



## 9ο Εργαστήριο

### Δίκτυο Άμεσης Σύνδεσης με Έλεγχο Πρόσβασης στο Μέσο

#### Στόχος

Το ακόλουθο εργαστήριο σχεδιάστηκε για να παρουσιάσει την λειτουργία ενός Ethernet δικτύου. Τα αποτελέσματα της προσομοίωσης του εργαστηρίου θα βοηθήσουν στην εξέταση της απόδοσης ενός δικτύου Ethernet, σε διαφορετικά σενάρια.

Το Ethernet λειτουργεί με την τεχνική ανίχνευσης μέσου, πολλαπλής πρόσβασης με ανίχνευση σύγκρουσης (Carrier Sense Multiple Access / Collision Detection – CSMA/CD). Το χαρακτηριστικό πολλαπλής πρόσβασης σημαίνει ότι ένα σύνολο από κόμβους στέλνουν και λαμβάνουν πλαίσια μέσω ενός διαμοιραζόμενο μέσου. Η ανίχνευση μέσου σημαίνει ότι οι σταθμοί μπορούν να 'καταλάβουν' εάν το μέσο είναι ανενεργό ή κατειλημμένο. Η ανίχνευση σύγκρουσης σημαίνει ότι ο κόμβος 'ακούει' καθώς μεταδίδει και γι' αυτό μπορεί να ανιχνεύσει ότι το μεταδιδόμενο πλαίσιο έχει συγκρουστεί με το πλαίσιο ενός άλλου σταθμού. Επίσης το Ethernet χαρακτηρίζεται και ως πρωτόκολλο 1-persistent επειδή η μετάδοση των πακέτων γίνεται με πιθανότητα 1 όταν το μέσο είναι ανενεργό.

Σε αυτό το εργαστήριο θα δημιουργήσετε ένα δίκτυο με 30 σταθμούς που συνδέονται μέσω ενός ομοαξονικού καλωδίου σε τοπολογία αρτηρίας. Το ομοαξονικό καλώδιο λειτουργεί στα 10 Mbps. Το ενδιαφέρον επικεντρώνεται στην απόδοση το δικτύου καθώς αυξάνεται ο φόρτος, το πλήθος των σταθμών εργασίας και διαφοροποιείται το μέγεθος των πακέτων.

