

ESERCIZIO 3: Si considerino  $n$  stazioni trasmettenti (numerate a partire da 1) in comunicazione wireless con una stazione ricevente (BS) tramite un protocollo di accesso al mezzo (MAC). Tale protocollo preveda che la BS coordini l'accesso al mezzo tramite un meccanismo di *polling*. In particolare, essa invii a turno (*round-robin*) un messaggio  $P_i$  diretto alla stazione  $i$ : se essa ha dei dati da inviare, allora confeziona una (**una sola**) trama di durata  $D_i$  unita` temporali e la invia alla stazione ricevente; altrimenti, essa invia una speciale trama di durata  $N$  unita` temporali che comunica alla stazione ricevente di non avere al momento dati in attesa di essere inviati. Sia  $N < D_i$  per ogni stazione trasmettente  $i$ .

Un esempio di comunicazione con  $N=3$  e` riportato in Figura 1, nell'ipotesi in cui la stazione 1 non possiede dati in coda di trasmissione, mentre la stazione 2 e la stazione 3 sono attive. Sia la durata di ogni messaggio di *polling* costante e pari a  $P$  unita` temporali.

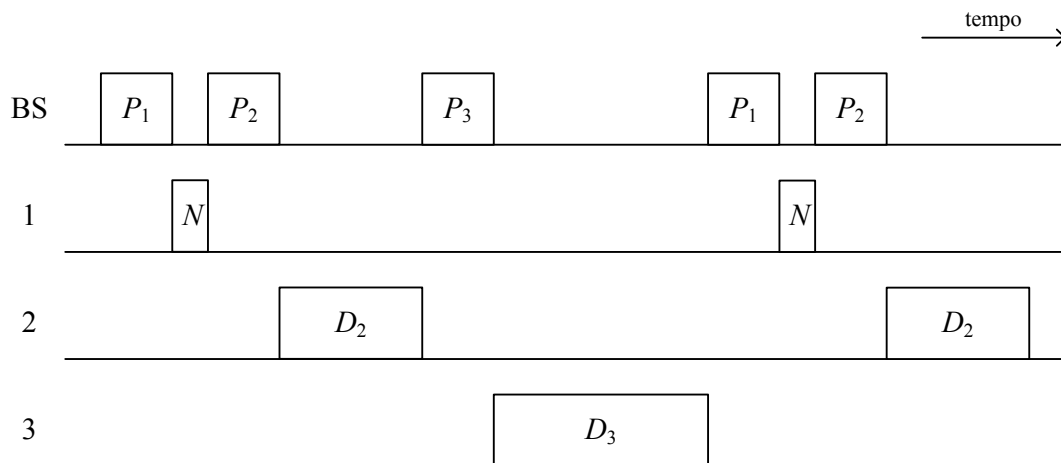


Figure 1 Esempio di invio di trame dalle stazioni trasmettenti alla stazione ricevente.

Nell'ipotesi che le trame abbiano la medesima durata, pari a  $D$  unita` temporali, il candidato risponda ai seguenti quesiti:

1. Si calcoli la capacita`  $\rho$  del protocollo in funzione degli altri parametri di sistema nei seguenti casi: (a) tutte le stazioni sono continuamente attive; (b) solo una stazione e` continuamente attiva, mentre tutte le altre non hanno dati da trasmettere alla BS. Inoltre, per ciascuno dei due casi discuta l'andamento qualitativo della capacita` al variare del numero di stazioni trasmettenti  $n$ .
2. Si derivi il massimo ritardo  $d_{max}$  che puo` sperimentare una trama che si trovi in attesa di essere inviata e in testa alla coda di trasmissione.

3. Si calcoli il massimo throughput  $r_{max}$  che una generica stazione puo` raggiungere, supponendo che la quantita` di informazione contenuta in una trama sia  $B$ . Inoltre, si esprima il minimo throughput  $r_{min}$  garantito ad una generica stazione in funzione degli altri parametri del sistema.
4. Siano  $D = 900 \mu s$ ,  $P = 100 \mu s$ ,  $N = 200 \mu s$ ,  $B = 125$  bytes. Si calcoli il massimo numero di stazioni tale per cui il delay massimo e` inferiore o uguale a 50 ms e il throughput minimo garantito e` maggiore o uguale di 100 Kb/s.

