewaar het bestand op je computer.
- ☐ Maak met een mobiel toestel (laptop, tablet of smartphone) een draadloze verbinding met je nieuwe netwerk. Ga na wat het IP-adres van je toestel is.
- ☐ Schakel de draadloze router netjes uit via de webinterface.

Voer de volgende opdrachten uit bij een access point voor professionele netwerken – indien een bepaalde functie niet op het access point aanwezig is, sla je die gewoon over.

- ☐ Stel het access point eerst in op fabrieksinstellingen.
- ☐ Zoek het standaard IP-adres en de standaard aanmeldingsgegevens van het access point op en noteer ze.
- ☐ Geef de ethernet netwerkkaart (niet de netwerkkaart van je draadloos netwerk) van je computer een statisch IP-adres dat hetzelfde is als het standaard IP-adres van het access point, maar het laatste getal verhoog je met 1 – dus bijvoorbeeld: als het standaard IP-adres 192.168.1.1 is, dan geef je je computer het IP-adres 192.168.1.2. Stel als subnetmasker hetzelfde subnetmasker in als dat van het access point. De andere adressen (gateway en DNS) laat je gewoon leeg.  
  
Meer uitleg over het instellen van een statisch IP-adres: <https://www.pc-tips.info/tips/windows-tips/vast-ip-adres-instellen-in-windows-11-of-10/>
- ☐ Verbind de netwerkpoort van je computer met het access point door middel van een netwerkkabel. Sommige access points beschikken over een tweede netwerkpoort, die gebruikt wordt om het netwerksignaal door te geven naar een ander access point. Die tweede netwerkpoort wordt doorgaans aangeduid met "bridge" of "secondary". Gebruik in dat geval de eerste poort om je computer te verbinden – die poort wordt aangeduid als "main" of "primary".
- ☐ Open een browser en geef in de adresregel het IP-adres van het access point in.

- ☐ Meld je aan op het access point met de standaard aanmeldingsgegevens.
- ☐ Wijzig het standaard wachtwoord van het access point naar een zelfgekozen wachtwoord, dat voldoet aan alle vereisten van een sterk wachtwoord. Bij sommige access points zal je daarna opnieuw moeten aanmelden met dat nieuwe wachtwoord.
- ☐ Wijzig de naam van het access point naar "AP-[je voornaam]".
- ☐ Stel de datum en tijd correct in.
- ☐ Wijzig de adresgegevens van het access point:
  - ✓ IP-adres: 192.168.200.1
  - ✓ Subnetmasker: 255.255.255.0 (of /24)

Nadat je de adresgegevens van het access point gewijzigd hebt, valt de verbinding met het access point weg. Hoe kan je dat verklaren?

Hoe kan je dit oplossen?

- ☐ Stel het SSID-in als "AP-Netwerk-[je voornaam]."
- ☐ Stel de meest recente versie van netwerkbeveiliging in waarover de draadloze router beschikt (WPA, WPA2 of WPA3). Kies een wachtwoord dat voldoet aan alle vereisten van een sterk wachtwoord.
- ☐ Stel het access point zo in dat er op tussen 22 u en 6 u geen draadloos signaal wordt uitgestuurd.
- ☐ Zorg dat er een internetverbinding is met de draadloze router. Controleer of er firmware updates beschikbaar zijn en installeer die.
- ☐ Bewaar indien nodig alle instellingen, zodat die niet kunnen verloren gaan wanneer de switch wordt uitgeschakeld.
- ☐ Maak een back-up van de instellingen van de switch en bewaar het bestand op je computer.
- ☐ Schakel het access point netjes uit via de webinterface.

Installeer een gratis programma voor het uitvoeren van een wireless site survey op een laptop. Voer nu een wireless site survey uit in je school. Ga na waar er verbeteringen mogelijk zijn.

	hub	switch	bridge	router	NAP
Beschikt over een eigen IP-adres.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Beschikt over een SSID	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Beschikt steeds over meer dan twee poorten.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Controleert de frames op het IP-adres van de bestemming.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
De beschikbare bandbreedte wordt gelijkmatig verdeeld.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
De bandbreedte wordt naargelang behoefte verdeeld.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Een signaal wordt steeds doorgestuurd naar alle poorten.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Is actief op de fysieke laag van het OSI reference model.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Is actief op de verbindingslaag van het OSI reference model.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Is actief op de netwerklaag van het OSI reference model.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Kan beschikken over MIMO-technologie.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Kan door de beheerder geconfigureerd worden.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Kan een foutcontrole uitvoeren op de frames.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Kan een lokaal netwerk verbinden met het internet.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Kan netwerksegmenten met elkaar verbinden.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Kan zelf de weg bepalen die een IP-pakket moet volgen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Meerdere apparaten kunnen roaming mogelijk maken.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Meerdere toestellen kunnen samenwerken in een stack.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>



## 4. Servers

### 4.1 Client-server verwerking

	Juist	Fout
Een server is in principe permanent beschikbaar op het netwerk.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
De server neemt altijd het initiatief voor een verbinding met een client.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Een front-end toepassing kan verschillende gebruikersinterfaces hebben.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
De beveiliging van gegevens gebeurt via een front-end toepassing.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Surfen op het internet is een typische client/server toepassing.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Non-dedicated servers vormen een groter veiligheidsrisico dan dedicated servers.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Een 2-tier architectuur is veiliger dan een 3-tier architectuur.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
In een 3-tier architectuur heeft een client geen rechtstreekse toegang tot de database-server.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Wanneer gegevens worden opgeslagen op verschillende servers tegelijk, kan er een probleem ontstaan met de consistentie van die gegevens. Wat wordt daarmee bedoeld?

Wat is het verschil tussen het fat client model en het fat server model?

Wat is een daemon?

Wat is een middleware in een multitier-architectuur?

Bekijk het filmpje over de n-tier architectuur op de pagina bij dit hoofdstuk op de Sleutelboek-website. Noteer hieronder de vier voordelen die een n-tier architectuur kunnen hebben voor een bedrijf.

1

2

3

4

## 4.2 Serverhardware

Wat is een headless server?

Onderdelen van servers zijn vaak hot swappable. Wat betekent dat?

79

Rack apparatuur heeft standaardafmetingen. Zoek de volgende informatie op:

Twee standaardbreedtes voor racks

Inch = cm

Inch = cm

De diepte van rack-apparatuur bedraagt maximaal

inch = cm

De hoogte van rack-apparatuur wordt uitgedrukt in U.

1 U = inch = cm

Het begrip "half rack" heeft twee betekenissen:

1.

2.



Open op de webpagina over serverhardware op de Sleutelboek-website het artikel "Serruimtes en netwerkkasten". Lees het artikel en beantwoord de volgende vragen.

Waarom bevindt het serverlokaal zich best centraal in het gebouw?

Wat is een relay rack?

Waarom kunnen servers niet in wandkasten geplaatst worden?

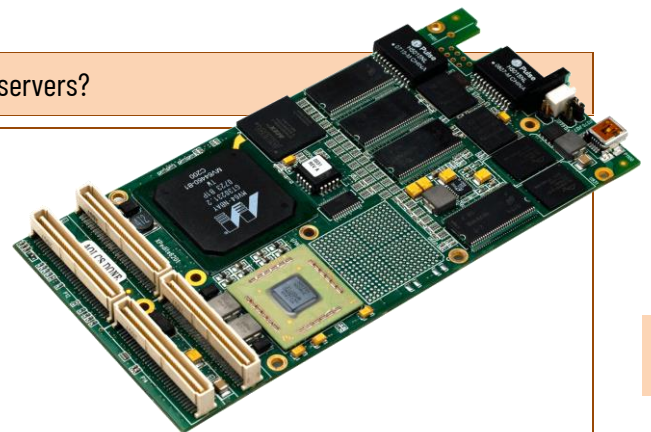
Waarom is een breder rack interessanter dan een smal rack?

Wat zijn MDF en IDF racks? Verklaar de afkortingen en leg het verschil uit.

Kruis in de juiste kolom aan waar elk onderdeel in een blade system geplaatst wordt.

