

NTB - Interstaatliche Hochschule für Technik Buchs

IuK_III_U-Konzeption und Aufbau eines Unternehmensnetzwerkes

Studierende: Benjamin Mosberger, benjamin.mosberger@ntb.ch

Tobias Schoch, tobias.schoch@ntb.ch

Dozent: Beat Bigger, beat.bigger@htwchur.ch

Datum: 18.9.2015 - 11.1.2016

Zusammenfassung

Die Aufgabe dieser Projektarbeit ist ein Unternehmensnetzwerk im Labor der HTW Chur zu planen, aufzubauen und zu Dokumentieren. Das ganze Netzwerk soll redundant aufgebaut werden, um ausfallsicher zu sein, und ausserdem wird IPv4 und IPv6 verwendet.

Abstract

The goal of this project is to achieve a working corporate network. Beside redundancy, the clients should be able to use IPv4 and Ipv6. Clients from a department should only be able to communicate with users from the same department, even in other sites.

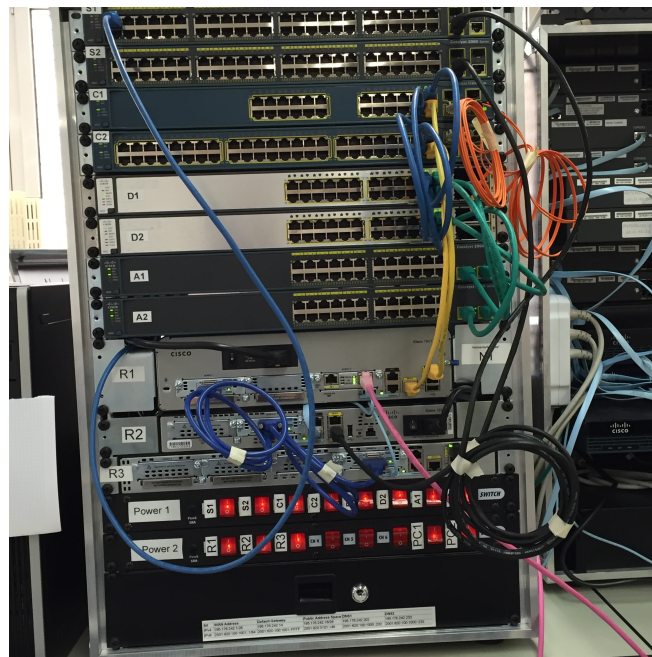


Abbildung 0.1: Hardware

Inhaltsverzeichnis

1	Abkürzungen	5
2	Ausgangslage	6
2.1	Fallbeispiel	6
2.2	Praktikumsausrüstung	7
3	Konzept	8
3.1	Ipv4 Adresskonzept	8
3.2	Ipv6 Adresskonzept	9
3.3	Routingkonzept	11
3.4	NAT Konzept	11
3.4.1	IPv4	11
3.4.2	IPv6	11
3.5	Securitykonzept	12
3.5.1	ACL	12
3.5.2	Layer 2 Security	12
3.6	Serverservices	13
3.6.1	IPv4	13
3.6.2	IPv6	13
3.7	Netzwerkplan	13
3.8	Weitere Überlegungen	14
3.9	Stack	14
4	Planung	15
5	Umsetzung	17
5.1	Grundlegende Konfiguration Router	17
5.2	Grundlegende Konfiguration access Switches	17
5.3	IP-Konfiguration	18
5.3.1	Router	18
5.3.2	Distribution	18
5.3.3	Access-Switches	18
5.4	Link-Aggregation	19
5.5	OSPF	19
5.5.1	IPv4	19
5.5.2	IPv6	20
5.6	NAT	20
5.7	ACL	21

5.8	DHCP & DNS	22
5.8.1	IPv4	22
5.8.2	IPv6	22
6	Fazit	23
Anhang		23
A.1	R1	24
A.2	R2	29
A.3	R3	34
A.4	C1	39
A.5	C2	44
A.6	D	49
A.7	A1	57
A.8	A2	61
A.9	S1	65
A.10	S2	70

Abbildungsverzeichnis

0.1	Hardware	1
2.1	Netzwerkstruktur	7
3.1	IP-Addressplan	10
3.2	Netzwerkplan	13
4.1	Zeitplan	16

Listings

5.1	Router Grund Konfig	17
5.2	Switch Template Wechsel	17
5.3	Switch Grund Konfiguration	17
5.4	Router IP-Konfiguration	18
5.5	Distribution IP-Konfiguration	18
5.6	Access-Switch IP-Konfiguration	18
5.7	Switch Grund Konfiguration	19
5.8	OSPF IPv4	19
5.9	OSPF IPv6	20
5.10	NAT	20
5.11	ACL	21
5.12	IPv4 DHCP	22
5.13	IPv4 DHCP-relay	22
5.14	IPv6 DHCP	22
5.15	IPv6 DHCP-relay	22

1 Abkürzungen

ACL Access Control List

DHCP Dynamic Host Configuration Protocol

DNS Domain Name System

LACP Link Aggreaction Protocol

NAT Network Address Translation

PagP Port Aggregation Protocol

RA Router Advertisement

SLAAC Stateless Address Autoconfiguration

VLAN Virtual Local Area Network

2 Ausgangslage

2.1 Fallbeispiel

Es soll ein neues Netzwerk für die Mittelgrosse Firma HAC Home Audio Center AG aufgebaut werden, welche 80 Mitarbeiter an den 3 Standorten Chur, Buchs, St. Gallen beschäftigt. Die Firma hat ihren Hauptsitz mit 70 Mitarbeitern in Chur und Niederlassungen mit je 5 Mitarbeitern in Buchs und St. Gallen. Die Standorte sind durch ein Layer-3 MPLS VPN miteinander verbunden (was durch einen einfachen Switch simuliert wird).

2.2 Praktikumsausrüstung

Die Netzwerkkomponenten sind bereits vorhanden, die physische Netzstruktur aufgrund der Gebäude-topographie und der Skalierbarkeit zu einem grossen Teil vorgegeben.

Die verfügbaren Komponenten sind:

-Standort Chur:

- 1x Router (Cisco 1941) mit 2x FastEthernet und 2x GigabitEthernet Anschlüssen
- 2x Layer-3 Switch (Cisco 3750E)
- 2x Layer-3 Switch (Cisco 3560G)
- 2x Layer-2 Switch (Cisco 2960)

-Standort Buchs:

- 1x Router (Cisco 1921)
- 1x Layer-2 Switch (Cisco 2960)

-Standort St.Gallen:

- 1x Router (Cisco 2901)
- 1x Layer-2 Switch (Cisco 2960)

Die vorgegebene Netzwerkstruktur ist in Abbildung 2.1 zu sehen:

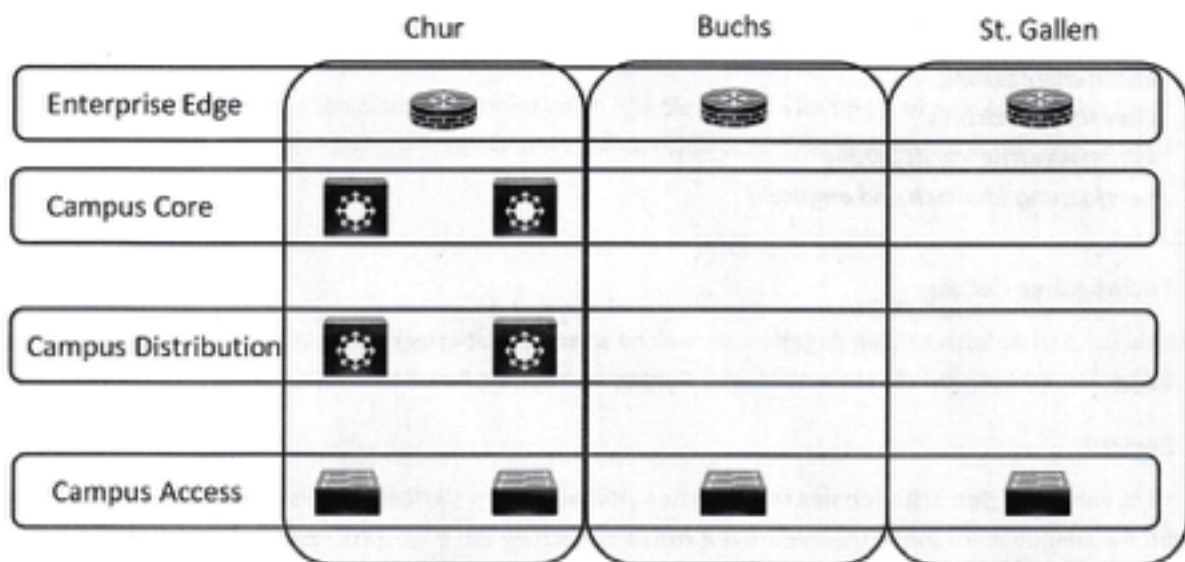


Abbildung 2.1: Netzwerkstruktur

3 Konzept

In den Kapiteln 3.1 und 3.2 sind die IP-Konzepte beschrieben. In Abbildung 3.1 ist die Verteilung der IP-Adressen aufgeführt.

3.1 Ipv4 Adresskonzept

Das folgende Konzept gilt nur für IPv4, immer wenn von Adressen die Rede ist, sind nur IPv4 Adressen gemeint. Für das private Netz werde Adressen aus dem 10.0.0.0/8 Netz ausgewählt. Für jeden Standort und für die Netze welche nicht einem Standort zugeordnet werden können wird ein /16 Netz ausgewählt, so hat jeder Standort 65534 Ip-Adressen. Dies sollte für die nahe Zukunft genügen.

Die Aufteilung sieht folgendermassen aus:

Chur	10.	1	.0.0/16
St. Gallen	10.	2	.0.0/16
Buchs	10.	3	.0.0/16
Transfer	10.	4	.0.0/16

Für die VLANs werden die Netze der Standorte nochmals unterteilt, die gelben Sterne im VLAN-Plan stehen für die Standorte. Mit /24 Netzen stehen jeder Abteilung pro Standort 256 Adressen zur Verfügung.

VLAN 10	Geschäftsleitung	10.	*	.	10	.0/24
VLAN 20	Buchhaltung	10.	*	.	20	.0/24
VLAN 30	Entwicklung	10.	*	.	30	.0/24
	Transfer	10.	*	.	40	.0/24
VLAN 99	Management	10.	*	.	99	.0/24

3.2 Ipv6 Adresskonzept

Das folgende Konzept gilt nur für IPv6, immer wenn von Adressen die Rede ist, sind nur IPv6 Adressen gemeint. Die Aufgabenstellung besagt, dass ein /48 Netz zur Verfügung steht, das Ziel ist nun dies in einer ähnlichen Art wie bei IPv4 zu gestalten.

Standortabhängigkeiten:

Chur	2001:620:3101:1::/64
St. Gallen	2001:620:3101:2::/64
Buchs	2001:620:3101:3::/64

Da es bei IPv6 keine VLANs gibt, sondern alles über Layer-3, sprich IP, geschieht. Muss auch ein "VLAN-Konzept" für IPv6 erstellt werden. Dies wird analog zu IPv4 gemacht. Die gelben Sterne stehen für die Standortadresse.

Netze der Abteilungen:

VLAN 10	Geschäftsleitung	2001:620:3101:*010::/64
VLAN 20	Buchhaltung	2001:620:3101:*020::/64
VLAN 30	Entwicklung	2001:620:3101:*030::/64
	Transfer	2001:620:3101:*040::/64
VLAN 99	Management	2001:620:3101:*099::/64

