

Εργαστηριακή Άσκηση 5

Εισαγωγή στο Quagga

Το Quagga είναι ένα εξειδικευμένο λογισμικό δρομολόγησης ανοικτού κώδικα, για λειτουργικά συστήματα τύπου UNIX. Περιλαμβάνει υλοποιήσεις διαφόρων δυναμικών πρωτοκόλλων (OSPF, RIP, BGP, IS-IS) καθώς και πολλές δυνατότητες στατικής και δυναμικής δρομολόγησης, με περιβάλλον εντολών παρόμοιο με αυτό των δρομολογητών της εταιρίας Cisco. Το Quagga είναι εξέλιξη του παλιότερου Zebra το οποίο έχει σταματήσει να εξελίσσεται από το 2005. Η αρχιτεκτονική του Quagga περιλαμβάνει τον πυρήνα (zebra daemon), όπου μεταφέρει τις εντολές από και προς το λειτουργικό σύστημα και τα διάφορα προγράμματα-πελάτες που υλοποιούν τα πρωτόκολλα δρομολόγησης:

- OSPFd, Open Shortest Path First v2
- OSPF6d, Open Shortest Path First v3 για IPv6
- RIPd, Router Information Protocol v1 και v2
- RIPNGd, Router Information Protocol New Generation για IPv6
- BGPd, Border Gateway Protocol v4 (IPv4 και IPv6)
- ISISd, Intermediate System to Intermediate System
- BABELd, Babel Routing Protocol

Με τη δυναμική δρομολόγηση θα ασχοληθούμε στις επόμενες εργαστηριακές ασκήσεις. Σ' αυτή θα επικεντρωθούμε στην αρχική παραμετροποίηση και σύνταξη εντολών σε περιβάλλον Quagga.

BSD Router Project

Το BSD Router Project (BSDRP) είναι μια διανομή του FreeBSD για ενσωματωμένες (embedded) συσκευές δικτύου, οι οποίες τυπικά εκτελούν καθήκοντα δρομολογητή. Η διανομή αυτή αποτελείται από το Quagga μαζί με μια ελαχιστοποιημένη έκδοση του FreeBSD δοκιμασμένη και ρυθμισμένη για δρομολόγηση υψηλών επιδόσεων. Μια έτοιμη εγκατάσταση του BSDRP για VirtualBox βρίσκεται στο αρχείο C:\VMs\router.ovn, ενώ είναι διαθέσιμη και με ανώνυμο FTP στο <ftp://edu-dy.cn.ntua.gr/> για όσους βρίσκονται εκτός εργαστηρίου. Εάν χρησιμοποιήσετε για τη συνέχεια το BSDRP, θα πρέπει να διαγράψετε από το αρχείο rc.conf τις γραμμές ifconfig em0 και quagga_flags και επανεκκινήσετε (με reboot) το μηχάνημα.

Εναλλακτικά, εάν δεν επιθυμείτε να χρησιμοποιήσετε το BSDRP, μπορείτε να εγκαταστήσετε το Quagga στο εικονικό μηχάνημα του FreeBSD που χρησιμοποιούσατε έως τώρα στο εργαστήριο, ως εξής:

1. Στις ρυθμίσεις δικτύου του εικονικού μηχανήματος ορίστε την πρώτη διεπαφή σε κάποιον τρόπο δικτύωσης με σύνδεση στο Internet (δηλαδή, bridged ή NAT). Εάν βρίσκεστε εντός του Εργαστηρίου Προσωπικών Υπολογιστών, επιλέξτε αποκλειστικά NAT, αφού με bridged θα ζητηθεί μια νέα διεύθυνση IP από τον εξυπηρετητή DHCP, που ίσως δεν είναι διαθέσιμη. Στη συνέχεια εκτελέστε τις παρακάτω εντολές ως διαχειριστής (root).
2. “dhclient em0” για να ενεργοποιήσετε τον πελάτη DHCP στην κάρτα δικτύου em0.
3. “setenv PACKAGESITE <http://ftp.ntua.gr/pub/FreeBSD/ports/i386/packages-stable/Latest/>” για να ενημερώσετε το κέλυφος ότι επιθυμείτε να χρησιμοποιήσετε τον εξυπηρετητή <ftp.ntua.gr> για την εγκατάσταση πακέτων στο FreeBSD.

4. “`pkg_add -r quagga`” για την από απόσταση εγκατάσταση του πακέτου quagga (-r σημαίνει remotely, δηλαδή, όχι από κάποιο τοπικό μέσο πχ. CD).
5. “`touch /usr/local/etc/quagga/zebra.conf`” ώστε να δημιουργήσετε κενό αρχείο παραμετροποίησης για το quagga.
6. “`chown quagga:quagga /usr/local/etc/quagga/zebra.conf`” για να ρυθμίσετε σωστά τον ιδιοκτήτη του αρχείου.
7. Διορθώστε το αρχείο παραμετροποίησης `/etc/rc.conf` αφαιρώντας εντολές της μορφής “`ifconfig_emN=x.x.x.x/xx`” ή DHCP, καθώς και την `gateway_enable=“YES”`, αφού μπορείτε πλέον να κάνετε αυτές τις ρυθμίσεις απευθείας από το Quagga, και προσθέστε `quagga_enable=“YES”`.
8. Κάντε επανεκκίνηση του FreeBSD ή ξεκινήστε την υπηρεσία με “`service quagga start`”.

