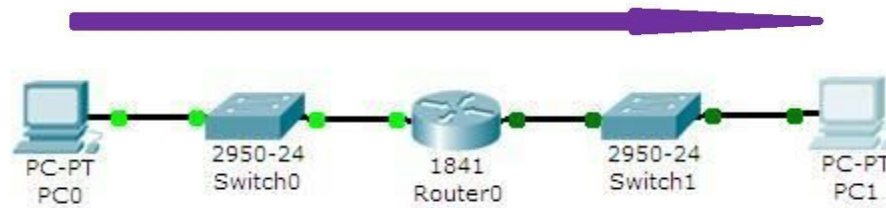


DataFlow door een simpel netwerk

Data (een ping berichtje) wordt voor de allereerste keer door een netwerk gestuurd van PC0 naar PC1.



Startsituatie:

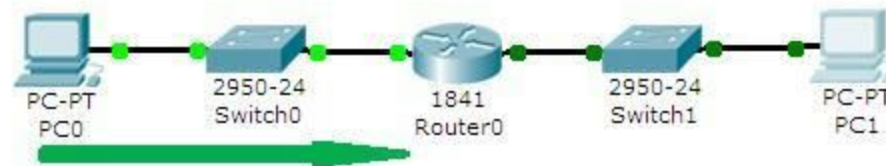
Device	MAC	IP	Default GW	ARP table	Switching Table	Routing Table
PC0	00:11:22:AA:BB:CC	192.168.0.2	192.168.0.1	Leeg	nvt	nvt
Switch0	Left:11:22:33:AA:BB:CC Right:22:33:44:AA:BB:CC	nvt	nvt	nvt	Leeg	nvt
Router0	Left: 33:44:55:AA:BB:CC Right:44:55:66:AA:BB:CC	192.168.0.1 10.0.0.1	nvt nvt	Leeg Leeg	nvt nvt	192.168.0.0 10.0.0.0
Switch1	Left:55:66:77:AA:BB:CC Right:66:77:88:AA:BB:CC	nvt	nvt	nvt	Leeg	nvt
PC1	77:88:99:AA:BB:CC	10.0.0.2	10.0.0.1	Leeg	nvt	nvt

1. PC0 stuurt een ping naar PC1

- a. Bericht gaat door de OSI lagen naar beneden tot aan netwerklaag. Daar worden de Source en Destination IP adressen ingevuld.
 - i. PC0 merkt dat PC1 in een ander netwerk zit
 - ii. PC0 moet dus zijn data naar (het mac-adres van) zijn default gateway gaan doorgeven om buiten zijn eigen netwerk te geraken
- b. Bericht wordt aan de datalinklaag gegeven. De MAC adressen worden hier ingevuld door deze op te zoeken in de ARP tabel. Het source MAC is de MAC van PC0, en de destination MAC die van de linker interface van Router0 (default gateway).
 - i. Opzoeking in de ARP tabel van PC0 leert ons dat deze leeg is, en dat hij het MAC adres nodig heeft van Router0
 - ii. Een ARP broadcast-bericht wordt verstuurd met als data: Router met IP 192.168.0.1, geef mij uw MAC adres

ARP bericht van PC0 naar linkse interface Router: :

Destination MAC	Source MAC	Source IP	Destination IP	
FF:FF:FF:FF:FF:FF	00:11:22:AA:BB:CC	192.168.0.2	192.168.0.1	Router geef mij uw MAC!



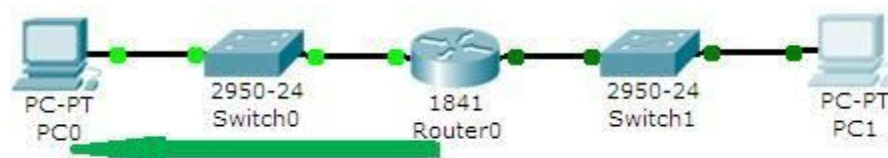
Device	MAC	IP	Default GW	ARP table	Switching Table	Routing Table
PC0	00:11:22:AA:BB:CC	192.168.0.2	192.168.0.1	Leeg	nvt	nvt
Switch0	Left:11:22:33:AA:BB:CC Right:22:33:44:AA:BB:CC	nvt	nvt	nvt	Leeg	nvt
Router0	Left: 33:44:55:AA:BB:CC Right:44:55:66:AA:BB:CC	192.168.0.1 10.0.0.1	nvt nvt	Leeg Leeg	nvt nvt	192.168.0.0 10.0.0.0
Switch1	Left:55:66:77:AA:BB:CC Right:66:77:88:AA:BB:CC	nvt	nvt	nvt	Leeg	nvt
PC1	77:88:99:AA:BB:CC	10.0.0.2	10.0.0.1	Leeg	nvt	nvt

