

ΑΣΚΗΣΕΙΣ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ ΔΙΚΤΥΩΝ

Από τον Emad Aboelela, Καθηγητή στο University of Massachusetts/Dartmouth

4^Η ΑΜΕΡΙΚΑΝΙΚΗ
ΕΚΔΟΣΗ



ΓΙΑ ΤΟ ΒΙΒΛΙΟ ΔΙΚΤΥΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ

ΜΙΑ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ ΑΠΟ ΤΗ ΣΚΟΠΙΑ ΤΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

ΤΩΝ

LARRY L. PETERSON ΚΑΙ BRUCE S. DAVIE



Επιστημονική επιμέλεια ελληνικής έκδοσης
Δρ Περικλής Χατζηρίσιος

Περιεχόμενα

Πρόλογος		7
Εργαστηριακή άσκηση 0	Εισαγωγή	9
Εργαστηριακή άσκηση 1	Ethernet	13
Εργαστηριακή άσκηση 2	Δακτύλιος με σκυτάλη	24
Εργαστηριακή άσκηση 3	Τοπικά δίκτυα μεταγωγής	40
Εργαστηριακή άσκηση 4	Σχεδιασμός δικτύου	50
Εργαστηριακή άσκηση 5	ATM	61
Εργαστηριακή άσκηση 6	RIP: Πρωτόκολλο πληροφοριών δρομολόγησης	75
Εργαστηριακή άσκηση 7	OSPF: Ανοιχτό πρωτόκολλο με πρώτα τη συντομότερη διαδρομή	88
Εργαστηριακή άσκηση 8	Πρωτόκολλο Συνοριακής Πύλης (BGP)	99
Εργαστηριακή άσκηση 9	TCP: Πρωτόκολλο Ελέγχου Μετάδοσης	114
Εργαστηριακή άσκηση 10	Μέθοδοι διαχείρισης ουρών	126
Εργαστηριακή άσκηση 11	RSVP: Πρωτόκολλο Δέσμευσης Πόρων	138
Εργαστηριακή άσκηση 12	Αντιπυρικές ζώνες και VPN	155
Εργαστηριακή άσκηση 13	Εφαρμογές	166
Εργαστηριακή άσκηση 14	Ασύρματα τοπικά δίκτυα	181
Εργαστηριακή άσκηση 15	Κινητό ασύρματο δίκτυο	193

Εργαστηριακή άσκηση 0

Εισαγωγή

Τα βασικά του OPNET IT Guru Academic Edition

Σκοπός

Αυτή η εργαστηριακή άσκηση σας διδάσκει τη βασική χρήση του OPNET IT Guru Academic Edition. Το OPNET IT Guru Academic Edition επιτρέπει στους φοιτητές να καταλάβουν καλύτερα τις κύριες έννοιες των δικτύων και τους εξοπλίζει κατάλληλα ώστε να αντιμετωπίζουν τα προβλήματα και να διαχειρίζονται αποτελεσματικά τις πραγματικές δικτυακές υποδομές.

Γενικά

Το λογισμικό IT Guru της εταιρείας OPNET παρέχει ένα Περιβάλλον Εικονικού Δικτύου που αναπαριστά τη συμπεριφορά ολόκληρου του δικτύου σας, συμπεριλαμβανομένων των δρομολογητών, των μεταγωγέων, των πρωτοκόλλων, των διακομιστών, και των μεμονωμένων εφαρμογών. Χρησιμοποιώντας το Περιβάλλον Εικονικού Δικτύου, οι διευθυντές συστημάτων πληροφορικής, οι σχεδιαστές δικτύων και συστημάτων, και το επιχειρησιακό προσωπικό αποκτούν την ικανότητα να διαγνώσουν τα δύσκολα προβλήματα με πιο αποτελεσματικό τρόπο, να επαληθεύσουν τις αλλαγές πριν υλοποιηθούν, και να κάνουν σχέδια για μελλοντικά σενάρια, όπως σενάρια ανάπτυξης και αποτυχίας.

Η υπομονάδα ACE (Application Characterization Environment, περιβάλλον χαρακτηρισμού εφαρμογής) του IT Guru επιτρέπει στις επιχειρήσεις να προσδιορίζουν τη βασική αιτία των προβλημάτων απόδοσης εφαρμογών από άκρο σε άκρο, καθώς και να τα επιλύουν αποτελεσματικά από άποψη κόστους, κατανοώντας την επίπτωση των αλλαγών.

Σε αυτή την εργαστηριακή άσκηση θα μάθετε τα βασικά του λογισμικού OPNET IT Guru Academic Edition. Θα μάθετε πώς να διευθετήσετε και να εκτελέσετε το OPNET IT Guru Academic Edition. Θα εξοικειωθείτε επίσης με μερικές από τις δυνατότητές του εκτελώντας κάποια εκπαιδευτικά προγράμματα.

Οι εργαστηριακές ασκήσεις αυτού του εγχειριδίου υλοποιούνται με την έκδοση 9.1.A (Build 1997) του OPNET IT Guru Academic Edition. Αν θέλετε να κατεβάσετε το λογισμικό, επισκεφθείτε την ακόλουθη τοποθεσία για να εγγραφείτε ως χρήστης της τεχνολογίας της OPNET:

http://www.opnet.com/university_program/itguru_academic_edition/

Συνιστώμενη Διευθέτηση Συστήματος, Πλατφόρμες, και Λογισμικό:

- Επεξεργαστής 1,5 GHz ή ισχυρότερος
- Μνήμη RAM 512 MB – 2GB
- Χώρος στο σκληρό δίσκο 1GB
- Οθόνη με ανάλυση 1024 x 768 ή υψηλότερη και 256 ή περισσότερα χρώματα
- Adobe Acrobat Reader

- Υποστηρίζονται οι αγγλικές εκδόσεις των παρακάτω λειτουργικών συστημάτων:
 - Microsoft Windows NT (Service Pack 3, 5, ή 6a)
 - Windows 2000 Professional (υποστηρίζονται τα Service Pack 1, 2, και 4 αλλά δεν απαιτούνται)
 - Windows XP (απαιτείται το Service Pack 1· υποστηρίζεται το Service Pack 2 αλλά δεν απαιτείται.)

Προεργαστηριακές δραστηριότητες

Διαβάστε το Κεφάλαιο 1 από την 4^η έκδοση του βιβλίου «Δίκτυα υπολογιστών: μια προσέγγιση από τη σκοπιά των συστημάτων».

Επισκεφθείτε την ιστοσελίδα www.net-seal.net/animations.php και εκτελέστε το παρακάτω λογισμικό κινούμενων εικόνων:

- No Network (χωρίς δίκτυο)

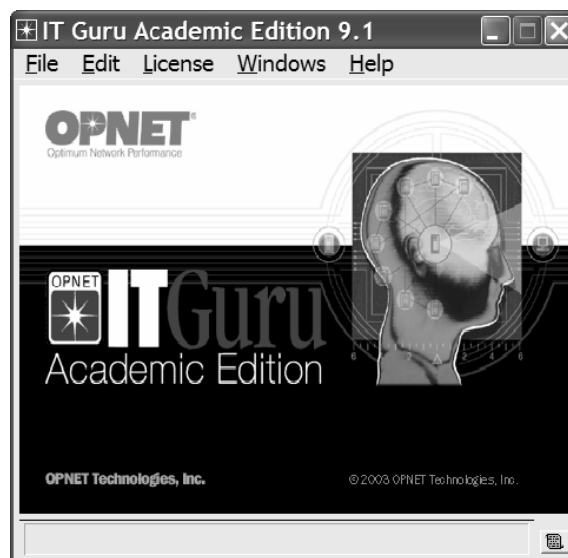
Διαδικασία

Ξεκινήστε το OPNET IT Guru Academic Edition

Για να ξεκινήσετε το OPNET IT Guru Academic Edition:

1. Επιλέξτε **Start (Εναρξη) → Programs (Προγράμματα) → OPNET IT Guru Academic Edition x.x → OPNET IT Guru Academic Edition**, όπου *x.x* είναι η έκδοση του λογισμικού (π.χ. 9.1).
2. Διαβάστε τη συμφωνία περιορισμένης χρήσης (**Restricted Use Agreement**) και εφόσον συμφωνείτε, πατήστε στην επιλογή **I have read this SOFTWARE AGREEMENT and I understand and accept the terms and conditions described herein** (διάβασα αυτή τη συμφωνία χρήσης του λογισμικού και έχω κατανοήσει και αποδέχομαι τους όρους και τις προϋποθέσεις που περιγράφονται στο παρόν κείμενο).

