



Προπτυχιακό Πρόγραμμα Σπουδών
Τμήμα Πληροφορικής, Πανεπιστήμιο Πειραιώς

ΔΙΚΤΥΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ

ΑΣΚΗΣΕΙΣ – ΜΕΡΟΣ 2^ο

Καθηγητής
Χρήστος Δουληγέρης
cdoulig@unipi.gr

Διδάκτωρ
Απόστολος Καραλής
akaralis@unipi.gr

ΑΣΚΗΣΗ 1^Η – ΚΑΘΑΡΟ ΑΛΟΗΑ/ ΠΕΡΙΟΔΟΣ ΕΥΠΑΘΕΙΑΣ

Υποθέστε την ύπαρξη μιας κοινόχρηστης ζεύξης στην οποία η πρόσβαση επιτυγχάνεται με τη χρήση της καθαρής (pure) έκδοσης του πρωτοκόλλου ΑΛΟΗΑ. Ποια είναι η περίοδος ευπάθειας (vulnerable period) αν θεωρήσουμε ότι οι κόμβοι μεταδίδουν πλαίσια σταθερού μήκους και ο χρόνος μετάδοσης ενός πλαισίου είναι d_{tran} .

Σημείωση: Περίοδος ευπάθειας (vulnerable period), για ένα πρωτόκολλο πρόσβασης σε κοινόχρηστη ζεύξη, ονομάζεται το χρονικό διάστημα στο οποίο μπορεί να συμβεί σύγκρουση. Ειδικότερα, εκφράζει το χρονικό διάστημα μέσα στο οποίο η έναρξη της μετάδοσης περισσότερων του ενός πλαισίων είναι πιθανό να οδηγήσει σε σύγκρουση.

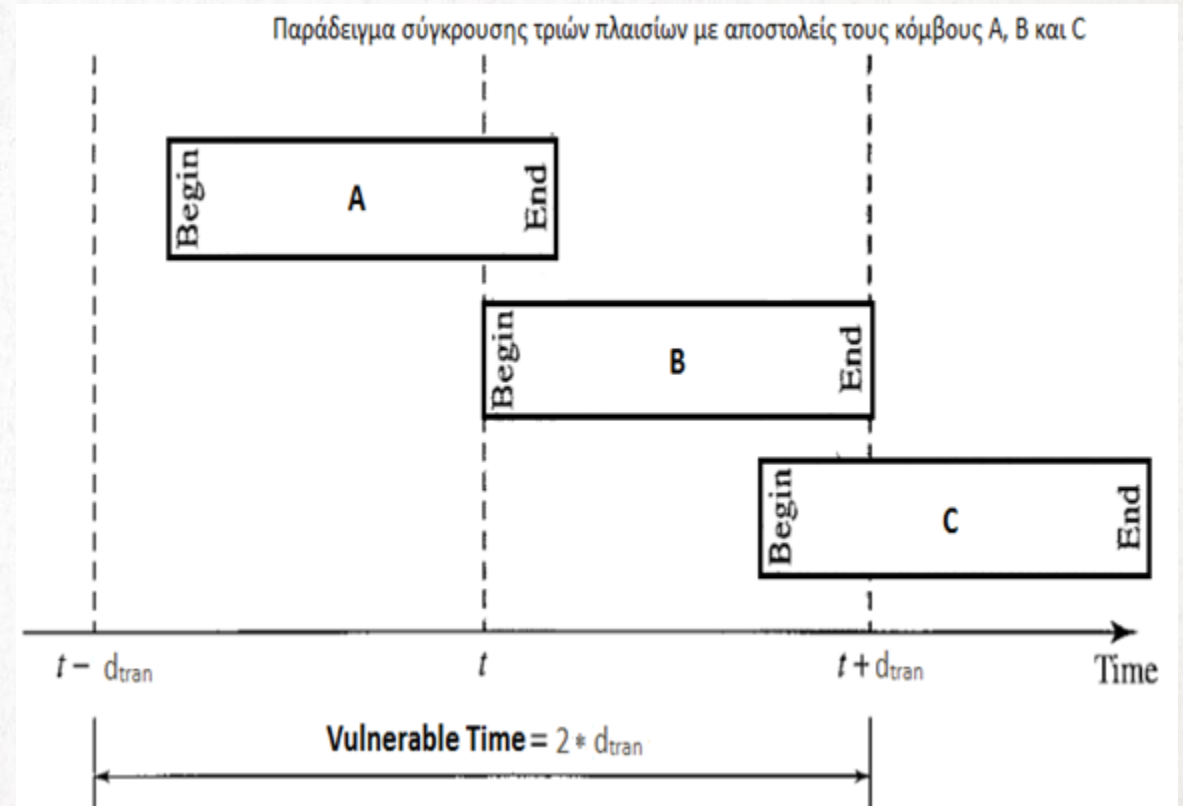
ΑΣΚΗΣΗ 1^Η – ΚΑΘΑΡΟ ΑΛΟΗΑ/ ΠΕΡΙΟΔΟΣ ΕΥΠΑΘΕΙΑΣ

