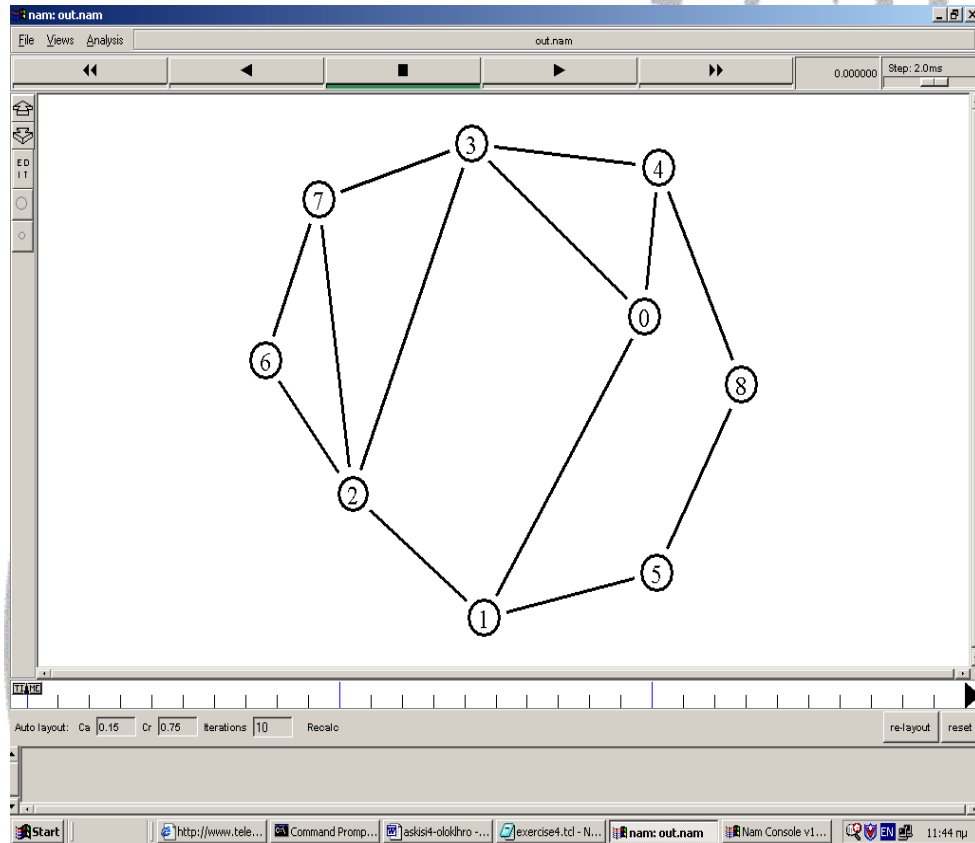


Εισαγωγικά:

Σκοπός της τέταρτης εργαστηριακής άσκησης ήταν η μετάδοση δεδομένων σε δίκτυο του οποίου η τοπολογία δεν ήταν πιο σύνθετη από τις άλλες που έχουν ήδη μελετηθεί σε προηγούμενες ασκήσεις. Μέσω αυτής της διαδικασίας είδαμε την δρομολόγηση των πακέτων και συνακόλουθα την ροή των δεδομένων στους κόμβους αποστολής και πως αυτή η ροή επηρεάζεται από κόστος των ζεύξεων. Αξιοσημείωτο είναι πως αυτή η μελέτη σχετικά με την τοπολογία του δικτύου και κατ' επέκταση του γράφου που περιγράφει το δίκτυο είναι αρκετά ακανθώδης και αποτελεί και πεδίο έρευνας της Θεωρητικής Πληροφορικής όπου οι ρυθμοί είναι αρκετά πυρετώδεις στις μέρες μας..

1.1 Τοπολογία:

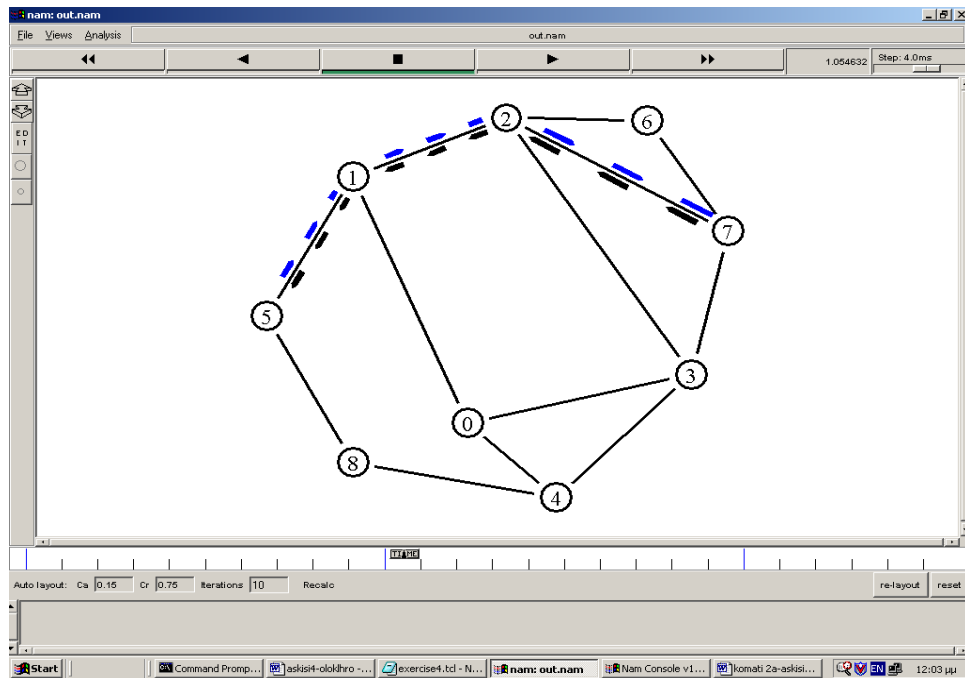
Σε αυτό το τμήμα της εργασίας προσπαθήσαμε με την βοήθεια του λογισμικού του εργαστηρίου να συντάξουμε το κατάλληλο script για αυτή την τοπολογία με τους εννέα κόμβους και την σύνδεση των δύο κόμβων.



