

Συστήματα Κινητών και Προσωπικών Επικοινωνιών

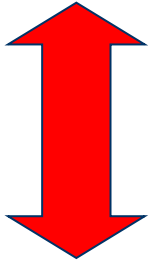
**Κατανομή και εκχώρηση
ασύρματων πόρων
(κεφ 5)**

Περίληψη

- Σχήματα κατανομής διαύλων ανά κυψέλη
 - Σταθερή κατανομή
 - Δυναμική κατανομή
 - Υβριδική κατανομή
- Δανεισμός διαύλων
- Τεχνικές πολλαπλής πρόσβασης
 - FDMA
 - TDMA
 - CDMA
- Ασύρματη χωρητικότητα κυψελωτών συστημάτων

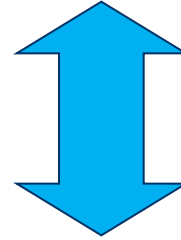
Εισαγωγή

Κατανομή διαύλων



Απόδοση φάσματος

Πολλαπλή πρόσβαση
Εκχώρηση



Αποτελεσματική
χρησιμοποίηση του φάσματος
(βελτίωση χωρητικότητας)

Στόχοι: Ευελιξία, ποιότητα, χωρητικότητα

Κατανομή διαύλων

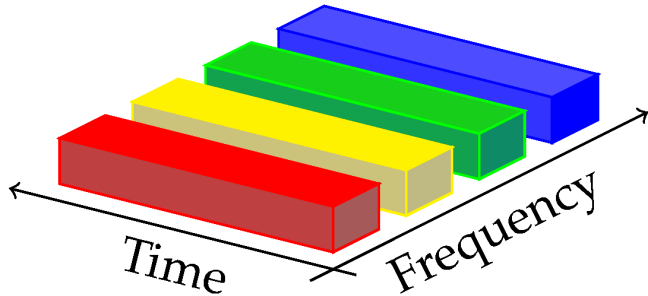
Διαίρεση φάσματος σε διαύλους

- Διαίρεση συχνότητας (FD)
- Διαίρεση χρόνου (TD)
- Διαίρεση κώδικα (CD)
- Συνδυασμός TD, FD, CD