Υποθέστε την ύπαρξη μιας κοινόχρηστης ζεύξης στην οποία η πρόσβαση επιτυγχάνεται με τη χρήση της καθαρής (pure) έκδοσης του πρωτοκόλλου ΑΛΟΗΑ. Ποια είναι η περίοδος ευπάθειας (vulnerable period) αν θεωρήσουμε ότι οι κόμβοι μεταδίδουν πλαίσια σταθερού μήκους και ο χρόνος μετάδοσης ενός πλαισίου είναι d_{tran} .

Σημείωση: Περίοδος ευπάθειας (vulnerable period), για ένα πρωτόκολλο πρόσβασης σε κοινόχρηστη ζεύξη, ονομάζεται το χρονικό διάστημα στο οποίο μπορεί να συμβεί σύγκρουση. Ειδικότερα, εκφράζει το χρονικό διάστημα μέσα στο οποίο η έναρξη της μετάδοσης περισσότερων του ενός πλαισίων είναι πιθανό να οδηγήσει σε σύγκρουση.

Απάντηση:

Μία σύγκρουση μπορεί να συμβεί όταν ένας κόμβος ξεκινήσει την αποστολή ενός πλαισίου τη στιγμή που μεταδίδεται ένα άλλο πλαίσιο. Κατά επέκταση, η αποστολή ενός πλαισίου δεν κινδυνεύει από συγκρούσεις αν η έναρξη της μετάδοσης του έπεται χρονικά (τουλάχιστον) d_{tran} από την τελευταία έναρξη μετάδοσης πλαισίου και προηγείται (τουλάχιστον) d_{tran} από την επόμενη έναρξη μετάδοσης πλαισίου. Συνεπώς, η ζητούμενη περίοδος ευπάθειας είναι $2 * d_{tran}$.



