



NETWERKINFRASTRUCTUUR

Boom

COLOFON

Boom Mbo
klantenservice@boom.nl
www.boom.nl

Auteurs: John Vianen en Marcel van Hoek
Omslagfoto: Boy Surminski Photography

Titel: Netwerkinfrastructuur
ISBN: 978 90 372 69123
Eerste druk/eerste oplage

© Boom 2025

Behoudens de in of krachtens de Auteurswet gestelde uitzonderingen mag niets uit deze uitgave worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen of enige andere manier, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de uitgever. Auteursrecht ten aanzien van tekst- en datamining en machinelearning is nadrukkelijk voorbehouden.

Voor zover het maken van reprografische verveelvoudigingen uit deze uitgave is toegestaan op grond van artikel 16h Auteurswet dient men de daarvoor wettelijk verschuldigde vergoedingen te voldoen aan de Stichting Reprorecht (www.reprorecht.nl). Voor het overnemen van een (of meerdere) gedeelte(n) uit deze uitgave in bijvoorbeeld een (digitale) leeromgeving of een reader in het onderwijs (op grond van artikel 16, Auteurswet 1912) kan men zich wenden tot Stichting Uitgeversorganisatie voor Onderwijslicenties (Postbus 3060, 2130 KB Hoofddorp, www.stichting-uvo.nl).

De uitgever heeft ernaar gestreefd de auteursrechten te regelen volgens de wettelijke bepalingen. Degenen die desondanks menen zekere rechten te kunnen doen gelden, kunnen zich alsnog tot de uitgever wenden.

Door het gebruik van deze uitgave verklaart u kennis te hebben genomen van en akkoord te gaan met de specifieke productvoorwaarden en algemene voorwaarden van Boom, te vinden op www.boom.nl

INHOUD

Inleiding	5
1 Basis netwerktechnologie	11
1.1 Eerste netwerk	12
1.2 Een netwerk met meerdere systemen	15
1.3 Netwerkuitbreiding	17
1.4 Twee netwerken verbinden	18
1.5 Automatische IP-configuratie (DHCP)	22
1.6 Automatische IP-configuratie (DHCP) - deel 2	26
1.7 Een website hosten (HTTP & DNS)	29
1.8 E-mail uitwisselen (SMTP & POP3)	34
1.9 Een compleet netwerk	38
1.10 Verbinding met internet	40
1.11 Draadloze netwerken, deel 1	44
1.12 Draadloze netwerken, deel 2	48
1.13 Draadloze netwerken, deel 3	52
1.14 Routerverbindingen, deel 1	55
1.15 Routerverbindingen, deel 2	59
1.16 Routerverbindingen, deel 3	62
1.17 Eindopdracht Basis netwerktechnologie	64
2 IPv4-adressering	67
2.1 Structuur van een IP-adres	70
2.2 Welke systemen kunnen met elkaar communiceren?	71
2.3 Subnetmasker toepassen - deel 1	72
2.4 Subnetmasker toepassen - deel 2	75
2.5 Subnetmasker toepassen - deel 3	77
3 Operating system van netwerkapparatuur	79
3.1 Introductie Cisco IOS	80
3.2 Eerste netwerk met CLI	83
3.3 Werken met de SFP-module	87
3.4 DHCP-server vanaf de router	91
3.5 DHCP-relay agent	93
3.6 Routeren met RIP via de CLI	96
3.7 Verbinding met internet via NAT, deel 1	98
3.8 Verbinding met internet via NAT, deel 2	101
3.9 Verbinding met internet via NAT, deel 3	104
3.10 Eindopdracht Operating System van netwerkapparatuur	107
4 InterVLAN-routing	109
4.1 VLAN's	110
4.2 VLAN's	112
4.3 VLAN's koppelen via 'router-on-a-stick'	115
4.4 VLAN's koppelen via de multilayer-switch	119
4.5 Dynamic Trunk Protocol (DTP)	123
4.6 VLAN Trunking Protocol (VTP)	126
4.7 De MLS als router	130

4.8	VLAN's ontwerpen	133
4.9	InterVLAN-routing-oefening	136
4.10	Eindopdracht interVLAN-routing	138
5	IPv6-adressering	141
5.1	IPv6-notatie	144
5.2	Eerste netwerk met IPv6	146
5.3	IPv6 routeren met RIP	150
6	Netwerkbeveiliging	155
6.1	Switchpoortbeveiliging	156
6.2	Access Control List (standard)	159
6.3	Access Control List (extended), deel 1	163
6.4	Access Control List (extended), deel 2	166
6.5	Access Control List (extended), deel 3	168
6.6	Eindopdracht Netwerkbeveiliging	172
7	Wide Area Networking	175
7.1	Routeren met EIGRP	176
7.2	Routeren met OSPF	178
7.3	VPN op basis van GRE	180
7.4	VPN op basis van IPsec	184
7.5	GRE over IPsec	190
7.6	Eindopdracht Wide Area Networking	193
8	Netwerkoptimalisatie	195
8.1	Spanning Tree, deel 1	196
8.2	Spanning Tree, deel 2	199
8.3	Spanning Tree, deel 3	202
8.4	HSRP, deel 1	205
8.5	HSRP, deel 2	209
8.6	LACP - EtherChannel	212
8.7	Eindopdracht Netwerkoptimalisatie	217
9	Netwerkbeheer	219
9.1	Device-configuratie via de console	220
9.2	Device-wachtwoordreset	225
9.3	Device-beheer via Telnet	229
9.4	Device-beheer via SSH	232
9.5	Login Banners	236
9.6	Eventmanager met syslog	239
9.7	Netwerkdetectie via CDP	243
9.8	Eindopdracht Netwerkbeheer	247
10	Bijlagen	249
10.1	Shortcuts	249
10.2	Cheatsheet	249
10.3	Show commando's	257

INLEIDING



Digitale leeromgeving

Bij sommige opdrachten heb je hulpmiddelen nodig. Bijvoorbeeld filmpjes, formulieren of een link naar een website. Deze staan allemaal in de digitale leeromgeving. Om hier te komen ga je naar boomdigitaal.nl.

Eerste keer inloggen in de digitale omgeving

Voordat je de digitale leeromgeving kunt gebruiken moet je je licentie activeren.

- Overleg met je docent welk type account je gebruikt.
- Ga naar www.boomberoepsonderwijs.nl/licentie.
- Bekijk de instructiefilm of lees het stappenplan.
- Volg de stappen.

Daarna kun je aan de slag!

