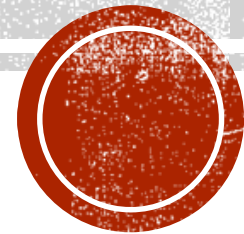


QOS OVERVIEW

Massimiliano Sbaraglia



QOS IMPLEMENTATION ON IP NETWORK

Esistono differenti metodi di QoS implementati:

- IntServ models (Integrated Services)
- DiffServ models (Differentiated Services)
- DSCP (Differentiated Services Code Point)
- IEEE 802.1/p (CoS)
- IP precedence
- ToS (Type of Services)

QoS è implementato sia a livello 2 (switching level) che a livello 3 (IP routing level)



INTEGRATED SERVICES INTSERV MODELS

IntServ models assume che ogni nodo della rete sia QoS aware e provvede a garantire qualità del servizio a traffico di tipo real-time con strict bandwidth e latency requirement, sia traffico con applicazioni standard le quali richiedono performance meno aderenti e controllo del traffico.

IntServ utilizza come protocollo di segnalazione RSVP (Reservation Protocol) dove un end-system utilizza per richiedere specifiche QoS dalla rete per una determinata applicazione.

Le principali funzioni di RSVP sono:

- riserva risorse QoS per applicazioni unicast e multicast
- le risorse riservate sono:
 - Bandwidth
 - Router buffer
 - CPU cycles (tempo per la CPU del router di processare il pacchetto)
- richiede ad ogni router di mantenere le informazioni di ogni path/flusso (questo non permette una grande scalabilità di reti di grandi dimensioni)
- riserva risorse QoS su path/flussi monodirezionali



DIFFERENTIATED SERVICES DIFFSERV MODELS

DiffServ migliora in termini di scalabilità su reti di grandi dimensioni rispetto ad IntServ e piuttosto che specificare risorse per ogni flusso/applicazione, DiffServ alloca risorse su base class of traffic; tutto il traffico appartenente a quella classe sarà trattato con le stesse regole di QoS.

DiffServ definisce un set di classi di servizio con corrispondenti regole di forwarding; ci sono differenti classi di forwarding e sono:

- EF (Expedited Forwarding): provvede a fornire qualità del servizio ad applicazioni che richiedono un basso ritardo (low delay), un basso valore di variabilità nel tempo di arrivo dei pacchetti a destinazione (low jitter).
- AF (Assured Forwarding): considera il concetto di PHB (Per Hop Behaviour) group che provvede a rilasciare pacchetti IP con QoS sulla base di quattro differenti classi (class 1, 2, 3 e 4) con tre valori di scarto:
 - Low drop precedence
 - Medium drop precedence
 - High drop precedence

All'interno delle quattro classi, in ogni nodo della rete vengono allocate una certa quantità di risorse (buffer space e bandwidth) ed associate ai diversi livelli di drop profile.

In caso di congestione il livello di drop precedence è rilevato dalla importanza del valore associato; pertanto il low drop precedence assume più importanza rispetto al medium e poi infine al high.



DIFFERENTIATED SERVICES CODE POINT DSCP

DSCP sono i più significativi 6 bits all'interno del campo ToS (Type of Services) di un pacchetto IP e sono usati per differenziare servizi.

TOS Precedence	TOS value (Dec)	TOS Name	DSCP value (Bin)	DSCP value (Hex)	DSCP value (Dec)	Class Forwarding
000 000	0	Routine	000000	0x00	0	Best Effort
001 000	1	Priority	001000	0x08	8	Class Selector 1
001 010	1	Priority	001010	0x0A	10	AF11
001 100	1	Priority	001100	0x0C	12	AF12
001 110	1	Priority	001110	0x0E	14	AF13
010 000	2	Immediate	010000	0x10	16	Class Selector 2
010 010	2	Immediate	010010	0x12	18	AF21
010 100	2	Immediate	010100	0x14	20	AF22
010 110	2	Immediate	010110	0x16	22	AF23
011 000	3	Flash	011000	0x18	24	Class Selector 3
011 010	3	Flash	011010	0x1A	26	AF31
011 100	3	Flash	011100	0x1C	28	AF32
011 110	3	Flash	011110	0x1E	30	AF33
100 000	4	Flash Override	100000	0x20	32	Class Selector 4
100 010	4	Flash Override	100010	0x22	34	AF41
100 100	4	Flash Override	100100	0x24	36	AF42
100 110	4	Flash Override	100110	0x26	38	AF43
101 000	5	Critical	101000	0x28	40	Class Selector 5
101 110	5	Critical	101110	0x2E	46	EF
110 000	6	Network Control	110000	0x30	48	Class Selector 6



