

Architettura e prestazioni di protocolli per reti locali ad alta velocità: GigaEthernet e SRP.

Casadei Enrico

D.U. Ingegneria delle Telecomunicazioni
(Tirocinio svolto presso INFN-CNAF)

Obiettivi

- Analisi di due diversi protocolli data-link ad alta velocità, GigaEthernet e SRP e le rispettive architetture di rete:
 - 1) Test di prestazioni del protocollo GigaEthernet in una switched-LAN
 - 2) Configurazione e sperimentazione di una rete DPT (interfacce SRP).
- Implementazioni di Cluster di PC con collegamenti ad alta velocità per calcolo distribuito.

Sommario (cont.)

- Cenni teorici sui protocolli utilizzati.
- GigaEthernet:
 - 1) Topologia della rete switched-LAN
 - 2) Prestazioni del protocollo TCP in funzione del socket buffer size
 - 3) Distribuzione di frequenza del throughput aggregato per connessioni TCP punto-punto
 - 4) Prestazioni del protocollo UDP in funzione della message size.
 - 5) Distribuzione di frequenza del throughput aggregato per connessioni UDP punto-punto

Sommario

- 6) Prestazioni TCP e UDP in connessioni multipunto-punto
- SRP:
 - 1) Topologia dell'anello DPT e delle reti virtuali di test
 - 2) Test di carico delle piattaforme SRP.
 - 3) Test di occupazione di cpu del router Cisco 7500 e delle piattaforme SRP.
 - 4) Recovery time dell'anello DPT
 - 5) One-way-delay e confronto con una switched-LAN FastEthernet
- Conclusioni.

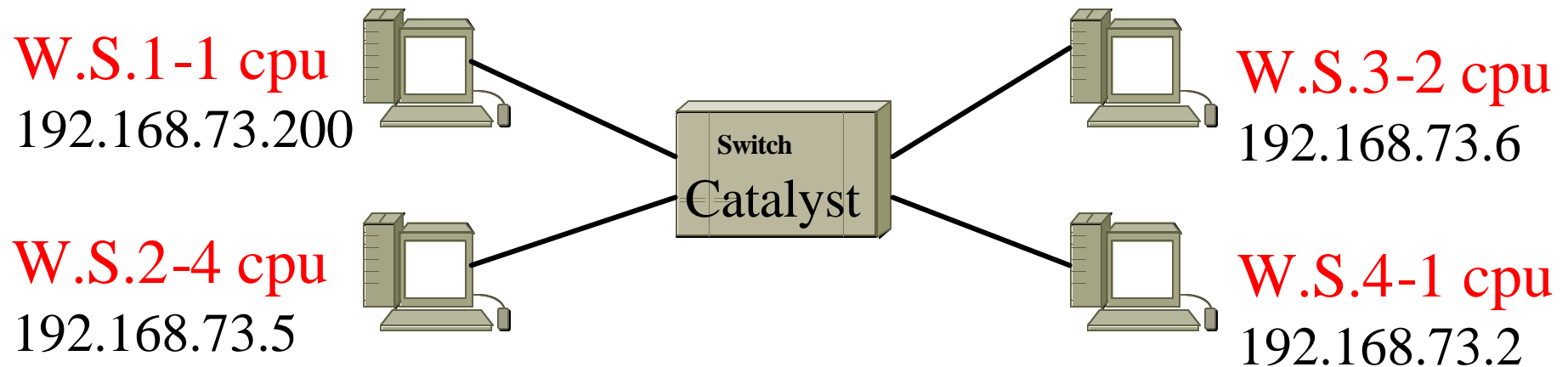
Il protocollo GigaEthernet (cont.)

- Evoluzione dello standard Ethernet 802.3, porta la capacità massima a 1000 Mbps.
- Mantiene la stessa scalabilità della tecnologia Ethernet e non prevede cambiamenti nelle configurazioni base degli equipaggiamenti Ethernet.
- Affidabilità eccezionale dello standard.
- Protocollo di accesso CSMA/CD con pacchetti di dimensione minima pari a 512 byte (anziché 64 byte degli standard Ethernet, FastEthernet).
- Formato del pacchetto Ethernet con l'aggiunta di un campo estensione di 0 - 448 byte.

Il protocollo GigaEthernet

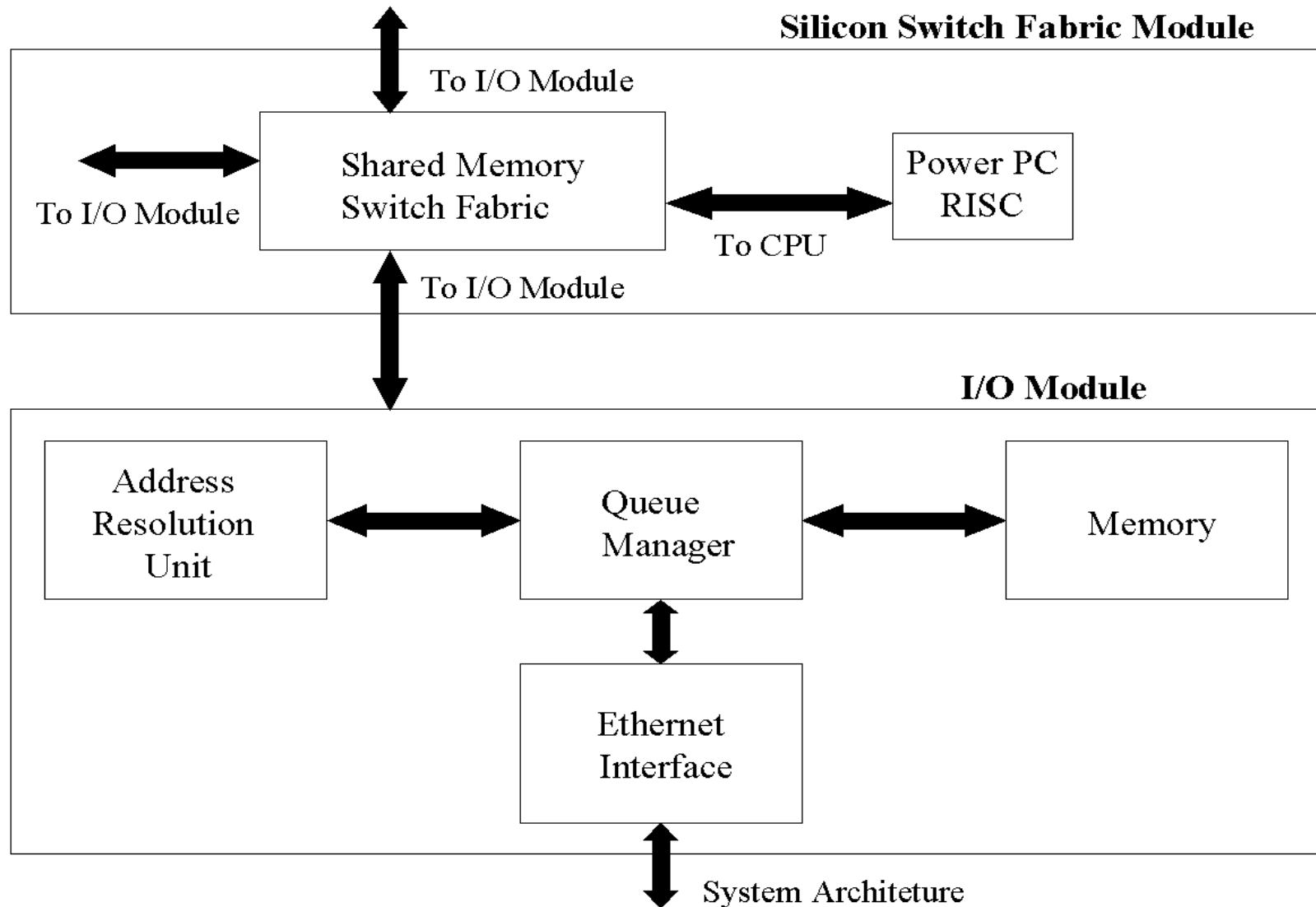
- Lunghezza di Burst pari a 65536 bit.
- Tecnologia full-duplex.
- Varietà di standard ottici a livello fisico 1000-BASE-SX, LX, LH e su rame CX, T.
- Bus PCI da 32-64 bit a velocità 33-66 Mhz garantiscono larghezze di banda fino a 4 Gbps.
- Tecnologia impiegata in switch ad elevate capacità, come il Cisco Catalyst 6506 con funzionalità di livello 3.