#### Διαδικασία

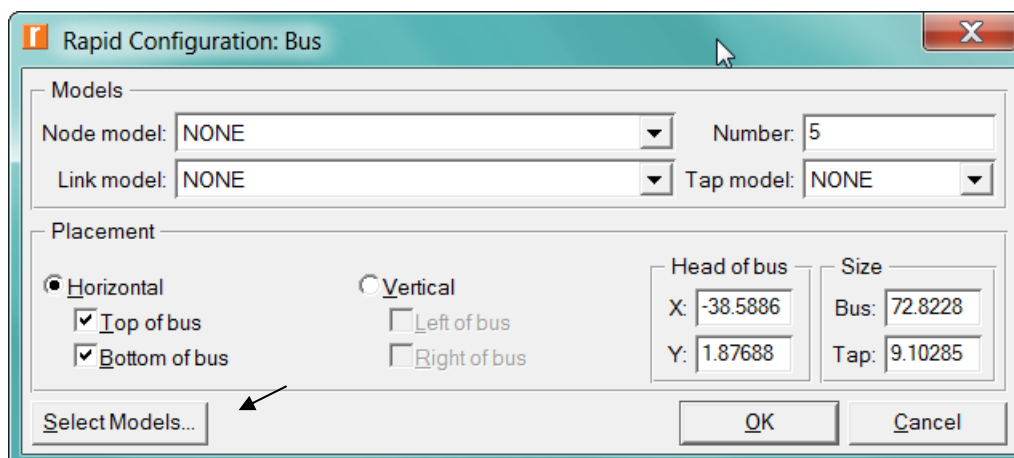
### 1. Δημιουργία νέου project

1. Ανοίξτε το '**Riverbed Modeler Academic Edition**' → Επιλέξτε **New** από το μενού **File**.
2. Επιλέξτε **Project** και πατήστε **OK** → Ονομάστε το project **<τα αρχικά σας (στα αγγλικά)>\_Ethernet\_Coax**. Ονομάστε το σενάριο **Coax\_2** και πατήστε **OK**.
3. Στο πλαίσιο διαλόγου *Startup Wizard: Initial Topology*, επιλέξτε **Create Empty Scenario** → πατήστε **Next**, στο *Choose Network Scale* επιλέξτε **Office** από την λίστα → πατήστε **Next** στο *Specify Size* κατάχωρήστε **200** στο **X Span** και 100 για το **Y Span** → πατήστε **Next** (2) δύο φορές → πατήστε **Finish**.
4. Κλείστε την παλέττα αντικειμένων.

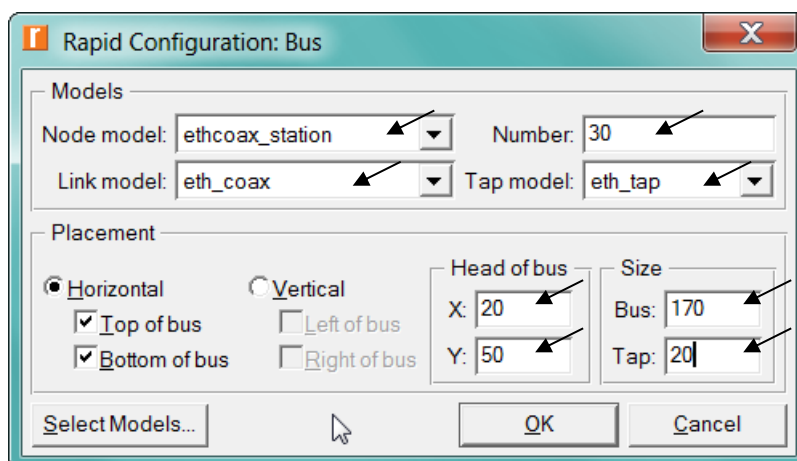
### 2. Δημιουργία του δικτύου

Αρχικά θέλουμε να δημιουργήσουμε ένα Ethernet δίκτυο τοπολογίας αρτηρίας (bus) με 30 σταθμούς. Για να δημιουργήσετε το ομοαξονικό Ethernet δίκτυο εκτελέστε τα ακόλουθα βήματα:

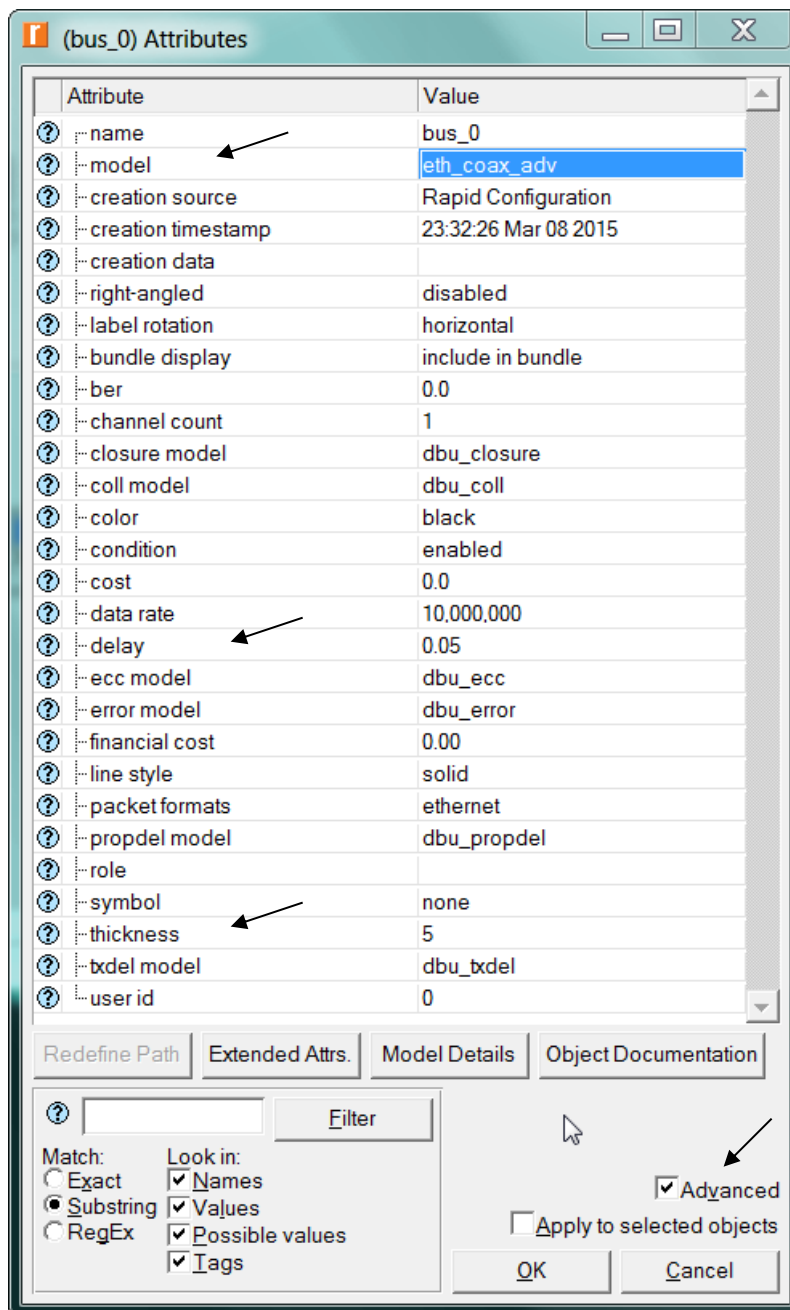
1. Για να δημιουργήσετε το Ethernet δίκτυο επιλέξτε **Topology → Rapid Configuration**. Από το drop-down μενού επιλέξτε **Bus** και πατήστε **Next**.
2. Κάντε κλικ στο κουμπί **Select Models** στο πλαίσιο διαλόγου *Rapid Configuration:Bus*. Από το αναδιπλούμενο μενού Model List επιλέξτε **ethcoax** και πατήστε **OK**.



3. Στο πλαίσιο διαλόγου *Rapid Configuration:Bus* θέστε τις ακόλουθες τιμές και πατήστε **OK**.



4. Για να διαμορφώσετε το ομοαξονικό bus, κάντε δεξί-κλικ στο οριζόντιο καλώδιο → επιλέξτε **Edit Attributes** και αφού τσεκάρετε το **Advanced** κάντε τις ακόλουθες αλλαγές :
  - a. Κάντε κλικ στην τιμή του χαρακτηριστικού **model** → επιλέξτε **Edit** από το αναδιπλούμενο μενού → Επιλέξτε το μοντέλο **eth\_coax\_adv** και μετά **OK**.
  - b. Στο χαρακτηριστικό **delay** → επιλέξτε **Edit** θέστε την τιμή **0.05** (καθυστέρηση διάδοσης σε sec/m)
  - c. Στο χαρακτηριστικό **thickness** θέστε την τιμή **5**.
  - d. Πατήστε **OK**.



5. Στο σημείο αυτό έχετε δημιουργήσει το δίκτυο.
6. Βεβαιωθείτε ότι έχετε αποθηκεύσει το project.

