



# 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: 210.772.2550, 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  
4.7.2013

Διδάσκων: Σ. Παπαβασιλείου

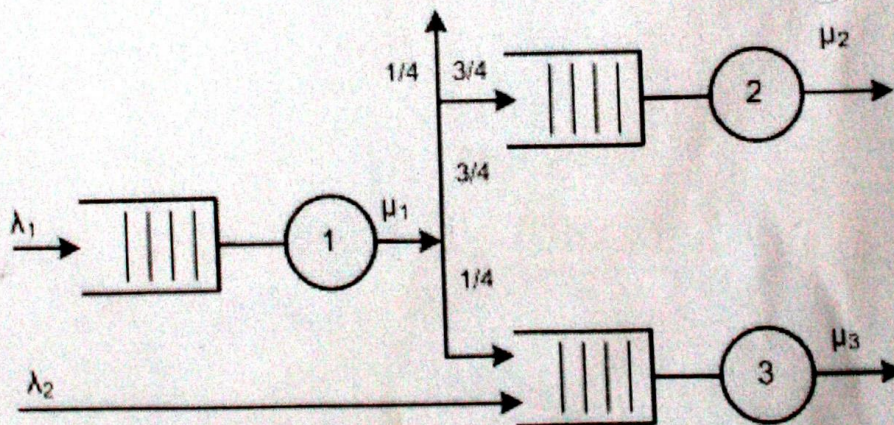
Παρακαλώ απαντήστε σε όλες τις ερωτήσεις. Διάρκεια 2 ώρες.  
**Κλειστά Βιβλία, χωρίς Σημειώσεις ΚΑΛΗ ΕΠΙΤΥΧΙΑ!**

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 1<sup>ο</sup> (30 μονάδες)

Το παρακάτω σχήμα παριστά ένα τηλεπικοινωνιακό δίκτυο. Όλες οι αφίξεις είναι Poisson με παραμέτρους  $\lambda_i$ ,  $i = 1, 2$  και οι εξυπηρετήσεις εκθετικά κατανομημένες με ρυθμούς  $\mu_i$ ,  $i = 1, 2, 3$ .

- A) Αναφέρατε τις αναγκαίες συνθήκες και παραδοχές ώστε κάθε σύνδεση μεταξύ δρομολογητών να θεωρηθεί ως μια ουρά M/M/1.
- B) Βρείτε το μέσο αριθμό πακέτων σε κάθε ουρά. Δίνονται  $\lambda_1 = 5$ ,  $\lambda_2 = 1$ ,  $\mu_1 = 8$ ,  $\mu_2 = 5$ ,  $\mu_3 = 3$ .
- Γ) Βρείτε το μέσο χρόνο συστήματος πακέτων που ακολουθούν τις διαδρομές  $1 \rightarrow 2$  και  $1 \rightarrow 3$  αντίστοιχα.



Σχήμα 1



**Θέμα 2<sup>ο</sup> (30 μονάδες)**

**Θέμα 2<sup>ο</sup> (30 μονάδες)**

Μια γραμμή επικοινωνίας διαιρείται σε δύο ίδια κανάλια καθένα από τα οποία θα εξυπηρετεί μια ροή πακέτων, όπου όλα τα πακέτα έχουν τον ίδιο χρόνο μετάδοσης  $T$  και τον ίδιο χρόνο  $R$  μεταξύ διαδοχικών αφίξεων, όπου  $R > T$ . Θεωρήστε εναλλακτικά, στατιστική πολυπλεξία των δύο ροών κίνησης, όπου τα δύο κανάλια συνδυάζονται σε ένα κανάλι με χρόνο μετάδοσης πακέτου  $T/2$  για κάθε πακέτο. Δείξτε (και αιτιολογείστε) ότι ο μέσος χρόνος συστήματος ενός πακέτου θα μειωθεί από  $T$  σε μια τιμή μεταξύ  $T/2$  και  $3T/4$ .

**Θέμα 3<sup>ο</sup> (20 μονάδες)**

Θεωρήστε ένα σύστημα αναμονής M/M/2/10 με 2 εξυπηρετητές και μέγιστο αριθμό πελατών 10 (συμπεριλαμβανομένων αυτών που εξυπηρετούνται). Εφόσον ο αριθμός των πελατών στο σύστημα είναι μικρότερος ή ίσος του  $k = 4$ , οι αφίξεις δρομολογούνται πάντα στον εξυπηρετητή  $a$  ο δε  $b$  παραμένει ανενεργός (idle). Ο εξυπηρετητής  $b$  ενεργοποιείται μόνο όταν ο αριθμός των πελατών στο σύστημα ξεπεράσει το κατώφλι  $k = 4$ . Σχεδιάστε το διάγραμμα καταστάσεων του συστήματος (Θεωρήστε ότι ο ρυθμός άφιξης πελατών στο σύστημα είναι  $\lambda$ , ο ρυθμός εξυπηρέτησης του εξυπηρετητή  $a$  είναι  $\mu_a$  και ο ρυθμός εξυπηρέτησης του εξυπηρετητή  $b$  είναι  $\mu_b$ ).