Laboratorium 2

Temat: Analiza wydajności różnych topologii przy pomocy programu OPnet.

SPIS TREŚCI

1. Wstęp	3
Tabela standardów sieci Ethernet	3
2. Uruchomienie programu OPnet - tworzenie projektu	4
3. Utworzenie topologii magistrali	9
5. Symulacja topologii magistrali	16
Opis statystyk używanych w projekcie:	18
Zadanie z topologii magistrali:	18
6. Topologia gwiazdy	19
7. Symulacja topologii gwiazdy	22
Zadanie z topologii gwiazdy:	24
8. Topologia drzewa	25
9. Symulacja topologii drzewa	28
Rys.37: Wyniki symulacji dla topologii drzewa Zadanie z topologii drzewa:	29
Zadanie dodatkowe:	29
Rys.44: Ikona palety	35
13. Podsumowanie	41

1. Wstęp

Laboratorium to ma na celu sprawdzenie wydajności różnych topologii sieci komputerowych. Do tego celu będziemy używać symulatora o nazwie "OPnet" w wersji akademickiej. Wersja ta jest nieco uboższa od wersji komercyjnej ale do przeprowadzenia symulacji w tym laboratorium całkowicie wystarczy. Na laboratorium zostaną zrealizowane następujące topologie:

- **Topologia magistrali** jedna z topologii fizycznych sieci komputerowych charakteryzująca się tym, że wszystkie elementy sieci są podłączone do jednej magistrali (kabel koncentryczny). Sieć składa się z jednego kabla koncentrycznego (10Base-2, 10Base- 5). Poszczególne części sieci (takie jak hosty, serwery) są podłączane do kabla koncentrycznego za pomocą specjalnych trójników (zwanych także łącznikami T) oraz łączy BNC. Na obu końcach kabla powinien znaleźć się opornik (tzw. terminator) o rezystancji równej impedancji falowej wybranego kabla aby zapobiec odbiciu się impulsu. Maksymalna przepustowość łącza to 10 Mb/s.
- **Topologia gwiazdy** stosowana przy łączeniu komputerów za pomocą kabla dwużyłowego skręcanego (skrętka). Hosty podłączane są najczęściej do koncentratora (rzadziej przełącznika). Cechą różniącą od topologii magistrali jest fakt, że każdy pojedynczy przewód jest wykorzystywany do połączenia tylko dwóch urządzeń sieciowych (np. Koncentrator Komputer).
- **Topologia pierścieniowa** stosowana przy łączeniu komputerów ze sobą za pomocą kabla światłowodowego. Najczęściej stosuje się obwód (drugi pierścień) dublujący. Ponieważ w przypadku przerwania pierwszego pierścienia komputery tracą ze sobą kontakt, wtedy zdania komunikacji przejmuje pierścień dublujący. Topologia ta jest stosowana np. w sieciach Token Ring, FDDI.
- **Topologia drzewa** jest utworzona z wielu magistrali liniowych połączonych łańcuchowo. Każdą magistralę liniową dołącza się za pomocą huba dzieląc ją na dwie lub kilka magistral, praca całej sieci jest wtedy zależna od głównej magistrali. Dzięki tej budowie możliwa jest szybka lokalizacja miejsca wystąpienia awarii.

Standard	Szybkość	Rodzaj medium transmisyjnego
10Base5	10Mb/s	Pojedynczy przewód koncentryczny (gruby Ethernet) o średnicy 10mm
10Base2	10Mb/s	Pojedynczy przewód koncentryczny (cienki Ethernet) o średnicy 5mm

Tabela standardów sieci Ethernet.

10Broad36	10Mb/s	Pojedynczy przewód szerokopasmowy	
FOIRL	10Mb/s	Dwa włókna optyczne	
1Base5	1Mb/s	Dwie skręcone pary przewodów telefonicznych	
10Base-T	10Mb/s	Dwie pary skrętki kategorii 3	
10Base-FL	10Mb/s	Dwa włókna optyczne	
10Base-FB	10Mb/s	Dwa włókna optyczne	
10Base-FP	10Mb/s	Dwa włókna optyczne	
100Base-TX	100Mb/s	Dwie pary skrętki kategorii 5	
100Base-FX	100Mb/s	Dwa włókna optyczne	
100Base-T4	100Mb/s	Cztery pary skrętki kategorii 3	
100Base-T2	100Mb/s	Cztery pary skrętki kategorii 3	
1000Base-LX	1Gb/s	Laser długofalowy	
1000Base-SX	1Gb/s	Laser krótkofalowy	
1000Base-CX	1Gb/s	Ekranowany kabel miedziany	
1000Base-T	1Gb/s	Cztery pary skrętki kategorii 5	

2. Uruchomienie programu OPnet - tworzenie projektu.

Po uruchomieniu programu OPnet pojawi się okno (Rys.1) w którym należy zaakceptować umowę programu.

🕊 Restricted Use Agreement - Please Read	
OPNET Technologies, Inc.	7255 Woodmont Avenue Bethesda, MD 20814 Tel: 240-497-3000 Fax: 240-497-3001 Website: www.opnet.com
SOFTWARE AGREEMENT	
In order to access and use OPNET IT Guru Academic Edit product documentation ("DOCUMENTATION"), You ("LICE conditions in this SOFTWARE AGREEMENT ("AGREEME intended to support specially designed courseware in edu comes with limited features, functionality, and product docu version of IT Guru offers significant additional product functi extensive product documentation, tutorials, and online and	on ("SOFTWARE") and the accompanying INSEE") must accept the terms and NT"). OPNET IT Guru Academic Edition is cational contexts, and therefore mentation. The commercial onality and features, telephone technical support.
LDO NOT ACCEPT L have read this SOFTWARE A	BEEMENT and Lunderstand and accept the terms and conditions described herein

Rys.1: Okno akceptacji licencji

W następnym oknie (Rys.2) klikamy "File" a następnie "New..."



Rys.2: Okno startowe

Teraz pojawi się nowe okno (Rys.3) w którym klikamy "OK".

