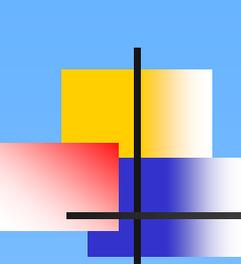


Διευθέτηση πρωτοκόλλου BGP και διαχείριση Αυτόνομων Συστημάτων

Φοιτητής : Λάμπρος Κλωνής

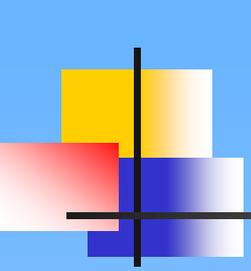
Επιβλέπων καθηγητής : Βασιλείαδης Δημήτριος

ΤΕΙ ΗΠΕΙΡΟΥ
ΣΧΟΛΗ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ ΚΑΙ ΟΙΚΟΝΟΜΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΤΗΛΕΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ ΚΑΙ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ



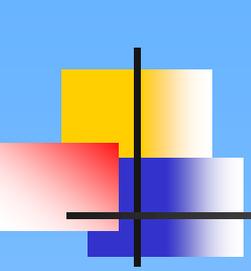
Περιγραμματα – Γενικές γραμμές

- Διαδίκτυο – Δρομολόγηση – Έννοια Αυτόνομων Συστημάτων
- Γενικά για το BGP
 - Τι – Γιατί – Σκοπός – Είδη
- Βασικά για το BGP
 - Βασικές αρχές - Λειτουργία - Μηνύματα



Περιγραμματα – Γενικές γραμμές

- Βασική BGP διεuθέτηση
- Εισαγωγή - εκπομπή διαδρομών στο BGP
- Ιδιότητες BGP
- Έλεγχος πολιτικών στο BGP
- Επιλέγοντας διαδρομές
- BGP Case Study



Διαδίκτυο

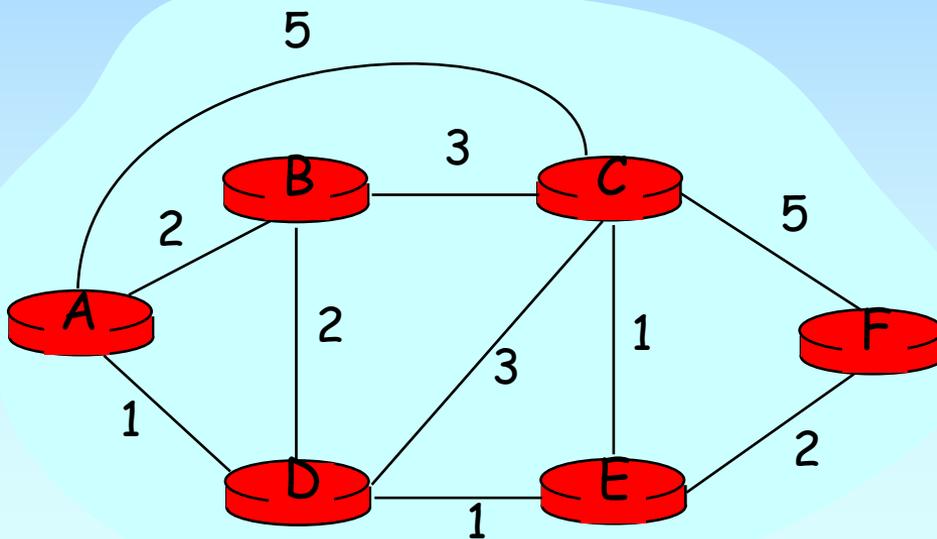
- Διαδίκτυο: δίκτυο Η/Υ
- Τερματικά (PC, Mainframes, Servers, κ.λ.π.)
 - Διασύνδεση - επικοινωνία μεταξύ τους
- Κόμβοι - δρομολογητές
 - Παρέχουν δρομολόγηση
 - «Τρέχουν» πρωτόκολλα
 - Χρησιμοποιούν αλγόριθμους

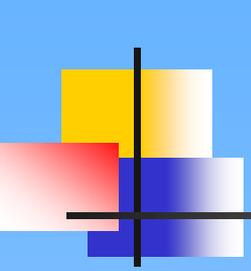
Αλγόριθμος δρομολόγησης

Αλγόριθμος δρομολόγησης

Σκοπός: καθόρισε το “βέλτιστο” μονοπάτι (ακολουθία των routers) διαμέσου του δικτύου από την πηγή προς τον προορισμό.

- “βέλτιστο” μονοπάτι:
 - τυπικά σημαίνει το minimum κόστος ή απόσταση





Πρωτόκολλα δρομολόγησης

- Σκοπός
 - Ανταλλαγή πληροφοριών – προσέγγιση προορισμών (δίκτυα - Η/Υ)
 - Πίνακα δρομολόγησης
 - Ποια δίκτυα - προορισμοί
 - Πως θα προσεγγιστούν
 - Με τι κόστος - απόσταση



Δρομολόγηση στο Διαδίκτυο

Υπόθεση :

- κάθε δρομολογητής
- το internet όλο

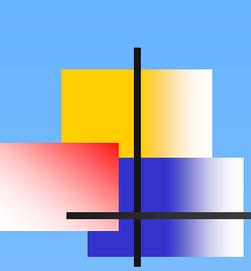
... μη επιτεύξιμο πρακτικά

κλίμακα: με εκατομ.
προορισμούς:

- Τεράστιος όγκος δεδομένων στον πίνακα δρομολόγησης!
- Τεράστια υπολογιστική ισχύς!

Στην πραγματικότητα:

- internet = δίκτυο δικτύων
 - Χωρισμός σε Αυτόνομα Συστήματα

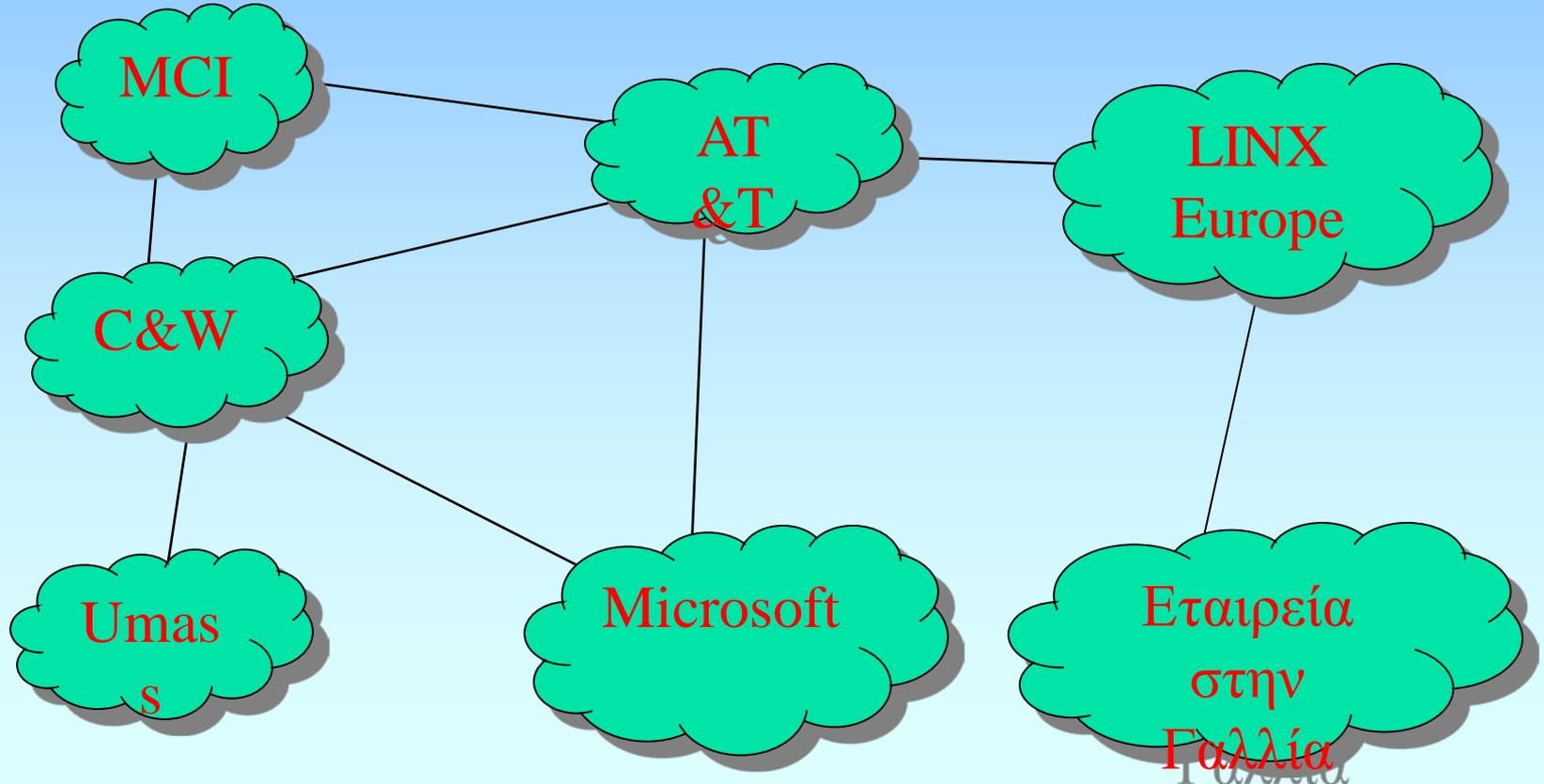


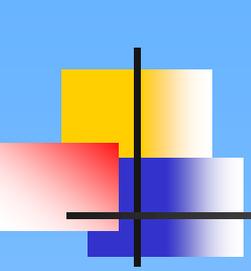
Αυτόνομα Συστήματα

- ΑΣ: δίκτυο ή σύνολο υποδικτύων
 - Δική του διαχειριστική αρχή – πολιτική
 - Δικά του εσωτερικά πρωτόκολλα δρομ.
 - Ανάγκη επικοινωνίας μεταξύ των ΑΣ- πύλες
 - Μοναδικό αριθμό ΑΣ (+IP prefix)
 - Παραδείγματα ΑΣ:
 - Internet Service Providers (ISPs)
 - Εταιρικά δίκτυα
 - Πανεπιστημιούπολεις

Διαδίκτυο και ΑΣ

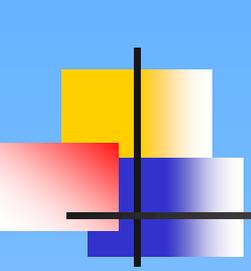
- Χιλιάδες Οργανισμοί - ΑΣ
- Πολύ περισσότεροι δρομολογητές
- Εκατομμύρια hosts





Είδη δρομολόγησης

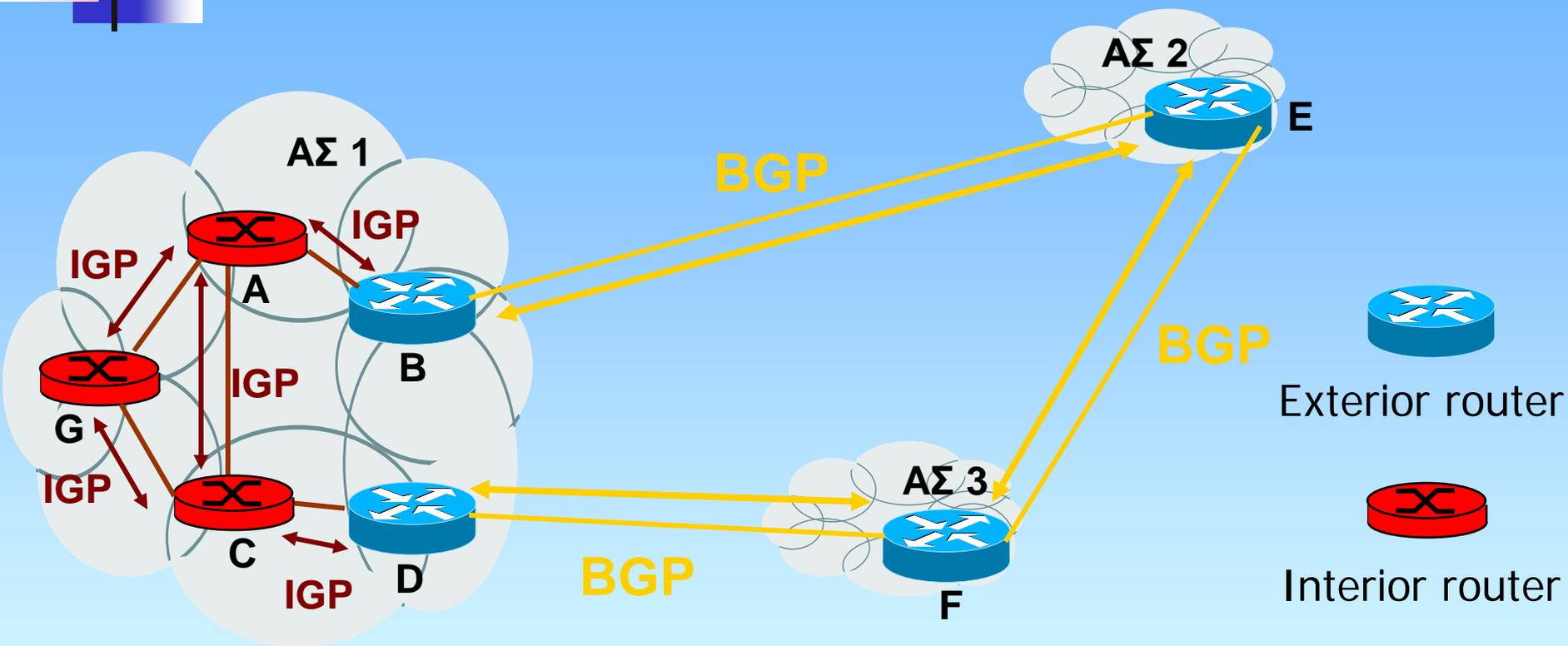
- Intra - domain δρομολόγηση
 - Εντός ενός ΑΣ - στόχοι
 - Πρωτόκολλα IGP (Interior Gateway Protocol)
- Intra - domain δρομολόγηση
 - Μεταξύ διαφορετικών ΑΣ - στόχοι
 - Πρωτόκολλο EGP (Exterior Gateway Protocol)



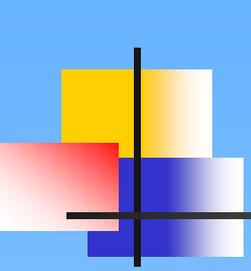
Πρωτόκολλα intra - inter

- Πρωτόκολλα intra-domain (IGP)
 - RIP: Routing Information Protocol
 - OSPF: Open Shortest Path First
 - IGRP: Interior Gateway Routing Protocol
- Πρωτόκολλα inter-domain
 - Πρώτο: το EGP (Exterior Gateway Protocol)
 - Σήμερα το Border Gateway Protocol (BGP)

Δρομολόγηση Intra & Inter

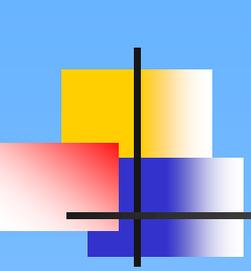


- Intra – μεταξύ των δρομολογητών εντός του AS 1
- Inter – μεταξύ των AS 1, 2, 3 και διαμέσου των exterior δρομολογητών B, D, F και E
- Οι A, C και G interior, οι F, E, B και D exterior



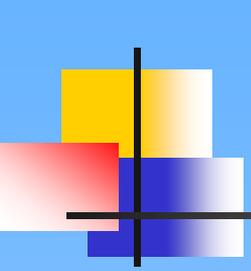
Γενικά για το BGP

- Τι είναι το BGP;
 - Το BGP σήμερα.
- Σκοπός του BGP.
- Πότε επιλέγεται το BGP;
 - Πότε δεν είναι αναγκαίο.
- Είδη BGP.



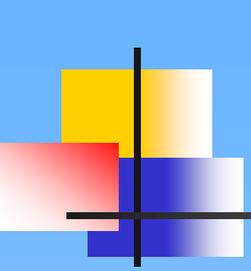
Τι είναι το BGP ;

- Πρωτόκολλο που κατανοεί την έννοια των Αυτόνομων Συστημάτων.
- Ένα Exterior Gateway Protocol, δημοσιοποιεί 10δες-100δες χιλιάδες updates - που αφορούν προσέγγιση AS σε όλο το Internet.



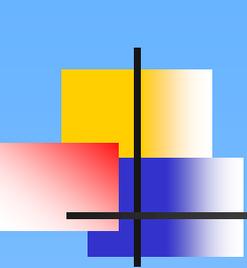
Τι είναι το BGP ;

- Το μοναδικό πρωτόκολλο σήμερα στο Internet γι' αυτήν την δουλειά.
- Έξυπνη επιλογή διαδρομών που βασίζεται σε αλγόριθμο τύπου "Path-vector".



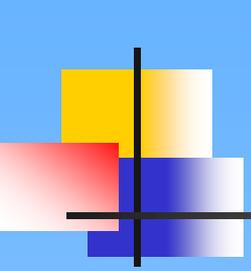
Το BGP σήμερα

- Πρόσφατη BGP έκδοση 4
- Ορισμένο στο RFC 1771, εμπλουτισμένο (με επιπρόσθετες δυνατότητες) σε άλλα RFCs.
- Εκσυγχρονισμένο – δρομολόγηση “classless”. Τα BGP3, RIPv1, και μερικά άλλα ΔΕΝ υποστηρίζουν.