Tegenwoordig is het internet niet meer weg te denken, het is overal om ons heen en overal beschikbaar. Zodra je 's ochtends je telefoon opent maakt deze verbinding met het internet en bij het openen van een app heeft je telefoon al vele internetberichten verstuurd en ontvangen. Dit gebeurt allemaal razendsnel, maar werkt wel volledig volgens protocollen en duidelijke structuren.

Toen het internet in de jaren '60 begon met het ARPANET was er nog geen behoefte aan veel protocollen, maar naarmate het steeds groter werd ontstond de behoefte aan duidelijkheid. Eén van die structuren is het **OSI-model**. Dit model is bedacht om vorm te geven aan het proces van bijvoorbeeld het openen van een website tot het daadwerkelijk verschijnen van de pagina. Je computer of telefoon heeft daarvoor allerlei protocollen doorlopen en meerdere berichten heen en weer gestuurd, nog voordat er iets op je scherm is verschenen. In dit werkboek zal het OSI-model regelmatig terugkomen, omdat het een houvast biedt om gestructureerd een netwerk op te bouwen maar ook als leidraad om fouten en problemen op te sporen.

Het OSI-model bestaat uit zeven lagen, die we niet allemaal nodig hebben. De lagen zijn:

1. **Applicatielaag (laag 7)**
Deze laag is de zichtbare laag voor de gebruiker. In deze laag zitten de programma's en apps die reageren op de input van de gebruiker.
2. **Presentatielaag (laag 6)**
Deze zet de input om in een formaat dat het netwerk begrijpt. Data wordt hier verpakt en versleuteld. Je websiteaanvraag wordt hier bijvoorbeeld ingepakt in een HTTP-pakket.
3. **Sessiel laag (laag 5)**
Deze laag zorgt voor het opzetten, beheren en beëindigen van communicatie tussen twee applicaties. Als je een videogesprek voert, zorgt deze laag ervoor dat de verbinding stabiel blijft.
4. **Transportlaag (laag 4)**
De transportlaag, met protocollen zoals TCP (betrouwbaar) en UDP (snel), zorgt ervoor dat de data correct en in de juiste volgorde aankomt. Vergelijk het met een postbode die controleert of alle pakketjes bij het juiste huis worden afgeleverd.
5. **Netwerklaag (laag 3)**
Op deze laag worden gegevens van het ene netwerk naar het andere gestuurd. Dit is waar **IP-adressen** worden gebruikt, en apparaten zoals **routers** werken. Dit apparaat werkt tussen netwerken en heeft als taak een pakket naar het juiste netwerk te sturen, zowel dichtbij als naar de andere kant van de wereld.

6. Datalink-laag (laag 2)

Hier wordt data verdeeld in frames en naar het juiste apparaat binnen een lokaal netwerk gestuurd. In de laag werkt de **switch**, dit apparaat verdeelt de berichten binnen een netwerk. Switches zijn vaak simpele apparaten die het mogelijk maken om aan één lijn vele apparaten te hangen, maar het is mogelijk om hier veel op in te stellen.

7. Fysieke laag (laag 1)

De onderste laag is verantwoordelijk voor de daadwerkelijke transmissie van signalen via UTP-kabels, glasvezel maar ook elektrische signalen of radiogolven die data overbrengen zoals bij wifi.

De lagen waar wij ons in deze module mee bezighouden, zijn laag 1, 2 en 3. Laag 4 t/m 7 voegen we samen tot één laag. Bij de opdrachten zit een stappenplan dat zo veel mogelijk deze lagen aanhoudt. Het opbouwen volgens deze lagen is geen harde eis, maar meer een leidraad. Je zult naarmate je het boek doorwerkt zien dat de lagen niet strikt gescheiden zijn en soms door elkaar lopen. Er is bijvoorbeeld een switch die op laag 2 en laag 3 werkt, en een router die op zowel laag 3 als laag 2 kan werken. Geen stress, het wordt allemaal duidelijk.

Onderstaande tabel geeft verkort weer welke protocollen we gaan gebruiken en op welke laag van het OSI-model deze zich bevinden. Er zijn nog meer protocollen, maar deze komen niet aan bod in dit boek. Wanneer je jezelf aanleert om via deze lagen een netwerk op te bouwen, dan zal dat (zeker in het begin) duidelijk maken hoe een netwerk functioneert.

Stap	OSI-model laag	Onderwerpen
1	1	Fysieke apparaten - interfaces en bekabeling
2	2	Ethernet - STP - LACP - VTP - VLAN - Port security
3	3	IP-adressen - HSRP - OSPF - PING - ACL
4	4-7	DHCP - DNS - HTTP
5	4-7	Inlog - VTY - Syslog - NTP

Bij het maken van de opdrachten zul je ook geregeld fouten maken en tegen problemen aanlopen. Het is helaas zo dat je netwerk niet functioneert, wanneer je een . of een 1 verkeerd zet. Ook geeft de router of switch niet aan dat je een fout hebt gemaakt, deze gaat ervan uit dat jij weet wat je invoert. Om een fout zo efficiënt mogelijk op te sporen is het OSI-model een handig hulpmiddel.

- Controleer eerst laag 1, de fysieke verbindingen: heb ik alles aangesloten? Zitten de kabels in de juiste interface? Staan de juiste interfaces aan?
- Vervolgens kijk je naar laag 2. Is er gebruikgemaakt van de juiste instellingen op de switches? Denk hierbij aan VLAN's, Etherchannel of trunk-instellingen.
- Daarna kijk je naar laag 3, de IP-laag. Heeft alles de juiste IP-configuratie? Deelt de DHCP-server wel IP-configuraties uit? Is er een ACL die toegang blokkeert? Klopt de routing-tabel wel?

Als je jezelf aanleert via deze manier naar netwerken te kijken, dan zullen foutjes en problemen snel worden opgelost en zul je merken dat het maken van netwerken niet ingewikkeld hoeft te zijn, maar dat het juist leuk en uitdagend is.

Het maken van de netwerken doen we met het programma Packet Tracer van Cisco Systems. In dit programma kunnen we netwerken simuleren, maar vooral is het programma handig om te kunnen leren hoe je een netwerk moet maken.



Het programma kan worden gedownload van de website netacad.com via de link in Boom Digitaal.

Om Packet Tracer te kunnen downloaden, heb je een account bij Cisco Networking Academy. Vraag aan je docent of de school een account voor je heeft aangemaakt. Mocht dat niet zo zijn, dan kun je zelf ook een gratis account aanmaken via www.netacad.com



Het programma Packet Tracer kun je vervolgens gratis downloaden via de link in Boom Digitaal.

