

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6α ΑΣΥΡΜΑΤΕΣ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΕΣ

Τρόποι διάδοσης των ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων  
 Ζεύξεις - πομπός - δέκτης βραχέων και υπερβραχέων κυμάτων  
 Τρόπος λειτουργίας κινητής τηλεφωνίας  
 Σύστημα τηλεϊδοποίησης  
 Ιστορικό, οι αρχές και η μελλοντική εξέλιξη των δορυφορικών επικοινωνιών

1

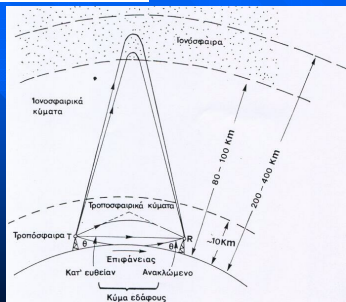
## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6β ΑΣΥΡΜΑΤΕΣ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΕΣ

Φερέσυχνα συστήματα  
 Τηλεγραφικοί κώδικες  
 Κώδικας Morse, Πενταδικός Κώδικας  
 Συστήματα Τηλετυπίας  
 Βασικές αρχές λειτουργίας Radar  
 Message technology

2

### Τρόποι διάδοσης των ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων

Οι τρεις βασικές διαδρομές που ένα ραδιοσήμα μπορεί να ακολουθήσει στον ελεύθερο χώρο είναι στην επιφάνεια της γης, στην ατμόσφαιρα και στο χώρο.



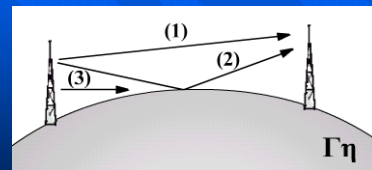
Τα κύματα επιφάνειας ονομάζονται και κύματα εδάφους (ground waves).

### 1. Κύματα χώρου

Κύματα επιφάνειας – εδάφους

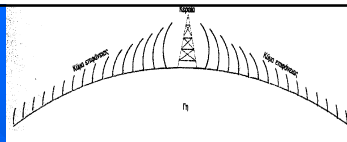
### 2. Κύμα από ανάκλαση

### 3. Απευθείας κύμα



4

### Κύμα επιφάνειας



- Διαδίδονται και με τη βοήθεια του μηχανισμού της περίθλασης όταν συναντάνε εμπόδια στο έδαφος
- Εμφανίζονται σε χαμηλές συχνότητες (μέχρι 2MHz-μπάντα των HF)
  - λόγω μεγάλου μήκους κύματος
  - άρα ευκολίας στην περίθλαση
- Χρησιμοποιούνται στις χαμηλές συχνότητες (VLF) με σταθμούς μεγάλης ισχύος και υψηλές κεραιές

- 30 kHz και 3 MHz

5

### Κύματα χώρου

- >30 MHz.
- Η κεραία εκπομπής και λήψης είναι αρκετά υψηλή.

- VHF, UHF, μικροκύματα

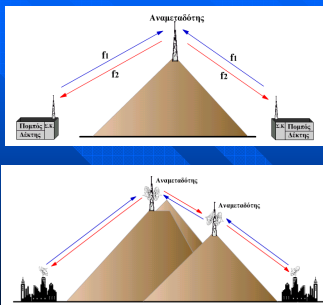
Χρήση σταθμών επαναληπτών



$$d = 3,57(\sqrt{h_1} + \sqrt{h_2})$$

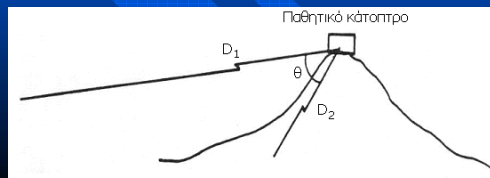
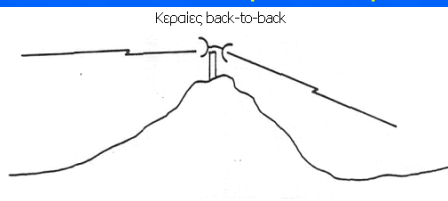
6

### Χρήση αναμεταδότη



7

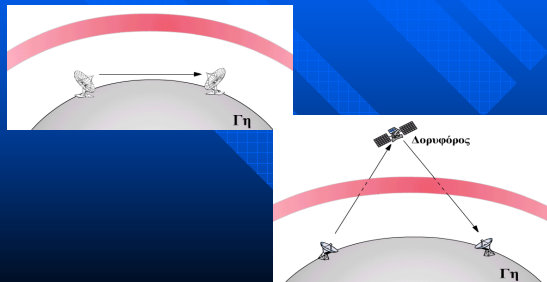
### Αποφυγή εμποδίων – Χρήση συστημάτων back-to-back και παθητικού κατόπτρου



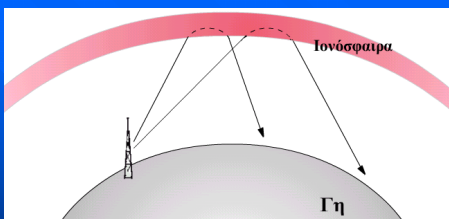
9

### Διάδοση μικροκυμάτων

Με το γενικό όρο μικροκύματα ομαδοποιείται το τμήμα του ηλεκτρομαγνητικού φάσματος με συχνότητες πέραν των 300 MHz και με μήκη κύματος μικρότερα του 1m.



### Κύμα ιονόσφαιρας ή Ατμοσφαιρικά κύματα



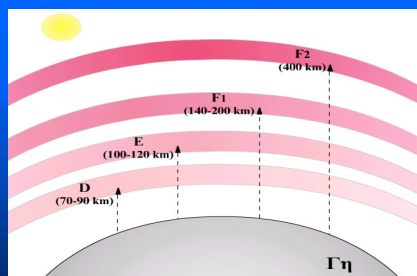
3 έως 30 MHz

Μετάδοση πολλαπλών αλμάτων.

Το διαθλωμένο σήμα από την ιονόσφαιρα προσπίπτει στη γη και ανακλάται προς την ιονόσφαιρα για να καμπυλωθεί και να σταλεί πίσω στη γη.

11

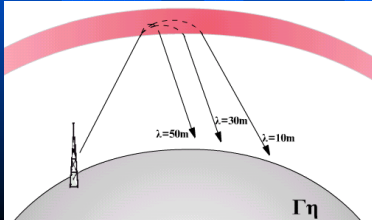
### Στρώματα ιονόσφαιρας



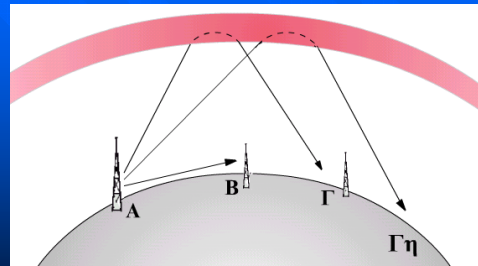
12

### Χαρακτηριστικά κυμάτων ιονόσφαιρας

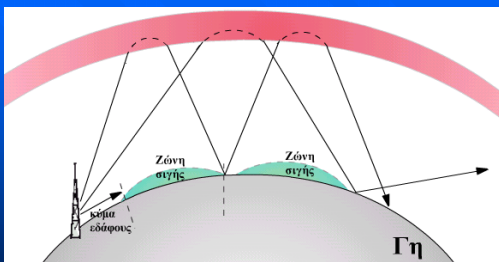
Καθώς το ηλεκτρομαγνητικό κύμα εισέρχεται στην ιονόσφαιρα, η ακτίνα διάδοσής του κυρτώνει (διαθλάται) όλο και περισσότερο όσο η πυκνότητα ιονισμού του στρώματος μεγαλώνει και κάτω από ορισμένες συνθήκες η κύρτωση της κυματικής ακτίνας είναι τέτοια, που τελικά το ραδιοκύμα επιστρέφει προς τη γη. **Το φαινόμενο διευκολύνεται όσο μεγαλύτερη είναι η πυκνότητα ιονισμού του στρώματος και όσο μεγαλύτερο είναι το μήκος κύματος  $\lambda$  (μικρότερη συχνότητα)**



### Συνδυασμός κύματος εδάφους και ιονόσφαιρας

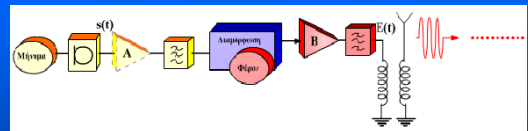


### Μετάδοση βραχέων κυμάτων



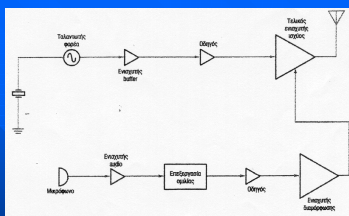
### Ζεύξεις - πομπός - δέκτης βραχέων και υπερβραχέων κυμάτων

#### Πομπός



- κυκλώματα επεξεργασίας ομιλίας αυξάνουν τη μέση εκπεμπόμενη ισχύ του σήματος.
- ένα κρυσταλλικό ταλαντωτή για δημιουργία μιας συχνότητας φορέα,
- ένα ενισχυτή buffer που απομονώνει το ταλαντωτή φορέα από το φορτίο του
- ένα ή περισσότερους οδηγούς ενισχυτές τάξης C για αύξηση της στάθμης της ισχύος
- και ένα τελεστικό ενισχυτή που διοχετεύει το σήμα στη κεραία.