Σκοπός του BGP

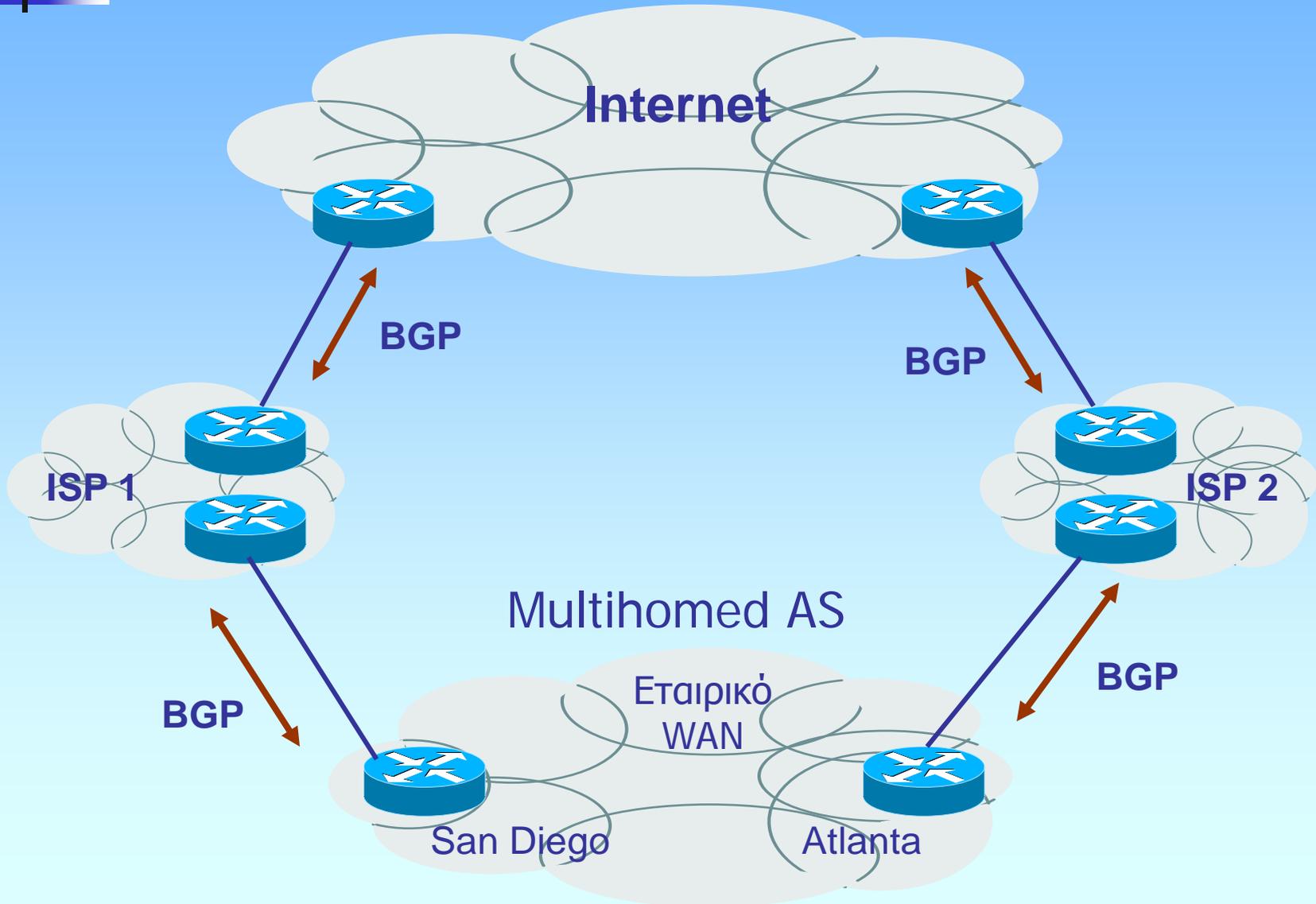
- Επιτρέπει στα ΑΣ να πουν σε άλλα ΑΣ σχετικά με διαδρομές-δίκτυα για τις οποίες είναι υπεύθυνα.
- Χρησιμοποιώντας “route advertisements” ή “NLRI” δηλ. “network-layer reachability information”.
- Απώτερος στόχος => επίτευξη εφικτότητας μεταξύ των ΑΣ.



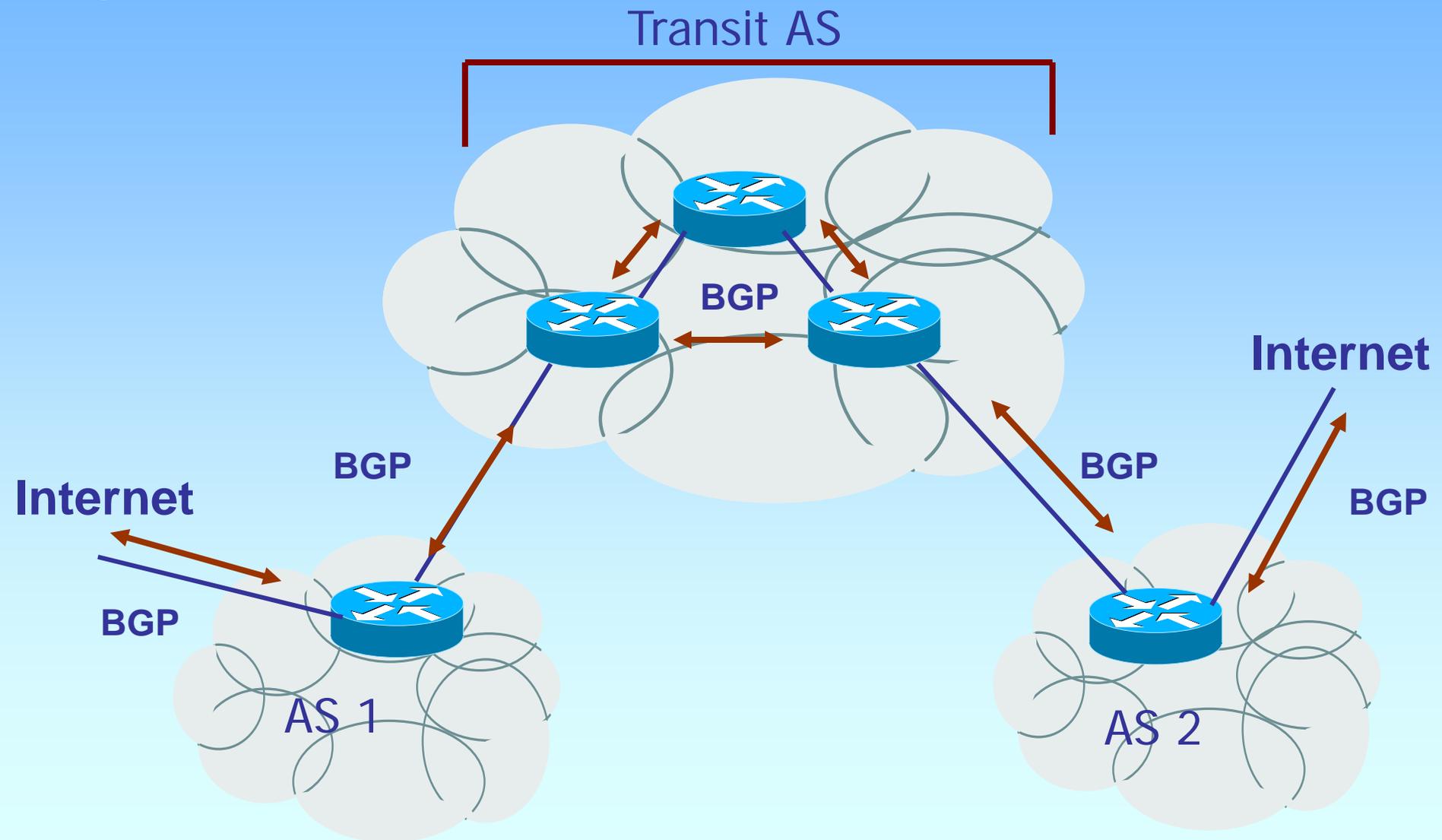
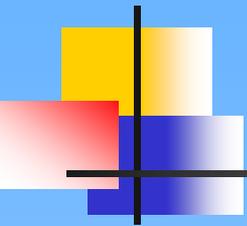
Πότε επιλέγεται το BGP;

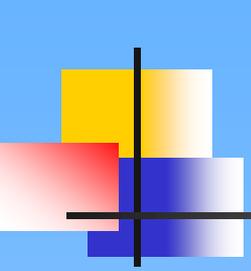
- Απαραίτητη η εφαρμογή πολιτικών μεταξύ ΑΣ.
- Τυπικά παραδείγματα:
 - ISPs και dual ή multihomed ΑΣ (στα οποία παρέχεται πρόσβαση στο Internet)
 - Transit AS (μεταβίβαση διερχομένων πακέτων)

Multihomed AS



Transit AS



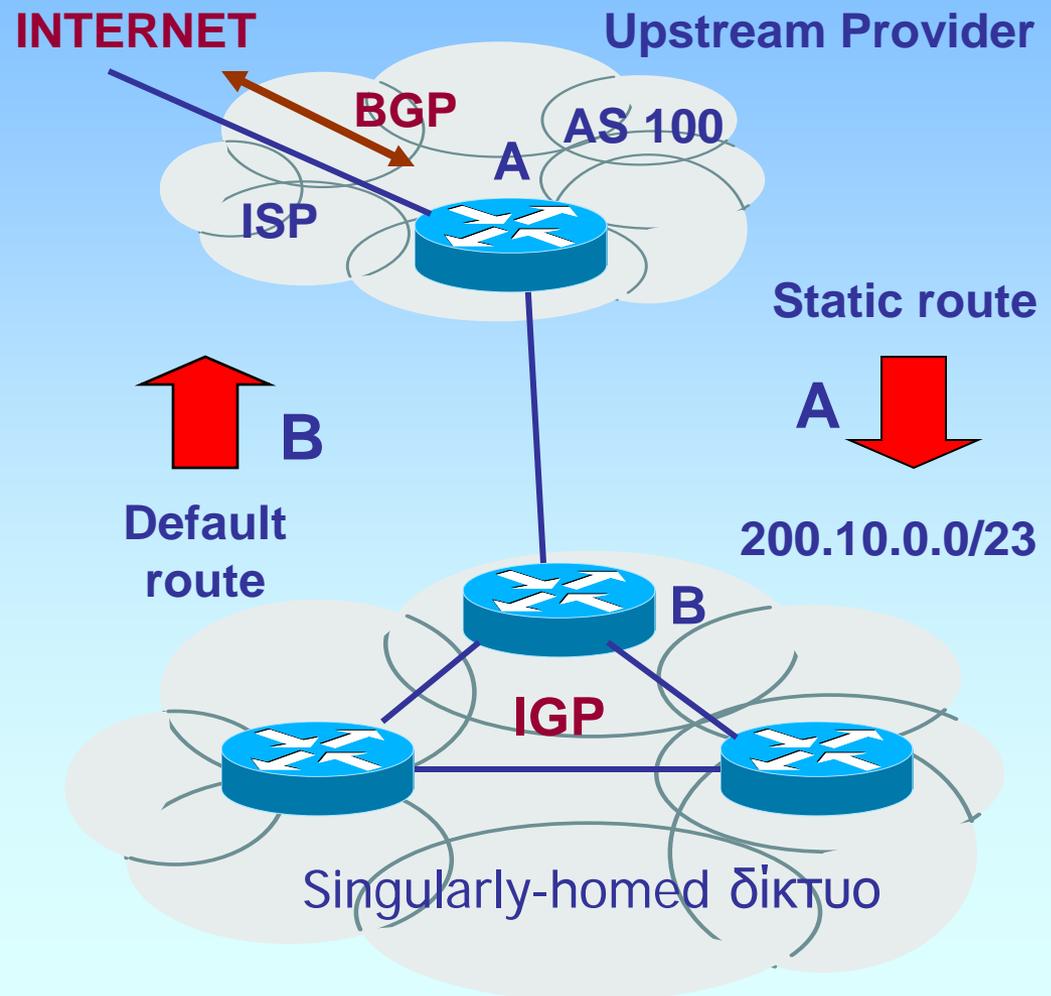


Πότε δεν είναι αναγκαίο

- Το BGP δεν χρειάζεται...
 - ... στα singularly homed δίκτυα (AS).
 - => κάνουμε χρήση default και static routes.

Singularly-homed δίκτυο

- Μη αναγκαίο το BGP. Χρήση:
 - B : Default route
 - Πώς «βλέπω» άλλους
 - A : Static route
 - Πως με «βλέπουν»
- Singularly-homed δίκτυο:
 - Θεωρείται επέκταση του AS 100



Είδη BGP - Γενικά

■ eBGP

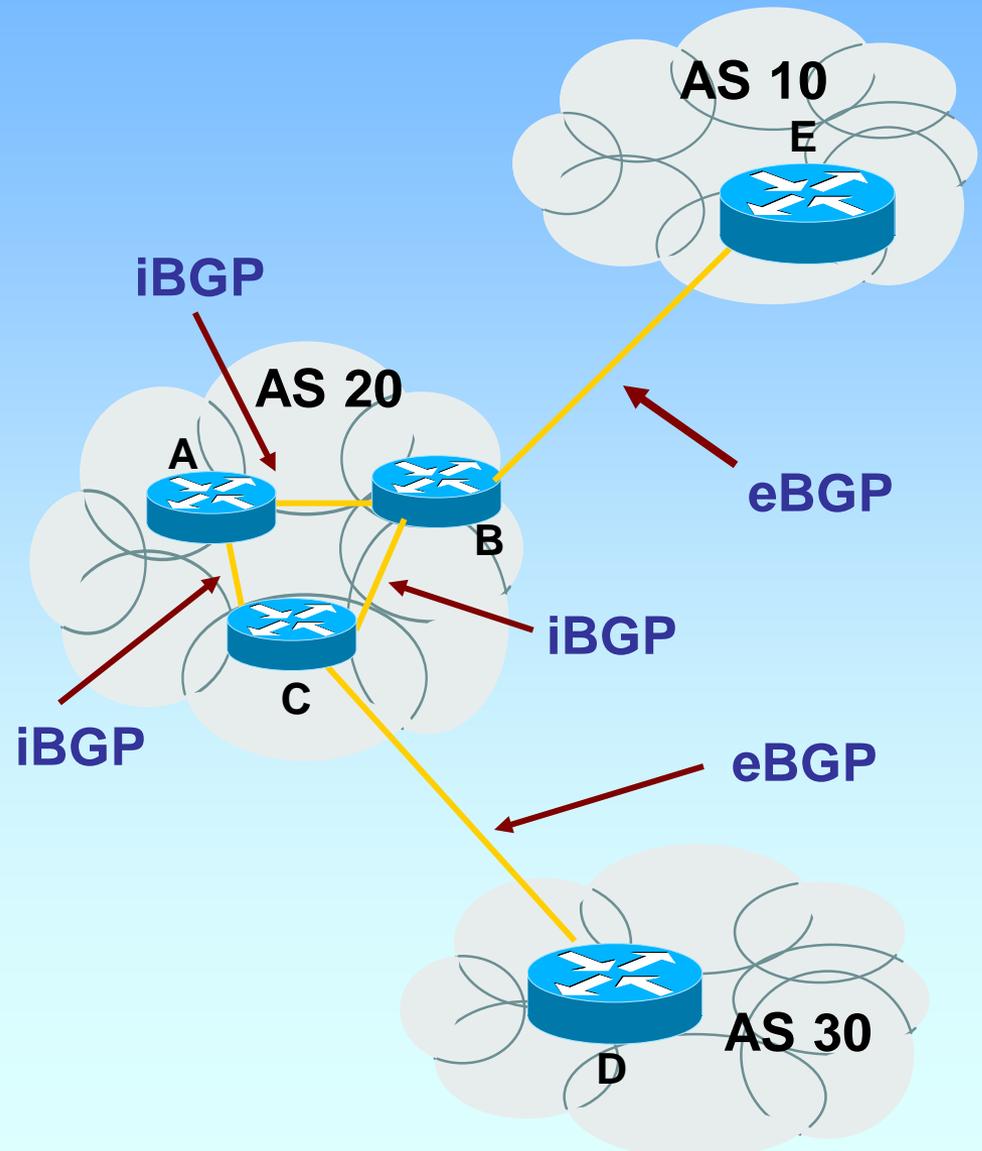
(external BGP)

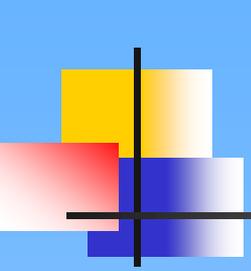
- Το BGP «τρέχει» μεταξύ δύο διαφορετικών Αυτόνομων Συστημάτων.

■ iBGP

(internal BGP)

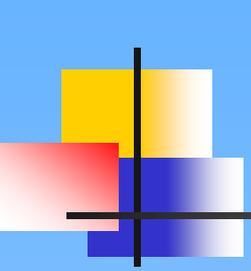
- Το BGP «τρέχει» εντός του ίδιου ΑΣ.
- Transit AS.
 - AS-path.





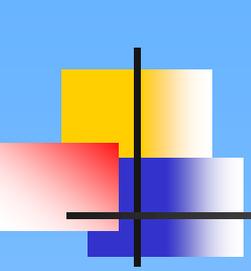
Βασικά για το BGP

- Η BGP διαδρομή
- Γενικές έννοιες του BGP
- Λειτουργία του BGP
 - Γενική
 - Ειδική
- BGP messages



Η BGP διαδρομή

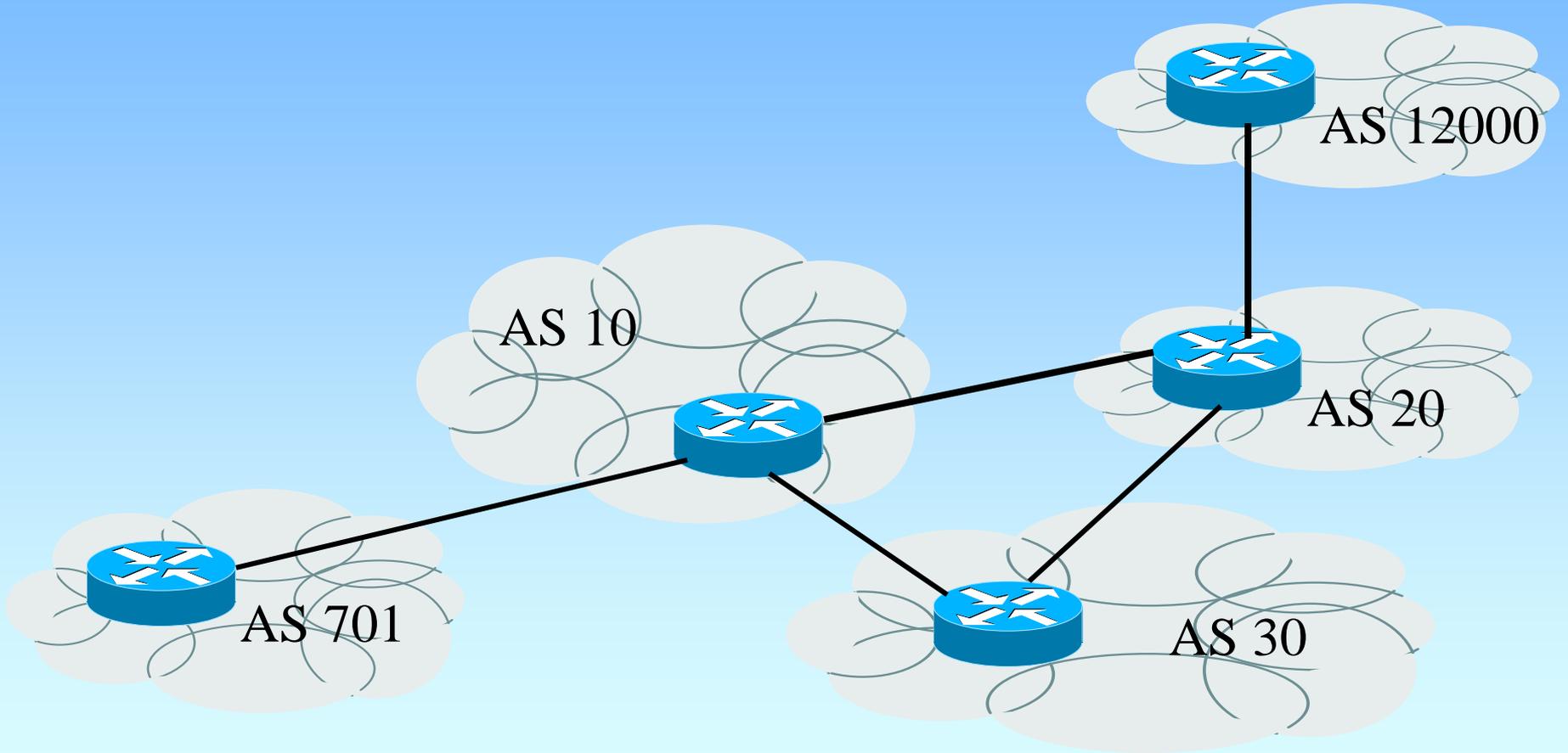
- Αποτελείται :
 - IP πρόθεμα
 - Συλλογή από «αντικείμενα» ή «ιδιότητες»
- Το πρόθεμα - "prefix" - είναι εκείνο το τμήμα της IP διεύθυνσης που μεταδίδεται – class net, sub, super. Αποτελείται από:
 - Ένα αριθμό «δικτύου» (π.χ. 207.8.128.0)
 - Μια netmask (π.χ. /24, δηλ. 255.255.255.0)

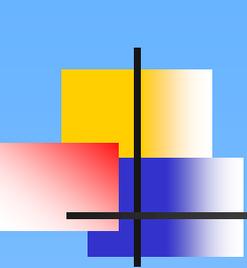


Γενικές έννοιες του BGP

- Το BGP ανταλλάσσει διαδρομές μεταξύ ΑΣΤΩΝ.
- Όταν οι διαδρομές ανταλλάσσονται, επισυνάπτονται τα ASNs σ' αυτές κατά την διάρκεια «διάσχισης» των ΑΣΤΩΝ.
- Δεν υπάρχει η ιδέα του "hop-count", των εσωτερικών δρομολογητών (IGP routers).
- Loop free.

