

---

---

# שכבה פיזית, מסגרות, גילוי שגיאות

5 מאי 2026

הרצאה 3

Slides Credits: Steve Zdancewic (UPenn)

# נושאים להיום

---

- שכבה הפיזית
- שכבת העורק
- מסגרות
- שגיאות
- גילוי שגיאות

# אתגרים : חיבור פיזי

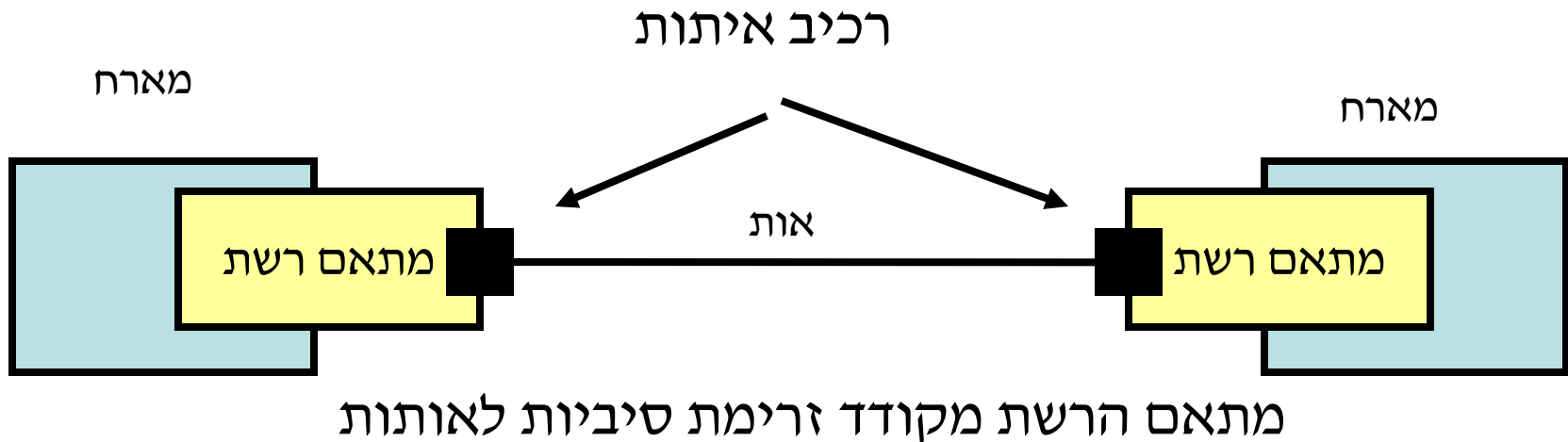
קידוד  
ופיענוח  
סיביות

שידור אותות

שידור אמין

גילוי ותיקון  
שגיאות

# רכיבי איתות



הפשטה: נניח שיש 2 סוגי אותות – גבוה ונמוך  
בפועל: הפרשי מתח על חוטי נחושת  
(מוביל לאתגרי ובעיות קידוד מעניינות)

# כרטיסי מתאם רשת (Network Interface Cards – NIC)

Edimax EN-9260TX-E PCI Express 10/100/1000Mbps רשת

מק"ט: 26394

מחיר: **₪59**

או 4.92 ₪ לחודש ב- 12 תשלומים (סה"כ 59 ₪)

זמין כעת במלאי בטבריה [בדיקת מלאי בסניף אחר]