Σύνταξη εντολών στο Quagga

Το quagga χρησιμοποιεί περιβάλλον γραμμής εντολών (CLI – Command Line Interface) μέσω του περιβάλλοντος `ntysh` για την παραμετροποίηση του δρομολογητή. Το περιβάλλον διαχείρισης του δρομολογητή έχει 3 διακριτά επίπεδα με διαφορετικές δυνατότητες ως προς τον χρήστη. Στο πρώτο επίπεδο (User EXEC mode), ο χρήστης μπορεί να εκτελέσει ένα υποσύνολο των διαθέσιμων εντολών της συσκευής και κυρίως εντολές εμφάνισης στατιστικών και πληροφορίες σχετικά με την έκδοση του λογισμικού. Στο δεύτερο επίπεδο (Privileged EXEC mode), ο χρήστης έχει πλήρη δικαιώματα στη συσκευή και μπορεί να εκτελέσει το σύνολο των εντολών. Στο τελευταίο επίπεδο (Configuration mode), ο χρήστης μπορεί να μεταβάλλει την παραμετροποίηση του δρομολογητή. Οι μεταβολές μπορούν να γίνουν στα γενικά στοιχεία του δρομολογητή (Global configuration mode), στον τρόπο υλοποίησης των αλγορίθμων δρομολόγησης (router configuration mode) και στις διεπαφές δικτύου της συσκευής (interface configuration mode).

Στο παρακάτω σχήμα απεικονίζονται τα επίπεδα λειτουργίας και οι τρόποι μετάβασης μεταξύ αυτών. Το σχήμα είναι φτιαγμένο για δρομολογητές Cisco, αλλά ισχύει και για το quagga, με εξαίρεση την απουσία σειριακής θύρας (console port). Αντί αυτής στο quagga με την εντολή “`ntysh`” αποκτάτε πρόσβαση ως χρήστης `root` απευθείας στο επίπεδο “Privileged EXEC”. Επίσης η είσοδος με `telnet` πρέπει να γίνει από την `port 2601/tcp` στην διεύθυνση του βρόχου επιστροφής (127.0.0.1) είτε στη διεπαφή διαχείρισης¹ είτε σε κάποια άλλη διεπαφή εάν έχει οριστεί διεύθυνση IP. Κανείς μπορεί εύκολα να καταλάβει σε ποιο επίπεδο βρίσκεται από την προτροπή (prompt) που εμφανίζεται στην γραμμή εντολών.

routername>

Βρίσκεστε στο επίπεδο **User EXEC** του δρομολογητή `routername` και οι διαθέσιμες εντολές είναι:

- **?** Εμφανίζει τις δυνατές επιλογές που έχει ο χρήστης στο σημείο που πληκτρολογεί τον χαρακτήρα αυτό, ακόμα και κατά την σύνταξη της εντολής, και βοήθεια για τις εντολές.
- **who** εμφανίζει τη λίστα με τους απομακρυσμένους χρήστες.
- **list** εμφανίζει όλους τους δυνατούς τρόπους σύνταξης των διαθέσιμων εντολών.
- **show version** εμφανίζει την έκδοση του λογισμικού Quagga που έχει εγκατασταθεί.
- **show interface** εμφανίζει πληροφορίες και στατιστικά για τις δικτυακές διεπαφές που έχουν οριστεί.

¹ Δείτε πιο κάτω άσκηση 6.

- **configure terminal** είσοδος σε Global Configuration Mode.

routername(config)#

Βρίσκεστε στο επίπεδο **Global Configuration Mode** του δρομολογητή routername και οι διαθέσιμες εντολές είναι:

- **password** *pass* ενεργοποιεί συνθηματικό πρόσβασης για την πιστοποίηση απομακρυσμένων συνδέσεων.
- **enable password** *pass* ενεργοποιεί συνθηματικό πρόσβασης για την πιστοποίηση χρηστών που προσπαθούν να εισέλθουν στη λειτουργία Privileged EXEC.
- **service password-encryption** ενεργοποιεί την κρυπτογράφηση των κωδικών και αποτρέπει την εμφάνισή τους ως απλό κείμενο στο αρχείο παραμετροποίησης.
- **banner motd** αλλάζει το μήνυμα εισόδου (motd - message of the day) που βλέπει ο χρήστης που συνδέεται με telnet.
- **ip forwarding** ενεργοποιεί την προώθηση πακέτων.
- **ip route** *network gateway distance* δημιουργία εγγραφής στατικής δρομολόγησης.
- **no** *command* αφαιρεί από την τρέχουσα παραμετροποίηση την εντολή “*command*”. Ισχύει σε όλα τα configuration modes.
- **interface** *ifname* είσοδος σε Interface Configuration Mode με όνομα ifname.
- **router** *protocol* είσοδος σε Router Configuration Mode για το πρωτόκολλο δρομολόγησης *protocol*.

routername(config-if)#

Βρίσκεστε στο επίπεδο **Interface Configuration Mode** του δρομολογητή routername και οι διαθέσιμες εντολές είναι:

- **ip address** *address/prefix* ανάθεση στατικής διεύθυνσης στη διεπαφή
- **description** καταχώρηση κειμένου περιγραφής στη διεπαφή
- **shutdown** απενεργοποίηση της διεπαφής
- **link-detect** ενεργοποίηση της επιλογής παρακολούθησης κατάστασης της διεπαφής

routername(config-router)#

Βρίσκεστε στο επίπεδο **Router Configuration Mode** του δρομολογητή routername. Τα πρωτόκολλα δρομολόγησης στο Quagga είναι αρχικά απενεργοποιημένα. Θα δείτε πιο αναλυτικά στο επόμενο εργαστήριο τις σχετικές εντολές.

