

ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΚΙΝΗΤΩΝ ΚΑΙ ΠΡΟΣΩΠΙΚΩΝ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ

Αναλυτικά Μοντέλα

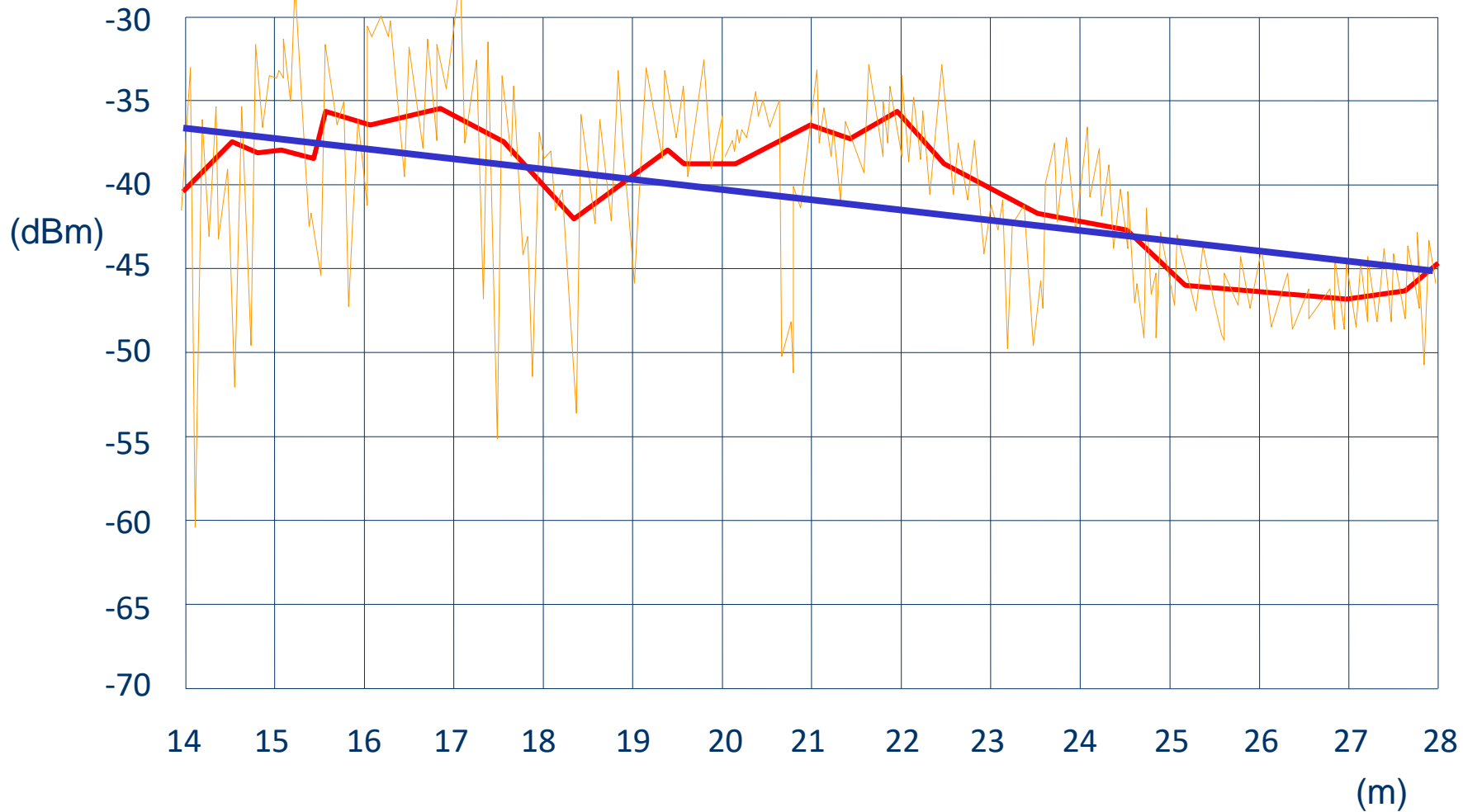
Διάδοση επίγειας ΗΛΜ ακτινοβολίας

- **Μακρά (30 – 300 kHz) και μεσαία (300 kHz –3 MHz) κύματα** μεταδίδονται μέσω απευθείας κυμάτων, ή κυμάτων ανακλώμενων στο έδαφος, ή κυμάτων που ανακλώνται στην τροπόσφαιρα (ύψος <10 km).
- **Τα βραχέα κύματα (3 –30 MHz)** μεταδίδονται, μέσω απευθείας κυμάτων (τα ανακλώμενα στο έδαφος υφίστανται εξασθένηση) ή μέσω κυμάτων που ανακλώνται στην ιονόσφαιρα (ύψος <400 km).
- **Τα υπερβραχέα κύματα (30 –300 MHz) και τα μικροκύματα (>300 MHz)** μεταδίδονται, μέσω απευθείας κυμάτων (τα ανακλώμενα στο έδαφος υφίστανται εξασθένηση) ενώ, υπό ορισμένες συνθήκες μέσω ανακλάσεων στην τροπόσφαιρα (η ιονόσφαιρα είναι διαπερατή)

