

# VoIP por Frame Relay com qualidade de serviço (fragmentação, modelagem de tráfego, prioridade LLQ/IP RTP)

## Contents

[Introduction](#)

[Prerequisites](#)

[Requirements](#)

[Componentes Utilizados](#)

[Conventions](#)

[Diretrizes de criação do QoS para VoIP sobre frame relay](#)

[Prioridade estrita para tráfego de voz \(prioridade de RTP de IP ou LLQ\)](#)

[FRTS para voz](#)

[Fragmentação \(FRF.12\)](#)

[Redução de largura de banda](#)

[Configurar](#)

[LLQ](#)

[IP RTP Priority](#)

[Modelagem de tráfego para voz](#)

[Fragmentação \(FRF.12\)](#)

[Diagrama de Rede](#)

[Configurações](#)

[Verificar e solucionar problemas](#)

[Comandos de prioridade de LLQ / IP RTP](#)

[Comandos de fragmentação](#)

[Comandos de Frame Relay/interface](#)

[Problemas conhecidos](#)

[Exemplo de saída do comando show e debug](#)

[Informações Relacionadas](#)

## [Introduction](#)

Este documento mostra uma configuração de exemplo de Voz sobre IP (VoIP) sobre uma rede Frame Relay com Qualidade de Serviço (QoS). Este documento inclui informações técnicas de fundo sobre recursos configurados, diretrizes de projeto e verificação básica e estratégias de Troubleshooting.

É importante observar que a configuração neste documento tem dois roteadores de voz conectados à rede do Frame Relay. Em muitas topologias, no entanto, os roteadores habilitados para voz podem existir em qualquer lugar. Geralmente, os roteadores de voz usam a

conectividade de LAN para outros roteadores que estão conectados à WAN. Isso é importante porque se os roteadores de voz não estiverem diretamente conectados à rede do Frame Relay, todos os comandos de configuração da WAN devem ser configurados nos roteadores conectados à WAN e não nos roteadores de voz, como mostrado nas configurações neste documento.

## Prerequisites

### Requirements

Não existem requisitos específicos para este documento.

### Componentes Utilizados

As informações neste documento são baseadas nestas versões de software e hardware:

- Roteador Cisco 3640 com Software Cisco IOS® versão 12.2.6a (Enterprise Plus)
- Roteador Cisco 2621 com Software Cisco IOS versão 12.2.6a (Enterprise Plus)
- LLQ (enfileiramento de baixa latência) nos PVCs (circuitos virtuais permanentes do Frame Relay). Isso é apresentado no Cisco IOS Software Release 12.1.2(2)T.
- A Prioridade do Protocolo de Transporte em Tempo Real (RTP - Real-Time Transport Protocol) do Frame Relay IP que é apresentada no Software Cisco IOS versão 12.0(7)T.
- Fragmentação Frame Relay Forum (FRF).12 introduzida no Cisco IOS Software Release 12.0(4)T.
- Os Cisco IOS Software Releases posteriores à 12.0.5T contêm melhorias significativas no desempenho para RTP compactado (cRTP).

The information in this document was created from the devices in a specific lab environment. All of the devices used in this document started with a cleared (default) configuration. If your network is live, make sure that you understand the potential impact of any command.

### Conventions

For more information on document conventions, refer to the [Cisco Technical Tips Conventions](#).

## Diretrizes de criação do QoS para VoIP sobre frame relay

Há dois requisitos básicos para uma boa qualidade de voz:

- [Retardo ponto-a-ponto](#) mínimo e [prevenção de tremulação](#) (variação de retardo).
- Requisitos de enlace de largura de banda otimizados e corretamente executados.

Para garantir os requisitos mencionados anteriormente, utilize as seguintes diretrizes:

- [Prioridade Estrita para LLQ de Tráfego de Voz ou Prioridade de RTP IP](#)
- [Formatação de tráfego frame relay \(FRTS\) para voz](#)
- [Fragmentação FRF.12](#)
- [Redução de largura de banda](#)

