

Εισαγωγή στο 802.11 AC
Συμβουλές και Λύσεις Υλοποίησης Ασύρματων
Δικτύων στο RouterOS v6

MUM 2015 GREECE

Ελευθέριος Λιοδάκης

Λιοδάκης Ελευθέριος

D&C ELECTRONICS

- MikroTik Certified Consultant
- MTCNA – MikroTik Certified Network Associate
- MTCWE – MikroTik Certified Wireless Engineer
- MTCTCE – MikroTik Certified Traffic Control Engineer
- 3CX Certified Engineer

- Εισαγωγή στο 802.11x
- Τι νέο προσφέρει το 802.11AC
- RouterOS 6 ,Tips Βελτιστοποίησης Ασύρματων Ζεύξεων

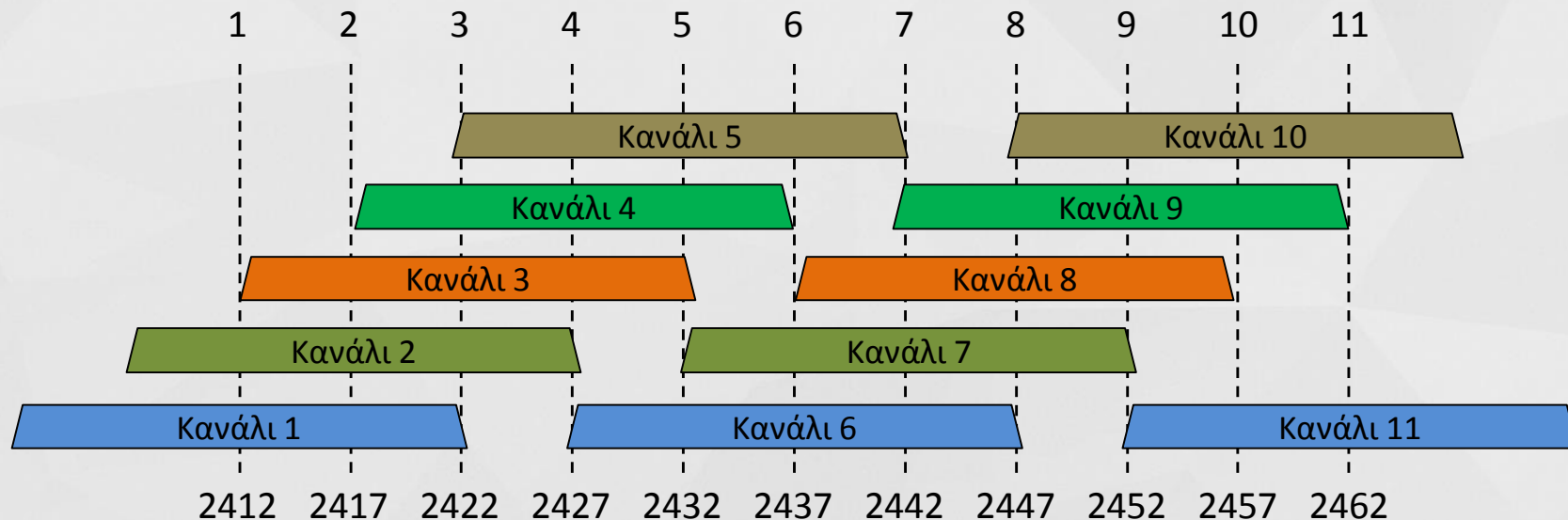
Το πρότυπο 802.11x (WiFi)

- Αρχικά αναπτύχτηκε για ζεύξεις εσωτερικών χώρων
- Είναι τεχνολογία **Half-Duplex**, αλλά αμφίδρομη
- Η αμφίδρομη επικοινωνία επιτυγχάνεται με την χρήση **Time Division Duplexing**
- Τεχνολογία **CSMA/CA** (Carrier Sense Multiple Access with Collision Avoidance)
- Το **Collision Avoidance** επιτυγχάνετε με την μέθοδο αναβολής εκπομπής

Ιστορική Εξέλιξη του Προτύπου 802.11x

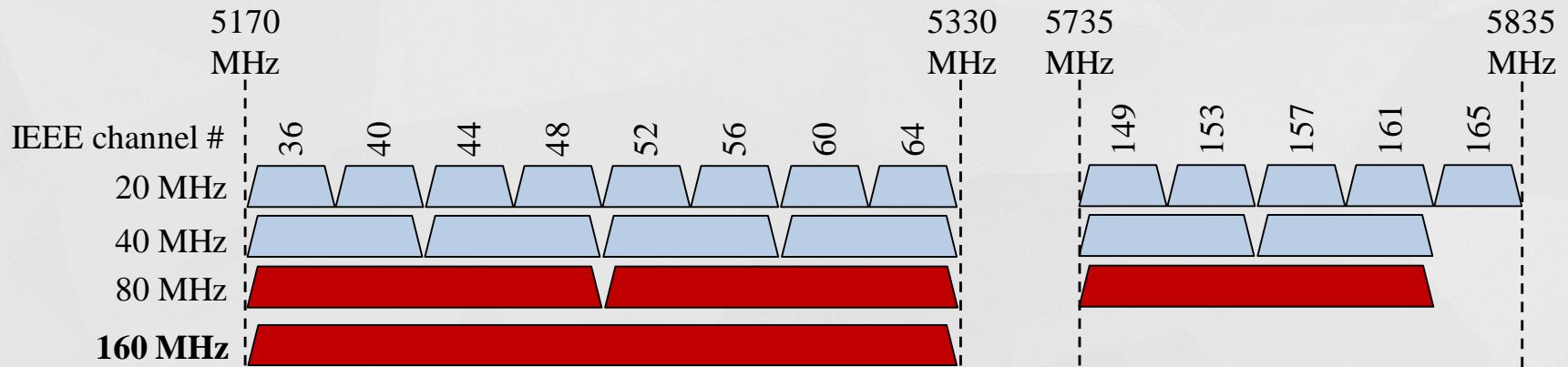
Πρότυπο 802.11	Ημ/νια	Συχνότητα	Band-width	Ονομαστικός ρυθμός μετάδοσης Data Rates (1 Spatial Stream)	MIMO Streams	Διαμόρφωση
a	Σεπτ. 1999	5GHz	20 MHz	6, 9, 12, 18, 24, 36, 48, 54	Δεν Υποστηρίζει	OFDM
b	Σεπτ. 1999	2,4GHz	22 MHz	1, 2, 5.5, 11	Δεν Υποστηρίζει	DSSS
g	Ιούν. 2003	2,4GHz	20 MHz	6, 9, 12, 18, 24, 36, 48, 54	Δεν Υποστηρίζει	OFDM, DSSS
n	Οκτ. 2009	2,4GHz /5GHz	20 MHz	7.2, 14.4, 21.7, 28.9, 43.3, 57.8, 65, 72.2	4	OFDM
			40 MHz	15, 30, 45, 60, 90, 120, 135, 150		
ac	Δεκ. 2013	5GHz	20 MHz	7.2, 14.4, 21.7, 28.9, 43.3, 57.8, 65, 72.2, 86.7, 96.3	8	OFDM
			40 MHz	15, 30, 45, 60, 90, 120, 135, 150, 180, 200		
			80 MHz	32.5, 65, 97.5, 130, 195, 260, 292.5, 325, 390, 433.3		
			160 MHz	65, 130, 195, 260, 390, 520, 585, 650, 780, 866.7		