### 3. Διαμόρφωση των κόμβων του δικτύου

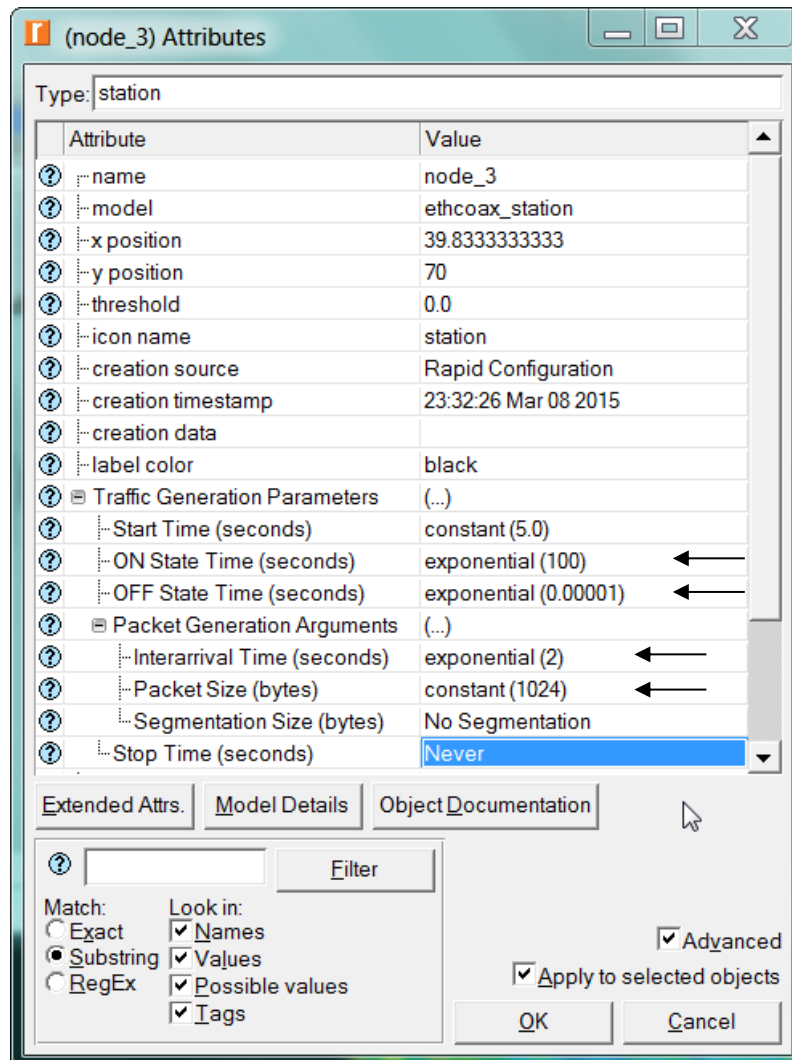
Για να διαμορφώσετε την κίνηση που θα δημιουργηθεί από τους κόμβους εκτελέστε τα ακόλουθα:

1. Κάντε δεξί-κλικ σε οποιοδήποτε από τους 30 κόμβους και επιλέξτε → **Select Similar Nodes** ώστε να επιλέξετε όλους τους κόμβους.
2. Κάντε δεξί-κλικ σε οποιοδήποτε από τους 30 κόμβους → **Edit Attributes**.
3. Τσεκάρετε το **Apply Changes to Selected Objects**. Αυτή η επιλογή είναι σημαντική γιατί αποφεύγεται η ξεχωριστή διαμόρφωση του κάθε κόμβου.
4. Επεκτείνετε την ιεραρχία **Traffic Generation Parameters** και κάντε τα εξής:

- a. Αλλάξτε την τιμή του **On State Time** σε **exponential(100)** → Αλλάξτε την τιμή του **Off State Time** σε **exponential(0.00001)**. (Τα πακέτα δημιουργούνται μόνο στην κατάσταση “ON”).

5. Επεκτείνετε την ιεραρχία **Packet Generation Arguments** και εκτελέστε τα εξής:

- a. Αλλάξτε την τιμή του χαρακτηριστικού **Packet size** σε **constant(1024)**.
- b. Αλλάξτε την τιμή του χαρακτηριστικού **Interarrival Time** σε **exponential(2)**.



6. Πατήστε **OK** και επιστρέψτε στον Project Editor.

