

Laboration: Unicast- och multicastrouting

Lennart Franked*

10 september 2026

Innehåll

1	Introduktion	2
2	Uppgift	2
2.1	Beräknad tidsåtgång	3
2.2	Laborationsmoment 1: Bygg upp labbmiljön	3
2.2.1	Utrustning	3
2.2.2	Koppla upp nätet	4
2.3	Laborationsmoment 2: Konfigurera labbmiljön	4
2.3.1	Multicastkälla	4
2.3.2	Routerkonfiguration — Del 1	5
2.3.3	Switchkonfiguration — Del 1	5
2.3.4	Konfiguration av datorerna	6
2.3.5	Routerkonfiguration — Del 2	6
2.3.6	Switchkonfiguration — Del 2	7
2.3.7	Justera TTL	7
2.4	Laborationsmoment 3: Verifiering av multicasttrafik	8
2.4.1	Diskussionsuppgift — Fånga anslutningen till gruppen . .	8
2.4.2	Diskussionsuppgift — Kontrollera routrarna	8
2.4.3	Diskussionsuppgift — Vad händer när mottagaren försvinner	9
3	Examination	9

Mål

Denna laboration examinerar följande:

- konfigurera ett enklare nätverk som stödjer unicast- och multicastrouting, samt dynamisk tilldelning av IP-adresser med hjälp av DHCP.

*E-post: lennart.franked@miun.se.

- redogöra för skillnaden mellan trafik som en router vidarebefordrar utan vidare och trafik som stannar vid subnätsgränsen.
- konfigurera multicastroouting och IGMP snooping, samt förklara vilken roll TTL spelar för hur långt trafiken når.
- verifiera hur multicasttrafik hittar fram med hjälp av routers show-kommandon och en paketfångst i Wireshark.

Syfte

Ni kommer i denna laboration att bygga upp ett nätverk med tre subnät och konfigurera statisk routing samt multicastroouting.

Inför laborationen

Innan ni påbörjar denna laboration ska ni ha tagit del av föreläsningarna om internetlagret, IP-adressering samt routing, broadcast och multicast.

1 Introduktion

På en fastighetsanläggning ligger sällan alla styrsystem på samma nät. Värme och ventilation, belysning, passersystem och kameror hamnar i regel på var sitt nät, med en router emellan. Varje sådant nät är ett eget subnät.

Denna laboration går ut på att ni ska bygga upp och konfigurera ett mindre nätverk bestående av två LAN med en dator på respektive LAN. En point-to-point länk och två routrar. Nätverket ska kunna hantera unicast, samt multicasttrafik. Detta scenario är baserat på ett enklare nätverk som ska klara av att koppla samman två stycken KNX/IP-slingor.

2 Uppgift

Denna laboration redovisas muntligt i samband med laborationstillfället, samt med hjälp av en rapport. Information om vad rapporten skall innehålla är angivet under respektive delmoment.

Kom ihåg att alltid motivera och styrka era teoretiska svar med källor, vid de fall ni gjort uträkningar, ska kompletta lösningar redovisas och de praktiska momenten ska ni styrka med hjälp av skärmdumpar.

Samtliga skärmdumpar ska vara oredigerade och visa hela fönstret, inklusive prompt och värddamn. Döp era routrar till `MulticastRouter1-G<gruppnummer>` respektive `MulticastRouter2-G<gruppnummer>`, så att det framgår av varje skärmdump att det är er egen utrustning. Skriv era svar kortfattat, högst ett par meningar per fråga.

Laborationen ska utföras i grupper om två, där gruppindelningen sker på plats under laborationsdagen.

