

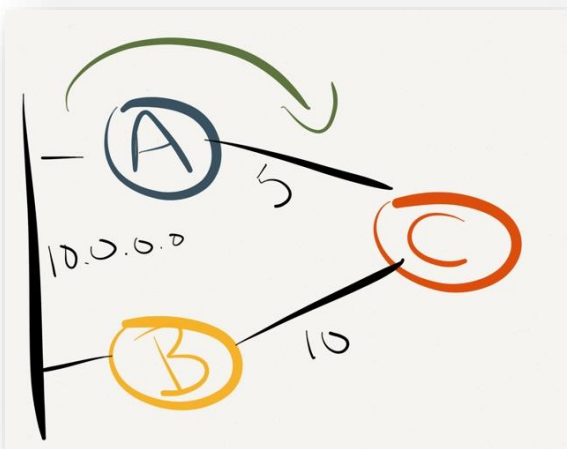
OSPF

Open Shortest Path First

OSPF Overview

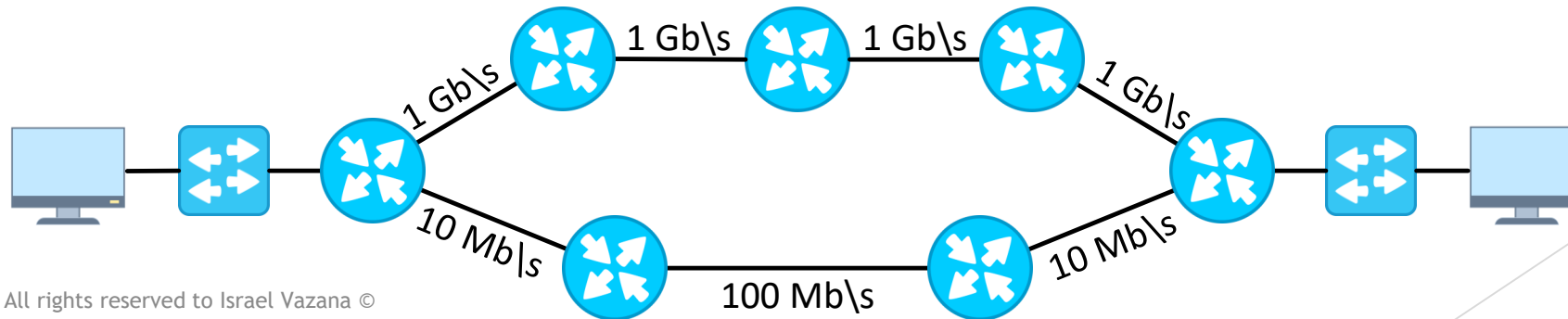
OSPF הוא פרוטוקול ניתוב דינמי מסוג Link-State שפותח בסוף שנות ה-80'. הפרוטוקול פותח במטרה להחליף את RIP. בגלל האלגוריתם המתוחכם, הפיצ'רים המתקדמים והעובדה שהפרוטוקול פועל נהדר ברשתות גדולות, הפך הפרוטוקול לסטנדרט העיקרי ברוב הרשתות בשנים האחרונות. בעקבות הצמיחה המהירה והאדירה של טופולוגית רשת הצורך בפרוטוקול מהיר ומדויק גבר! OSPF מילא את צרכים אלו בצורה מושלמת. היכרות עם פרוטוקול זה היא חובה עבור כל איש מקצוע בתחום הרשתות והמחשבים.

Open Shortest Path First



OSPF Vs. RIP

- ▶ OSPF הוא פרוטוקול חדשני שפותח להחליף את פרוטוקול הניתוב RIP. RIP אומנם פרוטוקול נהדר, אך הוא מסתמך לחלוטין על Hop Count, דבר שיכול לגרום לבעיה בבחירת הניתוב הכי קצר. משום שברשתות גדולות המכילות מספר רב של אפשרויות להגיע לכל רשת עם מהירות שונה לכל ניתוב, יכול להימצא ניתוב עם מספר רב של נתבים אבל מהיר יותר מניתוב עם פחות נתבים.
- ▶ בעיה נוספת שעליה עונה OSPF לעומת RIP היא "לופים" OSPF הוא פרוטוקול Link state דבר שאומר שיש לו את היכולות לצפות בכל הטופולוגיה ולהכיר כל נתב, לינק ורשת. ראייה כללית זו עוזרת לו ליצור מסלולים איכותיים ללא לופים.
- ▶ OSPF משתמש ב-Metric שמבוסס על מהירות (Bandwidth) ככל שהמסלול יותר מהיר כך הוא יותר "טוב".



OSPF Features

- ▶ OSPF - Classless תומך ברשתות שעברו Subnetting, כלומר רשתות CIDR\VLSM.
- ▶ Efficient - הפרוטוקול לא שולח עדכונים מלאים לכל הרשת באופן קבוע (RIP), אלא שולח עדכונים כשחל שינוי ברשת והעדכונים נשלחים ב-Multicast. זאת אומרת רק לנתבים הרלוונטיים (חוסך ברוחב-פס ומשאבים מיותרים).
- ▶ Fast Convergence - מסתגל במהירות לכל שינוי בטופולוגיה.
- ▶ OSPF - Scalable עובד נהדר ברשתות קטנות-בינוניות, ומסוגל ללמוד ולהכיל רשתות נוספות שיצטרפו בעתיד לטופולוגיה ללא בעיה.
- ▶ Secure - העדכונים (תוכן: נתיבי הרשת) נשלחים בין הנתבים ה"שכנים" בצורה מאובטחת. (Authentication בעזרת MD5).