BGP και ASNs





Γενική λειτουργία του BGP

- Εκμάθηση πολλαπλών μονοπατιών για διαδρομές.
- Επιλογή «βέλτιστου» μονοπατιού (προς κάθε διαδρομή), εγκατάστασή του στον IP πίνακα δρομολόγησης.
- Εφαρμογή πολιτικών για επίτευξη ελέγχου στην επιλογή του βέλτιστου μονοπατιού.

Λειτουργίες BGP - Ειδικές

(Απλοποιημένες)

Εγκατάσταση σύνδεσης
στο TCP port 179

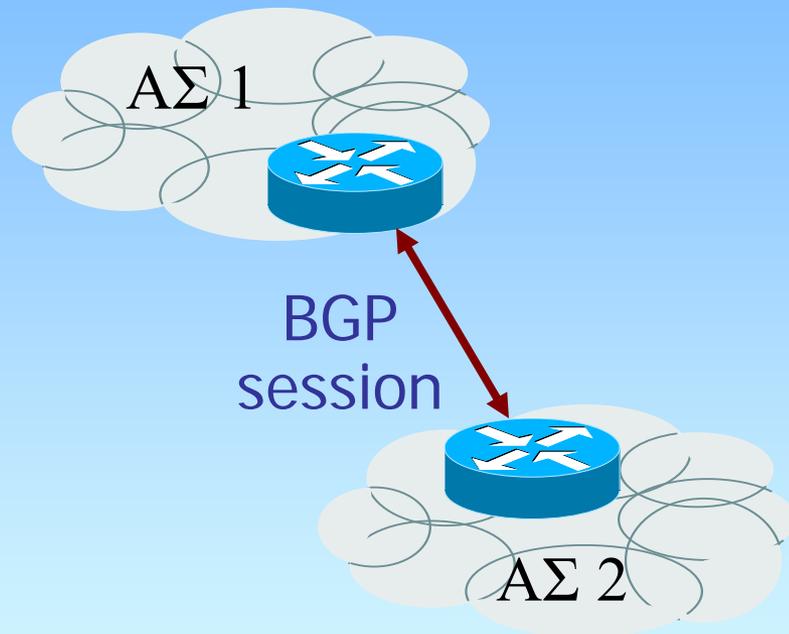
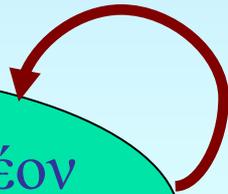


Established

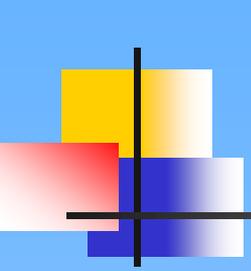
Ανταλλαγή όλων των
ενεργών διαδρομών



Ανταλλαγή επιπλέον
(incremental) updates

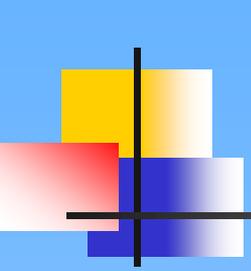


Όσο η σύνδεση είναι σε ισχύ αντάλλαξε update μηνύματα για διαδρομές



BGP messages

- Τέσσερις τύποι BGP μηνυμάτων :
 - **Open** : Εγκαθιστά ένα peering session
 - **Keep Alive** : Ανταλλάσσεται σε συγκεκριμένα διαστήματα
 - **Notification** : Σταματά την λειτουργία ενός peering session
 - **Update** : γνωστοποιεί νέες διαδρομές σχετικά με κάποια δίκτυα
- **Update** :
 - Εκπομπή = prefix + τιμές ιδιοτήτων

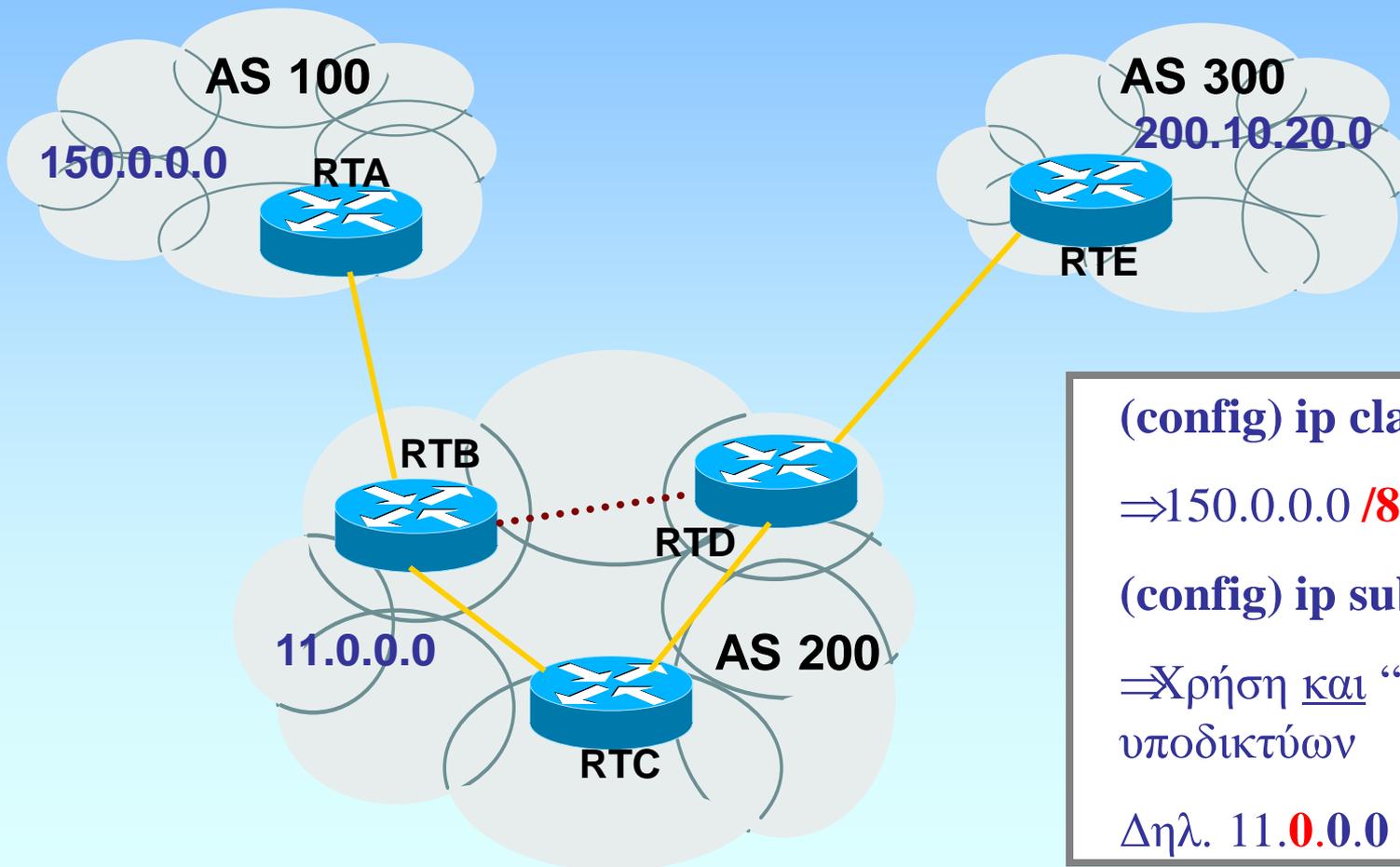


Βασική BGP διαυθέτηση

- CIDR και χώρος διευθύνσεων
- Εγκατάσταση συνδεσιμότητας IP
- Εγκαθίδρυση των BGP-4 sessions
 - Ενεργοποίηση της δρομολόγησης BGP
 - Ορισμός των BGP γειτόνων
 - Εκπομπή πηγαίων δικτύων

Βασική BGP διαμετάδοση

■ CIDR και χώρος διευθύνσεων



(config) ip classless

⇒ 150.0.0.0 /8 από /16

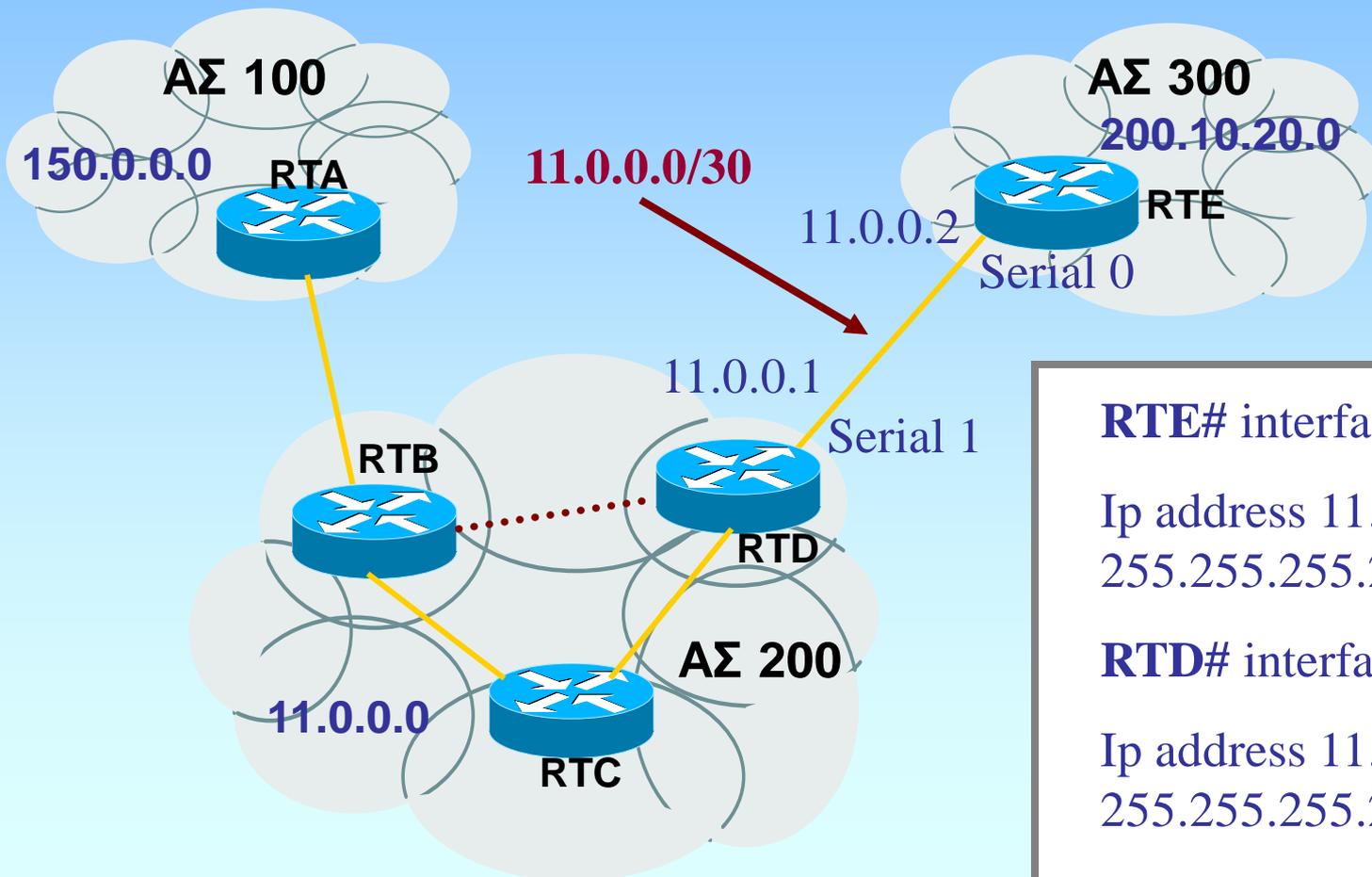
(config) ip subnet-zero

⇒ Χρήση και “0”
υποδικτύων

Δηλ. 11.0.0.0 κ.λ.π.

Βασική BGP διαθεσιμότητα

- Εγκατάσταση συνδεσιμότητας IP



```
RTE# interface Serial 0
```

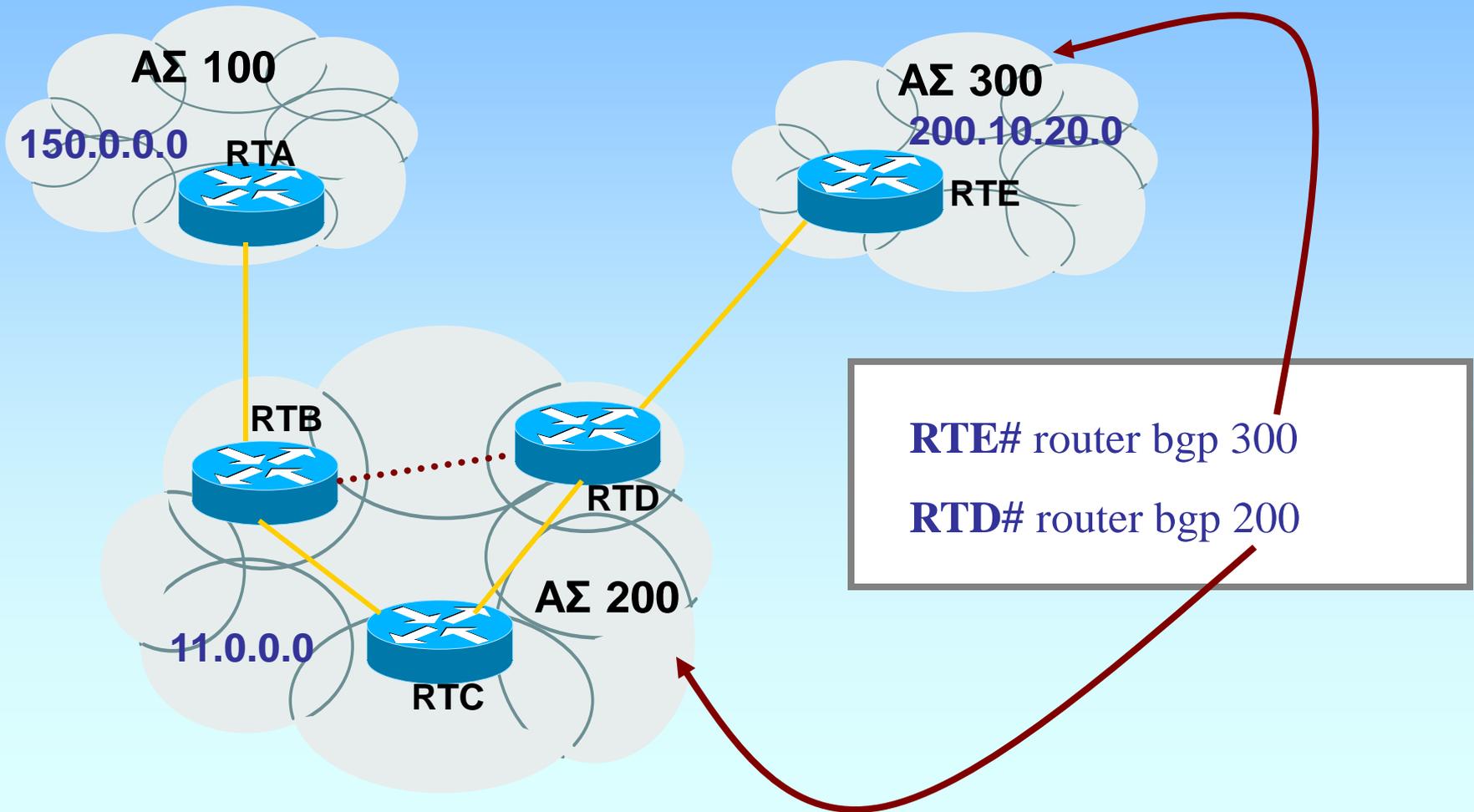
```
Ip address 11.0.0.2  
255.255.255.252
```

```
RTD# interface Serial 1
```

```
Ip address 11.0.0.1  
255.255.255.252
```