New		×
Project		•
	OK	<u>C</u> ancel
Byg 3.	<u>Okno tworzenie</u>	projektu

Rys.3:Okno tworzenia projektu

Po kliknięciu w poprzednim oknie "**OK**" wyświetli się nam okno (Rys.4) w którym musimy nazwać projekt i scenariusz. W tym przykładzie projekt nazwaliśmy "**LAN**" a scenariusz "**MAGISTRALA**". Wielkość liter nie ma znaczenia. Po nazwaniu klikamy "**OK**".

Project: project1 Scenario: unnamed [Subnet: top] File Edit View Scenarios Topology Traffic Protocols	s DES Windows Help
Enter Name	ē Z
Project name: project1 Scenario name: scenario1 ✓ Use Startup Wizard when creating new scenarios QK Cancel	0° E30° E80°

Rys.4: Nazwa projektu i scenariusza

Teraz pojawi się okno "Rys.5" wybieramy "Create Empty Scenario" i klikamy "Next"

📔 Startup Wizard: Initial Topology	
You can start with an empty network and create your network using objects from the object palette or import directly from another data source.	Initial Topology Create empty scenario Import from App Transaction Xpert
	< Back Quit

Rys.5: Zainicjowanie topologii

W oknie "Rys. 6" będziemy wybierać skalę sieci. Program udostępnia 5 rodzajów skal:

- światowa (World)
- przedsiębiorstwa (Enterprise)
- uniwersytecka (Campus)
- biurowa (Office)
- logiczna (Logical)

Wybieramy skalę biurową (Rys.6) i klikamy "OK".

	🚺 Startup Wizard: Choose Network So	ale		x
Indicate the type of network you will be	Network Scale		_	
	modeling.	World		
		Enterprise		
		Campus		
		Office		
		Logical		
		Choose from maps		
				-
		✓ Use metric units		
			< Back Next > Q	uit

Rys.6: Wybór rozmiaru sieci

Teraz wybieramy rozmiar sieci według tego co przedstawia Rys.7 i klikamy "Next".

🚺 Startup Wizard: Specify Size			×
Specify the units you wish to use (miles,	Size:		
kilometers, etc.) and the extent of your network.	X span:	200	
	Y span:	100	
	Units:	Meters	•
1			
		< <u>Back</u> <u>N</u> ext > <u>Q</u> uit	

Rys.7: Dokładny rozmiar sieci

W oknie (Rys.8) nie wybieramy żadnej technologii, klikamy po prostu **"Next".** Jeśli natomiast bylibyśmy pewni w jakiej technologii wykonujemy projekt to moglibyśmy wybrać z listy. Opcja ta w sumie jest niekonieczna, gdyż po utworzeniu projektu możemy w każdej chwili wybrać i zmienić technologię.

Startup Wizard: Select Technologie	s		
Select the technologies you will use in	Model Family	Include?	▲
your network.	3Com	No	
	Advanced_Wireless_Pack	No	
	Alcatel_Lucent	No	
	applications	No	
	Ascend	No	
	atm	No	
	atm_advanced	No	
	atm_lane	No	
	atm_lane_advanced	No	
	Avici	No	
1	Day Notworks	Ma	
		< <u>B</u> ack	Next > Quit

Rys.8: Wybór technologii

I w następnym oknie klikamy **"OK**" (Rys.9). Gdybyśmy wcześniej wybrali jakąś technologię to w miejscu **"None Selected"** byłaby nazwa wybranej wcześniej technologii.

📔 Startup Wizard: Review				×
Review the values you have chosen.	Scale: Office			
Use the Back button to make changes.	Size: 200 m x 100 m			
	Model Family	A	MapInfo Maps (background first)	<u> </u>
	None selected	~	None selected	•
	-		< <u>B</u> ack <u>F</u> inish <u>C</u>	<u>ì</u> uit

Rys.9: Akceptacja wybranej sieci

Pojawi się widok projektu i paleta z której można wybierać technologie sieciowe i rozwiązania ethernetowe (Rys.10).

W ten sposób pokazaliśmy jak przygotować projekt do symulacji.



Rys.10: Scenariusz magistrali 3. Utworzenie topologii magistrali.

Aby utworzyć topologię magistrali, musimy najpierw utworzyć projekt jak to było pokazane w punkcie 2. Później w oknie widoku projekt klikamy **"Topology"** i wybieramy **"Rapid Configuration"** (Rys.11), która odpowiada za tworzenie różnych topologii.



Rys.11: Tworzenie topologii magistrali

Wyświetli się okno w którym wybieramy "Bus" i klikamy "OK" (Rys.12).

Rapid Configuration		×
Configuration: Bus		
<u>S</u> eed	<u>N</u> ext	<u>C</u> ancel
	: Wybór topologii	ue Configuration

W oknie (Rys.13) klikamy na "Select Models…"

📔 Rapid Configuration: B	us	—
Models		
Node model: NONE		▼ Number: 5
Link model: NONE		▼ Tap model: NONE ▼
Placement		
 Horizontal 	C Vartical	Head of bus Size
Top of bue	Left of hus	X: -51.6689 Bus: 96.6622
I Bottom of bus	Right of bus	Y: 2.80374 Tap: 12.0828
Select Models		<u>Q</u> K <u>C</u> ancel

Rys.13: Konfiguracja topologii magistrali

Teraz się pojawi okno w którym musimy wybrać w polu Model_List "ethcoax" (Rys.14) i klikamy "OK'. Opcja "ethcoax" jest odpowiedzialna za topologię magistrali która jest łączona za pomocą kabla koncentrycznego. Oprócz opcji "ethcoax" są dostępne inne, między innymi:

- ethernet urządzenia używane w sieci ethernet
- ATM urządzenia używane w technologii ATM
- bridges urządzenia mostowe
- fddi urządzenia używane w sieci FDDI
- frame_relay urządzenia używane w sieci FRAME_RELAY
- lans różne topologie
- links odpowiadają za wszelkie łącza
- routers obejmują urządzenia do rutowania
- token_ring urządzenia używane w sieci TOKEN_RING
- utilities narzędzia do symulacji sieci
- wireless_lan urządzenia do budowy sieci bezprzewodowych
- xDSL_toolkit zestaw narzędzi technologii DSL
- Cisco, ACE, Nec, 3Com urządzenia firmowe

