

VoIP über PPP-Links mit Quality of Service (LLQ/IP RTP-Priorität, LFI, cRTP)

Inhalt

[Einführung](#)

[Voraussetzungen](#)

[Anforderungen](#)

[Verwendete Komponenten](#)

[Konventionen](#)

[QoS-Designrichtlinien für VoIP over PPP-Links](#)

[Strict Priority für Sprachverkehr \(IP RTP Priority oder LLQ\)](#)

[LLQ-Konfigurationsrichtlinien](#)

[IP RTP Priority Configuration-Richtlinien](#)

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

[Komprimiertes Real-Time Protocol \(cRTP\)](#)

[Weitere Tipps zur Bandbreitenreduzierung](#)

[Netzwerkdiagramm](#)

[Konfigurationen](#)

[Befehle zur Überprüfung und Fehlerbehebung](#)

[Beispielausgabe und Debugausgabe](#)

[Zugehörige Informationen](#)

[Einführung](#)

In dieser Beispielkonfiguration wird ein VoIP mit Point-to-Point-Protokoll (PPP) über eine Leasing-Leitungskonfiguration mit niedriger Bandbreite untersucht. Dieses Dokument enthält technische Hintergrundinformationen zu den konfigurierten Funktionen, Designrichtlinien sowie grundlegende Verifizierungs- und Fehlerbehebungsstrategien.

Hinweis: In der unten stehenden Konfiguration ist zu beachten, dass die beiden Router Back-to-Back-Verbindungen über eine Mietleitung aufweisen. In den meisten Topologien können die sprachfähigen Router jedoch überall vorhanden sein. In der Regel verwenden die Sprach-Router LAN-Verbindungen zu anderen Routern, die mit dem WAN verbunden sind (d. h. eine PPP-Standleitung). Dies ist wichtig, da alle WAN-Konfigurationsbefehle auf den mit dem WAN verbundenen Routern und nicht auf den Sprach-Routern konfiguriert werden müssen, wenn die Sprach-Router nicht direkt über PPP über eine Mietleitung verbunden sind, wie in den nachfolgenden Konfigurationen gezeigt.

[Voraussetzungen](#)

[Anforderungen](#)

Für dieses Dokument bestehen keine speziellen Anforderungen.

Verwendete Komponenten

Die in diesem Dokument vorgestellten Konfigurationen wurden mit den folgenden Geräten getestet:

- Zwei Cisco 3640s mit Cisco IOS® Software Release 12.2.6a (IP Plus)
- IP RTP Priority wurde in Cisco IOS Release 12.0(5)T eingeführt.
- LLQ wurde in Cisco IOS Version 12.0(7)T eingeführt.
- LFI wurde in Cisco IOS Version 11.3 eingeführt.
- Cisco IOS-Versionen über 12.0.5T hinaus enthalten deutliche Leistungsverbesserungen für cRTP.

Konventionen

Weitere Informationen zu Dokumentkonventionen finden Sie in den [Cisco Technical Tips Conventions](#).

QoS-Designrichtlinien für VoIP over PPP-Links

Dieser Abschnitt enthält Designrichtlinien für die Konfiguration von VoIP-over-PPP-Standleitungen (mit Schwerpunkt auf Verbindungen mit niedriger Geschwindigkeit). Es gibt zwei grundlegende Voraussetzungen für eine gute Sprachqualität:

- Minimale [End-to-End-Verzögerung](#) und [Jittervermeidung](#) (Verzögerungsschwankungen)
- Optimierte und korrekt konstruierte Anforderungen an die Verbindungsbandbreite

Um die oben genannten Anforderungen zu gewährleisten, sind mehrere wichtige Richtlinien zu beachten:

Leitlinie	Beschreibung
Strict Priority für Sprachverkehr (IP RTP Priority oder LLQ)	Methode zur Festlegung einer strikten Priorität für Sprachdatenverkehr.
Link Fragmentation and Interleaving (LFI)	Bei Verbindungen mit niedriger Geschwindigkeit kann es sich um eine obligatorische Anforderung handeln.
RTP-Komprimierung	Nicht erforderlich, um eine gute Sprachqualität bereitzustellen, sondern reduziert die Bandbreitennutzung. Die allgemeine Empfehlung zur RTP-Komprimierung besteht darin, sie nach einer funktionierenden Konfiguration mit guter

	Sprachqualität anzuwenden (vereinfacht die Fehlerbehebung).
Call Admission Control (CAC)	Nicht in diesem Dokument behandelt. CAC wird verwendet, um die Anzahl der Anrufe zu steuern, die über die Verbindung hergestellt werden können. Wenn beispielsweise die WAN-Verbindung zwischen den beiden Gateways über die erforderliche Bandbreite für die Übertragung von nur zwei VoIP-Anrufen verfügt, kann die Aufnahme eines dritten Anrufs die Sprachqualität aller drei Anrufe beeinträchtigen. Weitere Informationen finden Sie unter: VoIP-Anrufzugangskontrolle

