

# ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ

---



ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ & ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΤΗΛΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ

---

## ΤΕ 10 – Δορυφορικές Επικοινωνίες Θερινό εξάμηνο – 2008

---

### Διάλεξη 5<sup>η</sup>

*Επίκουρος Καθηγητής*

Νικόλαος Χ. Σαγιάς

Webpage: <http://eclass.uop.gr/courses/TST207>

e-mail: [nsagias@uop.gr](mailto:nsagias@uop.gr)

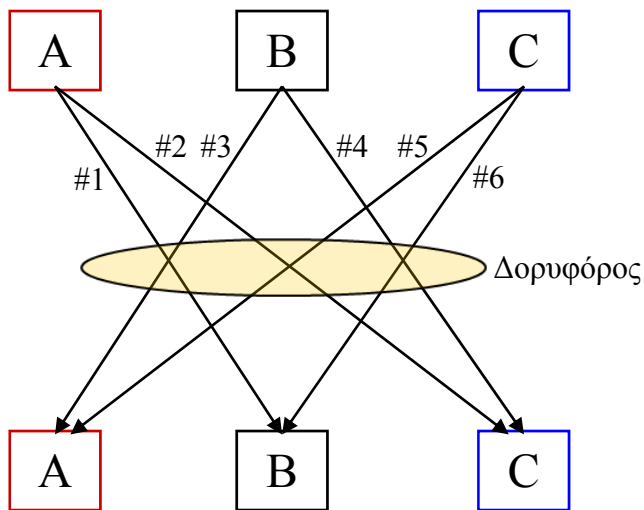
# Περιεχόμενα

---

- Εισαγωγικά
- Τροχιές
- Ανάλυση ραδιοζεύξεων
- Τεχνικές εκπομπής/λήψης
- **Πολλαπλή πρόσβαση**
- Δορυφορικά δίκτυα
- Ειδικά θέματα

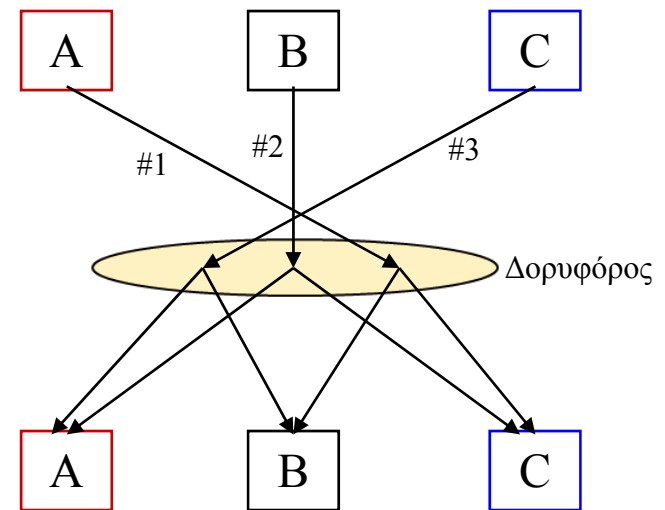
# Πολλαπλή Πρόσβαση

- Ένα φέρον ανά ραδιοζεύξη από σταθμό σε σταθμό  
(απαιτούνται  $N(N - 1)$  φέρουσες συχνότητες)
- Ένα φέρον ανά σταθμό εκπομπής  
(απαιτούνται  $N$  φέρουσες συχνότητες)



Σταθμοί  
εκπομπής

Σταθμοί  
λήψης



# Πολλαπλή Πρόσβαση

---

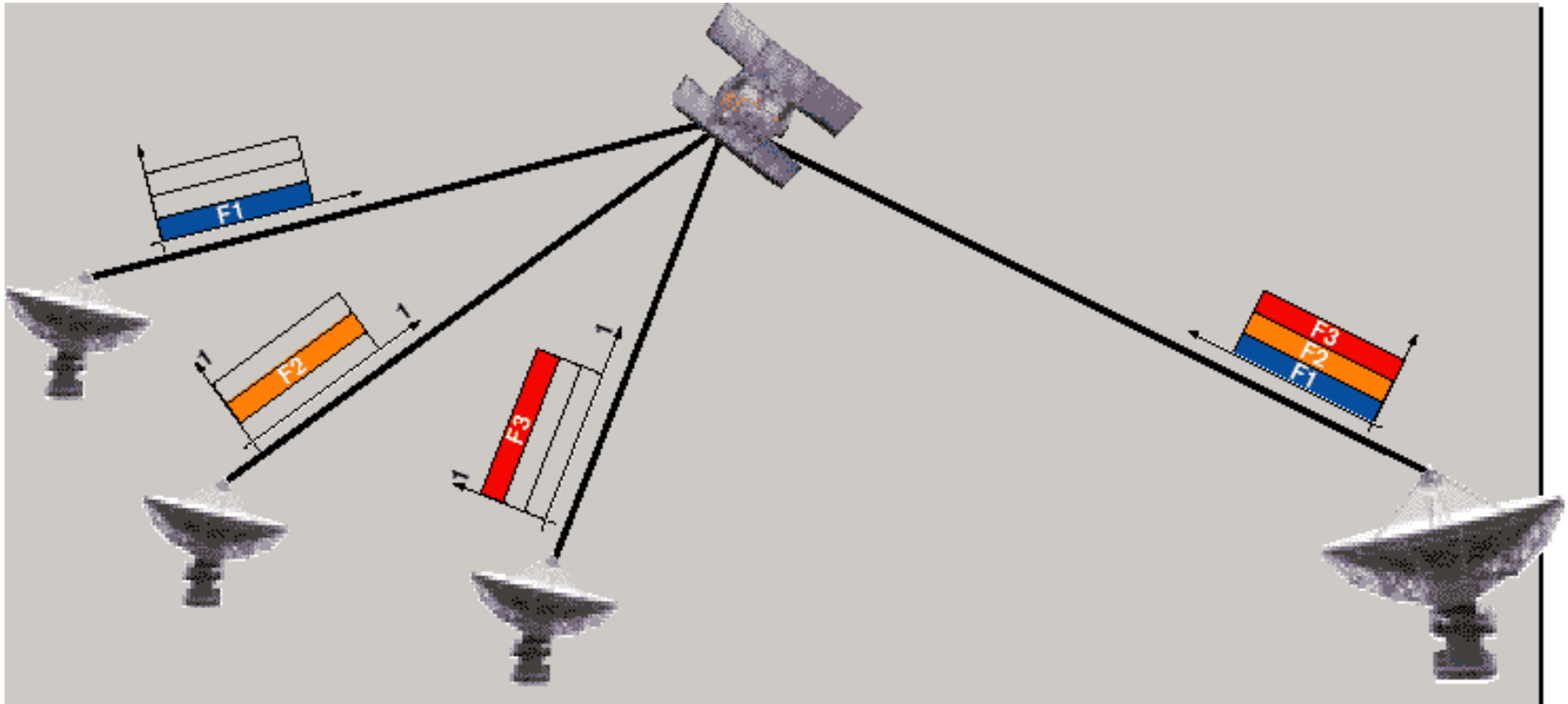
- Με διαίρεση συχνότητας  
(*frequency division multiple access – FDMA*)
  - Με ορθογώνια διαίρεση συχνότητας  
(*orthogonal frequency division multiple access – OFDMA*)
  - Με διαίρεση χρόνου  
(*time division multiple access – TDMA*)
  - Με διαίρεση κωδίκων  
(*code division multiple access – CDMA*)
  - Υβριδικές τεχνικές
    - FD/TDMA
    - TD/CDMA
    - FD/CDMA
- FD/TDMA  
TD/CDMA  
FD/CDMA } FD/TD/CDMA

# Πολλαπλή Πρόσβαση FDMA

## Πολλαπλή πρόσβαση με FDMA

Κάθε χρήστης εκπέμπει:

- Συνεχόμενα στο χρόνο
- Σε συγκεκριμένες ζώνες συχνοτήτων

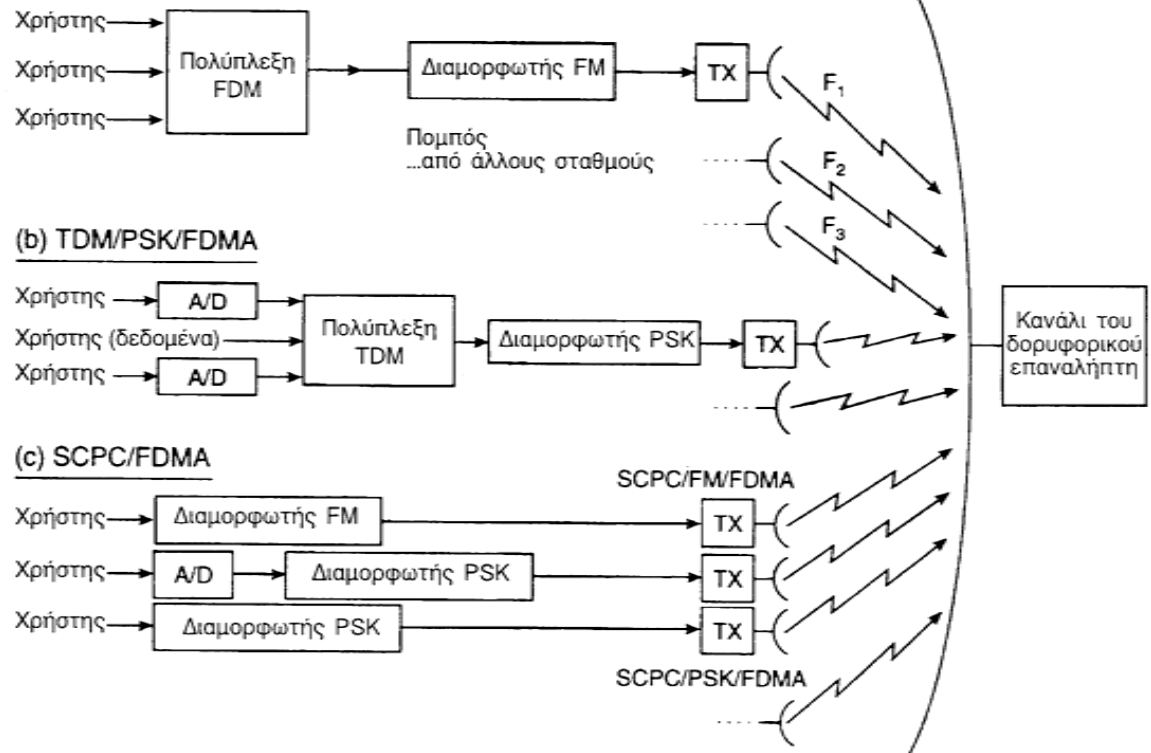


# Πολλαπλή Πρόσβαση FDMA

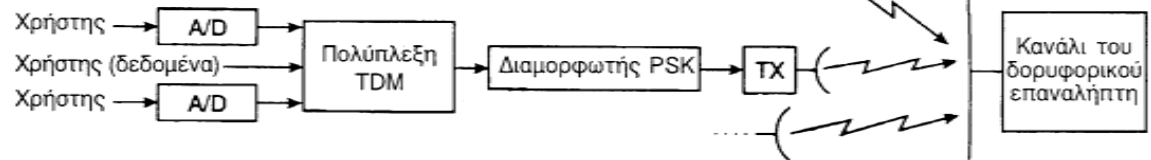
## Διατάξεις εκπομπής:

