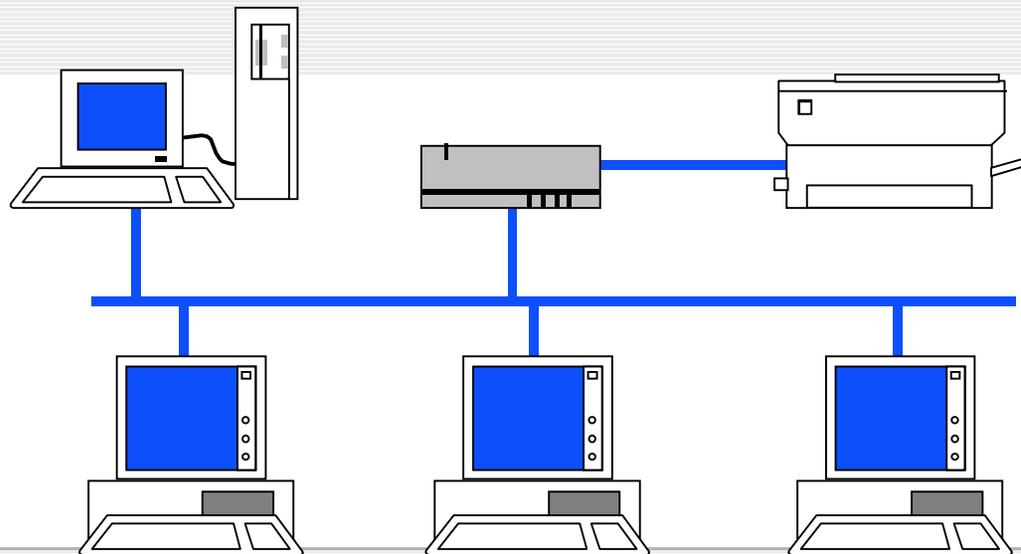


# Redes de Computadores

## Capa de Enlace de Datos

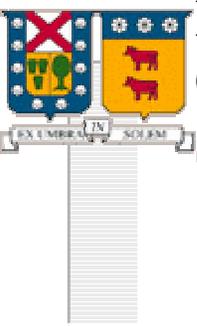




# Indice

## La Subcapa de Acceso al Medio (MAC)

- Introducción
  
- Reparto Estático
  - FDM, TDM
  
- Reparto Dinámico
  
- Protocolos de Acceso Múltiple
  - Con colisiones
    - ALOHA, CSMA, CSMA/CD
  - Sin colisiones



# Introducción

## ■ Tipos de Redes

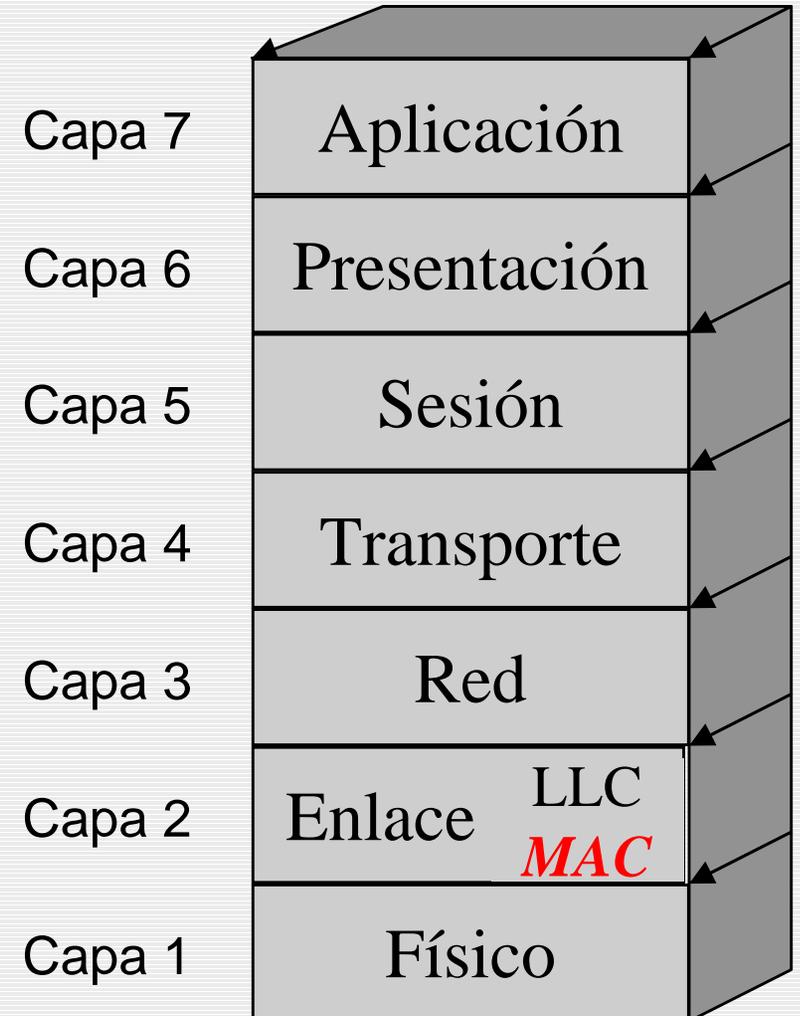
- Conexión punto a punto
- Con canales de difusión

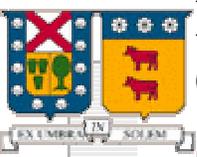
## ■ Canales de Difusión

- existe “competencia” por el canal

## ■ Acceso al Medio

- Centralizado
- Distribuído (Subcapa MAC)

