



Ευχαριστώ θερμά τον κ.Στεργίου για την άψογη συνεργασία που είχαμε κατά την διάρκεια σύνταξης της πτυχιακής μου εργασίας καθώς και για την επιλογή του συγκεκριμένου θέματος πτυχιακής εργασίας που μου ανέθεσε να αναπτύξω.

Ευχαριστώ επίσης τις αδερφές μου, για την πολύτιμη συμβολή τους στην μετάφραση της αγγλικής βιβλιογραφίας.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ	6
ΜΕΡΟΣ Ι	
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο	
1.ΔΡΟΜΟΛΟΓΗΣΗ.....	7
1.1.ΠΕΡΙΠΤΩΣΕΙΣ ΔΡΟΜΟΛΟΓΗΣΗΣ.....	7
1.1.1.ΑΜΕΣΗ ΔΡΟΜΟΛΟΓΗΣΗ.....	7
1.1.2.ΕΜΜΕΣΗ ΔΡΟΜΟΛΟΓΗΣΗ.....	7
1.2.ΑΥΤΟΝΟΜΟ ΣΥΣΤΗΜΑ.....	9
1.2.1.ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΑ ΕΣΩΤΕΡΙΚΩΝ ΠΥΛΩΝ(IGP).....	11
1.2.2.ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΑ ΕΞΩΤΕΡΙΚΩΝ ΠΥΛΩΝ(EGP).....	11
1.3.ΔΡΟΜΟΛΟΓΗΤΕΣ(ROUTER).....	11
1.3.1.ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΑ ΔΡΟΜΟΛΟΓΗΣΗΣ.....	13
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο	
2.ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΑ ΕΣΩΤΕΡΙΚΗΣ ΔΡΟΜΟΛΟΓΗΣΗΣ.....	15
2.1.ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΟ RIP.....	15
2.2.ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΟ OSPF.....	16
2.2.1.ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ OSPF.....	18
2.3.OSPF ENANTI RIP.....	20
2.4.LINK-STATE ENANTI DISTANCE VECTOR.....	22
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο	
3.ΑΛΓΟΡΙΘΜΟΣ DISTANCE-VECTOR.....	23
3.1.ΒΑΣΙΚΑ DISTANCE-VECTOR.....	23
3.1.1.ΒΑΣΙΚΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ.....	24
3.1.2.ΣΥΓΚΛΙΣΗ.....	25
3.2.ΠΡΩΤΑ ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΑ DISTANCE-VECTOR.....	25
3.2.1.XNS RIP.....	25
3.2.2.IPX RIP.....	27
3.2.3.IGRP.....	28
3.3.RIP-1.....	29
3.4.RIP-2.....	29
ΜΕΡΟΣ ΙΙ	

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4^ο

4.ΒΑΣΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ ΤΟΥ ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΟΥ RIP.....	32
4.1.ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΟΥ RIP.....	32
4.2.ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΟΙ ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΟΥ.....	34
4.3.ΑΛΓΟΡΙΘΜΟΙ DISTANCE-VECTOR.....	34
4.3.1.ΑΛΛΑΓΕΣ ΤΟΠΟΛΟΓΙΑΣ.....	36
4.3.2.ΑΠΟΤΡΕΠΟΝΤΑΣ ΤΗΝ ΑΣΤΑΘΕΙΑΣ.....	37
4.3.3.ΔΙΑΣΠΑΡΜΕΝΟΣ ΟΡΙΖΟΝΤΑΣ.....	40
4.3.4.ΠΡΟΚΑΛΟΥΜΕΝΕΣ ΑΝΑΠΡΟΣΑΡΜΟΓΕΣ.....	40

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5^ο

5.ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΤΟΥ ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΟΥ RIP.....	42
5.1.ΜΟΡΦΗ ΠΑΚΕΤΟΥ RIP.....	43
5.2.ΧΡΟΝΟΜΕΤΡΑ.....	45
5.2.1.ΠΕΡΙΟΔΙΚΕΣ ΕΝΗΜΕΡΩΣΕΙΣ.....	46
5.2.2.ΕΝΗΜΕΡΩΣΗ ΚΑΘΥΣΤΕΡΗΣΗΣ ΔΙΕΓΕΡΤΗ.....	46
5.2.3.ΛΗΞΗ ΚΑΙ ΔΙΑΓΡΑΦΗ ΤΩΝ ΧΡΟΝΟΜΕΤΡΩΝ.....	47
5.3.ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΕΙΣΑΓΟΜΕΝΟΥ.....	47
5.3.1.ΜΗΝΥΜΑΤΑ ΑΙΤΗΜΑΤΩΝ.....	48
5.3.2.ΜΗΝΥΜΑΤΑ ΑΠΑΝΤΗΣΗΣ.....	49
5.4.ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΕΞΑΓΟΜΕΝΟΥ.....	52
5.4.1.ΑΡΧΙΚΟ ΑΙΤΗΜΑ.....	52
5.4.2.ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ ΣΤΑ ΑΙΤΗΜΑΤΑ.....	53
5.4.3.ΠΕΡΙΟΔΙΚΕΣ ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ.....	53
5.4.4.ΕΝΗΜΕΡΩΣΕΙΣ ΔΙΕΓΕΡΤΗ.....	54
5.4.5.ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ ΡΑΛΙΟΦΩΝΙΚΗΣ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ.....	56

ΜΕΡΟΣ ΙΙΙ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6^ο

6.ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗΣ.....	57
6.1.ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ/ΑΝΙΚΑΝΟΤΗΤΑ.....	57
6.2.ΕΛΕΓΧΟΣ ΕΚΔΟΣΗΣ.....	58
6.3.ΕΠΙΚΥΡΩΣΗ.....	60
6.4.ΠΡΟΕΠΙΛΟΓΗ ΔΙΑΔΡΟΜΗΣ.....	61
6.5.ΔΙΑΚΟΠΤΕΣ ΚΑΙ ΕΞΟΓΚΩΜΑΤΑ.....	62
6.5.1.ΚΑΤΑΛΟΓΟΙ ΠΡΟΣΒΑΣΗΣ.....	62
6.5.2.ΥΠΟΔΙΚΤΥΑ ΚΑΙ ΥΠΕΡ ΔΙΚΤΥΑ.....	63

6.5.3.ΕΛΕΓΧΟΣ ΟΡΙΖΟΝΤΑ.....	65
6.5.4.ΧΡΟΝΟΜΕΤΡΑ ΚΑΙ ΔΙΑΔΕΙΜΜΑΤΑ.....	65

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7^ο

7.ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ.....	67
7.1.NORTEL ΔΙΚΤΥΑ 5399/RA8000.....	67
7.1.1.ΓΕΝΙΚΕΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ.....	67
7.1.2.ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΔΡΟΜΟΛΟΓΗΣΗΣ.....	69
7.1.3.ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΔΡΟΜΟΛΟΓΗΣΗΣ ΔΙΕΠΑΦΩΝ.....	70
7.2.NORTEL ΔΙΚΤΥΑ CVX 1800.....	73
7.2.1.ΕΝΤΟΛΕΣ ΔΡΟΜΟΛΟΓΗΤΩΝ.....	73
7.2.2.ΕΙΚΟΝΙΚΕΣ ΕΝΤΟΛΕΣ ΔΡΟΜΟΛΟΓΗΤΗ.....	74
7.2.3.ΕΙΚΟΝΙΚΕΣ ΕΝΤΟΛΕΣ ΡΟΡ.....	75
7.2.4.ΕΝΤΟΛΕΣ ΔΙΕΠΑΦΗΣ.....	75
7.3.CISCO 3640.....	76

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	79
--------------------------	-----------

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η παρούσα πτυχιακή εργασία έχει ως θέμα την μελέτη και ρυθμίσεις πρωτοκόλλου RIP. Η εργασία προσπαθεί να αναλύσει διεξοδικά το συγκεκριμένο πρωτόκολλο και έχει χωριστεί σε τρία μέρη που το καθένα αναλύει σε διαφορετικά χαρακτηριστικά – λειτουργίες του RIP.

Στο πρώτο μέρος αναφερόμαστε στον όρο δρομολόγησης και τι σημαίνει καθώς και πρωτόκολλα που χρησιμοποιούνται στην εκτέλεση της δρομολόγησης. Επίσης, γίνεται μια διαφοροποίηση ανάμεσα στο πρωτόκολλο RIP (Routing Information Protocol) και στο OSPF (Open Shortest Path First). Και στη συνέχεια αναλύουμε τους αλγόριθμους που χρησιμοποιεί το κάθε πρωτόκολλο. RIP →Distance Vector, OSPF →Link State. Στο σημείο αυτό γίνεται μια ιστορική αναδρομή στα πρώτα πρωτόκολλα του αλγορίθμου Distance Vector (Π.χ. XNS RIP, IPX RIP, IGRP).

Το δεύτερο μέρος αναλύει αποκλειστικά τις βασικές αρχές, τα χαρακτηριστικά του RIP, το πλεονέκτημα του RIP και το οποίο είναι η απλότητα. Το RIP χρειάζεται ελάχιστη διευθέτηση – ο διαχειριστής απλώς ξεκινά το λογισμικό RIP σε κάθε δρομολογητή του οργανισμού, και αφήνει τους δρομολογητές να εκπέμπουν μηνύματα ο ένας στον άλλο. Μετά από λίγο, όλοι οι δρομολογητές του οργανισμού θα έχουν δρομολόγια προς όλους τους προορισμούς. Καθώς και τους περιορισμούς του πρωτοκόλλου οι οποίοι είναι: η μέγιστη διάμετρος δικτύου είναι 15 hops και το μετρικό δεν λαμβάνει υπόψη την καθυστέρηση, αξιοπιστία, το φορτίο, ή το κόστος μετάδοσης σε μια θεώρηση. Το δεύτερο μέρος τελειώνει με τις προδιαγραφές του πρωτοκόλλου RIP και τη μορφή του πακέτου RIP, τα μηνύματα που ανταλλάσσουν οι δρομολογητές ενός οργανισμού όταν μεταφέρουν μια πληροφορία.

Το τρίτο μέρος αναφέρεται στους παραμέτρους διαμόρφωσης του RIP όπου πρέπει να είναι ικανοποιητική. Ελέγχει την έκδοση 1 που ταξινομείται ως ιστορική. Όλες οι περιοχές ενθαρρύνονται για να μεταναστεύσουν στη διαταγή της έκδοσης 2. Επίσης, κάνει την προεπιλογή της διαδρομής που θα ακολουθήσει το πακέτο. Το τρίτο μέρος τελειώνει με την διαμόρφωση συστήματος, τις παραμέτρους συστήματος δρομολόγησης και διεπαφών. Ακόμη αναλύει και κάποιες εντολές δρομολογητών και διεπαφών.

ΜΕΡΟΣ Ι

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο

1. Δρομολόγηση

Ο όρος **δρομολόγηση** αναφέρεται στην μεταφορά ενός IP datagram από ένα κόμβο σε έναν άλλο, του ίδιου ή διαφορετικού δικτύου. Ο όρος αναφέρεται επίσης στον δρόμο που θα ακολουθήσει το IP datagram προκειμένου να φθάσει στον προορισμό του, και ο οποίος, όπως θα δούμε, βασίζεται στην IP διεύθυνση του δικτύου προορισμού.

1.1. Περιπτώσεις δρομολόγησης

- ❖ **Άμεση δρομολόγηση** (direct) έχουμε όταν, κάποιος κόμβος στέλνει IP datagrams σε κόμβο του ίδιου υποδικτύου (π.χ. του ίδιου Ethernet segment). Τότε με κατάλληλα μηνύματα (ARP) μπορεί να πληροφορηθεί την φυσική διεύθυνση του άλλου κόμβου, να τοποθετήσει το datagram σε ένα MAC πλαίσιο με τη φυσική διεύθυνση αυτή, και να το μεταδώσει.
- ❖ Στην **έμμεση δρομολόγηση** (indirect), κάποιος κόμβος στέλνει IP datagrams σε κόμβο διαφορετικού δικτύου χρησιμοποιώντας κατάλληλους ενδιάμεσους κόμβους, οι οποίοι ονομάζονται δρομολογητές (routers). Όταν κάποιος κόμβος αναγνωρίσει ότι ένα IP datagram κατευθύνεται σε κόμβο διαφορετικού δικτύου, τότε μέσα από το μικρό πίνακα δρομολόγησης, που διαθέτει, επιλέγει τον κατάλληλο δρομολογητή. Με ένα ARP μήνυμα μαθαίνει την φυσική διεύθυνση αυτού, και τους στέλνει το IP datagram. Σε αντίθετη περίπτωση, βρίσκει με τη σειρά του ένα δεύτερο δρομολογητή στην φυσική διεύθυνση του οποίου στέλνεται το datagram, ο οποίος με τη σειρά του θα εκτελέσει τις ίδιες λειτουργίες. Οι δρομολογητές, παίρνουν αποφάσεις με βάση το δίκτυο προορισμού και όχι με βάση το σταθμό προορισμού. Αυτό σημαίνει ότι εξετάζουν αν είναι συνδεδεμένοι με δίκτυο το οποίο έχει το ίδιο netid με τον κόμβο προορισμού, διαφορετικά στέλνουν το datagram σε άλλον δρομολογητή, ο οποίος θα καθορίσει τη συνέχεια της διαδρομής. Με λίγα λόγια, οι δρομολογητές σε ένα TCP/IP δίκτυο αποτελούν ένα συνεργαζόμενο διασυνδεδεμένο σύνολο, όπου data grams περνούν από δρομολογητή σε

δρομολογητή, έως ότου φθάσουν σε εκείνο το δρομολογητή όπου η άμεση δρομολόγηση θα είναι δυνατή.

Κάθε αλγόριθμος δρομολόγησης χρησιμοποιεί ένα **πίνακα δρομολόγησης (routing table)**, όπου αποθηκεύονται πληροφορίες για τις διαδρομές που πρέπει να ακολουθήσει κάποιο datagram προκειμένου να φθάσει στο κόμβο προορισμού του. Σε έναν πίνακα δρομολόγησης αρκούν εγγραφές του τύπου (N, P), όπου N η IP διεύθυνση των δικτύων προορισμού, και R η IP διεύθυνση του επόμενου δρομολογητή στη διαδρομή, προκειμένου να προσεγγιστούν τα δίκτυα αυτά. Επειδή τόσο οι σταθμοί εργασίας όσο και οι δρομολογητές παίρνουν αποφάσεις δρομολόγησης, ο πίνακας δρομολόγησης είναι απαραίτητος και στα δύο είδη κόμβων. Αν σκεφτούμε τον αριθμό των κόμβων σε ένα δίκτυο, όπως το Internet, εύκολα καταλαβαίνουμε ότι υπάρχει ανάγκη καθορισμού της (αυστηρά) απαραίτητης πληροφορίας, που πρέπει να υπάρχει σε ένα πίνακα δρομολόγησης. Αυτό σημαίνει ότι δεν μπορεί κάθε κόμβος ή δρομολογητής να γνωρίζει τη διαδρομή για οποιοδήποτε άλλο κόμβο του δικτύου.

Ο τρόπος επιλογής της διαδρομής που θα ακολουθηθεί από ένα datagram έχει σημαντικές συνέπειες στις επιδόσεις του δικτύου. Εντοπίζουμε ορισμένα *προβλήματα* που μπορεί να προκύψουν.

- Σε περίπτωση που ορίζεται μια **στατική διαδρομή** για κάποιο δίκτυο προορισμού, όλο το φορτίο για το δίκτυο αυτό (δηλαδή, για όλους τους κόμβους του δικτύου αυτού) θα ακολουθήσει την ίδια διαδρομή. Έτσι, ακόμα και στην περίπτωση που υπάρχουν πολλαπλές εναλλακτικές λύσεις για την δρομολόγηση προς το δίκτυο αυτό, αυτές δεν χρησιμοποιούνται. Επίσης, εξαιτίας του τρόπου δρομολόγησης παράμετροι, όπως καθυστέρηση, φορτίο, ταχύτητα για κάθε διαδρομή δεν λαμβάνονται υπ' όψη.
- Οι πληροφορίες που καθορίζουν τη διαδρομή αφορούν τους δρομολογητές και όχι τους τελικούς κόμβους (υπολογιστές). Μόνο ο τελευταίος δρομολογητής, ο οποίος θα εκτελέσει την άμεση δρομολόγηση και θα δοκιμάσει να επικοινωνήσει με τον κόμβο προορισμού, είναι αυτός που πρώτος θα διαπιστώσει αν ο κόμβος αυτός λειτουργεί ή όχι. Στο ενδιάμεσο διάστημα ένα σημαντικό φορτίο μπορεί να έχει πλημμυρίσει το δίκτυο, ακόμα και αν ο κόμβος προορισμού είναι εκτός λειτουργίας.

- Κάθε δρομολογητής εκτελεί την λειτουργία της δρομολόγησης **κατανεμημένα**, ανεξάρτητα από τους υπόλοιπους δρομολογητές. Μπορεί να προκύψουν αστάθειες στον αλγόριθμο δρομολόγησης, δρόμοι με βρόγχους (loops) και διαφορές στη δρομολόγηση μεταξύ δύο κόμβων προς τις δύο κατευθύνσεις. Έτσι, υπάρχει η περίπτωση το φορτίο από κάποιο κόμβο Α προς κάποιο κόμβο Β να ακολουθεί διαφορετική διαδρομή από αυτή που ακολουθεί το φορτίο από τον κόμβο β προς τον κόμβο Α, και η μία κατεύθυνση να είναι προσωρινά αδύνατη.

Οι συνήθεις αλγόριθμοι δρομολόγησης λαμβάνουν υπόψη και προκαθορισμένες διαδρομές (default), στην περίπτωση που δεν υπάρχει άλλη εναλλακτική διαδρομή. Η επιλογή αυτή είναι ιδιαίτερα χρήσιμη για διασυνδεδεμένα τοπικά δίκτυα με μία έξοδο προς το Internet. Επιπλέον, οι συνήθεις αλγόριθμοι δρομολόγησης μπορούν να λάβουν υπ' όψη τους και διαδρομές για κόμβους προορισμού (αντί για δίκτυα προορισμού), δίνοντας κατ' αυτό τον τρόπο στον διαχειριστή του δικτύου δυνατότητες για καλύτερο έλεγχο του δικτύου.

Τέλος σημειώνουμε ότι η πληροφορία στα IP datagrams, που αφορά τις διευθύνσεις προορισμού και πηγές δεν αλλάζει στη πορεία της δρομολόγησης. Αυτό που καθορίζεται στους πίνακες δρομολόγησης των ενδιάμεσων δρομολογητών είναι η διεύθυνση του επόμενου βήματος (next hop) προς τον τελικό προορισμό. Η φυσική όδευση προς το επόμενο βήμα σε ένα περιβάλλον LAN καθορίζεται σε χαμηλότερο επίπεδο (MAC) μέσω των πρωτοκόλλων ARP.^(ΔΙΚΤΥΑ I,σελ.25)

1.2. Αυτόνομα Συστήματα (Autonomous Systems)

Η αρχιτεκτονική η οποία βασίζεται σε δρομολογητές μπορεί να θεωρηθεί απεριόριστα μεγάλη, επειδή τα απλά ολοκληρωμένα δίκτυα μπορούν να συνδεθούν μεταξύ τους και να θεωρηθούν ένα μεγαλύτερο. Στην πραγματικότητα όμως τα πράγματα δεν είναι ακριβώς έτσι. Στα διάφορα δίκτυα τα οποία διασυνδέονται μεταξύ τους εισάγεται μια ιεραρχία και θεωρούμε τα δίκτυα σε ομάδες. Και κατ' αρχήν έχουμε την θεώρηση του αυτόνομου συστήματος.^(ΔΙΚΤΥΑ II,σελ.23)

Το Internet αποτελείται από ένα σύνολο ανεξάρτητων διασυνδεδεμένων δικτύων (internet), και συνήθως το παρουσιάζουμε σαν ένα σύνολο **Αυτόνομων Συστημάτων (Autonomous Systems)**, κάθε ένα από τα οποία έχει την δική του διαχειριστική αρχή και χρησιμοποιεί εσωτερικά τα δικά του πρωτόκολλα δρομολόγησης. Όλα τα

παραπάνω Αυτόνομα Συστήματα θεωρούνται προσαρτημένα στο δίκτυο κορμού του Internet (core backbone Network).

Προκειμένου να διαχωρίσουμε τους δρομολογητές, οι οποίοι χρησιμοποιούνται μέσα σε κάποιο Αυτόνομο Σύστημα από αυτούς που χρησιμοποιούνται για την προσάρτηση του Αυτόνομου Συστήματος στο δίκτυο κορμού, χρησιμοποιούνται οι όροι interior gateway (εσωτερικός δρομολογητής-πύλη) και exterior gateway (εξωτερικός δρομολογητής-πύλη). Τα αντίστοιχα πρωτόκολλα δρομολόγησης, τα οποία χρησιμοποιούνται είναι τα: Interior Gateway Protocol (IGP) και Exterior Gateway Protocol (EGP). ^(ΔΙΚΤΥΑ I,σελ.25)

Με αυτήν την θεώρηση το σύστημα δρομολόγησης υποστηρίζεται από δύο τύπους δρομολόγησης.

- **Πρωτόκολλα Εσωτερικής Δρομολόγησης (Intra-domain routing πρωτόκολλα)**, τα οποία υποστηρίζουν **router με router επικοινωνία** μέσα στην ομάδα ή στο αυτόνομο σύστημα.

- **Πρωτόκολλα Εξωτερικής Δρομολόγησης (Inter-domain routing πρωτόκολλα)**, τα οποία υποστηρίζουν **router με router επικοινωνία** μεταξύ διαφορετικών ομάδων ή στο αυτόνομων συστημάτων.

Intra-domain πρωτόκολλα δρομολόγησης είναι τα πρωτόκολλα τα οποία συνδέουν μεταξύ τους δρομολογητές στο ίδιο αυτόνομο σύστημα (domain).

Χαρακτηριστικά παραδείγματα Intra-domain πρωτοκόλλων είναι:

- **RIP(Routing Information Protocol)** το οποίο χρησιμοποιεί τον αλγόριθμο **Distance Vector**.
- **OSPF(Open Shortest Path First)** το οποίο χρησιμοποιεί τον αλγόριθμο **Link State**.
- **SIN(Ship In the Night)**

Inter-domain πρωτόκολλα δρομολόγησης είναι τα πρωτόκολλα τα οποία συνδέουν μεταξύ τους αυτόνομα συστήματα (domain).

Χαρακτηριστικά παραδείγματα Inter-domain πρωτοκόλλων είναι:

- **EGP(Exterior Gateway Protocol)** για IP.
- **BGP(Border Gateway Protocol)** για αντικατάσταση του EGP.
- **IDRP(Inter-domain Routing Protocols)** το οποίο επίσης βασίζεται στο BGP. ^(ΔΙΚΤΥΑ II,σελ.23)

Ένα αυτόνομο σύστημα μπορεί να αποτελείται από πολλά διασυνδεδεμένα δίκτυα υπολογιστών ή να είναι απλά ένα μοναδικό δίκτυο υπολογιστών, με ιδιαίτερη διαχειριστική αρχή. Στην πρώτη περίπτωση, αν τα διασυνδεδεμένα αυτά δίκτυα αποτελούνται από διάφορα υπο-δίκτυα (subnets), τότε εισάγουμε ένα ακόμα επίπεδο δρομολόγησης κάτω από τα exterior και interior gateways. ^(ΔΙΚΤΥΑ 1,σελ.25)

1.2.1.Πρωτόκολλα εσωτερικών πυλών (IGP)

Οι δρομολογητές μέσα σε ένα αυτόνομο σύστημα χρησιμοποιούν ένα πρωτόκολλο εσωτερικών πυλών (Interior Gateway Protocol, IGP) για να ανταλλάξουν πληροφορίες δρομολόγησης. Υπάρχουν πολλά διαθέσιμα πρωτόκολλα IGP, και κάθε αυτόνομο σύστημα είναι ελεύθερο να διαλέξει το δικό του. Συνήθως, ένα πρωτόκολλο IGP είναι εύκολο να εγκατασταθεί και να λειτουργεί, όμως μπορεί να περιορίσει το μέγεθος ή την πολυπλοκότητα δρομολόγησης ενός αυτόνομου συστήματος.

1.2.2.Πρωτόκολλα εξωτερικών πυλών (EGP)

Ένας δρομολογητής σε ένα αυτόνομο σύστημα χρησιμοποιεί ένα πρωτόκολλο εξωτερικών πυλών (Exterior Gateway Protocol, EGP) για να ανταλλάξει πληροφορίες δρομολόγησης με ένα δρομολογητή σε ένα άλλο αυτόνομο σύστημα. Τα πρωτόκολλα EGP είναι συνήθως πιο πολύπλοκα στην εγκατάσταση και τη λειτουργία από ότι τα IGP, αλλά παρέχουν περισσότερη ευελιξία και μικρότερη επιβάρυνση (δηλαδή, λιγότερη κυκλοφορία). Για να μειώσει την κυκλοφορία, ένα πρωτόκολλο EGP συνοψίζει τις πληροφορίες δρομολόγησης που προέρχονται από το αυτόνομο σύστημα πριν τις μεταβιβάσει σε ένα άλλο αυτόνομο σύστημα. Ακόμα σημαντικότερο, ένα πρωτόκολλο EGP υλοποιεί περιορισμούς πολιτικής (policy constraints) οι οποίοι επιτρέπουν σε ένα διαχειριστεί συστήματος να καθορίζει με ακρίβεια ποιες πληροφορίες επιτρέπονται να εξέρχονται από τον οργανισμό.

1.3.Δρομολογητές (ROUTER)

Οι **δρομολογητές (router)** είναι συσκευές που χρησιμοποιούνται όπως και οι γέφυρες για τη σύνδεση τοπικών δικτύων, με περισσότερες δυνατότητες από αυτές στα θέματα δρομολόγησης. Η κύρια χρήση τους γίνεται όταν υπάρχουν περισσότερες από μια εναλλακτικές διαδρομές για την σύνδεση τοπικών δικτύων, όπως στα δίκτυα βρόχου. Τα πακέτα δεδομένων δρομολογούνται από το ένα δίκτυο στο άλλο,

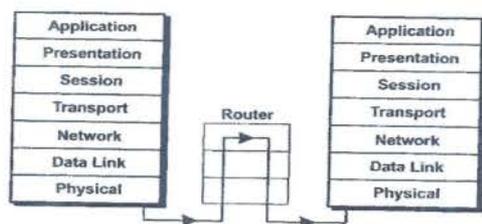
χρησιμοποιώντας πληροφορίες του τρίτου επιπέδου ή επιπέδου δικτύου όπως αυτό είναι διαφορετικά γνωστό. Γι' αυτό πρέπει να έχουν τη δυνατότητα να διαβάζουν τις διευθύνσεις τρίτου επιπέδου, άρα να κατανοούν το αντίστοιχο πρωτόκολλο. Στην πράξη οι router εξαρτώνται από το εκάστοτε πρωτόκολλο, αλλά τελευταία υπάρχουν router πολλαπλών πρωτοκόλλων που έχουν ευρύτερες δυνατότητες ταυτόχρονης δρομολόγησης πακέτων διαφορετικών πρωτοκόλλων. Η πλέον συνηθισμένη χρήση των router είναι για δίκτυα IP όπως το Internet και τα Intranets.