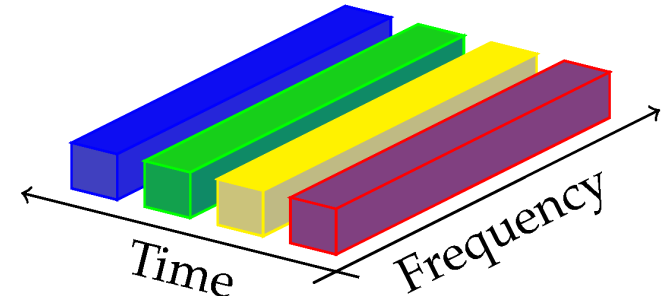
Κατανομή διαύλων

Διαίρεση φάσματος σε διαύλους

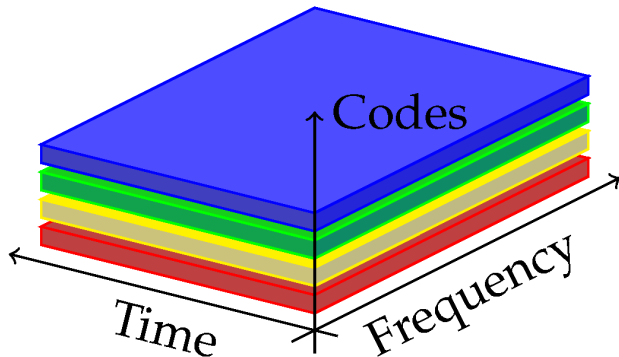
FDMA



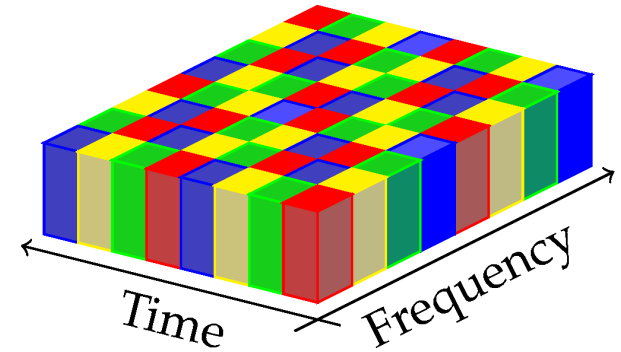
TDMA



CDMA

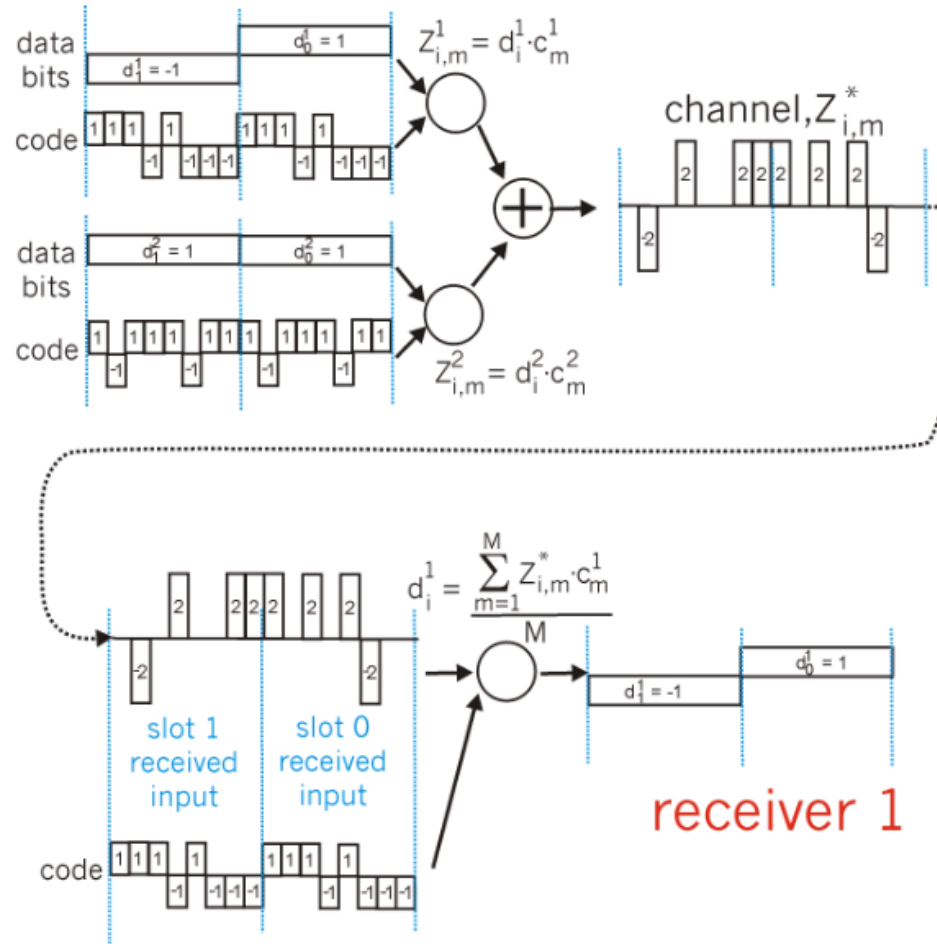


OFDMA



Code Division Multiple Access (CDMA)

senders



Κατανομή διαύλων

Σχήματα κατανομής διαύλων ανά κυψέλη

- Σταθερή κατανομή (Fixed Channel Allocation, FCA)
- Δυναμική κατανομή (Dynamic Channel Allocation, DCA)
- Υβριδική κατανομή (Hybrid Channel Allocation, HCA)

