

# Redes por computadora.

Redes de computadora - Tarenbau.

Exámenes parciales	30%	(10% cada uno, 3 exámenes parciales)
Examen final	30%	
Controles, tareas	15%	
Laboratorio	25%	

14 / agosto / 19

## Introducción

Evolución de las redes de computadoras.

ARPANET.

50 Kbits/s → transmisión de datos en los 40's.

Redundancia está dada por un enlace. Uso adecuado de los recursos que tengo.

Un solo recurso puede ser optimizado de acuerdo a su uso.

Telegáfico → enrolo de códigos. Dispositivo de codificación.

**Comunicación de paquetes:** como "la papá caliente"; función del enrutador trata de enviarlo al siguiente objetivo de la ruta.

Hay muchos tipos de Redes de datos. Actualmente hay muchas posibilidades de interacción de datos. → Internet de las cosas.

Redes de datos en autos inteligentes para comunicarse entre los coches.

## Comunicación:

**Circuitos:** se dedica una ruta y se reservan recursos durante la comunicación.

**Mensajes:** se forma un mensaje que incluye dirección del destinatario y se envía sin establecer una conexión. El mensaje se almacena y retransmite de nodo en nodo.

**Paquetes:** similar a la comunicación de mensajes, pero éste se divide en segmentos llamados paquetes, cada uno de los cuales es transmitido individualmente.

- Circuitos virtuales.
- Datagramas.

\* Checar presentación

## Comunicación de Circuitos:

- Trayectoria dedicada para el flujo.
- Ancho de banda y retraso definidos e invariantes.
- Ideal para flujos a tasa constante con fuertes restricciones temporales.
- Reservación de recursos = alto costo. Independientemente del volumen intercambiado.
- Inapropiado para tráfico en ráfagas. (típico en servicios de datos).

**Comunicación de paquetes:** Comparten una red diferentes fuentes. Ventajas sobre la de circuitos: al saturarse una red, usan otra. Si se corta una ruta, se calcula otra. Desventaja es que tarda más ya que no está reservado, y hay rutas más diversas.

**Multiplexaje:** Compartición de un medio de comunicación entre varios usuarios.

**Clasificación de redes:** no hay una norma en si, solamente se sugiere.

- Por el servicio que ofrecen
- Por su función en la arquitectura.
- Por la población de usuarios que las utilizan.
- Por su cobertura geográfica

### Redes de área corporal

**BAN:** Cobertura a un par de metros.

Medio físico: piel o inalámbrico.

**PAN:** Cobertura a 10 metros. Medio inalámbrico. Velocidad 2.4 kb/s a 110 Mb/s.  
Interc Conexión de dispositivos. (Bluetooth, ZigBee, WUSB)

**LAN:** Cobertura de cientos de metros a algunos Kilómetros. Medio alambrado e inalámbrico.  
Velocidades 10 Mb/s a 10 Gb/s. (Ethernet, 802.3, Token ring).

**CAN:** Cobertura algunos Kilómetros. Medio alambrado. Velocidades 100 Mb/s a 10 Gb/s. Interconecta redes locales en edificios, campus, hospitales. (Ethernet, ATM, FDDI).

**T-MAN:** Cobertura a decenas de Kilómetros. Medio alambrado e inalámbrico. Amplio rango de velocidades. Interc Conecta redes locales en edificios, redes de acceso

**WAN:** Interc Conecta redes en grandes extensiones.

**GAN:** Internet. Redes de área Global.

\* Checar diapositivas.

## Modelos de referencia

**Protocolo:** como el diálogo. Comunicación entre 2 dispositivos.

Cuales son los pasos de interacción mutua para llegar al éxito.

