

ΔΙΚΤΥΑ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ

Εργαστηριακή Άσκηση #1

Μιχάλης Παπαδόπουλλος :: 03114702

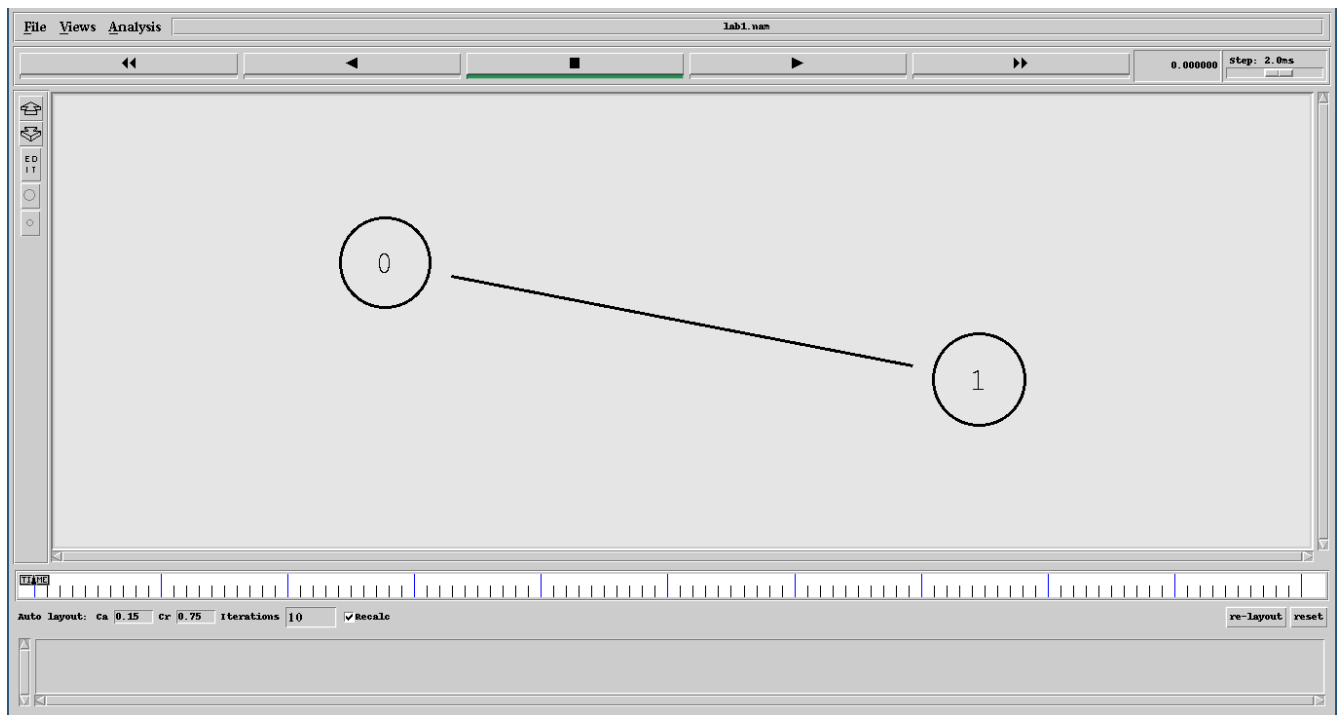
Σκοπός της πρώτης άσκησης είναι η εξοικείωση με τα εργαλεία NS (Network Simulator), NAM (Network Animator) και Xgraph, που θα τα χρησιμοποιούμε για προσομοιώσεις δικτύων.