Ζώνες συχνοτήτων

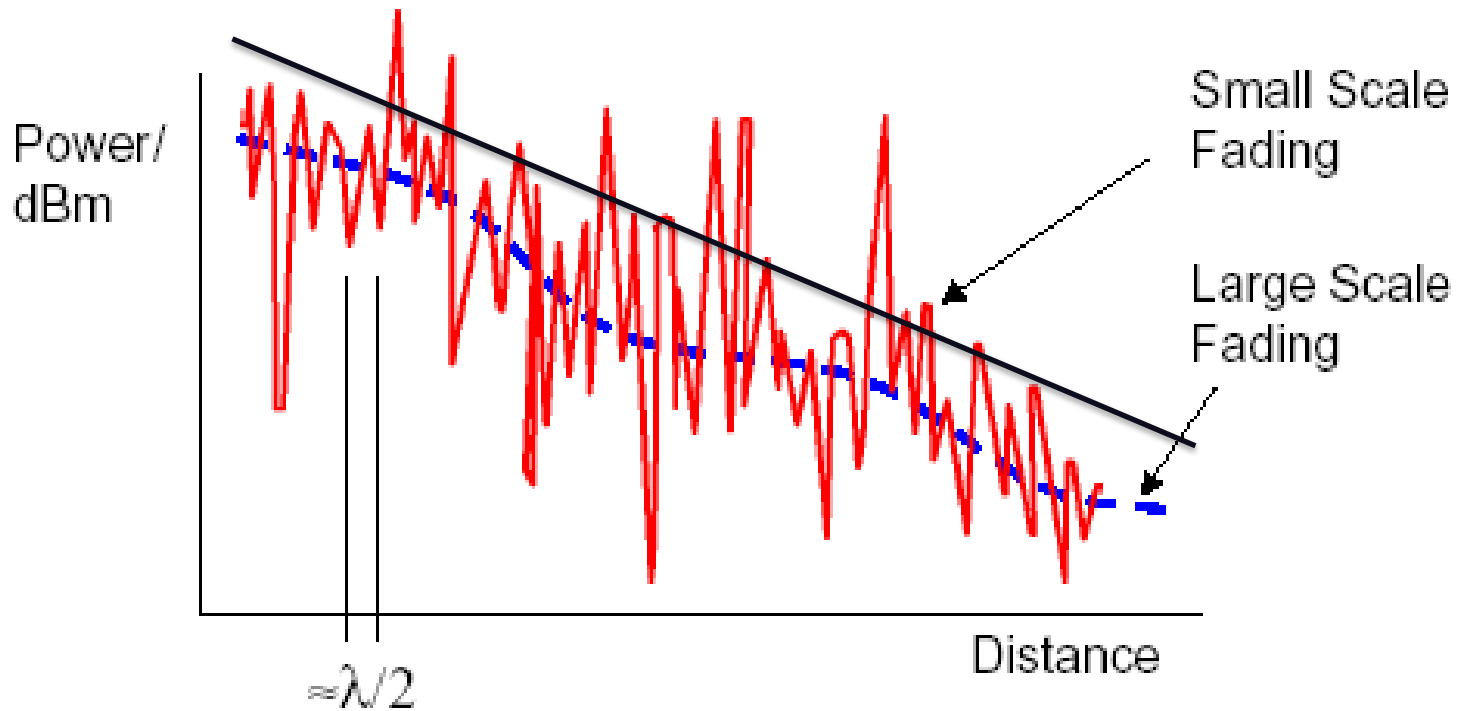
Name	Abbreviation Frequency	Frequency	Wave length
Very low	VLF	3 to 30 kHz	100 to 10km
Low	LF	30 to 300 kHz	10 to 1km
Medium	MF	300 to 3000 kHz	1km to 100 m
High	HF	3 to 30 MHz	100 to 10m
Very high	VHF	30 to 300 MHz	10 to 1cm
Ultrahigh	UHF	300 to 3000 MHz	1m to 10cm
Super high	SHF	3 to 30 GHz	10 to 1cm
Extremely high	EHF	30 to 300 GHz	10 to 1mm

Λαμβανόμενο σήμα



Ασύρματες Ζεύξεις

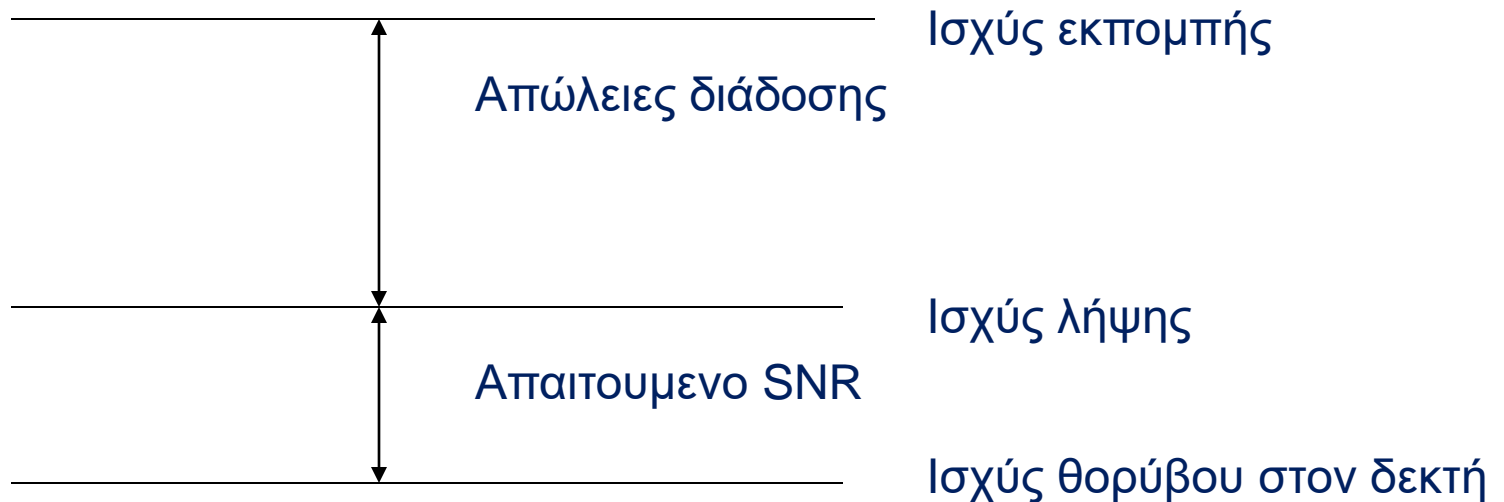
Λαμβανόμενο σήμα



- ❑ A αποτελέσματα μεγάλης κλίμακας - απώλειες διαδρομής
- ❑ B αποτελέσματα μεσαίας κλίμακας- σκίαση λόγω εμποδίων
- ❑ C αποτελέσματα μικρής κλίμακας – ταχείες διακυμάνσεις του πλάτους του σήματος (small scale fading)

Επίδραση του Θορύβου

- ❑ Οι επιδοσεις ενός τηλεπικοινωνιακού συστηματος καθορίζονται από την **σηματοθορυβική σχέση** (signal-to-noise ratio - SNR).
 - ❑ Μερικές φορές αναφέρεται και σαν **λογος φεροντος προς θορυβο** (carrier-to-noise ratio)
- ❑ Για την επίτευξη του επιθυμητού SNR στον δεκτή πρέπει:
 - ❑ Να υπολογίσουμε την ισχύ του θορύβου
 - ❑ Να εκπέμπουμε ικανοποιητική ισχύ με τον πομπό



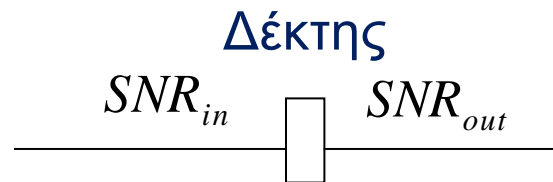
Διάγραμμα ισχύος

Signal to Noise Ratio (SNR)