Οι δρομολογητές μας προσφέρουν τρεις βασικές λειτουργίες:

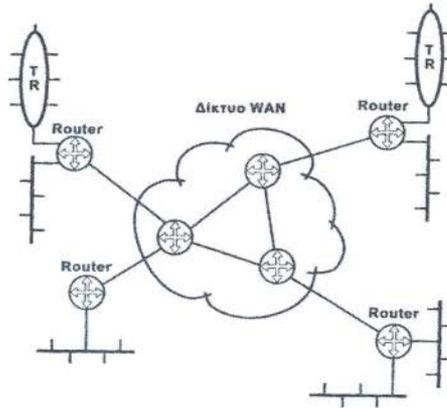
- Δικτύωση βρόχου
- Μείωση όγκου σε broadcast
- Έλεγχος προσπέλασης.

Δικτύωση βρόχου: Αυτή είναι και η πλέον ενδιαφέρουσα ιδιότητα του router. Αντίθετα από τις source routing γέφυρες, αυτοί μπορούν να επιλέξουν τον καλύτερο δρόμο για την δρομολόγηση των data, προσφέροντας μεγαλύτερη διαθεσιμότητα στο δίκτυο. Η επιλογή του δρόμου γίνεται ή με στατικό τρόπο, αλλάζοντας μόνο όταν προστεθούν στο δίκτυο νέοι routers, ή με δυναμικό τρόπο, όπου ο router παρακολουθεί συνεχώς την κατάσταση του δικτύου και ρυθμίζει κατάλληλα την ροή των data.

Μείωση όγκου σε broadcast: Στην αρχική φάση της επικοινωνίας, οι γέφυρες δεν ελέγχουν αν η κάθε πληροφορία που φθάνει σε αυτές από ένα LAN, προορίζονται για το άλλο LAN ή για κάποιο σταθμό του πρώτου. Έτσι κατ' αρχήν μεταδίδουν και προς



Σχήμα 1.1.Οι δρομολογητές στο μοντέλο OSI



Σχήμα 1.2. Δίκτυο με Router

το άλλο LAN όλα τα πλαίσια που φθάνουν σε αυτές (broadcast). Αυτό σημαίνει ότι ένας μεγάλος όγκος πληροφοριών διακινείται στο δίκτυο χωρίς λόγο. Οι δρομολογητές όμως διακρίνουν τα πακέτα ως προς τον προορισμό τους και τα δρομολογούν ορθά βάσει πινάκων δρομολόγησης που διατηρούν στη μνήμη τους.

Έλεγχος προσπέλασης: Οι δρομολογητές παρέχουν τεχνικό έλεγχο προσπέλασης στο κάθε δίκτυο, που είναι χρήσιμο στις περιπτώσεις εκείνες που ο υπεύθυνος του δικτύου θέλει να επιτρέψει σε συγκεκριμένους μόνο σταθμούς να έχουν πρόσβαση σε ξένα δίκτυα και αντίστροφα. (Αλεξόπουλος, Γ. Λαγογιάννης, σελ. 705-706)

1.3.1. Πρωτόκολλα δρομολόγησης

Όπως αναφέρθηκε παραπάνω οι δρομολογητές καλούνται να επιλέξουν τον βέλτιστο δρόμο μέσα σε ένα δίκτυο. Για να το επιτύχουν αυτό πρέπει να γνωρίζουν την τοπολογία του δικτύου και την κατάσταση των γραμμών. Οι δρομολογητές (router) που λειτουργούν ως τροχονόμοι των πακέτων στο δίκτυο, χτίζουν εσωτερικούς πίνακες δρομολόγησης βασιζόμενοι στα στοιχεία της τοπολογίας του δικτύου που έχουν συλλέξει και βάσει των πινάκων αυτών επιλέγουν την βέλτιστη διαδρομή.

Για την συλλογή της τοπολογίας, οι router εκπέμπουν ειδικά πακέτα προς τους υπόλοιπους router του δικτύου, ενημερώνοντας τους πρώτα για την παρουσία τους και ερευνώντας τις δυνατές διαδρομές διασύνδεσης. Για τις λειτουργίες αυτές υπάρχουν ειδικά πρωτόκολλα με πιο γνωστά τα, OSPF, RIP, BGP.

Υπάρχουν δύο τύποι πρωτοκόλλων δρομολόγησης, τα εσωτερικά αυτά δηλαδή που λειτουργούν εντός ενός ενιαίου και ομοιόμορφου περιβάλλοντος δικτύων (αυτόνομο σύστημα) και ονομάζεται Interior Gateway Protocols και τα εξωτερικά που λειτουργούν μεταξύ διαφορετικών αυτόνομων συστημάτων και ονομάζονται Exterior Gateway Protocols. Βασικοί εκπρόσωποι των πρώτων είναι τα RIP, OSPF, IGRP, IGP και των δεύτερων τα EGP, BGP.

Για τα εσωτερικά πρωτόκολλα χρησιμοποιούνται δύο βασικοί αλγόριθμοι επιλογής βέλτιστου δρόμου:

- Distance Vector
- Link State

Ο αλγόριθμος Distance Vector υπολογίζει τον βέλτιστο δρόμο, στηριζόμενος στον ελάχιστο αριθμό των hops μεταξύ δύο router, ανεξάρτητα από την κίνηση. Οι router αυτού του τύπου ανανεώνουν την εικόνα του δικτύου, επικοινωνώντας περιοδικά με τους άλλους router. Την τεχνική αυτή χρησιμοποιεί και το πρωτόκολλο RIP (Routing Information Protocol).

Ο Link State είναι στην ουσία η καλύτερη μέθοδος δρομολόγησης, διότι λαμβάνει υπόψη της εκτός από τον αριθμό των hops και πρόσθετες παραμέτρους, όπως η ταχύτητα της γραμμής, η ποιότητά της, η καθυστέρηση λόγω κίνησης και η τυχόν προτεραιότητα μετάδοσης. Το πρωτόκολλο OSPF βασίζεται στην τεχνική αυτή.

Στη συνέχεια εξετάζονται τα δύο αντιπροσωπευτικά πρωτόκολλα δρομολόγησης, το RIP και το OSPF. (Αλεξόπουλος, Γ. Λαγογιάννης, σελ. 706-707)

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο

2. Πρωτόκολλα Εσωτερικής Δρομολόγησης

Κάθε οργανισμός που χειρίζεται ένα Αυτόνομο Σύστημα (AS) μπορεί εσωτερικά να χρησιμοποιεί τον δικό του αλγόριθμο δρομολόγησης. Η ύπαρξη προτύπων, ακόμη και για την εσωτερική δρομολόγησης απλοποιεί την υλοποίηση στα όρια μεταξύ των AS και επιτρέπει την επαναχρησιμοποίηση του κώδικα.

Ο αλγόριθμος δρομολόγησης εντός κάποιου AS καλείται πρωτόκολλο εσωτερικών πυλών (interior gateway protocol).-(A.Tanenbaum,σελ.526-527)

2.1. Πρωτόκολλο RIP (Routing Information Protocol)

Ορισμός: Πρωτόκολλο Πληροφοριών Δρομολόγησης. Είναι ένα πρωτόκολλο που χρησιμοποιεί τη μέθοδο των διανυσμάτων απόστασης για να διαδίδει πληροφορίες δρομολόγησης μέσα σε ένα αυτόνομο σύστημα.-(D.Comer,σελ.726)

Το RIP είναι ένα εσωτερικό πρωτόκολλο που στηρίζεται στην τεχνική distance vector, επιτρέποντας σε ένα router να ενημερώνει τους υπόλοιπους router του δικτύου, για το ποια δίκτυα μπορεί να προσπελάσει και σε ποια απόσταση βρίσκονται από αυτόν.

Ο αλγόριθμος που χρησιμοποιεί το RIP είναι ο Distance Vector Routing σύμφωνα με τον οποίο έχουμε:

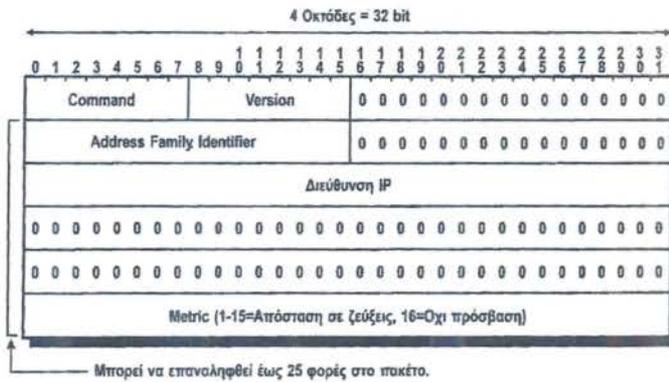
- Εκπομπή από κάθε Node σε όλους τους κοντινότερους Nodes.
- Μέτρηση του Path Cost για κάθε Router.
- Ύπαρξη μιας σχετικής καθυστέρησης.
- Ύπαρξη μεγάλης ποσότητας δεδομένων.

Οι πίνακες δρομολόγησης router ως προς το πρωτόκολλο RIP, περιέχουν εγγραφές που η κάθε μία περιλαμβάνει ένα ζευγάρι τιμών που είναι μια διεύθυνση IP και ένας απαριθμητής (metric) ο οποίος καθορίζει την απόσταση σε hops προς τον συγκεκριμένο προορισμό.

Για να υπολογισθεί η απόσταση μεταξύ αποστολέα και παραλήπτη, ούτως ώστε να επιλεγεί η βέλτιστη διαδρομή, χρησιμοποιείται σαν μέτρο ο αριθμός των συνδέσεων (hops) μεταξύ των router από τις οποίες περνάει η πληροφορία έως ότου

καταλήξει στον αποδέκτη. Ο μέγιστος αριθμός hops εδώ είναι 15. Όταν ο απαριθμητής των hops πάρει τιμή =16 τότε ο προορισμός θεωρείται απροσπέλαστος. Ο αριθμός 16 έχει οριστεί ώστε να περιορίζεται ο χρόνος σύγκλισης του αλγόριθμου δρομολόγησης, όμως θέτει παράλληλα και σοβαρούς περιορισμούς στην έκταση του δικτύου.

Με το πρωτόκολλο αυτό οι router κάθε 30 sec ανταλλάσσουν τις πληροφορίες των πινάκων δρομολόγησης, ακόμα και όταν δεν υπάρχουν αλλαγές, αποστέλλοντας ένα ειδικό πακέτο.



Σχήμα 2.1 Το πακέτο RIP

Όταν ένας router λάβει ένα πακέτο RIP με κάποια αλλαγή, τότε τροποποιεί την εγγραφή του πίνακα δρομολόγησής του, μόνο εφόσον η τιμή του απαριθμητή των hops του πακέτου είναι μικρότερη από αυτήν που ήδη υπάρχει στον πίνακα.

(Α.Αλεξόπουλος-Γ.Αιγογιάννης,σελ.707-708)

2.2.Πρωτόκολλο OSPF(Open Shortest Path First Protocol)

Το αρχικό πρωτόκολλο εσωτερικών πυλών του Internet ήταν ένα πρωτόκολλο διανύσματος αποστάσεων (RIP) βασισμένο στον αλγόριθμο των Bellman-Ford. Δούλευε καλά για μικρά συστήματα, αλλά όχι εξ ίσου καλά καθώς τα AS μεγάλωναν. Υπέφερε επίσης από το πρόβλημα της μέτρησης προς το άπειρο και από την αργεί

σύγκλιση, οπότε αντικαταστάθηκε από ένα πρωτόκολλο κατάστασης ζεύξεων. Το διάδοχο πρωτόκολλο ονομάστηκε **OSPF**(Open Shortest Path First).

(A.Tanenbaum,σελ.527)

Ορισμός: *Πρωτόκολλο προτεραιότητας ανοίγματος της συντομότερης διαδρομής.* Είναι ένα δημοφιλές πρωτόκολλο που χρησιμοποιείται για την διάδοση πληροφοριών δρομολόγησης μέσα σε ένα μεμονωμένο αυτόνομο σύστημα. (D.Comer,σελ.726)

Το OSPF είναι ένα εσωτερικό πρωτόκολλο αρκετά πολυπλοκότερο του RIP, που χρησιμοποιεί την τεχνική Link state.

Σύμφωνα με τον αλγόριθμο Link State(Shortest Path) έχουμε:

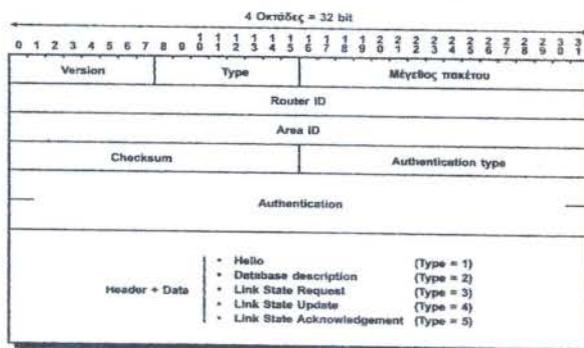
- Πλημμυρίζει την πληροφορία δρομολόγησης μέσα σ' ένα δίκτυο.
- Μικρή σχετικά ποσότητα δεδομένων.

Πλεονεκτήματα αυτής της τεχνικής έναντι της distance vector, είναι η δυνατότητα χρήσης ιεραρχικής τοπολογίας, η γρήγορη ανταπόκριση σε αλλαγές του δικτύου, η χρήση της σε μεγάλα δίκτυα, η εξισορρόπηση του φορτίου μεταξύ εναλλακτικών βέλτιστων διαδρομών κ.λ.π. Το OSPF περιγράφεται αναλυτικά στο RFC 1583.

Κάθε router διατηρεί την τοπολογία του δικτύου σε μια βάση δεδομένων, ενώ όλοι οι router που συμμετέχουν στο δίκτυο, διατηρούν την ίδια βάση και τρέχουν τον ίδιο αλγόριθμο παράλληλα. Επίσης κάθε router σχηματίζει ένα δίκτυο με τους συντομότερους δρόμους, θεωρώντας επίκεντρο τον εαυτό του. Το OSPF απαιτεί σε σχέση με το RIP περισσότερη επεξεργαστική ισχύ και περισσότερη διαθέσιμη μνήμη από τους router του δικτύου.

Ενώ το RIP βασίζεται σε *σχετικές* πληροφορίες δρομολόγησης, το OSPF βοηθά τους router να σχηματίσουν μόνοι τους μια πλήρη εικόνα του δικτύου και να υπολογίσουν σαφώς την βέλτιστη διαδρομή βασιζόμενο σε ένα αλγόριθμο που ονομάζεται Dijkstra.

Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα την ταχύτητα αναδρομολόγηση μεταξύ εναλλακτικών διαδρομών σε περιπτώσεις προβλημάτων του δικτύου.



Σχήμα 2.2 Το πακέτο OSPF

Το OSPF πλεονεκτεί επίσης για το ότι αποστέλλει ενημερωτικά πακέτα μόνο για τις τυχόν αλλαγές της κατάστασης των συνδέσεων εφόσον υπάρχουν, σε αντίθεση με το RIP που στέλνει ενημερωτικά πακέτα συνεχώς έστω και αν το δίκτυο λειτουργεί κανονικά και χωρίς αλλαγές. (Α.Αλεξόπουλος-Γ.Λαγογιάννης,σελ.707-708)

2.2.1.Χαρακτηριστικά OSPF

Το RIP δείχνει μερικά από τα μειονεκτήματα ενός πρωτοκόλλου διανυσμάτων απόστασης. Επειδή κάθε μήνυμα περιέχει μια πλήρη λίστα προορισμών και αποστάσεων, τα μηνύματα είναι μεγάλα. Επειδή ο δρομολογητής-παραλήπτης πρέπει να συγκρίνει κάθε καταχώρηση του εισερχόμενου μηνύματος με το τρέχον δρομολόγιο για τον προορισμό, η επεξεργασία ενός μηνύματος καταναλώνει κύκλους εντολών της CPU και προκαλεί καθυστέρηση. Η καθυστέρηση σημαίνει ότι οι αλλαγές δρομολογίων διαδίδονται αργά, σε ένα δρομολογητή κάθε φορά. Επομένως, αν και το πρωτόκολλο RIP είναι κατάλληλο για λίγους δρομολογητές, δεν προσαρμόζεται στην κλίμακα μεγέθους ενός μεγάλου διαδικτύου.

Με την αύξηση του μεγέθους του Internet, αυξήθηκε και το μέγεθος των οργανισμών. Ειδικότερα, εμφανίστηκαν μεγάλοι παροχείς υπηρεσιών Internet (ISP). Για να ικανοποιηθεί η απαίτηση για ένα πρωτόκολλο δρομολόγησης που να προσαρμόζεται στην κλίμακα μεγέθους των μεγάλων οργανισμών, η IETF επιτόνησε ένα πρωτόκολλο εσωτερικών πυλών (IGP) το οποίο ονομάστηκε πρωτόκολλο

προτεραιότητας ανοίγματος της συντομότερης διαδρομής (Open Shortest Path First, OSPF).

Το πρωτόκολλο OSPF έχει τα παρακάτω χαρακτηριστικά:

- *Δρομολόγηση μέσα σε ένα αυτόνομο σύστημα.* Το OSPF είναι ένα πρωτόκολλο εσωτερικών πυλών (IGP), το οποίο χρησιμοποιείται για τη μεταβίβαση πληροφοριών δρομολόγησης μεταξύ δρομολογητών μέσα σε ένα αυτόνομο σύστημα.
- *Πλήρης υποστήριξη διευθυνσιοδότησης CIDR και υποδικτύου.* Το OSPF συμπεριλαμβάνει μια μάσκα διεύθυνσης των 32 bit μαζί με κάθε διεύθυνση, η οποία επιτρέπει στην διεύθυνση να είναι με κλάσεις (classful), χωρίς κλάσεις (classless), ή με υποδίκτυο.
- *Ανταλλαγή μηνυμάτων με πιστοποίηση ταυτότητας.* Ένα ζεύγος δρομολογητών που χρησιμοποιούν το πρωτόκολλο OSPF μπορούν να πιστοποιούν την ταυτότητα κάθε μηνύματος, ώστε να εξασφαλίζεται ότι θα γίνονται δεκτά μόνο τα μηνύματα που προέρχονται από έμπιστη πηγή.
- *Εισαγόμενα δρομολόγια.* Το OSPF επιτρέπει σε ένα δρομολογητή να εισάγει δρομολόγια τα οποία έμαθε με άλλα μέσα (π.χ. από το πρωτόκολλο BGP).
- *Αλγόριθμος κατάστασης συνδέσμων.* Το OSPF χρησιμοποιεί την δρομολόγηση με κατάσταση συνδέσμων (link-state routing).
- *Υποστήριξη για δίκτυα πολλαπλής πρόσβασης.* Η παραδοσιακή δρομολόγηση με κατάσταση συνδέσμων δεν είναι αποδοτική σε ένα δίκτυο πολλαπλής πρόσβασης, όπως είναι το Ethernet, επειδή όλοι οι δρομολογητές που είναι συνδεδεμένοι στο δίκτυο εκπέμπουν μηνύματα κατάστασης συνδέσμων. Το πρωτόκολλο OSPF βελτιστοποιεί τη μέθοδο, αναθέτοντας σε ένα μόνο δρομολογητή να εκπέμπει στο δίκτυο.

Το OSPF είναι ένα πρωτόκολλο εσωτερικών πυλών (IGP) το οποίο χρησιμοποιεί έναν αλγόριθμο κατάστασης συνδέσμων για να διαδίδει πληροφορίες δρομολόγησης. Κάθε δρομολογητής που συμμετέχει στο OSPF πρέπει να βολιδοσκοπεί περιοδικά τους γειτονικού δρομολογητές και έπειτα να εκπέμπει ένα μήνυμα κατάστασης συνδέσμων. Οι δρομολογητές που λαμβάνουν το μήνυμα χρησιμοποιούν τον αλγόριθμο SPF του Dijkstra για να υπολογίσουν τις συντομότερες διαδρομές. (D.Comer, σελ.462-463)

2.3.OSPF έναντι RIP

Η ραγδαία ανάπτυξη και επέκταση των σημερινών δικτύων έχει ωθήσει το RIP στα όρια του. Το RIP έχει σημαντικές ελλείψεις που μπορούν να προκαλέσουν προβλήματα στα μεγάλα δίκτυα. Μερικές από τις ελλείψεις είναι:

- Το RIP έχει όριο 15hops. Ένα δίκτυο με RIP που επεκτείνεται περισσότερο από 15 δρομολογητές θεωρείται απρόσιτο (Unreachable).
- Το RIP δεν μπορεί να διαχειριστεί μάσκες μεταβλητού μήκους(VLSM). Δεδομένου του ελλείμματος των IP και της ευκαμψίας των VLSM δίνεται επαρκής εκχώρηση διευθύνσεων. Αυτό θεωρείται μεγάλο μειονέκτημα.
- Περιοδικές μεταδόσεις προς όλους τους γειτονικούς δρομολογητές του πλήρους πίνακα δρομολόγησης καταναλώνει σημαντικό μέρος του εύρους του δικτύου. Αυτό είναι βασικό πρόβλημα σε μεγάλα δίκτυα με αργές συνδέσεις και σε Ευρείας Περιοχής Δίκτυα (Wide Area Networks, WAN).
- Το RIP συγκλίνει πιο αργά απ' ό τι το OSPF. Σε μεγάλης κλίμακας δίκτυα η σύγκλιση μπορεί να διαρκέσει ακόμα και λεπτά. Οι δρομολογητές με RIP περνούν από μια περίοδο στασιμότητας όπου συλλέγουν άχρηστες πληροφορίες(garbage collection) και σιγά-σιγά θα εξαντλήσουν τον χρόνο ανανέωσης πληροφορίας για πληροφορίες που δεν έχουν ληφθεί πρόσφατα. Αυτό είναι μη αποδεκτό σε μεγάλα δίκτυα και μπορεί να προκαλέσει ασυνέπειες δρομολόγησης (routing inconsistencies).
- Το RIP δεν παρέχει τις έννοιες καθυστέρησης δικτύου και των ορίων. Με την υιοθέτηση της ατάξητης δρομολόγησης (classless routing) και με την έξυπνη χρήση του αθροίσματος (aggregation) και της περίληψης (summarization), τα δίκτυα RIP δείχνουν πλέον έκπτωση.

Μερικές βελτιώσεις παρουσιάστηκαν με τη νέα έκδοση του RIP που ονομάστηκε RIP-2. Το RIP-2 διευθετεί το θέμα με τις VLSM, την πιστοποίηση, και την ανανέωση διαδρομών multicast. Το RIP-2 δεν αποτελεί μεγάλη βελτίωση από το RIP (τώρα ονομάζεται RIP-1)λόγω ότι ακόμα έχει τους περιορισμούς του hop count και της αργής σύγκλισης που είναι θεμελιώδες για τα σημερινά μεγάλα δίκτυα.

Αντίθετα, το OSPF διευθετεί τα περισσότερα ζητήματα που παρουσιάστηκαν πιο πάνω.

- Στο OSPF δεν υπάρχει περιορισμός στο hop count.

- Η έξυπνη χρήση των VLSM είναι πολύ χρήσιμη στην κατανομή διευθύνσεων IP.
- Το OSPF χρησιμοποιεί διευθύνσεις multicast για να στείλει τα link-state updates. Αυτό διασφαλίζει λιγότερη επεξεργασία στους δρομολογητές που δεν λαμβάνουν υπ' όψιν τα πακέτα του OSPF. Επίσης, τα updates στέλνονται μόνο σε περίπτωση που υπάρχουν αλλαγές στις διαδρομές αντί να στέλνονται περιοδικά. Έτσι διασφαλίζεται η καλύτερη χρήση του εύρους.
- Το OSPF έχει καλύτερη σύγκλιση από το RIP. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι οι αλλαγές στην δρομολόγηση διαδίδονται άμεσα και όχι περιοδικά.
- Το OSPF επιτρέπει την καλύτερη εξισορρόπηση του φόρτου (load balancing).
- Με το OSPF έχουμε την δυνατότητα να ορίσουμε δίκτυα όπου οι δρομολογητές είναι χωρισμένοι σε περιοχές. Αυτό περιορίζει την έκρηξη των link-state updates σε όλο το δίκτυο. Αυτό επίσης, παρέχει τον μηχανισμό της άθροισης των διαδρομών και την αποκοπή διαδρομής μη χρήσιμων πληροφοριών για υποδίκτυα.
- Με την χρήση του OSPF μας δίδεται η δυνατότητα για πιστοποίηση των διαδρομών με χρήση διάφορων μεθόδων πιστοποίησης.
- Το OSPF επιτρέπει την μεταφορά και την σήμανση εξωτερικών διαδρομών που εισέρχονται σε ένα αυτόνομο σύστημα (Autonomous Systems). Με αυτό τον τρόπο διατηρείται ιστορικό των διαδρομών που έχουν εισέλθει από πρωτόκολλα εξωτερικής δρομολόγησης όπως το BGP.

Αυτό φυσικά μπορεί να οδηγήσει σε μεγαλύτερη πολυπλοκότητα κατά την υλοποίηση καθώς και κατά την αντιμετώπιση προβλημάτων σε δίκτυα OSPF.

Μεγάλη πρόκληση θα είναι για τους διαχειριστές δικτύου που έχουν συνηθίσει στην απλότητα του RIP, ο όγκος της πληροφορίας που θα πρέπει να αφομοιώσουν για να είναι σε θέση να διατηρήσουν δίκτυα OSPF. Επίσης, αυτό θα προκαλέσει αύξηση των απαιτήσεων σε μνήμη και επεξεργασία ισχύ. Ορισμένοι δρομολογητές ίσως να μην είναι δυνατόν να αναβαθμίσουν στο OSPF λόγω των αυξημένων απαιτήσεων σε πόρους συστήματος.

2.4.LINK-STATE έναντι DISTANCE VECTOR

Οι Link-state αλγόριθμοι (επίσης γνωστοί και ως shortest path first αλγόριθμοι) κατακλύζουν με πληροφορίες δρομολόγησης όλους τους κόμβους του δικτύου. Κάθε δρομολογητής όμως στέλνει μόνο το τμήμα του πίνακα δρομολόγησης που περιγράφει την κατάσταση των δικών του συνδέσεων προς άλλα συστήματα. Στους αλγόριθμους Link-state, ο κάθε δρομολογητής κατασκευάζει μία εικόνα ολόκληρου του δικτύου μέσα στον πίνακα δρομολόγησης.

Οι αλγόριθμοι Distance Vector (γνωστοί επίσης και ως Bellman-Ford αλγόριθμοι) καλούν τον κάθε δρομολογητή να στέλνει τμήμα ή όλο τον πίνακα δρομολόγησης (routing table) αλλά μόνο στους γειτονικούς δρομολογητές.

Εν κατακλείδι, οι αλγόριθμοι link-state στέλνουν μικρά updates παντού, ενώ οι distance-vector στέλνουν μεγαλύτερα updates μόνο στους γειτονικούς δρομολογητές. Οι distance-vector αλγόριθμοι γνωρίζουν μόνο για τους γειτονικούς δρομολογητές.

Επειδή οι link-state αλγόριθμοι συγκλίνουν πιο γρήγορα, είναι λιγότερο επιρρεπείς στην δημιουργία βρόχων δρομολόγησης (routing loops) απ' ότι οι distance vector. Από την άλλη πλευρά όμως οι link-state απαιτούν περισσότερη επεξεργαστική ισχύ και μνήμη. Για αυτόν τον λόγο είναι πιο ακριβοί στην υλοποίηση και στην υποστήριξη τους, από τους distance-vector.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο

3.Αλγόριθμος DISTANCE-VECTOR

Τα distance-vector πρωτόκολλα δρομολόγησης είναι χρησιμοποιημένα στα δίκτυα ως πακέτα – μεταγωγείς για σχεδόν 30 χρόνια. Ήταν πρώτα χρησιμοποιημένα στο ARPANET, το οποίο εξελίχθηκε στο Διαδίκτυο, όπου χρησιμοποιούνται ακόμη. Είναι γεγονός ότι, δυο από τα πρωτόκολλα δρομολόγησης distance-vector, το πρωτόκολλο πληροφοριών δρομολόγησης (RIP) και το εσωτερικό πρωτόκολλο δρομολόγησης πυλών (IGRP) επεκτείνονται σε όλο τον κόσμο.

