

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

ΚΕΡΑΙΕΣ - ΤΡΟΦΟΔΟΣΙΑ

Γενική περιγραφή
Πόλωση
Επιλογή θέσης
Κατευθυντικότητα
Διάφοροι τύποι

1

Κύρια χαρακτηριστικά

Μια κεραία είναι ένας τύπος ηλεκτρικού αγωγού.

Μπορεί να είναι ένα σύρμα ορισμένου μήκους, μια μεταλλική ράβδος, ή ένας σωλήνας.

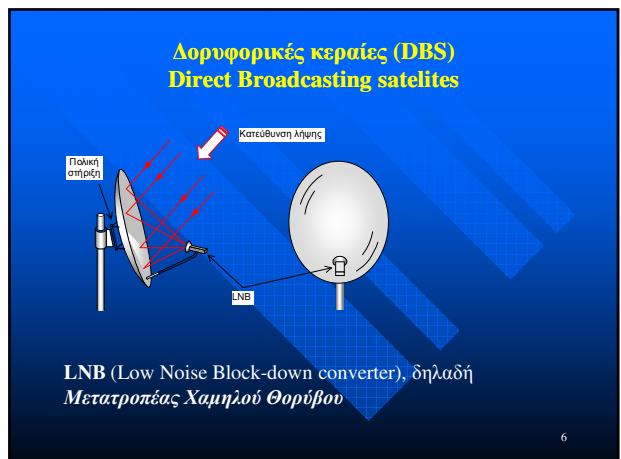
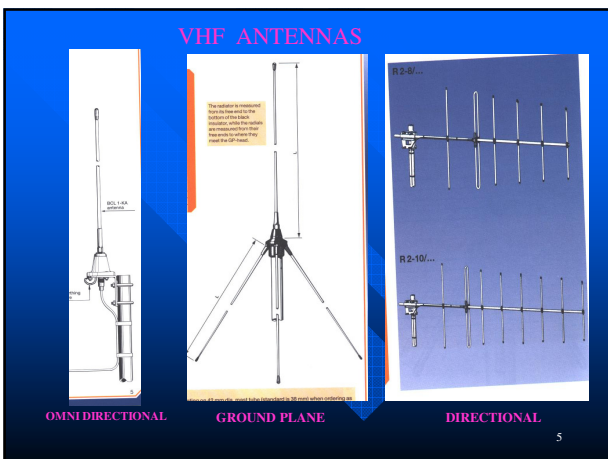
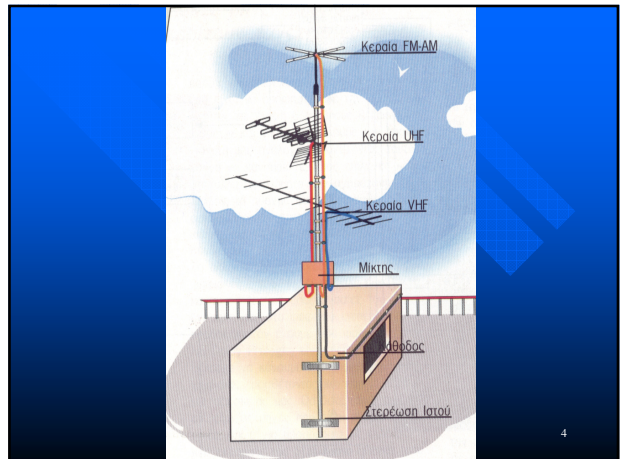
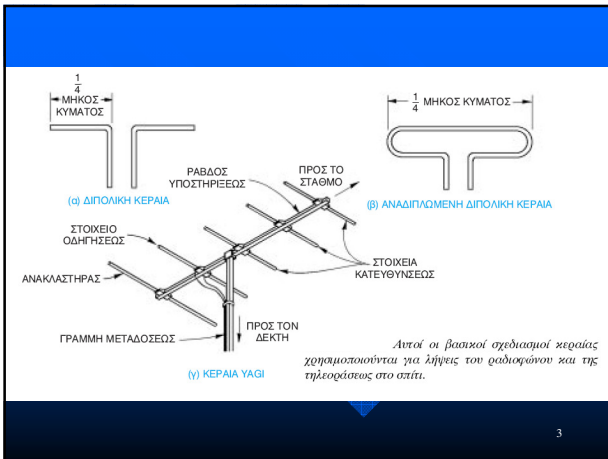
Χρησιμοποιούνται πολλά διαφορετικά μεγέθη και σχήματα.

Το μήκος του αγωγού εξαρτάται από τη συχνότητα της εκπομπής.

Οι περισσότερες κεραίες έχουν ένα μήκος κύματος που είναι κάποιο κλάσμα ενός μήκους κύματος.

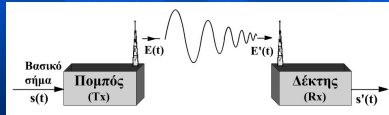
Τα περισσότερα συνηθισμένα μήκη είναι $\lambda/2$ και $\lambda/4$.

2



Γενική περιγραφή

Μια **κεραία** είναι ένας ή περισσότεροι ηλεκτρικοί αγωγοί ενός συγκεκριμένου μήκους που ακτινοβολούν ραδιοκύματα παραγόμενα από ένα πομπό ή που συλλέγουν ραδιοκύματα στο δέκτη.



7

Γενική περιγραφή

Ένα **ραδιοκύμα** γενικά καλείται **ηλεκτρομαγνητικό κύμα**.

Εφαρμογή τάσης

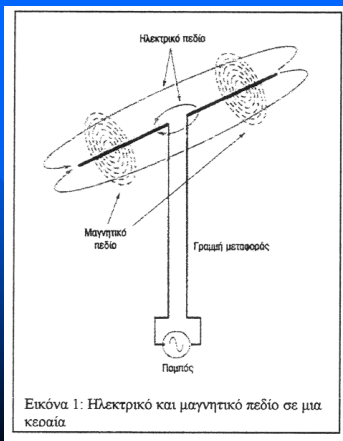
Ηλεκτρικό πεδίο

Δημιουργία ρεύματος

Μαγνητικό πεδίο

Το ηλεκτρικό και μαγνητικό πεδίο είναι **κάθετα** μεταξύ τους.

