



## **ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

Μελέτη εγκατάστασης επίγειου και δορυφορικού συστήματος για τη λήψη  
τηλεοπτικού σήματος

Κυρικλάκης Εμμανουήλ

A.M : 3816

Επιβλέπων: Δρ. Κόκκινος Ευάγγελος ( Επίκουρος καθηγητής )

**ΧΑΝΙΑ**  
**2013**

## **ΠΕΡΙΛΗΨΗ**

Όσο η τηλεόραση και οι εξελίξεις γύρω από αυτήν προχωράνε τόσο οι εφαρμογές της, εξαπλώνονται συνεχώς. Έτσι μεγαλώνει διαρκώς η ανάγκη για σωστή λήψη του τηλεοπτικού σήματος. Σκοπός μας είναι να δώσουμε όσο ποιο απλουστευμένα και κατανοητά μία μελέτη για την σωστή εγκατάσταση κεντρικού συστήματος λήψης, επίγειου και δορυφορικού τηλεοπτικού σήματος.

Δίνουμε καταρχάς κάποια βασικά στοιχεία τα οποία αφορούν την τηλεόραση και αναλύουμε τα βασικά θεωρητικά χαρακτηριστικά για την επίγεια μετάδοση αναλογικού και ψηφιακού, τηλεοπτικού σήματος. Μέσα από αυτή την θεωρητική εξέταση περνάμε στα τεχνικά χαρακτηριστικά μιας κεραίας λήψης, έτσι ώστε να μπορέσουμε να δώσουμε τη θεωρητική βάση για τη σωστή επιλογή της κεραίας, αλλά και τη σωστή εγκατάστασή της. Εξετάζουμε το κέντρο λήψης με στοιχεία που δίνουμε για, τον ενισχυτή και τους διακλαδωτές που χρησιμοποιούνται σε αυτό. Καθώς επίσης εξετάζουμε και το δίκτυο διανομής του σήματος, που αποτελείται από τα καλώδια που χρησιμοποιούνται για γραμμές μεταφοράς και τις πρίζες παροχής του σήματος.

Πάνω στις δορυφορικές επικοινωνίες, γίνεται μία συνοπτική θεωρητική εξέταση των δορυφορικών τηλεπικοινωνιακών συστημάτων και μικροκυματικών ζεύξεων. Δίνεται η βασική θεωρία των δορυφορικών κεραιών για να καταλήξουμε στην σωστή επιλογή και εγκατάσταση μίας κεραίας δορυφορικής λήψης. Επίσης αναλύονται τρόποι για την κεντρική εγκατάσταση δορυφορικού συστήματος.

Τέλος, υπάρχει μία σύντομη αναφορά σε όργανα μέτρησης, της έντασης και της ποιότητας του τηλεοπτικού σήματος, επίγειου και δορυφορικού, καθώς και πληροφορίες για άλλες χρήσιμες συσκευές και εξαρτήματα.

## **SUMMARY**

As long as television evolves, the applications related to television systems expand constantly. As a result of that, there is an increasing need for noiseless reception of the television signal. Our purpose is to develop a study on the correct installation of the central reception system of the terrestrial and satellite television signal, in the way that is as simple and easy to understand as possible.

To begin with, we present certain basic elements regarding television and we analyze the basic theoretical characteristics of the terrestrial broadcasting of analog and digital television signal. Throughout this theoretical examination we proceed to the technical features of a typical antenna, in order to define the theoretical basis of the correct choice of the antenna type as well as its correct installation. Furthermore, we examine the reception centre providing information on amplifiers and splitters, and we also examine the signal transmission network which consists of the cables used in transmission lines and plug sockets.

As for the satellite transmissions, we present a synoptic theoretical examination of the satellite telecommunication systems and microwave links. We present the basic theory regarding the satellite antennas in order to end up with the correct choice and installation of a satellite reception antenna. We also analyze certain ways of installation of the central satellite system.

In the end, we make a brief report about several instruments which measure the power and the quality of the terrestrial and satellite television signal and we also provide additional information about other useful devices and accessories.

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

<b>ΕΙΣΑΓΩΓΗ</b>	7
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1:</b> Η τηλεόραση και τα βασικά τεχνικά χαρακτηριστικά της	11
1.1 Εισαγωγή	11
1.2 Μερικά ιστορικά στοιχεία για την τηλεόραση	11
1.3 Επίγεια τηλεόραση	13
1.4 Επίγεια ψηφιακή τηλεόραση	14
1.4.1 Λήψη	14
1.4.2 Μετάδοση	14
1.4.3 Τα πλεονεκτήματα από την επίγεια ψηφιακή τηλεόραση	14
1.5 Εγκατάσταση κεντρικής κεραίας	16
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2:</b> Κεραία τεχνικά χαρακτηριστικά και εγκατάσταση	17
2.1 Εισαγωγή	17
2.2 Η διάδοση των ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων της τηλεόρασης	17
2.3 Τα ανεπιθύμητα σήματα	18
2.4 Πόλωση	18
2.5 Το δίπολο	19
2.6 Η σύνθετη αντίσταση της κεραίας	19
2.7 Η κατευθυντικότητα της κεραίας	20
2.8 Το εύρος συχνοτήτων της κεραίας	20
2.9 Η απολαβή της κεραίας	20
2.10 Η κεραία Yagi	21
2.11 Κατευθυντικές κεραίες υψηλής συχνότητας	21
2.11.1 Στοιχειοκεραία Διπόλων	22
2.11.2 Ευρύπλευρες ή Μετωπικές Στοιχειοκεραίες	23
2.11.3 Αξονικά Ακτινοβολούσες ή Ακροπυροδοτικές Στοιχειοκεραίες	24
2.11.4 Αναδιπλωμένο Δίπολο Και Εφαρμογές	25
2.11.5 Η Κεραία Yagi-Uda	26

2.11.6 Μη Συντονισμένες Κεραίες - Η Ρομβική Κεραία	27
2.12 Επιλογή της κατάλληλης κεραίας και εγκατάσταση	28
2.12.1 Τρόπος και τόπος στήριξης της κεραίας	28
2.12.2 Επιλογή της κεραίας	31
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3:</b> Κέντρο λήψης και δίκτυο διανομής επίγειου τηλεοπτικού σήματος	38
3.1 Εισαγωγή	38
3.2 Ενισχυτές	38
3.2.1 Επιλογές ενισχυτών	40
3.3 Διακλαδωτές	47
3.4 Καλώδιο	48
3.4.1 Εγκατάσταση κεντρικής καλωδίωσης	51
3.5 Πρίζες	53
3.6 Τρόπος υπολογισμού των απωλειών και της ποιότητας του σήματος σε μία κεντρική εγκατάσταση λήψης επίγειας τηλεόρασης	58
3.6.1 Απώλειες	58
3.6.2 Ποιότητα ψηφιακού τηλεοπτικού σήματος	59
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4:</b> Δορυφορική τηλεόραση και Εγκατάσταση κεντρικής δορυφορικής τηλεόρασης	61
4.1 Εισαγωγή στις δορυφορικές τηλεπικοινωνίες	61
4.2 Η ιστορία των τηλεπικοινωνιακών δορυφόρων	61
4.3 Ζώνες δορυφορικών συχνοτήτων	64
4.3.1 Ιστορικό εξέλιξης των ζωνών	64
4.4 Θεωρητική εξέταση κεραιών με παραβολικούς ανακλαστήρες	65
4.4.1 Ιδιότητες Παραβολοειδών Ανακλαστήρων	66
4.4.2 Άλλοι Παραβολικοί Ανακλαστήρες	67
4.4.3 Ανεπάρκειες Και Δυσκολίες	69
4.5 Κεραίες λήψης δορυφορικών σημάτων	70
4.5.1 Εύρος λήψης	70
4.5.2 Κεραία πρώτης (μοναδικής) συγκέντρωσης – Prime focus	71
4.5.3 Απόδοση κεραίας	73

4.5.4 Θόρυβος κεραίας	73
4.5.5 Απώλειες	74
4.6 Εγκατάσταση δορυφορικού συστήματος τηλεόρασης	74
4.6.1 Επιλογή και εγκατάσταση δορυφορικού κατόπτρου	74
4.6.2 LNB	75
4.6.3 Συντονισμό δορυφορικής κεραίας	79
4.7 Δίκτυο διανομής δορυφορικού σήματος σε κεντρικές εγκαταστάσεις	80
4.7.1 Καλώδια, Πρίζες και Διακλαδωτές	80
4.8 Κεντρική εγκατάσταση με χρήση πολλαπλού Universal LNB	81
4.9 Κεντρική εγκατάσταση με Quattro Universal LNB και χρήση πολυδιακόπτη	82
4.9.1 Ένας πολυδιακόπτης (stand alone multiswitch)	83
4.9.2 Πολλαπλοί πολυδιακόπτες (cascadeable multiswitches)	84
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: Όργανα μετρήσεων και άλλες χρήσιμες συσκευές και εξαρτήματα</b>	<b>86</b>
5.1 Όργανα μέτρησης έντασης και ποιότητας τηλεοπτικού σήματος ( Πεδιόμετρο )	86
5.2 Χρήσιμο υλικό για δορυφορικές εγκαταστάσεις	87
5.2.1 Μίκτης, διαχωριστής επίγειου και δορυφορικού σήματος ( combiner )	87
5.2.2 Διακόπτης για την ταυτόχρονη λήψη σήματος από δύο ή περισσότερους δορυφόρους ( <i>DiSEqC</i> )	88
5.3 Διαμοιρασμός ήχου και εικόνας από εξωτερικές συσκευές σε δίκτυο τηλεοράσεων	89
5.3.1 Διαμορφωτές εικόνας και ήχου ( modulator )	89
5.3.2 Ασύρματη συσκευή μεταφοράς εικόνας ήχου και τηλεχειρισμού ( AV link )	90
<b>ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ</b>	<b>92</b>

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η εργασία ασχολείται με την μελέτη εγκατάστασης κεντρικού συστήματος λήψης, επίγειου και δορυφορικού τηλεοπτικού σήματος. Στόχος είναι να δώσουμε απλουστευμένα κάποιες βασικές πληροφορίες για, την θεωρητική εξέταση των δορυφορικών και επίγειων ζεύξεων, αλλά και κάποιες οδηγίες για την επιλογή υλικού και την σωστή εγκατάσταση επίγειων και δορυφορικών συστημάτων λήψης.

Στο πρώτο κεφάλαιο εξετάζουμε την τηλεόραση σαν συσκευή λήψης, τερματική συσκευή για το δίκτυό μας. Προσπαθούμε να δώσουμε κάποιες πληροφορίες για τα βασικά τεχνικά χαρακτηριστικά της τηλεόρασης καθώς γίνεται και μία γενική αναφορά σε όλους τους τρόπους λήψης τηλεοπτικού σήματος.

- Λήψη με κεραία στραμμένη σε κάποιο επίγειο σταθμό εκπομπής
- Λήψη από δορυφόρο μέσω δορυφορικής κεραίας
- Καλωδιακή τηλεόραση
- Λήψη μέσω δικτύου ( IPTV )
- Πρόσφατα έχει ξεκινήσει και η μετάδοση τηλεοπτικού σήματος μέσω δικτύου κινητής τηλεφωνίας ( Mobile TV )

Εμείς θα ασχοληθούμε με τις δύο πρώτες μορφές λήψης. Ξεκινώντας από την επίγεια ζεύξη δίνουμε κάποιες βασικές πληροφορίες για τις συχνότητες εκπομπής του τηλεοπτικού σήματος. Εξετάζουμε το επίγειο ψηφιακό σήμα, ενώ αναφερόμαστε και στα πλεονεκτήματα που έχει έναντι του αναλογικού.

- Χαμηλότερη ισχύς εκπομπής
- Δυνατότητα εκπομπής σε όλη τη χώρα από μία συχνότητα
- Δυνατότητα εκπομπής περισσότερων του ενός τηλεοπτικών προγραμμάτων από μία συχνότητα
- Δυνατότητα μετάδοσης ψηφιακών υπηρεσιών πέραν των τηλεοπτικών προγραμμάτων
- Ποιότητα εικόνας
- Ευκολότερη λήψη

Καταλήγουμε στην αναγκαιότητα κεντρικών εγκαταστάσεων για, την σωστή λήψη, την οικονομία, την καλαισθησία και τον σεβασμό στο περιβάλλον.

Στο επόμενο κεφάλαιο εξετάζουμε το θέμα της κεραίας λήψης του επίγειου τηλεοπτικού σήματος. Για να καταφέρουμε να κατανοήσουμε ζητήματα για την κεραία λήψης δίνουμε βασικές πληροφορίες για το σήμα που θέλουμε να λάβουμε. Πιο συγκεκριμένα, εξετάζουμε την διάδοση των ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων, της τηλεόρασης, τα ανεπιθύμητα σήματα και την πόλωση του σήματος λήψης. Στη συνέχεια δίνονται τα βασικά τεχνικά χαρακτηριστικά μιας κεραίας, ενώ παρουσιάζονται και πρότυπες κεραίες λήψης.

- Η σύνθετη αντίσταση της κεραίας
- Η κατευθυντικότητα της κεραίας
- Το εύρος συχνοτήτων της κεραίας
- Η απολαβή της κεραίας

Τέλος, στο κεφάλαιο δίνεται ότι ακριβώς χρειάζεται να ψάξει κάποιος για την σωστή επιλογή της κατάλληλης κεραίας λήψης επίγειου τηλεοπτικού σήματος, για κάθε εγκατάσταση και μέσα από συγκεκριμένα παραδείγματα. Καθώς επίσης και βασικές πληροφορίες για την σωστή στήριξη και τον συντονισμό για όσο το δυνατόν καλύτερη λήψη.

Μετά από το κεφάλαιο με τις κεραίες λήψης επίγειου τηλεοπτικού σήματος ακολουθεί η υπόλοιπη εγκατάσταση του συστήματος λήψης. Ξεκινώντας από το κέντρο λήψης, δηλαδή το σημείο στο οποίο στεγάζεται ο ενισχυτής μας και γίνεται ο διαμοιρασμός του σήματος μέσω διακλαδωτών, εξετάζουμε τα τεχνικά χαρακτηριστικά των ενισχυτών, όλων των ειδών. Δίνουμε αρκετά παραδείγματα με πίνακες κατασκευαστών για να θέσουμε τα κριτήρια επιλογής του κατάλληλου ενισχυτή σε μία εγκατάσταση. Αντίστοιχη επεξεργασία δίνεται και για τους διακλαδωτές καθώς και κάποιες και κάποιες πληροφορίες για την πρακτική χρησιμοποίησή τους. Ιδιαίτερη αναφορά γίνεται στις γραμμές μεταφοράς του σήματος, καλώδιο 75 Ω. Το καλώδιο σε μία εγκατάσταση είναι από τους βασικότερους παράγοντες σωστής λειτουργίας του συστήματος λήψης. Έτσι δίνουμε αναλυτικά τα απαραίτητα χαρακτηριστικά του.

- Απώλειες
- Μηχανική αντοχή
- Γήρανση
- Θωράκιση

Στη συνέχεια εξετάζονται τρόποι κεντρικής καλωδίωσης, οι οποίοι χρησιμοποιούνται σε κεντρικές εγκαταστάσεις. Εξετάζονται οι διαφορές, τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα του κάθε τρόπου.

- Εγκατάσταση σε στήλες ( κατακόρυφη καλωδίωση )
- Εγκατάσταση τύπου αστέρα, με ανεξάρτητες γραμμές
- Εγκατάσταση τύπου αστέρα με υποδίκτυα

Οι πρίζες παροχής του σήματος σε ένα σύστημα είναι το τελευταίο πράγμα το οποίο εξετάζουμε από άποψη υλικού σε αυτό το κεφάλαιο. Αναφέρονται τα βασικά τεχνικά χαρακτηριστικά που χρειάζεται να έχουμε υπόψιν στην επιλογή των κατάλληλων πριζών. Ιδιαίτερα στις περιπτώσεις που η καλωδίωση είναι σε στήλες που συνήθως έχουμε πολλές πρίζες σε σειρά πρέπει να είμαστε πολύ προσεκτικοί στους υπολογισμούς που θα κάνουμε για την σωστή επιλογή των πριζών και την τοποθέτηση τους με την



κατάλληλη σειρά πάνω σε μία γραμμή. Δίνονται και παραδείγματα υπολογισμού.

Τέλος, δίνουμε έναν τρόπο υπολογισμού των απωλειών στο σύνολο μίας εγκατάστασης, καθώς και κάποιους δείκτες μέτρησης της ποιότητας του επίγειου ψηφιακού σήματος λήψης ( **MER, C BER, V BER** ).

- D1: απώλειες των διακλαδωτών
- D2: απώλειες του καλωδίου ( dB / 100 m )
- D3: απώλειες από την εγκατάσταση του καλωδίου
- D4: απώλειες από τις πρίζες που προηγούνται
- D5: απώλειες απομάστευσης στην έξοδο της πρίζας του κάθε χρήστη

$$1. D_{ολ} = D1+D2+D3+D4+D5$$

$$2. A = D_{ολ}+S0-Sin$$

Μετά από το κεφάλαιο που ουσιαστικά ολοκληρώνει τα ζητήματα της επίγειας λήψης, ασχολούμαστε με τη δορυφορική τηλεόραση και την εγκατάσταση κεντρικού δορυφορικού συστήματος λήψης τηλεοπτικού σήματος. Κάνουμε μία πρώτη εισαγωγή στους τηλεπικοινωνιακούς δορυφόρους και συγκρίνουμε τα δορυφορικά τηλεπικοινωνιακά συστήματα με τα άλλα είδη τηλεπικοινωνιών. Επίσης δίνουμε τις ζώνες λειτουργίας των δορυφορικών συχνοτήτων. Μετά από όλα αυτά ακολουθεί η θεωρητική εξέταση κεραιών με παραβολικούς ανακλαστήρες, όπου σε αυτή την κατηγορία ανήκουν και οι κεραιές λήψης δορυφορικών σημάτων. Γίνεται αναφορά στις κεραιές πρώτης συγκέντρωσης και διευκρινίζονται οι λόγοι για τους οποίους δεν είναι εφικτή η κατασκευή ιδανικής κεραιάς. Στη συνέχεια εξετάζονται τα ζητήματα,

- Απόδοσης της κεραιάς

$$A(\text{gain}) = 10 \log [(3.14 * \text{διάμετρος})^2 * A / (\lambda)^2 * 100] \text{ σε dBi.}$$

- Θόρυβος λήψης δορυφορικής κεραιάς
  - Αστρικός θόρυβος
  - Θόρυβος εδάφους
  - Θόρυβος περιβάλλοντος
- Απώλειες δορυφορικής ζεύξης
  - Απώλειες κάτω ζεύξης
  - Απώλειες μεταξύ εξόδου πομπού και κεραιάς εκπομπής
  - Απώλειες στην ατμόσφαιρα και ιονόσφαιρα
  - Απώλειες νεφώσεων και βροχοπτώσεων
  - Απώλειες αποπροσανατολισμού της κεραιάς

- Απώλειες μεταξύ κεραίας δέκτη και εισόδου δέκτη

Τελειώνοντας τη θεωρητική εξέταση, αρχίζουμε τη μελέτη για την εγκατάσταση του δορυφορικού συστήματος λήψης. Με τον ίδιο τρόπο όπως και στη μελέτη για την εγκατάσταση για την επίγεια λήψη, ξεκινάμε από την κεραία. Στα δορυφορικά συστήματα η κεραία αποτελείται από δύο μέρη το κάτοπτρο και το LNB. Εξετάζονται οι διάφοροι τύποι LNB και στη συνέχεια δίνονται κάποιες βασικές οδηγίες για τον σωστό συντονισμό της κεραίας λήψης. Τέλος, εξετάζονται οι δύο τρόποι κεντρικών εγκαταστάσεων δορυφορικών συστημάτων, καθώς και τα υλικά τα οποία χρησιμοποιούμε σε αυτές, καλώδια, πρίζες και διακλαδωτές.

- Κεντρική εγκατάσταση με χρήση πολλαπλού universal LNB ( μέχρι οκτώ γραμμές )
- Κεντρική εγκατάσταση με Quattro universal LNB και χρήση πολυδιακόπτη

Το τελευταίο κεφάλαιο ασχολείται με τα απαραίτητα, σε εγκαταστάσεις αλλά και στον έλεγχο και διάγνωση βλαβών σε αυτές, όργανα μέτρησης της έντασης και της ποιότητας του τηλεοπτικού σήματος, επίγειου ή δορυφορικού, αναλογικού ή ψηφιακού. Επίσης περιλαμβάνει πληροφορίες και άλλα χρήσιμα υλικά στις δορυφορικές εγκαταστάσεις,

- combiner
- DiSEqC

Τέλος, περιλαμβάνει στοιχεία για τρόπους και συσκευές διαμοιρασμού ήχου και εικόνας από εξωτερικές συσκευές σε δίκτυο τηλεοράσεων.

- Διαμορφωτές εικόνας και ήχου ( modulator )
- Ασύρματη συσκευή μεταφοράς εικόνας ήχου και τηλεχειρισμού ( AV link )

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

### Η τηλεόραση και τα βασικά τεχνικά χαρακτηριστικά της

#### 1.1 Εισαγωγή

Πριν αρχίσουμε να μιλάμε για τα συστήματα λήψης της τηλεόρασης πρέπει να δούμε κάποια στοιχεία για αυτήν καθώς και κάποια τεχνικά χαρακτηριστικά που θα μας χρησιμεύσουν και στη συνέχεια.

Η τηλεόραση είναι ένα σύστημα τηλεπικοινωνίας που χρησιμεύει στη μετάδοση και λήψη κινούμενων εικόνων ή και ήχου εξ αποστάσεως. Μπορούμε να πούμε ότι αποτελεί το κυριότερο και δημοφιλέστερο Μέσο Μαζικής Επικοινωνίας ακόμα, παρά την μεγάλη αύξηση που παρουσιάζει τα τελευταία χρόνια το Διαδίκτυο και η χρήση της είναι ιδιαίτερα διαδεδομένη σε όλο τον κόσμο. Ο όρος καλύπτει ολόκληρο το φάσμα των τεχνικών χαρακτηριστικών και των δραστηριοτήτων που αφορούν τα τηλεοπτικά προγράμματα, καθώς και τη μετάδοσή τους. Συνήθως, λέγοντας "τηλεόραση" εννοούμε τη συσκευή, δηλαδή τον δέκτη, ο οποίος λαμβάνει το τηλεοπτικό σήμα που εκπέμπουν οι τηλεοπτικοί σταθμοί σε συγκεκριμένες συχνότητες ή αλλιώς κανάλια με την οθόνη που απεικονίζει το αποτέλεσμα της εκπομπής ,μετατροπή του σήματος σε εικόνα και ήχο.

Ο τηλεοπτικός δέκτης λαμβάνει το τηλεοπτικό σήμα είτε ασύρματα είτε ενσύρματα. Η ασύρματη λήψη γίνεται με δύο τρόπους: Ο ένας τρόπος είναι η λήψη με κεραία στραμμένη σε κάποιο επίγειο σταθμό εκπομπής ,που βρίσκεται στην κορυφή κάποιου βουνού και αυτό συμβαίνει γιατί όπως θα εξηγήσουμε και παρακάτω χρειαζόμαστε οπτική επαφή της κεραίας λήψης με τη κεραία του πομπού. Ο δεύτερος τρόπος είναι η λήψη από δορυφόρο μέσω δορυφορικής κεραίας (δορυφορικό πιάτο) και ειδικού δέκτη (αποκωδικοποιητή). Στην ενσύρματη λήψη έχουμε την καλωδιακή τηλεόραση και τη λήψη μέσω δικτύου (IPTV). Τα τελευταία χρόνια, η ανάπτυξη της ευρυζωνικής δικτύωσης ,καθώς και οι νέες τεχνικές συμπίεσης τηλεοπτικού σήματος, κατέστησε ικανή τη μετάδοση τηλεοπτικού προγράμματος μέσω Διαδικτύου. Πρόσφατα έχει ξεκινήσει και η μετάδοση τηλεοπτικού σήματος μέσω δικτύου κινητής τηλεφωνίας (Mobile TV).

Σε αυτή την εργασία θα αναφερθούμε στους δύο ασύρματου τρόπους λήψης, στον επίγειο, αναλογικό και ψηφιακό και το δορυφορικό παρουσιάζοντας και αναλύοντας δυο κεντρικές εγκαταστάσεις κέντρων λήψης σε οικιακούς και επαγγελματικούς χώρους.

#### 1.2 Μερικά ιστορικά στοιχεία για την τηλεόραση

Η πρώτη εφεύρεση, που μπορεί να θεωρηθεί ο πρόδρομος της τηλεόρασης, έγινε το 1884 από τον Paul Nipkow. Ο Paul Nipkow κατασκεύασε ένα διάτρητο περιστρεφόμενο δίσκο, στον οποίο γινόταν διερεύνηση του ειδώλου που προοριζόταν για εκπομπή. Στη λήψη υπήρχε όμοιο ηλεκτρομηχανικό σύστημα, συγχρονισμένο με τον πομπό, για την ανασύνθεση του ειδώλου. Ο δίσκος του Paul Nipkow, που ας

σημειωθεί δε χρησιμοποιήθηκε για την παραγωγή συσκευών, γιατί η τεχνολογία της εποχής εκείνης δεν το επέτρεπε, αποτέλεσε το πρότυπο για διάφορα συστήματα τηλεόρασης που κατασκευάστηκαν αργότερα και κυρίως αυτών που κατασκεύασε ο Βρετανός εφευρέτης John Logie Baird. Όλες οι παραλλαγές του δίσκου του Paul Nipkow ήταν οι πρόδρομοι της τηλεόρασης μηχανικής διερευνήσεως, ένα σύστημα που διαφέρει από αυτό που χρησιμοποιούμε σήμερα, στο οποίο το σύνολο των λειτουργιών είναι ηλεκτρονικό.

Το πρώτο σύστημα τηλεόρασης, παρόμοιο με αυτό που χρησιμοποιούμε σήμερα, κατασκευάστηκε από τον Vladimir K. Zworikin, αρχικά στα εργαστήρια της εταιρίας Westmghouse και αργότερα της εταιρίας RCA των Ηνωμένων Πολιτειών Αμερικής. Το σύστημα του Vladimir K. Zworikin στηρίζεται στο πρώτο εικονοσκόπιο, που εφηύρε ο ίδιος το 1923 και στην πρώτη λυχνία εικόνας, το “κινεσκόπιο”, που εφηύρε επίσης ο ίδιος το 1924.

Το 1931 υπήρχε συναγωνισμός μεταξύ των δυο παραπάνω εντελώς διαφορετικών συστημάτων τηλεόρασης, του μηχανικού και του ηλεκτρονικού, χρειάστηκε δε μια ολόκληρη δεκαετία για να επικρατήσει τελικά το ηλεκτρονικό. Στο διάστημα αυτό πολλοί ερευνητές και βιομήχανοι διέθεσαν ένα μεγάλο μέρος της ζωής τους για να βρουν μια λύση στο πρόβλημα της ποιότητας.

Οι πρώτες τηλεοπτικές εκπομπές προγραμμάτων τηλεόρασης άρχισαν το 1936 στη Μ. Βρετανία και στην Αμερική το 1941.

Χαρακτηριστικός σταθμός στην ιστορία της τηλεόρασης, που έδωσε μεγάλη ώθηση στη διάδοση της, ήταν η εφεύρεση της φωτογραφικής λυχνίας image Orthicon στο εργαστήριο της εταιρείας RCA από τους Rose – Weimer και Law το 1945, που αντικατέστησε το εικονοσκόπιο, γιατί το τελευταίο είχε πάρα πολύ μικρή ευαισθησία σε περιβάλλον ασθενούς φωτισμού.

Η διάδοση της τηλεόρασης ήταν κατακόρυφη μετά την περίοδο του δεύτερου παγκόσμιου πολέμου, κυρίως εξαιτίας της αποδεσμεύσεως της βιομηχανίας ηλεκτρονικών από την πολεμική παραγωγή και της εκμεταλλεύσεως των ανακαλύψεων της περιόδου του πολέμου. Χαρακτηριστικό είναι το γεγονός ότι, ενώ το 1946 υπήρχαν στην Αμερική 6 σταθμοί εκπομπής με μερικές χιλιάδες δέκτες, μετά από 20 χρόνια υπήρχαν 560 σταθμοί με 56 εκατομμύρια δέκτες.

Στην Ελλάδα οι πρώτες πειραματικές εκπομπές της τηλεόρασης άρχισαν το 1965. Την καθυστερημένη αυτή εισαγωγή της τηλεόρασης ακολούθησε διάδοση μεγάλης εκτάσεως, που πιστεύουμε ότι επέδρασε ουσιαστικά στη διαμόρφωση της σύγχρονης ζωής στη χώρα μας.

Το πρώτο σύστημα έγχρωμης τηλεόρασης για το κοινό προτάθηκε στην Αμερική περί το 1950 από τον οργανισμό Columbia Broadcasting System (CBS). Το σύστημα αυτό αντιμετώπισε ζοηρή αντίδραση από το κοινό και τους κατασκευαστές, κυρίως γιατί δεν ήταν προσαρμοσμένο στο σύστημα της ασπρόμαυρης τηλεόρασης και για το λόγο αυτό αντικαταστάθηκε το 1953 από το σύστημα NTSC, που χρησιμοποιείται μέχρι σήμερα στην Αμερική. Το σύστημα πήρε το όνομά του από τα αρχικά του οργανισμού που ερεύνησε σε έκταση το θέμα και δημιούργησε το σύστημα που έγινε αποδεκτό από τη βιομηχανία και το κοινό. Ο οργανισμός αυτός καλείται National Television System Committee. Το σύστημα NTSC έχει καθιερωθεί και χρησιμοποιείται στην Αμερική, τον Καναδά και την Ιαπωνία, αποτελεί δε τη βάση στην οποία στηρίχθηκαν

όλα τα άλλα συστήματα που αναπτύχθηκαν μεταγενέστερα.

Στην Ευρώπη έχουν καθιερωθεί και έχουν γίνει αποδεκτά το σύστημα PAL και το σύστημα SECAM.

Το σύστημα PAL (Phase Alternation Line) προτάθηκε στη Γερμανία από τον Dr Bruch και είναι τροποποίηση του συστήματος NTSC. Το σύστημα αυτό, χρησιμοποιείται σε πολλές χώρες της Ευρώπης από το έτος 1967 όπως είναι η Μεγάλη Βρετανία, η Γερμανία κ.α.

Το σύστημα SECAM προτάθηκε στη Γαλλία από τον Henri de France το 1958 και αναπτύχθηκε από την εταιρεία Compagnie Francaise de telenision στο Παρίσι. Το ακρόνυμο SECAM σημαίνει “ Sequentiel Couleur a Memoire “. Το σύστημα αυτό χρησιμοποιείται από το 1967 στη Γαλλία, στις χώρες της πρώην Σοβιετικής Ένωσης και σε άλλες ανατολικές χώρες της Ευρώπης,.

Στην Ελλάδα καθιερώθηκε περίπου από το 1980 το σύστημα SECAM.

Τα παραπάνω στοιχεία και ιστορικά γεγονότα είναι οι κύριοι σταθμοί που συνετέλεσαν στη διαμόρφωση της τηλεόρασεως και αναφέρθηκαν εισαγωγικά.

### 1.3 Επίγεια τηλεόραση

Ο πιο διαδεδομένος τρόπος μετάδοσης είναι μέσω επίγειου δικτύου εκπομπής. Στην κορυφή κάποιου βουνού εγκαθίσταται ένα κέντρο εκπομπής και αυτό συμβαίνει γιατί χρειαζόμαστε οπτική επαφή της κεραίας λήψης με τη κεραία του πομπού. Το κέντρο εκπομπής λαμβάνει το τηλεοπτικό σήμα από το σταθμό και το οδηγεί σε ένα πομπό. Ο πομπός το εκπέμπει σε μία από τις παρακάτω ζώνες συχνοτήτων:

- UHF ( Ultra High Frequency, υπερυψηλές συχνότητες ): Στη ζώνη αυτή η συχνότητα κυμαίνεται από 300 MHz ( ελάχιστο ) έως 3000 MHz ( μέγιστο )
- VHF ( Very High Frequency, πολύ υψηλές συχνότητες ): Στη ζώνη αυτή η συχνότητα κυμαίνεται από 30 MHz εως 300 MHz

Αυτές οι ζώνες συχνοτήτων δεν χρησιμοποιούνται αποκλειστικά για τηλεοπτικές μεταδόσεις. Σε αυτές τις ζώνες συχνοτήτων έχουν εκχωρηθεί κανάλια και για άλλες εφαρμογές, όπως η ραδιοφωνία FM, οι ραδιοερασιτεχνικές εκπομπές, τα ειδικά ραδιοδίκτυα κ.τ.λ.. Η κατανομή των καναλιών είναι διαφορετική για κάθε περιοχή του κόσμου. Συνοπτικά, στην Ελλάδα έχουμε τα παρακάτω κανάλια, ανάλογα με τη ζώνη εκπομπής:

- Ζώνη I (VHF): Κανάλια 2, 3, 4.
- Ζώνη II (VHF): Δεν υπάρχουν τηλεοπτικά κανάλια, χρησιμοποιείται για ραδιοφωνία FM.
- Ζώνη III (VHF): Κανάλια 5-11.
- Ζώνη IV (UHF): Κανάλια 21-37
- Ζώνη V (UHF): Κανάλια 38-69

Επίσης, υπάρχει η ζώνη με τα κανάλια S2-S20 (VHF). Σε αυτή τη ζώνη δε γίνονται εκπομπές από επίγειο σταθμό. Αυτή η ζώνη χρησιμοποιείται μόνο για τις καλωδιακές εγκαταστάσεις.

## 1.4 Επίγεια ψηφιακή τηλεόραση

Η επίγεια ψηφιακή τηλεόραση (DTTV ή DTT) είναι μια εφαρμογή της ψηφιακής τεχνολογίας που παρέχει μεγαλύτερο αριθμό καναλιών και/ή καλύτερη ποιότητα εικόνας και ήχου (AC3, Dolby ψηφιακό) μέσω μιας συμβατικής κεραίας αντί μιας δορυφορικής σύνδεσης. Για παράδειγμα, στο ίδιο κανάλι UHF μπορούν να εκπέμπουν μέχρι και 4 κανάλια με συμβατική ποιότητα εικόνας (SDTV), ή ένα κανάλι με εικόνα υψηλής ευκρίνειας (HD TV). Η χρησιμοποιούμενη τεχνολογία είναι η ATSC στη Βόρεια Αμερική, η ISDB-T στην Ιαπωνία, και η DVB-T στην Ευρώπη και την Αυστραλία (στον υπόλοιπο κόσμο δεν έχουν ληφθεί οριστικές αποφάσεις). Το ISDB-T είναι παρόμοιο με το DVB-T και μπορεί να γίνει χρήση των ίδιων δεκτών και αποδιαμορφωτών.

### 1.4.1 Λήψη

Η λήψη της επίγειας ψηφιακής τηλεόρασης DTTV γίνεται μέσω σχετικού δέκτη. Αυτός μπορεί να έχει τη μορφή μιας μικρής επιτραπέζιας συσκευής ή να είναι ενσωματωμένος (στην τηλεόραση). Ο ψηφιακός δέκτης αποκωδικοποιεί το σήμα που λαμβάνεται μέσω μιας συμβατικής κεραίας. Εντούτοις, λόγω τεχνικών ζητημάτων, μια ειδική κεραία (συνήθως ευρείας ζώνης) μπορεί να απαιτηθεί εάν η πολυπλεξία του DTV σήματος βρίσκεται εκτός εύρους ζώνης της εγκατεστημένης κεραίας (όπως π.χ. στο Ηνωμένο Βασίλειο).

### 1.4.2 Μετάδοση

Η επίγεια ψηφιακή τηλεόραση DTTV μεταδίδεται στις ραδιοσυχνότητες που είναι παρόμοιες με την τυπική αναλογική τηλεόραση, με την κύρια διαφορά να είναι η πολυπλεξία του σήματος στον πομπό, κάτι που επιτρέπει τη λήψη πολλαπλάσιων καναλιών σε ένα ενιαίο φάσμα συχνότητας (όπως ένα κανάλι UHF ή VHF). Η ποσότητα δεδομένων που μπορεί να διαβιβαστεί (και επομένως ο αριθμός καναλιών) επηρεάζεται άμεσα από τη μέθοδο διαμόρφωσης του καναλιού. Η μέθοδος διαμόρφωσης στο DVB-T είναι η COFDM με εγκάρσια διαμόρφωση εύρους (QAM) 64 ή 16. Γενικά ένα κανάλι 64QAM είναι σε θέση να εκπέμπει με μεγαλύτερο ρυθμό μετάδοσης (bitrate), αλλά είναι πιο ευαίσθητο σε παρεμβολές. Και τα δυο βασικά συστήματα (DVB-T και ATSC) χρησιμοποιούν τα πρότυπα μετάδοσης mpeg-2 και mpeg-4, ενώ διαφέρουν σημαντικά στο πώς κωδικοποιούνται σχετικές υπηρεσίες (όπως ο πολυκάναλος ήχος, οι υπότιτλοι, και ο ηλεκτρονικός οδηγός προγράμματος EPG).

### 1.4.3 Τα πλεονεκτήματα από την επίγεια ψηφιακή τηλεόραση

Χαμηλότερη ισχύς εκπομπής. Αυτό είναι αποτέλεσμα της ευαισθησίας λήψης, καθώς και της δυνατότητας διόρθωσης των λαθών από τον δέκτη του τηλεθεατή για την αποτύπωση της τελικής εικόνας. Λόγω της τέλει λήψης (χωρίς άλλου είδους παρεμβολές) γίνεται χρήση της μικρότερης απαιτούμενης ισχύος που δίνει η θεωρία της ψηφιακής τεχνολογίας, χωρίς να αλλάζει αυτό στην πράξη. Θυμίζουμε ότι στην αναλογική εκπομπή άλλα επίπεδα ισχύος αναφέρει η θεωρία για την κάλυψη του Λεκανοπεδίου και άλλα επίπεδα εφαρμόζονται στην πράξη από τα κρατικά και ιδιωτικά κανάλια, μέσα στην αγωνία τους να

φέρουν την καλύτερη δυνατή εικόνα στον τηλεθεατή. Στην ψηφιακή τηλεόραση δεν ισχύει κάτι τέτοιο, αφού ο τηλεθεατής από κάποιο επίπεδο λήψης και πάνω έχει τέλεια εικόνα, χωρίς τη δυνατότητα αύξησης της ποιότητάς της από τον πάροχο με την αύξηση της ισχύος εκπομπής.