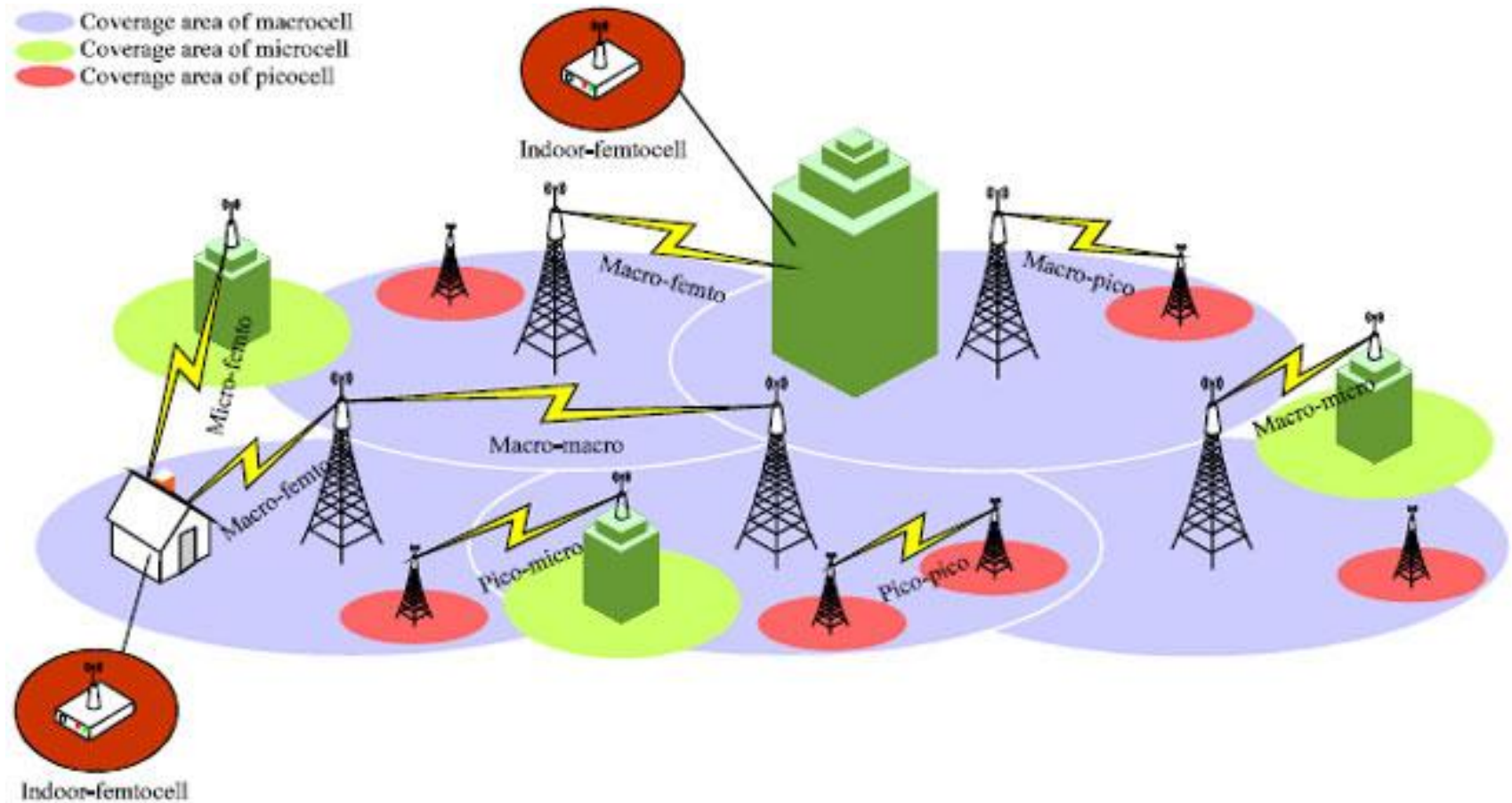
Κατανομή διαύλων

FCA

- Ο ίδιος αριθμός διαύλων σε κάθε κυψέλη.
- Ομοιόμορφη κίνηση:
 - Πολύ καλή απόδοση
 - Ολική πιθανότητα αποκλεισμού = πιθανότητα ανά κυψέλη
- Μη ομοιόμορφη κίνηση:
 - Υψηλή πιθανότητα αποκλεισμού σε μερικές κυψέλες
 - Υποχρησιμοποίηση διαύλων σε άλλες κυψέλες
- Ακατάλληλη για μοντέρνα συστήματα μικροκυψελών (απρόβλεπτη κίνηση, πολλές μεταπομπές)
- Καλύτερη σε μεγάλες κυψέλες

Κατανομή διαύλων

FCA – Ακατάλληλη στα σύγχρονα δίκτυα



Κατανομή διαύλων

FCA

- Με μικροκυψέλες και πικοκυψέλες η FCA καταλήγει να είναι ακατάλληλη:
 - Δύσκολος προγραμματισμός
 - Δεν υπάρχει ευελιξία για αναδιάταξη
 - Δεν μπορεί να χειρίζεται απρόβλεπτη κίνηση
 - Δεν παρέχει εύρος ζώνης σύμφωνα με τη ζήτηση (πολυμέσα)

Κατανομή διαύλων

DCA

- Όχι σταθερή σχέση μεταξύ διαύλων και κυψελών.
- Ένας δίαυλος μπορεί να επιλεγεί να χρησιμοποιηθεί σε οποιαδήποτε κυψέλη, εφόσον ικανοποιούνται οι περιορισμοί των παρεμβολών.
- Μεγαλύτερο κόστος και μεγαλύτερη πολυπλοκότητα.
- Επειδή μπορεί να υπάρχουν περισσότεροι του ενός ελεύθεροι δίαυλοι $\Rightarrow$ εφαρμογή κάποιας στρατηγικής για την επιλογή του διαύλου που θα εκχωρηθεί.

Κατανομή διαύλων

DCA

- Κύρια ιδέα στα σχήματα DCA
 - Ο υπολογισμός του κόστους χρησιμοποίησης κάθε υποψήφιου διαύλου και η επιλογή εκείνου με το μικρότερο κόστος, εφόσον ικανοποιούνται οι περιορισμοί για τις παρεμβολές.
- Η **επιλογή της συνάρτησης κόστους** είναι εκείνη που διαφοροποιεί τα διάφορα σχήματα DCA
 - Πιθανότητα αποκλεισμού επόμενων κλήσεων
 - Χρησιμοποίηση διαύλου
 - Απόσταση επαναχρησιμοποίησης

Κατανομή διαύλων

DCA

- Ανάλογα με τον βαθμό προγραμματισμού και την επικοινωνία μεταξύ των σταθμών βάσης, διακρίνουμε:
- **Κεντρική DCA**
 - Απαιτείται κεντρικός έλεγχος με πληροφορίες που φθάνουν από όλο το σύστημα.
 - Αποδοτική αλλά ανέφικτη πρακτικά (σηματοδοσία, επεξεργασία)
- **Αποκεντρωμένη DCA**
 - Δεν απαιτείται προγραμματισμός ή επικοινωνία με όλους τους σταθμούς βάσης.
 - Μειονεκτήματα: διακοπή εξυπηρέτησης, αδιέξοδα, αστάθεια.

