

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΚΡΗΤΗΣ



ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΧΑΝΙΩΝ



ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗΣ



ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

"ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΜΙΚΡΟΚΥΜΑΤΙΚΩΝ ΖΕΥΞΕΩΝ"

**Όνομα φοιτητή/φοιτήτριας
ΓΕΩΡΓΙΟΣ ΔΡΟΣΟΣ**

***Επιβλέπων καθηγητής/ήτρια
ΑΝΤΩΝΙΔΑΚΗΣ ΕΜΜΑΝΟΥΗΛ***

XANIA 2012

ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ

1. Εξεταστής *Τα ονόματα των καθηγητών συνοδεύονται από τίτλο ή βαθμίδα*
2. Εξεταστής
3. Εξεταστής

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Τα τελευταία χρόνια παρατηρείται μια ολοένα αυξανόμενη ζήτηση για υπηρεσίες φωνής και δεδομένων, και ιδιαίτερα για υπηρεσίες ευρείας ζώνης (γρήγορη πρόσβαση στο Internet, υψηλή ταχύτητα μετάδοσης δεδομένων, βίντεο, συνομιλία σε πραγματικό χρόνο). Με γνώμονα τη ζήτηση, οι παροχείς υπηρεσιών και οι εταιρίες κινητών επικοινωνιών για να ενδυναμώσουν τη θέση τους στη σκακιέρα του ανταγωνισμού και της ελεύθερης αγοράς ζητούν γρήγορες, εύκολες και προπαντός φθηνές λύσεις (σε θέματα εγκαταστάσεων, διασύνδεσης σταθμών βάσεων). Ο ποίο συνηθισμένος τρόπος διασύνδεσης σταθμών βάσεων είναι οι ασύρματες μικροκυματικές ζεύξεις.

Αρχικά γίνεται μια εισαγωγή στα ασύρματα συστήματα τηλεπικοινωνιών. Ειδικά παρουσιάζονται οι ασύρματες μικροκυματικές ζεύξεις ανάμεσα σε σταθμούς βάσης κινητής τηλεφωνίας και αναλύονται. Επίσης γίνεται περιγραφή της κεραίας που χρησιμοποιούμε, πως επιλέγουμε το μέγεθος της και ποιο φάσμα συχνοτήτων επιλέγεται ανάλογα την περίπτωση. Ένα μεγάλο κομμάτι της πτυχικής έχει αφιερωθεί στην περιγραφή της εγκατάστασης μιας μικροκυματικής ζεύξης αναλυοντας βήμα-βήμα απο την τοποθέτηση των κεραιών μέχρι τον προσανατολισμο και την ενεργοποίηση της. Γίνεται έπειτα μια εκτενής αναφορά στις διαλείψεις και στις παρεμβολές και γενικά στα προβλήματα που παρουσιάζονται.

Τέλος γίνεται εκτενής αναφορά στη νέα τεχνολογία microwave packet radio (MPR) και περιγραφή του Alcatel-Lucent 9500 Microwave Packet Radio.

ABSTRACT

During the last years it is observed a continuously growing demand for voice and data services, and for broadband services (fast Internet access, high speed data transmission, video, real-time communication). This fact is a great challenge for the new service providers and the network operators who wish a fast, easy and cheap installation of their equipment. In addition, mobile network operators seek for a cost effective solution to link base stations. The most usual way of interconnection of stations of bases they are the wireless microwave links.

Specifically are presented the wireless microwave links between stations of base of mobile telephony and are analyzed. Also becomes description of antenna that we use, the way with that we select her size and who spectrum of frequencies is selected proportionally the case. A big part of this thesis has been dedicated in the description of installation of microwave links analyzing step-step from the placement of antennas up to the alignment and activation. Becomes then an extensive report in the fading , in the interference and general in the problems that are presented.

Finally become extensive report in the new technology microwave packet radio (MPR) and description of Alcatel-Lucent 9500 Microwave Packet Radio.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Κεφάλαιο 1

ο

Σύγχρονες Ασύρματες Επικοινωνίες

1.1	Γενικά.....	23
1.2	Η εξέλιξη των τηλεπικοινωνιών-Ιστορική αναδρομή.....	26
1.3	Πρότυπα μετάδοσης(SDH\PDH).....	29
1.3.1	Τεχνολογία SONET/SDH.....	29
1.3.2	Σύγκριση σύγχρονης και πλησιοςύγχρονης ψηφιακής μετάδοσης.....	32
1.3.3	Πολυπλεξία κατά μήκος κύματος (WDM).....	33

Κεφάλαιο 2

ο

Ανάλυση ασύρματου τηλεπικοινωνιακού συστήματος

2.1	Περιγραφή ασύρματου τηλεπικοινωνιακού συστήματος.....	34
2.2	Πομπός/Δέκτης.....	35
2.3	Περιγραφή κεραίας.....	41
2.4	Πως επιλέγουμε το μέγεθος της κεραίας.....	43
2.5	Πως επιλέγουμε φάσμα συχνοτήτων.....	45

Κεφάλαιο 3

ο

Εγκατάσταση μικροκυματικών ζεύξεων

3.1	Εγκατάσταση κεραιών.....	48
3.2	Εγκατάσταση OUTDOOR UNIT.....	51
3.3	Εγκατάσταση INDOOR UNIT	54
3.4	Εγκατάσταση καλωδίων.....	63
3.5	Μόνωση του εξοπλισμού.....	64
3.6	Γειώσεις.....	65
3.7	Προσανατολισμός.....	68

Κεφάλαιο 4

ο

Προβλήματα

4.1 Αστοχία υλικού.....	70
4.2 Διαλείψεις και συστήματα διαφορικής λήψεως.....	70
4.3 Παρεμβολές.....	74
4.4 Επαναχρησιμοποίηση συχνότητας.....	78
4.5 ITU (International Telecommunication Union)	79

Κεφάλαιο 5

ο

Νέα γενία

5.1 Νέα γενία.....	81
5.2 Περιγραφή του Alcatel-Lucent 9500(MPR).....	84

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο : ΣΥΓΧΩΝΕΣ ΑΣΥΡΜΑΤΕΣ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΕΣ

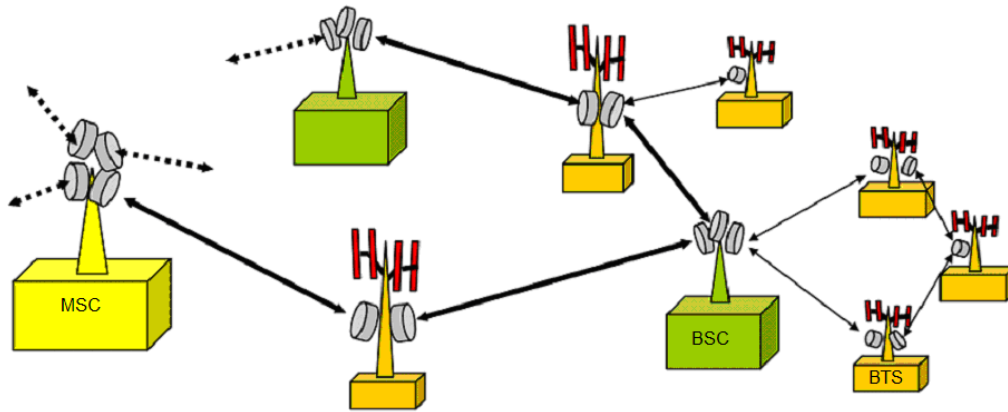
1.1 ΓΕΝΙΚΑ

Οι σταθερές μικροκυματικές ζεύξεις (Fixed Service links) παρέχουν διασύνδεση μεταξύ δύο ή περισσότερων σταθερών επίγειων σημείων για την παροχή τηλεπικοινωνιακών υπηρεσιών, όπως τη μετάδοση φωνής, video ή δεδομένων. Ο μεγάλος ανταγωνισμός που επικρατεί τα τελευταία χρόνια στον τομέα παροχής τηλεπικοινωνιών υπηρεσιών, έχει οδηγήσει στην ταχεία ανάπτυξη των σταθερών μικροκυματικών δικτύων (Fixed Service, FS). Αυτό έγινε είτε επικουρικά για υποστήριξη των ήδη υπάρχοντων τηλεπικοινωνιακών δικτύων, είτε για την παροχή σταθερής ασύρματης πρόσβασης και τη διασύνδεση συνδρομητών.

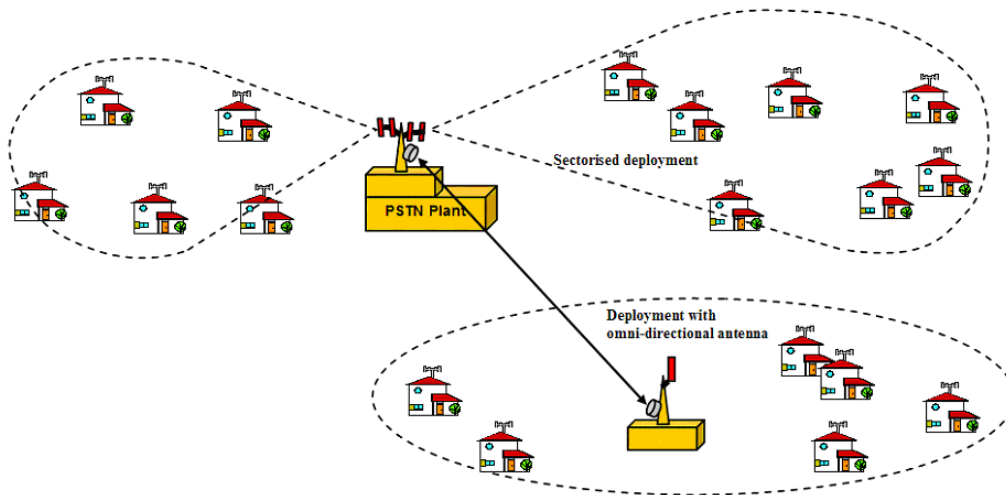
Έτσι λοιπόν, στις ήδη αναπτυγμένες υποδομές σταθερών ασύρματων δικτύων, τα οποία χρησιμοποιούνται εδώ και καιρό από πολλούς παρόχους (σαν μέρος του σταθερού τηλεφωνικού δικτύου PSTN και για άλλες εφαρμογές), προστέθηκαν νέες. Η μεγαλύτερη αύξηση στις αναθέσεις συχνοτήτων για μικροκυματικά δίκτυα παρατηρείται στον τομέα της υποστήριξης υποδομών των δημόσιων κινητών δικτύων, όπου έχουμε ζεύξεις σημείου προς σημείο (Point-to-Point, PP links). Επίσης η παροχή υποστήριξης στις υποδομές μέσω ζεύξεων σημείου προς πολλαπλά σημεία (Point-to-MultiPoint, PMP links), όπως για παράδειγμα τα δίκτυα σταθερής ασύρματης πρόσβασης, αυξήθηκε σημαντικά, εξαιτίας της χρήσης τους σαν εναλλακτική επιλογή σε περιβάλλοντα με μεγάλη πυκνότητα σταθμών βάσεων (π.χ. σε αστικές περιοχές).

Χρήση τέτοιων δικτύων κάνουν οι εταιρείες παροχής τηλεπικοινωνιακών υπηρεσιών (υποδομή, δίκτυο κορμού κ.ά.), ιδιωτικοί χρήστες (πρόσβαση συνδρομητή στο σταθερό τηλεφωνικό δίκτυο ή σε άλλα δίκτυα) και μεγάλες ομάδες χρηστών (ιδιωτικά ασύρματα δίκτυα, πρόσβαση σε απομακρυσμένες περιοχές κ.ά.) .

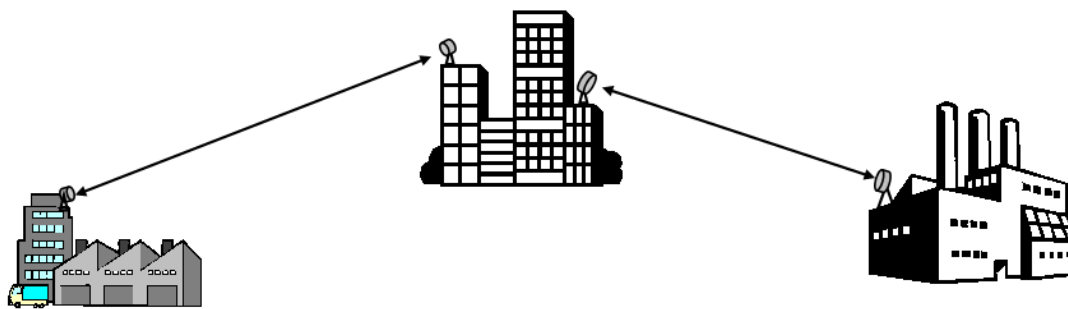
Ωστόσο, οι τάσεις αυτές της σημαντικής ανάπτυξης των σταθερών ασύρματων δικτύων των τελευταίων ετών, τονίζουν την προσοχή που θα πρέπει να δοθεί, ώστε να εξασφαλιστούν οι βέλτιστες συνθήκες για την ανάπτυξη των δικτύων αυτών και για την αρμονική τους συνύπαρξη με τα άλλα δίκτυα που χρησιμοποιούν τις ίδιες ζώνες συχνοτήτων.



Σχήμα : Ασύρματες ζεύξεις μέσα στην υποδομή ενός κινητού δικτύου



Σχήμα : PMP δίκτυο σταθερής ασύρματης πρόσβασης με πολλούς χρήστες ανά κυψέλη



Σχήμα: Ιδιωτικό ασύρματο δίκτυο (π.χ. για LAN)

1.2 Η ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΩΝ ΤΗΛΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ-ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ

Αφορμή για τη γέννηση της επιστήμης της ασύρματης επικοινωνίας στάθηκε η θεμελίωση της ηλεκτρομαγνητικής θεωρίας από το Maxwell το 1861. Πρώτος ο Maxwell απέδειξε την ύπαρξη των ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων και πρότεινε τη χρήση τους στο χώρο των επικοινωνιών. Βασισμένος στις αποδείξεις του Maxwell ο Marconi το 1895 πραγματοποιεί την πρώτη επίσημη ασύρματη μετάδοση με τη βοήθεια ενός δίπολου Hertz. Κατασκεύασε με αυτόν τον τρόπο τον πρώτο ασύρματο τηλέγραφο. Μετά από αυτή την πρώτη μετάδοση ξεκίνησαν περαιτέρω προσπάθειες ανάπτυξης των ασύρματων επικοινωνιών και μάλιστα η εφεύρεση των ενισχυτικών λυχνιών και ταλαντωτών τη δεκαετία 1905-1915 οδήγησε σε ακόμη ταχύτερη εξέλιξή τους. Η πρώτη εμφάνιση κινητής ασύρματης ζεύξης πραγματοποιείται στους 2 μεγακύκλους γύρω στα 1921 στα πλαίσια των αναγκών της αστυνομίας του Detroit. Ωστόσο εξαιτίας των χαμηλών συχνοτήτων εκπομπής τα κανάλια παρέμειναν περιορισμένα, γεγονός που αποτελούσε ανυπέβλητο εμπόδιο για την περαιτέρω ανάπτυξη τόσο των κινητών όσο και των ασύρματων επικοινωνιών.

Σταθμός στην πορεία των τηλεπικοινωνιών αποτέλεσε η χρησιμοποίηση της διαμόρφωσης συχνότητας (Frequency Modulation) από τον Armstrong στα 1933. Από 1946 οι μεταδόσεις μπορούσαν να πραγματοποιούνται στα 150MHz ενώ εμφανίστηκαν και τα πρώτα κανάλια φωνής εύρους 120KHz.

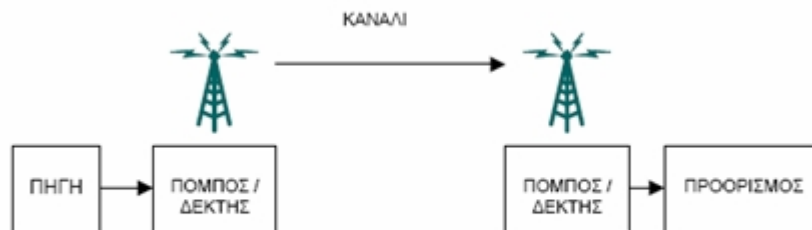
Το πρώτο σύστημα κινητών τηλεπικοινωνιών ήταν το IMTS (Improved Mobile Telephone Service) το οποίο συνδεόταν μέσω σταθερών ραδιοκαναλιών με το δημόσιο δίκτυο. Το 1947 τα Bell Labs παρουσίασαν την ιδέα των κυψελωτών συστημάτων, γεγονός που οδήγησε στη ευρεία γεωγραφική ανάπτυξη των κινητών τηλεπικοινωνιών.

Το πρώτο κυψελωτό σύστημα κινητής τηλεφωνίας υψηλής χωρητικότητας ευρείας γεωγραφικής κάλυψης προτάθηκε το 1970 από την AT&T. Το σύστημα αυτό που ονομάστηκε AMPS (Advanced Mobile Phone Service) ήταν καθαρά αναλογικό και αναφέρεται ως σύστημα 1ης γενιάς. Το 1982 με την είσοδο της ψηφιακής επεξεργασίας των σημάτων εμφανίζεται το GSM (Global System for Mobile) το οποίο αναφέρεται ως

σύστημα 2ης γενιάς και επικρατεί στον Ευρωπαϊκό χώρο έως και σήμερα. Το GSM υλοποιήθηκε ώστε να υποστηρίζει κυρίως υπηρεσίες φωνής (13Kbps) και δεδομένων μέχρι 9.6Kbps. Ωστόσο στις αρχές του 2000 οι ανάγκες για υψηλότερους ρυθμούς μετάδοσης αυξήθηκαν σημαντικά ώστε το GSM να θεωρείται ανεπαρκές.

Μπροστά στις νέες αυτές απαιτήσεις έγιναν προσπάθειες βελτιστοποίησης προς όλες τις βαθμίδες ενός τηλεπικοινωνιακού συστήματος. Συγκεκριμένα βελτιώθηκαν οι μέθοδοι διαμόρφωσης, κωδικοποίησης καθώς και τα πρωτόκολλα επικοινωνίας. Ωστόσο οι απαιτήσεις ήταν ακόμη μεγαλύτερες με αποτέλεσμα τα τελευταία χρόνια να γίνονται προσπάθειες βελτίωσης της τεχνολογίας των κεραιών. Τα ασύρματα συστήματα επικοινωνιών όπως και τα ενσύρματα, αποτελούνται από έναν πομπό, έναν δέκτη και ένα κανάλι και τα χρησιμοποιούμε για την αποστολή πληροφοριών από μία πηγή σε έναν ή περισσότερους προορισμούς.

Φυσικά η έξοδος της πηγής δεν είναι ντετερμινιστική γιατί τότε δεν θα υπήρχε λόγος μετάδοσης της πληροφορίας. Όλα τα ασύρματα συστήματα χρησιμοποιούν ένα κοινό κανάλι, την ατμόσφαιρα (ή το κενό αν ο πομπός ή/και ο δέκτης μας βρίσκονται στο διάστημα) και η πληροφορία μεταφέρεται ως κύματα ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας. Στο παρακάτω σχήμα βλέπουμε σε γενική μορφή ένα ασύρματο σύστημα επικοινωνίας. Η πηγή παράγει πληροφορία η οποία επεξεργάζεται κατάλληλα, μεταδίδεται μέσω της κεραίας του πομπού στο κανάλι, λαμβάνεται από την κεραία του δέκτη και αφού επεξεργαστεί ώστε να προκύψει η αρχική πληροφορία προωθείται στον προορισμό της.



Σχήμα: Ασύρματη επικοινωνία

Η εποχή των ασύρματων συστημάτων επικοινωνιών άρχισε το 1896 με την ανακάλυψη του ασύρματου τηλέγραφου από τον Marconi και από τότε η βιομηχανία των ασύρματων επικοινωνιών γνωρίζει μια τρομερή έκρηξη μέχρι και σήμερα στην νέα χιλιετία. Το πρώτο σύστημα κινητής τηλεφωνίας εγκαταστάθηκε από τον Marconi το έτος 1898 στο νησί Wight της Αγγλίας για λογαριασμό της βασίλισσας Βικτόριας. Η κινητή μονάδα ήταν το βασιλικό γιοτ στο οποίο τοποθετήθηκε ένας VHF πομποδέκτης με την κεραία του. Ο σταθμός βάσης ήταν ένας πομποδέκτης με την κεραία του αντίστοιχος με αυτόν της κινητής μονάδας ο οποίος εγκαταστάθηκε στο παλάτι της βασίλισσας.

Το 1901 πραγματοποιήθηκε η πρώτη ασύρματη μετάδοση σήματος πάνω από τον Ατλαντικό Ωκεανό σε απόσταση 3.200 χιλιομέτρων. Η ραδιοφωνία AM εγκαινιάστηκε το 1920, ενώ το πρώτο σύστημα τηλεόρασης κατασκευάστηκε το 1929.

Πριν από το Β΄ Παγκόσμιο Πόλεμο οι Βρετανοί χρησιμοποιούσαν την κινητή τηλεφωνία για λογαριασμό της Αστυνομίας στη ζώνη συχνοτήτων 2-3 MHz. Το έτος 1935 χρησιμοποίησαν για την υπηρεσία αυτή συχνότητες από την VHF περιοχή. Κατά τη διάρκεια του Β΄ Παγκοσμίου Πολέμου η χρήση των συστημάτων αυτών επεκτάθηκε στις ένοπλες δυνάμεις και στις υπηρεσίες άμεσου δράσης (π.χ. πυροσβεστική υπηρεσία).

Οι πρώτες τεχνικές μεταγωγής πακέτων αναπτύχθηκαν γύρω στο 1964, ενώ ο όρος packet προτάθηκε από τον D. W. Davies του National Physical Laboratory της Μεγάλης Βρετανίας. Οι έρευνες του εργαστηρίου αυτού οδήγησαν στο σημερινό διεθνές δημόσιο δίκτυο μεταγωγής πακέτων X.25, ενώ το ίδιο έτος ο οργανισμός ARPA (Advanced Research Project Energy) των Η.Π.Α. άρχισε να χρηματοδοτεί τα προγράμματα που οδήγησαν στη δημιουργία του ARPAnet (πυρήνα του σημερινού Internet) το 1969. Η τεχνολογία των ασυρμάτων δικτύων μετάδοσης πακέτων άρχισε να αναπτύσσεται στην δεκαετία 1970 - 1980, αν και η μεγάλη ανάπτυξή της συμπίπτει με την διάδοση των μικροϋπολογιστών στην δεκαετία 1980 - 1990.

Η ανάπτυξη της βιομηχανίας των κινητών τηλεπικοινωνιών την τελευταία δεκαεπταετία είναι χωρίς προηγούμενο στην ιστορία των τηλεπικοινωνιών και αυτό χάρη στην πρόοδο των ψηφιακών και RF κυκλωμάτων, στα υψηλής κλίμακας ολοκληρωμένα κυκλώματα και σε άλλες τεχνολογίες σμίκρυνσης των κυκλωμάτων.

1.3 ΠΡΟΤΥΠΑ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ

Σε αυτό το κεφάλαιο περιγράφονται οι βασικές τεχνολογίες που χρησιμοποιούνται στα δίκτυα κορμού πολύ υψηλών ρυθμών μετάδοσης των τηλεπικοινωνιακών πάροχων. Σπάνια, οι τεχνολογίες αυτές συναντώνται ακόμη στα δίκτυα μεγάλων εταιριών.

Οι τεχνολογίες αυτές είναι:

- Η τεχνολογία PDH και SDH για τη μεταφορά ψηφιακών σημάτων υψηλών ταχυτήτων.
- Η τεχνολογία WDM για τη μετατροπή των ψηφιακών σημάτων σε οπτικά σήματα και τη μεταφορά τους μέσα από την οπτική ίνα.