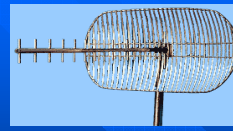
8



Εικόνα 1: Ηλεκτρικό και μαγνητικό πεδίο σε μια κεραία

9

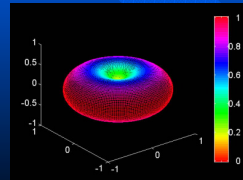
Παράμετροι κεραιών



Συχνότητα λειτουργίας

Μορφολογία εδάφους

Απολαβή ή κέρδος



Διάγραμμα ακτινοβολίας

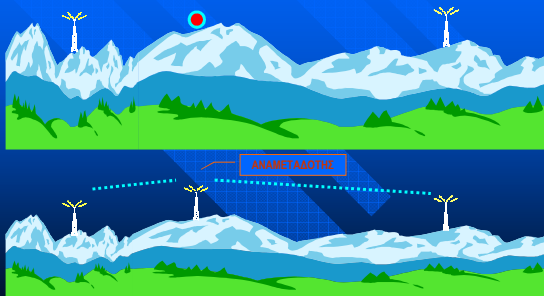
Πόλωση

Προσαρμογή κεραιάς με πομπό

Προσαρμογή κεραιάς με δέκτη

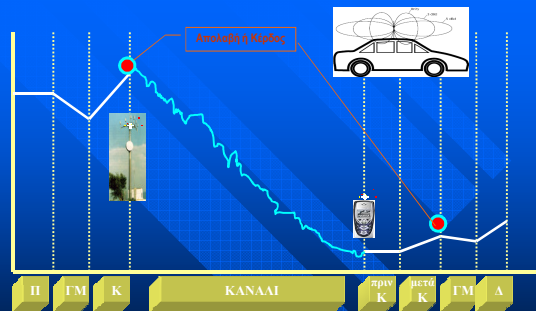
10

Μορφολογία εδάφους



11

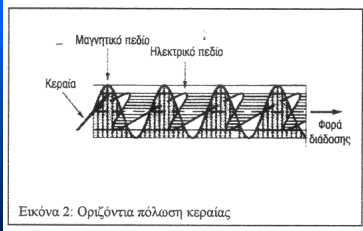
Απολαβή ή κέρδος



Κέρδος είναι ο λόγος της εκπεμπόμενης ισχύος P_t προς την ισχύ εισόδου της κεραιάς P_i . Εκφράζεται σε $db \approx 10 \log (P_t/P_i)$

Πόλωση

Η φορά του ηλεκτρικού πεδίου καθορίζει την πόλωση της κεραίας. Αν το ηλεκτρικό πεδίο είναι παράλληλο προς τη γη τότε λέμε ότι η πόλωση της κεραίας είναι οριζόντια



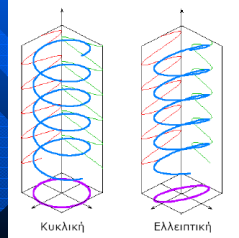
Εικόνα 2: Οριζόντια πόλωση κεραίας

Η κεραία εκπομπής και λήψης **πρέπει να έχουν την ίδια πόλωση για βέλτιστη εκπομπή και λήψη.**

13

Είδη πόλωσης

- 1) **Κάθετη πόλωση:** Το διάνυσμα της έντασης του ηλεκτρικού πεδίου είναι **κάθετο**
- 2) **Οριζόντια πόλωση:** Το διάνυσμα της έντασης του ηλεκτρικού πεδίου είναι **οριζόντιο**
- 3) **Κυκλική πόλωση:** Υπάρχει και κάθετο και οριζόντιο διάνυσμα και μάλιστα **είναι ίσα** τα δυο διανύσματα
- 4) **Ελλειπτική πόλωση:** Υπάρχει και κάθετο και οριζόντιο διάνυσμα τα οποία **είναι άνισα**



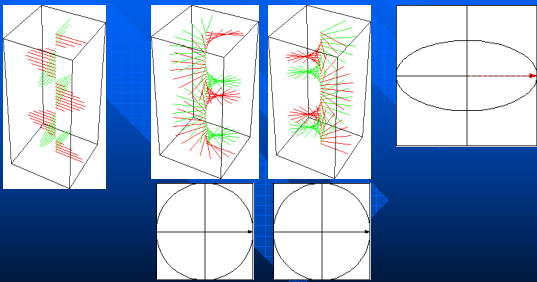
Κυκλική

Ελλειπτική

Γραμμικό Πολωμένο Κύμα

Κυκλικά Πολωμένο Κύμα

Ελλειπτικά Πολωμένο Κύμα



15

Μήκος κεραίας

$$l = v \cdot \lambda / v$$

όπου : $v = c \cdot V_f$
velocity factor : V_f

c : ταχύτητα φωτός
 v : συχνότητα

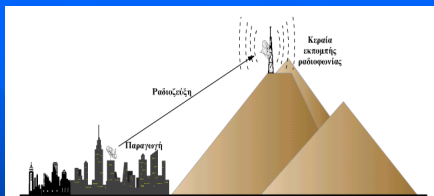
V_f : ο παράγοντας ταχύτητας του οποίου η τιμή λαμβάνεται ίση με 0.95

Ζητείται να υπολογιστεί το μήκος μίας κεραίας η οποία λειτουργεί στην συχνότητα των 500KHz.

$$l = (3 \cdot 10^8 / f) \cdot 0.95 = (3 \cdot 10^8 / 5 \cdot 10^5) \cdot 0.95 = 570 \text{m}$$

16

Επιλογή θέσης



Παράγοντες επιλογής

- Ο θόρυβος
- Η απώλεια σήματος
- Η απόκριση στη συχνότητα λήψης
- Η κατευθυντικότητα

17

Ερώτηση 14^α: Τι είναι ο θόρυβος και πόσα είδη θορύβου υπάρχουν?

Απάντηση: Ο θόρυβος (noise) γενικά ορίζεται ως κάθε ανεπιθύμητη και **συνά** **απρόβλεπτη** ηλεκτρική ή ηλεκτρομαγνητική ενέργεια τεχνητής ή φυσικής προέλευσης, η οποία **παρεμβάλλεται** στο σήμα που μεταδίδεται, με αποτέλεσμα να **αλλοιώνει** την **ποιότητα** του και να **προκαλεί** την **παραμόρφωση** του. Παρουσιάζεται σε όλα τα συστήματα επικοινωνιών, ενσύρματα και ασύρματα, και γενικά διακρίνεται σε δύο κατηγορίες, στον **εξωτερικό θόρυβο**, και στον **εσωτερικό θόρυβο**.

Ο **εξωτερικός θόρυβος (external noise)**, δημιουργείται από αιτίες που βρίσκονται έξω από το σύστημα επικοινωνίας, και ως εκ τούτου, προκαλούνται από τον ανθρώπινο ή άλλο εξωγενή παράγοντα. Οι πηγές αυτού του θορύβου μπορεί να είναι **ηλεκτρομαγνητικές συσκευές που βρίσκονται κοντά στο σύστημα επικοινωνίας**, όπως είναι για παράδειγμα **κεραίες, radar, κλπ.**, αλλά μπορεί να είναι και **ατμοσφαιρικά φαινόμενα**, όπως είναι για παράδειγμα οι **κεραυνοί**, οι οποίοι **χαρακτηρίζονται** από τη δημιουργία έντονου ηλεκτρικού ή ηλεκτρομαγνητικού πεδίου, που επηρεάζει τη μετάδοση των δεδομένων. Ο θόρυβος αυτός είναι **αντιστρόφως ανάλογος προς τη συχνότητα, και ανάλογος του μήκους κύματος**. Για παράδειγμα στις χαμηλές συχνότητες της τάξεως των **500 KHz**, ο εξωτερικός θόρυβος που προέρχεται από τα ατμοσφαιρικά και τα βιομηχανικά παράσιτα, είναι πολύ πιο έντονος, από ότι σε υψηλές συχνότητες της τάξεως των **300 MHz**.