Zusammenfassend sind für die Niedriggeschwindigkeits-PPP-Verbindung mit Router/Gateways als einzige Quelle für Sprachdatenverkehr zwei Funktionen erforderlich:

1. Strict Priority für Sprachverkehr
2. [Link Fragmentation and Interleaving \(LFI\)](#)

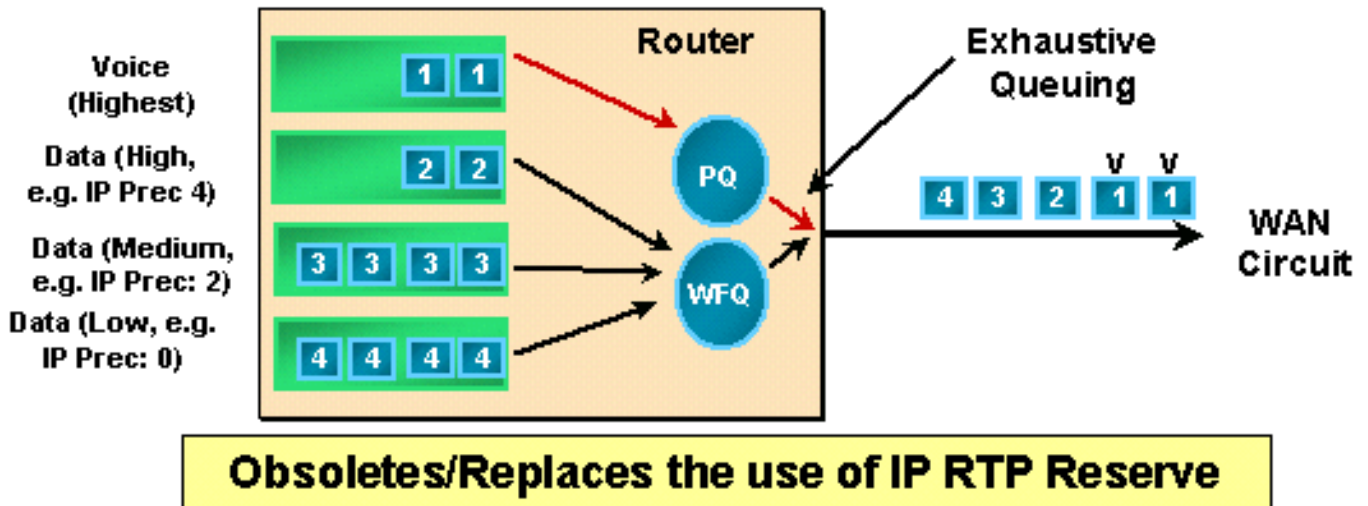
[Strict Priority für Sprachverkehr \(IP RTP Priority oder LLQ\)](#)

Ab Version 12.2 der Cisco IOS-Software gibt es zwei primäre Methoden, um dem Sprachdatenverkehr eine strikte Priorität einzuräumen:

- IP RTP Priority (auch PQ/WFQ genannt): Prioritätswarteschlange/Weighted Fair Queuing)
- Low Latency Queuing (auch PQ/CBWFQ genannt): Prioritätswarteschlange/Class-Based Weighted Fair Queuing).

[IP RTP-Priorität](#)

IP RTP Priority erstellt eine Warteschlange mit strikter Priorität für eine Reihe von RTP-Paketflüssen, die zu einem Bereich von UDP-Zielports (User Datagram Protocol) gehören. Während die tatsächlich verwendeten Ports dynamisch zwischen Endgeräten oder Gateways ausgehandelt werden, nutzen alle Cisco VoIP-Produkte denselben UDP-Portbereich (16384-32767). Sobald der Router den VoIP-Datenverkehr erkennt, wird er in die Warteschlange mit strikter Priorität gesetzt. Wenn die Prioritätswarteschlange leer ist, werden die anderen Warteschlangen gemäß dem Standard [Weighted Fair Queuing \(WFQ\)](#) verarbeitet. Die IP RTP-Priorität wird erst aktiviert, wenn eine Überlastung der Schnittstelle vorliegt. Dieses Bild veranschaulicht den Betrieb der IP-RTP-Priorität:

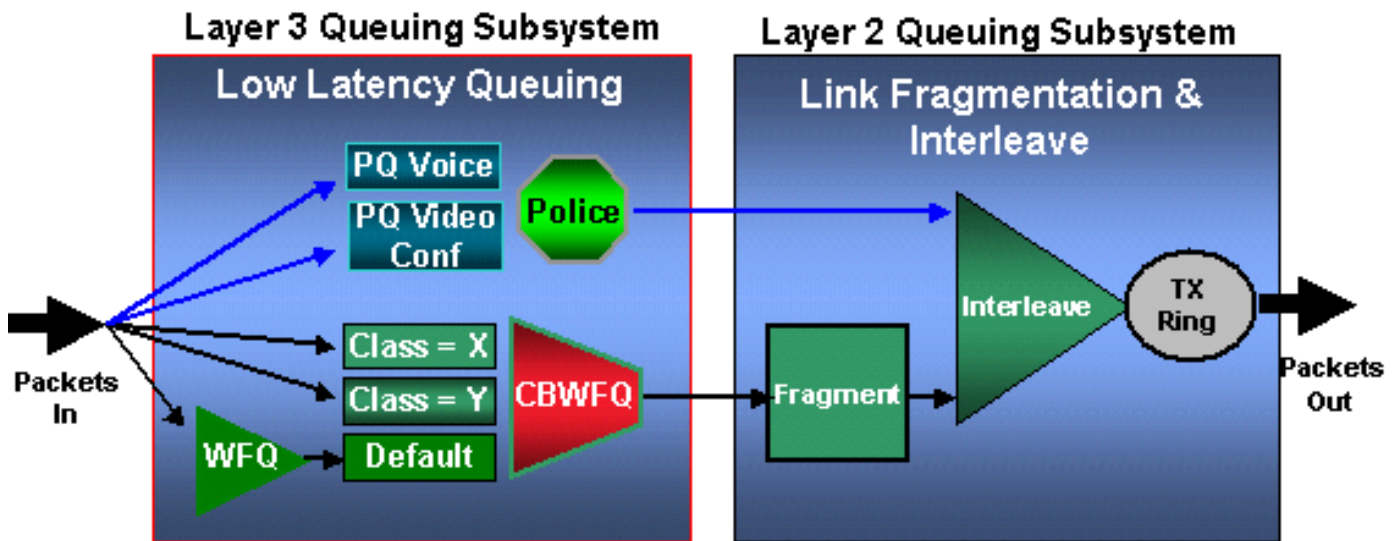


Hinweis: Die IP RTP-Priorität ermöglicht das Bursting der Prioritätswarteschlange (PQ), wenn in der Standardwarteschlange (WFQ) verfügbare Bandbreite verfügbar ist. Bei Überlastung der Schnittstelle wird jedoch der Inhalt der Prioritätswarteschlange strikt geregelt.

Low Latency Queuing

LLQ ist eine Funktion, die ein striktes PQ für [Class-Based Weighted Fair Queuing \(CBWFQ\)](#) bereitstellt. LLQ aktiviert einen einzigen strengen PQ innerhalb der CBWFQ auf Klassenebene. Bei LLQ werden verzögerungsempfindliche Daten (im PQ) zunächst in die Warteschlange gestellt und gesendet. In einem VoIP mit LLQ-Implementierung wird Sprachdatenverkehr in den strikten PQ gesetzt.

Der PQ wird so geregelt, dass sichergestellt wird, dass den fairen Warteschlangen keine Bandbreite fehlt. Wenn Sie den PQ konfigurieren, geben Sie in Kbit/s die maximale verfügbare Bandbreite für den PQ an. Wenn die Schnittstelle überlastet ist, wird der PQ so lange gewartet, bis die Last den konfigurierten Kbit/s-Wert in der Prioritätsanweisung erreicht. Der übermäßige Datenverkehr wird dann fallen gelassen, um das Problem zu vermeiden, dass bei der älteren Prioritätsgruppenfunktion von Cisco Warteschlangen mit niedrigerer Priorität nicht mehr verfügbar sind.



Diese Methode ist komplexer und flexibler als IP RTP Priority. Die Wahl zwischen den Methoden sollte auf den Datenverkehrsmustern in Ihrem tatsächlichen Netzwerk und Ihren tatsächlichen Anforderungen basieren.

LLQ und IP RTP-Priorität

In dieser Tabelle sind die wichtigsten Unterschiede zwischen der LLQ- und der IP-RTP-Priorität zusammengefasst und einige Richtlinien für die Verwendung der einzelnen Methoden aufgeführt.

Low Latency Queuing (LLQ)	IP RTP-Priorität
Sprachverkehr zuordnen basierend auf: <ul style="list-style-type: none"> Zugriffslisten (für UDP-Port-Bereich, Hostadressen, IP-Header) 	Sprachverkehr zuordnen basierend auf: <ul style="list-style-type: none"> Basierend auf dem RTP-UDP-Port-Bereich: 16384-32767 Vorteile: <ul style="list-style-type: none"> Einfache Konfiguration Nachteile: <ul style="list-style-type: none"> RTCP-Datenverkehr (VoIP-Signalisierung) in WFQ-Warteschlange Hinweis: Das RTP-Protokoll verwendet RTCP (Real Time Control Protocol), um die Übertragung von RTP-Paketen zu steuern. Während RTP-Ports gerade Zahlen verwenden, verwenden RTCP-Ports ungerade Nummern im Bereich von 16384 bis 32767. IP RTP Priority platziert RTP-Ports im PQ, während

-ToS-Felder:
IP
Precedence,
DSCP
und
mehr)

- IP
RTP-
Port-
Bereich

- IP
ToS-
Felder
(Type
of
Service):
DSCP
und/oder
IP
Precedence

- Protokolle
und
Eingabeschnittstellen

- Alle
gültigen
Anpassungskriterien
werden
im
CBWFQ
verwendet.