- FDM/FM/FDMA
- TDM/PSK/FDMA
- SCPC/FDMA

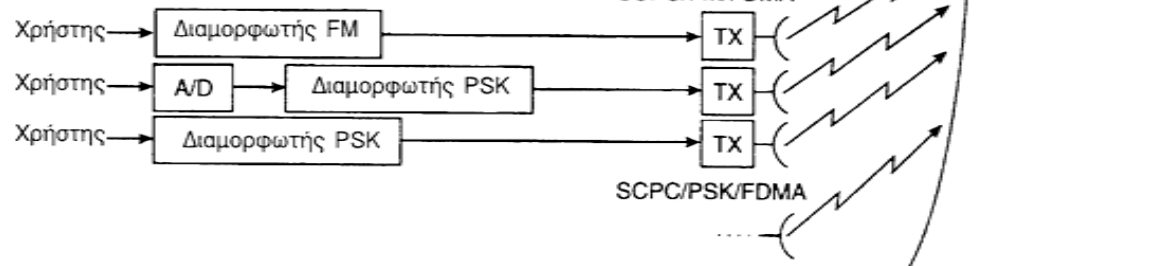
(a) FDM/FM/FDMA



(b) TDM/PSK/FDMA

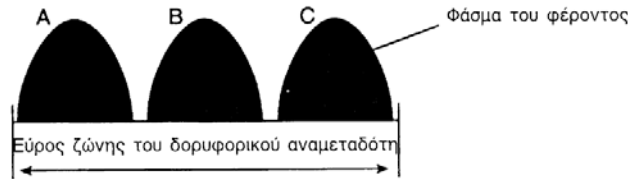


(c) SCPC/FDMA

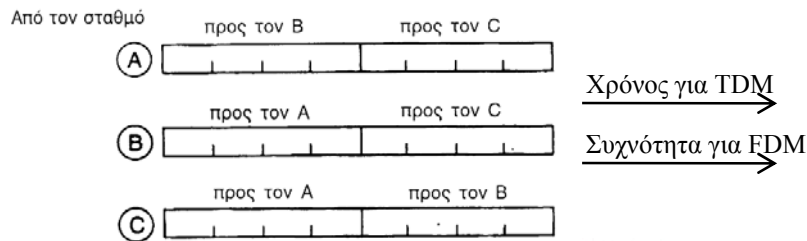


# Πολλαπλή Πρόσβαση FDMA

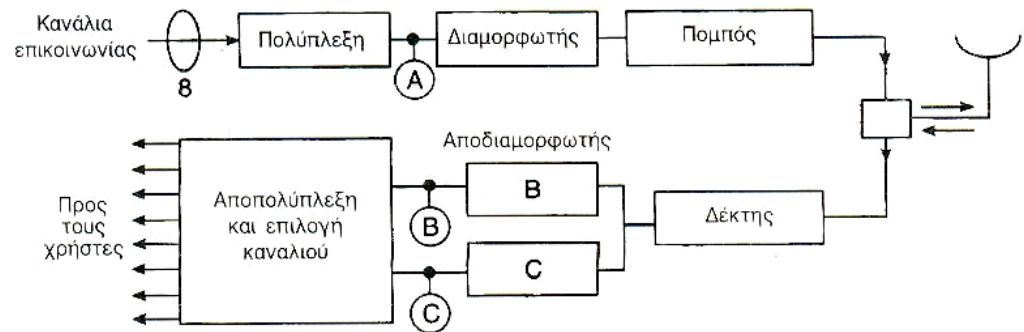
(α) Εκπεμπόμενα φέροντα



(β) Σήμα από πολύπλεξη των σημάτων βάσης (FDM ή TDM)

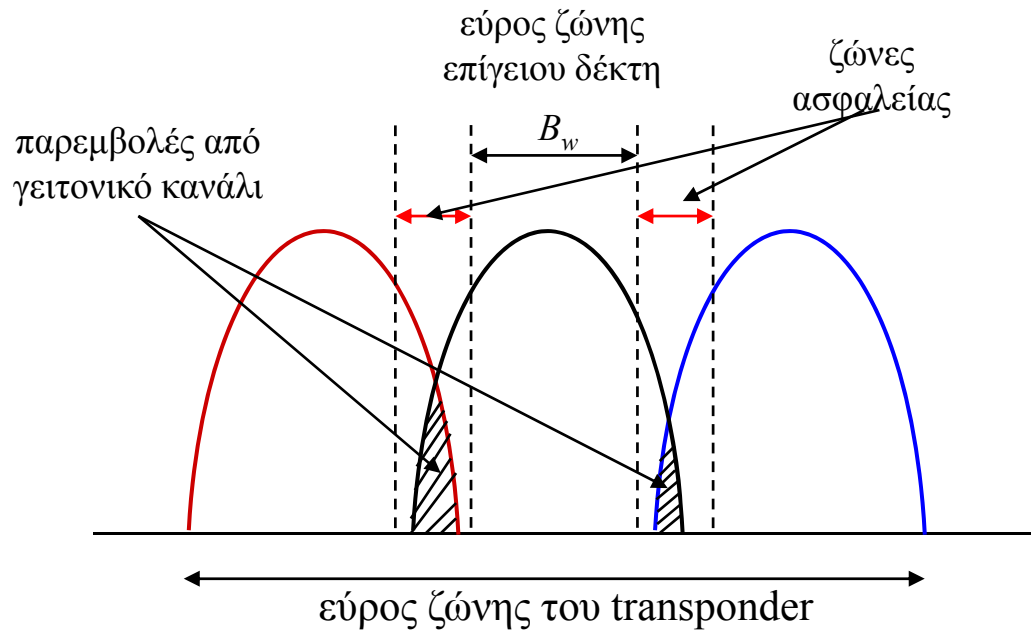


(γ) Διάγραμμα του επίγειου σταθμού



# Πολλαπλή Πρόσβαση FDMA

## Παρεμβολή από γειτονικό κανάλι (*adjacent channel interference – ACI*)



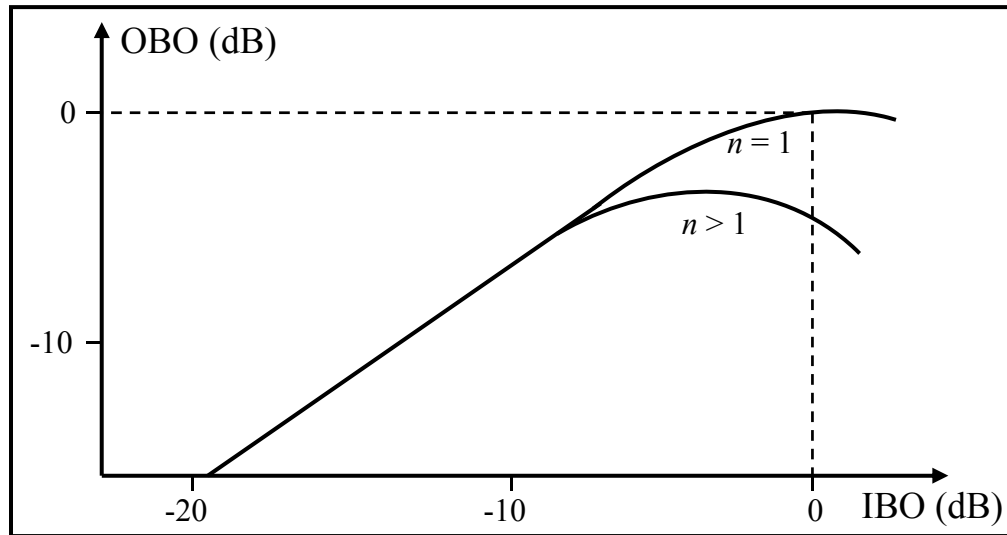
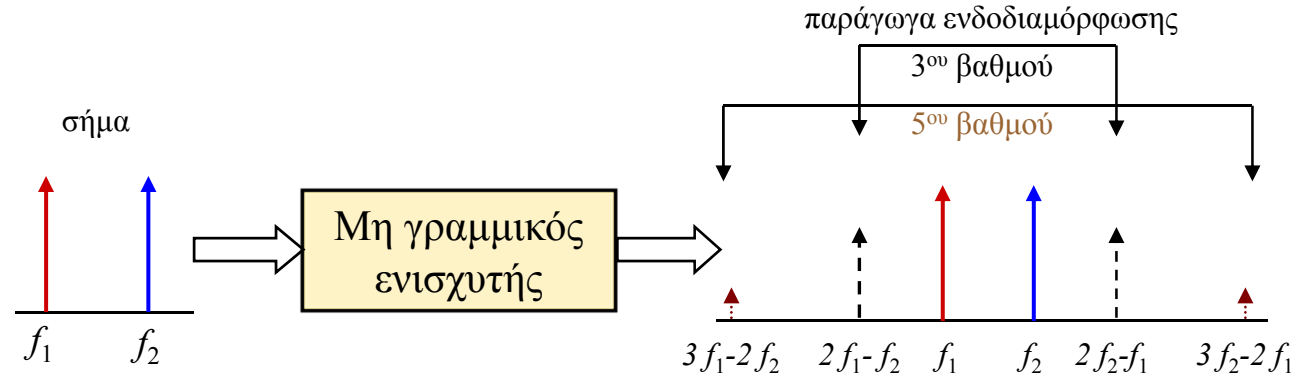