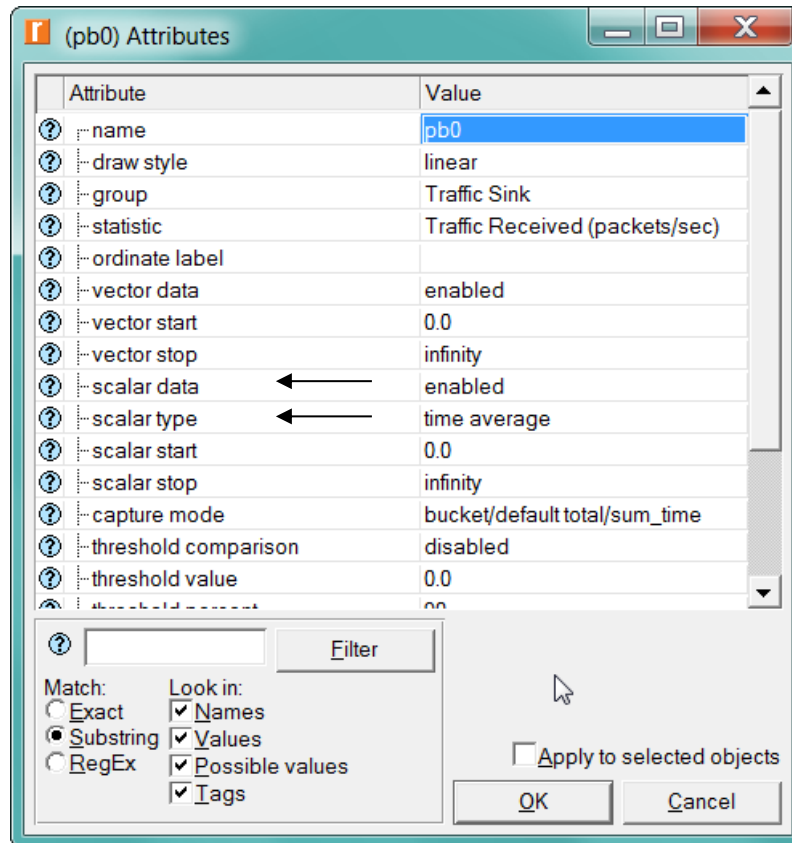
7. Βεβαιωθείτε ότι έχετε αποθηκεύσει το project.

## 4. Επιλογή στατιστικών μετρήσεων

Για να ελέγξουμε την απόδοση του δικτύου μας, θα συλλέξουμε μία από τις διαθέσιμες στατιστικές μετρήσεις με τον ακόλουθο τρόπο :

1. Κάντε δεξί-κλικ οπουδήποτε μέσα στον χώρο εργασίας του project (αλλά όχι πάνω σε κάποιο κόμβο ή σύνδεση) και επιλέξτε **Choose Individual DES Statistics** από το pop-up μενού → Επεκτείνετε την ιεραρχία **Global Statistics**.

- a. Επεκτείνετε την ιεραρχία **Traffic sink** → Επιλέξτε το check box δίπλα στην μέτρηση **Traffic Received (packets/sec)** (βεβαιωθείτε ότι επιλέξατε για μονάδα μέτρησης το packets/sec).
  - b. Επεκτείνετε την ιεραρχία **Traffic Source** → Επιλέξτε το check box δίπλα στην μέτρηση **Traffic Sent (packets/sec)**.
  - c. Πατήστε **OK**.
2. Για να συλλεχθεί ο μέσος όρος των παραπάνω στατιστικών μετρήσεων ως μία βαθμωτή τιμή στο τέλος κάθε προσομοίωσης πρέπει να κάνετε τα εξής :
- a. Από το μενού *DES* επιλέξτε **Choose Statistics (Advanced)**.
  - b. Κάτω από το **Global Statistics Probes** θα πρέπει να εμφανίζονται το **Traffic Sent** και το **Traffic Received**.
  - c. Κάντε δεξί-κλικ στο **Traffic Received** probe → **Edit Attributes**. Θέστε την τιμή του scalar data σε **enabled** → Θέστε το **scalar type** σε **time average** → Πατήστε **OK**.
  - d. Επαναλάβετε το προηγούμενο βήμα και για το **Traffic Sent** probe.
  - e. Επιλέξτε **Save** από το μενού **File** στο παράθυρο **Probe Model** και μετά κλείστε το παράθυρο.
  - f. Τώρα βρίσκεστε πίσω στο **Project Editor**. Βεβαιωθείτε ότι αποθηκεύσατε το project.



## 5. Εκτέλεση της προσομοίωσης

Για να εκτελεστεί η προσομοίωση:

1. Κάντε κλικ στο κουμπί **Configure/Run Simulation**. Θέστε την διάρκεια στα **30 δευτερόλεπτα**. → Πατήστε **Run**.  
Ανάλογα με την ταχύτητα του Η/Υ, η προσομοίωση μπορεί να διαρκέσει αρκετά λεπτά.