Απλή τοπολογία δύο κόμβων – μιας ζεύξης:

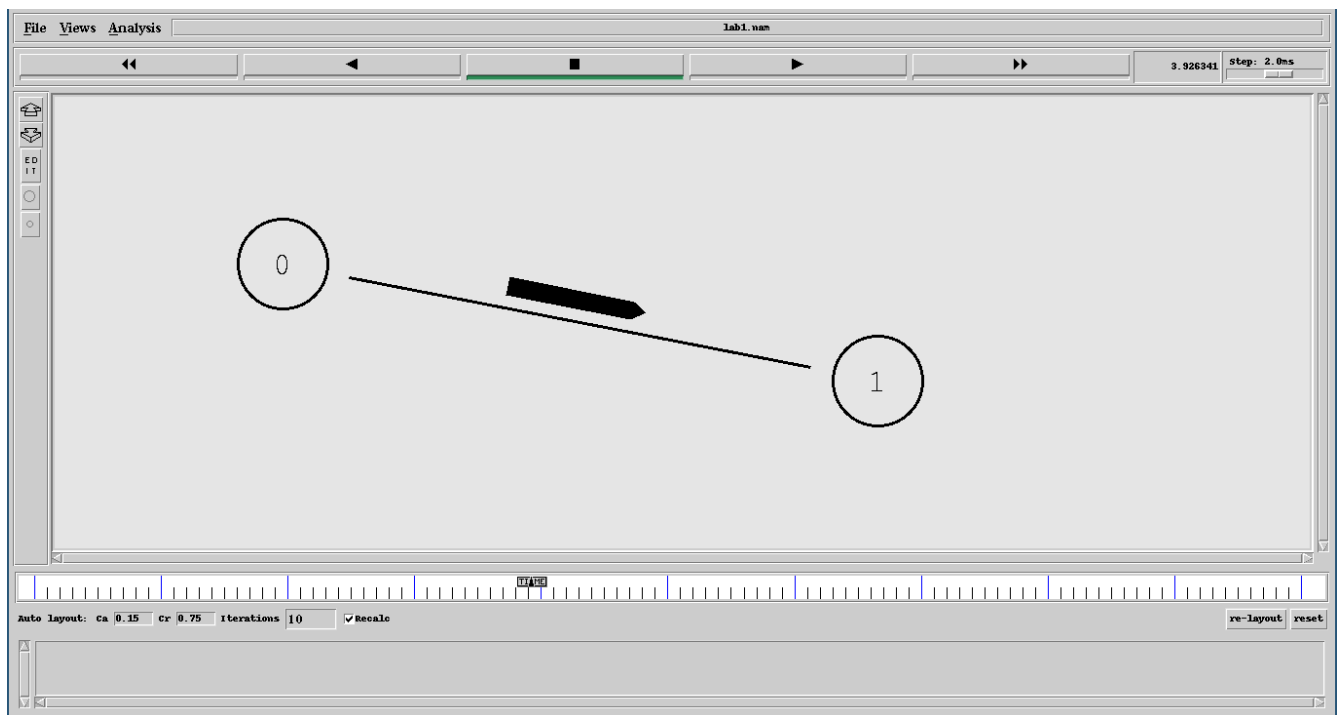
Δημιουργούμε μια απλή τοπολογία δυο κόμβων ενωμένων με μια ζεύξη και τους ορίζουμε ως αποστολέα και παραλήπτη αντίστοιχα.

