

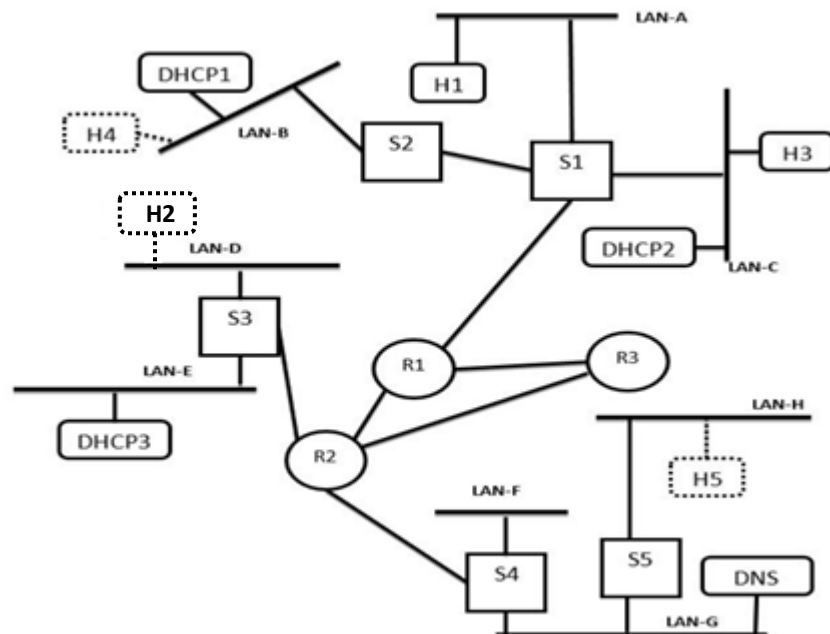
## מבוא לרשתות תקשורת – תרגיל 2

17 בדצמבר 2020

יש להגיש את התרגיל עד יום ראשון, 03/01/2021 דרך המודל. הגשה ביחידים.

### 20 נק') שאלה 1 – Layer 3

נתונה רשת התקשורת:



- הקווים המסומנים ב LAN-X הם רשתות Ethernet מקומיות.
- משקלי כל הקשתות ברשת הם 1.
- הנתבים R1-R3 הם נתבים סטנדרטיים המריצים ביניהם את פרוטוקול OSPF.
- ה switch S1-S5 מסומנים בריבוע עם ה-ID שלהם והם סטנדרטיים כפי שנלמד בקורס.
- אל הרשת מחוברים שרת DNS בעל cache אינסופי וכן שרתי DHCP (DHCP1-DHCP3).
- הכתובת [www.huji.ac.il](http://www.huji.ac.il) נמצאת ב cache של שרת ה DNS וכתובת ה IP שלה היא 123.4.5.6
- H1-H5 הן יחידות קצה.
- תהליכי ה STP וה OSPF הסתיימו וכל טבלאות ה Switch וה ARP ריקות.
- כתובת ה MAC של כל רכיב מיוצגת על ידי שמו, למשל כתובת ה MAC של H1 היא H1.
- רכיבים/חיבורים מקווקווים לא מחוברים לרשת עד הסעיף הרלוונטי.
- ה timeout (TTL) של הרשומות בטבלאות DNS, ARP, הוא אינסופי.

- א. (3 נק') כמה broadcast domains (רשתות LAN) יש ברשת הנתונה? נמקו.
- ב. (2 נק') נניח כי המחשב H4 מתחבר לרשת. מאילו שרתי DHCP הוא יקבל הצעה לכתובת IP?
- ג. (5 נק') כעת יחידת הקצה H5 מתחברת לרשת. ב LAN שבו היא נמצאת אין שרת DHCP. הסבירו כיצד היא יכולה לקבל כתובת IP באופן אוטומטי.
- i. פרטו את ההגדרות הדרושות ברכיבים השונים ברשת על מנת ש H5 תוכל לקבל כתובת IP באופן אוטומטי.
- ii. פרטו את ההודעות הנשלחות ברשת כש H5 מתחברת ומבקשת כתובת IP.
- ד. (10 נק') נניח כי יחידת הקצה H2 הופעלה כעת בפעם הראשונה והיא מעוניינת לשלוח הודעה אחת ל [www.huji.ac.il](http://www.huji.ac.il) שנמצאת מחוץ לרשת הנתונה. מלאו טבלה דומה לזו המתוארת מתחת לסעיף זה, ובה פרטו את כל ההודעות העוברות ברשת המקומית LAN-D על פי סדר שליחתן.
- הערה 1: השאירו ריקים שדות שאינם רלוונטיים
- הערה 2: יש להניח שטבלאות ה DNS של השרת מלאות וכל יתר הטבלאות ריקות.
- הערה 3: הניחו שאין הודעות פרט לאלו שנוצרות בעקבות H2.
- הערה 4: עליכם לבחור מרחבי כתובות IP ל LANים השונים, ולתת לרכיבים ברשת (למשל יחידות קצה) כתובות IP בהתאם. ציינו מהו ה subnet של הכתובות שבחרתם.