### Πομπός

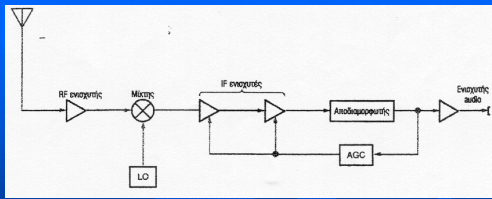


Διάδοση των βραχέων κυμάτων η AM διαμόρφωση  
Διάδοση των υπερβραχέων κυμάτων η FM διαμόρφωση

### Δέκτης

την κεραία,  
τον ενισχυτή υψηλών συχνοτήτων,  
ένα μίκτη,  
ένα τοπικό ταλαντωτή,  
ένα ενισχυτή ενδιάμεσων συχνοτήτων,  
τον φωρατή,  
τον ενισχυτή ακουστικών συχνοτήτων  
και τη μονάδα εξόδου.

## Δέκτης



19

## Τρόπος λειτουργίας κινητής τηλεφωνίας

Το πρώτο MTS (mobile telephone system) χρησιμοποιούσε

- ένα μεγάλο απλό ραδιοεπιχειρησιακό σταθμό συνδεδεμένο με το τηλεφωνικό σύστημα.
- ένα δέκτη για λήψη εκπομπών από τις κινητές τηλεφωνικές μονάδες.
- ένας πομπός εξέπεμπε ένα σήμα προς τους χρήστες

Η τυπική περιοχή εξυπηρέτησης ήταν εξαρτώμενη από το ύψος της κεραίας και την ισχύ του πομπού.

Σήμερα οι κυψελίδες.

20

## Τα διάφορα G

- ✓ **1G δικτύα:** Στα δίκτυα αυτά η μετάδοση της πληροφορίας (π.χ. φωνή) γινότανε αναλογικά.
- ✓ **2G δικτύα:** Οι συνομιλίες λαμβάνουν χώρα μέσω ψηφιακής τεχνολογίας. Οδήγησαν σε πιο αποτελεσματική χρήση του φάσματος και επέτρεψαν επιπλέον υπηρεσίες (π.χ. το πασίγνωστο SMS).
- ✓ **2.5G δικτύα:** Υποστηρίζεται η μετάδοση πακέτων (π.χ. General Packet Radio Service - GPRS).
- ✓ **3G δικτύα:** Συμπεριλαμβάνει τηλεφωνία, video κλήσεις και μετάδοση δεδομένων ενώ παράλληλα υποστηρίζει υψηλότερους ρυθμούς πρόσβασης της τάξης των μερικών Mb/s.
- ✓ **4G δικτύα:** Ακόμα καλύτερη πρόσβαση βάση του IP και άλλα πολλά!

21



22

## ΧΩΡΗΤΙΚΟΤΗΤΑ: Είναι πρόβλημα;

Για 10.000.000 συνδρομητές θα χρειαζόνταν:  
2.500.000 ασύρματες συνδέσεις (αν 1/4 κάνει χρήση την ώρα αιχμής)

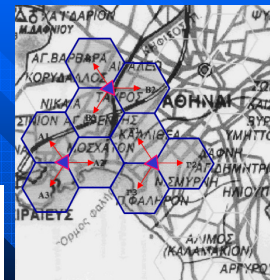
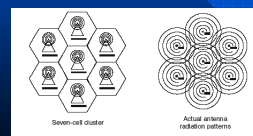
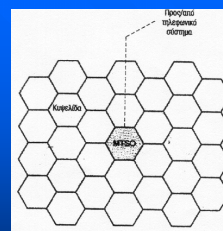
Αν ΓΙΑ ΚΑΘΕ συνδρομητή χρειάζεται ένα ασύρματο κανάλι απαιτούνται:  
**0,2 MHz για κάθε 8 συνδέσεις** (σύστημα GSM), δηλ. απαιτείται φάσμα  
 **$(2.500.000/8) \times 0,2 \text{ MHz} = 62.500 \text{ MHz} = 62,5 \text{ GHz}$**

Στην Ελλάδα ΟΛΕΣ οι εταιρείες μαζί διαθέτουν φάσμα 85(110) MHz.

Σε αυτό θα "χωρούσαν" να εξυπηρετηθούν:  
 **$(85\text{MHz} \div 0,2\text{MHz}) \times 8 = 3.400$  συνδέσεις ή 13.600 συνδρομητές**

**ΔΥΣΗ: ΚΥΨΕΛΟΠΟΙΗΣΗ – ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΠΟΛΛΑΠΛΗΣ ΠΡΟΣΠΕΛΑΣΗΣ**  
Επαναχρησιμοποίηση του ΙΔΙΟΥ φάσματος σε διαφορετικές περιοχές  
Δημιουργείται όμως σοβαρό πρόβλημα παρεμβολών

## Κυψελωτό σύστημα



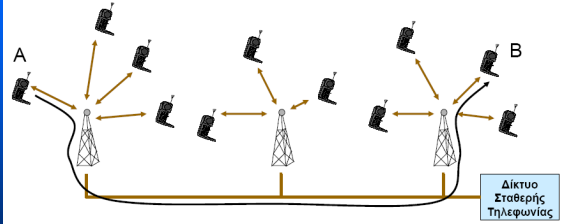
24

## Γιατί εξάγωνες κυψέλες?

- Στην πραγματικότητα, οι περιοχές που καλύπτει κάθε σταθμός βάσης αλληλεπικαλύπτονται και είναι άμορφες
- Χρειαζόμαστε ένα σχήμα για λόγους μοντελοποίησης
- Θα μπορούσαμε να χρησιμοποιήσουμε επίσης τετράγωνα, ή τρίγωνα
  - Τα εξάγωνα είναι πιο κοντά στην πραγματικότητα

25

## Κυψελωτά Δίκτυα



- Οι χρήστες επικοινωνούν αποκλειστικά με τους σταθμούς βάσης
- Τα κινητά τηλέφωνα έχουν περιορισμένες αρμοδιότητες και δυνατότητες

26

## Κυψελωτό σύστημα

Το κυψελωτό σύστημα λειτουργεί στα 800 έως 900 MHz.

Το κυψελωτό σύστημα χρησιμοποιεί τη μέθοδο επαναχρησιμοποίησης της συχνότητας.

Η επαναχρησιμοποίηση των συχνοτήτων αυξάνει τρομακτικά τον αριθμό των διαθέσιμων καναλιών.

Υπάρχουν κυψελίδες διαφορετικών μεγεθών ανάλογα με περιοχή κίνησης.

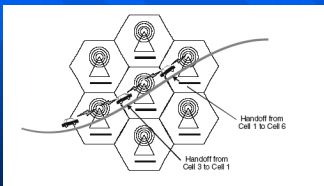
27

Κάθε σταθμός βάσης καλύπτει μια συγκεκριμένη γεωγραφική περιοχή, η οποία χωρίζεται σε μία ή περισσότερες κυψέλες. Το επιθυμητό από τις εταιρείες κινητής τηλεφωνίας μέγεθος της κυψέλης καθορίζεται βάσει των ιδιαίτερων γεωγραφικών χαρακτηριστικών της περιοχής, καθώς και τον αριθμό και τη χρήση των κινητών τηλεφώνων που συνήθως υπάρχουν εκεί. Επειδή κάθε σταθμός βάσης μπορεί να εξυπηρετήσει ταυτόχρονα περιορισμένο αριθμό τηλεφώνων (της τάξης των 50 με 100), οι κυψέλες είναι σχετικά μικρές εντός των πόλεων (της τάξης των εκατοντάδων μέτρων), και σχετικά μεγάλες στις αγροτικές περιοχές (της τάξης των δεκάδων χιλιομέτρων).



28

## Μεταπομπή (Handoff, Handover)



29

## Βασική Ιδέα

- Καθώς οι χρήστες μετακινούνται, είναι αναγκαίο να μπορούν να αλλάζουν το σταθμό βάσης με τον οποίο επικοινωνούν
- Η διαδικασία καλείται μεταπομπή
- Η διαδικασία πρέπει να γίνεται γρήγορα, ώστε να μην διακόπτεται η κλήση
  - Δύσκολο όταν ο χρήστης κινείται γρήγορα
  - Διάρκεια μεταπομπής σε σύγχρονα συστήματα της τάξης των 1-2 δευτερολέπτων

30

## Κυψέλες «ομπρέλες»

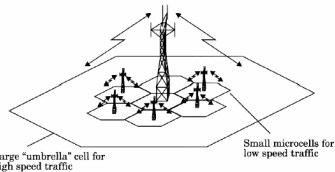


Figure 3.4 The umbrella cell approach.

- Πρόβλημα: ορισμένοι από τους χρήστες κινούνται με μεγάλες ταχύτητες, συνεπώς χρειάζονται συχνές μεταπομπές, που υπερφορτώνουν τα κανάλια ελέγχου
- Λύση: Χρησιμοποίηση ορισμένων κυψελών με μεγάλη επιφάνεια που υπερκαλύπτουν τις υπόλοιπες.