1.3.1 Τεχνολογία SONET/SDH

Η τεχνολογία αυτή παρουσιάστηκε στα τέλη της δεκαετίας του 1980 και αφορούσε μια μεγάλη ομάδα προτύπων που άπτονται των οπτικών επικοινωνιών. Στις Ηνωμένες Πολιτείες και στην Ιαπωνία, οι τυποποιήσεις αυτές είναι γνωστές ως SONET (Synchronous Optical Network). Αντίθετα, στη Ευρώπη ονομάζονται SDH (Synchronous Digital Hierarchy). Το πρότυπο SONET δημιουργήθηκε από τη Bellcore ενώ το SDH αρχικά τυποποιήθηκε από τον ETSI και στη συνέχεια έγινε διεθνές πρότυπο με κάποιες τροποποιήσεις από την ITU-T.

Το πρότυπο SONET (και στη συνέχεια το SDH), προσπάθησε να αποτελέσει πρότυπο οπτικής διασύνδεσης με στόχο τη διαλειτουργικότητα συστημάτων διαφορετικών κατασκευαστών. Χωρίς το SONET, η διασύνδεση γίνεται μόνο με αποπολυπλεξία στο ηλεκτρικό επίπεδο, κάτι που επιβαρύνει πολύ τη μεταφορά δεδομένων μιας και η μετατροπή του σήματος από οπτικό σε ηλεκτρικό και το αντίστροφο είναι μια χρονοβόρα διαδικασία. Τα πρότυπα SONET/SDH ορίζουν μια νέα ψηφιακή ιεραρχία πολυπλεξίας που είναι κατάλληλη για τον χειρισμό σημάτων που βασίζονται στη μεταφορά τους σε οπτικές ίνες, ενώ ταυτόχρονα επιτρέπουν την εύκολη εξαγωγή από ένα πολυπλεγμένο σήμα των διαφόρων

σημάτων χαμηλότερων ρυθμών. Το βασικό δομικό στοιχείο του SONET είναι ένα πλαίσιο 810 bytes, διάρκειας 125 msec. Αποτελείται από μια περιοχή με μέγεθος 774 bytes στην οποία μεταφέρεται το payload (ωφέλιμο φορτίο) και μια περιοχή overhead (επιβάρυνσης μετάδοσης). Η περιοχή ωφέλιμου φορτίου ορίζεται και σαν «Φάκελος Σύγχρονου Φορτίου» (SPE – Synchronous Payload Envelope) και περιλαμβάνει και την επιβάρυνση μονοπατιού/διαδρομής (path overhead - POH). Το overhead έχει μέγεθος 36 bytes και χωρίζεται σε δύο τμήματα, την επιβάρυνση τμήματος και την επιβάρυνση γραμμής που αναφέρονται σαν SOH (Section Overhead) και LOH (Line Overhead) αντίστοιχα. Το πλαίσιο του SONET μεταδίδεται σχηματίζοντας ένα σήμα 51,840 Mbps, γνωστό ως «Σήμα Σύγχρονης Μεταφοράς -1ου επιπέδου» (STS-1 Synchronous Transport Signal-level 1). Η λειτουργικότητα του SONET επιτυγχάνεται ορίζοντας το βασικό STS-1 σήμα και δημιουργώντας στη συνέχεια μια πολλαπλάσια δομή η οποία προκύπτει από την πολυπλεξία σημάτων STS-1 με τη μέθοδο της παρεμβολής οκτάδων. Έτσι ανάλογα με το βαθμό πολυπλεξίας δημιουργούνται σήματα με ρυθμούς N φορές μεγαλύτερους από το βασικό ρυθμό του STS -1 που είναι 51,840 Mbps. Επί του παρόντος οι τιμές του N είναι 1,3,9,12,18,24,36,48.

SONET (ANSI)	Οπτικός φορέας (OC)	SDH	Ρυθμός δεδομένων (Mbps)
STS-1	OC-1		51,84
STS-3	OC-3	STM-1	155,52
STS-9	OC-9	STM-3	466,56
STS-12	OC-12	STM-4	622,08
STS-18	OC-18	STM-6	933,12
STS-24	OC-24	STM-8	1244,16
STS-36	OC-36	STM-12	1866,24
STS-48	OC-48	STM-16	2488,32
STS-96	OC-96	STM-32	4976,64
STS-192	OC-192	STM-64	9953,28
STS-768	OC-768	STM-256	39813,12

Σχήμα: πρότυπα ρυθμών μεταφοράς

Όταν η μετάδοση γίνεται χρησιμοποιώντας οπτική ίνα, ορίζεται ένα οπτικό αντίστοιχο του σήματος STS-1 που ονομάζεται «Οπτικός Φορέας – 1ου επιπέδου» (OC-1 Optical Carrier- level 1). Το OC-1 είναι το σήμα που λαμβάνεται στη ν έξοδο ενός ηλεκτρικό-οπτικού μετατροπέα, όταν στην είσοδό του εισάγεται το σήμα STS -1. Το OC-1 αποτελεί το βασικό δομικό στοιχείο μετάδοσης στο SONET και από αυτό μπορούν να παραχθούν σήματα υψηλότερης ιεραρχίας. Για παράδειγμα το OC -3 μεταφέρει πληροφορία με ρυθμό $3 \times 51,84$ δηλαδή 155,42 Mbps. Ο αριθμός που συνοδεύει το πρόθεμα OC δείχνει το πλήθος των σημάτων ψηφιακού ρεύματος (DS3), που το τοπικό σήμα μπορεί να μεταφέρει. Έτσι έχουν δημιουργηθεί διάφορα πρότυπα ρυθμών μεταφοράς δεδομένων πάνω από οπτικές ίνες τα οποία αντιστοιχίζονται με τους ρυθμούς μεταφοράς δεδομένων από ηλεκτρικά σήματα

Για την μεταφορά μικρότερων ρυθμών δεδομένων από το βασικό STS -1 ο Φάκελος Σύγχρονου Φορτίου (SPE) ενός πλαισίου STS -1 μπορεί να διαιρεθεί σε συνιστώσες χαμηλότερων ρυθμών. Αυτές οι συνιστώσες είναι ειδικές δομές που ονομάζονται «νοητές μερικές ροές» (VT-Virtual Tributary) και επιτρέπουν τη μεταφορά ωφέλιμων φορτίων, που είναι μικρότερα από το ωφέλιμο φορτίο του STS -1. Για παράδειγμα η νοητή ροή VT1.5 μπορεί να μεταφέρει σήμα 1,544 Mbps (T1). Το πρότυπο SDH βασίζεται σε μεγάλο βαθμό στο SONET και μάλιστα επεκτείνει κάποια στοιχεία του έτσι ώστε να μπορέσει να γίνει διεθνές standard. Παρά τη μεγάλη ομοιότητα υπάρχουν κάποιες διαφορές μεταξύ τους. Η πιο βασική είναι η διαφορά στον βασικό ρυθμό. Στο SDH ο ρυθμός αυτός είναι περίπου 150Mbps, ενώ στο SONET είναι 50Mbps. Αυτό σημαίνει ότι απαιτείται η συνένωση (concatenation) τριών βασικών σημάτων STS-1 του SONET για να προκύψει το STM-1 του SDH. Επίσης τα SONET και SDH διαφέρουν στο πλήθος και την πυκνότητα των ρυθμών μετάδοσης που υποστηρίζουν. Επειδή η τιμή του βασικού πλαισίου του SDH είναι 155,520 Mbps, με την πολυπλεξία π.χ. τεσσάρων καναλιών θα προκύψει ροή πληροφορίας με ρυθμό 622,080Mbps (STM-4) και αν πολυπλεχθούν 16, ο ρυθμός που θα προκύψει ισούται με 2488,320 (STM-16). Επιπλέον, όσον αφορά το πλαίσιο μετάδοσης, το πλαίσιο του SONET μπορεί να θεωρηθεί ότι είναι το ένα τρίτο του SDH. Το πλαίσιο του SDH αποτελείται από 9 γραμμές των 270 bytes, ενώ του SONET από 9 γραμμές των 90 bytes.

Τέλος, επειδή στο SDH ορίζεται πολύ υψηλός βασικός ρυθμός, υπάρχει μια μεγαλύτερη δυσκολία για τη μεταφορά των σημάτων μικρότερου ρυθμού. Έτσι ορίζονται

επιπλέον ρεύματα μικρότερου ρυθμού από τα VT όπως π.χ. τα C (container) και TU (tributary unit).

1.3.2 Σύγκριση σύγχρονης και πλησιοσύγχρονης ψηφιακής μετάδοσης

Η κύρια διαφορά μεταξύ της σύγχρονης (SDH) και της πλησιοσύγχρονης (PDH) ψηφιακής μετάδοσης, είναι ότι στο SDH τα DS-m σήματα πολυπλέκονται σε ένα μόνο στάδιο με τρόπο σύγχρονο, σε αντίθεση με το PDH όπου η πολυπλεξία είναι ασύγχρονη και γίνεται σε βήματα

Λόγω της πολυπλεξίας σε ένα και μόνο στάδιο, η προσθήκη/αφαίρεση (add/drop) σημάτων από το πλαίσιο είναι εύκολη στο SDH, σε αντίθεση με το PDH που είναι επίπονη διαδικασία. Επίσης, στο SDH είναι δυνατός ο συγχρονισμός σε όλη την έκταση του δικτύου (λόγω της ύπαρξης των pointers), ενώ η ύπαρξη ενός κοινού πλαισίου επιτρέπει τη συνύπαρξη Ευρωπαϊκών και Βορειοαμερικανικών DS-m σημάτων, βήμα σημαντικό για την υλοποίηση ενός παγκόσμιου δικτύου.

Άλλο χαρακτηριστικό που διαχωρίζει το SDH από το PDH είναι ότι στο SDH τα STM-n πλαίσια μεταδίδονται σε τακτά διαστήματα των 125 μsec, ανεξάρτητα από την τιμή του n. Το πλεονέκτημα που απορρέει από αυτό το χαρακτηριστικό είναι ότι σήματα χαμηλών ταχυτήτων, όπως το DS-0 (φωνή), μπορούν να ληφθούν άμεσα από το πλαίσιο, ενώ μειονέκτημα είναι η εμφάνιση jitter λόγω αναμονής (waiting time jitter).

Ένα μοναδικό γνώρισμα του SDH είναι η δομημένη μορφή που παρουσιάζει το πλαίσιο μετάδοσης, η οποία επιτρέπει τον καταμερισμό εργασίας, ενώ επίσης καθιστά αποδοτική την αυτοσυντήρηση (OAM). Τέλος, όσον αφορά την ποσότητα της προστιθέμενης πληροφορίας (overhead), υπάρχουν περιπτώσεις που αυτή υπερβαίνει το 10% του STM πλαισίου, μια πολυτέλεια που ενώ στο PDH θα δημιουργούσε πρόβλημα, στο SDH δεν δημιουργεί κανένα προβληματισμό λόγω των υψηλών ταχυτήτων των SDH δικτύων.

1.3.3 Πολυπλεξία κατά μήκος κύματος (Wavelength Division Multiplexing-WDM)

Η τεχνική WDM χρησιμοποιείται στα οπτικά δίκτυα σε πλήρη αντιστοιχία με την πολυπλεξία διαίρεσης συχνότητας (Frequency Division Multiplexing-FDM) στα δίκτυα ραδιοεπικοινωνιών. Σύμφωνα με την τεχνική WDM η μετάδοση των δεδομένων γίνεται με ταυτόχρονη μετάδοση πολλών μηκών κύματος μέσα από την ίδια ίνα, όπου το κάθε μήκος κύματος φέρει ένα ποσοστό του συνολικού όγκου των δεδομένων. Τα μηχανήματα WDM διασυνδέουν τους πολυπλέκτες SDH με την οπτική ίνα.

Η συνολική χωρητικότητα και η απόδοση ενός WDM συστήματος εξαρτάται από τον αριθμό των χρησιμοποιούμενων μηκών κύματος (καναλιών), από τη φασματική τους απόσταση, από το ρυθμό μετάδοσης κάθε καναλιού, από τον τύπο της χρησιμοποιούμενης οπτικής ίνας, από την ισχύ κάθε καναλιού και από το αποδοτικό φάσμα ενίσχυσης των οπτικών ενισχυτών της ζεύξης. Τα κυριότερα από τα μη γραμμικά φαινόμενα με καθοριστική επίδραση στην συνολική επίδοση μίας WDM ζεύξης [1.14], [1.16] είναι η μίξη τεσσάρων φωτονίων (Four Wave Mixing-FWM), η ετεροδιαμόρφωση φάσης (Cross Phase Modulation-XPM) και η εξαναγκασμένη σκέδαση Raman (Stimulated Raman Scattering-SRS). Από τα γραμμικά φαινόμενα σημαντικότερα είναι η χρωματική διασπορά (chromatic dispersion) της ίνας και η διασπορά τρόπων πόλωσης (Polarization Mode Dispersion-PMD).

Η ραγδαία αύξηση της IP κίνησης που παρατηρείται τα τελευταία χρόνια οδήγησε στην αναζήτηση λύσεων στο πρόβλημα εξάντλησης της χωρητικότητας των εγκατεστημένων οπτικών ινών. Το πρόβλημα αντιμετωπίστηκε χάρη στην τεχνική Πολυπλεξίας Μήκους Κύματος (Wavelength Division Multiplexing) η οποία επιτρέπει τον πολλαπλασιασμό της χωρητικότητας των οπτικών ινών καθώς και την προσαρμογή της στην προϋπάρχουσα τεχνολογία SONET/SDH.

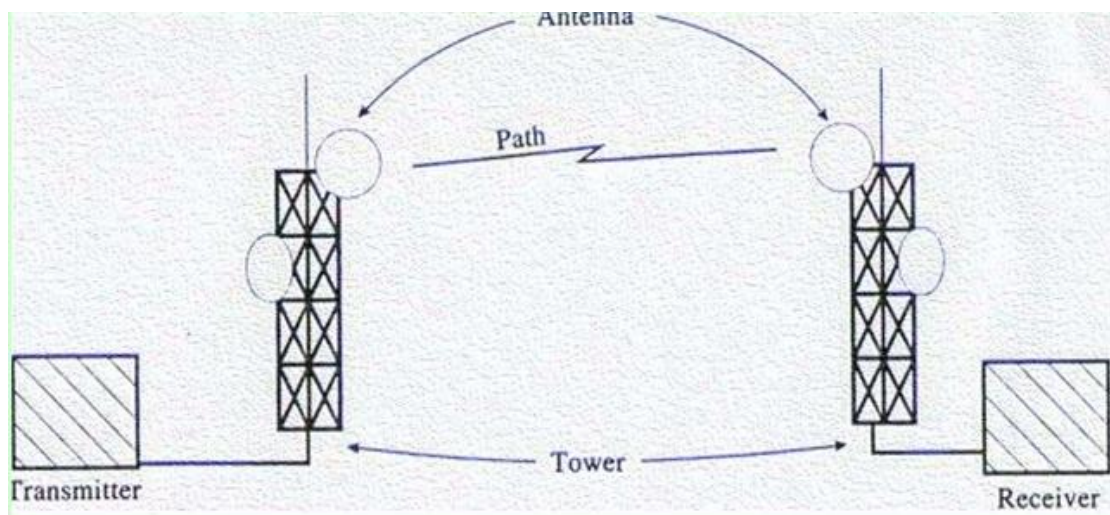
Η αρχή λειτουργίας της τεχνολογίας WDM, είναι η ίδια με αυτή της πολυπλεξίας συχνότητας (Frequency Division Multiplexing): Κάθε σήμα μεταδίδεται πάνω σε ένα διαφορετικό φέρον, καταλαμβάνοντας μη-επικαλυπτόμενες περιοχές του οπτικού φάσματος. Με αυτό τον τρόπο καθίσταται δυνατή η μετάδοση πολλών οπτικών σημάτων μέσω μιας μοναδικής οπτικής ίνας. Σήμερα είναι εφικτή η πολυπλεξία τουλάχιστον 128 οπτικών καναλιών στη ίδια ίνα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο : ΑΝΑΛΥΣΗ ΑΣΥΡΜΑΤΟΥ ΤΗΛΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

2.1 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΑΣΥΡΜΑΤΟΥ ΤΗΛΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

Με τον όρο ασύρματη τηλεπικοινωνία (ραδιοζεύξεις) εννοούμε τη διάδοση των ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων (τα οποία μεταφέρουν πληροφορίες), στο χώρο υπεράνω της επιφάνειας της γης. Ένα σύστημα ασύρματης τηλεπικοινωνίας αποτελείται από τα παρακάτω στοιχεία:

- Τον πομπό(transmitter).
- τη γραμμή τροφοδοσίας (feeder) του πομπού με την κεραία εκπομπής.
- την κεραία εκπομπής (transmiting antenna).
- το χώρο διάδοσης αλεκτρομαγνητικών κυμάτων (path).
- την κεραία λήψεως (reiceiving antenna).
- τη γραμμή συνδεσης (feeder) της κεραίας λήψεως με τον δέκτη.
- το δέκτη (receiver)
- τους πύργους εγκατάστασης (tower) των κεραιών (όπου κρίνεται απαραίτητο).

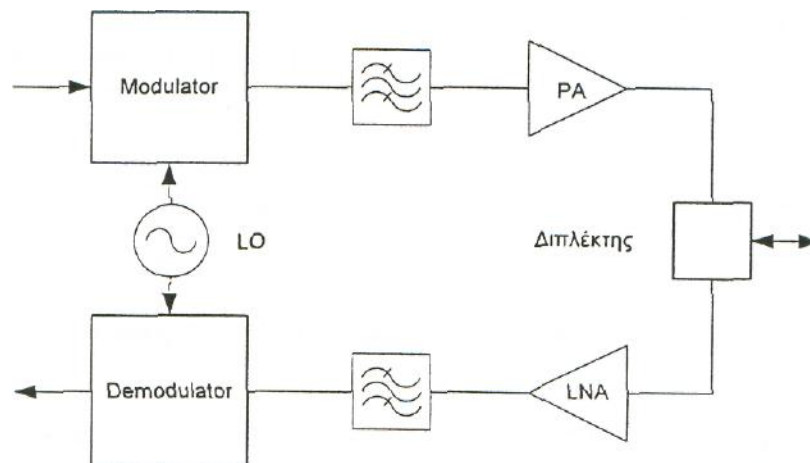


Σχήμα : Βασικά στοιχεία ενός ασύρματου ραδιοσυστήματος.

2.2 ΠΟΜΠΟΣ/ΔΕΚΤΗΣ

Σε ένα ασύρματο τηλεπικοινωνιακό σύστημα ο ρόλος του πομπού είναι η μετατροπή του σήματος πληροφορίας σε κατάλληλη μορφή για εκπομπή από την κεραία, ενώ ο ρόλος του δέκτη είναι η εξαγωγή της πληροφορίας από το λαμβανόμενο σήμα. Η διάταξη που ενσωματώνει τις δύο παραπάνω λειτουργίες, επιτρέποντας την αμφίδρομη επικοινωνία μεταξύ δύο άκρων, χαρακτηρίζεται ως πομποδέκτης.

Οι διαδικασίες που επιτελούνται στην αλυσίδα του πομπού είναι η διαμόρφωση ενός ημιτονοειδούς φέροντος από το σήμα βασικής ζώνης, το φιλτράρισμά του και η ενίσχυσή του στα επιθυμητά επίπεδα ισχύος, πριν αυτό οδηγηθεί στην κεραία. Το προς εκπομπή διαμορφωμένο σήμα ονομάζεται σήμα ραδιοσυχνότητας (Radio Frequency, RF). Αντίστοιχα στην αλυσίδα του δέκτη το σήμα RF που λαμβάνεται από την κεραία ενισχύεται, φιλτράρεται και οδηγείται στον αποδιαμορφωτή, από όπου ανακτάται το σήμα πληροφορίας. Μια απλή μορφή πομποδέκτη είναι αυτή του παρακάτω σχήματος, όπου για την παραγωγή του φέροντος, χρησιμοποιείται ένας τοπικός ταλαντωτής (Local Oscillator, LO).

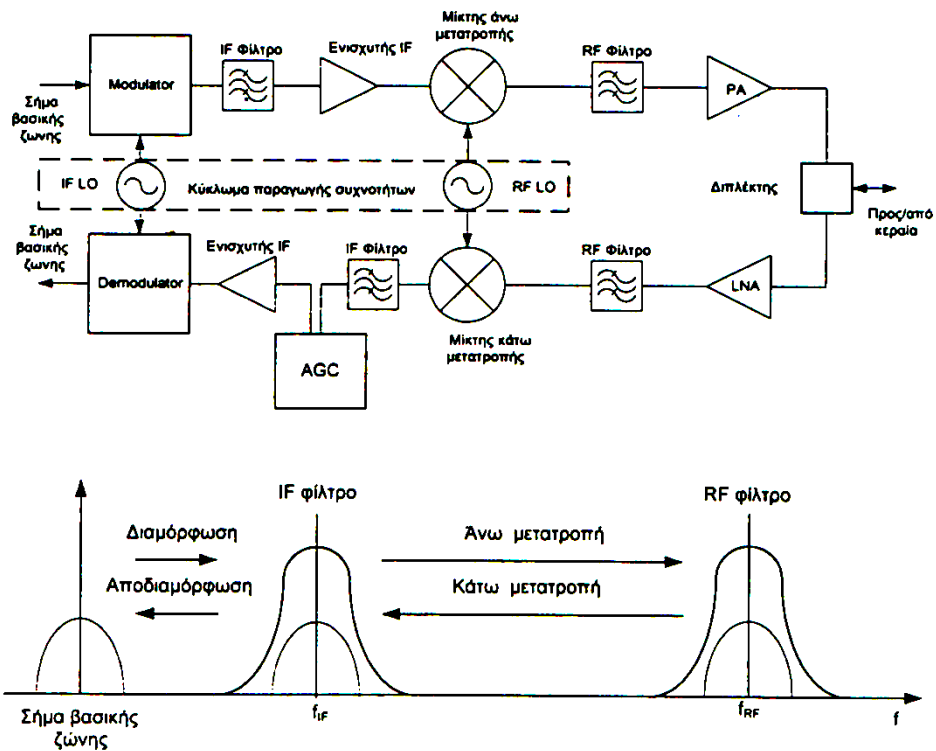


Σχήμα : Ομόδυνος πομποδέκτης

Ο δέκτης του παραπάνω σχήματος είναι ομόδυνος, και το σήμα πληροφορίας ανακτάται απευθείας από το σήμα RF, αφού η συχνότητα λειτουργίας του συμπίπτει με την συχνότητα του ραδιοκύματος που λαμβάνουν. Οι περισσότεροι δέκτες που χρησιμοποιούνται σήμερα όμως είναι ετερόδυνοι. Σύμφωνα με αυτούς το φάσμα του σήματος υποβιβάζεται από την περιοχή ραδιοσυχνοτήτων στην ενδιάμεση συχνότητα του δέκτη. Η ενδιάμεση συχνότητα διαφοροποιείται ανάλογα με το είδος της τηλεπικοινωνιακής εφαρμογής την

οποία εξυπηρετεί ο δέκτης, και είναι σαφώς μικρότερη της ραδιοσυχνότητας και μεγαλύτερη της συχνότητας βασικής ζώνης των σημάτων που δέχεται ο δέκτης. Ο υποβιβασμός της φέρουσας συχνότητας των σημάτων που δέχεται ο δέκτης στη σταθερή ενδιάμεση συχνότητα παρέχει τη δυνατότητα ώστε το μεγαλύτερο μέρος της ενίσχυσης να διενεργείται από ενισχυτές με εύρος συχνοτήτων λειτουργίας όσο και το εύρος των σημάτων που αναμένει ο δέκτης και όχι όσο το συνολικό εύρος ραδιοσυχνοτήτων που καλείται να εξυπηρετήσει. Αποτέλεσμα της ανωτέρω διαδικασίας είναι η μεγάλη μείωση του κόστους και η σαφής βελτίωση των συστημάτων διαμόρφωσης και αποδιαμόρφωσης, καθώς και της ευαισθησίας του δέκτη.

