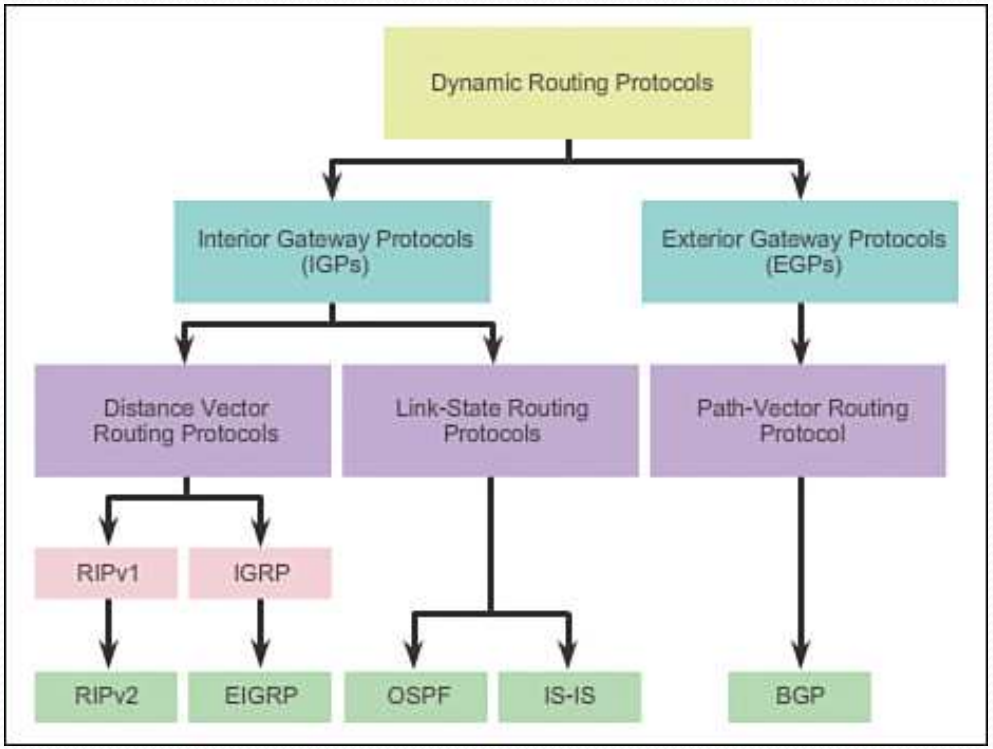
קורס CCNA
שיעור מס' 6

נושא הלימוד :

OSPF

מרצה : אלי בפלר

Version 2



Interior gateway protocols משמשים להעברת מידע בתוך הרשת.

Exterior gateway protocols משמשים להעברת מידע בין רשתות

הפרוטוקולים הפנימיים הם בחומר הלימוד שלנו

OSPF(Open Shortest Path First)

OSPFזהו פרוטוקול ניתוב לשימוש חופשי (open standard) שעובד בשיטת Link State.

כיום זהו הפרוטוקול ניתוב הנפוץ ביותר שמיועד לשימוש ברשתות גדולות וקטנות.

<u>תכונות OSPF</u>

- **Classless**- תומך ב- VLSMו- CIDR (שיטות לחישוב תתי רשתות Subnets)
- **יעילות** - שולח עדכונים רק שהטופולוגיה משתנה (וגם פעם ב- 30 דקות).
  משתמש ב- SPF algorithm כדי לחשב את הנתיב הטוב ביותר. עדיפות הנתיב נקבעת לפי רוחב הפס של הממשק בהתבסס על רוחב הפס של כל הממשקים עד ליעד.
- **התכנסות מהירה** - הטופולוגיה מתעדכנת מהר.
- **יכולת גידול** - תומך ברשתות קטנות וברשתות גדולות. ניתן לקבץ נתבים באזורים וכך לתמוך ברשתות היררכיות.
- **אבטחה** – תומך באימות (authentication) באמצעות Message Digest 5 (MD5).
  כך הנתב מוכן לתקשר בצורה מוצפנת רק עם נתבים שמזדהים מולו עם הסיסמא שהוא מכיר (pre-shared password).

Administrative distance (AD)

הערך שקובע לאיזה פרוטוקול ניתוב יש את העדיפות הגבוהה ביותר.

Route Source	Administrative Distance
Connected	0
Static	1
EIGRP summary route	5
External BGP	20
Internal EIGRP	90
IGRP	100
OSPF	110
IS-IS	115
RIP	120
External EIGRP	170
Internal BGP	200

OSPF מנהל שלוש טבלאות:

כל נתב שמשתמש בפרוטוקול OSPF, מתחזק את שלוש הטבלאות ב-RAM.

- **Neighbor table**

  הטבלה מכילה את השכנים שהנתב מכיר.

  כדי לראות את הטבלה נשתמש בפקודה **show ip ospf neighbor**

- **Topology table**

  הטבלה מכילה מידע על כל הנתבים שבאותו אזור וכך מייצגת את טופולוגית הרשת.