Περισσότερες πληροφορίες για το quagga θα βρείτε στην ιστοθέση <http://www.nongnu.org/quagga/> και στο εγχειρίδιο <http://www.nongnu.org/quagga/docs/quagga.pdf>.

Άσκηση 1: Γνωριμία με το περιβάλλον του Quagga

Ξεκινήστε στο VirtualBox ένα εικονικό σύστημα BSDRP² ή ένα FreeBSD με εγκατεστημένο το quagga.

Απαντήστε τις παρακάτω ερωτήσεις καταγράφοντας παράλληλα, όπου απαιτείται, την ακριβή σύνταξη των εντολών που χρησιμοποιήσατε.

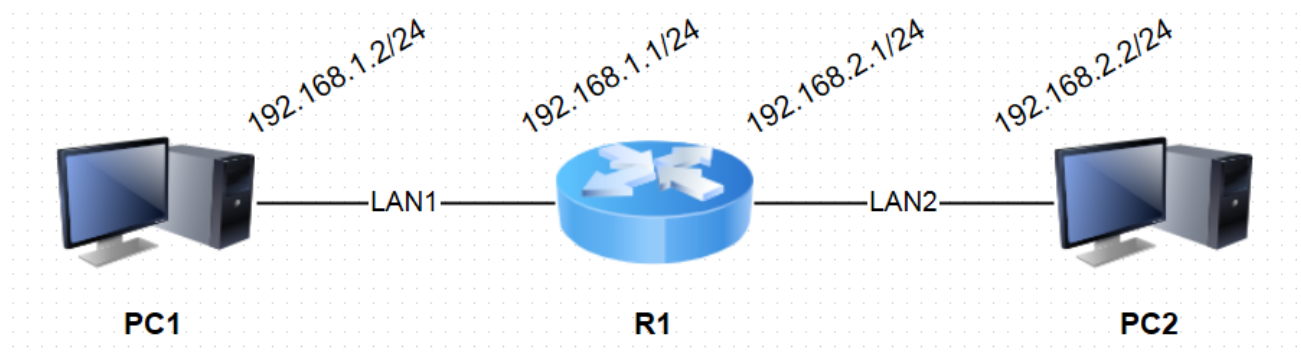
- 1.1 Από τη γραμμή εντολών του εικονικού μηχανήματος δοκιμάστε να συνδεθείτε με telnet στην πόρτα 2601/tcp του localhost, όπου απαντά η υπηρεσία του quagga προσφέροντας πρόσβαση στο περιβάλλον διαχείρισης. Τι μήνυμα λάθους βλέπετε;
- 1.2 Ποια είναι η εντολή που θα σας δώσει απευθείας πρόσβαση διαχειριστή στο περιβάλλον του quagga;
- 1.3 Πατώντας το πλήκτρο “?” πόσες διαθέσιμες προς εκτέλεση εντολές βλέπετε;
- 1.4 Δοκιμάστε να πληκτρολογήσετε μια από τις διαθέσιμες εντολές, π.χ. traceroute, γράφοντας μόνο τα 2 πρώτα γράμματα και πατώντας το tab. Τι παρατηρείτε;
- 1.5 Δοκιμάστε τη εντολή “sh ver”. Ποια είναι η αντίστοιχη ολοκληρωμένη σύνταξη της εντολής;
- 1.6 Με ποια εντολή μπορείτε να δείτε την τρέχουσα παραμετροποίηση του quagga;
- 1.7 Με ποια εντολή μπορείτε να εισέλθετε σε “Global Configuration Mode”;
- 1.8 Ορίστε συνθηματικό πρόσβασης “ntua” για πιστοποίηση χρηστών κατά την απομακρυσμένη είσοδο.
- 1.9 Πόσες φορές πρέπει να δώσετε την εντολή “exit” για να βρεθείτε πάλι στο κέλυφος του UNIX;
- 1.10 Δοκιμάστε πάλι το telnet στην πόρτα 2601/tcp του localhost. Τι εμφανίζεται;
- 1.11 Έχοντας εισέλθει στο περιβάλλον διαχείρισης μέσω telnet, βρίσκεστε σε επίπεδο λειτουργίας User EXEC ή Privileged EXEC;
- 1.12 Πατώντας το πλήκτρο “?” πόσες διαθέσιμες προς εκτέλεση εντολές βλέπετε;
- 1.13 Συγκρίνετε τον αριθμό της προηγούμενης απάντησης με αυτόν της απάντησης στην ερώτηση 1.3.
- 1.14 Με ποια εντολή μπορείτε να δείτε πληροφορίες για όλες τις διεπαφές δικτύου;
- 1.15 Εμφανίστε τον πίνακα δρομολόγησης του συστήματος.
- 1.16 Μπορείτε να δείτε την τρέχουσα παραμετροποίηση του quagga όπως στην ερώτηση 1.6; Αιτιολογήστε.
- 1.17 Με ποια εντολή θα εισέλθετε στο επίπεδο λειτουργίας Privileged EXEC;
- 1.18 Μπορείτε τώρα να δείτε την τρέχουσα παραμετροποίηση του quagga; Εμφανίζεται κάπου το συνθηματικό πρόσβασης που ορίσατε στην ερώτηση 1.8;
- 1.19 Εμφανίστε όλους τους δυνατούς τρόπους σύνταξης των διαθέσιμων εντολών.
- 1.20 Ορίστε συνθηματικό “ntua” για είσοδο στο επίπεδο λειτουργίας Privileged EXEC ώστε να μην είναι δυνατό να παραμετροποιηθεί το quagga χωρίς το συνθηματικό αυτό.
- 1.21 Με ποια εντολή μπορείτε να κρυπτογραφήσετε τους κωδικούς που εμφανίζονται στην τρέχουσα παραμετροποίηση ώστε, εάν αποθηκεύσετε στο αρχείο εκκίνησης τις αλλαγές που κάνατε, να μην μπορεί κάποιος να τους διαβάσει;

