



Corso di Sistemi Telematici a.a. 2010/2011 Reti Locali e Protocolli di Accesso al Mezzo (MAC) (PARTE 2)



Accesso multiplo con allocazione dinamica controllata

Accesso multiplo

Con allocazione
statica

Con allocazione
dinamica

Controllata

Casuale

In modo
centralizzato

In modo
distribuito



Accesso multiplo con allocazione dinamica controllata

- Si distinguono i casi di:
 - controllo centralizzato
 - controllo distribuito



Accesso multiplo con allocazione dinamica controllata

Accesso multiplo

Con allocazione
statica

Con allocazione
dinamica

Controllata

Casuale

In modo
centralizzato

- *Polling (o Round Robin)*

In modo
distribuito



Accesso multiplo con allocazione dinamica controllata

Controllo centralizzato:

- ❑ Una delle stazioni (primaria) provvede ad abilitare ognuna delle altre (secondarie) ad emettere
- ❑ Polling o Round-robin



Esempio: Polling

- ❑ Ciascuna stazione a turno ha l'opportunità di trasmettere
- ❑ Quando viene il suo turno la stazione:

se non ha trame in coda:

declina l'opportunità di trasmettere

se ha trame in coda:

trasmette le trame fino ad un numero massimo

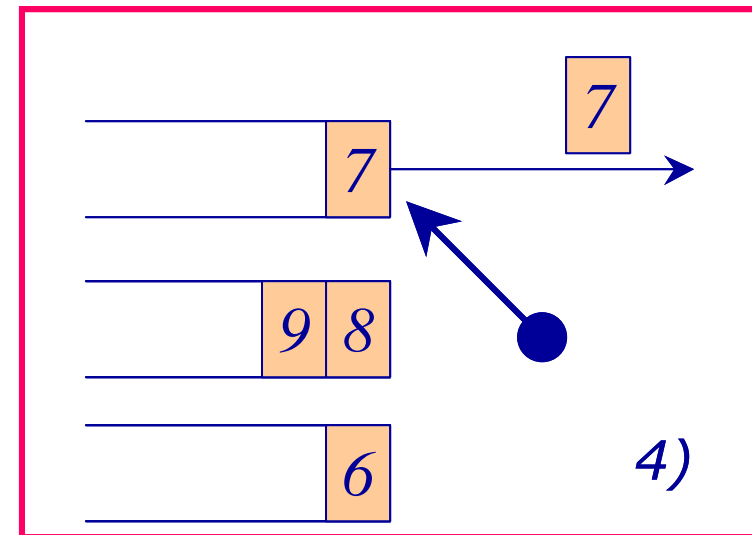
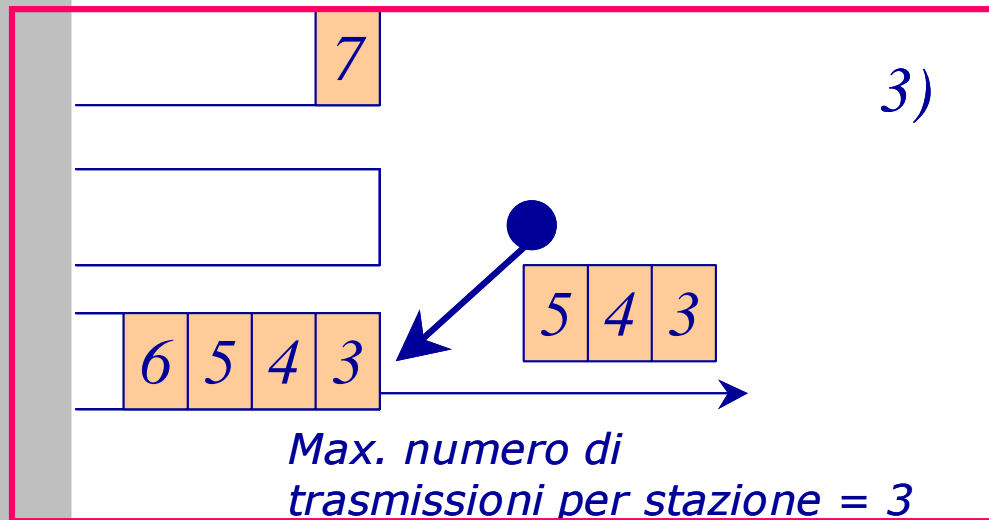
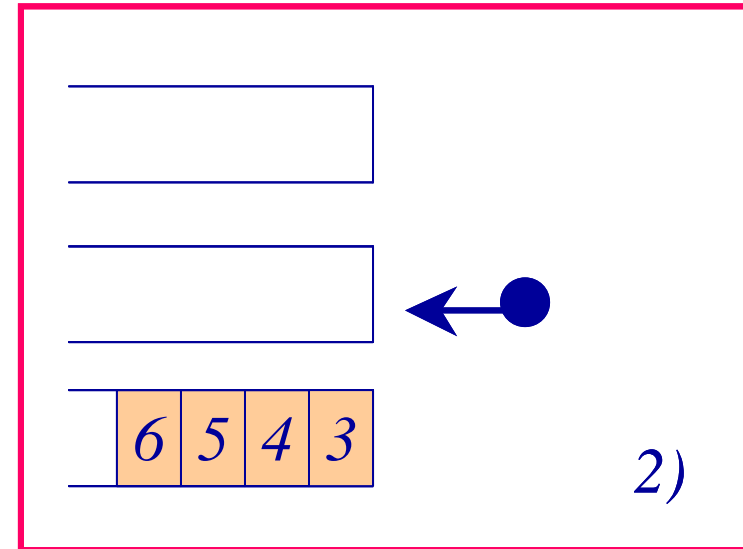
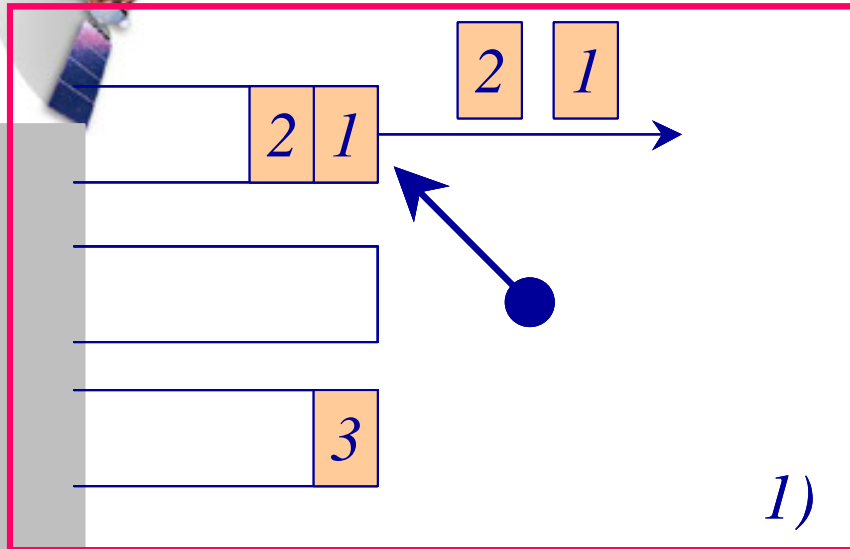
Il diritto a trasmettere passa quindi alla stazione successiva