- Τα διαθέσιμα κανάλια για την μπάντα των 2.4GHz είναι 11 (Ευρώπη)
- Το κάθε κανάλι έχει πλάτος 22MHz
- Τα ωφέλημα κανάλια (χωρίς επικάλυψη) κανάλια είναι μόνο 3

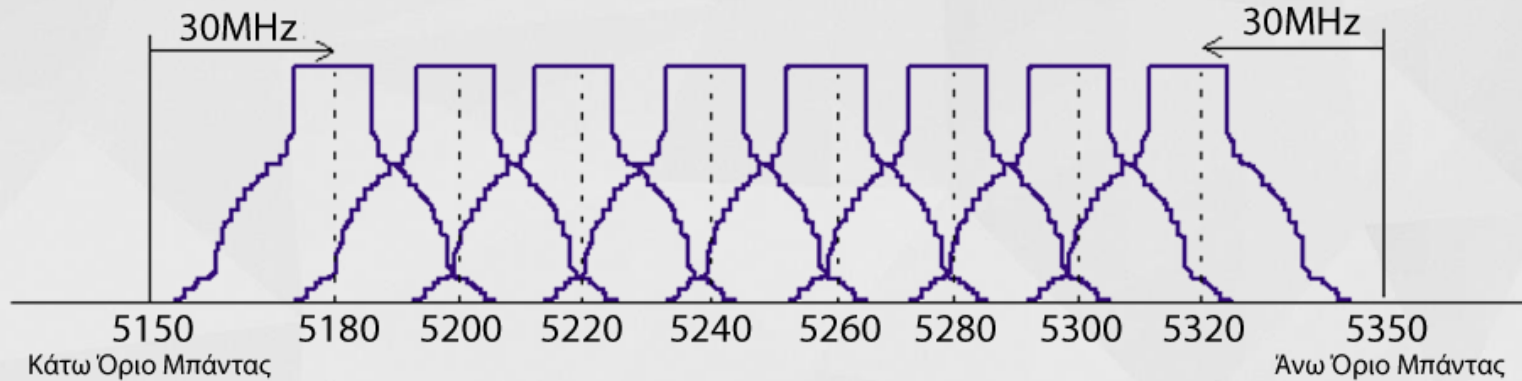


Συχνότητες Καναλιών Μπάντας 5GHz

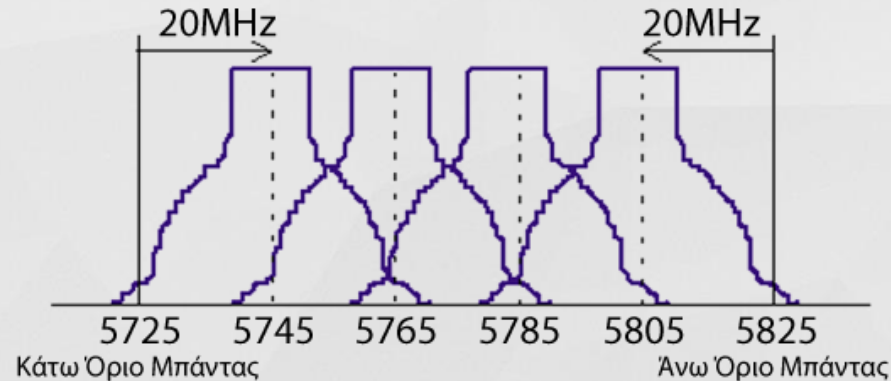
- Τα διαθέσιμα κανάλια για την μπάντα των 5GHz είναι 13 (Ευρώπη)
- Τα διαθέσιμα κανάλια πλάτους (bandwidth) 40 MHz είναι 6 και αποτελούνται από 2 κανάλια 20 MHz.
- Αντίστοιχα στο 802.11AC τα διαθέσιμα κανάλια μειώνονται (χωρίς επικάλυψη).



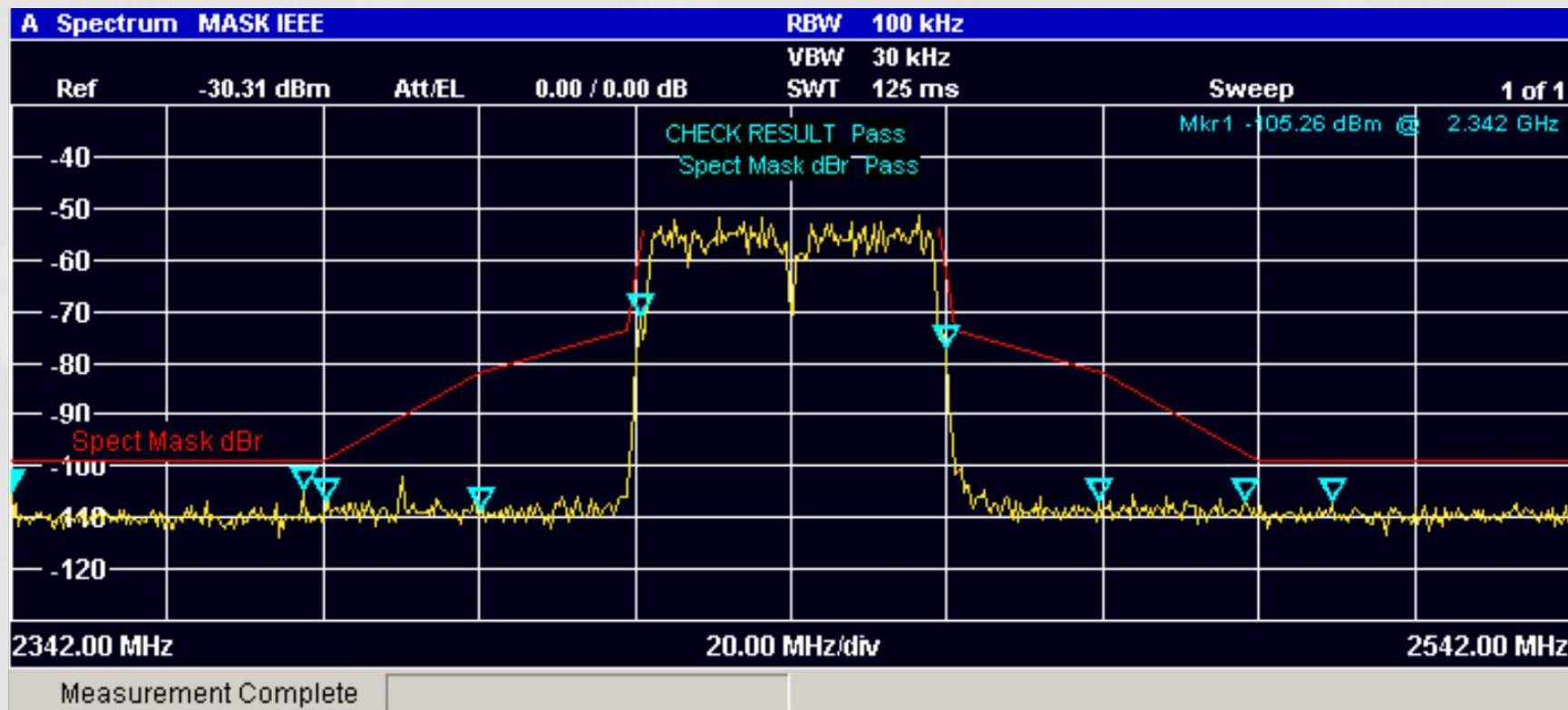
Χαμηλή & Ενδιάμεση U-NII Μπάντα: 8 Carriers σε μπάντα 200 MHz / 20 MHz Bandwidth