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

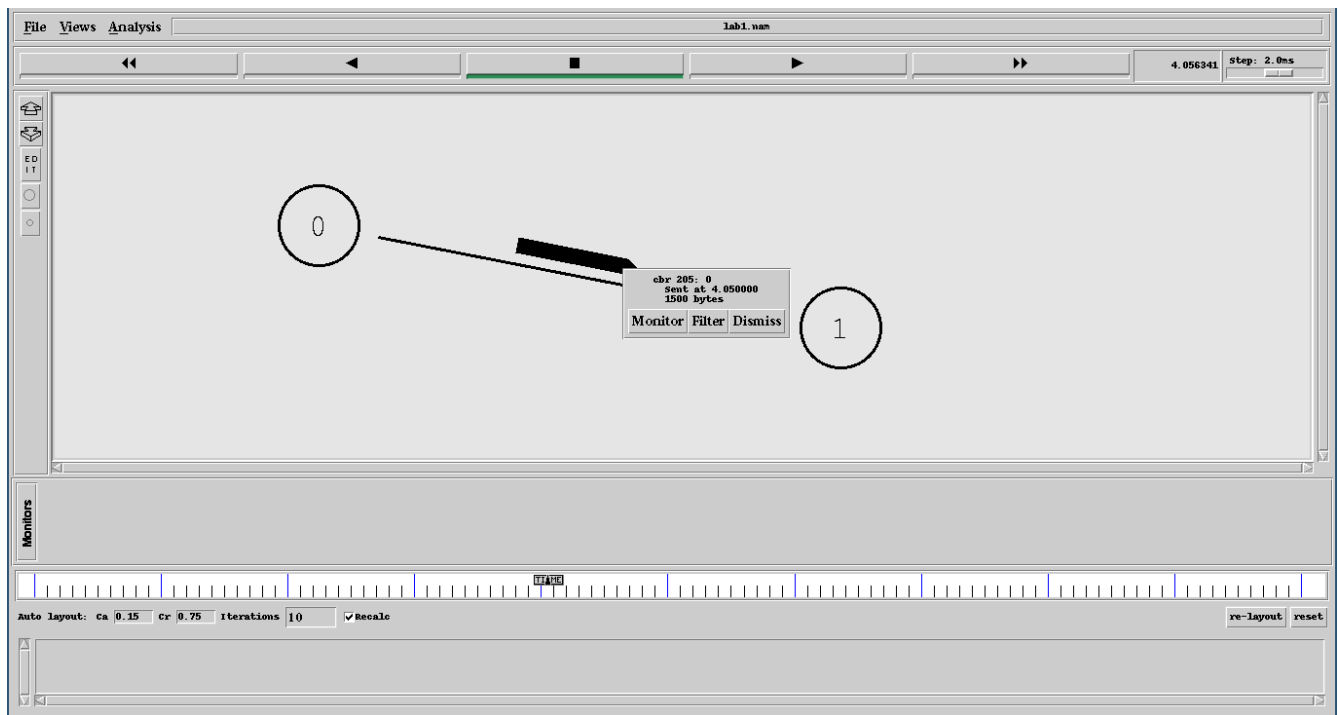
```
31 # create new node with handle n0
32 set n0 [$ns node]
33 # create new node with handle n1
34 set n1 [$ns node]
35 # create a duplex link between n0 and n1 with
36 # bandwidth = 4Mbps
37 # delay = 10ms
38 # waiting queue = DropTail
39 $ns duplex-link $n0 $n1 4Mb 10ms DropTail
40 # create new agent
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
```



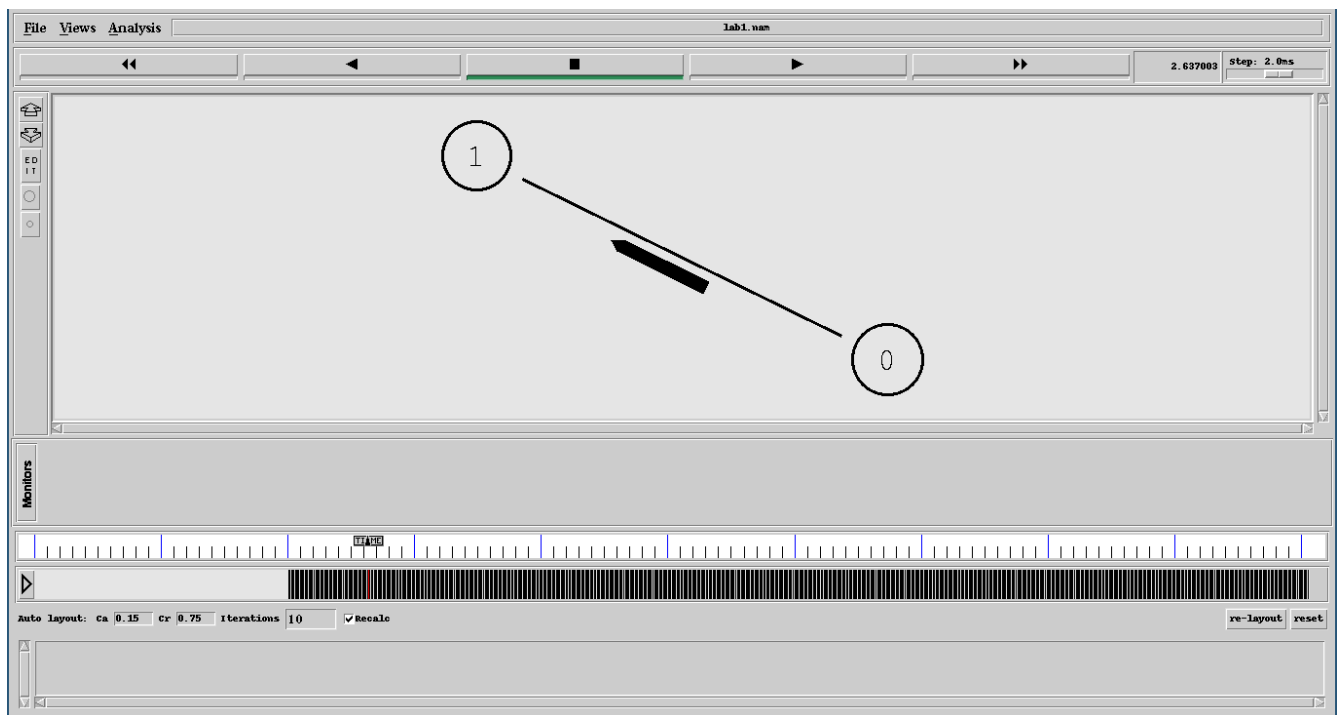
Our simple topology as shown in NAM (Network Animator)