La switched-LAN GigaEthernet



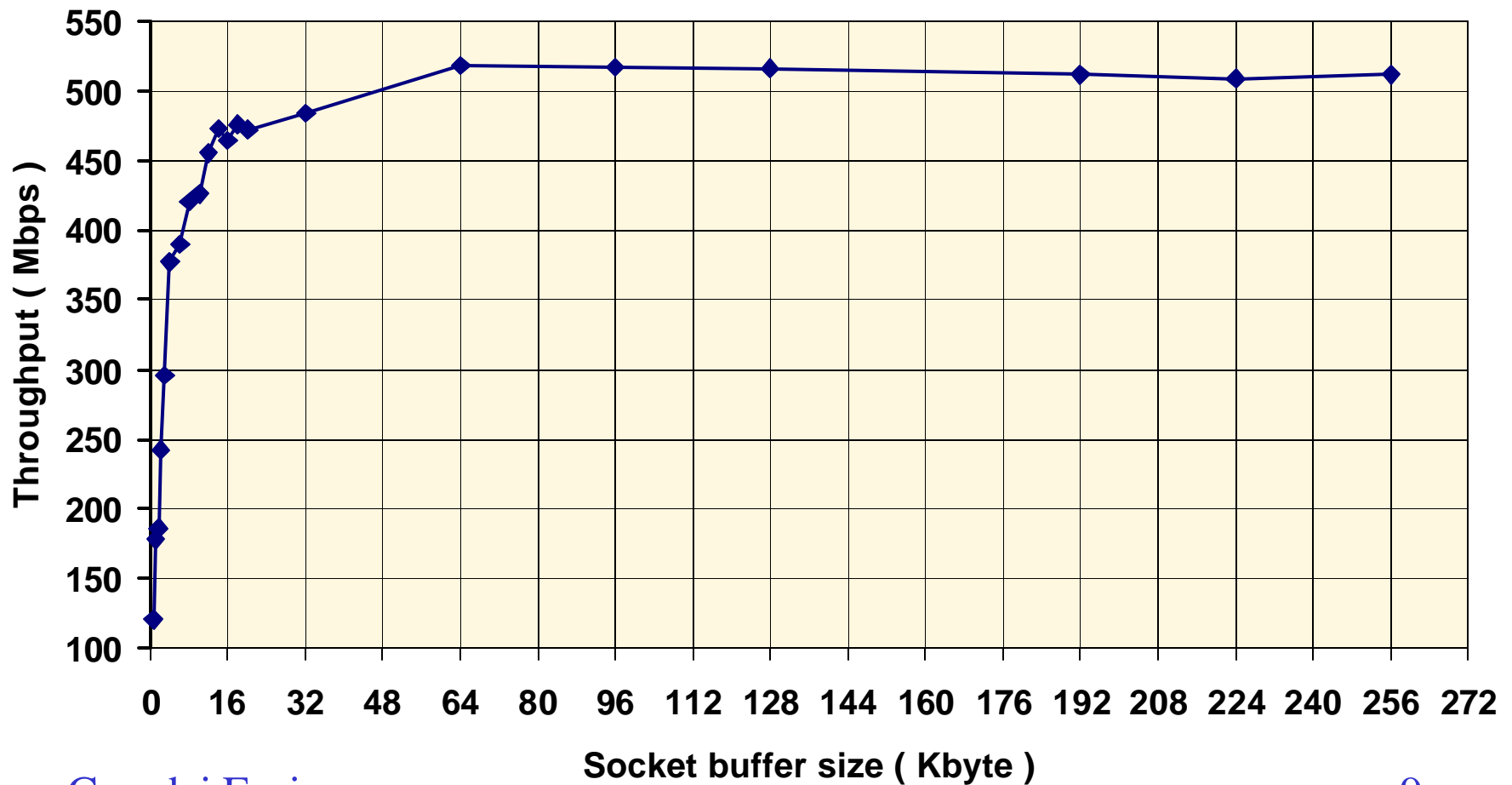
- 4 W.S. mono/multiprocessore Sun con NIC GigaEthernet
- Switch (liv. 2/3) Cisco Catalyst 6506 con modulo a 8 porte:
 - 1) Architettura dello **Switch Fabric Module** di tipo crossbar con 32 Gbps di banda fornita a ciascun I/O Module.
 - 2) Capacità massima fornita dal **I/O Module** pari a 160 Gbps full-duplex con moduli a 16 porte.

Architettura del Catalyst 6506



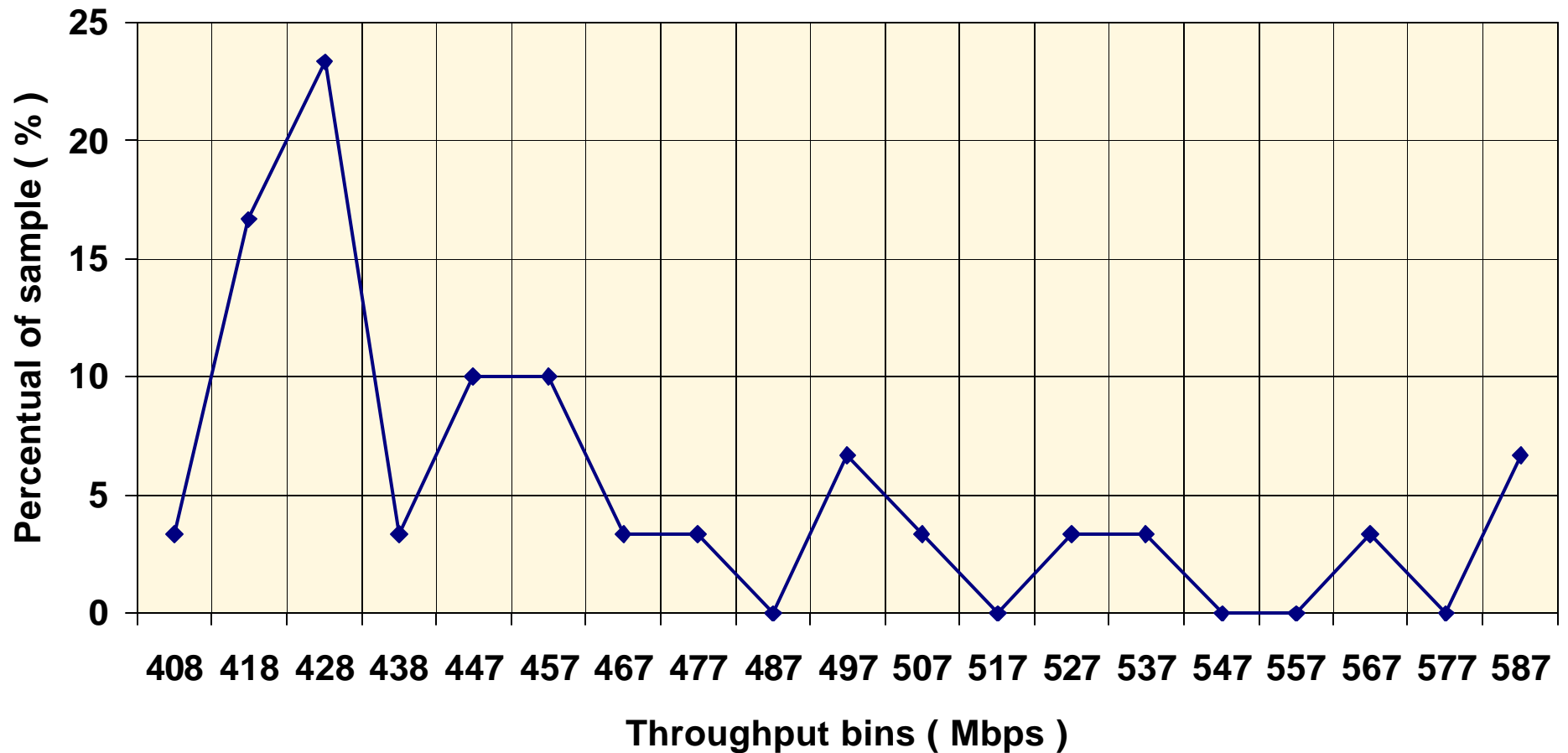
Prestazioni TCP in connessioni punto-punto

TCP Throughput vs socket buffer size



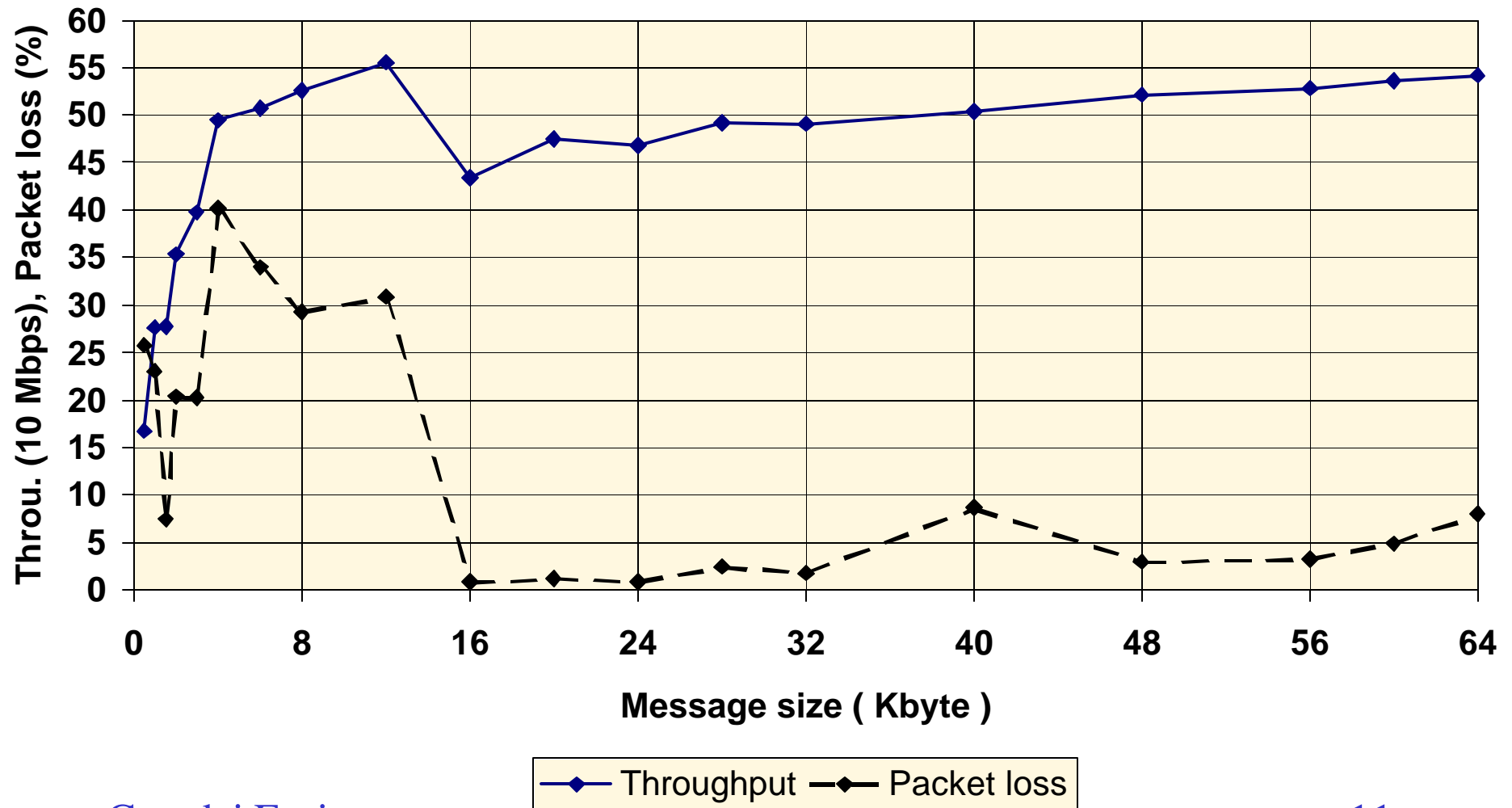
Distribuzione del throughput aggr.