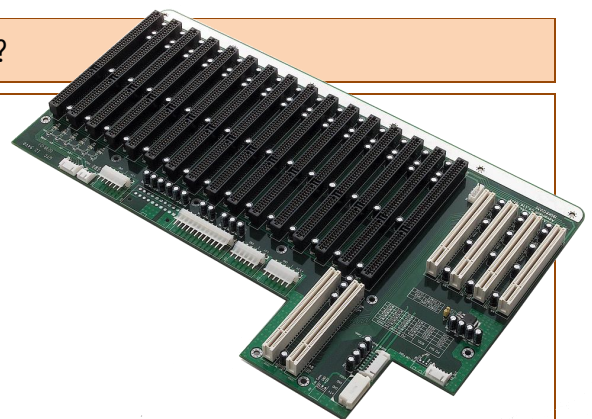
	blade servers	blade enclosure
I/O poorten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Koeling	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Moederbord	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Permanente opslag	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Processor	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Voeding	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Werkgeheugen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Wat zijn mezzanine cards met betrekking tot blade servers?



81

Wat is een backplane met betrekking tot blade servers?



Monteer op een correcte manier een rackserver in een rack.

## 4.3 Serverdiensten

### 4.3.1 DHCP-server

Waarvoor staat de afkorting DORA met betrekking tot DHCP? Verklaar de afkorting en het begrip.

Wat is een rogue DHCP-server?

De DHCP-instellingen van een computer nagaan

- Onderzoek hoe je op een computer in het schoolnetwerk kan nagaan of die computer al dan niet via DHCP werd geconfigureerd, wat het IP-adres van de DHCP-host is en hoe lang een DHCP-lease duurt.
- Controleer op een DHCP-server of je de active leases kan bekijken.
- Controleer op een DHCP-server hoe je de instellingen kan wijzigen.
- Ga na op een DHCP-server hoe je het IP-adres van een computer kan reserveren.

### 4.3.2 Domeincontroller

Wat zijn de verschillen tussen werkgroepen en domeinen?

Wat is een domain forest?

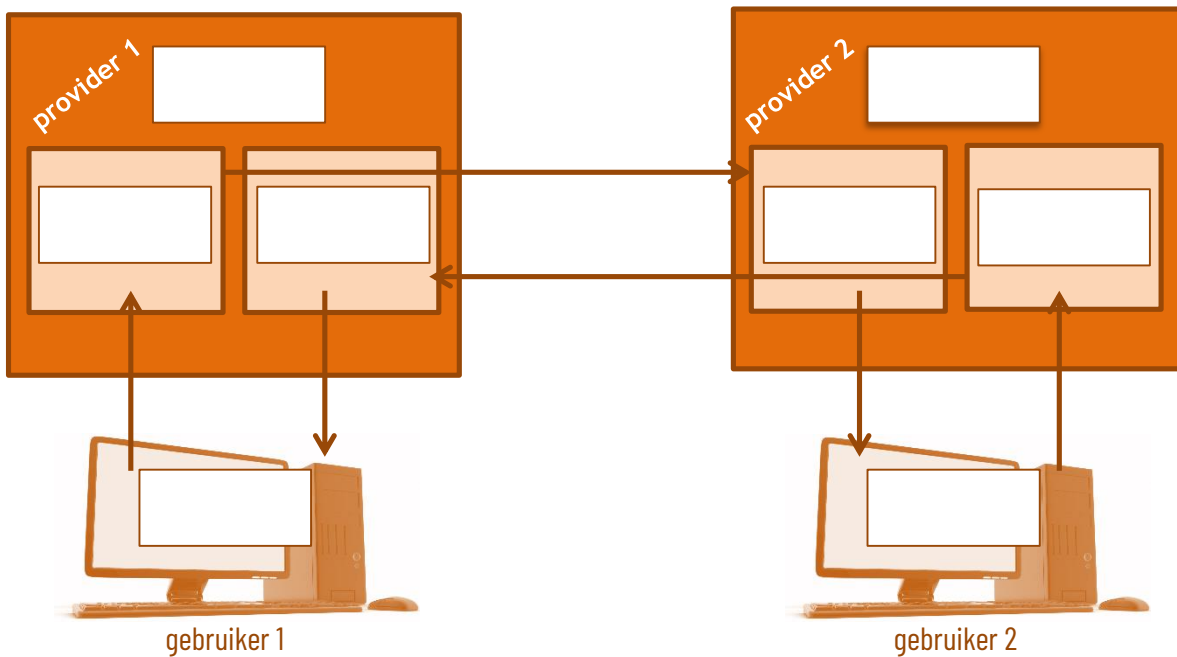
Wat is het verschil tussen een primary domain controller (PDC) en back-up domain controller (BDC)?

De domeininstellingen van een computer nagaan

- Ga na op een computer in het schoolnetwerk van welke domein deze lid is.

#### 4.3.4 Mailserver

Plaats de volgende afkortingen twee keer op de juiste plaats in het schema: MDA, MSA, MTA en MUA.



#### 4.3.5 Printserver

##### Een printer delen op het netwerk

- Installeer eerst een printer lokaal op een workstation in een computernetwerk. Zorg er vervolgens voor dat de andere computers in het netwerk ook naar die printer kunnen afdrucken.
- Stel een netwerkprinter in voor gebruik op het netwerk met een statisch IP-adres.





### 4.3.6 Application server (toepassingsserver)

In het Sleutelboek Computernetwerken vind je een aantal voordelen van application servers in het thin client-model. Maar wat zijn de nadelen?

Zoek de specificaties van een huidige business desktop computer op en vergelijk ze met de specificaties van twee thin clients van verschillende merken.

	Business PC	Thin client 1	Thin client 2
merk en type			
processor			
werkgeheugen			
grafische chip			
gegevensopslag (HD/SSD)			
vermogen van de voeding			
aansluitingen			
besturingssysteem			
prijs			

Wat is het verschil tussen een thin client en een zero client?

#### 4.3.7 Webserver (informatieserver)

Met de techniek van bandwidth throttling proberen beheerders van webserver hun websites beter bereikbaar te houden. Wat is bandwidth throttling?

Wat is een CDN (content delivery network)?

## 4.4 Netwerkbesturingssystemen

Voor je een netwerkbesturingssysteem kunt installeren, moet je eerst nagaan wat de systeemvereisten zijn voor het toestel waarop je de installatie uitvoert.

	Windows 2022 Server	Linux Server Distributie: .....
werkgeheugen		
harde schijfruimte		
grafische kaart		
andere vereisten		

Waarom hoeven netwerkbesturingssystemen niet noodzakelijk over een grafische interface te beschikken?

## Een Linux-server configureren

- ☐ Download het ISO-bestand van Linux Mint Server.
- ☐ Maak voor dit ISO-bestand een opstartbare installatie-USB-stick. Je kan hiervoor gratis software zoals Rufus gebruiken.
- ☐ Sluit een toetsenbord en een beeldscherm aan op de server. Een muis heb je niet nodig, aangezien de server niet over een grafische interface beschikt. Zorg dat de server een internetverbinding heeft.
- ☐ Kies je taal (Nederlands) en de juiste toetsenbordindeling.
- ☐ Noteer de naam van de netwerkverbinding (die start meestal met "en", bijvoorbeeld: "ens33". Dat heb je later nodig.
- ☐ Een proxy address hoeft niet ingevuld te worden, tenzij dat in jouw school wel nodig is. Vraag ernaar bij je leerkracht.
- ☐ Gebruik de volledige schijf voor de installatie.
- ☐ Geef als naam, servernaam, gebruikersnaam en wachtwoord telkens *leerling* in.
- ☐ OpenSSH server installeren is niet noodzakelijk voor deze installatie, maar mogelijk later wel handig om met console simulation software, zoals PuTTY, later toegang te kunnen krijgen tot de server. Het kan dus geen kwaad die mee te installeren. Andere tools hoeft je niet mee te installeren.
- ☐ Bij het einde van de installatie herstart je de server. Je meldt je weer aan met *leerling* als gebruikersnaam en als wachtwoord.
- ☐ Heel wat opdrachten kunnen enkel uitgevoerd worden als beheerder. Daarvoor gebruik je het code-woord "sudo". Eerst gaan we na of er nog updates zijn die moeten geïnstalleerd worden. Dat doe je achtereenvolgens met deze twee opdrachten:

```
leerling@leerling: ~$ sudo apt upgrade
```

```
leerling@leerling: ~$ sudo apt update
```