2. Αφού ολοκληρωθεί η εκτέλεση της προσομοίωσης, πατήστε **Close**.
3. Αποθηκεύστε το project.
4. Επιλέξτε **Duplicate Scenario** από το μενού *Scenarios*.
5. Ονομάστε το νέο σενάριο **Coax\_1**.
6. Κάντε δεξί-κλικ σε οποιοδήποτε από τους 30 κόμβους και επιλέξτε → **Select Similar Nodes** ώστε να επιλέξετε όλους τους κόμβους.
7. Κάντε δεξί-κλικ σε οποιοδήποτε από τους 30 κόμβους → **Edit Attributes**.
8. Τσεκάρετε το **Apply Changes to Selected Objects**. Αυτή η επιλογή είναι σημαντική γιατί αποφεύγεται η ξεχωριστή διαμόρφωση του κάθε κόμβου.
9. Επεκτείνετε την ιεραρχία **Traffic Generation Parameters** .Επεκτείνετε την ιεραρχία **Packet Generation Arguments** και αλλάξτε την τιμή του χαρακτηριστικού **Interarrival Time** σε **exponential(1)**.
10. Επαναλάβετε τα βήματα από το 1 μέχρι το 9 για ακόλουθες τιμές του **Interarrival Time** χρησιμοποιώντας τα ονόματα των σεναρίων όπως παρακάτω.

<b>Interarrival Time</b>	<b>Scenario name</b>
exponential(0.5)	Coax_05
exponential(0.25)	Coax_025
exponential(0.1)	Coax_01
exponential(0.05)	Coax_005
exponential(0.035)	Coax_0035
exponential(0.03)	Coax_003
exponential(0.025)	Coax_0025
exponential(0.02)	Coax_002

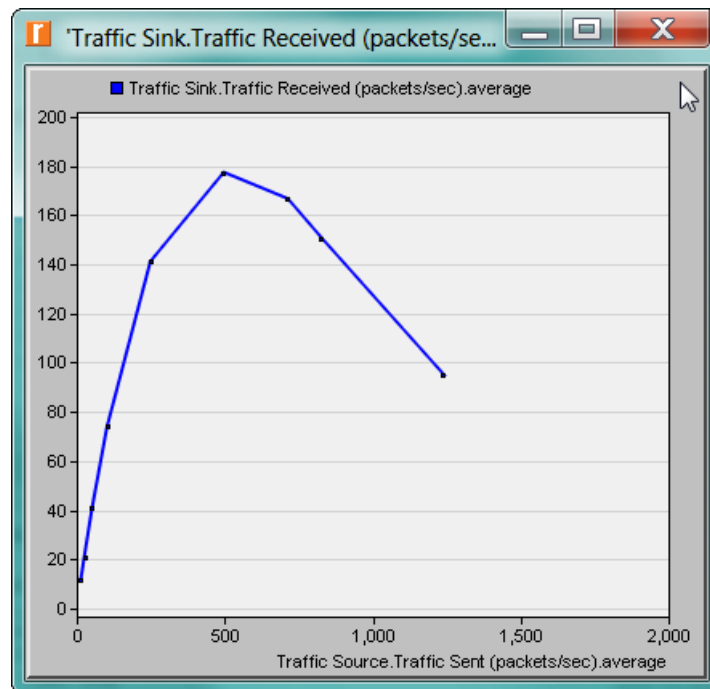
Παρατηρείστε ότι κάθε φορά που ο προσομοιωτής ολοκληρώνει το τρέξιμο της προσομοίωσης για μια διαφορετική τιμή του Interarrival time (αναπαριστώντας το φορτίο μέσα στο δίκτυο) ο χρόνος που χρειάζεται για να ολοκληρωθεί μεγαλώνει εξαιτίας της κυκλοφορίας που διαρκώς αυξάνεται σε κάθε σενάριο.

