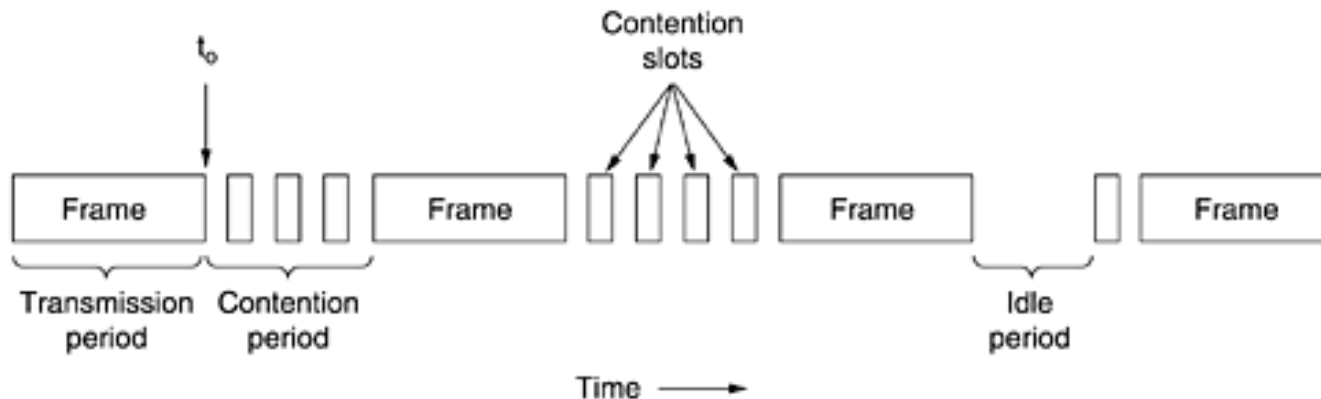


Πολλαπλή Προσπέλαση Ανίχνευσης Φέροντος (CSMA)

- Ένας κόμβος μπορεί να ακούσει αν άλλοι κόμβοι μεταδίδουν ύστερα από ένα χρονικό διάστημα
- Εφόσον οι κόμβοι μπορούν να ακούσουν μεταδόσεις άλλων, μπορούν να αναβάλουν τη μετάδοσή τους, ώστε να αποφύγουν μια βέβαιη σύγκρουση
- Δεν αποφεύγονται όλες οι συγκρούσεις εξαιτίας της αργοπορημένης ανίχνευσης μετάδοσης (καθυστέρηση διάδοσης σήματος)

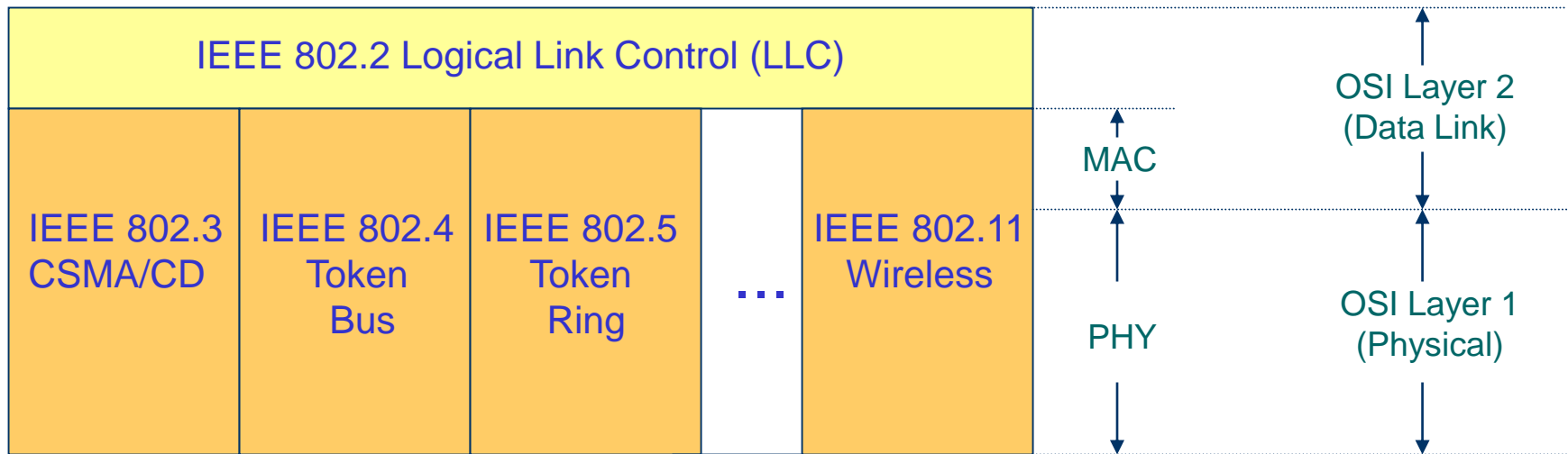
Πολλαπλή Προσπέλαση Ανίχνευσης Φέροντος Με Ανίχνευση Σύγκρουσης(CSMA/CD)

- κάθε κόμβος μπορεί να ακούσει **πριν μεταδώσει** και οι φυσικές ιδιότητες του καναλιού επιτρέπουν σε ένα κόμβο να ακούει το κανάλι **ενώ μεταδίδει**
- αμέσως μόλις ο κόμβος ανιχνεύσει την σύγκρουση:
 - εγκαταλείπει τη μετάδοση
 - περιμένει τυχαίο χρονικό διάστημα πριν ξαναπροσπαθήσει
- Χρησιμοποιείται στο Ethernet
- **δύσκολο να εφαρμοστεί σε ασύρματες μεταδόσεις**

