

ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ

ΔΙΚΤΥΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ

ΑΚΑΔΗΜΑΙΚΟ ΕΤΟΣ 2021-2022

6ο ΕΞΑΜΗΝΟ

Διδάσκων: Γεώργιος Δ. Σταμούλης
Επιμέλεια Λύσεων: Μαριλένα Μήνου, Γεώργιος Δ. Σταμούλης

Άσκηση 1

Ένας υπολογιστής επιθυμεί να εισάγει 19.5MBytes σε ένα δίκτυο και εκπέμπει τα δεδομένα σε μία ριπή (burst) στην οποία η κίνηση παράγεται με ρυθμό 6Mbps. Όμως, ο μέγιστος επιτρεπτός ρυθμός εισαγωγής κίνησης στο δίκτυο είναι 4Mbps, και αυτός ελέγχεται μέσω του μηχανισμού ενός τρύπιου κουβά. Πόση χωρητικότητα πρέπει να έχει ο κουβάς αυτός προκειμένου να μην συμβεί απώλεια δεδομένων?

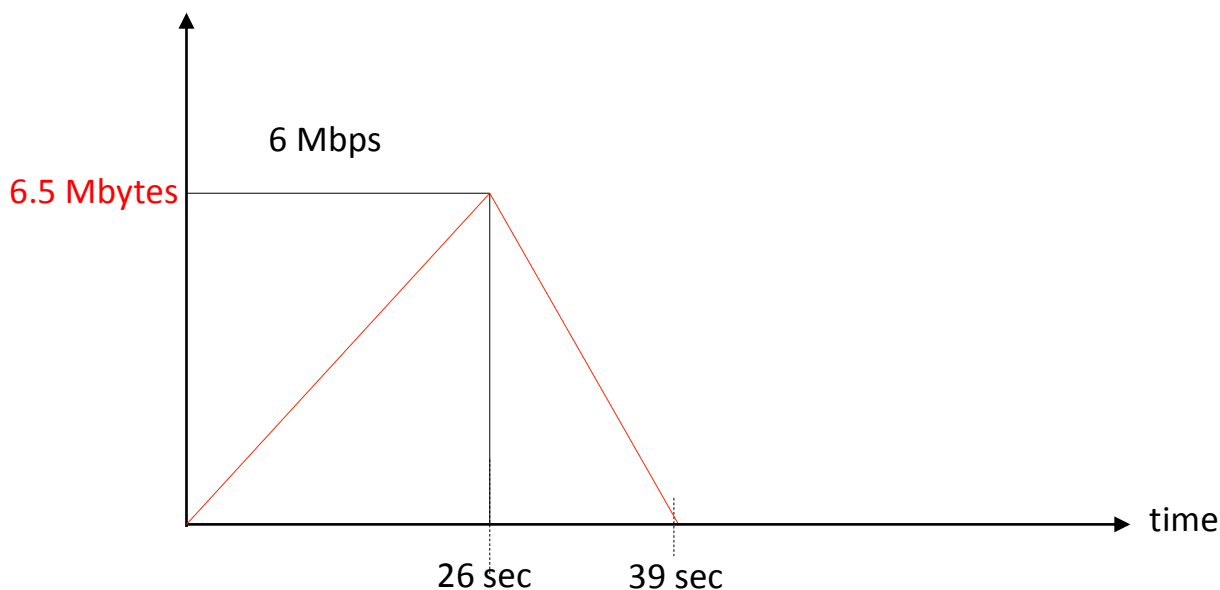
Λύση

Ο ρυθμός μετάδοσης στο σύνδεσμο είναι 6Mbps. Προκειμένου να μεταδοθούν τα 19.5MBytes ο χρόνος που απαιτείται είναι:

$$\begin{aligned} T_{\text{transf}} &= (19.5 \text{ MBytes} * 8 \text{ bits/byte}) / 6 \text{ Mbps} \\ &= 156 \text{ Mbits} / 6 \text{ Mbps} \\ &= 26 \text{ sec} \end{aligned}$$

Ο μέγιστος επιτρεπτός ρυθμός μετάδοσης στο δίκτυο είναι 4Mbps.