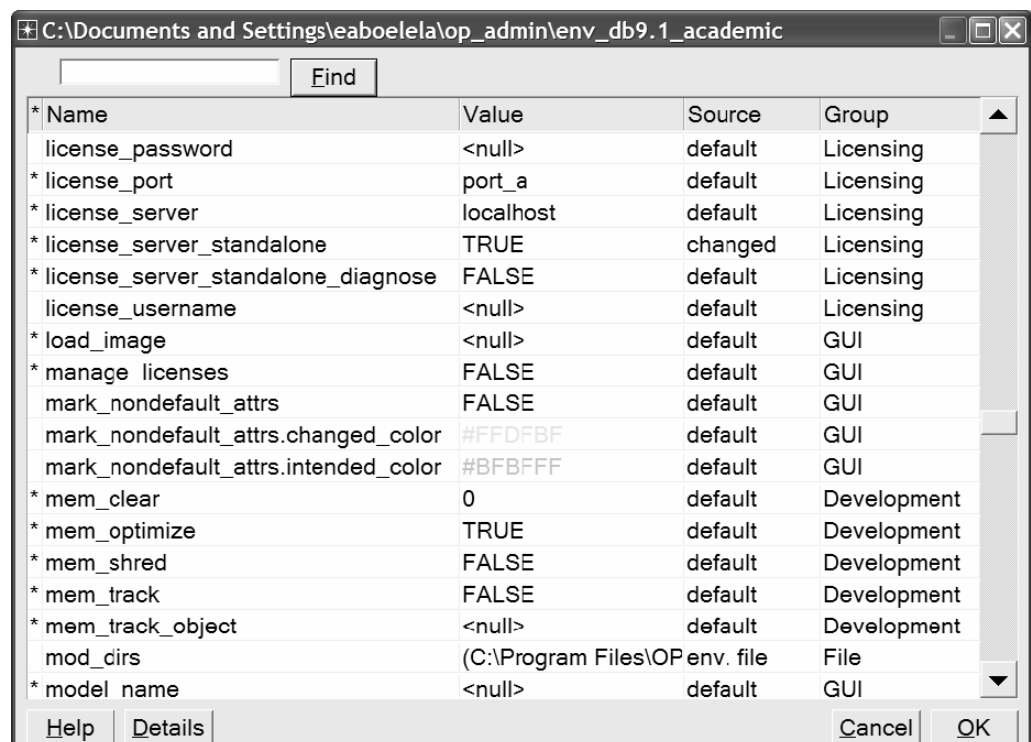
Τώρα θα πρέπει να εμφανιστεί το εισαγωγικό παράθυρο του OPNET IT Guru Academic Edition, όπως φαίνεται παρακάτω:



Ελέγξτε τις προτιμήσεις του OPNET

Οι προτιμήσεις του OPNET σας επιτρέπουν να εμφανίσετε και να επεξεργαστείτε τις ιδιότητες περιβάλλοντος που ελέγχουν τις λειτουργίες του προγράμματος. Σε αυτή την εργαστηριακή άσκηση θα ελέγξετε τρεις από αυτές τις ιδιότητες.

1. Αφού ξεκινήσετε το OPNET, από το μενού **Edit** (Επεξεργασία) επιλέξτε **Preferences** (Προτιμήσεις)
2. Η λίστα των ιδιοτήτων περιβάλλοντος είναι ταξινομημένη αλφαβητικά με βάση το όνομα. Μπορείτε να εντοπίσετε τις ιδιότητες πιο γρήγορα πληκτρολογώντας οποιοδήποτε τμήμα του ονόματος ιδιότητας στο πεδίο **Find** (Εύρεση).
3. Ελέγξτε την τιμή της ιδιότητας **license_server**. Αυτή περιλαμβάνει το όνομα του υπολογιστή υπηρεσίας όπου βρίσκεται ο διακομιστής αδειών (License Server). Αν το IT Guru λαμβάνει την άδειά του από τον τοπικό υπολογιστή υπηρεσίας (δηλαδή, τον υπολογιστή στον οποίο εγκαταστάθηκε το λογισμικό), η τιμή της ιδιότητας **license_server** θα πρέπει να είναι **localhost** όπως φαίνεται στην επόμενη εικόνα.
4. Δώστε στην ιδιότητα **license_server_standalone** την τιμή **TRUE**. Αυτή η ιδιότητα καθορίζει αν το πρόγραμμα θα λειτουργήσει ως διακομιστής της δικής του άδειας.
5. Ο κατάλογος μοντέλων είναι ένας κατάλογος που περιέχει αρχεία μοντέλων του OPNET. Αν ο κατάλογος αναφέρεται στην ιδιότητα περιβάλλοντος **mod_dirs**, τότε τα προγράμματα του OPNET θα χρησιμοποιούν τα μοντέλα που υπάρχουν σε αυτόν τον κατάλογο. Ελέγξτε την τιμή της ιδιότητας **mod_dirs**. Στον πρώτο κατάλογο της λίστας θα αποθηκεύονται τα δικά σας μοντέλα. Στο μέλλον ίσως χρειαστεί να προσπελάσετε αυτόν τον κατάλογο για να πάρετε εφεδρικά αντίγραφα, να αντιγράψετε, ή να μετακινήσετε τα μοντέλα σας. Το IT Guru αποθηκεύει πολυάριθμα αρχεία για κάθε ξεχωριστό έργο που δημιουργείτε.
6. Πατήστε στο **OK** για να κλείσετε το πλαίσιο διαλόγου.



Εκτελέστε το εισαγωγικό εκπαιδευτικό πρόγραμμα

Τώρα θα εκτελέσετε το εισαγωγικό εκπαιδευτικό πρόγραμμα που σας διδάσκει τη βασική χρήση του OPNET IT Guru.

1. Από το μενού **Help** (Βοήθεια), επιλέξτε **Tutorial** (Εκπαιδευτικό πρόγραμμα).
2. Από τη λίστα βασικών μαθημάτων (*Basic Lessons*), παρακολουθήστε το εισαγωγικό μάθημα (**Introduction**).

Εκτελέστε το εκπαιδευτικό πρόγραμμα Small Internetworks

Αυτό το εκπαιδευτικό πρόγραμμα σας διδάσκει πώς να χρησιμοποιείτε τις λειτουργίες του OPNET IT Guru για να δημιουργείτε και να αναλύετε μοντέλα δικτύων.

1. Από το μενού **Help**, επιλέξτε **Tutorial**.
2. Από τη λίστα βασικών μαθημάτων (*Basic Lessons*), εκτελέστε το εκπαιδευτικό πρόγραμμα **Small Internetworks** (Μικρά διαδίκτυα).

Ασκήσεις

1. Στο έργο που δημιουργήσατε για το εκπαιδευτικό πρόγραμμα **Small Internetworks**, προσθέστε ένα νέο σενάριο, αντίγραφο του σεναρίου **first_floor**. Ονομάστε το νέο σενάριο **expansion2**. Στο σενάριο **expansion2** επεκτείνετε το δίκτυο με τον ίδιο τρόπο όπως στο σενάριο **expansion**, αλλά με 30 κόμβους στο δεύτερο επίπεδο αντί για 15. Εκτελέστε την προσομοίωση και συγκρίνετε τα γραφήματα φόρτου και καθυστέρησης αυτού του νέου σεναρίου με τα αντίστοιχα γραφήματα των σεναρίων **first_floor** και **expansion**.

Εργαστηριακή έκθεση

Η εργαστηριακή έκθεση αυτής της άσκησης (καθώς και όλων των επόμενων εργαστηριακών ασκήσεων αυτού του εγχειριδίου) θα πρέπει να περιλαμβάνει τα ακόλουθα στοιχεία/ενότητες:

- Ένα εξώφυλλο με το όνομά σας, τις πληροφορίες του μαθήματος, τον αριθμό και τον τίτλο της εργαστηριακής άσκησης, και την ημερομηνία αποστολής.
- Μια σύνοψη του εξεταζόμενου θέματος και των στόχων της εργαστηριακής άσκησης.
- Υλοποίηση: μια σύντομη περιγραφή της μεθόδου που ακολουθήσατε κατά την υλοποίηση των σεναρίων της εργαστηριακής άσκησης.
- Τα αποτελέσματα ολόκληρης της εργαστηριακής άσκησης, την ανάλυση αυτών των αποτελεσμάτων, και μια σύγκρισή τους με τις προσδοκίες σας.
- Τις απαντήσεις στις ασκήσεις που περιλαμβάνονται στο τέλος της εργαστηριακής άσκησης. Αν κάποια απάντηση συμπεριλαμβάνει νέα γραφήματα, η ανάλυσή τους θα πρέπει να ενσωματωθεί στην έκθεση.
- Ένα συμπέρασμα που να περιλαμβάνει όσα μάθατε, τις δυσκολίες που αντιμετωπίσατε, και τυχόν προτεινόμενες επεκτάσεις/βελτιώσεις της εργαστηριακής άσκησης.