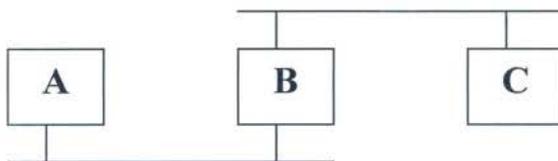
Οι αλγόριθμοι δρομολόγησης distance-vector αναφέρονται συχνά ως αλγόριθμοι Ford Fulkerson ή Bellman-Ford επειδή μπορούν να εκφραστούν από την περίοδο των εξισώσεων που γράφονται από Bellman (1987) και Ford και Fulkerson (1962).

3.1.Βασικά distance-vector

Αναφέρεται απλώς ότι, ένας αλγόριθμος distance-vector λειτουργεί τοπικά, διανέμοντας σφαιρικά τις πληροφορίες. Δηλαδή κάθε δρομολογητής ξέρει την απόσταση και το επόμενο hop κάθε προορισμό (το υποδίκτυο ή ο οικοδεσπότης, εάν γίνεται διάκριση) στο δίκτυο. Κάθε δρομολογητής μοιράζει έπειτα εκείνες τις πληροφορίες με κάθε έναν από τους γείτονες του.

Για τους σκοπούς αυτών των πρωτοκόλλων ένας γείτονας είναι οποιοσδήποτε δρομολογητής που μπορεί να επιτευχθεί χωρίς να περάσει μέσω ενός άλλου δρομολογητή. Παραδείγματος χάριν, στο σχήμα 3.1, οι δρομολογητές A και B είναι γείτονες, οι δρομολογητές B και C είναι γείτονες. Αλλά οι δρομολογητές A και C δεν είναι γείτονες. Οι δρομολογητές που συνδέονται με WANS είναι γείτονες. Όλοι οι δρομολογητές σε ένα LAN είναι γείτονες ο ένας με τον άλλον.

Στο σχήμα 3.1. Ο δρομολογητής B είναι το επόμενο hop στο μονοπάτι από τον δρομολογητή A στο δρομολογητή C. Συμβαίνει επίσης να είναι ο δρομολογητής C το επόμενο hop στο δρομολογητή A, εντούτοις, αυτή η συμμετρία δεν είναι μια απαίτηση στα μεγαλύτερα δίκτυα.



Σχήμα 3.1.Γείτονες

Κάθε φυσικό τμήμα ενός δικτύου ή σύνδεση, που χωρίζουν δύο ή περισσότερους δρομολογητές έχει ένα σχετικό κόστος. Αυτές οι δαπάνες είναι σχετικές στο κόστος των άλλων συνδέσεων στο δίκτυο. Δηλαδή ένα κόστος δεν έχει καμία σημασία ακόμα και αν αυτό το κόστος είναι βασισμένο σε μια φυσική ιδιότητα της σύνδεσης (π.χ. ταχύτητα γραμμών). Στο IP RIP, παραδείγματος χάριν, κάθε σύνδεση έχει γενικά ένα κόστος του ενός (αντιπροσωπεύοντας μια ρύθμιση hop). Το κόστος μιας διαδρομής μεταξύ δύο κόμβων είναι οι συσσωρευτικές δαπάνες από όλες τις συνδέσεις που πρέπει να διαπεραστεί από ένα πακέτο που ταξιδεύει μεταξύ εκείνων των κόμβων κατά μήκος εκείνης της διαδρομής.

3.1.1.Βασική λειτουργία

Όπως αναφέρεται, τα πρωτόκολλα δρομολόγησης distance-vector λειτουργούν ανταλλάσσοντας πληροφορίες δρομολόγησης μεταξύ των γειτονικών δρομολογητών. Αυτή η αλλαγή πραγματοποιείται για έναν από τους τρεις λόγους. Κατ' αρχάς, ένας δρομολογητής εκδίδει ένα αίτημα για τις πληροφορίες δρομολόγησης (επειδή εμφανίστηκε ακριβώς, παραδείγματος χάριν) και άλλοι δρομολογητές ανταποκρίνονται στο αίτημα στέλνοντας αμέσως τους δικούς τους πίνακες δρομολόγησης στο δρομολογητή συζήτησης. Δεύτερον, κάθε δρομολογητής διαφημίζει περιοδικά ολόκληρο τον πίνακα δρομολόγησης του στους γείτονές του (μια περιοδική αναπροσαρμογή). Τρίτον, εμφανίζεται μια αλλαγή τοπολογίας (μια σύνδεση υποχωρεί, παραδείγματος χάριν) και ο δρομολογητής διαφημίζει όλες τις αλλαγμένες διαδρομές στο πίνακα δρομολόγησης του στους γείτονές του (μια διεγερμένη αναπροσαρμογή).

Όταν ένας δρομολογητής λαμβάνει μια διαφήμιση, ενημερώνει τους πίνακες δρομολόγησης του με τις νέες πληροφορίες. Εάν αυτές οι πληροφορίες προκαλούν

μια αλλαγή στον πίνακα δρομολόγησης του δρομολογητή, πρέπει να στείλει μια διεγερμένη αναπροσαρμογή.

3.1.2 Σύγκλιση

Είναι σαφές ότι η βασική λειτουργία ενός πρωτοκόλλου δρομολόγησης distance-vector επιθυμεί πληροφορίες για τις αλλαγές στην τοπολογία για να διαδοθεί από έναν γειτονικό δρομολογητή σε άλλον μέχρις ότου όλοι οι δρομολογητές στην περιοχή δρομολόγησης να είναι ενημερωμένοι για την συνολική τοπολογία του δικτύου. Επομένως, υπάρχει ένα χρονικό διάστημα μεταξύ του περιστατικού της αλλαγής μιας τοπολογίας και του χρόνου του πιο μακρινού δρομολογητή από την αλλαγή που λαμβάνει την αναπροσαρμογή. Αυτό το διάστημα είναι ο χρόνος σύγκλισης του πρωτοκόλλου. Το μεγαλύτερο διάστημα είναι τα περισσότερα πακέτα που μπορούν να χαθούν σε προσωρινά μαύρα κενά και θηλιές δρομολόγησης. Τα περισσότερα πρωτόκολλα δρομολόγησης έχουν τους μηχανισμούς για να λιγοστεύουν αυτό το χρόνο.

3.2. Πρώτα πρωτόκολλα Distance-Vector

Αρχικά, υπήρχε το Palo Alto Research Center για Xerox (PARC), πρωτόκολλο διεθνές πακέτο πύλης πληροφοριών (POP GIP) και αυτό ήταν καλό. Αυτό ήταν πρωτόκολλο δρομολόγησης για την οικογένεια των διαδικτυακών πρωτοκόλλων Xerox. Αυτό εξυπηρετούσε σαν βάση για το πρώτο πρωτόκολλο που ονομάζεται RIP Xerox Networking Systems (XNS)rip. Το XNS RIP ήταν η αφετηρία για τη δημιουργία του IP RIP (χρησιμοποιημένο στη θέση TCP/IP) και IPX RIP (χρησιμοποιημένο από τον Novell). Το IP RIP (τώρα αποκαλείται RIP-1) ήταν η βάση για το ιδιόκτητο Cisco εσωτερικό πρωτόκολλο δρομολόγησης πυλών και το πρότυπο διαδίκτυο RIP-2.

3.2.1. XNS RIP

Το XNS RIP είναι η πιο βασική εφαρμογή ενός distance-vector αλγορίθμου. Περιέχει μόνο εκείνα τα χαρακτηριστικά γνωρίσματα που απαιτούνται για να καθορίσουν την πορεία μεταξύ δύο κόμβων που περιέχει τα λιγότερα hops. Το XNS υποστηρίζει δύο τύπους δρομολογητή: προμηθευτές προμηθειών και αιτούντες πληροφοριών. Κατά τη διάρκεια του ξεκινήματος, κάθε τύπος δρομολογητή μεταδίδει ραδιοφωνικά ένα αίτημα για τις πληροφορίες δρομολόγησης. Οι προμηθευτές

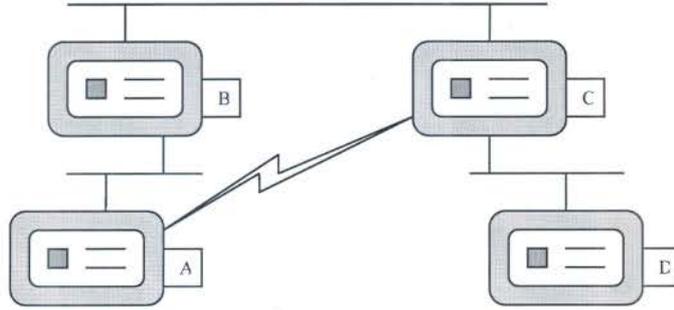
πληροφοριών ανταποκρίνονται άμεσα στον αιτούντα. Οι προμηθευτές πληροφοριών στέλνουν επίσης τις δωρεάν διαφημίσεις κάθε 30 δευτερόλεπτα.

Όταν ένας προμηθευτής πληροφοριών διακόπτεται χαριτωμένα, μεταδίδουν ραδιοφωνικά μια δωρεάν διαφήμιση για να δείξουν ότι όλες οι διαδρομές μέσω αυτού είναι άκυρες. Για να ανιχνευθεί ένας τρακαρισμένος δρομολογητής (δηλαδή, δεν έληξε τις διαδρομές του, κάθε δρομολογητής γερνά τις καταχωρήσεις του στο δικό του πίνακα δρομολόγησης. Όταν οι πληροφορίες διαδρομών παραλαμβάνονται, το χρονόμετρο για εκείνη την διαδρομή επαναρυθμίζεται. Στο XNS RIP, εάν το χρονόμετρο μιας διαδρομής φθάνει τα 90 δευτερόλεπτα λέγεται ότι αυτό έχει λήξει. Αυτό επιτρέπει δύο (ίσως τρεις, εξαρτάται από την χρονική στιγμή) αναπροσαρμογές να χαθούν (η υπηρεσία διαγραμμάτων δεδομένων δεν εγγυάται συνήθως την παράδοση πακέτων πριν μια διαδρομή θεωρηθεί κακιά. Όταν μια διαδρομή λήγει, αυτό σημειώνεται σαν άφταστο, έτσι το μετρικό του τίθεται στο άπειρο (16 στο XNS RIP). Η ληγμένη διαδρομή παραμένει στο πίνακα δρομολόγησης για 60 δευτερόλεπτα. Αυτό επιτρέπει στη ληγμένη διαδρομή να διαφημιστεί δύο φορές προτού να σβηστεί από τον πίνακα δρομολόγησης.

Η λήξη χρόνου και ο χρόνος συλλογής απορριμμάτων έχουν επιλεγθεί για να χτυπήσουν μια ισορροπία μεταξύ της γρήγορης αναγνώρισης ενός δρομολογητή αποτυχημένου και της πρόληψης της πλαστικής ένδειξης αποτυχίας η οποία μπορεί να παράγει πάρα πολλά από τη πρόσθετη κυκλοφορία δρομολόγησης. Για παράδειγμα, εάν η λήξη χρόνου είναι 30 λεπτά, κατόπιν ένας νεκρός δρομολογητής ίσως δεν ανιχνευθεί για εκείνο το διάστημα. Εάν είναι 30 δευτερόλεπτα, κατόπιν μια αναπροσαρμογή απλή χαμένη ίσως προκαλέσει μια αναταραχή των πλαστών μηνυμάτων των νεκρών διαδρομών.

XNS RIP έχει σχεδιαστεί να υποστηρίζει μικρά δίκτυα. Δεν είναι κατάλληλα για μέτρια ως μεγάλα δίκτυα λόγω του εύρους ζώνης που καταναλώνεται από τις περιοδικές αναπροσαρμογές, και επειδή έχει ένα έμφυτο δίκτυο περιορισμένης διαμέτρου στο 16. Επειδή XNS RIP εξετάζει την αριθμηση hop μόνο για να αποφασίσει καλύτερη πορεία, ένα δίκτυο απαρτίζεται από ένα δίκτυο με ποικίλο εύρος ζώνης που μπορεί να παραγάγει τις βέλτιστες διαδρομές. Εξετάστε το σχήμα 3.2.

Εάν τα LANS είναι τμήματα 10Mbps Ethernet, και η σύνδεση από σημείο σε σημείο είναι T1 (1.544 Mbps) έπειτα, ξεκάθαρα, η πορεία με τα περισσότερα hops (A~B~C~D) είναι προτιμότερα στην πορεία με λιγότερα hops.



Σχήμα 3.2.Κόστος Διαδρομής

3.2.2.IPX RIP

IPX RIP περιέχει δύο σημαντικές επεκτάσεις στο XNS RIP τον σχιστό ορίζοντα και την καθυστέρηση μετρικής. Ο σχιστός ορίζοντας είναι ένας μηχανισμός που μειώνει τη σύγκλιση του χρόνου με τον περιορισμό των περιοδικών αναπροσαρμογών περιλαμβάνοντας τις διαδρομές. Στο βασικό αλγόριθμο, όλες οι διαδρομές διαφημίζονται σε όλες τις διεπαφές. Η μετρική κάθε διαδρομής έχει συμπληρωθεί από τη μετρική της διεπαφής πέρα από την οποία η διαδρομή μαθεύτηκε. Το αποτέλεσμα αυτού είναι ότι δύο δρομολογητές, κανένας από τους οποίους δεν είναι το καλύτερο επόμενο hop για έναν ειδικό προορισμό, θα συνεχίσουν να επαναδιαφημίζουν αυτή τη διαδρομή, συμπληρώνοντας τη μετρική κάθε χρόνο, μέχρις ότου η μετρική φθάσει στο άπειρο, στον οποίο χρόνο διαγράφεται. Αυτό καλείται μετρώντας στο άπειρο. Χρησιμοποιώντας τον σχιστό ορίζοντα, μια διαδρομή δεν διαφημίζεται στην διεπαφή πέρα από την οποία μαθαίνεται. Αυτό αποβάλλει τη μετρική στο άπειρο μεταξύ δύο δρομολογητών, μειώνοντας κατά συνέπεια τη δαπάνη εύρους ζώνης και τη σύγκλιση χρόνου.

Η καθυστέρηση μετρικής είναι ένας μηχανισμός που περιλαμβάνει τη σύνδεση της ταχύτητας στη διαδρομή. Επιπρόσθετα, στη μεταφορά της αρίθμησης hop, κάθε διαδρομή επίσης έχει μια ή καθυστέρηση μετρικής. Η καθυστέρηση φυλάσσεται σε μονάδες αποκαλούμενες κρότωνα (ένας κρότωνα είναι κατά προσέγγιση το 1/18 του δευτερολέπτου). Δεδομένου ότι μια διαδρομή διαδίδεται μέσω του δικτύου, κάθε δρομολογητής αυξάνει την αρίθμηση hop και προσθέτει στην καθυστέρηση της διαδρομής τη καθυστέρηση που συνδέεται με τη διεπαφή πέρα από την οποία παραλήφθηκε. Οι πιο αργές διεπαφές έχουν μεγαλύτερη καθυστέρηση μετρικής. Κάθε δρομολογητής αποθηκεύει την συσσωρευμένη αρίθμηση hop και την

καθυστέρηση για κάθε διαδρομή. Η καλύτερη διαδρομή είναι η πορεία με την περισσότερο χαμηλή καθυστέρηση. Οι καθυστερήσεις είναι ισοδύναμες, η πορεία με την αρίθμηση hop επιλέγεται.

3.2.3.IGRP

Το εσωτερικό πρωτόκολλο δρομολόγησης πυλών είναι ένα ιδιόκτητο πρωτόκολλο. Οι επεκτάσεις του IGRP περιλαμβάνουν μια σύνθετη μετρική τύπου υπηρεσίας (TOS), εκλογής της διαδρομής, φορτίο που μοιράζεται πολλαπλάσιες διαδρομές και Holddowns.

Η σύνθετη μετρική είναι ένας σταθμισμένος συνδυασμός της χωρητικότητας μιας διαδρομής (εγκατάσταση καναλιών στη Cisco-Speak) της καθυστέρησης, και της αξιοπιστίας. Ο τύπος είναι:

$$(K1/C + K2/D) / R$$

C είναι η αποτελεσματική χωρητικότητα της ικανότητα διαδρομής. Είναι το προϊόν του εύρους ζώνης της διαδρομής και το ποσοστό της χωρητικότητας βασισμένο στο τρέχον φορτίο. Το εύρος ζώνης της διαδρομής είναι το εύρος ζώνης της πιο αργής σύνδεσης στη διαδρομή. Είναι η καθυστέρηση της διαδρομής. Είναι ένας συνδυασμός των καθυστερήσεων στους δρομολογητές και η διάδοση καθυστερεί τις συνδέσεις στη διαδρομή. R είναι η αξιοπιστία της διαδρομής. Αυτό είναι ένα ποσοστό του αριθμού των επιτυχημένων μεταδόσεων. K1 και K2 είναι συντελεστές στάθμισης. Καθορίζουν την ανάλυση σημασία της καθυστέρησης και του εύρους ζώνης. Διαμορφώνοντας αυτούς τους συντελεστές, ένας διοικητής δικτύων μπορεί να επιλέξει τις διαδρομές που παρέχουν ένα ιδιαίτερο επίπεδο υπηρεσίας.

IGRP διατηρεί τις πολλαπλάσιες διαδρομές στον ίδιο προορισμό. Εάν οι διαδρομές του παρόμοιου κόστους υπάρχουν στον ίδιο προορισμό, IGRP θα καθοδηγήσει –μοιράσει τις διαδρομές. Ο καθορισμός της λέξης “παρόμοιου” είναι το προϊόν ενός διαμορφωμένου συντελεστή, K (διαφορά), και του κόστους της ελάχιστης διαδρομής. Εάν το K τίθεται πάρα πολύ μεγάλο, οι ανεπιθύμητες διαδρομές μπορεί να συμπεριλαμβάνονται στο σύνολο φορτίο –μοιράσματος. Γενικά, K τίθεται 1 (μόνο οι διαδρομές ίσου κόστους που πρόκειται να θεωρηθεί για το μοιρασμένο φορτίο).

Holddowns βοηθούν στην αποβολή των μεγάλων βρόχων δρομολόγησης. Ο διασπαρμένος ορίζοντας αποβάλλει μόνο τους βρόχους μεταξύ δύο δρομολογητών. Ένας δρομολογητής θεωρεί μια διαδρομή αξιόπιστη εάν το κόστος του είναι

ουσιαστικά μεγαλύτερο από το κόστος μιας άλλης διαδρομής στον ίδιο προορισμό. Ο καθορισμός της λέξης ουσιαστικό είναι διαμορφωμένος συντελεστής συνήθως που τίθεται στο 1.1.

3.3.RIP-1

Για 20 έτη, το RIP (έκδοση 1) ήταν ή distance-vector εσωτερικό πρωτόκολλο δρομολόγησης πυλών (IGP) που χρησιμοποιούνται στο ARPANET διαδίκτυο. Ήταν βασισμένο στο XNS RIP. Το RIP-1 χρησιμοποιεί μια καθαρή αρίθμηση hop για τη μετρική του, δεν υπάρχει εκτίμηση της ταχύτητας σύνδεσης. Εντούτοις, οι διοικητές δικτύου μπορούν να διαμορφώσουν αργές διαδρομές/συνδέσεις για να αυξήσουν την αρίθμηση από περισσότερους του ενός. Το μειονέκτημα σε αυτό είναι η μείωση στη προφανή διάμετρο δικτύου (που είναι ενδεχομένως αυστηρή επειδή η μέγιστη διάμετρος είναι 16).

Μια βελτίωση του RIP-1 που έχει άνω των XNS RIP είναι μια επέκταση στο διασπαρμένο ορίζοντα αντιστροφή δηλητηρίου. Όπου ο διασπαρμένος ορίζοντας δεν στέλνει τις μαθημένες διαδρομές πάνω στη διεπαφή πέρα από την οποία μαθεύτηκαν, η αντιστροφή του δηλητηρίου στέλνει εκείνες τις διαδρομές. Εντούτοις, αυτή στέλνει αυτές με ένα μετρικό στο άπειρο (16). Η αντιστροφή δηλητηρίου μειώνει το χρόνο σύγκλισης αμέσως αποβάλλοντας hop βρόχους δρομολόγησης αντί να περιμένει για τις διαδρομές στο διάλειμμα.

3.4.RIP-2

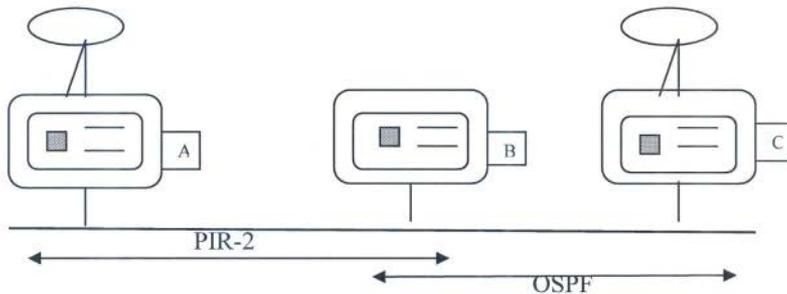
Το Νοέμβριο του 1998, η έκδοση RIP-2 έγινε πρότυπο Διαδικτύου. Έχει μετατοπίσει λίγο πολύ το RIP-1, που έχει εφαρμοστεί από όλους τους σημαντικούς προμηθευτές δικτύωσης. Το RIP-2 περιέχει αρκετές αυξήσεις στο RIP-1, όμως παραμένει προς τα εμπρός συμβατό, ευχαριστεί στην πρόβλεψη των δημιουργών του RIP-1. Οι αυξήσεις περιλαμβάνουν την προσθήκη των μασκών υποδικτύου, εναλλάσσουν τα επόμενα hop, και τις ετικέτες δρομολόγησης σε καταχωρήσεις διαδρομών και την προσθήκη ασφάλειας(επικύρωση).

Η προσθήκη των μασκών υποδικτύου στις αναπροσαρμογές εισόδου διαδρομής επιτρέπει το RIP-2 να χρησιμοποιείται σε περιβάλλοντα με τις μάσκες υποδικτύου μεταβλητού μήκους. Στο RIP-2, ένας δρομολογητής έπρεπε “να υποθέσει” ότι η μάσκα υποδικτύου για μια αναπροσαρμογή διαδρομής ήταν η ίδια με τη μάσκα υποδικτύου της διεπαφής πέρα από την οποία η διαδρομή μαθεύτηκε. Εκείνη η

υπόθεση έγινε τόσο κρίσιμη στον κατάλληλο προσδιορισμό διαδρομών ότι οι διοικητές δικτύου έπρεπε να δημιουργήσουν τις περιοχές δρομολόγησής τους ώστε να εξασφαλιστεί ότι η υπόθεση παρέμεινε σωστή. Συμπεριλαμβάνοντας τη μάσκα υποδικτύου με κάθε διαδρομή, οι υποθέσεις χρειάζονταν να γίνουν. Η διεύθυνση διαδρομής γίνεται ουσιαστικά μια εξηντατετράμπιτη οντότητα (32 bit της διεύθυνσης και 32bit της μάσκας υποδικτύου).

Οι ετικέτες διαδρομής επιτρέπουν στις πληροφορίες από ένα EGP για να φερθούν πέρα από μια περιοχή δρομολόγησης από το IGP. Η χρήση στην οποία το EGP βάζει τις πληροφορίες είναι διαφανής στο RIP-2. το RIP-2 απαιτείται μόνο να αποθηκεύσουν τις πληροφορίες, καθώς παραλαμβάνεται, στον πίνακα δρομολόγησης, κατόπιν, συμπεριλαμβάνει τις πληροφορίες στα μηνύματα αναπροσαρμογής. Τα αναπληρωματικά επόμενα hop επιτρέπουν σε έναν δρομολογητή να δείξουν σε άλλους δρομολογητές ότι αυτό δεν είναι το καλύτερο επόμενο hop. Εξ ορισμού, ο δρομολογητής από τον οποίο μια διαδρομή μαθαίνεται είναι το επόμενο hop. Το αναπληρωματικό επόμενο hop είναι χρήσιμο στα περιβάλλοντα που χρησιμοποιούν πολλαπλάσιους IGPs. Εξετάστε το παράδειγμα του σχήματος 3.3.

Υποθέστε τους δρομολογητές A και B που χρησιμοποιούνται στο RIP-2, και τους δρομολογητές B και C που χρησιμοποιούνται στο OSPF. Ο δρομολογητής B μπορεί έπειτα να πει στον δρομολογητή A ότι ο δρομολογητής C είναι η καλύτερη πορεία για τις διαδρομές που έχει μάθει από τον δρομολογητή C. Η εναλλακτική λύση είναι για το δρομολογητή A να στείλει πακέτα στο δρομολογητή B, οποίος έπειτα διαβιβάζει αυτά στο δρομολογητή C. Αυτή η δράση είναι πιθανό να παραγάγει ICMP επαναπροσανατολισμένα μηνύματα ICMP επειδή ο δρομολογητής B διαβιβάζει ένα πακέτο στην ίδια διεπαφή πέρα από την οποία το έλαβε.



Σχήμα 3.3. Πολλαπλάσιους IGPs

Το IETF απαιτεί την ασφάλεια για να προστεθεί στα περισσότερα πρωτόκολλα. Είναι ειδικά σημαντικό στα πρωτόκολλα δρομολόγησης επειδή εξαιτίας των ρόλων που παίζουν, υποστηρίζοντας την υποδομή του δικτύου. Το RIP-2 διευκρινίζει έναν απλό clear-text μηχανισμό επικύρωσης του κωδικού πρόσβασης. Αυτό είναι επαρκές να αποτρέψει την έγχυση των πλαστών διαδρομών σε ένα δίκτυο, υπό τον όρο ότι ο εγχυτήρας δεν μπορεί να συλλάβει τις έγκυρες αναπροσαρμογές και να αντιγράψει την επικύρωση. Εντούτοις, ο μηχανισμός είναι εκτενής να συμπεριλάβει περισσότερους ασφαλή αλγόριθμους επικύρωσης. Στην πραγματικότητα, ένας τέτοιος μηχανισμός καθορίζεται και κινείται μέσω της διαδικασίας προτύπων IETF.

Οι πρόσθετες επεκτάσεις στο RIP-2 είναι ακόμα σε εξέλιξη, που συμπεριλαμβάνουν τις τροποποιήσεις για να υποστηρίξουν τις συνδέσεις διεπιλογών αποτελεσματικά. Μια έκδοση του RIP-2 για IPv6 (Deering & Hinden 1998), RIP ng (Malkin & Minnear 1997), έχει επίσης αναπτυχθεί.