31

Για την ομαλή λειτουργία των δικτύων κινητής τηλεφωνίας ακολουθούνται καθορισμένες αρχές κωδικοποίησης και διαμόρφωσης των εκπαιμόμενων σημάτων. Στη χώρα μας δραστηριοποιούνται τέσσερις εταιρείες κινητής τηλεφωνίας στα συστήματα GSM-900, GSM-1800 (ή DCS-1800) και τα νέα συστήματα 3ης γενιάς UMTS.

Εταιρεία	Συστήματα κινητής τηλεφωνίας		
	GSM 900	GSM 1800	UMTS
Vodafone	✓	✓	✓
Cosmote	✓	✓	✓
TIM	✓	✓	✓
Q-TELECOM	-	✓	-

32

## Global System for mobile communication

Στο σύστημα GSM η περιοχή συχνοτήτων κάθε εταιρείας κινητής τηλεφωνίας χωρίζεται σε κανάλια εύρους 200 kHz.

Κάθε κανάλι χρησιμοποιείται από 8 το πολύ συνδρομητές για λίγο χρόνο 0,577 ms.

Κάθε κυψέλη έχει 8 με 12 κανάλια συχνότητας.

Άρα ο μέγιστος αριθμός συνδρομητών ανά κυψέλη  $12 \times 8 = 72$  συνδρομητές.

33

## Global System for mobile communication

Η λέξη GSM προέρχεται από τα αρχικά του «Global System for Mobile Communications» που σημαίνει παγκόσμιο σύστημα κινητών επικοινωνιών και είναι ένα πρότυπο σύστημα κινητής τηλεφωνίας. Στο σύστημα GSM η περιοχή συχνότητας που έχει εκχωρηθεί για την λειτουργία των δικτύων κινητής τηλεφωνίας υποδιαιρείται σε περισσότερες υποπεριοχές συχνότητας – κανάλια επικοινωνίας εύρους 200kHz. Κάθε κανάλι μπορεί να χρησιμοποιείται ταυτόχρονα από οκτώ το πολύ συνδρομητές, οι οποίοι χρησιμοποιούν διαδοχικά τα κανάλια για λίγο χρόνο (περίπου 0,577 ms). Κάθε σταθμός βάσης επικοινωνεί με τα κινητά τηλέφωνα που βρίσκονται στη περιοχή, συνήθως με 6 έως 12 κανάλια συχνότητας. Τα κανάλια αυτά είναι διαφορετικά μεταξύ γειτονικών κυψελών, ώστε να ξεχωρίζουν μεταξύ τους. Επειδή ο αριθμός των καναλιών είναι περιορισμένος, τα ίδια κανάλια ξαναχρησιμοποιούνται σε διαφορετικές κυψέλες. Η σχεδίαση των δικτύων είναι τέτοια, ώστε οι κυψέλες που χρησιμοποιούν τα ίδια κανάλια να είναι όσο το δυνατόν μακρύτερα μεταξύ τους για την ελαχιστοποίηση των παρεμβολών της μιας στη λειτουργία της άλλης. Τα κινητά τηλέφωνα μετρούν το επίπεδο του σήματος που λαμβάνουν από τους πλησιέστερους σταθμούς βάσης και αν, καθώς μετακινούμαστε, το σήμα από έναν άλλο σταθμό βάσης γίνει καλύτερο από το σήμα του σταθμού που χρησιμοποιούμε, τότε το δίκτυο κινητής τηλεφωνίας μας μεταβιβάζει στην κυψέλη του σταθμού αυτού, χωρίς η μεταβίβαση να γίνεται αισθητή από μας.

34

## Universal Mobile Telecommunication System

Στο σύστημα UMTS η περιοχή συχνότητας κάθε εταιρείας κινητής τηλεφωνίας χωρίζεται σε κανάλια εύρους 5 MHz.

Κάθε κανάλι χρησιμοποιείται από κάθε συνδρομητή με διαφορετικό κωδικό ο καθένας.

35

Σύγκριση	GSM	UMTS
Κανάλια	Πολλά διαφορετικά κανάλια εύρους 200kHz	Ευρωπαική επικοινωνία με λίγα κανάλια εύρους 5MHz
Διαχωρισμός συνδρομητών	Έως 8 συνδρομητές μιλούν διαδοχικά στο ίδιο κανάλι	Διαχωρισμός με κωδικούς
Διαχωρισμός κυψελών	Διαφορετικά κανάλια συχνότητας στις γειτονικές κυψέλες	Δύο γειτονικές κυψέλες μπορεί να χρησιμοποιούν το ίδιο κανάλι
Μεταγωγή	Σύνδεση μόνο με την κυψέλη που έχει το καλύτερο σήμα	Δυνατότητα ταυτόχρονης σύνδεσης με δύο ή περισσότερες κυψέλες
Μέγεθος κυψέλης	Σταθερό	Μεταβλητό

36

## Συσκευή κινητού τηλεφώνου

κεραία  
τον πομπό,  
το δέκτη,  
το συνθετήρι,  
τη λογική μονάδα  
τη μικροσυσκευή χειρός  
το μικρόφωνο  
οι επαναφορτιζόμενες μπαταρίες.

37

## ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΜΥΝΗΜΑΤΩΝ

SMS Πρώτη εμφάνιση 1992

160 χαρακτήρες

Μετάδοση όχι σε πραγματικό χρόνο

Καλύτερη διαχείριση δικτύου

20 δισεκατομμύρια καθημερινά

EMS Enhanced messaging service

Εμπλουτισμός με ασπρόμαυρες photo

140 bytes

38

## ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΜΥΝΗΜΑΤΩΝ

MMS Multimedia messaging service

Τεχνολογία EDGE (πιο γρήγορη μεταφορά δεδομένων)

30-40 KB με δυνατότητα προς τα 100 KB

Κείμενο

Γραφικά (BMP – JPEG)

Ήχο (MP3-MIDI)

Εικόνες

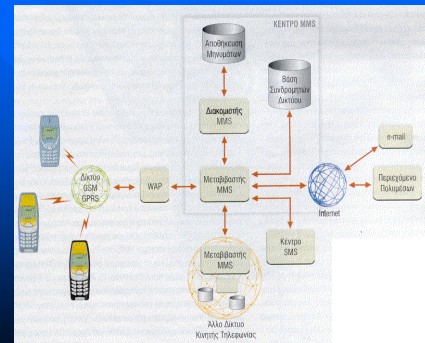
Video (MPEG-4, ψηφιακή κάμερα)

Παρουσιάσεις SMIL

**Synchronized Multimedia Intergration Language** (Συνδυασμός όλων)

39

## ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΜΥΝΗΜΑΤΩΝ



40

## ΝΕΕΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΚΙΝΗΤΗΣ ΤΗΛΕΦΩΝΙΑΣ

WAP Wireless Application Protocol

Προσπάθεια εισόδου Internet στα κινητά

GRPS General radio packet service

Τεχνολογία EDGE (πιο γρήγορη)

Ταχύτητα από 13,4 έως 171,2 Kbps

EDGE Enhanced data rates for GSM evolution

Ταχύτητα από 144 έως 384 Kbps

BLUETOOTH IrDA, Υπέριθρη ακτίνα διασύνδεσης PC και κινητού

41

## DECT

Πρόκειται για ένα πρότυπο που ξεκίνησε το 1988.

Τα αρχικά του σημαίνουν **Digital European Cordless Telecommunications**.

Σκοπός του είναι να εξυπηρετήσει την ασύρματη επικοινωνία σε μικρές αποστάσεις.

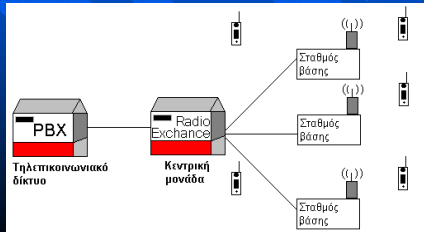
Ο αρχικός του σκοπός που ήταν απλώς η ασύρματη «τηλεφωνία» μετετράπη σε «τηλεπικοινωνία», ενώ στους στόχους του πέρασαν και οι δυνατότητες σύνδεσης σε GSM και ISDN δίκτυα.

Η εκπομπή και η λήψη μεταξύ φορητών συσκευών και σταθμού βάσης πραγματοποιείται στην περιοχή 1880 – 1900 MHz που είναι διαφορετικά από αυτή της GSM κινητής τηλεφωνίας και η μετάδοση γίνεται με ψηφιακό τρόπο.

42

**Το σύστημα ασύρματης επικοινωνίας DECT αποτελείται από τον παρακάτω εξοπλισμό:**

- α) Κεντρική μονάδα Radio exchange, που αποτελεί τον σύνδεσμο με το τηλεπικοινωνιακό δίκτυο και ελέγχει τις ραδιοσυχνότητες.
- β) Σταθμό βάσης που παρέχει κάλυψη, ο καθένας ,σε μια περιοχή για οκτώ κανάλια φωνής.
- γ) Φορητές συσκευές που έχει ο χρήστης.