Het maken van netwerken vraagt voorbereiding. Je wilt van tevoren weten welke IP-adressen je gaat gebruiken en hoe het netwerk eruit moet zien. Aan welke eisen moet het voldoen? Wat moet het kunnen en wat mag niet? Deze dingen plan je van tevoren in een IP-nummerplan en met het maken van een netwerktekening. De eerste hoofdstukken zul je deze informatie krijgen, maar uiteindelijk is het de bedoeling dat je naast een netwerk, ook deze dingen kunt maken. Dit vraagt om inzicht en ervaring, die je gelukkig zult opdoen bij het maken van deze opdrachten.

Inhoud en opzet

Dit boek bestaat uit negen hoofdstukken met uit te voeren opdrachten in Cisco Packet Tracer. De opdrachten kunnen vanzelfsprekend ook uitgevoerd worden met fysieke netwerkapparatuur.

Veel opdrachten zijn gericht op het koppelen van netwerken aan het internet. Dit is in Packet Tracer niet mogelijk, omdat dit programma juist bedoeld is om (onderdelen van) het internet zelf te bouwen. Om die reden is er een bestand beschikbaar waarin het internet is gesimuleerd.



Dit bestand heet *internet cloud.pka* en is te downloaden van Boom Digitaal.

Hoofdstuk 1 Basis netwerktechnologie

Dit hoofdstuk behandelt hoe je kleine netwerken kunt ontwerpen en bouwen. De basisconfiguraties kunnen op eenvoudige wijze via de GUI (*Graphic User Interface*) geconfigureerd worden. Het doel is om kennis te maken met switches, routers en access points voor draadloze netwerken.

Hoofdstuk 2 IP-adressering

Het internet is volledig gebouwd op basis van het internetprotocol (IP). Het betreft IP versie 4. Een onderdeel van dit protocol is IP-adressering. Alle systemen op het internet moeten weten waar ze een bericht naartoe moeten sturen en de ontvangende systemen moeten weten waar het bericht vandaan komt. Om die reden krijgt elk systeem op het internet een uniek IP-adres. In dit deel nemen we de structuur van IP-adressen onder de loep en gaan we oefenen met de verschillende soorten IP-adressen die in het protocol zijn vastgelegd. Het betreft de klassenverdeling A, B en C.

Hoofdstuk 3 Operating system van netwerkapparatuur

De GUI heeft zijn beperkingen. Op het moment dat er hogere netwerkeisen gesteld worden, zijn er complexere configuraties noodzakelijk. Dit is mogelijk via de CLI (*Command Line Interface*), waar in dit hoofdstuk de aandacht op gericht is. De CLI bedient het operating system van Cisco. Op het gebied van technologie komt dit deel redelijk overeen met hoofdstuk 1, met dit verschil dat hier het primaire doel is om kennis en ervaring op te doen op het gebied van Cisco IOS.

Hoofdstuk 4 InterVLAN-routing

Als de netwerkinfrastructuur voor een bedrijf moet worden ontworpen en gebouwd, kunnen de methoden van hoofdstuk 1 en 2 volstaan. Alleen zijn die configuraties vrij log en nauwelijks schaalbaar (een LAN toevoegen betekent vrijwel direct een nieuwe switch met 24 poorten, terwijl er misschien maar twee gebruikers aangesloten hoeven te worden). In dit hoofdstuk leer je hoe netwerken ontworpen en gebouwd kunnen worden voor efficiënt gebruik en hoe het dataverkeer zo effectief mogelijk verdeeld wordt. De opzet is modulair, waardoor het voor een netwerkbeheerder eenvoudig is om de netwerken uit te breiden, zonder nieuwe ontwerpen te hoeven maken.

Hoofdstuk 5 IPv6-adressering

Al jaren wordt voorspeld dat het internet op korte termijn geen gebruik meer zal maken van IPv4. Helaas is dat nog niet het geval en is IPv4 nog steeds de meestgebruikte manier van IP-adressering. Toch is er een opmars van IPv6 en zul je ook kennis moeten hebben van IPv6-adressering. In dit hoofdstuk wordt kort kennisgemaakt met IPv6 en de toepassing daarvan.

Hoofdstuk 6 Netwerkbeveiliging

Zonder extra toevoegingen zijn netwerken kwetsbaar. In principe geldt dat iedereen die in staat is om een systeem aan te sluiten op het netwerk, direct toegang heeft tot alle bronnen van datzelfde netwerk. In dit hoofdstuk introduceren we een aantal beveiligingsmethoden die ervoor zorgen dat diverse gedeeltes van de netwerkinfrastructuur afgezonderd zijn van de buitenwereld. Alle technieken in dit hoofdstuk kunnen direct worden toegepast op de technologieën uit de vorige hoofdstukken.

Hoofdstuk 7 Wide Area Networking

Alle voorgaande opdrachten richten zich vooral op de netwerkinfrastructuur voor kantoorautomatisering. Het betreft dan diverse LAN's of VLAN's verbonden met één of hooguit twee routers. Buiten deze kantoren zijn ze verbonden met het internet, dat bestaat uit diverse topologieën, gevormd door enkele honderdduizenden routers. De manier(en) waarop deze routers met elkaar communiceren en hoe hier gebruik van gemaakt kan worden, behandelen we in dit hoofdstuk. Verder valt te benadrukken dat het hier gaat over de basisprincipes van diverse routeringsprotocollen.

Hoofdstuk 8 Netwerkoptimalisatie

Dit hoofdstuk richt zich vooral op netwerkredundantie en prestatieverbetering. De gebouwde netwerken uit de vorige hoofdstukken voldoen inmiddels aan hoge eisen, maar zijn nog altijd kwetsbaar. Niet zozeer op het gebied van beveiliging, maar wel voor uitval. Als één of meerdere netwerkonderdelen uitvallen, kan (een gedeelte van) een bedrijfsnetwerk stil komen te liggen, wat immense schade voor dat bedrijf kan opleveren. In dit hoofdstuk worden enkele technieken bekeken om (onderdelen van) netwerken redundant uit te voeren, zodat apparatuur vanuit stand-bymode een uitgevallen netwerk(onderdeel) kan overnemen.

Hoofdstuk 9 Netwerkbeheer

Een operationeel netwerk is niet compleet als een beheerder niet snel en adequaat kan ingrijpen wanneer zich een incident voordoet. In dit hoofdstuk wordt gekeken hoe (op afstand) toegang tot de netwerkkapparatuur verkregen kan worden. Ook gaan we in op het monitoren van netwerkactiviteiten die naar een beheerder kunnen worden doorgestuurd.