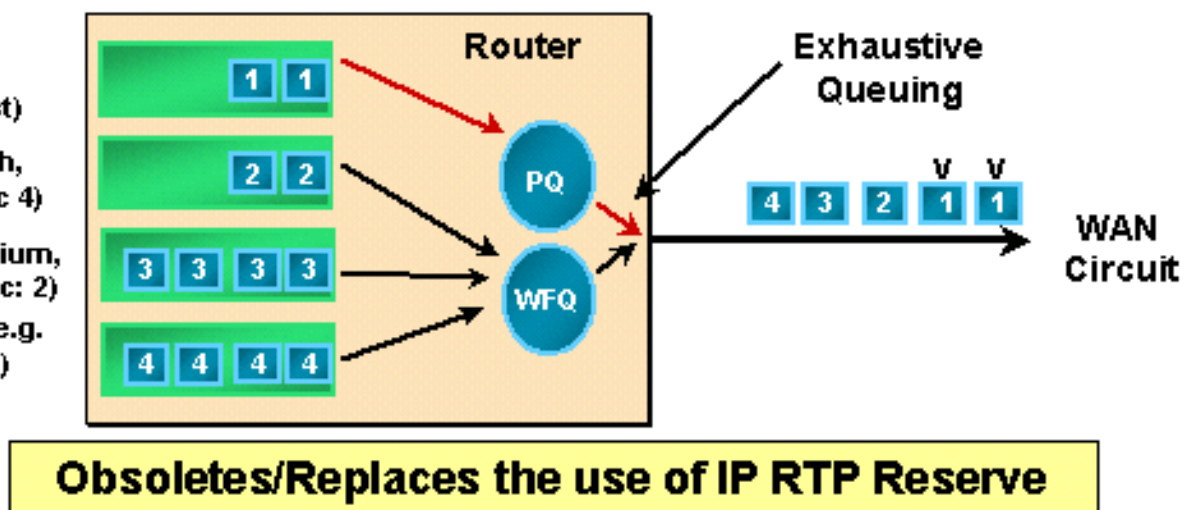
### Prioridade estrita para tráfego de voz (prioridade de RTP de IP ou LLQ)

Há dois métodos principais para fornecer prioridade estrita ao tráfego de voz:

- Funcionalidade IP RTP Priority (também chamada de Fila de Prioridade/Weighted Fair Queuing (PQ/WFQ))
- LLQ (também chamado de PQ / Class Based Weighted Fair Queuing (PQ/CBWFQ))

## IP RTP Priority

A Prioridade RTP IP do Frame Relay cria uma fila de prioridade estrita em um PVC do Frame Relay para um conjunto de fluxos de pacote RTP que pertencem a um intervalo de portas de destino UDP (User Datagram Protocol). Embora as portas reais usadas sejam negociadas dinamicamente entre dispositivos finais ou gateways, todos os produtos Cisco VoIP utilizam o mesmo intervalo de portas UDP (16384 a 32767). Quando o roteador reconhece o tráfego de VoIP, ele o coloca no PQ exato. Quando o PQ está vazio, as outras filas são processadas com base no [WFQ](#) padrão. A prioridade de RTP IP não se torna ativa até que haja congestionamento na interface. Esta imagem ilustra a operação da Prioridade RTP IP:



**Observação:** a prioridade RTP de IP permite a intermitência do PQ quando há largura de banda disponível na fila padrão (WFQ). No entanto, ele políca rigorosamente o conteúdo do PQ quando há congestionamento na interface.

