

## FORMULE TELECOMUNICAZIONI

### • ETHERNET

- $\frac{\text{Trama min.}}{\text{Velocità rete}} \geq \frac{2D}{200} + 2 * \text{Ritardo} \rightarrow \text{trama minima} = 512 \text{ bit}$

### • WI-FI LAN

- $T_{MPDU} = \frac{(\text{MAC HEADER} + \text{PAY}) * 8}{C} \rightarrow C = \text{capacità linea \& MAC HEADER}$   
= 28 bytes

- $T_{ACK} = \frac{ACK * 8}{\text{Basic Rate}}$

- $E[BACK] = \frac{CW_{min}}{2} * 20 \rightarrow \text{slot Backoff} = 20 \mu s$

- $Thr = \frac{E[PAY]}{Sifs + Pre + T_{MPDU} + Pre + T_{ACK} + DIFS + E[BACK]}$

- $T_{RTS} = \frac{RTS * 8}{\text{Basic Rate}}$

- $T_{CTS} = \frac{CTS * 8}{\text{Basic Rate}}$

- $Thr =$

$$\frac{E[PAY]}{Pre + T_{RTS} + Sifs + Pre + T_{CTS} + Sifs + Pre + T_{MPDU} + Sifs + Pre + T_{ACK} + Difs + E[BACK]}$$

### • RETRANSMISSION

- Condizione tx. Continua  $\rightarrow \frac{W * MSG}{C} \geq \frac{MSG}{C} + RTT$

- Pipelining  $\rightarrow Thr = \min(C', C) \rightarrow C' = \frac{MSG}{Pre + MSG + Head + T_{Ack} + RTT} * C$

(MSG è il payload)

- Stop & Wait  $\rightarrow Thr = \frac{MSG}{RTT + \frac{MSG}{C} + \frac{ACK}{C} + 2\epsilon}$

- Go-Back-N  $\rightarrow Thr = \frac{MSG}{RTT + \frac{MSG}{C} + \frac{ACK}{C}} \rightarrow W_s \leq N-1$

- Selective repeat  $\rightarrow Thr = \frac{MSG}{RTT + \frac{MSG}{C} + \frac{ACK}{C}} \rightarrow W_s + W_r \leq N$

- Bandwidth Delay Product  $\rightarrow C * RTT$

## FORMULE TELECOMUNICAZIONI

### • ETHERNET

- $\frac{\text{Trama min.}}{\text{Velocità rete}} \geq \frac{2D}{200} + 2 * \text{Ritardo} \rightarrow \text{trama minima} = 512 \text{ bit}$

### • WI-FI LAN

- $T_{MPDU} = \frac{(\text{MAC HEADER} + \text{PAY}) * 8}{C} \rightarrow C = \text{capacità linea \& MAC HEADER}$   
= 28 bytes
- $T_{ACK} = \frac{ACK * 8}{\text{Basic Rate}}$
- $E[BACK] = \frac{CW_{min}}{2} * 20 \rightarrow \text{slot Backoff} = 20 \mu s$
- $Thr = \frac{E[PAY]}{Sifs + Pre + T_{MPDU} + Pre + T_{ACK} + DIFS + E[BACK]}$
- $T_{RTS} = \frac{RTS * 8}{\text{Basic Rate}}$
- $T_{CTS} = \frac{CTS * 8}{\text{Basic Rate}}$
- $Thr =$

$$\frac{E[PAY]}{Pre + T_{RTS} + Sifs + Pre + T_{CTS} + Sifs + Pre + T_{MPDU} + Sifs + Pre + T_{ACK} + Difs + E[BACK]}$$

### • RETRANSMISSION

- Condizione tx. Continua  $\rightarrow \frac{W * MSG}{C} \geq \frac{MSG}{C} + RTT$
- Pipelining  $\rightarrow Thr = \min(C', C) \rightarrow C' = \frac{MSG}{Pre + MSG + Head + T_{Ack} + RTT} * C$   
(MSG è il payload)
- Stop & Wait  $\rightarrow Thr = \frac{MSG}{RTT + \frac{MSG}{C} + \frac{ACK}{C} + 2\epsilon}$
- Go-Back-N  $\rightarrow Thr = \frac{MSG}{RTT + \frac{MSG}{C} + \frac{ACK}{C}} \rightarrow W_s \leq N-1$
- Selective repeat  $\rightarrow Thr = \frac{MSG}{RTT + \frac{MSG}{C} + \frac{ACK}{C}} \rightarrow W_s + W_r \leq N$
- Bandwidth Delay Product  $\rightarrow C * RTT$

- HDLC

- Bit Stuffing → 0111.1110 [Flag]

1. TX: ogni 11111 si inserisce uno 0;
2. RX: controlla i 11111 poi:
  1. Se il bit dopo è 0, allora viene rimosso;
  2. Se i bit successivi sono 10 allora è un flag;
  3. Altrimenti errore;

- Byte stuffing → 7E [Flag]

1. Byte riservati: 7E & 7D;
2. Se presenti nel frame:
  1.  $7E = 7D + 7E \text{ XOR } 0010.0000 = 7D + 5E;$
  2.  $7D = 7D + 7D \text{ XOR } 0010.0000 = 7D + 5D;$

- WIRELESS CELLULAR NETWORK

- Friis free-space model →  $P_r(d) = \frac{P_t * G_t * G_r}{L} * \left( \frac{C}{4\pi * f * d} \right)^2$   
*L* lost. *C* speed of light
- $M = P_{ricevuta} - P_{threshold}$
- $P_r(d) = 10 \log_{10} P_r(d_0) - 10 \eta \log_{10} \left( \frac{d}{d_0} \right)$
- $Outage = \frac{\text{erfc}\left(\frac{M}{\sqrt{2}\sigma_{dB}}\right)}{2}$