**Capas o pila de protocolos:** Se divide el problema en partes o módulos.

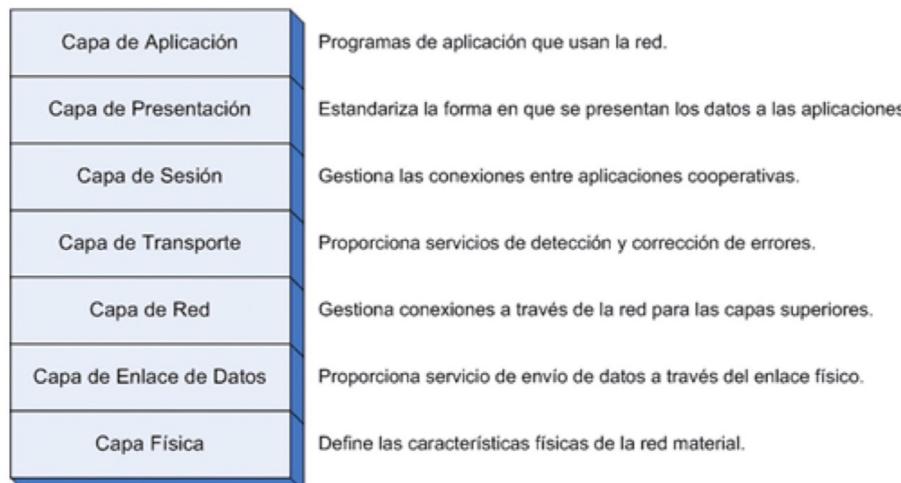
La capa inferior es la física → alámbrica, campo magnético.

**Modulos:** ayudan a estructurar código, encontrar errores.

### Modelo de referencia OSI

Cuenta con 7 capas. Modelo de Interc Conexión de sistemas Abiertos propuesto por la Organización Internacional de Estandares para establecer una referencia de estos datos para las redes.

Modelo OSI



**Software** → todo lo que tenga que ver con el sistema operativo.

No existe definición clara de los elementos que hay en cada capa, aunque hay algunas generalidades. **Ejemplo:** Hardware = capa física.

**Firmware:** software muy ligero y sencillo que interactúan con el procesador. Es mucho más exigente. Observar como se comporta el procesador. Se tiene que ir a las tablas. Es más rápido.

## Independencia de capas.

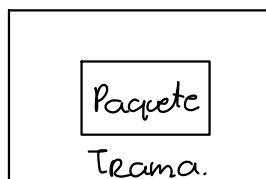
La conexión entre redes depende de los elementos que se quieren conectar y el funcionamiento. Hay programas que no pasan por todas las capas necesariamente. Esto también nos da flexibilidad.

## Capas

**Física:** transmisión de cadenas de bits en el medio físico. Se ocupa de las características mecánicas, eléctricas, estructurales, procedimiento que establecen la transmisión.

**Enlace de datos:** se encarga de enramado de datos, sincronización y control de acceso al medio, transferencia de información fiable punto a punto.

Forma los tramos de datos que van a ser enviadas en la capa física.



→ encapsulado.

**CRC:** códigos de corrección de errores.

**Control de acceso al medio:** maneras de corregir errores para seguir avanzando.

**de Red:** establece rutas para encaminar los paquetes desde su origen hasta su destino final. Acepta paquetes entrantes de la capa de transporte y paquetes en tránsito de la capa de enlace de datos y los dirige hacia la salida adecuada. Existen rutas, saltos (routers), enrutamiento, paquetes, enrutador.

**de Transporte:** segmenta y ensambla la información en paquetes. Comunicación confiable de extremo a extremo. Control de flujo y control de congestión.

**Control de flujo:** está hecho para no saturar los paquetes.

**de Sesión y presentación:** estructura de control para comunicaciones entre aplicaciones, administración y establece sesiones. Asigna derechos de acceso, funciones de cobro. Realiza transformaciones útiles en los datos. Las funciones más importantes son: Cifrado, compresión, representación normalizada de datos.

**Aplicación:** servicios a los usuarios del ambiente de red. Se encarga de transacciones entre los usuarios. FTP, www, correo electrónico, administración de redes.

# Modelos de capas

TCP/IP: lo utiliza el internet.

DNS: sirve para nombrar los dominios Todo el sistema de la jerarquía de servidores y el servicio.