2. ARP communicatie

- ARP broadcast komt bij Switch0. Die kijkt naar destination MAC (Laag 2 OSI model). Dit is het broadcast MAC, dus stuurt hij dit bericht verder op al zijn poorten. Ook vult hij zijn switching tabel (mac table) aan: Op de linkse poort zit het MAC **00:11:22:AA:BB:CC**
- ARP broadcast komt bij Router. Die kijkt naar destination MAC. Dit is een broadcast, naar iedereen in het netwerk, dus ook voor hem. Hij geeft dit bericht door naar laag 3 van het OSI model (=netwerklaag).
- De router kijkt nu naar het destination IP. Dit is zijn IP, dus hij moet op de vraag antwoorden. Hij gaat ook het MAC adres van **PC0 toevoegen aan zijn ARP tabel**
- Router stuurt een antwoord terug naar PC0.

ARP bericht van linkse interface router terug naar PC0: :

00:11:22:AA:BB:CC	33:44:55:AA:BB:CC	192.168.0.1	192.168.0.2	MAC included in bericht!
-------------------	-------------------	-------------	-------------	--------------------------



Device	MAC	IP	Default GW	ARP table	Switching Table	Routing Table
PC0	00:11:22:AA:BB:CC	192.168.0.2	192.168.0.1	Leeg	nvt	nvt
Switch0	Left:11:22:33:AA:BB:CC Right:22:33:44:AA:BB:CC	nvt	nvt	nvt	00:11:22:AA:BB:CC	nvt
Router0	Left: 33:44:55:AA:BB:CC Right:44:55:66:AA:BB:CC	192.168.0.1 10.0.0.1	nvt nvt	192.168.0.2 → 00:11:22:AA:BB:CC Leeg	nvt nvt	192.168.0.0 10.0.0.0
Switch1	Left:55:66:77:AA:BB:CC Right:66:77:88:AA:BB:CC	nvt	nvt	nvt	Leeg	nvt
PC1	77:88:99:AA:BB:CC	10.0.0.2	10.0.0.1	Leeg	nvt	nvt

3. Vervolg ARP + ping

- De ARP afkomstig van linkse interface Router komt bij de rechter interface van Switch0 aan. Die vult het MAC adres van de router **33:44:55:AA:BB:CC** in in zijn switching tabel op deze rechter interface
- De destination MAC in dat bericht wordt opgezocht in Switch0 zijn switching tabel (mac table) om te kijken langs welke poort hij het bericht verder moet sturen. Dit blijkt de linker interface te zijn.
- Dit bericht komt bij PC0 aan, die destination MAC controleert. Dit is zijn MAC, dus gaat hij dit verder verwerken. Het MAC adres van de **linker interface van de router wordt in de ARP tabel van PC0** gezet, zodat die nu zijn ping naar de default gateway kan versturen.

Ping bericht van PC0 naar PC1 vertrekt naar default gateway: :

33:44:55:AA:BB:CC	00:11:22:AA:BB:CC	192.168.0.2	10.0.0.2	Ping
-------------------	-------------------	-------------	----------	------