- ☐ We geven de server een vast IP-adres. Op die manier zijn we zeker dat we de server later vlot kunnen bereiken. We gaan eerst na wat de naam is van het configuratiebestand voor de netwerkkaart.

```
leerling@leerling: ~$ ls /etc/netplan
```

- ☐ Je krijgt nu de naam van één of twee bestanden te zien – eentje als je computer enkel een netwerkkaart voor een bekabeld netwerk heeft, twee als je ook over een draadloze netwerkkaart beschikt. Je opent het configuratiebestand van je netwerkkaart voor bekabeld netwerk - <naam> verander je door de naam van het bestand met de extensie .yaml:

```
leerling@leerling: ~$ sudo nano /etc/netplan/<naam>.yaml
```

- ☐ Pas het bestand zo aan. Let op dat je de inspringingen correct invoegt met de tab-toets - en<xxx> vervang je door de naam van de interface die je bij de installatie van Linux hebt opgeschreven (bijvoorbeeld "ens33"):

```
network:
  ethernets:
    en<xxx>:
      dhcp4: false
      addresses: [192.168.1.2/24]
      gateway4: 192.168.1.1
      nameservers:
        addresses: [8.8.8.8,8.8.4.4,192.168.1.1]
  version: 2
```

Bewaar de instellingen met CTRL+S en vervolgens CTRL+X.

- ☐ Die instellingen moeten nu nog worden toegepast:

```
leerling@leerling: ~$ sudo netplan apply
```

- ☐ Controleer of het IP-adres correct is aangepast:

```
leerling@leerling: ~$ ip a
```

- ☐ Nu installeren we het serverbeheerprogramma Webmin, waarin we een DHCP-server kunnen aanmaken. Open de lijst met installatiebestanden (in Linux wordt dat een repository genoemd):

```
leerling@leerling: ~$ sudo nano /etc/apt/sources.list
```

- ☐ Voeg onderaan het bestand de verwijzing naar de repository van Webmin toe (alles in dezelfde regel):

```
deb [signed-by=/usr/share/keyrings/jcameron-key.gpg]
https://download.webmin.com/download/repository sarge contrib
```

- ☐ Bewaar de wijzigingen in het bestand met CTRL+S en vervolgens CTRL+X.

- ☐ Vervolgens moet een beveiligingssleutel worden opgehaald om het programma webmin te kunnen installeren. Dat doe je met de volgende opdracht (alles in één regel):

```
leerling@leerling: ~$ wget -qO- https://download.webmin.com/
jcameron-key.asc | sudo gpg --dearmor -o /usr/share/keyrings/
webmin.gpg
```

- ☐ Door de update-opdracht opnieuw uit te voeren, wordt Webmin klaargezet voor installatie:

```
leerling@leerling: ~$ sudo apt update
```

- ☐ Wanneer alle installatiebestanden opgehaald zijn, kan je Webmin effectief installeren:

```
leerling@leerling: ~$ sudo apt install webmin
```

- ☐ Als je straks een verbinding maakt met Webmin, moet poort 10000 open gezet worden op de standaard firewall van Linux:

```
leerling@leerling: ~$ sudo ufw allow 10000
```

- ☐ Verbind de server met een switch. Verbind ook een Windows-computer met die switch. Geef de computer een statisch IP-adres in hetzelfde bereik als de server, bijvoorbeeld 192.168.1.3. Typ in de adresregel van de browser:

- ☐ Je krijgt de waarschuwing dat de website onveilig is. Dat komt omdat er geen geldig beveiligingscertificaat is geïnstalleerd, maar dat maakt nu niets uit. Kies ervoor om toch door te gaan naar de website. Meld je aan met als gebruikersnaam en wachtwoord: *leerling*
- ☐ Nu moet de DHCP-server zelf nog geïnstalleerd worden. Die vind je in het menu onder "Unused modules". Indien het via die weg niet lukt, kan je via System → Software Packages ingeven:

- ☐ Nadat de installatie voltooid is, klik je op "Refresh modules" in het menu. De DHCP-server is nu te vinden in het menu "Servers".
- ☐ Maak een nieuw subnet aan. Geef je subnet een naam, gebruik als netwerknnummer 192.168.1.0 en stel het DHCP-bereik in tussen 192.168.1.100 en 192.168.1.254. Het subnetmasker is 255.255.255.0.
- ☐ Start de DHCP-server.
- ☐ Wijzig op je Windows-computer het IP-adres van statisch naar dynamisch. Controleer welk IP-adres je computer gekregen heeft. Indien dat een IP-adres is binnen het bereik dat je hebt ingesteld, werkt je DHCP-server.

Tijdens je lessen over webontwikkeling heb je allicht geleerd hoe je een website moet ontwerpen. Zoek uit hoe je in Linux Mint een webserver kan opzetten. Plaats de bestanden voor een website die je ontworpen hebt op die webserver. Raadpleeg vervolgens je website via je client-computer.

## 5. Netwerkbeveiliging

### 5.1 Veiligheidsproblemen van een netwerk

	juist	fout
Hacken is altijd een illegale activiteit	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Alle crackers zijn hackers, maar niet alle hackers zijn crackers	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Hacken van computersystemen die niet beveiligd zijn, is toegelaten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Hacking wordt gebruikt als wapen in cyberoorlogen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Gebruikerscomputers zijn moeilijker te hacken dan webserver	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Het gebruik van poortscanners is illegaal	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Gewone gebruikerscomputers zijn oninteressant voor hackers	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Hackers dragen soms ook bij aan een veiliger internet	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Tablets en smartphones kunnen niet gehackt worden.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Wat is social engineering? Wat heeft het met hacking te maken?

Wat is hacktivisme? Geef een voorbeeld uit de actualiteit.

Wat is een botnet?

Bij DOS-aanvallen kan gebruik gemaakt worden van zogenaamde Ping of Deaths (POD). Wat is een Ping of Death?

Op de volgende bladzijde wordt een e-mail weergegeven die van de belastingdienst lijkt te komen. Welke elementen wijzen erop dat het toch een phishing-bericht is?



Belastingteruggave van 2022: Zo eenvoudig is het om uw geld terug te krijgen - Ber...

Bestand Bericht Geef aan wat u wilt doen...


Verwijderen Beantwoorden Verplaatsen naa... Markeren als ongelezen  
 Allen beantwoorden Aan manager Verplaatsen Categoriseren  
 Doorsturen E-mail aan team Verplaatsen Labels Bewerken In-/uitzoomen

vr 24/02/2023 11:48

Fiscale Ondersteuning <KatherineAmador@chaiaasys.com>  
 Belastingteruggave van 2022: Zo eenvoudig is het om uw geld terug te krijgen

Aan marc@sitebuilder.be

Als er problemen zijn met de weergave van dit bericht, klikt u hier om het in een webbrowser te bekijken.

 Afz.: Infocenter Hasselt  
 Voorstraat 43 B 94 3500 Hasselt

Geadresseerde: [marc@sitebuilder.be](mailto:marc@sitebuilder.be)

Artikelnummer 687.647.551


Geachte belastingbetaler,

Dit is uw voorlopige uittreksel van de personenbelasting en de aanvullende belastingen. U vindt hieronder het geldbedrag dat wij aan u zullen terugstorten.

**Het bedrag in uw voordeel: €1561,28**  
 Uitkeringsdatum: 26/02/2023

Dit geld is in zijn geheel verminderd met kosten. Wij zullen dit bedrag zo spoedig mogelijk aan u uitkeren.

**Terugbetaling via uw rekening?**  
 Bezorg ons uw rekeningnummer ten laatste op 24 Feb

 <https://mdr.mpaengenharia.com/divisibility?kolornwaszizae=...>  
 Klik of tik om de koppeling te volgen.