Σχήμα 1: Σε αυτό το στιγμιότυπο απεικονίζεται η τοπολογία πάνω στην οποία θα δουλέψουμε

1.2 Τα γεγονότα (events):

Σε αυτό το σημείο της άσκησης θα δημιουργήσουμε δύο UDP agents οι οποίες παραγουν κίνηση CBR (Constant Bit Rate). Αυτοί οι δύο κόμβοι που θα αναλάβουν αυτό το φορτίο είναι οι ακόλουθοι n5 και n7, όμοια δημιουργούμε και δύο sink agent τους οποίους προσαρτούμε στους ίδιους κόμβους, αλλά αντίστροφα. Σύμφωνα με τα επιτάγματα της άσκησης, θα έχουμε το ακόλουθο animation :



Σχήμα2:Παραπάνω εικονίζεται στιγμιότυπο από το animation το οποίο εμφανίστηκε στην αίθουσα

Παρατηρούμε ότι τα πακέτα κατευθύνονται από τον κόμβο 5 στον 7 μέσω των κόμβων 1 και 2, και από τον 7 στον 5 μέσω των κόμβων 2 και 1. Συνεχίζοντας αυτή την παρατήρηση βλέπουμε ότι διαδρομή που ακολουθούν τα πακέτα είναι τέτοια ώστε α γίνεται η συντομότερη δυνατή. Πράγματι εάν θέλουμε να μελετήσουμε ποια είναι η συντομότερη διαδρομή στον συγκεκριμένο γράφο (τοπολογία) του δικτύου επικοινωνιών, τότε θα δούμε ότι εάν διαλέγαμε έναν άλλο οποιοδήποτε κόμβο θα είχαμε περισσότερα βήματα. Συνεπώς για τον δεδομένο γράφο και δεδομένου ότι όλοι οι κόμβοι θεωρούνται ίσοι από πλευράς κόστους ζεύξης (τουλάχιστον σε αυτό στο σημείο της άσκησης), αποδείχτηκε ότι η άνωθι διαδρομή είναι η βέλτιστη δυνατή.

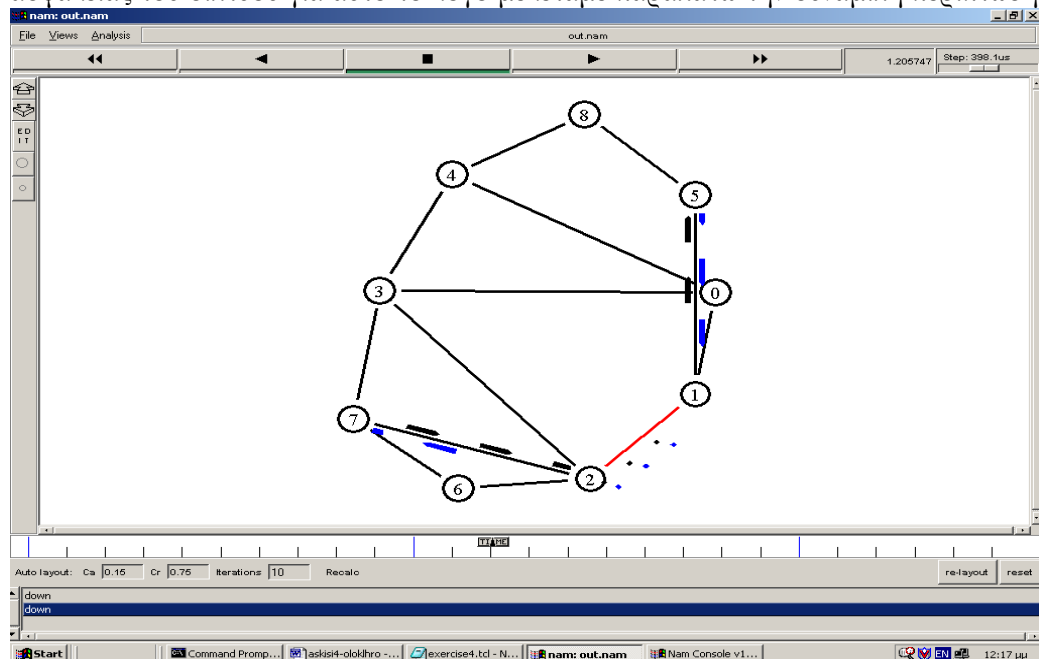
1.3 Στατική και Δυναμική Δρομολόγηση:

Σε αυτό το τμήμα της εργασίας θα διερευνηθεί η στατική και η δυναμική δρομολόγηση. Πιο συγκεκριμένα θα δούμε τι συμβαίνει πάνω στα πακέτα της πληροφορίας που μεταδίδονται μέσω του δικτύου, ειδικότερα θα δούμε πως το πρωτόκολλο που περιγράφει τις ζεύξεις μεταξύ των κόμβων θα ανταποκριθεί σε μια διακοπή των κόμβων 1 και 2 για 0.4 δευτερόλεπτα. Έτσι διακρίνουμε για την κάθε περίπτωση πιο αναλυτικά:

- Στατική Ζεύξη

Με κατάλληλη μετατροπή στο script που γράφουμε, βλέπουμε ότι καθώς τα δεδομένα στέλνονται μέσα στο δίκτυο από τους κόμβους 5 και 7, τελικά δυστυχώς χάνονται και αυτό εικονίζεται παρακάτω. Μάλιστα οι κομβοί στέλνουν συνεχώς διότι δεν διαθέτουν κάποια πληροφόρηση για το εάν έχει κάπου η ζεύξη διακοπή, οπότε συνεχίζουν ακατάπαυστα. Αυτά τα δεδομένα τελικά δεν θα ξαναμεταδωθούν, όταν αποκατασταθεί η ζεύξη ανάμεσα στους κόμβους όπου πρωτίτερα είχε γίνει η διακοπή της σύνδεσης. Είναι

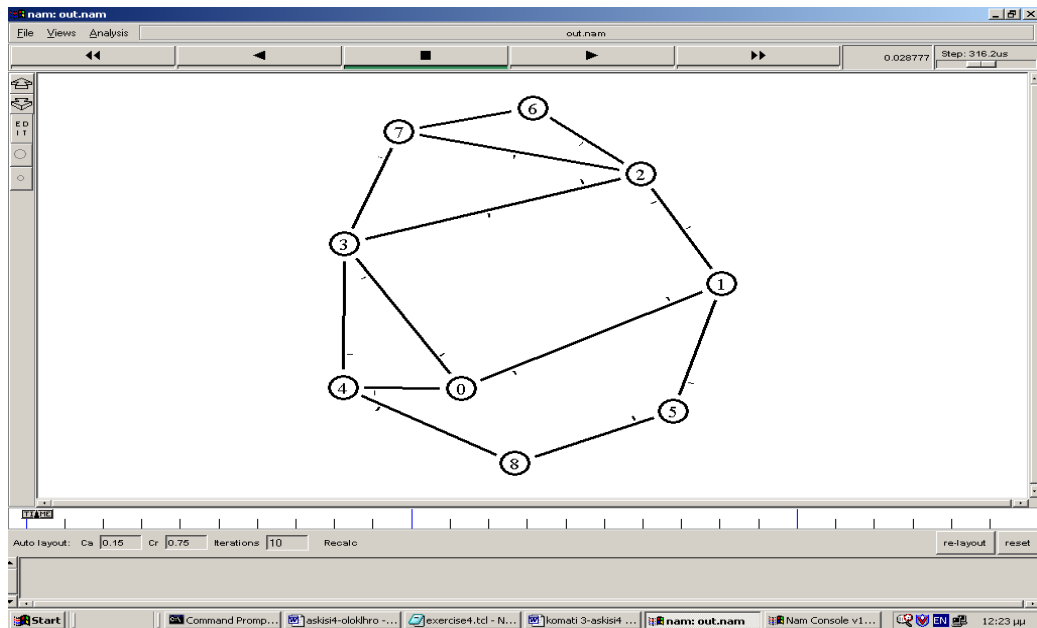
πασιφανές ότι αυτή η δομή του δικτύου δεν είναι και η καλύτερη δυνατή από πλευράς ασφάλειας του δικτύου για αυτό το λόγο μελετάμε παρακάτω την δυναμική περίπτωση.



Σχήμα3:Σε αυτό το στιγμιότυπο του animation εικονίζεται η διακοπή ενός ζεύγους κόμβων το οποίο αποτελούσε την κύρια όδευση για την ζεύξη στους κόμβους 5 και 7.

