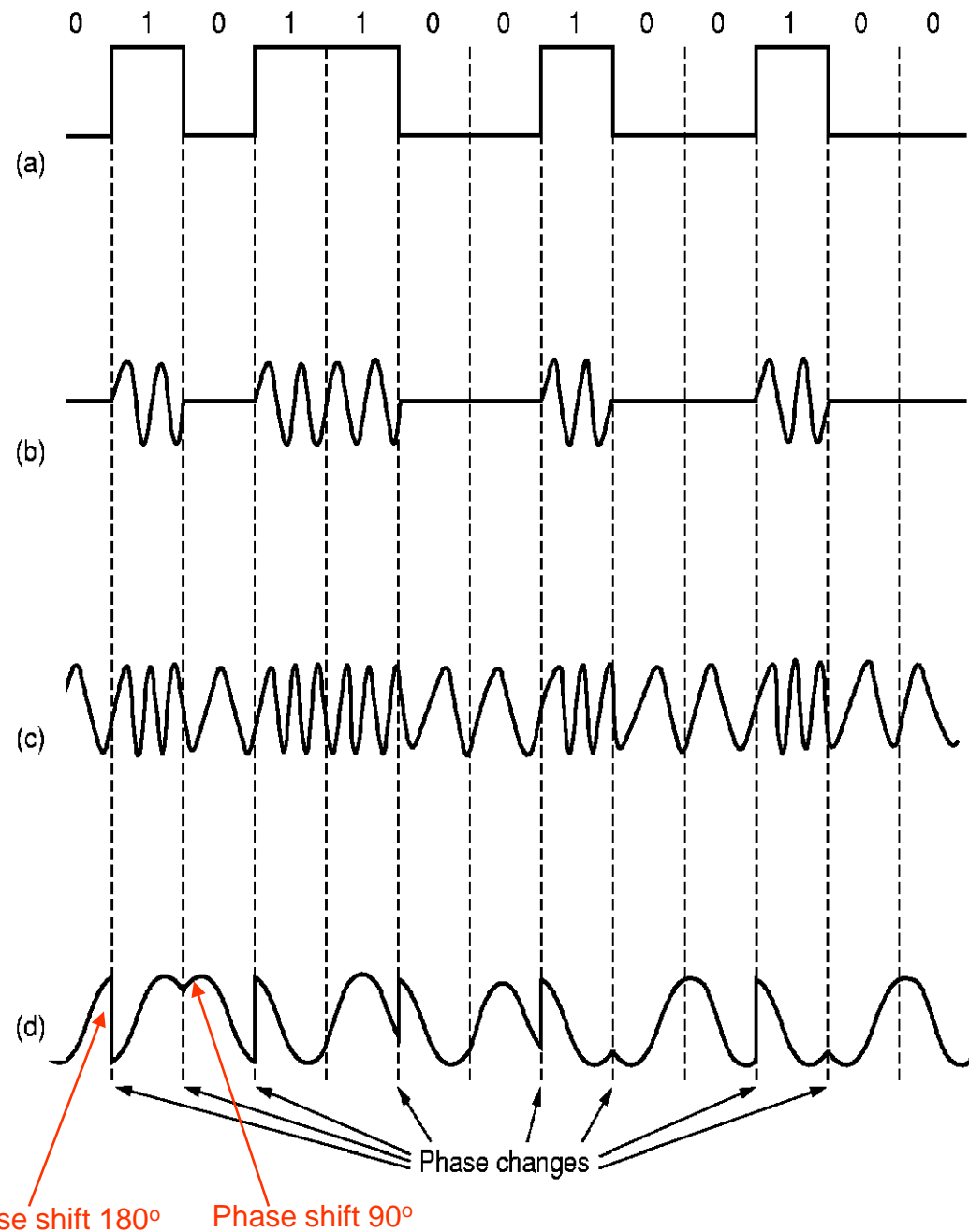


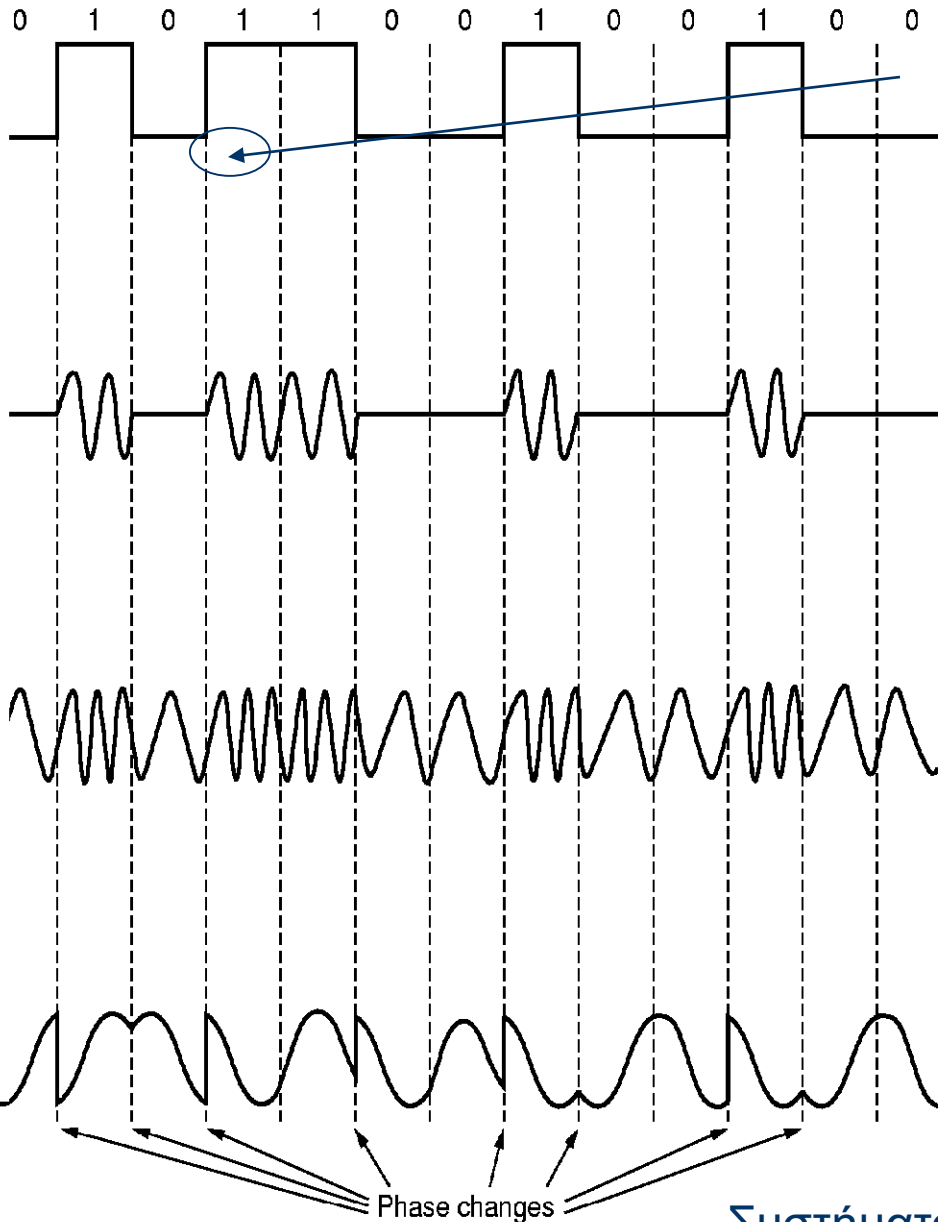
Δίαυλοι και κυψελωτή δομή

Διαμόρφωση Σήματος (Modulation)