- COVERAGE

- $K = i^2 + j^2 + ij$
- $D = R\sqrt{3K}$  distanza di riuso
- $q = D/R = \sqrt{3K}$
- $D = R\sqrt{3}$  distanza tra due celle
- $Area_{cella \text{ esagono}} = \frac{3\sqrt{3}}{2} R^2$



- $\text{Area}_{\text{settore}} = \frac{3\sqrt{3}}{2} R^2$
- $\text{Area}_{\text{cluster}} = k * \frac{3\sqrt{3}}{2} R^2$
- $\frac{S}{N} \approx \frac{S}{I} = 10 * \eta * \log_{10} \left( \frac{R}{R_{\text{da dove la considero}}} \right)$
- $\frac{S}{N} \approx \frac{S}{I} \leq 10 \log_{10} \left( \frac{(3k)^{\frac{\eta}{2}}}{6/f} \right) \rightarrow j \text{ è il n° di settori}$
- $CCI = 10^{\frac{S}{I} * \frac{1}{10}} \leq \frac{(3k)^{\frac{\eta}{2}}}{6/f} \rightarrow j \text{ è il n° di settori}$

## • TELE-TRAFFIC

- $A_s$  = traffico smaltito in Erlang =  $E[N_c] = N^\circ$  medio di circuiti usati
- $A_i = \lambda * \tau \rightarrow A_i$  è il traffico offerto da un utente,  $\lambda$  è il tasso di arrivo &  $\tau$  è la durata
- $A_0 = N * A_i$
- $A_p = A_0 * B$
- $A_s = (1-B) * A_0$
- $B = \text{ErlB}(A_0, C) = \frac{\frac{A_0^C}{C!}}{\sum_{l=0}^C \frac{A_0^l}{l!}} \rightarrow \text{L'erlangB non è lineare}$
- $P(k \text{ chiamate att. con } C \text{ circuiti}) = \frac{\frac{A_0^k}{k!}}{\sum_{l=0}^C \frac{A_0^l}{l!}}$
- $P(k \text{ chiamate att. } n \text{ utenti}) = \binom{n}{k} A_i^k (1-A_i)^{n-k}$
- $P(k \text{ chiamate att. } \infty \text{ utenti}) = e^{-A_0} * \frac{A_0^k}{k!} \rightarrow \text{Poisson}$
- $\eta = \frac{A_s}{C} \rightarrow \text{Trunking gain: l'efficienza aumenta all'aumentare di } C$
- $T_{\text{interarrivo medio}} = \frac{1}{\lambda}$   
 tempo di interarrivo  $\sim \text{expNeg} = 1 - e^{-\lambda t} = \lambda e^{-\lambda t}$

- MUX

- $T_{\text{Ritardo}} = \frac{1}{\mu_m - \lambda_m} \Rightarrow \lambda_m \left[ \frac{p}{s} \right]$  è il traffico offerto al mux &  $\mu_m \left[ \frac{p}{s} \right]$  è il tasso di servizio del mux
- $\mu_m = \frac{\text{RateC}}{\text{MSG} \cdot 8} \Rightarrow \text{RateC}$  è la velocità del mux
- $\lambda_m = \frac{A_s \cdot \text{RateB}}{\text{MSG} \cdot 8} = A_s \cdot \lambda_i \Rightarrow \text{RateB}$  è la velocità degli utenti &  $\lambda_i$  è il traffico offerto da ogni utente
- $\lambda_i = \frac{\text{RateB}}{\text{MSG} \cdot 8}$
- La percentuale che ci dà  $\Rightarrow \% = \frac{\lambda}{\mu}$
- $A_s \cdot \text{RateB} = \text{RateC} \cdot \%$

- Catene di Markov

- Little :  $E[N] = E[T] \cdot \lambda$
- Coda M/M/1
  1.  $\rho = \frac{\lambda}{\mu}$
  2.  $E[\text{circuiti occupati}] = A_s = \frac{\lambda_{\text{accettate}}}{\mu}$
  3.  $P(k \text{ clienti nel sistema}) = (1-\rho) \cdot \rho^k$
  4.  $P(\text{sistema vuoto}) = (1-\rho)$
  5.  $P(i \text{ o } j \text{ clienti}) = (1-\rho) \cdot \rho^i + (1-\rho) \cdot \rho^j$
  6.  $P(+ \text{ di } k \text{ clienti davanti un cliente}) = \rho^{k+1}$
  7.  $E[T] = \frac{1}{\mu - \lambda}$
  8.  $P(k \text{ pacchetti in un tempo } t) = \frac{(\lambda t)^k e^{-\lambda t}}{k!}$
  9.  $P(T \leq t) = 1 - e^{-(\mu - \lambda) \cdot t} = K = \text{Percentile}$
  10.  $t = \frac{\ln(1-K)}{-(\mu - \lambda)}$

11. Numero medio di utenti nel sistema =  $E[N] = \frac{\rho}{1-\rho}$

12. Numero medio di clienti in SOLA coda =  $E[Q] = \frac{\rho^2}{1-\rho}$

13. Tempo medio in SOLA attesa nel sistema =  $E[T] = \frac{\frac{\lambda}{\mu}}{\mu-\lambda} =$   
 $\frac{\rho}{\mu-\lambda}$