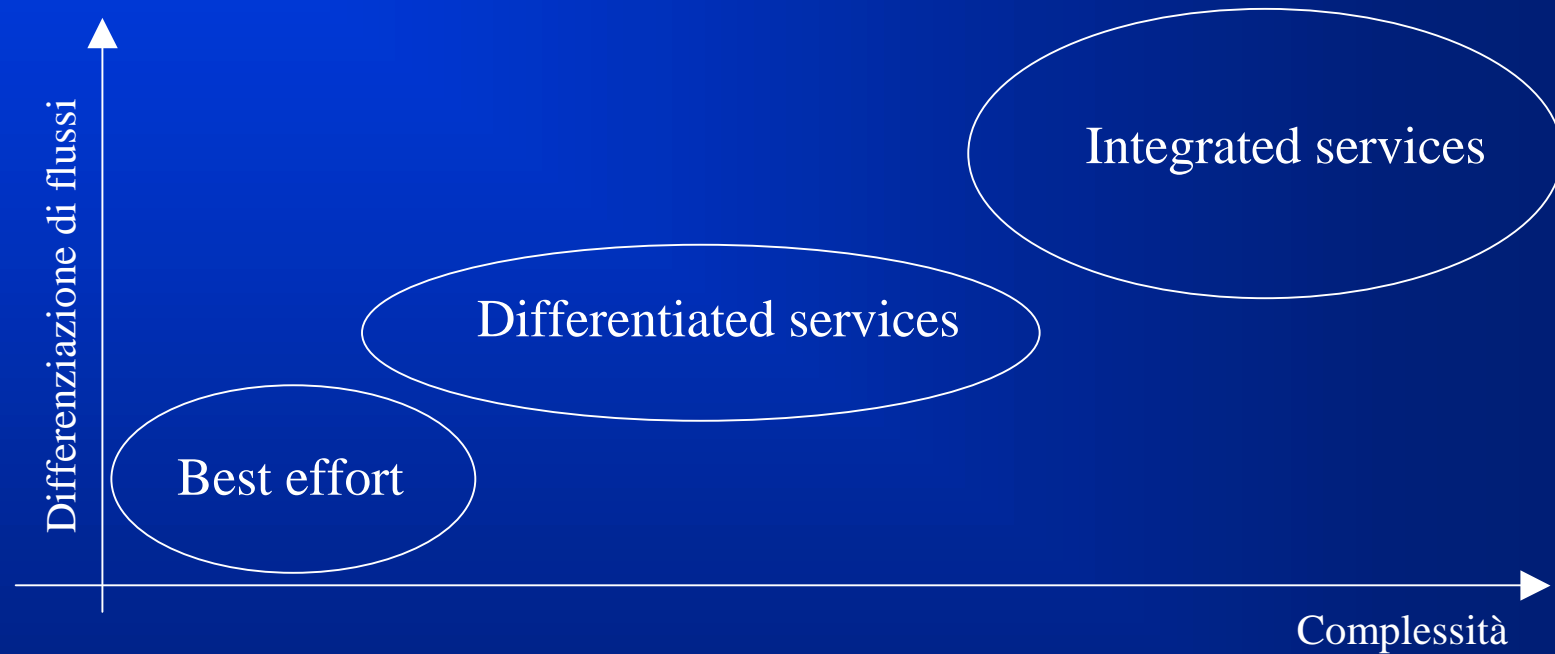


Modelli di servizio standard

IntServ e DiffServ

Servizi



Best Effort

- Nessuna definizione precisa del tipo di servizio per flussi *best effort*
 - ✓ Max-min fairness obiettivo (non realistico)
- La qualità del servizio best-effort finisce per dipendere da:
 - ✓ Carico della rete
 - ✓ Uso di procedure di traffic engineering/politiche di routing
 - ✓ Meccanismi di controllo di congestione
 - ✓ Meccanismi di scheduling/gestione del buffer

RSVP

Un protocollo per la prenotazione di risorse
su Internet

Requisiti di progetto (1)

- Deve supportare applicazioni multicast uno-a-molti e molti-a-molti
- usare le risorse in modo efficiente
- supportare ricevitori eterogenei
- seguire i principi di progetto di TCP/IP:
 - ✓ essere robusto rispetto a perdite di pacchetti e guasti
 - ✓ adattarsi a cambiamenti (di instradamento, ad esempio)

Requisiti di progetto (2)

- Protocollo “soft-state”
 - ✓ gestisce i cambiamenti come norma, non eccezione
- Deve “coesistere” con il servizio datagram
 - ✓ permettere ad utenti RSVP e datagram di condividere le risorse
 - ✓ attraversare porzioni di rete non-RSVP in modo trasparente
- Dev’essere un’integrazione architettuale, non una modifica

Il ruolo di RSVP nell'architettura esistente

- si appoggia ai protocolli unicast/multicast esistenti
- trasporta richieste di prenotazione usando i protocolli di routing esistenti
- ad ogni “hop”, interagisce con il Controllo di Ammissione e, se esistono risorse, le prenota, altrimenti informa il richiedente dell'insuccesso

Cosa RSVP non fa

- Routing
- Controllo di ammissione
- Classificazione di pacchetti
- Schedulazione di pacchetti
- ...