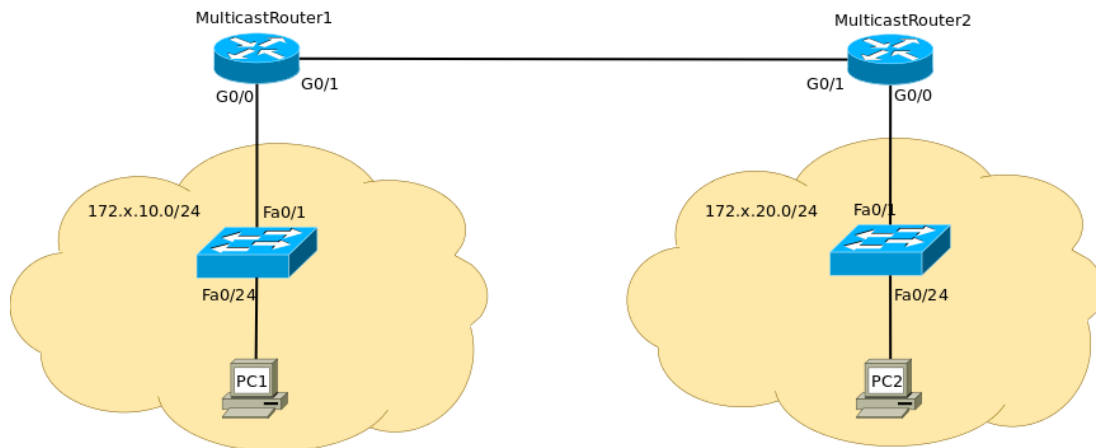
2.1 Beräknad tidsåtgång

Tabell 1: Beräknad tidsåtgång per laborationsmoment

Moment	Tid
1: Bygg upp labbmiljön	2 timmar
2: Konfiguration	2 timmar
3: Verifiering av multicasttrafik	0,5 timme

2.2 Laborationsmoment 1: Bygg upp labbmiljön

I detta moment kommer ni att bygga upp ett nätverk enligt topologin angiven i fig. 1.



Figur 1: Laborationstopologi. x i adresserna står för 16 + gruppnummer.

2.2.1 Utrustning

Varje grupp ska ha följande utrustning:

- 2 st routrar, Cisco 1941
- 2 st switchar, Cisco Catalyst 2960
- 2 st datorer

2.2.2 Koppla upp nätet

Koppla upp utrustningen enligt fig. 1:

- MulticastRouter1 G0/1 till MulticastRouter2 G0/1.
- Respektive routers G0/0 till port Fa0/1 på den switch som hör till routerns lokala nät.
- Respektive dator till port Fa0/24 på sin switch. Varje dator i labbsalen har två nätverkskort, ni ska använda det nedersta. Om multicastströmmen senare inte tar sig ut ur datorn kan ni behöva koppla ur kabeln till det andra nätverkskortet, så att det inte finns någon konkurrerande väg ut. *Koppla in den igen när ni är klara, annars når datorn inte domänen.*
- Anslut konsolkabeln till den enhet ni för tillfället konfigurerar.

Observera att interfacen på en Cisco 1941 är avstängda som standard. Glöm därför inte `no shutdown` när ni konfigurerar dem i avsnitt 2.3.

Att redovisa i rapporten

- Beskriv topologin i några meningar: vilka subnät som finns, vilket lokalt nät som hör till vilken router, och vad laborationen ska visa.
- Bifoga ett foto på er färdiga koppling, där kabeln mellan de två routrarna syns.
- Varje router har ett eget lokalt nät bakom sig. Reflektera kort över vilken trafik som stannar inom ett sådant nät och vilken som tar sig vidare genom routern.

2.3 Laborationsmoment 2: Konfigurera labbmiljön

2.3.1 Multicastkälla

Vi kommer i denna laboration använda oss av en videoström som multicastkälla. Strömmen skickas till gruppadressen 224.0.23.12, vilket är den adress IANA har registrerat för KNXnet/IP [1]. Dvs den adress två KNX/IP-routrar i routing mode använder när de utbyter telegram med varandra över ett fastighetsnät.

Adresserna i tabell 2 och 3 är hämtade ur det privata blocket 172.16.0.0/12 [2], och varje grupp får ett eget andra oktett genom att lägga sitt gruppnummer till 16.