De opdrachten

Zo goed als elke paragraaf bestaat uit minimaal één uitvoerende opdracht. Alle opdrachten kennen de volgende verdeling:

Uitlegvideo

In Boom Digitaal kun je bij elke opdracht een uitlegvideo bekijken. Hierin wordt stap voor stap uitgelegd hoe je de opdracht uitvoert in Packet Tracer. Deze kun je gebruiken als ondersteuning, maar je kunt de opdracht ook zonder de uitlegvideo uitvoeren. De eindopdrachten aan het einde van een hoofdstuk bevatten geen uitlegvideo. Deze moet je zonder hulp uitvoeren.

Achtergrond

Hier wordt de opdracht kort gepresenteerd met een gedetailleerde tekening van het netwerk. Hierin staan de wensen van de klant ten aanzien van het op te leveren netwerk.

Leerdoelen

Hierin staat wat de student na het afronden van een opdracht zal hebben geleerd.

IP-nummerplan

Een IP-nummerplan is een tabel met daarin relevante informatie over het te maken netwerk, zoals de te gebruiken apparatuur, hostname, interface en IP-informatie.

Netwerkeisen

Hierin worden technische eisen opgesomd waar de student zich aan dient te houden om de opdracht te kunnen maken. Het gaat dan bijvoorbeeld om extra informatie omtrent Hot Standby Router Protocol (HSRP), VLAN Trunking Protocol (VTP), routing, DHCP-instellingen et cetera.

VLAN instellingen

Een tabel met daarin de VLAN-informatie van het netwerk, zoals de te gebruiken VLAN-nummers, namen en toe te wijzen interfaces. VLAN's worden vanaf hoofdstuk 4 behandeld.

Opdracht

Hierin staat vermeld wat het einddoel is van de opdracht. Het gaat om testen die moeten worden uitgevoerd om aan de klantwensen tegemoet te komen. Het gaat om inlezen, ontwerpen, realiseren en vraagbeantwoording.

Wat is nieuw?

Het boek valt zo min mogelijk in herhaling (tenzij het echt niet anders kan). Hier worden uitsluitend de nieuwe technieken toegelicht, inclusief een voorbeeld. Hiermee trachten we de hoeveelheid informatie te beperken tot uitsluitend datgene wat in de leerdoelen is vermeld. Technieken die voor een opdracht nodig zijn, maar al zijn behandeld in vorige opdrachten, zullen moeten worden opgezocht door terug te bladeren en/of door oude bestanden te openen.

Stappenplan

Naarmate de student verder in het boek komt, nemen de omvang, grootte en complexiteit van de netwerken flink toe. Dit overzicht biedt een houvast om volgens het OSI-model een netwerk op te bouwen.

Vragen

Als de opdracht af is (een compleet gebouwd netwerk conform wensen en eisen) sluiten we die af met een vragenlijst die betrekking heeft op de opdracht. Er wordt gevraagd om diverse handelingen te verrichten op het netwerk, om op deze manier verdiepend naar het opgeleverde netwerk te kijken en om te leren hoe het netwerk zich nu eigenlijk gedraagt ten aanzien van het afhandelen van het netwerkverkeer.

Voorkennis

Dit werkboek gaat ervan uit dat de student voor het eerst in aanraking komt met netwerktechnologieën. De opdrachten zijn gebaseerd op Cisco Packet Tracer en daarbij wordt verondersteld dat de student is geïnstrueerd hoe dit programma werkt. Het betreft dan uitsluitend het bedienen van de menu's en het weten waar de netwerkcomponenten en bekabeling gevonden kunnen worden. Alle overige vaardigheden worden spelenderwijs aangeleerd.

Verdiepende kennis

Het doel van dit werkboek is om zo snel mogelijk en op een pragmatische manier kennis en ervaring op te doen op het gebied van netwerkontwerp en netwerkbouw. In dit boek wordt nagestreefd om zo min mogelijk tekst en uitleg te geven en om spelenderwijs kennis te vergaren op het gebied van netwerktechnologieën. Een docent kan altijd aanvullende en verdiepende toelichting geven, maar dat zal beperkt noodzakelijk zijn als deze opdrachten stap-voor-stap en op volgorde worden doorlopen.



Hoofdstuk 1

Basis netwerktechnologie

In dit hoofdstuk ga je kennismaken met het programma Packet Tracer en leren we direct hoe we een netwerk moeten maken. Dit hoofdstuk richt zich op het aanleren van de basis, het begrijpen van een netwerkverbinding en je leert hoe foutgevoelig het is.

Leerdoelen

- Je kunt uitleggen wat een netwerkinfrastructuur is.
- Je herkent de verschillende netwerkapparaten en begrijpt hun functie.
- Je kunt uitleggen hoe een IP-adres is opgebouwd.
- Je kunt een IP-adres correct toepassen in een netwerk.
- Je begrijpt de protocollen DNS, HTTP, SMTP, POP3 en DHCP en kunt hun werking toelichten.
- Je zet een eenvoudig netwerk op.
- Je kunt werken met draadloze verbindingen.
- Je zet een verbinding met het internet op en kunt deze gebruiken.

1.1 Eerste netwerk

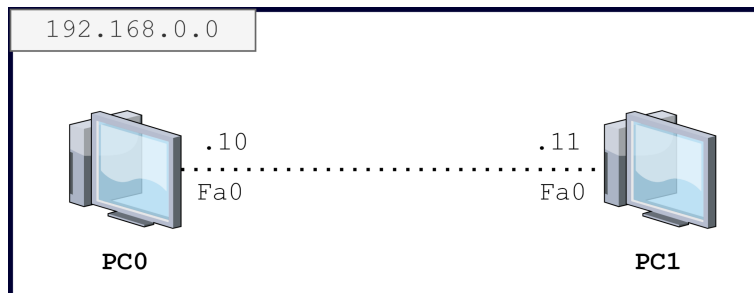


Opdracht 1 Eerste netwerk

Bekijk de uitlegvideo *Eerste netwerk* in Boom Digitaal.

Achtergrond

In deze eerste paragraaf leer je een eerste computernetwerk te bouwen door twee pc's met elkaar te verbinden via een netwerkkabel.



Doelstellingen

- Je verbindt twee systemen met elkaar.
- Je weet het verschil tussen een rechte en een kruiskabel.
- Je kunt een IP-adres toekennen.
- Je wisselt berichten uit via ping.

