

Il MAC sublayer

Liceo G.B. Brocchi - Bassano del Grappa (VI)
Liceo Scientifico - opzione scienze applicate
Giovanni Mazzocchin

Accesso ad una rete broadcast

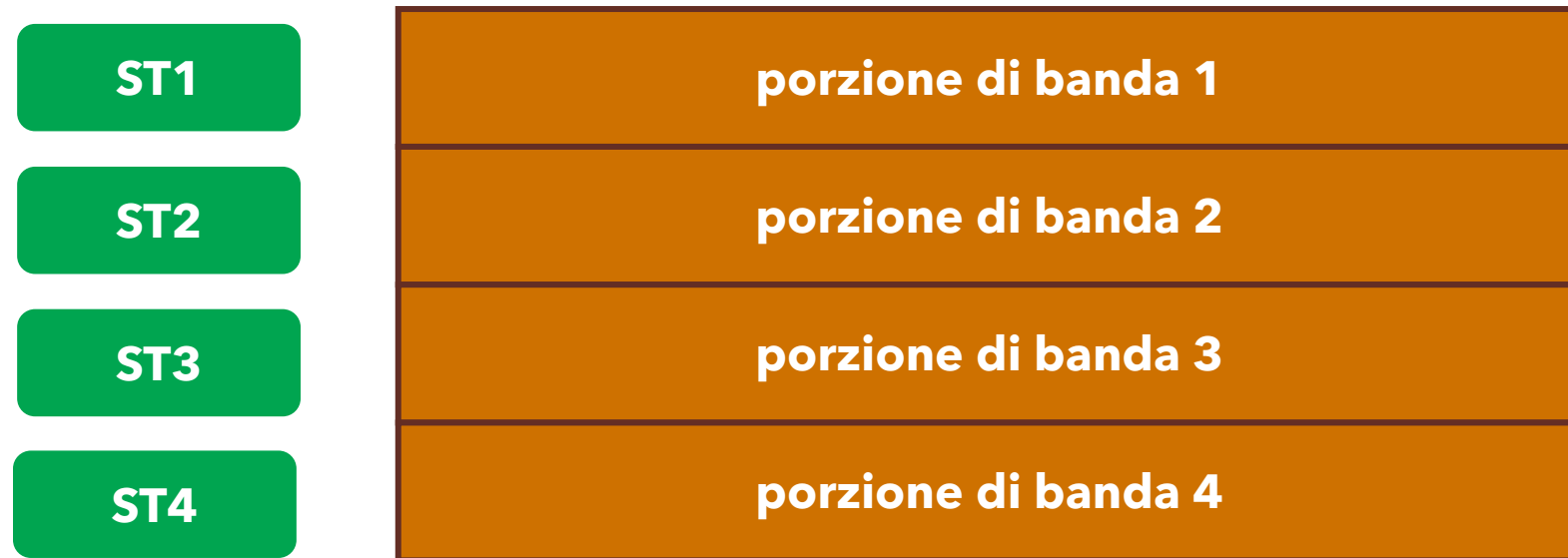
- In una rete *broadcast* è fondamentale stabilire chi e quando può trasmettere, e cosa fare in caso di **collisione** tra frame
- Analogia: riunione tra diverse persone (stazioni) nella stessa stanza (canale condiviso). Se non si stabiliscono delle regole, e tutti parlano quando vogliono senza alzare la mano, il caos è dietro l'angolo
- Il protocolli che mettono ordine in questo caos fanno parte del **sottolivello MAC (Medium Access Control)**, che è un sottolivello del livello data link
- Il **sottolivello MAC** è essenziale nelle LAN, soprattutto in quelle wireless (WLAN): un canale wireless è ovviamente broadcast

Accesso ad una rete broadcast

- In questa trattazione, il canale broadcast potrebbe essere:
 - una banda di frequenze per la comunicazione wireless
 - un cavo al quale hanno accesso più stazioni
- In questo contesto, l'**allocazione** del canale è **dinamica**, in quanto le stazioni non hanno a disposizione una fetta riservata di canale, ma ci accedono nel momento in cui devono trasmettere
- Vediamo quali sono i difetti dell'**allocazione statica** di un canale ad accesso multiplo