	Port	IPv4	Subnetz IPv4	Default Gateway	Ipv6	Link-local
R1	S0/1/0	10.4.40.1	255.255.255.252	N/A	2001:620:3101:4041::1/64	FE80::1
	G0/0	10.1.40.1	255.255.255.252	N/A	2001:620:3101:1040::1/64	
	lo 0	10.1.0.1	255.255.255.252		2001:620:3101:1001::1/64	
	G0/1	10.1.40.5	255.255.255.252	N/A	2001:620:3101:1041::1/64	
R2	S0/0/0	10.4.40.2	255.255.255.252	N/A	2001:620:3101:4041::2/64	FE80::2
	S0/0/1	10.4.40.5	255.255.255.252	N/A	2001:620:3101:4040::2/64	
	G0/0.10	10.2.10.1	255.255.255.0	N/A	2001:620:3101:2010::2/64	
	G0/0.20	10.2.20.1	255.255.255.0	N/A	2001:620:3101:2020::2/64	
	G0/0.30	10.2.30.1	255.255.255.0	N/A	2001:620:3101:2030::2/64	
	G0/0.99	10.2.99.1	255.255.255.0	N/A	2001:620:3101:2099::2/64	
R3	S0/0/0	10.4.40.6	255.255.255.252	N/A	2001:620:3101:4040::3/64	FE80::3
	G0/0.10	10.3.10.1	255.255.255.0	N/A	2001:620:3101:3010::3/64	
	G0/0.20	10.3.20.1	255.255.255.0	N/A	2001:620:3101:3020::3/64	
	G0/0.30	10.3.30.1	255.255.255.0	N/A	2001:620:3101:3030::3/64	
	G0/0.99	10.3.99.1	255.255.255.0	N/A	2001:620:3101:3099::3/64	
C1	G0/22	10.1.40.9	255.255.255.252	N/A	2001:620:3101:1042::1/64	FE80::4
	G0/23	10.1.40.9	255.255.255.252	N/A	2001:620:3101:1042::1/64	
	G0/24	10.1.40.2	255.255.255.252	N/A	2001:620:3101:1040::2/64	
	G0/26	10.1.40.13	255.255.255.252	N/A	2001:620:3101:1044::1/64	
	G0/28	10.1.40.13	255.255.255.252	N/A	2001:620:3101:1044::1/64	
C2	G0/46	10.1.40.17	255.255.255.252	N/A	2001:620:3101:1043::1/64	FE80::5
	G0/47	10.1.40.17	255.255.255.252	N/A	2001:620:3101:1043::1/64	
	G0/48	10.1.40.6	255.255.255.252	N/A	2001:620:3101:1041::2/64	
	G0/49	10.1.40.14	255.255.255.252	N/A	2001:620:3101:1044::2/64	
	G0/51	10.1.40.14	255.255.255.252	N/A	2001:620:3101:1044::2/64	
D1	G2/0/21	-	-	N/A		FE80::6
	G2/0/22	-	-	N/A		
	G2/0/23			N/A		
	G2/0/24			N/A		
D2	G1/0/21	-	-	N/A		FE80::6
	G1/0/22	-	-	N/A		
	G1/0/23			N/A		
	G1/0/24			N/A		
A1	G0/1					
	G0/2					
	Management	10.1.99.10	255.255.255.0		2001:620:3101:1099::11/64	
A2	G0/1					
	G0/2					
	Management	10.1.99.20	255.255.255.0		2001:620:3101:1099::21/64	
S1	G0/1					
	Management	10.2.99.10	255.255.255.0		2001:620:3101:2099::11/64	
S2	G0/1					
	Management	10.3.99.10	255.255.255.0		2001:620:3101:3099::11/64	
D	Po1	10.1.40.18	255.255.255.252	N/A	2001:620:3101:1043::2/64	
	Po2	10.1.40.10	255.255.255.252	N/A	2001:620:3101:1042::2/64	
	Po3					
	Po4					
	Po5					

Abbildung 3.1: IP-Addressplan

3.3 Routingkonzept

Innerhalb unseres Unternehmens werden die verschiedenen Standorte miteinander über OSPF geroutet. Am Hauptstandort in Chur wird ab dem Distributions-Switch (D) ebenfalls mit OSPF geroutet. Beim Interface mit dem Internetanschluss wird eine default-Route gesetzt, da diese immer die Gleiche ist. Damit die Clients immer den gleichen default-Gateway haben, ist auf R1 noch ein Loopback-Interface erstellt worden, dieses darf nicht vergessen werden bei der Konfiguration von OSPF.

3.4 NAT Konzept

Meistens ist es für ein Unternehmen nicht rentabel sich die gesamte Anzahl benötigter IP-Adressen zu kaufen. Deshalb werden private IP-Adressen verwendet und danach können mit einem NAT ganze Subnetze zu einer öffentlichen Adresse zugeordnet werden. Dies ist eine komfortable Lösung, ausserdem können dann die privaten Adressen so gestaltet werden, dass man nur schon beim anschauen weiss an welchem Standort und zu welchem VLAN die Adresse gehört.

3.4.1 IPv4

Für die öffentlichen Adressen steht ein /28 Netz zur Verfügung. Für die Verwendung von NAT können alle Adressen des Netzes benutzt werden, die Netz- und Broadcast-Adresse werden nicht benötigt. Somit stehen 16 öffentliche Adressen zur Benutzung, hier wurde für jeden VLAN an jedem Standort eine eigene Adresse verteilt. Dies ergibt 12 Adressen, die restlichen 4 Adressen sind für Reserven eingeplant.

3.4.2 IPv6

Bei IPv6 ist kein NAT notwendig, da ein öffentliches /48 Netz gebraucht wird. Es sind also mehr Adressen vorhanden als je in diesem Kleinunternehmen gebraucht werden.

3.5 Securitykonzept

3.5.1 ACL

Mit ACL's wird der Zugriff der Abteilungen untereinander verhindert, lediglich das Management-VLAN hat auf alles Zugriff, da dies für die reibungslose Verwaltung des Netzes erforderlich ist. Die ACL's werden auf den Routern R2, R3 und auf dem Switch D konfiguriert, für die 3 VLANs der Abteilungen wird je der Zugriff der anderen VLANs verboten, danach werden alle anderen IP und TCP Pakete erlaubt. Dies wird für IPv4 und IPv6 gleich gemacht, als erstes wird eine ACL pro VLAN erstellt, danach wird diese ACL dem VLAN-Interface zugewiesen.

3.5.2 Layer 2 Security

- Port Security
- Ports abschalten: Alle nicht aktiven Ports down schalten, so kann nicht irgendwer sein Gerät einstecken und Unfug treiben.
- Trunk: switchport trunk allowed VLAN 10,20,30,99

3.6 Serverservices

3.6.1 IPv4

DHCP wird auf dem Router R1 konfiguriert. Dazu wird pro Standort und VLAN ein Pool eingerichtet. Ein Pool beinhaltet jeweils das Netz, von welchem IP-Adressen vergeben werden, die DNS-Server und den Default-Router. Weiter werden auf dem distribution Switch und den Routern R1 und R2 noch Relays eingerichtet.

3.6.2 IPv6

Bei IPv6 werden die Adressen via SLAAC vergeben. Um allerdings das Internet nutzen zu können muss der DNS-Server bekannt sein. Dafür muss auf dem Router R1 ein DHCP-Pool erstellt werden und den Interfaces zugewiesen werden. Weiter muss auf den Interfaces der Router das RA-Flag gesetzt werden. Um eine schnelle Verteilung der IPv6 Adressen zu erreichen, wird das RA-Intervall eingestellt werden. Damit auch die Router R2 und R3 den DHCP-Pool erreichen können muss auf den Interfaces ein Relay eingerichtet werden.

3.7 Netzwerkplan

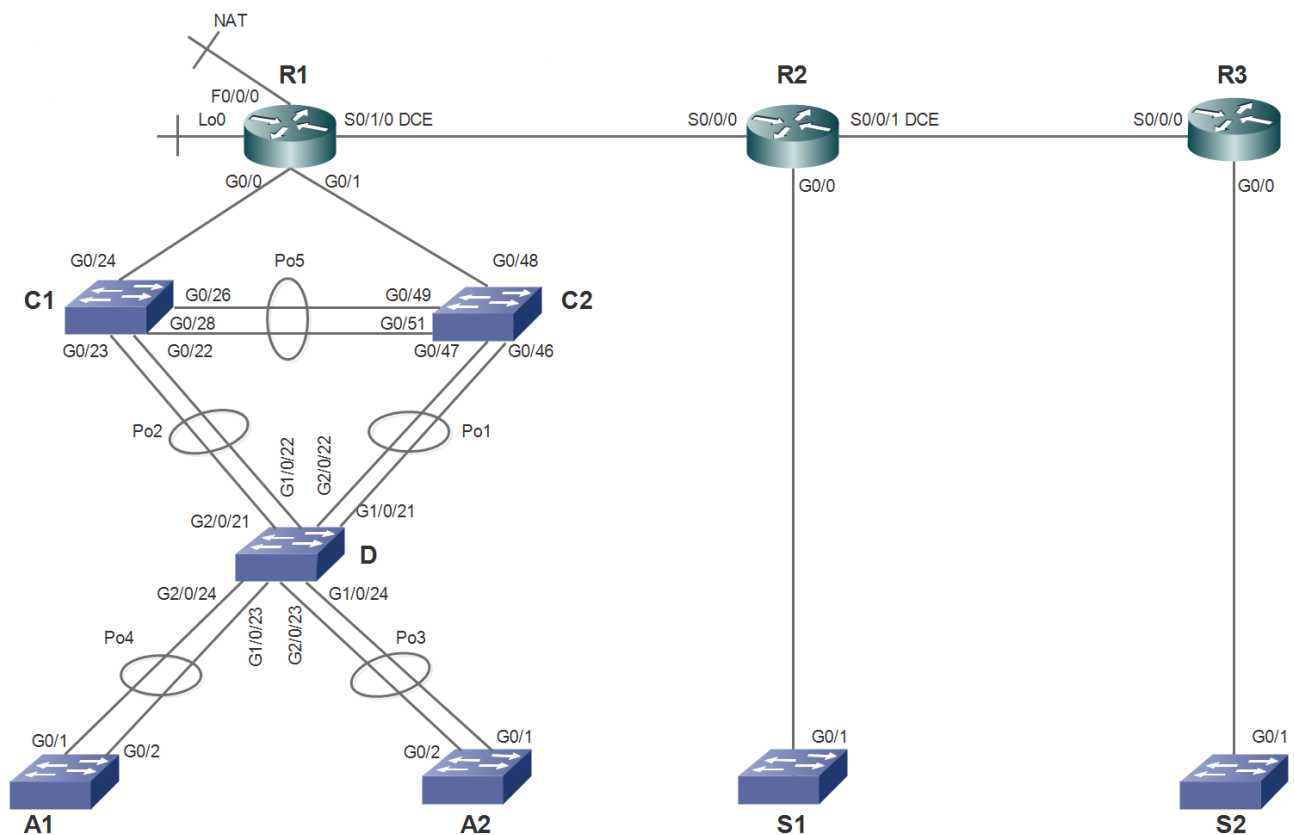


Abbildung 3.2: Netzwerkplan

3.8 Weitere Überlegungen

Bei genügender Zeit hätte man noch einiges erreichen können. Einige Punkte welche wichtig sind werden nun erläutert:

- **Passwort setzen:** Im Moment ist auf keinem Gerät ein Passwort gesetzt, da es während der Konfiguration mühsam ist immer wieder das Passwort einzugeben, deshalb sollte dies ganz am Schluss geschehen.
- **Fernwartung:** Auf allen Geräten ist eine Management Adresse konfiguriert. Wenn jetzt der Fernzugriff aktiviert würde, müssten die Anzahl Zugriffe aus dem Internet begrenzt werden, damit nicht mit Bruteforce das Passwort geknackt werden kann.
- **OSPF Areas:** Die einzelnen Standorte hätten noch mit einem eigenen OSPF Area konfiguriert werden können, dies hätte den Vorteil dass nicht alle über OSPF Teilnehmer über das ganze Netz bescheid wissen müssen und so bedeutend weniger Traffic auf den Leitungen ist.
- **VLAN:** Es hätte noch ein GästeVLAN eingerichtet werden können, welches nur zum Internet zugriff hat, dies ist jedoch nicht Teil der Aufgabenstellung und könne im Bedarfsfall schnell nachgerüstet werden.
- **Device Backups:** Wenn im Moment Device Backups gemacht werden müssen, muss jeder einzelne Router und Switch mittels kopieren der running-config gebackupt werden. Dabei könnte man mit einem Kron-Script die Backups zeitgesteuert auf einen TFTP Server speichern. So spart man sich wöchentliche Arbeit und man vergisst es auch sicher nicht.

3.9 Stack

Stacken ist das Zusammenschliessen zweier physischen Switches zu einem logischen. Dies ist nicht mit allen Switches möglich, doch in diesem Fall ist es bei den Beiden Distribution-Switches möglich, da diese ein Stack-Interface auf der Rückseite haben. Dies erspart eine Menge an Arbeit, wenn man weiss wie dies funktioniert. In diesem Fall war dies leider nicht der Fall, da noch nie mit gestackten Switches gearbeitet wurde, die Anweisungen zur Konfiguration des Stackes bezieht sich hier nur auf die Cisco Catalyst 3750 Switches, da nicht bekannt ist ob es noch Besonderheiten bei der Konfiguration anderer Switches gibt. Das Gröste Problem war, dass der 3750er nur LACP und kein PagP unterstützt.

4 Planung

In Abbildung 4.1 ist der geplante und der tatsächliche Ablauf des Projektes zu sehen.