Tabell 2: Adresstabell för MulticastRouter1

Interface	IP-adress	Subnätmask	Förklaring
GigabitEthernet 0/0	172.<16+gruppnummer>.10.1	255.255.255.0	Länk till lokalt nät (switch 1)
GigabitEthernet 0/1	10.0.0.1	255.255.255.252	Länk till MulticastRouter2

Tabell 3: Adresstabell för MulticastRouter2

Interface	IP-adress	Subnätmask	Förklaring
GigabitEthernet 0/0	172.<16+gruppnummer>.20.1	255.255.255.0	Länk till lokalt nät (switch 2)
GigabitEthernet 0/1	10.0.0.2	255.255.255.252	Länk till MulticastRouter1

2.3.2 Routerkonfiguration — Del 1

För varje router, utför följande konfiguration (se avsnitt 3 för lista på kommandon):

- Kör följande konfigurationer:
 - Router(config)# line console 0
 - Router(config-line)# logging synchronous % Förhindrar att log-meddelanden läggs mitt i ett kommando.
 - Router(config-line)# exit
 - Router(config)# no ip domain-lookup % Förhindrar att routern gör DNS-uppslag, vilket kan låsa upp prompten.
- Ge routern ett värddamn (hostname).
- Konfigurera routern som en DHCP-server för sitt lokala nät.
- Interface
 - Tilldela respektive interface sin IP-adress enligt tabell 2 och 3.
- Statisk routing
 - Lägg in en statisk route på varje router, så att routern vet vägen till det nät som ligger bakom den andra routern. Next-hop är den andra routers adress på länken 10.0.0.0/30.
 - Ni ska alltså ha två statiska routes totalt, en per router.
- Verifiera
 - Kör `show ip route` och kontrollera att den statiska routen till motpartens nät finns med.

2.3.3 Switchkonfiguration — Del 1

För varje switch, utför följande konfiguration:

- Ge switchen ett värddamn (hostname).

2.3.4 Konfiguration av datorerna

Bekräfta unicastförbindelsen Säkerställ först att både PC1 och PC2 har fått en IP-adress från sin router. Kontrollera därefter att routingen fungerar:

- Pinga från PC1 till PC2. *Detta ska fungera.*

Notera vad ni just har bevisat: det finns en fungerande väg mellan de två sub-näten, och båda datorerna kan nå varandra. Håll det i minnet till nästa steg.

PC1 konfiguration På PC1 startar ni videoströmmen. Den ska skickas till multicastgruppen 224.0.23.12 på port 5004, med `ttl=1`. Som videokälla används filen `BigBuckBunny.mp4`. VLC ligger inte i sökvägen på labbdatorerna, så ställ er först i programkatalogen. Kommandona nedan körs i PowerShell, och *hela kommandot skrivs på en rad*:

- `cd "C:\Program Files\VideoLAN\VLC"`
- `.\vlc.exe BigBuckBunny.mp4`
`--sout "#std{access=udp{ttl=1},mux=ts,dst=224.0.23.12:5004}"`
`--sout-all --loop`

Samma sak går att göra via VLC:s grafiska gränssnitt under **Media -> Strömma**. Oavsett vilket ni väljer visar VLC det kommando som körs, så ni kan alltid kontrollera att gruppadress, port och TTL-värde blev rätt.

Bekräfta att multicastströmmen fungerar genom att starta ytterligare en VLC-instans på PC1 och ansluta till den:

- `.\vlc.exe udp://@224.0.23.12:5004`

PC2 konfiguration Säkerställ att PC2 har fått en IP-adress från routern. Anslut därefter till samma multicastgrupp som PC1 sänder till:

- `.\vlc.exe udp://@224.0.23.12:5004`

Detta ska inte fungera. Notera att PC2 samtidigt kan pinga PC1 utan problem.

2.3.5 Routerkonfiguration — Del 2

För varje router, utför följande konfiguration:

- Aktivera multicastroouting globalt på routern.
- Interface
 - Aktivera PIM i sparse-dense mode på samtliga interface, det vill säga både på länken mot switchen och på länken mot den andra routern.
- Kontrollera resultatet med `show ip mroute`. Jämför er utdata med fig. 2.

```

<*, 224.0.23.12>, 00:09:01/stopped, RP 0.0.0.0, flags: DC
Incoming interface: Null, RPF nbr 0.0.0.0
Outgoing interface list:
GigabitEthernet0/0, Forward/Sparse-Dense, 00:02:02/stopped
GigabitEthernet0/1, Forward/Sparse-Dense, 00:09:01/stopped

```

Figur 2: Förväntad utdata från show ip mroute

2.3.6 Switchkonfiguration — Del 2

För varje switch, utför följande kontroll:

- Kontrollera med `show ip igmp snooping` att IGMP snooping är påslaget. På en Catalyst 2960 är det påslaget som standard — kontrollera alltså hellre än att sätta om det. Slå på det med `ip igmp snooping` enbart om det visar sig vara avstängt.

