

Computer Networking

(Redes de computadoras)

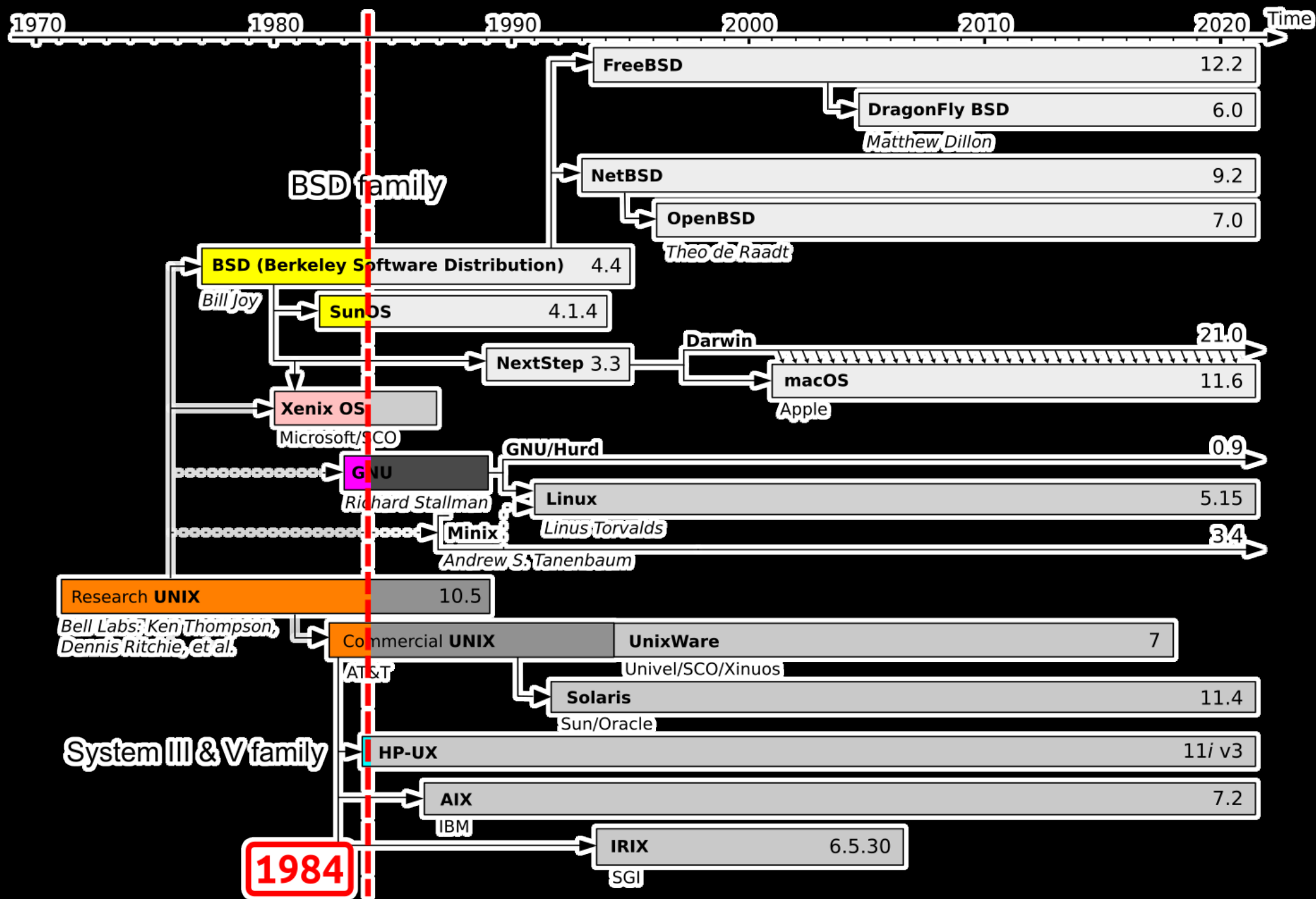
Modelo OSI

Open Systems Interconnection
(Interconexión de Sistemas Abiertos)

- El desarrollo comenzó a finales de la década de 1970.

