

ΔΙΚΤΥΑ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ

Εργαστηριακή Άσκηση #1

Μιχάλης Παπαδόπουλος :: 03114702

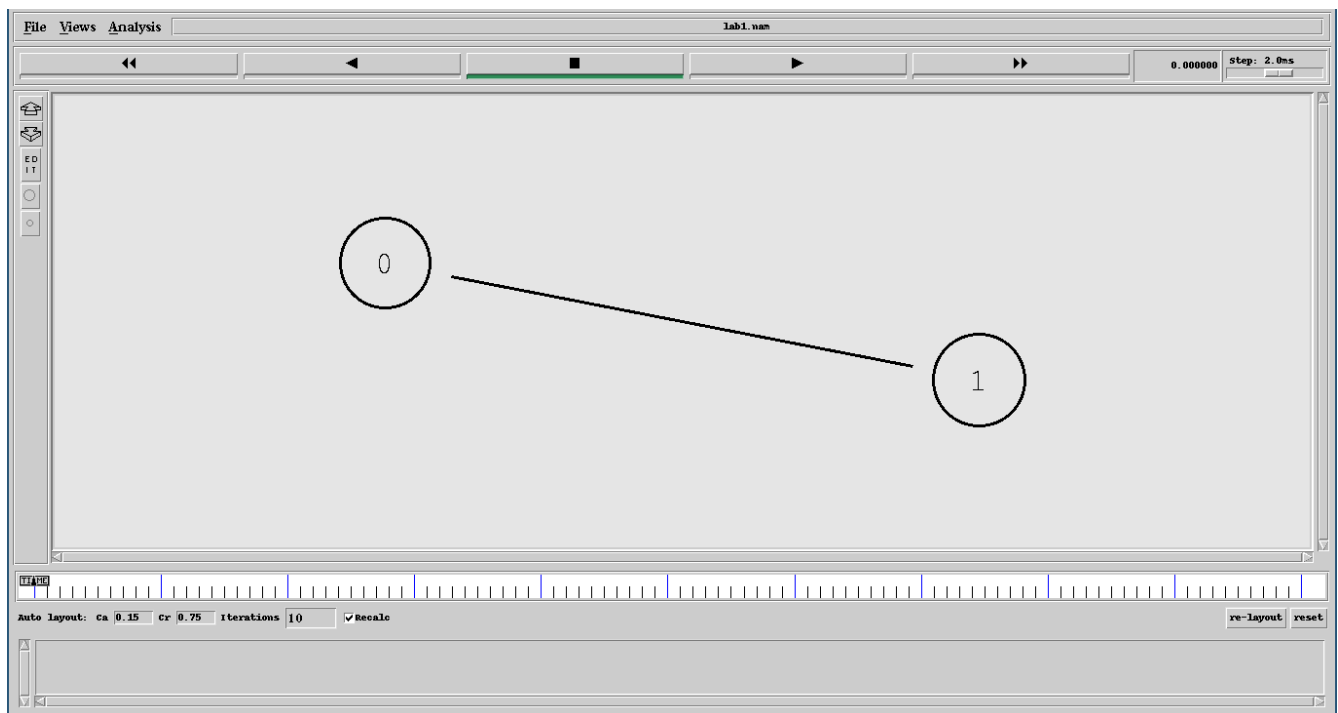
Σκοπός της πρώτης άσκησης είναι η εξοικείωση με τα εργαλεία NS (Network Simulator), NAM (Network Animator) και Xgraph, που θα τα χρησιμοποιούμε για προσομοιώσεις δικτύων.

Απλή τοπολογία δύο κόμβων – μιας ζεύξης:

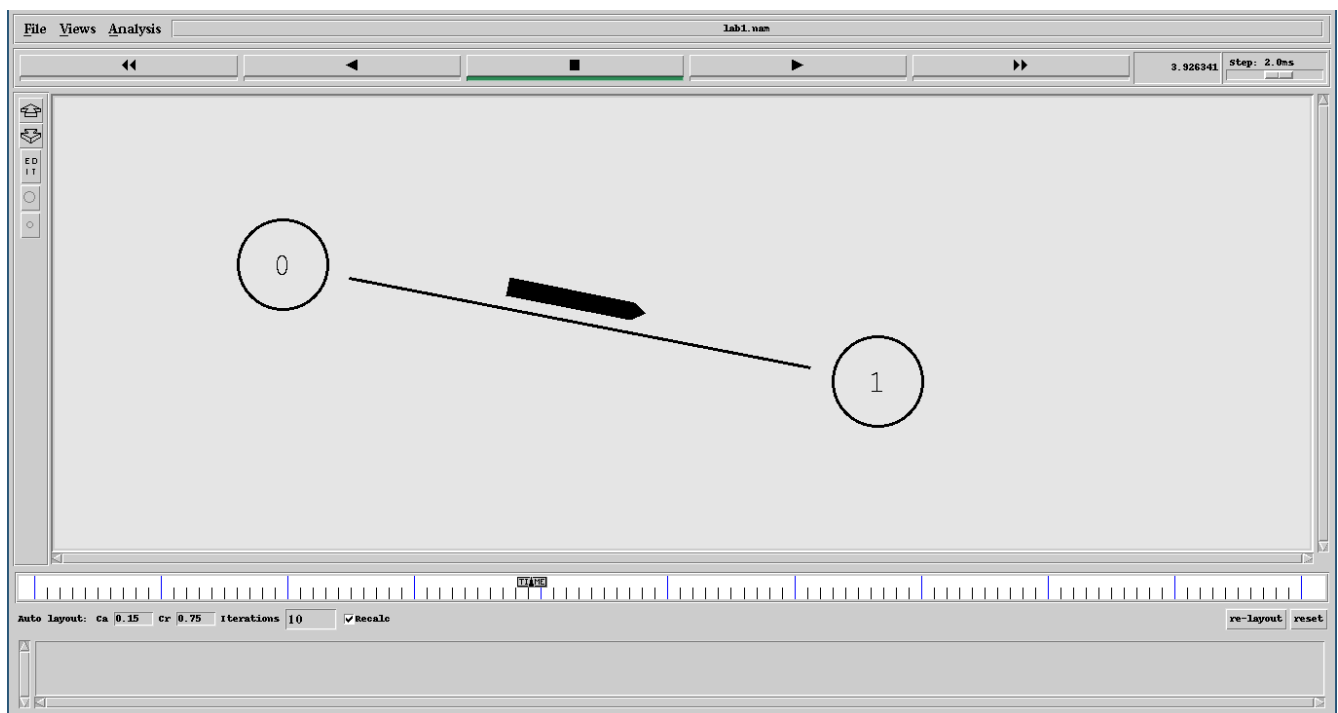
Δημιουργούμε μια απλή τοπολογία δυο κόμβων ενωμένων με μια ζεύξη και τους ορίζουμε ως αποστολέα και παραλήπτη αντίστοιχα.

Στη προσομοίωση οι δύο κόμβοι συνδέονται με αμφίδρομη ζεύξη (duplex-link), εύρους ζώνης (bandwidth) 4Mbps, με καθυστέρηση 10ms και με ουρά αναμονής *DropTail*.