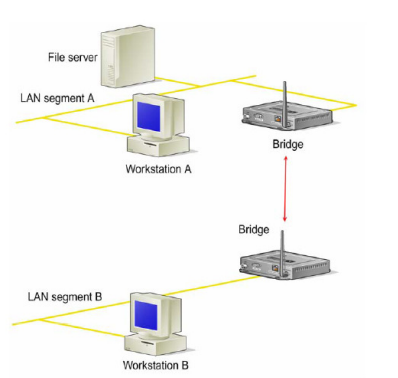
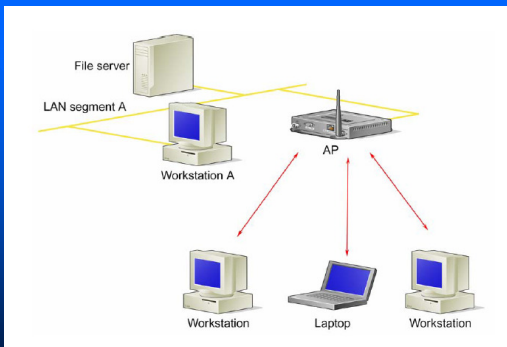
**Ασύρματα πρότυπα δικτύωσης**

Έχουν αναπτυχθεί ένας αριθμός από ασύρματες τεχνολογίες. Οι πιο διαδεδομένες είναι:

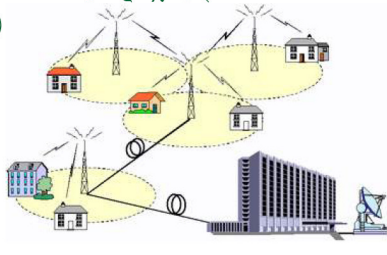
- Bluetooth
- HomeRF
- Openair
- IEEE 802.11
- IEEE 802.16
- HyperLan I & II

Κάθε μία έχει διαφορετική εφαρμογή, άρα μπορούμε να πούμε ότι είναι συμπληρωματικές μεταξύ τους παρά ανταγωνιστικές. Το Bluetooth και το HomeRF για παράδειγμα είναι σχεδιασμένα για ζεύξεις μικρών αποστάσεων για σύνδεση μεταξύ συσκευών και των περιφερειακών τους, τα IEEE 802.11 για την υλοποίηση ασύρματων τοπικών δικτύων, ενώ το IEEE 802.16 για την υλοποίηση ευρύτερων ασύρματων μητροπολιτικών δικτύων.

Wi Fi (Wireless Fidelity, IEEE 802.11b)



**Ασύρματος Τοπικός Βρόχος (Wireless Local Loop)**



**Bluetooth (BT) έναντι Wifi (802.11b)**

Το Bluetooth (BT) δεν ανήκει στο σύνολο των ασύρματων προτύπων IEEE 802.11. Είναι παρόμοιο με το WiFi από την άποψη ότι συνδέει δύο συσκευές ασύρματα με την χρήση ραδιοκυμάτων. Οι διαφορές είναι οι εξής:

**Ταχύτητα:** Ο ρυθμός μετάδοσης δεδομένων με BT φθάνει περίπου στα ~ 720kbps, ενώ με το WiFi το μέγιστο είναι τα 11mbps.

**Απόσταση:** Το BT αρχικά σχεδιάστηκε για μικρές αποστάσεις, μέχρι 10 μέτρα, ενώ το WiFi θεωρητικά με εσωτερική κεραία μπορεί να φτάσει τα 300 μέτρα.

**Εφαρμογή:** Το BT σχεδιάστηκε ως αντικατάστατο του καλωδίου, και επομένως συνδέει συσκευές σημείο προς σημείο. Το WiFi σχεδιάστηκε για να αποτελέσει ένα πλήρες ασύρματο δίκτυο.

**Απλότητα:** Οι BT συσκευές είναι άμεσα διαθέσιμες προς σύνδεση με άλλες BT συσκευές, και μια μόνο συσκευή μπορεί να συνδεθεί μέχρι επτά άλλες ταυτόχρονα.

**Κόστος:** Γενικά το κόστος υλοποίησης μιας BT συσκευής είναι μικρότερο από μιας αντίστοιχης WiFi. Όμως η διαφορά τείνει να ελαχιστοποιηθεί.

**Αυτονομία:** Το BT χρησιμοποιεί λιγότερη ενέργεια από ότι το WiFi, κάνοντας το ιδανικό για χρήση σε φορητές συσκευές με μπαταρία όταν αυτές συνδέονται με κάποιο ασύρματο εξοπλισμό ή μεταξύ τους.

**Συνδεσιμότητα:** Ο WiFi εξοπλισμός είναι περιορισμένος αισθητά σε υπολογιστές ή μερικά βοηθητικά περιφερειακά όπως οι εκτυπωτές. Ενώ ο BT εξοπλισμός είναι ευρύτερα διαδεδομένος σε μεγαλύτερη γκάμα από συσκευές. Αυτό περιλαμβάνει εκτυπωτές, ψηφιακές φωτογραφικές μηχανές, κινητά τηλέφωνα, πληκτρολόγια, ακουστικά, κτλ.



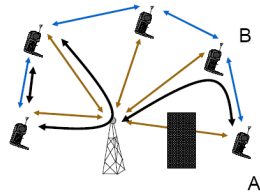
## Κυβελοειδής Τηλεφωνία Γενιάς 4G (και βιάλε)

Στην κινητή τηλεφωνία τέταρτης γενιάς οι χρήστες θα μπορούν να μιλούν απευθείας μεταξύ τους

Στην κινητή τηλεφωνία τέταρτης γενιάς ο Β θα προωθεί τα δεδομένα του Α

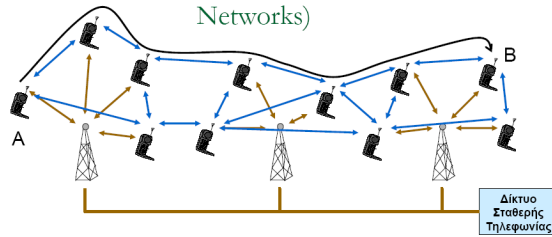
Με την παρούσα τεχνολογία, ο χρήστης Α είναι εκτός δικτύου

Με την παρούσα τεχνολογία, οι χρήστες επικοινωνούν αποκλειστικά με το σταθμό βάσης



49

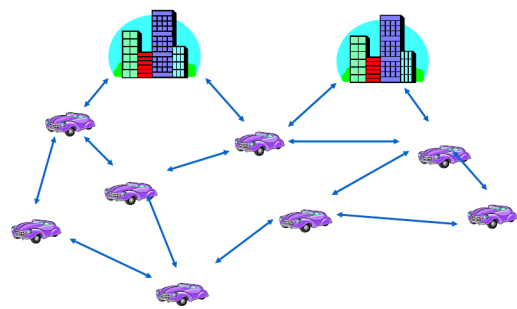
## Ασύρματα Αδόμετα Δίκτυα (Wireless Ad Hoc Networks)



- Οι χρήστες δημιουργούν ένα εξ ολοκλήρου ασύρματο δίκτυο.
- Οι χρήστες έχουν πλέον αυξημένες δυνατότητες και αρμοδιότητες.

50

## Vehicular Ad Hoc Networks (VANETs)



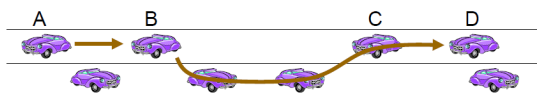
51

## Εφαρμογές

- Αυτόματη ανταλλαγή πληροφοριών σχετικών με ασφάλεια
  - Απότομο φρενάρισμα, ολισθηρό οδόστρωμα
- Μετάδοση πληροφοριών χρήσιμων στον οδηγό
  - Μποπιλιάρισμα μπροστά
  - Έργα στο οδόστρωμα μπροστά
  - Δελτία καιρού
  - software upgrades, κοκ.
- Πρόσβαση στο Internet ("Infotainment")
- Μετάδοση Διαφημίσεων
  - «McDonalds στα δεξιά»

52

## Τυπική Εφαρμογή



Το αυτοκίνητο Α εντοπίζει ενδεχόμενη πηγή κινδύνου και τη μεταδίδει στο αυτοκίνητο Β (χωρίς παρέμβαση του οδηγού)

Το αυτοκίνητο Β δεν μπορεί να μεταδώσει απευθείας στα αυτοκίνητα C και D, και χρησιμοποιεί τα αυτοκίνητα C και D, που κινούνται στην αντίθετη λωρίδα κυκλοφορίας

53

## Σφάλματα κατά την Ασύρματη Μετάδοση (LOS)

- Σε κάθε σύστημα επικοινωνίας, το σήμα που λαμβάνεται διαφέρει από το σήμα που εστάλη

- Εξασθένηση
- Θόρυβος
- Παραμόρφωση
- Σφάλματα Πολλαπλών Διαδρομών (Multipath)
- Αντανάκλαση, Διάθλαση, κ.λπ