ΜΕΡΟΣ II

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4^ο

4.Βασικές Αρχές του Πρωτοκόλλου RIP

Σε ένα πολύ μεγάλο δίκτυο, μέχρι ένα διεθνές δίκτυο όπως το διαδίκτυο, αυτό είναι ιδιαίτερα απίθανο ότι ένα πρωτόκολλο δρομολόγησης θα αναπτύσσετε πάντα και θα είναι ικανό να χρησιμοποιείται για το ολόκληρο δίκτυο. Πολύ πιθανόν, και ο τρόπος του διαδικτύου λειτουργεί σήμερα, είναι ότι το δίκτυο θα οργανώνεται ως μια ιεραρχία αυτόνομων συστημάτων (AS), κάθε ένα από τα οποία θα αντιμετωπίζεται από μια ενιαία οντότητα (δηλαδή, μια διοικητική περιοχή). Κάθε AS χρησιμοποιεί την τεχνολογία δρομολόγησης που ταιριάζει περισσότερο στις ανάγκες του.

Τα πρωτόκολλα δρομολόγησης που χρησιμοποιούνται μέσα σε ένα AS αναφέρονται ως Πρωτόκολλα Εσωτερικής Πύλης (IGP). Τα πρωτόκολλα δρομολόγησης που χρησιμοποιούνται για να συνδέσουν τα αυτόνομα συστήματα καλούνται Πρωτόκολλα Εξωτερικής Πύλης (EGP). Το RIP είναι ένα παράδειγμα ενός IGP που είχε ως σκοπό να λειτουργήσει στο μέτριο μέγεθος.

4.1.Χαρακτηριστικά του RIP

Το πρωτόκολλο RIP ήταν από τα πρώτα πρωτόκολλα δρομολόγησης που χρησιμοποιήθηκαν με το IP. Το πρωτόκολλο υλοποιείται από το πρόγραμμα *routed*, το οποίο περιλαμβάνεται στα περισσότερα συστήματα Unix. Το RIP έχει τα παρακάτω χαρακτηριστικά:

- *Δρομολόγηση μέσα σε ένα αυτόνομο σύστημα.* Το πρωτόκολλο RIP είναι ένα πρωτόκολλο εσωτερικών πυλών (IGP), το οποίο χρησιμοποιείται για τη μεταβίβαση πληροφοριών μεταξύ δρομολογητών μέσα σε ένα αυτόνομο σύστημα.
- *Μετρική αριθμού αλμάτων.* Το RIP μετρά την απόσταση σε άλματα (*hops*) δικτύων, όπου κάθε δίκτυο μεταξύ της αφετηρίας και του προορισμού θεωρείται ένα άλμα. Ακόμα, το RIP χρησιμοποιεί καταμέτρηση με αρχή το 1, που σημαίνει ότι ένα άμεσα συνδεδεμένο δίκτυο απέχει 1 άλμα, και όχι μηδέν.
- *Αναξιόπιστη μεταφορά.* Το RIP χρησιμοποιεί το πρωτόκολλο UDP για όλες τις μεταδόσεις μηνυμάτων.

- *Επίδοση με εκπομπή ή πολυεκπομπή.* Το RIP προορίζεται για χρήση με τεχνολογίες τοπικών δικτύων (LAN) οι οποίες υποστηρίζουν εκπομπή (broadcast) ή πολυεκπομπή (multicast), όπως τα δίκτυα Ethernet. Η έκδοση 1 του RIP χρησιμοποιεί εκπομπή μέσω υλικού όταν στέλνει μηνύματα μεταξύ δρομολογητών. Η έκδοση 2 επιτρέπει την επίδοση με πολυεκπομπή.
- *Υποστήριξη της διάδοσης προεπιλεγμένων δρομολογίων.* Εκτός από το ρητό καθορισμό προορισμών, το RIP επιτρέπει σε ένα δρομολογητή να αναγγείλει ένα προεπιλεγμένο δρομολόγιο (default route). Έτσι, ένας οργανισμός μπορεί να χρησιμοποιήσει το RIP για να εγκαταστήσει ένα προεπιλεγμένο δρομολόγιο σε κάθε δρομολογητή, ώστε όλα τα προεπιλεγμένα δρομολόγια να προωθούν την κυκλοφορία στον ISP του οργανισμού.
- *Αλγόριθμος διανυσμάτων απόστασης.* Το RIP χρησιμοποιεί την προσέγγιση των διανυσμάτων απόστασης (*distance-vector*) για τη δρομολόγηση που ορίζεται με έναν αλγόριθμο.
- *Παθητική έκδοση για υπολογιστές υπηρεσίας.* Αν και μόνο οι δρομολογητές μπορούν να διαδίδουν πληροφορίες δρομολόγησης, το RIP επιτρέπει σε έναν υπολογιστή υπηρεσίας να ακροάζεται παθητικά και να ενημερώνει τον πίνακα δρομολόγησης του. Το παθητικό RIP είναι χρήσιμο για τα δίκτυα που έχουν συνδεδεμένους πολλούς δρομολογητές – ένας υπολογιστής υπηρεσίας που εκτελεί λογισμικό παθητικού RIP θα μπορεί να μαθαίνει ποιοι προορισμοί βρίσκονται πέρα από τον κάθε δρομολογητή.

Η διάδοση των δρομολογίων από το RIP ακολουθεί την παρακάτω διαδικασία. Κάθε εξερχόμενο μήνυμα περιέχει μια αναγγελία, η οποία με τη σειρά της περιέχει μια λίστα των δικτύων στα οποία μπορεί να φτάσει ο αποστολέας. Όταν λαμβάνει μια αναγγελία, το λογισμικό RIP του δρομολογητή – παραλήπτη χρησιμοποιεί τη λίστα των προορισμών για να ενημερώσει τον πίνακα δρομολόγησης. Κάθε καταχώρηση της αναγγελίας αποτελείται από ένα ζεύγος της μορφής:

(δίκτυο προορισμού, απόσταση)

όπου απόσταση είναι ο αριθμός των αλμάτων στ Internet μέχρι τον προορισμό. Όταν έρχεται ένα μήνυμα, αν ο παραλήπτης δεν έχει δρομολόγιο για έναν

αναγγελλλόμενο προορισμό ή μια αναγγελλλόμενη απόσταση είναι συντομότερη από την απόσταση του τρέχοντος δρομολογίου, ο παραλήπτης αντικαθιστά το δρομολόγιο του με ένα δρομολόγιο προς τον αποστολέα.

Το κύριο πλεονέκτημα του πρωτοκόλλου RIP είναι η απλότητα. Το RIP χρειάζεται ελάχιστη διευθέτηση – ο διαχειριστής απλώς ξεκινά το λογισμικό RIP σε κάθε δρομολογητή του οργανισμού, και αφήνει τους δρομολογητές να εκπέμπουν μηνύματα ο ένας στον άλλο. Μετά από λίγο, όλοι οι δρομολογητές του οργανισμού θα έχουν δρομολόγια προς όλους τους προορισμούς.

Το RIP αναλαμβάνει επίσης την διάδοση ενός προεπιλεγμένου δρομολογίου. Ο οργανισμός χρειάζεται μόνο να διευθετήσει ένα από τους δρομολογητές του ώστε να έχει ένα προεπιλεγμένο δρομολόγιο. Συνήθως, ο οργανισμός επιλέγει το δρομολογητή που συνδέεται με έναν ISP. Το RIP διαδίδει το προεπιλεγμένο δρομολόγιο σε όλους τους άλλους δρομολογητές του οργανισμού. Έτσι, οποιοδήποτε αυτοδύναμο πακέτο στέλνεται σε έναν προορισμό έξω από τον οργανισμό θα προωθείται στον ISP.

(D.Comer,σελ.460)

4.2.Περιορισμοί πρωτοκόλλου

Το RIP-2 δεν λύνει κάθε πρόβλημα δρομολόγησης. Παρά τις δεκάδες έρευνες, η δρομολόγηση είναι ακόμα τόσο πολύ μια τέχνη όπως είναι μια επιστήμη. Οι ακόλουθοι συγκεκριμένοι περιορισμοί υπάρχουν:

- Η μέγιστη διάμετρος δικτύου (δηλαδή, η πιο σύντομη απόσταση μεταξύ δύο σημείων) είναι 15 hops, υποθέτοντας ότι όλες οι δαπάνες μιας διεπαφής είναι 1.
- Το μετρικό δεν λαμβάνει υπόψη την καθυστέρηση, αξιοπιστία, το φορτίο, ή το κόστος μετάδοσης σε μια θεώρηση. Η χρησιμοποίηση ενός υψηλότερου μετρικού για μια πιο αργή σύνδεση μπορεί να γίνει, παραδείγματος χάριν, αλλά αυτό μπορεί να έχει επιπτώσεις στη διάμετρο δικτύου (που σχεδόν περιορίζεται).

4.3.Distance-Vector αλγόριθμος

Όπως προηγουμένως αναφέρεται, οι αλγόριθμοι distance- vector λειτουργούν τοπικά από την διανομή σφαιρικών πληροφοριών. Δηλαδή ένας δρομολογητής λέει

στους γείτονές του για όλες τις διαδρομές στο πίνακά του (με τις εξαιρέσεις που θα συζητηθούν αργότερα).

Εάν είναι δυνατόν να φτάσει από τον κόμβο a (το α γίνεται κόμβος αρχής) στον κόμβο ω (το ω γίνεται κόμβος τέλους) άμεσα (δηλαδή, είναι γείτονες), τότε μπορούμε να αντιπροσωπεύσουμε το μετρικό (κόστος) του hop ως $\chi(a, \omega)$. Εάν a και ω δεν είναι γείτονες, τότε το μετρικό μιας πορείας μεταξύ τους, $X(a, \omega)$, είναι το άθροισμα των μετρικών των hops σ' εκείνη την πορεία. Ο στόχος είναι να βρεθεί το ελάχιστο κόστος πορείας. Για να γίνει αυτό, κάνουμε τις ακόλουθες δηλώσεις:

- $X(a, a) = \infty$. Το κόστος από έναν κόμβο στον εαυτό του είναι το άπειρο και επομένως δεν μπορεί να χρησιμοποιείται σε μέρος ενός ελάχιστου υπολογισμού πορείας.
- $\chi(a, \omega) = \infty$, όταν a και ω δεν είναι γείτονες. Εάν δύο κόμβοι δεν συνδέονται άμεσα, το κόστος του άμεσου hop είναι άπειρο.

Το ελάχιστο κόστος του μετρικού πορείας, επομένως, είναι:

$$X(a, \omega) = \min[\chi(a, \kappa) + X(\kappa, \omega)]$$

όπου κ αντιπροσωπεύει έναν ενδιάμεσο κόμβο.

Εάν όλες οι διεπαφές έχουν το ίδιο κόστος, τότε το ελάχιστο κόστος μπορεί να ληφθεί με την προσθήκη του κόστους της διεπαφής στο κόστος που διαφημίζεται από το γειτονικό κόμβο. Δεδομένου ότι όλοι οι κόμβοι λειτουργούν με αυτόν τον τρόπο, το πιο χαμηλό κόστος πορείας είναι πάντα στην κατεύθυνση του επόμενου hop που διαφημίζει το χαμηλότερο κόστος. Ένας κόμβος μπορεί να κρατήσει όλες τις διαδρομές που διαφημίστηκαν από όλους τους γείτονές του, ψάχνοντας περιοδικά τις διαδρομές χαμηλότερου κόστους, ή μπορεί απλά να κρατήσει τη χαμηλότερη διαδρομή και να συγκρίνει όλες τις ενημερώσεις με αυτήν. Πρακτικά, οι περισσότεροι δρομολογητές κάνουν το τελευταίο.

Μία απόδειξη δίνεται στο Bertsekas και Gallaher (1957) ότι αυτός ο αλγόριθμος θα συγκλίνει σε ένα πεπερασμένο χρόνο στις καλύτερες τιμές για $X(a, \omega)$. Οι απαιτήσεις δεν έχουν τοποθετηθεί στη διαταγή στην οποία οι ενημερώσεις στέλνονται ή όταν καθορίζεται η διαδρομή χαμηλότερου κόστους. Οι μόνες απαιτήσεις είναι ότι οι κόμβοι περιοδικά στέλνουν τις ενημερώσεις και θυμούνται τη διαδρομή χαμηλότερου κόστους, και ότι το δίκτυο δεν μπορεί να καθυστερήσει τα μηνύματα κατά τρόπο αόριστο.

Η σύνοψη της λειτουργίας ενός γενικού αλγορίθμου distance-vector:

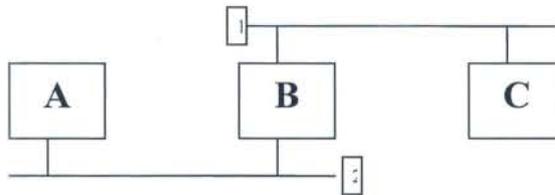
- Διατήρησε έναν πίνακα με μια είσοδο για κάθε προορισμό. Η είσοδος περιέχει τον προορισμό (διεύθυνση), το επόμενο hop (διεύθυνση) προς εκείνο τον προορισμό, και το κόστος για να φτάσει σε εκείνον τον προορισμό.
- Περιοδικά ενημέρωσε κάθε γείτονα με κάθε προορισμό/μετρικό στον πίνακα. Σημείωσε ότι ο δέκτης μιας ενημέρωσης θεωρεί τον αποστολέα της ενημέρωσης να είναι το επόμενο hop για όλες τις διαδρομές μέσα σε εκείνη την ενημέρωση (αν ένα επόμενο hop του RIP-2 δεν διευκρινίζεται).
- Για κάθε είσοδο ενημέρωσης λήφθηκε: Εάν εκείνος ο προορισμός δεν είναι στον πίνακα, πρόσθεσέ τον, εάν η ενημέρωση είναι από το επόμενο hop, ενημέρωσε το μετρικό (υψηλότερο ή χαμηλότερο) διαφορετικά, κράτησε τη διαδρομή με το χαμηλότερο μετρικό.

4.3.1. Αλλαγές τοπολογίας

Ο αλγόριθμος που περιγράφεται μέχρι τώρα θα βρει το χαμηλότερο μετρικό διαδρομής μεταξύ οποιωνδήποτε δύο κόμβων δεδομένων των στατικών συνθηκών. Στον πραγματικό κόσμο, οι δρομολογητές αποτυγχάνουν και συνδέουν τις συνδέσεις. Οι επεκτάσεις στο βασικό αλγόριθμο πρέπει να προστεθούν για να χειριστούν αυτές τις περιπτώσεις. Εξετάστε το κομμάτι ενός παρουσιασμένου δικτύου στο σχήμα 4.1.

Υπό τις συνθήκες σταθερής κατάστασης: ο κόμβος B θα ήξερε ότι οι κόμβοι A και C είναι γείτονες, ο κόμβος A θα ήξερε ότι ο κόμβος C είναι εφικτός μέσω του κόμβου B, και ο κόμβος C θα ήξερε ότι ο κόμβος A είναι εφικτός μέσω του κόμβου B. εάν το δίκτυο 1 αποτύχει, οι κόμβοι B και C θα το ανιχνεύσουν και ο κόμβος B θα δήλωνε τον κόμβο A ότι ο κόμβος C είναι λιγότερο εφικτός. Εντούτοις, εάν ο κόμβος B αποτύγχανε, κανένας από τους άλλους κόμβους δεν θα ήταν σε θέση να το ανιχνεύσει. Για να διαχειριστούν αυτό το πρόβλημα, τα πρωτόκολλα distance-vector πρέπει να εφαρμόσουν έναν μηχανισμό για τις διαδρομές λήξης. Στο RIP οι δρομολογητές περιοδικά (κάθε 30 δευτερόλεπτα) διαφημίζουν τους πίνακες δρομολόγησής του στους γείτονές του. Χρησιμοποιώντας το σχήμα 4.1 οι διαδρομές του κόμβου A που μαθαίνονται από τον κόμβο B είναι χρόνος σφραγής. Όποτε ο κόμβος A λαμβάνει μια ενημέρωση για μια διαδρομή (ακόμη και αν οι διαδρομές δεν γίνονται), ενημερώνει το χρόνο σφραγής. Εάν πάρα πολύς χρόνος περνά (180 δευτερόλεπτα, 6 χρονικά διαστήματα), η διαδρομή είναι χαρακτηρισμένη ως άκυρη

(το μετρικό του τίθεται στο άπειρο το οποίο είναι 16). Αυτή η άκυρη διαδρομή διατηρείται στον πίνακα δρομολόγησης για κάποια χρονική περίοδο (120 δευτερόλεπτα 4 χρονικά διαστήματα) έτσι ώστε μπορεί να συμπεριλαμβάνεται στις διαφημίσεις σε άλλους κόμβους. Οι περίοδοι διαλείμματος επιλέγονται για να ισορροπήσουν την ανάγκη να ανιχνεύσουν τις αποτυχίες γρήγορα και την επιθυμία να αποτρέψουν τις πλαστές ενδείξεις αποτυχίας.

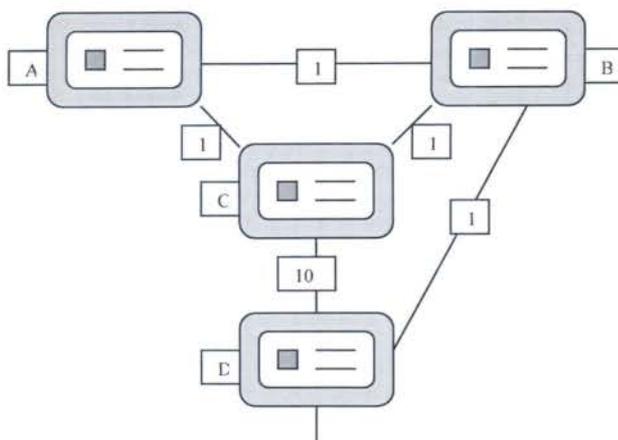


Σχήμα 4.1.Κατακερματισμός Δικτύου

4.3.2.Αποτρέποντας την Αστάθεια

Ο τρέχον αλγόριθμος είναι επαρκής για να εξασφαλίσει ότι ένας κόμβος θα είναι σε θέση να δημιουργήσει έναν πλήρη, σωστό πίνακα δρομολόγησης σε ένα πεπερασμένο χρονικό διάστημα. Είναι χρήσιμο, ότι το χρονικό διάστημα πρέπει να είναι πολύ λιγότερο από το χρόνο μεταξύ των αλλαγών τοπολογίας. Εάν δεν είναι, κατόπιν οι βρόχοι και οι μαύρες τρύπες θα υπάρξουν πάντα κάπου επειδή οι πίνακες δρομολόγησης δεν θα συγκλίνουν. Εξετάστε τη τοπολογία στο σχήμα 4.2.

Αυτό το δίκτυο αποτελείται από τέσσερις δρομολογητές και έξι δίκτυα ενδιαφέροντος. Τέσσερα από τα δίκτυα έχουν ένα μετρικό 1, και έχει ένα μετρικό 10 (το μετρικό του δικτύου στόχου δεν έχει ενδιαφέρον). Κάθε δρομολογητής θα έχει έναν πίνακα δρομολόγησης που περιέχει μια διαδρομή σε κάθε δίκτυο. Για τους σκοπούς αυτού του παραδείγματος, μόνο οι διαδρομές που οδηγούν στο δίκτυο στόχου παρουσιάζονται.



Σχήμα 4.2. Τοπολογία

Αφότου οι πίνακες δρομολόγησης έχουν συγκλείσει, οι δρομολογητές έχουν τις καταχωρήσεις (για το δίκτυο στόχου) στους πίνακες δρομολόγησής τους (dc = άμεσα συνδεδεμένος, ∞ = απρόσιτος) που παρουσιάζονται στο πίνακα 4.1.

Router	Next	Metric
D	dc	1
C	B	3
B	D	2
A	B	3

Τώρα εξετάστε την περίπτωση όπου η σύνδεση από το δρομολογητή B στο δρομολογητή D αποτυγχάνει. Για την απλότητα, υποθέστε ότι όλοι οι δρομολογητές στέλνουν τις ενημερώσεις συγχρόνως.

Router D		Router C		Router B		Router A	
Next	Metric	Next	Metric	Next	Metric	Next	Metric
dc	1	B	3	∞	∞	B	3
dc	1	A	4	C	4	C	4
dc	1	A	5	C	5	C	5
dc	1	A	6	C	6	C	6
dc	1	A	7	C	7	C	7

dc	1	A	8	C	8	C	8
dc	1	A	9	C	9	C	9
dc	1	A	10	C	10	C	10
dc	1	A	11	C	11	C	11
dc	1	C	11	C	12	C	12

Ο δρομολογητής B παρατηρεί ότι μια από τις διεπαφές του έχει αποτύχει και αποβάλλει τη διαδρομή από τον πίνακα δρομολόγησής του. Το πρόβλημα είναι ότι οι άλλοι δρομολογητές δεν έχουν κανέναν τρόπο να γνωρίζουν αυτό, έτσι, στην πρώτη επανάληψη, συνεχίζουν να διαφημίζουν με τα αμετάβλητα μετρικά. Ο δρομολογητής B επιλέγει έπειτα είτε το δρομολογητή A είτε το δρομολογητή C (οποιαδήποτε ενημέρωση B λαμβάνει πρώτα, είναι αναποφάσιστο, αλλά ασήμαντο) ως επόμενο hop του. Στην επόμενη επανάληψη, όταν ο δρομολογητής B διαφημίζει την (την ανακριβή) πορεία του μέσω του δρομολογητή A ως το επόμενο hop του στο δίκτυο στόχου. Συγχρόνως, ο δρομολογητής A γυρίζει στο δρομολογητή C. Οι δρομολογητές συνεχίζουν να διαφημίζουν τις ανακριβείς διαδρομές τους έως ότου τα μετρικά γίνονται χειρότερα από την έγκυρη διαδρομή μέσω της δαπανηρής σύνδεσης μεταξύ του δρομολογητή C και του δρομολογητή D. Τι δίκτυο συγκλίνει έπειτα, όπως τελικά πρέπει.

Η χειρότερη περίπτωση εμφανίζεται όταν μια μερίδα ενός δικτύου γίνεται απομονωμένη (χωρισμένη) από το υπόλοιπο του δικτύου. Σε εκείνη την περίπτωση, εγκυβωτίζει, το ανωτέρω σχέδιο συνεχίζεται έως ότου τα μετρικά φθάνουν τελικά στο άπειρο.

Πρέπει τώρα να είναι σαφές γιατί είναι επιθυμητό να επιλεγεί μια χαμηλή αξία για το άπειρο. Δεν πρέπει να είναι μεγαλύτερο από το απαραίτητο να χειριστεί τη διάμετρο του δικτύου. Εντούτοις, προκειμένου να εγγυηθεί η σύγκλιση, όλοι οι δρομολογητές πρέπει να χρησιμοποιήσουν την ίδια αξία για το άπειρο. Επομένως, όλα τα πρωτόκολλα distance-vector διευκρινίζουν την αξία για το άπειρο. Για το RIP, εκείνη η αξία είναι 16. Υπάρχουν επεκτάσεις στον αλγόριθμο distance-vector για να αποτρέψει τα "αρίθμηση στο άπειρο" προβλήματα. Το RIP χρησιμοποιεί διασπαρμένο ορίζοντα με την αντιστροφή δηλητηρίου και προκαλούμενες ενημερώσεις.

4.3.3. Διασπαρμένος ορίζοντας

Τα μετρικά μετρούν στο άπειρο όταν οι δρομολογητές δεσμεύονται σε σχέδιο της αμοιβαίας εξαπάτησης, δεδομένου ότι ο δρομολογητής A και ο δρομολογητής C κάνουν το προηγούμενο παράδειγμα. Αυτό το σχέδιο μπορεί να αποτραπεί από τον περιορισμό των πληροφοριών που διαφημίζονται σε μια βάση ανά-διεπαφής. Συγκεκριμένα, δεν είναι ποτέ χρήσιμο να διαφημιστεί μια διαδρομή στη διεπαφή πέρα από την οποία μαθεύτηκε. Η μη διαφήμιση αυτών των διαδρομών καλείται διασπαρμένος ορίζοντας.

Το πρόβλημα με το σαφή διασπαρμένο ορίζοντα είναι ότι οι δρομολογητές πρέπει να χρησιμοποιήσουν τα διαλείμματα για να αποβάλουν τις διαδρομές που έχουν γίνει άκυρες. Ο διασπαρμένος ορίζοντας με την αντιστροφή δηλητηρίου περιλαμβάνει τις διαδρομές στις διαφημίσεις στις διεπαφές πέρα από τις οποίες μαθεύτηκαν, αλλά θέτει τα μετρικά τους στο άπειρο. Κάνοντας, αυτό, το γεγονός ότι μια διαδρομή έχει γίνει άκυρη είναι σχεδόν αμέσως γνωστό σε άλλους δρομολογητές.

Αναφερόμενος πάλι στο δίκτυο από το σχήμα 4.2, εάν ο δρομολογητής A έχει μια διαδρομή εισόδου στο δρομολογητή D μέσω του δρομολογητή C, οι ενημερώσεις του στο δρομολογητή C πρέπει να δείξουν ότι ο δρομολογητής D είναι απρόσιτος. Εάν η διαδρομή μέσω του δρομολογητή C είναι έγκυρη, τότε ο δρομολογητής C έχει μια έγκυρη διαδρομή στο δρομολογητή D (είτε κατευθύνεται είτε μέσω ενός άλλου δρομολογητή). Εντούτοις, η διαδρομή δρομολογητή C δεν μπορεί να πάει πίσω στο δρομολογητή A επειδή ο βρόχος δρομολόγησης ταιριάζει έτσι. Επομένως, με την αφήγηση του δρομολογητή C ότι ο δρομολογητής D είναι απρόσιτος, ο δρομολογητής A αποβάλλει τη δυνατότητα ότι ο δρομολογητής C ίσως γίνει μερδεμένος και χρησιμοποιεί το δρομολογητή A ως επόμενο hop στο δρομολογητή C.

Σαφώς, το πλεονέκτημα στη χρησιμοποίηση της αντιστροφής δηλητηρίου είναι η μείωση στο χρόνο σύγκλισης. Το μειονέκτημα είναι η αύξηση στο μέγεθος των ενημερώσεων δρομολόγησης.

4.3.4. Προκαλούμενες ενημερώσεις

Εάν μια αλλαγή τοπολογίας εμφανίζεται πρόωρα στο περιοδικό διάστημα της ενημέρωσης, αυτό ίσως να πάρει ένα μη αμελητέο ποσό πραγματικού χρόνου προτού να ενημερωθούν όλοι οι δρομολογητές. Ακόμα χειρότερα, ο διασπαρμένος ορίζοντας με την αντιστροφή δηλητηρίου αποτρέπει μόνο τους βρόχους μεταξύ δύο δρομολογητών, ένας βρόχος που περιλαμβάνει τρεις ή περισσότερους δρομολογητές

εξαρτάται ακόμα από την αρίθμηση στο άπειρο για το ψήφισμα. Έχοντας μετρήσει στο 16, (από ένα κάθε 30 δευτερόλεπτα) θα έπαιρνε οχτώ λεπτά. Οι προκαλούμενες ενημερώσεις μπορούν να επιταχύνουν τη διαδικασία σημαντικά, με αυτόν τον τρόπο μειώνοντας το χρόνο σύγκλισης.

Για να παραχθούν προκαλούμενες ενημερώσεις, μια επέκταση προστίθεται στον αλγόριθμο distance-vector που περιγράφεται ως εδώ. Όταν μια διαδρομή προστίθεται, αλλάζει, ή λήγει, μια ενημέρωση στέλνεται σχεδόν αμέσως. Η ελάχιστη καθυστέρηση, που ποικίλλει από το πρωτόκολλο, συμπεριλαμβάνεται για να επιτρέψει στις πολλαπλάσιες αλλαγές να εμφανιστούν πριν από την αποστολή μιας προκαλούμενης ενημέρωσης (για να μειώσει τα περιττά γενικά έξοδα).