- Idealiter met behulp van [het online platform van myminfin](#), omdat het gebruik van myminfin **de meest snelle en gebruiksvriendelijke optie biedt!**
- Per brief aan het infocenter Hasselt:
  - o vermeld uw rekeningnummer
  - o onderteken het formulier en voeg een kopie van uw identiteitskaart toe.

Houd er rekening mee: als u ons geen rekeningnummer doorgeeft, dient u het bedrag zelf te innen bij een postkantoor. In dit geval sturen wij u een postassignatie. Bedenk dat de post het bedrag alleen contant uitbetaalt, wat een onveilige en duurdere betalingsmethode is die de betaling voor ons en voor u vertraagt. Bovendien moet u zich bij een gemeenschappelijke aanslag samen met uw partner aanmelden bij het postkantoor.

**Is er nog een betalingsachterstand?**

Wanneer er nog schulden openstaan, kunnen wij dat bedrag wel geheel of gedeeltelijk gebruiken om die schulden af te lossen. U krijgt hier van bericht en wij betalen u dan alleen het eventuele overschot terug, nadat de schulden geheel zijn afgelost. Gelieve er rekening mee te houden dat u in dat geval het bedrag niet meer kunt gebruiken voor andere doeleinden en dat u het eventuele overschot enkel na enige tijd zult ontvangen.

Conform bepaling 136 KB houdende de uitvoering van het Wetboek van de inkomstenbelastingen 1992.

In de zomer van 2015 raakte bekend dat de ethische hackers Charlie Miller en Chris Valasek een belangrijk en onverwacht veiligheidslek blootlegde. Welk?

Ga naar de Sleutelboek website en open de pagina bij dit hoofdstuk. Open het artikel met de titel: "Vier misverstanden over DDoS". Zoek de antwoorden op de onderstaande vragen in de tekst.



Wat is het verschil tussen een brute DDOS-aanval en een applicatieve DDOS-aanval?

Welke twee structurele maatregelen kunnen bedrijven nemen tegen DDOS-aanvallen?

## 5.2 Beveiligingsbeleid

Ga naar de Sleutelboek website en open de pagina bij dit hoofdstuk. Open het artikel met de titel: "Wat is verificatie in twee stappen en waarom moet ik het gebruiken?". Zoek de antwoorden op de onderstaande vragen in de tekst.



Wat wordt bedoeld met een vertrouwd apparaat?

Hoe kan je toegang krijgen tot je account als je je telefoon verliest?

Wat is de grootste hinderpaal voor drietrapsauthenticatie in plaats van tweetrapsauthenticatie?

Waarom is verificatie in twee stappen optioneel en niet verplicht?

Verklaar de volgende begrippen met betrekking tot het beveiligingsbeleid van computernetwerken.

Machtigingen	
Single sign-on (SSO)	
Public key infrastructure (PKI)	

De manier waarop authenticatie werkt, kan je indelen in drie categorieën. Geef van elk van deze categorieën een duidelijk voorbeeld.

Op basis van wat je weet	
Op basis van wat je hebt	
Op basis van wie je bent	



De meest recente manier van authenticatie maakt gebruik van **passkeys**. Ontwerp een presentatie over de werking van passkeys en presenteer het resultaat voor de klas.

### 5.3 Beveiliging van draadloze netwerken

Waarom behoud je best niet de standaard fabrieksinstellingen van een NAP?

Het is mogelijk om een SSID van een NAP te verbergen. Wat zijn hiervan de voordelen en de nadelen met betrekking tot de veiligheid van het draadloos netwerk?

Voordelen	Nadelen

Wat is PSK (pre-shared key) met betrekking tot het beveiligen van draadloze netwerken?

Welke drie methodes bestaan er om een mobiel apparaat via WPS met een draadloos netwerk te verbinden? Leg ze bondig uit.

1

2

3

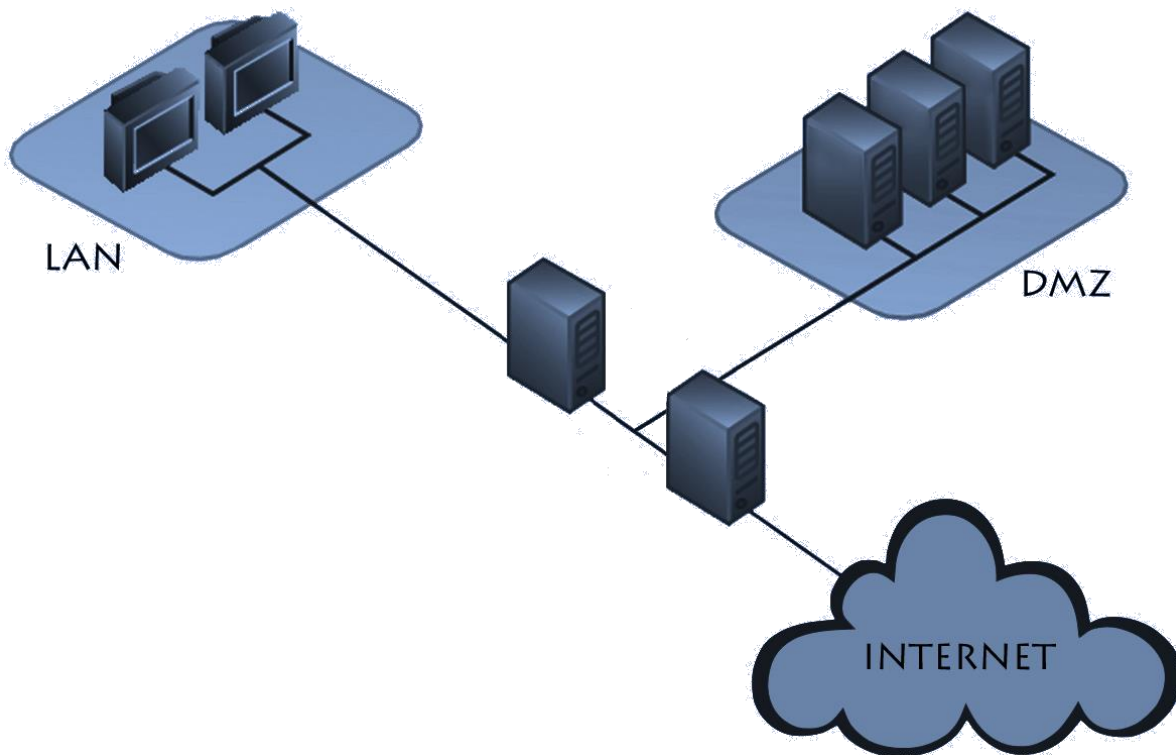
Waarom vormt het gebruik van WPS een veiligheidsrisico en hoe kan je dat beperken?

## 5.4 De firewall

Wat is Unified Threat Management (UTM)?

Verklaar waarom het BYOD-principe ("bring your own device") hoge eisen stelt aan de firewall die een bedrijfsnetwerk moet beveiligen.

Wat is een application aware firewall?



Vergelijk deze voorstelling van een DMZ met die in het Sleutelboek. Wat is het verschil? Wat is het voordeel van deze opstelling? Noteer in het diagram hoe de twee firewalls worden genoemd.

100

#### De configuratie van een firewall raadplegen

- Installeer een personal firewall op een computer. Controleer de instellingen. Op welke basis werkt de firewall ("alles behalve" of "niets behalve")?
- Controleer de instellingen van de firewall in een gewone draadloze router. Op welke basis werkt de firewall ("alles behalve" of "niets behalve")?
- Controleer de instellingen van een hardware firewall. Op welke basis werkt de firewall ("alles behalve" of "niets behalve")?



## 5.6 Virtuele netwerken

Verbind de begrippen in de linkerkolom met de juiste begrippen in de rechterkolom. Verklaar wat beide begrippen met elkaar te maken hebben.

1	filtering database	VLAN-tag
2	Ethernet frame	netwerkkabel
3	collision domain	VMPS
4	trunk	router of bridge
5	dynamisch VLAN	netwerksegment

1	
2	
3	
4	
5	

In hoofdstuk 2 leerde je dat je met subnetting verschillende logische netwerken kan maken. Wat zijn de verschillen met VLAN's?