## 6. Επισκόπηση/ανάλυση των αποτελεσμάτων

Για να δείτε και να αναλύσετε τα αποτελέσματα:

1. Επιλέξτε **View Results** από το μενού **DES/Results**, για να ανοίξει ο **Results Browser**.
2. Επιλέξτε την καρτέλα **DES Parametric Studies**.
3. Στο drop down μενού του *Results for*, επιλέξτε **Current Project**.
4. Τσεκάρετε όλα τα αποτελέσματα.
5. Ξετσεκάρετε το **Coax\_0025**

6. Ξετσεκάρετε το **Include vectors**
7. Επεκτείνετε την ιεραρχία **Scalar Statistics** → Επεκτείνετε την ιεραρχία **Traffice Sink** και **Traffic Source**.
8. Κάντε δεξί κλικ στο **Traffic Received** και επιλέξτε **Set as Y-Series**.
9. Κάντε δεξί κλικ στο **Traffic Sent** και επιλέξτε **Set as X-Series**.
10. Το γράφημα που θα εμφανιστεί θα πρέπει να είναι όπως αυτό στην ακόλουθη εικόνα.



### 3<sup>η</sup> Εργασία Riverbed

#### Οδηγίες

Για την τρίτη εργασία Riverbed, δημιουργήστε **ένα αρχείο PDF** με τις απαντήσεις στα παρακάτω τέσσερα ερωτήματα. Αρχικά δουλέψτε με Microsoft Word / Google Docs / Libre Office Writer και μετά αποθηκεύσετε/εξάγετε/εκτυπώστε την δουλειά σας σε PDF. Στείλτε το PDF ως συνημμένο μέσω e-mail έχοντας τον παρακάτω τίτλο.

#### **Riverbed 3 - {Αριθμός Μητρώου} - {Κωδικός Τμήματος}**

όπου **{Αριθμός Μητρώου}** ο ακέραιος αριθμός μητρώου χωρίς σύμβολα και γράμματα και **{Κωδικός Τμήματος}** ο κωδικός του εργαστηριακού τμήματος στο οποίο έχετε εγγραφεί π.χ. e1, e2, ... e10.

**ΠΡΟΣΟΧΗ:** Ο τίτλος του e-mail πρέπει να έχει ακριβώς την μορφή που λέει η άσκηση, ειδάλλως η εργασία σας θα απορριφθεί από το σύστημα.

**ΠΡΟΣΟΧΗ:** Η μη αποστολή αρχείων PDF σημαίνει ότι δεν διαβάσατε την συγκεκριμένη εργασία.

## Ερωτήσεις

### R3.1 Ερώτηση 1 – Σχέση απόδοσης /φόρτου

Εξηγήστε τη γραφική παράσταση που λάβατε από την προσομοίωση που παρουσιάζει τη σχέση μεταξύ των πακέτων που έχουν ληφθεί (traffic received) και αυτών που έχουν σταλεί (load). Γιατί η απόδοση είναι χαμηλή όταν ο φόρτος πολύ χαμηλός, ενώ μειώνεται όταν ο φόρτος είναι πολύ υψηλός; (ένα γράφημα όπως σελ. 7)

### R3.2 Ερώτηση 2 – Αύξηση του φόρτου του δικτύου

Δημιουργήστε τρία αντίγραφα του σεναρίου προσομοίωσης που δημιουργήθηκε σε αυτό το εργαστήριο. Ονομάστε αυτά τα σενάρια **Coax\_Q2\_01**, **Coax\_Q2\_005**, και **Coax\_Q2\_0025**. Θέστε την ιδιότητα **Interarrival Time** στο *Packet Generation Arguments* για όλους τους κόμβους (σιγουρευτείτε ότι έχετε επιλέξει **Apply Changes to Selected Objects** όταν τροποποιείτε τις ιδιότητες) στα νέα σενάρια ως εξής:

- Σενάριο **Coax\_Q2\_01**: τιμή (εκθετικής κατανομής): (0.1)
- Σενάριο **Coax\_Q2\_005**: τιμή (εκθετικής κατανομής): (0.05)
- Σενάριο **Coax\_Q2\_0025**: τιμή (εκθετικής κατανομής): (0.025)