Source MAC address	Dest MAC address	Source IP address	Dest IP address	פרוטוקול וסוג ההודעה	באיזה מידע נעשה שימוש וכיצד הושג

## 17) שאלה 2

א. (2 נק') מה המטרה בשיטת hierarchical addressing ו IP בפרט?

ב. (2 נק') ציינו שני הבדלים בין כתובות IP לכתובות MAC.

ג. החברה bestvid.com מספקת שירותי צפיה בסרטונים. לחברה יש שרתי וידאו רבים הממוקמים בכל אחת מהיבשות, כאשר כל אחד מהשרתים יכול להציג את כל הסרטונים.

כאשר משתמש ברשת רוצה לצפות בסרטון מסוים, הוא פונה לשרת ה DNS המקומי שלו (ששייך לספקית ונמצא באותה מדינה), מבקש ממנו כתובת IP של [www.local.bestvid.com](http://www.local.bestvid.com) ופונה לכתובת ה IP שקיבל לצורך הצפיה בסרטון.

מנהל השרת של bestvid.com רוצה להפנות כל בקשה שמתקבלת לשרת וידאו שנמצא ביבשת ממנה הבקשה הגיעה, ובנוסף לכך, שבכל יבשת, העומס על שרתי הוידאו שנמצאים בה יתחלק בצורה שווה ככל הניתן (עבור שרתים ביבשות שונות יכול להיות שהעומס יהיה שונה).

ל bestvid.com יש שרת DNS ראשי ns1.bestvid.com שאליו מופנים מהשרת שמטפל ב .com, שרת זה יודע למפות כתובת IP ליבשת. בנוסף עבור כל יבשת ישנו שרת DNS, למשל ns1.europe.bestvid.com שמודע לעומס על כל שרת וידאו ביבשת שבה הוא מטפל.

1. (6 נק') נניח שמשתמש שנמצא באירופה רוצה לצפות בסרטון מסוים, ונניח שה cache של שרת ה DNS המקומי שלו ריק. הראו את סדרת שאילתות ה DNS המתרחשות כאשר [www.local.bestvid.com](http://www.local.bestvid.com) מתורגם לכתובת IP. פרטו לפי הסדר את כל הפניות לשרתי ה DNS ואת הרשומות שכל שרת DNS מחזיר עד לקבלת כתובת IP. פרטו מי שולח כל פניה ומי עונה. בנוסף, עבור כל רשומה שהוחזרה, הסבירו על סמך איזה מידע השרת החזיר אותה.

2. כאשר רשומת DNS נשמרת ב cache, היא נשמרת עם TTL שלאחריו התוקף שלה פג. נניח ששרתי ה DNS יכולים להגדיר רק TTL של יום אחד ושל דקה אחת.

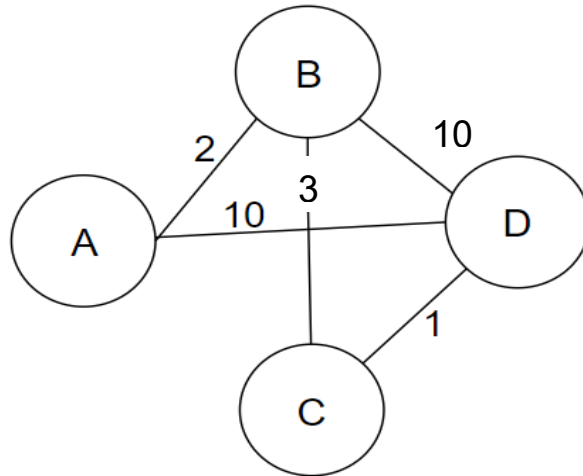
i. (2 נק') כאשר שרת DNS מקבל תשובה משרת DNS אחר ומעדכן את ה cache, על ידי מי נקבע ה TTL?

ii. (5 נק') עבור כל רשומה שהוחזרה על ידי שרת DNS בפתרון לסעיף הקודם, ציינו את ה TTL עליו הייתם ממליצים והסבירו את בחירתכם.