- El desarrollo comenzó a finales de la década de 1970.
- Surge para coordinar los diversos desarrollos de redes informáticas (Guerra de Protocolos - '70s a '90s).

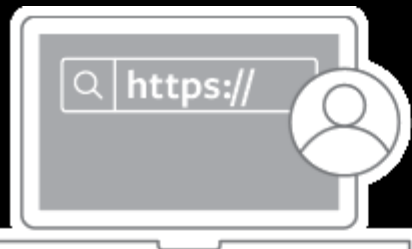
- El desarrollo comenzó a finales de la década de 1970
- Surge para coordinar los diversos desarrollos de redes informáticas (Guerra de Protocolos - '70s a '90s).
- Publicado en 1984.



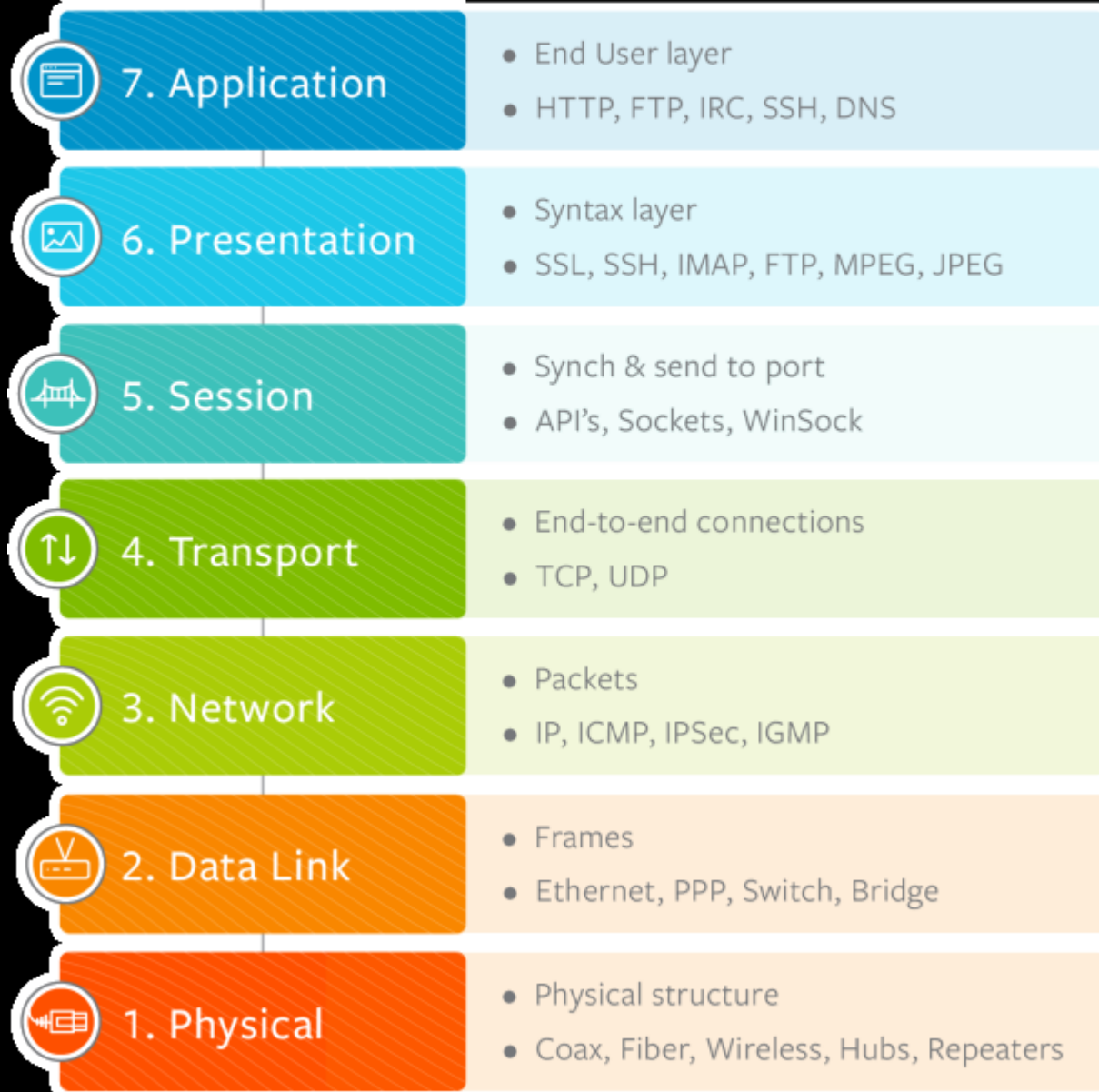
- Modelo de **REFERENCIA** propuesto por la **ISO**.