# Πολλαπλή Πρόσβαση FDMA

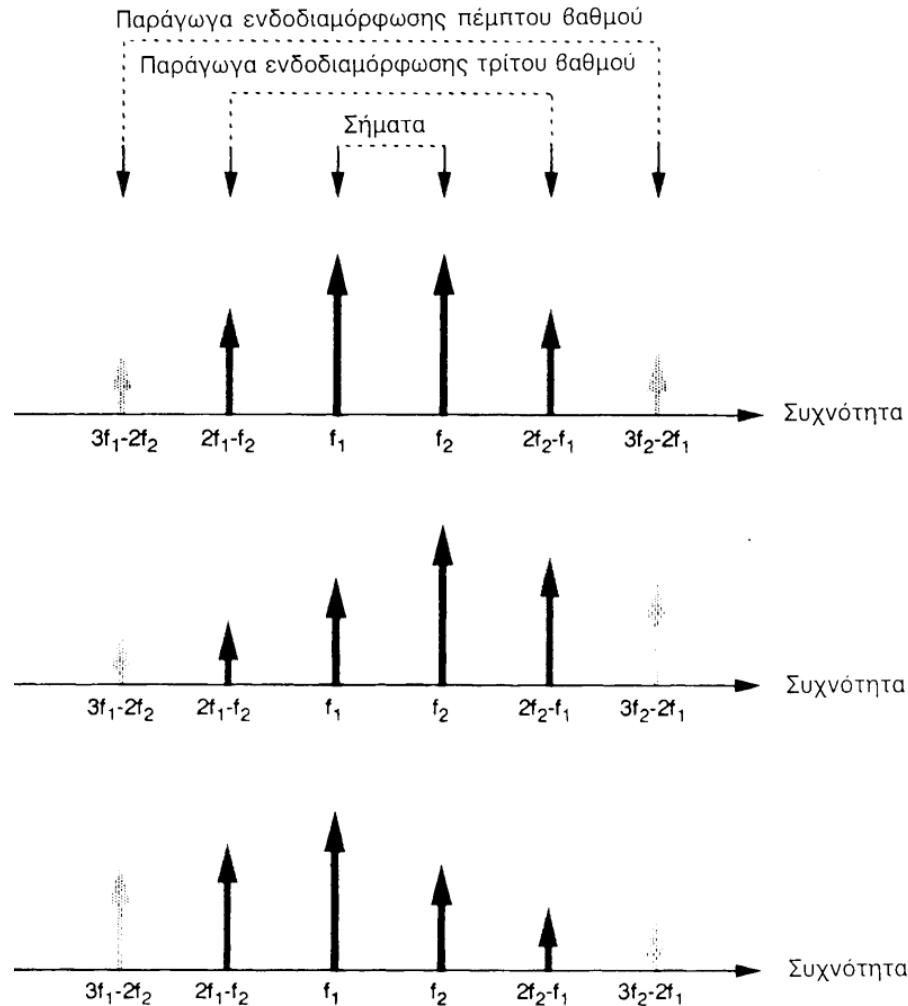
Γενικά:  $f_{IM} = m_1 f_1 + m_2 f_2$

$m_1, m_2 = 0, \pm 1, \pm 2, \pm 3, \dots$

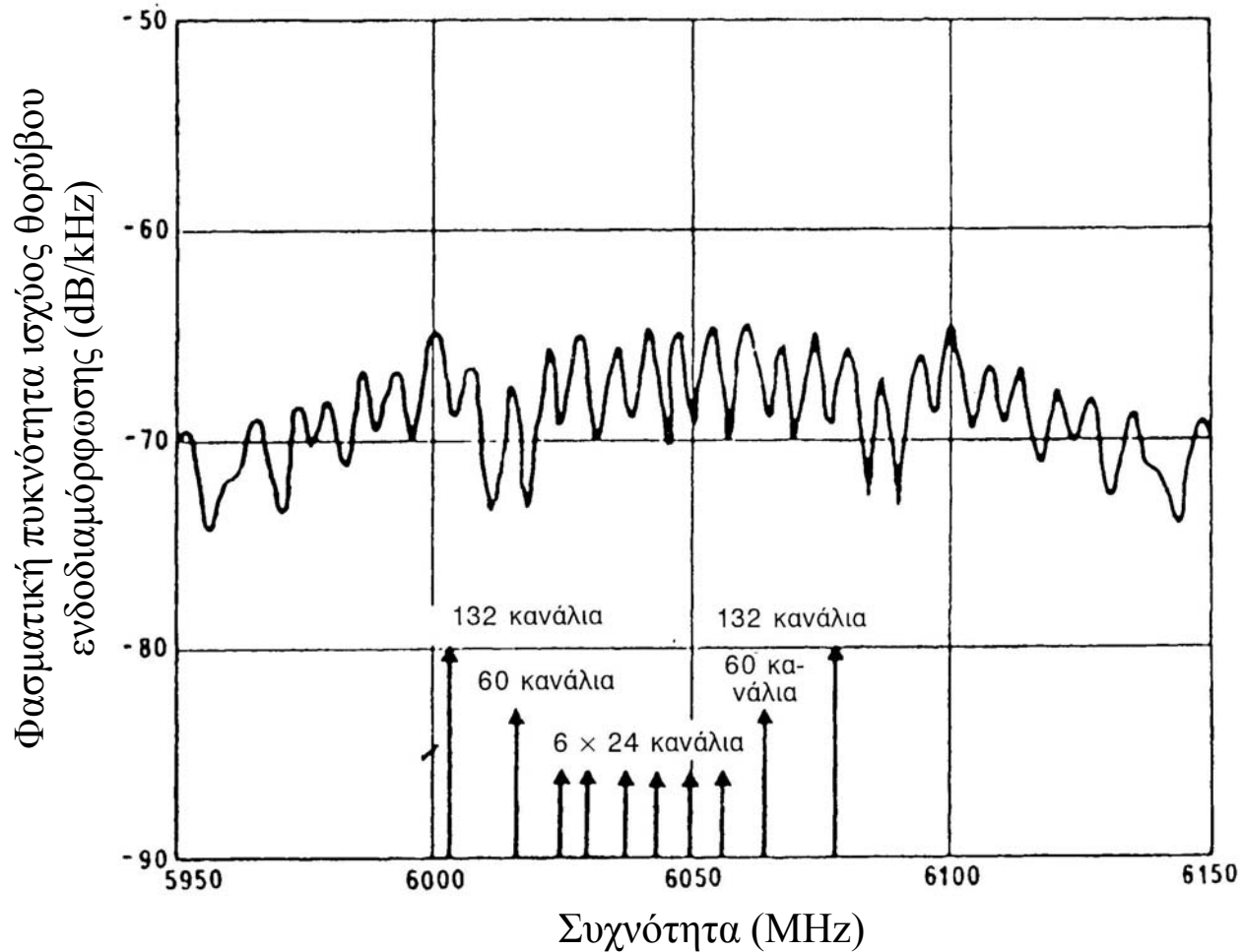
Βαθμός:  $X = |m_1| + |m_2|$



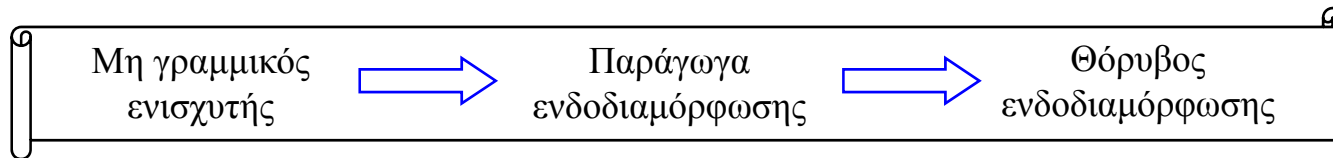
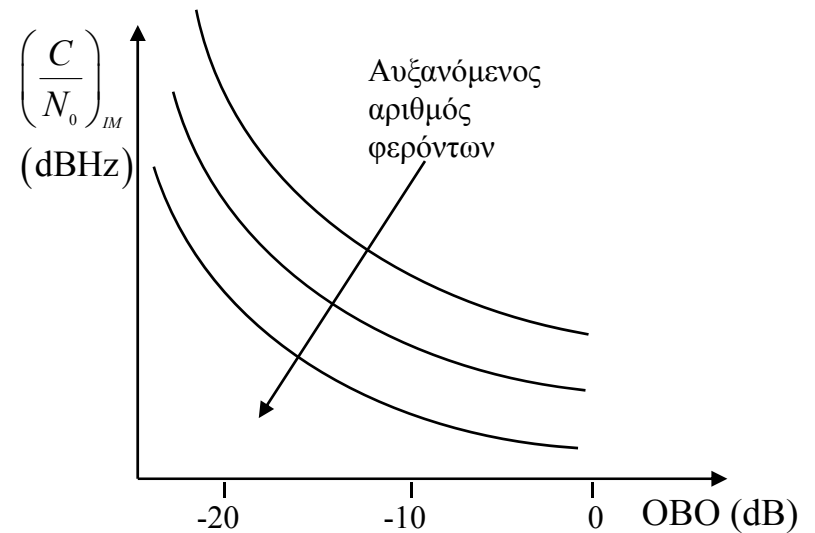
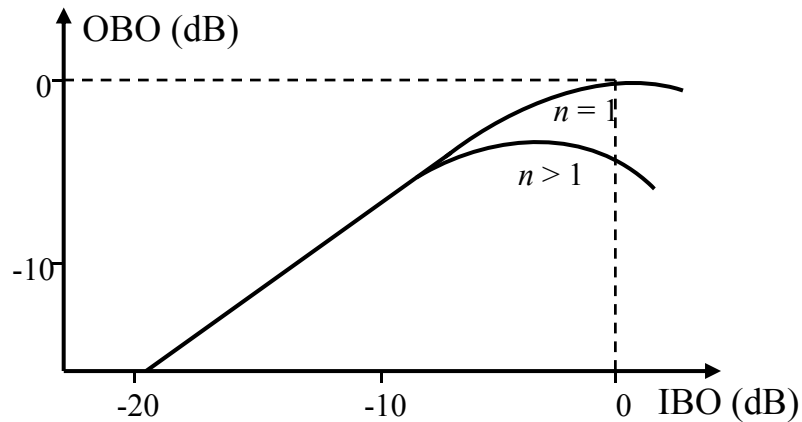
# Πολλαπλή Πρόσβαση FDMA



# Πολλαπλή Πρόσβαση FDMA

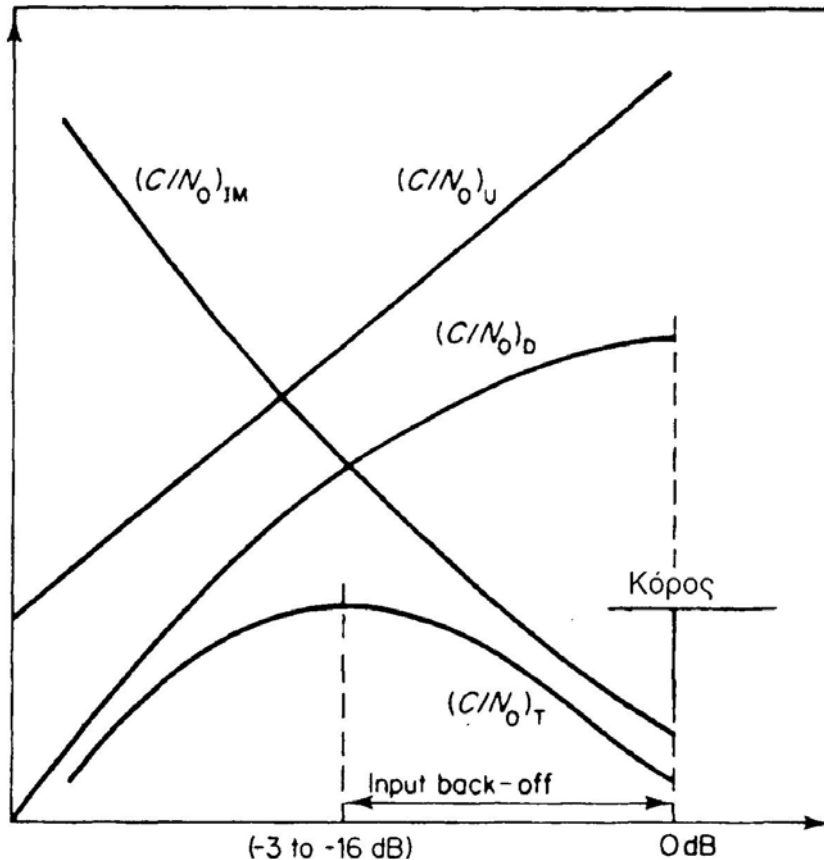


# Πολλαπλή Πρόσβαση FDMA

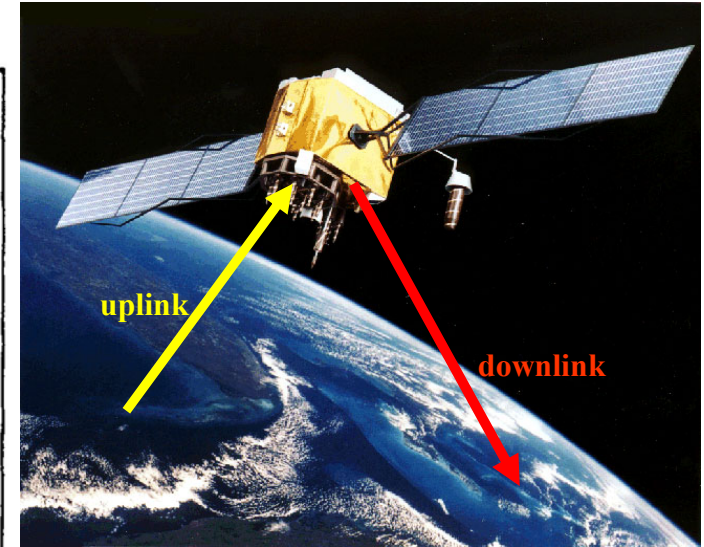


# Πολλαπλή Πρόσβαση FDMA

Ισχύς φέροντος προς φασματική πυκνότητα ισχύος θορύβου,  $C/N_0$  (dBHz)



Ισχύς εισόδου σε σχέση με την ισχύ κόρου, IBO

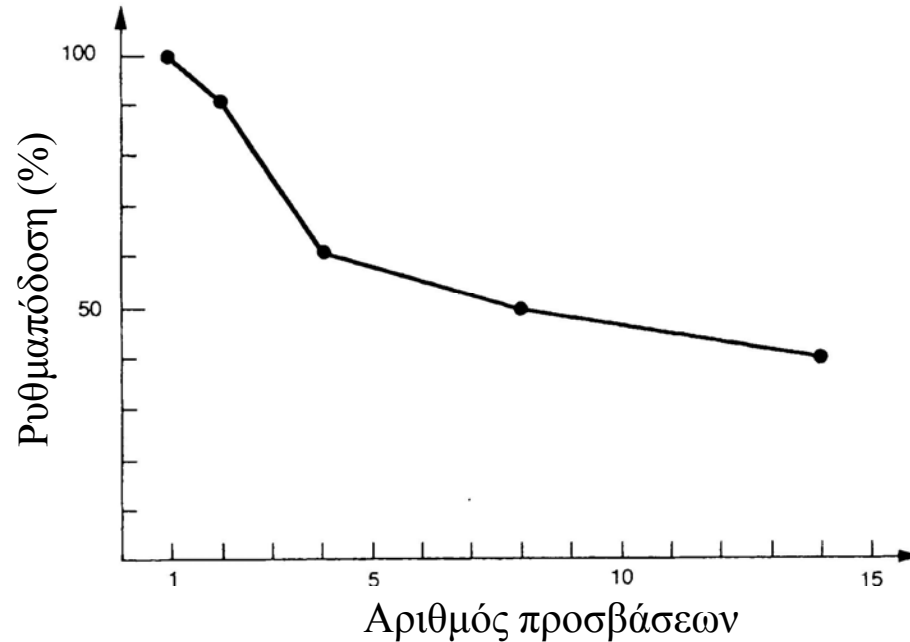


$$\left(\frac{C}{N_0}\right)_T^{-1} = \left(\frac{C}{N_0}\right)_U^{-1} + \left(\frac{C}{N_0}\right)_D^{-1} + \left(\frac{C}{N_0}\right)_{IM}^{-1}$$

$$\left(\frac{C}{N_0}\right)_{IM}^{-1} = \left(\frac{C}{N_0}\right)_{IM,U}^{-1} + \left(\frac{C}{N_0}\right)_{IM,D}^{-1}$$