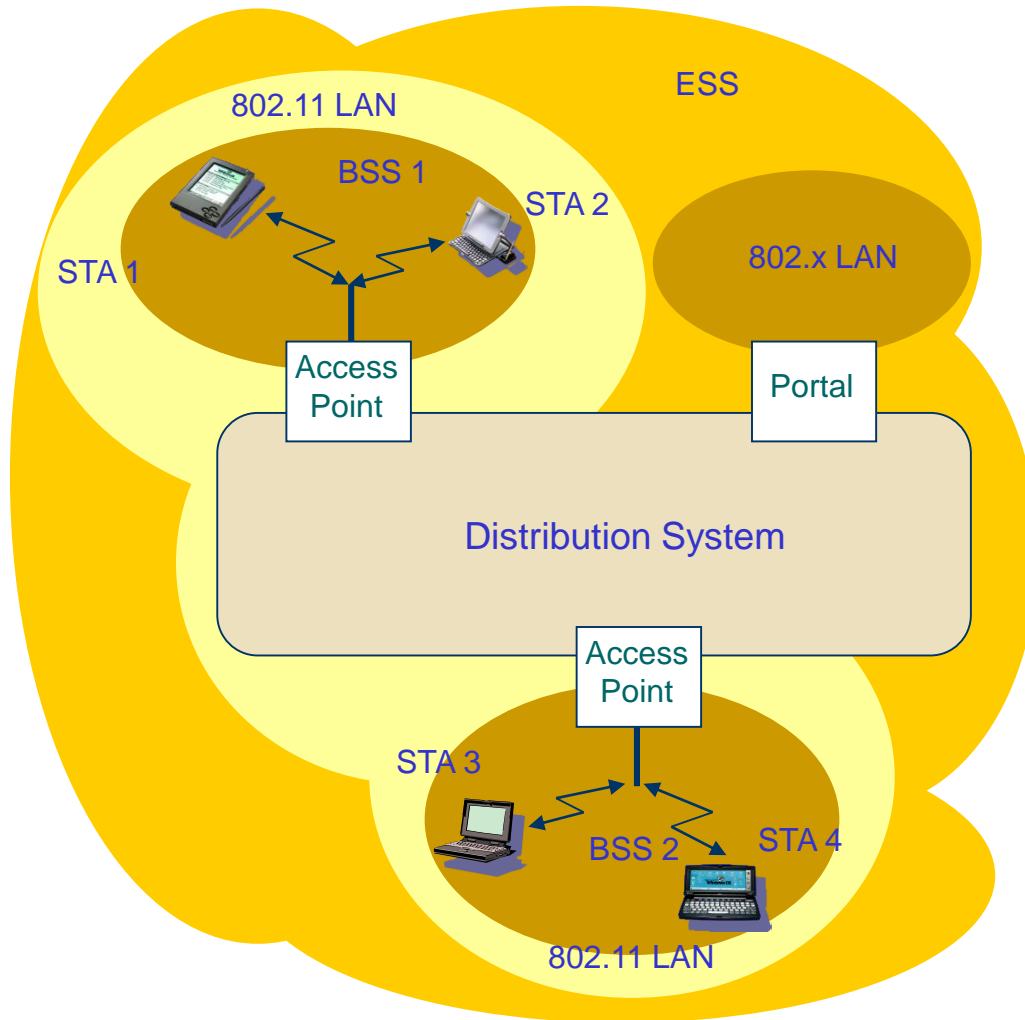


Ασύρματα Τοπικά Δίκτυα Τύπου IEEE 802.11

Η οικογένεια προτύπων 802.x



802.11 Με Υποδομή



Station (STA) - Σταθμός

τερματικό με μηχανισμούς πρόσβασης στο ασύρματο μέσο και δυνατότητα επικοινωνίας με το Access Point

Basic Service Set (BSS)

ομάδα σταθμών που χρησιμοποιούν την ίδια ραδιο-συχνότητα

Access Point – Σημείο Πρόσβασης

σταθμός ο οποίος επικοινωνεί τόσο με το ασύρματο τοπικό δίκτυο, όσο και με το σύστημα διανομής (distribution system)

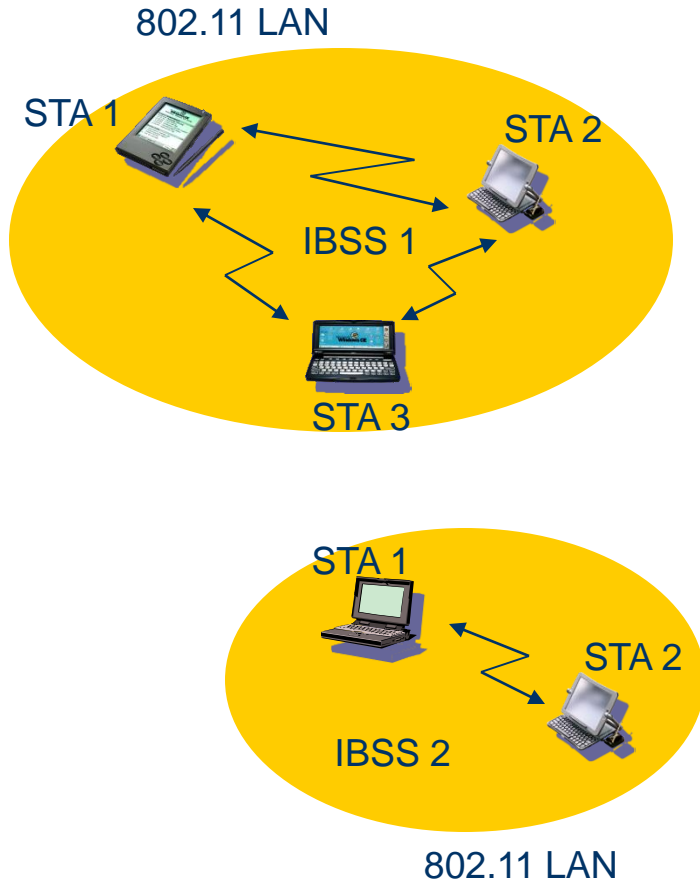
Portal

γέφυρα μεταξύ του συστήματος διανομής και εξωτερικών δικτύων

Distribution System – Σύστημα Διανομής

δίκτυο διασύνδεσης πολλών BSS σε ένα ESS (Extended Service Set)

802.11 Χωρίς Υποδομή (Ad-Hoc)