**Δυνατότητα εκπομπής σε όλη τη χώρα από μία συχνότητα**, και μάλιστα αθροιστικά αυτό να μεταφράζεται σε καλύτερο σήμα στον δέκτη του τηλεθεατή. Αυτό αποτελεί ίσως και τη μεγαλύτερη τεχνικής φύσεως διαφορά της ψηφιακής από την αναλογική εκπομπή. Για παράδειγμα, μέχρι σήμερα κάθε κανάλι κάνει χρήση 3 συχνοτήτων από τρία διαφορετικά κέντρα εκπομπής ( Ύμηττός, Πάρνηθα και Αίγινα ) για να καλύψει όλο το Λεκανοπέδιο της Αττικής. Είναι φυσικό, το κανάλι που κάνει χρήση ένας τηλεοπτικός σταθμός από τον Ύμηττό να μην μπορεί να γίνει χρήση και από την Πάρνηθα και από την Αίγινα, διότι θα παρεμβάλλει το ένα το άλλο σε πολλές περιοχές που έχουν λήψη από 2 σημεία. Στην ψηφιακή τηλεόραση αυτό είναι εφικτό, και μάλιστα αν κάποιο σημείο του Λεκανοπεδίου έχει λήψη από 2 σημεία εκπομπής, το σήμα που θα φθάνει στον ψηφιακό δέκτη από το δεύτερο σημείο θα «μεταφράζεται» και αυτό σε ωφέλιμο σήμα, ανεβάζοντας έτσι αθροιστικά το συνολικό επίπεδο λήψης του σταθμού. Επίσης σήματα που θα φθάνουν στον δέκτη με καθυστέρηση ( ανακλάσεις σε κοντινούς λόφους ή μεγάλα κτίρια ) με την ίδια τεχνική θα μεταφράζονται σε ωφέλιμο σήμα λήψης και όχι ως παρεμβολές, όπως στην αναλογική μετάδοση.

**Δυνατότητα εκπομπής περισσότερων του ενός τηλεοπτικών προγραμμάτων από μία συχνότητα.** Μέχρι τώρα, κάθε συχνότητα των VHF ή των UHF μετέδιδε ένα μόνο τηλεοπτικό πρόγραμμα. Στην ψηφιακή τηλεόραση υπάρχει χώρος για πολλαπλά τηλεοπτικά προγράμματα, ανάλογα και με τη συμπίεση που εφαρμόζει σε καθένα από αυτά ο πάροχος. Με τον τρόπο αυτόν μπορεί ο κάθε τηλεοπτικός σταθμός να δημιουργήσει ένα μικρό πακέτο καναλιών από ένα δίκτυο που μέχρι τώρα μετέδιδε ένα πρόγραμμα.

**Χαμηλότερο κόστος μετάδοσης κωδικοποιημένης εκπομπής προγραμμάτων.** Το κόστος μετάδοσης προγραμμάτων κωδικοποιημένης εκπομπής είναι μικρότερο στην ψηφιακή τηλεόραση απ' ότι στην αναλογική. Μέχρι τώρα, η Netmed διαθέτει σύστημα κωδικοποίησης αναλογικού Cablecrypt σε κάθε αναμεταδότη που έχει επίγεια. Αναλογιστείτε το κόστος ενός τέτοιου δικτύου. Στην ψηφιακή εκπομπή η κωδικοποίηση γίνεται στην πηγή του stream μέσα στον τηλεοπτικό σταθμό.

**Δυνατότητα μετάδοσης ψηφιακών υπηρεσιών πέραν των τηλεοπτικών προγραμμάτων.** Οι βασικότερες από αυτές είναι υπηρεσία υποτιτλισμού σε πολλές γλώσσες, ηλεκτρονικού οδηγού προγράμματος και νέας μορφής teletext με πληροφορίες και ειδήσεις. Επίσης μπορεί να γίνει μετάδοση ραδιοφωνικών σταθμών, καθώς και Internet σε κάποιες περιπτώσεις.

**Διαμοιρασμός κόστους επίγειας μετάδοσης.** Στην περίπτωση που κάποιοι μικροί πάροχοι τηλεοπτικών προγραμμάτων θελήσουν να έρθουν σε επαφή, μπορούν να μεταδώσουν το πρόγραμμά τους πανελλαδικά με το ¼ του κόστους της αναλογικής εκπομπής.

Από τη μεριά του τηλεθεατή τα πλεονεκτήματα δεν είναι και τόσο εμφανή πέραν της ποιότητας της εικόνας, και για τον λόγο αυτό θέλουν και αυτά κάποια ανάλυση.

**Ποιότητα εικόνας.** Είναι ίσως η βασικότερη αλλαγή στα μάτια του τηλεθεατή από τη μετάβαση στην ψηφιακή λήψη. Ιδιαίτερα στο νησιωτικό σύμπλεγμα της Ελλάδας η διαφορά θα είναι τεράστια, αν τα

τηλεοπτικά προγράμματα αρχίζουν το ένα μετά το άλλο να μεταδίδουν το πρόγραμμά τους ψηφιακά. Η θάλασσα, δυστυχώς, προκαλεί πολλά προβλήματα στη λήψη των σημάτων από τους κατοίκους των περιοχών αυτών. Η εικόνα δεν έχει ποτέ σταθερή ποιότητα μέσα στη μέρα και πολλές φορές δεν είναι καν προς παρακολούθηση. Τα πλοία θα έχουν την τιμητική τους, αφού στην ψηφιακή τηλεόραση θα είναι πλέον εφικτή η λήψη τέλει εικόνας σε όλο το ταξίδι τους στο Αιγαίο.

**Ευκολότερη λήψη.** Ενώ στην αναλογική τηλεόραση απαιτείται συνήθως jagi ή panel κεραία λήψης, στην ψηφιακή είναι αρκετή μία μικρή omni (κυκλικής λήψης). Στις ήδη υπάρχουσες εγκαταστάσεις δεν χρειάζεται να γίνει απολύτως καμία αλλαγή για τη λήψη της ψηφιακής τηλεόρασης. Μετά τη μετάβαση από την αναλογική στην ψηφιακή, τα πράγματα θα είναι για όλους πιο εύκολα στο θέμα της λήψης.

**Μετρήσεις ποιότητας λήψης από τον δέκτη του τηλεθεατή.** Αυτό είναι κάτι που βοηθά πολύ τον χρήστη στη ρύθμιση της κεραίας λήψης. Κάθε ψηφιακός δέκτης έχει εμφανή μέτρηση του επιπέδου λήψης, καθώς και της ποιότητας λήψης. Στην αναλογική τηλεόραση δεν υπήρχε κάτι αντίστοιχο παρά μόνο η εικόνα από μόνη της λειτουργούσε κάποιες στιγμές ως αναφορά ποιότητας λήψης.

**Επιπλέον ψηφιακές υπηρεσίες στη διάθεση του τηλεθεατή.** Βασική υπηρεσία είναι ο ηλεκτρονικός οδηγός προγράμματος ( **EPG** ). Ο τηλεθεατής γνωρίζει πλέον τι παρακολουθεί, αλλά και τι θα ακολουθήσει μετά, κατά τη διάρκεια της ημέρας στο πρόγραμμα του τηλεοπτικού σταθμού.

### **1.5 Εγκατάσταση κεντρικής κεραίας**

Η εγκατάσταση κεντρικής κεραίας γίνεται με σκοπό να τροφοδοτήσει με το κατάλληλο σήμα, επίγειο ή δορυφορικό, τους αντίστοιχους δέκτες μιας πολυκατοικίας, ενός οικοδομικού τετραγώνου ή ακόμη και ενός οικισμού.

Η χρήση κεντρικής κεραίας επιβάλλεται κυρίως για λόγους αισθητικής (ποιος δεν έχει δει τα «δάση» κεραίων σε παλιές πολυκατοικίες;), καθώς και οικονομίας, καθότι κοστίζουν λιγότερο ανά τελικό χρήστη.

Μια εγκατάσταση κεντρικής επίγειας λήψης τηλεοπτικού σήματος περιλαμβάνει τα στοιχεία, κεραία λήψης για τηλεόραση, ιστό στήριξης της κεραίας, κατάλληλο ενισχυτή σήματος, διανεμητή σήματος (δια κλαδωτές), καλώδια 75 Ω, πρίζες παροχής σήματος. Αυτά τα στοιχεία θα αναλύσουμε στα επόμενα κεφάλαια.



## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2**

### **Κεραία τεχνικά χαρακτηριστικά και εγκατάσταση**

#### **2.1 Εισαγωγή**

Η κεραία είναι βασικός παράγοντας για τη λήψη της εικόνας της τηλεόρασης, για αυτό το λόγο απαιτεί μεγάλη προσοχή η επιλογή της κατάλληλης κεραίας ανάλογα την περίπτωση και η καλή εγκατάστασή της.

Για να πάρουμε στο δέκτη καλή εικόνα είναι απαραίτητο να υπάρχει το μέγιστο δυνατό σήμα στην κεραία, να παίρνουμε το σήμα μόνο από μια κατεύθυνση, η κεραία να εγκατασταθεί μακριά από αίτια που είναι δυνατόν να δημιουργήσουν προβλήματα στη σωστή λειτουργία της κεραίας.

Στο κεφάλαιο αυτό θέλουμε να δώσουμε κάποια θεωρητικά αλλά και κάποια πρακτικά στοιχεία που χρειάζονται για να μπορέσει να επιλύσει τα οποιαδήποτε προβλήματα που σχετίζονται με το θέμα της κεραίας.

#### **2.2 Η διάδοση των ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων της τηλεόρασης**

Όπως είναι γνωστό, τα ηλεκτρομαγνητικά κύματα στην κεραία ενός δέκτη τηλεόρασης προέρχονται από κατευθείαν διάδοση από τον πομπό ( ευθύ κύμα ) ή από ανάκλαση στα ανώτερα στρώματα της ατμόσφαιρας ( ουράνιο κύμα ) ή τέλος ακολουθώντας την επιφάνεια του εδάφους ( επίγειο κύμα ).

Για τις συχνότητες της τηλεόρασης το κύμα που χρησιμοποιείται είναι αυτό που δεχόμαστε κατευθείαν από τον πομπό. Το κύμα εδάφους εξασθενεί γρήγορα για τις συχνότητες της τηλεόρασης και λαμβάνεται υπόψη μόνο σε περιοχές που βρίσκονται πολύ κοντά στην κεραία του πομπού. Το ουράνιο κύμα δεν έχει πρακτική χρήση, ακόμη και όταν ο δέκτης έχει μεγάλη ευαισθησία, γιατί δεν είναι σταθερό και μεταβάλλεται με τις ατμοσφαιρικές συνθήκες. Όταν το ουράνιο κύμα προέρχεται από ολική ανάκλαση σε στρώματα ανώμαλης πίεσης, το σήμα υφίσταται περιοδικές μεταβολές αρκετές φορές το χρόνο, έχει δε τη μέγιστη ένταση την άνοιξη και το φθινόπωρο και την ελάχιστη το καλοκαίρι. Η λήψη σήματος της τηλεόρασης που προέρχεται από ανάκλαση στην ιονόσφαιρα είναι πολύ σπάνια και αυτό γιατί κύματα συχνότητας μεγαλύτερης των 60 Mhz διαπερνούν την ιονόσφαιρα και σπάνια ανακλώνται από αυτήν.

Από αυτά που αναφέραμε βγαίνει το συμπέρασμα ότι στην τηλεόραση ενδιαφερόμαστε για το ευθύ κύμα και συνεπώς για κάποιο σταθμό εκπομπής θα πρέπει να τοποθετήσουμε την κεραία λήψης σε σημείο που να έχει οπτική επαφή με το σημείο εκπομπής, γιατί η διάδοση των ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων στην ατμόσφαιρα για τις συχνότητες της τηλεόρασης είναι σχεδόν ευθεία γραμμή και λέμε σχεδόν γιατί αποδεικνύεται ότι η ακτίνα των ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων είναι καμπύλη γραμμή με τα κοίλα προς τα κάτω. Αποτέλεσμα του φαινομένου αυτού είναι ότι ο ηλεκτρομαγνητικός ορίζοντας είναι μεγαλύτερος του γεωμετρικού και συνεπώς η επίδραση της διάθλασης έχει σαν αποτέλεσμα την αύξηση της εμβέλειας του

σταθμού εκπομπής.

### 2.3 Τα ανεπιθύμητα σήματα

Η ύπαρξη απευθείας επαφής αποτελεί εγγύηση καλής λήψης του σήματος της τηλεόρασης. Ικανοποιητική λήψη ωστόσο είναι δυνατόν να υπάρξει και σε ορισμένες περιπτώσεις, όταν δεν έχουμε απευθείας επαφή και αυτή οφείλεται σε γειτονικές εγκαταστάσεις. Αν μεταξύ κεραίας πομπού και σημείου λήψης υπάρχει εμπόδιο, π. χ. Μια ψηλή οικοδομή, είναι δυνατόν στην κεραία λήψης να φθάσει σήμα προερχόμενο από ανάκλαση σε άλλη γειτονική οικοδομή. Για αυτό το λόγο είναι καλό πάντα η εγκατάσταση της κεραίας να γίνεται με την χρήση πεδιομέτρου που μπορούμε εύκολα να βρούμε το σημείο με την καλύτερη λήψη σήματος ώστε να στρέψουμε σωστά την κεραία μας σε αυτό το σημείο με ακρίβεια στη ρύθμιση μας.

Παρά το γεγονός ότι οι ανακλάσεις των ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων είναι δυνατόν να βοηθήσουν στη λήψη του σήματος, όπως στην περίπτωση του παραδείγματος της προηγούμενης παραγράφου, οι ανακλάσεις αποτελούν κατά κανόνα αίτια ανωμαλιών, ιδιαίτερα στο αναλογικό σήμα τηλεόρασης και είναι ανεπιθύμητες. Στο σημείο λήψης είναι δυνατόν να φθάσουν, συγχρόνως, εκτός από το ευθύ κύμα, κύματα προερχόμενα από ανακλάσεις σε γειτονικά αντικείμενα. Λόγω της μεγαλύτερης αποστάσεως που διανύουν τα προερχόμενα από ανακλάσεις κύματα θα φθάσουν στο δέκτη καθυστερημένα. Το αποτέλεσμα στην οθόνη θα είναι η εμφάνιση δύο ή περισσότερων εικόνων, μιας που προέρχεται από το ευθύ κύμα και άλλων που προέρχονται από ανακλάσεις. Παρεμβολή μπορεί να έχουμε αν σε μια περιοχή έχουμε πάνω από ένα κέντρο εκπομπής, π. χ. Λεκανοπέδιο Αττικής έχουμε τρία κέντρα εκπομπής, εάν σε κάποια σημεία το πεδίο κάλυψης του ενός συμπίπτει με κάποιο άλλο πεδίο στην ίδια συχνότητα.

Στο ψηφιακό σήμα εάν αυτή η παρεμβολή ή η ανάκλαση δεν είναι πολύ ισχυρή το σήμα μας αναγεννιέται στον αποκωδικοποιητή χωρίς αλλοίωση στα χαρακτηριστικά της εικόνας, επηρεάζοντας μόνο κάποιους συντελεστές ποιότητας του σήματος.

Στην πράξη τα φαινόμενα αυτά εξουδετερώνονται ή περιορίζεται η επίδρασή τους με τη χρήση κεραίας μεγάλης κατευθυντικότητας και κατάλληλα προσανατολισμένης. Εάν τα φαινόμενα αυτά είναι πολύ ισχυρά χρησιμοποιούμε παράλληλες κεραίες ( δίδυμες ) με συζεύκτη ( μίκτης ).

### 2.4 Πόλωση

Όπως είναι γνωστό τα ηλεκτρομαγνητικά κύματα αποτελούνται από εναλλασσόμενα ηλεκτρικά και μαγνητικά πεδία κάθετα μεταξύ τους. Όταν το επίπεδο των ηλεκτρικών και μαγνητικών πεδίων του κύματος δε μεταβάλλεται, το κύμα ονομάζεται επιπέδου πόλωσης. Όταν το ηλεκτρικό πεδίο του κύματος είναι οριζόντιο, λέμε ότι το κύμα είναι οριζόντιας πόλωσης, ενώ όταν το ηλεκτρικό πεδίο είναι κατακόρυφο λέμε ότι είναι κατακόρυφης πόλωσης. Οι γραμμές του ηλεκτρικού πεδίου είναι παράλληλες με την κεραία θα δώσει οριζόντια πόλωση και κατακόρυφη κεραία κατακόρυφη πόλωση.

Το ερώτημα ποιο από τα δύο συστήματα πόλωσης θα χρησιμοποιηθεί αποτέλεσε αντικείμενο

εκτεταμένης μελέτης κατά το παρελθόν, χωρίς να προκύψει σημαντικό πλεονέκτημα του ενός συστήματος ως προς το άλλο. Σήμερα οι περισσότερες χώρες χρησιμοποιούν οριζόντια πόλωση. Ένας λόγος προτίμησης της οριζόντιας πόλωσης είναι η εξουδετέρωση της πιθανής παρεμβολής από τους πολυάριθμους σταθμούς VHF , που εκπέμπουν με κατακόρυφη πόλωση.

## 2.5 Το δίπολο

Το απλό δίπολο είναι η απλούστερη μορφή κεραίας και η θεωρία του , που ας σημειωθεί είναι αρκετά μεγάλη και καθόλου απλή και έτσι δε θα επεκταθούμε σε αυτό το θέμα, αποτελεί τη βάση στην οποία στηρίζεται η θεωρία και η μελέτη όλων των σύνθετων κεραιών.

Αν θεωρήσουμε το δίπολο σαν κεραία λήψης σε χώρο που υπάρχει ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία, με επίπεδο ηλεκτρικού πεδίου παράλληλο προς την κεραία , η κεραία διεγείρεται από το ηλεκτρομαγνητικό πεδίο και επάγεται σε μορφή ρεύματος και τάσεως. Στο δίπολο αυτό το ρεύμα είναι μηδενικό στα άκρα και μέγιστο στο κέντρο και τα άκρα της κεραίας είναι σημεία μέγιστης τάσεως.

Από τη διανομή των ρευμάτων και της τάσεως σε μία κεραία μπορούμε να εξηγήσουμε γιατί η κεραία δίπολου συντονίζεται σε κάποια συχνότητα.

## 2.6 Η σύνθετη αντίσταση της κεραίας

Βασικό χαρακτηριστικό κάθε κεραίας είναι η σύνθετη αντίστασή της στο σημείο λήψης της ενέργειας, γιατί από την τιμή της θα εξαρτηθεί η εκλογή της γραμμής μεταφοράς, ώστε να δημιουργήσουμε τις απαιτούμενες συνθήκες για τη μέγιστη μεταφορά ισχύος. Η σύνθετη αντίσταση της κεραίας μπορεί να οριστεί σαν λόγος της τάσεως προς το ρεύμα της κεραίας στο σημείο λήψης.

Για την περίπτωση του δίπολου η τερματική σύνθετη αντίστασή του στη συχνότητα συντονισμού εξαρτάται από του εξής τρεις παράγοντες:

1. Το μήκος του δίπολου συναρτήσει του μήκους κύματος
2. Τον λόγο του μήκους κύματος προς τη διάμετρο του σύρματος
3. Το είδος του δίπολου

Τα παραπάνω ισχύουν για το απλό δίπολο. Οι συνήθεις κεραίες λήψης όμως διαφέρουν από τα απλά δίπολα και έχουν πολλά στοιχεία. Τα γειτονικά στοιχεία μπορούν να αυξήσουν ή να μειώσουν την τερματική σύνθετη αντίσταση της κεραίας. Όλοι οι κατασκευαστές κεραιών πάντως προσπαθούν να κατασκευάσουν τις κεραίες ώστε η τερματική τους αντίσταση να πλησιάζει όσο γίνεται περισσότερο τα  $75 \Omega$ , γιατί τότε είναι η χαρακτηριστική αντίσταση των διαφόρων ειδών γραμμών μεταφοράς που χρησιμοποιούνται στην τηλεόραση.

Θα πρέπει να αναφέρουμε ωστόσο ότι η αντίσταση της κεραίας δεν είναι απαραίτητο να είναι καθαρά ωμική, αλλά μπορεί να είναι και χωρητική ή επαγωγική, αν το σημείο λήψης δε βρίσκεται στο μέσον του δίπολου, ή αν το μήκος της δεν είναι πολλαπλάσιο του μήκους κύματος.

## 2.7 Η κατευθυντικότητα της κεραίας

Η κατευθυντικότητα της κεραίας είναι και αυτή ένα βασικό χαρακτηριστικό της και αναφέρεται στην ικανότητα της να παίρνει ισχυρότερα σήματα από ορισμένες διευθύνσεις. Για το δέκτη της τηλεόρασης είναι επιθυμητό να μπορούμε να παίρνουμε σήμα μόνο από μία διεύθυνση και να απορρίπτουμε τα σήματα από όλες τις άλλες διευθύνσεις. Η ιδιότητα αυτή εξασφαλίζει ισχυρό σήμα από τον πομπό και απόρριψη όλων των άλλων σημάτων που είναι παρεμβολές ή θόρυβος.

Η κατευθυντικότητα της κεραίας περιγράφεται κατά τον καλύτερο τρόπο με πολικά διαγράμματα, στα οποία δίνεται η ένταση του σήματος σε διάφορες διευθύνσεις σε σύγκριση με τη μέγιστη. Από τα διαγράμματα αυτά εκείνο έχει μεγάλη σημασία είναι το διάγραμμα οριζόντιας κατευθυντικότητας και είναι αυτό που συνήθως δίνεται από τους κατασκευαστές και αναφέρεται απλώς σε διάγραμμα κατευθυντικότητας. Το διάγραμμα κατευθυντικότητας κατά την κατακόρυφη διεύθυνση έχει εξειδικευμένες μόνο εφαρμογές και για αυτό σπάνια δίνεται από τους κατασκευαστές. Ένας πρόσθετος λόγος που δε δίνεται είναι ότι αυτό επηρεάζεται και εξαρτάται από την επιφάνεια της γης για δεδομένο ύψος κεραίας από το έδαφος.

Το διάγραμμα κατευθυντικότητας ή πολοδιάγραμμα, όπως συνήθως ονομάζεται, δίνεται από τους κατασκευαστές σε αυθαίρετη κλίμακα ως 100 και η μέγιστη κατευθυντικότητα τοποθετείται πάντοτε στο 100 της κλίμακας. Το διάγραμμα κατευθυντικότητας δεν περιέχει πληροφορίες απολαβής για τις κεραίες, αλλά δίνει απλώς πληροφορίες κατευθυντικότητας.

## 2.8 Το εύρος συχνοτήτων της κεραίας

Τα χαρακτηριστικά μιας κεραίας όπως είναι η κατευθυντικότητα, η απολαβή, η σύνθετη αντίσταση κ. λ. π. , εξαρτώνται από τη συχνότητα. Όσο απομακρυνόμαστε από τη συχνότητα συντονισμού της κεραίας τα χαρακτηριστικά της κεραίας αλλάζουν. Ο ρυθμός με τον οποίο αλλάζουν τα χαρακτηριστικά αυτά εξαρτάται από το εύρος συχνοτήτων της κεραίας.

Σαν εύρος συχνοτήτων μιας κεραίας μπορούμε να θεωρήσουμε την περιοχή εκείνη των συχνοτήτων, γύρω από τη συχνότητα συντονισμού, στην οποία τα χαρακτηριστικά της πλησιάζουν τα χαρακτηριστικά της στον συντονισμό.

Η κεραία μικρού εύρους συχνοτήτων συμπεριφέρεται καλά μόνο σε μία σχετικά μικρή περιοχή συχνοτήτων. Για αυτό το λόγο , κεραίες για ένα μόνο κανάλι ονομάζονται κεραίες μικρού εύρους συχνοτήτων. Αν ληφθεί υπόψη ότι η τηλεόραση καλύπτει μεγάλο εύρος συχνοτήτων προκύπτει ότι οι κεραίες της τηλεόρασης γενικής χρήσης θα πρέπει να έχουν μεγάλο εύρος συχνοτήτων.

## 2.9 Η απολαβή της κεραίας

Η απολαβή της κεραίας είναι ένα από τα βασικά χαρακτηριστικά της. Η απολαβή αναφέρεται στο λόγο της μέγιστης ισχύος μιας κεραίας, προς την αντίστοιχη ισχύ μιας πρότυπης κεραίας. Ο λόγος αυτός δίνεται σχεδόν πάντοτε σε decibel (dB). Σαν πρότυπη κεραία συνήθως χρησιμοποιούμε το συντονισμένο

δίπολο μήκους  $\lambda/2$ , προσαρμοσμένο σε κανονικό φορτίο.

Η απολαβή της κεραίας επηρεάζεται απ' το πολοδιάγραμμα της και είναι τόσο μεγαλύτερη όσο περισσότερο κατευθυντικό είναι το πολοδιάγραμμα της κεραίας. Με άλλα λόγια, όσο μικρότερο είναι το εύρος του λοβού τόσο μεγαλύτερη είναι η απολαβή της κεραίας.

Η απολαβή των κεραιών που χρησιμοποιούνται στη τηλεόραση εξαρτάται από τον τύπο της κεραίας, το μέγεθός της και τη περιοχή συχνοτήτων που καλύπτει. Υπάρχουν κεραιές τηλεόρασης που δίνουν τιμές απολαβής από 0 ως 18 dB .

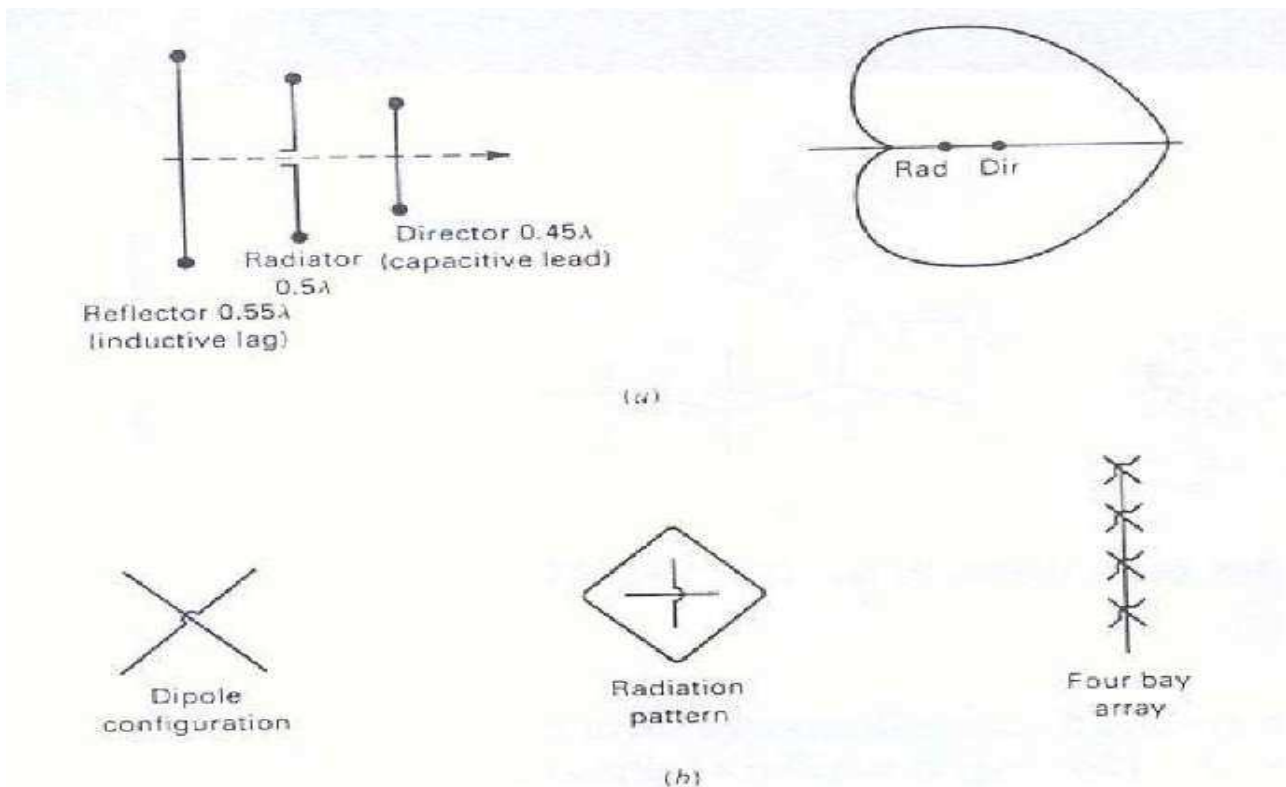
Η απολαβή της κεραίας δεν είναι σταθερή για όλο το φάσμα συχνοτήτων που έχει κατασκευαστεί. Αυτό δεν έχει σημασία και συνήθως είναι επιθυμητό η απολαβή της κεραίας να αυξάνει με τη συχνότητα.

### **2.10 Η κεραία Yagi**

Παρά το γεγονός ότι η χρήση της απλής κεραίας δεν αποκλείεται, στη τηλεόραση χρησιμοποιούμε κεραιές υψηλών επιδόσεων που χρησιμοποιούν περισσότερα του ενός στοιχεία. Όλες σχεδόν οι κεραιές τηλεόρασης για συχνότητες VHF ή UHF χρησιμοποιούν παρασιτικά στοιχεία. Το παρασιτικό στοιχείο δε συνδέεται ηλεκτρικά στη γραμμή μεταφοράς, όπως συμβαίνει με το κυρίως στοιχείο. Τα παρασιτικά στοιχεία αυξάνουν την απολαβή της κεραίας και έχουν μήκος λίγο μικρότερο από  $\lambda/2$  οπότε ονομάζονται κατευθυντήρες ή μεγαλύτερο του  $\lambda/2$  οπότε ονομάζονται ανακλαστήρες. Οι κατευθυντήρες αυξάνουν την απολαβή από την πλευρά που τοποθετούνται, ενώ οι ανακλαστήρες τη μειώνουν. Η χρήση λοιπόν ενός ανακλαστήρα και ενός ή περισσοτέρων κατευθυντήρων αλλάζουν το πολοδιάγραμμα του απλού δίπολου, ώστε να δίνει μονοκατευθυντικό και να αυξηθεί η απολαβή της κεραίας προς τη κατεύθυνση του πομπού.

### **2.11 Κατευθυντικές κεραιές υψηλής συχνότητας**

Οι κεραιές υψηλής συχνότητας (High Frequency/ HF) είναι πιθανό να διαφέρουν από τις κεραιές χαμηλής συχνότητας για δύο λόγους. Ο πρώτος είναι οι απαιτήσεις μετάδοσης/ λήψης στις υψηλές συχνότητες και ο δεύτερος η δυνατότητα επίτευξής τους. Δεδομένου ότι ένα μεγάλο μέρος της επικοινωνίας HF είναι πιθανό να είναι από σημείο σε σημείο, απαιτούνται αρκετά συγκεντρωμένες δέσμες ακτινοβολίας αντί της μη κατευθυντικής μετάδοσης. Τέτοιας μορφής διαγράμματα ακτινοβολίας είναι εφικτά στις υψηλές συχνότητες, λόγω των μικρότερων μηκών κύματος. Οι κεραιές μπορούν να κατασκευαστούν σε διαστάσεις αρκετών μηκών κύματος, διατηρώντας παράλληλα ένα εύχρηστο μέγεθος.



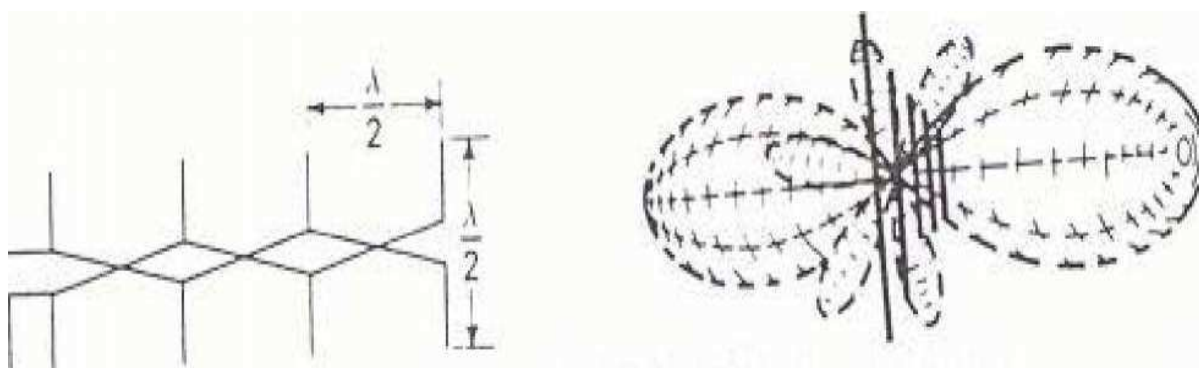
Σχήμα 1

### 2.11.1 Στοιχειοκεραία Διπόλων

Μια στοιχειοκεραία είναι ένα σύστημα ακτινοβολίας που αποτελείται από ένα σύνολο ακτινοβολητών ή στοιχεία (Σχήμα 1). Αυτοί είναι τοποθετημένοι σε μικρή απόσταση μεταξύ τους, ούτως ώστε να είναι ο ένας μέσα στο πεδίο επαγωγής του άλλου. Επομένως αλληλεπιδρούν ο ένας με τον άλλον, παράγοντας ένα διάγραμμα ακτινοβολίας που ισούται με το διανυσματικό άθροισμα των επιμέρους εκπομπών τους. Η ύπαρξη ενίσχυσης ή εξασθένησης σε οποιαδήποτε δεδομένη κατεύθυνση, καθορίζεται όχι μόνο από τα επιμέρους χαρακτηριστικά κάθε στοιχείου, αλλά και από την απόσταση μεταξύ των στοιχείων, μετρούμενη σε μήκη κύματος, και από την (ενδεχόμενη) διαφορά φάσης ανάμεσα στα διάφορα σημεία τροφοδοσίας. Με την κατάλληλη τοποθέτηση των στοιχείων στη διάταξη, μπορούμε να δημιουργήσουμε ακυρώσεις και ενισχύσεις ακτινοβολίας, με αποτέλεσμα η στοιχειοκεραία να εμφανίζει εξαιρετικά χαρακτηριστικά κατευθυντικότητας. Κέρδη πολύ πάνω από 50 δεν είναι ασυνήθιστα, ειδικά στο άνω όριο της ζώνης υψηλών συχνοτήτων. Μπορούμε επίσης να χρησιμοποιήσουμε μία στοιχειοκεραία για να επιτύχουμε ένα μη κατευθυντικό διάγραμμα ακτινοβολίας στο οριζόντιο επίπεδο, όπως με τις περιστροφικές (turnstile) στοιχειοκεραίες (Σχήμα 1β) που χρησιμοποιούνται στην εκπομπή τηλεόρασης. Γενικά πάντως οι HF στοιχειοκεραίες είναι πιο πιθανό να χρησιμοποιηθούν για να επιτευχθεί κατευθυντική συμπεριφορά παρά για τη δημιουργία μη κατευθυντικών διαγραμμάτων ακτινοβολίας.

### 2.11.2 Ευρύπλευρες ή Μετωπικές Στοιχειοκεραίες

Ενδεχομένως το απλούστερο είδος στοιχειοκεραίας είναι αυτή η οποία αποτελείται από διάφορα δίπολα ίσου μεγέθους, τοποθετημένα σε ίσα διαστήματα πάνω σε μια ευθεία γραμμή (collinear), με όλα τα δίπολα να τροφοδοτούνται από την ίδια πηγή και με την ίδια φάση. Αυτή η διάταξη είναι γνωστή ως ευρύπλευρη ή μετωπική στοιχειοκεραία (broadside array) και απεικονίζεται στο Σχήμα 2, μαζί με το διάγραμμα ακτινοβολίας της.



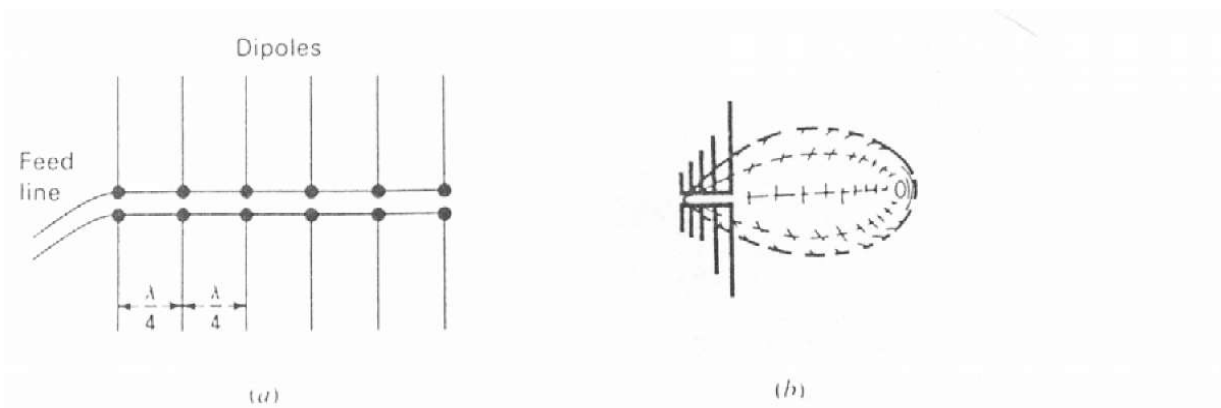
Σχήμα 2

Οι ευρύπλευρες ή μετωπικές στοιχειοκεραίες είναι ισχυρά κατευθυντικές σε γωνίες ορθές ως προς το επίπεδο της στοιχειοκεραίας, εκπέμποντας ελάχιστα στο επίπεδό της. Το όνομα προέρχεται από το ναυτικό όρο broadside. Εάν θεωρήσουμε κάποιο σημείο κατά μήκος μιας γραμμής κάθετης στο επίπεδο της στοιχειοκεραίας, φαίνεται ότι αυτό το απόμακρο σημείο απέχει σχεδόν εξ ίσου από όλα τα δίπολα της στοιχειοκεραίας. Οι μεμονωμένες εκπομπές, ήδη αρκετά ισχυρές προς αυτή την κατεύθυνση, ενισχύονται περισσότερο. Στην κατεύθυνση του επιπέδου, εντούτοις, υπάρχει λίγη ακτινοβολία, επειδή τα δίπολα δεν ακτινοβολούν προς την κατεύθυνση στην οποία δείχνουν, αλλά και λόγω των ακυρώσεων στην κατεύθυνση της ευθείας που συνδέει το κέντρο. Αυτό συμβαίνει επειδή οποιοδήποτε απόμακρο σημείο στην ευθεία αυτή δεν απέχει εξίσου από όλα τα δίπολα, με αποτέλεσμα να αλληλοεξουδετερώνονται οι εκπομπές τους στην κατεύθυνση αυτή (ιδιαίτερα εάν η απόστασή ανάμεσά τους είναι  $\lambda/2$ , κάτι το οποίο παρατηρείται πολύ συχνά).