Εργαστηριακή άσκηση 1

Ethernet

Δίκτυο άμεσης σύνδεσης με έλεγχο προσπέλασης μέσου

Σκοπός

Αυτή η εργαστηριακή άσκηση έχει σχεδιαστεί για να σας δείξει τη λειτουργία του δικτύου Ethernet. Η προσομοίωση σε αυτή την εργαστηριακή άσκηση θα σας βοηθήσει να εξετάσετε την απόδοση του δικτύου Ethernet για διάφορα σενάρια.

Γενικά

Το Ethernet αποτελεί ένα λειτουργικό παράδειγμα της γενικότερης τεχνολογίας τοπικών δικτύων πολλαπλής πρόσβασης με ανίχνευση φέροντος σήματος και ανίχνευση συγκρούσεων (carrier sense multiple access with collision detection, CSMA/CD). Το Ethernet είναι ένα δίκτυο πολλαπλής πρόσβασης, που σημαίνει ότι πολλοί κόμβοι στέλνουν και λαμβάνουν πλαίσια μέσω ενός κοινόχρηστου συνδέσμου. Ο όρος “ανίχνευση φέροντος σήματος” στα αρχικά CSMA/CD σημαίνει ότι όλοι οι κόμβοι μπορούν να διακρίνουν ένα αδρανές από ένα κατειλημμένο μέσο. Ο όρος “ανίχνευση συγκρούσεων” σημαίνει ότι ο κόμβος “παρακολουθεί” καθώς μεταδίδει, και μπορεί επομένως να ανιχνεύσει πότε ένα πλαίσιο το οποίο μεταδίδει έχει παρεμβληθεί (συγκρουστεί) με ένα πλαίσιο που μεταδίδεται από έναν άλλον κόμβο. Το Ethernet θεωρείται ότι είναι ένα 1-επίμονο πρωτόκολλο επειδή ένας προσαρμογέας με πλαίσιο προς αποστολή θα μεταδώσει με πιθανότητα 1 όποτε ελευθερωθεί μια κατειλημμένη γραμμή.

Σε αυτή την εργαστηριακή άσκηση θα ρυθμίσετε ένα δίκτυο Ethernet με τριάντα κόμβους που συνδέονται με ομοαξονικό σύνδεσμο σε τοπολογία διαύλου. Ο ομοαξονικός σύνδεσμος λειτουργεί με ταχύτητα μεταφοράς δεδομένων 10 Mbps. Θα μελετήσετε πώς επηρεάζεται η διεκπεραιωτική ικανότητα του δικτύου από το φόρτο του δικτύου, καθώς και από το μέγεθος των πακέτων.

Προεργαστηριακές δραστηριότητες



Διαβάστε την ενότητα 2.6 από την 4^η έκδοση του βιβλίου «Δίκτυα υπολογιστών: μια προσέγγιση από τη σκοπιά των συστημάτων».



Μεταβείτε στην ιστοσελίδα www.net-seal.net/animations.php και εκτελέστε το παρακάτω λογισμικό κινούμενων εικόνων:

- Hub (διακλαδωτήρας)

Διαδικασία

Δημιουργήστε ένα νέο έργο

Για να δημιουργήσετε ένα νέο έργο για το δίκτυο Ethernet:

1. Ξεκινήστε το **OPNET IT Guru Academic Edition** → Επιλέξτε **New** (Νέο) από το μενού **File** (Αρχείο).
2. Επιλέξτε **Project** (Έργο) → Πατήστε στο **OK** → Δώστε στο έργο το όνομα **<τα αρχικά σας>_Ethernet**, και στο σενάριο το όνομα **Coax** → Πατήστε στο **OK**.
3. Στο πλαίσιο διαλόγου *Startup Wizard: Initial Topology* (Οδηγός εκκίνησης: αρχική τοπολογία), βεβαιωθείτε ότι έχετε επιλέξει **Create Empty Scenario** (Δημιουργία κενού σεναρίου) → Πατήστε στο **Next** (Επόμενο) → Επιλέξτε **Office** (Γραφείο) από τον κατάλογο *Network Scale* (Κλίμακα δικτύου) → Πατήστε στο **Next** → Στο πλαίσιο **X Span** καταχωρίστε την τιμή **200** και στο πλαίσιο **Y Span** αφήστε την τιμή **100** → Πατήστε δύο φορές στο **Next** → Πατήστε στο **OK**.
4. Κλείστε το πλαίσιο διαλόγου *Object Palette* (Παλέτα αντικειμένων).

Τα **τοπικά δίκτυα** (LAN) είναι σχεδιασμένα να καλύπτουν εκτάσεις μέχρι το πολύ μερικές χιλιάδες μέτρα.

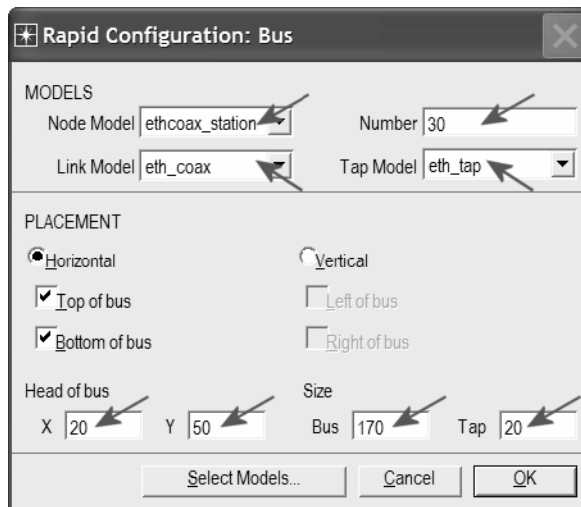
Δημιουργήστε το δίκτυο

Για να δημιουργήσετε το ομοαξονικό δίκτυο Ethernet:

1. Για να διευθετήσετε το δίκτυο, επιλέξτε **Topology** (Τοπολογία) → **Rapid Configuration** (Γρήγορη διευθέτηση). Από το πτυσσόμενο μενού επιλέξτε **Bus** (Δίαυλος) και πατήστε στο **OK**.
2. Στο πλαίσιο διαλόγου *Rapid Configuration* πατήστε στο κουμπί **Select Models** (Επιλογή μοντέλων). Από το πτυσσόμενο μενού *Model List* (Κατάλογος μοντέλων) επιλέξτε **eth-coax** και πατήστε στο **OK**.
3. Στο πλαίσιο διαλόγου *Rapid Configuration*, καθορίστε τις παρακάτω οκτώ τιμές και πατήστε στο **OK**.

Το **eth_tap** είναι ένα βύσμα διαύλου Ethernet που συνδέει έναν κόμβο με το δίαυλο.

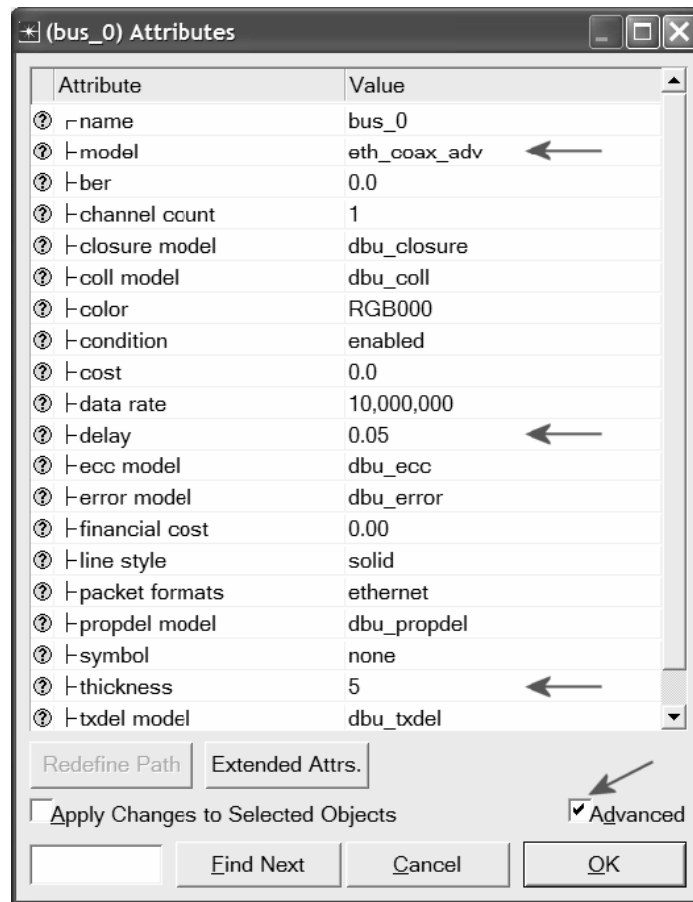
Ο **eth_coax** είναι ένας δίαυλος Ethernet που μπορεί να συνδέει κόμβους με παραλήπτες και πομπούς διαύλου μέσω βυσμάτων.