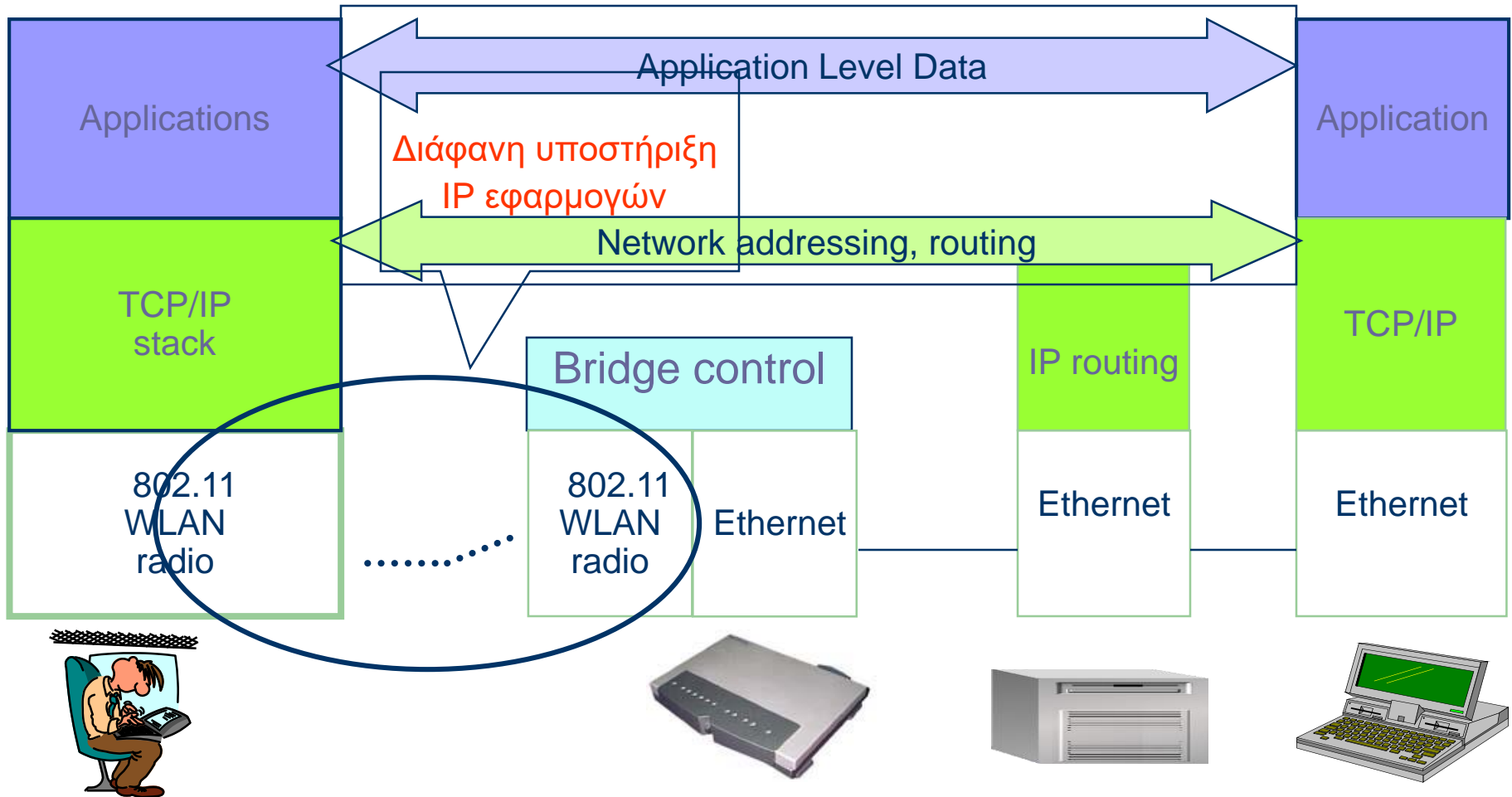
Station (STA)

τερματικό με μηχανισμούς πρόσβασης στο ασύρματο μέσο

Independent Basic Service Set (IBSS)

ομάδα σταθμών που χρησιμοποιούν την ίδια ραδιο-συχνότητα, χωρίς την παρεμβολή σημείου πρόσβασης

802.11 – Ασύρματα Επέκταση του Ethernet



Το MAC είναι υπεύθυνο για

- ✓ δέσμευση του καναλιού
- ✓ διευθυνσιοδότηση (addressing)
- ✓ δομή των πλαισίων μετάδοσης
- ✓ έλεγχο λαθών (επαναμεταδόσεις)
- ✓ fragmentation/reassembly

Τρία είδη πλαισίων:

- ✓ management (association, synchronization, authentication)
- ✓ control (acks, end of contention-free period)
- ✓ user data

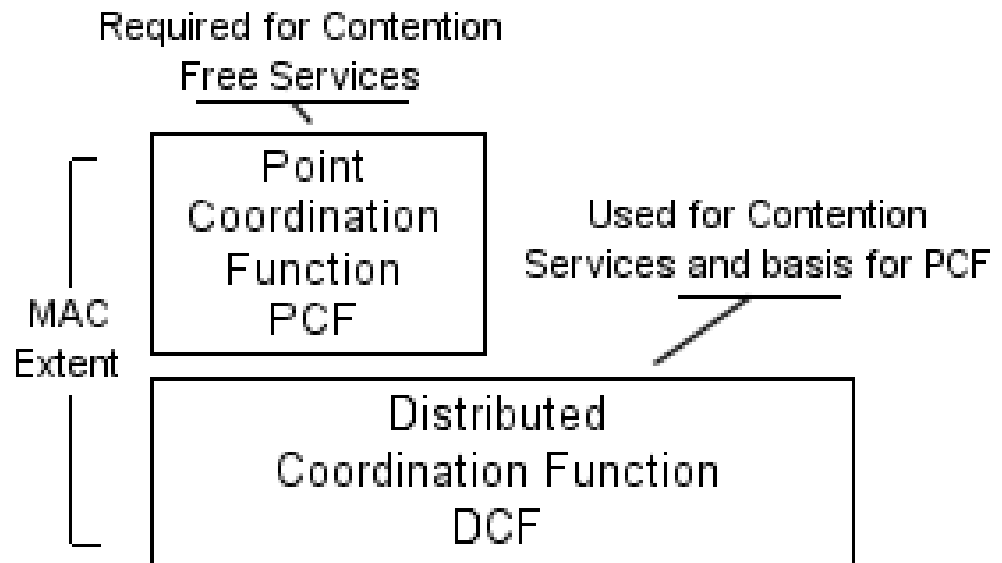
Μέθοδοι Πρόσβασης

Distributed Coordination Function (DCF)