Netwerkeisen

- Gebruik de IP-adressen zoals in de tekening weergegeven.
- Subnetmasker: 255.255.255.0
- Default gateway: 0.0.0.0

Opdracht

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

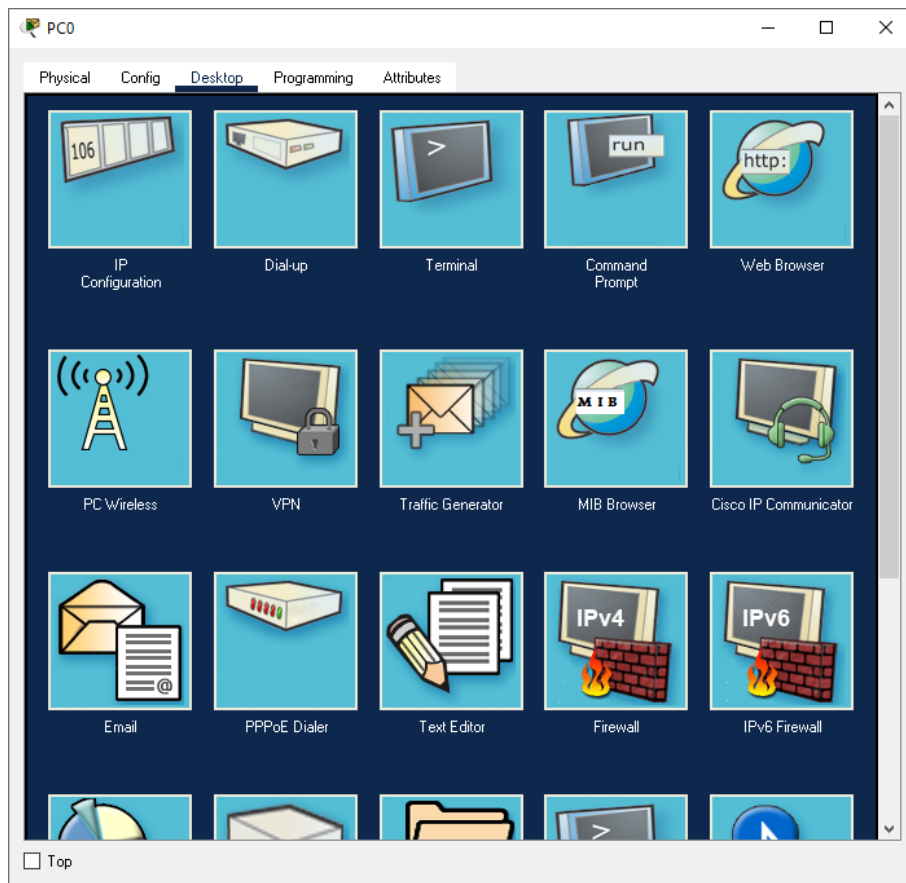
Wat is nieuw?

Om de pc's met elkaar te laten communiceren hebben ze een adres nodig. Immers, als ze een bericht sturen, moeten ze aan kunnen geven waar dit naartoe gaat en waar het vandaan komt. Deze adressen worden IP-adressen (Internet Protocol) genoemd. Ze bestaan uit vier getallen, van elkaar gescheiden door een punt, met een bereik van 0 tot en met 255.

Binnen dit netwerk is het een vereiste dat de eerste drie getallen (*network identifier*) voor beide systemen identiek zijn. Het laatste getal moet uniek zijn binnen dit netwerk (*host identifier*).

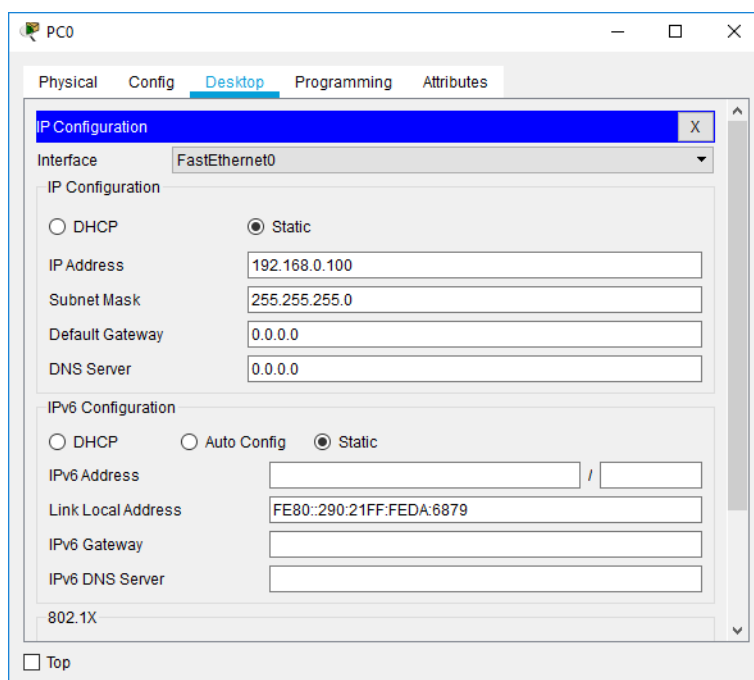
IP-adres van PC0 = 192.168.0.10
 └───┬───┘ └─┘
 Network-ID Hostgedeelte

De IP-instellingen van de pc kunnen als volgt aangepast worden:



pc0: Desktop.

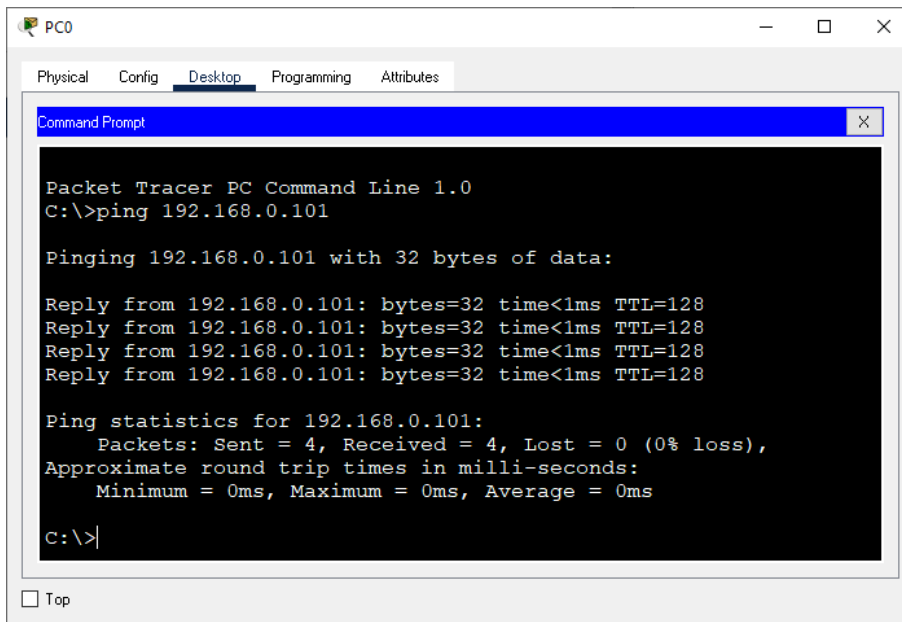
Selecteer *IP Configuration* om de IP-instellingen te configureren (het *subnet mask* wordt automatisch ingevuld). De betekenis van het subnetmasker zal later worden toegelicht.