Tarea: Investigar conceptos necesarios para responder las preguntas. Reportarlo en una presentación de power point.

Buscar modelo TCP/IP. Interfaces resumidas. (tabla)

21/ agosto / 19

## Capa física

### Medios de transmisión

Camino físico a través del cual se transmite información entre dos dispositivos.

#### Características

Tipos de conexión: enlace punto a punto o de punto a múltiples puntos de conexión.

Modos de transmisión: Half-duplex: enviar en una dirección a un tiempo pero no de forma simultánea. La full-duplex si permite enviar dirección de forma simultánea.

- Transmisión de datos: Las señales transmitidas pueden:

- Alterarse por ruido → algo indeseable que distorsiona la señal. No se puede quitar al 100%, se tiene que lidiar con eso. Tiene diferente naturaleza.
- Atenuación: La señal va decayendo. Problema físico del medio, unos atenuan más que otros.

Atenuación y distorsión depende del medio de transmisión, ancho de banda, velocidad de transmisión y la distancia.

Características de transmisión: • Atenuación: La potencia de la señal disminuye con la distancia. La regla "a mayor frecuencia, mayor atenuación" no necesariamente se cumple.

Ancho de banda: Rango de frecuencias en los que opera un sistema de comunicación.

Bluetooth y Wifi operan en la misma frecuencia.

Velocidad o tasa de transmisión: Número de bits transmitidos por segundo. (bps). Existen otros tipos de transmisiones.

- Fórmula de Nyquist: Si un canal tiene un ancho de banda  $B$

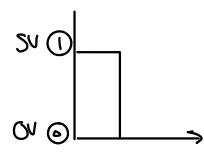
$$C = 2B \text{ bps} \quad \text{Dos niveles por elemento.}$$

- Caso ideal

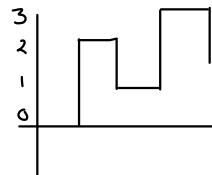
$$C = 2B \log_2(M) \text{ bps}$$

$$M = \text{Niveles por elemento.}$$

Ejemplo: su ①



00	0
01	1
10	2
11	3



**Teorema de Shannon:**  $C = B \log_2 (1 + \frac{S}{N})$  si incluye ruido.

Ejemplo: Relación señal a ruido = 422

Ancho de banda = 3300 Hz

C se acerca a 28.8 kbps.

¿Cómo trabaja un módem a 56 kbps?

La cuantificación de señales nos obliga a trabajar en números binarios

## Medios Guiados

Medio de transmisión que permite el flujo de ondas electromagnéticas

Los más comunes son los cables.

**Pare trenzado:** Cada par es un canal de comunicación. Diámetro de cada alambre < 1 mm  
El trenzado reduce la interferencia entre cables adyacentes.

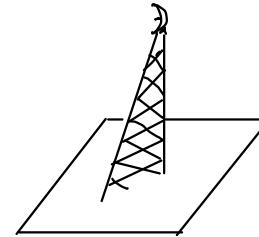
Hay diferentes variaciones en cuanto al tipo de cableado dependiendo lo que se busque lograr.

Hay ciertas reglas que se deben seguir en cuanto a la instalación del cableado adecuado.

**Módem:** modulador de movimiento.

26/agosto/19

23 septiembre - 1<sup>er</sup> parcial  
30 octubre - 2<sup>do</sup> parcial  
4 diciembre - 3<sup>er</sup> parcial.



## Medios no guiados

ondas electromagnéticas. Campo eléctrico.

Redes inalámbricas son más fácil de cablear que las redes cableadas. Una de sus desventajas es la interferencia → degrada el desempeño de la red.

Acceso de control al medio

Microondas enlaces: propagación en línea de vista. → onda los dirige a otro punto.

Red de microondas se tienen que conectar por el suelo. (terrestres)

Relación Frecuencia - Distancia.