Έτσι στους ετερόδυνους δέκτες το σήμα RF δεν αποδιαμορφώνεται απευθείας αλλά προηγουμένως μετατοπίζεται σε μία ενδιάμεση συχνότητα. Η διαδικασία αυτή της μετατροπής συχνότητας ονομάζεται κάτω μετατροπή (down-conversion) και υλοποιείται με πολλαπλασιασμό του σήματος RF με ημιτονοειδές σήμα κατάλληλης συχνότητας και φιλτράρισμα. Κατ' αντιστοιχία στον πομπό είναι δυνατόν να γίνει διαμόρφωση σε μία IF συχνότητα και κατόπιν μετατόπιση του διαμορφωμένου φέροντος στη συχνότητα RF με τη διαδικασία της άνω μετατροπής (up-conversion). Το δομικό διάγραμμα ενός τέτοιου πομποδέκτη καθώς και οι φασματικές μετατροπές που αυτός επιτελεί φαίνονται στο παρακάτω σχήμα:

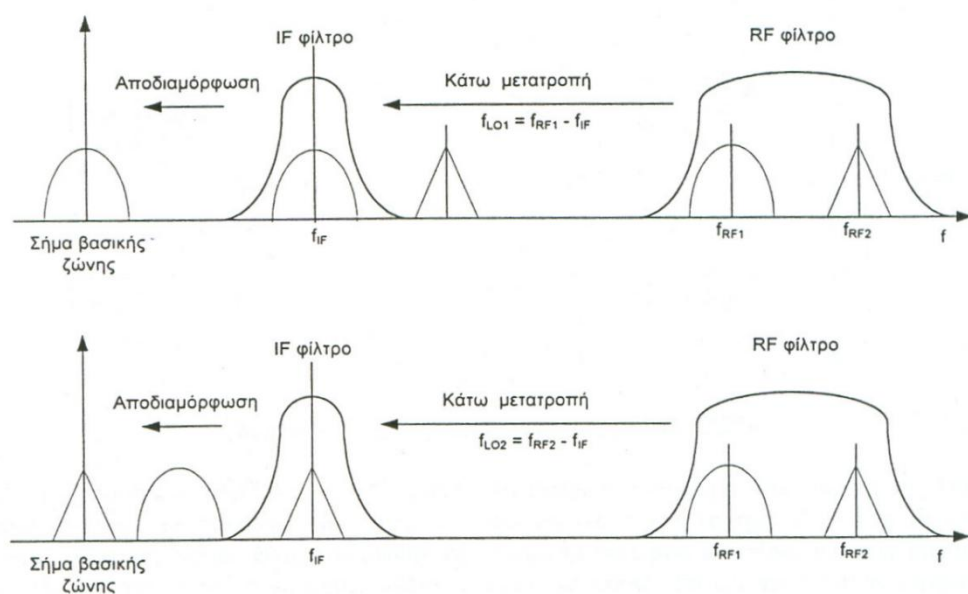


Σχήμα : Ετερόδυνος Πομποδέκτης

Στον παραπάνω πομποδέκτη διακρίνουμε το τμήμα επεξεργασίας IF , το τμήμα επεξεργασίας RF, καθώς και τους μίκτες άνω και κάτω μετατροπής, μέσω των οποίων γίνεται η μετατροπή από το ένα τμήμα στο άλλο. Συγκεκριμένα στο τμήμα IF του πομπού , το φέρον παράγεται από έναν τοπικό ταλαντωτή (IF LO) και αφού διαμορφωθεί φιλτράρεται στο επιθυμητό εύρος ζώνης και ενισχύεται , για να οδηγηθεί στον μίκτη άνω μετατροπής. Ο τελευταίος πολλαπλασιάζει το IF σήμα με ένα ημίτονο κατάλληλης συχνότητας, που παράγεται από τον τοπικό ταλαντωτή του RF τμήματος (RF LO). Με αυτόν τον τρόπο το φάσμα του σήματος πληροφορίας , ύστερα και από ζωνοπερατό φιλτράρισμα, μετατοπίζεται γύρω από την RF συχνότητα. Το προκύπτον RF σήμα ενισχύεται από τον ενισχυτή ισχύος (Power Amplifier, PA), και μέσω ενός κυκλοφορητή τροφοδοτεί τελικά την κεραία για να εκπεμφθεί. Στο δέκτη το RF σήμα που συλλαμβάνεται από την κεραία οδηγείται μέσω κυκλοφορητή στον ενισχυτή χαμηλού θορύβου (Low Noise Amplifier, LNA) και φιλτράρεται από εκτός ζώνης παρεμβολές, για να καταλήξει στον κάτω μετατροπέα. Το IF σήμα που παράγεται, περνά μέσα από τον βρόχο αυτομάτου ελέγχου κέρδους (Automatic Gain Control, AGC) όπου σταθεροποιείται η ισχύς του και, μετά από ενίσχυση, αποδιαμορφώνεται ώστε να εξαχθεί το σήμα πληροφορίας.

Αν και πολυπλοκότερη από την ομόδυνη, η ετερόδυνη αρχιτεκτονική παρουσιάζει σημαντικά πλεονεκτήματα. Καταρχήν με τη χρήση της IF συχνότητας, παρακάμπτεται η τεχνολογική δυσκολία απευθείας διαμόρφωσης / αποδιαμόρφωσης σε εφαρμογές υψηλών συχνοτήτων, π.χ. δορυφορικών επικοινωνιών. Επιπρόσθετα η σχεδίαση αρκετά επιλεκτικών φίλτρων, ώστε να απορρίπτονται ο θόρυβος και οι παρεμβολές, καθίσταται ευκολότερη, όταν πραγματοποιείται σε χαμηλές συχνότητες (IF τμήμα). Εξάλλου η ετερόδυνη αρχιτεκτονική είναι πιο ευέλικτη, δεδομένου ότι σε περίπτωση αλλαγής της συχνότητας λειτουργίας, δεν απαιτείται εξολοκλήρου επανασχεδίαση του πομποδέκτη, αλλά είναι δυνατόν το IF τμήμα να παραμείνει το ίδιο και να αλλάξει μόνο το RF.

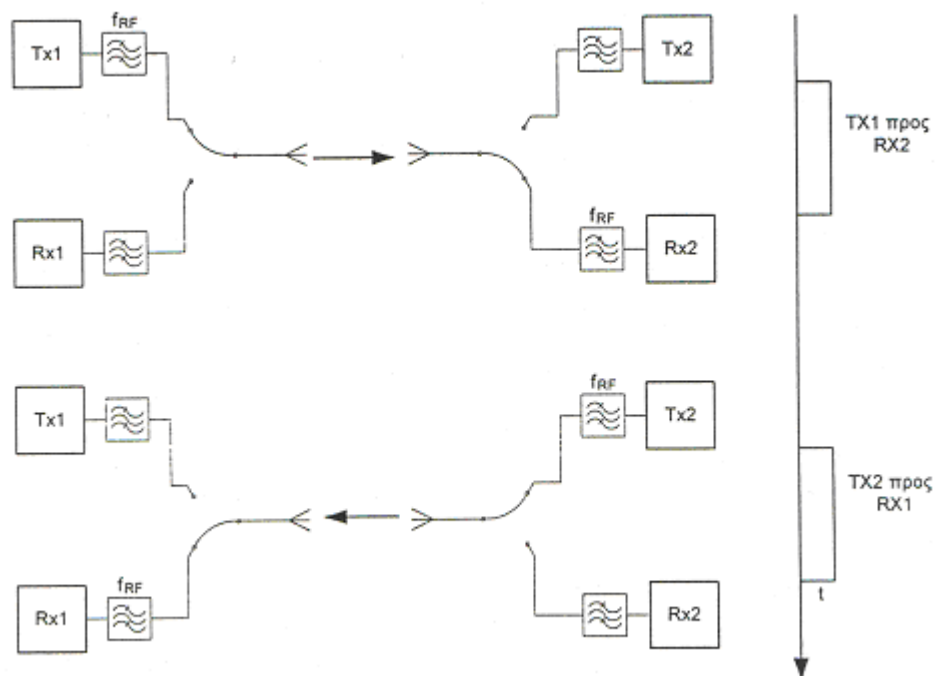
Επιπλέον των παραπάνω η ετερόδυνη αρχιτεκτονική επιτρέπει τη λήψη διαφορετικών καναλιών από μια ευρεία ζώνη συχνοτήτων, όπως για παράδειγμα συμβαίνει στους ραδιοφωνικούς δέκτες, στα τερματικά κινητής τηλεφωνίας στους επίγειους δορυφορικούς σταθμούς κ.τ.λ. Αυτό καθίσταται δυνατό με σχεδίαση του φίλτρου RF ώστε να καλύπτει ολόκληρη την παραπάνω ζώνη, και με την αντικατάσταση του τοπικού ταλαντωτή RF τμήματος από ένα συνθέτη συχνοτήτων (Frequency Synthesizer,FS). Το κάθε κανάλι αντιστοιχεί σε διαφορετική συχνότητα RF και η επιλογή του γίνεται πολλαπλασιάζοντας το σήμα ευρείας ζώνης, με κατάλληλη συχνότητα, παραγόμενη από το κύκλωμα FS, ώστε το επιθυμητό κανάλι να μετατοπιστεί στη ζώνη διέλευσης του IF φίλτρου. Η παραπάνω διαδικασία απεικονίζεται στο σχήμα 12 και χαρακτηρίζει ένα δέκτη ως υπερετερόδυνο.



Σχήμα : Φασματικές λειτουργίες ενός υπερετερόδυνου δέκτη

Χάρη την υπερετεροδύναση, η λήψη διαφορετικών καναλιών δεν απαιτεί τη χρήση μεταβλητού RF φίλτρου, ούτε αποδιαμόρφωση σε διαφορετική κάθε φορά συχνότητα, όπως θα συνέβαινε στην ομόδυνη αρχιτεκτονική. Αντίστοιχη της υπερετεροδύνης διαδικασία μπορεί να εφαρμοστεί και στον πομπό, για την επιλογή του καναλιού εκπομπής του σήματος πληροφορίας, όπως συμβαίνει πχ, στους πομπούς GSM.

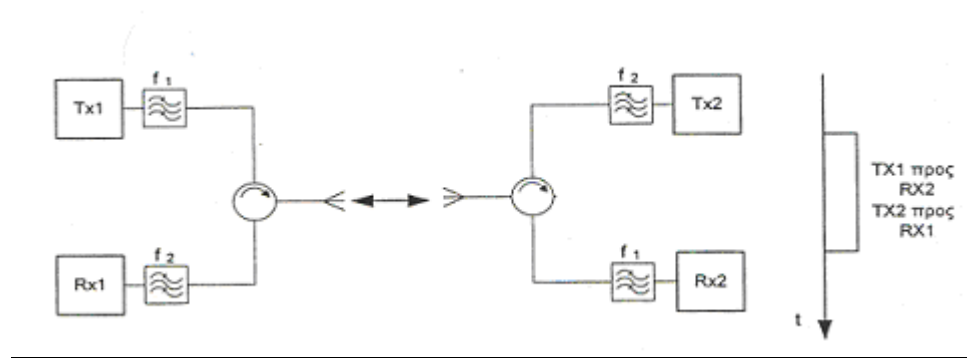
Το δομικό διάγραμμα του ετεροδύνου πομποδέκτη του προηγούμενου σχήματος είναι γενικό και καλύπτει και τις δύο τεχνικές αμφίδρομης επικοινωνίας, half duplex και full duplex. Στην πρώτη, η RF συχνότητα είναι κοινή και για την εκπομπή και για τη λήψη, και έτσι η αμφιδρόμηση (duplexing) γίνεται στο πεδίο του χρόνου, δηλαδή ο πομπός (TX) και ο δέκτης (RX) λειτουργούν εναλλάξ σε διαδοχικά χρονικά διαστήματα. Αυτό επιτυγχάνεται με τη χρήση ενός ψηφιακά ελεγχόμενου RF διακόπτη, ο οποίος συνδέει περιοδικά την κεραία με την αλυσίδα πομπού και δέκτη. Η παραπάνω μορφή αμφιδρόμησης είναι γνωστή ως Αμφιδρόμηση Διαίρεσης Χρόνου (Time Division Duplexing, TDD).



Σχήμα : Αμφιδρόμηση διαίρεσης χρόνου

Στη full duplex επικοινωνία, η RF συχνότητα εκπομπής διαφέρει από εκείνη της λήψης, επιτρέποντας την ταυτόχρονη λειτουργία πομπού και δέκτη. Για το σκοπό αυτό χρησιμοποιείται ένας κυκλοφορητής ανάμεσα στις δύο αλυσίδες και την κεραία, ο οποίος έχει την δυνατότητα να μεταβιβάζει το σήμα εκπομπής από τον πομπό στην κεραία και το

σήμα λήψης από την κεραία στον δέκτη. Στην περίπτωση αυτή η αμφιδρόμιση γίνεται στο πεδίο της συχνότητας και ονομάζεται Αμφιδρόμιση Διαίρεσης Συχνότητας (Frequency Division Duplexing, FDD).



Σχήμα: Αμφιδρόμιση διαίρεσης συχνότητας

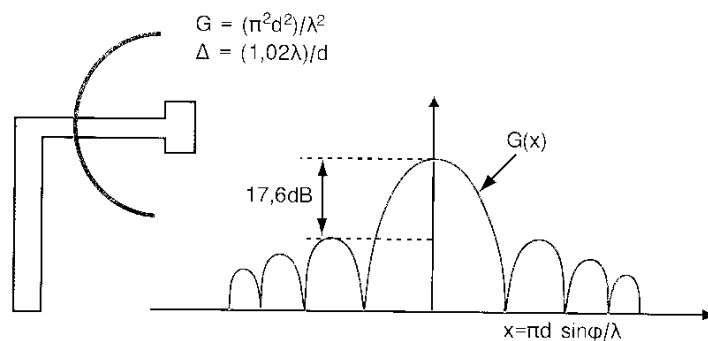
Στο προηγούμενο σχήμα γίνεται σαφές ότι προκειμένου δύο full duplex πομποδέκτες να επικοινωνήσουν μεταξύ τους, απαιτείται η συχνότητα εκπομπής του ενός να ταυτίζεται με τη συχνότητα λήψης του άλλου και αντίστροφα. Τόσο στην FDD, όσο και στην TDD, το σήμα εκπομπής είναι αρκετά ισχυρότερο από το σήμα λήψης (π.χ. 100db), και για την αποφυγή παρεμβολών του πρώτου στο δεύτερο, απαιτείται ικανή απομόνωση ανάμεσα στις δύο αλυσίδες. Στην TDD αυτό επιτυγχάνεται με απενεργοποίηση του πομπού στα χρονικά διαστήματα λήψης και του δέκτη στα χρονικά διαστήματα εκπομπής, ενώ στην FDD με το RF φιλτράρισμα στον πομπό και τον δέκτη, καθώς και τον κατάλληλο διαχωρισμό των δύο RF συχνοτήτων.

Τέλος, η γενική δομή του ετερόδυνου πομποδέκτη που περιγράφηκε στα προηγούμενα είναι κατάλληλη τόσο για αναλογικά όσο και για ψηφιακά συστήματα. Η κύρια διαφορά ανάμεσα στα δύο συστήματα όσο αφορά τη σχεδίαση του πομποδέκτη έγκειται στο είδος της διαμόρφωσης /αποδιαμόρφωσης που χρησιμοποιείται (αναλογική και ψηφιακή αντίστοιχα). Επιπλέον, ενώ στα τερματικά αναλογικών επικοινωνιών, η πληροφορία εισέρχεται /εξέρχεται απευθείας στον/ από τον πομποδέκτη, σε εκείνα των ψηφιακών επικοινωνιών προηγείται του πομποδέκτη ένα σύστημα ψηφιακής επεξεργασίας. Οι λειτουργίες που αυτό επιτελεί κατά την εκπομπή είναι η μετατροπή της αναλογικής πληροφορίας σε ψηφιακό σήμα (A/D conversion), η πολύπλεξη του με άλλα ψηφιακά σήματα, καθώς και η κωδικοποίηση και η συμπίεση του τελικού ψηφιακού σήματος. Κατά

τη λήψη, αποκαθίσταται το ψηφιακό σήμα στην έξοδο του αποδιαμορφωτή και εκτελούνται αντίστροφες λειτουργίες από εκείνες κατά την εκπομπή (αποσυμπίεση, αποκωδικοποίηση, αποπολύπλεξη, και D/A μετατροπή).

2.3 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΚΕΡΑΙΑΣ

Το παραβολικό κάτοπτρο είναι η πιο δημοφιλής κατευθυντική κεραία που χρησιμοποιείται ευρέως σε επίγειες ασυρματικές ζεύξεις και παρουσιάζει συμμετρικό διάγραμμα ακτινοβολίας με υψηλή κατευθυντικότητα. Οι πλευρικοί λοβοί ακτινοβολίας έχουν τουλάχιστον κατά 17 dB περίπου χαμηλότερη στάθμη σε σχέση με τον κύριο λοβό. Μία τέτοια κεραία φαίνεται στο ακόλουθο σχήμα :

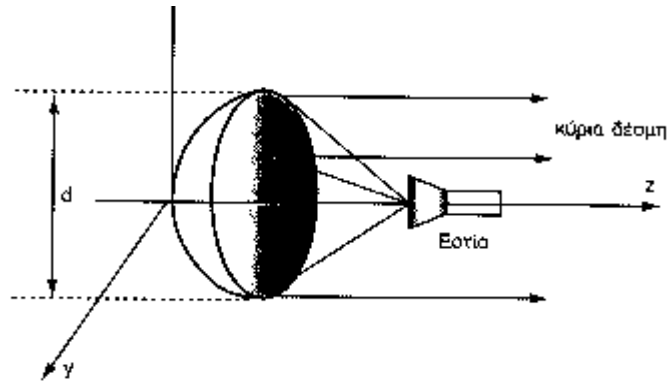


Σχήμα : Το παραβολικό κάτοπτρο

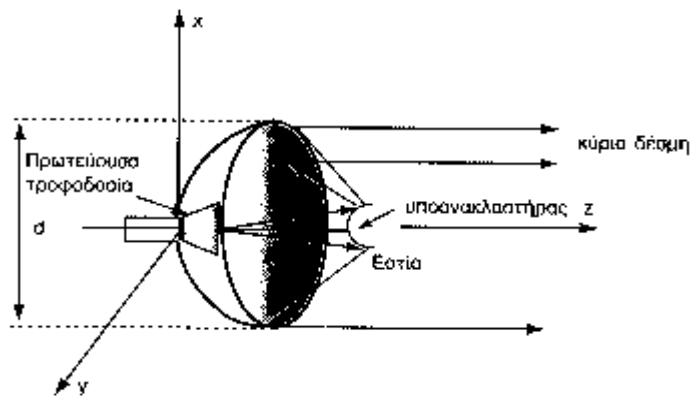
Τα βασικά τμήματα της κεραίας παραβολικού κατόπτρου είναι :

- Η πηγή τροφοδοσίας, η οποία είναι συνήθως πρωτεύουσα πηγή (χοανοκεραία) ή υποανακλαστήρας. (Βλ. σχημα4).

- Ο ανακλαστήρας, ο οποίος είναι παραβολικού σχήματος και τελείως αγωγίμος, κατευθύνει την ακτινοβολούμενη ισχύ μέσα σε μια δέσμη παράγοντας κατά προσέγγιση επίπεδο κύμα.



Παραβολικό κάτοπτρο με πρωτεύουσα πηγή



Παραβολικό κάτοπτρο με αξονικό υποανακλαστήρα

Η διάσταση μιας τέτοιας κεραίας συνδέεται προσεγγιστικά με το κέρδος της με την σχέση :

$$G = \frac{\pi^2 \cdot d^2}{\lambda^2} \Rightarrow d = \frac{\lambda}{\pi} \cdot \sqrt{G} \quad (2.7)$$

ή

$$G \approx (9.87D^2)/\lambda^2$$

2.4 ΠΩΣ ΕΠΙΛΕΓΟΥΜΕ ΤΟ ΜΕΓΕΘΟΣ ΤΗΣ ΚΕΡΑΙΑΣ

Οι κεραιές εκπομπής και λήψεως πρέπει να επιλέγονται έτσι, ώστε να παρέχουν βέλτιστη απόδοση, υψηλή αξιοπιστία στη μετάδοση, ευκολία στην επιλογή συχνότητας και να εναρμονίζονται με τις διεθνείς συστάσεις. Για μετάδοση σημείου προς σημείο (point to point) οι κεραιές είναι ισχυρά κατευθυντικές σχήματος παραβολικού ή χοάνης.

Οι πύργοι εγκατάστασης των κεραιών παίζουν σημαντικό ρόλο στην επιτυχή διάδοση των ραδιοκυμάτων. Γι' αυτό, θα πρέπει να είναι ανυψωμένοι πάνω από τυχόν εμπόδια που υπάρχουν στη διαδρομή των ραδιοκυμάτων ώστε να εξασφαλίζεται η οπτική επαφή και να λαμβάνουν υπόψη τη σφαιρικότητα της γης. Οι παράγοντες που πρέπει να ληφθούν υπόψη για την επιλογή ενός πύργου είναι το κόστος, οι περιορισμοί λόγω νομοθεσίας, η κίνηση αεροσκαφών στην περιοχή, οι συνθήκες του εδάφους, ο καιρός (φόρτιση λόγω ανέμου) και τα χαρακτηριστικά των κυματοδηγών.

Η διάδοση κατά μήκος των γραμμών τροφοδοσίας εξαρτάται από τα χαρακτηριστικά των γραμμών και των συνθέτων αντιστάσεων στα άκρα τους. Η διάδοση των ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων από την κεραιά εκπομπής στην κεραιά λήψεως εξαρτάται από τα χαρακτηριστικά των κεραιών εκπομπής και λήψεως και από τις φυσικές ιδιότητες της ατμόσφαιρας όπου πραγματοποιείται η διάδοση. Πρέπει να σημειωθεί ότι κατά τη διάδοση στην ατμόσφαιρα, υφίστανται μεταβολές τόσο τα πλάτη όσο και οι φάσεις των ηλεκτρικών σημάτων.

Για να μεταβιβαστεί η ηλεκτρομαγνητική ενέργεια από την κεραιά εκπομπής στην κεραιά λήψεως, απαιτείται η συχνότητα των ρευμάτων που πραγματοποιούν την ακτινοβολία της ενέργειας να είναι αρκετά υψηλή και μεγαλύτερη ενός ορισμένου κατώτερου ορίου, το οποίο εξαρτάται από τις διαστάσεις των κεραιών. Επίσης ο χώρος υπεράνω της γης θεωρείται ως ένα μέσο ενιαίο, ομοιογενές και ισότροπο, έτσι ώστε μια ηλεκτρομαγνητική διαταραχή που παράγεται σε ένα σημείο του ελεύθερου χώρου, διαδίδεται προς όλες τις κατευθύνσεις γύρω από το σημείο αυτό. Συνεπώς για να πραγματοποιήσουμε ταυτόχρονα δύο η περισσότερες ραδιοηλεκτρικές ζεύξεις, απαιτούνται ειδικά τεχνάσματα ώστε να διακρίνουμε τα σήματα της μίας ζεύξεως από αυτά της άλλης. Οι τεχνικές που χρησιμοποιούνται είναι οι εξής:

Χρησιμοποίηση ζωνοπερατών φίλτρων, τα οποία επιτρέπουν τη διέλευση χωρίς εξασθένιση κυματομορφών ορισμένων συχνοτήτων, ενώ εξασθενούν σημαντικά κυματομορφές άλλων συχνοτήτων. Για την πραγματοποίηση δύο ταυτόχρονων ραδιοζεύξεων, παράγονται δύο διαφορετικές φέρουσες συχνότητες και μετά την εκπομπή τους στον ελεύθερο χώρο υπάρχουν ταυτόχρονα και τα δύο ηλεκτρομαγνητικά κύματα.