Vorteile:

- Flexiblere
Zuordn

RTCP-Ports in der Standard Weighted Fair Queue (Standard-gewichtete Fair-Warteschlange) bedient werden.

- Dient für VoIP-Datenverkehr im PQ, aber jeder andere Datenverkehr, der eine bevorzugte Behandlung und Bandbreitengarantie erfordert, wird in WFQ bedient. WFQ kann zwar Datenflüsse mit Gewichtungen (basierend auf IP Precedence) differenzieren, kann jedoch keine Bandbreitengarantie für jeden Datenfluss gewährleisten.

ung
des
Datenv
erkehr
s zum
strikten
PQ
und
CBWF
Q

- Kann zusätzliche Klassen konfigurieren, um Bandbreite für anderen Datenverkehr sicherzustellen, z. B.: VoIP-Signalisierung und Video.

Nachteile:

- Komplexe Konfiguration

Richtlinien

- Die Auswahl sollte auf den Datenverkehrsmustern in Ihrem Netzwerk und Ihren tatsächlichen Anforderungen basieren.
- Wenn Sie Ihrem Sprachdatenverkehr eine strikte Priorität einräumen müssen und anderer Datenverkehr als ein einziger Typ (Daten) behandelt werden kann, dann ist die IP RTP-Priorität eine gute Aufgabe für Ihr Netzwerk, und das mit einer

einfachen Konfiguration.

- Wenn Sie den Sprachdatenverkehr anhand anderer Kriterien als UDP-Ports (z. B. [DiffServ PHB](#)) priorisieren möchten, ist LLQ erforderlich.

Weitere Informationen zur Korrelation und den Unterschieden von Warteschlangenmethoden finden Sie unter [Übersicht über das Überlastungsmanagement](#).

[LLQ-Konfigurationsrichtlinien](#)

Befolgen Sie die folgenden Richtlinien für die Konfiguration von LLQ:

1. Erstellen einer Klassenzuordnung für VoIP-Datenverkehr und Festlegen von Zuordnungskriterien In diesen Befehlen wird erklärt, wie diese Aufgabe ausgeführt wird:

```
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.
```

Diese Zugriffslisten können auch verwendet werden, um Sprachdatenverkehr mit dem Befehl **match access-group** abzustimmen:

```
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.

Hierbei handelt es sich um andere Zuordnungsmethoden, die anstelle von Zugriffsgruppen verwendet werden können: Ab Cisco IOS Release 12.1.2.T wird die IP RTP Priority-Funktionalität für LLQ implementiert. Diese Funktion entspricht dem Inhalt der Prioritätsklasse, der die konfigurierten UDP-Ports betrachtet, und unterliegt der Einschränkung, dass nur Ports in der Hauptplatine bedient werden.

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

Bei diesen beiden Methoden wird davon ausgegangen, dass VoIP-Pakete auf den ursprünglichen Hosts markiert oder auf dem Router abgeglichen und markiert werden, bevor der ausgehende LLQ-Vorgang angewendet wird.

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

oder

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

Hinweis: Ab IOS Release 12.2.2T können VoIP-Dial-Peers Sprachpakete und Signalisierungspakete vor dem LLQ-Vorgang markieren. Dies ermöglicht eine skalierbare Kennzeichnung und Zuordnung von VoIP-Paketen über DSCP-Codewerte für LLQ.

- Erstellen einer Klassenzuordnung für VoIP-Signalisierung und Festlegen von Zuordnungskriterien (optional) In diesen Befehlen wird erklärt, wie diese Aufgabe ausgeführt wird:

```
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
```

Hinweis: VoIP-Anrufe können über H.323, SIP, MGCP oder Skinny (proprietäres Protokoll, das von Cisco Call Manager verwendet wird) eingerichtet werden. Im obigen Beispiel wird von H.323 Fast Connect ausgegangen. Diese Liste dient als Referenz für die Ports, die von VoIP-Signalisierungs-/Steuerungskanälen verwendet werden: H.323/H.225 = TCP 1720 H.323/H.245 = TCP 11xxx (Standard-Connect) 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 (konfigurierbar)

- Erstellen einer Richtlinienzuordnung und Zuordnen zu den VoIP-Klassenzuordnungen Der Zweck der Richtlinienzuordnung besteht darin, festzulegen, wie die Link-Ressourcen für die verschiedenen Zuordnungsklassen freigegeben oder zugewiesen werden. In diesen Befehlen wird erklärt, wie diese Aufgabe ausgeführt wird:

```
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

```

Hinweis: Obwohl es möglich ist, verschiedene Arten von Echtzeit-Datenverkehr mit dem PQ in eine Warteschlange zu stellen, empfiehlt Cisco, nur Sprachdatenverkehr an diesen weiterzuleiten. Echtzeit-Datenverkehr, z. B. Videodaten, kann zu Schwankungen bei der Verzögerung führen (der PQ ist eine FIFO - First In First Out - Queue (FIFO - First In First Out - Warteschlange)). Sprachdatenverkehr erfordert, dass die Verzögerung nicht variabel ist, um Jitter zu vermeiden.**Hinweis:** Die Summe der Werte für **Prioritäts-** und **Bandbreitenanweisungen** muss kleiner/gleich 75 % der Verbindungsbandbreite sein. Andernfalls kann die **Dienstrichtlinie** nicht der Verbindung zugewiesen werden (um Fehlermeldungen anzuzeigen, stellen Sie sicher, dass die **Protokollierungskonsole** für den Konsolenzugriff aktiviert ist und der **Terminalmonitor** für den Telnet-Zugriff aktiviert ist).**Hinweis:** Bei der Konfiguration von VoIP über eine 64-Kbit/s-Verbindung zur Unterstützung von zwei Sprachanrufen ist es üblich, mehr als 75 Prozent (48 Kbit/s) der Verbindungsbandbreite dem PQ zuzuweisen. In solchen Fällen können Sie mit dem Befehl [max-reservierte Bandbreite 80](#) verwenden, um die verfügbare Bandbreite auf 80 Prozent (51 Kbit/s) zu erhöhen. Weitere Informationen zu **Bandbreite** und **Prioritätsbefehlen** finden Sie unter [Vergleichen der Bandbreiten- und Prioritätsbefehle einer QoS-Dienstrichtlinie](#).

4. LLQ aktivieren: Wenden Sie die Richtlinienzuordnung auf die ausgehende WAN-Schnittstelle an. In diesen Befehlen wird erklärt, wie diese Aufgabe ausgeführt wird:

```

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 Priority Configuration-Richtlinien](#)

Um die IP RTP-Priorität zu konfigurieren, verwenden Sie die folgenden Richtlinien:

-

```

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

```

Beispielkonfiguration:

```

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

```

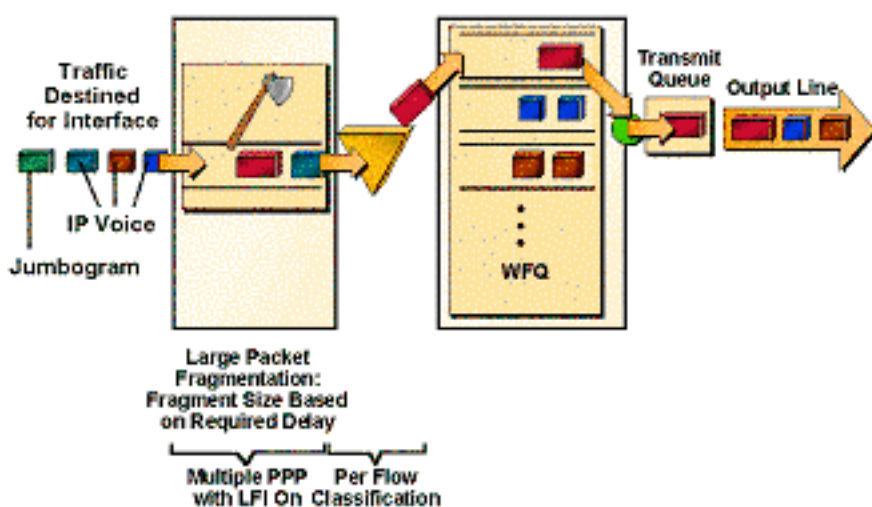
[Link Fragmentation and Interleaving \(LFI\): Multilink PPP](#)

Während 1.500 Byte eine gemeinsame Größe für Datenpakete sind, kann ein typisches VoIP-Paket (das G.729-Sprach-Frames enthält) etwa 66 Byte (20 Byte Sprach-Nutzlast, 6 Byte Layer-2-Header, 20 Byte RTP- und UDP-Header und 20 Byte IP-Header) betragen.

Stellen Sie sich nun eine 56-Kbit/s-Mietleitung vor, bei der Sprach- und Datenverkehr gleichzeitig übertragen werden. Wenn ein Sprachpaket erst dann serialisiert werden kann, wenn ein Datenpaket über die Verbindung übertragen wird, besteht ein Problem. Das verzögerungsempfindliche Sprachpaket muss 214 ms warten, bevor es übertragen wird ([die Serialisierung eines 1500-Byte-Pakets über eine 56-Kbit/s-Verbindung dauert 214 ms](#)).