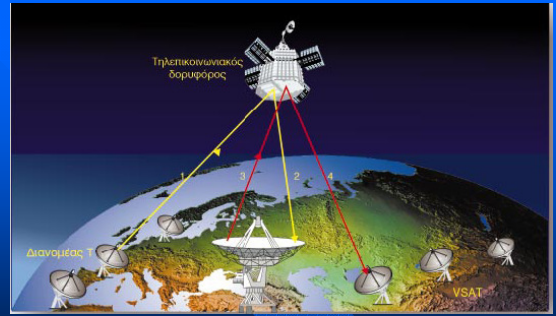
Ενοσήματα

Ασύρματα

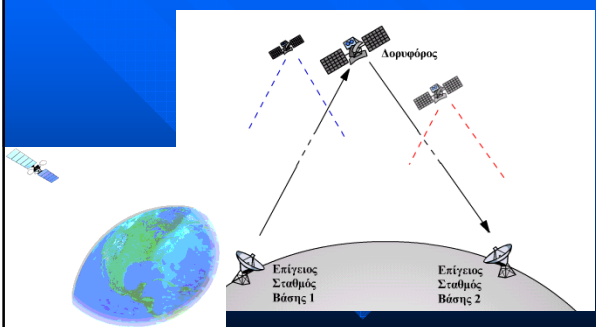
54

Ένας δορυφόρος είναι ένα φυσικό αντικείμενο που είναι σε τροχιά ή περιφέρεται γύρω από κάποιο ουράνιο σώμα. Οι δορυφόροι είναι φυσικοί, και το δικό μας ηλιακό σύστημα είναι ένα τέλειο παράδειγμα. Η γη και οι άλλοι πλανήτες είναι δορυφόροι που περιφέρονται γύρω από τον ήλιο, και η σελήνη είναι ένας δορυφόρος της γης. Μια ισορροπία μεταξύ της αδράνειας του περιφερόμενου δορυφόρου και της βαρρυτικής έλξης του σώματος σε τροχιά κρατά το δορυφόρο σε τροχιά. Τεχνητοί δορυφόροι μπορούν να εκτοξευθούν σε τροχιά για διάφορους σκοπούς. Μια από τις κυριότερες εφαρμογές είναι οι επικοινωνίες.

## Εισαγωγή στις Δορυφορικές Επικοινωνίες

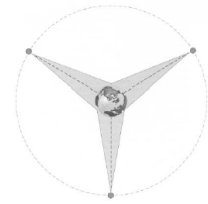


## Δορυφορικές επικοινωνίες

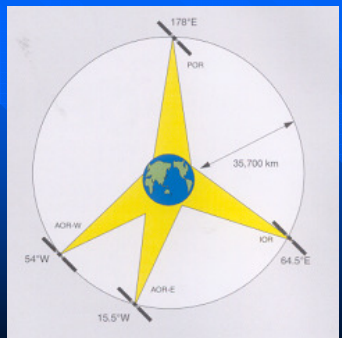


- Η εξέλιξη των δορυφορικών επικοινωνιών οφείλεται κατά κύριο λόγο στο A. Clarke.
- Ο A. Clarke το 1945 υποστήριξε ότι 3 δορυφόροι γεωστατικής τροχιάς σε ίσες αποστάσεις θα μπορούσαν να καλύψουν ολόκληρη τη γη τηλεπικοινωνιακά.

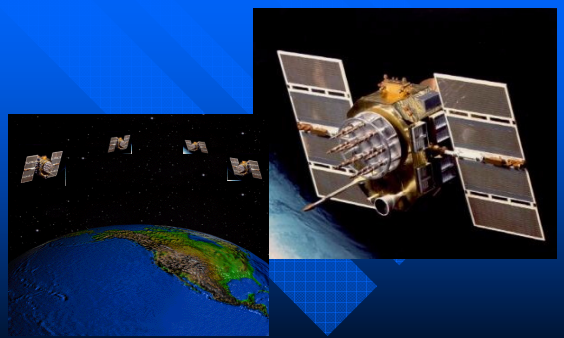
Το μοντέλο του Clarke



## Κάλυψη δορυφόρων



## NAVSTAR GPS





## Τροχιές

- Κυκλικές
  - Γεωστατική (GEO)
  - Μέση (MEO)
  - Χαμηλή (LEO)
  - Πολικές
  - Συγχρονισμένες με τον Ήλιο
- Ελλειπτικές
- Η γωνία ανύψωσης του δορυφόρου καθορίζει την τροχιά του.

67

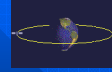
## Κυκλική ή ελλειπτική τροχιά

Κυκλική με κέντρο το κέντρο της Γης  
Ελλειπτική με το ένα κέντρο στο κέντρο της Γης

## Τροχιά γύρω από τη Γη σε διαφορετικά επίπεδα

Ισημερινή τροχιά πάνω από τον Ισημερινό της Γης

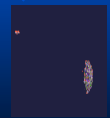
Οι δορυφόροι μπορεί να είναι ενεργητικοί ή παθητικοί



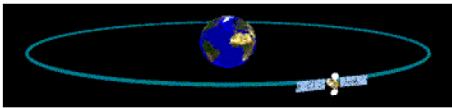
Πολική τροχιά περνάει πάνω από τους πόλους



Άλλες τροχιές αναφέρονται σαν κεκλιμένες τροχιές



68



GEO

LEO



69

Γεωστατική τροχιά



Πολική τροχιά



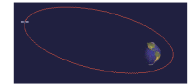
Ισημερινή τροχιά



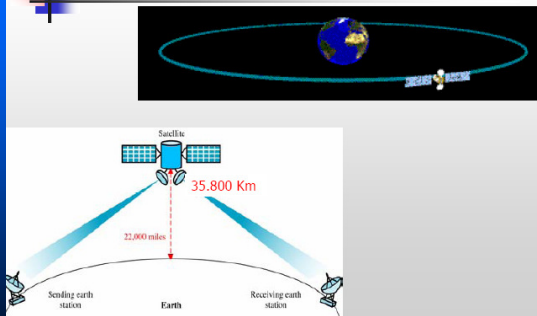
Τροχιά συγχρονισμένη με ήλιο



Ελλειπτική τροχιά



## Δορυφορικές Συνδέσεις – Γεωστατικοί Δορυφόροι



71

## Έλεγχος Θέσης στην Τροχιά

- Οι τροχιές αλλοιώνονται λόγω τριβών, και τότε χρειάζονται κάποιες ενέργειες για τη σταθεροποίηση του δορυφόρου.
- Τεχνικές για τη σταθεροποίηση ενός δορυφόρου:
  - Με χρήση πηγών από τα οποία περνάει ηλεκτρικό ρεύμα. Απαιτούνται ηλιακοί συλλεκτές.
  - Με χρήση προωθητηρίων

72

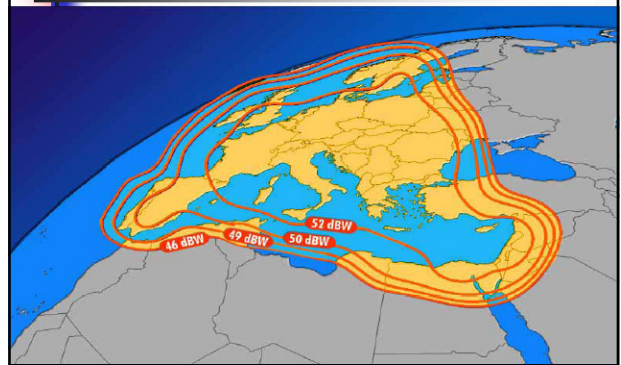
## Ζώνες Δορυφορικών Συχνοτήτων

Ζώνη	Μπάντα συχνοτήτων	Άνω ζεύξη GHz	Κάτω ζεύξη GHz	Εύρος ζώνης MHz
C	4/6	5.925 – 6.425	3.7 – 4.2	500
X	7/8	7.9 – 8.4	7.25 – 7.75	500
Ku	12/14	14 – 14.5	11.7 – 12.2	500
Ka	20/30	27.5 – 31	17.7 – 21.2	3 500

- Η μπάντα συχνοτήτων 4/6 GHz χρησιμοποιείται και σε επίγεια συστήματα επικοινωνίας.
- Η ζώνη X χρησιμοποιείται για κυβερνητικούς και στρατιωτικούς σκοπούς.
- Οι ζώνες Ku και Ka χρησιμοποιούνται αποκλειστικά σε δορυφορικές επικοινωνίες

73

## Hellas SAT (GEO)



## Δορυφόρος Hellas-Sat

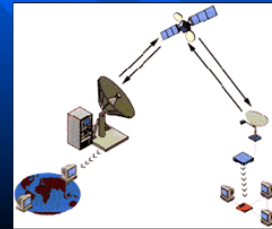
- 2003, Μεταφέρθηκε στο διάστημα από τον πύραυλο Atlas 5 ο πρώτος δορυφόρος Ελλάδας – Κύπρου, ο Hellas-Sat
- Προσφέρει πλοήγηση στο διαδίκτυο και μετάδοση ήχου και ψηφιακής τηλεόρασης.
- Αναμένεται ότι θα έχει διάρκεια ζωής 15 χρόνων και έχει προσφέρει κάλυψη στους Ολυμπιακούς αγώνες του 2004.



75

## Δορυφορικό Internet

Ο δορυφόρος επικοινωνιών λειτουργεί ως ένας εναέριος, ασύρματος σταθμός-επαναλήπτης, που παρέχει έναν επικοινωνιακό σύνδεσμο μικροκυμάτων μεταξύ δύο περιοχών γεωγραφικά απομακρυσμένων. Λόγω του μεγάλου υψομέτρου στο οποίο βρίσκονται, η μετάδοση των δορυφόρων μπορεί να καλύψει μια μεγάλη περιοχή της επιφάνειας της Γης.