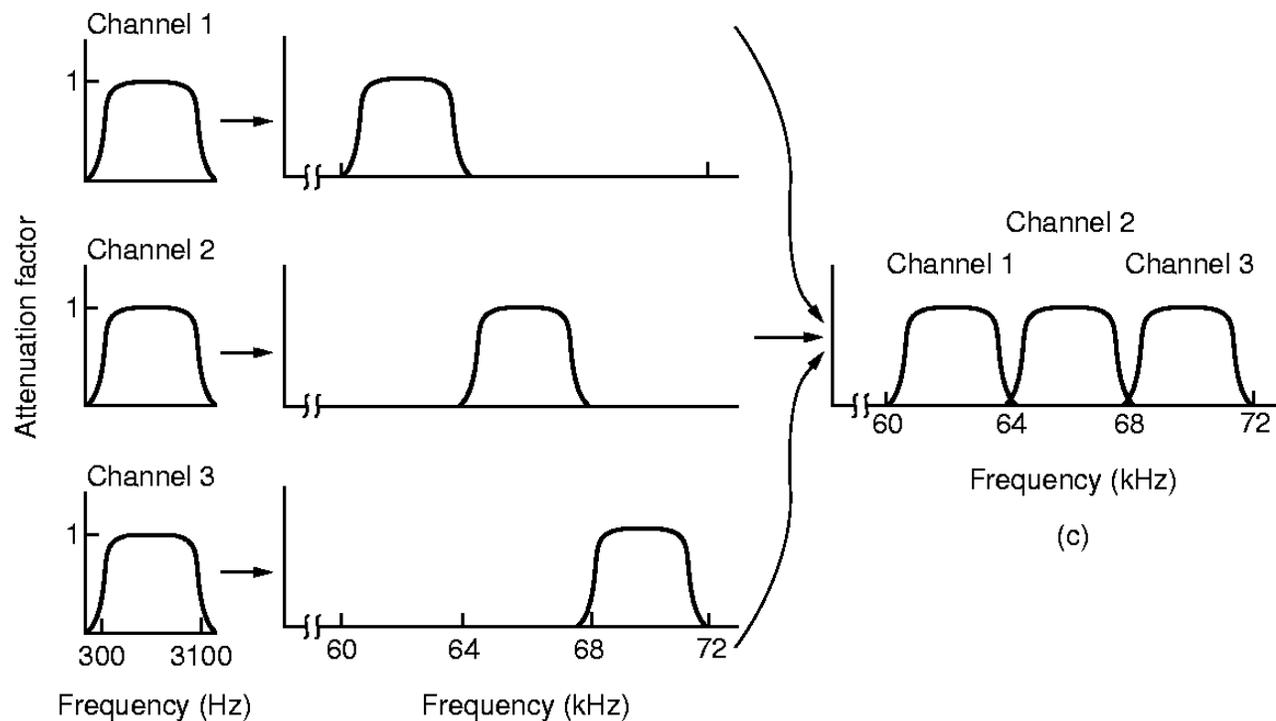


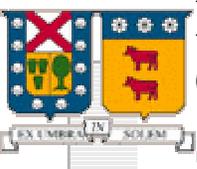


# Reparto Estático

## FDM

- Canal con  $Bw = C$
- $N$  estaciones
- Cada estación le corresponde  $C/N$  bps