Από την άλλη πλευρά, ο εσωτερικός θόρυβος (internal noise), έχει ως αίτιο δημιουργίας του, το ίδιο το μέσο μετάδοσης. Θόρυβος αυτής της μορφής, είναι ο **θερμικός θόρυβος (thermal noise)** που προκαλείται από τις συγκρούσεις των ηλεκτρονίων του μέσου μετάδοσης, ο **θόρυβος ενδοδιαμόρφωσης (inter-modulation noise)** που οφείλεται στη συνύπαρξη σημάτων διαφορετικών συχνοτήτων όταν αυτά μοιράζονται το ίδιο μέσο μετάδοσης, καθώς και η **συνακρόαση (cross-talk)**, που προκαλείται όταν δύο ξένα μεταξύ τους σήματα, συζευχθούν για κάποιο ανεξάρτητο λόγο. Σε αντίθεση με τον εξωτερικό θόρυβο, ο εσωτερικός θόρυβος δεν εξαρτάται άμεσα από τη συχνότητα του μεταδιδόμενου σήματος.

Θόρυβος

- **Μακριά από γραμμές μεταφοράς και μηχανές που προκαλούν παράσιτα.**
- **Όσο το δυνατόν ψηλότερα από τη γη.**
- **Η κεραία θα πρέπει να είναι καλά γειωμένη.**

19

Απόλεια σήματος

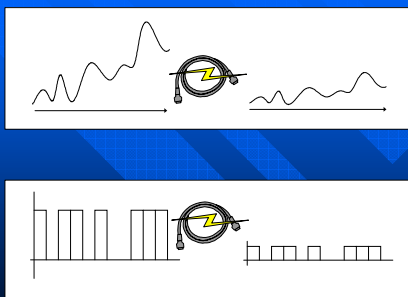
Τοποθετημένη μακριά από μεταλλικά αντικείμενα, τοίχους ή κλαδιά δένδρων, γιατί αυτά απορροφούν τις ραδιοκυμάνσεις μειώνοντας κατά αυτόν τον τρόπο την ένταση του σήματος που λαμβάνει η κεραία.

Απόλεις σήματος μπορεί να έχουμε και όταν μια κεραία δεν είναι καλά στερεωμένη.

Επίσης απόλεια σήματος έχουμε εξαιτίας και της ηλεκτρικής αντίστασης των υλικών

20

ΕΞΑΣΘΕΝΗΣΗ (attenuation)

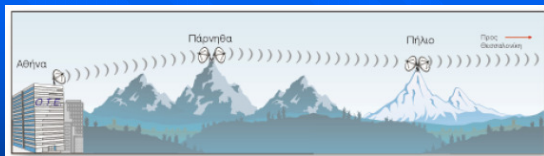


21

Ερώτηση 15¹ : Τι είναι η εξασθένιση σήματος και πως αντιμετωπίζεται?

Απάντηση : Η εξασθένιση (attenuation) του σήματος ορίζεται ως η μείωση του πλάτους (ή ισχύος) του σήματος καθώς αυτό μεταδίδεται μέσα από κάποιο μέσο μετάδοσης, και είναι ανάλογη της απόστασης. Αυτό σημαίνει πως όσο πιο μακριά ταξιδεύει ένα σήμα μέσα από κάποιο καλώδιο, τόσο πιο μεγάλη είναι και η μείωση του πλάτους του σήματος, δηλαδή τόσο περισσότερο εξασθενεί το σήμα. Το φαινόμενο της εξασθένισης οφείλεται στην ηλεκτρική αντίσταση του καλωδίου πάνω στην οποία ένα μέρος της ενέργειας του σήματος μετατρέπεται σε θερμότητα και γάνεται, και εξαρτάται από τη συχνότητα του σήματος. Πιο συγκεκριμένα, όσο πιο μεγάλη είναι η συχνότητα του μεταδιδόμενου σήματος, τόσο πιο μεγάλη είναι και η εξασθένιση που θα επέλθει. Προκειμένου να αντιμετωπίσουμε αυτό το πρόβλημα στα δίκτυα επικοινωνιών, χρησιμοποιούμε ειδικές διατάξεις που λέγονται ενισχυτές ή επαναλήπτες (repeaters). Οι ενισχυτές διαβάζουν το σήμα που κινείται στο δίκτυο, ενισχύουν το πλάτος του επαναφέροντάς το στην αρχική του τιμή, και το αναμεταδίδουν προς τον τελικό προορισμό του. Με τον τρόπο αυτό το σήμα μπορεί να διανύσει μεγάλες αποστάσεις, στις οποίες, χωρίς τη χρήση των ενισχυτών, δεν θα ήταν δυνατό να μεταδοθεί. Ας σημειωθεί τέλος πως οι ενισχυτές θα πρέπει να προλάβουν να διαβάσουν και να ενισχύσουν το σήμα, πριν αυτό εξασθενήσει περισσότερο από μια συγκεκριμένη τιμή, πέραν της οποίας, το περιεχόμενο του σήματος είναι αδύνατο να ανακτηθεί.

22



23

Απόκριση στη συχνότητα λήψης

- Η απόκριση εξαρτάται από το μήκος της κεραίας.
- Είναι δυνατόν να αυξήσουμε το ηλεκτρικό μήκος της κεραίας προσθέτοντας σε σειρά χωρητικότητα ή αυτεπαγωγή.

Προσθέτοντας αυτεπαγωγή μεγαλώνει το μήκος της κεραίας ενώ προσθέτοντας χωρητικότητα το ελαττώνουμε.

24

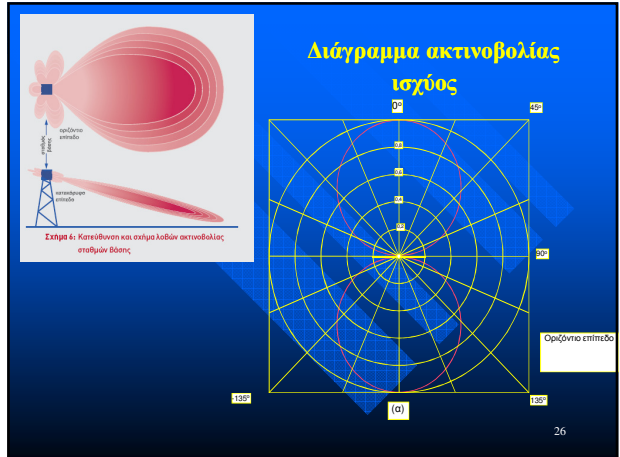
Κατευθυντικότητα

Η κατευθυντικότητα μιας κεραιάς αναφέρεται στην ικανότητα της να στέλνει ή να λαμβάνει σήματα μέσα σε μια στενή οριζόντια κατευθυντική περιοχή.

