



## **La importancia del cableado estructurado y sus diferencias con el cableado eléctrico**

# La problemática

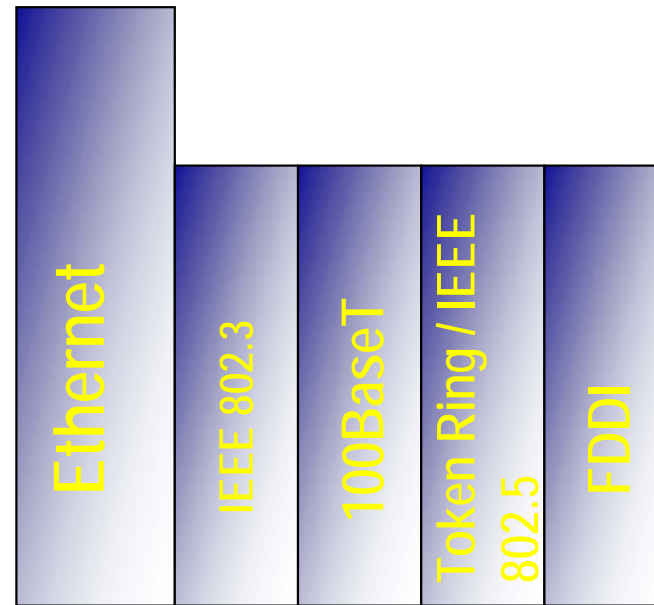


- Analizando la problemática
- Análisis de las señales de comunicación en una red de telecomunicaciones

# Relación capa OSI con aplicaciones LAN

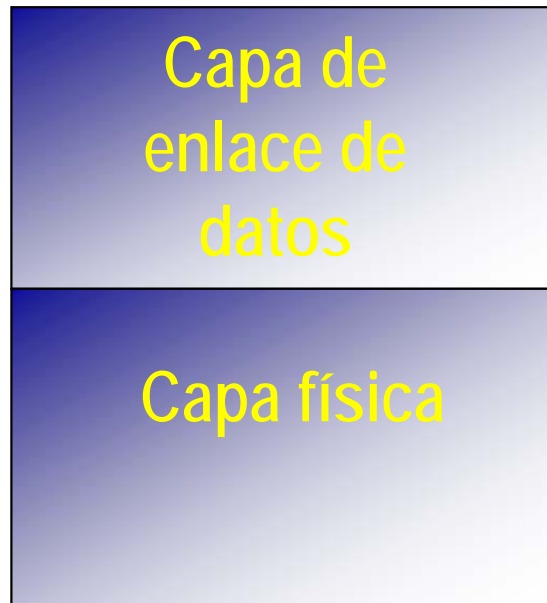


Capa OSI



Implementaciones de la capa física

# Relación de normas con capas del modelo OSI



**IEEE**

**EIA/TIA**

- Las recomendaciones de la IEEE van en función de la tecnología de conexión mientras que la EIA/TIA dicta las normas sobre las cuales pueden correr las aplicaciones de la IEEE. La IEEE se fija en Mbps mientras la EIA/TIA se fija más en Mhz.

**A = 01000001**

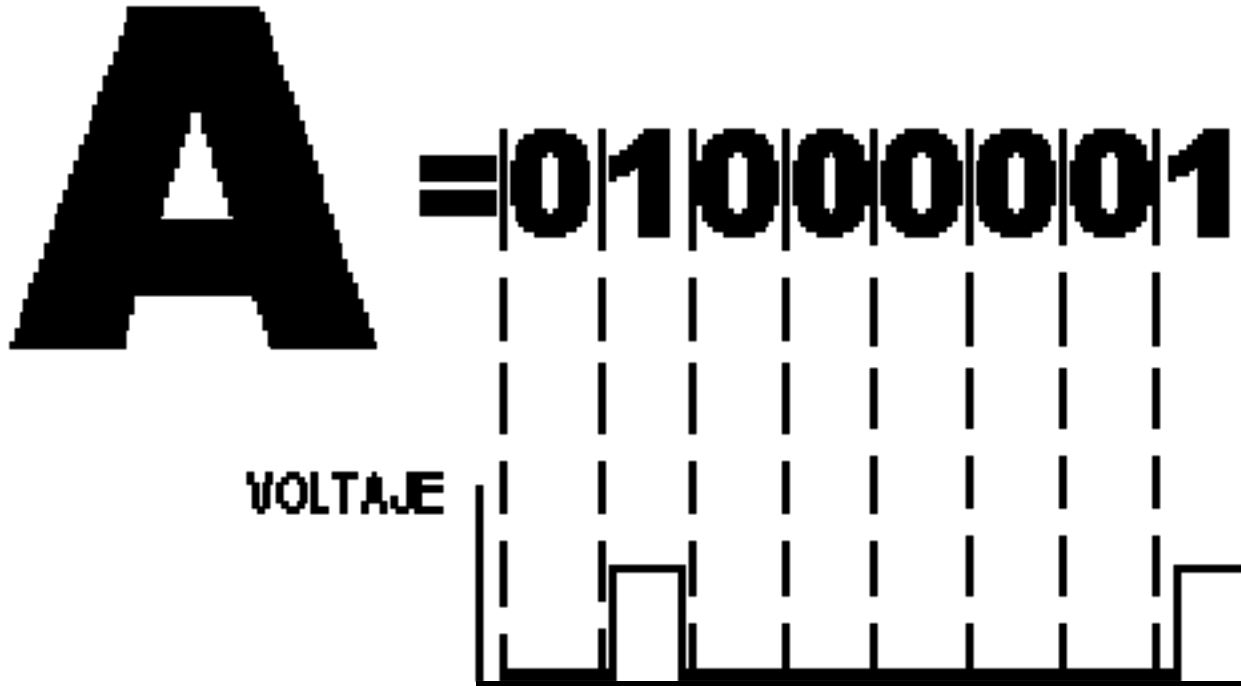
**165 = 10100101**

- Toda la información manejada dentro de una computadora es transformada a un sistema binario para su procesamiento y transmisión.

- Bit.- Unidad mínima. Sólo puede tener un "1" ó un "0".
- Byte.- Conjunto de 8 bits. Puede tener valores de 0 a 255 ó de -127 a 127. Utilizado comúnmente para expresar caracteres.
- Integer.- Conjunto de 16 bits. Puede tener valores de 0 a 65,536 ó la mitad si se incluye signo. Utilizado para operaciones.
- Long integer.- Conjunto de 32 bits. Operaciones Aritméticas con punto flotante.

Dentro del sistema binario de una computadora, existen unidades de medida para identificar distintos tipos de información.

# Conversión de señal digital a eléctrica

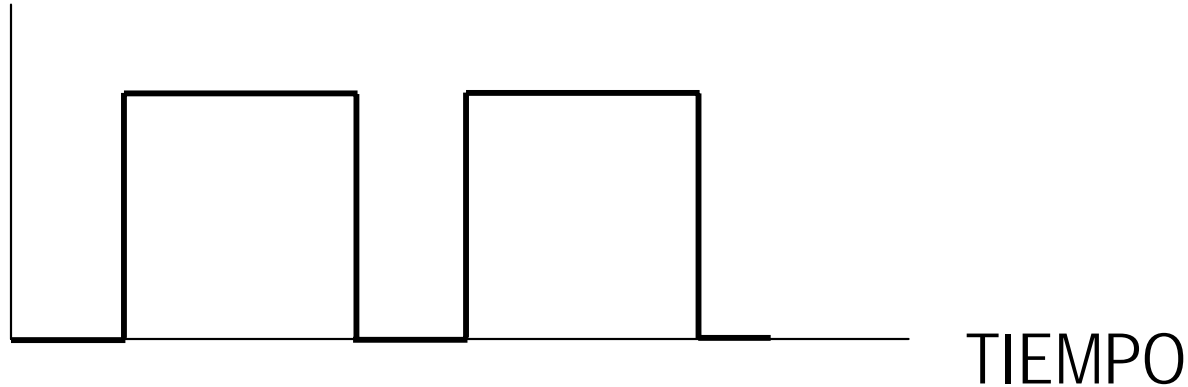


- Las señales digitales se convierten a presencia ó ausencia de voltaje.