ASYNCHRONOUS TRANSFER MODE ATM

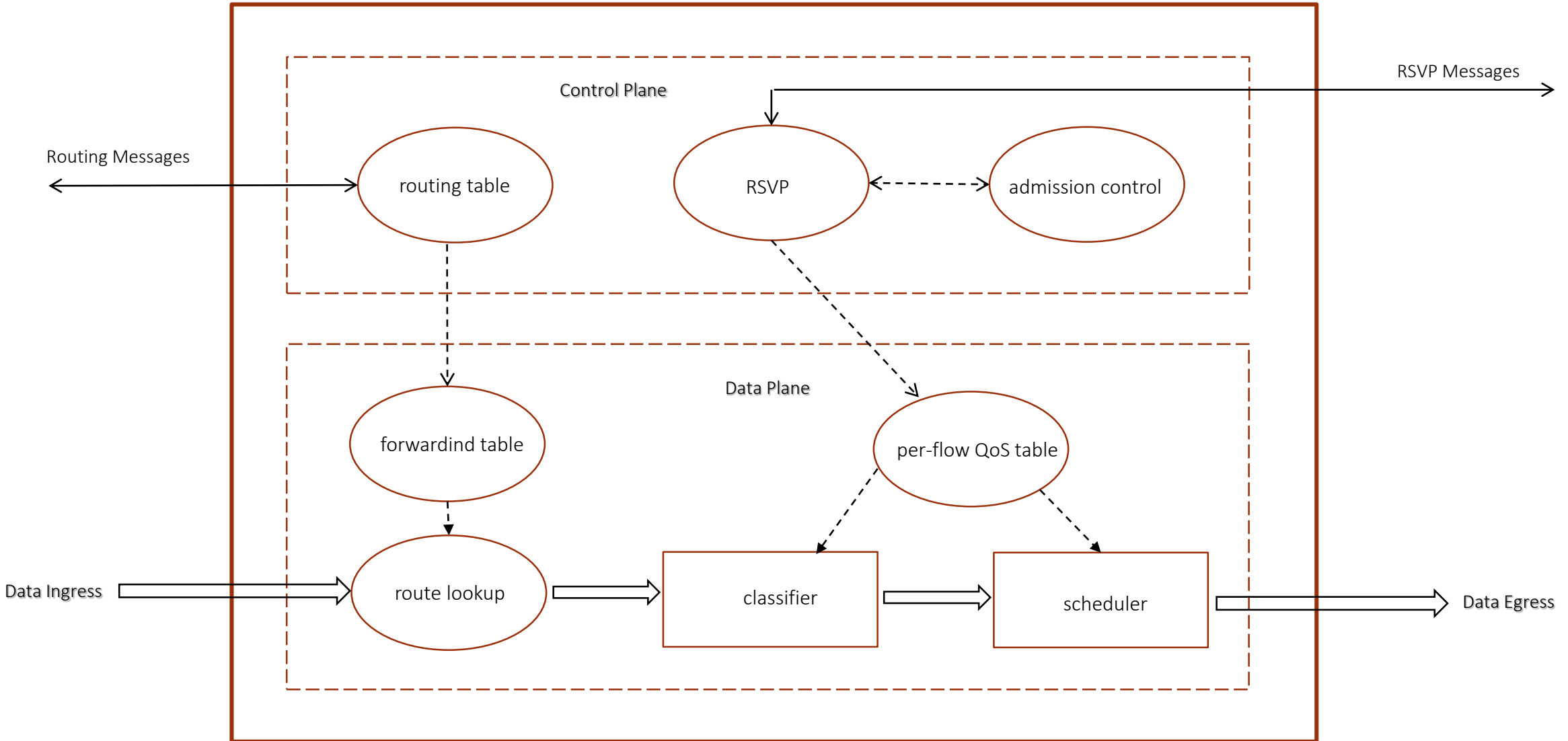
ATM provvede per la QoS ai seguenti servizi:

- CBR (Constant Bit Rate): usato per circuiti del tipo «emulation services» su base voce e video transport
- VBR – rt (Variable Bit Rate – real time): usati per circuiti real-time su base voce e video transport
- VBR – nrt (Variable Bit Rate – non real time): usato per circuiti su base dati transport
- UBR (Unspecified Bit Rate): usato per applicazioni Best Effort

DSCP value	ATM services categories
CS7, CS6, CS5, EF	CBR or VBR -rt
AF4x, CS4, AF3x, CS3	VBR -rt
AF2x, CS2, AF1x, CS1	VBR -nrt
DE, CS0	Best Effort

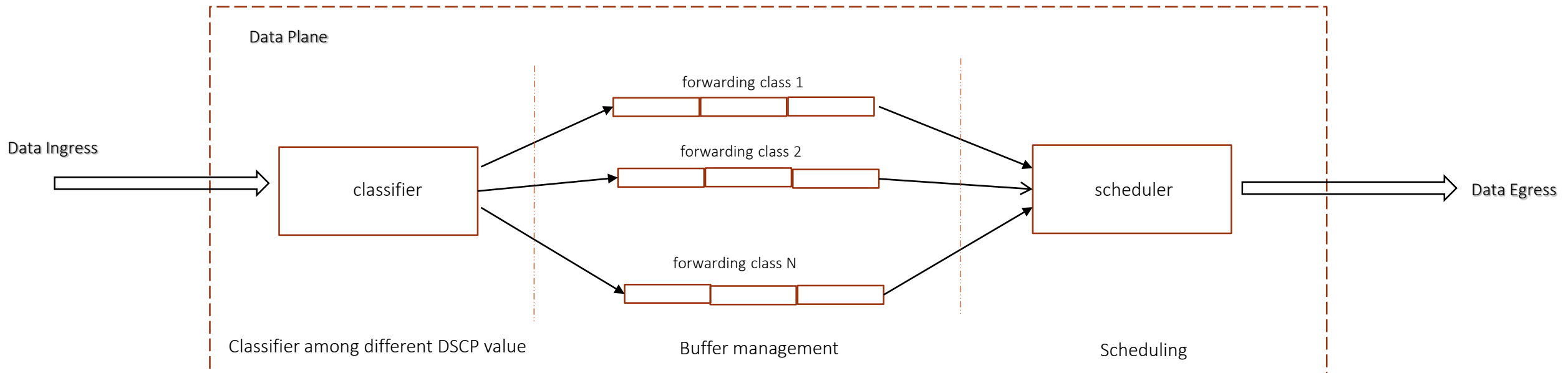


ROUTER ELEMENT FOR QOS



CLASSIFICATION PACKETS

I pacchetti sono classificati sulla base del valore DSCP assegnato alle differenti code (buffers) di forwarding:



Le code (queue) sono motivo di packet loss e delay; un meccanismo di priorità delle code (policy queue) definisce come rilasciare o servire prima traffico con più alta priorità (high) rispetto a quello definito a bassa priorità (low) ed il restante traffico trattarlo come «best effort»



SCHEDULING SCHEME

Tecniche di scheduling dei pacchetti sono:

- FIFO (First In First Out): il primo pacchetto che entra nel router è anche rilasciato (forwarded) prima
- PS (Priority Scheduling): le code (queue) sono assegnate a differenti valori di priorità e le code con high priority sono servite prima di quelle con low priority
- WRR (Weighted Round Robin): rilascia le code su base bandwidth che è stata allocata per ciascuna coda (se ad esempio ad una coda è stato assegnato un 40% della banda disponibile, ad una seconda coda è stato assegnato un 60% di banda disponibile, allora la seconda coda verrà servita in un rapporto di 6/4 volte più spesso rispetto alla prima coda)

Ci sono differenti vie di gestione del buffer (memorizzazione) quali:

- Push Out: i pacchetti associati ad alta priorità potranno eliminare quelli a bassa priorità
- Threshold: verranno scartati pacchetti a bassa priorità se il contenuto del buffer avrà raggiunto e superato una certa soglia



TRADEOFF TRA QUEUE LENGTH E PACKET DROP

Nel caso abbiamo una coda (queue) troppo piccola possono esserci drop packets a causa del burst traffic (errori dovuti a sequenze di bit trasmessi in sequenza intervallati da lunghe pause tra loro con il difetto di creare lunghe code), anche se i tempi di attesa per una piccolo buffer sono bassi.

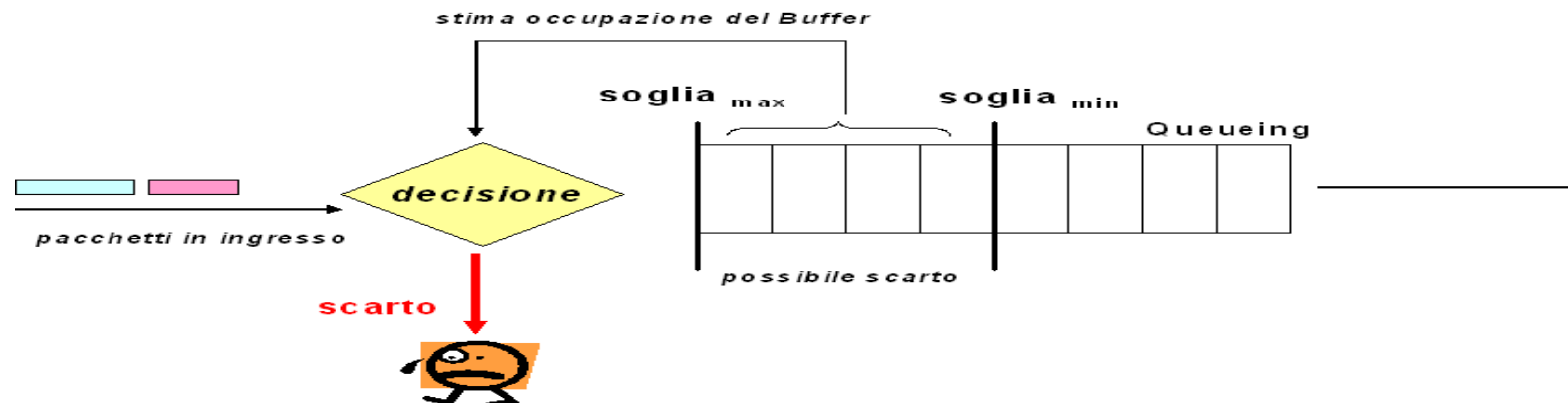
Dall'altra parte, in caso di una coda troppo larga non avremmo scarti di pacchetti ma comunque il tempo di attesa sarà abbastanza grande.

La tecnica per risolvere questo tradeoff si chiama RED.

RED (Random Early Detection) è un algoritmo capace di controllare la congestione del traffico basandosi sulla probabilità di scarto dei pacchetti.

Il RED ha come principio di funzionamento lo scarto dei pacchetti in anticipo rispetto al superamento di una determinata soglia di riempimento del buffer.