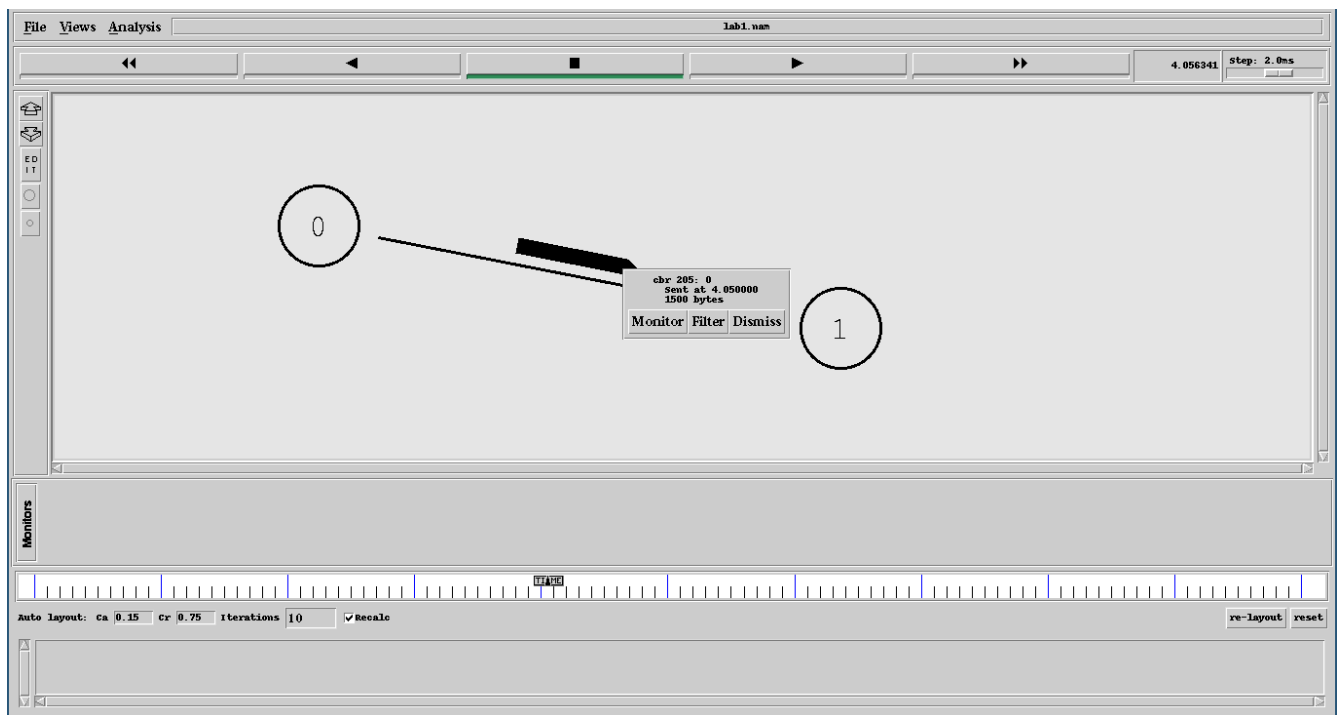
```
31 # create new node with handle n0
32 set n0 [$ns node]
33 # create new node with handle n1
34 set n1 [$ns node]
35 # create a duplex link between n0 and n1 with
36 # bandwidth = 4Mbps
37 # delay = 10ms
38 # waiting queue = DropTail
39 $ns duplex-link $n0 $n1 4Mb 10ms DropTail
40 # create new agent
41 set agent0 [new Agent/UDP]
42 # set packetSz = 1500 bytes
43 $agent0 set packetSize_ 1500
44 # attach agent to n0 node
45 $ns attach-agent $n0 $agent0
46 # create traffic in link with CBR (constant bit rate)
47 set traffic0 [new Application/Traffic/CBR]
48 $traffic0 set packetSize_ 1500
49 # send 1 packet every 0.01 seconds
50 $traffic0 set interval_ 0.01
51 $traffic0 attach-agent $agent0
52
53 set sink [new Agent/LossMonitor]
54 $ns attach-agent $n1 $sink
55 $ns connect $agent0 $sink
```



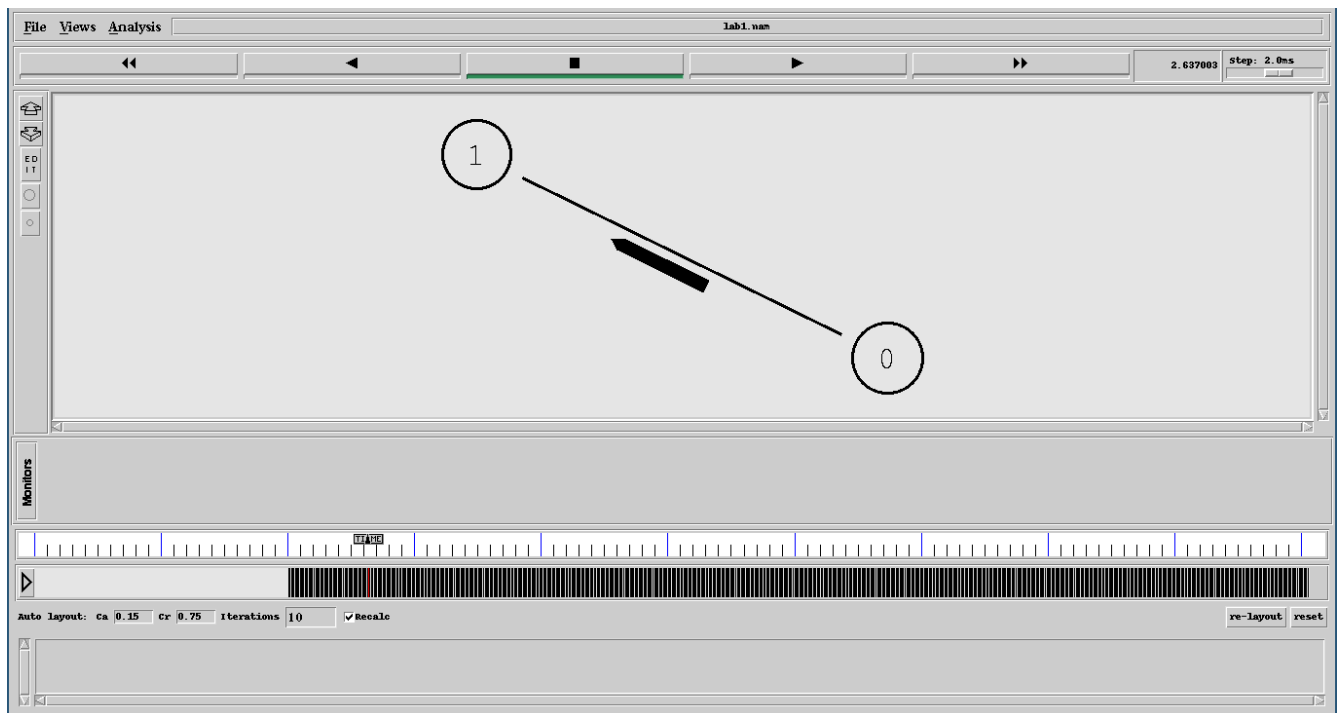
Our simple topology as shown in NAM (Network Animator)