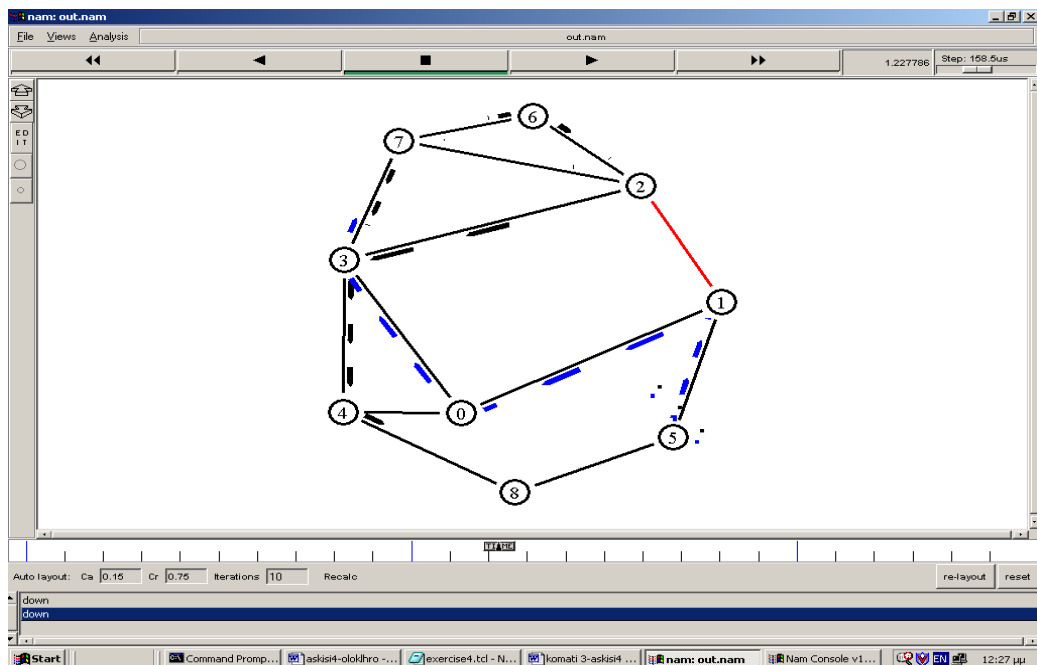
• Δυναμική ζεύξη

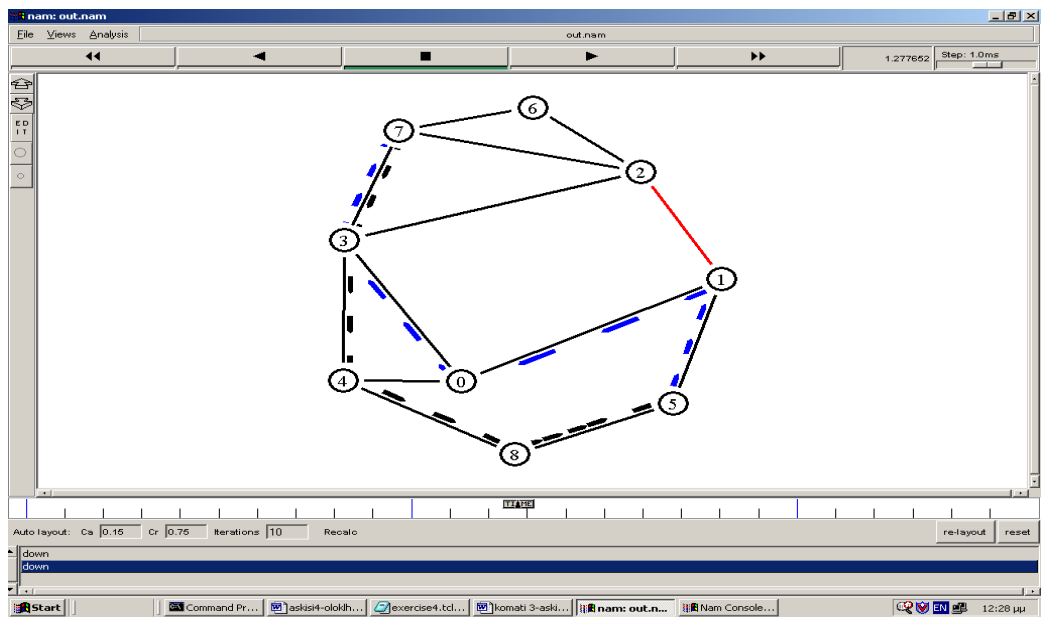
Αρχικά σε αυτή τη μορφή δρομολόγησης ,αρχικά έχουμε την κυκλοφορία μικρών πακέτων τα οποία είναι απαραίτητα για την ανταλλαγή πληροφοριών μεταξύ των κόμβων όπου γίνεται η ζεύξη.Ουσιαστικά γίνεται μια εφαρμογή του rtproto DV(routing protocol distance vector).Σύμφωνα με αυτό το πρότυπο αρχικά χρησιμοποιούνται μικρά πακέτα μεταξύ των κόμβων τα οποία είναι υπεύθυνα για την συλλογή πληροφοριών για την κατάσταση της ζεύξης μεταξύ των κόμβων και όχι μόνο,όπως και πληροφορίες για το κόστος ζεύξης των κόμβων .Αυτή η διαδικασία είναι θεμελιώδης για να μπορέσει να χρησιμοποιηθεί όσο πιο αποδοτικά το δίκτυο και πιο συγκεκριμένα όλοι οι πόροι είτε αυτοί είναι υλικοί(δηλαδή το φυσικό στρώμα ζεύξης δεδομένων ,όπως καλώδια ,οπτικές ίνες κτλ),όσο και υπολογιστικοί(δηλαδή μεγαλύτερη ευκολία για έλεγχο λαθών,συμπύεση,ασφάλεια,απόρρητο,διαθεσιμότητα κτλ) .Αυτό εικονίζεται στο παρακάτω στιγμιότυπο,το οποίο έχει ληφθεί αρχικά κατά την έναρξη του simulation.



Σχήμα 4:Απεικόνιση των αρχικών πακέτων τα οποία είναι απαραίτητα για την υλοποίηση της δυναμικότητας του δικτύου και του πρωτοκόλλου rtpprotoDV

Παρατηρούμε πως αυτό είναι απαραίτητο για να συλλέγονται πληροφορίες για την κατάσταση του δικτύου.Για να επιβεβαιώσουμε την δυναμική αρχιτεκτονική και σχεδίαση του δικτύου ,θα τρέξουμε την εξομοίωση και θα επιβάλλουμε την διακοπή κατά την στιγμή των 1.2 δευτερολέπτων.Λόγω όλων των παραπάνω που ειπώθηκαν,το δίκτυο θα προσπαθήσει να επιτύχει την δρομολόγηση των πακέτων πληροφορίας ,μέσω των άλλων κόμβων και είναι σαφές με τον ποιο ‘οικονομικό’ τρόπο ο οποίος είναι εφικτός και αυτό διότι περιγράφεται αυτή η διαδικασία από το πρωτόκολλο του δικτύου.Συνεπώς έχουμε τα δύο ακόλουθα στιγμιότυπα:





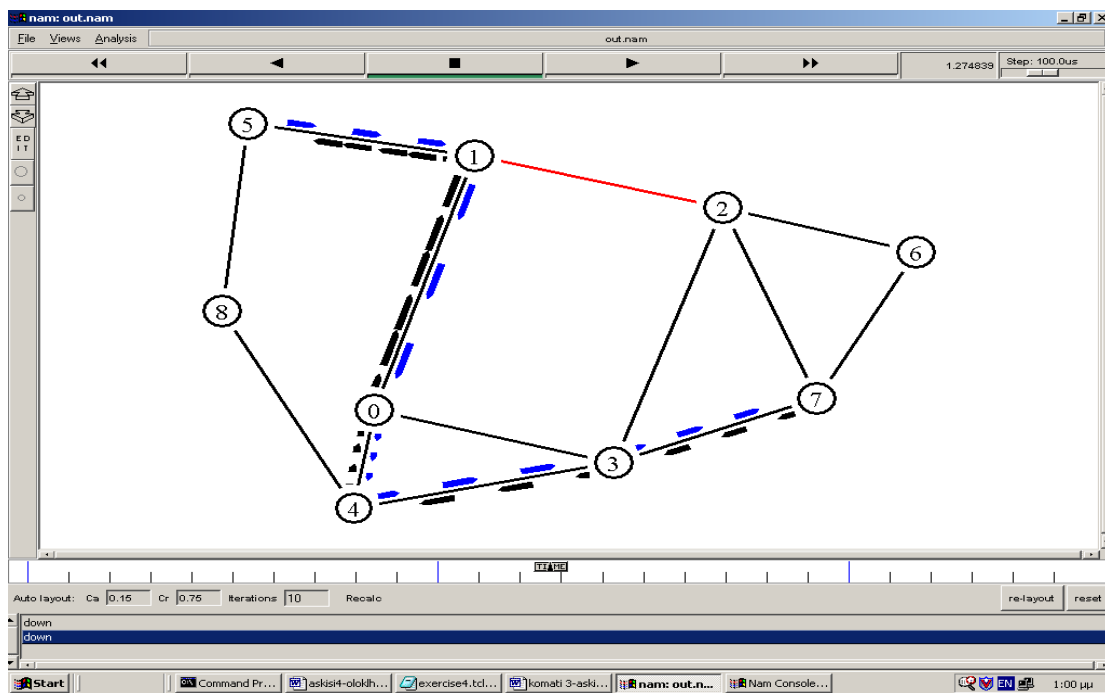
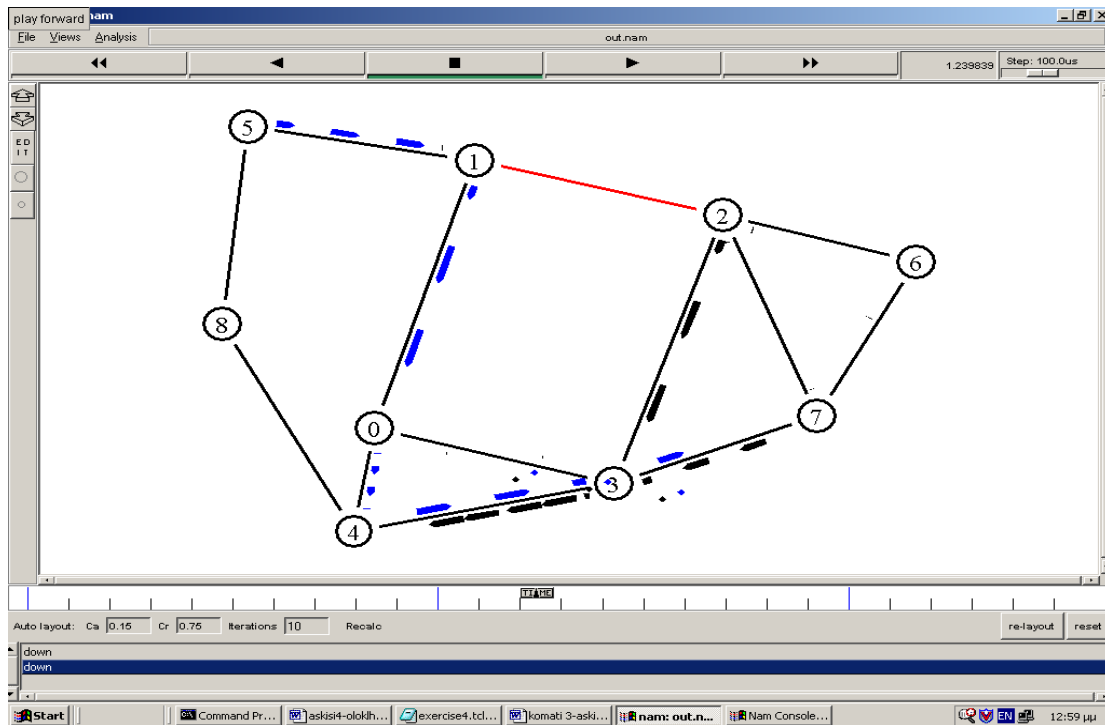
Σχήμα5:Στα δύο παραπάνω στιγμιότυπα εικονίζεται η αντίδραση του δικτύου προκειμένου να αποκαταστήσει την ζεύξη.