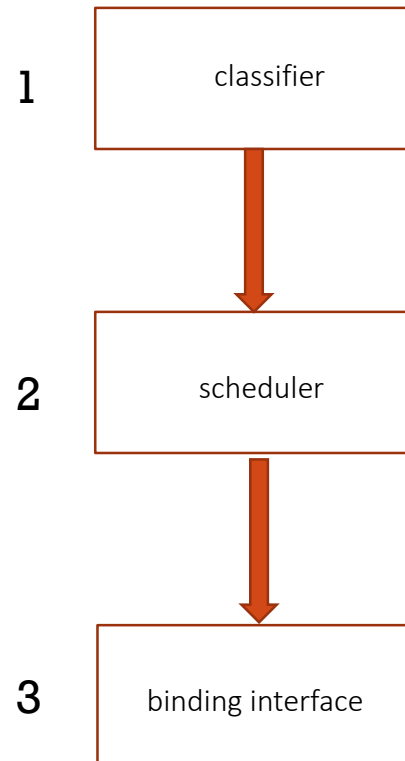
L'algoritmo RED può definire differenti soglie di scarto dei pacchetti per diverse classi di servizio e tale tecnica prende il nome di WRED (Weighted RED) ed è ampiamente utilizzata nei router



JUNIPER QOS CONFIGURATION

Nei router Juniper la CoS (Class of Services) è assegnata su base traffic flow a differenti livelli di servizio che provvedono a differenziare la latenza, jitter, e packet loss a particolari applicazioni servite appunto da questi flussi di traffico.

Il meccanismo è indicato in figura:



JUNIPER QOS CONFIGURATION

La classificazione (classifier) aggrega differenti tipi di traffico identificati all'interno di classi (forwarding class) utilizzando valori quali:

- IP precedence
- DSCP
- IEEE 802.1p
- MPLS EXP

Dopo che una classe è assegnata ad una determinata coda, esiste una corrispondenza di tipo uno a uno tra la coda e la classe.

La schedulazione o la profilazione (schedulers) sono assegnate alle classi di trasmissioni attraverso la configurazione di una scheduler maps; quest'ultime sono poi assegnate alle interfacce.

Lo scheduler definisce parametri quali:

- Transmission rate
- Buffer size
- Priority



CLASSIFYING INTO DIFFERENT FORWARDING CLASS EXAMPLE

```
classifiers {  
  dscp QoS-example {  
    forwarding-class expedited-forwarding {  
      loss-priority low code-points 101110;  
    }  
    forwarding-class assured-forwarding {  
      loss-priority low code-points 001100;  
    }  
    forwarding-class best-effort {  
      loss-priority high code-points 000000;  
    }  
    forwarding-class network-control {  
      loss-priority low code-points 110000;  
    }  
  }  
  forwarding-classes {  
    queue 0 best-effort;  
    queue 1 expedited-forwarding;  
    queue 2 assured-forwarding;  
    queue 3 network-control;  
  }  
}
```



SCHEDULER EXAMPLE

```
scheduler-maps {  
  QoS {  
    forwarding-class assured-forwarding scheduler video;  
    forwarding-class expedited-forwarding scheduler voice;  
    forwarding-class best-effort scheduler other-traffic;  
    forwarding-class network-control scheduler network;  
  }  
  schedulers {  
    video {  
      transmit-rate percent 20 ;  
      buffer-size percent 40;  
      priority high;  
    }  
    voice {  


- transmit-rate percent 5;
- buffer-size percent 10;
- priority strict high;
- }

    }  
  }  
}
```

segue ./.



SCHEDULER EXAMPLE

```
network {  
  transmit-rate percent 5;  
  buffer-size percent 5;  
  priority high;  
}  
other-traffic {  
  transmit-rate remainder;  
  buffer-size remainder;  
  priority low;  
}  
}
```



BINDING SCHEDULER WITH INTERFACE EXAMPLE

```
interfaces {
e3-0/0/1 {
scheduler-map QoS;
unit 0 {
classifiers {
dscp QoS-example;
}
ge-1/4/0 {
scheduler-map QoS;
unit 0 {
classifiers {
dscp QoS-example;
}

e1-0/0/1 {
scheduler-map QoS;
unit 0 {
classifiers {
dscp QoS-example
```

