

VoIP over PPP Links met Quality of Service (LLQ/IP RTP-prioriteit, LFI, cRTP)

Inhoud

[Inleiding](#)

[Voorwaarden](#)

[Vereisten](#)

[Gebruikte componenten](#)

[Conventies](#)

[QoS-ontwerprichtsnoeren voor VoIP over PPP-links](#)

[Bepaalde prioriteit voor Voice Traffic Engineering \(IP RTP-prioriteit voor LLQ\)](#)

[LLQ-configuratierichtlijnen](#)

[IP RTP-prioriteitsconfiguratie](#)

[Link Fragmentation and Interleaving \(LFI\): Multilink PPP](#)

[Compressed Real-time Protocol \(cRTP\)](#)

[Overige tips voor bandbreedtereductie](#)

[Netwerkdigram](#)

[Configuraties](#)

[Opdrachten voor verificatie en probleemoplossing](#)

[Uitvoer van voorbeeldweergave en debug](#)

[Gerelateerde informatie](#)

[Inleiding](#)

Deze voorbeeldconfiguratie bestudeert een VoIP met Point to Point Protocol (PPP) over de configuratie van de lage bandbreedte-huurlijn. Dit document bevat achtergrondtechnische informatie over de geconfigureerde functies, ontwerprichtlijnen en basisstrategieën voor verificatie en probleemoplossing.

Opmerking: Het is belangrijk om op te merken dat in de onderstaande configuratie de twee routers via een huurlijn back-to-back-up zijn verbonden. In de meeste topologieën echter, kunnen de spraakenabled routers overal bestaan. Gewoonlijk maken de spraakrouters gebruik van LAN-connectiviteit op andere routers die worden aangesloten op WAN (in andere woorden, een PPP-huurlijn). Dit is belangrijk omdat als uw spraakrouters niet rechtstreeks via PPP over een huurlijn worden verbonden, alle WAN-configuratieopdrachten moeten zijn uitgevoerd op die routers die met WAN zijn verbonden en niet op de spraakrouters, zoals in de onderstaande configuraties wordt weergegeven.

[Voorwaarden](#)

[Vereisten](#)

Er zijn geen specifieke vereisten van toepassing op dit document.

Gebruikte componenten

De configuraties in dit document worden getest met deze apparatuur:

- Twee Cisco 3640s met Cisco IOS® software release 12.2.6a (IP Plus)
- IP RTP-prioriteit is geïntroduceerd in Cisco IOS release 12.0(5)T.
- LLQ is geïntroduceerd in Cisco IOS release 12.0(7)T.
- LFI is geïntroduceerd in Cisco IOS release 11.3.
- Cisco IOS-releases verder dan 12.0.5T bevat significante verbeteringen van de prestaties voor cRTP.

Conventies

Raadpleeg [Cisco Technical Tips Conventions](#) (Conventies voor technische tips van Cisco) voor meer informatie over documentconventies.

QoS-ontwerprichtsnoeren voor VoIP over PPP-links

Deze sectie verschaft ontwerp-richtlijnen om VoIP via PPP-huurlijnen te configureren (met een nadruk op snelle koppelingen). Er zijn twee basisvereisten voor een goede spraakkwaliteit:

- Minimale [end-to-end vertraging](#) en [voorkoming van oponthoud](#) (vertragingsvariatie).
- Geoptimaliseerde en correct gemanipuleerde vereisten voor linkbandbreedte

Om de bovenstaande eisen te waarborgen, dienen er verschillende belangrijke richtsnoeren te worden gevolgd:

Richtsnoer	Beschrijving
Beperkte prioriteit voor Voice Traffic Engineering (IP RTP-prioriteit voor LLQ)	Methode om een strikte prioriteit te geven aan spraakverkeer.
Link Fragmentation and Interleaving (LFI)	Kan een verplichte eis zijn voor hogesnelheidslijnen.
RTP-compress	Niet vereist om goede stemkwaliteit te leveren, maar vermindert de consumptie van de

sie	vraagbandbreedte. Het algemene advies met betrekking tot RTP-compressie is om deze toe te passen na een werkconfiguratie met een goede spraakkwaliteit (vereenvoudigt de probleemoplossing).
Call Admission Control (CAC)	Niet in dit document behandeld. CAC wordt gebruikt om het aantal oproepen te controleren dat via de link kan worden ingesteld. Als de WAN-verbinding tussen de twee gateways bijvoorbeeld de bandbreedte heeft om slechts twee VoIP-oproepen te verzenden, kan het toegeven van een derde oproep de spraakkwaliteit van alle drie de oproepen verminderen. Zie voor meer informatie: VoIP Call Admission Control.

Om samen te vatten, voor de snelle PPP verbinding met router/gateways als slechts bronnen van spraakverkeer zijn twee eigenschappen verplicht:

1. Beperkte prioriteit voor spraakverkeer
2. [Link Fragmentation and Interleaving \(LFI\)](#)

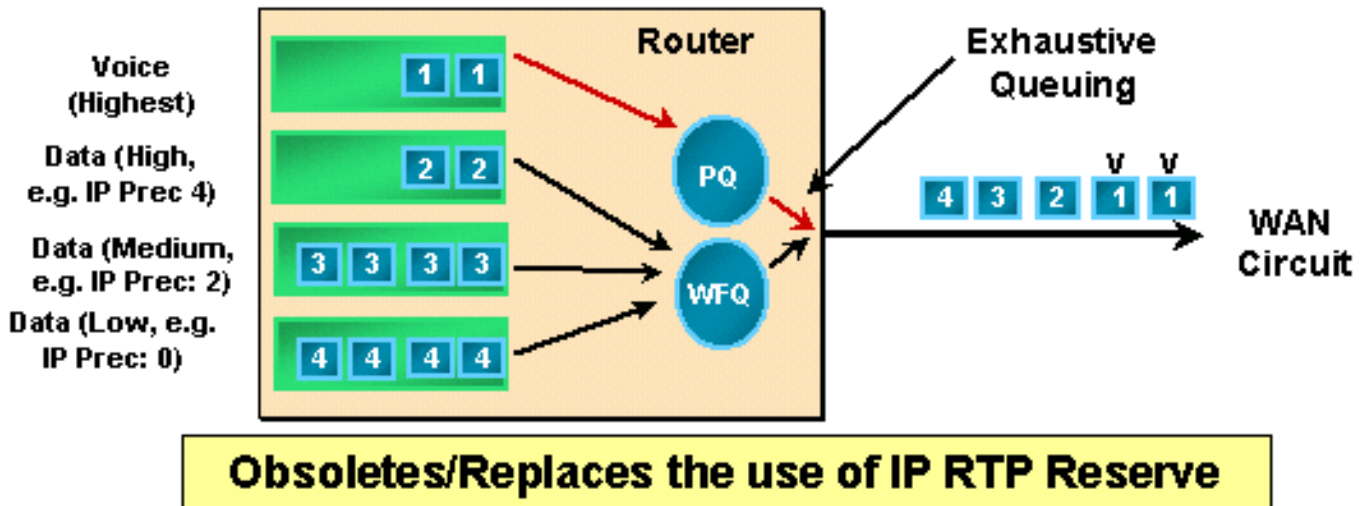
[Beperkte prioriteit voor Voice Traffic Engineering \(IP RTP-prioriteit voor LLQ\)](#)

Vanaf Cisco IOS-software-release 12.2 zijn er twee primaire methoden om absolute prioriteit te geven aan het spraakverkeer:

- IP RTP-prioriteit (ook PQ/WFQ genoemd): Prioriteitswachtrij / gewogen wachtrij voor eerlijke wachtrij)
- Low Latency Queuing (ook bekend als PQ/CBWFQ: Prioritaire wachtrij/op klasse gebaseerde Weighted Fair Queuing)

[IP RTP-prioriteit](#)

IP RTP-prioriteit maakt een rij met strikte prioriteit voor een reeks RTP-pakketstromen die behoren tot een reeks UDP-poorten (User Datagram Protocol). Terwijl de eigenlijke gebruikte poorten dynamisch tussen eindapparaten of gateways worden overeengekomen, gebruiken alle Cisco VoIP-producten hetzelfde UDP-poortbereik (16384-32767). Zodra de router het VoIP-verkeer herkent, plaatst hij het in de strikte prioriteitswachtrij. Wanneer de prioriteitswachtrij leeg is, worden de andere wachtrijen verwerkt volgens de standaard [Weighted Fair Queuing \(WFQ\)](#). IP RTP-prioriteit wordt niet actief totdat er sprake is van congestie in de interface. Dit beeld illustreert de werking van IP RTP-prioriteit:

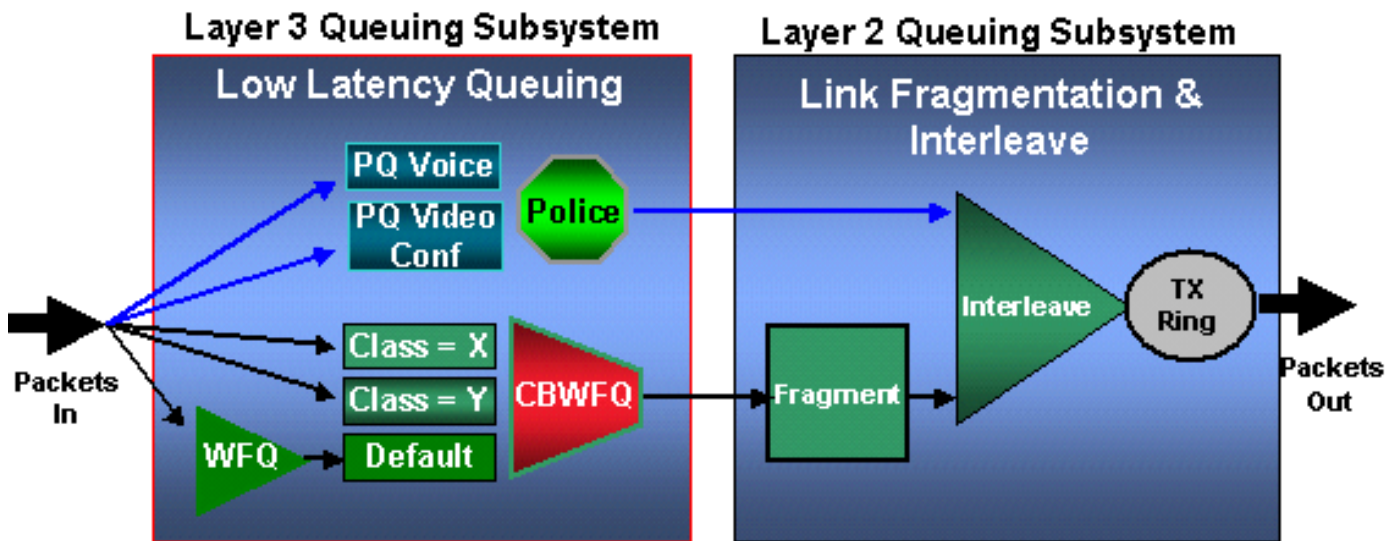


Opmerking: IP RTP-prioriteit maakt het bursting van de prioriteitswachtrij (PQ) mogelijk wanneer er beschikbare bandbreedte op de standaardwachtrij (WFQ) is, maar houdt strikt toezicht op de prioriteitsinhoud in de wachtrij wanneer er sprake is van congestie op de interface.

[Low Latency Queuing](#)

LLQ is een functie die een strikte PQ aan [Class-Based Weighted Fair Queuing \(CBWFQ\)](#) biedt. LLQ maakt één strikt PQ binnen CBWFQ op klassenniveau mogelijk. Met LLQ worden de vertraginggevoelige gegevens (in het PQ) eerst gedewachtrij geplaatst en verstuurd. In een VoIP met LLQ implementatie, wordt het spraakverkeer in het strikte PQ geplaatst.

Het PQ wordt gecontroleerd om te verzekeren dat de eerlijke rijen niet van bandbreedte uitgehongerd worden. Wanneer u de PQ configureren specificiert u in Kbps de maximale hoeveelheid bandbreedte beschikbaar voor de PQ. Wanneer de interface wordt geblokkeerd, wordt op de PQ onderhoud uitgevoerd totdat de lading de geconfigureerde Kbps-waarde in de prioriteitsverklaring bereikt. Het overmatige verkeer wordt dan gedropt om het probleem met de prioriteit-groepsfunctie van Cisco van de nalatenschap van het honger van de lagere prioriteitsrijen te vermijden.



Deze methode is complexer en flexibeler dan IP RTP-prioriteit. De keuze tussen de methoden moet zijn gebaseerd op de verkeerspatronen in uw echte netwerk en op uw behoeften.

[LLQ vs. IP RTP-prioriteit](#)

Deze tabel geeft een samenvatting van de belangrijkste verschillen tussen de LLQ- en IP RTP-prioriteit en geeft een aantal richtlijnen voor het gebruik van elke methode.

Low Latency Queuing (LLQ)	IP RTP-prioriteit
Spraakverkeer aanpassen op: <ul style="list-style-type: none"> Toegangslijsten (voor UDP poort bereik, hosts adressen, IP heade 	Spraakverkeer aanpassen op: <ul style="list-style-type: none"> Gebaseerd op RTP UDP-poortbereik: 16384-32767 Voordelen: <ul style="list-style-type: none"> Eenvoudige configuratie Nadelen: <ul style="list-style-type: none"> In de WFQ-wachtrij geplaatst RTCP-verkeer (VoIP-signalering) Opmerking: Het RTP-protocol gebruikt RTCP (Real Time Control Protocol) om de levering van RTP-pakketten te controleren. Terwijl RTP-poorten even getallen gebruiken, gebruiken RTCP-poorten oneven getallen binnen het bereik van 16384-32767. IP RTP-prioriteit plaatst RTP-poorten in het PQ, terwijl RTCP-

<p>r ToS-velde n: IP-voorrang, DSCP en meer)</p> <ul style="list-style-type: none"> • IP RTP-poort bereik • IP ToS (type service) velde n: DSCP en/of IP-voorrang • Protocollen en ingangsin-terfaces • Alle geldige match criteria gebruikt in CBWFQ <p>Voordelen</p> <p>:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Meer flexibiliteit bij de manie 	<p>poorten worden gediend in de standaard gewogen eerlijke wachtrij.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Serveert VoIP-verkeer in de hoofdtelefoon, maar al het andere verkeer dat een voorkeursbehandeling en bandbreedtegarantie nodig heeft, wordt in WFQ gediend. Hoewel WFQ stromen met gewichten kan differentiëren (gebaseerd op IP-voorrang), kan dit niet voor de bandbreedtegarantie voor elke stroom zorgen.
--	---

r
waaro
p
verke
er
wordt
afgest
emd
en
wordt
gerich
t op
het
strikte
PQ
en
CBW
FQ
• Kan
extra
klass
en
config
urere
n om
bandb
reedt
e voor
ander
verke
er
zoals:
VoIP-
signal
ering
en
video.