Είναι προφανές ότι στην καινούργια δρομολόγηση ,δεν περιέχονται οι κόμβοι 1 και 2,πιο συγκεκριμένα έχουμε: $5 \rightarrow 8 \rightarrow 4 \rightarrow 3 \rightarrow 7$ και $7 \rightarrow 3 \rightarrow 0 \rightarrow 1 \rightarrow 5$. Παρατηρούμε ότι ακολούθηθηκε μία πιο σύνθετη διαδρομή απότι πιο πριν, αλλά και αυτή η δρομολόγηση είναι η βέλτιστη δυνατή με τις δοθείσες (νέες) συνθήκες. Αυτό οφείλεται όπως είπαμε πιο πάνω ότι η δρομολόγηση γίνεται με τον πιο αποδοτικό τρόπο για το δίκτυο,δηλαδή με τους λιγότερους ενδιάμεσους κόμβους. Βέβαια στην παρούσα φάση αυτό είναι αληθές καθώς το κόστος μετάβασης από τον ένα κλομβο στον άλλο είναι ισοδύναμος και συγκεκριμένα μοναδιαίος..

1.4 Καθορισμός κόστους ζεύξης:

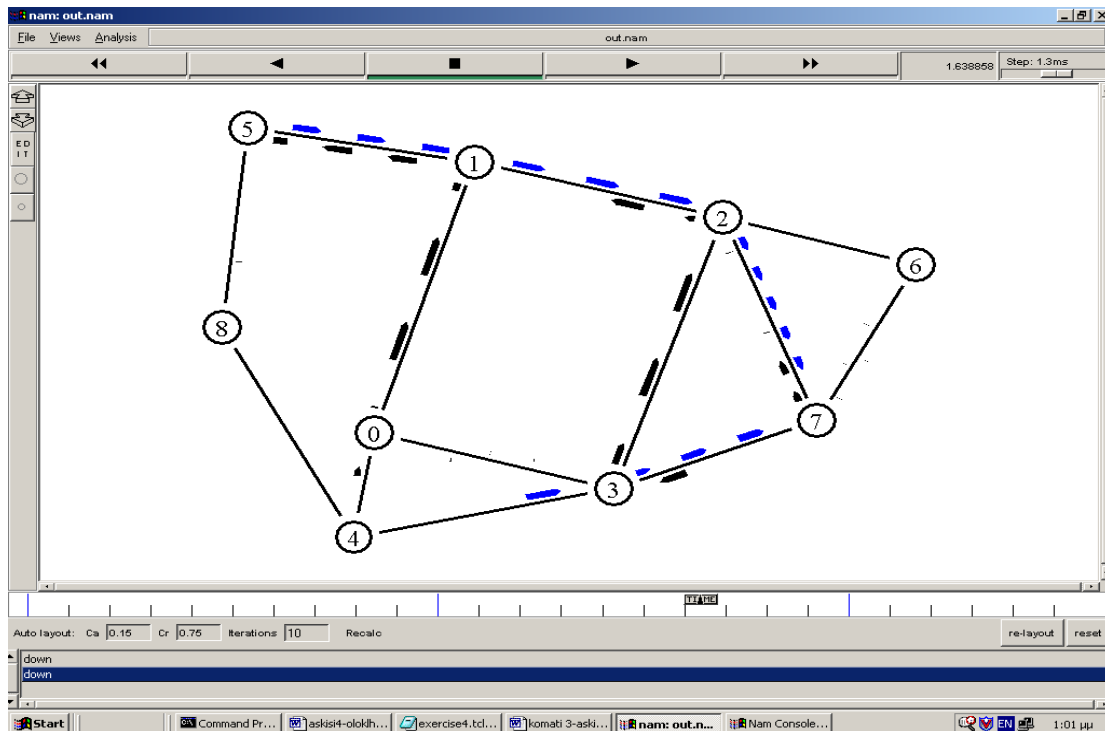
Όπως είδαμε ως τώρα καθ'όλη την διάρκεια της εργασίας αντιμετωπίσαμε περίπτωση όπου οι κόμβοι είχαν το ίδιο κόστος ζεύξης,οπότε η ροή των δεδομένων γινόταν με τρόπο τέτοιο ώστε να περνάει από τους λιγότερους δυνατούς κόμβους. Σε αυτό το τμήμα της εργασίας θα μεταβάλλουμε το κόστος ζεύξης μεταξύ των κόμβων με το να προσθέσουμε καθυστέρηση μεταξύ των κόμβων μέσω του κώδικα. Με αυτή την αλλαγή ισχύει πάλι η επιδίωξη για την πιο οικονομική διαδρομή, δηλαδή μέσω της λιγότερης καθυστέρησης της ροής μέσα στο δίκτυο. Πριν την διακοπή της ζεύξης μεταξύ των κόμβων η ροή γίνεται όπως και πριν, όμως την στιγμή της διακοπής της ζεύξης έχουμε διαφοροποίηση σε σχέση με πριν και αυτό καθώς το δίκτυο προσπαθεί να αντιδράσει με τον καλύτερο και αποδοτικότερο τρόπο και αυτός είναι ο ακόλουθος: $5 \rightarrow 1 \rightarrow 0 \rightarrow 4 \rightarrow 3 \rightarrow 7$ και