RSVP: sommario

- Prenota risorse per un flusso dati per volta
- E' il ricevitore a decidere se prenotare, e quanto prenotare
- I messaggi di controllo di RSVP (Es., le richieste di prenotazioni) sono propagati come datagram IP
- Non occorre conferma end-to-end di avvenuta prenotazione (solo di fallimento)

RSVP: operazioni (1)

- Esempio: audioconferenza con gruppo di multicast formato da una sorgente e molteplici “ricevitori” (registrati al gruppo)
- La sorgente invia messaggi **PATH** (quasi) periodicamente agli indirizzi dei ricevitori
- Il ricevitore invia messaggi **RESV** seguendo il percorso inverso registrato nei messaggi **PATH**

RSVP: operazioni (2)

- I messaggi **RESV**, hop per hop, eseguono le prenotazioni di banda richieste dal ricevitore
 - ✓ se un router non ha sufficienti risorse, ne informa il ricevitore che ha inviato il RESV
 - ✓ se due o più messaggi RESV prenotano dati dalla stessa *sorgente* sullo stesso link, vengono “fusi” prima di essere inoltrati a monte verso la sorgente
- Alla fine della sessione, sorgente o ricevitore inviano un messaggio **TEARDOW**

Il soft state

- RSVP gestisce i mutamenti di instradamento come se fossero la norma, non l'eccezione:
 - ✓ in assenza di cambi di percorso, messaggi PATH e RESV periodici “rinfrescano” lo stato di prenotazione ai nodi intermedi
 - ✓ quando si verificano cambiamenti, nuovi messaggi PATH identificano il nuovo cammino e nuovi messaggi RESV seguono
 - ✓ stati di prenotazione non “rinfrescati” scadono da soli