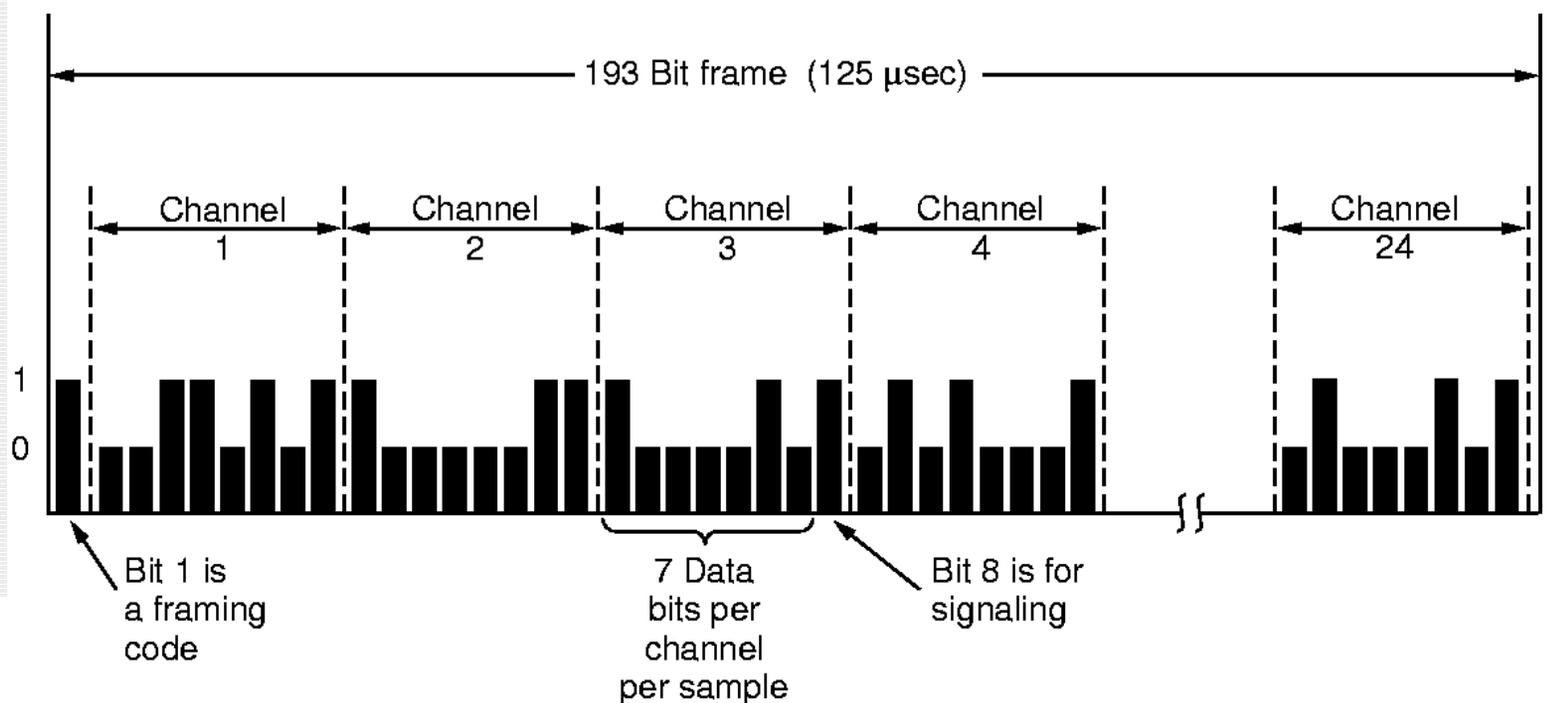


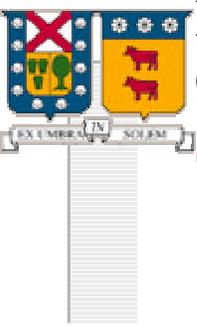


# Reparto Estático

## ■ TDM

- Canal se divide en  $X$  canales de  $t$  [s] cada uno.
- $N$  estaciones
- Cada estación le corresponde  $t$  [s]. (tiempo para TX un byte de una muestra) (Ejemplo: T1)





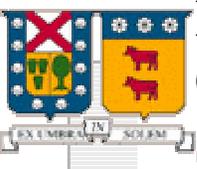
## Reparto Estático

### ■ Desventajas

- Si hay menos de  $N$  usuarios, se desperdician canales
- Si hay más de  $N$  usuarios, éstos no podrán TX aunque algunos de los  $N$  no este TX.
- Sistema no es bueno para tráfico en ráfagas

### ■ Ventajas

- Cada estación tiene **reservado** su canal.



# Reparto Dinámico

## ■ Funcionamiento

### – Estaciones

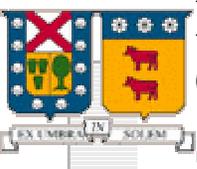
- N estaciones independientes
- si se genera un marco, la estación se bloquea hasta que se haya TX con éxito

### – Canal único

- 1 sólo canal disponible para TX y RX
- software puede asignar prioridad a estaciones

### – Definición de colisión

- 2 señales traslapadas en el tiempo  $\Rightarrow$  **colisión**
- Toda estación puede detectar colisiones
- Se debe re-TX el marco completo si hubo colisión



# Reparto Dinámico

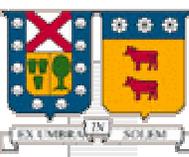
## Funcionamiento

### – Tiempo

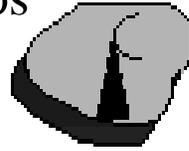
- **Continuo:** TX puede comenzar en cualquier momento
- **Discreto:** El tiempo es dividido en intervalos

### – Portadora

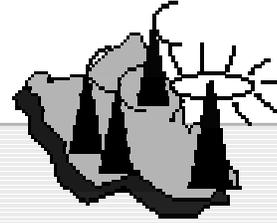
- **Detección:** Estaciones pueden detectar si el canal está o no en uso. Si está ocupado, no intentará TX
- **Sin Detección:** Estaciones no pueden detectar si el canal está o no en uso, simplemente TX. Sólo después se sabe si fue exitosa la TX.



Redes de Computadores  
 Capa de Enlace de Datos  
 Subcapa MAC



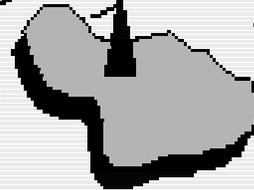
**Kauai**



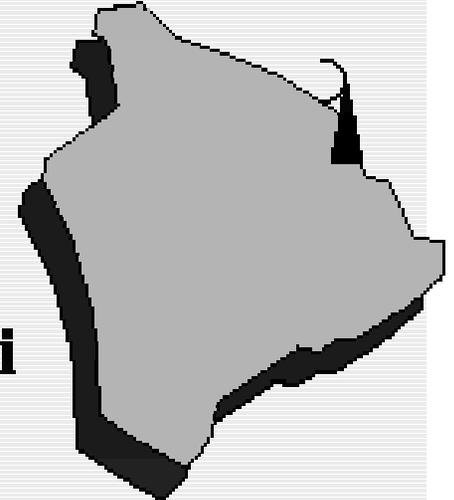
**Oahu**



**Maui**



**HAWAII**



**Hawaii**

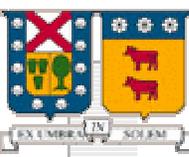
# Protocolo de Acceso Múltiple:

## ALOHA

Universidad de Hawaii  
 (1968-1972)