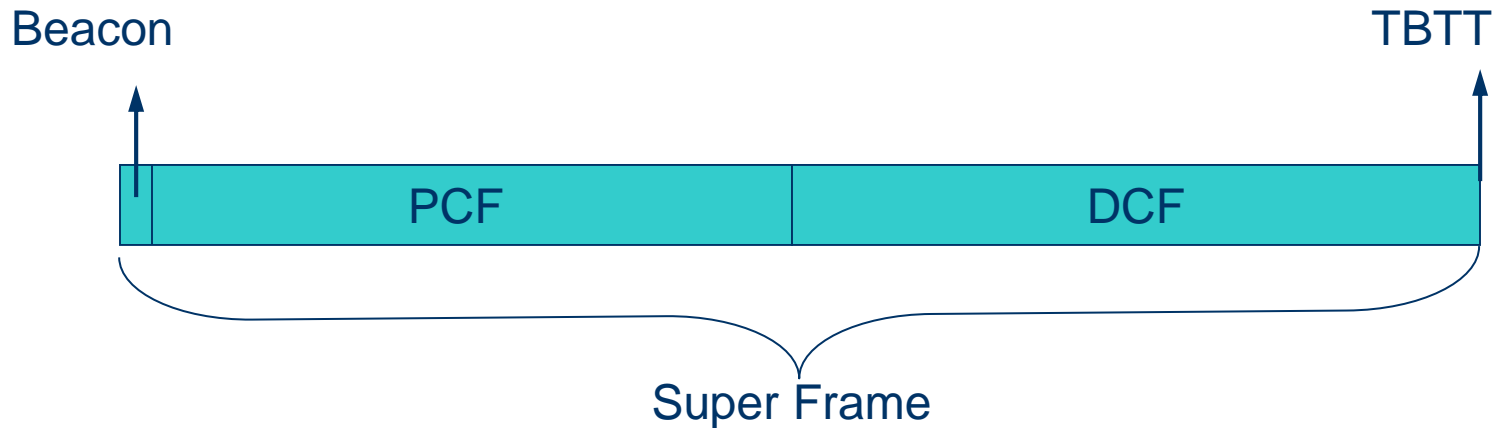
- υποχρεωτική
- η βασική μέθοδος πρόσβασης
- βασίζεται στον ανταγωνισμό για το μέσο (contention)

Point Coordination Function (PCF)

- προαιρετική
- χωρίς ανταγωνισμό
- μειώνει τις μεταβολές στις καθυστερήσεις μετάδοσης
- μόνο στη δομημένη διάρθρωση (infrastructure mode)



Μέθοδοι Πρόσβασης



DCF - Distributed Coordinated Function
(Contention Period - *Ad-hoc Mode*)

PCF - Point Coordinated Function
(Contention Free Period – *Infrastructure BSS*)

Beacon - Management Frame

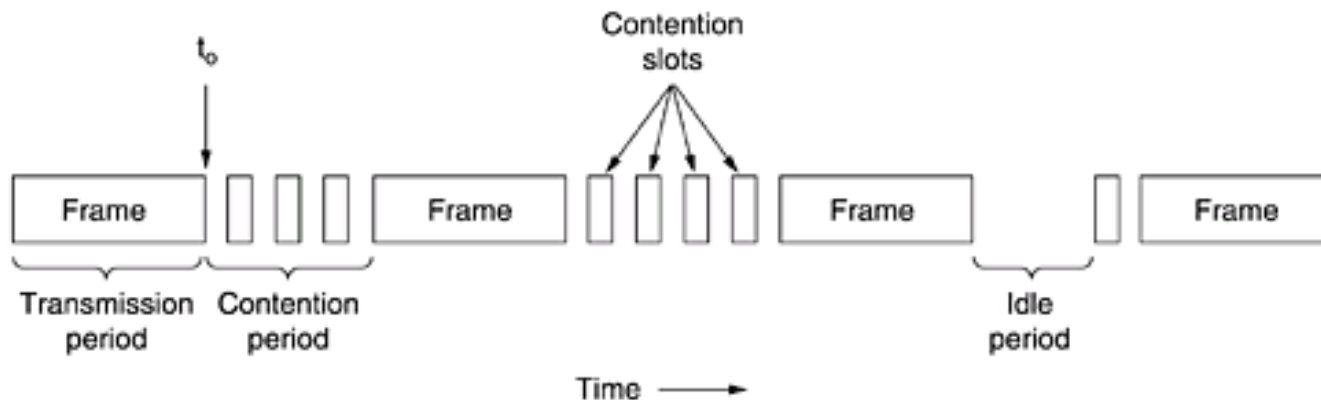
Synchronization of Local timers

Delivers protocol related parameters (e.g., version)

TBTT (Target Beacon Transition Time)

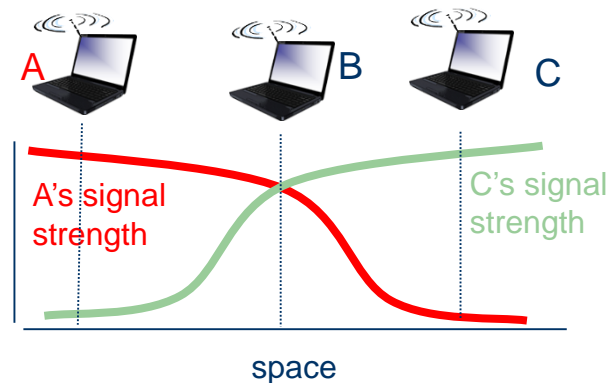
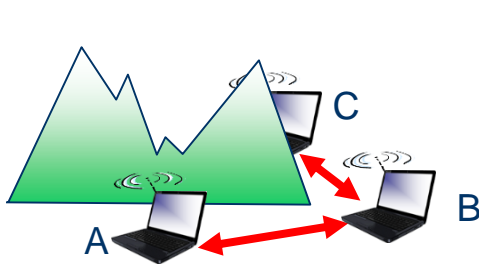
Πολλαπλή Προσπέλαση Ανίχνευσης Φέροντος Με Ανίχνευση Σύγκρουσης(CSMA/CD)

- κάθε κόμβος μπορεί να ακούσει **πριν μεταδώσει** και οι φυσικές ιδιότητες του καναλιού επιτρέπουν σε ένα κόμβο να ακούει το κανάλι **ενώ μεταδίδει**
- αμέσως μόλις ο κόμβος ανιχνεύσει την σύγκρουση:
 - εγκαταλείπει τη μετάδοση
 - περιμένει τυχαίο χρονικό διάστημα πριν ξαναπροσπαθήσει
- Χρησιμοποιείται στο Ethernet
- **δύσκολο να εφαρμοστεί σε ασύρματες μεταδόσεις**



IEEE 802.11: πολλαπλή πρόσβαση

- αποφυγή συγκρούσεων: >1 κόμβοι μεταδίδουν την ίδια στιγμή
- 802.11: CSMA – “αφουγκράζεται” το κανάλι πριν μεταδώσει
 - μη συγκρουστείς με εν εξελίξει μετάδοση από άλλο κόμβο
- 802.11: χωρίς ανίχνευση σύγκρουσης!
 - δύσκολο να λάβει (ανιχνεύσει συγκρούσεις) όταν μεταδίδει λόγω αδύναμων λαμβανόμενων σημάτων (εξασθένιση)
 - δεν μπορεί να αντιληφθεί όλες τις συγκρούσεις σε κάθε περίπτωση: κρυμμένο τερματικό, εξασθένιση
 - στόχος: **αποφυγή συγκρούσεων**: CSMA/C(ollision)A(voidance)