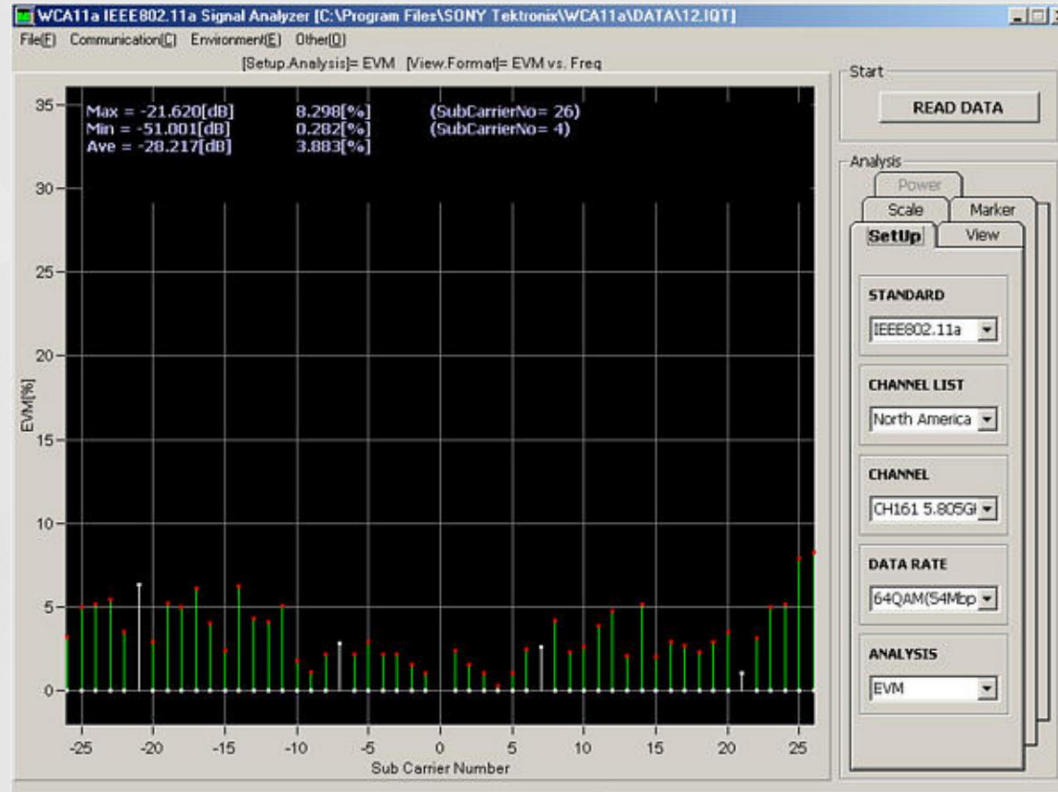
Άνω U-NII Μπάντα: 4 Carriers σε μπάντα 100 MHz / 20 MHz Bandwidth



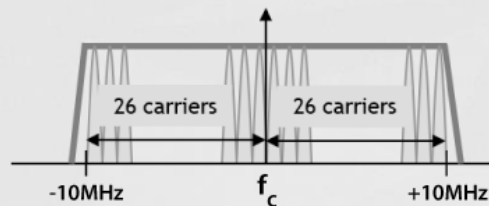
Ας δούμε την μορφή έχει ένα Carrier 20MHz στην πραγματικότητα



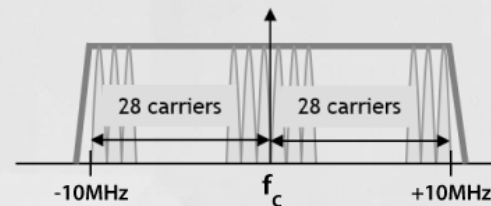
48 Subcarriers + 4 Πιλότους (Σύνολο 52) για το 802.11A/G με 20Mhz Bandwidth



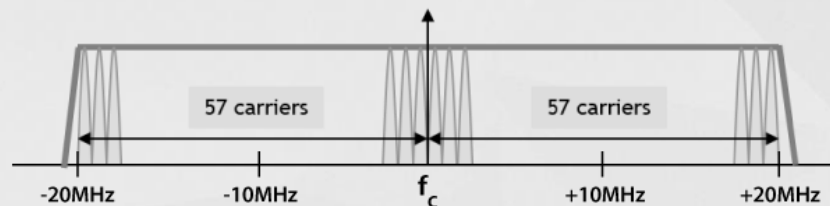
OFDM Sub-Carriers στα πρότυπα 802.11A, 802.11N & 802.11AC