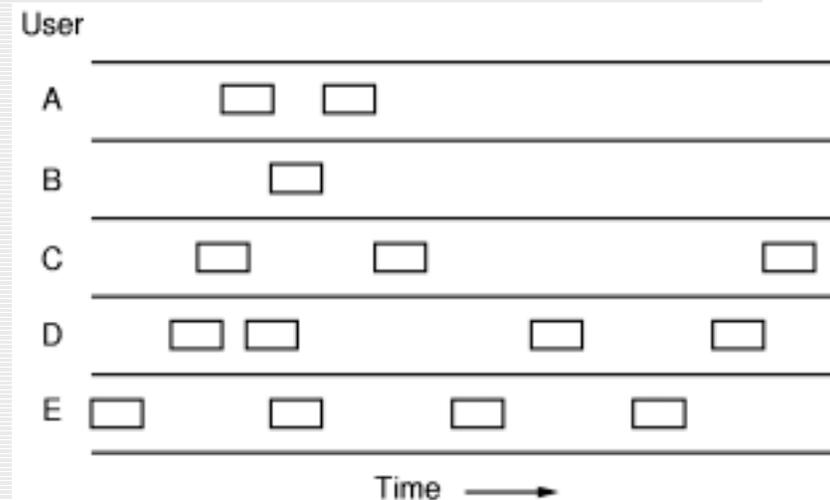
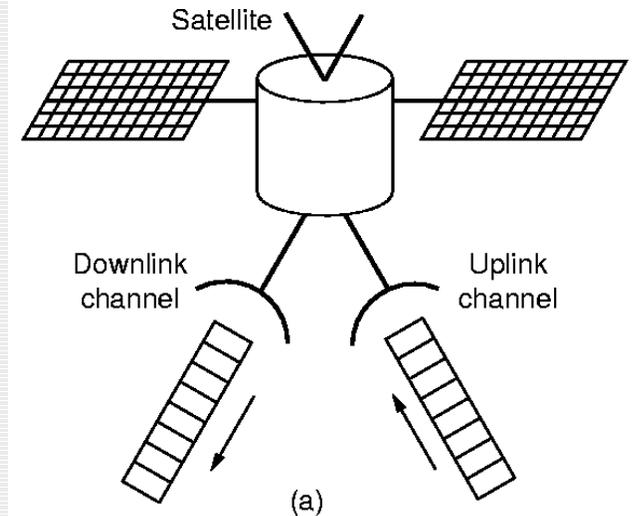
- IBM 360 en Oahu y sus terminales distribuidos
- Tiempo Continuo: ALOHA puro
- Tiempo Ranurado: ALOHA Ranurado
- Sin detección de portadora
- retardo vía satélite : 270 ms (subida y bajada)
- 9600 bps

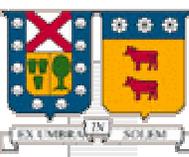
**Figure 11.8 The Aloha System**



# ALOHA

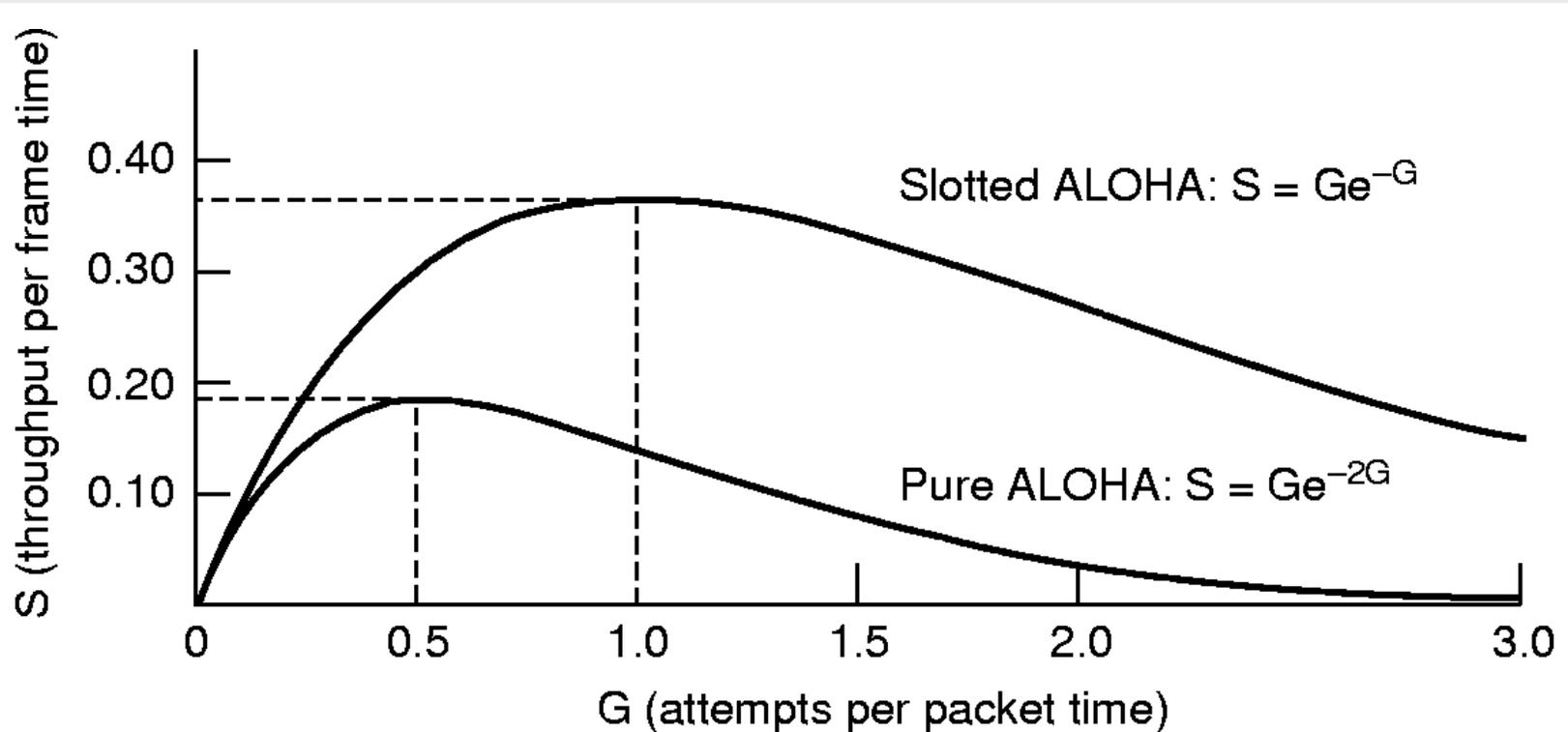
- Existe un canal COMUN de subida para todas las estaciones
- El Satélite TX en un canal de bajada
- Cada Estación TX hacia satélite sin escuchar el canal de bajada
- Si 2 estaciones TX, el Satélite repetirá una señal confusa por el canal de bajada (colisión)
- Las 2 estaciones escucharán la colisión 270 ms después de haber TX. Deberán esperar un tiempo aleatorio y TX de nuevo.