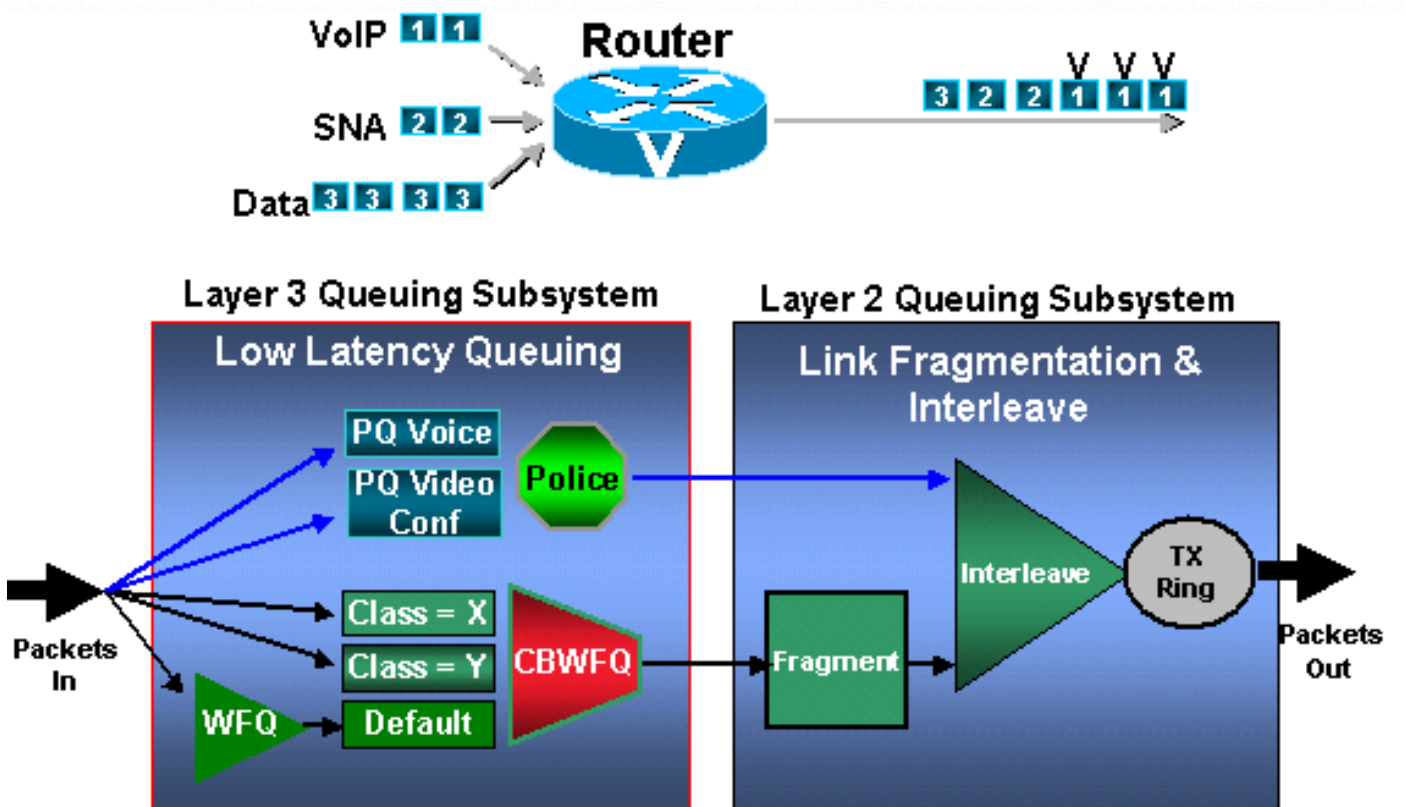
## LLQ

O LLQ é um recurso que fornece uma PQ estrita ao CBWFQ. O LLQ habilita um único PQ estrito dentro do CBWFQ no nível de classe. Com o LLQ, os dados sensíveis a retardo (no PQ) são retirados da fila e enviados primeiro. Em um VoIP com implementação LLQ, o tráfego de voz é colocado no PQ estrito.

O PQ é vigiado para garantir que as filas justas não tenham necessidade de largura de banda. Ao configurar o PQ, especifique a quantidade máxima, em Kbps, de largura de banda disponível para o PQ. Quando a interface estiver congestionada, o PQ receberá o serviço até que a carga atinja o valor de Kbps configurado na declaração da prioridade. O tráfego em excesso é eliminado para evitar o problema com o recurso de grupos de prioridade em produtos Cisco anteriores em que as PQs de nível inferior ficam sem atividade.

**Observação:** com LLQ para Frame Relay, as filas são configuradas por PVC. Cada PVC tem um

PQ e um número atribuído de filas consideráveis.



Este método é mais complexo e flexível que a prioridade de RTP de IP. A escolha entre os métodos precisa ser baseada nos padrões de tráfego na sua rede real e nas suas necessidades.

### Comparação entre o LLQ e a prioridade RTP de IP

Esta tabela resume as principais diferenças entre LLQ e IP RTP Priority e fornece diretrizes de quando usar cada método.

| LLQ  | IP RTP Priority  |
|--|--|
| <p><b>Comparar tráfego de voz com base em:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Listas de acesso. Por exemplo, intervalo de portas UDP, endereços de hosts, campos ToS (Tipo de Serviço) do cabeçalho IP (por exemplo, Precedência IP, DSCP [Ponto de</li> </ul> | <p><b>Comparar tráfego de voz com base em:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Baseado no intervalo de porta RTP/UDP: 16384-32767</li> </ul> <p><b>Vantagens:</b> Configuração simples.</p> <p><b>Desvantagens:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Tráfego (sinalização de VoIP) de protocolo RTCP atendido na fila WFQ. <b>Observação:</b> o protocolo RTP usa RTCP para controlar a entrega de pacotes RTP. Embora as portas RTP usem números pares, as portas RTCP usam números ímpares no intervalo de 16384-32767. A Prioridade RTP IP coloca portas RTP no PQ, enquanto as</li> </ul> |

Código de Serviços Diferenciados])

- intervalo de portas IP RTP.
- Campos IP ToS—DSCP e/ou Precedência IP.
- Protocolos e Interfaces de Entrada.
- Todos os critérios de correspondência válidos utilizados no CBWFQ.