1. μη διαμορφωμένο (ψηφιακό) σήμα
 2. διαμόρφωση εύρους (AM)
 3. διαμόρφωση συχνότητας (FM)
FSK (frequency shift keying)
τεχνική για ψηφιακά σήματα
 4. διαμόρφωση φάσης (PM)
PSK (phase shift keying)
τεχνική για ψηφιακά σήματα
- f : φέρουσα συχνότητα



Phase shift 180° Phase shift 90°



Sample

Sample Rate=Samples/sec (Baud Rate)

Κατά τη διάρκεια ενός Sample στέλνεται ένα **“symbol”**

Symbol=ελάχιστο τμήμα πληροφορίας

Στην απλούστερη περίπτωση AM με :

1 symbol = 1 bit (0/1) = voltage/no voltage

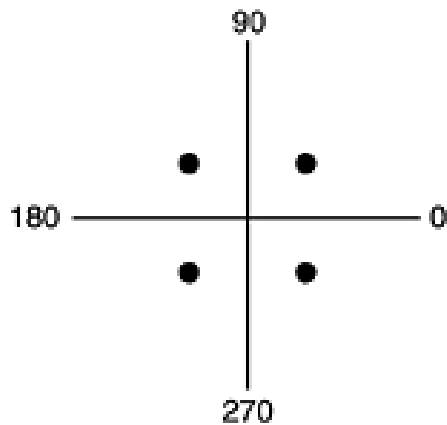
Για να αυξήσουμε την ταχύτητα μετάδοσης δε μπορούμε να μειώνουμε το sample επ' άπειρον.

Μπορούμε όμως να αυξάνουμε τον αριθμό των πιθανών symbols (επιπέδων έντασης μετάδοσης, δηλαδή εύρους σήματος) του AM

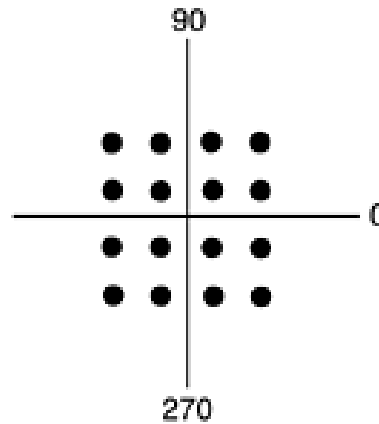
Συνηθέστερος συνδυασμός της τεχνικής αυτής με PSK.

Πολλαπλές Διαμορφώσεις

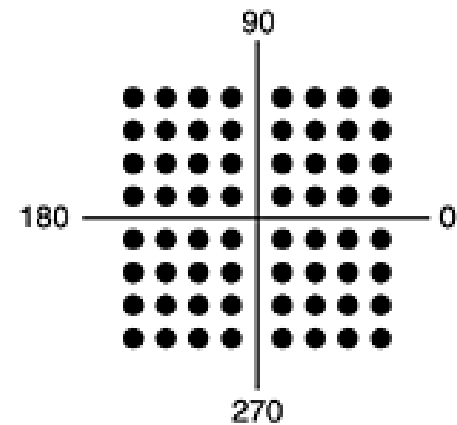
- QPSK (Quadrature Phase Shift Keying) = 4 phase shifts, 1 amplitude level, 2 bits/symbol
- QAM-16 = 4 phase shifts, 4 amplitude levels, 4 bits/symbol
- QAM-64 = 4 phase shifts, 16 amplitude levels, 6 bits/symbol



QPSK

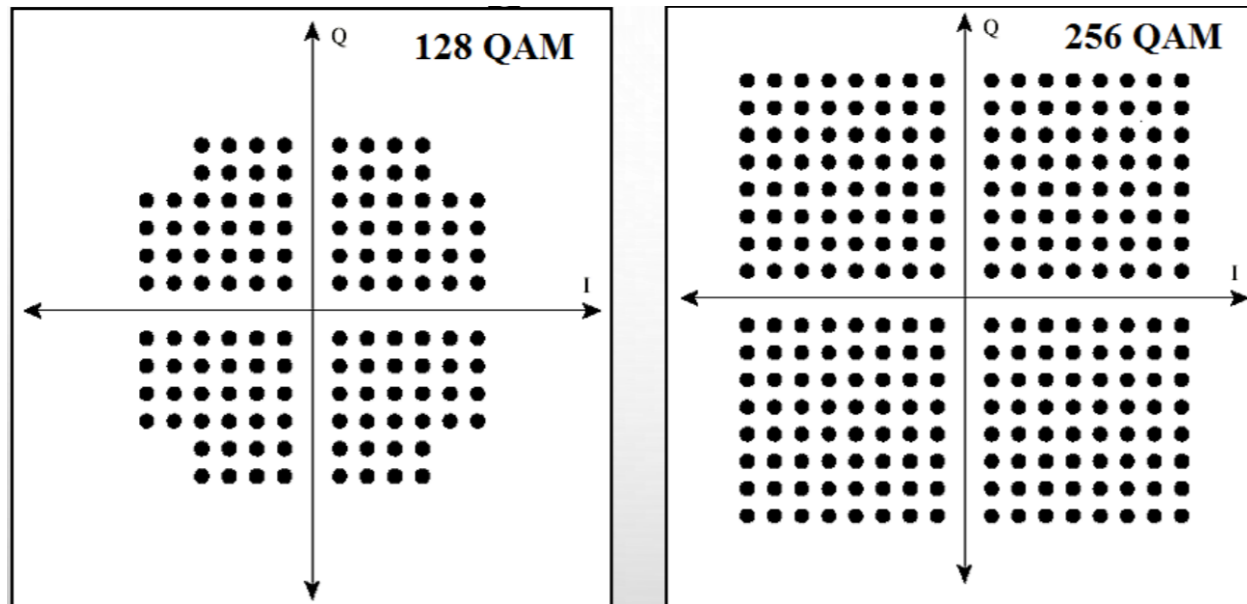
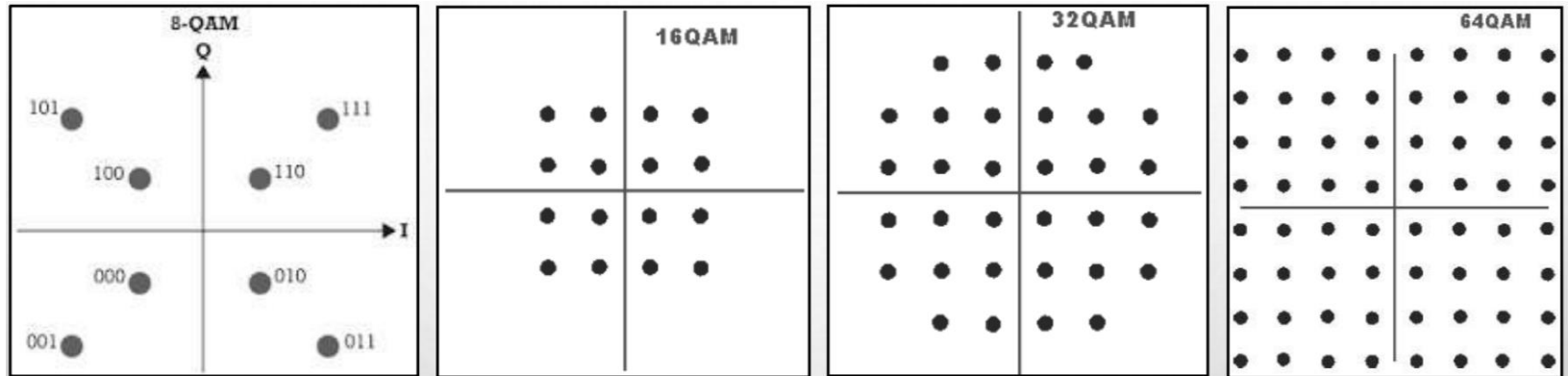