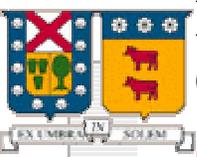




## Rendimiento de ALOHA

- **S**: estaciones generan marcos nuevos según una Dist. de Poisson con media  $S$ . ( $0 < S < 1$ , para que no exista saturación)
- **G**: estaciones tienen marcos para re-TX según una Dist. de Poisson con media  $G$ . ( $G \geq S$ )
- ALOHA = 18%, ALOHA Ranurado = 36%





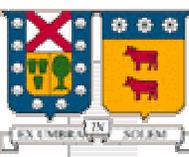
# CSMA (Carrier Sense Multiple Access)

## CSMA persistente-1

- Estación debe escuchar silencio antes de TX
- si el canal está ocupado, espera persistentemente hasta que escuche silencio
- al detectar silencio, TX su marco
- Si ocurre colisión, estación espera tiempo aleatorio y empieza de nuevo

## CSMA no persistente

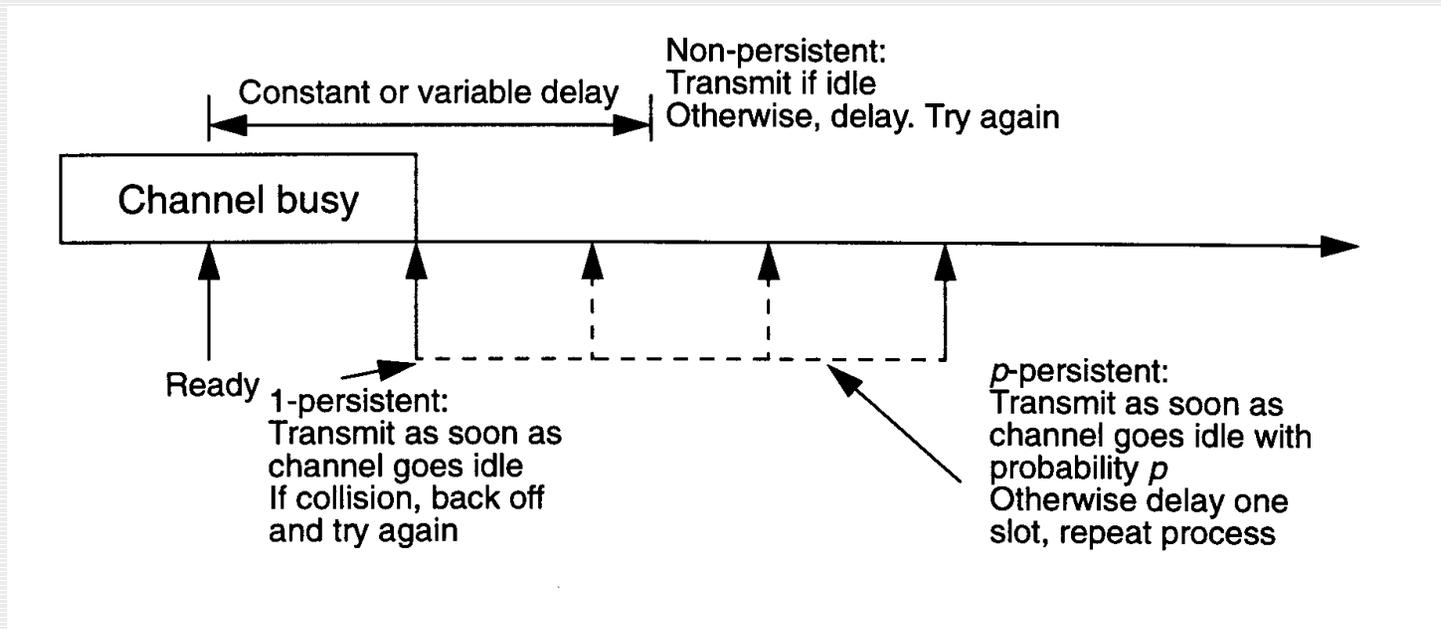
- Igual que CSMA persistente-1, pero....
- Si detecta canal ocupado, espera un tiempo aleatorio y vuelve a detectar portadora.