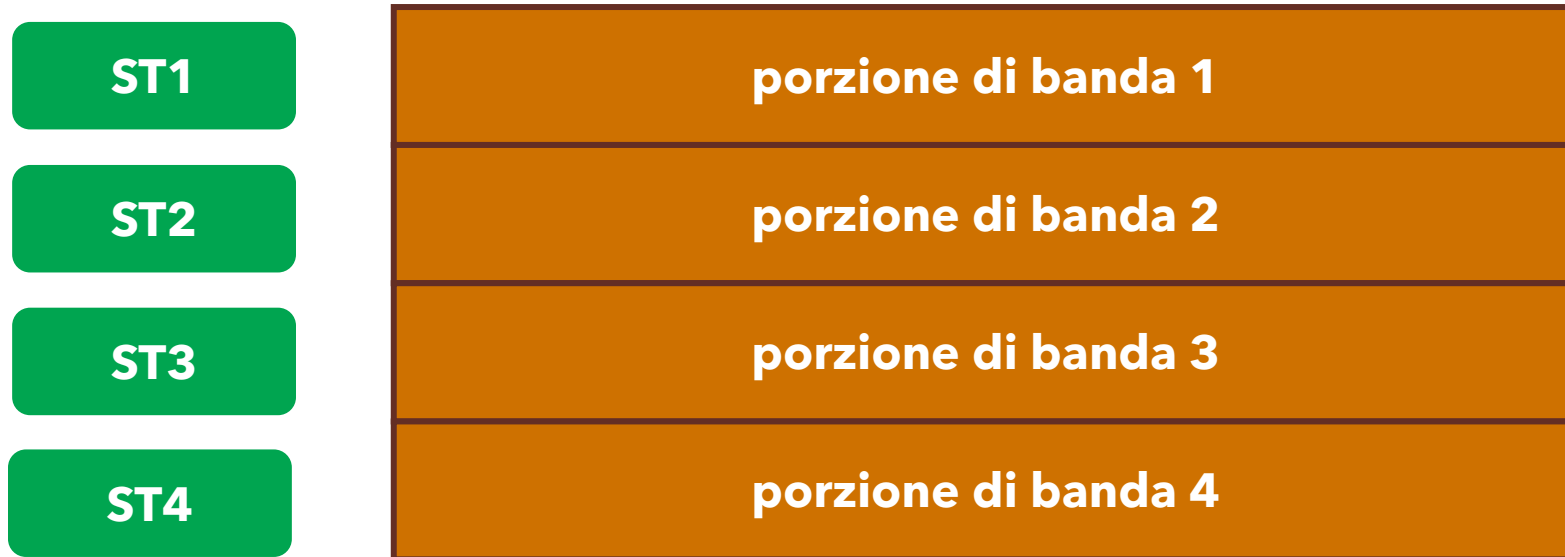
Allocazione statica

- Con l'allocazione statica si riserva a ciascuna stazione una porzione della banda disponibile sul canale (si pensi al FDM)



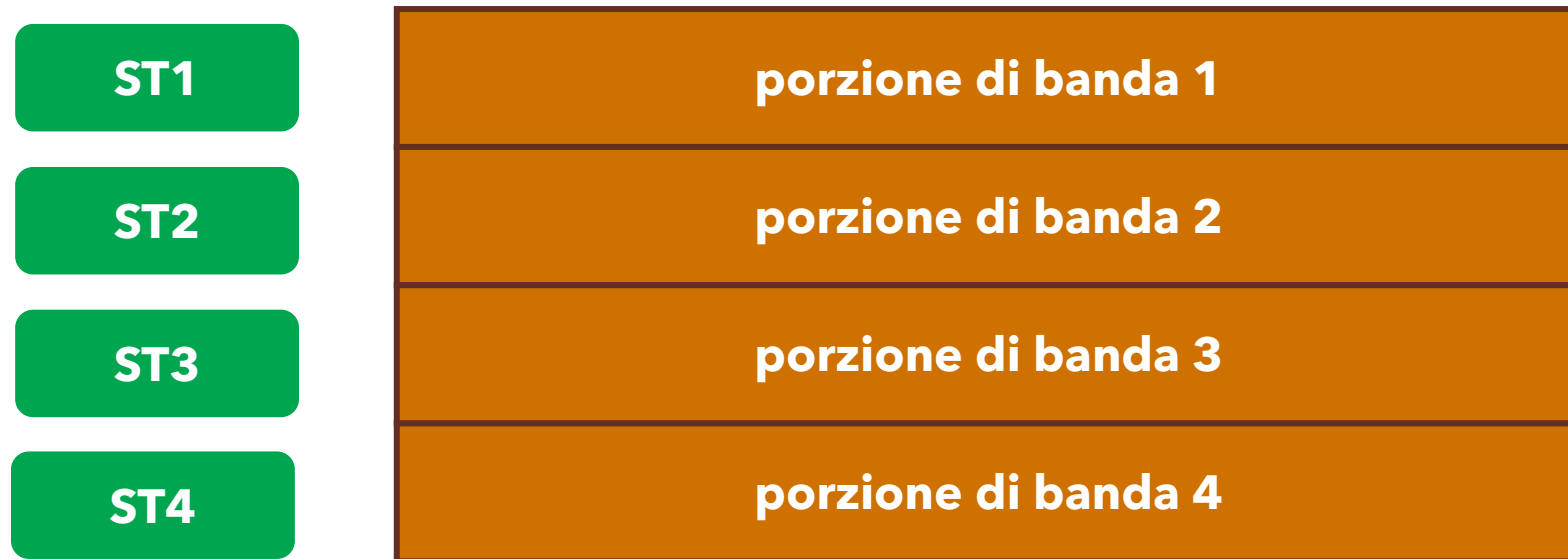
Allocazione statica

- Questo sistema va bene per la radio broadcast, in cui ciascuna stazione ha sempre qualcosa da trasmettere
- Non è efficiente nel caso in cui le stazioni non trasmettono per lunghi periodi