2.3.7 Justera TTL

Låt PC2 försöka ansluta till multicastgruppen igen. Trots att routrarna nu hanterar multicast kommer strömmen fortfarande inte fram.

- Kör `show ip mroute` på MulticastRouter1 och kontrollera om routern överhuvudtaget ser trafiken från PC1.
- Fundera på vad som händer med ett IP-paket vid varje router det passerar, och jämför med det `ttl=1` ni angav när strömmen startades.

Stoppa nu strömmen på PC1 och starta om den med TTL-värdet ökat med ett, och låt PC2 ansluta på nytt. Fungerar det fortfarande inte: stoppa strömmen, öka TTL-värdet med ytterligare ett och försök igen. Upprepa tills strömmen kommer fram, och notera vilket värde det till slut blev.

- `.\vlc.exe BigBuckBunny.mp4`
`--sout "#std{access=udp{ttl=<ttl>},mux=ts,dst=224.0.23.12:5004}"`
`--sout-all --loop`

Att redovisa i rapporten

- Skärmdump på `show ip route` från båda routrarna, där er statiska route syns.
- Skärmdump från PC2 som visar den adress datorn fått av DHCP, tillsammans med en lyckad ping till PC1, samt motsvarande skärmdump från PC1.
- Skärmdump från PC2 när anslutningen till multicastgruppen *inte* fungerar, innan multicastroouting är aktiverat.
- Skärmdump från PC2 där videoströmmen spelas upp, med det TTL-värde som till slut fungerade. Ha samtidigt ett fönster synligt som visar PC2:s

IP-adress.

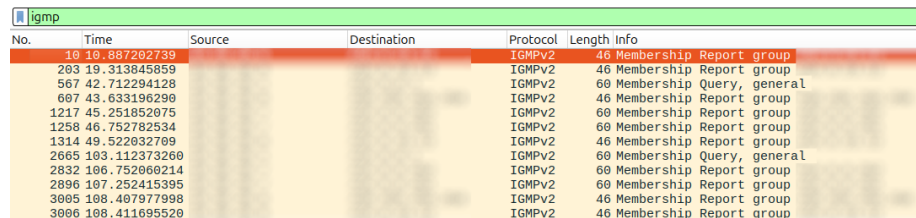
- Skärmdump från PC1 som visar att VLC sänder strömmen, med PC1:s IP-adress synlig i samma bild.
- Ange vilket TTL-värde som krävdes, och förklara i två meningar varför de lägre värdena inte räckte, trots att multicastrouting var korrekt konfigurerat. Utgå från vad som händer med TTL-fältet i varje router paketet passerar.

2.4 Laborationsmoment 3: Verifiering av multicasttrafik

I detta moment ska ni titta på *hur* multicasttrafiken hittar fram. Fram till nu har ni bara konstaterat att strömmen fungerar eller inte fungerar.

2.4.1 Diskussionsuppgift — Fånga anslutningen till gruppen

Stäng VLC på PC2, så att ingen är ansluten till gruppen. Starta därefter Wireshark på både PC1 och PC2 och filtrera på **igmp**, se fig. 3.



No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
10	10.887202739			IGMPv2	46	Membership Report group
203	19.313845859			IGMPv2	46	Membership Report group
567	42.712294128			IGMPv2	60	Membership Query, general
607	43.633196290			IGMPv2	46	Membership Report group
1217	45.251852075			IGMPv2	60	Membership Report group
1258	46.752782534			IGMPv2	60	Membership Report group
1314	49.522932709			IGMPv2	46	Membership Report group
2665	103.112373269			IGMPv2	60	Membership Query, general
2832	106.752060214			IGMPv2	60	Membership Report group
2896	107.252415395			IGMPv2	60	Membership Report group
3005	108.407977998			IGMPv2	46	Membership Report group
3006	108.411695520			IGMPv2	46	Membership Report group

Figur 3: Filtrera på IGMP i Wireshark

Låt PC2 ansluta till multicastgruppen igen, och besvara följande:

- Vilket IGMP-meddelande skickar PC2 i samma ögonblick som VLC ansluter?
- Vilken destinationsadress har det meddelandet, och varför är det inte routerns unicastadress?
- Ser ni motsvarande meddelande i fångsten på PC1? Förklara varför eller varför inte.