Unternehmensnetzwerk Zeitplan

		Sep	Sep	Okt	Okt	Okt	Okt	Okt	Nov	Nov	Nov	Nov	Dez	Dez	Dez	Jan	Jan	Jan
	Beginn Montag: 18.9.2015	KW 38	KW 39	KW 40	KW 41	KW 42	KW 43	KW 44	KW 45	KW 46	KW 47	KW 48	KW 49	KW 50	KW 51	KW 52	KW 53	KW 1
		Fr, 18.09	Fr, 25.09	Fr, 02.10	Fr, 09.10	Fr, 16.10	Fr, 23.10	Fr, 30.10	Fr, 06.11	Fr, 13.11	Fr, 20.11	Fr, 27.11	Fr, 04.12	Fr, 11.12	Fr, 18.12	Fr, 25.12	Fr, 01.01	Fr, 08.01
Gewerk																		
Geplant:																		
Adressplanung IPv4																		
Adressplanung IPv6																		
Grundkonfiguration																		
Stack																		
IP-Konfiguration																		
Link-Aggregation																		
OSPF																		
DHCP																		
DNS																		
NAT																		
ACL																		
Internetverbindung																		
Reserve																		
Bericht																		
Tatsächlich:																		
Adressplanung IPv4																		
Adressplanung IPv6																		
Grundkonfiguration																		
Stack																		
IP-Konfiguration																		
Link-Aggregation																		
OSPF																		
DHCP																		
DNS																		
NAT																		
ACL																		
Internetverbindung																		
Bericht																		

5 Umsetzung

5.1 Grundlegende Konfiguration Router

```
R1(config)#hostname R1
R1(config)#no ip domain lookup
R1(config)#ipv6 unicast-routing
```

Listing 5.1: Router Grund Konfig

5.2 Grundlegende Konfiguration access Switches

Da auf den access Switches das Default Template kein IPv6 unterstützt, muss zuerst das Template gewechselt werden, um IPv6 nutzen zu können. Nach dem Template Wechsel ist ein Neustart des Switches nötig. der Template Wechsel wird wie folgt durchgeführt:

```
Switch(config)#sdm prefer dual-ipv4-and-ipv6 default
Switch(config)#reload
```

Listing 5.2: Switch Template Wechsel

Danach kann die Grundkonfiguration vorgenommen werden. Das Default-Gateway ist die jeweilige IP-Adresse des Management VLANs des jeweiligen Routers oder Distribution-Switches.

```
S1(config)#hostname A1
S1(config)#no ip domain lookup
S1(config)#spanning-tree mode pvst
S1(config)#ip default-gateway 10.2.99.1
```

Listing 5.3: Switch Grund Konfiguration

5.3 IP-Konfiguration

5.3.1 Router

Auf den Routern wurde auf das jeweilige GigabitEthernet-Interface die dazugehörige IPv4 und IPv6 Adresse zugewiesen. Zusätzlich wurde pro Router noch eine Link-Local Adresse zugewiesen, welche jedem genutztem GigabitEthernet-Interface zugewiesen werden muss. Des Weiteren muss auf dem Interface noch IPv6 aktiviert werden. Auf den Routern R2 und R3 werden die Konfigurationen auf den Subinterfaces vorgenommen.

```
R1(config)#interface GigabitEthernet0/0
R1(config-if)#ip address 10.1.40.1 255.255.255.252
R1(config-if)#ipv6 address FE80::1 link-local
R1(config-if)#ipv6 address 2001:620:3101:1040::1/64
R1(config-if)#ipv6 enable
```

Listing 5.4: Router IP-Konfiguration

5.3.2 Distribution

Auf den Distribution-Switches wird gleich wie bei den Routern vorgegangen, allerdings werden die IP-Adressen, wenn vorhanden, auf den Port-Channel konfiguriert (siehe Kapitel 5.4). Zusätzlich müssen hier noch die VLAN-Interfaces mit den zugehörigen IP-Adressen definiert werden.

```
D(config)#interface VLAN 10
D(config-if)#description Geschaeftsleitung
D(config-if)#ip address 10.1.10.1 255.255.255.0
D(config-if)#ipv6 address FE80::6 link-local
D(config-if)#ipv6 address 2001:620:3101:1010::1/64
D(config-if)#ipv6 enable
```

Listing 5.5: Distribution IP-Konfiguration

5.3.3 Access-Switches

Auf den Acces-Switches wird eine IP-Adresse dem Management-VLAN zugewiesen.

```
interface VLAN 99
ip address 10.1.99.10 255.255.255.0
ipv6 address 2001:620:3101:1099::11/64
```

Listing 5.6: Access-Switch IP-Konfiguration

5.4 Link-Aggregation

Bei der Konfiguration der Port-Channel war wichtig das zuerst der Port-Channel selbst definiert wird und erst danach die Zuweisung zum GigabitEthernet-Interface erfolgt. Des Weiteren war darauf zu achten das sowohl der Port-Channel als auch das GigabitEthernet-Interface als no Switchport definiert wurden, sofern dies erwünscht ist.

```
D(config)#interface Port-channel1
D(config-if)#no switchport
D(config-if)#ip address 10.1.40.18 255.255.255.252
D(config-if)#ipv6 address FE80::6 link-local
D(config-if)#ipv6 address 2001:620:3101:1043::2/64
D(config-if)#ipv6 enable
D(config)#interface GigabitEthernet2/0/22
D(config-if)#no switchport
D(config-if)#no ip address
D(config-if)#channel-group 1 mode active
```

Listing 5.7: Switch Grund Konfiguration

5.5 OSPF

5.5.1 IPv4

In Listing 5.8 ist die OSPF Konfiguration für IPv4 zu sehen. Dabei werden die angrenzenden Netzadressen angegeben. Access-Ports werden als Passive-Interface konfiguriert damit sie keine Hello-Packets empfangen.

```
R2(config)#router ospf 1
R2(config-router)#passive-interface GigabitEthernet0/0.10
R2(config-router)#passive-interface GigabitEthernet0/0.20
R2(config-router)#passive-interface GigabitEthernet0/0.30
R2(config-router)#passive-interface GigabitEthernet0/0.99
R2(config-router)#network 10.2.10.0 0.0.0.255 area 0
R2(config-router)#network 10.2.20.0 0.0.0.255 area 0
R2(config-router)#network 10.2.30.0 0.0.0.255 area 0
R2(config-router)#network 10.2.99.0 0.0.0.255 area 0
R2(config-router)#network 10.4.40.0 0.0.0.3 area 0
R2(config-router)#network 10.4.40.4 0.0.0.3 area 0
```

Listing 5.8: OSPF IPv4

5.5.2 IPv6

Bei IPv6 erfolgt die Konfiguration auf den einzelnen Interfaces.

```
R2(config)#interface GigabitEthernet0/0.10
R2(config-if)#ipv6 ospf 1 area 0
```

Listing 5.9: OSPF IPv6

5.6 NAT

NAT wird auf dem Router R1 konfiguriert. Hierzu werden die einzelnen Interfaces als ip NAT outside oder inside konfiguriert. Zusätzlich werden noch pro VLAN und Standort NAT-Pools und ACL's definiert welche dann dem NAT zugewiesen werden. In Listing 5.10 sind die NAT-Pools und ACL's für das VLAN 10 definiert.

```
R1(config)#interface FastEthernet0/0/0
R1(config-if)#ip nat outside
R1(config)#interface GigabitEthernet0/0
R1(config-if)#ip nat inside
R1(config)#interface GigabitEthernet0/1
R1(config-if)#ip nat inside
R1(config)#interface Serial0/1/0
R1(config-if)#ip nat inside
R1(config)#ip nat pool chur10 195.176.242.17 195.176.242.17 netmask
    255.255.255.240
R1(config)#ip nat pool buchs10 195.176.242.21 195.176.242.21 netmask
    255.255.255.240
R1(config)#ip nat pool stgallen10 195.176.242.25 195.176.242.25 netmask
    255.255.255.240
R1(config)#access-list 101 permit ip 10.1.10.0 0.0.0.255 any
R1(config)#access-list 105 permit ip 10.2.10.0 0.0.0.255 any
R1(config)#access-list 109 permit ip 10.3.10.0 0.0.0.255 any
R1(config)#ip nat inside source list 101 pool chur10 overload
R1(config)#ip nat inside source list 105 pool buchs10 overload
R1(config)#ip nat inside source list 109 pool stgallen10 overload
```

Listing 5.10: NAT

5.7 ACL

Die Access-Listen werden wie in Kapitel 3.5.1 beschrieben konfiguriert und einem Interface zugewiesen. In Listing 5.11 ist die Konfiguration von R2 für das VLAN 10 zu sehen.

```
R2(config)#interface GigabitEthernet0/0.10
R2(config-if)#ip access-group 116 in
R2(config-if)#ipv6 traffic-filter b10 in

R2(config)#access-list 116 deny ip 10.2.10.0 0.0.0.255 10.1.20.0
0.0.0.255
R2(config)#access-list 116 deny ip 10.2.10.0 0.0.0.255 10.1.30.0
0.0.0.255
R2(config)#access-list 116 deny ip 10.2.10.0 0.0.0.255 10.2.20.0
0.0.0.255
R2(config)#access-list 116 deny ip 10.2.10.0 0.0.0.255 10.2.30.0
0.0.0.255
R2(config)#access-list 116 deny ip 10.2.10.0 0.0.0.255 10.3.20.0
0.0.0.255
R2(config)#access-list 116 deny ip 10.2.10.0 0.0.0.255 10.3.30.0
0.0.0.255
R2(config)#access-list 116 permit ip any any
R2(config)#access-list 116 permit tcp any any

R2(config)#ipv6 access-list b10
R2(config-ipv6-acl)#deny ipv6 2001:620:3101:2010::/64
2001:620:3101:1020::/64
R2(config-ipv6-acl)#deny ipv6 2001:620:3101:2010::/64
2001:620:3101:1030::/64
R2(config-ipv6-acl)#deny ipv6 2001:620:3101:2010::/64
2001:620:3101:2020::/64
R2(config-ipv6-acl)#deny ipv6 2001:620:3101:2010::/64
2001:620:3101:2030::/64
R2(config-ipv6-acl)#deny ipv6 2001:620:3101:2010::/64
2001:620:3101:3020::/64
R2(config-ipv6-acl)#deny ipv6 2001:620:3101:2010::/64
2001:620:3101:3030::/64
R2(config-ipv6-acl)#permit ipv6 any any
R2(config-ipv6-acl)#permit tcp any any
```

Listing 5.11: ACL

5.8 DHCP & DNS

DHCP und DNS werden auf dem Router R1 Konfiguriert.

5.8.1 IPv4

Es wird pro Standort und VLAN ein Adress-Pool definiert. Im Listing 5.12 ist der Adress-Pool für das VLAN10 des Standortes Chur definiert.

```
R1(config)#ip dhcp pool C_10
R1(dhcp-config)#network 10.1.10.0 255.255.255.0
R1(dhcp-config)#dns-server 195.176.242.202 195.176.242.233
R1(dhcp-config)#default-router 10.1.10.1
```

Listing 5.12: IPv4 DHCP

Des Weiteren werden auf dem distribution Switch, den Routern R2 und R3 noch ein DHCP-Relay konfiguriert. In Listing 5.13 wird das Relay auf einem Interface von R2 Konfiguriert.

```
R1(config)#interface GigabitEthernet0/0.10
R1(config-if)#ip helper-address 10.1.0.1
```

Listing 5.13: IPv4 DHCP-relay

5.8.2 IPv6

Für IPv6 muss auf R1 ein Pool eingerichtet werden, der den DNS-Server beinhaltet.

```
R1(config)#ipv6 dhcp pool pool
R1(config-if)# dns-server 2001:620:100:1000::202
```

Listing 5.14: IPv6 DHCP

Auf den jeweiligen Interfaces der Routern muss für IPv6 noch das Flag gesetzt werden und es wird das Intervall der Router Advertisements eingestellt. Auf den Routern R2 und R3 muss noch das Relay gesetzt werden.

```
R2(config)#interface GigabitEthernet0/0.10
R2(config-if)#ipv6 nd other-config-flag
R2(config-if)# ipv6 nd ra interval 10
R2(config-if)#ipv6 dhcp relay destination 2001:620:3101:1001::1 Serial0
/0/0
```

Listing 5.15: IPv6 DHCP-relay

6 Fazit

Wir taten uns am Anfang schwer mit dem Start und dem Adresskonzept. Als wir das Adresskonzept aufgestellt hatten, folgten weitere Probleme welche nicht zuletzt aufgrund der gestackten Switches auftraten, was zu Zeitverzögerungen führte. Dies ist auch auf dem Zeitplan in Abbildung 4.1 zu sehen. Alles in Allem sind wir aber zufrieden dass wir uns für die gestackte Variante entschieden haben und so mal etwas anderes sehen konnten, was im Unterricht noch nicht vorgekommen ist. Ein weiteres Problem stellte die Organisation mit GitHub dar, dies weil wir nicht die aktuelle Konfiguration auf GitHub geladen haben sondern einfach immer die neuen Konfigurations Befehle ergänzt hatten, was dazu führte das Befehle vorhanden waren die gar nicht existieren. Deshalb haben wir zum Schluss auch noch die aktuellen Konfigurationen der Switches ausgelesen und so weiterbearbeitet, was für kommende Projekte erneut so gemacht werden sollte. Die Verwaltung mit GitHub ansich war jedoch eine gefreute Sache und man konnte sich immer mal eine alte Version zurückholen.

Anhang

A.1 R1

```
Building configuration...
[OK]
R1#show run
Building configuration...

Current configuration : 5940 bytes
!
! Last configuration change at 12:33:36 UTC Mon Dec 21 2015
version 15.3
service timestamps debug datetime msec
service timestamps log datetime msec
no service password-encryption
!
hostname R1
!
boot-start-marker
boot-end-marker
!
!
!
no aaa new-model
!
ip cef
!
!
!
!

!
!
ip dhcp pool C_10
network 10.1.10.0 255.255.255.0
dns-server 195.176.242.202 195.176.242.233
default-router 10.1.10.1
!
ip dhcp pool C_20
network 10.1.20.0 255.255.255.0
dns-server 195.176.242.202 195.176.242.233
default-router 10.1.20.1
!
ip dhcp pool C_30
network 10.1.30.0 255.255.255.0
dns-server 195.176.242.202 195.176.242.233
default-router 10.1.30.1
!
ip dhcp pool B_10
network 10.2.10.0 255.255.255.0
dns-server 195.176.242.202 195.176.242.233
default-router 10.2.10.1
!
ip dhcp pool B_20
network 10.2.20.0 255.255.255.0
dns-server 195.176.242.202 195.176.242.233
```

```

default-router 10.2.20.1
!
ip dhcp pool B_30
 network 10.2.30.0 255.255.255.0
 dns-server 195.176.242.202 195.176.242.233
 default-router 10.2.30.1
!
ip dhcp pool S_10
 network 10.3.10.0 255.255.255.0
 dns-server 195.176.242.202 195.176.242.233
 default-router 10.3.10.1
!
ip dhcp pool S_20
 network 10.3.20.0 255.255.255.0
 dns-server 195.176.242.202 195.176.242.233
 default-router 10.3.20.1
!
ip dhcp pool S_30
 network 10.3.30.0 255.255.255.0
 dns-server 195.176.242.202 195.176.242.233
 default-router 10.3.30.1
!
!
!
no ip domain lookup
ipv6 unicast-routing
ipv6 dhcp pool pool
 dns-server 2001:620:100:1000::202
!
ipv6 cef
!
multilink bundle-name authenticated
!
!
!
license udi pid CISC01941/K9 sn FGL154627TB
license boot module c1900 technology-package datak9
!
!
!
redundancy
!
!
!
!
!
!
!
!
!
!