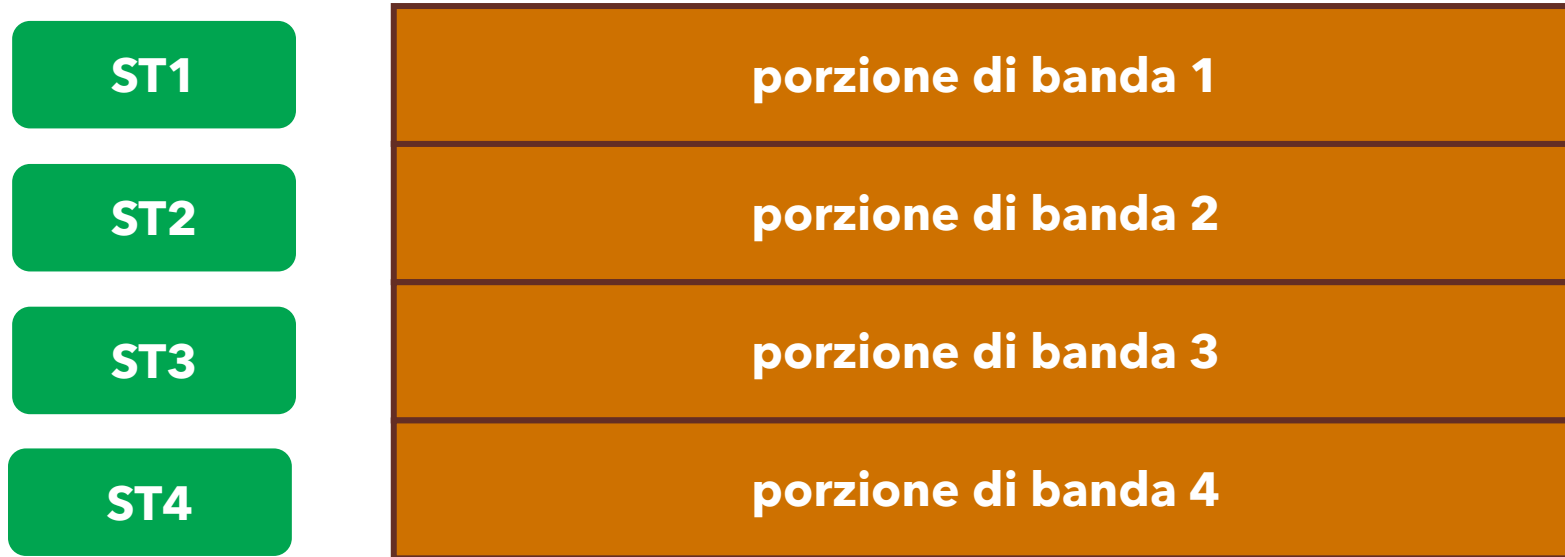
Allocazione statica

- È uno schema molto rigido: se una nuova stazione vuole aggiungersi alla rete, bisogna rifiutarla, oppure riallocare tutte le frequenze