OSPF Features



OSPF Data Structures

▶ OSPF כמו כל פרוטוקול ניתוב, משתמש חמישה סוגי חבילות (הודעות) לשיתוף מידע עם נתבים אחרים ברשת, ונעזר בשלושה מאגרי נתונים לאחסן ולעבד את המידע החדש.

▶ בכל נתב שמפעיל OSPF קיימים המאגרים הבאים:

1. **Adjacency Database**-טבלת השכנים-מאגר בו נמצא מידע על הנתבים השכנים.

Show ip ospf neighbor

2. **Link-State Database**-טבלת הטופולוגיה-מאגר נתונים בו נמצא את הרשתות אשר מרכיבות את הטופולוגיה, זאת אומרת מבנה הטופולוגיה המלא.

Show ip ospf database

3. **Forwarding Table**-הפרוטוקול מרכז את כל הנתבים המהירים ביותר לכל רשת בטופולוגיה, ומפרסם בטבלת הניתוב.

Show ip route



OSPF Messages

▶ פרוטוקול ניתוב דינמי נעזר במספר סוגי הודעות, במטרה ליצור שכנויות, לעדכן שינויים ולהחליף טבלאות ניתוב ברשת.

▶ OSPF משתמש בחמישה סוגי הודעות (Routing Protocol Messages):



Acknowledgment Packet

- משמש לאישור קבלת ההודעות השונות.



Database Description Packet

- משמש לשליחת מידע ניתוב.



Hello Packet

- משמש ליצירת ותחזוקת שכנויות.



Link-state Update Packet

- משמש כמענה על הודעות Request

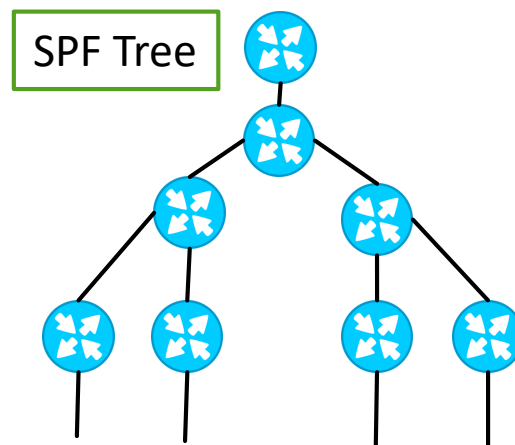


Link-state Request Packet

- משמש לבקשת מידע ניתוב.

OSPF Algorithm

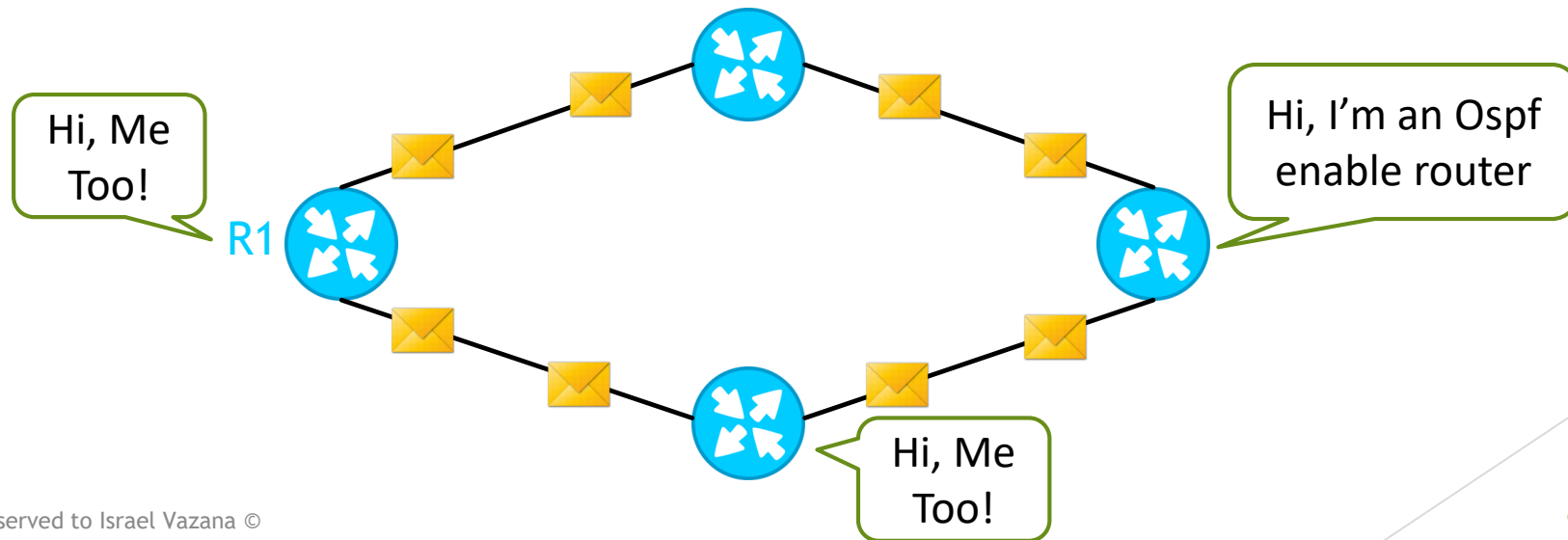
- ▶ OSPF משתמש באלגוריתם מיוחד שנקרא Dijkstra's SPF, אלגוריתם שמעבד את המידע במאגר הנתונים של הטופולוגיה ([Link-State Database](#)), ומחשב את כל המסלולים (Routes) המהירים והטובים ביותר לכל רשת בטופולוגיה. בצורה זו נוצרת מפה ברורה של הטופולוגיה לנתב. אותם נתיבים (מסלולים) איכותיים מתווספים לטבלת הניתוב. איכות המסלול נמדדת ע"י ה-Cost שלו, שנקבע אך ורק ע"פ המהירות של המסלול (ממשק).
- ▶ פורט בעל מהירות נמוכה (לדוג' 10 מגה) מקבל "Cost" גבוה, נאמר 10. וממשק בעל מהירות גבוהה (לדוג' 1 GB) מקבל "Cost" נמוך, נאמר 1. הנתב יעדיף תמיד את המסלול בעל ה"Cost" הנמוך ביותר.
- ▶ מפת הטופולוגיה המלאה שיוצר האלגוריתם נקראת ה-SPF Tree:



OSPF Operation

- ▶ פרוטוקול ה-OSPF מבצע מספר שלבים לפני שהוא מגיע ל"התכנסות" (Convergence), זאת אומרת הנתב צריך לבצע מספר פעולות לפני שהוא מעדכן את טבלת הניתוב.
- ▶ שלב ראשון-יצירת שכנות (Adjacency):

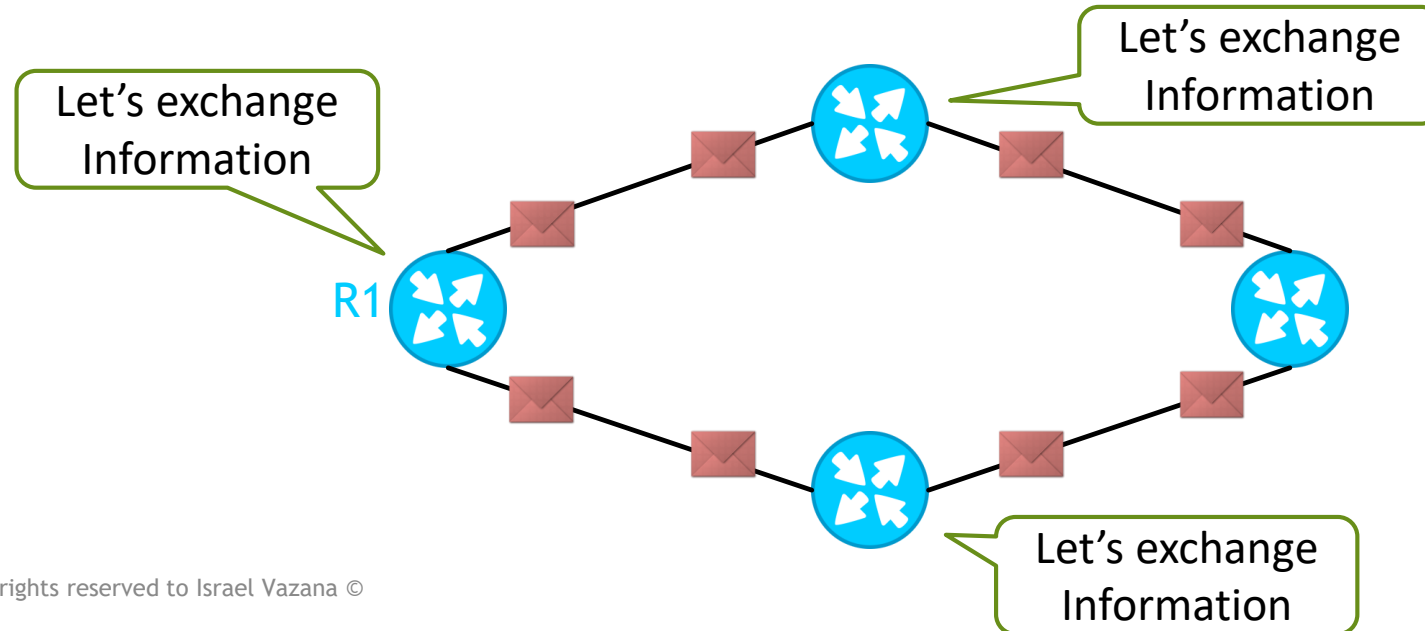
ברגע שפרוטוקול ה-OSPF מופעל על הנתב, הוא שולח הודעות Hello דרך כל הממשקים (Ports), במטרה לגלות נתבים נוספים שמפעילים OSPF. ברגע שנוצרת שכנות תקינה בין הנתבים, השלב הבא יכול להתחיל, שלב העברת מידע הניתוב (Routing Information).