Nadelen:

- Comp
lexe
config
uratie

Richtsnoeren

- De keuze tussen deze patronen moet zijn gebaseerd op de patronen van het verkeer in uw echte netwerk en uw eigenlijke behoeften.
- Als u strikte prioriteit aan uw stemverkeer moet

geven, en ander verkeer kan als één type (gegevens) worden behandeld, dan doet de prioriteit van IP RTP een goed werk voor uw netwerk met een eenvoudige configuratie.

- Als u van plan bent om prioriteit te geven aan spraakverkeer op basis van andere criteria dan UDP-poorten (bijvoorbeeld [DiffServ PHB](#)) is LLQ noodzakelijk.

Raadpleeg voor meer informatie over de correlatie en verschillen in wachtrijen methoden het [overzicht van congestiebeheer](#).

[LLQ-configuratierichtlijnen](#)

Volg deze richtlijnen op om LLQ te configureren:

1. Een class-kaart maken voor VoIP-verkeer en criteria definiëren Deze opdrachten leggen uit hoe deze taak kan worden voltooid:

```
maui-voip-sj(config)#class-map ?
    WORD class-map name
    match-all Logical-AND all matching statements under this classmap
    match-any Logical-OR all matching statements under this classmap
maui-voip-sj(config)#class-map match-all voice-traffic
!-- Choose a descriptive class_name. maui-voip-sj(config-cmap)#match ?
access-group      Access group
any               Any packets
class-map        Class map
cos              IEEE 802.1Q/ISL class of service/user priority values
destination-address Destination address
input-interface  Select an input interface to match
ip               IP specific values
mpls             Multi Protocol Label Switching specific values
not              Negate this match result
protocol         Protocol
qos-group        Qos-group
source-address   Source address
!-- In this example, the access-group matching option is used for its !-- flexibility (it uses an access-list) maui-voip-sj(config-cmap)#match access-group ?
    <1-2699> Access list index name Named Access List
maui-voip-sj(config-cmap)#match access-group 102

!-- Now, create the access-list to match the class-map access-group: maui-voip-sj(config)#access-list 102 permit udp any any range 16384 32776

!-- Safest and easiest way is to match with UDP port range 16384-32767 !-- This is the port range Cisco IOS H.323 products utilize to transmit !-- VoIP packets.
```

Deze toegangslijsten kunnen ook worden gebruikt om spraakverkeer af te stemmen op de opdracht **match Access-group**:

```
access-list 102 permit udp any any precedence critical
!-- This list filters traffic based on the IP packet TOS: Precedence field.
!-- Note: Ensure that other non-voice traffic does NOT uses the
!-- same precedence value.
```

```
access-list 102 permit udp any any dscp ef
!-- In order for this list to work, ensure that VoIP packets are tagged with
!-- the dscp ef code before they exit on the LLQ WAN interface.
```



```
!-- For more information on DSCP refer to:  
!-- Implementing Quality of Service Policies with DSCP !-- Note: If endpoints are not  
trusted on their packet marking, you can mark  
!-- incoming traffic by applying an inbound service policy on an inbound  
!-- interface. This procedure is out of the scope of this doc.
```

```
Access-list 102 permit udp host 192.10.1.1 host 192.20.1.1
```

```
!-- This access-list can be used in cases where the VoIP devices cannot !-- do precedence  
or dscp marking and you cannot determine the !-- VoIP UDP port range.
```

Dit zijn andere methoden die kunnen worden gebruikt in plaats van toegangsgroepen: Om te beginnen met Cisco IOS release 12.1.2.T wordt IP RTP Priority-functionaliteit geïmplementeerd voor LLQ. Deze optie komt overeen met de inhoud van de prioriteitsklasse op basis van de geconfigureerde UDP-poorten en is onderworpen aan de beperking van het bedienen van alleen maar poorten in de PQ.

```
class-map voice  
  match ip rtp 16384 16383
```

Deze twee methodes werken onder de veronderstelling dat de pakketten VoIP op de aanvankelijk gasteren worden gemerkt, of in de router worden gematcht en gemarkeerd alvorens de uitgaande LLQ verrichting toe te passen.

```
class-map voice  
  match ip precedence 5
```

of

```
class-map voice  
  match ip dscp ef
```

N.B.: Vanaf IOS release 12.2.2T kunnen VoIP-kiespeers vóór de LLQ-bewerking worden gewaarmerkt op spraakdrager en signaleringspakketten. Dit maakt een schaalbare manier mogelijk om VoIP-pakketten te markeren en aan te passen via DSCP-codewaarden voor LLQ.

2. Een Class Map maken voor VoIP-signalering en Overeenkomstcriteria definiëren (optioneel) Deze opdrachten leggen uit hoe deze taak kan worden voltooid:

```
class-map voice-signaling  
  match access-group 103  
!  
access-list 103 permit tcp any eq 1720 any  
access-list 103 permit tcp any any eq 1720
```

Opmerking: VoIP-oproepen kunnen worden ingesteld met behulp van H.323, SIP, MGCP of Skinny (Gepatenteerd protocol dat wordt gebruikt door Cisco Call Manager). Het bovenstaande voorbeeld veronderstelde H.323 Fast Connect. Deze lijst dient als referentie voor de poorten die worden gebruikt door VoIP-signalering/controle-kanalen: H.323/H.225 = TCP 1720 H.323/H.245 = TCP 11xxx (standaardverbinding) H.323/H.245 = TCP 1720 (Fast Connect) H.323/H.225 RAS = TCP 1719 Skinny = TCP 2000-2002 (CM-encore) ICCP = TCP 8001-8002 (CM-encore) MGCP = UDP 2427, TCP 2428 (CM-encore) SIP = UDP 5060, TCP 5060 (configureerbaar)

3. Maak een beleidskaart en koppel aan de VoIP-lijnkaarten Het doel van de beleidskaart is te bepalen hoe de verbindingmiddelen worden gedeeld of toegewezen aan de verschillende

kaartklassen. Deze opdrachten leggen uit hoe deze taak kan worden voltooid:

```
maui-voip-sj(config)#policy-map VOICE-POLICY
!-- Choose a descriptive policy_map_name. maui-voip-sj(config-pmap)#class voice-traffic
maui-voip-sj(config-pmap-c)#priority ?
<8-2000000> Kilo Bits per second
!-- Configure the voice-traffic class to the strict priority !-- Queue (priority command)
and assign the bandwidth. maui-voip-sj(config-pmap)#class voice-signaling
maui-voip-sj(config-pmap-c)#bandwidth 8
!-- Assign 8 Kbps to the voice-signaling class maui-voip-sj(config-pmap)#class class-
default
maui-voip-sj(config-pmap-c)#fair-queue
!-- The remaining data traffic is treated as Weighted Fair Queue
```

Opmerking: Hoewel het mogelijk is om verschillende typen realtime verkeer in de wachtrij te plaatsen voor de PQ, raadt Cisco u aan alleen spraakverkeer naar de PQ te richten.