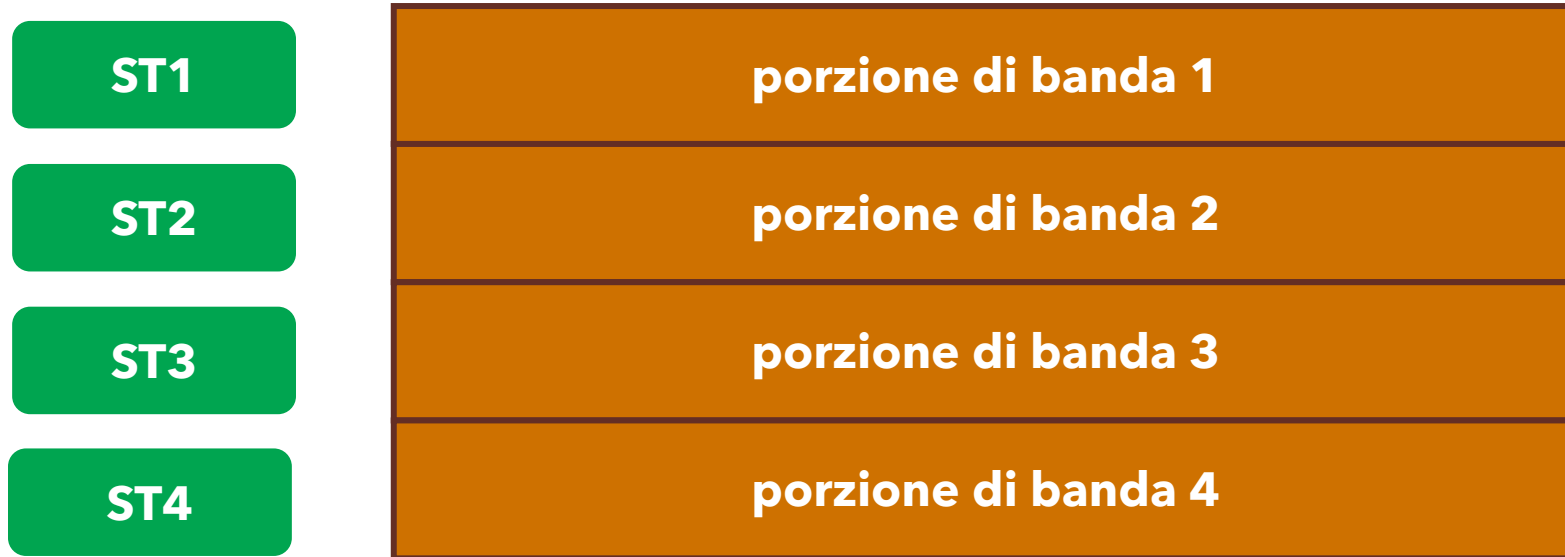
Allocazione statica

- Se poche stazioni trasmettono, molti canali rimangono *idle* (inattivi)
- Vantaggi: il sistema è deterministico e non avvengono mai *collisioni* tra frame



Allocazione statica

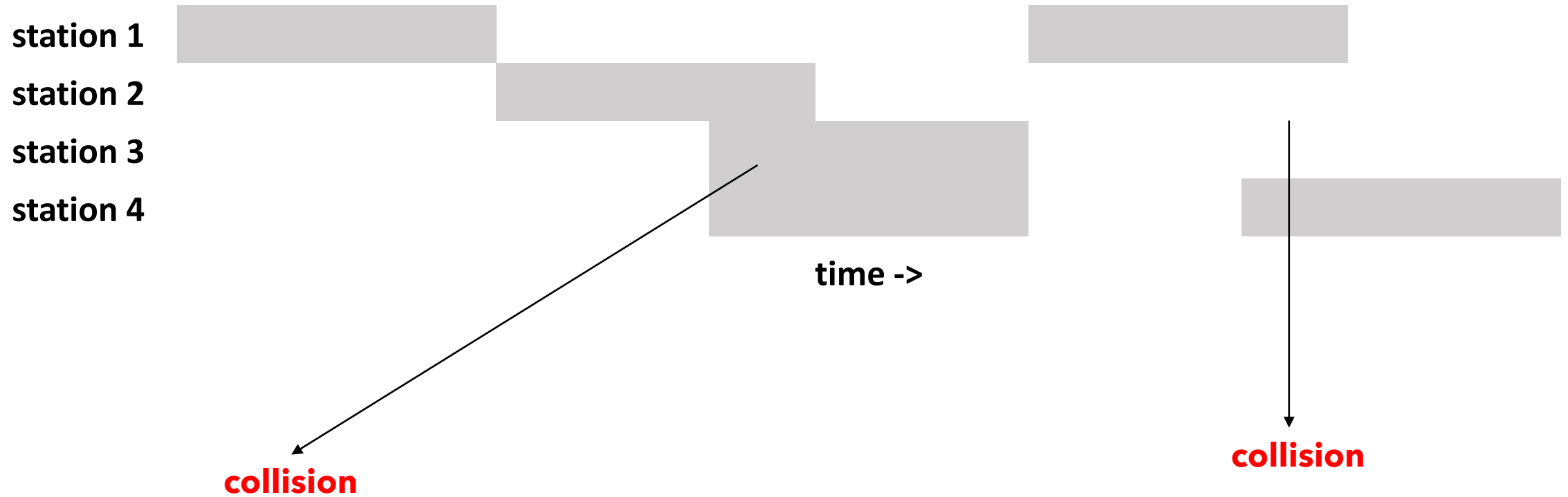
- Le reti di computer sono molto dinamiche: una macchina può trasmettere molti dati in poco tempo e poi disconnettersi, nuove macchine possono entrare a far parte della rete in ogni momento etc...