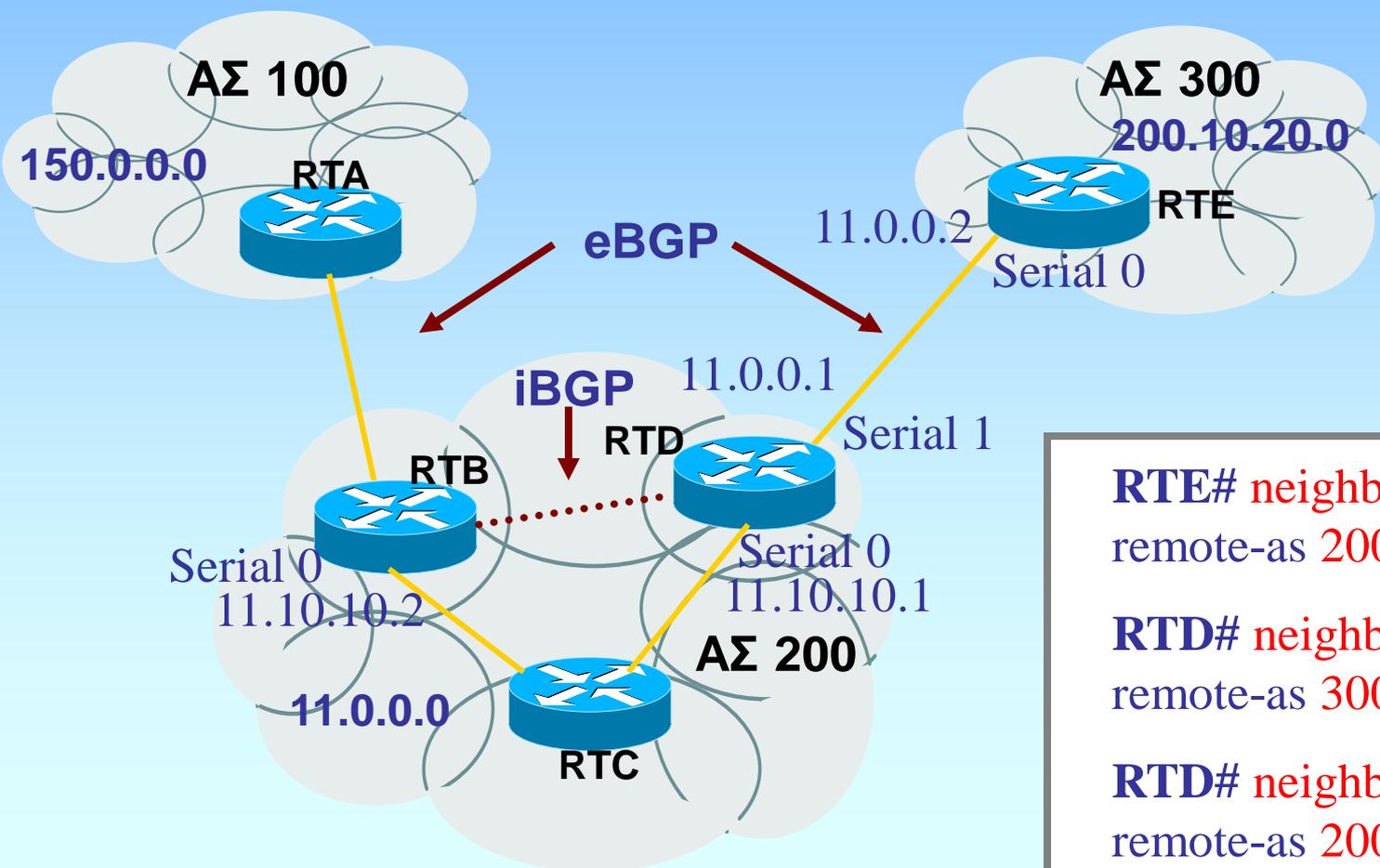
Βασική BGP διαθεσηση

- Εγκαθιδρυση των BGP-4 sessions



Βασική BGP διαμετάδοση

- Ορισμός των BGP γειτόνων (peers)



RTD και RTE
εξωτερικοί
γειτονες BGP

RTD και RTB
εσωτερικοί
γειτονες BGP

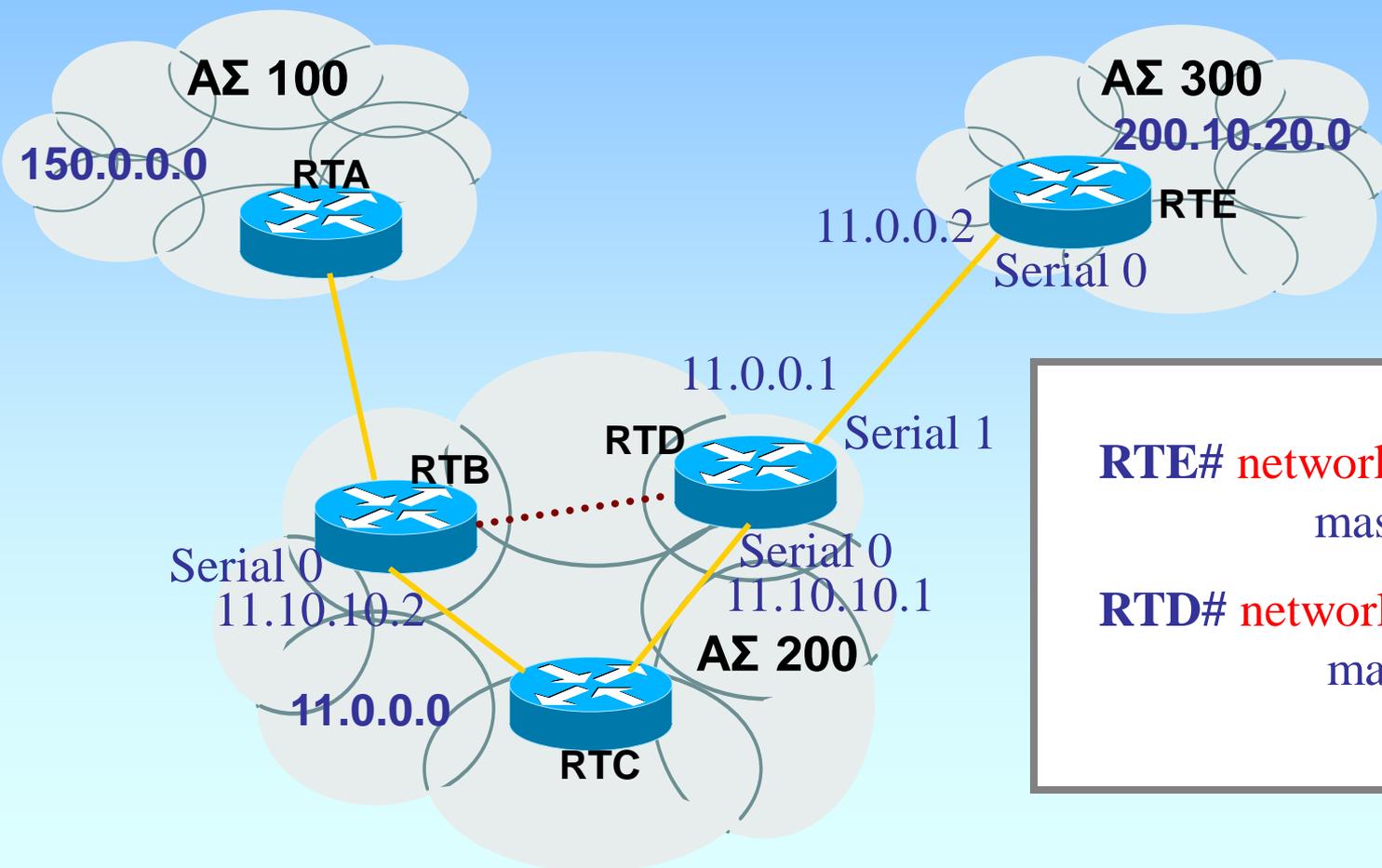
```
RTE# neighbor 11.0.0.1  
remote-as 200
```

```
RTD# neighbor 11.0.0.2  
remote-as 300
```

```
RTD# neighbor 11.10.10.2  
remote-as 200
```

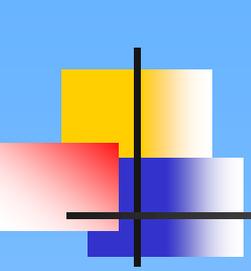
Βασική BGP διαμετάδοση

- Εκπομπή πηγαίων δικτύων



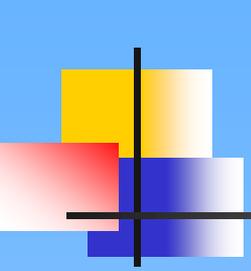
```
RTE# network 200.10.20.0  
      mask 255.255.255.0
```

```
RTD# network 11.0.0.0  
      mask 255.0.0.0
```



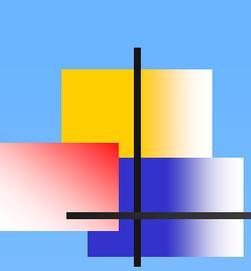
Εισαγωγή διαδρομών στο BGP

- Πώς εισάγονται οι διαδρομές στο BGP; Τρεις τρόποι υπάρχουν:
 - Εντολή network (σαν στατικές BGP διαδρομές)
 - Αναδιανομή από IGP (OSPF, RIP,...) και στατικές εγγραφές
 - Εισερχόμενα updates από άλλα ΑΣ



Εισαγωγή μέσω της network

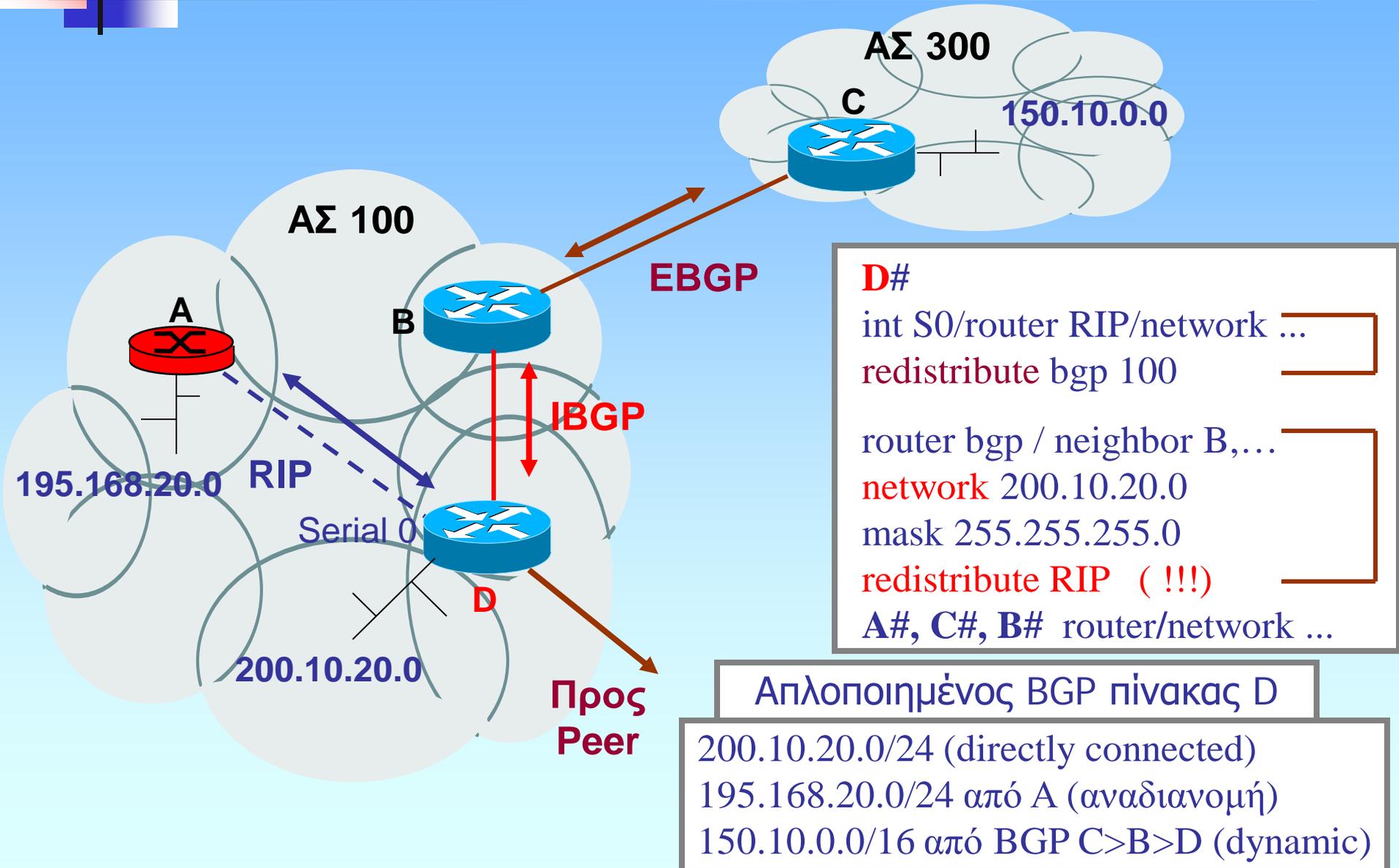
- Ποια δίκτυα προέρχονται από το ΑΣ μας;
- “network x.y.z.q [mask a.b.c.d]”
 - Διαφορετική πρακτικά από τα IGP (RIP, OSPF)
 - Μάσκα, BGP-4 -> υποδίκτυα και υπερδίκτυα
 - Έως 200 εγγραφές network
- Το δίκτυο που θα μεταδώσουμε πρέπει να είναι: απευθείας συνδεδεμένο ή στατικά δηλωμένο ή γνωστό δυναμικά

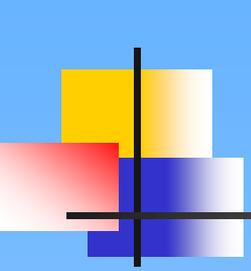


Εισαγωγή μέσω αναδιανομής

- Αναδιανομή (redistribution) IGP σε BGP: το BGP συνεργάζεται με το IGP, δίκτυα γνωστά στο IGP -> BGP.
- Κάνουμε αναδιανομή πάντα με χρήση φίλτρων. Αποφυγή λαθών.
 - Παράδειγμα φιλτραρίσματος αργότερα.

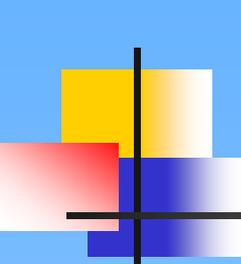
Παράδειγμα εισαγωγής διαδρομών





Ιδιότητες του BGP

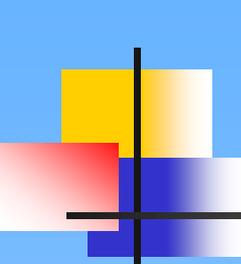
- Τι είναι μια ιδιότητα;
- Ιδιότητες BGP και παραδείγματα διευθέτησης.



Τι είναι μια ιδιότητα;

...	Next Hop	AS Path	MED
-----	---------------------	--------------------	------------	-----	-----

- BGP μήνυμα: αποτελείται από πρόθεμα IP και πληροφορίες για το πρόθεμα (π.χ, med, next-hop, origin, ..).
 - Τιμές ιδιοτήτων BGP – διαδικασία απόφασης για επιλογή διαδρομών
 - Σύγκριση – προτίμηση προσέγγισης

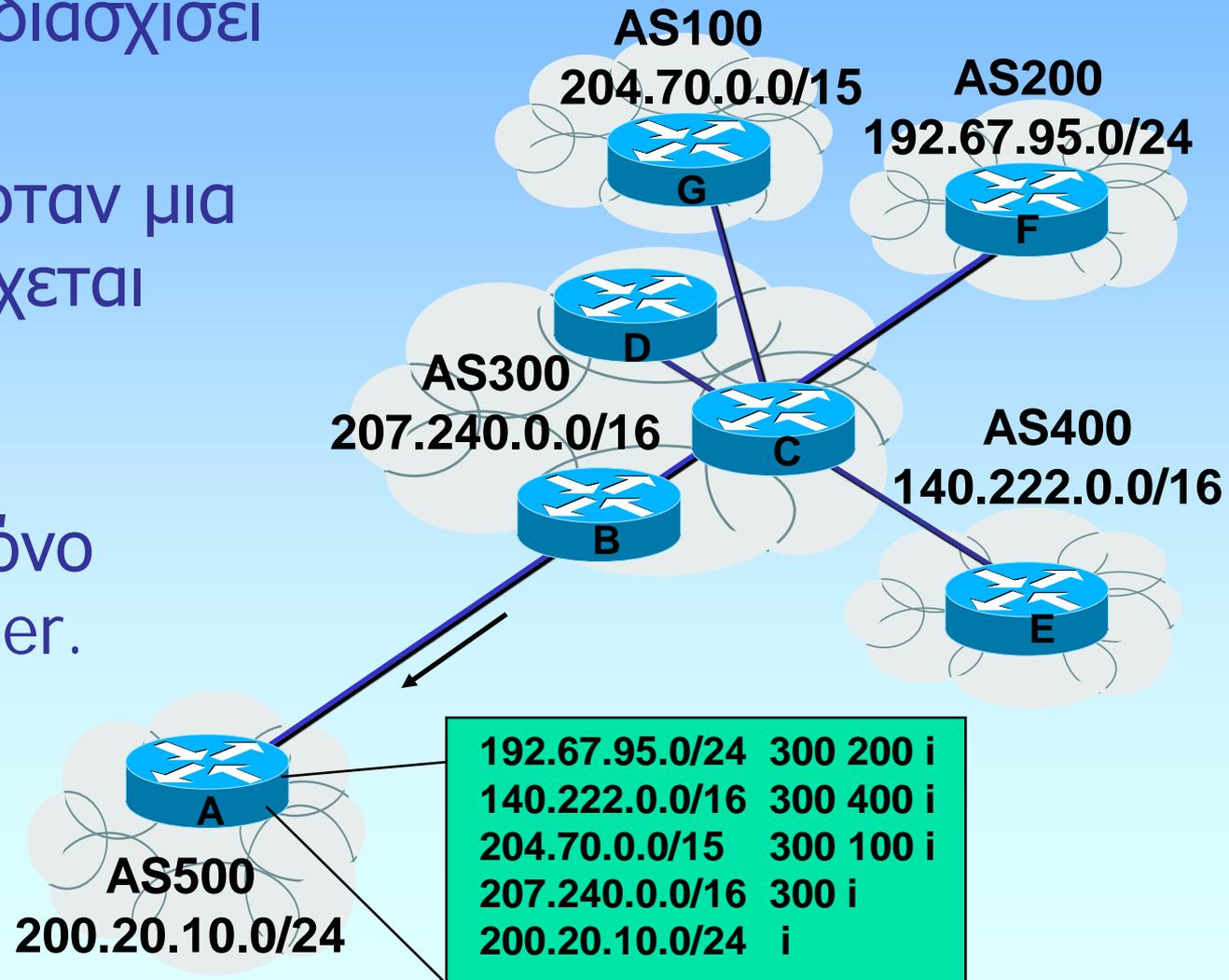


Ιδιότητες BGP

- AS-path
 - AS-path και hop
- Origin
- BGP Nexthop
 - Συγχρονισμός – ΑΣ Διέλευσης
- Weight
- Local preference
- Metric (MED)
- Community

Ιδιότητα AS-path

- Λίστα ASNs – διασχίσει – προορισμό.
- Επισύναψη – όταν μια διαδρομή διέρχεται ένα ΑΣ.
- Το τοπικό ΑΣ προστίθεται μόνο -> external peer.