**Aggr. TCP throughput frequency distribution
(Avg: 459.14, Std dev: 52.51) Mbps**



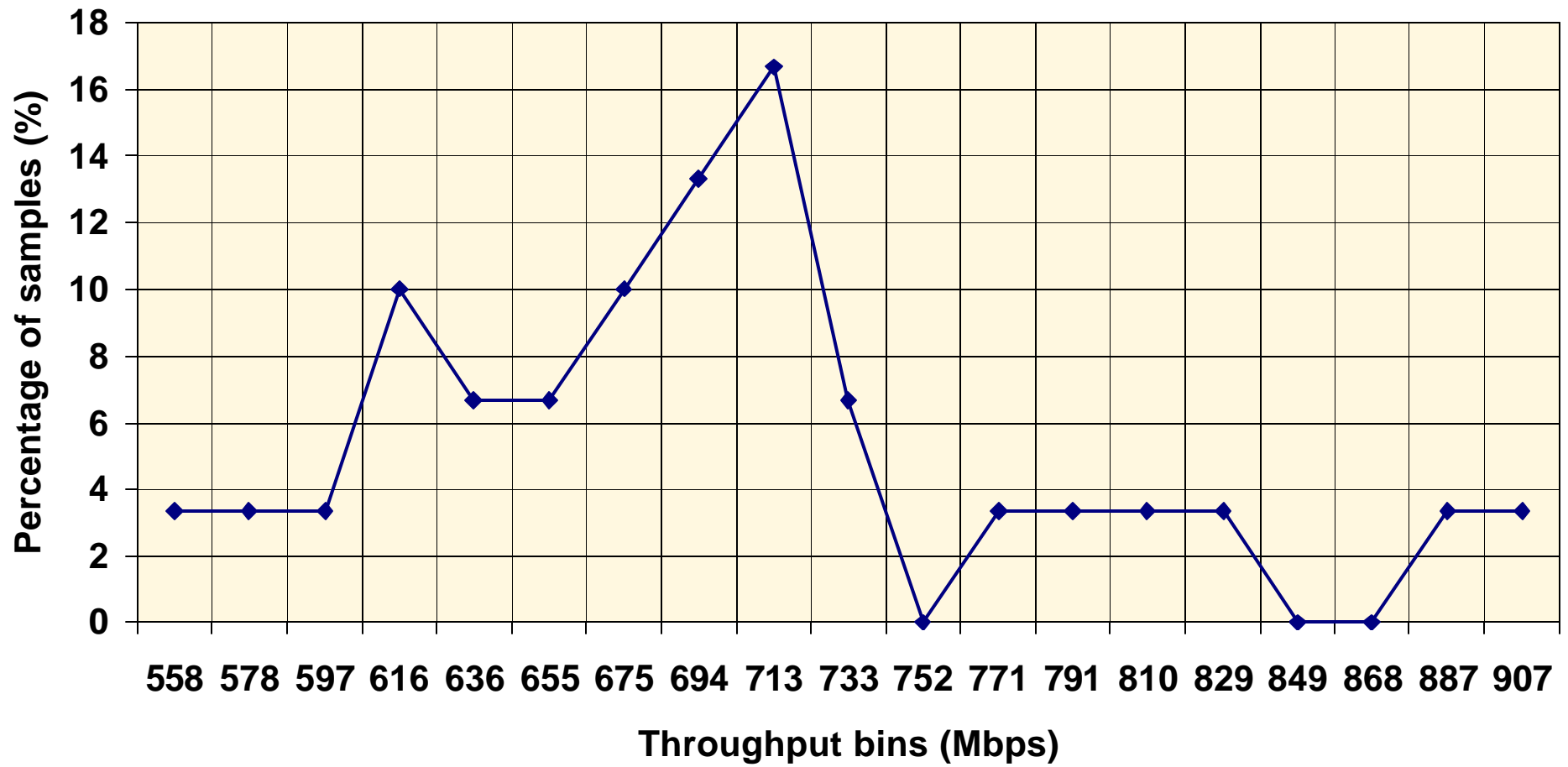
Prestazioni UDP in conn. punto-punto

UDP Throughput and Packet loss vs message size

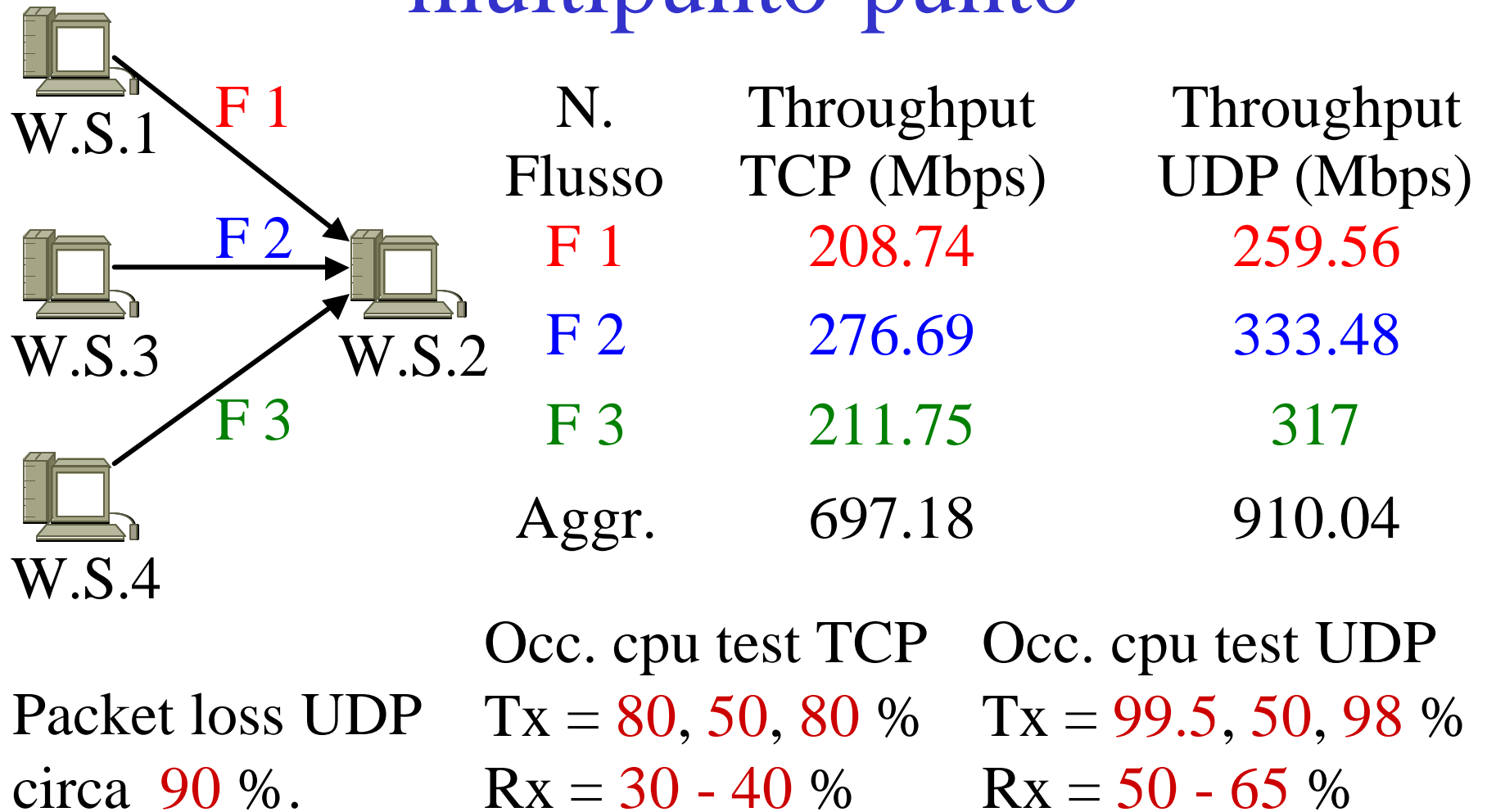


Distribuzione del throughput aggr.