Κατανομή διαύλων

Κεντρική DCA

Μέγιστη ομαδοποίηση (Maximum Packing)

Μια κλήση αποκλείεται μόνο όταν δεν μπορεί να γίνει ανακατανομή των κλήσεων σε όλους τους διαύλους του συστήματος, ώστε να εξυπηρετηθεί.

Κατανομή διαύλων

Κεντρική DCA

Αλγόριθμος MAXMIN

Εκχωρείται στο κινητό τερματικό ο δίαυλος που μεγιστοποιεί τον ελάχιστο λόγο S/I , ο οποίος εμφανίζεται σε οποιοδήποτε κινητό τερματικό του συστήματος που χρησιμοποιεί τον υπόψη δίαυλο την ώρα της εκχώρησης.

$$\max_{j \in C} \min_{i \in S} \left\{ \frac{S}{I} (d_{ij}) \right\}$$

i τερματικά
 j δίαυλοι

Κατανομή διαύλων

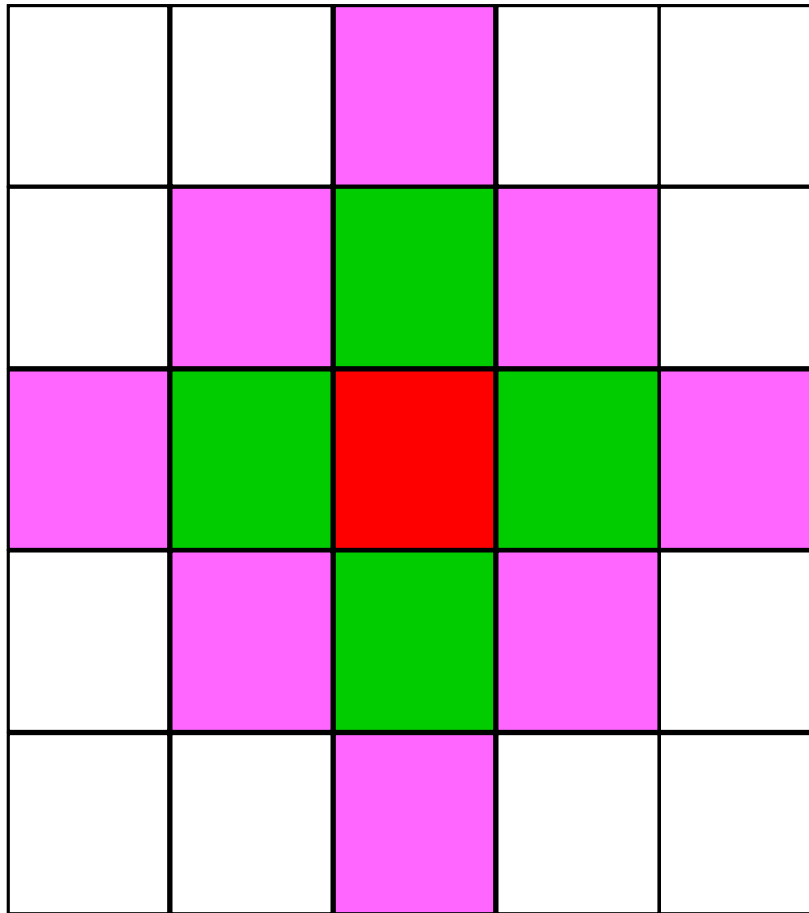
Αποκεντρωμένη DCA

- Ανταλλαγή πληροφοριών στη γειτονιά παρεμβολής κάθε σταθμού βάσης.
- Επιτρέπεται σε κάποιον σταθμό βάσης να χρησιμοποιήσει κάποιον δίαυλο που είναι διαθέσιμος και δημιουργεί «το μικρότερο πρόβλημα παρεμβολής» στη γειτονιά του σταθμού βάσης.
- Με βάση μια συνάρτηση κόστους/ανταμοιβής

Κατανομή διαύλων

Αποκεντρωμένη DCA

Δυναμική απόκτηση πόρων (*Dynamic Resource Acquisition - DRA*)



Δέσμευση διαύλου μέσω συνάρτησης κόστους:

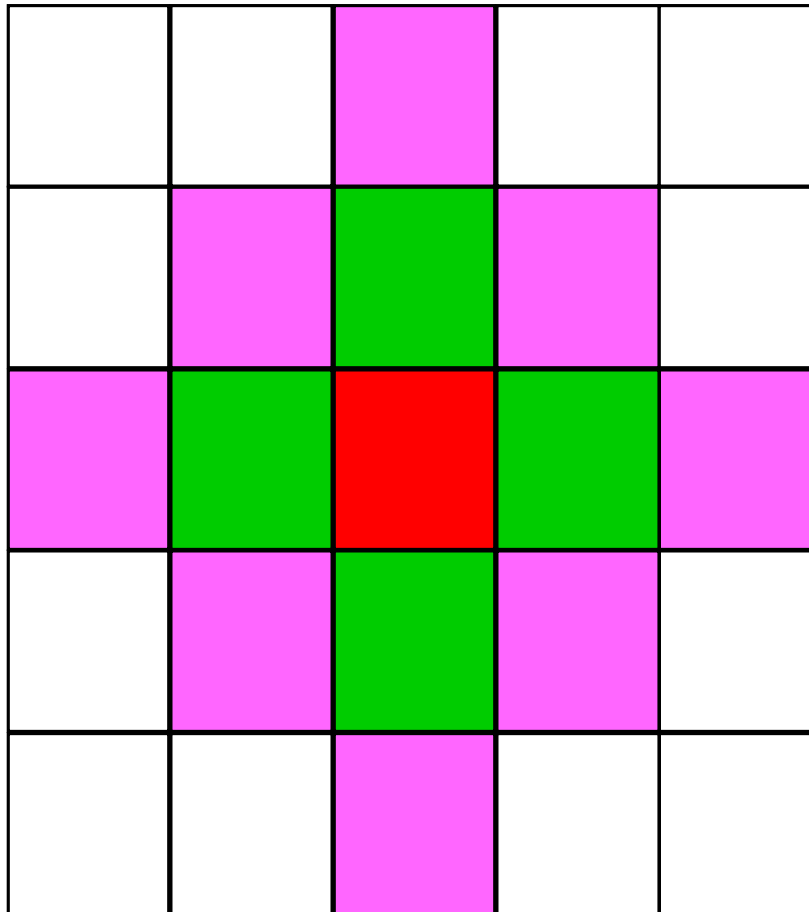
- Οι δίαυλοι της γειτονιάς παρεμβολής **αποκλείονται**
- Επιλέγεται ο δίαυλος που χρησιμοποιείται **λιγότερο** στη γειτονιά DRA

-  Δοθείσα κυψέλη
-  Γειτονιά παρεμβολής
-  Γειτονιά DRA

Κατανομή διαύλων

Αποκεντρωμένη DCA

Δυναμική απόκτηση πόρων (*Dynamic Resource Acquisition - DRA*)



Απελευθέρωση διαύλου:

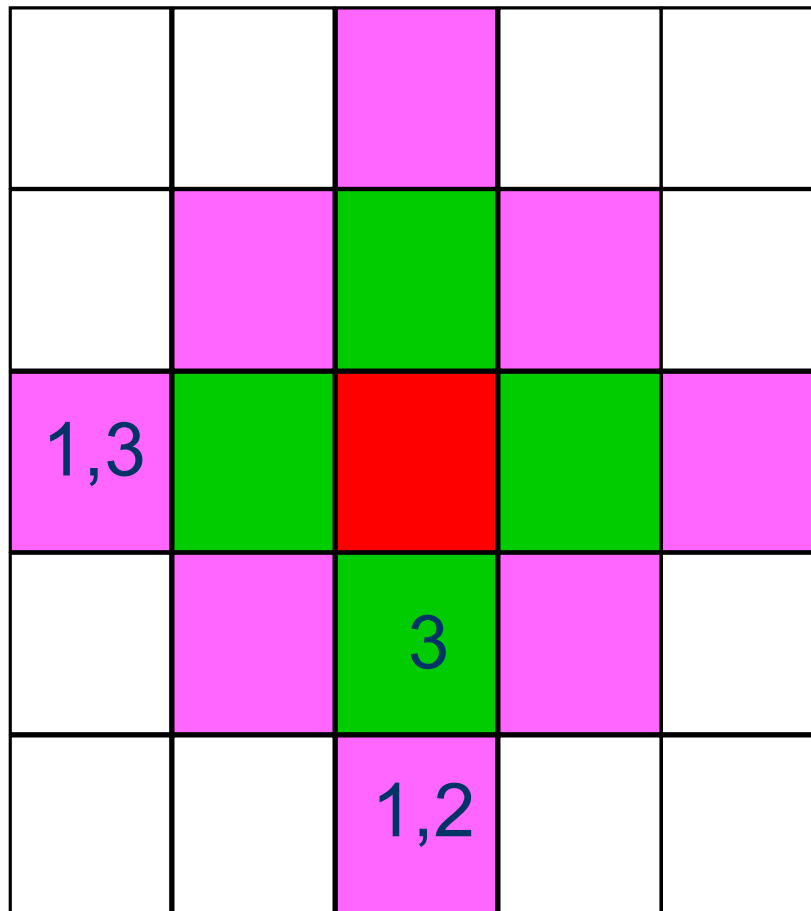
- Οι δίαυλοι της γειτονιάς παρεμβολής **δεν έχουν δεσμευθεί**.
- Επιλέγεται ο δίαυλος που χρησιμοποιείται **περισσότερο** στη γειτονιά DRA

-  Δοθείσα κυψέλη
-  Γειτονιά παρεμβολής
-  Γειτονιά DRA

Κατανομή διαύλων

Αποκεντρωμένη DCA

Δυναμική απόκτηση πόρων (DRA)