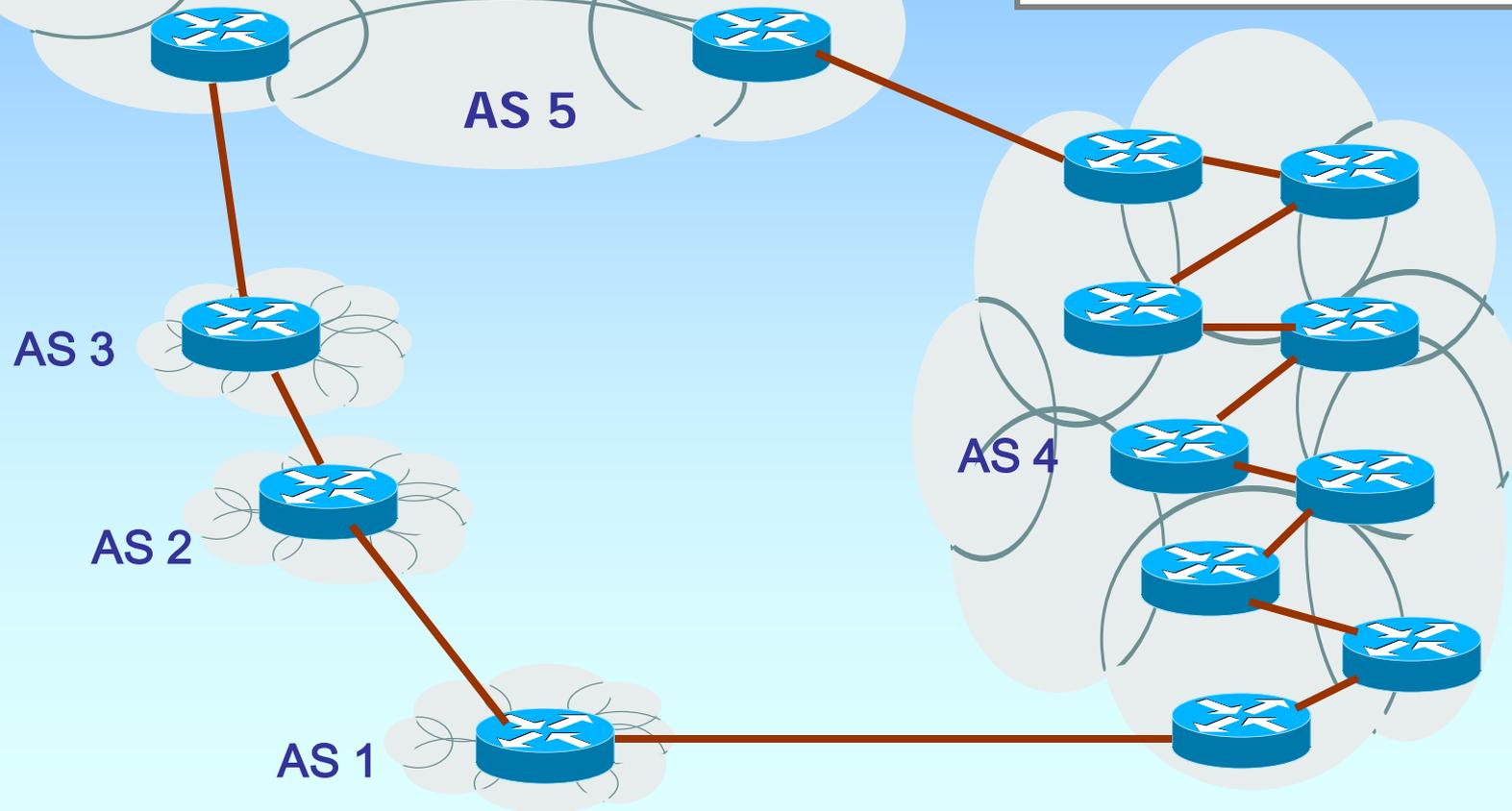


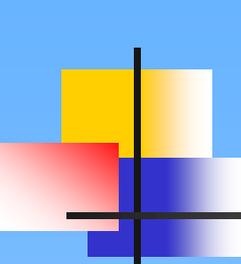
*Το μικρότερο AS - path προτιμάται.

BGP AS-path και IP "hop"

Το BGP λέει ότι το path 4 1 είναι καλύτερο από το path 3 2 1!

Συντομότερο AS-PATH
δεν σημαίνει λιγότερος
αριθμός hops

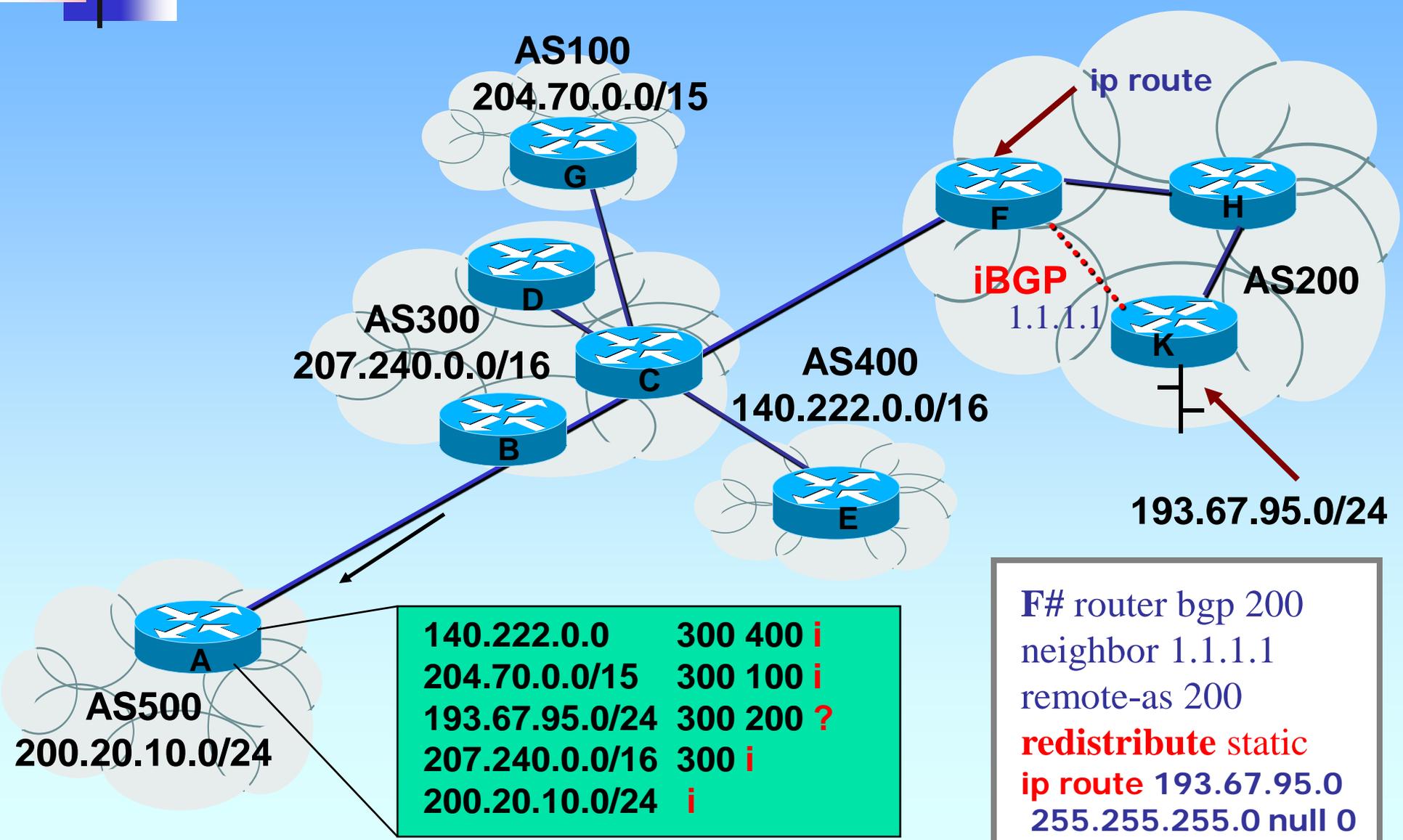




Ιδιότητα Origin

- Ιδιότητα υποχρεωτική
- Περιγράφει την προέλευση των πληροφοριών του μονοπατιού
- τρεις τυπικές τιμές
 - "i": IGP , δημιουργημένο εσωτερικά από το προερχόμενο ΑΣ (network, IGP -> BGP)
 - "e": EGP , έχει μαθευτεί διαμέσου του exterior gateway protocol
 - "?": ημιτελή, όταν (static -> BGP)

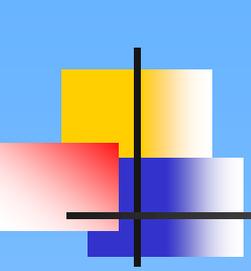
Ιδιότητα Origin



140.222.0.0	300 400	i
204.70.0.0/15	300 100	i
193.67.95.0/24	300 200	?
207.240.0.0/16	300	i
200.20.10.0/24		i

```

F# router bgp 200
neighbor 1.1.1.1
remote-as 200
redistribute static
ip route 193.67.95.0
255.255.255.0 null 0
    
```

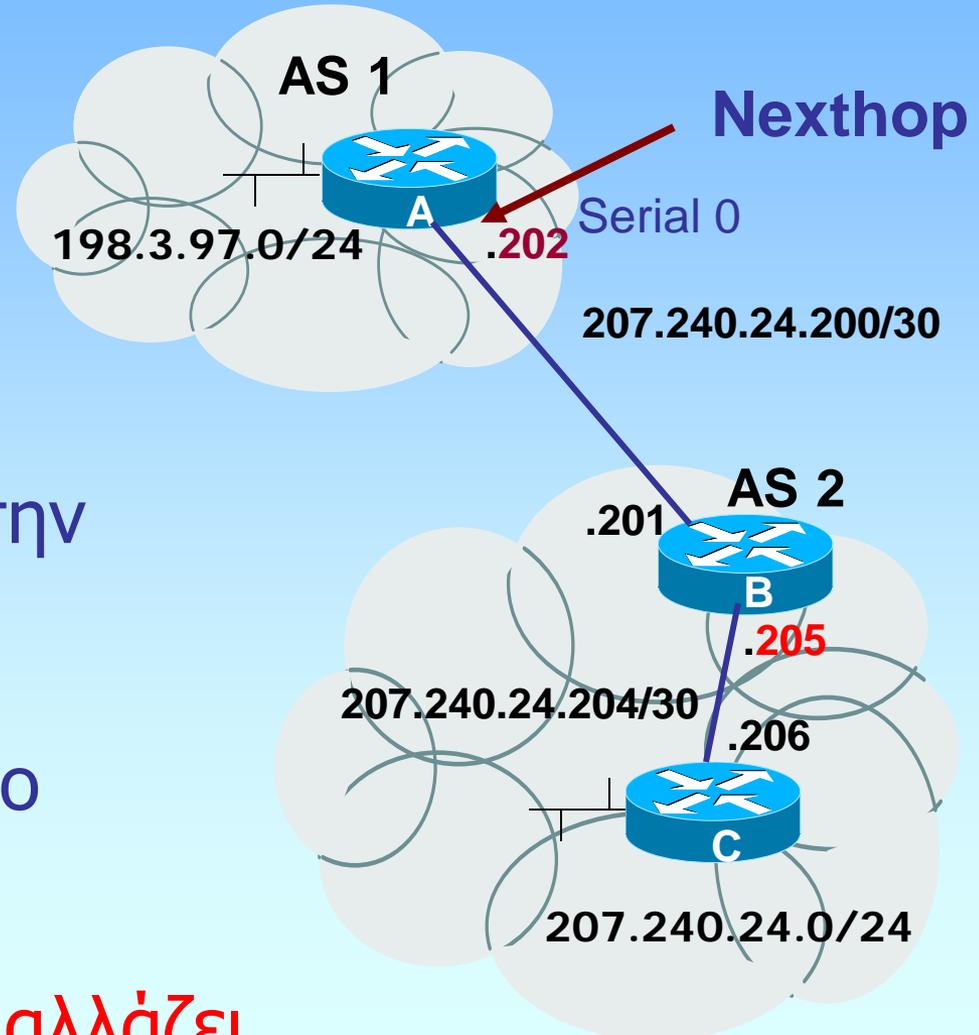


Ιδιότητα Nexthop

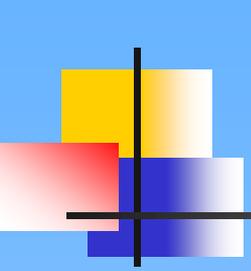
- Το αμέσως επόμενο βήμα (IP διεύθυνση) για προσέγγιση ενός προορισμού
- Για το eBGP, πάντα το απευθείας συνδεδεμένο interface του γείτονα BGP
- Για το iBGP, το *nexthop* που μεταδίδεται από το eBGP θα πρέπει να διατηρείται στο εσωτερικό του iBGP

Ιδιότητα Nexthop

- **eBGP**: Ο router A αποστέλλει την 198.3.97.0/24 στον router B με next-hop το 207.240.24.202
- **iBGP**: Ο B αποστέλλει την 198.3.97.0/24 στον C με next-hop **το ίδιο** (207.240.24.202) και όχι το 207.240.24.205



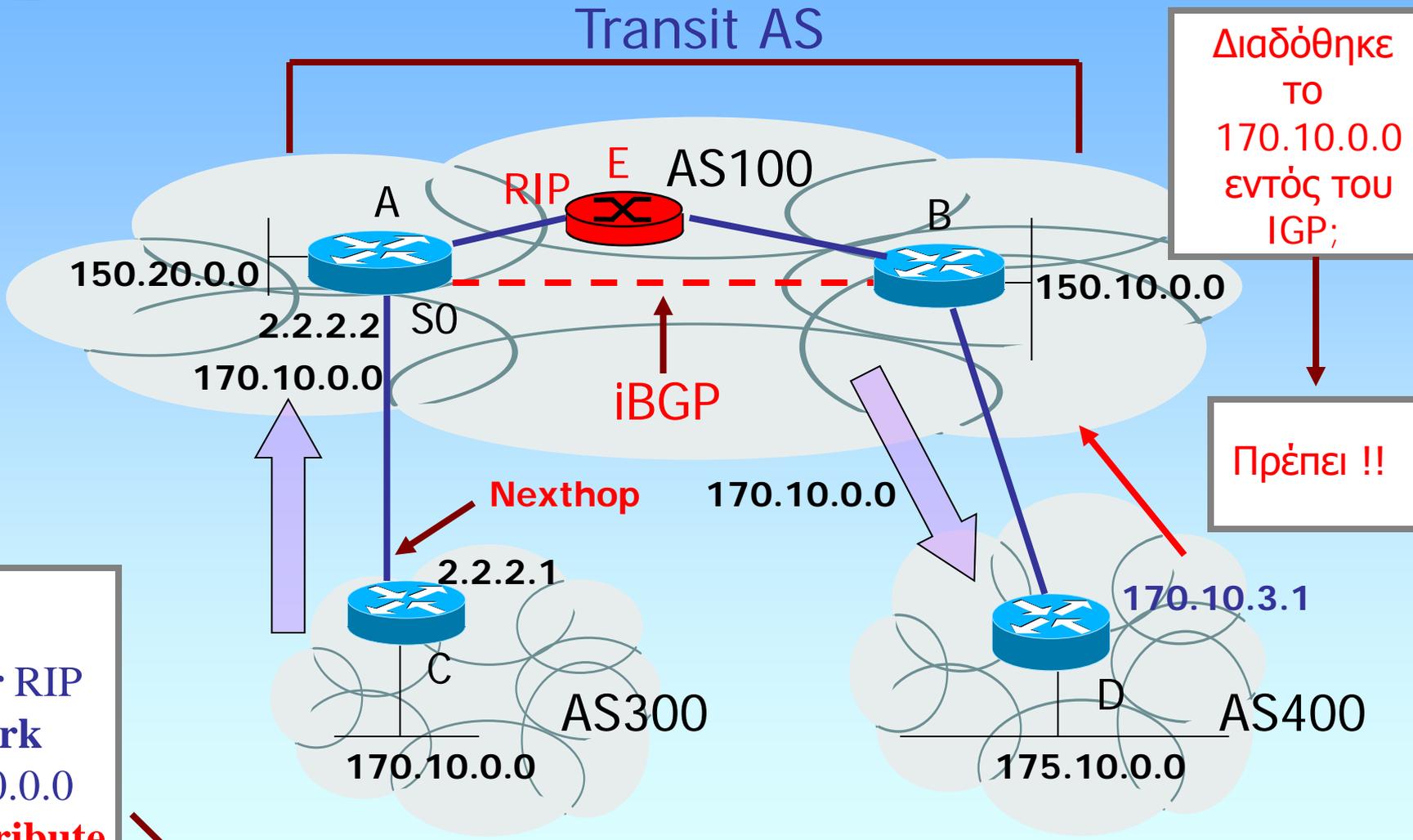
Το nexthop στο iBGP δεν αλλάζει.



Nexthop και συγχρονισμός

- Σε ένα ΑΣ Διέλευσης (Transit AS), το eBGP δεν μεταδίδει μια διαδρομή πριν μάθουν όλοι οι δρομολογητές εντός του ΑΣ σχετικά με την διαδρομή από το IGP.
- Το eBGP θα περιμένει μέχρι να μαθευτούν όλες οι διαδρομές από το IGP.