Τα τυπικά μήκη κεραιών στην περίπτωση των ευρύπλευρων στοιχειοκεραιών κυμαίνονται από 2 ως 10 μήκη κύματος, οι τυπικές αποστάσεις ανάμεσα στις κεραίες είναι  $\lambda/2$  ή  $\lambda$ , και ντουζίνες στοιχείων μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε μία στοιχειοκεραία. Σημειώνουμε τέλος ότι οποιαδήποτε στοιχειοκεραία που είναι κατευθυντική κάθετα στο επίπεδό, έχει ευρύπλευρη ή μετωπική δράση.

### 2.11.3 Αξονικά Ακτινοβολούσες ή Ακροπυροδοτικές Στοιχειοκεραίες

Η φυσική διαρρύθμιση της ακροπυροδοτικής στοιχειοκεραίας (end-fire array) είναι σχεδόν η ίδια με αυτή της ευρύπλευρης στοιχειοκεραίας. Ενώ όμως τα όλα στοιχεία τροφοδοτούνται με το ίδιο πλάτος ρεύματος, η φάση δεν είναι η ίδια, δηλαδή υπάρχει μια διαφορά φάσης μεταξύ των ρευμάτων που τροφοδοτούν τα στοιχεία. Αυτό παρατηρείται προοδευτικά από τα αριστερά προς τα δεξιά στο Σχήμα 3, δεδομένου ότι υπάρχει μια καθυστέρηση φάσης μεταξύ των διαδοχικών στοιχείων, ίση σε hertz με την απόσταση μεταξύ τους σε μήκη κύματος. Το διάγραμμα ακτινοβολίας της ακροπυροδοτικής στοιχειοκεραίας είναι αρκετά διαφορετικό από αυτή της ευρύπλευρης στοιχειοκεραίας. Η μέγιστη ακτινοβολία επιτυγχάνεται στο επίπεδο της στοιχειοκεραίας, όχι κάθετα σε αυτό, και η κεραία είναι μονοκατευθυντική παρά δικάτευθυντική. Σημειώνουμε τέλος ότι οποιαδήποτε στοιχειοκεραία με την διαρρύθμιση της ακροπυροδοτικής, εμφανίζει ακροπυροδοτική συμπεριφορά.



Σχήμα 3

Δεν υπάρχει ακτινοβολία σε γωνίες κάθετες στο επίπεδο της στοιχειοκεραίας λόγω ακυρώσεων. Ένα σημείο πάνω σε μια ευθεία κάθετη στο επίπεδο της στοιχειοκεραίας ισαπέχει από όλα τα στοιχεία, αλλά τώρα το πρώτο και το τρίτο δίπολο τροφοδοτούνται με διαφορετική φάση και επομένως ακυρώνουν το ένα την εκπομπή του άλλου, όπως επίσης το δεύτερο με το τέταρτο δίπολο, κ.ο.κ. Με τη συνηθισμένη απόσταση ανάμεσα στα δίπολα ( $\lambda/4$  ή  $3\lambda/4$ ), όχι μόνο θα υπάρχει ακύρωση κάθετα στο επίπεδο της στοιχειοκεραίας, όπως περιγράφηκε, αλλά και προς την κατεύθυνση από δεξιά προς τα αριστερά, όπως φαίνεται στο Σχήμα 3. Όχι μόνο είναι το πρώτο δίπολο κοντύτερα κατά  $\lambda/4$  σε κάποιο απόμακρο σημείο προς αυτή την κατεύθυνση (έτσι ώστε η ακτινοβολία του να προηγείται κατά  $90^\circ$  αυτής του δεύτερου δίπολου), αλλά επίσης προηγείται του δεύτερου δίπολου κατά  $90^\circ$ , λόγω της μεθόδου τροφοδοσίας. Οι ακτινοβολίες από τα πρώτα δύο δίπολα θα είναι κατά  $180^\circ$  εκτός φάσης σε αυτή την κατεύθυνση και θα ακυρώνονται, όπως επίσης αυτές του τρίτου και τέταρτου δίπολου, κ.ο.κ. Στην κατεύθυνση από αριστερά προς δεξιά, η φυσική διαφορά φάσης ανάμεσα στα δίπολα δημιουργείται από τη διαφορά φάσης της τροφοδοσίας τους. Άρα έχουμε ενίσχυση της ακτινοβολίας, με αποτέλεσμα ισχυρή μονοκατευθυντική ακτινοβολία.

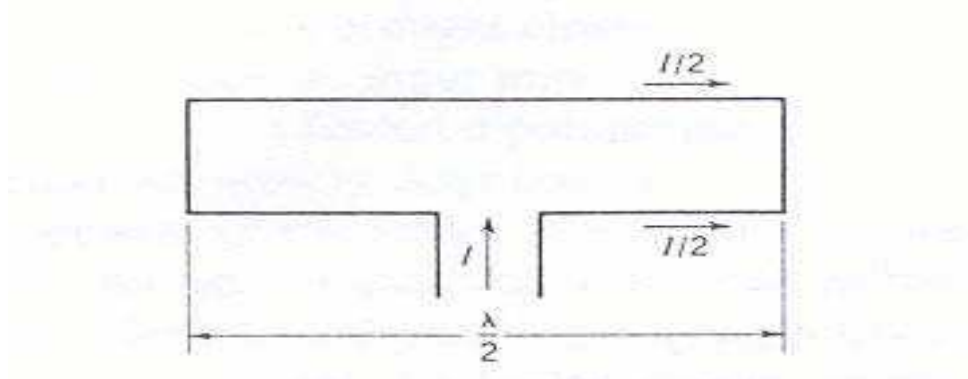


Τόσο οι ακροπυροδοτικές όσο και οι ευρύπλευρες στοιχειοκεραίες ονομάζονται γραμμικές. Και οι δύο είναι συντονισμένες αφού αποτελούνται από συντονισμένα στοιχεία. Παρομοίως, όπως και οποιοδήποτε συντονισμένο κύκλωμα υψηλού Q, και οι δύο στοιχειοκεραίες έχουν στενό εύρος ζώνης, το οποίο καθιστά και τις δύο ιδιαίτερα κατάλληλες για μετάδοση μονής συχνότητας, αλλά όχι και τόσο χρήσιμες για λήψη, όπου απαιτείται γενικά η δυνατότητα να λαμβάνουμε σε ένα μεγάλο εύρος συχνοτήτων.

#### 2.11.4 Αναδιπλωμένο Δίπολο Και Εφαρμογές

Όπως φαίνεται στο Σχήμα 4, το αναδιπλωμένο δίπολο (folded dipole) είναι μια ενιαία κεραία αποτελούμενη από δύο στοιχεία. Το πρώτο τροφοδοτείται απευθείας, ενώ το δεύτερο είναι συζευγμένο επαγωγικά στις άκρες. Το διάγραμμα ακτινοβολίας του αναδιπλωμένου δίπολου είναι ίδιο με αυτό ενός ευθυγραμμισμένου δίπολου, αλλά η εμπέδηση εισόδου του είναι μεγαλύτερη. Αυτό μπορεί να αποδειχθεί αν παρατηρήσουμε (Σχήμα 4) ότι εάν το συνολικό ρεύμα εισόδου είναι  $I$  και οι δύο βραχίονες έχουν ίσες διαμέτρους, τότε το ρεύμα σε κάθε βραχίονα είναι  $I/2$ . Εάν αυτό ήταν ένα ευθυγραμμισμένο δίπολο, το συνολικό ρεύμα θα διέρρεε τον πρώτο (και μοναδικό) βραχίονα. Τώρα εφαρμόζοντας την ίδια ισχύ, μόνο το μισό ρεύμα ρέει στον πρώτο βραχίονα, και έτσι η σύνθετη αντίσταση εισόδου είναι τέσσερις φορές εκείνη του ευθυγραμμισμένου δίπολου. Ως εκ τούτου,  $R_T = 4 \times 72 = 288 \Omega$  για ένα αναδιπλωμένο δίπολο ημίσεος κύματος με ίσης διαμέτρου βραχίονες.

Εάν χρησιμοποιούνται στοιχεία άνισων διαμέτρων, τότε είναι εφαρμόσιμοι λόγοι μετασχηματισμού από 1.5 έως 25, και εάν απαιτούνται μεγαλύτεροι λόγοι, μπορούν να χρησιμοποιηθούν περισσότεροι βραχίονες. Αν και το αναδιπλωμένο δίπολο έχει το ίδιο διάγραμμα ακτινοβολίας με το συνηθισμένο δίπολο, εμφανίζει πολλά πλεονεκτήματα: υψηλότερη σύνθετη αντίσταση εισόδου, μεγαλύτερο εύρος ζώνης, καθώς και ευκολία και μικρό κόστος κατασκευής και προσαρμογής της σύνθετης αντίστασης.



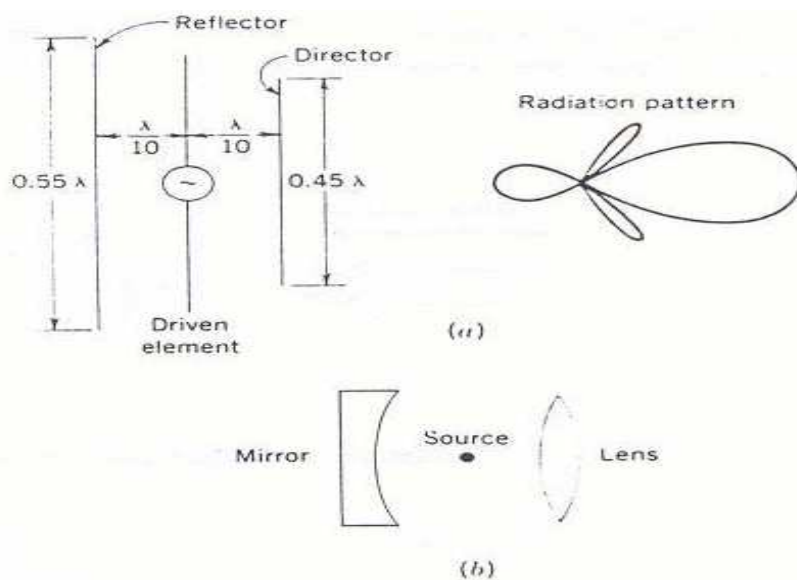
Σχήμα 4

### 2.11.5 Η Κεραία Yagi-Uda

Η κεραία Yagi-Uda είναι μία στοιχειοκεραία η οποία αποτελείται από ένα διεγερόμενο στοιχείο και ένα ή περισσότερα παρασιτικά στοιχεία. Αυτά είναι τοποθετημένα επί μιας ευθείας γραμμής και κοντά το ένα στο άλλο, όπως φαίνεται στο Σχήμα 5, μαζί με το αντίστοιχο σύστημα στην οπτική και το διάγραμμα ακτινοβολίας.

Δεδομένου ότι είναι σχετικά μονοκατευθυντική, όπως φαίνεται από τη μορφή του διαγράμματος ακτινοβολίας, και έχει ένα μέτριο κέρδος στην περιοχή των 7dB, η κεραία Yagi-Uda χρησιμοποιείται ως HF κεραία εκπομπής. Επίσης χρησιμοποιείται σε υψηλότερες συχνότητες, κυρίως σαν μια VHF κεραία λήψης τηλεόρασης. Ο οπίσθιος λοβός του Σχήματος 5b μπορεί να ελαττωθεί, και έτσι ο λόγος front-to-back της κεραίας μπορεί να βελτιωθεί, φέρνοντας τα ακτινοβολούντα στοιχεία πλησιέστερα. Αυτό, όμως, έχει ως αποτέλεσμα την μείωση της σύνθετης αντίστασης εισόδου της στοιχειοκεραίας. Τελικά η απόσταση που φαίνεται στο σχήμα (0.1λ) είναι η βέλτιστη τιμή.

Η ακριβής επίδραση του παρασιτικού στοιχείου εξαρτάται από την απόστασή του και την ρύθμισή του, δηλαδή από το μέγεθος και τη φάση του ρεύματος που επάγεται σε αυτό. Όπως αναφέρθηκε ήδη, ένα παρασιτικό στοιχείο συντονισμένο σε μια χαμηλότερη συχνότητα από το διεγερόμενο στοιχείο, (δηλαδή μεγαλύτερο σε μήκος) θα συμπεριφερθεί ως ήπιος ανακλαστήρας, ενώ ένα μικρότερο σε μήκος παρασιτικό στοιχείο θα ενεργήσει ως ήπιος κατευθυντήρας της ακτινοβολίας. Καθώς ένα παρασιτικό στοιχείο τοποθετείται όλο και πιο κοντά στο διεγερόμενο στοιχείο, θα προσθέσει περισσότερο φορτίο στο διεγερόμενο στοιχείο και θα μειώσει τη σύνθετη αντίσταση εισόδου του. Αυτός είναι ίσως ο βασικός λόγος για την τόσο συχνή χρησιμοποίηση του αναδιπλωμένου δίπολου ως το διεγερόμενο στοιχείο μιας τέτοιας στοιχειοκεραίας.



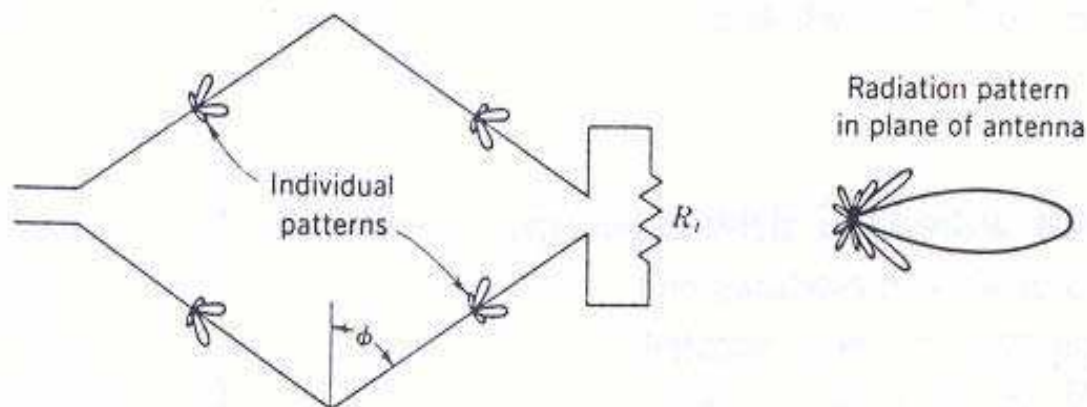
Σχήμα 5

Η κεραία Yagi-Uda κατά γενική ομολογία δεν έχει υψηλό κέρδος, αλλά είναι πολύ συμπαγής, σχετικά ευρείας ζώνης, λόγω της χρήσης του αναδιπλωμένου δίπολου, και έχει ένα αρκετά καλό μονοκατευθυντικό διάγραμμα ακτινοβολίας. Στην πράξη, η κεραία αυτή έχει έναν ανακλαστήρα και μερικούς κατευθυντήρες που είναι είτε ίσου μήκους είτε με μήκος που μειώνεται ελαφρώς όσο απομακρυνόμαστε από το διεγερόμενο στοιχείο. Τέλος, πρέπει να αναφερθεί ότι το αναδιπλωμένο δίπολο, μαζί με μια ή δύο άλλες κεραίες, ονομάζεται μερικές φορές κεραία υπερκέρδους (supergain antenna), λόγω του καλού κέρδους και εύρους δέσμης ακτινοβολίας που εμφανίζει ανά μονάδα επιφανείας της στοιχειοκεραίας.

#### 2.11.6 Μη Συντονισμένες Κεραίες - Η Ρομβική Κεραία

Μία σημαντική απαίτηση για της υψηλές συχνότητες είναι η ανάγκη για μια κεραία πολλαπλού εύρους ζώνης συχνοτήτων, ικανή να λειτουργήσει ικανοποιητικά στο μεγαλύτερο μέρος ή και σε όλη τη ζώνη συχνοτήτων από 3 ως 30 MHz, είτε για λήψη είτε για μετάδοση. Μια από τις προφανείς λύσεις είναι να χρησιμοποιήσουμε μία στοιχειοκεραία αποτελούμενη από μη συντονισμένες κεραίες, τα χαρακτηριστικά των οποίων δεν θα αλλάζουν δραστικά σε αυτό το φάσμα συχνοτήτων.

Μία πολύ ενδιαφέρουσα και ευρέως χρησιμοποιούμενη στοιχειοκεραία, ειδικά για σημείο-προς-σημείο επικοινωνίες, απεικονίζεται στο Σχήμα 6. Αυτή είναι η ρομβική κεραία, η οποία αποτελείται από μη συντονισμένα στοιχεία, τοποθετημένα διαφορετικά από όλες τις προηγούμενες συστοιχίες στοιχειοκεραίες. Πρόκειται για έναν επίπεδο ρόμβο που μπορεί να θεωρηθεί ως τμήμα μίας παράλληλης γραμμής μεταφοράς, λυγισμένη στο κέντρο. Τα μήκη των (ίσων) ακτινοβολούντων στοιχείων κυμαίνονται από 2 ως 8λ, και η γωνία ακτινοβολίας,  $\phi$ , κυμαίνονται από  $40^\circ$  έως  $75^\circ$ , συνήθως καθοριζόμενη από το μήκος των σκελών.



Σχήμα 6

Τα τέσσερα σκέλη θεωρούνται μη συντονισμένες κεραίες. Αυτό επιτυγχάνεται με τη μεταχείριση των δύο συνόλων ως μια γραμμή μεταφοράς σωστά τερματισμένη στην χαρακτηριστική σύνθετη αντίστασή της στο μακρινό άκρο της. Κατά συνέπεια υπάρχουν κύματα μόνο προς τα εμπρός. Δεδομένου ότι ο τερματισμός της κεραίας απορροφά κάποια ισχύ, η ρομβική κεραία πρέπει να τερματίζεται με έναν αντιστάτη ο οποίος, για την μετάδοση, είναι ικανός να απορροφήσει περίπου το ένα τρίτο της ισχύος που τροφοδοτεί την κεραία. Η κατευθυντικότητα της ρομβικής κεραίας κυμαίνεται από περίπου 20° έως 90°, αυξανόμενη με το μήκος των σκελών να φτάνει περίπου τα 8λ. Εντούτοις, η ισχύς που απορροφάται από την αντίσταση τερματισμού πρέπει να λαμβάνεται υπόψη, οπότε το κέρδος ισχύος αυτής της κεραίας κυμαίνεται από περίπου 15 έως 60. Το διάγραμμα ακτινοβολίας αυτής της κεραίας είναι μονοκατευθυντικό, όπως φαίνεται στο Σχήμα 6.

Επειδή η ρομβική κεραία είναι μη συντονισμένη, δεν είναι απαραίτητο το μήκος της να είναι ακέραιο πολλαπλάσιο του μισού μήκους κύματος. Είναι λοιπόν μια ευρείας ζώνης κεραία, με ένα φάσμα συχνοτήτων τουλάχιστον 4:1, τόσο όσο αφορά στην σύνθετη αντίσταση εισόδου όσο και στο διάγραμμα ακτινοβολίας. Η ρομβική κεραία είναι ιδανική για HF μετάδοση και λήψη και χρησιμοποιείται ευρέως στις εμπορικές επικοινωνίες σημείου-προς-σημείο.

## **2.12 Επιλογή της κατάλληλης κεραίας και εγκατάσταση**

### **2.12.1 Τρόπος και τόπος στήριξης της κεραίας**

Η στήριξη της κεραίας γίνεται με ειδικούς ιστούς ανθεκτικούς στις διάφορες καιρικές συνθήκες, αντοχή για τους μεγάλους ανέμους αλλά και αντοχή στην υγρασία. Τα διάφορα είδη των ιστών μπορούν να στηριχθούν, είτε στο δάπεδο είτε σε κάποιο τοίχο ή ακόμα και σε κάποιο κάγκελο, με την κατάλληλη βάση ή στηρίγματα. Παρακάτω μπορούμε να δούμε διάφορα είδη βάσεων, στηριγμάτων και ιστών στήριξης, από κατάλογο κατασκευαστή μαζί με τα χαρακτηριστικά για το καθένα.



**Δοριφ. Δαπέδου  
με Πλάκα Φ 48**

Ύψος: 70 cm  
Διάσταση Πλάκας: 20x20cm  
Πάχος Πλάκας: 4 mm



**Δοριφορική  
Δαπέδου Φ 48**

Ύψος: 70 cm  
Μήκος ποδιών: 20 cm



**Δοριφορική  
Δαπέδου Φ 60**

Ύψος: 75 cm  
Μήκος ποδιών: 20 cm



**Δοριφορική Δαπέδου με  
αντερίδες Φ 76**

Ύψος: 100 cm  
Διάσταση Πλάκας: 20x20cm  
Πάχος Πλάκας: 4 mm



**Γωνιακή Δοριφορική  
Τοίχου Φ 48 ΜΙΚΡΗ**

Ύψος εξωτερικό: 25 cm  
Μήκος εξωτερικό: 25 cm  
Διάσταση Πλάκας: 16x16 cm



**Γωνιακή Δοριφορική  
Τοίχου Φ 48 ΜΕΓΑΛΗ**

Ύψος εξωτερικό: 40 cm  
Μήκος εξωτερικό: 25 cm  
Διάσταση Πλάκας: 16x16 cm



**Γωνιακή Δοριφορική  
Τοίχου Φ 60**

Ύψος εξωτερικό: 45 cm  
Μήκος εξωτερικό: 30 cm  
Διάσταση Πλάκας: 20x20 cm



**Βάση καγκέλου  
ΜΙΚΡΗ Φ 48**

Ύψος εξωτερικό: 25 cm  
Μήκος εξωτερικό: 25 cm  
Διάσταση Πλάκας: 10x10 cm



**Βάση καγκέλου  
ΜΕΓΑΛΗ Φ 48**

Ύψος εξωτερικό: 25 cm  
Μήκος εξωτερικό: 40 cm  
Διάσταση Πλάκας: 10x10 cm



**Universal (UNI)  
Επίτοιχη & Εδάφους**

Φ 42 - Φ 48 - Φ 60



**2 Πλάκες  
Τοίχου Φ 48**

Ύψος: 120 cm

**2 Πλάκες  
Τοίχου Φ 60**

Ύψος: 120 cm





Στήριγμα Μίνι



Στήριγμα Μικρό



Στήριγμα Μεσαίο



Στήριγμα Μεγάλο



Στήριγμα Φάρδου



Στήριγμα Μ



Στήριγμα Μ 4mm



Αστέρας



Βάση S -  $\phi$  42



Βάση U -  $\phi$  42



Βάση Ιστού  
Δαπέδου ΜΙΚΡΗ  
Υψος: 12 cm



Βάση Ιστού Δαπέδου  
ΜΕΓΑΛΗ -  $\phi$  48  
Υψος: 25 cm



Βάση Ιστού Τοίχου  
ΜΙΚΡΗ -  $\phi$  48  
Υψος: 20 cm



Βάση Ιστού Τοίχου  
ΜΕΣΑΙΑ -  $\phi$  48  
Υψος: 30 cm



Βάση Ιστού Τοίχου  
ΜΕΓΑΛΗ -  $\phi$  48  
Υψος: 40 cm



Ιστός Αλουμινίου  
Τηλεσκοπικός

Μέγιστος Υψος: 3,60 m



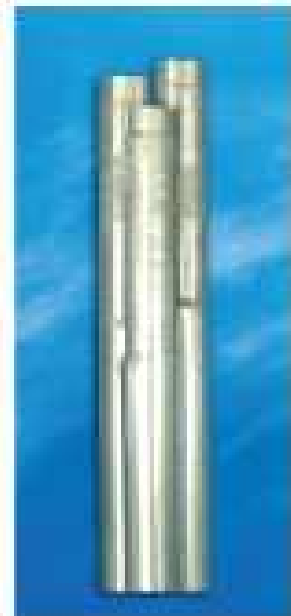
Ιστός Γαλβανιζέ  
Βίδα

Υψος: 3,80 m



Ιστός Γαλβανιζέ  
Πρέσσα

Υψος: 4,00 m  
(3 τμχ X 1,40 m)



Ιστός Γαλβανιζέ  
Πρέσσα Βαρέως τύπου

Υψος: 4,30 m  
(3 τμχ X 1,50 m)

Όπως είδαμε υπάρχει πολύ μεγάλη ποικιλία στα υλικά στήριξης έτσι ώστε να μπορούμε να στηρίζουμε την κεραία μας σε οποιοδήποτε σημείο θέλουμε.

Η επιλογή της τοποθεσίας εγκατάστασης της κεραίας γίνεται με βάση δύο βασικές προϋποθέσεις, πρώτα και κύρια την καλύτερη δυνατή λήψη, επιλέγουμε αν γίνεται κάποιο σημείο στο οποίο να υπάρχει οπτική επαφή με το κέντρο εκπομπής και αφού μιλάμε για κεντρικές εγκαταστάσεις, πάντα στην οροφή του κτηρίου. Δεύτερο κριτήριο που βάζουμε είναι η κεραία να βρίσκεται κοντά στο κέντρο λήψης και ιδιαίτερα κοντά στον ενισχυτή της εγκατάστασης, σε αυτά θα αναφερθούμε σε επόμενο κεφάλαιο, αυτό γίνεται γιατί θέλουμε το μήκος του καλωδίου που μεσολαβεί από την κεραία ως τον ενισχυτή να είναι όσο το δυνατό λιγότερο για να αποφύγουμε τις διάφορες ανεπιθύμητες παραμέτρους που είναι συνυφασμένες με το καλώδιο. Το σήμα πρέπει να φτάσει στον ενισχυτή όσο πιο καθαρό γίνεται για να μην ενισχυθούν μαζί με το σήμα μας και άλλα παρασιτικά σήματα. Συνήθως το κέντρο λήψης με τον ενισχυτή βρίσκεται στο κλιμακοστάσιο στην έξοδο για την οροφή του κτηρίου άρα κάπου εκεί από την έξω πλευρά γίνεται συνήθως και η εγκατάσταση της κεραίας.

#### 2.12.2 Επιλογή της κεραίας

Στις πιο πάνω παραγράφους εξετάσαμε σε θεωρητικό επίπεδο το ζήτημα της κεραίας, σε αυτή τη παράγραφο θα εξετάσουμε πως πρακτικά γίνεται η επιλογή της κατάλληλης κεραίας ανάλογα με την κάθε περίπτωση και σύμφωνα με τα χαρακτηριστικά που μας δίνει ο κατασκευαστής.

Το πρώτο πράγμα που μας ενδιαφέρει είναι σε ποια κανάλια συχνοτήτων εκπέμπουν οι τηλεοπτικοί σταθμοί που θέλουμε να λάβουμε, για παράδειγμα στην Αθήνα οι τηλεοπτικοί σταθμοί καταλαμβάνουν σχεδόν όλο το φάσμα των UHF άρα χρειαζόμαστε μια κεραία που να έχει υψηλή απολαβή σε όλα τα κανάλια συχνοτήτων, σε κάποια άλλη περιοχή μπορεί να χρειαζόμαστε υψηλότερη απολαβή στα χαμηλά στα μεσαία ή στα υψηλά κανάλια του φάσματος άρα θα αλλάξουν και οι απαιτήσεις από την κεραία μας. Όπως καταλαβαίνουμε δεν υπάρχει λοιπόν μία κεραία για όλες τις χρήσεις. Ένας γενικός όρος που βγαίνει όμως και πρέπει να τον έχουμε υπόψιν είναι ότι τα κανάλια συχνοτήτων που βρίσκονται υψηλά στο φάσμα των UHF φθάνουν πάντα πιο εξασθενημένα άρα θέλουν και ιδιαίτερη προσοχή εάν μας ενδιαφέρει η λήψη τους.

Ένα άλλο στοιχείο που μας ενδιαφέρει είναι η ένταση του σήματος που κατά κύριο λόγο καθορίζεται από την απόσταση μας από το κέντρο εκπομπής αλλά και από την συχνότητα και την ένταση εκπομπής του σταθμού εκπομπής. Αυτό δεν επηρεάζει το είδος της κεραίας αλλά το μέγεθός της. Θέλει μεγάλη προσοχή γιατί το σήμα μας δε μπορεί να είναι ούτε πολύ ασθενές μα ούτε και πολύ ισχυρό πρέπει να είναι μέσα στα όρια που μπορεί να λάβει και να επεξεργαστεί ένας δέκτης λαμβάνοντας υπόψιν και τα όρια του συστήματος AGC που περιλαμβάνει κάθε δέκτης. Συμπεραίνουμε λοιπόν ότι θα πρέπει να υπολογίσουμε την ένταση του σήματος με βάση της απώλειες του δικτύου για το οποίο γίνεται η εγκατάσταση και θα αναφερθούμε σε αυτές σε παρακάτω κεφάλαιο.

Η ένταση εξαρτάται όπως έχουμε είδη πει και παραπάνω από το αν το σήμα που λαμβάνουμε είναι ψηφιακό ή αναλογικό. Στο αναλογικό σήμα οι τιμές έντασης που προτείνονται από τους κατασκευαστές είναι από 58 dBμV μέχρι 80 dBμV πρακτικά το όριο φτάνει ως τα 90 dBμV στον δέκτη, ενώ για τα ψηφιακά οι απαιτήσεις για την ένταση του σήματος είναι μειωμένες και είναι καθορισμένες από 40 dBμV μέχρι και 55 dBμV στον δέκτη, στην πράξη είναι από 35 dBμV το κάτω όριο και 70 dBμV το υψηλότερο, ανάλογα και την ευαισθησία του κάθε δέκτη. Όπως μπορούμε να παρατηρήσουμε η διαφορά ειδικά στα κάτω όρια είναι πολύ μεγάλη και δεν είναι λίγες οι περιπτώσεις που με την αλλαγή του σήματος από αναλογικό σε ψηφιακό σε μικρής έκτασης εγκαταστάσεις χρειάστηκε να αφαιρεθεί ο ενισχυτής ή να χαμηλώσει η ένταση του γιατί η απολαβή της κεραίας ήταν αρκετά υψηλή και κυρίως σε περιοχές που βρίσκονται κοντά στο κέντρο εκπομπής.

Όπως λοιπόν θα έχουμε καταλάβει η επιλογή της κατάλληλης κεραίας είναι ένα πολύ ευαίσθητο θέμα που θέλει μεγάλη προσοχή. Ας δούμε μερικά παραδείγματα κεραιών μαζί με τα στοιχεία που μας δίνει ο κατασκευαστής για να κατανοηθεί καλύτερα αυτό το τόσο σημαντικό θέμα.



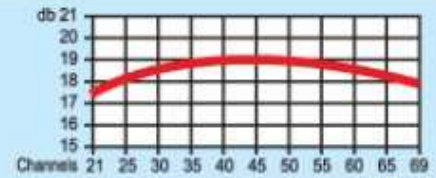


## TT 160



### ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

ΠΕΡΙΟΧΗ ΣΥΧΝΟΤΗΤΩΝ	470-862 Mhz
ΚΑΝΑΛΙΑ	21-69 Ch
ΜΕΓΙΣΤΟ ΚΕΡΔΟΣ ΑΠΟΛΑΒΗΣ	19 db
ΜΗΚΟΣ ΚΕΡΑΙΑΣ	1,85 m
ΜΕΤΑΣΧΗΜΑΤΙΣΤΗΣ ΠΡΟΣΑΡΜΟΓΗΣ	75 Ohm με F connector



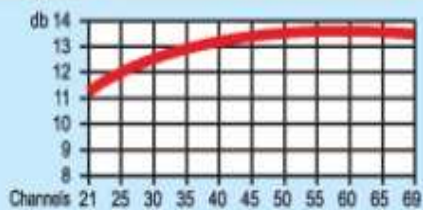
Παρατηρούμε σε αυτές τις κεραίες σύμφωνα με αυτά που μας λέει ο κατασκευαστής το μέγιστο κέρδος απολαβής ανάλογα με το μέγεθος ενώ από την καμπύλη απόκρισης διακρίνουμε ότι η συγκεκριμένη κεραία έχει καλύτερη εφαρμογή στα κανάλια μεσαίων συχνοτήτων.

## TF 25



### ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

ΠΕΡΙΟΧΗ ΣΥΧΝΟΤΗΤΩΝ	470-862 Mhz
ΚΑΝΑΛΙΑ	21-69 Ch
ΜΕΓΙΣΤΟ ΚΕΡΔΟΣ ΑΠΟΛΑΒΗΣ	13,5 db
ΜΗΚΟΣ ΚΕΡΑΙΑΣ	0,80 m
ΜΕΤΑΣΧΗΜΑΤΙΣΤΗΣ ΠΡΟΣΑΡΜΟΓΗΣ	75 Ohm με F connector

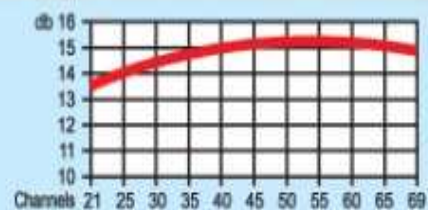


## TF 45



### ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

ΠΕΡΙΟΧΗ ΣΥΧΝΟΤΗΤΩΝ	470-862 Mhz
ΚΑΝΑΛΙΑ	21-69 Ch
ΜΕΓΙΣΤΟ ΚΕΡΔΟΣ ΑΠΟΛΑΒΗΣ	15,5 db
ΜΗΚΟΣ ΚΕΡΑΙΑΣ	1,05 m
ΜΕΤΑΣΧΗΜΑΤΙΣΤΗΣ ΠΡΟΣΑΡΜΟΓΗΣ	75 Ohm με F connector





Σε αντίθεση με το πρώτο είδος κεραιών βλέπουμε από το χαρακτηριστικό γράφημα ότι σε αυτή την κεραία έχουμε πολύ καλή απολαβή και στις υψηλές συχνότητες, πράγμα που είχαμε πει παραπάνω ότι θέλει ιδιαίτερη προσοχή. Επίσης μπορούμε να δούμε και τα υπόλοιπα στοιχεία από τον χαρακτηριστικό πίνακα που μας παραθέτει ο κατασκευαστής.





## TA 790



### ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

ΠΕΡΙΟΧΗ ΣΥΧΝΟΤΗΤΩΝ	470-862 Mhz
ΚΑΝΑΛΙΑ	21-69 Ch
ΜΕΓΙΣΤΟ ΚΕΡΔΟΣ ΑΠΟΛΑΒΗΣ	19 db
ΜΗΚΟΣ ΚΕΡΑΙΑΣ	1,95 m
ΜΕΤΑΣΧΗΜΑΤΙΣΤΗΣ ΠΡΟΣΑΡΜΟΓΗΣ	75 Ohm με F connector

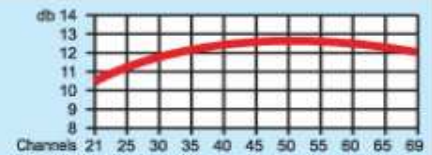


## SD 840



### ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

ΠΕΡΙΟΧΗ ΣΥΧΝΟΤΗΤΩΝ	470-862 Mhz
ΚΑΝΑΛΙΑ	21-69 Ch
ΜΕΓΙΣΤΟ ΚΕΡΔΟΣ ΑΠΟΛΑΒΗΣ	12,5 db
ΜΗΚΟΣ ΚΕΡΑΙΑΣ	0,65 m
ΜΕΤΑΣΧΗΜΑΤΙΣΤΗΣ ΠΡΟΣΑΡΜΟΓΗΣ	75 Ohm με F connector

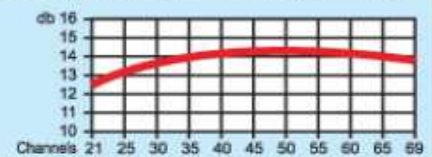


## SD 860



### ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

ΠΕΡΙΟΧΗ ΣΥΧΝΟΤΗΤΩΝ	470-862 Mhz
ΚΑΝΑΛΙΑ	21-69 Ch
ΜΕΓΙΣΤΟ ΚΕΡΔΟΣ ΑΠΟΛΑΒΗΣ	14,5 db
ΜΗΚΟΣ ΚΕΡΑΙΑΣ	1,28 m
ΜΕΤΑΣΧΗΜΑΤΙΣΤΗΣ ΠΡΟΣΑΡΜΟΓΗΣ	75 Ohm με F connector

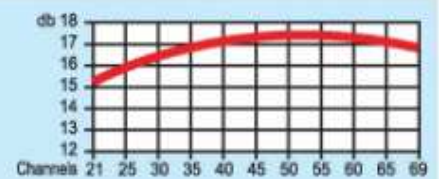


## SD 890



### ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

ΠΕΡΙΟΧΗ ΣΥΧΝΟΤΗΤΩΝ	470-862 Mhz
ΚΑΝΑΛΙΑ	21-69 Ch
ΜΕΓΙΣΤΟ ΚΕΡΔΟΣ ΑΠΟΛΑΒΗΣ	17,5 db
ΜΗΚΟΣ ΚΕΡΑΙΑΣ	2,35 m
ΜΕΤΑΣΧΗΜΑΤΙΣΤΗΣ ΠΡΟΣΑΡΜΟΓΗΣ	75 Ohm με F connector



Υπάρχουν και πιο απλά είδη κεραιάς όπως οι παρακάτω αλλά δε προτιμούνται για κεντρικές εγκαταστάσεις γιατί όπως παρατηρούμε η απολαβή τους είναι αρκετά χαμηλή.



Τέλος, χρειάζεται να επισημάνουμε ότι η ρύθμιση της κεραίας πρέπει να γίνεται πάντα με τη χρήση του πεδιομέτρου, του οποίου τη λειτουργία θα εξηγήσουμε σε πιο κάτω κεφάλαιο, έτσι ώστε το σήμα μας να είναι το καλύτερο δυνατό, με τη μεγαλύτερη ένταση σε όλα τα κανάλια συχνοτήτων που μας ενδιαφέρουν. Αλλά μπορούμε να δούμε και μετρήσεις για την ποιότητα του σήματος που είναι ιδιαίτερα σημαντικές για το ψηφιακό σήμα.

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3**

### **Κέντρο λήψης και δίκτυο διανομής τηλεοπτικού σήματος**

#### **3.1 Εισαγωγή**

Σε αυτό το κεφάλαιο, αφού έχουμε εξηγήσει και αναλύσει τα θέματα του τηλεοπτικού σήματος και της κεραίας λήψης, θα ασχοληθούμε με τον τρόπο επεξεργασίας του σήματός μας από το κέντρο λήψης και τον διαμοιρασμό αυτού του σήματος ως και την τελευταία πρίζα που θα συνδεθούν οι τηλεοπτικοί δέκτες του δικτύου μας.

Λέγοντας κέντρο λήψης αναφερόμαστε στο σημείο στο οποίο καταλήγουν οι γραμμές μεταφοράς, στην περίπτωση μας καλώδια  $75 \Omega$  όπως θα πούμε και παρακάτω, και στο οποίο εγκαθίσταται ο κεντρικός ενισχυτής καθώς και οι διακλαδωτές της εγκατάστασης. Θα εξηγήσουμε επίσης πότε χρειάζεται κεντρικός ενισχυτής σήματος, πως γίνεται η επιλογή του κατάλληλου, πως και που τοποθετείται. Το ίδιο και για τους διακλαδωτές.

