

Εισαγωγή

1. Θεωρήστε δύο υπολογιστές A και B που συνδέονται με ένα σύνδεσμο ρυθμού R bps. Υποθέστε ότι ο σύνδεσμος έχει μήκος M μέτρα (m) και ότι η ταχύτητα διάδοσης σήματος στον σύνδεσμο είναι S m/s. Ο υπολογιστής A στέλνει ένα πακέτο μεγέθους L bits στον υπολογιστή B.
 - α) Εκφράστε την καθυστέρηση διάδοσης, d_{prop}
 - β) Εκφράστε την καθυστέρηση μετάδοσης του πακέτου, d_{trans}
 - γ) Ποια είναι η συνολική καθυστέρηση μεταφοράς του πακέτου από τον A στο B
 - δ) Έστω ότι υπάρχει ένας ενδιάμεσος κόμβος (π.χ. δρομολογητής) στη μέση του συνδέσμου (απόσταση $M/2$) που λειτουργεί με αποθήκευση και προώθηση (store and forward). Έστω d_{nodal} ο χρόνος επεξεργασίας του πακέτου στον κόμβο (σταθερός για όλα τα πακέτα) και ότι στιγμιαία δεν υπάρχει άλλη κίνηση στον κόμβο (άρα μηδενική καθυστέρηση αναμονής). Ποια είναι σε αυτή την περίπτωση η συνολική καθυστέρηση μεταφοράς του πακέτου από τον A στο B;

Οπτικά δίκτυα κορμού και μητροπολιτικά

2. Έστω πηγή laser με ισχύ εκπομπής 3dBm και μονοτροπική ίνα (SMF) 120 km με παράμετρο εξασθένησης 0.25dB/km. Ποια η ισχύς του σήματος (σε dBm) στο τέλος της ίνας; Αν ο δέκτης στο τέλος της ίνας έχει ευαισθησία -22dBm, είναι δυνατή η μετάδοση; Αν όχι τι μπορούμε να κάνουμε;
3. Περιγράψτε την λειτουργία του επιλεκτικού μεταγωγέα μήκους κύματος (wavelengths selective switch – WSS). Έστω σήματα μήκους κύματος λ_1, λ_2 στην κοινή θύρα ενός 1x3 WSS. Πόσοι είναι οι δυνατοί συνδυασμοί εξόδων του WSS; Πόσοι αν είχαμε 1x3 optical space switch (MEMS).
4. Εξηγήστε πως μπορούν να μεταφερθούν πολλαπλές διαφορετικές συνδέσεις μέσω πολυπλεξία μήκους κύματος (wavelength division multiplexing - WDM) πάνω από μια ίνα (αν θέλετε δώστε σχήμα). Έστω τοπολογία δακτυλίου με 4 κόμβους. Οι κόμβοι συνδέονται με WSSs στον δακτύλιο και μπορούν να προσθαφαιρούν οποιοδήποτε μήκος κύματος θέλουν. Έστω ότι ο δακτύλιος υλοποιείται με μια ίνα και μεταδίδουμε προς μόνο μια κατεύθυνση. Ποιος είναι ο ελάχιστος αριθμός μηκών κύματος που θα χρειαζόμαστε για να επικοινωνήσουν όλοι με όλους τους κόμβους; (κάνετε σχήμα για βοήθεια)

Δίκτυα Πρόσβασης

5. Γιατί η τεχνολογία πρόσβαση DSL είχε μεγάλη διάδοση στην Ελλάδα και όχι η τεχνολογία πρόσβασης μέσω (ομοαξονικού) καλωδίου (cable access); Αναφέρετε 2 βασικές παράμετρους που επηρεάζουν την ταχύτητα πρόσβασης μέσω DSL.
6. Οι τεχνολογίες δικτύου καλωδίου (Cable), DSL και παθητικού οπτικού δικτύου (Passive Optical Network) χρησιμοποιούνται για δημιουργία δικτύων ευρυζωνικής πρόσβασης. Για καθεμία από αυτές τις τεχνολογίες, δώστε μια τάξη μεγέθους του ρυθμού μετάδοσης και σχολιάστε εάν οι χρήστες έχουν αποκλειστικά ή διαμοιράζονται αυτούς τους ρυθμούς.

Κινητά δίκτυα

7. Ποιες είναι οι λειτουργίες του Home Subscriber Server (HSS), του Mobility Management Entity (MME), του Serving Gateway (S-GW) και του PDN Gateway (P-GW) σε ένα δίκτυο 4G. Τα MME και HSS εκτελούν λειτουργίες control ή user plane;
8. Περιγράψτε 3 βασικές διαφορές του 4G με το 5G.
9. Έστω σύστημα LTE. Το ραδιοκανάλι διαχωρίζεται σε υποκανάλια φάσματος που ανατίθενται ανά χρονοσχισμή στα κινητά. Πιο συγκεκριμένα, ανατίθενται Resource Blocks (RB) — όπου ένα RB αντιστοιχεί σε εύρος φάσματος 180 KHz για χρόνο 1 ms — και το συνολικό φάσμα του καναλιού χωρίζεται σε 100 RB. Υπάρχουν τρία κινητά, A, B και C, που έχουν πρόσβαση στο σταθμό βάσης. Τα

κινητά αυτά βρίσκονται σε διαφορετικές αποστάσεις, και ο σταθμός βάσης έχει ρυθμό μετάδοσης προς αυτά 10 Mbps, 5 Mbps και 5 Mbps αντίστοιχα, εφόσον χρησιμοποιεί όλα τα RB (δηλαδή όλες τις χρονοθυρίδες και όλα τα υποκανάλια) αποκλειστικά για αποστολή δεδομένων σε κάθε κινητό.

A. Ποιος είναι ο μέγιστος συνολικός ρυθμός μετάδοσης που μπορεί να πετύχει ο σταθμός βάσης, υποθέτοντας ότι μπορεί να αναθέσει κάθε RB σε όποιο κινητό θέλει; Είναι «δίκαιη» αυτή η λύση, δηλαδή υπάρχει διαφορά στον ρυθμό μετάδοσης που λαμβάνει κάθε κινητό;

B. Αν υπάρχει απαίτηση δικαιοσύνης, ώστε κάθε κινητό να λάβει ίση ποσότητα δεδομένων μέσα σε ένα διάστημα (π.χ. 1 ms), ποιος θα είναι ο μέσος ρυθμός μετάδοσης από το σταθμό βάσης; Εξηγήστε πώς καταλήξατε στην απάντησή σας και πώς μπορεί να επιτευχθεί αυτό στην πράξη (ποια θα ήταν η ανάθεση των πόρων).