- Ο SNR εκφράζεται σε decibels (dB)

$$SNR_{dB} = 10 \log_{10} \frac{S}{N}$$

- Συνήθεις τιμές του SNR :
 - Ήχος τηλεφωνικής ποιότητας: 26 dB (= 400 φορές)
 - Ήχος hi-fi: 60 dB (= 10^6 φορές)
 - Τερματικό κινητής τηλεφωνίας: 14 - 18 dB (= 25 – 63 φορές)
- Όλα τα ηλεκτρικά κυκλώματα παράγουν θόρυβο:
 - Ο SNR στη έξοδο τους είναι πάντοτε μικρότερος από
 - τον λόγο στην είσοδο



$$F = \frac{SNR_{in}}{SNR_{out}} > 1 = \text{παράγων θορύβου (noise figure)}$$

Decibels

- Μονάδα σύγκρισης (κυρίως ενεργειών και ισχύων)
- Χρήσιμη :
 - Όταν τα μεγέθη μεταβάλλονται κατά αρκετές τάξεις μεγέθους
 - Όταν μας ενδιαφέρει κυρίως η σχέση (ο λόγος) δυο μεγεθών
- Για συγκρίσεις ενεργειών ή ισχύων: $db = 10 \log_{10}(P_1/P_2)$
- Μερικές φορές είναι χρήσιμη η σύγκριση της ισχύος ενός σήματος με μια ισχύ αναφοράς 1Watt (1W) ή 1 miliWatt (1mW).
 - $dbW = 10 \log_{10}(P_1/ 1W)$
 - $dbm = 10 \log_{10}(P_1/ 1mW)$

Decibels

➤ Παραδείγματα:

$$P_1=1\text{mW} = 0\text{dbm}, P_1=10\text{mW} = 10\text{ dbm}$$

$$P_1=2\text{mW} = 3\text{dbm}, P_1=4\text{mW} = 6\text{dbm}$$

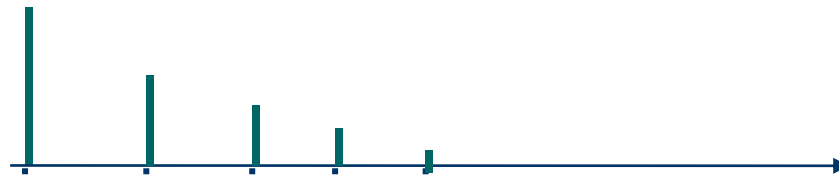
$$P_1=2.5\text{mW} = 4\text{dbm}, P_1=1.25\text{mW} = 1\text{dbm}$$

$$P_1=8\text{mW} = 9\text{dbm}, P_1=5\text{mW} = 7\text{dbm}$$

$$P_1=100\text{mW} = 20\text{dbm}, P_1=1000\text{mW} = 30\text{dbm}$$

10πλασιασμός	+10db
Υποδεκαπλασιασμός	-10db
Διπλασιασμός	+3db
Υποδιπλασιασμός	-3db

Μελέτη της διάδοσης Η/Μ κυμάτων

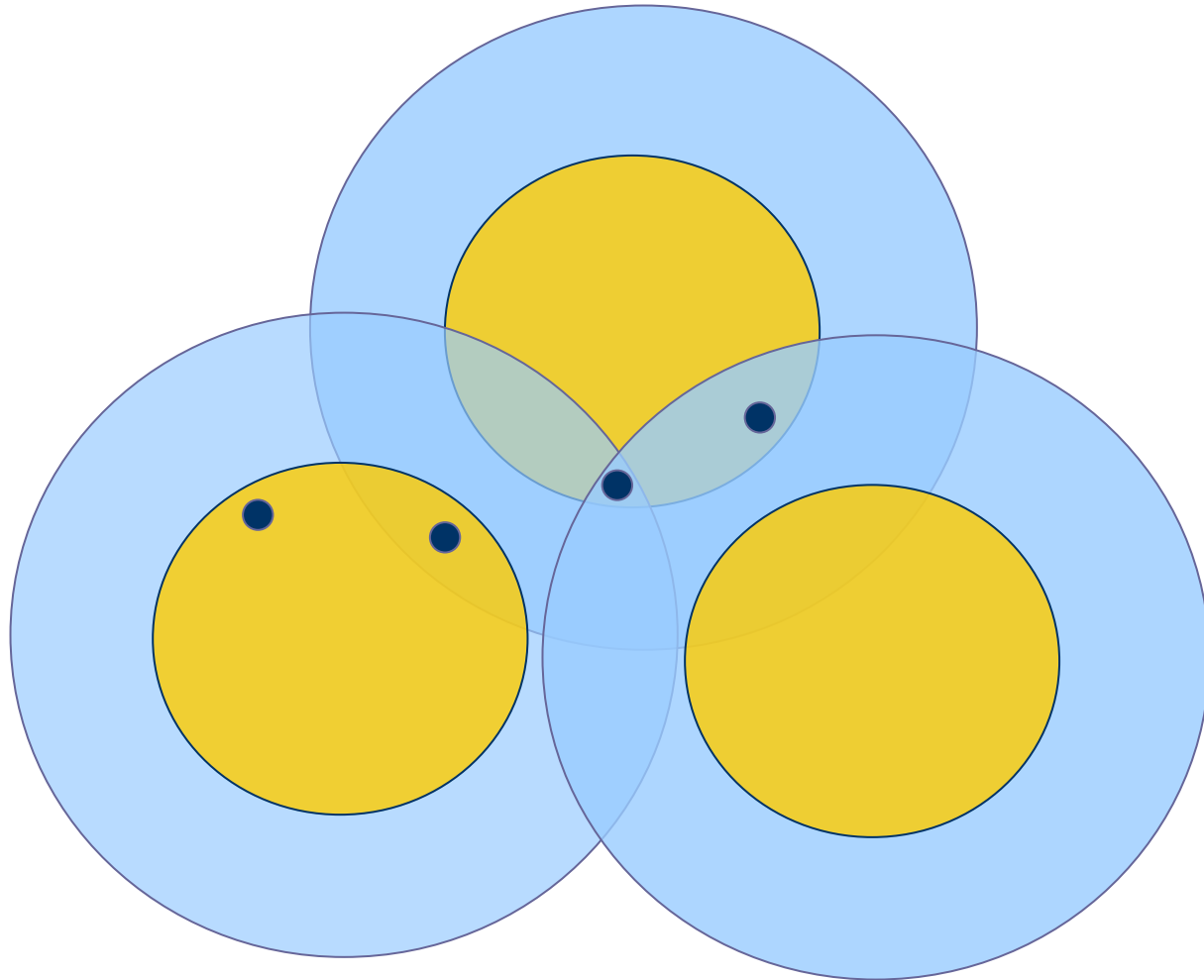


Στόχοι

1. Εκτίμηση της περιοχής κάλυψης
2. Εκτίμηση ποιότητας ζεύξης
3. Εκτίμηση παραμέτρων σχεδίασης ενός δικτύου
 1. Πομποί και η θέση εγκατάστασης
 2. Ισχύς εκπομπής
 3. Τύπος κεραίας
 4. Διαμόρφωση
 5.