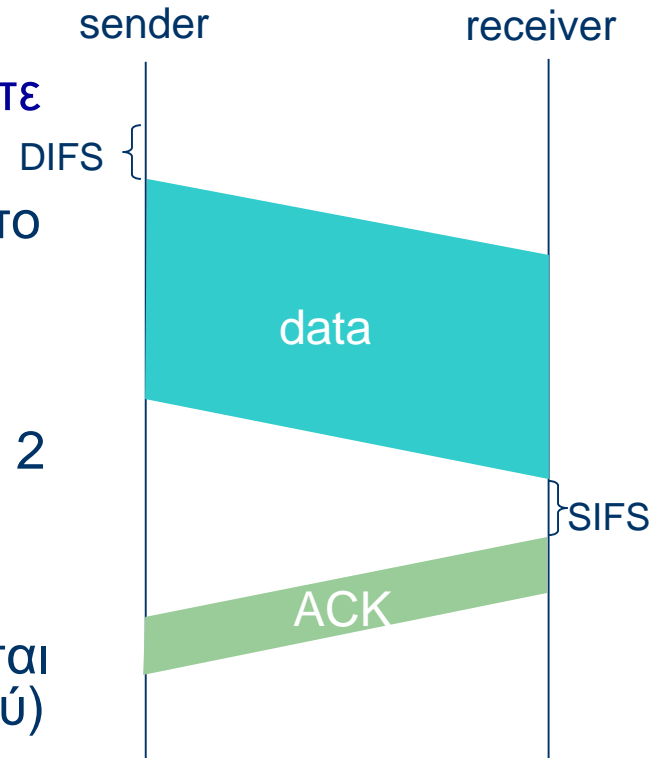
IEEE 802.11 MAC Protocol: CSMA/CA

802.11 αποστολέας

- αν «αισθανθείς» το κανάλι αδρανές για **DIFS** τότε μετάδωσε ολόκληρο το πλαίσιο (όχι CD)
- αν «αισθανθείς» το κανάλι απασχολημένο τότε
 - ξεκίνησε τυχαίο χρόνο οπισθοχώρησης
 - χρονομετρητής μετράει αντίστροφα όταν το κανάλι είναι αδρανές
 - μετάδωσε όταν λήξει ο χρονομετρητής
 - αν δεν λάβεις ACK, αύξησε το τυχαίο διάστημα οπισθοχώρησης, επανάλαβε το 2

802.11 δέκτης

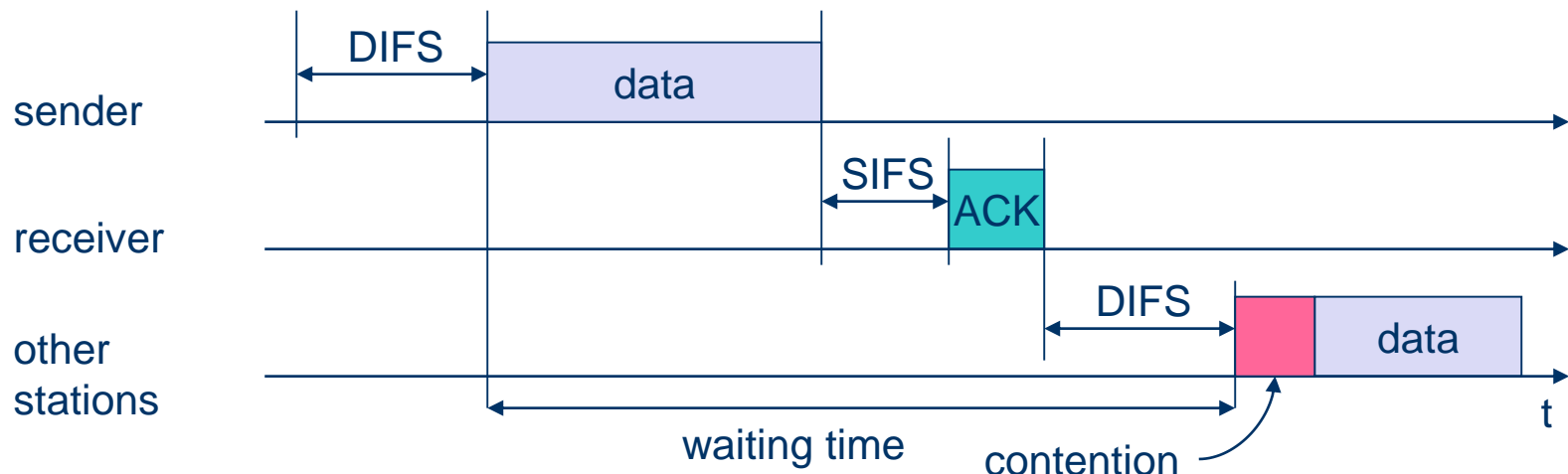
- αν το πλαίσιο παραληφθεί OK
 - στείλε ACK μετά από **SIFS** (ACK χρειάζεται λόγω προβλήματος κρυμμένου τερματικού)



802.11 - CSMA/CA access method

➤ Αποστολή πακέτων

- Ο κόμβος πρέπει να διαπιστώσει το κανάλι αδρανές για χρόνο ίσο με DIFS πριν στείλει δεδομένα
- Ο παραλήπτης επιβεβαιώνει (μετά από χρόνο SIFS) αν το πακέτο παρελήφθη σωστά (CRC)
- Σε περίπτωση λάθους, επαναμέταδοση μετά από τυχαίο χρόνο