Δίκτυο διανομής ονομάζουμε τις γραμμές μεταφοράς από το κέντρο λήψης τη διαδρομή τους μέχρι τα κουτιά των παραληπτών και η σωστή τοποθέτηση και επιλογή των κατάλληλων πριζών στους παραλήπτες του τηλεοπτικού σήματος.

Τέλος, θα δείξουμε τον τρόπο υπολογισμού των απωλειών της συνολικής εγκατάστασης μιας κεντρικής κεραίας, λύνοντας συγχρόνως και τυχόν προβλήματα που μπορεί να παρουσιαστούν κατά τη διάρκεια της εγκατάστασης.

#### **3.2 Ενισχυτές**

Η επιλογή ενισχυτών τηλεοπτικού σήματος σε μία κεντρική εγκατάσταση λήψης είναι πολύ σημαντική. Η θεωρία για τους ενισχυτές είναι πάρα πολύ μεγάλη και θα χρειάζονταν ολόκληρα κεφάλαια για την ανάλυση τους πράγμα το οποίο θα μας έκανε να ξεφύγουμε από το θέμα μας, για αυτό το λόγο θα ασχοληθούμε μόνο με κάποιες τεχνικές λεπτομέρειες τις οποίες θα συναντήσουμε κατά τη διάρκεια επιλογής του κατάλληλου ενισχυτή μέσα στα εγχειρίδια των κατασκευαστών και είναι απόλυτα απαραίτητες για την εγκατάσταση μας.

Θα μπορούσαμε να πούμε ότι οι ενισχυτές που είναι πιθανό να χρησιμοποιήσουμε σε μία κεντρική εγκατάσταση είναι τριών ειδών, ενισχυτές ιστού, κεντρικοί ενισχυτές και ενισχυτές γραμμής. Παρακάτω θα αναφέρουμε περιπτώσεις χρησιμοποίησης όλων των ειδών αλλά κατά κύριο λόγο θα αναφερθούμε στους κεντρικούς ενισχυτές που η χρήση τους είναι σχεδόν πάντα απαραίτητη εκτός κάποιων ειδικών περιπτώσεων όπως αναφέρθηκε και στο προηγούμενο κεφάλαιο.

Οι κεντρικοί ενισχυτές καθώς και οι ενισχυτές ιστού έχουν τη δυνατότητα να ενισχύουν σήματα με πολύ χαμηλή στάθμη και να δίνουν στην έξοδό τους πολύ πιο ισχυρά σήματα έτσι ώστε να μας δίνεται η

δυνατότητα επεξεργασίας του τηλεοπτικού σήματος. Για αυτό πολλές φορές σε περιοχές που έχουμε λήψη υψηλής στάθμης σήματος από την κεραία μας ο ενισχυτής "μπουκώνει" χωρίς να υπάρχει η δυνατότητα ρύθμισής του ούτε από τα ενσωματωμένα ρυθμιστικά που μας δίνουν τη δυνατότητα να ελέγξουμε την απολαβή του ενισχυτή.

Ο ενισχυτής μας πρέπει να συνδέεται όσο το δυνατόν πιο κοντά στην κεραία λήψης του σήματος. Αυτό διότι οι απώλειες από το μήκος του καλωδίου προστίθενται σαν θόρυβος ο οποίος αυξάνεται περνώντας μέσα από τον ενισχυτή και έχει ως αποτέλεσμα τη μείωση της ποιότητας του σήματος λήψης. Αντίθετα οι ενισχυτές γραμμής τους εγκαθιστούμε κοντά στο τέλος της γραμμής μεταφοράς ή στη μέση της διαδρομής της και έχει την δυνατότητα να λαμβάνει στην είσοδο του πιο ισχυρά σήματα να προσφέρει σε αυτά μια μικρή ενίσχυση έτσι ώστε να διανεμήσουμε το σήμα στους απαιτούμενους παραλήπτες.

Εκτός από τον αριθμό των εισόδων που μπορεί να μας παρέχει ένας ενισχυτής, όπως θα δούμε και παρακάτω, τρία ακόμα είναι τα χαρακτηριστικά που μας ενδιαφέρουν. Ο συντελεστής ενίσχυσης, η μέγιστη στάθμη εξόδου καθώς και η στάθμη θορύβου. Όλα αυτά παρέχονται σαν πληροφορίες στα εγχειρίδια των κατασκευαστών και είναι σημαντικά για την επιλογή του σωστού ενισχυτή.

Ο συντελεστής ενίσχυσης ( GAIN ) που μετριέται σε dB και είναι δυνατόν να είναι διαφορετικός στα VHF και διαφορετικός στα UHF εφόσον ο ενισχυτής έχει διαφορετικές εισόδους για τα δύο φάσματα συχνοτήτων για αυτό και ο κατασκευαστής μας δίνει ξεχωριστά τον συντελεστή ενίσχυσης για κάθε φάσμα συχνοτήτων. Ουσιαστικά ο συντελεστής ενίσχυσης δεν έχει κάποια μονάδα μέτρησης, αλλά μας παρέχει την πληροφορία πόσες φορές μπορεί ο συγκεκριμένος ενισχυτής να ενισχύσει το σήμα εισόδου του. Οι περισσότεροι ενισχυτές μας δίνουν τη δυνατότητα να ελέγξουμε τον συντελεστή ενίσχυσης είτε μηχανικά είτε ηλεκτρονικά και μάλιστα με διαφορετικές επιλογές για το κάθε φάσμα συχνοτήτων.

Η μέγιστη στάθμη εξόδου του ενισχυτή μετριέται σε dBμV και είναι η μέγιστη απαραμόρφωτη στάθμη σήματος που μπορεί να μας δώσει ο εκάστοτε ενισχυτής. Στα χαρακτηριστικά των κατασκευαστών αναφέρεται σε ενίσχυση ενός μόνο καναλιού από τον ενισχυτή και μειώνεται σημαντικά, καθώς τα προς ενίσχυση κανάλια αυξάνονται. Εμπειρικά και κατά προσέγγιση η μέγιστη στάθμη σήματος πέφτει περίπου 1 dBμV για κάθε κανάλι ενίσχυσης. Άρα μπορούμε να πούμε ότι σε μία περιοχή με πληθώρα καναλιών η μέγιστη στάθμη εξόδου ενός ενισχυτή θα πρέπει να θεωρείται μειωμένη κατά 8 με 10 dBμV ακόμα και 15 dBμV σε κάποιες περιπτώσεις από αυτή που αναφέρουν τα χαρακτηριστικά που δίνει ο κατασκευαστής. Φυσικά αναφερόμαστε πάντα στη στάθμη του ισχυρότερου καναλιού. Στην περίπτωση που ξεπεράσουμε τη στάθμη αυτή ο ενισχυτής δημιουργεί παράγωγα ενδοδιαμόρφωσης, που εκδηλώνονται με παρεμβολές, γραμμές στην εικόνα και στην περίπτωση του ψηφιακού σήματος, αν και σπάνια φθάνουμε σε τόσο υψηλά επίπεδα ενίσχυσης, με "παγώματα" στην εικόνα. Έτσι λοιπόν η στάθμη του ισχυρότερου καναλιού που μας δίνει η κεραία συν τον συντελεστή ενίσχυσης του ενισχυτή δεν πρέπει να ξεπερνάει τη μέγιστη στάθμη εξόδου μειωμένη κατά 4 έως και 15 dB ανάλογα με τα προς ενίσχυση κανάλια στην είσοδο του ενισχυτή.

Η στάθμη θορύβου που μας δίνεται από τον κατασκευαστή μας δίνει την μέγιστη στάθμη θορύβου που θα εισέλθει στο σήμα μας περνώντας μέσα από τον ενισχυτή. Μετριέται σε dB όπως και ο συντελεστής

ενίσχυσης και συνήθως βάζουν μπροστά το μαθηματικό σύμβολο του μικρότερου, δηλώνοντας έτσι και το μέγιστο της στάθμης. Σχεδόν όλοι οι ενισχυτές νέας τεχνολογίας έχουν πολύ χαμηλή στάθμη θορύβου και έτσι δεν μας απασχολεί ιδιαίτερα αυτό το χαρακτηριστικό στην επιλογή του ενισχυτή, εκτός από σπάνιες περιπτώσεις που το σήμα που φθάνει στον ενισχυτή είναι οριακό. Σε αυτές τις περιπτώσεις χρησιμοποιούμε ενισχυτές πολύ χαμηλού θορύβου.

### 3.2.1 Επιλογές ενισχυτών

Οι παρακάτω είναι κεντρικοί ενισχυτές μαζί με τα χαρακτηριστικά που μας δίνει ο κατασκευαστής.



ΚΩΔΙΚΟΣ	C700					C800				
	UHF	UHF	VHFIII	VHFII	VHFI	UHF	UHF	VHFIII	VHFII	VHFI
ΕΙΣΟΔΟΣ										
ΕΝΙΣΧΥΣΗ	32dB	26dB	26dB	26dB	26dB	25dB	22dB	22dB	22dB	22dB
ΣΤΑΘΜΗ ΕΞΟΔΟΥ	112dBμV					112dBμV				
ΣΤΑΘΜΗ ΘΟΡΥΒΟΥ	<6dB					<6dB				

Παρατηρούμε δύο ίδιους τύπους ενισχυτών με τις ίδιες εισόδους, την ίδια στάθμη εξόδου και την ίδια στάθμη θορύβου. Η διαφορά των δύο είναι ο συντελεστής ενίσχυσης. Μπορούμε να παρατηρήσουμε επίσης και τη ξεχωριστή ενίσχυση που προσφέρει ο ενισχυτής μας σε κάθε είσοδο του.





ΚΩΔΙΚΟΣ	C750					C751				C850				
ΕΙΣΟΔΟΣ	UHF	UHF	VHFIII	VHFII	VHFI	UHF	VHFIII	VHFII	VHFI	UHF	UHF	VHFIII	VHFII	VHFI
ΕΝΙΣΧΥΣΗ	32dB	32dB	26dB	26dB	26dB	32dB	26dB	26dB	26dB	22dB	22dB	20dB	20dB	20dB
ΣΤΑΘΜΗ ΕΞΟΔΟΥ	112dBμV					112dBμV				112dBμV				
ΣΤΑΘΜΗ ΘΟΡΥΒΟΥ	<6dB					<6dB				<6dB				

Εδώ βλέπουμε άλλους τρεις ενισχυτές στους οποίους μπορούμε να παρατηρήσουμε και τη διαφορά στον αριθμό των εισόδων τους. Μπορούμε να δούμε ακόμα από την φωτογραφία και κάποια μηχανικά χαρακτηριστικά όπως για παράδειγμα ότι οι συνδέσεις των καλωδίων πάνω στον ενισχυτή γίνονται με βύσματα τύπου F καθώς και τα ρυθμιστικά που φαίνονται κάτω από κάθε είσοδο και ουσιαστικά μας δίνουν την δυνατότητα να ελέγχουμε ξεχωριστά την ενίσχυση την οποία θέλουμε να λάβει κάθε σήμα εισόδου. Επειδή εμείς έχουμε ασχοληθεί με το φάσμα συχνοτήτων των UHF που είναι άλλωστε και το βασικό για τα τηλεοπτικά κανάλια, όταν χρησιμοποιούμε μόνο τη μία είσοδο ρυθμίζουμε τις άλλες εισόδους στο ελάχιστο για να αποφύγουμε ανεπιθύμητα φαινόμενα παρεμβολών και ενδοδιαμόρφωσης.



ΚΩΔΙΚΟΣ	C2000				C2020			
	UHF	VHFIII	VHFII	VHFI	UHF	UHF	VHFIII	VHFII
ΕΙΣΟΔΟΣ								
ΕΝΙΣΧΥΣΗ	34dB <sup>3</sup>	34dB <sup>3</sup>	34dB <sup>3</sup>	34dB <sup>3</sup>	34dB <sup>3</sup>	34dB <sup>3</sup>	34dB <sup>3</sup>	34dB <sup>3</sup>
ΣΤΑΘΜΗ ΕΞΟΔΟΥ	120dB $\mu$ V				120dB $\mu$ V			
ΣΤΑΘΜΗ ΘΟΡΥΒΟΥ	<8dB				<8dB			

Σε αυτά τα δύο είδη των ενισχυτών έχουμε μεγάλη στάθμη εξόδου και μεγαλύτερη ενίσχυση σε σχέση με τα προηγούμενα παραδείγματα ενισχυτών αλλά βλέπουμε και την συγχρόνως αυξημένη στάθμη θορύβου. Επίσης σε αυτό τον ενισχυτή τα ειδικά προσαρμοσμένα ποτενσιόμετρα ελέγχουν την ενίσχυση από τις βαθμίδες ενίσχυσης που περιέχει ο ενισχυτής μας. Για την ελαχιστοποίηση της στάθμης θορύβου σε αυτή την περίπτωση προτιμάται η μέγιστη ενίσχυση από την πρώτη βαθμίδα και η ελαχιστοποίηση των υπολοίπων. Αυτό συμβαίνει γιατί στην πρώτη βαθμίδα ενίσχυσης στο σήμα μας δεν έχει εισέλθει ο θόρυβος από προηγούμενες ενισχυτικές βαθμίδες και έτσι θα μπορούσαμε να πούμε ότι ενισχύουμε μόνο το καθαρό σήμα εισόδου, σε αντίθεση με τις επόμενες βαθμίδες που το σήμα μας έχει υποστεί είδη επεξεργασία από

τον ενισχυτή και έχει προστεθεί σε αυτό ο θόρυβος και έχει ως αποτέλεσμα την ταυτόχρονη αύξηση σήματος και θορύβου.



GAS 241	
4 INPUT	GAIN
VHF I	14-34dB
VHF II	14-34dB
VHF(5-s32)	14-34dB
UHF	14-35dB
NOISE FIGURE	<4.5dB
MAX OUTPUT LEVEL	131dB

GAS 251	
5 INPUT	GAIN
VHF I	14-34dB
VHF II	14-34dB
VHF(5-s32)	14-34dB
UHF	14-35dB
UHF	14-35dB
NOISE FIGURE	<4.5dB
MAX OUTPUT LEVEL	131dB

Οι δύο αυτοί ενισχυτές είναι με εξωτερική θωράκιση για την αποφυγή παρεμβολών. Έχουν πολύ μεγάλη στάθμη εξόδου που φθάνει στα 131 dB και πάρα πολύ μικρή στάθμη θορύβου, ενώ μας δίνουν και την μέγιστη και ελάχιστη ενίσχυση που μπορούν να προσφέρουν σε κάθε είσοδο τους.

Όλοι οι παραπάνω είναι κεντρικοί ενισχυτές μαζί με τους πίνακες χαρακτηριστικών που μας προσφέρει ο κατασκευαστής για αυτούς και ο καθένας μπορεί να φανεί χρήσιμος ανάλογα με την εγκατάσταση που θέλουμε να πραγματοποιήσουμε όπως έχουμε είδη εξηγήσει.

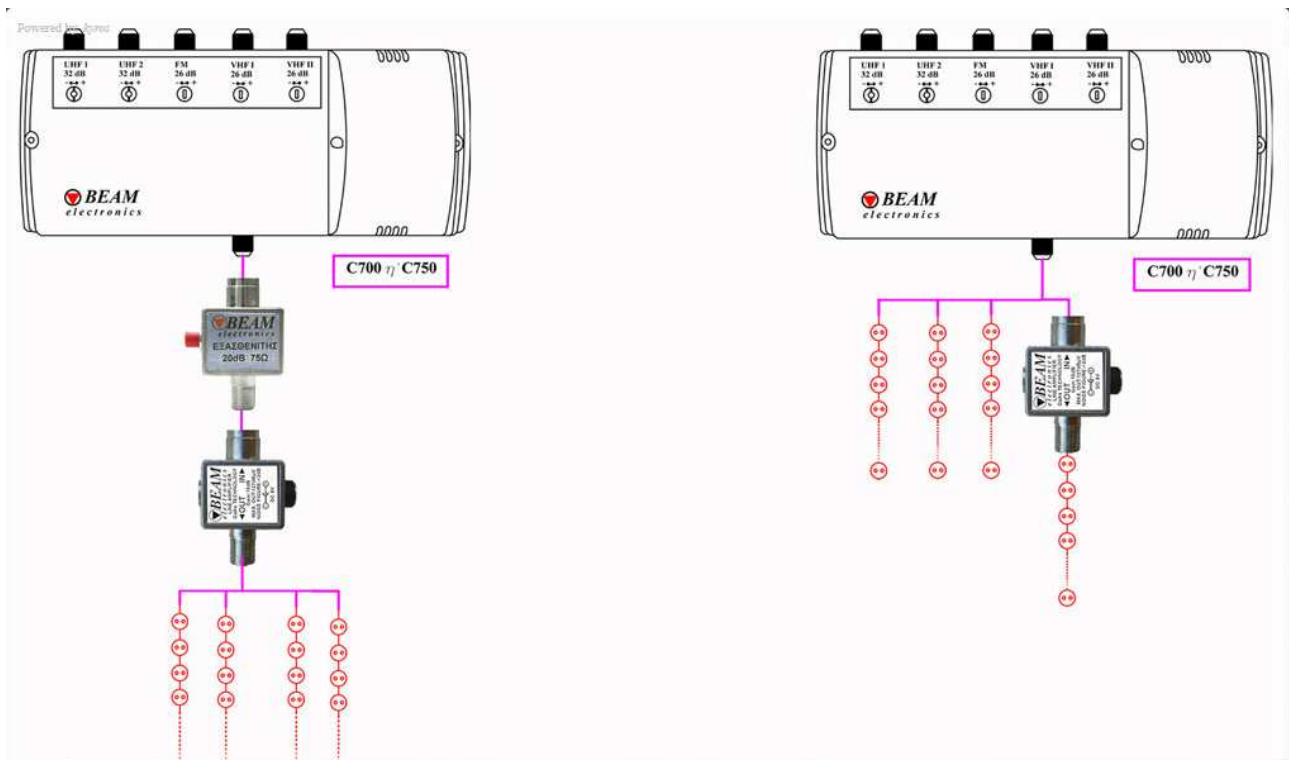
Ας δούμε όμως και μερικά παραδείγματα ενισχυτών γραμμής στους οποίους αναφερθήκαμε παραπάνω.



GaAs TECHNOLOGY	
GAIN	15 dB
MAX OUTPUT LEVEL	127 dBμV
ΘΟΡΥΒΟΣ	<2 dB
Freq.	40-860 MHz

Στην παραπάνω φωτογραφία απεικονίζεται ένας πολύ απλός ενισχυτής γραμμής. Παρατηρούμε ότι δίνονται από τον κατασκευαστή τα ίδια απαραίτητα χαρακτηριστικά, μόνο που στους ενισχυτές γραμμής έχουμε μόνο μία είσοδο και από αυτή ενισχύουμε όλο το φάσμα συχνοτήτων.





Οι άλλες δύο βασικές περιπτώσεις που μπορεί να χρειαστεί να χρησιμοποιήσουμε ενισχυτή γραμμής είναι, όπως φαίνεται και από την παραπάνω φωτογραφία, ακριβώς μετά τον κεντρικό ενισχυτή της εγκατάστασης, για να αυξήσουμε την συνολική ενίσχυση ή σε έναν από τους κλάδους που θα τροφοδοτήσουμε με το σήμα μας και αναμένουμε μεγάλες απώλειες σε σχέση με τους υπόλοιπους.

Πιο σπάνια ακόμα είναι η χρήση ενισχυτή γραμμής ως προενισχυτής πριν δηλαδή από τον κεντρικό ενισχυτή. Σε αυτές τις περιπτώσεις χρησιμοποιούμε ενισχυτές με πολύ καλά χαρακτηριστικά όπως ο δεύτερος που παρουσιάσαμε πιο πάνω.

Οι ενισχυτές γραμμής θα πρέπει να αποφεύγονται και γενικά αν θα μπορούσαμε να δώσουμε έναν κανόνα για τις κεντρικές εγκαταστάσεις λήψης τηλεοπτικού σήματος θα ήταν, ότι όσο μικρότερη ενίσχυση μπορούμε να δώσουμε στο αρχικό σήμα λήψης και από όσο λιγότερες ενισχυτικές βαθμίδες μπορεί να περάσει το αρχικό μας σήμα, τόσο καλύτερο και ποιοτικότερο θα είναι το σήμα μας. Ειδικά στο ψηφιακό σήμα, όπως έχουμε είδη πει και θα δούμε και παρακάτω, το σήμα μας έχει υψηλή ευαισθησία και η ποιότητα του σήματος είναι καθοριστικός παράγοντας λήψης. Η απόλυτη απουσία ενισχυτή όμως, δεν είναι πάντα εφικτή.

Τέλος, θα πρέπει να αναφέρουμε ότι θέλει πάντα προσοχή στο σημείο στο οποίο θα τοποθετηθεί ο ενισχυτής να υπάρχει κοντά πρίζα ρεύματος για την τροφοδοσία του ενισχυτή μας.

### 3.3 Διακλαδωτές

Από τον πρώτο καιρό που η τηλεόραση έκανε την εμφάνιση της στο ευρύ κοινό χρειάστηκε να λυθεί το θέμα του διαμοιρασμού του σήματος λήψης. Ένας από τους πρώτους και πιο απλούς τρόπους είναι η μηχανική ένωση των καλωδίων, που όμως δεν είναι ούτε ασφαλής και δημιουργεί πολλά προβλήματα στο σήμα που λαμβάνουμε. Έτσι δημιουργήθηκε η ανάγκη να υπάρξουν συγκεκριμένα εξαρτήματα που θα είναι ειδικά κατασκευασμένα για να κάνουν το διαμοιρασμό του τηλεοπτικού σήματος. Τα χαρακτηριστικά που έχουμε ανάγκη από αυτά τα εξαρτήματα είναι, να μπορούν να δέχονται μία είσοδο τηλεοπτικού σήματος και να παρέχουν αυτό το σήμα σε πολλούς παραλήπτες, χωρίς να το αλλοιώνουν και όσο γίνεται να μην το εξασθενούν. Καταλήγουμε λοιπόν στο συμπέρασμα ότι δύο είναι τα βασικά χαρακτηριστικά, ο αριθμός των εξόδων ενός διακλαδωτή και οι απώλειες που θα έχουμε στο σήμα μας περνώντας μέσα από αυτόν.

Ο αριθμός των εξόδων ενός διακλαδωτή είναι το βασικό σημείο και ιδιαίτερα όταν στις περισσότερες εγκαταστάσεις χρειάζεται να τοποθετήσουμε περισσότερους από έναν διακλαδωτές στη σειρά. Οι βασικοί διακλαδωτές που χρησιμοποιούμε είναι οι, 1:2, 1:3, 1:4, 1:6 και 1:8. Σπάνια θα βρούμε σε εγκατάσταση μεγαλύτερο διακλαδωτή 1:12. Όπως θα δούμε και παρακάτω ανάλογα με το πλήθος των εξόδων ανεβαίνουν και οι απώλειες που θα έχουμε στο σήμα μας.

Τις απώλειες των διακλαδωτών, μας τις δίνει ο κατασκευαστής πάντα σε dB και αν διαφέρουν σε κάποιες περιπτώσεις μεταξύ τους θα πρέπει να μας δίνει τις απώλειες για κάθε κλάδο χωριστά. Ο αριθμός των dB που δηλώνει ο κατασκευαστής πρέπει στους υπολογισμούς μας να αφαιρείται από τη στάθμη του σήματος στην είσοδο του διακλαδωτή.

Τα είδη των διακλαδωτών που μπορούμε να βρούμε είναι τρία. Οι ενεργοί διακλαδωτές οι οποίοι έχουν και μία μονάδα που μας προσφέρει μία μικρή ενίσχυση στο σήμα μας, αλλά εντάσσεται στον κανόνα που βάλαμε στην παράγραφο για τους ενισχυτές σε μία εγκατάσταση και έτσι συνήθως αποφεύγονται. Η δεύτερη κατηγορία διακλαδωτών, που είναι και το πιο συνηθισμένο στη χρήση του, είναι οι απλοί διακλαδωτές οι οποίοι αποτελούνται από παθητικά στοιχεία. Τέλος, υπάρχουν και τα λεγόμενα tap-offs, τα οποία χρησιμοποιούνται κατά κύριο λόγο σε πολύ μεγάλα δίκτυα. Αυτό το είδος των διακλαδωτών έχουν την διαφορά ότι μας δίνουν μία έξοδο με ελάχιστες απώλειες και από εκεί και πέρα μας δίνει παροχές αποδέσμευσης οι οποίες έχουν υψηλές απώλειες. Στις μεγάλες εγκαταστάσεις χρησιμοποιούμε την έξοδο για παροχή του υπόλοιπου δικτύου και τροφοδοτούμε τους δέκτες συγκεκριμένων κλάδων από τις παροχές αποδέσμευσης, έτσι ώστε το σήμα που θα συνεχίσει για να τροφοδοτήσει το υπόλοιπο δίκτυο να μην υποστεί μεγάλες απώλειες περνώντας μέσα από τον διακλαδωτή.

Παρακάτω βλέπουμε κάποια παραδείγματα από πίνακες χαρακτηριστικών που μας δίνει ένας κατασκευαστής για διακλαδωτές απλούς και tap-offs.



MODEL		UDU-205	UDU-307	UDU-408	UDU-612	UDU-813
REF.		5350	5351	5352	5353	5354
No. of ways		2	3	4	6	8
Insertion loss	5-862 MHz	≤ 3,6	≤ 6,8	≤ 8,1	≤ 11,8	≤ 11,9
	950-1550 MHz	≤ 4,1	≤ 8,5	≤ 9,1	≤ 13,5	≤ 14,1
	1551-2300 MHz	≤ 4,8	≤ 9,7	≤ 10,4	≤ 15,1	≤ 15
Output isolation	5-300 MHz	≥ 35	≥ 25	≥ 24	≥ 28,5	≥ 26
	301-862 MHz	≥ 34	≥ 21	≥ 22	≥ 25,5	≥ 28,4
	950-2300 MHz	≥ 20	≥ 21	≥ 22,5	≥ 25	≥ 28
Return loss	dB	≥ 12	≥ 10	≥ 10	≥ 10	≥ 10
Dimensions	mm	55x50x25	78x50x25	76x58x25	120x58x25	120x58x25

Στον παραπάνω πίνακα βλέπουμε τον πίνακα χαρακτηριστικών για τους διακλαδωτές που μας δίνει ο κατασκευαστής. Στις γραμμές του μπορούμε να διακρίνουμε το μοντέλο του διακλαδωτή, τον αριθμό από εξόδους που έχει ο καθένας από αυτούς, τις απώλειες και μάλιστα ο συγκεκριμένος κατασκευαστής μας δίνει αναλυτικά και ανά φάσμα συχνοτήτων τις απώλειες, την απομόνωση στις εξόδους του και στην τελευταία γραμμή του πίνακα μας δίνει και τις διαστάσεις στον καθένα από τους διακλαδωτές. Από άλλους κατασκευαστές μπορούμε να βρούμε τις απώλειες και σε μορφή γραφικής παράστασης, απωλειών ( dB ) σε σχέση με την συχνότητα του σήματος λήψης.



MODEL		UDL-110	UDL-115	UDL-120	UDL-125
REF.		3226	3227	3228	3229
Tap loss ( $\pm 0.7$ dB)		10	15	20	25
Through loss	5-862 MHz	$\leq 1.1$	$\leq 1.0$	$\leq 0.9$	$\leq 0.5$
	950-1550 MHz	$\leq 1.7$	$\leq 1.7$	$\leq 1.6$	$\leq 1,3$
	1551-2300 MHz	$\leq 2.3$	$\leq 2.2$	$\leq 2.1$	$\leq 2.0$
Directional isolation	5-300 MHz	$\geq 29$	$\geq 28$	$\geq 31$	$\geq 38$
	301-862 MHz	$\geq 29$	$\geq 27$	$\geq 28$	$\geq 35$
	950-2300 MHz	$\geq 19$	$\geq 23$	$\geq 19$	$\geq 24$
Return loss		$\geq 15$ (TV) $\geq 10$ (SAT)			

Ο πίνακας για διακλαδωτές τύπου tap-offs που παρουσιάζεται παραπάνω έχει εξίσου αναλυτικά στοιχεία. Περιέχει ξεχωριστά τις απώλειες αποδέσμευσης και τις απώλειες εξόδου, πάντα σε dB. Τα μοντέλα διακλαδωτών tap-offs στα οποία αναφέρεται ο πίνακας είναι κατά σειρά για, μία, δύο, τέσσερις και οκτώ αποδεσμεύσεις, από τα αριστερά προς τα δεξιά, και πάντα είναι συν την έξοδο όπως αναφέραμε και στην προηγούμενη παράγραφο για τα tap-offs.

### 3.4 Καλώδιο

Για να κατανοήσουμε τον κρίσιμο ρόλο ενός καλωδίου σε μια κεντρική εγκατάσταση, θα πρέπει να γνωρίζουμε ότι μια τηλεόραση, όσο ακριβή και αν είναι, αποτελεί «εξάρτημα» του καλωδίου. Τα ζωντανά χρώματα, η κρυστάλλινη εικόνα, ο καθαρός ήχος, που είναι τα ζητούμενα από μια καλή τηλεόραση, εξαρτώνται κατά πολύ μεγάλο βαθμό από την ποιότητα του καλωδίου. Η τηλεόρασή μας θα λειτουργήσει τόσο καλά όσο θα της «επιτρέψει» το καλώδιο μεταφοράς του σήματος.

Στις περισσότερες περιπτώσεις, όπου μια κεντρική εγκατάσταση παρουσιάζει κάποιο πρόβλημα, αυτό εντοπίζεται συνήθως στη λειτουργία του καλωδίου και των πριζών.

Πρέπει, λοιπόν, τα καλώδια να επιλέγονται προσεκτικά και, φυσικά, ανάλογα με την έκταση του δικτύου που θέλουμε να κατασκευάσουμε, π.χ., αν έχει πολλές διανομές, σε πολλά επίπεδα, σε μεγάλο μήκος, αν είναι κοινό δίκτυο RF / SAT κ.λ.π. Ας δούμε τα βασικά κριτήρια επιλογής των καλωδίων

#### Απώλειες

Οι απώλειες μετριοούνται σε dB / 100m στη μέγιστη συχνότητα που μπορεί να περάσει από δίκτυα RF, στην επίγεια τηλεόραση λοιπόν στα 850 MHz. Είναι λογικό ότι πρέπει να προτιμούνται καλώδια με τις

μικρότερες δυνατές απώλειες.

#### Απώλειες επιστροφής ( Structural Return Loss, SRL )

Οι απώλειες επιστροφής ( SRL ) είναι ένας δείκτης της ποιότητας κατασκευής του καλωδίου. Σε κάθε καλώδιο οι μικρές ατέλειες της κατασκευής προκαλούν μικρές ανακλάσεις του σήματος που αυτό μεταφέρει. Οι ανακλάσεις αυτές αθροίζονται ανυσματικά κατά μήκος του καλωδίου δημιουργώντας ένα σήμα που επιστρέφει. Η διαφορά του σήματος που επιστρέφει από το αρχικό, εκφρασμένη σε dB αποτελεί το SRL. Δηλαδή SRL 40 dB σημαίνει ότι το σήμα που επιστρέφει θα είναι κατά 40 dB πιο εξασθενημένο από το αρχικό.

Όσο μεγαλύτερη είναι η απόλυτη τιμή σε dB, τόσο ασθενέστερες είναι οι ανακλάσεις, άρα, τόσο πιο άρτιο κατασκευαστικά είναι το καλώδιο.

Στην αναλογική επίγεια τηλεόραση, ένα καλώδιο με κακό SRL προκαλεί «είδωλα» στην εικόνα της τηλεόρασης. Στην περίπτωση των ψηφιακών σημάτων ένα καλώδιο με κακό SRL επηρεάζει εκτός από τη στάθμη του σήματος και δείκτες ποιότητας του σήματος, MER, CBER και VBER, που θα εξετάσουμε σε επόμενη παράγραφο, έτσι μπορεί να προκαλέσει «παγώματα» στην εικόνα ή ακόμη και να την εξαφανίσει τελείως.

Μια ειδική περίπτωση κακού SRL είναι η περιοδικότητα. Σε αυτήν υπάρχει μια κατασκευαστική ατέλεια που επαναλαμβάνεται σε ίσα διαστήματα. Το αποτέλεσμα είναι το καλώδιο να εμφανίζει επιλεκτικά μεγάλες απώλειες, «εξαφανίζοντας» τα σήματα που μεταφέρονται σε συγκεκριμένες συχνότητες μόνο.

Μερικές φορές οι κακές τιμές SRL μπορεί να μην είναι αποτέλεσμα κακής κατασκευής αλλά να προκύψουν από κακή εγκατάσταση. Για να μη συμβεί αυτό θα πρέπει, κατά την εγκατάσταση, να λαμβάνεται μέριμνα, ώστε να μη γίνεται υπέρβαση της ελάχιστης ακτίνας κάμψης που προτείνει ο κατασκευαστής και να μην ασκούνται υπερβολικές εφελκυστικές δυνάμεις ( απότομα τραβήγματα ). Για το πέρασμα μέσα από σωλήνες μια καλή πρακτική είναι η χρήση λιπαντικού. Κατά την εγκατάσταση ομοαξονικού καλωδίου με στερεωτικά καρφιά ( ρόκα ), οι αποστάσεις μεταξύ των καρφιών να μην είναι σε καμιά περίπτωση ίσες μεταξύ τους, αλλά τυχαίες. Για αυτό το λόγο όπως θα δούμε και στην παράγραφο για τον υπολογισμό των απωλειών, στις απώλειες πάντα συνυπολογίζουμε και απώλειες εγκατάστασης καλωδίου.

#### Μηχανική αντοχή

Η παράμετρος αυτή αφορά στη μηχανική αντοχή του καλωδίου. Ένα κακό καλώδιο κατά την έλξη του ( ανάλογα με τη δυσκολία έλξης, π.χ., αν υπάρχει εμπόδιο στις σωληνώσεις, γωνίες κ.λ.π. ) είναι δυνατό να παραμορφωθεί, δηλαδή να μεταβληθεί το μήκος του. Στην περίπτωση αυτή δημιουργούνται οι παραπάνω περιγραφόμενες απώλειες επιστροφής.

Σημαντικό είναι ακόμη το καλώδιο να μην κάμπτεται σε ορθή γωνία κατά την τοποθέτησή του, αλλά να τοποθετείται σύμφωνα με τις οδηγίες του κατασκευαστή ως προς την επιτρεπόμενη ακτίνα κάμψης.

## Γήρανση

Η παράμετρος αυτή αναφέρεται στο πόσο γρήγορα ένα καλώδιο φθείρεται στο χρόνο. Οι περισσότεροι από εμάς θα έχουν παρατηρήσει τις μεταβολές αυτές, ιδιαίτερα όταν τα καλώδια βρίσκονται σε υγρό περιβάλλον.

Σε κάθε κεντρική εγκατάσταση υπάρχει ένα κομμάτι καλωδίου που συνδέει την κεραία που βρίσκεται στην ταράτσα με τον κεντρικό ενισχυτή που βρίσκεται μέσα στο κτίριο. Αυτό το τμήμα του καλωδίου συνήθως είναι εκτεθειμένο στον ήλιο και στην υγρασία.

Από την ποιότητα του εξωτερικού περιβλήματος εξαρτάται πόσο θα αντέξει το καλώδιο σε έντονα και ακραία καιρικά φαινόμενα, σε εκτεταμένες βροχοπτώσεις, σε συνεχή υγρασία, σε απότομες μεταβολές θερμοκρασίας κλπ.

## Θωράκιση

Κάθε καλώδιο που μεταφέρει σήμα, λειτουργεί ταυτόχρονα και ως κεραία λήψης, λαμβάνοντας εξωτερικά ηλεκτρομαγνητικά σήματα τα οποία προσθέτει στο σήμα που μεταφέρει. Παράλληλα λειτουργεί και ως κεραία εκπομπής, εκπέμποντας στο γύρω χώρο ένα τμήμα του σήματος που μεταφέρει.

Η Θωράκιση προσδιορίζει την αντίσταση του ομοαξονικού καλωδίου στις εξωτερικές ηλεκτρομαγνητικές παρεμβολές. Στις συχνότητες 5-30 MHz, μέτρο της θωράκισης είναι η σύνθετη αντίσταση μεταφοράς ( transfer impedance,  $Z_t$  ) σε mOhm/m. Όσο μικρότερη η τιμή  $Z_t$  σε mOhm/m, τόσο καλύτερα θωρακισμένο είναι το καλώδιο. Στις συχνότητες 30-3000 MHz, εκφράζεται ως εξασθένηση της θωράκισης ( screening attenuation,  $A_s$  ) σε dB. Όσο μεγαλύτερη η τιμή της  $A_s$  σε dB, τόσο περισσότερο καταφέρνει το καλώδιο να εξασθενήσει τις παρεμβολές, άρα «προστατεύει» καλύτερα το σήμα που μεταφέρει. Επίσης όσο καλύτερη η θωράκιση, τόσο λιγότερο ποσοστό του σήματος που μεταφέρει το καλώδιο εκπέμπεται στο περιβάλλον.

Η θωράκιση είναι μια ιδιότητα που δεν εξαρτάται από το μήκος του καλωδίου. Ακόμη και λίγα εκατοστά μη καλά θωρακισμένου καλωδίου μπορούν να δημιουργήσουν προβλήματα, εφ' όσον υπάρχουν ισχυρές παρεμβολές. Θα μπορούσαμε να παραλληλίσουμε την περίπτωση αυτή με μια καλά μονωμένη ταράτσα, που όμως έχει μια μικρή τρύπα. Η υγρασία θα περάσει από την τρύπα αυτή, παρόλο που όλη η υπόλοιπη επιφάνεια είναι μονωμένη.

Η υψηλή επικάλυψη πλέγματος δεν είναι ικανή συνθήκη για υψηλή θωράκιση. Υπάρχουν πολλές κατασκευαστικές παράμετροι, η κάθε μια από τις οποίες συνεισφέρει στο τελικό αποτέλεσμα της θωράκισης, και η υψηλή επικάλυψη είναι μία μόνο από αυτές. Ενδεικτικά αναφέρουμε την εκκεντρότητα του κεντρικού αγωγού, το υλικό, την κατασκευή και το πάχος της ταινίας, το υλικό και τη διάμετρο των συρμάτων του πλέγματος, τη γωνία πλέξης κ.ο.κ. Σύμφωνα λοιπόν με τις προδιαγραφές θα πρέπει να γνωρίζουμε την τιμή της θωράκισης, όπως αυτή προκύπτει από μετρήσεις του κατασκευαστή.