- Modelo de **REFERENCIA** propuesto por la **ISO**.
- Sienta las bases para el desarrollo de normas de interconexión de sistemas.

- Modelo de **REFERENCIA** propuesto por la **ISO**.
- Sienta las bases para el desarrollo de normas de interconexión de sistemas.
- Se divide en siete capas de abstracción.



7 Layers of the OSI Model

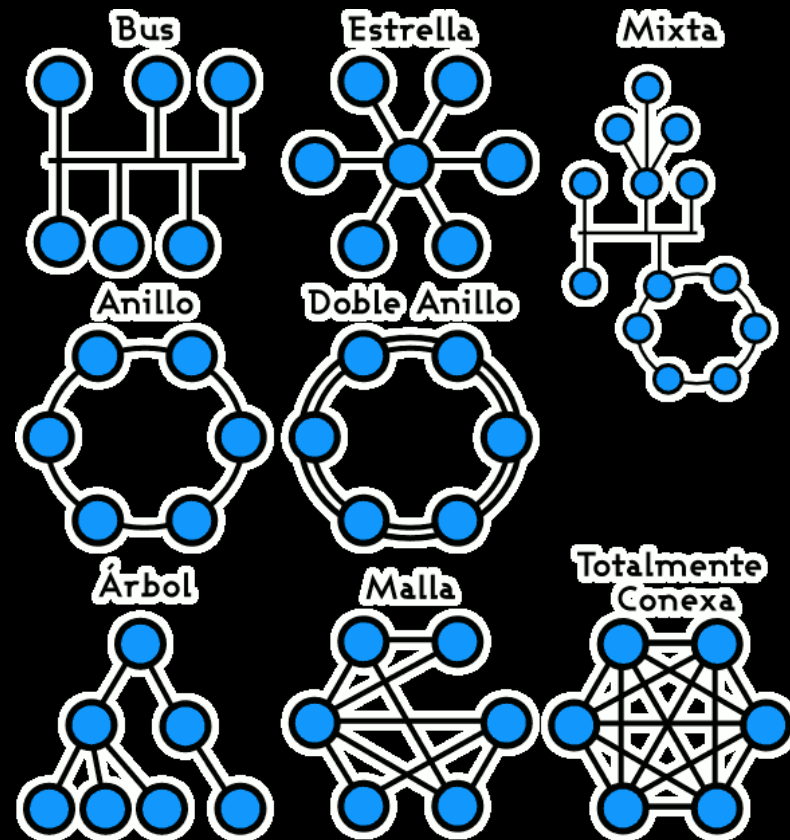


Capa 1

Capa Física



Se encarga de la **topología de red** (medio físico) y las conexiones entre computadora y red (transmisión de información)



- Define el medio físico (cable, aire, fibra óptica, etc), materiales (componentes y conectores mecánicos) y características eléctricas (niveles de tensión).