Servizi



Modelli di servizio standard

IntServ e DiffServ

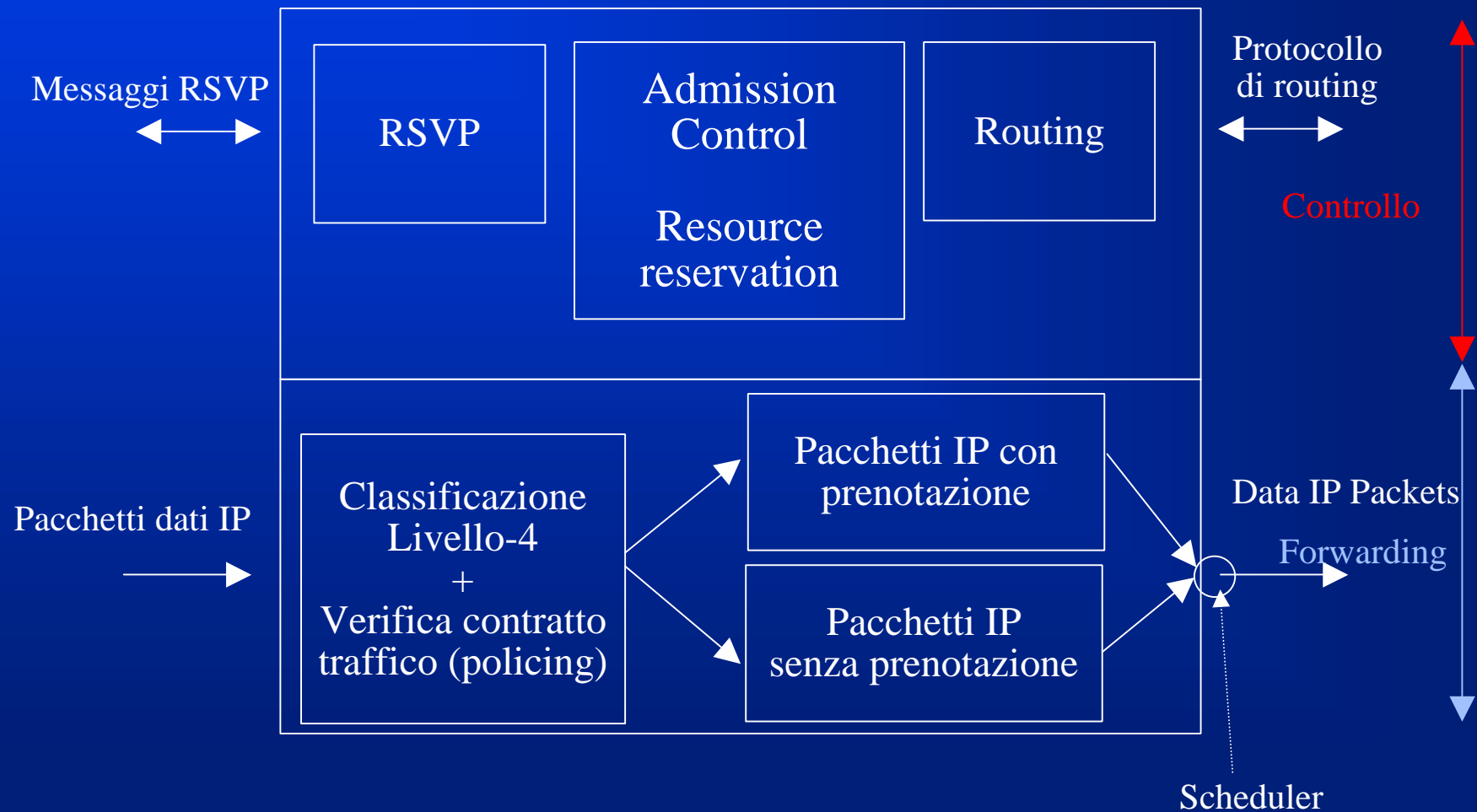
IntServ: Integrated Services

- Applicazioni specifiche richiedono QoS:
 - ✓ Garanzie di ritardo
 - ✓ Garanzie di banda
- QoS fornita a flussi di livello 4
 - ✓ Ogni flusso informa la rete delle sue richieste
 - ✓ La rete accetta o rigiufa il flusso in base alle sue richieste e allo stato della rete
- Supporto QoS per flussi unicast e multicast
- Flussi QoS coesistono con flussi best-effort nella stessa rete
- Router tengono info di stato flusso per flusso

Reti IntServ



Schema di router IntServ



Ammissione dei flussi (CAC)

- Un nuovo flusso deve:
- Dichiarare i propri requisiti di QoS
 - ✓ R-spec: definizione della QoS richiesta (banda, ritardo)
- Caratterizzare il traffico che invierà in rete
 - ✓ T-spec: definizione di parametri di token bucket
- Usare un protocollo di segnalazione per inviare R-spec e T-spec ai router (quando occorre la prenotazione)
 - ✓ Protocollo RSVP

Classi di servizio IntServ

- Due classi di servizio standardizzate da IETF:
 - ✓ Guaranteed Service (GS)
 - ✓ Controlled Load (CL)
- Riferimenti:
 - ✓ Shenker, S., Partridge, C., and R. Guerin, "Specification of Guaranteed Quality of Service", RFC 2212, September 1997
 - ✓ Wroclawski, J., "Specification of the Controlled-Load Network Element Service", RFC 2211, September 1997

Guaranteed Service

- **Garanzie fornite a pacchetti “conformi”**
 - ✓ Conformità definita secondo token bucket
 - ✓ Garanzie su ritardo massimo
 - upper-bound su ritardo di rete end-to-end
 - verificabili analiticamente (vedi scheduling)
 - ✓ Nessuna garanzia su ritardo medio
 - ✓ Nessuna garanzia su jitter del ritardo
 - ✓ Garanzie di perdita
 - Nessuna perdita per overflow del buffer di un router
 - Spazio nei buffer viene prenotato
- **Pacchetti “non conformi” sono trattati come best-effort**

Controlled Load

- Principio:
 - ✓ Fornire un servizio con le stesse prestazioni di un servizio best-effort in una rete *a basso carico e senza congestione*
- Garanzie:
 - ✓ Nessuna garanzia deterministica di perdita
 - ...ma le perdite devono essere rare quanto in GS
 - ✓ Nessuna garanzie di ritardo o jitter end-to-end
 - ...ma il ritardo di accodamento nei router deve essere basso

IntServ: un fallimento

- **Vantaggi:**
 - ✓ Garanzie di QoS per flusso di livello 4
 - ✓ GS con garanzie di ritardo/banda, CL solo banda
- **Svantaggi:**
 - ✓ Ogni router deve mantenere stato di tutti i flussi di livello 4 (scalabilità)
 - Elaborazione di messaggi RSVP in tutti i router
 - Classificazione di tutti i flussi di livello 4
 - Policing/queueing/scheduling dei flussi di livello 4
 - ✓ Definizione precisa del traffico
 - Alcune applicazioni possono non saperlo