Polling: tempo di servizio

- Il tempo di servizio, ossia il tempo per cui una stazione può trasmettere una volta ottenuto il permesso può essere:
 - Illimitato => *servizio esaustivo*
 - Limitato => *servizio limitato* e *k-limitato* se si consente la trasmissione di k pacchetti consecutivi prima di rilasciare il controllo.

Esempio: Polling



Polling: considerazioni

- ❑ I messaggi di polling ricevuti dalle stazioni in successione ciclica, e i successivi messaggi di rilascio del canale inviati alla fine della trasmissione da ogni stazione usano le risorse trasmissive del sistema e quindi riducono la banda disponibile per i messaggi di informazione d'utente
 - se il canale è sequenziale, ossia prevede già un ordinamento fisico fra le stazioni, come nel caso della topologia ad anello, il passaggio del controllo può non essere esplicitamente indirizzato. Basta, infatti, un solo simbolo logico (*token*) che venga fermato dalla stazione che ne ha bisogno e poi rilasciato verso la successiva=> protocolli a **controllo distribuito**.
 - Anche in questo caso esiste un overhead dovuto all'invio del token

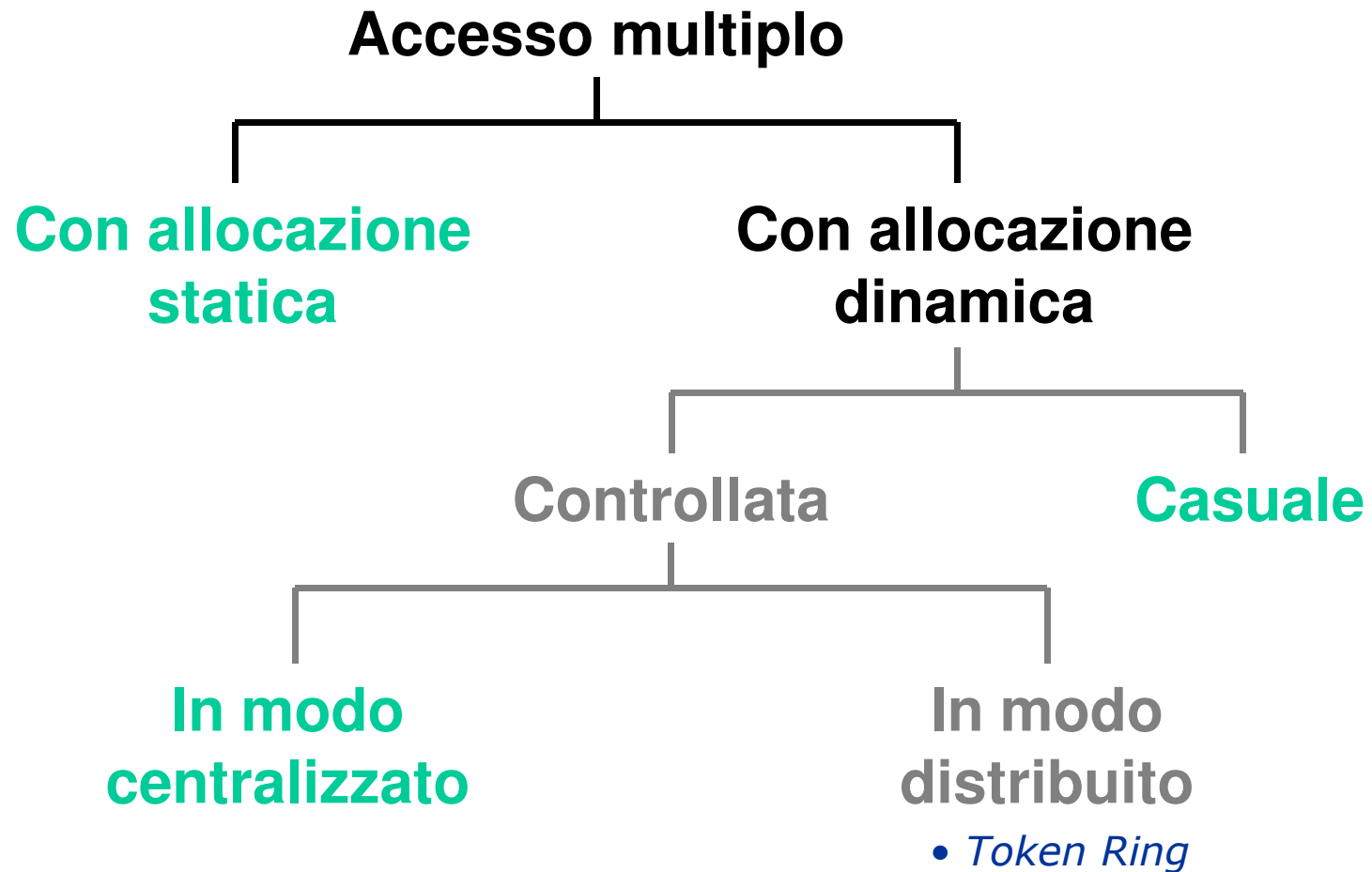


Polling: considerazioni

- ❑ **Pro:** consente un perfetto coordinamento tra le stazioni senza possibilità di sovrapposizione nelle trasmissioni
- ❑ **Contro:** bassa efficienza nel caso di reti con molte stazioni che generano poco traffico in modo fortemente intermittente
 - ad ogni istante il numero di stazioni che ha qualcosa da trasmettere è solo una piccola frazione del totale. Il messaggio di polling viene inviato a un gran numero di stazioni che non ne hanno bisogno e quindi la risorsa trasmissiva viene sprecata => **efficienza molto bassa e tempi di attesa delle poche stazioni che devono trasmettere molto elevati !**



