

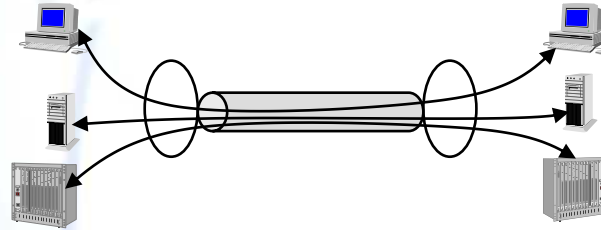
Arquitectura de Redes de Acceso y Medio Compartido
Grado en Ingeniería de Sistemas de Comunicaciones



Universidad
Carlos III de Madrid



Tema 4: Técnicas de Acceso al Medio

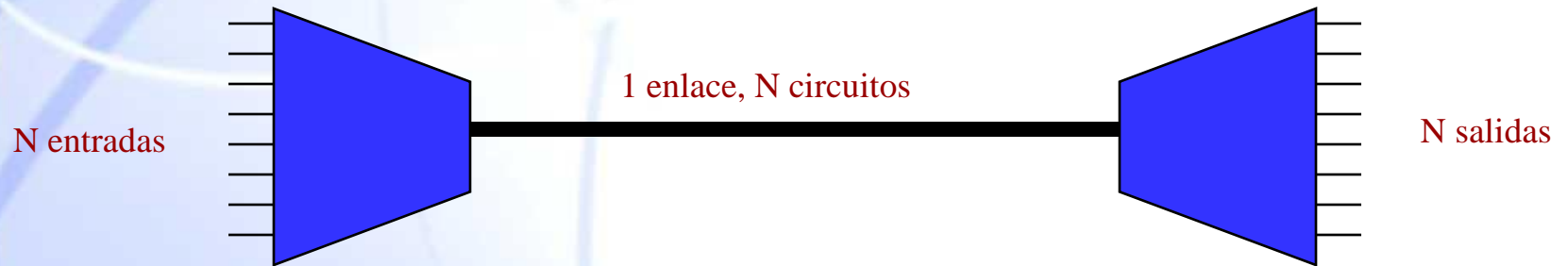
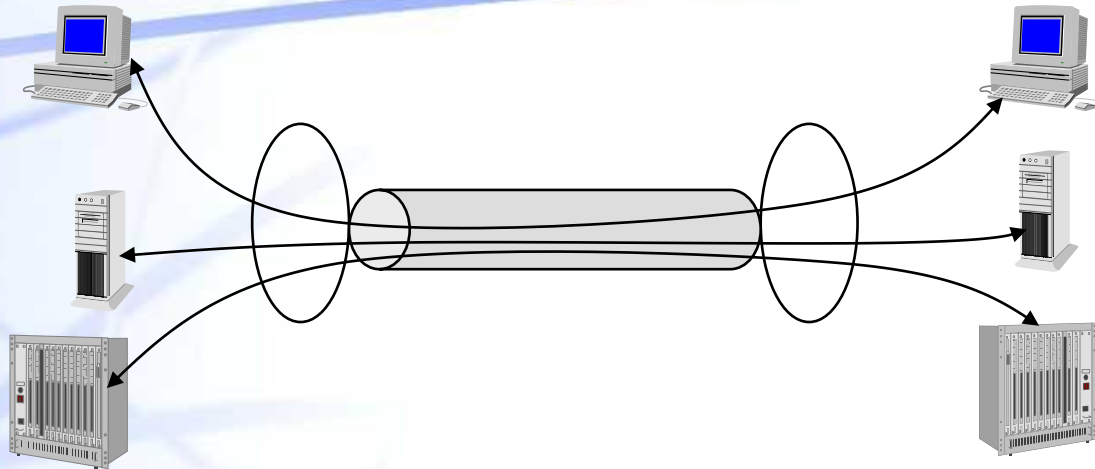


Dr. Jose Ignacio Moreno Novella
<joseignacio.moreno@uc3m.es>

Acceso al medio

- ◆ **Multiplexación:** Reglas (protocolos) que permiten a N estaciones utilizar un medio de transmisión compartido.
- ◆ **Tipos:**
 - ❖ **Reserva.** Cada estación posee una parte del enlace
 - ❖ **Selección.** Una entidad indica quien puede transmitir
 - ❖ **Contienda.** Todas las estaciones pueden transmitir
- ◆ **Los mecanismos anteriores pueden establecerse de modo estático o dinámico**