IntServ: scalabilità



Modelli di servizio standard

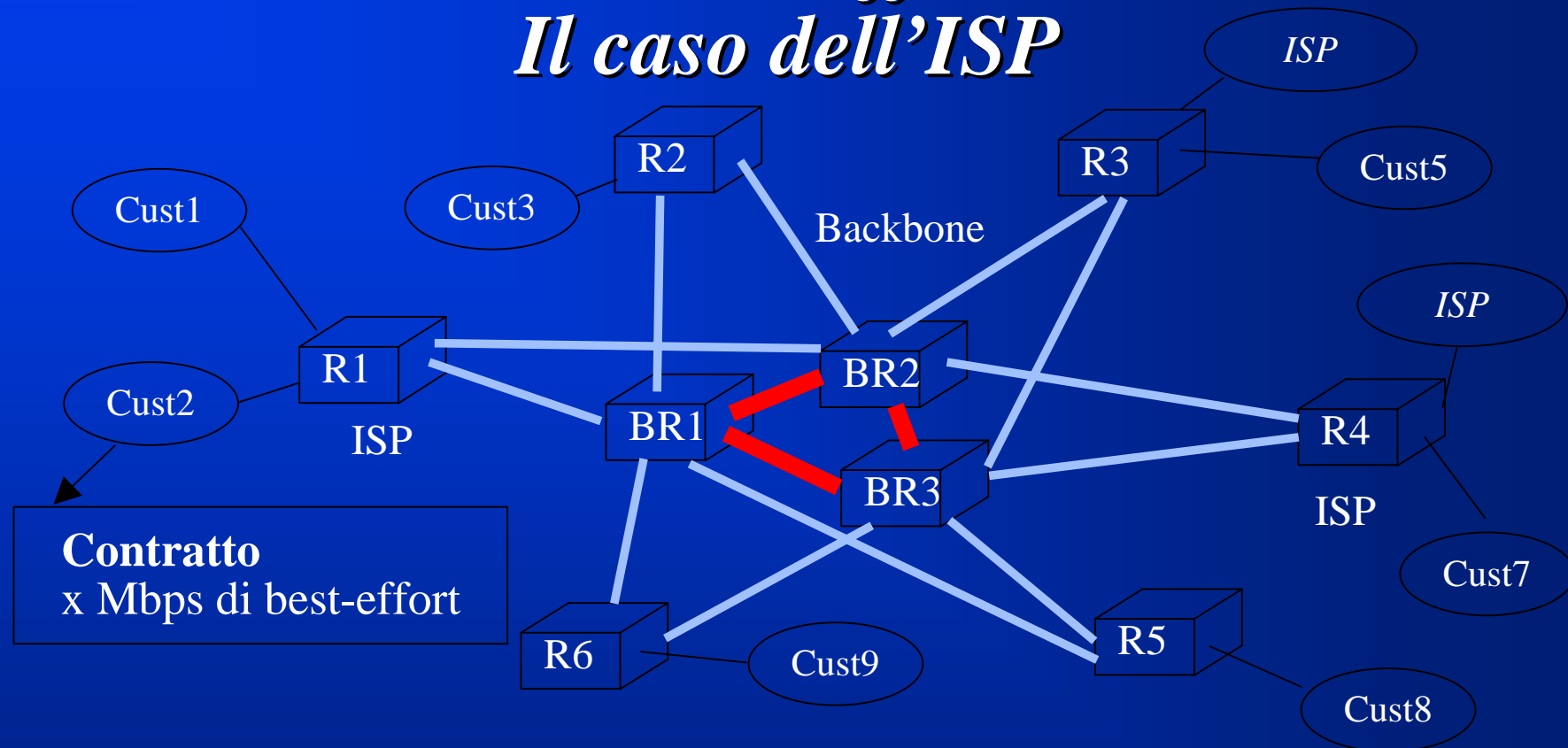
IntServ e DiffServ

Servizi



Perché Diffserv?

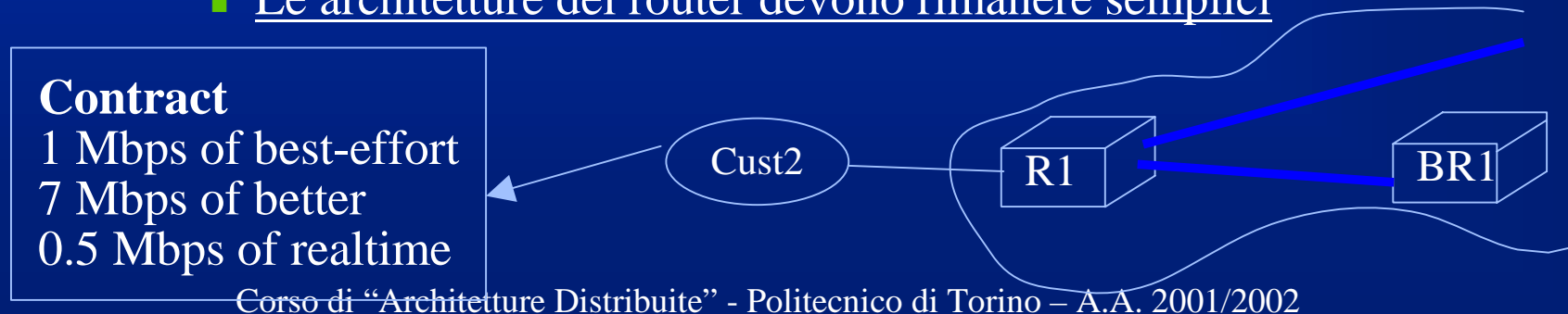
Il caso dell'ISP



- ✓ In fase di progetto, ISP effettua decisioni “economiche”
- ✓ Di ogni cliente, si conosce il livello di traffico immesso in rete *ma non la destinazione*
- ✓ Occorrono upgrade di banda e monitoraggio dei link