## RISOLUZIONE ESERCIZIO

1. I due casi (a) e (b) sono illustrati in Figura 2.

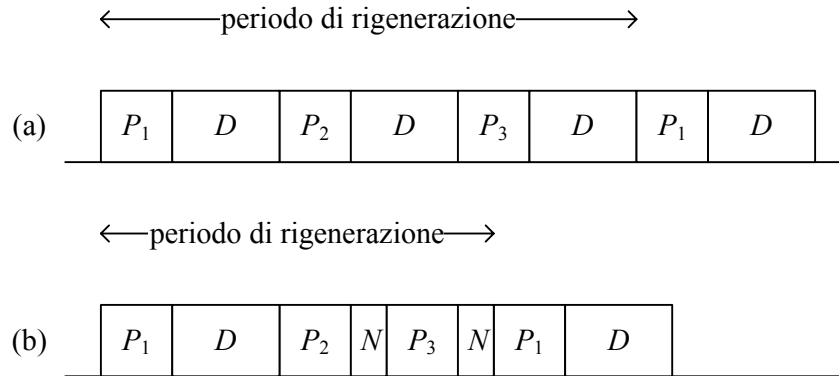


Figure 2 Diagramma temporale del protocollo nei due casi: (a) tutte le stazioni sono sempre attive; (b) solo una stazione (la prima, nell'esempio) e' attiva.

La capacita' puo' quindi essere espressa come:

$$\rho_a = \frac{nD}{nD + nP} = \frac{1}{1 + \frac{P}{D}}$$

$$\rho_b = \frac{D}{D + (n-1)N + nP} = \frac{1}{1 - \frac{N}{D} + n\frac{N+P}{D}}$$

Si noti come la capacita' *non* dipende dal numero di stazioni trasmettenti nel caso (a), in quanto ciascuno contribuisce in eguale misura all'occupazione del mezzo trasmissivo. Al contrario, nel caso ci sia una sola stazione attiva, allora la capacita' diminuisce all'aumentare del numero di stazioni nel sistema, le quali contribuiscono negativamente alla capacita' apportando esclusivamente *overhead* di protocollo.

2. Il massimo ritardo che una trama in testa alla coda di trasmissione puo' sperimentare e' ottenuto nel caso in cui tutte le stazioni hanno dati da trasmettere, in quanto  $D > N$  per ipotesi, nel qual caso:

$$d_{max} = n(D + P)$$

3. Per definizione il throughput corrisponde alla quantità di dati inviati nell'unità di tempo. Il throughput massimo raggiungibile da una stazione si ottiene nel caso in cui tutte le stazioni, tranne quella per la quale viene effettuato il calcolo, non hanno trame da inviare:

$$r_{max} = \frac{B}{D + (n-1)N + nP}$$

Mentre il minimo throughput per una stazione è ottenuto quando tutte le stazioni sono attive contemporaneamente:

$$r_{min} = \frac{B}{nD + nP}$$

4. Il minimo numero  $m$  di stazioni che rispetta entrambe le condizioni richieste è ottenuto risolvendo il seguente sistema di disequazioni:

$$\begin{cases} mD + mP \leq d_{max} \\ \frac{B}{mD + mP} \geq r_{min} \end{cases}$$

Dal quale si ottiene:

$$\begin{cases} m \leq \frac{d_{max}}{D + P} \\ m \leq \frac{1}{r_{min}} \cdot \frac{B}{D + P} \end{cases} \Rightarrow m \leq \min \left\{ \frac{d_{max}}{D + P}, \frac{1}{r_{min}} \cdot \frac{B}{D + P} \right\}$$

Sostituendo i valori specificati, si ottiene infine:

$$m \leq \min \{ 50, 10 \}$$

Per cui il massimo numero di stazioni supportato dal sistema che garantisca i requisiti specificati è  $m = 10$ .