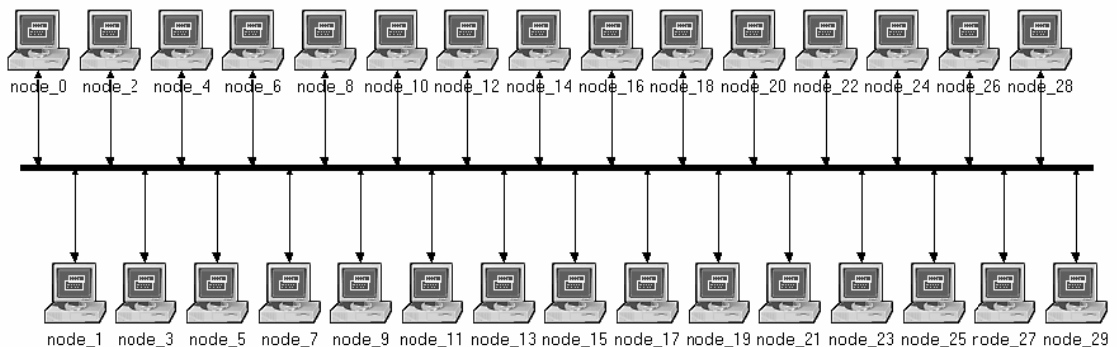
4. Για να διευθετήσετε τον ομοαξονικό δίαυλο, πατήστε με το δεξιό πλήκτρο του ποντικιού στον οριζόντιο σύνδεσμο → Από το μενού επιλέξτε **Advanced Edit Attributes** (Προχωρημένη επεξεργασία ιδιοτήτων):
 - α. Πατήστε στην τιμή της ιδιότητας **model** → Από το πτυσσόμενο μενού επιλέξτε **Edit** → Επιλέξτε το μοντέλο **eth_coax_adv**.
 - β. Στην ιδιότητα **delay** (καθυστέρηση) καταχωρίστε την τιμή **0.05** (καθυστέρηση διάδοσης σε sec/m).
 - γ. Στην ιδιότητα **thickness** (πάχος) καταχωρίστε την τιμή **5**.
 - δ. Πατήστε στο **OK**.

Αντί της μεγαλύτερης κυκλοφορίας δεδομένων που θα απαιτούσε πολύ περισσότερο χρόνο προσομοίωσης, χρησιμοποιείται εδώ **υψηλότερη καθυστέρηση**.

Η ιδιότητα **thickness** καθορίζει το πάχος της γραμμής που χρησιμοποιείται για τη «σχεδίαση» του διαύλου.



5. Έχετε τώρα δημιουργήσει το δίκτυο. Θα πρέπει να μοιάζει με την παρακάτω εικόνα.
6. Φροντίστε να αποθηκεύσετε το έργο σας.



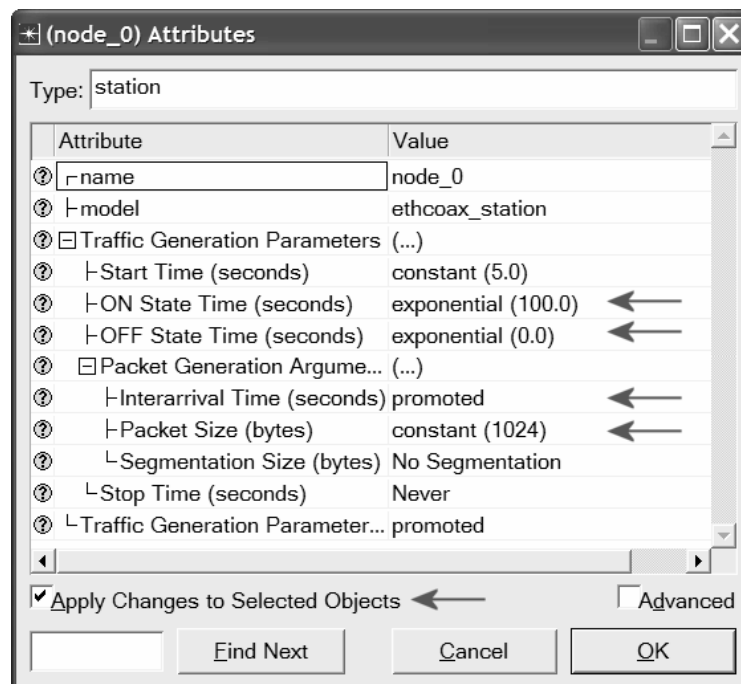
Διευθετήστε τους κόμβους του δικτύου

Για να διευθετήσετε την κυκλοφορία που παράγεται από τους κόμβους:

1. Πατήστε με το δεξιό πλήκτρο του ποντικιού σε οποιονδήποτε από τους 30 κόμβους → Πατήστε στην επιλογή **Select Similar Nodes** (Επιλογή παρόμοιων κόμβων) ώστε να γίνει επιλογή όλων των κόμβων του δικτύου.
2. Πατήστε με το δεξιό πλήκτρο του ποντικιού σε οποιονδήποτε από τους 30 κόμβους → Πατήστε στην επιλογή **Edit Attributes**.
3. Ενεργοποιήστε το πλαίσιο ελέγχου **Apply Changes to Selected Objects** (Εφαρμογή αλλαγών στα επιλεγμένα αντικείμενα). Αυτό είναι σημαντικό ώστε να μη χρειαστεί να διευθετήσετε κάθε κόμβο χωριστά.
4. Πατήστε στο συν (+) δίπλα στην επιλογή **Traffic Generation Parameters** (Παράμετροι παραγωγής κυκλοφορίας) για να την αναπτύξετε:
 - α. Αλλάξτε την τιμή της ιδιότητας **ON State Time** (Χρόνος ενεργού κατάστασης) σε **exponential(100)** → Αλλάξτε την τιμή της ιδιότητας **OFF State Time** σε **exponential(0)**. (Σημείωση: τα πακέτα παράγονται μόνο στην ενεργό κατάσταση "ON".)
5. Πατήστε στο συν (+) δίπλα στην επιλογή **Packet Generation Arguments** (Ορίσματα παραγωγής πακέτων) για να την αναπτύξετε:
 - α. Αλλάξτε την τιμή της ιδιότητας **Packet Size** (Μέγεθος πακέτου) σε **constant(1024)**.
 - β. Πατήστε με το δεξιό πλήκτρο του ποντικιού στην ιδιότητα **Interarrival Time** (Χρόνος μεταξύ αφίξεων) και επιλέξτε **Promote Attribute to Higher Level** (Προβιβασμός ιδιότητας σε υψηλότερο επίπεδο). Αυτό μας επιτρέπει να αποδώσουμε πολλές τιμές στην ιδιότητα **Interarrival Time**, και έτσι να ελέγξουμε την απόδοση του δικτύου σε διαφορετικές συνθήκες φόρτου εργασίας.

Το όρισμα της **εκθετικής** (exponential) κατανομής είναι η μέση τιμή του διαστήματος μεταξύ διαδοχικών συμβάντων. Στην εκθετική κατανομή η πιθανότητα εμφάνισης του επόμενου συμβάντος μέσα σε δεδομένο χρόνο δεν εξαρτάται καθόλου από το χρόνο εμφάνισης του τελευταίου συμβάντος ή από το χρόνο που πέρασε μετά από αυτό το συμβάν.

Ο χρόνος μεταξύ αφίξεων είναι ο χρόνος που μεσολαβεί μεταξύ δύο διαδοχικών πακέτων στην κατάσταση "ON".

