

QoS(Quality of Service)를 통한 VoIP over Frame Relay(조각화, 트래픽 셰이핑, LLQ/IP RTP 우선 순위)

목차

[소개](#)

[사전 요구 사항](#)

[요구 사항](#)

[사용되는 구성 요소](#)

[표기 규칙](#)

[VoIP over Frame 릴레이를 위한 QoS 설계 지침](#)

[음성 트래픽의 엄격한 우선순위\(LLQ 또는 IP RTP 우선순위\)](#)

[음성을 위한 FRTS](#)

[조각화\(FRF.12\)](#)

[대역폭 감소](#)

[구성](#)

[LLQ](#)

[IP RTP 우선순위](#)

[음성 트래픽 셰이핑](#)

[조각화\(FRF.12\)](#)

[네트워크 다이어그램](#)

[구성](#)

[확인 및 문제 해결](#)

[LLQ/IP RTP 우선순위 명령](#)

[조각화 명령](#)

[프레임 릴레이/인터페이스 명령](#)

[알려진 문제](#)

[샘플 show 및 debug 명령 출력](#)

[관련 정보](#)

소개

이 문서에서는 QoS(Quality of Service)가 포함된 프레임 릴레이 네트워크 샘플 컨피그레이션을 통한 VoIP(Voice over IP)를 보여줍니다. 이 문서에는 구성된 기능, 설계 지침, 기본 확인 및 문제 해결 전략에 대한 배경 기술 정보가 포함되어 있습니다.

이 문서의 컨피그레이션에는 프레임 릴레이 네트워크에 연결된 두 개의 음성 라우터가 있습니다. 그러나 많은 토폴로지에서 음성 지원 라우터는 어디에나 존재할 수 있습니다. 일반적으로 음성 라우터는 WAN에 연결된 다른 라우터에 LAN 연결을 사용합니다. 음성 라우터가 프레임 릴레이 네트워크에 직접 연결되지 않은 경우 이 문서의 컨피그레이션에 표시된 것처럼, 모든 WAN 컨피그레이션 명

령은 음성 라우터가 아니라 WAN에 연결된 라우터에서 구성해야 하기 때문에 중요합니다.

사전 요구 사항

요구 사항

이 문서에 대한 특정 요건이 없습니다.

사용되는 구성 요소

이 문서의 정보는 다음 소프트웨어 및 하드웨어 버전을 기반으로 합니다.

- Cisco 3640 Router with Cisco IOS® Software 릴리스 12.2.6a(Enterprise Plus)
- Cisco 2621 Router with Cisco IOS Software 릴리스 12.2.6a(Enterprise Plus)
- PVC(Frame Relay Permanent Virtual Circuit)의 LLQ(Low Latency Queuing) 이 기능은 Cisco IOS Software 릴리스 12.1.(2)T에 도입되었습니다.
- Cisco IOS Software 릴리스 12.0(7)T에 도입된 Frame Relay IP RTP(Real-Time Transport Protocol) 우선 순위
- Cisco IOS Software 릴리스 12.0(4)T에 도입된 FRF(Frame Relay Forum).12 Fragmentation
- 12.0.5T 이후 버전의 Cisco IOS Software 릴리스에는 압축된 RTP(cRTP)의 성능이 크게 향상되었습니다.

이 문서의 정보는 특정 랩 환경의 디바이스를 토대로 작성되었습니다. 이 문서에 사용된 모든 디바이스는 초기화된(기본) 컨피그레이션으로 시작되었습니다. 현재 네트워크가 작동 중인 경우, 모든 명령어의 잠재적인 영향을 미리 숙지하시기 바랍니다.

표기 규칙

문서 규칙에 대한 자세한 내용은 [Cisco 기술 팁 표기 규칙](#)을 참조하십시오.

VoIP over Frame 릴레이를 위한 QoS 설계 지침

우수한 음성 품질을 위한 두 가지 기본 요구 사항이 있습니다.

- 최소 [엔드 투 엔드 지연](#) 및 [지터 회피](#)(지연 변화).
- 링크 대역폭 요구 사항을 최적화하고 올바르게 엔지니어링합니다.

앞서 언급한 요구 사항을 보장하려면 다음 지침을 따르십시오.

- [음성 트래픽 LLQ 또는 IP RTP 우선순위에 대한 엄격한 우선순위](#)
- [음성을 위한 FRTS\(Frame Relay Traffic Shaping\)](#)
- [조각화 FRF.12](#)
- [대역폭 감소](#)

음성 트래픽의 엄격한 우선순위(LLQ 또는 IP RTP 우선순위)

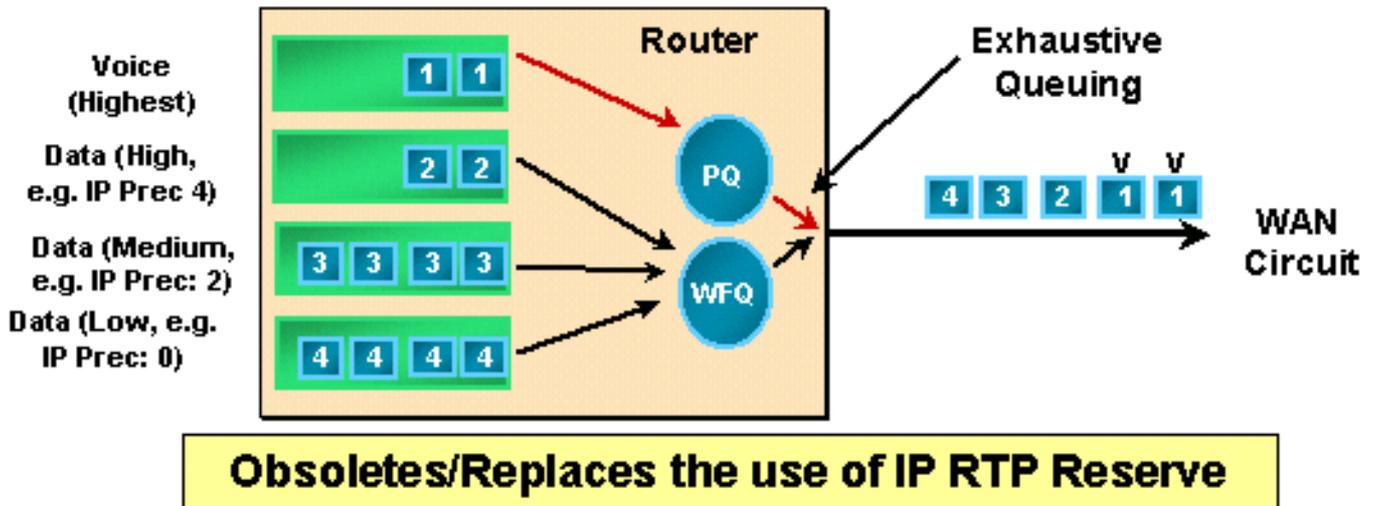
음성 트래픽에 엄격한 우선 순위를 제공하기 위한 두 가지 기본 방법이 있습니다.