Accesso multiplo con allocazione dinamica controllata



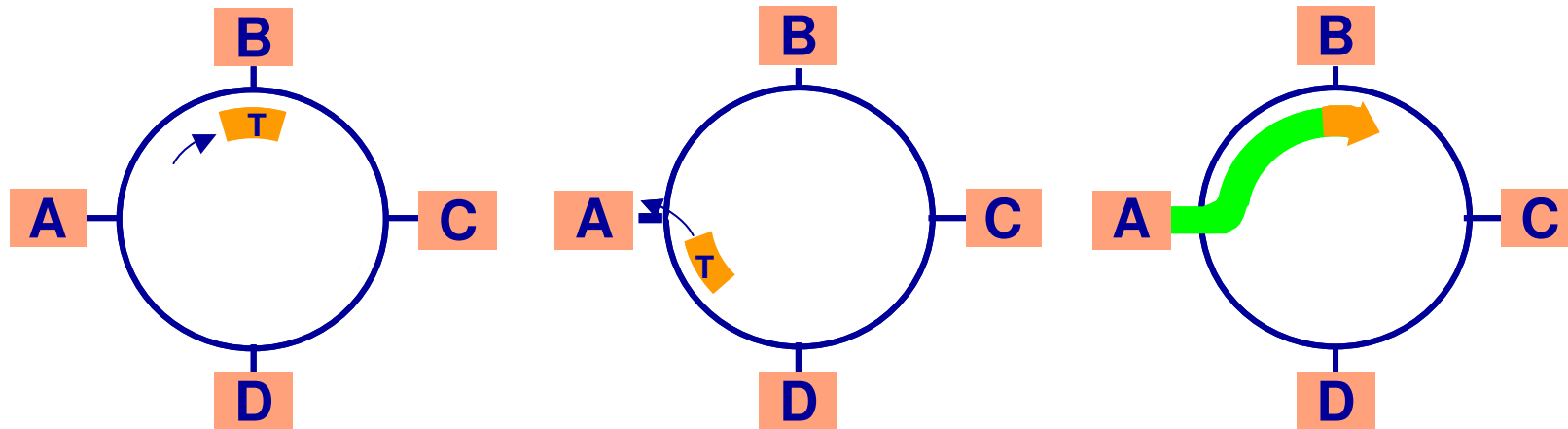


Accesso multiplo con allocazione dinamica controllata

Controllo distribuito

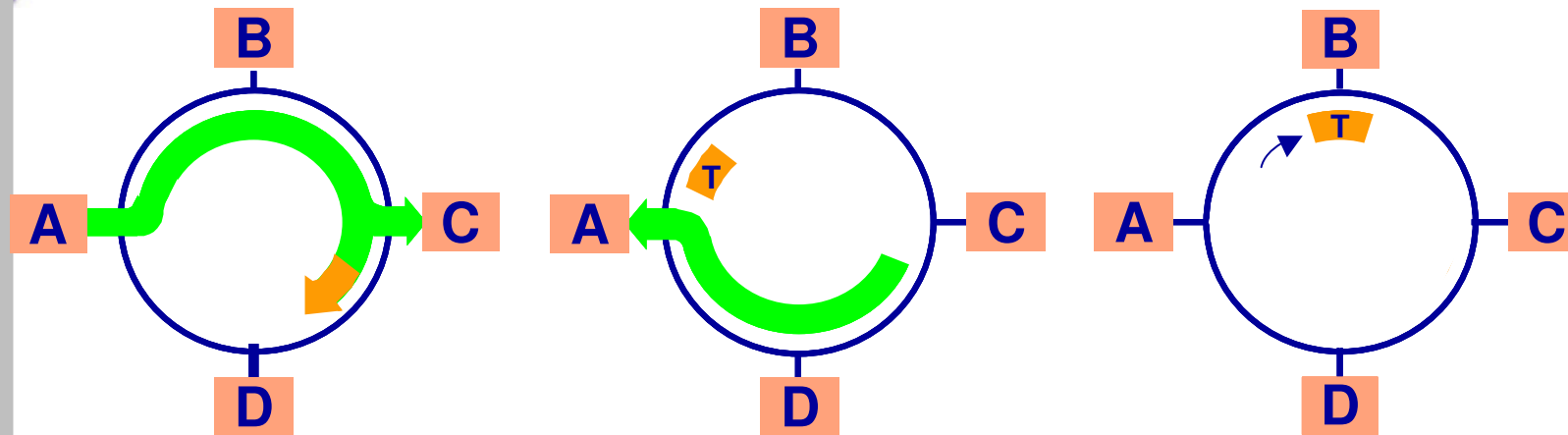
- ❑ Il controllo passa ordinatamente da stazione a stazione
- ❑ Le stazioni non attive non assorbono risorse
- ❑ Si consegue un'efficiente ripartizione della capacità di trasferimento del mezzo di comunicazione fra le sole stazioni attive

Protocolli ad accesso controllato: Token Ring



- ❑ All'interno dell'anello ruota un Token
- ❑ Il nodo mittente attende la ricezione del Token
- ❑ Modifica il Token *on the fly* e gli accoda la trama informativa

Protocolli ad accesso controllato: Token Ring



- ❑ Ogni nodo riceve la trama dall'interfaccia di ingresso e la rilancia su quella di uscita; il nodo destinatario riconosce l'indirizzo e *legge* la trama, ovvero la inoltra agli strati superiori.
- ❑ Quando la trama giunge di nuovo al nodo mittente, questi la rimuove dall'anello ed emette un nuovo Token che può essere catturato dai nodi a valle.



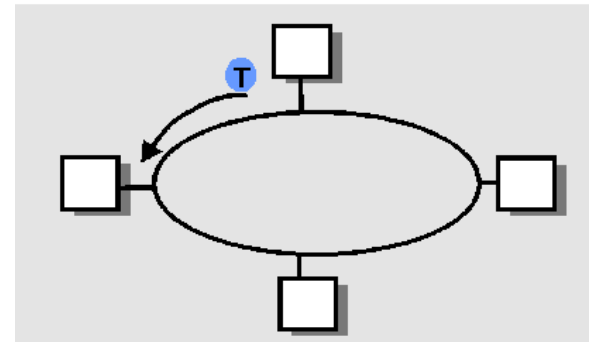
Protocolli "Taking Turns": confronto

Polling:

- ❑ il nodo master "invita" i nodi slave a trasmettere a turno
- ❑ messaggi Request to Send, Clear to Send
- ❑ criticità:
 - polling overhead
 - latenza
 - singolo punto di fallimento (master)

Token passing:

- ❑ token passato da un nodo all'altro in modo sequenziale
- ❑ token message
- ❑ criticità:
 - token overhead
 - latenza
 - singolo punto di fallimento (token)