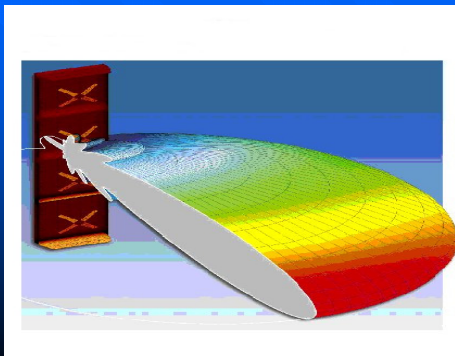
Εξαρτάται από το φυσικό της προσανατολισμό.

Εξαλείφει την παρεμβολή από άλλα σήματα που λαμβάνονται από όλες τις κατευθύνσεις εκτός από την κατεύθυνση του επιθυμητού σήματος.

Η κεραιά λήψης κατευθύνεται κατ' ευθείαν στο σταθμό που πρόκειται να ληφθεί, απορρίπτοντας ουσιαστικά τα σήματα από πομπούς σε όλες τις άλλες κατευθύνσεις.

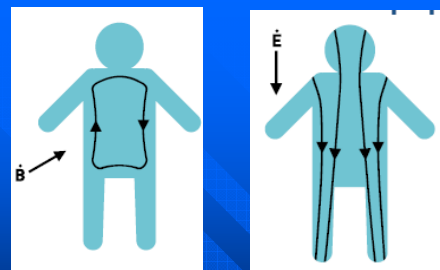


ΤΥΠΙΚΟ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑΣ ΙΣΧΥΟΣ



Ασφάλεια

What's cookin' at your site?



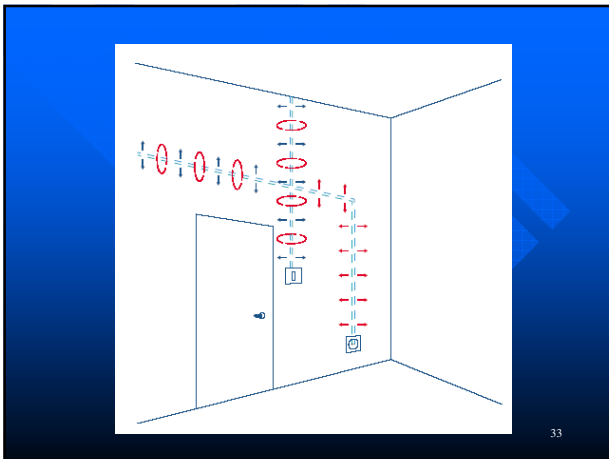
| ΕΠΙΠΕΔΑ ΑΝΑΦΟΡΑΣ | ΓΕΝΙΚΟΣ ΠΛΗΘΥΣΜΟΣ |
|------------------------------|-------------------|
| Μαγνητική Έκθεση (B) | 100 μ T |
| Έκθεση Ηλεκτρικού πεδίου (E) | 5 kV/m |

Όρια ασφαλείας έκθεσης για την συχνότητα των 50Hz στην Ελληνική νομοθεσία



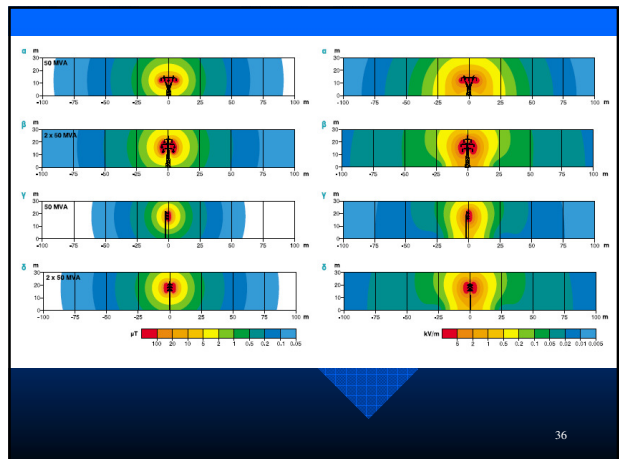
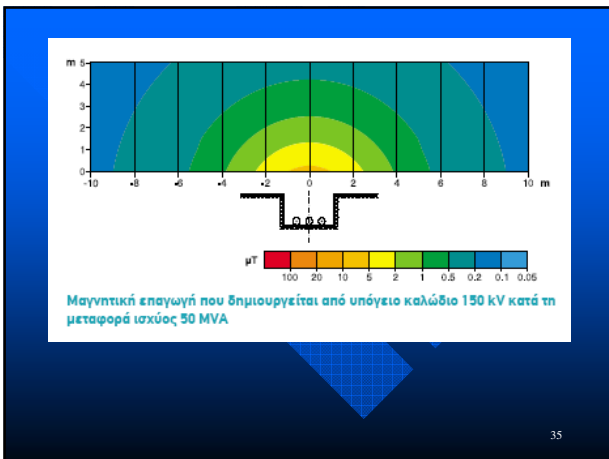
Τυπικά επίπεδα μαγνητικού πεδίου από κοινές ηλεκτρικές συσκευές που συνδέονται στο ηλεκτρικό δίκτυο*

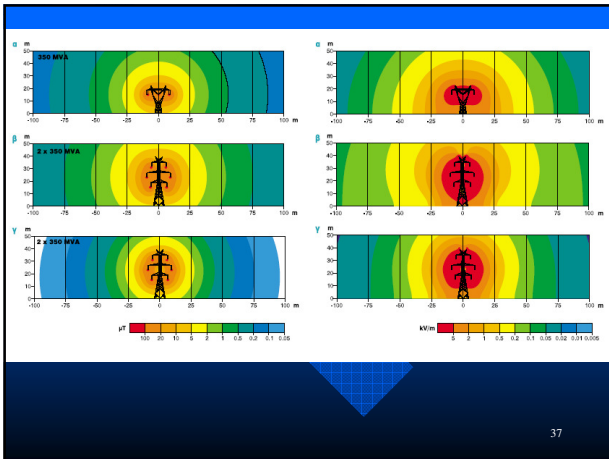
| ΣΥΣΚΕΥΗ | ΣΕ ΑΠΟΣΤΑΣΗ 3 cm (μΤ) | ΣΕ ΑΠΟΣΤΑΣΗ 30 cm (μΤ) | ΣΕ ΑΠΟΣΤΑΣΗ 1m (μΤ) |
|----------------------|-----------------------|------------------------|---------------------|
| Ευριστική μηχανή | 10 - 900 | 0.05 - 9 | 0.01 - 0.2 |
| Σκουφέρι Μαλλιών | 8 - 800 | 0.01 - 7 | 0.01 - 0.03 |
| Λαμπτήρες φθορισμού | 40 - 400 | 0.5 - 2 | 0.02 - 0.25 |
| Ηλεκτρική κουζίνα | 1 - 50 | 0.15 - 0.5 | 0.01 - 0.04 |
| Φόρητος μικροκυμάτων | 5 - 100 | 0.4 - 8 | 0.15 - 0.5 |
| Ψυγείο | 0.5 - 1.7 | 0.01 - 0.3 | 0.01 - 0.05 |
| Πλυντήριο ρούχων | 0.8 - 40 | 0.15 - 3 | 0.01 - 0.15 |
| Πλυντήριο πιάτων | 1 - 15 | 0.2 - 2 | 0.07 - 0.3 |
| Ηλεκτρικό σίδερο | 3 - 30 | 0.14 - 0.3 | 0.01 - 0.03 |
| Ηλεκτρική σκούπα | 60 - 500 | 0.6 - 12 | 0.08 - 0.8 |
| Φορητό ραδιόφωνο | 1 - 15 | 0.4 - 1.5 | 0.01 - 0.1 |
| Τηλέφωνο | 2 - 80 | 0.04 - 8 | 0.01 - 0.9 |
| Βιντεοκάμερα | 0.6 - 20 | 0.7 - 2.5 | 0.01 - 0.03 |
| Φωτοτυπικό | 0.6 - 40 | 0.1 - 2.7 | 0.01 - 0.3 |
| Συσκευή FAX | 0.4 - 1.5 | 0.01 - 0.2 | 0.01 - 0.02 |
| Θόνη Υπολογιστή | 1 - 60 | 0.02 - 5 | 0.01 - 0.6 |
| Ηλεκτρικά τρέιν | 4 - 200 | 0.2 - 3.3 | 0.01 - 0.8 |