² Στο BSDRP, ο λογαριασμός του διαχειριστή (root) δεν έχει κωδικό πρόσβασης.

1.22 Υποθέστε ότι θέλετε να συνδεθείτε απομακρυσμένα μέσω του δημοσίου Internet σε ένα δρομολογητή που τρέχει το quagga. Θα προτιμούσατε από πλευράς ασφάλειας να συνδεθείτε άμεσα με telnet στο περιβάλλον διαχείρισης ή έμμεσα μέσω ssh στο λειτουργικό σύστημα, αποκτώντας δικαιώματα διαχειριστή και έπειτα εκτελώντας την εντολή vtysh; Αιτιολογήστε την απάντησή σας.

Άσκηση 2: Δρομολόγηση σε ένα βήμα

Κατασκευάστε στο VirtualBox την πρώτη τοπολογία της εργαστηριακής άσκησης 4, χρησιμοποιώντας για τον δρομολογητή, αντί για το απλό FreeBSD, το BSDRP ή FreeBSD με εγκατεστημένο quagga.

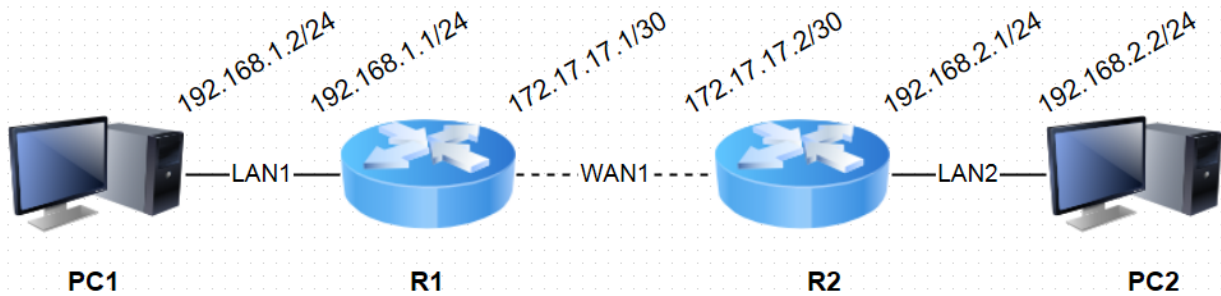


Απαντήστε τις παρακάτω ερωτήσεις καταγράφοντας παράλληλα, όπου απαιτείται, την ακριβή σύνταξη των εντολών που χρησιμοποιήσατε.

- 2.1 Μέσω του quagga, ορίστε τη διεύθυνση IP στη διεπαφή em0 του R1.
- 2.2 Μέσω του quagga, ορίστε τη διεύθυνση IP στη διεπαφή em1 του R1.
- 2.3 Επιβεβαιώστε ότι ο ορισμός των διευθύνσεων IP έγινε σωστά, εμφανίζοντας από το quagga πληροφορίες για τις δικτυακές διεπαφές του συστήματος.
- 2.4 Με ποια εντολή quagga μπορείτε να διαπιστώσετε αν η προώθηση πακέτων στον R1 είναι ενεργοποιημένη και σε περίπτωση που δεν είναι ενεργοποιείτε την;
- 2.5 Προσθέστε στον πίνακα δρομολόγησης του PC1 στατική εγγραφή για το LAN2.
- 2.6 Προσθέστε στον πίνακα δρομολόγησης του PC2 στατική εγγραφή για το LAN1.
- 2.7 Δοκιμάστε την εντολή ping από το PC1 στο PC2. Επικοινωνούν οι δυο υπολογιστές;
- 2.8 Μέσω του quagga, ορίστε τη διεύθυνση IP της διεπαφής em0 του R1 σε 192.168.1.200/24 και στη συνέχεια εμφανίστε πληροφορίες μόνο για τη συγκεκριμένη διεπαφή. Τι παρατηρείτε;
- 2.9 Εμφανίστε πληροφορίες για τη συγκεκριμένη διεπαφή και από τη γραμμή εντολών του εικονικού μηχανήματος. Συμφωνούν οι πληροφορίες που εμφανίζονται;
- 2.10 Αφαιρέστε τη διεύθυνση IP που ορίσατε στη διεπαφή em0 του R1 στο ερώτημα 2.8.