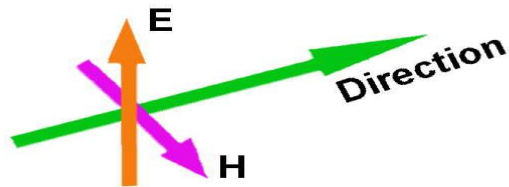
Ενδιαφέρουσες περιπτώσεις

Σε ποιες θέσεις θα έχουμε καλή λήψη;

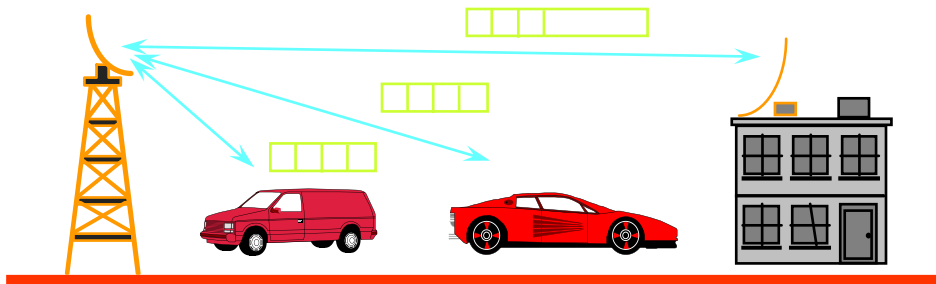


RF Modeling

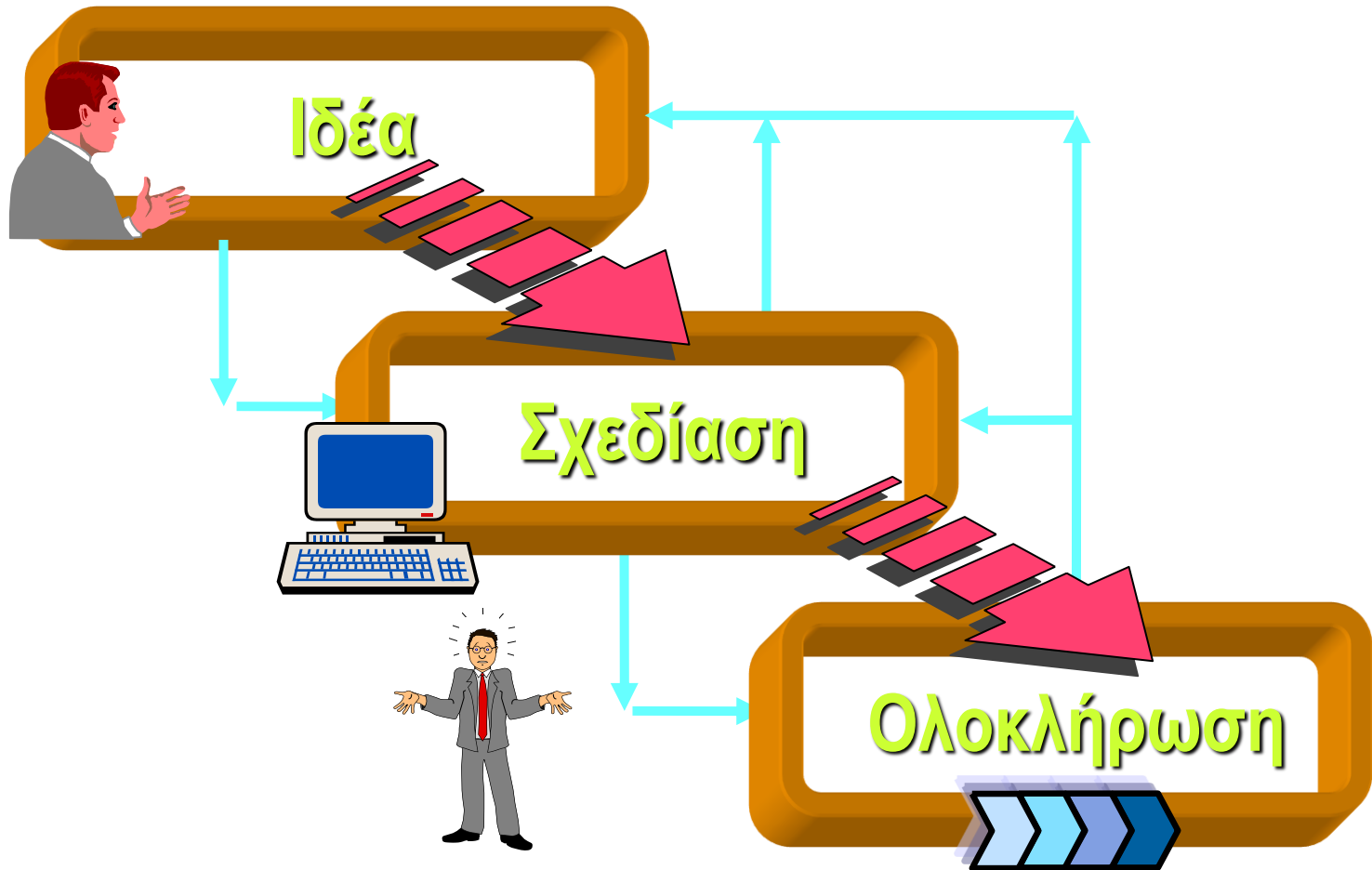
Research



E field H field and direction of propagation



Διαδικασία σχεδιασμού του μοντέλου



RF Modeling

Παραμετροποίηση του Προβλήματος

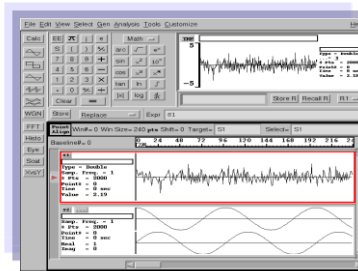
Επιλογή Γεωγραφικής Περιοχής

Συσχέτιση των Τεχνικών Παραμέτρων

Πειραματικές Μετρήσεις

Εύρεση της Συνάρτησης του Path Loss

Απεικόνιση του Path Loss σε σχέση με την Απόσταση



Σύγκριση και εύρεση της απόκλισης των Θεωρητικών και Πειραματικών Τιμών

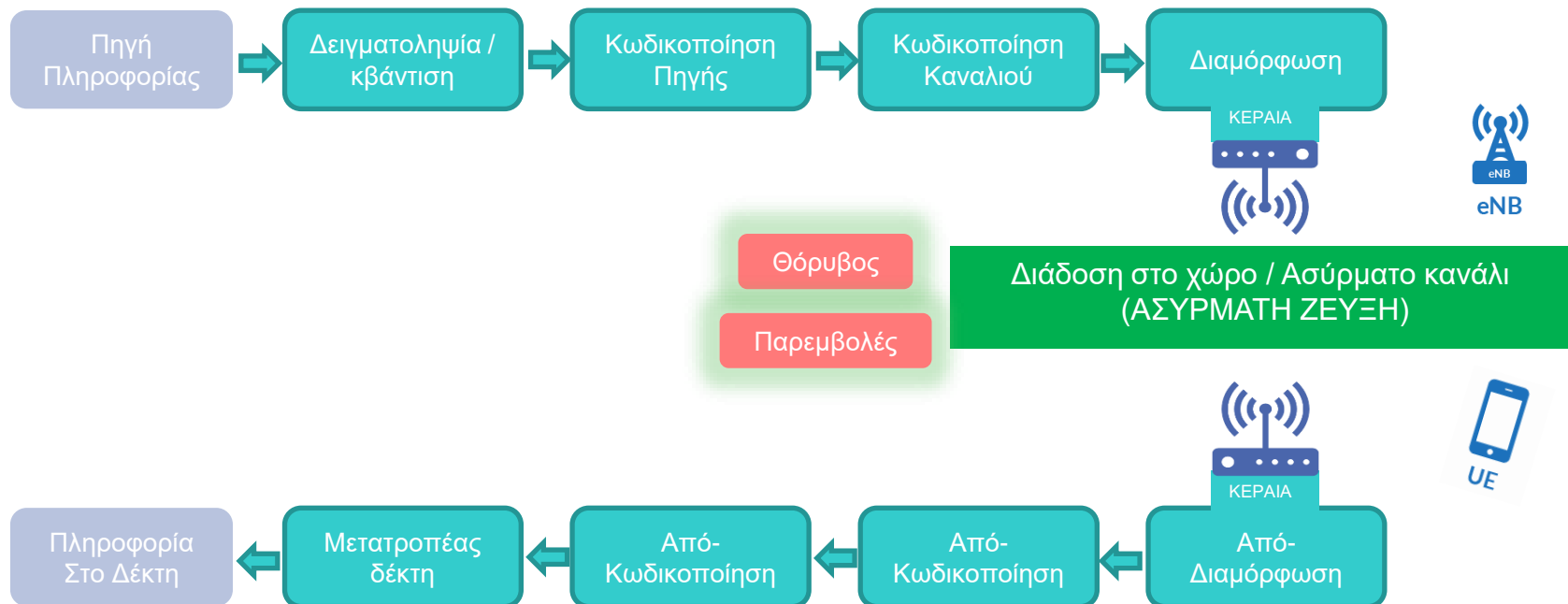
