

NETWERKINFRASTRUCTUUR - WERKBOEK

Boom beroepsonderwijs
info@boomberoepsonderwijs.nl
www.boomberoepsonderwijs.nl

Auteur: Marcel van Hoek

Titel: Netwerkinfrastructuur - werkboek

ISBN: 978 90 372 6084 7, maakt deel uit van pakket 978 90 372 6029 8.

Eerste druk/eerste oplage
© Boom beroepsonderwijs 2021

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.

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) 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 beroepsonderwijs, te vinden op www.boomberoepsonderwijs.nl

Inleiding	5
Hoofdstuk 1 Basis netwerktechnologie	13
Eerste netwerk	14
Een netwerk met meerdere systemen	18
Netwerkuitbreiding	20
Twee netwerken verbinden	22
Automatische IP-configuratie (DHCP)	26
Automatische IP-configuratie (DHCP) - deel 2	30
Publiceer een website	33
E-mail uitwisselen	38
Een compleet netwerk	41
Verbinding met internet	43
Draadloze netwerken, deel 1	47
Draadloze netwerken, deel 2	51
Draadloze netwerken, deel 3	55
Draadloze netwerken, deel 4	59
Routerverbindingen, deel 1	62
Routerverbindingen, deel 2	66
Routerverbindingen, deel 3	68
Eindopdracht Basis netwerktechnologie	73
Hoofdstuk 2 IP adressering (basis)	75
Structuur van een IP-adres	79
Welke systemen kunnen met elkaar communiceren?	80
Analyseer een IP-netwerk, deel 1	82
Analyseer een IP-netwerk, deel 2	84
Ontwerp een IP-nummerplan	86
Analyseer een IP-nummerplan	88
Hoofdstuk 3 Operating system van netwerkapparatuur	89
IP-adressen en statische routing	91
IP-adressen op verschillende interfaces	95
DHCP-server vanaf de router	98
DHCP-server door een router (DHCP-relay agent)	101
Routeren met RIP via de CLI	103
Verbinding met internet via NAT, deel 1	106
Verbinding met internet via NAT, deel 2	111
Verbinding met internet via NAT, deel 3	113
Eindopdracht Operating System van netwerkapparatuur	116

Hoofdstuk 4	InterVLAN-routing	119
	VLAN's	120
	VLAN's koppelen via 'router-on-a-stick'	124
	VLAN's koppelen via de multilayer-switch	127
	VLAN's ontwerpen	130
	VLAN Trunking Protocol (VTP)	134
	InterVLAN-routing-oefening	138
	Beperk het trunkverkeer	140
	De MLS als router	143
	Eindopdracht interVLAN-routing	146
Hoofdstuk 5	IP-adressering (geavanceerd)	149
	Ontwerp IP-subnetwerk	152
	Oefeningen ontwerp IP-subnetwerken	155
	Oefeningen analyse IP-subnetwerken	157
Hoofdstuk 6	Netwerkbeveiliging	159
	Switchpoortbeveiliging	160
	Access Control List (standard)	163
	Access Control List (extended), deel 1	167
	Access Control List (extended), deel 2	171
	Access Control List (extended), deel 3	174
	Eindopdracht Netwerkbeveiliging	178
Hoofdstuk 7	Wide Area Networking	181
	PPP (Point-to-Point-Protocol)	182
	Routen met EIGRP	185
	Routen met OSPF	189
	VPN op basis van GRE	194
	VPN op basis van IPsec	198
	VPN verbinding gecombineerd met internettoegang	204
	Eindopdracht Wide Area Networking	206
Hoofdstuk 8	Netwerkoptimalisatie	209
	Back-up van een netwerkverbinding, deel 1	210
	Back-up van een netwerkverbinding, deel 2	215
	Switch back-up	218
	Routerback-up, deel 1	222
	Routerback-up, deel 2	229
	Bandbreedte opschalen (Etherchannel)	232
	Eindopdracht Netwerkoptimalisatie	235
Hoofdstuk 9	Netwerkbeheer	239
	Device-configuratie via de console	240
	Device-wachtwoordreset	244
	Device-beheer via Telnet	246
	Device-beheer via SSH	251
	Login Banners	254
	Eventmanager met syslog	257
	Eindopdracht Netwerkbeheer	262



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. Dit icoontje verwijst naar de digitale leeromgeving. Om hier te komen ga je naar digitaal.boomonderwijs.nl/beroepsonderwijs.

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!

Wij gaan een computernetwerk bouwen!

Voor iemand die nieuw is in dit vakgebied klinkt dit als een realistische en allesomvattende opdracht, waarbij de vraag zich aandient: *leuk, hoe zullen we beginnen?* Bij een ervaren beroepsspecialist komt dit heel anders over en komen er in gedachten eindeloos veel technische onderwerpen bovendien. Wat direct de vraag oplevert: *wat wordt met deze opdracht bedoeld?* Dit is het beoogde spectrum van dit werkboek.