Άσκηση 3: Δρομολόγηση σε περισσότερα βήματα

Κατασκευάστε στο VirtualBox τη δεύτερη τοπολογία της εργαστηριακής άσκησης 4. Για τον δεύτερο δρομολογητή μπορείτε για διευκόλυνση να κλωνοποιήσετε το εικονικό μηχάνημα R1 από το VirtualBox αφού προηγουμένως το κλείσετε. Επιλέξτε Full clone στο μενού που εμφανισθεί και μην παραλείψετε το reinitialize MAC address.

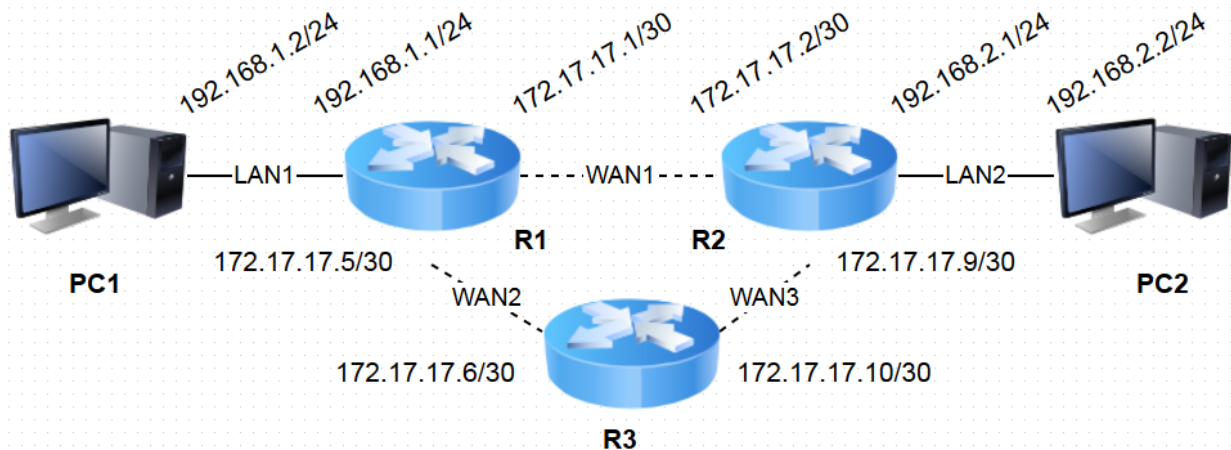


Απαντήστε τις παρακάτω ερωτήσεις καταγράφοντας παράλληλα, όπου απαιτείται, την ακριβή σύνταξη των εντολών που χρησιμοποιήσατε.

- 3.1 Από το quagga, ορίστε τις διευθύνσεις IP των διεπαφών em0 και em1 του δρομολογητή R1, όπως εμφανίζονται στο σχήμα.
- 3.2 Από το quagga, ορίστε τις διευθύνσεις IP των διεπαφών em0 και em1 του δρομολογητή R2, όπως εμφανίζονται στο σχήμα
- 3.3 Από το quagga, προσθέστε στον R1 την κατάλληλη στατική εγγραφή για να μπορέσει να επικοινωνήσει το PC1 με το PC2.
- 3.4 Από το quagga, προσθέστε στον R2 την κατάλληλη στατική εγγραφή για να μπορέσει να επικοινωνήσει το PC2 με το PC1.
- 3.5 Συνδεθείτε από το PC1 στην υπηρεσία quagga του R1.
- 3.6 Βλέπετε κάποιο μήνυμα λάθους στην παραπάνω σύνδεση;
- 3.7 Εάν ναι, τι πρέπει να ορίσετε στον R1 για να μπορεί να γίνει δυνατή η παραπάνω σύνδεση;
- 3.8 Μέσω της σύνδεσης που έχετε επιτύχει (από το PC1 στον R1), μπορείτε να συνδεθείτε στην υπηρεσία quagga του R2, ώστε τελικά να εκτελείτε εντολές από το PC1 στον R2; Εάν όχι, γιατί; [Υποδ. Εμφανίστε τη λίστα με τις διαθέσιμες εντολές].
- 3.9 Αν θέλατε να συνδεθείτε από το PC1 στην υπηρεσία quagga του R2, σε ποια IP θα κάνατε telnet και γιατί;
- 3.10 Συνδεθείτε από το PC2 στην υπηρεσία quagga του R2. Με ποια εντολή μπορείτε να δείτε πόσοι χρήστες είναι συνδεδεμένοι; Εμφανίζεται και ο χρήστης που έχει εισέλθει τοπικά μέσω της εντολής “vtysh” στο περιβάλλον διαχείρισης;
- 3.11 Από την απομακρυσμένη σύνδεση προς τον R2, μπορείτε να εκτελέσετε traceroute προς το PC1; Από την τοπική σύνδεση μπορείτε; Τι συμπεραίνετε για την πρόσβαση μέσω telnet σε σχέση με την πρόσβαση μέσω vtysh; [Υποδ. Δείτε εγχειρίδιο quagga για τη χρήση του vtysh και θύρας 2601/tcp].

Άσκηση 4: Εναλλακτικές διαδρομές

Κατασκευάστε στο VirtualBox την τρίτη τοπολογία της εργαστηριακής άσκησης 4. Απαντήστε τις παρακάτω ερωτήσεις καταγράφοντας παράλληλα, όπου απαιτείται, την ακριβή σύνταξη των εντολών που χρησιμοποιήσατε.