## Enlaces satelitales

Hay gran variedad de bandas satelitales. Redes de internet de las cosas. Las limitaciones dependen de su geolocalización. Seguridad de la información. Condiciones atmosféricas

Depende el tipo de medio el beneficio que te brinda.

# Capa de enlace de datos (MAC)

Capa MAC es el 60% aprox. de la capa de enlace.

Mecanismos y algoritmos se repiten en capas superiores (corazón de la primera parte del curso).

Unidad de información en la capa de red: **paquete**

**Trama:** Unidad de información en la capa de enlace de datos → encapsula a los paquetes. Esta capa es responsable de enviar tramas a través de un solo link.

Dependiendo el número de tramas es como se corrigen errores.

**Manejo de errores y control de flujo de datos** → 2 tareas más importantes de la capa de enlace de datos.

Capa de enlace hace abstracción de la capa física.

Se transmiten tramas de enlaces de red entre cada capa de enlaces de datos.

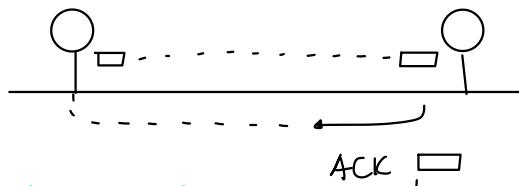
Dirección MAC: dirección a nivel del enlace de datos.

Hay diferentes tipos de servicios: con orientación a conexión o sin conexión.

Trama tiene un tamaño variable (longitud) → se puede combinar. Se pueden tener un campo de longitud de bytes para la trama.

Hay tramas que se pierden. Se busca el nuevo inicio y final de la trama.

Manejo de errores → buscar mecanismos para combatir errores.



El tiempo que tarda en recibir el acuse de recibo depende de el tiempo de transmisión.  
Para esto se usan los timers.

**Control de flujo:** Procesador e interfaz de red. La comunicación de red no debe impedirse. destino puede no lograr las capas. Dispositivo tiene que decidir qué capas procesar o no.

28/agosto/19

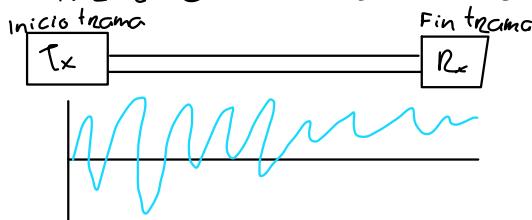
No hay garantía de evitar errores.

Idea es generar o simular campos o tramas para marcar las que tienen error.

Ejercicio con fundamentos de como se manejan las tramas.

Relleno de bytes. Secuencia para saber donde inicia o termina la trama.

Actividad eléctrica se reduce



Al no verse el inicio y fin de la trama se puede perder. Estas banderas dicen en donde inicia y termina. Si se pierde alguna bandera se espera a la siguiente trama.

La información no se pierde, se pede recuperar.

Con 6 1's aseguramos que si es la bandera. → Conjunto de bits (G)

# Simulación por computadora

Método de Monte Carlo.

Muy difícil tener el control de todo en un escenario.

Beneficios: Reducción de costos en la experimentación. Dimensionar la capacidad de una red con una planificación.

## Método de Monte Carlo

Uno de los más usados. La mayoría de las computadoras no generan números aleatorios.

Solo se oen aleatorios  $\rightarrow$  cumplen condiciones de secuencia de números aleatorios.

Distribución Uniforme, diferenciación. Conteo de subsecuencias.

$$0 \rightarrow 500$$

$$1 \rightarrow 500$$

$$\underline{n \sim 1000}$$

$n \sim 1000 \rightarrow$  diferencia mínima. Propiedad más sencilla número pseudorandomo.

Tarea: Generar en forma pseudorandoma un conjunto de tramas de diferente longitud.

Para tener tramas de diferente tamaño se utiliza la aleatoriedad con una cota inferior y superior. Se tiene que verificar que la distribución sea uniforme.

Todas las tramas tienen que tener inicio y fin.