$7 \rightarrow 3 \rightarrow 4 \rightarrow 0 \rightarrow 1 \rightarrow 5$. Παρακάτω εικονίζονται στιγμιότυπα της ροής, αξίζει να σημειωθεί ότι ο δρόμος ήταν ο καλύτερος δυνατός, βέβαια είναι πως εάν είχαμε πιο περίπλοκη αλλαγή στο κόστος ζεύξης, τότε η δρομολόγηση θα ήταν διαφορετικός, αλλά πάλι με βάσει το πρωτόκολλο του δικτύου θα γινόταν προσπάθεια επίτευξης του βέλτιστου δυνατού τρόπου δρομολόγησης.. Αξίζει να σημειωθεί ότι με βάσει την εκφώνηση της άσκησης το κόστος μπορεί να ρυθμιστεί έτσι ώστε να γίνει διαφορετικό ανάλογα με την φορά ,π.χ από το χ στον ψ έχει κόστος ζ , ενώ από τον ψ στον χ είναι ζ' . Συνεπάγεται εύκολα ότι το πρόβλημα εύρεσης της βέλτιστης (της πιο οικονομικής) διαδρομής μπορεί να γίνει ιδιαίτερα ακανθώδης. Παρόμοια προβλήματα μελετώνται στην Θεωρητική Πληροφορική, προκειμένου να βρεθεί το βέλτιστο (το οποίο ανάγεται σε πόρους όπως μνήμη, χρόνος, επεξεργαστές κτλ) μονοπάτι σε έναν γράφο (τύπου Hamilton κτλ), όπου κάθε τμήμα του μονοπατιού έχει διαφορετικό βάρος (αντίστοιχα εδώ κόστος ζεύξης), δηλαδή αυτά τα προβλήματα είναι δομικώς ισοδύναμα καθώς το ένα αποτελεί αναγωγή του άλλου. Παρακάτω έχουμε τα στιγμιότυπα από την προσομοίωση:



Σχήμα6:Παραπάνω εικονίζονται στιγμιότυπα λίγο μετά τα 1.2 δευτερόλεπτα,όπου έχουμε την απόκριση του δικτύου προκειμένου να εξασφαλιστεί η βέλτιστη διαδρομή.

Αξιοπρόσεχτο είναι ότι η δρομολόγηση θα μπορούσε να γίνει από άλλους κόμβους στην περίπτωση όπου το συνολικό κόστος της εναλλακτικής διαδρομής μέσω άλλων κόμβων ήταν ίδιο με αυτό που προέκυψε στην δική μας περίπτωση.Επίσης έχουμε το στιγμότυπο μετά την αποκατάσταση της σύνδεσης.:



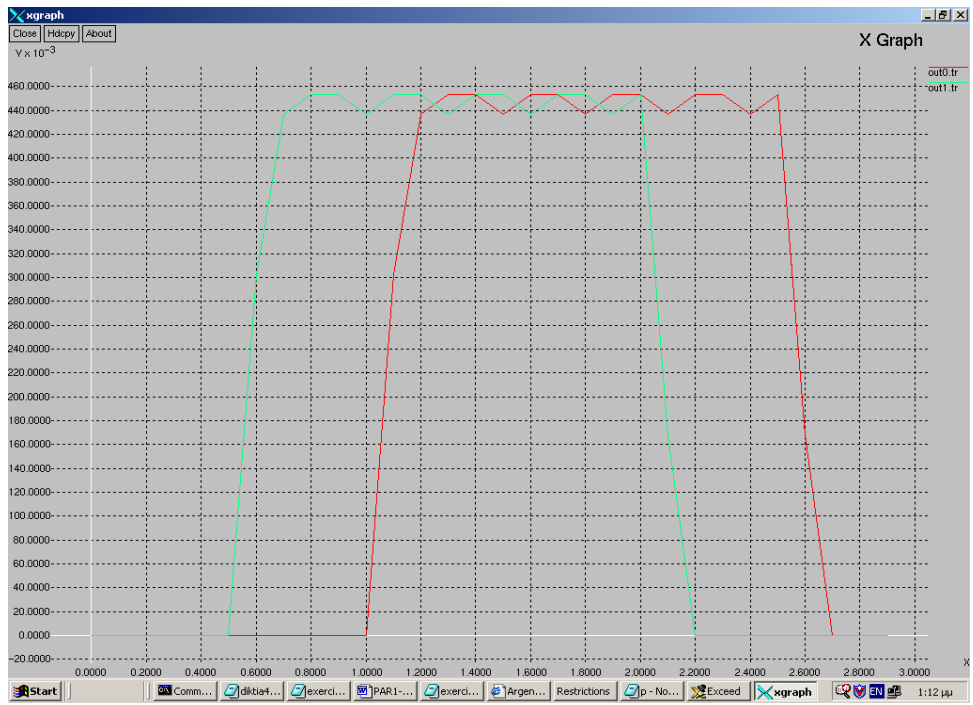
Σχήμα7:Στιγμή όπου γίνεται αποκατάσταση και έχουμε επιστροφή στο μοντέλο που ίσχυε πριν την πτώση της ζεύξης των κόμβων 1 και 2.

1.5 Παρακολούθηση Exponential κίνησης με Xgraph:

Στο τελευταίο κομμάτι της εργασίας θα μελετήσουμε τις γραφικές παραστάσεις της κίνησης στο δίκτυο με την συγκεκριμένη τοπολογία και χαρακτηριστικά.Πρώτα θα μελετήσουμε την περίπτωση όπου έχουμε CBR μετάδοση και έπειτα exponential.