Συγχρονισμός και Transit AS

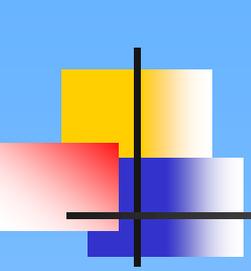


A#
router RIP
network
150.20.0.0
redistribute
bgp 100

redistribution του BGP στο RIP

Διαδόθηκε
το
170.10.0.0
εντός του
IGP;

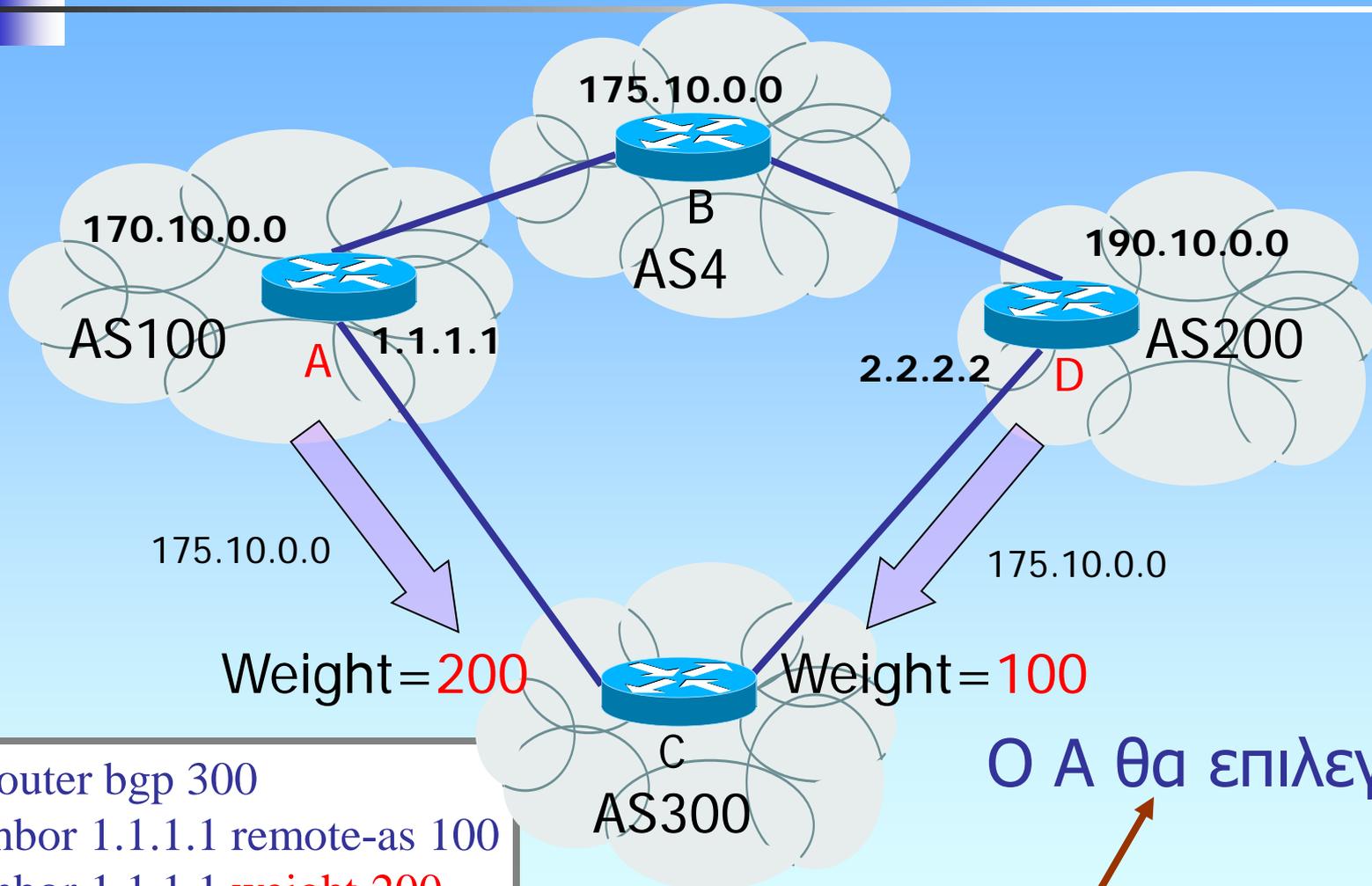
Πρέπει !!



Ιδιότητα Weight

- Υλοποίηση της Cisco
- Ορίζεται τοπικά, χρήση στην διαδικασία επιλογής βέλτιστου μονοπατιού
- Δεν εκπέμπεται μέσω updates
- Πολλά μονοπάτια, ίδιος προορισμός => προτίμηση στην διαδρομή με >weight
- Default 0, τοπικά δημιουργημένη διαδρομή 32768 (network εντολή)

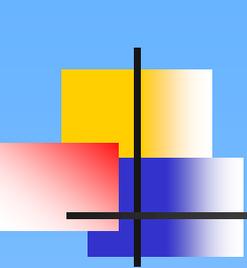
Ιδιότητα Weight



```
C# router bgp 300
neighbor 1.1.1.1 remote-as 100
neighbor 1.1.1.1 weight 200
neighbor 2.2.2.2 remote-as 200
neighbor 2.2.2.2 weight 100
```

Ο Α θα επιλεγεί

Ο router C μαθαίνει την διαδρομή 175.10.0.0 από δύο άλλους routers και καταγράφει : Μέσω Α Weight=200 | Μέσω Β Weight=100

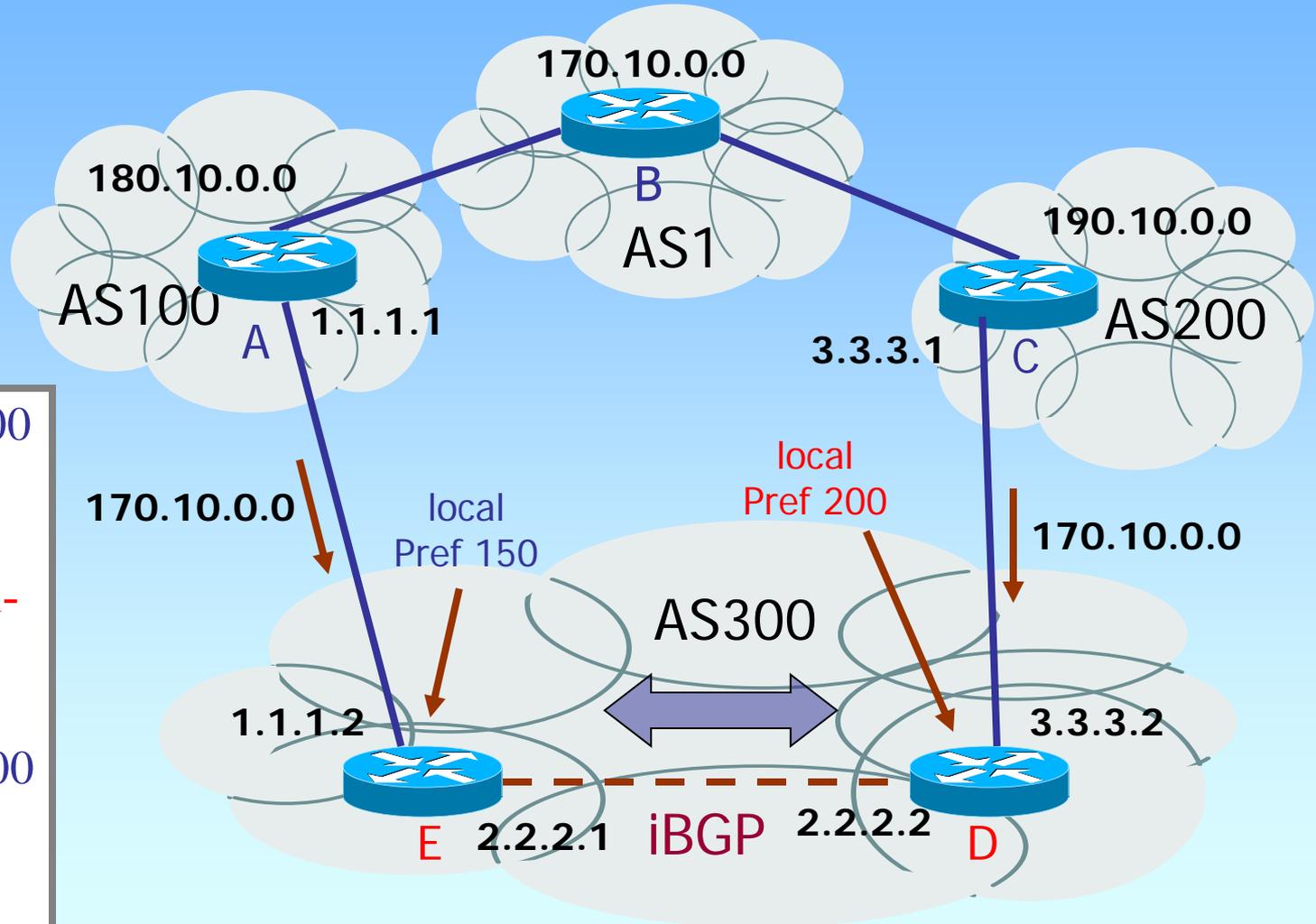


Ιδιότητα Local Preference

- Υποδεικνύει ποιος router (άρα και path) προτιμάται εντός του ΑΣ μας για προσέγγιση διαδρομών εκτός του ΑΣ μας
- Ειδική για εξερχόμενη κυκλοφορία
- Υπερισχύει του AS_PATH
- Ανταλλάσσεται μεταξύ των routers στο ίδιο ΑΣ διαμέσου updates
- Η υψηλότερη τιμή προτιμάται
- Η default τιμή είναι 100

Ιδιότητα Local Preference

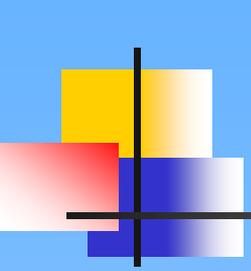
Επιλογή
του BGP
Exit Path
ενός ΑΣ



E# router bgp 300
neighbor D
neighbor A
bgp default local-
preference 150

D# router bgp 300
neighbor E
neighbor C
bgp default local-
preference 200

Όλη η κυκλοφορία στο ΑΣ 300 θα κατευθύνεται στον router D



Ιδιότητα Metric (ή MED)

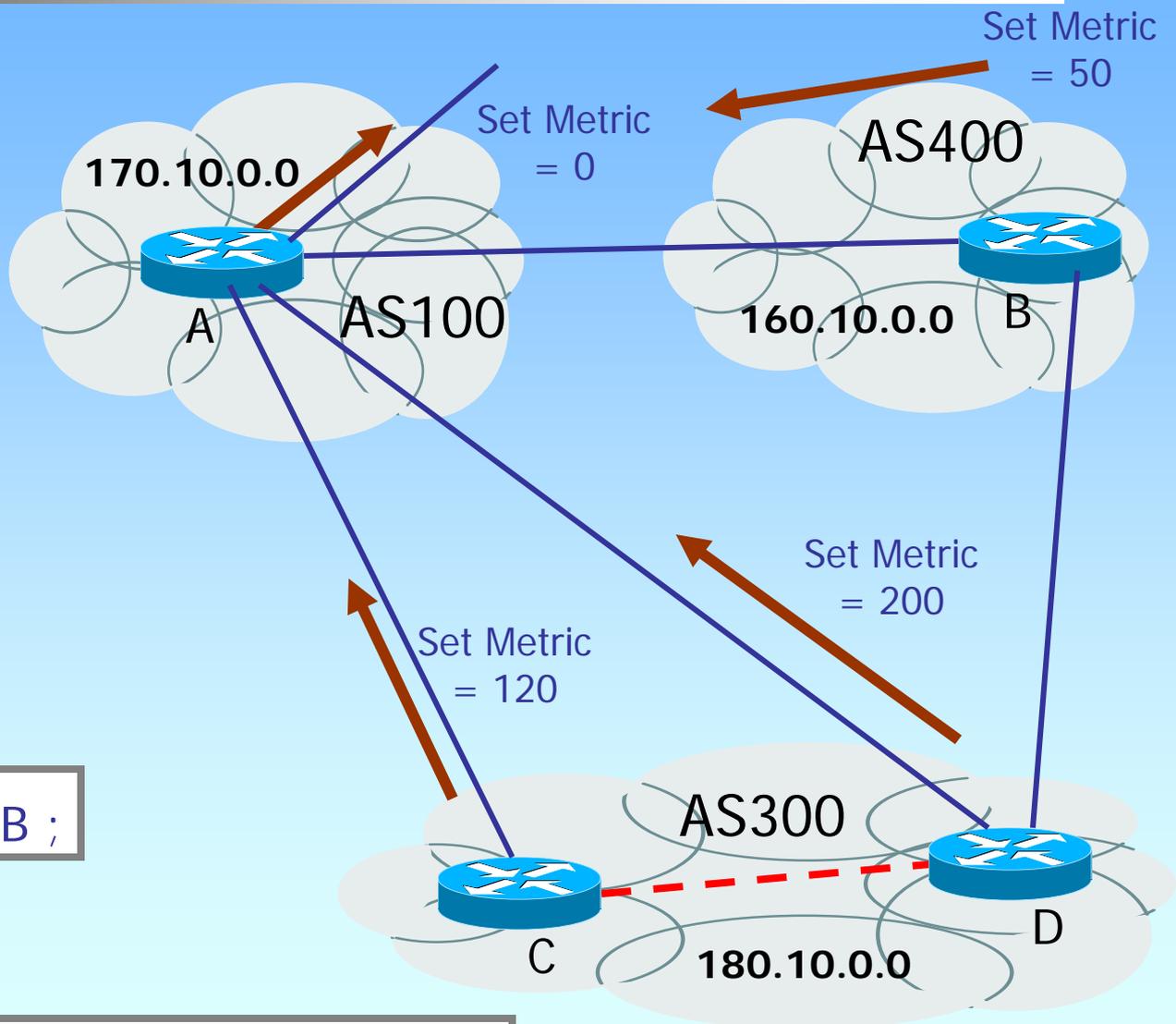
- Ένδειξη προς τους εξωτερικούς peers για το προτιμώμενο path εντός ενός AS
- Επενεργεί σε διαδρομές του ίδιου AS
- Εκπέμπεται στους εξωτερικούς peers – μετά μηδενίζεται
- Ειδική για εισερχόμενη κυκλοφορία
 - Χρήση route-maps
- Το μικρότερο MED προτιμάται
- Η default τιμή είναι 0

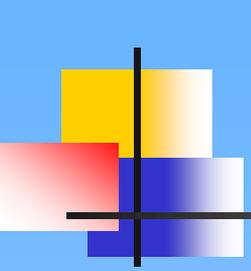
Ιδιότητα Metric

- AS300: Πώς μπορούμε να επηρεάσουμε τον A ώστε να προτιμήσει τον C ως next-hop προσέγγισης του 180.10.0.0 ;
- Χρήση ιδιότητας **metric**.

- Αντικατάσταση C από B ;

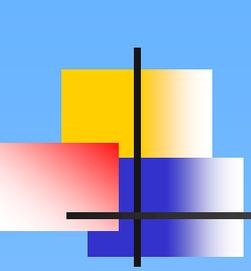
- CONFIGURATION: **route-maps** -> αργότερα





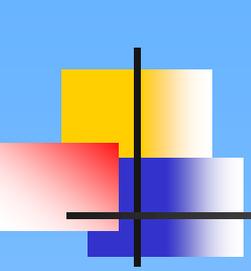
Πολιτικές στο BGP

- Πολιτική - ένα AS επιθυμεί :
 - Λαμβάνω και αποστέλλω όλα τα πακέτα του Internet.
 - AS πηγή → δικό μας AS → AS προορισμού
=> δεν είμαστε διατεθειμένοι να γίνουμε AS διέλευσης
 - Μεταφέρουμε διερχόμενη κίνηση από το AS μας μόνο για συγκεκριμένα AS που πληρώνουν γι' αυτό.



Πολιτικές στο BGP

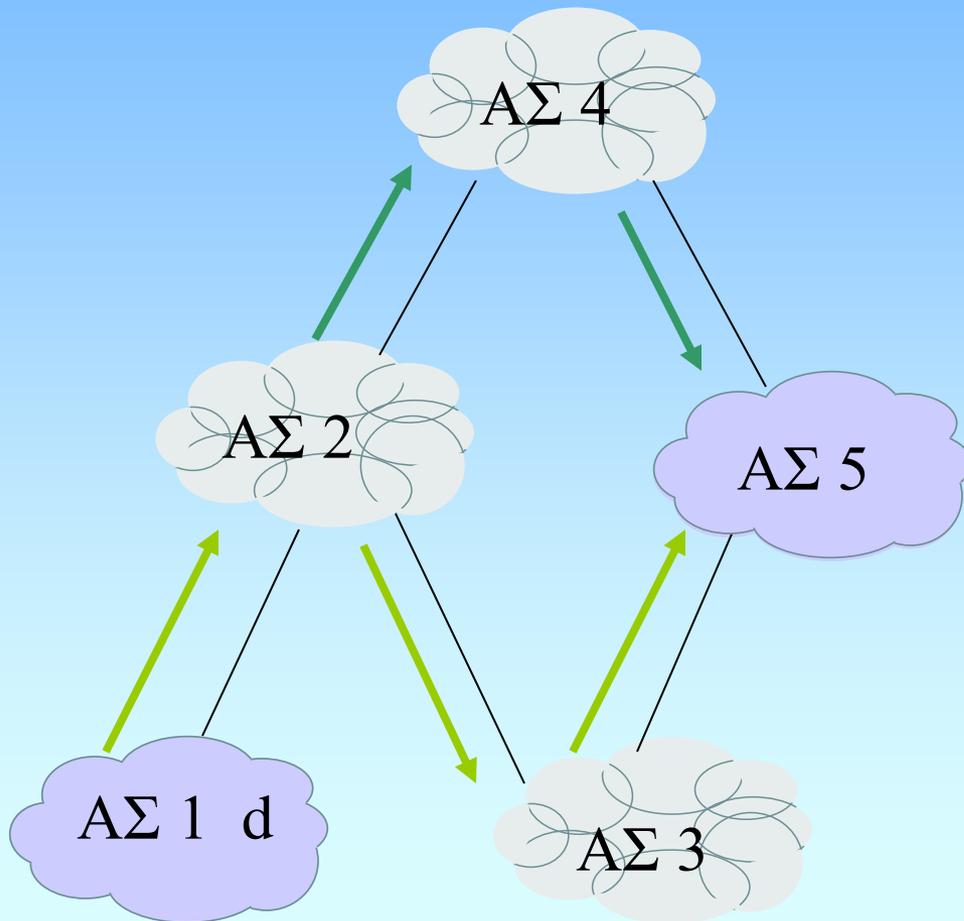
- Μια προτίμηση μεταξύ ενός συνόλου διαθέσιμων διαδρομών
 - Περιγράφουμε τις σχέσεις μεταξύ των ΑΣ
 - Ρυθμίζονται χειροκίνητα – όχι μέρος πρωτοκόλλου
 - Τυπικές τακτικές – θέματα :
 - «πολιτικής», ασφάλειας, οικονομίας