Διάφορα σημαντικά σημεία που συνδέονται με την αποστολή των προκαλούμενων ενημερώσεων περιλαμβάνουν:

- Οι αναπροκαλούμενες ενημερώσεις στέλνονται ανεξάρτητες από τις περιοδικές ενημερώσεις και δεν έχουν επιπτώσεις στο συγχρονισμό τους.
- Οι προκαλούμενες ενημερώσεις περιλαμβάνουν μόνο εκείνες τις διαδρομές που έχουν προστεθεί, έχουν αλλάξει, ή έχουν λήξει από την τελευταία ενημέρωση (προκαλούμενος ή περιοδικός).
- Μερικοί μηχανισμοί πρέπει να υπάρχουν για να περιορίσουν τη συχνότητα των προκαλούμενων ενημερώσεων και να αποτρέψουν τις ρευστοποιήσεις δικτύου.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5^ο

5. Προδιαγραφές του RIP

Το RIP προορίζεται να είναι ένα πρωτόκολλο δρομολόγησης σε δρομολογητή, παρά τους οικοδεσπότες που ακούνε στη διαταγή να βρεθούν στα δίκτυα τους. Για να είναι ένας δρομολογητής, ένας κόμβος πρέπει να έχει πολλαπλάσιες διεπαφές και να είναι σε θέση να διεισδύει προς την κυκλοφορία. Τα δίκτυα που συνδέονται με αυτές τις διεπαφές καλούνται άμεσα συνδεδεμένα δίκτυα. Κάθε ένα από αυτά τα δίκτυα έχει τρεις ιδιότητες του ενδιαφέροντος RIP:

1. Μετρικό (κόστος) - από τότε που το RIP χρησιμοποιεί ένα μετρικό 16 για να αντιπροσωπεύσει το άπειρο, τα έγκυρα μετρικά πέφτουν στη σειρά 1 μέχρι 15, συμπεριλαμβανόμενο. Η πιο κοινή αξία είναι 1.
2. Διεύθυνση - αυτή είναι η διεύθυνση IPv4 του δικτύου. Είναι έγκυρο να υπάρχουν πολλαπλάσιες διευθύνσεις ανά φυσική διεπαφή, το RIP συμπεριφέρεται ανεξάρτητα. Δηλαδή στέλνει τις πολλαπλάσιες ενημερώσεις (μια ανά διεύθυνση) στη διεπαφή.
3. Μάσκα υποδικτύου - αυτή είναι η μάσκα η οποία, όταν προστίθεται στη διεύθυνση, παραδίδει τη μερίδα του οικοδεσπότη της διεύθυνσης.

Κάθε δρομολογητής διατηρεί ένα πίνακα δρομολόγησης. Ο πίνακας δρομολόγησης περιέχει τις διαδρομές που συνδέονται με τα άμεσα συνδεδεμένα δίκτυα (συχνά αποκαλούμενα διαδρομές διεπαφής), τις στατικές διαδρομές (που διαμορφώνονται διοικητικά), και τις μαθημένες διαδρομές. Κάθε είσοδος διαδρομής στον πίνακα περιέχει, τουλάχιστον, τις ακόλουθες πληροφορίες:

- Διεύθυνση προορισμού - η διεύθυνση IPv4 του προορισμού. Οι δρομολογητές του RIP- 2 πρέπει επίσης να αποθηκεύσουν τη μάσκα υποδικτύου που συνδέεται με τη διεύθυνση.
- Διεύθυνση επόμενου hop- η διεύθυνση IPv4 του επόμενου δρομολογητή στην πορεία του προορισμού. Αυτός ο τομέας μπορεί να είναι αχρησιμοποίητος εάν ο προορισμός είναι ένα άμεσα συνδεδεμένο δίκτυο.
- Μετρικό- το συνολικό κόστος από ένα διάγραμμα δεδομένου, από αυτόν τον δρομολογητή στον προορισμό. Χαρακτηριστικά, αυτό αντιπροσωπεύει τον αριθμό δρομολογητών μεταξύ αυτού του δρομολογητή και του προορισμού (η αριθμηση hop).

υποδικτύου των 32 bit. Κάθε καταχώρηση έχει επίσης μια διεύθυνση επόμενου άλματος, καθώς και δυο πεδία των 16 bit τα οποία προσδιορίζουν την καταχώρηση ως διεύθυνση IP και παρέχουν μια ετικέτα που χρησιμοποιείται για να ομαδοποιούνται οι καταχωρήσεις μαζί. Συνολικά, κάθε καταχώρηση περιέχει είκοσι οκτάδες.

Το πρωτόκολλο RIP είναι ένα πρωτόκολλο εσωτερικών πυλών (IGP) το οποίο χρησιμοποιεί έναν αλγόριθμο διανυσμάτων απόστασης για να διαδίδει πληροφορίες δρομολόγησης. Ένας δρομολογητής που εκτελεί λογισμικό RIP αναγγέλλει τους προορισμούς στους οποίους μπορεί να φτάσει μαζί με μια απόσταση προς τον κάθε προορισμό. Οι γειτονικοί δρομολογητές λαμβάνουν τις πληροφορίες και ενημερώνουν τους πίνακες δρομολόγησής τους.

Υπάρχουν δύο **χρονιστές** που σχετίζονται με το RIP. Ο πρώτος ονομάζεται *timeout timer* και έχει τιμή 180 δευτερολέπτων, προσδιορίζει δε πόσο χρόνο διατηρεί ένας router μία εγγραφή στον πίνακα δρομολόγησης του, πριν την θεωρήσει απροσπέλαστη, εάν δεν λάβει εν τω μεταξύ μια ανανέωση της εγγραφής αυτής μέσω ενός πακέτου RIP. Ο χρονιστής αυτός ξεκινά κάθε φορά που δημιουργείται μια εγγραφή ή που φθάνει μια ανανέωσή της.

Ο δεύτερος ονομάζεται *garbage collection timer* και ενεργοποιείται μετά το πέρας των 180 δευτερολέπτων του timeout. Με την εκπνοή του χρονιστή αυτού που έχει τιμή 120 δευτερολέπτων, η συγκεκριμένη εγγραφή του πίνακα διαγράφεται.

Η χρονική εξέλιξη μιας διαγραφής από τον πίνακα περιγράφεται ως εξής:

Όταν υπάρξει καθυστέρηση πέραν των 180 δευτερολέπτων στην ανανέωση μιας εγγραφής ή φθάσει μια ανανέωση με τιμή του *απαριθμητή των hops* =16, τότε θα συμβούν τα ακόλουθα:

A) Ξεκινά ο χρονιστής *garbage collection* (120)

B) Ο *απαριθμητής των hops* της εγγραφής του πίνακα παίρνει τιμή =16

Γ) Ο router στέλνει πακέτα RIP στους γειτονικούς του για να τους ενημερώσει.

Εάν δεν φθάσει στον router ανανέωση της εγγραφής ούτε και κατά τα 120 επόμενα δευτερόλεπτα τότε ο router αφαιρεί εντελώς από τον πίνακα την συγκεκριμένη εγγραφή έως ότου ληφθεί κάποια ανανέωση που να την περιέχει.

Από την στιγμή που ένας router λαμβάνει μια αλλαγή περιμένει 90 δευτερόλεπτα πριν την χρησιμοποιήσει οριστικά για δρομολόγηση πακέτων.

Όταν ένας router λαμβάνει ένα πακέτο RIP το στέλνει στη συνέχεια προς όλες τις άλλες κατευθύνσεις αυξάνοντας τον απαριθμητή των hop κατά 1 συμπεριλαμβάνοντας και τον εαυτό του.

Τα πακέτα του RIP μεταδίδονται πάνω από UDP πρωτόκολλο στην πόρτα 520 (208 hex) με IP διεύθυνση 255.255.255.255 και διεύθυνση MAC =FF FF FF FF FF FF.

Στο RIP οι σταθμοί διακρίνονται σε δύο κατηγορίες, σε ενεργούς και παθητικούς. Σαν ενεργοί χαρακτηρίζονται αυτοί που μόνο λαμβάνουν τέτοια πακέτα. Ενεργοί είναι συνήθως οι router και παθητικοί οι υπολογιστές.

Το RIP έχει σχεδιασθεί για διασύνδεση LAN και θεωρείται ότι έχει κακή εκμετάλλευση γραμμής λόγω των συνεχών εκπομπών ενημερωτικών πακέτων. Παρόλα αυτά είναι πολύ διαδεδομένο, λόγω της απλότητας του και της αποδοχής του από τους χρήστες του TCP/IP.

Το **πακέτο** του RIP αποτελείται από τα παρακάτω πεδία:

Command που με τιμή 1 προσδιορίζει πακέτο απαίτησης για αποστολή πληροφοριών του πίνακα δρομολόγησης, ενώ με τιμή 2 πακέτο απάντησης που περιέχει τα ζητούμενα στοιχεία.

Version, των 8 bit, που προσδιορίζει τον αριθμό έκδοσης του RIP.

Address Family Identifier των bit, που έχει τιμή 2 για πρωτόκολλο IP.

IP Address όπου καταγράφεται η διεύθυνση προορισμού του IP.

Metric, που παίρνει τιμές από 1 έως και 15 και καταγράφει τον αριθμό των hops. Αν το πεδίο έχει τιμή 16, ότι δεν υπάρχει δρόμος σύνδεσης με την επιθυμητή διεύθυνση.

Σημειώνεται τέλος ότι μπορούν να υπάρχουν το πολύ έως 25 ζεύγη εγγραφών (IP διεύθυνση –Metric) σε κάθε πακέτο RIP.

5.2.Χρονόμετρα

Υπάρχουν διάφορα γεγονότα που βασίζονται στο χρόνο του RIP: οι περιοδικές ενημερώσεις, προκαλούμενη ενημέρωση καθυστερήσεων, και λήξη διαδρομής και διαγραφή περιόδου. Οι προκαθορισμένες αξίες που διευκρινίζονται για αυτά τα γεγονότα είναι μέρος του επιπέδου RIP. Μερικές εφαρμογές επιτρέπουν σε αυτές τις αξίες να διαμορφώνονται, αλλά πρέπει να αλλάξουν μόνο με ακραία προσοχή. Θεωρήστε την περίπτωση από έναν δρομολογητή που διαμορφώνεται με ένα διάστημα 5 δευτερολέπτων, ενώ οι άλλοι δρομολογητές χρησιμοποιούν την

προεπιλογή 30 δευτερολέπτων. Επειδή αυτός ο δρομολογητής στέλνει τις ενημερώσεις κάθε 5 δευτερόλεπτα, αναμένει να ακούσει τις ενημερώσεις κάθε 5 δευτερόλεπτα. Το διάστημα 30 δευτερολέπτων βάζει τις ενημερώσεις άλλων δρομολογητών στην άκρη όπου διαγράφονται μία απλή χαμένη ενημέρωση θα το εγγυόταν.

5.2.1.Περιοδικές ενημερώσεις

Κάθε 30 δευτερόλεπτα, ένας δρομολογητής RIP στέλνει ένα εκούσιο μήνυμα απάντησης (ενημέρωση) σε όλους τους γείτονές του πάνω σε όλες τις διεπαφές του. Αυτές οι ενημερώσεις περιέχουν τον ολόκληρο πίνακα δρομολόγησης, για να χωρίσουν τον διασπαρμένο ορίζοντα και τον περιορισμό διοίκησης (φιλτράρισμα).

Όταν διάφοροι κόμβοι συνδέονται στα μέσα ραδιοφωνικής μετάδοσης, υπάρχει μια τάση για αυτά να συγχρονίζονται έτσι ώστε αυτοί να στείλουν όλες τις ενημερώσεις του συγχρόνως. Αυτό είναι ανεπιθύμητο εξαιτίας της ακίδας φορτίου δικτύου, που παρεμποδίζεται με άλλη κυκλοφορία, και εξαιτίας του αριθμού συγκρούσεων, οι οποίοι θα μπορούσαν να οδηγήσουν στα πλαστά διαλείμματα διαδρομής. Αποτρέποντας αυτά τα προβλήματα, οι εφαρμογές δρομολογητών πρέπει να παρέχουν έναν από τους ακόλουθους μηχανισμούς:

- Το χρονόμετρο πρέπει να προκληθεί από ένα ρολόι που δεν επηρεάζεται από το σύστημα ή φορτίο δικτύου, ή από το χρόνο που απαιτείται για να συντηρήσει άλλα γεγονότα χρονομέτρου.
- Κάθε διάστημα χρονομέτρου πρέπει να αντισταθμιστεί μέχρι από έναν τυχαίο χρόνο (± 5 δευτερόλεπτα). Η έρευνα δείχνει ότι οι μεγαλύτερες αντισταθμίσεις μπορεί να είναι ευεργετικότερες (Floyd και Jacobson 1993).

5.2.2.Ενημέρωση καθυστέρησης διεγέρτη

Προκειμένου να περιορίσει ο αριθμός των προκαλούμενων ενημερώσεων που παρήχθησαν από τις συχνές αλλαγές τοπολογίας (που να προκληθούν από πίνακα κυκλοφορίας, παραδείγματος χάριν), οι ενημερώσεις πρέπει να καθυστερήσουν από ένα μικρό τυχαίο ποσό χρόνου (μέχρι 5 δευτερόλεπτα, παραδείγματος χάριν). Όταν η ενημέρωση στέλνεται, μόνο οι διαδρομές που έχουν αλλάξει από τη τελευταία ενημέρωση (προκαλούμενη ή περιοδική) πρέπει να περιληφθούν, για να χωρίσουν τον διασπαρμένο ορίζοντα και το διοικητικό περιορισμό. Αυτό καθορίζεται από τη

σημαία αλλαγής διαδρομής, η οποία πρέπει να καθοριστεί όποτε μια διαδρομή έχει συμπεριληφθεί σε έναν κύκλο διαφημίσεων. Εάν εμφανιστεί μια περιοδική ενημέρωση προτού να λήξει το διάστημα καθυστέρησης, η προκαλούμενη ενημέρωση πρέπει να ακυρωθεί.

5.2.3. Λήξη και διαγραφή χρονομέτρου

Το χρονόμετρο λήξης χαρακτηρίζει μια διαδρομή ως απρόσιτη εάν η διαδρομή δεν έχει ενημερωθεί σε 180 δευτερόλεπτα, το οποίο είναι 6 διαστήματα περιοδικής ενημέρωσης. Αυτό επιτρέπει σε μερικές ενημερώσεις να χαθούν από το δίκτυο να θεωρηθεί η διαδρομή κακή. Η επιλεγμένη αξία είναι ένας συμβιβασμός μεταξύ της επιθυμίας για τη γρήγορη ανίχνευση των επιτυχιών και της επιθυμίας να αποφευχθούν οι πλαστές ενδείξεις αποτυχίας (που θα παρήγαγαν τις προκαλούμενες ενημερώσεις). Όποτε μια διαδρομή είναι ενημερωμένη, επαναριθμεί αυτό το χρονόμετρο. Η διαδρομή χαρακτηρίζεται άκυρη (συνήθως με τη ρύθμιση του μετρικού 16) παρά τη διαγραφή επειδή το RIP πρέπει να είναι σε θέση να διαφημίσει τη διαδρομή με το νέο μετρικό του. Σημειώστε ότι η λήξη αποτελεί μια αλλαγή στη διαδρομή η οποία πρέπει να σημειοστολιστεί και που θα αρχίσει μια προκαλούμενη ενημέρωση.

Όταν μια διαδρομή γίνεται άκυρη, επειδή είτε έχει λήξει είτε έχει τεθεί άκυρη από το επόμενο hop του, ένα χρονόμετρο συλλογής απορριμμάτων τίθεται για 120 δευτερόλεπτα, το οποίο είναι τέσσερα διαστήματα περιοδικής ενημέρωσης. Κατά τη διάρκεια αυτής της περιόδου, η άκυρη διαδρομή συμπεριλαμβάνεται στις περιοδικές ενημερώσεις για να δείξει στους γειτονικούς δρομολογητές ότι η διαδρομή είναι, στην πραγματικότητα, άκυρη. Εάν αυτό δεν γίνει, εκείνοι οι δρομολογητές θα έπρεπε να εξαρτηθούν στα διαλείμματα (180 δευτερολέπτων) για να ανακαλύψουν ότι η διαδρομή ήταν άκυρη. Όταν αυτό το χρονόμετρο λήξει, η διαδρομή διαγράφεται από τον πίνακα δρομολόγησης. Εάν αυτή η διαδρομή επανεγκαθιθρυθεί πριν από τη διαγραφή, το νέο επόμενο hop και/ή το μετρικό παρεμβάλλεται και το χρονόμετρο συλλογής απορριμμάτων ακυρώνεται.

5.3. Επεξεργασία εισαγόμενου

Ένας δρομολογητής μπορεί να λάβει έναν από τους δύο τύπους μηνύματος: ένα αίτημα για τις πληροφορίες του πίνακα δρομολόγησης και μια απάντηση που περιέχει τις πληροφορίες του πίνακα δρομολόγησης. Επιπρόσθετα, υπάρχει αυτήν την περίοδο

δύο εκδόσεις RIP που επεκτείνονται στο Διαδίκτυο. Δεδομένου οι κάθε βήμα συζητείται στην διαδικασία διαχείρισης μηνύματος, απαιτούνται μοναδικά χαρακτηριστικά για κάθε έκδοση.

5.3.1. Μηνύματα αιτήματος

Υπάρχουν δύο μορφές μηνύματος αιτήματος: αιτήματα για τις πληροφορίες για ένα επίλεκτο σύνολο διαδρομών και αιτήματα για τον ολόκληρο πίνακα δρομολόγησης.

Τα αιτήματα για ένα σύνολο διαδρομών δημιουργούνται γενικά από τις εφαρμογές διοικητών δικτύων για να διορθώσουν τα προβλήματα δρομολόγησης στο δίκτυο. Στέλνονται (συνήθως unicast) στο λιμένα δρομολογητή UDP (520), και περιέχουν έναν εφήμερο λιμένα πηγής, στον οποίο ο δρομολογητής κατευθύνει (unicast) την απάντησή του. Το αίτημα περιέχει ένα σύνολο μέχρι 25 καταχωρήσεις RIP (24 εάν η επικύρωση είναι σε χρήση) που περιέχουν μόνο την διεύθυνση της οικογένειας IDs και τις διευθύνσεις προορισμού (όλοι οι άλλοι τομείς πρέπει να είναι μηδέν).

Τα μηνύματα για τον ολόκληρο πίνακα δρομολόγησης υποβάλλονται γενικά από τους δρομολογητές που εμφανίστηκαν μόλις και προσπαθούν να γεμίσουν τους πίνακες δρομολόγησης τους. Θα μπορούσαν επίσης να περιμένουν (ένα είδος αργής έναρξης) για 30 δευτερόλεπτα (ένα περιοδικό διάστημα διαφήμισης) να συλλέξουν τις διαδρομές μέσω των περιοδικών ενημερώσεων. Αυτά τα αιτήματα στέλνονται συνήθως στη διεύθυνση ραδιοφωνικής μετάδοσης IP. Τα αιτήματα της έκδοσης 2 στέλνεται στη RIP πολλαπλής διανομής διεύθυνση, την οποία μόνο οι δρομολογητές του RIP-2 θα λάβουν. Σε άλλη περίπτωση, στέλνονται στο λιμένα δρομολόγησης. Ο λιμένας πηγής είναι επίσης ο λιμένας δρομολόγησης (σε αντιδιαστολή με έναν εφήμερο λιμένα) διαφορετικά, η διαδικασία δρομολόγησης θα λάμβανε τις απαντήσεις. Ένα αίτημα για τον ολόκληρο πίνακα δρομολόγησης πρέπει να περιέχει μόνο μια απλή είσοδο RIP. Εκείνη η είσοδος πρέπει να περιέχει ένα μετρικό 16 και όλοι οι άλλοι τομείς πρέπει να είναι μηδέν. Προς απάντηση σε αυτό το αίτημα, ένας δρομολογητής θα καθοδηγήσει την διαδικασία εξαγόμενου για να παραγάγει μια ενημέρωση του πίνακα δρομολόγησης. Πρέπει να είναι ίδιο με τις περιοδικές ενημερώσεις (συμπεριλαμβάνοντας τον διασπαρμένο ορίζοντα και του διοικητικούς περιορισμούς για τη διεπαφή πέρα από την οποία η απάντηση θα παραχθεί), εκτός αν η απάντηση στέλνεται ως unicast στο δημιουργό του αιτήματος.

Και για τους δύο τύπους αιτήματος η έκδοση της απάντησης πρέπει να ταιριάζει με την έκδοση του αιτήματος. Αν, για διοικητικούς λόγους, και οι δύο εκδόσεις γίνονται αποδεκτές αλλά μόνο μια έκδοση διαφημίζεται, τότε ένα αίτημα που δεν χρησιμοποιείται στην έκδοση διαφήμισης πρέπει να αγνοηθεί.

Εάν η έκδοση 2 με την επικύρωση είναι σε χρήση, το αίτημα πρέπει επίσης να επικυρωθεί. Το πλαστό αίτημα πρέπει να αγνοηθεί. Εάν η επικύρωση είναι σε χρήση και οι δύο εκδόσεις επιτρέπονται (ένας ιδιαίτερος συνδυασμός), τότε τα αιτήματα της έκδοσης 1 πρέπει να λάβουν απαντήσεις.

5.3.2. Μηνύματα απάντησης

Τα μηνύματα απάντησης παράγονται για τρεις λόγους:

1. Μια απάντηση σε ένα αίτημα.
2. Μια περιοδική (εκούσια) διαφήμιση.
3. Μια προκαλούμενη ενημέρωση.

Εντούτοις, ο αλγόριθμος για την διαχείριση απαντήσεων είναι ο ίδιος για κάθε περίπτωση.

Το πρώτο βήμα στην επεξεργασία απάντησης είναι η επικύρωση –επειδή τα μηνύματα ίσως ενημερώνουν τα περιεχόμενα του πίνακα δρομολόγησης, πρέπει να ελέγχονται πολύ προσεκτικά. Οι ακόλουθες δοκιμές επικύρωσης μηνύματος πρέπει να εκτελεστούν πριν από την επεξεργασία των μεμονωμένων καταχωρήσεων. Εάν οποιαδήποτε δοκιμή αποτυγχάνει, το ολόκληρο μήνυμα πρέπει να απορριφθεί. Καμιά ένδειξη αποτυχίας δεν αναφέρεται στο δημιουργό μηνύματος, αλλά κάποια μορφή στατιστικής αναγραφών και/ή είναι επιθυμητοί.

- Η απάντηση πρέπει να είναι από το λιμένα RIP (προφανώς πήγε στο λιμένα RIP ή δεν θα ήταν εδώ).
- Η διεύθυνση IP του δημιουργού της απάντησης πρέπει να είναι ένας έγκυρος γείτονας. Δηλαδή πρέπει είτε να είναι η μακρινή διεύθυνση σε μια σύνδεση από σημείο σε σημείο, είτε μια διεύθυνση σε μια άμεσα συνδεδεμένη ραδιοφωνική μετάδοση είτε το τοπικό LAN.
- Εάν η απάντηση είναι από μια από τις διεπαφές του δρομολογητή (π.χ., το υποδίκτυο έλαβε ένα αντίγραφο του broadcast/multicast του), αυτό θα απορριπτόταν.

- Οι περισσότερες εφαρμογές ελέγχουν επίσης για να εξασφαλίσουν ότι η απάντηση είναι σωστού μήκους. Μετά την αφαίρεση των επιγραφών, το μήκος πρέπει να είναι ένα ακέραιο πολλαπλάσιο του μεγέθους των μεμονωμένων καταχωρήσεων (και όχι περισσότερα από 25 από αυτές).
- Η έκδοση πρέπει να είναι αποδεκτή στην τρέχουσα διαμόρφωση. Μια απάντηση της έκδοσης 0 πρέπει να απορριφθεί. Εάν οποιοδήποτε διοικητικοί περιορισμοί είναι σε θέση (π.χ., ένας κατάλογος δρομολογητή), πρέπει επίσης να ικανοποιηθούν.
- Για τις εκδόσεις 1 και 2, ο “πρέπει να είναι μηδέν” τομέας στην επιγραφή πρέπει να είναι μηδέν. Ο τομέας πρέπει να αγνοηθεί για τις εκδόσεις 3 και αργότερα.

Μόλις περάσει το μήνυμα τις βασικές δοκιμές επικύρωσης, κάθε είσοδος διαδρομής πρέπει να υποβληθεί σε επεξεργασία. Πάλι, αυτή η επεξεργασία αρχίζει με τη δοκιμή επικύρωσης. Εάν οποιαδήποτε δοκιμή αποτυγχάνει, η είσοδος αγνοείται και η είσπραξη επεξεργάζεται με την επόμενη είσοδο. Κάποια μορφή στατιστικών αναγραφών και/ή είναι επιθυμητές.

- Η διεύθυνση προορισμού πρέπει να ισχύσει, IPv4, unicast διεύθυνση (ή η διεύθυνση προεπιλογής, 0.0.0.0). Δεν πρέπει να είναι μια διεύθυνση στο δίκτυο 0 ή στο δίκτυο 127 (lookback). Οι άκυρες διευθύνσεις αναφέρονται συχνά ως **Martians**.
- Το μετρικό πρέπει να είναι μια αξία από 1 έως 16.
- Εάν η απάντηση είναι έκδοση 1, ή “πρέπει να είναι μηδέν” τομείς στην είσοδο πρέπει να είναι μηδέν.
- Εάν η απάντηση είναι έκδοση 2, το επόμενο hop, εάν παρουσιάζεται, πρέπει να ισχύει, IPv4, unicast διεύθυνση. Δεν πρέπει να είναι δίκτυο 0 ή δίκτυο 127.

Η εξάρτηση στην εφαρμογή, το επόμενο hop ίσως πρέπει να είναι ένας γείτονας (όπως προηγουμένως ορίστηκε) εντούτοις, υπάρχουν στρατηγικές που δεν απαιτούν αυτό. Εάν η απάντηση είναι έκδοση 2, και η πρώτη είσοδος είναι μια επικύρωση, και η επικύρωση είναι σε χρήση, επικυρώστε την απάντηση. Εάν η επικύρωση δεν είναι σε χρήση, απορρίψτε την ολόκληρη απάντηση. Εάν η επικύρωση αποτυγχάνει, απορρίψτε την ολόκληρη απάντηση. Σε κάθε άλλη περίπτωση, κάποια μορφή αναγραφής είναι επιθυμητή.

Μόλις επικυρωθεί η είσοδος, προσθέστε στο μετρικό το κόστος της διεπαφής πέρα από την οποία η απάντηση έφθασε. Εάν το νέο μετρικό είναι μεγαλύτερο από 16, χρησιμοποιήστε 16 (δεν υπάρχει τίποτα πέρα από το άπειρο).

Εάν η διεύθυνση προορισμού ακριβώς ταιριάζει με μια είσοδο στον πίνακα δρομολόγησης, τότε αυτό είναι μια ενημέρωση διαφορετικά, είναι μια νέα είσοδος. Εάν η απάντηση είναι έκδοση 2, η διεύθυνση και η μάσκα υποδικτύου πρέπει να συγκριθούν μαζί. Εάν αυτό είναι μια νέα διαδρομή και το μετρικό του είναι 16, μην το προσθέσετε στο πίνακα (θα ήταν διαγραμμένο μόνο σε 120 δευτερόλεπτα).