# Señal digital

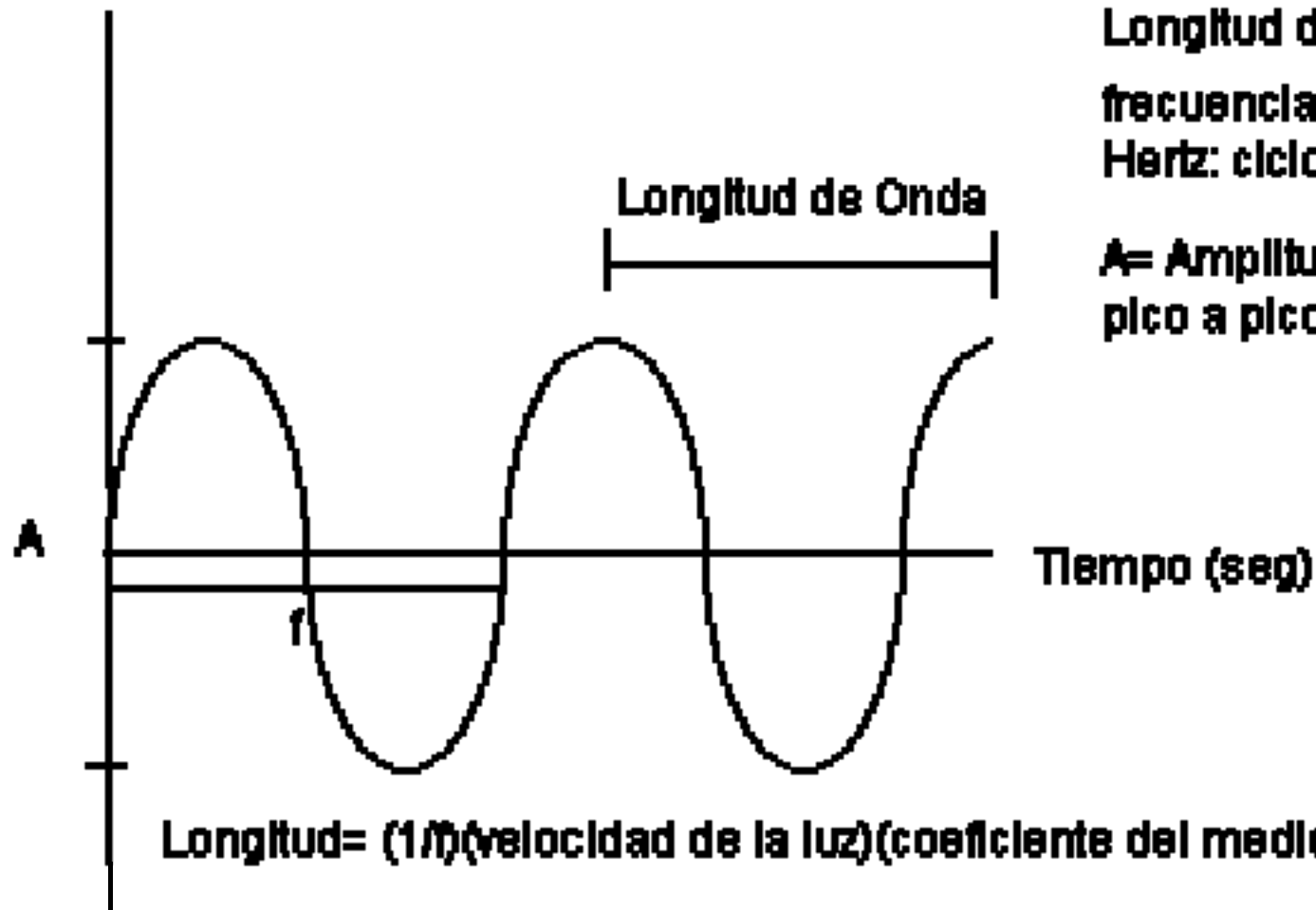


VOLTAJE



- Las señales digitales son el tipo de señal utilizada para la transmisión de información a través del cable
- Son representaciones de bit por medio del voltaje donde un bit prendido representa presencia de voltaje y un bit apagado representa ausencia de voltaje

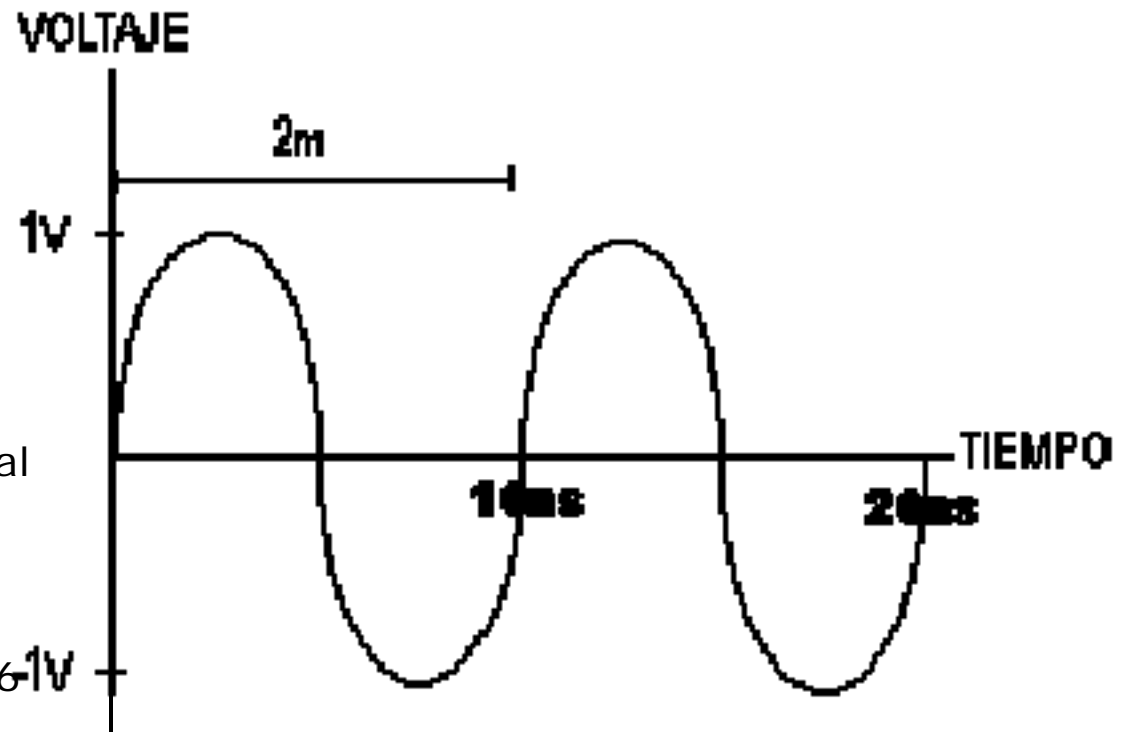
# Señales eléctricas



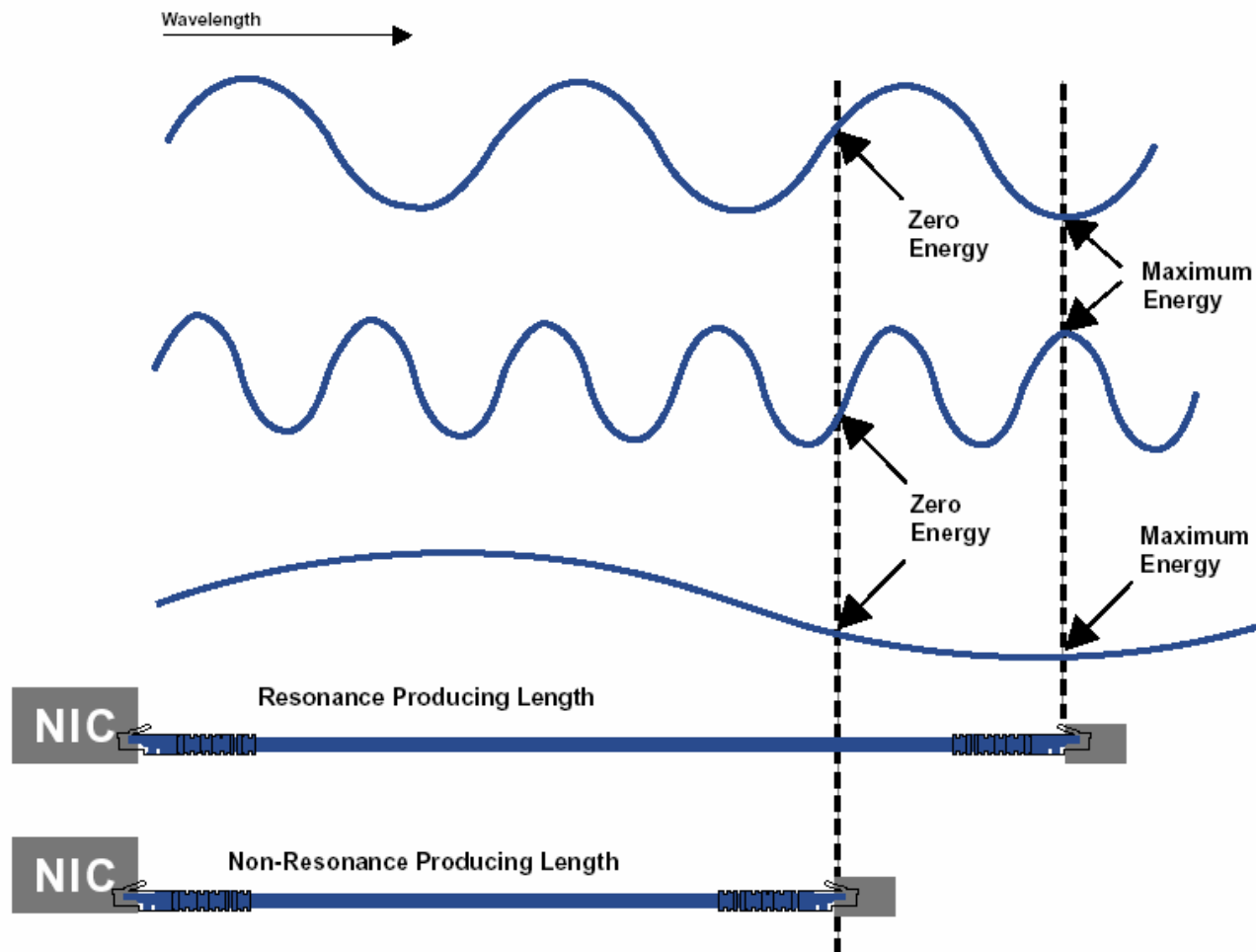
# Señales eléctricas

## Ejemplo

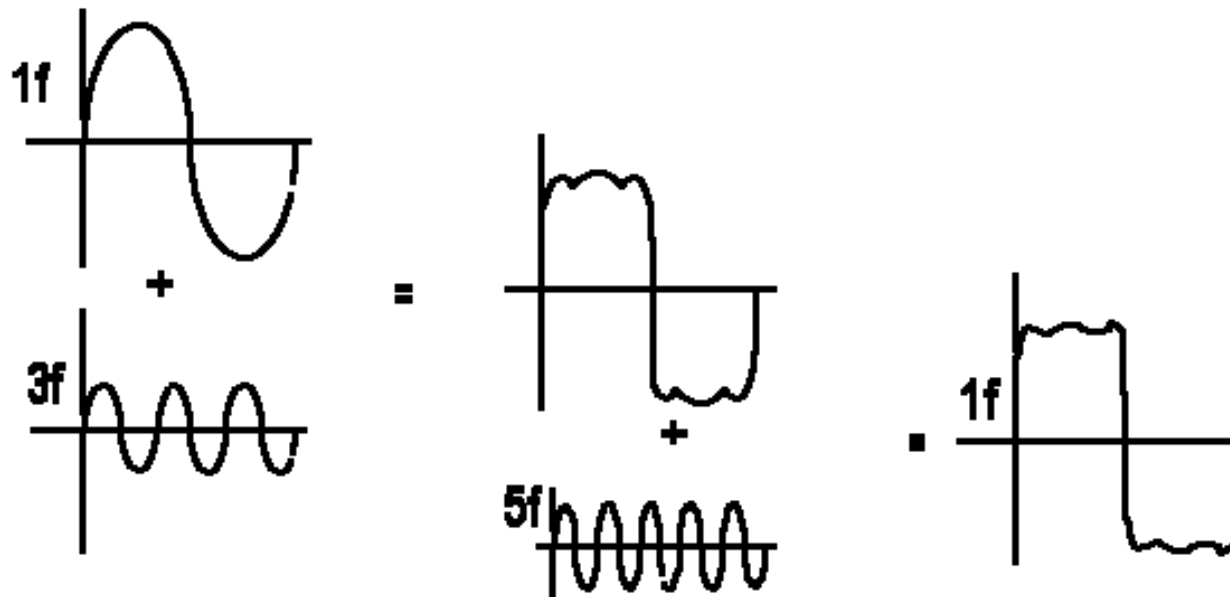
- Señal de 2 volts pico a pico
- Frecuencia de 100 Mhz  
( $f = 1/\text{tiempo} = 1/(\text{.000,000,01seg.}) = 100\text{Mhz}$ )
- Longitud de onda de señal a través de un cable de cobre = 2 metros  
(longitud de onda =  $(1/f) * (300,000,000) * (.66666) =$   
 $(\text{.000,000,01s}) * (300,000,000\text{m/s}) * (.66666) =$   
 $(3\text{m}) * (.66666) = 2\text{metros}$ )