  כדי לראות את הטבלה נשתמש בפקודה **show ip ospf database**

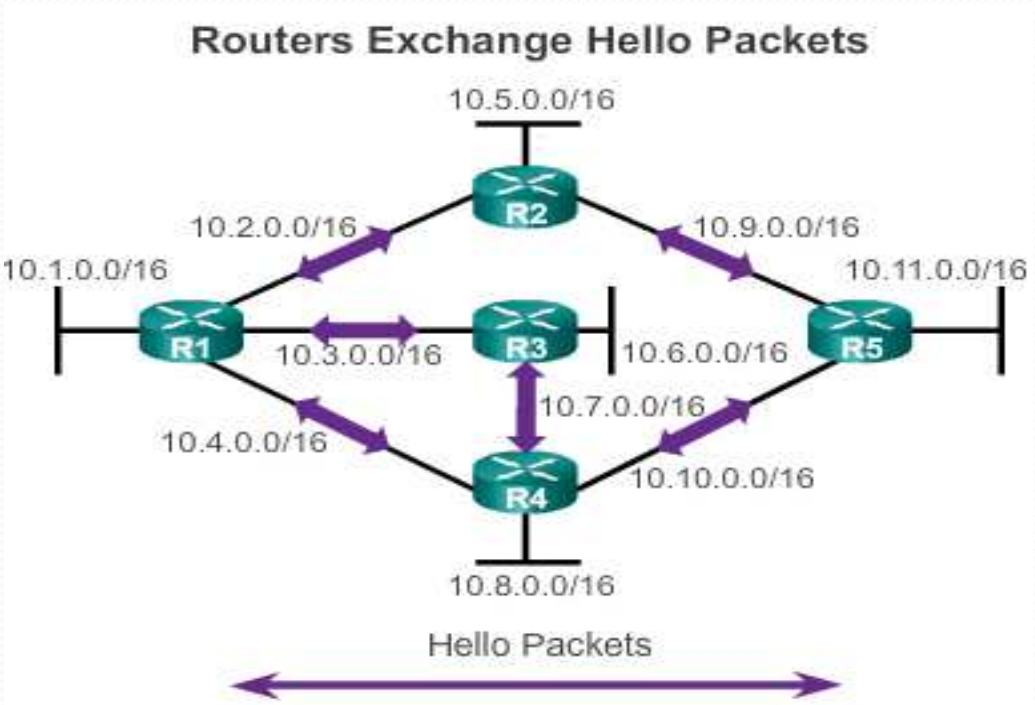
- **Routing table**

  זו טבלת הניתוב. הטבלה מכילה את הנתיבים הטובים ביותר.

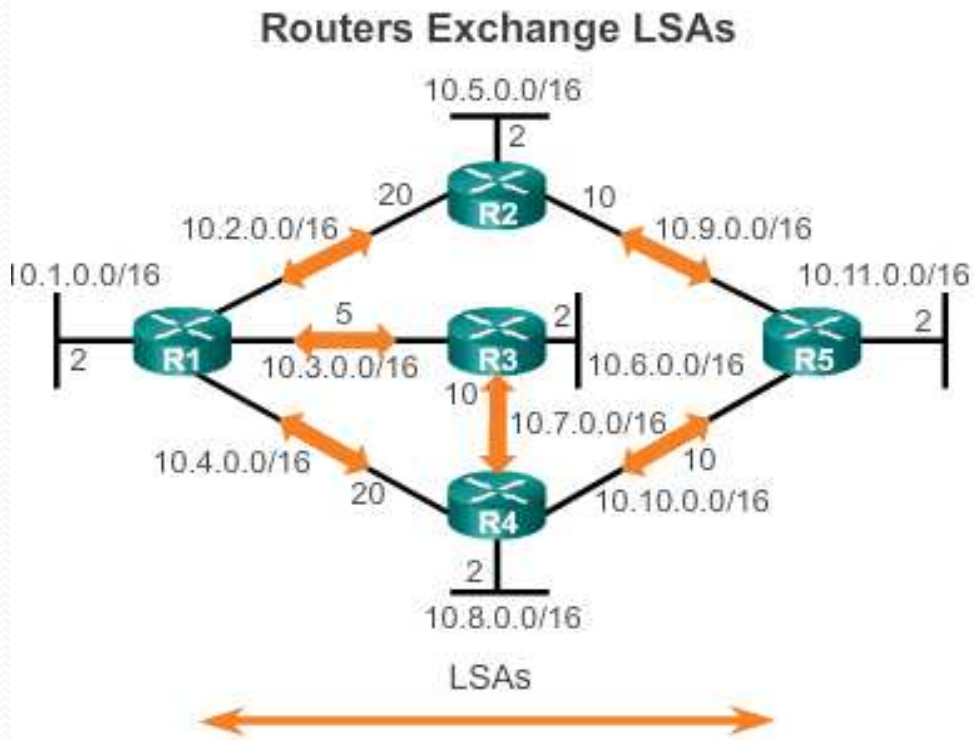
  כדי לראות את הטבלה נשתמש בפקודה **show ip route**

תהליך תחזוקת הטבלאות:

תחזוקת הקשר עם השכנים – כדי לגלות נתבים שכנים, הנתב שולח Hello packets דרך כל הממשקים שתומכים ב- OSPF. במידה ומתגלה שכן, הנתב מתחזק איתו את הקשר.



Link-State Advertisements (LSA) – הנתב שולח לנתבים השכנים שלו מידע לגבי מצב ומחיר (cost) כל ממשק שלו.
השכנים מפיצים מידע זה לשכנים שלהם וכך כל הנתבים באזור מתעדכנים, המידע נשלח באמצעות LSA Packets.