Wat is een provider-provisioned VPN (PPVPN)?

Lees op de pagina van dit hoofdstuk op de Sleutelboek-website het verhaal van de eilandjes. Probeer daarna de elementen uit het verhaal bij de overeenkomstige begrippen over VPN te plaatsen.

zee

eiland

ferryboot

brug

onderzeeër

lokaal netwerk

internet

VPN-verbinding

klassieke internetverbinding

huurlijn

Waarom schakel je IPv6 best uit wanneer je een VPN-verbinding maakt?

### Een lokaal netwerk beveiligen

Voor dit practicum heb je de volgende apparatuur nodig:

- De opstelling van het experimenteel netwerk die je hebt gemaakt in het vorige hoofdstuk.
- Een NAP (draadloze switch).
- Een laptop, tablet of smartphone.

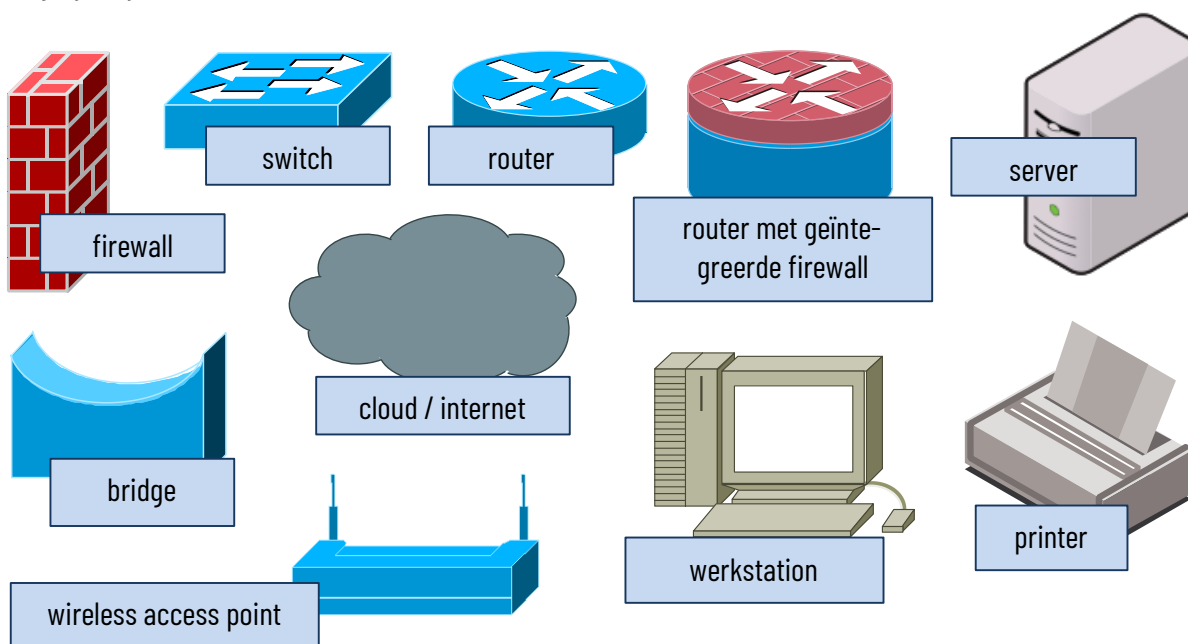
- 1 Stel de proxyserver correct in en blokkeer het netwerkverkeer naar twee sociale netwerksites.
- 2 Stel op de server een firewall correct in voor de beveiliging van het achterliggende netwerk.
- 3 Koppel het NAP aan de switch van je experimentele netwerk en zorg voor een degelijke beveiliging van je draadloze netwerk. Test de beveiliging van het NAP uit met behulp van een mobiel apparaat (laptop, tablet of smartphone).
- 4 Installeer op de server en het workstation een antivirusscanner, waarbij de updates van het workstation via de server verloopt.
- 5 Deel je experimentele netwerkje op in twee VLAN's: eentje voor het bekabelde netwerk en eentje voor het draadloze netwerk.
- 6 Maak een VPN-verbinding tussen de werkstations van twee experimentele netwerken die je hebt aangelegd en test deze uit.

## Een netwerkdiagram opstellen

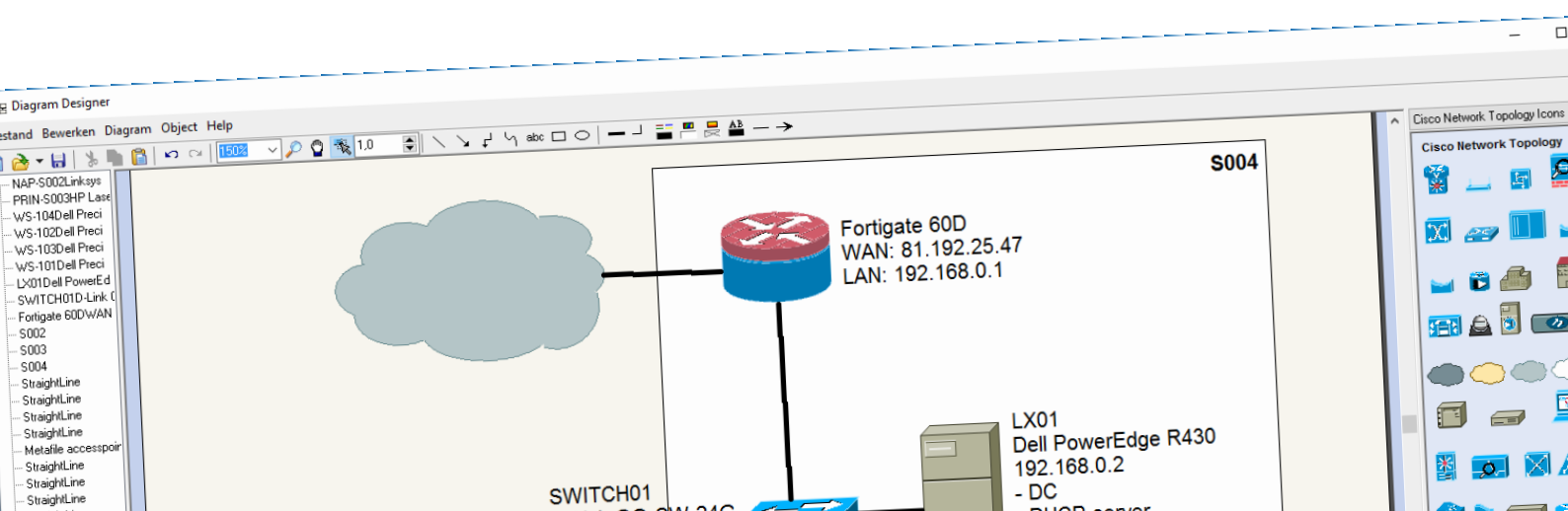
Voor een netwerkbeheerder is het altijd interessant om een overzicht te hebben van de fysieke opbouw van het netwerk en alle componenten die er deel van uitmaken. Daarvoor wordt een netwerkdiagram opgemaakt, een soort plan, waarop het netwerk schematisch wordt weergegeven. In dit schema worden de netwerkcomponenten weergegeven door middel van symbolen, die in een bijgevoegde legende worden verklaard. Om elke component te identificeren, noteer je telkens de belangrijkste informatie, zoals merk en type, locatie, IP-adres en de netwerknaam van elk toestel.

Je kan die informatie in het diagram zelf noteren, of in tabelvorm in een bijlage bij het diagram. Wel moet het duidelijk zijn welke informatie uit de bijlage bij welk apparaat in het diagram hoort.

Hoewel je een netwerkdiagram kan maken met behulp van eender welk grafisch programma, bestaat er software die specifiek bedoeld is om netwerkdiagrammen te ontwerpen. In dat geval maak je uiteraard gebruik van de symbolen die in dit programma vervat zitten. Vaak wordt gebruik gemaakt van de symbolen die Cisco hanteert – dat is een fabrikant van netwerkapparatuur voor de professionele markt. Enkele voorbeelden van dergelijke symbolen:



Ontwerp nu zelf een netwerkdiagram van je thuisnetwerk of het schoolnetwerk. Maak gebruik van een softwarepakket voor netwerkdiagrammen.