Wie Sie sehen können, können große Datenpakete die Bereitstellung kleiner Sprachpakete negativ verzögern und die Sprachqualität beeinträchtigen. Durch die Fragmentierung dieser großen Datenpakete in kleinere Datenpakete und die Verschmelzung von Sprachpaketen zwischen den Fragmenten werden Jitter und Verzögerungen reduziert. Die Cisco IOS [Link Fragmentation and Interleaving \(LFI\)](#)-Funktion unterstützt die Erfüllung der Echtzeitbereitstellungsanforderungen von VoIP. Dieses Bild veranschaulicht den Betrieb von LFI:

Link Fragmentation and Interleaving (LFI)



Wie in Tabelle 1 gezeigt, kann die Anzahl der Serialisierungsverzögerungen (die Zeit, die erforderlich ist, um die Bits auf eine Schnittstelle zu platzieren), die bei WAN-Verbindungen mit niedriger Geschwindigkeit eingeführt werden, erheblich sein, wenn man bedenkt, dass die End-to-End-Verzögerung für eine Richtung 150 ms nicht überschreiten darf. (Die ITU-T G.114-Empfehlung legt eine maximale unidirektionale Durchwahl von 150 ms fest.)

Tabelle 1: Serialisierungsverzögerung bei verschiedenen Frame-Größen bei Low-Speed-Links: Serialisierungsverzögerung = Frame-Größe (Bit)/Link-Bandbreite (bps)

	1 Byte	64 Byte	128 Byte	256 Byte	512 Byte	1024 Byte	1500 Byte
56 Kbit/s	143 uns	9 ms	18 ms	36 ms	72 ms	144 ms	214 ms
64 Kbit/s	125 US	8 ms	16 ms	32 ms	64 ms	126 ms	187 ms
128 Kbit/s	62,5 uns	4 ms	8 ms	16 ms	32 ms	64 ms	93 ms
256 Kbit/s	31 uns	2 ms	4 ms	8 ms	16 ms	32 ms	46 ms
512 Kbit/s	15,5 uns	1 ms	2 ms	4 ms	8 ms	16 ms	32 ms

768 Kbit/s	10	640 uns	1,28 ms	2,56 ms	5,12 ms	10,24 ms	15 ms
1536 Kbit/s	5 uns	320 uns	640 uns	1,28 ms	2,56 ms	5,12 ms	7,5 ms

Hinweis: Für Sprachanwendungen beträgt die empfohlene Serialisierungsverzögerung (pro Hop) 10 ms und sollte 20 ms nicht überschreiten.

Die Größe des Link-Fragments kann mithilfe des Befehls **ppp multilink fragment-delay in** Millisekunden (msec)-Zeitmessungen konfiguriert werden. LFI erfordert die Konfiguration von **ppp multilink** auf der Schnittstelle, wobei **ppp multilink interleave** aktiviert ist. Weitere Informationen zum Konfigurieren von LFI finden Sie im Abschnitt dieses Dokuments.

Hinweis: Wenn Sie über mehr als eine dedizierte halbe T1-Verbindung (768 Kbit/s) verfügen, benötigen Sie keine Fragmentierungsfunktion. (Sie benötigen jedoch weiterhin einen QoS-Mechanismus wie LLQ oder IP RTP Priority). Die halbe T1-Leitung bietet genügend Bandbreite, um Sprachpakete in die Warteschlange eindringen und diese unverzüglich verlassen zu können. Möglicherweise benötigen Sie auch keine Komprimierung für Real-Time Protocol (cRTP), wodurch bei einer halben T1-Leitung die Komprimierung von IP-RTP-Headern zur Bandbreiteneinsparung beiträgt.

[Komprimiertes Real-Time Protocol \(cRTP\)](#)

Hinweis: cRTP ist nicht erforderlich, um eine gute Sprachqualität sicherzustellen. Diese Funktion reduziert die Bandbreitennutzung. Konfigurieren Sie cRTP, nachdem alle anderen Bedingungen erfüllt sind und die Sprachqualität gut ist. Dieses Verfahren kann Zeit bei der Fehlerbehebung sparen, indem potenzielle cRTP-Probleme isoliert werden.

Die RTP-Header-Komprimierungsfunktion auf Basis von RFC 2508 komprimiert den IP/UDP/RTP-Header von 40 Byte auf 2 oder 4 Byte und reduziert so die unnötige Bandbreitennutzung. Es handelt sich um ein Hop-by-Hop-Komprimierungsschema. Daher muss cRTP an beiden Enden der Verbindung konfiguriert werden (es sei denn, die **passive** Option ist konfiguriert). Um cRTP zu konfigurieren, verwenden Sie den folgenden Befehl auf Schnittstellenebene:

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

Da der Komprimierungsprozess CPU-intensiv sein kann, wird die RTP-Header-Komprimierung in die Fast Switching- und CEF-Switching-Pfade als Version 12.0.(7)T von IOS implementiert. Manchmal sind diese Implementierungen kaputt, und dann wird die einzige Verarbeitungsmethode, die funktioniert, umgeschaltet. Cisco empfiehlt die Verwendung von cRTP mit Verbindungen unter 768 Kbit/s, es sei denn, der Router wird mit einer niedrigen CPU-Auslastung ausgeführt. Überwachen Sie die CPU-Auslastung des Routers, und deaktivieren Sie cRTP, wenn es über 75 Prozent liegt.