# Importancia del patch cord



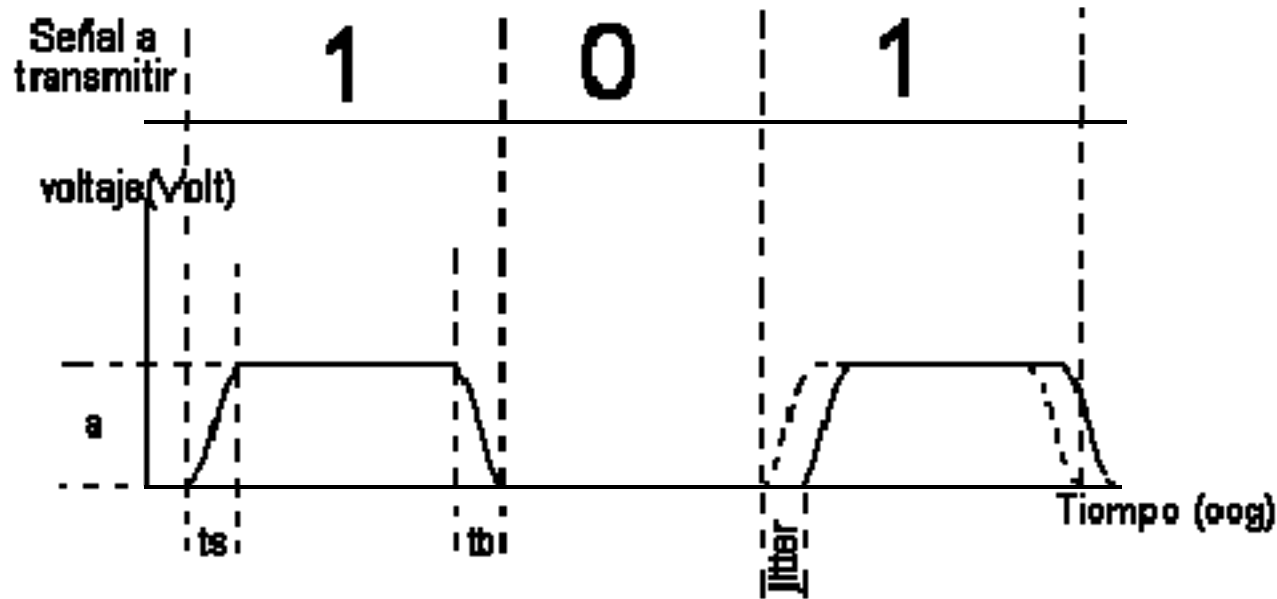
# Composición de señales



**f = frecuencia original**

- Una señal digital o cuadrada, está compuesta por varias señales conocidas como armónicas que se encuentran en múltiplos de la frecuencia de la señal enviada y que varían en su amplitud.

# Parámetro de norma IEEE 802.3



ts.- Tiempo de subida (seg)

tb.- Tiempo de bajada (seg)

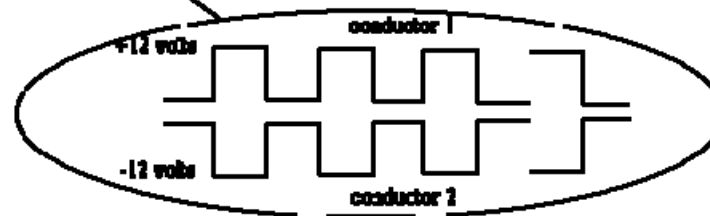
a.- Amplitud(voltaje)

jitter.- Desfasamiento de la señal

# Transmisión de señales a través de cable UTP



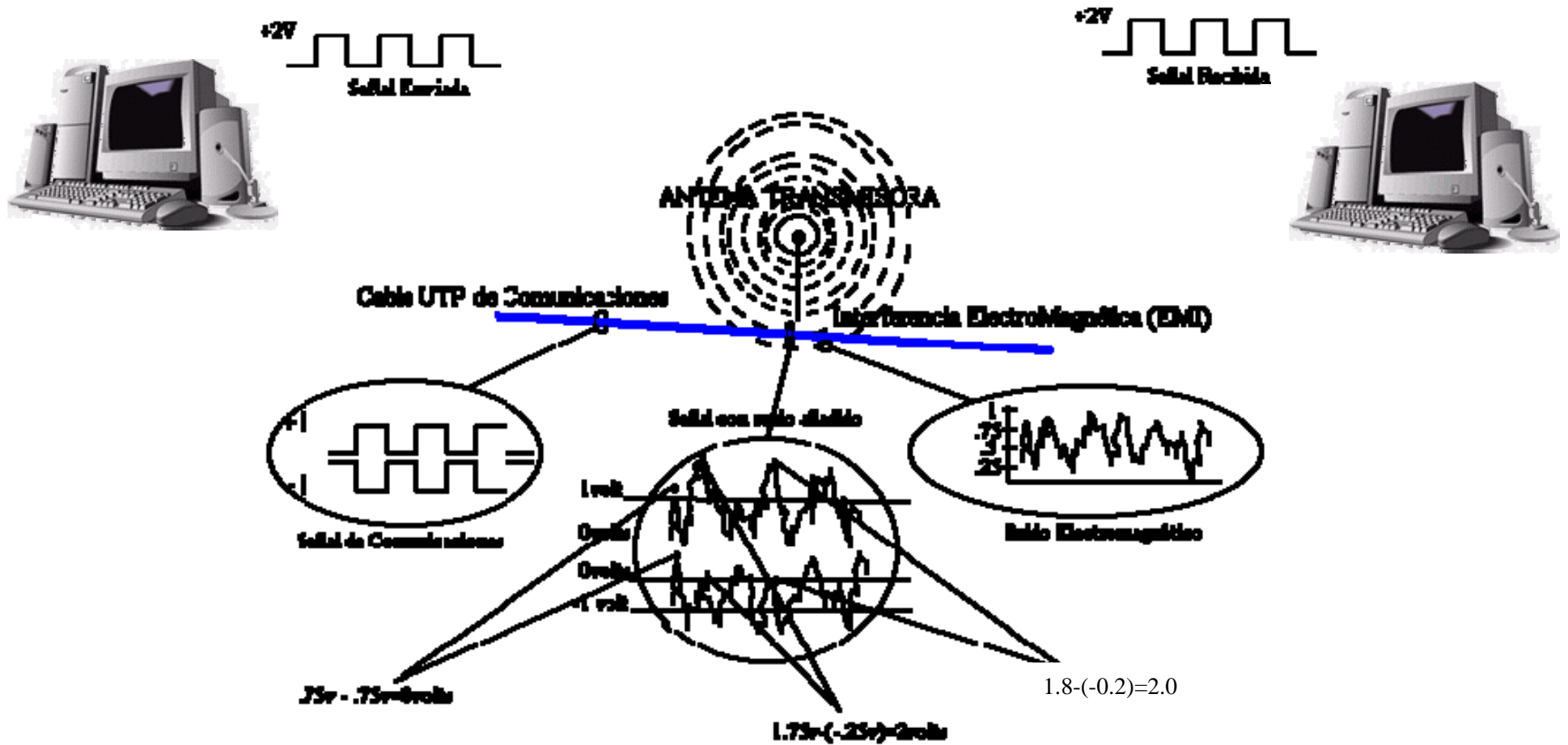
Señal transmitida



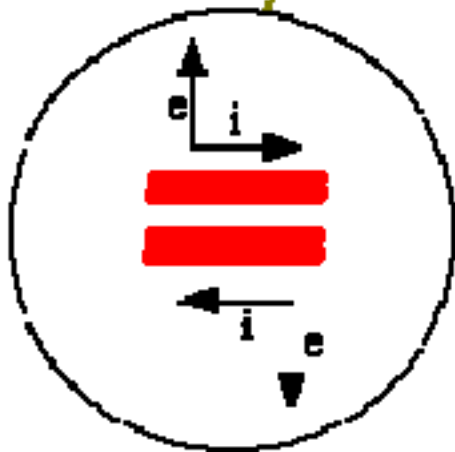
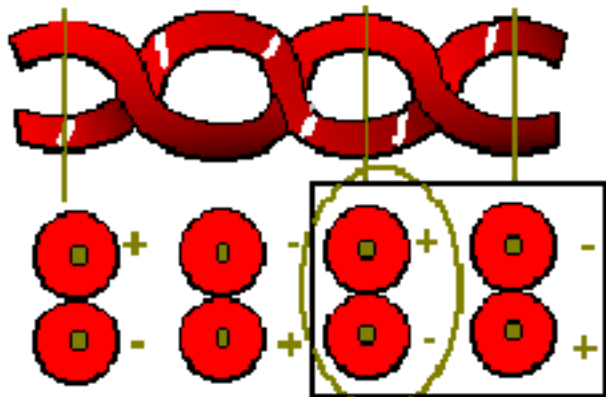
Señal enviada



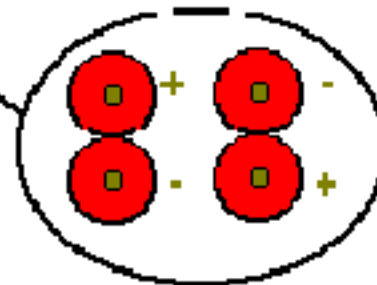
# Conceptos básicos para transmisión de información