Realtime verkeer, zoals video, kan variatie in vertraging introduceren (de PQ is een FIFO - First In First Out - wachtrij). Spraakverkeer vereist dat vertraging niet-variabel is om jitter te voorkomen.**Opmerking:** de som van de waarden voor **prioriteit** en **bandbreedte** moet minder dan of gelijk zijn aan 75 procent van de link bandbreedte. Anders kan het **service-beleid** niet aan de link worden toegewezen (om de foutmeldingen te zien, zorg ervoor dat de **houtkapconsole** is ingeschakeld voor toegang tot de console en de **eindmonitor** is ingeschakeld voor toegang tot het net).**Opmerking:** bij het configureren van VoIP via een 64 Kbps link om twee spraakoproepen te ondersteunen is het gebruikelijk om meer dan 75% (48 Kbps) van de link bandbreedte aan de PQ toe te wijzen. In dergelijke gevallen kunt u de opdracht **max-gereserveerde-bandbreedte 80** gebruiken om **beschikbare bandbreedte** op te trekken naar 80 procent (51 Kbps). Voor meer informatie over de **bandbreedte** en de **prioriteit** opdrachten, verwijst naar [het Vergelijken van de bandbreedte en prioriteitsopdrachten van een QoS Service Policy](#).

4. LLQ inschakelen: Pas de Policy Map op de uitgaande WAN-interface toe Deze opdrachten leggen uit hoe deze taak kan worden voltooid:

```
maui-voip-sj(config)#interface multilink 1
maui-voip-sj(config-if)#service-policy output VOICE-POLICY
!-- In this scenario (MLPPP LFI), the service policy is applied to !-- the Multilink
interface.
```

[IP RTP-prioriteitsconfiguratie](#)

U kunt IP RTP-prioriteit als volgt configureren:

-

```
Router(config-if)#ip rtp priority starting-rtp-port-#port-#-rangebandwidth
```

Configuratie monster:

```
interface Multilink1
!--- Some output omitted bandwidth 64 ip address 172.22.130.2 255.255.255.252 ip tcp header-
compression fair-queue no cdp enable ppp multilink ppp multilink fragment-delay 10 ppp
multilink interleave multilink-group 1 ip rtp header-compression iphc-format ip rtp priority
16384 16383 45
```

[Link Fragmentation and Interleaving \(LFI\): Multilink PPP](#)

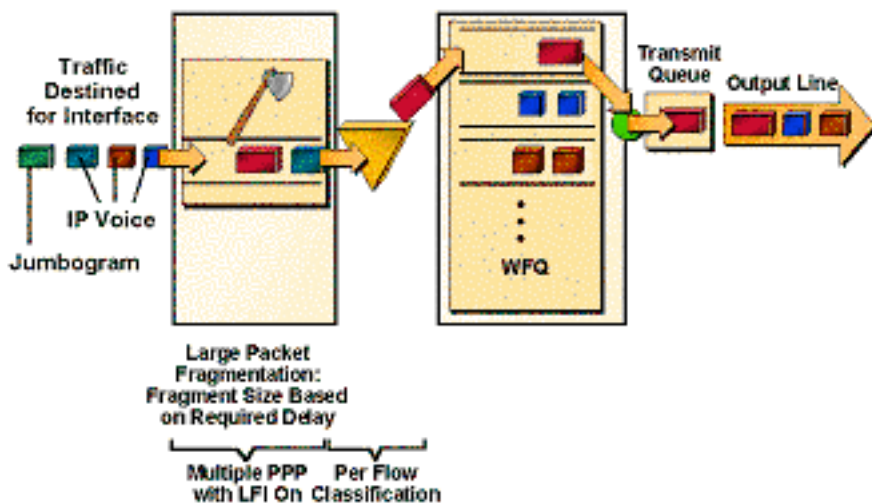
Terwijl 1500 bytes een veel gebruikte grootte is voor gegevenspakketten, kan een typisch VoIP-pakket (met G.729-spraakframes) rond 66 bytes zijn (20 bytes stemplading, 6 bytes Layer 2

header, 20 bytes RTP & UDP-header en 20 bytes IP-header).

Stel je nu een 56 Kbps huurlijnverbinding voor waar spraak- en gegevensverkeer naast elkaar bestaan. Als een stempakket klaar is om serieel te worden gemaakt op het moment dat een gegevenspakket via de link wordt verzonden, is er een probleem. Het uitgestelde-gevoelige spraakpakket moet 214 msec wachten voordat het wordt overgebracht ([het duurt 214 msec om een 1500 bytes-pakket via een 56 Kbps link te serialiseren](#)).

Zoals u kunt zien, kunnen grote gegevenspakketten de levering van kleine spraakpakketten nadelig vertragen, wat de spraakqualiteit vermindert. Het fragmenteren van deze grote gegevenspakketten in kleinere en het verbinden van spraakpakketten tussen de fragmenten vermindert jitter en vertraging. De functie Cisco IOS [Link Fragmentation and Interleaving \(LFI\)](#) helpt voldoen aan de real-time leveringsvereisten van VoIP. Dit beeld illustreert de werking van LFI:

Link Fragmentation and Interleaving (LFI)



Zoals in Tabel 1 wordt getoond, kan de hoeveelheid serializatievertraging (de tijd die nodig is om de bits op een interface te zetten) die op snelle WAN-links is geïntroduceerd aanzienlijk zijn, gezien het feit dat de target-end-to-end eenmalige vertraging niet meer dan 150 ms zou moeten bedragen. (ITU-T G.114-aanbeveling specificeert maximaal 150 ms-on-to-end.)

Tabel 1. Vertraging van serialisatie voor verschillende frame-afmetingen bij snelle links serialibreer vertraging = beeldgrootte (bits)/link-bandbreedte (bps)

	1 bytes	64 Bytes	128 Bytes	256 Bytes	512 Bytes	1024 Bytes	1500 Bytes
56 kbps	ons 143	9 ms	18 ms	36 ms	72 ms	144 ms	214 ms
64 kbps	vs.	8 ms	16 ms	32 ms	64 ms	126 ms	187 ms
128 kbps	62,5 ons	4 ms	8 ms	16 ms	32 ms	64 ms	93 m
256 kbps	wij	2 ms	4 ms	8 ms	16 ms	32 ms	46 ms
512	15,5	1 ms	2 ms	4 ms	8 ms	16 ms	32 ms

kbps	ons						
768 kbps	10 ons	640 vs.	1,28 ms	2,56 ms	5,12 ms	10,24 ms	15 ms
1536 kbps	5 ons	wij 320	640 vs.	1,28 ms	2,56 ms	5,12 ms	7,5 ms

Opmerking: voor spraaktoepassingen is de aanbevolen seriële vertraging (per hopbasis) 10 ms en mag de 20 ms niet overschrijden.

Het grootte van het verbindingsfragment is configureerbaar in milliseconde (msec) tijdmetingen met de **vertraging van het opdrachtupp multilink-fragment**. LFI vereist dat **ppp multilink** wordt geconfigureerd op de interface met **ppp multilink** ingeschakeld. Raadpleeg het gedeelte van dit document voor meer informatie over het configureren van LFI.

Opmerking: In gevallen waarin u meer dan een toegewezen halve T1-verbinding (768 Kbps) hebt, hebt u geen fragmentatiefunctie nodig. (U hebt echter nog steeds een QoS-mechanisme nodig, zoals LLQ of IP RTP-prioriteit). De helft T1 biedt genoeg bandbreedte om spraakpakketten in te voeren en de wachtrij zonder vertraging te verlaten. Mogelijk hebt u geen compressie nodig voor Real-time Protocol (cRTP), dat helpt bandbreedte te besparen door IP RTP-headers te comprimeren, in het geval van een halve T1.