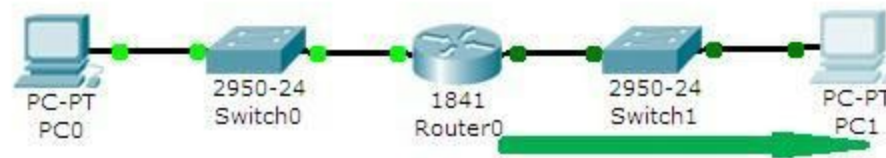
Device	MAC	IP	Default GW	ARP table	Switching Table	Routing Table
PC0	00:11:22:AA:BB:CC	192.168.0.2	192.168.0.1	192.168.0.1 → 33:44:55:AA:BB:CC	nvt	nvt
Switch0	Left:11:22:33:AA:BB:CC Right:22:33:44:AA:BB:CC	nvt	nvt	nvt	00:11:22:AA:BB:CC 33:44:55:AA:BB:CC	nvt
Router0	Left: 33:44:55:AA:BB:CC Right:44:55:66:AA:BB:CC	192.168.0.1 10.0.0.1	nvt nvt	192.168.0.2 → 00:11:22:AA:BB:CC Leeg	nvt nvt	192.168.0.0 10.0.0.0
Switch1	Left:55:66:77:AA:BB:CC Right:66:77:88:AA:BB:CC	nvt	nvt	nvt	Leeg	nvt
PC1	77:88:99:AA:BB:CC	10.0.0.2	10.0.0.1	Leeg	nvt	nvt

4. Vervolg ping naar PC1

- De ping komt bij Switch0 aan, die kijkt naar destination MAC (33:44:55:AA:BB:CC), en zoekt die op in zijn switching tabel (mac table). Hij ziet daar dat hij hem verder moet sturen op zijn rechterinterface.
- De ping komt bij de router aan, die kijkt naar destination MAC. Dit blijkt zijn MAC te zijn, dus gaat hij die verder verwerken. Hij kijkt naar destination IP (10.0.0.2), dit zit in het 10.0.0.0 netwerk. De router kijkt in zijn routing tabel om te weten op welke interface hij dit bericht moet verder sturen. Dit blijkt de rechterinterface van de router te zijn. De router geeft dit bericht terug naar een laag lager (data link laag) en daar moet hij voor destination MAC het MAC adres invullen voor het IP 10.0.0.2. Hij zoekt dit op in zijn ARP tabel, maar dit blijkt hier niet in te staan, dus stuurt de router een ARP broadcast over zijn rechterinterface met de vraag of 10.0.0.2 zijn MAC adres aan hem wilt geven.

ARP bericht van rechter router interface naar PC1: :

FF:FF:FF:FF:FF:FF	44:55:66:AA:BB:CC	10.0.0.1	10.0.0.2	PC1 geef mij uw MAC
-------------------	-------------------	----------	----------	---------------------



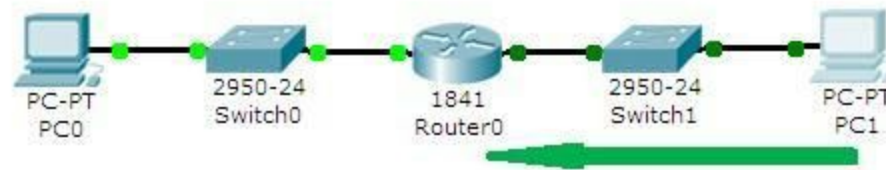
Device	MAC	IP	Default GW	ARP table	Switching Table	Routing Table
PC0	00:11:22:AA:BB:CC	192.168.0.2	192.168.0.1	192.168.0.1 → 33:44:55:AA:BB:CC	nvt	nvt
Switch0	Left:11:22:33:AA:BB:CC Right:22:33:44:AA:BB:CC	nvt	nvt	nvt	00:11:22:AA:BB:CC 33:44:55:AA:BB:CC	nvt
Router0	Left: 33:44:55:AA:BB:CC Right:44:55:66:AA:BB:CC	192.168.0.1 10.0.0.1	nvt nvt	192.168.0.2 → 00:11:22:AA:BB:CC Leeg	nvt nvt	192.168.0.0 10.0.0.0
Switch1	Left:55:66:77:AA:BB:CC Right:66:77:88:AA:BB:CC	nvt	nvt	nvt	Leeg	nvt
PC1	77:88:99:AA:BB:CC	10.0.0.2	10.0.0.1	Leeg	nvt	nvt

5. Vervolg ARP naar PC1

- De ARP broadcast komt bij de linker interface van Switch1 aan. Die kijkt naar het destination MAC, ziet dat dit een broadcast is, en dus op al zijn andere interfaces moet worden doorgestuurd. Hij zet ook het source MAC in zijn switching tabel (mac table) voor zijn linker interface.
- De ARP broadcast komt dus ook bij PC1 aan, die kijkt naar het destination IP. Dit is zijn IP. Hij stuurt dus een ARP antwoord terug naar de rechterinterface van de router. Hij gaat ook het MAC adres van rechterinterface van de router toevoegen aan zijn ARP tabel

ARP bericht van PC1 naar rechter router interface: .