Aggregate UDP throughput frequency distribution
(Avg:679.33 Std dev:86.21) Mbps



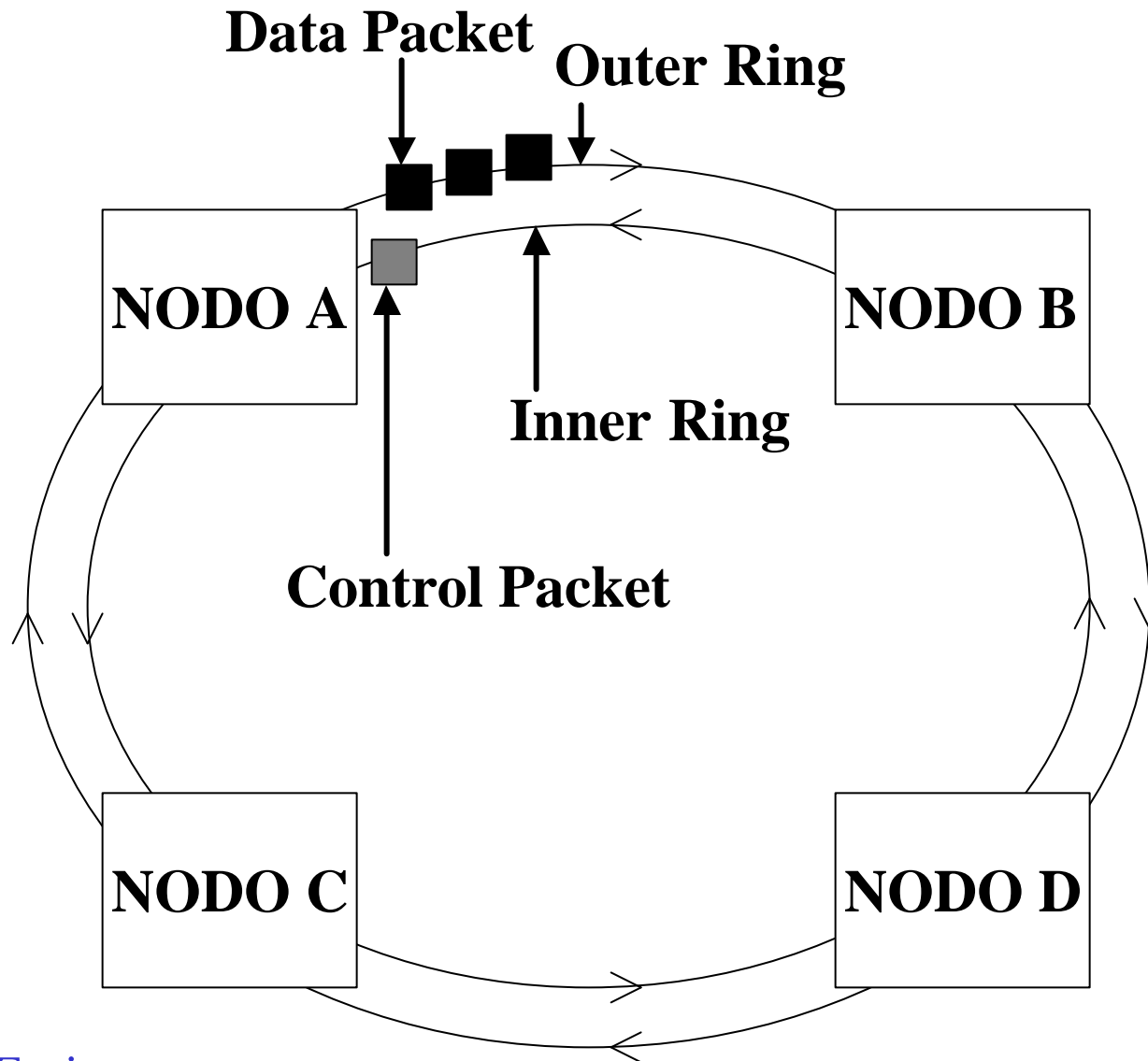
Prestazioni TCP e UDP in connessioni multipunto-punto



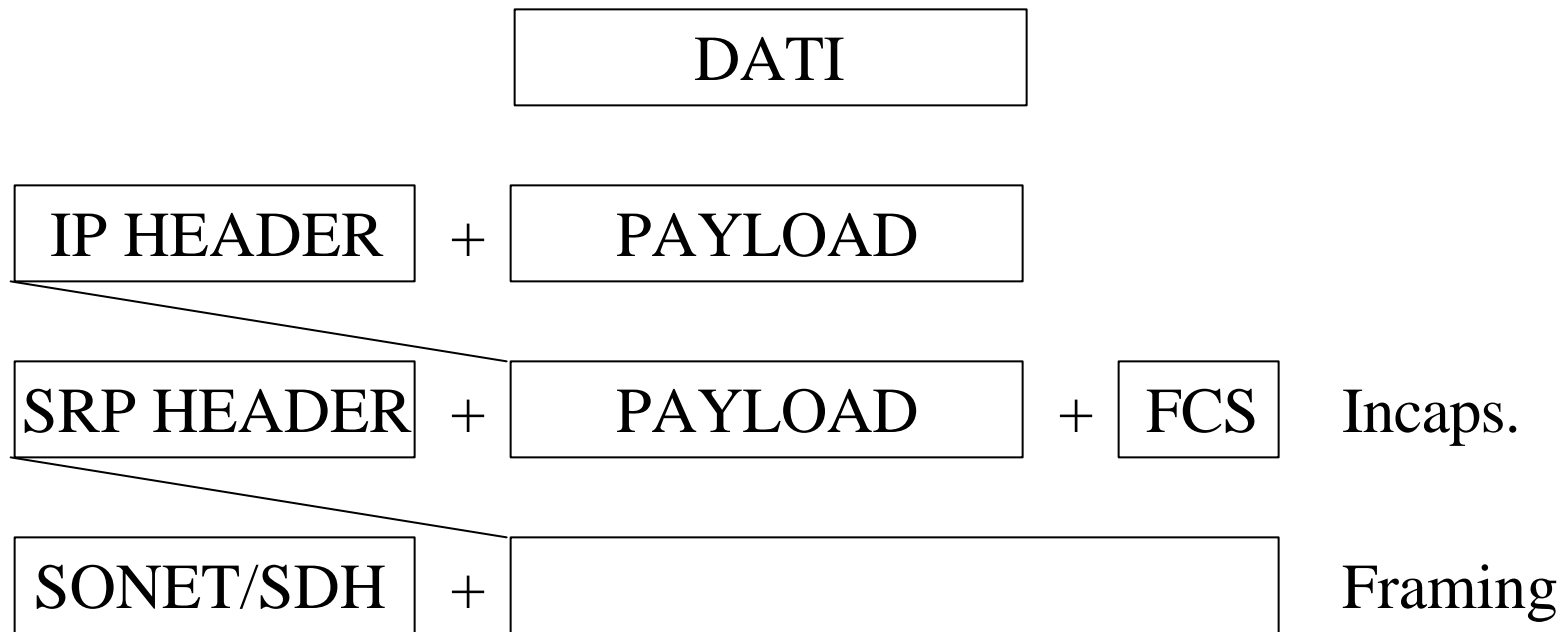
SRP Spatial Reuse Protocol

- Protocollo data-link per reti LAN, MAN ad anello.
- Implementato nella tecnologia DPT che prevede due anelli in fibra a rotazione contraria.
- Velocità di trasmissione scalabile 622 Mbps 2.5/10 Gbps.
- Flessibilità della tecnologia a livello fisico utilizzata (SONET/SDH, Dark fiber WDM).
- Gestisce traffico prioritario e multicast.
- Ottimizzazione dell'utilizzo di banda con riuso spaziale e SRP-fa (Fairness Algorithm).
- Funzionalità di Topology Discovery.
- Funzionalità Intelligent Protection Switching, IPS.

Anello DPT a 4 nodi



Il pacchetto SRP



Incapsulamento e framing del pacchetto dati dal livello trasporto al livello fisico.