- 4.1 Μέσω του quagga, ορίστε τις διευθύνσεις IP στις διεπαφές του R1, όπως στο σχήμα.
- 4.2 Προσθέστε μέσω του quagga στον πίνακα δρομολόγησης του R1 τη στατική εγγραφή που απαιτείται, ώστε η κίνηση από το LAN1 προς το LAN2 να δρομολογείται μέσω του WAN1 και εμφανίστε τον πίνακα δρομολόγησης.
- 4.3 Μέσω του quagga, ορίστε τις διευθύνσεις IP στις διεπαφές του R2, όπως στο σχήμα.
- 4.4 Προσθέστε μέσω του quagga στον πίνακα δρομολόγησης του R2 τη στατική εγγραφή που απαιτείται, ώστε η κίνηση από το LAN2 προς το LAN1 να δρομολογείται μέσω του WAN1.
- 4.5 Μέσω του quagga, ορίστε τις διευθύνσεις IP στις διεπαφές του R3, όπως στο σχήμα.
- 4.6 Προσθέστε μέσω του quagga στον πίνακα δρομολόγησης του R3 τις κατάλληλες στατικές εγγραφές, ώστε να μπορεί αυτός να επικοινωνήσει (μέσω των συντομότερων διαδρομών) με τα LAN1 και LAN2.
- 4.7 Από το quagga, ελέγξτε αν είναι ενεργοποιημένη η προώθηση πακέτων IP στον R3. Αν όχι, ενεργοποιήστε την.
- 4.8 Από το PC1 εκτελέστε traceroute προς το PC2. Ποια διαδρομή ακολουθούν τα πακέτα;
- 4.9 Από τον R3 εκτελέστε traceroute μέσω του quagga προς το PC1. Γιατί δεν ολοκληρώνεται το traceroute;

Άσκηση 5: Σφάλμα καλωδίου και αυτόματη αλλαγή στη δρομολόγηση

Στο προηγούμενο εργαστήριο εξομοιώσαμε βλάβη στο καλώδιο και είδαμε ότι για να συνεχίσει η λειτουργία του δικτύου θα πρέπει να γίνουν αρκετές χειροκίνητες αλλαγές. Με τη χρήση του quagga μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε την τεχνική του “Floating Static Route” για να γίνει κάτι

τέτοιο αυτόματα, όπως φαίνεται και στο παρακάτω παράδειγμα:
http://www.cisco.com/en/US/tech/tk365/technologies_tech_note09186a00800ef7b2.shtml

Για να λειτουργήσει το παραπάνω θα πρέπει να τοποθετήσουμε δευτερεύουσα εγγραφή στους πίνακες δρομολόγησης με χαμηλότερη βαρύτητα, η οποία θα χρησιμοποιηθεί μόνο σε περίπτωση πτώσης της πρωτεύουσας διαδρομής. Σε ένα πραγματικό δίκτυο η πτώση της φυσικής διασύνδεσης WAN1 θα σήμαινε αποσύνδεση και στις δυο άκρες του καλωδίου. Για να εξομοιώσουμε αυτό σωστά στο VirtualBox θα πρέπει να αποσυνδέσουμε τα δυο άκρα του καλωδίου και στους δυο δρομολογητές. Επιπλέον για να μπορέσει το Quagga να αντιληφθεί το σφάλμα αυτό θα πρέπει να έχει ενεργοποιηθεί προηγουμένως η λειτουργία link-detect στις συγκεκριμένες διεπαφές.

Απαντήστε τις παρακάτω ερωτήσεις καταγράφοντας παράλληλα, όπου απαιτείται, την ακριβή σύνταξη των εντολών που χρησιμοποιήσατε.

- 5.1 Μέσω του quagga προσθέστε στον R1 την κατάλληλη δευτερεύουσα στατική εγγραφή για να δρομολογείται εναλλακτικά η κίνηση προς το LAN2 μέσω του R3. Ποια τιμή δώσατε στην παράμετρο *distance* της εντολής και γιατί;
- 5.2 Με ποια εντολή quagga θα προσθέσετε στον R2 την κατάλληλη δευτερεύουσα στατική εγγραφή για να δρομολογείται εναλλακτικά η κίνηση προς το LAN1 μέσω του R3;
- 5.3 Στον R1, ποια από τις διαθέσιμες διαδρομές προς το LAN2 είναι ενεργοποιημένη; Με ποιον τρόπο καταδεικνύεται αυτό στον πίνακα δρομολόγησης;
- 5.4 Στον R2, ποια από τις διαθέσιμες διαδρομές προς το LAN1 είναι ενεργοποιημένη;
- 5.5 Ενεργοποιήστε τη λειτουργία link-detect στις κατάλληλες διεπαφές του δικτύου, ώστε το quagga να μπορέσει να ανιχνεύσει πτώση της ζεύξης WAN1.
- 5.6 Αποσυνδέστε μέσω του VirtualBox το καλώδιο στις κατάλληλες διεπαφές του δικτύου, ώστε να χαθεί η ζεύξη WAN1.
- 5.7 Ποια διαδρομή προς το LAN2 είναι τώρα ενεργοποιημένη στον R1;
- 5.8 Ποια διαδρομή προς το LAN1 είναι τώρα ενεργοποιημένη στον R2;
- 5.9 Επιβεβαιώστε τα παραπάνω κάνοντας traceroute από το PC1 στο PC2. Έγινε σωστά η μετάβαση στην εναλλακτική διαδρομή μετά την απώλεια της ζεύξης WAN1;
- 5.10 Συνδεθείτε με SSH από το PC2 στο PC1. Επανασυνδέοντας τα καλώδια των δύο διεπαφών, χάνεται η σύνδεση SSH;
- 5.11 Ποια διαδρομή ακολουθείται τώρα για τη διασύνδεση LAN1-LAN2;