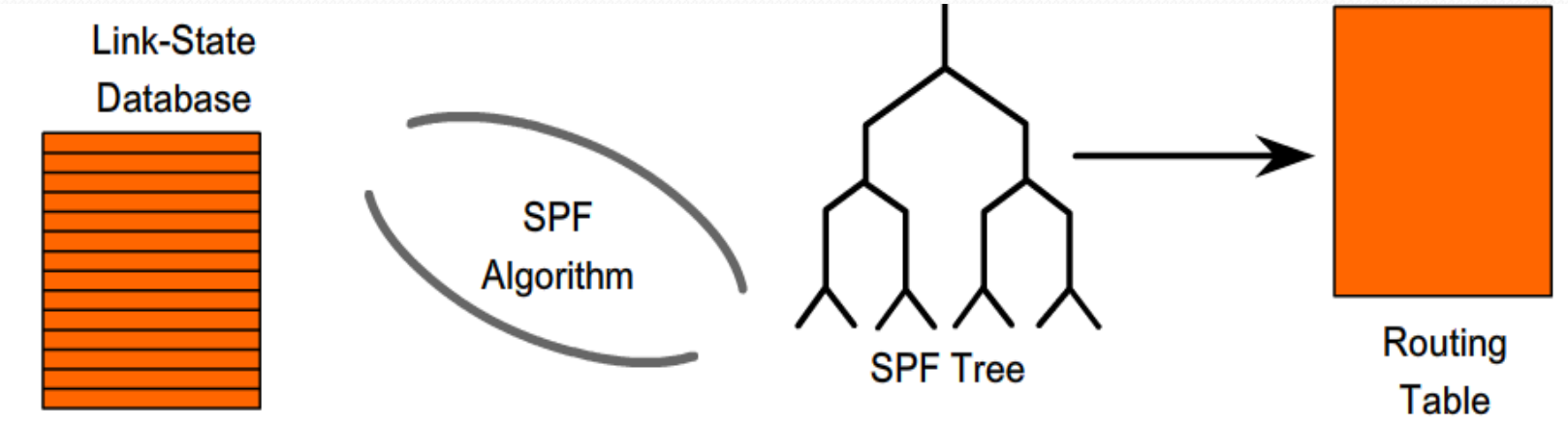


בניית טבלת הטופולוגיה - כל ה LSA packets שמגיעים לנתב יוצרים אוסף של מידע (Link-State Database) שמתאר את טופולוגית הרשת.

תודה ליקי בן ניסן על תרומת חלק נרחב מחומר הלימוד

Shortest Path First (SPF) algorithm– זהו תהליך שמתבצע על בסיס הנתונים (Link-State Database) יוצר את מפת הרשת (SPF tree) מנקודת הראות של הנתב. מפת הרשת משמשת למציאת הנתיב הקצר ביותר ולבניית טבלת הניתוב. בכל פעם שמגיע לנתב LSA packet, מפת הרשת מחושבת מחדש וטבלת הניתוב מתעדכנת.

בניית טבלת הניתוב – הנתיבים הטובים ביותר ב- SPF tree, עוברים לטבלת הניתוב.



סוגי link-state packets (LSPs):

Hello packet– משמש לגילוי שכנים ותחזוקת הקשר איתם.
כל 10 שניות, הנתב שולח hello packetלכתובת 224.0.0.5 (multicast) דרך כל הממשקים שעובדים ב- OSPF.
אם נתב לא קיבל משכן hello packet במשך 40 שניות, אז השכן לא זמין.
בממשק סריאלי זה קורה כל 30 שניות (לאחר 120 שניות השכן לא זמין).

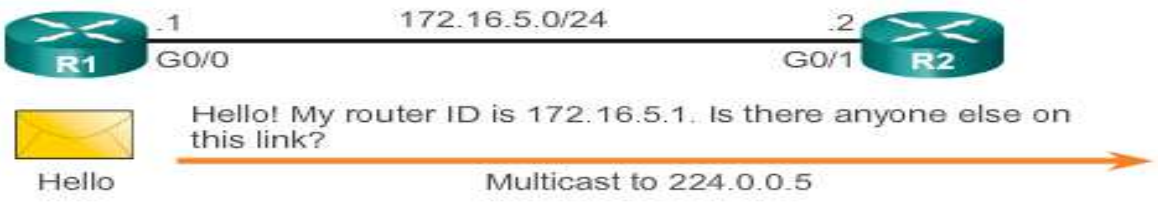
Database Description (DBD) packet– נשלח על ידי הנתב ומאפשר לשאר הנתבים לדעת אם בסיס הנתונים שלהם מסונכרן או לא.

Link-State Request (LSR) packet– כאשר נתב לא מסונכרן, הוא שולח בקשת לקבלת רשומה מסוימת מבסיס הנתונים של הנתב המעודכן.

Link-State Update (LSU) packet– שליחת מידע כתגובה ל- LSR packet.(תגובה לבקשה של חברו לקבלת רשומה)

Link-State Acknowledgment (LSAck) packet–אישור על קבלת ה- LSU packet.(המידע המעודכן התקבל)

במצב תקין אני שולח Hello packets עם ה-Router ID שלי.



ומקבל מענה מהשכן עם ה-Router ID שלו ורשימת השכנים

<u>המצבים בהם יכול להיות הנתב</u>

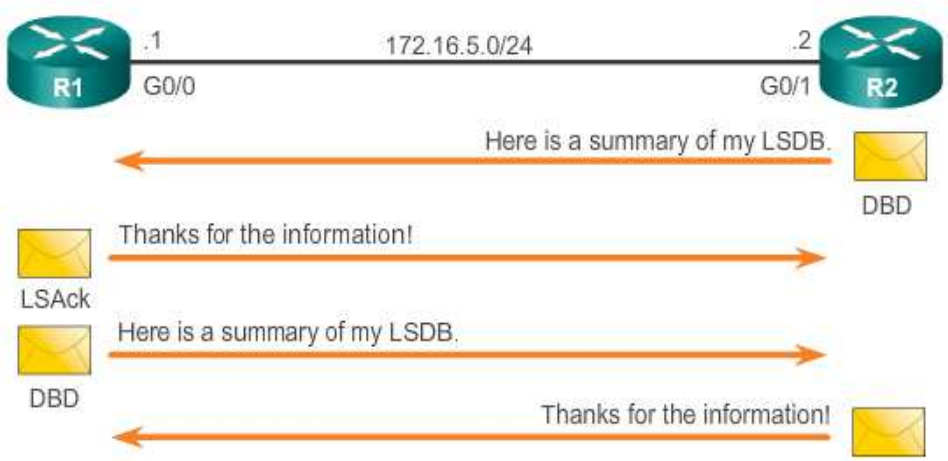
Down– מצב בו לא קיבלתי תשובה מנתב זה (עדיין אין תגובה ל- hello packets ששלחתי לו)