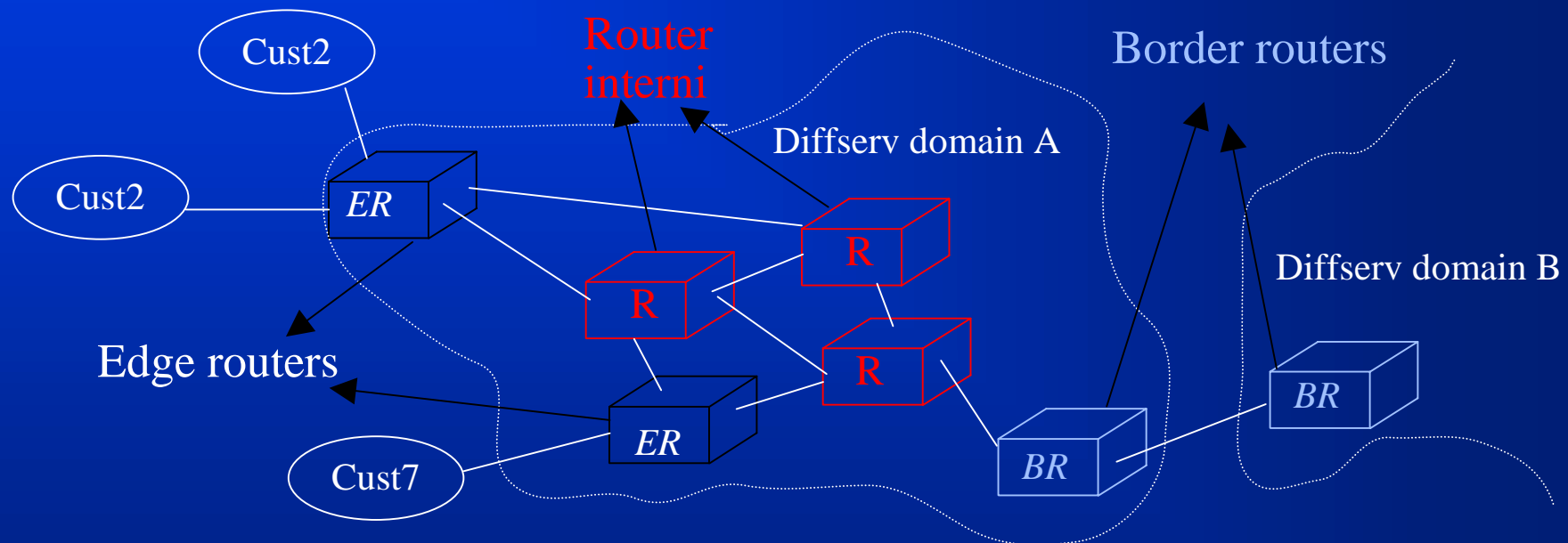
Un approccio pragmatico verso la QoS

- ✓ Permettere ai clienti di specificare contratti per **alcune classi** di traffico
 - Classi di esempio
 - best effort, better effort, realtime, ...
 - Diverse garanzie di QoS associate ad ogni classe
 - Ritardo medio
 - Perdite medie
- ✓ ISP configura i router per supportare le richieste delle classi di servizio
 - Le architetture dei router devono rimanere semplici



DiffServ: Architettura (1)

- Rete divisa in *due* parti



- ✓ Router interni semplici per funzionare ad alte velocità
- ✓ Funzionalità complesse fornite solo ai nodi di bordo (border e edge routers)

DiffServ: Architettura (2)

- Offerta di diversi tipi di servizi
 - ✓ Il tipo di servizio è indicato esplicitamente in ogni pacchetto IP attraverso un marking eseguito da:
 - cliente
 - edge router
 - border router
 - ✓ Router interni si affidano a questa indicazione per fornire i diversi tipi di servizi
 - La complessità dei router interni dipende dal numero di servizi diversi, non dal numero dei singoli flussi!