```

```
!  
interface Loopback0  
  ip address 10.1.0.1 255.255.255.252  
  ipv6 address 2001:620:3101:1001::1/64  
  ipv6 ospf 1 area 0  
!  
interface Embedded-Service-Engine0/0  
  no ip address  
  shutdown  
!  
interface GigabitEthernet0/0  
  ip address 10.1.40.1 255.255.255.252  
  ip nat inside  
  ip virtual-reassembly in  
  duplex auto  
  speed auto  
  ipv6 address FE80::1 link-local  
  ipv6 address 2001:620:3101:1040::1/64  
  ipv6 enable  
  ipv6 nd other-config-flag  
  ipv6 nd ra interval 10  
  ipv6 dhcp server pool  
  ipv6 ospf 1 area 0  
!  
interface GigabitEthernet0/1  
  ip address 10.1.40.5 255.255.255.252  
  ip nat inside  
  ip virtual-reassembly in  
  duplex auto  
  speed auto  
  ipv6 address FE80::1 link-local  
  ipv6 address 2001:620:3101:1041::1/64  
  ipv6 enable  
  ipv6 nd other-config-flag  
  ipv6 nd ra interval 10  
  ipv6 dhcp server pool  
  ipv6 ospf 1 area 0  
!  
interface FastEthernet0/0/0  
  ip address 195.176.242.1 255.255.255.240  
  ip nat outside  
  ip virtual-reassembly in  
  duplex auto  
  speed auto  
  ipv6 address 2001:620:100:1001::1/64  
!  
interface FastEthernet0/0/1  
  no ip address  
  shutdown  
  duplex auto  
  speed auto  
!  
interface Serial0/1/0  
  ip address 10.4.40.1 255.255.255.252
```

```
ip nat inside
ip virtual-reassembly in
ipv6 address FE80::1 link-local
ipv6 address 2001:620:3101:4041::1/64
ipv6 enable
ipv6 nd other-config-flag
ipv6 dhcp server pool
ipv6 ospf 1 area 0
clock rate 128000
!
interface Serial0/1/1
no ip address
shutdown
clock rate 2000000
!
router ospf 1
network 10.1.0.0 0.0.0.3 area 0
network 10.1.40.0 0.0.0.3 area 0
network 10.1.40.4 0.0.0.3 area 0
network 10.4.40.0 0.0.0.3 area 0
default-information originate
!
ip forward-protocol nd
!
no ip http server
no ip http secure-server
!
ip nat pool chur10 195.176.242.17 195.176.242.17 netmask
255.255.255.240
ip nat pool chur20 195.176.242.18 195.176.242.18 netmask
255.255.255.240
ip nat pool chur30 195.176.242.19 195.176.242.19 netmask
255.255.255.240
ip nat pool chur99 195.176.242.20 195.176.242.20 netmask
255.255.255.240
ip nat pool buchs10 195.176.242.21 195.176.242.21 netmask
255.255.255.240
ip nat pool buchs20 195.176.242.22 195.176.242.22 netmask
255.255.255.240
ip nat pool buchs30 195.176.242.23 195.176.242.23 netmask
255.255.255.240
ip nat pool buchs99 195.176.242.24 195.176.242.24 netmask
255.255.255.240
ip nat pool stgallen10 195.176.242.25 195.176.242.25 netmask
255.255.255.240
ip nat pool stgallen20 195.176.242.26 195.176.242.26 netmask
255.255.255.240
ip nat pool stgallen30 195.176.242.27 195.176.242.27 netmask
255.255.255.240
ip nat pool stgallen99 195.176.242.28 195.176.242.28 netmask
255.255.255.240
ip nat inside source list 101 pool chur10 overload
ip nat inside source list 102 pool chur20 overload
ip nat inside source list 103 pool chur30 overload
```

```
ip nat inside source list 104 pool chur99 overload
ip nat inside source list 105 pool buchs10 overload
ip nat inside source list 106 pool buchs20 overload
ip nat inside source list 107 pool buchs30 overload
ip nat inside source list 108 pool buchs99 overload
ip nat inside source list 109 pool stgallen10 overload
ip nat inside source list 110 pool stgallen20 overload
ip nat inside source list 111 pool stgallen30 overload
ip nat inside source list 112 pool stgallen99 overload
ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 195.176.242.14
!
ipv6 route ::/0 FastEthernet0/0/0 2001:620:100:1001::FFFF
ipv6 router ospf 1
  default-information originate
!
!
!
access-list 101 permit ip 10.1.10.0 0.0.0.255 any
access-list 102 permit ip 10.1.20.0 0.0.0.255 any
access-list 103 permit ip 10.1.30.0 0.0.0.255 any
access-list 104 permit ip 10.1.99.0 0.0.0.255 any
access-list 105 permit ip 10.2.10.0 0.0.0.255 any
access-list 106 permit ip 10.2.20.0 0.0.0.255 any
access-list 107 permit ip 10.2.30.0 0.0.0.255 any
access-list 108 permit ip 10.2.99.0 0.0.0.255 any
access-list 109 permit ip 10.3.10.0 0.0.0.255 any
access-list 110 permit ip 10.3.20.0 0.0.0.255 any
access-list 111 permit ip 10.3.30.0 0.0.0.255 any
access-list 112 permit ip 10.3.99.0 0.0.0.255 any
!
control-plane
!
!
!
line con 0
line aux 0
line 2
  no activation-character
  no exec
  transport preferred none
  transport input all
  transport output lat pad telnet rlogin lapb-ta mop udptn v120 ssh
  stopbits 1
line vty 0 4
  login
  transport input all
!
scheduler allocate 20000 1000
!
end
```