🚺 Model Selecti	on Options	—X —
C Keywords:	<u>M</u> odify	
Model list: eth	соах	•
	<u>О</u> К	<u>C</u> ancel

Rys.14: Wybór technologii

Teraz należy wszystko ustawić według okna na Rys.15. Zanim to zrobimy opiszę do czego się odnoszą pola w tym oknie, a więc:

"Node Model" - oznacza węzeł w sieci

"Link Model" - oznacza łącze używane do połączenia węzłów

"Number" - oznacza liczbę węzłów sieci

"Tap Model" - oznacza zawór

"Placement" - odnosi się do rozmieszczenia całej sieci w projekcie. Opcja "Horizontal" opisuje płaszczyznę poziomą, "Top of bus" oznacza wierzchołek magistrali, "Bottom of bus" oznacza koniec magistrali, "Head of bus" oznacza wysokość magistrali, a "Size" określa rozmiar magistrali.

📔 Rapid Configuratio	on: Bus		—
Models			
Node model: ethcoax	_station 🔄	Number: 30)
Link model: eth_coa	ax 💌	Tap model: et	h_tap 💌
Placement			
Horizontal	C Vertical	Head of bus	Size
	Left of bus	X: 20	Bus: 170
I Bottom of bus	Right of bus	Y: 50	Tap: 20
<u>S</u> elect Models		<u>O</u> ł	Cancel

Rys.15: Konfiguracja topologii magistrali

Po ustawieniu należy kliknąć "OK" i wyświetli się widok projektu topologii magistrali (Rys.16).



Rys.16: Utworzona topologia magistrali 4.

Konfiguracja topologii magistrali.

W widoku projektu (Rys.17) należy najechać kursorem myszy na poziomą "szynę" do której podłączone są stacje robocze i kliknąć prawym przyciskiem myszy i wybrać opcję **"Advanced Edit Attributes"** i ponownie kliknąć. Teraz w nowym oknie musimy dokonać pewnych zmian. Wybieramy atrybut model i klikamy na jego

wartość, tam wybieramy opcję "Edit..." a następnie "eth_coax_adv", następnie atrybut delay (opóźnienie) zmieniamy value (wartość) na 0.05 (im wyższy opóźnienie czas symulacji byłby dłuższy dlatego zmniejszamy aby go skrócić) oraz atrybut thickness (grubość) na 5, ustawienie takiej grubości będzie oznaczać gruby Ethernet(Rys.17).

ame odel	
odel	bus 0
	eth coax adv
reation source	Rapid Configuration
reation timestamp	17:36:05 Nov 11 2014
reation data	
pht-angled	disabled
bel rotation	horizontal
undle display	include in bundle
er	0.0
nannel count	1
osure model	dbu_closure
oll model	dbu_coll
blor	black
ondition	enabled
ost	0.0
ata rate	10,000,000
elay	0.05
cc model	dbu_ecc
Tor model	dbu_error
nancial cost	0.00
ne style	solid
acket formats	ethemet
opdel model	dbu_propdel
le	
/mbol	none
ickness	5
del model	dbu_txdel
ser id	0
	eation data pht-angled bel rotation undle display er hannel count osure model oll model oll model olor ondition ost ata rate elay cc model ror model mancial cost ue style acket formats opdel model le mbol ickness del model ser id

Rys.17: Atrybuty topologii magistrali

Po dokonaniu konfiguracji pozioma szyna do której podłączone są stacje robocze powinna zmienić grubość tak jak pokazana jest na Rys.18.



Rys.18: Topologia magistrali po zmianie atrybutów

Teraz należy skonfigurować stacje robocze aby generowały ruch w sieci. W tym celu należy kliknąć na dowolną z nich prawym przyciskiem myszy i z menu które się wyświetli wybrać opcję "Select Similar Nodes". Następnie ponowić poprzednią operację z tą różnicą że tym razem wybieramy z menu opcję "Edit Attributes" w ten sposób wyświetli się okno w którym należy dokonać pewnych zmian. Na początek musimy w oknie zaznaczyć opcję "Apply Changes to Selected Objects", następnie rozwinąć atrybuty "Traffic Generation Parameters" i "Packet Generation Arguments".

Traffic Generation Parameters - określa parametry wzorca ruchu, który będzie generowany przez to źródło ruchu i składa się z :

^ Star Time(seconds) - określa nazwę dystrybucji i argumenty które muszą być użyte do

generowania losowego czasu startowego pomiędzy różnymi węzłami ^ On State Time(seconds) - określa nazwę dystrybucji i argumenty które musza być użyte do generowania losowych rezultatów do czasu spędzonego w stanie ON, pakiety są generowane tylko w stanie ON ^ OFF State Time(seconds) - określa nazwę dystrybucji i argumenty które musza być użyte dla generowania losowych rezultatów, dla czasu w stanie OFF. Żadne pakiety nie są generowane w stanie OFF

Packet Generation Arguments - określa parametry które ustalają tempo generowania pakietów i ich wielkość i składają się z :

- ^ Interarrival Time(seconds) określa nazwę dystrybucji i argumenty które muszą być użyte do generowania losowych rezultatów dla czasu pomiędzy kolejnymi generowaniami pakietów w stanie ON
- ^ Packet Size(bytes) określa nazwę dystrybucji i argumenty które muszą być użyte do generowania losowych rezultatów dla rozmiaru generowanych pakietów (określane w bajtach)
- ^ Segmentation Size(bytes) oznacza wielkość segmentów które muszą byś stworzone zanim pakiety zostaną wysłane. Jeśli ustawimy "No Segmentation", wtedy każdy generowany pakiet jest bezzwłocznie wysyłany do niższej warstwy której wielkość jest ustalona bazując na wartości atrybutu "Packet Size"