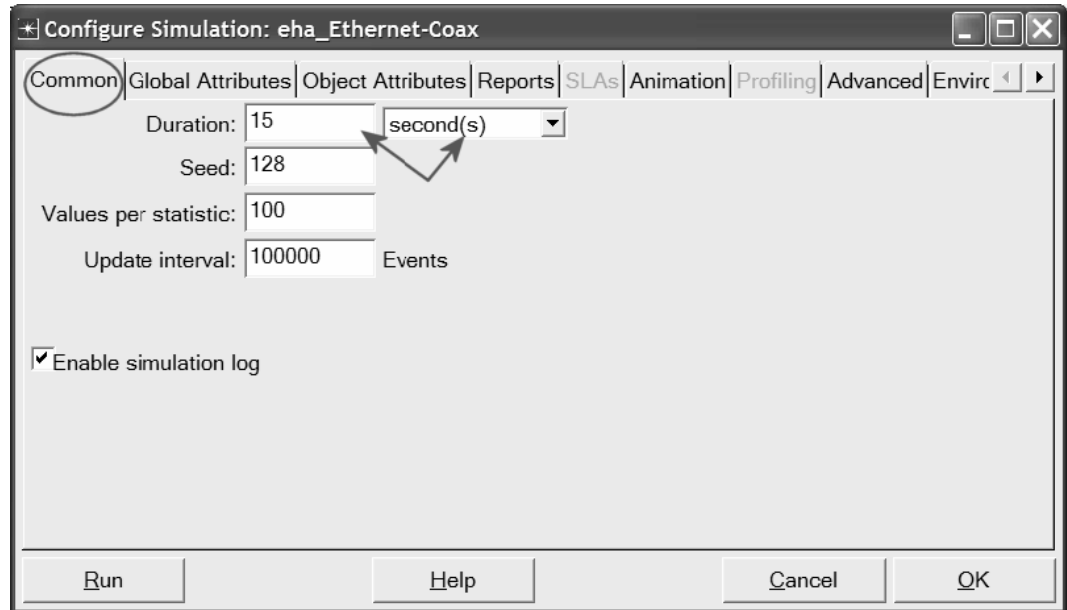


6. Πατήστε στο **OK** για να επιστρέψετε στον *Επεξεργαστή Έργου*.
7. Φροντίστε να αποθηκεύσετε το έργο σας.

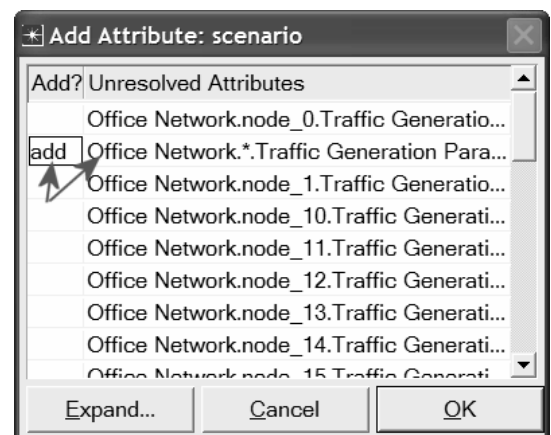
Διευθετήστε την προσομοίωση

Για να εξετάσετε την απόδοση του δικτύου σε διαφορετικές συνθήκες φόρτου εργασίας, πρέπει να εκτελέσετε την προσομοίωση πολλές φορές αλλάζοντας το φόρτο στο δίκτυο. Υπάρχει ένας εύκολος τρόπος για να γίνει αυτό. Θυμάστε ότι προβιάσαμε την ιδιότητα **Interarrival Time** για την παραγωγή πακέτων. Εδώ θα καταχωρίσουμε διάφορες τιμές για αυτή την ιδιότητα:

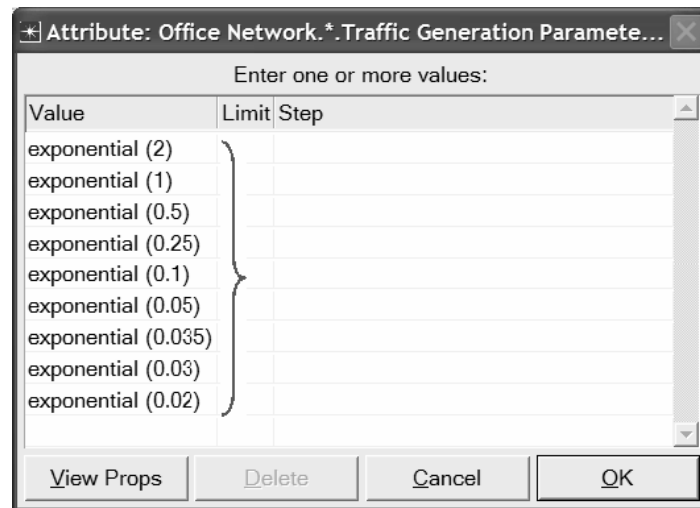
1. Πατήστε στο κουμπί **Configure/Run Simulation**  (Διευθέτηση/εκτέλεση προσομοίωσης) → Βεβαιωθείτε ότι είναι επιλεγμένη η καρτέλα **Common** (Κοινά) → Καταχωρίστε στην ιδιότητα **Duration** (Διάρκεια) την τιμή **15**.



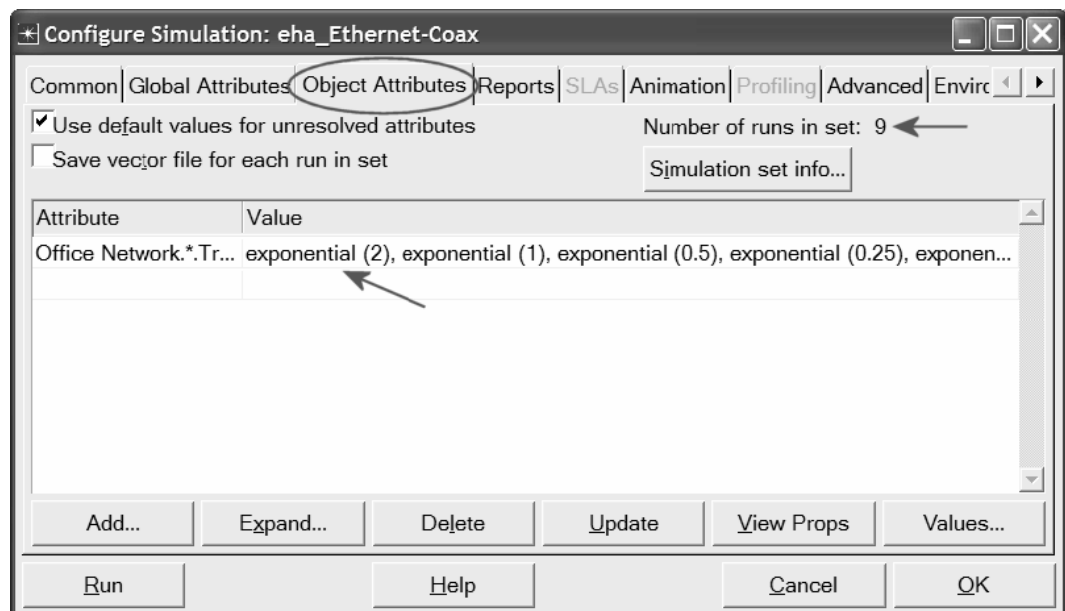
2. Πατήστε στην καρτέλα **Object Attributes** (Ιδιότητες αντικειμένου).
3. Πατήστε στο κουμπί **Add** (Προσθήκη). Θα πρέπει να εμφανιστεί το πλαίσιο διαλόγου *Add Attribute* με τις προβιβασμένες ιδιότητες όλων των κόμβων του δικτύου (αν δεν βλέπετε τις ιδιότητες στον κατάλογο, κλείστε ολόκληρο το έργο και ανοίξτε το ξανά). Θα πρέπει να προσθέσετε την ιδιότητα **Interarrival Time** για όλους τους κόμβους, ως εξής:
 - α. Πατήστε στην πρώτη ιδιότητα του καταλόγου (**Office Network.node_0.Traffic Generation**) → Πατήστε στο κουμπί **Wildcard** (Χαρακτήρας μπαλαντέρ) → Πατήστε στην επιλογή **node_0** και από το πτυσσόμενο μενού επιλέξτε τον αστερίσκο (*) → Πατήστε στο **OK**.
 - β. Δημιουργείται τώρα μια νέα ιδιότητα που περιλαμβάνει τον αστερίσκο (η δεύτερη στον κατάλογο), και θα πρέπει να την προσθέσετε πατώντας στο αντίστοιχο κελί που βρίσκεται στη στήλη **Add?**.
 - γ. Το πλαίσιο διαλόγου *Add Attribute* θα πρέπει να μοιάζει με αυτό που βλέπετε στην εικόνα → Πατήστε στο **OK**.



4. Θα πρέπει τώρα να βλέπετε την ιδιότητα **Office Network.*.Traffic Generation Parameter...** στον κατάλογο με τις ιδιότητες αντικειμένων της προσομοίωσης. Πατήστε σε αυτή την ιδιότητα για να την επιλέξετε → Πατήστε στο κουμπί **Values** (Τιμές) του πλαισίου διαλόγου.
5. Προσθέστε τις παρακάτω εννέα τιμές. (Σημείωση: Για να προσθέσετε την πρώτη τιμή, διπλοπατήστε στο πρώτο κελί της στήλης **Value** → Πληκτρολογήστε “exponential(2)” στο πλαίσιο κειμένου και πατήστε Enter. Επαναλάβετε τη διαδικασία και για τις εννέα τιμές.)