Alle computersystemen zijn wereldwijd met elkaar verbonden via één computernetwerk: het internet. Het internet kan ontleed worden in diverse soorten netwerken op het gebied van netwerkkapparatuur, transportmedia (draadloos / bekabeld) en de samenstelling (topologie). Zo kunnen er kleine netwerken gebouwd worden voor thuisgebruikers tot enterprise-netwerken voor grote bedrijven.

In de kern doen alle netwerken hetzelfde: ze verbinden computersystemen met elkaar. Het verschil zit hem vooral in de verschillende eisen die aan de netwerken gesteld worden door de (eind)gebruikers. Hoe hoger de prestatie-eisen, hoe krachtiger de hardware moet zijn en hoe sneller de dataverbindingen. Sommige gebruikers stellen hoge eisen op het gebied van beveiliging, wat leidt tot extra en/of zware software en/of netwerkkapparatuur. Anderen hechten veel waarde aan de continuïteit van een netwerk en bouwen (onderdelen van) netwerken redundant, zodat er altijd een back-up stand-by staat voor het geval een netwerk(onderdeel) uitvalt. Ook kunnen er hoge eisen gesteld worden aan het beheer van het netwerk. Met andere woorden: hoe snel en efficiënt kan een netwerkstoring verholpen worden?

In dit werkboek komen al deze aspecten aan bod. Het doel is dat de student op een praktische manier, stapsgewijs per hoofdstuk, een nieuw stukje techniek aanleert. Elke nieuwe opdracht borduurt voort op de voorgaande opdrachten. Daarom beginnen we in hoofdstuk 1 met een ultraklein netwerk en bouwen dit uit tot een groot complex netwerk voor veel eindgebruikers, waar hoge eisen aan gesteld worden.

ATTENTIE!

Om de PacketTracer- en Lab-activiteiten te kunnen uitvoeren heb je de nieuwste versie van PacketTracer nodig. Hiervoor is een account bij de Cisco Networking Academy nodig. Vaak krijg je deze via je school, maar als dit niet zo is, kun je gratis een (beperkt) account via onderstaande link activeren.

Ga naar cisco.boomberoepsonderwijs.nl om je aan te melden en volg de stappen zoals die op de site aangegeven zijn.

Inhoud en opzet

Dit boek bestaat uit negen hoofdstukken Met uit te voeren opdrachten in Cisco Packet Tracer, maar de opdrachten kunnen vanzelfsprekend ook uitgevoerd worden met fysieke netwerkkapparatuur.

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 in de digitale leeromgeving.

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 (basis)

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 netwerkkapparatuur

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 het 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 dat nieuwe ontwerpen te hoeven maken.

Hoofdstuk 5 IP-adressering (geavanceerd)

Het internetprotocol bestaat al sinds 1980. In die tijd werd niet voorzien hoe groot het internet zou worden. De methode van adresseren (*classfull*) bleek al snel niet efficiënt. Bij deze gedateerde methode worden er ontzettend veel IP-adressen verspild, die wel degelijk nodig bleken. Om de IP-adressen efficiënter te benutten werd in 1984 een aanvulling op de adresseringsmethode ontwikkeld, genoemd subnetting (*classless*). Om deze methode te begrijpen, is het noodzakelijk om wat berekeningen te doen. Dat behandelen we in dit hoofdstuk.

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 en dus niet over border routers zoals ABR en BGP. Die vallen buiten het bereik van dit boek.

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-by mode 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 netwerkapparatuur verkregen kan worden. Ook gaan we in op het monitoren van netwerkactiviteiten die naar de server van een beheerder kunnen worden doorgestuurd.

De opdrachten

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

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.

Netwerkeisen

Hierin worden de minimale technische eisen opgesomd waar de student zich aan dient te houden om de opdracht te kunnen maken. Het gaat dan bijvoorbeeld om het gebruik van specifieke netwerkkapparatuur, IP-adressen, type bekabeling en dergelijke.

Opdracht

Hierin staat vermeld wat het ultieme einddoel is van de opdracht. Het gaat om testen die moeten worden uitgevoerd om aan de klantwensen tegemoet te komen. Bij iedere opdracht staat de geschatte tijd die de student ermee bezig is. Het gaat om inlezen, ontwerpen, realiseren en vraagbeantwoording.

Wat is nieuw?

Het werkboek 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.

Soms worden nieuwe technieken aangeleerd en toegepast op een netwerk dat in een eerdere opdracht is gebouwd. In dat geval is de oude tekening omgezet in lichte grijs tinten en worden de nieuwe onderwerpen in kleur gepresenteerd.