Έτσι, τοποθετούμε στην είσοδο του δέκτη ένα φίλτρο, το οποίο επιτρέπει τη διέλευση σημάτων της επιθυμητής συχνότητας που είναι ίση ή παραπλήσια εκείνης που παράγεται τον πομπό.

Χρησιμοποίηση κατάλληλων κατευθυντικών κεραιών εκπομπής και λήψεως. Πάρχουν κεραιές εκπομπής, οι οποίες εκπέμπουν ισχυρά ηλεκτρομαγνητικά κύματα εντός ενός περιορισμένου κώνου, ενώ εκτός αυτού τα εκπεμπόμενα κύματα είναι τόσο εξασθενημένα που δεν επιδρούν σε άλλους δέκτες. Το ίδιο συμβαίνει και με τις κεραιές ήψεως. Η δυσκολία που προκύπτει από τον περιορισμό της ενέργειας εντός μιας ροκαθορισμένης γωνίας, εξαρτάται από τις απαιτούμενες διαστάσεις των κεραιών σε συνάρτηση με τη συχνότητα του ηλεκτρομαγνητικού κύματος. Για παράδειγμα, η γωνία ακτινοβολίας μιας κεραίας στο οριζόντιο επίπεδο, δίνεται προσεγγιστικά από τη σχέση $\alpha = 60\lambda/l$ μοίρες, όπου λ είναι το χρησιμοποιούμενο μήκος κύματος και l η οριζόντια διάσταση της κεραίας. Έτσι, για μια στενή δέσμη ακτινοβολίας της τάξεως της 1 μοίρας, απαιτείται $l = 60\lambda$. Συνεπώς αν η χρησιμοποιούμενη συχνότητα είναι $f = 1 \text{ MHz}$, τότε προκύπτει $l = 18 \text{ Km}$ (!), ενώ αν $f = 1 \text{ GHz}$ θα είναι $l = 18 \text{ m}$ (ισχύει $\lambda = c/f$, όπου $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$ είναι η ταχύτητα του φωτός). Από τα παραπάνω προκύπτει ότι για κεραιές μεγάλης κατευθυντικότητας πρέπει να χρησιμοποιούνται οι υψηλότερες συχνότητες του φάσματος των ραδιοσυχνοτήτων.

Τα ηλεκτρομαγνητικά κύματα ορισμένης συχνότητας υφίστανται ισχυρή απόσβεση κατά τη διάδοσή τους πέραν ορισμένων αποστάσεων. Έτσι είναι δυνατόν να χρησιμοποιηθούν ηλεκτρομαγνητικά κύματα της ίδιας συχνότητας σε ταυτόχρονες ζεύξεις, σε περιοχές όμως που δεν βρίσκονται σε οπτική επαφή.

Από τα παραπάνω, προκύπτει ότι κατά τη σχεδίαση ενός συστήματος ασύρματης τηλεπικοινωνίας, θα πρέπει να ληφθούν υπόψη τα εξής:

Όσο υψηλότερη είναι η φέρουσα συχνότητα, τόσο μεγαλύτερο είναι το εύρος ζώνης και τόσο μικρότερες οι διαστάσεις των κεραιών για ορισμένο κέρδος (gain) των κεραιών. Αυτό όμως συνεπάγεται μικρότερη απόδοση και αξιοπιστία των ενισχυτών. Μεγάλες κεραιές, σημαίνει μεγάλο κέρδος αλλά και αύξηση του κόστους του σταθμού. Η τοποθέτηση κεραιών σε ψηλούς πύργους ή σε ψηλά βουνά, έχει ως αποτέλεσμα την κάλυψη μεγαλύτερων αποστάσεων αλλά και την αύξηση του κόστους κατασκευής και συντήρησης των σταθμών. Η πραγματοποίηση ραδιοζεύξεων με μεγάλο εύρος ζώνης είναι επιθυμητή διότι αυξάνεται η ικανότητα του συστήματος, όμως πολλές φορές μια δεύτερη παράλληλη ζεύξη μπορεί να αποτελεί μια καλύτερη οικονομικά και τεχνικά λύση.

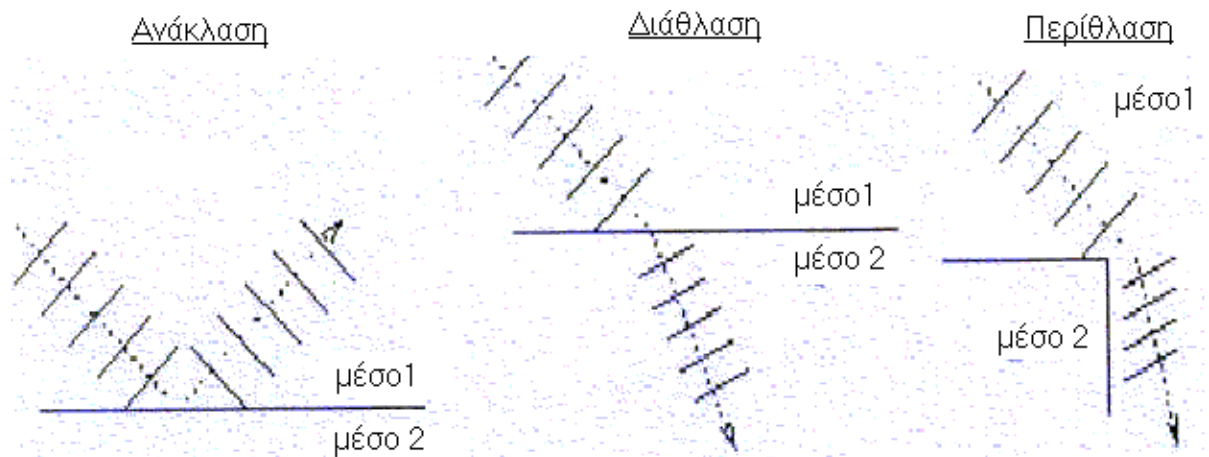
2.5 ΠΩΣ ΕΠΙΛΕΓΟΥΜΕ ΦΑΣΜΑ ΣΥΧΝΟΤΗΤΩΝ

Το φάσμα συχνοτήτων που χρησιμοποιείται στις ασύρματες τηλεπικοινωνίες περιγράφεται στον πίνακα 1.1. Τα ηλεκτρομαγνητικά κύματα διαδίδονται στον ελεύθερο χώρο (το κενό) με ταχύτητα που είναι σταθερή και ανεξάρτητη της συχνότητας και είναι ίση με $c=3\cdot 10^8$ m/s. Το μήκος κύματος λ του ηλεκτρομαγνητικού κύματος συχνότητας f δίνεται από τη σχέση $\lambda = c/f = 3\cdot 10^8/f$, όπου λ δίνεται σε m και η συχνότητα f σε *Hertz*.

Οι υψηλότερες συχνότητες του φάσματος συχνοτήτων χρησιμοποιούνται γενικά σε ζεύξεις οπτικής επαφής. Για μικρότερες συχνότητες, ο περιορισμός της οπτικής επαφής έχει μικρότερη σημασία, επειδή τα κύματα αυτά εισχωρούν – λόγω του φαινομένου της περιθλάσεως (diffraction) – σε εκείνες τις περιοχές οι οποίες θα βρίσκονταν «υπό σκιάν». Το φαινόμενο της περίθλασης παίζει σημαντικό ρόλο στη ραδιοφωνία, αφού με τον τρόπο αυτό είναι δυνατή η ραδιοφωνική κάλυψη περιοχών που βρίσκονται υπό τη «σκιά» βουνών, οικημάτων κλπ. Επί της τροχιάς των ραδιοηλεκτρικών ακτίνων και κατά τρόπο που εξαρτάται από τις χρησιμοποιούμενες συχνότητες επιδρούν και άλλα φαινόμενα, όπως ανάκλαση (reflection), διάθλαση (refraction), διάχυση (diffusion) και απορρόφηση (absorption). Μερικά από τα προαναφερθέντα φαινόμενα περιγράφονται στο παρακάτω σχήμα.

Πίνακας: Ταξινόμηση ραδιοηλεκτρικών κυμάτων

Ζώνη συχνότητας	Μήκος κύματος	Ονομασία συχνότητας (κυμάτων)	Σύμβολο	Χαρακτηρισμός κυμάτων	Χρήση
3 – 30 KHz	100–10 Km	Πολύ χαμηλή (μυριομετρικά)	VLF (Very low freq.)		Τηλεπ/νίες μεγάλης αποστάσεως
30–300 KHz	10 – 1 Km	Χαμηλή (χιλιομετρικά)	LF (Low freq)	Μακρά	Ραδιοφωνία, Ραδιοναυσιπλοΐα
0,3 – 3 MHz	1Km – 100m	Μέση (εκατομετρικά)	MF (Medium freq.)	Μεσαία	Ραδιοφωνία
3 – 30 MHz	100 – 10 m	Υψηλή (δεκαμετρικά)	HF (High Frequency)	Βραχεία	Ασύρματη τηλεφωνία μεγάλων αποστάσεων
30 – 300 MHz	10 – 1 m	Πολύ υψηλή (μετρικά)	VHF (Very High Frequency)	Υπερβραχεία	FM Ραδιοφωνία, Τηλεόραση, Τηλεπ/νία μεταξύ κινητών σημείων, Ραδιοναυσιπλοΐα
0,3 – 3 GHz	100 – 10 cm	Εξαιρετικά υψηλή (δεκατομετρικά)	UHF (Ultra High Freq)	Μικροκύματα	Τηλεόραση, Τηλεπ/νία μεταξύ κινητών σημείων, Ραδιοναυσιπλοΐα, Ραντάρ
3 – 30 GHz	10 – 1 cm	Υπερύψηλη (Εκατοστομετρικά)	SHF (Super High Freq)	Μικροκύματα	Ασύρματη τηλεφωνία, ραντάρ, δορυφορικές τηλεπ/νίες
30 – 300 GHz	10 – 1 mm	Υπερβολικά υπερύψηλη (χιλιοστομετρικά)	EHF (Extra High Freq.)		



Σχήμα : Φαινόμενα ανάκλασης, διάθλασης και περίθλασης.

Η εξασθένιση (attenuation) των ραδιοηλεκτρικών κυμάτων είναι συνάρτηση της χρησιμοποιούμενης συχνότητας και οφείλεται στα συστατικά της ατμόσφαιρας. Για συχνότητες μικρότερες των 3 GHz περίπου, τα αέρια της ατμόσφαιρας δεν παράγουν εξασθένιση των κυμάτων. Όμως για συχνότητες άνω των 3 GHz , η εξασθένιση που οφείλεται στην απορρόφηση ενέργειας από το ατμοσφαιρικό οξυγόνο και τους υδρατμούς, γίνεται αισθητή. Με την αύξηση της συχνότητας παρατηρείται και αύξηση της εξασθένισης, ενώ παράλληλα εμφανίζονται φαινόμενα «συντονισμού» για συχνότητες άνω των 20 GHz . Έτσι είναι δυνατόν σε ορισμένες συχνότητες άνω των 20 GHz , οι αποσβέσεις να είναι τόσο μεγάλες ώστε να προκαλούν διακοπή της ζεύξεως ακόμη και μικρού μήκους, της τάξεως μερικών km . Άλλοι παράγοντες όπως η βροχή, το χαλάζι, η ομίχλη και η νέφωση προκαλούν ισχυρές εξασθενήσεις στην περιοχή των μικροκυμάτων.

Για ραδιοζεύξεις της τάξεως μερικών χιλιάδων km επί της επιφάνειας της γης, σημαντικό ρόλο παίζει η ιονόσφαιρα, δηλαδή εκείνη η περιοχή της ατμόσφαιρας που βρίσκεται σε ύψος μεταξύ περίπου 80 και 1000 km . Για συχνότητες μέχρι περίπου 30 MHz η ιονόσφαιρα δρα σαν κάτοπτρο ή καλύτερα σαν το μέσο που προκαλεί διάθλαση των ραδιοηλεκτρικών ακτίνων, δηλαδή προοδευτική κάμψη τους προς τα κάτω, ώστε οι ακτίνες να επιστρέφουν στη γη. Το ύψος όπου το κύμα υφίσταται ανάκλαση είναι συνάρτηση της συχνότητας του και της ηλεκτρονικής πυκνότητας της ιονόσφαιρας. Η ηλεκτρονική πυκνότητα εξαρτάται από την ηλιακή ακτινοβολία και συνεπώς η ιονοσφαιρική διάδοση είναι συνάρτηση του ημερήσιου χρόνου και της εποχής του έτους. Άρα, για να είναι εφικτή μία ζεύξη πρέπει να γνωρίζουμε τη σύνθεση και το ύψος της ιονόσφαιρας, ώστε να μεταβάλλεται η συχνότητα ζεύξεως μέσα σε διάστημα λίγων ωρών.

Από τα παραπάνω προκύπτει ότι η εκλογή συχνότητας είναι καθοριστικός παράγοντας για την υλοποίηση μιας ασύρματης ζεύξεως, έτσι ώστε να ελαχιστοποιούνται οι παρεμβολές μεταξύ των διαφόρων τηλεπικοινωνιακών συστημάτων.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο:ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΜΙΚΡΟΚΥΜΑΤΙΚΩΝ ΖΕΥΞΕΩΝ

3.1ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΚΕΡΑΙΩΝ

Η εγκατάσταση των κεραιών ανάμεσα σε δύο Σ/Β γίνεται σύμφωνα με την μελέτη που έχει κάνει ο πάροχος(πχ Cosmote, Vodafone, Wind). Οι κεραίες που χρησιμοποιούνται συνήθως είναι με διάμετρο 0.3μ, 0,6μ, 1.2μ, 1.8μ, 2.4μ και 3μ. Τα πιάτα με μικρότερη διάμετρο είναι τις πιο πολλές φορές έτοιμα και δεν θέλουν συναρμολόγηση. Τα πιάτα με μεγαλύτερη διάμετρο πρέπει να συναρμολογηθούν σύμφωνα με τις οδηγίες του κατασκευαστή. Ειδικά στα πιάτα με διάμετρο 2.4μ και 3μ η συναρμολόγηση τους είναι αρκετά χρονοβόρα και χρειάζονται 2 με 3 άτομα. Τα συγκεκριμένα πιάτα χρησιμοποιούνται για την διασύνδεση Σ/Β που έχουν απόσταση μεγαλύτερη των 50-60 χιλιομέτρων. Για αποστάσεις 200μ-10χιλιομέτρων χρησιμοποιούμε συνήθως πιάτα διαμέτρου 0.3μ και 0.6μ.



Μετά την συναρμολόγηση γίνονται οι απαραίτητες προετοιμασίες για να ανεβάσουμε το μικροκυματικό πιάτο στο επιθυμητό ύψος πάνω στον πυλώνα. Ο πιο συνηθισμένος τρόπος είναι η εγκατάσταση τροχαλίας σε ύψος μεγαλύτερο από το σημείο που θα εγκαταστήσουμε το πιάτο μας. Μετά περνάμε ένα σχοινί μέσα από την τροχαλία και πετάμε τις δύο άκρες στο έδαφος. Εννόνουμε τις δύο άκρες του σχοινού και μετά δένουμε το πιάτο

καλά. Τραβώντας το σχοινί από την κατάλληλη μερία το πιάτο ανεβαίνει σιγά-σιγά στο κατάλληλο υψος ωστε να γίνει η εγκατάσταση. Πάνω στον πυλώνα υπάρχουν ένας οι δύο τεχνικοί ωστε την στιγμή που θα ανέβει το πιατό να γίνει η εγκατάσταση ώστε να μην ταλαιπορούνται τα άτομα που κρατάνε το σχοινη.

Οι τεχνικοί πάντα φορούν ζώνες τριών ή πέντε σημείων ώστε να μπορούν να δουλέψουν πανώ στον πυλώνα και με τα δύο χέρια, κράνος για την προστασια του κεφαλιού και ορειβατικά παπούτσια σύμφωνα με τους κανόνες ασφαλείας.

Για πιάτα μικρής διαμέτρου (από 0.3μ έως 1.2μ) χρειάζονται σύνηθως δύο άτομα κάτω για να καθοδηγήσουν το πιάτο στο κατάλληλο ύψος και ένας τεχνικός πάνω στον πυλώνα για να εγκαταστήσει το πιάτο. Για τα πιάτα μεγαλύτερης διαμέτρου λόγο βάρους συνήθως χρησιμοποιούμε αμάξι ή φορτηγό. Λόγο του βάρους και του όγκου των κεραιών αυτών, πάνω στον πυλώνα βρίσκονται δύο άτομα για να γίνει η σχετική εγκατάσταση. Οι κεραιές μεγάλης διαμέτρου είναι πιο ευάλωτες στις άσχημες καιρικές συνθήκες, γι'αυτό χρησιμοποιούμε μπάρες αντιστήριξης στις πλευρες της κεραιάς. Ουσιατικά είναι σωλήνες που εφαρμόζονται δεξιά και αριστερά στο πιάτο και καταλήγουν πάνω στον πυλώνα ώστε το πιάτο να μένει σταθερό και να μην επηρεάζεται από τον αέρα.



Πολλές φορές τοποθετούνται χιονοσκέπαστρα πάνω από τα πιάτα ώστε να αποφευχθεί η καταστροφή τους από κομμάτια πάγου τα οποία πέφτουν από μεγαλύτερα μέρη του πυλώνα. Επίσης τα μεγάλα πιάτα επειδή έχουν μεγαλύτερη επιφάνεια σε σχέση με τα μικρότερα είναι πιο εύκολο να μαζέψουν χιονι στην πάνω μεριά τους. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα να αυξάνεται το βάρος τους σημαντικά και να υπάρχει κίνδυνος να καταστραφούν.



Κατά την εγκατάσταση των κεραιών πρέπει να υπάρχουν ιδανικές συνθήκες ώστε να αποφευχθούν τραυματισμοί των τεχνικών και βλάβες των υφιστάμενων κεραιών που υπάρχουν πάνω στον πύλωνα.

3.2 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΚΑΙ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ODU

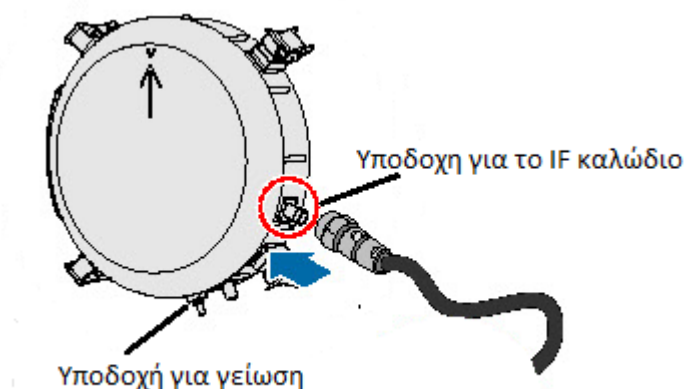
Ποιό κάτω θα αναλύσουμε πως γίνεται η εγκατάσταση της ODU OptiX RTN 900 series. Υπάρχουν δύο τρόποι για να εγκαταστήσουμε την ODU και να την συνδέσουμε με την κεραία. Μπορούμε να την εγκαταστήσουμε κατευθείαν στο δίπολο του πιατου. Αυτή η μέθοδος χρησιμοποιείται συνήθως για κεραίες μικρής διαμέτρου και όταν θέλουμε να χρησιμοποιήσουμε μια πόλωση(την κάθετη ή την οριζόντια). Αν θέλουμε να εγκαταστήσουμε δύο ODU(για την περίπτωση 1+1 hot stand by) τότε θα χρησιμοποιήσουμε ένα hybrid coupler για να συνδέσουμε και τις δύο ODU με την κεραία.



Η δεύτερη μέθοδος είναι να εγκαταστήσουμε την ODU πάνω στον υποδέκτη που βρίσκεται και η κεραία και να τα συνδέσουμε μεταξύ τους με έναν εύκαμπτο κυματοδηγό. Η περίπτωση αυτή χρησιμοποιείται όταν έχουμε κεραίες μεγάλης διαμέτρου και όταν θέλουμε να χρησιμοποιήσουμε και τις δύο πολώσεις της κεραίας. Αν έχουμε δυο ODUS παλι θα χρειαστούμε ένα hybrid coupler πάνω στον οποίο θα τοποθετηθούν και οι δύο ODUS και ο κυματοδηγός θα μπει ανάμεσα στον coupler και την κεραία.



Αφου εγκαταστήσουμε την ODU θα φτιάξουμε τον κονέκτορα που χρειάζεται στο IF καλώδιο και θα τον κουμπόσουμε στην υποδοχή που υπάρχει πάνω στην ODU. Μετα θα μονώσουμε προσεκτικά τον κονέκτορα με ταιωία και λαστιχοταινία ωστε να μπει νερό και υγρασία στο εσωτερικό του. Τελος πρέπει να γειώσουμε την ODU, Χρησιμοποιούμε κιτρινό-πρασινο καλώδιο συνηθως και στα άκρα του καλωδίου φτιάχνουμε ακροδέκτες. Το ενα άκρο τοποθετήται με παξιμαδι στην ειδική υποδοχή που έχει η μονάδα για την γείωση. Το άλλο άκρο τερματίζει σε μέρος του πυλώνα το οποίο είναι ήδη γειωμένο.