Init– נתב אמור לקבל hello packet מהשכן שלו ובתוכו ה- Router ID של השכן. מצב זה הוא שקיבלתי ממנו hello packet אך חסר בו ה-Router ID

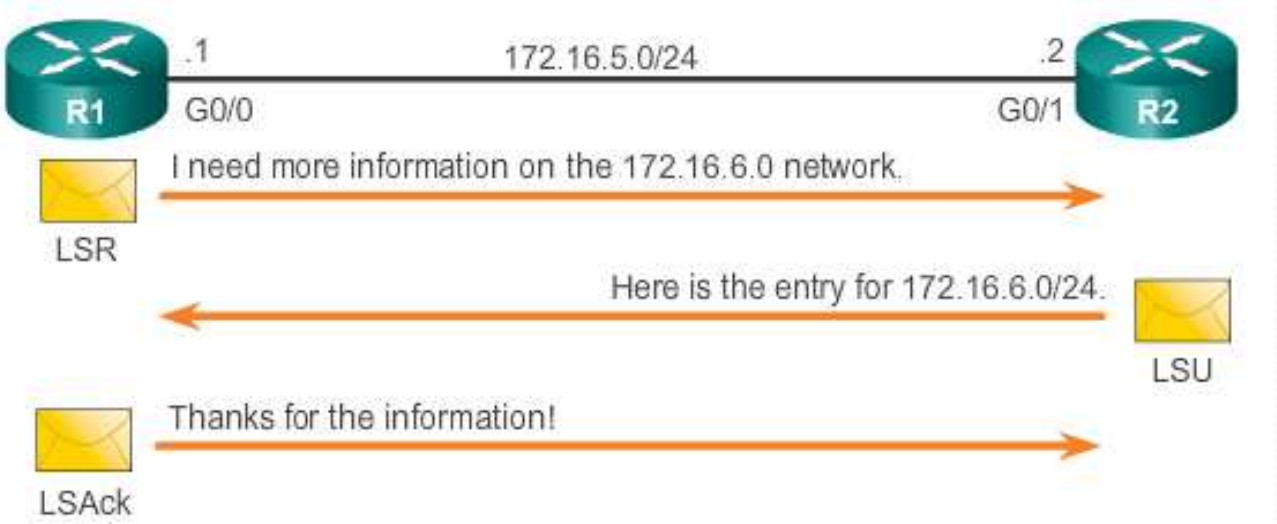
Two-Way– כאשר שני הנתבים ענו אחד לשני וקיבלו את טבלת השכנים (וכמובן שהם אמורים להופיע בטבלה זו) נפתחת ביניהם תקשורת דו כיוונית. הנתב מחליט האם להסתנכרן עם השכן בצורה מלאה.

ExStart– לאחר שנבחר הנתב שישמש כ- DR (Designated router) ו- BDR (תיכף נלמד כיצד מתבצעת הבחירה) הנתבים יכולים להתחיל להחליף ביניהם ובין ה-DR וה-BDR מידע אודות מצב הקישוריות (Link state)

Exchange– הנתבים מחליפים ביניהם (DBD) database descriptor packets (תזכורת בשקף 10) שמכילים רק LSA headers.



Loading– בהתבסס על המידע שסופק על ידי DBD, הנתבים מבקשים מידע נוסף (link-state request packets) והשכנים מספקים את המידע (link-state update packets).



Full– כאשר הנתב מסונכרן בצורה מלאה (fully synchronized).

למידע נוסף באתר Cisco

http://www.cisco.com/c/en/us/support/docs/ip/open-shortest-path-first-ospf/13685-13.html

Designated Router (DR) + Backup Designated Router (BDR)

בכל Broadcast Domain נבחר נתב אחד שמשמש כ- Designated Router (DR) ונתב נוסף שמשמש כ- Backup Designated Router (BDR).

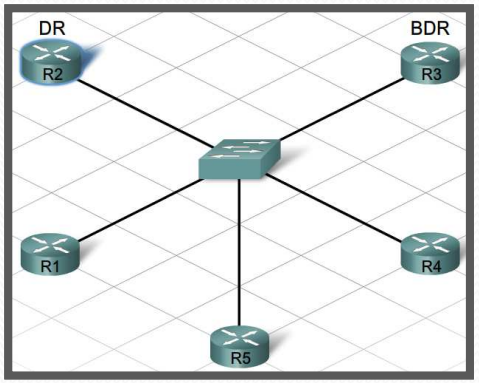
תפקידו של DR, לקבל מהנתבים הודעות על עדכונים ברשת ולפרסמם לשאר הנתבים.

בכל Broadcast Domain כל הנתבים שולחים עדכונים לכתובת 224.0.0.6 (multicast) אליה מאזינים רק ה- DR וה- BDR.

DRמשדר עדכונים לכתובת 224.0.0.5 (multicast) אליה מאזינים כל הנתבים.

BDR גם מקבל את כל העדכונים ואם נתב ה- DR נופל, ה- BDR מחליף אותו.