ΑΣΚΗΣΗ 2^Η – ΘΥΡΙΔΩΤΟ ΑΛΟΗΑ/ ΠΕΡΙΟΔΟΣ ΕΥΠΑΘΕΙΑΣ

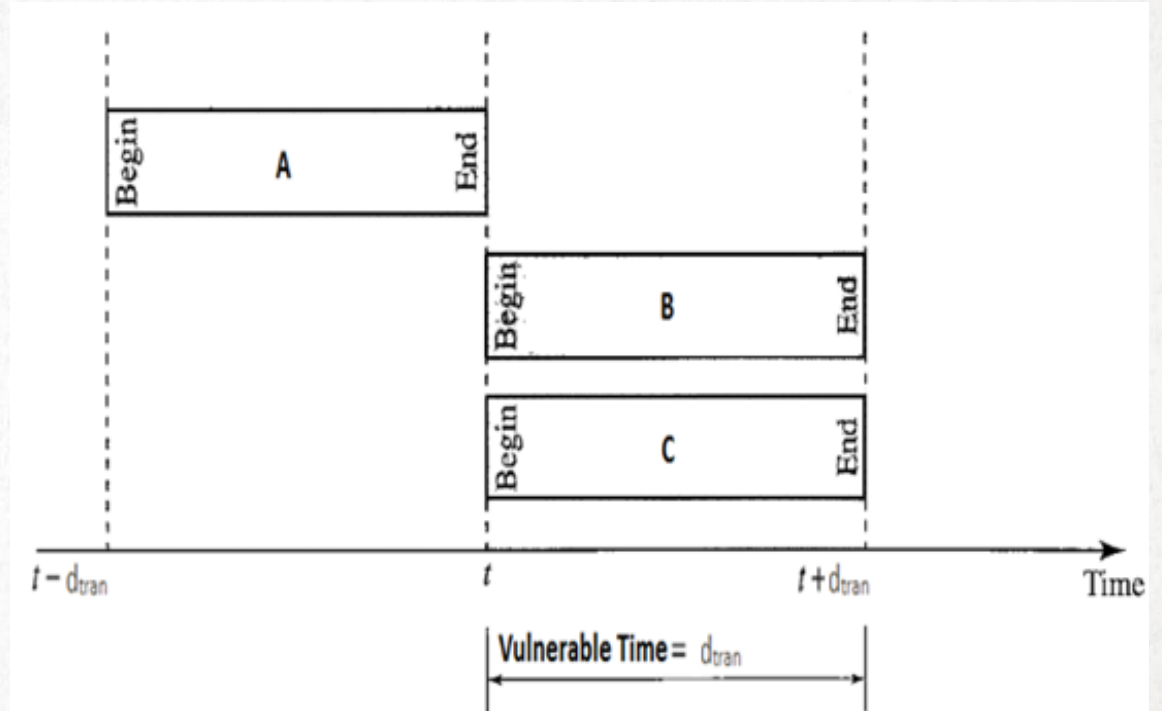
Επαναλάβετε την προηγούμενη άσκηση βρίσκοντας αυτή τη φορά την περίοδο ευπάθειας για το θυριδωτό (slotted) ΑΛΟΗΑ.

ΑΣΚΗΣΗ 2^Η – ΘΥΡΙΔΩΤΟ ALOHA/ ΠΕΡΙΟΔΟΣ ΕΥΠΑΘΕΙΑΣ

Επαναλάβετε την προηγούμενη άσκηση βρίσκοντας αυτή τη φορά την περίοδο ευπάθειας για το θυριδωτό (slotted) ALOHA.

Απάντηση:

Σε αντίθεση με το καθαρό ALOHA, στο θυριδωτό ALOHA η μετάδοση ενός πλαισίου πρέπει να ξεκινάει στην αρχή κάθε χρονοθυρίδας και να ολοκληρώνεται εντός αυτής. Συνεπώς, η περίοδος ευπάθειας είναι d_{tran} .



ΑΣΚΗΣΗ 3^Η – ΘΥΡΙΔΩΤΟ ALOHA/ ΑΠΟΔΟΤΙΚΟΤΗΤΑ

Θεωρείστε τη χρήση του θυριδωτού ALOHA με τις εξής παραμέτρους :

- **N** χρήστες
- **p** η πιθανότητα να μεταδώσει δεδομένα ένας χρήστης ή να αναμεταδοθεί ένα χαμένο πλαίσιο (frame)
- Σε κάθε επιτυχή μετάδοση αξιοποιείται 1 μονάδα χωρητικότητας (π.χ. 1Mbps)

Να βρεθούν:

- a) Ο βαθμός χρήσης S της γραμμής ως έκφραση των p και N
- b) Η τιμή του p για την οποία το S είναι μέγιστο
- c) Το μέγιστο S , όταν το δίκτυο είναι πολύ μεγάλο (δηλαδή $N \rightarrow \infty$)