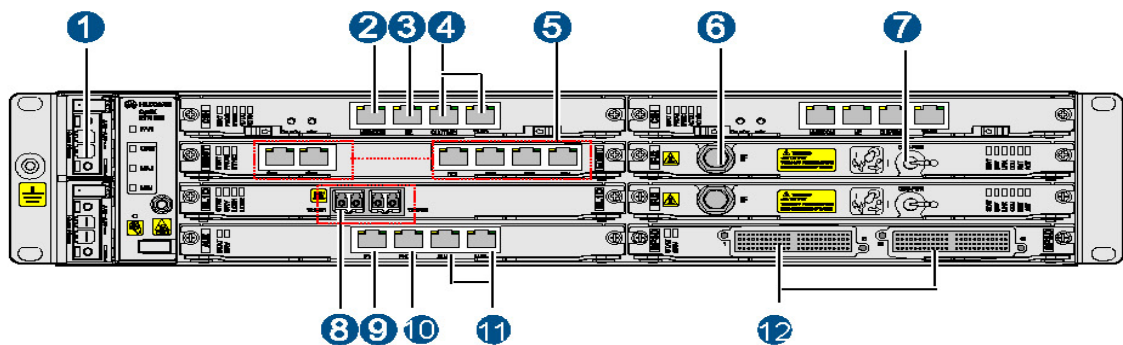




3.3 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΚΑΙ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ INDOOR UNIT



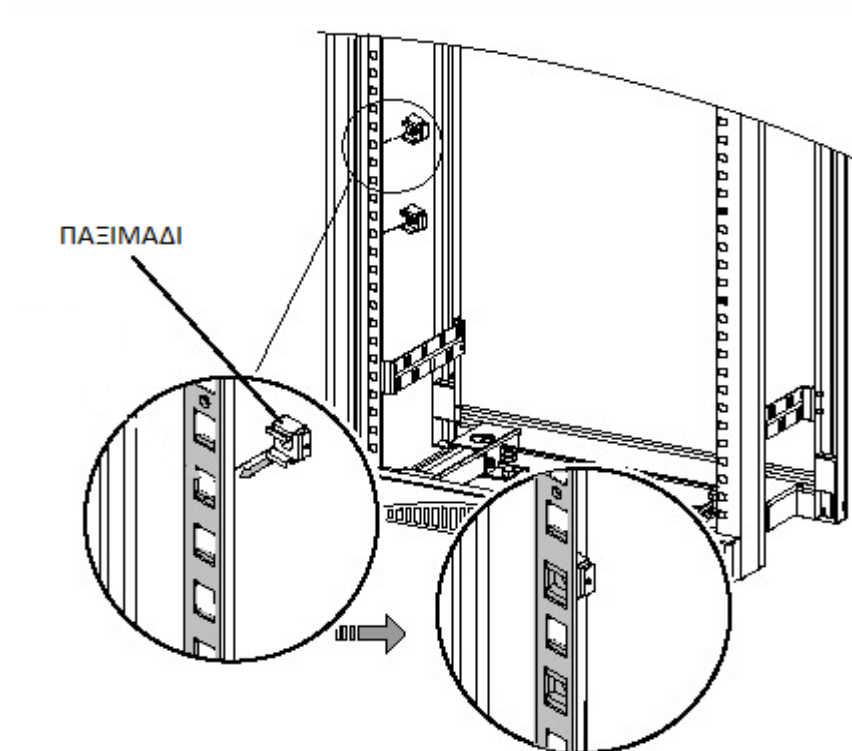
Ποιό πάνω βλέπουμε μια Indoor unit Huawei -RTN 950 την οποία θα αναλύσουμε αναλυτικά πιό κάτω.



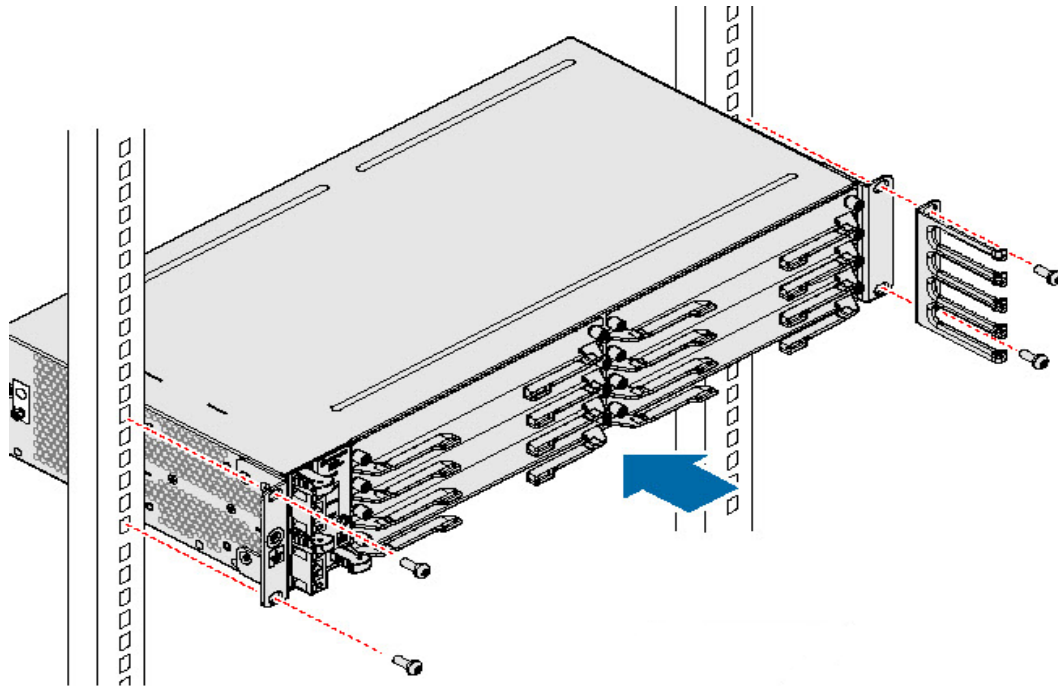
- 1: είσοδος υποδοχής τροφοδοσιας
- 2: είσοδος NM/COM
- 3: είσοδος NM
- 4: δύο είσοδοι για external clock
- 5: έξι είσοδοι για Ethernet services
- 6: είσοδος για IF καλώδιο

- 7: διακόπτης ενεργοποίησης ODU
- 8: είσοδος για οπτικές ίνες
- 9: Synchronous/Asynchronous data
- 10: είσοδος τηλεφώνου
- 11: είσοδος external alarms
- 12: είσοδος καναλιών E1

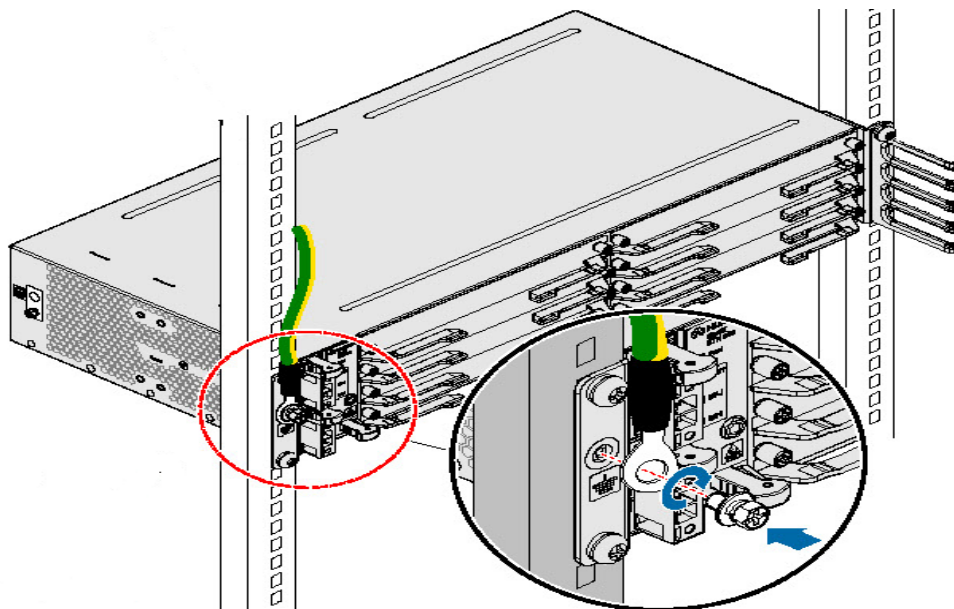
Η εγκατάσταση την IDU γίνεται συνήθως σε καμπίνα 19 ιντσών. Τοποθετούμε τα παξιμάδια στις τρύπες της καμπίνας που θέλουμε να τοποθετηθεί η μονάδα.



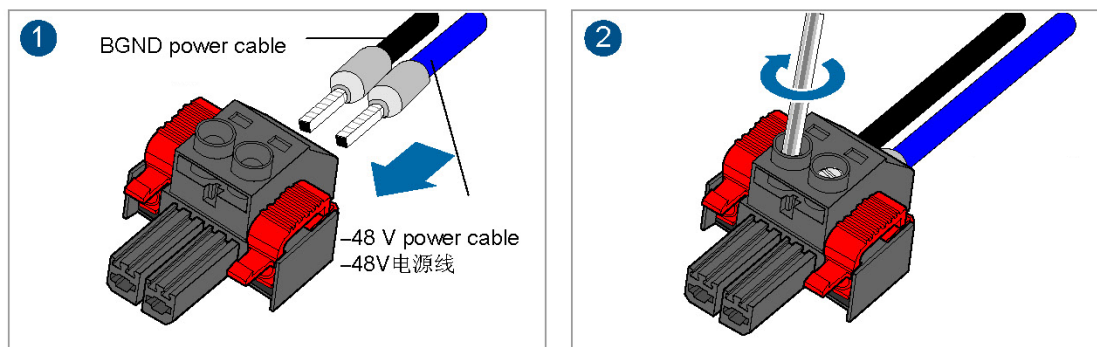
Στη συνέχεια βιδώνουμε την μονάδα μας πάνω στην καμπίνα όπως φαίνεται στο παρακάτω σχήμα.



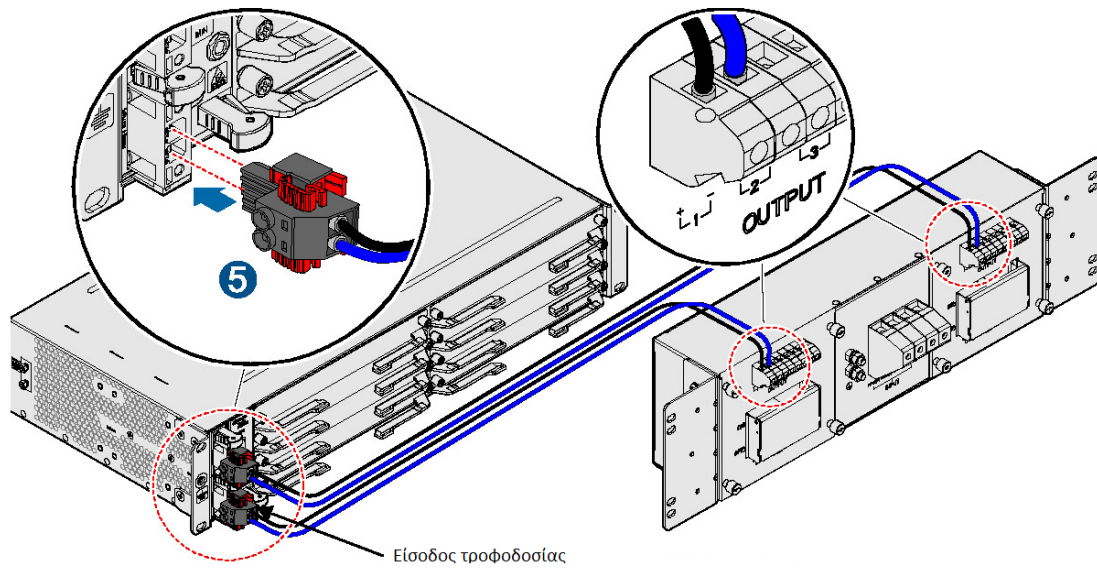
Το έπομενο βήμα είναι να γειώσουμε την μοναδα σε κάποιο σημείο την καμπίνας το οποίο είναι ήδη γειωμένο. Χρησιμοποιούμε κιτρινό-πρασινό καλώδιο συνήθως και στα άκρα του καλωδίου φτιάχνουμε ακροδέκτες. Το ένα άκρο τοποθετείται με παξιμαδι στην ειδική υποδοχή που έχει η μονάδα για την γείωση.



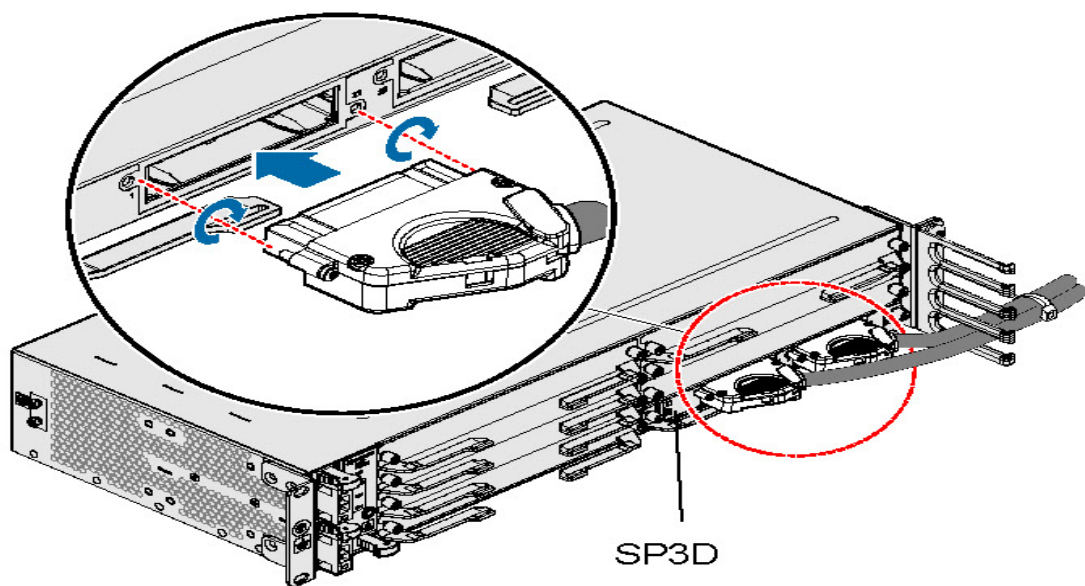
Για να τροφοδοτήσουμε την μονάδα χρησιμοποιούμε καλώδια τροφοδοσίας συγκεκριμένης διατομής ανάλογα με της απαιτήσεις του κατασκευαστή. Στην συγκεκριμένη περίπτωση βάζουμε καλώδια διατομής 6 χιλιοστων. Το χρώμα των καλωδίων είναι μπλέ (-) και μαύρο (-) μιας και τροφοδοτείται απο -48Volt. Τοποθετούμε τα καλώδια στο βύσμα που δίνεται από τον κατασκευαστή και το βιδώνουμε καλά.



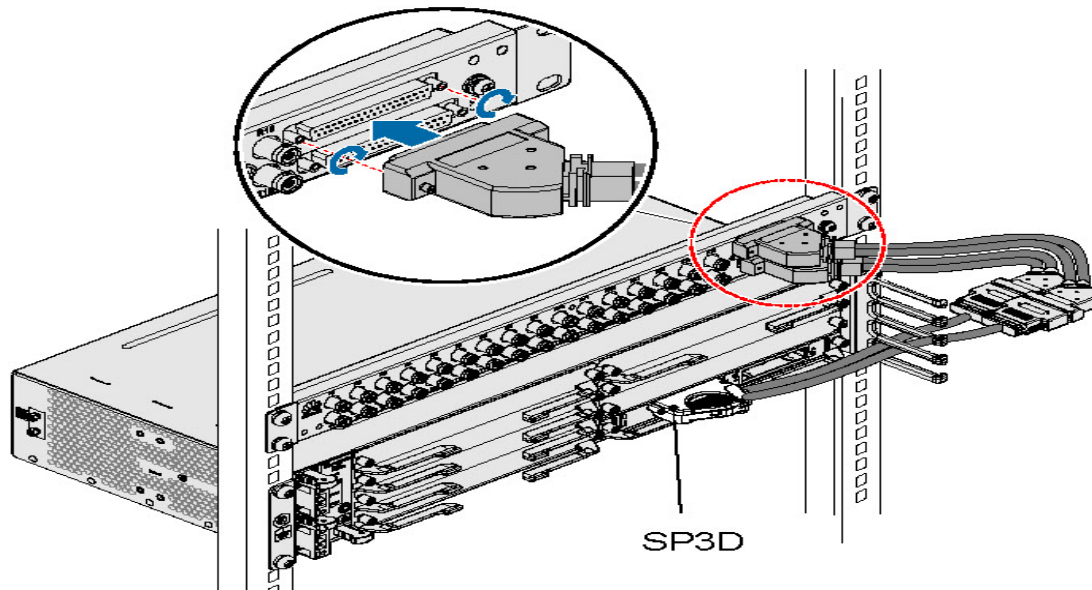
Στην συνέχεια τοποθετούμε το βύσμα στη υποδοχή που υπάρχει πάνω στην μονάδα. Την άλλη άκρη των καλωδίων την τερματίζουμε πάνω σε μια PDU (Power Distribution Unit) που βρίσκεται στο πάνω μέρος της καμπίνας και τροφοδοτείται από ανορθωτικό που βρίσκεται στο σταθμό βάσης.



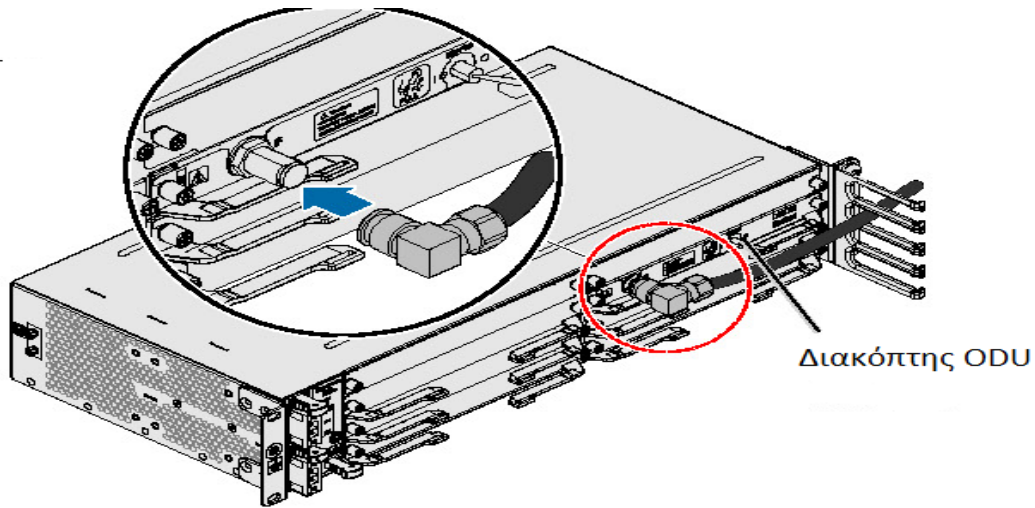
Αφου τροφοτήσαμε την μονάδα θα κουμπώσουμε την φίσα που μας δίνεται απο τον κατασκευαστή στην καρτα SP3D και θα την βιδώσουμε καλά. Το συγκεκριμένο καλώδιο είναι για τα E1(2Mbps).



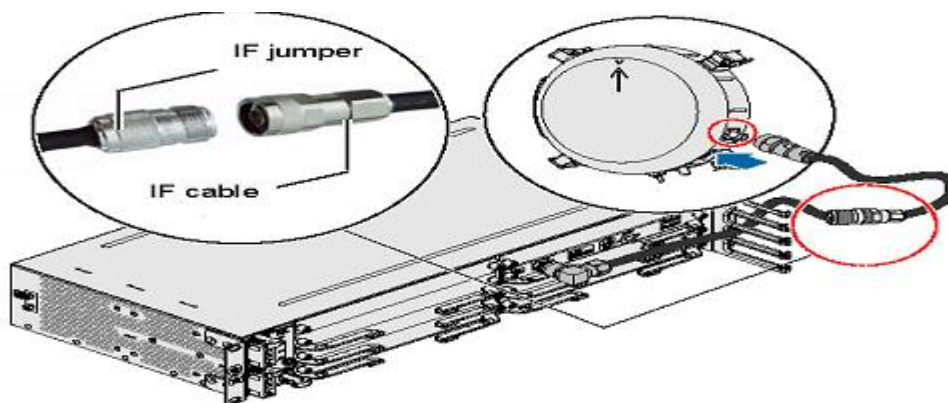
Η άλλη μερία του καλωδίου θα τερματήσει σε ένα panel το οποίο θαεγκαταστήσουμε πάνω στην καμπίνα. Από το panel αυτό θα μπορεί ο πελάτης μας να χρησιμοποιησει ολα τα E1 που υποστηρίζει η IDU και να κάνει τις δρομολογήσεις που επιθυμεί.



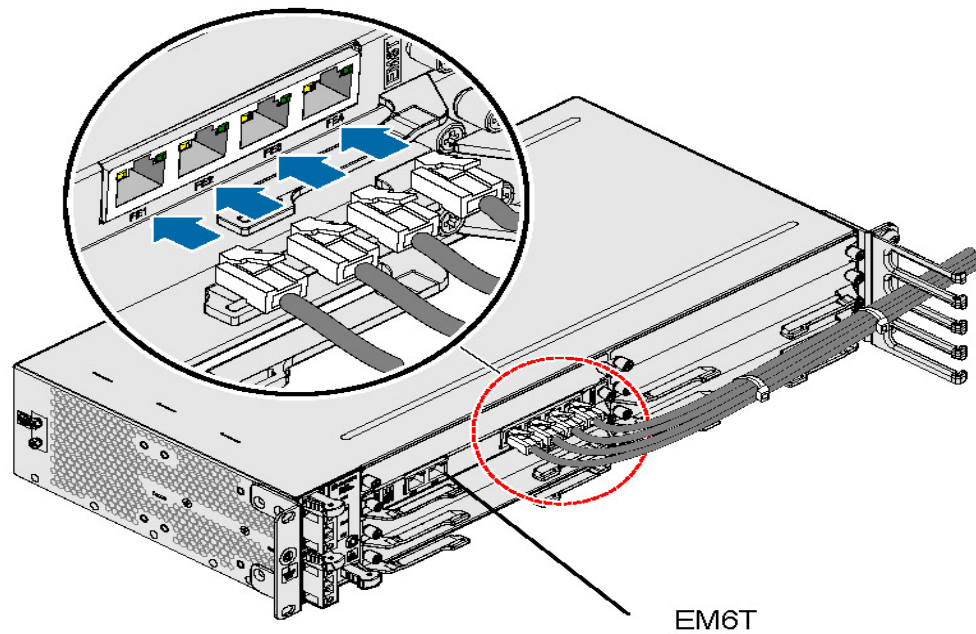
Το επόμενο βήμα είναι να φτιάξουμε τον κονέκτορα στο ομοαξονικό καλώδιο του οποίο το άλλο άκρο τερματίζει στην ODU, και να τον κουμπόσουμε πανω στην κάρτα IFU της μοναδας.



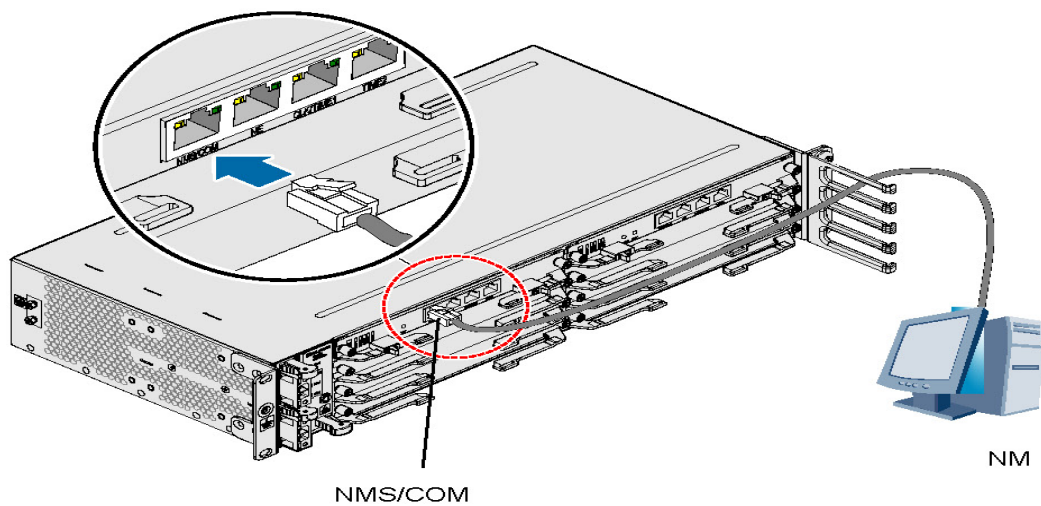
Αμα ανοίξουμε τον διάκοπτη που υπάρχει στην συγκεκριμένη κάρτα τότε θα υπάρχει επικοινωνία μεταξύ της IDU και της ODU.



