

TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO

Ingeniería en Sistemas Computacionales

Fundamentos de Telecomunicaciones

Unidad II: Medios de Transmisión y Características

Material de clase desarrollado para la asignatura de **Fundamentos de Telecomunicaciones**
para Ingeniería en Sistemas Computacionales

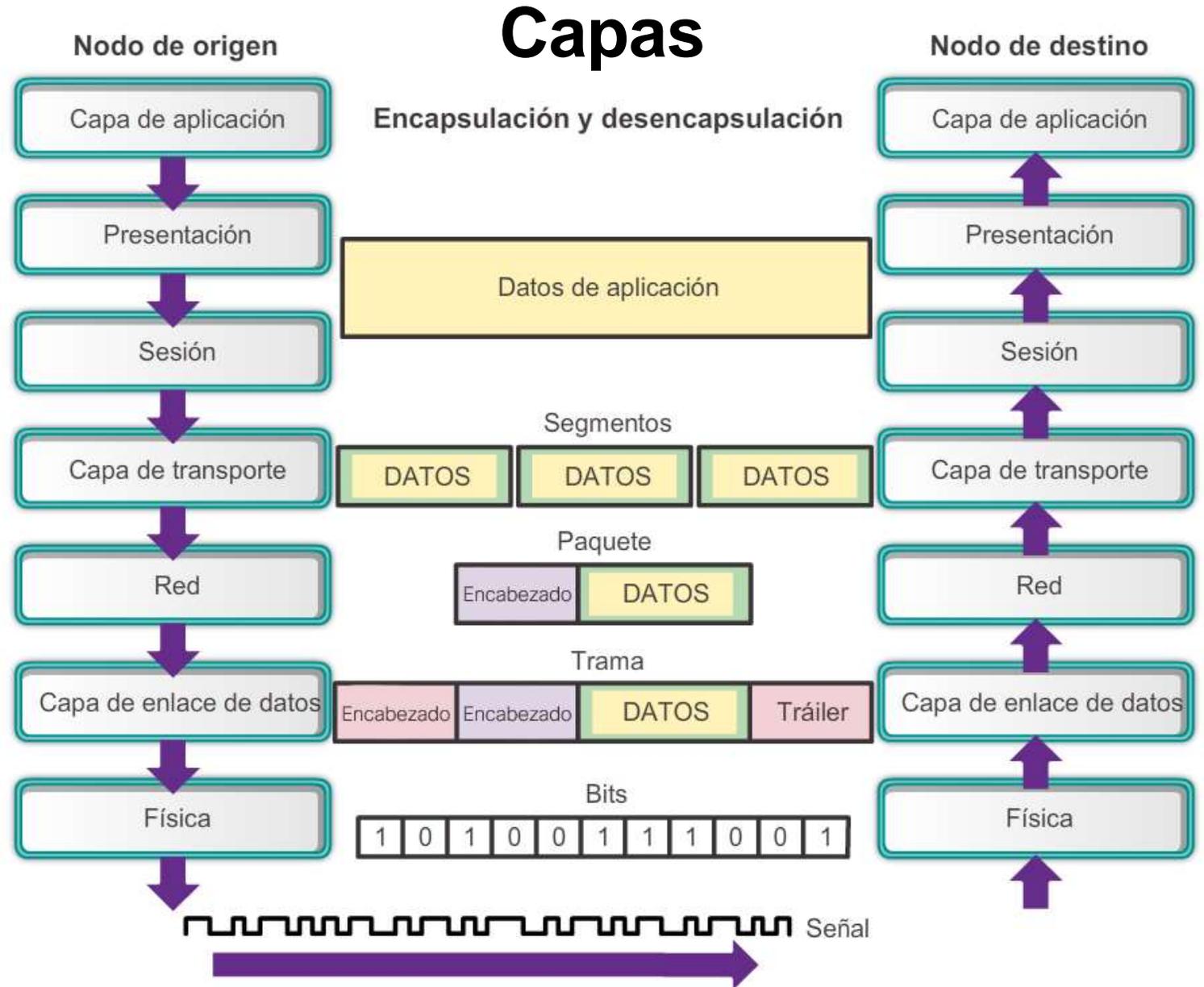
FUNDAMENTOS DE TELECOMUNICACIONES

FUNDAMENTOS DE TELECOMUNICACIONES

Unidad	Temas	Subtemas
2	Medios de transmisión y sus características	<p>2.1 Guiados: Par trenzado, coaxial y fibra óptica.</p> <p>2.2 No guiados: Radiofrecuencia, microondas, satélite e infrarrojo.</p> <p>2.3 Métodos para la detección y corrección de errores: Verificación de redundancia vertical (VRC), verificación de redundancia longitudinal (LRC) y verificación de redundancia cíclica (CRC).</p> <p>2.4 Control de flujo: Tipos: asentimiento, ventanas deslizantes. Por hardware o software, de lazo abierto o cerrado.</p>

FUNDAMENTOS DE TELECOMUNICACIONES

Medios de Transmisión



Tarea

Hacer un resumen escrito de la definición de las 7 capas del modelo OSI y entregarlo en la próxima clase

FUNDAMENTOS DE TELECOMUNICACIONES

Medios de la capa física

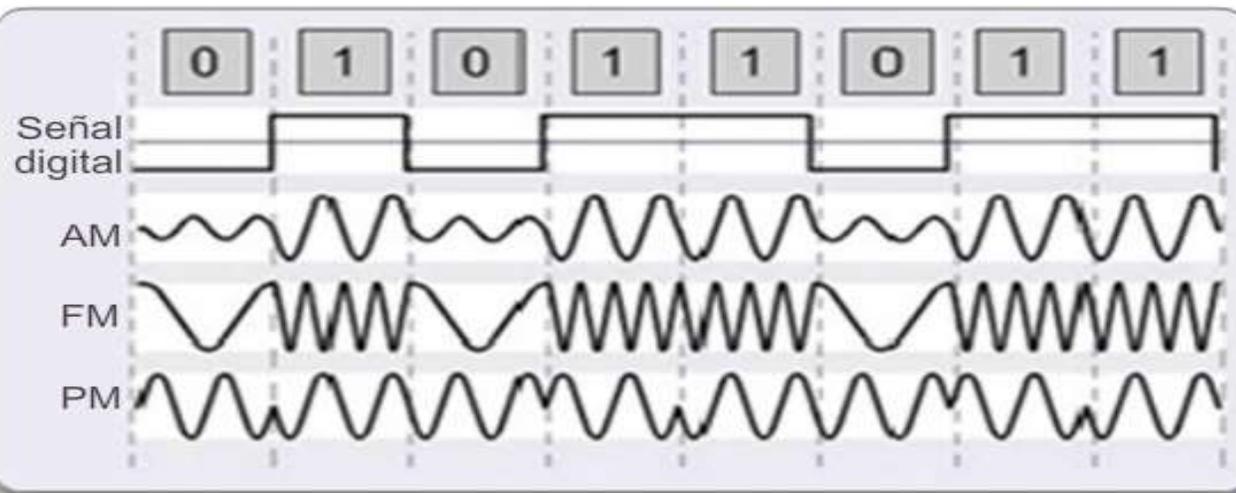
Señal saliente (Tx)



Señales eléctricas:
Cable de cobre



Pulso de luz:
Cable de fibra óptica



Señales de microondas:
Tecnología inalámbrica

FUNDAMENTOS DE TELECOMUNICACIONES

Estándares de la capa física

Organismo de estandarización	Estándares de red
ISO	<ul style="list-style-type: none">• ISO 8877: adoptó oficialmente los conectores RJ (p. ej., RJ-11, RJ-45).• ISO 11801: Estándar de cableado de red similar a EIA/TIA 568.
EIA/TIA	<ul style="list-style-type: none">• TIA-568-C: estándares de cableado de telecomunicaciones, utilizados en casi todas las redes de datos, voz y video.• TIA-569-B: estándares de construcción comercial para rutas y espacios de telecomunicaciones.• TIA-598-C: código de colores para fibra óptica.• TIA-942: estándar de infraestructura de telecomunicaciones para centros de datos.
ANSI	<ul style="list-style-type: none">• 568-C: Diagrama de pines RJ-45. Desarrollado en conjunto con EIA/TIA.
ITU-T	<ul style="list-style-type: none">• G.992: ADSL
IEEE	<ul style="list-style-type: none">• 802.3: Ethernet• 802.11: LAN inalámbrica (WLAN) y malla (certificación Wi-Fi)• 802.15: Bluetooth

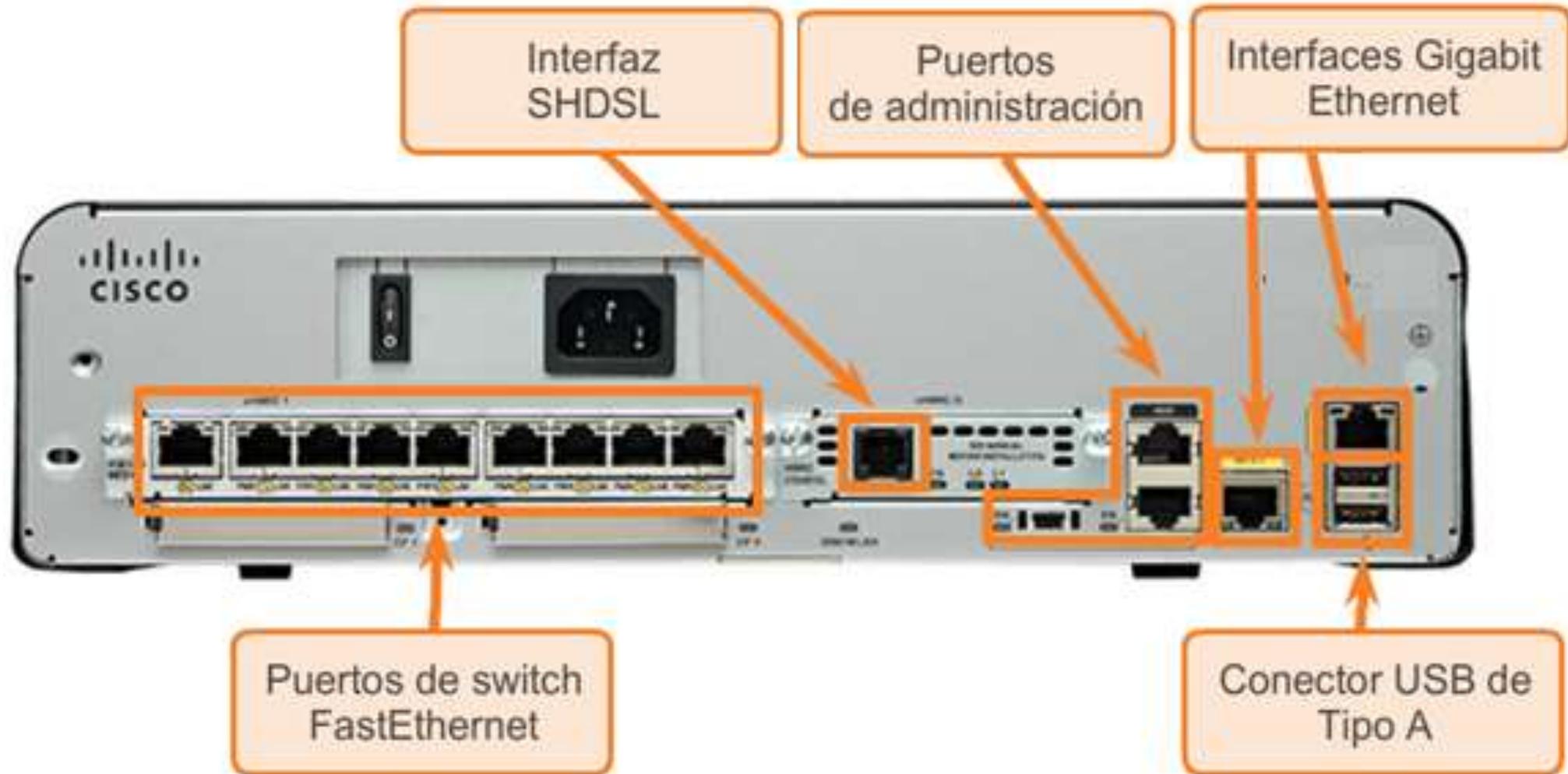
FUNDAMENTOS DE TELECOMUNICACIONES

Principios fundamentales de la capa física

Medios	Componentes físicos	Técnica de codificación de la trama	Método de señalización
Cable de cobre	<ul style="list-style-type: none">• UTP• Coaxial• Conectores• NIC• Puertos• Interfaces	<ul style="list-style-type: none">• Codificación Manchester• Técnicas sin retorno a cero (NRZ)• Los códigos 4B/5B se utilizan con la señalización de nivel 3 de la transición de múltiples niveles (MLT-3).• 8B/10B• PAM5	<ul style="list-style-type: none">• Cambios en el campo electromagnético• Intensidad del campo electromagnético• Fase de la onda electromagnética
Cable de fibra óptica	<ul style="list-style-type: none">• Fibra óptica monomodo• Fibra multimodo• Conectores• NIC• Interfaces• Láseres y LED• Fotorreceptores	<ul style="list-style-type: none">• Pulsos de luz• Multiplexación por longitud de onda con diferentes colores	<ul style="list-style-type: none">• Un pulso es igual 1.• La ausencia de un pulso se representa con un 0.
Medios inalámbricos	<ul style="list-style-type: none">• Puntos de acceso• NIC• Radio• Antenas	<ul style="list-style-type: none">• DSSS (espectro ensanchado por secuencia directa)• OFDM (multiplexación por división de frecuencia ortogonal)	<ul style="list-style-type: none">• Ondas de radio

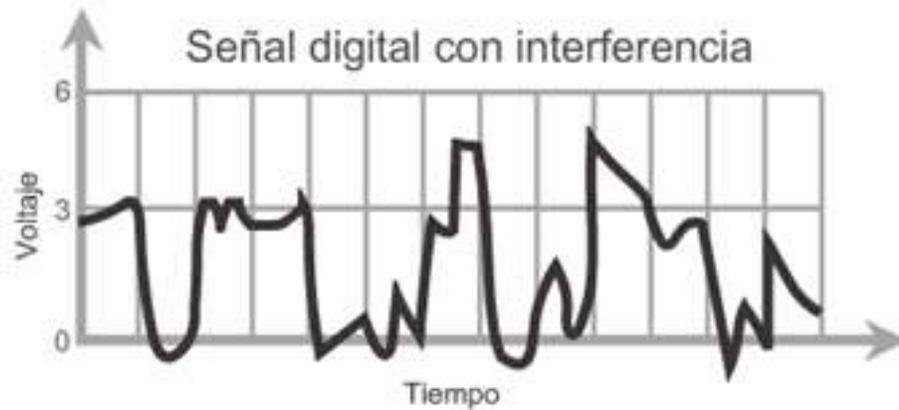
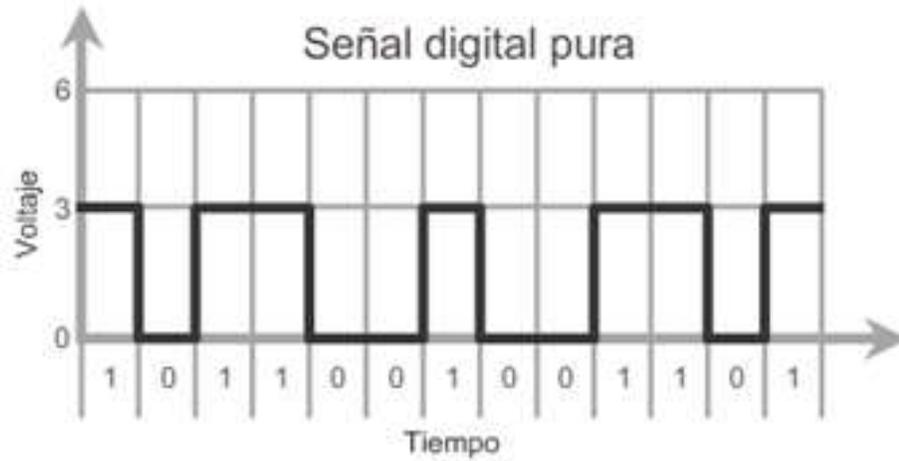
FUNDAMENTOS DE TELECOMUNICACIONES

Tipos de medios físicos



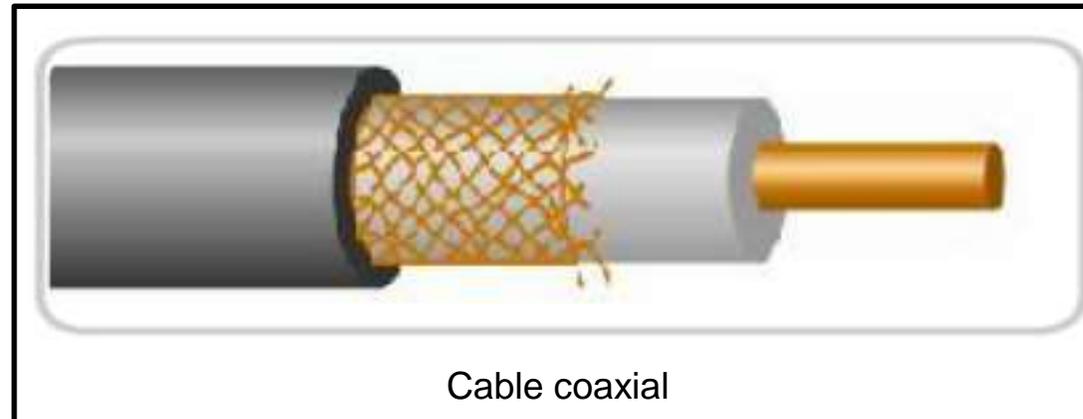
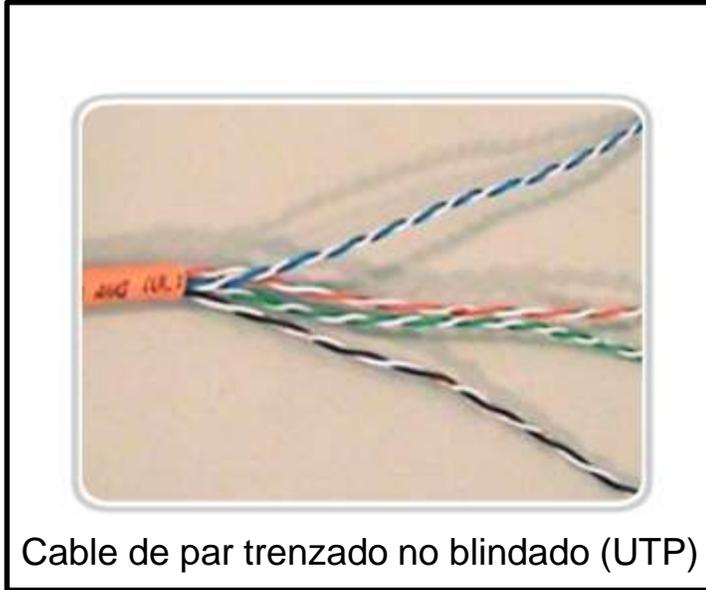
FUNDAMENTOS DE TELECOMUNICACIONES

Características de los medios de cobre



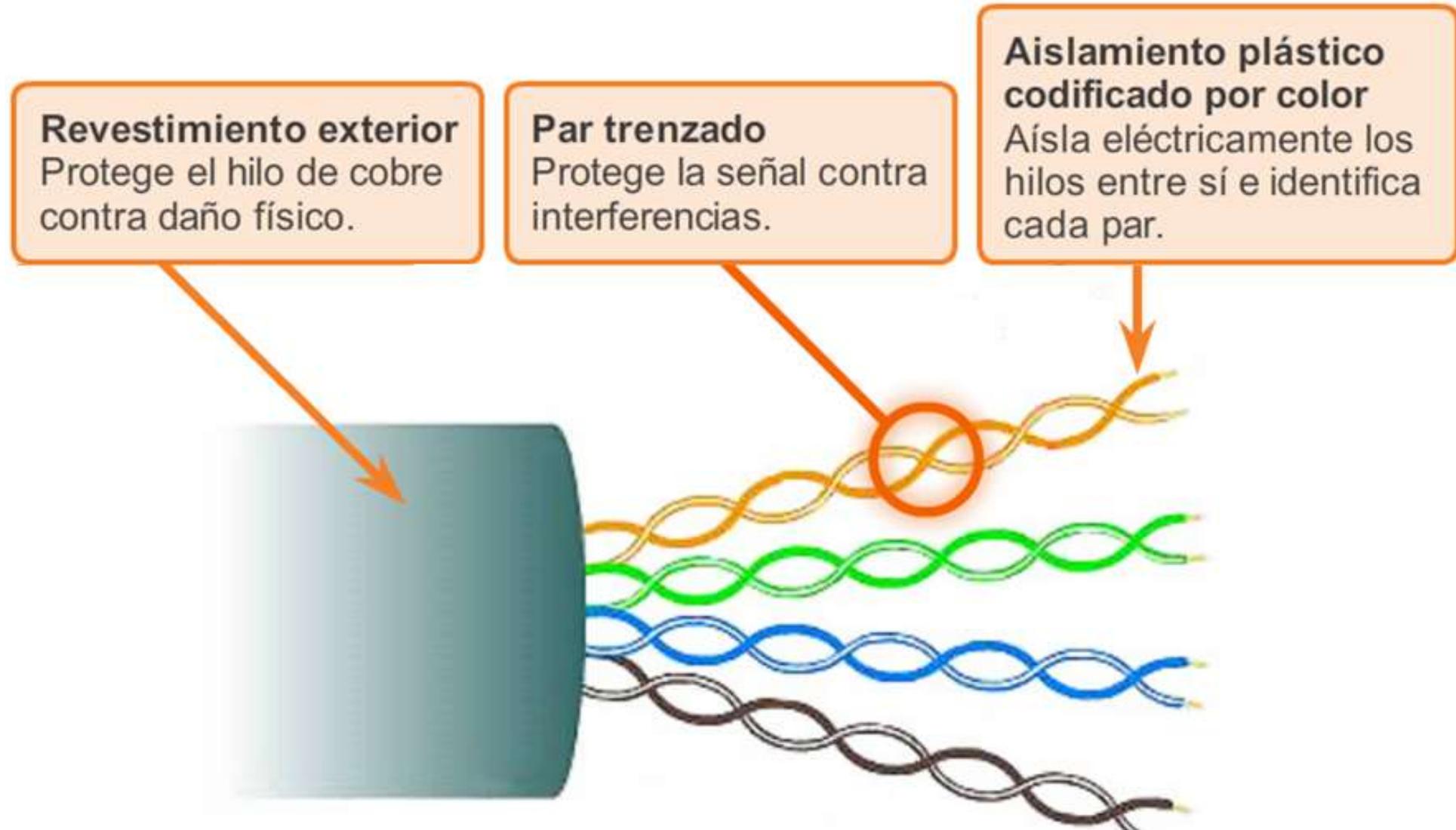
FUNDAMENTOS DE TELECOMUNICACIONES

Medios de Transmisión



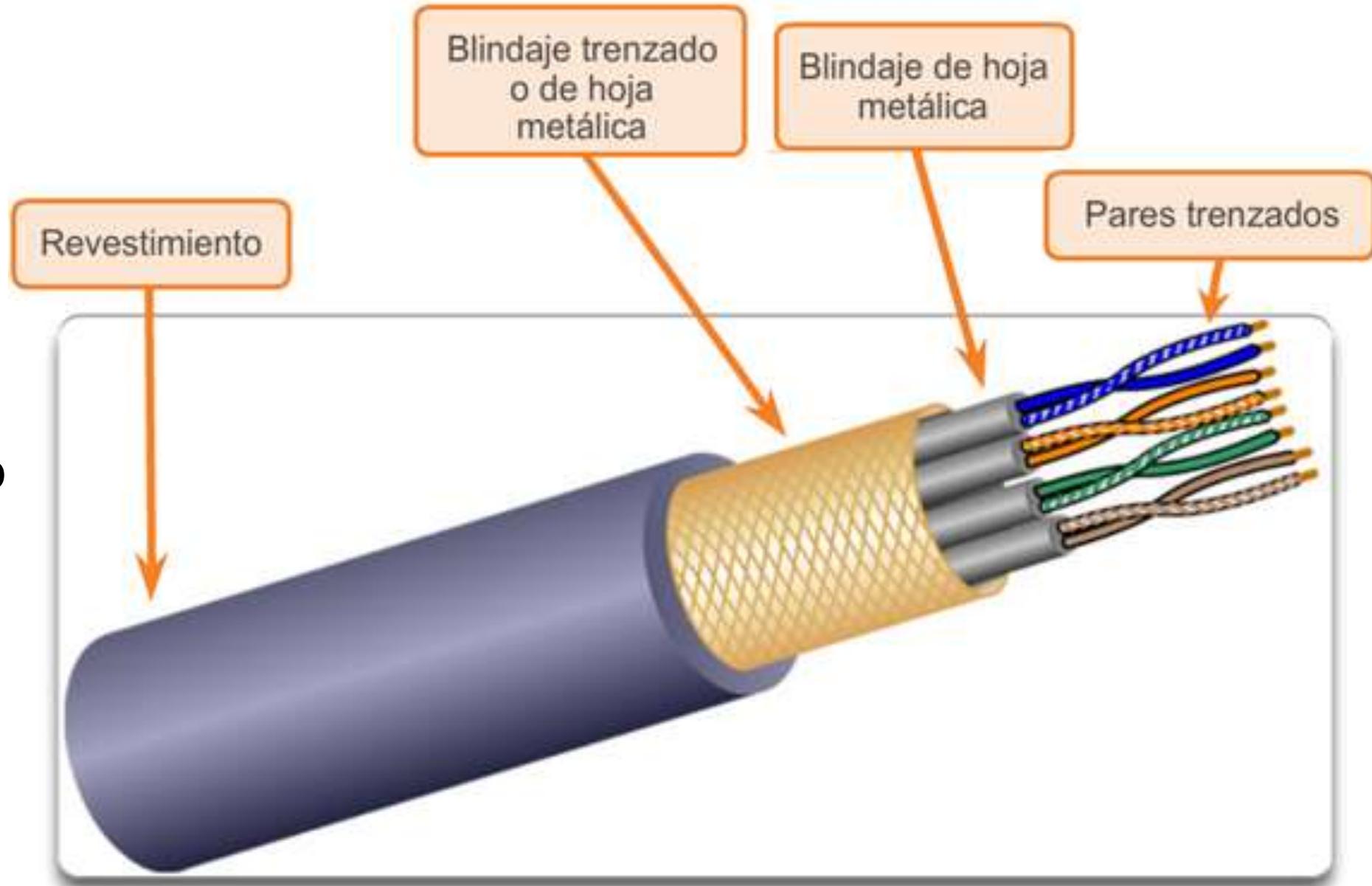
FUNDAMENTOS DE TELECOMUNICACIONES

Cable par trenzado no blindado

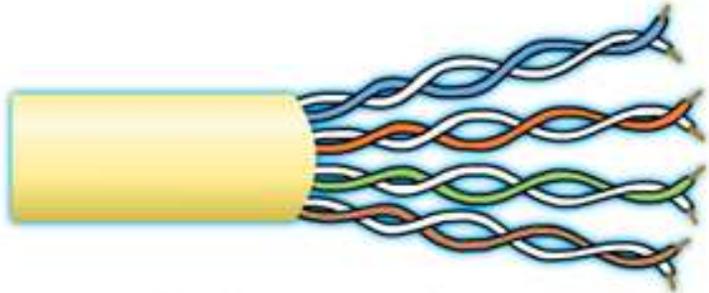


FUNDAMENTOS DE TELECOMUNICACIONES

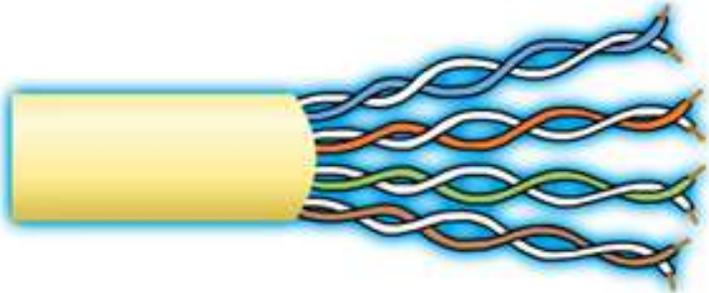
Cable par trenzado blindado



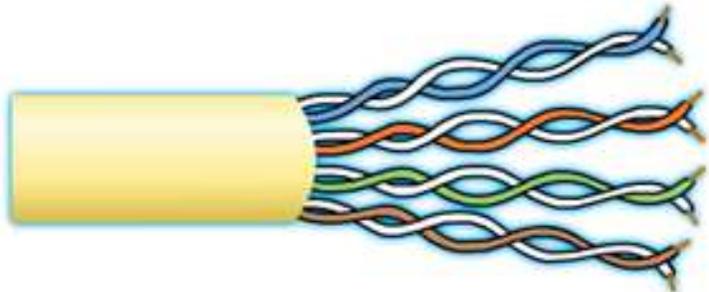
FUNDAMENTOS DE TELECOMUNICACIONES



Cable de Categoría 3 (UTP)



Cable de Categoría 5 ó 5e (UTP)



Cable de categoría 6 (UTP)

Cable de Categoría 5 ó 5e (UTP)

- Utilizado para la transmisión de datos.
- Los cables Cat5 admiten velocidades de 100 Mb/s y pueden admitir velocidades de 1000 Mb/s, pero esto no se recomienda.
- Los cables Cat5e admiten velocidades de 1000 Mb/s.