76

## Τα πλεονεκτήματα

Λόγω του μεγάλου εύρους κάλυψης που έχουν οι δορυφόροι, επιτρέπουν τη σύνδεση απομακρυσμένων σημείων, με υψηλές ταχύτητες, ακόμα και όταν δεν υπάρχει επίγεια ενσύρματη υποδομή, λαμβάνοντας υπόψη ότι η δημιουργία επίγεια υποδομής θα κόστιζε αρκετά.

Για παράδειγμα, για τη σύνδεση πολλών μη αστικών περιοχών με ένα κέντρο, είναι απαραίτητο να εγκατασταθούν επίγεια τηλεπικοινωνιακά κανάλια που θα φθάνουν σε καθεμία ξεχωριστά από αυτές τις περιοχές, ενώ η μίσθωση ενός κυκλώματος σε δορυφόρο θα ήταν οικονομικότερη και θα κάλυπτε όλες αυτές τις περιοχές ταυτόχρονα.

77

## Τα πλεονεκτήματα

Ένας άλλος λόγος που καθιστά τους δορυφόρους ιδανική λύση είναι ότι, λόγω της φύσης των δορυφορικών συστημάτων, είναι πολύ ευκολότερο να στείλει κανείς το ίδιο μήνυμα σε πολλούς χρήστες. Αυτό είναι απαραίτητο σε multicast υπηρεσίες, όπου οι δορυφόροι είναι πολύ πιο αποτελεσματικοί σε σχέση με τα επίγεια συστήματα μετάδοσης.

Τέτοιες υπηρεσίες είναι και οι πολυμεσικές (multimedia) υπηρεσίες, όπως το Video on Demand, το VoIP (Voice over IP), Video Conference, Push services κ.ά. Σε αυτού του είδους τις υπηρεσίες, ο όγκος των δεδομένων είναι τόσο μεγάλος, που οι σημερινές επίγειες υποδομές πολύ σπάνια μπορούν να τον καλύψουν.

78

### Τα μειονεκτήματα

Κύριο πρόβλημα είναι η **χρονική καθυστέρηση** που παρατηρείται από την εκπομπή έως τη λήψη, λόγω των μεγάλων αποστάσεων, κάτι που δρα ανασταλτικά σε αμφίδρομες εφαρμογές, όπως το VoIP και το Video Conference.

Η **αστάθεια στην ποιότητα των συνδέσεων** είναι ένα ακόμη σοβαρό μειονέκτημα, ειδικά όταν χρησιμοποιούνται ως συνδέσεις κορμού ή για τη διασύνδεση εταιρικών χρηστών, όπου η διαθεσιμότητα παίζει πολύ σημαντικό ρόλο.

Η **δορυφορική επικοινωνία είναι επίσης ευάλωτη από πλευράς ασφάλειας δεδομένων**. Είναι σχετικά εύκολο για κάποιον να υποκλέψει τα δεδομένα που διακινούνται, καθώς εκπέμπονται ελεύθερα στον αέρα. Έτσι γίνεται απαραίτητη η κρυπτογράφηση και η χρήση άλλων τεχνικών ασφαλείας.

79

### Σύγκριση ασύρματων μέσω μετάδοσης και οπτικών ινών

Χαρακτηριστικά	Οπτική ίνα	Επίγειες ζεύξεις	Δορυφορικές ζεύξεις
Ευσensitivitas στις παρεμβολές	Απρόσβλητη	Μεγάλη	Μεγάλη
Ασφάλεια	Μεγάλη	Χαμηλή Απαιτείται κρυπτογράφηση της πληροφορίας	Χαμηλή Απαιτείται κρυπτογράφηση της πληροφορίας
Δυνατότητα διασύνδεσης σημείου προς πολλά σημεία	Τεχνικά δεν υπάρχει πρόβλημα, όμως το κόστος παραμένει υψηλό	Χρησιμοποιούνται κυρίως, για συνδέσεις σημείο με σημείο	Υλοποιείται εύκολα
Διασύνδεση με τους χρήστες	Απαιτείται συνδρομητικό δίκτυο	Με κεραίες, που εγκαθίστανται στους χρήστες	Με κεραίες, που εγκαθίστανται στους χρήστες

80

### Φερέσυχνα συστήματα

Στα τηλεφωνικά κέντρα λόγω πολλών συνδιαλέξεων είναι απαραίτητο να ξεχωρίζουν ηλεκτρικά μεταξύ τους τα διάφορα κυκλώματα των συνδρομητών.

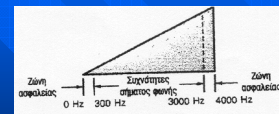
Τεχνική διάκριση κυκλωμάτων στη συχνότητα ή επιμερισμός συχνότητας.

Σε κάθε μια συνδιάλεξη διατίθεται ένα ξεχωριστό κομμάτι φάσματος των συχνοτήτων που μεταδίδονται σε γραμμή ευρέως φάσματος.

81

### Φερέσυχνα συστήματα

Η τεχνική αυτή δε χρησιμοποιείται για διασύνδεση κυκλωμάτων, αλλά αφορά κυρίως συστήματα υπεραστικής διάδοσης τα ονομαζόμενα φερέσυχνα.



82

### Ομάδες στα φερέσυχνα συστήματα

Η πρώτη ομάδα φερέσυχνων συστημάτων εκτείνεται από τα 60 έως και τα 108 kHz.

Οι συχνότητες φορέα αρχίζουν από τα 60 kHz και απέχουν 4 kHz, συχνότητα που είναι ελαφρώς μεγαλύτερη από την υψηλότερη που χρησιμοποιείται σε μια τυπική επικοινωνία φωνής.

Υπάρχουν κάποια κενά όρια δεξιά και αριστερά για λόγους ασφαλείας.

83

### Ομάδες στα φερέσυχνα συστήματα

4 ομάδες φερέσυχνων.

Σε κάθε ομάδα υπάρχουν 12, 60, 300 και 900 κανάλια ομίλιας αντίστοιχα.

Οι συχνότητες που διατίθενται σε κάθε ομάδα είναι από

60 - 108 kHz,

312 - 552 kHz,

812 - 2044 kHz,

8516 - 12388 kHz.

84

## Τηλεγραφικοί κώδικες

Ο τηλεγράφος ανακαλύφθηκε το 1832.  
Ο Morse τον εφάρμοσε πλήρως το 1844.

Ένα τηλεγραφικό πλήκτρο λειτουργεί σαν διακόπτης συνδέει ένα απομακρυσμένο δέκτη ή ηχοποιητή.

Ο ηχοποιητής δεν είναι τίποτα άλλο παρά ένα μαγνητικό πηνίο που έλκει ένα σπλισμό που κάνει ένα ήχο (κλικ).

Η λειτουργία είναι καθαρά δυαδική εφόσον υπάρχουν μόνο δυο καταστάσεις on και off.

Για επικοινωνία δύο κατευθύνσεων και οι δύο σταθμοί έχουν ένα πλήκτρο και ένα ηχοποιητή έτσι ώστε οι σταθμοί να μπορούν να εκπέμπουν και να λαμβάνουν.

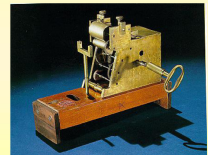
Κώδικας Morse,

Κώδικας Baudot ή πενταδικός

Κώδικας ASCII.

BCD, EBCDIC για Η/Υ

• Samuel Morse – Ηλεκτρικός Τηλέγραφος - 1837



## Κώδικας Morse

Ο κώδικας Morse είναι μια σειρά από τελείες και παύλες

Όταν ο σπλισμός είναι κλειστός για ένα βραχύ χρονικό διάστημα παράγεται μια τελεία.

Όταν ο σπλισμός είναι κλειστός για ένα μεγαλύτερο χρονικό διάστημα παράγεται μια παύλα.

15 ως 20 λέξεις ανά λεπτό πετυχαίνονται εύκολα με ανώτερο όριο 70 ως 80 λέξεων ανά λεπτό.

Αυτός ο τύπος ραδιοεπικοινωνίας είναι γνωστός σαν **CW**.

## Κώδικας Morse

Γράμμα	Κώδικας Μορς	Αριθμός	Κώδικας Μορς
A	.-.-.	1	.....
B	-.-.-.	2	.....
C	-.-.-.	3	.....
D	-.-.-.	4	.....
E	.....	5	.....
F	.....	6	.....
G	.....	7	.....
H	.....	8	.....
I	.....	9	.....
J	.....	0	.....
K	.....	Σημείο στήλης	Κώδικας Μορς
L	.....	Τελεία	.....
M	.....	Κόμμα	.....
N	.....	Άνω-κάτω τελεία	.....
O	.....	Ερωτηματικό	.....
P	.....	Απόστροφος	.....
Q	.....	Παύλα	.....