Accesso multiplo con allocazione dinamica casuale

Il protocollo ALOHA

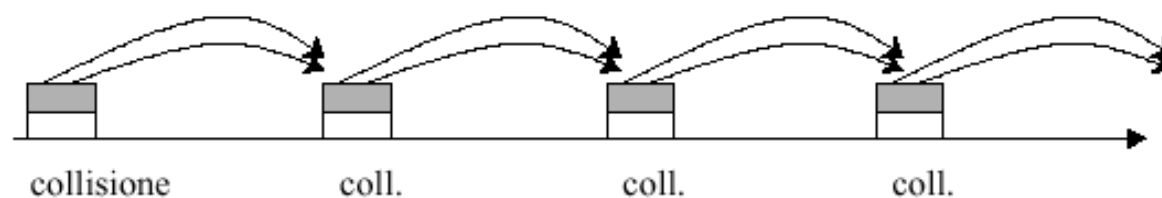
ALOHA

- ❑ E' il protocollo più semplice e fa a meno di ogni forma di coordinamento fra le stazioni
- ❑ Informazioni di servizio necessarie: solo il riscontro dell'avvenuta corretta trasmissione, solitamente ottenuta dalla stazione ricevente (protocollo "senza feedback di canale")
- ❑ Regole del protocollo:
 - i pacchetti nuovi vengono trasmessi appena generati
 - i pacchetti collisi vengono ritrasmessi dopo un tempo X , variabile casuale di opportune caratteristiche (leggi deterministiche di ritrasmissione (subito, dopo un tempo fisso, ecc.), portano inevitabilmente al ripetersi della situazione di collisione

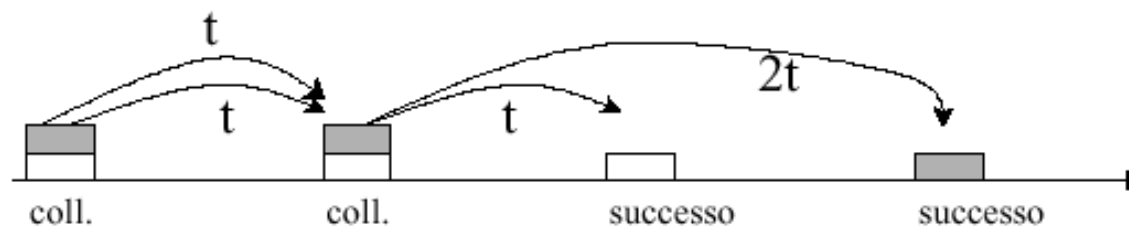


ALOHA: ritrasmissioni

ritrasmissione dopo un tempo fisso t :

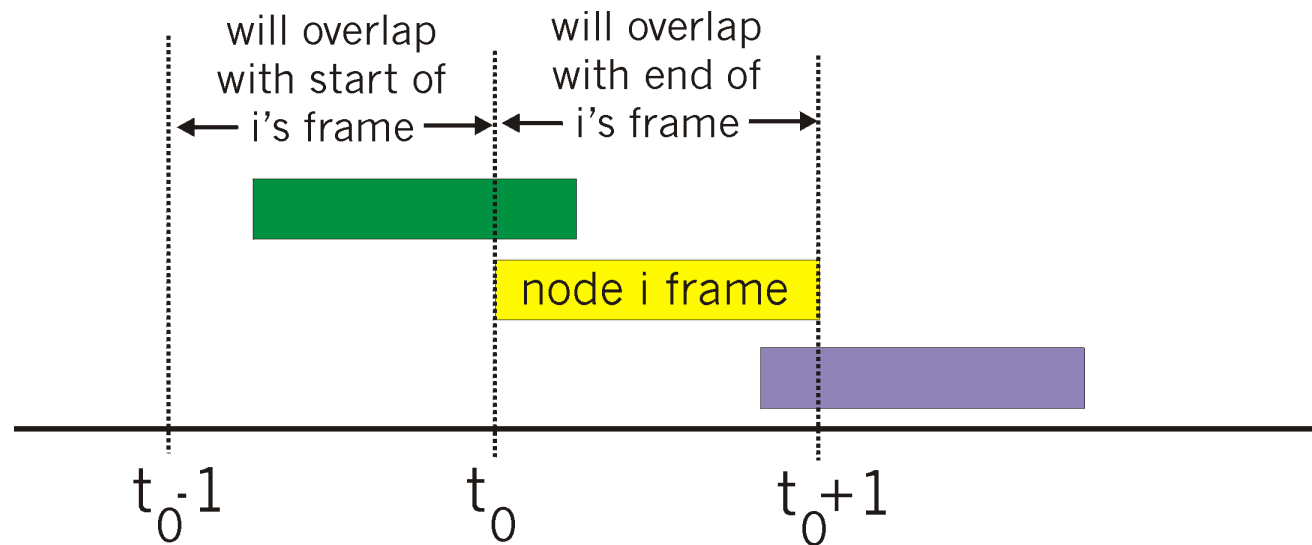


ritrasmissione dopo un tempo casuale $T [t, 2t]$:



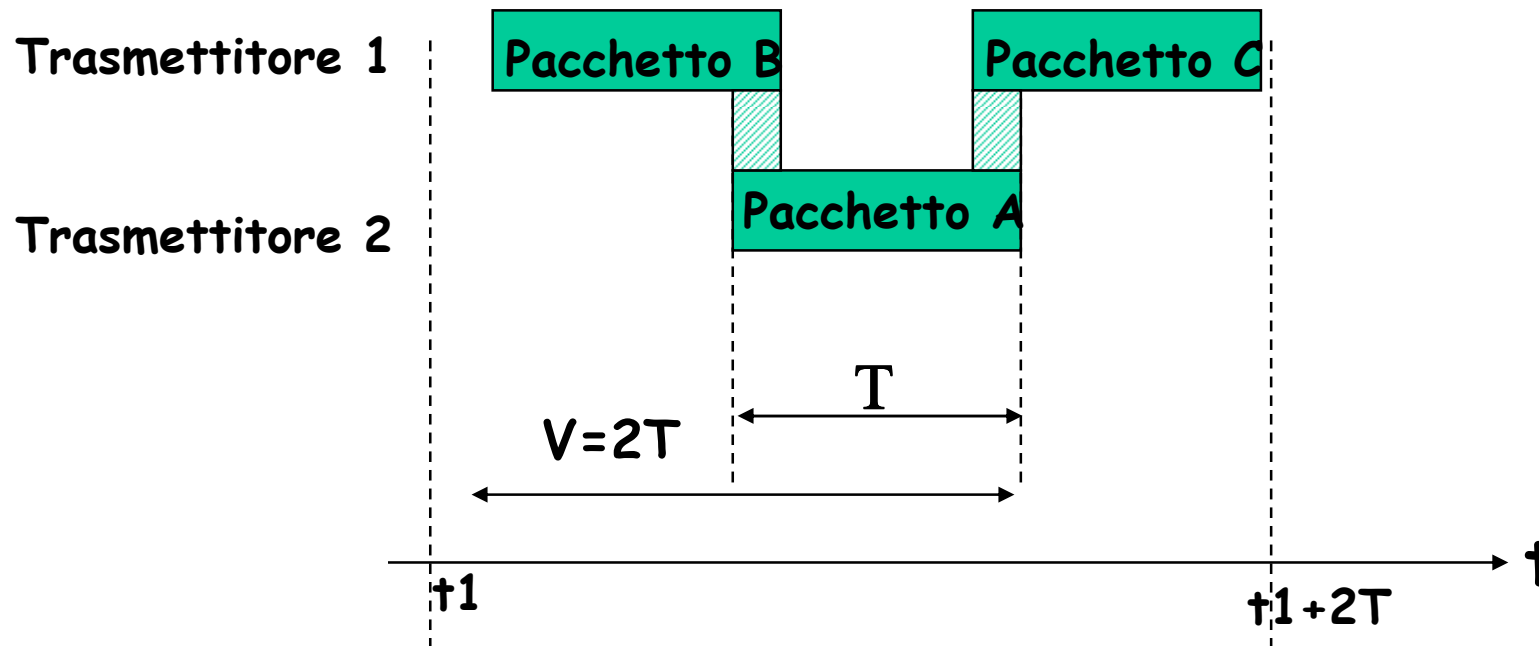
ALOHA

- ❑ no sincronizzazione
- ❑ se un pacchetto deve essere trasmesso:
 - inviato senza aspettare l'inizio dello slot
- ❑ probabilità di collisione:
 - il pkt inviato a t_0 collide con altri pkts inviati in $[t_0-1, t_0+1]$
 - tempo di trasmissione del pkt = 1



Aloha: prestazioni

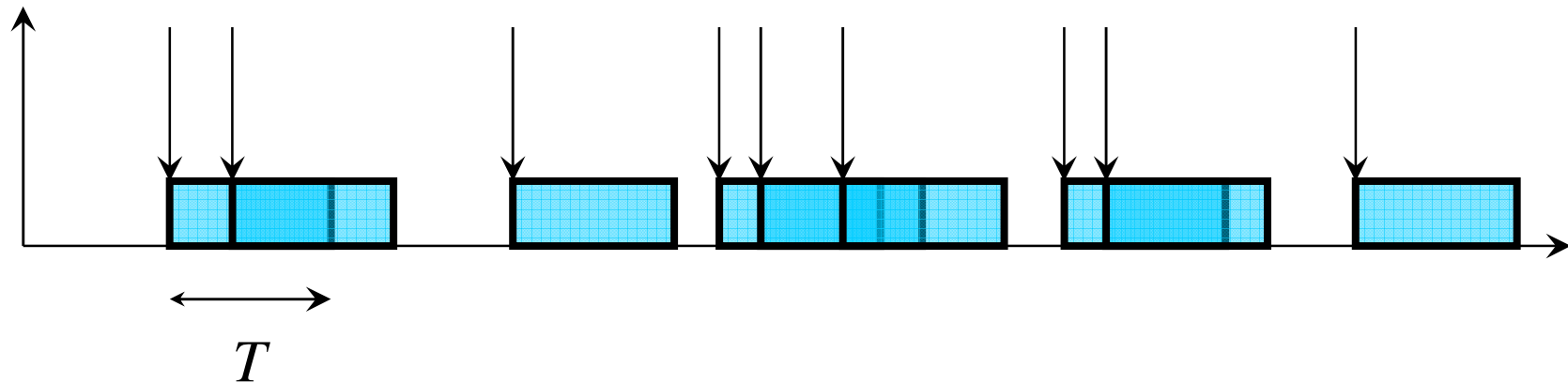
- Si definisce periodo di vulnerabilità V l'intervallo di tempo durante il quale i pacchetti possono subire collisioni con i pacchetti di altri utenti
- Il periodo V è pari a $2T$, dove T è la durata del pacchetto



Aloha: prestazioni

Assunzioni:

- i pacchetti hanno lunghezza costante (durata T)
- il data rate del canale è fissato
- gli utenti generano nuovi pacchetti a istanti casuali
- la trasmissione dei pacchetti ha una distribuzione di Poisson con tasso medio di arrivo di λ pkt/s





Aloha: prestazioni

- La frequenza di trasmissioni nell'unità di tempo T pari al tempo di trasmissione dei pacchetti è indicata con G ed è pari a:

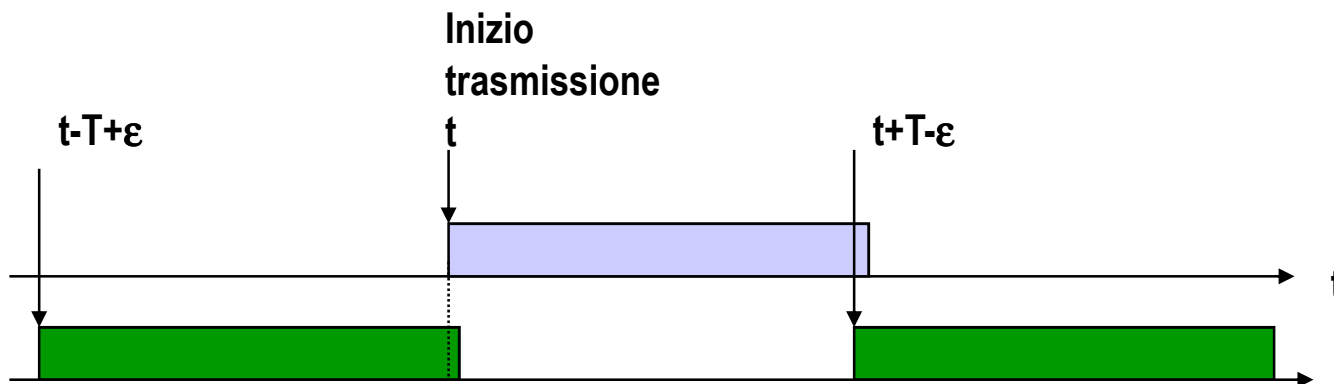
$$G = \lambda T$$

- G è il traffico sul canale (in Erlang) dovuto ai pacchetti generati;
- G è una misura relativa dell'utilizzazione del canale; se $G > 1$ i pacchetti generati superano il max rate di trasmissione del canale, quindi deve essere verificato che $0 < G < 1$
- La probabilità che vengano generati n pacchetti dalla popolazione utente, durante il tempo di durata di un pacchetto T è distribuita secondo Poisson:

$$\Pr(n, T) = ((\lambda T)^n e^{-\lambda T}) / n! = (G^n e^{-G}) / n!$$

ALOHA: prestazioni

- La probabilità che un pacchetto venga trasmesso senza essere disturbato da altri è pari alla probabilità che nessun altro pacchetto venga trasmesso T secondi prima e T secondi dopo l'inizio della trasmissione del pacchetto in oggetto
- in caso contrario le trasmissioni si sovrapporrebbero