W tym momencie zmieniamy czas załączania generacji ruchu (**ON State Time**) na stały (**constant=1000**) i czas wyłączenia generacji ruchu (**OFF State Time**) na stały (**constant=0**), dzięki temu ta zmiana zapewni nieprzerwaną generację ruchu. Na koniec ustawiamy czas (**Interarrival Time**) na wykładniczy (**exponential=1.0**) i rozmiar pakietu (**Packet Size**) jako stały (**exponential=1000**) i klikamy "**OK**" (Rys.19).

pe: station	
Attribute	Value
name	node_25
• model	ethcoax_station
• x position	164.5
· y position	70
• threshold	0.0
icon name	station
· creation source	Rapid Configuration
creation timestamp	17:36:05 Nov 11 2014
· creation data	
label color	black
Traffic Generation Parameters	()
 Start Time (seconds) 	constant (5.0)
• ON State Time (seconds)	constant (1000)
• OFF State Time (seconds)	constant (0)
Packet Generation Arguments	()
 Interarrival Time (seconds) 	exponential (1.0)
Packet Size (bytes)	exponential (10000)
Segmentation Size (bytes)	No Segmentation
Stop Time (seconds)	Never
o altitude modeling	relative to subnet-platform
condition	enabled
bostname	. 1 /#700000
	circle/#/08090
y …role	
xtended Attrs. Model Details Object D	ocumentation
	·
3	Filter
atch: Look in:	
Exact V Names	
Substring Values	Apply to sological phic
HegEx Possible values	I▼ Apply to selected object

Rys.19: Atrybuty stacji roboczych

Każda stacja będzie generować ruch o wielkości 10000B co 1 sekundę, co daje dla każdej stacji przepustowość: (10000B/pakiet*8bit/B)/1s = 80kb/s

5. Symulacja topologii magistrali.

Aby wywołać symulację należy najpierw wybrać według czego będziemy symulować. Więc wybieramy z menu zakładkę **"DES"** a w niej klikamy na opcję **"Choose Individual Statistics…"**, otworzy się okienko w którym zaznaczamy jak na Rys.20.

Global Statistics Constraints Global Statistics Constraints Constraints	Statistic information Description: This statistic represents the average number of packets successfully received or transmitted by the receiver	
Traffic Received (packets) Traffic Received (packets/sec) Traffic Source Traffic Source Traffic Sent (bits) Traffic Sent (bits/sec) Traffic Sent (packets) Traffic Sent (packets) Traffic Sent (packets/sec) T	or transmitter channel per second.	1
Ethcoax Traffic Sink Traffic Source Unk Statistics unk Statistics unk Statistics und put (bits/sec) throughput (bits/sec) throughput (cackets/sec) utilization low-level bus bit error rate bit error rate bit error rate collision status packet loss ratio	Draw style: linear Modify Collection mode: Bucket Modify Total of <default> values sum/time Data collection Generate vector data No animation for all links No live stats for all links Generate scalar data Using Tast value</default>	

Rys.20: Wybrane statystyki dla topologii magistrali

Wybrane zostały statystyki globalne (Global Statistics) i magistrali (Link Statistics). Po wybraniu statystyk klikamy **"OK"** i w menu wybieramy zakładkę **"DES"** a następnie klikamy na **"Configure/Run Discrete Event Simulation...**". Otworzy się nam okno w którym musimy zmienić pole **"Duration"** na 10 sekund (Rys.21) i klikamy w lewym dolnym rogu **"Run"**.

Configure/Run DES: project1-scenario1	- • •
Duration: 10 second(s)	
Values per statistic: 100	
Global attributes Reports	
Attribute Value	<u> </u>
1	×
Run Cancel Apply	<u>H</u> elp

Rys. 21: Konfiguracja symulacji topologii magistrali

Teraz powinna trwać symulacja która będzie zależna od komputera na którym się wykonuje. Im wydajniejszy procesor będzie trwała krócej. Po skończonej symulacji możemy zobaczyć wyniki, w tym celu w menu wybieramy zakładkę **"DES"** a w niej klikamy na **"View Results...".** Otworzy się okno w którym po lewej stronie klikając na statystyki będą się ich wykresy pokazywać po prawej stronie, natomiast na dole zmieniamy na **"average"** tak jak to jest na Rys.22.



Rys.22 Wyniki symulacji topologii magistrali

W ten oto sposób przeprowadzona została symulacja przepustowości topologii magistrali.

Opis statystyk używanych w projekcie:

- *Traffic Received (packets/sec)* ruch otrzymywany w pakietach na sekundę przez ruch przepuszczony poprzez wszystkie węzły.
- *Traffic Received (bits/sec)* ruch otrzymywany w bitach na sekundę przez ruch przepuszczony poprzez wszystkie węzły.
- *Traffic Sent (packets/sec)* ruch wysłany w pakietach na sekundę, przez źródła ruchu poprzez wszystkie węzły.
- Traffic Sent (bits/sec) ruch wysłany w bitach na sekundę, przez źródła ruchu poprzez wszystkie węzły.
- *Throughput (packets/sec)* statystyka ta reprezentuje średnią liczbę pakietów na sekundę szczęśliwie otrzymanych lub transmitowanych przez odbiorcę.
- *Throughput (bits/sec)* statystyka ta reprezentuje średnią liczbę bitów na sekundę szczęśliwie otrzymanych lub transmitowanych przez odbiorcę.
- *Delay (sec)* reprezentuje opóźnienie od końca do końca ramek akceptowanych przez wszystkie warstwy Ethernetu.
- *Collision Count* przedstawiają liczbę kolizji.
- *Load (bits/sec)* średnia ruchu przyporządkowana do wyszczególnionej warstwy Ethernetu przez następną wyższą warstwę w tym węźle.
- *Load (packets/sec)* średnia ruchu przyporządkowana do wyszczególnionej warstwy Ethernetu przez następną wyższą warstwę w tym węźle.
- *Utilization* przedstawia procent konsumpcji dostępnej szerokości pasma kanału, gdzie 100 będzie oznaczać pełne wykorzystanie tegoż pasma.