ALOHA ([Norman Abramson](#))

- Hawaii, primi anni '70: difficile installare una rete di telecomunicazioni cablata in un arcipelago nel Pacifico
- Nacque così **ALOHAnet**, una delle prime reti wireless packet-switched
- Si doveva realizzare una trasmissione radio broadcast nella quale le stazioni condividevano la stessa porzione di frequenze. Le stazioni erano in grado di rilevare le collisioni (*collision detection*)
- Il protocollo ALOHA si può riassumere così:
 se hai un frame da trasmettere, trasmettilo;
 se rilevi una collisione, aspetta un tempo casuale e ritrasmetti il frame.
- Un sistema del genere, in cui sono ammesse collisioni su un canale condiviso, viene detto *a contesa (contention system)*
- Vogliamo valutare l'**efficienza** di ALOHA

ALOHA



ALOHA

- Efficienza di ALOHA (**throughput**): rapporto tra frame arrivati a destinazione senza aver subito collisioni e frame inviati
- Consideriamo i seguenti dati:
 - $size_f$: dimensione del frame in bit (si assume che tutti i frame abbiano la stessa dimensione)
 - B : bit rate al quale vengono trasmessi i frame
 - $t_f = \frac{size_f}{B}$ (tempo di trasmissione di un frame)
 - si assume che il numero di frame generati dalle stazioni segua una **distribuzione di Poisson** con media λ , quindi:
 - λ : numero medio di frame trasmessi sul canale durante un t_f

ALOHA

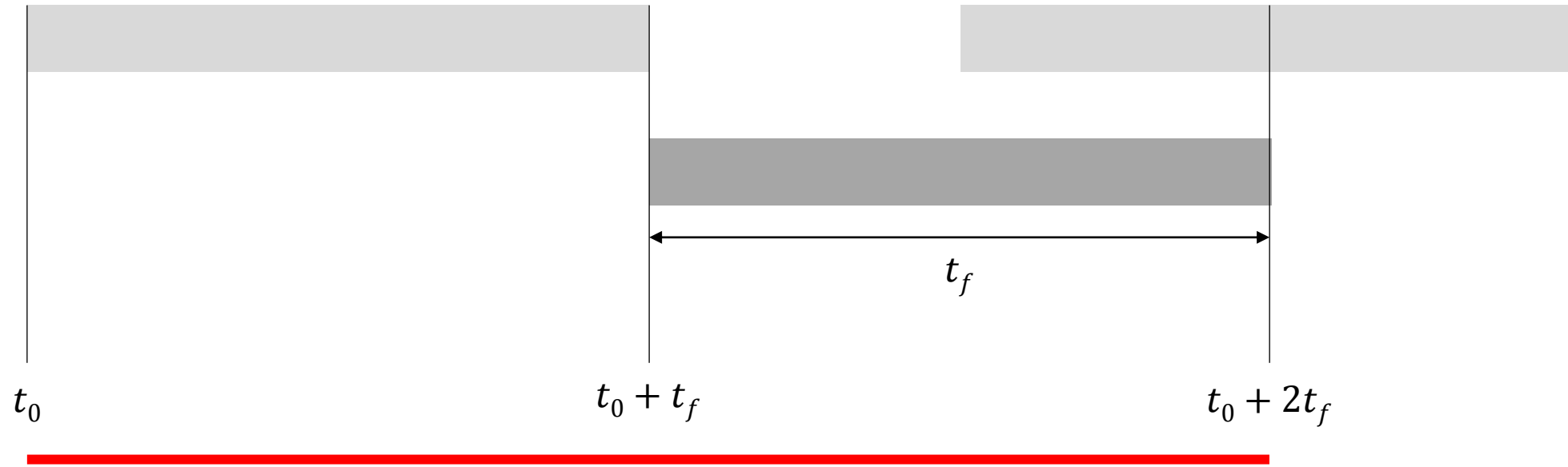
- Il numero medio di frame trasmessi senza collisioni per frame time è:

$$G = \lambda P(0)$$

dove:

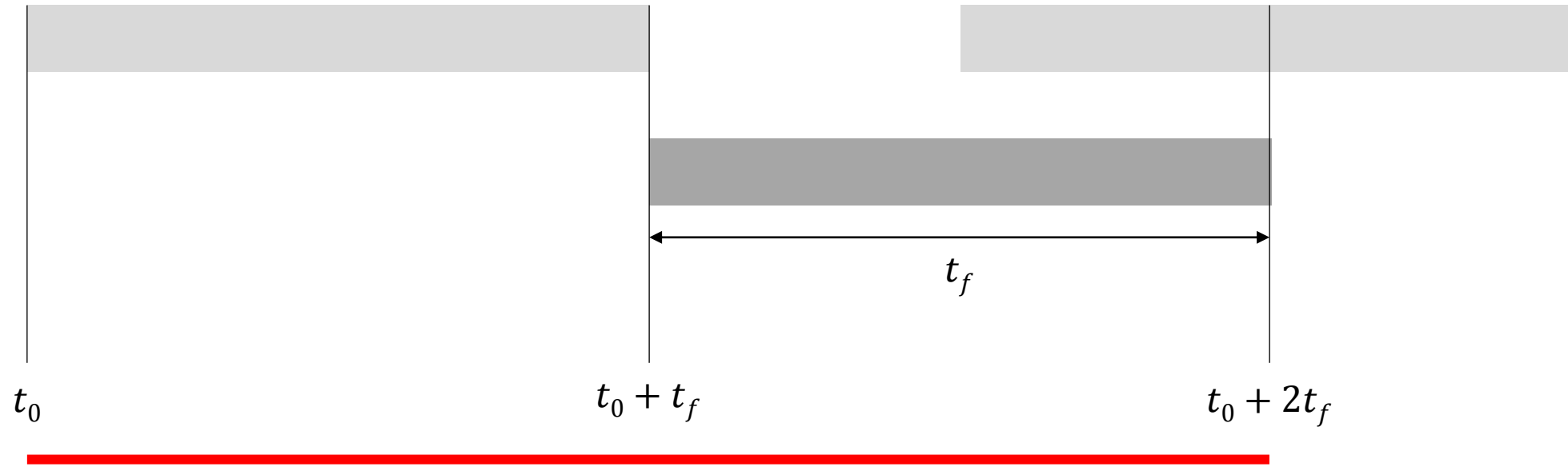
- λ è stato definito sopra
- $P(0)$ è la probabilità che un frame venga trasmesso senza collidere con altri
- Dobbiamo capire come calcolare $P(0)$
- Sappiamo che il numero di trasmissioni segue una distribuzione di Poisson

ALOHA



se una seconda trasmissione inizia in un intervallo di tempo compreso tra t_0 e $t_0 + 2t_f$, il frame grigio scuro subirà sicuramente una collisione

ALOHA



ci interessa capire qual è la probabilità che nell'intervallo *vulnerabile* (indicato in rosso) vengano generati e trasmessi 0 frame (caso in cui il frame grigio scuro non subirà collisioni)

ALOHA

- La probabilità che k frame vengano trasmessi in un frame time è:

$$P(k) = \frac{\lambda^k e^{-\lambda}}{k!}$$

- Quindi, la probabilità che in un frame time vengano trasmessi 0 frame è:

$$P(0) = \frac{\lambda^0 e^{-\lambda}}{0!} = e^{-\lambda}$$

ALOHA

- Ma l'intervallo vulnerabile è pari a 2 frame time, all'interno del quale il numero medio di frame trasmessi non è più λ , ma 2λ
- Quindi, la probabilità che in 2 frame time vengano trasmessi 0 frame è:

$$P(0) = \frac{(2\lambda)^0 e^{-2\lambda}}{0!} = e^{-2\lambda}$$

ALOHA

- Si conclude che l'efficienza è pari a:

$$G = \lambda e^{-2\lambda}$$

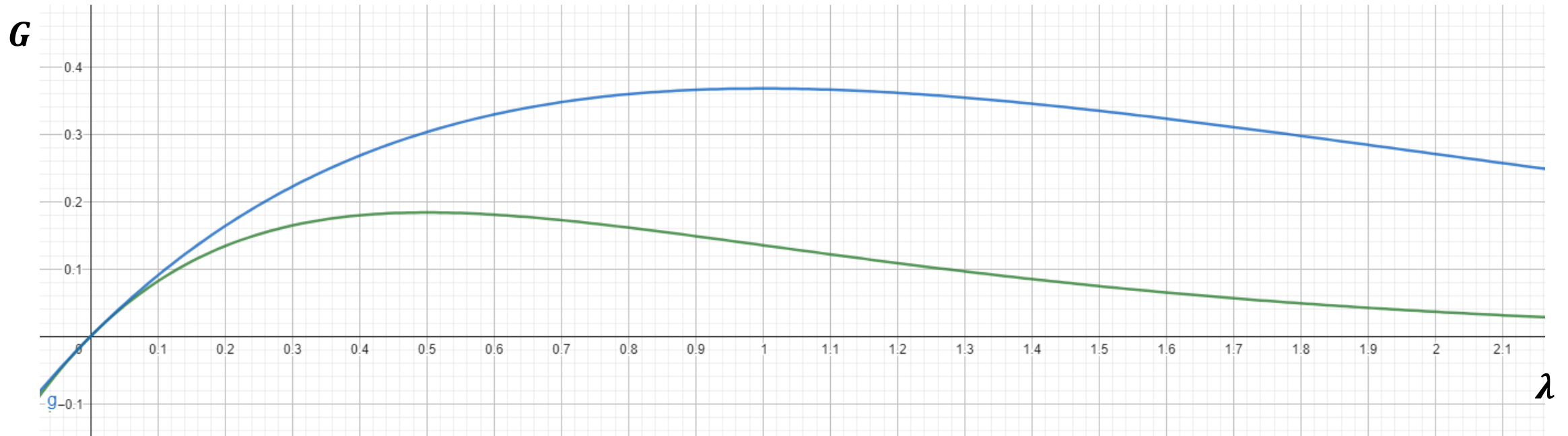
- Plottare la funzione con GeoGebra e valutare graficamente l'efficienza di ALOHA
- Questa versione di ALOHA è detta **Pure ALOHA**: si assume che il tempo sia continuo, ossia che una stazione possa iniziare a trasmettere in qualsiasi momento