- IP RTP 우선순위(PQ/WFQ(Priority Queue/Weighted Fair Queuing)라고도 함)

- LLQ(PQ/Class Based Weighted Fair Queuing(PQ/CBWFQ)이라고도 함)

IP RTP 우선순위

Frame Relay IP RTP Priority는 UDP(User Datagram Protocol) 대상 포트 범위에 속하는 RTP 패킷 흐름 집합에 대해 프레임 릴레이 PVC에 엄격한 우선순위 큐를 만듭니다. 사용되는 실제 포트는 최종 디바이스 또는 게이트웨이 간에 동적으로 협상되지만, 모든 Cisco VoIP 제품은 동일한 UDP 포트 범위(16384~32767)를 사용합니다. 라우터가 VoIP 트래픽을 인식하면 엄격한 PQ에 배치합니다. PQ가 비어 있으면 다른 대기열은 표준 WFQ를 기반으로 처리됩니다. IP RTP Priority(IP RTP 우선 순위)는 인터페이스에 혼잡이 있을 때까지 활성화되지 않습니다. 이 이미지는 IP RTP 우선 순위의 작업을 보여줍니다.



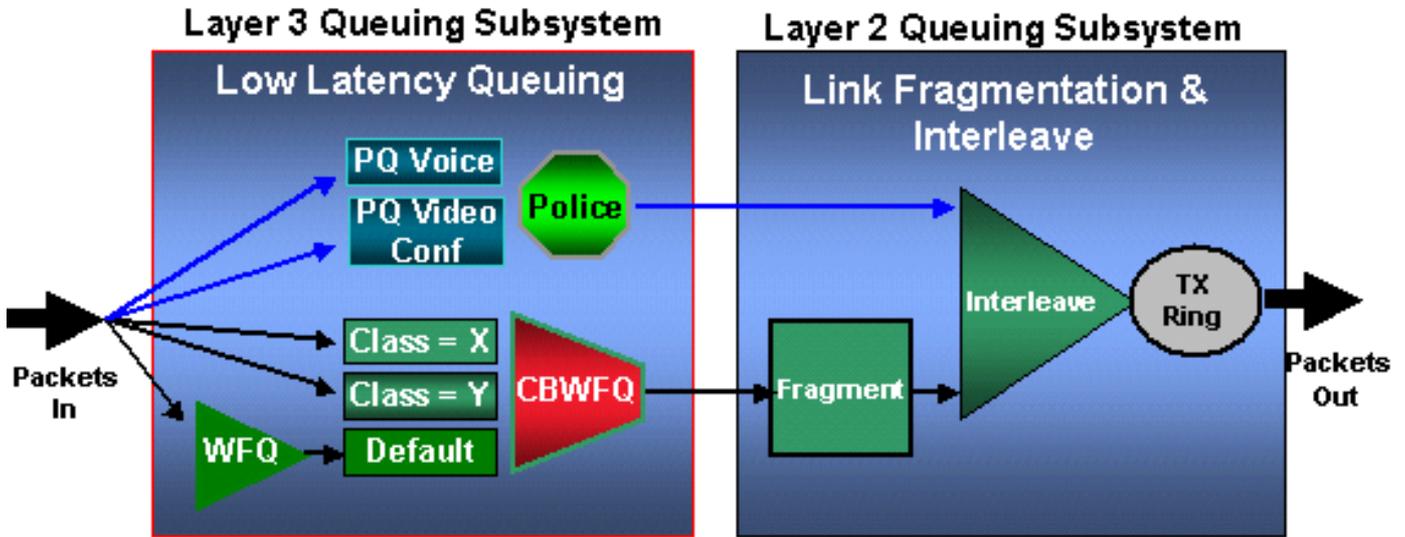
참고: IP RTP Priority는 기본 대기열(WFQ)에 사용 가능한 대역폭이 있는 경우 PQ를 버스트할 수 있습니다. 그러나 인터페이스에 정체 현상이 있을 경우 PQ 내용을 엄격하게 제한합니다.

LLQ

LLQ는 CBWFQ에 엄격한 PQ를 제공하는 기능입니다. LLQ는 CBWFQ 내에서 클래스 레벨에서 하나의 엄격한 PQ를 활성화합니다. LLQ에서는 지연에 민감한 데이터(PQ에서)가 대기열에서 제거되고 먼저 전송됩니다. LLQ 구현이 가능한 VoIP에서는 엄격한 PQ에 음성 트래픽이 배치됩니다.

PQ는 공정한 대기열에 대역폭이 부족하지 않도록 폴리싱됩니다. PQ를 구성할 때 PQ에 사용할 수 있는 최대 대역폭 양을 Kbps 단위로 지정합니다. 인터페이스가 혼잡할 경우 로드가 우선순위 문에서 구성된 Kbps 값에 도달할 때까지 PQ가 처리됩니다. 그런 다음 Cisco의 기존 우선순위 그룹 기능인 더 낮은 PQ를 허무는 문제를 방지하기 위해 과도한 트래픽이 감소합니다.

참고: 프레임 릴레이용 LLQ를 사용하면 PVC별로 큐가 설정됩니다. 각 PVC에는 PQ가 있으며 공정 대기열이 할당되어 있습니다.



이 방법은 IP RTP Priority보다 더 복잡하고 유연합니다. 이 방법 중 하나를 선택하는 것은 실제 네트워크의 트래픽 패턴과 요구 사항을 기반으로 해야 합니다.

LLQ와 IP RTP 우선순위 비교

이 표에서는 LLQ와 IP RTP 우선순위 간의 주요 차이점을 요약하고 각 방법을 사용할 시기에 대한 지침을 제공합니다.