Propiedades del cable UTP

FUNDAMENTOS DE TELECOMUNICACIONES

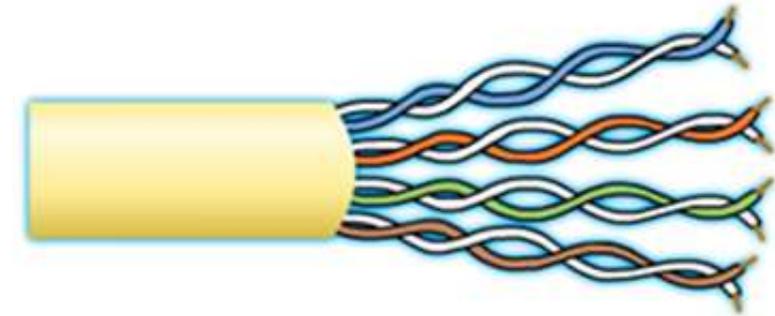
Propiedades del Cable UTP

Permite la interconexión de equipos en las redes locales, siempre y cuando exista la infraestructura para ello, por lo que dependen del uso de otros elementos como conectores RJ45, conectores RJ11, Switches, etc.

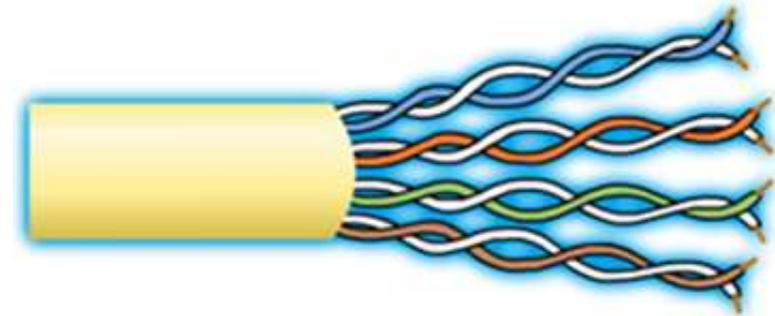
Acorde al momento tecnológico, cada tipo de cable permitirá diferentes velocidades de transmisión, un cable de una baja velocidad no puede subir su velocidad, mientras que un cable de alta velocidad si puede bajar su velocidad.

Se puede armar de muy diferentes maneras, colocando en sus extremos conectores RJ45 para red, Keystone Jack's (Conector para red tanto telefónico como de red) y conectores RJ11 según las necesidades.

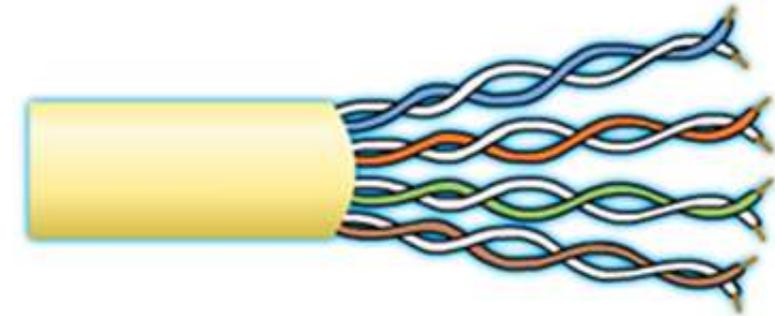
Tiene un cierto límite de distancia en el largo del mismo, hasta 100 m, ya que a partir de ese límite, empieza a perder calidad la señal y se da pérdida de datos.



Cable de Categoría 3 (UTP)



Cable de Categoría 5 ó 5e (UTP)



Cable de categoría 6 (UTP)

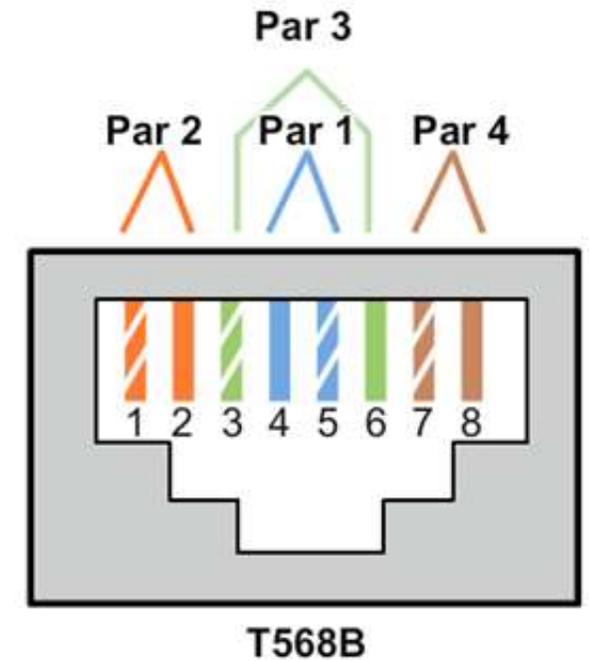
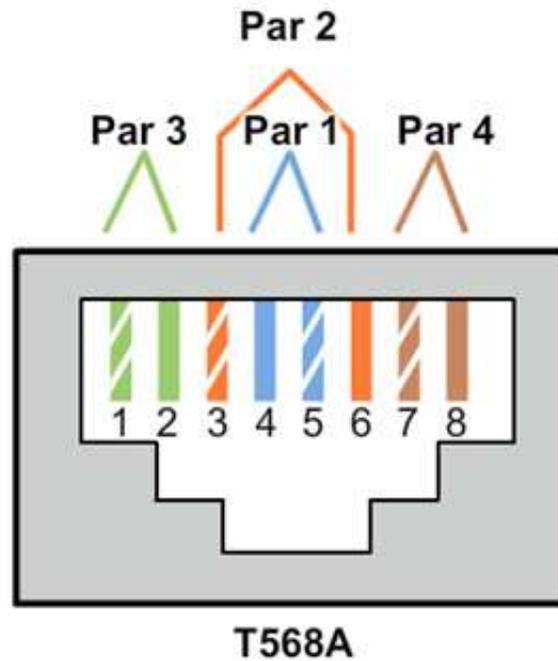
FUNDAMENTOS DE TELECOMUNICACIONES

Categoría	Ancho de Banda	Velocidad	Características
CAT 1	< 0.5 MHz	-	Obsoleto
CAT 2	4 MHz	-	Obsoleto
CAT 3	16 MHz	-	Obsoleto y no compatible con sistemas con mayor ancho de banda
CAT 4	20 MHz	16 Mbps	Uso en redes Token Ring
CAT 5	100 MHz	100 Mbps	Ethernet 100BASE-TX y 1000BASE-T
CAT 5e	100 MHz	100 Mbps	Ethernet 100BASE-TX y 1000BASE-T, soporte Ethernet Gigabit
CAT 6	250 MHz	1000 Mbps	Ethernet Gigabit
CAT 6a	500 MHz	10,000 Mbps	Ethernet 10 Gigabit

CATEGORÍAS

FUNDAMENTOS DE TELECOMUNICACIONES

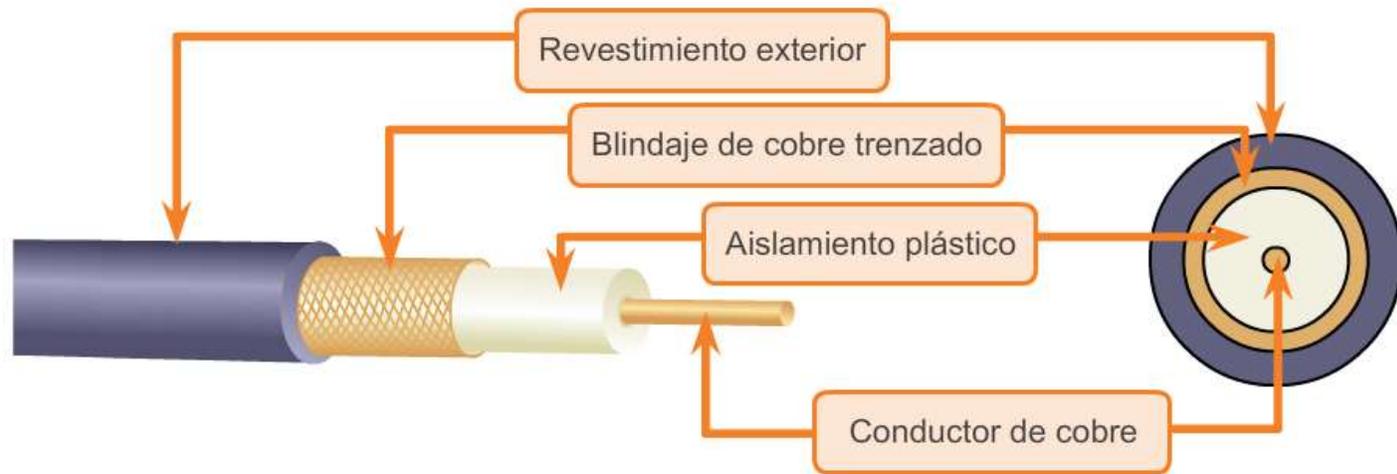
Tipos de cables UTP



Tipo de cable	Estándar	Capa de aplicación
Cable directo de Ethernet	Ambos extremos son T568A o T568B.	Conecta un host de red a un dispositivo de red, como un switch o un hub.
Cruzado Ethernet	Un extremo es T568A, el otro extremo es T568B.	<ul style="list-style-type: none">• Conecta dos hosts de red.• Conecta dos dispositivos de red intermedarios (un switch a un switch, o un router a un router).
De consola	Propietario de Cisco	Conecta el puerto serie de una estación de trabajo al puerto de consola de un router mediante un adaptador.

FUNDAMENTOS DE TELECOMUNICACIONES

Cable Coaxial



Descripción y Características

Consiste en un núcleo de cobre rodeado por una capa aislante. A su vez, esta capa está rodeada por una malla metálica que ayuda a bloquear las interferencias; este conjunto de cables está envuelto en una capa protectora. Le pueden afectar las interferencias externas.

Conectores coaxiales



BNC



Tipo N



Tipo F

FUNDAMENTOS DE TELECOMUNICACIONES

Descripción y Características

Es utilizado generalmente para señales de televisión y para transmisiones de datos de alta velocidad a distancias de varios kilómetros. La velocidad de transmisión suele ser alta, de hasta 100 Mbits/seg; pero hay que tener en cuenta que a mayor velocidad de transmisión, menor distancia podemos cubrir, ya que el periodo de la señal es menor, y por tanto se atenúa antes

CABLE	CARACTERISTICAS	Segmento
10-BASE-5	Cable coaxial grueso (Ethernet grueso); Velocidad: 10 Mb/seg.	500 mts.
10-BASE-2	Cable coaxial fino (Ethernet fino); Velocidad: 10 Mb/seg.	185 mts.
10-BROAD-36	Cable coaxial Segmentos; Velocidad: 10 Mb/seg.	3600 mts.
100-BASE-X	Fast Ethernet; Velocidad: 100 Mb/seg.	

FUNDAMENTOS DE TELECOMUNICACIONES



La separación del cableado de datos y el de energía eléctrica debe cumplir con los códigos de seguridad.



Los cables deben estar conectados correctamente.



Se deben inspeccionar las instalaciones para detectar daños.

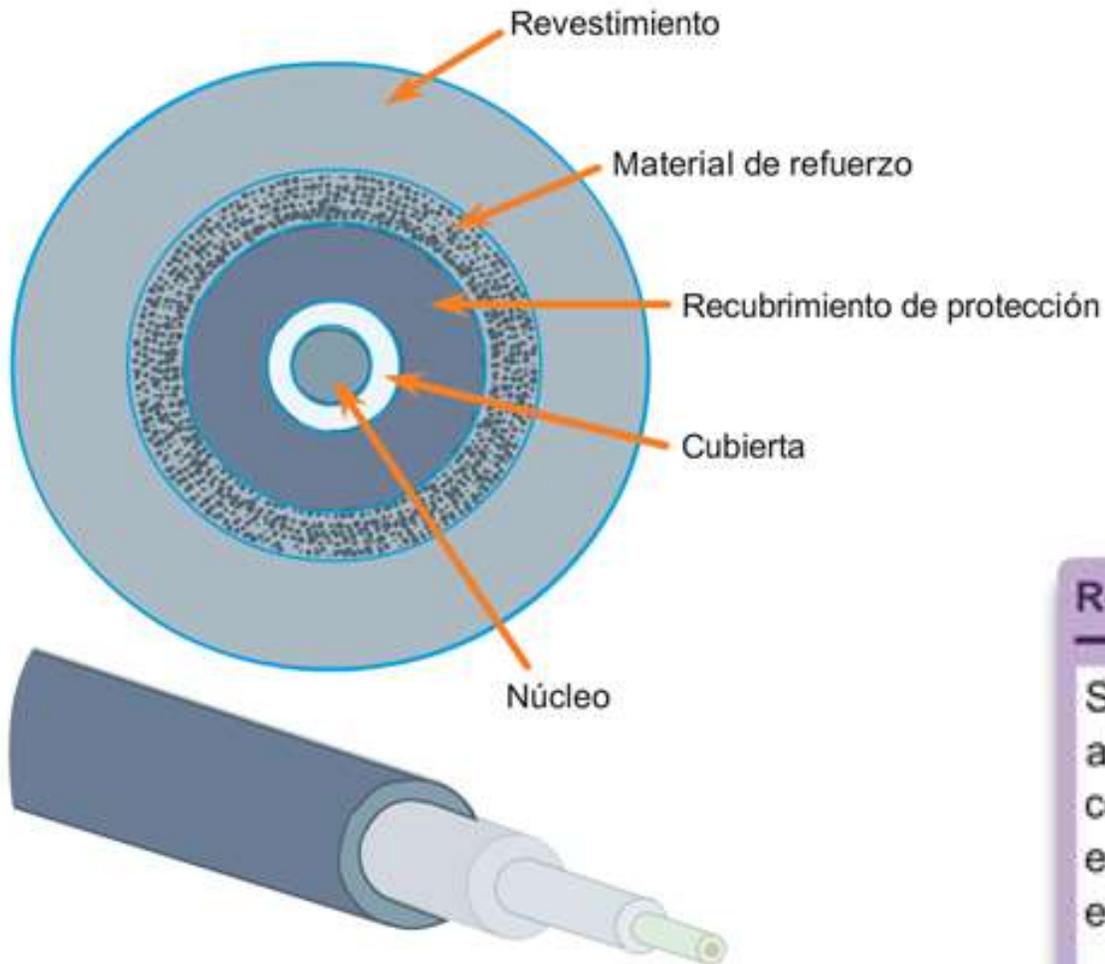


El equipo debe estar correctamente conectado a tierra.

Seguridad en los
medios de
cobre

FUNDAMENTOS DE TELECOMUNICACIONES

Fibra Óptica



Revestimiento

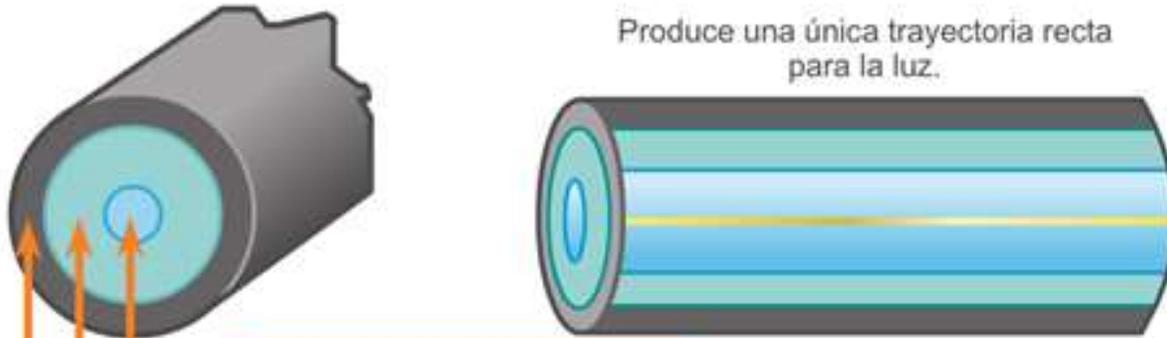
Se agrega para proteger la fibra de la abrasión, los solventes y otros contaminantes. La composición de esta envoltura externa puede variar en función del uso del cable.

FUNDAMENTOS DE TELECOMUNICACIONES

Fibra Óptica

Monomodo

Produce una única trayectoria recta para la luz.



Núcleo de vidrio de 9 micrones

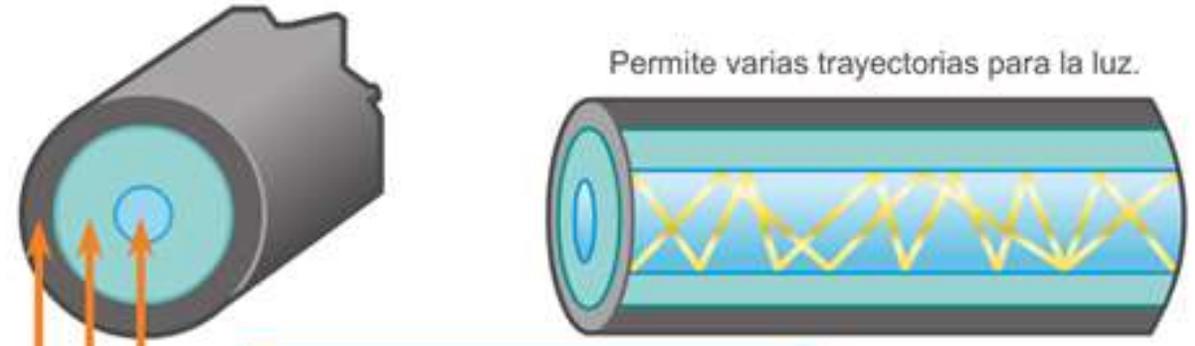
Cubierta de vidrio de 125 micrones de diámetro

Revestimiento polimérico

- Núcleo pequeño.
- Menor dispersión.
- Apto para aplicaciones de larga distancia.
- Utiliza láseres como fuente de luz.
- Suele utilizarse con backbones de campus para distancias de varios miles de metros.

Multimodo

Permite varias trayectorias para la luz.



Núcleo de vidrio de 50 a 62,5 micrones

Cubierta de vidrio de 125 micrones de diámetro

Revestimiento

- Núcleo más grande que el de los cables monomodo.
- Permite una mayor dispersión y, por lo tanto, se produce pérdida de señal.
- Apto para aplicaciones de larga distancia, pero más reducidas que las que permiten los cables monomodo.
- Utiliza LED como fuente de luz.
- Suele utilizarse con redes LAN o para distancias de algunos cientos de metros dentro de una red de campus.

FUNDAMENTOS DE TELECOMUNICACIONES

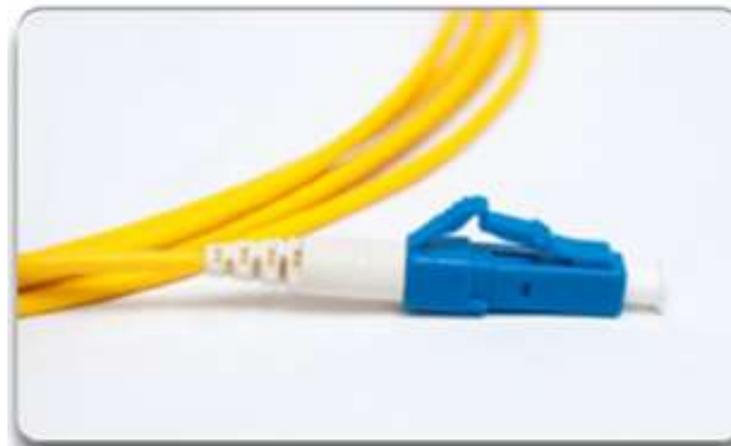
Conectores de Fibra Óptica



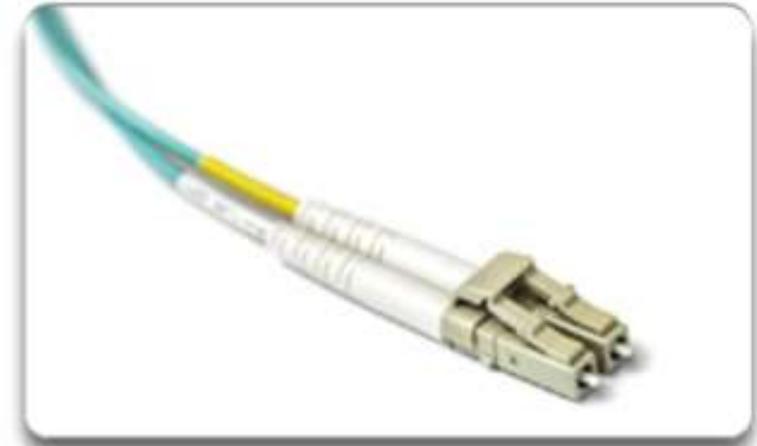
Conectores ST



Conectores SC



Conector LC



Conectores LC multimodo dúplex

FUNDAMENTOS DE TELECOMUNICACIONES

Comparación de Medios de Transmisión

Cuestiones de implementación	Medios de cobre	Fibra óptica
Ancho de banda admitido	10 Mbps a 10 Gbps	10 Mbps a 100 Gbps
Distancia	Relativamente corta (1 a 100 metros)	Relativamente larga (1 a 100 000 metros)
Inmunidad a EMI y RFI	Bajo	Alto (Totalmente inmune)
Inmunidad a los peligros eléctricos	Bajo	Alto (Totalmente inmune)
Costos de medios y conectores	Valor más bajo	Valor más alto
Habilidades de instalación requeridas	Valor más bajo	Valor más alto
Precauciones de seguridad	Valor más bajo	Valor más alto

FUNDAMENTOS DE TELECOMUNICACIONES

Tarea

Realizar cuadro sinóptico de los medios de transmisión cableados incluyendo sus características físicas como lo son, capacidad de transmisión, distancia, etc.

Entregarlo en la siguiente clase.

FUNDAMENTOS DE TELECOMUNICACIONES

Medios de Transmisión Inalámbricos



FUNDAMENTOS DE TELECOMUNICACIONES

Propiedades de los Medios de Transmisión Inalámbricos



- Estándares IEEE 802.11
- Comúnmente se denomina "Wi-Fi".
- Utiliza CSMA/CA.
- Las variaciones incluyen:
 - 802.11a: 54 Mbps, 5 GHz
 - 802.11b: 11 Mbps, 2,4 GHz
 - 802.11g: 54 Mbps, 2,4 GHz
 - 802.11n: 600 Mbps, 2,4 y 5 GHz
 - 802.11ac: 1 Gbps, 5 GHz
 - 802.11ad: 7 Gbps, 2,4 GHz, 5 GHz y 60 GHz

FUNDAMENTOS DE TELECOMUNICACIONES

Propiedades de los Medios de Transmisión Inalámbricos



- Estándar IEEE 802.15
- Admite velocidades de hasta 3 Mbps
- Proporciona emparejamiento de dispositivos a distancias de entre 1 y 100 m.