Slotted ALOHA

- **Slotted ALOHA** è una variante di ALOHA a tempo discreto
- Se in Pure ALOHA una stazione poteva trasmettere in qualsiasi istante (sistema a tempo continuo), nella versione *slotted* il tempo è suddiviso in slot (intervalli di durata prestabilita)
- Quando una stazione ha un frame da trasmettere, deve aspettare l'inizio del prossimo slot, riducendo così l'intervallo di tempo nel quale possono avvenire collisioni
- Si dimostra che l'efficienza è descritta da questa funzione:

$$G = \lambda e^{-\lambda}$$

ALOHA – stima dell'utilizzo del canale

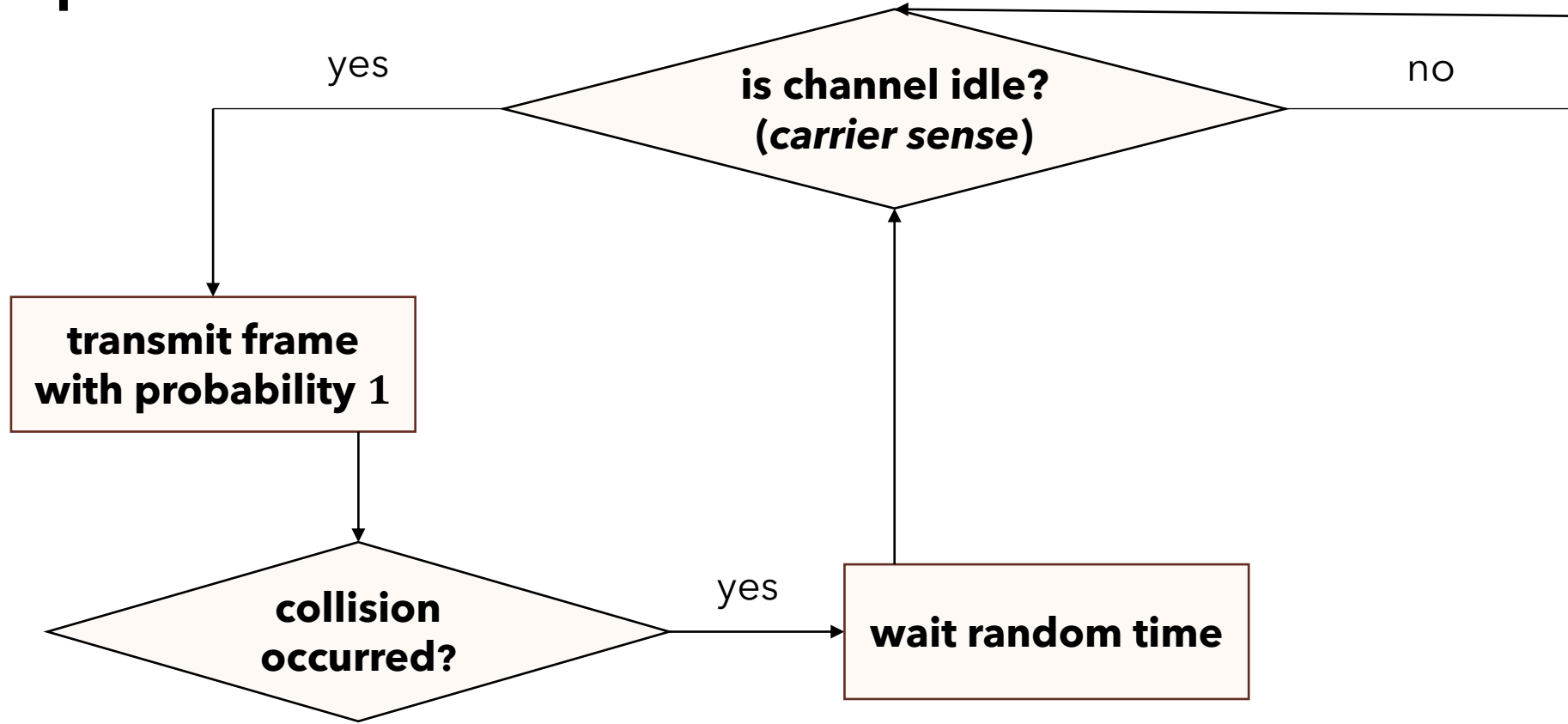


Pure ALOHA
Slotted ALOHA

CSMA (Carrier Sense Multiple Access)