לבחירה בנתב שישמש כ- DR, נבדקים מספר קריטריונים לפי הסדר הבא:



1) בעל OSPF Priority הגבוה ביותר (ברירת המחדל הוא 1)
2) בעל ה- Router-ID הגבוה ביותר.
3) בעל ה- Loopback הגבוה ביותר
4) בעל הממשק הפיזי הגבוה ביותר.

קביעת Priority לממשק

בכל Broadcast Domain הנתב עם ה- Priority הגבוה ביותר נבחר להיות DR והנתב עם ה- Priority הבא אחריו יבחר כ BDR.

ברירת המחדל הוא 1 ואז אם כולם זהים, אז הנתב עם ה- Router ID הגבוה ביותר יבחר כ- DR. Priority

Router(config-if)#ip ospf priority {number}

הערך הגבוה ביותר שניתן לתת הוא 255 והוא בעל העדיפות הגבוהה ביותר.

הערך 0 קובע שהנתב לא יכול להיות DR או BDR (מבטל אותו)

כדי לבדוק מה ה- Router ID נשתמש בפקודה –

Router(config-if)# show ip protocol

Router ID

זוהי כתובת IP שמשמשת לזיהוי הנתב (משמש כמו שם של הנתב).

תפקידי ה- Router ID

מזהה את הנתב כיחודי ב- OSPF domain.

משפיע על בחירת DR ו- BDR.

תהליך בחירת ה- Router ID

ניתן להגדירו ידנית (זוהי הדרך העדיפה)

Router(config-router)#**router-id** 1.1.1.1

חשוב להקפיד לתת זיהוי שונה לכל נתב!

אם לא מוגדר ידני, אז ממשק ה- loopback עם

כתובת ה- IP הגבוהה ביותר בנתב, תשמש כ- Router ID.

ואם לא מוגדר ממשק loopback, אז הממשק עם הכתובת הגבוהה ביותר נבחר כ- Router ID.

```
R1(config)# interface loopback 0
R1(config-if)# ip address 1.1.1.1 255.255.255.255
```

OSPF Area

כאשר הרשת גדולה מאוד, אנו מחלקים את הרשת למספר אזורים (Areas).

כל הנתבים באותו Area מכילים טבלת טופולוגיה זהה. כל נתב שבתוך ה- Area, מודע רק לקיום האזור אליו הוא שייך.

Cisco ממליצה שלא יהיו יותר מ- 50 נתבים באזור אחד.

כל האזורים חייבים להתחבר ל Area 0 שמשמש כ Backbone.

יתרונות עבודה ברשת היררכית (OSPF Areas):

טבלאות הניתוב קטנות יותר כי כל נתב מכיר את הנתיבים באזור שלו בלבד.

פחות עדכונים עוברים ברשת.

פחות חישובים שמתבצעים בנתב באמצעות SPF וזה בגלל שיש פחות עדכונים.

תהליך ההתכנסות (convergence) מהיר יותר.

תקלה באזור אחד לא תשפיע על שאר האזורים.

Area Border Router (ABR)

הנתבים שמחברים בין Areas נקראים Area Border Router (ABR) והם מכירים יותר מאזור אחד. הם מכירים את האזורים שהם מחברים.

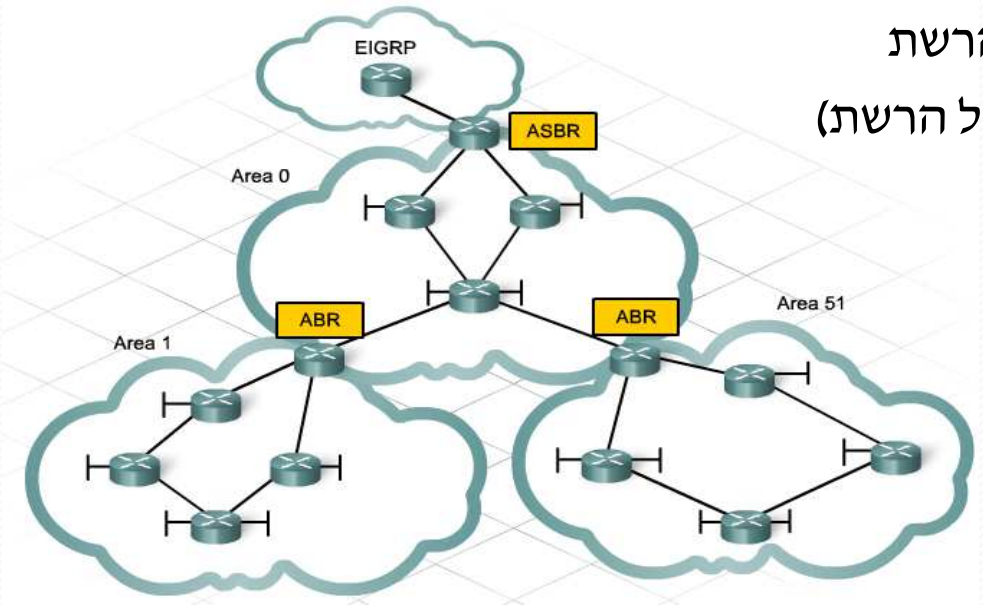
נתב שמשמש כ ABR יודע לבצע CIDR (Summarization) של אזור ולכן חשוב לתכנן Area בצורה היררכית כדי שניתן יהיה לבצע צמצום בצורה יעילה.

Autonomous System Boundary Router (ASBR)

נתב שמחבר רשת שמשתמשת ב - OSPF לרשת אחרת (לדוגמא : EIGRP) נקרא ASBR.

נתב שמשמש ASBR מבצע צמצום לכל הרשת

(מציג כתובת וסבנט אחד שכוללים את כל הרשת)



הגדרת Single Area OSPF

ההגדרה כוללת שני שלבים:

1) הפעלת פרוטוקול OSPF.

