

## Δυαδικό Σύστημα

Για να μπορέσουμε να καταλάβουμε πως γίνεται το Subnetting, πρέπει πρώτα να γνωρίζουμε καλά το δυαδικό σύστημα, τις Classes των δικτύων και τι ακριβώς γίνεται στην καθεμία. Όπως γνωρίζουμε μία IP αποτελείται από 32bits. Για παράδειγμα:

**192.168.0.0 - 11000000.10101000.00000000.00000000**

Στη 2<sup>η</sup> Ενότητα είδαμε πως μετατρέπουμε ένα δεκαδικό σε δυαδικό και το αντίστροφο. Πριν προχωρήσουμε όμως ας ξαναδούμε ένα παράδειγμα. Για να μετατρέψουμε μία IP από δυαδικό σε δεκαδικό ακολουθούμε την εξής διαδικασία:

Ας πάρουμε τον 8μπιτο δυαδικό αριθμό 11001101. Η μετατροπή σε δεκαδικό γίνεται ως εξής:

Δεκαδικοί αριθμοί -->	128	64	32	16	8	4	2	1
Δυαδικός αριθμός -->	1	1	0	0	1	1	0	1

Για να βγάλουμε το δεκαδικό αριθμό, προσθέτουμε τους δεκαδικούς αριθμούς κάτω από τους οποίους υπάρχει το δυαδικό ψηφίο 1. Στη συγκεκριμένη περίπτωση  $128 + 64 + 8 + 4 + 1 = 205$ . Άρα  $11001101 = 205$ . Αν υποθέσουμε πως αυτά ήταν τα πρώτα 8bit μιας IP, βρίσκουμε και τα υπόλοιπα με τον ίδιο τρόπο. Οπότε αν μας ζητηθεί να βρούμε την IP 11000000.10101000.00000000.00000000 στη δεκαδική της μορφή, ακολουθούμε την παραπάνω διαδικασία για κάθε ένα από τα 8 bit της.

Τώρα αν μας ζητηθεί να μετατρέψουμε μία IP από δεκαδική μορφή σε δυαδική ακολουθούμε την αντίστροφη διαδικασία. Έστω ότι μας ζητείται ο αριθμός 176 να γίνει δυαδικός.

Δεκαδικοί αριθμοί -->	128	64	32	16	8	4	2	1
Δυαδικός αριθμός -->	1	0	1	1	0	0	0	0

Μιας και ο αριθμός είναι πάνω από 128, το ενεργοποιούμε με το ψηφίο 1. Δοκιμάζουμε να προσθέσουμε το 128 με το 64 να δούμε ποιος είναι ο επόμενος αριθμός και μας δίνει το 192. Το ζητούμενο είναι το 176, οπότε δεν μας κάνει το 64 και βάζουμε 0. Προσθέτοντας το 32 μας δίνει το 160, αριθμός πιο κοντά σε αυτόν που θέλουμε και βάζουμε 1. Είναι προφανές πως θέλουμε άλλα 16 για να φτάσουμε το 176, οπότε βάζουμε και 1 κάτω από το 16. Τα υπόλοιπα τα συμπληρώνουμε με μηδενικά. Έτσι  $176 = 10110000$ .

Δοκιμάστε και μόνοι σας να κάνετε μερικές μετατροπές IP δεκαδικής μορφής σε δυαδική και το αντίστροφο ώστε να εξοικειωθείτε.

## Network Classes

Οι Network Classes είναι οι εξής:

- **Class A:** Από 0 έως 127 -->Από 00000000 έως 01111111.
- **Class B:** Από 128 έως 191 -->Από 10000000 έως 10111111.
- **Class C:** Από 192 έως 223 -->Από 11000000 έως 11011111.
- **Class D:** Από 224 έως 239 -->Από 11100000 έως 11101111.
- **Class E:** Από 240 έως 255 -->Από 11110000 έως 11111111.

Με βάση τα παραπάνω, οι διαθέσιμες IP σε κάθε Class είναι:

- **Class A:** Από 0.0.0.0 έως 127.255.255.255.
- **Class B:** Από 128.0.0.0 έως 191.255.255.255.
- **Class C:** Από 192.0.0.0 έως 223.255.255.255.
- **Class D:** Από 224.0.0.0 έως 239.255.255.255.
- **Class E:** Από 240.0.0.0 έως 255.255.255.255.

Οι Classes που μας αφορούν είναι οι A, B και C. Οι D και E δε θα μας απασχολήσουν. Η Class A έχει 8bit Network ID, η Class B έχει 16bit Network ID και η Class C έχει 24bit Network ID. Ο παρακάτω πίνακας δείχνει τη μάσκα κάθε Class.