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;

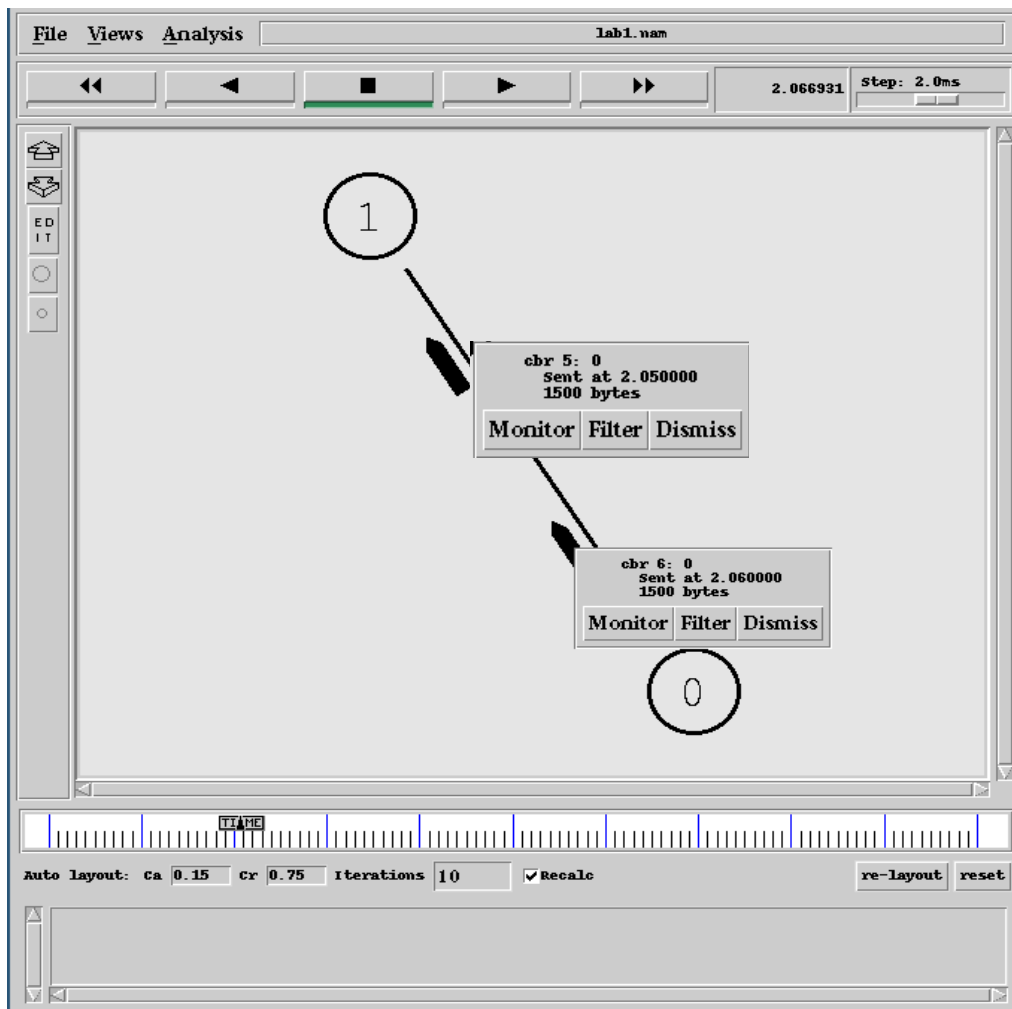
$$1.2[\text{Mbps}] * (t_{\text{end}} = 10[\text{sec}] - t_{\text{start}} = 2[\text{sec}]) = 9.6 \text{ Mbits} = 960\,000 \text{ bits}$$