Επιλέξτε την ακόλουθη μέτρηση για τον κόμβο 0: **Node Statistics → Ethcoax → Collision Count**. Σιγουρευτείτε ότι η ακόλουθη καθολική στατιστική μέτρηση είναι επιλεγμένη : **Global Statistics → Statistics → Traffic Sink → Traffic Received (packet/sec)**. (όπως είδαμε στο 4. Επιλογή στατιστικών μετρήσεων)

Εκτελέστε την προσομοίωση και για τα τρία νέα σενάρια. Πάρτε δύο γραφικές παραστάσεις: η μία για να συγκρίνετε το πλήθος των συγκρούσεων (collision count) στον κόμβο 0 και την άλλη γραφική παράσταση για να συγκρίνετε την λαμβανόμενη κίνηση που προήλθε από τα τρία σενάρια. Ερμηνεύστε τις γραφικές παραστάσεις και το σχολιάστε τα αποτελέσματα. (Σημείωση: Για να συγκρίνετε τα αποτελέσματα πρέπει να επιλέξετε **Compare Results** από το **Results** στο μενού **DES** μετά την ολοκλήρωση της προσομοίωσης) [ένα γράφημα για Collision Count και ένα για Traffic Received (packet/sec)]



### R3.3 Ερώτηση 3 – Μείωση του αριθμού των σταθμών

Για να μελετήσετε την επίδραση που έχει η μείωση του αριθμού των σταθμών εργασίας στην απόδοση ενός Ethernet segment, δημιουργήστε ένα διπλότυπο του σεναρίου **Coax\_Q2\_0025**, της ερώτησης 2. Ονομάστε το νέο σενάριο **Coax\_Q3**. Στο νέο σενάριο, αφαιρέστε τους κόμβους που έχουν περιττή αρίθμηση, συνολικά 15 κόμβοι (ο κόμβος 1, ο κόμβος 3..., και ο κόμβος 29). Εκτελέστε την προσομοίωση για το νέο σενάριο. Δημιουργήστε μια γραφική παράσταση που να συγκρίνει το πλήθος των συγκρούσεων (collision count) στον κόμβο 0 στα σενάρια **Coax\_Q2\_0025** και **Coax\_Q3**. Εξηγήστε τη γραφική παράσταση και σχολιάστε τα αποτελέσματα. (ένα γράφημα για Collision Count)

### R3.4 Ερώτηση 4 – Τροποποίηση του μεγέθους των πακέτων

Στην προσομοίωση χρησιμοποιούνται πακέτα μεγέθους 1024 Bytes (Σημείωση: κάθε πακέτο Ethernet μπορεί να περιέχει μέχρι 1500 bytes δεδομένων).

Για να μελετήσετε την επίδραση που έχει το μέγεθος των πακέτων στην απόδοση του δικτύου Ethernet, δημιουργήστε ένα αντίγραφο του σεναρίου **Coax\_Q2\_0025**, που δημιουργήσατε στην ερώτηση 2 και ονομάστε το νέο σενάριο **Coax\_Q4**. Στο νέο σενάριο χρησιμοποιήστε πακέτα μεγέθους 512 bytes (για όλους τους κόμβους).

Για τα σενάρια **Coax\_Q2\_0025** και **Coax\_Q4**, επιλέξτε την ακόλουθη καθολική στατιστική μέτρηση: **Global Statistics → Traffic Sink → Traffic Received (bits/sec)**.

Επαναλάβετε την εκτέλεση της προσομοίωσης των σεναρίων **Coax\_Q2\_0025** και **Coax\_Q4**. Δημιουργήστε μια γραφική παράσταση που συγκρίνει την απόδοση ως πακέτα / δευτερόλεπτο και μια άλλη γραφική παράσταση που συγκρίνει τη απόδοση σαν bits/ δευτερόλεπτο στα σενάρια **Coax\_Q2\_0025** και **Coax\_Q4**. Ερμηνεύστε τις γραφικές παραστάσεις και σχολιάστε τα αποτελέσματα. [δύο γραφήματα, ένα για Traffic Received (packet/sec) και ένα για Traffic Received (bits/sec)]