FUNDAMENTOS DE TELECOMUNICACIONES

Propiedades de los Medios de Transmisión Inalámbricos



- Estándar IEEE 802.16
- Proporciona velocidades de hasta 1 Gbps.
- Utiliza una topología de punto a multipunto para proporcionar acceso a servicios de banda ancha inalámbrica.

FUNDAMENTOS DE TELECOMUNICACIONES

Estándares

Estándar	Velocidad máxima	Frecuencia	Compatibilidad con versiones anteriores
802.11a	54 Mbps	5 GHz	No
802.11b	11 Mbps	2,4 GHz	No
802.11g	54 Mbps	2,4 GHz	802.11b
802.11n	600 Mbps	2,4 GHz o 5 GHz	802.11b/g
802.11ac	1,3 Gbps (1300 Mbps)	2,4 GHz y 5,5 GHz	802.11b/g/n
802.11ad	7 Gbps (7000 Mbps)	2,4 GHz, 5 GHz y 60 GHz	802.11b/g/n/ac

FUNDAMENTOS DE TELECOMUNICACIONES



Capa de Enlace de Datos



La capa de enlace de datos prepara los datos de red para la red física.



FUNDAMENTOS DE TELECOMUNICACIONES

Subcapas de enlace de datos

Red			
Enlace de datos	Subcapa LLC		
	Subcapa MAC	802.3 Ethernet	802.11 Wi-Fi
Física		802.15 Bluetooth	

FUNDAMENTOS DE TELECOMUNICACIONES

Control de Acceso al Medio

Los protocolos de capa de enlace de datos regulan cómo se da formato a una trama para utilizarla en diferentes medios.

Diversos protocolos pueden estar en uso para medios diferentes.



En cada salto a lo largo de la ruta, un dispositivo intermedio acepta tramas de un medio, desencapsula la trama y, luego, envía los paquetes en una nueva trama. Los encabezados de cada trama se formatean para el medio específico que cruzará.

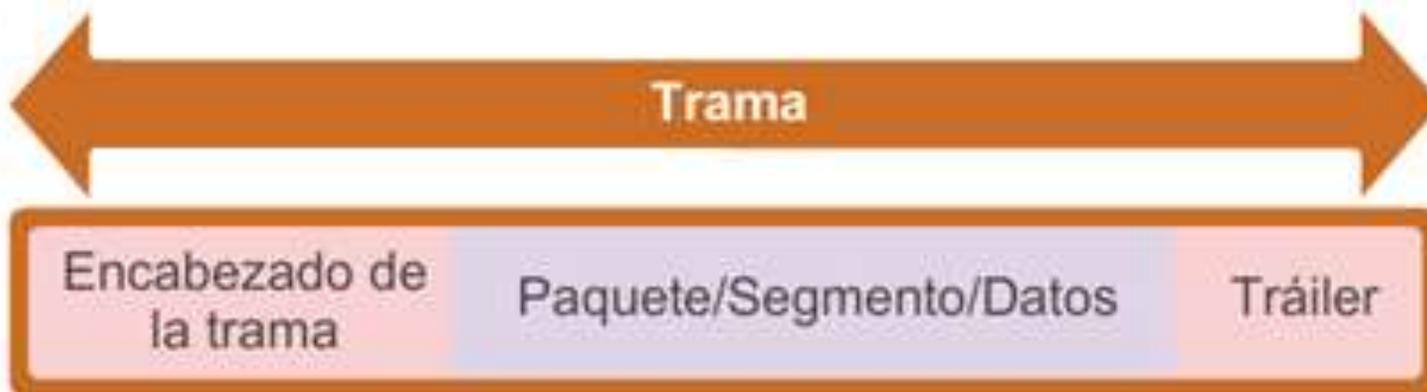
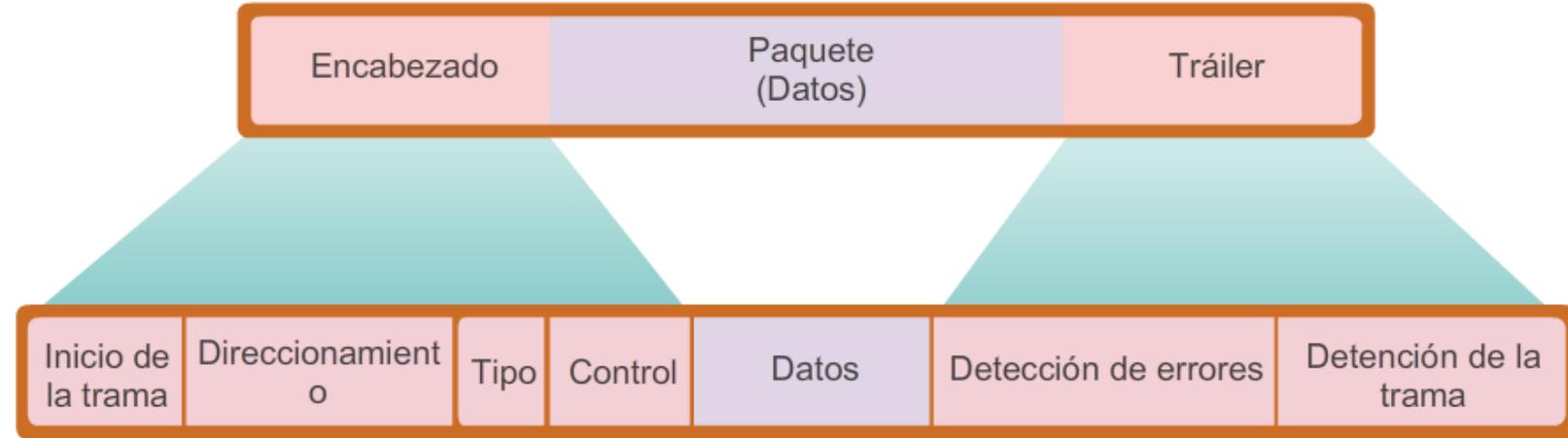
FUNDAMENTOS DE TELECOMUNICACIONES

Provisión de acceso a los medios



FUNDAMENTOS DE TELECOMUNICACIONES

Creación de la trama



Estructura de trama de la capa 2



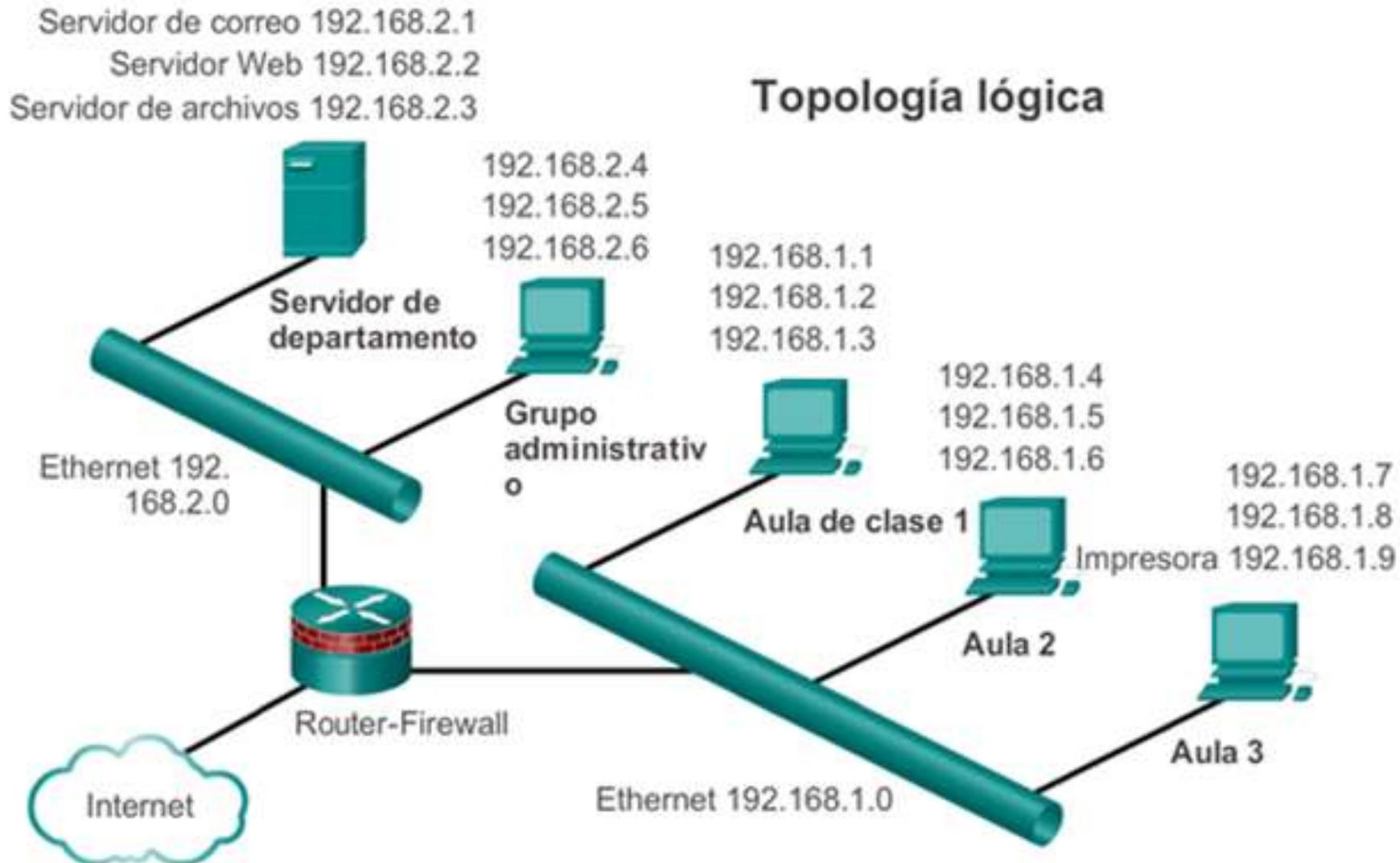
FUNDAMENTOS DE TELECOMUNICACIONES

Estándares de la capa de enlace de datos

Organismo de estandarización	Estándares de red
IEEE	<ul style="list-style-type: none">• 802.2: Control de enlace lógico (LLC)• 802.3: Ethernet• 802.4: Token bus• 802.5: paso de tokens• 802.11: LAN inalámbrica (WLAN) y malla (certificación Wi-Fi)• 802.15: Bluetooth• 802.16: WiMax
ITU-T	<ul style="list-style-type: none">• G.992: ADSL• G.8100 - G.8199: aspectos de MPLS de transporte• Q.921: ISDN• Q.922: Frame Relay
ISO	<ul style="list-style-type: none">• Control de enlace de datos de alto nivel (HDLC)• ISO 9314: Control de acceso al medio (MAC) de la FDDI
ANSI	<ul style="list-style-type: none">• X3T9.5 y X3T12: Interfaz de datos distribuida por fibra (FDDI)

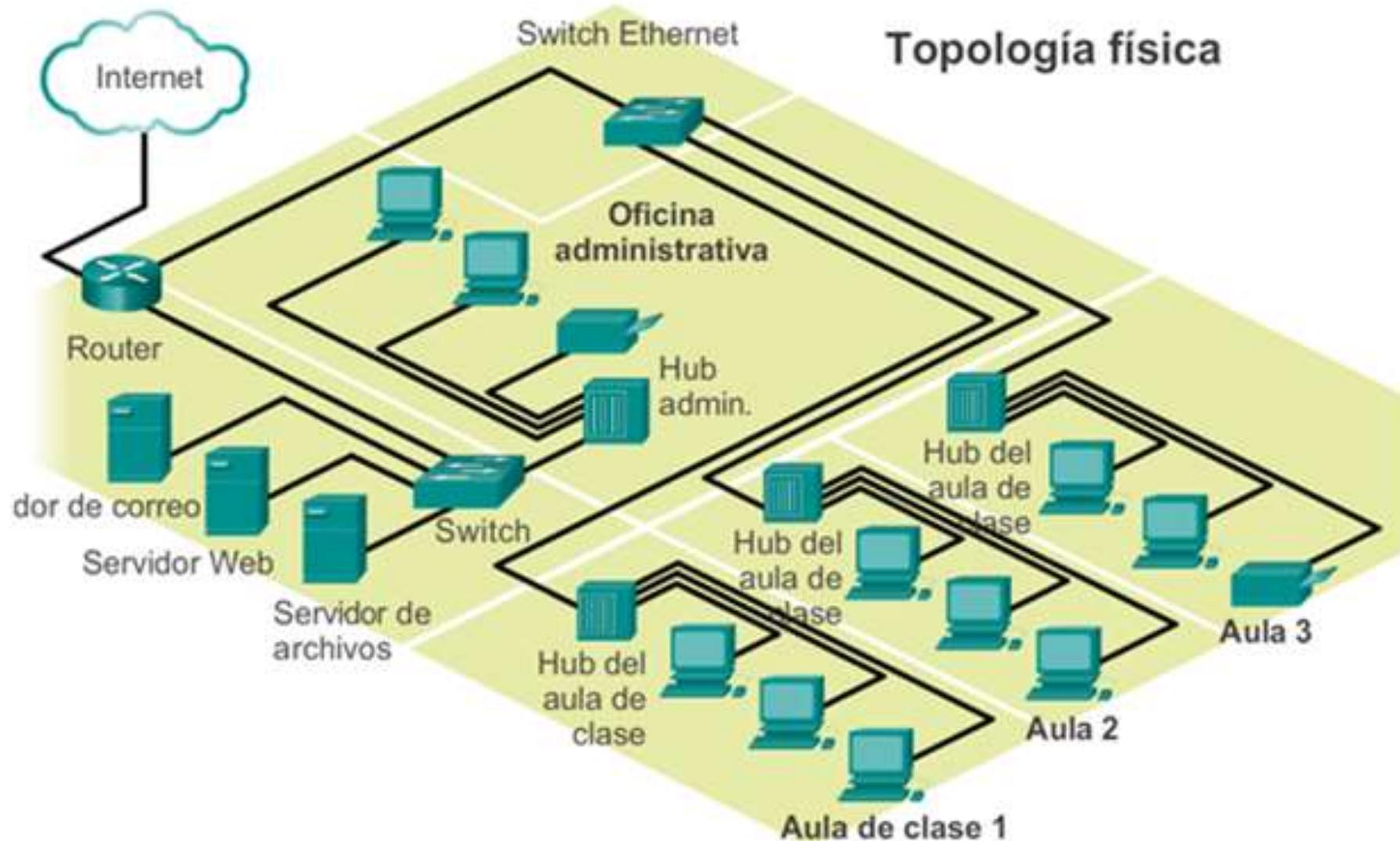
FUNDAMENTOS DE TELECOMUNICACIONES

Topologías físicas y lógicas



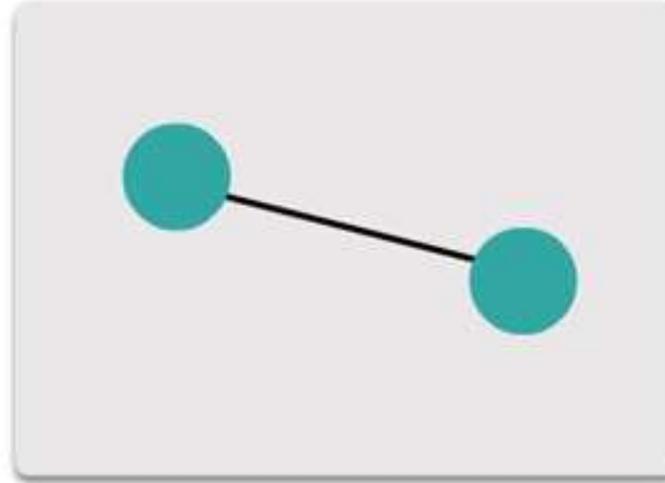
FUNDAMENTOS DE TELECOMUNICACIONES

Topologías físicas y lógicas

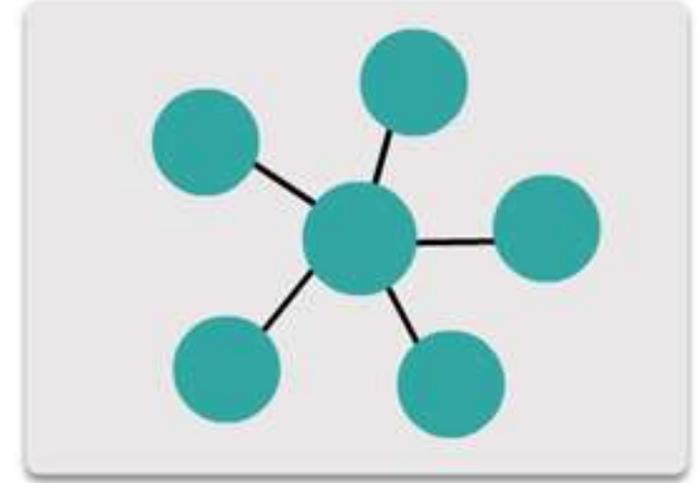


FUNDAMENTOS DE TELECOMUNICACIONES

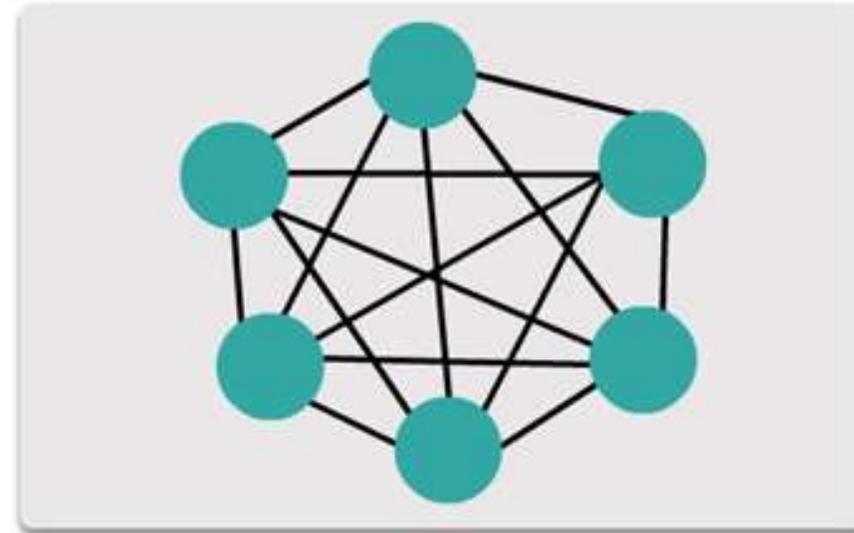
Topologías físicas de WAN comunes



Topología punto a punto



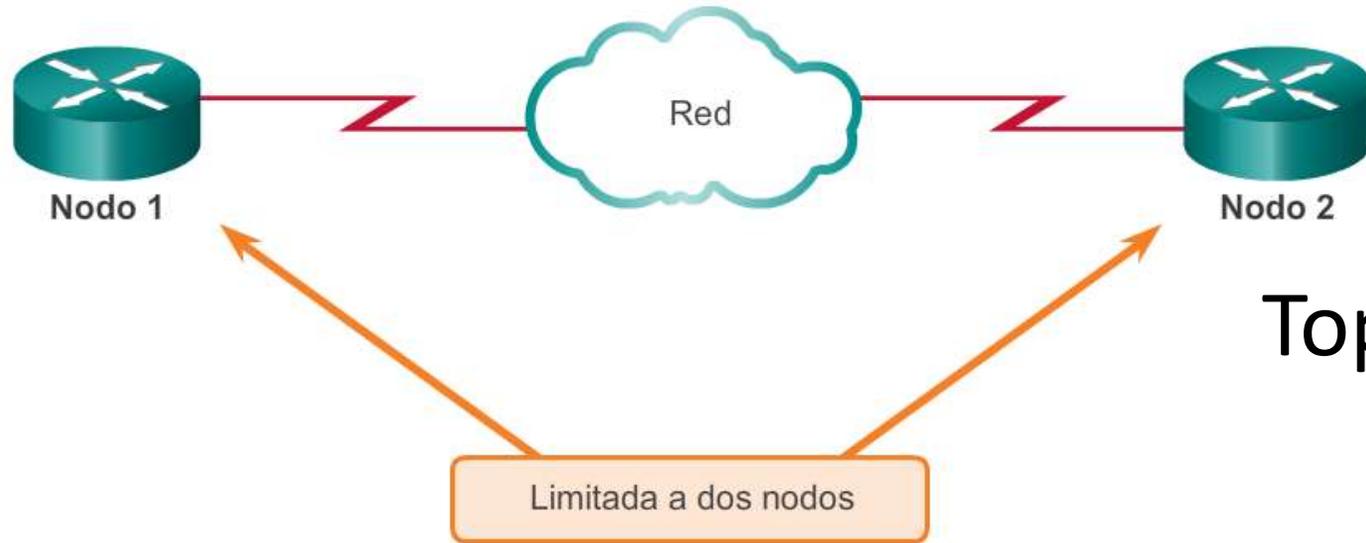
Topología hub-and-spoke



Topología de malla completa

FUNDAMENTOS DE TELECOMUNICACIONES

Topología física punto a punto

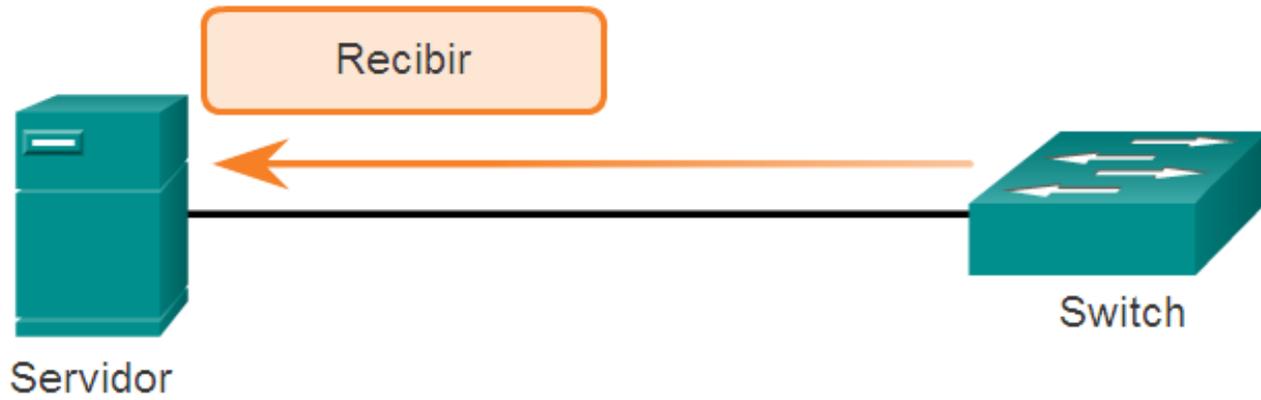


Topología lógica punto a punto



FUNDAMENTOS DE TELECOMUNICACIONES

Half Duplex y Full Duplex

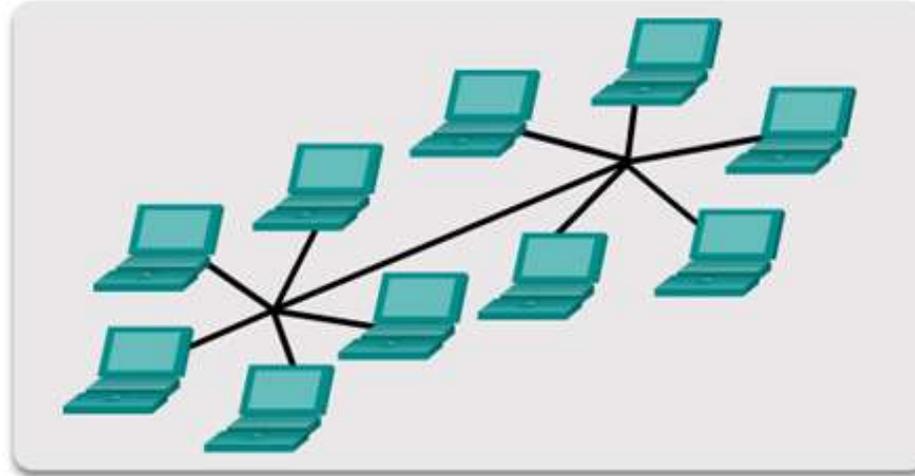


FUNDAMENTOS DE TELECOMUNICACIONES

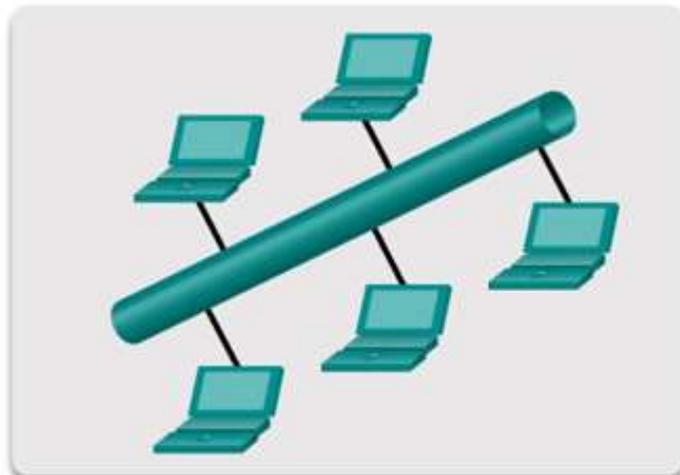
Topologías Físicas de Redes



Topología en estrella



Topología en estrella extendida



Topología de bus



Topología de anillo

FUNDAMENTOS DE TELECOMUNICACIONES

Métodos para la detección y corrección de errores

- La codificación binaria es de gran utilidad práctica en dispositivos electrónicos como computadoras, donde la información se puede codificar basándose en la presencia o no de una señal eléctrica.
- Esta señal eléctrica puede sufrir alteraciones (como distorsiones o ruidos), especialmente cuando se transportan datos a grandes distancias. Por este motivo, ser capaz de verificar la autenticidad de estos datos es imprescindible para ciertos propósitos

FUNDAMENTOS DE TELECOMUNICACIONES

- Por este motivo existen algunos mecanismos que garantizan un nivel de integridad de los datos, es decir, que el destinatario obtiene una confirmación de que los datos recibidos son, de hecho, similares a los datos transmitidos. Existen dos maneras de proteger la transferencia de datos para que no se produzcan errores:
 - ✓ Instalando un medio de transmisión más seguro, es decir, una capa de protección física. Una conexión convencional tiene, por lo general, un porcentaje de error entre 10^{-5} y 10^{-7} .
 - ✓ Implementando mecanismos lógicos para *detectar y corregir* errores.