Multiplexión



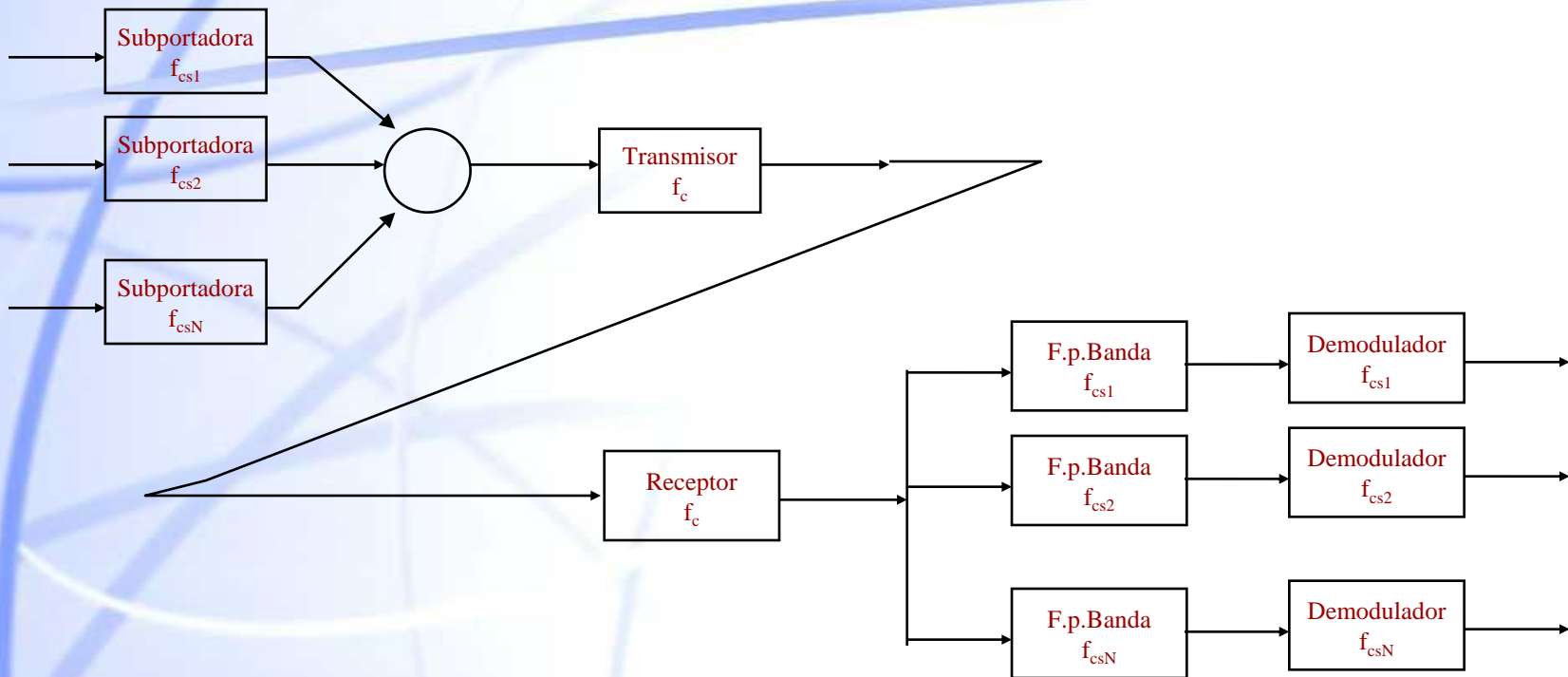
Técnicas de Reserva

- ◆ **Multiplex por división en frecuencia (FDM)**
- ◆ **Multiplex por división en el tiempo**
 - ❖ **TDM síncrona**
 - ❖ **TDM asíncrona**

FDM

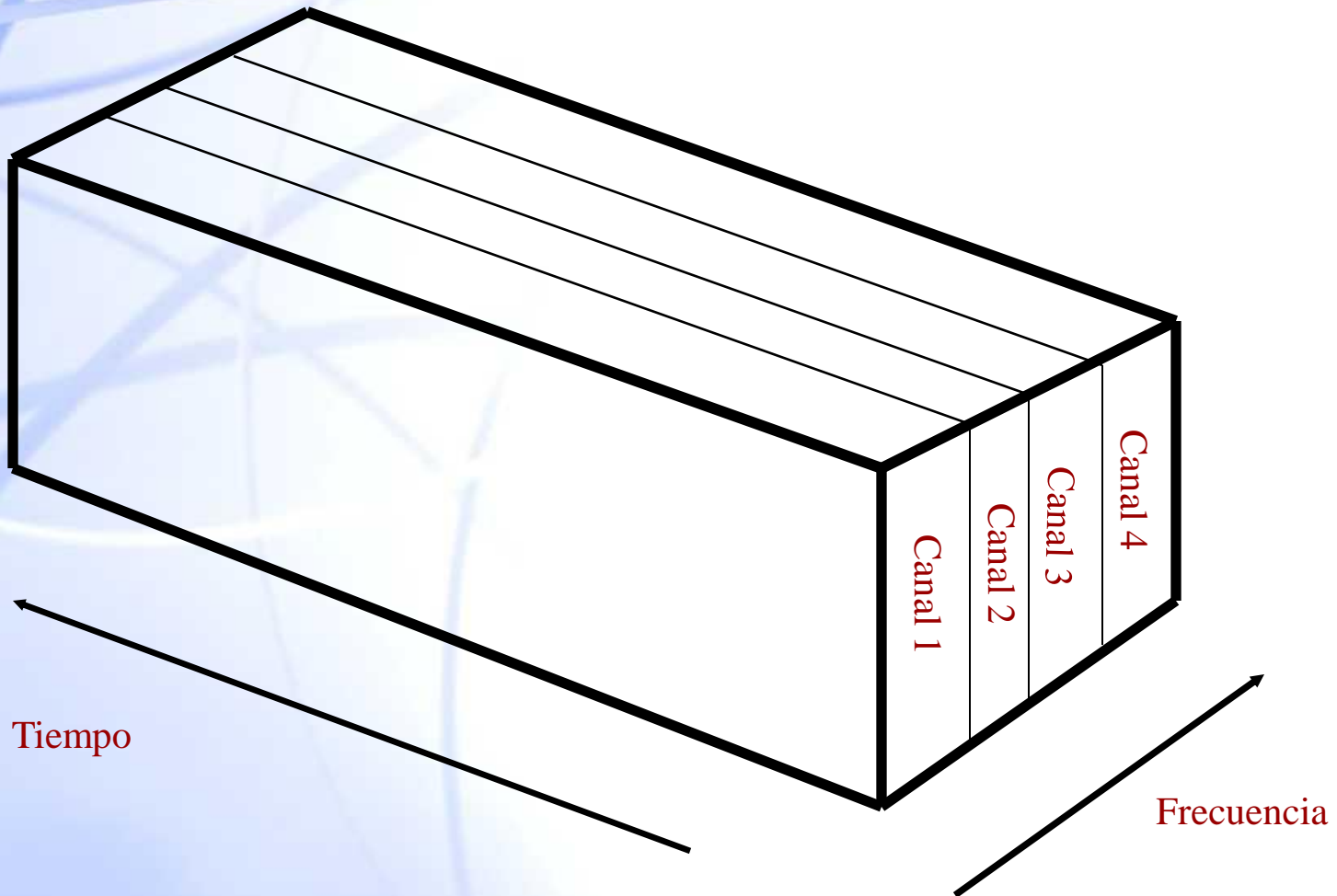
- ◆ Cada señal de entrada se modula con una frecuencia portadora distinta.
- ◆ El conjunto de todas las señales de entrada se transmite por un enlace radio.
- ◆ Necesidad de establecer bandas de guarda para evitar interferencias.
- ◆ Ancho de banda útil (medio) mayor que el ancho de banda necesario para transmitir las señales de entrada.
- ◆ La señal de entrada es analógica o digital, la señal de salida es analógica.
- ◆ Ejemplo: TV digital o por cable