# Razón de trenzado sobre el cable

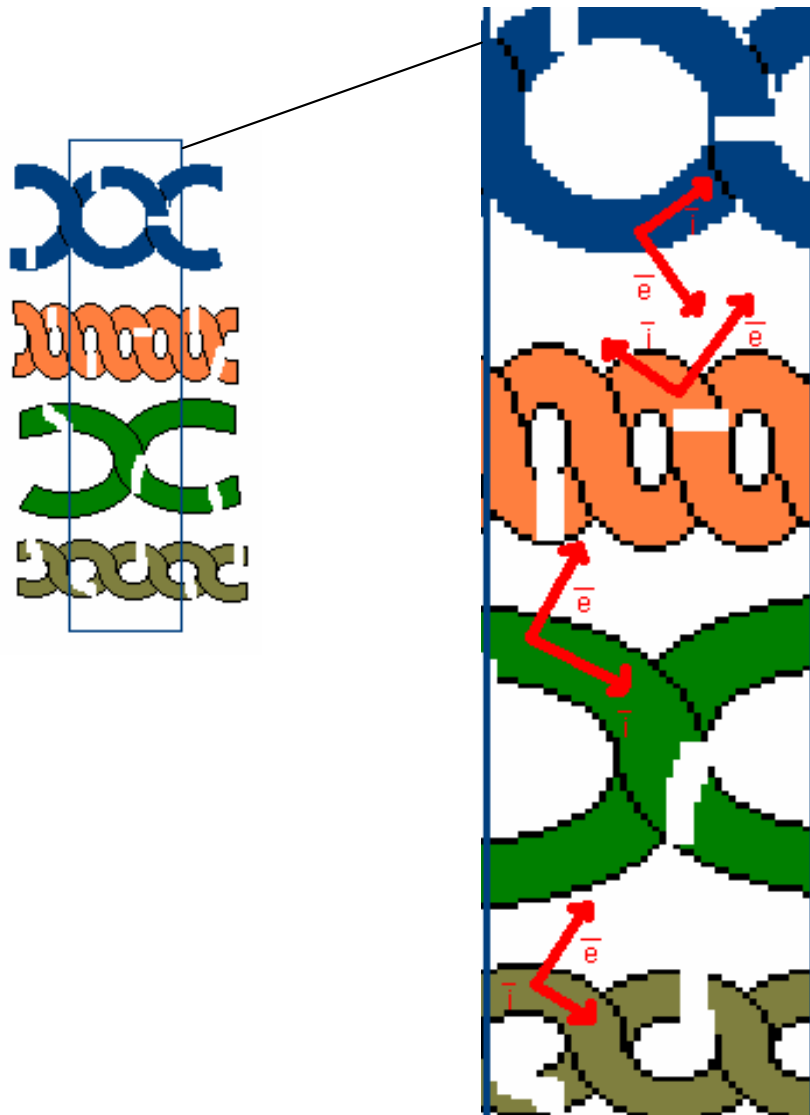


**campos magnéticos iguales y opuestos que se cancelan para un balance magnético**



**cargas capacitivas iguales y opuestas para un balance capacitivo**

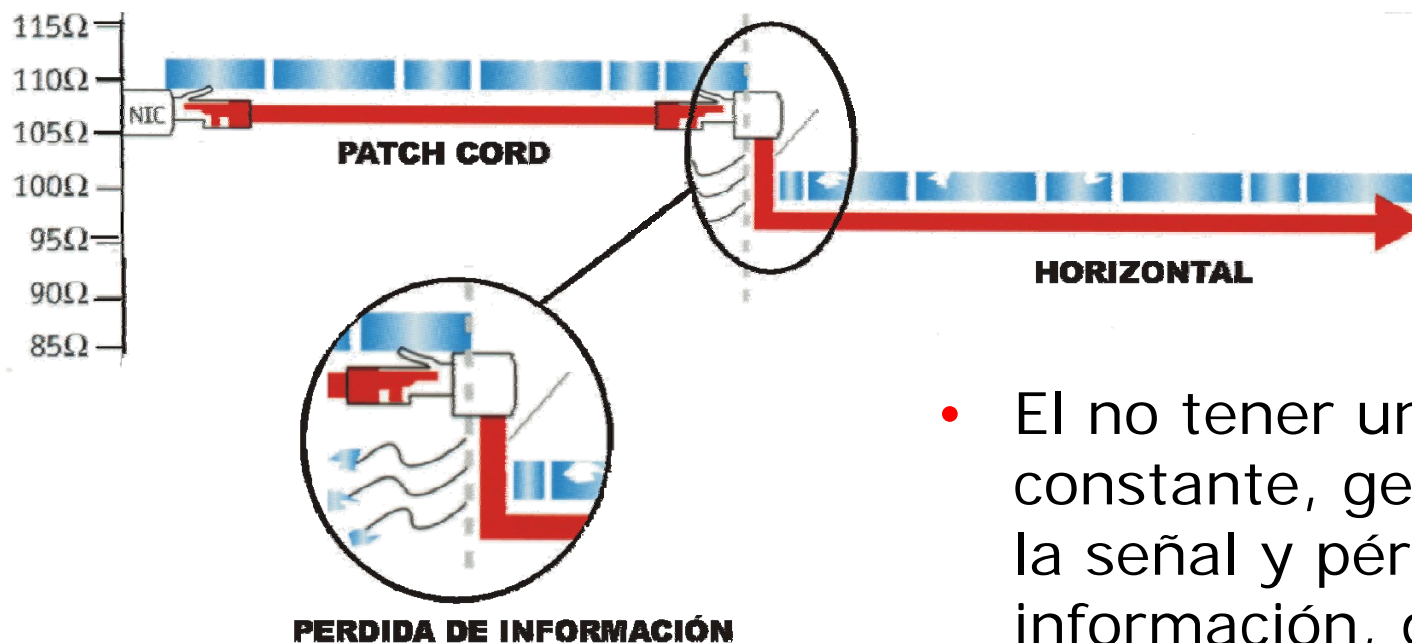
# Razón de distinta tasa de trenzado sobre UTP



- Siempre que existe una corriente, habrá un campo electromagnético a  $90^\circ$  del flujo de la corriente y viceversa. La máxima transferencia de señal a otro cable es cuando se encuentra a  $90^\circ$  respecto al campo electromagnético por lo que se debe evitar a toda costa.

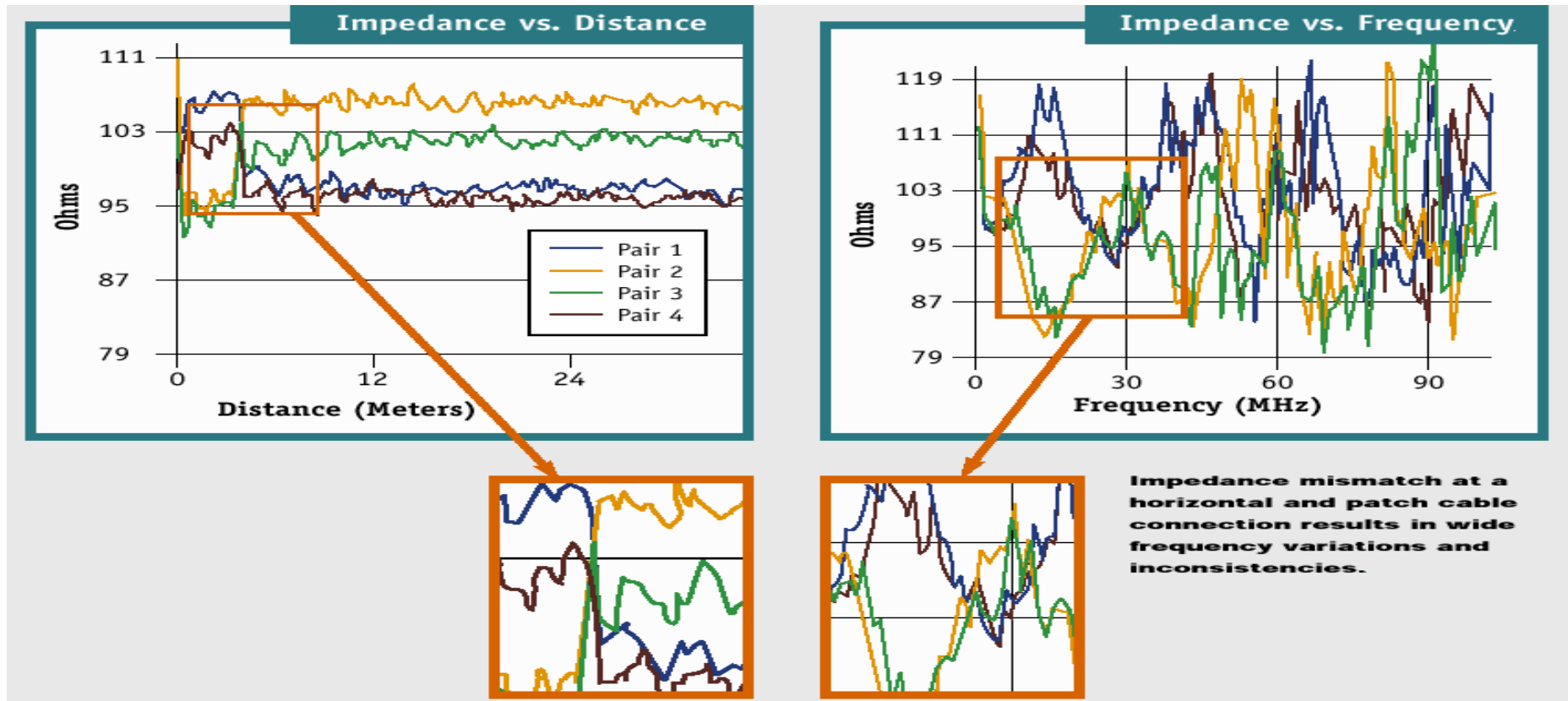
# La importancia de una impedancia constante en el canal

## CANAL CON IMPEDANCIAS DISTINTAS



- El no tener una impedancia constante, genera reflexión de la señal y pérdida de la información, dando lugar a costosas retransmisiones y lentitud en la red.

# La importancia de una impedancia constante en el canal



**Canal con impedancia no sintonizada**

- Es la tecnología de mayor uso para redes LAN a nivel mundial con más del 90%
- El nombre Ethernet fue utilizado para tecnología de transmisión de 10 Mbps. Actualmente es utilizado para tecnologías CSMA/CD (Carrier Sense Multiple Access/Collision Detect)
- Actualmente el grupo IEEE 802 rige los estándares para tecnologías de transmisión en redes de área local. LA IEEE 802.3 rige la tecnología CSMA/CD

# Tecnología Ethernet y el medio de transmisión



- Existen principalmente tres medios físicos permitidos para Ethernet: Cable coaxial, fibra óptica y cable UTP con sus variaciones como ftp y stp.
- Los máximos permitidos por la IEEE dependiendo del medio son: 500 m 10Base5, 185m 10Base2, 2000m 10BaseF, 3000 m en fibra monomodo y 100m 10BaseT.
- Aunque las colisiones son parte de la tecnología, las retransmisiones no son lo normal permitiendo una tasa de error máxima de  $10^{-10}$  (BER).