[Compressed Real-time Protocol \(cRTP\)](#)

Opmerking: cRTP is niet vereist om een goede spraakkwaliteit te garanderen. Het is een eigenschap die het bandbreedteverbruik vermindert. Configureer cRTP nadat aan alle andere voorwaarden is voldaan en de spraakkwaliteit goed is. Deze procedure kan de tijd voor het oplossen van problemen opslaan door mogelijke cRTP-problemen te isoleren.

Gebaseerd op RFC 2508, comprimeert de RTP-headercompressie de IP/UDP/RTP-header van 40 bytes naar 2 of 4 bytes, wat onnodig bandbreedteverbruik vermindert. Het gaat om een compressieregeling voor hop; daarom moet cRTP op beide uiteinden van de verbinding worden geconfigureerd (tenzij de **passieve** optie is ingesteld). Om cRTP te configureren gebruikt u deze opdracht op interfaceniveau:

- ```
Router(config-if)#ip rtp header-compression [passive]
```

Aangezien het compressieproces CPU-intensief kan zijn, wordt RTP-headercompressie in de snelle switching- en CEF-switchpaden geïmplementeerd als de 12.0(7)T-release van IOS. Soms zijn deze implementaties verbroken en dan is de enige manier waarop werken worden verwerkt, veranderd. Cisco raadt het gebruik van cRTP alleen aan met koppelingen lager dan 768 Kbps, tenzij de router met een laag CPU-gebruikspercentage wordt uitgevoerd. Controleer het CPU-gebruik van de router en schakelt cRTP uit als deze hoger is dan 75%.

**Opmerking:** Wanneer u de opdracht **ip-headercompressie** configureren, voegt de router de opdracht **ip header-compressie** standaard toe aan de configuratie. Dit wordt gebruikt om de TCP/IP-pakketten van de kopregels te comprimeren. De headercompressie is vooral handig op netwerken met een groot percentage kleine pakketten, zoals die ondersteuning van veel Telnet-verbindingen. De TCP-headercompressietechniek, volledig beschreven in RFC 1144, wordt ondersteund op serielijnen met HDLC of PPP-insluiting.

Om de TCP-headers te comprimeren zonder cRTP in te schakelen gebruikt u deze opdracht:

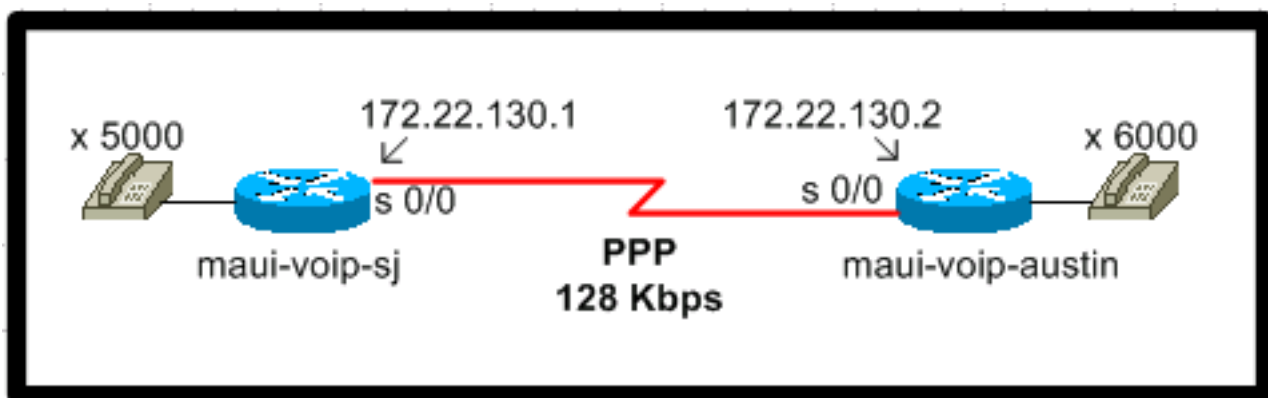
Router(config-if)#ip tcp header-compression [passive]

Voor meer informatie : [Compressed Real-time transportprotocol](#)

## Overige tips voor bandbreedtereductie

- Gebruik een lage-bit-rate coder/decoders (codec) op de VoIP-aanroep; G.729 (8 Kbps) wordt aanbevolen. (Dit is de standaardcodec op de VoIP-kiespeers). Om verschillende codecs te configureren gebruikt u de **router (configuratie-dial-peers)#codec** opdracht onder de gewenste spraak-dial-peer.
- Hoewel duale toonfrequentie (DTMF) doorgaans nauwkeurig wordt getransporteerd wanneer gebruik wordt gemaakt van spraakcodecs met een hoge beeldsnelheid zoals G.711, zijn laag-bits codecs (zoals G.729 en G.723.1) zeer geoptimaliseerd voor spraakpatronen en hebben de neiging DTMF-tonen te vervormen. Deze benadering kan leiden tot problemen bij de toegang tot systemen voor interactieve spraakrespons (IVR). De opdracht **dtmf** lost het probleem van DTMF-vervorming op door DTMF-tonen "uit-band" te transporteren of van de gecodeerde spraakstroom te scheiden. Als codecs met een lage snelheid (G.729, G.723) worden gebruikt, schakelt u **dtmf-relais** in onder de VoIP-dial-peer.
- Een typische conversatie kan 35-50% stilte bevatten. Gebruikmakend van VAD (Voice Action Detection) worden stil-pakketten onderdrukt. Ga er voor VoIP-bandbreedteplanning van uit dat VAD de bandbreedte met 35% vermindert. VAD wordt standaard ingesteld onder de VoIP-kiespeers. Om VAD in te schakelen of uit te schakelen, gebruikt u de **router (configuratie-dial-peers)#vad** en **router (configuratie-dial-peers)# geen** opdrachten van de VAD onder de gewenste kiestoon-peers.

## Netwerkdigram



## Configuraties

### maui-voip-sj (Cisco 3640)

```
version 12.2
service timestamps debug datetime msec
!-- < Some output omitted > ! hostname maui-voip-sj
!
ip subnet-zero
!
no ip domain-lookup
!
```

```

!-- Definition of the voice signaling and traffic class
maps !-- "voice-traffic" class uses access-list 102 for
its matching criteria. !-- "voice-signaling" class uses
access-list 103 for its matching criteria. Class-map
match-all voice-signaling
 match access-group 103
class-map match-all voice-traffic
 match access-group 102
!
!-- The policy-map defines how the link resources are
assigned !-- to the different map classes. In this
configuration, strict priority !-- queue is assigned to
"voice-traffic" class with (based on ACL in !-- class
voice) with max bandwidth = 45 Kbps. policy-map VOICE-
POLICY
 class voice-traffic
 priority 48
 class voice-signaling
 bandwidth 8
!-- Assigns a queue for "voice-signaling" traffic that
ensures 8 Kbps. !-- Note that this is optional and has
nothing to do with good voice !-- quality, but rather a
way to secure signaling. class class-default fair-queue
!-- The class-default class is used to classify traffic
that does !-- not fall into one of the defined classes.
!-- The fair-queue command associates the default class
WFQ queueing.

!
call rsvp-sync
!
!-- Note that MLPPP is strictly an LFI mechanism. It
does not !-- bundle multiple serial interfaces to the
same virtual interface as !-- the name stands (This
bundling is done for data and NOT recommended !-- for
voice). The end result may manifest itself as jitter and
no audio. interface Multilink1
 ip address 172.22.130.1 255.255.255.252
 ip tcp header-compression iphc-format
 service-policy output VOICE-POLICY
!-- LLQ is an outbound operation and applied to the
outbound WAN !-- interface. no cdp enable ppp multilink
ppp multilink fragment-delay 10
 !-- The configured value of 10 sets the fragment size
such that !-- all fragments have a 10 ms maximum
serialization delay. ppp multilink interleave
multilink-group 1
 ip rtp header-compression iphc-format
!
interface Ethernet0/0
 ip address 172.22.113.3 255.255.255.0
 no keepalive
 half-duplex
!
interface Serial10/0
 bandwidth 128
!-- the bandwidth command needs to be set correctly for
the !-- right fragment size to be calculated.

 no ip address
 encapsulation ppp
 clockrate 128000
 ppp multilink
 multilink-group 1