LLQ	IP RTP 우선순위
<p>다음을 기준으로 음성 트래픽 일치:</p> <ul style="list-style-type: none"> 액세스 목록 예를 들어, UDP 포트 범위, 호스트 주소, IP 헤더 Type of Service (ToS) 필드(예: IP Precedence, Differentiated Services Code Point (DSCP)). IP RTP 포트 범위. 	<p>다음을 기준으로 음성 트래픽 일치:</p> <ul style="list-style-type: none"> RTP/UDP 포트 범위 기반: 16384-32767 <p>장점: 간단한 구성. 단점:</p> <ul style="list-style-type: none"> WFQ 큐에 제공되는 RTCP (Real Time Control Protocol) 트래픽 (VoIP 신호) 참고: RTP 프로토콜은 RTCP를 사용하여 RTP 패킷 전달을 제어합니다. RTP 포트는 짝수를 사용하지만 RTCP 포트는 16384-32767 범위의 홀수 번호를 사용합니다. IP RTP 우선순위는 PQ에 RTP 포트를 배치하는 반면 RTCP 포트는 기본 WFQ에 사용됩니다. PQ에서 VoIP 트래픽을 제공합니다. 그러나 다른 우선 처리 및 대역폭 보증이 필요한 트래픽은 WFQ에서 제공됩니다. WFQ는 가중치 (IP 우선 순위 기준)로 플로우

<ul style="list-style-type: none"> • IP ToS 필드 - DSCP 및 /또는 IP 우선 순위. • 프로토콜 및 입력 인터페이스. • CBWFQ에 사용된 모든 유효한 일치 기준 <p>장점:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 트래픽을 매칭하고 엄격한 PQ 및 CBWFQ로 전달하는 방법에 대한 유연성 향상 • VoIP 신호 및 비디오와 같은 다른 트래픽에 대한 대역폭을 보장하도록 추가 클래스를 구성할 수 있습니다. <p>단점:복잡한 구성</p>	<p>를 구별할 수 있지만 어떤 플로우에 대한 대역폭 보장을 보장할 수 없습니다.</p>
<p>지침:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 이 두 가지 선택은 실제 네트워크의 트래픽 패턴과 실제 요구 사항을 기반으로 해야 합니다. • 음성 트래픽에 엄격한 우선 순위를 제공해야 하고 다른 트래픽을 단일 유형(데이터)으로 처리할 수 있는 경우 IP RTP 우선 순위는 간단한 컨피그레이션으로 네트워크에 적합한 작업을 수행합니다. • UDP 포트 이외의 다른 기준을 기반으로 음성 트래픽의 우선 순위를 지정하려는 경우예를 들어, PHB(DiffServ) Per Hop Behavior(PHB) 및 LLQ와 같이 구성됩니다. 	

음성을 위한 FRTS

FRTS는 네트워크 트래픽 혼잡을 관리하는 데 유용한 매개변수를 제공합니다.FRTS는 중앙 사이트에 고속 연결을 제공하고 지사 사이트에 저속 연결을 통해 프레임 릴레이 네트워크의 병목 현상을 없앱니다.중앙 사이트의 VC(Virtual Circuit)에서 데이터가 전송되는 속도를 제한하도록 속도 시행 값을 구성할 수 있습니다.

이러한 정의는 FRTS와 관련이 있습니다.

- **CIR(Committed Information Rate)** - 프레임 릴레이 공급자가 데이터 전송을 보증하는 비율(초당 비트 수)입니다. CIR 값은 프레임 릴레이 서비스 공급자가 설정하고 라우터의 사용자가 구성합니다. **참고:** 포트/인터페이스 액세스 속도는 CIR보다 높을 수 있습니다. 이 비율은 Committed Rate Measurement Interval (Tc) 기간 동안의 평균입니다.
- **Committed Burst (Bc)(커밋된 버스트(Bc))** - Frame Relay 네트워크에서 TC를 통해 전송하기 위해 커밋하는 최대 비트 수입니다. $Tc = Bc / CIR$
- **Excess Burst (Be)(초과 버스트(Be))** - 프레임 릴레이 스위치가 CIR을 통해 전송하려고 시도하는 커밋되지 않은 최대 비트 수입니다.
- **Committed Rate Measurement Interval (Tc)(커밋된 속도 측정 간격(Tc))** - Bc 또는 (Bc+ Be) 비트가 전송되는 시간 간격입니다. Tc는 $Tc = Bc / CIR$ 로 계산됩니다. Tc 값은 Cisco 라우터에서 직접 구성되지 않습니다. Bc 및 CIR 값이 구성된 후 계산됩니다. Tc는 125ms를 초과할 수 없습니다.
- **Backward Explicit Congestion Notification (BECN)** - 네트워크 혼잡을 나타내는 Frame Relay 프레임 헤더의 비트입니다. 프레임 릴레이 스위치는 혼잡을 인식하면 소스 라우터로 향하는 프레임에 BECN 비트를 설정하고 라우터에 전송 속도를 줄이도록 지시합니다.

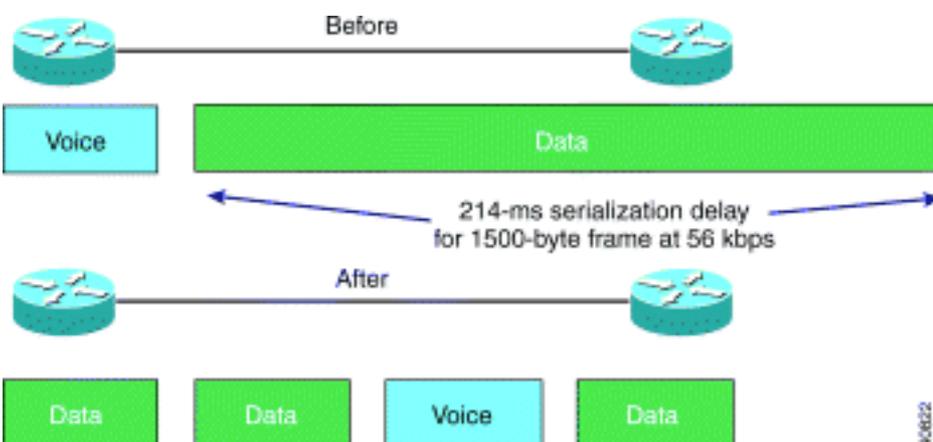
음성 트래픽에 대한 FRTS 컨피그레이션은 데이터만을 위한 트래픽 셰이핑과 다릅니다. 음성 품질을 위해 FRTS를 구성할 때 데이터 트래픽 파라미터로 보안이 침해됩니다. 이러한 제한 사항에 대한 자세한 내용은 이 문서의 [조각화\(FRF.12\)](#) 섹션을 참조하십시오.

조각화(FRF.12)

음성 데이터 통합의 최대 과제는 음성 등 시간에 민감한 트래픽에 대한 최대 단방향 엔드 투 엔드 지연을 제어하는 것입니다. 음질을 높이려면 이 지연이 150ms 미만이어야 합니다. 이 지연의 중요한 부분은 인터페이스의 직렬화 지연입니다. Cisco에서는 10ms를 권장하며 20ms를 초과할 수 없습니다. Serialization 지연은 실제로 비트를 인터페이스에 배치하는 데 걸리는 시간입니다.