Hinweis: Wenn Sie die **ip rtp-Header-Komprimierung** konfigurieren, fügt der Router der Konfiguration den Befehl **ip tcp header-pression** hinzu. Diese wird verwendet, um die TCP/IP-Pakete der Kopfzeilen zu komprimieren. Die Header-Komprimierung ist besonders für Netzwerke mit einem großen Anteil an kleinen Paketen nützlich, z. B. für Netzwerke, die viele Telnet-Verbindungen unterstützen. Die in RFC 1144 beschriebene Komprimierungstechnik für TCP-Header wird auf seriellen Leitungen mithilfe von HDLC- oder PPP-Kapselung unterstützt.

Um die TCP-Header zu komprimieren, ohne cRTP zu aktivieren, verwenden Sie den folgenden

Befehl:

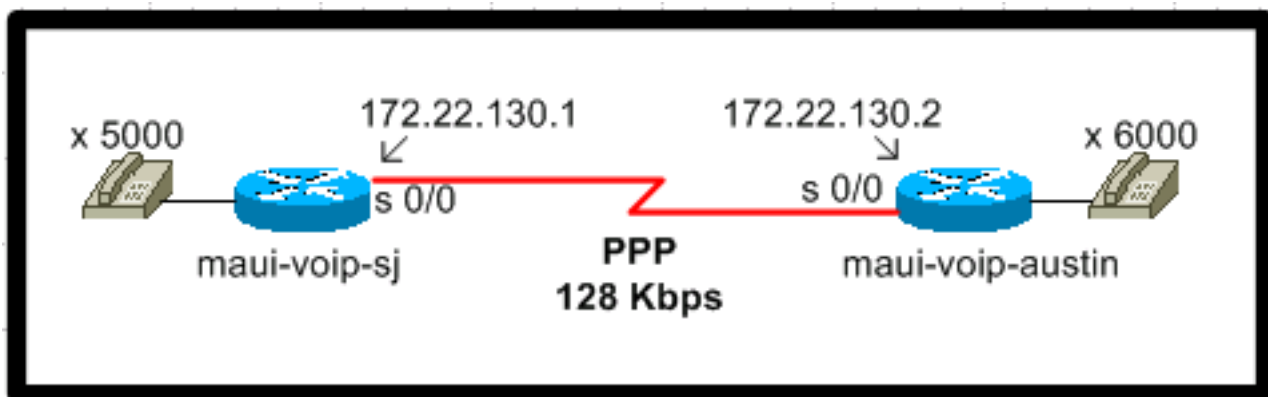
- Router(config-if)#**ip tcp header-compression** [passive]

Weitere Informationen: [Komprimiertes Echtzeit-Transportprotokoll](#)

Weitere Tipps zur Bandbreitenreduzierung

- Verwenden Sie Codec/Decoder mit niedriger Bitrate (Low-Bit-Rate) auf den VoIP-Anrufabschnitten. G.729 (8 Kbit/s) wird empfohlen. (Dies ist der Standardcodec auf den VoIP-Dial-Peers). Um verschiedene Codecs zu konfigurieren, verwenden Sie den Befehl **router(config-dial-peer)#codec** unter dem gewünschten VoIP-Dial-Peer.
- Obwohl Dual-Tone-Mehrfrequenzwahlverfahren (DTMF) normalerweise bei Verwendung von Sprachcodecs mit hoher Bitrate wie G.711 akkurat übertragen werden, sind Codecs mit niedriger Bitrate (z. B. G.729 und G.723.1) für Sprachmuster hochoptimiert und neigen dazu, DTMF-Töne zu verzerrern. Dieser Ansatz kann zu Problemen beim Zugriff auf interaktive Sprachdialogsysteme (IVR) führen. Der **dtmf Relay**-Befehl löst das Problem der DTMF-Verzerrung, indem DTMF-Töne "Out-of-Band" oder separat vom kodierten Sprachstream übertragen werden. Wenn Codecs mit niedriger Bitrate (G.729, G.723) verwendet werden, aktivieren Sie das **dtmf-Relay** unter dem VoIP-Dial-Peer.
- Eine typische Konversation kann 35 bis 50 Prozent Schweigen enthalten. Mithilfe von VAD (Voice Activity Detection) werden Pausenpakete unterdrückt. Bei der VoIP-Bandbreitenplanung gehen Sie davon aus, dass VAD die Bandbreite um 35 Prozent reduziert. VAD wird standardmäßig unter den VoIP-DFÜ-Peers konfiguriert. Um VAD zu aktivieren oder zu deaktivieren, verwenden Sie die Befehle **router(config-dial-peer)#vad** und **router(config-dial-peer)# no vad** unter den gewünschten VoIP-Dial-Peers.