```

```
!-- This command links the multilink interface to the physical !-- serial interface. ! router eigrp 69 network 172.22.0.0 auto-summary no eigrp log-neighbor-changes !
!-- access-list 102 matches VoIP traffic based on the UDP port range. !-- Both odd and even ports are put into the PQ. !-- access-list 103 is used to match VoIP signaling protocol. In this !-- case, H.323 V2 with fast start feature is used. access-list 102 permit udp any any range 16384 32767 access-list 103 permit tcp any eq 1720 any access-list 103 permit tcp any any eq 1720 !
voice-port 1/0/0 ! voice-port 1/0/1 ! voice-port 1/1/0 ! voice-port 1/1/1 ! dial-peer cor custom ! dial-peer voice 1 pots destination-pattern 5000 port 1/0/0 ! dial-peer voice 2 voip destination-pattern 6000 session target ipv4:172.22.130.2
```

## maui-voip-austin (Cisco 3640)

```
version 12.2
service timestamps debug datetime msec
!
hostname maui-voip-austin
!
boot system flash slot1:c3640-is-mz.122-6a.bin
!
ip subnet-zero
!
class-map match-all voice-signaling
 match access-group 103
class-map match-all voice-traffic
 match access-group 102
!
policy-map voice-policy
 class voice-signaling
 bandwidth 8
 class voice-traffic
 priority 48
 class class-default
 fair-queue
!
interface Multilink1
 bandwidth 128
 ip address 172.22.130.2 255.255.255.252
 ip tcp header-compression iphc-format
 service-policy output voice-policy
 no cdp enable
 ppp multilink
 ppp multilink fragment-delay 10
 ppp multilink interleave
 multilink-group 1
 ip rtp header-compression iphc-format
!-- Configure cRTP after you have a working configuration. !-- This helps isolate potential cRTP issues. ! Interface Ethernet0/0 ip address 172.22.112.3 255.255.255.0 no keepalive half-duplex ! interface Serial0/0
 bandwidth 128
 no ip address
 encapsulation ppp
 no ip mroute-cache
 ppp multilink
 multilink-group 1
!
```



```

router eigrp 69
 network 172.22.0.0
 auto-summary
 no eigrp log-neighbor-changes
!
access-list 102 permit udp any any range 16384 32767
access-list 103 permit tcp any eq 1720 any
access-list 103 permit tcp any any eq 1720
!
voice-port 1/0/0
!
voice-port 1/0/1
!
voice-port 1/1/0
!
voice-port 1/1/1
!
dial-peer cor custom
!
dial-peer voice 1 pots
 destination-pattern 6000
 port 1/0/0
!
dial-peer voice 2 voip
 destination-pattern 5000
 session target ipv4:172.22.130.1

```

## [Opdrachten voor verificatie en probleemoplossing](#)

Voordat u een debug-opdracht probeert, raadpleegt u [Belangrijke informatie over debug Commands](#). Zie het gedeelte [Uitvoer en debug](#) van dit document voor meer informatie over de hier genoemde opdrachten.

### Interfaceopdrachten:

- **interface tonen [seriële] | multilink]** - Gebruik deze opdracht om die status van de seriële interface te controleren. Zorg ervoor dat de interface voor seriële en multilink open is.
- [Seriële lijnen oplossen](#)

### LFI-opdrachten:

- **toon PPP multilink**-Deze opdracht toont bundelinformatie voor de bundels Multilink PPP.
- **debug ppp multilink fragments**-This debug opdracht toont informatie over individuele multilink fragmenten en interleaving. Deze opdrachtoutput identificeert ook het sequentienummer van het pakket en de fragmentatiegrootte.

### LLQ/IP RTP-prioriteitsopdrachten:

- **toon beleid-kaart interface multilink *interface#***-Deze opdracht is zeer nuttig om de LLQ handeling te zien en om enige druppels in het PQ te zien. Voor meer informatie over de verschillende velden van deze opdracht, raadpleeg [het begrip Packet Counters in show policy-map interface output](#).
- **toon beleid-kaart *policy\_map*-name**-deze opdracht toont informatie over de beleid-kaart configuratie.
- **toon *interface-type interface-number***-deze opdracht maakt een lijst van eerlijke configuratie en statistieken voor een bepaalde interface.



- **Debug prioriteit**-Dit debug van opdracht toont prioriteitsgebeurtenissen in de wachtrij en toont of er sprake is van vallen in deze wachtrij. Raadpleeg ook [uitvoerdruppels voor probleemoplossing met prioriteitswachtrij](#).
- **Toon class-map *class\_name***—Deze opdracht toont informatie over de class-map configuratie.
- **toon vraag actieve stem**-Deze opdracht is nuttig om te controleren op verloren pakketten op het DSP niveau.

#### Overige opdrachten/referenties:

- **Toon ip rtp header-compressie**-Deze opdracht geeft RTP headercompressiestatistieken weer.
- [Problemen oplossen en oplossen van VoIP-gespreksonderwerpen](#)
- [VoIP-debug-opdrachten](#)

#### Bekende problemen:

- CSCds43465: "LLQ, Policer, Shaper zou CRTP-compressie feedback moeten nemen" om release Notes te bekijken, raadpleeg [Bug Toolkit](#) ([alleen geregistreerde](#) klanten).

#### Richtsnoeren:

Hier zijn een aantal basisstappen voor het oplossen van problemen, nadat de ppp link in bedrijf is (MLPPP, Fragmentation, Interleaving):

1. **toon vraag actieve stem**-Gebruik om voor de verloren pakketten op het DSP niveau te controleren.
2. **toon interface**-gebruik om de algemene serielijn of interfaceproblemen te controleren. De druppels op de interface betekenen nog geen probleem, maar het is beter om het pakket uit de rij met lage prioriteit te laten vallen voordat het de interfacerij bereikt.
3. **toon beleid-kaart interface**—gebruik om de LLQ-druppels en de configuratie van de wachtrij te controleren. Laat geen druppels melden die het beleid schenden.
4. **Toon ip rtp header-compressie**-Gebruik om te controleren op de cRTP specifieke problemen.