Mecanismo habitual



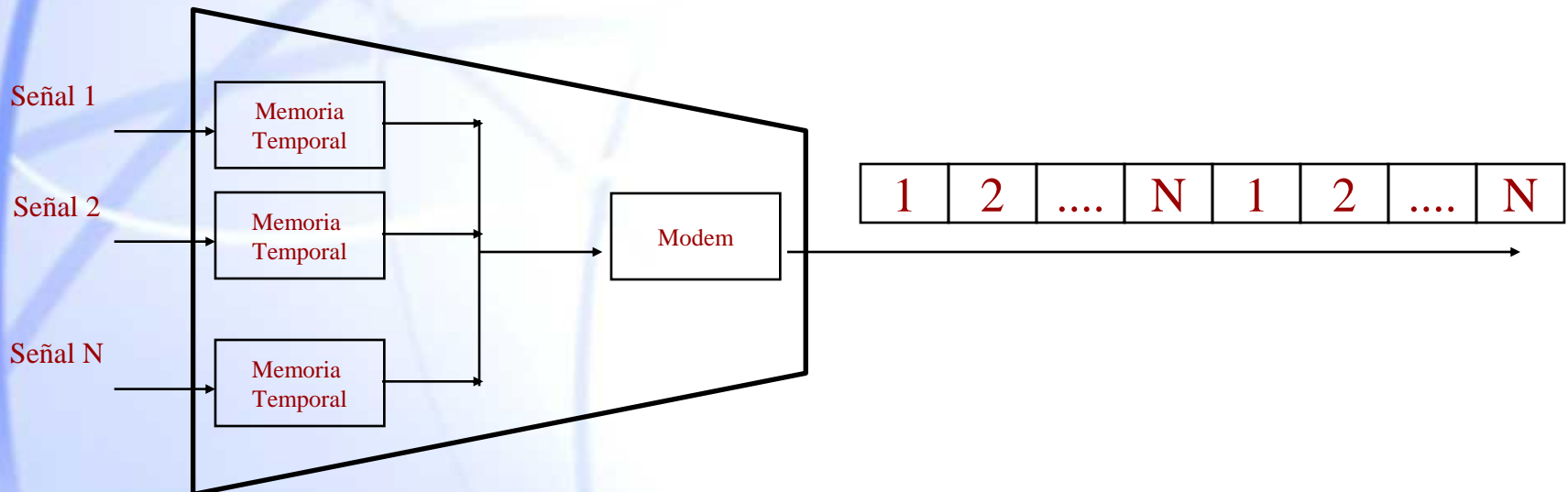
◆ Ejemplo: CATV

FDM



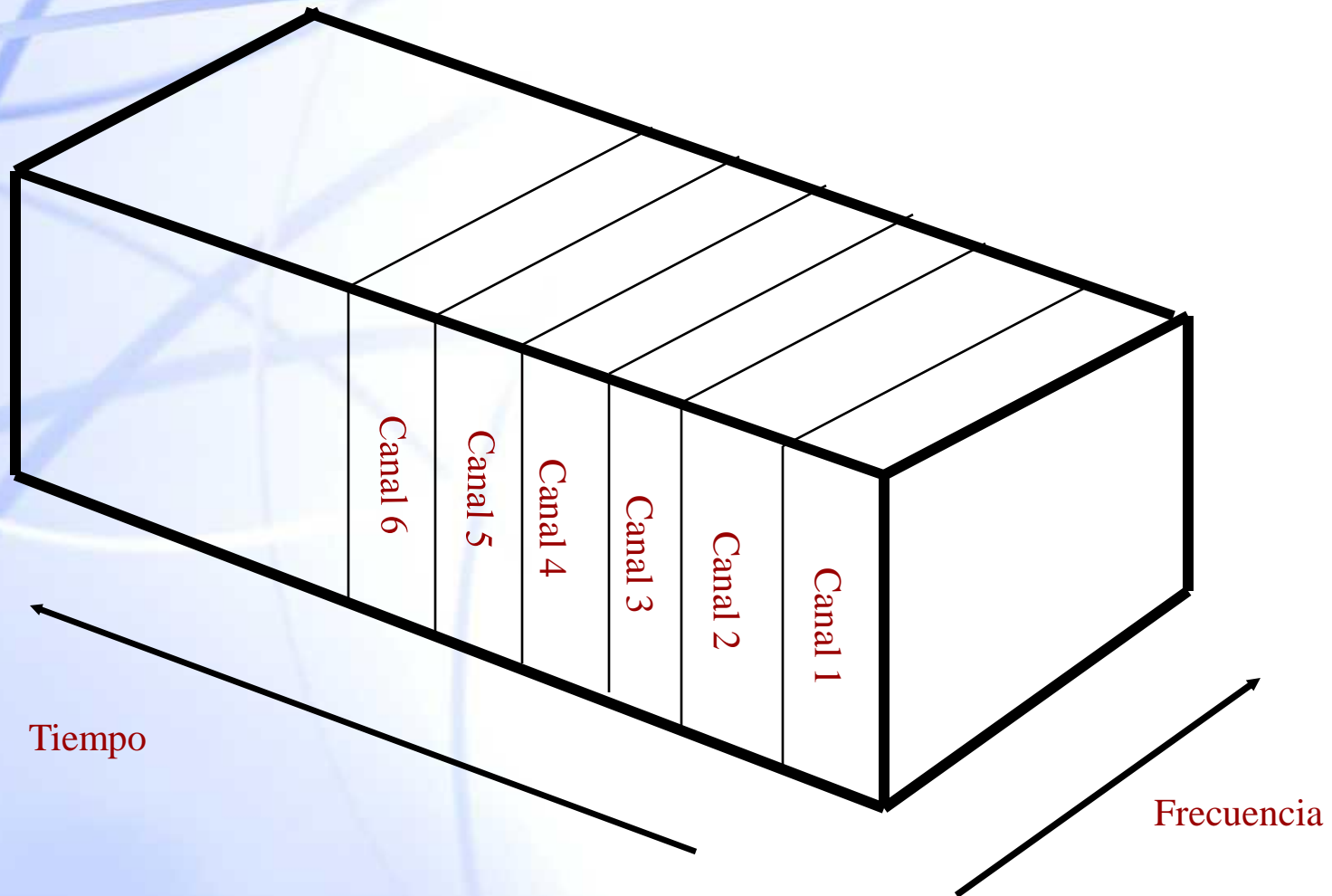
TDM síncrona

- ◆ Asignación fija de ranuras de tiempo a cada señal de entrada
- ◆ Ancho de banda útil (medio) mayor que ancho de banda de las señales a transmitir

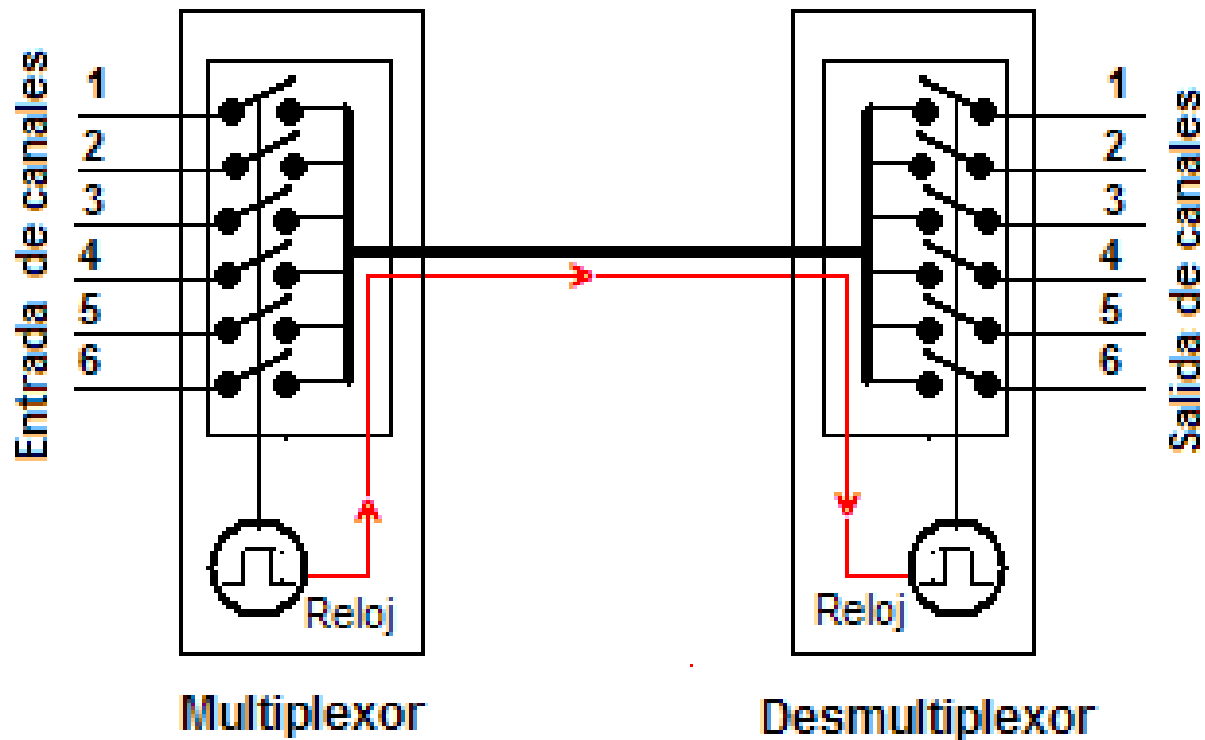





- ◆ Si no hay información que transmitir, se transmiten “blancos”.