- Existen principalmente tres tipos de errores en las tecnologías de transmisión: BER, CRC y CheckSum.
- El BER es utilizado para medir los errores dentro de la capa física.
- El CRC es utilizado por la NIC para detectar paquetes corrompidos
- El CheckSum es utilizado por protocolos como TCP, UDP e IP para garantizar la confiabilidad de la información.

# Tasa de errores en Bits (BER)



- El máximo de errores en bits permitidos por la IEEE 802.3 es de  $10^{-10}$ . La prueba de errores es conocida como BERT (Bit error rate test).
- Esto es equivalente a tener un bit cambiado por cada 1000 millones de bits transmitidos.
- A pesar de que la tasa de error está basada en bits, la información es interpretada en Bytes por lo que la posibilidad de que un paquete tenga que ser retransmitido aumenta dramáticamente.

# Relación entre bit error y error de paquete



- Si definimos a  $P$  como la probabilidad de que un bit se encuentre corrompido entonces  $(1-P)$  es la probabilidad de que llegue correcto.
- Cada transmisión de bits es individual por lo que la probabilidad de que un paquete formado por dos bits llegue correcto es igual a  $(1-P)^2$ . Así la probabilidad de que un paquete formado por tres bits llegue correcto es igual a  $(1-P)^3$ .
- Con esto tendríamos que la probabilidad de que un paquete de tres bits llegue corrompido al menos un bit es de  $1-(1-P)^3$ .

# Relación entre bit error y error de paquete



Con esto tenemos que si por ejemplo se envía un paquete Ethernet promedio de 1250 bytes (10,000 bits) y consideramos un BER de  $10^{-10}$  la probabilidad de que el paquete llegue corrompido es:

$$= nP = 10^4 \times 10^{-10}$$

$$= 10^{-6}$$

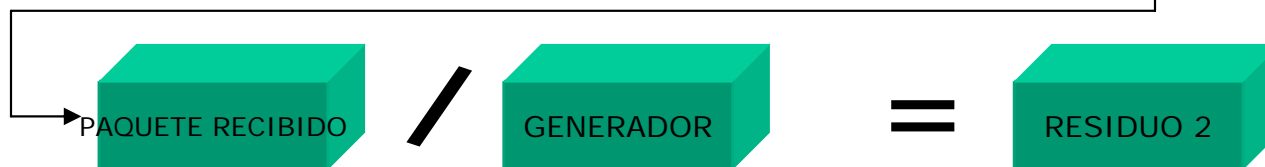
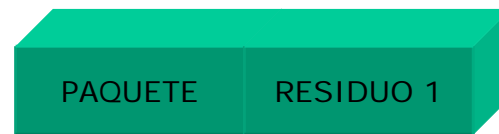
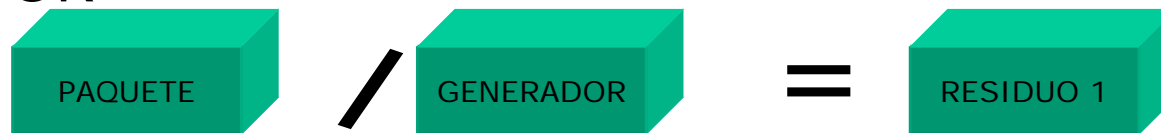
Es decir que existe una posibilidad en 100,000 de que el paquete llegue corrompido.

# Error de paquetes

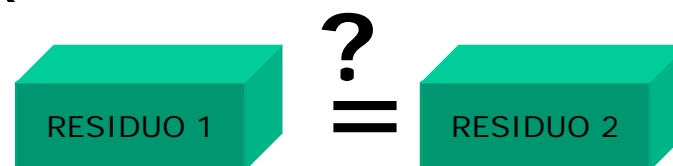
El calculo de tasa de error de paquetes para redes LAN es mediante algoritmo del CRC (Cyclic Redundancy Check)

A grosso modo el CRC funciona como en el diagrama siguiente:

EMISOR



RECEPTOR



# Checksum

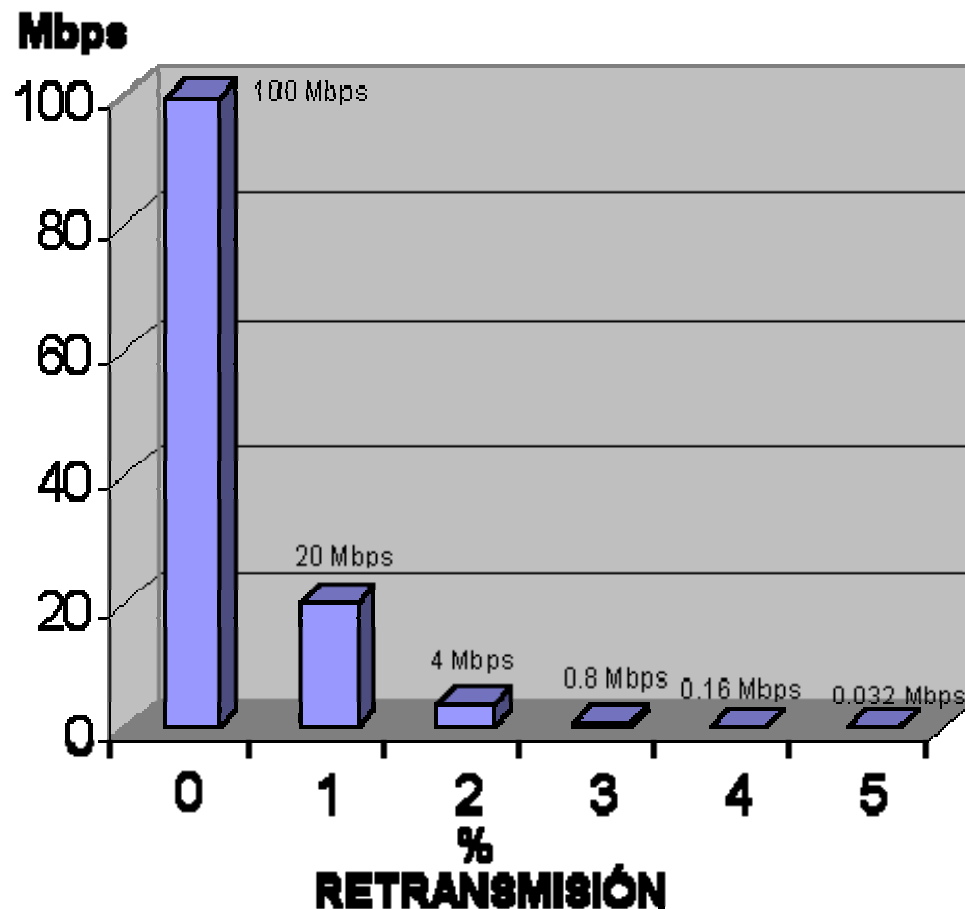


Generalmente es el método utilizado en protocolos como IP y TCP. Consiste en sumar el contenido del paquete con complemento a uno y luego invertir el resultado para agregarlo al paquete.

Caracter 1	1 0 0 0 0 0 0 0		Suma complemento 1`s
Caracter 2	0 0 0 0 0 1 1 1		1 1 0 0 0 1 0 1
Caracter 3	1 0 1 0 0 0 0 1		+ 1 ←
Caracter 4	0 0 0 1 0 1 0 1	total	1 1 0 0 0 1 1 0
Caracter 5	0 0 1 0 0 1 0 1	invertido	0 0 1 1 1 0 0 1
Caracter 6	0 0 0 1 0 0 0 0		
Caracter 7	0 0 1 1 1 1 0 1	dato BCC	0 0 1 1 1 0 0 1
Caracter 8	0 0 0 1 0 1 1 0		
		BCC (block check character)	
Suma	<span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">1</span> 1 1 0 0 0 1 0 1		

- Como se puede observar el software de los distintos protocolos pueden revisar la información independientemente de ser orientados o no orientados a conexión.
- Protocolos Superiores generalmente realizan la revisión solo de manera redundante ya que dejan eso principalmente a la capa de enlace con el algoritmo CRC.
- A pesar de que corresponde al algoritmo CRC la eliminación de paquetes defectuosos, corresponde a capas superiores la solicitud de retransmisión de información perdida.

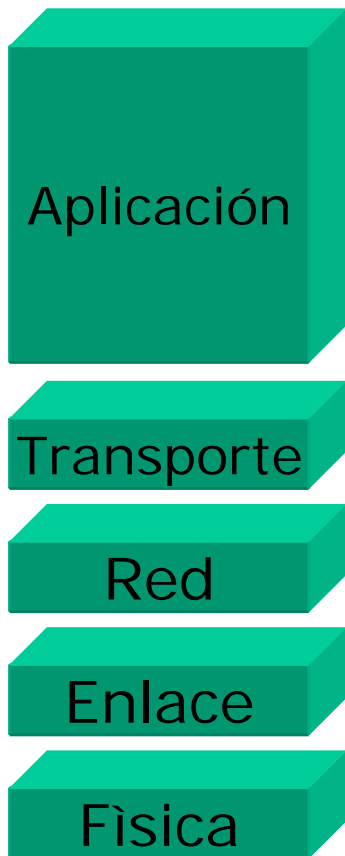
# Efecto de los errores en paquetes sobre la velocidad de transmisión



Si por cada 100 paquetes transmitidos, 1 tiene que ser retransmitido, entonces habremos perdido el 80% en nuestra velocidad de transmisión.

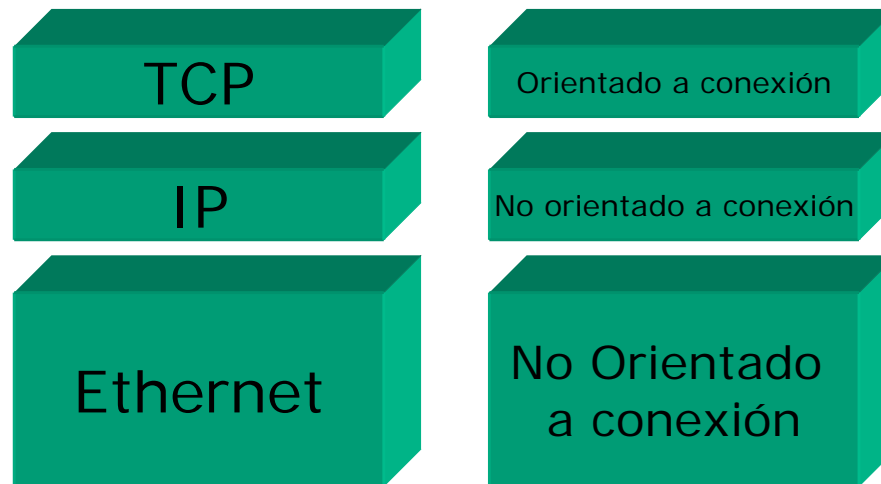
# Analizando el efecto de los errores en paquetes sobre la velocidad de transmisión

Modelo OSI



Siempre los protocolos no orientados a conexión dejan el manejo de errores y flujo de la información a protocolos orientados a conexión.