PC0: Desktop | IP configuration.

Via de toepassing ping kan een computersysteem een testbericht sturen naar een ander systeem op een netwerk. Het ontvangende computersysteem is verplicht om dit bericht te beantwoorden. Het merendeel van alle opdrachten uit dit boek maakt hier gebruik van om netwerkverbindingen te testen. De toepassing ping kan worden opgestart vanaf de *command prompt* van een pc.

Het is belangrijk om altijd je netwerk te testen met bijvoorbeeld ping om te zien of je netwerk ook daadwerkelijk werkt.



Pc0: Desktop | Command prompt.

Stappenplan

Stap	OSI-model laag	Uitvoering
1	1	Zet alle apparaten neer zoals in de netwerktekening.
2	1	Neem de Netwerk-ID, namen en getallen over in je netwerk.
3	2	Sluit beide apparaten aan op de juiste interfaces.
4	3	Voorzie beide apparaten van de juiste IP-configuratie.
5	3	Controleer met het commando ping of alle apparaten met elkaar kunnen communiceren.

Vragen

- Verander in dit netwerk de kabel tussen de twee pc's. Probeer zowel een *straight* als een *cross-over* verbinding. Wat is het verschil?
- Ga naar de *command prompt* van pc0 en stuur, via ping, een bericht naar pc1. Wat doet het commando ping?
- Hoeveel berichten worden via ping verstuurd door een pc?
- Probeer te verklaren waarom een pc meer dan één bericht verstuurt.
- Kun je bij dit netwerk een derde pc aansluiten?

1.2 Een netwerk met meerdere systemen

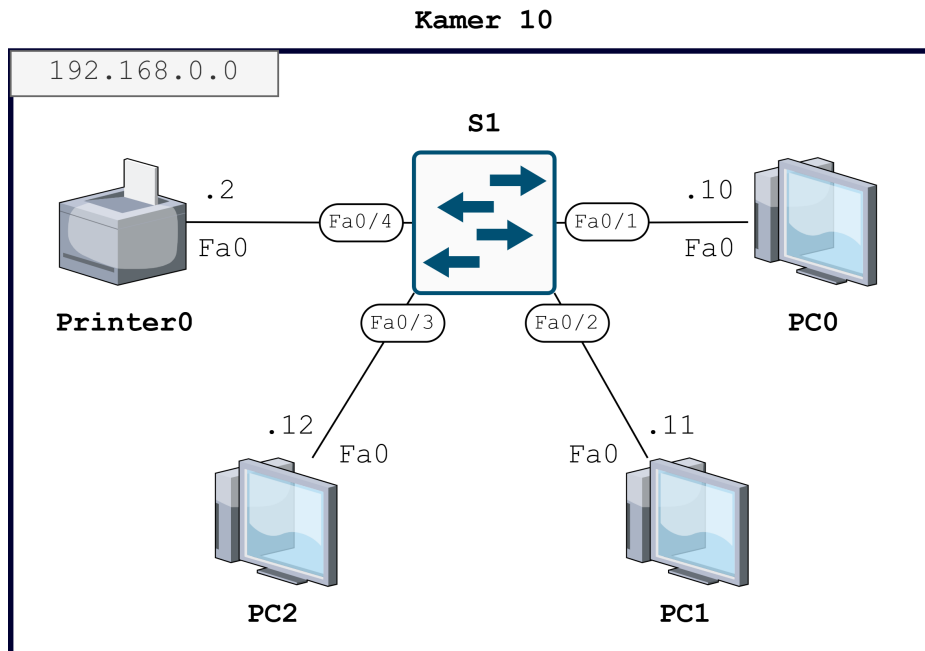
Opdracht 2 Een netwerk met meerdere systemen



Bekijk de uitlegvideo *Een netwerk met meerdere systemen* in Boom Digitaal.

Achtergrond

Voor een bedrijfje moet een netwerk gebouwd worden, bestaande uit drie pc's en een printer. Alle systemen moeten met elkaar kunnen communiceren.



Doelstelling

- Je verbindt meerdere systemen met elkaar via een switch.

Netwerkeisen

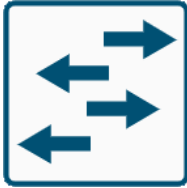
- Gebruik de IP-adressen zoals in de tekening weergegeven.
- Type switch: 2960
- Subnetmasker: 255.255.255.0

Opdracht

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

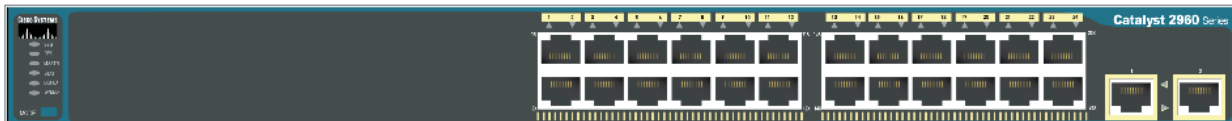
Wat is nieuw?

Een switch is een apparaat uit laag 2 van het OSI-model dat je kunt zien als een verdeeldoos voor alle netwerkapparaten. Het aantal poorten bepaalt hoeveel systemen je hierop kunt aansluiten.

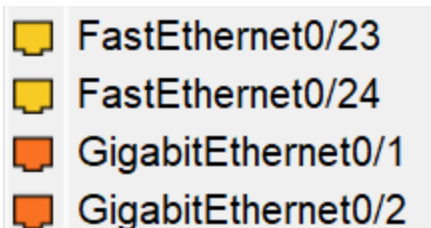


In de netwerktekening wordt de switch aangeduid met dit symbool.