Simulation on NAM (Network Animator)



Packet information



Link 0 → 1 bandwidth graph

2.4 Ερωτήσεις:

- Ποιος είναι ο ρυθμός μετάδοσης σε bit/sec;

Κάθε 0.01 δευτερόλεπτα αποστέλλεται πακέτο μεγέθους 1500 bytes

$$1500[\text{bytes}] * 8[\text{bits/byte}] / 0.01[\text{sec}] = 120000 \text{ bits/sec} = 1.2 \text{ Mbps}$$

- Ποιος είναι ο συνολικός αριθμός bytes και bits που μεταφέρθηκαν από την αρχή ως το τέλος της προσομοίωσης;

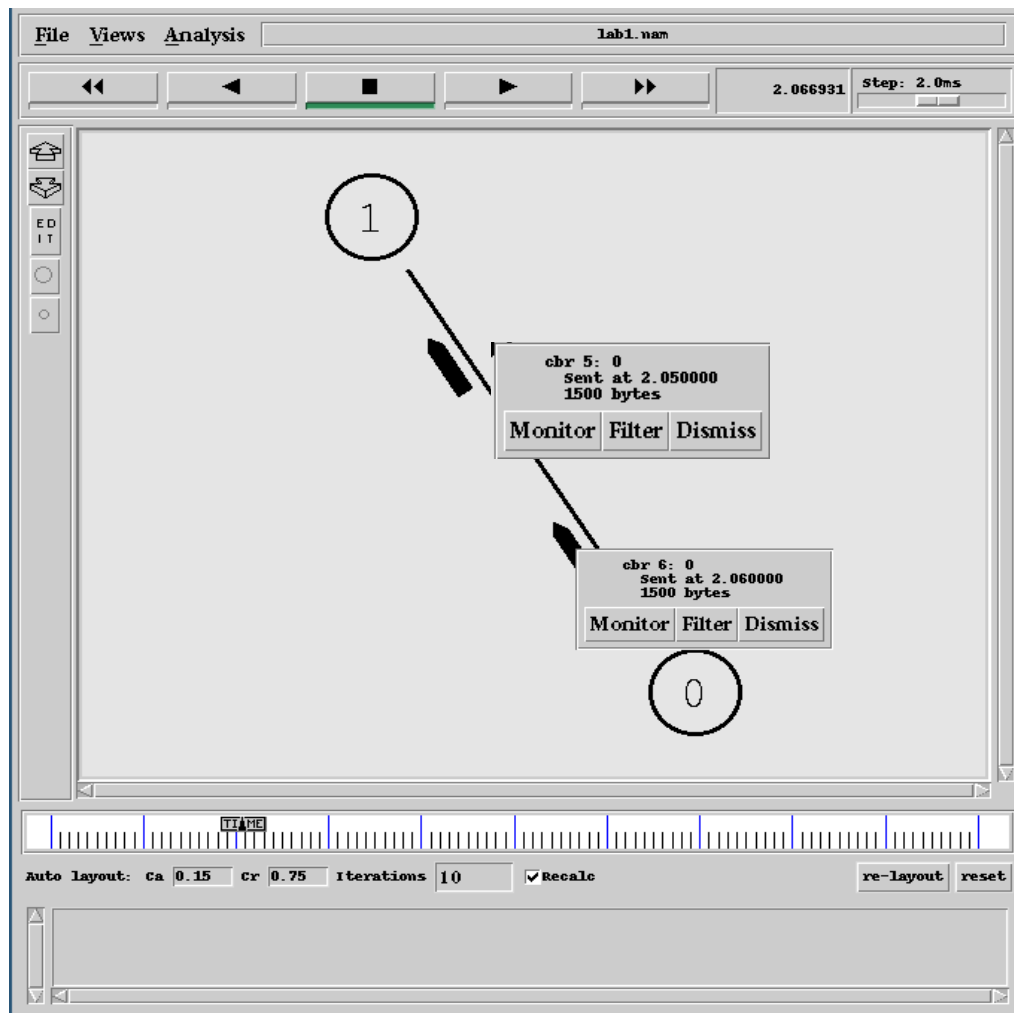
$$1.2[\text{Mbps}] * (t_{\text{end}} = 10[\text{sec}] - t_{\text{start}} = 2[\text{sec}]) = 9.6 \text{ Mbits} = 960\,000 \text{ bits}$$