2) פרסום הרשתות שמחוברות לנתב.

1) הפעלת OSPF

router(config)#**router ospf** {process-id}

Process-id- זהו מספר בטווח 1-65,535 ותפקידו לזהות את ה- OSPF Process שבנתב, השפעתו מקומית בלבד. ניתן להפעיל מספר OSPF Process באותו נתב וכל אחד מהם פועל בצורה עצמאית ומנהל בסיס נתונים נפרד.

כדי לזהות את ה Process-id בצורה קלה, כדאי לבחור לכל הנתבים את אותו מספר (נניח 1).

פרסום הרשתות

הפקודה מאפשרת לנתב לגלות דרך אלו ממשקים OSFP ישלח hello packets וגם אלו רשתות הוא יפרסם.

Router(config-router)#**network** {network-address} {wildcard-mask} **area** {area-id}

הערה: wildcard-mask אלו הכתובות האפשריות הניתנות להגדרה (הפוך מ-subnet mask)

למשל אם יש לי SM 255.255.255.0 אז ה- Wildcard mask 0.0.0.255 ז״א שניתן לחלק 255 כתובות.

Network-address- יכול להיות כתובת רשת או כתובת IP של ממשק.

Wildcard-mask- אם network-address זה כתובת IP, ה- wildcard-mask יהיה 0.0.0.0

Area-id- בסביבה בה יש רק אזור אחד, Area-id יהיה 0.

כדי לא לפרסם hello packet דרך ממשק מסוים:

Router(config)#**router ospf** {process-id}

Router(config-router)#**passive-interface** {fastEthernet 0/1}

כדי לבדוק איזה ממשקים מוגדרים כ- passive-interface (לא מפורסמים)

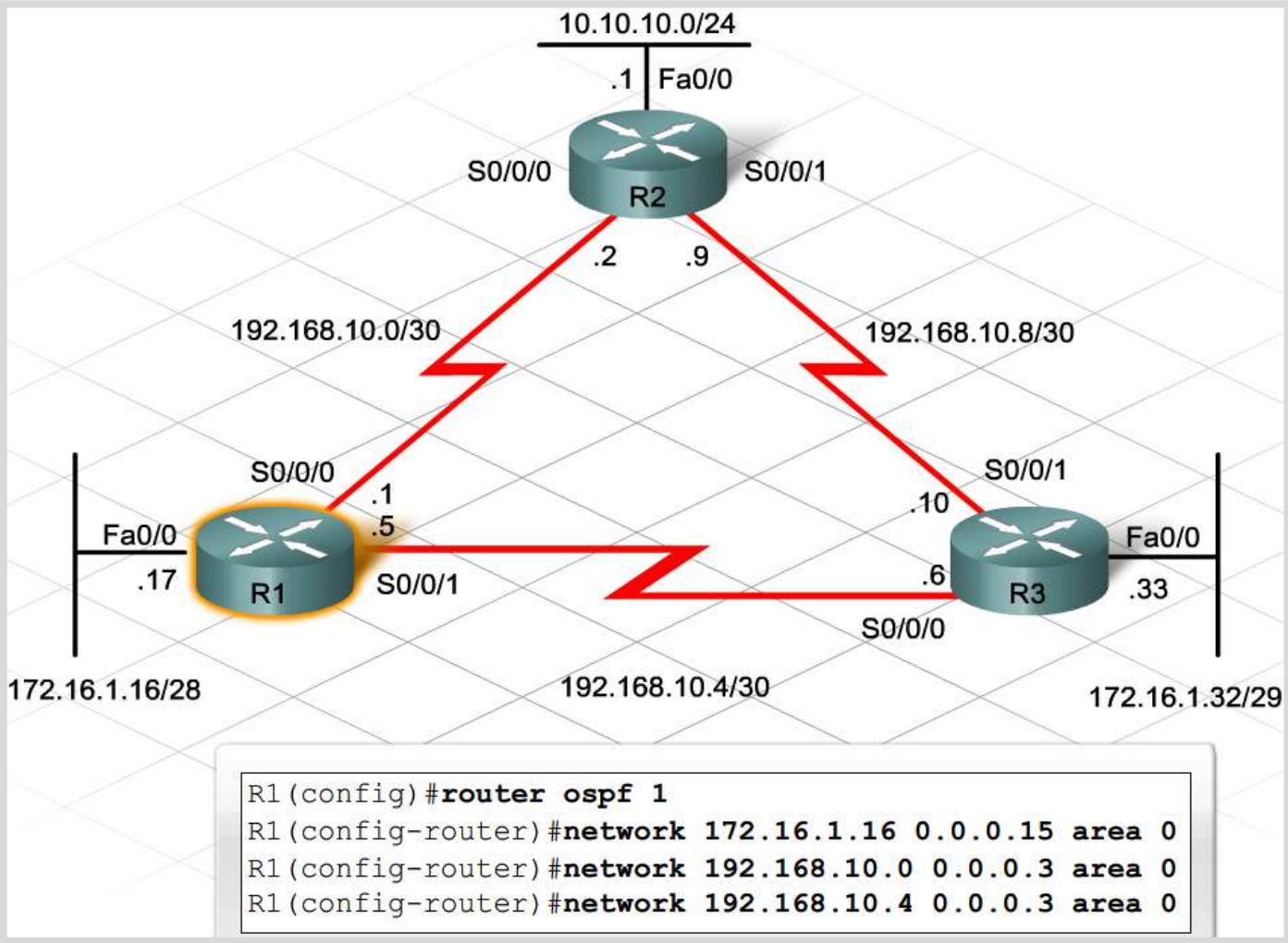
נשתמש בפקודה - **show ip protocols**

הגדרת Default Route בסביבת OSPF

נתב שמוגדר כ-default route הוא הנתב שדרכו ניתן לצאת לאינטרנט. הוא מודיע לכל הנתבים שהוא שער היציאה וכל מידע שהם לא מכירים ניתן לשלוח אליו.
נתב זה יכול לפרסם זאת כחלק משאר הפרסומים בסביבת OSPF.