## [Uitvoer van voorbeeldweergave en debug](#)

```

!----- !-----
!----- !----- To
capture sections of this output, the LLQ PQ bandwidth !-
--- was lowered and large data traffic was placed !----
on the link to force some packets drops. !-----
!-----
!----- !----- Packet Drop
Verification (During an Active Call) !--- Assuming your
ppp link is up and running, the first step of voice !---
quality problems verification is to check for lost
packets !--- at the DSP. Note: Use the show call active
voice command !--- NOT show call active voice brief

maui-voip-austin#show call active voice
Total call-legs: 2
!--- Indicates that the connection is established and
both legs exist

```

GENERIC:

SetupTime=155218260 ms  
Index=1  
**PeerAddress=5000**  
PeerSubAddress=  
PeerId=2  
PeerIfIndex=13  
LogicalIfIndex=0  
ConnectTime=155218364  
CallDuration=00:00:27  
**CallState=4**

*!--- indicates that it is the active call !--- (#define  
D\_callActiveCallState\_active 4). CallOrigin=2  
ChargedUnits=0 InfoType=2 **TransmitPackets=365**  
**TransmitBytes=7300**  
**ReceivePackets=229**  
**ReceiveBytes=4580***

VOIP:

*!--- For this call, this was the terminating gateway. !-  
-- At this gateway, the call started at the VoIP leg.*  
ConnectionId[0x18872BEB 0x1A8911CC 0x808CBE60  
0x6D946FC6] IncomingConnectionId[0x18872BEB 0x1A8911CC  
0x808CBE60 0x6D946FC6]  
**RemoteIPAddress=172.22.130.1**  
*!--- Indicates from which IP address the RTP stream is  
originating.* **RemoteUDPPort=18778**  
**RemoteSignallingIPAddress=172.22.130.1**  
*!--- Indicates from which IP address signaling messages  
are coming.* RemoteSignallingPort=11010  
RemoteMediaIPAddress=172.22.130.1 RemoteMediaPort=18778  
**RoundTripDelay=50 ms**  
SelectedQoS=best-effort  
tx\_DtmfRelay=inband-voice  
FastConnect=TRUE

Separate H245 Connection=FALSE

H245 Tunneling=FALSE

SessionProtocol=cisco  
SessionTarget=  
OnTimeRvPlayout=4570  
**GapFillWithSilence=20 ms**  
**GapFillWithPrediction=1840 ms**  
**GapFillWithInterpolation=0 ms**  
**GapFillWithRedundancy=0 ms**  
**HiWaterPlayoutDelay=70 ms**  
**LoWaterPlayoutDelay=51 ms**  
**ReceiveDelay=51 ms**  
**LostPackets=90**  
**EarlyPackets=1**  
**LatePackets=0**  
*!--- Indicates the precense of jitter, lost packets, or  
!--- corrupted packets. VAD = enabled*  
**CoderTypeRate=g729r8**  
CodecBytes=20

GENERIC:

SetupTime=155218260 ms  
Index=2  
PeerAddress=6000  
PeerSubAddress=

PeerId=1  
PeerIfIndex=12  
LogicalIfIndex=6  
ConnectTime=155218364  
CallDuration=00:00:34  
CallState=4  
CallOrigin=1  
ChargedUnits=0  
InfoType=2  
TransmitPackets=229  
TransmitBytes=4580  
ReceivePackets=365  
ReceiveBytes=7300

TELE:

ConnectionId=[0x18872BEB 0x1A8911CC 0x808CBE60  
0x6D946FC6]

IncomingConnectionId=[0x18872BEB 0x1A8911CC  
0x808CBE60 0x6D946FC6]

TxDuration=35360 ms  
VoiceTxDuration=730 ms  
FaxTxDuration=0 ms  
CoderTypeRate=g729r8  
NoiseLevel=-46  
ACOMLevel=2  
OutSignalLevel=-58  
InSignalLevel=-42  
InfoActivity=2  
ERLLevel=7  
SessionTarget=  
ImgPages=0Total call-legs: 2

!-----  
--- !--- Interface Verification !--- Make sure you see  
this: !--- LCP Open, multilink Open: Link control  
protocol (LCP) open statement !--- indicates that the  
connection is establish. !--- Open:IPCP. Indicates that  
IP traffic can be transmitted via the PPP link. maui-  
voip-sj#show interface multilink 1

**Multilink1 is up, line protocol is up**  
Hardware is multilink group interface  
Internet address is 172.22.130.1/30  
MTU 1500 bytes, **BW 128 Kbit**, DLY 100000 usec,  
reliability 255/255, txload 1/255, rxload 1/255  
**Encapsulation PPP**, loopback not set  
Keepalive set (10 sec)  
DTR is pulsed for 2 seconds on reset  
**LCP Open, multilink Open**  
**Open: IPCP**  
Last input 00:00:01, output never, output hang never  
Last clearing of "show interface" counters 00:25:20  
Input queue: 0/75/0/0 (size/max/drops/flushes); Total  
output drops: 91  
Queueing strategy: weighted fair  
Output queue: 0/1000/64/37/383 (size/max  
total/threshold/drops/interleaves)  
Conversations 0/3/32 (active/max active/max  
total)  
Reserved Conversations 1/1 (allocated/max  
allocated)  
Available Bandwidth 38 kilobits/sec  
5 minute input rate 0 bits/sec, 0 packets/sec  
5 minute output rate 0 bits/sec, 0 packets/sec

```
8217 packets input, 967680 bytes, 0 no buffer
Received 0 broadcasts, 0 runts, 0 giants, 0
throttles
0 input errors, 0 CRC, 0 frame, 0 overrun, 0
ignored, 0 abort
13091 packets output, 1254194 bytes, 0 underruns
0 output errors, 0 collisions, 0 interface resets
0 output buffer failures, 0 output buffers swapped
out
0 carrier transitions
```

```

!- Note: There are no drops at the interface level. !-
- All traffic that is dropped due to policing, is !-
dropped before it gets to the interface queue.
```

```
maui-voip-austin#show interface
```

```
serial 0/0Serial0/0 is up, line protocol is up
Hardware is QUICC Serial
MTU 1500 bytes, BW 128 Kbit, DLY 20000 usec,
reliability 255/255, txload 49/255, rxload 47/255
Encapsulation PPP, loopback not set
Keepalive set (10 sec)
LCP Open, multilink Open
Last input 00:00:00, output 00:00:00, output hang
never
Last clearing of "show interface" counters 00:22:08
Input queue: 0/75/0/0 (size/max/drops/flushes); Total
output drops: 0
Queueing strategy: weighted fair [suspended, using
FIFO]
FIFO output queue 0/40, 0 drops
5 minute input rate 24000 bits/sec, 20 packets/sec
5 minute output rate 25000 bits/sec, 20 packets/sec
4851 packets input, 668983 bytes, 0 no buffer
Received 0 broadcasts, 0 runts, 0 giants, 0
throttles
0 input errors, 0 CRC, 0 frame, 0 overrun, 0
ignored, 0 abort
4586 packets output, 657902 bytes, 0 underruns
0 output errors, 0 collisions, 0 interface resets
0 output buffer failures, 0 output buffers swapped
out
0 carrier transitions
DCD=up DSR=up DTR=up RTS=up CTS=up
```

```
!----- !--- LLQ
```