# Πολλαπλή Πρόσβαση FDMA

---



## Συμπεράσματα:

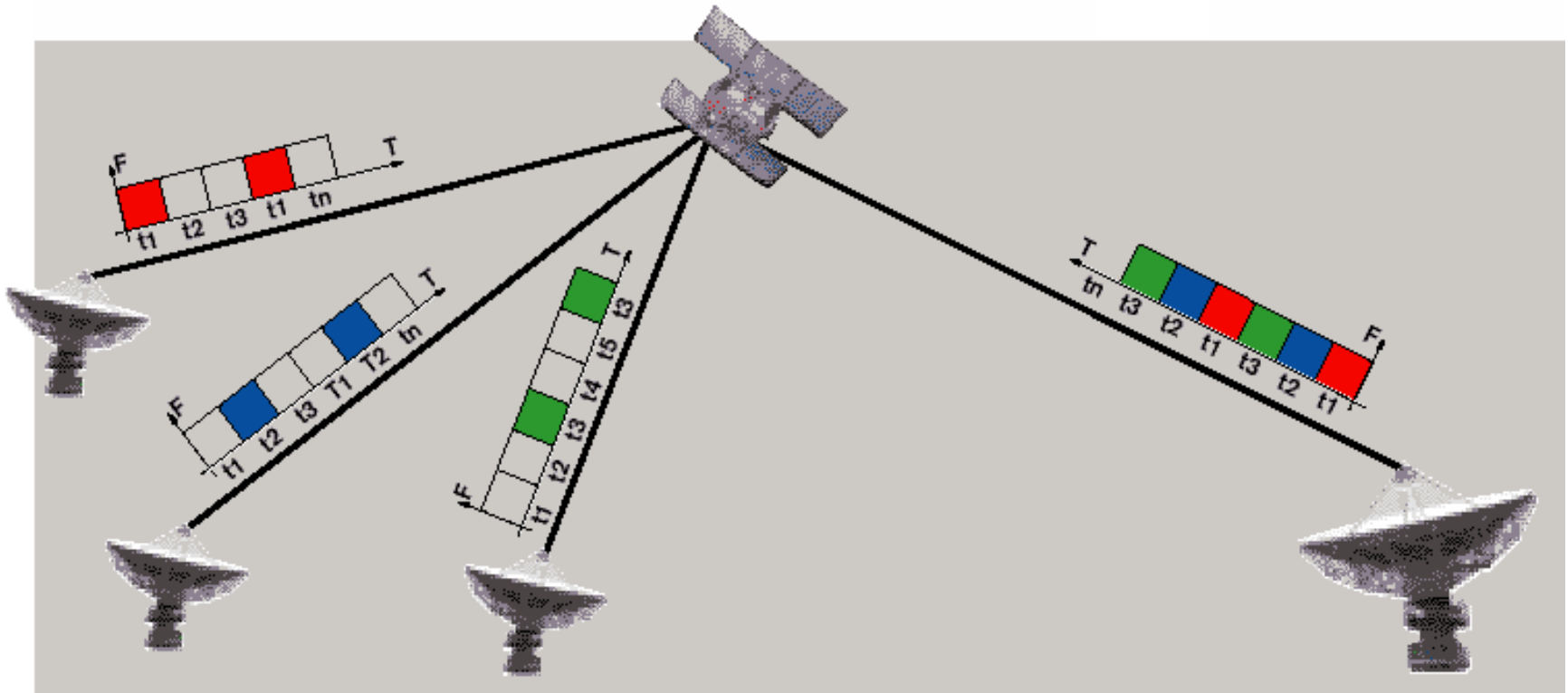
- Δυσκολία επαναδιάταξης
- Μείωση χωρητικότητας με αύξηση του αριθμού των προσβάσεων
- Απαίτηση για έλεγχο ισχύος εκπομπής

# Πολλαπλή Πρόσβαση TDMA

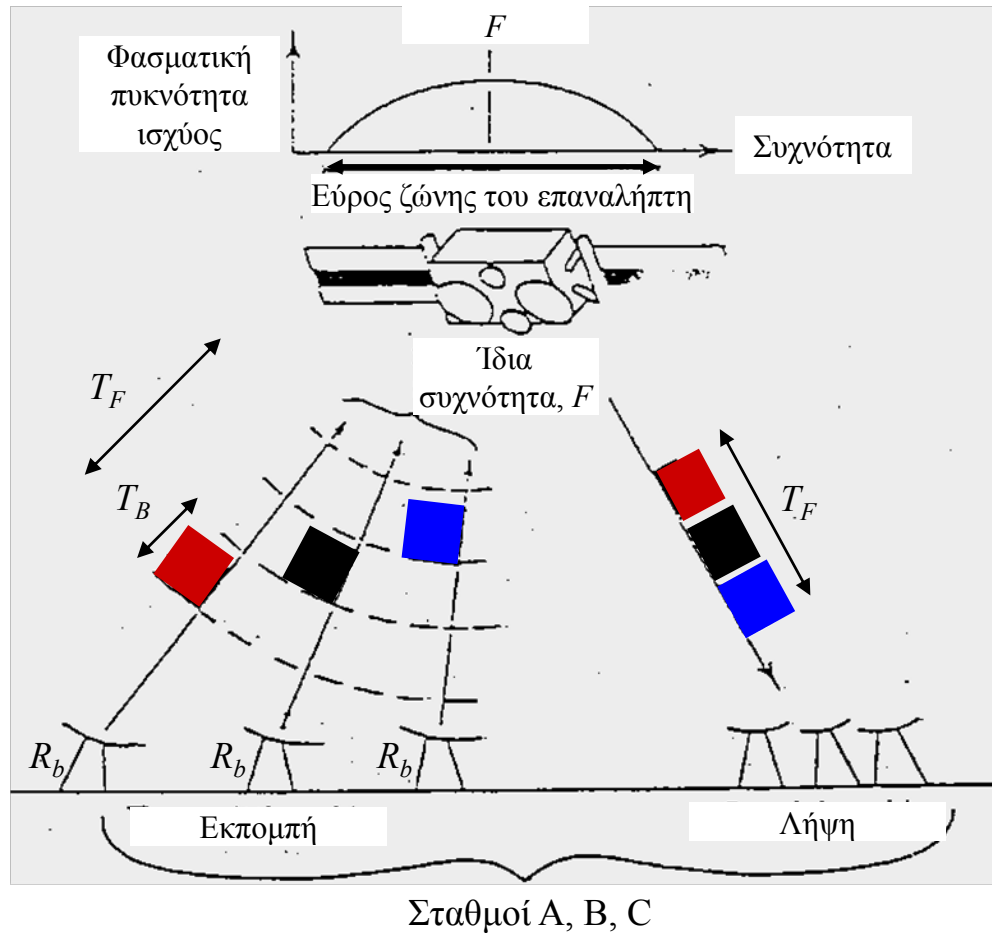
## Πολλαπλή πρόσβαση με TDMA

Κάθε χρήστης εκπέμπει:

- Σε συγκεκριμένες χρονοθυρίδες
- Σε όλο το φάσμα συχνοτήτων



# Πολλαπλή Πρόσβαση TDMA



Συνολικός ρυθμός μετάδοσης:

$$R = R_b \frac{T_F}{T_B}$$



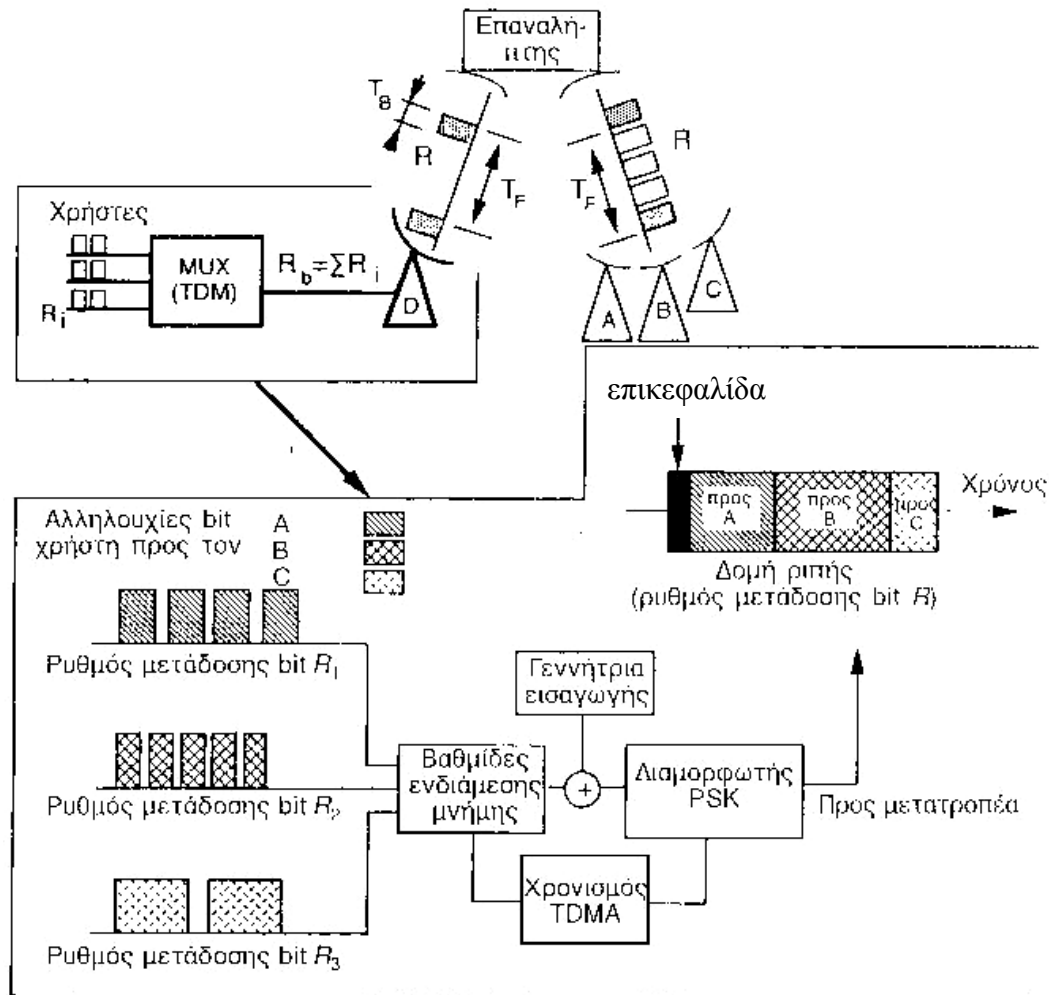
# Πολλαπλή Πρόσβαση TDMA

---

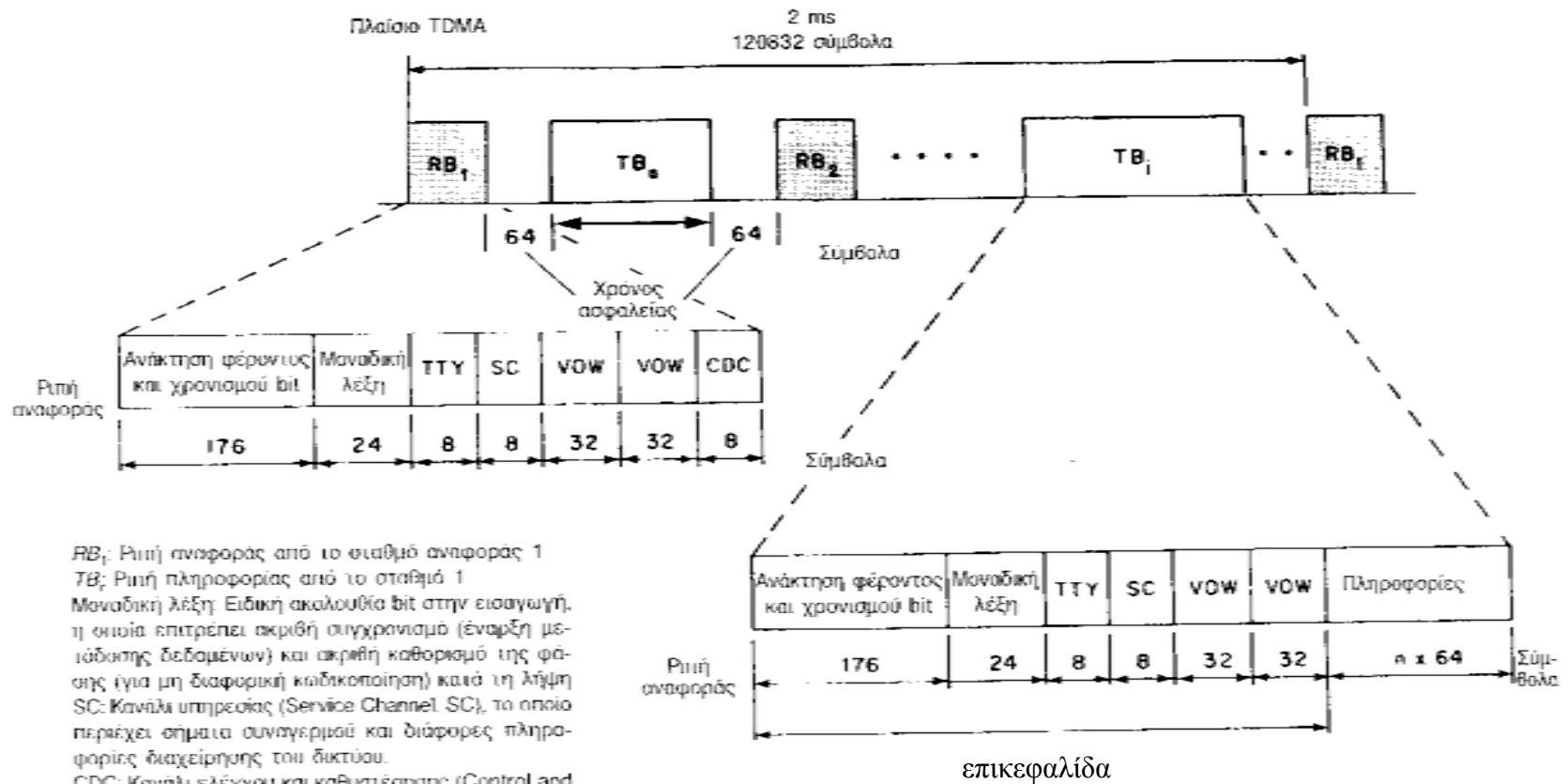
## Χρησιμότητα επικεφαλίδας (*header*):