## 6. Het internet

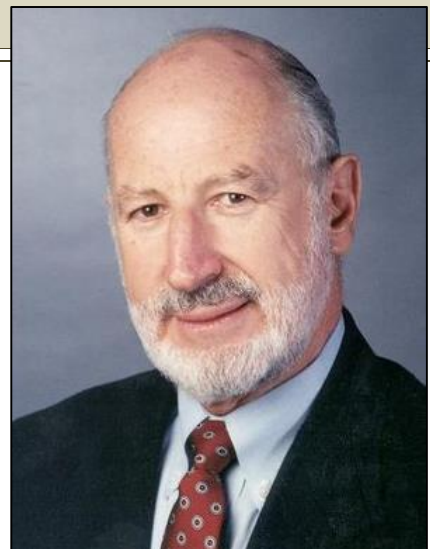
### 6.1 Een beknopte geschiedenis van het internet

Wat waren de verdiensten van deze personen voor de ontwikkeling van het internet?

Joseph Licklider



Norman Abramson



Jim Ellis, Tom Truscott en Steve Bellovin

--

Steve Crocker



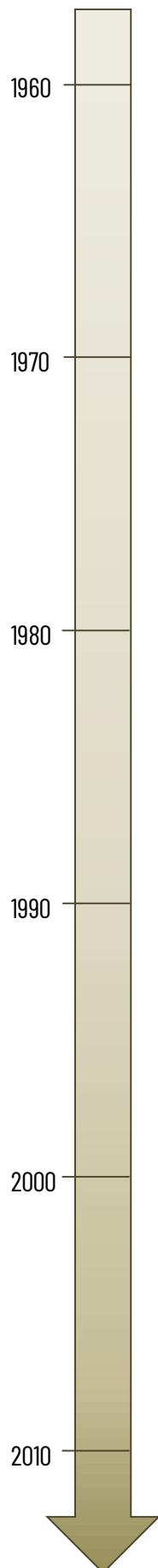
Kees Neggers



Stephen Wolff



Noteer op de tijdlijn de belangrijkste mijlpalen in de ontwikkeling van het internet. Gebruik de tekst in het Sleutelboek als leidraad.



1	ARPA	A	Europees onderzoekscentrum aan de wieg van het WWW
2	ARPANET	B	Organisatie die domeinnamen en IP-toewijzing reguleert
3	CERN	C	Voorloper van het internet
4	ICANN	D	Voorloper van het TCP/IP protocol
5	MIT	E	Amerikaanse organisatie, opgericht in 1958
6	NCP	F	Bekendste Amerikaanse technologie-universiteit
7	NSFNET	G	Bedrijf dat packet-switching het eerst toepaste
8	RAND	H	Officieel document dat een nieuwe techniek beschrijft
9	RFC	I	Het eerste netwerk voor satellietcommunicatie
10	SATNET	J	Organisatie die de ontwikkeling van het web betracht
11	W3C	K	Netwerk dat na ARPANET het internetsnetwerk coördineerde

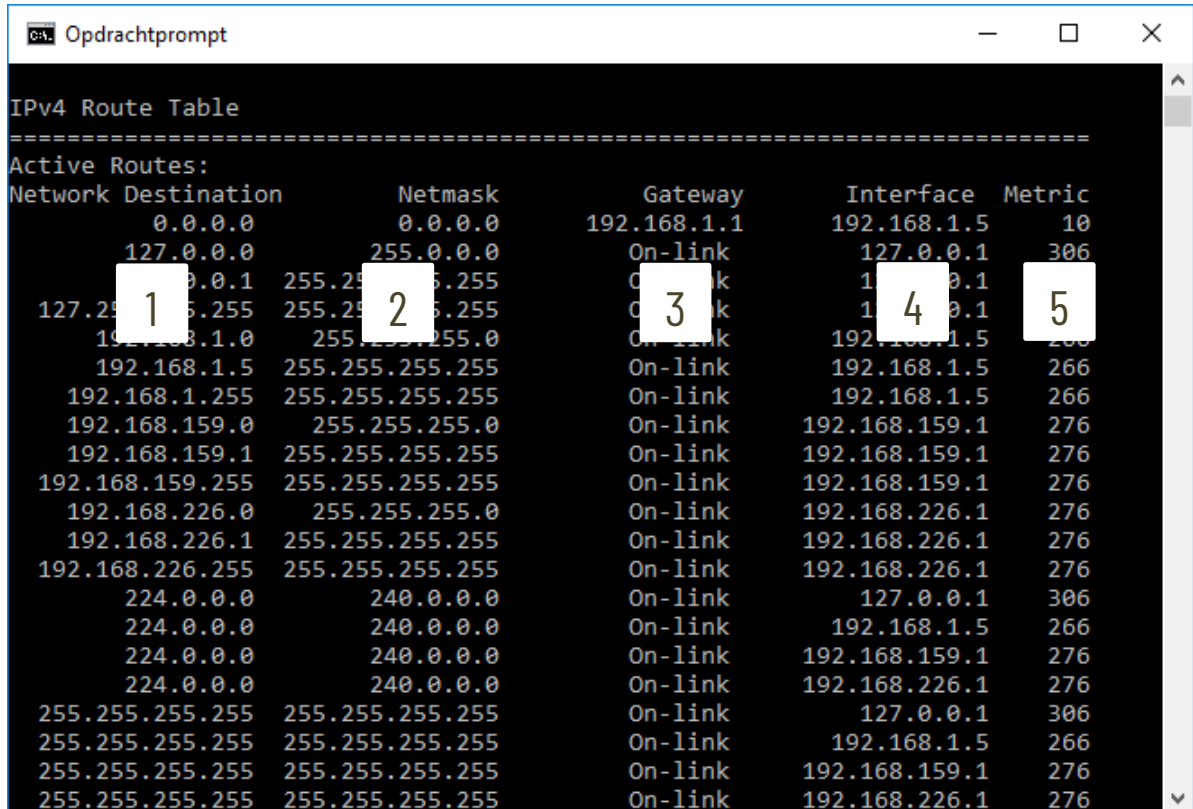
[illegible]



## 6.2 De werking van het internet

### 6.2.1 IP-routering

Computers die verbonden zijn met een netwerk, houden zelf ook een routing table bij. Die kan je opvragen als je in een opdrachtregel de opdracht "route print" ingeeft. Verklaar de betekenis van de verschillende kolommen in de routing table.



Opdrachtprompt

IPv4 Route Table

=====

Active Routes:

Network Destination	Netmask	Gateway	Interface	Metric
0.0.0.0	0.0.0.0	192.168.1.1	192.168.1.5	10
127.0.0.0	255.0.0.0	On-link	127.0.0.1	306
127.0.0.1	255.255.255.255	On-link	127.0.0.1	306
127.255.255.255	255.255.255.255	On-link	127.0.0.1	306
192.168.1.0	255.255.255.0	On-link	192.168.1.5	266
192.168.1.5	255.255.255.255	On-link	192.168.1.5	266
192.168.1.255	255.255.255.255	On-link	192.168.1.5	266
192.168.159.0	255.255.255.0	On-link	192.168.159.1	276
192.168.159.1	255.255.255.255	On-link	192.168.159.1	276
192.168.159.255	255.255.255.255	On-link	192.168.159.1	276
192.168.226.0	255.255.255.0	On-link	192.168.226.1	276
192.168.226.1	255.255.255.255	On-link	192.168.226.1	276
192.168.226.255	255.255.255.255	On-link	192.168.226.1	276
224.0.0.0	240.0.0.0	On-link	127.0.0.1	306
224.0.0.0	240.0.0.0	On-link	192.168.1.5	266
224.0.0.0	240.0.0.0	On-link	192.168.159.1	276
224.0.0.0	240.0.0.0	On-link	192.168.226.1	276
255.255.255.255	255.255.255.255	On-link	127.0.0.1	306
255.255.255.255	255.255.255.255	On-link	192.168.1.5	266
255.255.255.255	255.255.255.255	On-link	192.168.159.1	276
255.255.255.255	255.255.255.255	On-link	192.168.226.1	276