1) CBR μετάδοση

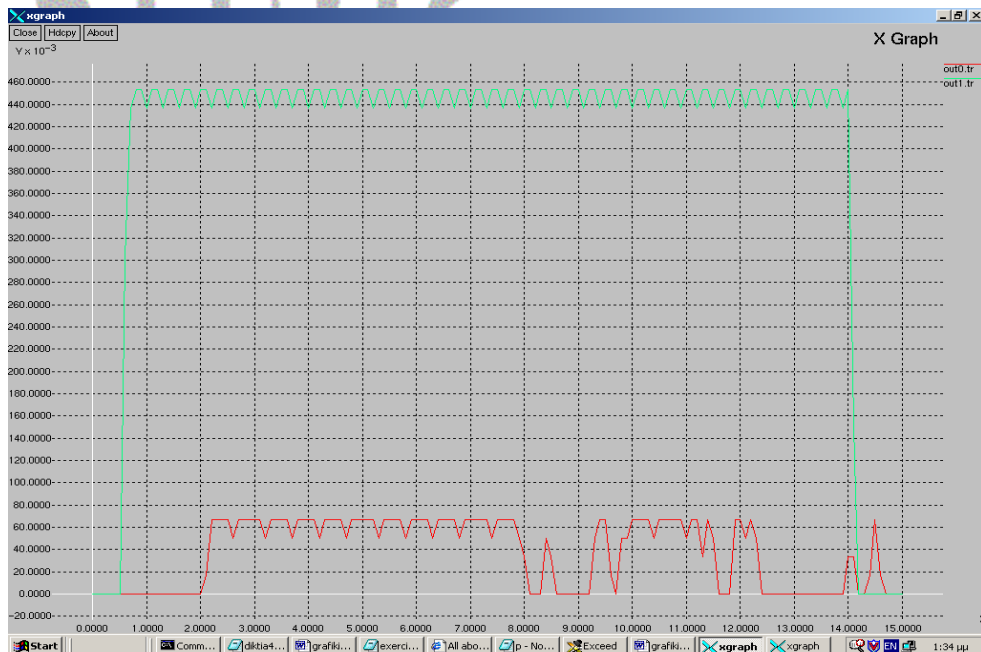
Σε αυτή την γραφική απεικονίζεται ότι οι δύο κόμβοι στέλνουν με σταθερό ρυθμό (άλλωστε έτσι το ορίσαμε με το πρόγραμμα)και αντίστοιχα έχουν κάποια διαφορά στην χρονική τιμή έναρξης καθώς και λήξης.Αυτή η μορφή μετάδοσης είναι αρκετά αποδοτική καθώς χρησιμοποιεί την χωρητικότητα του διαύλου που δίδεται από το φυσικό στρώμα ζεύξης του δικτύου και παρατηρούμε πως δεν έχουμε χρονικά διαστήματα όπου ο δίαυλος/δίαυλοι να παραμένουν αδρανείς, δηλαδή δίχως να χρησιμοποιούνται.



Σχήμα8:Απεικόνιση του ρυθμού μετάδοσης δεδομένων συναρτήσει του χρόνου.

2) Exponential κίνηση

Σε αυτό το τμήμα της εργασίας μελετήσαμε την κίνηση του αποστολέα όταν αυτό έχει εκθετικού τύπου ροή.Αξίζει να σημειωθεί ότι τέτοιου τύπου ροή δεν έχει ντετερμινιστική υφή όπως ήταν αυτή που μελετήθηκε πρωτύτερα.Πρόκειται για στοχαστικού τύπου ροή, δηλαδή περιέχει (ή καλύτερα είναι η ίδια)μια συνάρτηση πυκνότητας πιθανότητας και μάλιστα πρόκειται για την Poisson.Αξίζει να ειπωθεί πως η Poisson με την εκθετική κατανομή είναι πολύ στενά συνδεδεμένες, καθώς η εκθετική κατανομή αποτελεί όριο της Poisson,όπου η Poisson είναι όριο της διωνυμικής κατανομής.Η σημασία αυτών των κατανομών είναι θεμελιώδης για την μελέτη δικτύων καθώς και συστημάτων αναμονής, διότι είναι εγγενώς συνυφασμένη με την τηλεπικοινωνιακή κίνηση.Πιο συγκεκριμένα για την δική μας περίπτωση έχουμε όπως προκύπτει από την μελέτη του γραφήματος,ότι εν αντιθέσει με τον σταθερό ρυθμό μετάδοσης,εδώ η μετάδοση είναι πιο ασταθής από ότι πιο πριν και έχει έντονες διακυμάνσεις.Ειδικότερα η πληροφορία στέλνεται σε μεγαλύτερο χρονικό διάστημα,για αυτό άλλωστε τρέξαμε την εξομίωση για τουλάχιστον 15 δευτερόλεπτα,ο λόγος που συμβαίνει αυτό οφείλεται στο ότι υπάρχουν μεγάλα διαστήματα απραξίας..Επίσης λόγω της πιθανοτικής φύσεως της μετάδοσης παρατηρούμε πως έχει και ως αποτέλεσμα να μην μπορούν και οι δύο agents να έχουν μεγαλύτερο ρυθμό μετάδοσης και ειδικά όπως εικονίζεται και στο διάγραμμα με την κόκκινη γραμμή.



Σχήμα9:Απεικόνιση της exponential κίνησης