2.4.2 Diskussionsuppgift — Kontrollera routrarna

Kör följande kommandon och tolka utdatan:

- `show ip pim neighbor` på båda routrarna. Ser de varandra över länken 10.0.0.0/30?
- `show ip igmp groups` på MulticastRouter2, se fig. 4. På vilket interface ligger gruppen, och varför just det?

- `show ip mroute` på båda routrarna. Identifiera för varje router vilket interface trafiken kommer in på och vilket eller vilka interface den skickas ut på.

```

show ip igmp groups
IGMP Connected Group Membership
Group Address      Interface      Uptime      Expires      Last Reporter  Group Accounted
224.0.0.0           GigabitEthernet0/0  4d23h      00:02:22    10.50.20.8
224.0.0.1           GigabitEthernet0/0  00:03:57    00:02:24    10.50.20.8
224.0.1.40          GigabitEthernet0/1  1w4d       00:02:44    10.0.0.1
224.0.1.40          GigabitEthernet0/0  1w4d       00:02:19    10.50.20.1
MulticastRouter2>

```

Figur 4: Utdata från `show ip igmp groups` på routern

2.4.3 Diskussionsuppgift — Vad händer när mottagaren försvinner

Stäng VLC på PC2 medan Wireshark fortfarande spelar in, och vänta en stund.

- Vilket IGMP-meddelande skickas när PC2 lämnar gruppen?
- Kör `show ip mroute` på MulticastRouter2 igen. Vad har hänt med listan över utgående interface?
- Slutar MulticastRouter1 att ta emot trafiken från PC1? Motivera.
- Skärmdump från Wireshark på det IGMP-meddelande PC2 skickar när VLC ansluter till gruppen, med detaljrutan expanderad så att gruppadressen syns.
- Skärmdump från Wireshark på det meddelande som skickas när PC2 lämnar gruppen.
- Skärmdump på `show ip mroute` från båda routrarna, tagen medan strömmen är igång.
- Summera vad ni kom fram till i respektive diskussionsuppgift.

3 Examination

Lämna in er laborationsrapport i PDF-format.

Referenser

- [1] Internet Assigned Numbers Authority. *IPv4 Multicast Address Space Registry*. Online registry. URL: <https://www.iana.org/assignments/multicast-addresses/multicast-addresses.xhtml> (hämtad 2026-08-17).
- [2] Y. Rekhter m. fl. *Address Allocation for Private Internets*. Request for Comments RFC 1918. Internet Engineering Task Force, febr. 1996. URL: <https://www.rfc-editor.org/rfc/rfc1918> (hämtad 2026-08-17).

Konfigurationsguide för Cisco routrar

Grundläggande konfiguration i IOS

Kommando	Förklaring
Router> enable Router#	Tillgängliggör de privilegierade kommandona
Router# configure terminal Router(config)#	Startar konfigurationsläge
Router(config)# exit	Lämnar nuvarande läge (konfiguration, privilegierad, interface...)
Router(config)# ?	Visar tillgängliga kommandon, med tillhörande beskrivning. Kan också användas för delvis inskrivna kommandon, och efter ett kommando.
Router# ena<tab> Router# enable	Tab-komplettering. Om det enbart finns ett möjligt kommando att köra baserat på vad du redan skrivit, kan du använda tab för att låta operativsystemet skriva ut kommandot. Användbart för att säkerställa att det kommando du kör finns.
Router(config)# no <command> e.g Router(config-if)# ip address 129.0.0.1 255.255.255.0 Router(config-if)# no ip address 129.0.0.1 255.255.255.0 Router(config-if)# ip address 192.0.0.1 255.255.255.0	Tar bort en konfiguration som du tidigare lagt in.
Router(config)# hostname MyRouter MyRouter(config)#	Ändrar enhetens hostnamn. I detta exempel sätts det till 'MyRouter'.

Konfigurera Interface

Kommando	Förklaring
Router(config)#interface <interface> Router(config-if)#	Startar ett interface-konfigurationsläge för angivet interface. <interface>: Interface-namnet, ex serial 0/0/0, fastethernet 0/0, loopback0...
Router(config-if)# ip address 172.21.10.1 255.255.255.0	Konfigurerar IP adressen på det angivna interfacet till 172.21.10.1/24
Router(config-if)# no shutdown	Startar igång interfacet (De är avslagna som standard.)