- Συγχρονισμός τοπικού ταλαντωτή του δέκτη
- Συγχρονισμό συμβόλων
- Καθορισμός της αρχής μιας ριπής μέσω μοναδικής λέξης
- Μετάδοση υπηρεσιακών μηνυμάτων μεταξύ σταθμών

# Πολλαπλή Πρόσβαση TDMA



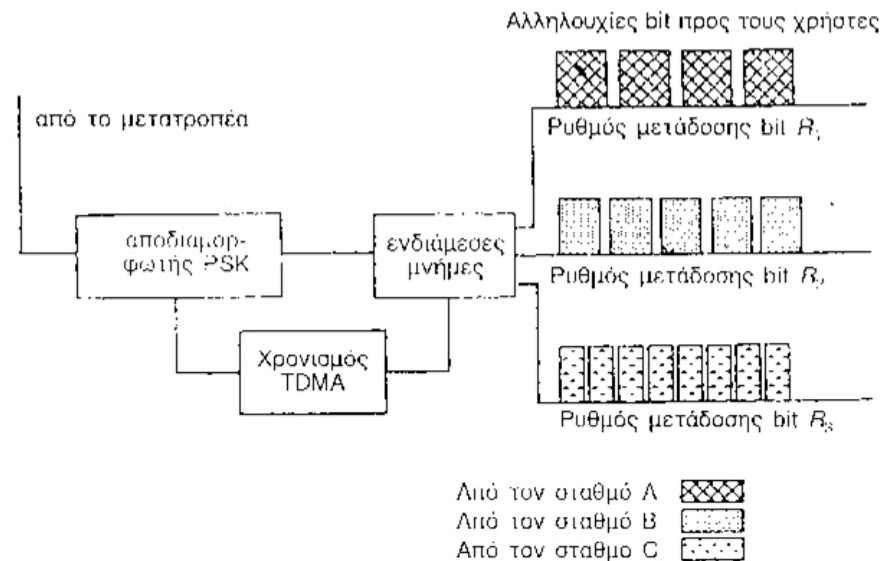
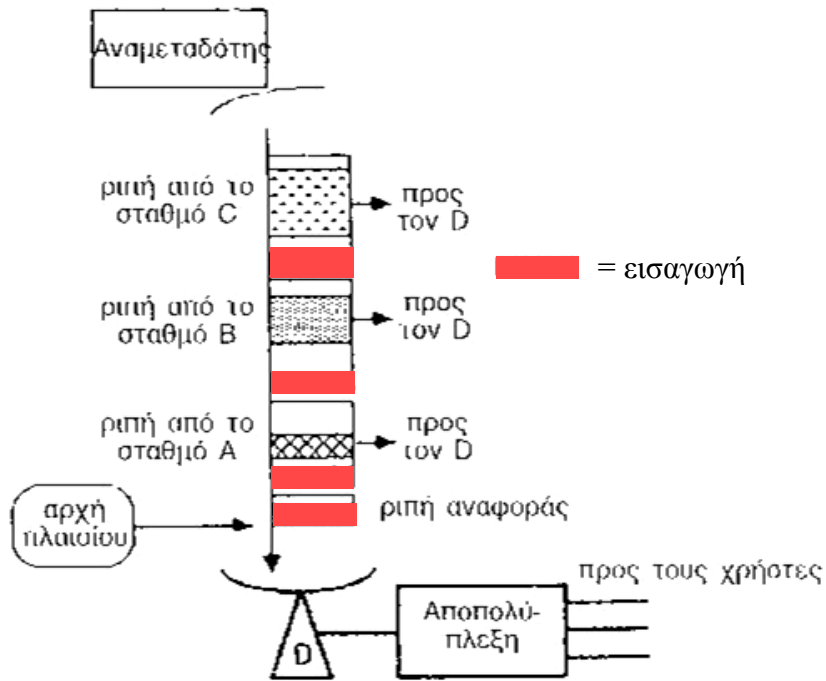
# Πολλαπλή Πρόσβαση TDMA



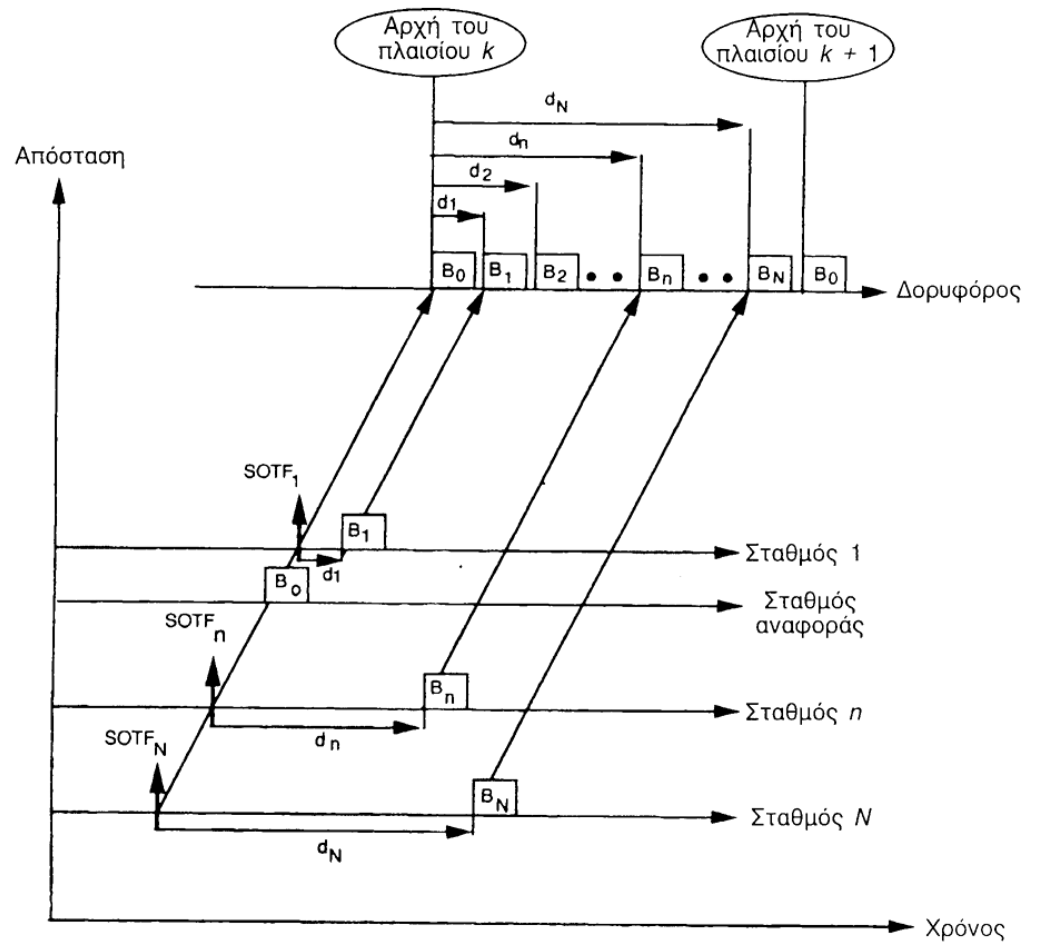
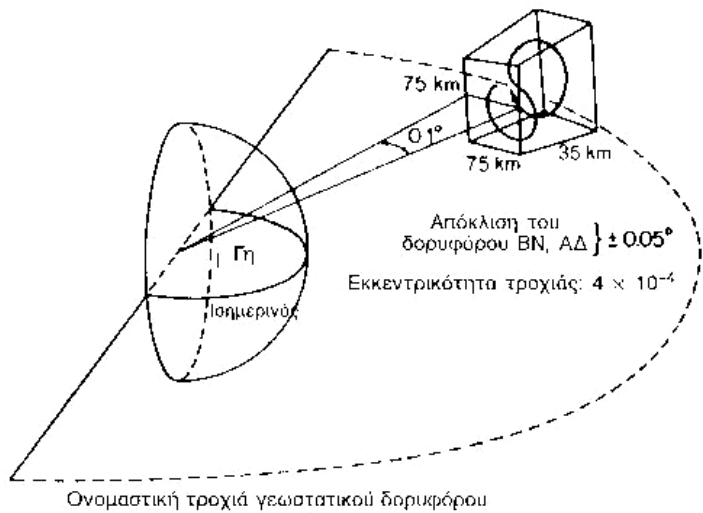
RB<sub>i</sub>: Ριπή αναφοράς από το σταθμό αναφοράς 1  
 TB<sub>i</sub>: Ριπή πληροφορίας από το σταθμό 1  
 Μοναδική λέξη: Ειδική ακολουθία bit στην εισαγωγή, η οποία επιτρέπει ακριβή συγχρονισμό (έναρξη με-  
 τόδου της δεδομένων) και ακριβή καθορισμό της φά-  
 σης (για μη διαφορετική κωδικοποίηση) κατά τη λήψη  
 SC: Κανάλι υπηρεσίας (Service Channel SC), το οποίο  
 περιέχει σήματα συναγερμού και διάφορες πληρο-  
 φορίες διαχείρισης του δικτύου.  
 CDC: Κανάλι ελέγχου και καθυστέρησης (Control and  
 Delay Channel), που περιέχει την πληροφορία καθυ-  
 στέρησης (Dn) για το συγχρονισμό των ριπών εκπο-  
 μής  
 TTY, VOW: Μιμύματα τηλεγραφίας και τηλεφωνίας  
 για ενδοσπικοινωνίες μεταξύ των σταθμών