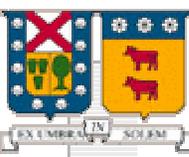


# CSMA (Carrier Sense Multiple Access)

## CSMA persistente-p (Modela el canal como si fuese ranurado)

- Es persistente con probabilidad “p”.
- Si el canal está desocupado, TX con probabilidad “p” y espera a la siguiente ranura con prob  $q=1-p$
- Si el canal está ocupado, espera la siguiente ranura y va al punto anterior

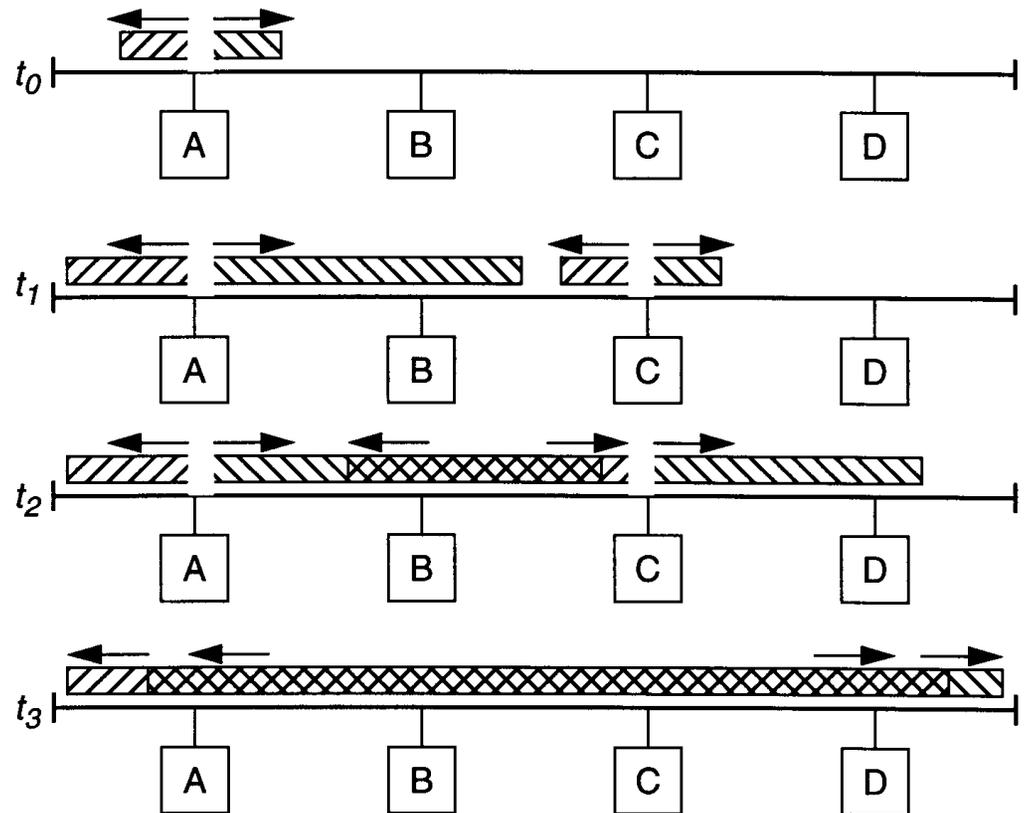


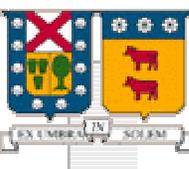