Τιμές ηλεκτρικών και μαγνητικών πεδίων σε ύψος 1,5 μέτρου από το έδαφος στο περιβάλλον αναέρων γραμμών ηλεκτρικής ενέργειας

| | ΜΑΓΝΗΤΙΚΟ ΠΕΔΙΟ (μΤ) | ΗΛΕΚΤΡΙΚΟ ΠΕΔΙΟ (V/m) |
|-------------------------------------|---------------------------------|-----------------------|
| Γραμμές 400 kV (μεταλλικοί πόλινες) | Μέγιστη τιμή (κάτω από αγωγούς) | 25 |
| | Τυπική τιμή (κάτω από αγωγούς) | 1 - 4 |
| | Τυπική τιμή (25m παραπήλας) | 0.5 - 2 |
| Γραμμές 150 kV (μεταλλικοί πόλινες) | Μέγιστη τιμή (κάτω από αγωγούς) | 15 |
| | Τυπική τιμή (κάτω από αγωγούς) | 0.5 - 2 |
| | Τυπική τιμή (25m παραπήλας) | 0.1 - 0.2 |
| Γραμμές 150 kV (μεταλλικοί ιστό) | Μέγιστη τιμή (κάτω από αγωγούς) | 10 |
| | Τυπική τιμή (κάτω από αγωγούς) | 0.3 - 1.5 |
| | Τυπική τιμή (25m παραπήλας) | 0.05 - 0.2 |
| Γραμμές 20 kV (ξύλινοι πόλινες) | Μέγιστη τιμή (κάτω από αγωγούς) | 5 |
| | Τυπική τιμή (κάτω από αγωγούς) | 0.2 - 0.5 |
| | Τυπική τιμή (25m παραπήλας) | 0.01 - 0.05 |





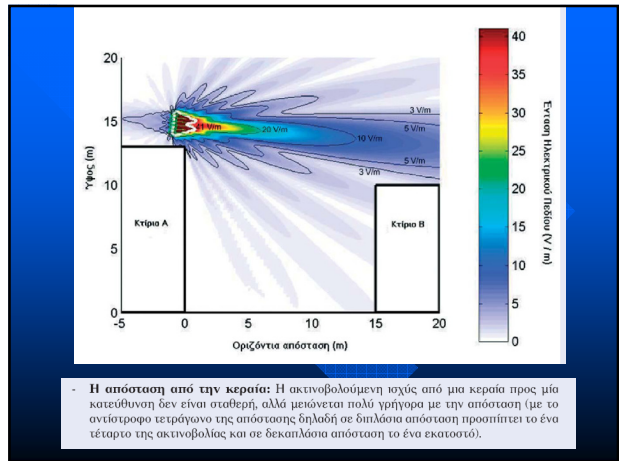
SAR (Specific Absorption Rate)

| Φυσικό Μέγεθος | Όρια ΕΕ (W/kg) | Ελληνικά όρια ¹ | |
|--|----------------|----------------------------|---------------------|
| | | 70% ορίων ΕΕ (W/kg) | 60% ορίων ΕΕ (W/kg) |
| Μέσος ρυθμός ειδικής απορρόφησης (SAR) ολόκληρου του σώματος | 0,08 | 0,056 | 0,048 |
| Τοπικός ρυθμός ειδικής απορρόφησης (SAR) στο κεφάλι και στον κορμό | 2 | 1,4 | 1,2 |
| Τοπικός ρυθμός ειδικής απορρόφησης (SAR) στο άκρο | 4 | 2,8 | 2,4 |

¹ Στο περιβάλλον σταθμών κεραιών

Θερμογραφική εικόνα της περιοχής του κεφαλιού χωρίς να έχει εκτεθεί σε ακτινοβολία κινητού τηλεφώνου.

Θερμογραφική εικόνα της περιοχής του κεφαλιού ύστερα από 15λεπτή έκθεση σε ακτινοβολία κινητού τηλεφώνου.



· Η απόσταση από την κεραία: Η ακτινοβολούμενη ισχύς από μια κεραία προς μία κατεύθυνση δεν είναι σταθερή, αλλά μειώνεται πολύ γρήγορα με την απόσταση (με το αντίστροφο τετράγωνο της απόστασης δηλαδή σε διπλάσια απόσταση προσιπίζει το ένα τέταρτο της ακτινοβολίας και σε δεκαπλάσια απόσταση το ένα εκατοστό).

SAFETY

Επειδή πολύ λόγος γίνεται για την ακτινοβολία και τους κινδύνους της και επειδή στο WiFi έχουμε πομπούς και κεραιές, ας δούμε ποσοτικά ποια είναι τα όρια ισχύος για την ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία.