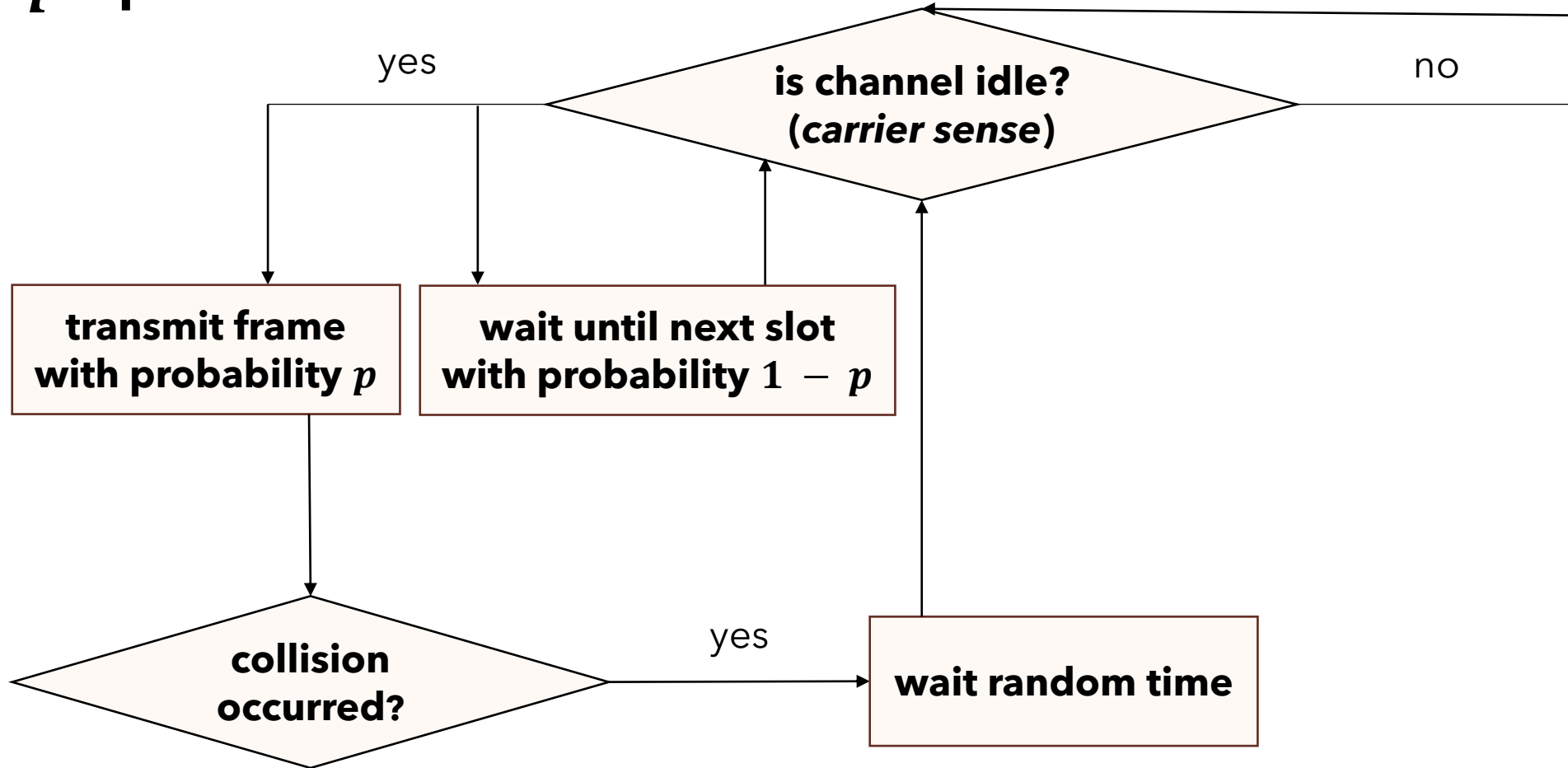
- In ALOHA, una stazione trasmette senza preoccuparsi di cosa stanno facendo le altre
- Con Pure ALOHA il massimo utilizzo del canale è $\frac{1}{2e}$
- Con Slotted ALOHA si arriva a $\frac{1}{e}$
- Intuitivamente, è difficile fare meglio se le stazioni non si preoccupano minimamente dell'occupazione del canale prima di trasmettere
- Vediamo dei protocolli nei quali le stazioni ascoltano il canale prima di trasmettere, operazione detta **carrier sense** (*carrier* qui significa *trasmissione in corso*)
- Questi protocolli hanno performance migliori di ALOHA

1-persistent CSMA



si chiama 1-persistent perché la stazione trasmette con probabilità 1 quando il canale è libero

p -persistent CSMA



si chiama p -persistent perché la stazione trasmette con probabilità p quando il canale è libero

Da vedere a casa

- [ALOHAnet: Grandfather of All Computer Networks – Computerphile](#)