Podczas symulacji różnych topologii, będzie można zaobserwować ze statystyk wzrost i spadek pakietów i bitów pod wpływem czasu dla różnych zjawisk występujących w sieciach. Obserwacje będą tym dokładniejsze im dłuższe będą czasy ich symulacji. Dla wszystkich topologii wykorzystanych w projekcie czas wynosił 10 sekund, ponieważ symulacje wymagają dużej mocy obliczeniowej oraz pamięci operacyjnej.

Zadanie z topologii magistrali:

- a) zwiększyć przepustowość każdej stacji roboczej dla dwóch przypadków 100kb/s i 150kb/s.
- b) przeprowadzić symulację dla tych przypadków.

Wskazówka: Zmiana przepustowości oraz symulacja jest opisana dokładnie w punkcie 4 i 5.

6. Topologia gwiazdy.

Po utworzeniu projektu tak jak było pokazane wcześniej w punkcie 2, następnie z menu wybieramy opcję "Topology", następnie klikamy na "Rapid Configuration", wybieramy opcję "Star" i klikamy "OK". Otworzy się nam okno w którym należy kliknąć na "Select Models…" wybrać "Ethernet", kliknąć "OK" i ustawić tak jak na Rys.23 i zmiany zapisać kliknąć ponownie "OK".

Rapid Configuration: Star	
Models	
Center node model: ethemet 16_hu	ıb 🔽
Periphery node model: ethemet_station	on 💌 Number: 15
Link model: 100BaseT	•
Placement	
Center	
X: 50	Radius: 24,898
Y: 50,0001	
Select Models	<u>O</u> K <u>C</u> ancel

Rys.23: Konfiguracja topologii gwiazdy

W ten oto sposób stworzyliśmy sieć LAN o topologii gwiazdy, składającą się z 15 stacji roboczych podłączonych do huba. Łącze ma przepustowość 100Mb/s (Rys.24).



Rys.24: Utworzona topologia gwiazdy

Teraz należy skonfigurować stacje robocze. Klikamy na dowolną z nich prawym przyciskiem myszy i wybieramy opcję **"Select Similar Nodes"**, ponawiamy operację tylko tym razem wybieramy opcję **"Edit Atrributes"**. Otworzy się okno w którym zaznaczamy opcję **"Apply**

Changes to Selected Objects'', następnie rozwijamy atrybuty "Traffic Generation Parameters'' i "Packet Generation Arguments''. Zmieniamy czas załączania generacji ruchu (ON State Time) na stały (constant=1000) i czas wyłączenia generacji ruchu (OFF State Time) na stały (constant=0), dzięki temu ta zmiana zapewni nieprzerwaną generację ruchu. Na koniec ustawiamy czas (Interarrival Time) na wykładniczy (exponential=1.0) i rozmiar pakietu (Packet Size) jako stały (exponential=10000) i klikamy "OK" (Rys.25).

ype: station	
Attribute	Value
name	node 5
model	ethemet station
x position	21,612.3005034
y position	-12,398.9999
Threshold	0.0
icon name	station
Creation source	Rapid Configuration
Creation timestamp	18:09:28 Nov 11 2014
Creation data	
Iabel color	black
Traffic Generation Parameters	()
Start Time (seconds)	constant (5.0)
ON State Time (seconds)	constant (1000)
OFF State Time (seconds)	constant (0)
Packet Generation Arguments	()
Interarrival Time (seconds)	exponential (1.0)
Packet Size (bytes)	exponential (10000.)
Segmentation Size (bytes)	No Segmentation
Stop Time (seconds)	Never
I altitude modeling	relative to subnet-platform
Condition	enabled
Interview of the second sec	0.00
hostname	
minimized icon	circle/#708090
Inrole	
Extended Attrs. <u>M</u> odel Details Object <u>Doc</u> ② Match: Look in: ○ Exact ▼ <u>N</u> ames ③ Substring ▼ Values ○ BegEx ▼ Possible values	Eilter ☐ Adyance ☐ Adyance

Rys.25: Atrybuty stacji roboczych

Każda stacja będzie generować ruch o wielkości 10000B co 1 sekundę, co daje dla każdej stacji przepustowość: (10000B/pakiet*8bit/B)/1s = 80kb/s

7. Symulacja topologii gwiazdy.

Konfiguracja topologii gwiazdy w celu symulacji przepustowości jest taka sama jak w przypadku topologii magistrali. Do symulacji wybrane zostały następujące parametry sieci (Rys.26).

Choose Results	
Global Statistics Ethemet Delay (sec) Traffic Sink End-to-End Delay (seconds) Traffic Received (bits) Traffic Received (bits/sec) Traffic Received (packets) Traffic Sent (packets) Traffic Sent (bits/sec) Traffic Sent (packets) Collision Count	Statistic information Description: Represents the utilization of the specified Ethernet hub. This does not incorporate the effects of background utilization traffic.
Delay (sec) Load (bits) Load (bits/sec) Load (packets) Load (packets/sec) Traffic Forwarded (bits/sec) Traffic Received (bits) Traffic Received (bits/sec) Traffic Received (packets) Traffic Received (packets) Traffic Received (packets) Traffic Received (packets/sec) Traffic Re	Draw style: linear Modify Collection mode: Bucket Modify Total of <default> values Modify time average Data collection ✓ Generate vector data No animation for all nodes No live stats for all nodes No live stats for all nodes ✓ Generate scalar data Ving last value ✓ OK Cancel</default>

Rys.26: Wybrane statystyki dla topologii gwiazdy

Wyniki symulacji przedstawia Rys.27.



Rys.27: Wyniki symulacji dla topologii gwiazdy

Zadanie z topologii gwiazdy:

- c) zwiększyć przepustowość każdej stacji roboczej dla dwóch przypadków 100kb/s i 150kb/s.
- d) przeprowadzić symulację dla tych przypadków.

Wskazówka: Zmiana przepustowości oraz symulacja jest opisana dokładnie w punkcie 6 i 7.