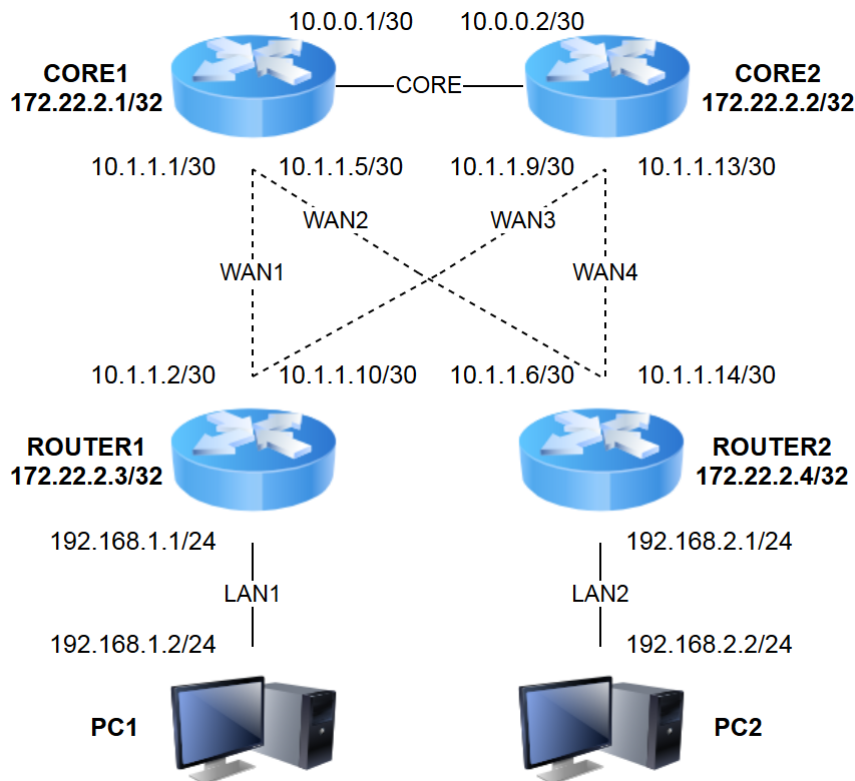
Άσκηση 6: Διευθύνσεις διαχείρισης (Loopback)

Στους δικτυακούς εξοπλισμούς συνηθίζεται να χρησιμοποιείται ο όρος βρόχος επιστροφής (loopback) για την εικονική διεπαφή που διαθέτει ο εξοπλισμός ώστε να είναι δυνατή η διαχείρισή του μέσω του δικτύου. Σε αντίθεση με τον κανονικό βρόχο επιστροφής, αυτή η διεπαφή δεν χρησιμοποιείται για την εσωτερική επικοινωνία όπως γίνεται στους υπολογιστές.

Σε αυτή την εικονική διεπαφή αντιστοιχίζουμε μια διεύθυνση IP η οποία δεν ανήκει σε κάποια από τις πραγματικές/φυσικές διεπαφές της συσκευής. Η διεύθυνση loopback χρησιμοποιείται από τα διάφορα λογισμικά διαχείρισης δικτύων, ώστε ακόμα και μετά από βλάβη κάποιας φυσικής διασύνδεσης της συσκευής, αρκεί ο δρομολογητής να παραμένει προσβάσιμος μέσω άλλης φυσικής

διεπαφής. Από αυτήν μπορεί να παράγονται και μηνύματα διαχείρισης, όπως συναγερμοί. Αυτό που την κάνει ξεχωριστή είναι το γεγονός ότι οι εφαρμογές που τη χρησιμοποιούν στέλνουν ή λαμβάνουν κίνηση χρησιμοποιώντας τη διεύθυνσή αυτής, αντί της φυσικής διεπαφής μέσω της οποίας διέρχεται η κίνηση.

Παρακάτω ακολουθεί μια τοπολογία που συναντάται συχνά σε οργανισμούς και εταιρίες. Τοπικοί δρομολογητές (π.χ. ο ROUTER1 στο σχήμα) εξυπηρετούν υπολογιστές που βρίσκονται σε διαφορετικά κτήρια ή διαφορετικούς ορόφους κτηρίων, με διπλές διαδρομές προς δύο δρομολογητές κορμού. Για παράδειγμα το υποδίκτυο 192.168.1.0/24 μπορεί να ανήκει στο κτήριο 1, το 192.168.2.0/24 στο κτήριο 2, κλπ. Οι δρομολογητές κορμού (π.χ. ο CORE1 στο σχήμα) συνηθίζεται να τοποθετούνται σε ζευγάρια ώστε σε περίπτωση βλάβης να μην υπάρχει κατάρρευση όλου του δικτύου. Οι διπλές διαδρομές σε περίπτωση σφάλματος καλωδίου εξασφαλίζουν ότι δεν θα υπάρξει απώλεια διασύνδεσης. Συνηθίζεται επίσης οι τοπικοί δρομολογητές να μην είναι διπλοί μιας και οι υπολογιστές έχουν κατά πλειοψηφία μια κάρτα δικτύου, οπότε μια δευτερεύουσα διαδρομή δεν θα είχε νόημα.