Δέσμευση διαύλου

Συνάρτηση κόστους

Ραδιοδίαυλος 1: 2

Ραδιοδίαυλος 2: 1

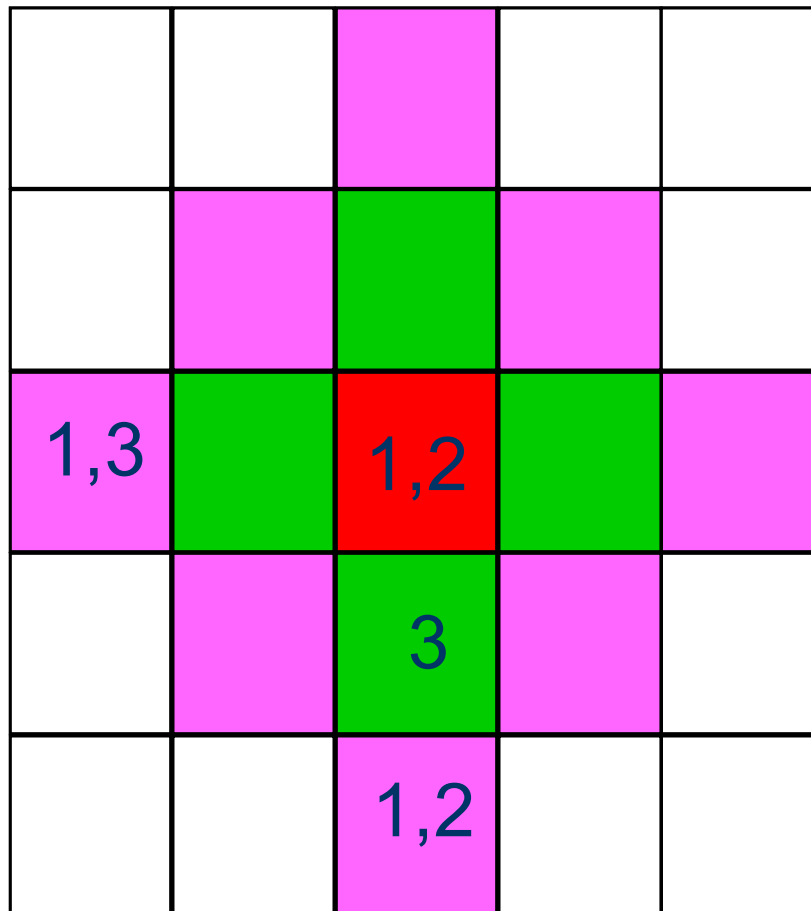
Ραδιοδίαυλος 3: αποκλείεται

- Δοθείσα κυψέλη
- Γειτονιά παρεμβολής
- Γειτονιά DRA

Κατανομή διαύλων

Αποκεντρωμένη DCA

Δυναμική απόκτηση πόρων (DRA)