Ο πιο συνηθισμένος συνδυασμός ( ηλεκτρομαγνητικής ) θωράκισης είναι πλέγματος και ταινίας εξωτερικού αγωγού. Υπάρχουν ταινίες αλουμινίου ή χαλκού, μονές ή διπλές, με διαφορετικά πάχη. Οι ταινίες αλουμινίου συνδυάζονται με πλέγμα από σύρματα επικασσιτερωμένα ή επαργυρωμένα ενώ οι ταινίες χαλκού με σύρματα χάλκινα. Η χρήση ταινιών αλουμινίου με σύρματα από απλό χαλκό καλό θα είναι να αποφεύγεται, διότι με την ελάχιστη παρουσία υγρασίας προκαλείται γαλβανική διάβρωση λόγω επαφής διαφορετικών μετάλλων, η ταινία καταστρέφεται και οι απώλειες του καλωδίου αυξάνουν δραστικά.

Στις μέρες μας η θωράκιση των καλωδίων αποκτά ιδιαίτερη σημασία, διότι, υπάρχουν πολύ περισσότερα ηλεκτρομαγνητικά σήματα στην ατμόσφαιρα από το παρελθόν και, άρα, περισσότερες εν δυνάμει πηγές παρεμβολών. Επίσης, όταν το καλώδιο μεταφέρει ψηφιακά σήματα ( π.χ. δορυφορική ή επίγεια ψηφιακή λήψη ), τυχόν παρεμβολές μπορεί να οδηγήσουν σε «πάγωμα» της εικόνας. Τα καλώδια με υψηλή θωράκιση, αποτελούν την βέλτιστη επιλογή για τη μεταφορά ψηφιακών σημάτων.

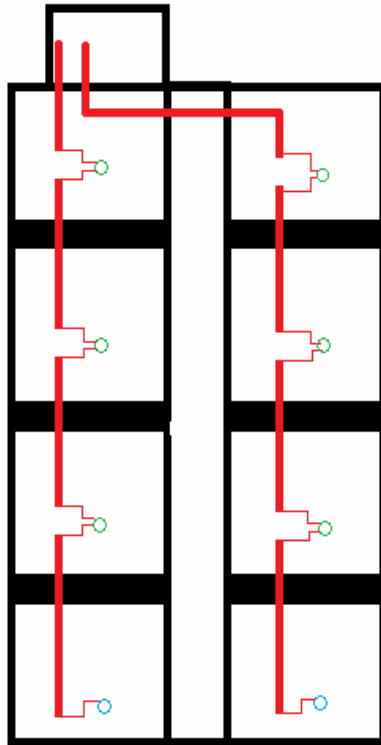
Η ευρωπαϊκή επιτροπή για την ηλεκτροτεχνική τυποποίηση ( CENELEC ), αναγνωρίζοντας τη σημασία της θωράκισης, στην πρόσφατη έκδοση των προτύπων ταξινομεί όλα τα ομοαξονικά καλώδια σε κατηγορίες, με βάση τη θωράκισή τους ( B, A, A+, A++ ).

Τέλος θα πρέπει να γίνει κατανοητό ότι, η εκ των υστέρων παρέμβαση για βελτίωση ενός δικτύου που είναι κατασκευασμένο με κακής ποιότητας καλώδια είναι εξαιρετικά δύσκολη και δαπανηρή.

#### 3.4.1 Εγκατάσταση κεντρικής καλωδίωσης

Οι τρόποι εγκατάστασης κεντρικής καλωδίωσης για τηλεόραση σε ένα κτίριο θα μπορούσαμε να πούμε ότι είναι τυποποιημένοι. Αυτό μας βοηθάει κυρίως στις επιδιορθώσεις κεντρικών εγκαταστάσεων κεραίας μιας και μπορούμε εύκολα να καταλάβουμε το δίκτυο του κτιρίου και να παρέμβουμε σε αυτό. Έχουμε τρεις τρόπους εγκατάστασης κεντρικής καλωδίωσης.

Ο πρώτος τρόπος και πιο παλιός για την εγκατάσταση της καλωδίωσης ενός δικτύου τηλεόρασης είναι σε στήλες. Σε αυτή την περίπτωση οι γραμμές των καλωδίων οι οποίες ξεκινούν από το κέντρο λήψης στην κορυφή του κτιρίου και διασχίζουν το κτίριο κατακόρυφα. Σε κάθε όροφο που θέλουμε μπαίνει πρίζα διελεύσεως και στον τελευταίο παραλήπτη, στο τέλος της γραμμής, τοποθετούμε μία τερματική πρίζα. Με αυτό το τρόπο έχουμε το θετικό ότι φθάνουν λίγες γραμμές στο κέντρο λήψης και έτσι δε χρειαζόμαστε μεγάλους διακλαδωτές. Επίσης θετικό είναι και η εύκολη σχετικά εγκατάσταση και αντικατάσταση του καλωδίου. Από την άλλη όμως είχαμε πολύ μεγάλες γραμμές, υπερφορτωμένες από παραλήπτες τις περισσότερες φορές, και με μεγάλη δυσκολία στην αντιμετώπιση προβλημάτων σε περίπτωση επισκευής. Το πιο συνηθισμένο πρόβλημα που έπρεπε να λύσουμε είναι το πώς θα φτάσει το σήμα μας στους πρώτους ορόφους του κτιρίου δηλαδή στους τελευταίους παραλήπτες της γραμμής και αυτό χωρίς να "μπουκώσουμε" τους πρώτους παραλήπτες της γραμμής από σήμα και χωρίς να έχουμε ενδοδιαμόρφωση από την υπερβολική ενίσχυση της γραμμής του δικτύου.

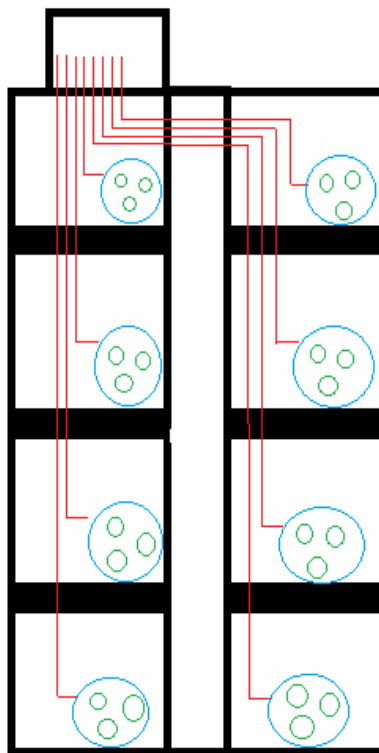


Οι δύο άλλοι τρόποι που χρησιμοποιούνται μέχρι και σήμερα, είναι αυτοί της αυτονομίας των παραληπτών. Τους δύο αυτούς τρόπους καλωδίωσης ενός κτιρίου τους παρουσιάζουμε μαζί, γιατί βασίζονται στην ίδια λογική.

Στην μία περίπτωση η κάθε πρίζα ανεβαίνει με ανεξάρτητη γραμμή μέχρι το κέντρο λήψης της εγκατάστασης. Καταλαβαίνουμε ότι είναι πολύ εύκολο με αυτό το τρόπο να ελέγξουμε και να διαχειριστούμε το σήμα που φθάνει σε κάθε πρίζα χωριστά. Ο συγκεκριμένος τρόπος καλωδίωσης είναι από τους πιο βολικούς από τεχνικής απόψεως. Η κάθε γραμμή ξεκινώντας από το κέντρο λήψης πηγαίνει στον χώρο στον οποίο θα εγκατασταθεί η πρίζα τηλεόρασης, σε αυτή την περίπτωση η πρίζα είναι πάντα τερματική και στην οποία ο χρήστης συνδέει τον δέκτη της τηλεόρασης. Στο κέντρο λήψης τροφοδοτούμε όλες τις γραμμές από διακλαδωτές, αν υπολογίσουμε ότι η μία γραμμή είναι πολύ μεγάλη σε μήκος και οι απώλειες είναι μεγάλες συνδέουμε τις γραμμές στους διακλαδωτές έτσι ώστε στη συγκεκριμένη γραμμή να περιορίσουμε τις απώλειες. Για παράδειγμα, συνδέουμε πρώτα έναν διακλαδωτή 1:2 με τον οποίο τροφοδοτούμε, από την μία έξοδο έναν άλλο διακλαδωτή που τροφοδοτεί όλες τις άλλες γραμμές και στη δεύτερη έξοδο του συνδέουμε την γραμμή αυτήν στην οποία αντιμετωπίζουμε το πρόβλημα απωλειών. Ο συγκεκριμένος τρόπος εγκατάστασης όμως μπορεί να χρησιμοποιηθεί μόνο σε πολύ μικρά δίκτυα με λίγους παραλήπτες και μπορούμε εύκολα να καταλάβουμε το γιατί. Δεν μπορούμε ούτε καν να φανταστούμε τι θα γινόταν σε ένα κέντρο λήψης μιας πολυκατοικίας με τέσσερις ορόφους και πέντε πρίζες ανά όροφο. Το κέντρο λήψης θα "πνιγόταν" από τα καλώδια και οι απώλειες από την χρήση πολλών διακλαδωτών θα δυσκόλευαν τη λειτουργία της εγκατάστασής μας.

Στην προσπάθεια λοιπόν για να επιλύσουμε αυτό το πρόβλημα με τον παραπάνω τρόπο

καλωδίωσης, εφαρμόζουμε την δεύτερη περίπτωση με αυτόνομες γραμμές. Σε αυτή τη μέθοδος καλωδίωσης του δικτύου οι γραμμές που μέχρι τώρα άρχιζαν από το κέντρο λήψης και πηγαίνουν κατευθείαν σε μία τερματική πρίζα, σύμφωνα με την παραπάνω μέθοδο, τώρα τροφοδοτούν ένα υποδίκτυο, για παράδειγμα, έναν όροφο του κτιρίου ή στην περίπτωση πολυκατοικίας κάθε διαμέρισμα χωριστά. Άρα στην θέση της τερματικής πρίζας τοποθετείται μια πρίζα διελύσεως και η γραμμή συνεχίζει τροφοδοτώντας και τις υπόλοιπες πρίζες του υποδικτύου. Στο τέλος της γραμμής τοποθετούμε πάντα την τερματική πρίζα. Με αυτό τον τρόπο αξιοποιούμε τα θετικά και τον δύο παραπάνω τρόπων καλωδίωσης μια κεντρικής εγκατάστασης για επίγεια τηλεόραση. Διατηρούμε την αυτονομία στα υποδίκτυα και συγχρόνως περιορίζουμε τις γραμμές που καταφθάνουν στο κέντρο λήψης.



Στα δύο παραπάνω γραφήματα καλωδίωσης κεντρικών δικτύων τηλεόρασης παρατηρούμε, με κόκκινο χρώμα τις γραμμές που απεικονίζουν τα καλώδια και τις πρίζες τερματικές ή διελύσεως με μπλε και πράσινους κύκλους αντίστοιχα.

### 3.5 Πρίζες

Μεγάλη σημασία σε μία εγκατάσταση έχει επίσης και η επιλογή των πριζών. Η επιλογή, απλώς, μιας καλής μάρκας για τις πρίζες, χωρίς να ληφθούν υπόψη τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά του κάθε υλικού, οδηγεί συνήθως σε αποτυχία. Οι κατασκευαστές παρέχουν στον εγκαταστάτη τα τεχνικά χαρακτηριστικά των πριζών τα οποία θα πρέπει να λαμβάνονται σοβαρά υπόψη.

Εάν, για παράδειγμα, κάποιος κατασκευαστής περιορίζει τον αριθμό των πριζών ανά κλάδο ( π.χ. μέχρι τρία τεμάχια ), τότε θα πρέπει να ληφθεί υπόψη αυτός ο περιορισμός κατά τη μελέτη της εγκατάστασης.

Εάν από πριν γνωρίζουμε τον τύπο των πριζών που θα χρησιμοποιηθεί τελικά ( π.χ. στην περίπτωση που έχει προηγηθεί συνεννόηση με τον τελικό χρήστη ), τότε δεν έχουμε κανένα πρόβλημα και σχεδιάζουμε την εγκατάστασή μας με βάση γνωστές προδιαγραφές.

Εάν, όμως, δεν γνωρίζουμε ποιες πρίζες τελικά θα χρησιμοποιήσουμε, καλό θα είναι να σχεδιάσουμε την εγκατάσταση μας με τέτοιο τρόπο, ώστε να μπορεί να δεχθεί πρίζες οποιουδήποτε κατασκευαστή.

Στη χώρα μας, ενώ είναι συνηθισμένο το φαινόμενο πέντε ή έξι πριζών εν σειρά στην εγκατάσταση, πολλές φορές οι προδιαγραφές του κατασκευαστή των πριζών που τελικά χρησιμοποιούνται δεν υποστηρίζουν τέτοια συνδεσμολογία.

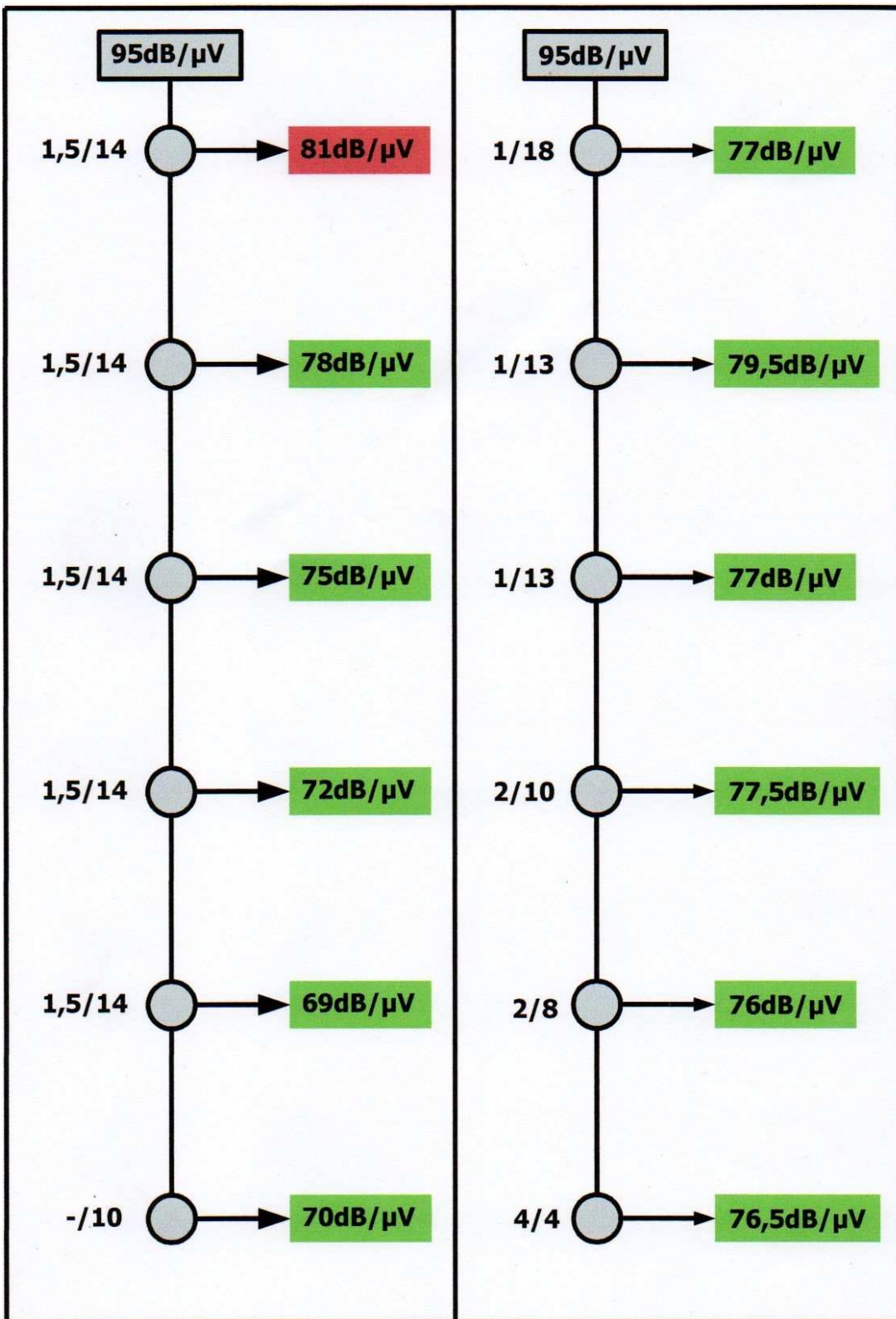
Χαρακτηριστικό είναι ότι συχνά οι εγκαταστάτες οι οποίοι καλούνται, εφ' όσον έχουν ήδη τοποθετηθεί τέτοιες πρίζες, για να ολοκληρώσουν μια εγκατάσταση, αναγκάζονται ν' αντικαταστήσουν τις πρίζες, διότι δεν ανταποκρίνονται στις απαιτήσεις της συγκεκριμένης εγκατάστασης και των τεχνικών κανονισμών. Παρ' όλα αυτά, συνδεσμολογίες με πέντε ή έξι πρίζες στον ίδιο κλάδο προτιμώνται λόγω χαμηλότερου κόστους, λιγότερο καλώδιο. Ακόμη και έτσι, όμως, υπάρχει λύση, αναφερόμαστε πάντα για λήψη επίγειου σήματος.

Ακολουθεί ένα παράδειγμα για το πώς μπορούμε, χρησιμοποιώντας τις σωστές πρίζες, να εξισορροπήσουμε τη στάθμη του σήματος σε μία στήλη με έξι πρίζες σε σειρά. Αριστερά απεικονίζεται μία στήλη με πρίζες της μάρκας «X» και δεξιά μία στήλη με πρίζες της μάρκας «Ψ».

Στην αριστερή στήλη, μάρκα «X», έχουμε δυνατότητα να χρησιμοποιήσουμε μόνο έναν τύπο πρίζας διελεύσεως, με απώλεια διέλευσης, απώλεια που έχει το σήμα στην έξοδο της πρίζας προς την επόμενη, 1,5 dB, και απώλεια απομάστευσης, η απώλεια σήματος στην έξοδο της πρίζας προς τον δέκτη, 14 dB, για συντομία 1,5/14. Η τερματική πρίζα έχει απώλεια απομάστευσης 10 dB.

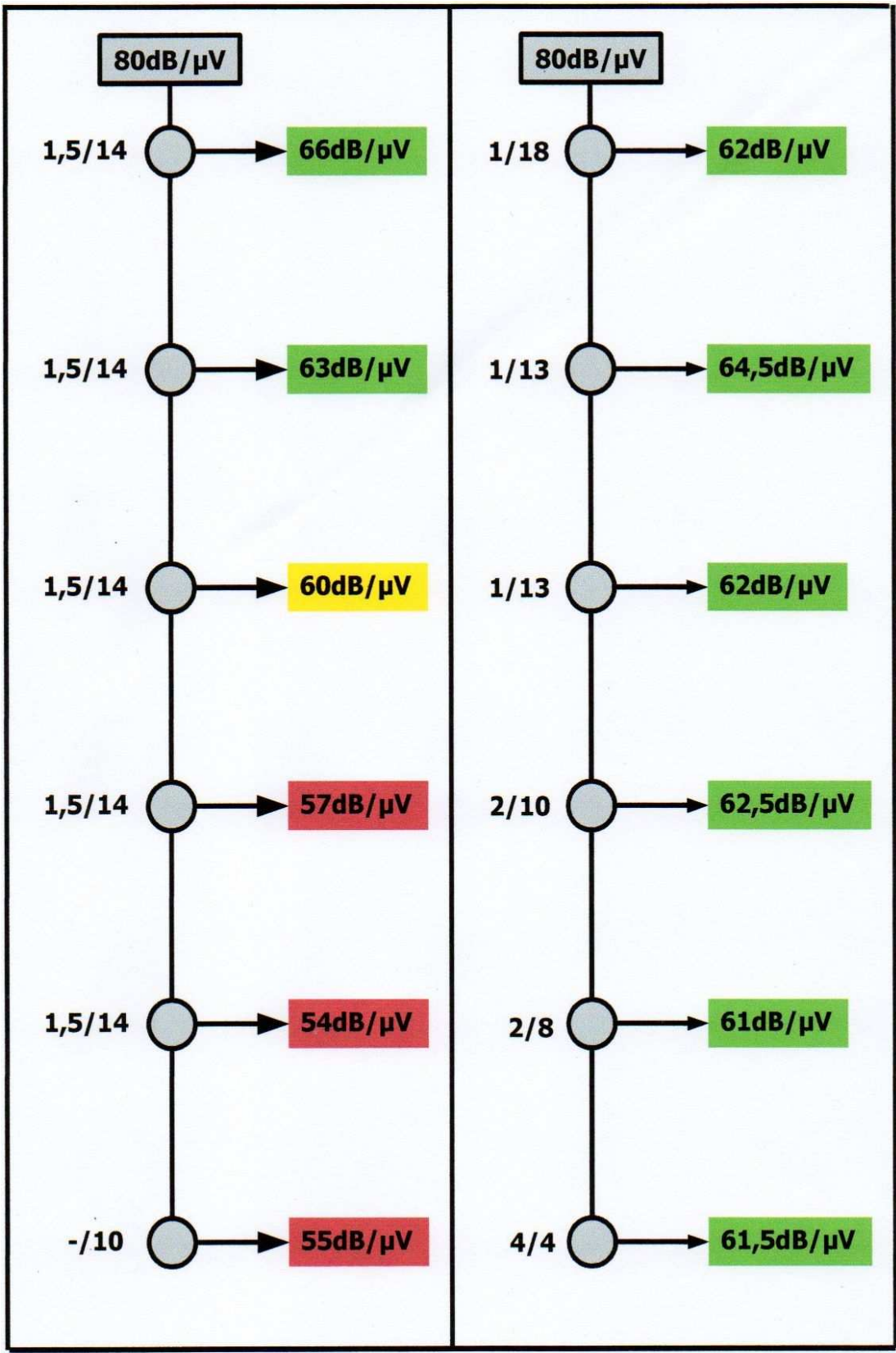
Στη δεξιά στήλη, η χρήση πριζών μάρκας «Ψ», μας επιτρέπει να επιλέξουμε πρίζες με διαφορετικές τιμές απώλειας διέλευσης / απομάστευσης (  $\delta / \alpha$  ) σε κάθε θέση. Έτσι έχουμε τη δυνατότητα να επιλέξουμε ανάμεσα σε πρίζες με τιμές  $\delta / \alpha$  1/18, 1/13, 2/10, 2/8, 4/4.

Με δεδομένο ότι έχουμε στάθμη σήματος στην αρχή της στήλης 95 dBμV (σχήμα 1) και απώλεια καλωδίου 1,5dB από πρίζα σε πρίζα, ας δούμε τι αποτελέσματα θα έχουμε και στις δύο περιπτώσεις.



Σχήμα 1





Σχήμα 2

Παρατηρούμε τη διαφορά που υπάρχει στη στάθμη του σήματος προς το δέκτη, μεταξύ της πρίζας με την υψηλότερη και της πρίζας με τη χαμηλότερη στάθμη σήματος. Στην αριστερή στήλη η διαφορά είναι 12 dB ενώ στη δεξιά στήλη είναι μόλις 3,5 dB.

Ίσως αναρωτηθεί κανείς πού είναι το πρόβλημα εφ' όσον, παρ' όλη τη διαφορά στη στάθμη, αυτή βρίσκεται εντός ορίων για σωστή λήψη, 60 – 80 dBμV. Το πρόβλημα εμφανίζεται από τη στιγμή που, όπως είδαμε πιο πάνω, δεν έχουμε ίση στάθμη σήματος για όλους τους σταθμούς που λαμβάνουμε. Αν θεωρήσουμε, για παράδειγμα, ότι έχουμε μέγιστη στάθμη ενός καναλιού τα 95 dBμV και ελάχιστη στάθμη σε άλλο κανάλι 80 dBμV, πράγμα καθόλου σπάνιο, θα δούμε ότι στη δεύτερη περίπτωση, σχήμα 2 οι τρεις τελευταίες πρίζες της μάρκας «X» παρέχουν σήμα στο δέκτη κάτω από το όριο, ενώ η τέταρτη από το τέλος παρέχει σήμα οριακής, για σωστή λήψη, στάθμης για το συγκεκριμένο, χαμηλής στάθμης, κανάλι.

Από τα παραπάνω βγαίνει ακόμη ένα, επίσης, πολύ χρήσιμο συμπέρασμα: ότι, ενώ στην αριστερή στήλη έχουμε μέγιστη απώλεια προς τον δέκτη 26 dB, στην προτελευταία πρίζα, στη δεξιά στήλη αντίστοιχα η απώλεια αυτή είναι 19dB. Εύκολα καταλαβαίνει, λοιπόν, κανείς ότι στην περίπτωση της δεξιάς στήλης απαιτείται μικρότερος, σε τελική στάθμη εξόδου και βαθμό ενίσχυσης ( gain ), ενισχυτής ή και καθόλου ενισχυτής.

Παρατηρούμε μάλιστα, στο σχήμα 1, ότι, αν επιχειρήσουμε να δώσουμε παραπάνω σήμα από τον ενισχυτή μας, κινδυνεύουμε να ξεπεράσουμε και το άνω όριο στάθμης σήματος. Ακόμη, αυξάνοντας τη στάθμη εξόδου, μπορεί να οδηγήσουμε τον ενισχυτή μας σε ενδοδιαμόρφωση με καταστροφικά αποτελέσματα στην εικόνα που λαμβάνουμε στους δέκτες μας, γραμμές, παραμορφώσεις και «ψαροκόκαλα» στην εικόνα, εικόνα άλλου καναλιού να «περνάει» πίσω από το κανάλι που παρακολουθούμε κ.α.

Αντίθετα, στα δεξιά, όπου χρησιμοποιούμε καταλληλότερες πρίζες και η γραμμή είναι πολύ πιο ισορροπημένη, δεν υπάρχει τέτοιο πρόβλημα ούτε με υψηλή αλλά ούτε και με χαμηλή στάθμη σήματος.

Τα δύο παραπάνω παραδείγματα αναφέρονται σε εγκαταστάσεις για επίγεια αναλογική τηλεόραση. Για το ψηφιακό σήμα αυτά τα μεγέθη σήματος που αναφέρονται είναι πολύ υψηλότερα από αυτά που χρειαζόμαστε. Μπορούμε εύκολα βέβαια, αντικαθιστώντας τα μεγέθη του σήματος, να χρησιμοποιηθούν τα υπόλοιπα στοιχεία των δύο αυτών παραδειγμάτων και για το επίγειο ψηφιακό σήμα.

Κατά την επιλογή των πριζών θα πρέπει να λαμβάνουμε υπόψη και άλλους παράγοντες, εκτός από τον λόγο  $\delta / \alpha$ , όπως την απομόνωση που παρέχει η πρίζα μεταξύ των εξόδων της, TV, Radio, Sat, την απομόνωση μεταξύ εξόδου διέλευσης / εξόδου απομάστευσης, τη θωράκιση κ.α.

### 3.6 Τρόπος υπολογισμού των απωλειών και της ποιότητας του σήματος σε μία κεντρική εγκατάσταση λήψης επίγειας τηλεόρασης

#### 3.6.1 Απώλειες

Σε αυτή την παράγραφο σκοπός μας είναι να δούμε πως μετά από όλα τα παραπάνω χαρακτηριστικά, που αναφέραμε στις προηγούμενες παραγράφους αυτού του κεφαλαίου, θα καταφέρουμε να συγκεντρώσουμε σε ένα γενικό κανόνα, το θέμα των απωλειών σε ένα κεντρικό δίκτυο τηλεόρασης. Με αυτό τον τρόπο θέλουμε να πετύχουμε τη καλύτερη κατανόηση του υπολογισμού της εγκατάστασης μας εξασφαλίζοντας την σωστή αλλά και ποιοτική λειτουργία του δικτύου επίγειας τηλεόρασης από τον πρώτο μέχρι τον τελευταίο χρήστη του δικτύου.

Ας αναφέρουμε λοιπόν το σύνολο των απωλειών που πρέπει να υπολογίζουμε κάθε φορά στη μελέτη που πραγματοποιούμε για την εγκατάσταση σε ένα κτήριο ενός κεντρικού δικτύου διανομής τηλεοπτικού σήματος.

D1: Ξεκινώντας από την κορυφή λοιπόν της εγκατάστασης οι πρώτες απώλειες είναι αυτές των διακλαδωτών. Μας δίνονται από τον κατασκευαστή, σε dB, ανά κάθε έξοδο που μας δίνει ανάλογα ο κάθε διακλαδωτής. Αν έχουμε πάνω από έναν διακλαδωτή, οι απώλειες τους προστίθενται.

D2: Ο δεύτερος παράγοντας απωλειών που αναφέραμε ήταν αυτός του καλωδίου, ο οποίος αναφέρεται από τον κατασκευαστή σε dB / 100 m. Προσοχή εδώ μετράμε τις απώλειες του καλωδίου στον κλάδο που μας ενδιαφέρει και ως την πρίζα του κάθε χρήστη ξεχωριστά, αν και συνήθως μας ενδιαφέρει η τελευταία πρίζα του κάθε κλάδου στην οποία παρουσιάζονται και οι περισσότερες απώλειες στο κλάδο αυτό.

D3: Οι απώλειες από την εγκατάσταση του καλωδίου. Αυτό δε μας δίνεται από τον κατασκευαστή, για αυτό το λόγο και υπολογίζεται εμπειρικά. Πρώτα και κύρια μας ενδιαφέρει ο τρόπος εγκατάστασης του καλωδίου, δηλαδή εάν το καλώδιο έχει απότομες γωνίες, τσακίσματα, ο τρόπος στήριξης, η ποιότητα του καλωδίου όσο αναφορά τη μηχανική του αντοχή και άλλα που αναφέραμε παραπάνω στην παράγραφο για τους παράγοντες που μας ενδιαφέρουν στη επιλογή του καλωδίου. Ο αριθμός λοιπόν που εισάγουμε αυθαίρετα ως απώλειες εγκατάστασης θα λέγαμε ότι τοποθετείται σε μία κλίμακα από 3 dB ως 6 dB, ανάλογα με το πόσο καλοί είναι οι πιο πάνω παράγοντες εγκατάστασης του καλωδίου.

D4: Απώλειες από τις πρίζες που προηγούνται της πρίζας που μας ενδιαφέρει, που συνήθως είναι η τερματική. Από τις πληροφορίες που μας δίνει ο κατασκευαστής μίας πρίζας σε αυτή την περίπτωση μας ενδιαφέρουν οι απώλειες αποδέσμευσης και είναι πάντα σε dB. Ανάλογα με το πόσες πρίζες μεσολαβούν προσθέτουμε και τις απώλειες της κάθε μίας.

D5: Τέλος απώλειες απομάστευσης στην έξοδο της πρίζας του κάθε χρήστη. Είναι ένα ακόμα στοιχείο που μας παρέχει πάντα ο κατασκευαστής και είναι πάντα σε dB. Συμβολίζει το πόσες φορές μικρότερο είναι το σήμα που θα πάρει ο χρήστης από την πρίζα σε σχέση με αυτό που εισέρχεται σε αυτήν. Σε αυτό δε μας ενδιαφέρουν οι υπόλοιπες πρίζες της εγκατάστασης παρά μόνο αυτή η οποία εξετάζουμε.

Αυτοί οι πέντε είναι οι πρώτοι και βασικοί παράγοντες απωλειών μιας κεντρικής εγκατάστασης δικτύου διανομής τηλεοπτικού σήματος. Αργότερα θα δούμε και κάποια εξαρτήματα που μας βοηθούν στην παραπέρα εξασθένηση του σήματός μας σε περιπτώσεις που αυτό απαιτείται. Από αυτούς τους πέντε παράγοντες μπορούμε να δημιουργήσουμε την σχέση για τον υπολογισμό των απωλειών σε έναν κλάδο του δικτύου.

$$D_{ολ} = D1+D2+D3+D4+D5$$

Εάν λοιπόν τώρα προσθέσουμε τις συνολικές απώλειες μιας εγκατάστασης στο ελάχιστο και το μέγιστο απαιτούμενο σήμα, που όπως έχουμε πει, είναι 58 ως 72 dB για το αναλογικό και 40 ως 55 dB για το ψηφιακό σήμα τηλεόρασης και από το άθροισμά τους αφαιρέσουμε το σήμα εισόδου της κεραίας στην εγκατάσταση θα βρούμε έναν αριθμό που θα είναι απαιτούμενη ενίσχυση, σε dB στην εγκατάσταση.

$$A = D_{ολ}+S_0-S_{in}$$

Το  $S_0$  συμβολίζει το απαιτούμενο σήμα και το  $S_{in}$  το σήμα που εισάγει η κεραία μας. Το μέγιστο και το ελάχιστο θα πρέπει να υπολογίζονται με βάση το ποιο ισχυρό και το ποιο εξασθενημένο κανάλι συχνοτήτων που εισάγει η κεραία μας.

### 3.6.2 Ποιότητα ψηφιακού τηλεοπτικού σήματος

Οι παράγοντες που επηρεάζουν και μας δείχνουν την ποιότητα του ψηφιακού σήματος είναι τρεις.

1. Το MER ( Modulation Error Rate ): οι ελάχιστες ανεκτές τιμές πρέπει να είναι πάνω από 12 – 12,5 dB όταν έχουμε 16QAM ( Digea ). Για το 64QAM ( EPT ) πρέπει να είναι 6 dB παραπάνω ( 18 dB ). Γενικά, καλές τιμές MER είναι από 30 dB και επάνω, αλλά και στα 20 – 25 dB δεν έχουμε πρόβλημα σπασιμάτων και παγωμάτων στη εικόνα μας.
2. Το C BER είναι ο αριθμός λαθών πριν από τις διορθώσεις των κυκλωμάτων Viterbi & Reed Solomon. Το άριστο είναι μικρότερο από 1 στην -5 (  $1 \cdot 10^{-5}$  – δηλαδή λιγότερο από 1 χαμένο πακέτο ανά 100.000 πακέτα – 1/100.000 ), όμως από το 1 στην -3 ( 1 χαμένο πακέτο ανά 1.000 πακέτα – 1/1000 – 0,1% ) παίζει σωστά. Πολλές φορές και ακόμα μικρότερες τιμές είναι αρκετές για να έχουμε σταθερή εικόνα – πχ 5 στην -3 ( 5 χαμένα πακέτα ανά 1.000 πακέτα – 5/1000 – 0,5% ) ή 2 στην -2 ( 2 χαμένα πακέτα ανά 100 πακέτα – 2/100 – 2% ). Γενικά, όταν οι τιμές είναι οριακές το βλέπουμε και σε συνδυασμό με το MER.
3. Το VBER είναι ο αριθμός λαθών μετά από τις διορθώσεις των κυκλωμάτων Viterbi & Reed Solomon και γενικά δεν έχει τόσο μεγάλη σημασία, μια που εξαρτάται και από τα διορθωτικά κυκλώματα της κάθε ψηφιακής συσκευής. Άριστες τιμές είναι 1 στην -7 ή -8. Δεν θα έχουμε πρόβλημα αν το VBER έχει τιμή 1

στην -5, ενώ αν πέσει κάτω από 1 στην -4 η εικόνα χάνεται.

Ο κανόνας είναι ότι το MER δεν θα πρέπει να χειροτερεύει περισσότερο από 1-2 dB μετά από κάποια επεξεργασία – πχ ενισχυτή ιστού ή κεντρικής. Αν χειροτερεύει περισσότερο – πχ από 32 dB στην κεραία να γίνεται 15 ή 25 dB στην έξοδο του ενισχυτή, τότε έχουμε κάνει λάθος και ο ενισχυτής ενδοδιαμορφώνει. Το ίδιο ισχύει και για το CBER. Είναι ανεκτή μια μικρή επιδείνωση της τιμής μετά από κάποια επεξεργασία ( πχ από 2 στην -4 να γίνει 3 στην -4 ), όχι όμως μια μεγάλη επιδείνωση της τιμής ( πχ από 2 στην -4 να γίνει 3 στην -2 ).

Τα MPEG2 & MPEG4 δεν έχουν καμιά σημασία σε αυτές τις μετρήσεις – αποτελούν μορφές συμπίεσης και όχι μορφές διαμόρφωσης. Επομένως δεν έχουν καμιά επίδραση στις τιμές MER & BER.

Τέλος, να αναφέρουμε ότι όπως θα δούμε και παρακάτω όλα τα νέα πεδίομετρα για επίγεια λήψη ψηφιακού σήματος τηλεόρασης έχουν τη δυνατότητα να κάνουν αυτές τις μετρήσεις.

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4**

### **Δορυφορική τηλεόραση και Εγκατάσταση κεντρικής δορυφορικής τηλεόρασης**

#### **4.1 Εισαγωγή στις δορυφορικές τηλεπικοινωνίες**

Τηλεπικοινωνιακός δορυφόρος ονομάζεται ο μη επανδρωμένος τεχνητός δορυφόρος (*unmanned artificial satellite*), μέσω του οποίου παρέχονται υπηρεσίες μεγάλων αποστάσεων, όπως τηλεοπτικής και ραδιοφωνικής μετάδοσης, τηλεφωνικών επικοινωνιών και συνδέσεων ηλεκτρονικών υπολογιστών.

Οι δορυφόροι έχουν τη μοναδική δυνατότητα να παρέχουν κάλυψη μεγάλων γεωγραφικών περιοχών και να διασυνδέουν μακρινούς και δυσπρόσιτους τηλεπικοινωνιακούς κόμβους και γι' αυτό τα δορυφορικά δίκτυα αποτελούν σήμερα αναπόσπαστο τμήμα των περισσότερων τηλεπικοινωνιακών συστημάτων. Τις τελευταίες δεκαετίες η τεχνολογία των δορυφορικών συστημάτων συνεχώς προοδεύει και η χρήση γεωσύγχρονων δορυφόρων για επικοινωνίες μεγάλων αποστάσεων αναπτύσσεται ταχύτατα.

Σήμερα, η εξοικείωση των ηλεκτρονικών μηχανικών με τη δορυφορική τεχνολογία, τις δορυφορικές επικοινωνίες και τις δορυφορικές ζεύξεις καθίσταται αναγκαία, καθώς οι δορυφορικές τηλεπικοινωνίες αναμένεται να παίζουν συνεχώς μεγαλύτερο ρόλο στα σύγχρονα τηλεπικοινωνιακά συστήματα. Οι δορυφόροι έχουν προωθήσει σημαντικά την επικοινωνία με την δημιουργία παγκόσμιων τηλεφωνικών συνδέσεων, ενώ χάρη σε αυτούς γίνονται εφικτές ραδιοφωνικές και τηλεοπτικές μεταδόσεις σε πραγματικό χρόνο. Ένας δορυφόρος λαμβάνει σήμα μικροκυμάτων από έναν επίγειο σταθμό (*uplink*), κατόπιν ενισχύει και αναμεταδίδει το σήμα σε έναν σταθμό λήψης στη γη σε διαφορετική συχνότητα. Ένας δορυφόρος επικοινωνίας τοποθετείται σε γεωσύγχρονη τροχιά, πράγμα που σημαίνει ότι τίθεται σε τροχιά με την ίδια περίπου ταχύτητα με την οποία περιστρέφεται η Γη. Ο δορυφόρος μένει στην ίδια θέση σχετικά με την επιφάνεια της Γης, έτσι ώστε ο σταθμός αναμετάδοσης δεν θα χάσει ποτέ την επαφή με τον δέκτη.

