

## Tecniche di accesso al mezzo

### ALOHA

Il protocollo di accesso ALOHA è usato in reti di comunicazione in cui un gran numero di utenti non coordinati si contendono lo stesso canale trasmissivo.

L'idea di base che si nasconde dietro ALOHA è che semplicemente ciascun utente sia autorizzato a trasmettere non appena ne ha necessità.

Il protocollo non esclude la possibilità di collisioni, ovvero il fatto che possano verificarsi trasmissioni, da parte di differenti stazioni, simultanee o sovrapposte, le quali non possano essere decodificate dal ricevitore.

In tal caso i pacchetti in collisione devono essere re-inviati. Tuttavia, essi non possono essere re-inviati fintantochè non sia trascorso un tempo di attesa calcolato in modo random. Se così non fosse, le stesse trasmissioni da parte delle medesime stazioni entrerebbero di nuovo in collisione.

Per l'analisi del throughput, assumiamo come ipotesi di lavoro che tutti i pacchetti trasmessi abbiano stessa lunghezza, e vengano perciò tutti trasmessi nello stesso tempo  $T$ .

Supponiamo che all'istante  $t=0$  una stazione  $S_1$  inizi a trasmettere un pacchetto. Affinchè non avvengano collisioni, non devono esserci altre stazioni che trasmettano in un intervallo pari a  $2T$ . Utilizzando una distribuzione poissoniana dei pacchetti generati dalle varie stazioni, e considerando  $\lambda$  come tasso d'arrivo dei pacchetti, la probabilità di interarrivo  $P_m$  (ovvero la probabilità di avere  $m$  stazioni trasmittenti in  $T$  quando il tasso di arrivo è  $\lambda$ ) è:

$$P_m = \frac{(\lambda T)^m}{m!} \cdot e^{-\lambda T}$$

Dunque la probabilità che non avvenga nessuna collisione è uguale alla probabilità che ci siano 0 arrivi (nessuna stazione trasmittente) nell'intervallo di vulnerabilità.

Il throughput del protocollo ALOHA puro risulta essere

$$S = G \cdot e^{-2G}$$

dove  $G$  è il numero massimo di tentativi su unità di tempo. Il massimo throughput risulta essere circa il 18%.

### SLOTTED ALOHA

A differenza dell'ALOHA puro, nello Slotted-ALOHA la trasmissione può avvenire solo all'inizio di un preciso intervallo temporale, che prende il nome di time-slot, con durata costante. In questo caso, una stazione che si trovi nella eventualità di trasmettere un pacchetto, non lo inoltra subito sul mezzo, ma attende l'inizio del time-slot più vicino. Questa variazione tempo-discreta del protocollo offre un throughput massimo che risulta essere il doppio di quello offerto dalla versione di base. Questo perchè ogni  $T$  secondi è possibile tentare l'occupazione del mezzo, dimezzando in tal modo l'intervallo di vulnerabilità (pari a  $2T$  in Pure-ALOHA).

Il throughput risulta essere quindi

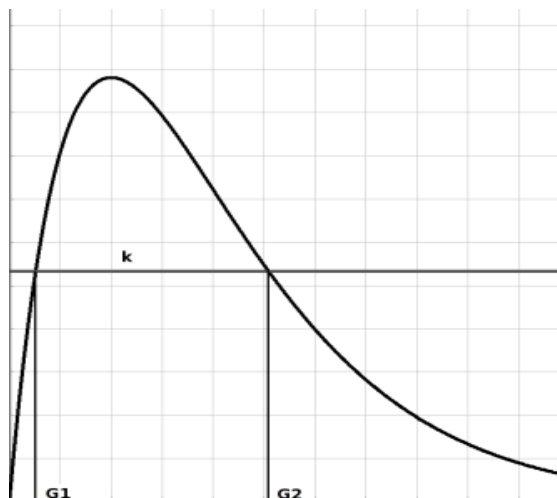
$$S = G \cdot e^{-G}$$

Il massimo valore del throughput si ha per  $G=1$ , e risulta pari a  $1/e = 36.8\%$ .

Un punto critico di Slotted-ALOHA è la sua stabilità.

Consideriamo il seguente grafico, che mostra l'andamento del throughput in funzione di  $G$  (ricordiamo che  $G$  rappresenta la frequenza di arrivo di pacchetti (utili e di ritrasmissione) su unità di tempo, in questo caso pacchetti su slot, mentre  $\lambda$  riguarda unicamente il tasso di generazione dei pacchetti utili, e non delle loro

ritrasmissioni) :



Come già affermato, si ottiene il massimo valore per  $G=1$ .