$Serialization\ Delay = \text{frame size (bits)} / \text{link bandwidth (bps)}$

예를 들어 1500바이트 패킷은 56Kbps 링크를 통해 라우터를 떠나는 데 214ms가 소요됩니다. 1500바이트의 비실시간 데이터 패킷이 전송되면 대용량 데이터 패킷이 전송될 때까지 실시간(음성) 데이터 패킷이 대기됩니다. 이 지연은 음성 트래픽에 허용되지 않습니다. 비실시간 데이터 패킷이 더 작은 프레임으로 프래그먼트되면 실시간(음성) 프레임과 인터리빙됩니다. 이렇게 하면 음성 및 데이터 프레임을 모두 저속 링크에서 전달하여 실시간 음성 트래픽에 과도한 지연을 초래하지 않습니다.



조각화에 대한 자세한 내용은 [Frame Relay Fragmentation for Voice](#)를 참조하십시오.

참고: 전용 T1 연결(768kbps)이 있는 경우 프래그먼트화 기능이 필요하지 않을 수 있습니다. 그러나 여전히 QoS 메커니즘(이 경우에는 IP RTP 우선순위 또는 LLQ)이 필요합니다. T1 이상의 속도는 음성 패킷이 권장 직렬화 지연 범위(10ms, 20ms 이하)에서 큐에 들어가고 대기하도록 허용하는 데 충분한 대역폭을 제공합니다. 또한 전체 T1의 경우 IP RTP 헤더를 압축하여 대역폭을 절약하는 데 도움이 되는 cRTP가 필요하지 않을 수 있습니다.

대역폭 감소

cRTP

RFC [2508](#) 에 따라 cRTP 기능은 IP/UDP/RTP 패킷 헤더를 40바이트에서 2 또는 4바이트로 압축합니다. 따라서 불필요한 대역폭 소비가 줄어듭니다. hop-by-hop 압축 체계입니다. 따라서 수동 옵션이 구성되지 않은 경우 링크의 양쪽 끝에서 cRTP를 구성해야 합니다.

참고: 음성 품질이 우수하려면 cRTP가 필요하지 않습니다. 대역폭 소비를 줄이는 기능입니다. 기타 모든 조건이 충족되고 음성 품질이 양호한 후 cRTP를 구성합니다. 이 절차는 잠재적인 cRTP 문제를 격리하므로 문제 해결 시간을 절약합니다.

라우터의 CPU 사용률을 모니터링합니다. cRTP가 75%보다 큰 경우 비활성화합니다. 링크 속도가 더 높으면 cRTP의 대역폭 절감 효과는 추가 CPU 로드보다 더 높을 수 있습니다. Cisco에서는 라우터가 낮은 CPU 사용률로 실행되지 않는 한 768Kbps 미만의 링크와 함께 cRTP만 사용하는 것이 좋습니다.

참고: 표준이 없을 때 Cisco 독점 캡슐화를 통해 프레임 릴레이용 cRTP가 개발되었습니다. 따라서 Frame Relay의 IETF(Internet Engineering Task Force) 캡슐화에서는 작동하지 않습니다. 최근 IETF 캡슐화에서 RTP 헤더 압축을 가능하게 하기 위해 FRF.20이 완료되었습니다. 그러나 이 문서의 마지막 업데이트(2002년 5월)부터는 FRF.20이 지원되지 않습니다.

자세한 내용은 압축된 [실시간 전송 프로토콜](#)을 참조하십시오.

코더/디코더(Codec) 선택

VoIP 통화 레그에 낮은 비트 속도 코덱을 사용합니다. VoIP 다이얼 피어의 기본 코덱은 G.729(8Kbps)입니다.

참고: DTMF(Dual Tone Multifrequency)는 일반적으로 높은 비트 속도의 음성 코덱을 사용할 때 정확하게 전송되지만(예: G.711), 낮은 비트 속도 코덱은 음성 패턴에 매우 최적화되어 있으며 DTMF 신호음을 왜곡하는 경향이 있습니다. 이러한 접근 방식을 사용하면 IVR(Interactive Voice Response) 시스템에 액세스하는 데 문제가 발생할 수 있습니다. dtmf relay 명령은 DTMF 왜곡의 문제를 해결합니다. DTMF 신호음을 대역외 또는 인코딩된 음성 스트림과는 별도로 전송합니다. 저비트 속도 코덱을 사용하는 경우(G.729, G.723) VoIP 다이얼 피어에서 dtmf 릴레이 명령을 활성화합니다.

VAD(음성 활동 탐지) 사용

일반적인 대화에는 잠재적으로 35~50%의 침묵이 포함될 수 있습니다. VAD를 사용할 경우 무음 패킷이 억제됩니다. VoIP 대역폭 계획의 경우 VAD가 대역폭을 35% 줄인다고 가정합니다. VAD는 VoIP 다이얼 피어에서 기본적으로 구성됩니다.

구성

이 섹션에는 이 문서에서 설명하는 기능을 구성하기 위한 정보가 표시됩니다.

참고: 이 문서에 사용된 명령에 대한 추가 정보를 찾으려면 [명령 조회 도구](#)([등록된](#) 고객만 해당)를 사용합니다.

LLQ

다음 절차에 따라 LLQ를 구성합니다.

1. VoIP 트래픽에 대한 클래스 맵을 만들고 일치 기준을 정의합니다. 다음 명령은 이 작업을 완료하는 방법에 대해 설명합니다.

```
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

!--- Create the access-list to match the class-map access-group: maui-voip-
sj(config)#access-list 102 permit udp any any range 16384 32767
!--- The 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.
```

이러한 액세스 목록은 음성 트래픽을 `match access-group` 명령과 일치시키는 데에도 사용됩니다.

```
access-list 102 permit udp any any precedence critical
!--- This list filters traffic based on the IP packet TOS: Precedence field. !--- Note: Ensure that the other non-voice traffic does not use 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, !--- mark incoming traffic by applying an inbound service policy on an !--- inbound interface. This procedure is out of the scope !--- of this document. 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.
```

다음은 `access-group` 명령 대신 사용할 수 있는 다른 일치 방법입니다. Cisco IOS Software 릴리스 12.1.2.T 이상에서는 LLQ에 대해 IP RTP 우선순위 기능이 구현됩니다. 이 기능은 구성된 UDP 포트를 보는 우선순위 클래스 내용과 일치합니다. PQ에서는 포트만 제공할 수 없습니다.

```
class-map voice
```

```
match ip rtp 16384 16383
```

이러한 두 방법은 아웃바운드 LLQ 작업이 적용되기 전에 VoIP 패킷이 원래 호스트에 표시되거나, 라우터에 일치되고 표시된다고 가정할 때 작동합니다.