- Πόσα bytes υπάρχουν πάνω στη γραμμή ζεύξης κάθε στιγμή; Επιβεβαιώστε την απάντησή σας από το animation.

Κάθε 0.01 δευτερόλεπτα στέλνεται ένα πακέτο των 1500 bytes με καθυστέρηση 10ms = 0.01 sec. Συνεπώς στέλνονται 1500 bytes κάθε στιγμή στη γραμμή ζεύξης Link 0 → 1.

- Ποια είναι η απάντησή σας στο προηγούμενο ερώτημα, αν διπλασιαστεί η καθυστέρηση της ζεύξης; Επιβεβαιώστε την απάντησή σας από το animation.

Με την ίδια λογική αναμένουμε διπλάσιο αριθμό πακέτων κάθε φορά.



- Εάν υποθέσουμε ότι σε κάθε πακέτο οι επικεφαλίδες του IP και του UDP μαζί έχουν μήκος 40 byte, ποιος είναι ο καθαρός ρυθμός μετάδοσης των δεδομένων σε bit/sec;

$$\begin{aligned} packetSz - UDPSz &= 1500 - 40 [bytes] = 1460 [bytes] \\ \Rightarrow dataRate &= 1460 * 8 / 0.01 = 1\,168\,000 [bits/sec] = 1.168 Mbps \end{aligned}$$

- Ποιες παράμετροι μπορεί να αλλαχθούν για να μεταβληθεί ο ρυθμός μετάδοσης και με ποιες εντολές επιτυγχάνονται αυτές οι αλλαγές;

Για να αλλάξει ο ρυθμός μετάδοσης μπορούμε να εφαρμόσουμε τις πιο κάτω αλλαγές:

`$traffic0 set packetSize_ <value>` – Μέγεθος πακέτου
`$traffic0 set interval_ <value>` – Χρονος μεταξύ αποστολής πακέτων
`$ns duplex-link $n0 $n1 <bandwidth> <delay> <method>`

- Αν επιθυμούμε να έχουμε καθαρό ρυθμό μετάδοσης δεδομένων ίσο με 1.25 Mbit/sec, μεταβάλλοντας κάθε φορά μία από τις ανωτέρω παραμέτρους, ποιες τιμές προτείνετε για κάθε μια; Ελέγξτε κάθε φορά αν οι απαντήσεις σας δίνουν ρυθμό μετάδοσης μικρότερο από τη χωρητικότητα της ζεύξης.

Για να έχουμε καθαρό ρυθμό 1.25 Mbit/sec:

$$1. \quad dRate = \frac{(packetSz - udpHeadSz)}{interval} \Rightarrow packetSz = 1602.5 bytes$$

ή

$$2. \quad interval = 0.009 sec$$

- Για ποιες τιμές των ανωτέρω παραμέτρων θα αρχίσει να παρατηρείται οριακά η απώλεια πακέτων; Επιβεβαιώστε την απάντησή σας τρέχοντας το tcl script και το animation.