### 28 (נק') שאלה 3 – Routing Algorithms

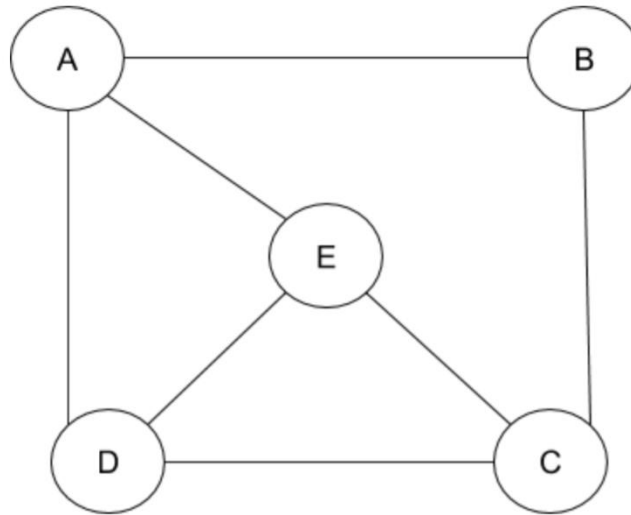
- בפרוטוקול Distance Vector, נחלק את הזמן ליחידות מסונכרונות בין כל הקודקודים -  $t_0, t_1, t_2, \dots$ . בכל יחידת זמן  $t_i$ , כל קודקוד שצריך (בהתאם לפרוטוקול), מבצע את הפעולות הבאות לפי הסדר:
- שולח את וקטור המרחקים שלו.
  - מקבל את כל וקטורי המרחקים שנשלחו אליו.
  - מעדכן את וקטור המרחקים שלו.

נתונה הרשת:



- א. (6 נק') נניח שהרשת יציבה בזמן  $t_0$  ושכל וקטורי המרחקים מעודכנים. בין  $t_0$  ל  $t_1$  משנים את משקל הצלע BD מ-10 ל-1 (ומיד B ו D מעדכנות את וקטור המרחקים שלהם בהתאם לשינוי). כתבו את וקטורי המרחקים של הקודקודים A ו C בסוף כל הפעולות שנעשו בכל אחד מהזמנים  $t_1, t_2$  והסבירו את תשובתכם.
- ב. (8 נק') בסעיף זה התעלמו מהשינוי מהסעיף הקודם. נניח שהרשת יציבה בזמן  $t_0$  ושכל וקטורי המרחקים מעודכנים. בין  $t_0$  ל  $t_1$  משנים את משקל הצלע BC מ-3 ל-1000 (ומיד B ו C מעדכנות את וקטורי המרחקים שלהם בהתאם לשינוי). כתבו את וקטורי המרחקים של הקודקודים C ו D בסוף כל הפעולות שנעשו בכל אחד מהזמנים  $t_1, t_2, t_3$  והסבירו את תשובתכם.
- ג. (8 נק') הסבירו מהו poisoned reverse. חזרו על סעיף 2, כאשר הפעם הניחו שמשתמשים ב poisoned reverse.
- ד. (6 נק') האם שימוש ב poisoned reverse תמיד פותר את בעיית ה count to infinity? אם כן, הסבירו כיצד, ואם לא הראו דוגמה שבה הוא לא פותר את הבעיה.

נתונה רשת התקשורת:



- הקיבולת של כל אחת מהצלעות הינה 2.
- משקלה של צלע ב OSPF יכול להיות חיובי או אינסופי.
- ישנן שתי commodities ברשת: (A, C, 5) ו (C, E, 3). כאשר כל commodity היא מהצורה (source, destination, demand).
- בכל צלע ניתן להעביר זרימה בשני הכיוונים והזרימה בצלע מסוימת היא סך הזרימה העוברת דרכה בשני הכיוונים.