10 - 20 Bytes

I	X	x	x	x	x	x	x	F
---	---	---	---	---	---	---	---	---

I	x	x	x	F
---	---	---	---	---

I	x	x	x	x	x	F
---	---	---	---	---	---	---

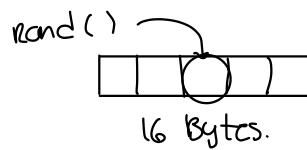
I	x	F
---	---	---

0 - 1  
0.2

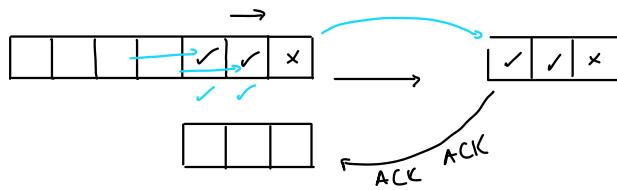
Rellenamos donde se nequiera de bytes. Recreación de la realidad:  
Fijar una tasa de error.

Se recuperan las tramas. Si no se pueden recuperar se tama como erronea.

Desempeño con llenado de bytes  $\rightarrow$  degradado y afectado por las tasas de error



## Ventana deslizante



2 / septiembre / 19

Go-BadL-N  $\rightarrow$  los números de arriba  $\rightarrow$  byte para numerar.

Caja de red recibe los tramas pero tienen que estar en orden.

La trama receptor se manda hacia la derecha para representar el tiempo o "delay" que hay en la transmisión.

El ACK se recibe hasta el 3 para ahorrar tiempo y ser más eficiente.

Si no se llega el ACK, entonces regresa a donde se perdió para volver a recuperarlo.

Para asegurarlo se implementa el NACK que es el negativo del acuse de recibo que permite anular la info llegada y vuelve a mandar la información sin error.

Ejemplo:



Tasa de transmisión: 100 Kbs

Tiempo de propagación: 150 μs (transito, transmission delay)

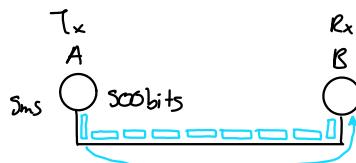
Ejercicio: Calcula el tiempo que transcurre para la recepción de una trama de 500 bits.

$$100 \text{ Kbs} \rightarrow 100,000 \text{ b/s} \Rightarrow \frac{500 \text{ bits}}{100,000 \text{ bits/s}} = 0.005 \text{ s.} = \frac{1}{200} \text{ s.} = 5 \text{ ms.}$$

$$\begin{array}{r} 5000 \mu\text{s} \\ + 150 \mu\text{s} \\ \hline 5,150 \mu\text{s} \end{array} \rightarrow \text{delay total}$$



Acuse de recibo requiere esperar un número de tramas por lo que la ventana deslizante se hace más grande.



Código CRC ↳ polinomio  
CRC-3 GSM (0x3)

↳ grado

Campo finito

Comportamiento de las raíces del polinomio

$$0 + 0 = 0$$

$$0 + 1 = 1$$

$$1 + 0 = 1$$

$$1 + 1 = 0 \Rightarrow \text{el } 2 \text{ se mapea al } 0$$

XOR	
0	0
0	1
1	0
1	1

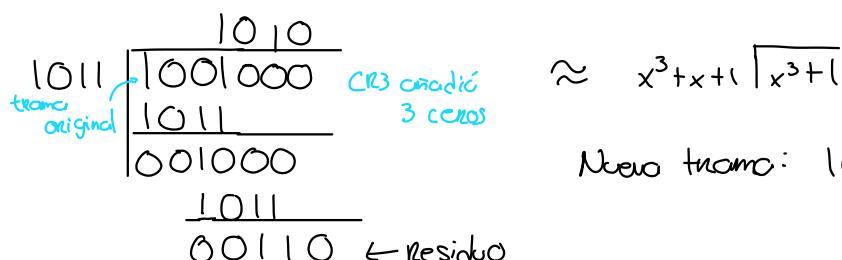
GFC(2)