#### **4.2 Η ιστορία των τηλεπικοινωνιακών δορυφόρων**

Μερικοί από τους πρώτους δορυφόρους επικοινωνιών σχεδιάστηκαν για να λειτουργήσουν με παθητικό τρόπο. Αντί να μεταδώσουν ενεργά τα ραδιοσήματα, χρησίμευσαν μόνο για να απεικονίσουν τα σήματα που εκπέμφθηκαν σε αυτούς με τη μετάδοση των σταθμών στο έδαφος. Τα σήματα απεικονίστηκαν σε όλες τις κατευθύνσεις, έτσι θα μπορούσαν να ληφθούν από τους σταθμούς λήψης σε όλο τον κόσμο. Ο «Echo 1», που εκτοξεύθηκε από τις Ηνωμένες Πολιτείες το 1960, κατασκευάστηκε από επαργυρωμένο πλαστικό μπαλόνι διαμέτρου 30 μ. Το 1964 ακολούθησε ο «Echo 2» με 41 μ. διάμετρο. Η ικανότητα τέτοιων συστημάτων περιορίστηκε σοβαρά από την ανάγκη για τις ισχυρές συσκευές αποστολής σημάτων και τις απαιτούμενες μεγάλες επίγειες κεραίες.

Δορυφόροι Echo 1 και 2

Οι Echo 1 και 2 ήταν πρώτοι δορυφόροι επικοινωνιών που εκτοξεύτηκαν από τις Ηνωμένες

Πολιτείες στις αρχές της δεκαετίας του '60. Τα μεγάλα αυτά μπαλόνια μετέδιδαν τα ραδιοσήματα πίσω στη γη. Οι δορυφόροι Echo προετοίμασαν το έδαφος για τους πιο πρόσφατους και πιο περίπλοκους δορυφόρους επικοινωνιών.

#### Δορυφόρος Telstar

Ο Telstar ήταν ένας από τους πρώτους ενεργούς δορυφόρους επικοινωνιών. Εκτοξεύτηκε από τις Ηνωμένες Πολιτείες το 1962. Μετέδωσε τις πρώτες ζωντανές τηλεοπτικές εικόνες μεταξύ των Ηνωμένων Πολιτειών και της Ευρώπης, και θα μπορούσε επίσης να μεταδώσει τηλεφωνικές κλήσεις.

#### Δορυφόρος Syncom 4

Ο δορυφόρος επικοινωνιών Syncom 4 εκτοξεύτηκε από διαστημικό λεωφορείο. Οι σύγχρονοι δορυφόροι επικοινωνιών λαμβάνουν, ενισχύουν και αναμεταδίδουν τις πληροφορίες πίσω στη Γη, που παρέχει την τηλεόραση, το φαξ, το τηλέφωνο, το ραδιόφωνο, και τις συνδέσεις ψηφιακών στοιχείων σε όλο τον κόσμο. Ο Syncom 4 ακολουθεί μια γεωσύγχρονη τροχιά που έχει την ίδια ταχύτητα με της γήινης περιστροφής, ώστε να παραμένει ο δορυφόρος σε μια σταθερή θέση σε σχέση με τη Γη. Αυτός ο τύπος τροχιάς επιτρέπει τις συνεχείς συνδέσεις επικοινωνίας μεταξύ των επίγειων σταθμών.

#### Εμπορικοί τηλεπικοινωνιακοί δορυφόροι

Οι εμπορικοί δορυφόροι παρέχουν ένα ευρύ φάσμα των υπηρεσιών επικοινωνιών. Τα τηλεοπτικά προγράμματα αναμεταδίδονται διεθνώς, προκαλώντας το φαινόμενο γνωστό ως «παγκόσμιο χωριό». Οι δορυφόροι αναμεταδίδουν, επίσης, προγράμματα στα συστήματα καλωδιακών τηλεοράσεων καθώς επίσης και στα σπίτια που εξοπλίζονται με δορυφορικές κεραίες (πιάτα).

#### Πρόσφατες τεχνικές πρόοδοι

Τα συστήματα δορυφορικών επικοινωνιών έχουν εισαγάγει μια περίοδο μετάβασης από τις από σημείο σε σημείο μεγάλης χωρητικότητας επικοινωνίες κορμών μεταξύ των μεγάλων, δαπανηρών επίγειων τερματικών στις πολυσημειακές επικοινωνίες μεταξύ των μικρών, χαμηλού κόστους σταθμών. Η ανάπτυξη των πολλαπλάσιων μεθόδων προσπέλασης έχει επιταχύνει και έχει διευκολύνει αυτήν την μετάβαση. Με TDMA, σε κάθε επίγειο σταθμό ορίζεται μια χρονική αυλάκωση στο ίδιο κανάλι για τη χρήση στη διαβίβαση των επικοινωνιών του όλοι οι άλλοι σταθμοί ελέγχουν αυτές τις αυλακώσεις και επιλέγουν τις επικοινωνίες που κατευθύνονται σε αυτές. Με την ενίσχυση μιας ενιαίας συχνότητας μεταφορέων σε κάθε δορυφορικό επαναλήπτη, το TDMA εξασφαλίζει την αποδοτικότερη χρήση της εν πλω παροχής ηλεκτρικού ρεύματος του δορυφόρου.

Μια τεχνική αποκαλούμενη επαναχρησιμοποίηση συχνότητας επιτρέπει στους δορυφόρους για να επικοινωνήσουν με διάφορους επίγειους σταθμούς χρησιμοποιώντας την ίδια συχνότητα με τη διαβίβαση στις στενές ακτίνες που μεταφέρονται προς κάθε ενός από τους σταθμούς. Τα πλάτη ακτίνων μπορούν να

προσαρμοστούν στις περιοχές κάλυψης τόσο μεγάλες όσο οι ολόκληρες Ηνωμένες Πολιτείες ή τόσο μικρές όσο μια πολιτεία, όπως το Μέριλαντ. Δύο σταθμοί αρκετά μακριά μπορούν να λάβουν τα διαφορετικά μηνύματα που διαβιβάζονται στην ίδια συχνότητα. Οι δορυφορικές κεραίες έχουν σχεδιαστεί για να διαβιβάσουν διάφορες ακτίνες στις διαφορετικές κατευθύνσεις, χρησιμοποιώντας τον ίδιο ανακλαστήρα.

Οι ακτίνες λέιζερ μπορούν επίσης να χρησιμοποιηθούν για να διαβιβάσουν τα σήματα μεταξύ ενός δορυφόρου και της γης, αλλά το ποσοστό μετάδοσης είναι περιορισμένο λόγω της απορρόφησης και διασπορά από την ατμόσφαιρα.

#### Επικοινωνίες μέσω δορυφόρων

Επικοινωνίες ξεκίνησαν με τον πρώτο δορυφόρο που εκτοξεύθηκε από τις ΗΠΑ το 1958 ενώ η πρώτη μορφή εμπορικής εκμετάλλευσης εμφανίζεται με τον Early Bird, δορυφόρο που ετέθη σε τροχιά στις 6 Απριλίου 1965. Τα πρώτα δορυφορικά συστήματα δεν ήταν και τόσο βιώσιμα καθώς η σχετικά μικρή ισχύς των πυραύλων που εκτόξευαν τους δορυφόρους τους έθεταν σε τροχιά όχι μακρύτερη των 10 χλμ από την Γη. Η χαμηλή τροχιά είχε σαν αποτέλεσμα ο δορυφόρος να κινείται ταχύτερα από την περιστροφή της Γης πράγμα που επηρέαζε την κατασκευή την γήινων σταθμών καθώς έπρεπε να περιστρέφονται συνεχώς για να παρακολουθούν τους δορυφόρους.

Στην εξέλιξη των συστημάτων αυτών κατασκευάστηκαν οι γεωστατικοί δορυφόροι που τίθενται σε τροχιά 35.786χλμ με ταχύτητα 11.040 χλμ/ώρα, ώστε να μένουν σταθεροί πάνω από το ίδιο σημείο της γης. Η ταχύτητα αυτή είναι ίση με την γωνιακή ταχύτητα περιστροφής της γης και έτσι οι επίγειοι σταθμοί δεν περιστρέφονται, καθώς βλέπουν μόνιμα στο ίδιο σημείο.

Ο επικοινωνιακός δορυφόρος λειτουργεί απλά σαν καθρέφτης που επανεκπέμπει προς τη γη το λαμβανόμενο μικροκυματικό σήμα. Κάθε γεωστατικός δορυφόρος καλύπτει έναν ορίζοντα 120 μοιρών έτσι που με τρεις τέτοιους δορυφόρους καλύπτεται όλη η γη.

Συγκρίνοντας τα δορυφορικά συστήματα με τα άλλα μέσα παρατηρούμε τα εξής:

4. Οι δορυφόροι καλύπτουν με άνεση απαιτήσεις εκπομπής σημάτων ευρείας ζώνης συχνοτήτων
5. Έχουν μεγάλη καθυστέρηση σήματος της τάξης των 250 msec που οφείλεται στην μεγάλη απόσταση.
6. Δεν παρέχει καμία ασφάλεια στην μεταδιδόμενη πληροφορία καθώς όλος ο κόσμος μπορεί να λάβει την πληροφορία που εκπέμπει ο δορυφόρος. Αυτός είναι και ο λόγος που χρησιμοποιούνται εξειδικευμένα συστήματα κρυπτογράφησης
7. Δεν παίζει κανένα ρόλο η μεταξύ των επικοινωνούντων ανταποκριτών απόσταση
8. Το κόστος χρήσης είναι ανεξάρτητο της απόστασης επικοινωνίας

Οι επικοινωνιακοί δορυφόροι χρησιμοποιούνται κυρίως για τηλεφωνία τηλεόραση και μετάδοση δεδομένων.



Πρωτόκολλα για δορυφορικές επικοινωνίες στο επίπεδο ζεύξης δεδομένων

Είναι γεγονός ότι για την επίτευξη της επικοινωνίας μέσω δορυφορικού δικτύου υπάρχει ανάγκη για την χρησιμοποίηση και τη δημιουργία διαφόρων προτύπων και πρωτοκόλλων. Πρέπει να θυμίσουμε ότι η επικοινωνία μέσω δορυφόρου γίνεται με τους transponders οι οποίοι εκπέμπουν μια δέσμη που καλύπτει την επικοινωνία για συγκεκριμένη περιοχή της γης. Ο χρόνος που η συγκεκριμένη δέσμη βλέπει την ίδια περιοχή λέγεται dwell time. Είναι ο χρόνος που οι γήινοι σταθμοί της συγκεκριμένης περιοχής μπορούν να στείλουν σήματα στον δορυφόρο.

Η επικοινωνία υφίσταται με τον παρακάτω τρόπο. Από τους επίγειους σταθμούς εκπέμπονται πλαίσια δεδομένων τα οποία μετατρέπονται σε σήματα, συγκεκριμένης συχνότητας, που φτάνουν στον transponder. Από εκεί ο δορυφόρος τα εκπέμπει στη γη σε άλλη συχνότητα και στον επίγειο σταθμό/ους, δέκτη/ες, μετατρέπονται σε πλαίσια δεδομένων.

### 4.3 Ζώνες δορυφορικών συχνοτήτων

Η διεθνής ένωση τηλεπικοινωνιών, μια αντιπροσωπεία των Ηνωμένων Εθνών, έχει θέσει κατά μέρος το διάστημα στις έξοχες ζώνες υψηλής συχνότητας (shf) που βρίσκονται μεταξύ 2,5 και 22 GHz για τις δορυφορικές μεταδόσεις. Σε αυτές τις συχνότητες, το μήκος κυμάτων κάθε κύκλου είναι τόσο σύντομο που τα σήματα καλούνται μικροκύματα.

Οι επιστήμονες που ανέπτυξαν τα πρώτα συστήματα ραντάρ μικροκυμάτων κατά τη διάρκεια του παγκόσμιου πολέμου II όρισαν έναν προσδιορισμό επιστολών σε κάθε ζώνη συχνότητας μικροκυμάτων. Παραδείγματος χάριν, το 800 MHz στο φάσμα συχνότητας 2 GHz κλήθηκε ζώνη λ, 2 έως 3 GHz: η ζώνη του s 3 έως 6 GHz: η ζώνη γ 7 έως 9 GHz: η ζώνη X 10 έως 17 GHz: η ζώνη Ku και 18 έως 22 GHz: η ζώνη Ka.

#### 4.3.1 Ιστορικό εξέλιξης των ζωνών

Στην αυγή της δορυφορικής ηλικίας κατά τη διάρκεια στα μέσα της δεκαετίας του '60, οι μηχανικοί μικροκυμάτων αποφάσισαν να μεταφέρουν την υπάρχουσα ορολογία ραντάρ και να την εφαρμόσουν στις ζώνες δορυφόρων επικοινωνιών επίσης. Τα παγκόσμια πρώτα εμπορικά δορυφορικά συστήματα χρησιμοποίησαν το φάσμα συχνότητας ζωνών γ 3,7 έως 4,2 GHz. Οι πρώτοι εμπορικοί δορυφόροι ζωνών Ku έκαναν την εμφάνισή τους προς το τέλος της δεκαετίας του '70 και της πρόωρης δεκαετίας του '80. Σχετικά λίγα επίγεια δίκτυα επικοινωνιών ορίστηκαν για να χρησιμοποιήσουν αυτήν την ζώνη συχνότητας.

Μέσα στα προηγούμενα λίγα έτη, οι δορυφορικοί χειριστές έχουν αρχίσει το γενναίο νέο κόσμο σε 20 GHz. Μόνο μερικοί δορυφόροι Ka-ταινιών είναι αυτήν την περίοδο στην τροχιά: ACTS (ΗΠΑ) Superbird και N-STAR (Ιαπωνία), DFS Kopernikus (Γερμανία), και Italsat (Ιταλία). Εντούτοις, αναμένεται η χρήση αυτής της ζώνης υψηλότερης συχνότητας για να αυξηθεί εντυπωσιακά κατά τη διάρκεια της πρώτης δεκαετίας του 21ου αιώνα.

#### 4.4 Θεωρητική εξέταση κεραιών με παραβολικούς ανακλαστήρες

Η παραβολή είναι μια επίπεδη καμπύλη, που ορίζεται ως ο γεωμετρικός τόπος ενός σημείου που κινείται έτσι ώστε η απόστασή του από ένα άλλο σημείο, αποκαλούμενο εστία, συν την απόστασή του από μια ευθεία (directrix) να είναι σταθερή. Αυτές οι γεωμετρικές ιδιότητες παράγουν έναν άριστο ανακλαστήρα φωτός ή μικροκυμάτων, όπως θα δούμε παρακάτω.

**Γεωμετρία Της Παραβολής** Στο Σχήμα 4-1 φαίνεται μία CAD παραβολή, της οποίας η εστία βρίσκεται στο F και της οποίας ο άξονας είναι ο AB. Από τον ορισμό της παραβολής, προκύπτει ότι:

$$FP + PP' = FQ + QQ' = FR + RR' = k$$

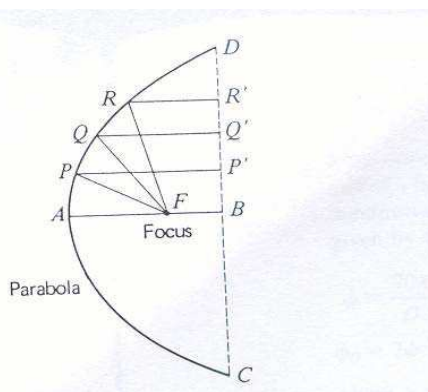
όπου k = μια σταθερά, η οποία μπορεί να αλλάξει εάν απαιτείται διαφορετική μορφή παραβολής,

και AF = το εστιακό μήκος της παραβολής.

Σημειώνουμε εδώ ότι ο λόγος της εστιακής απόστασης προς την διάμετρο του ανοίγματος της παραβολής (AF/CD), ονομάζεται άνοιγμα της παραβολής, ακριβώς όπως και στους φωτογραφικούς φακούς.

Ας θεωρήσουμε μια πηγή ακτινοβολίας τοποθετημένη στην εστία. Όλα τα κύματα που προέρχονται από την πηγή και τα οποία ανακλώνται από την παραβολή, θα έχουν διανύσει την ίδια απόσταση μέχρι να φθάσουν στο directrix, ανεξάρτητα από το σημείο της παραβολής από το οποίο ανακλάστηκαν. Όλα αυτά τα κύματα θα έχουν την ίδια φάση. Επομένως, η ακτινοβολία είναι πολύ ισχυρή και συγκεντρώνεται κατά μήκος του άξονα AB, αλλά θα έχουμε ακύρωση προς οποιαδήποτε άλλη κατεύθυνση, εξαιτίας των διαφορών στην απόσταση που διανύθηκε. Φαίνεται ότι η παραβολή έχει ιδιότητες που οδηγούν στην παραγωγή συγκεντρωμένων δεσμών ακτινοβολίας.

Στην πράξη οι ανακλαστήρες που έχουν τις ιδιότητες της παραβολής, είναι τρισδιάστατα κοίλα αντικείμενα, κατασκευαζόμενα περιστρέφοντας μια παραβολή γύρω από τον άξονα AB. Η γεωμετρική επιφάνεια που προκύπτει ονομάζεται παραβολοειδές, συχνά αποκαλούμενο παραβολικός ανακλαστήρας ή μικροκυματικό πιάτο. Όταν χρησιμοποιείται για λήψη σημάτων, παρουσιάζει ακριβώς την ίδια συμπεριφορά. Είναι δηλαδή ανακλαστήρας υψηλού κέρδους και για κεραιές λήψης.



Σχήμα 4-1

Η συμπεριφορά αυτή προβλέπεται με βάση την αρχή της αντιμεταθετικότητας, η οποία δηλώνει ότι

οι ιδιότητες μιας κεραίας είναι ανεξάρτητες από το εάν αυτή χρησιμοποιείται για λήψη ή για μετάδοση. Ο ανακλαστήρας αυτός είναι κατευθυντικός για τη λήψη, επειδή μόνο οι ακτίνες που φθάνουν από την κατεύθυνση ΒΑ, δηλ. ακολουθώντας την directrix, συγκλίνουν στην εστία του κατοπτρου. Από την άλλη, ακτίνες από οποιαδήποτε άλλη κατεύθυνση ακυρώνονται σε αυτό το σημείο, πάλι εξαιτίας των διαφορών στο μήκος της διαδρομής που διανύθηκε. Ο ανακλαστήρας αυτός παρέχει υψηλό κέρδος επειδή, όπως και ο καθρέφτης στα κατοπτρικά τηλεσκόπια, συλλέγει την ακτινοβολία από μια μεγάλη περιοχή και τη συγκεντρώνει στο εστιακό του σημείο.

#### 4.4.1 Ιδιότητες Παραβολοειδών Ανακλαστήρων

Το κατευθυντικό διάγραμμα ακτινοβολίας μίας κεραίας που χρησιμοποιεί έναν παραβολοειδή ανακλαστήρα, εμφανίζει έναν πολύ αιχμηρό κύριο λοβό ακτινοβολίας, οποίος περιβάλλεται από διάφορους μικρούς πλευρικούς λοβούς, ο οποίοι όμως είναι πολύ μικρότεροι. Η τρισδιάστατη μορφή του κύριου λοβού μοιάζει με αυτή ενός πούρου, στην κατεύθυνση ΑΒ. Εάν η πρωταρχική κεραία, ή η κεραία τροφοδοσίας, είναι μη κατευθυντική, ο παραβολοειδής ανακλαστήρας θα παράγει μια δέσμη ακτινοβολίας, της οποίας το πλάτος δίνεται από τους τύπους.

$$\varphi = 70\lambda / D \quad (1)$$

$$\varphi_0 = 2\varphi \quad (2)$$

Όπου  $\lambda$  = το μήκος κύματος, σε μέτρα

$\varphi$  = το εύρος δέσμης ακτινοβολίας μεταξύ των σημείων ημισείας ισχύος, σε μοίρες

$\varphi_0$  = το εύρος δέσμης ακτινοβολίας μεταξύ μηδενικών, σε μοίρες

$D$  = η διάμετρος του ανοίγματος, σε μέτρα

Και οι δύο εξισώσεις είναι απλουστευμένες μορφές πιο πολύπλοκων εξισώσεων, αλλά έχουν καλή ακρίβεια για μεγάλα ανοίγματα, δηλ. για μεγάλους λόγους της διαμέτρου του ανοίγματος προς το μήκος κύματος. Είναι επομένως ακριβείς για μικρά εύρη δέσμης ακτινοβολίας. Αν και η Εξίσωση (2) είναι αρκετά γενική, η Εξίσωση (1) έχει έναν περιορισμό. Εφαρμόζεται στην πολύ συγκεκριμένη, αλλά και πολύ κοινή, περίπτωση κατά την οποία η ακτινοβολία μειώνεται ομοιόμορφα από το κέντρο προς τα άκρα του παραβολοειδούς ανακλαστήρα. Αυτή η μείωση είναι τέτοια ώστε η πυκνότητα ισχύος στα άκρα του ανακλαστήρα να είναι 10 dB χαμηλότερη αυτής στο κέντρο του. Υπάρχουν δύο λόγοι για τέτοιου είδους μειώσεις:

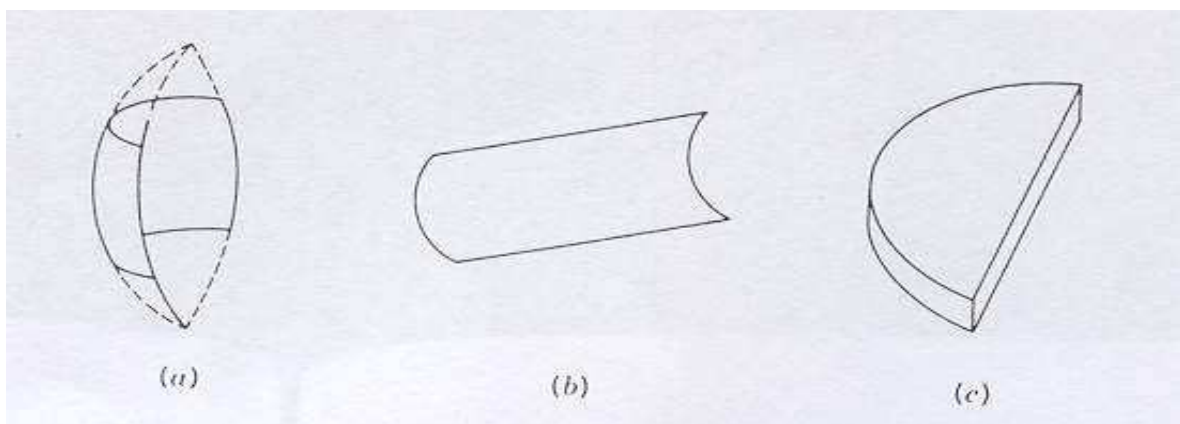
(1) Καμία πρωταρχική κεραία δε μπορεί να είναι πραγματικά ιστροπική, άρα κάποια μείωση της πυκνότητας ισχύος στα άκρα του ανακλαστήρα είναι αποδεκτή.

(2) Μία τέτοια ομοιόμορφη μείωση έχει το ευχάριστο αποτέλεσμα της μείωσης της ισχύος των πλευρικών λοβών. Σημειώνουμε ότι όλη η επιφάνεια του ανακλαστήρα δέχεται ακτινοβολία, παρά την μείωσή της στα άκρα του. Αν μόνο η μισή επιφάνειά του δεχόταν ακτινοβολία, ο ανακλαστήρας θα μπορούσε να έχει το μισό μέγεθος εξ' αρχής.

Η ERP είναι το γινόμενο της ισχύος που τροφοδοτείται στην κεραία και του κέρδους ισχύος της. Είδαμε ότι πολύ μεγάλα κέρδη και μικρά εύρη δέσμης ακτινοβολίας μπορούν να επιτευχθούν με παραβολοειδείς ανακλαστήρες - το υπερβολικά μεγάλο μέγεθος είναι ο λόγος για τον οποίο δε χρησιμοποιούνται σε μικρότερες συχνότητες, όπως στην VHF ζώνη συχνοτήτων που καταλαμβάνεται από τις τηλεοπτικές μεταδόσεις. Προκειμένου να είναι ένας παραβολοειδής ανακλαστήρας πλήρως αποτελεσματικός και χρήσιμος, πρέπει να έχει διάμετρο ανοίγματος τουλάχιστον 10λ. Στο χαμηλότερο όριο της τηλεοπτικής ζώνης, στα 63 MHz, αυτή η διάμετρος θα έπρεπε να είναι τουλάχιστον 48 μέτρα. Αυτές οι τιμές δείχνουν ότι είναι σχετικά εύκολο να επιτύχουμε στην πράξη υψηλά κέρδη κατευθυντικότητας από μικροκυματικές κεραίες.

#### 4.4.2 Άλλοι Παραβολικοί Ανακλαστήρες

Το πλήρες παραβολοειδές δεν είναι ο μόνος πρακτικός ανακλαστήρας που χρησιμοποιεί τις ιδιότητες της παραβολής. Υπάρχουν πολλοί άλλοι, τρεις εκ των οποίων φαίνονται στο Σχήμα 4-2. Καθένας από αυτούς υπερτερεί του πλήρους παραβολοειδούς καθώς είναι αρκετά μικρότερος, αλλά σε κάθε περίπτωση η ακτινοβολία δεν είναι τόσο κατευθυντική σε κάποιο επίπεδο όπως στο πλήρες παραβολοειδές. Με τον pillbox ανακλαστήρα, η δέσμη είναι πολύ στενή στο οριζόντιο επίπεδο, αλλά όχι και τόσο κατευθυντική στο κατακόρυφο. Εκ πρώτης όψεως, κάποιος μπορεί να θεωρήσει ότι αυτό είναι αρκετά μεγάλο μειονέκτημα, αλλά υπάρχουν πολλές εφαρμογές όπου δε μας ενδιαφέρει και τόσο αυτό το φαινόμενο. Για παράδειγμα, στα radar επιφανείας (πλοίου-προς-πλοίο), η αζιμουθιακή κατευθυντικότητα πρέπει να είναι τέλεια, αλλά η επιλεκτικότητα ως προς την ανύψωση δεν παίζει κανένα ρόλο - οποιοδήποτε άλλο πλοίο θα είναι σίγουρα στην επιφάνεια της θάλασσας.

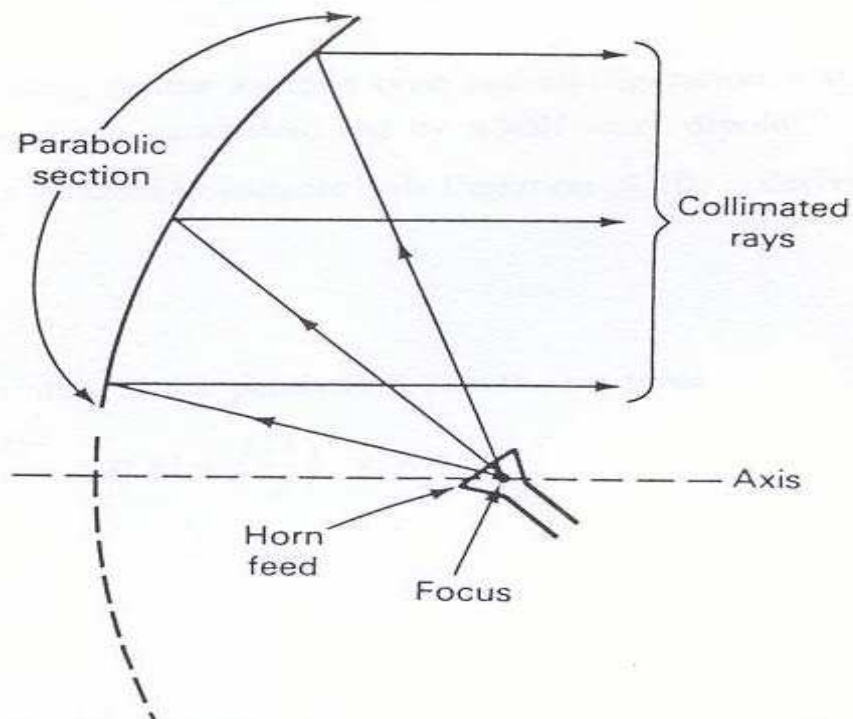


Σχήμα 4-2

Μία άλλη μορφή τμήματος παραβολοειδούς φαίνεται στο Σχήμα 4-3. Ονομάζεται offset παραβολοειδής ανακλαστήρας και η εστία του βρίσκεται έξω από το άνοιγμά του (ακριβώς από κάτω του, στην περίπτωση του Σχήματος 4-3). Αν μία κεραία τροφοδοσίας τοποθετηθεί στην εστία, οι ανακλώμενες και οι παράλληλες ακτίνες θα περάσουν από πάνω της, αποφεύγοντας οποιαδήποτε παρεμβολή. Αυτή η μέθοδος χρησιμοποιείται συχνά αν, για κάποιο λόγο, η κεραία τροφοδοσίας είναι μεγάλη σε σχέση με τον ανακλαστήρα.

Μία σχετικά πρόσφατη εξέλιξη του offset ανακλαστήρα είναι η torus κεραία, μία κεραία παρόμοια με τα τμήματα παραβολοειδούς, αλλά παραβολική κατά μήκος ενός άξονα και σφαιρική κατά μήκος του άλλου. Τοποθετώντας πολλές τροφοδοσίες στο εστιακό σημείο, μπορούμε να εκπέμπουμε ή να λαμβάνουμε πολλές δέσμες ταυτοχρόνως, από ή προς την κυκλική γεωστατική δορυφορική τροχιά. Η πρώτη torus κεραία για δορυφορικές επικοινωνίες χρησιμοποιήθηκε στο Anchorage της Αλάσκας το 1981. Η 10 μέτρων κεραία που τοποθετήθηκε εκεί είναι ικανή να λαμβάνει σήματα από ως και 7 δορυφόρους ταυτόχρονα.

Δύο άλλοι σχετικά κοινοί ανακλαστήρες που ενσωματώνουν τον παραβολικό ανακλαστήρα είναι η τοξοειδής χοάνη (hoghorn) και η Cass-χοάνη.



Σχήμα 4-3

#### 4.4.3 Ανεπάρκειες Και Δυσκολίες

Η δέσμη από μια κεραία με παραβολοειδή ανακλαστήρα θα έπρεπε να είναι μια στενή δέσμη, αλλά πρακτικά περιέχει και πλευρικούς λοβούς ακτινοβολίας. Αυτοί έχουν διάφορες δυσάρεστες επιπτώσεις. Μία από αυτές είναι η παρουσία λανθασμένων αντίλαλων στα radar, λόγω ανακλάσεων από την κατεύθυνση των πλευρικών λοβών, ιδιαίτερα από κοντινά αντικείμενα. Ένα άλλο πρόβλημα είναι η αύξηση του θορύβου στα τερματικά της κεραίας, η οποία προκαλείται από την λήψη σημάτων από πηγές σε κατεύθυνση διαφορετική από αυτή του κυρίως λοβού. Αυτό είναι ιδιαίτερα ενοχλητικό σε εφαρμογές που απαιτούν λήψη με χαμηλό θόρυβο.

Υπάρχουν αρκετοί λόγοι για την συμπεριφορά αυτή, ο πρώτος και πλέον εμφανής εκ των οποίων είναι οι ατέλειες του ίδιου του ανακλαστήρα. Οι όποιες παρεκκλίσεις από το κανονικό παραβολοειδές δεν πρέπει να υπερβαίνουν το 1/16 του μήκους κύματος. Τέτοια ποιότητα κατασκευής μπορεί να είναι δύσκολο να επιτευχθεί σε μεγάλα πιάτα των οποίων η επιφάνεια είναι ένα δίκτυο από σύρματα παρά μία συνεχής, ομοιόμορφη επιφάνεια. Τέτοιες επιφάνειες χρησιμοποιούνται συχνά για να μειώσουν τις αντιστάσεις του αέρα και την υπερφόρτωση των βάσεων της κεραίας και επίσης για να μειώσουν τις παραμορφώσεις της επιφάνειας της κεραίας λόγω της μη ομοιόμορφης πίεσης του αέρα στην επιφάνειά της. Τέτοιου είδους φαινόμενα δε μπορούν να αποφευχθούν πλήρως και εμφανίζονται συχνά όταν ένα μεγάλο πιάτο μετακινείται σε πολλές διαφορετικές κατευθύνσεις.

Το φαινόμενο της περιθλάσεως αποτελεί έναν άλλο λόγο εμφάνισης των πλευρικών λοβών και συνήθως παρουσιάζεται γύρω από τα άκρα του παραβολοειδούς, προκαλώντας παρεμβολές. Γι' αυτό συνήθως προτιμούμε ανακλαστήρες με διάμετρο ανοίγματος μεγαλύτερη των 10λ. Περιθλάσεις μπορεί επίσης να προκαλούνται από τη στήριξη του κυματοδηγού, ή από τα τέσσερα σκέλη στήριξης του δευτερεύοντος ανακλαστήρα.

Επιπλέον, το πεπερασμένο μέγεθος της πρωταρχικής κεραίας επηρεάζει το εύρος δέσμης ακτινοβολίας των κεραίων που χρησιμοποιούν παραβολοειδείς ανακλαστήρες. Αφού η κεραία τροφοδοσίας δεν είναι σημειακή, δεν μπορεί να βρίσκεται εξ' ολοκλήρου και μόνο στην εστία. Επομένως ατέλειες, γνωστές ως αποκλίσεις, δημιουργούνται συχνά εξαιτίας αυτού του φαινομένου. Ο κύριος λοβός ακτινοβολίας γίνεται πλατύτερος και οι πλευρικοί λοβοί ενισχύονται. Η αύξηση του ανοίγματος του ανακλαστήρα, έτσι ώστε η εστιακή απόσταση να είναι περίπου το ένα τέταρτο της διαμέτρου του ανοίγματος, συνήθως βοηθάει σε αυτή την περίπτωση. Το ίδιο ισχύει και για την χρήση της Cassegrain τροφοδοσίας, η οποία βοηθάει ιδιαίτερα στην συγκέντρωση της ακτινοβολίας της κεραίας τροφοδοσίας σε ένα σημείο.

Το γεγονός ότι η πρωταρχική κεραία δεν ακτινοβολεί ομοιόμορφα στον ανακλαστήρα προκαλεί επίσης παραμορφώσεις. Αν η πρωταρχική κεραία είναι ένα δίπολο, θα εκπέμπει περισσότερο στο ένα επίπεδο από ότι στο άλλο, και έτσι η δέσμη ακτινοβολίας από τον ανακλαστήρα θα είναι σε κάποιο βαθμό επίπεδη. Αυτό μπορεί να αποφευχθεί χρησιμοποιώντας μία κυκλική χοάνη ως πρωταρχική κεραία, αλλά ακόμα κι έτσι προκύπτουν δυσκολίες. Αυτό συμβαίνει διότι δεν δέχεται όλη η επιφάνεια του

παραβολοειδούς την ίδια ακτινοβολία, καθώς έχουμε σταδιακή πτώση της ακτινοβολίας προς τα άκρα. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την δημιουργία μίας φανταστικής επιφάνειας της κεραίας η οποία είναι μικρότερη από την πραγματική επιφάνεια, και οδηγεί, στην περίπτωση των κεραιών λήψης, στην χρήση του όρου περιοχή σύλληψης (capture area). Αυτή είναι η ενεργός περιοχή λήψεως του παραβολοειδούς ανακλαστήρα και μπορεί να υπολογιστεί από την λαμβανόμενη ισχύ και την σύγκριση αυτής με την πυκνότητα ισχύος του λαμβανόμενου σήματος. Το αποτέλεσμα είναι η περιοχή ενός πλήρους και ομοιόμορφα ακτινοβολούμενου παραβολοειδούς, που απαιτείται για να παράγει την ισχύ σήματος στην πρωταρχική.

#### 4.5 Κεραίες λήψης δορυφορικών σημάτων

Ο λόγος της ύπαρξης των κεραιών δορυφορικής λήψης είναι να συγκεντρώνουν τα ασθενή μικροκύματα από τους δορυφόρους σε ένα σημείο έτσι ώστε να είναι δυνατή η μετέπειτα επεξεργασία τους. Το ιδανικότερο όλων θα ήταν επίσης να έχουν τη δυνατότητα να αποτρέπουν διάφορα άλλα μη ωφέλιμα σήματα, καθώς και τον ενοχλητικό «θόρυβο». Για πολλούς όμως οικονομικούς και αισθητικούς λόγους αυτό δεν είναι πάντα εφικτό στις κεραίες που προορίζονται για οικιακή χρήση. Κατά καιρούς έχουν γίνει πολλές έρευνες πάνω στον σχεδιασμό των κεραιών λήψης μικροκυματικών συχνοτήτων, οι οποίες καλύφθηκαν οικονομικά περισσότερο από τον στρατό και κάποιες μεγάλες εταιρείες τηλεπικοινωνιών. Τα αποτελέσματα όλων αυτών των ερευνών είναι σήμερα τελικά στα χέρια μας με πολύ χαμηλό κόστος. Οι περισσότερες κεραίες λήψης δορυφορικών εκπομπών βασίζονται στην παράβολο. Η ιδανική παράβολος έχει μία μοναδική δυνατότητα να συγκεντρώνει όλα τα σήματα που εισέρχονται στο κοίλο μέρος της και παράλληλα προς τον κεντρικό άξονα, σε ένα και μόνο σημείο, που ονομάζεται σημείο συγκέντρωσης (focal point). Όλα τα άλλα σήματα που εισέρχονται με γωνία ως προς τον κεντρικό άξονα ανακλώνται με τέτοιο τρόπο που να χάνουν το σημείο συγκέντρωσης. Ο τύπος που δίνει την ενίσχυση μίας ιδανικής σε απόδοση παραβολικής κεραίας είναι ο εξής: Ενίσχυση – Gain =  $10 \log (\pi * \text{Διάμετρος} / \text{μήκος κύματος})^2 \text{ dB}$ . Είναι φανερό ότι η ενίσχυση μίας κεραίας μεγαλώνει με την αύξηση της διαμέτρου της και επίσης μεγαλώνει όσο αυξάνεται η συχνότητα. (μήκος κύματος =  $300 / \text{συχνότητα σε MHz}$ ). Η ενίσχυση εκφράζεται σε dB. Κάθε 3 dB διαφορά σημαίνει διπλασιασμός ισχύος του σήματος.