Οι συγκεκριμένες Indoor units υποστηρίζουν Ethernet services, ένα παράδειγμα είναι οτι μπορούν να δώσουν γραμμή σε 3G και 2G μεσω Ethernet. Αν μας το ζητάει ο πελάτης μπορούμε να φτιαξουμε ethernet καλωδια, straight συνήθως, με κονέκτορες RJ-45. Τα καλωδια αυτα κουμπουνουν πάνω στην κάρτα EM6T της μοναδας στις θύρες GE1, GE2 ,FE1 ,FE2 ,FE3 και FE4. Το άλλο άκρο τους το αφήνουμε σε αναμονή η το συνδέουμε κατάλληλα σύμφωνα με την ανάθεση του έργου που μας δίνει ο πελάτης μας.

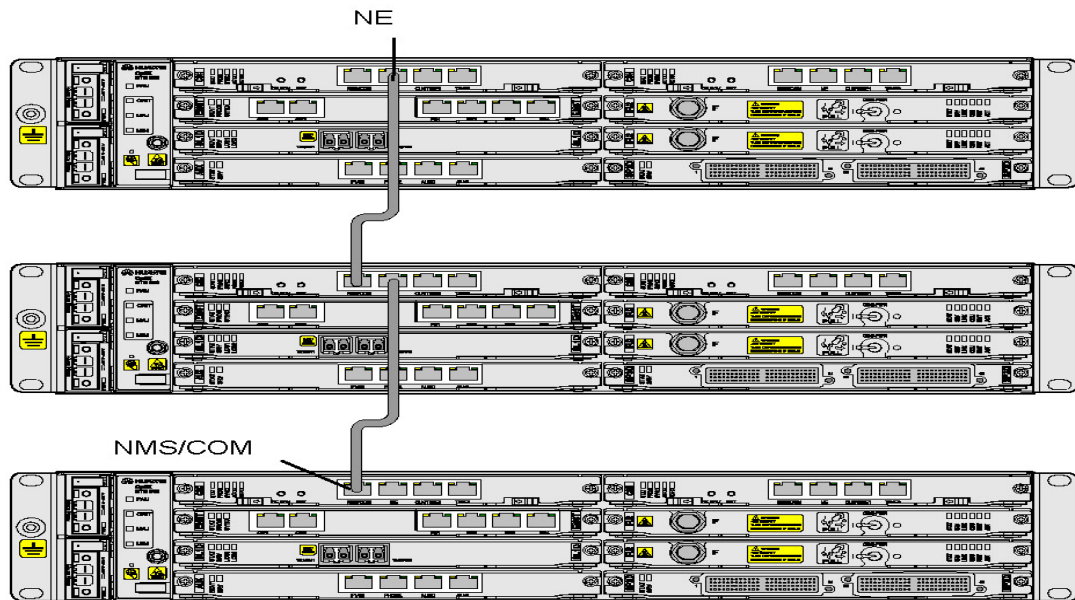


Όπως βλέπουμε στο παρακάτω σχήμα μπορούμε να συνδεθούμε με τον υπολογιστή μας στην μονάδα χρησιμοποιώντας ένα Ethernet straight καλώδιο από τις θύρες NMS/COM που βρίσκονται στις κάρτες CSH και CST.



Στους ποιά πολλούς σταθμούς υπάρχουν παραπάνω από μια μικροκυματική ζεύξη. Αυτό σημαίνει ότι θα υπάρχουν πολλές Indoor Units στο σταθμό βάσης. Για να μπορεί να τις διαχειριστεί ο πελάτης και να μπορεί να τα επιβλέπει από το κέντρο του για τυχόν προβλήματα στο δίκτυο πρέπει να ενώσουμε τις μονάδες μεταξύ τους. Αυτό γίνεται με

Ethernet straight καλώδιο απο την πόρτα NMS/COM της μιας στην ίδια πόρτα της δεύτερης μονάδας.



3.4 ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΚΑΛΩΔΙΩΝ

Το ομοαξονικό καλώδιο είναι ένα ηλεκτρικό καλώδιο με ένα εσωτερικό αγωγό που περιβάλεται από ένα εύκαμπτο στρώμα μόνωσης. Το ομοαξονικό καλώδιο χρησιμοποιείται ως γραμμή μετάδοσης και έχει το πλεονέκτημα με άλλους τύπους γραμμών μετάδοσης ότι είναι ανθεκτικά και μπορούν να καμφθούν χωρίς αρνητικά αποτελέσματα. Αυτό επιτρέπει την εγκατάσταση τους σε εξωτερικούς χώρους (π.χ στην κατακόρυφη σχάρα του πυλώνα που δεν υπάρχει προστατευτικό) χωρίς απώλειες.

Υπάρχουν πολλά είδη ομοαξονικών καλωδίων, τα περισσότερα έχουν μια χαρακτηριστική αντίσταση 50, 52, 75 ή 93Ω. Για την κεραία της τηλεόρασης χρησιμοποιούμε το RG-6 που είναι το ποιο ευρείας χρήσης ομοαξονικό καλώδιο. Για τις μικροκυματικές ζεύξεις χρησιμοποιούμε κυρίως τα RG-058 και RG-213.

Για τα ομοαξονικά καλώδια στην περίπτωση μας χρησιμοποιούμε n-type connectors.

Για να συνδέσουμε την Outdoor Unit που είναι τοποθετημένη κοντά στην μικροκυματική κεραία με την Indoor Unit που βρίσκεται μέσα στον οικίσκο θα χρησιμοποιήσουμε ομοαξονικό καλώδιο.

Υπολογίζουμε περίπου πόσα μέτρα θέλουμε και φτιάχνουμε τον κονέκτορα στην μια άκρη του καλωδίου. Παίρνουμε την άκρη του καλωδίου στην οποία έχουμε φτιάξει τον κονέκτορα και ανεβάζουμε το καλώδιο πάνω στον πυλώνα μέσω της κατακόρυφης σχάρας που υπάρχει. Στη συνέχεια συνδέουμε το καλώδιο πάνω στην ODU(Outdoor unit.)

Στην κατακόρυφη σχάρα του πυλώνα τοποθετούμε ειδικά στηρίγματα ώστε το καλώδιο να είναι σταθερά δεμένο. Το ίδιο κάνουμε στην οριζόντια σχάρα μέχρι να μπει στον οικίσκο. Εσωτερικά στον οικίσκο υπάρχουν σχάρες ώστε να οδηγήσουμε το καλώδιο στο RACK(καμπίνα) Που έχουμε τοποθετήσει την IDU(Indoor unit).

Τέλος φτιάχνουμε τον n-type κονέκτορα και συνδέουμε το καλώδιο στην IDU.

3.5 ΜΟΝΩΣΗ ΤΟΥ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΥ

Λόγω των κακών καιρικών συνθηκών τον χειμώνα και ειδικά λόγω της βροχής και επειδή τα μικροκυματικά πιάτα και όλος ο τηλεπικοινωνιακός εξοπλισμός είναι εκτεθειμένος πάνω στον πύλωνα ή σε άλλους εξωτερικούς χώρους, πρέπει να ληφθούν κάποια μέτρα ώστε να αποφευχθεί κάποια βλάβη. Το πιο συνηθισμένο πρόβλημα είναι να εισχωρήσει υγρασία ή νερό στο εσωτερικό του κονέκτορα που βρίσκεται στην outdoor unit. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα να μην μπορεί να επικοινωνήσει η indoor unit με την outdoor unit μέσω του ομοαξονικού καλωδίου. Γι' αυτό τον λόγο οι κονέκτορες που βρίσκονται σε εξωτερικούς χώρους πρέπει να μονώνονται.



Η μόνωση τους γίνεται ως εξής, αφού κουμπώσουμε και σφίξουμε τον κονέκτορα στην outdoor unit τοποθετούμε μια ειδική λαστιχοταινία από PVC κυκλικά από τον κονέκτορα χωρίς να αφήσουμε κάποιο κενό. Μετά χρησιμοποιούμε μονωτική ταινία πάνω από το PVC μέχρι να καλήψουμε όλο τον κονέκτορα. Ένα άλλο μέρος του εξοπλισμού μας που είναι ευαίσθητο στην υγρασία είναι ο εύκαμπτος κυματοδηγός που ενώνει την outdoor unit με το μικροκυματικό πιάτο. Κατα τον ίδιο τρόπο μονώνουμε τον κυματοδηγό και στις δύο του άκρες όπως φαίνεται στην παραπάνω φωτογραφία.

3.6 ΓΕΙΩΣΕΙΣ

Για την αποτελεσματική προστασία των δικτύων απαραίτητος όρος είναι η εξασφάλιση καλής γείωσης. Με τον όρο «γείωση» εννοούμε την ηλεκτρική σύνδεση ενός σώματος, ηλεκτρικά φορτισμένου, προς την Γη. Οι γείωσεις των ηλεκτρικών εγκαταστάσεων και δικτύων έχουν σκοπό την βελτίωση της παρεχομένης υπηρεσίας και την προστασία του υλικού και ασφάλεια του προσωπικού.

Στις μικροκυματικές ζεύξεις πρέπει να γειωθεί όλος ο εξοπλισμός κατά την εγκατάσταση του ήτε είναι σε εξωτερικό χώρο ήτε είναι σε εσωτερικό. Οι outdoor unit έχουν ειδική υποδοχή για να γειωθούν. Χρησιμοποιούμε καλώδιο (κιτρινοπράσινο) γείωσης και στην μια άκρη του φτιάχνουμε ακροδέκτη και το τοποθετούμε πάνω στην ODU. Αν χρησιμοποιήσουμε δύο ODU θα τοποθετήσουμε μια γείωση για κάθε ODU. Το άλλο του καλωδίου της γείωσης θα τοποθετηθεί σε κάποια μπάρα γείωσης που θα είναι ήδη εγκατεστημένη πάνω στον πυλώνα. Με τον ίδιο τρόπο γειώνουμε και το μικροκυματικό πιάτο.



Ο οικίσκος είναι πάντα γειωμένος από τον κατασκευαστή και στο εσωτερικό του υπάρχουν μπάρες οι οποίες είναι ήδη γειωμένες. Αφού τοποθετήσουμε την indoor unit στην καμπίνα θα χρησιμοποιήσουμε καλώδιο γείωσης μικρότερης διατομής από αυτό που βάλουμε για την ODU και θα την γειώσουμε πάνω στην καμπίνα αν είναι γειωμένη. Αλλιώς πρέπει να βρούμε κάποια μπάρα μέσα στον οικίσκο για να τερματίσουμε την γείωση μας. Πάνω στην IDU υπάρχει ειδική υποδοχή για την γείωση.

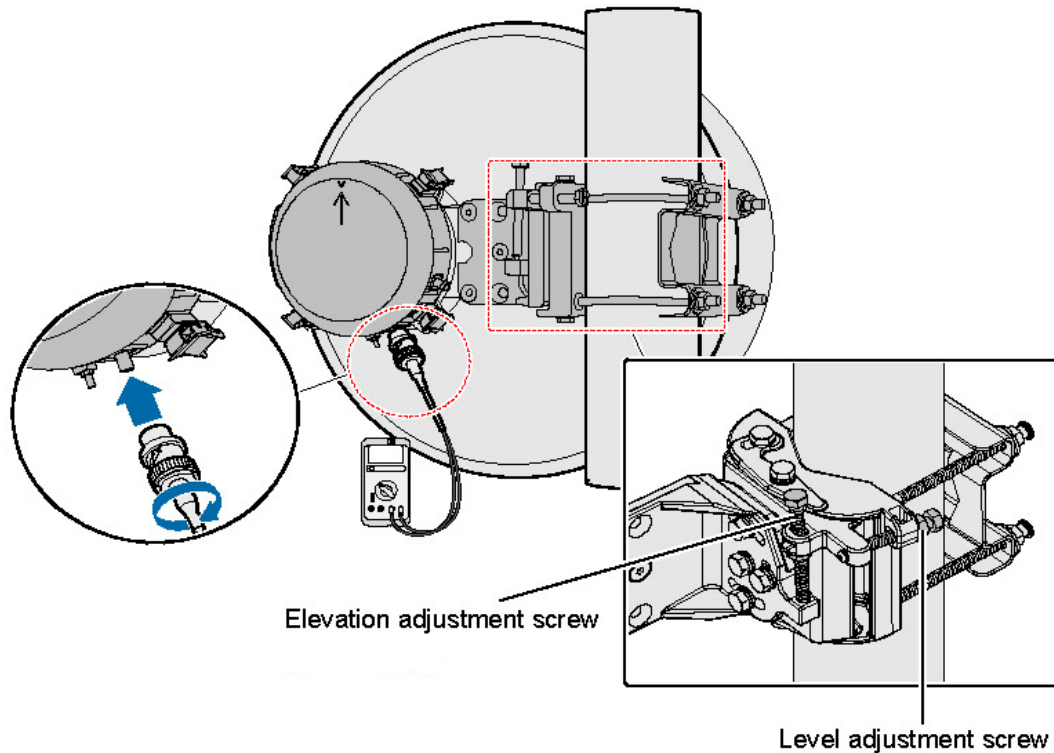
Αφου γειώσουμε τον εξοπλισμό μας πρέπει να κάνουμε το ίδιο και με τα ομοαξονικά καλώδια . Συνήθως γειώνουμε τα καλώδια πριν την κατακόρυφη σχάρα του πυλώνα και πριν μπουν στον εσωτερικό χώρο(οικίσκος ή κτίριο).



Η διαδικασία γείωσης του ομοαξονικού καλωδίου είναι η σχεδόν η ίδια για όλους τους κατασκευαστές. Κόβουμε προσεκτικά το εξωτερικό περίβλημα του καλωδίου, απο μέσα υπάρχει ένα χάλκινο μπλεντάζ στο οποίο θα τοποθετηθεί η γείωση. Σφίγγουμε την γείωση καλά και μετά την μονώνουμε με PVC και μονωτική ταινία για να είναι στεγανή. Το άλλο άκρο της γείωσης το τοποθετούμε σε κάποιο σημείο που είναι ήδη γειωμένο.



3.7 ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΣ



Πριν από την τελική ρύθμιση της κεραίας, μερικές προκαταρκτικές μετρήσεις μπορούν να γίνουν. Αποφασίστε ποια μέθοδος πρόκειται να χρησιμοποιηθεί για να δείξει πότε η κεραία προσαρμόζεται στη μέγιστη δύναμη. Δύο μέθοδοι είναι συνήθως διαθέσιμες, μετρώντας την ΣΥΝΕΧΗ τάση στην ODU μέσω πολυμέτρου και η ένδειξη RSL στο λογισμικό/firmware. Η πρώτη μέθοδος συστήνεται δεδομένου ότι είναι μια near-real-time μέτρηση. Οι αλλαγές στη δύναμη σημάτων μεταβιβάζονται αμέσως στο πολύμετρο. Αυτός ο τύπος επιτρέπει στον ακριβή προσδιορισμό της τελικής θέσης της κεραίας.

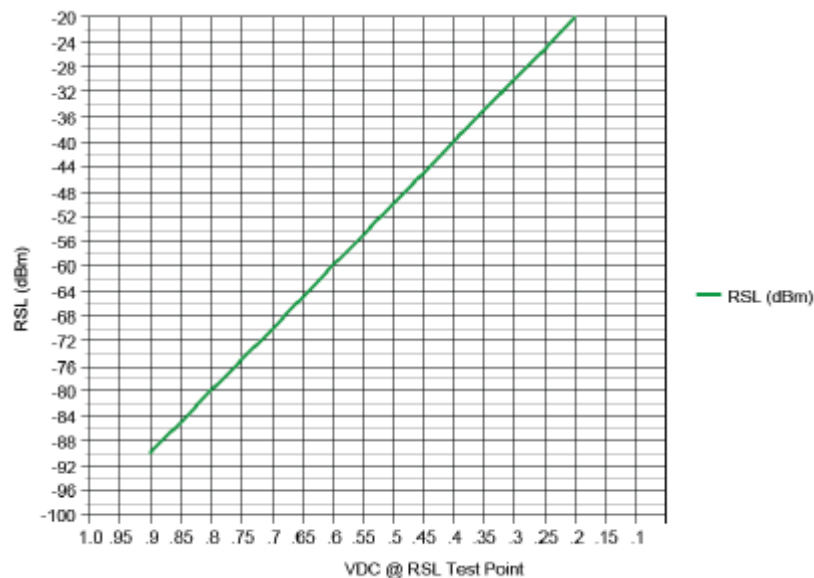
Σαν εναλλακτική λύση του πολυμέτρου, τα περισσότερα ραδιο συστήματα έχουν τις πληροφορίες RSL διαθέσιμες συνήθως μέσω του λογισμικού στον υπολογιστή μας. Η χρησιμοποίηση αυτής της μεθόδου για την ευθυγράμμιση κεραιών πρέπει να θεωρηθεί μόνο

ως τελευταία λύση. Οι χρονικές καθυστερήσεις στην αναμετάδοση των πληροφοριών δύναμης των σημάτων που βλέπουμε στον υπολογιστή έχουν κάποια καθυστέρηση και

μπορούν να προκαλέσουν τη μη ευθυγράμμιση και να μεγαλώνουν την διάρκεια της διαδικασίας ευθυγράμμισης.

Δεδομένου ότι οι κεραίες και στις δύο άκρες έχουν τοποθετηθεί σύμφωνα με το αξιμούθιο (με την πυξίδα), έχουν την κατάλληλη πόλωση σύμφωνα με την ανάθεση, τότε είμαστε έτοιμοι να κάνουμε κάποιες μικρομετρικές ρυθμίσεις ωστενα έχουμε τον ακριβή καθορισμό των κεραιών.

Στο παρακάτω σχήμα παρουσιάζει ένα παραδείγμα ενός διαγράμματος RSL. Παρατηρούμε ότι όσο μειώνεται η τάση τόσο αυξάνεται η δύναμη των σημάτων. Αυτή η σχέση ποικίλει ανάλογα των κατασκευαστή. Πρέπει να συμβουλευόμαστε τα manual του κατασκευαστή έτσι ώστε να υπάρχει σαφής κατανόηση της σχέσης μεταξύ της τάσης RSL και της δύναμης σημάτων.



ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4^ο : ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ

4.1 ΑΣΤΟΧΙΑ ΥΛΙΚΟΥ

Σε αρκετές περιπτώσεις μετά την εγκατάσταση τής ζεύξης στο στάδιο του commissioning ή του προσανατολισμού καταλαβαίνουμε ότι υπάρχει κάποιο ελατωματικό υλικό από τον κατασκευαστή. Σε αυτή την περίπτωση δεν μπορούμε να κάνουμε κατι. Επιστρέφουμε την ελατωματική IDU ή ODU σ' αυτόν που μας έχει αναθέσει το έργο ώστε να γίνει η αντικατάσταση του υλικού.

4.2 ΔΙΑΛΕΙΨΕΙΣ ΚΑΙ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΔΙΑΦΟΡΙΚΗΣ ΛΗΨΕΩΣ

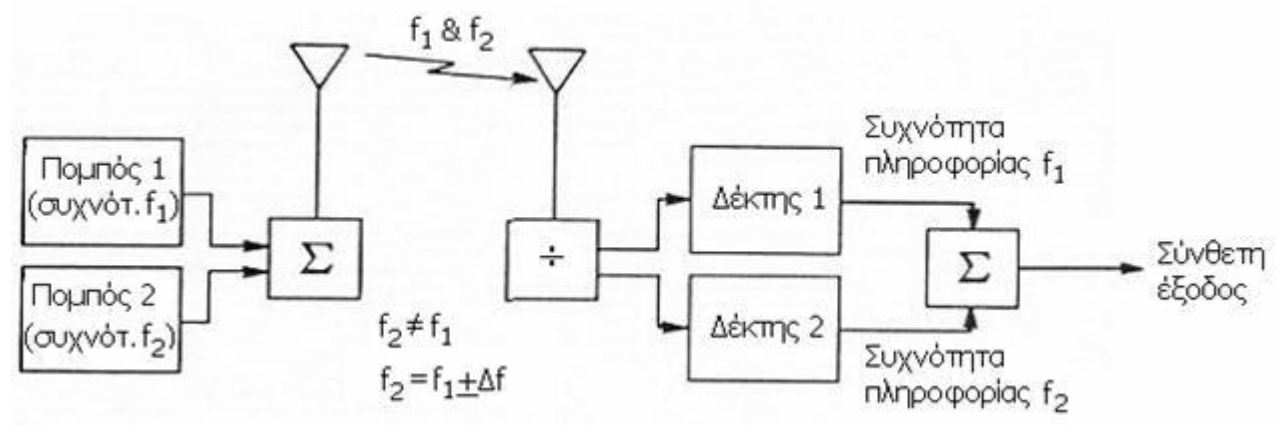
Όπως αναφέρθηκε στα προηγούμενα, κατά τη διάδοσή του στο μέσο, το ηλεκτρομαγνητικό κύμα υφίσταται μεταβολές τόσο στο εύρος όσο και στη φάση του, συναρτήσει του χρόνου κατά τυχαίο τρόπο. Οι μεταβολές αυτές και ιδιαίτερα εκείνες του πλάτους ονομάζονται **διαλείψεις** (fading) και εκφράζονται σε *dB* ως προς την θεωρητική στάθμη του σήματος στον ελεύθερο χώρο ή ως προς την πραγματική μέση στάθμη του σήματος, που διαφέρει από την προηγούμενη κατά μερικά *dB*. Οι διαλείψεις οφείλονται στη στιγμιαία εκτροπή της ηλεκτρομαγνητικής ενέργειας προς άλλες κατευθύνσεις ή στη συμβολή κυμάτων που φτάνουν στον δέκτη μέσω διαφορετικών οδών (πολλαπλές οδεύσεις) ή ακόμη στη συμβολή μεταξύ του κατευθείαν και του ανακλώμενου κύματος και σε μεταβολές των ατμοσφαιρικών συνθηκών κατά μήκος της ζεύξεως. Οι διαλείψεις αυξάνουν συνήθως με την αύξηση της συχνότητας και την απόσταση της ζεύξεως. Μόνο στην ιδεώδη περίπτωση ομοιόμορφης ατμόσφαιρας η μετάδοση γίνεται με το κατευθείαν κύμα, διαφορετικά το κύμα υφίσταται καμπύλωση προς τα άνω ή προς τα κάτω ανάλογα με τις ατμοσφαιρικές συνθήκες που επικρατούν. Η καμπύλωση αυτή μπορεί να οδηγήσει στον μετασχηματισμό μιας ζεύξεως οπτικής επαφής σε μια ζεύξη άνευ ορατότητας. Ο τύπος αυτός των διαλείψεων μπορεί να διαρκέσει επί αρκετές ώρες και η συχνότητά τους όπως και το βάθος τους μπορούν να μειωθούν εκλέγοντας κατάλληλα τη διαδρομή της ζεύξεως.

Διαλείψεις που οφείλονται στη συμβολή του κατευθείαν και του ανακλώμενου κύματος, είναι σημαντικές σε ζεύξεις υπεράνω θαλάσσης, λιμνών ή λείου υγρού εδάφους και μπορούν να ελαχιστοποιηθούν τοποθετώντας τη μια κεραία υψηλά και την άλλη χαμηλά. Με τον τρόπο αυτόν το σημείο ανακλάσεως τοποθετείται πλησίον της χαμηλής κεραίας και η

διαφορά φάσεως μεταξύ του κατευθείαν και του ανακλώμενου κύματος παραμένει σχετικά σταθερή.

