

Formulario di Fondamenti di Comunicazioni e Internet

Canale 1 · Reti · Prof.ssa Francesca Cuomo

Unità e costanti

Prefissi e byte	$k = 10^3$, $M = 10^6$, $G = 10^9$ anche per i byte	1 byte = 8 bit
Lunghezza d'onda	$\lambda = c/f$	$c \approx 3 \times 10^8$ m/s

Commutazione di circuito (FDM e TDM)

Velocità per utente	R/N	canale R , N utenti
FDM: comunicazioni	$N = B/\text{banda di una comunicazione}$	senza bande di guardia
Bit rate	$R_{\text{medio}} = \text{bit emessi/durata}$ $R_{\text{picco}} = \text{bit nel periodo più carico/durata del periodo}$	

Circuito e pacchetto

	Commutazione di circuito	Commutazione di pacchetto
Utenti serviti	$\lfloor R/R_{\text{picco}} \rfloor$	$P(k \text{ attivi}) = \binom{N}{k} p^k (1-p)^{N-k}$ congestione se $k > R/R_{\text{picco}}$ N utenti, attivi con prob. p
Ritardo di L bit	attivazione + L/R R del circuito, non del canale propagazione trascurata	$T_{\text{PAC}} = N(L/R + t_{\text{prop}})$ + $(N-1)(t_{\text{elab}} + t_{\text{queue}})$ N collegamenti uguali

Componenti del ritardo

Ritardo di link	$t_{\text{link}} = t_{\text{elab}} + t_{\text{queue}} + t_{\text{trasm}} + t_{\text{prop}}$
Trasmissione	$t_{\text{trasm}} = L/R$ L lunghezza del pacchetto
Propagazione	$t_{\text{prop}} = d/s$ $s \approx 2 \times 10^8$ m/s (5 μ s/km) nei mezzi cablati
Attesa in coda	$t_{\text{queue}} = \sum_{j=1}^{k-1} \frac{L_j}{R}$ per il k -esimo; arrivati insieme, nodo vuoto, $t_{\text{elab}} = 0$

Percorso e pacchetti in fila

Andata e ritorno	$RTT = 2(L/R + t_{\text{prop}})$
Primo pacchetto	$T_{\text{PAC}} = \sum_{i=1}^N \left(\frac{L}{R_i} + \tau_i \right)$ $\tau_i = d_i/s$ propagazione sul collegamento i tutti in coda al primo nodo, $t_{\text{elab}} = 0$, nessun altro traffico
Pacchetto k	$T_{\text{PAC}} + (k-1)L/\min_i R_i$

Messaggio in più pacchetti

Pacchetto	$H + L$ H intestazione, L campo informativo (testo)
Numero di pacchetti	$P = \lceil X/L \rceil$ X bit del messaggio
Ultimo pacchetto	campo: $X - (P-1)L$ riempimento, L fisso: $PL - X$
Frammento IP	$L_2 - H_{IP}$ bit di dati, L_2 campo di strato 2 $\lceil \text{dati del pacchetto} / (L_2 - H_{IP}) \rceil$ frammenti
Tempo del messaggio	L costante: $T_{\text{MES}} = T_{\text{PAC}} + (P-1)(H+L)/R$, T_{PAC} con $H+L$ bit ultimo corto: $T_{\text{MES}} = N t_{\text{prop}} + (N-1)(H+L)/R + (X+PH)/R$ N collegamenti uguali, $P \geq 2$, nessun altro traffico

Traffico e throughput

Intensità di traffico	$L a/R$ a pacchetti al secondo
Coda e intensità	$L a/R \approx 0$: t_{queue} molto piccolo $L a/R \rightarrow 1$: cresce in modo non lineare $L a/R \geq 1$: $t_{\text{queue}} \rightarrow \infty$
Collo di bottiglia	$\text{throughput} = \min(R_1, R_2, \dots, R_N)$
N connessioni	$\text{throughput} = \min(R_s, R_c, R/N)$

Strati, PDU e overhead

Strati OSI	7 applicazione, 6 presentazione, 5 sessione, 4-1 come Internet sezione per sezione: 1-3; da estremo a estremo: 4-7
Strati Internet	5 applicazione (messaggio), 4 trasporto (segmento: TCP, UDP) 3 rete (pacchetto: IP), 2 collegamento (frame), 1 fisico (bit)
PDU di strato N	$(N)\text{-PDU} = (N)\text{-PCI} + (N)\text{-SDU}$ $(N)\text{-SDU} = (N+1)\text{-PDU}$
Extra-informazione	sul totale: $\text{extra}/(\text{file} + \text{extra})$ sul file: extra/file

Framing (strato 2)

Frame	PCI + SDU + PCI	PCI in parte all'inizio, in parte alla fine
Flag, control escape	flag = 01111110	control escape = 01111101

Bit stuffing e byte stuffing

	Bit stuffing	Byte stuffing
Trasmettitore	11111 $\rightarrow$ 111110	davanti a ogni flag o control escape dei dati: un control escape
Ricevitore	111110 $\rightarrow$ 11111 dopo 11111: 0 eliminato, 1 flag	due control escape $\rightarrow$ uno control escape, flag $\rightarrow$ flag (dato) flag da solo: delimitatore
Costo	+1 bit per ogni 11111	+8 bit per flag o control escape

Controllo di parità singola

Bit di parità	$b_{k+1} = \left(\sum_{i=1}^k b_i \right) \bmod 2$	k bit informativi
Codeword valida	$\left(\sum_{i=1}^{k+1} b_i \right) \bmod 2 = 0$	
Errori rivelati	numero dispari di bit errati: sì	numero pari: no