Aloha: prestazioni

- La probabilità di non avere collisioni per un tempo pari al periodo di vulnerabilità è:

$$\Pr(n, 2T) = ((\lambda 2T)^n e^{-\lambda 2T}) / n! = ((2G)^n e^{-2G}) / n!$$

$$\text{per } n=0 \quad \Pr(0) = P_s = e^{-2G}$$

si ricordi che: $P[n(t, t + \tau) = k] = \frac{(\lambda \tau)^k}{k!} e^{-\lambda \tau}$



Aloha: prestazioni

- Quindi, per l'assunzione sul processo di Poisson sul traffico, la probabilità che una trasmissione non venga interferita da altre (probabilità di successo P_s) è data dalla probabilità che nell'intervallo di vulnerabilità $2T$ non vi siano altre trasmissioni, cioè:

$$P_s = e^{-2G}$$



ALOHA: prestazioni

- Il numero medio di pacchetti trasmessi con successo nell'intervallo di tempo T risulta allora essere:

$$S = Ge^{-2G}$$

- Tale valore definisce quello che viene indicato come *throughput* del sistema, espresso appunto in pacchetti trasmessi nell'unità di tempo T (varia quindi tra 0 e 1).



Aloha: prestazioni

- Il throughput normalizzato (rispetto al tempo) S è quindi pari al prodotto del carico offerto totale per la probabilità di successo della trasmissione

$$S = G * \text{Pr}[\text{no collision}] = \lambda T * P_s = G e^{-2G}$$

- dove $\text{Pr}[\text{no collision}]$ è la probabilità di successo della trasmissione P_s

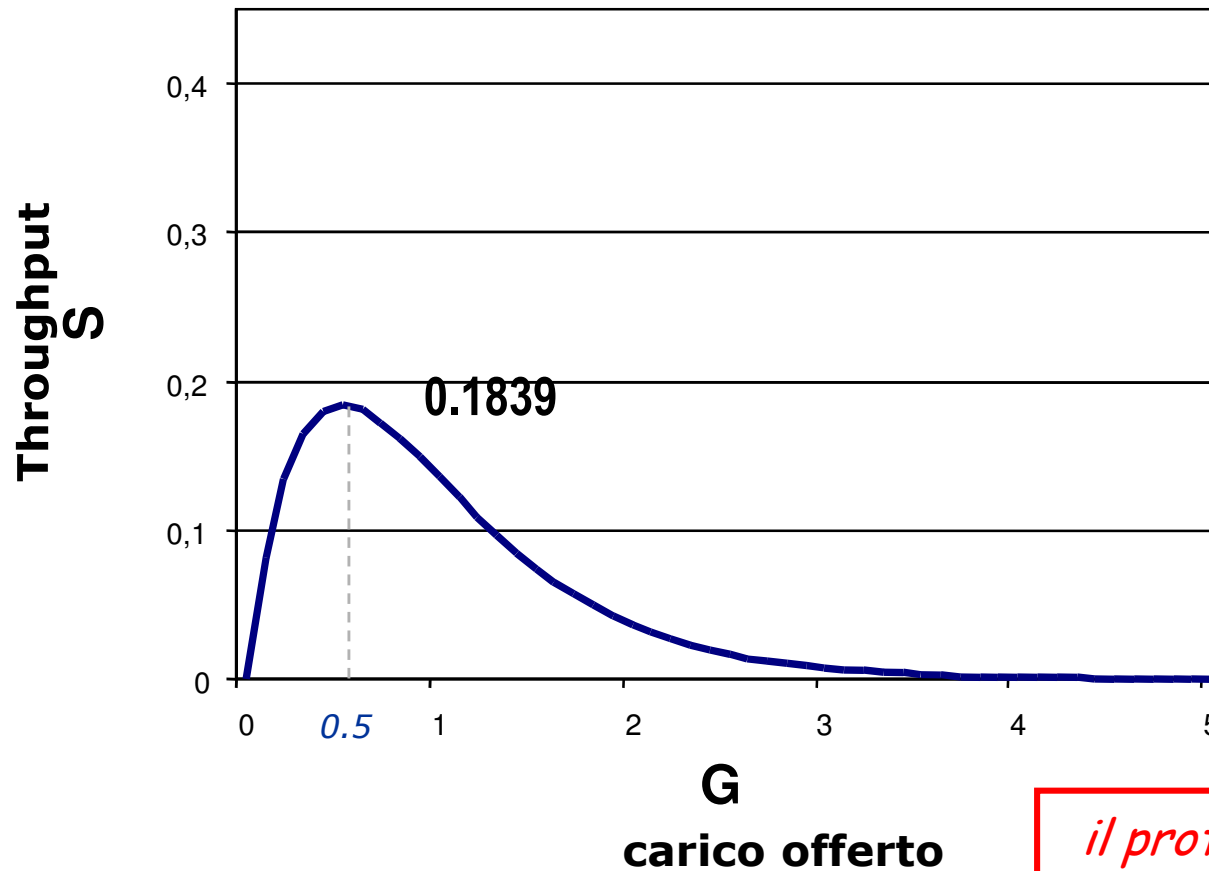
- S può essere visto come la frazione di tempo (frazione di Erlang) in cui il canale è utilizzato



Aloha

- Calcolo del max throughput
- Derivando ed eguagliano a zero l'espressione:
$$S = Ge^{-2G}$$
- si ottiene il valore di G che corrisponde al max S
$$\frac{dS}{dG} = e^{-2G} - 2Ge^{-2G} = 0$$
$$G_{\max} = 1/2$$
- Quindi S_{\max} è pari a:
$$S_{\max} = 1/2e = 0,1839 \text{ [Erlang]}$$