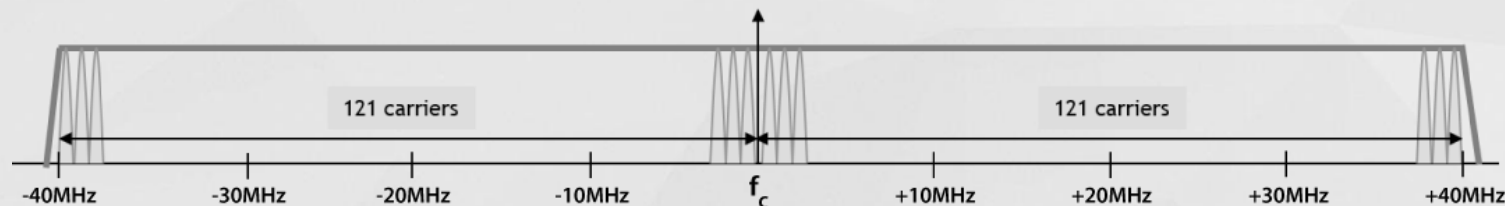
52 subcarriers (48 ενεργά) για κανάλι 20MHz
non-HT mode (Legacy 802.11a/g)



56 subcarriers (52 ενεργά) για κανάλι 20MHz
HT mode (Legacy 802.11n)



114 subcarriers (108 ενεργά) για κανάλι 40MHz HT mode (Legacy 802.11n)

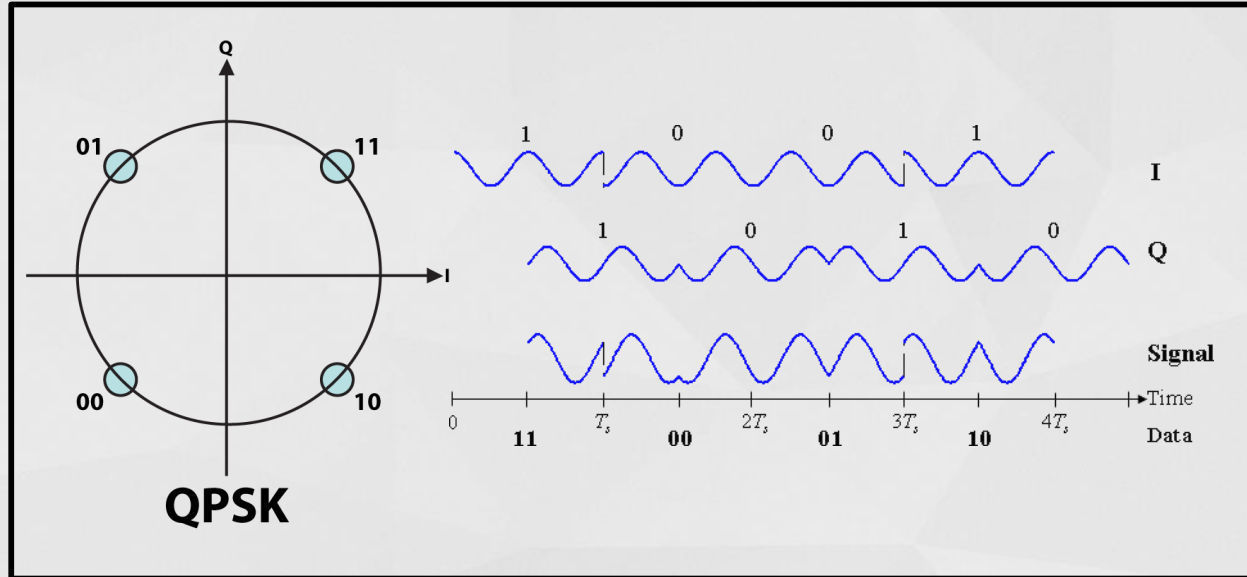
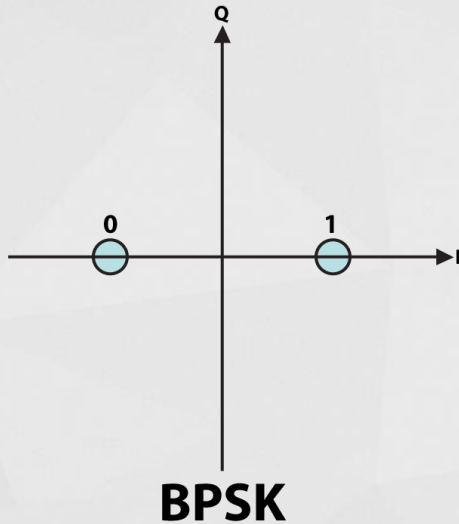


242 subcarriers (234 ενεργά) για κανάλι 40MHz VHT mode (Legacy 802.11ac)

Για κανάλι 80+80MHz ή 160MHz, τα subcarriers είναι διπλάσια σε σχέση με ένα κανάλι 80MHz [484 subcarriers (468 ενεργά)]

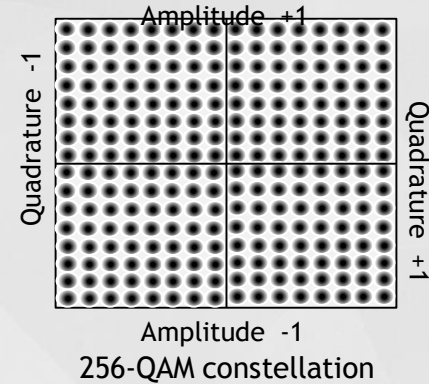
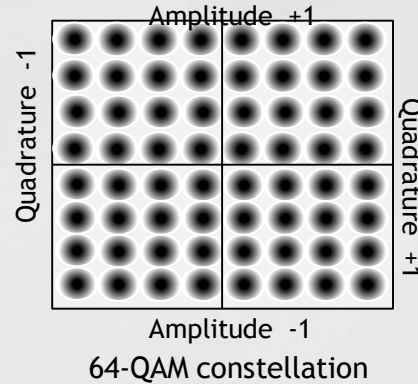
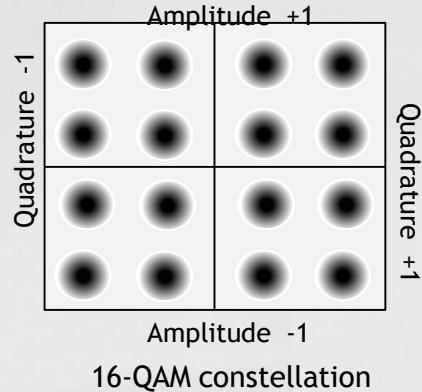
Διαμόρφωση BPSK / QPSK

Phase Shift Keying (BPSK, QPSK)



Για BPSK, κάθε συμβολισμός αντιπροσωπεύει **1 Bit** (Π.Χ. 1)

Για QPSK, κάθε συμβολισμός αντιπροσωπεύει **2 Bit** (Π.Χ. 11)



Constellation diagrams for 16-, 64-, 256-QAM

Για 16 QAM, κάθε συμβολισμός αντιπροσωπεύει **4 Bit** (Π.Χ. 1001)