OSPF Operation

► שלב שני-החלפת Link-state Advertisements:

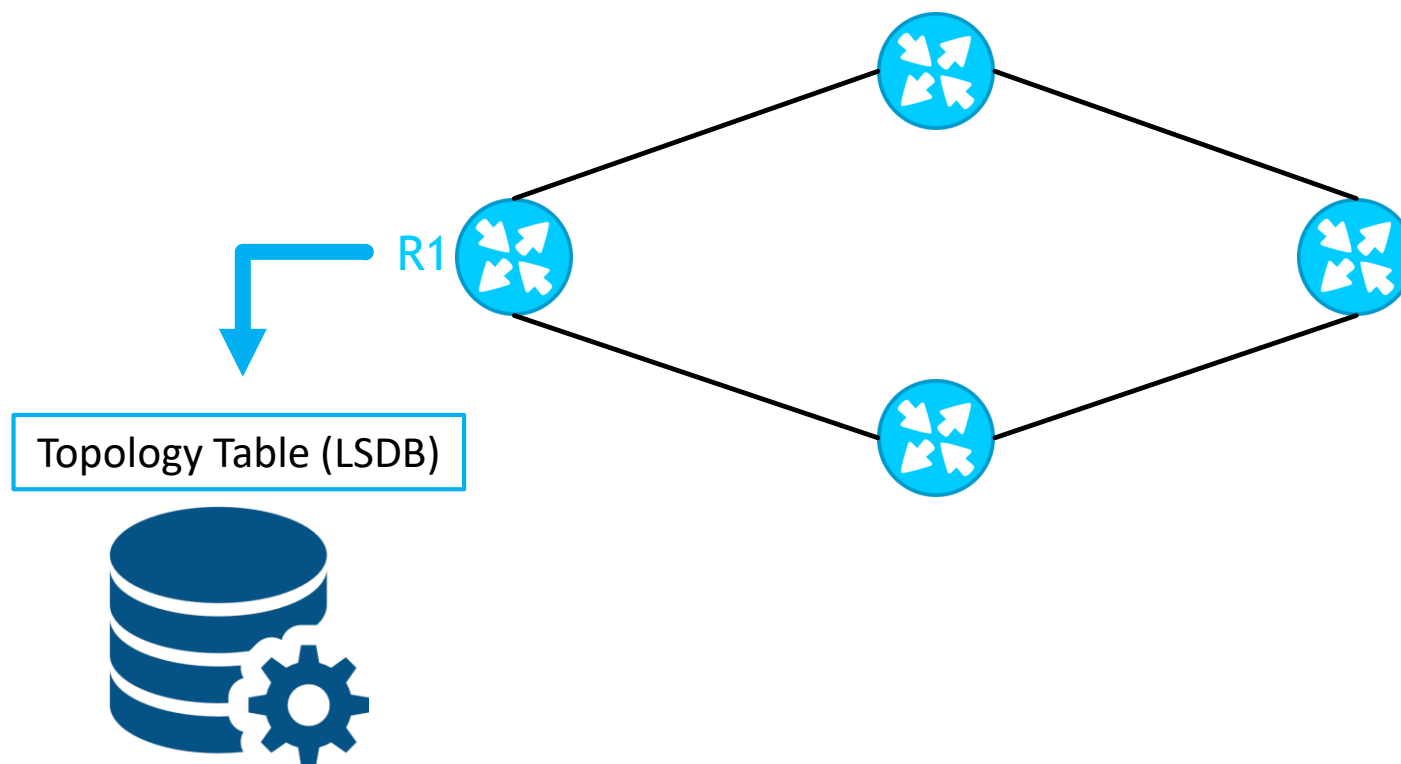
לאחר שהנתבים יוצרים "שכנות" וביססו יחסי אמון, הם מתחילים לשלוח אחד לשני את טבלאות הניתוב שלהם, בעזרת הודעות הנקראות Link-State Advertisements (LSA's). כל נתב שמקבל LSA's אוטומטית שולח אותו לכל הנתבים בטופולוגיה, לאחר זמן קצר כל נתב בטופולוגיה מקבל את LSA's של שאר הנתבים.



OSPF Operation

► שלב שלישי-יצירת Link-State Database:

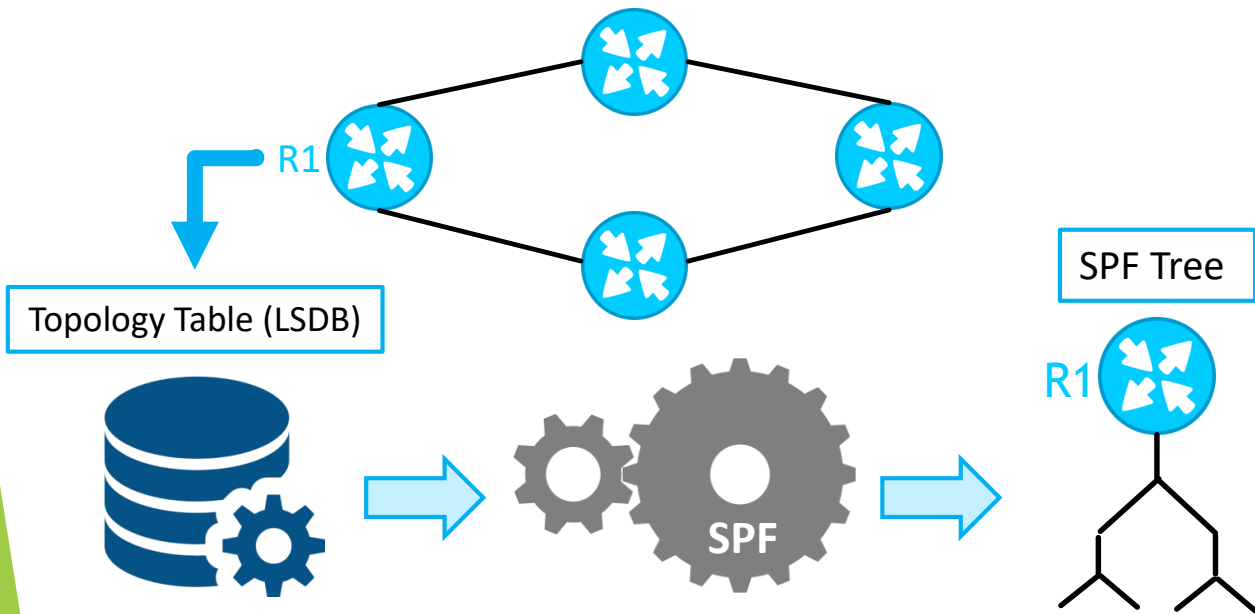
לאחר שכל נתב ברשת מכיר את כל טבלאות הניתוב של שאר הנתבים (בעזרת ה-LSA's), הוא מרכיב בסיס נתונים שמכיל את כל הניתובים (Routes) ברשת!