Router(config)#**ip route 0.0.0.0 0.0.0.0** {10.0.0.254}
Router(config)#**router ospf** {process-id}
Router(config-router)#**default-information originate**

דוגמא להגדרת OSPF



OSPF cost

OSPFמשתמש ב- costבמקום ב- metric כדי לקבוע את הנתיב הטוב ביותר.

ככול שרוחב הפס של ממשק גבוה יותר, כך ה- cost נמוך יותר והנתיב טוב יותר.

כברירת מחדל כל מהירות מעל 100 Mbpsמקבלת ערך של (1) cost

כדי לראות איזה costמוגדר לממשק, השתמש בפקודה show ip ospf interface {so/o/o}

Interface Type	Reference Bandwidth in bps		Default Bandwidth in bps	Cost
10 Gigabit Ethernet 10 Gbps	100,000,000	÷	10,000,000,000	1
Gigabit Ethernet 1 Gbps	100,000,000	÷	1,000,000,000	1
Fast Ethernet 100 Mbps	100,000,000	÷	100,000,000	1
Ethernet 10 Mbps	100,000,000	÷	10,000,000	10
Serial 1.544 Mbps	100,000,000	÷	1,544,000	64
Serial 128 kbps	100,000,000	÷	128,000	781
Serial 64 kbps	100,000,000	÷	64,000	1562

Same Cost due to reference bandwidth

כדי לסדר זאת יש לשנות את הערך של **Reference Bandwidth** מ 100 ל- 10,000.

חובה להגדיר זאת בכל הנתבים ב- OSPF domain.

R1(config)#router ospf 1

R1(config-router)#auto-cost reference-bandwidth 10000

`auto-cost reference-bandwidth 10000`

Interface Type	Reference Bandwidth in bps		Default Bandwidth in bps	Cost
10 Gigabit Ethernet 10 Gbps	10,000,000,000	÷	10,000,000,000	1
Gigabit Ethernet 1 Gbps	10,000,000,000	÷	1,000,000,000	10
Fast Ethernet 100 Mbps	10,000,000,000	÷	100,000,000	100
Ethernet 10 Mbps	10,000,000,000	÷	10,000,000	1000
Serial 1.544 Mbps	10,000,000,000	÷	1,544,000	6477
Serial 128 kbps	10,000,000,000	÷	128,000	78125
Serial 64 kbps	10,000,000,000	÷	64,000	156250

בדיקת ההגדרות

show ip route

הצגת טבלת ניתוב מאפשרת לנו לדעת איזה נתיבים הנתב מכיר ואיך הם נלמדו.

show ip ospf neighbor

הצגת טבלת השכנים שהנתב מכיר.

```
R1# show ip ospf neighbor

Neighbor ID  Pri  State    Dead Time Address        Interface
3.3.3.3      0    FULL/-   00:00:37  192.168.10.6   Serial0/0/1
2.2.2.2      0    FULL/-   00:00:30  172.16.3.2     Serial0/0/0
```

- **Neighbor ID**- Router ID של הנתב השכן.
- **Pri**- OSPF priority של הממשק (משמש לבחירת DR ו BDR).
- **State**- מצב הממשק. צריך להיות FULL או 2WAY.
- **Dead Time** - הזמן שנותר לקבלת Hello packet, לפני מחיקת הנתב השכן.
- **Address** - כתובת הממשק של השכן.
- **Interface** - הממשק המקומי דרכו הנתב מחובר לשכן.

show ip protocols

הפקודה מציגה מידע על:

Process ID OSPF

Router ID OSPF

Area OSFF

רשתות שהשרת מפרסם.

מראה את השכנים.

show ip ospf

הפקודה מציגה מידע על כל ה- OSPF processes שפועלים בנתב:

Router ID

Area information

SPF statistics

LSA timer information

Show ip OSPF database

הפקודה מציגה מידע על הנתבים השכנים.

show ip ospf interface brief

הפקודה מציגה :

כתובות IP של הממשקים ובאיזה Area כל ממשק.

Process ID

Router ID

Cost

Priority

DR/BDR

```
R1# show ip ospf interface brief
Interface  PID   Area  IP Address/Mask  Cost  State  Nbrs F/C
Se0/0/1    10    0     192.168.10.5/30  15625 P2P    1/1
Se0/0/0    10    0     172.16.3.1/30    647   P2P    1/1
Gi0/0      10    0     172.16.1.1/24    1     DR     0/0
```

הגדרת authentication (MD5)

כברירת מחדל הפרוטוקול OSPF לא משתמש בהצפנה כדי להחליף מידע עם השכנים.

זו בעיית אבטחה כי ניתן לצותת לעדכונים ולגלות מידע על הרשת.

הגדרת הצפנה פותרת את הבעיה.

Enable MD5 authentication:

Router(config)#**router ospf** {process-id}

Router (config-router)#**area** {area-id} **authentication message-digest**

Enable OSPF authentication on interface:

Router (config)#**interface** {interface}

Router (config-if)#**ip ospf message-digest-key** {key ID} **md5** {password}

Router#**show interfaces** <fastEthernet 0/0>

כדי לדעת מה רוחב הפס של ממשק, השתמש בפקודה:

Router(config-if)#**ip ospf cost** <5>

ניתן להשתמש בפקודה ip ospf cost כדי לתת עדיפות שונה לממשק.