Εκτελέστε τα ακόλουθα βήματα για να προσθέσετε μια διαδρομή στον πίνακα δρομολόγησης:

- Θέστε τη διεύθυνση προορισμού στη διεύθυνση προορισμού στην ενημέρωση. Εάν η απάντηση είναι έκδοση 2, η μάσκα υποδικτύου πρέπει να σωθεί διαφορετικά, η υποτιθέμενη μάσκα υποδικτύου πρέπει να σωθεί.
- Θέστε το μετρικό στο υπολογισμένο μετρικό.
- Θέστε την διεύθυνση του επόμενου hop στη διεύθυνση του δρομολογητή που παρήγαγε την απάντηση. Εάν η απάντηση είναι η έκδοση 2 και ένα επόμενο hop έχει διευκρινιστεί, σώστε εκείνη τη διεύθυνση.
- Εάν η απάντηση είναι έκδοση 2, σώστε την ετικέτα διαδρομής.
- Θέστε το χρονόμετρο λήξης για τη διαδρομή.
- Θέστε τη σημαία αλλαγής διαδρομής.

Εκτελέστε τα ακόλουθα βήματα για να ενημερώσετε μια διαδρομή που υπάρχει ήδη στον πίνακα δρομολόγησης:

- Εάν η απάντηση είναι από τον επόμενο hop της διαδρομής (ή, για την έκδοση 2, οι διευθύνσεις του επόμενου hop ταιριάζουν), επαναρυθμίστε το χρονόμετρο λήξης και συγκρίνετε τα μετρικά. Εάν τα μετρικά είναι τα ίδια, προχωρήστε στην επόμενη είσοδο απάντησης. Εάν τα μετρικά είναι διαφορετικά, ενημερώστε το μετρικό στον πίνακα και θέστε τη σημαία αλλαγής διαδρομής. Εάν το νέο μετρικό είναι 16, καθορίστε το χρονόμετρο λήξης και θέστε το χρονόμετρο συλλογής απορριμμάτων. Εάν το παλιό μετρικό ήταν 16, καθορίστε το χρονόμετρο συλλογής απορριμμάτων και θέστε το χρονόμετρο λήξης.

- Εάν η απάντηση είναι από ένα διαφορετικό επόμενο hop και το νέο μετρικό είναι χαμηλότερο, επαναρυθμίστε το χρονόμετρο λήξης, ενημερώστε τον επόμενο hop και το μετρικό με τις νέες τιμές, και θέστε τη σημαία αλλαγής διαδρομής. Εάν το νέο μετρικό είναι υψηλότερο, προχωρήστε στην επόμενη είσοδο απάντησης (μην επαναρυθμίζεται το χρονόμετρο λήξης). Μια συνήθως εφαρμόσιμη ευρετική είναι να ενημερώσετε τη διαδρομή εάν τα μετρικά είναι τα ίδια και η υπάρχουσα ηλικία της διαδρομής είναι τουλάχιστον μισή από το χρόνο λήξης της. Αυτή η πρακτική μειώνει το χρόνο σύγκλισης.

Μόλις υποβληθούν σε επεξεργασία όλες οι καταχωρήσεις απάντησης, εάν οι αλλαγές έχουν γίνει στον πίνακα δρομολόγησης, μια προκαλούμενη ενημέρωση πρέπει να σχεδιαστεί.

5.4.Επεξεργασία εξαγόμενων

Υπάρχουν τέσσερις λόγοι για να παραχθεί ένα εξαγόμενο:

1. Ένα αίτημα για έναν πλήρη πίνακα δρομολόγησης.
2. Μια απάντηση σε ένα αίτημα.
3. Περιοδικές (εκούσιες) διαφημίσεις δρομολόγησης.
4. Προκαλούμενες ενημερώσεις.

Σημειώστε ότι ο πρώτος είναι ένα μήνυμα αιτήματος και οι άλλοι είναι μηνύματα απάντησης.

5.4.1.Αρχικό αίτημα

Το μήνυμα αρχικού αιτήματος παράγεται όταν το RIP πρώτα ξεκινά. Χρησιμοποιείται για να συγκεντρώσει τις πληροφορίες δρομολόγησης από τους γείτονες του δρομολογητή όσο το δυνατόν γρηγορότερα. Η εναλλακτική λύση είναι να περιμένει έως ότου όλοι οι γείτονες έχουν μια πιθανότητα να στείλουν τις περιοδικές ενημερώσεις τους (30δευτερόλοπτα). Μερικές εφαρμογές δρομολογητή στέλνουν αυτό το αίτημα (ή το επιτρέπουν να διαμορφωθεί), άλλες όχι.

Για να παραχθεί το αίτημα, ένα RIP μήνυμα δημιουργείται. Η εντολή τίθεται στο αίτημα και η έκδοση τίθεται στη διαμορφωμένη αξία. Εάν η επικύρωση είναι σε χρήση, η πρώτη είσοδος RIP περιέχει τις πληροφορίες επικύρωσης.

Εκτός από οποιοδήποτε είσοδο επικύρωσης, το μήνυμα πρέπει να περιέχει μόνο μια απλή είσοδο RIP. Όλοι οι τομείς στην είσοδο πρέπει να είναι μηδέν, εκτός από το μετρικό, το οποίο πρέπει να είναι 16. το μήνυμα στέλνεται στο λιμένα δρομολογητή,

από το λιμένα του δρομολογητή. Στις συνδέσεις που υποστηρίζουν τη ραδιοφωνική μετάδοση (π.χ., Ethernet), τα αιτήματα της έκδοσης 1 στέλνονται στη διεύθυνση ραδιοφωνικής μετάδοσης IP και τα αιτήματα της έκδοσης 2 διεύθυνση πολλαπλής διανομής του RIP. Στις συνδέσεις από σημείο σε σημείο, τα αιτήματα στέλνονται (unicast) στο μακρινό τέλος της σύνδεσης (αν και μερικές εφαρμογές ραδιοφωνικής μετάδοσης/πολλαπλή διανομή, οι οποίες είναι επιτρεπόμενες).

5.4.2. Απαντήσεις στα αιτήματα

Ένα αίτημα μπορεί να είναι για μια μερίδα του πίνακα δρομολόγησης ή για τον ολόκληρο πίνακα δρομολόγησης. Εάν είναι για ένα μέρος του πίνακα δρομολόγησης, το αίτημα περιέχει ένα σύνολο μέχρι 25 καταχωρήσεις RIP (24 εάν η επικύρωση είναι σε χρήση) που περιέχουν μόνο τη διεύθυνση της οικογένειας IDs και τις διευθύνσεις προορισμού (όλοι οι άλλοι τομείς πρέπει να είναι μηδέν). Για κάθε είσοδο, ο δρομολογητής που έχει ερωτηθεί ψάχνει την διεύθυνση στον πίνακα δρομολόγησης του και γεμίζει το μετρικό. Εάν δεν υπάρχει ρητή διαδρομή (δηλαδή, η διαδρομή προεπιλογής δεν εξετάζεται), το μετρικό 16 (άπειρο) παρεμβάλλονται. Σημειώστε ότι ο διασπαρμένος ορίζοντας δεν εφαρμόζεται (εάν οι διοικητικοί περιορισμοί εφαρμόζονται είναι εφαρμογή-συγκεκριμένοι). Για τα αιτήματα της έκδοσης 2, η μάσκα υποδικτύου, η ετικέτα διαδρομής, και (κατά την κρίση του εφαρμοστή και του διοικητή) το επόμενο hop είναι επίσης γεμισμένα. Μόλις αντιμετωπιστούν όλες οι διαδρομές, η εντολή αλλάζει από το αίτημα στην απάντηση, και το μήνυμα στέλνεται στο δημιουργό του αιτήματος. Σημειώστε ότι η έκδοση είναι αμετάβλητη.

Εάν το αίτημα είναι για τον ολόκληρο πίνακα δρομολόγησης, ο ίδιος κώδικας που παράγει τις περιοδικές απαντήσεις μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να παραγάγει την απάντηση. Ο κώδικας πρέπει να βασίσει το διασπαρμένο ορίζοντά του και τις διοικητικές αποφάσεις περιορισμού στην διεπαφή πέρα από την οποία η απάντηση θα σταλεί. Η απάντηση πρέπει να σταλεί άμεσα (unicast) στον κόμβο συζήτησης. Δεν πρέπει να προκαλέσει μια αναστοιχειοθέτηση των σημαιών αλλαγής διαδρομής.

5.4.3. Περιοδικές απαντήσεις

Για να παραχθεί μια περιοδική απάντηση, ένα RIP μήνυμα δημιουργείται. Η εντολή τίθεται την απάντηση, και η έκδοση τίθεται στη διαμορφωμένη αξία. Εάν η επικύρωση είναι σε χρήση, η πρώτη είσοδος RIP περιέχει τις πληροφορίες επικύρωσης.

Έπειτα, ο ολόκληρος πίνακας δρομολόγησης πρέπει να εξεταστεί για να καθορίσει ποιες καταχωρήσεις πρέπει να είναι συμπεριλαμβανόμενες στην ενημέρωση. Εάν μια διαδρομή πρόκειται να χωρίσει τον ορίζοντα ή το διοικητικό περιορισμό, τον πηδάει. Οποτεδήποτε τοπικές διαδρομές πρέπει να παραλειφθούν. Οι διαδρομές με τα μετρικά 16 πρέπει να περιληφθούν,. Για να προστεθεί ένα λήμμα δρομολόγησης στην ενημέρωση:

- Εάν η ενημέρωση είναι έκδοση 1, μηδέν τους "πρέπει να είναι μηδέν" τομείς.
- Θέστε τη διεύθυνση προορισμού και το μετρικό. Εάν η διαδρομή είναι είσοδος αντιστροφής δηλητηρίου, το μετρικό τίθεται 16.
- Εάν η ενημέρωση είναι για την έκδοση 2, θέστε τη μάσκα υποδικτύου και την ετικέτα διαδρομής. Θέστε επόμενο hop εάν είναι απαραίτητο/διαμορφωμένο. Σημειώστε ότι ένας δρομολογητής δεν πρέπει να δηλητηριάζει τις διαδρομές για ένα άλλο επόμενο hop.

Τα μηνύματα απάντησης μπορούν να κρατούν, το πολύ-πολύ, 25 καταχωρήσεις RIP (24 εάν η επικύρωση είναι σε χρήση). Μόλις ένα μήνυμα είναι πλήρες, διαβιβάζεται και ένα άλλο, κατασκευάζεται. Δεν είναι χαρακτηριστικά απαραίτητο να παρεμβληθεί μια καθυστέρηση μεταξύ των μεταδόσεων, ο χρόνος που παίρνει για να κατασκευάσει ένα μήνυμα είναι ικανοποιητικός. Η απάντηση στέλνεται στο λιμένα δρομολογητή, από το λιμένα δρομολογητή. Στις συνδέσεις που υποστηρίζουν τη ραδιοφωνική αναμετάδοση, οι απαντήσεις στις εκδόσεις 1 στέλνονται στη διεύθυνση ραδιοφωνικής μετάδοσης IP και οι απαντήσεις τις εκδόσεις 2 στέλνονται στη διεύθυνση διανομής RIP. Στις συνδέσεις από σημείο σε σημείο, οι απαντήσεις στέλνονται στο μακρινό τέλος της σύνδεσης.

Αυτός ο αλγόριθμος εκτελείται για κάθε διεπαφή. Εξαιτίας του διασπαρμένου ορίζοντα, δεν είναι πιθανό να στείλετε το ίδιο μήνυμα απάντηση σε κάθε διεπαφή.

Μόλις ήταν όλες οι διεπαφές έχουν διευθυνθεί, οι σημαίες αλλαγής διαδρομών πρέπει να επαναρυθμιστούν.

5.4.4.Ενημερώσεις διεγέρτη/διεργεμένου

Μια προκαλούμενη ενημέρωση κατασκευάζεται με το ίδιο τρόπο κα με τους ίδιους κανόνες, ως μια περιοδική απάντηση. Εντούτοις, υπάρχουν μερικές επιπρόσθετες εκτιμήσεις που μειώνουν το φορτίο δικτύου καθώς επισπεύδουν τη

σύγκλιση. Όταν μια διαδρομή αλλάζει, δεν προκαλεί μια προκαλούμενη ενημέρωση να σταλεί, αναγκάζει μια προκαλούμενη ενημέρωση να σχεδιαστεί. Η διαφορά είναι τα χρονικά διαστήματα μεταξύ της αλλαγής και της αποστολής της ενημέρωσης (συνήθως ένα τυχαίο διάστημα μεταξύ 1 και 5 δευτερολέπτων). Αυτό το διάστημα έχει δύο αποτελέσματα: Επιτρέπει στις πολλαπλάσιες διαδρομές να αλλάξουν, και να συμπεριληφθούν, σε μια απλή ενημέρωση και αυτό περιορίζει τον αριθμό προκαλούμενων ενημερώσεων που μπορεί να παραγάγει ανά λεπτό. Εάν μια περιοδική ενημέρωση πρέπει να παραχθεί πριν από μια προγραμματισμένη προκαλούμενη ενημέρωση, η προκαλούμενη ενημέρωση πρέπει να ακυρωθεί (επειδή οι νέες πληροφορίες έχουν σχεδόν διαφημιστεί).

Μια προκαλούμενη ενημέρωση πρέπει να περιλαμβάνει μόνο εκείνες τις διαδρομές που έχουν αλλάξει από την τελευταία ενημέρωση (προκαλούμενη ή περιοδική). Δηλαδή διαδρομές των οποίων ή σημαία αλλαγής διαδρομής τίθεται. Αυτό επιτρέπει τη γρήγορη διάδοση των νέων πληροφοριών χωρίς τα γενικά έξοδα των πληροφοριών που είναι σχεδόν γνωστά στους γείτονες. Εάν, μετά από τον διασπαρμένο ορίζοντα και τη διοικητική επεξεργασία περιορισμού, μια διαδρομή εμφανίζεται αμετάβλητη σε μια διεπαφή, μπορεί να παραλειφθεί από την ενημέρωση. Εάν οι διαδρομές δεν χρειάζεται να διαφημιστούν σε μια διεπαφή, καμία ενημέρωση δεν στέλνεται. Δηλαδή, δεν στέλνεται μια κενή ενημέρωση (δεν είναι επιβλαβή, απλώς σπάταλη). Εάν μια προκαλούμενη ενημέρωση είναι αρκετά μεγάλη για να απαιτεί πολλαπλάσια μηνύματα απάντησης, καμία καθυστέρηση δεν πρέπει να παρεμβληθεί μεταξύ τους.

Μόλις όλες οι διεπαφές έχουν διευθυνθεί, οι σημαίες αλλαγής διαδρομής πρέπει να επαναρυθμιστούν. Είναι σημαντικό να μην επαναρυθμιστούν οι σημαίες μετά από την ενημέρωση της πρώτης διεπαφής επειδή οι επόμενες διεπαφές δεν θα ανιχνεύσουν ποτέ τις αλλαγές.

Μια επιπρόσθετη εκτίμηση είναι η ενδασφάλιση της επεξεργασίας εισαγόμενου και εξαγόμενου. Εάν αυτές οι διαδικασίες επιτρέπονται για να λειτουργούν παράλληλα μια λεπτομέρεια εξαρτημένης εφαρμογής), κάποια μορφή ασφαλείας πρέπει να καθιερωθεί για να αποτρέψει τις αλλαγές στις σημαίες αλλαγής διαδρομής που παράγουν οι προκαλούμενες ενημερώσεις. Διαφορετικά, οι διαφορετικές πληροφορίες πρέπει να σταλούν σε διαφορετικές διεπαφές. Αν και η κατάσταση αυτή θα ήταν σωστή τελικά, είναι προτιμότερο να αποτρέψει.

Τέλος, η αποστολή μιας προκαλούμενης ενημέρωσης δεν πρέπει να έχει επιπτώσεις στο συγχρονισμό των περιοδικών ενημερώσεων. Για παράδειγμα, εάν 15 δευτερόλεπτα έχουν παρέλθει από την τελευταία περιοδική ενημέρωση όταν στέλνονται μια προκαλούμενη ενημέρωση, ή επόμενη περιοδική ενημέρωση πρέπει να εμφανιστεί σε 15 δευτερόλεπτα (όχι 30 δευτερόλεπτα).

5.4.5. Διεύθυνση ραδιοφωνικής μετάδοσης

Υπάρχουν δύο μορφές διεύθυνσης ραδιοφωνικής μετάδοσης εντύπων που ένας δρομολογητής ίσως χρησιμοποιεί. Η πρώτη μορφή είναι η περιορισμένη ραδιοφωνική μετάδοση. Ορίζεται ως 255.255.255.255. ένας δρομολογητής δεν πρέπει ποτέ να διαβιβάσει ένα πακέτο που στέλνεται σε αυτήν την διεύθυνση (με μια πολύ ειδική εξαίρεση που γίνεται για BOOTP/DHCP). Η άλλη μορφή είναι η κατευθυνόμενη ραδιοφωνική μετάδοση υποδικτύου. Ορίζεται ως net.subnet.255 (π.χ., η κατευθυνόμενη διεύθυνση ραδιοφωνικής μετάδοσης υποδικτύου για 132.245.33.0/24 θα ήταν 132.245.33.255). Υπό ορισμένους όρους, αυτά τα πακέτα μπορούν να διαβιβαστούν σε μια περιορισμένη περιοχή (Mogul 1984a,b). Η διεύθυνση ραδιοφωνικής μετάδοσης που χρησιμοποιείται, είναι συγκεκριμένη εφαρμογή.

ΜΕΡΟΣ ΙΙΙ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6^ο

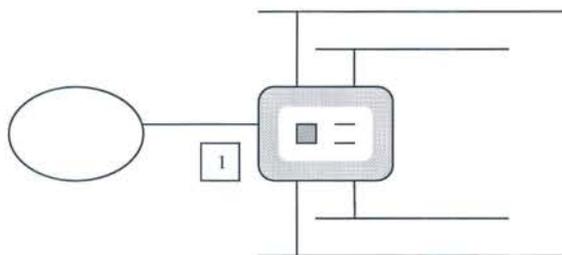
6. Παράμετροι Διαμόρφωσης

Στις περισσότερες τοπολογίες για τις οποίες το RIP-2 είναι το κατάλληλο IGP, η προεπιλογή των παραμέτρων του RIP πρέπει να είναι ικανοποιητική. Σε μερικές συσκευές το RIP είναι ακόμα ενεργό από προεπιλογή. Εάν αυτό είναι ένα καλό πράγμα, είναι θέμα συζήτησης. Οι βασικοί παράμετροι του RIP-2 δηλαδή, εκείνοι που διευκρινίζονται από το RIP-2. Βάση Διοίκησης Πληροφοριών (MIB) (Malkin & Baker 1994) περιλαμβάνουν αποστέλλουν και λαμβάνουν ικανό και ανίκανο, στέλνουν και λαμβάνουν τους αριθμούς έκδοσης, τον μηχανισμό επικύρωσης και το κλειδί, και προκαθορίζουν το μετρικό. Είναι δυνατές πολλές πρόσθετες παράμετροι συμπεριλαμβανομένης της λίστας των έγκυρων δρομολογητών, του ελέγχου ορίζοντα και της διαμόρφωσης των διαστημάτων διαλείματος και επανεξέταση των ορίων.

6.1. Ικανότητα /Ανικανότητα

Το RIP-2 μπορεί να καθιστά ικανές/ανίκανες τις μεμονωμένες διεπαφές. Τα μίγματα MIB καθίστανται ικανά και ανίκανα με τους ελέγχους, τους αριθμούς έκδοσης (ένας για να στέλνει και ένας για να λαμβάνει). Στις περισσότερες εφαρμογές, οι παράμετροι είναι χωριστοί. Αυτό σημαίνει ότι τα αντικείμενα του MIB αντιπροσωπεύουν ένα συνδυασμό τοποθετήσεων ικανών/ανίκανων παραμέτρων και τις παραμέτρους του αριθμού έκδοσης. Όταν είναι ικανό το αντικείμενο MIB επιστρέφει την αξία της παραμέτρου αριθμού έκδοσης, όταν είναι ανίκανο, η παράμετρος του αριθμού έκδοσης αγνοείται και «είναι ανίκανο» να επιστραφεί.

Αυτό δεν είναι μόνο νόμιμο αλλά τελείως λογικό για να στέλνει και να λαμβάνει παραμέτρους που να διαφέρουν στην ίδια διεπαφή. Εξετάστε το παράδειγμα στο σχήμα 6.1.



Σχήμα 6.1.

Εάν η διεπαφή 1 συνδέεται στο κύριο δίκτυο και οι άλλες διεπαφές συνδέονται στα δοκιμαστικά δίκτυα, είναι λογικό για το δρομολογητή να διαφημίσει τους δρομολογητές που μαθαίνουν από το κύριο δίκτυο στα δοκιμαστικά δίκτυα. Παρόλα αυτά, ίσως δεν είναι λογικό για τον δρομολογητή να ακούσει στις διαφημίσεις του RIP στα δοκιμαστικά δίκτυα επειδή αυτά ίσως χρησιμοποιούν στιγμιαίες μη σημειωμένες IP διευθύνσεις ή μπορεί να τρέχουν έναν πρωτότυπο κωδικό δρομολόγησης.

6.2. Έλεγχος Έκδοσης

Υπάρχουν δύο εκδόσεις του IPv4 RIP. Η έκδοση 1 ταξινομείται τώρα ως ιστορική. Όλες οι περιοχές ενθαρρύνονται για να μεταναστεύσουν στη διαταγή έκδοσης 2. Προκειμένου να γίνει ευκολότερη η μετανάστευση, οι δρομολογητές της έκδοσης 2 υποστήριζαν τα πακέτα της έκδοσης 1. Εντούτοις, αν και τα σχήματα του πακέτου είναι ίδια (τα πακέτα της έκδοσης 2 χρησιμοποιούν απλώς αχρησιμοποίητους τομείς από την έκδοση 1), οι δρομολογητές της έκδοσης 1 δεν μπορούν να χειρίζονται πρόσθετες πληροφορίες στα πακέτα της έκδοσης 2. Ευτυχώς, οι δημιουργοί της έκδοσης 1 προέβλεψαν αυτό το πρόβλημα και διευκρίνισαν ότι ο ένας δρομολογητής (η έκδοση 1) πρέπει να αγνοήσει τις πληροφορίες στους αχρησιμοποίητους τομείς όταν ο αριθμός έκδοσης είναι μεγαλύτερος από 1. Αυτό είναι μια ευλογία και μια πληγή. Είναι καλό οι ένας δρομολογητής της έκδοσης 1 δεν θα αγνοήσει απλά τα πακέτα της έκδοσης 2 εντούτοις, αυτό κάνει την ευθύνη του διοικητή δικτύου να διαβεβαιώνει ότι δρομολογητές της έκδοσης 1 δεν θα μπερδευτούν από τις αναπροσαρμογές της έκδοσης 2.

Ο αρχικός λόγος που δημιουργήθηκε το RIP-2 ήταν να επιτρέψει στο RIP να λειτουργήσει στα δίκτυα που χρησιμοποιούν τις μάσκες υποδικτύου των μεταβλητών μηκών. Θυμηθείτε ότι ένας δρομολογητής έπρεπε να υποθέσει ότι η μάσκα υποδικτύου μιας διαδρομής ήταν η ίδια με τη μάσκα της διεπαφής πέρα από την οποία η διαδρομή παραλείφθηκε. Επιτρέποντας την προδιαγραφή της μάσκας υποδικτύου σε κάθε αναπροσαρμογή εισόδου δρομολόγησης, αυτή η υπόθεση δεν απαιτήθηκε περισσότερο. Το πρόβλημα με έναν δρομολογητή RIP-1 ακούει ένα πακέτο RIP-2 είναι ότι ο δρομολογητής RIP-1 κάνει ακόμα την υπόθεση.

Εάν εκείνη η υπόθεση είναι ανακριβής, οι βρόχοι δρομολόγησης και οι μαύρες τρύπες μπορούν να αναπτυχθούν. Η προδιαγραφή του RIP-2 επιτρέπει στους διοικητές δικτύου να ελέγξουν εάν οι δρομολογητές του RIP-1 ακούν τα πακέτα του RIP-2.

Οι παράμετροι ελέγχου έκδοσης είναι παράμετροι ανά-διεπαφών. Δηλαδή η αποστολή της έκδοσης και η λήψη της έκδοσης μπορεί να διαμορφώνονται ανεξάρτητα σε κάθε διεπαφή.

Η παράμετρος αποστολής έχει τρεις τοποθετήσεις (συν, ενδεχομένως, "δεν στέλνεται"):

1. "1" δείχνει ότι τα πακέτα της έκδοσης πρέπει να στέλνονται στην ευρεία διεύθυνση εκπομπής μετάδοσης.
2. "2" δείχνει ότι τα πακέτα της έκδοσης πρέπει να στέλνονται στην διεύθυνση πολλαπλής διανομής του RIP-2.
3. "η συμβατότητα" δείχνει ότι τα πακέτα της έκδοσης πρέπει να στέλνονται στην διεύθυνση εκπομπής μετάδοσης.

Είναι σημαντικό να σημειωθεί η διάκριση μεταξύ της εκπομπής μετάδοσης και πολλαπλής διανομής. Οι δρομολογητές της έκδοσης 1 και της έκδοσης 2 θα λάβουν ένα πακέτο εκπομπής μετάδοσης. Αυτό μπορεί να οδηγήσει στα προβλήματα της περιτύλιξης και των μαύρων τρυπών που περιγράφηκαν νωρίτερα. Μόνο οι δρομολογητές της έκδοσης 2 θα λάβουν τα πολλαπλής διανομής πακέτα (επειδή η ανάθεση της διεύθυνσης πολλαπλής διανομής μεταχρονολογεί τη δημιουργία των δρομολογητών της έκδοσης 1). Ο τρόπος συμβατότητας (όπως έχει κληθεί) έχει αποδοκιμαστεί με τη διαδεδομένη επέκταση της έκδοσης 2 και δεν πρέπει να χρησιμοποιηθεί αν δεν ληφθεί μεγάλη προσοχή. Μερικοί δρομολογητές δεν το υποστηρίζουν ακόμη.

Η παράμετρος λήψης έκδοσης έχει επίσης τρεις τοποθετήσεις (συν, ενδεχομένως, “δε λαμβάνεται”):

1. “1” δείχνει ότι μόνο τα πακέτα της έκδοσης 1 πρέπει να γίνουν αποδεκτά.
2. “2” δείχνει ότι μόνο τα πακέτα της έκδοσης 2 πρέπει να γίνουν αποδεκτά.
3. “και οι δύο” δείχνουν ότι όλες οι εκδόσεις (εκτός από την έκδοση 0) πρέπει να γίνουν αποδεκτά.

Όταν ένα πακέτο της έκδοσης 1 παραλαμβάνεται, οι “πρέπει να είναι μηδέν” τομείς ελέγχονται για μηδέν. Εάν είναι διαφορετικοί από το μηδέν, η είσοδος αγνοείται. Σ’ ένα πακέτο της έκδοσης 2, αυτοί οι τομείς ελέγχονται για την ισχύ. Εάν ο αριθμός έκδοσης είναι μεγαλύτερος από 2, το πακέτο υποβάλλεται σε επεξεργασία ως πακέτο έκδοσης 2, εκτός αν η παραμονή του “πρέπει να είναι μηδέν” τομέα αγνοείται παρά ελέγχεται για μηδέν. Ένας δρομολογητής της έκδοσης 2 που λαμβάνει ένα πακέτο της έκδοσης 1 πρέπει να κάνει τις ίδιες υποθέσεις μάσκας υποδικτύου για τις διευθύνσεις όπως ένας δρομολογητής έκδοσης 1 θα έκανε.