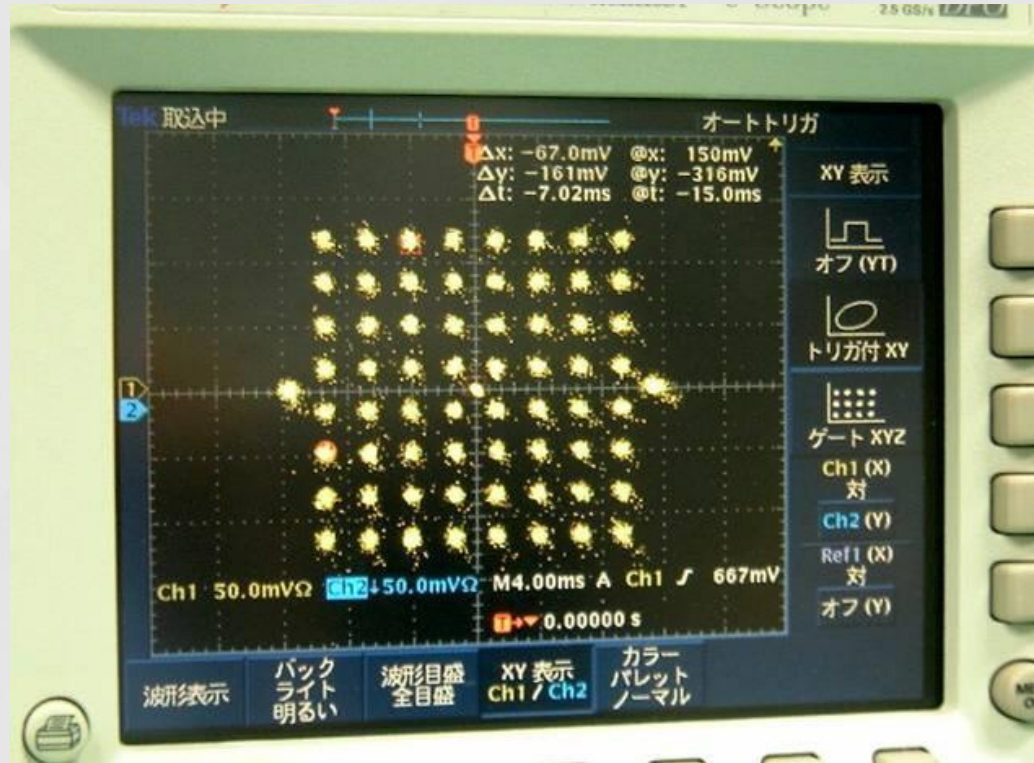
Για 64 QAM, κάθε συμβολισμός αντιπροσωπεύει **6 Bit** (Π.Χ. 101110)

Για 256 QAM, κάθε συμβολισμός αντιπροσωπεύει **8 Bit** (Π.Χ. 10011101)

Πρότυπο 802.11AC Εισάγεται η διαμόρφωση 256-QAM

Διαμόρφωση 64-QAM στο Spectrum Analyzer

Διαμόρφωση 64 QAM με επίπεδο σήματος λήψης -35dBm



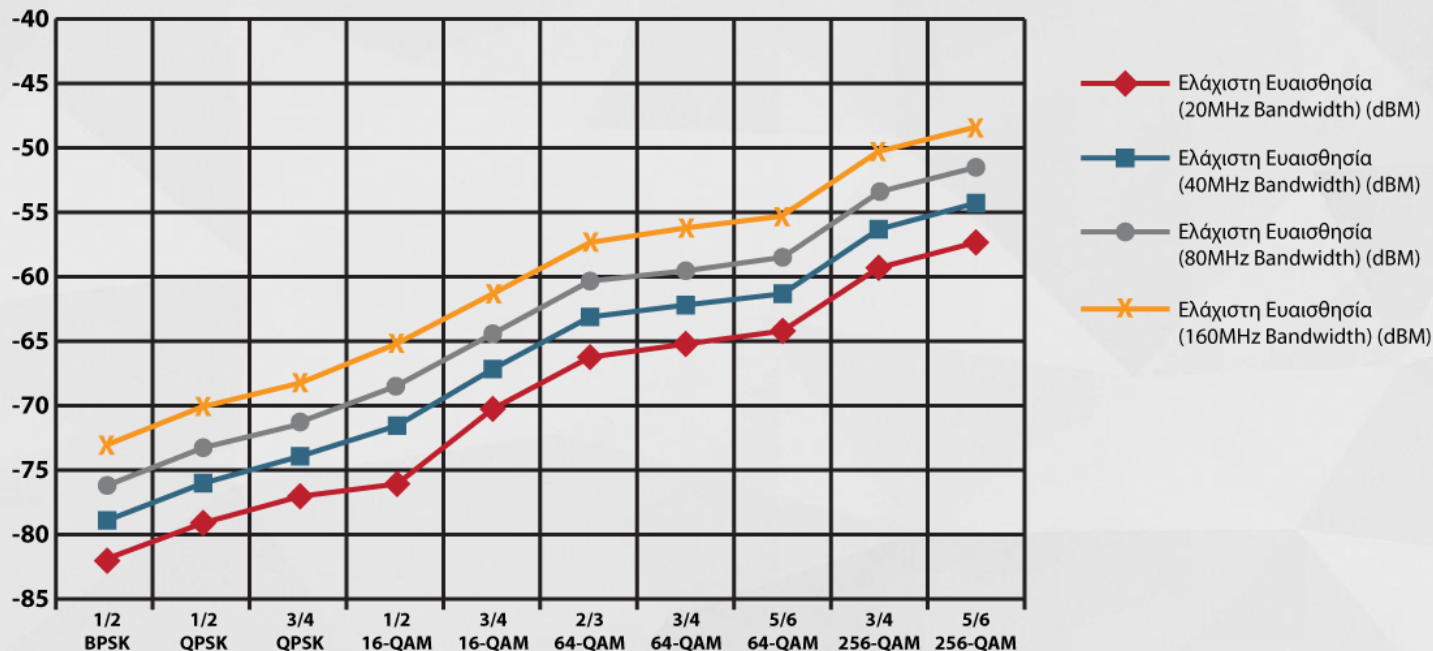
Διαμόρφωση 64-QAM στο Spectrum Analyzer

Διαμόρφωση 64 QAM με επίπεδο σήματος λήψης -65dBm



Επίδραση Διαμόρφωση στην Λήψη

Απαιτούμενο επίπεδο σήματος για την επίτευξη σωστής λήψης διαφέρει αναλόγως τον τύπο διαμόρφωσης και το coding rate.



Παρατηρούμε ότι -64dBm είναι αρκετά για να επιτύχουμε την μέγιστη μεταφορά (72Mbps) στο 802.11n με 20MHz.