לחץ כאן להגדלה ולתמונות נוספות

התמונה להמחשה בלבד

**EDIMAX**  
NETWORKING PEOPLE TOGETHER

TP-Link TL-WN781ND nLITE N PCI Express 150Mbps רשת אלחוטי

מק"ט: 24824

מחיר: **₪45**

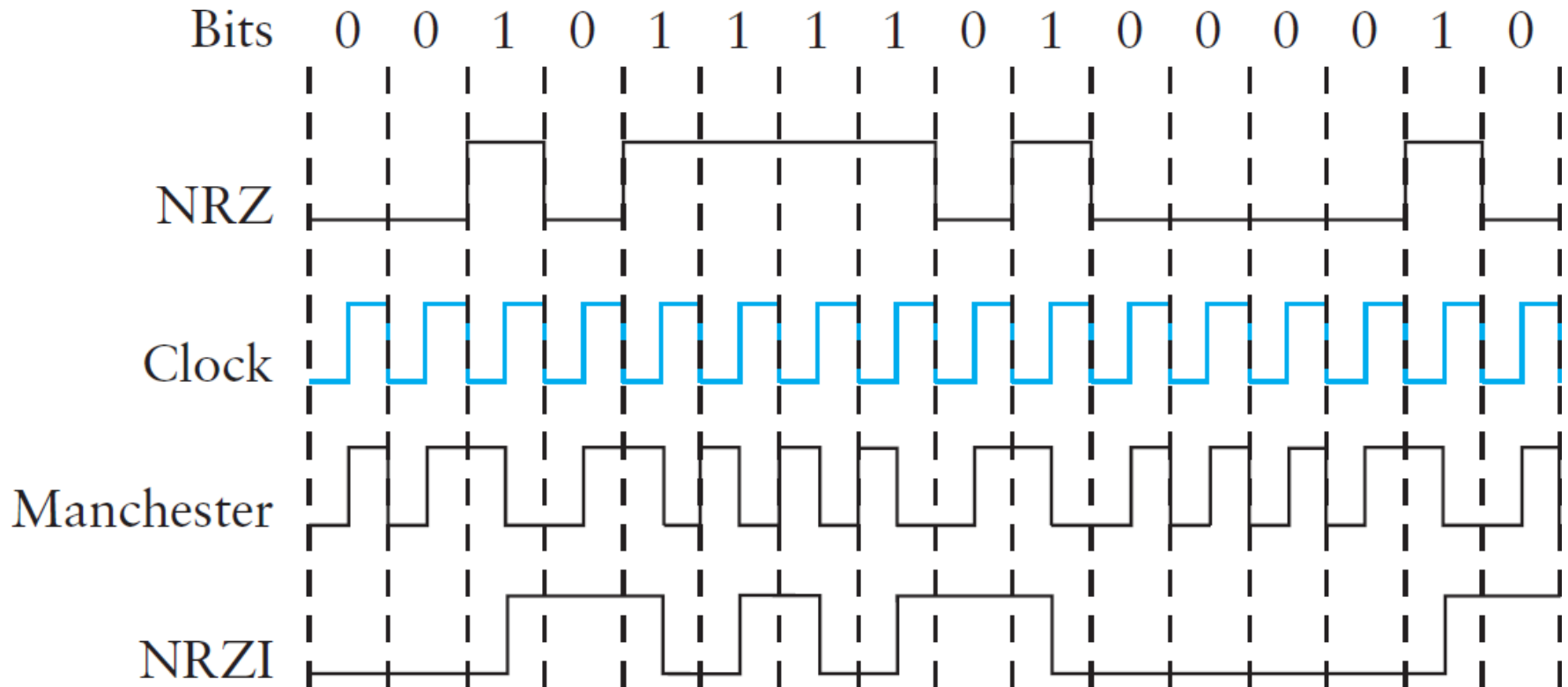
או 3.75 ₪ לחודש ב- 12 תשלומים (סה"כ 45 ₪)

זמין כעת במלאי בטבריה [בדיקת מלאי בסניף אחר]

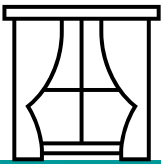


Source: KSP.co.il

# שיטות קידוד



- שכבה הפיזית
- שכבת העורק
- מסגרות
- שגיאות
- גילוי שגיאות



# מסגרות

- צריכים דרך לשלוח בלוקים של נתונים
- איך מתאם הרשת יודע היכן הרצף מתחיל והיכן הוא מסתיים?
- מסגרות הינן יחידות השליחה של נתונים בשכבת העורק
- מבוסס בתים מול מבוסס סיביות
- נקודה לנקודה  
(Point-to-point (e.g., **PPP**)  
לעומת  
גישה מרובה  
Multiple access (e.g., **Ethernet**))



- מתייחסים לכל מסגרות כרצף של **בתים**

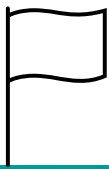
## DDCMP

- *Digital Data Communication Message Protocol*
- היה בשימוש במערכת Digital Equipment Company של חברת DEC

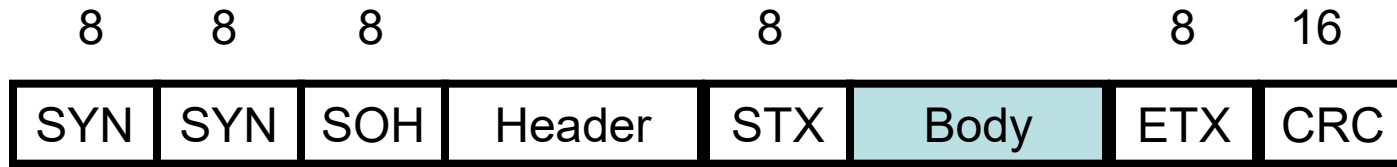
## BISYNC

- *Binary Synchronous Communication protocol*
- פותח על ידי IBM בשנות ה-1960

- **שאלה מרכזית:** איזה בתים שייכים למסגרת?