Supponiamo un tasso di generazione  $\lambda$  (nel grafico chiamato  $k$ ) inferiore a  $1/e$  (il valore massimo), a cui sono associati due valori di traffic data rate  $G1$  e  $G2$ . Inizialmente (se il sistema era in quiete) il punto di equilibrio in  $G1$  diventa significativo. Tuttavia, il throughput  $k$  rappresenta solo un valore medio su un certo lasso di tempo. Se, in un qualunque istante,  $G$ , a partire da  $G1$ , aumentasse di poco, il sistema tenderebbe a smaltire i pacchetti più velocemente di quanto non ne entrino (il nuovo throughput sarebbe maggiore di  $k$ ), e questo causerebbe l'abbassamento di  $G$  verso  $G1$  (il sistema tende a riallinearsi con il tasso di arrivo  $k$ ). Il sistema resta stabile sul punto  $(G1, k)$  fintantochè il traffic data rate  $G$  non incrementa in modo drastico nel breve termine.

Se, mantenendo costante  $k$ , si avesse un incremento repentino oltre 1 di  $G$  (aumento del traffico sulla rete dovuto ad un aumento occasionale delle collisioni, e quindi delle ritrasmissioni), il sistema tenderebbe ad avere throughput nullo. Infatti in tal caso, supponendo di trovarci nel punto di lavoro  $G2$ , se ci fosse momentaneamente un tasso di arrivo  $k(t) < k$ , ciò provocherebbe un abbassamento del throughput, con la conseguenza di avere maggiori stazioni collidenti e un incremento quindi di  $G$ , che porta ad un abbassamento ulteriore del throughput. Quando ciò avviene,  $G$  continua ad incrementare, con la conseguenza di un abbassamento irreversibile del throughput fino a 0.

Questo spiega perchè il protocollo di accesso Slotted-ALOHA risulti instabile. Questa instabilità tuttavia può essere evitata utilizzando certi accorgimenti (ad esempio usando algoritmi di backoff per la ritrasmissione).

Questo è il sistema di accesso utilizzato dal terminale in GSM per richiedere alla Base Station l'allocazione di risorse radio per una comunicazione.

### CSMA NON-PERSISTENTE

Un difetto dei protocolli ALOHA e Slotted-ALOHA potrebbe essere il seguente: in entrambi i protocolli non avviene un ascolto del canale trasmissivo, il quale potrebbe ridurre la probabilità di collisioni. Nel caso del protocollo di accesso al mezzo CSMA NON-PERSISTENTE, in caso di trasmissione di un pacchetto, la stazione per prima cosa monitorizza il mezzo trasmissivo: se non c'è un'altra trasmissione in atto, invia il pacchetto, altrimenti attende un tempo random. Al termine del tempo random, ricontrolla il canale e, se libero, tenta la trasmissione. Il difetto principale di questo metodo è che si ha ritardo di trasmissione anche in caso di basso carico. Il vantaggio principale è che si riduce la probabilità di collisioni.

### CSMA 1-PERSISTENTE

Si tratta della versione con  $P = 1$  del CSMA P-PERSISTENTE. La stazione, non appena deve inviare un

pacchetto, ascolta il canale: se e' rilevato libero, il pacchetto viene subito trasmesso, altrimenti attende fino al suo disimpegno. Non appena il canale si libera, avviene immediatamente la trasmissione. In caso di collisione, attende un tempo random, dopodichè ritenta la trasmissione. Questo ci porta alla conclusione che ci sarà sempre una collisione se due nodi vorranno trasmettere nello stesso istante. In caso di basso carico però si avrà una occupazione più efficiente del canale. Il throughput massimo risulta essere di circa il 55%.

### CSMA P-PERSISTENTE

Per evitare che, a seguito di una collisione, le macchine trasmettano tutte contemporaneamente non appena si libera il canale, sono state introdotte delle modifiche. In caso di CSMA P-PERSISTENTE avviene quanto segue: viene effettuata una monitorizzazione continua del canale da parte di ogni stazione. Quando una stazione deve trasmettere, la stazione per prima cosa controlla se il canale e' libero. Se il canale è occupato, attende che si liberi. Non appena rileva il canale libero, trasmette con una probabilità pari a  $P$ , oppure effettua un delay della trasmissione di uno slot-time con probabilità pari a  $1-P$ . Se decide di trasmettere e avviene una collisione, ritenta la ri-trasmissione nello stesso modo. Se decide di effettuare un delay, ripete il processo.