##### 4.5.1 Εύρος λήψης

Η ιδανική κεραία πρέπει να έχει ένα όσο το δυνατό στενότερο εύρος δέσμης που να στοχεύει μόνο τον επιλεγμένο δορυφόρο και να είναι «στεγανή» σε άλλα σήματα και θόρυβο. Το εύρος δέσμης εκφράζεται σε μοίρες και σημείο αναφοράς είναι εκείνο όπου το επίπεδο σήματος πέφτει στο μισό (-3 dB). Μέσω ενός υπολογιστή και κάνοντας χρήση του τύπου εύρος δέσμης - 3dB = μήκος κύματος \* 70ο / διάμετρος κεραίας μάς δίνει το εύρος δέσμης σε σχέση με τη διάμετρο. Όσο μεγαλύτερη είναι η παραβολική επιφάνεια, τόσο μικρότερο είναι το εύρος δέσμης. Ένα κάτοπτρο διαμέτρου 30 εκατοστών έχει λήψη - 3 dB στις 6 μοίρες περίπου. Αν συμβεί τώρα να υπάρχει ένας δορυφόρος στις 3 μοίρες ανατολικότερα ή δυτικότερα που να κάνει χρήση των ιδίων συχνοτήτων με την ίδια πόλωση, τότε θα έχουμε αλληλοπαρεμβολή. Έχει αποδειχθεί ότι παρεμβολή με επίπεδο - 11dB είναι δυνατόν να παρατηρηθεί, ενώ όταν το επίπεδο της αγγίζει τα -5 db,

τότε γίνεται πλέον ενοχλητική.

#### 4.5.2 Κεραία πρώτης (μοναδικής) συγκέντρωσης – Prime focus

Δυστυχώς η ιδανική κεραία δεν είναι εφικτή για πολλούς τελικά λόγους. Μερικοί είναι οι παρακάτω:

α) Κάποια σήματα τα οποία δεν εισέρχονται παράλληλα με τον κύριο άξονα του κατόπτρου, ανακλώνται στην άκρη της παραβόλου με τέτοιο τρόπο που πολλά από αυτά κατευθύνονται τελικά στο κύριο σημείο συγκέντρωσης (focal point).

β) Για τον ίδιο λόγο κάποια από τα κύρια σήματα που εισέρχονται παράλληλα με τον κύριο άξονα λήψης δεν ανακλώνται σωστά από την άκρη της παραβόλου και χάνουν το σημείο συγκέντρωσης.

γ) Η ποιότητα κατασκευής της παραβολικής επιφάνειας πολλές φορές δεν είναι σωστή, με αποτέλεσμα να μην έχουμε την τέλεια παράβολο, κάτι που δημιουργεί απώλεια λήψης. Πολλές φορές έχουνε παρατηρηθεί τοπικές παραμορφώσεις στην επιφάνεια μίας παραβόλου.

δ) Η χοάνη και το LNB που είναι τοποθετημένα κεντρικά και μέσα στο εύρος δέσμης λήψης της παραβολικής επιφάνειας δεν επιτρέπουν μέρος του σήματος να καταλήξει στο σημείο συγκέντρωσης.

ε) Μία μεγάλη χοάνη λήψης μπορεί τελικά να κάνει λήψη σημάτων εκτός του κύριου άξονα.

στ) Ο θόρυβος του εδάφους μπορεί να ανακλαστεί κατάλληλα από την άκρη της παραβολικής επιφάνειας και να φτάσει τελικά στο σημείο συγκέντρωσης.

ζ) Ο αστρικός θόρυβος από το διάστημα που εισέρχεται στην παραβολική επιφάνεια παράλληλα με τον κύριο άξονα κατευθύνεται και αυτός στο σημείο συγκέντρωσης.

η) Και, τέλος, κάποιο μέρος του ωφέλιμου σήματος θα απορροφηθεί από το υλικό της παραβολικής επιφάνειας. Οι παραβολικές κεραίες σήμερα «χάνουν συνεχώς έδαφος» από τις πιο νέες και μικρότερες σε μέγεθος offset κεραίες. Παραμένουν όμως συνήθως σε μεγάλες διαμέτρους, και μάλιστα σε συστήματα με μοτέρ κίνησης. Ένα σημείο που δείχνει καθαρά την ποιότητα κατασκευής της παραβολικής επιφάνειας είναι η διαφορά του κύριου λοβού λήψης από τους επιμέρους. Ο δευτερεύων λοβός λήψης σε τέτοια κάτοπτρα μονής συγκέντρωσης δεν πρέπει να είναι πάνω από – 18 dB.

#### Κεραία παράκεντρης μονής συγκέντρωσης – Offset

Ο τύπος αυτός κερδίζει συνεχώς έδαφος στις προτιμήσεις των καταναλωτών για απευθείας λήψη στο σπίτι. Δεν είναι τίποτα παραπάνω από ένα κομμάτι της παραβολικής επιφάνειας και το σημείο συγκέντρωσης είναι ακριβώς εκεί όπου νοητά θα ήταν αν υπήρχε ολόκληρη η παραβολική κατοπτρική επιφάνεια. Βέβαια στην περίπτωση μας η χοάνη παίρνει μία κλίση προς το κάτοπτρο. Η επιφάνειά του δεν είναι κυκλική, αλλά αυγοειδής, καθαρά για θέμα εύρους δέσμης. Το σήμα από τον δορυφόρο εισέρχεται στην κατοπτρική επιφάνεια πάλι παράλληλα με τον κεντρικό άξονα, ο οποίος όμως είναι δύσκολο να νοηθεί, αφού δεν υπάρχει ολόκληρη η παραβολική επιφάνεια. Τα προτερήματα που έχουν οι κεραίες αυτού του τύπου είναι τα εξής τρία. Πρώτα απ' όλα, τα μικροκύματα εισέρχονται στην κατοπτρική επιφάνεια χωρίς να



παρενοχλούνται από τη χοάνη συγκέντρωσης και το LNB, τα οποία είναι έξω από τη δέσμη. Αυτό σημαίνει καλύτερη απόδοση σε σύγκριση με την παράβολο που κάποιο μέρος του σήματος «μπλοκάρεται» από το σύνολο χοάνη συγκέντρωσης – LNB – στηρίγματα. Τέλος, η θέση της κατοπτρικής επιφάνειας που είναι περισσότερο κάθετη δεν επιτρέπει τη συσσώρευση χιονιού και άλλων τυχόν σωμάτων που μπορεί να προκαλέσουν παραμόρφωση της επιφάνειας. Στην αγορά υπάρχουν κεραίες offset, οι οποίες δείχνουν περισσότερο κυκλικές, κάτι που γίνεται μόνο από αισθητικής πλευράς, εντούτοις σύμφωνα με αυτά που είπαμε παραπάνω, οι κεραίες αυτές έχουν μεγαλύτερο εύρος δέσμης στο οριζόντιο επίπεδο. Πιθανόν μία τέτοια κεραία να μας εξυπηρετήσει περισσότερο όταν θελήσουμε να κάνουμε λήψη πολλών δορυφόρων.

#### Κεραία τύπου Cassegrain

Η κεραία αυτή είναι μία παραβολική κεραία διπλής ανάκλασης. Το μοναδικό πλεονέκτημά της είναι ότι είναι κατά πολύ λεπτότερη, αφού ο επιπλέον ανακλαστήρας «μαζεύει» και ανακλά τα σήματα πολύ πιο πριν από το κύριο σημείο συγκέντρωσης. Το μεγάλο μειονέκτημά της είναι ότι ο δεύτερος ανακλαστήρας «μπλοκάρει» και αυτός με τη σειρά του τα σήματα που εισέρχονται στην κυρίως παραβολική επιφάνεια.

#### Κεραία τύπου Gregorian

Άλλη μία κεραία διπλής ανάκλασης, η οποία συγκεντρώνει όμως τα πλεονεκτήματα της απλής offset κεραίας με τον καλύτερο σχεδιασμό της τοποθέτησης του LNB στην πίσω πλευρά. Έτσι το LNB είναι προστατευμένο από τον καιρό και τον επιπλέον θόρυβο που παράγει ο ήλιος. Ο επιπλέον ανακλαστήρας μεγαλώνει την απόδοση του κατόπτρου, αφού «βλέπει» πολύ καλύτερα όλη την κυρίως επιφάνεια. Τα τελευταία χρόνια έχει μελετηθεί από μία εταιρεία μία νέα κεραία τύπου Gregorian, με τη διαφορά όμως ότι έχει ανάποδα τον δεύτερο ανακλαστήρα (με την κοιλότητα να «κοιτά» έξω), ενώ έχει επίσης τέτοια κατασκευή ο πρώτος ανακλαστήρας (μεγάλη οριζόντια διάσταση) που δίνει τη δυνατότητα στο κάτοπτρο να λαμβάνει δορυφόρους σε γωνία 50 μοιρών επάνω στο γεωστατικό τόξο, με την τοποθέτηση ανάλογου αριθμού παράκεντρων LNBs. Η κεραία αυτή έχει πατενταριστεί, οπότε μπορούμε να αναφέρουμε και το όνομά της χωρίς να υπάρχει θέμα διαφήμισης (από τη στιγμή που είναι μοναδική στο είδος της). Ονομάζεται Toroidal και είναι της εταιρείας WaveFrontier.

#### Κεραία τύπου backfire

Είναι μία παραβολική κεραία διπλής ανάκλασης και αυτή. Το χαρακτηριστικό της είναι ότι ο δεύτερος ανακλαστήρας είναι περίπου το 10% της διαμέτρου της κύριας παραβολικής επιφάνειας και ο κυματοδηγός φτάνει περίπου μέχρι λίγα εκατοστά πριν από αυτόν. Μειονέκτημα αποτελεί το γεγονός ότι παρόλη τη μικρή διάμετρο του δεύτερου ανακλαστήρα, έχουμε και εδώ ένα μικρό «μπλοκάρισμα» σε ένα μέρος του σήματος που εισέρχεται στην κύρια παράβολο.

#### Επίπεδη κεραία

Με την έλευση των ισχυρών DBS δορυφόρων οι μικρές επίπεδες κεραίες έγιναν αμέσως γνωστές. Σε

αντίθεση με τις παραπάνω κεραίες, οι οποίες συγκεντρώνουν τα μικροκύματα σε ένα σημείο, οι επίπεδες κεραίες συγκεντρώνουν μέρος του σήματος σε πολλές μικρές κυψέλες επάνω στην επιφάνειά τους. Τα σήματα αυτά στη συνέχεια προστίθενται με κατάλληλο τρόπο και οδηγούνται στην είσοδο ενός κοινού LNB που βρίσκεται στην πίσω πλευρά τις κεραίας. Τα βασικά πλεονεκτήματα της κεραίας είναι το μέγεθος και το βάρος της, τα οποία κάνουν πολύ εύκολη την τοποθέτησή της. Δεν χρησιμοποιείται σε διαμέτρους μεγαλύτερες των 50 εκατοστών διότι η απόδοσή τους μένει χαμηλά σε σχέση με αυτή των παραβολικών κατόπτρων η οποία αυξάνεται πάρα πολύ σε μεγάλες διαμέτρους. Γενικά το μέγεθος των επίπεδων κεραίων είναι λίγο μεγαλύτερο σε σύγκριση με τις παραβολικές του ίδιου επιπέδου ενίσχυσης.

#### 4.5.3 Απόδοση κεραίας

Η απόδοση μίας κεραίας είναι μία μέτρηση του ποσοστού του σήματος που φτάνει στο σημείο συγκέντρωσης και – κατά συνέπεια – στην είσοδο του LNB. Συνήθως κυμαίνεται μεταξύ 55 και 70% για τις απλές κεραίες λήψης στο σπίτι. Οι βασικοί λόγοι που μειώνουν την απόδοση αναφέρθηκαν στην παράγραφο της παραβολικής κεραίας στην αρχή. Δυστυχώς για όλους μας, δεν υπάρχει περίπτωση για αύξηση της απόδοσης των κεραίων για τον λόγο ότι οι έρευνες όσον αφορά την ποιότητα κατασκευής έχουν φτάσει στο ανώτερό τους σημείο. Οι διαφορές πλέον είναι πάρα πολύ μικρές και έχουν να κάνουν με την ποιότητα των υλικών που επιλέγουμε (χοάνη λήψης, LNB). Όσον αφορά τις μικροπαραμορφώσεις της παραβολικής επιφάνειας κατά την κατασκευή, αυτές είναι αναγνωρισμένες από τους παραγωγούς των κεραίων. Υπάρχει μάλιστα και ένα όρος RMS deviation που τις χαρακτηρίζει. Όσο πιο μικρή τιμή έχει αυτός ο όρος, τόσο καλύτερη ποιότητα κατασκευής έχει το κάτοπτρο.

#### Πρακτική απόδοση της κεραίας

Η απόδοση (gain) =  $10 \log [(3.14 * \text{διάμετρος})^2 * \text{απόδοση} / (\text{μήκος κύματος})^2 * 100]$  σε dBi.

#### 4.5.4 Θόρυβος κεραίας

Σε κάθε σήμα που λαμβάνεται, εισέρχεται και θόρυβος ο οποίος μειώνει την απόδοση της λήψης. Η σχέση είναι σήμα λήψης = πραγματικό σήμα + θόρυβος. Ο θόρυβος που «ενοχλεί» τη λήψη των μικροκυμάτων που εκπέμπουν οι δορυφόροι εμφανίζεται με τρεις διαφορετικές μορφές.

α) Αστρικός θόρυβος: Είναι μία ακτινοβολία μεγάλου εύρους η οποία εκπέμπεται από τη μετατροπή ενέργειας στα άστρα. Το φαινόμενο είναι ισχυρό όταν εισέρχεται στον κύριο λοβό, ενώ η ισχυρότερη μορφή του είναι η ευθυγράμμιση του δορυφόρου με τον ήλιο.

β) Θόρυβος εδάφους: Σε όλες τις θερμοκρασίες πάνω από το απόλυτο 0, η διέγερση των μορίων του ζεστού εδάφους δημιουργεί μεγάλου εύρους παρασιτικά σήματα, γνωστά ως θόρυβος εδάφους ή θερμικός θόρυβος.

γ) Θόρυβος περιβάλλοντος: Είναι ο θόρυβος που παράγεται από κάθε είδους ηλεκτρική διέγερση από το γειτονικό περιβάλλον της κεραίας. Για παράδειγμα, διάφορα μοτέρ κίνησης, άνοιγμα διακόπτη

φωτισμού, ξεκίνημα μηχανής αυτοκινήτου κ.ά. παράγουν ηλεκτρομαγνητικά σήματα διαφόρων συχνοτήτων που εισέρχονται στον λοβό της κεραίας.

Οι παραπάνω τρεις μορφές θόρυβου ομαδοποιούνται και ονομάζονται θόρυβος κεραίας (antenna noise), ένας όρος που αναφέρεται και στα τεχνικά χαρακτηριστικά των κατασκευαστών. Είναι αποτέλεσμα κίνησης μορίων και αυξάνεται με την αύξηση της θερμοκρασίας. Η μέτρηση γίνεται σε βαθμούς Kelvin και θεωρήθηκε ως σημείο αναφοράς για το ζεστό έδαφος των 290 οK (17 οC). Έτσι μπορούμε να πούμε ότι η σχέση είναι ως εξής: Θόρυβος κεραίας = Αστρικός Θόρυβος + Θόρυβος Περιβάλλοντος + Θόρυβος Εδάφους. Είναι προφανές ότι ο αστρικός θόρυβος, εκτός της ευθυγράμμισης του ηλίου, και ο θόρυβος περιβάλλοντος είναι πολύ μικροί επηρεασμοί σε σύγκριση με τον θόρυβο εδάφους. Δίνοντας λοιπόν μία κλίση στη χοάνη λήψης μακριά από το έδαφος, με αποτέλεσμα να κοιτά περισσότερο τον ουρανό, κάτι που συμβαίνει στα offset κάτοπτρα, μειώνουμε την επίδραση του εδάφους. Επίσης όσο πιο στενός είναι ο λοβός του κατόπτρου (όσο πιο μικρή, δηλαδή, δέσμη λήψης έχει), τόσο μικρότερος είναι ο επηρεασμός από τον θόρυβο. Στις μικρές διαμέτρους, κάτω του ενός μέτρου, έχουμε μεγάλη δέσμη λήψης. Τα κάτοπτρα αυτά, λοιπόν, δεν μπορεί παρά να είναι offset έτσι ώστε να μειώνεται ο επηρεασμός του εδάφους.

#### 4.5.5 Απώλειες

Οι απώλειες που υπολογίζονται στο σύνολο μιας δορυφορικής ζεύξης είναι :

- Απώλειες κάτω ζεύξης
- Απώλειες μεταξύ εξόδου πομπού και κεραίας εκπομπής
- Απώλειες στην ατμόσφαιρα και ιονόσφαιρα
- Απώλειες νεφώσεων και βροχοπτώσεων
- Απώλειες αποπροσανατολισμού της κεραίας
- Απώλειες μεταξύ κεραίας δέκτη και εισόδου δέκτη

#### 4.6 Εγκατάσταση δορυφορικού συστήματος τηλεόρασης

Παραπάνω αναφέραμε πληροφορίες για την ζεύξη με έναν δορυφόρο καθώς και χαρακτηριστικά για μία δορυφορική κεραία λήψης. Όπως είπαμε λοιπόν για οικιακή χρήση έχουμε τα δορυφορικά κάτοπτρα τύπου offset, διαφόρων μεγεθών, ανάλογα με την απολαβή που θέλουμε να έχουμε από τη κεραία μας.

##### 4.6.1 Επιλογή και εγκατάσταση δορυφορικού κατόπτρου

Η επιλογή του μεγέθους ενός δορυφορικού κατόπτρου επηρεάζεται λοιπόν από πολλούς παράγοντες. Πρώτα και κύρια από τον δορυφόρο ή τους δορυφόρους από τους οποίους θέλουμε να έχουμε λήψη του σήματός μας ανάλογα και την περιοχή στην οποία βρισκόμαστε, επίσης εξαρτάται από το αν θα χρησιμοποιήσουμε περισσότερα του ενός LNB ( παράπλευρα LNB ) και τέλος από τους πόσους χρήστες θέλουμε να τροφοδοτήσουμε με το δορυφορικό σήμα.

Δεν θα μπούμε στην διαδικασία να εξηγήσουμε τον τρόπο υπολογισμού του μεγέθους ενός δορυφορικού κατόπτρου μιας και θα μπλέξουμε σε μεγάλες θεωρίες και πολύπλοκους μαθηματικούς υπολογισμούς που εντέλει θα ξέφευγαν και από το κύριο θέμα της εργασίας. Επίσης λόγω της γενικευμένης χρήσης δορυφορικών συστημάτων τηλεόρασης είναι εύκολο σε κάποιον ενδιαφερόμενο να μάθει αυτές τις πληροφορίες από το διαδίκτυο, περιοδικά ανάλογου περιεχομένου ή τέλος ρωτώντας σε οποιονδήποτε τεχνικό ασχολείται με εγκαταστάσεις δορυφορικών κεραίων.

Τέλος, τα κάτοπτρα εκτός από το τύπο τους χαρακτηρίζονται και από το μέγεθος τους δηλαδή την διάμετρο και κυρίως την οριζόντια όταν αναφερόμαστε σε κάτοπτρα τύπου offset. Έτσι όταν αναφερόμαστε σε αυτά τα ονομάζουμε με την τιμή της διαμέτρου τους. Τα πιο διαδεδομένα μεγέθη είναι των 60 cm, 80 cm, 1m και 1,20 m, ενώ πιο σπάνια συναντάμε κάτοπτρα 1,40 m και 1,80 m.

Η τοποθέτηση του κατόπτρου γίνεται με ειδικές βάσεις – ιστούς αντίστοιχες με των απλών κεραιών όπως αναφέραμε εκτενέστερα και στα πρώτα κεφάλαια. Χρειάζεται μεγάλη προσοχή στη σωστή και σταθερή στήριξη της βάσης ενός κατόπτρου, πρώτα και κύρια για την αντοχή σε κακές καιρικές συνθήκες και κατά κύριο λόγο στους ισχυρούς ανέμους που λόγω της μεγάλης επιφάνειας του κατόπτρου αναπτύσσονται μεγάλες δυνάμεις στη βάση αυτού, το κάτοπτρο πρέπει να είναι σταθερό γιατί με μια μικρή σχετικά ταλάντωση μπορεί να έχουμε απώλεια του σήματος και επίσης χρειάζεται ιδιαίτερη προσοχή η σωστή ευθυγράμμιση της βάσης για να έχουμε όσο το δυνατόν ποιοτικότερο σήμα λήψης. Το δορυφορικό κάτοπτρο χρειάζεται ανοιχτό ορίζοντα προς την κατεύθυνση στην οποία το προσανατολίζουμε. Σε αντίθεση με τις επίγειες κεραιές και για ευνόητους λόγους είναι κατά πολύ ευκολότερη η θεωρητικά οπτική επαφή κεραίας, εκπομπού. Παρακάτω θα μιλήσουμε και λεπτομερέστερα για τον συντονισμό μιας δορυφορικής κεραίας, αφού πρώτα δούμε όμως και το τελευταίο κομμάτι που είναι εξίσου σημαντικό και έρχεται να ολοκληρώσει μια δορυφορική κεραία, το LNB ή όπως το αναφέρουμε στην καθημερινότητα, το δορυφορικό ‘‘μάτι’’.

#### 4.6.2 LNB

Το LNB ( Low Noise Block Downconverter, μεταλλάκτης χαμηλού θορύβου ) είναι μια συσκευή, ενσωματωμένη σε δορυφορική κεραία, η οποία λαμβάνει το σήμα της κεραίας, το ενισχύει και το υποβιβάζει σε χαμηλότερη συχνότητα. Χρησιμοποιείται για ραδιοηλεκτρονικές λήψεις.

Το LNB λαμβάνει το ηλεκτρομαγνητικό κύμα, το οποίο ανακλάται από το "πίατο" της δορυφορικής κεραίας και το συλλέγει μέσω της χοάνης του ( feedhorn ). Τα LNB τα οποία έχουν ενσωματωμένη χοάνη ονομάζονται LNBF ( LNB with Feedhorn ) αν και συνηθίζεται να αποκαλούνται απλώς LNB. Τα LNB χωρίς χοάνη αποκαλούνται LNB φλάντζας.

Όπως αναφέραμε τα ηλεκτρομαγνητικά κύματα του δορυφόρου δεν μπορούν να διαπεράσουν τα τοιχώματα ενός κτιρίου. Άρα, θα πρέπει να τοποθετηθεί η κατάλληλη κεραία σε κάποιο ανοιχτό χώρο και το σήμα να μεταφερθεί στο εσωτερικό του κτιρίου μέσω καλωδίου. Όμως, οι συχνότητες της δορυφορικής λήψης είναι υψηλές και απαιτούν ειδικό καλώδιο χαμηλών απωλειών. Η μετάδοση μέσω τέτοιου καλωδίου

θα ήταν δαπανηρή και προβληματική. Η χρήση κυματοδηγού αντί καλωδίου είναι επίσης δαπανηρή και προβληματική και, επιπλέον, δεν είναι εφικτή για οικιακή εγκατάσταση. Το LNB παρακάμπτει τα παραπάνω προβλήματα υποβιβάζοντας την λαμβανόμενη συχνότητα από τον δορυφόρο σε συχνότητα που είναι δυνατόν να μεταφερθεί από το κλασικό ομοαξονικό τηλεοπτικό καλώδιο των 75 Ω ( Ohm ) στον δορυφορικό δέκτη.

Για να πετύχει τον υποβιβασμό της συχνότητας που λαμβάνει από την κεραία, το LNB χρησιμοποιεί την αρχή λειτουργίας του υπερτερόδυνου δέκτη. Τα βασικά στάδια ( υποκυκλώματα ) ενός τέτοιου δέκτη είναι ο τοπικός ταλαντωτής, ο μίκτης και κάποια στάδια ενίσχυσης με χαμηλό ηλεκτρονικό θόρυβο.

Το LNB απαιτεί τροφοδοσία για να δουλέψει και η απαιτούμενη ηλεκτρική ισχύς παρέχεται από το δορυφορικό δέκτη. Το ομοαξονικό καλώδιο μεταφέρει συνεχή τάση από το δορυφορικό δέκτη στο LNB και ταυτόχρονα μεταφέρει το δορυφορικό σήμα από το LNB προς το δορυφορικό δέκτη.

Το σήμα στην έξοδο του LNB είναι υποβιβασμένο στη μπάντα L ( 0,950 GHz - 2,150 GHz ).

Οι ζώνες συχνοτήτων ( bands ) δορυφορικής λήψης, τις οποίες δέχεται στην είσοδό του ένα LNB, είναι οι παρακάτω:

- Ζώνη C: με συχνότητες 3,7 GHz - 4,2 GHz
- Ζώνη Ku: με συχνότητες 10,7 GHz - 12,75 GHz

Στο σημείο αυτό πρέπει να διευκρινιστεί ότι αν δεν αναφέρεται η μπάντα λειτουργίας του LNB τότε εννοείται πως είναι μπάντας Ku.

Προκειμένου να γίνει κατανοητή η λειτουργία του LNB, καθώς και των διαφόρων τύπων LNB, θα πρέπει να εξεταστούν οι δορυφορικές εκπομπές και τα χαρακτηριστικά τους στο πέρασμα του χρόνου.

Καταρχήν, οι δορυφόροι εκπέμπουν δύο κανάλια σε κάθε συχνότητα ταυτόχρονα, χρησιμοποιώντας διαφορετική πόλωση για το καθένα. Έτσι επιτυγχάνουν καλύτερη εκμετάλλευση του διαθέσιμου ηλεκτρομαγνητικού φάσματος συχνοτήτων. Συνήθως εκπέμπουν με γραμμικές πολώσεις, οριζόντια και κατακόρυφη. Ο διαχωρισμός της μιας εκπομπής από την άλλη οφείλεται στο γεγονός ότι οι πολώσεις των δύο αυτών εκπομπών ( καναλιών ) έχουν διαφορά 90 μοιρών.

Σε παλαιότερες εποχές οι δορυφορικές εκπομπές, οι οποίες προορίζονταν για λήψη από το κοινό, ήταν περιορισμένες σε ένα μέρος της μπάντας Ku. Συγκεκριμένα, ήταν στη ζώνη 10,95 GHz - 11,75 GHz, η οποία ήταν γνωστή με την ονομασία BSS ( Broadcast Satellite Service ). Το υπόλοιπο της μπάντας Ku, το οποίο ονομαζόταν FSS ( Fixed Satellite Service ), προορίζονταν για σήματα μεταξύ τηλεοπτικών σταθμών και σήματα εξωτερικών μεταδόσεων, τα οποία δεν προσφέρονταν για λήψη από το κοινό. Αργότερα, αυτό έπαψε να ισχύει. Πλέον, όλη η μπάντα Ku, από 10,7 GHz μέχρι 12,75 GHz, προσφέρεται για οποιοδήποτε είδους εκπομπή.

Ο περιορισμός των εκπομπών για το κοινό στη ζώνη 10,95 GHz – 11,75 GHz δεν υφίσταται πλέον. Αυτές βρίσκονται σε όλο το φάσμα της ζώνης Ku, από 10,7 GHz έως 12,75 GHz.

Στο σημείο αυτό όμως προκύπτει ένα πρόβλημα. Οι δορυφορικοί δέκτες λαμβάνουν σήμα στη ζώνη 0,950 GHz – 2,150 GHz, δηλαδή το εύρος ζώνης τους είναι 1,2 GHz. Επομένως, δεν θα μπορούσαν να λάβουν ολόκληρο το εύρος της Ku, το οποίο είναι 2,050 GHz (12.75-10.5 GHz). Προκειμένου να ξεπεραστεί αυτό το πρόβλημα, η μπάντα Ku χωρίστηκε σε 2 υποζώνες. Η περιοχή 10,7 GHz - 11,7 GHz ονομάζεται κάτω ζώνη ενώ η περιοχή 11,7 GHz - 12,75 GHz ονομάζεται άνω ζώνη. Δημιουργήθηκε ένας νέος τύπος LNB, το Universal, το οποίο έχει δύο συχνότητες τοπικού ταλαντωτή για μείξη, την 9,75 GHz για την κάτω ζώνη και την 10,6 GHz για την άνω ζώνη.

Η επιλογή συχνότητας του τοπικού ταλαντωτή γίνεται με τη χρήση ενός τόνου 22 KHz. Αν υπάρχει ο τόνος, τότε επιλέγεται η συχνότητα 10,6 GHz και τα κανάλια της άνω ζώνης. Αν δεν υπάρχει ο τόνος τότε επιλέγεται η συχνότητα 9,75 GHz και τα κανάλια της κάτω ζώνης.

### Single Universal LNB

Η λειτουργία του περιγράφηκε στις προηγούμενες παραγράφους. Λαμβάνει σήμα από δύο πολώσεις και η επιλογή γίνεται από την τάση τροφοδοσίας του, 13V για κατακόρυφη πόλωση, 18V για οριζόντια πόλωση. Επιπλέον λαμβάνει σήμα από την άνω ή την κάτω μπάντα ανάλογα με το αν υπάρχει ή απουσιάζει ο τόνος των 22KHz. Το Single Universal LNB δίνει σήμα σε ένα μόνο δέκτη.



### Twin Universal LNB

Η λειτουργία του θυμίζει το Twin LNB. Απλώς έχουμε 2 όμοιες και ανεξάρτητες μονάδες, δηλαδή 2 Single Universal LNB, σε ένα κέλυφος, με κοινή χοάνη. Έχει 2 εξόδους και δίνει σήμα σε δύο ανεξάρτητους δέκτες.

## Quad Universal LNB

Σε αυτή την περίπτωση έχουμε 4 ανεξάρτητες μονάδες, δηλαδή 4 Single Universal LNB, σε ένα κέλυφος. Έχει 4 εξόδους και δίνει σήμα σε 4 δέκτες.

## Octo Universal LNB

Είναι LNB κατάλληλο για παροχή σήματος σε 8 δέκτες. Περιέχει 8 ανεξάρτητες μονάδες, δηλαδή 8 Single Universal LNB, και φυσικά έχει 8 εξόδους.



## Quattro Universal LNB

Όπως είδαμε παραπάνω ο μέγιστος αριθμός εξόδων είναι 8. Στην πράξη υπάρχει ανάγκη για πολύ περισσότερους δέκτες. Το πρόβλημα λύνεται με το Quattro LNB.

Όπως περιγράφηκε παραπάνω το Single Universal LNB επιλέγει μάντα, άνω ή κάτω και πόλωση, οριζόντια ή κατακόρυφη. Ως εκ τούτου έχουμε 4 διαφορετικούς συνδυασμούς μάντας-πόλωσης. Το Quattro Universal LNB εξωτερικά μοιάζει με το Quad Universal LNB μια και έχει επίσης 4 εξόδους. Όμως κάθε έξοδος είναι διαφορετική. Κάθε έξοδος δίνει διαφορετικό συνδυασμό μάντας-πόλωσης. Οι έξοδοι του έχουν ως εξής.

- Κατακόρυφη πόλωση, κάτω μάντα
- Κατακόρυφη πόλωση, άνω μάντα
- Οριζόντια πόλωση, κάτω μάντα
- Οριζόντια πόλωση, άνω μάντα

Προκειμένου να λειτουργήσει σωστά μια εγκατάσταση με Quattro Universal LNB απαιτείται η χρήση πολυδιακόπτη όπως θα δούμε και παρακάτω.



Στην παραπάνω φωτογραφία φαίνεται ένα Quattro Universal LNB με τις τέσσερις χαρακτηριστικές εξόδους, όπως αναφέρθηκαν.

#### 4.6.3 Συντονισμό δορυφορικής κεραίας

Ο συντονισμός μιας δορυφορικής κεραίας απαιτεί πολύ μεγάλη προσοχή για να επιτευχθεί η μεγαλύτερη ακρίβεια στις ρυθμίσεις της κεραίας. Εδώ πλέον είναι απαραίτητη η χρήση κατάλληλου οργάνου μέτρησης του σήματος λήψης ( πεδιόμετρο ), μιας και δεν μπορούμε να διακρίνουμε, όπως είναι φυσικό, τις κεραίες εκπομπής με γυμνό μάτι.

Οι ρυθμίσεις που κάνουμε είναι ουσιαστικά τρεις, οριζόντια κλίση του κατόπτρου, κατακόρυφη κλίση και τέλος ρύθμιση του LNB. Αρχικά προσανατολίζουμε το κάτοπτρο προς την πλευρά του δορυφόρου με βάση τα στοιχεία που έχουμε για αυτόν, για παράδειγμα 13 μοίρες ανατολικά, εάν δεν υπάρχει άλλος τρόπος προσανατολισμού χρησιμοποιούμε πυξίδα. Έπειτα ρυθμίζουμε την ανύψωση του κατόπτρου βλέποντας τις ενδείξεις του οργάνου. Τέλος περιστρέφουμε το LNB γύρω από τον εαυτό του μέχρι να πετύχουμε την καλύτερη δυνατή μέτρηση. Μεγάλη προσοχή χρειάζεται κατά τη διάρκεια σταθεροποίησης της κεραίας και ειδικά κατά την σταθεροποίηση της οριζόντιας ρύθμισης. Παίζει ρόλο μέχρι και η τελευταία στροφή της βίδας και για αυτό τον λόγο επιλέγουμε την τελική οριζόντια σταθεροποίηση να την κάνουμε τελευταία, σφίγγοντας τις βίδες και παράλληλα παίρνοντας μετρήσεις έτσι ώστε να επιτευχθεί η όσο το δυνατόν καλύτερη λήψη.

Οι ενδείξεις που χρειαζόμαστε από το πεδιόμετρο μας για τον σωστό συντονισμό μιας δορυφορικής κεραίας λήψης είναι τέσσερις. Η ένταση του σήματος λήψης, που συνήθως είναι σε dB  $\mu$ V και επιθυμούμε η τιμή της να είναι όσο το δυνατόν μεγαλύτερη. Η ακρίβεια του σήματος, μετριέται σε κλίμακα % και πρέπει να αγγίζει το 100 %. Και όπως είδαμε και στα επίγεια ψηφιακά σήματα οι δείκτες MER ( Modulation Error Ration ) και BER ( Bit error rate ).

Στη περίπτωση που θέλουμε να κάνουμε λήψη και δευτέρου δορυφόρου με τη χρήση παράπλευρου LNB ή και περισσότερων όπως στην παρακάτω εικόνα,



ρυθμίζουμε όπως αναφέρθηκε πριν με το κύριο LNB, το οποίο συνήθως πρέπει να βλέπει τον δορυφόρο με τη χαμηλότερη εκπομπή σήματος, και μετά ρυθμίζουμε τα υπόλοιπα με σειρά από μέσα προς τα έξω.

Προσοχή οι δορυφόροι που μπορούμε να έχουμε λήψη σε αυτή την περίπτωση θα πρέπει να είναι κοντά ο ένας στον άλλο και το κάτοπτρο αρκετά μεγάλο ώστε να μπορεί να τους καλύψει με βάση τις ενδείξεις που



αναφέραμε παραπάνω. Σε διαφορετική περίπτωση χρειαζόμαστε κινητό κάτοπτρο.

#### 4.7 Δίκτυο διανομής δορυφορικού σήματος σε κεντρικές εγκαταστάσεις

Στο κομμάτι αυτό θα αναφερθούμε σε δύο περιπτώσεις κεντρικών εγκαταστάσεων και των δικτύων διανομής σήματος που χρειάζεται το καθένα. Οι δύο αυτές περιπτώσεις όπως αναφερθήκαμε και παραπάνω καθορίζονται από τον τύπο του LNB το οποίο θα χρησιμοποιήσουμε. Στην πρώτη περίπτωση θα εξετάσουμε μία κεντρική εγκατάσταση με χρήση πολλαπλού Universal LNB και στη δεύτερη μια κεντρική εγκατάσταση πιο σύγχρονη και πιο αποδοτική με Quattro Universal LNB και χρήση πολυδιακόπτη.

##### 4.7.1 Καλώδια, Πρίζες και Διακλαδωτές

Στα καλώδια και στις πρίζες που χρησιμοποιούμε σε ένα κεντρικό δίκτυο διανομής σήματος τηλεόρασης αναφερθήκαμε και αναλύσαμε κάθε χρήσιμο στοιχείο στο κεφάλαιο τρία. Οι γενικοί κανόνες και τα βασικά χαρακτηριστικά, αλλά όχι ο τρόπος εγκατάστασής τους, σε αυτά τα δύο στοιχεία μιας κεντρικής εγκατάστασης παραμένουν το ίδιο με την διαφορά ότι μετατρέπονται σε δορυφορικού τύπου.

Το καλώδιο που χρησιμοποιούμε σε δορυφορικές εγκαταστάσεις έχει μεγαλύτερο φάσμα συχνοτήτων στο οποίο ελαχιστοποιεί τις απώλειες του, φτάνει στα 2 GHz. Δηλαδή φτάνει ως την άνω

συχνότητα που λαμβάνουμε από το LNB μετά τον υποβιβασμό του σήματος και αρκετά πιο πάνω από τις συχνότητες λήψης των επίγειων σημάτων.

Οι δορυφορικές πρίζες μπορούμε να πούμε ότι χωρίζονται σε δύο κατηγορίες, στις sat και sat / TV. Παρακάτω θα δούμε σε ποιες περιπτώσεις μπορεί να χρησιμοποιηθεί η κάθε κατηγορία δορυφορικών πριζών. Η διαφορά των δορυφορικών πριζών είναι ότι επιτρέπουν την αμφίδρομη επικοινωνία, που απαιτείται στα δορυφορικά συστήματα, μεταξύ δορυφορικού δέκτη και LNB, έτσι ώστε να γίνεται η επιλογή της αντίστοιχης ζώνης συχνότητας από τον τοπικό ταλαντωτή όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως, στην ανάλυση της λειτουργίας των LNB. Μία ακόμα σημαντική διαφορά είναι ότι οι δορυφορικές πρίζες είναι πάντα τερματικές, θα εξηγήσουμε παρακάτω γιατί συμβαίνει αυτό.



Χαρακτηριστική εικόνα πρίζας TV / SAT. Η σύνδεση στο δορυφορικό σήμα γίνεται με βύσμα τύπου F.

