

1. Servizi Multimediali e  
Qualità del Servizio (QoS) su IP  
1.2. Architetture IETF a servizi  
Differenziati e a servizi Integrati

Prof. Raffaele Bolla



IP-QoS

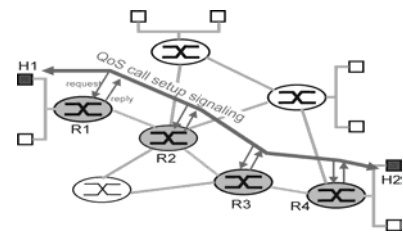
- L'IETF ha proposto due approcci diversi (ma non necessariamente mutualmente esclusivi):
  - Integrated Services
  - Differentiated Services



Integrated Services (IntServ)

- In sostanza, si porta la filosofia ATM in IP:
  - Tramite cinque parametri (indirizzo destinazione, ind. sorgente, protocollo, porta sorgente, porta destinazione) i pacchetti vengono identificati "su base connessione o flusso" (*marking*).
  - Quando un flusso chiede di essere attivato la sorgente deve dichiarare:
    - » La QoS richiesta (definiti da un insieme di dichiarazioni dette *R-spec*)
    - » Le caratteristiche del traffico (dette *T-spec*)
  - un protocollo (RSVP) di segnalazione trasporta i T-Spec e R-spec e chiede ai *router* lungo il percorso verso la destinazione di onorarli (riservando la banda); se questo non è possibile ne informa la sorgente che non attiva il flusso (*Call Admission*).
  - Si ha quindi una sorta di "Circuito Virtuale" che richiede la presenza di uno stato per flusso nei *router*.

Integrated Services (IntServ)



Integrated Services (IntServ)

- I router devono assicurare banda e QoS a ciascun flusso (tramite uno *scheduling* fra i flussi)
- All'ingresso della rete sul flusso di ogni connessione è applicato un "*policing*" (ed eventualmente uno "*shaping*") per mantenerli sempre conformi al dichiarato.
- Sono state definite due classi generali di servizio per le quali riservare banda:
  - » *Guaranteed Quality Service*: a cui si assicura banda, ritardo massimo limitato e perdita nulla
  - » *Controlled Load Network Service*: a cui si assicura le stesse prestazioni del *best-effort* non congestionata

Integrated Services (IntServ)

- Il protocollo principale legato a questo approccio è il *ReSerVation Protocol (RSVP)*.
- Si tratta, in sostanza, di un protocollo di segnalazione che permette ai *router* (ed eventualmente agli *host*) di interagire per attivare e configurare flussi con QoS assicurata.
- Non definisce meccanismi da applicare per assicurare banda e ritardo, e neppure come calcolare quanta banda riservare ai diversi flussi e come decidere se accettare o meno un nuovo flusso.
- Non è un protocollo d'instradamento e non influenza l'instradamento.

R. Bolla Telematica 2, n. o.

### Integrated Services (IntServ)

#### Considerazioni

---

- Il distinguere ciascun flusso ha il vantaggio di permettere una precisa allocazione delle risorse ma ha il grosso limite di essere **poco scalabile**.
- I *router* delle dorsali, che commutano molti flussi e gestiscono capacità molto elevate, potrebbero non riuscire a gestire una QoS per flusso in modo efficiente.
- Per cui, l'approccio IntServ appare realistico all'interno di "aree" di rete ristrette e/o applicato insieme a delle tecnologie di supporto per la QoS (ATM o MPLS)

Lezione 1.2, v. 1.0

7

R. Bolla Telematica 2, n. o.

### Differentiated Services

---

- Il vincolo principale a cui ha cercato di sottostare questo approccio è permettere una agevole scalabilità
- Con questo proposito si è introdotto (rispetto agli *IntServ*):
  - L'aggregazione dei flussi in classi
  - La differenziazione delle funzionalità dei *router*
  - La riduzione del traffico di segnalazione
  - La riduzione delle variabili di stato nei *router*

Lezione 1.2, v. 1.0

8

R. Bolla Telematica 2, n. o.

### Differentiated Services

---

- Il campo ToS (*Type of Service*) dell'IP viene rinominato **DS field** ed usato per identificare delle "**classi di servizio**".
- Ad ogni classe viene legato un **Per Hop Behaviour (PHB)** che stabilisce il tipo di trattamento che ad ogni *router* deve dare ai pacchetti appartenenti ad una certa classe.