- 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>` – Χρονos 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:

$$\begin{aligned} 1. \quad dRate &= \frac{(packetSz - udpHeadSz)}{interval} \Rightarrow packetSz = 1602.5 bytes \\ \text{ή} \\ 2. \quad interval &= 0.009 sec \end{aligned}$$

Και στις δύο περιπτώσεις δεν υπερβαίνουμε το μέγεθος της χωρητικότητας ζεύξης (1.282 Mbps και 1.33 Mbps αντίστοιχα)

- 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.

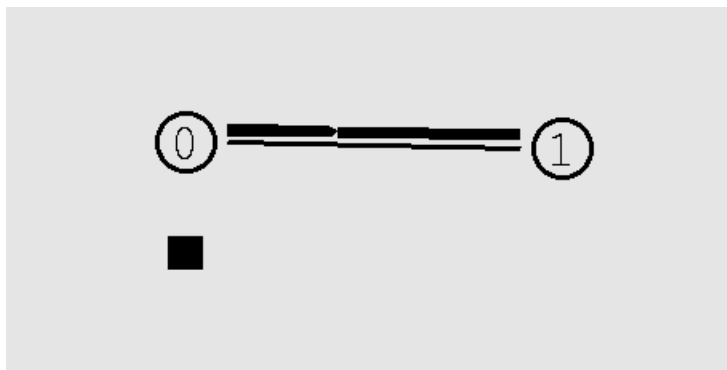
Για να μην έχουμε απώλειες δεδομένων πρέπει ο ρυθμός μετάδοσης να είναι μικρότερος ή το πολύ ίσος με το εύρος ζώνης της ζεύξης:

$$\begin{aligned} \frac{packetSize}{interval} &\leq 4 Mbps \\ packetSize &\leq 5000 bytes \end{aligned}$$

