# ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

ΣΧΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ & ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ
Τομέας Επικοινωνιών, Ηλεκτρονικής & Συστημάτων Πληροφορικής
Εργαστήριο Διαχείρισης και Βέλτιστου Σχεδιασμού Δικτύων - NETMODE

Ηρώων Πολυτεχνείου 9, Ζωγράφου, 157 80 Αθήνα, Τηλ: 210.772.1448, Fax: 210.772.14
URL: http://www.netmode.ntua.gr/


Γραπτή Εξέταση στο Μάθημα "ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΑΝΑΜΟΝΗΣ"
6ο Εξάμηνο Ηλεκτρολόγων Μηχ. & Μηχ. Υπολογιστών

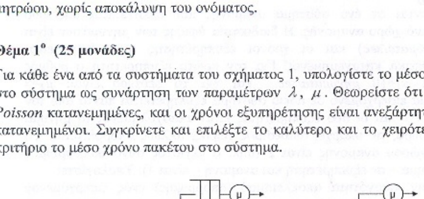
01.07.2010
Διδάσκοντες: Β. Μάγκλαρης, Σ. Παπαβασιλείου

Παρακαλώ απαντήστε σε όλες τις ερωτήσεις. Διάρκεια 2 ώρες.
Κλειστά Βιβλία, χωρίς Σημειώσεις ΚΑΛΗ ΤΥΧΗ !

Η βαθμολογία θα είναι διαθέσιμη και στις σελίδες του εργαστηρίου NETMODE: `http://www.netmode.ntua.gr/courses/queues`, με χρήση του αριθμού μητρώου, χωρίς αποκάλυψη του ονόματος.

### Θέμα 1ο (25 μονάδες)

Για κάθε ένα από τα συστήματα του σχήματος 1, υπολογίστε το μέσο χρόνο πακέτου στο σύστημα ως συνάρτηση των παραμέτρων $\lambda$, $\mu$. Θεωρείστε ότι οι αφίξεις είναι *Poisson* κατανεμημένες, και οι χρόνοι εξυπηρέτησης είναι ανεξάρτητοι και εκθετικά κατανεμημένοι. Συγκρίνετε και επιλέξτε το καλύτερο και το χειρότερο σύστημα με κριτήριο το μέσο χρόνο πακέτου στο σύστημα.

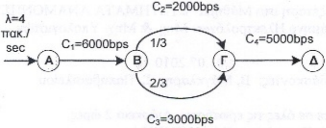



Σχήμα 1 (Θέμα 1)

### Θέμα 2ο (25 μονάδες)

A) (10 μονάδες) Θεωρείστε ένα δίκτυο ουρών αναμονής. Αναφέρατε τις αναγκαίες συνθήκες και παραδοχές ώστε κάθε σύνδεση μεταξύ διαδοχικών ουρών αναμονής να θεωρηθεί ως μια ουρά *M/M/1*.

B) (15 μονάδες) Το παρακάτω σχήμα 2 παριστά ένα τηλεπικοινωνιακό δίκτυο. Μια ροή κίνησης ρυθμού $\lambda = 4$ πακέτα/sec εισέρχεται στον κόμβο Α και διασπάται στον κόμβο Β τυχαία με πιθανότητα 1/3 και πιθανότητα 2/3 σε δύο εναλλακτικές διαδρομές προς τον κόμβο Γ, όπως φαίνεται στο σχήμα 2. Τα μήκη των πακέτων είναι εκθετικά κατανεμημένα με μέση τιμή 1000 bits και οι χωρητικότητες των γραμμών μετάδοσης φαίνονται στο σχήμα 2. Βρείτε το μέσο αριθμό πακέτων και τη μέση συνολική καθυστέρηση ενός τυχαίου πακέτου στο σύστημα. Επίσης βρείτε την από άκρο-σε-άκρο (από Α στο Δ) μεση καθυστέρηση πακέτου για πακέτα που ακολουθούν τις δύο εναλλακτικές διαδρομές (υπορoές).




Σχήμα 2 (Θέμα 2)

**Θέμα 3$^o$ (25 μονάδες)**

Μηνύματα παραδίδονται σε ένα σύστημα αναμονής που αποτελείται από δύο εξυπηρετητές και κοινό χώρο αναμονής. Η διαδικασία άφιξης των μηνυμάτων είναι Poisson (*λ=10 μηνύματα/sec*) και οι χρόνοι εξυπηρέτησης μηνυμάτων είναι ανεξάρτητοι και εκθετικά κατανεμημένοι. Για τον πρώτο εξυπηρετητή ο ρυθμός εξυπηρέτησης είναι: $\mu_1$=10 *μηνύματα/sec* και για το δεύτερο είναι: $\mu_2$=5 *μηνύματα/sec*. Μήνυμα εισερχόμενο σε άδειο σύστημα εξυπηρετείται πάντα από τον πρώτο εξυπηρετητή. Αν και οι δύο εξυπηρετητές είναι απασχολημένοι το μήνυμα αποθηκεύεται στην ουρά, αν υπάρχει διαθέσιμος χώρος, αλλιώς απορρίπτεται. Το μέγιστο μήκος του χώρου αναμονής είναι 2 (δηλ. ο μέγιστος συνολικός αριθμός μηνυμάτων στο σύστημα – σε εξυπηρέτηση και αναμονή – είναι 4). Υπολογίστε:

Α) (15 μονάδες) Την πιθανότητα αποκλεισμού (απόρριψης) ενός εισερχόμενου μηνύματος.

Β) (5 μονάδες) Τους βαθμούς χρησιμοποίησης των δύο εξυπηρετητών.

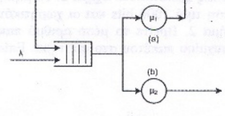
Γ) (5 μονάδες) Το μέσο χρόνο παραμονής στο σύστημα τυχαίου μηνύματος.

**Θέμα 4$^o$ (25 μονάδες)**

Θεωρείστε το σύστημα δύο εξυπηρετητών του παρακάτω σχήματος. Όταν και οι δύο εξυπηρετητές είναι ανενεργοί, ένα εισερχόμενο πακέτο δρομολογείται πάντα στον δεύτερο εξυπηρετητή (b). Ένας δρομολογητής δεν μπορεί να είναι ανενεργός αν υπάρχει πακέτο στην ουρά αναμονής. Αναχωρήσεις από τον εξυπηρετητή (a), παραμένουν στο σύστημα. Πακέτα που ολοκληρώνουν την εξυπηρέτησή τους στον (b), φεύγουν από το σύστημα.

Α) (15 μονάδες) Σχεδιάστε το διάγραμμα καταστάσεων του συστήματος.

Β) (10 μονάδες) Βρείτε τις εργοδικές πιθανότητες καταστάσεων συναρτήσει μόνο της πιθανότητας άδειου συστήματος και των $\rho_1 = \lambda / \mu_1$, $\rho_2 = \lambda / \mu_2$, $w = \mu_2 / \mu_1$.




Σχήμα 3 (Θέμα 4)