Συνεπώς ο κουβάς γεμίζει με ρυθμό $(6 \text{ Mbps} - 4 \text{ Mbps}) = 2 \text{ Mbps}$. Οπότε, ο μέγιστος όγκος κίνησης τον οποίο πρέπει να αποθηκεύσει ο κουβάς είναι $2 \text{ Mbps} * 26 \text{ sec} = 52 \text{ Mbits} = 6.5 \text{ Mbytes}$. Στο τέλος της διάρκειας των 26 sec ο κουβάς αρχίζει να αδειάζει με ρυθμό 4Mbps, δεδομένου ότι δεν δέχεται στην συνέχεια άλλη κίνηση. Συνεπώς θα αδειάσει σε χρόνο ίσο με $52 \text{ Mbits} / 4 \text{ Mbps} = 13 \text{ sec}$.



Σχήμα 1: Διάγραμμα ρυθμού κίνησης εξόδου και περιεχομένου του κουβά

Άσκηση 2

Έστω ένας υπολογιστής ο οποίος χρησιμοποιεί στην διεπαφή του με το δίκτυο το μηχανισμό του τρύπιου κουβά για την μορφοποίηση της μετάδοσης δεδομένων. Ο μέγιστος επιτρεπτός ρυθμός μετάδοσης στο δίκτυο είναι 2MByte/s και ο ρυθμός μετάδοσης δεδομένων από τον υπολογιστή προς τον κουβά είναι 2.5MByte/s. Έστω ότι ο υπολογιστής επιθυμεί να στείλει 250MB στο δίκτυο και τα στέλνει με μία ριπή (burst). Ποια πρέπει να είναι η ελάχιστη χωρητικότητα που θα έχει ο κουβάς προκειμένου να μην συμβεί απώλεια δεδομένων?

Λύση

Ο μέγιστος ρυθμός μετάδοσης στο σύνδεσμο είναι 2.5MB/sec. Προκειμένου να μεταδοθούν τα 250 MBytes ο χρόνος που απαιτείται είναι:

$$T_{\text{transf}} = (250 \text{ MB} * 1 \text{ sec}) / 2.5 \text{ MBytes} = 100 \text{ sec}$$

Ο μέγιστος επιτρεπτός ρυθμός μετάδοσης στο δίκτυο είναι 2MByte/s. Σε 100sec τα δεδομένα που εξέρχονται στο δίκτυο είναι:

$$L_{\text{data}} = \text{ρυθμός μετάδοσης στο δίκτυο} * 100\text{sec} = 2 \text{ MBytes /s} * 100\text{s} \\ = 200 \text{ MBytes}$$

Επομένως, η ελάχιστη χωρητικότητα του κουβά πρέπει να είναι:

$$B = 250 \text{ MBytes} - 200 \text{ MBytes} = 50 \text{ MBytes}$$

Άσκηση 3

Η κίνηση που εισάγει ένας υπολογιστής σε ένα σύνδεσμο δικτύου των 6 Mbps ρυθμίζεται από έναν κουβά κουπονιών. Ο κουβάς κουπονιών γεμίζει με ρυθμό 1 Mbps. Αρχικά ο κουβάς είναι πλήρως γεμάτος, και περιέχει 8 Mbits. Για πόσο χρόνο μπορεί να μεταδίδει ο υπολογιστής με την πλήρη ταχύτητα των 6 Mbps?

Λύση

Ο ζητούμενος χρόνος (=μέγιστη χρονική διάρκεια ριπής) δίδεται από τον τύπο $S = B/(M - \rho)$. Με αντικατάσταση έχουμε $S = 8/(6 - 1) = 1.6 \text{ sec}$.