QAM-16

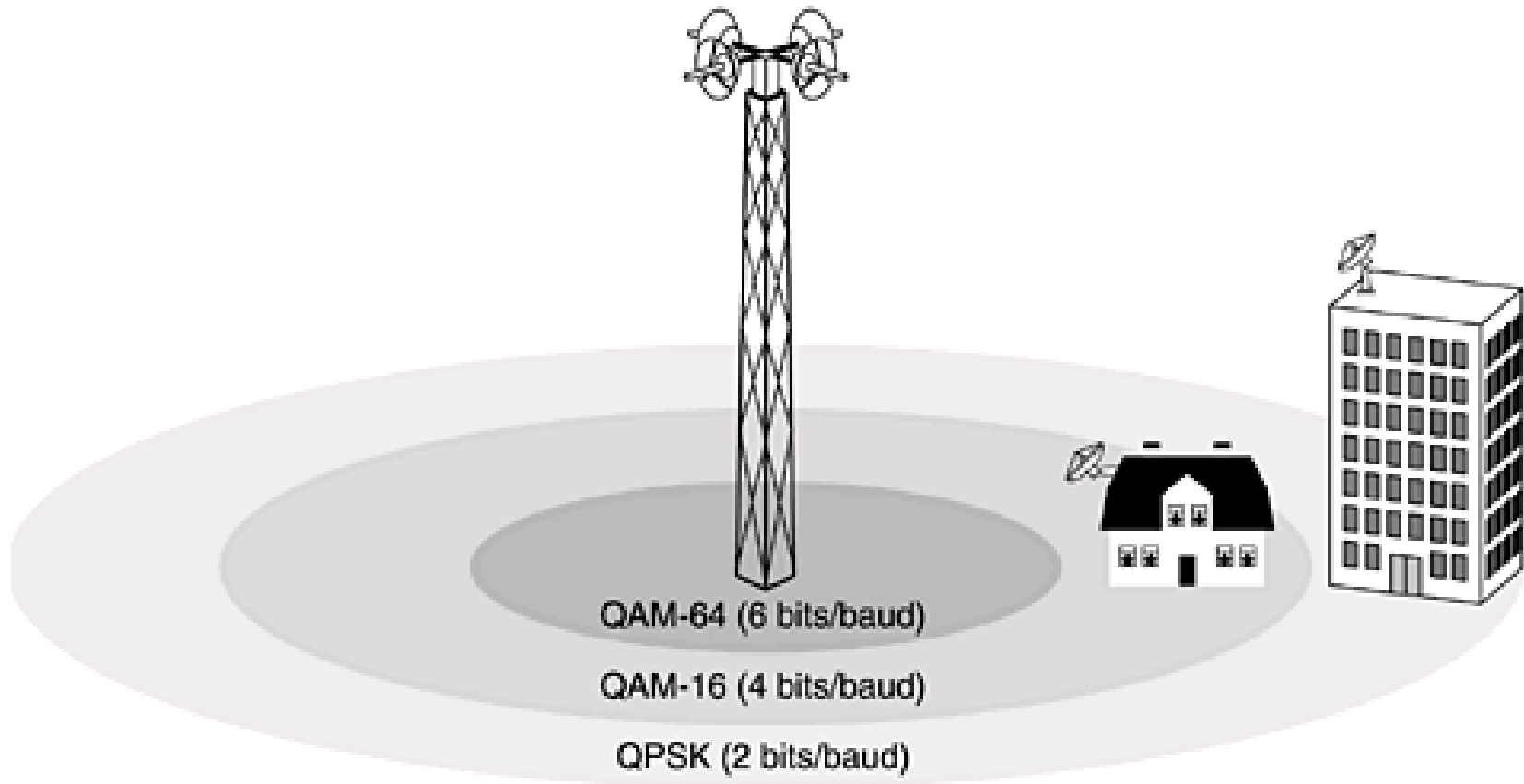


QAM-64

Πολλαπλές Διαμορφώσεις



Δυναμική Διαμόρφωση

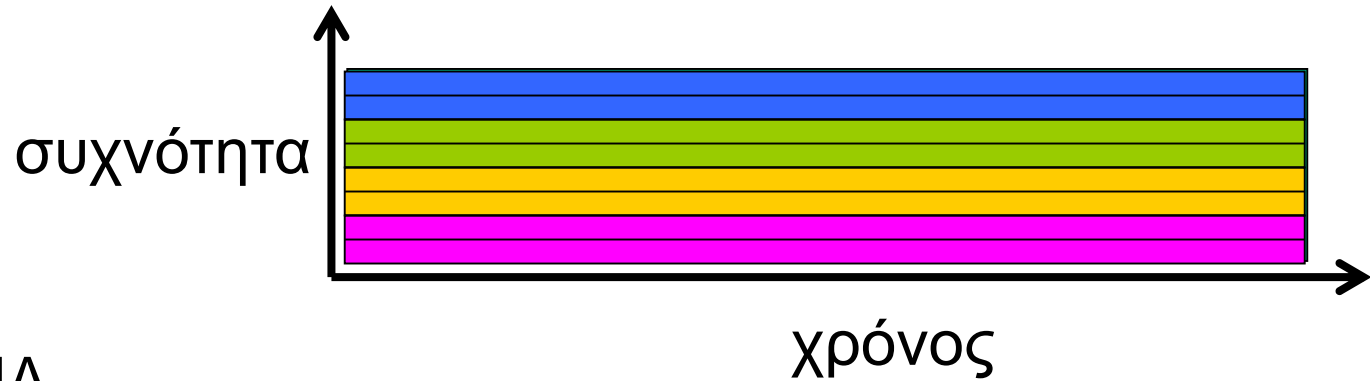


Δίαυλοι – Channels

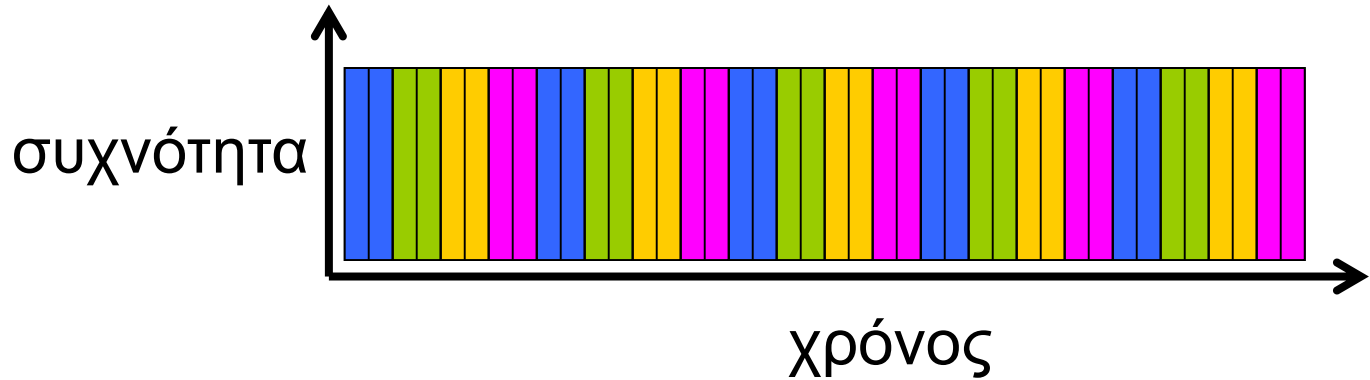
FDMA

Παράδειγμα:

4 χρήστες ■ ■ ■ ■

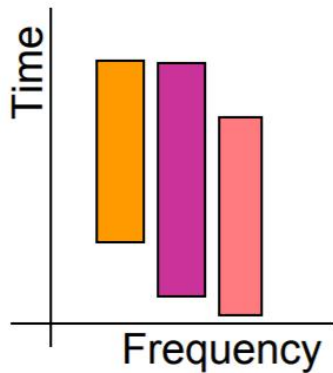


TDMA

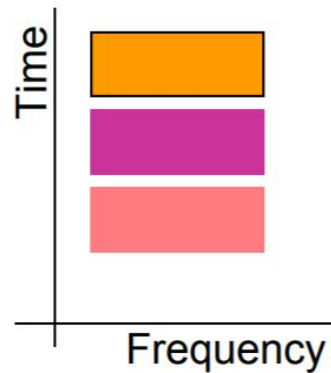


Δίαυλοι – Channels

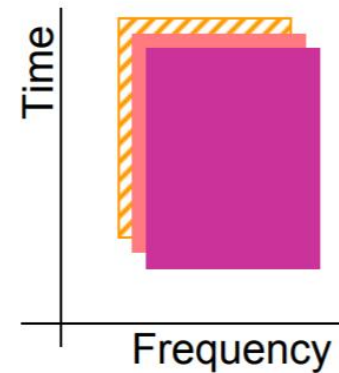
Frequency
Division
Multiple
Access
FDMA



Time
Division
Multiple
Access
TDMA



Code
Division
Multiple
Access
CDMA

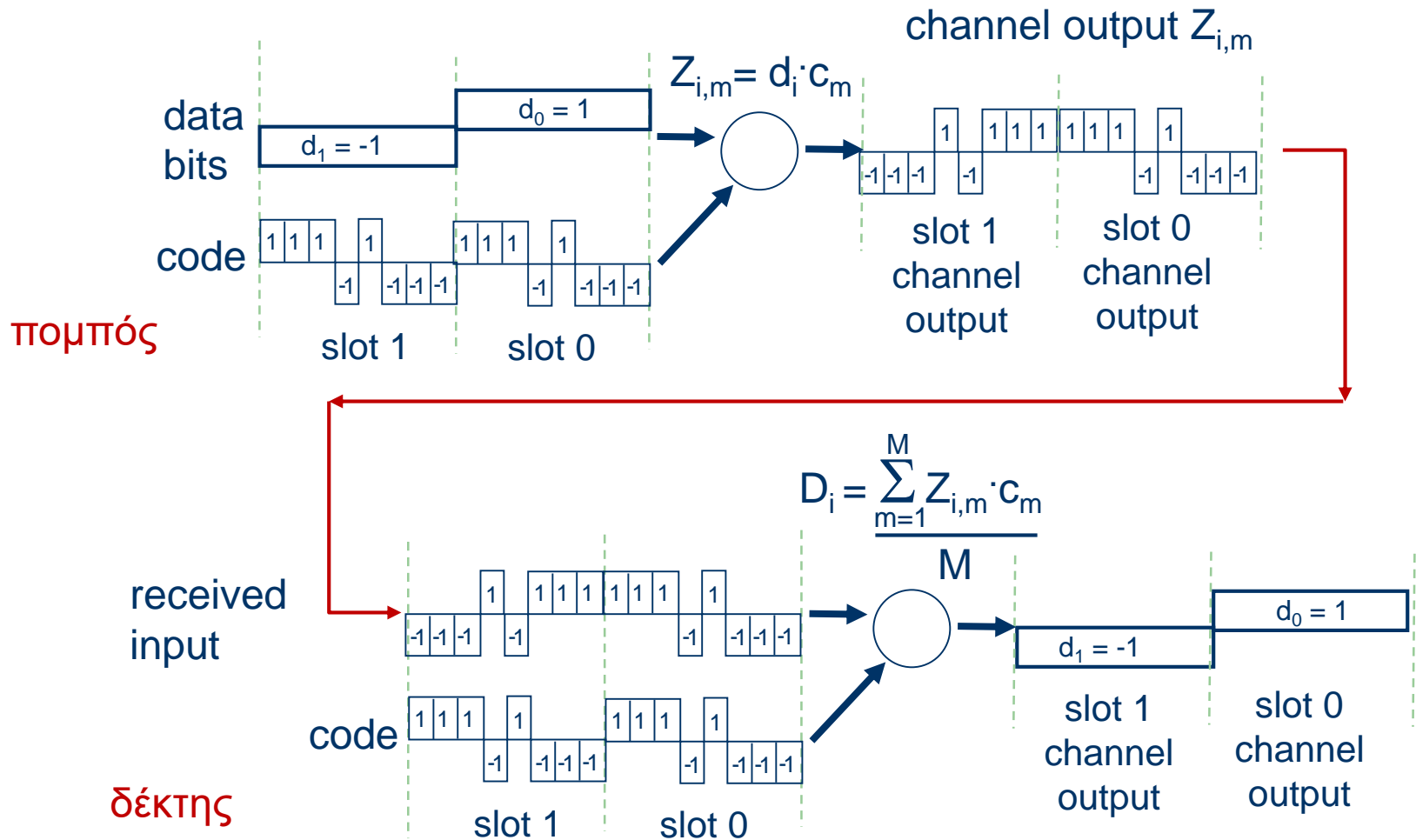


Code Division Multiple Access (CDMA) (Πολλαπλή Πρόσβαση με Διαίρεση Κώδικα)

- μοναδικός “κώδικας” ανατίθεται σε κάθε χρήστη
 - όλοι οι χρήστες μοιράζονται την ίδια συχνότητα, αλλά ο καθένας έχει δική του “chipping” ακολουθία (π.χ., κώδικας) για την κωδικοποίηση των δεδομένων
 - επιτρέπει σε πολλαπλούς χρήστες να “συνυπάρχουν” και να μεταδίδουν ταυτόχρονα με ελάχιστες παρεμβολές (αν οι κώδικες είναι “ορθογώνιοι”)
- *κωδικοποιημένο σήμα* = (αρχικά δεδομένα) x (ακολουθία chipping)
- *αποκωδικοποίηση*: εσωτερικό γινόμενο του κωδικοποιημένου σήματος και chipping ακολουθίας