1

2

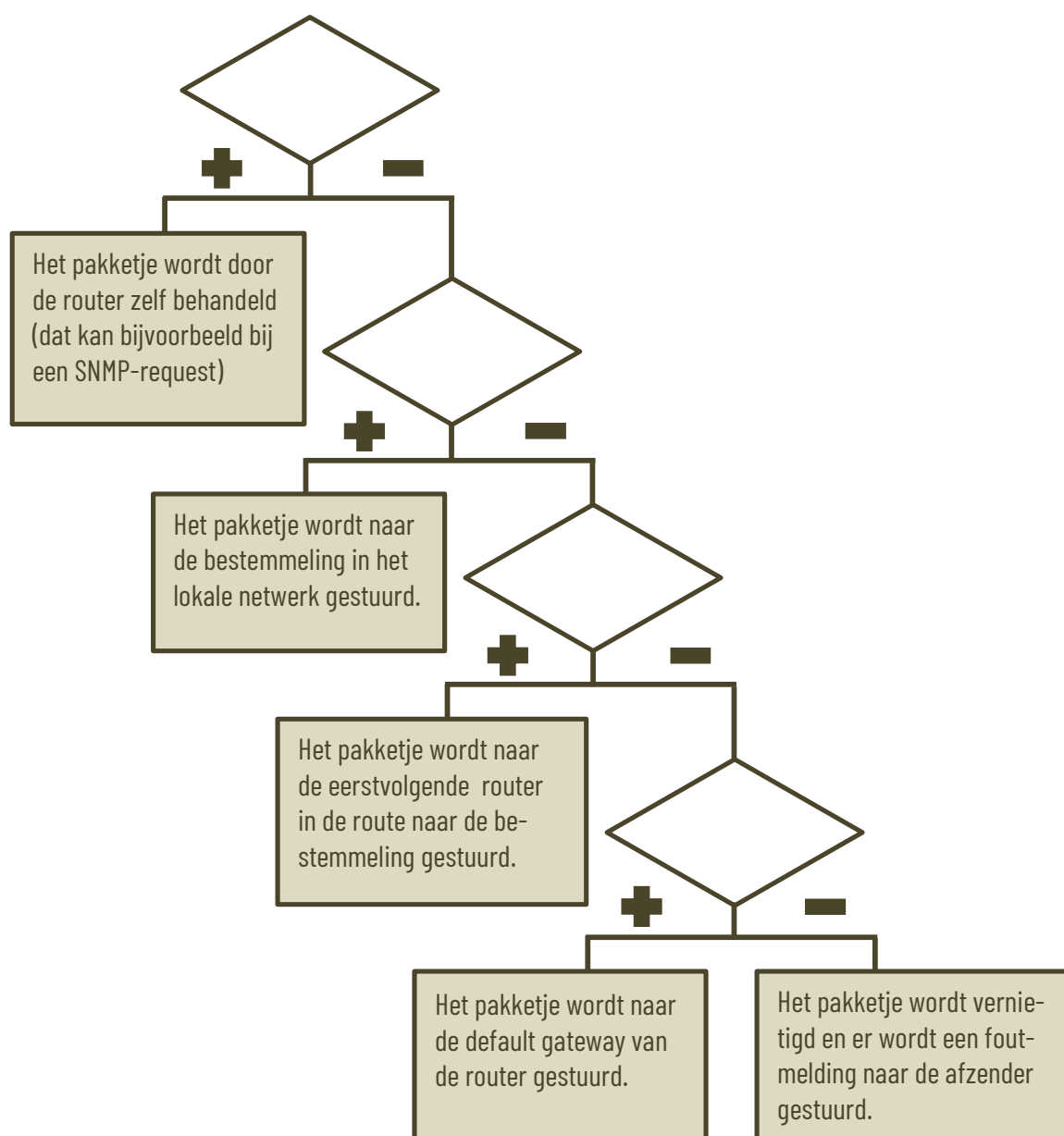
3

4

5

Indien een pakketje bij een router aankomt, zal die moeten beslissen waar dat pakketje naartoe moet. Daarbij gaat de router enkele criteria na in de juiste volgorde. Plaats de nummertjes van de verschillende criteria op de juiste plaats in de ruiten in het diagram.

1	Bevindt de bestemming zich in het lokale netwerk dat mij bekend is?
2	Is er een default route bekend naar het netwerk van de bestemming?
3	Is het pakketje voor mezelf bestemd?
4	Bevindt de route naar de bestemming zich in mijn routing table?



De meest gebruikte methode voor network address translation is dynamic mapping. Die werkwijze wordt helder beschreven in het Sleutelboek Computernetwerken. Zoek op hoe de volgende methodes van network address translation werken en in welke omstandigheden die worden toegepast.

static mapping

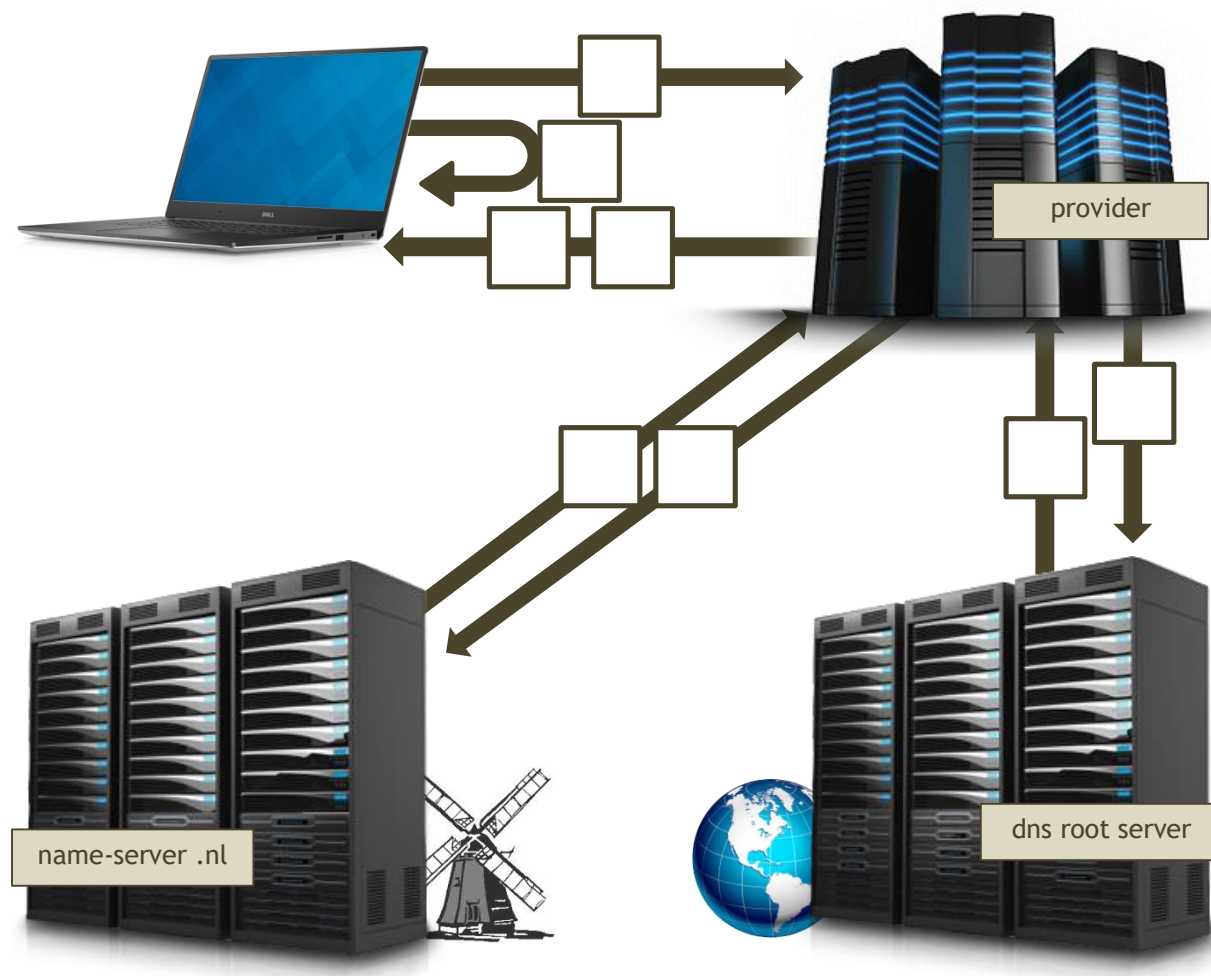
basic NAT

Waarom draagt NAT ook bij aan de beveiliging van lokale computernetwerken?