Προσδιορισμός των Διορθωτικών Συντελεστών Βαρύτητας

Τελική Μαθηματική Έκφραση του path Loss

Ασύρματες Ζεύξεις

Βασικές αρχές μελέτης ασύρματης ζεύξης

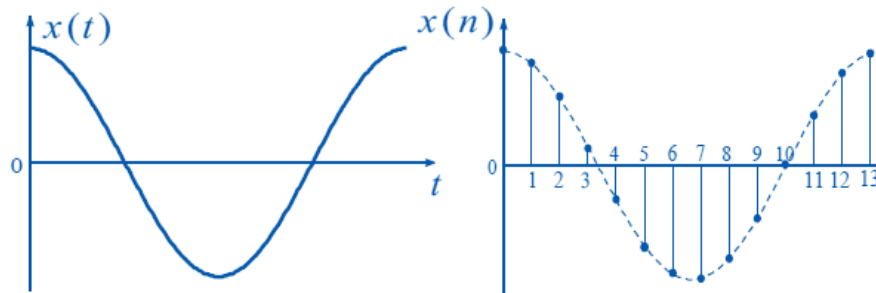
Μοντέλο συστήματος ραδιοπομπού



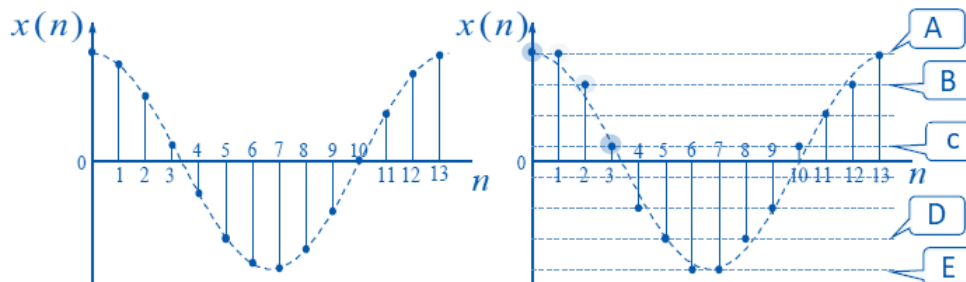
Βασικές αρχές μελέτης ασύρματης ζεύξης

Μοντέλο συστήματος ραδιοπομπού

- Δειγματοληψία
 - Συχνότητα Δειγματοληψίας Nyquist - Θεώρημα δειγματοληψίας ή Θεώρημα του Shannon $f_s \geq 2 f_{\max}$



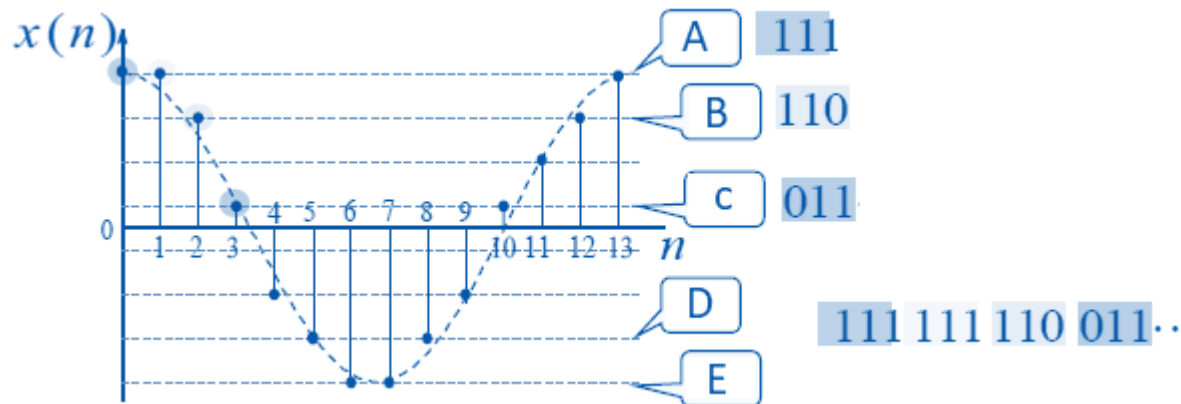
- Κβάντιση



Βασικές αρχές μελέτης ασύρματης ζεύξης

Μοντέλο συστήματος ραδιοπομπού

- Κωδικοποίηση Πηγής



- Πληροφορία συμβόλου k πηγής: Σε σχέση με την πιθανότητα εμφάνισης συμβόλου/γεγονότος.