8. Topologia drzewa.

Po utworzeniu projektu tak jak było pokazane wcześniej w punkcie 2, następnie z menu wybieramy opcję "Topology", następnie klikamy na "Rapid Configuration", wybieramy opcję "Tree" i klikamy "OK". Otworzy się nam okno w którym należy kliknąć na "Select Models…" wybrać "Ethernet", kliknąć "OK' i ustawić tak jak na Rys.33 i zmiany zapisać kliknąć ponownie "OK".

Rapid Configuration: Tree
Models
Intermediate node model: ethemet16_switch 💌 Link model: 1000BaseX 💌
Leaf node model: ethemet_station
Placement
Splits per level — Center of tree — Size — Size —
Levels: Min: 3 X: 48.9258 Width: 19.5508
Max: 3 Y: 51.1835 Height: 11.4616
Select Models OK Cancel

Rys.33: Konfiguracja topologii drzewa

W ten oto sposób stworzyliśmy sieć LAN o topologii drzewa. Łącze ma przepustowość 1000 Mb/s (Rys.34).



Rys.34: Utworzona topologia drzewa

Teraz należy skonfigurować stacje robocze. Konfiguracja przebiega identycznie jak to miało miejsce w przypadku topologii pierścienia, gwiazdy czy magistrali, więc klikamy na dowolną ze stacji roboczych prawym przyciskiem myszy i wybieramy opcję "Select Similar Nodes", ponawiamy operację tylko tym razem wybieramy opcję "Edit Atrributes". Otworzy się okno w którym zaznaczamy opcję "Apply Changes to Selected Objects", następnie rozwijamy atrybuty "Traffic Generation Parameters" i "Packet Generation Arguments". Zmieniamy czas załączania generacji ruchu (ON State Time) na stały (constant=1000) i czas wyłączenia generacji ruchu (OFF State Time) na stały (constant=0), dzięki temu ta zmiana zapewni nieprzerwaną generację ruchu. Na koniec ustawiamy czas (Interarrival Time) na wykładniczy (exponential=1.0) i rozmiar pakietu (Packet Size) jako stały (exponential=10000) i klikamy "OK" (Rys.35).

Attribute	Value
, mame	node 2
model	ethemet station
-x position	50
v position	74.8981
hreshold	0.0
icon name	station
creation source	Rapid Configuration
creation timestamp	20:52:21 Nov 11 2014
creation data	
label color	black
Traffic Generation Parameters	()
 Start Time (seconds) 	constant (5.0)
 ON State Time (seconds) 	constant (1000)
• OFF State Time (seconds)	constant (0)
Packet Generation Arguments	()
 Interarrival Time (seconds) 	exponential (1.0)
Packet Size (bytes)	exponential (10000)
Segmentation Size (bytes)	No Segmentation
Stop Time (seconds)	Never
• altitude modeling	relative to subnet-platform
· condition	enabled
• financial cost	0.00
hostname	
• minimized icon	circle/#708090
xtended Attrs. Model Details Object	Documentation
orgin 1atch: Look in: Ciexact IV <u>N</u> ames Substring IV Values Ciegex IV Possible values	 ✓ Ad <u>v</u> anc

Rys. 35: Atrybuty stacji roboczych dla topologii drzewa

Każda stacja będzie generować ruch o wielkości 10000B co 1 sekundę, co daje dla każdej stacji przepustowość: (10000B/pakiet*8bit/B)/1s = 80kb/s

9. Symulacja topologii drzewa.

Konfiguracja topologii drzewa w celu symulacji przepustowości jest taka sama jak w przypadku topologii magistrali, gwiazdy lub pierścienia. Do symulacji wybrane zostały następujące parametry sieci (Rys.36). Wyniki symulacji przedstawia Rys.37.

Choose Results		
Global Statistics Ethemet Delay (sec) Traffic Sink End-to-End Delay (seconds) Traffic Received (bits) Traffic Received (bits/sec) Traffic Received (packets/sec) Traffic Sent (bits/ Traffic Sent (bits/sec) Traffic Sent (bits/sec) Traffic Sent (bits/sec) Traffic Sent (bits/sec) Traffic Sent (packets) Traffic Sent (packets/sec) Traffic Sent (packets/sec)	Statistic information Description:	
	Draw style:	Modify
	Collection mode:	Modify
	Data collection	
	Generate vector data	
	Generate live statistic	
	🗖 Generate scalar data	
	Using last value 💌	
	<u></u> K	<u>C</u> ancel



Rys. 36: Wybrane statystyki dla topologii drzewa

Rys.37: Wyniki symulacji dla topologii drzewa

Zadanie z topologii drzewa:

- g) zwiększyć przepustowość każdej stacji roboczej dla dwóch przypadków 100kb/s i 150kb/s.
- h) przeprowadzić symulację dla tych przypadków.
 Wskazówka: Zmiana przepustowości i symulacja jest opisana dokładnie w punkcie 10 i 11.

Zadanie dodatkowe:

To zadanie ma na celu zademonstrować implementacje przełączających sieci lokalnych. Symulacja tego zadania pomoże przetestować wydajność lokalnej sieci połączonej za pomocą switchów i hubów. Należy zbudować 2 sieci. Pierwsza o topologii gwiazdy, składająca się z huba i 16 stacji roboczych, gdzie każda ze stacji będzie generować ruch 8kb/s a łącze będzie miało przepustowość 10Mb/s. Druga sieć ma być kopią pierwszej, o takich samych parametrach czyli każda stacja ma generować ruch 8kb/s i łącze ma przepustowość 10Mb/s, ale ma się składać z 2 habów, do każdego z nich ma być podłączonych po 8 stacji roboczych a same hubu mają być podłączone do switcha. Wykonać symulacje dla charakterystyki opóźnienia, ruchu otrzymywanego, wysyłanego napisać wnioski z obserwacji tych charakterystyk.

Rozwiązanie:

A) Stworzenie projektu

Utworzenie projektu odbywa się identycznie jak w punkcie 2.

B) Zaprojektowanie i konfiguracja topologii gwiazdy

Z menu wybieramy opcję **"Topology**", następnie klikamy na **"Rapid Configuration**", wybieramy opcję **"Star**" i klikamy **"OK**". Otworzy się nam okno w którym należy kliknąć na **"Select Models...**" wybrać **"Ethernet**", kliknąć **"OK**' i ustawić tak jak na Rys.38 i zmiany zapisać kliknąć ponownie **"OK**".