Lezione 1.2, v. 1.0

9

R. Bolla Telematica 2, n. o.

### PHB

---

- **Expedited Forwarding (EF)**
  - E' pensato per costruire servizi *end-to-end* a
    - » bassa perdita
    - » bassa latenza
    - » basso *Jitter*
    - » banda assicurata (VLAN, Videoconferenza, voice over IP, ...)
  - Ai due estremi appare come una "linea dedicata virtuale".
  - Impone, in sostanza, un servizio prioritario ed una allocazione di risorse indipendente dalle altre classi

Lezione 1.2, v. 1.0

10

R. Bolla Telematica 2, n. o.

### PHB

---

- **Assured Forwarding (AF)**
  - Ha l'obiettivo di permettere un servizio accettabile anche in condizioni di congestione della rete.
  - Al suo interno si possono distinguere più sotto classi (AF1-AF4).
  - I pacchetti possono essere "marcati" con tre diversi colori (verde, giallo e rosso) che implicano diversi livelli di precedenza in caso di scarto (*drop*).

Lezione 1.2, v. 1.0

11

R. Bolla Telematica 2, n. o.

### PHB

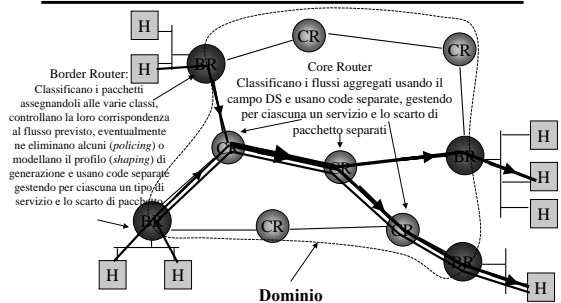
---

- **Default Forwarding (DF)**
  - Sono i pacchetti non esplicitamente marcati, ossia l'attuale traffico *best effort*
  - Questa classe, in linea di principio, potrebbe venir trattata come un AF con la priorità più bassa in assoluto o considerata a parte.

Lezione 1.2, v. 1.0

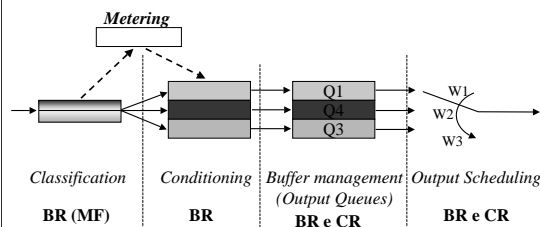
12

### Differentiated Services Schema di principio



### Router Components

- Componenti dei router *Diffserv*



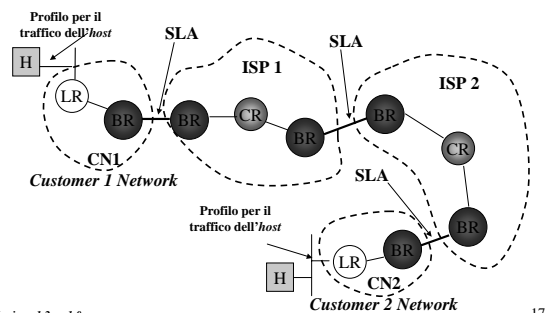
### Classification

- La classificazione serve a decidere come trattare i pacchetti.
  - Tipi di classificazioni
    - Behaviour Aggregate (BA)**: il router usa solo campo DS per decidere come trattare il pacchetto.
    - Multi-Field (MF)**: il router usa cinque campi dell'intestazione IP/TCP (indirizzo sorgente/destinazione, porta sorgente/destinazione e IP protocol number)
    - Ci possono essere anche altri tipi di classificazione (basate, per esempio, sugli indirizzi MAC).
- Lezione 1.2, v. 1.0 15

