



רשתות תקשורת מחשבים  
סמסטר א' תשפ"ד

## תרגיל בית מס' 2 – שכבת הערוץ

להגשה עד 19.12.2024

### שאלה 1 - קוד זוגיות (15%):

נשתמש ב"קוד סודוקו" שמוגדר באופן הבא: נסדר את המידע בריבוע בגודל  $n^2 \times n^2$  שמחולק ל- $n$  תאים בגודל  $n \times n$  (עבור  $n = 3$  זו תהיה הצורה הסטנדרטית של לוח סודוקו) ולכל עמודה, לכל שורה ולכל תא נוסף סיבית זוגיות אחת שתחושב רק על הסיביות שבאזור שהוקצתה עבורו.

P	P	D	D	D	p
P	P	D	D	D	p
P	P	D	D	D	p
P	P	D	D	D	p
p	p	p	p	p	p

מהו מרחק הקוד של קוד זה? נמקו מדוע ניתן לזהות כל מספר היפוכי סיביות נמוך ממנו והביאו דוגמה שמראה שזה חסם הדוק.

### שאלה 2 - CRC (15%):

נתונה המילה הבאה: 11101000101001, והפולינום היוצר:  $G(x) = x^5 + x^4 + x + 1$ .  
נניח כי אמיר מעוניין להעביר לבת-שבע את המילה לפי קידוד CRC.

- הציגו את מילת הקוד שתשלח על ידי אמיר.
- בהנחה שהועברה ההודעה, וחלה בה שגיאה בביט ה-14 (כלומר, הביט הימני ביותר מבין 14 הביטים של המילה המקורית) האם השגיאה תתגלה? הציגו את החישוב של בת-שבע שיוביל למסקנה זאת.

### שאלה 3 - Aloha (20%):

נתונה רשת Aloha עם 3 סוגים של תחנות:

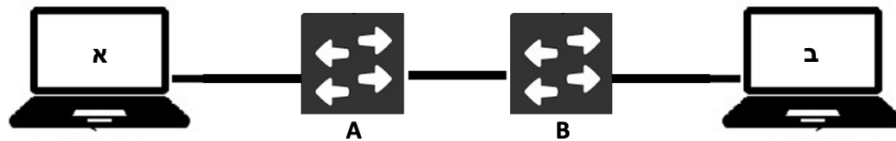
- תחנה אדומה, שמשדרת בכל חריץ זמן שלישי.
  - 6 תחנות ירוקות, שכל אחת מהן משדרות בכל חריץ זמן מסגרת (frame) בהסתברות  $\frac{1}{4}$ .
  - הרבה תחנות כחולות, כך שמספר התחנות שמשדרות מסגרת בחריץ זמן הוא משתנה מקרי גאומטרי (מתחיל מ-0) עם  $p = \frac{1}{5}$  (כלומר בסיכוי  $\frac{1}{5}$  הוא 0, בסיכוי  $\frac{4}{5^2}$  הוא 1, בסיכוי  $\frac{4^2}{5^3}$  הוא 2 וכן הלאה).
- נניח כי חריצי הזמן מסונכרנים (Slotted). מהי ההסתברות שמסגרת כלשהי תשלח בערוץ בהצלחה בחריץ זמן אקראי?
  - נניח שהתחנות הכחולות יצאו מסנכרון עם שאר התחנות (אך עדיין מסונכרנות בתוך עצמן). התחנות הירוקות והתחנה האדומה, לעומת זאת, נשארות מסונכרנות ומשדרות באותן חריצי זמן. מה הסיכוי שמסגרת ירוקה תשודר בהצלחה בחריץ זמן אקראי?



רשתות תקשורת מחשבים  
סמסטר א' תשפ"ד

#### שאלה 4 - CSMA/CD (15%):

נתונה רשת המורכבת מארבעה רכיבים: שני מחשבים, מחשב א' ומחשב ב', המחוברים באמצעות סגמנטים של Ethernet עם שני מתגים באמצע, A ו-B. כמתואר בצור:

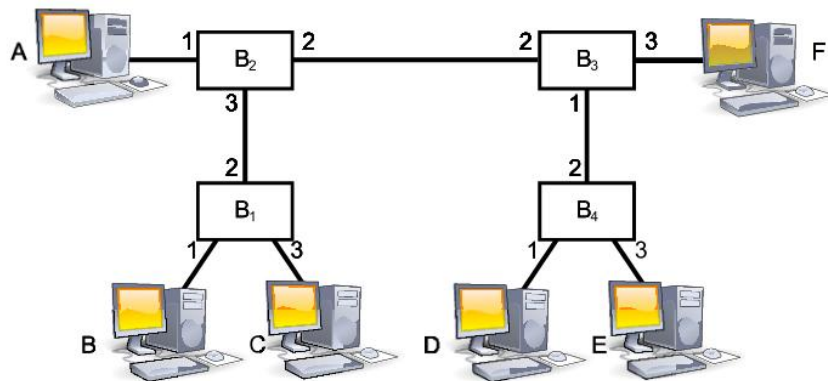


ממחשב א' שולחים מסגרות (frames) בגודל קבוע של 1,000 ביטים למחשב ב'. קצב השידור של כרטיסי הרשת על הקו הוא 100 Mbps. מהירות ההתפשטות של ביט בודד על הקו הפיזי הוא 100,000 km/s.