DiffServ: Packet Marking

- Ridefiniamo la semantica del byte ToS nell'header del pacchetto IP

VER	HLEN	TOS	<i>total length</i>	
<i>Identification</i>			FLAG	<i>fragment offset</i>
TTL	<i>protocol</i>		<i>header checksum</i>	
<i>source IP address</i>				
<i>destination IP address</i>				

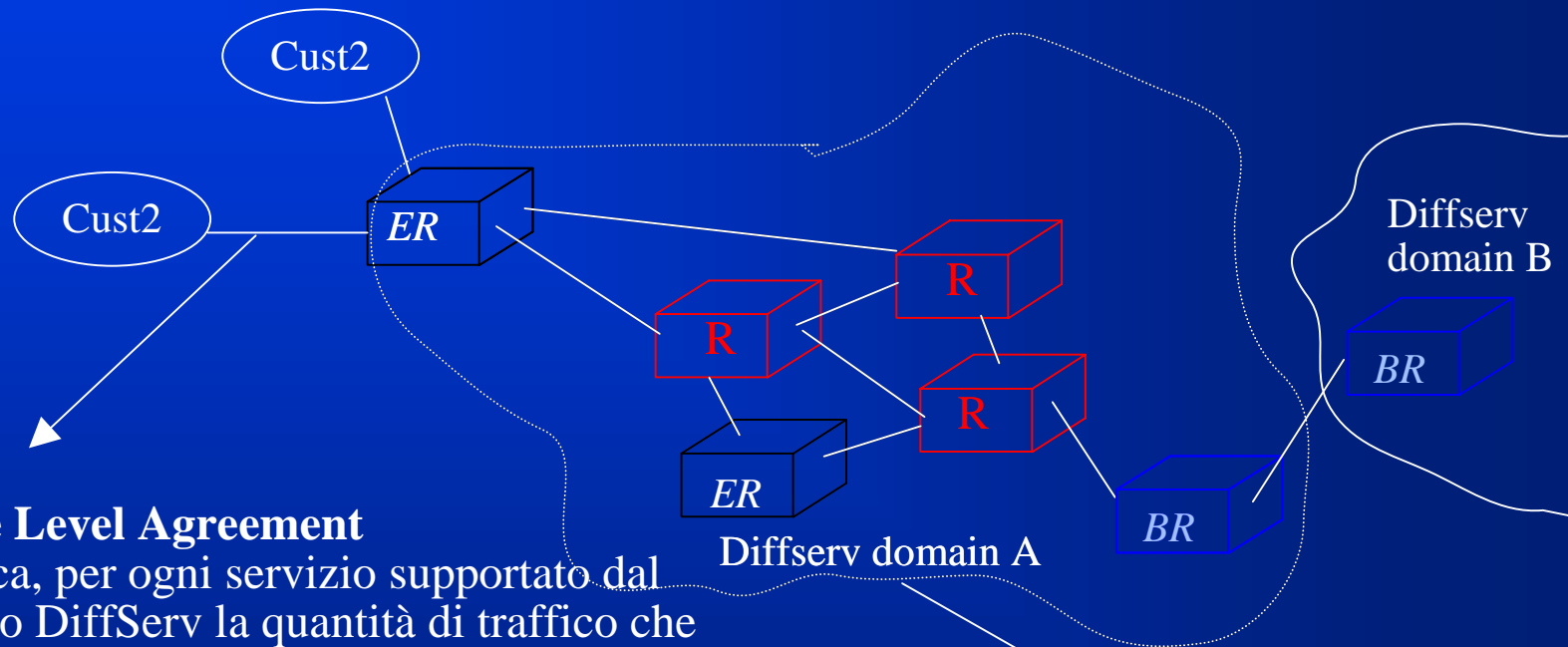


Riservato ad uso
Futuro (ECN)

DiffServ Code Point

Usato per specificare come la
Rete deve trattare il pacchetto
Default DSCP 000000
Significa "best-effort"

Fornitura di DiffServ (1)



Service Level Agreement

Specifica, per ogni servizio supportato dal Dominio DiffServ la quantità di traffico che Cust2 può inviare in rete (eventualmente specificando la destinazione)