ALOHA: prestazioni

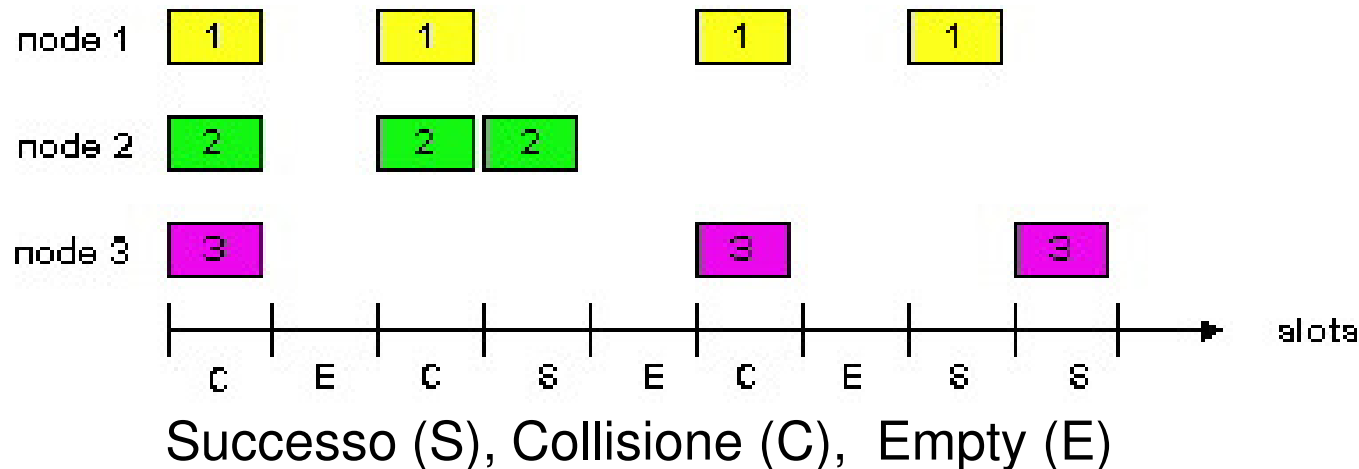


❑ Sarà stabile?

il protocollo limita
il throughput
sul canale!

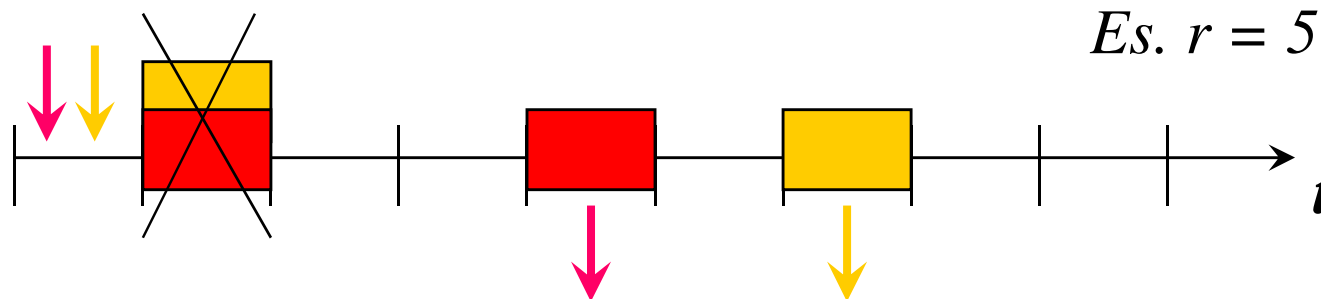
Slotted Aloha

- L'**Aloha a slot** divide il tempo in time slot uguali di lunghezza pari alla durata T di un pacchetto
- un nodo che ha un nuovo pacchetto in arrivo: trasmette all'inizio dello slot successivo
- se c'è collisione: ritrasmette il pacchetto negli slot seguenti con probabilità p , finché ha successo



Slotted Aloha

- ❑ Quando arriva un pacchetto la stazione prova a trasmetterlo nel primo slot disponibile
- ❑ Se si verifica una collisione la stazione prova a ritrasmetterlo dopo un numero di slot scelto uniformemente in un intervallo $0 - r$

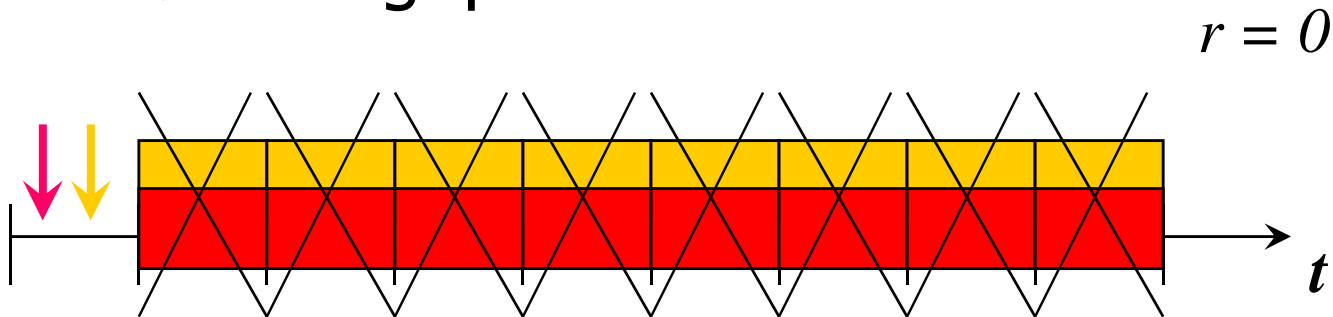




Culture

Slotted Aloha: risoluzione delle collisioni

- $r = 0 \rightarrow$ la collisione si ripete all'infinito
 \rightarrow throughput = 0



- Se il traffico è elevato occorre un r elevato per evitare instabilità

Vorremmo r piccolo in situazione di rete scarica, r grande in situazioni di congestione !!!