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

또는

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

참고: Cisco IOS Software Release 12.2.2T 이상에서 VoIP 다이얼 피어는 LLQ 작업 전에 음성 전달자 및 신호 패킷을 표시할 수 있습니다. 이를 통해 LLQ에 대한 DSCP 코드 값을 통해 VoIP 패킷을 표시 및 매칭할 수 있는 확장 가능한 방법이 가능합니다. 자세한 내용은 QoS에 [대한 VoIP 신호 처리 및 미디어 분류 DSCP를 참조하십시오.](#)

```
Router(config-dial-peer)#ip qos dscp ?
```

2. VoIP 신호 처리를 위한 클래스 맵을 만들고 일치 기준을 정의합니다(선택 사항). 다음 명령을 사용하여 이 작업을 완료합니다.

```
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
```

참고: VoIP 통화는 H.323, SIP(Session Initiation Protocol), MGCP(Media Gateway Control Protocol) 또는 SCCP(Skinny Call Control Protocol)를 사용하여 설정할 수 있습니다. 이 프로토콜은 Cisco Call Manager에서 사용되는 독점적 프로토콜입니다. 이전 예에서는 H.323 Fast Connect를 가정합니다. 이 목록은 VoIP 신호 처리 및 제어 채널에서 사용되는 포트에 대한 참조 역할을 합니다. H.323/H.225 = TCP 1720 H.323/H.245 = TCP 11xxx(표준 연결) H.323/H.245 = TCP 1720(Fast Connect) H.323/H.225 RAS = UDP 1718 (To GateKeeper) SCCP = TCP 2000-2002(CM Encore) ICCP = TCP 8001-8002(CM Encore) MGCP = UDP 2427, TCP 2428(CM Encore) SIP = UDP 5060, TCP 5060(구성 가능)

3. 정책 맵을 만들고 VoIP 클래스 맵에 연결합니다. 정책 맵의 목적은 링크 리소스가 서로 다른 맵 클래스에 공유되거나 할당되는 방법을 정의하는 것입니다. 다음 명령을 사용하여 이 작업을 완료합니다.

```
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 PQ !--- (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 WFQ.
```

참고: 다양한 유형의 실시간 트래픽을 PQ에 큐에 추가할 수 있지만 음성 트래픽만 PQ에 연결하는 것이 좋습니다. 비디오와 같은 실시간 트래픽은 지연이 발생할 수 있습니다(PQ는 FIFO(First In First Out) 대기열임). 음성 트래픽은 지터를 방지하기 위해 지연이 변형이 되지 않아야 합니다. **참고:** 우선순위 및 대역폭 문의 값 합계는 PVC의 *minCIR*보다 작거나 같아야

합니다. 그렇지 않으면 **service-policy** 명령을 링크에 할당할 수 없습니다. *minCIR*은 기본적으로 CIR의 절반입니다. 오류 메시지를 보려면 **logging console** 명령이 콘솔 액세스에 대해 활성화되고 **terminal monitor** 명령이 텔넷 액세스에 대해 활성화되었는지 확인합니다. **대역폭 및 우선 순위 명령에 대한 자세한 내용은 [QoS 서비스 정책의 대역폭 및 우선 순위 명령 비교를 참조하십시오.](#)**

4. 아웃바운드 WAN 인터페이스에 정책 맵을 적용하여 LLQ를 활성화합니다. 다음 명령을 사용하여 LLQ를 활성화합니다.

```
maui-voip-sj(config)#map-class frame-relay VoIPovFR
maui-voip-sj(config-if)#service-policy output VOICE-POLICY
!--- The service-policy is applied to the PVC !--- indirectly by configuring !--- it under
the map-class associated to the PVC.
```

IP RTP 우선 순위

LLQ를 사용하지 않는 경우 다음 지침을 사용합니다.

```
Router(config-map-class)#frame-relay ip rtp priority starting-rtp-port port-range bandwidth
```

- **starting-rtp-port**—시작 UDP 포트 번호입니다. 패킷이 전송되는 가장 낮은 포트 번호입니다. VoIP의 경우 이 값을 16384로 설정합니다.
- **port-range** - UDP 대상 포트의 범위입니다. *starting-rtp-port*에 추가된 번호는 가장 높은 UDP 포트 번호를 산출합니다. VoIP의 경우 이 값을 16383으로 설정합니다.
- **bandwidth** - 우선 순위 대기열에 대해 허용되는 최대 대역폭(kbps)입니다. 시스템이 지원하는 통화당 각 통화의 대역폭을 추가하여 동시 통화 수를 기준으로 이 수를 설정합니다.

샘플 구성:

```
map-class frame-relay VoIPovFR frame-relay cir 64000
frame-relay BC 600
no frame-relay adaptive-shaping
frame-relay fair-queue
frame-relay fragment 80
frame-relay ip rtp priority 16384 16383 45
```

음성 트래픽 셰이핑

음성에 대한 트래픽 셰이핑을 구성할 때 다음 지침을 사용합니다.

- PVC의 CIR을 초과하지 마십시오.
- 프레임 릴레이 적응형 셰이핑을 비활성화합니다.
- Bc 값을 낮게 설정하여 Tc(셰이핑 간격)가 10ms($Tc = Bc/CIR$)로 설정합니다. 원하는 Tc 값을 강제 적용하도록 Bc 값을 구성합니다.
- Be 값을 0으로 설정합니다.

이러한 지침에 대한 자세한 내용은 [VoIP 및 VoFR용 프레임 릴레이 트래픽 셰이핑을 참조하십시오.](#)

참고: 일부 고객은 데이터 및 음성용 별도의 PVC를 사용합니다. 음성 PVC에 대해 CIR 또는 그 아래에 있는 동안 데이터 PVC에서 버스트하려는 두 개의 개별 PVC가 있는 경우 이러한 PVC는 동일한 물리적 인터페이스를 사용하므로 음성 품질이 계속 저하됩니다. 이러한 경우 라우터 및 프레임 릴레이 제공자는 음성 PVC의 우선 순위를 지정해야 합니다. 후자는 Cisco IOS Software 릴리스 12.1(1)T에서 사용할 수 있는 [PIQ\(PVC Interface Priority Queuing\)](#)를 통해 수행할 수 있습니다.

조각화(FRF.12)

저속 링크의 단편화를 설정합니다(768kbps 미만). 음성 패킷이 조각화되지 않고 직렬화 지연 시간이 20ms보다 크지 않도록 프래그먼트 크기를 설정합니다.라우터 간의 최저 포트 속도를 기반으로 조각화 크기를 설정합니다.예를 들어 허브의 속도가 T1 이고 원격 라우터의 포트 속도가 64K인 허브 및 스포크 프레임 릴레이 토폴로지가 있는 경우 두 라우터의 64K 속도에 대해 프래그먼트화 크기를 설정해야 합니다.동일한 물리적 인터페이스를 공유하는 다른 모든 PVC는 음성 PVC에서 사용하는 크기로 조각화를 구성해야 합니다.이 차트를 사용하여 조각화 크기 값을 결정합니다.