TDM síncrona



Multiplexor TDM



-  Interruptor de canal
-  Señal de temporización
-  Medio de transmisión

TDM síncrona

◆ ¿Control de Flujo y Control de Errores?

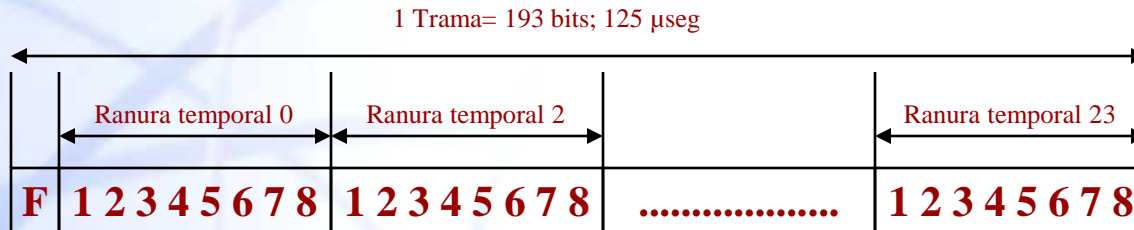
- ✓ Es responsabilidad de cada canal

◆ ¿Delimitación de trama?

- ❖ Necesario sincronizar transmisor y receptor
- ❖ Habitualmente se utiliza un bit en cada trama que sigue un patrón dado. Ej.: 010101010101

Ejemplo: Trama T1

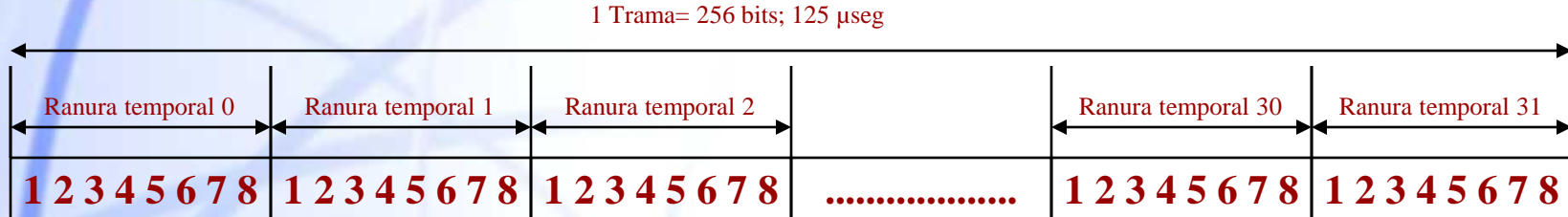
- ◆ Utilizada en RDSI (USA, Japón) para soportar accesos primarios



- ◆ 1 bit de delimitación y control: 0101010101
- ◆ 8 bits por canal: 7 bits de datos + 1 de control.
- ◆ Voz/datos multiplexado
- ◆ 125 μ seg/muestra; 8000 muestras/seg

Ejemplo: Trama E1

- ◆ Utilizada en RDSI Europa para soportar accesos primarios (30B+D)



- ◆ 1 ranura temporal (0) para sincronizar y delimitar.
- ◆ Voz/datos multiplexado
- ◆ 125 μ seg/muestra; 8000 muestras/seg