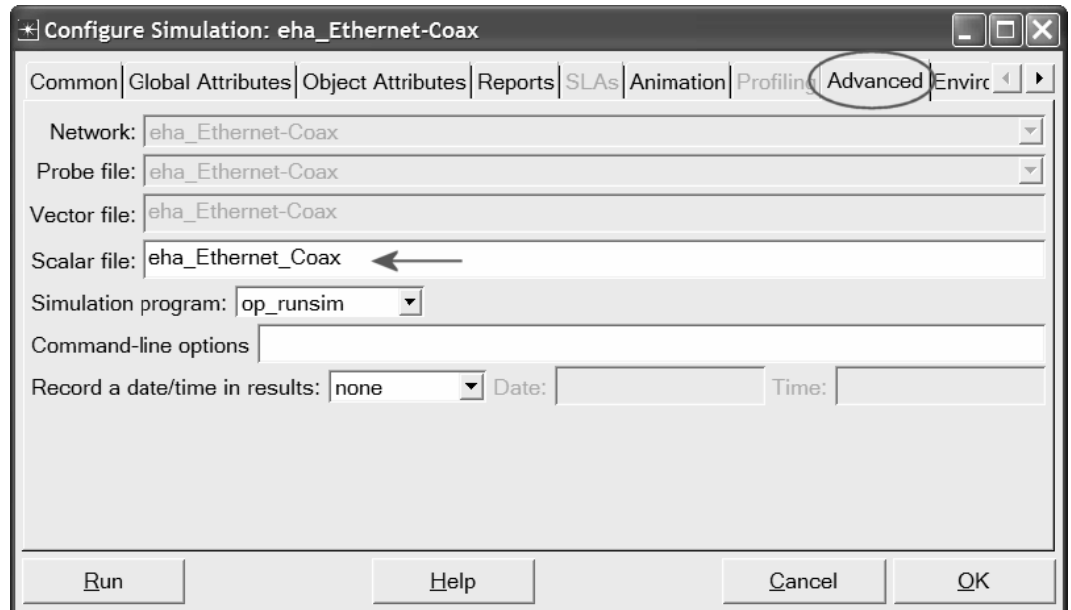


6. Πατήστε στο **OK**. Κοιτάξτε τώρα στην επάνω δεξιά γωνία του πλαισίου διαλόγου *Simulation Configuration* και βεβαιωθείτε ότι το πλήθος εκτελέσεων της ομάδας (*Number of runs in set*) είναι **9**.



7. Σε κάθε μία από τις προσομοιώσεις των εννέα εκτελέσεων, ο προσομοιωτής θα πρέπει να αποθηκεύει μια “βαθμωτή” τιμή που να αντιπροσωπεύει το “μέσο” φόρτο του δικτύου και μία ακόμη βαθμωτή τιμή που να αντιπροσωπεύει τη μέση διεκπεραιωτική ικανότητα του δικτύου. Για να γίνει αυτό, θα πρέπει να διευθετήσουμε τον προσομοιωτή ώστε οι βαθμωτές τιμές να αποθηκεύονται σε ένα αρχείο. Πατήστε στην καρτέλα **Advanced** (Για προχωρημένους) του πλαισίου διαλόγου *Configure Simulation*.

8. Στο πλαίσιο κειμένου *Scalar file* (Αρχείο βαθμωτών τιμών) πληκτρολογήστε <τα αρχικά σας> **Ethernet_Coax**.



9. Πατήστε στο **OK** και μετά αποθηκεύστε το έργο σας.

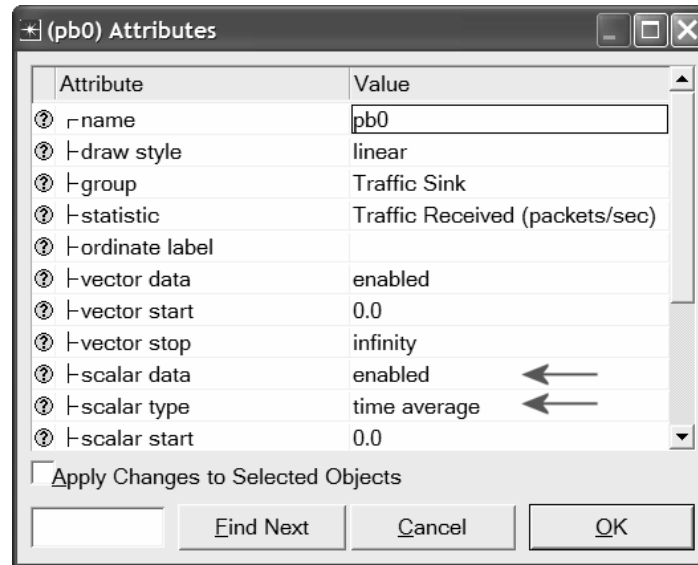
Επιλέξτε τα στατιστικά στοιχεία

Για να επιλέξετε τα στατιστικά στοιχεία που θα συγκεντρωθούν κατά την προσομοίωση:

1. Πατήστε με το δεξιό πλήκτρο του ποντικιού οπουδήποτε στο χώρο εργασίας του έργου (αλλά όχι πάνω σε κόμβο ή σύνδεσμο) και από το αναδυόμενο μενού επιλέξτε **Choose Individual Statistics** (Επιλογή επιμέρους στατιστικών στοιχείων) → Αναπτύξτε τον κλάδο (ιεραρχία) **Global Statistics** (Συνολικά στατιστικά στοιχεία).
 - α. Αναπτύξτε τον κλάδο **Traffic Sink** (Υποδοχέας κυκλοφορίας) → Ενεργοποιήστε το πλαίσιο ελέγχου **Traffic Received (packets/sec)** (Ληφθείσα κυκλοφορία (πακέτα/δευτερόλεπτο)) (φροντίστε να επιλέξετε τα στατιστικά στοιχεία με μονάδα μέτρησης packets/sec).
 - β. Αναπτύξτε τον κλάδο **Traffic Source** (Πηγή κυκλοφορίας) → Ενεργοποιήστε το πλαίσιο ελέγχου **Traffic Sent (packets/sec)** (Αποσταλείσα κυκλοφορία (πακέτα/δευτερόλεπτο)).
 - γ. Πατήστε στο **OK**.
2. Για να πάρετε τώρα τη μέση τιμή αυτών των στατιστικών στοιχείων ως βαθμωτή τιμή, με το τέλος κάθε προσομοίωσης:
 - α. Από το μενού *Simulation* επιλέξτε **Choose Statistics (Advanced)**.
 - β. Κάτω από την επιλογή **Global Statistic Probes** θα πρέπει να φαίνονται οι ανιχνεύσεις (probes) **Traffic Sent** και **Traffic Received**.

Η **ανίχνευση** είναι μια αίτηση από το χρήστη για τη συλλογή συγκεκριμένων δεδομένων κατά τη διάρκεια μιας προσομοίωσης.

- γ. Πατήστε με το δεξιό πλήκτρο του ποντικιού στην ανίχνευση **Traffic Received** → Επιλέξτε **Edit Attributes**. Δώστε στην ιδιότητα **scalar data** την τιμή **enabled** → Δώστε στην ιδιότητα **scalar type** την τιμή **time average** (μέσος χρόνος) → Συγκρίνετε την οθόνη με την παρακάτω εικόνα και πατήστε στο **OK**.
- δ. Επαναλάβετε την παραπάνω διαδικασία για την ανίχνευση **Traffic Sent**.
- ε. Από το μενού **File** του παραθύρου *Probe Model* επιλέξτε **Save** (Αποθήκευση) και μετά κλείστε το παράθυρο.
- στ. Θα βρεθείτε τώρα πίσω στον *Επεξεργαστή Έργου*. Αποθηκεύστε το έργο σας.



Εκτελέστε την προσομοίωση

Για να εκτελέσετε την προσομοίωση:

1. Πατήστε στο κουμπί **Configure/Run Simulation**: → Βεβαιωθείτε ότι η ιδιότητα **Duration** έχει τιμή **15 second(s)** → Πατήστε στο κουμπί **Run**. Ανάλογα με την ταχύτητα του επεξεργαστή σας, η προσομοίωση μπορεί να χρειαστεί αρκετά λεπτά για να ολοκληρωθεί.
2. Ο προσομοιωτής θα ολοκληρώσει τώρα εννέα εκτελέσεις, μία για κάθε χρόνο μεταξύ αφίξεων της παραγωγής κυκλοφορίας (που αναπαριστούν το φόρτο στο δίκτυο). Παρατηρήστε ότι κάθε επόμενη εκτέλεση διαρκεί περισσότερο επειδή η κυκλοφορία αυξάνεται.
3. Μετά την ολοκλήρωση των εννέα εκτελέσεων, πατήστε στο κουμπί **Close** (Κλείσιμο).
4. Αποθηκεύστε το έργο σας.