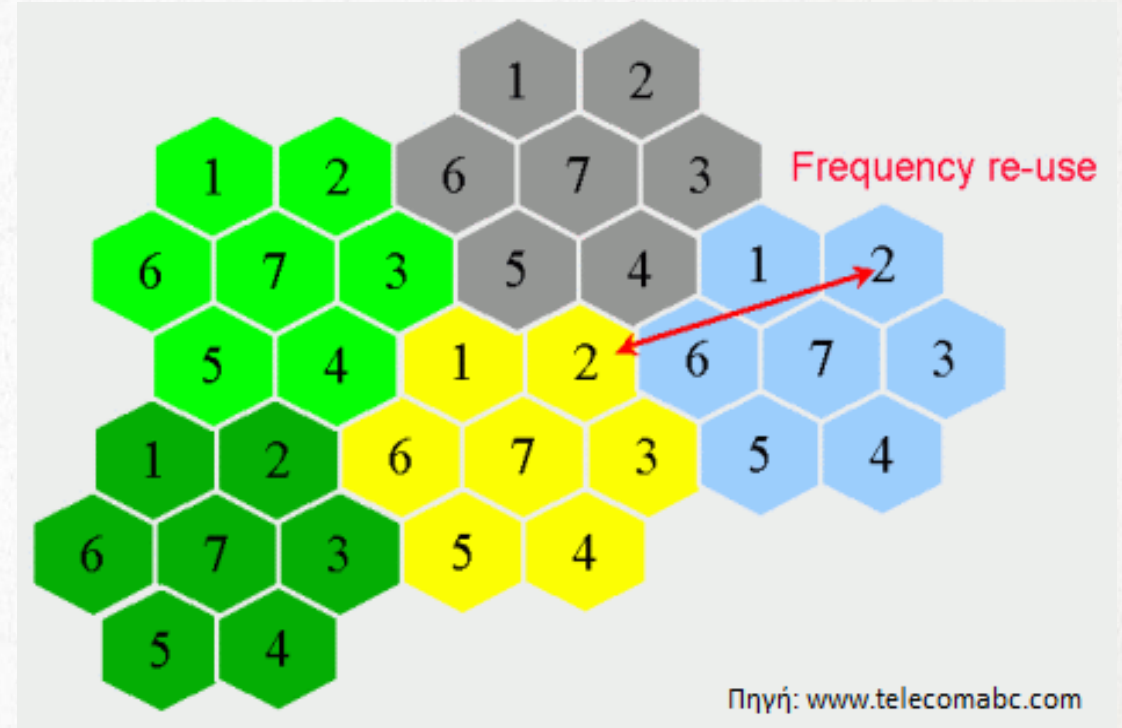
ΑΣΚΗΣΗ 3^Η – ΘΥΡΙΔΩΤΟ ΑΛΟΗΑ/ ΑΠΟΔΟΤΙΚΟΤΗΤΑ

Απάντηση :

- a) Σε αυτήν την περίπτωση η χρησιμοποίηση είναι ίση με την πιθανότητα να μεταδώσει μόνο ένας χρήστης (σε μια χρονοθυρίδα). Η πιθανότητα να μεταδώσει μόνο ένας από τους N χρήστες σε ένα slot είναι $Np(1-p)^{N-1}$, οπότε $S = Np(1-p)^{N-1}$.
- b) Για να βρούμε το p που μεγιστοποιεί το S υπολογίζουμε την παράγωγο του S ως προς p και την εξισώνουμε με το 0, δηλαδή:
- $S'(p) = N(1-p)^{N-1} - Np(N-1)(1-p)^{N-2}$
 - $S'(p) = 0 \Leftrightarrow N(1-p)^{N-1} = Np(N-1)(1-p)^{N-2} \Leftrightarrow p = \frac{1}{N}$
- c) Για $p = \frac{1}{N}$ έχουμε $S = \left(1 - \frac{1}{N}\right)^{N-1}$, οπότε το $\lim_{N \rightarrow \infty} S = \frac{1}{e} \approx 0.36788$

ΑΣΚΗΣΗ 4^Η – ΚΥΨΕΛΩΤΑ ΔΙΚΤΥΑ/ ΠΛΗΘΟΣ ΔΙΑΥΛΩΝ ΑΝΑ ΚΥΨΕΛΗ

Ένα κυψελωτό σύστημα κινητών επικοινωνιών αξιοποιεί ζώνη συχνοτήτων εύρους 100MHz και κάθε μονόδρομος δίαυλος έχει εύρος ζώνης 50KHz. Ποιος είναι ο αριθμός των (αμφίδρομων) διαύλων που θα καταναμηθούν ανά κυψέλη αν ο συντελεστής επαναχρησιμοποίησης είναι 4, 7 και 10;