Implementación Tipo de Conexión



# Analizando el efecto de los errores en paquetes sobre la velocidad de transmisión



En base a esto TCP tiene las siguientes funciones:

- A) Formalmente establecer y terminar la sesión entre dos aplicaciones que se van a comunicar.
- B) Proveer el flujo de control de tal forma que ninguna aplicación transfiera más rápido de lo que puede recibir su contraparte.
- C) Ordenar la información de tal forma que tenga sentido para la aplicación.
- D) Ajustarse a las condiciones de la red permitiendo el máximo desempeño.

# Trama de información en una trama IEEE 802.3



7      1      6                  6                  2                  46-1500                  4                  bytes



**SOF= Delimitador del inicio de la trama**  
**FCS=Secuencia de verificación de la trama**

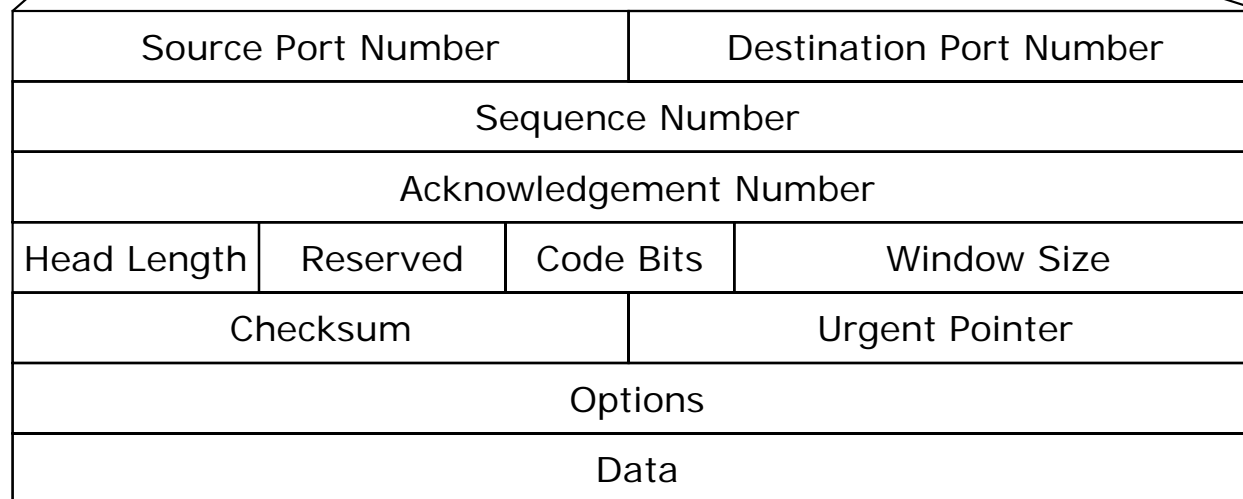
Toda información transmitida, es encapsulada dentro de una trama con donde se agregan datos sobre control de errores, sincronización, longitud y direcciones origen y destino. La trama más pequeña en todo caso es de 64 bytes y la máxima es de 1518 bytes.

# Analizando el efecto de los errores en paquetes sobre la velocidad de transmisión

## Forma de paquetes



0



- Formato del encabezado de información en TCP.

31

# Analizando el efecto de los errores en paquetes sobre la velocidad de transmisión



Source Port Number		Destination Port Number	
Sequence Number			
Acknowledgement Number			
Head Length	Reserved	Code Bits	Window Size
Checksum		Urgent Pointer	
Options			
Data			

Los números de puertos son identificadores que indican la aplicación que envía y que recibe la información.

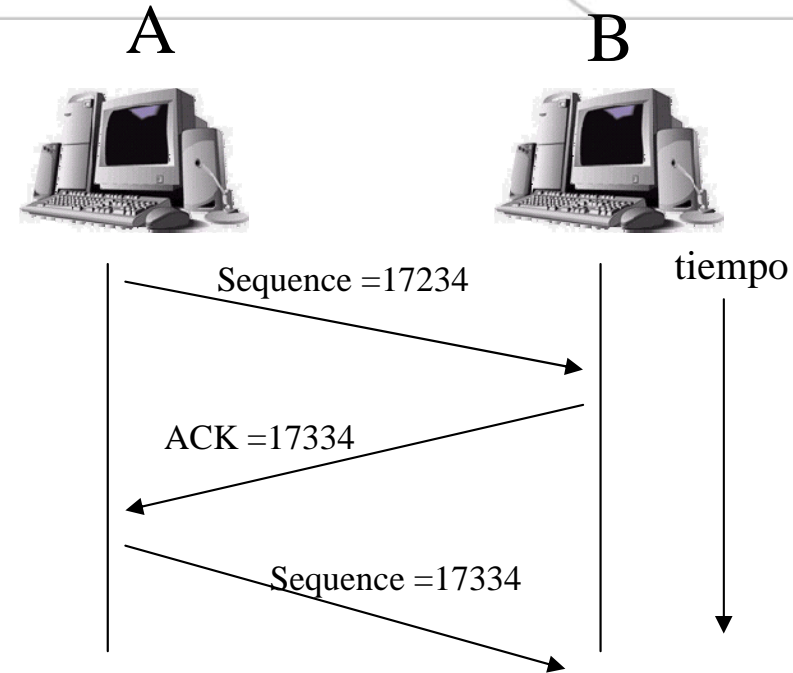
Los puertos hasta el 1023 son conocidos como puertos bien definidos. P.E. el puerto 25 es para SMTP, 80 para HTTP.

Los puertos del 1024 al 65,536 son definidos como sea necesario y son conocidos como puertos no definidos.

# Analizando el efecto de los errores en paquetes sobre la velocidad de transmisión



Source Port Number		Destination Port Number	
Sequence Number			
Acknowledgement Number			
Head Length	Reserved	Code Bits	Window Size
Checksum		Urgent Pointer	
Options			
Data			



El número de secuencia hace posible para el receptor determinar el orden de los paquetes recordando que pueden tener diferentes rutas

El número de secuencia también hace posible el detectar pérdida de paquetes

Por ejemplo si el inicio de secuencia es 17,234 y se envían 100 bytes, el siguiente numero de secuencia sería 17,334

El Acknowledge number es el número indicando la secuencia que espera como siguiente

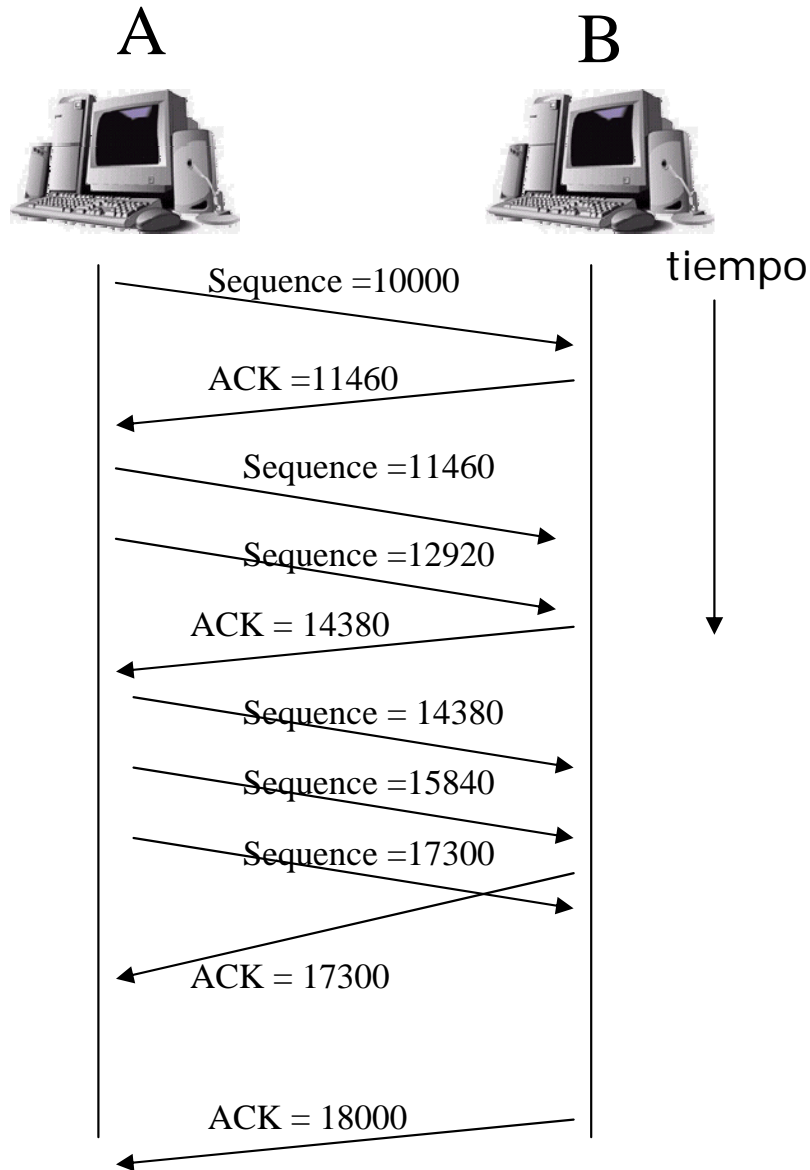
Si el receptor resta el numero de secuencia del segundo paquete menos el primero, puede asegurarse de no tener perdidas de paquetes

# Analizando el efecto de los errores en paquetes sobre la velocidad de transmisión



Generalmente el máximo tamaño de cada segmento de TCP (MSS-maximum segment size) es de 1460 bytes ya que aumentando los 20 de encabezado de TCP mas otros 20 del encabezado de IP mas 18 del encabezado de Ethernet y FCS, dan 1518 bytes que es el máximo tamaño de paquete para Ethernet.