OSPF Operation

► שלב רביעי- Dijkstra's SPF:

הפרוטוקול מכניס את האלגוריתם לפעולה (נקרא: Dijkstra's SPF), האלגוריתם מחשב את המסלולים המהירים ביותר לכל רשת בעזרת מידע ממאגר ה-Link-State, ויוצר את ה-SPF Tree. שהוא מאגר דמוי מפה שכולל את כל המסלולים המהירים ביותר לכל רשת בטופולוגיה.



► סיכום השלבים:



OSPF Areas

▶ OSPF יכול לפעול בטופולוגיות רשת קטנות עד בנוויות בעזרת הגדרות הבסיס שלו, ללא מחשבה יתרה על תכנון ותצורה מתקדמת של הפרוטוקול. לעומת זאת, ברשתות גדולות OSPF דורש תכנון רב ושימוש באחד המאפיינים הייחודיים שלו! "Areas" (איזורים). חלוקת הטופולוגיה לאזורים מקלה בצורה משמעותית על משאבי הנתב וזירוז זמן התגובה של הפרוטוקול.

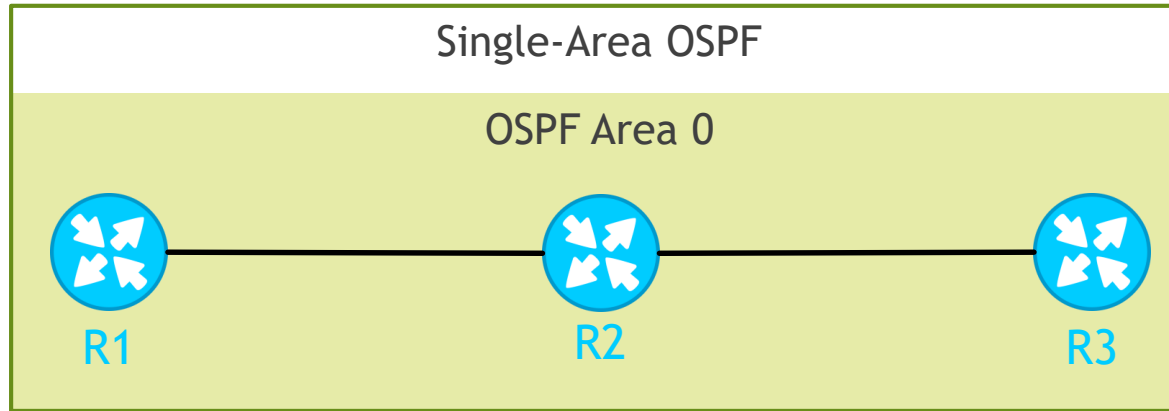
▶ היתרונות חלוקה לאזורים:

- מאגרי נתונים (LSDB) מצומצמים לאותו איזור.
- טבלאות ניתוב יותר מצומצמות לאותו איזור.
- שליחת עדכונים ברשת, מופחתת.
- פעילות חישוב האלגוריתם מופחתת (פחות כח עיבוד דרוש מהנתב לחישוב הטופולוגיה).
- אם חל שינוי בטופולוגיה, הפרוטוקול מגיע ל"התכנסות" (Convergence) בזמן קצר יותר.