In deze opdracht wordt gebruikgemaakt van de 2960. Dit is een 19-inch switch met 24 poorten van 100 Mbps en twee poorten van 1 Gbps (1000 Mbps). De switch is te monteren in een serverrack. De 100 Mbps poorten heten FastEthernet en zijn genummerd van 0/1 t/m 0/24. De afkorting voor FastEthernet is Fa, waardoor de poorten worden aangeduid als Fa0/1, Fa0/2, Fa0/3 et c. De afkorting voor Gbps = G of Gig, dus de twee poorten op de switch heten G0/1 en de G0/2. De poorten van een switch worden aangeduid als een *interface*, vandaar dat we deze term voortaan hanteren. Je hoeft de interfaces van een switch niet aan te zetten, deze staan standaard aan.



De 24 poorten aan de linkerkant zijn de FastEthernet poorten, de twee poorten aan de rechterkant zijn de GigabitEthernet poorten.



In Packet Tracer zijn de FastEthernet poorten geel en de GigabitEthernet poorten oranje.

De Network-ID in deze opdracht is nog altijd 192.168.0.0. Let er dus op dat voor alle systemen het IP-adres begint met **192.168.0**.

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

Stappenplan

Stap	OSI-model laag	Uitvoering
1	1	Zet alle apparaten neer zoals in de netwerktekening.
2	1	Neem de Network-ID, namen en getallen over in je netwerk.
3	2	Sluit alle apparaten aan op de juiste interfaces.
4	3	Voorzie alle apparaten van de juiste IP-configuratie.
5	3	Controleer met het commando ping of alle apparaten met elkaar kunnen communiceren.

Vragen

- a. In dit netwerk heb je gebruikgemaakt van een switch. Wat is het doel van een switch?
- b. Ga naar de *command prompt* van pc0 en tik het volgende commando in.

```
C:\ipconfig /all
```

Wat is het resultaat van dit commando?

- c. Alle apparaten in het netwerk blijken een MAC-adres te hebben. Wat is een MAC-adres?
- d. Kijk goed naar dit netwerk. Hoeveel systemen kunnen hier maximaal op worden aangesloten?

1.3 Netwerkuitbreiding

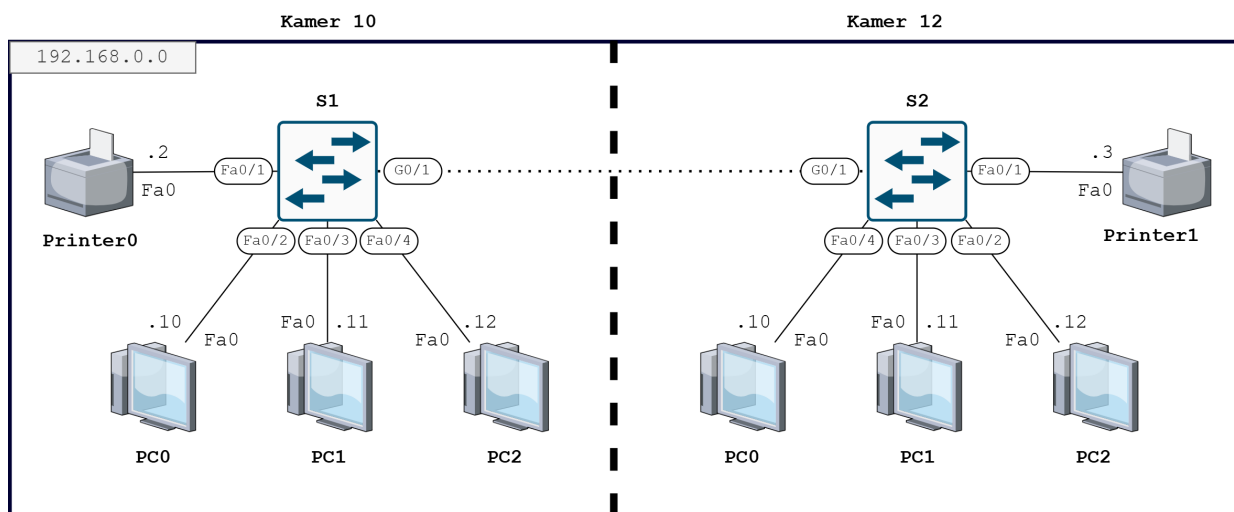
Opdracht 3 Netwerkuitbreiding



Bekijk de uitlegvideo *Netwerkuitbreiding* in Boom Digitaal.

Achtergrond

Het netwerk uit de vorige opdracht blijkt te klein. Dit netwerk moet uitgebreid worden over Kamer 10 en Kamer 12. Een tweede switch blijkt nodig.



Doelstelling

- Je leert hoe je netwerken uitbreidt door switches met elkaar te verbinden.

Netwerkeisen

- Gebruik de IP-adressen zoals in de tekening weergegeven.
- Type switch: 2960
- Subnetmasker: 255.255.255.0

Opdracht

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

Stappenplan

Stap	OSI-model laag	Uitvoering
1	1	Zet alle apparaten neer zoals in de netwerktekening.
2	1	Neem de Netwerk-ID, namen en getallen over in je netwerk.
3	2	Sluit alle apparaten aan op de juiste interfaces.
4	3	Voorzie alle apparaten van de juiste IP-configuratie.
5	3	Controleer met het commando ping of alle apparaten met elkaar kunnen communiceren.

Vragen

- Maakt het uit via welke poort de switches met elkaar worden verbonden? Probeer dit te achterhalen door de kabel, willekeurig, in verschillende poorten om te steken.
- Waarom is het verstandiger om de verbinding tussen de switches te realiseren met een snelheid van 1 Gbps in plaats van 100 Mbps?
- Stel dat we dit netwerk nog verder willen uitbreiden. Kunnen dan nog meer switches gekoppeld worden, op dezelfde manier?
- Hoeveel systemen zou je op deze manier (ongeveer) kunnen aansluiten?