- Define el medio físico (cable, aire, fibra óptica, etc), materiales (componentes y conectores mecánicos) y características eléctricas (niveles de tensión).
- Convierte “bits” (Layer 1 Protocol Data Unit - PDU) en electricidad, ondas de radio o señales ópticas.

- Define el medio físico (cable, aire, fibra óptica, etc), materiales (componentes y conectores mecánicos) y características eléctricas (niveles de tensión).
- Convierte “bits” (Layer 1 Protocol Data Unit - PDU) en electricidad, ondas de radio o señales ópticas.
- Se realiza el control de tasa de bits.

- Define el medio físico (cable, aire, fibra óptica, etc), materiales (componentes y conectores mecánicos) y características eléctricas (niveles de tensión).
- Convierte “bits” (Layer 1 Protocol Data Unit - PDU) en electricidad, ondas de radio o señales ópticas.
- Se realiza el control de tasa de bits.
- Puede definir el modo de transmisión (simplex, half duplex, full duplex).

- Define el medio físico (cable, aire, fibra óptica, etc), materiales (componentes y conectores mecánicos) y características eléctricas (niveles de tensión).
- Convierte “bits” (Layer 1 Protocol Data Unit - PDU) en electricidad, ondas de radio o señales ópticas.
- Se realiza el control de tasa de bits.
- Puede definir el modo de transmisión (simplex, half duplex, full duplex).
- Garantiza la conexión (aunque no la fiabilidad).

Cable Eléctrico

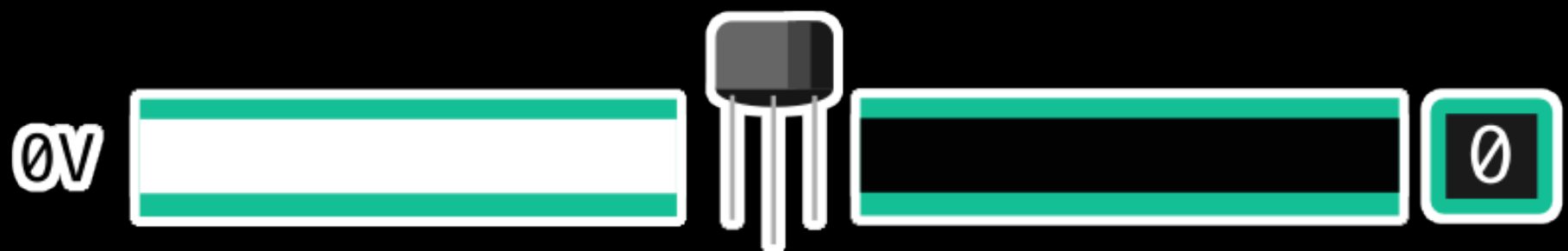
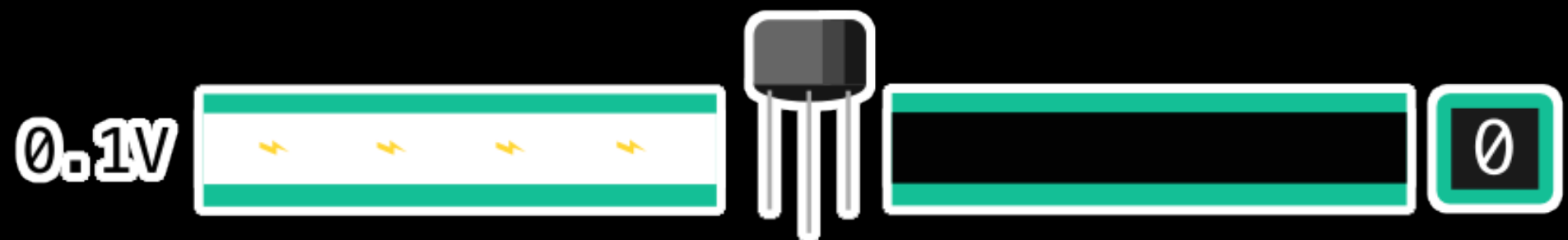
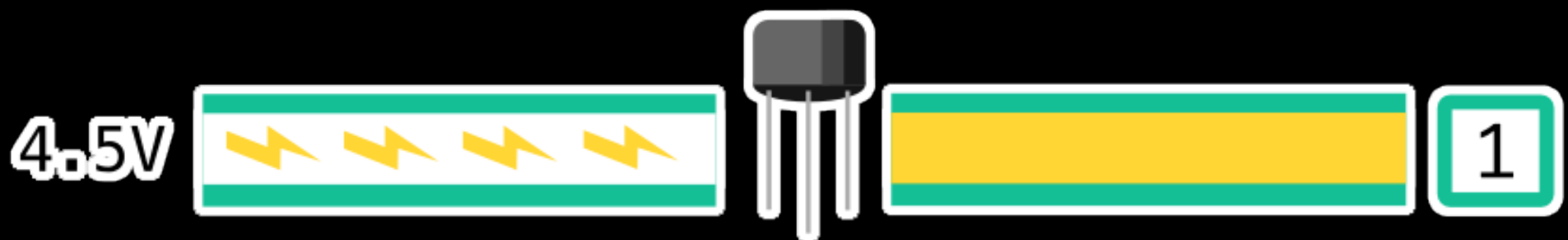