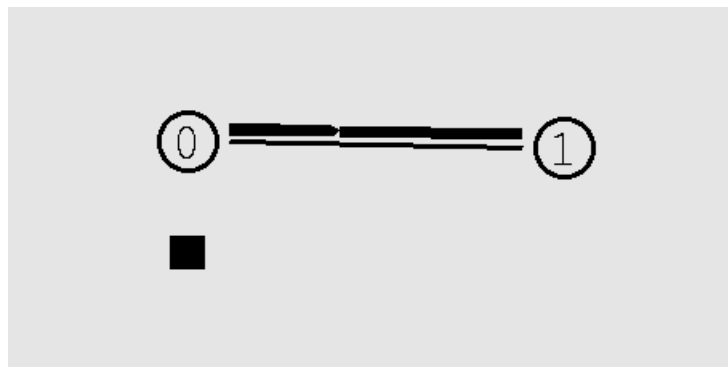
Για να μην έχουμε απώλειες δεδομένων πρέπει ο ρυθμός μετάδοσης να είναι μικρότερος ή το πολύ ίσος με το εύρος ζώνης της ζεύξης:

$$\frac{packetSize}{interval} \leq 4 Mbps$$

$$packetSize \leq 5000 bytes$$

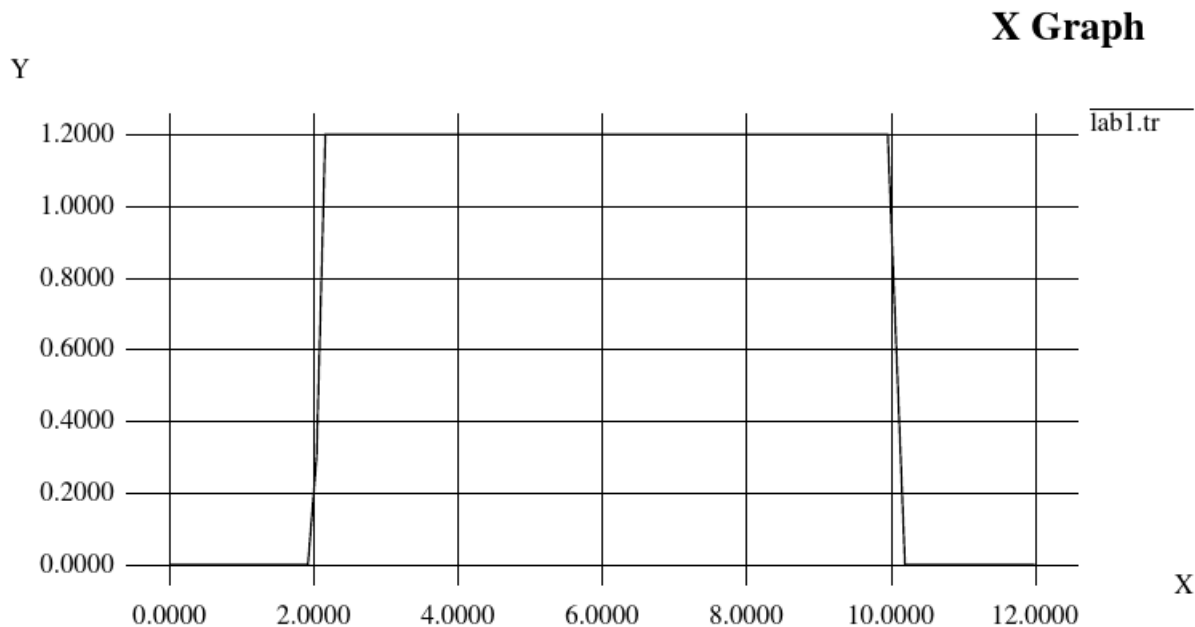
Άρα το μέγεθος πακέτου μπορεί να γίνει οριακά 5000 bytes και $interval \geq 0.003 seconds$

Άρα ο χρόνος αποστολής μπορεί να γίνει οριακά 0.003 sec. Για τιμές εκτός των πιο πάνω ορίων τότε παρατηρείται απώλεια πακέτων.