Redundancy

```
!  
!  
!  
!  
!  
interface Embedded-Service-Engine0/0  
  no ip address  
  shutdown  
!  
interface GigabitEthernet0/0  
  no ip address  
  duplex auto  
  speed auto  
!  
interface GigabitEthernet0/0.10  
  encapsulation dot1Q 10  
  ip address 10.2.10.1 255.255.255.0  
  ip access-group 116 in  
  ip helper-address 10.1.0.1  
  ipv6 address FE80::2 link-local  
  ipv6 address 2001:620:3101:2010::2/64  
  ipv6 enable  
  ipv6 nd other-config-flag  
  ipv6 nd ra interval 10  
  ipv6 dhcp relay destination 2001:620:3101:1001::1 Serial0/0/0  
  ipv6 traffic-filter b10 in  
  ipv6 ospf 1 area 0  
!  
interface GigabitEthernet0/0.20  
  encapsulation dot1Q 20  
  ip address 10.2.20.1 255.255.255.0  
  ip access-group 117 in  
  ip helper-address 10.1.0.1  
  ipv6 address FE80::2 link-local  
  ipv6 address 2001:620:3101:2020::2/64  
  ipv6 enable  
  ipv6 nd other-config-flag  
  ipv6 nd ra interval 10  
  ipv6 dhcp relay destination 2001:620:3101:1001::1 Serial0/0/0  
  ipv6 traffic-filter b20 in  
  ipv6 ospf 1 area 0  
!  
interface GigabitEthernet0/0.30  
  encapsulation dot1Q 30  
  ip address 10.2.30.1 255.255.255.0  
  ip access-group 118 in  
  ip helper-address 10.1.0.1  
  ipv6 address FE80::2 link-local  
  ipv6 address 2001:620:3101:2030::2/64  
  ipv6 enable  
  ipv6 nd other-config-flag  
  ipv6 nd ra interval 10  
  ipv6 dhcp relay destination 2001:620:3101:1001::1 Serial0/0/0  
  ipv6 traffic-filter b30 in
```

```
    ipv6 ospf 1 area 0
!
interface GigabitEthernet0/0.99
 encapsulation dot1Q 99
 ip address 10.2.99.1 255.255.255.0
 ip helper-address 10.1.0.1
 ipv6 address FE80::2 link-local
 ipv6 address 2001:620:3101:2099::2/64
 ipv6 enable
 ipv6 nd other-config-flag
 ipv6 nd ra interval 10
 ipv6 dhcp relay destination 2001:620:3101:1001::1 Serial0/0/0
 ipv6 ospf 1 area 0
!
interface GigabitEthernet0/1
 no ip address
 shutdown
 duplex auto
 speed auto
!
interface Serial0/0/0
 ip address 10.4.40.2 255.255.255.252
 ipv6 address FE80::2 link-local
 ipv6 address 2001:620:3101:4041::2/64
 ipv6 enable
 ipv6 ospf 1 area 0
!
interface Serial0/0/1
 ip address 10.4.40.5 255.255.255.252
 ipv6 address FE80::2 link-local
 ipv6 address 2001:620:3101:4040::2/64
 ipv6 enable
 ipv6 ospf 1 area 0
 clock rate 128000
!
router ospf 1
 passive-interface GigabitEthernet0/0.10
 passive-interface GigabitEthernet0/0.20
 passive-interface GigabitEthernet0/0.30
 passive-interface GigabitEthernet0/0.99
 network 10.2.10.0 0.0.0.255 area 0
 network 10.2.20.0 0.0.0.255 area 0
 network 10.2.30.0 0.0.0.255 area 0
 network 10.2.99.0 0.0.0.255 area 0
 network 10.4.40.0 0.0.0.3 area 0
 network 10.4.40.4 0.0.0.3 area 0
!
ip forward-protocol nd
!
no ip http server
no ip http secure-server
!
!
ipv6 router ospf 1
```



```
!  
!  
!  
access-list 116 deny ip 10.2.10.0 0.0.0.255 10.1.20.0 0.0.0.255  
access-list 116 deny ip 10.2.10.0 0.0.0.255 10.1.30.0 0.0.0.255  
access-list 116 deny ip 10.2.10.0 0.0.0.255 10.2.20.0 0.0.0.255  
access-list 116 deny ip 10.2.10.0 0.0.0.255 10.2.30.0 0.0.0.255  
access-list 116 deny ip 10.2.10.0 0.0.0.255 10.3.20.0 0.0.0.255  
access-list 116 deny ip 10.2.10.0 0.0.0.255 10.3.30.0 0.0.0.255  
access-list 116 permit ip any any  
access-list 116 permit tcp any any  
access-list 117 deny ip 10.2.20.0 0.0.0.255 10.1.10.0 0.0.0.255  
access-list 117 deny ip 10.2.20.0 0.0.0.255 10.1.30.0 0.0.0.255  
access-list 117 deny ip 10.2.20.0 0.0.0.255 10.2.10.0 0.0.0.255  
access-list 117 deny ip 10.2.20.0 0.0.0.255 10.2.30.0 0.0.0.255  
access-list 117 deny ip 10.2.20.0 0.0.0.255 10.3.10.0 0.0.0.255  
access-list 117 deny ip 10.2.20.0 0.0.0.255 10.3.30.0 0.0.0.255  
access-list 117 permit ip any any  
access-list 117 permit tcp any any  
access-list 118 deny ip 10.2.30.0 0.0.0.255 10.1.10.0 0.0.0.255  
access-list 118 deny ip 10.2.30.0 0.0.0.255 10.1.20.0 0.0.0.255  
access-list 118 deny ip 10.2.30.0 0.0.0.255 10.2.10.0 0.0.0.255  
access-list 118 deny ip 10.2.30.0 0.0.0.255 10.2.20.0 0.0.0.255  
access-list 118 deny ip 10.2.30.0 0.0.0.255 10.3.10.0 0.0.0.255  
access-list 118 deny ip 10.2.30.0 0.0.0.255 10.3.20.0 0.0.0.255  
access-list 118 permit ip any any  
access-list 118 permit tcp any any  
!  
ipv6 access-list b10  
deny ipv6 2001:620:3101:2010::/64 2001:620:3101:1020::/64  
deny ipv6 2001:620:3101:2010::/64 2001:620:3101:1030::/64  
deny ipv6 2001:620:3101:2010::/64 2001:620:3101:2020::/64  
deny ipv6 2001:620:3101:2010::/64 2001:620:3101:2030::/64  
deny ipv6 2001:620:3101:2010::/64 2001:620:3101:3020::/64  
deny ipv6 2001:620:3101:2010::/64 2001:620:3101:3030::/64  
permit ipv6 any any  
permit tcp any any  
!  
ipv6 access-list b20  
deny ipv6 2001:620:3101:2020::/64 2001:620:3101:1010::/64  
deny ipv6 2001:620:3101:2020::/64 2001:620:3101:1030::/64  
deny ipv6 2001:620:3101:2020::/64 2001:620:3101:3010::/64  
deny ipv6 2001:620:3101:2020::/64 2001:620:3101:3030::/64  
permit ipv6 any any  
permit tcp any any  
deny ipv6 2001:620:3101:2020::/64 2001:620:3101:2010::/64  
deny ipv6 2001:620:3101:2020::/64 2001:620:3101:2030::/64  
!  
ipv6 access-list b30  
deny ipv6 2001:620:3101:3020::/64 2001:620:3101:1010::/64  
deny ipv6 2001:620:3101:3020::/64 2001:620:3101:1020::/64  
deny ipv6 2001:620:3101:3020::/64 2001:620:3101:2010::/64  
deny ipv6 2001:620:3101:3020::/64 2001:620:3101:2020::/64  
deny ipv6 2001:620:3101:3020::/64 2001:620:3101:3010::/64
```

```
deny ipv6 2001:620:3101:3020::/64 2001:620:3101:3020::/64
permit ipv6 any any
permit tcp any any
!
control-plane
!
!
!
line con 0
line aux 0
line 2
no activation-character
no exec
transport preferred none
transport input all
transport output lat pad telnet rlogin lapb-ta mop udptn v120 ssh
stopbits 1
line vty 0 4
login
transport input all
!
scheduler allocate 20000 1000
!
end
```

```
Building configuration...
Current configuration : 6636 bytes
!
! Last configuration change at 12:13:15 UTC Mon Dec 21 2015
version 15.2
service timestamps debug datetime msec
service timestamps log datetime msec
no service password-encryption
!
hostname R3
!
boot-start-marker
boot-end-marker
!
!
!
no aaa new-model
!
ip cef
!
!
!
!
!
no ip domain lookup
ipv6 unicast-routing
ipv6 cef
!
multilink bundle-name authenticated
!
!
!
!
license udi pid CISCO2901/K9 sn FCZ182591H2
!
!
!
redundancy
!
!
!
!
!
!
!
!
```

```
interface Embedded-Service-Engine0/0
  no ip address
  shutdown
!
interface GigabitEthernet0/0
  no ip address
  duplex auto
  speed auto
!
interface GigabitEthernet0/0.10
  encapsulation dot1Q 10
  ip address 10.3.10.1 255.255.255.0
  ip access-group 119 in
  ip helper-address 10.1.0.1
  ipv6 address FE80::3 link-local
  ipv6 address 2001:620:3101:3010::3/64
  ipv6 enable
  ipv6 nd other-config-flag
  ipv6 nd ra interval 10
  ipv6 dhcp relay destination 2001:620:3101:1001::1 Serial0/0/0
  ipv6 traffic-filter s10 in
  ipv6 ospf 1 area 0
!
interface GigabitEthernet0/0.20
  encapsulation dot1Q 20
  ip address 10.3.20.1 255.255.255.0
  ip access-group 120 in
  ip helper-address 10.1.0.1
  ipv6 address FE80::3 link-local
  ipv6 address 2001:620:3101:3020::3/64
  ipv6 enable
  ipv6 nd other-config-flag
  ipv6 nd ra interval 10
  ipv6 dhcp relay destination 2001:620:3101:1001::1 Serial0/0/0
  ipv6 traffic-filter s20 in
  ipv6 ospf 1 area 0
!
interface GigabitEthernet0/0.30
  encapsulation dot1Q 30
  ip address 10.3.30.1 255.255.255.0
  ip access-group 121 in
  ip helper-address 10.1.0.1
  ipv6 address FE80::3 link-local
  ipv6 address 2001:620:3101:3030::3/64
  ipv6 enable
  ipv6 nd other-config-flag
  ipv6 nd ra interval 10
  ipv6 dhcp relay destination 2001:620:3101:1001::1 Serial0/0/0
  ipv6 traffic-filter s30 in
  ipv6 ospf 1 area 0
!
interface GigabitEthernet0/0.99
  encapsulation dot1Q 99
  ip address 10.3.99.1 255.255.255.0
```

```
ip helper-address 10.1.0.1
ipv6 address FE80::3 link-local
ipv6 address 2001:620:3101:3099::3/64
ipv6 enable
ipv6 nd other-config-flag
ipv6 nd ra interval 10
ipv6 dhcp relay destination 2001:620:3101:1001::1 Serial0/0/0
ipv6 ospf 1 area 0
!
interface GigabitEthernet0/1
no ip address
shutdown
duplex auto
speed auto
!
interface Serial0/0/0
ip address 10.4.40.6 255.255.255.252
ipv6 address FE80::3 link-local
ipv6 address 2001:620:3101:4040::3/64
ipv6 enable
ipv6 ospf 1 area 0
!
interface Serial0/0/1
no ip address
shutdown
clock rate 2000000
!
router ospf 1
passive-interface GigabitEthernet0/0.10
passive-interface GigabitEthernet0/0.20
passive-interface GigabitEthernet0/0.30
passive-interface GigabitEthernet0/0.99
network 10.3.10.0 0.0.0.255 area 0
network 10.3.20.0 0.0.0.255 area 0
network 10.3.30.0 0.0.0.255 area 0
network 10.3.99.0 0.0.0.255 area 0
network 10.4.40.4 0.0.0.3 area 0
!
ip forward-protocol nd
!
no ip http server
no ip http secure-server
!
!
access-list 119 deny ip 10.3.10.0 0.0.0.255 10.1.20.0 0.0.0.255
access-list 119 deny ip 10.3.10.0 0.0.0.255 10.1.30.0 0.0.0.255
access-list 119 deny ip 10.3.10.0 0.0.0.255 10.2.20.0 0.0.0.255
access-list 119 deny ip 10.3.10.0 0.0.0.255 10.2.30.0 0.0.0.255
access-list 119 deny ip 10.3.10.0 0.0.0.255 10.3.20.0 0.0.0.255
access-list 119 deny ip 10.3.10.0 0.0.0.255 10.3.30.0 0.0.0.255
access-list 119 permit ip any any
access-list 119 permit tcp any any
access-list 120 deny ip 10.3.20.0 0.0.0.255 10.1.10.0 0.0.0.255
access-list 120 deny ip 10.3.20.0 0.0.0.255 10.1.30.0 0.0.0.255
```

```

access-list 120 deny ip 10.3.20.0 0.0.0.255 10.2.10.0 0.0.0.255
access-list 120 deny ip 10.3.20.0 0.0.0.255 10.2.30.0 0.0.0.255
access-list 120 deny ip 10.3.20.0 0.0.0.255 10.3.10.0 0.0.0.255
access-list 120 deny ip 10.3.20.0 0.0.0.255 10.3.30.0 0.0.0.255
access-list 120 permit ip any any
access-list 120 permit tcp any any
access-list 121 deny ip 10.3.30.0 0.0.0.255 10.1.10.0 0.0.0.255
access-list 121 deny ip 10.3.30.0 0.0.0.255 10.1.20.0 0.0.0.255
access-list 121 deny ip 10.3.30.0 0.0.0.255 10.2.10.0 0.0.0.255
access-list 121 deny ip 10.3.30.0 0.0.0.255 10.2.20.0 0.0.0.255
access-list 121 deny ip 10.3.30.0 0.0.0.255 10.3.10.0 0.0.0.255
access-list 121 deny ip 10.3.30.0 0.0.0.255 10.3.20.0 0.0.0.255
access-list 121 permit ip any any
access-list 121 permit tcp any any
ipv6 router ospf 1
!
!
!
!
ipv6 access-list s10
permit ipv6 any any
permit tcp any any
deny ipv6 2001:620:3101:3010::/64 2001:620:3101:1020::/64
deny ipv6 2001:620:3101:3020::/64 2001:620:3101:1030::/64
deny ipv6 2001:620:3101:3020::/64 2001:620:3101:2010::/64
deny ipv6 2001:620:3101:3020::/64 2001:620:3101:2030::/64
deny ipv6 2001:620:3101:3020::/64 2001:620:3101:3010::/64
deny ipv6 2001:620:3101:3030::/64 2001:620:3101:2020::/64
deny ipv6 2001:620:3101:3030::/64 2001:620:3101:3010::/64
deny ipv6 2001:620:3101:3030::/64 2001:620:3101:3020::/64
deny ipv6 2001:620:3101:3010::/64 2001:620:3101:1030::/64
deny ipv6 2001:620:3101:3010::/64 2001:620:3101:2020::/64
deny ipv6 2001:620:3101:3010::/64 2001:620:3101:2030::/64
deny ipv6 2001:620:3101:3010::/64 2001:620:3101:3020::/64
deny ipv6 2001:620:3101:3010::/64 2001:620:3101:3030::/64
!
ipv6 access-list s103
permit ipv6 any any
permit tcp any any
deny ipv6 2001:620:3101:3010::/64 2001:620:3101:1020::/64
deny ipv6 2001:620:3101:3010::/64 2001:620:3101:1030::/64
deny ipv6 2001:620:3101:3010::/64 2001:620:3101:2020::/64
deny ipv6 2001:620:3101:3010::/64 2001:620:3101:2030::/64
deny ipv6 2001:620:3101:3010::/64 2001:620:3101:3020::/64
deny ipv6 2001:620:3101:3010::/64 2001:620:3101:3030::/64
!
ipv6 access-list s20
deny ipv6 2001:620:3101:3020::/64 2001:620:3101:1010::/64
deny ipv6 2001:620:3101:3020::/64 2001:620:3101:1030::/64
deny ipv6 2001:620:3101:3020::/64 2001:620:3101:2010::/64
deny ipv6 2001:620:3101:3020::/64 2001:620:3101:2030::/64
deny ipv6 2001:620:3101:3020::/64 2001:620:3101:3010::/64
deny ipv6 2001:620:3101:3020::/64 2001:620:3101:3030::/64
permit ipv6 any any

```

```
    permit tcp any any
    !
    ipv6 access-list s30
    deny ipv6 2001:620:3101:3030::/64 2001:620:3101:1010::/64
    deny ipv6 2001:620:3101:3030::/64 2001:620:3101:1020::/64
    deny ipv6 2001:620:3101:3030::/64 2001:620:3101:2010::/64
    deny ipv6 2001:620:3101:3030::/64 2001:620:3101:2020::/64
    deny ipv6 2001:620:3101:3030::/64 2001:620:3101:3010::/64
    deny ipv6 2001:620:3101:3030::/64 2001:620:3101:3020::/64
    permit ipv6 any any
    permit tcp any any
    !
    control-plane
    !
    !
    !
    line con 0
    line aux 0
    line 2
    no activation-character
    no exec
    transport preferred none
    transport output pad telnet rlogin lapb-ta mop udptn v120 ssh
    stopbits 1
    line vty 0 4
    login
    transport input all
    !
    scheduler allocate 20000 1000
    !
end
```