Παράδειγμα κυψελωτού συστήματος

ΑΣΚΗΣΗ 4^Η – ΚΥΨΕΛΩΤΑ ΔΙΚΤΥΑ/ ΠΛΗΘΟΣ ΔΙΑΥΛΩΝ ΑΝΑ ΚΥΨΕΛΗ

Ένα κυψελωτό σύστημα κινητών επικοινωνιών αξιοποιεί ζώνη συχνοτήτων εύρους 100MHz και κάθε μονόδρομος δίαυλος έχει εύρος ζώνης 50KHz. Ποιος είναι ο αριθμός των (αμφίδρομων) διαύλων που θα κατανεμηθούν ανά κυψέλη αν ο συντελεστής επαναχρησιμοποίησης είναι 4, 7 και 10;

Απάντηση:

Καταρχάς, κάθε (αμφίδρομος) δίαυλος έχει εύρος ζώνης ίσο με $50KHz * 2 = 100KHz$ και κατά επέκταση το σύστημα έχει συνολικά $\frac{100MHz}{100KHz} = 1000$ (αμφίδρομους) δίαυλους. Αν ονομάσουμε C τον αριθμό των διαύλων ανά κυψέλη τότε έχουμε:

- Για $K = 4 \rightarrow C = \frac{1000}{4} = 250$
- Για $K = 7 \rightarrow C = \frac{1000}{7} \approx 142$
- Για $K = 10 \rightarrow C = \frac{1000}{10} = 100$

ΑΣΚΗΣΗ 5^Η – ΚΑΘΑΡΟ ΑΛΟΗΑ/ΑΡΙΘΜΟΣ ΧΡΗΣΤΩΝ

Μία ομάδα N σταθμών μοιράζονται έναν δίαυλο καθαρού ΑΛΟΗΑ των 56 kbps. Ο κάθε σταθμός εξάγει ένα πλαίσιο των 1000 bit κατά μέσο όρο κάθε 100 sec, ακόμη και αν το προηγούμενο δεν έχει ακόμα σταλεί (δηλαδή, οι έξοδοι των σταθμών αποθηκεύονται προσωρινά). Ποια είναι η μέγιστη τιμή του N ;

ΑΣΚΗΣΗ 5^Η – ΚΑΘΑΡΟ ΑΛΟΗΑ/ΑΡΙΘΜΟΣ ΧΡΗΣΤΩΝ

Μία ομάδα N σταθμών μοιράζονται έναν δίαυλο καθαρού ΑΛΟΗΑ των 56 kbps. Ο κάθε σταθμός εξάγει ένα πλαίσιο των 1000 bit κατά μέσο όρο κάθε 100 sec, ακόμη και αν το προηγούμενο δεν έχει ακόμα σταλεί (δηλαδή, οι έξοδοι των σταθμών αποθηκεύονται προσωρινά). Ποια είναι η μέγιστη τιμή του N ;

Απάντηση:

Με το καθαρό ΑΛΟΗΑ το χρησιμοποιούμενο εύρος ζώνης είναι $0,184 \cdot 56 \text{ kbps} = 10,3 \text{ kbps}$. Κάθε σταθμός απαιτεί 10 bps επομένως $N = 10.300/10 = 1.030$ σταθμοί.

ΑΣΚΗΣΗ 6^Η – ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΚΑΘΥΣΤΕΡΗΣΗΣ ΚΑΘΑΡΟΥ ΑΛΟΗΑ ΚΑΙ ΘΥΡΙΔΩΤΟΥ ΑΛΟΗΑ

Συγκρίνετε την καθυστέρηση (έναρξης) μετάδοσης ενός πλαισίου (χρόνος από τη στιγμή που έχουμε ένα πλαίσιο για μετάδοση, μέχρι να το μεταδώσουμε) μεταξύ του καθαρού ΑΛΟΗΑ και του ΑΛΟΗΑ με σχισμές.