44:55:66:AA:BB:CC	77:88:99:AA:BB:CC	10.0.0.2	10.0.0.1	Hier is mijn MAC
-------------------	-------------------	----------	----------	------------------



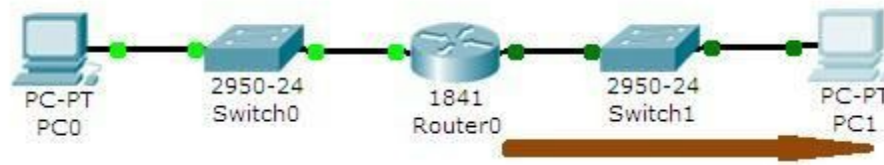
Device	MAC	IP	Default GW	ARP table	Switching Table	Routing Table
PC0	00:11:22:AA:BB:CC	192.168.0.2	192.168.0.1	192.168.0.1 → 33:44:55:AA:BB:CC	nvt	nvt
Switch0	Left:11:22:33:AA:BB:CC Right:22:33:44:AA:BB:CC	nvt	nvt	nvt	00:11:22:AA:BB:CC 33:44:55:AA:BB:CC	nvt
Router0	Left: 33:44:55:AA:BB:CC Right:44:55:66:AA:BB:CC	192.168.0.1 10.0.0.1	nvt nvt	192.168.0.2 → 00:11:22:AA:BB:CC Leeg	nvt nvt	192.168.0.2 10.0.0.0
Switch1	Left:55:66:77:AA:BB:CC Right:66:77:88:AA:BB:CC	nvt	nvt	nvt	44:55:66:AA:BB:CC	nvt
PC1	77:88:99:AA:BB:CC	10.0.0.2	10.0.0.1	10.0.0.1 → 44:55:66:AA:BB:CC	nvt	nvt

6. Vervolg ARP + ping

- Het ARP antwoord komt bij de Switch1, die kijkt naar het destination MAC adres, zoekt dit op in zijn switching tabel, ziet dat hij het moet verder sturen op zijn linker interface. Hij voegt ook de source MAC van het bericht toe aan zijn switching tabel (mac table) voor zijn rechter interface.
- Het ARP antwoord komt toe op de rechter interface van de router, die controleert het destination MAC adres. Dit is zijn MAC adres, dus gaat hij het bericht verder verwerken (doorgeven aan hogere laag). Het MAC adres van PC1 (source MAC van deze frame) invullen in zijn ARP tabel.
- De ping kan nu verder gestuurd worden uit de rechterinterface van de router, want alle gegevens zijn aanwezig.

Ping bericht van rechter router interface naar PC1:  :

77:88:99:AA:BB:CC	44:55:66:AA:BB:CC	192.168.0.2	10.0.0.2	Ping
-------------------	-------------------	-------------	----------	------



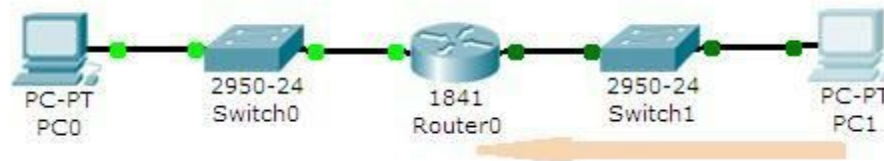
Device	MAC	IP	Default GW	ARP table	Switching Table	Routing Table
PC0	00:11:22:AA:BB:CC	192.168.0.2	192.168.0.1	192.168.0.1 → 33:44:55:AA:BB:CC	nvt	nvt
Switch0	Left:11:22:33:AA:BB:CC Right:22:33:44:AA:BB:CC	nvt	nvt	nvt	00:11:22:AA:BB:CC 33:44:55:AA:BB:CC	nvt
Router0	Left: 33:44:55:AA:BB:CC Right:44:55:66:AA:BB:CC	192.168.0.1 10.0.0.1	nvt nvt	192.168.0.2 → 00:11:22:AA:BB:CC 10.0.0.2 → 77:88:99:AA:BB:CC	nvt nvt	192.168.0.0 10.0.0.0
Switch1	Left:55:66:77:AA:BB:CC Right:66:77:88:AA:BB:CC	nvt	nvt	nvt	44:55:66:AA:BB:CC 77:88:99:AA:BB:CC	nvt
PC1	77:88:99:AA:BB:CC	10.0.0.2	10.0.0.1	10.0.0.1 → 44:55:66:AA:BB:CC	nvt	nvt