### Service Level Agreement (SLA)

- In corrispondenza dell'attivazione di servizi differenziati, deve venir stabilito un "profilo di traffico" a cui il flusso generato deve sottostare.
  - Questi profili sono definiti tramite **Service Level Agreement (SLA)**, che definiscono le classi supportate e il livello di traffico con le sue caratteristiche.
  - Ogni area di confine, fra *host* e "Leaf Router" (LR), fra rete utente e ISP, fra domini diversi e diversi ISP, devono essere definiti dei Profili di Traffico degli SLA che stabiliscano, per ogni classe, le caratteristiche del flusso.
- Lezione 1.2, v. 1.0 16

### SLA



### SLA

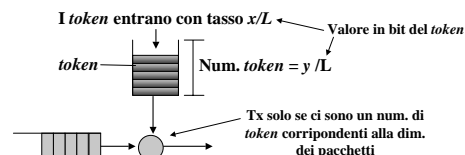
- Gli SLA possono essere
    - statici (definiti per lunghe durate, mesi/anni).
    - dinamici, cioè attivati su richiesta, all'occorrenza.
  - Per poter gestire gli SLA dinamici occorre un protocollo di segnalazione (RSVP?).
  - Gli SLA dinamici devono ovviamente essere soggetti ad un controllo di accesso.
- Lezione 1.2, v. 1.0 18

### Metering e Conditioning

- Il *Metering* serve a verificare che i flussi in ingresso sia conformi agli SLA o ai profili definiti.
  - Agisce effettuando delle misure sui tassi medi e di picco
- Il *Conditioning* serve a intervenire sul traffico quando questo non risulta conforme al previsto
- Può operare le seguenti azioni
  - Riclassificare i pacchetti non conformi cambiando il valore del DS all'interno della classe o cambiandoli classe (ad es. portandoli alla classe *best-effort*)
  - Applicare degli *shaper*, ad esempio un *Leaky Bucket*, per rimodellare il flusso
  - Eventualmente scartare dei pacchetti

### Shaping- Policing

- *Linear bound arrival process*:  
 (num. bit trasmessi in  $t$ )  $\leq xt+y$   
 $x$  = tasso a lungo termine  
 $y$  = lung. massima *burst* (deviazione massima)
- Implementazione: *Leaky Bucket*

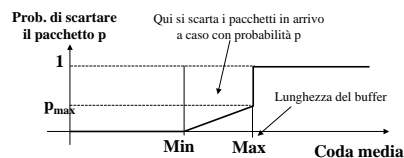


### Buffer management

- In un caso semplice, la perdita di pacchetti, avviene in modo "naturale" in corrispondenza di un sovraccarico temporaneo, per riempimento della coda: i pacchetti che arrivano quando la coda è piena vengono scartati (*dropped*).
- Questo modo di procedere non è, generalmente, il più efficace perché da luogo a "burst" di pacchetti consecutivi persi che hanno due effetti:
  - Peggiorano la qualità di flussi non controllati
  - Tendono a sincronizzare i controlli di flusso del TCP dando luogo a comportamenti oscillatori poco efficienti

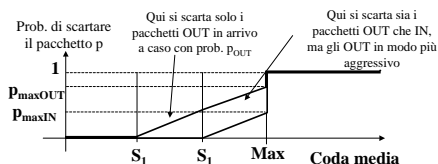
### Random Early Detection (RED)

- Un modo per porre rimedio a questo problema è cercare di rendere le perdite "casuali".
- Un metodo per farlo prende il nome RED (*Random Early Detection*); al di sopra di una certa soglia sulla coda media (media esponenziale) introduce una probabilità di perdita che varia linearmente con il valore della coda media

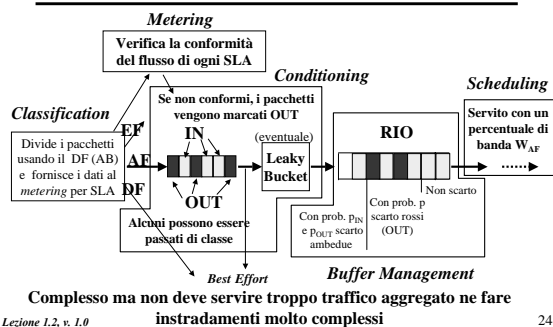


### RIO

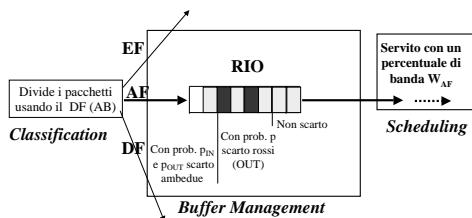
- Una seconda tecnica più sofisticata si chiama *Random early detection with In and Out (RIO)*.
  - In questo caso si suppone la presenza di due classi di pacchetti: IN e OUT (gialli e rossi).
  - Si applicano due RED separati per ciascuna classe:



### Border router (AF)



### Core Router (AF)



Deve gestire flussi aggregati ma le sue funzionalità sono molto più semplici

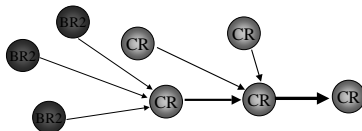
Il Leaf Router è simile al BR, ma deve fare una classificazione MF ed eventualmente può essere meno restrittivo nel conditioning.

### Expedited Forwarding (EF)

- Per i EF il discorso è simile al AF con alcune differenze:
  - Il traffico è sottoposto a *shaping* sia ai LR che ai BR
  - Il traffico in eccesso (sul tasso di picco) non è cambiato di classe ma scartato
  - Lo scheduler serve con priorità elevata il traffico EF, indipendentemente dal carico generato dagli altri traffici.
  - Il traffico EF è soggetto a controllo di accesso (gli SLA possono essere sia statici che dinamici).
  - La quantità di traffico EF ammesso nelle rete deve essere una percentuale ridotta (10%) della capacità totale del traffico in rete.

### Expedited Forwarding (EF)

- Con questi presupposti, dato che in genere tutti i link in un router sono *full-duplex* e quindi la capacità in ingresso è uguale a quella d'uscita, se il flusso EF è minore del 10% ed è prioritario subisce sempre pochissima perdita e ritardo.
- In realtà non necessariamente detto che questo sia vero (perché sia così bisogna usare degli algoritmi di routing per la QoS o fare un management specifico)



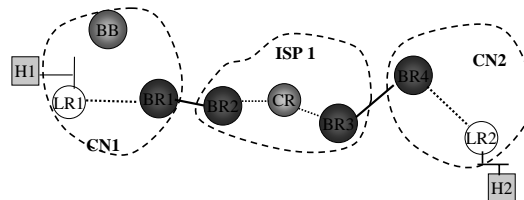
### Allocazione di Banda - BB

- Sebbene gli elementi architettura siano stati definiti, in realtà non è stato definito l'elemento che determina l'allocazione delle risorse ed eventualmente effettua il Controllo d'accesso.
- Tale elemento viene in genere indicato col nome di **Bandwidth Broker**
- Si tratta di una entità logica che risiede in ogni dominio (di utente o di ISP).
- Nella rete dell'utente, il BB interagisce con l'host all'attivazione del servizio e configura il LR e tutti i router intermedi per permettere la realizzazione del servizio

### Allocazione di Banda - BB

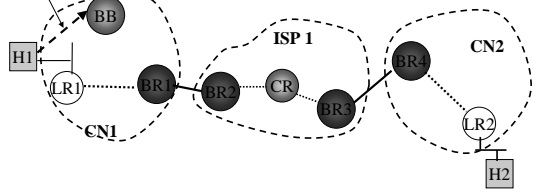
- All'interno degli ISP, se gli SLA sono statici, non è strettamente necessario un BB, in quanto le risorse possono essere allocate via *management*
- Se ci sono SLA dinamici, i BB sono necessari per configurare i router (BR e CR) e devono essere in grado di colloquiare fra loro anche fra domini diversi.
- Sebbene definiti architetturalmente, non sono definite (e neppure banali) le politiche attraverso le quali le risorse devono essere allocate.