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

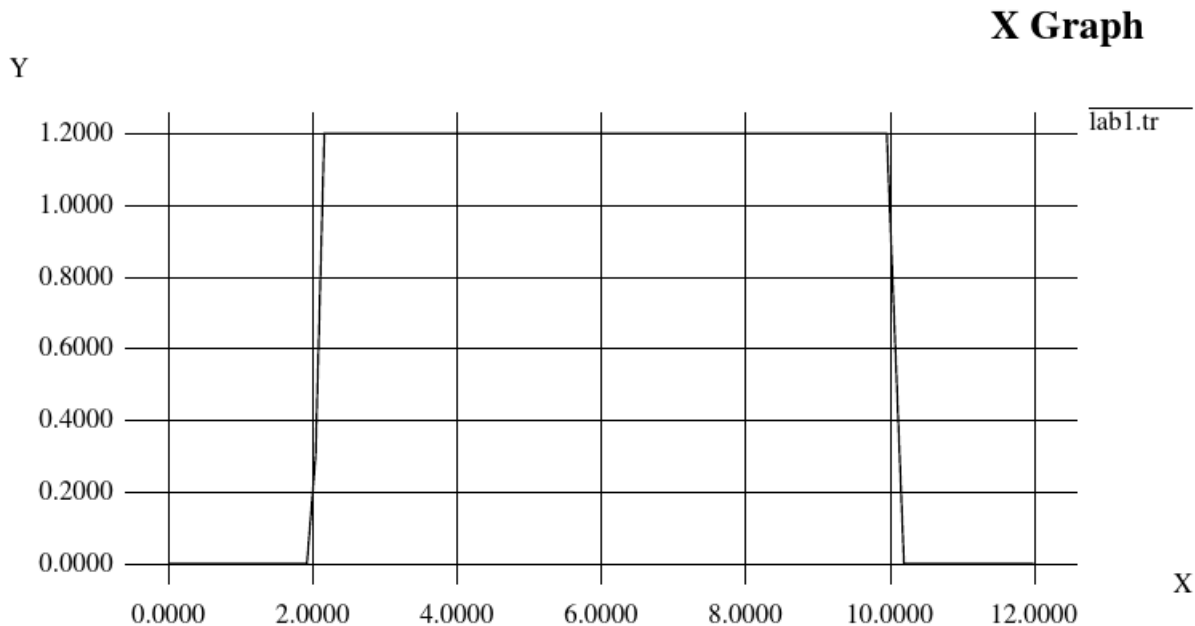
Άρα ο χρόνος αποστολής μπορεί να γίνει οριακά 0.003 sec.

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.

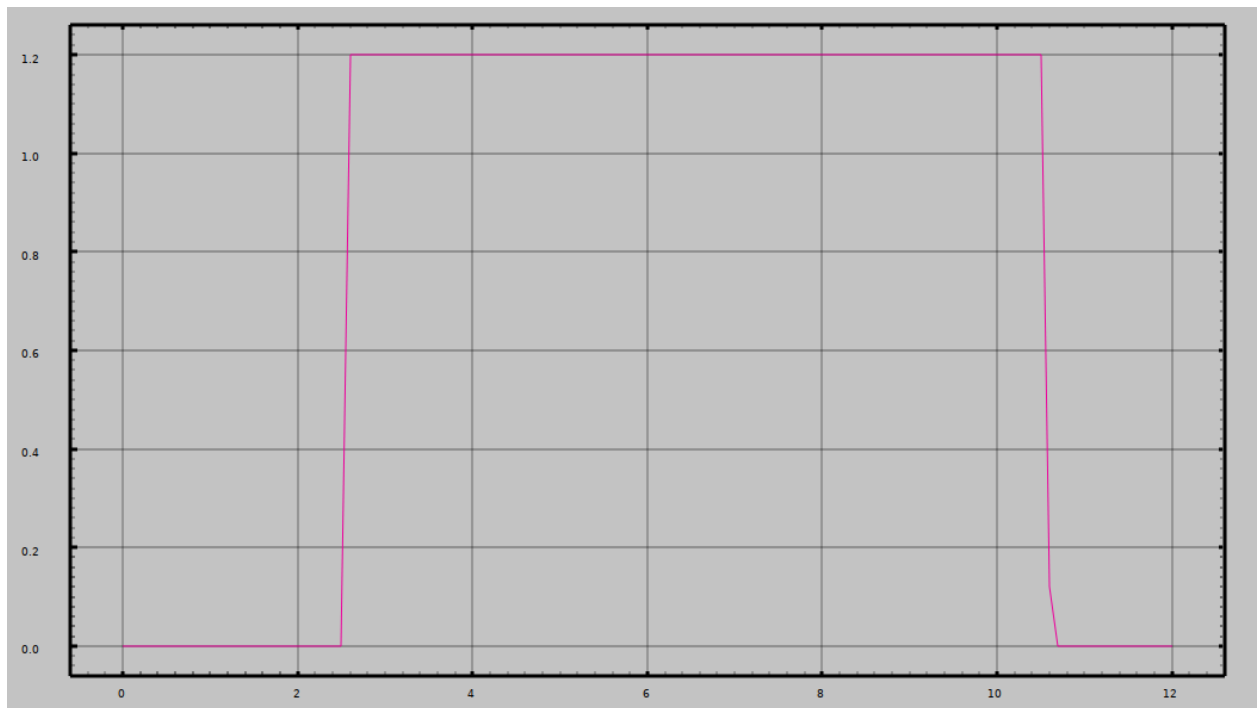


- Διατηρώντας σταθερό το μήκος πακέτου, μεταβάλλετε το ρυθμό μετάδοσης. Τι παρατηρείτε στη γραφική παράσταση της μεταφερόμενης κίνησης και πώς το ερμηνεύετε;

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.