7. Vervolg ping + pong:

- Het ping bericht komt bij Switch1, die kijkt naar destination MAC, zoekt dit op in zijn switching tabel (mac table), en ziet dat hij het moet verder sturen op zijn rechterinterface.
- Ping komt aan bij PC1. Die kijkt eerst naar destination MAC. Dit is zijn MAC dus geeft hij het bericht door aan de netwerklaag. Daar wordt het destination IP nagekeken. Dit is weer zijn IP dus wordt het bericht verder verwerkt. PC1 ziet dat het een ping bericht is, en gaat zijn antwoord, de pong terugsturen naar het source IP van de aanvraag (= IP PC0).
- Bij de netwerklaag worden dus de destination en source IP ingevuld van de pong. Daar zien ze ook dat het antwoord naar een ander netwerk moet gestuurd worden, dus moet het antwoord naar (het mac-adres van) de default gateway van PC1 gestuurd worden. De pong wordt dan verder gegeven aan de datalink laag, en daar wordt het destination en source MAC ingevuld (die staan in de ARP tabel van PC1, dus er is geen ARP berichtuitwisseling meer nodig)

Pong bericht van PC1 naar rechter router interface: :

44:55:66:AA:BB:CC	77:88:99:AA:BB:CC	10.0.0.2	192.168.0.2	Pong
-------------------	-------------------	----------	-------------	------




Device	MAC	IP	Default GW	ARP table	Switching Table	Routing Table
PC0	00:11:22:AA:BB:CC	192.168.0.2	192.168.0.1	192.168.0.1 → 33:44:55:AA:BB:CC	nvt	nvt
Switch0	Left:11:22:33:AA:BB:CC Right:22:33:44:AA:BB:CC	nvt	nvt	nvt	00:11:22:AA:BB:CC 33:44:55:AA:BB:CC	nvt
Router0	Left: 33:44:55:AA:BB:CC Right:44:55:66:AA:BB:CC	192.168.0.1 10.0.0.1	nvt nvt	192.168.0.2 → 00:11:22:AA:BB:CC 10.0.0.2 → 77:88:99:AA:BB:CC	nvt nvt	192.168.0.0 10.0.0.0
Switch1	Left:55:66:77:AA:BB:CC Right:66:77:88:AA:BB:CC	nvt	nvt	nvt	44:55:66:AA:BB:CC 77:88:99:AA:BB:CC	nvt

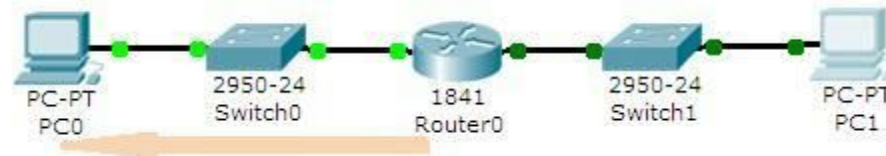
PC1	77:88:99:AA:BB:CC	10.0.0.2	10.0.0.1	10.0.0.1→44:55:66:AA:BB:CC	nvt	nvt
-----	-------------------	----------	----------	----------------------------	-----	-----

8. Vervolg pong:

- Het pong bericht komt bij Switch1, die kijkt naar destination MAC, zoekt dit op in zijn switching table (mac table), en ziet dat hij het moet verder sturen op zijn linker interface.
- Pong komt aan bij rechter router interface, die controleert het destination MAC. Dit is zijn MAC, dus gaat hij het verder verwerken en doorgeven aan de netwerklaag. De netwerklaag ziet dat het pong bericht naar het 192.168.0.0 netwerk moet gestuurd worden, en na in zijn routing tabel te kijken, ziet hij dat dit netwerk op zijn linker interface zit.
- De linker interface van de router moet dit berichtje verder doorsturen, dus moeten er terug MAC adressen aangeplakt worden. De destination MAC is de MAC van PC0, dus de router kijkt in zijn ARP tabel en ziet dat de destination MAC dus 00:11:22:AA:BB:CC moet zijn. Berichtje wordt verder gestuurd.