경로의 링크 속도 최저	권장되는 조각화 크기(10ms Serialization용)
56Kbps	70바이트
64Kbps	80바이트
128Kbps	160바이트
256Kbps	320바이트
512Kbps	640바이트
768Kbps	1000바이트
1,536Kbps	1600바이트

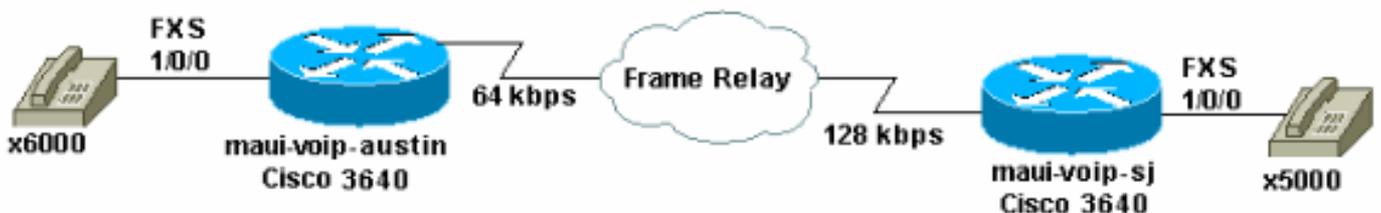
샘플 구성:

```
map-class frame-relay VoIPovFR
!--- Some output is omitted. frame-relay fragment 80
```

참고: 1536Kbps의 경우 단편화가 기술적으로 필요하지 않습니다.그러나 음성 품질을 보장하기 위해 이중 FIFO 대기열 시스템을 사용하려면 프래그먼트화가 필요합니다.1600바이트의 프래그먼트 크기는 듀얼 FIFO를 활성화합니다.그러나 1600바이트는 일반적인 MTU(Serial Interface Maximum Transmission Unit)보다 높으므로 대용량 데이터 패킷은 프래그먼트화되지 않습니다.

네트워크 다이어그램

이 문서에서는 다음 다이어그램에 표시된 네트워크 설정을 사용합니다.



구성

이 문서에서는 다음과 같은 구성을 사용합니다.

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

maui-voip-sj(Cisco 3640)

```

version 12.2
service timestamps debug datetime msec
service timestamps log datetime msec
service password-encryption
!
hostname maui-voip-sj
!
logging buffered 10000 debugging
enable secret 5 $1$MYS3$TZ6bwrhWB25b2cVpEVgBo1
!
ip subnet-zero
!
!--- 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 PQ !--- is assigned to the voice-
traffic class !--- with a maximum bandwidth of 45 Kbps.
policy-map VOICE-POLICY
  class voice-traffic
    priority 45
  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. Instead, it
is 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.

!
interface Ethernet0/0
  ip address 172.22.113.3 255.255.255.0
  half-duplex
!
interface Serial0/0
  bandwidth 128
  no ip address
  encapsulation frame-relay
  no fair-queue
frame-relay traffic-shaping
  frame-relay ip rtp header-compression
!--- Turns on traffic shaping and cRTP. If traffic-
shaping is not !--- enabled, then map-class does not
start and FRF.12 and LLQ does !--- not work. ! interface
Serial0/0.1 point-to-point

```

```

bandwidth 128
ip address 192.168.10.2 255.255.255.252
frame-relay interface-dlci 300
  class VOIPovFR
  !--- This command links the subinterface to a VoIPovFR
  map-class. !--- See the map-class frame-relay VoIPovFR
  command here: !--- Note: The word VoIPovFR is selected
  by the user. !

ip classless
ip route 172.22.112.0 255.255.255.0 192.168.10.1
!
map-class frame-relay VOIPovFR
  no frame-relay adaptive-shaping
  !--- Disable Frame Relay BECNs. Note also that Be equals
  0 by default. frame-relay cir 64000
  frame-relay bc 640
  !--- Tc = BC/CIR. In this case Tc is forced to its
  minimal !--- configurable value of 10 ms. frame-relay be
  0
  frame-relay mincir 64000
  !--- Although adaptive shaping is disabled, make CIR
  equal minCIR !--- as a double safety. By default minCIR
  is half of CIR. service-policy output VOICE-POLICY
  !--- Enables LLQ on the PVC. frame-relay fragment 80
  !--- Turns on FRF.12 fragmentation and sets the fragment
  size equal to 80 bytes. !--- This value is based on the
  port speed of the slowest path link. !--- This command
  also enables dual-FIFO. ! 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
!
!--- 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 matches VoIP signaling
protocol. In this !--- case, H.323 V2 is used with the
fast start feature.

!
voice-port 1/0/0
!
dial-peer voice 1 pots
  destination-pattern 5000
  port 1/0/0
!
dial-peer voice 2 voip
  destination-pattern 6000
  session target ipv4:192.168.10.1
  dtmf-relay cisco-rtp
  ip precedence 5

```

maui-voip-austin(Cisco 3640)

```

version 12.2
service timestamps debug datetime msec
service timestamps log datetime msec
service password-encryption
!
hostname maui-voip-austin
!
boot system flash slot1:c3640-is-mz.122-6a.bin
logging buffered 1000000 debugging

```

```
!  
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 45  
  class class-default  
    fair-queue  
!  
interface Ethernet0/0  
  ip address 172.22.112.3 255.255.255.0  
  no keepalive  
  half-duplex  
!  
interface Serial0/0  
  bandwidth 64  
  no ip address  
  encapsulation frame-relay  
  no ip mroute-cache  
  no fair-queue  
  frame-relay traffic-shaping  
  frame-relay ip rtp header-compression  
!  
interface Serial0/0.1 point-to-point  
  bandwidth 64  
  ip address 192.168.10.1 255.255.255.252  
  frame-relay interface-dlci 400  
  class VOIPovFR  
!  
ip classless  
ip route 172.22.113.0 255.255.255.0 192.168.10.2  
!  
map-class frame-relay VOIPovFR  
no frame-relay adaptive-shaping  
  frame-relay cir 64000  
  frame-relay bc 640  
  frame-relay be 0  
  frame-relay mincir 64000  
  service-policy output voice-policy  
  frame-relay fragment 80  
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  
!  
dial-peer voice 1 pots  
  destination-pattern 6000  
  port 1/0/0  
!  
dial-peer voice 2 voip  
  destination-pattern 5000  
  session target ipv4:192.168.10.2  
  dtmf-relay cisco-rtp  
  ip precedence 5
```

[확인 및 문제 해결](#)

이 섹션에서는 컨피그레이션이 제대로 작동하는지 확인하는 정보를 제공합니다.