$$0 \times 3 \Rightarrow \text{BIN } 11$$

3 bits

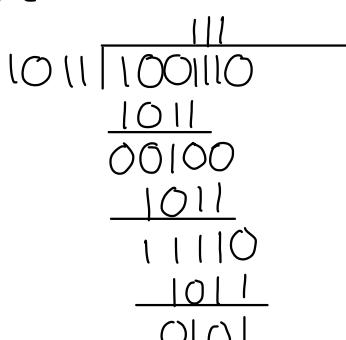
$$011 \rightarrow \begin{array}{l} \text{obtener el divisor} \\ (101) \\ x^3 x^2 x^1 \\ \therefore x^3 + x + 1 \end{array}$$

Ejercicio: Calcula el CRC de la trama 1001 empleando el CRC-3 GSM



Nuevo tramo: 1001110  
crc

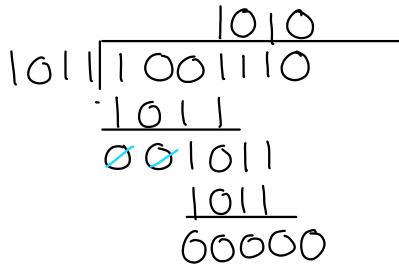
Tarea: 1011110  
crc



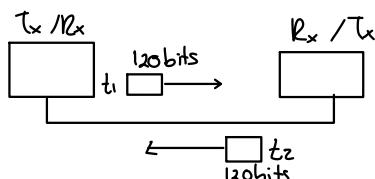
# CRC

Cyclic Redundancy check.

División con CRC: trama  $\begin{array}{|c|c|} \hline 1001 & 110 \\ \hline \text{datos} & \text{crc} \\ \hline \end{array}$  divisor 1011



# Piggybacking



Ejercicio: Un par de dispositivos con capacidad de transmisión de 1 Mbps se comunican con tramas de 120 bits en un esquema de piggybacking. Calcula el ~~ancho de banda~~ → porcentaje de utilización del medio. Considerando un protocolo de control de flujo stop & wait y un retraso en propagación de 5 ms.

$$\frac{120 \text{ bits}}{1 \times 10^6 \text{ bits}} = \frac{120 \times 10^6 \text{ bits}}{\text{s}} = 120 \text{ ms} + 5 \text{ ms} = 125 \text{ ms}$$

$$\frac{240}{250} = 0.96 \quad \text{utilizado}$$

$A \rightarrow B$   
 $B \rightarrow A$

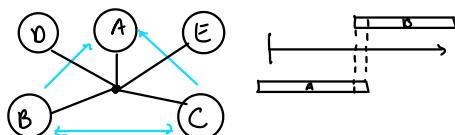
$\times 2 \rightarrow$  ida y vuelta

Si cambiamos a propagación de 2 ms.

$$\frac{120 \text{ bits}}{1 \text{ Mbps}} = \frac{120 \text{ ms} + 2 \text{ ms}}{\text{s}} = 2,120 \text{ ms}$$

$$\frac{240}{4,240} = 0.05 \text{ utilizado.}$$

# Capa MAC



A y B presentan errores por el tránsito que existe  
No es posible controlar el error  
Si hay más elementos transmitiendo, hay más error de riesgo.

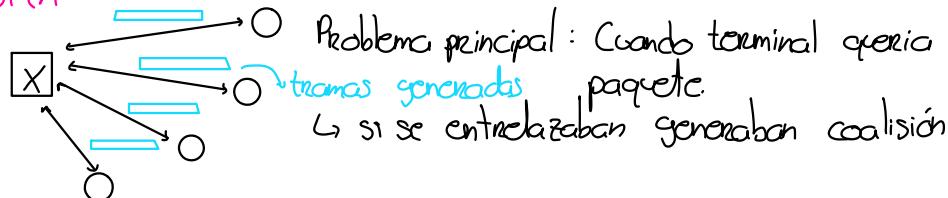
**Tráfico:** como se generan las tramas (acceso al medio)