Διακλαδώσεις και πρίζες διελεύσεως ουσιαστικά δεν μπορούν να λειτουργήσουν σε δορυφορικά συστήματα τηλεόρασης. Ο λόγος που συμβαίνει αυτό είναι από μία δορυφορική γραμμή δεν είναι δυνατόν δύο δορυφορική δέκτες να στέλνουν διαφορετικά σήματα ο καθένας προς το LNB ή τον πολυδιακόπτη. Το δορυφορικό σήμα λήψης μπορεί να διακλαδωθεί αλλά με την προϋπόθεση ότι θα λειτουργεί μόνο ένας δορυφορικός δέκτης πάνω στη διακλάδωση. Στην αντίθετη περίπτωση θα πρέπει όλοι οι δορυφορικοί δέκτες που λειτουργούν πάνω στην ίδια διακλαδωμένη γραμμή να λειτουργούν συγχρονισμένα στις ίδιες ζώνες, πράγμα το οποίο είναι πολύ περιοριστικό και σχεδόν απίθανο να συμβεί, ειδικά όσο αυξάνει ο αριθμός των δεκτών πάνω σε μία διακλαδωμένη γραμμή. Σε κάθε τέτοια περίπτωση οι διακλαδωτές ή οι πρίζες διέλευσης που θα χρησιμοποιηθούν πρέπει να επιτρέπουν την επικοινωνία δέκτη, LNB, δηλαδή όπως χαρακτηριστικά αναφέρουμε θα πρέπει να είναι DC pass.

#### **4.8 Κεντρική εγκατάσταση με χρήση πολλαπλού Universal LNB**

Σε παραπάνω παραγράφους αναλύσαμε το πώς γίνεται η εγκατάσταση μιας δορυφορικής κεραίας καθώς και την λειτουργία των πολλαπλών Universal LNB. Για τη διανομή του σήματος μιας τέτοιας δορυφορικής κεραίας απαιτούνται ανεξάρτητες γραμμές καλωδίωσης οι οποίες θα έχουν αφετηρία το LNB και θα καταλήγουν η κάθε μία ξεχωριστά σε μία δορυφορική πρίζα για την τροφοδοσία σήματος των αντίστοιχων δορυφορικών δεκτών.

Βέβαια πρέπει να αναφέρουμε ότι σε τέτοιου είδους εγκαταστάσεις οι περιορισμοί που επιβάλλονται είναι πολλοί. Όπως είδαμε και παραπάνω ο πρώτος περιορισμός είναι ο μέγιστος αριθμός των δεκτών που μπορεί να τροφοδοτήσει μία τέτοια εγκατάσταση είναι οχτώ, με ένα Octo Universal LNB και δεδομένου ότι

οι διακλαδώσεις είναι απαγορευτικές, είναι αρκετά σημαντικός περιορισμός. Ένα ακόμα μειονέκτημα της εγκατάστασης με πολλαπλό Universal LNB είναι η περίπτωση ανάγκης για χρησιμοποίηση της ίδιας γραμμής καλωδίωσης για την εισαγωγή σημάτων και από περισσότερους του ενός δορυφόρων. Σε αυτή την περίπτωση χρειαζόμαστε ειδικό διακοπτικό υλικό ( *DiSeqC* ) για κάθε γραμμή ξεχωριστά, κάτι το οποίο ανεβάζει πάρα πολύ το κόστος εγκατάστασης αλλά και τον όγκο ιδιαίτερα στο κέντρο λήψης στο οποίο πραγματοποιούνται όλες αυτές οι συνδέσεις. Τα πράγματα περιπλέκονται ακόμα περισσότερο αν από την ίδια καλωδίωση χρειαστεί να περάσουμε και το επίγειο σήμα τηλεόρασης με την χρήση ειδικού μίκτη δορυφορικού και επίγειου σήματος ( *compriner* ), πάλι για κάθε γραμμή χωριστά. Την χρήση και την λειτουργία αυτών των δύο εξαρτημάτων, *compriner*, *DiSeqC*, θα την εξετάσουμε στο επόμενο κεφάλαιο.

Χρειάζεται όμως να πούμε ότι μια εγκατάσταση με χρήση ενός πολλαπλού Universal LNB είναι αρκετά απλή και εύκολη. Επιπλέον οι ανεξάρτητες γραμμές δίνουν την δυνατότητα ευκολότερης διαχείρισης από τον κάθε χρήστη ξεχωριστά ανάλογα με τις ανάγκες του.

#### **4.9 Κεντρική εγκατάσταση με Quattro Universal LNB και χρήση πολυδιακόπτη**

Όταν το ζητούμενο είναι η λήψη με ένα σταθερό κάτοπτρο σε πολλούς διαφορετικούς δέκτες (δηλαδή σε πάνω από 8), ο μοναδικός τρόπος είναι η χρήση πολυδιακοπτών (multi-switches). Οι πολυδιακόπτες με ένα μόνο κάτοπτρο, σε συνδυασμό με Quattro Universal LNB, είναι η μέθοδος διανομής που χρησιμοποιείται σήμερα στις νέες εγκαταστάσεις κεντρικού συστήματος δορυφορικής τηλεόρασης σε μικρές και μεγάλες πολυκατοικίες και οικισμούς.

Όπως έχουμε αναλύσει και σε προηγούμενη παράγραφο, η δορυφορική μπάντα έχει χωριστεί σε δύο κομμάτια, την μπάντα High (υψηλή) και την μπάντα Low (χαμηλή) ενώ για να εξυπηρετούν περισσότερα κανάλια, οι δορυφόροι πολώνουν το ηλεκτρομαγνητικό κύμα, συνήθως οριζόντια ή κάθετα. Με βάση τα παραπάνω, η δορυφορική περιοχή συχνοτήτων έχει χωριστεί σε τέσσερα κομμάτια:

- V- Χαμηλή μπάντα με κάθετη πόλωση (V low),
- V+ Υψηλή μπάντα με κάθετη πόλωση (V high),
- H- Χαμηλή μπάντα με οριζόντια πόλωση (H low),
- H+ Υψηλή μπάντα με οριζόντια πόλωση (H high),

Στην ουσία το Quattro Universal LNB, πρόκειται για τέσσερα LNB σε συσκευασία ενός, κάθε ένα εκ' των οποίων είναι προσυντονισμένο σε μία διαφορετική δορυφορική ( από τις τέσσερις ) μπάντα.

Η διανομή του σήματος σε κάθε έναν από τους χρήστες γίνεται μέσω ενός συστήματος διακοπτών ( multiswitch ), οι οποίοι ερμηνεύουν τα σήματα που λαμβάνουν από τον κάθε δορυφορικό δέκτη και τον συνδέουν με την μπάντα στην οποία βρίσκεται το κανάλι που επιθυμεί να παρακολουθήσει ο χρήστης. Οι πολυδιακόπτες χωρίζονται σε δύο βασικές κατηγορίες. Στους stand alone ( αυτόνομοι ) που δίνουν ένα συγκεκριμένο αριθμό εξόδων για δορυφορικούς δέκτες, παίρνοντας σήμα από ένα έως τέσσερις δορυφόρους ή από  $4 \times 4 = 16$  περιοχές συχνοτήτων, και τους cascadeable ( διαδοχικής σύνδεσης ) που συνδυάζονται

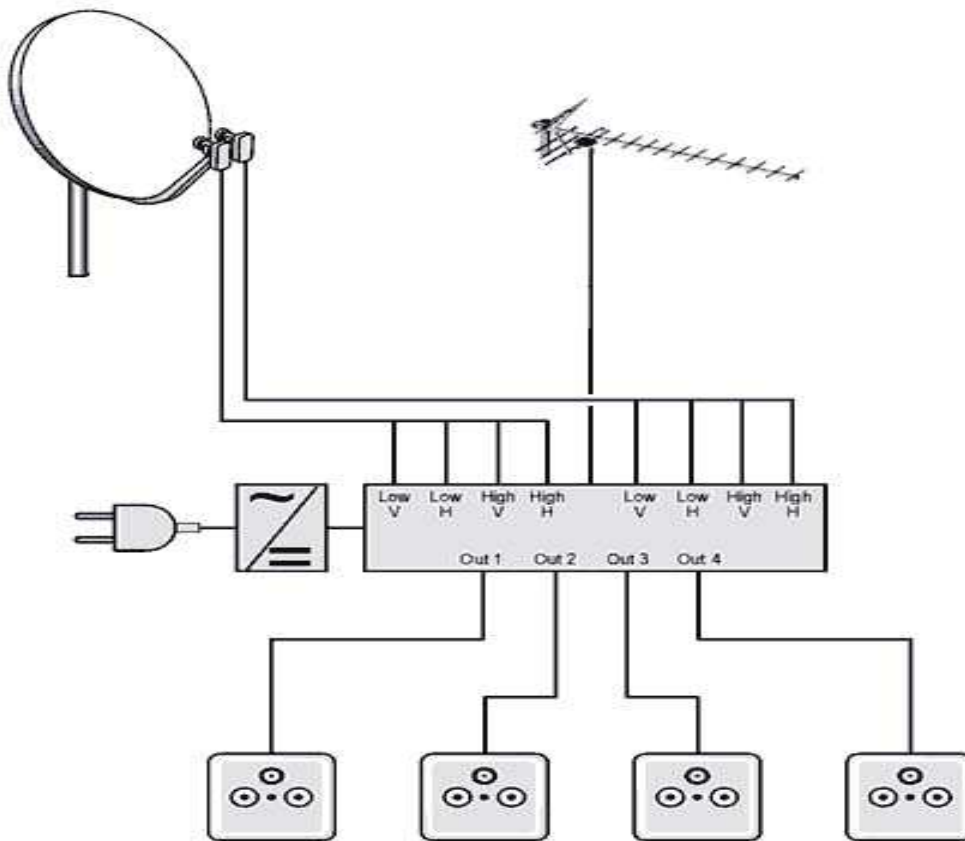
μεταξύ τους αυξάνοντας έτσι, τις εξόδους παροχής σήματος προς τους δορυφορικούς δέκτες. Οι cascadeable πολυδιακόπτες, που μπορούν να πάρουν σήμα από ένα δορυφόρο ή από τέσσερις περιοχές, χωρίζονται με την σειρά τους σε τρεις τύπους, passive που εξασθενούν το σήμα, neutral που δεν το επηρεάζουν και active που το ενισχύουν. Η τροφοδοσία τους μπορεί να είναι είτε αυτόνομη ή από εξωτερικό τροφοδοτικό. Σε περίπτωση που θέλουμε με χρήση multiswitches να έχουμε λήψη σε παραπάνω από τέσσερις δορυφόρους ή σε  $4 \times 4 = 16$  δορυφορικές μπάντες μπορούμε να τοποθετήσουμε επιπλέον multiswitches, πολλαπλασιάζοντας έτσι τα σημεία λήψης, και στην συνέχεια, με χρήση μικροδιακοπών *DiSEqC* να επιλέγεται από τον δέκτη η σύνδεσή του με το κατάλληλο multiswitch.

Η διανομή δορυφορικών προγραμμάτων με πολυδιακόπτες ( multiswitches ) είναι η πιο εξελιγμένη μέθοδος για τη διανομή ολόκληρης της IF ενός ή και παραπάνω δορυφόρων στον χρήστη, ο οποίος στη συνέχεια θα κάνει απευθείας δορυφορική λήψη σαν να είχε ένα ατομικό σύστημα. Η μέθοδος αυτή χωρίζεται σε δύο κατηγορίες.

#### 4.9.1 Ένας πολυδιακόπτης (stand alone multiswitch)

Στην πρώτη κατηγορία γίνεται απευθείας η επεξεργασία και η διανομή του σήματος από την ταράτσα μέσω ενός ενισχυτή που είναι ταυτόχρονα και multiswitch. Αυτός ο τρόπος απευθύνεται κυρίως σε μεγάλες μονοκατοικίες ή μικρές πολυκατοικίες μέχρι 16 διαμερισμάτων. Σε αυτή την κατηγορία γίνεται χρήση ενός αυτόνομου πολυδιακόπτη ( stand alone multiswitch ). Στον stand alone πολυδιακόπτη εισέρχονται τα 4 σήματα (V- , V+ , H- και H+) που λαμβάνονται από το ή τα LNB τύπου quattro και κάθε χρήστης συνδεδεμένος σε μία από τις εξόδους του, μπορεί να συνδεθεί σε οποιαδήποτε μπάντα.

Στη μέθοδο της διανομής μέσω ενός αυτόνομου ενισχυτή - multiswitch πολλαπλών εξόδων, καλό είναι να επιλεγεί ενισχυτής - multiswitch με ανεξάρτητη ρύθμιση τη απολαβής σε κάθε έξοδο του έτσι ώστε να μπορεί να εξισορροπηθεί σωστά το σήμα που θα οδηγηθεί σε κάθε διαμέρισμα.



Σχέδιο κεντρικής εγκατάστασης με έναν πολυδιακόπτη, συνδεσμολογία αστέρα και πρίζες παροχής επίγειου και δορυφορικού σήματος ( TV / SAT ).

#### 4.9.2 Πολλαπλοί πολυδιακόπτες (cascadeable multiswitches)

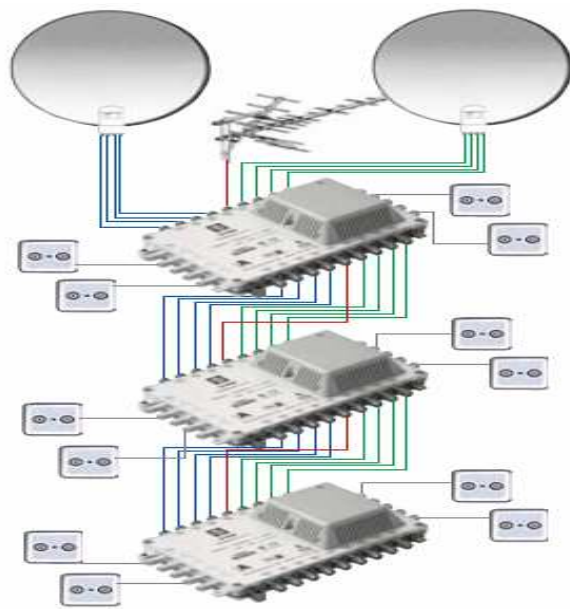
Στην δεύτερη κατηγορία γίνεται χρήση ενός ενισχυτή IF στην ταράτσα και στην συνέχεια πολλαπλά cascadeable multiswitches σε κάθε όροφο αναλαμβάνουν να διανέμουν την IF στο κάθε διαμέρισμα, να την ενισχύσουν και να την στείλουν στον επόμενο multiswitch που βρίσκεται στον επόμενο όροφο μέχρι το κύκλωμα να τερματιστεί στο ισόγειο.

Η βασική συνδεσμολογία ενός συστήματος με cascadeable πολυδιακόπτες είναι: Τα σήματα V- , V+ , H- , H+ που λαμβάνονται από το LNB τύπου quattro περνάνε από κάθε πολυδιακόπτη στον επόμενο. Έτσι, κάθε συνδρομητής συνδεδεμένος σε κάποιο πολυδιακόπτη στην αλυσίδα διαδοχής, μπορεί να συνδεθεί σε οποιαδήποτε μπάντα.

Αυτή η περίπτωση διανομής, με διέλευση όλων των IP μέχρι το ισόγειο, είναι πιο ολοκληρωμένη λύση, αφού σε κάθε όροφο γίνεται επεξεργασία του σήματος και διανομή του με μικρού μήκους καλώδια μέχρι το εσωτερικό του διαμερίσματος, με αποτέλεσμα τα σήματα να εμφανίζονται πιο ισορροπημένα στα

διαμερίσματα του κάθε ορόφου. Για την σωστή εξισορρόπηση του επιπέδου του σήματος σε κάθε όροφο γίνεται χρήση του κατάλληλου cascadeable multiswitch, ( passive, neutral ή active ) ενώ αν χρειαστεί και περαιτέρω εξισορρόπηση χρησιμοποιούνται και tap offs. Με τη μέθοδο αυτή είναι δυνατή η χρήση multiswitch περισσότερων εξόδων από τον αριθμό των διαμερισμάτων του ορόφου για την ανεξάρτητη οδήγηση 2 τερματικών πριζών μέσα στο κάθε διαμέρισμα. Κάτι αντίστοιχο στην περίπτωση διανομής από την ταράτσα, θα απαιτούσε υπερβολικό κόστος για να κατέβουν διπλά καλώδια σε κάθε διαμέρισμα.

Η περίπτωση εγκατάστασης με διανομή από multiswitch σε κάθε όροφο, δεν εμπνέει κινδύνους, μπορεί να εφαρμοστεί με μία απλή μελέτη και να εγκατασταθεί με επιτυχία, ακόμα και χωρίς κανένα όργανο εφόσον γίνει πρώτα σωστά η μελέτη βάσει των απωλειών στις αποστάσεις από όροφο σε όροφο και από τον όροφο μέχρι την πρίζα του κάθε διαμερίσματος. Χρησιμοποιώντας συγκεκριμένα καλώδια, με γνωστή απώλεια ανά μέτρο, και συγκεκριμένες μονάδες ενίσχυσης, με γνωστό κέρδος - gain, η εγκατάσταση μπορεί να γίνει εύκολα χωρίς επιπλέον ρυθμίσεις.



## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

### Όργανα μετρήσεων και άλλες χρήσιμες συσκευές και εξαρτήματα

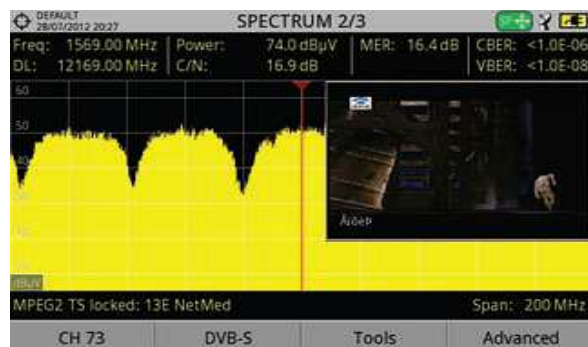
#### 5.1 Όργανα μέτρησης έντασης και ποιότητας τηλεοπτικού σήματος ( Πεδιόμετρο ).

Ένα απαραίτητο εργαλείο σε τεχνικούς οι οποίοι ασχολούνται με εγκαταστάσεις κεραιών λήψης επίγειου και δορυφορικού σήματος. Το πεδιόμετρο είναι ουσιαστικά ένας δέκτης ο οποίος μας δίνει πληροφορίες για το σήμα που λαμβάνει. Η χρήση πεδιομέτρου μας εξασφαλίζει την σωστή εγκατάσταση και την όσο καλύτερη λήψη μπορεί να μας δώσει η κεραία μας επίγεια ή δορυφορική, επίσης μέσα από τις μετρήσεις που μας δίνει ένα σύγχρονο πεδιόμετρο μπορούμε εύκολα όπως λέμε να "διαβάσουμε" μια υπάρχουσα εγκατάσταση, να βρούμε τυχόν προβλήματα και βλάβες σε αυτήν. Ένα πεδιόμετρο μπορεί να είναι επίγειο, δορυφορικό ή και τα δύο. Καθώς αναλογικό και ψηφιακό για τα επίγεια αλλά και τα δορυφορικά κανάλια.

Η πρώτη και κύρια μέτρηση που παίρνει κάθε πεδιόμετρο είναι αυτή της έντασης του σήματος λήψης, πάντα σε dB  $\mu$ V, στην συχνότητα την οποία επιθυμούμε. Δευτερεύουσες μετρήσεις ποιότητας του σήματος λήψης αλλά εξίσου σημαντικές όπως εξηγήσαμε και στα προηγούμενα κεφάλαια είναι, για το αναλογικό σήμα ο λόγος σήματος προς θόρυβο και για το ψηφιακό επίγειο ή δορυφορικό σήμα, σημαντικές μετρήσεις MER, BER. Στο δορυφορικό σήμα απαραίτητη είναι και η μέτρηση της ακρίβειας ή όπως συνηθίζεται της ποιότητας ( quality ).



Ένα καλό πεδιόμετρο θα πρέπει επίσης να μας δίνει γράφημα με την φασματική ανάλυση των συχνοτήτων με την ένταση του σήματος αυτών, όπως φαίνεται και στην παρακάτω εικόνα.



Πολλά πεδίομετρα έχουν την δυνατότητα προβολής και εικόνας από το κανάλι το οποίο θέλουμε να μετρήσουμε. Υπάρχουν βέβαια όπως και σε όλες τις σύγχρονες ηλεκτρονικές συσκευές τρόποι αποθήκευσης συγκεκριμένων στοιχείων καθώς και η δυνατότητα εξαγωγής μετρήσεων και συνεργασίας του οργάνου μας με ηλεκτρονικό υπολογιστή.

## 5.2 Χρήσιμο υλικό για δορυφορικές εγκαταστάσεις

### 5.2.1 Μίκτης, διαχωριστής επίγειου και δορυφορικού σήματος ( combiner )

Το combiner είναι ένα εξάρτημα το οποίο μπορεί να κάνει μίξη αλλά και διαχωρισμό του επίγειου και του δορυφορικού σήματος. Χρησιμοποιείται συνήθως όταν υπάρχει έτοιμη ατομική εγκατάσταση επίγειας ή δορυφορικής λήψης, για να περάσει το δεύτερο σήμα μας μέσα από την ήδη υπάρχουσα καλωδίωση. Αυτή η μέθοδος δεν μπορεί να εφαρμοστεί πάντα γιατί περιέχει όπως θα δούμε αρκετές προϋποθέσεις και περιορισμούς. Θα μιλήσουμε για την περίπτωση που προϋπάρχει το δίκτυο επίγειας λήψης, που είναι το συνηθέστερο και το πιο απαιτητικό σενάριο, στην αντίθετη περίπτωση άλλωστε θα δούμε ότι είναι πολύ εύκολη η εγκατάσταση αφού οι περιορισμοί μπαίνουν κατά κύριο λόγο από το δορυφορικό σύστημα λήψης. Το γενικό σχέδιο είναι ότι παίρνουμε το σήμα από την κεραία επίγειας λήψης το τοποθετούμε στη θέση TV του combiner και από την κεραία λήψης δορυφορικού σήματος συνδέουμε στη θέση SAT. Στην τρίτη θέση συνδέουμε το καλώδιο διανομής του σήματος. Στο τέλος της γραμμής υπάρχουν δύο περιπτώσεις. Η πρώτη περίπτωση είναι να συνδέσουμε ένα ίδιο εξάρτημα στο τέλος της γραμμής διανομής με αντίστροφη συνδεσμολογία, δηλαδή τώρα οι θέσεις TV και SAT θα χρησιμοποιηθούν ως έξοδοι, που θα καταλήξουν στους αντίστοιχους δέκτες. Στη δεύτερη περίπτωση η γραμμή διανομής του σήματος μας θα πρέπει να καταλήξει σε ειδική πρίζα, όπως είδαμε και σε προηγούμενο κεφάλαιο, σε πρίζα TV SAT, διαχωρίζοντας το σήμα μας. Προσοχή στην περίπτωση που χρησιμοποιούμε ενισχυτή για το επίγειο σήμα η μίξη θα πρέπει να πραγματοποιηθεί μετά το πέρασμα του επίγειου σήματος από αυτόν, γιατί τα φίλτρα που περιέχει ο ενισχυτής θα εμποδίσουν τη διέλευση των δορυφορικών συχνοτήτων.

Ο πρώτος περιορισμός που συναντάμε στη χρήση combiner είναι το καλώδιο το οποίο χρησιμοποιούμε. Το καλώδιο διανομής θα πρέπει να είναι κατάλληλο για τα δορυφορικά σήματα, σύμφωνα και με τις προδιαγραφές που θέσαμε για τις γραμμές μεταφοράς στο προηγούμενο κεφάλαιο. Στην αντίθετη περίπτωση οι απώλειες θα είναι απαγορευτικές για τη λειτουργία δορυφορικού συστήματος λήψης. Ένας

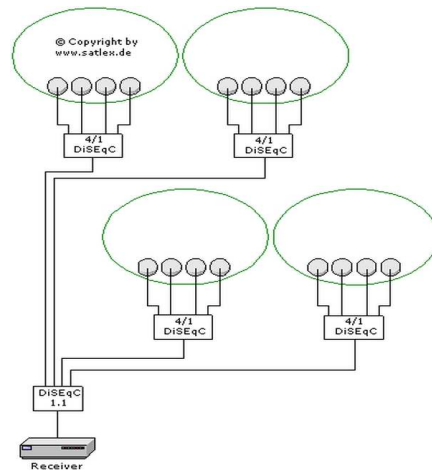


ακόμα περιορισμός ο οποίος τίθεται με βάση τη γραμμική μεταφοράς και τις απώλειες σε αυτή είναι η απόσταση την οποία διανύει το καλώδιο μας ειδικά εάν προσθέσουμε και τις επιπλέον απώλειες που δημιουργούνται ούτως ή άλλως από την χρήση μίκτη και διαχωριστή ή πρίζας. Τέλος, περιορισμός τίθεται και στην περίπτωση διακλάδωσης της γραμμής διανομής είτε με διακλαδωτές είτε με πρίζες διελεύσεως, που όπως εξηγήθηκε και στο κεφάλαιο των δορυφορικών συστημάτων η χρήση τους είναι σχεδόν απαγορευτική λόγω της αμφίδρομης επικοινωνίας, δορυφορικού δέκτη και LNB.

#### 5.2.2 Διακόπτης για την ταυτόχρονη λήψη σήματος από δύο ή περισσότερους δορυφόρους ( *DiSEqC* )

Στα πρώιμα χρόνια της δορυφορικής λήψης, ο μόνος τρόπος για να λάβουμε σήμα από δύο δορυφόρους ταυτόχρονα, ήταν μέσω διακόπτη δυο θέσεων, που εκμεταλλεύονταν τον τόνο των 22kHz. Το σήμα των 22kHz αποστέλλεται από τον δέκτη προς τον διακόπτη, μέσω του ομοαξονικού καλωδίου. Ο διακόπτης κάθε φορά που δεχόταν σήμα 22kHz άλλαζε κατάσταση, με αποτέλεσμα να κατεβαίνει ο ένας ή άλλος δορυφόρος. Όμως τον καιρό εκείνο υπήρχαν LNB μίας μάντας και όχι Universal LNB, που κυκλοφορούν σήμερα, αφού τα δεύτερα χρησιμοποιούν τον τόνο των 22kHz, για αυτόματη επιλογή της μάντας ( Low – High ). Έτσι, έπρεπε να βρεθεί ένας άλλος τρόπος οδήγησης περισσότερων δορυφόρων στον δέκτη μας. Αυτό επιτεύχθηκε με την χρήση διακοπτών DiSEqC, η εξέλιξη των οποίων μας δίνει σήμερα την δυνατότητα ελέγχου έως και 64 δορυφόρων.

Το DiSEqC ( Digital Satellite Equipment Control ) είναι ένα πρωτόκολλο επικοινωνίας δεκτών – διακοπτών, μέσω του ομοαξονικού καλωδίου, που εκμεταλλεύεται τον τόνο των 22kHz, δίνοντάς μας την δυνατότητα να ελέγχουμε μέσω του δέκτη τους διακόπτες και άρα να λαμβάνουμε κάθε φορά σήμα από τον δορυφόρο που επιθυμούμε. Για να λειτουργήσει το σήμα ελέγχου των 22kHz στο πρωτόκολλο DiSEqC, εισάγονται σε αυτό συγκεκριμένες χρονικές παύσεις, που δημιουργούν ακολουθίες bits 0 και 1, οι οποίες με τη σειρά τους δημιουργούν address bytes, δηλαδή εντολές διευθυνσιοδότησης. Αυτές μεταφράζονται από τον μικροεπεξεργαστή του διακόπτη DiSEqC, με αποτέλεσμα κάθε φορά να ανοίγει και μια διαφορετική πόρτα – είσοδος του. Στην συνέχεια το πρωτόκολλο αναβαθμίστηκε ακόμη περισσότερο, ώστε να επιτρέψει την αμφίδρομη επικοινωνία μεταξύ διακόπτη – δέκτη, κάτι που απλοποίησε την διαδικασία ρυθμίσεων κεραίας μέσω του δέκτη. Έτσι, η διαδικασία αυτοματοποιήθηκε και ο δέκτης πλέον αναλαμβάνει να συλλέξει τις απαραίτητες πληροφορίες από μόνος του.



Στην εικόνα παρουσιάζεται ένα σχέδιο συνδεσμολογίας με DiSEqC.

Χρειάζεται μεγάλη προσοχή γιατί ο δορυφορικός δέκτης που θα χρησιμοποιηθεί σε αυτή την περίπτωση θα πρέπει να είναι συμβατός με το αντίστοιχο DiSEqC το οποίο χρησιμοποιούμε και να μπορεί να συνεργαστεί σωστά με αυτό.

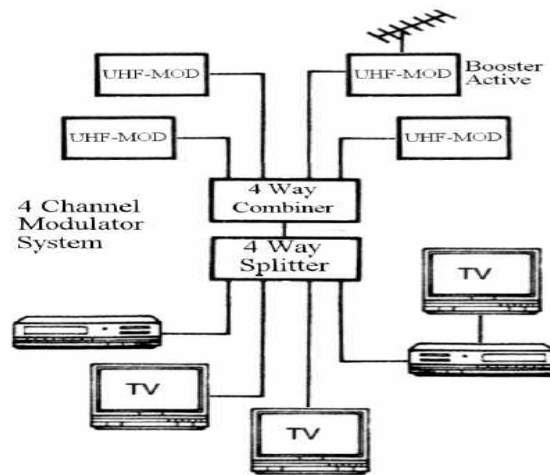
### 5.3 Διαμοιρασμός ήχου και εικόνας από εξωτερικές συσκευές σε δίκτυο τηλεοράσεων

Για να διαμοιράσω την έξοδο ήχου και εικόνας από μία εξωτερική συσκευή, σε ένα δίκτυο τηλεοράσεων, υπάρχουν τρεις τρόποι. Ο πρώτος τρόπος και πιο απλός, αλλά που δημιουργεί προβλήματα και για αυτό δεν θα αναφερθούμε εκτεταμένα σε αυτόν, είναι μέσω της εξόδου RF που μας δίνουν οι περισσότερες συσκευές. Ρυθμίζοντας κατάλληλα από το μενού της συσκευής κάνει διαμόρφωση σε συγκεκριμένο κανάλι συχνότητας το οποίο έχουμε επιλέξει το τηλεοπτικό σήμα που παράγει ( ήχο και εικόνα ). Από την έξοδο RF λοιπόν μπορούμε να τροφοδοτήσουμε το σήμα μας μέσα στο δίκτυο μας και με κατάλληλο συντονισμό των τηλεοράσεων μας στη συγκεκριμένη συχνότητα να έχουμε αναπαραγωγή της εικόνας ή και ήχου που παράγει η συγκεκριμένη συσκευή στις τηλεοράσεις του δικτύου που έχουμε τροφοδοτήσει.

#### 5.3.1 Διαμορφωτές εικόνας και ήχου ( modulator )

Οι διαμορφωτές χρησιμοποιούνται για να διαμορφώσουν ένα σήμα ραδιοσυχνότητας με εικόνα και ήχο. Η χρήση των διαμορφωτών μπορεί να εξυπηρετήσει πολλούς σκοπούς, συμπεριλαμβανομένων της καταγραφής εικόνας από συστήματα ασφαλείας ή της επέκτασης του σήματος AV ενός ψηφιακού δέκτη σε περισσότερες τηλεοράσεις, μέσα από το υπάρχον ομοαξονικό δίκτυο της κεραίας. Η διαδικασία είναι παρόμοια με αυτή της εξόδου RF που περιγράψαμε παραπάνω μόνο που σε αυτή την περίπτωση παίρνουμε σήμα από την έξοδο βίντεο ( scart, HDMI κ.α. ) και διαμορφώνουμε στο κανάλι και την μπάντα συχνοτήτων απομονωμένο μόνο το σήμα αυτό και το διοχετεύουμε μέσα στο δίκτυο. Απαραίτητη προϋπόθεση το κανάλι στο οποίο θα διαμορφώσουμε θα πρέπει να είναι κενό. Ανάλογα με τις απαιτήσεις που έχουμε για την ποιότητα της εικόνας και του ήχου που θα διοχετεύσουμε στο δίκτυο τηλεοράσεων μπορούμε να επιλέξουμε και τον αντίστοιχο διαμορφωτή ( ψηφιακός, στερεοφωνικός, υψηλής ευκρίνειας ). Η μέθοδος αυτή προτείνεται ιδιαίτερα σε περιπτώσεις που χρησιμοποιούνται πολλές συσκευές, τις οποίες διαμορφώνοντας

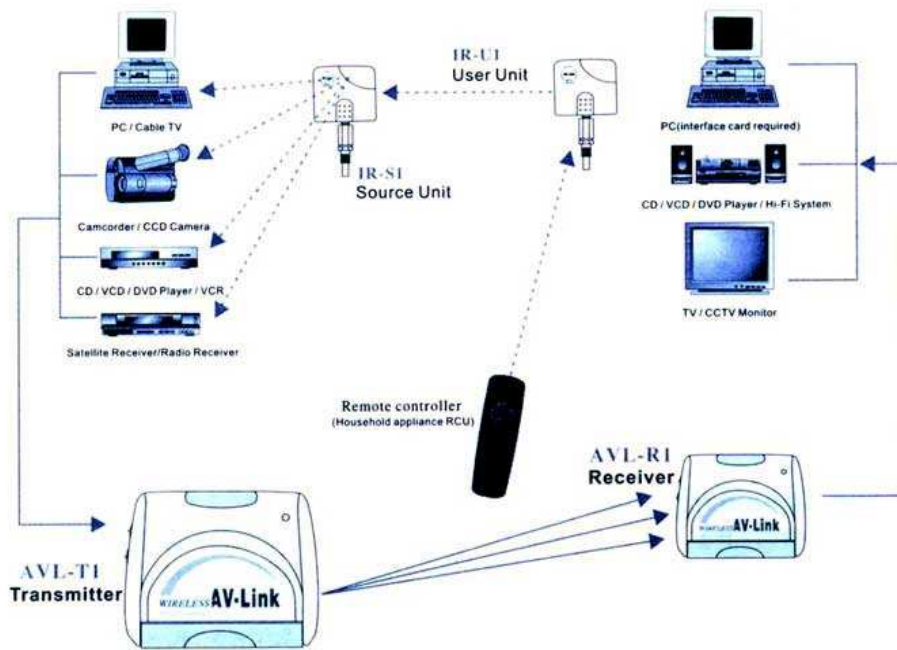
την έξοδό τους μπορούμε αλλάζοντας κανάλια στην τηλεόραση να παίρνουμε τις εξόδους όλων των μηχανημάτων. Στην παρακάτω εικόνα φαίνονται χαρακτηριστικά μια συνδεσμολογία διαμορφωτών σε εγκατάσταση δικτύου τηλεόρασης.



### 5.3.2 Ασύρματη συσκευή μεταφοράς εικόνας ήχου και τηλεχειρισμού ( AV link )

Στις παραπάνω περιπτώσεις μεταφέραμε σε τηλεοράσεις την εικόνα και τον ήχο μόνο, με αυτό τον τρόπο μεταφέρουμε και τον τηλεχειρισμό της συσκευής μας. Αποτελείται από δύο κομμάτια, από ένα μηχανήμα εκπομπής και από μηχανήματα λήψης. Συνδέοντας την συσκευή εκπομπής μέσω της εξόδου ήχου και εικόνας της συσκευής που επιθυμούμε εκπέμπουμε σε πολύ χαμηλή ισχύ και στη συχνότητα που έχουμε επιλέξει το σήμα αυτό. Ενώ στην τηλεόραση στην οποία θέλουμε να έχουμε το σήμα αυτό τοποθετούμε τον αντίστοιχο δέκτη στην είσοδο ήχου και εικόνας της τηλεόρασης μας έτσι έχουμε μία ασύρματη ζεύξη μεταξύ των δύο συσκευών η οποία μεταφέρει και τον τηλεχειρισμό του μηχανήματος μας. Ο δέκτης θα πρέπει να είναι ρυθμισμένος στην ίδια συχνότητα με τον πομπό. Προϋπόθεση για την σωστή λειτουργία μιας ασύρματης ζεύξης είναι η μικρή απόσταση καθώς και η θεωρητικά, οπτική επαφή μεταξύ πομπού και δέκτη. Δημιουργούνται πολλά προβλήματα και από άλλες ασύρματες συσκευές οι οποίες λειτουργούν στον ίδιο χώρο και δημιουργούν παρεμβολές. Επίσης, επηρεάζονται αρκετά από την διαμόρφωση του χώρου και από την κίνηση μέσα σε αυτούς. Είναι λοιπόν μία επιλογή η οποία προτείνεται για την μετάδοση μόνο μίας συσκευής και σε οικιακό χώρο.

# AV-LINK Typical Application



## **ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ**

- Αναλογική Ψηφιακή Τηλεόραση και Βίντεο, Παντελή Χρ. Βαφειάδη
- Δορυφορικές επικοινωνίες, συστήματα, τεχνικές και τεχνολογία, G. Maral, M. Bousquet
- Εμπορικός Κατάλογος, CONDOR ANTENNAS, Κατασκευαστική εταιρεία κεραιών TV
- Εμπορικός Κατάλογος, IKUSI Hellas, Κατασκευαστική εταιρεία Ηλεκτρονικού Τηλεπικοινωνιακού υλικού
- Εμπορικός Κατάλογος, BEAM electronics, Κατασκευαστική εταιρεία υλικού για λήψη και διανομή τηλεοπτικού σήματος
- Άρθρο, Πως θα σχεδιάσετε μια κεντρική δορυφορική εγκατάσταση, Παναγιώτης Ψυχογιός, Περιοδικό Δορυφορικά νέα
- Άρθρο, Η σωστή ερμηνεία των μετρήσεων MER CBER & VBER, Θανάσης Κυριακόπουλος, ikusi.gr
- Άρθρο, Εγκατάσταση κεραιάς, Του κ. Αντώνη Ζαχαριουδάκη, τεχνικού διευθυντή της εταιρίας N. Ζαχαριουδάκη & Σία EE Saloras Satellite Center, elektrologos.gr
- Άρθρο, Τεχνικές Πληροφορίες Εγκατάσταση κεραιάς, aligragis.com ( Τεχνική εταιρεία ηλεκτρονικών, G&JA )
- Άρθρο, Κεντρικές εγκαταστάσεις, Σωτήρη Λάβαρη ( el-texniki.gr )
- Ασύρματα ηλεκτρονικά τηλεπικοινωνιακά συστήματα, Γεώργιος Αλεξίου, Καθηγητής Πανεπιστημίου Πάτρας
- Κεντρική εγκατάσταση κεραιών σε πολυκατοικίες, Αμπατζόγλου Ιωάννης , Ηλεκτρονικός μηχανικός, Καθηγητής Ηλεκτρονικών ΕΠΑΛ
- Σημειώσεις διαλέξεων, Δορυφορικές επικοινωνίες, Χρήστος Ι. Μπούρας, Καθηγητής Πανεπιστημίου Πάτρας
- Σημειώσεις διαλέξεων, Δορυφορικές επικοινωνίες, Ιωάννης Βαρδιάμπασης, Καθηγητής ΤΕΙ Χανίων
- Άρθρο, Κεραίες λήψης δορυφορικών σημάτων, SAT.gr, Ηλεκτρονική εφημερίδα για την δορυφορική και επίγεια τηλεόραση στην Ελλάδα