$$I(p_k) = \log\left(\frac{1}{p_k}\right) = -\log(p_k)$$

Βασικές αρχές μελέτης ασύρματης ζεύξης

Μοντέλο συστήματος ραδιοπομπού

- Εντροπία (μέτρο αβεβαιότητας ενός συστήματος)

$$H(X) = \sum_{i=1}^N p_i I(p_i) = - \sum_{i=1}^N p_i \log(p_i)$$

- Θεώρημα κωδικοποίησης πηγής
- Μία πηγή εντροπίας (ή ρυθμού εντροπίας) μπορεί να κωδικοποιηθεί με αυθαίρετα μικρή πιθανότητα σφάλματος σε οποιοδήποτε ρυθμό R (bits / σύμβολο) εφόσον $R > H$
- Αλγόριθμοι κωδικοποίησης πηγής
 - Huffman
 - Lempel-Ziv

Βασικές αρχές μελέτης ασύρματης ζεύξης

Μοντέλο συστήματος ραδιοπομπού

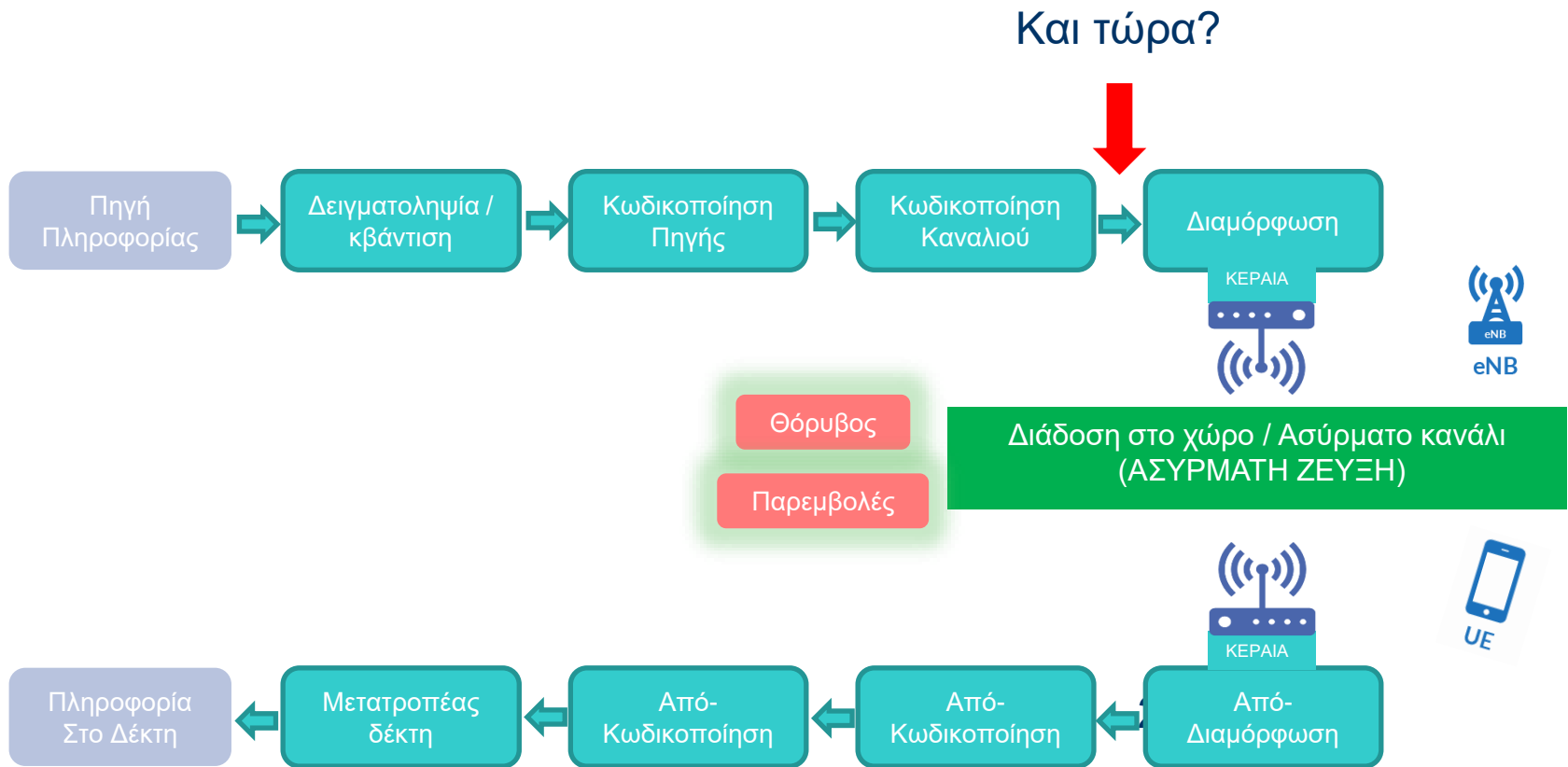
- Κωδικοποίηση Καναλιού
 - Ο ρόλος του κωδικοποιητή καναλιού είναι να **εισάγει**, κατά έναν ελεγχόμενο τρόπο, κάποιο **πλεονασμό στη δυαδική ακολουθία** πληροφορίας ο οποίος να μπορεί να χρησιμοποιηθεί στο δέκτη για να **κατανικήσει τις επιδράσεις του θορύβου**. Έτσι αυξάνεται η αξιοπιστία των λαμβανομένων δεδομένων.