### AF - Un esempio

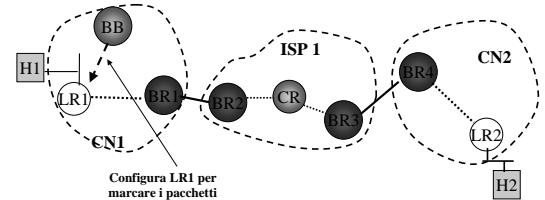


### AF - Un esempio

Messaggio RSVP per richiedere il servizio AF

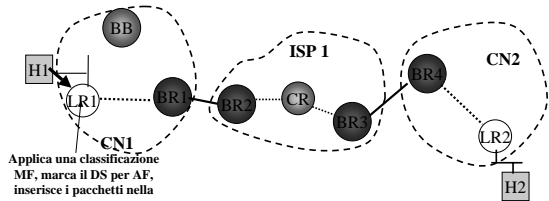


### AF - Un esempio



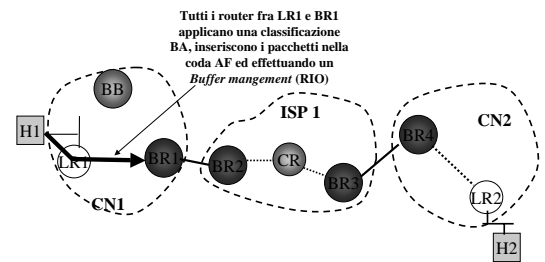
Configura LR1 per marcare i pacchetti

### AF - Un esempio



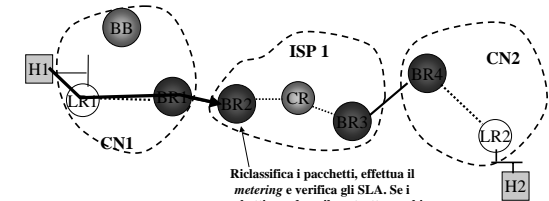
Applica una classificazione MF, marca il DS per AF, inserisce i pacchetti nella coda AF ed effettua un Buffer management (RIO)

### AF - Un esempio



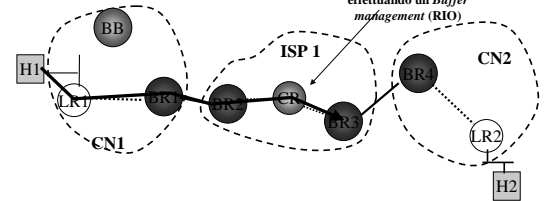
Tutti i router fra LR1 e BR1 applicano una classificazione BA, inseriscono i pacchetti nella coda AF ed effettuano un Buffer management (RIO)

### AF - Un esempio



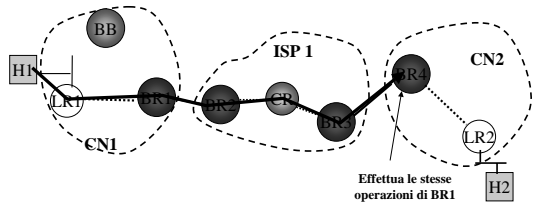
Riclassifica i pacchetti, effettua il metering e verifica gli SLA. Se i pacchetti eccedono il contratto cambia colore o DS. Quindi applica uno shaper, distribuisce i pacchetti nelle code ed effettua un Buffer management (RIO)

### AF - Un esempio



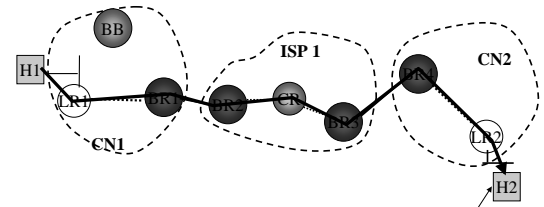
Tutti i CR applicano una classificazione BA, inseriscono i pacchetti nella coda AF ed effettuano un Buffer management (RIO)

### AF - Un esempio



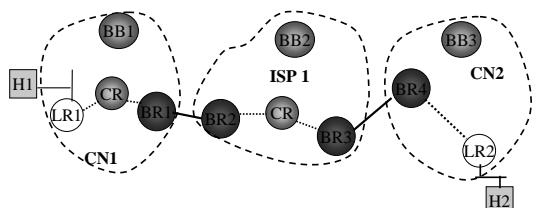
Effettua le stesse operazioni di BR1

### AF - Un esempio

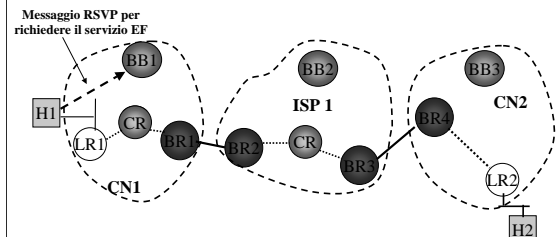


I pacchetti arrivano a H2

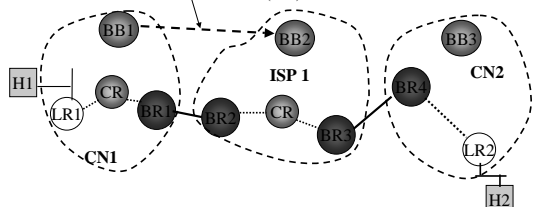
### EF - Un esempio (segnalazione)