특정 **show** 명령은 Output Interpreter [Tool](#)에서 지원됩니다([등록된](#) 고객만 해당). **show** 명령 출력의 분석을 볼 수 있습니다.

[LLQ/IP RTP 우선순위 명령](#)

이러한 **show** 및 **debug** 명령은 LLQ 및 IP RTP 우선순위 컨피그레이션을 확인하는 데 도움이 됩니다.

- **show policy-map interface serial *interface#***—이 명령은 PQ의 LLQ 작업 및 모든 삭제를 확인하는 데 유용합니다.이 명령의 다양한 필드에 대한 자세한 내용은 [show policy-map interface Output의 Understanding Packet Counters](#)를 참조하십시오.
- **show policy-map *policy_map_name*** - policy-map 컨피그레이션에 대한 정보를 표시합니다.
- **show queue *interface-type interface-number*** - 특정 인터페이스에 대한 공정 대기열 구성 및 통계를 나열합니다.
- **debug priority**—PQ 이벤트를 표시하고 이 대기열에서 삭제 발생 여부를 표시합니다.자세한 내용은 우선 순위 대기열을 사용하여 출력 삭제 문제 해결을 참조하십시오.
- **show class-map *class_name*** - class-map 컨피그레이션에 대한 정보를 표시합니다.
- **show call active voice** - DSP 레벨에서 손실된 패킷을 확인합니다.
- **show frame-relay ip rtp header-compression** - RTP 헤더 압축 통계를 표시합니다.

[조각화 명령](#)

이러한 **debug** 및 **show** 명령을 사용하여 조각화 구성을 확인하고 문제를 해결합니다.

- **show frame-relay fragment** - Cisco 라우터에서 발생하는 Frame Relay 조각화에 대한 정보를 표시합니다.
- **debug frame-relay fragment** - 프레임 릴레이 조각화와 관련된 이벤트 또는 오류 메시지를 표시합니다.선택한 인터페이스의 PVC 레벨에서만 활성화됩니다.

[프레임 릴레이/인터페이스 명령](#)

이러한 **show** 명령을 사용하여 프레임 릴레이/인터페이스 컨피그레이션을 확인하고 문제를 해결합니다.

- **show traffic-shape queue *interface*** - VC DLCI(data-link connection identifier) 레벨에서 대기열에 있는 요소에 대한 정보를 표시합니다.IP RTP Priority over Frame Relay의 작동을 확인하는 데 사용됩니다.링크가 혼잡하면 음성 흐름의 가중치가 0으로 식별됩니다.이는 음성 흐름이 PQ를 사용함을 나타냅니다.샘플 출력을 보려면 여기를 참조하십시오.
- **show traffic-shape** - Tc, Bc, Be 및 CIR 구성 값과 같은 정보를 표시합니다.[샘플 출력을 참조하십시오](#).
- **show frame-relay pvc *dci-#***—트래픽 셰이핑 매개변수, 조각화 값, 삭제된 패킷 등의 정보를 표시합니다.[샘플 출력을 참조하십시오](#).또한 [Troubleshooting Frame Relay](#)를 참조하십시오.

[알려진 문제](#)

인터페이스에 정체 현상이 없는 경우에도 PQ가 엄격하게 폴리싱된 VC LLQ당 버그가 발견되었습니다. 해당 버그가 수정되었으며 현재 적합하지 않은 음성 패킷은 VC에서 혼잡이 발생한 경우에만 삭제됩니다. 이렇게 하면 VC LLQ당 의 동작이 LLQ를 사용하는 다른 인터페이스와 동일하게 됩니다. 이 동작은 Cisco IOS Software 릴리스 12.2(3) 이상에서 변경되었습니다.

샘플 show 및 debug 명령 출력

이 샘플 show 및 debug 명령 출력은 확인 및 문제 해결에 사용됩니다.

*!--- To capture sections of this output, the LLQ PQ bandwidth !--- is lowered and large data traffic is placed !--- on the link to force packets drops. !--- Priority queue bandwidth is lowered to 10 Kbps to force drops from the PQ. !--- Note: To reset counters, use the **clear counters** command.*

```
maui-voip-sj#show policy-map inter ser 0/0.1
```

```
Serial0/0.1: DLCI 300 -
```

```
Service-policy output: VOICE-POLICY
```

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

```
26831 packets, 1737712 bytes
5 minute offered rate 3000 bps, drop rate 2000 bps
Match: access-group 102
Weighted Fair Queueing
Strict Priority
Output Queue: Conversation 24
Bandwidth 10 (kbps) Burst 250 (Bytes)
(pkts matched/bytes matched) 26311/1704020
(total drops/bytes drops) 439/28964
```

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

```
80 packets, 6239 bytes
5 minute offered rate 0 bps, drop rate 0 bps
Match: access-group 103
Weighted Fair Queueing
Output Queue: Conversation 25
Bandwidth 8 (kbps) Max Threshold 64 (packets)
(pkts matched/bytes matched) 62/4897
(depth/total drops/no-buffer drops) 0/0/0
```

```
Class-map: class-default (match-any)
```

```
14633 packets, 6174492 bytes
5 minute offered rate 10000 bps, drop rate 0 bps
Match: any
Weighted Fair Queueing
Flow Based Fair Queueing
Maximum Number of Hashed Queues 16
(total queued/total drops/no-buffer drops) 0/0/0
```

!--- These commands are useful to verify the LLQ 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 45 (kbps) Burst 1125 (Bytes)

Class class-default

Weighted Fair Queueing

Flow based Fair Queueing Max Threshold 64 (packets)

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

!--- Frame Relay verification command output. maui-voip-sj#**show frame-relay fragment**

interface	dlci	frag-type	frag-size	in-frag	out-frag	dropped-frag
Serial0/0.1	300	end-to-end	80	4	4	0

maui-voip-sj#**show frame-relay pvc 300**

PVC Statistics for interface Serial0/0 (Frame Relay DTE)

DLCI = 300, DLCI USAGE = LOCAL, PVC STATUS = ACTIVE, INTERFACE = Serial0/0.1

input pkts 7 output pkts 7 in bytes 926

out bytes 918 dropped pkts 0 in FECN pkts 0

in BECN pkts 0 out FECN pkts 0 out BECN pkts 0

in DE pkts 0 out DE pkts 0

out bcast pkts 2 out bcast bytes 598

pvc create time 1w2d, last time pvc status changed 1w2d

service policy VOICE-POLICY

Service-policy output: VOICE-POLICY

Class-map: voice-traffic (match-all)