נסמן:

- $\text{Max-MCF}_{\text{OSPF/ECMP}}$  - בעיית מיקסום סך התעבורה ברשת כאשר משתמשים באלגוריתמים OSPF ו-ECMP, ללא המגבלה שכל flow עובר במסלול אחד בלבד.
- $\text{Max-MCF}_{\text{OPT}}$  - בעיית מיקסום סך התעבורה ברשת ללא הגבלה על אורכי המסלולים או על פיצול התעבורה ביניהם.
- $\text{MinCong-MCF}_{\text{OSPF/ECMP}}$  - בעיית מזעור העומס המקסימלי על הקשתות ברשת כאשר משתמשים באלגוריתמים OSPF ו-ECMP, ללא המגבלה שכל flow עובר במסלול אחד בלבד.
- $\text{MinCong-MCF}_{\text{OPT}}$  - בעיית מזעור העומס המקסימלי על הקשתות ברשת ללא הגבלה על אורכי המסלולים או על פיצול התעבורה ביניהם.

תזכורת: בבעיית  $\text{MAX-MCF}$  אסור לחרוג מהקיבולות של הצלעות ולעומת זאת בבעיית  $\text{MinCong-MCF}$  שולחים את כל הביקושים ומותר לחרוג מהקיבולות.

- א. מהו הפתרון האופטימלי עבור בעיית ה  $\text{Max-MCF}_{\text{OPT}}$  ברשת הנתונה? פרטו את הפתרון, הציגו חלוקה של הזרימה והסבירו מדוע הפתרון אופטימלי.
- ב. האם קיימת השמה של משקלים על הקשתות שכאשר נשתמש בה לפתרון בעיית  $\text{Max-MCF}_{\text{OSPF/ECMP}}$ , נקבל את הפתרון האופטימלי? אם כן, הציגו את המשקלים והסבירו, אם לא הסבירו מדוע הדבר אינו אפשרי.

**בסעיפים הבאים הניחו שה commodities ברשת הם: (B, D, 5) ו (C, E, 3).**

- ג. מהו הפתרון האופטימלי עבור בעיית ה  $\text{MinCong-MCF}_{\text{OPT}}$  ברשת הנתונה? פרטו את הפתרון, הציגו חלוקה של הזרימה והסבירו מדוע הפתרון אופטימלי.
- ד. הראו השמה של משקלים על הקשתות כך שבבעיית  $\text{MinCong-MCF}_{\text{OSPF/ECMP}}$ , העומס על הצלע העמוסה ביותר יהיה שווה ל-  $1\frac{1}{2}$ .
- ה. האם קיימת השמה של משקלים על הקשתות שכאשר נשתמש בה לפתרון בעיית  $\text{MinCong-MCF}_{\text{OSPF/ECMP}}$  נקבל את הפתרון האופטימלי (מסעיף ג)? אם כן, הציגו את המשקלים והסבירו, אם לא הסבירו מדוע לא קיימת השמה כזאת.
- ו. נניח כעת שרוצים לפתור את בעיית  $\text{MinCong-MCF}_{\text{OSPF/ECMP}}$  כאשר מפצלים את התעבורה בין השכנים שדרכם עוברים המסלולים הקצרים ביותר אבל ללא המגבלה של חלוקה שווה ביניהם. האם קיימת השמה של משקלים על הצלעות וחלוקה של הזרימה בין השכנים שמביאה לפתרון האופטימלי עבור הרשת הנתונה? אם כן, הראו משקלים וחלוקה של הזרימה בין השכנים ואם לא, הסבירו מדוע הדבר אינו אפשרי.
- ז. נניח כעת שכל המשקלים בגרף הם 1. כדי לנצל בצורה טובה יותר את המסלולים הקיימים ברשת, מנהל הרשת שינה את פרוטוקול ECMP כך שבמקום לשלוח רק דרך המסלולים הקצרים ביותר, שולחים גם דרך מסלולים שאורכם (משקלם) גדול ב 1 מהמסלול הקצר ביותר. כלומר:
- כל נתב  $i$  מחשב את המסלול הקצר ביותר לכל אחד מהנתבים האחרים דרך כל אחד מהשכנים.
  - עבור נתב  $i$  נסמן ב  $dist_{ij}$  את המרחק הקצר ביותר שלו מנתב  $j$ .
  - הנתב  $i$  יחלק תעבורה המיועדת לנתב  $j$  (ל  $\text{end hosts}$  ברשת שמחוברת אליו) בין השכנים שהמרחק דרכם ל  $j$  הוא  $dist_{ij}$  או  $dist_{ij} + 1$  באופן דומה לחלוקה המתבצעת בפרוטוקול המקורי.
- תארו בעיה מהותית (החמורה ביותר) העלולה להתעורר מהשינוי שביצע מנהל הרשת והראו כיצד והיכן הבעיה עלולה לקרות ברשת הנתונה.

**בהצלחה !**