Η απαίτηση ανεβαίνει στα -59dBm για μέγιστη μεταφορά (86Mbps) στο 802.11ac και 20MHz, ενώ απαιτείται -49dBm για μέγιστη μεταφορά (866Mbps) στο 802.11ac και 160MHz

Channel Coding ή FEC (Forward Error Correction)

Ληφθέν Τρίδυμο	Ερμηνεύεται ως
000	0 (error free)
001	0
010	0
100	0
111	1 (error free)
110	1
101	1
011	1

FEC = 1/3

Αυτή τη στιγμή είμαστε σε θέση να κατανοήσουμε από που προέρχονται τα Data Rates

Πρότυπο	Carrier Efficiency	x	Πλάτος Καναλιού	x	Bit / Symbol	x	FEC	=	Data Rate
802.11 a/g	0,6	x	20MHz	x	6 (64 QAM)	x	3/4	=	54 Mbps
802.11 n	0,75	x	40MHz	x	6 (64 QAM)	x	5/6	=	150 Mbps
802.11 ac	0,812	x	80 MHz	x	8 (256 QAM)	x	5/6	=	433,3 Mbps

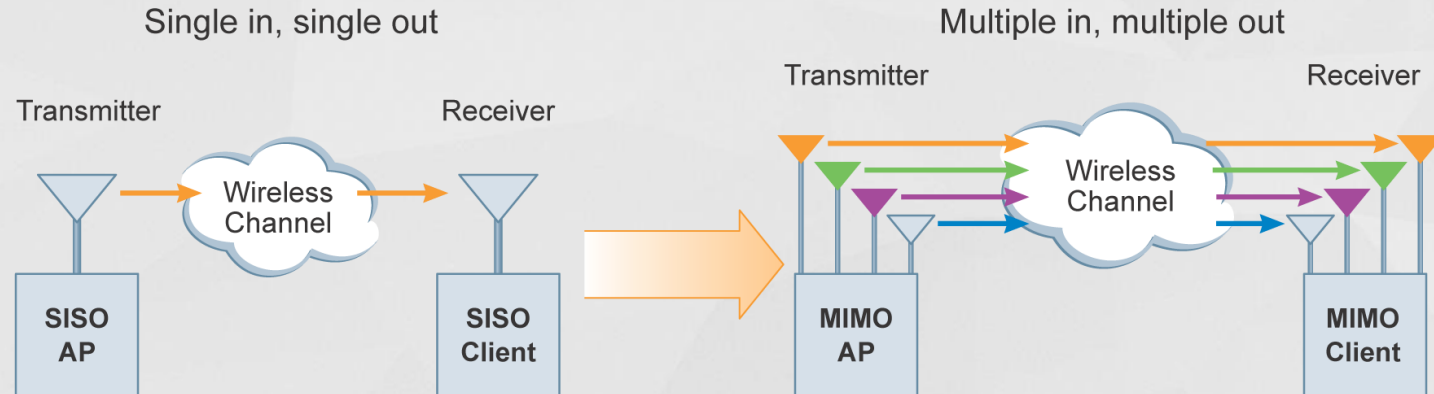
MIMO (Multiple Input and Multiple Output)

Τι είναι το MIMO? (Multiple Input and Multiple Output)

Σε αντίθεση με τις συσκευές 802.11a/b/g, οι οποίες λειτουργούν με μία έξοδο – μία είσοδο (SISO), οι συσκευές 802.11n & 802.11ac χρησιμοποιούν την τεχνολογία MIMO για την αύξηση της ταχύτητας με την χρήση πολλαπλών chains εκπομπής και λήψης.

Στο πρότυπο 802.11n υποστηρίζει μέχρι και 4 Chain εκπομπής και λήψης

Στο πρότυπο **802.11ac** εισάγεται υποστήριξη μέχρι 8 Chains εκπομπής και λήψης.



SISO vs. MIMO

MCS Rates για 802.11AC



Rates σε Mbps για το πρότυπο 802.11AC (Short Guard Interval & 1,2,3,4,8 Streams)																	
MCS	Modulation & Rate	20 MHz 1x SS	20 MHz 2x SS	20 MHz 4x SS	20 MHz 8x SS	40 MHz 1x SS	40 MHz 2x SS	40 MHz 4x SS	40 MHz 8x SS	80 MHz 1x SS	80 MHz 2x SS	80 MHz 4x SS	80 MHz 8x SS	160 MHz 1x SS	160 MHz 2x SS	160 MHz 4x SS	160 MHz 8x SS
0	BPSK 1/2	7.2	14,4	28,9	57,8	15,0	30,0	60,0	120,0	32,5	65,0	130,0	260,0	65,0	130,0	260,0	520,0
1	QPSK 1/2	14.4	28,9	57,8	115,6	30,0	60,0	120,0	240,0	65,0	130,0	260,0	520,0	130,0	260,0	520,0	1040,0
2	QPSK 3/4	21.7	43,3	86,7	173,3	45,0	90,0	180,0	360,0	96,5	195,0	390,0	780,0	195,0	390,0	780,0	1560,0
3	16-QAM 1/2	28,9	57,8	115,6	231,1	60,0	120,0	240,0	480,0	130,0	260,0	520,0	1040,0	260,0	520,0	1040,0	2080,0
4	16-QAM 3/4	43,3	86,7	173,3	246,7	90,0	180,0	360,0	720,0	195,0	390,0	780,0	1560,0	390,0	780,0	1560,0	3120,0
5	64-QAM 2/3	57,8	115,6	231,1	462,2	120,0	240,0	480,0	960,0	260,0	520,0	1040,0	2080,0	520,0	1040,0	2080,0	4160,0
6	64-QAM 3/4	65,0	130,0	260,0	520,0	135,0	270,0	540,0	1080,0	292,5	585,0	1170,0	2340,0	585,0	1170,0	2340,0	4680,0
7	64-QAM 5/6	72,2	144,4	288,9	577,8	150,0	300,0	600,0	1200,0	325,0	650,0	1300,0	2600,0	650,0	1300,0	2600,0	5200,0
8	256-QAM 3/4	86,7	173,3	346,7	693,3	180,0	360,0	720,0	1440,0	390,0	780,0	1560,0	3120,0	780,0	1560,0	3120,0	6230,0
9	256-QAM 5/6	-	-	-	-	200,0	400,0	800,0	1600,0	433,3	866,7	1733,3	3466,7	866,7	1733,3	3466,7	6933,3



Πλεονεκτήματα

- Υποστήριξη πλάτους καναλιού 80MHz (ως και 443 Mbps / Stream) και 160MHz (ως και 866 Mbps / Stream)
- Χρήση 256-QAM διαμόρφωσης και καλύτερο πρωτόκολλο aggregation

Μειονεκτήματα

- Υποστηρίζει μόνο 5GHz (Η μπάντα των 2.4GHz δεν υποστηρίζεται)
- Σημαντική μείωση των διαθέσιμων καναλιών με αποτέλεσμα τον συνωστισμό πολλαπλών ζεύξεων στην ίδια συχνότητα.
- Η Διαμόρφωση 256-QAM απαιτεί καλύτερο σήμα λήψης με λιγότερο θόρυβο.