תרגיל 8

Part 1: Configure OSPFv2 Routing

Step 1: Configure OSPF on the R1, R2 and R3.

Use the following requirements to configure OSPF routing on all three routers:

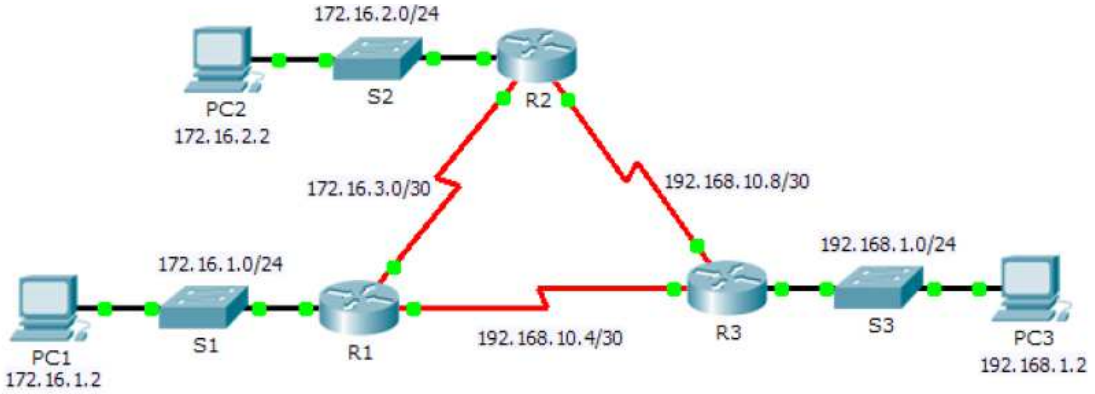
- Process ID 10
- Router ID for each router: R1 = 1.1.1.1; R2 = 2.2.2.2; R3 = 3.3.3.3
- Network address for each interface
- LAN interface set to passive (do not use the **default** keyword)

Step 2: Verify OSPF routing is operational.

On each router, the routing table should now have a route to every network in the topology.

Part 2: Verify the Configurations

Each PC should be able to ping the other two PCs. If not, check your configurations.



Question 2:

Why R1 can't establish an OSPF neighbor relationship with R3 according to the following graphic? (Choose two)

A – Configure EIGRP on these routers with a lower administrative distance
B – All routers should be configured for backbone Area 1
C – R1 and R3 have been configured in different areas
D – The hello and dead interval timers are not configured the same values on R1 and R3

תשובות C+D

Question 5:

OSPF routing uses the concept of areas. What are the characteristics of OSPF areas? (Chose three)

A – Each OSPF area requires a loopback interface to be configured
B – Areas may be assigned any number from 0 to 65535
C – Area 0 is called the backbone area
D – Hierarchical OSPF networks do not require multiple areas
E – Multiple OSPF areas must connect to area 0
F – Single area OSPF networks must be configured in area 1

תשובות B+C+E

Question 1

A router receives information about network 192.168.10.0/24 from multiple sources. What will the router consider the most reliable information about the path to that network?

A. an OSPF update for network 192.168.0.0/16
B. a static router to network 192.168.10.0/24
C. a static router to network 192.168.10.0/24 with a local serial interface configured as the next hop
D. a RIP update for network 192.168.10.0/24
E. a directly connected interface with an address of 192.168.10.254/24
F. a default route with a next hop address of 192.168.10.1

תשובה E אנא ראה טבלה בשקף 4

Question 3

A router has learned three possible routes that could be used to reach a destination network. One route is from EIGRP and has a composite metric of 20514560. Another route is from OSPF with a metric of 782. The last is from RIPv2 and has a metric of 4. Which route or routes will the router install in the routing table?

A. the OSPF route
B. the EIGRP route
C. the RIPv2 route
D. all three routes
E. the OSPF and RIPv2 routes

תשובה B ראה טבלה בשקף 4

Question 2

Which statements describe the routing protocol OSPF? (Choose three)

A. It supports VLSM.

B. It is used to route between autonomous systems.

C. It confines (תוחם) network instability(חוסר יציבות) to one area of the network.

D. It increases (מגדיל) routing overhead (חסם עליון\תקורה)on the network.

E. It allows extensive control (שליטה נרחבת)of routing updates

F. It is simpler to configure than RIPv2.

תשובות A,C,E

Question 3

A network administrator is trying to add a new router into an established OSPF network. The networks attached to the new router do not appear in the routing tables of the other OSPF routers. Given the information in the partial configuration shown below, what configuration error is causing this problem?

```
Router(config)# router ospf 1
Router(config-router)# network 10.0.0.0 255.0.0.0 area 0
```

A. The process id is configured improperly.
B. The OSPF area is configured improperly.
C. The network wildcard mask is configured improperly.
D. The network number is configured improperly.
E. The AS is configured improperly.
F. The network subnet mask is configured improperly.

תשובה C

Question 7

Why do large OSPF networks use a hierarchical(היררכי\מדרגי) design?

(Choose three)

A. to confine (לתחום)network instability to single areas of the network.

B. to reduce(להפחית) the complexity(מורכבות) of router configuration

C. to speed up convergence (התכנסות)

D. to lower costs by replacing routers with distribution layer switches

E. to decrease latency by increasing bandwidth

F. to reduce(להפחית) routing overhead (תקורה\נקודה מקסימלית)

תשובות A,C,F

תודה ליקי בן ניסן על תרומת חלק נרחב מחומר הלימוד