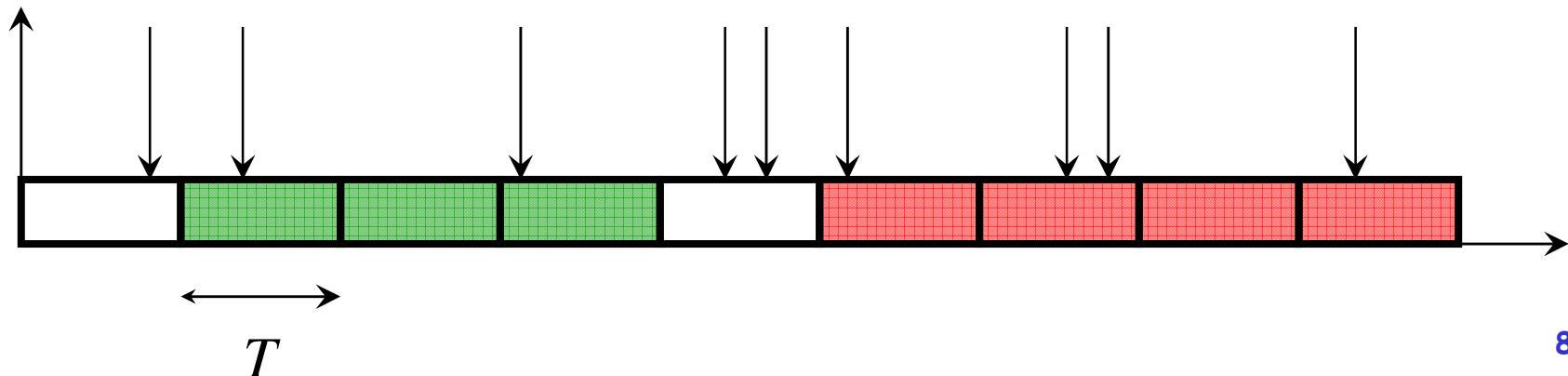
Culture

Slotted Aloha: Backoff Esponenziale

- ❑ Come si sceglie r ?
- ❑ Riconosciuta la collisione la stazione opera quindi nel seguente modo:
 - sceglie un intero X a caso ed in modo uniforme nell'intervallo $0, 2^{\text{Min}(k, \text{max})}$
 - K numero di collisioni già subite dal pacchetto
 - max settato per limitare la dimensione massima dell'intervallo di ritrasmissione
 - aspetta X slot prima di tentare la ritrasmissione

Slotted-ALOHA: prestazioni

- si assume un parziale coordinamento fra le stazioni, consistente nel sincronismo dei possibili istanti di trasmissione, che distano T (slotting del tempo)
- le stazioni dunque hanno in comune un riferimento temporale e possono trasmettere solo iniziando al tempo 0, T , $2T$, ...
- il sincronismo evita il caso di sovrapposizioni parziali delle trasmissioni e quindi la collisione si ha solo se altri pacchetti partono nello stesso istante del pacchetto scelto





Aloha a Slot: prestazioni

- Il periodo di vulnerabilità è pari alla durata di un pacchetto, T
- La probabilità di non avere collisioni per un tempo pari al periodo di vulnerabilità (cioè la probabilità di successo P_s) è:

$$\Pr(n, T) = (G^n e^{-G}) / n!$$

$$\text{per } n=0 \quad \Pr(0) = e^{-G}$$

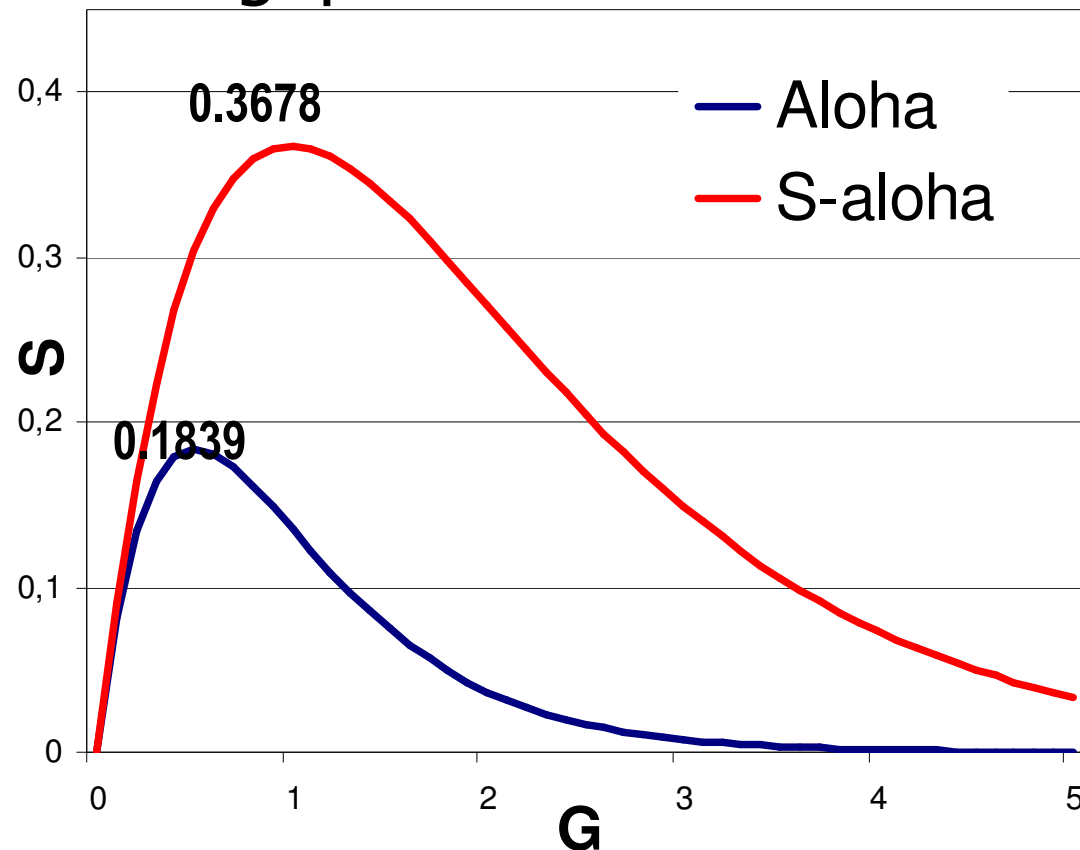
$$P_s = e^{-G}$$

Slotted-ALOHA: prestazioni

□ E quindi il throughput: $S = Ge^{-G}$

Al meglio: il canale è usato per trasmissioni utili per il 37% del tempo!

- ◆ Trasmissione in slot sincroni
- ◆ La collisione è totale o non c'è





Aloha a Slot: prestazioni

- Calcolo del max throughput
- Derivando ed eguagliando a zero l'espressione:

$$S = Ge^{-G}$$

- si ottiene il valore di G che corrisponde al max S

$$dS/dG = e^{-G} - Ge^{-G} = 0$$

$$G_{\max} = 1$$

- Quindi S_{\max} è pari a:

$$S_{\max} = 1/e = 0,3679 \text{ [Erlang]}$$