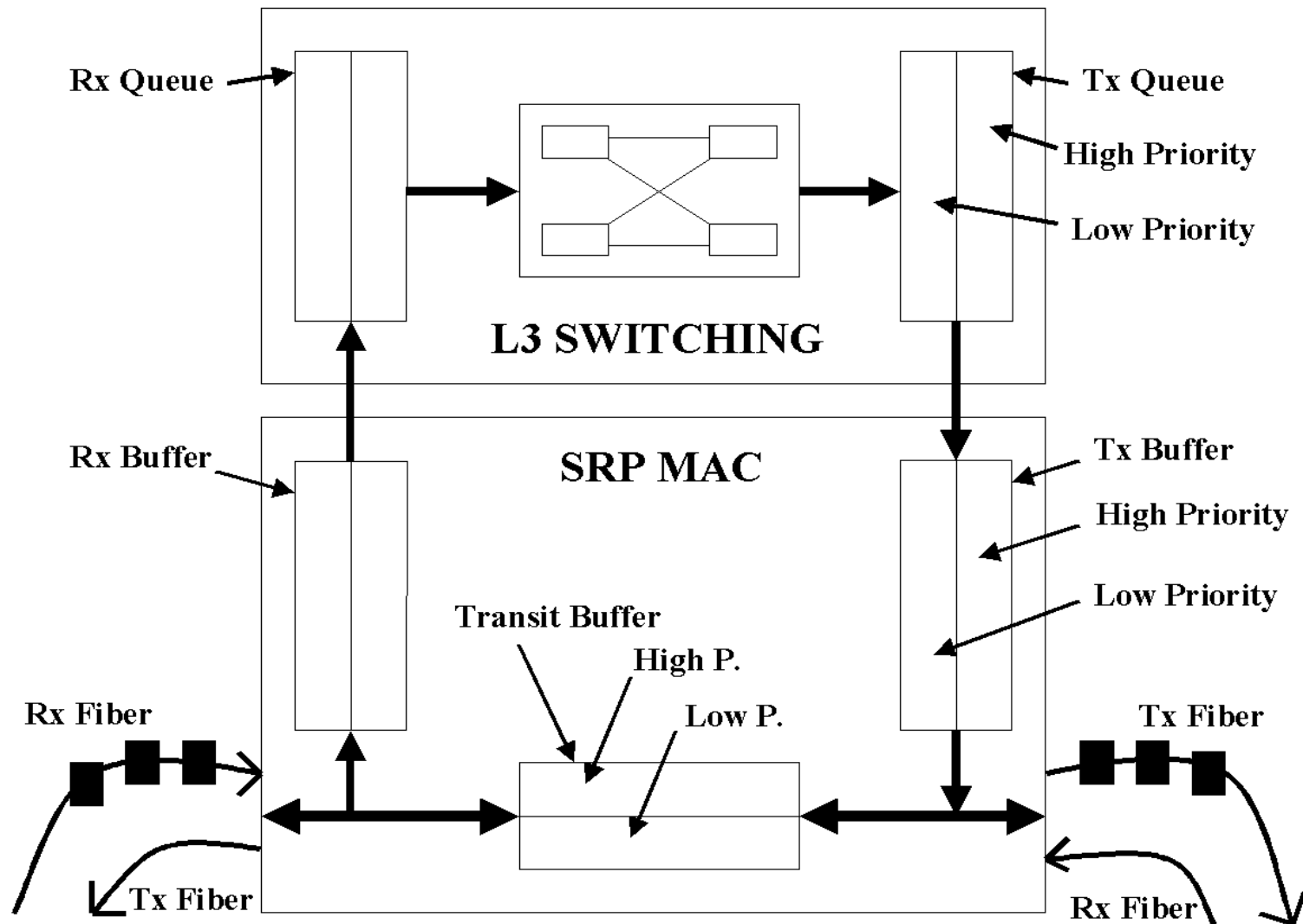
Formato del pacchetto SRP

Time To Live TTL (8 bit)	RI	MODE	PRI	P
DESTINATION MAC ADDRESS (48 bit)				
SOURCE MAC ADDRESS (48 bit)				
PROTOCOL TYPE (16 bit)				
PAYLOAD				
FCS (32 bit)				

Il pacchetto di controllo comprende due campi PAYLOAD LENGTH e CONTROL TYPE a seconda del tipo:

- 1) Usage Packet
- 2) Topology Discovery packet
- 3) Intelligent Protection Switching packet

Il nodo SRP



SRP-fa Fairness Algorithm

Garantisce tre obiettivi:

- 1) Global Fairness dei nodi SRP nell'utilizzo di banda
- 2) Local Optimization per sfruttare al meglio il riuso spaziale
- 3) Scalability per costruire grandi anelli su area geografica

Risolve situazioni di congestione dell'anello e dei nodi SRP grazie all'utilizzo dei Usage packets.

SRP Topology Discovery

Ciascun nodo SRP tiene memoria della topologia dell'anello grazie all'invio di Topology Discovery packets.

Conosciuta la topologia ciascun nodo può procedere alla risoluzione degli indirizzi mediante protocolli ARP.

IPS request

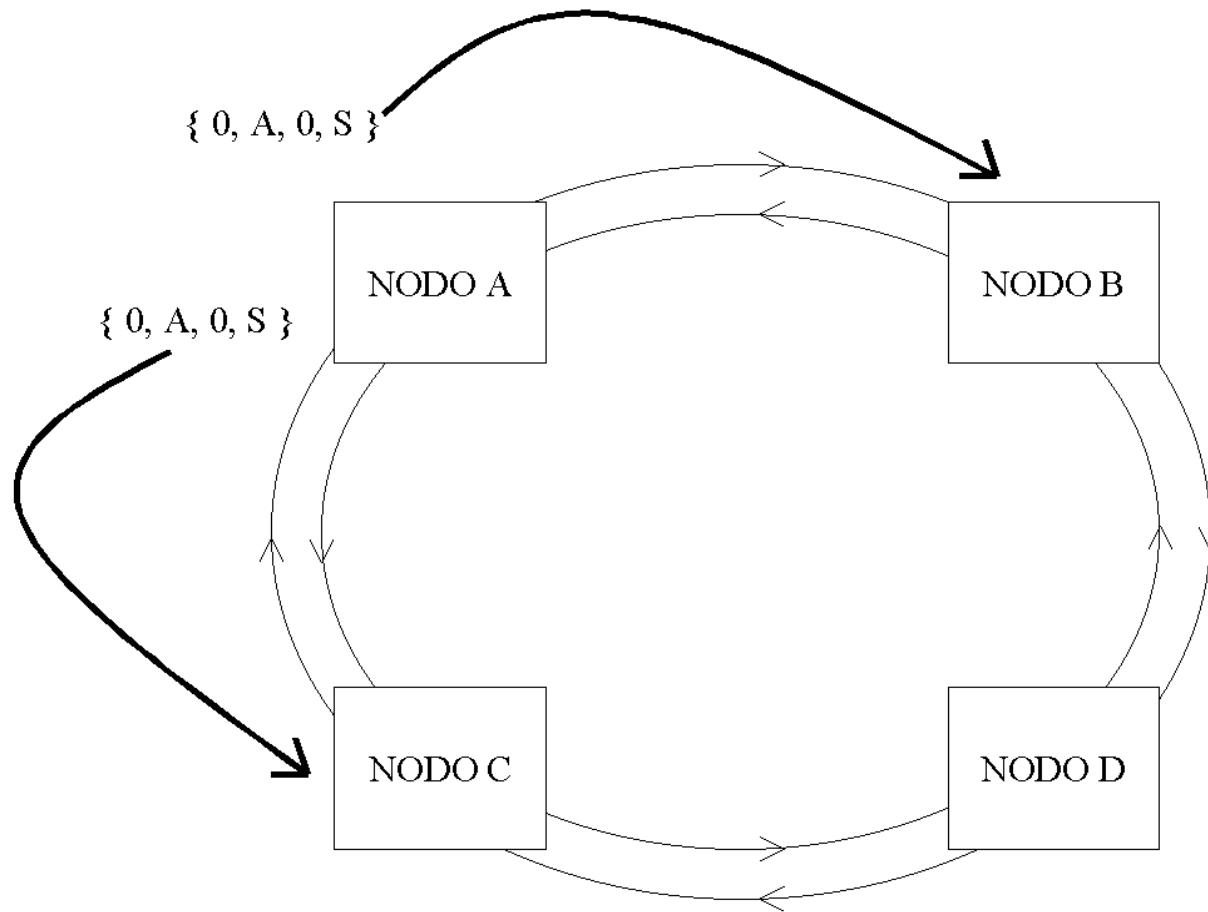
Le IPS request in ordine decrescente di priorità sono:

- **(LO)** Lockout of Protection (operatore)
- **(FS)** Forced Switch (operatore)
- **(SF)** Signal Failure (sistema)
- **(SD)** Signal Degrade (sistema)
- **(MS)** Manual Switch (operatore)
- **(WTR)** Wait To Restore (sistema)
- **(IDLE)** No Request (sistema)

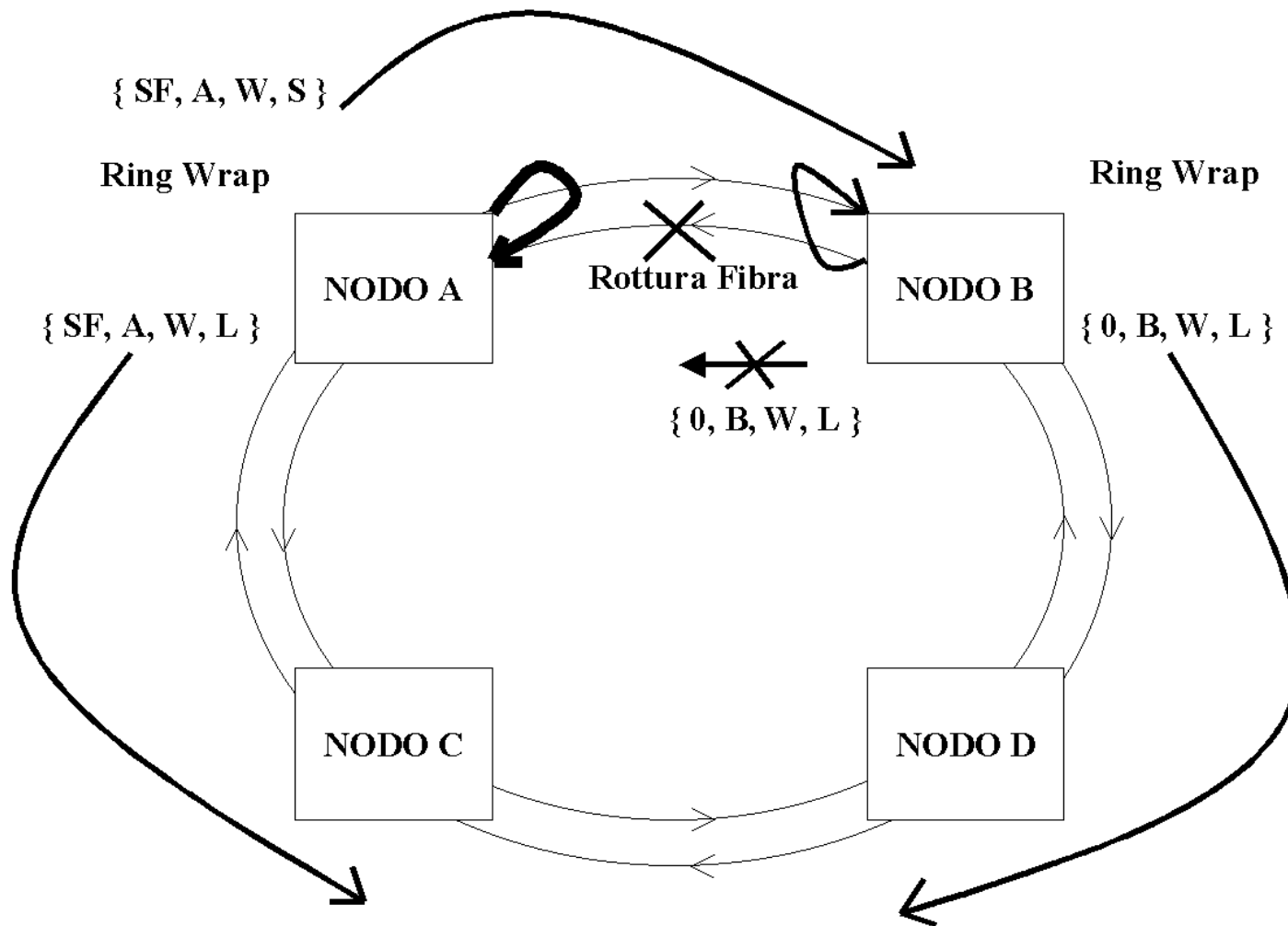
SHORT PATH: Possono generare il wrapping e subiscono lo stripping di destinazione.