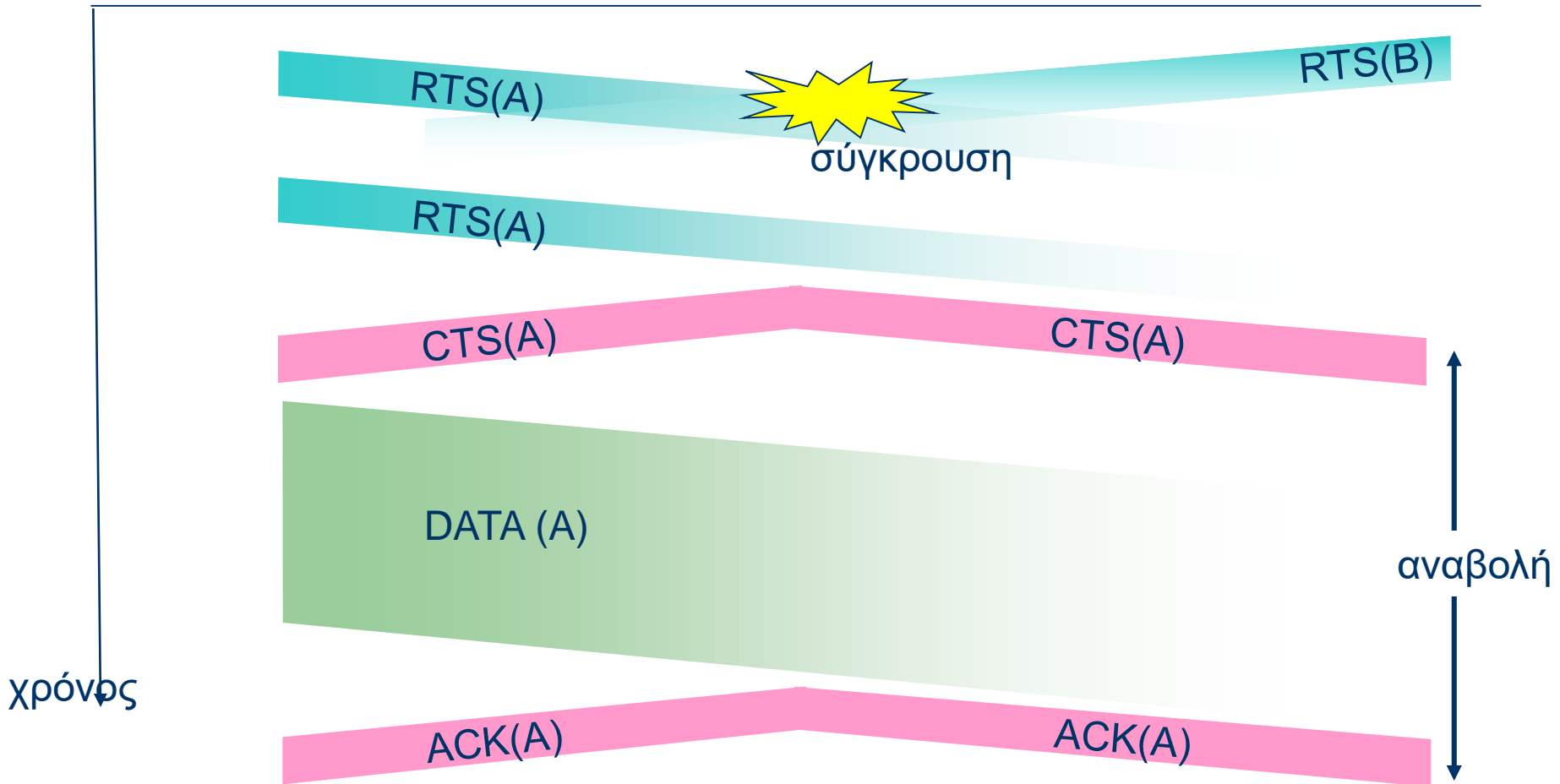
Αποφυγή συγκρούσεων (περισσότερα)

ιδέα: επέτρεψε στον αποστολέα να “**κάνει κράτηση**” στο κανάλι αντί για τυχαία πρόσβαση των πλαισίων δεδομένων → αποφυγή συγκρούσεων μεγάλων πλαισίων δεδομένων

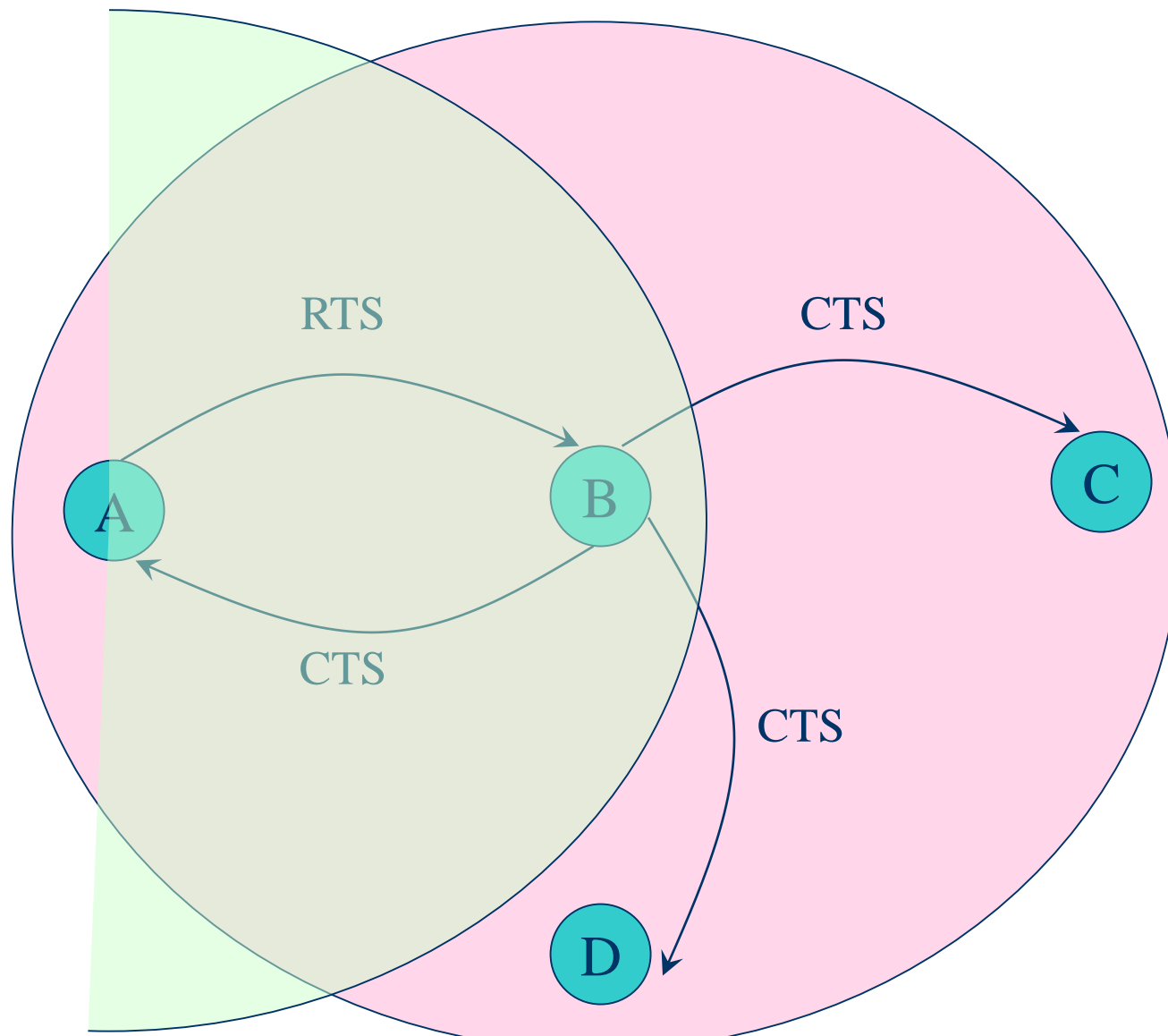
- ο αποστολέας πρώτα μεταδίδει *μικρά* πακέτα **request-to-send (RTS)** (αίτηση για αποστολή) στο BS (σταθμό βάσης) χρησιμοποιώντας CSMA
 - τα RTS μπορεί να συγκρουστούν μεταξύ τους (αλλά είναι μικρά)
- AP εκπέμπει **clear-to-send (CTS)** σε απόκριση του RTS
- το CTS (clear to send – “ελεύθερο” για αποστολή) ακούγεται από όλους τους κόμβους
 - ο αποστολέας μεταδίδει πλαίσιο δεδομένων
 - οι άλλοι σταθμοί αναβάλλουν τις μεταδόσεις