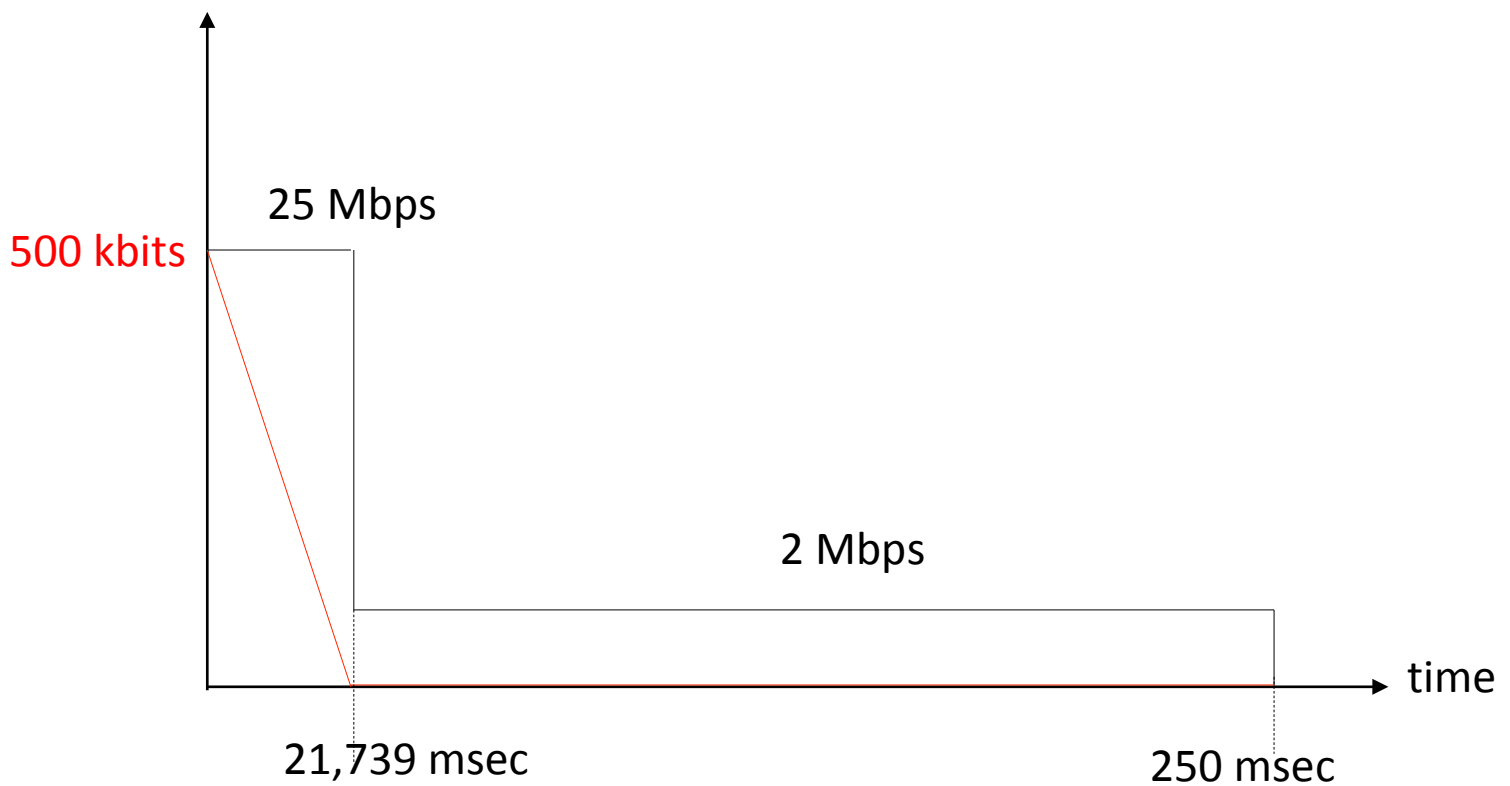
Άσκηση 4

Η κίνηση που εισάγει ένας υπολογιστής σε ένα δίκτυο ρυθμίζεται από έναν κουβά κουπονιών. Ο ρυθμός άφιξης των δεδομένων είναι 25Mbps για διάρκεια 40msec. Ο ρυθμός άφιξης των κουπονιών είναι 2Mbps και η χωρητικότητα του κουβά είναι 500 Kbits με μέγιστο ρυθμό εξόδου των δεδομένων 25Mbps. Να υπολογίσετε:

1. Τη χρονική διάρκεια της μέγιστης δυνατής ριπής.
2. Τον συνολικό χρόνο εξόδου των δεδομένων.