LONG PATH: Fanno conoscere il wrapping e subiscono lo stripping da parte dei nodi sottoposti a wrapping.

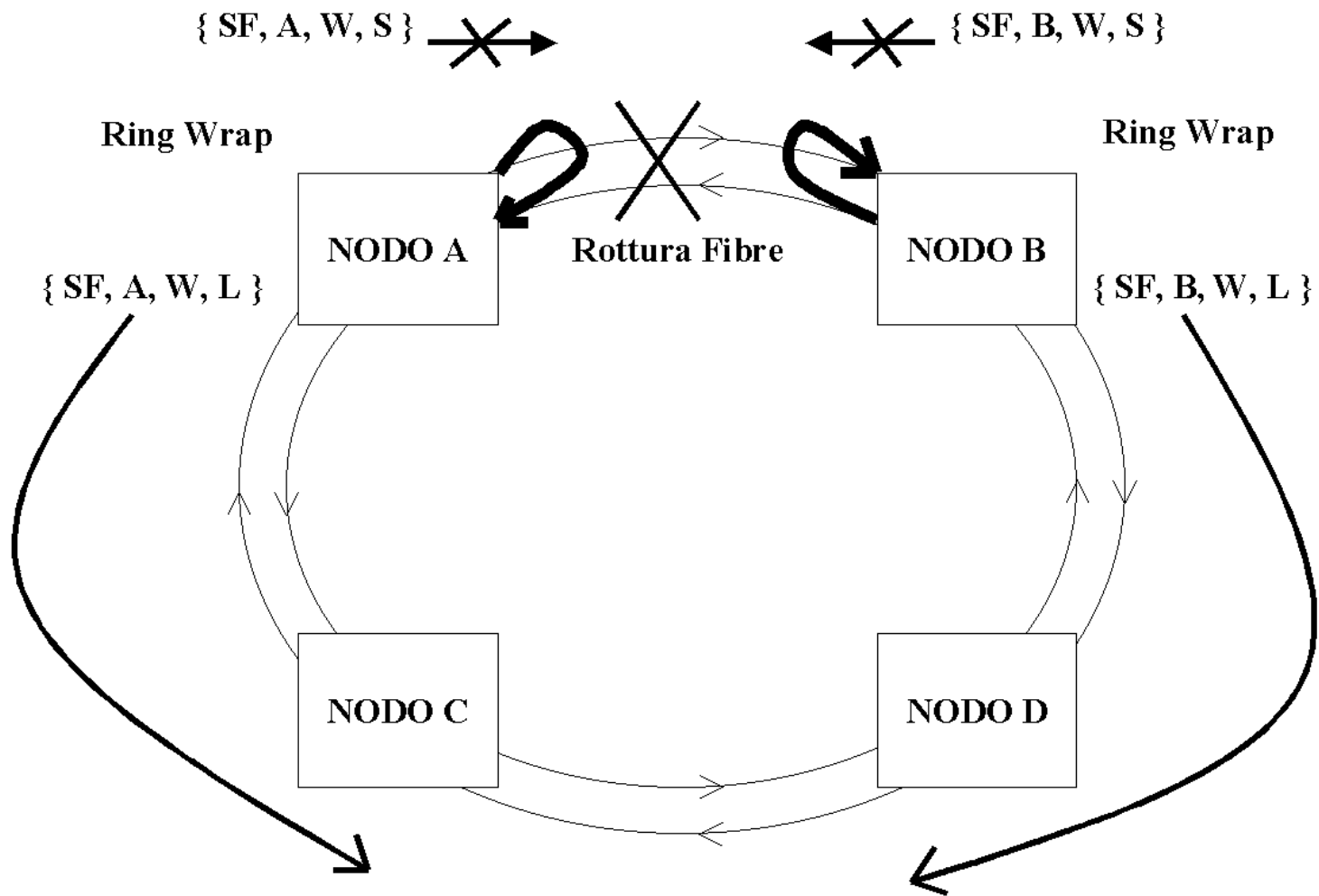
IPS request nell'anello DPT (cont.)



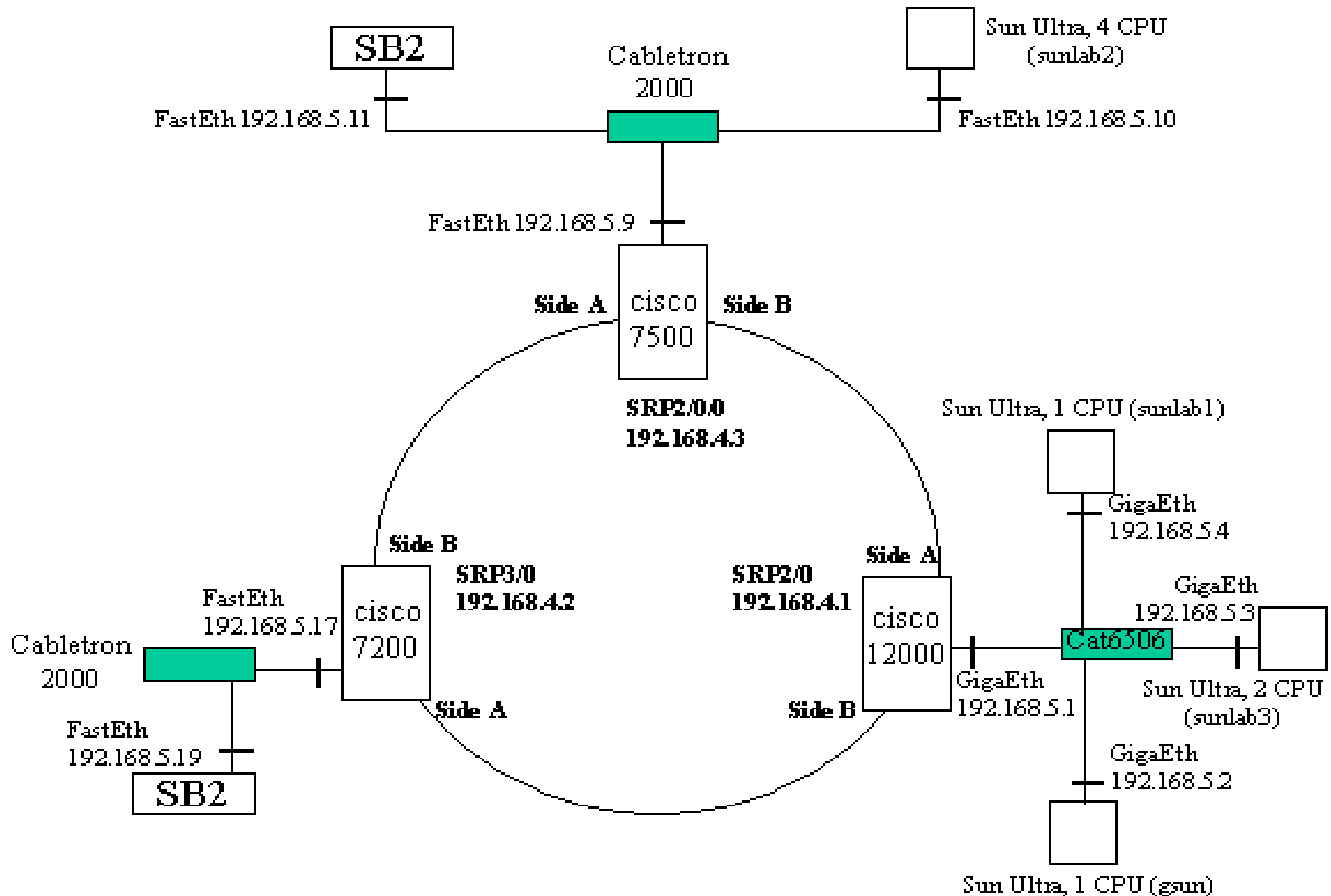
IPS request nell'anello DPT (cont.)