Διαμόρφωση QPSK: 1 σύμβολο = 2 bit, ρυθμός μετάδοσης bit = 120 Mbit/s

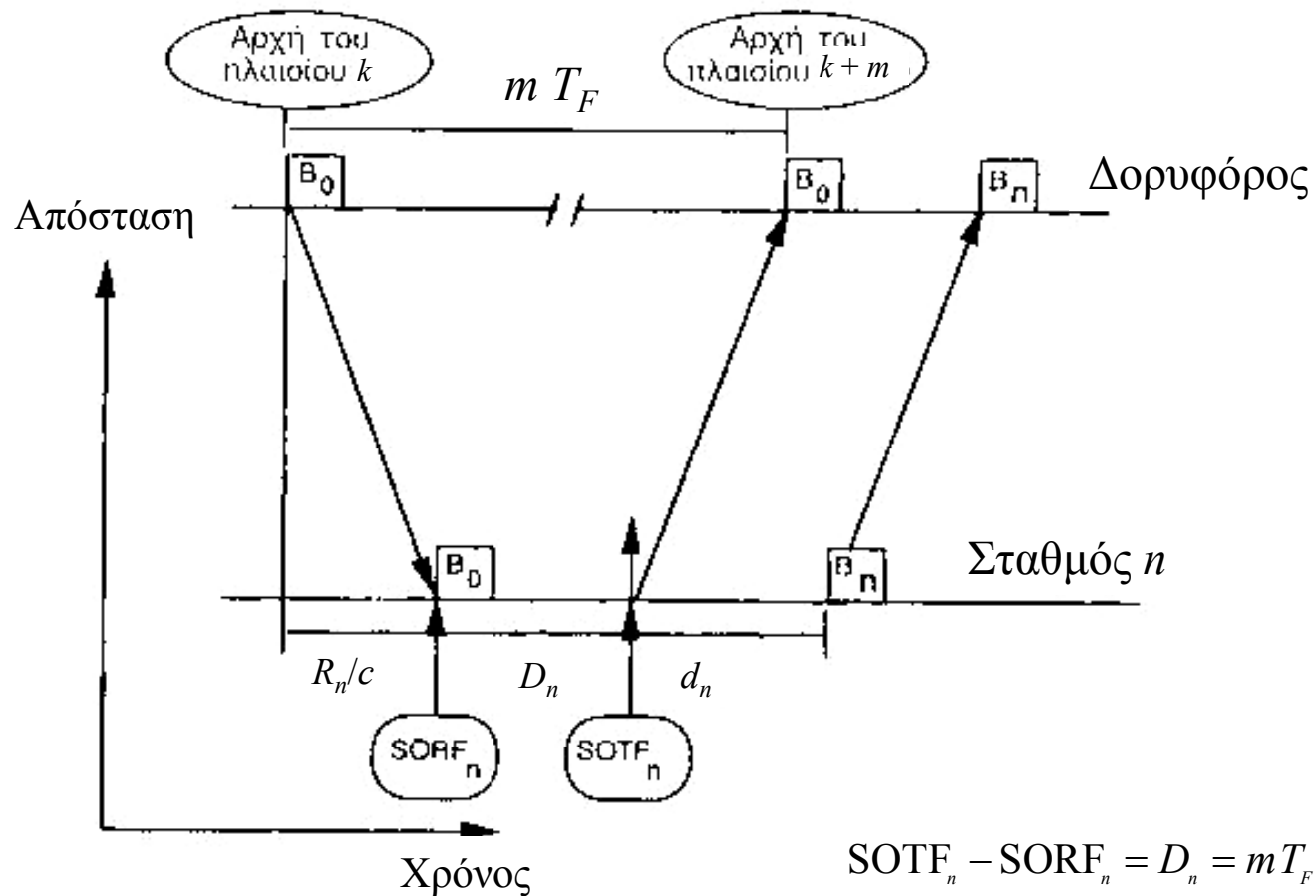
# Πολλαπλή Πρόσβαση TDMA



# Πολλαπλή Πρόσβαση TDMA

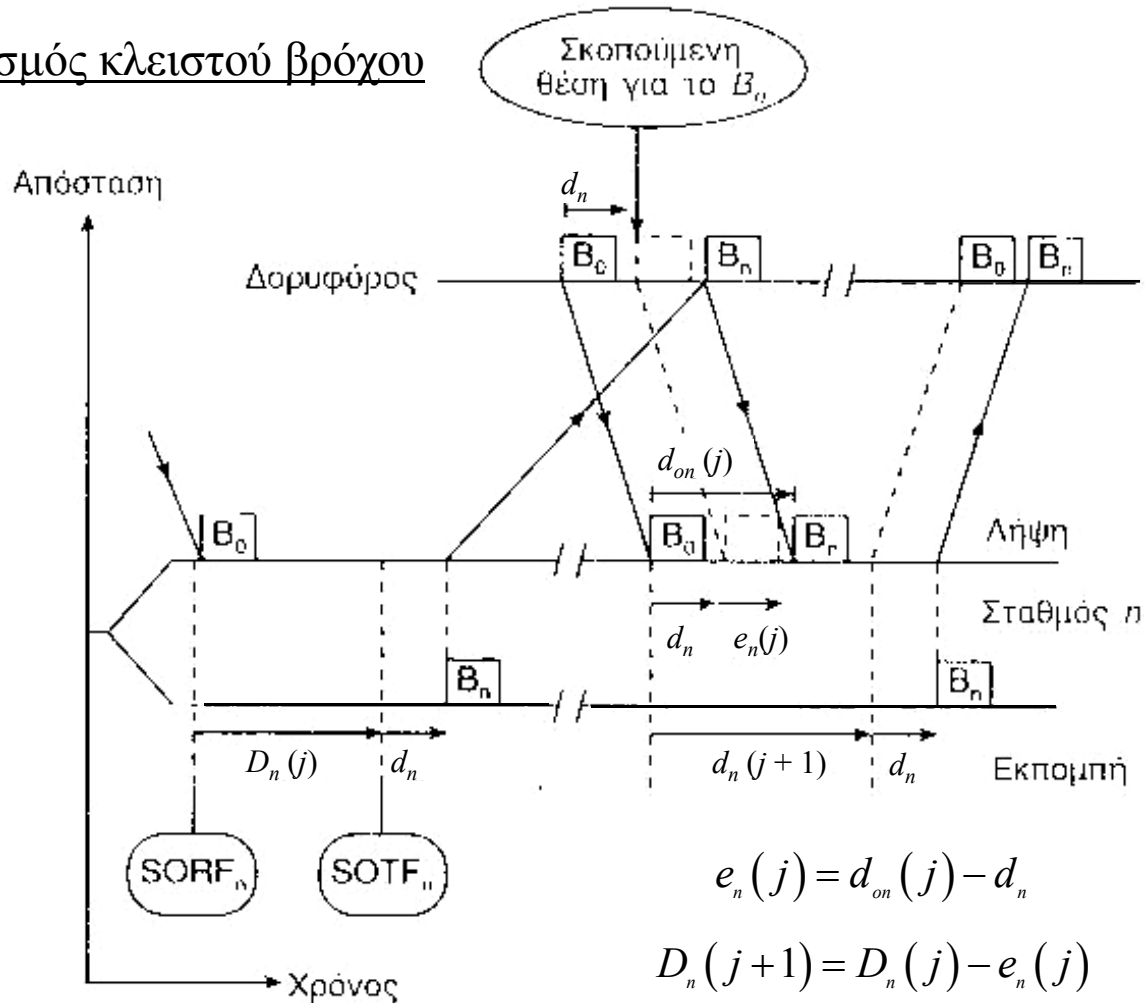


# Πολλαπλή Πρόσβαση TDMA



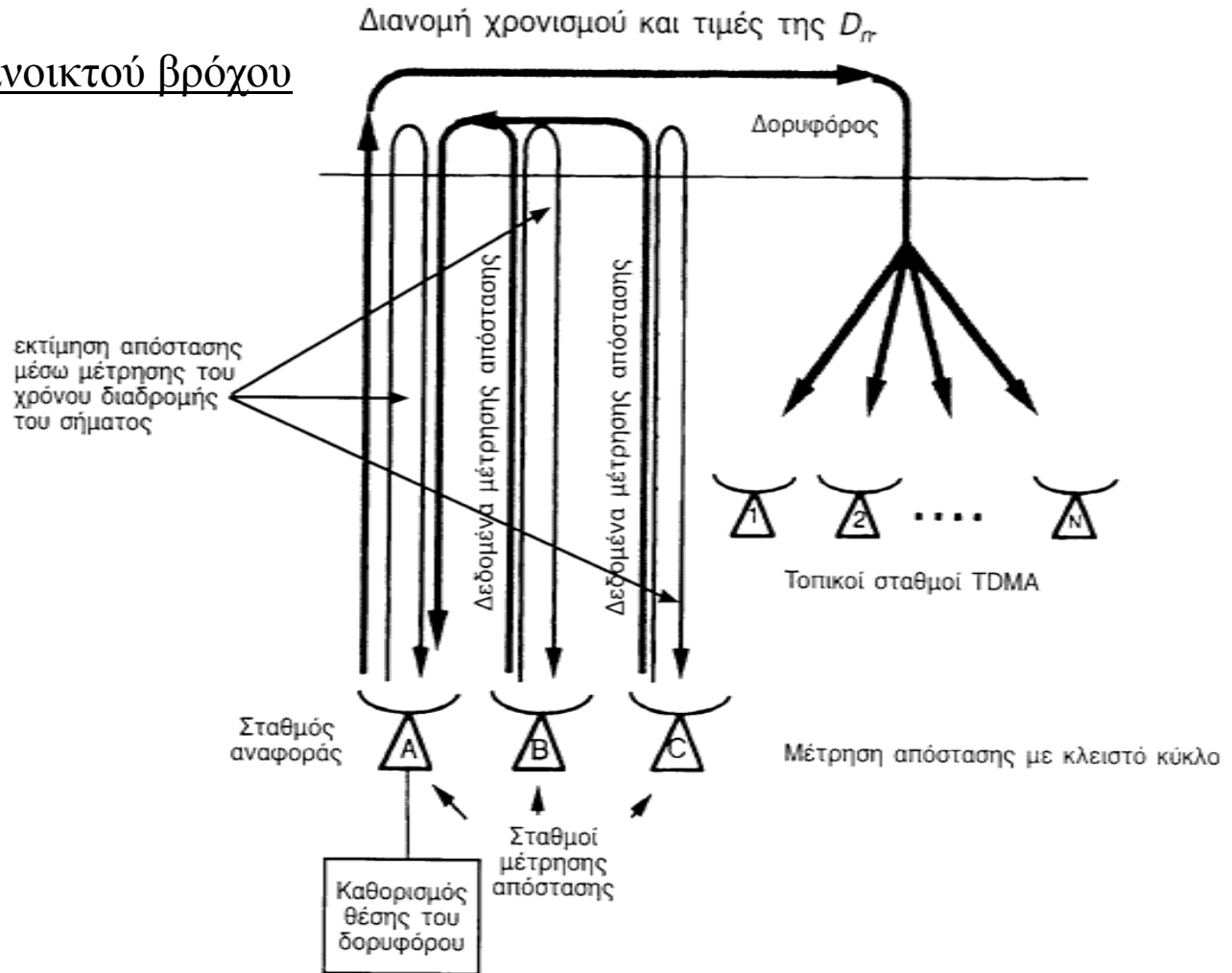
# Πολλαπλή Πρόσβαση TDMA

## Συγχρονισμός κλειστού βρόχου



# Πολλαπλή Πρόσβαση TDMA

## Συγχρονισμός ανοικτού βρόχου





# Πολλαπλή Πρόσβαση TDMA

$$\text{Ρυθμαπόδοση: } \eta = 1 - \sum_i \left( \frac{t_i}{T_F} \right) = 1 - (P + 2) \frac{p + g}{RT_F}$$

$t_i$ : χρόνοι κατά τους οποίους  $\zeta$  δεν μεταδίδεται πληροφορία

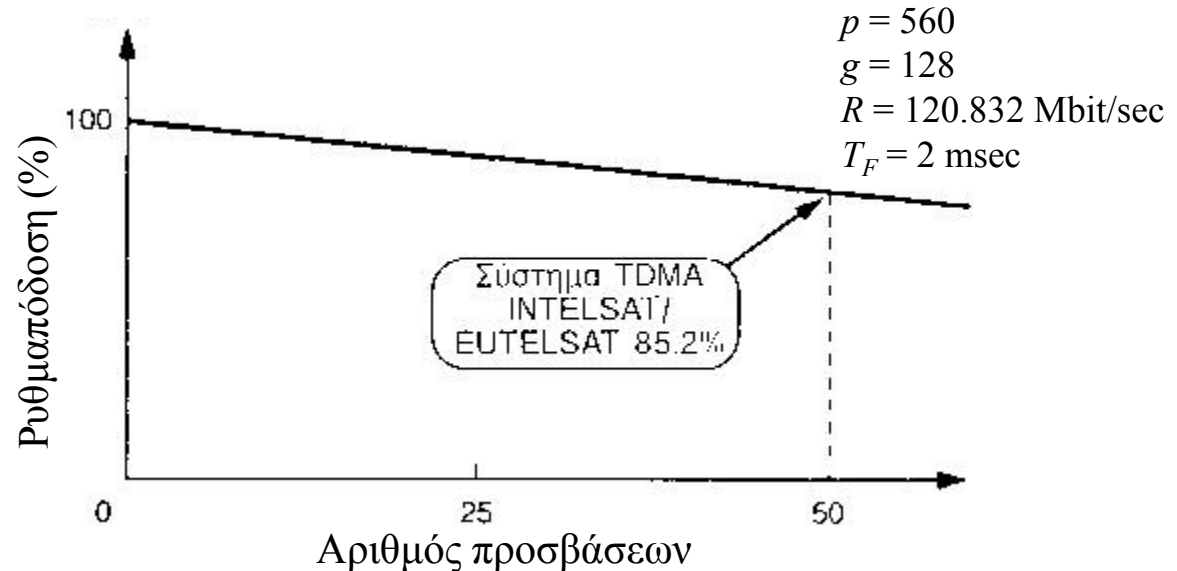
$P$ : αριθμός προσβάσεων

$p$ : πλήθος bit στην επικεφαλίδα

$g$ : η ισοδύναμη διάρκεια σε bit στο χρόνο ασφαλείας

$R$ : ο ρυθμός μετάδοσης bit του πλαισίου (bit/sec)

$T_F$ : η χρονική διάρκεια του πλαισίου



# Πολλαπλή Πρόσβαση TDMA

---

## Πλεονεκτήματα:

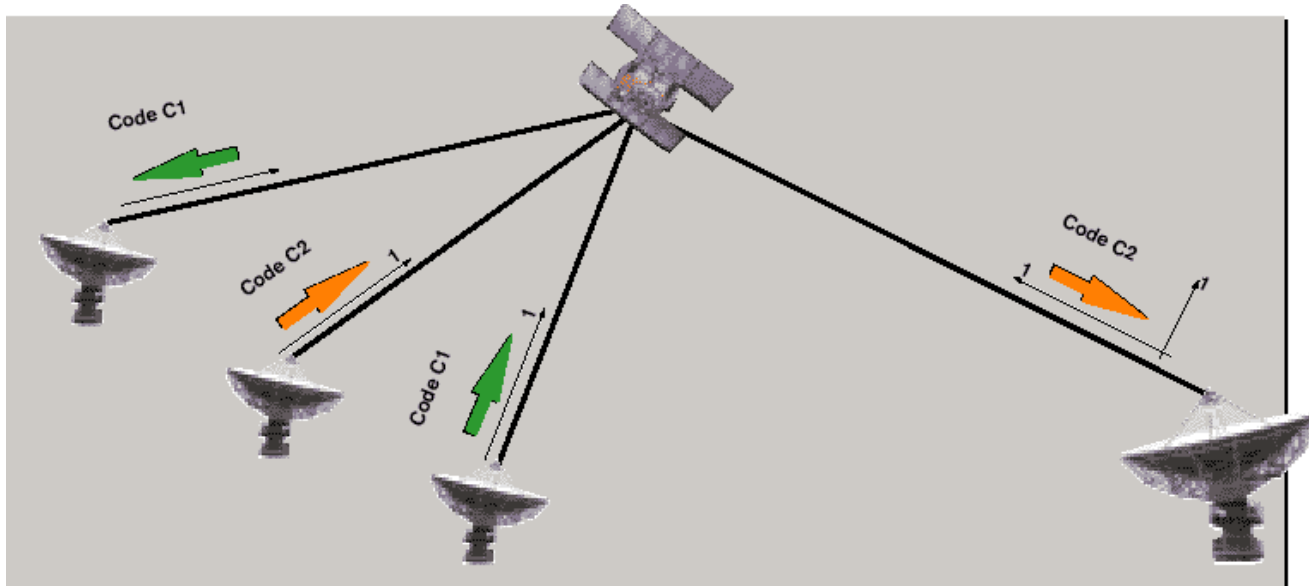
- Ο επαναλήπτης ενισχύει μόνο ένα απλό φέρον
- Υψηλή ρυθμαπόδοση για μεγάλο αριθμό προσβάσεων
- Δεν υπάρχει ανάγκη για έλεγχο της ισχύος εκπομπής των σταθμών
- Όλοι οι σταθμοί εκπέμπουν & λαμβάνουν στην ίδια συχνότητα

