



# 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: 210.772.1452

URL: <http://www.netmode.ntua.gr/>

Γραπτή Εξέταση στο Μάθημα "ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΑΝΑΜΟΝΗΣ"

6<sup>ο</sup> Εξάμηνο Ηλεκτρολόγων Μηχ. & Μηχ. Υπολογιστών

27.06.2011

Διδάσκοντες: Β. Μάγκλαρης, Σ. Παπαβασιλείου

Παρακαλώ απαντήστε σε όλες τις ερωτήσεις. Διάρκεια 2.5 ώρες.

**Κλειστά Βιβλία, χωρίς Σημειώσεις ΚΑΛΗ ΕΠΙΤΥΧΙΑ!**

**Υπενθύμιση:** Ο βαθμός του γραπτού αναλογεί στο 80% της βαθμολογίας. Το 20% θα προκύψει από τις εργασίες προσομοίωσης που κατατίθενται ηλεκτρονικά στο [sim2011@netmode.ntua.gr](mailto:sim2011@netmode.ntua.gr) μέχρι το τέλος της εξεταστικής περιόδου (14/7/2011).

Η τελική 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 1<sup>ο</sup> (2 μονάδες):

Θεωρήστε μια ουρά Markov τύπου  $M/M/1$  με αφίξεις Poisson, μέσου ρυθμού  $\lambda$ , και έναν εξυπηρετητή με εξυπηρέτηση εκθετική με μέσο ρυθμό  $\mu$ . Όταν το σύστημα αδειάζει η εξυπηρέτηση πελατών ενεργοποιείται όταν  $K$  πελάτες είναι παρόντες στο σύστημα ( $K$  γνωστό). Η εξυπηρέτηση συνεχίζεται κανονικά μέχρι το σύστημα να αδειάσει ξανά.

- A) Σχεδιάστε το διάγραμμα καταστάσεων (αριθμός πελατών) του συστήματος.
- B) Βρείτε τις εργοδικές πιθανότητες καταστάσεων στο σύστημα και την συνθήκη για ύπαρξή τους.
- Γ) Βρείτε το μέσο αριθμό πελατών στο σύστημα και τη μέση καθυστέρηση ανά πελάτη.

## Θέμα 2<sup>ο</sup> (2 μονάδες):

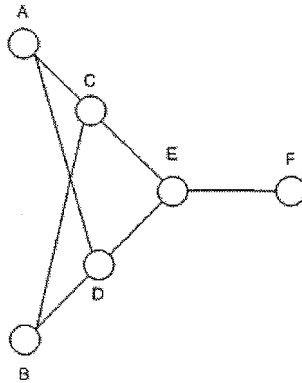
Ένα σύστημα επεξεργασίας κλήσεων δεδομένων διαθέτει 5 ισοδύναμους και ανεξάρτητους εξυπηρετητές. Κλήσεις δεδομένων φθάνουν στο σύστημα ακολουθώντας διαδικασία Poisson με ρυθμό  $\lambda$  κλήσεις ανά δευτερόλεπτο και κάθε κλήση χρησιμοποιεί τον εξυπηρετητή κατά ένα χρονικό διάστημα εκθετικά κατανομημένο με μέση τιμή  $1/\mu$  δευτερόλεπτα. Κλήσεις που δεν μπορούν να εξυπηρετηθούν άμεσα περιμένουν σε κοινή ουρά αναμονής.

Υποθέστε ότι μια κλήση φθάνει στο σύστημα και βρίσκει όλους τους εξυπηρετητές κατειλημμένους και 4 ακόμα κλήσεις περιμένουν στην αναμονή. Υπολογίστε το μέσο συνολικό χρόνος απόκρισης (αναμονής και εξυπηρέτησης) της κλήσης που μόλις έφθασε και σχεδιάστε γραφική αναπαράσταση αυτού σαν συνάρτηση του  $\lambda$  και σαν συνάρτηση του  $\mu$ .

### Θέμα 3<sup>ο</sup> (2 μονάδες):

Θεωρήστε το δίκτυο του σχήματος κατωτέρω το οποίο εξυπηρετεί μόνο τις ροές (από-άκρο-σε-άκρο)  $A \rightarrow E$  και  $B \rightarrow F$  με μέσους ρυθμούς 1000 και 3000 πακέτα ανά δευτερόλεπτο αντίστοιχα. Τα μήκη των πακέτων έχουν μέση τιμή 1000 bits. Όλες οι γραμμές μετάδοσης έχουν χωρητικότητα 10 Mbits/sec. Η δρομολόγηση γίνεται με βάση το ελάχιστο μήκος μονοπατιού (number of hops) και σε περίπτωση μονοπατιών ίσου μήκους, η κίνηση διασπάται ισόποσα μεταξύ των ισοδύναμων μονοπατιών.

- A) Αναφέρατε τις αναγκαίες παραδοχές ώστε οι γραμμές μετάδοσης να θεωρηθούν ανεξάρτητες ουρές M/M/1.
- B) Βρείτε το μέσο αριθμό πακέτων στο σύστημα και τη μέση καθυστέρηση ανά πακέτο (ανεξαρτήτως ροής).
- Γ) Βρείτε τη μέση καθυστέρηση πακέτου για κάθε μία ροή.



### Θέμα 4<sup>ο</sup> (2 μονάδες):

Θεωρείστε το κλειστό δίκτυο δύο συστημάτων αναμονής Q1, Q2 του σχήματος κατωτέρω. Θεωρείστε ότι ο αριθμός των πελατών στο δίκτυο είναι  $N=3$ , η διάσπαση (δρομολόγηση) μετά τον εξυπηρετητή A είναι τυχαία με ίσες πιθανότητες, και ότι οι χρόνοι εξυπηρέτησης στους εξυπηρετητές A και B είναι ανεξάρτητοι και εκθετικά κατανομημένοι με μέση τιμή  $1/\mu_1$  και  $1/\mu_2$  αντίστοιχα.

- A) Σχεδιάστε το διάγραμμα καταστάσεων του συστήματος.
- B) Υπολογίστε τη ρυθμοαπόδοση  $\gamma$  του συστήματος και τον μέσο χρόνο παραμονής πελάτη στο σύστημα Q1.