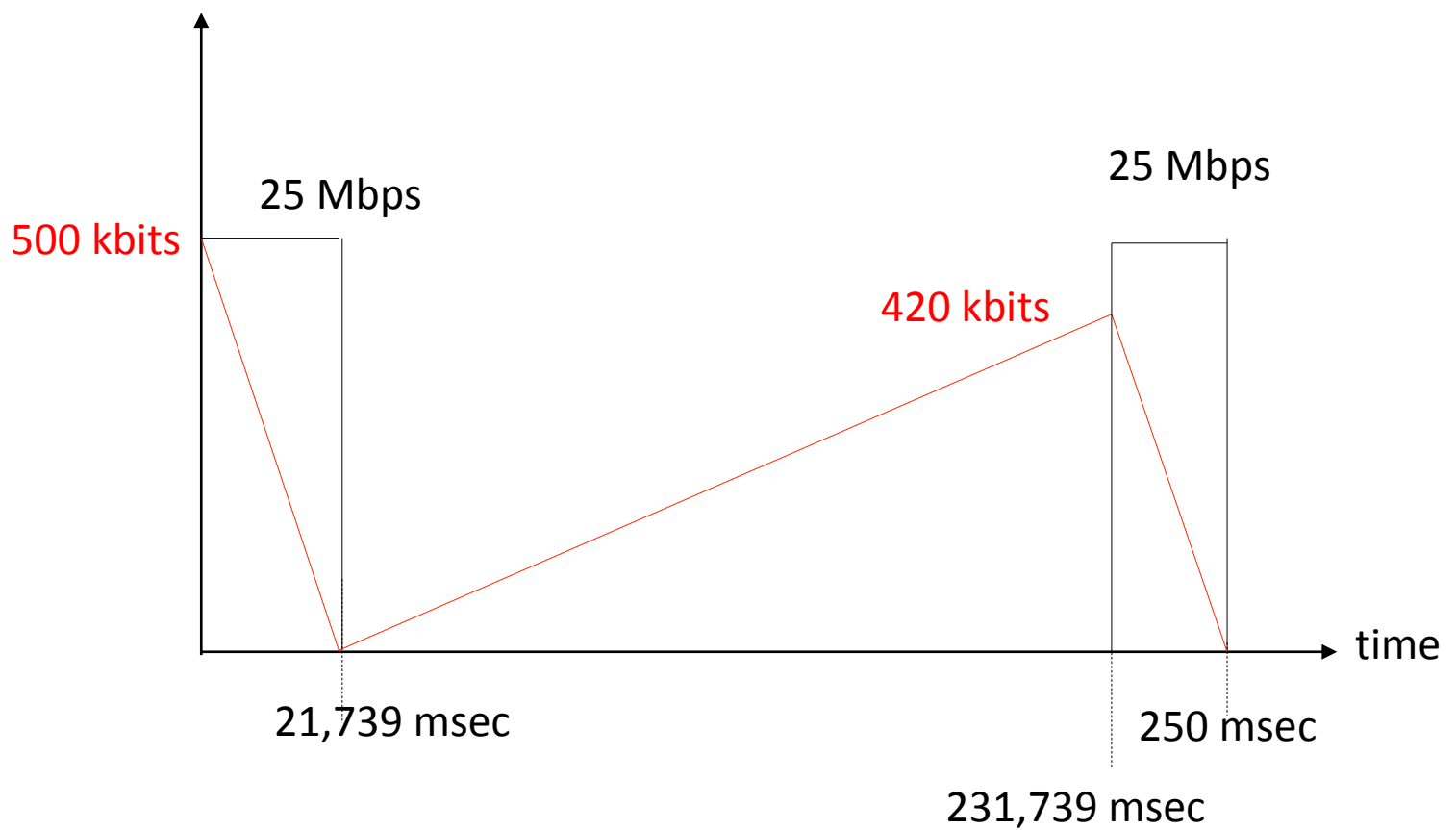
Λύση

1. Σύμφωνα με τον τύπο $S=B/(M - \rho)$, έχουμε $S=500/((25-2)*1000) = 21.739\text{msec}$
2. Στην περίπτωση που έχουμε μετάδοση των δεδομένων με μία ριπή τότε: για τη διάρκεια της ριπής 21.739msec, όπως υπολογίσαμε στο ερώτημα 1, ο ρυθμός εξόδου των δεδομένων είναι 25Mbps. Συνεπώς εξέρχεται όγκος δεδομένων ίσος με $21.739 \text{ msec} * 25\text{Mbps} = 543,475 \text{ Kbits}$. Μετά ο ρυθμός εξόδου γίνεται 2Mbps, δηλαδή ισούται με το ρυθμό άφιξης των κουπονιών. Επομένως, για τον υπόλοιπο όγκο δεδομένων δηλ. $1000 \text{ Kbits} - 543,475 \text{ Kbits} = 456,525 \text{ Kbits}$ ο χρόνος που απαιτείται ισούται με $456,525 \text{ Kbits} / (2000\text{Kbps}) = 228,262 \text{ msec}$. Ο συνολικός χρόνος εξόδου είναι $T_{\text{total}} = 21.739 + 228,262 = 250 \text{ msec}$.



Σχήμα 2: Διάγραμμα ρυθμού κίνησης εξόδου και περιεχομένου του κουβά (1^η περίπτωση)

Στην περίπτωση που έχουμε μετάδοση των δεδομένων με δύο ριπές τότε η πρώτη ριπή θα σταλεί με ρυθμό εξόδου των δεδομένων $M=25\text{Mbps}$ σε χρόνο 21.739 msec, όπως υπολογίσαμε στο ερώτημα 1. Όταν ολοκληρωθεί η πρώτη ριπή διάρκειας 21,739 msec, ο υπόλοιπος όγκος δεδομένων (όπως έχει ήδη υπολογισθεί) είναι 456,525 Kbits και αν εξέλθει ως ριπή με ρυθμό $M=25\text{Mbps}$, η αντίστοιχη διάρκεια της ριπής είναι $40\text{ msec} - 21,739\text{ msec} = 18,261\text{ msec}$. Ο όγκος B' των κουπονιών που πρέπει να συγκεντρωθούν ώστε να μπορεί η ριπή αυτή να εξέλθει ολόκληρη δίνεται από την σχέση $18,261\text{ msec} = B'/(25 - 2)\text{ Mbps}$. Άρα $B'=420\text{ Kbits}$. Η συγκέντρωση των κουπονιών αυτών απαιτεί χρόνο $= 420\text{ Kbits}/2\text{ Mbps} = 210\text{ msec}$ ΜΕΤΑ την λήξη της πρώτης ριπής και το άδειασμα του κουβά. Άρα η έξοδος της δεύτερης ριπής αρχίζει την χρονική στιγμή $21,739 + 210 = 231,739\text{ msec}$ και ολοκληρώνεται την χρονική στιγμή $231,739 + 18,261 = 250\text{ msec}$.



Σχήμα 3: Διάγραμμα ρυθμού κίνησης εξόδου και περιεχομένου του κουβά (2^η περίπτωση)

Το σύνολο των κουπονιών που απαιτούνται και στις δύο περιπτώσεις, είναι ακριβώς το ίδιο, οπότε και η συνολική διάρκεια εξόδου των δεδομένων είναι ίδια. Μάλιστα, βασιζόμενοι στην παρατήρηση αυτή, η συνολική διάρκεια εξόδου μπορεί να υπολογισθεί και πιο απλά ως εξής: Ο συνολικός όγκος των δεδομένων της ριπής είναι $25\text{Mbps} \cdot 40\text{msec} = 1\text{Mbit}$, και η έξοδος αυτού απαιτεί ίσο όγκο κουπονιών. Αρχικά ο κουβάς περιέχει 500 Kbits κουπονιών, οπότε θα χρειαστεί η παραγωγή (και κατανάλωση) επιπλέον όγκου κουπονιών $1\text{Mbit} - 500\text{Kbits} = 500\text{Kbits}$, η οποία απαιτεί χρόνο ίσο με $500\text{Kbits}/25\text{Mbps} = 250\text{msec}$.