### EF - Un esempio (segnalazione)

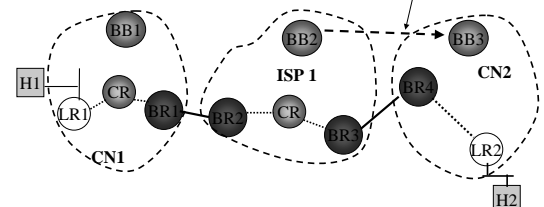


### EF - Un esempio (segnalazione)



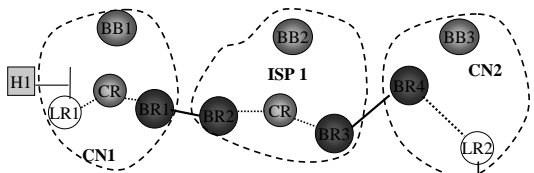
Se BB1 decide di accettare la richiesta invia un messaggio al BB2 dell'ISP richiedendo il servizio (SLA)

### EF - Un esempio (segnalazione)



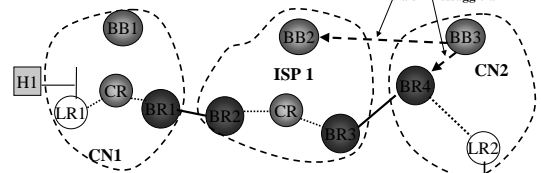
Se BB2 decide di accettare la richiesta invia un messaggio al BB3 richiedendo il servizio (SLA)

### EF - Un esempio (segnalazione)



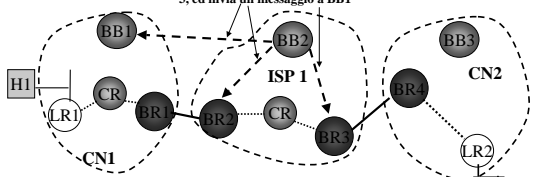
Se uno qualunque dei BB ha rifiutato, la notifica di rifiuto arriva a BB1 che la inoltra a H1

### EF - Un esempio (segnalazione)



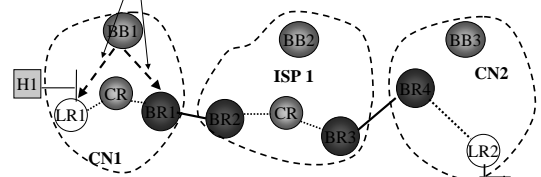
Se accetta la richiesta, BB3 inizializza i parametri di *classification, conditioning (reshaping) e scheduling* di BR4 e invia un messaggio a BB2

### EF - Un esempio (segnalazione)



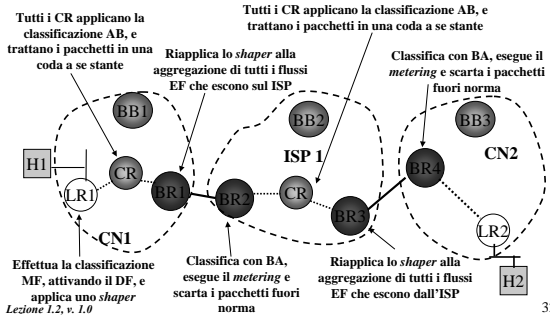
Se accetta la richiesta, BB2 inizializza i parametri di *classification, conditioning (reshaping) e scheduling* di BR2 e 3, ed invia un messaggio a BB1

### EF - Un esempio (segnalazione)



Se accetta, BB1 inizializza il *marking* e lo *shaper* in LR1, e lo *shaper* in BR1

### EF - Un esempio (fase dati)



### Altri elementi importanti

- MultiProtocol Label Switching (MPLS)
- QoS Routing (Constraint based routing)
- Traffic Engineering
- ATM