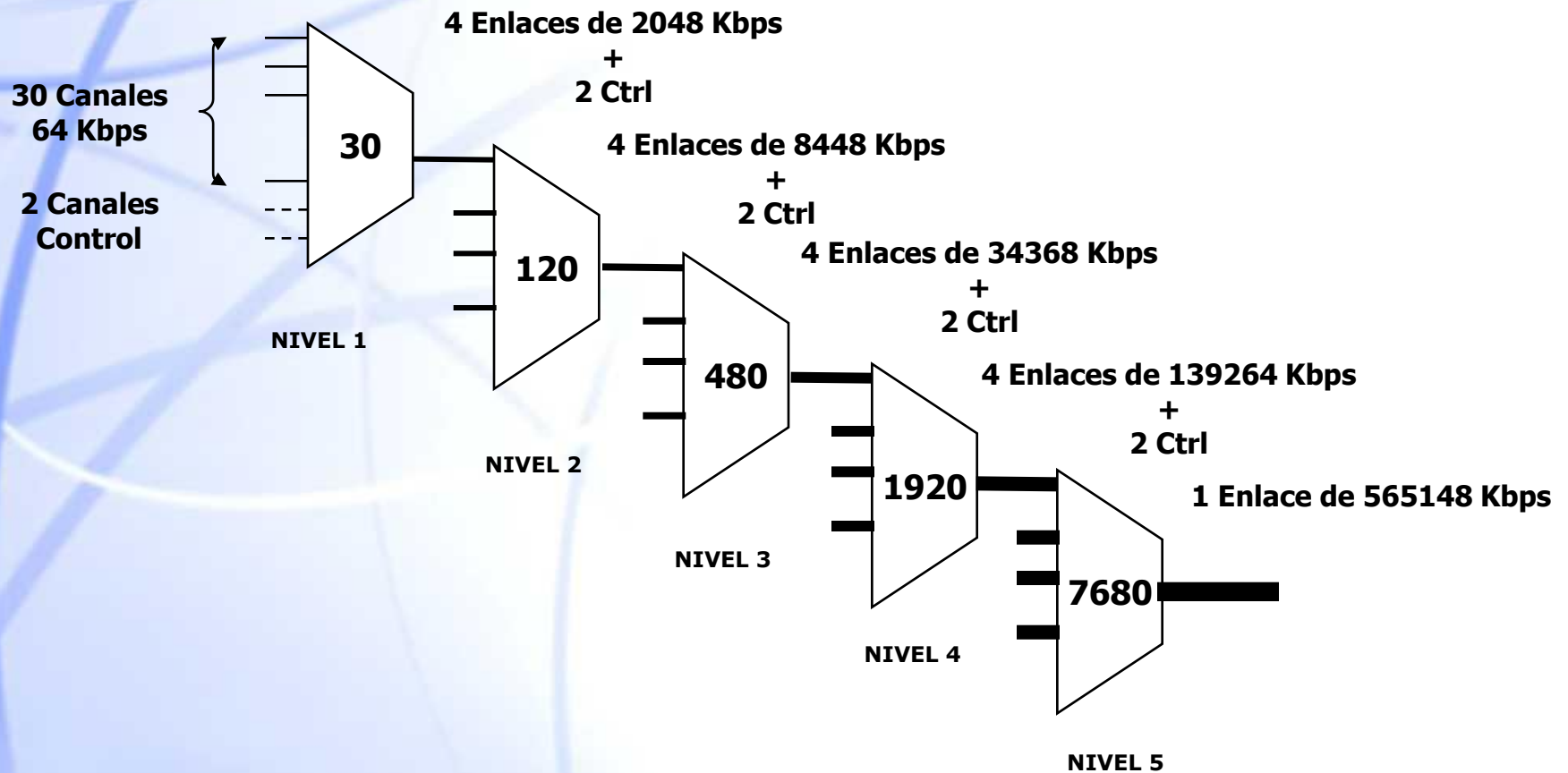
Jerárquías TDM

- ◆ En EEUU, AT&T desarrolló una jerarquía de estructuras TDM con diferentes capacidades. Adoptada también por Japón y Canadá.
- ◆ Una jerarquía análoga, aunque no idéntica fue adoptada internacionalmente bajo los auspicios de la ITU-T

Jerarquías TDM

Norteamérica			ITU-T		
Nomenclatura	Nº Canales de voz	Velocidad (Mbps)	Nivel	Nº canales de voz	Velocidad (Mbps)
DS-1	24	1,544	1	30	2,048
DS-C1	48	3,152	2	120	8,448
DS-2	96	6,312	3	480	34,368
DS-3	672	44,736	4	1.920	139,264
DS-4	4.032	274,176	5	7.680	565,148

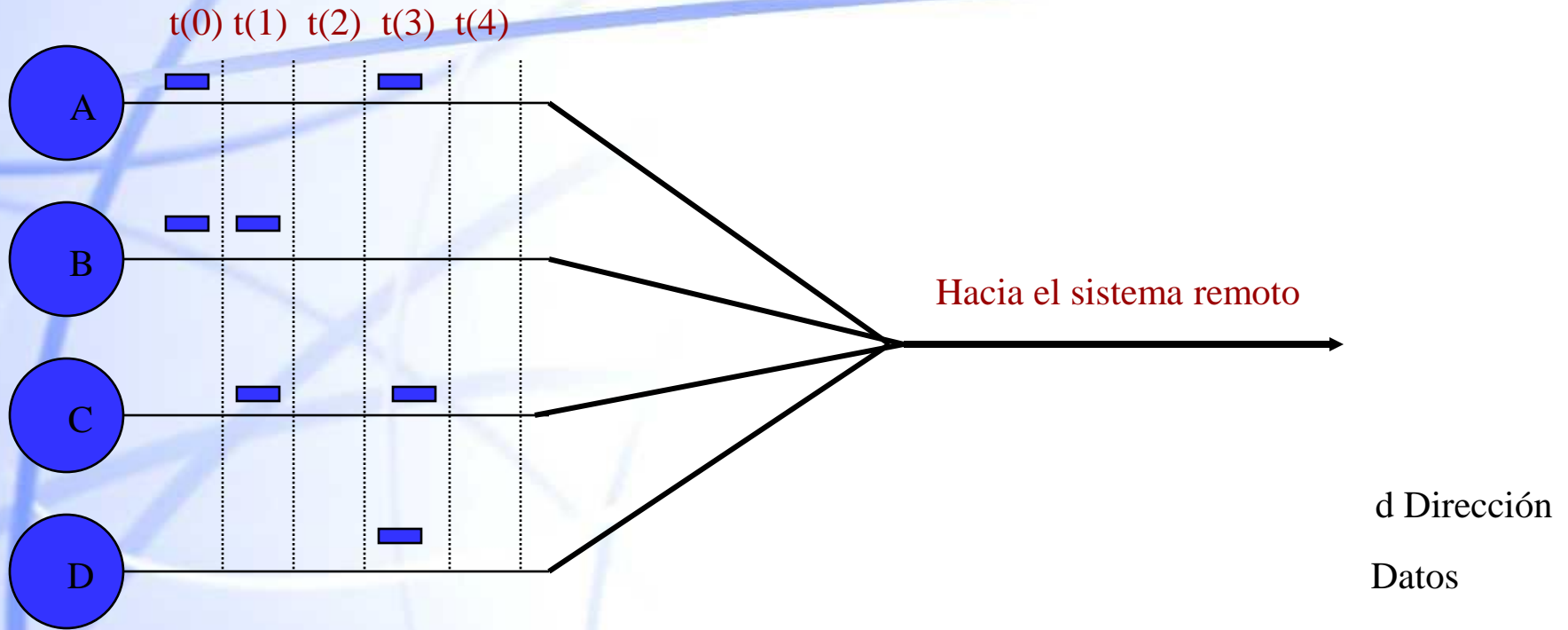
Jerarquía Digital ITU



TDM estadística

- ◆ **Asignación dinámica de las subdivisiones temporales en función del tráfico inyectado.**
- ◆ **Ancho de banda multiplexado es menor que la suma de los anchos de banda de las señales multiplexadas.**
- ◆ **Necesidad de indicar explícitamente direcciones.**

TDM estadística



TDM síncrona

A1	B1	C1	D1	A2	B2	C2	D2
----	----	----	----	----	----	----	----

TDM estadística

d	A1	d	B1	d	B2	d	C2	Ancho de banda extra disponible	
---	----	---	----	---	----	---	----	---------------------------------	--

Problemas Reserva

- ◆ Ineficiencia en caso de reparto estático
- ◆ No adecuada a entornos en los que el número de estaciones sea elevado y dinámico.
- ◆ Sean N estaciones que usan un canal de capacidad C
- ◆ Si se reparte el canal entre las N estaciones por igual, aparecen N subcanales independientes de capacidad C/N
- ◆ Análisis del retardo de transito

- ❖ Un canal
- ❖ N subcanales independientes

$$T = \frac{1}{C/x - \lambda}$$

$$T_i = \frac{1}{C/Nx - \lambda/N} = NT$$

Técnicas de Contienda

- ◆ **Contienda simple**
 - ❖ Aloha simple
 - ❖ Aloha ranurado
- ◆ **Contienda con escucha**
- ◆ **Contienda con escucha y detección de Colisión**