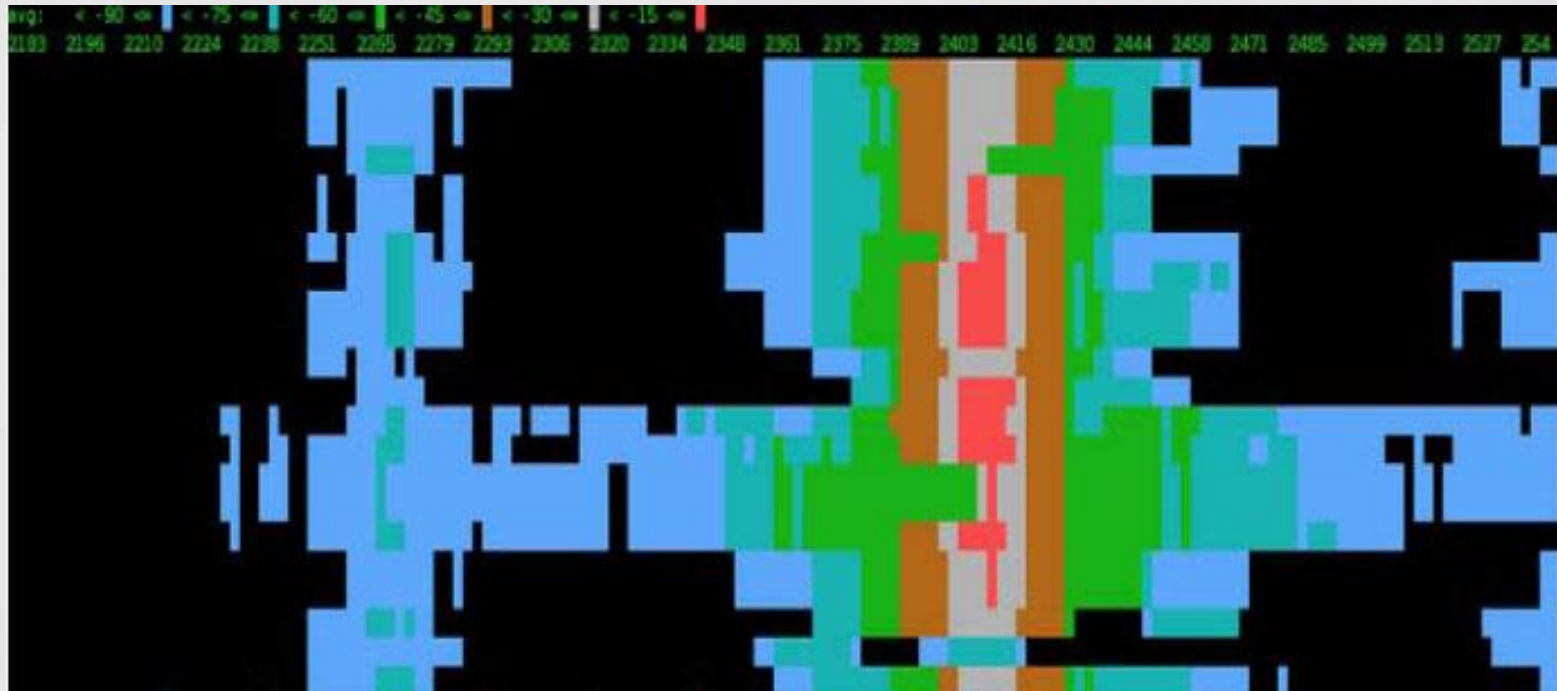
Εργαλεία του RouterOS για την επιτήρηση περιβάλλοντος χώρου και την επιλογή καναλιού

- Spectral Scan/history
- Frequency Usage

Spectral Scan/History

- Εκτυπώνει φασματογράφημα
- Διαφορετικές τιμές ισχύος εκτυπώνονται σε διαφορετικά Χρώματα
- Ηχητική επιλογή
 - Αναπαράγει ήχο για την κάθε γραμμή καθώς εκτυπώνεται με τη χρήση του ηχείου του router
 - Η κάθε γραμμή αναπαράγεται από τα αριστερά προς τα δεξιά με τις υψηλότερες ηχητικές συχνότητες να αντιστοιχούν στις ψηλότερες τιμές του φασματογραφήματος

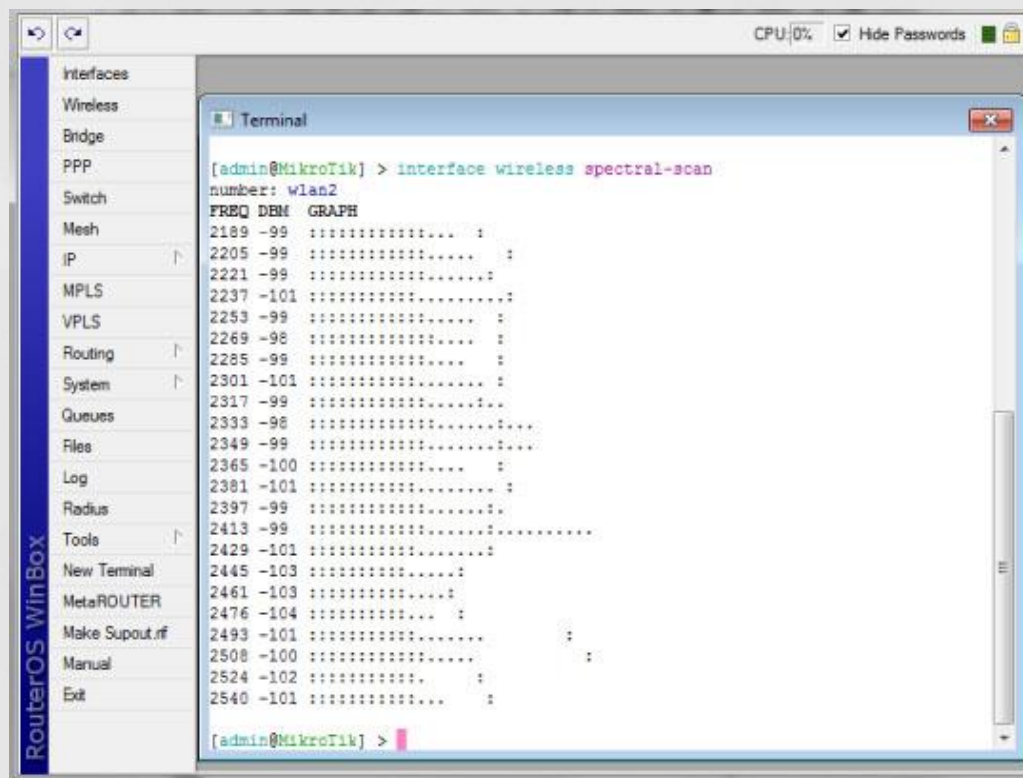
Spectral Scan/History



Spectral Scan/History

- Συνεχής παρακολούθηση των spectral data
- Κάθε γραμμή παρουσιάζει ένα spectrogram bucket:
 - Frequency
 - Αριθμητική τιμή του power average
 - Character graphic bar
 - average power value - ':'
 - average peak hold - '.'
 - maximum lone floating - '.'