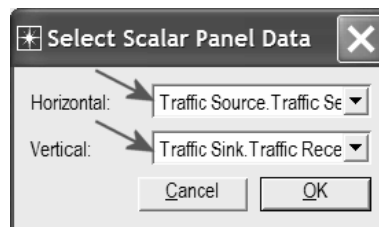
Αν εκτελέσετε ξανά την προσομοίωση, το OPNET IT Guru θα “προσαρτήσει” τα νέα αποτελέσματα στα αποτελέσματα που υπάρχουν ήδη στο αρχείο βαθμωτών τιμών. Για να το αποφύγετε αυτό, διαγράψτε το αρχείο βαθμωτών τιμών *πριν* ξεκινήσετε τη νέα εκτέλεση. (Σημείωση: Η διαγραφή του αρχείου βαθμωτών τιμών *μετά* από μια εκτέλεση θα έχει συνέπεια να χαθούν τα αποτελέσματα που έχετε πάρει από αυτή την εκτέλεση.)

- Μεταβείτε στο μενού **File** → Επιλέξτε **Model Files** → **Delete Model Files** (Διαγραφή αρχείων μοντέλων) → Επιλέξτε (**.os**): **Output Scalars** → Επιλέξτε το αρχείο βαθμωτών τιμών που θα διαγραφεί σε αυτή την εργαστηριακή άσκηση πρόκειται για το αρχείο **<τα αρχικά σας>_Ethernet_Coax** → Επιβεβαιώστε τη διαγραφή πατώντας στο **OK** → Πατήστε στο **Close**.

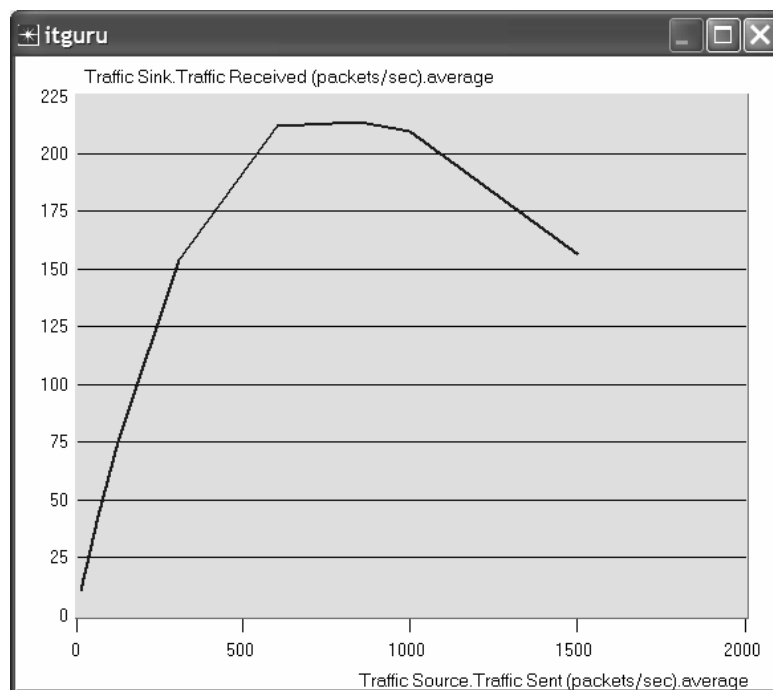
Εμφανίστε τα αποτελέσματα

Για να δείτε και να αναλύσετε τα αποτελέσματα:

1. Από το μενού **Results** (Αποτελέσματα), επιλέξτε **View Results (Advanced)** (Προβολή αποτελεσμάτων για προχωρημένους). Θα ανοίξει το εργαλείο **Analysis Configuration** (Διευθέτηση ανάλυσης).
2. Θυμάστε ότι αποθηκεύσαμε τις μέσες τιμές των αποτελεσμάτων σε ένα αρχείο βαθμωτών τιμών. Για να φορτώσετε αυτό το αρχείο, από το μενού **File** επιλέξτε **Load Output Scalar File** (Φόρτωση αρχείου εξόδου βαθμωτών τιμών) → Από το αναδυόμενο μενού επιλέξτε το αρχείο **<τα αρχικά σας>_Ethernet-Coax**.
3. Από το μενού **Panels** (Πίνακες) επιλέξτε **Create Scalar Panel** (Δημιουργία βαθμωτού πίνακα) → Στο πλαίσιο **Horizontal** (Οριζόντια) επιλέξτε την τιμή **Traffic Source.Traffic Sent (packets/sec).average** → Στο πλαίσιο **Vertical** (Κατακόρυφα) επιλέξτε την τιμή **Traffic Sink.Traffic Received (packets/sec).average** → Πατήστε στο **OK**.



4. Το γράφημα που θα προκύψει θα πρέπει να μοιάζει με το επόμενο:



Περαιτέρω μελέτη

- Ενότητα OPNET Ethernet Model Description (Περιγραφή μοντέλου Ethernet): από το μενού **Protocols** (Πρωτόκολλα), επιλέξτε **Ethernet → Model Usage Guide** (Οδηγός χρήσης μοντέλων).

Ασκήσεις

1. Επεξηγήστε το γράφημα που προέκυψε κατά την προσομοίωση και δείχνει τις σχέσεις μεταξύ των ληφθέντων πακέτων (διεκπεραιωτική ικανότητα) και των σταλθέντων πακέτων αποστολής (φόρτος). Γιατί μειώνεται η διεκπεραιωτική ικανότητα όταν ο φόρτος είναι είτε πολύ χαμηλός είτε πολύ υψηλός;
2. Δημιουργήστε τρία αντίγραφα του σεναρίου προσομοίωσης που υλοποιήθηκε σε αυτή την εργαστηριακή άσκηση. Ονομάστε αυτά τα σενάρια **Coax_Q2a**, **Coax_Q2b**, και **Coax_Q2c**. Ορίστε στα νέα σενάρια την ιδιότητα **Interarrival Time** της ομάδας ιδιοτήτων *Packet Generation Arguments* για όλους τους κόμβους (βεβαιωθείτε ότι το πλαίσιο ελέγχου **Apply Changes to Selected Objects** είναι ενεργοποιημένο), ως εξής:
 - Σενάριο **Coax_Q2a**: exponential(0.1)
 - Σενάριο **Coax_Q2b**: exponential(0.05)
 - Σενάριο **Coax_Q2c**: exponential(0.025)

Σε όλα τα παραπάνω σενάρια, ανοίξτε το πλαίσιο διαλόγου *Configure Simulation* και από την καρτέλα *Object Attributes* διαγράψτε την ιδιότητα πολλαπλών τιμών (τη μόνη ιδιότητα στον κατάλογο).

Για τον κόμβο 0 επιλέξτε το παρακάτω στατιστικό στοιχείο: **Ethcoax → Collision Count** (Πλήθος συγκρούσεων). Φροντίστε να επιλέξετε το εξής συνολικό στατιστικό στοιχείο: **Global Statistics → Traffic Sink → Traffic Received (packet/sec)**. (Ανατρέξτε στην ενότητα *Επιλέξτε τα Στατιστικά Στοιχεία* της εργαστηριακής άσκησης.)

Εκτελέστε την προσομοίωση και για τα τρία νέα σενάρια. Ανακτήστε δύο γραφήματα: το ένα για να συγκρίνετε το πλήθος συγκρούσεων του κόμβου 0 σε αυτά τα τρία σενάρια, και το άλλο γράφημα για να συγκρίνετε την κυκλοφορία των ληφθέντων πακέτων για τα τρία σενάρια. Εξηγήστε τα γραφήματα και σχολιάστε τα αποτελέσματα. (Σημείωση: Για να συγκρίνετε τα αποτελέσματα, θα πρέπει μετά την ολοκλήρωση της προσομοίωσης να επιλέξετε **Compare Results** (Σύγκριση αποτελεσμάτων) από το μενού **Results**.)