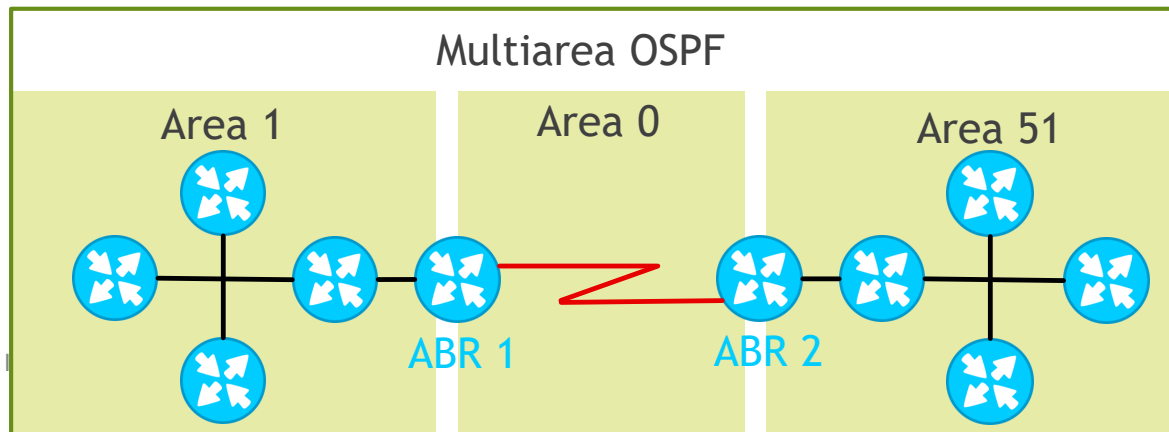
• הערה: סיסקו ממליצים שאיזור יכלול מקסימום 50 נתבים.

OSPF Areas

אם מדובר ברשת קטנה, נגדיר אזור (Area) יחיד לפרוטוקול - Area 0



אם מדובר ברשת גדולה מאוד, שתתחלק לאזורים. ניצור תחילה את אזור 0 (Backbone Area) ולאחר מכן נחבר עליו אזורים נוספים, בעזרת "נתבי גבול" (Area Border Router).

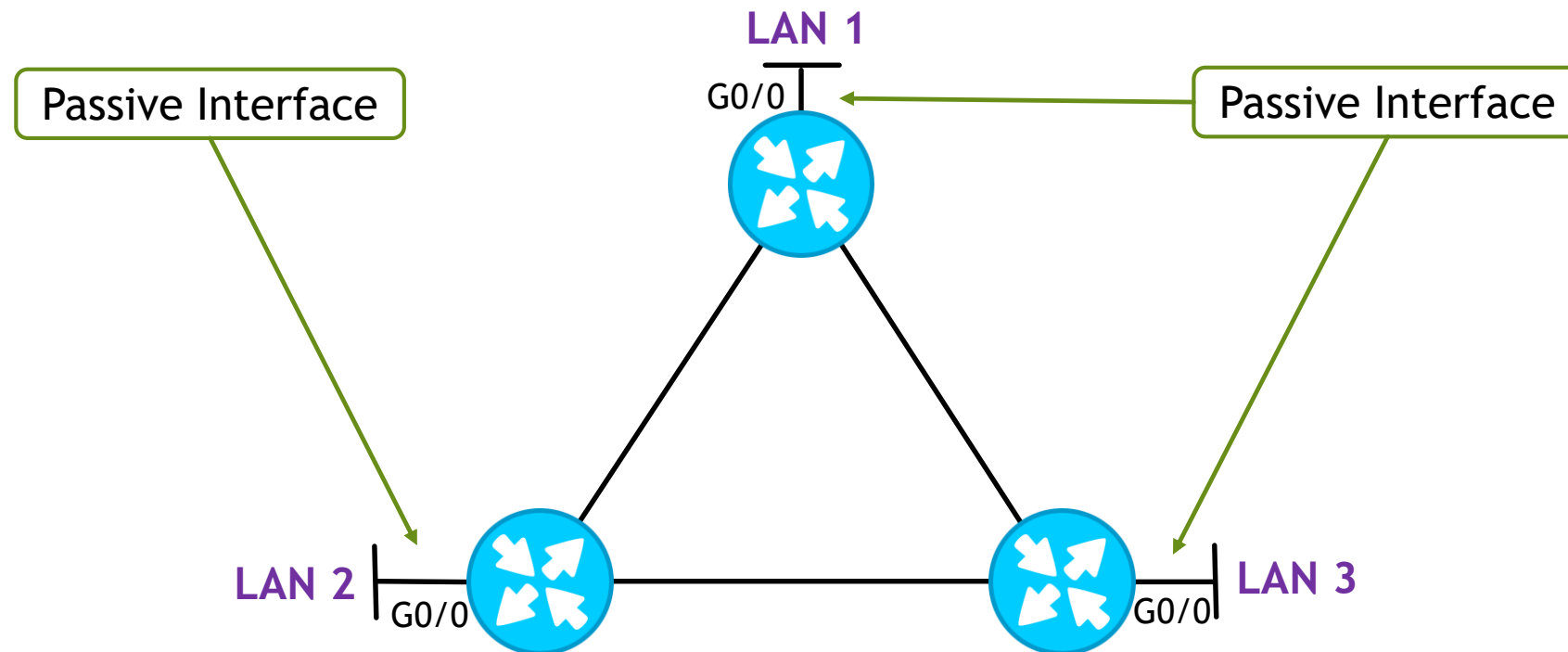


Passive Interface

- ▶ כברירת מחדל OSPF שולח את עדכוני הניתוב שלו (LSA's) דרך כל הממשקים עליהם הפעלנו את הפרוטוקול. למרות זאת, LSA's צריכות להישלח אך ורק לנתבי OSPF אחרים.
- ▶ הגדרת Passive Interface על הממשק מונעת ממנו לשלוח או לקבל עדכוני OSPF. הנתב ממשיך לפרסם את הרשת (סאבנט) שמחוברת לממשק הפסיבי. *נגדיר רק על ממשק LAN*
- ▶ שליחת LSA's לרשת מקומית (LAN) היא פעולה מיותרת וממשק פסיבי מונע את הדברים הבאים:
 - Inefficient Use of Bandwidth - פס הרוחב של הרשת מבזבז, בהעברת LSA's מיותרים.
 - Inefficient Use of Resources - כל רכיבי הקצה ברשת מעבדים את ה-LSA's ולבסוף נפתרים מהן, כי אין להם שום שימוש בהודעות מסוג זה.
 - Increased Security Risk - הפצת LSA's לרשת היא פרצת אבטחה. עדכונים אלו יכולים להתגלות ע"י תוכנות Sniffing. ה-LSA's (עדכונים) יכולים להישלח חזרה אל הרשת, אחרי שהם נערכו מחדש ע"י האקר עם נתיבי רשת (Routes) שגויים. דבר שיפריע לניתוב תקין ברשת.