#### Verification

```
maui-voip-austin#show policy-map int multilink 1
```

```
Multilink1
Service-policy output: voice-policy
```

```
Class-map: voice-signaling (match-all)
```

```
!--- This is the class for the voice signaling traffic.
```

```
10 packets, 744 bytes 5 minute offered rate 0 BPS, drop
rate 0 BPS Match: access-group 103
```

```
Weighted Fair Queueing
```

```
Output Queue: Conversation 42
```

```
Bandwidth 8 (kbps) Max Threshold 64 (packets)
```

```
(pkts matched/bytes matched) 10/744
```

```
(depth/total drops/no-buffer drops) 0/0/0
```

```

Class-map: voice-traffic (match-all)
!--- This is PQ class for the voice traffic. 458
packets, 32064 bytes 5 minute offered rate 0 BPS, drop
rate 0 BPS Match: access-group 102
 Weighted Fair Queueing
 Strict Priority
 Output Queue: Conversation 40
 Bandwidth 15 (kbps) Burst 375 (Bytes)
!--- Notice that the PQ bandwidth was lowered to force
packet drops.
 (pkts matched/bytes matched) 458/29647
 (total drops/bytes drops) 91/5890
!--- Some packets were dropped. In a well designed link,
!--- there should be no (or few) drops of the PQ class.

Class-map: class-default (match-any)
 814 packets, 731341 bytes
 5 minute offered rate 27000 BPS, drop rate 0
BPSMatch: any
 Weighted Fair Queueing
 Flow Based Fair Queueing
 Maximum Number of Hashed Queues 32
 (total queued/total drops/no-buffer drops)
0/0/0
!----- !---
Verify the class-map configuration maui-voip-austin#show
class-map
Class Map match-all voice-signaling (id 2)
 Match access-group 103
Class Map match-any class-default (id 0)
 Match any
Class Map match-all voice-traffic(id 3)
 Match access-group 102

!--- Verify the access-lists of the class-maps maui-
voip-austin#show access-lists
Extended IP access list 102
 permit udp any any range 16384 32767 (34947 matches)
Extended IP access list 103
 permit tcp any eq 1720 any (187 matches)
 permit tcp any any eq 1720 (86 matches)

!--- Verify the policy-map configuration maui-voip-
austin#show policy-map voice-policy
Policy Map voice-policy
 Class voice-signaling
 Weighted Fair Queueing
 Bandwidth 8 (kbps) Max Threshold 64
(packets)
 Class voice-traffic
 Weighted Fair Queueing
 Strict Priority
 Bandwidth 50 (kbps) Burst 1250 (Bytes)
Class class-default
 Weighted Fair Queueing
 Flow based Fair Queueing Max Threshold 64
(packets)

!--- Debug priority command provides immediate feedback
in case !--- of VoIP packet drops. !--- The output below
shows the error message when VoIP packets !--- are being
dropped from the strict priority queue.

```

```
maui-voip-sj#debug priority
```

```
priority output queueing debugging is on
maui-voip-sj#
Mar 17 19:47:09.947: WFQ: dropping a packet from the
priority queue 0
Mar 17 19:47:09.967: WFQ: dropping a packet from the
priority queue 0
Mar 17 19:47:09.987: WFQ: dropping a packet from the
priority queue 0
```

```

!--- Link Fragmentation and Interleaving (LFI)
Verification
```

```
maui-voip-sj#show ppp multilink
```

```
!--- Verify the fragmentation size and multilink
```

```
Multilink1, bundle name is maui-voip-austin
```

```
Bundle up for 00:08:04
0 lost fragments, 0 reordered, 0 unassigned
0 discarded, 0 lost received, 1/255 load
0x6D received sequence, 0x6E sent sequence
Member links: 1 active, 0 inactive (max not
set, min not set)
Serial0/0, since 00:08:09, last rcvd seq 00006C
160 weight
```

```
!--- Notice the fragmentation size is 160 Bytes. The
link is configured with a !--- bandwidth of 128 kbps and
a serialization delay of 10 msec. !--- Fragment Size (in
bits) = bandwidth * serialization delay. !--- Note:
There are 8 bits in one byte.
```

```

!--- Link Fragmentation and Interleaving (LFI)
Verification !--- Testing Multilink PPP Link LFI !---
```

```
This output displays fragmentation and interleaving
information !--- when the the 128kbps PPP link is loaded
with big data and VoIP packets.
```

```
maui-voip-sj#debug ppp multilink fragments
```

```
Multilink fragments debugging is on
```

```
1w3d: Se0/0 MLP: O frag 800004CF size 160
1w3d: Se0/0 MLP: O frag 000004D0 size 160
1w3d: Se0/0 MLP: I ppp IP (0021) size 64 direct
1w3d: Mul MLP: Packet interleaved from queue 40
1w3d: Se0/0 MLP: O ppp IP (0021) size 64
1w3d: Se0/0 MLP: I ppp IP (0021) size 64 direct
1w3d: Se0/0 MLP: O frag 400004D1 size 106
1w3d: Se0/0 MLP: O ppp IP (0021) size 64
1w3d: Se0/0 MLP: I ppp IP (0021) size 64 direct
1w3d: Se0/0 MLP: O ppp IP (0021) size 64 direct
1w3d: Se0/0 MLP: I frag 800004E0 size 160 direct
1w3d: Se0/0 MLP: I frag 000004E1 size 160 direct
1w3d: Se0/0 MLP: I ppp IP (0021) size 64 direct
```

```

!--- Sample output of show ip rtp header-compression
command
```

```
maui-voip-sj#show ip tcp header-compression
TCP/IP header compression statistics: Interface
Multilink1:
 Rcvd: 10 total, 6 compressed, 0 errors
 0 dropped, 0 buffer copies, 0 buffer
failures
 Sent: 10 total, 7 compressed,
 230 bytes saved, 99 bytes sent
 3.32 efficiency improvement factor
 Connect: 16 rx slots, 16 tx slots,
 2 long searches, 1 misses 0 collisions, 0
negative cache hits
 90% hit ratio, five minute miss rate 0
misses/sec, 0 max
```

-----  
-----  
*!--- This command displays information of the voip dial-peers command.*

```
maui-voip-sj#show dial-peer voice 2
VoiceOverIpPeer2
 information type = voice,
 tag = 2, destination-pattern = `6000',
 answer-address = `', preference=0,
 group = 2, Admin state is up, Operation state is
up,
 incoming called-number = `', connections/maximum
= 0/unlimited,
 application associated:
 type = voip, session-tMarget =
`ipv4:172.22.130.2',
 technology prefix:
 ip precedence = 0, UDP checksum = disabled,
 session-protocol = cisco, req-qos = best-effort,
 acc-qos = best-effort,
 fax-rate = voice, payload size = 20 bytes
 codec = g729r8, payload size = 20 bytes,
 Expect factor = 10, Icpif = 30,signaling-type =
cas,
 VAD = enabled, Poor QOV Trap = disabled,
 Connect Time = 283, Charged Units = 0,
 Successful Calls = 1, Failed Calls = 0,
 Accepted Calls = 1, Refused Calls = 0,
 Last Disconnect Cause is "10 ",
 Last Disconnect Text is "normal call clearing.",
 Last Setup Time = 93793451.
```

-----  
-----  
*!---The CPU utilization of the router should not exceed the 50-60 percent !--- during any five-minute interval.*

```
maui-voip-austin#show processes cpu
CPU utilization for five seconds: 12%/8%; one minute:
11%; five minutes: 9%
 PID Runtime(ms) Invoked uSecs 5Sec 1Min
5Min TTY Process
 1 148 310794 0 0.00% 0.00%
0.00% 0 Load Meter
 2 76 23 3304 0.81% 0.07%
0.01% 0 Exec
```



## [Gerelateerde informatie](#)

- [Low Latency Queueing](#)
- [Overzicht van congestiebeheer](#)
- [Quality-of-Service \(QoS\) implementeren](#)
- [Voice-over-IP - verbruik per gespreksband](#)
- [Quality-of-Service voor Voice-over-IP](#)
- [Voice-over-IP configureren](#)
- [Ondersteuning voor spraaktechnologie](#)
- [Productondersteuning voor spraak- en IP-communicatie](#)
- [Probleemoplossing voor Cisco IP-telefonie](#)
- [Technische ondersteuning - Cisco-systemen](#)