FUNDAMENTOS DE TELECOMUNICACIONES

- La mayoría de los sistemas de control lógico de errores se basan en la suma de información (esto se denomina "*redundancia*") para verificar la validez de los datos. Esta información adicional se denomina suma de comprobación.

Verificación de errores

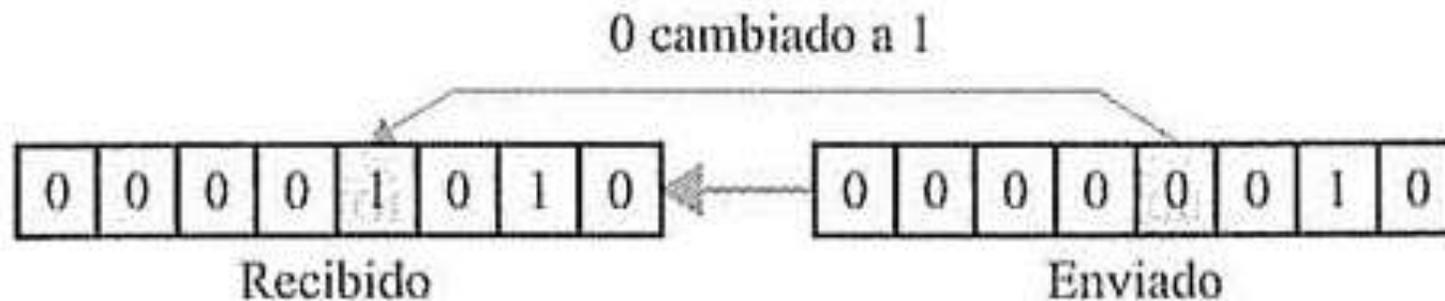
- Se han perfeccionado mejores sistemas de detección de errores mediante códigos denominados:
 - ✓ Códigos de autocorrección
 - ✓ Códigos de auto-verificación

FUNDAMENTOS DE TELECOMUNICACIONES

Tipos de errores

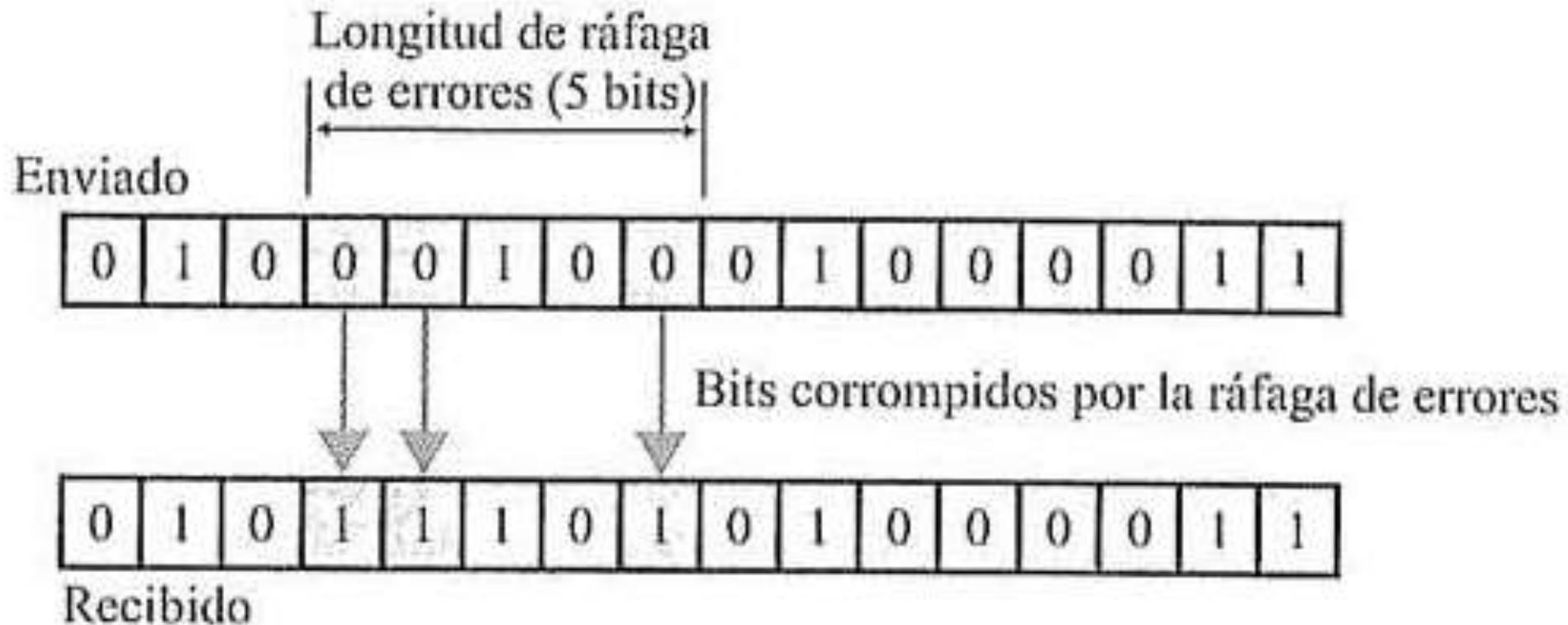
Interferencias, calor, magnetismo, etc., influyen en una señal electromagnética, esos factores pueden alterar la forma o temporalidad de una señal. Si la señal transporta datos digitales, los cambios pueden modificar el significado de los datos. Los errores posibles son:

- **Error de bit:** Únicamente un bit de una unidad de datos determinada cambia de 1 a 0 o viceversa.



FUNDAMENTOS DE TELECOMUNICACIONES

- **Error de ráfaga:** El error de ráfaga significa que dos o más bits de la unidad de datos han cambiado. Los errores de ráfaga no significa necesariamente que los errores se produzcan en bits consecutivos. La longitud de la ráfaga se mide desde el primero hasta el último bit correcto, algunos bits intermedios pueden estar bien.

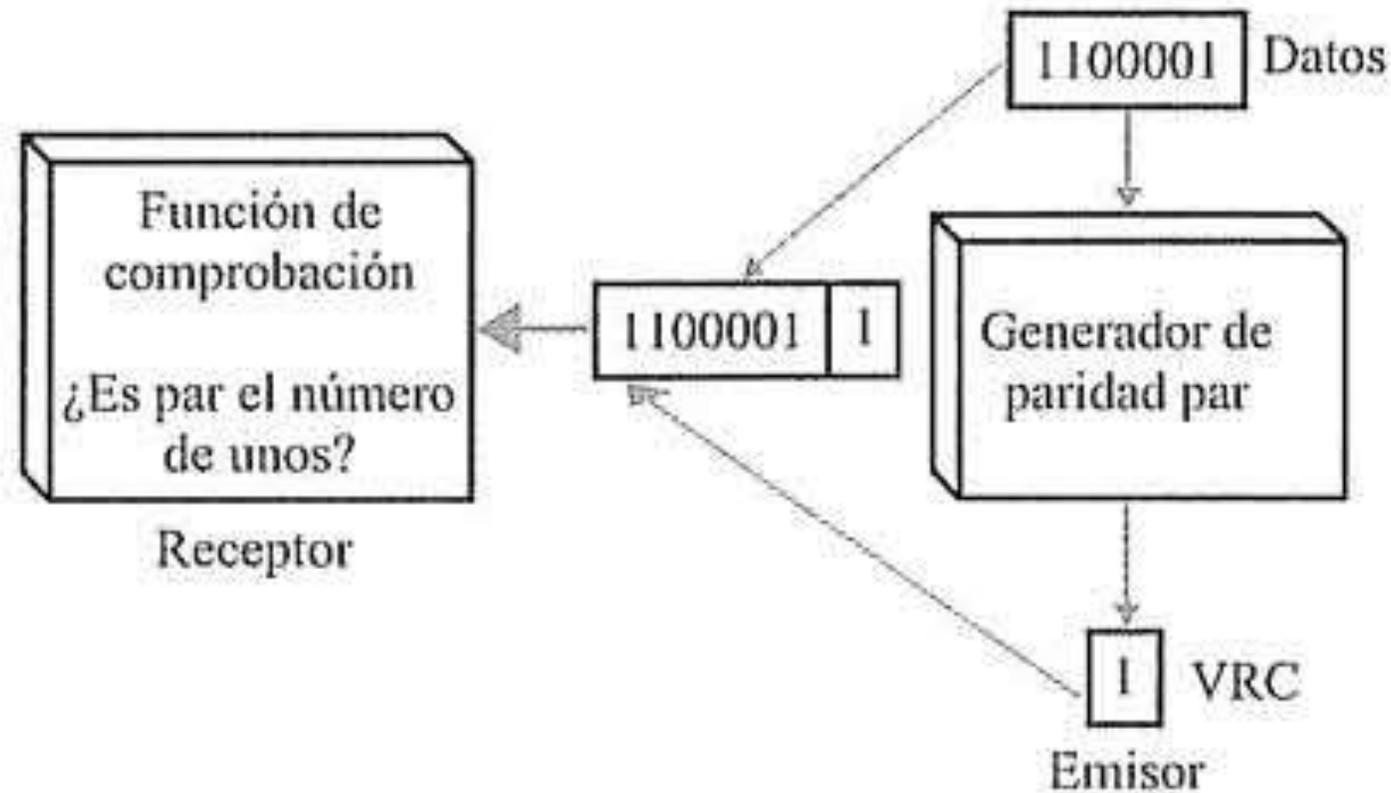


Verificación de paridad

- La verificación de paridad (a veces denominada **VRC** o **Verificación de redundancia vertical**) es uno de los mecanismos de verificación más simples. Consiste en agregar un bit adicional (denominado **bit de paridad**) a un cierto número de bits de datos denominado *palabra código* (generalmente 7 bits, de manera que se forme un byte cuando se combina con el bit de paridad) cuyo valor (*0* o *1*) es tal que el número total de bits 1 es par. Para ser más claro, *1* si el número de bits en la palabra código es impar, *0* en caso contrario.

FUNDAMENTOS DE TELECOMUNICACIONES

- Este mecanismo es el mas frecuente y se basa en añadir un bit de redundancia, denominado bit de paridad, en cada unidad de datos, de forma que el número total de unos en la unidad (incluyendo el bit de paridad) sea par, o impar en el caso de la verificación de paridad impar.

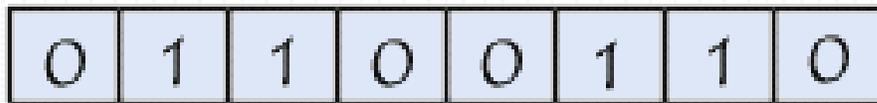


FUNDAMENTOS DE TELECOMUNICACIONES

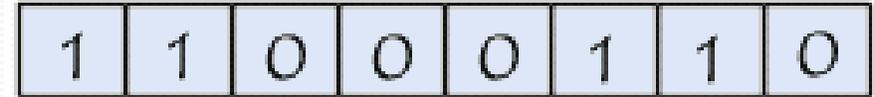
Ejemplo

- En este ejemplo, el número de bits de datos *1* es par, por lo tanto, el bit de paridad se determina en *0*. Por el contrario, en el ejemplo que sigue, los bits de datos son impares, por lo que el bit de paridad se convierte en *1*:

Bit de paridad

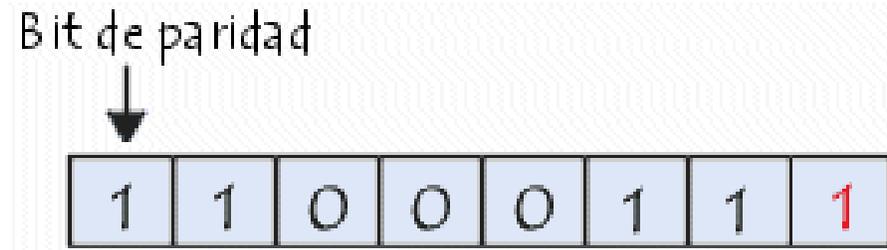


Bit de paridad



FUNDAMENTOS DE TELECOMUNICACIONES

- Supongamos que después de haber realizado la transmisión, el bit con menos peso del byte anterior (aquel que se encuentra más a la derecha) ha sido víctima de una interferencia:

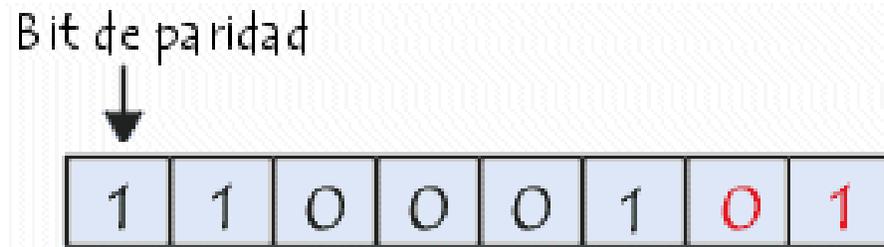


- El bit de paridad, en este caso, ya no corresponde al byte de paridad: **se ha detectado un error.**

FUNDAMENTOS DE TELECOMUNICACIONES

Ejemplo

- Sin embargo, si dos bits (o un número par de bits) cambian simultáneamente mientras se está enviando la señal, no se habría detectado ningún error.



- Ya que el sistema de control de paridad puede detectar un número impar de errores, puede detectar solamente el 50% de todos los errores. Este mecanismo de detección de errores también tiene la gran desventaja de ser incapaz de corregir los errores que encuentra (la única forma de arreglarlo es solicitar que el byte erróneo sea retransmitido).

FUNDAMENTOS DE TELECOMUNICACIONES

Ejercicios

- Determine por medio de **Verificación de Redundancia Vertical (VRC)** si los siguientes octetos binarios contienen o no error en una transmisión:

1	1	1	0	1	0	1	0
0	1	1	0	0	1	1	0
1	0	0	1	1	0	1	0
0	1	1	0	1	0	0	0
0	0	1	1	1	0	0	1
1	1	0	0	1	0	0	1
1	0	1	0	1	0	1	1
0	0	1	1	1	0	1	1
1	1	1	0	1	0	0	1
1	1	0	0	1	1	0	0

FUNDAMENTOS DE TELECOMUNICACIONES

Ejercicio

- Utilizando la técnica de **Verificación de Redundancia Vertical (VRC)** asigne el bit de paridad a los siguientes septetos binarios para completar un byte:

	1	1	0	0	1	0	1
	0	1	0	1	0	1	1
	1	1	0	0	1	0	0
	0	0	1	1	1	0	0
	0	1	0	0	1	1	1
	1	1	0	0	1	1	0
	1	1	1	0	0	1	1
	0	0	1	1	0	1	0
	1	1	1	1	1	1	1
	0	0	0	0	0	1	0

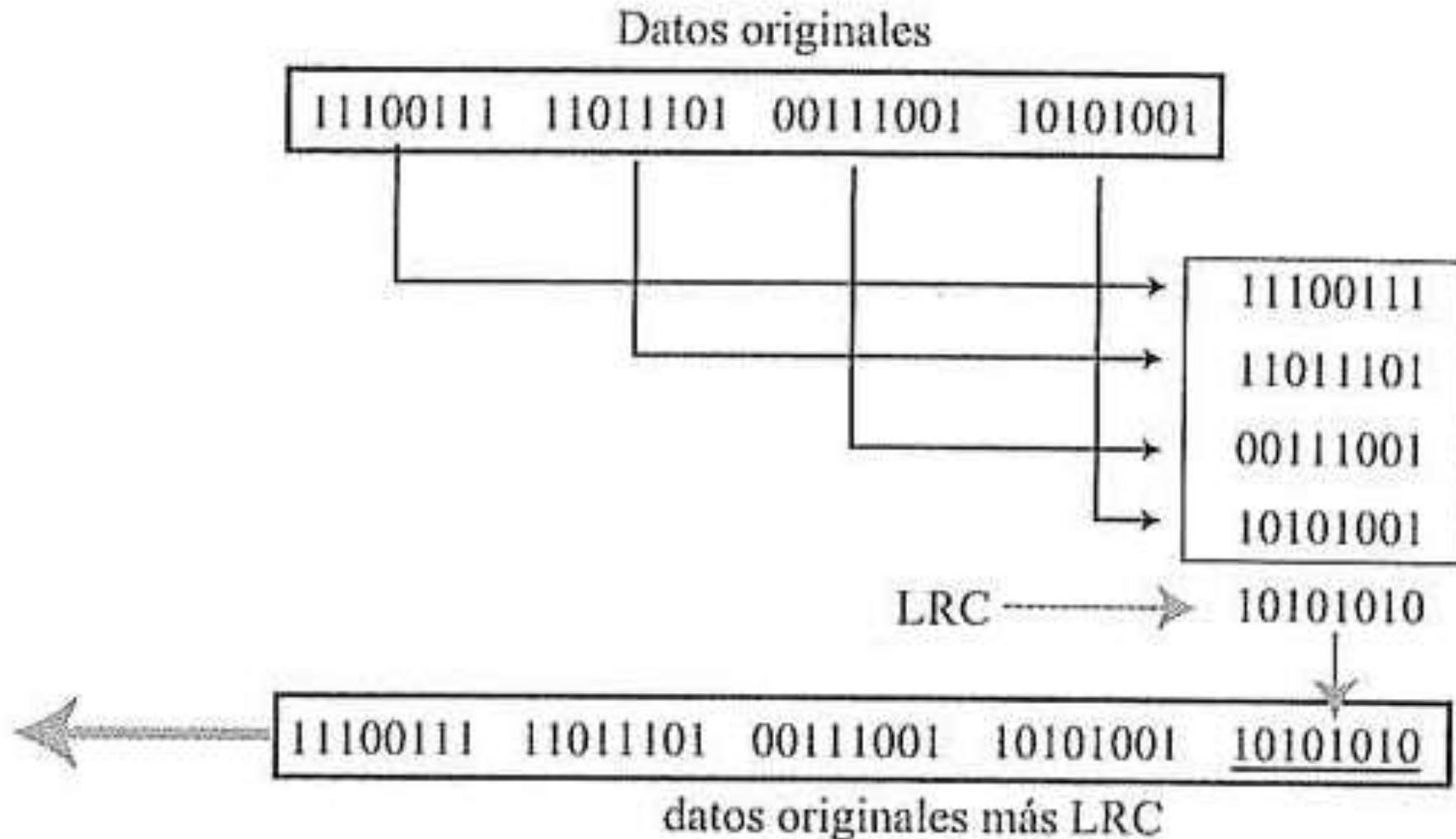
FUNDAMENTOS DE TELECOMUNICACIONES

Verificación de redundancia longitudinal LRC

- En esta técnica, los bloques de bits se organizan en forma de tabla (filas y columnas), a continuación se calcula un bit de paridad para cada columna y se crea una nueva fila de bits, que serán los bits de paridad de todo el bloque, a continuación se añaden los bits de paridad al dato y se envían al receptor.
- Típicamente los datos se agrupa en unidades de múltiplos de 8 -1 byte- (8, 16,24,32 bits) la función coloca los octetos uno debajo de otro y calcula la paridad de los bits primeros, de los segundos, etc, generando otro octeto cuyo primer bit es el de paridad de todos los primeros bits, etc.

FUNDAMENTOS DE TELECOMUNICACIONES

Ejemplo



FUNDAMENTOS DE TELECOMUNICACIONES

Ejercicio

- Utilizando la técnica de verificación de redundancia longitudinal LRC agregue octeto de paridad a los siguientes conjuntos de 4 bytes:

1)

1	1	0	0	1	0	1
---	---	---	---	---	---	---

0	0	1	1	0	1	0
---	---	---	---	---	---	---

1	1	0	0	1	0	0
---	---	---	---	---	---	---

0	0	0	0	0	1	0
---	---	---	---	---	---	---

2)

1	1	0	0	1	1	0
---	---	---	---	---	---	---

0	1	0	1	0	1	1
---	---	---	---	---	---	---

0	1	1	1	0	0	0
---	---	---	---	---	---	---

1	0	0	0	1	1	1
---	---	---	---	---	---	---

3)

0	1	0	0	1	1	1
---	---	---	---	---	---	---

0	1	1	0	1	0	0
---	---	---	---	---	---	---

1	1	1	1	1	1	1
---	---	---	---	---	---	---

1	0	1	1	0	1	1
---	---	---	---	---	---	---

4)

1	1	1	0	0	1	1
---	---	---	---	---	---	---

1	1	0	1	1	0	1
---	---	---	---	---	---	---

0	0	1	1	1	0	0
---	---	---	---	---	---	---

0	1	1	1	0	0	1
---	---	---	---	---	---	---

FUNDAMENTOS DE TELECOMUNICACIONES

Ejercicio

- Utilizando la técnica de verificación de redundancia longitudinal LRC verifique si los siguientes conjuntos de 4 bytes tienen error en el octeto de paridad:

1)	2)	3)	4)
1 1 0 0 1 0 1 0	0 0 1 1 0 1 0 1	1 1 0 0 1 1 0 0	0 0 0 0 0 0 1 0
1 1 0 0 1 1 0 1	0 1 0 1 0 1 1 1	0 1 1 1 0 0 0 0	0 0 0 1 1 1 0 1
0 1 0 0 1 1 1 0	0 1 1 0 1 0 0 0	1 1 1 1 1 1 1 1	0 0 0 0 0 0 0 0
1 1 1 0 0 1 1 0	1 1 0 1 1 0 0 1	0 0 1 1 1 0 0 1	0 1 1 1 0 0 1 1
1 0 1 1 1 1 1 1	1 1 0 1 1 0 1 1	0 1 1 1 1 0 0 0	1 1 1 0 1 1 0 0
	OCTETOS DE PARIDAD CORREGIDOS		

FUNDAMENTOS DE TELECOMUNICACIONES

Verificación por redundancia cíclica (CRC)

- **CRC** es un código de detección de errores usado frecuentemente en redes digitales y en dispositivos de almacenamiento para detectar cambios accidentales en los datos.
- Los bloques de datos ingresados en estos sistemas contienen un valor de verificación adjunto, basado en el residuo de una división de polinomios; el cálculo es repetido y la acción de corrección puede tomarse en contra de los datos presuntamente corruptos

FUNDAMENTOS DE TELECOMUNICACIONES

Medios de Transmisión

- El cálculo se realiza con una compuerta lógica XOR, en este caso tanto el transmisor como receptor deben conocer el valor generador para que puedan hacer los cálculos en los mismos términos.