🚺 Rapid Configuration: Star				
Models				
Center node model: ethemet16_hub				
Periphery node model: ethemet_station Number: 16				
Link model: 10BaseT				
Placement				
Center				
X: 50 Radius: 42				
Y: 50				
Select Models OK Cancel				
Rys.38: Konfiguracja topologii gwiazdy				

W ten oto sposób stworzyliśmy sieć LAN o topologii gwiazdy, składającą się z 16 stacji roboczych podłączonych do huba. Łącze ma przepustowość 10Mb/s (Rys.39).



Rys.39: Utworzona topologia pierścienia

Teraz należy skonfigurować stacje robocze. Klikamy na dowolną z nich prawym przyciskiem myszy i wybieramy opcję "Select Similar Nodes", ponawiamy operację tylko tym razem wybieramy opcję "Edit Atrributes". Otworzy się okno w którym zaznaczamy opcję "Apply

Changes to Selected Objects'', następnie rozwijamy atrybuty "Traffic Generation Parameters" i "Packet Generation Arguments''. Zmieniamy czas załączania generacji ruchu (ON State Time) na stały (constant=1000) i czas wyłączenia generacji ruchu (OFF State Time) na stały (constant=0), dzięki temu ta zmiana zapewni nieprzerwaną generację ruchu. Na koniec ustawiamy czas (Interarrival Time) na wykładniczy (exponential=1.0) i rozmiar pakietu (Packet Size) jako stały (exponential=1000) i klikamy "OK" (Rys.40).

(node_2) Attributes			
Attribute	Value		
) mame	node_2		
model	ethemet_station		
2 -x position	79.6984848098		
y position	79.6984848098		
Threshold	0.0		
icon name	station		
Creation source	Rapid Configuration		
creation timestamp	21:08:05 Nov 11 2014		
Creation data			
label color	black		
Traffic Generation Parameters	()		
Start Time (seconds)	constant (5.0)		
ON State Time (seconds)	constant (1000)		
OFF State Time (seconds)	constant (U)		
Packet Generation Arguments	()		
Packet Size (https)	exponential (1.0)		
Fackel Size (bytes)	No Segmentation		
Stop Time (seconds)	No Segmentation		
	relative to subpet-platform		
condition	enabled		
financial cost	0.00		
nostname			
Extended Attrs. Model Details Object Docu			
Match: Look in: ○ Exact ▼ Names ⓒ Substring ▼ Values ○ RegEx ▼ Possible values ▼ Tags	itter		

Rys.40: Atrybuty stacji roboczych dla topologii gwiazdy

Każda stacja będzie generować ruch o wielkości 1000B co 1 sekundę, co daje dla każdej stacji przepustowość:

(1000B/pakiet*8bit/B)/1s = 8kb/s

C) Wybór statystyk

Aby wywołać symulację należy najpierw wybrać statystyki do symulacji. Więc wybieramy z menu zakładkę "Simulation" a w niej klikamy na opcję "Choose Individual Statistics…", otworzy się okienko w którym zaznaczamy jak na Rys.41.

Choose Results			- • •	
Global Statistics Global Statistics Chemet Delay (sec) Traffic Sink Find-to-End Delay (seconds) Traffic Received (bits) Traffic Received (bits/sec) Traffic Received (packets) Traffic Source Traffic Sent (bits) Traffic Sent (bits/sec) Traffic Sent (packets) Node Statistics Link Statistics	ן ריין דיין דיין דיין דיין דיין דיין דיי	Statistic information Description: Traffic sent (in packets/sec) by the traffic sources across all nodes.		
	D	raw style: linear	Modify	
	G	ollection mode: Bucket Total of <default> values sum/time</default>	Modify	
		Data collection		
		Generate vector data Record statistic animation Generate live statistic		
	Г	Generate scalar data Using last value	-	
× ۲]	<u>O</u> K	Cancel	

Rys.41: Wybrane statystyki dla topologii gwiazdy

D) Konfiguracja symulacji

Po wybraniu statystyk klikamy **"OK**" i w menu wybieramy zakładkę **"DES**" a następnie klikamy na **"Configure Discrete Event Simulation...".** Otworzy się nam okno w którym musimy zmienić pole **"Duration**" na 11 sekund (Rys.42) i klikamy w lewym dolnym rogu **"Run".**

Configure/Run DES	: project1-scena	rio1		
Duration: 11	seco	nd(s) 💌		
Values per statistic: 100				
Global attributes Report	ts			
Attribute	Value			<u> </u>
E Simulation Efficiency				
				-
•				•
	<u>R</u> un	Cancel	Apply	<u>H</u> elp

Rys.42: Konfiguracja symulacji

E) Tworzenie duplikatu lub inaczej mówiąc kopii topologii gwiazdy, wykonanej w punkcie B.

W tym celu wybieramy **"Duplicate Scenario**" z menu **"Scenarios"**, wpisujemy jakąkolwiek nazwę duplikatu i klikamy **"OK"** (Rys.43).

📔 Enter Name		×
Scenario name: hub2		
	<u>О</u> К	<u>C</u> ancel

Rys.43: Tworzenie duplikatu

Teraz otwieramy **"Object Palette"** klikając na ikonę, która znajduje się w głównym menu a wygląda identycznie jak na Rys.44.



Rys.44: Ikona palety

Po kliknięciu ikony pojawi się nam okno w którym musimy wybrać opcję **"Ethernet"**, a następnie wybrać **"ethernet16_switch"** i **"ethernet16_hub"** (Rys.45) i oba te urządzenia umieścić w naszym scenariuszu, poprzez zaznaczenie w **"Object Palette"** i kliknięciu raz na scenariuszu Rys.46.