## Κώδικας Morse

Γράμμα	Κώδικας Μορς	Αριθμός	Κώδικας Μορς
R	.....	Ίσον	.....
S	.....	Ανοιγμα πρ/νθσης	.....
T	.....	Κλεισιμο πρ/νθσης	.....
U	.....	Εισαγωγικά	.....
V	.....	Έννοιες	Κώδικας Μορς
W	.....	Από (DE)	.....
X	.....	Προβείτε	.....
Y	.....	Περιμένετε	.....
Z	.....	Κατανοητό	.....
		Σφάλμα	.....
		Ελήφθη	.....
		Τέλος μηνύματος	.....
		Τέλος εκπομπής	.....
		Κίνδυνος (SOS)	.....

## Κώδικας Morse - Παραδείγματα

ΣΥΑ

...

SOS

...

## Συστήματα αρίθμησης

- Δεκαδικό σύστημα  
Βάση: 10, Ψηφία: 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9
- Δυαδικό σύστημα  
Βάση: 2, Ψηφία: 0, 1
- Οκταδικό σύστημα  
Βάση: 8, Ψηφία: 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7
- Δεκαεξαδικό σύστημα  
Βάση: 16, Ψηφία: 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, A, B, C, D, E, F

91

## Δεκαδικό σύστημα

- Βάση: 10
- Χρησιμοποιεί 10 ψηφία: 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9
- Για τον υπολογισμό της τιμής ενός αριθμού, πολλαπλασιάζουμε το κάθε ψηφίο με τον αριθμό που αντιστοιχεί στη θέση που βρίσκεται το κάθε ψηφίο.
- Παράδειγμα:  
 $(3252)_{10} = 3 \times 10^3 + 2 \times 10^2 + 5 \times 10^1 + 2 \times 10^0$

92

## Δυαδικό σύστημα

- Βάση: 2
  - Χρησιμοποιεί δύο ψηφία: 0, 1
  - Παραδείγματα:
- $$(1001)_2 = 1 \times 2^3 + 0 \times 2^2 + 0 \times 2^1 + 1 \times 2^0 + 1 \times 2^{-1}$$
- $$= 8 + 0 + 0 + 1$$
- $$= (9)_{10}$$
- $$(110101)_2 = 1 \times 2^5 + 1 \times 2^4 + 0 \times 2^3 + 1 \times 2^2 + 0 \times 2^1 + 1 \times 2^0 + 0 \times 2^{-1} + 1 \times 2^{-2}$$
- $$= 32 + 16 + 0 + 4 + 0 + 1 = (53)_{10}$$
- $$(1101001101100)_2 = 1 \times 2^{12} + 1 \times 2^{11} + 0 \times 2^{10} + 1 \times 2^9 + 0 \times 2^8 + 0 \times 2^7 + 1 \times 2^6$$
- $$+ 1 \times 2^5 + 0 \times 2^4 + 1 \times 2^3 + 1 \times 2^2 + 0 \times 2^1 + 0 \times 2^0$$
- $$= 4096 + 2048 + 0 + 512 + 0 + 0 + 64 + 32 + 0 + 8 + 4 + 0 + 0$$
- $$= (6764)_{10}$$

94

## Πενταδικός Κώδικας

Πενταδικός κώδικας ή κώδικας Baudot.

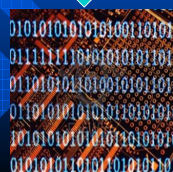
ΣΥΔ

10100	10101	10010
SOS		
10100	01101	10100

94

## Κωδικοποίηση κειμένου

- Μετατροπή της πληροφορίας σε συνδυασμό από bits
- Κωδικοποίηση Χαρακτήρων
  - Σε κάθε χαρακτήρα αντιστοιχούμε ένα συνδυασμό bit, δηλ. ένα δυαδικό αριθμό



## Κώδικας ASCII



- Κώδικας ASCII (= American Standard Code for Information Interchange) ή Αμερικανικός πρότυπος κώδικας για την ανταλλαγή πληροφοριών
- Απλή κωδικοποίηση των λατινικών χαρακτήρων συν κάποια ειδικά σύμβολα
- Χρήσιμο για την κωδικοποίηση πληροφορίας που εισέρχεται από το πληκτρολόγιο ενός Η/Υ
- Αναπαράσταση γραμμμάτων και άλλων συμβόλων σε δυαδικά ψηφία → **αλφαριθμητικός κώδικας (alphanumeric code)**



## Πίνακας ASCII

A <sub>7</sub> A <sub>6</sub> A <sub>5</sub> A <sub>4</sub>	A <sub>3</sub> A <sub>2</sub> A <sub>1</sub>							
A <sub>7</sub> A <sub>6</sub> A <sub>5</sub> A <sub>4</sub>	000	001	010	011	100	101	110	111
0000	NULL	DLE	SP	0	@	P	`	p
0001	SOH	DC1	!	1	A	Q	a	q
0010	STX	DC2	"	2	B	R	b	r
0011	ETX	DC3	#	3	C	S	c	s
0100	EOT	DC4	\$	4	D	T	d	t
0101	ENQ	NAK	%	5	E	U	e	u
0110	ACK	SYN	&	6	F	V	f	v
0111	BEL	ETB	'	7	G	W	g	w
1000	BS	CAN	(	8	H	X	h	x
1001	HT	EM	,	9	I	Y	i	y
1010	LF	SUB	*	:	J	Z	j	z
1011	VT	ESC	+	;	K	[	k	{
1100	FF	FS	<	=	L	\	l	
1101	CR	GS	=	>	M	]	m	}
1110	SO	RS	>	=	N	^	n	~
1111	SI	US	/	?	O	_	o	DEL

Ο κώδικας διαβάζεται ως A6 A5 A4 A3 A2 A1 A0  
Π.χ. το 'A' = 1000001 και αποθηκεύεται ως 01000001

## Διεθνής φωνητικός κώδικας

Γράμμα	Φωνητικός κώδικας	Αριθμός	Φωνητικός κώδικας
A	Alfa	1	LIWAONE
B	Bravo	2	BISSOTWO
C	Charlie	3	TERRATHREE
D	Delta	4	KARTEFOUR
E	Echo	5	PANAFIVE
F	Foxtrot	6	SOXSIX
G	Golf	7	SETTISEVEN
H	Hotel	8	OKTOEIGHT
I	India	9	NOVENINE
J	Juliet	0	NADAZERO
K	Kilo		DECIMAL
L	Lima		Τέλειο STOP

98

## Διεθνής φωνητικός κώδικας

Γράμμα	Φωνητικός κώδικας
M	Mike
N	November
O	Oscar
P	Papa
Q	Quebec
R	Romeo
S	Sierra
T	Tango
U	Uniform
V	Victor
W	Whiskey
X	X-ray
Y	Yankee
Z	Zulu

99

## Κώδικας σημαιών

Αλφάβητο			Αριθμοί
A	K	U	1
B	L	V	2
C	M	W	3
D	N	X	4
E	O	Y	5
F	P	Z	6

100

## Κώδικας σημαιών

Αλφάβητο		Επαναληπτικά	Αριθμοί
G	Q	1α	7
H	R	2α	8
I	S	3α	9
J	T	Κώδικας	0
		Απάντηση ή κώδικα	

101

## Διεθνής σημαφορικός κώδικας

A	H	O	V
B	I	P	W
C	J	Q	X
D	K	R	Y
E	L	S	Z
F	M	T	
G	N	U	
Αδύναμος	Έστος	Ακύρωση	Προσγωγή

102

## Συστήματα Τηλετυπίας

Ο τηλετύπος είναι σαν μια γραφομηχανή που χρησιμοποιείται για να στέλνει και να λαμβάνει κωδικοποιημένα σήματα μέσω μιας επικοινωνιακής ζεύξης.

Οι τηλετυπικές μηχανές αντικατέστησαν τους χειριστές τηλεγράφου που έπρεπε να μαθαίνουν τον κώδικα Morse.

Τα ραδιοηλέτυπα αποτελούνται από

- τον πομπό,
- το δέκτη,
- τον εκτυπωτή
- το πληκτρολόγιο
- δισκέτα αποθήκευσης μηνυμάτων
- εκτυπωτής

103

## Συστήματα Τηλετυπίας - Τύποι

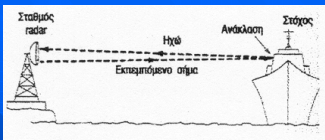
- ARQ
- FEC.

Ο τρόπος λειτουργίας **ARQ** εγγυάται δεδομένα χωρίς σφάλματα. Στον τύπο αυτό λειτουργίας η επικοινωνία είναι δυνατόν μόνο μεταξύ δυο σταθμών κάθε φορά. Το γεγονός αυτό παρέχει μεγάλη μυστικότητα και προστασία έναντι μη εξουσιοδοτημένων ατόμων στη σύνδεση.

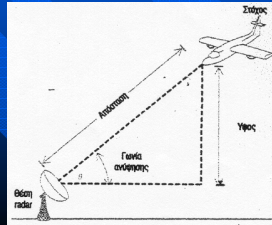
Τα κύρια χαρακτηριστικά λειτουργίας του τύπου **FEC** είναι ότι ένα μήνυμα μπορεί να αποστέλλεται σε πολλούς σταθμούς ταυτόχρονα, δεν παρέχεται προστασία και δεν απαιτούνται πομπή από τους λαμβανόμενους σταθμούς.

Radio detection and ranging.