Passive Interface

לפי הטופולוגיה לפנינו, עלינו להגדיר את ממשקי G0/0 של כל הנתבים על מצב Passive Interface. שאר הממשקים בין הנתבים יפעלו כרגיל וישלחו הודעות LSA's.



Administrative Distance

- ▶ Administrative Distance הוא ערך קבוע אשר מוגדר מראש לכל שיטת ניתוב, ערך זה נועד לעזור לנתבים להחליט באיזו שיטה עדיף להשתמש. זאת אומרת נתב יעדיף תמיד להשתמש בשיטת הניתוב בעלת **הערך המספרי הנמוך ביותר**.
- ▶ לדוגמה: נתב אשר מוגדר עם נתיב סטטי לרשת מסויימת וגם פרוטוקול ניתוב דינמי OSPF לאותה הרשת, יעדיף הנתב להשתמש בנתיב הסטטי, כי הוא בעל ערך AD נמוך יותר!
- ▶ טבלת ערכי ה-AD:

Administrative Distance	Default Distance
Connected Interface	0
Static Route	1
Internal EIGRP	90
OSPF	110
IS-IS	115
RIP	120

OSPF Intervals

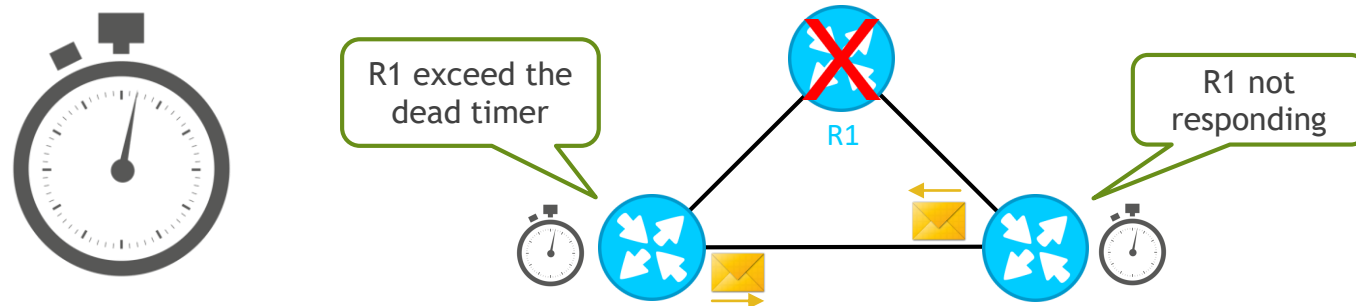
▶ OSPF כמו כל פרוטוקול ניתוב דינמי משתמש בטיימרים, טיימרים אלו נועדו לתת לפרוטוקול אינדיקציה שטופולוגית הרשת השתנתה לטוב או לרע. לדוג' התווספות רשת חדשה לטופולוגיה או נתב/חיבור שכשלו וכעת לא ניתן לתקשר עימם.

▶ הטיימרים (ערכי ברירת מחדל):

○ Hello Interval - חבילת Hello נשלחת כל **10** שניות, במטרה לגלות ולתחזק יחסי שכנות.

○ Dead Intervals - כמות הזמן שהנתב ימתין לפני הסרת הנתב מטבלת השכנים ומטבלת הניתוב, עומד על **40** שניות (פי 4).

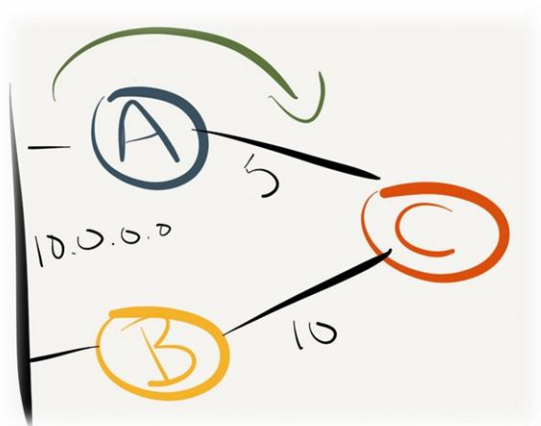
• חבילות Hello נשלחות לכתובת ה-Multicast של OSPF.