- רכיבי התקשורת מעבירים מסגרות באמצעות CSMA/CD. מה הוא המרחק המקסימלי המותר בין שני רכיבי תקשורת? נמקו.
- נניח כעת כי המרחק בין כל שני רכיבים הוא 400 מטר. בהנחה כי הסגמנטים על המסלול שקטים, וכי המתגים מתחילים לשדר הודעה ברגע שהם מסיימים לקלוט אותה, כמה זמן יעבור מהרגע בו מחשב א' יתחיל לשדר הודעה עד שתתקבל במחשב ב' במלואה?
- אם מחשב ב' ומתג B מנסים יחד לשדר זה אל זה, מה הסיכוי שהם יכשלו בשל התנגשות 3 פעמים ברצף?

#### שאלה 5 - מיתוג ברשת (20%):

בצור הבא נתונה רשת של מחשבים מחוברים ע"י מתגים. טבלאות המיתוג של המתגים מתחילות ריקות.



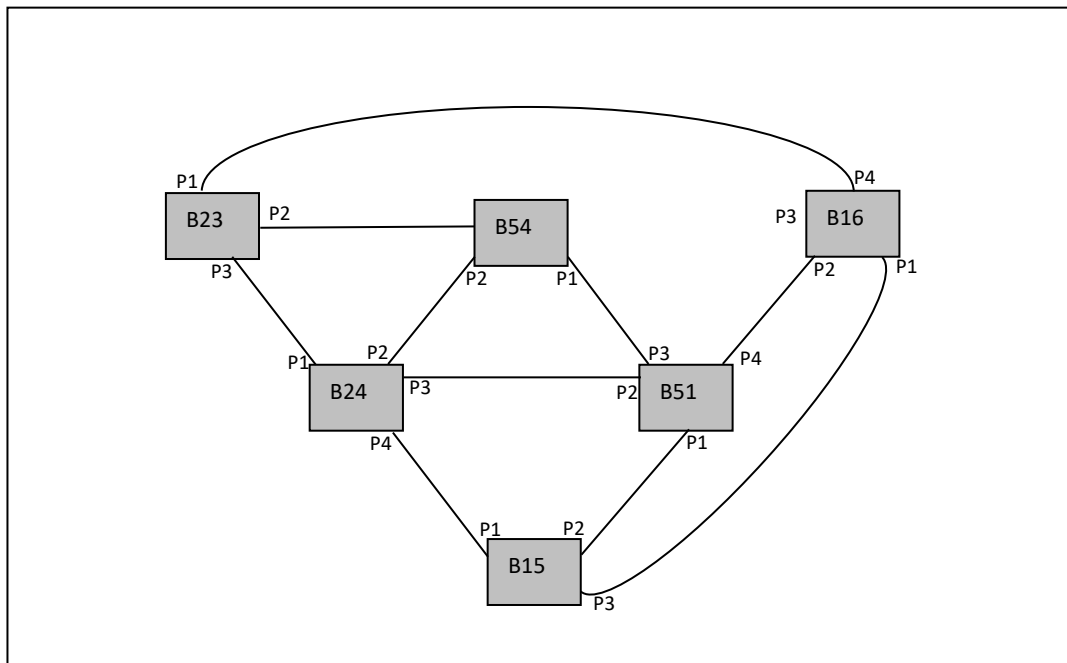
- נניח ששלחנו הודעה ממחשב A למחשב B ואחר כך שלחנו הודעה ממחשב E למחשב A. הראו את טבלאות המיתוג של כל המתגים לאחר השליחות (מספיק לציין את כתובת ה-MAC וה-IP של המוען ושל הנמען בכל שורה).
- נניח ו-A נותק מפורט 1 של B<sub>2</sub> וחובר מיד לפורט 4 של B<sub>3</sub>. מיד לאחר מכן, A שלח הודעה ל-E. בהנחה שה-TTL של כל השורות בטבלה הוא אינסוף (כלומר אף שורה לא תימחק באמצע), מאילו מחשבים יגיעו הודעות המיועדות ל-A ליעדן בהצלחה, ומאילו לא? נמקו.



רשתות תקשורת מחשבים  
סמסטר א' תשפ"ד

**שאלה 6 - פרוטוקול העץ הפורש (בשכבת הערוץ) (15%):**

בציור הבא מתוארת רשת מקומית: ריבוע המסומן ב- $B_i$  מסמן גשר עם id-שלו הוא  $i$ . כל פורט של כל גשר מסומן כ- $P_j$ .



נניח שהאלגוריתם לחישוב עץ פורש כבר התייצב. ציינו לכל גשר את מרחקו מהשורש ואת ה-root port שלו.

**הנחיות הגשה:**

הגשת התרגילים תתבצע דרך המודל.

הגישו קובץ PDF יחיד ששמו:

EX2\_ID1\_ID2

אם הגשתם בזוג (רק אחד מבין השניים נדרש להגיש את התרגיל במודל), או

EX2\_ID

אם הגשתם לבד.