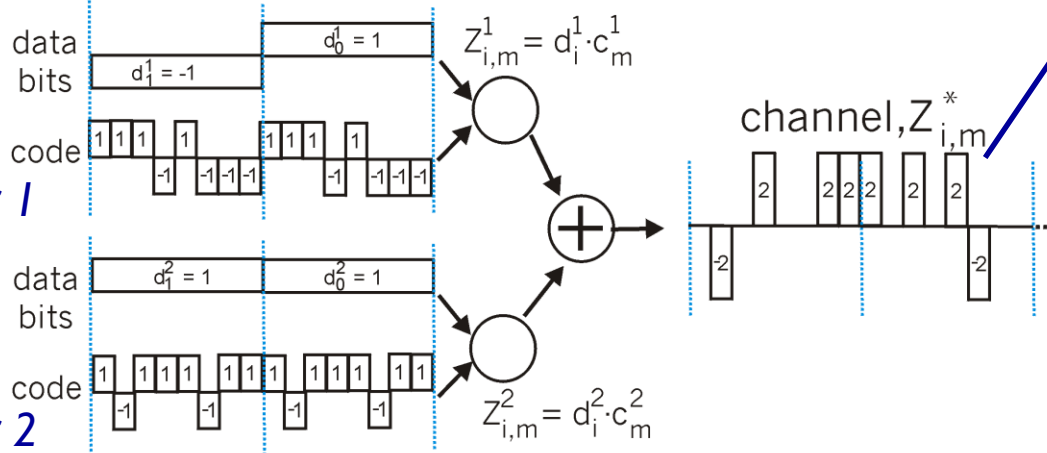
CDMA

κωδικοποίηση/αποκωδικοποίηση

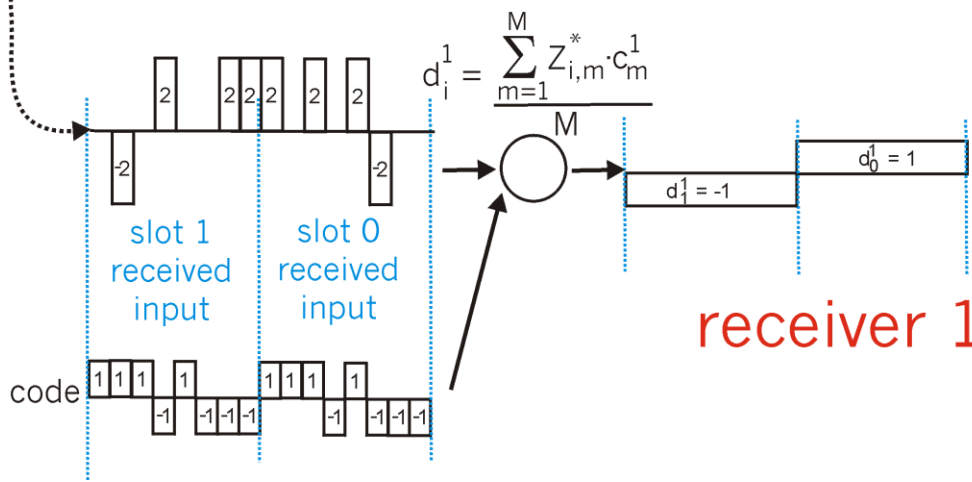


CDMA: παρεμβολή δύο αποστολέων

senders



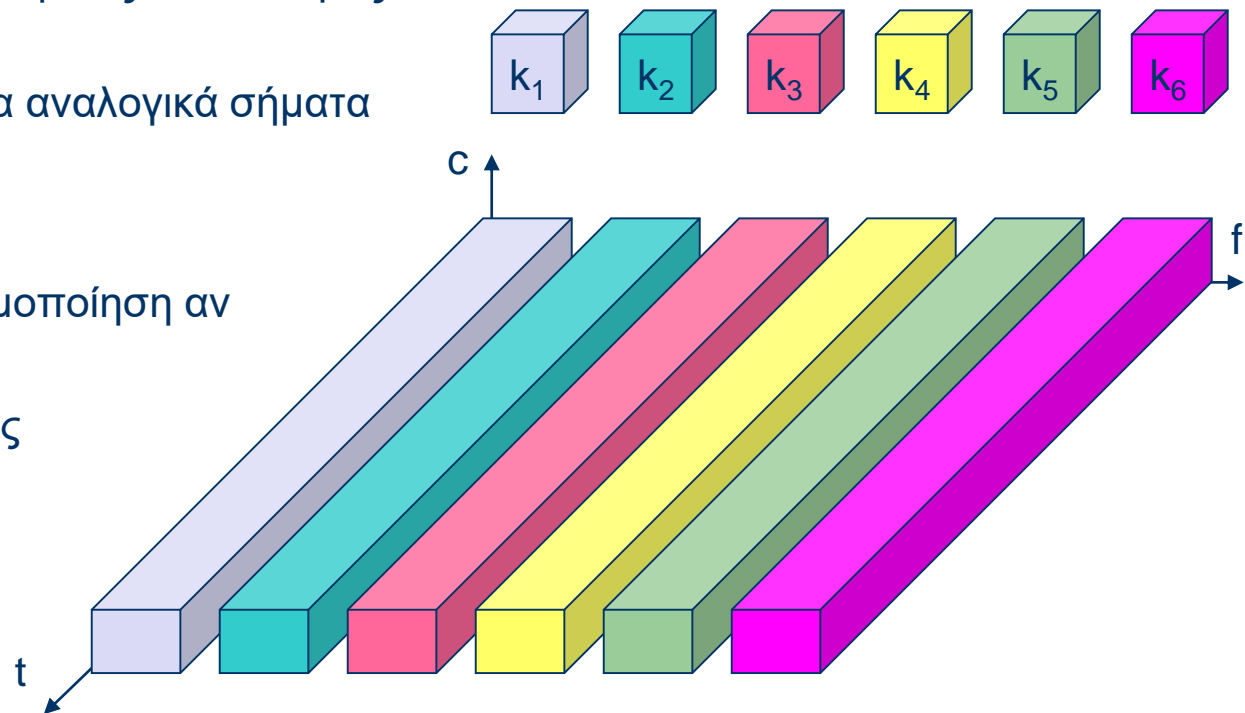
το κανάλι προσθέτει τις μεταδόσεις των αποστολέων 1 και 2



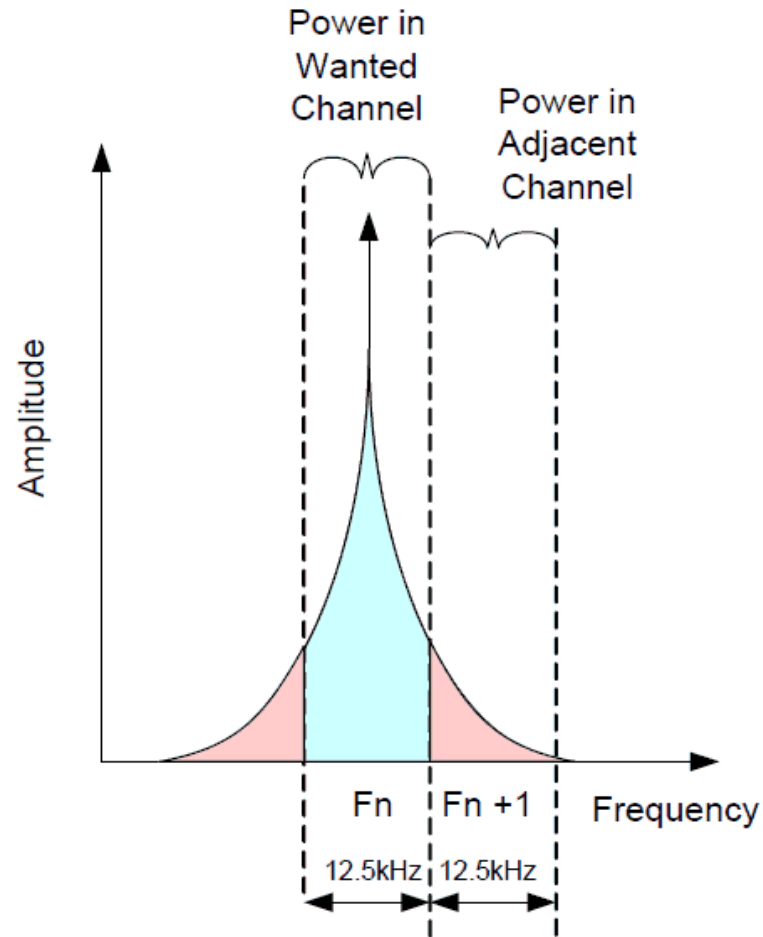
χρησιμοποιώντας ίδιο κώδικα με τον αποστολέα 1, ο δέκτης ανακτά τα αρχικά δεδομένα του αποστολέα 1 από τα δεδομένα του αθροιστικού καναλιού!