Netzwerkdiagramm



Konfigurationen

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

```

[Befehle zur Überprüfung und Fehlerbehebung](#)

Bevor Sie Fehlerbehebungsbefehle ausprobieren, lesen Sie die Informationen [Wichtige Informationen über Debug-Befehle](#). Weitere Informationen zu den hier aufgeführten Befehlen finden Sie im Abschnitt [Beispielausgabe und Debugausgabe](#) dieses Dokuments.

Schnittstellenbefehle:

- **show interface [serial] | multilink]** - Verwenden Sie diesen Befehl, um den Status der seriellen Schnittstelle zu überprüfen. Stellen Sie sicher, dass die serielle Schnittstelle und die Multilink-Schnittstelle aktiv und offen sind.
- [Fehlerbehebung bei seriellen Leitungen](#)

LFI-Befehle:

- **show ppp multilink** - Dieser Befehl zeigt Paketinformationen für die Multilink PPP-Pakete an.
- **debug ppp multilink fragments** - Dieser Debugbefehl zeigt Informationen über einzelne Multilink-Fragmente und Ereignisse, die sich miteinander verbinden. Diese Befehlsausgabe identifiziert auch die Sequenznummer des Pakets und die Fragmentgrößen.

Befehle mit LLQ/IP-RTP-Priorität:

- **show policy-map interface multilink *interface#***: Dieser Befehl ist sehr hilfreich, um den LLQ-Vorgang zu sehen und mögliche Verwerfungen im PQ zu sehen. Weitere Informationen zu den verschiedenen Feldern dieses Befehls finden Sie unter [Understanding Packet Counters in show policy-map interface Output](#).
- **show policy-map *policy_map_name***: Dieser Befehl zeigt Informationen zur

Richtlinienzuordnungskonfiguration an.

- **show queue *interface-type interface-number*** - Dieser Befehl listet die fair queueing-Konfiguration und Statistiken für eine bestimmte Schnittstelle auf.
- **Debug priority (Debug-Priorität)**: Dieser Debugbefehl zeigt Prioritätswarteschlangen-Ereignisse an und zeigt an, ob diese in dieser Warteschlange verworfen werden. Weitere Informationen finden Sie unter [Fehlerbehebung bei Ausgabeverlusten mit Prioritätswarteschlange](#).
- **show class-map *class_name***: Dieser Befehl zeigt Informationen über die Klassenzuordnungskonfiguration an.
- **show call active voice**: Dieser Befehl ist hilfreich, um auf DSP-Ebene nach verlorenen Paketen zu suchen.

Weitere Befehle/Verweise:

- **show ip rtp header-Komprimierung** - Dieser Befehl zeigt Statistiken zur RTP-Header-Komprimierung an.
- [Grundlagen von VoIP-Anrufen: Fehlerbehebung und Debuggen](#)
- [VoIP-Debug-Befehle](#)

Bekannte Probleme:

- CSCds43465: "LLQ, Policer, Shaper Should Take CRTP Compression Feedback" Um Versionshinweise anzuzeigen, lesen Sie [Bug ToolKit](#) (nur [registrierte](#) Kunden).

Leitlinien:

Nachfolgend finden Sie einige grundlegende Schritte zur Fehlerbehebung, sobald die ppp-Verbindung aktiv ist (MLPPP, Fragmentation, Interleaving):

1. **show call active voice** - Überprüfen Sie, ob die Pakete auf DSP-Ebene verloren gehen.
2. **show interface** - Verwenden Sie diese Option, um nach allgemeinen Problemen mit der seriellen Leitung oder der Schnittstelle zu suchen. Das Verwerfen der Schnittstelle bedeutet noch kein Problem, es ist jedoch besser, das Paket aus der Warteschlange mit niedriger Priorität zu verwerfen, bevor es in die Schnittstellenwarteschlange gelangt.
3. **show policy-map interface** - Überprüfen Sie, ob die LLQ-Drops und die Warteschlangenkonfiguration eingestellt sind. Sollte keine Fallstricke melden, die gegen die Richtlinie verstoßen.
4. **show ip rtp header-Komprimierung** - Überprüfen Sie, ob cRTP-spezifische Probleme vorliegen.

Beispielausgabe und Debugausgabe

```
!----- !-----
!----- 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
(packet)
```

!--- 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)
  Serial10/0, 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: Mu1 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
```

Zugehörige Informationen

- [Low Latency Queuing](#)
- [Überlastungsmanagement - Übersicht](#)
- [Implementierung von Quality of Service \(QoS\)](#)
- [Voice over IP - Bandbreitennutzung pro Anruf](#)
- [Quality of Service für Voice over IP](#)
- [Konfigurieren von Voice over IP](#)
- [Unterstützung von Sprachtechnologie](#)
- [Produkt-Support für Sprach- und IP-Kommunikation](#)
- [Fehlerbehebung bei Cisco IP-Telefonie](#)
- [Technischer Support - Cisco Systems](#)