*απόφυγε συγκρούσεις πλαισίων δεδομένων εντελώς,
χρησιμοποιώντας μικρά πακέτα κράτησης!*

Αποφυγή Συγκρούσεων: «κράτηση» καναλιού μέσω RTS-CTS

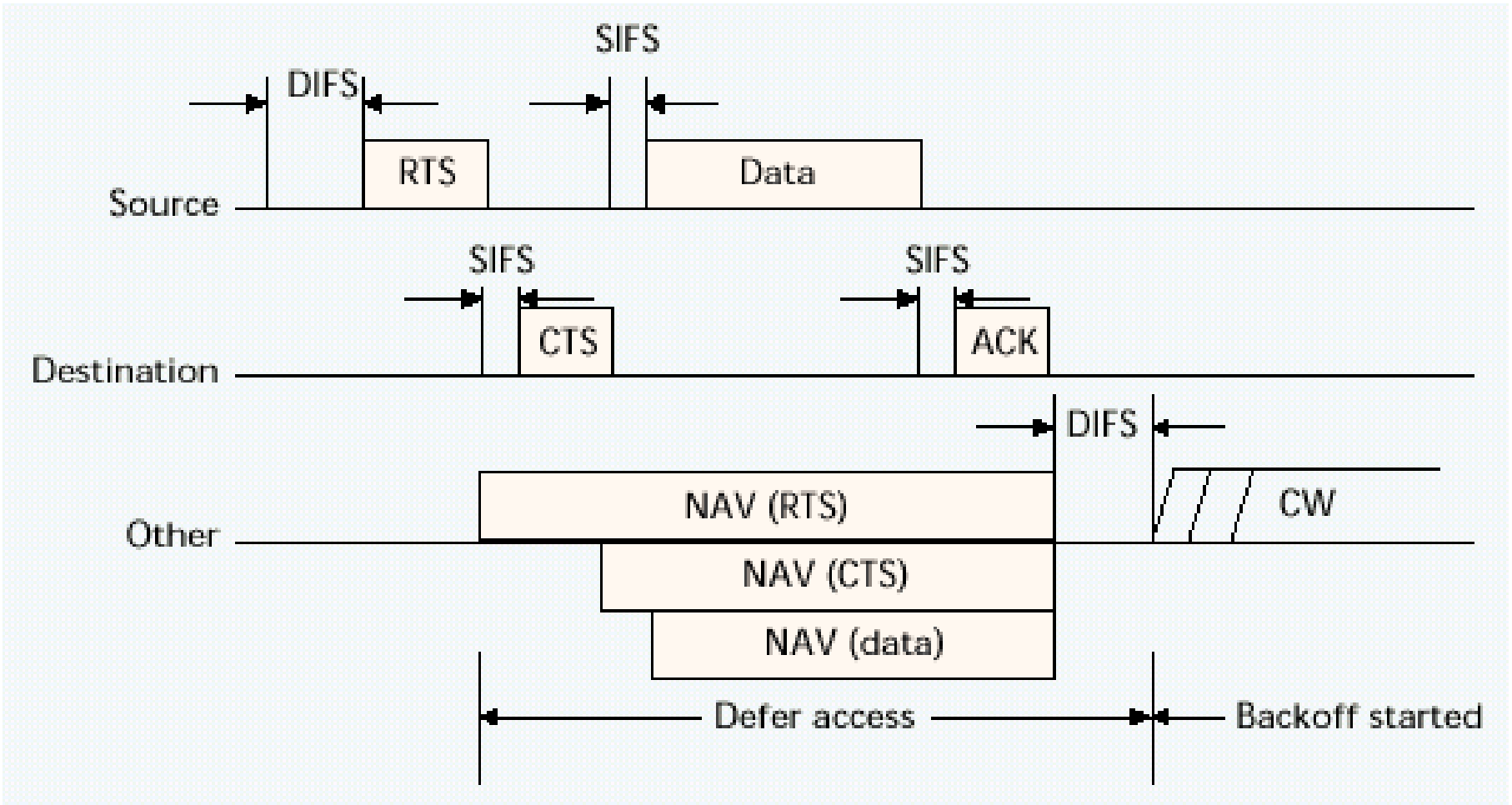


Αποφυγή σύγκρουσης στον κόμβο B



Distributed Coordination Function

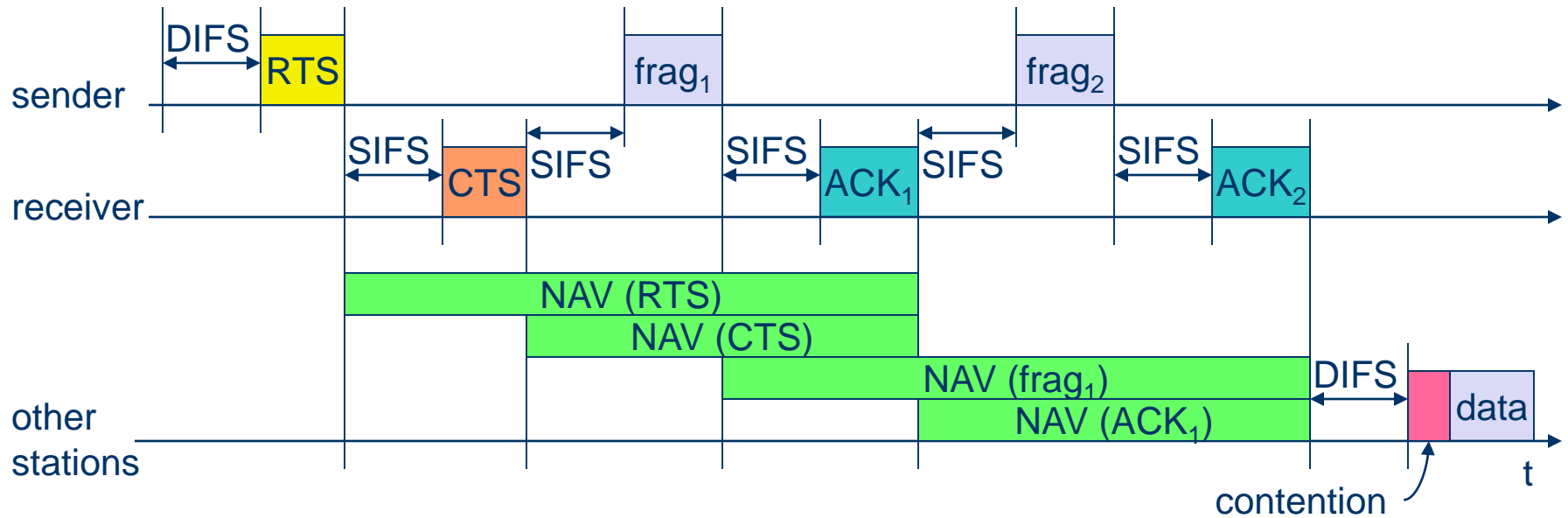
- CSMA/CA based protocol
 - Listen before talk
 - Collision Avoidance αντί για Collision Detection
 - Διαφορετικό από τα CSMA/CD που χρησιμοποιούνται σε ενσύρματα
- Χρησιμοποιεί Acknowledgment για κάθε μετάδοση
- Διόρθωση λαθών μέσω επαναμεταδόσεων
- Χρησιμοποιεί 4-way handshake (μέσω μηνυμάτων RTS/CTS) για «Virtual Carrier Sensing»