A	B	A Xor B
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

Generador

Dato

Residuo

FUNDAMENTOS DE TELECOMUNICACIONES

Ejemplo

- Realice verificación por redundancia cíclica (CRC) de los siguientes Generador-Dato:

GENERADOR

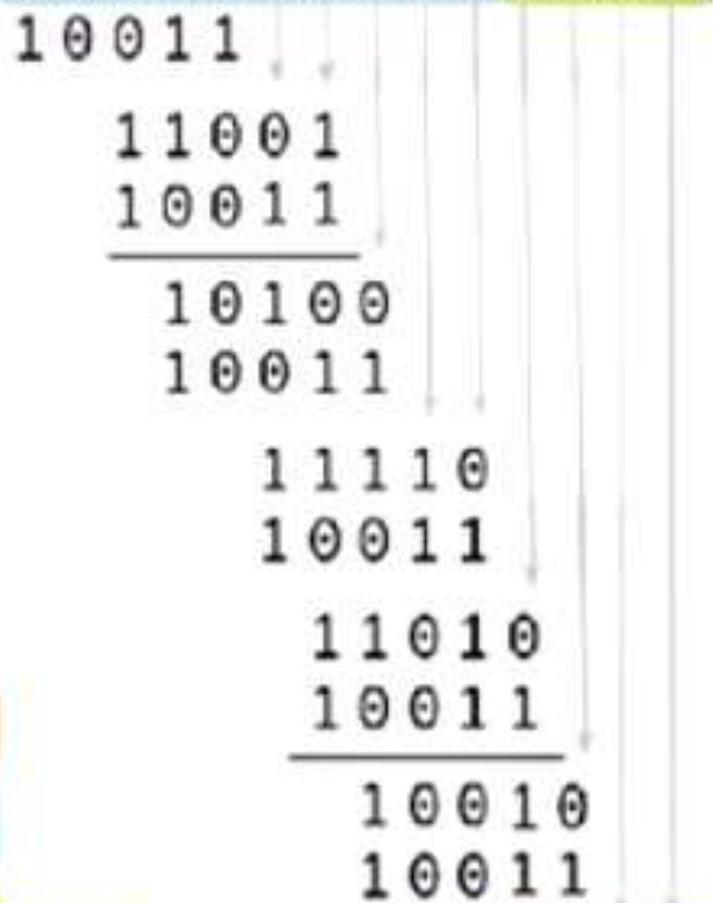
1 0 0 1 1

DATO

1 0 1 0 1 0 1 0 1

FUNDAMENTOS DE TELECOMUNICACIONES

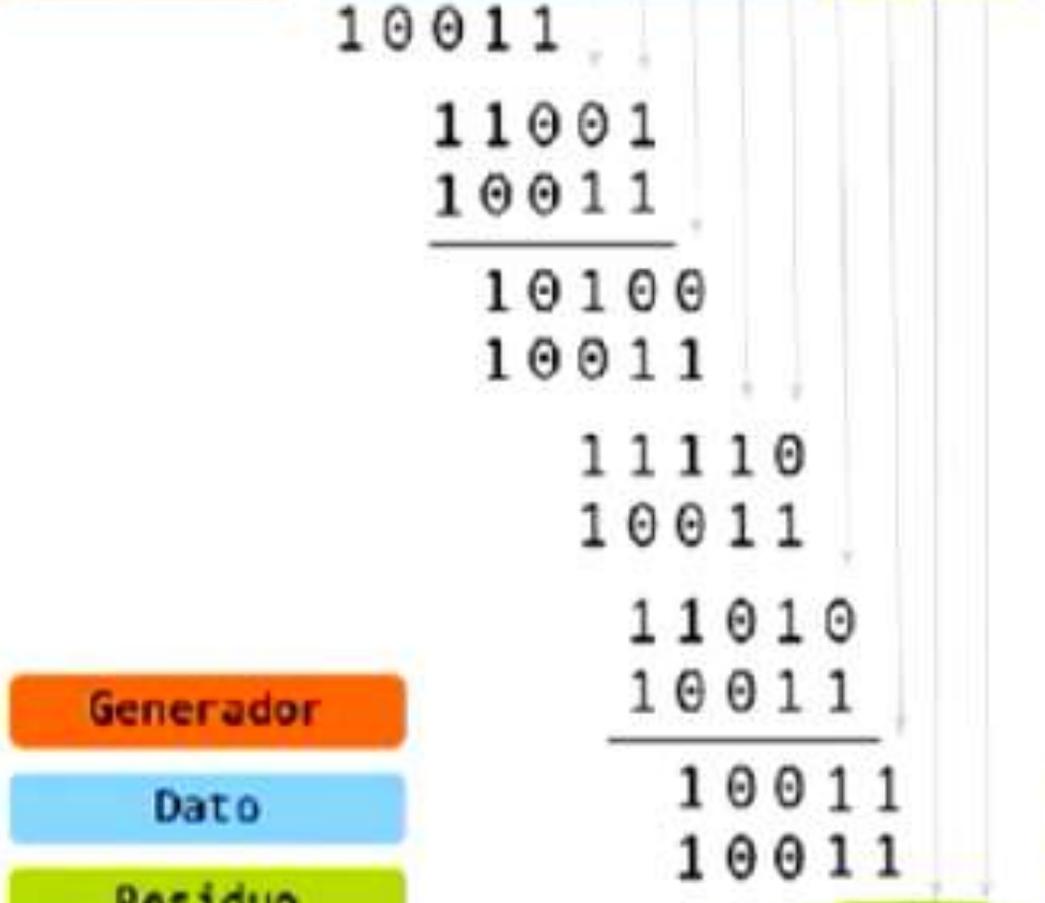
10011 10101010100000



Generador
Dato
Residuo

0100

10011 10101010100100



Generador
Dato
Residuo

0000



FUNDAMENTOS DE TELECOMUNICACIONES

Ejercicio

GENERADOR

1 0 0 1 1

DATO

1 1 0 0 0 1 1 0 1 0

GENERADOR

1 0 0 1 1

DATO

1 1 0 0 0 1 1 0 1 0 0 0 0 0

1 0 0 1 1

0 1 0 1 1 1

1 0 0 1 1

0 0 1 0 0 1 0

1 0 0 1 1

0 0 0 0 1 1 0 0 0

1 0 0 1 1

Transmisor

0 1 0 1 1 0

1 0 0 1 1

0 0 1 0 1 0

GENERADOR

1 0 0 1 1

DATO

1 1 0 0 0 1 1 0 1 0 1 0 1 0

1 0 0 1 1

0 1 0 1 1 1

1 0 0 1 1

0 0 1 0 0 1 0

1 0 0 1 1

0 0 0 0 1 1 0 1 0

Receptor

1 0 0 1 1

0 1 0 0 1 1

1 0 0 1 1

0 0 0 0 0 0

FUNDAMENTOS DE TELECOMUNICACIONES

Ejercicio

GENERADOR

1 0 0 1 1

DATO

1 1 0 1 0 1 1 0 1 1

GENERADOR

1 0 0 1 1

DATO

1 1 0 1 0 1 1 0 1 1 0 0 0 0

1 0 0 1 1

0 1 0 0 1 1

1 0 0 1 1

0 0 0 0 0 1 0 1 1 0

1 0 0 1 1

0 0 1 0 1 0 0

1 0 0 1 1

0 0 1 1 1 0

Transmisor

GENERADOR

1 0 0 1 1

DATO

1 1 0 1 0 1 1 0 1 1 1 1 1 0

1 0 0 1 1

0 1 0 0 1 1

1 0 0 1 1

0 0 0 0 0 1 0 1 1 1

1 0 0 1 1

0 0 1 0 0 1 1

1 0 0 1 1

0 0 0 0 0 0

Receptor

FUNDAMENTOS DE TELECOMUNICACIONES

Tarea

- Realice los siguientes ejercicios anexos en hoja de Excel y entréguelos en papel.



Control de Flujo

Una analogía.

- Imagina que un día tu y tu amigo van a bajar manzanas de un árbol. Tu amigo sube al árbol y tu tienes que atraparlas para que las coloques en una canasta. Claro, para ello tienes varias canastas por si una se llena, la reemplazas.



FUNDAMENTOS DE TELECOMUNICACIONES



- Tu amigo comienza a lanzarlas y tu tienes que atraparlas. Todo va normal. Las hechas al cesto y no hay problema.

FUNDAMENTOS DE TELECOMUNICACIONES



- Sin embargo llegara un momento en que esa canasta se llenara y tendrás que cambiar de canasta.



FUNDAMENTOS DE TELECOMUNICACIONES

- Tienes dos opciones, cambiar la canasta, recogerlas aplastadas mientras se van tirando más manzanas o...



FUNDAMENTOS DE TELECOMUNICACIONES



- Antes de que se llene la canasta, decirle a tu amigo que espere un momento hasta que le indiques cuando seguir.

FUNDAMENTOS DE TELECOMUNICACIONES

- Antes de que se llene la canasta, decirle a tu amigo que espere un momento hasta que le indiques cuando seguir.



FUNDAMENTOS DE TELECOMUNICACIONES

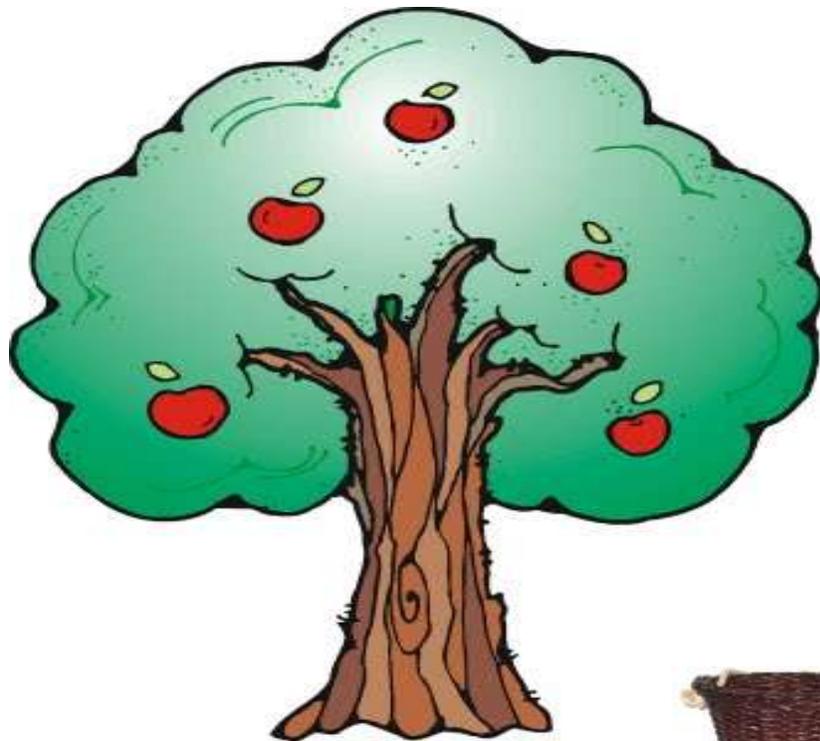


- Antes de que se llene la canasta, decirle a tu amigo que espere un momento hasta que le indiqués cuando seguir.



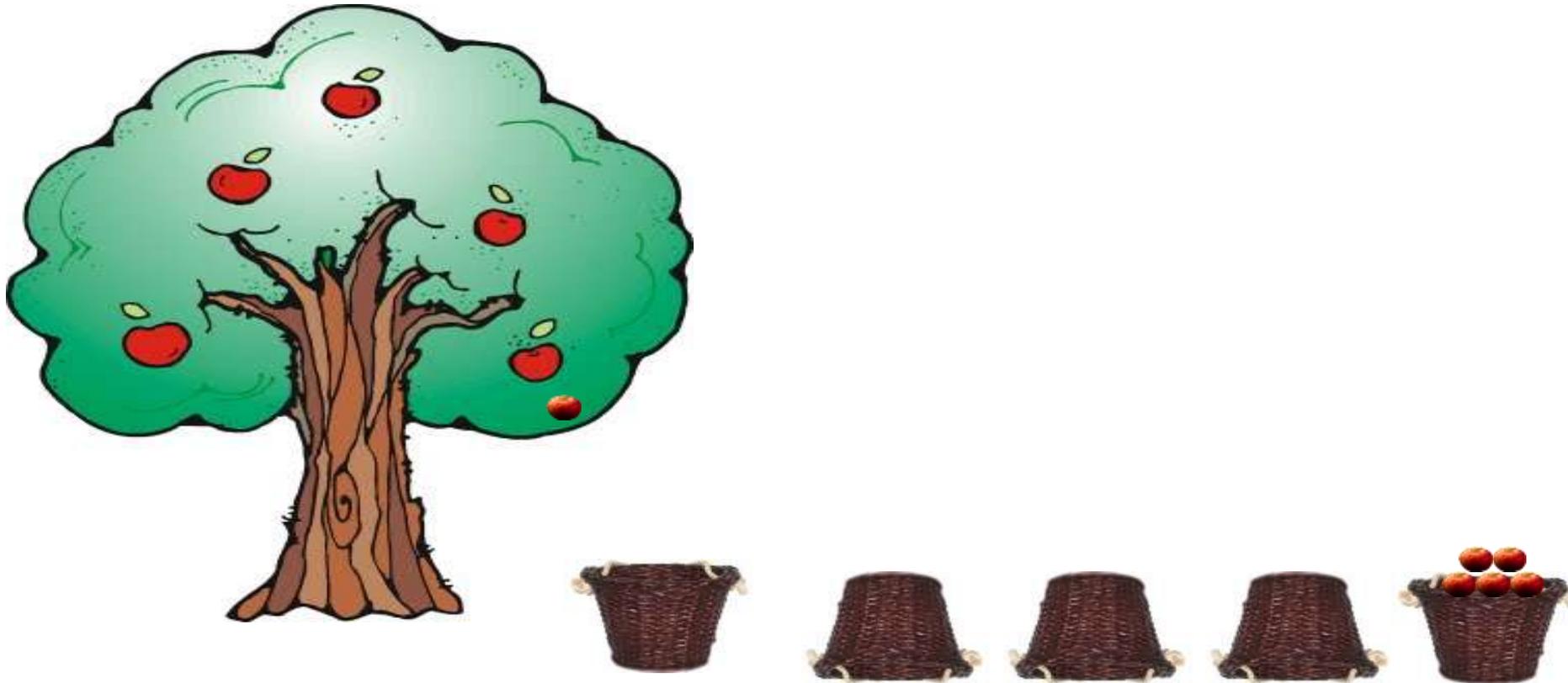
FUNDAMENTOS DE TELECOMUNICACIONES

- Antes de que se llene la canasta, decirle a tu amigo que espere un momento hasta que le indiques cuando seguir.



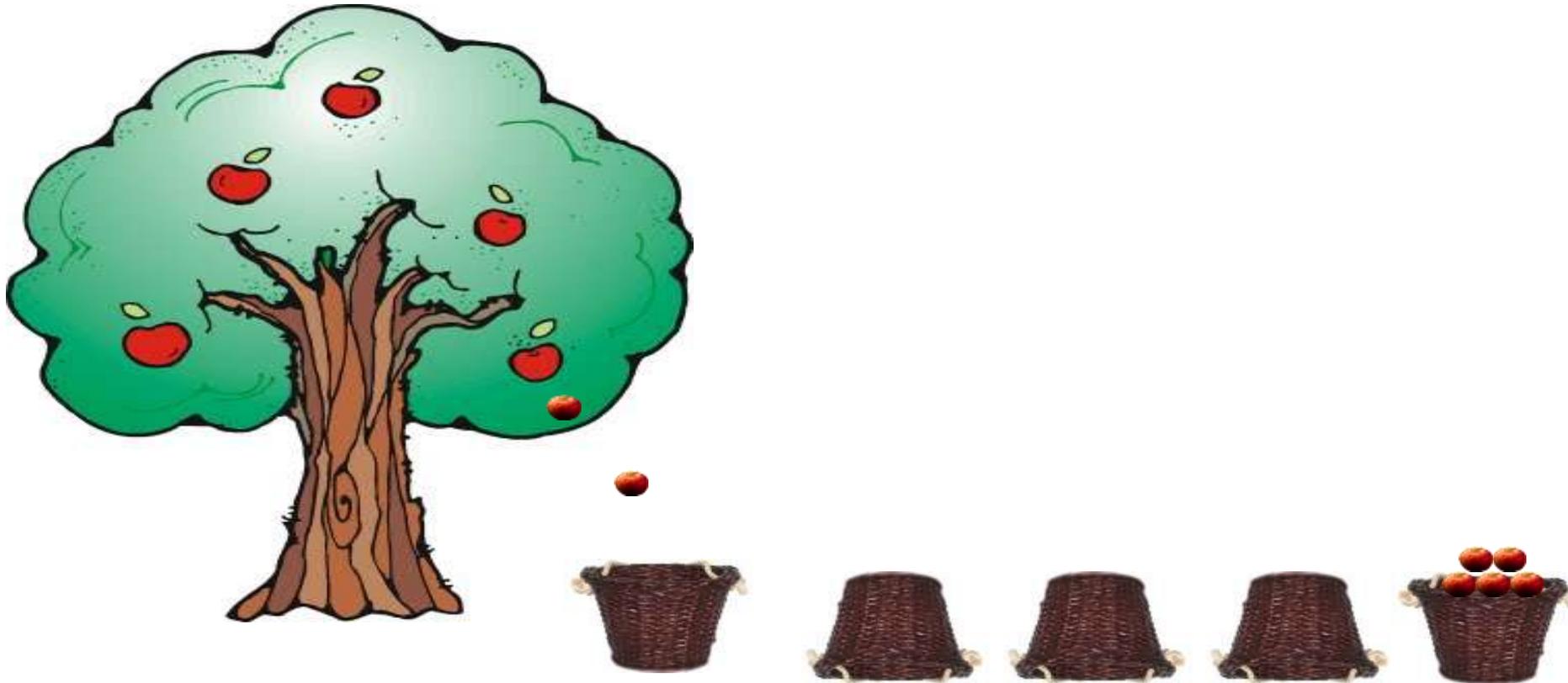
FUNDAMENTOS DE TELECOMUNICACIONES

- ¿Ves que todo es mas ordenado?



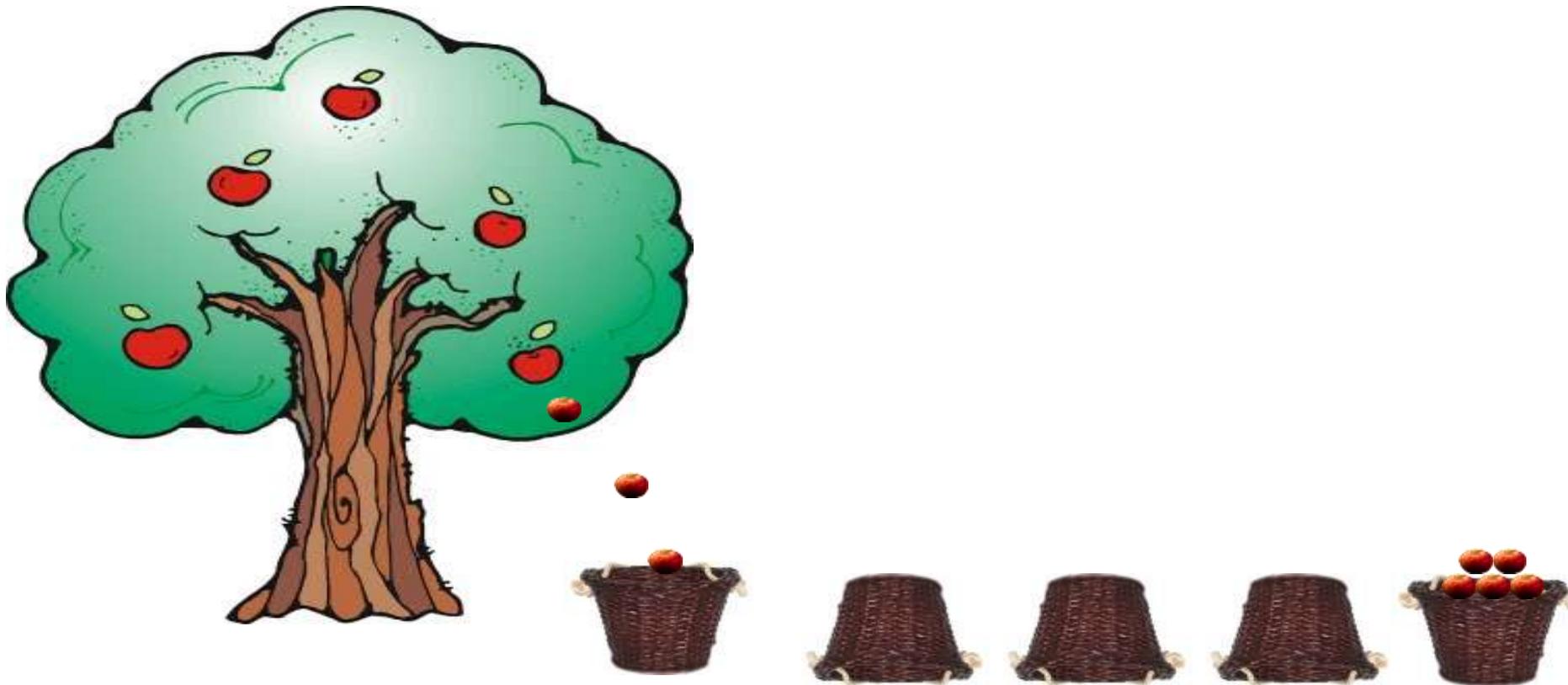
FUNDAMENTOS DE TELECOMUNICACIONES

- ¿Ves que todo es mas ordenado?



FUNDAMENTOS DE TELECOMUNICACIONES

- ¿Ves que todo es mas ordenado?



FUNDAMENTOS DE TELECOMUNICACIONES

¿Qué es Control de Flujo?

- El control de flujo se refiere a regular la velocidad del flujo de datos de un dispositivo a otro, de modo que el receptor tenga suficiente tiempo para leer los datos en su buffer (memoria temporal), antes de que se produzca un sobre flujo.
- Para ello, se establece una comunicación entre emisor y receptor de forma que hasta que el primero no recibe una señal del segundo indicando que el paquete de datos se ha recibido correctamente, no envía el siguiente paquete.

FUNDAMENTOS DE TELECOMUNICACIONES

OBJETIVOS:

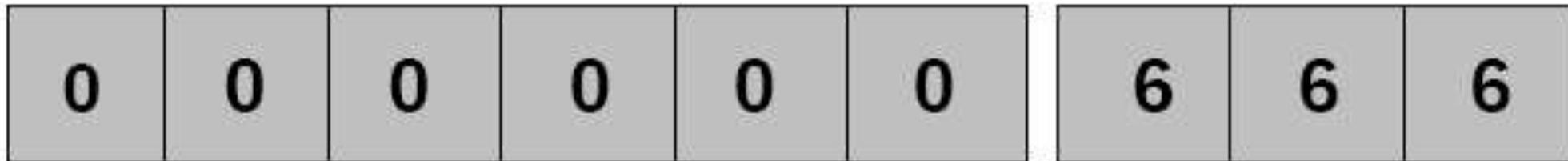
- Asegurarse que no se transmiten los datos más rápido de lo que se puede procesar.
- Optimizar el uso del canal.
- Evitar saturar el canal.
- Proteger la transmisión contra borrado, inserción, duplicación y reordenamiento de mensajes.

FUNDAMENTOS DE TELECOMUNICACIONES

Se requiere contar con:

1) Memoria Intermedia

- Espacio de memoria, en el que se almacenan datos para evitar que el programa o recurso que los requiere, ya sea hardware o software, se quede sin datos durante una transferencia. Conocido como **Buffer**.



Buffer A - String (6 Bytes)

Buffer B - Int (3 Bytes)

FUNDAMENTOS DE TELECOMUNICACIONES

2) Conexión Full-Duplex

- El servicio de transporte ha de permitir la transmisión concurrente de flujos independientes en ambas direcciones.
- Un sistema telefónico estándar es un ejemplo de una transmisión full-duplex.

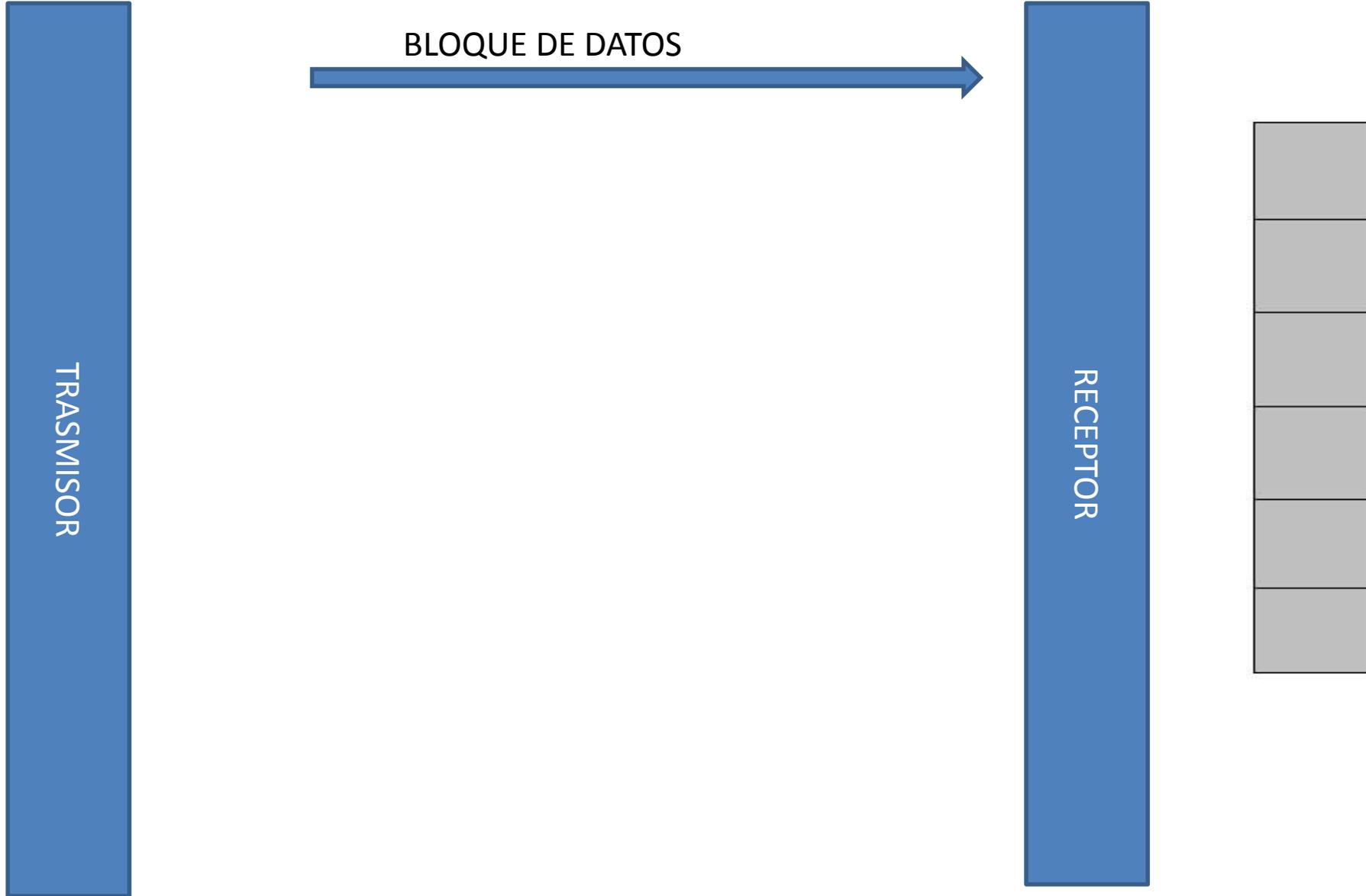


FUNDAMENTOS DE TELECOMUNICACIONES

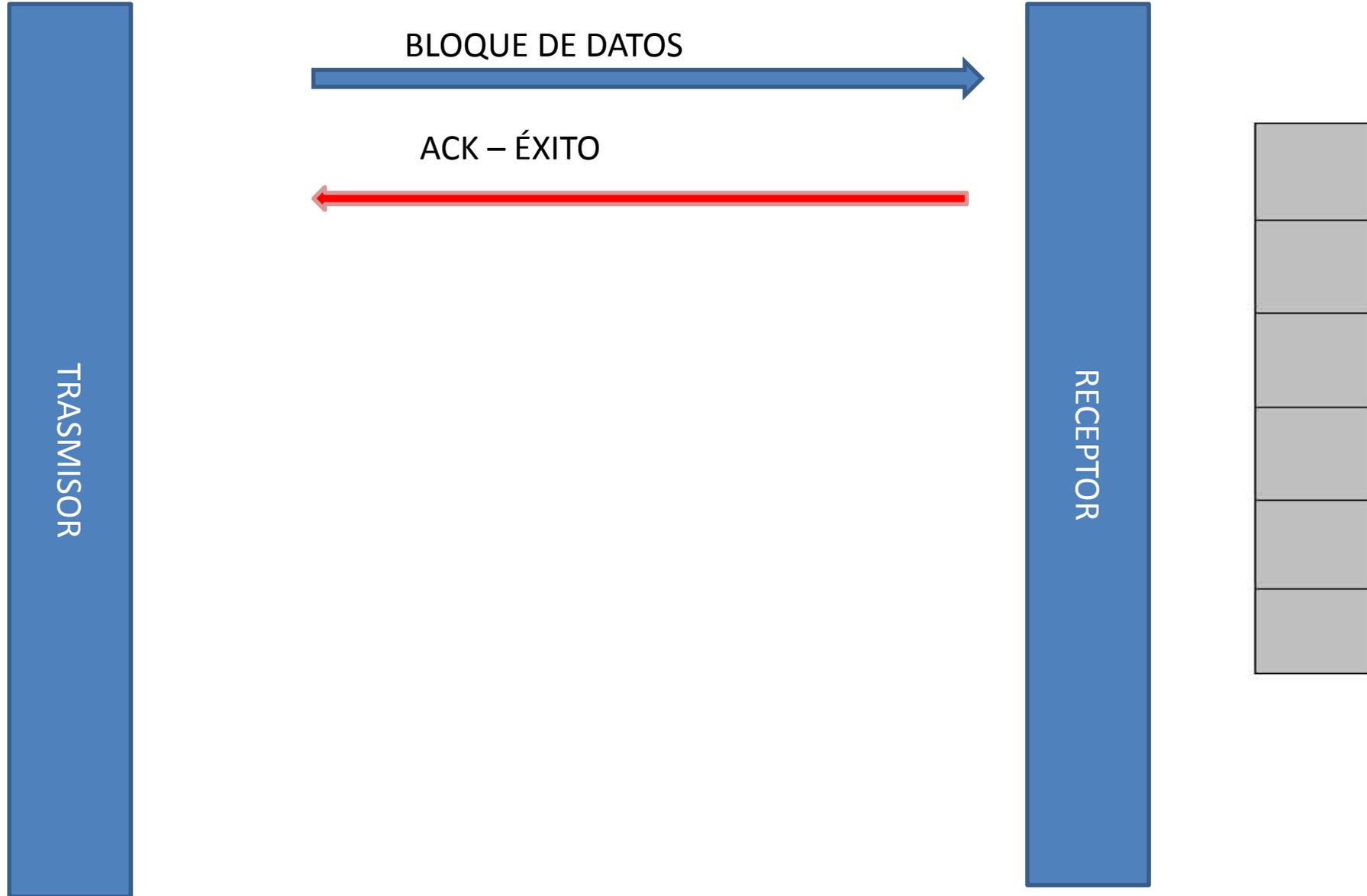
Asentimiento

- Un primer protocolo capaz de controlar la congestión muy simple es el conocido como de parada y espera o en términos más formales se conoce como Asentamiento.
 - ✓ El transmisor envía una trama al receptor.
 - ✓ El receptor la recoge, y devuelve otra trama de aceptación (ACK acuse de recibo).
 - ✓ Cuando el receptor esté colapsado (el buffer a punto de llenarse), no tiene más que dejar de confirmar una trama y entonces el emisor esperará hasta que el receptor decida enviarle el mensaje de confirmación (una vez que tenga espacio en el buffer)
 - ✓ Cuando el transmisor recibe esta trama sabe que puede realizar un nuevo envío. (solo es posible enviar una trama a la vez).