3. Για να μελετήσετε την επίδραση του πλήθους των σταθμών στην απόδοση του τμήματος Ethernet, δημιουργήστε ένα αντίγραφο του σεναρίου **Coax_Q2c** που δημιουργήσατε στην Άσκηση 2. Ονομάστε το νέο σενάριο **Coax_Q3**. Στο νέο σενάριο, αφαιρέστε τους κόμβους με μονή αρίθμηση, δηλαδή συνολικά 15 κόμβους (κόμβος 1, κόμβος 3, ..., και κόμβος 29). Εκτελέστε την προσομοίωση για το νέο σενάριο. Δημιουργήστε ένα γράφημα που να συγκρίνει το πλήθος συγκρούσεων του κόμβου 0 μεταξύ των σεναρίων **Coax_Q2c** και **Coax_Q3**. Εξηγήστε το γράφημα και σχολιάστε τα αποτελέσματα.

4. Στην προσομοίωση χρησιμοποιείται μέγεθος πακέτου 1024 byte (Σημείωση: Κάθε πακέτο Ethernet μπορεί να περιέχει μέχρι 1500 byte δεδομένων). Για να μελετήσετε την επίδραση του μεγέθους πακέτου στη διεκπεραιωτική ικανότητα του δικτύου Ethernet που δημιουργήσατε, δημιουργήστε ένα αντίγραφο του σεναρίου **Coax_Q2c** της Άσκησης 2. Ονομάστε το νέο σενάριο **Coax_Q4**. Στο νέο σενάριο χρησιμοποιήστε μέγεθος πακέτου 512 byte (για όλους τους κόμβους). Και για τα δύο σενάρια **Coax_Q2c** και **Coax_Q4**, επιλέξτε τα εξής συνολικά στατιστικά στοιχεία: **Global Statistics → Traffic Sink → Traffic Received (bits/sec)**. Εκτελέστε ξανά την προσομοίωση των σεναρίων **Coax_Q2c** και **Coax_Q4**. Δημιουργήστε ένα γράφημα που να συγκρίνει τη διεκπεραιωτική ικανότητα σε packets/sec και ένα άλλο γράφημα που να συγκρίνει τη διεκπεραιωτική ικανότητα σε bits/sec μεταξύ των σεναρίων **Coax_Q2c** και **Coax_Q4**. Εξηγήστε τα γραφήματα και σχολιάστε τα αποτελέσματα.

Εργαστηριακή έκθεση

Ετοιμάστε μια έκθεση που να ακολουθεί τις οδηγίες τις οποίες εξηγήσαμε στην Εργαστηριακή άσκηση 0. Η έκθεση θα πρέπει να περιλαμβάνει τις απαντήσεις στις παραπάνω ασκήσεις, καθώς και τα γραφήματα που δημιουργήσατε από τα σενάρια προσομοίωσης. Εξετάστε τα αποτελέσματα που πήρατε και συγκρίνετέ τα με αυτά που περιμένατε. Αναφέρετε τυχόν ανωμαλίες ή ανεξήγητες συμπεριφορές.

ΑΣΚΗΣΕΙΣ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ ΔΙΚΤΥΩΝ

Από τον Emad Aboelela, Καθηγητή στο University of Massachusetts/Dartmouth

Οι τεχνολογίες και οι έννοιες που αφορούν τα δίκτυα υπολογιστών συχνά είναι δύσκολο να εξηγηθούν, ακόμη και όταν παρέχονται αναλυτικές περιγραφές και καλώς σχεδιασμένα παραδείγματα. Μια μέθοδος για την αφομοίωση αυτών των πληροφοριών είναι η δημιουργία ενός περιβάλλοντος στο οποίο οι σπουδαστές και οι επαγγελματίες των δικτύων να μπορούν να δουν στην πράξη πώς λειτουργούν τα δίκτυα χρησιμοποιώντας ένα εργαλείο λογισμικού που προσομοιώνει τις λειτουργίες ενός δικτύου. Το ίδιο το εργαλείο είναι ιδιαίτερα χρήσιμο επειδή παρέχει ένα εικονικό περιβάλλον για πολλά και διάφορα επιθυμητά χαρακτηριστικά, όπως η δημιουργία προτύπου (μοντελοποίηση) ενός δικτύου με βάση συγκεκριμένα κριτήρια και η πρόβλεψη των επιδόσεων του.

Το βιβλίο *Ασκήσεις Προσομοίωσης Δικτύων* επιτρέπει την πλήρη εκμετάλλευση ενός τέτοιου εκπαιδευτικού εργαλείου επειδή παρέχει λεπτομερείς ασκήσεις για βασικές τοπολογίες δικτύων οι οποίες είναι δυνατό να υλοποιηθούν στο περιβάλλον προσομοίωσης. Για κάθε τοπολογία παρουσιάζονται διάφορα σενάρια, ενώ κάθε εργασία συνοδεύεται από ερωτήσεις επανάληψης, εργαστηριακή έκθεση, και ασκήσεις. Στο βιβλίο δίνονται επίσης οδηγίες για να κατεβάσετε το δωρεάν και εύκολο στην εγκατάσταση λογισμικό OPNET IT Guru Academic Edition, το οποίο παρέχει ένα εικονικό περιβάλλον για τη μοντελοποίηση, ανάλυση, και πρόβλεψη των επιδόσεων των υποδομών IT, συμπεριλαμβανοντας εφαρμογές, διακομιστές, και τεχνολογίες δικτύωσης.

Οι εργαστηριακές ασκήσεις του βιβλίου, τις οποίες έχει προετοιμάσει ο Emad Aboelela, Καθηγητής στο University of Massachusetts/Dartmouth, είναι στενά συνυφασμένες με τη δομή της 4ης αμερικανικής έκδοσης του βιβλίου *Δίκτυα υπολογιστών: μια προσέγγιση από τη σκοπιά των συστημάτων* των Peterson και Davie. Ο συνδυασμός των δύο βιβλίων αποτελεί ένα ολοκληρωμένο εργαλείο που θα σας επιτρέψει να κατανοήσετε πώς λειτουργούν τα δίκτυα υπολογιστών και γιατί λειτουργούν όπως λειτουργούν.

ΒΑΣΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

- Γραμμένο από έναν καθηγητή που έχει χρησιμοποιήσει τα εργαλεία προσομοίωσης της OPNET στην αίθουσα διδασκαλίας και το εργαστήριο για πολυάριθμες επιδείξεις και πραγματικά σενάρια.
- Δυνατότητα δωρεάν λήξης εκπαιδευτικού λογισμικού που βασίζεται σε ένα βραβευμένο προϊόν της OPNET Technologies, Inc., της οποίας το λογισμικό χρησιμοποιείται από χιλιάδες εμπορικούς και κυβερνητικούς οργανισμούς παγκοσμίως, και σε περισσότερα από 500 πανεπιστήμια.
- Επιτρέπει στους επαγγελματίες που θέλουν να αξιολογήσουν και να επιδείξουν στα διοικητικά στελέχη της επιχείρησής τους διάφορα εμπορικά προϊόντα δικτύωσης (π.χ., δρομολογητές) τη διεξαγωγή χρήσιμων πειραμάτων στο χώρο εργασίας τους.
- Καλύπτει τις βασικές τοπολογίες δικτύων και περιλαμβάνει εργασίες για το Ethernet, τα δίκτυα δορυφόρου με σκυτάλη (token ring), τα δίκτυα ATM, τα τοπικά δίκτυα μεταγωγής, το σχεδιασμό δικτύων, τα πρωτόκολλα RIP και TCP, τις μεθόδους διαχείρισης ουρών, τις υπηρεσίες QoS, τα ασύρματα δίκτυα, και άλλα.

Ο συγγραφέας

Ο Δρ **Emad Aboelela** πήρε το πτυχίο του και το μεταπτυχιακό του στην Επιστήμη των Υπολογιστών από το Πανεπιστήμιο της Αλεξάνδρειας στην Αίγυπτο, και το διδακτορικό του ως Μηχανικός Υπολογιστών από το Πανεπιστήμιο του Μολάιμ στη Φλόριδα των ΗΠΑ. Πριν από τη συνεργασία του με το Πανεπιστήμιο της Μασαχουσέτης διδασκε για δύο χρόνια στο Πολιτειακό Πανεπιστήμιο του Νότιου Κονέκτικατ και, πριν από αυτό, εργάστηκε για πέντε χρόνια ως Επισκέπτης Καθηγητής και ερευνητής στο Πανεπιστήμιο του Μολάιμ, διάστημα κατά το οποίο έλαβε πολλά βραβεία, όπως το Award of Academic Merit.



ΕΚΔΟΣΕΙΣ
ΚΛΕΙΔΑΡΙΘΜΟΣ

Δομοκού 4, Σταθμός Λαρίσης, 10440 ΑΘΗΝΑ, Τηλ. 210-5237635

Επισκεφθείτε μας στο Internet:
www.klidarithmos.gr

ISBN 978-960-451-387-8



9 789604 513878