Cost Calculation

- ▶ זכרו שפרוטוקולי ניתוב דינמיים משתמשים ב-Metric כדי להחליט מהו הנתוב (Route) הטוב ביותר לרשת מסויימת. OSPF משתמש ב-Cost (עלות) כ-Metric שלו.
- ▶ ה-Cost של ממשק (Interface) נמדד ע"פ רוחב הפס שלו. הכוונה היא ככל שרוחב הפס גבוה יותר, כך ה-Cost שלו יותר נמוך. במילים אחרות, יותר מהיר, יותר זול.
- ▶ OSPF משתמש בנוסחה די פשוטה לחישוב ה-Cost. הנוסחה מחלקת את המהירות היחסית במהירות הממשק (לינק), המהירות היחסית היא ערך קבוע שניתן לשנות במידת הצורך. תוצאת החילוק היא שווי החיבור.
- ▶ הנוסחה:

$$\frac{\text{Reference Bandwidth}}{\text{Interface Bandwidth}} = \text{Cost}$$



Cost Calculation

דוגמה לחישוב הנוסחה, חישוב ה-Cost של ממשק 10 Mb/s. [לינק לטבלת התוצאות המלאה](#)

$$\frac{100,000,000 \text{ bps}}{10,000,000 \text{ bps}} = 10$$






הערה חשובה הפרוטוקול קובע את המהירות היחסית (reference bandwidth) כברירת מחדל על 100 Mb/s, יש לשנות את נתון זה בעזרת פקודה פשוטה במטרה להשיג תוצאות הרבה יותר מדויקות ומתאימות לאותה טופולוגית רשת.

```
Router(config-router)#auto-cost reference-bandwidth MB/s
```

כלל פשוט: נגדיר תמיד את המהירות היחסית בהתאם למהירות של כרטיס הרשת הכי מהיר בנתב.

OSPF Version

לפרוטוקול קיימות שלוש גרסאות אבל אנו נתמקד רק בשתי הגרסאות הרלוונטיות היום: ►

גרסאות	CIDR\VLSM	פרסום רשתות	כתובת Multicast	Authentication	תומך IPv6
גרסה 2		Per Subnet לפי שם הרשת	224.0.0.5\224.0.0.6	 MD5 or SHA	
גרסה 3		Per Link מופעל על הממשק ישירות	FF02::5\FE02::6	 IPsec	

OSPF Summery

שם מלא: Open Shortest Path First ►

סוג פרוטוקול: Link State ►

אלגוריתם: Dijkstra's ►

סימון בטבלת הניתוב: O ►

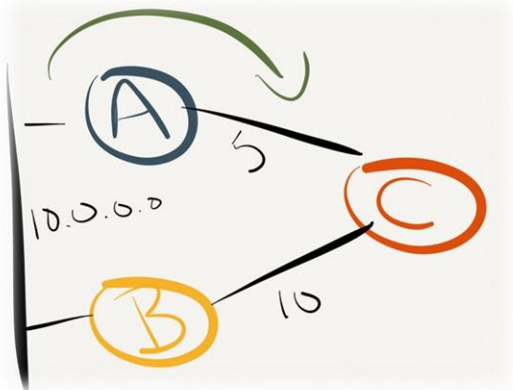
Admin Distance: 110 ►

הפרוטוקול משתמש בערך בודד לחישוב ה-Metric של כל נתיב (Route): ►

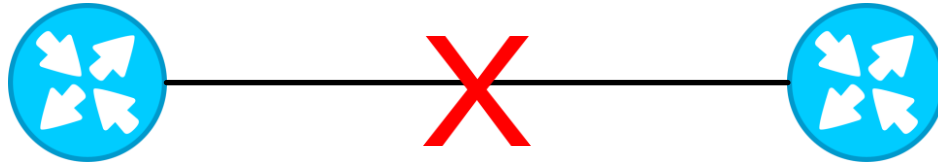
Cost - "עלות" החיבור (לינק) בין נתבים, "עלות" נמדדת לפי רוחב-פס (bandwidth). ככל שמהירות החיבור יותר גבוהה כך ה-Cost יותר נמוך. הנתב יעדיף חיבור בעלות נמוכה, תמיד. ○

כתובות Multicast: ►

IPv4: 224.0.0.6\224.0.0.5 ► IPv6: FF02::5\FE02::6 ►



תקלות נפוצות ב-OSPF



- ▶ יחסי שכנות אינם תקינים (לא נוצרו) בין נתבים לרוב נגרמים מהסיבות הבאות:
- הממשקים השכנים לא מוגדרים באותה הרשת (IP ו-SM).
- הנתבים לא מוגדרים באותו איזור (Area).
- ערכי הטיימרים (Hello & Dead Intervals) אינם זהים בין הנתבים (ממשקים) השכנים.
- אחד מהממשקים בין שני נתבים שכנים, מוגדר כממשק פסיבי (Passive-interface).
- פקודת Network הוגדרה לא נכון או חסרה (פקודת פרסום הרשת).
- במידה ומוגדר מנגנון אימות (עדכונים מאובטחים) בין הנתבים, והסיסמה אינה מוגדרת בצורה זהה בין הנתבים השכנים.

OSPF Cost Table

טבלת Cost מלאה: ►

שימו לב! המהירות היחסית היא ברירת המחדל. ○

$$\text{Cost} = 100,000,000 / \text{bandwidth bps}$$

Interface Type (Speed)	Cost
Fastethernet (100 mbs)	1
Ethernet (10 mbs)	10
E1 (2048 kbps)	48
T1 (1544 kbps)	64

Command Page

רשימת הפקודות המלאה והסבר, נמצאת בקובץ Command Page OSPF. ►