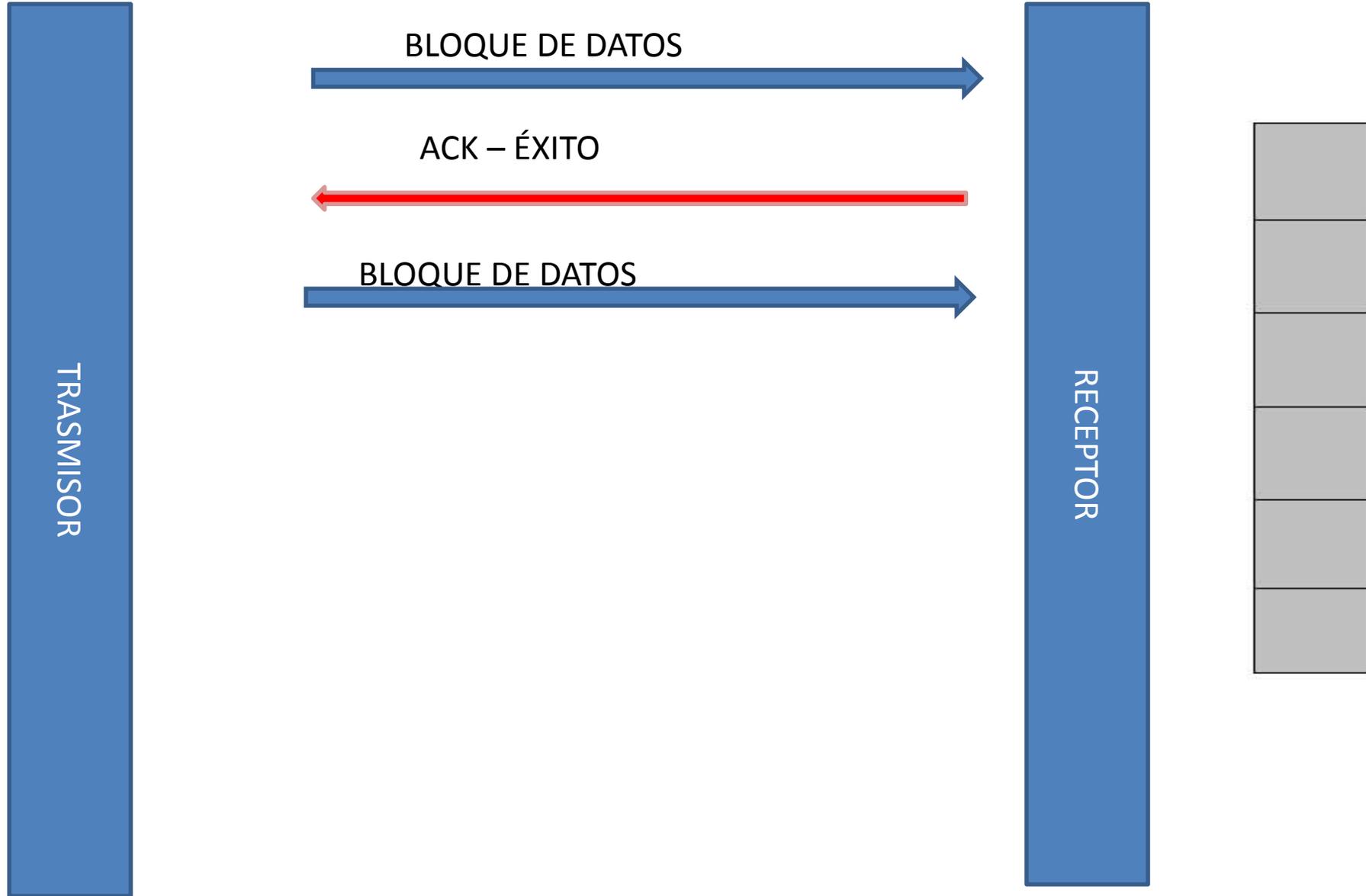
FUNDAMENTOS DE TELECOMUNICACIONES



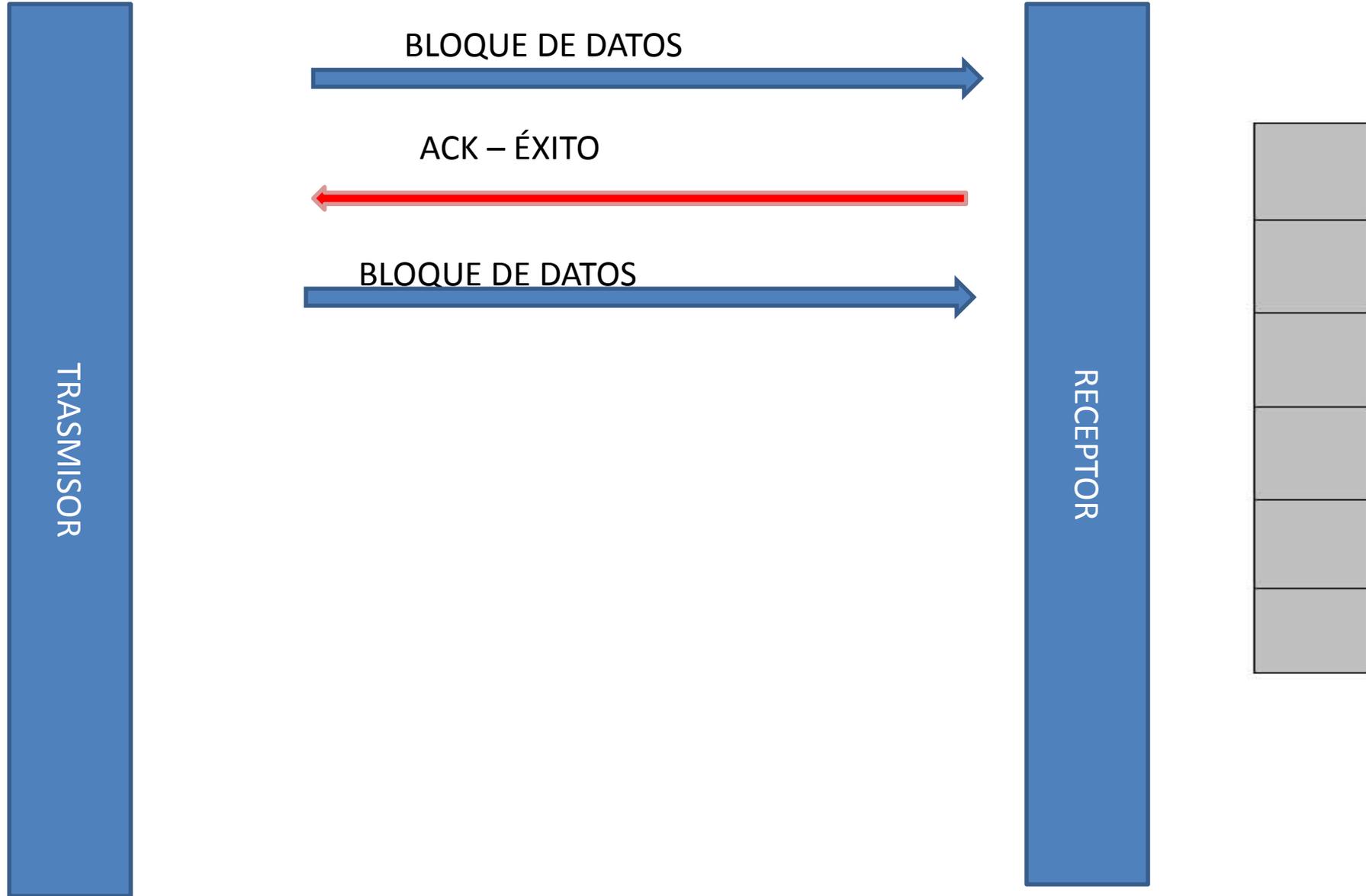
FUNDAMENTOS DE TELECOMUNICACIONES



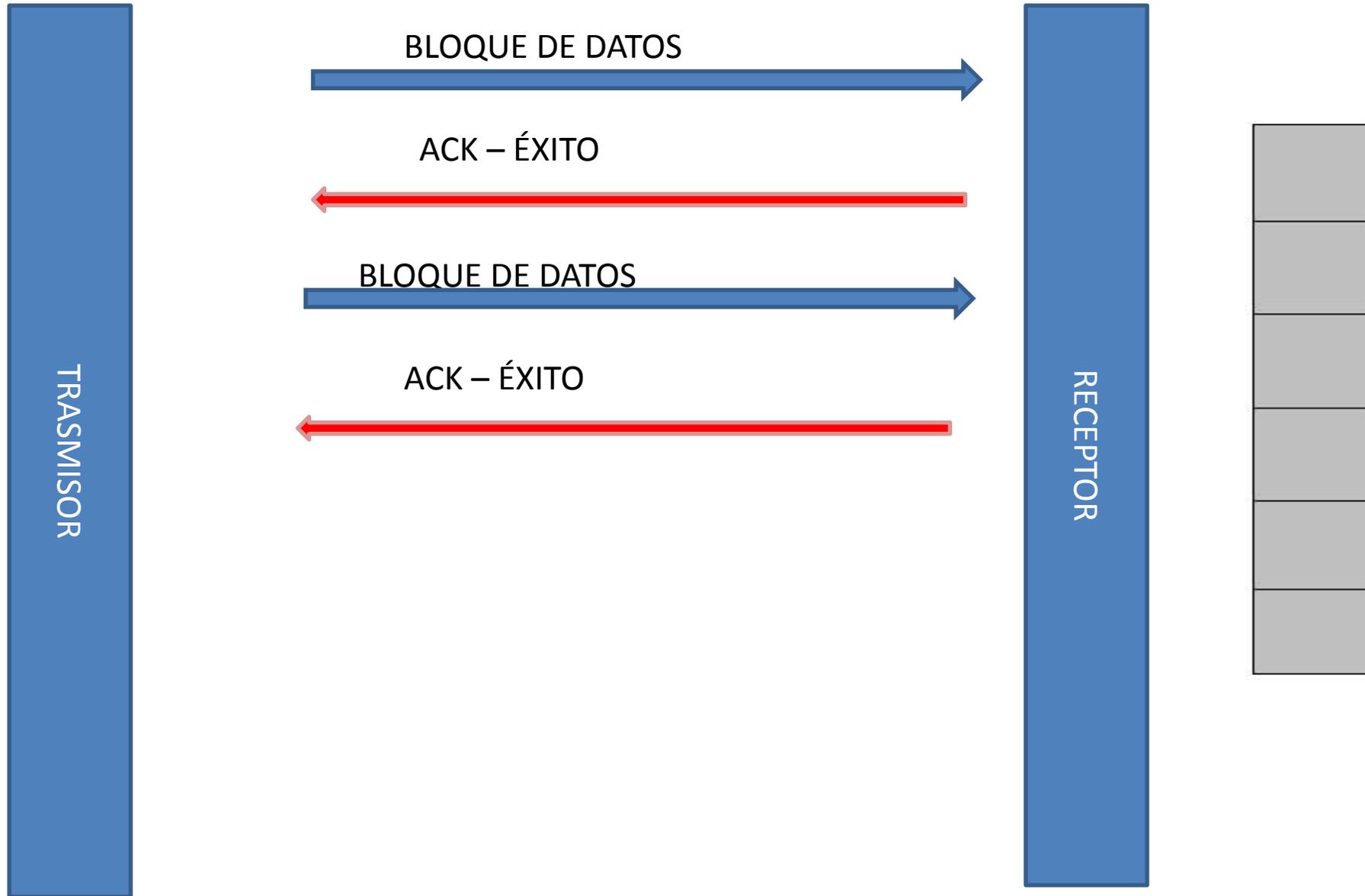
FUNDAMENTOS DE TELECOMUNICACIONES



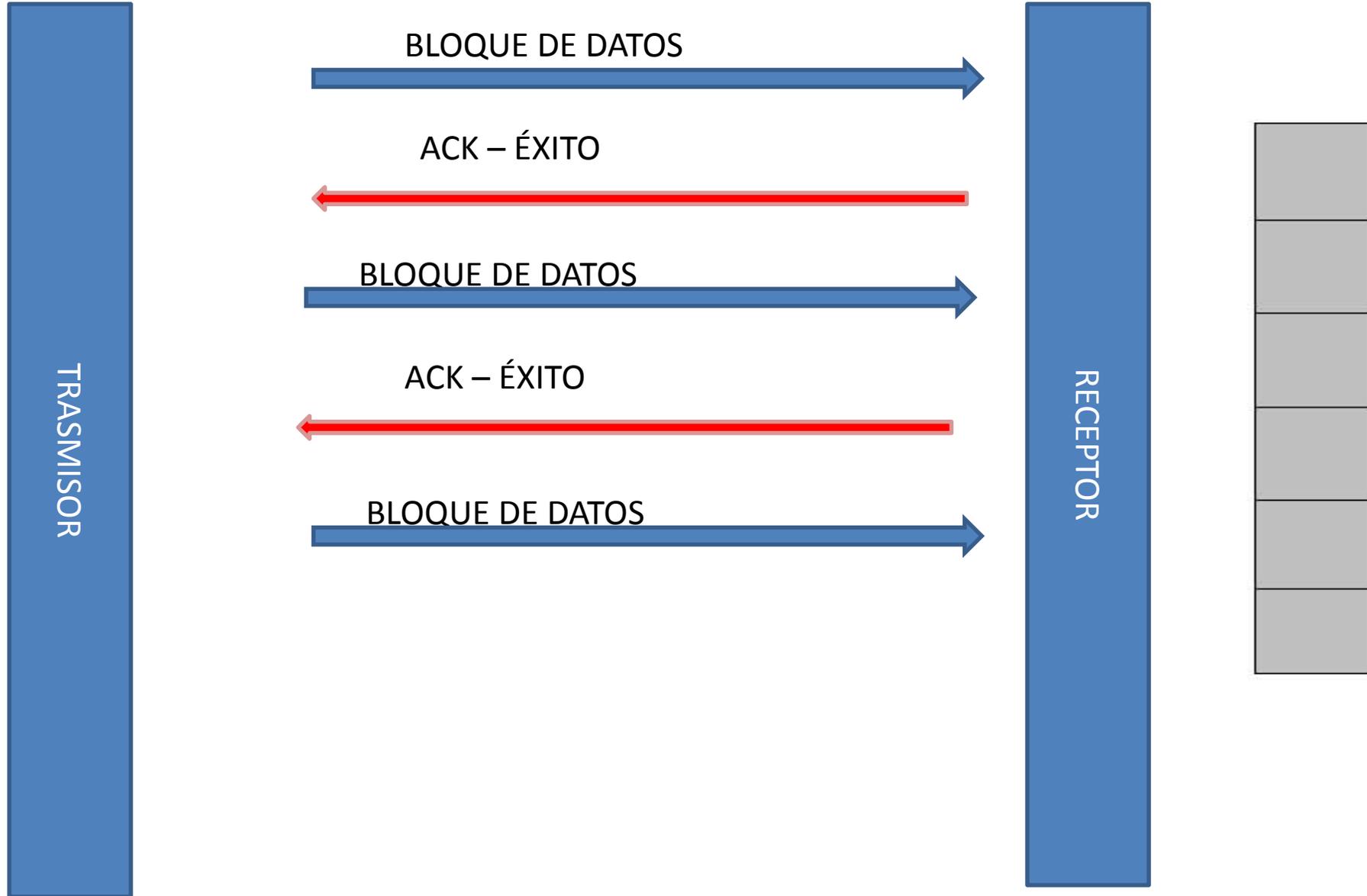
FUNDAMENTOS DE TELECOMUNICACIONES



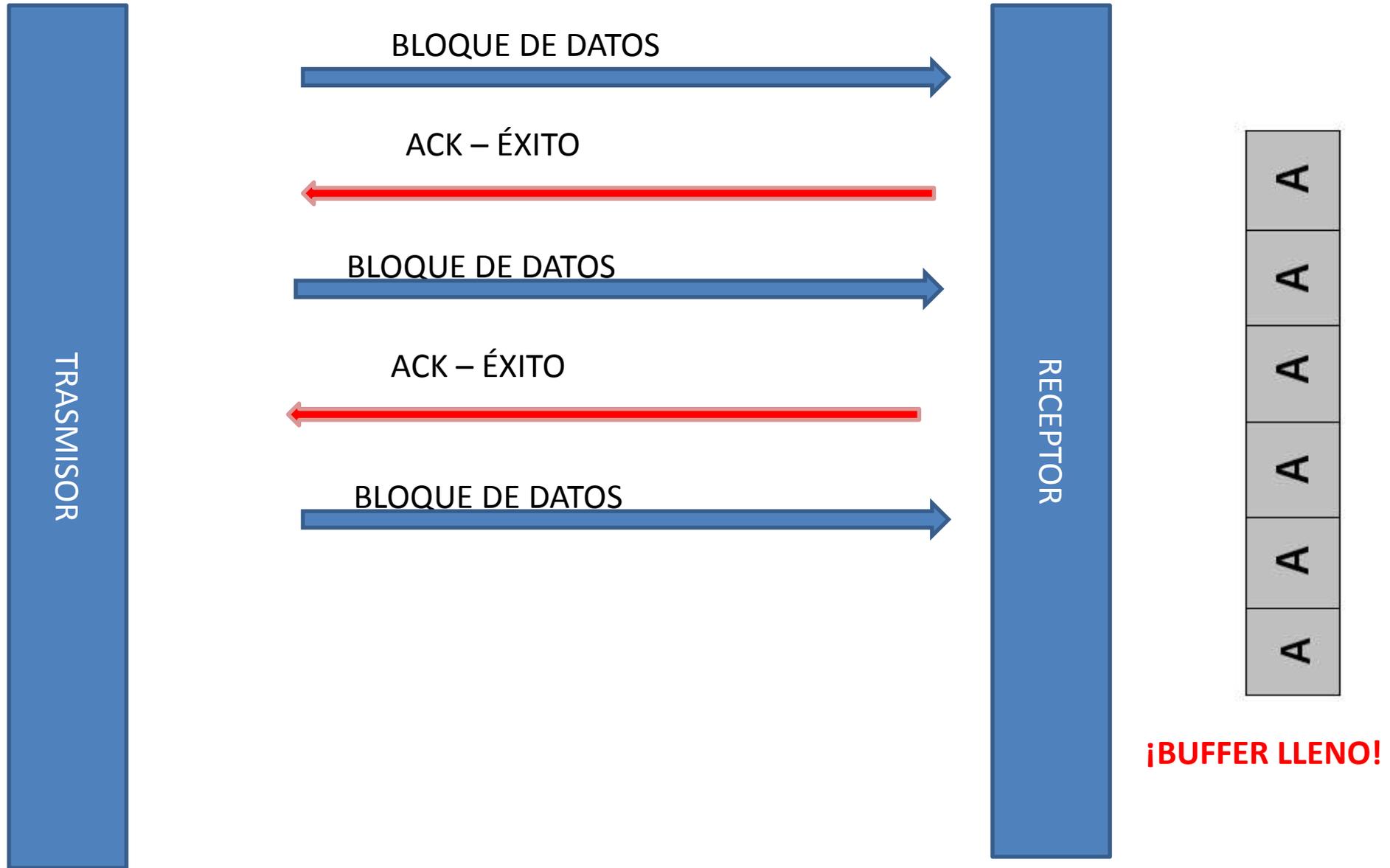
FUNDAMENTOS DE TELECOMUNICACIONES



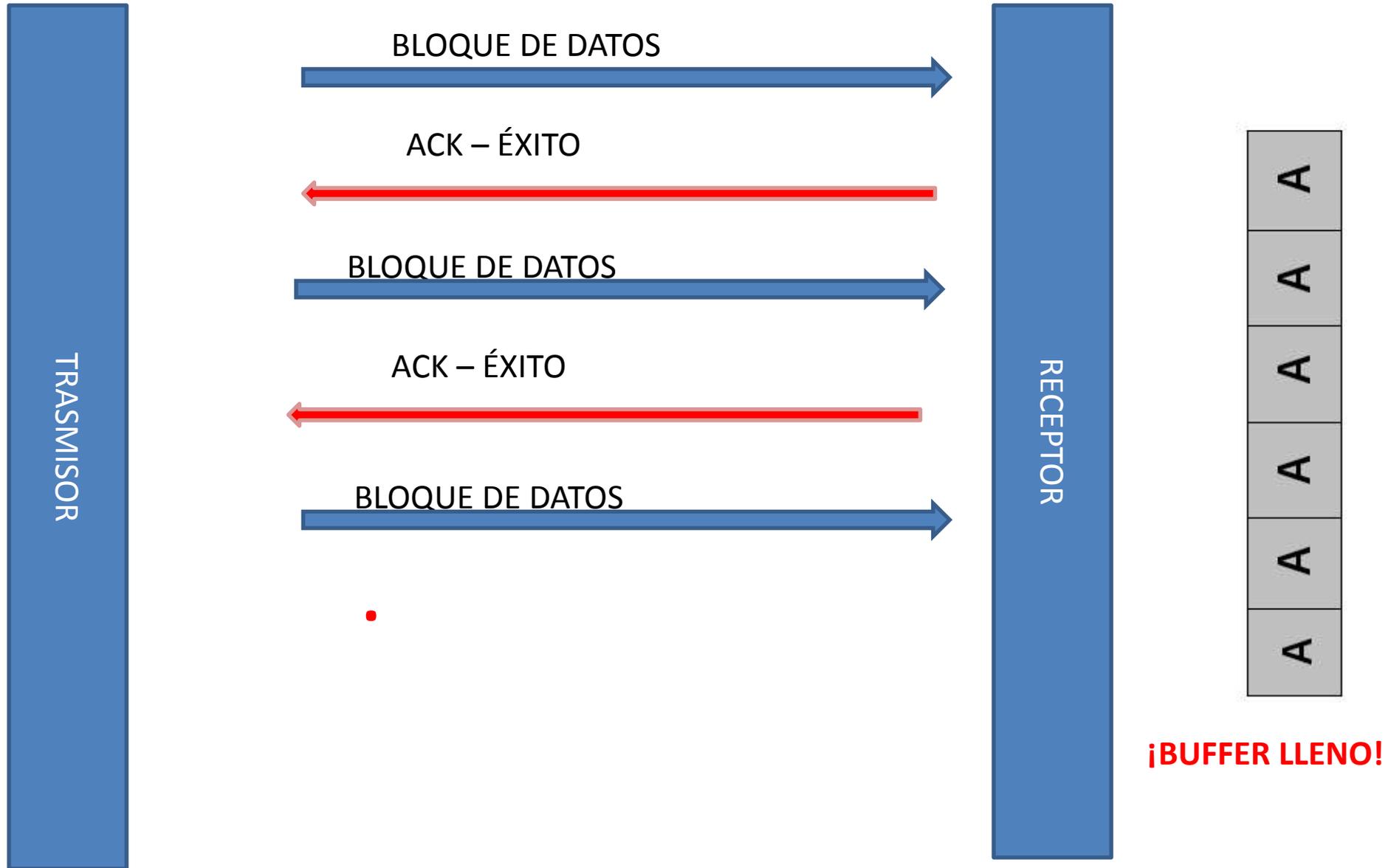
FUNDAMENTOS DE TELECOMUNICACIONES



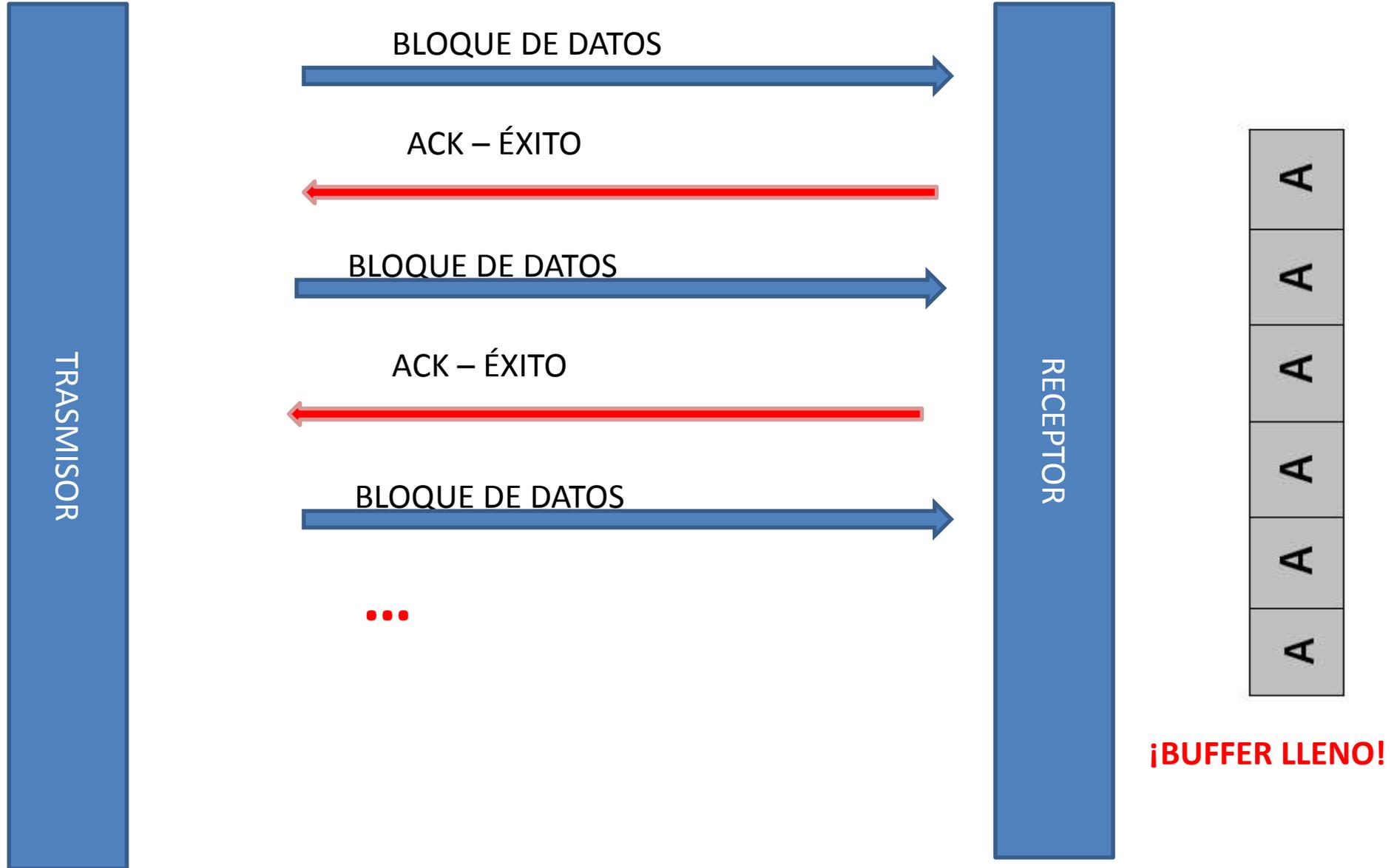
FUNDAMENTOS DE TELECOMUNICACIONES



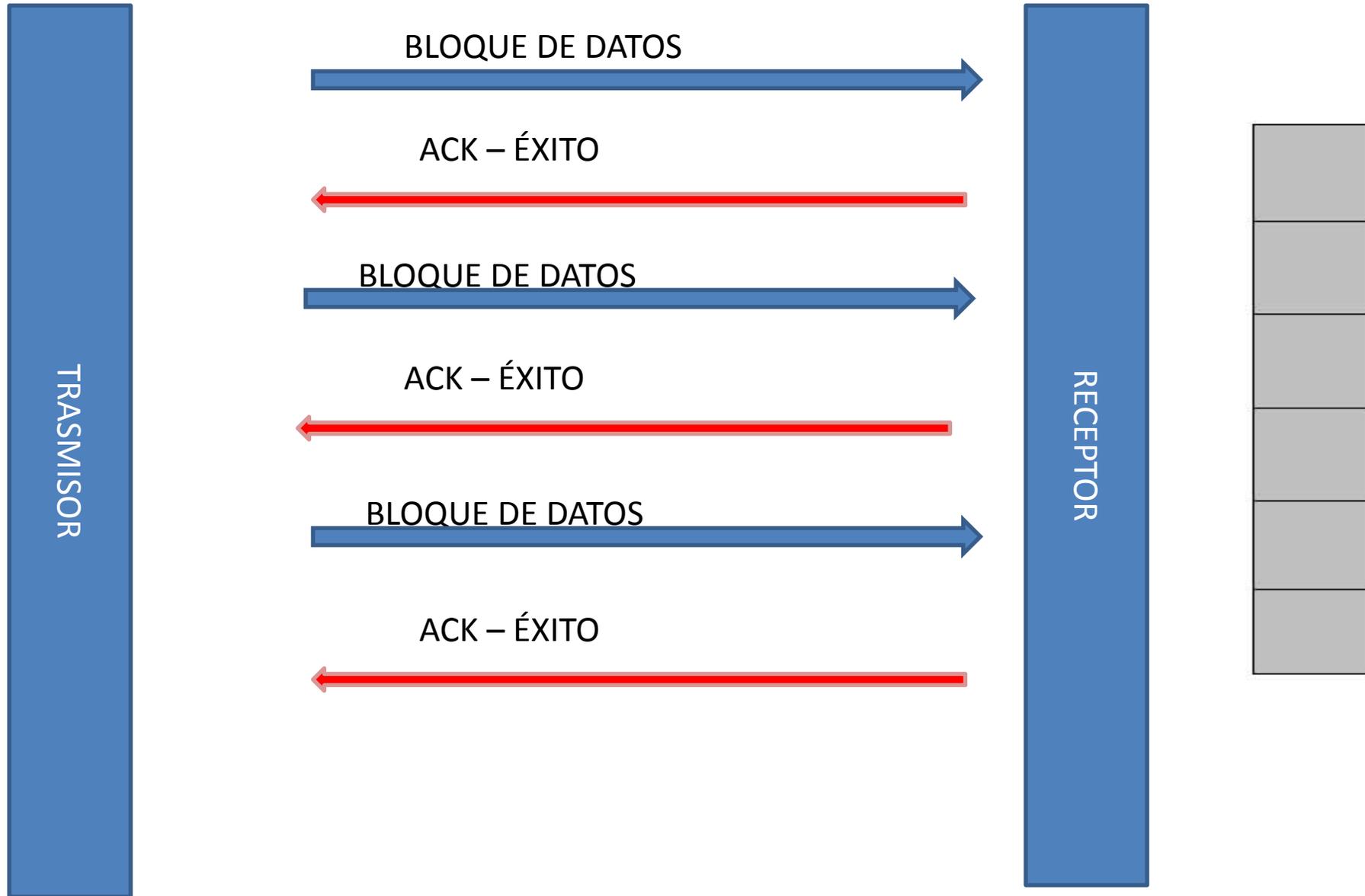
FUNDAMENTOS DE TELECOMUNICACIONES



FUNDAMENTOS DE TELECOMUNICACIONES



FUNDAMENTOS DE TELECOMUNICACIONES



FUNDAMENTOS DE TELECOMUNICACIONES

- Este sistema es el más eficaz para que no haya errores y es el más utilizado cuando se permiten tramas muy grandes , pero es normal que el emisor parta las tramas en más pequeñas para evitar que al ser una trama de larga duración , es más probable que se produzca algún error en la transmisión.
- También , en LAN's , no se suele permitir que un emisor acapare la línea durante mucho tiempo (para poder transmitir una trama grande) .
- Otro problema adicional es que se infrutiliza la línea al estar parada mientras los mensajes del receptor llegan al emisor .

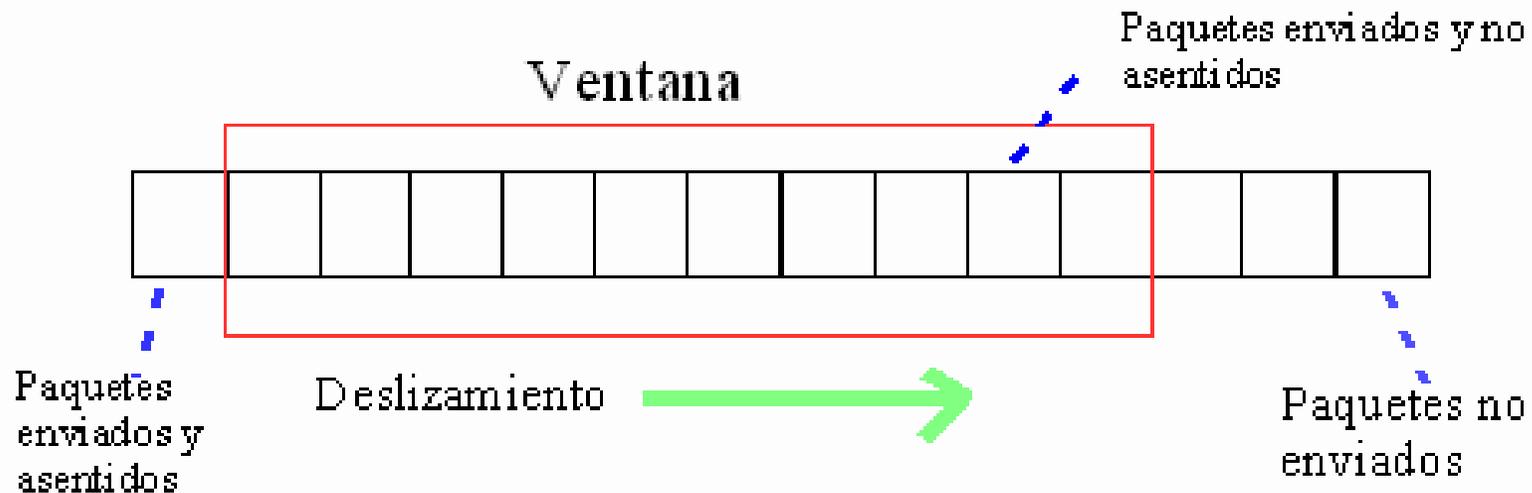
FUNDAMENTOS DE TELECOMUNICACIONES

Ventanas Deslizantes

- Las ventanas deslizantes determinan cuantos mensajes pueden estar pendientes de confirmación y su tamaño se ajusta a la capacidad del buffer del receptor para almacenar tramas.
- El tamaño máximo de la ventana está además limitado por el tamaño del número de secuencia que se utiliza para numerar las tramas.

FUNDAMENTOS DE TELECOMUNICACIONES

- Se establece una ventana de un tamaño fijo, la cual es el marco en el que cabe la máxima cantidad de paquetes que se pueden enviar sin recibir asentimiento.
- El tamaño de la ventana es proporcional a la memoria intermedia disponible.