Cobject Palette Tree: project1-hub2			- • •
Search by name: ethemet			Find Next
Drag model or subnet icon into workspace			
E demands			
🗄 🔣 DPT			
🖻 🔣 Equipe			
🗈 🕺 ethcoax			
ethemet	Default		
Application Config	Fixed Node	Application Configur	
	Fixed Node	Ethernet Bridge	
ethemet 16_hub	Fixed Node	Ethernet Hub	
- A ethemet 15 laver4_switch	Fixed Node	Ethernet Switch	
ethemet16_switch	Fixed Node	Ethernet Switch	V
	Fixed Node	Ethernet Switch	Logical Subnet
	Fixed Node	Ethernet Switch	
ethemet_cache_server	Fixed Node	Ethernet Server	
ethemet_printer	Fixed Node	Ethernet Printer	-
ethemet_server	Fixed Node	Ethernet Server	Satellite Subnet
ethemet_station	Fixed Node	Ethernet Station	
ethernet_wkstn	Fixed Node	Ethernet Workstatio	V
IP Attribute Config	Fixed Node	IP-layer Attribute De	Mobile Subnet
Profile Config	Fixed Node	Profile Configuration	
Task Config	Fixed Node	Custom Application	
🗄 🖃 🔄 Link Models			Subact
<u> </u>			Subher
Create right-angled link			
Model Details Create Custom Model		Clos	e Help



Rys.46: Tworzenie nowej sieci

Teraz należy połączyć ze sobą urządzenia, w tym celu klikamy prawym przyciskiem myszy na dowolne łącze i wybieramy opcję **"Select Similar Links"**, która odpowiada za zaznaczenie wszystkich łączy. Gdy to zrobimy wciskamy na klawiaturze klawisz **"Delete"** (Rys.47).



Rys.47: Tworzenie nowej sieci ciąg dalszy

Politechnika Rzeszowska im. Ignacego Łukasiewicza Zakład Systemów Rozproszonych Rzeszów 2014 Teraz otwieramy **"Object Palette**" jeśli była zamknięta, klikając na ikonę taką jak na Rys.44. W oknie, które się otworzy musimy wybrać zakładkę **"Links"** a z niej łącze o przepustowości **10BaseT** i połączyć ze sobą urządzenia. Łączenie odbywa się metodą **"przeciągnij i upuść"**, która polega na wybraniu z **"Object Palette"** łącza, a następnie kliknięciu na stacje roboczą w scenariuszu, przeciągamy do huba i upuszczamy. Po całym procesie łączenia ze sobą elementów sieciowych sieć powinna wyglądać tak jak na Rys.48.





F) Uruchomienie symulacji dla dwóch różnych sieci zbudowanych w punkcie B i E.

Wybieramy z menu **"Scenarios**" opcję **"Manage Scenarios**", otworzy się nam okno w którym musimy zmienić w kolumnie o nazwie **"Results**" na opcję **"up to day**" i kliknąć **"Ok**". Wybór opcji odbywa się poprzez kliknięcie w odpowiednim miejscu wiersza za pomocą myszki (Rys.49). Okno to opisuje projekt o nazwie **"Zdanie"** i dwóch scenariuszach o nazwie **"hubl**" i **"hub2"**.

M	anage Scenarios					X
Proje	Scenario Name	Saved	Results	Sim Duration	Time Units	
	hub1	saved	up to date	11	second(s)	
	2 hub2	saved	up to date	11	second(s)	
	Delete Discard Results		<u>о</u> к	Cancel	<u>H</u> elp	

Rys.49: Konfiguracja symulacji dla dwóch sieci

G) Wyniki symulacji dla dwóch różnych sieci z punkt B i E.

Aby zobaczyć wyniki symulacji należy z menu **"Results"** wybrać opcję **"Compare Results"**, otworzy się okno w którym należy zaznaczyć opcję **"Average"**, która odpowiada średniej arytmetycznej, dzięki czemu wykresy są bardziej czytelne. Po prawej stronie rozwijamy charakterystyki dla których była tworzona symulacja, a po prawej stronie będziemy widzieć wykresy.

Więc wybieramy na przykład symulację dla opóźnienia i klikamy w dolnym prawym rogu okna **"Show"** (Rys.50).



Rys.50: Wynik symulacji dla dwóch sieci

- wykres opóźnienie (Delay) Rys.51



Rys.51: Wynik opóźnienia

Wykres ten reprezentuje opóźnienie od początku do końca ramek akceptowanych przez wszystkie warstwy Ethernetu. Widzimy na wykresie, że opóźnienie jest mniejsze dla obu sieci w miarę upływu czasu z tą różnicą że dla sieci z jednym hubem najmniejsze od sieci z dwoma hubami. Wynika to po prostu z dodatkowego huba i switcha dla sieci drugiej.



Wykres ten przedstawia ruch otrzymywany w pakietach na sekundę przez ruch przepuszczony poprzez wszystkie węzły. Widzimy z wykresu iż w miarę upływu czasu, ruch obu sieci rośnie, jednak pod koniec symulacji sieć z dwoma hubami i switchem nie zostaję tak obciążona jak ta z jednym hubem. Wynika to z tego że dzięki zastosowaniu 2 habów i switcha ruch w sieci jest podzielony to znaczy obciążone są 2 huby ruchem i jeden switch a nie jeden hub jak to jest w drugim przypadku, gdzie musi sam odpowiadać za cały ruch sieci.

- wykres Traffic Sent (packets/sec) Rys.53.



Rys.53 Wykres wysyłanego ruchu

Wykres ten przedstawia ruch wysłany w pakietach na sekundę, przez źródła ruchu poprzez wszystkie węzły. Widzimy że różnica dla obu sieci jest niewielka, w małym stopniu sieć która posiada 2 huby i jeden switch generuje większy ruch, ponieważ posiada więcej węzłów jak to jest w przypadku sieci z jednym hubem.

13. Podsumowanie

Program Opnet posiada wiele możliwości do projektowania i analizowania sieci ethernet. Możemy zbudować właściwie każdą sieć i podać ją symulacji. Symulacja sieci jest tym dokładniejsza i dłuższy jest czas symulacji. Ale dłuższy czas symulacji wymaga szybkiego komputera z dużą ilością pamięci podręcznej (pamięci RAM).