**Vantagens:**

- Mais flexibilidade no modo como o tráfego é correspondido e direcionado para o PQ estrito e para o CBWFQ.
- É capaz de configurar classes adicionais para garantir a largura de banda para outro tráfego, como sinalização de VoIP e vídeo.

**Desvantagens:**

Configuração complexa.

- portas RTCP são servidas no WFQ padrão.
- Serve o tráfego VoIP no PQ. No entanto, qualquer outro tráfego que precise de tratamento preferencial e garantia de largura de banda é atendido no WFQ. Enquanto o WFQ pode diferenciar fluxos com pesos (com base na precedência IP), ele não pode garantir que a largura de banda para qualquer fluxo.

**Diretrizes:**

- A escolha entre eles precisa ser baseada nos padrões de tráfego na sua rede real e nas suas

necessidades reais.

- Se você precisar fornecer prioridade estrita ao tráfego de voz e outro tráfego puder ser tratado como um único tipo (dados), a Prioridade RTP de IP fará um bom trabalho para sua rede com uma configuração simples.
- Se você planeja priorizar o tráfego de voz baseado em outros critérios que não sejam portas UDP. Por exemplo, o [PHB \(Per Hop Behavior\) dos DiffServ \(Differentiated Services\)](#) e o LLQ.

## FRTS para voz

O FRTS fornece parâmetros úteis para gerenciar o congestionamento do tráfego de rede. O FRTS elimina gargalos nas redes Frame Relay com conexões de alta velocidade com a instalação central e conexões de baixa velocidade com as instalações de filial. Você pode configurar os valores de aplicação de taxa para limitar a taxa na qual os dados são enviados do Circuito Virtual (VC) na instalação central.

Essas definições estão relacionadas ao FRTS:

- **Taxa de Informações Comprometidas (CIR)—Taxa (bits por segundo) garantida pelo provedor de Frame Relay para transferência de dados.** Os valores de CIR são definidos pelo provedor de serviços de Frame Relay e configurados pelo usuário no roteador. **Observação:** a taxa de acesso de porta/interface pode ser superior à CIR. A taxa é média em um período de tempo do Intervalo de Medição de Taxa Confirmada (Tc - Committed Rate Measurement Interval).
- **Committed Burst (Bc)** — Número máximo de bits que a rede Frame Relay comete para transferir em um Tc.  $Tc = Bc / CIR$ .
- **Excess Burst (Be)** — Número máximo de bits não comprometidos que o switch Frame Relay tenta transferir além do CIR sobre o Tc.
- **Intervalo de Medição de Taxa Confirmada (Tc)** — Intervalo de tempo sobre o qual os bits Bc ou (Bc+ Be) são transmitidos. Tc é calculado como  $Tc = Bc / CIR$ . O valor Tc não está configurado diretamente nos roteadores Cisco. É calculado depois que os valores Bc e CIR forem configurados. Tc não pode exceder 125 ms.
- **Backward Explicit Congestion Notification (BECN)** — Um bit no cabeçalho do quadro do Frame Relay que indica congestionamento na rede. Quando um switch Frame Relay reconhece o congestionamento, ele define o bit BECN nos quadros destinados ao roteador de origem e instrui o roteador a reduzir a taxa de transmissão.

A configuração do FRTS para tráfego de voz é diferente da configuração de tráfego somente para dados. Ao configurar o FRTS para qualidade de voz, são feitos comprometimentos com os parâmetros de tráfego de dados. Para obter mais informações sobre essas restrições, consulte a [seção Fragmentação \(FRF.12\)](#) neste documento.