IPS request nell'anello DPT



Anello DPT di test

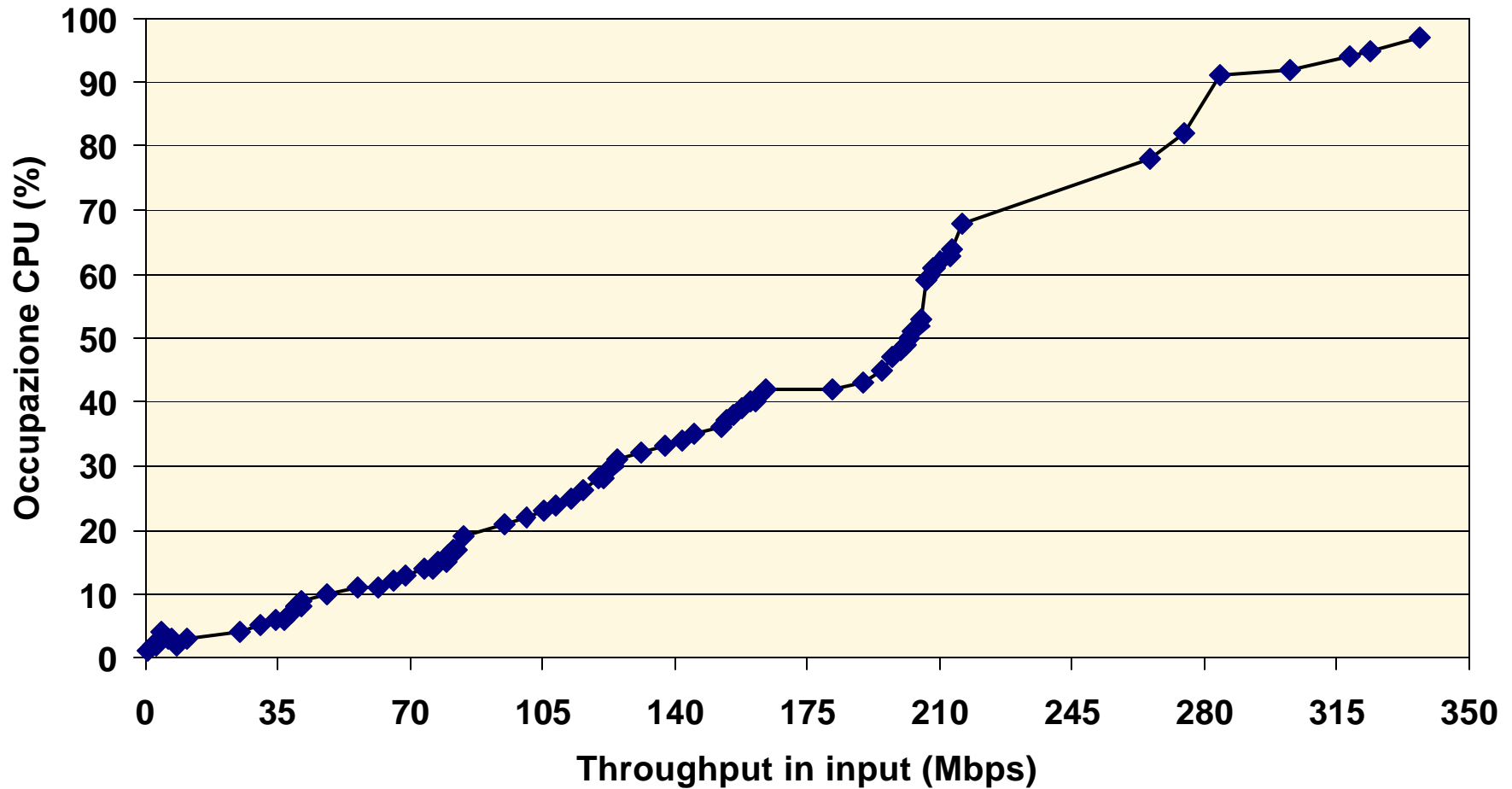


Test di carico delle piattaforme SRP

- Con **716** Mbps di traffico UDP iniettato sulla GigaEthernet del Cisco 12000 otteniamo la saturazione di un lato della piattaforma SRP. Il traffico eccedente viene perso.
- I **200** Mbps in ingresso all'interfaccia SRP del Cisco 7500 incrementano il contatore **"Ignored"** per colpa del collo di bottiglia in uscita rappresentato dalla FastEthernet.
- Ottenuti **896** Mbps in ingresso all'interfaccia GigaEthernet del Cisco 12000 il contatore **"Load"** rileva un incremento del carico fino a **127/255**.
- Anche il contatore **"Ignored"** della GigaEthernet viene incrementato dalla differenza di prestazioni tra ingresso-uscita.

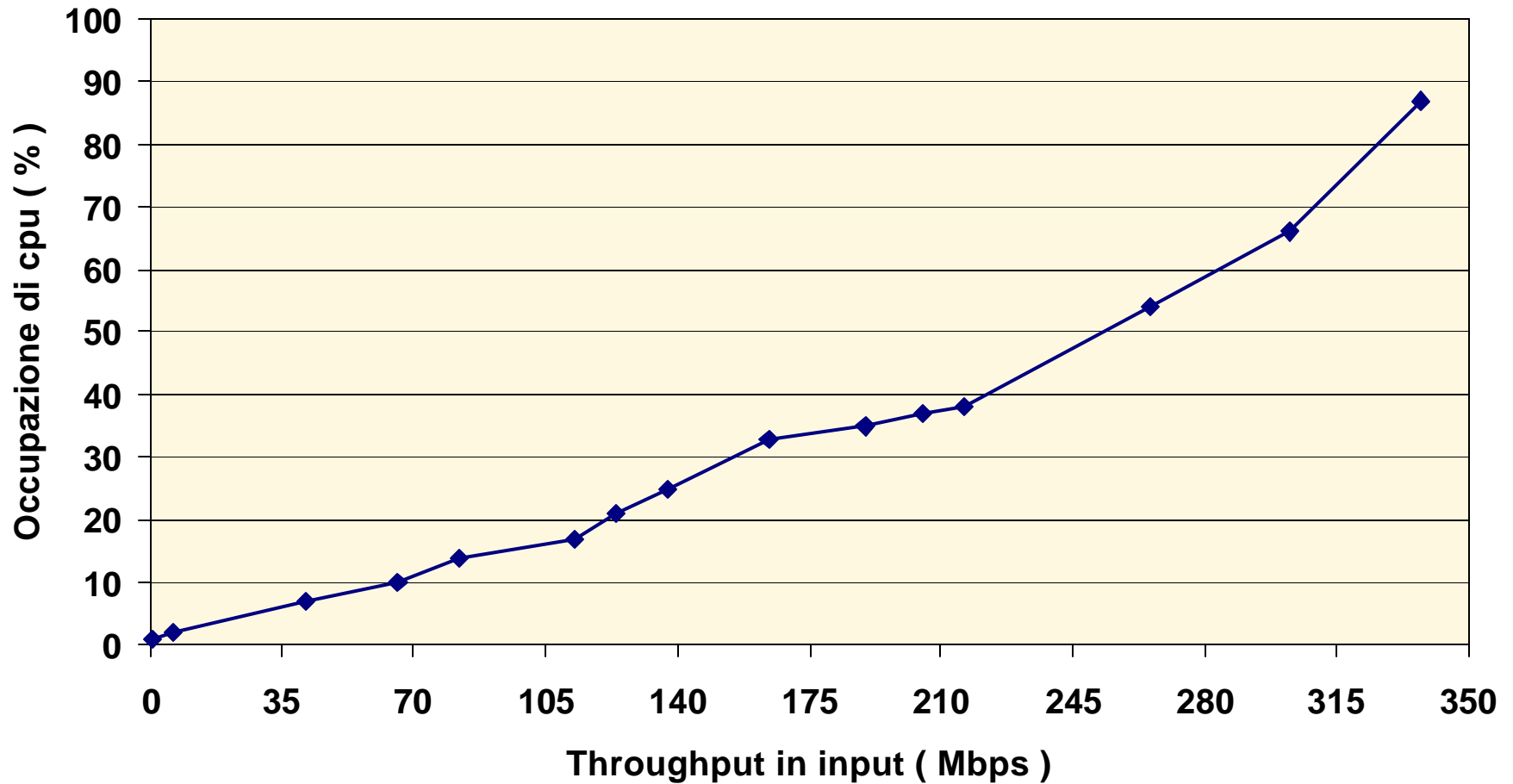
Occupazione di cpu del Cisco 7500

Occupazione di CPU centrale

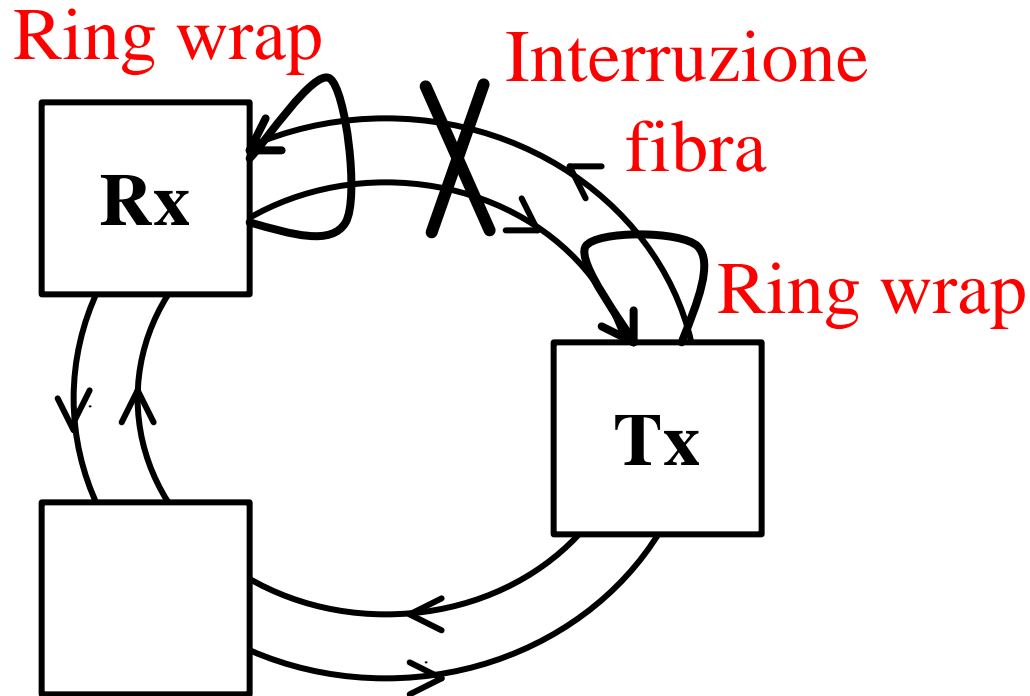


Occ. di cpu della piattaforma SRP

Occupazione di cpu della piattaforma SRP



Verifica del Recovery time



Il Recovery time è il tempo che l'anello DPT impiega nel convergere verso una nuova topologia in seguito al “wrapping” dei nodi.