ΑΣΚΗΣΗ 6^Η – ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΚΑΘΥΣΤΕΡΗΣΗΣ ΚΑΘΑΡΟΥ ΑΛΟΗΑ ΚΑΙ ΘΥΡΙΔΩΤΟΥ ΑΛΟΗΑ

Συγκρίνετε την καθυστέρηση (έναρξης) μετάδοσης ενός πλαισίου (χρόνος από τη στιγμή που έχουμε ένα πλαίσιο για μετάδοση, μέχρι να το μεταδώσουμε) μεταξύ του καθαρού ΑΛΟΗΑ και του ΑΛΟΗΑ με σχισμές.

Απάντηση:

Με το καθαρό ΑΛΟΗΑ η μετάδοση μπορεί να ξεκινήσει αμέσως, δηλαδή η καθυστέρηση είναι μηδενική. Στο ΑΛΟΗΑ με σχισμές πρέπει ο πομπός να περιμένει την αρχή της επόμενης σχισμής. Επομένως έχουμε καθυστέρηση της μισής σχισμής κατά μέσο όρο.

ΑΣΚΗΣΗ 7^Η – ΘΥΡΙΔΩΤΟ ΑΛΟΗΑ/ΦΟΡΤΙΟ ΔΙΑΥΛΟΥ

Δέκα χιλιάδες σταθμοί κράτησης αεροπορικών θέσεων ανταγωνίζονται για τη χρήση ενός διαύλου ΑΛΟΗΑ με σχισμές. Ο μέσος σταθμός κάνει 18 αιτήσεις/ώρα. Μία σχισμή είναι 125 μsec . Ποιο είναι κατά προσέγγιση το συνολικό φορτίο του διαύλου;

ΑΣΚΗΣΗ 7^Η – ΘΥΡΙΔΩΤΟ ΑΛΟΗΑ/ΦΟΡΤΙΟ ΔΙΑΥΛΟΥ

Δέκα χιλιάδες σταθμοί κράτησης αεροπορικών θέσεων ανταγωνίζονται για τη χρήση ενός διαύλου ΑΛΟΗΑ με σχισμές. Ο μέσος σταθμός κάνει 18 αιτήσεις/ώρα. Μία σχισμή είναι 125 μsec . Ποιο είναι κατά προσέγγιση το συνολικό φορτίο του διαύλου;

Απάντηση:

Κάθε τερματικό δημιουργεί 18 αιτήσεις/ώρα, επομένως όλοι οι σταθμοί δημιουργούν $10.000 \cdot 18 = 180000$ αιτήσεις/ώρα = 50 αιτήσεις/sec. Αφού η μια σχισμή διαρκεί 125 μsec , ένα δευτερόλεπτο περιέχει 8.000 σχισμές, από τις οποίες κατά μέσο όρο χρησιμοποιούνται οι 50. Το συνολικό φορτίο του διαύλου είναι $50/8.000 = 1/160$.

ΑΣΚΗΣΗ 8^Η – ΔΙΚΤΥΑ ΚΙΝΗΤΗΣ ΤΗΛΕΦΩΝΙΑΣ/ΣΥΧΝΟΤΗΤΕΣ ΑΝΑ ΚΥΨΕΛΗ

Σε ένα τυπικό δίκτυο κινητής τηλεφωνίας με εξάγωνες κυψέλες, δεν επιτρέπεται να χρησιμοποιηθεί η ίδια ζώνη συχνοτήτων σε διπλανές κυψέλες. Εάν υπάρχουν 840 διαθέσιμες συχνότητες πόσες μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη ζώνη μίας δεδομένης κυψέλης;

ΑΣΚΗΣΗ 8^Η – ΔΙΚΤΥΑ ΚΙΝΗΤΗΣ ΤΗΛΕΦΩΝΙΑΣ / ΣΥΧΝΟΤΗΤΕΣ ΑΝΑ ΚΥΨΕΛΗ

Σε ένα τυπικό δίκτυο κινητής τηλεφωνίας με εξάγωνα κυψέλες, δεν επιτρέπεται να χρησιμοποιηθεί η ίδια ζώνη συχνοτήτων σε διπλανές κυψέλες. Εάν υπάρχουν 840 διαθέσιμες συχνότητες πόσες μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη ζώνη μίας δεδομένης κυψέλης;

