



ΔΙΚΤΥΑ ΚΙΝΗΤΩΝ ΚΑΙ ΠΡΟΣΩΠΙΚΩΝ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ

Ασκήσεις για την αρχιτεκτονική των κυψελωτών συστημάτων

7.1 Σύστημα κινητών επικοινωνιών GSM εξυπηρετεί περιοχή με 4 κυψέλες και κάθε σταθμός βάσης χρησιμοποιεί τρεις ραδιοδιαύλους. Ένας από τους 24 διαύλους κάθε κυψέλης χρησιμοποιείται για σηματοδότηση. Η διάταξη αυτή εξυπηρετεί την ομοιόμορφη κατανομή της κίνησης με βαθμό εξυπηρέτησης $GOS = 1\%$. Η κίνηση, όμως, στις κυψέλες παρουσιάζει διακυμάνσεις κατά τη διάρκεια της ημέρας, δεδομένου ότι υπάρχουν αρκετά σημεία υψηλής συγκέντρωσης (high spots) στην περιοχή. Το πρόβλημα του δανεισμού διαύλων λόγω της συχνότητας των μεταβολών δεν είναι αποτελεσματικό και ο κάτοχος του δικτύου θέλει να λύσει το πρόβλημα. Δεν διαθέτει άλλες συχνότητες και έχει επιτευχθεί ήδη ο μικρότερος συντελεστής επαναχρησιμοποίησης.

(α) Υποδείξτε την οικονομικότερη λύση που θα εξασφαλίζει τη μέση κίνηση σε κάθε κυψέλη και ταυτόχρονα θα παρέχει τη δυνατότητα κάλυψης των διακυμάνσεων του φορτίου στις κυψέλες. Λάβετε υπόψη ότι οι πομποδέκτες των σταθμών βάσης μπορούν να υποστηρίξουν το πολύ οκτώ ραδιοδιαύλους.

(β) Με τη λύση που προτείνετε, πόση αύξηση φορτίου ανά κυψέλη μπορεί να καλυφθεί;

[Απάντηση: (α) Εγκατάσταση μακροκυψέλης που χρησιμοποιεί 2 ραδιοδιαύλους από κάθε μικροκυψέλη, (β) 256%]

7.2 Κυψελωτό σύστημα διαθέτει συνολικά $N_c = 100$ κυψέλες, φάσμα $B_s = 14.8$ MHz και χρησιμοποιεί αμφίδρομους ραδιοδιαύλους εύρους ζώνης $W = 200$ kHz ανά κατεύθυνση. Σε κάθε ραδιοδιαύλο πολυπλέκονται χρονικά 8 διαύλοι. Ο συντελεστής επαναχρησιμοποίησης των ραδιοδιαύλων είναι $K = 7$.

(α) Να βρεθεί ο μέγιστος αριθμός των κινητών τερματικών που μπορεί να εξυπηρετούνται ταυτόχρονα από το σύστημα, αν σε κάθε κυψέλη δύο από τους διαύλους δεσμεύονται για σηματοδότηση.

(β) Για την επέκταση του δικτύου, αποφασίζεται να χρησιμοποιηθεί επιμερισμός της επαναχρησιμοποίησης, όπου οι εσωτερικές κυψέλες θα έχουν συντελεστή επαναχρησιμοποίησης $K = 3$. Βρείτε τον αριθμό των διαύλων που θα χρησιμοποιηθούν σε κάθε κυψέλη, ώστε να διατηρηθεί μια ομοιόμορφη πυκνότητα κίνησης σε όλη την περιοχή κάλυψης του συστήματος.

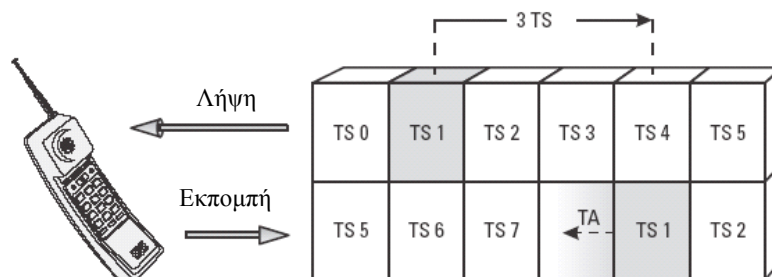
(γ) Ποια είναι η απάντηση στο ερώτημα (α) με τη νέα διάταξη;

[Απάντηση: (α) 3800 ΜΤ, (β) 3×3 και 7×4, (γ) 5200 χρήστες]

7.3 Ποιες τρεις κύριες λειτουργίες πρέπει να υπάρχουν επιπλέον στα δίκτυα κινητών επικοινωνιών σε σχέση με τα ενσύρματα δίκτυα και γιατί;

[Απάντηση: Λειτουργίες διαχείρισης κινητικότητας, διαχείριση ασύρματων πόρων, ασφάλειας]

7.4 Το TDMA δίκτυο GSM χρειάζεται συγχρονισμό μεταξύ του σταθμού βάσης και των κινητών τερματικών. Ο συγχρονισμός απαιτεί το σήμα στη ζεύξη ανόδου να φτάνει στον σταθμό βάσης μετά από 3 χρονοσχισμές, σύμφωνα με το παρακάτω σχήμα.