Ακτινοβολώντας πάνω σε ανθρώπινα ομοιώματα και μετρώντας την άνοδο της θερμοκρασίας που η ακτινοβολία προκαλούσε βρέθηκαν τα ακόλουθα νούμερα για την ένταση του πεδίου:

| | |
|-----------------------------|---|
| 1 to 10 mW/cm ² | Έκθεση μερικής ώρες την ημέρα είναι ανεκτή |
| Above 10 mW/cm ² | Επικίνδυνη ακτινοβολία Το προσωπικό δεν πρέπει να εκτίθεται σε τέτοια ποσά |

Πρακτικά αυτό σημαίνει ότι αν υπερβούμε τα 10mW/cm² η άνοδος της θερμοκρασίας θα μας προκαλέσει μη αντιστρεπτή μεταβολή στα κύτταρα μας

| | Τυπική ισχύς εκπομπής | Συχνότητα |
|------------------|-----------------------|-----------------------------|
| Κινητό τηλέφωνο | 10 mW έως 500 mW | 900 MHz, 1800 MHz, 2100 MHz |
| Λαύρημο τηλέφωνο | έως 10 mW | 1900 MHz (DECT) |
| Bluetooth | 1 mW | 2450 MHz |

Παραδείγματα

Ένα κινητό GSM εκπέμπει 1 με 2 watt (όταν είναι μακριά από το σταθμό βάσης του), άρα η απόσταση ασφαλείας είναι 30cm

Μία κεραία κινητής τηλεφωνίας στη χειρότερη περίπτωση έχει 40watt ισχύ, με κέρδος κεραίας 10db, άρα EIRP=400watt, άρα η ελάχιστη απόσταση είναι 6 μέτρα

Ένας πομπός ραδιοφώνου ή τηλεόρασης με ισχύ 30000watt έχει ελάχιστη απόσταση 30μέτρα

43

Ένα WiFi θερματικό, όπου η EIRP περιορίζεται εκ του νόμου στα 100mW, έχει απόσταση ασφαλείας τα 10cm

Άρα ο γείτονας σας θα κινδυνεύσει από το WiFi, μόνο αν ακουμπήσει το κεφάλι του στη κεραία του WiFi (εξηγήστε του με επιχειρήματα ότι περισσότερο κινδυνεύει από το κινητό του)

Επίσης για μία απόσταση 1 μέτρου η ένταση πεδίου θα είναι 10.000 φορές μικρότερη από το όριο ασφαλείας και για μία απόσταση 10 μέτρων θα είναι 1.000.000 φορές μικρότερη

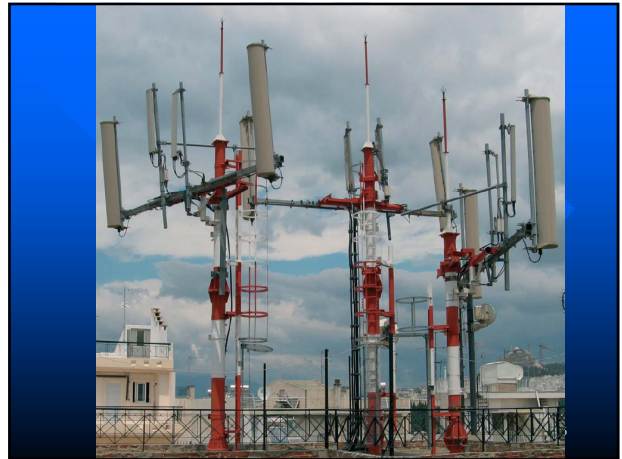
44

Τύποι κεραιών ανάλογα με την κατευθυντικότητα

Παγκατευθυντική κεραία (ισοτροπική) η εκπεμπόμενη ισχύς σπαταλιέται προς όλες τις κατευθύνσεις. Μόνο ένα μικρό μέρος αυτής λαμβάνεται από τον επιθυμητό σταθμό.

Διπλοκατευθυντική εφόσον λαμβάνει σήματα καλύτερα σε δυο κατευθύνσεις.

Μονοκατευθυντική σημαίνει ότι η κεραία στέλνει ή λαμβάνει σήματα μόνο σε μια κατεύθυνση.



Τύποι κεραιών

Δίπολο $\lambda/2$

Αναδιπλωμένο δίπολο

Κατακόρυφη κεραία

Κεραία τύπου Γ

Κεραία βρόγχου

Συστοιχίες

Κεραίες Yagi

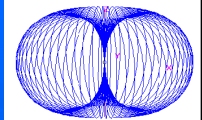
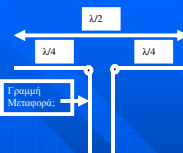
Τροφοδοτούμενες συστοιχίες

Η συγγραμμική
Η μετωπική
Η ακροπυροδοτική

Χοανο κεραίες - Παραβολικές

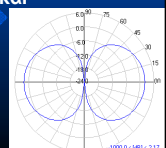
47

Δίπολο $\lambda/2$

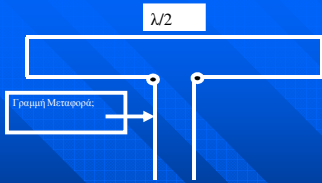


Το μήκος ενός δίπολου $\lambda/2$ υπολογίζεται από τον τύπο και εκφράζεται σε ft:

$$L = 468 / f$$

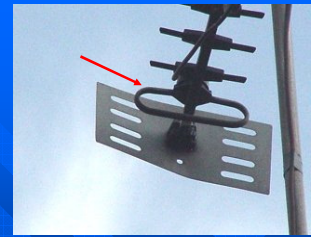


Αναδιπλωμένο δίπολο



Το **αναδιπλωμένο δίπολο** χρησιμοποιείται για TV και ράδιο FM λήψεις.

Αναδιπλωμένο δίπολο



Κατακόρυφο δίπολο



Όταν δεν θέλουμε να έχουμε κατευθυντικότητα όπως στη ραδιοφωνία

Όταν σε χαμηλές και μέσες συχνότητες το απαιτούμενο ύψος της κεραίας είναι ένα πρόβλημα.

Κατακόρυφες κεραίες χρησιμοποιούνται ευρέως σε αυτοκίνητα, φορτηγά, πλοία και άλλα οχήματα.

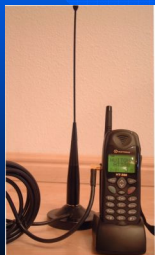
Οι AM σταθμοί εκπομπής χρησιμοποιούν κατακόρυφες κεραίες επειδή είναι μικρότερου μήκους, φθηνότερες και όχι αντισθητικές. Επιπλέον παρέχουν ίσο ποσό ακτινοβολίας προς όλες τις κατευθύνσεις.

Μαγνητική κεραία

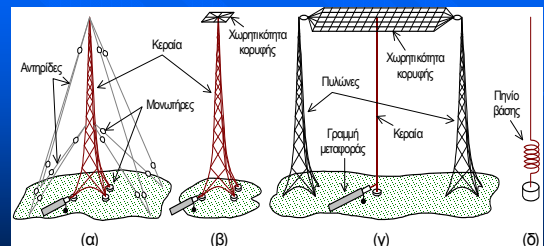


Στους δέκτες ραδιοφώνου για λήψη μακρών, μεσαίων ή βραχέων κυμάτων χρησιμοποιείται πολύ συχνά η **μαγνητική κεραία**.

Κατακόρυφο δίπολο



Τύποι κατακόρυφων κεραιών με τα στοιχεία αύξησης μήκους



Εγκάρσιος συνδυασμός διπόλων (turnstile antenna)

55

Κεραία τύπου Γ

Το μήκος του οριζοντίου αγωγού για λήψη εκπομπής στα μεσαία κύματα κυμαίνεται από 15-25 m και για λήψη εκπομπής στα βραχέα κύματα σε ύψος 9-15 m.