Απάντηση:

Κάθε κυψέλη έχει 6 γείτονες. Εάν μία κυψέλη χρησιμοποιεί τη ζώνη συχνοτήτων Α, τότε οι γείτονές της μπορούν να έχουν τις ζώνες συχνοτήτων Β, Γ, Β, Γ, Β και Γ αντίστοιχα. Συνεπώς ανά πάσα στιγμή χρειάζονται μόνο τρεις διαφορετικές κυψέλες (κυψέλες με διαφορετική ζώνη συχνοτήτων). Άρα κάθε κυψέλη μπορεί να έχει $840 / 3 = 280$ συχνότητες.

ΑΣΚΗΣΗ 9^Η – ΔΙΚΤΥΑ ΚΙΝΗΤΗΣ ΤΗΛΕΦΩΝΙΑΣ/ΔΙΑΠΟΜΠΗ

Μερικές φορές όταν ένας χρήστης του δικτύου κινητής τηλεφωνίας με μία ενεργή κλήση αλλάξει κυψέλη, η κλήση του τερματίζεται ακόμα και στην περίπτωση που όλοι οι πομποί και οι δέκτες λειτουργούν τέλεια. Εξηγήστε το λόγο για τον οποίο συμβαίνει αυτό.

ΑΣΚΗΣΗ 9^Η – ΔΙΚΤΥΑ ΚΙΝΗΤΗΣ ΤΗΛΕΦΩΝΙΑΣ/ΔΙΑΠΟΜΠΗ

Μερικές φορές όταν ένας χρήστης του δικτύου κινητής τηλεφωνίας με μία ενεργή κλήση αλλάξει κυψέλη, η κλήση του τερματίζεται ακόμα και στην περίπτωση που όλοι οι πομποί και οι δέκτες λειτουργούν τέλεια. Εξηγήστε το λόγο για τον οποίο συμβαίνει αυτό.

Απάντηση:

Η ίδια συχνότητα δε μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε διπλανές κυψέλες, επομένως όταν ο χρήστης αλλάζει κυψέλη καθώς μετακινείται, μία νέα συχνότητα θα πρέπει να αποδοθεί στην κλήση του. Η συχνότητα αυτή θα επιλεγθεί από τις διαθέσιμες συχνότητες της κυψέλης στην οποία ο χρήστης εισέρχεται, εάν όμως ο χρήστης μπει σε κυψέλη της οποίας όλες οι συχνότητες εκείνη τη στιγμή χρησιμοποιούνται, τότε η κλήση θα τερματιστεί.

ΑΣΚΗΣΗ 10^Η – ΣΥΝΔΕΣΕΙΣ TCP

Σε μία διεργασία στον host 1 έχει ανατεθεί η θύρα p , ενώ σε μία άλλη διεργασία στον host 2 έχει ανατεθεί η θύρα q . Μπορούν να υπάρξουν δύο ή περισσότερες συνδέσεις TCP μεταξύ των δύο θυρών την ίδια στιγμή; Θεωρείστε ότι οι κόμβοι διαθέτουν μία μόνο διεύθυνση IP.

ΑΣΚΗΣΗ 10^Η – ΣΥΝΔΕΣΕΙΣ TCP

Σε μία διεργασία στον host 1 έχει ανατεθεί η θύρα p , ενώ σε μία άλλη διεργασία στον host 2 έχει ανατεθεί η θύρα q . Μπορούν να υπάρξουν δύο ή περισσότερες συνδέσεις TCP μεταξύ των δύο θυρών την ίδια στιγμή; Θεωρίστε ότι οι κόμβοι διαθέτουν μία μόνο διεύθυνση IP.

Απάντηση:

Όχι. Αν θεωρήσουμε ότι IP_1 και IP_2 είναι οι διευθύνσεις IP των κόμβων 1 και 2 αντίστοιχα, τότε η σύνδεση $(IP_1, p)-(IP_2, q)$ είναι η μόνη σύνδεση που μπορεί να υπάρξει μεταξύ αυτών των δύο θυρών.