Stappenplan

Naarmate de student verder in het boek komt, nemen de omvang, grootte en complexiteit van de netwerken flink toe. Dit overzicht biedt adviserende richtlijnen om stap-voor-stap de bouw van het netwerk te doorlopen, zodat de student leert om gestructureerd en *bottom up* te werken.

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 die 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.

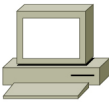
Verdiepende kennis

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.

Gebruikte symbolen



Server



PC



Laptop



Printer



Tablet



Smart device



Ongewenste indringer
in een netwerk



Switch



Router



Home router



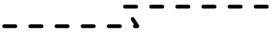
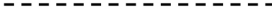
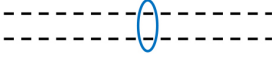
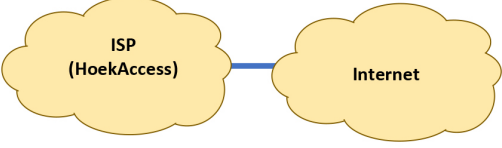
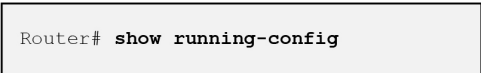
Router met ingebouwde firewall

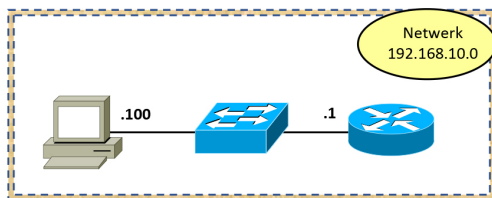


Multilayer switch

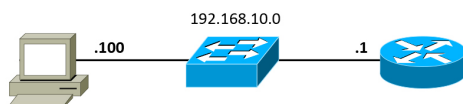


Modem

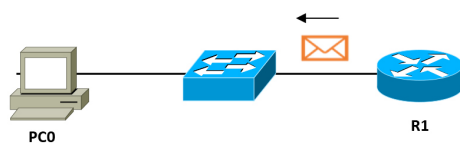
	Access Point
	Draadloze verbinding
	Versleutelde draadloze verbinding
	USB-kabel (Console)
	Asynchrone kabel, RS232 (Console)
	DSL-kabel
	Coaxkabel
	Seriële kabel
	Glasvezelkabel
	Rechte Ethernetkabel
	Gekruiste Ethernetkabel
	Etherchannel: (meerdere Ethernetkabels gebundeld)
	Rechte Ethernetkabel in trunk-mode
	Gekruiste Ethernetkabel in trunk-mode
	Internet-cloud met een Internet Service Provider
	Uit te voeren opdracht vanaf de Command Prompt van een PC/Server
	Uit te voeren opdracht vanaf de CLI van een Cisco-apparaat



LAN in specifieke ruimte met adres 192.168.10.0
 PC met IP-adres 192.168.10.100
 Router met IP-adres 192.168.10.1



LAN met adres 192.168.10.0
 PC met IP-adres 192.168.10.100
 Router met IP-adres 192.168.10.1



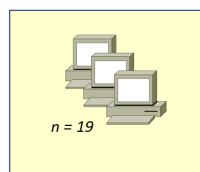
Een bericht wordt *verzonden* door router R1



Een bericht wordt *ontvangen* door PC0

Logistiek

VLAN 10
 Netwerk 192.168.10.0



Cluster van 19 systemen binnen VLAN 10
 Netwerkadres 192.168.10.0
 VLAN heeft als naam: Logistiek

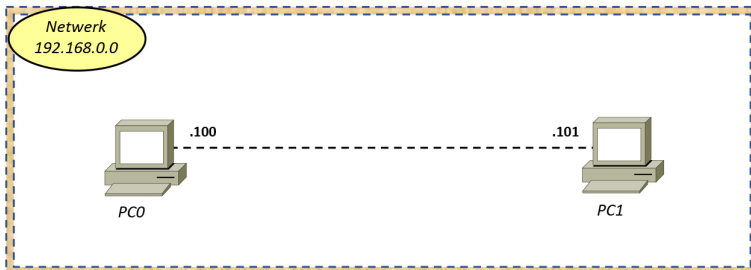
HOOFDSTUK 1

BASIS NETWERKTECHNOLOGIE

Opdracht 1 Eerste netwerk

Achtergrond

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



Doelstellingen

- Leren hoe twee systemen met elkaar verbonden moeten worden.
- Ontdek wat het verschil is tussen een rechte en een kruiskabel.
- Leren hoe je een IP-adres moet toekennen.
- Leren hoe je berichten moet uitwisselen via ping.

Netwerkeisen

- Gebruik de IP-adressen zoals in de tekening is weergegeven.

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 die naartoe gaat en waar die vandaan komt. Deze adressen worden IP-adressen 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*).