# CSMA (Carrier Sense Multiple Access)

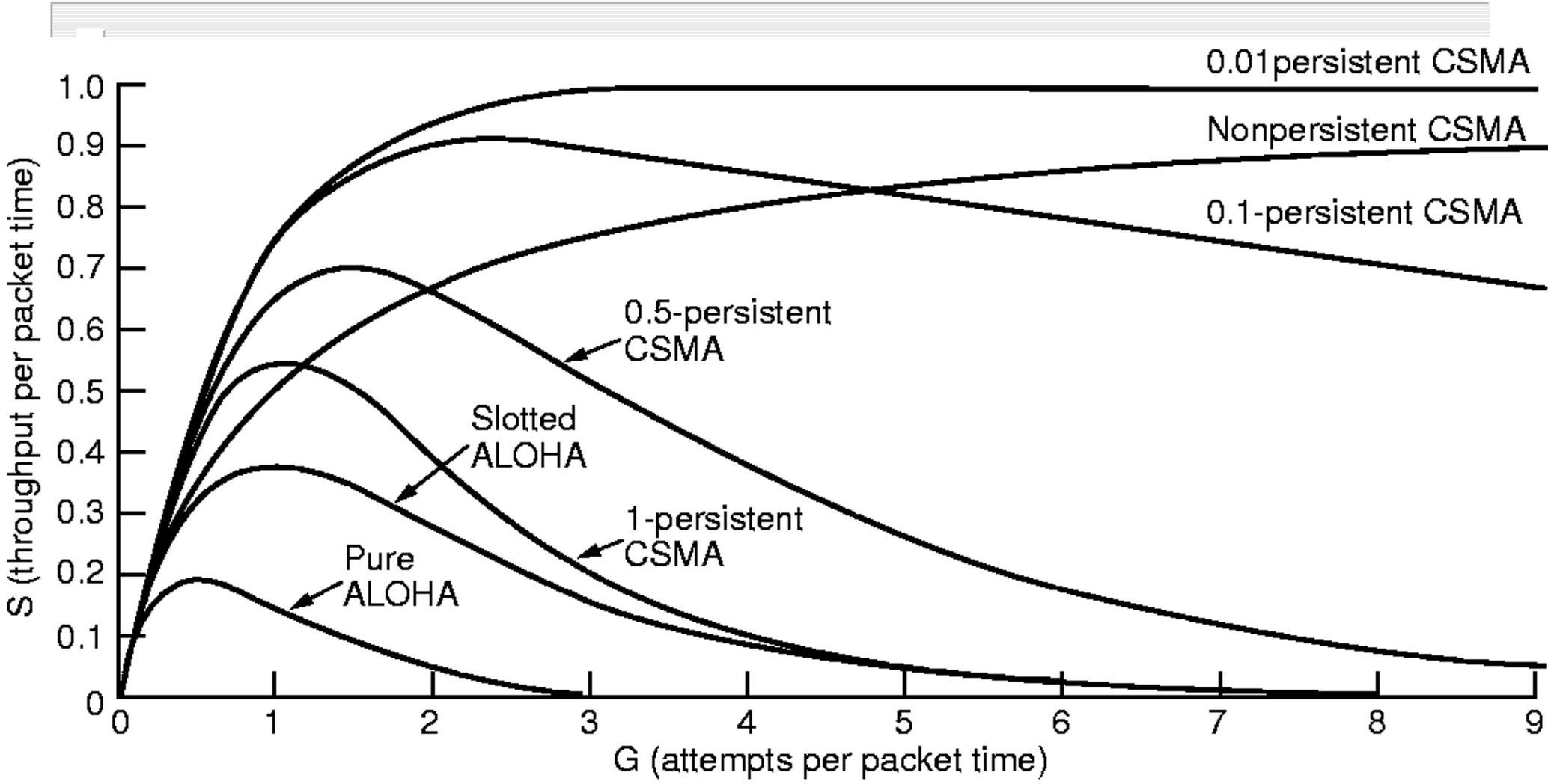
## Efecto del Tiempo de Propagación

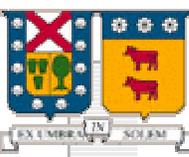
- Estación A escucha silencio y comienza a TX
- Estación B aún escucha silencio y empieza a TX
- Resultado: una colisión
- a mayor tiempo de propagación, mayor será este efecto y menor será el desempeño de la red.





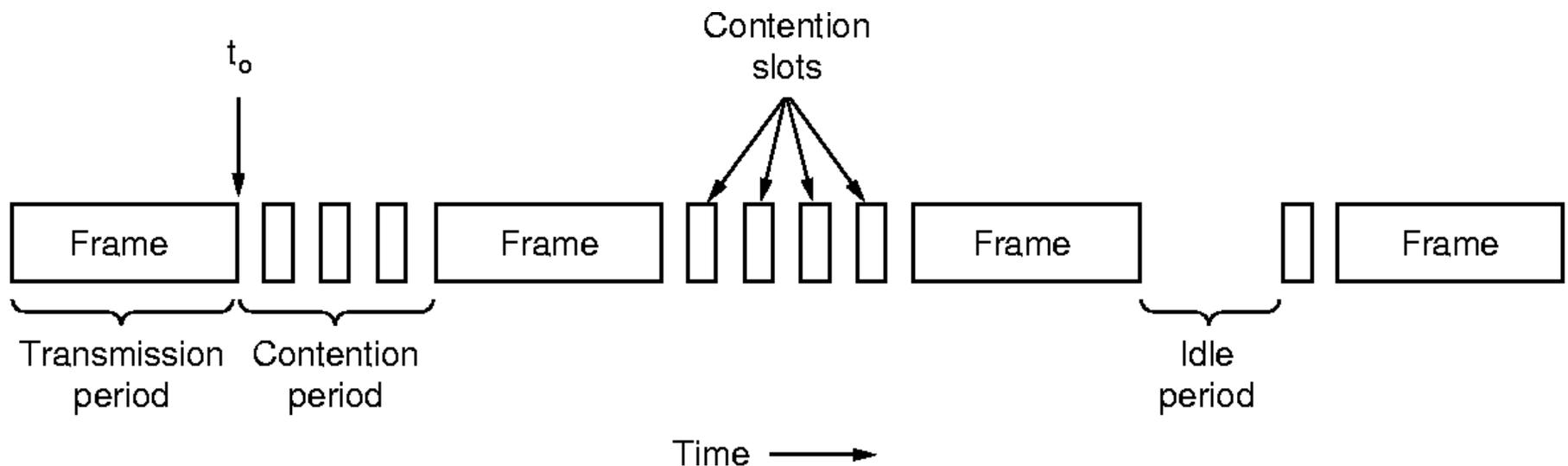
# Rendimientos....