## Μειονεκτήματα:

- Ανάγκη συγχρονισμού
- Ανάγκη για υψηλή ισχύς εκπομπής και εύρους ζώνης
- Υψηλό κόστος σταθμών

# Πολλαπλή Πρόσβαση CDMA

## Πολλαπλή πρόσβαση με CDMA

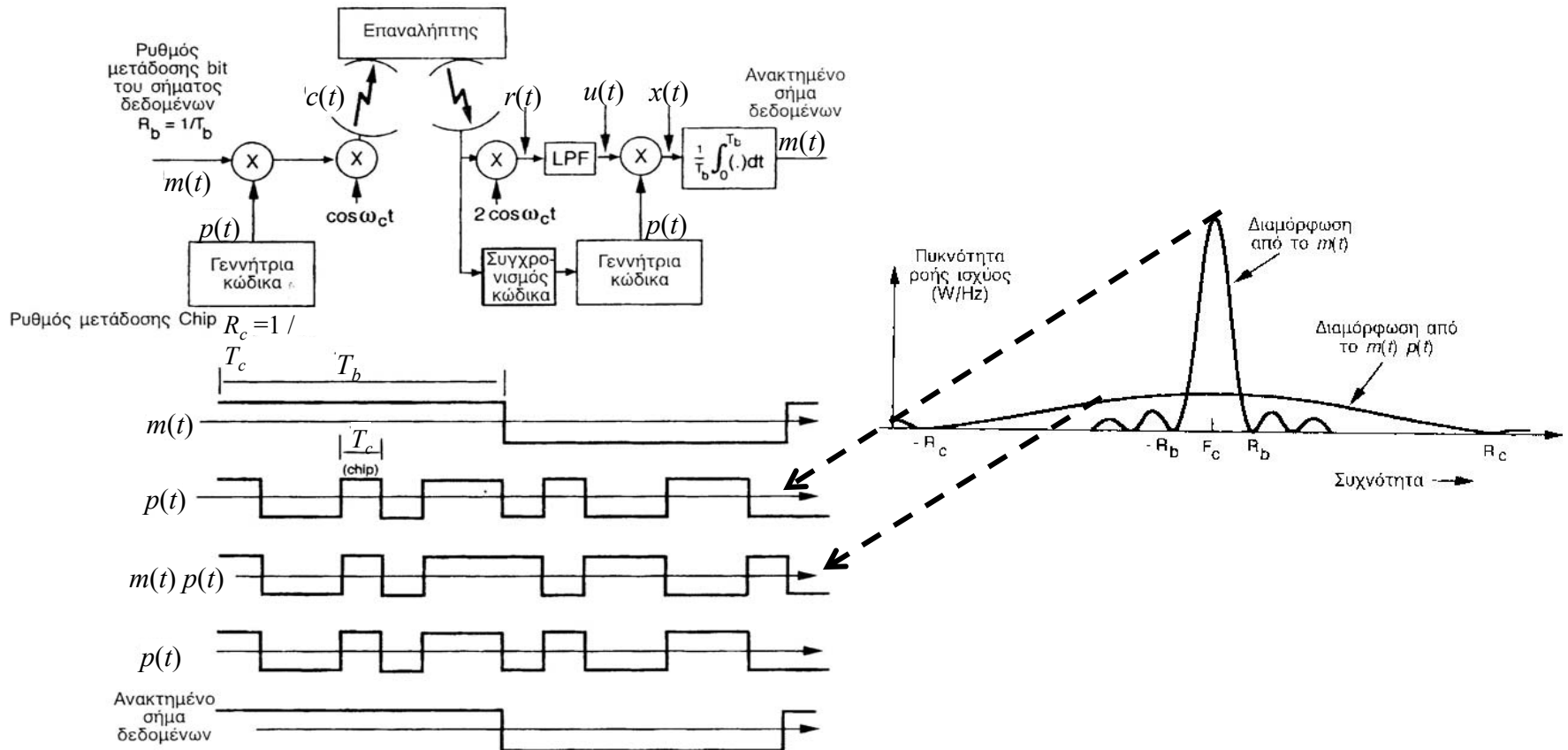


Κάθε χρήστης εκπέμπει:

- Συνεχόμενα στο χρόνο
- Σε όλο το φάσμα συχνοτήτων
- Χρησιμοποιώντας μία μοναδική δυαδική ακολουθία (υπογραφή)

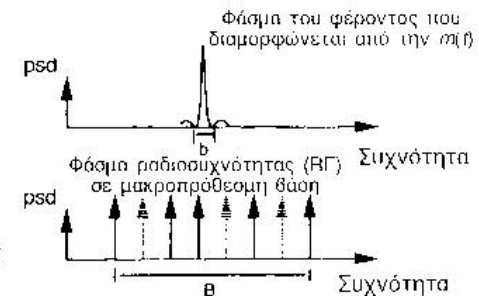
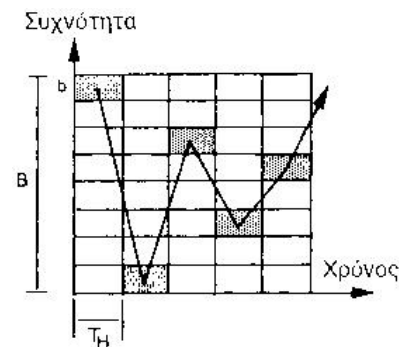
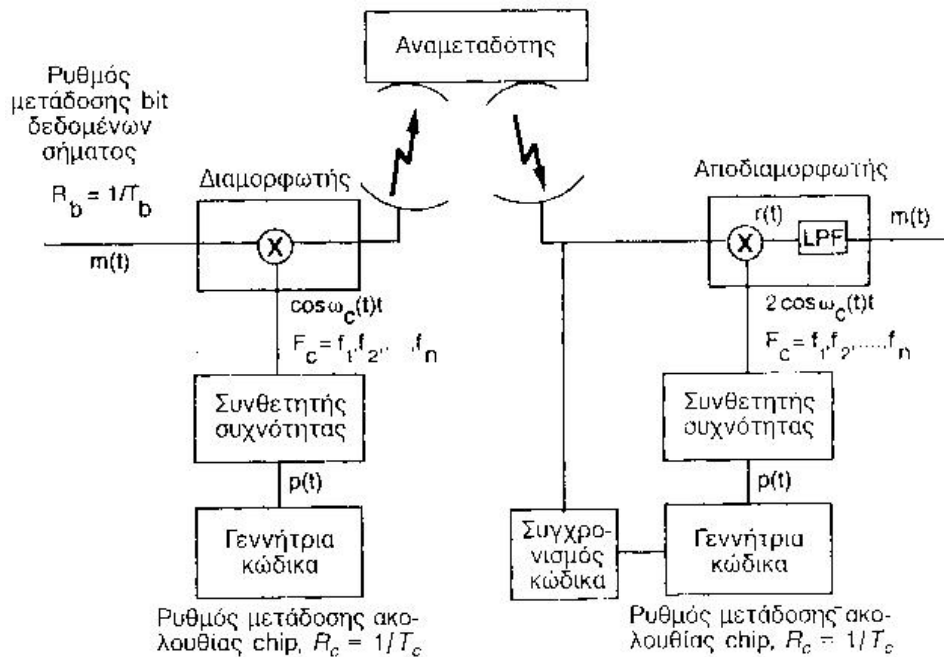
# Πολλαπλή Πρόσβαση CDMA

## CDMA άμεσης ακολουθίας (*direct sequence-CDMA (DS-CDMA)*)

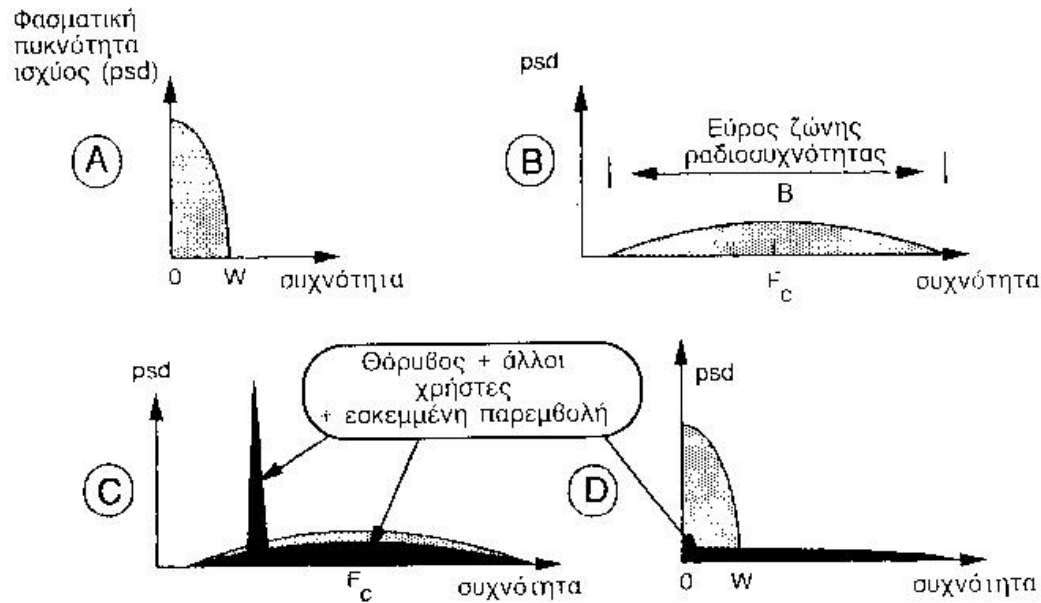
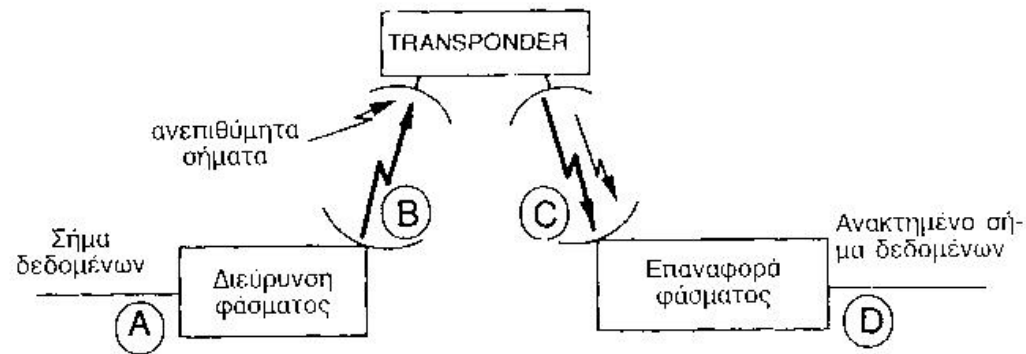