- Se dice que los paquetes dentro de la ventana están en estado de espera de confirmación (unacknowledged)..



FUNDAMENTOS DE TELECOMUNICACIONES

Teoría:

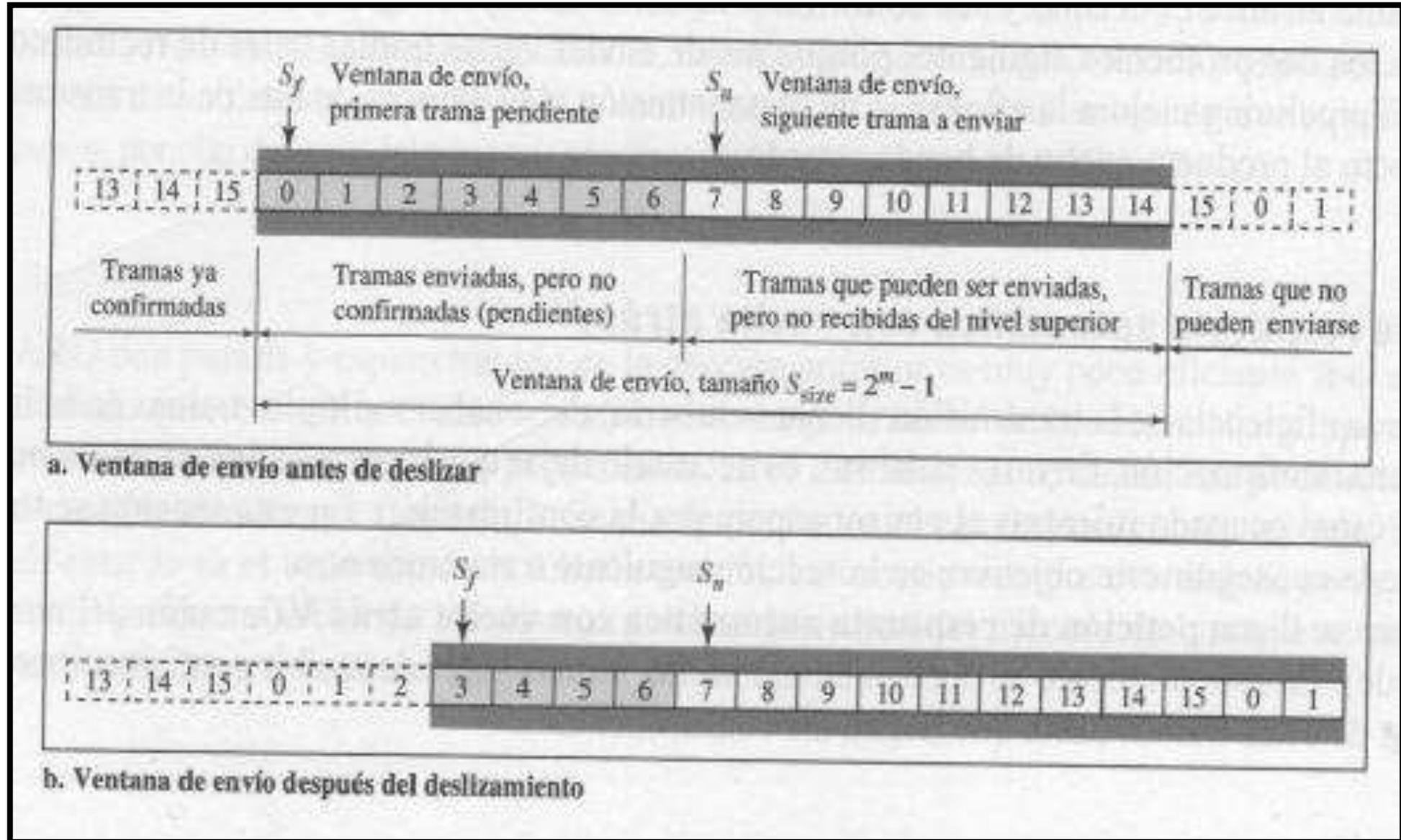
- En el momento de recibir un acuse de recibo, la ventana se desliza para alcanzar el siguiente paquete y poder enviarlo.
- Al mismo tiempo, el deslizamiento saca fuera el paquete que se ha asentado, el cual no es necesario mantenerlo más en memoria.
- Con un tamaño de ventana suficientemente ajustado a la capacidad de la red, es posible eliminar cualquier tiempo muerto.

FUNDAMENTOS DE TELECOMUNICACIONES

Ventana del Emisor

- La ventana tiene inicialmente espacio para $n-1$ tramas.
- El tamaño de la ventana en cada momento equivale al número de tramas que se pueden enviar
- Envío de una trama
 - El límite izquierdo de la ventana avanza
- Recepción de un ACK
 - El límite derecho de la ventana avanza

FUNDAMENTOS DE TELECOMUNICACIONES

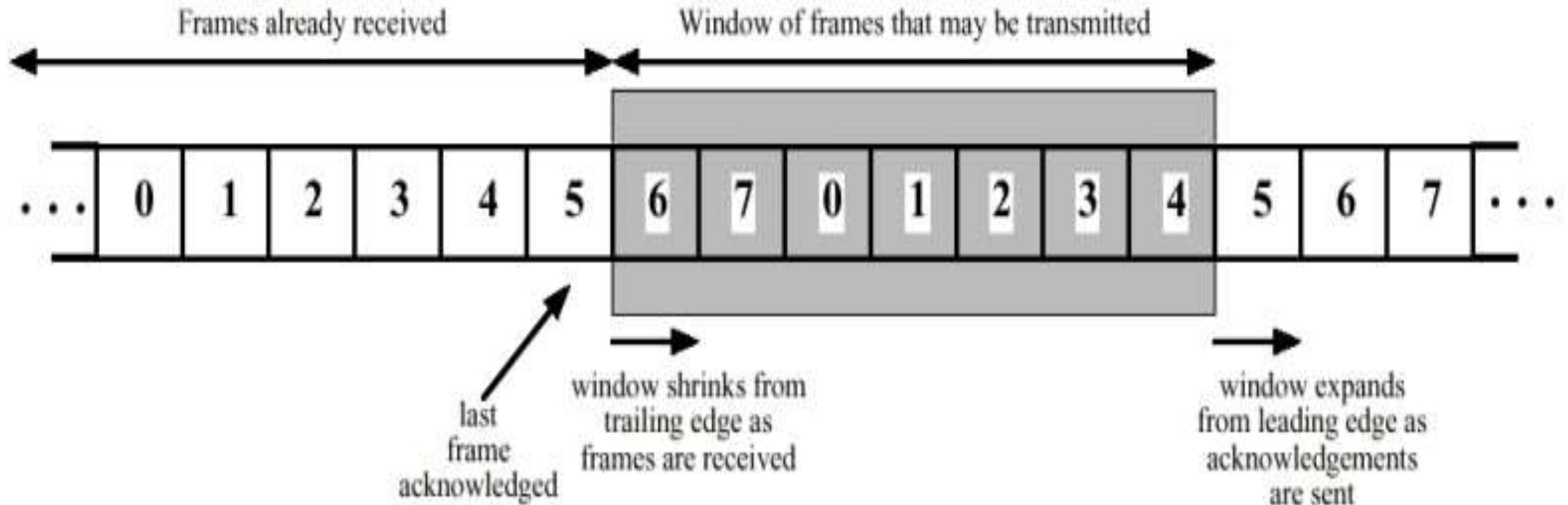


FUNDAMENTOS DE TELECOMUNICACIONES

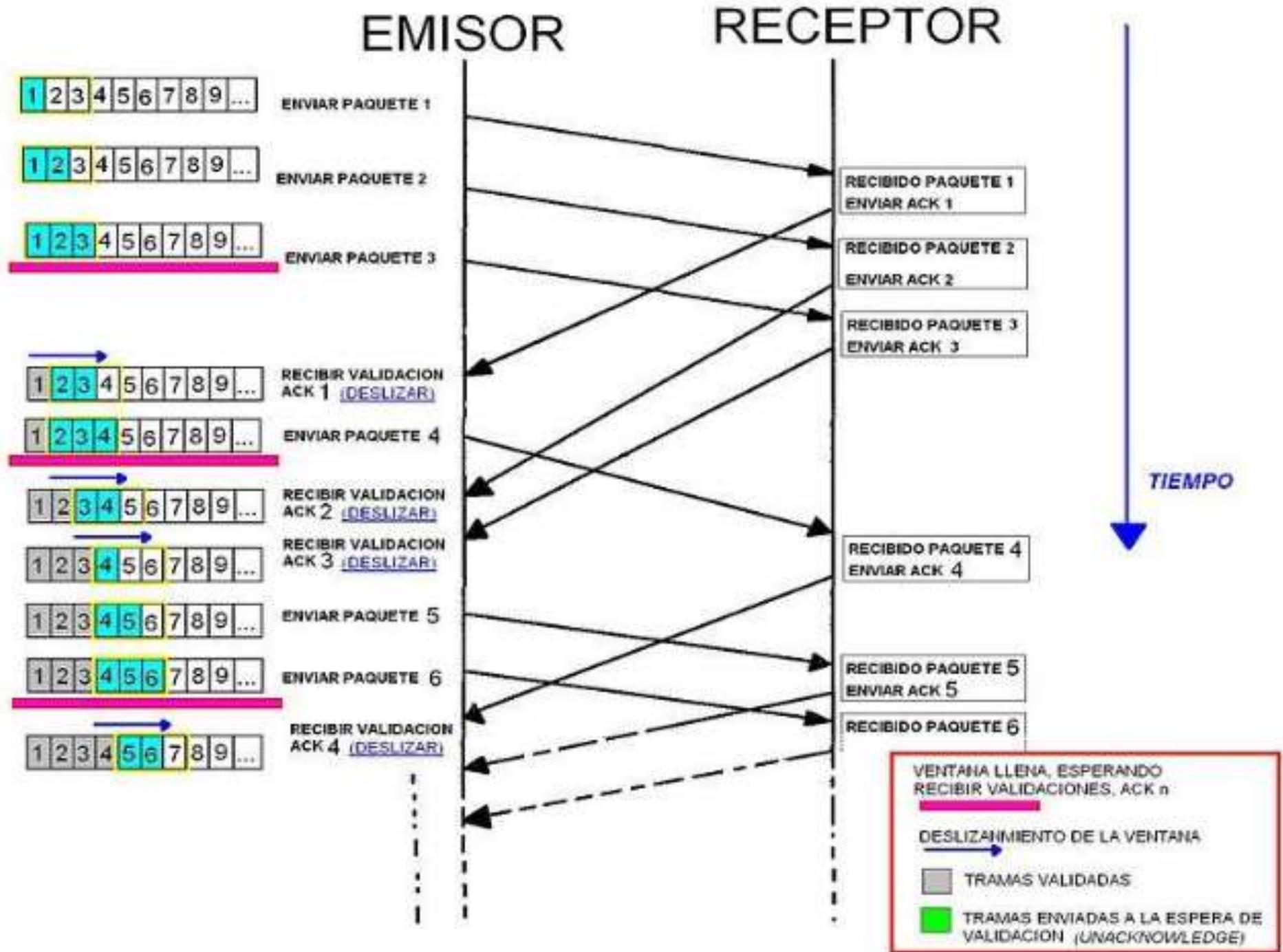
Ventana del Receptor

- La ventana tiene inicialmente espacio para $n-1$ tramas
- El tamaño de la ventana en cada momento equivale al número de tramas que se pueden aceptar.
- Recepción de una trama.
 - El límite izquierdo de la ventana avanza
- Envío de un ACK
 - El límite derecho de la ventana avanza

FUNDAMENTOS DE TELECOMUNICACIONES



FUNDAMENTOS DE TELECOMUNICACIONES



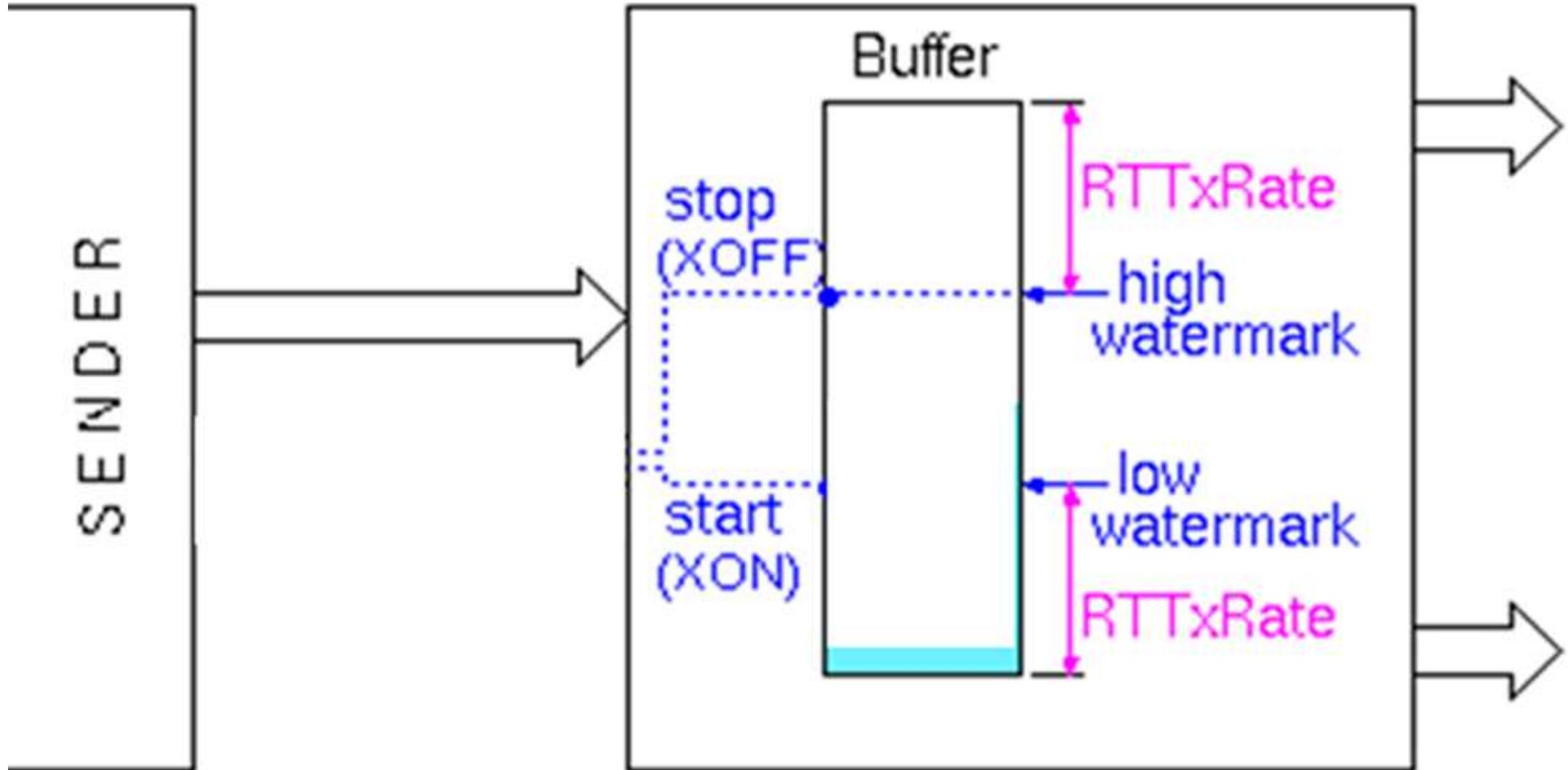
FUNDAMENTOS DE TELECOMUNICACIONES

Por Software

- El control de flujo por software (llamado también XON/XOFF o CTRL+S/CTRL+Q) usa caracteres de datos para indicar que el flujo de datos debe iniciarse o detenerse.
- Este protocolo sigue las pautas de enviar información al receptor hasta que el buffer de este está lleno.
- Para saber si el buffer está lleno o está vacío se utilizan dos caracteres de la tabla ASCII, que son el 17 y el 19.
- Los cables necesarios para la comunicación siguen siendo TxD, RxD, y GND, ya que los caracteres de control se envían a través de los cables como si fueran datos.