# Analizando el efecto de los errores en paquetes sobre la velocidad de transmisión



Ejemplo de la transmisión de 8000 bytes entre computadoras con un MSS de 1460 bytes.

Generalmente las aplicaciones responden después del segundo paquete recibido.

TCP generalmente comienza a enviar segmentos bajo un procedimiento conocido como arranque lento.

# Analizando el efecto de los errores en paquetes sobre la velocidad de transmisión



Del ejemplo anterior podemos ver que la eficiencia basado en información:

Total de bytes transmitidos = 8,000

Total de bytes en segmentos TCP (incluyendo seis grupos de 20 bytes por headers y 4 grupos de 20 bytes en los ACK) = 8,200

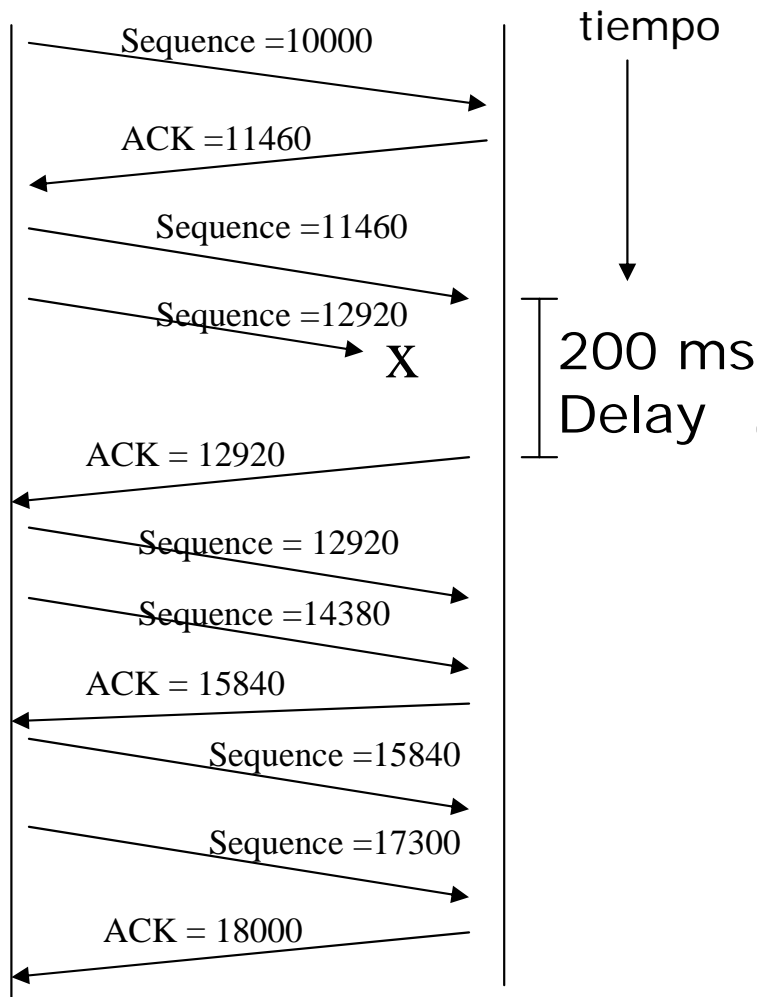
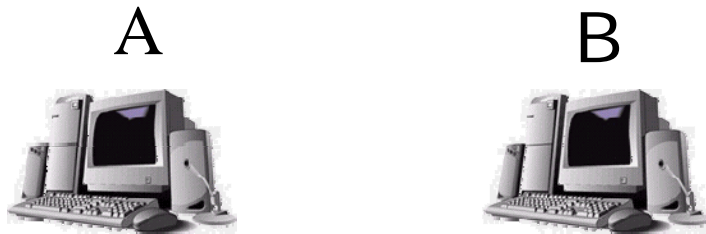
Desempeño de TCP =  $(8000/8200) = 97.6\%$

Total de bytes transmitidos por Ethernet (TCP data + 58 bytes por segmento enviado + 64 bytes por ACK) = 8,604

Desempeño de Ethernet =  $(8000/8604) = 92.9\%$

En otras palabras, sin errores de transmisión sólo el 93% de la información que cursa la red, son datos.

# Analizando el efecto de los errores en paquetes sobre la velocidad de transmisión



Normalmente un receptor no manda un ACK por cada segmento recibido por eso hay un estándar en demorar el ACK 200 ms para cerciorarse de que no hay información que mandar de la estación B a la A tratando de disminuir el tráfico de la red.

# Analizando el efecto de los errores en paquetes sobre la velocidad de transmisión



Del ejemplo anterior podemos ver que la eficiencia basado en información:

Total de bytes transmitidos = 8,000

Total de bytes en segmentos TCP (incluyendo 7 grupos de 20 bytes por headers y 4 grupos de 20 bytes en los ACK) = 9,680

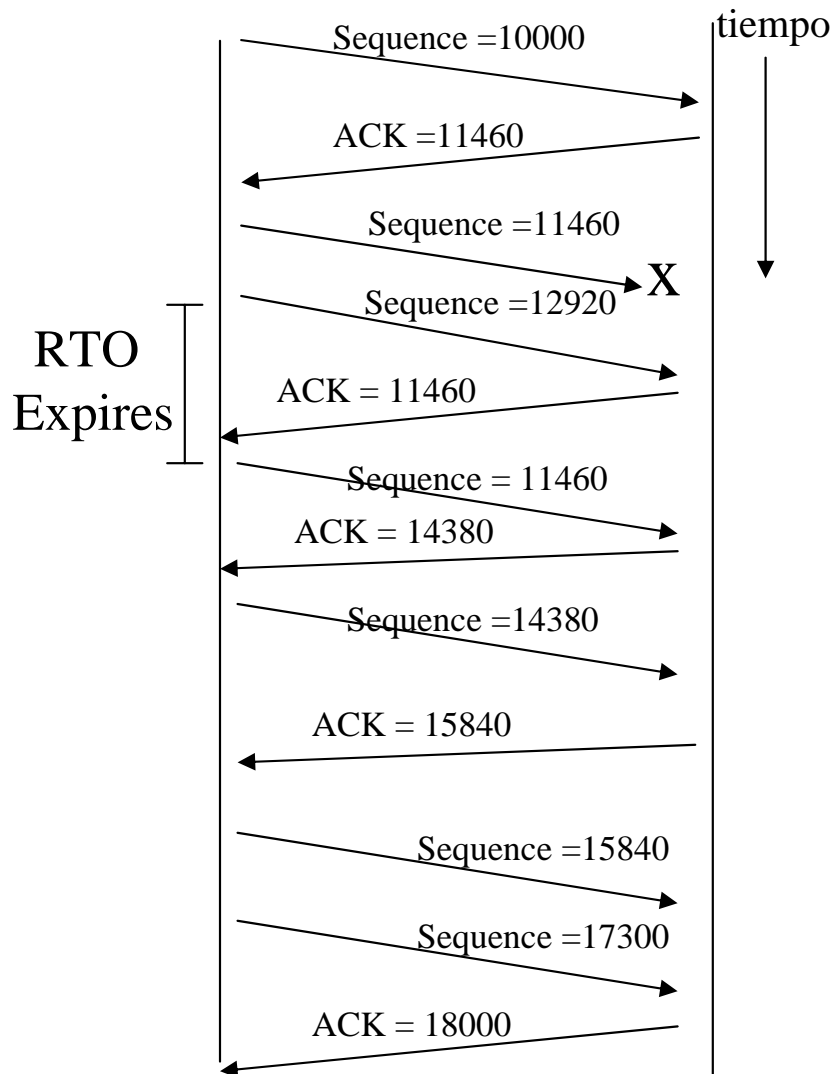
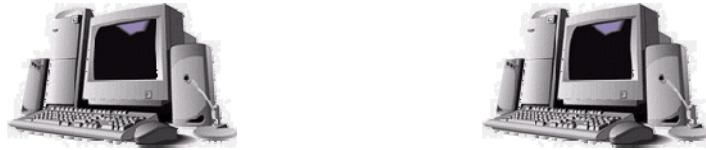
Desempeño de TCP =  $(8000/9680) = 82.6\%$

Total de bytes transmitidos por Ethernet (TCP data + 58 bytes por segmento enviado + 64 bytes por ACK) = 10,122

Desempeño de Ethernet =  $(8000/10,122) = 79\%$

Link BER =  $(1/80976)$  cercano a  $10^{-5}$

# Analizando el efecto de los errores en paquetes sobre la velocidad de transmisión



La estación B pueda darse cuenta de que se perdió un paquete inmediatamente por lo que pide retransmisión inmediatamente.

La estación A no se da cuenta hasta después de 3 Ack pidiendo el mismo paquete.

La estación A tiene que esperar a que expire el timer de retransmisión RTO (retransmission timeout).

Generalmente el RTO es de 2 veces el roundtrip por lo que si tarda 600ms de A a B el RTO para un segmento es de 1.2 seg.

# Analizando el efecto de los errores en paquetes sobre la velocidad de transmisión



Del ejemplo anterior podemos ver que la eficiencia basado en información:

Total de bytes transmitidos = 8,000

Total de bytes en segmentos TCP (un grupo extra de 1460, 7 grupos de 20 por header, 5 grupos de 20 por acks) = 9,700