6.3.Επικύρωση

Το RIP-2 έχει έναν εκτενή μηχανισμό επικύρωσης. Περιγράφοντας μέσα στο πρωτόκολλο είναι ένας απλός, clear-text κωδικός πρόσβασης. Μία προδιαγραφή για την κλειδωμένη επικύρωση MD-5 έχει επίσης δημιουργηθεί (Baker και Atkinson 1997). Δύο παράμετροι απαιτούνται για να χρησιμοποιήσουν την επικύρωση: α) τύπος επικύρωσης και β) κλειδί επικύρωσης. Η παράμετρος τύπου έχει τρεις τοποθετήσεις:

1. “κανένας” δείχνει ότι καμία επικύρωση δεν είναι σε χρήση.
2. “ο κωδικός πρόσβασης” δείχνει ότι ένας μηχανισμός clear-text κωδικού πρόσβασης είναι σε χρήση.
3. “MD-5” δείχνει ότι η κλειδωμένη επικύρωση MD-5 σε χρήση.

Η βασική παράμετρος κλειδί διευκρινίζει είτε το clear-text κωδικό πρόσβασης είτε το κλειδί MD-5, εξαρτώμενη από τον τύπο ρυθμίσεων.

Είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι μόνο οι δρομολογητές του RIP-2 είναι σε θέση να επικυρώσουν. Εάν ένας δρομολογητής του RIP-1 λάβει ένα επικυρωμένο πακέτο του RIP-2, η επικύρωση θα αντιμετωπιστεί ως κακή είσοδος διαδρομής και θα αγνοηθεί ενώ οι υπόλοιποι είσοδοι υποβάλλονται σε επεξεργασία. Χρησιμοποιώντας την επικύρωση δεν αναγκάζει τους δρομολογητές του RIP-1 να αγνοούν τις αναπροσαρμογές του RIP-2.

Ο clear-text κωδικός πρόσβασης είναι περιθωριακά χρήσιμος. Θα αποτρέπει έναν ξένο από την έγχυση των ψεύτικων διαδρομών στο δίκτυο μιας περιοχής, αλλά δεν μπορεί να προστατευτεί από έναν εισβολέα που μπορεί να μυρίζει το δίκτυο (επειδή ο κωδικός πρόσβασης είναι clear-text). Αποτρέπει επίσης έναν εξωτερικό, αδιαμόρφωτο δρομολογητή από την αλλοίωση δρομολόγησης στο δίκτυο.

Η χρήση της κλειδωμένης επικύρωσης MD-5 μπορεί να είναι πολύ σημαντική στα δίκτυα που συνδέονται στο Διαδίκτυο, παραδείγματος χάριν. Οι διοικητές σκέφτονται χαρακτηριστικά τις επιθέσεις όπως κατευθύνονται προς τους μεμονωμένους οικοδεσπότες (π.χ., κωδικός πρόσβασης που ραγίζει). Εντούτοις, δεδομένου ότι η δικτύωση έχει γίνει περισσότερο αυστηρή από την εξαίρεση (έχουμε απομακρυνθεί από τον μεγάλο, κεντρικό υπολογιστή), οι επιτήδριοι επιτίθενται τώρα στο δίκτυό της. Εξετάστε αυτό: εάν ένας επιτήδειος μπορεί εύκολα να συλλάβει τα ευαίσθητα στοιχεία από το δίκτυο, γιατί πηγαίνετε στο πρόβλημα σπασίματος ενός μεμονωμένου συστήματος; Ένας τρόπος να συλληφθούν τέτοια στοιχεία, εάν η φυσική πρόσβαση στο δίκτυο είναι δύσκολη, είναι να εγχυθούν πλαστές πληροφορίες δρομολόγησης στο δίκτυο στόχου, να εξαναγκαστούν τα πακέτα και να καθοδηγηθούν μέσω ενός οικοδεσπότη που κυριεύεται από τον επιτήδειο. Εάν ο επιτήδειος επανεισάγει έπειτα τα πακέτα, το θύμα είναι απληροφόρητο ότι οι πληροφορίες έχουν κλαπεί. Ακόμα χειρότερα, ο επιτήδειος θα μπορούσε να αλλάξει τις πληροφορίες πριν από την επανεισαγωγή.

6.4. Προεπιλογή διαδρομής

Στο IP, η διαδρομή προεπιλογής, που διευκρινίζεται ως 0.0.0.0/0, είναι μια ειδική διαδρομή. Διευκρινίζει το επόμενο hop για οποιοδήποτε πακέτο που απευθύνεται σε έναν προορισμό που δεν είναι απαριθμημένος στο πίνακα δρομολόγησης. Εξετάστε τον πίνακα 6.1, ένας συμπυκνωμένος πίνακας δρομολόγησης (από έναν δρομολογητή του οποίου η διεύθυνση είναι 132.245.11.2):

Πίνακας 5.1. Πίνακας Συμπυκνωμένης Δρομολόγησης

Προορισμός/Μάσκα	Επόμενο Hop
0.0.0.0/0	132.245.11.5
114.13.0.0/16	132.245.11.22
132.245.0.0/16	132.245.11.82

132.245.66.0/24

132.245.11.83

Υποθέστε ότι η διεύθυνση του δικτύου περιοχής είναι 132.245.0.0/16 και ότι το δίκτυο της σπονδυλικής στήλης της περιοχής είναι 132.245.11.0/24. αυτός ο πίνακας καθοδηγεί το δρομολογητή να στείλει όλη την κυκλοφορία της κεντρικής περιοχής στο 132.245.11.82, εκτός από την κυκλοφορία στο δίκτυο 66, το οποίο πηγαίνει στο 132.245.11.83 και όλη η κυκλοφορία της επιπρόσθετης περιοχής στο 132.245.11.5, εκτός από την κυκλοφορία στο δίκτυο 114.13, το οποίο πηγαίνει στο 132.245.11.22. Χωρίς μια διαδρομή προεπιλογής, η κυκλοφορία που απευθύνεται σε έναν μη καταχωρημένο προορισμό, απλά απορρίπτεται.

Η μετρική παράμετρος διαδρομών προεπιλογής λέει στο δρομολογητή να διαφημιστεί ως δρομολογητής προεπιλογής χρησιμοποιώντας διευκρινισμένο μετρικό. Χαρακτηριστικά, μόνο ένας δρομολογητής σε ένα δίκτυο διαμορφώνεται για να παραγάγει μια διαδρομή προεπιλογής. Οι άλλοι δρομολογητές διαδίδουν τη διαδρομή προεπιλογής σε όλο το υπόλοιπο του δικτύου, κάθε ένα που προσθέτει στο μετρικό. Για τα δίκτυα με ένα σημείο πρόσβασης στον εξωτερικό κόσμο, ο δρομολογητής που συνδέει με εκείνο το σημείο πρόσβασης (δηλαδή, ο δρομολογητής συνόρου) διαμορφώνεται συνήθως για να είναι ο δρομολογητής προεπιλογής.

6.5. Διακόπτες και Εξογκώματα

Οι μηχανισμοί αγαπούν τους διακόπτες και τα εξογκώματα. Εάν υπάρχουν περισσότεροι από έναν τρόποι λειτουργίας για οποιαδήποτε άποψη οποιουδήποτε πρωτοκόλλου, θα υπάρξει μια παράμετρος που επιτρέπει στο χρήστη να επιλέξει. Οι διοικητές δικτύου, και οι περισσότεροι άνθρωποι γενικά, είναι ανίκανοι να εκμεταλεφτούν την ευκαιρία να κατεβάσουν τους διακόπτες, να πιέσουν, και να κάψουν τα εξογκώματα (είναι το σύνδρομο της περιέργης, γάτας). Όταν αυτές οι δύο τάσεις εμφανίζονται μαζί, δημιουργεί μια κατάσταση όπου οι κακοί συνδυασμοί διαμόρφωσης μπορούν να καταστήσουν τα συστήματα μη λειτουργικά. Παρά αυτό το γνωστό φαινόμενο, κάθε εφαρμογή του RIP-2 περιέχει επιλογές διαμόρφωσης.

6.5.1. Κατάλογοι πρόσβασης

Οι κατάλογοι πρόσβασης μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να περιορίσουν τη μετάδοση και την υποδοχή των ενημερώσεων δρομολόγησης. Ένας ληφθείς κατάλογος πρόσβασης μπορεί να συμπεριλαμβάνεται, να απαριθμεί τους λίγους

δρομολογητές από τους οποίους οι ενημερώσεις θα γίνουν αποδεκτές ή να αποκλείεται, να απαριθμεί τους λίγους δρομολογητές από τους οποίους οι ενημερώσεις θα απορρίπτονται. Ένας διαβιβάσιμος κατάλογος συμπεριλαμβάνεται πάντα επειδή δεν μπορεί να ελέγξεις σε ποιο δεν στέλνεται, μόνο σε ποιον στέλνεται.

Περιορίζοντας το σύνολο δρομολογητών που μοιράζονται τις πληροφορίες δρομολόγησης, είναι πιθανό να εδραιώνουν πολλαπλές περιοχές δρομολόγησης στο ίδιο φυσικό δίκτυο. Είναι επίσης δυνατό να δημιουργηθούν οι κατάλογοι πρόσβασης που περιορίζουν την αποδοχή ή τη διαφήμιση των μεμονωμένων διαδρομών ή τις ομάδες διαδρομών. Αυτό παρέχει ένα λεπτότερο επίπεδο από τους περιορισμούς βασισμένους στους δρομολογητές.

6.5.2. Υποδίκτυα και υπερδίκτυα

Ο κανόνας συνάθροισης για το RIP-1 ήταν εύλογα απλός: Μην στείλετε τίποτα που μπορεί να παρερμηνευθεί από τον παραλήπτη. Το RIP-1 καθόρισε τις μάσκες υποδικτύου χρησιμοποιώντας τον ακόλουθο αλγόριθμο:

- Εάν η διεύθυνση είναι ίση στη διεύθυνση ANDed με την υπονοούμενη μάσκα δικτύου, η διεύθυνση διευκρινίζει μια διαδρομή δικτύου.
- Εάν η διεύθυνση είναι ίση στη διεύθυνση ANDed με τη μάσκα υποδικτύου της διεπαφής πέρα από την οποία η ενημέρωση παραλήφθηκε, η διεύθυνση διευκρινίζει μια διαδρομή υποδικτύου.
- Διαφορετικά, η διεύθυνση διευκρινίζει μια διαδρομή οικοδεσπότη.

Για παράδειγμα, αν μια ενημέρωση διαδρομής για 128.128.0.0 παραλήφθηκε, θα θεωρούνταν διαδρομή δικτύου επειδή η μερίδα (οικοδεσπότη) της διεύθυνσης είναι μηδέν. Εάν μια ενημέρωση για 128.128.64.0 ήταν λαμβανόμενη πάνω σε μια διεπαφή, της οποίας η μάσκα υποδικτύου ήταν 255.255.255.0, θα θεωρούταν διαδρομή υποδικτύου επειδή η μερίδα οικοδεσπότη της διεύθυνσης (δηλαδή, τα πιο δεξιά ψηφία όπως διευκρινίζονται από τη μάσκα) είναι μηδέν. Εντούτοις, εάν η μάσκα ήταν πραγματικά 255.255.0.0, θα θεωρούταν (σωστά ή λανθασμένα) διαδρομή οικοδεσπότη (με μια διεύθυνση οικοδεσπότη 64.0).

Το RIP-2 αποβάλλει την εικασία, συμπεριλαμβάνοντας τη μάσκα υποδικτύου με τη διαδρομή. Εντούτοις, αυτό είναι χρήσιμο μόνο εάν όλοι οι δρομολογητές είναι δρομολογητές του RIP-2. Για να αποτραπούν οι δρομολογητές του RIP-1 από τη λήψη των διαδρομών υποδικτύου που πρέπει να ερμηνευθούν ως διαδρομές

οικοδεσπότη, ένας διακόπτης πρέπει να εφαρμοστεί, στον έλεγχο της αποστολής των διαδρομών υποδικτύου. Ένας διακόπτης στον έλεγχο της υποδοχής των διαδρομών υποδικτύου θα μπορούσε επίσης να εφαρμοστεί. Ο σκοπός του θα ήταν να περιορίσει το μέγεθος του πίνακα δρομολόγησης ενός δρομολογητή με την αποδοχή μόνο των διαδρομών δικτύου. Αυτό σχεδόν βεβαίως θα προκαλούσε την βέλτιστη δρομολόγηση (στην καλύτερη περίπτωση) και θα δημιουργούσε βρόγχους δρομολόγησης ή μαύρες τρύπες (στη χειρότερη περίπτωση).

Ένα χαρακτηριστικό γνώρισμα της Αταξίας της εσωτερικής περιοχής δρομολόγησης (CIDR) είναι η δημιουργία των υπερδικτύων. Ένα υπερδίκτυο είναι σε ένα δίκτυο ότι ένα δίκτυο είναι σε ένα υποδίκτυο. Παραδείγματος χάριν, οι διευθύνσεις 192.8.16.0 μέχρι 192.8.23.0 (οχτώ δίκτυα με μια μάσκα υποδικτύου 255.255.255.0) θα μπορούσαν να διαφημιστούν ως 192.8.16.0 με μια μάσκα υπερδικτύου 255.255.248.0. Για να γίνει αυτό περισσότερο ορατό, εξετάστε το πίνακα 6.2, το οποίο παρουσιάζει αυτές τις διευθύνσεις στο δυαδικό.

Πίνακας 6.2. IP Διευθύνσεις Δυαδικού

11000000	000010000	00010000	00000000
11000000	000010000	00010001	00000000
11000000	000010000	00010010	00000000
11000000	000010000	00010011	00000000
11000000	000010000	00010100	00000000
11000000	000010000	00010101	00000000
11000000	000010000	00010110	00000000
11000000	000010000	00010111	00000000

Στο δυαδικό σύστημα, η μάσκα υπερδικτύου είναι:

11111111	11111111	11111000	00000000
----------	----------	----------	----------

Καθαρά, αυτή η μάσκα αθροίζει το σύνολο δικτύου σε ένα απλό υπερδίκτυο. Αυτή η συνάθροιση κάνει περισσότερο αποδοτική την χρήση του διαστήματος διεύθυνσης IP χωρίς να αυξάνεται ο αριθμός των διαδρομών που διαδίδονται μέσω του δικτύου. Η μόνη, απαίτηση είναι ότι οι διευθύνσεις ευθυγραμμίζονται στη δύναμη του 2 στο όριο που συνδέεται με τον αριθμό διευθύνσεων που ορίζονται. Πρέπει να είναι προφανές ότι το RIP-1 δεν θα μπορούσε ποτέ να υποστηρίξει τις διευθύνσεις

υπερδικτύου, εξαιτίας των υποθέσεων της μάσκας υποδικτύου που συζητήθηκαν προηγουμένως.

6.5.3. Έλεγχος ορίζοντα

Στο RIP, ο ορίζοντας αναφέρεται στα διαφημισμένα όρια πληροφοριών. Συγκεκριμένα, τότε μια διαδρομή μαθαίνεται πέρα από μια συγκεκριμένη, αν οτιδήποτε, για εκείνη την διαδρομή διαφημίζεται πέρα από εκείνη την διεπαφή; Υπάρχουν τρεις τρόποι ελέγχου ορίζοντα:

1. Κανένας, όπου μια διαδρομή δεν θα διαφημιστεί πάνω στην διεπαφή πέρα από την οποία μαθεύτηκε με το μετρικό του που αυξήθηκε από το μετρικό της διεπαφής του.
2. Διεσπαρμένος ορίζοντας, όπου μια διαδρομή δεν θα διαφημιστεί στη διεπαφή πέρα από την οποία μαθεύτηκε.
3. Διεσπαρμένος ορίζοντας, με την αντιστροφή δηλητηρίου (ή, περισσότερο απλά, την αντιστροφή δηλητηρίου), όπου μια διαδρομή θα διαφημιστεί στη διεπαφή πέρα από την οποία μαθεύτηκε με ένα μετρικό απείρου(16).

Το τρέξιμο χωρίς κάποια μορφή διεσπαρμένου ορίζοντα είναι σπάνιο εξαιτίας του φορτίου που παράγεται από την ανάγκη “να μετρήσει στο άπειρο”, να αποφασίσει ότι μια διαδρομή είναι άκυρη. Ο διεσπαρμένος ορίζοντας χρησιμοποιείται μερικές φορές όταν ο αριθμός δηλητηριασμένων διαδρομών είναι πολύ μεγαλύτερος και η τοπολογία είναι συγγενικά σταθερή αυτό μειώνει το φορτίο στο δίκτυο και οι δρομολογητές χωρίς τέλεια αυξανόμενο χρόνο σύγκλισης. Η αντιστροφή δηλητηρίου, χρησιμοποιείται κατά πού, ευρέως ως τρόπο λειτουργίας.

6.5.4. Χρονόμετρα και διαλείμματα

Οι περισσότεροι από τους παραμέτρους που συζητήθηκαν μέχρι τώρα έρχονται κάτω από τους γενικούς αντίστροφους διακόπτες τίτλου, επειδή γυρίζουν τα πράγματα ανάβουν και σβήνουν. Οι παράμετροι που συνδέονται με τα διαστήματα του χρονομέτρου και ξαναδοκιμάζουν τις αριθμήσεις των διαλειμμάτων, έρχονται κάτω από τα εξογκώματα γενικού τίτλου, επειδή ποικίλλουν τις αξίες των παραμέτρων. Για το RIP, το χρονόμετρο και οι ξαναδοκιμασμένες αξίες μπορούν να διαμορφωθούν περιλαμβάνοντας διαλείμματα, χρόνο μέχρι μια διαδρομή να λήξει, και χρόνο μέχρι μια ληγμένη διαδρομή να διαγραφεί. Τα τελευταία χαρακτηριστικά εκφράζονται στα όροι από τα διαστήματα ενημέρωσης. Οι περισσότερες εφαρμογές

του RIP εκφράζουν αυτούς τους χρόνους ως έξι διαστήματα ενημέρωσης και τέσσερα διαστήματα ενημέρωσης. Για παράδειγμα, το RIP διευκρινίζει ότι το διάστημα ενημέρωσης είναι 30 δευτερόλεπτα, συν ή μείον έναν τυχαίο παράγοντα για να αποτρέψει τους δρομολογητές από το συγχρονισμό. Το RIP επίσης, διευκρινίζει μια λήξη διαστήματος (ο χρόνος να περιμένει αφότου παραλαμβάνεται μια ενημέρωση πριν θεωρηθεί η διαδρομή άκυρη) 180 δευτερολέπτων και ένα διάστημα συλλογής απορριμμάτων (ο χρόνος να περιμένει αφότου λήγει μια διαδρομή πριν από διαγραφή του) 120 δευτερολέπτων. Τα διαστήματα υπάρχουν για να εξασφαλίζουν ότι ένα χαμένο πακέτο δεν προκαλεί χαμένες πληροφορίες δηλαδή τα πράγματα θα αναμεταδοθούν για να προετοιμαστούν για μια απώλεια. Επομένως, κάποιες εφαρμογές ίσως να έχουν τρεις ανεξάρτητες χρονικές παραμέτρους, αλλά πιο πολύ έχει μια απλή χρονική παράμετρο και δυο παραμέτρους αναμετάδοσης αρίθμησης.

Οι διαγραμμένες αξίες επιλέχθηκαν για να ισορροπήσουν την ανάγκη για τη γρήγορη ανίχνευση μιας αλλαγής τοπολογίας ενάντια στην επιθυμία να ελαχιστοποιήσουν τις ενδείξεις λάθους. Παραδείγματος χάριν, εάν ένας δρομολογητής θεώρησε μια απλή εγκατελλεμένη ενημέρωση να είναι μια ένδειξη ότι ένας άλλος δρομολογητής είχε πάει κάτω, τότε αυτό θα έστελνε μια ακύρωση ενημέρωσης ή στις διαδρομές του “κάτω” δρομολογητή. Κατόπιν, 30 δευτερόλεπτα αργότερα, αυτό θα λάμβανε μια ενημέρωση και θα πρέπει να κυρώσει τις ίδιες διαδρομές. Προφανώς, αυτό το εμπλέκει πολύ περιττή κυκλοφορία (επειδή όλες οι ενημερώσεις διαδίδονται σε όλο το δίκτυο) και υπολογισμός πίνακας δρομολόγησης. Από την άλλη πλευρά, αν ένας δρομολογητής επρόκειτο να πάει κάτω, οι διαδρομές μέσω του αυτού θα ήταν μαύρες τρύπες μέχρι οι άλλοι δρομολογητές λήξουν τελικά τις διαδρομές.

Ο κίνδυνος με τις αξίες του μεταβαλλόμενου χρονομέτρου εμφανίζεται όταν όλοι οι δρομολογητές σε ένα δίκτυο δεν διαμορφώνονται με τις ίδιες αξίες. Δεδομένου ότι ένας δρομολογητής αναμένει τις ενημερώσεις με την ίδια συχνότητα ότι τις στέλνει, ένας δρομολογητής με ένα μικρό διάλειμμα θα γίνουν περισσότερο πιθανό για να λήξει διαδρομές από έναν δρομολογητή με ένα μεγάλο διάστημα μόνο σε μια απώλεια απλού πακέτου.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7^ο

7.Διαμόρφωση Συστήματος

Συζητώντας τις επιλογές διαμόρφωσης γενικά, θα στραφούμε τώρα σε μερικά ευρέως επεκταμένα συστήματα και θα συζητήσουμε τις επιλογές διαμόρφωσής τους.

Τα περισσότερα συστήματα έχουν τοπικούς (π.χ., TELNET, άμεσα συνημμένη κονσόλα) και μακρινούς (π.χ., SNMP) μηχανισμούς διαμόρφωσης. Αυτό το τμήμα στρέφεται στην τοπική διοίκηση.

Οι εικόνες οθόνης που λαμβάνονται από τα διάφορα συστήματα επιδεικνύονται ως ακολούθως:

What the system displays looks like this.

What the user enters looks like this.

7.1.Nortel Networks 5399/RA8000

Τα Nortel δίκτυα (nee Bay Networks) 5399 και RA8000 μοιράζονται μια διεπαφή με το χρήστη. Υπάρχουν τρεις τύποι παραμέτρων: γενικές παράμετροι, συστήματος-επιπέδου οι οποίες περιλαμβάνουν τις παραμέτρους που χειρίζονται με τη δρομολόγηση γενικά παράμετροι δρομολόγησης ανά-διεπαφών, που χειρίζονται με τη διαμόρφωση του RIP για κάθε διεπαφή.

7.1.1.Γενικές παράμετροι συστήματος

Η ακόλουθη εικόνα οθόνης (το διάστημα και η μορφοποίηση έχουν αλλάξει για να εγκαταστήσουν τη σελίδα, αλλά η διαταγή περιεχομένου και παραμέτρου είναι η ίδια) λήφθηκε από ένα 5399. Σημειώνει ότι η πρόσβαση του έξοχου –χρήστη απαιτείται να τρέξει το πρόγραμμα **admin**. Το 5399 χρησιμοποιεί έναν αστερίσκο για να δείξει ότι η αξία παραμέτρου έχει αλλάξει την προεπιλογή.

```
annex # admin
admin: show annex
Annex Generic Parameters
inet_addt:*132.245.65.8                subnet_mask:*255.255.255.0
pref_load_addr:*132.245.65.32         pref_dump_addr:*132.245.65.32
load_broadcast:*N                     broadcast_addr:*132.245.65.255
load_dump_gateway: 0.0.0.0            load_dump_sequence: net
```

```

image_name:"*gma1kin/mdbp"
config_file:"*config.65net*"
routed: Y
route-pref: rip
disabled_modules: vci
tftp_dump_name: ""
ip_forward_broadcast: N
option_key: ""
session_limit: 1152
arpt_kill_timer: 20
mmp_enabled: N

motd_file:"*motd.65net"
authoritative_agent: Y
rtable_size: 1
server_capability: none
tftp_load_dir: ""
ipencap_type: ethernet
tcp_keepalive: 120
seg_jumper_bay5k: O
output_ttl: 64
fail_to_connect: O
disable_unarp: N
    
```

Οι παράμετροι ενδιαφέροντος δρομολογούνται, οι οποίες καθιστούν ικανές όλες τις δυναμικές δρομολογήσεις, η `rtable-size`, το οποίο θέτει το μέγεθος του πίνακα δρομολόγησης (σε `kiloroutes`), η `router_pref` θέτει την προτίμηση της διαδρομής RIP/OSPF.

Η καθοδηγημένη παράμετρος είναι ο σφαιρικός διακόπτης που ελέγχει τη δυναμική δρομολόγηση στο κιβώτιο. Εάν θέσει ‘‘όχι’’, μόνο οι στατικές διαδρομές και ICMP επαναπροσανατολισμοί, θα χρησιμοποιηθούν στη διαδρομή πακέτων. Εάν θέσει ‘‘ναι’’, το RIP επιτρέπεται και οι επαναπροσανατολισμοί ICMP αγνοούνται. Για να τρέξει το OSPF, πρέπει να επιτραπεί χωριστά, εντούτοις, η καθοδηγημένη παράμετρος πρέπει επίσης να επιτραπεί. Για να τρέξει το OSPF χωρίς το RIP, το RIP πρέπει να είναι εκτός λειτουργίας σε κάθε διεπαφή.

Η παράμετρος `rtable_size` θέτει το μέγιστο μέγεθος του πίνακα δρομολόγησης σύμφωνα με τον πίνακα 7.1.

Πίνακας 7.1. Αξίες Παραμέτρου Rtable_size

Αξία παραμέτρου	Αριθμός δρομολόγησης
1	1024
2	2048
4	4096

8	8192
---	------

Η παράμετρος **router_pref** θέτει την προτίμηση δρομολόγησης πρωτοκόλλου είτε στο RIP είτε στο OSPF. Αυτό είναι απαραίτητο επειδή τα μετρικά που χρησιμοποιούνται από τα πρωτόκολλα δεν είναι συγκρίσιμα. Οι διαδρομές που μαθαίνονται μέσω του επιλεγμένου πρωτοκόλλου πάντα ευνοούνται πέρα από τις διαδρομές που μαθαίνονται μέσω του άλλου πρωτοκόλλου.

7.1.2. Παράμετροι συστήματος δρομολογητή

Αυτή η (τροποποιημένη) εικόνα οθόνης παρουσιάζει παραμέτρους δρομολογητή ανα-κιβώτιο.

Annex # admin

Admin : show annex router

Router Parameters

rip_auth: "<unset>"

rip-routers: all

rip_force_newrt: off

Η παράμετρος **rip_auth** θέτει το clear-text κωδικό πρόσβασης που χρησιμοποιείται από την επικύρωση του RIP-2. Όταν τον θέτει, η επικύρωση επιτρέπεται αυτόματα όταν δεν τον θέτει, η επικύρωση τίθεται εκτός λειτουργίας. Ο κωδικός της πρόσβασης δεν τίθεται ποτέ εκτός λειτουργίας από το admin.