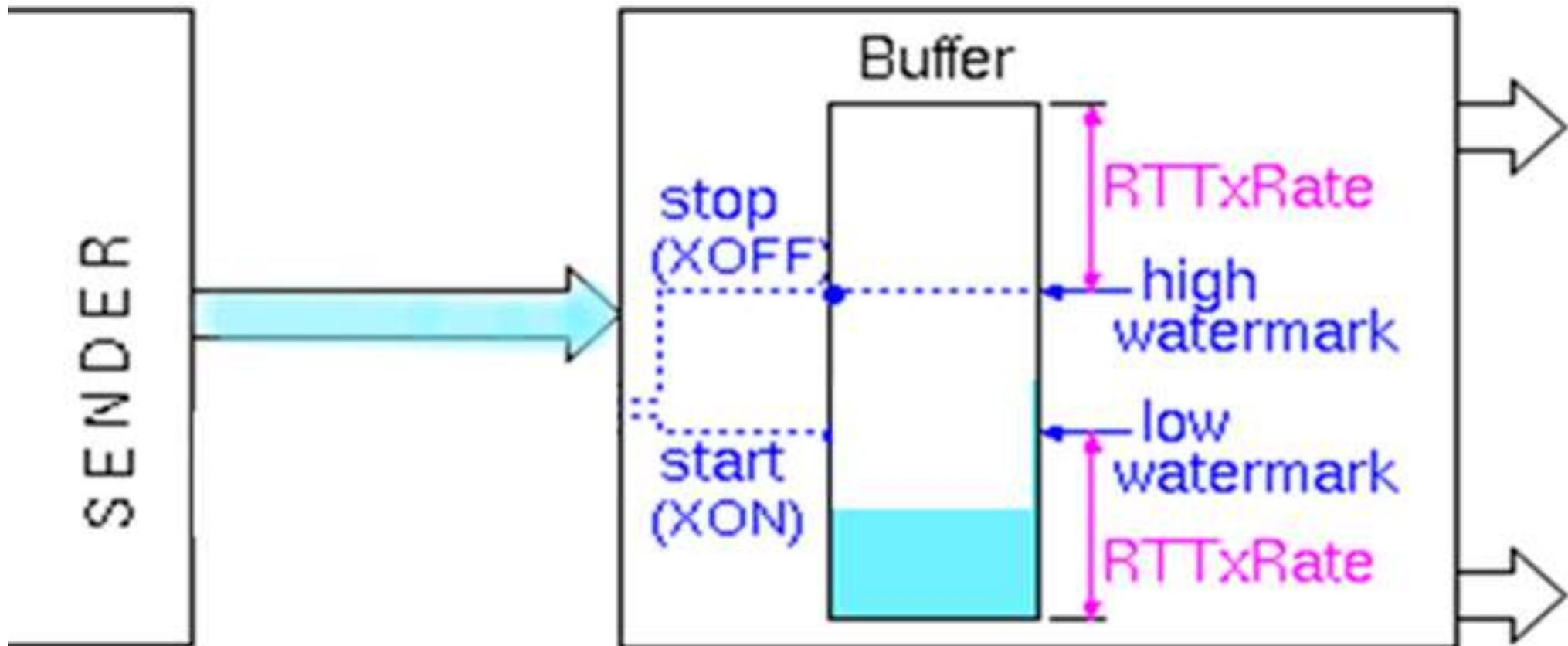
FUNDAMENTOS DE TELECOMUNICACIONES

El emisor envía datos al receptor, el cual lo almacena en buffer



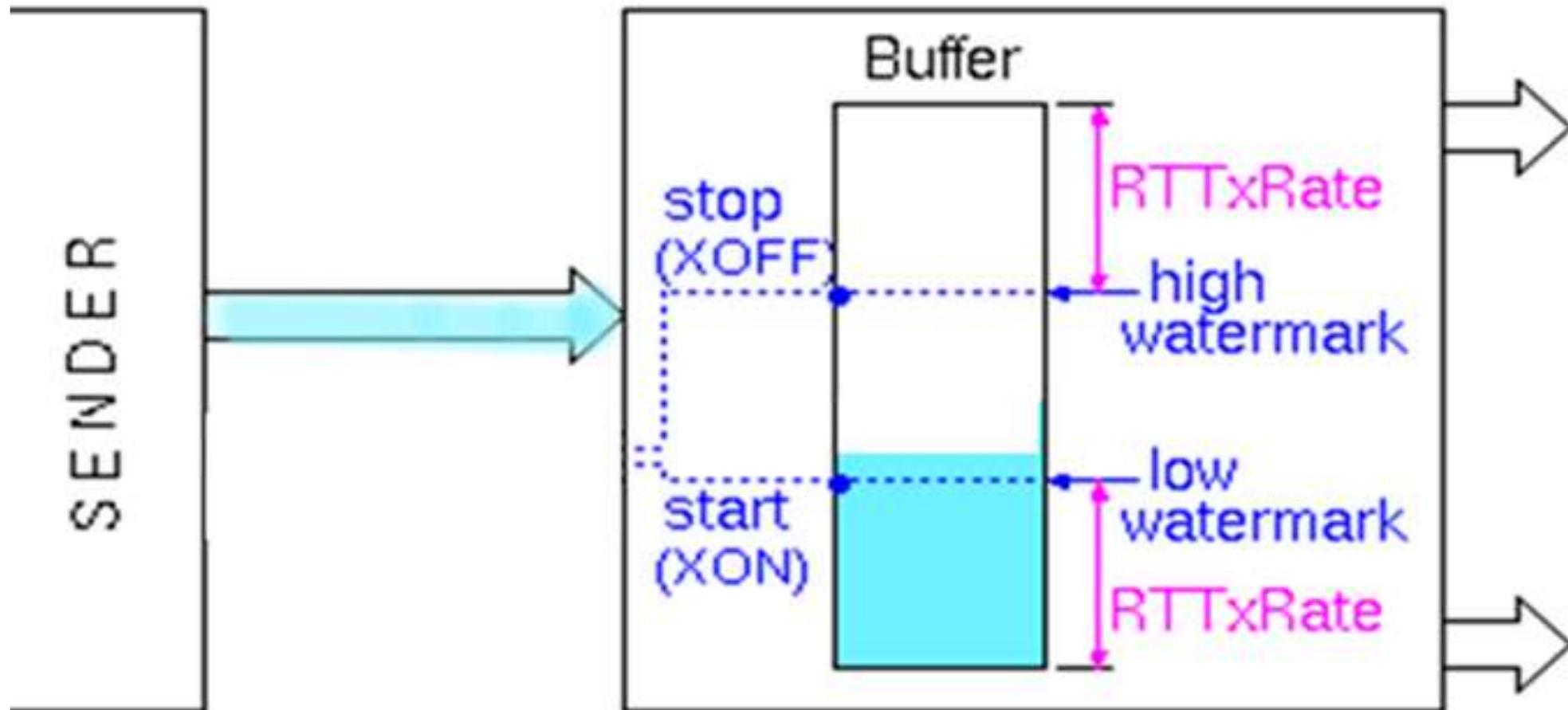
FUNDAMENTOS DE TELECOMUNICACIONES

- No hay que esperar a que el buffer del receptor se sature de información ya que si se le avisa demasiado tarde el emisor pueden perderse datos al no poder almacenarlos

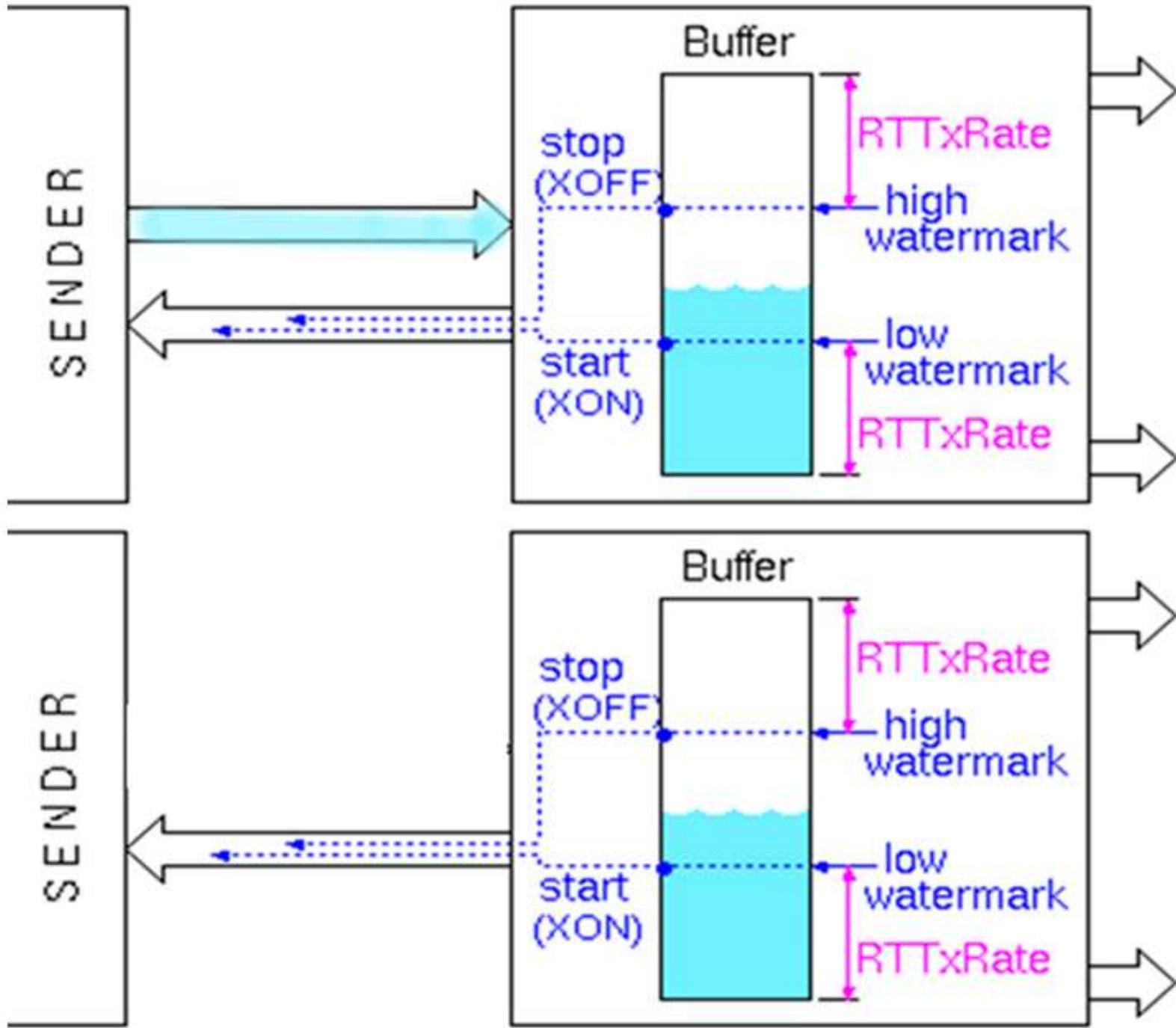


FUNDAMENTOS DE TELECOMUNICACIONES

- La señal de XOFF se da cuando el buffer esta entorno al 75% de su capacidad

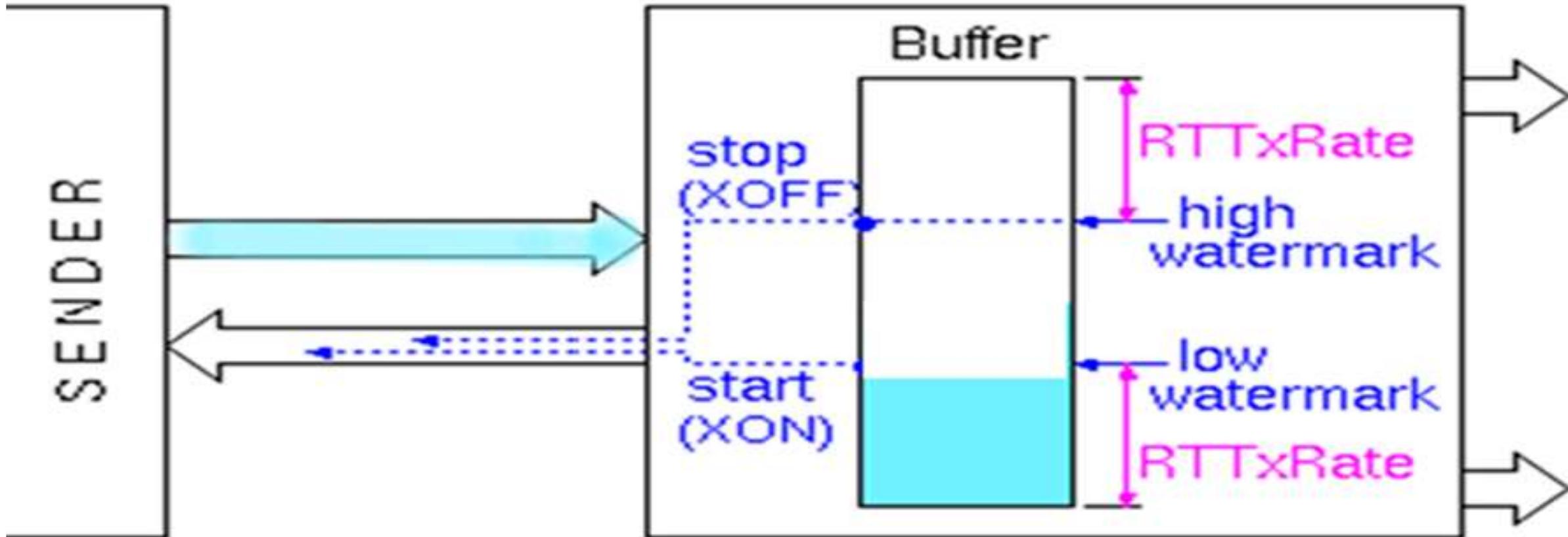


FUNDAMENTOS DE TELECOMUNICACIONES



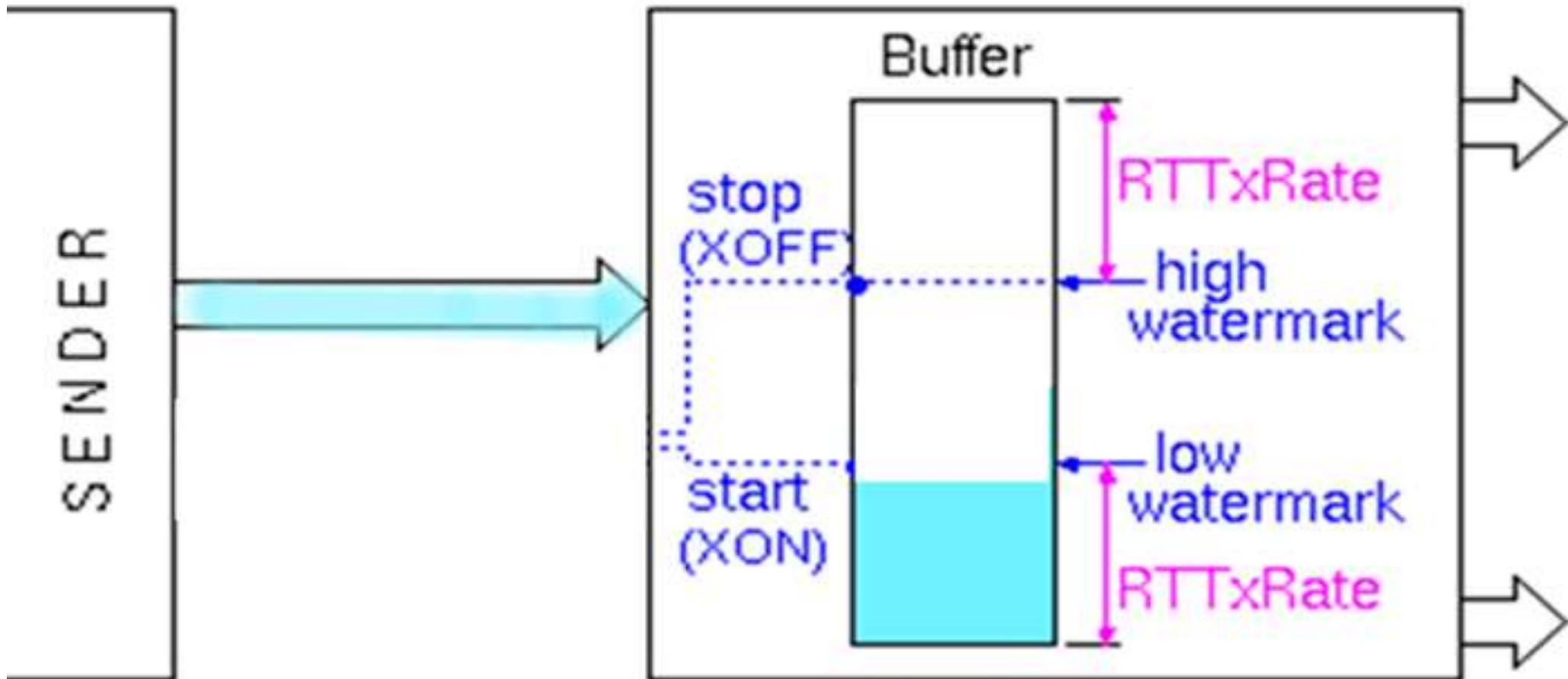
FUNDAMENTOS DE TELECOMUNICACIONES

- La señal de XON se da cuando esta cerca del 25% de esta manera el receptor nunca para de trabajar y nunca se satura.



FUNDAMENTOS DE TELECOMUNICACIONES

- Tampoco hay que esperar que este el buffer completa mente vació para enviar un XON ya que eso significaría que el receptor tiene un tiempo en el que no trabaja y seria un desperdicio del tiempo.



FUNDAMENTOS DE TELECOMUNICACIONES

Por Hardware

- El control de flujo por hardware (RTS/CTS) depende del módem para controlar el flujo de datos.
- Cuando el receptor está listo para recibir datos, activa RTS; este valor será leído por el que transmite, en su CTS indicando que está libre para enviar datos.

FUNDAMENTOS DE TELECOMUNICACIONES

- Los módems Courier 56K Business Modem ejecutan el control de flujo por hardware al detectar que un búfer está al 90% de su capacidad, y emiten la señal Listo para enviar (CTS) para detener el flujo de datos. Cuando la capacidad del búfer baja hasta el 20%, se envía una señal CTS para reiniciar el flujo de datos.

FUNDAMENTOS DE TELECOMUNICACIONES

Lazo Abierto

- Es aquel sistema en que solo actúa el proceso sobre la señal de entrada y da como resultado una señal de salida independiente a la señal de entrada, pero basada en la primera.



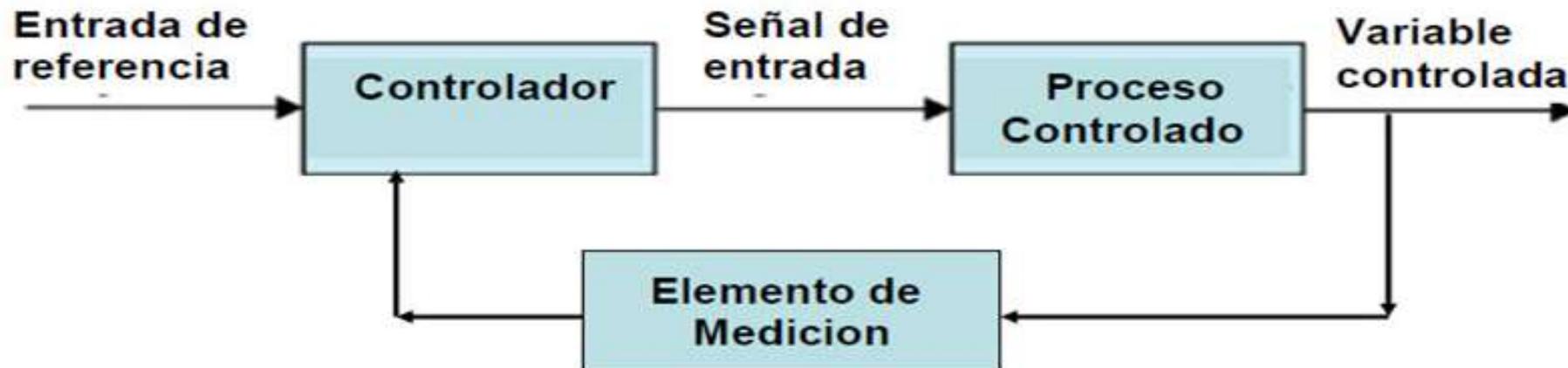
FUNDAMENTOS DE TELECOMUNICACIONES

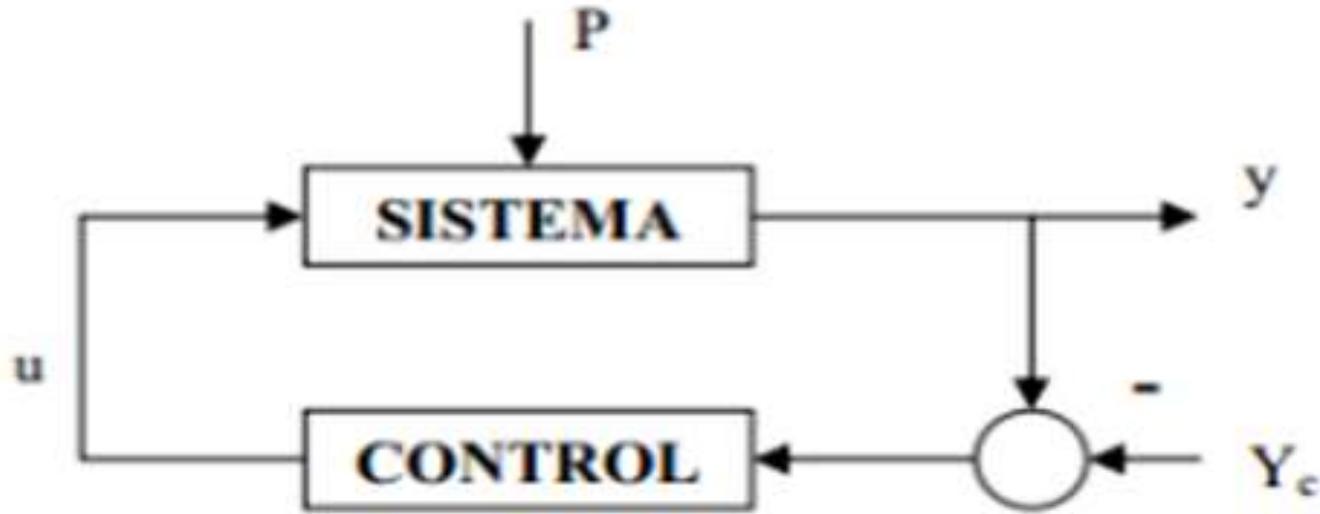
- La acción de control se calcula conociendo la dinámica del sistema, las consignas y estimando las perturbaciones.
- Esta estrategia de control puede compensar los retrasos inherentes del sistema anticipándose a las necesidades del usuario. Sin embargo, el lazo abierto generalmente es insuficiente, debido a los errores del modelo y a los errores en la estimación de las perturbaciones.
- Por ello, es común la asociación de lazo cerrado-lazo abierto, de modo que el lazo cerrado permite compensar los errores generados por el lazo abierto.

FUNDAMENTOS DE TELECOMUNICACIONES

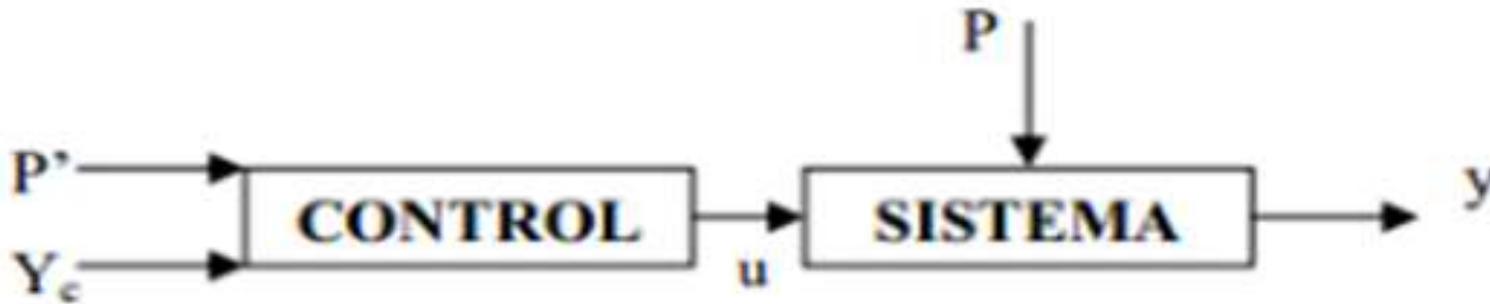
Lazo Cerrado

- La acción de control se calcula en función del error medido entre la variable controlada y la consigna deseada. Las perturbaciones, aunque sean desconocidas son consideradas indirectamente mediante sus efectos sobre las variables de salida.
- Este tipo de estrategia de control puede aplicarse sea cual sea la variable controlada. La gran mayoría de los sistemas de control que se desarrollan en la actualidad son en lazo cerrado.





Lazo cerrado



Lazo abierto

P:
perturbaciones

P':
perturbaciones
estimadas

y: variable
controlada

Y_c: consigna

u: acción de
control

FUNDAMENTOS DE TELECOMUNICACIONES