A.4 C1

Building configuration...

```
*Mar 1 01:15:09.178: %SYS-5-CONFIG_I: Configured from console by
console
Current configuration : 4311 bytes
!
version 12.2
no service pad
service timestamps debug datetime msec
service timestamps log datetime msec
no service password-encryption
!
hostname C1
!
boot-start-marker
boot-end-marker
!
!
!
!
no aaa new-model
system mtu routing 1500
ip routing
no ip domain-lookup
!
!
ipv6 unicast-routing
!
!
crypto pki trustpoint TP-self-signed-1905751168
  enrollment selfsigned
  subject-name cn=IOS-Self-Signed-Certificate-1905751168
  revocation-check none
  rsakeypair TP-self-signed-1905751168
!
!
crypto pki certificate chain TP-self-signed-1905751168
  certificate self-signed 01
    3082023B 308201A4 A0030201 02020101 300D0609 2A864886 F70D0101
    04050030
    31312F30 2D060355 04031326 494F532D 53656C66 2D536967 6E65642D
    43657274
    69666963 6174652D 31393035 37353131 3638301E 170D3933 30333031
    30303031
    34315A17 0D323030 31303130 30303030 305A3031 312F302D 06035504
    03132649
    4F532D53 656C662D 5369676E 65642D43 65727469 66696361 74652D31
    39303537
    35313136 3830819F 300D0609 2A864886 F70D0101 01050003 818D0030
    81890281
    8100BF15 E25C3D42 796F03D1 67144F31 9B7511ED B48AC9C3 D160F11C
    638E12E0
    011860E1 98C342CA 79DA0E61 4FF91D22 3E0CD9DD 27A30C2C 3F9628C5
    8CC51E32
```



```
59D78585 D8B4AAFB 9F158886 B7C27E93 3E513F49 9BE1578E DFDECEB9
6A325D69
932377DD D508C1C3 EB66D1EB 6E7B6D9D 7B8BF3F0 5AD667A9 3079E776
8E532B99
04CB0203 010001A3 63306130 0F060355 1D130101 FF040530 030101FF
300E0603
551D1104 07300582 0343312E 301F0603 551D2304 18301680 14402C2B
826268CF
8FEE0923 9E0B8326 06181677 5C301D06 03551D0E 04160414 402C2B82
6268CF8F
EE09239E 0B832606 1816775C 300D0609 2A864886 F70D0101 04050003
818100AA
67D59E1F 363483A7 902CEB43 4B65BB8F 26D2AC41 6265B029 4BD7B535
FD4971D5
DEAB163F D0455BFF A1C78D16 6D283B85 9A93F0CF 397D58F7 9446B5B7
F15B12B7
98220590 1E46E1B7 58CA9423 8E5AA8A3 16CF51E8 F0E2EC86 A944809B
206ADBB7
69DDD6FA 0E2EE2B0 8DFA9F22 16E120EA A44601B7 28A29A61 88802289
22169A
quit
!
!
!
spanning-tree mode pvst
spanning-tree extend system-id
!
vlan internal allocation policy ascending
!
!
!
!
interface Port-channel2
no switchport
ip address 10.1.40.9 255.255.255.252
ipv6 address FE80::1 link-local
ipv6 address 2001:620:3101:1042::1/64
ipv6 enable
ipv6 ospf 1 area 0
!
interface Port-channel5
no switchport
ip address 10.1.40.13 255.255.255.252
ipv6 address FE80::4 link-local
ipv6 address 2001:620:3101:1044::1/64
ipv6 enable
ipv6 ospf 1 area 0
!
interface GigabitEthernet0/1
no switchport
ip address 192.168.1.2 255.255.255.0
!
interface GigabitEthernet0/2
!
```

```
interface GigabitEthernet0/3
!
interface GigabitEthernet0/4
!
interface GigabitEthernet0/5
!
interface GigabitEthernet0/6
!
interface GigabitEthernet0/7
!
interface GigabitEthernet0/8
!
interface GigabitEthernet0/9
!
interface GigabitEthernet0/10
!
interface GigabitEthernet0/11
!
interface GigabitEthernet0/12
!
interface GigabitEthernet0/13
!
interface GigabitEthernet0/14
!
interface GigabitEthernet0/15
!
interface GigabitEthernet0/16
!
interface GigabitEthernet0/17
!
interface GigabitEthernet0/18
!
interface GigabitEthernet0/19
!
interface GigabitEthernet0/20
!
interface GigabitEthernet0/21
!
interface GigabitEthernet0/22
no switchport
no ip address
channel-group 2 mode passive
!
interface GigabitEthernet0/23
no switchport
no ip address
channel-group 2 mode passive
!
interface GigabitEthernet0/24
no switchport
ip address 10.1.40.2 255.255.255.252
ipv6 address FE80::4 link-local
ipv6 address 2001:620:3101:1040::2/64
ipv6 enable
```

```
    ipv6 ospf 1 area 0
    !
interface GigabitEthernet0/25
    !
interface GigabitEthernet0/26
    no switchport
    no ip address
    channel-group 5 mode active
    !
interface GigabitEthernet0/27
    !
interface GigabitEthernet0/28
    no switchport
    no ip address
    channel-group 5 mode active
    !
interface Vlan1
    no ip address
    !
interface Vlan10
    no ip address
    !
interface Vlan20
    no ip address
    !
interface Vlan30
    no ip address
    !
interface Vlan99
    ip address 10.0.99.30 255.255.255.0
    ipv6 address 2001:620:3101:1099::30/64
    !
router ospf 1
    log-adjacency-changes
    network 10.1.40.0 0.0.0.3 area 0
    network 10.1.40.8 0.0.0.3 area 0
    network 10.1.40.12 0.0.0.3 area 0
    !
ip classless
ip http server
ip http secure-server
    !
    !
ip sla enable reaction-alerts
ipv6 router ospf 1
    log-adjacency-changes
    !
    !
    !
    !
line con 0
line vty 0 4
    login
```

```
line vty 5 15
 login
 !
end
```

A.5 C2

Building configuration...

Current configuration : 5024 bytes

```
!  
version 12.2  
no service pad  
service timestamps debug datetime msec  
service timestamps log datetime msec  
no service password-encryption  
!  
hostname C2  
!  
boot-start-marker  
boot-end-marker  
!  
!  
!  
no aaa new-model  
system mtu routing 1500  
ip routing  
no ip domain-lookup  
!  
!  
ipv6 unicast-routing  
!  
!  
crypto pki trustpoint TP-self-signed-2708614784  
  enrollment selfsigned  
  subject-name cn=IOS-Self-Signed-Certificate-2708614784  
  revocation-check none  
  rsakeypair TP-self-signed-2708614784  
!  
!  
crypto pki certificate chain TP-self-signed-2708614784  
  certificate self-signed 01  
    3082023B 308201A4 A0030201 02020101 300D0609 2A864886 F70D0101  
    04050030  
    31312F30 2D060355 04031326 494F532D 53656C66 2D536967 6E65642D  
    43657274  
    696666963 6174652D 32373038 36313437 3834301E 170D3933 30333031  
    30303032  
    35375A17 0D323030 31303130 30303030 305A3031 312F302D 06035504  
    03132649  
    4F532D53 656C662D 5369676E 65642D43 65727469 66696361 74652D32  
    37303836  
    31343738 3430819F 300D0609 2A864886 F70D0101 01050003 818D0030  
    81890281  
    8100C62B 40F79036 A09AE5CD 011EB17E F762E85D 83E67563 220E7FE1  
    2E966B51  
    73778129 DD42A023 50C2C9FB A962464E 6798A906 BDD78A03 CDFE5FCB  
    BF7FE4FC  
    A7976552 0B5C9DFD 95847A8F F579F188 E2D32072 3FCD21BA 231ABA1C  
    211CFDFE
```

```
C264F925 0CF9EA00 A9C93BC0 58D25E34 9BFB6672 03A3FC25 2A6D806A
1D3359B1
009D0203 010001A3 63306130 0F060355 1D130101 FF040530 030101FF
300E0603
551D1104 07300582 0343322E 301F0603 551D2304 18301680 141D52A9
C7827512
1C915DBB F968B8FF 982AE433 88301D06 03551D0E 04160414 1D52A9C7
8275121C
915DBBF9 68B8FF98 2AE43388 300D0609 2A864886 F70D0101 04050003
8181009D
927ADA37 BE6B376C 3183DE5D DCBDD797 6E26EA30 19FA7246 BB28921D
3EA555F7
71A487B6 8D6C6B23 AAB7464 4A59C052 F52D844C 67AD6586 589973B4
BA26E572
E846DF06 364038DB 950911D7 D74DCDDC 127AAF98 71055BCD 8DD20942
A5221DEA
7B2933AE C02203F9 6B3FDD6C 102B51F3 E140C4C8 B1DD16D7 95EAD6FE
8C9ED9
quit
!
!
!
spanning-tree mode pvst
spanning-tree extend system-id
!
vlan internal allocation policy ascending
!
!
!
interface Port-channel1
no switchport
ip address 10.1.40.17 255.255.255.252
ipv6 address FE80::5 link-local
ipv6 address 2001:620:3101:1043::1/64
ipv6 enable
ipv6 ospf 1 area 0
!
interface Port-channel5
no switchport
ip address 10.1.40.14 255.255.255.252
ipv6 address FE80::5 link-local
ipv6 address 2001:620:3101:1044::2/64
ipv6 enable
ipv6 ospf 1 area 0
!
interface GigabitEthernet0/1
!
interface GigabitEthernet0/2
!
interface GigabitEthernet0/3
!
interface GigabitEthernet0/4
!
interface GigabitEthernet0/5
```

```
!  
interface GigabitEthernet0/6  
!  
interface GigabitEthernet0/7  
!  
interface GigabitEthernet0/8  
!  
interface GigabitEthernet0/9  
!  
interface GigabitEthernet0/10  
!  
interface GigabitEthernet0/11  
!  
interface GigabitEthernet0/12  
!  
interface GigabitEthernet0/13  
!  
interface GigabitEthernet0/14  
!  
interface GigabitEthernet0/15  
!  
interface GigabitEthernet0/16  
!  
interface GigabitEthernet0/17  
!  
interface GigabitEthernet0/18  
!  
interface GigabitEthernet0/19  
!  
interface GigabitEthernet0/20  
!  
interface GigabitEthernet0/21  
!  
interface GigabitEthernet0/22  
!  
interface GigabitEthernet0/23  
!  
interface GigabitEthernet0/24  
!  
interface GigabitEthernet0/25  
!  
interface GigabitEthernet0/26  
!  
interface GigabitEthernet0/27  
!  
interface GigabitEthernet0/28  
!  
interface GigabitEthernet0/29  
!  
interface GigabitEthernet0/30  
!  
interface GigabitEthernet0/31  
!  
interface GigabitEthernet0/32
```

```
!  
interface GigabitEthernet0/33  
!  
interface GigabitEthernet0/34  
!  
interface GigabitEthernet0/35  
!  
interface GigabitEthernet0/36  
!  
interface GigabitEthernet0/37  
!  
interface GigabitEthernet0/38  
!  
interface GigabitEthernet0/39  
!  
interface GigabitEthernet0/40  
!  
interface GigabitEthernet0/41  
!  
interface GigabitEthernet0/42  
!  
interface GigabitEthernet0/43  
!  
interface GigabitEthernet0/44  
!  
interface GigabitEthernet0/45  
!  
interface GigabitEthernet0/46  
no switchport  
no ip address  
channel-group 1 mode passive  
!  
interface GigabitEthernet0/47  
no switchport  
no ip address  
channel-group 1 mode passive  
!  
interface GigabitEthernet0/48  
no switchport  
ip address 10.1.40.6 255.255.255.252  
ipv6 address FE80::5 link-local  
ipv6 address 2001:620:3101:1041::2/64  
ipv6 enable  
ipv6 ospf 1 area 0  
!  
interface GigabitEthernet0/49  
no switchport  
no ip address  
channel-group 5 mode passive  
!  
interface GigabitEthernet0/50  
!  
interface GigabitEthernet0/51  
no switchport
```



```
no ip address
channel-group 5 mode passive
!
interface GigabitEthernet0/52
!
interface Vlan1
no ip address
!
interface Vlan10
no ip address
!
interface Vlan20
no ip address
!
interface Vlan30
no ip address
!
interface Vlan99
ip address 10.0.99.40 255.255.255.0
ipv6 address 2001:620:3101:1099::40/64
!
router ospf 1
log-adjacency-changes
network 10.1.40.4 0.0.0.3 area 0
network 10.1.40.12 0.0.0.3 area 0
network 10.1.40.16 0.0.0.3 area 0
!
ip classless
ip http server
ip http secure-server
!
ip sla enable reaction-alerts
ipv6 router ospf 1
log-adjacency-changes
!
!
!
!
line con 0
line vty 0 4
login
line vty 5 15
login
!
end
```

A.6 D

Building configuration...