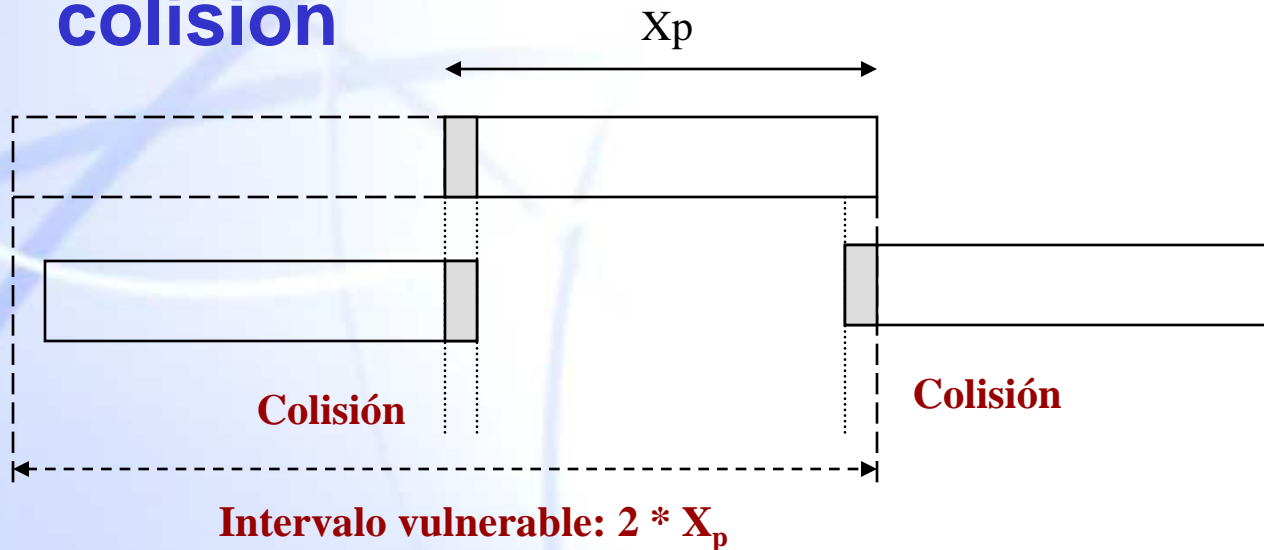
Aloha Simple

- ◆ **Diseñado por Abramson en 1970 para interconectar el campus de la Universidad de Hawaii.**
- ◆ **Operación**
 - 1. El terminal que desea transmitir lo hace**
 - 2. Si dos o más transmiten a la vez se produce una colisión**
 - 3. En caso de colisión, el terminal retransmite la trama pasado un plazo de tiempo aleatorio.**
 - 4. Para evitar una nueva colisión los plazos no son constantes sino aleatorios de media fija.**

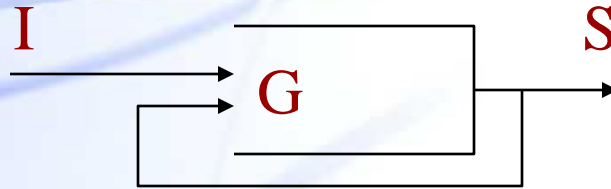
No existen mecanismos para evitar colisiones a priori

Aloha Simple

- ◆ **Periodo vulnerable:** Periodo de tiempo con respecto a una trama en el que, si otra estación transmite, se produce una **colisión**



Aloha Simple



- ◆ I: Tráfico Generado
- ◆ G: Tráfico Transmitido
- ◆ S: Tráfico Cursado
- ◆ Tráfico Generado y Transmitido modelado según distribución de Poisson.

$$P_r[k] = e^{-\lambda t} \frac{(\lambda t)^k}{k!}$$

Aloha Simple

◆ Suposiciones

- ❖ Tramas de longitud fija
- ❖ Número infinito de usuarios generando tráfico modelado por distribución de Poisson con media I tramas por tiempo de trama.
- ❖ $I > 1$: Genero más tramas de lo que el canal puede soportar
- ❖ $0 < I < 1$.

◆ Tráfico transmitido con media G

◆ $G \geq I$.

◆ Baja Carga $I \approx 0$, $G \approx I$

◆ Alta carga $G > I$

Aloha Simple

- ◆ **Tráfico Cursado S**

$$S = G P_o$$

- ◆ **P_o Probabilidad de transmisión sin errores.**
- ◆ **Prob. K tramas en un intervalo de tiempo de trama.**

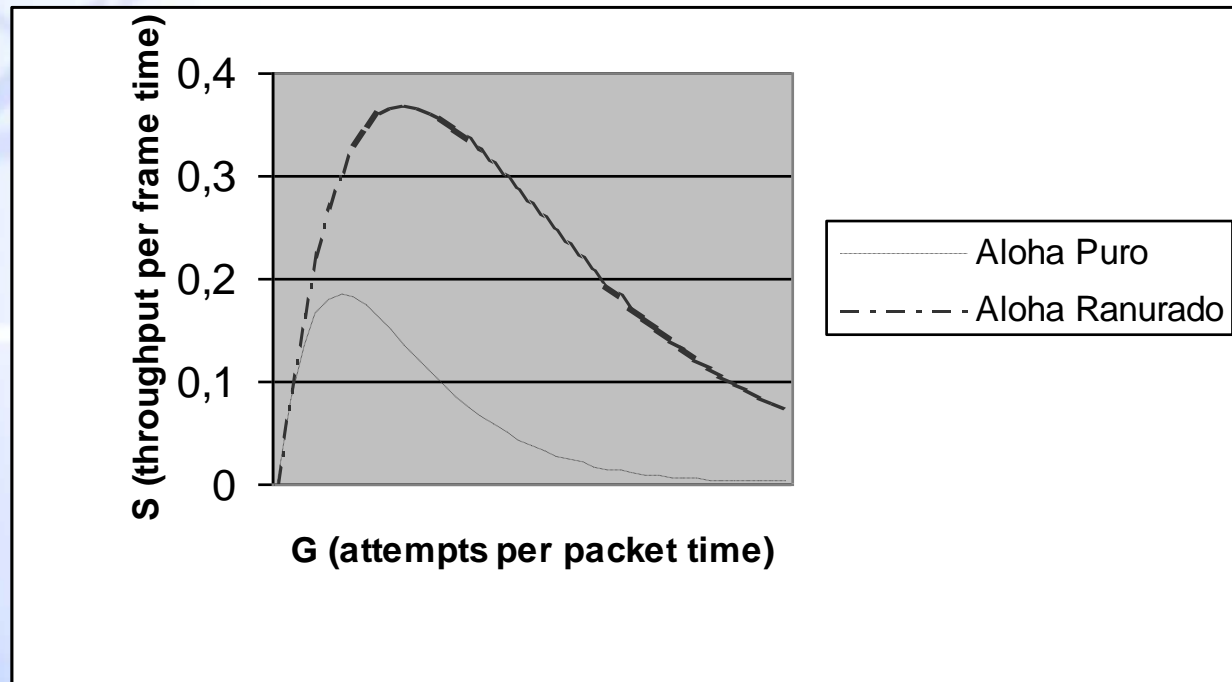
$$P_r[k] = e^{-\lambda t} \frac{(\lambda t)^k}{k!}$$

- ◆ **$P_o = \text{Pr}[k=0, \text{ en intervalo } t=2]$**

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

Aloha Simple

- ◆ $S = G e^{-2G}$
- ◆ Máximo en $G=0,5$, $S=0,184$ (18 %)