- **Κώδικες ανίχνευσης ή/και διόρθωσης (FED, FEC) σε αντιδιαστολή με το ACK.**
- Κώδικες μπλοκ (block code) - κωδικολέξεις
- Συνελκτικοί κώδικες (convolutional code) – per bit με μνήμη

Βασικές αρχές μελέτης ασύρματης ζεύξης

Μοντέλο συστήματος ραδιοπομπού



Βασικές αρχές μελέτης ασύρματης ζεύξης

Μοντέλο συστήματος ραδιοπομπού

- Εύρος Συχνοτήτων (Bandwidth)
- Το εύρος συχνοτήτων ενός συνθέτου σήματος είναι διαφορά μεταξύ της υψηλότερης συχνότητας που περιέχεται στο σήμα με την χαμηλότερη συχνότητα του σήματος
- Εύρος ζώνης καναλιού, αντίστοιχα, το διάστημα από την μικρότερη μέχρι την μεγαλύτερη συχνότητα που μπορεί να περάσει από το κανάλι

Βασικές αρχές μελέτης ασύρματης ζεύξης

Μοντέλο συστήματος ραδιοπομπού

Bit Rate - Στις τηλεφωνικές επικοινωνίες

- Τηλεφωνικής ποιότητας φωνή έχει εύρος φάσματος περίπου 4000 Hz
- Κβαντοποίηση: 256 επίπεδα
- Ποιο το minimum R (Bit Rate) ?
- Δειγματοληψία : 8000 δείγματα /sec (8 kHz) – **2*συχνότητα**
 - Κωδικοποίηση : 8bits/ δείγμα
 - $8000 \times 8 = 64000 \text{ bits/sec} = 64 \text{ kbps}$
- Ακουστικά σήματα:
 - Η υψηλότερη συχνότητα που αντιλαμβάνεται το ανθρώπινο αυτί είναι περίπου 15 kHz.
 - Στα CDs η συχνότητα δειγματοληψίας είναι 44.000 samples/sec.
- Σήματα Video:
 - Το μάτι χρειάζεται δείγματα με ρυθμό τουλάχιστο 20 πλαίσια/sec για να δημιουργηθεί η εντύπωση ομαλής κίνησης

Βασικές αρχές μελέτης ασύρματης ζεύξης

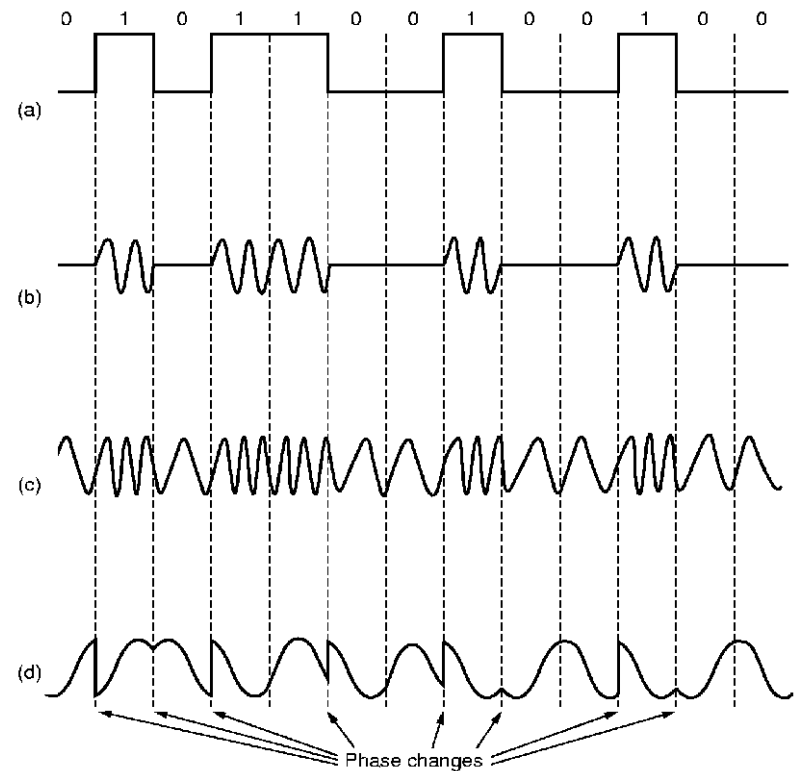
Μοντέλο συστήματος ραδιοπομπού

- Ο ψηφιακός διαμορφωτής απεικονίζει τις δυαδικές ακολουθίες σε κυματομορφές σήματος.
- Διαμόρφωση: η ελεγχόμενη αλλαγή ενός παράγοντα του φέροντος σήματος (carrier) με βάση την πληροφορία που επιθυμούμε να μεταδώσουμε
 - Εύρος (AM)
 - Συχνότητα (FM)
 - Φάση (PM)
- Modem: Συσκευή διαμόρφωσης/ αποδιαμόρφωσης (modulator/demodulator)

Βασικές αρχές μελέτης ασύρματης ζεύξης

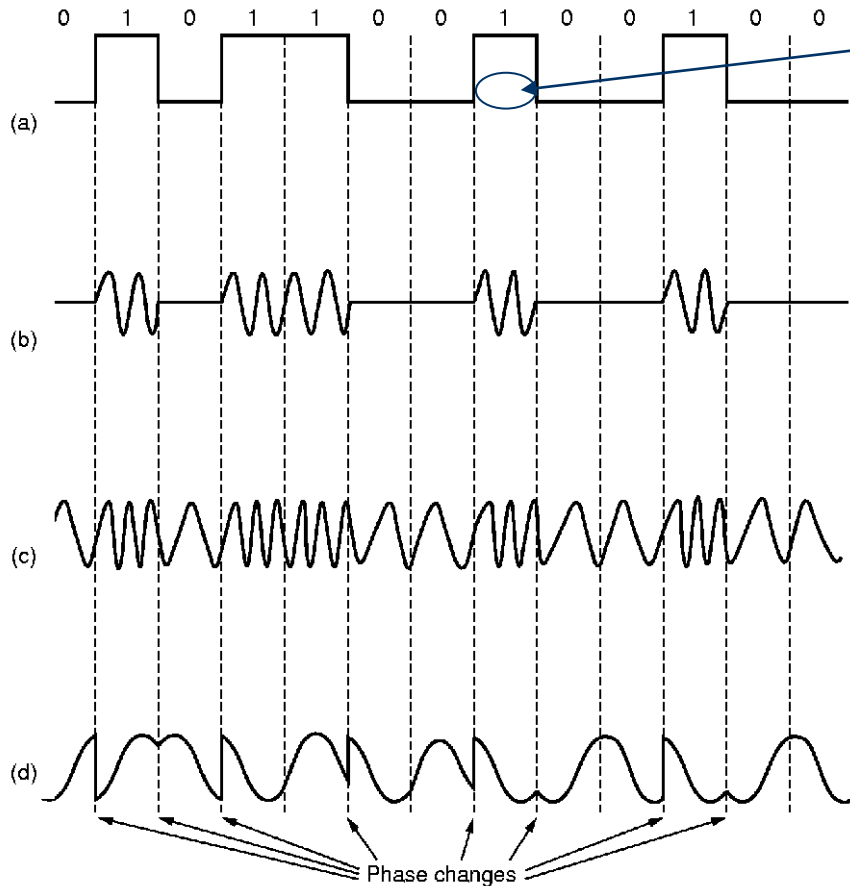
Μοντέλο συστήματος ραδιοπομπού

- (a) μη διαμορφωμένο (ψηφιακό) σήμα
- (b) διαμόρφωση εύρους (AM)
- (c) διαμόρφωση συχνότητας (FM)
 - FSK (frequency shift keying)
 - τεχνική για ψηφιακά σήματα
- (d) διαμόρφωση φάσης (PM)
 - PSK (phase shift keying)
 - τεχνική για ψηφιακά σήματα
- f : φέρουσα συχνότητα