Import και Export Πολιτικές

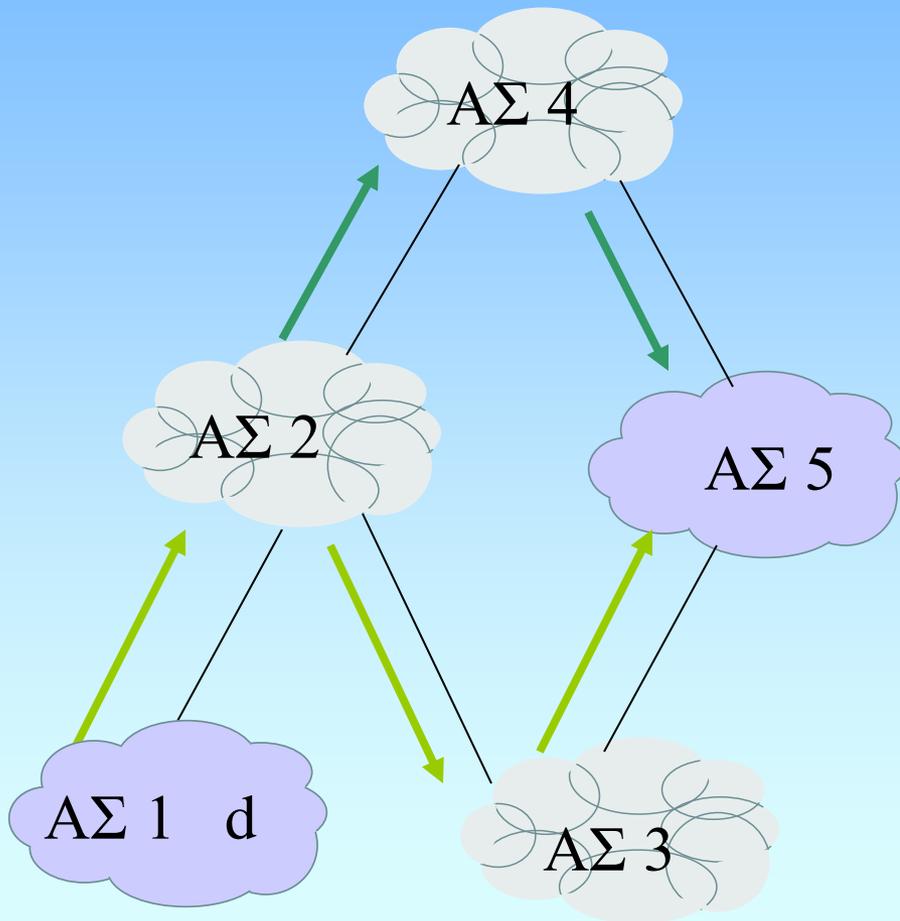
- Εισερχόμενο φιλτράρισμα - ελέγχει την εξερχόμενη κυκλοφορία
 - Φιλτράρουμε διαδρομές που λαμβάνουμε από άλλους
- Εξερχόμενο φιλτράρισμα - ελέγχει την εισερχόμενη κυκλοφορία
 - Προωθώντας μια διαδρομή
 - Αν δεν την προωθήσουμε

Παράδειγμα πολιτικής

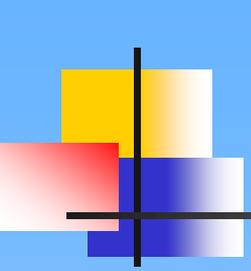


- Το ΑΣ1 δημιουργεί την διαδρομή "d"
- Στην αρχή από το $1 > 2 > 3 > 5$.
- Έπειτα το $2 > 4 > 5$

Παράδειγμα πολιτικής

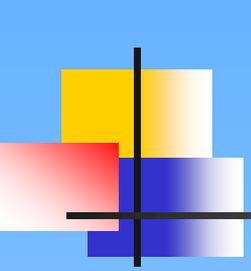


- Το 5 δέχεται την “d” από δύο ΑΣ: 4 και 3.
- Ποιο path προτιμά;
 - Έχει σημασία;
 - Αν λογαριάσουμε ότι:
 - ΑΣ 3= μέρος εμπορικού Internet
 - ΑΣ 4= ΑΣ ελεύθερης διέλευσης – αλλά αργό
- **Λήψη απόφασης.**
 - Εφαρμογή πολιτικής



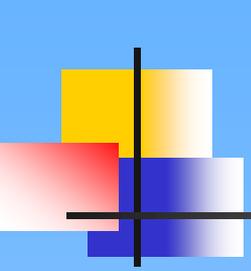
Έλεγχος πολιτικών στο BGP

- Μέθοδοι ελέγχου:
 - “route maps” – αποδοχή ή όχι διαδρομών και τροποποίηση BGP ιδιοτήτων.
 - “distribute lists” – φίλτρα διαδρομών.
 - “filter lists” – φίλτρα μονοπατιών



Route Maps

- Μέθοδος ορισμού συνθηκών αναδιανομής
- Έλεγχος-τροποποίηση πληροφοριών δρομολόγησης
 - Εισερχόμενες/εξερχόμενες διαδρομές
- Μοιάζουν με μικρά προγράμματα του στυλ if/then
- Αν υπάρξει κάποιο «ταίριασμα» η διαδρομή αναδιανέμεται ή γίνεται αποδεκτή – προωθείται/τροποποιείται (ιδιότητες)



Route Maps - format

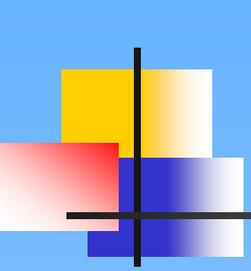
Οι Route-maps έχουν το εξής format:

route-map <name> <permit | deny> <#>

[match συνθήκες]

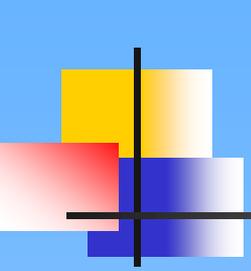
[set εντολές]

[επανάληψη με διαφορετικούς αριθμούς σε σειρά («περιπτώσεις») όταν χρειάζεται]



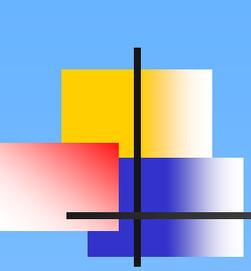
Route Maps – «περιπτώσεις»

- Route-map **MYMAP** permit **10**
 - Πρώτο set συνθηκών ...
 - ...
- Route-map **MYMAP** deny **20**
 - Δεύτερο set συνθηκών ...



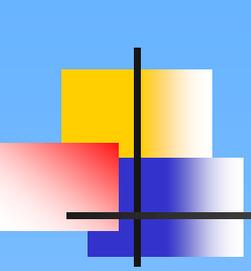
Route Maps – match και set

- Match: έλεγχος αποδοχής ή απόρριψης «ταιριάζοντας» με ένα από τα:
 - as-path, ip address, metric, κ.λ.π.
- Set: εφαρμογή δράσης, τροποποίηση ΤΩΝ:
 - as-path, origin, weight, ip address ,metric , local-preference, κ.λ.π.



Route Maps - permit

- Όταν υπάρχει η λέξη-κλειδί “permit”:
 - Περνάει - η διαδρομή που εξετάζεται - τις συνθήκες;
 - Αν ναι οι set εντολές εκτελούνται και βγαίνουμε από την route map.
 - Αν όχι η επόμενη «περίπτωση» εκτελείται.
- Εάν δεν υπάρχουν άλλες «περιπτώσεις» της ίδιας route map, η διαδρομή δεν γίνεται αποδεκτή.



Route Maps - deny

- Όταν υπάρχει η λέξη-κλειδί “deny”:
 - Περνάει η διαδρομή που εξετάζεται τις συνθήκες;
 - Αν ναι η διαδρομή φιλτράρεται (δεν γίνεται αποδεκτή) και δεν εκτελούνται άλλες «περιπτώσεις».
 - Αν όχι, η επόμενη «περίπτωση» εκτελείται, μέχρι να τελειώσουν όλες.

Route Maps – παράδειγμα

- Χρήση metric
- Υπόδειξη C,D -> A σχετικά με το προτιμώμενο path εντός του AS 300

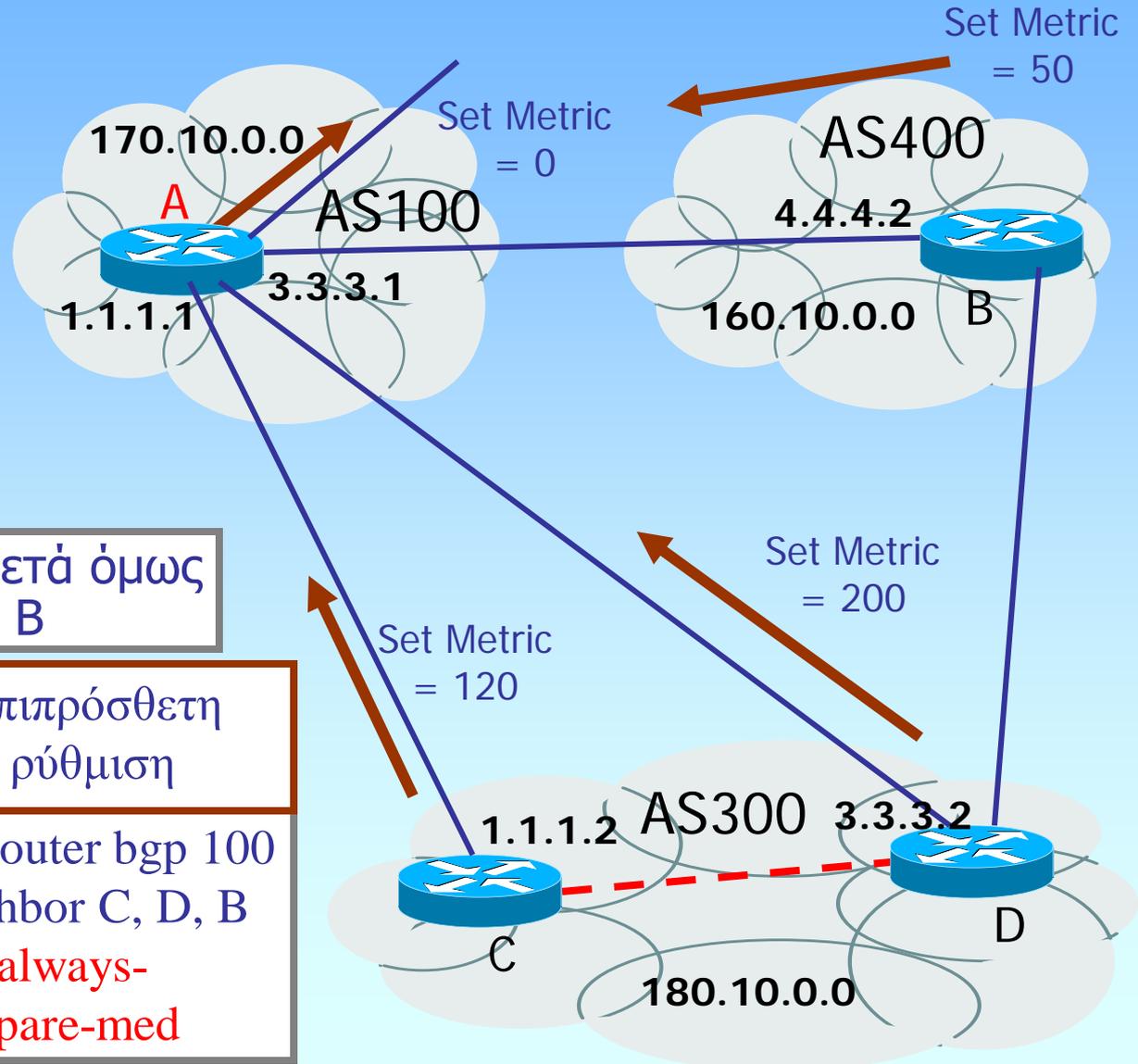
- ο A επιλέγει τον C ως next-hop για να φτάσει το 180.10.0.0

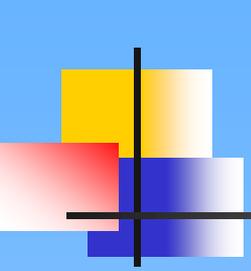
```
C# router bgp 300
neighbor A
neighbor A route-map SETM out
neighbor D
route-map SETM
permit 10
set metric 120
```

- Μετά όμως τον B

Επιπρόσθετη ρύθμιση

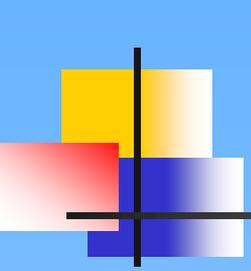
```
A# router bgp 100
neighbor C, D, B
bgp always-compare-med
```





Άλλοι μέθοδοι φιλτραρίσματος

- Route filtering
 - Βασιζόμαστε στις πληροφορίες των διαδρομών ενός ΑΣ (network numbers)
- Path filtering
 - Βασιζόμαστε στις πληροφορίες του μονοπατιού του ΑΣ (τιμή του AS-path)



Φιλτράρισμα διαδρομής

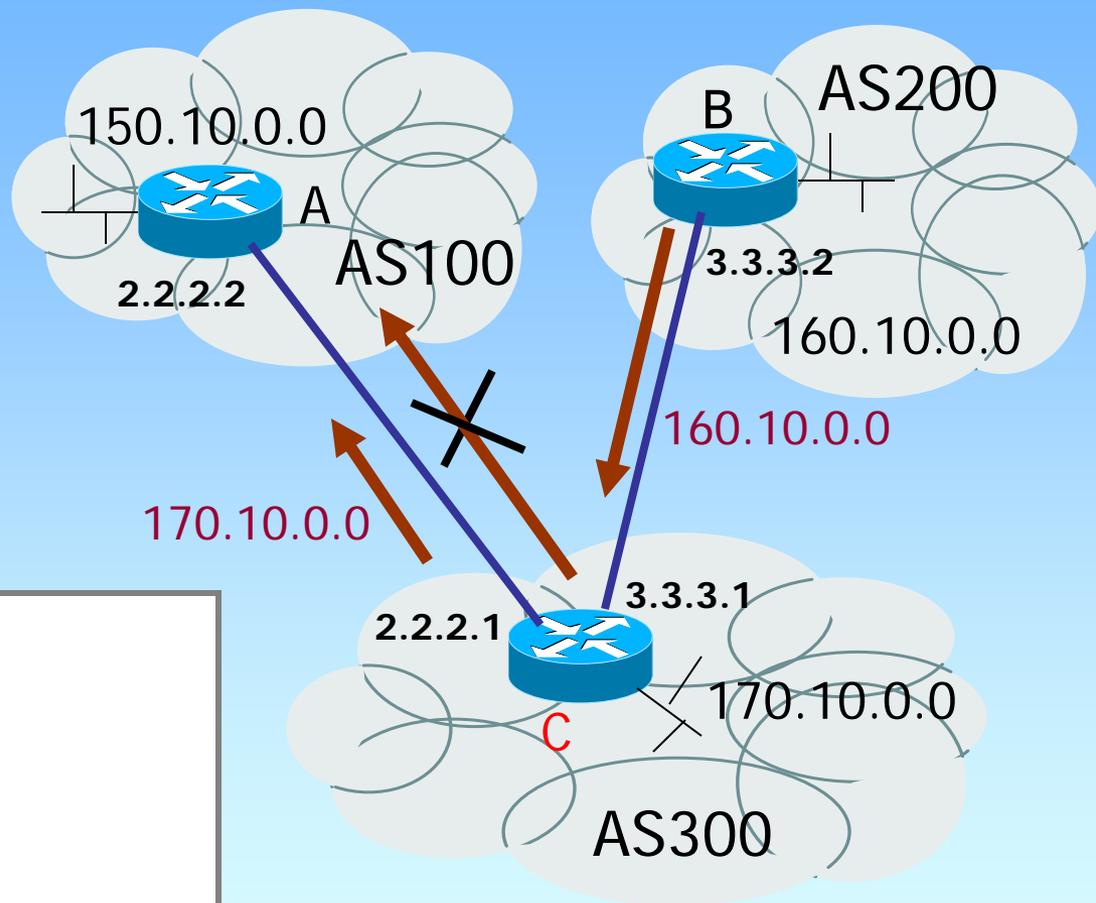
- Format της εντολής για εφαρμογή των **distribute lists**:

```
Neighbor {ip-address|peer-group-name}  
distribute-list access-list-number {in|out}
```

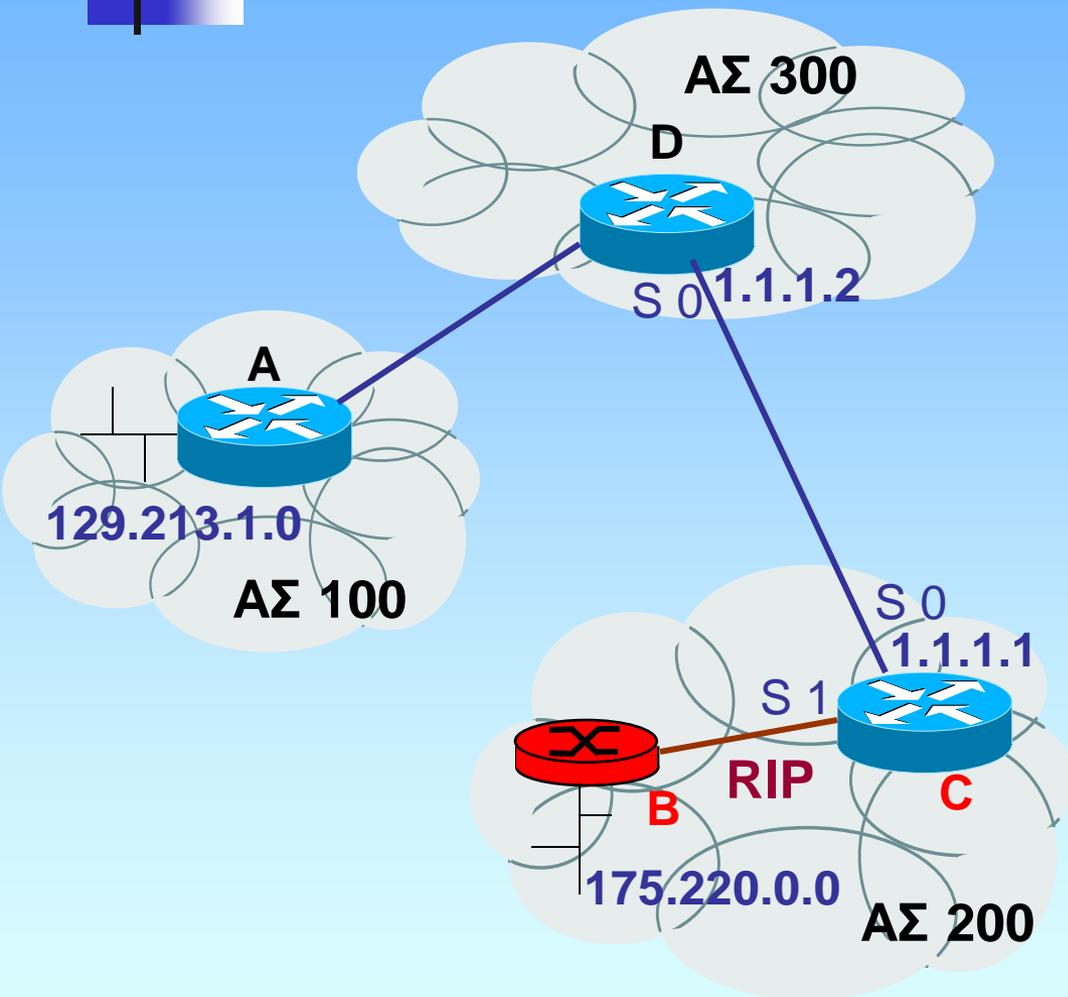
Φιλτράρισμα διαδρομής 1

Ο C θέτει περιορισμό μετάδοσης: δεν δίνει την **διαδρομή** 160.10.0.0 στον router A

```
C# router bgp 300
network 170.10.0.0
neighbor 3.3.3.2 remote-as 200
neighbor 2.2.2.2 remote-as 100
neighbor 2.2.2.2 distribute-list 1 out
access-list 1 deny 160.10.0.0 0.0.255.255
access-list 1 permit 0.0.0.0 255.255.255.255
```



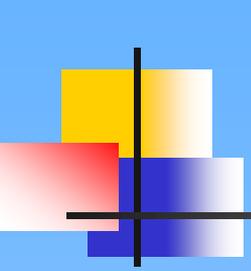
Φιλτράρισμα διαδρομής 2



```
C# int S0/S1 / router RIP
network 175.220.0.0
redistribute bgp 200
router bgp 200
neighbor 1.1.1.2 remote-as 300
neighbor 1.1.1.2 distribute list 1 out
redistribute RIP
access-list 1 permit 175.220.0.0
0.0.255.255 (*)
```

Πρόληψη της μη σωστής εκπομπής διαδρομών μετά από αναδιανομή IGP->BGP.