La rete dà alcune garanzie

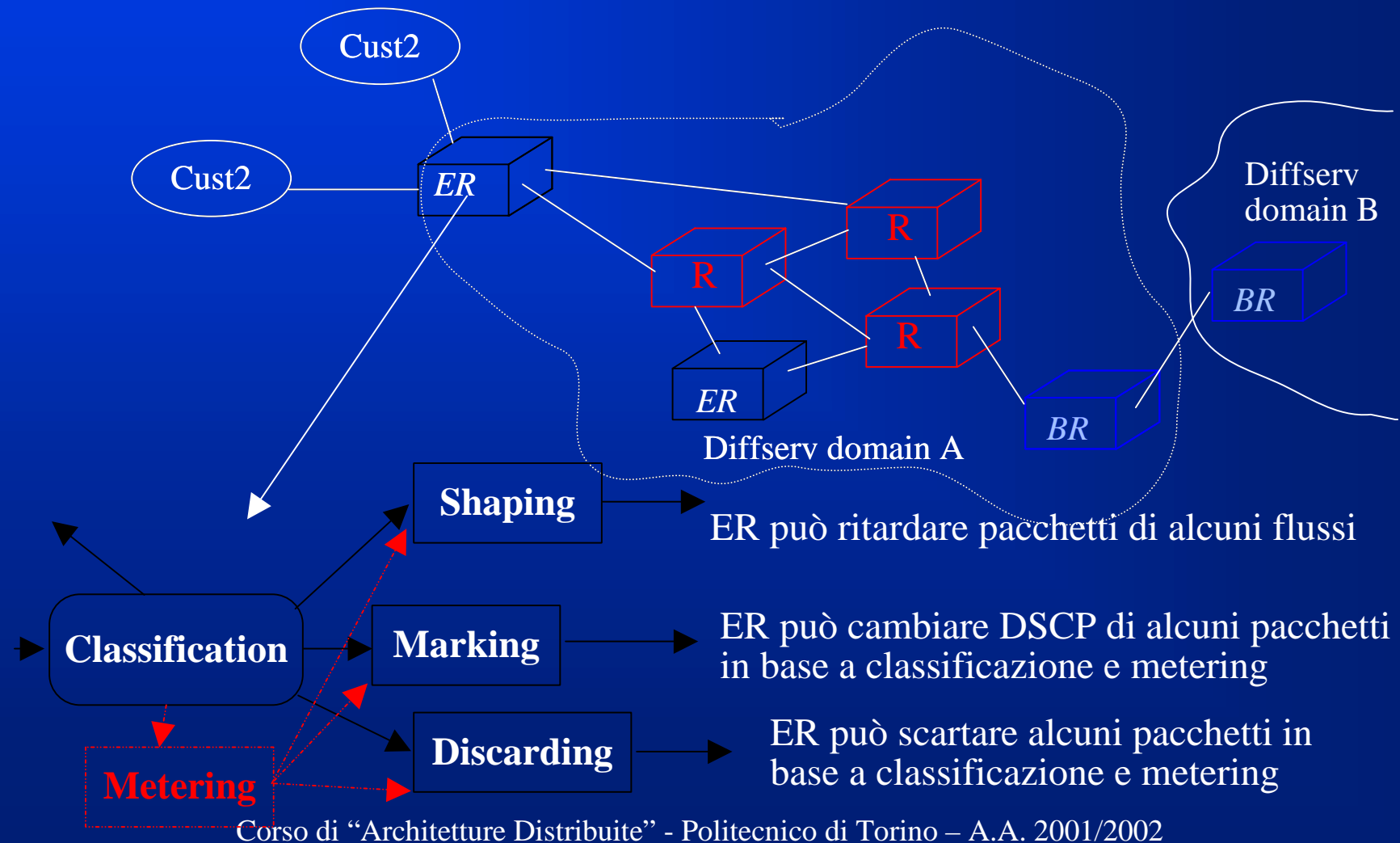
- perdita di pacchetti entro un certo periodo
- ritardo end-to-end in punti chiave
- affidabilità della rete

- ...