Pong bericht van linker router interface naar PC0: :

00:11:22:AA:BB:CC	33:44:55:AA:BB:CC	10.0.0.2	192.168.0.2	Pong
-------------------	-------------------	----------	-------------	------

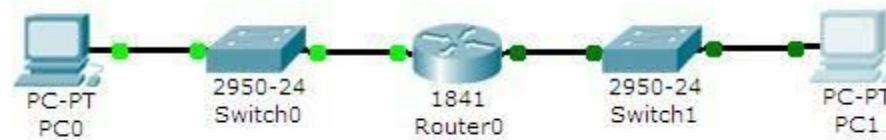


Device	MAC	IP	Default GW	ARP table	Switching Table	Routing Table
PC0	00:11:22:AA:BB:CC	192.168.0.2	192.168.0.1	192.168.0.1 → 33:44:55:AA:BB:CC	nvt	nvt
Switch0	Left:11:22:33:AA:BB:CC Right:22:33:44:AA:BB:CC	nvt	nvt	nvt	00:11:22:AA:BB:CC 33:44:55:AA:BB:CC	nvt
Router0	Left: 33:44:55:AA:BB:CC Right:44:55:66:AA:BB:CC	192.168.0.1 10.0.0.1	nvt nvt	192.168.0.2 → 00:11:22:AA:BB:CC 10.0.0.2 → 77:88:99:AA:BB:CC	nvt nvt	192.168.0.0 10.0.0.0
Switch1	Left:55:66:77:AA:BB:CC Right:66:77:88:AA:BB:CC	nvt	nvt	nvt	44:55:66:AA:BB:CC 77:88:99:AA:BB:CC	nvt
PC1	77:88:99:AA:BB:CC	10.0.0.2	10.0.0.1	10.0.0.1 → 44:55:66:AA:BB:CC	nvt	nvt

9. Vervolg pong:

- Het pong bericht komt bij Switch0, die kijkt naar destination MAC, zoekt in zijn Switching tabel (mac table) en ziet dat hij het bericht verder moet sturen over zijn linker interface.
- Pong berichtje komt aan bij PC0, die controleert het destination MAC. Dit is zijn MAC, dus geeft hij het berichtje aan een hogere laag, de netwerklaag. Deze controleert het destination IP. Het is ook zijn IP adres, dus doet hij de verdere verwerking van het berichtje.
- De pong wordt geregistreerd door PC0 en weergegeven in het DOS-scherf.

Het bericht heeft zijn uiteindelijke bestemming bereikt!



Device	MAC	IP	Default GW	ARP table	Switching Table	Routing Table
PC0	00:11:22:AA:BB:CC	192.168.0.2	192.168.0.1	192.168.0.1 → 33:44:55:AA:BB:CC	nvt	nvt
Switch0	Left:11:22:33:AA:BB:CC Right:22:33:44:AA:BB:CC	nvt	nvt	nvt	00:11:22:AA:BB:CC 33:44:55:AA:BB:CC	nvt
Router0	Left: 33:44:55:AA:BB:CC Right:44:55:66:AA:BB:CC	192.168.0.1 10.0.0.1	nvt nvt	192.168.0.2 → 00:11:22:AA:BB:CC 10.0.0.2 → 77:88:99:AA:BB:CC	nvt nvt	192.168.0.1 10.0.0.0
Switch1	Left:55:66:77:AA:BB:CC Right:66:77:88:AA:BB:CC	nvt	nvt	nvt	44:55:66:AA:BB:CC 77:88:99:AA:BB:CC	nvt
PC1	77:88:99:AA:BB:CC	10.0.0.2	10.0.0.1	10.0.0.1 → 44:55:66:AA:BB:CC	nvt	nvt