(*) Αποστέλλουμε τις σωστές διαδρομές στον D.



Φιλτράρισμα μονοπατιού

- Format της εντολής για εφαρμογή των **filter lists**:

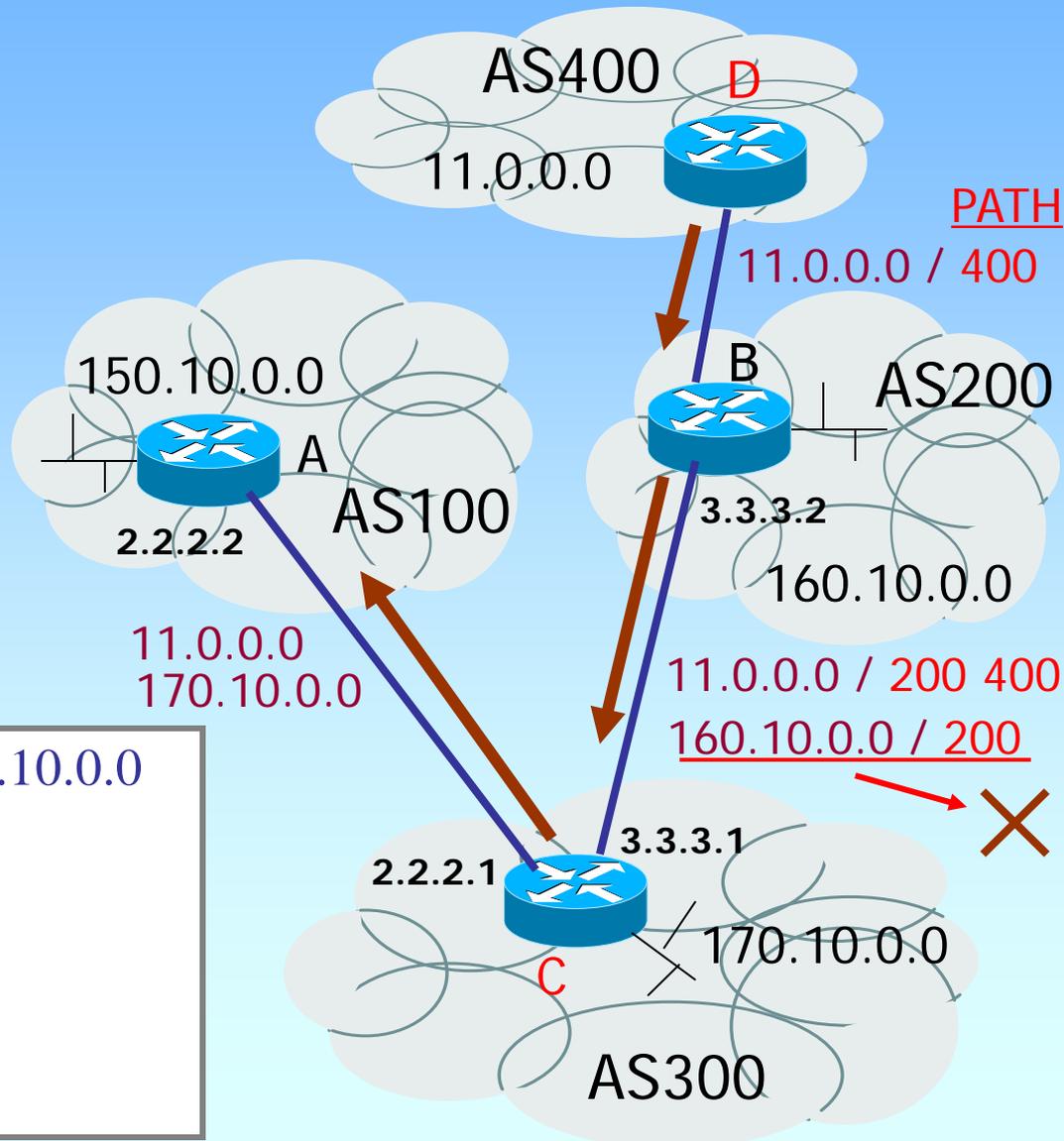
```
Neighbor {ip-address|peer-group-name}  
filter-list access-list-number {in|out}  
ip as-path access-list access-list-number  
{permit|deny} as-regular-expression
```

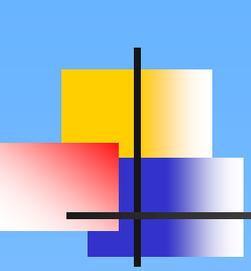
Φιλτράρισμα μονοπατιού 1

Απαγόρευση αποδοχής
διαδρομών που έχουν
ως πηγή το **ΑΣ200**

Χρήση filter lists και
regular-expression

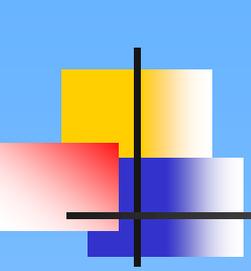
```
C# router bgp 300 / network 170.10.0.0
neighbor 2.2.2.2 remote-as 100
neighbor 3.3.3.2 remote-as 200
neighbor 3.3.3.2 filter-list 1 in
ip as-path access-list 1 deny ^200$
ip as-path access-list 1 permit .*
```





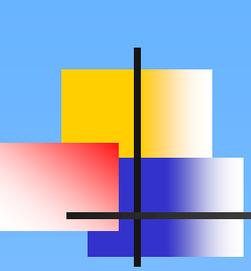
Regular Expressions

- Πρότυπα strings για ταίριασμα των πληροφοριών μονοπατιού διαδρομών
- Atoms: ένας μεμονωμένος χαρακτήρας
 - \wedge : ταιριάζει την αρχή ενός input string
 - $\$$: ταιριάζει το τέλος ενός input string
 - $.$: ταιριάζει οποιονδήποτε απλό χαρακτήρα
 - $_$: ταιριάζει ένα κόμμα (,), αγκύλες ({}), την αρχή ή το τέλος ενός input string, ή ένα space



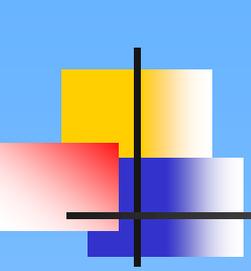
Regular Expressions

- Pieces: ένα atom ακολουθούμενο από :
 - * : ταιριάζει 0 ή περισσότερες ακολουθίες από ένα atom
 - + : ταιριάζει 1 ή περισσότερες ακολουθίες από ένα atom
 - ? : ταιριάζει 0 ή 1 εμφανίσεις ενός atom



Παραδείγματα

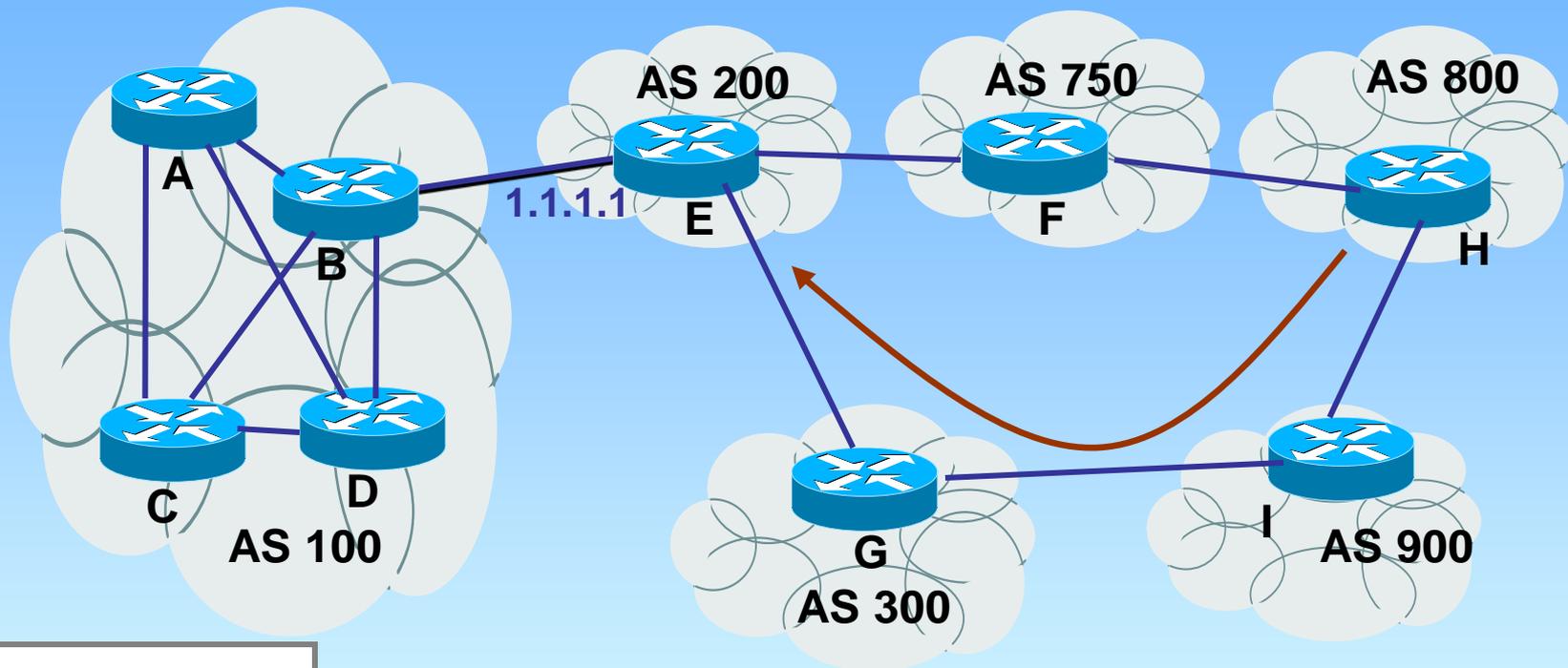
- `_100_` : διαδρομή διαμέσου του ΑΣ 100
- `^100$` : δημιουργημένη από το ΑΣ 100
- `^100.*` : που έρχεται από το ΑΣ 100
- `^$` : δημιουργημένη από αυτό το ΑΣ



Παραδείγματα λιστών

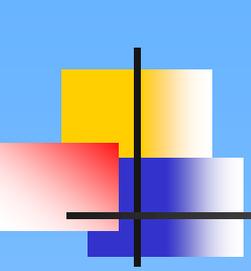
- Regular expressions και path-lists
- Υπάρχουν 3 default λίστες
 - Αποδοχή όλων
 - Απόρριψη όλων
 - Αποδοχή μόνο των δικών μας διαδρομών
- `ip as-path access-list 1 permit .*`
- `ip as-path access-list 2 deny .*`
- `ip as-path access-list 3 permit ^$`

Φιλτράρισμα μονοπατιού 2



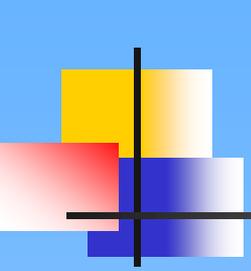
ΑΣ 100: Διευθέτηση του router B ώστε να δεχόμαστε διαδρομές μόνο από τα AS 200 και 300 και αυτές του AS 800 μέσω του path (200 300 900 800)

```
B# router bgp 100 / neighbor 1.1.1.1 remote-as 200
neighbor 1.1.1.1 filter-list 1 in
ip as-path access-list 1 permit ^200$
ip as-path access-list 1 permit ^200_300$
ip as-path access-list 1 permit ^200_300_900_800$
ip as-path access-list 1 deny .*
```



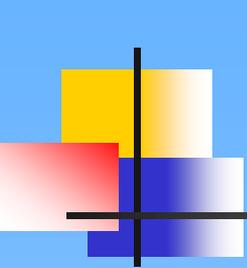
Επιλέγοντας διαδρομές

- Βασικά
- Αλγόριθμος απόφασης BGP



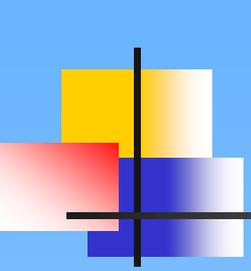
Γενικά

- Προσέγγιση προορισμών – πολλοί τρόποι
 - Μια BGP διαδρομή – πολλά paths
- Μέθοδος επιλογής της «καλύτερης»
 - Η επιλογή δεν γίνεται τυχαία μεταξύ «παρόμοιων» διαδρομών
 - Βασίζεται στις διαφορετικές τιμές των ιδιοτήτων
- Εγγραφή – πίνακα – μετάδοση peers



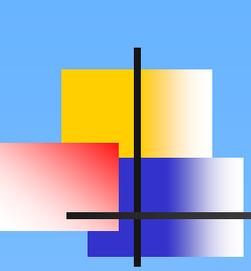
Αλγόριθμος απόφασης BGP

- Εάν **next-hop** μη διαθέσιμο – απόρριψη
- Προτίμηση στο **μεγαλύτερο Weight**
- Εάν ίδιο **Weight**, **μεγαλύτερο Local Pref**
- Εάν ίδιο **Local Pref**, **μικρότερο AS-Path**
- Εάν όλα τα εξωτερικά path ίσα,
μικρότερο ORIGIN code
(IGP < EGP < INCOMPLETE)



Αλγόριθμος απόφασης BGP

- Εάν ίδια ORIGIN codes, **μικρότερο Metric**
- Εάν ίδιο Metric, διαδρομές από **EBGP paths**, έναντι IBGP paths
- Τέλος : προτιμάται ο δρομολογητής με την **μικρότερη BGP router ID** τιμή (η μεγαλύτερη IP στον γειτονικό peer).

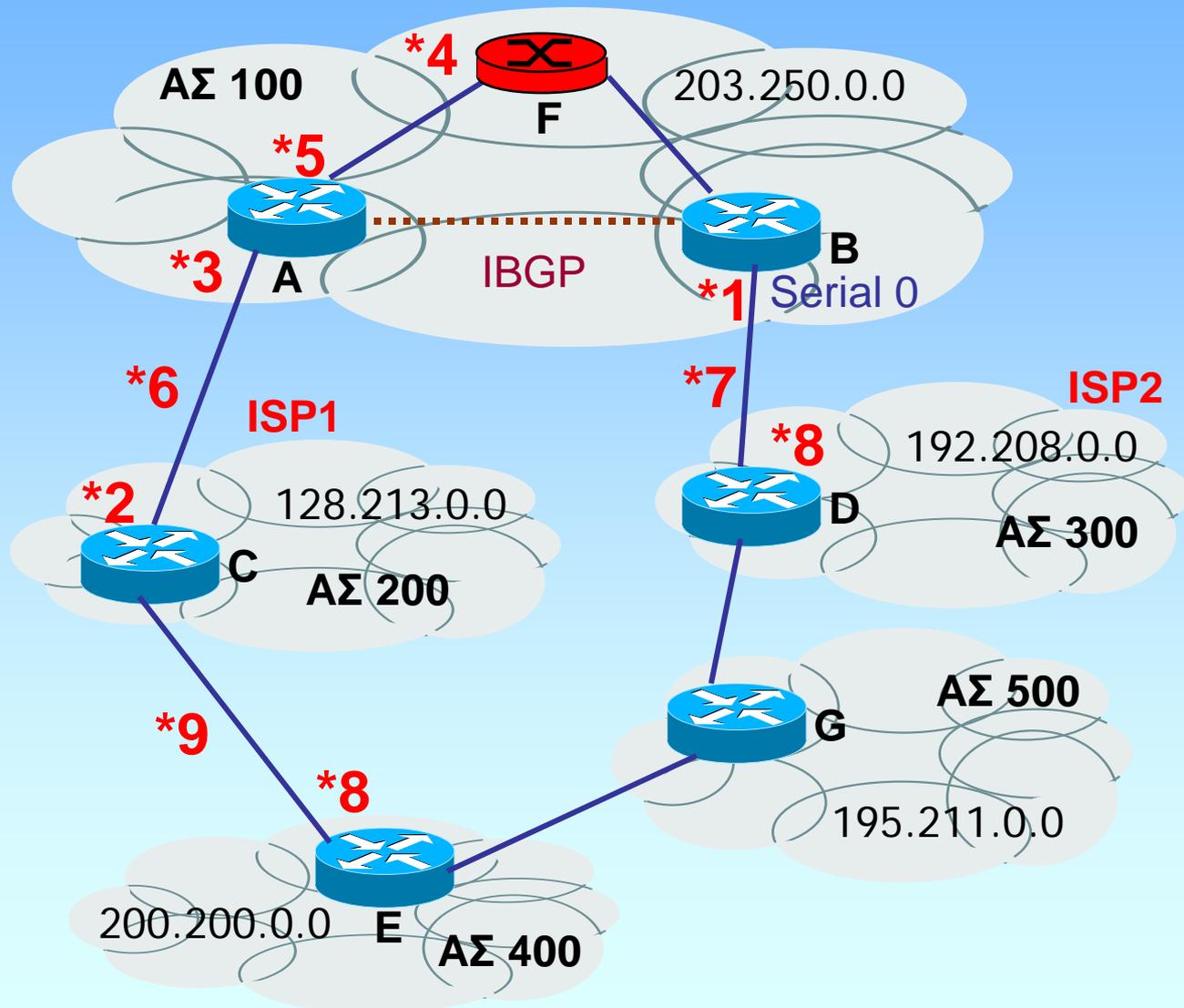


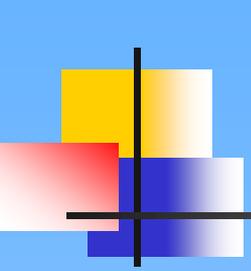
BGP Case Study

- Επίδειξη συνολικής BGP διευθέτησης ενός δικτυακού συστήματος
- Θέματα που θα μας απασχολήσουν
 - Εξομοίωση προβληματικών καταστάσεων
 - Monitoring and Troubleshooting BGP
 - Πολλαπλές συνδέσεις AS με ISPs και εφαρμογή πολιτικών
 - iBGP και eBGP
 - Αναδιανομή διαδρομών, συγχρονισμός, default routes, local routes, κ.α.

Συνολική Διευθέτηση

- 1) interface down
- 2) next-hop
- 3) IGP – OSPF
- 4) συγχρονισμός
- 5) redistribution
- 6) partial routes
- 7) local routes
- 8) default routes
- 9) ασυμμετρία





Ερωτήσεις;

Ευχαριστώ για την παρακολούθηση!