Frequency Division Multiplexing (FDM)

- Διαχωρισμός όλου του διαθέσιμου φάσματος σε έναν αριθμό συχνοτήτων
- Ένα «δίαυλος» έχει μια συχνότητα μετάδοσης για όλη τη διάρκεια λειτουργίας του
- Πλεονεκτήματα:
 - Δε χρειάζεται δυναμικός συντονισμός πομπού και δέκτη
 - Λειτουργεί και για αναλογικά σήματα
 - φθηνότερο
- Μειονεκτήματα:
 - Μειωμένη χρησιμοποίηση αν δεν υπάρχει κίνηση
 - Έλλειψη ευελιξίας
 - Ακριβή φίλτρα

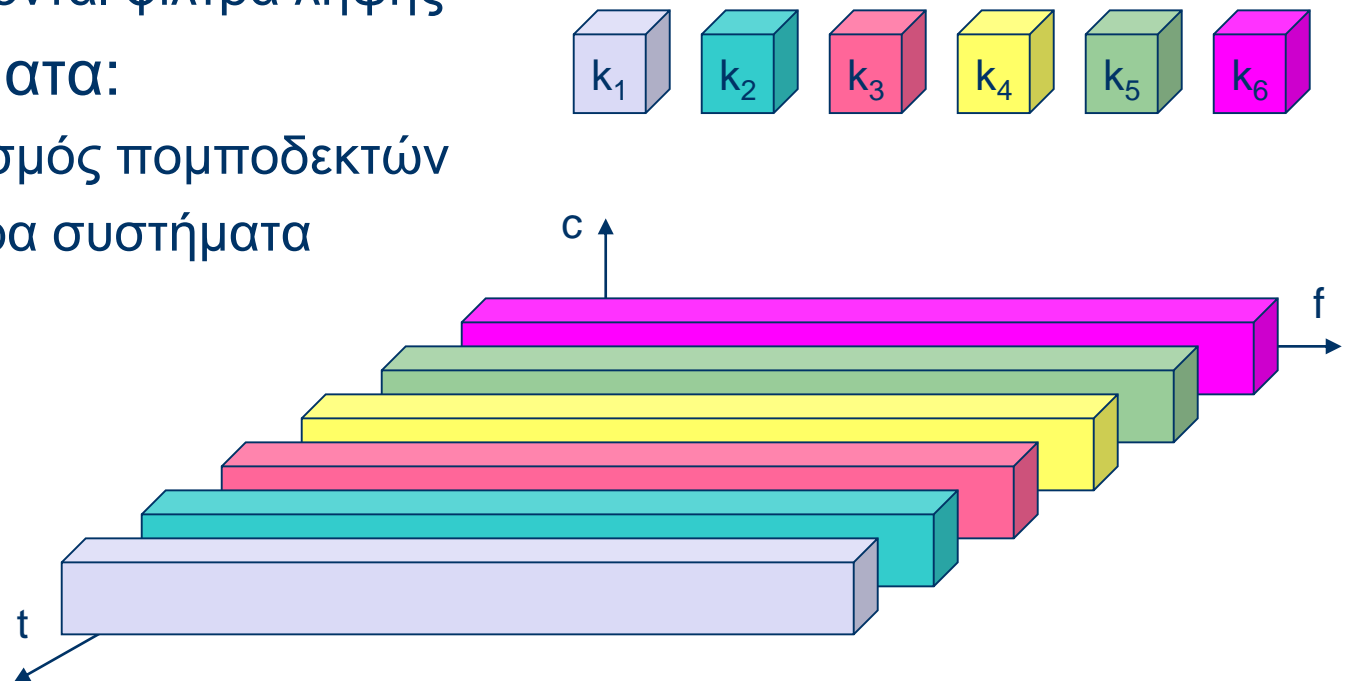


Frequency Division Multiplexing (FDM)



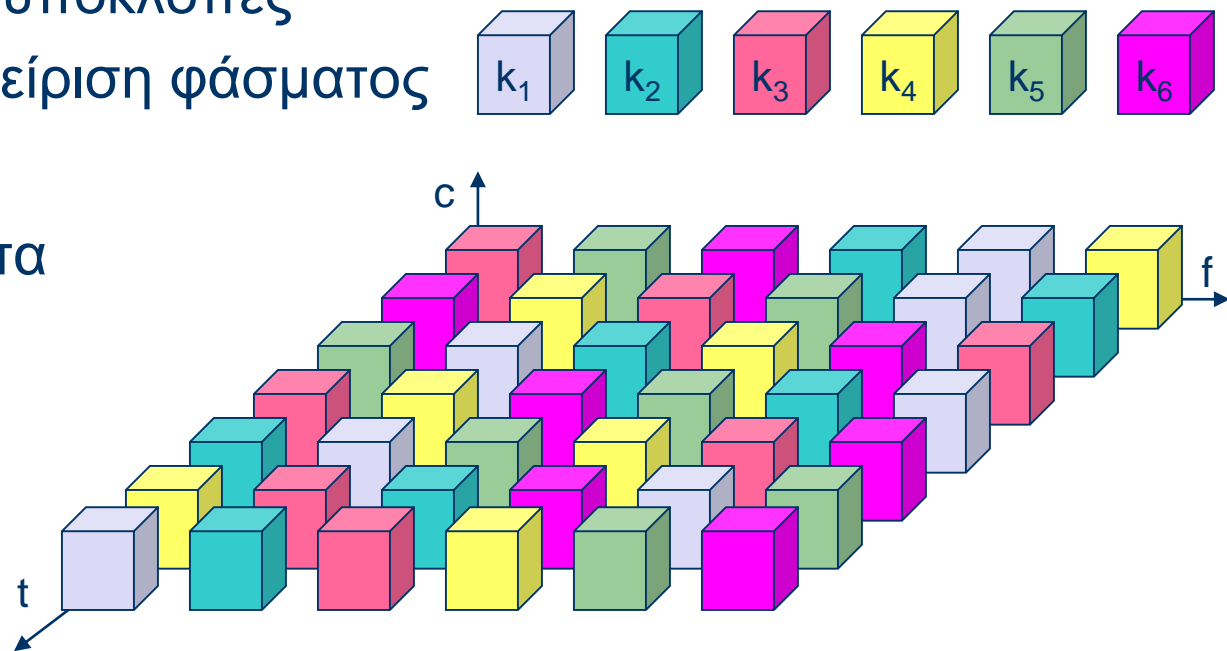
Time Division Multiplexing (TDM)