Υλοποιήστε στο VirtualBox τη συνδεσμολογία του παραπάνω σχήματος και απαντήστε τις παρακάτω ερωτήσεις καταγράφοντας παράλληλα, όπου απαιτείται, την ακριβή σύνταξη των εντολών quagga που χρησιμοποιήσατε. Στην επόμενη εργαστηριακή άσκηση θα δείτε πώς μπορείτε να ορίσετε πιο αποδοτικά τους πίνακες δρομολόγησης.

- 6.1 Ορίστε τις διευθύνσεις IP των διεπαφών του δρομολογητή CORE1.
- 6.2 Ορίστε τις διευθύνσεις IP των διεπαφών του δρομολογητή CORE2.
- 6.3 Ορίστε τις διευθύνσεις IP των διεπαφών του δρομολογητή ROUTER1.
- 6.4 Ορίστε τις διευθύνσεις IP των διεπαφών του δρομολογητή ROUTER2.
- 6.5 Ορίστε τη σωστή προεπιλεγμένη πύλη στο PC1.
- 6.6 Ορίστε τη σωστή προεπιλεγμένη πύλη στο PC2.

- 6.7 Ποια δυσκολία θα αντιμετωπίζατε κατά τη διερεύνηση (debugging) προβλημάτων δρομολόγησης από τα PC, εάν στα PC είχατε μόνο στατική εγγραφή για το δίκτυο των άλλων PC, σε σχέση με τον ορισμό προεπιλεγμένης διαδρομής;
- 6.8 Ορίστε τη διεύθυνση διαχείρισης lo0 (loopback) των CORE1, CORE2, ROUTER1 και ROUTER2.
- 6.9 Προσθέστε στον CORE1 στατική εγγραφή για το δίκτυο 192.168.1.0/24 και το δίκτυο 192.168.2.0/24 μέσω της συντομότερης διαδρομής.
- 6.10 Επαναλάβετε το ορισμό στατικών εγγραφών για τα δίκτυα 192.168.1.0/24 και 192.168.2.0/24 στον CORE2 μέσω της συντομότερης διαδρομής.
- 6.11 Προσθέστε στον ROUTER1 κύρια και δευτερεύουσα στατική εγγραφή για το δίκτυο 192.168.2.0/24. Ποια τιμή δώσατε στην παράμετρο *distance* της εντολής και γιατί;
- 6.12 Προσθέστε στον ROUTER2 κύρια και δευτερεύουσα στατική εγγραφή για το δίκτυο 192.168.1.0/24.
- 6.13 Προσθέστε στον CORE1 στατικές εγγραφές για τη loopback των ROUTER1, ROUTER2 και CORE2.
- 6.14 Προσθέστε στον CORE2 στατικές εγγραφές για τη loopback των ROUTER1, ROUTER2 και CORE1.
- 6.15 Προσθέστε στον ROUTER1 στατικές εγγραφές για τη loopback των ROUTER2, CORE1 και CORE2.
- 6.16 Προσθέστε στον ROUTER2 στατικές εγγραφές για τη loopback των ROUTER1, CORE1 και CORE2.
- 6.17 Μπορείτε από το PC1 να κάνετε ping στις loopback των CORE1, CORE2, ROUTER1 και ROUTER2;
- 6.18 Πώς θα κάνετε ping από τη loopback διεύθυνση του CORE1 το PC1;

Όνοματεπώνυμο:		Όνομα PC:	
Ομάδα:		Ημερομηνία:	
Διεύθυνση IP: . . .		Διεύθυνση MAC: - - - - -	

Εργαστηριακή Άσκηση 5

Εισαγωγή στο Quagga

Απαντήστε στα ερωτήματα στον χώρο που σας δίνεται παρακάτω και στην πίσω σελίδα εάν δεν επαρκεί. Το φυλλάδιο αυτό θα παραδοθεί στον επιβλέποντα.

1

- 1.1
- 1.2
- 1.3
- 1.4
- 1.5
- 1.6
- 1.7
- 1.8
- 1.9
- 1.10
- 1.11
- 1.12
- 1.13
- 1.14
- 1.15
- 1.16
- 1.17
- 1.18
- 1.19
- 1.20
- 1.21
- 1.22
-
-

2

- 2.1
- 2.2

- 2.3
- 2.4
- 2.5
- 2.6
- 2.7
- 2.8
- 2.9
- 2.10

3

- 3.1
-
- 3.2
-
- 3.3
- 3.4
- 3.5
- 3.6
- 3.7
- 3.8
-
- 3.9
- 3.10
-
- 3.11



4

- 4.1
-
-
- 4.2
- 4.3
-
-
- 4.4

4.5
.....
4.6
.....
4.7
4.8
4.9
5
5.1
.....
5.2
5.3
.....
5.4
5.5
.....
5.6
5.7
5.8
5.9
5.10
5.11
6
6.1
.....
.....
6.2
.....
.....
6.3
.....
.....
6.4
.....
.....
6.5

- 6.6
- 6.7
-
- 6.8
-
-
-
- 6.9
-
- 6.10
-
- 6.11
-
-
- 6.12
-
- 6.13
-
-
- 6.14
-
-
- 6.15
-
-
- 6.16
-
-
- 6.17
- 6.18