Max R. time: **50** msec.

SmartBits: intrapacket gap = 1 msec e packet size = 128 byte.

- Wrapping generato dall'IPS request **forced switch**:

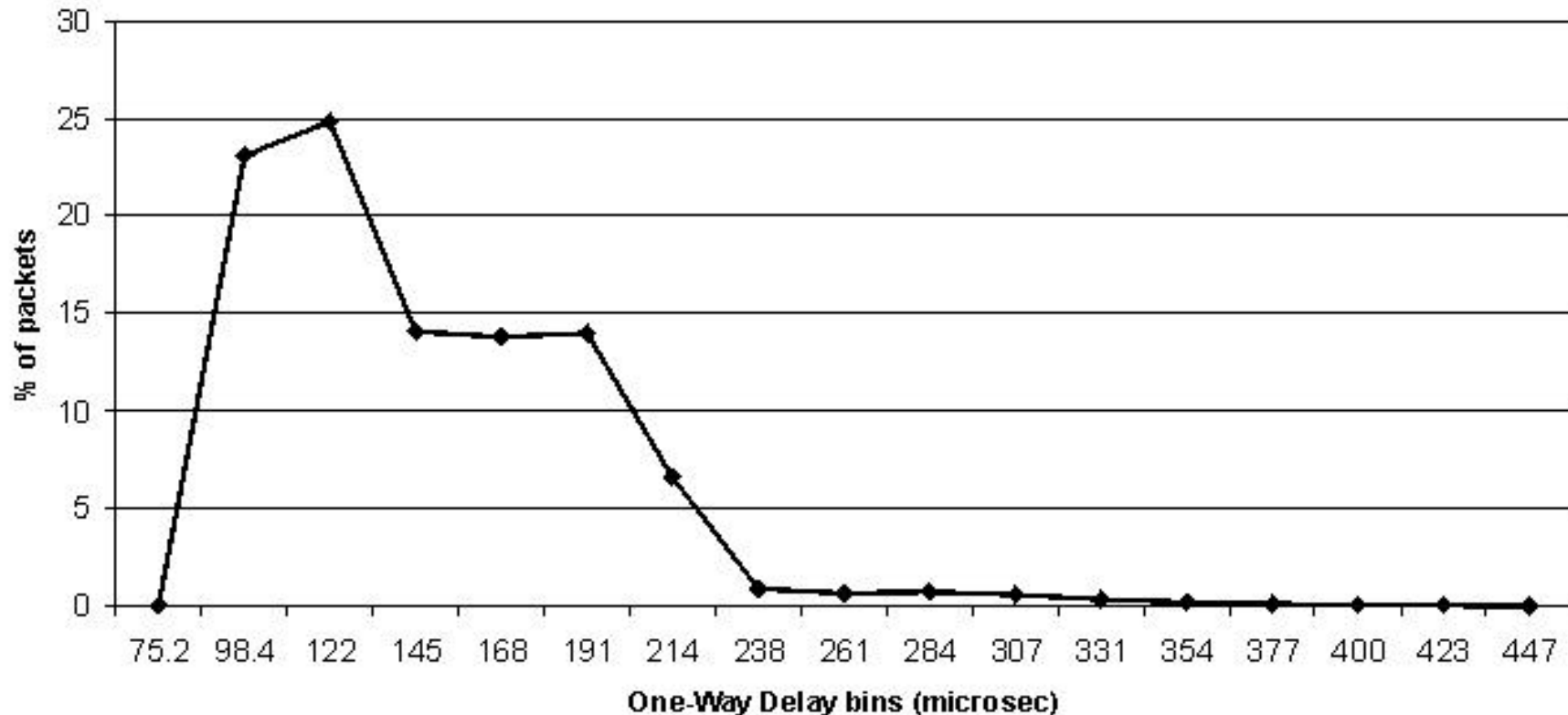
R. time \hat{I} [10, 13] msec.

- Wrapping dovuto all'IPS request **signal failure**:

R. time = **2** msec.

One-way-delay dell'anello DPT

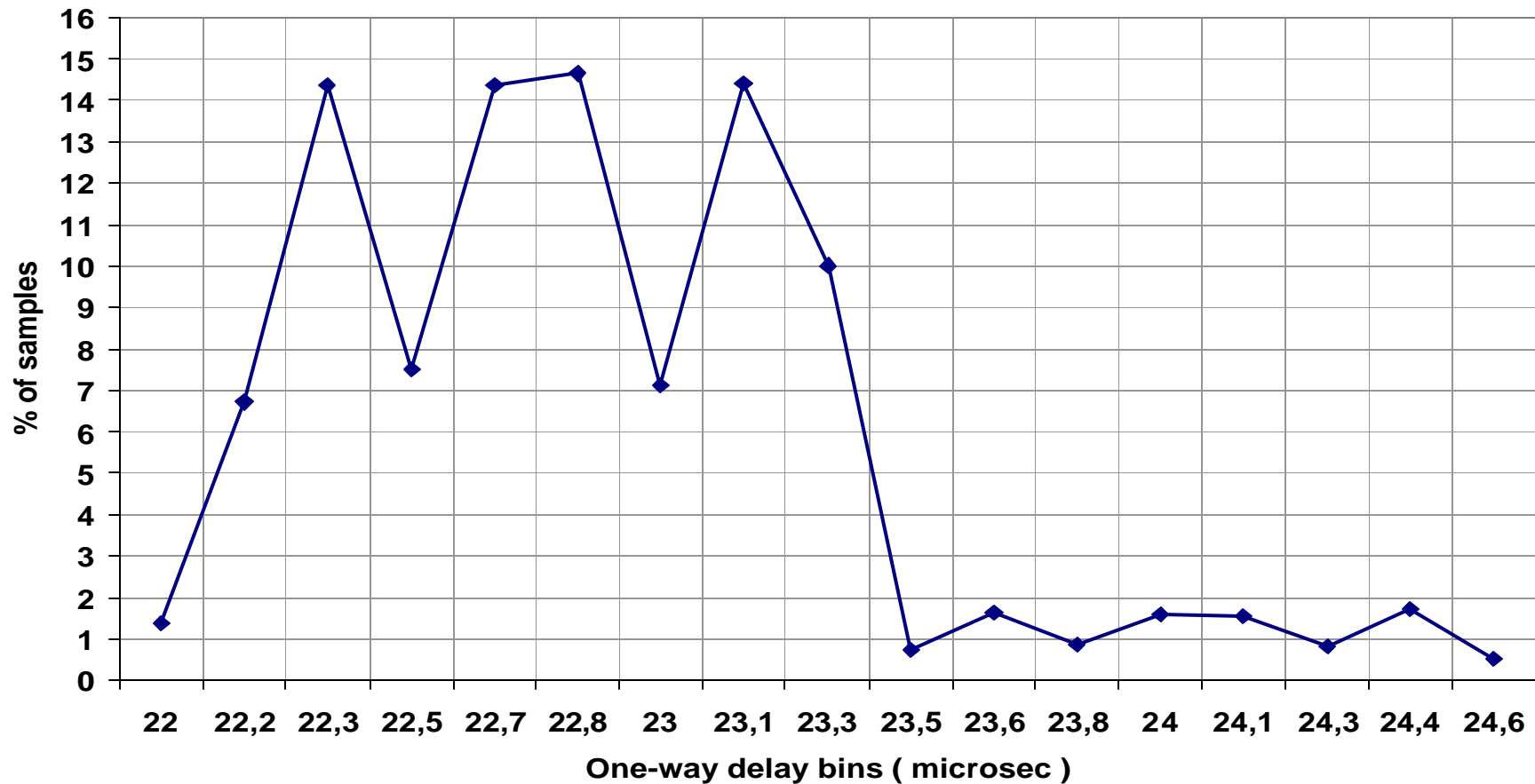
One-Way delay frequency distribution in the SRP network



Flussi UDP a 5 Mbps, packet size = 128 byte. La maggior parte dei campioni \hat{I} [75.2, 238] μ sec.

One-way-delay della LAN FastEthernet

One-way delay frequency distribution of switched LAN



Flussi UDP a 5 Mbps, packet size = 128 byte. Gran parte dei valori \hat{I} [22, 24.6] μ sec.

Conclusioni

- GigaEthernet: semplicità ed elevata capacità, ma limiti di cpu dei nodi mittenti/riceventi (697, 910) Mbps (rete locale di collegamento per Cluster di PC).
- SRP: Elevata resilienza DPT (R.time = 2, 13 msec) e basse latenze \Rightarrow SRP utile per collegamento tra Cluster di PC per infrastruttura di calcolo distribuito.