Konfigurera DHCP

Kommando	Förklaring
Router(config)# ip dhcp excluded-address 172.21.10.1 172.21.10.10	Undantar ett adressintervall från utdelning. Routers eget interface och eventuella enheter med fast adress ska alltid undantas.
Router(config)# ip dhcp pool LAN10 Router(dhcp-config)#	Skapar en DHCP-pool med angivet namn och startar konfigurationsläget för poolen.
Router(dhcp-config)# network 172.21.10.0 255.255.255.0	Anger vilket nät adresserna ska delas ut ur.
Router(dhcp-config)# default-router 172.21.10.1	Anger vilken default gateway klienterna ska få. Utan denna får klienten en adress men ingen väg ut ur sitt eget subnät.
Router# show ip dhcp binding	Visar vilka adresser routern har delat ut och till vilken klient.

Konfigurera Routing

Kommando	Förklaring
Router(config)#ip route <network-id> <mask> <next-hop> <cost>	Konfigurerar en statisk route <network-id>: Destinationsnätverket <mask>: Subnätmasken för den statiska routen <next-hop>: Ip-adressen till den router som är nästa hopp mot destinationen. <cost>: (Optional) Ändrar kostnaden för denna route (högre = sämre väg)
Router(config)# ip route 172.21.20.0 255.255.255.0 10.0.0.2	Exempel: all trafik mot nätet 172.21.20.0/24 skickas vidare till routern 10.0.0.2, som är nästa hopp. Next-hop måste vara nåbar direkt på länken.

Säkerhetskopiera routerkonfigurationer (Om man använder fysisk utrustning)

1. I TeraTerm, gå till **File -> Log**
2. Välj var du vill spara konfigurationen.
3. I routers privilegierade läge, kör kommandot **show running-config**
4. Tryck på **space** tills du får prompten tillbaka.
5. Stäng loggen i TeraTerm.

Konfigurera Multicast

Kommando	Förklaring
Router(config)# ip multicast-routing	Slår på multicastroouting globalt på routern. Utan detta vidarebefordrar routern enbart unicasttrafik.
Router(config)# interface <interface> Router(config-if)# ip pim sparse-dense-mode	Aktiverar PIM på interfacet. PIM är det protokoll som routrarna använder för att bygga upp vägen som multicasttrafiken ska ta. Kommandot måste köras på <i>varje</i> interface som multicasttrafiken ska passera.
Switch# show ip igmp snooping Switch(config)# ip igmp snooping	IGMP snooping gör att multicasttrafiken enbart skickas ut på de portar där någon faktiskt har anslutit sig till gruppen. Det är påslaget som standard på en Catalyst 2960 — kontrollera med show -kommandot, och slå på det med det andra kommandot enbart om det saknas.
Router# show ip mroute	Visar multicastrooutingtabellen, det vill säga vilka grupper routern känner till och på vilka interface trafiken skickas ut.
Router# show ip igmp groups	Visar vilka multicastgrupper som det finns anslutna mottagare till, och på vilket interface.
Router# show ip pim neighbor	Visar vilka PIM-grannar routern har hittat. Saknas grannen på länken mellan routrarna är PIM inte aktiverat i båda ändar.

Återställa en router från en säkerhetskopia

1. Gå till globalt konfigurationsläge i routern: **Router(config)#**
2. I TeraTerm, gå till **File -> Send**
3. Välj din fil **L3_basic_conf.txt**
4. Din router har nu återställts med din grundkonfiguration.

Hjälp vid felsökning

Kommando	Förklaring
Router# ping <dest. ip>	Ping
Router# ping Protocol [ip]: Target IP address: <dest. ip> ... Extended commands [n]: yes Source address or interface: <source address or interface> ...	Extended Ping Ger möjlighet att styra vilket utgående interface som ska användas vid ping.
Router# traceroute <destination ip>	Kör en traceroute, dvs flertalet ICMP-paket med ökande TTL
Router# show running-config	Visar den kompletta konfigurationen på routern.
Router# show ip interface brief	Listar alla interface och dess status.
Router# show ip route	Visar routerns nuvarande routingtabell.