0 packets, 0 bytes

5 minute offered rate 0 bps, drop rate 0 bps

Match: access-group 102

Weighted Fair Queueing

Strict Priority

Output Queue: Conversation 24

Bandwidth 45 (kbps) Burst 250 (Bytes)

(pkts matched/bytes matched) 0/0

(total drops/bytes drops) 0/0

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

0 packets, 0 bytes

5 minute offered rate 0 bps, drop rate 0 bps

Match: access-group 103

Weighted Fair Queueing

Output Queue: Conversation 25

Bandwidth 8 (kbps) Max Threshold 64 (packets)

(pkts matched/bytes matched) 0/0

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

Class-map: class-default (match-any)

7 packets, 918 bytes

5 minute offered rate 0 bps, drop rate 0 bps

Match: any

Weighted Fair Queueing

Flow Based Fair Queueing

Maximum Number of Hashed Queues 16

(total queued/total drops/no-buffer drops) 0/0/0

```
Output queue size 0/max total 600/drops 0
fragment type end-to-end fragment size 80
cir 64000 bc 640 be 0 limit 80 interval 10
mincir 64000 byte increment 80 BECN response no
frags 13 bytes 962 frags delayed 8 bytes delayed 642
```

```
shaping inactive
traffic shaping drops 0
```

!--- In this Frame Relay verification command !--- output, the PQ bandwidth is lowered and heavy traffic !--- is placed on the interface to force drops. maui-voip-sj#**show frame-relay pvc 300**

PVC Statistics for interface Serial0/0 (Frame Relay DTE)

DLCI = 300, DLCI USAGE = LOCAL, PVC STATUS = ACTIVE, INTERFACE = Serial0/0.1

```
input pkts 483 output pkts 445 in bytes 122731
    out bytes 136833 dropped pkts 0 in FECN pkts 0
    in BECN pkts 0 out FECN pkts 0 out BECN pkts 0
    in DE pkts 0 out DE pkts 0
    out bcast pkts 4 out bcast bytes 1196
pvc create time 1w2d, last time pvc status changed 1w2d
service policy VOICE-POLICY
```

Service-policy output: VOICE-POLICY

```
Class-map: voice-traffic (match-all)
  352 packets, 22900 bytes
  5 minute offered rate 2000 bps, drop rate 2000 bps
  Match: access-group 102
  Weighted Fair Queueing
  Strict Priority
  Output Queue: Conversation 24
  Bandwidth 10 (kbps) Burst 250 (Bytes)
  (pkts matched/bytes matched) 352/22900
  (total drops/bytes drops) 169/11188
```

```
Class-map: voice-signaling (match-all)
  7 packets, 789 bytes
  5 minute offered rate 0 bps, drop rate 0 bps
  Match: access-group 103
  Weighted Fair Queueing
  Output Queue: Conversation 25
  Bandwidth 8 (kbps) Max Threshold 64 (packets)
  (pkts matched/bytes matched) 7/789
  (depth/total drops/no-buffer drops) 0/0/0
```

```
Class-map: class-default (match-any)
  79 packets, 102996 bytes
  5 minute offered rate 4000 bps, drop rate 0 bps
  Match: any
  Weighted Fair Queueing
  Flow Based Fair Queueing
  Maximum Number of Hashed Queues 16
  (total queued/total drops/no-buffer drops) 5/0/0
  Output queue size 5/max total 600/drops 169
  fragment type end-to-end fragment size 80
  cir 64000 bc 640 be 0 limit 80 interval 10
  mincir 64000 byte increment 80 BECN response no
  frags 2158 bytes 178145 frags delayed 1968 bytes delayed 166021
```

```
shaping active
traffic shaping drops 169
```

!--- Notice that the Tc interval equals 10 ms, !--- CIR equals 64000 BPS, and BC equals 640.

maui-voip-sj#show traffic-shape

```
Interface Se0/0.1
      Access Target   Byte   Sustain   Excess   Interval   Increment   Adapt
VC    List   Rate   Limit  bits/int  bits/int  (ms)       (bytes)    Active
300           64000   80     640     0         10        80         -
```

!--- This output is captured on an isolated lab enviroment where !--- the routers are configured with IP RTP Priority instead of LLQ. maui-voip-austin#show frame-relay PVC 100

PVC Statistics for interface Serial0/1 (Frame Relay DTE)

DLCI = 100, DLCI USAGE = LOCAL, PVC STATUS = ACTIVE, INTERFACE = Serial0/1.1

```
input pkts 336          output pkts 474          in bytes 61713
out bytes 78960         dropped pkts 0           in FECN pkts 0
in BECN pkts 0         out FECN pkts 0         out BECN pkts 0
in DE pkts 0           out DE pkts 0           out bcast pkts 0
out bcast pkts 0       out bcast bytes 0
```

PVC create time 1w0d, last time PVC status changed 1w0d

Current fair queue configuration:

```
Discard      Dynamic      Reserved
threshold    queue count  queue count
64           16          2
```

Output queue size 0/max total 600/drops 0

```
fragment type end-to-end      fragment size 80
cir 64000      BC  640      be 0      limit 125      interval 10
mincir 32000   byte increment 125   BECN response no
frags 1091     bytes 82880   frags delayed 671   bytes delayed 56000
shaping inactive
traffic shaping drops 0
ip rtp priority parameters 16384 32767 45000
```

!--- This command displays information of the VoIP dial-peers. maui-voip-austin#show dial-peer voice 2

VoiceOverIpPeer2

```
information type = voice,
tag = 2, destination-pattern = `5000',
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-target = `ipv4:192.168.10.2',
technology prefix:
ip precedence = 5, UDP checksum = disabled,
session-protocol = cisco, req-qos = best-effort,
acc-qos = best-effort,
dtmf-relay = cisco-rtsp,
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 = 165830, Charged Units = 0,
Successful Calls = 30, Failed Calls = 0,
Accepted Calls = 30, Refused Calls = 0,
Last Disconnect Cause is "10",
Last Disconnect Text is "normal call clearing.",
Last Setup Time = 69134010.
```

[관련 정보](#)

- [프레임 릴레이에 대한 낮은 레이턴시 대기열 처리](#)
- [QoS용 DSCP로 VoIP 신호 및 미디어 분류](#)
- [프레임 릴레이 트래픽 셰이핑에 대한 명령 표시](#)
- [프레임 릴레이 IP RTP 우선순위](#)
- [프레임 릴레이 및 프레임 릴레이 트래픽 셰이핑 구성](#)
- [프레임 릴레이 구성 및 문제 해결](#)
- [Voice over Frame Relay Queueing 개선 사항](#)
- [음성 기술 지원](#)
- [음성 및 IP 커뮤니케이션 제품 지원](#)
- [Cisco IP 텔레포니 문제 해결](#)
- [Technical Support - Cisco Systems](#)