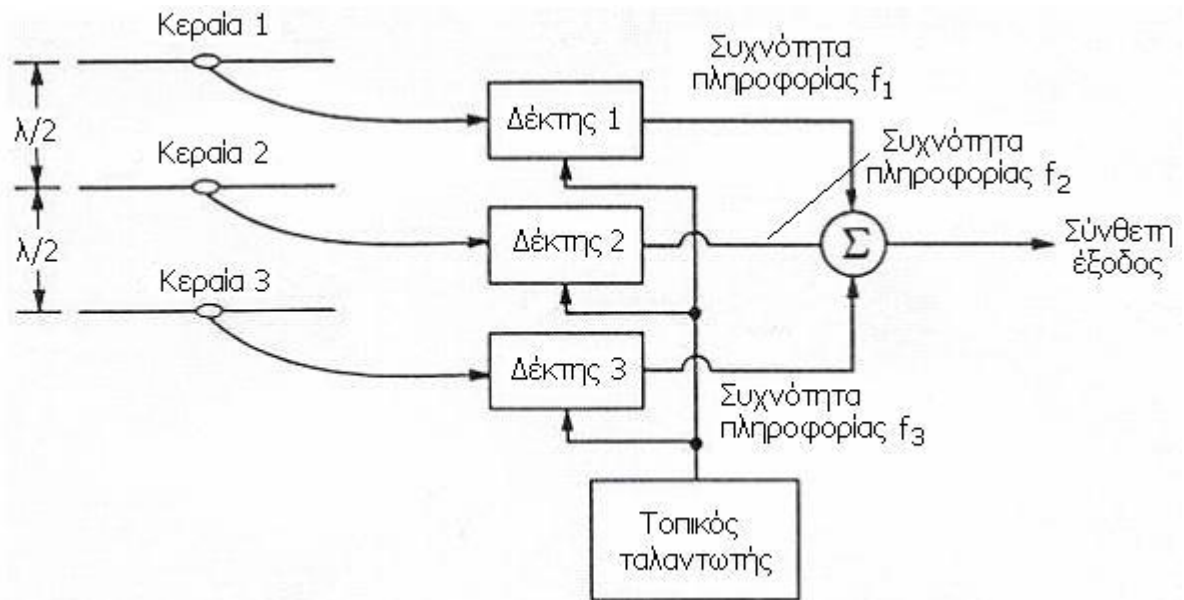
Όσον αφορά το φαινόμενο των πολλαπλών διαδρομών του κύματος το οποίο προκαλεί διαλείψεις, αυτό οφείλεται στις ανομοιογένειες του δείκτη διαθλάσεως κυρίως κατά την κατακόρυφη διεύθυνση αλλά και σε μικρότερο βαθμό, κατά την οριζόντια διεύθυνση. Λόγω διαφοράς στα μήκη των διαδρομών, το σήμα στον δέκτη είναι το άθροισμα των συνιστωσών με συγκρίσιμα πλάτη αλλά τυχαίες φάσεις. Τα πλάτη και οι φάσεις των συνιστωσών αυτών μεταβάλλονται συνεχώς λόγω των αντίστοιχων μεταβολών της ατμόσφαιρας. Η κατανομή των διαλείψεων λόγω πολλαπλών οδεύσεων πλησιάζει την κατανομή Rayleigh. Το βάθος των διαλείψεων στη χειρότερη περίπτωση, φτάνει τα 40 dB.

Για τον περιορισμό των διαλείψεων χρησιμοποιούνται στην πράξη τρεις διαφορετικές τεχνικές: η διαφορική λήψη συχνότητας, η διαφορική λήψη χώρου και η διαφορική λήψη πολικότητας. Στη διαφορική λήψη συχνότητας ο πομπός εκπέμπει σε δύο ή περισσότερες συχνότητες συγχρόνως, οι οποίες περιέχουν την ίδια διαμορφώνουσα πληροφορία. Εφόσον οι δύο συχνότητες θα παρουσιάζουν διαφορετική διάλειψη κατά τη διάδοση, η μία θα έχει πάντα ισχυρό πλάτος.



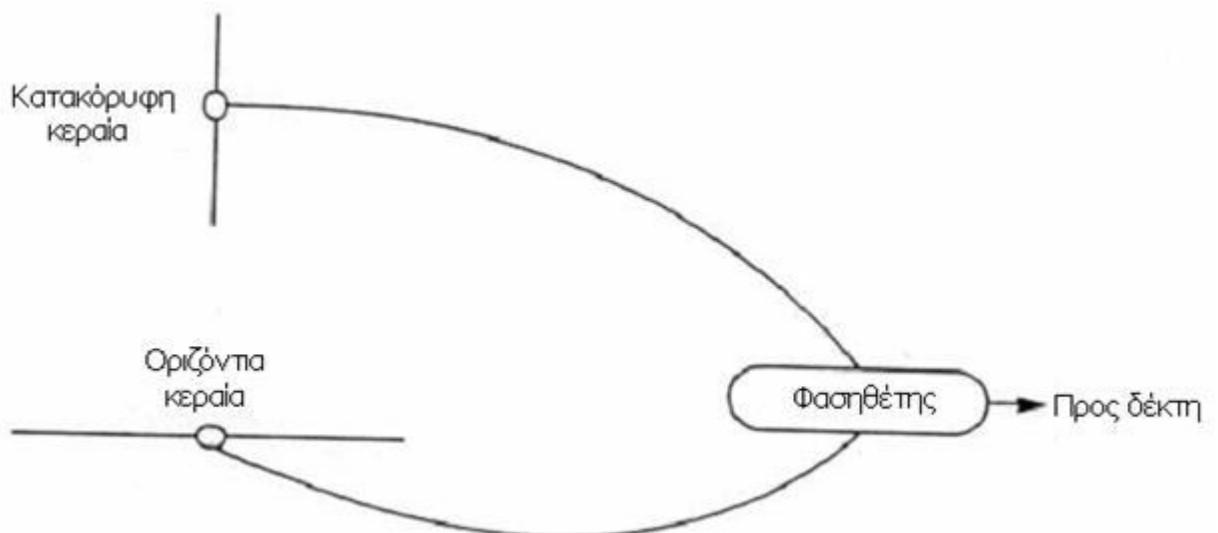
Σχήμα : Σύστημα διαφορικής λήψεως συχνότητας.

Σε ένα σύστημα διαφορικής λήψεως χώρου ο πομπός εκπέμπει μία συχνότητα αλλά στη λήψη χρησιμοποιούνται δύο ή περισσότερες κεραιές λήψεως σε απόσταση μισού μήκους κύματος μεταξύ τους. Έτσι το λαμβανόμενο σήμα μπορεί να παρουσιάζει διάλειψη στη μία κεραιά λήψεως αλλά θα είναι ισχυρό στην άλλη κεραιά.



Σχήμα : Σύστημα διαφορικής λήψεως χώρου.

Το σύστημα διαφορικής λήψεως πολικότητας χρησιμοποιεί στη λήψη κεραίες, και οριζόντιας και κατακόρυφης πόλωσης. Οι έξοδοι από τις δύο κεραίες λήψεως συνδυάζονται για να παράγουν ένα σταθερό σήμα εξόδου.



Σχήμα : Σύστημα διαφορικής λήψεως πολικότητας.

Ένας άλλος τύπος διάλειψης είναι η επιλεκτική διάλειψη και προέρχεται από το γεγονός ότι η διάλειψη είναι συνάρτηση της συχνότητας. Σε ένα σήμα με AM διαμόρφωση για παράδειγμα, η άνω και η κάτω πλευρική ζώνη διαφέρουν ελαφρώς ως προς τη συχνότητα και έτσι φτάνουν στο δέκτη με διαφορετικές φάσεις. Αυτού του είδους η διάλειψη μπορεί να αντιμετωπιστεί με εκπομπή της μιας μόνο πλευρικής ζώνης ή με τη χρήση κατάλληλων φίλτρων στον δέκτη.

4.3 ΠΑΡΕΜΒΟΛΕΣ

Η παρεμβολή σ' ένα σύστημα ραδιοεπικοινωνιών ορίζεται γενικά ως το αποτέλεσμα της λήψης, από τον δέκτη, ανεπιθύμητου σήματος που προέρχεται από έναν πομπό διαφορετικού τηλεπικοινωνιακού συστήματος και βρίσκεται σε ζώνη συχνοτήτων ίδια ή παραπλήσια με εκείνη του επιθυμητού σήματος. Η παρεμβολή εκδηλώνεται με τον υποβιβασμό ή ακόμα και την ολοκληρωτική διακοπή της λειτουργίας του συστήματος ή την απώλεια πληροφορίας, η οποία θα είχε ληφθεί σωστά αν δεν υπήρχε αυτή η ανεπιθύμητη ενέργεια. *Επιτρεπτή παρεμβολή (permissible interference)* είναι η παρεμβολή που δεν ξεπερνά τα ποσοτικά κριτήρια παρεμβολής για το τηλεπικοινωνιακό σύστημα. Στην πράξη, κατά καιρούς, μπορεί να συμφωνηθούν μεταξύ των διαχειριστών των εμπλεκόμενων συστημάτων υψηλότερα επίπεδα παρεμβολής (*accepted interference*). *Επιβλαβής παρεμβολή (harmful interference)* είναι η παρεμβολή που θέτει σε κίνδυνο ή συστηματικά ενοχλεί ένα σύστημα. Αυτή η παρεμβολή θα πρέπει να αποφεύγεται όσο είναι δυνατόν.

Η λαμβανόμενη παρεμβολή από ένα σύστημα μπορεί να κατηγοριοποιηθεί ως εξής:

Παρεμβολή γειτονικού διαύλου: Το συγκεκριμένο είδος παρεμβολής εμφανίζεται όταν κάποιο τηλεπικοινωνιακό σύστημα χρησιμοποιεί διαφορετική ζώνη συχνοτήτων, γειτονική με αυτή του συστήματος που υφίσταται την παρεμβολή. Βασική αιτία εμφάνισης του συγκεκριμένου είδους παρεμβολής είναι η αδυναμία των RF φίλτρων εκπομπής και λήψης να αποκόπτουν τις συχνότητες που βρίσκονται εκτός του εύρους ζώνης λειτουργίας του συστήματος στο οποίο είναι εγκατεστημένα. Το παραπάνω δεν είναι εύκολο να αποφευχθεί, αφού η κατασκευή ενός φίλτρου στην περιοχή των RF συχνοτήτων με απότομη συνάρτηση μεταφοράς, όπως θα έπρεπε να είναι στην ιδανική περίπτωση, είναι πρακτικά μη εφικτή και οικονομικά ιδιαίτερος ασύμφορη. Οι δυνατότητες αντιμετώπισης της παρεμβολής γειτονικού διαύλου είναι γενικά περιορισμένες. Γενικά, επιδιώκεται η καταπίεση των φασματικών ουρών των φίλτρων, οι οποίες βρίσκονται εκτός του εύρους ζώνης του συστήματος. Συγκεκριμένα, τα φίλτρα εκπομπής και λήψης σχεδιάζονται ώστε να ελαχιστοποιούνται οι παρεμβολές υπό τους όρους που θέτουν οι διεθνείς προδιαγραφές για τη συνολική απόκριση ενός τηλεπικοινωνιακού διαύλου.

Ομοδιαυλική παρεμβολή: Ομοδιαυλική παρεμβολή εμφανίζεται όταν το ηλεκτρομαγνητικό σήμα που παρεμβάλλει έχει την ίδια συχνότητα φέροντος με το σήμα του συστήματος που υφίσταται την παρεμβολή και το εύρος ζώνης του σήματος βασικής ζώνης της παρεμβολής επικαλύπτει μέρος ή ολόκληρο το εύρος ζώνης του σήματος βασικής ζώνης του παρεμβαλλόμενου σήματος. Το παραπάνω φαινόμενο είναι δυνατό να εμφανιστεί όταν τηλεπικοινωνιακά συστήματα που χρησιμοποιούν την ίδια ζώνη συχνοτήτων λειτουργούν σε χωρικά μικρές αποστάσεις. Σε αυτή την περίπτωση είναι πιθανό το σήμα που εκπέμπει ο πομπός του ενός συστήματος να λαμβάνεται από το δέκτη του άλλου. Ασφαλώς, οι κεραιές τόσο του πομπού όσο και του δέκτη είναι σχεδόν πάντα προσανατολισμένες κατά τέτοιο τρόπο, ώστε η διεύθυνση μεγίστου του λοβού ακτινοβολίας να είναι η διεύθυνση πομπού-δέκτη του ίδιου συστήματος. Σε κάθε περίπτωση όμως, το σήμα που εκπέμπεται από τους πλαϊνούς λοβούς ακτινοβολίας ενός πομπού μπορεί να ληφθεί από τους πλαϊνούς λοβούς ακτινοβολίας ενός δέκτη ενός άλλου συστήματος. Έτσι, σήμα παρεμβολής εμφανίζεται στο δέκτη και περιορίζει κατ' αυτόν τον τρόπο την αξιόπιστη λειτουργία της ζεύξης, ακόμη και αν τα επίπεδα του είναι χαμηλά.

Συνήθως, η ομοδιαυλική παρεμβολή αντιμετωπίζεται με κάποιον από τους παρακάτω τρόπους:

1. Διατήρηση απόστασης ασφαλείας ανάμεσα στο δέκτη και τον παρεμβάλλοντα πομπό
2. Χρήση κατευθυντικών κεραιών που περιορίζουν σημαντικά τα επίπεδα ισχύος που εκπέμπονται σε διευθύνσεις διάφορες της διεύθυνσης μεγίστου.
3. Έλεγχος και περιορισμός της ισχύος εκπομπής των τηλεπικοινωνιακών συστημάτων.

Παρεμβολή ενδοδιαμόρφωσης: Η παρεμβολή αυτού του τύπου εμφανίζεται στο δέκτη ενός συστήματος λόγω της εμφάνισης προϊόντων ενδοδιαμόρφωσης κατά τη μη γραμμική ενίσχυση πολλαπλών σημάτων, πολυπλεγμένων κατά συχνότητα (FDMA). Οι παρεμβολές αυτές έχουν δυσμενή αποτελέσματα στην αποδιαμόρφωση των σημάτων πληροφορίας, που ακολουθεί το στάδιο της ενίσχυσης. Συνήθως, αυτό το είδος της παρεμβολής αντιμετωπίζεται με τη λειτουργία των ενισχυτών στη γραμμική περιοχή ενίσχυσης. Το κόστος μιας τέτοιας επιλογής βέβαια είναι προφανώς ότι στη γραμμική περιοχή οι ενισχυτές δεν αποδίδουν το σήμα στο μέγιστο της ενισχυτικής τους δυνατότητας, όπως θα συνέβαινε αν λειτουργούσαν στην περιοχή κόρου. Σημειώνεται ότι στα τηλεπικοινωνιακά συστήματα, στα οποία χρησιμοποιείται ένα φέρον ανά ενισχυτή και τα σήματα είναι πολυπλεγμένα στο χρόνο (TDMA), δεν εμφανίζεται το συγκεκριμένο είδος παρεμβολής. Αυτό συμβαίνει διότι η ενίσχυση του φέροντος μπορεί να γίνει στη μέγιστη ενισχυτική ικανότητα των ενισχυτών, χωρίς να προκύπτουν προϊόντα ενδοδιαμόρφωσης.

Παρεμβολή λόγω διασταύρωσης πόλωσης: Το συγκεκριμένο είδος παρεμβολής εμφανίζεται σε συστήματα τα οποία λειτουργούν με αναχρησιμοποίησης συχνότητας, με χρήση δύο ή πιο σπάνια περισσότερων πολώσεων. Οφείλεται στην αποπόλωση που δημιουργείται εξαιτίας του μέσου διάδοσης του σήματος (ατμοσφαιρικές κατακρημνίσεις, φαινόμενο Faraday) και στην ατελή ηλεκτρομαγνητική αποπόλωση των διαφορετικών πολώσεων. Το φαινόμενο της παρεμβολής λόγω διασταύρωσης πόλωσης είναι πιο έντονο για συχνότητες μεγαλύτερες από 10 GHz.

Διασυμβολική παρεμβολή: Αυτό το είδος της παρεμβολής εμφανίζεται στα ψηφιακά συστήματα επικοινωνιών. Συγκεκριμένα, η χρονική εξάπλωση των ψηφίων που μεταδίδονται στο διάλυο έχει δυσμενή επίδραση στην ανάκτηση και αποκωδικοποίηση άλλου ή άλλων γειτονικών ψηφίων. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα την αύξηση του ρυθμού των λαθών (BER), τη μείωση της διαθεσιμότητας του τηλεπικοινωνιακού συστήματος και την υποβάθμιση των προσφερόμενων υπηρεσιών. Βασική αιτία εμφάνισης του εν λόγω φαινομένου είναι η ανεπάρκεια εύρους ζώνης συχνοτήτων, ο όχι ακριβής συγχρονισμός μεταξύ πομπού και δέκτη και η παραμόρφωση που μπορεί να δημιουργήσει στα σήματα ο διάλυος επικοινωνίας. Μια από τις πιο προφανείς λύσεις για την αποφυγή του προβλήματος των παρεμβολών είναι η χρήση διαφορετικών ζωνών συχνοτήτων για κάθε τηλεπικοινωνιακή υπηρεσία. Ωστόσο, λόγω του περιορισμένου διαθέσιμου φάσματος ραδιοσυχνοτήτων, αυτή η λύση δεν είναι πρακτικά εφικτή. Οι σύγχρονες ανάγκες για αναθέσεις συχνοτήτων ξεπερνούν κατά πολύ το

διαθέσιμο ραδιοφάσμα, ενώ η ολοένα και αυξανόμενη ανάγκη για τη δημιουργία νέων τηλεπικοινωνιακών υπηρεσιών θα οδηγήσει στην αξιοποίηση νέων ζωνών συχνοτήτων τα

επόμενα χρόνια. Η εκμετάλλευση νέων (υψηλότερων) ζωνών συχνοτήτων είναι μία από τις λύσεις στο πρόβλημα των αυξανόμενων αναγκών για διαθέσιμο ραδιοφάσμα. Ήδη, τα τελευταία χρόνια έχει αρχίσει η εμπορική εκμετάλλευση και της ζώνης Ka (20/30 GHz), ζώνη που για αρκετά χρόνια αποτελούσε αποκλειστικά αντικείμενο έρευνας. Ταυτόχρονα, οι ήδη διαθέσιμες ζώνες συχνοτήτων θα πρέπει να χρησιμοποιούνται όσο πιο αποδοτικά γίνεται για την εξασφάλιση της μέγιστης χωρητικότητας. Γι' αυτό το λόγο, τεχνικές όπως η επαναχρησιμοποίηση συχνότητας (frequency reuse) και η χρήση κοινής συχνότητας (frequency sharing) είναι απαραίτητες. Επαναχρησιμοποίηση συχνότητας (frequency reuse) είναι η χρήση της ίδιας συχνότητας πολλές φορές στο ίδιο τηλεπικοινωνιακό σύστημα. Παραδείγματα αυτής της τεχνικής είναι η χρήση ορθογώνιων πολώσεων και η χωρική επαναχρησιμοποίηση συχνότητας. Τέτοιες τεχνικές εφαρμόζονται στα δορυφορικά τηλεπικοινωνιακά συστήματα και στα κυψελωτά κινητά δίκτυα επικοινωνιών. Και στα δύο παραπάνω συστήματα, η επαναχρησιμοποίηση συχνότητας βασίζεται στην απομόνωση μεταξύ των ζεύξεων που χρησιμοποιούν την ίδια συχνότητα, η οποία επιτυγχάνεται από τη χρήση διαφορετικών πολώσεων και την χωρική απομόνωση αντίστοιχα.

Προφανής λύση για την αποφυγή του προβλήματος των παρεμβολών είναι η χρήση διαφορετικών ζωνών συχνοτήτων για κάθε τηλεπικοινωνιακό σύστημα. Ωστόσο, λόγω του περιορισμένου διαθέσιμου φάσματος ραδιοσυχνοτήτων, αυτή η λύση δεν είναι πρακτικά εφικτή. Η ολοένα αυξανόμενη ανάγκη για τη δημιουργία νέων τηλεπικοινωνιακών υπηρεσιών θα οδηγήσει στην ανάθεση συχνοτήτων σε νέες υψηλότερες ζώνες τα επόμενα χρόνια. Ήδη, τα τελευταία χρόνια έχει αρχίσει η εμπορική εκμετάλλευση και της ζώνης Ka (30/40 GHz), ζώνη που για αρκετά χρόνια αποτελούσε αποκλειστικά αντικείμενο έρευνας. Ταυτόχρονα όμως, οι ήδη διαθέσιμες ζώνες συχνοτήτων θα πρέπει να χρησιμοποιούνται όσο πιο αποδοτικά γίνεται για την εξασφάλιση της μέγιστης χωρητικότητας. Γι' αυτό το λόγο, τεχνικές όπως η επαναχρησιμοποίηση συχνότητας και η χρήση κοινής συχνότητας είναι απαραίτητες.

4.4 Επαναχρησιμοποίηση συχνότητας

Επαναχρησιμοποίηση συχνότητας (*frequency reuse*) είναι η χρήση της ίδιας συχνότητας πολλές φορές στο ίδιο τηλεπικοινωνιακό σύστημα. Παραδείγματα αυτής της τεχνικής είναι η χρήση ορθογώνιων πολώσεων και η χωρική επαναχρησιμοποίηση συχνότητας. Τέτοιες τεχνικές εφαρμόζονται στα δορυφορικά τηλεπικοινωνιακά συστήματα και στα κυψελωτά κινητά δίκτυα επικοινωνιών. Και στα δύο παραπάνω συστήματα, η επαναχρησιμοποίηση συχνότητας βασίζεται στην απομόνωση μεταξύ των ζεύξεων που χρησιμοποιούν την ίδια συχνότητα, η οποία επιτυγχάνεται από τη χρήση διαφορετικών πολώσεων και την χωρική απομόνωση αντίστοιχα.

Η χρήση κοινής συχνότητας (*frequency sharing*) είναι η χρήση της ίδιας συχνότητας από διαφορετικά συστήματα ραδιοεπικοινωνιών. Το γεγονός ότι αυτά τα συστήματα λειτουργούν συχνά υπό διαφορετικούς διαχειριστές (*administrations*) κάνει τη χρήση κοινής συχνότητας εξαιρετικά δύσκολο να συμφωνηθεί. Ο σχεδιασμός, η εγκατάσταση και η λειτουργία ενός νέου τηλεπικοινωνιακού συστήματος σε μια ζώνη συχνοτήτων που χρησιμοποιείται ήδη από άλλα συστήματα εγείρει πολλά και σύνθετα προβλήματα παρεμβολών. Τα προβλήματα είναι νομικής, κανονιστικής, λειτουργικής ή τεχνικής φύσης. Οι κανονισμοί που αφορούν στη χρήση κοινών συχνοτήτων (*frequency management*) αποτελούν άλλο ένα σύνθετο πρόβλημα ως προς τις παρεμβολές. Αρμόδιος οργανισμός για αυτά τα προβλήματα είναι η ITU.

4.5 ITU (International Telecommunication Union):

Μια παγκόσμια κανονιστική αρχή σε τηλεπικοινωνιακά θέματα

Η Διεθνής Ένωση Τηλεπικοινωνιών (International Telecommunication Union, ITU) έχει ως κύρια δραστηριότητα και αρμοδιότητα τη διαχείριση του φάσματος συχνοτήτων παγκοσμίως, την καθιέρωση προτύπων και τη διατύπωση κανονισμών για τις διεθνείς τηλεπικοινωνίες. Ιδρύθηκε το 1865 υπό την αιγίδα των Ηνωμένων Εθνών και αποτελείται από περισσότερα των 150 κράτη-μέλη. Τα κράτη-μέλη εκπροσωπούνται από τις εθνικές διαχειριστικές αρχές τους (national administrations). Σήμερα, 141 χρόνια αργότερα, οι λόγοι που οδήγησαν στην ίδρυση του Οργανισμού εξακολουθούν να υφίστανται και οι αντικειμενικοί στόχοι παραμένουν ουσιαστικά αμετάβλητοι.