56

Κεραία τύπου βρόγχου

Η κεραία αυτή έχει μεγάλη κατευθυντικότητα.
 Η ιδιότητα αυτή των κεραιών τις κάνει πολύ χρήσιμες για δέκτες λήψης σημάτων από ραδιοφάρους ή δέκτες που χρησιμοποιούνται ως ραδιογωνιόμετρα για τον εντοπισμό της θέσης ενός πομπού.

57

Κεραίες βρόγχου (Loop Antennas)

Οι κεραίες βρόχου είναι το μαγνητικό ισοδύναμο του ηλεκτρικού διπόλου. Χρησιμοποιούνται στο παρελθόν για τον εντοπισμό των πλοίων.

58

Λογαριθμικές κεραιές (Log-periodic)

Οι λογαριθμικές κεραιές είναι κεραιές συστοιχίας διπόλων. Έχουν το πλεονέκτημα ότι λειτουργούν εξίσου καλά σε πολύ ευρύ φάσμα συχνοτήτων.

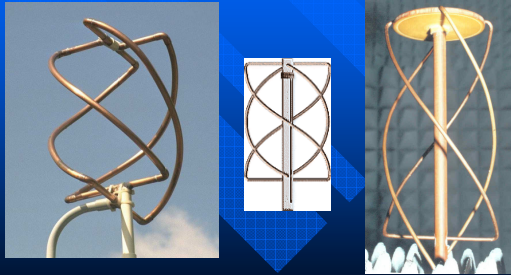
59

Τεταρτημοριακή ελικοειδής κεραία (Quadri-filar Helix antenna)

Οι κεραιές αυτές χρησιμοποιούνται σε δορυφορικές επικοινωνίες. Παράγουν σήμα με κυκλική πόλωση προς όλες τις κατευθύνσεις.

60

Τεταρτημοριακή ελικοειδής κεραία (Quadrifilar Helix antenna)



61

Ελικοειδείς κεραίες (Helical antennae)



62

Συστοιχίες

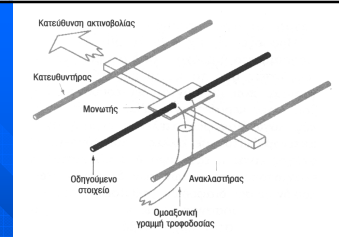
Για τη δημιουργία μιας κεραίας με κατευθυντικότητα συνδυάζονται δυο ή περισσότερα στοιχεία για το σχηματισμό μιας **συστοιχίας**.

Οι **παρασιτικές συστοιχίες ή κεραίες Yagi**

Οι **τροφοδοτούμενες συστοιχίες**.

63

Συστοιχία Yagi



Μια παρασιτική συστοιχία αποτελείται από μια βασική κεραία συνδεδεμένη σε μια γραμμή μεταφοράς συν ένα ή δύο περισσότερους αγωγούς που δεν συνδέονται στη γραμμή μεταφοράς. Αυτοί οι επιπλέον αγωγοί ονομάζονται παρασιτικά στοιχεία.

Τα τρία βασικά στοιχεία είναι ο κατευθυντήρας, ο ανακλαστήρας και η γραμμή μεταφοράς
χρησιμοποιούνται για λήψη TV.

64

Στοιχειοκεραίες Yagi-Uda

ΒΑΣΙΚΕΣ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ

| | | | |
|-----|-----------|-----------------|--------------------|
| VHF | FM-Radio | (88MHz-108MHz) | γυ 3 στοιχείων |
| | TV (low) | (54MHz-88MHz) | γυ 3 στοιχείων |
| | TV (high) | (174MHz-216MHz) | γυ 5-6 στοιχείων |
| UHF | TV | (470MHz-890MHz) | γυ 10-12 στοιχείων |

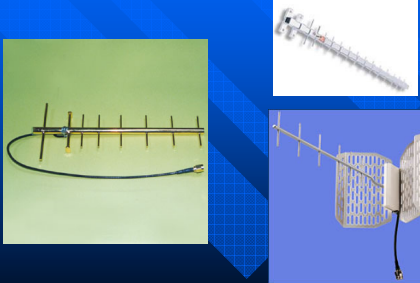
65

Στοιχειοκεραίες Yagi-Uda



66

Στοιχειοκεραίες Yagi-Uda



67

Τροφοδοτούμενες συστοιχίες

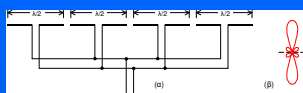
Στις τροφοδοτούμενες κεραίες τα στοιχεία μπορούν να διευθετηθούν κατά τέτοιο τρόπο για την παραγωγή διαφορετικών βαθμών κατευθυντικότητας και κέρδους.

Υπάρχουν τρεις βασικοί τύποι τροφοδοτούμενων συστοιχιών.

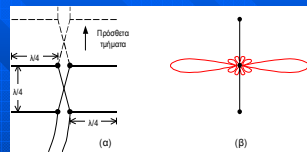
- Η συγγραμμική
- Η μετωπική
- Η ακροπυροδοτική

68

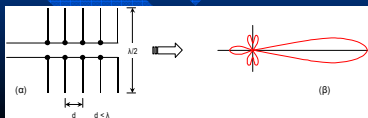
Συγγραμμική τροφοδοτούμενη συστοιχία



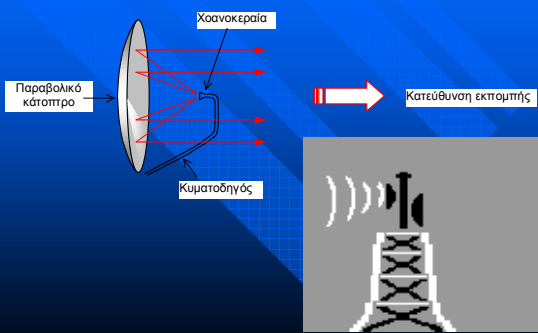
Μετωπική τροφοδοτούμενη συστοιχία



Ακροπυροδοτική τροφοδοτούμενη συστοιχία



Παραβολική κεραία μικροκυμάτων

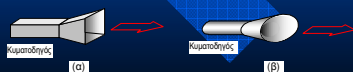


Χοανο κεραίες

Οι χοανοκεραίες συνδυάζονται σχεδόν πάντα με κοίλες μεταλλικές παραβολικές επιφάνειες, που ονομάζονται παραβολικά κάτοπτρα.

Οι κεραίες που προκύπτουν συχνά ονομάζονται και παραβολικές κεραίες. **Κεραίες μικροκυμάτων**

Οι χοανοκεραίες τοποθετούνται μπροστά από το κέντρο των κατόπτρων έτσι, ώστε η κωνική δέσμη ακτινοβολίας που εκπέμπουν να μετατρέπεται μετά την ανάκλασή της σε παράλληλη.