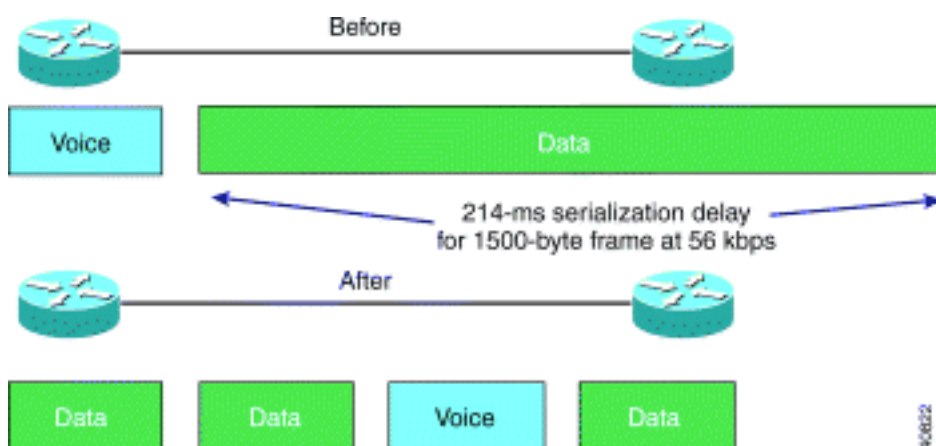
## Fragmentação (FRF.12)

Um grande desafio na integração de dados de voz é controlar o retardo máximo de unidirecional de ponta a ponta para tráfego sensível ao tempo, como voz. Para uma boa qualidade de voz,

esse atraso precisa ser menor que 150 ms. Uma parte importante desse atraso é o atraso de serialização na interface. A Cisco recomenda 10 ms e não deve exceder 20 ms. Retardo de serialização é o tempo que demora a realmente colocar os bits em uma interface.

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

Por exemplo, um pacote de 1500-bytes leva 214 ms para sair do roteador em um enlace de 56 Kbps. Se um pacote de dados não em tempo real de 1500 bytes for enviado, os pacotes de dados em tempo real (voz) serão enfileirados até que o pacote de dados grande seja transmitido. Esse retardo é inaceitável no tráfego de voz. Se pacotes de dados em tempo não real são fragmentados em estruturas menores, eles são intercalados com estruturas em tempo real (voz). Dessa forma, tanto a voz quanto as estruturas de dados podem ser transportadas juntas ou em enlaces de velocidade baixa sem causar retardos excessivos ao tráfego de voz de tempo real.



Para obter mais informações sobre fragmentação, consulte [Frame Relay Fragmentation for Voice](#).

**Observação:** nos casos em que você tem uma conexão metade T1 dedicada (768 kbps), você provavelmente não precisa de um recurso de fragmentação. No entanto, você ainda precisa de um mecanismo de QoS (Prioridade RTP IP ou LLQ, neste caso). A semi-T1 ou velocidades maiores oferecem largura de banda suficiente para permitir que pacotes de voz entrem e saiam da fila dentro da faixa de retardo de serialização recomendada (10 ms, não mais que 20 ms). Além disso, você provavelmente não precisa de cRTP, o que ajuda a economizar largura de banda ao comprimir cabeçalhos IP RTP, no caso de um T1 completo.

## Redução de largura de banda

### cRTP

Com base no [RFC 2508](#), o recurso cRTP compacta o cabeçalho do pacote IP/UDP/RTP de 40 bytes para 2 ou 4 bytes. Isso reduz o consumo desnecessário de largura de banda. É um esquema de compressão salto a salto. Portanto, o cRTP deve ser configurado em ambas as extremidades do link, a menos que a opção passiva esteja configurada.

**Observação:** cRTP não é necessário para garantir boa qualidade de voz. É um recurso que reduz o consumo de largura de banda. Configure cRTP depois de todas as outras condições serem atendidas e a qualidade de voz ser boa. Esse procedimento economiza tempo na solução de problemas porque isola possíveis problemas de cRTP.

Monitore a utilização da CPU do roteador. Desabilite o cRTP se ele estiver acima de 75%. Em taxas de link mais elevadas, a economia de largura de banda de cRTP pode ser superada pela



carga adicional da CPU. A Cisco recomenda usar somente cRTP com links inferiores a 768 Kbps, a menos que o roteador seja executado a uma baixa taxa de utilização da CPU.

**Observação:** na ausência de um padrão, o cRTP para Frame Relay foi desenvolvido no encapsulamento proprietário da Cisco. Portanto, não funciona com o encapsulamento IETF (Internet Engineering Task Force) do Frame Relay. Recentemente, o FRF.20 foi finalizado para tornar possível a compactação do cabeçalho RTP no encapsulamento IETF. Contudo, na última atualização deste documento (maio de 2002), o FRF.20 não é suportado.

Para obter mais informações, consulte o [Protocolo de Transporte de Tempo Real Comprimido](#).

