



אוניברסיטת בן-גוריון בנגב  
הפקולטה למדעי ההנדסה  
המחלקה להנדסת תקשורת  
2016

## **Lab 2 – Packet Encapsulation**

## 1.1 פונקציונאליות של המערכת

במעבדה זו נבנה מערכת המורכבת מ-Switch המחובר למספר Hosts (מודולים מורכבים).

להלן הפונקציונאליות של המערכת

### 1.1.1 הודעות המערכת

ניצור את ההודעות הבאות:

- App\_pck - בגודל משתנה.
- IP\_pck – בהתאם לפרוטוקול IPv4
- Eth\_pck – בהתאם לפרוטוקול Ethernet II framing
- ARP – בהתאם לפרוטוקול ARP.

### 1.1.2 מודול Host (תחנה)

המודול מורכב (Compound) מ-3 מודולים פשוטים:

#### 1.1.2.1 מודול פשוט – Application.

- מייצר חבילות App\_pck על פי פרמטרים: התפלגות מרווח זמני שידור בין חבילות, והתפלגות גודל ההודעה. כל ההתפלגויות מוגדרות בקובץ ini.
- מקבל חבילות הנכנסות ממודול IP.

#### מודול פשוט – IP

- מחזיק כתובת IP (מקור) ייחודי של המודול.
- לכל חבילה המגיעה ממודול Application, מוסיף IP header (IP\_pck encapsulation) בגודל 20B לרבות כתובת IP מקור ויעד מהצורה X.172.168.32. X מייצג את מספר התחנה. כתובת יעד החבילה היוצאת (IP) תוגרל מהתפלגות כפי שתוגדר בקובץ ini מבין סה"כ הכתובות ברשת. את ההודעה (Encapsulated) החדשה מעביר למודול Ethernet.
- מקבל חבילות הנכנסות ממודול Ethernet. במידה וכתובת היעד IP תואמת לכתובת ה-IP של המודול מסיר את ה-IP header ומעביר את המידע למודול Application.

#### 1.1.2.2 מודול פשוט – Ethernet

- מחזיק כתובת Ethernet ייחודי של המודול.
- לכל חבילה המגיעה ממודול IP, מוסיף Ethernet header (Eth\_pck) בגודל 18B לרבות כתובות mac מקור ויעד מהצורה X.11.11.11.11.0x. X מייצג את מספר התחנה. את

כתובת היעד (ה-mac) מוצאים ב-ARP table על פי כתובת היעד IP. במידה וכתובת ה-mac נמצאה, שולח את החבילה לפורט היציאה. אם כתובת ה-mac לא נמצאה, שולח ARP request לפורט היציאה.

- זמן חיים של הרשומה ב-Arp table מוגדרת בקובץ ini.
- מקבל חבילות הנכנסות מ-Switch. המודול יקבל חבילות נכנסות רק אם כתובת היעד mac תואמת את כתובת המודול. במידה והחבילה הנכנסת הינה חבילת מידע, המודול מסיר את ה-Ethernet header ומעביר את התוצאה למודול IP. במידה וזאת הודעת ARP עונה עליה בהתאם לפרוטוקול.

### 1.1.3 מודול switch

- מחזיק טבלה דינמית המקשרת בין פורט לבין כתובת ה-mac (Filtering Database). כל רשומה בטבלה זו מציינת את כתובת ה-mac של ה-host שמחובר לנתב ע"י הפורט שברשומה.
- נגדיר ב-switch פרמטר Ageing time. פרמטר זה יגדיר זמן חיים של רשומה בטבלת ה-Filtering Database. פרמטר זה יוגדר בקובץ ini.
- בתחילת הסימולציה הטבלה תהיה ריקה (Filtering Database) ותתעדכן בהתאם לטופולוגיה.
- לכל חבילה שנכנסת המודול יבדוק בטבלת ה-Filtering Database, האם לכתובת מקור של חבילה יש רשומה בטבלה. במידה ורשומה קיימת, המודול יעדכן את זמן החיים של החבילה. במידה ורשומה לא קיימת, המודול יעדכן את הטבלה עם כתובת המקור של החבילה ומספר פורט ממנה הגיעה החבילה.
- על מנת לנתב חבילה שנכנסת, המודול מחפש את כתובת היעד של החבילה בטבלה Filtering Database ומחליט על פי כתובת היעד (MAC) של החבילה לאיזה פורט להוציא את החבילה. במידה ואין רשומה עם כתובת היעד של החבילה, המודול ישלח את החבילה לכל הפורטים מלבד לפורט ממנה הגיעה החבילה.
- פעולת העברת חבילה מפורט לפורט לוקחת זמן קבוע switch latency time. פרמטר זה יוגדר בקובץ ini.

### 1.1.4 טופולוגיה

- נגדיר 4 hosts שמחוברים ל-switch אחד.

### 1.1.5 תעבורה בין Switch ל-Host

- קצב התעבורה בקו בין ה-Switch לבין Host-ינו 100Mb/s.
- הקווים בין המודולים Application, IP, Ethernet, ללא השהייה.

## 1.2 סימולציה

הגדירו את הפרמטרים הבאים והריצו את המערכת. שימו לב, עבור פרמטרים שונים של המערכת יש להריץ את המערכת מחדש. כל סימולציה תרוץ למשך 500 שניות סימולציה.

### 1. מודול Application

- הגדירו התפלגות אקספוננציאלית למרווח זמני שידור בין חבילות כאשר פרמטר  $\lambda$  יקבל ערכים בין 0.1 ל 0.9 בקפיצות של 0.1
- אורך המידע של החבילה יוגרל נורמאלית עם ממוצע 1000 בתים ושונות 150 בתים. גודל המידע לא יעבור את ערך המינימום 26 ומקסימום 1480. שים לב גודל זה יהיה כפולה של 4.

### 2. מודול IP

- הגדירו התפלגות לכתובת (IP) יעד החבילה היוצאת במודול IP כ-  $U(0, n-1)$  כאשר  $n$  הוא מספר hosts במערכת. (שימו לב, כתובת היעד אינה יכולה להיות כתובת המקור).

### 3. מודול Ethernet

- זמן חיים של רשומה ב- arp table היא 10s.

### 4. מודול Switch

- הגדירו  $\text{switch latency time} = (\text{packet\_length} * 3 \text{microseconds}) / 1000$ .
- הגדירו פרמטר Aging time 1second.

## 2 דוח מסכם

הציגו את הנתונים הבאים עבור כל אחד מהרצות המערכת

1. גרף מרווחי זמני הגעות של חבילות **המידע** הנכנסות כפונקציה של הזמן. בסוף כל סימולציה הציגו את כמות הודעות המידע, ממוצע מרווח זמן ההגעות בין החבילות המידע, את השונות, את הערך המינימום והמקסימום.
2. השוו את תוצאות הממוצע הנדגם של מרווחי זמן הגעות והשונות, שקיבלתם מהנתונים הנדגמים לממוצע והשונות שניתנו במקור. הסבירו את ההבדלים.
3. גרף זמן השהייה של חבילות **המידע** במערכת כפונקציה של הזמן. בסוף כל סימולציה הציגו את ממוצע זמן השהייה במערכת, את השונות, את זמן ההשהייה המינימאלי והמקסימלי.
4. נא הגישו גם את קוד הפרוייקט.