- Κάθε δίαυλος παίρνει το σύνολο του διαθέσιμου φάσματος για συγκεκριμένο χρόνο (slot)
- Πλεονεκτήματα:
 - Μόνο ένας μεταδίδει κάθε φορά
 - Υποστήριξη ρύπων δεδομένων
 - Δε χρειάζονται φίλτρα λήψης
- Μειονεκτήματα:
 - Συγχρονισμός πομποδεκτών
 - Ακριβότερα συστήματα



Hybrid TDM/FDM

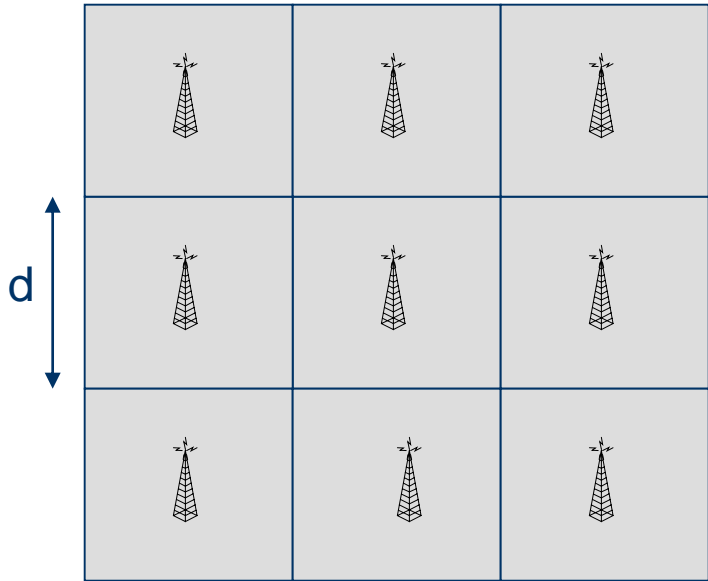
- Συνδυασμός και των δύο μεθόδων
- Κάθε δίαυλος παίρνει μια συχνότητα για συγκεκριμένο χρόνο (slot)
- Πλεονεκτήματα:
 - καλύτερη προστασία από παρεμβολές και υποκλοπές
 - δυναμική διαχείριση φάσματος
- Μειονεκτήματα:
 - πολυπλοκότητα



Κυψελωτή δομή

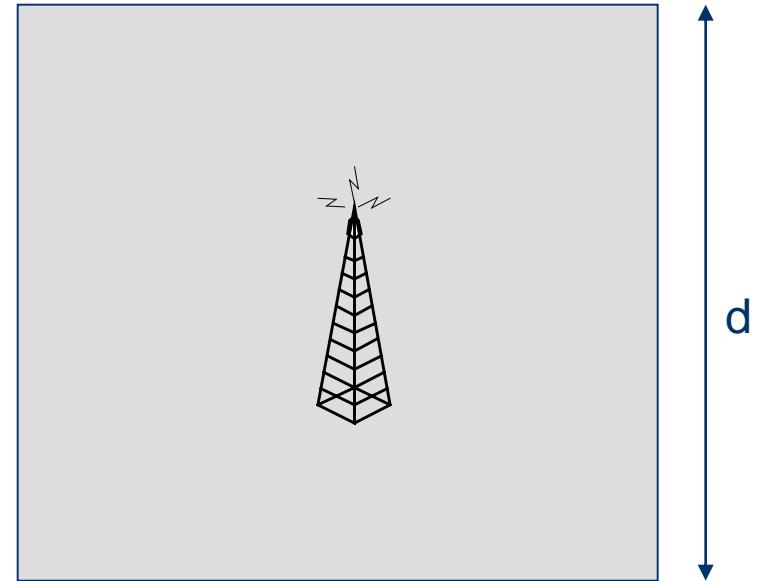
Επαναχρησιμοποίηση συχνοτήτων

System 1



Low cost base-stations covering a small area

System 2



High cost base-stations covering a large area

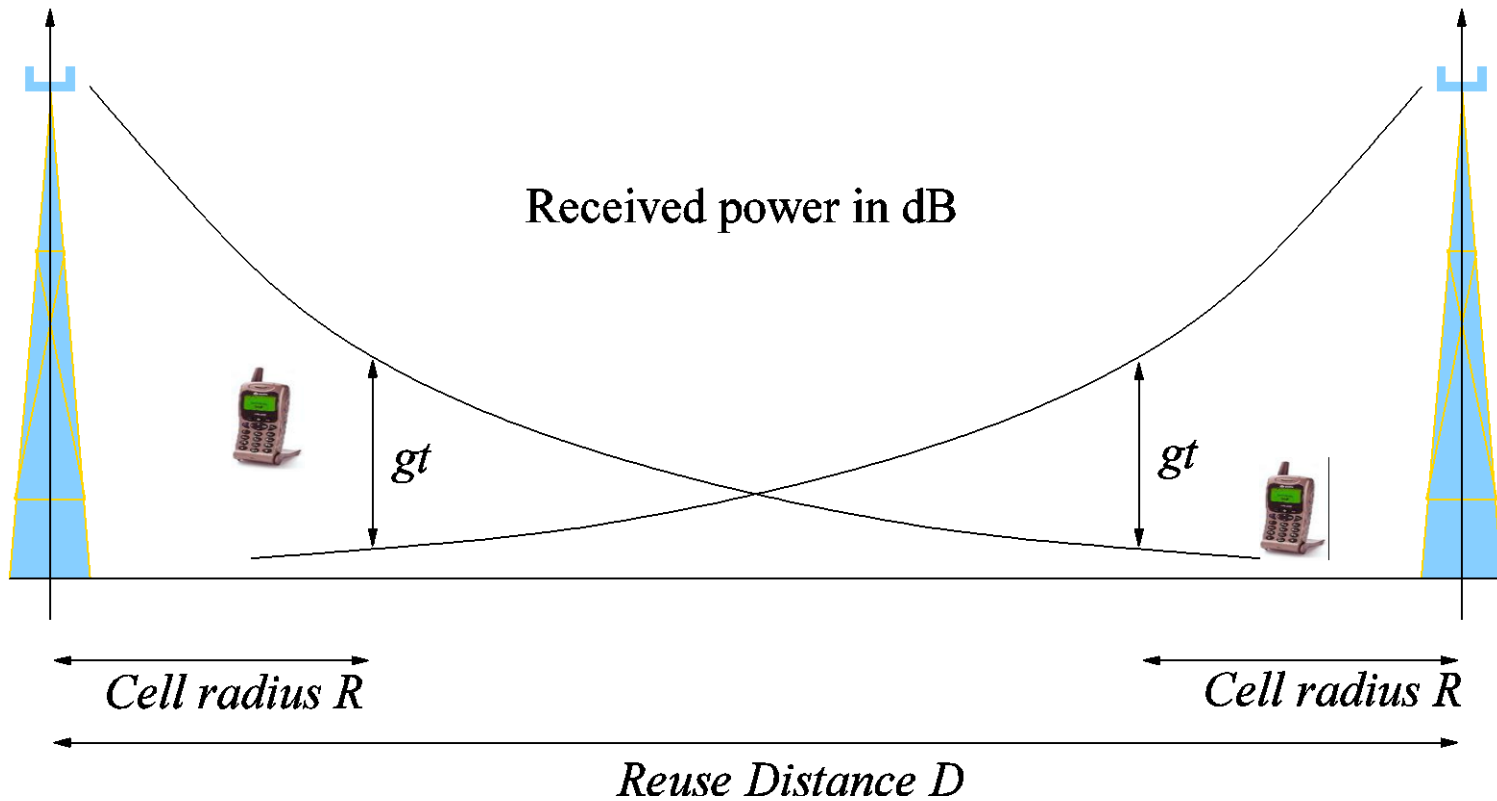
Κυψελωτή δομή

Επαναχρησιμοποίηση συχνοτήτων

- Μια ομάδα ραδιοδιαύλων χρησιμοποιείται για την εξυπηρέτηση περισσότερων της μιας γεωγραφικών περιοχών (επαναχρησιμοποίηση συχνοτήτων).
- Οι παρεμβολές στη λήψη για χρήστες (τερματικά) που βρίσκονται σε διαφορετικές κυψέλες πρέπει να είναι αμελητέες ή κάτω από μια αποδεκτή στάθμη.
- Διαισθητικά, δύο γεωγραφικές περιοχές που χρησιμοποιούν τις ίδιες ομάδες συχνοτήτων πρέπει να απέχουν επαρκώς μεταξύ τους.