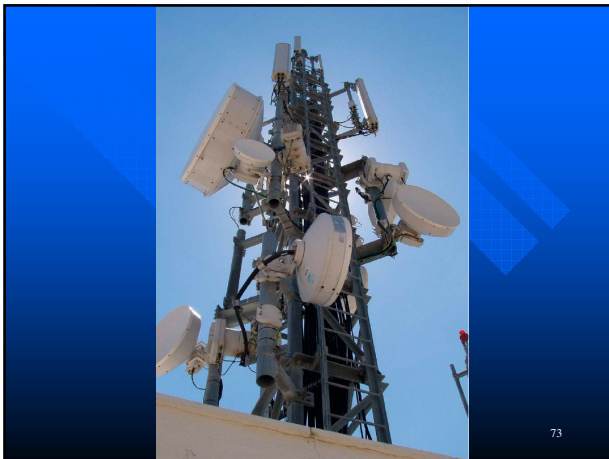
71

Ερώτηση 8^η: Τι γνωρίζετε για τα μικροκύματα?

Απάντηση: Τα μικροκύματα (micro waves) είναι ηλεκτρομαγνητικά κύματα με μήκος που κυμαίνεται από 1 έως 30 cm, δηλαδή είναι μεγαλύτερο του ορατού φωτός και μικρότερο των ραδιοκυμάτων. Πιο συγκεκριμένα ανού του είδους η ακτινοβολία, καλύπτει την περιοχή φάσματος από 300 MHz έως 30 GHz. Ων και στην πραγματικότητα οι εφαρμογές που χαρακτηρίζονται από τη χρήση μικροκυμάτων, τα χρησιμοποιούν στην περιοχή τιμών συχνότητας μεταξύ 2 και 8 GHz. Τα μικροκύματα, ανάλογα με το μήκος κύματος που τα χαρακτηρίζει, κατατάσσονται σε τρεις μεγάλες κατηγορίες: τα δεκατομετρικά, (με μήκος κύματος από 10 cm έως 1 m και συχνότητα από 300 MHz έως 3 GHz), τα εκατοστομετρικά, (με μήκος κύματος από 1 cm έως 10 cm και συχνότητα από 3 έως 30 GHz), και τα χιλιοστομετρικά (με μήκος κύματος από 1 mm έως 1 cm και συχνότητα από 30 έως 300 GHz).

Το κύριο χαρακτηριστικό της μετάδοσης των μικροκυμάτων, είναι πως αυτά δεν ανακλώνται στην ιονόσφαιρα, και επομένως μεταδίδονται σαν επιφανειακά κύματα, δηλαδή ακολουθούν την καμπυλότητα της γης, και κινούνται κατά μήκος της επιφάνειάς της. Επιπλέον μεταδίδονται ευθυγράμια, και στις πιο πολλές περιπτώσεις απαιτείται η χρήση αναμεταδοτών οι οποίοι ενισχύουν το σήμα και το προσθύν προς τον τελικό του προορισμό. Προκειμένου η μετάδοση των ραδιοκυμάτων να μη διακόπτεται από φυσικά και τεχνητά εμπόδια, όπως είναι για παράδειγμα τα βουνά και τα υψηλά κτίρια, ο πομπός και ο δέκτης βρίσκονται τοποθετημένοι σε υψηλούς πύργους οι οποίοι έχουν οπτική επαφή και βρίσκονται σε απόσταση της τάξεως των δεκάδων χιλιομέτρων.

72



73

Οι **πύργοι εγκατάστασης των κεραιών** θα πρέπει να είναι ανυψωμένοι πάνω από τυχόν εμπόδια που υπάρχουν στη διαδρομή των ραδιοκυμάτων ώστε να εξασφαλίζεται η οπτική επαφή και να λαμβάνουν υπόψη τη σφαιρικότητα της γης. Οι παράγοντες που πρέπει να ληφθούν υπόψη για την επιλογή ενός πύργου είναι:

- Το κόστος
- Οι περιορισμοί λόγω νομοθεσίας
- Η κίνηση αεροσκαφών στην περιοχή
- Οι συνθήκες του εδάφους
- Ο καιρός (φόρτιση λόγω ανέμου)
- Τα χαρακτηριστικά των κυματοδηγών

74

Το μαγνητικό πεδίο είναι οριζόντιο στη γή. Η πόλωση της κεραίας είναι:

- α) Κατακόρυφη
- β) οριζόντια
- γ) κυκλική
- δ) Τίποτα από τα παραπάνω

Μια κεραία με δύο ή περισσότερα στοιχεία είναι γνωστή σαν:

- α) Δίπολο
- β) βρόγχος
- γ) Κατακόρυφη
- δ) Συστοιχία

75

Το μήκος ενός δίπολου στα 17 MHz είναι:

- α) 25,5 ft
- β) 27,5 ft
- γ) 24,8 ft
- δ) 30,6 ft

Τα μικροκύματα διαδίδονται με το:

- α) Κύμα χώρου
- β) Επιφανειακό κύμα
- γ) Ατμοσφαιρικό κύμα
- δ) Στάσιμο κύμα

76

Ένας σταθμός δέκτης - πομπού που χρησιμοποιείται για την αύξηση της περιοχής των επικοινωνιών UHF, VHF και μικροκυματικών σημάτων καλείται:

- α) Πομποδέκτης
- β) Επαναλήπτης
- γ) Επανεκπομπός
- δ) Ενισχυτής

Μια κεραία που εκπέμπει και λαμβάνει ισοδύναμα προς όλες τις κατευθύνσεις ονομάζεται:

- α) Παγκατευθυντική
- β) Μονοκατευθυντική
- γ) Διπλοκατευθυντική
- δ) Στενής δέσμης

77

Ο θόρυβος είναι κυρίως:

- α) Ακίδες υψηλών συχνοτήτων
- β) Χαμηλόσυχνες διακυμάνσεις
- γ) Τυχαίες ολισθήσεις στάθμης
- δ) Όλα τα παραπάνω

Ποιο από τα παρακάτω δεν αποτελεί βασικό στοιχείο μιας κεραίας Yagi:

- α) ανακλαστήρας
- β) γραμμή μεταφοράς
- γ) λοβός ή LNB
- δ) κατευθυντήρας

78

Το οριζόντιο διάγραμμα ακτινοβολίας ενός διπόλου είναι:

- α) Ένας κύκλος
- β) Σχήματος οκτώ
- γ) Σχήματος τριφυλλίου
- δ) Στενής δέσμης

Για $\lambda = 2.85$ ft η αντίστοιχη συχνότητα είναι πιο κοντά στα:

- α) 100 MHz
- β) 164 MHz
- γ) 300 MHz
- δ) 328 MHz

79

Ποια από τις παρακάτω κεραιές δεν ανήκει στις κατηγορίες των τροφοδοτούμενων συστοιχιών:

- α) Συγγραμμική
- β) Κατακόρυφη
- γ) Ακροπυροδοτική
- δ) Μετωπική

Μια δημοφιλής $\lambda/2$ κεραιά είναι:

- α) Η κατακόρυφη κεραιά
- β) Η ακροπυροδοτική
- γ) Το δίπολο
- δ) Η συγγραμμική

80