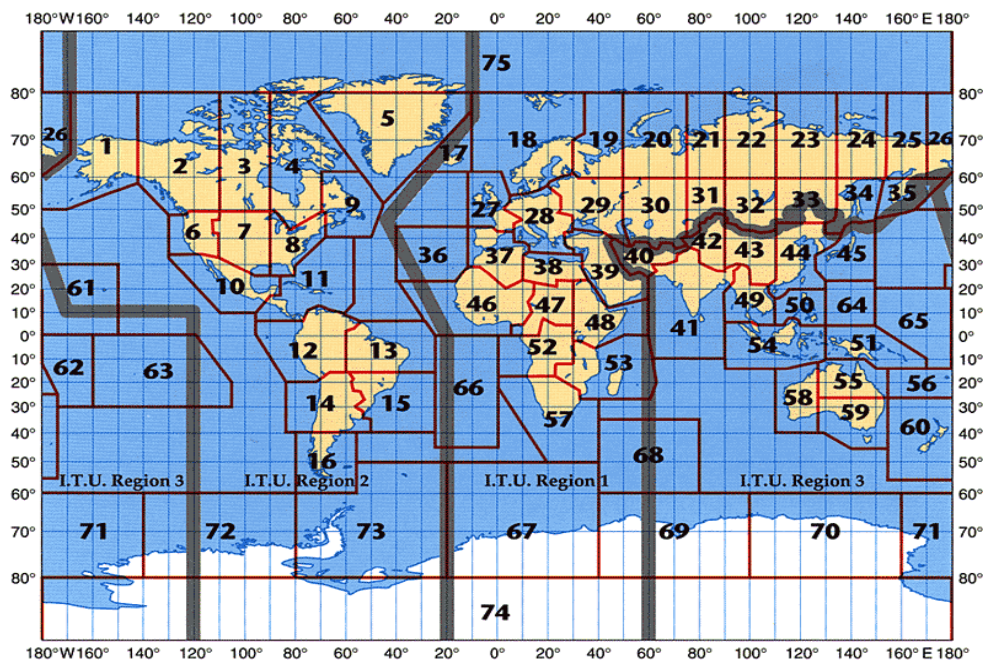
Οι βασικοί στόχοι της ITU είναι:

- Να διατηρήσει και να επεκτείνει τη διεθνή συνεργασία μεταξύ όλων των κρατών μελών της ITU για τη βελτίωση και την ορθολογική χρήση όλων των ειδών τηλεπικοινωνιών.
- Να προωθήσει και να ενισχύσει τη συμμετοχή των οργανισμών στις δραστηριότητες της ITU και να ενθαρρύνει την καρποφόρα συνεργασία και την εταιρική σχέση μεταξύ αυτών και των κρατών μελών για την εκπλήρωση των γενικών στόχων της Ένωσης.
- Να προωθήσει και να προσφέρει τεχνική βοήθεια στις αναπτυσσόμενες χώρες στον τομέα των τηλεπικοινωνιών και επίσης να προωθήσει την κινητοποίηση των υλικών, ανθρώπινων και οικονομικών πόρων, ώστε να βελτιωθεί η πρόσβαση τέτοιων χωρών στις τηλεπικοινωνιακές υπηρεσίες.
- Να προωθήσει την ανάπτυξη των τεχνικών εγκαταστάσεων και την αποδοτικότερη λειτουργία τους με σκοπό τη βελτίωση της αποδοτικότητας των τηλεπικοινωνιακών υπηρεσιών και την αύξηση της διαθεσιμότητας τους στο κοινό.
- Να εναρμονίσει τις ενέργειες των κρατών μελών και να προωθήσει την καρποφόρα και εποικοδομητική συνεργασία μεταξύ τους στην επίτευξη αυτών των στόχων.
- Να προωθήσει, στο διεθνές επίπεδο, την υιοθέτηση μιας ευρύτερης προσέγγισης στα ζητήματα των τηλεπικοινωνιών στην κοινωνία της πληροφορίας μέσα από τη συνεργασία με διάφορες παγκόσμιες αλλά και περιφερειακές διακυβερνητικές

οργανώσεις καθώς και με μη κυβερνητικές οργανώσεις με ενδιαφέρον για τις τηλεπικοινωνίες.

Ανάμεσα στις βασικότερες δραστηριότητες της ITU είναι η ανάθεση συχνοτήτων και η δρομολόγηση των διαδικασιών κοινής χρήσης ραδιοσυχνοτήτων. Αυτές καταγράφονται στους Ράδιο-Κανονισμούς (Radio Regulations, RR), οι οποίοι ανανεώνονται σε τακτά χρονικά διαστήματα. Τα κράτη-μέλη της ITU έχουν συμφωνήσει να εξασκούν τις εθνικές διαδικασίες διαχείρισης συχνοτήτων σύμφωνα με τους διεθνείς Ράδιο-Κανονισμούς.

Έτσι λοιπόν η ITU έχει χωρίσει την επιφάνεια της Γης σε τρεις περιοχές (*Regions*). Αυτές απεικονίζονται στο παρακάτω Σχήμα.



Σχήμα: Χάρτης απεικόνισης περιοχών της Γης κατά ITU

Για τις περιοχές αυτές και για όλο το φάσμα ραδιοσυχνοτήτων (μέχρι τα 400 GHz), η ITU έχει θεσπίσει τις ζώνες συχνοτήτων και τα συστήματα που αντιστοιχούν σε κάθε μία. Αυτά τα συστήματα κατατάσσονται σε τρεις κατηγορίες: τα *πρωτεύοντα* (*primary services*), τα *επιτρεπόμενα* (*permitted services*) και τα *δευτερεύοντα* (*secondary services*). Τα πρωτεύοντα και τα επιτρεπόμενα συστήματα έχουν ίσα δικαιώματα, εκτός κατά τον σχεδιασμό συχνοτήτων, όπου τα πρωτεύοντα έχουν προτεραιότητα. Τα δευτερεύοντα συστήματα όμως, δεν μπορούν να ζητήσουν προστασία για την παρεμβολή που υφίστανται από σταθμούς των πρωτευόντων ή των επιτρεπόμενων συστημάτων και δεν επιτρέπεται να προκαλούν επιβλαβή παρεμβολή σ' αυτούς τους σταθμούς, ακόμα και αν λειτουργήσουν αργότερα.

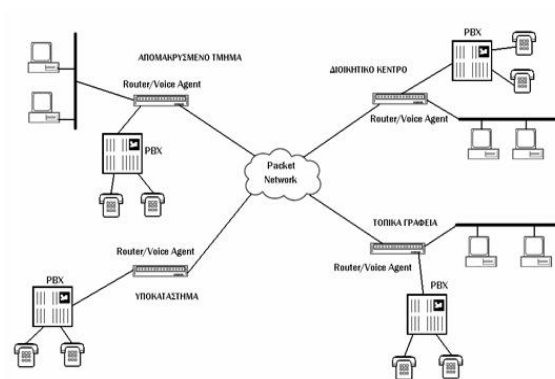
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5^ο: ΝΕΑ ΓΕΝΙΑ

5.1 ΝΕΑ ΓΕΝΙΑ

Η μετάδοση φωνής μέσα από δίκτυα μεταγωγής πακέτων μπορεί να μειώσει ένα σημαντικό τμήμα των δαπανών που καταβάλλει μια εταιρία, οι οποίες αφορούν τις τηλεφωνικές συνδιαλέξεις μεταξύ των υποκαταστημάτων/τμημάτων της ή μεταξύ των προμηθευτών/πελατών της. Αλλά και στην προσωπική ζωή, οι κλήσεις VoIP έχουν μπει πλέον στην καθημερινότητα ενός συνεχώς αυξανόμενου ποσοστού του πληθυσμού, καθώς κάνει τις διεθνείς κλήσεις να κοστίζουν από καθόλου έως όσο οι αστικές [13]. Η δυνατότητα αυτή βασίζεται στην αντιμετώπιση της φωνής σαν ένα είδος δεδομένων των οποίων η μετάδοση πραγματοποιείται με τη μορφή πακέτων (packet voice), όπως δηλαδή τα απλά δεδομένα. Η μετάδοση φωνής μέσα από IP δίκτυα βασίζεται στο μοντέλο του σχήματος 1 [14]. Στα άκρα του IP δικτύου βρίσκονται οι routers/voice agents, σκοπός των οποίων είναι η μετατροπή της φωνής από την αναλογική της μορφή σε μορφή κατάλληλη για τη μετάδοσή της, εν είδει πακέτων. Το IP δίκτυο αναλαμβάνει τη δρομολόγηση των πακέτων στον router/voice agent ο οποίος εξυπηρετεί τη διεύθυνση προορισμού των πακέτων. Με βάση το παραπάνω μοντέλο, είναι φανερό ότι δύο θέματα πρέπει να αντιμετωπιστούν ώστε να είναι δυνατή η μετάδοση φωνής μέσα από IP δίκτυα.

Το πρώτο θέμα αφορά την κωδικοποίηση της φωνής και, συγκεκριμένα, το πώς η φωνή μετατρέπεται σε πακέτα και πώς τα πακέτα χρησιμοποιούνται για την αναπαραγωγή της φωνής, καθώς επίσης και τους παράγοντες που επηρεάζουν τη μετάδοση και αναπαραγωγή της φωνής.

Το δεύτερο θέμα αφορά τη σηματοδότηση (signaling) και τον τρόπο σύνδεσης των voice agents μεταξύ τους (αναγνώριση του καλούμενου voice agent, προσδιορισμός της θέσης του στο δίκτυο, τρόπος σύνδεσης και μεταφοράς των πακέτων φωνής).



Σχήμα: Ένα τυπικό VoIP σενάριο

Κωδικοποίηση φωνής (voice coding)

Η φωνή είναι ένα αναλογικό σήμα και για τη μετάδοσή της μέσα από ένα ψηφιακό σύστημα, όπως ένα IP δίκτυο, είναι απαραίτητη η μετατροπή της σε ψηφιακή μορφή. Η μετατροπή αυτή λαμβάνει χώρα στους codecs (coder/decoder). Η πιο διαδεδομένη τεχνική μετατροπής αναλογικού σήματος σε ψηφιακή μορφή είναι η παλμοκωδική διαμόρφωση (Pulse Code Modulation - PCM).

Η PCM μετατρέπει τη φωνή σε ψηφιακή μορφή, με δειγματοληψία 8000 δειγμάτων το δευτερόλεπτο (125 msec μεταξύ δύο διαδοχικών δειγμάτων) και μετατροπή κάθε δείγματος σε δυαδικό κώδικα, η τιμή του οποίου αναπαριστά την τιμή του αναλογικού σήματος τη στιγμή της δειγματοληψίας. Στην περίπτωση της standard PCM, χρησιμοποιείται δυαδικός κώδικας των 8 bits και έτσι απαιτείται κανάλι χωρητικότητας 64kbps. Τα δείγματα αυτά χρησιμοποιούνται για την αναπαραγωγή της φωνής στο δέκτη, με ανασύνθεση κατά προσέγγιση της αρχικής αναλογικής κυματομορφής.

Για τη μείωση του απαιτούμενου bandwidth που απαιτείται για τη μετατροπή της φωνής σε ψηφιακή μορφή από τα 64kbps που απαιτεί η standard PCM, έχουν αναπτυχθεί από την ITU μια σειρά από πρότυπα για τη συμπίεση φωνής. Τα πρότυπα αυτά μπορεί να θεωρηθεί ότι ανήκουν σε δύο οικογένειες. Η πρώτη οικογένεια αποτελείται από πρότυπα τα οποία στηρίζονται στην PCM και χρησιμοποιούν ρυθμό δειγματοληψίας 8000 δειγμάτων ανά δευτερόλεπτο. Σκοπός των τεχνικών αυτών είναι η μείωση της

περίσσειας της πληροφορίας μέσω της αποσυσχέτισης των δειγμάτων. Για τη μείωση του απαιτούμενου bandwidth, χρησιμοποιούνται για την κωδικοποίηση των δειγμάτων κώδικες των 4 ή 2 bits και η τιμή του δείγματος στην περίπτωση αυτή αντιπροσωπεύει τη διαφορά του δείγματος από το αμέσως προηγούμενο. Η μείωση του μήκους των χρησιμοποιούμενων κωδίκων έχει σαν αποτέλεσμα τη μείωση του bandwidth στα 32 ή στα 16 kbps (Adaptive Differential PCM - ADPCM), η οποία όμως συνοδεύεται από μία ανάλογη μείωση στην ποιότητα της φωνής.

5.2 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ Alcatel-Lucent 9500 Microwave Packet Radio

Το 9500 microwave packet radio (MPR) επιτρέπει την ομαλή μετάβαση των δικτύων από TDM σε IP. Βελτιώνει τη συνάθροιση πακέτων, αυξάνει το εύρος ζώνης, βελτιστοποιεί τη συνδετικότητα Ethernet και παρέχει την ποιότητα της υπηρεσίας για να ικανοποιήσει τους τελικούς χρήστες. Με το Alcatel 9500 MPR, τα δίκτυα μπορούν αποτελεσματικά να απορροφήσουν την ταχεία ανάπτυξη της κυκλοφορίας πολυμέσων, επειδή η μετάδοση προσαρμόζεται στους όρους και την ποιότητα διάδοσης που απαιτούνται από τους διαφορετικούς τύπους υπηρεσιών.

Η απαίτηση των χρηστών συνεχίζει να κινείται πέρα από τις βασικές υπηρεσίες όπως το στιγμιαία μήνυμα και το ηλεκτρονικό ταχυδρομείο, προς περισσότερες εφαρμογές όπως το Real-time streaming και το Real-time multimedia. Η μεταφορά IP μπορεί να βοηθήσει τους provider να μετασηματίσουν τα δίκτυά τους για να διαχειριστούν καλύτερα τις αυξανόμενες απαιτήσεις των ευρυζωνικών υπηρεσιών. Κατά συνέπεια, το δίκτυο μπορεί να απορροφήσει την ταχεία ανάπτυξη της κυκλοφορίας πολυμέσων εύκολα και αποτελεσματικά, με μια ομαλή μετανάστευση από TDM στην IP.



Σχήμα: Μονάδα Indoor(IDU)



Σχήμα: ODU

IDU MSS-4



Slot 1	Slot 2	Fan
Slot 3	Slot 4	

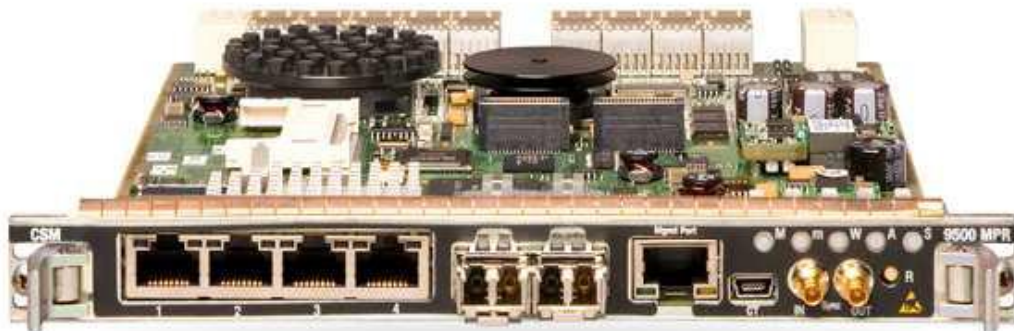
Σχημα: slot της IDU MSS-4.

Το κουφάρι της IDU MSS-4 μπορεί να χωρέσει ως και 4 plug-in κάρτες. Τα δύο πάνω προορίζονται για την κεντρική κάρτα CORE και στα δύο κατώ συνήθως τοποθετούμε αριστερά την κάρτα MPT και δεξιά την κάρτα P32E1DS1. Επίσης στα δεξιά της μονάδας υπάρχει ξεχωριστή υποδοχή για το FAN. Πιο κάτω θα αναλύσουμε την κάθε κάρτα ξεχωριστά.

CORE plug-in

Η CORE plug-in κάρτα αναλαμβάνει την κεντρική διαχείριση της μονάδας καθώς και την διαχείριση της κίνησης μέσω ETHERNET.

1. Στην πρόσοψη της κάρτας βλέπουμε τις εξής υποδοχές:
2. Τέσσερις εισόδους 10/100/1000 Base-T Ethernet.
3. Δύο εισόδους για SFP module στις οποίες μπορούμε να διασυνδέσουμε οπτική ίνα.
4. Μία θύρα 10/100 Base-T 9500 LAN στην οποία συνδεόμαστε με τον υπολογιστή.
5. Μία τοπική θύρα mini-USB για τη μεταφόρτωση αρχείων.
6. Μία είσοδος για CK-1.0-2.3 ομοαξονική για το συγχρονισμό μέσω μιας εξωτερικής πηγής.
7. Πέντε LED για τον έλεγχο και την κατάσταση της μονάδας.



Σχήμα: CORE plug-in

Επίσης, μέσα στην CORE plug-in κάρτα βρίσκεται μια Compact Flash card στην οποία αποθηκεύονται όλες οι πληροφορίες μετά τον προγραμματισμό.

MPT ACCESS plug-in

Στην MPT Access plug-in καταλήγει το καλώδιο από την ODU. Σε μία κάρτα μπορούν να συνδεθούν δύο ODU.

Η κάρτα MPT Access έχει τις εξής εισόδους:

1. Δύο υποδοχές 10/100/1000 Base – T που χρησιμοποιούνται για επικοινωνία και τροφοδοσία των ODU (Power over Ethernet).
2. Δύο υποδοχές για SFP module που χρησιμοποιούνται για την επικοινωνία με τις ODU μέσω οπτικής ίνας.
3. Δύο υποδοχές για ομοαξονικό καλώδιο που χρησιμοποιούνται για την επικοινωνία της IDU με τις ODU.



Σχήμα: MPT Access plug-in

Η MPT Access plug-in ουσιαστικά εννώνει την κάρτα CORE με τις ODU. Επίσης παρέχει τροφοδοσία στις κεφαλές. Μπορεί να υποστηρίξει δύο ODU για προστασία (HSB) σε περίπτωση βλάβης της πρώτης ODU θα ενεργοποιηθεί η δεύτερη ώστε να συνεχιστεί η ζεύξη και να μην πέσει η κίνηση.

PDH Access plug-in

Η συγκεκριμένη κάρτα χρησιμοποιείται για τον τερματισμό των 2Mbps καναλιών (E1). Έχει υποδοχές για δύο φίστες από τις οποίες η καθεμία είναι για 16 E1.

Πάνω στην μονάδα υπάρχει και LED που μας δείχνει την κατάσταση της κάρτας

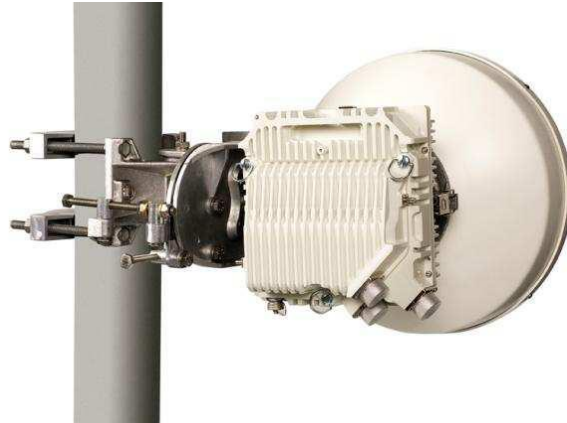


Σχήμα : PDH Access plug-in

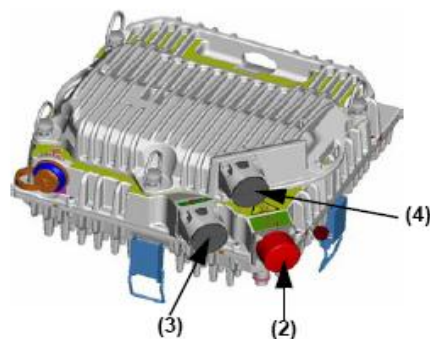
FAN

Η συγκεκριμένη μονάδα αποτελείται από τρεις ανεμιστήρες για να διασφαλιστεί η σωστή λειτουργία της IDU.

ODU



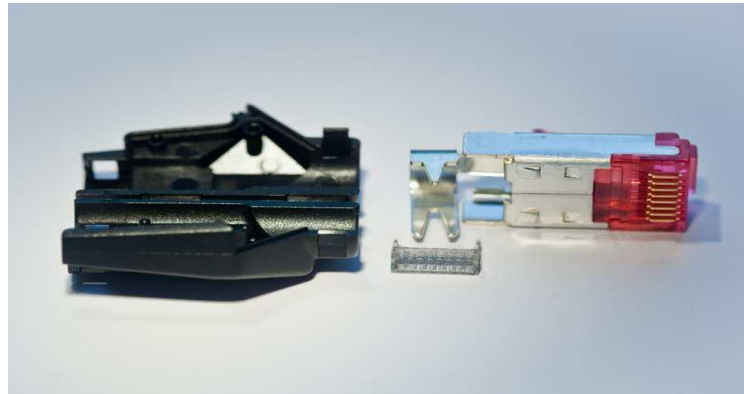
Πιο κάτω βλέπουμε μια ODU για MPR9500



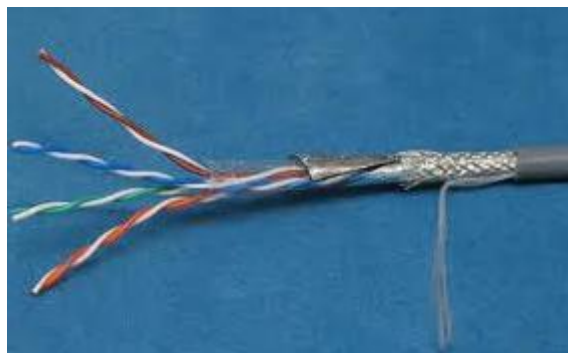
Η ODU έχει τρεις υποδοχές:

- (2) Υποδοχή για τροφοδοσία ή για PFoE (Power supply + Ethernet traffic).
- (3) Υποδοχή για οπτική ίνα.
- (4) Υποδοχή για δεύτερη ODU στην περίπτωση που έχουμε 1+1HSB.

Για την σύνδεση της ODU με την IDU χρησιμοποιούμε Ethernet καλώδιο CAT-5 και Ethernet connector R2CT όπως βλέπουμε στο παρακάτω σχήμα.



Σχήμα: connector CAT5-E



Σχήμα: καλώδιο Ethernet CAT5E

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. **N. Ουζούνου, Κακλαμάνη Δ.**, Τηλεπικοινωνιακή Ηλεκτρονική, Αθήνα 1998.
2. **Haykin S.** (Μετάφραση Συκάς Ε.Δ., Θεολόγου Μ.Ε.), Συστήματα Επικοινωνίας, Εκδόσεις Παπασωτηρίου, Αθήνα 1995.
3. **Κωττής Π.**, Διαμόρφωση και Μετάδοση Σημάτων, Εκδόσεις Τζιόλα, Θεσσαλονίκη 2003.
4. **Μήτρου Ν.**, Ψηφιακές Επικοινωνίες, Αθήνα 2002.
5. **Taub/Schilling**, Τηλεπικοινωνιακά Συστήματα, Εκδόσεις Α.ΤΖΙΟΛΑ Ε. Αθήνα 2003.
6. **Σ.Κωστόπουλος – Γ.Καραγιαννίδης**, Κινητή Τηλεφωνία, Εκδόσεις Παπασωτηρίου, Αθήνα 1997.
7. **Π.Κωττής- Χ. Καψάλης**, Κεραίες και Ασύρματες Ζεύξεις, Εκδόσεις Α.Τζιόλα 2003

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