## Seleção de Codificador/Decodificador (Codec)

Use codecs de baixa taxa de bits nos segmentos das chamadas VoIP. G.729 (8 Kbps) é o codec padrão para o peer de discagem VoIP.

**Observação:** embora a DTMF (Dual Tone Multifrequency, multifreqüência de tom duplo) seja normalmente transportada com precisão quando codecs de voz de alta taxa de bits são usados (como G.711), codecs de baixa taxa de bits (como G.729 e G.723.1), são altamente otimizados para padrões de voz e tendem a distorcer tons de DTMF. Esta abordagem pode resultar em problemas durante o acessar a sistemas de Resposta de Voz Interativa (IVR). O comando **dtmf relay** resolve o problema da distorção de DTMF. Ele transporta tons DTMF fora da banda ou separados do fluxo de voz codificado. Se você usar codecs de taxa de bits baixa (G.729, G.723), ative o comando **dtmf relay** no dial-peer VoIP.

## Habilitar Detecção de Atividade de Voz (VAD)

Uma conversação típica pode potencialmente conter de 35 a 50 por cento de silêncio. Os pacotes de silêncio são suprimidos quando o VAD é usado. Para o planejamento de largura de banda de VoIP, suponha que o VAD reduza a largura de banda em 35%. VAD é configurado por padrão nos correspondentes de discagem VoIP.

## Configurar

Nesta seção, você encontrará informações para configurar os recursos descritos neste documento.

**Observação:** para encontrar informações adicionais sobre os comandos usados neste documento, use a [ferramenta Command Lookup Tool](#) (somente clientes [registrados](#)).

## LLQ

Use este procedimento para configurar o LLQ:

1. **Crie um mapa de classe para tráfego VoIP e defina critérios de correspondência.** Estes comandos explicam como concluir esta tarefa:

```
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.*

Essas listas de acesso também são usadas para corresponder o tráfego de voz com o comando **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 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.*

Estes são outros métodos correspondentes que podem ser usados em vez de comandos access-group: Com o Cisco IOS Software Release 12.1.2.T e posterior, a funcionalidade de Prioridade RTP IP é implementada para LLQ. Esse recurso corresponde ao conteúdo da classe de prioridade que examina as portas UDP configuradas. Ele está sujeito à limitação de servir apenas portas pares no PQ.

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

Esses dois métodos operam sob o pressuposto de que os pacotes VoIP são marcados nos hosts de origem ou correspondentes e marcados no roteador antes da operação LLQ de saída ser aplicada:

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

OU

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

**Observação:** no Cisco IOS Software Release 12.2.2T e posterior, os peers de discagem VoIP podem marcar o portador de voz e os pacotes de sinalização antes da operação LLQ. Isso permite uma maneira escalável de marcar e corresponder pacotes VoIP através de valores de código DSCP para LLQ. Para obter mais informações, consulte [Classificando a sinalização e a mídia VoIP com o DSCP para QoS](#).

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

2. Crie um mapa de classes para sinalização VoIP e defina critérios de correspondência (opcional). Use estes comandos para concluir esta tarefa:

```
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
```

**Observação:** as chamadas VoIP podem ser estabelecidas usando H.323, protocolo de iniciação de sessão (SIP), protocolo de controle de gateway de mídia (MGCP) ou protocolo de controle de chamadas (SCCP) - protocolo proprietário usado pelo Cisco Call Manager. O exemplo anterior assume o H.323 Fast Connect. Esta lista serve como referência para as portas usadas pelos canais de sinalização e controle VoIP: H.323/H.225 = TCP 1720, H.323/H.245 = TCP 11xxx (conexão padrão), H.323/H.245 = TCP 1720 (Fast Connect), RAS H.323/H.225 = UDP 1718 (para GateKeeper), SCCP = TCP 2000-2002 (CM Encore), ICMP = TCP 8001-8002 (CM Encore), MGCP = UDP 2427, TCP 2428 (CM Encore), SIP = UDP 5060, TCP 5060 (configurável)

3. Crie um mapa de política e o associe aos mapas de classe VoIP. A finalidade do mapa de política é definir como os recursos de link são compartilhados ou atribuídos às diferentes classes de mapa. Use estes comandos para concluir esta tarefa:

```
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.
```

**Observação:** embora seja possível enfileirar vários tipos de tráfego em tempo real para o PQ, a Cisco recomenda que você direcione apenas o tráfego de voz para ele. O tráfego em tempo real, como o vídeo, apresenta uma variação potencial no atraso (o PQ é uma fila First In First Out (FIFO)). O tráfego de voz exige que o atraso não seja variável para evitar tremulação. **Observação:** a soma dos valores das instruções **priority** e **bandwidth** precisa ser menor ou igual a *minCIR* para o PVC. Caso contrário, o comando **service-policy** não pode ser atribuído ao link. *minCIR* é metade da *CIR* por padrão. Para ver as mensagens de erro, certifique-se de que o comando **logging console** esteja ativado para acesso ao console e que o comando **terminal monitor** esteja ativado para acesso Telnet. Para obter mais informações sobre os comandos **bandwidth** e **priority**, consulte [Comparando os comandos bandwidth e priority de uma política de serviços de QoS](#).

4. Habilite LLQ, aplica o mapa de políticas à interface de saída WAN. Use estes comandos para ativar o LLQ:

```
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 Priority

Se você não usar LLQ, use estas diretrizes:

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

- **start-rtp-port** — O número da porta UDP inicial. O número de porta mais baixo para o qual os pacotes são enviados. Para VoIP, defina esse valor como 16384.
- **port-range**—A faixa de portas de UDP de destino. O número, adicionado à *porta de início-rtp*, resulta no maior número de porta UDP. Para VoIP, defina esse valor como 16383.
- **bandwidth** — largura de banda máxima permitida em kbps para a fila de prioridade. Defina esse número com base no número de chamadas simultâneas, adicionando a largura de banda de cada chamada por chamada suportada pelo sistema.

Configuração de exemplo:

```
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
```

## Modelagem de tráfego para voz

Use estas diretrizes ao configurar a modelagem de tráfego para voz:

- Não exceda o CIR do PVC.
- Desative a modelagem adaptável do Frame Relay.
- Defina um valor baixo de Bc para que o Tc (intervalo de modelagem) seja de 10 ms ( $Tc = Bc/CIR$ ). Configure o valor Bc para forçar o valor Tc desejado.
- Defina o Valor Be como 0.

Para obter mais informações sobre essas diretrizes, consulte [Frame Relay Traffic Shaping for VoIP and VoFR](#).

**Observação:** alguns clientes usam PVCs separados para dados e voz. Se você tiver dois PVCs separados e quiser intermitência no PVC de dados enquanto você permanecer na CIR ou abaixo dela para o PVC de voz, a qualidade de voz ainda sofrerá, pois esses PVCs usam a mesma interface física. Nesses casos, o provedor do Frame Relay, assim como o roteador, precisam priorizar o PVC de voz. Este último pode ser feito pelo [PVC Interface Priority Queueing \(PIPQ\)](#) disponível a partir do Cisco IOS Software Release 12.1(1)T.

## Fragmentação (FRF.12)

Ative a fragmentação para os links de baixa velocidade (menos de 768 kbps). Defina o tamanho do fragmento para que os pacotes de voz não sejam fragmentados e não sofram um atraso de serialização superior a 20 ms. Defina o tamanho da fragmentação com base na menor velocidade

de porta entre os roteadores. Por exemplo, se houver uma topologia de Frame Relay hub e spoke em que o hub tem uma velocidade T1 e os roteadores remotos têm velocidades de porta de 64 K, o tamanho da fragmentação precisará ser definido para a velocidade de 64 K em ambos os roteadores. Qualquer outro PVC que compartilhe a mesma interface física precisa configurar a fragmentação para o tamanho usado pelo PVC de voz. Use este gráfico para determinar os valores do tamanho da fragmentação.

| Velocidade mais baixa de enlace no caminho | Tamanho de Fragmentação Recomendado (para Serialização em 10 ms) |
|--|--|
| 56 Kbps                                    | 70 bytes   |
| 64 Kbps                                    | 80 bytes   |
| 128 Kbps                                   | 160 bytes  |
| 256 Kbps                                   | 320 bytes  |
| 512 Kbps                                   | 640 bytes  |
| 768 Kbps                                   | 1000 bytes   |
| 1536 Kbps                                  | 1600 bytes   |

Configuração de exemplo:

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

**Nota:** Para 1536 Kbps, não é tecnicamente necessária nenhuma fragmentação. No entanto, a fragmentação é necessária para permitir que o sistema de enfileiramento FIFO duplo garanta a qualidade da voz. Um tamanho de fragmento de 1600 bytes habilita o FIFO duplo. No entanto, como 1600 bytes é mais alto que a unidade de transmissão máxima (MTU - Maximum Transmission Unit) típica de interface serial, pacotes de dados grandes não são fragmentados.