## Βασικές αρχές λειτουργίας Radar



Γνωρίζοντας την ταχύτητα και το χρόνο διάδοσης μπορούμε να υπολογίσουμε την απόσταση του αντικειμένου.



## Βασικές αρχές λειτουργίας Radar

Λειτουργούν με μικροκυματικά σήματα.

Τα αντικείμενα δεν χρειάζεται να είναι ορατά αλλά πρέπει να είναι στην ευθεία οπτικής επαφής.

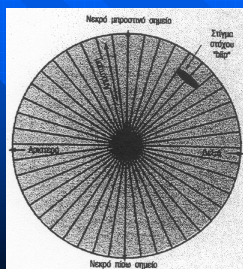
Η κεραία ενός radar είναι μια υψηλά κατευθυντική κεραία.



## Βασικές αρχές λειτουργίας Radar – Μέρη

Τα radar αποτελούνται

- από ένα πομπό, ένα δέκτη,
- μια κεραία, και μια οθόνη απεικόνισης PPI.



107

## ΒΑΣΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ RADAR

### ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ Η/Μ ΚΥΜΑΤΩΝ

- ΑΝΑΚΛΑΣΗ – ΣΥΜΒΟΛΗ
- ΔΙΑΘΛΑΣΗ
- ΑΝΩΜΑΛΗ ΔΙΑΔΟΣΗ Η/Μ ΚΥΜΑΤΩΝ - ΣΥΜΒΟΛΗ
- ΠΕΡΙΘΛΑΣΗ

108

### ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ Η/Μ ΚΥΜΑΤΩΝ

**α. ΑΝΑΚΛΑΣΗ**

**ΣΥΜΒΟΛΗ**

**β. ΔΙΑΘΛΑΣΗ**

$$\eta = \frac{\eta_{μπ}}{\eta_{μδ}}$$

109

### γ. ΑΝΩΜΑΛΗ ΔΙΑΘΛΑΣΗ Η/Μ ΚΥΜΑΤΩΝ

(1) Υποδιάθλαση  
(2) Υπερδιάθλαση

K>1: Super refraction → lengthen the radio horizon, increase path clearance  
K<1: Sub refraction → shorten the radio horizon, reduces path clearance

110

Στην υποδιάθλαση υπάρχει κίνδυνος επαφής με τη γη

### ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ Η/Μ ΚΥΜΑΤΩΝ

**δ. ΠΕΡΙΘΛΑΣΗ**

111

### Περίθλαση

- Στις μικροκυματικές ζεύξεις, η περίθλαση είναι ένα φαινόμενο που πρέπει να **αποφύγουμε**:
- Ακόμα κι αν έχουμε οπτική επαφή ανάμεσα σε πομπό και δέκτη, το αντικείμενο που βρίσκεται κοντά στη ραδιοτροχιά προκαλεί **απώλειες** στο σήμα, ακόμα και παρεμβολή προς άλλες κατευθύνσεις

112

### Περίθλαση

- Σε μερικές περιπτώσεις η περίθλαση μας είναι **χρήσιμη**:
- Στα VHF, UHF, στο GSM εκμεταλλευόμαστε το φαινόμενο της περίθλασης για να **αποκτήσουμε ραδιοεπαφή**, ακόμα κι αν δεν έχουμε οπτική επαφή

113

114



115

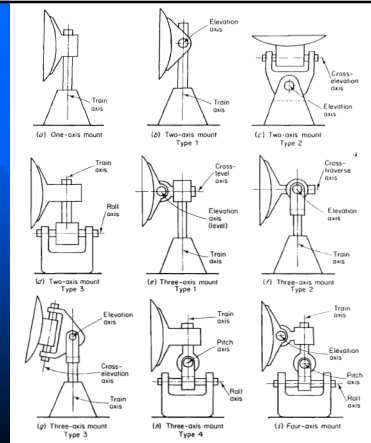


116

## Κεραία Radar



117



118

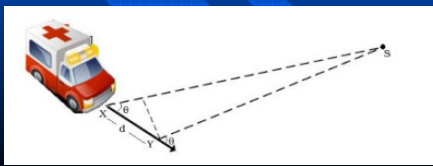
## Τύποι Radar

Υπάρχουν δύο βασικοί τύποι radar: παλμικά και CW.

Στο παλμικό radar, ο πομπός εκπέμπει μικροκυματική ενέργεια υπό τη μορφή επαναληπτικών ημιτονοειδών ρύθμων.

Το CW radar στηρίζεται στο φαινόμενο Doppler.

Το φαινόμενο Doppler είναι η μεταβολή στη συχνότητα που συμβαίνει σαν αποτέλεσμα της σχετικής κίνησης μεταξύ του πομπού και ενός στόχου.



## ΠΑΛΜΙΚΟ RADAR

Πομπός  
Κεραία Εκπομπής  
Κεραία Λήψης  
Δέκτης



120

## ΠΑΛΜΙΚΟ RADAR

### ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ RADAR

- PRF - PRT
- ΙΣΧΥΣ ΠΟΜΠΟΥ- ΕΜΒΕΛΕΙΑ
- ΔΙΑΧΩΡΙΣΤΙΚΗ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ RADAR

121

## ΠΑΛΜΙΚΟ RADAR

### ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ RADAR

- α. PRF: Συχνότητα Επανάληψης Παλμών
- β. PRT: Χρόνος Επανάληψης Παλμών

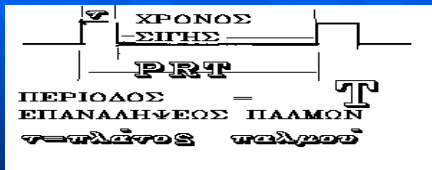
$$PRF = 1/PRT$$

RT: Resting Time

PW: Pulse Width

122

## ΠΑΛΜΙΚΟ RADAR



123

Διαχωρισμός βάση Αρχής Λειτουργίας  
CW  
ΠΑΛΜΙΚΟ

Διαχωρισμός βάση Στοιχείων  
2D (ΕΡΕΥΝΑΣ)  
HF (ΥΨΟΥΣ)  
3D

Διαχωρισμός βάση Αποστολής  
Radar Έγκαιρης Προειδοποίησης  
Radar Τακτικού Ελέγχου  
Radar Κατεύθυνσης Βλημάτων  
Radar Εναέριας Κυκλοφορίας  
Radar Μετεωρολογικά  
Radar Αεροσκαφών  
Radar Επί Αεροσκαφών  
Radar Επιφανείας  
Radar Πέραν του Ορίζοντα

124

### Διαχωρισμός βάση Εμβέλειας

- Πολύ Μεγάλης Ακτίνας (πάνω από 800 NM)
- Μεγάλης Ακτίνας (300 - 800 NM)
- Μέσης Ακτίνας (150 - 300 NM)
- Μικρής Ακτίνας (50 - 150 NM)
- Πολύ Μικρής Ακτίνας (κάτω από 50 NM)

### Διαχωρισμός βάση Συχνότητας

Εκπομπής  
L, S BAND  
K BAND  
LJ BAND

125

## Η/Μ ΦΑΣΜΑ

### ΥΠΟΔΙΑΙΡΕΣΕΙΣ RADAR

ΟΝΟΜΑΣΙΑ ΖΩΝΗΣ	ΕΥΡΟΣ ΖΩΝΗΣ
P-BAND	225 - 1000 MHz
L-BAND	1000 - 2000 MHz
S-BAND	2000 - 4000 MHz
C-BAND	4000 - 8000 MHz
X-BAND	8000 - 12500 MHz
KU-BAND	12.5 - 18 GHz
K-BAND	18 - 26.5 GHz
Ka-BAND	26.5 - 40 GHz
MILLIMETER	> 40 GHz

126

## Η/Μ ΦΑΣΜΑ

### ΠΙΝΑΚΑΣ ΑΑΦΑΡΙΘΜΗΤΙΚΩΝ ΖΩΝΩΝ ΣΥΧΝΟΤΗΤΩΝ

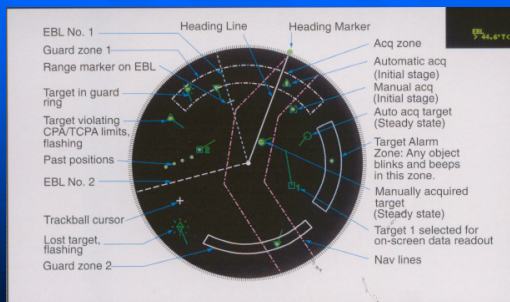
BAND	FREQUENCY MHz	CHANNEL WIDTH
A (ALPHA)	0 - 250	25
B (BRAVO)	250 - 500	25
C (CHARLIE)	500 - 1000	50
D (DELTA)	1000 - 2000	100
E (ECHO)	2000 - 3000	100
F (FOXTROT)	3000 - 4000	100
G (GOLF)	4000 - 6000	200
H (HOTEL)	6000 - 8000	200
I (INDIA)	8000 - 10000	200
J (JULIET)	10000 - 20000	1000
K (KILO)	20000 - 40000	2000
L (LIMA)	40000 - 60000	2000
M (MIKE)	60000 - 100000	4000

## Οθόνη Radar



128

## Οθόνη Radar



129

## Οθόνη Radar



130