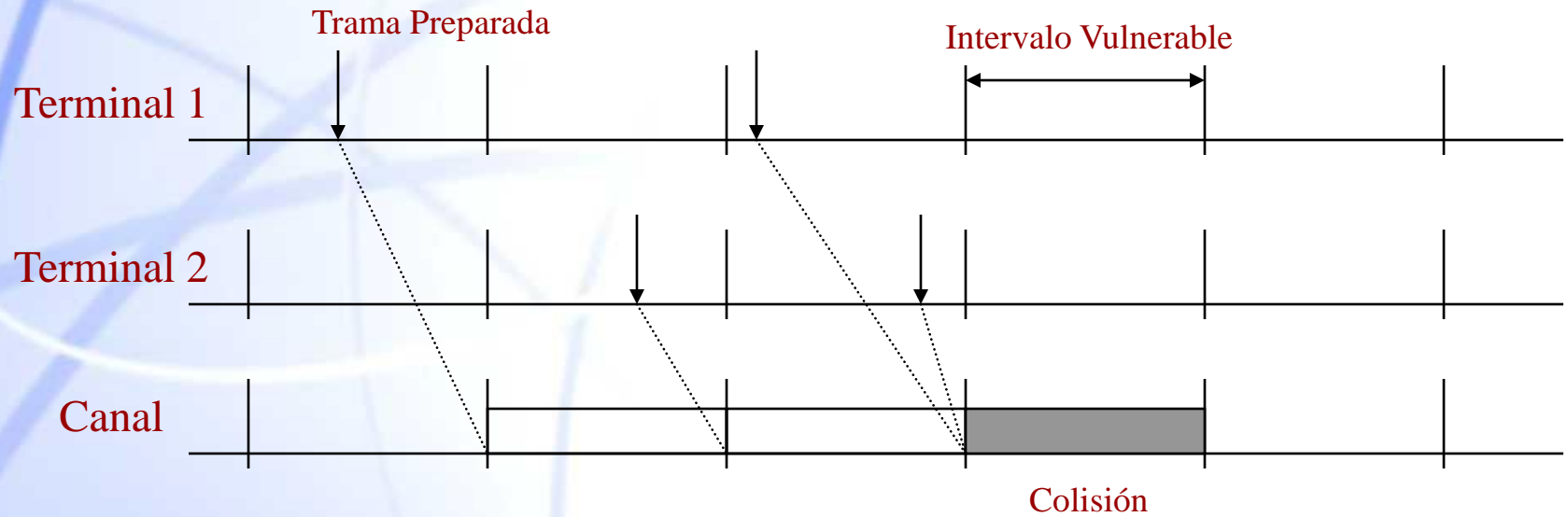


Aloha Ranurado

- ◆ **Diseñado por Roberts en 1972 para mejorar las prestaciones de Aloha simple**
 - ❖ **Las estaciones transmiten sin escucha**
 - ❖ **El tiempo se divide en *cuantos*, denominados ranuras**
 - ❖ **Sólo puede transmitirse al comienzo de cada ranura**
 - ❖ **La ranura se dimensiona a un tamaño X_p**

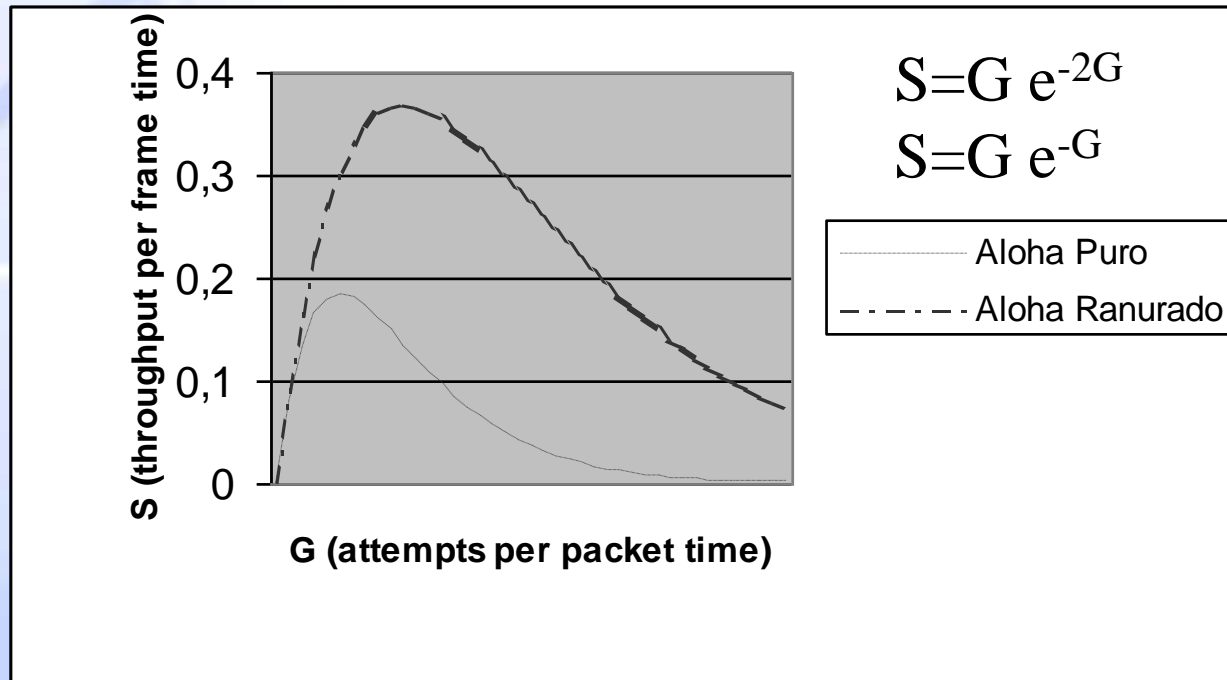
Aloha Ranurado

◆ Periodo vulnerable



Aloha Ranurado

- ◆ Al reducirse a la mitad el intervalo, se duplica la capacidad del canal, aunque el sistema presenta el mismo carácter de inestabilidad.
- ◆ $S=G e^{-G}$
- ◆ Máximo en $G=1$; $S= 0,368$ (36 %)



Contienda con escucha (CSMA)

◆ Funcionamiento Básico

- ❖ Las estaciones tienen capacidad para conocer el estado del canal (libre u ocupado)
- ❖ Si “*creen*” que esta libre, transmiten
- ❖ Si detectan actividad, esperan

Mejoran las prestaciones frente a aloha, pero son sensibles al retardo de propagación.