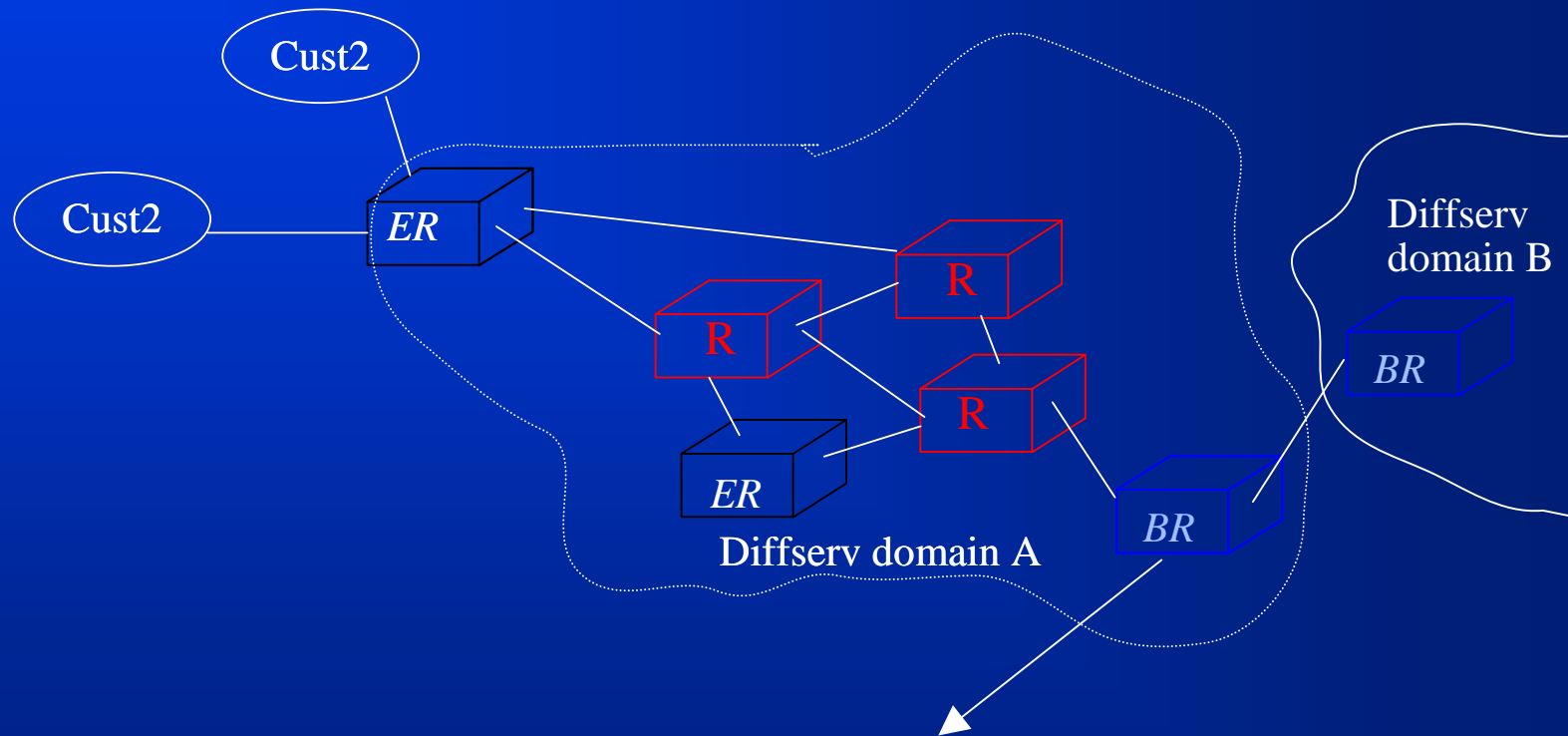
Diffserv Codepoints

Il gestore della rete definisce i servizi che vuole offrire e li associa ad uno degli DSCP

Fornitura di DiffServ (2)



Fornitura di DiffServ (2)



Ruoli di BR

Supporta le stesse funzioni di ER, ma per bande più elevate e traffico inter-dominio. Se necessario, ripete il marking se i domini A e B usano DSCP differenti (problemi di mappatura tra i domini)

PDB e PHB

- Il servizio end-to-end (o per dominio, PDB = Per-Domain Behavior) offerto da una rete Diffserv dipende da:
 - ✓ Funzioni di *conditioning* del traffico (shaping, policing, marking...) agli edge router
 - ✓ Funzioni di gestione dei pacchetti (accodamento, scheduling, accettazione nel buffer) di ciascun router
 - PHB : per hop behavior in terminologia Diffserv

Per-Hop Behavior

- PDB definiti nello standard DiffServ
 - ✓ Best-effort service
 - Servizio base
 - ✓ Expedited forwarding (RFC 2598)
 - Punta a fornire un servizio, in tutto il dominio DiffServ, con:
 - bassa percentuale di perdita di pacchetti
 - basso ritardo end-to-end
 - basso jitter
 - ✓ Assured forwarding (RFC 2597)
 - Riserva diverse quantità di risorse (banda, buffer) per quattro classi di traffico in ciascun router
 - Le classi di traffico dovrebbero essere servite indipendentemente

EF : Expedited Forwarding

Principi

- In ogni nodo, l'amministratore deve configurare parte della banda per il traffico EF
- Il traffico EF deve usufruire della banda indipendentemente dall'intensità di altro traffico attraverso il nodo
 - ✓ la banda usata dai pacchetti EF dovrebbe essere, in media, pari almeno alla banda garantita durante qualsiasi intervallo di tempo uguale o più lungo del tempo per inviare un pacchetto di dimensione massima al rate pari alla banda garantita

AF : Assured Forwarding

- Obiettivo

- ✓ Fornire differenziazione tra più servizi su una singola rete IP
 - utenza “business” con risorse sovradimensionate
 - Connessione dialup a pagamento dimensionata adeguatamente
 - Connessione dialup gratuita a risorse sottodimensionate

- Principi

- ✓ Differenzio i pacchetti con DSCP opportuni assegnati da edge router
- ✓ Risorse di rete suddivise tra le varie classi
 - Utenza business ha risorse sovradimensionate
 - Dialup a pagamento ha meno risorse, ma usa l’eccesso dell’utenza business
 - Dialup gratis usa quello che resta