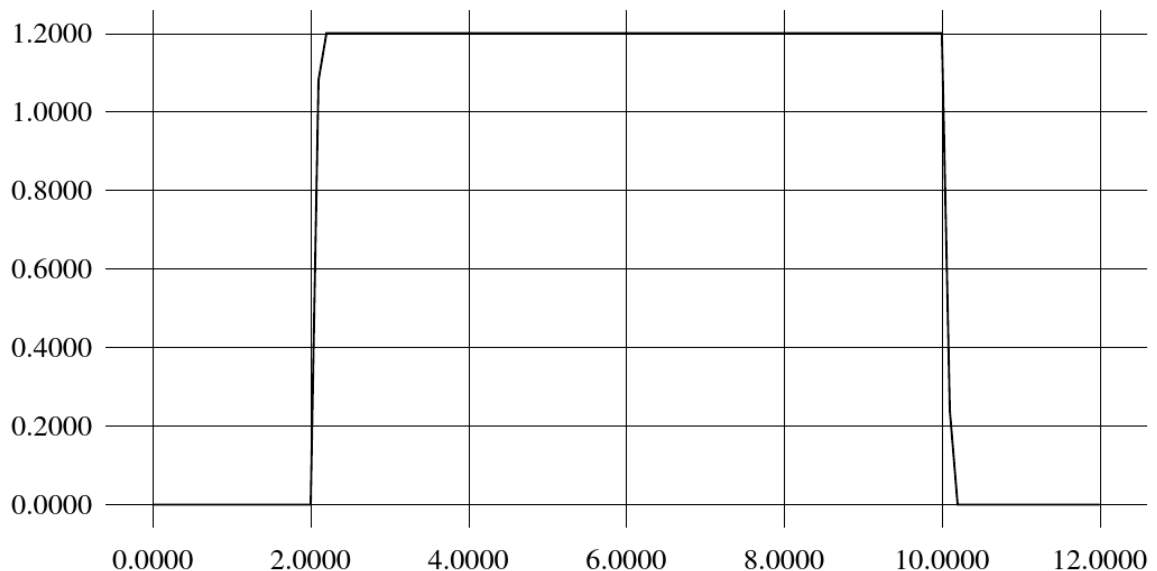
- Αυξήστε την καθυστέρηση της γραμμής σύνδεσης των δύο κόμβων σε 0.5 δευτερόλεπτα. Τι παρατηρείτε στη γραφική παράσταση της μεταφερόμενης κίνησης;

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. Μια πιθανή εξήγηση είναι ότι η “record” μετράει τα πακέτα όταν φτάνουν στον κόμβο n1, συνεπώς λόγω της αύξησης της καθυστέρησης πλέον χρειάζεται λίγο παραπάνω χρόνο το πρώτο πακέτο για να φτάσει.