**Tipos de tráfico:** sencillo y útil: modelo de tráfico Poisson. Tenemos canal que puede ir y devolver información. Una vez enviado la info se puede recuperar pero es solo un sentido

**Single channel:** comparten elementos de protocolo (overhead)

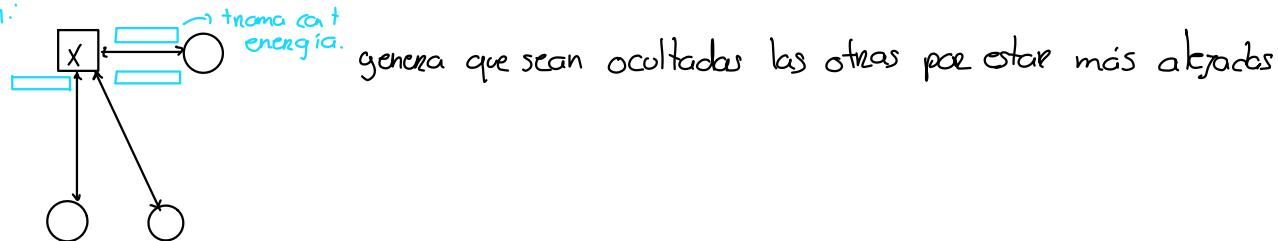
**Tiempo continuo:** de generar trama, en tiempo definido o en donde sea.

## ALOHA

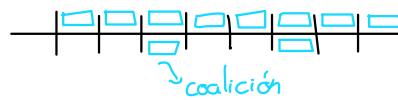


Retransmisión de coalición de 3: 2 terminales → van a retransmitir. Protocolo de educación y cortesía. Tiempo de espera sea aleatorio → no es infinito. Posibilidades de coalición se reducen. Soluciones: paso de tiempo de espera corto, siguiente tiempo de espera más largo si falla. Solución más simple: tirar el paquete (descartarlo) → pierde información. → pierde tramas. → sol: repetir esquemas de errores en capas superiores.

## Coalición:



## ALOHA Randomizado

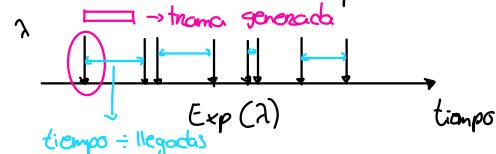


**Throughput:** capacidad de una red de llevar información.

Va a ir creciendo conforme el tráfico crece, después de alcanzar el máximo empieza a decrecer.

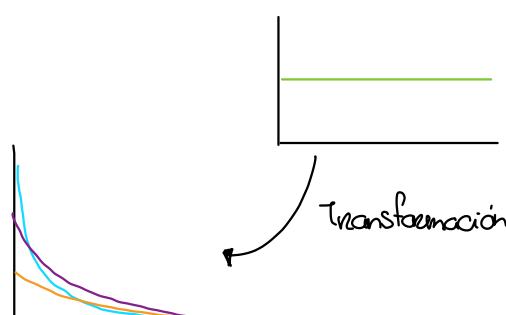
## Distribución Poisson

Interesante y común para redes de datos. Los tiempos entre llegadas son independientes y obedecen a una distribución exponencial.



## Distribución exponencial

λ regula los espacios de arriba.



Función de distribución acumulada

$$F(x) = P(X \leq x) = \begin{cases} 0 & \text{para } x < 0 \\ 1 - e^{-\lambda x} & \text{para } x \geq 0 \end{cases}$$

¿Qué función debo aplicar para obtener la exponencial?

## Examen

Primeras sesiones: Introducción y conceptos básicos (capítulos)

Todo lo que hemos visto, hasta el 11 de septiembre.

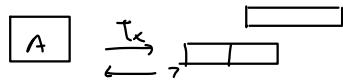
18/septiembre / 19

Calibres y dimensiones cables → no

Standar: capa física, fibra óptica, par trenzado.

CPRC si.

Verificar que el medio esté disponible. → *coñecen sentido*



Collision Detector