3.1 Ερωτήσεις:

Γραφική παράσταση της μεταφερόμενης κίνησης για μέγεθος πακέτου 1500 bytes και χρόνο αποστολής 0.01 sec

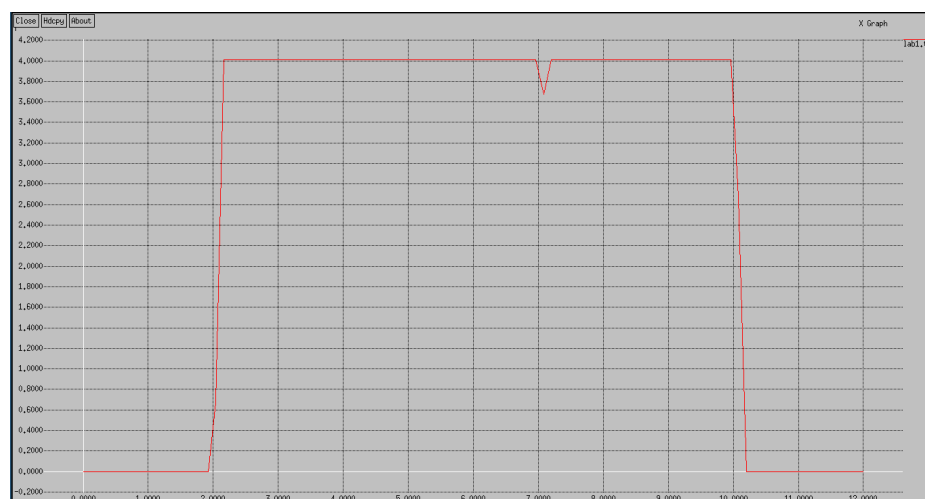


- **Μεταβάλλοντας την τιμή του μήκους του πακέτου διαπιστώστε και σχολιάστε πώς μεταβάλλεται η γραφική παράσταση της μεταφερόμενης κίνησης.**

Όταν μεταβάλλουμε την τιμή του μήκους πακέτου παρατηρούμε ότι η γραφική παράσταση διατηρεί την ίδια μορφή (μέχρι κάποια οριακή τιμή) ενώ αλλάζει η μέγιστη τιμή στην οποία φτάνει. Η μέγιστη τιμή που λαμβάνει εξαρτάται από τον αριθμό των bytes που βρίσκονται πάνω στη ζεύξη και διατηρείται σταθερός καθ' όλη τη διάρκεια της κίνησης (δηλαδή από 2 μέχρι 10 sec).

- **Ποιο είναι το μέγιστο μήκος πακέτου που μπορεί να αποσταλεί χωρίς να ξεπερνάται η χωρητικότητα της γραμμής;**

Αφού η χωρητικότητα της γραμμής είναι 4 Mbps τότε όπως βρήκαμε και προηγουμένως το μέγιστο μήκος πακέτου που μπορεί να αποσταλεί είναι 5000 bytes.



- **Διατηρώντας σταθερό το μήκος πακέτου, μεταβάλλετε το ρυθμό μετάδοσης. Τι παρατηρείτε στη γραφική παράσταση της μεταφερόμενης κίνησης και πώς το ερμηνεύετε;**

Διατηρώντας σταθερό το μήκος πακέτου και μεταβάλλοντας το χρόνο αποστολής παρατηρούμε ότι η γραφική παράσταση δε μένει σταθερή στη σταθερή της τιμή, αλλά παρουσιάζει μικρές μεταβολές. Ο λόγος που συμβαίνει αυτό είναι ότι η ζεύξη έχει χρόνο καθυστέρησης 10msec και για χρόνους αποστολής (interval) που δεν είναι διαιρέτες του χρόνου καθυστέρησης σε διαφορετικές χρονικές στιγμές δεν υπάρχει ο ίδιος αριθμός byte στη ζεύξη

- **Αυξήστε την καθυστέρηση της γραμμής σύνδεσης των δύο κόμβων σε 0.5 δευτερόλεπτα. Τι παρατηρείτε στη γραφική παράσταση της μεταφερόμενης κίνησης;**

Παρατηρούμε, ότι υπάρχει καθυστέρηση των 0.5 second στην γραφική παράσταση μέχρι να φτάσει στη μέγιστη τιμή της και αντίστοιχα μέχρι να σταματήσει η ροή πακέτων