Απελευθέρωση διαύλου

Συνάρτηση ανταμοιβής

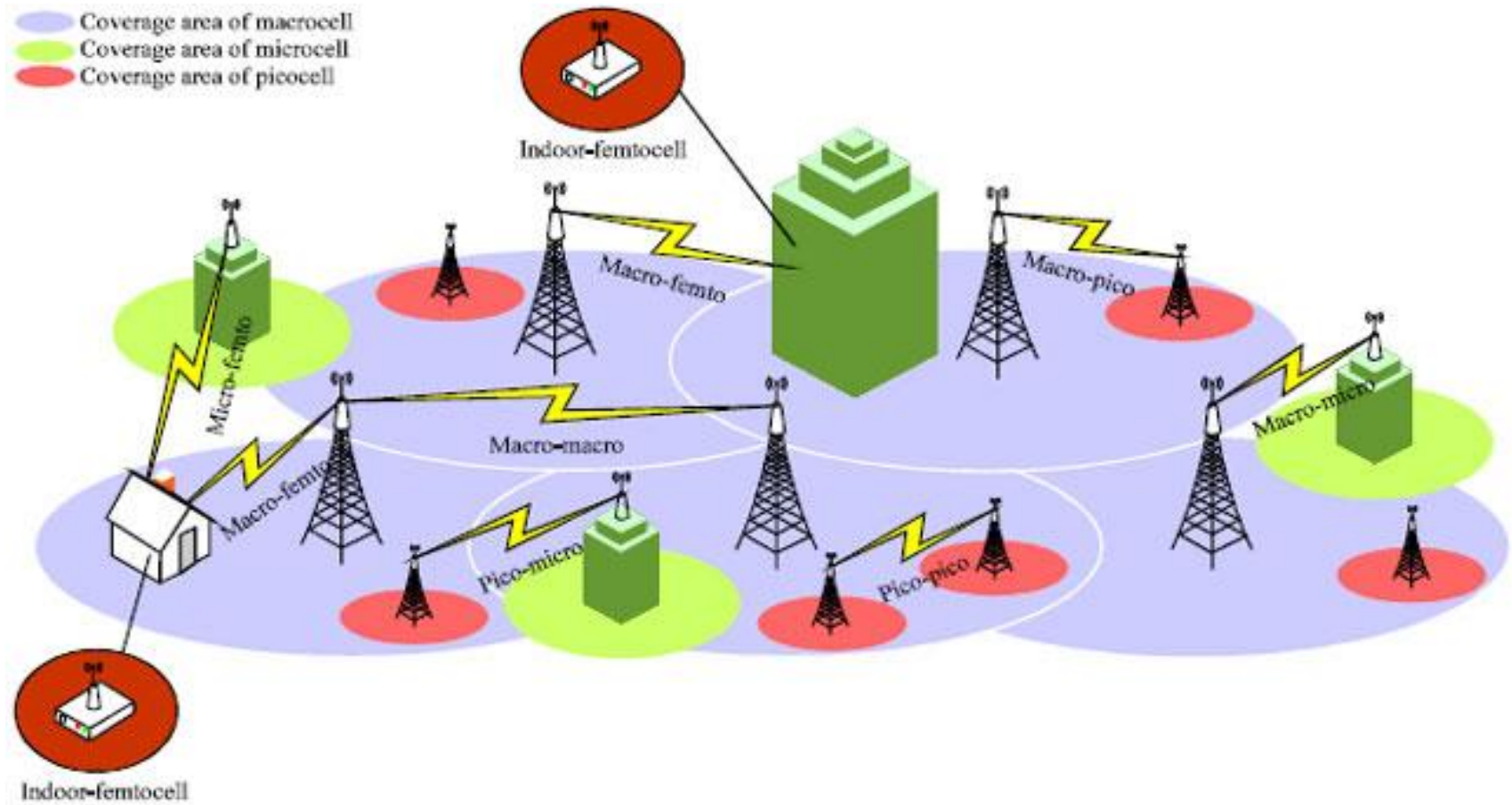
Ραδιοδιάυλος 1: 2

Ραδιοδιάυλος 2: 1

- Δοθείσα κυψέλη
- Γειτονιά παρεμβολής
- Γειτονιά DRA

Κατανομή διαύλων

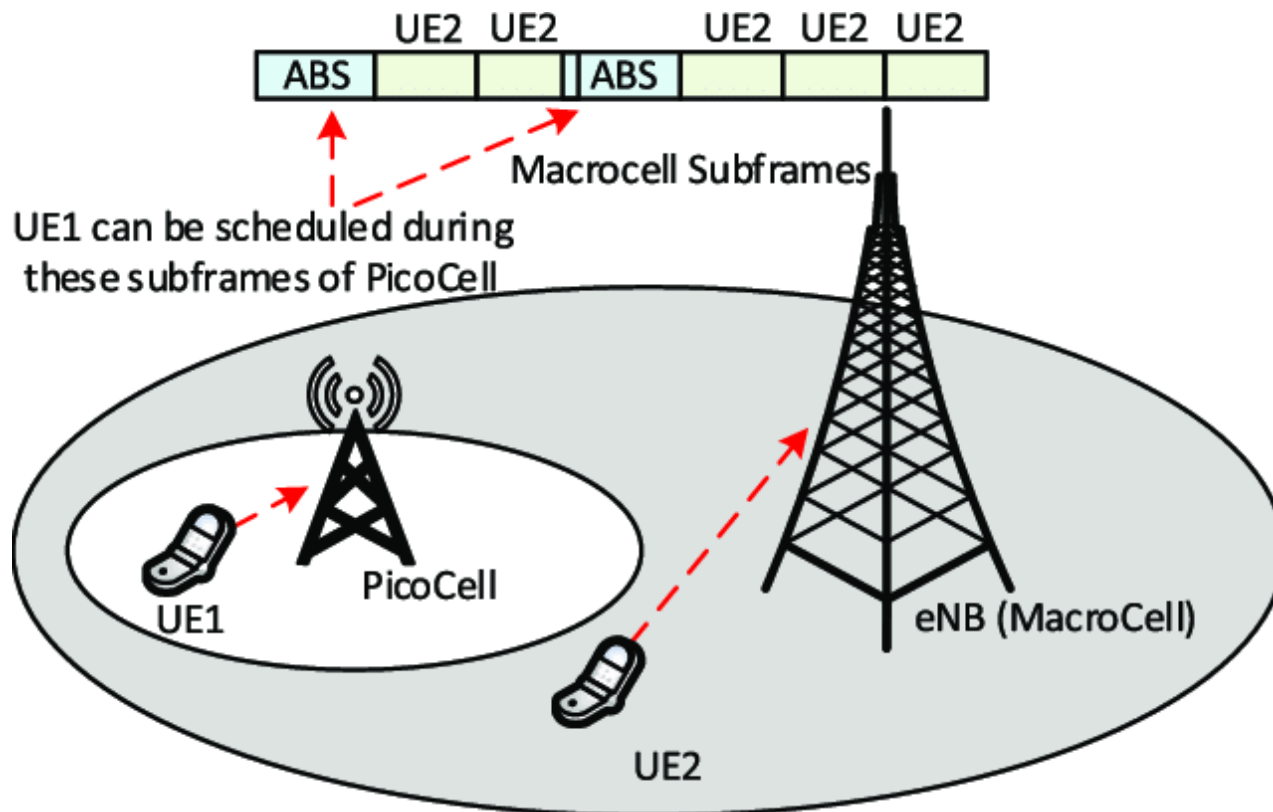
Αποκεντρωμένη DCA σε δίκτυα 4G



Κατανομή διαύλων

Αποκεντρωμένη DCA σε δίκτυα 4G

Almost Blank Subframes



Κατανομή διαύλων

Πλήρως αποκεντρωμένη DCA

- Αυτοπροσαρμοζόμενη κατανομή διαύλων σε κάθε κυψέλη
- Ο αλγόριθμος εκχώρησης εκτελείται κλήση προς κλήση.
- Παρακολουύθηση παρεμβολών σε συνεχή βάση σε όλους τους διαύλους
- Επιλογή διαύλου με τις λιγότερες παρεμβολές για κάθε νέα κλήση
- Απαιτούνται εξελιγμένοι μηχανισμοί ελέγχου ισχύος για μείωση των ομοδιαυλικών παρεμβολών

Κατανομή διαύλων

Πλήρως αποκεντρωμένη DCA

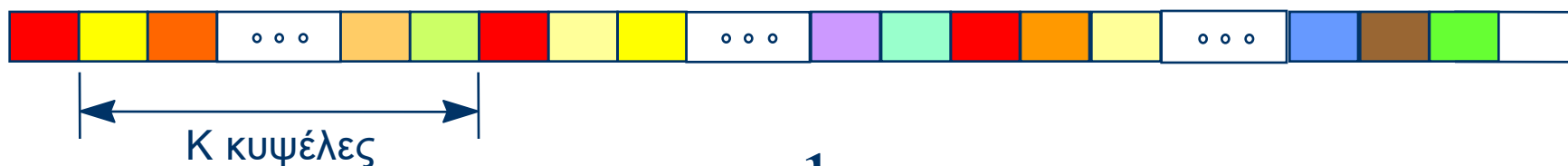
Παράδειγμα 5.2