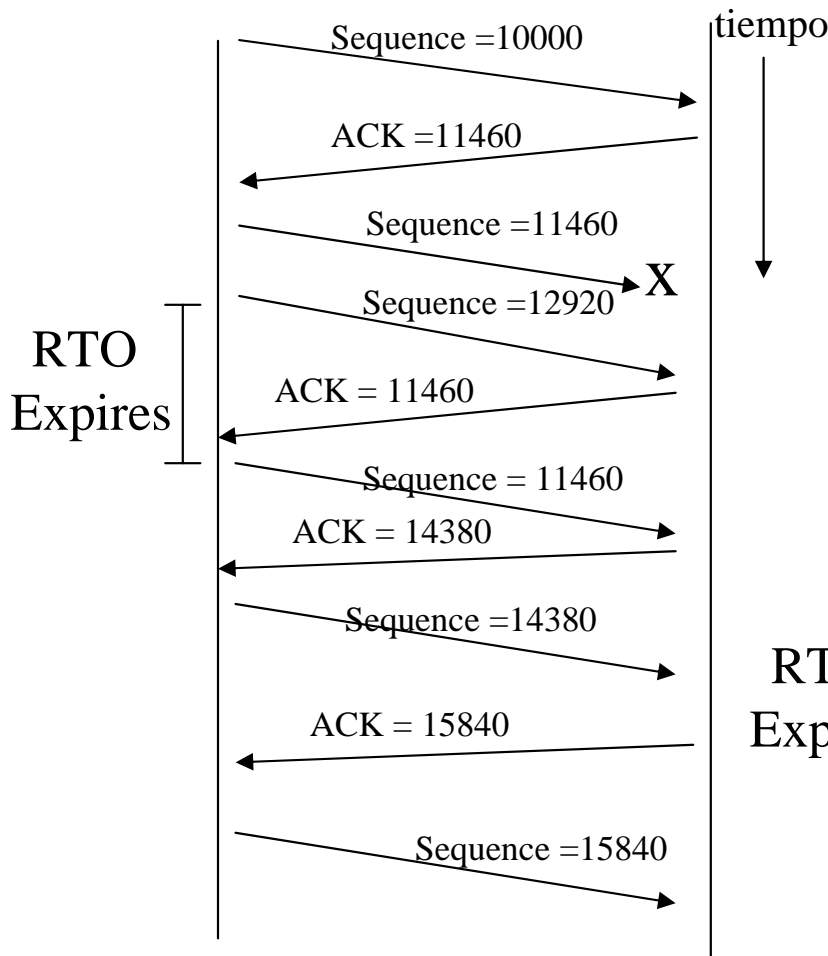
Desempeño de TCP =  $(8000/9700) = 82.4\%$

Total de bytes transmitidos por Ethernet (TCP data + 58 bytes por segmento enviado + 64 bytes por ACK) = 10,186

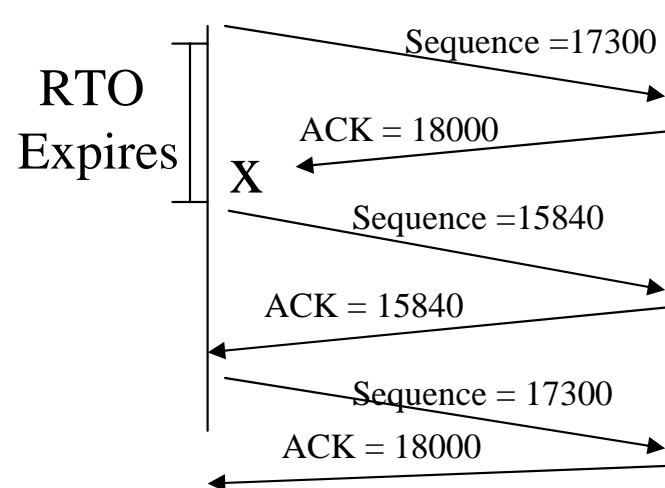
Desempeño de Ethernet =  $(8000/10186) = 78.5\%$

Link BER =  $(1/81488)$  cercano a  $10^{-5}$

# Analizando el efecto de los errores en paquetes sobre la velocidad de transmisión



Si al ejemplo anterior agregamos que se pierde el paquete de conocimiento último, podemos ver que la estación A piensa que los últimos segmentos no llegaron volviéndolos a retransmitir con sus consecuencias en tiempo.



# Analizando el efecto de los errores en paquetes sobre la velocidad de transmisión



Del ejemplo anterior podemos ver que la eficiencia basado en información:

Total de bytes transmitidos = 8,000

Total de bytes en segmentos TCP (incluyendo 3620 bytes redundantes más 9 grupos de 20 bytes por headers y 7 grupos de 20 bytes en los ACK) = 11,940

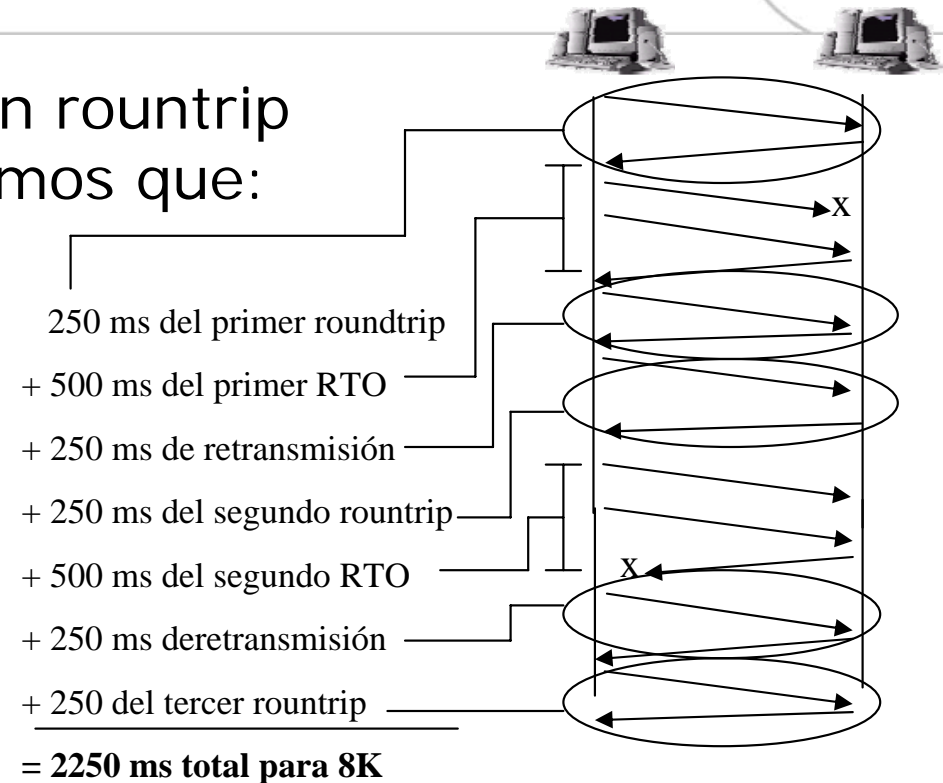
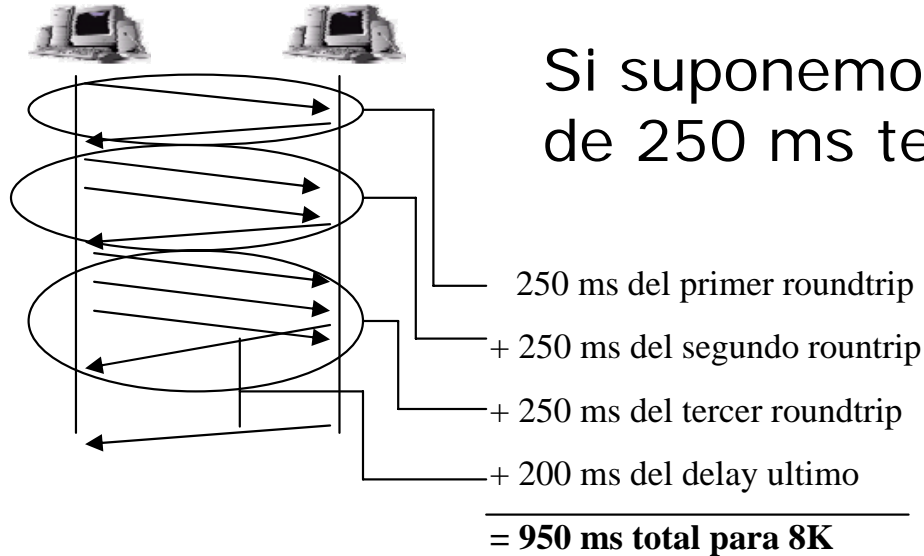
Desempeño de TCP =  $(8000/11,940) = 67\%$

Total de bytes transmitidos por Ethernet (7 de 1518 + 2 de 758 + 7 de 64 bytes acks) = 12,590

Desempeño de Ethernet =  $(8000/12590) = 63.5\%$

Link BER =  $(2/100720)$  cercano a  $10^{-5}$

# Analizando el efecto de los errores en paquetes sobre la velocidad de transmisión



Podemos ver que la eficiencia de TCP sobre el tiempo cae dramáticamente con las retransmisiones. Si 8 K tardaran 950 ms, con dos retransmisiones causadas por sólo dos bits corrompidos la eficiencia de TCP cae a  $950/2250=42.2\%$ .

# Analizando el efecto de los errores en paquetes sobre la velocidad de transmisión



Si en la capa de enlace tuviéramos que enviar 1000 paquetes y tuviéramos una velocidad de 1000 paq/s esto implica que todos tardarían un seg.

Si sólo 10 paquetes llegaran con error y consideramos un promedio de .7 seg de roundtrip por paquete, tendríamos que 10 paquetes tardarían 7seg en llegar.

Todos los paquetes tardarían entonces 8 segundos en llegar en lugar de un segundo que es la velocidad de transmisión de la red. Lo que da una eficiencia del 12.5% con solo el 1% de paquetes perdidos.

$$1 + 10(.7) = 8 \quad 1/8 = .125$$



# La importancia del cableado estructurado



- El Cableado estructurado es una de las principales razones de las retransmisiones de información causando disminución en la velocidad de transmisión.
- Actualmente se realizan las pruebas de cableado estructurado de forma pasiva en base a los lineamientos y parámetros de las normas internacionales EIA/TIA e ISO/IEC.
- Las tecnologías de Telecomunicaciones son regidas por otros organismos internacionales como le IEEE.
- Es falso el concepto de que un sistema de telecomunicaciones tendrá el mismo desempeño que el rendimiento individual de cada uno de sus elementos.

# La importancia del cableado estructurado



- El tipo de pruebas de la EIA/TIA son esencialmente parámetros eléctricos generales para una línea de transmisión enfocándose a la capacidad para transportar señales de manera confiable.
- Desgraciadamente no toma en cuenta los parámetros ni las señales específicas para cada tipo de tecnología.
- El pasar los parámetros de la EIA/TIA son sólo el comienzo para garantizar que el sistema de telecomunicaciones funcionará correctamente, sin embargo en ningún momento es definitivo.
- Dentro de la búsqueda de mayores anchos de banda, se deja de analizar en realidad lo que significa la información.

# La propuesta TrueNet



- Es necesario realizar pruebas activas con señales reales y con aplicaciones reales.
- Actualmente no se realizan pruebas de desempeño entre capa física y capa de enlace, se realizan pruebas sobre una norma EIA/TIA para el enlace físico pero no hay mayor prueba al equipo activo que ver si existe vista de todos los equipos de la red y que se permita la transferencia de datos.
- Truenet más que garantizar cero errores en bits transportados, es el único sistema de cableado que integra la parte pasiva de la red como fundamental en el sistema de telecomunicaciones.



**Gracias**