Βασικές αρχές μελέτης ασύρματης ζεύξης

Μοντέλο συστήματος ραδιοπομπού



Sample

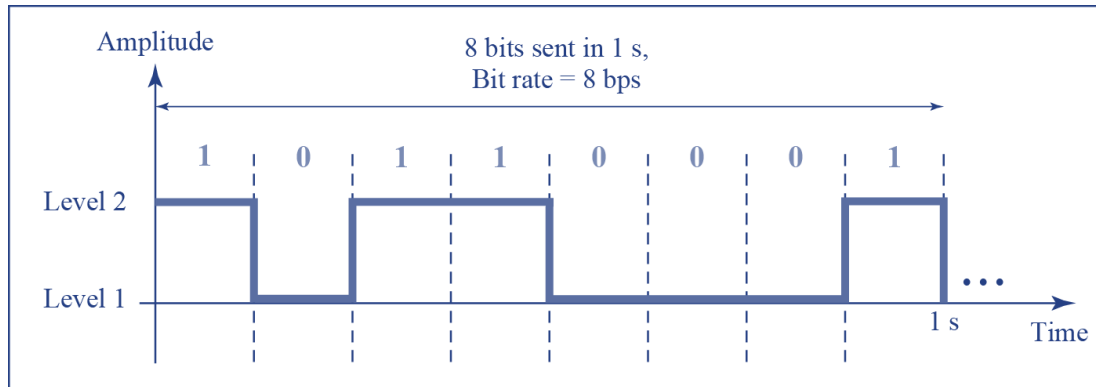
- ▶ $\text{Sample Rate} = \text{Samples/sec}$ (Baud Rate)
- ▶ Κατά τη διάρκεια ενός Sample στέλνεται ένα Symbol

Symbol

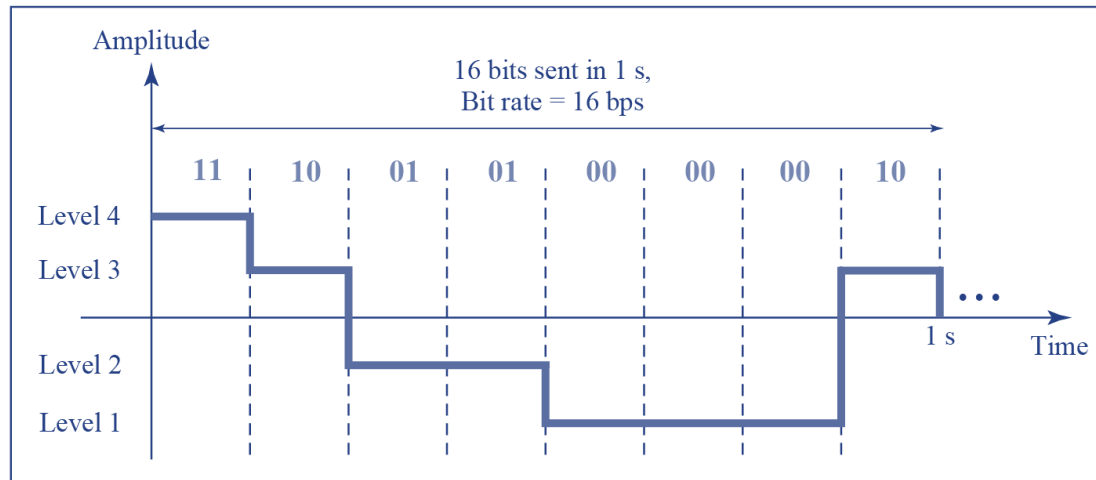
- ▶ Symbol = Ελάχιστο τμήμα που φέρει πληροφορία
- ▶ Πως θα αυξάνατε το ρυθμό μετάδοσης?
 - ▶ Αύξηση των διαθέσιμων Symbols
(περισσότερα symbols = περισσότερες στάθμες στο AM)

Βασικές αρχές μελέτης ασύρματης ζεύξης

Μοντέλο συστήματος ραδιοπομπού



a. A digital signal with two levels

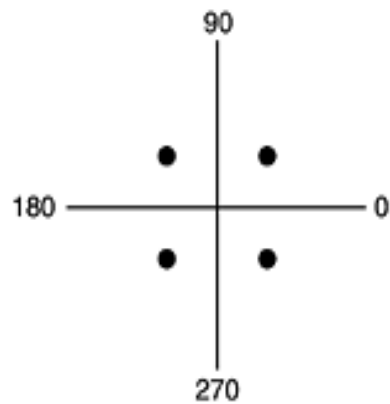


b. A digital signal with four levels

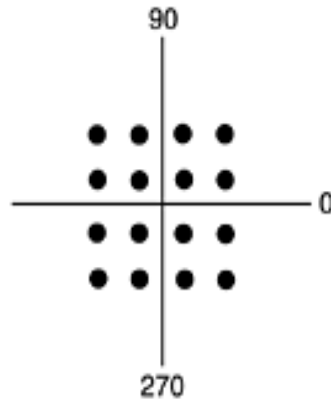
Βασικές αρχές μελέτης ασύρματης ζεύξης

Μοντέλο συστήματος ραδιοπομπού

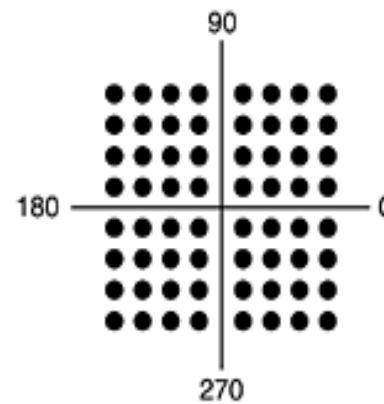
- QPSK (Quadrature Phase Shift Keying) = 4 phase shifts, 1 amplitude level, 2 bits/symbol
- QAM-16 = 4 phase shifts, 4 amplitude levels, 4 bits/symbol
- QAM-64 = 4 phase shifts, 16 amplitude levels, 6 bits/symbol



QPSK



QAM-16



QAM-64