Variantes de CSMA

- ◆ **CSMA 1 persistente, transmite al detectar canal libre. Si hay colisión, espera aleatoria.**
- ◆ **CSMA no persistente, no escucha constantemente el canal. Espera aleatoria.**
- ◆ **CSMA p persistente, transmite con probabilidad p al detectar canal libre.**

Detección de colisiones (CSMA/CD)

◆ Idea Básica

- ❖ Además de escuchar antes de transmitir, permanece a la escucha durante la transmisión. Si se detecta colisión, interrumpe la transmisión y espera un plazo.
- ❖ Para que una colisión se detecte siempre:
 - ✓ $X_p \gg 2 t_p$ (la colisión debe producirse durante la transmisión)

◆ Mismas variantes que CSMA

- ❖ 1 persistente (Ethernet)
- ❖ p persistente
- ❖ no persistente

Comparación Cualitativa

- ◆ **Comparamos Aloha, CSMA y CSMA/CD en base a:**
 - ❖ **Intervalo vulnerable. Supuesta la existencia de una trama en el canal, intervalo posible de ocurrencia de colisiones.**
 - ✓ Aloha > CSMA = CSMA/CD
 - ❖ **Tiempo perdido. Tiempo ocupado de canal desaprovechado por colisión.**
 - ✓ CSMA/CD < CSMA = Aloha

Retroceso Exponencial Binario

¿Cuanto tiempo hay que esperar tras una colisión?

- ◆ Una espera adecuada puede evitar la degradación del sistema ante situaciones de mucha carga.
- ◆ Se suele emplear una técnica llamada Retroceso Exponencial Binario (*Binary Exponential Backoff, BEB*).
 - ❖ Tras la colisión i de una trama, la espera sigue una distribución uniforme entre 0 y $2^i X_p$.
 - ❖ Tras un número máximo de colisiones (16), se abandona la transmisión y se notifica al nivel superior.
 - ❖ Aparece un efecto LIFO entre distintas estaciones .

Comparación de Técnicas de Contienda

- ◆ **CSMA no garantiza tiempos de respuesta ni soporta prioridades. Hay aplicaciones sensibles al retardo para las que esto es inaceptable:**

Técnicas de Paso de Testigo:

Sólo puede transmitir la estación que esta en posesión de un testigo.

- ◆ **Dos versiones, según topología:**
 - ❖ **Paso de testigo en anillo (Token Ring)**
 - ❖ **Paso de testigo en bus (Token Bus)**

Comparación Paso de Testigo/Contienda

◆ Comparación en base a:

- ❖ Retardo en alta y baja carga
- ❖ Sensibilidad al número de usuarios

1. Retardo en alta carga

CSMA/CD > Testigo, por ausencia de colisiones en el segundo

2. Retardo en baja carga:

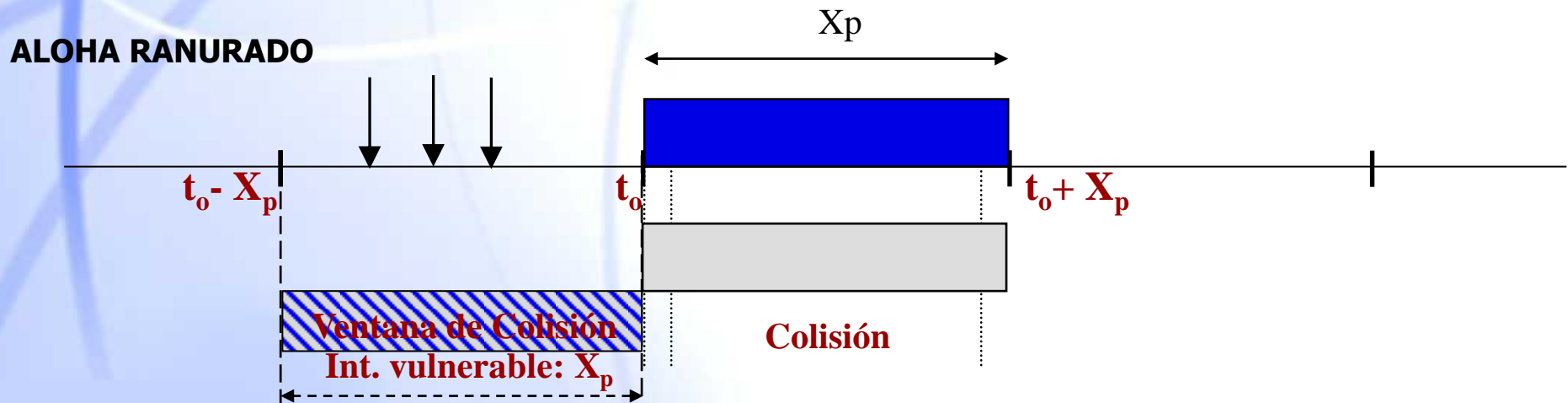
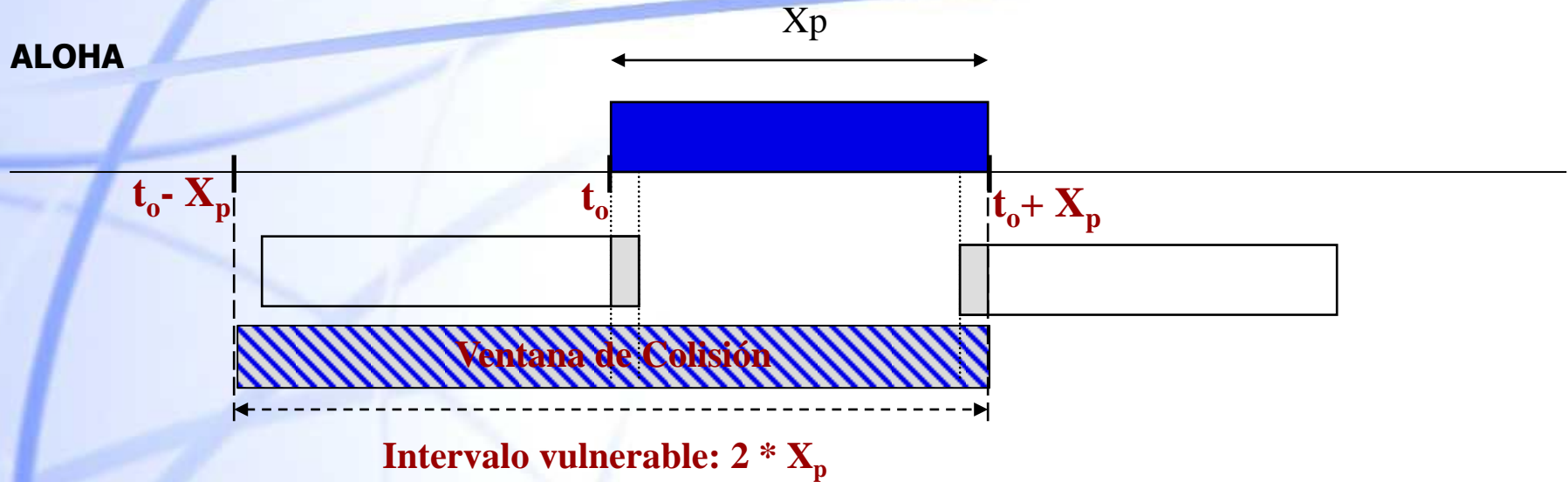
CSMA/CD < Testigo, porque no se pierde tiempo en esperar al testigo

3. Número de usuarios:

CSMA/CD menos sensible en baja carga

CSMA/CD más sensible en alta carga (saturación)

Intervalo de Vulnerabilidad Iv



Intervalo de Vulnerabilidad I_v