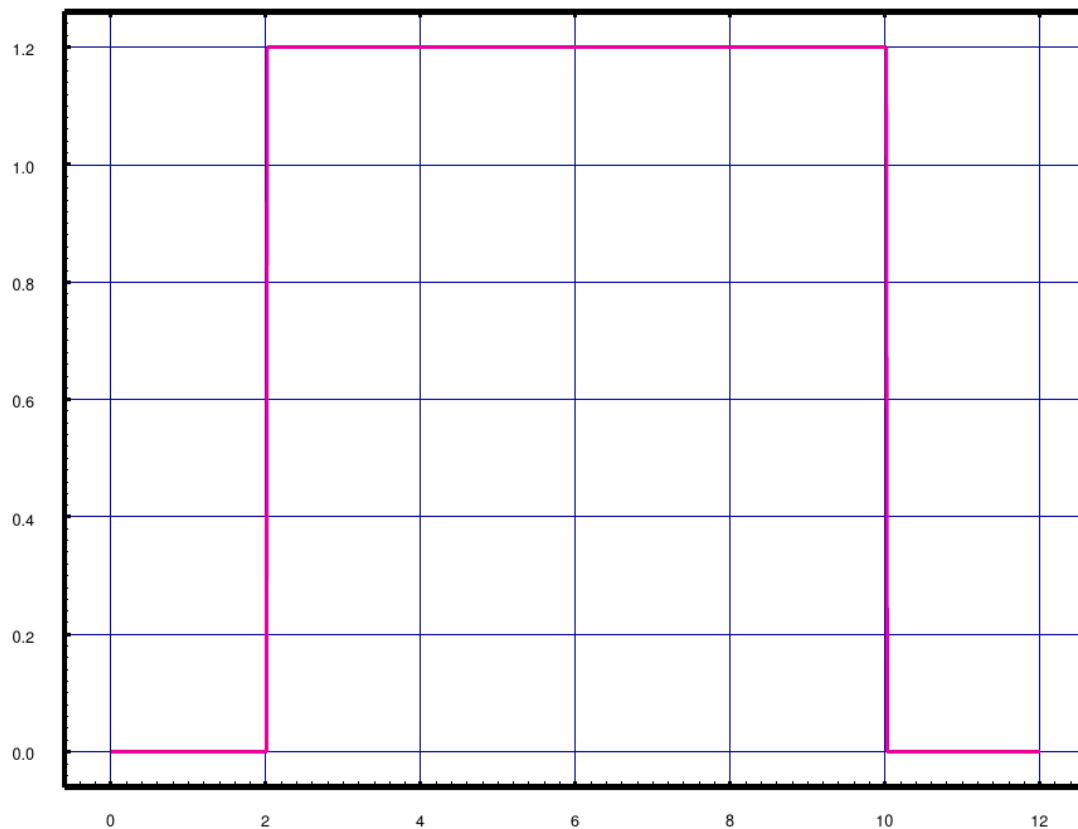


- Πώς επηρεάζει τη γραφική παράσταση ο χρόνος που επαναλαμβάνεται η διαδικασία “record”. Προτείνετε έναν κατάλληλο χρόνο για να επιτύχετε μια γραφική παράσταση στιγμιαίας κίνησης και μια μέσης.

Η γραφική παράσταση δημιουργείται ανάλογα με τον αριθμό των σημείων που δειγματοληπτεί η συνάρτηση **record**. Δηλαδή όσο μικρότερος είναι ο χρόνος που καλείται η διαδικασία τόσο πιο ακριβής θα είναι και η γραφική παράσταση. Αντίθετα εαν ο χρόνος ανάκλησης είναι μεγάλος, τότε θα υπάρχουν σφάλματα εφ’ όσον δεν θα μπορεί να καταγράψει με ακρίβεια τις αλλαγές της κίνησης στη ζεύξη.



time = 0.1 sec -- median



time = 0.01 (same as interval) -- instant

- Η κίνηση μεταξύ των δυο κόμβων είναι σταθερής ροής (CBR). Αλλάξτε την κίνηση σε εκθετική θέτοντας “Exponential” όπου υπάρχει “CBR”. Εξηγήστε τη γραφική παράσταση της κίνησης. Για να βγάλετε σωστά συμπεράσματα, θα πρέπει να αυξήσετε τον χρόνο αποστολής της κίνησης, και φυσικά της προσομοίωσης, τουλάχιστον σε 20 δευτερόλεπτα και να ξανατρέξετε το script.

--[[T. Issariyakul, E. Hossain. Introduction to Network Simulator NS2](#)]

An exponential on/off traffic generator acts as a CBR traffic generator during an ON interval and does not generate any payload during an OFF interval. ON and OFF periods are both exponentially distributed. As shown in Program 11.9, NS2 implements Exponential On/Off traffic generators using a C++ class EXPOO_Traffic which is bound to an OTcl class Application/Traffic/Exponential, whose key instvars with their default values are shown in Table 11.2.