# Πολλαπλή Πρόσβαση CDMA

## CDMA με άλματα συχνότητας (*frequency hopping-CDMA (FH-CDMA)*)

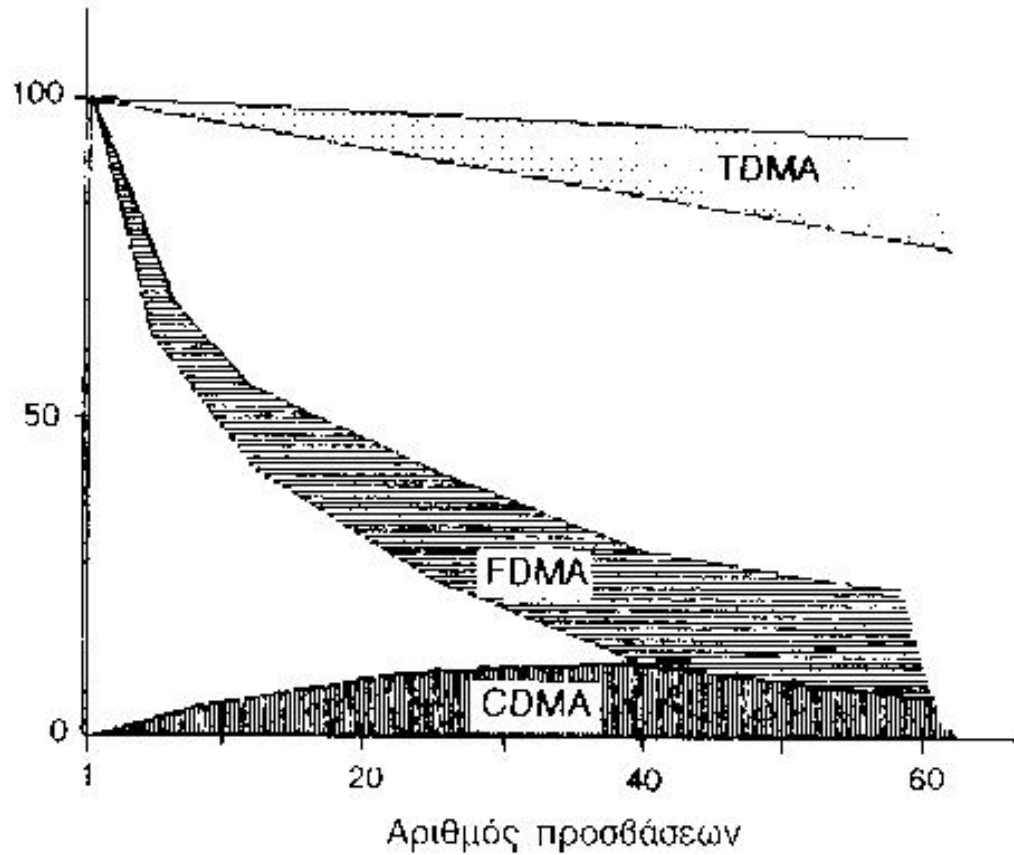


# Πολλαπλή Πρόσβαση CDMA



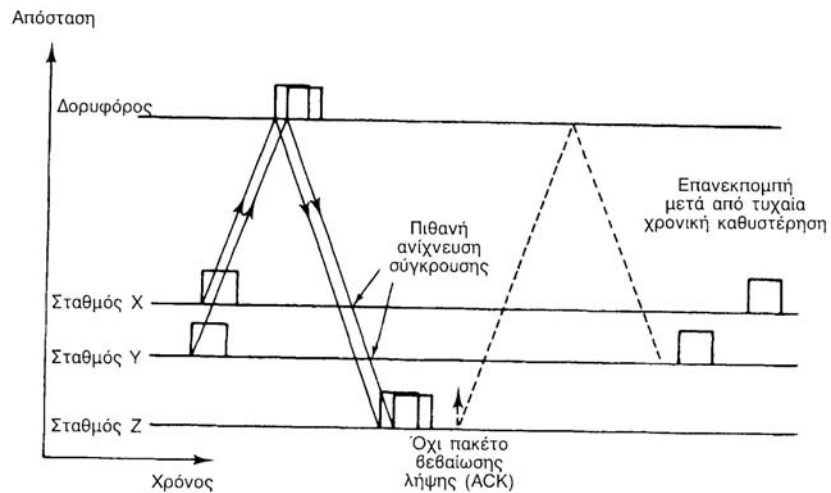
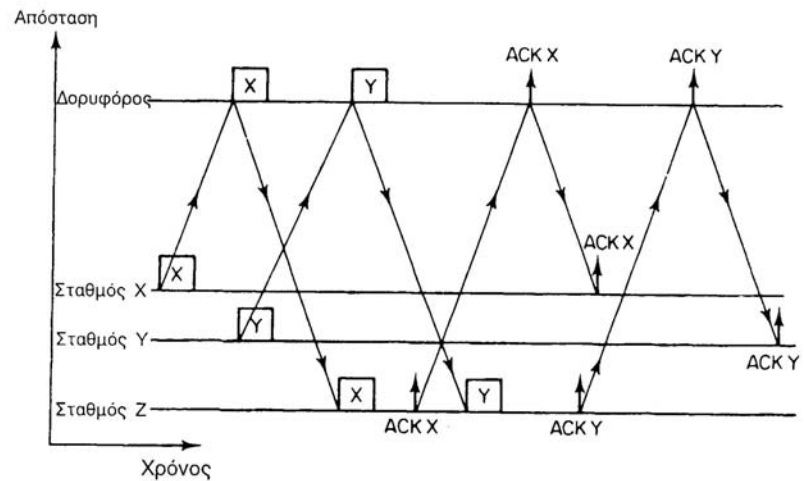
# Πολλαπλή Πρόσβαση CDMA

Ρυθμαπόδοση (%)



# Τυχαία Πρόσβαση

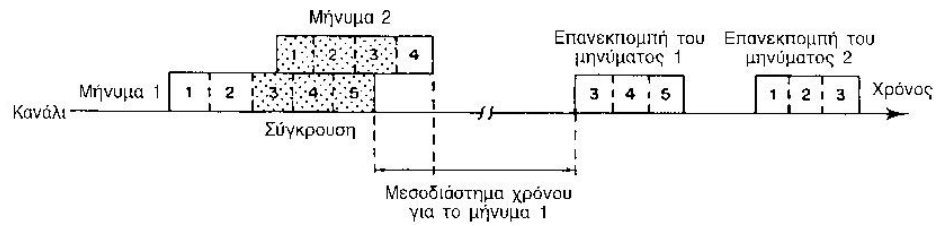
## Πρωτόκολλο ALOHA





# Τυχαία Πρόσβαση

## Πρωτόκολλο SREJ-ALOHA (*selective reject-ALOHA (SREJ-ALOHA)*)

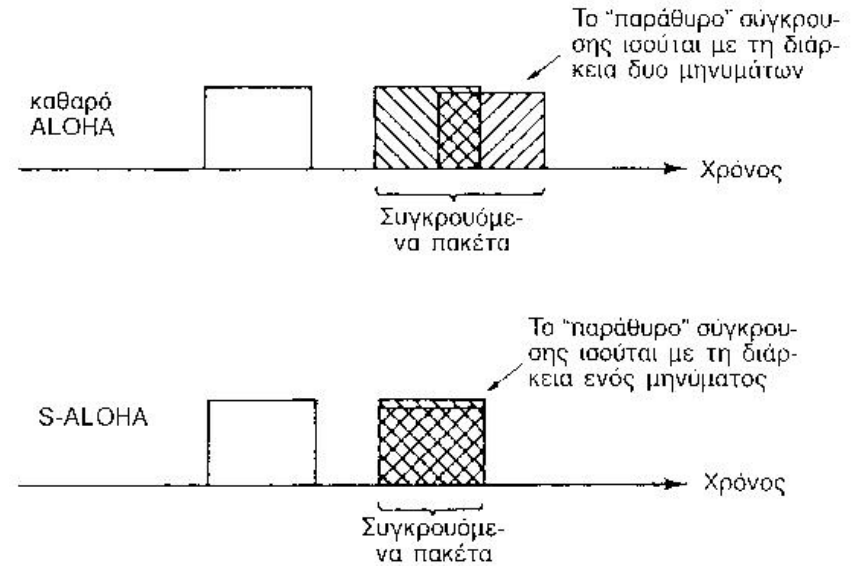
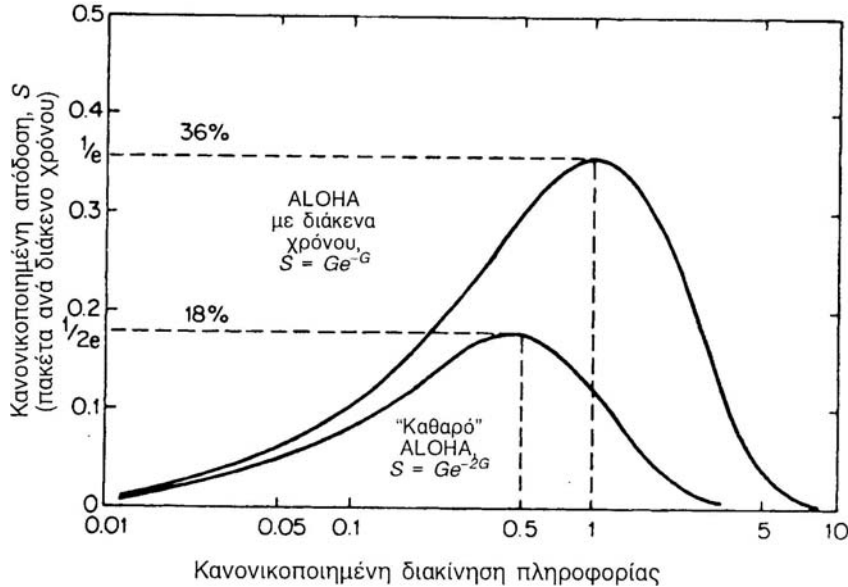


### Πρωτόκολλα:

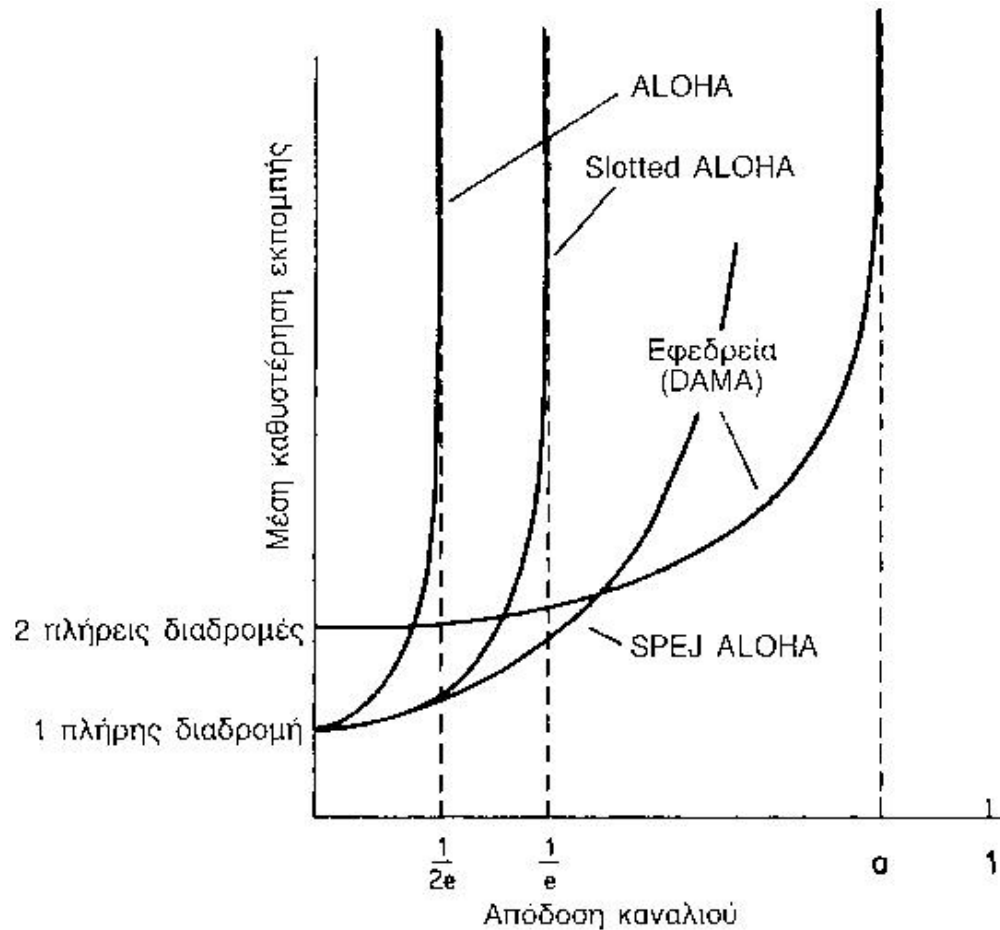
- Χωρίς συγχρονισμό
  - ALOHA (18%)
  - SREJ-ALOHA (30%)
- Με συγχρονισμό
  - Slotted-ALOHA (S-ALOHA) (36%)
  - APRA (50%-60%)
- Με κατ' απαίτηση εκχώρηση (DAMA)

# Τυχαία Πρόσβαση

## Πρωτόκολλο ALOHA



# Τυχαία Πρόσβαση



$\alpha$  = κλάσμα εύρους ζώνης που δεν χρησιμοποιείται για εφεδρεία (τυπικά από 0.7 μέχρι 0.9)

# Πολλαπλή Πρόσβαση

---

- Μηνύματα μεγάλου μήκους
  - FDMA
  - TDMA
  - CDMA
- Σύντομα μηνύματα
  - Τυχαία πρόσβαση