<b>Class A</b>	255.0.0.0 ή αλλιώς /8
<b>Class B</b>	255.255.0.0 ή αλλιώς /16
<b>Class C</b>	255.255.255.0 ή αλλιώς /24

Ο λόγος που ονομάζονται αλλιώς και /8, /16 και /24 είναι διότι σε κάθε περίπτωση έχουν τα ανάλογα bit ενεργοποιημένα με το ψηφίο 1 όταν είναι στη δυαδική τους μορφή. Για παράδειγμα η /16 είναι 11111111.11111111.00000000.00000000. Αυτό να το θυμάστε πάρα πολύ καλά γιατί είναι από τα βασικότερα στο Subnetting. Θα δούμε μάσκες /17, /28 κλπ και πρέπει να γνωρίζουμε τι συμβαίνει.

Η μάσκα δηλώνει τον αριθμό των υποδικτύων και των host στο δίκτυο μας. Τα υπόλοιπα bits που απομένουν σε μία μάσκα και είναι μηδενικά, είναι ο αριθμός των διαθέσιμων host στο δίκτυο μας. Για παράδειγμα σε μία Class C IP με μάσκα 255.255.255.0 ή 11111111.11111111.11111111.00000000, ο αριθμός των host που μπορούμε να έχουμε είναι  $2^8 = 256 - 2 = 254$ . Ο λόγος που βγάζουμε 2 είναι γιατί σε κάθε δίκτυο έχουμε ένα Network ID ή αλλιώς την IP δικτύου και μία Broadcast IP, οι οποίες δεν χρησιμοποιούνται σε host. Για παράδειγμα αν μας δώσουν μία IP 192.168.0.10 με μάσκα 255.255.255.0 ή /24, το Network ID της είναι το 192.168.0.0 και το Broadcast IP είναι το 192.168.0.255. Όλες οι άλλες IP 192.168.0.1 έως 192.168.0.254 δίνονται σε host. Για να βρούμε το Network ID του δικτύου μας από την υπολογιστή μας μπορούμε να κάνουμε ένα λογικό AND της IP του υπολογιστή μας με τη Subnet Mask του δικτύου μας. Λογικό AND εννοούμε όπου  $1 \cdot 1 = 1$ ,  $1 \cdot 0 = 0$  και  $0 \cdot 0 = 0$ . Για παράδειγμα:

Host IP: 192.168.0.10      -->11000000.10101000.00000000.00001010  
Subnet Mask: 255.255.255.0 -->11111111.11111111.11111111.00000000

---

Network ID: 192.168.0.0      -->11000000.10101000.00000000.00000000

Υπάρχουν και κάποιες private IP, οι οποίες δεν χρησιμοποιούνται στο Internet. Τέτοιου είδους IP χρησιμοποιούν στα τοπικά τους δίκτυα οι εταιρίες, καθώς και εμείς στο LAN του γραφείου μας ή του σπιτιού μας. Για παράδειγμα η IP 192.168.0.1 που χρησιμοποιεί κάποιος από εμάς στο τοπικό του δίκτυο, τη χρησιμοποιούνε και εκατομμύρια άλλοι στα δικά τους τοπικά δίκτυα δίχως να υπάρχει κίνδυνος conflict στο Internet μιας και προορίζεται για private χρήση. Ο παρακάτω πίνακας δείχνει τις private IP κάθε Class βάση του RFC 1918 standard.

<b>Class A</b>	Από 10.0.0.0 έως 10.255.255.255
<b>Class B</b>	Από 172.16.0.0 έως 172.31.255.255
<b>Class C</b>	Από 192.168.0.0 έως 192.168.255.255

Το πως βγαίνει στο Internet μία τέτοια IP θα το δούμε σε παρακάτω ενότητες και δεν χρειάζεται να μας απασχολεί για την ώρα.

## Subnetting

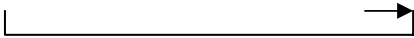
Με βάση τα όσα μάθαμε μέχρι τώρα, μπορούμε να προχωρήσουμε στο Subnetting. Έχουμε την Class C IP 200.1.1.0 /24 και θέλουμε να την χωρίσουμε σε υποδίκτυα. Όπως αναφεραμε πριν το /24 είναι η μάσκα του δικτύου αλλιώς 255.255.255.0.

200.1.1.0	
<b>Network ID</b>	<b>Hosts</b>

Network ID: 200.1.1.0      --> 11001000.00000001.00000001.00000000  
Subnet Mask: 255.255.255.0 --> 11111111.11111111.11111111.00000000

Για να επεκτείνω αυτό το δίκτυο, πρέπει να δανειστώ μερικά bits από τους hosts ώστε να μπορέσω να δημιουργήσω μερικά υποδίκτυα (subnets). Έτσι έχουμε:

Subnet Mask: 255.255.255.128 --> 11111111.11111111.11111111.10000000



**25 bits**

Οπότε η μάσκα γίνεται τώρα /25 δηλαδή 255.255.255.128 μιας και δανειστήκαμε 1bit από τους hosts. Το 128 στο τέλος είναι διότι πήραμε το 8<sup>ο</sup> bit από τους. Μας απομένουν  $2^7=128-2=126$  διευθύνσεις για hosts για κάθε ένα από τα υποδίκτυα που δημιουργήσαμε.