1.4 Twee netwerken verbinden

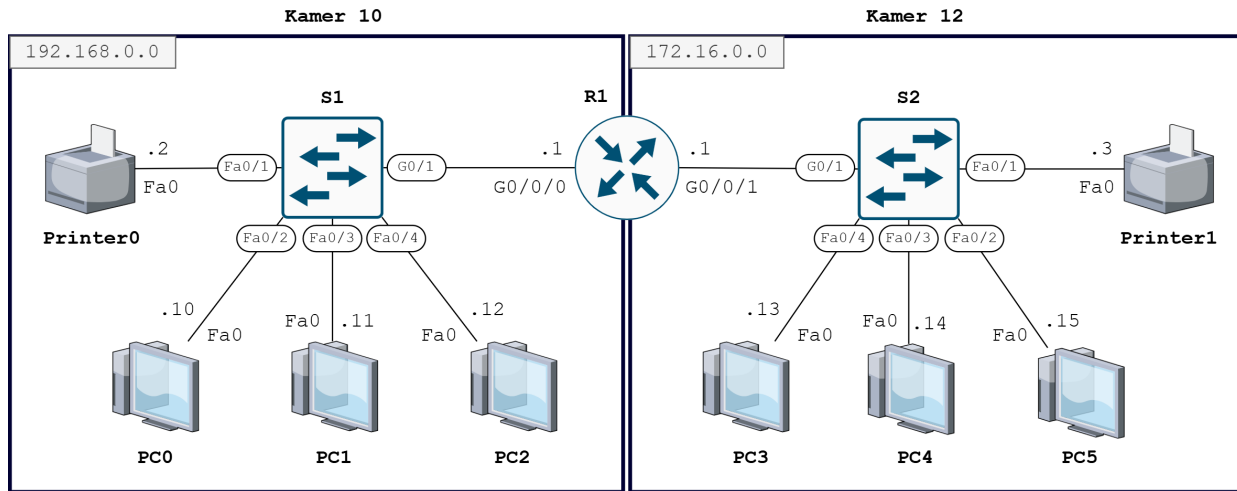


Opdracht 4 Twee netwerken verbinden

Bekijk de uitlegvideo *Twee netwerken verbinden* in Boom Digitaal.

Achtergrond

Het netwerk uit de vorige opdracht is klaar en het werkt goed, alleen zijn de netwerkprestaties laag. Er gaat te veel dataverkeer over, dus het is wenselijk dat het dataverkeer verdeeld wordt. Er zijn binnen dit bedrijf twee netwerken die nu met behulp van een router met elkaar worden verbonden.



Doelstellingen

- Je verbindt netwerken met elkaar door een router.
- Je leert wat de *default gateway* is.
- Je leert de betekenis van netwerkadressen.

Netwerkeisen

- Gebruik de IP-adressen zoals in de tekening weergegeven.
- Type switch: 2960
- Type router: 4321
- Netwerk 192.168.0.1 heeft subnetmasker 255.255.255.0
- Netwerk 172.16.0.1 heeft subnetmasker 255.255.0.0

Opdracht

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

Wat is nieuw?

De twee switches in dit ontwerp vormen beide een eigen netwerk. Als de switches direct met elkaar verbonden worden, dan vormen ze samen één netwerk (zoals in de vorige opdracht). Nu gaan we netwerken verbinden met een router. Een router is een apparaat uit laag 3 van het OSI-model en heeft als primaire taak om netwerken te koppelen. De router is daardoor onderdeel van beide netwerken, zoals te zien is in de tekening.



In de netwerktekening wordt de router aangeduid met dit symbool.

Als een apparaat een bericht wil sturen naar een ander netwerk, gebeurt dat altijd via de router. Om berichten buiten het eigen netwerk te versturen, moet elk apparaat in het netwerk het IP-adres van de router kennen. Dit IP-adres wordt daarom altijd ook ingesteld in de IP-configuratie. Dit IP-adres wordt de *default gateway* genoemd, want dit is de uitgang, oftewel gateway van het netwerk.

Vergeet je deze default gateway in te stellen, dan kan het apparaat niet buiten het eigen netwerk communiceren en ook niet gevonden worden door apparaten buiten het netwerk. Ieder apparaat in hetzelfde netwerk (bijvoorbeeld Kamer 10) heeft dezelfde default gateway, (192.168.0.1) want ze maken allemaal gebruik via die zelfde interface op de router om het netwerk te verlaten.

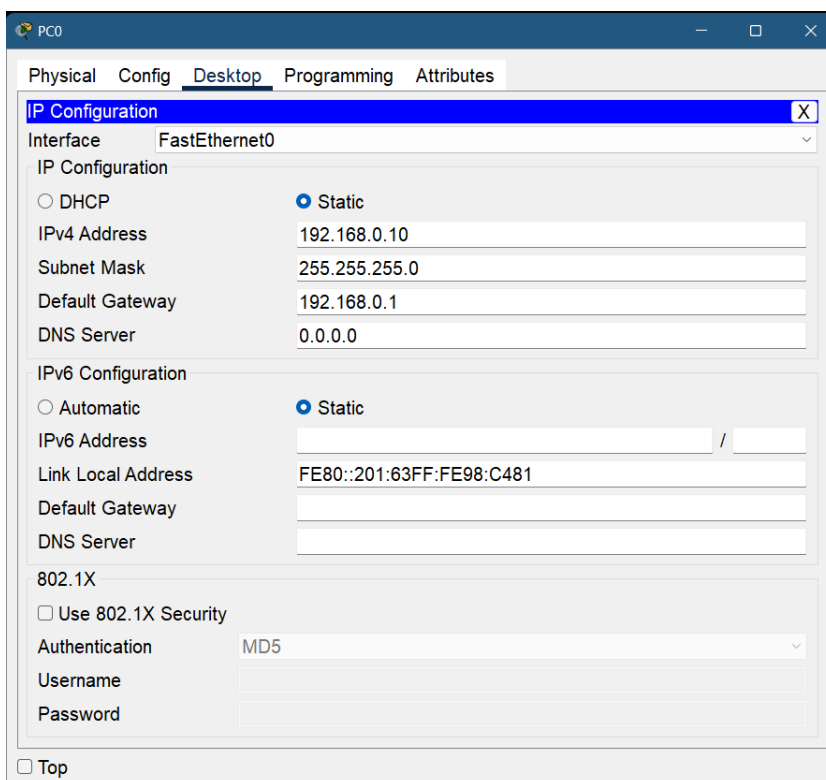
In deze opdracht maken we gebruik van de 4321-router van Cisco. Dit is een 19-inch device (bedoeld voor in een server-rack) met twee GigabitEthernet poorten. Daarmee kan het onderdeel zijn van twee netwerken. Meerdere interfaces zijn mogelijk door de router te voorzien van uitbreidingsmodules, waarmee het onderdeel wordt van nog meer netwerken.

Omdat een router in het OSI-model onderdeel is van laag 3 - Netwerklaag, noemen we daarom de router een 'laag 3 - apparaat'.



Een Cisco 4321 router.

De *default gateway* voor de pc's kan als volgt geconfigureerd worden:



Voorbeeld van de IP configuratie voor Kamer 10.