Current configuration : 9902 bytes

```
!  
! Last configuration change at 03:14:25 UTC Wed Mar 30 2011  
! NVRAM config last updated at 01:29:25 UTC Wed Mar 30 2011  
!  
version 15.0  
no service pad  
service timestamps debug datetime msec  
service timestamps log datetime msec  
no service password-encryption  
!  
hostname D  
!  
boot-start-marker  
boot-end-marker  
!  
!  
no aaa new-model  
switch 1 provision ws-c3750e-24td  
switch 2 provision ws-c3750e-24td  
system mtu routing 1500  
ip routing  
!  
!  
no ip domain-lookup  
ipv6 unicast-routing  
!  
!  
crypto pki trustpoint TP-self-signed-3575911680  
  enrollment selfsigned  
  subject-name cn=IOS-Self-Signed-Certificate-3575911680  
  revocation-check none  
  rsakeypair TP-self-signed-3575911680  
!  
!  
crypto pki certificate chain TP-self-signed-3575911680  
  certificate self-signed 01  
    3082022B 30820194 A0030201 02020101 300D0609 2A864886 F70D0101  
05050030  
    31312F30 2D060355 04031326 494F532D 53656C66 2D536967 6E65642D  
43657274  
    69666963 6174652D 33353735 39313136 3830301E 170D3131 30333330  
30313239  
    32355A17 0D323030 31303130 30303030 305A3031 312F302D 06035504  
03132649  
    4F532D53 656C662D 5369676E 65642D43 65727469 66696361 74652D33  
35373539  
    31313638 3030819F 300D0609 2A864886 F70D0101 01050003 818D0030  
81890281  
    8100CF83 94747F73 EBC54865 B6BD0F59 BB228D8D 9941CAA1 6EFAD7F9
```

```
interface Port-channel1
 no switchport
 ip address 10.1.40.18 255.255.255.252
 ip helper-address 10.1.0.1
 ipv6 address FE80::6 link-local
```

```
    ipv6 address 2001:620:3101:1043::2/64
    ipv6 enable
    ipv6 ospf 1 area 0
    !
interface Port-channel2
    no switchport
    ip address 10.1.40.10 255.255.255.252
    ipv6 address FE80::6 link-local
    ipv6 address 2001:620:3101:1042::2/64
    ipv6 enable
    ipv6 ospf 1 area 0
    !
interface Port-channel3
    switchport trunk encapsulation dot1q
    switchport trunk native vlan 35
    switchport mode trunk
    !
interface Port-channel4
    switchport trunk encapsulation dot1q
    switchport trunk native vlan 35
    switchport mode trunk
    !
interface FastEthernet0
    no ip address
    no ip route-cache
    shutdown
    !
interface GigabitEthernet1/0/1
    !
interface GigabitEthernet1/0/2
    !
interface GigabitEthernet1/0/3
    !
interface GigabitEthernet1/0/4
    !
interface GigabitEthernet1/0/5
    !
interface GigabitEthernet1/0/6
    !
interface GigabitEthernet1/0/7
    !
interface GigabitEthernet1/0/8
    !
interface GigabitEthernet1/0/9
    !
interface GigabitEthernet1/0/10
    !
interface GigabitEthernet1/0/11
    !
interface GigabitEthernet1/0/12
    !
interface GigabitEthernet1/0/13
    !
interface GigabitEthernet1/0/14
```

```
!  
interface GigabitEthernet1/0/15  
!  
interface GigabitEthernet1/0/16  
!  
interface GigabitEthernet1/0/17  
!  
interface GigabitEthernet1/0/18  
!  
interface GigabitEthernet1/0/19  
!  
interface GigabitEthernet1/0/20  
!  
interface GigabitEthernet1/0/21  
  no switchport  
  no ip address  
  channel-group 1 mode active  
!  
interface GigabitEthernet1/0/22  
  no switchport  
  no ip address  
  channel-group 2 mode active  
!  
interface GigabitEthernet1/0/23  
  switchport trunk encapsulation dot1q  
  switchport trunk native vlan 35  
  switchport mode trunk  
  channel-group 4 mode active  
!  
interface GigabitEthernet1/0/24  
  switchport trunk encapsulation dot1q  
  switchport trunk native vlan 35  
  switchport mode trunk  
  channel-group 3 mode active  
!  
interface GigabitEthernet1/0/25  
!  
interface GigabitEthernet1/0/26  
!  
interface GigabitEthernet1/0/27  
!  
interface GigabitEthernet1/0/28  
!  
interface TenGigabitEthernet1/0/1  
!  
interface TenGigabitEthernet1/0/2  
!  
interface GigabitEthernet2/0/1  
!  
interface GigabitEthernet2/0/2  
!  
interface GigabitEthernet2/0/3  
!  
interface GigabitEthernet2/0/4
```

```
!  
interface GigabitEthernet2/0/5  
!  
interface GigabitEthernet2/0/6  
!  
interface GigabitEthernet2/0/7  
!  
interface GigabitEthernet2/0/8  
!  
interface GigabitEthernet2/0/9  
!  
interface GigabitEthernet2/0/10  
!  
interface GigabitEthernet2/0/11  
!  
interface GigabitEthernet2/0/12  
!  
interface GigabitEthernet2/0/13  
!  
interface GigabitEthernet2/0/14  
!  
interface GigabitEthernet2/0/15  
!  
interface GigabitEthernet2/0/16  
!  
interface GigabitEthernet2/0/17  
!  
interface GigabitEthernet2/0/18  
!  
interface GigabitEthernet2/0/19  
!  
interface GigabitEthernet2/0/20  
!  
interface GigabitEthernet2/0/21  
    no switchport  
    no ip address  
    channel-group 2 mode active  
!  
interface GigabitEthernet2/0/22  
    no switchport  
    no ip address  
    channel-group 1 mode active  
!  
interface GigabitEthernet2/0/23  
    switchport trunk encapsulation dot1q  
    switchport trunk native vlan 35  
    switchport mode trunk  
    channel-group 3 mode active  
!  
interface GigabitEthernet2/0/24  
    switchport trunk encapsulation dot1q  
    switchport trunk native vlan 35  
    switchport mode trunk  
    channel-group 4 mode active
```

```
!  
interface GigabitEthernet2/0/25  
!  
interface GigabitEthernet2/0/26  
!  
interface GigabitEthernet2/0/27  
!  
interface GigabitEthernet2/0/28  
!  
interface TenGigabitEthernet2/0/1  
!  
interface TenGigabitEthernet2/0/2  
!  
interface Vlan1  
  no ip address  
  shutdown  
!  
interface Vlan10  
  description GeschC$ftsleitung  
  ip address 10.1.10.1 255.255.255.0  
  ip access-group 113 in  
  ip helper-address 10.1.0.1  
  ipv6 address FE80::6 link-local  
  ipv6 address 2001:620:3101:1010::1/64  
  ipv6 enable  
  ipv6 nd ra interval 10  
  ipv6 traffic-filter c10 in  
  ipv6 ospf 1 area 0  
!  
interface Vlan20  
  description Buchhaltung  
  ip address 10.1.20.1 255.255.255.0  
  ip access-group 114 in  
  ip helper-address 10.1.0.1  
  ipv6 address FE80::6 link-local  
  ipv6 address 2001:620:3101:1020::1/64  
  ipv6 enable  
  ipv6 traffic-filter c20 in  
  ipv6 ospf 1 area 0  
!  
interface Vlan30  
  description Entwicklung  
  ip address 10.1.30.1 255.255.255.0  
  ip access-group 115 in  
  ip helper-address 10.1.0.1  
  ipv6 address FE80::6 link-local  
  ipv6 address 2001:620:3101:1030::1/64  
  ipv6 enable  
  ipv6 traffic-filter c30 in  
  ipv6 ospf 1 area 0  
!  
interface Vlan35  
  no ip address  
!
```

[illegible]


```
permit ipv6 any any
permit tcp any any
deny ipv6 2001:620:3101:1010::/64 2001:620:3101:1020::/64
deny ipv6 2001:620:3101:1010::/64 2001:620:3101:1030::/64
deny ipv6 2001:620:3101:1010::/64 2001:620:3101:2020::/64
deny ipv6 2001:620:3101:1010::/64 2001:620:3101:2030::/64
deny ipv6 2001:620:3101:1010::/64 2001:620:3101:3020::/64
deny ipv6 2001:620:3101:1010::/64 2001:620:3101:3030::/64
!
ipv6 access-list c20
deny ipv6 2001:620:3101:1020::/64 2001:620:3101:1010::/64
deny ipv6 2001:620:3101:1020::/64 2001:620:3101:1030::/64
deny ipv6 2001:620:3101:1020::/64 2001:620:3101:2010::/64
deny ipv6 2001:620:3101:1020::/64 2001:620:3101:2030::/64
deny ipv6 2001:620:3101:1020::/64 2001:620:3101:3010::/64
deny ipv6 2001:620:3101:1020::/64 2001:620:3101:3030::/64
permit ipv6 any any
permit tcp any any
!
ipv6 access-list c30
deny ipv6 2001:620:3101:1030::/64 2001:620:3101:1010::/64
deny ipv6 2001:620:3101:1030::/64 2001:620:3101:1020::/64
deny ipv6 2001:620:3101:1030::/64 2001:620:3101:2010::/64
deny ipv6 2001:620:3101:1030::/64 2001:620:3101:2020::/64
deny ipv6 2001:620:3101:1030::/64 2001:620:3101:3010::/64
deny ipv6 2001:620:3101:1030::/64 2001:620:3101:3020::/64
permit ipv6 any any
permit tcp any any
!
!
line con 0
line vty 0 4
  login
line vty 5 15
  login
!
end
```

A.7 A1

```
Building configuration...

Current configuration : 3465 bytes
!
! Last configuration change at 01:02:36 UTC Mon Mar 1 1993
!
version 15.0
no service pad
service timestamps debug datetime msec
service timestamps log datetime msec
no service password-encryption
!
hostname A1
!
boot-start-marker
boot-end-marker
!
!
no aaa new-model
system mtu routing 1500
!
!
no ip domain-lookup
!
!
crypto pki trustpoint TP-self-signed-2645770496
  enrollment selfsigned
  subject-name cn=IOS-Self-Signed-Certificate-2645770496
  revocation-check none
  rsakeypair TP-self-signed-2645770496
!
!
crypto pki certificate chain TP-self-signed-2645770496
  certificate self-signed 01
    3082022B 30820194 A0030201 02020101 300D0609 2A864886 F70D0101
05050030
    31312F30 2D060355 04031326 494F532D 53656C66 2D536967 6E65642D
43657274
    69666963 6174652D 32363435 37373034 3936301E 170D3933 30333031
30303030
    35395A17 0D323030 31303130 30303030 305A3031 312F302D 06035504
03132649
    4F532D53 656C662D 5369676E 65642D43 65727469 66696361 74652D32
36343537
    37303439 3630819F 300D0609 2A864886 F70D0101 01050003 818D0030
81890281
    8100B62C 06E1B0B9 42AD8FDC EC8446C9 4286226D 480102FB 63FC91C4
870FB888
    A8CEFBEB AD058B65 CC4F79BF 3D21D07D 5BEA7BA0 71BFA34D B02B1CB8
DAB609E6
    5D4A6309 9A025A7A 3A58DF20 0A68273B D50E9BD0 6E4AAFB7 0744D72B
46B7CF5A
    A8A7290D F51B0B4F 5C82D675 C0DEA959 EDA82ED5 A2AF3DCB 8342167E
9D8BFCC4
```

```
5BAB0203 010001A3 53305130 0F060355 1D130101 FF040530 030101FF
301F0603
551D2304 18301680 14926134 12FAE90F 741ECE10 CF61F7CE 4840DB7E
08301D06
03551D0E 04160414 92613412 FAE90F74 1ECE10CF 61F7CE48 40DB7E08
300D0609
2A864886 F70D0101 05050003 81810046 538BD31D 5B858788 2B4F9429
99DABD8E
4316C126 5CC615BB 642BD047 2F8F899F CAEF323A A66495E9 3D412165
4C96840E
61FA9CAA 3F59CA1F 0B105F10 3BF422FF 033412D6 9270F65F FCC5E266
287F7E6F
2F38882E 9C7D086A F85E7265 717DBC51 14B25CDE BA04195B 3320F941
B5102ACB
8FC567BF 4A45E9E9 465BC9B7 929EBB
quit
!
!
!
!
!
spanning-tree mode pvst
spanning-tree extend system-id
!
vlan internal allocation policy ascending
!
!
!
!
!
!
interface Port-channel3
switchport trunk native vlan 35
!
interface FastEthernet0/1
switchport access vlan 10
switchport mode access
!
interface FastEthernet0/2
switchport access vlan 20
switchport mode access
!
interface FastEthernet0/3
switchport access vlan 30
switchport mode access
!
interface FastEthernet0/4
!
interface FastEthernet0/5
!
interface FastEthernet0/6
!
interface FastEthernet0/7
!
```

```
interface FastEthernet0/8
!
interface FastEthernet0/9
!
interface FastEthernet0/10
!
interface FastEthernet0/11
!
interface FastEthernet0/12
!
interface FastEthernet0/13
!
interface FastEthernet0/14
!
interface FastEthernet0/15
!
interface FastEthernet0/16
!
interface FastEthernet0/17
!
interface FastEthernet0/18
!
interface FastEthernet0/19
!
interface FastEthernet0/20
!
interface FastEthernet0/21
!
interface FastEthernet0/22
!
interface FastEthernet0/23
!
interface FastEthernet0/24
!
interface GigabitEthernet0/1
  switchport trunk native vlan 35
  channel-group 3 mode passive
!
interface GigabitEthernet0/2
  switchport trunk native vlan 35
  channel-group 3 mode passive
!
interface Vlan1
  no ip address
!
interface Vlan10
  no ip address
!
interface Vlan20
  no ip address
!
interface Vlan30
  no ip address
!
```

```
interface Vlan35
  no ip address
!
interface Vlan99
  ip address 10.1.99.10 255.255.255.0
  ipv6 address 2001:620:3101:1099::11/64
!
ip default-gateway 10.1.99.1
ip http server
ip http secure-server
!
!
!
line con 0
line vty 0 4
  login
line vty 5 15
  login
!
end
```

A.8 A2

```
Building configuration...

Current configuration : 3465 bytes
!
! Last configuration change at 01:03:33 UTC Mon Mar 1 1993
!
version 15.0
no service pad
service timestamps debug datetime msec
service timestamps log datetime msec
no service password-encryption
!
hostname A2
!
boot-start-marker
boot-end-marker
!
!
no aaa new-model
system mtu routing 1500
!
!
no ip domain-lookup
!
!
crypto pki trustpoint TP-self-signed-2645771520
  enrollment selfsigned
  subject-name cn=IOS-Self-Signed-Certificate-2645771520
  revocation-check none
  rsakeypair TP-self-signed-2645771520
!
!
crypto pki certificate chain TP-self-signed-2645771520
  certificate self-signed 01
    3082022B 30820194 A0030201 02020101 300D0609 2A864886 F70D0101
05050030
    31312F30 2D060355 04031326 494F532D 53656C66 2D536967 6E65642D
43657274
    69666963 6174652D 32363435 37373135 3230301E 170D3933 30333031
30303031
    30315A17 0D323030 31303130 30303030 305A3031 312F302D 06035504
03132649
    4F532D53 656C662D 5369676E 65642D43 65727469 66696361 74652D32
36343537
    37313532 3030819F 300D0609 2A864886 F70D0101 01050003 818D0030
81890281
    8100B348 1052BDFA 98D099A1 2333D5CF CE22F1EA A307C556 BC370D52
8E01836A
    4827B5C5 4DCF0E16 6DF2C109 0782FFFC BB3DE50D 5F503802 16D10900
976E972C
    9B6839A0 45D2DA97 07BD36FD B70DD89B 3B637CDB 8C7E2F8A 0EE1BCC9
F163C723
    797B78A0 D957B9C7 DF65B1AA A45F4D5D 4F2485D9 04469E04 BBAC9AD8
7E22C7D0
```

```
84550203 010001A3 53305130 0F060355 1D130101 FF040530 030101FF
301F0603
551D2304 18301680 14040C89 3C6EC960 EFD9FBB3 778A59F1 19A91960
CD301D06
03551D0E 04160414 040C893C 6EC960EF D9FBB377 8A59F119 A91960CD
300D0609
2A864886 F70D0101 05050003 81810072 B270DE70 08319944 44B14D3E
856AD5C8
6951EDAE 5428714B E5CA9716 4320291C A7D2EAC2 2DBAEC61 909146EF
D4C8ACFC
39A34F1A 8627619A 9499F303 3F23DEC5 E93DB7F7 C5075E89 7DD12EB1
5762887A
F4BD6256 2BC07BF4 3148F385 C63A3015 0284E2CD C16C9C5B F68ED06A
4C6103E3
2582AF84 47785907 8E639A9A DC6327
quit
!
!
!
!
!
spanning-tree mode pvst
spanning-tree extend system-id
!
vlan internal allocation policy ascending
!
!
!
!
!
!
interface Port-channel4
switchport trunk native vlan 35
!
interface FastEthernet0/1
switchport access vlan 10
switchport mode access
!
interface FastEthernet0/2
switchport access vlan 20
switchport mode access
!
interface FastEthernet0/3
switchport access vlan 30
switchport mode access
!
interface FastEthernet0/4
!
interface FastEthernet0/5
!
interface FastEthernet0/6
!
interface FastEthernet0/7
!
```

```
interface FastEthernet0/8
!
interface FastEthernet0/9
!
interface FastEthernet0/10
!
interface FastEthernet0/11
!
interface FastEthernet0/12
!
interface FastEthernet0/13
!
interface FastEthernet0/14
!
interface FastEthernet0/15
!
interface FastEthernet0/16
!
interface FastEthernet0/17
!
interface FastEthernet0/18
!
interface FastEthernet0/19
!
interface FastEthernet0/20
!
interface FastEthernet0/21
!
interface FastEthernet0/22
!
interface FastEthernet0/23
!
interface FastEthernet0/24
!
interface GigabitEthernet0/1
  switchport trunk native vlan 35
  channel-group 4 mode passive
!
interface GigabitEthernet0/2
  switchport trunk native vlan 35
  channel-group 4 mode passive
!
interface Vlan1
  no ip address
!
interface Vlan10
  no ip address
!
interface Vlan20
  no ip address
!
interface Vlan30
  no ip address
!
```



```
interface Vlan35
  no ip address
!
interface Vlan99
  ip address 10.1.99.20 255.255.255.0
  ipv6 address 2001:620:3101:1099::21/64
!
ip default-gateway 10.1.99.1
ip http server
ip http secure-server
!
!
!
line con 0
line vty 0 4
  login
line vty 5 15
  login
!
end
```