Spectral Scan/History



MIMO & Ζεύξη σε εξωτερικό χώρο

- Δοκιμάστε κάθε Chain ξεχωριστά πριν χρησιμοποιήσετε όλα τα Chain ταυτόχρονα
- Για χρήση 2 ή περισσότερων Chains, προτείνετε διαφορετικής πόλωσης κεραία/ Chain
- Όταν χρησιμοποιούμε κεραίες Multi-Polarization, θα πρέπει να προσέξουμε ώστε η κεραία μας να προσφέρει μεγάλη απομόνωση από Πόρτα σε Πόρτα (Τουλάχιστον 25dB) ώστε η έξοδος κάθε Chain να μην επηρεάζει το άλλο.

Πρωτόκολλο Ασύρματης Δικτύωσης NV2

- Ιδιόκτητο ασύρματο πρωτόκολλο της MikroTik
- Βασισμένο στην τεχνολογία TDMA (Time Division Multiple Access)
- Ιδανικό για δίκτυα Point-to-Multi-Point

Πλεονεκτήματα τεχνολογίας TDMA

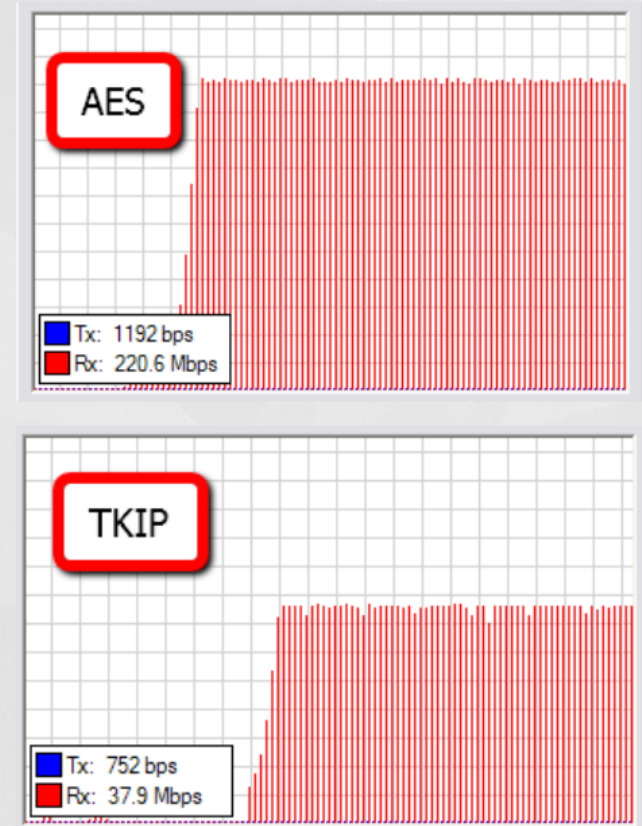
- Μεγαλύτερη ταχύτητα μετάδοσης
- Μικρότερη καθυστέρηση (latency)
- Ιδανικό για δίκτυα Point-to-Multi-Point
- Λύνει το πρόβλημα κρυμμένου κόμβου (Hidden Node)

Συμβατότητα & Συνύπαρξη NV2 με άλλα δίκτυα

- Μόνο συσκευές με RouterOS έχουν την δυνατότητα να συμμετέχουν σε ένα δίκτυο NV2
- Μόνο συσκευές με RouterOS έχουν την δυνατότητα να ανιχνεύσουν (Scan) ένα δίκτυο NV2
- Η χρήση δικτύου NV2 ενδέχεται να επηρεάσει άλλα δίκτυα που εκπέμπουν στο ίδιο κανάλι
- Ομοίως το NV2 μπορεί να επηρεαστεί από άλλο δίκτυο (NV2 ή Όχι) που εκπέμπουν στο ίδιο κανάλι
- Μια συσκευή με το NV2 ενεργοποιημένο, δεν έχει δυνατότητα να συνδεθεί σε διαφορετικού τύπου δίκτυα TDMA

Ταχύτητα Ζεύξης με Κρυπτογράφηση

- Αποφεύγετε την χρήση ασύρματης κρυπτογράφησης με TKIP cipher διότι μειώνεται δραματικά η ταχύτητα ζεύξης - Στο παράδειγμα δίπλα η ταχύτητα μειώνεται στα 38Mbps από 220Mbps με AES
- Για ασύρματη κρυπτογράφηση χρησιμοποιείται AES cipher



Access List – Προσωπικό Κλειδί PSK

- Επιτρέπει τον καθορισμό διαφορετικού Pre-Shared Key σε σχέση με το Security Profile
- Υπάρχει η δυνατότητα να καθοριστεί διαφορετικό Pre-Shared Key ανά MAC Address
- Αυξάνει την ασφάλεια του Access Point
- Το κλειδί μπορεί να δοθεί από RADIUS

New AP Access Rule

MAC Address: 01:02:03:04:C1:CD

Interface: wlan2

Signal Strength Range: -120..120

AP Tx Limit:

Client Tx Limit:

☒ Authentication

☒ Forwarding

VLAN Mode: no tag

VLAN ID: 1

Private Key: none

Private Pre Shared Key: MUM2015Greece

Management Protection Key:

Time:

enabled

New Security Profile

General RADIUS EAP Static Keys

Name: PSK_KEY

Mode: dynamic keys

Authentication Types: ☒ WPA PSK ☒ WPA2 PSK
☐ WPA EAP ☐ WPA2 EAP

Unicast Ciphers: ☒ aes ccm ☐ tkip

Group Ciphers: ☒ aes ccm ☐ tkip

WPA Pre-Shared Key: OriginalKEY

WPA2 Pre-Shared Key: OriginalKEY

Supplicant Identity:

Group Key Update: 00:05:00

Management Protection: allowed

Management Protection Key:

Σας ευχαριστώ πολύ!!!