Σε γραμμικό κυψελωτό σύστημα με πλήρως αποκεντρωμένη DCA, ο δίαυλος που χρησιμοποιείται σε μια κυψέλη δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε K διαδοχικές κυψέλες εκατέρωθεν της υπόψη κυψέλης. Υπάρχει κορεσμός για κάποιον δίαυλο, όταν δεν υπάρχουν επιπλέον κυψέλες που μπορούν να τον χρησιμοποιήσουν χωρίς να καταστρατηγείται ο περιορισμός της ομοδιαυλικής παρεμβολής. Να βρεθεί η μέγιστη και ελάχιστη πυκνότητα κορεσμού των χρησιμοποιούμενων διαύλων.

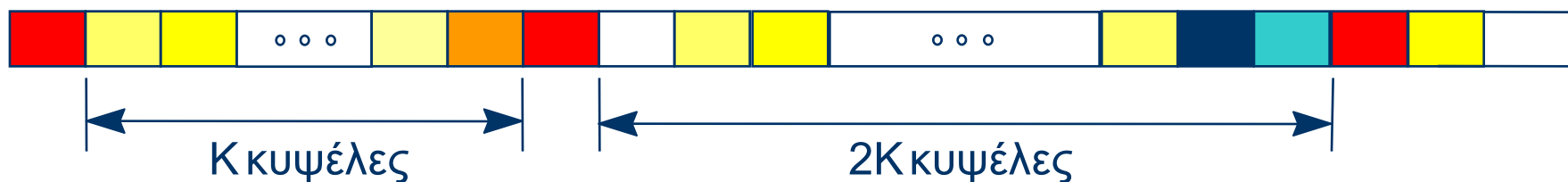
Κατανομή διαύλων

Πλήρως αποκεντρωμένη DCA

Παράδειγμα 5.2



$$\rho_{\max} = \frac{1}{K+1}$$



$$\rho_{\min} = \frac{1}{2K+1}$$

Κατανομή διαύλων

Υβριδική κατανομή διαύλων

- Μίγμα FCA και DCA.
- Ο συνολικός αριθμός διαύλων διαιρείται σε σταθερό και σε δυναμικό σύνολο.
- Η εκχώρηση διαύλου από το δυναμικό σύνολο ακολουθεί οποιαδήποτε από τις στρατηγικές DCA.
- Παράμετρος επίδοσης είναι ο λόγος σταθερών προς τους δυναμικούς διαύλους.
 - Βέλτιστος λόγος για μεγιστοποίηση απόδοσης.
 - Εξαρτάται από τη μεταβλητότητα της αναμενόμενης κίνησης.