- Αντιμετωπίζει το πρόβλημα του κρυμμένου τερματικού



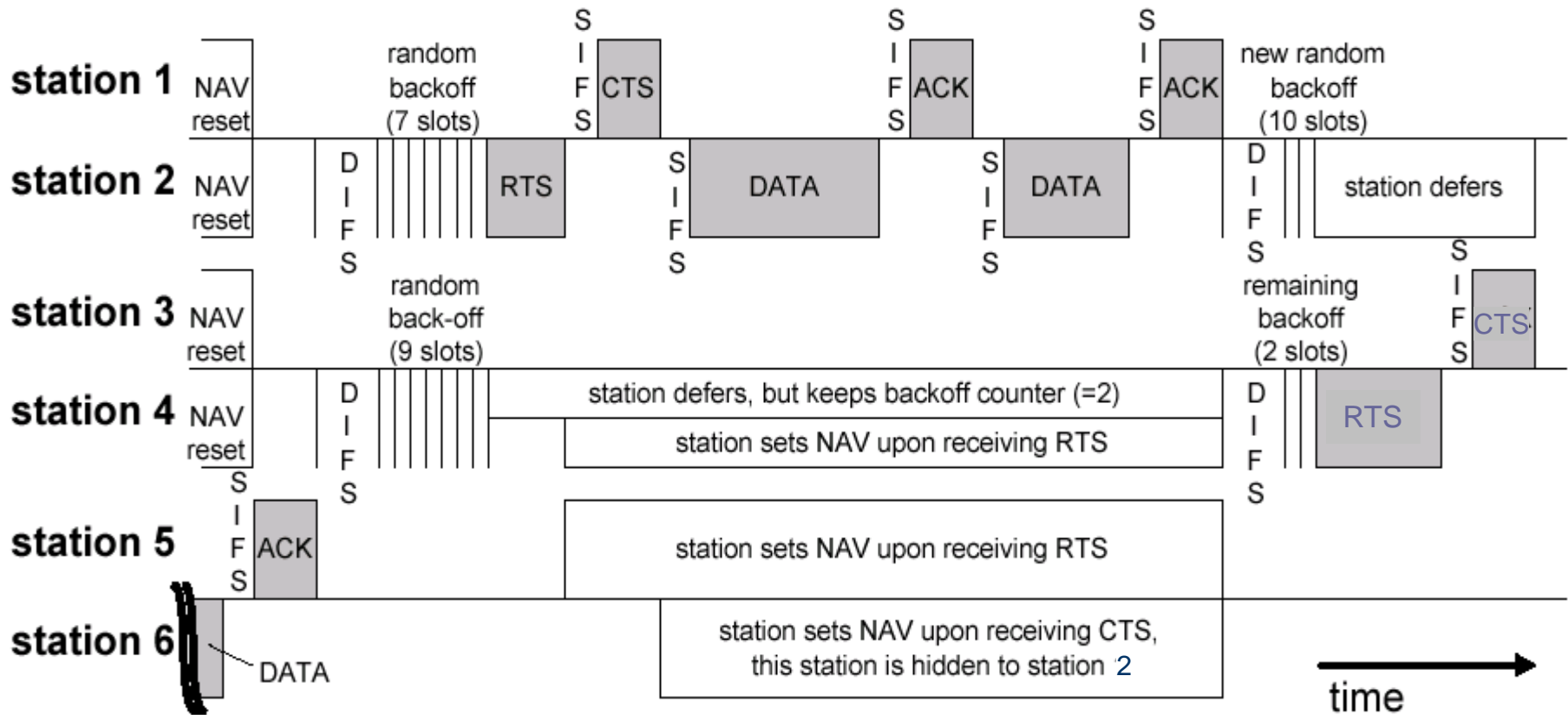
➤ Ισχύει πάντα $SIFS < DIFS$

➤ Πολύ σημαντική η ενημέρωση των NAVs (Network Allocation Vectors) με τη χρήση των RTS/CTS/data MPDUs για την εφαρμογή power saving μηχανισμών και την αποφυγή συγκρούσεων

Fragmentation



Παράδειγμα Μετάδοσης με DCF



Το CW διπλασιάζεται μετά από κάθε σύγκρουση

- Initial CW → 3 (τιμές backoff 0-3)
- CW after Collision 1 → 7 (τιμές backoff 0-7)
- CW after Collision 2 → 15 (τιμές backoff 0-15)
- CW after Collision 3 → 31 (τιμές backoff 0-31)
- CW after Collision 4 → 63 (τιμές backoff 0-63)