A.9 S1

Building configuration...

Current configuration : 3981 bytes

```
!  
version 15.0  
no service pad  
service timestamps debug datetime msec  
service timestamps log datetime msec  
no service password-encryption  
!  
hostname S1  
!  
boot-start-marker  
boot-end-marker  
!  
!  
no aaa new-model  
system mtu routing 1500  
!  
!  
no ip domain-lookup  
!  
!  
crypto pki trustpoint TP-self-signed-2841246592  
  enrollment selfsigned  
  subject-name cn=IOS-Self-Signed-Certificate-2841246592  
  revocation-check none  
  rsakeypair TP-self-signed-2841246592  
!  
!  
crypto pki certificate chain TP-self-signed-2841246592  
  certificate self-signed 01  
    3082022B 30820194 A0030201 02020101 300D0609 2A864886 F70D0101  
05050030  
    31312F30 2D060355 04031326 494F532D 53656C66 2D536967 6E65642D  
43657274  
    69666963 6174652D 32383431 32343635 3932301E 170D3933 30333031  
30303031  
    30335A17 0D323030 31303130 30303030 305A3031 312F302D 06035504  
03132649  
    4F532D53 656C662D 5369676E 65642D43 65727469 66696361 74652D32  
38343132  
    34363539 3230819F 300D0609 2A864886 F70D0101 01050003 818D0030  
81890281  
    810092BD C439D4B8 3E6400CE F22E0D7C B0659E81 46FC30EA 3A63F217  
CC84B8A2  
    AC15A566 8A2DE1FD E54089F2 8678FD6E F4C1333F BF3849B6 EC7C94A8  
AA0B3C76  
    02CB82F3 27C18728 78355F95 E563ACF5 6B6445BD 7014F645 F73F0359  
30C606B1  
    0EEF9E6D 745AE77C 4C326B10 F019095D 43928DCF 5C94635B B0EAA8A8  
8300E01C  
    88990203 010001A3 53305130 0F060355 1D130101 FF040530 030101FF  
301F0603
```

```
551D2304 18301680 1446A630 EE8C2F5E 9970331E 95B5D4CD F88B0273
48301D06
03551D0E 04160414 46A630EE 8C2F5E99 70331E95 B5D4CDF8 8B027348
300D0609
2A864886 F70D0101 05050003 8181000C 332E03DE 79AB91B2 3AB8C476
2BAF57FF
E40682B6 BEADC2C6 5FF7C56B 1848B8B6 1DAFF02C 755640D2 462F44AD
60AEAF1A
8A05A92D 54530FBA 47BF4F0A 067095F1 273AB7FA 68F1CECD F5449555
E77489FA
B41D6A16 CD0C0C78 7D9B56E1 A48E5B90 F1302BA9 6C3230EB E0FA2551
22CE0BAC
46D2584A 914DD724 FCE035F4 00675D
quit
!
!
!
!
!
spanning-tree mode pvst
spanning-tree extend system-id
!
vlan internal allocation policy ascending
!
!
!
!
!
!
interface FastEthernet0/1
switchport access vlan 10
switchport mode access
!
interface FastEthernet0/2
switchport access vlan 20
switchport mode access
!
interface FastEthernet0/3
switchport access vlan 30
switchport mode access
!
interface FastEthernet0/4
!
interface FastEthernet0/5
!
interface FastEthernet0/6
!
interface FastEthernet0/7
!
interface FastEthernet0/8
!
interface FastEthernet0/9
!
interface FastEthernet0/10
```

```
!  
interface FastEthernet0/11  
!  
interface FastEthernet0/12  
!  
interface FastEthernet0/13  
!  
interface FastEthernet0/14  
!  
interface FastEthernet0/15  
!  
interface FastEthernet0/16  
!  
interface FastEthernet0/17  
!  
interface FastEthernet0/18  
!  
interface FastEthernet0/19  
!  
interface FastEthernet0/20  
!  
interface FastEthernet0/21  
!  
interface FastEthernet0/22  
!  
interface FastEthernet0/23  
!  
interface FastEthernet0/24  
!  
interface FastEthernet0/25  
!  
interface FastEthernet0/26  
!  
interface FastEthernet0/27  
!  
interface FastEthernet0/28  
!  
interface FastEthernet0/29  
!  
interface FastEthernet0/30  
!  
interface FastEthernet0/31  
!  
interface FastEthernet0/32  
!  
interface FastEthernet0/33  
!  
interface FastEthernet0/34  
!  
interface FastEthernet0/35  
!  
interface FastEthernet0/36  
!  
interface FastEthernet0/37
```

```
!  
interface FastEthernet0/38  
!  
interface FastEthernet0/39  
!  
interface FastEthernet0/40  
!  
interface FastEthernet0/41  
!  
interface FastEthernet0/42  
!  
interface FastEthernet0/43  
!  
interface FastEthernet0/44  
!  
interface FastEthernet0/45  
!  
interface FastEthernet0/46  
!  
interface FastEthernet0/47  
!  
interface FastEthernet0/48  
!  
interface GigabitEthernet0/1  
  switchport trunk native vlan 35  
  switchport mode trunk  
!  
interface GigabitEthernet0/2  
!  
interface Vlan1  
  no ip address  
  shutdown  
!  
interface Vlan10  
  no ip address  
!  
interface Vlan20  
  no ip address  
!  
interface Vlan30  
  no ip address  
!  
interface Vlan35  
  no ip address  
!  
interface Vlan99  
  ip address 10.2.99.10 255.255.255.0  
  ipv6 address 2001:620:3101:2099::11/64  
!  
ip default-gateway 10.2.99.1  
ip http server  
ip http secure-server  
!  
!
```

```
!  
line con 0  
line vty 0 4  
  login  
line vty 5 15  
  login  
!  
end
```

A.10 S2

```
Building configuration...

Current configuration : 4151 bytes
!
version 12.2
no service pad
service timestamps debug datetime msec
service timestamps log datetime msec
no service password-encryption
!
hostname S2
!
boot-start-marker
boot-end-marker
!
!
no aaa new-model
system mtu routing 1500
ip subnet-zero
!
no ip domain-lookup
!
!
crypto pki trustpoint TP-self-signed-3348104576
  enrollment selfsigned
  subject-name cn=IOS-Self-Signed-Certificate-3348104576
  revocation-check none
  rsakeypair TP-self-signed-3348104576
!
!
crypto pki certificate chain TP-self-signed-3348104576
  certificate self-signed 01
    3082023B 308201A4 A0030201 02020101 300D0609 2A864886 F70D0101
04050030
    31312F30 2D060355 04031326 494F532D 53656C66 2D536967 6E65642D
43657274
    69666963 6174652D 33333438 31303435 3736301E 170D3933 30333031
30303030
    35335A17 0D323030 31303130 30303030 305A3031 312F302D 06035504
03132649
    4F532D53 656C662D 5369676E 65642D43 65727469 66696361 74652D33
33343831
    30343537 3630819F 300D0609 2A864886 F70D0101 01050003 818D0030
81890281
    8100C6E6 E42537B0 ED3946FD BA83DC0C E7110525 83479BAF D5D9290B
EA33B828
    4D5FE100 D3E2D9A8 8C9F2901 EA5BD710 9FD00B6A B04225D5 755EAE41
636E0BF1
    42F24FE4 671D7142 87661949 65D3B327 F995A563 857F67F7 68104D13
E24F5920
    113F1829 E4A409A7 FB7BD042 3E27B0B4 7787652F EF7B458E AEC59B98
DD61C97D
    3D730203 010001A3 63306130 0F060355 1D130101 FF040530 030101FF
300E0603
```

```
551D1104 07300582 0353322E 301F0603 551D2304 18301680 14E67351
0FDFA6D
0C1AA1C5 F6461D5E A5E8B896 2F301D06 03551D0E 04160414 E673510F
DFA6D0C
1AA1C5F6 461D5EA5 E8B8962F 300D0609 2A864886 F70D0101 04050003
81810053
3FE05091 9C7857CB 068CA826 57F55D25 B3B731D1 46DDCAFC 35E388F4
A4457ECA
6AD6E32E D3721CE5 889A6B43 9690B18D 0B6C79F6 5615FA10 A43792FB
A9D86EC6
DD4B71E7 DAEB6E0E 1ED272CA 66DB0E72 CF81EA0B 32C5E877 EA9B809E
68A6EF07
F5F2CBB4 C3555263 5607ACA1 7748AA15 4694D0D1 C81EE5ED F87AEC27
7D456F
quit
!
!
!
!
!
spanning-tree mode pvst
spanning-tree extend system-id
!
vlan internal allocation policy ascending
!
!
!
interface FastEthernet0/1
switchport access vlan 10
switchport mode access
!
interface FastEthernet0/2
switchport access vlan 20
switchport mode access
!
interface FastEthernet0/3
switchport access vlan 30
switchport mode access
!
interface FastEthernet0/4
!
interface FastEthernet0/5
!
interface FastEthernet0/6
!
interface FastEthernet0/7
!
interface FastEthernet0/8
!
interface FastEthernet0/9
!
interface FastEthernet0/10
!
interface FastEthernet0/11
```



```
!  
interface FastEthernet0/12  
!  
interface FastEthernet0/13  
!  
interface FastEthernet0/14  
!  
interface FastEthernet0/15  
!  
interface FastEthernet0/16  
!  
interface FastEthernet0/17  
!  
interface FastEthernet0/18  
!  
interface FastEthernet0/19  
!  
interface FastEthernet0/20  
!  
interface FastEthernet0/21  
!  
interface FastEthernet0/22  
!  
interface FastEthernet0/23  
!  
interface FastEthernet0/24  
!  
interface FastEthernet0/25  
!  
interface FastEthernet0/26  
!  
interface FastEthernet0/27  
!  
interface FastEthernet0/28  
!  
interface FastEthernet0/29  
!  
interface FastEthernet0/30  
!  
interface FastEthernet0/31  
!  
interface FastEthernet0/32  
!  
interface FastEthernet0/33  
!  
interface FastEthernet0/34  
!  
interface FastEthernet0/35  
!  
interface FastEthernet0/36  
!  
interface FastEthernet0/37  
!  
interface FastEthernet0/38
```

```
!  
interface FastEthernet0/39  
!  
interface FastEthernet0/40  
!  
interface FastEthernet0/41  
!  
interface FastEthernet0/42  
!  
interface FastEthernet0/43  
!  
interface FastEthernet0/44  
!  
interface FastEthernet0/45  
!  
interface FastEthernet0/46  
!  
interface FastEthernet0/47  
!  
interface FastEthernet0/48  
!  
interface GigabitEthernet0/1  
    switchport trunk native vlan 35  
    switchport mode trunk  
!  
interface GigabitEthernet0/2  
!  
interface Vlan1  
    no ip address  
    no ip route-cache  
    shutdown  
!  
interface Vlan10  
    no ip address  
    no ip route-cache  
!  
interface Vlan20  
    no ip address  
    no ip route-cache  
!  
interface Vlan30  
    no ip address  
    no ip route-cache  
!  
interface Vlan35  
    no ip address  
    no ip route-cache  
!  
interface Vlan99  
    ip address 10.3.99.10 255.255.255.0  
    no ip route-cache  
    ipv6 address 2001:620:3101:3099::11/64  
!  
ip default-gateway 10.3.99.1
```

```
ip http server
ip http secure-server
!
control-plane
!
!
line con 0
line vty 0 4
  login
line vty 5 15
  login
!
end
```