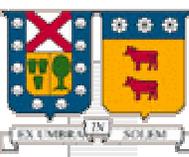




# CSMA/CD (Carrier Sense Multiple Access/Colision Detection)

- **Mejora:** Ambas estaciones abortan TX si detectan colisión.
- Detección de colisión:
  - Observación de la potencia
  - Observando el ancho de pulso
- Al detectar colisión, aborta y esperan tiempo aleatorio
- Al terminar una TX, existen períodos definidos en que se puede empezar a TX
- CSMA/CD es usado por IEEE 802.3 (Ethernet)

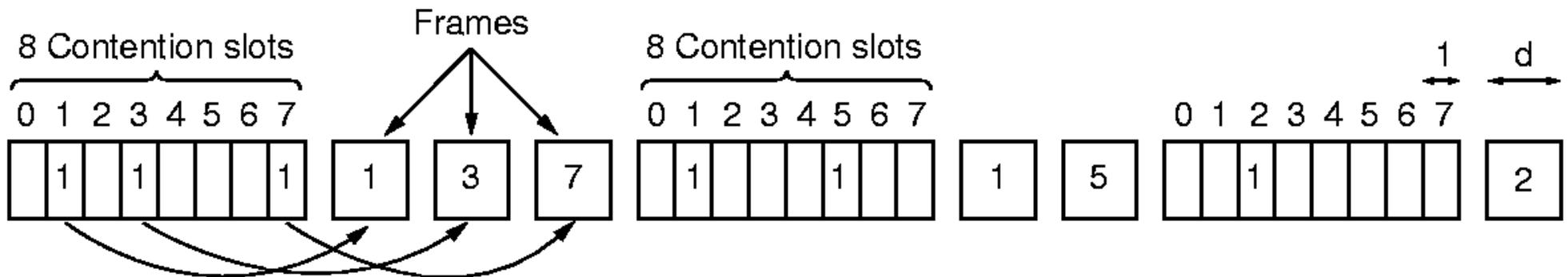


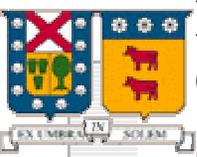


## Protocolos libres de colisiones

### Protocolo de mapa de bits

- si la estación “n” desea TX, envía un bit 1 en el slot n-ésimo
- luego TX sólo las estaciones que enviaron un bit 1.
- Por ende, no hay colisiones





## Protocolos libres de colisiones

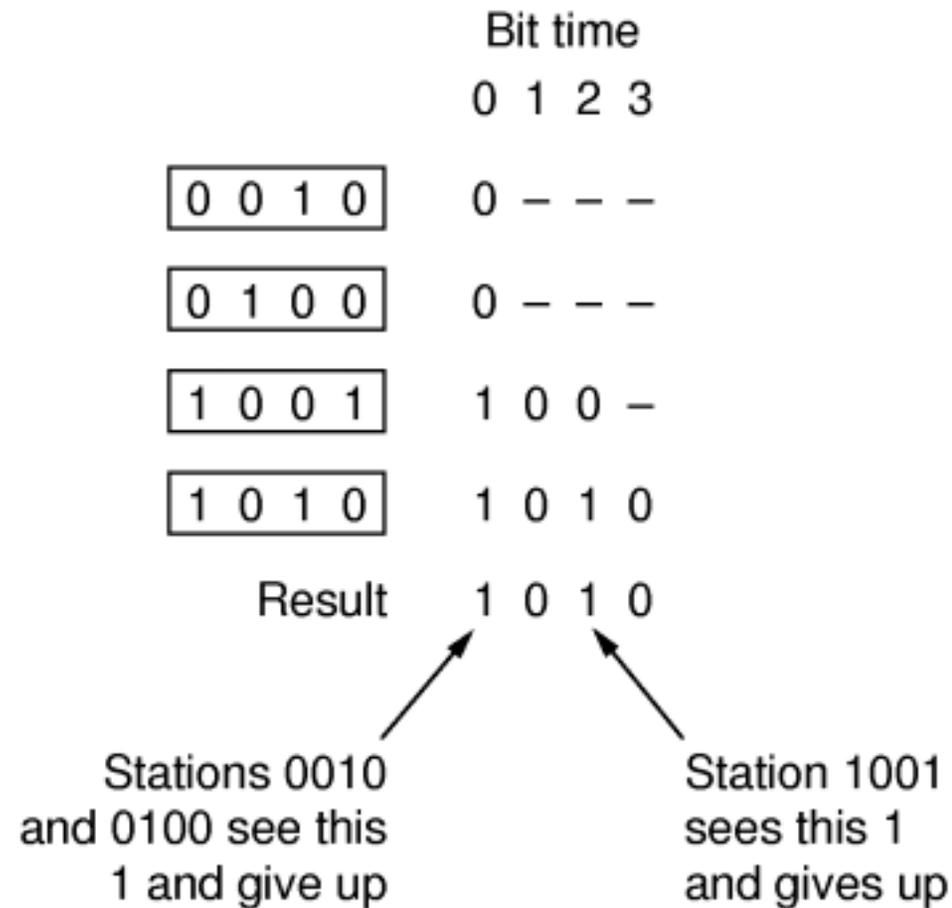
### Conteo descendente binario

- cada estación es enumerada en forma binaria
- cada estación envía el primer bit de su “número”.

Pasan a la siguiente fase sólo las estaciones con el bit mayor

luego se repite el algoritmo hasta quedar 1 sola estación.

Gana la estación de número mayor.





## Medidas de Performance (Rendimiento)

- retardo en baja carga
  - tiempo en poseer el canal para TX (menor = mejor)
- eficiencia en alta carga
  - relación entre intentos v/s logros de TX (mayor = mejor)
- ALOHA posee el menor retardo en baja carga !!!
- CSMA/CD tiene baja eficiencia en alta carga
- Protocolos libres de colisiones tienen retardo alto en baja carga.  
Alta eficiencia en alta carga.