Η πραγματική χρονική στιγμή μετάδοσης
 Μετατοπίζεται κατά TA

Για να επιτευχθεί αυτός ο συγχρονισμός για πληθώρα αποστάσεων, το κινητό τερματικό ολισθαίνει την εκπομπή του κατά ακέραια πολλαπλάσια της διάρκειας μετάδοσης του bit. Η τιμή αυτή είναι γνωστή ως Time Advance (TA) με διαθέσιμες τιμές από 0 -63 και αφορά τον χρόνο μετάβασης και επιστροφής του σήματος από τον σταθμό βάσης μέχρι το κινητό τερματικό. Βρείτε ποια είναι η τιμή του TA που πρέπει να χρησιμοποιήσει ένα κινητό τερματικό που βρίσκεται σε απόσταση 10 Km από τον σταθμό βάσης.

Ο ρυθμός μετάδοσης στον ραδιοδιάυλο είναι 270.8333 kbps.

[Απάντηση: TA = 18]

- 7.5 Αναφέρατε περιπτώσεις όπου μεταφέρεται πληροφορία ελέγχου από και προς ένα κινητό τηλέφωνο που λειτουργεί σε κυψελωτό σύστημα, ενώ δεν απαιτείται να γίνεται κάτι τέτοιο στο σταθερό τηλεφωνικό σύστημα. Γιατί τα κυψελωτά συστήματα έχουν χωριστούς διαύλους ελέγχου και κίνησης;
- 7.6 Γιατί μερικές φορές ένα σύστημα κινητών και προσωπικών επικοινωνιών απορρίπτει την εξυπηρέτηση προς τερματικό που επιχειρεί να εγκαταστήσει μια κλήση; Αναφέρατε μερικά κριτήρια σύμφωνα με τα οποία το δίκτυο επιτρέπει στο τερματικό να αρχίσει μια κλήση.
- 7.7 Αν επρόκειτο να εγκαταστήσετε ένα σύστημα κινητών επικοινωνιών ως πάροχος, ποια είναι κατά τη γνώμη σας τα στοιχεία που θα βαρύνουν περισσότερο την άποψή σας για την επιλογή του συστήματος που θα εγκαταστήσετε;
- 7.8 Κυψελωτό σύστημα GSM διαθέτει φάσμα $B_s = 18.8$ MHz και καλύπτει την περιοχή εξυπηρέτησης με 96 κυψέλες. Ο συντελεστής επαναχρησιμοποίησης των ραδιοδιαύλων είναι $K = 7$. Προκειμένου να αυξηθεί η χωρητικότητα του συστήματος υπάρχει το ενδεχόμενο να χρησιμοποιηθεί επιμερισμός επαναχρησιμοποίησης όπου οι εσωτερικές κυψέλες θα έχουν συντελεστή επαναχρησιμοποίησης $K = 3$, ή μικροκυψέλες με τις κεραίες στα άκρα τους.
- (α) Να βρεθεί ο μέγιστος αριθμός των κινητών τερματικών που μπορεί να εξυπηρετούνται ταυτόχρονα από το σύστημα με την κάθε λύση, ώστε να διατηρηθεί ομοιόμορφη πυκνότητα κίνησης. Σε κάθε κυψέλη δύο από τους διαύλους χρήστη δεσμεύονται για σηματοδοσία.
- (β) Ποια η σχέση του ρυθμού των διαπομπών για κάθε προτεινόμενη λύση, σε σύγκριση με το αρχικό σύστημα, για την ίδια πυκνότητα χρηστών και την ίδια μέση ταχύτητα;

[Απάντηση: (α) 6528 και 8256, (β) μεγαλύτερος ρυθμός στον επιμερισμό επαναχρησιμοποίησης, ίδιος ρυθμός με τις μικροκυψέλες]

- 7.9 Πώς επηρεάζει η τιμή του εκθέτη απωλειών διαδρομής n τα χαρακτηριστικά ενός κυψελωτού συστήματος κινητών επικοινωνιών; Πότε ένα σύστημα ευνοείται από την υψηλή τιμή του n ; Πότε η χαμηλή τιμή του εκθέτη είναι χρήσιμη;
- 7.10 Απαριθμήστε τεχνικές που μπορεί να χρησιμοποιηθούν για την αύξηση του αριθμού των χρηστών σε συστήματα κινητών επικοινωνιών, όταν το διατιθέμενο φάσμα συχνοτήτων είναι σταθερό (δηλ. αύξηση της φασματικής απόδοσης).
- 7.11 Η προσφερόμενη κίνηση σε κυψελωτό σύστημα κινητών επικοινωνιών μπορεί να καθοριστεί από τη μέση διάρκεια κλήσεων H και τον ρυθμό κλήσεων λ . Οι ποσότητες H και λ περιγράφουν αρκετά καλά την προσφερόμενη κίνηση σε μια κυψέλη, αν υποθεθεί ότι τα κινητά τερματικά δεν διασχίζουν τα όρια της κυψέλης. Περιγράψτε την επίδραση της διέλευσης των κινητών τερματικών από τα όρια της κυψέλης τόσο στη μέση διάρκεια των κλήσεων όσο και στον ρυθμό κλήσεων.
- 7.12 Ποιος είναι ο σκοπός του ελέγχου ισχύος στα συστήματα κινητών επικοινωνιών; Αναφέρατε περιπτώσεις με τις οποίες μπορεί να εφαρμοσθεί ο έλεγχος ισχύος.