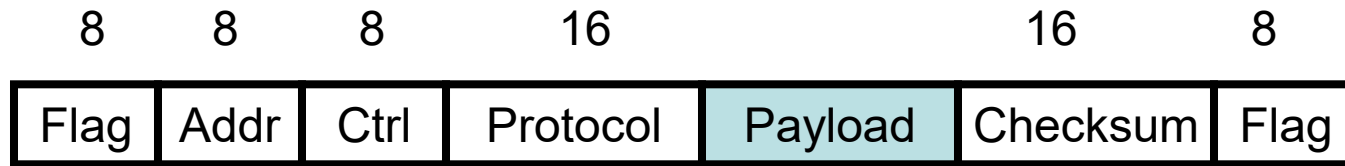
# גישת הזקיף : BISYNC



מבנה המסגרת של BISYNC

- זקיפים {
- SYN - סנכרון
  - SOH - תחילת הכותרת (start of header)
  - STX - תחילת הטקסט (start of text)
  - ETX - סוף הטקסט (end of text)
  - CRC - בדיקת תקינות (cyclic redundancy check)

# (PPP) Point-to-Point Protocol



מבנה המסגרת של PPP

דגל – זקוף 01111110

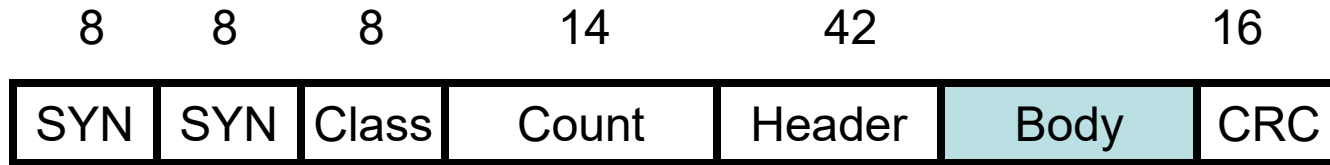
בשימוש על ידי מודמים  
(חייגן)

גודל ה-Payload נקבע על ידי משא ומתן

- 1500 בתים ברירת מחדל
- **Link Control Protocol (LCP)**

**פרוטוקול** – מפתח פענוח ריבוב מזהה את הפרוטוקול ברמה היותר גבוה כמו IP או LCP

# ספירת בתים: DDCMP



מבנה המסגרת DDCMP

- במקום זקיפים, כותבים מספר הבתים במסגרת
- מה יקרה אם השדה Count מגיע שגוי?

- שכבה הפיזית
- שכבת העורק
- מסגרות
- שגיאות
- גילוי שגיאות

# אתגר : גילוי ותיקון שגיאות

- סיביות שגויות מתרחשות מפעם לפעם
  - הפרעה אלקטרונית
  - רעש בעקבות חום
- יכול להחליף סיביות בודדות (Bit errors)
- יכול לאפס או להחליף רצף של סיביות (Burst errors)

מה עושים  
כאשר מגלים  
שגיאה?

איך מגלים  
שגיאה?

# גילוי שגיאות

---

- עקרון: הכנסת מידע מיותר

# שיטות פשוטות לגילוי שגיאות

---

## סיבית זוגיות

- 7 סיביות נתונים
- סיבית 8 הינה סכום 7 סיביות הראשונות  $mod 2$

# שיטות פשוטות לגילוי שגיאות

---

## אלגוריתם האינטרנט ל-Checksum

- מחברים את כל מילות ההודעה, שולחים את הסכום
- חיבור של 16 סיביות במשלים במתמטיקה משלים ל-1
- <https://www.youtube.com/watch?v=EmUuFRMJbss>

- שכבה הפיזית
- שכבת העורק
  - מסגרות
  - שגיאות
- גילוי שגיאות