Η παράμετρος **rip_routers** διευκρινίζει έναν κατάλογο μέχρι οχτώ δρομολογητές στις οποίες οι περιοδικές και προκαλούμενες ενημερώσεις δρομολόγησης πρέπει να σταλούν (unicast), στις θέσεις ενημερώσεων ραδιοφωνικής αναμετάδοσης ή multicasting. Εάν θέσει "όλοι", οι ενημερώσεις δρομολόγησης είναι broadcast/multicast. Αυτή η παράμετρος δεν έχει επιπτώσεις στις απαντήσεις στις ερωτήσεις για τις συγκεκριμένες διαδρομές, αλλά περιορίζει ένα αίτημα "όλες οι διαδρομές" στο κατάλογο των δρομολογητών. Δεν υπάρχει παράμετρος για να περιορίσει την υποδοχή των ενημερωμένων δρομολόγησης.

Η παράμετρος **rip_force_newrt** τροποποιεί τη λήξη της διαδρομής σε εριστική. Σύμφωνα με τη προδιαγραφή του RIP, μια διαδρομή μέσω του επόμενου hop A δεν πρέπει να αντικατασταθεί από μια διαδρομή μέσω του επόμενου hop A αν το μετρικό μέσω του B δεν είναι χαμηλότερο. Εάν η αντικατάσταση εμφανίστηκε όταν τα

μετρικά ήταν ίσα, η διαδρομή θα ήταν συνεχώς flip-flop μεταξύ των δύο επόμενων hops. Εντούτοις, τα περισσότερα όργανα των δρομολογητών αντικαθιστούν μια εριστική διαδρομή, με μια ίση διαδρομή δαπανών εάν η πρώτη διαδρομή έχει γεράσει περισσότερο από το μισό στη λήξη. Αυτό μειώνει το χρονικό διάστημα ότι μια πιθανή μαύρη τρύπα υπάρχει, και δεν προκαλεί τις υπερβολικές αλλαγές διαδρομής. Εάν αυτή η παράμετρος τίθεται "όχι", τότε η πρώτη διαδρομή θα αντικατασταθεί από μια ίση διαδρομή δαπανών εάν ακόμη και αν μια ενημέρωση (σε αντιδιαστολή με τρεις ενημερώσεις) χαθεί. Αυτό ελαχιστοποιεί το χρονικό διάστημα ότι μια μαύρη τρύπα διαδρομής υπάρχει (εάν ο επόμενος δρομολογητής hop είναι αληθινά κάτω), εντούτοις, αυξάνει την πιθανότητα για μια πλαστή αλλαγή διαδρομής. Αν και αυτό δεν θα ήταν ιδιαίτερα επιβλαβές, θα αύξανε το φορτίο δικτύου. Σημειώστε ότι αυτό είναι μια παραλλαγή του εξογκώματος που συνδέεται με επαναδοκιμαζόμενη τροποποίηση αριθμησης.

7.1.3. Παράμετροι δρομολόγησης διεπαφών

Αυτή η (τροποποιημένη) εικόνα οθόνης παρουσιάζει παραμέτρους δρομολόγησης ανά-διεπαφών. Η διεπαφή Ethernet (en0) χρησιμοποιείται σε αυτό το παράδειγμα. Σημειώστε ότι οι παράμετροι OSPF δεν παρουσιάζονται εδώ.

Annex # **admin**

Admin : **show interface=en0**

Interface Routing Parameters

rip_send_version:*2	rip_recv_version: both
rip_horizon: poison	rip_default_route: off
rip_next_hop:needed	rip_sub_advertise: Y
rip_sub_accept:Y	rip_advertise: all
rip_accept: all	

Η παράμετρος **rip_send_version** διευκρινίζει την έκδοση RIP που πρέπει να σταλεί σε αυτή την διεπαφή. Αυτή η παράμετρος έχει τρεις τοποθετήσεις:

1. "1" δείχνει ότι τα πακέτα του RIP-1 πρέπει να σταλούν στη διεύθυνση ραδιοφωνικής μετάδοσης.
2. "2" δείχνει ότι τα πακέτα του RIP-2 πρέπει να σταλούν στην πολλαπλής διανομής διεύθυνση.
3. "η συμβατότητα" δείχνει ότι τα πακέτα του RIP-2 πρέπει να σταλούν στη

διεύθυνση ραδιοφωνικής μετάδοσης. Σημειώνει: Ο τρόπος συμβατότητας αποδοκιμάζεται από τα πρότυπα και δεν πρέπει να χρησιμοποιηθεί.

Η παράμετρος **rip_recv_version** διευκρινίζει την έκδοση RIP που πρέπει να είναι αποδεκτό σε αυτή την διεπαφή. Αυτή η παράμετρος έχει τρεις τοποθετήσεις:

1. “1” δείχνει ότι μόνο τα πακέτα του RIP-1 πρέπει να γίνουν αποδεκτά.
2. “2” δείχνει ότι μόνο τα πακέτα του RIP-2 πρέπει να γίνουν αποδεκτά.
3. “και οι δύο” δείχνουν ότι όλες οι εκδόσεις (εκτός από 0) πρέπει να γίνουν αποδεκτές.

Η παράμετρος **rip_horizon** διευκρινίζει τον αλγόριθμο ορίζοντα που χρησιμοποιείται κατά τη διαφήμιση σε αυτήν την διεπαφή. Αυτή η παράμετρος έχει τρεις τοποθετήσεις:

1. “κανένας” δείχνει ότι οι διαδρομές μαθεύτηκαν πέρα από αυτήν την διεπαφή πρέπει να είναι επαναδιαφημισμένα στην διεπαφή με το μετρικό που αυξάνεται από το μετρικό διεπαφής.
2. “σχισμοί” δείχνει ότι οι διαδρομές που μαθεύτηκαν πέρα από αυτήν την διεπαφή δεν πρέπει να επαναδιαφημίζονται στη διεπαφή.
3. “το δηλητήριο” δείχνει ότι οι διαδρομές που μαθεύτηκαν πέρα από αυτήν την διεπαφή πρέπει να επαναδιαφημίζονται στη διεπαφή με ένα μετρικό απείρου (16).

Η παράμετρος **rip_default_route** διευκρινίζει το μετρικό που πρέπει να χρησιμοποιηθεί κατά την παραγωγή μιας εισόδου των διαδρομών προεπιλογής σε μια διαφήμιση δρομολόγησης. Η έγκυρη σειρά είναι 1 μέχρι 15. Εάν “off” διευκρινίζεται, τότε καμία διαδρομή προεπιλογής δεν θα παραχθεί. Εάν μια διαδρομή προεπιλογής μαθαίνεται ή μια στατική διαδρομή προεπιλογής διαμορφώνεται, εκείνη η διαδρομή θα διαφημιστεί, όπως οποιαδήποτε άλλη διαδρομή. Εάν αυτή η παράμετρος τίθεται και μια διαδρομή προεπιλογής υπάρχει στον πίνακα δρομολόγησης, μόνο η παραγμένη είσοδος διαδρομής προεπιλογής θα διαφημιστεί (όχι η διαδρομή προεπιλογής στο πίνακα).

Η παράμετρος **rip_next_hop** διευκρινίζει τη χρήση του επόμενου hop τομέα στις διαφημίσεις του RIP-2. Αυτή η παράμετρος έχει τρεις τοποθετήσεις:

1. “ποτέ” δείχνει ότι ο επόμενος τομέας hop δεν πρέπει ποτέ να είναι γεμισμένος.
2. “πάντα” δείχνει ότι ο επόμενος τομέας hop πρέπει πάντα να είναι γεμισμένος.

3. “χρειάζεται” δείχνει ότι ο επόμενος τομέας hop πρέπει να είναι γεμισμένος μόνο όταν απαιτείται.

Η αξία που παρεμβάλλεται στον επόμενο τομέα hop είναι το επόμενο hop που διευκρινίζεται στην επιτραπέζια είσοδος δρομολόγησης για εκείνη την διαδρομή. Ένα επόμενο hop θεωρείται ότι χρειάζεται όταν ο επόμενος δρομολογητής hop είναι πάνω στην ίδια διεπαφή όπως η διαφήμιση στέλνεται και η διαδρομή έχει μαθευτεί από μερικές άλλες μεθόδους από το RIP. Αυτή η παράμετρος αγνοείται εάν το **rip_send_version** τίθεται στο 1.

Η παράμετρος **rip_sub_advertise** διευκρινίζει εάν περιλαμβάνει τις υποδικτύου στις ενημερώσεις δρομολόγησης. Όταν οι ενημερώσεις του RIP-2 στέλνονται, αυτή η παράμετρος πρέπει να επιτραπεί. Εάν οι δρομολογητές του RIP-1 θα λαμβάνουν αυτές τις ενημερώσεις, προσεκτική θεώρηση πρέπει να δοθεί σε αυτήν την παράμετρο.

Η παράμετρος **rip_sub_accept** διευκρινίζει εάν δεχτεί τις διαδρομές υποδικτύου από τις ενημερώσεις δρομολόγησης. Όταν οι ενημερώσεις του RIP-2 λαμβάνονται, αυτή η παράμετρος πρέπει να επιτραπεί. Εάν οι ενημερώσεις του RIP-1 θα παραληφθούν, προσεκτική θεώρηση πρέπει να δοθεί σε αυτήν την παράμετρο.

Η παράμετρος **rip_advertise** μπορεί να χρησιμοποιηθεί στις διαφημίσεις της διαδρομής φίλτρου στη διεπαφή. Ένας κατάλογος μέχρι οχτώ διευθύνσεις δικτύων μπορεί να διευκρινιστεί. Εάν μια διεύθυνση δεν είναι μια εγγενής διεύθυνση δικτύων (non-CIDR), μετατρέπεται έτσι. Δεδομένου ότι οι ενημερώσεις δρομολόγησης κατασκευάζεται, εάν η διεύθυνση μιας διαδρομής εμπίπτει σε μια από τις διευθύνσεις δικτύων, είναι μια αντιστοιχία. Ο κατάλογος μπορεί να είναι συμπεριλαμβανόμενος ή αποκλειστικός. Εάν ο κατάλογος είναι συμπεριλαμβανόμενος, μόνο οι διαδρομές των οποίων οι διευθύνσεις ταιριάζουν με (ή είναι υποδίκτυα ή οικοδεσπότες) ένα απαριθμημένο δίκτυο συμπεριλαμβάνονται στην ενημέρωση. Εάν ο κατάλογος είναι αποκλειστικός, μόνο οι διαδρομές των οποίων οι διευθύνσεις δεν ταιριάζουν με (ή δεν είναι υποδίκτυα ή οικοδεσπότες) ένα απαριθμημένο δίκτυο, συμπεριλαμβάνονται στην ενημέρωση. Εάν “όλα” διευκρινίζεται, κανένα φίλτράρισμα δεν γίνεται και όλες οι διαδρομές (εκτός από την τοπική επανάληψη και το πληρεξούσιο ARP) συμπεριλαμβάνονται. Εάν “κανένα” διευκρινίζεται, οι ενημερώσεις δεν στέλνεται στην διεπαφή (επίσης η τοποθέτηση του **rip_accept** “στο κανένα” αποτελεσματικά θέτει εκτός λειτουργίας το RIP στη διεπαφή).

Η παράμετρος **rip_accept** μπορεί να χρησιμοποιηθεί στην υποδοχή διαδρομής φίλτρου σε μια διεπαφή. Ένας κατάλογος μέχρι και οχτώ διευθύνσεων δικτύου μπορεί να διευκρινιστεί. Εάν μια διεύθυνση δεν είναι μια εγγενής διεύθυνση δικτύου (non-CIDR), μετατρέπεται έτσι. Δεδομένου ότι οι ενημερώσεις δρομολόγησης αναλύονται, εάν μια διεύθυνση διαδρομής εμπίπτει σε μια από τις διευθύνσεις δικτύου, αυτό είναι μια αντιστοιχία. Ο κατάλογος μπορεί να είναι συμπεριλαμβανόμενος ή αποκλειστικός. Εάν ο κατάλογος είναι συμπεριλαμβανόμενος, μόνο οι διαδρομές των οποίων οι διευθύνσεις ταιριάζουν με (ή είναι υποδίκτυα ή οικοδεσπότες) με ένα απεριθμημένο δίκτυο, γίνονται αποδεκτές από την ενημέρωση. Εάν ο κατάλογος είναι αποκλειστικός, μόνο οι διαδρομές των οποίων οι διευθύνσεις δεν ταιριάζουν με (ή δεν είναι υποδίκτυα ή οικοδεσπότες) ένα απεριθμημένο δίκτυο, γίνονται αποδεκτά από την ενημέρωση. Εάν "όλα" διευκρινίζεται, κανένα φίλτράρισμα δεν γίνεται και όλες οι έγκυρες διαδρομές γίνονται αποδεκτές. Εάν "κανένα" διευκρινίζεται, οι ενημερώσεις δεν γίνονται αποδεκτές στην διεπαφή (επίσης η τοποθέτηση του **rip_advertise** "στο κανένα" αποτελεσματικά θέτει εκτός λειτουργίας το RIP στη διεπαφή).

7.2. Nortel Networks CVX1800

Η διαμόρφωση για τα CVX 1800 είναι ένα δέντρο δομής. Ο δρομολογητής IP και οι διεπαφές αντιπροσωπεύονται από τους κόμβους του δέντρου. Επιπλέον, οι εικονικοί δρομολογητές (vrouters) και η εικονική παρουσία σημείων έχει εντολές διαμόρφωσης RIP.

7.2.1. Εντολές δρομολογητών

Οι ακόλουθες εντολές έχουν επιπτώσεις στη λειτουργία RIP στον δρομολογητή. Αυτό επηρεάζει τη δρομολόγηση για λαμβανόμενα πακέτα στις διεπαφές κορμών (π.χ., Ethernet), και πακέτα που δεν ορίζονται σε έναν εικονικό δρομολογητή.

```
CVX>config
```

```
Entering Configuration Mode
```

```
config> configure system/ip_router/ip_rip
```

Σε αυτό το επίπεδο, οι ακόλουθες εντολές μπορούν να εκτελεσθούν:

```
system/ip_router/ip_rip>show
```

```
proto_v1_enabled false
```

```

proto_v2_enabled true
triggered_updates_enabled true
auth_type none
auth_key none

```

Η εντολή **proto_v1_enabled** επιτρέπει το RIP-1. Η εντολή **proto_v2_enabled** επιτρέπει το RIP_2 στο CVX. Και οι δύο εντολές μπορούν να τεθούν “σωστά” ή “λάθος”. Εάν και οι δύο εντολές τίθενται (“σωστό”, τότε τρέχει το CVX στον τρόπο συμβατότητας του RIP-1 (που όποιο δεν συστήνεται από το RFC).

Η εντολή **triggered_updates_enabled** επιτρέπει τη διαβίβαση των προκαλούμενων ενημερώσεων όταν εμφανίζεται μια αλλαγή στον πίνακα διαδρομών. Να θέτοντας εκτός λειτουργίας τις προκαλούμενες ενημερώσεις, σώζει το εύρος ζώνης του δικτύου με έναν υψηλό πίνακα –στον κύκλο εργασιών του χρήστη. Το μειονέκτημα είναι ότι η διαδρομή σε έναν νέο χρήστη δεν μπορεί να διαδίδεται στο δίκτυο για 30 δευτερόλεπτα. Γενικά, αυτή η παράμετρος πρέπει να τεθεί “σωστό”.

Η εντολή **auth_type** θέτει το μηχανισμό επικύρωσης του RIP-2 που χρησιμοποιείται. Μπορεί να τεθεί “md5”, “none”, ή “text”. Εάν το RIP-2 δεν επιτρέπεται, αυτή η εντολή αγνοείται.

Η εντολή **auth_key** θέτει τον κωδικό πρόσβασης της επικύρωσης του RIP-2 ή το κλειδί MD-5 βασικά, που εξαρτάται στο μηχανισμό επικύρωσης της χρήσης. Εάν το RIP-2 δεν επιτρέπεται ή ο τύπος επικύρωσης είναι “none”, αυτή η εντολή αγνοείται.

Αυτό το επίπεδο **ip_router**, ένας εμπιστευμένος οικοδεσπότης μπορεί να διαμορφωθεί. Αυτό είναι ο απλός οικοδεσπότης με τον οποίο οι πληροφορίες του RIP θα ανταλλάσσονται.

```

system/ip_router >configure ip_rip_trusted
system/ip_router/ip_rip_trusted>set trusted_host <ip-address>

```

7.2.2.Εικονικές εντολές δρομολογητή

Τα vrouters επιτρέπει ένα CVX να χωριστεί στις λογικά ανεξάρτητες οντότητες δρομολόγησης. Οι ακόλουθες εντολές επηρεάζουν τη λειτουργία RIP στα vrouters:

```

system/ip_router/ip_rip>show
Members currently configured at this level:
private_flag false

```

rip_cost 1

Η εντολή **private_flag** επιτρέπει την διανομή των ιδιωτικών διαδρομών με άλλους δρομολογητές. Εάν θέσει “λάθος”, οι ιδιωτικές διαδρομές κρατούνται ιδιωτικές (δηλαδή, δεν περιλαμβάνονται στις ενημερώσεις του RIP). Εάν θέσει “σωστό”, οι ιδιωτικές διαδρομές περιλαμβάνονται στις ενημερώσεις του RIP.

Η εντολή **rip_cost** διευκρινίζει το κόστος της χρήσης του vrouter. Η σειρά των έγκυρων αξιών από 1 μέχρι 16, είναι συμπεριλαμβανόμενο. Η προεπιλογή είναι 1, η οποία φτιάχνει το κόστος με μια απλή αρίθμηση hop. Εάν θέσει 16 (άπειρο RIP), το vrouter γίνεται ένας νεροχύτης πακέτων.

7.2.3. Εικονικές εντολές VPOP

Ένα VPOP είναι ένας άλλος χωριστός μηχανισμός του CVX. Επιτρέπει στη διαμόρφωση να ιδρύεται βασισμένο σε ένα επιλογή που προσδιορίζει το VPOP (π.χ., αποκαλούμενο αριθμό, ταυτότητα διεπαφών). Οι ακόλουθες εντολές VPOP επηρεάζουν τη λειτουργία του RIP:

```
session/vpop #/local_user_group #/ip_local_session>show
Members currently configured at this level:
rip_accept false
```

Η εντολή **rip_accept** επιτρέπει/θέτει εκτός λειτουργίας το RIP για την τοπική ομάδα χρήστη μέσα στο VPOP. Η προεπιλογή είναι “λάθος”.

7.2.4. Εντολές διεπαφής

Μια CVX διεπαφή μπορεί να είναι οποιοδήποτε από τα ακόλουθα:

- shelf #/slot #/SCC/BIC/Ethernet #/ip_interface/ip_circuit
- shelf #/slot #/SCC/BIC/loopback #/ip_interface/ip_circuit
- shelf #/slot #/SCC/BIC/HSSI #/FrInterface #/FrLogicalIF #/
ip_interface/ip_circuit

Οι ακόλουθες εντολές διαμορφώνουν το RIP για ένα συγκεκριμένο ip_circuit (όπως διευκρινίζεται ανωτέρω):

```

... ip_circuit>show
Members currently configured at this level:
rip_v1_enabled false
rip_v2_enabled false
rip_send_enabled false
rip_rcv_enabled false
rip_poison_reverse_enabled false
rip_inflation_metric 0
rip_cost 1

```

Η εντολή **rip_v1_enabled** επιτρέπει το RIP-1 στη διεπαφή. Η εντολή **rip_v2_enabled** επιτρέπει το RIP-2 στη διεπαφή. Και οι δύο εντολές μπορούν να τεθούν “σωστό” ή “λάθος”. Εάν και οι δύο εντολές τίθεται “σωστό”, έπειτα η διεπαφή τρέχει στον τρόπο συμβατότητας του RIP-1 (το οποίο συστήνεται όχι περισσότερο από το RFC).

Η εντολή **rip_send_enabled** διευκρινίζει εάν θα σταλούν οι ενημερώσεις του RIP (συμπεριλαμβανομένων των απαντήσεων στις ερωτήσεις) στη διεπαφή.

Η εντολή **rip_rcv_enabled** διευκρινίζει εάν θα γίνουν αποδεκτές οι ενημερώσεις του RIP και οι ερωτήσεις στη διεπαφή.

Η εντολή **rip_poison_reverse_enabled** διευκρινίζει εάν θα σταλούν οι διαδρομές της αντιστροφής του δηλητηρίου στη διεπαφή. Εάν τεθεί εκτός λειτουργίας, ο διασπαρμένος χωρίς την αντιστροφή δηλητηρίου γίνεται στη διεπαφή.

Η εντολή **rip_inflation_metric** διευκρινίζει πόσο θα προστεθεί στο κόστος μιας διαδρομής όταν διαφημίζεται στη διεπαφή. Αυτή η εντολή μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να προκαταλάβει την προτίμηση των διαδρομών στον ίδιο προορισμό.

Η εντολή **rip_cost** διευκρινίζει το κόστος (πριν την διόγκωση) της διαδρομής για αυτήν την διεπαφή.

7.3. Cisco 3640

Η διαμόρφωση Cisco ρυθμίζεται μέσω μιας εντολής διαλογικού συστήματος. Σημειώστε ότι οι προνομιούχες εντολές πρέπει να επιτραπούν για να διαμορφώσουν το δρομολογητή.

```
cisco>enable
```

Password:<password>

cisco# **configure**

Configuring from terminal, memory, or network [terminal]?

Terminal

Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.

cisco(config)#**router rip**

cisco(config-router)#

Σε αυτό το σημείο, είναι δυνατό να αλλάξει η διαμόρφωση RIP στο σύστημα. Οι ακόλουθες εντολές αλλάζουν τη λειτουργική διαμόρφωση του δρομολογητή.

Η εντολή **auto_summary** επιτρέπει την αυτόματη περίληψη των αριθμών δικτύου. Όταν επιτρέπεται, οι πολλαπλάσιες διαδρομές υποδικτύου για το ίδιο δίκτυο, για παράδειγμα, θα αθροιστούν και μόνο η διαδρομή δικτύου θα διαφημιστεί. Αυτό οδηγεί σε μειωμένη χρησιμοποίηση του εύρους ζώνης, που συμπίπτει με μια μείωση στην διανομή των πληροφοριών που ψηφίζονται. Θέτοντας εκτός λειτουργίας την περίληψη, χρησιμοποιεί την εντολή **no_auto_summary**.

Η εντολή **default_information originate** διαμορφώνει το δρομολογητή να δημιουργηθεί μια διαδρομή προεπιλογής. Αυτή η διαδρομή ίσως να τεθεί σε έναν δρομολογητή συνόρου μέσω του οποίου η κυκλοφορία στον εξωτερικό κόσμο πρέπει να περάσει. Το μετρικό που συνδέεται με την παραγμένη διαδρομή προεπιλογής διαμορφώνεται με την εντολή **default_information_metric**. Θέτοντας εκτός λειτουργίας την αρχική σύνταξη μιας διαδρομής προεπιλογής, χρησιμοποιεί την εντολή **no_default_information**.

Η εντολή **distribute_list** επιτρέπει τις πληροφορίες δρομολόγησης να φιλτράρονται βασισμένες στο δρομολογητή από τον οποίο προέρχεται (**distribute_list gateway**), ή στο πρόθεμα της διαδρομής (**distribute_list prefix**).

Η εντολή **flash_update_threshold** θέτει το χρόνο διάστημα μεταξύ μιας αλλαγής στον πίνακα δρομολόγησης και την παραγωγή μιας ενημερωμένης λάμψης (προκαλούμενης). Μπορεί να τεθεί από 0 έως 30 δευτερόλεπτα, συμπεριλαμβανόμενων. Μια χαμηλότερη αξία μειώνει το χρόνο σύγκλισης, αλλά μπορεί να παραγάγει περισσότερη κυκλοφορία δρομολόγησης. Μια υψηλότερη αξία, μπορεί να αφήσει τη διαδρομή σε μια νέα διεπαφή διαφημιστή, και επομένως απρόσιτη, μέχρι την επόμενη περιοδική ενημέρωση.

Η εντολή **offset_list** επιτρέπει στο μετρικό μιας διαδρομής για να αυξηθεί ή να μειωθεί από ένα διευκρινισμένο ποσό. Αυτή η εντολή μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να θέσει μια προτίμηση για τις διαδρομές στον ίδιο προορισμό.

Η εντολή **output_delay** θέτει το χρονικό διάστημα μεταξύ επιτυχημένων μηνυμάτων RIP που ανήκουν στην ίδια περιοδική ενημέρωση. Μπορεί να τεθεί από “8 χιλιοστά” του δευτερολέπτου. Η αύξηση της καθυστέρησης είναι χρήσιμη όταν πρέπει ένας μεγάλος πίνακας δρομολόγησης (δηλαδή, ένας μεγάλος αριθμός ενημερώσεων που περιέχει μόνο 25 διαδρομές) να σταλεί πέρα από έναν WAN. Μια μακροχρόνια καθυστέρηση μειώνει την κατανάλωση της έκρηξης του, η οποία επιτρέπει σε άλλη κυκλοφορία να περάσει στο καλώδιο.

Η εντολή **passive_interface** επιτρέπει σε μια διεπαφή να χαρακτηριστεί όπως “λαμβάνει μόνο”. Δηλαδή, οι ενημερώσεις του RIP γίνονται αποδεκτές, αλλά καμία δεν στέλνεται. Αυτή η εντολή είναι χρήσιμη όταν έχει μια μακρινή περιοχή έχει αρκετά δίκτυα που θέλει να διαφημίσει στην κεντρική περιοχή, αλλά δεν πρέπει να ξέρει τον κατάλογο δικτύων στην κεντρική περιοχή (μπορεί να χρησιμοποιήσει μια διαδρομή προεπιλογής).

Η εντολή **redistribute** επιτρέπει στις διαδρομές από άλλα πρωτόκολλα δρομολόγησης για “να διαρρέουν” στην περιοχή δρομολόγησης RIP.

Η εντολή **timers basic** θέτει το διάστημα μεταξύ της δρομολόγησης των ενημερώσεων. Αυτό πρέπει να αλλάξει με μεγάλη φροντίδα επειδή οι πολλαπλάσιοι δρομολογητές με τα διαφορετικά διαστήματα μπορούν να προκαλέσουν τις πλαστές προκαλούμενες ενημερώσεις, τους βρόχους δρομολόγησης, και τις μαύρες τρύπες.

Η εντολή **validate_update_source** επιτρέπει τον έλεγχο λογικότητας της πηγής των ενημερωμένων δρομολόγησης (π.χ., είναι η πηγή συνημμένη άμεσα;). Θέτοντας εκτός λειτουργίας την επικύρωση πηγής, χρησιμοποιεί την εντολή `no_validate_update_source`.

Η εντολή **version** θέτει στην έκδοση RIP “1” ή “2”. Δεν υπάρχει υποστήριξη για τον τρόπο συμβατότητας του RIP-1 (που είναι εξ ίσου καλός).

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Douglas E. Comer, Δίκτυα και διαδίκτυα υπολογιστών και εφαρμογές τους στο Internet, Τρίτη Αμερικανική Έκδοση, Εκδόσεις ΚΛΕΙΔΑΡΙΘΜΟΣ, Αθήνα 2002.

Άρης Αλεξόπουλος –Γιώργος Λαγογιάννης: Τηλεπικοινωνίες και δίκτυα υπολογιστών, Έκτη έκδοση, Εκδόσεις Παπασωτηρίου, Αθήνα 2003.

RIP An Intra-Domain Routing Protocol, Εκδόσεις Παπασωτηρίου,

Links

1.www.altavist.com 01/04/05

2.www.cisco.com/univercd/cc/td/doc/cisintwk/ito_doc/rip.htm. 01/04/05