## Diagrama de Rede

Este documento utiliza a configuração de rede mostrada neste diagrama:



## Configurações

Este documento utiliza as configurações mostradas aqui:

- 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
```



## Verificar e solucionar problemas

Esta seção fornece as informações para confirmar que sua configuração funciona adequadamente.

Determinados comandos show são suportados pela ferramenta [Output Interpreter \(clientes registrados somente\)](#). Isso permite que você veja uma análise da saída do comando show.

### Comandos de prioridade de LLQ / IP RTP

Esses comandos **show** e **debug** ajudam a verificar suas configurações de prioridade LLQ e IP RTP.

- **show policy-map interface serial *interface#***—Este comando é útil para exibir a operação de LLQ e quaisquer quedas no PQ. Para obter informações adicionais sobre os diversos campos nesse comando, consulte [Entendendo os contadores de pacote na Saída show policy-map interface](#).
- **show policy-map policy\_map\_name** Exibe as informações sobre a configuração do mapa de políticas.
- **show queue *interface-type interface-number***—Lista a configuração e as estatísticas de um enfileiramento justo para uma interface específica.
- **debug priority** — Exibe eventos de PQ e mostra se o descarte ocorre nessa fila. Para obter mais informações, consulte Troubleshooting Quedas de Emissor com Priority Queuing.
- **show class-map *class\_name***—Exibe informações sobre a configuração do mapa de classes.
- **show call active voice** — Verifica se há pacotes perdidos no nível DSP.
- **show frame-relay ip rtp header-compression** —Exibe estatísticas de compactação de cabeçalho RTP.

### Comandos de fragmentação

Use estes comandos **debug** e **show** para verificar e solucionar problemas de configurações de fragmentação.

- **show frame-relay fragment** — Exibe informações sobre a fragmentação do Frame Relay que ocorre no roteador Cisco.
- **debug frame-relay fragment** — Exibe mensagens de evento ou de erro relacionadas à fragmentação do Frame Relay. É habilitado apenas no nível do PVC na interface selecionada.

### Comandos de Frame Relay/interface

Use estes comandos **show** para verificar e solucionar problemas das configurações do Frame Relay/Interface.

- **show traffic-shape queue *interface***—Exibe informações sobre os elementos enfileirados no nível VC data-link connection identifier (DLCI). Usado para verificar a operação da Prioridade RTP IP sobre Frame Relay. Quando o link está congestionado, os fluxos de voz são identificados com um peso de zero. Isso indica que o fluxo de voz usa o PQ. Veja o exemplo

de saída aqui.

- **show traffic-shape** — Exibe **infs** e **infs** como os valores configurados para Tc, Bc, Be e CIR. Veja o [exemplo de saída](#).
- **show frame-relay pvc dlcI-#**—Exibe informações como parâmetros de modelagem de tráfego, valores de fragmentação e pacotes descartados. Veja o [exemplo de saída](#). Consulte também [Troubleshooting Frame Relay \(Solucionando problemas de Frame Relay\)](#).

## Problemas conhecidos

Um erro foi identificado em per VC LLQ, em que o PQ foi intensivamente vigiado mesmo quando não havia congestionamento na interface. Esse bug foi corrigido e agora os pacotes de voz não conformes são descartados somente se ocorrer congestionamento no VC. Isso torna o comportamento do LLQ por VC igual ao de outras interfaces que usam o LLQ. Esse comportamento foi alterado com o software Cisco IOS versão 12.2(3) e posterior.

## Exemplo de saída do comando show e debug

Este é um exemplo de saída do comando **show** e **debug** usado para verificação e solução de problemas.

*!--- 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 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.
```

## [Informações Relacionadas](#)

- [Enfileiramento de baixa latência para frame relay](#)
- [Classificando a sinalização e a mídia VoIP com o DSCP para QoS](#)
- [Comandos show para a formatação de tráfego frame relay](#)
- [Prioridade RTP de IP de Frame Relay](#)
- [Configuração do frame relay e da formatação de tráfego frame relay](#)
- [Configurando e Troubleshooting de Frame Relay](#)
- [Melhoria do enfileiramento de voz sobre Frame Relay](#)
- [Suporte à Tecnologia de Voz](#)
- [Suporte aos produtos de Voz e Comunicação por IP](#)
- [Troubleshooting da Telefonia IP Cisco](#)
- [Suporte Técnico - Cisco Systems](#)