Κυψελωτή δομή

Επαναχρησιμοποίηση συχνοτήτων



Κυψελωτή δομή

Επαναχρησιμοποίηση συχνοτήτων

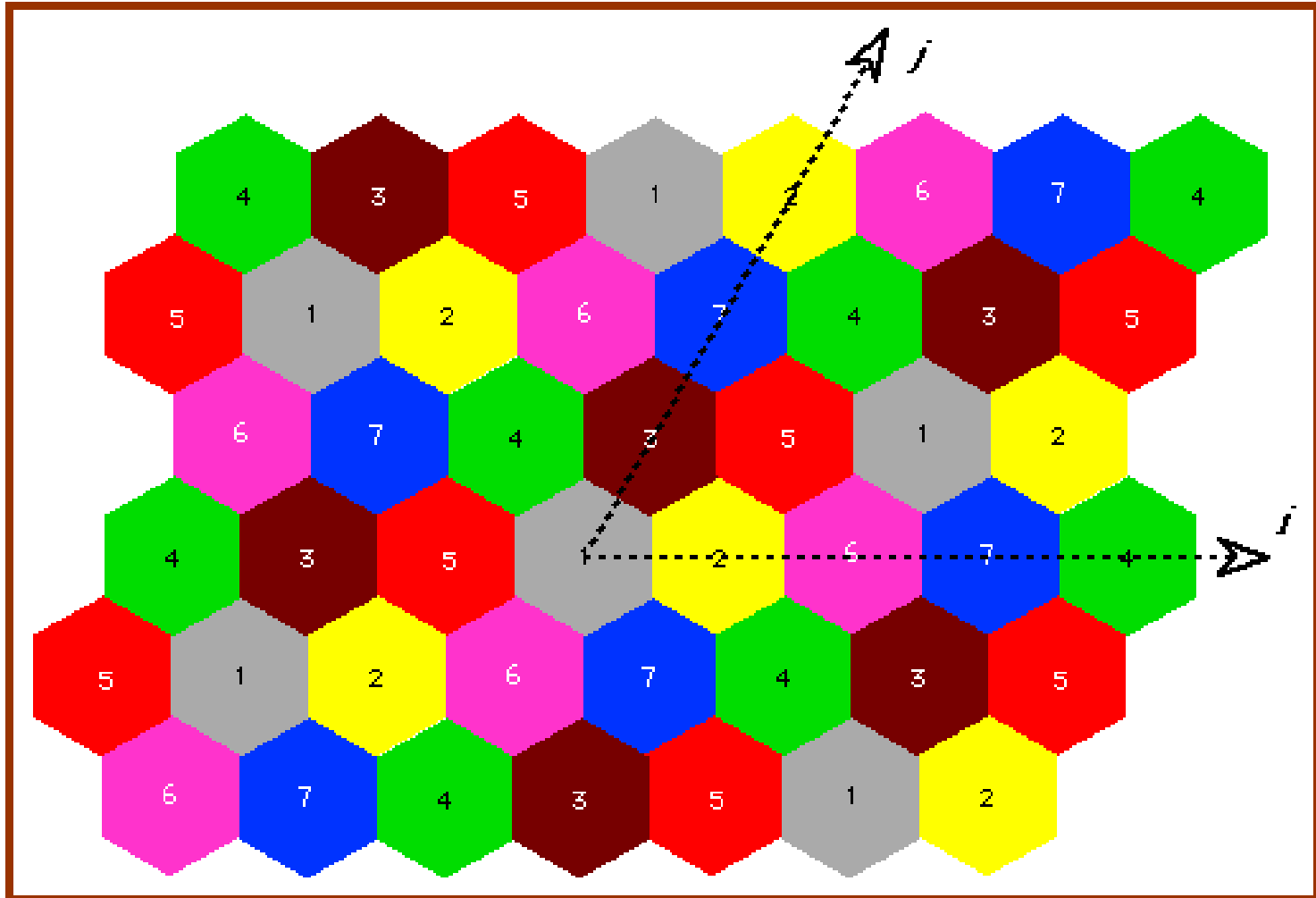
- Κάθε κυψέλη έχει μια μονάδα εκπομπής λήψης, τον **σταθμό βάσης (Base Station, BS)** που αποτελεί και **σημείο πρόσβασης (Access Point, AP)** στο σύστημα.



- Η περιοχή εξυπηρέτησης του συστήματος απαρτίζεται από ένα σύνολο κυψελών.
- Μια ομάδα κυψελών που χρησιμοποιεί διαφορετικές συχνότητες σε κάθε κυψέλη ονομάζεται **ομάδα επαναχρησιμοποίησης (reuse cluster)**.
- Κυψέλες που χρησιμοποιούν τις ίδιες συχνότητες ονομάζονται **ομοδιαυλικές (co-channel cells)**.

Κυψελωτή δομή

Επαναχρησιμοποίηση συχνοτήτων



Κυψελωτή δομή

Επαναχρησιμοποίηση συχνοτήτων

- Έστω:
 - M : ο συνολικός αριθμός των διαύλων του συστήματος χωρίς επαναχρησιμοποίηση, $M = B_s/W$.
 - K : ο αριθμός των κυψελών σε κάθε ομάδα επαναχρησιμοποίησης.
 - C_c : ο αριθμός των διαύλων κάθε κυψέλης.




$$M = K \times C_c \quad \text{ή} \quad C_c = M \times \frac{1}{K}$$

- Η επαναχρησιμοποίηση ανά K κυψέλες προσφέρει χρήση $1/K$ του φάσματος σε κάθε κυψέλη.

Κυψελωτή δομή

Επαναχρησιμοποίηση συχνοτήτων

- Αν N_c είναι ο συνολικός αριθμός των κυψελών του συστήματος και C ο συνολικός αριθμός των διαύλων στην περιοχή εξυπηρέτησης του συστήματος


$$C = N_c \times C_c = N_c \times \frac{M}{K}$$

- Για δοθέν φάσμα (δοθέν M) και τον ίδιο αριθμό κυψελών, όταν $K \downarrow \Rightarrow C \uparrow$, διότι $C_c \uparrow$.
- Επίσης, όταν $K \downarrow \Rightarrow J \uparrow$, όπου $J = N_c / K$ είναι το πλήθος των ομάδων επαναχρησιμοποίησης φάσματος.
- Το K όμως εξαρτάται από την επιτρεπόμενη στάθμη ομοδιαυλικής παρεμβολής.