Έτσι το 1<sup>ο</sup> υποδίκτυο είναι:

**Network ID:** 200.1.1.0 /25

**Hosts:** Από 200.1.1.1 έως 200.1.1.126

**Broadcast IP:** Από 200.1.1.127

Το 2<sup>ο</sup> υποδίκτυο είναι:

**Network ID:** 200.1.1.128 /25

**Hosts:** Από 200.1.1.129 έως 200.1.1.254

**Broadcast IP:** Από 200.1.1.255

Έτσι η /25 μάσκα μας δίνει 2 υποδίκτυα με 126 hosts το καθένα. Τα υποδίκτυα είναι 2 γιατί πήραμε ένα bit από τους hosts, οπότε  $2^1=2$ . Για περισσότερα υποδίκτυα θα πάρουμε τόσα bit όσα υποδίκτυα θέλουμε. Ας πούμε ότι θέλουμε πάλι στην ίδια IP 200.1.1.0 /24 να κάνουμε υποδίκτυα με 30 hosts το καθένα. Για να γίνει αυτό πρέπει να μου μείνουν στους hosts τόσα bits που να μου δίνουν αυτό τον αριθμό. Τα bit που θα χρειαστούμε από τους hosts είναι 5, διότι  $2^5=32-2=30$ . Βγάζουμε 2 όπως είπαμε και πριν γιατί το ένα είναι το Network ID και το άλλο το Broadcast IP. Οπότε μας μένουν 3 bits για υποδίκτυα αφού πήραμε τα 5 bits για τους hosts και έτσι έχουμε  $2^3=8$ . Η Subnet Mask τώρα θα γίνει /27 ή αλλιώς

255.255.255.224 μιας και πήραμε 3 bits από τους hosts. Στον παρακάτω πίνακα βλέπουμε αναλυτικά τα υποδίκτυα που δημιουργήθηκαν:

<b>Network ID</b>	<b>Hosts</b>	<b>Broadcast IP</b>
200.1.1.0	Από 200.1.1.1 έως 200.1.1.30	200.1.1.31
200.1.1.32	Από 200.1.1.33 έως 200.1.1.62	200.1.1.63
200.1.1.64	Από 200.1.1.65 έως 200.1.1.94	200.1.1.95
200.1.1.96	Από 200.1.1.97 έως 200.1.1.126	200.1.1.127
200.1.1.128	Από 200.1.1.129 έως 200.1.1.158	200.1.1.159
200.1.1.160	Από 200.1.1.161 έως 200.1.1.190	200.1.1.191
200.1.1.192	Από 200.1.1.193 έως 200.1.1.222	200.1.1.223
200.1.1.224	Από 200.1.1.225 έως 200.1.1.254	200.1.1.255

Με βάση το RFC standard, το πρώτο και το τελευταίο υποδίκτυο δεν χρησιμοποιούνται, δηλαδή το 200.1.1.0 και το 200.1.1.224, διότι ολόκληρο το δίκτυο 200.1.1.0 /24 και το 1<sup>ο</sup> υποδίκτυο 200.1.1.0 /27 δε διαφέρουν και μπορεί να δημιουργήσει σύγχυση, όπως επίσης και η Broadcast IP 200.1.1.255 /27 του τελευταίου υποδικτύου 200.1.1.224 /27, δεν διαφέρει από την Broadcast IP ολόκληρου του δικτύου που είναι η 200.1.1.255 /24. Αυτό συμβαίνει γιατί μερικά πρωτόκολλα δικτυακών εξοπλισμών δεν αναγνωρίζουν υποδίκτυα. Τα μηχανήματα της Cisco πάντως χρησιμοποιούνε όλα τα υποδίκτυα κανονικά. Εμείς όμως θα πάμε με βάση τον κανονισμό του RFC και σε ερωτήσεις που θα τίθονται στο μάθημα, είτε σε Quiz, είτε σε εργασίες θα ξέρουμε πως το 1<sup>ο</sup> και τελευταίο υποδίκτυα δε χρησιμοποιούνται για διευθυνσιοδότηση.

Όταν θέλουμε να κάνουμε broadcast σε ένα δίκτυο που το έχουμε χωρίσει σε υποδίκτυα δεν είναι εφικτό. Το PC θα κάνει broadcast μόνο στα PC του υποδικτύου του. Επίσης μπορούμε να δημιουργήσουμε και υποδίκτυα μέσα σε υποδίκτυα, αλλά για την ώρα δε θα μας απασχολήσει μιας και χρησιμοποιείται σε εξειδικευμένες περιπτώσεις για να μην αφήνουμε καμμία IP αχρησιμοποίητη.