Wat is NPTv6?

## 6.2.2 DNS-adressering

Zo gaat een DNS-aanvraag in z'n werk. Noteer de nummers uit de kadertjes op de juiste plaats in het schema.



- 1 Stel: ik wil surfen naar [www.sleutelboek.nl](http://www.sleutelboek.nl). De browser kijkt na of die URL in de eigen dns-cache beschikbaar is. Als dat zo is, is het IP-adres van de webserver bekend en kan de webpagina geladen worden.
- 2 Zo niet wordt een dns-aanvraag gestuurd naar de name-server van je provider – dat kan natuurlijk ook een open name-server als je dat zo in je computer is ingesteld.
- 3 Indien de URL gekend is in de dns-cache van de name-server, wordt het IP-adres meegedeeld aan je browser, en kan de webpagina geladen worden.
- 4 Indien de URL niet gekend is in de dns-cache van de name-server, wordt de dns-aanvraag door-gestuurd naar een rootserver.
- 5 Die herkent dat het om een URL uit het .nl-domein gaat en stuurt het IP-adres van de name-server voor het .nl-domein naar je provider.
- 6 De name-server van je provider stuurt de dns-aanvraag nu naar de name-server voor het .nl-domein.

7

Die stuurt het IP-adres van [www.sleutelboek.nl](http://www.sleutelboek.nl) terug naar de name-server van je provider.

8

De name-server van je provider stuurt dat IP-adres door naar je browser. Zelf bewaart de name-server de URL mogelijk in z'n eigen dns-cache zodat volgende aanvragen van andere gebruikers naar deze website sneller kunnen worden beantwoord.

De website kan nu worden weergegeven in de browser. Wellicht zal je browser de URL ook in zijn eigen dns-cache bewaren, zodat de hele aanvraagprocedure bij een volgend bezoek niet meer helemaal opnieuw moet worden gedaan.

Hoe kan je de inhoud van de dns-cache op jouw computer raadplegen?

Hoe kan je de dns-cache op jouw computer weer leeg maken?

Wat is DNSSEC?

Wat is BIND met betrekking tot DNS? Verklaar de afkorting en het begrip.

## 6.3 Toegang tot het internet

Vergelijk drie gelijkaardige abonnementsformules van drie verschillende providers die in jouw omgeving via een bekabelde toegang internet aanbieden.

	Provider 1	Provider 2	Provider 3
naam			
technologie			
abonnementsprijs			
beperkingen			
Extra aangeboden diensten			

Vergelijk drie gelijkaardige abonnementsformules van drie verschillende providers die in jouw omgeving mobiel internet aanbieden.

	Provider 1	Provider 2	Provider 3
naam			
technologie			
abonnementsprijs			
beperkingen			
Extra aangeboden diensten			

## 6.4 Diensten op het internet

### 6.4.1 Het wereldwijde web

Plaats de omschrijvingen in de rechterkolom bij het juiste begrip in de linkerkolom.

1	browser	A	koppeling in een webpagina naar een andere pagina
2	HTML	B	webadres
3	HTTP	C	programma om webpagina's te raadplegen
4	hyperlink	D	codetaal waarin webpagina's worden opgesteld
5	URL	E	standaardprotocol voor het versturen van webpagina's
6	webapplicatie	F	programma dat via een webpagina beschikbaar is
7	webserver	G	webtoepassing om informatie te vinden op het web
8	zoekmachine	H	computer die websites beschikbaar maakt op het web

1	2	3	4	5	6	7	8
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

Voor bedrijven die zichtbaar aanwezig willen zijn op het internet is SEO erg belangrijk. Wat betekent de afkorting en het begrip?

	clear web	deep web	dark web
Crawler	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Domeinextensie .onion	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Gegevens in databanken	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Google	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Met wachtwoord beveiligde webinhoud	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Semantische web	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Surface web	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
TOR-browser	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Veel illegale activiteiten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Volledig anoniem	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Probeer minstens 10 alternatieve zoekmachines voor Google uit. Test ze op het zoeken naar (tekst)informatie, naar afbeeldingen en naar video's. Noteer hieronder jouw persoonlijke top 3 van deze alternatieve zoekmachines. Noteer ook de reden waarom je die gekozen hebt.

1

2

3



### 6.4.2 E-mail

Zoek of bedenk 10 netiquette-regels met betrekking tot e-mail.

1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	

E-mail heeft bureelwerk aanzienlijk gewijzigd. Zo gaat corresponderen met klanten, leveranciers en medewerkers een pak sneller en vlotter. Toch heeft e-mail vaak een negatieve invloed op de productiviteit van werknemers. Waarom?

--

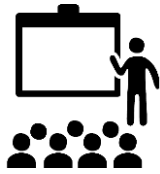
### 6.4.3 Nieuwsgroepen (usenet)

Wat waren de "Big 8" op usenet en waarvoor staan ze?

	naam	gebruik
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		

Het begrip "usenet" was oorspronkelijk een afkorting. Verklaar de afkorting en de herkomst ervan.

#### 6.4.4 E-commerce



In het Sleutelboek staat een korte beschrijving van de blockchain (p 127). Zoek uit hoe de blockchain precies werkt en stel dit helder voor een duidelijke Powerpoint. Presenteer je Powerpoint voor je klas.

Wat is dropshipping?

Waarom heeft dropshipping zo'n slechte reputatie?

Hoe kan je dropshipping websites herkennen?

### 6.4.5 Internettelefonie

Aan een VoIP-verbinding kan 'comfort noise' worden toegevoegd. Wat is dat?

Wat is bij VoIP het verschil tussen een hardphone en een softphone?



### 6.4.6 Internet of things



Internet of Things: ongekende nieuwe mogelijkheden

- Surf naar de pagina bij dit hoofdstuk op de Sleutelboek-website en bekijk de video "Internet of Things in 2 minuten uitgelegd".
- Bedenk nu zelf een toepassing of IoT-product dat jij wel erg handig of nuttig zou vinden.
- Bespreek elkaars voorbeelden. Zijn ze zinvol? Zijn ze volgens jou haalbaar? Wat zijn de gevaren met betrekking tot veiligheid en privacy?

Wat betekent het begrip "big data"?

121

Wat zijn de positieve en negatieve effecten van het internet of things op het milieu en de klimaatopwarming?

+

-

## 6.5 Cloud computing

Vergelijk deze bekende cloud-opslagdiensten met elkaar.

	Dropbox	OneDrive	Google Drive	iCloud	Stack (TransIP)
Gratis opslagcapaciteit					
Maximale bestandsgrootte					
Prijs/maand voor 1 TB					
Geschikt voor:					
Windows	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
MacOS	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Linux	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
iOS	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Android	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Wat is een SLA (service level agreement) met betrekking tot cloud computing?

SaaS (software as a service), IaaS (infrastructure as a service) en PaaS (platform as a service) zijn universeel gebruikte begrippen in de wereld van cloud-computing. Naar analogie met deze begrippen duiken ook andere cloudconcepten op, die men een gelijkaardige naam geeft, hoewel die niet universeel aanvaard worden. Zoek op wat de volgende begrippen betekenen. Opgelet: de afkorting DaaS kent twee betekenissen.

CaaS	

DaaS		

MaaS	

XaaS	

Wat betekent het begrip "intercloud"?