- En la realidad los cables no están exactamente "prendidos" o "apagados".

- En la realidad los cables no están exactamente "prendidos" o "apagados".
- Tienen cantidades variables de electricidad fluyendo a través de ellos.

- En la realidad los cables no están exactamente "prendidos" o "apagados".
- Tienen cantidades variables de electricidad fluyendo a través de ellos.
- En 1947 se inventó el transistor (de punta de contacto) en los Laboratorios Bell.

- En la realidad los cables no están exactamente "prendidos" o "apagados".
- Tienen cantidades variables de electricidad fluyendo a través de ellos.
- En 1947 se inventó el transistor (de punta de contacto) en los Laboratorios Bell.
- Los transistores abren flujo de electricidad pasado "cierto" umbral y lo cierran por debajo de éste.



Ley de Ohm

$$V = R * I$$

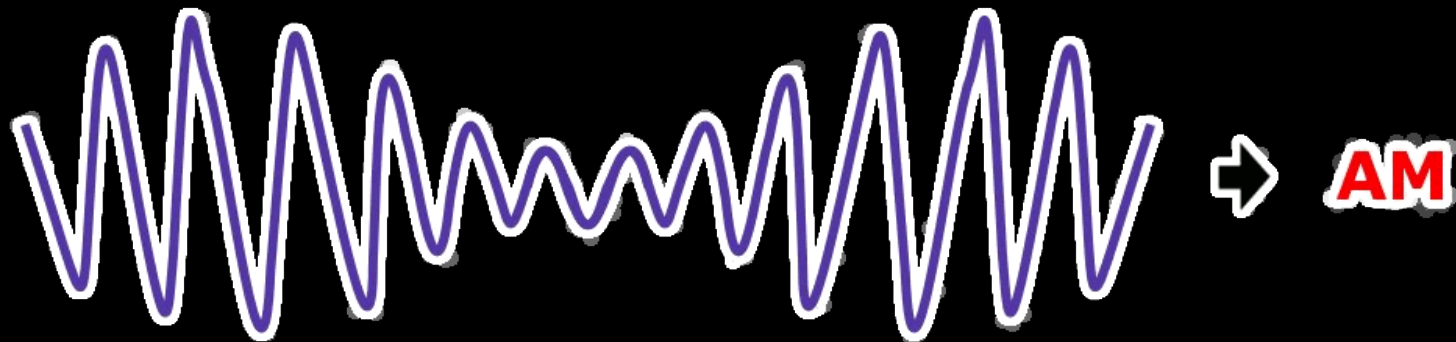
V = Diferencia de
Potencial (voltios)

I = Intensidad de
Corriente (amperios)

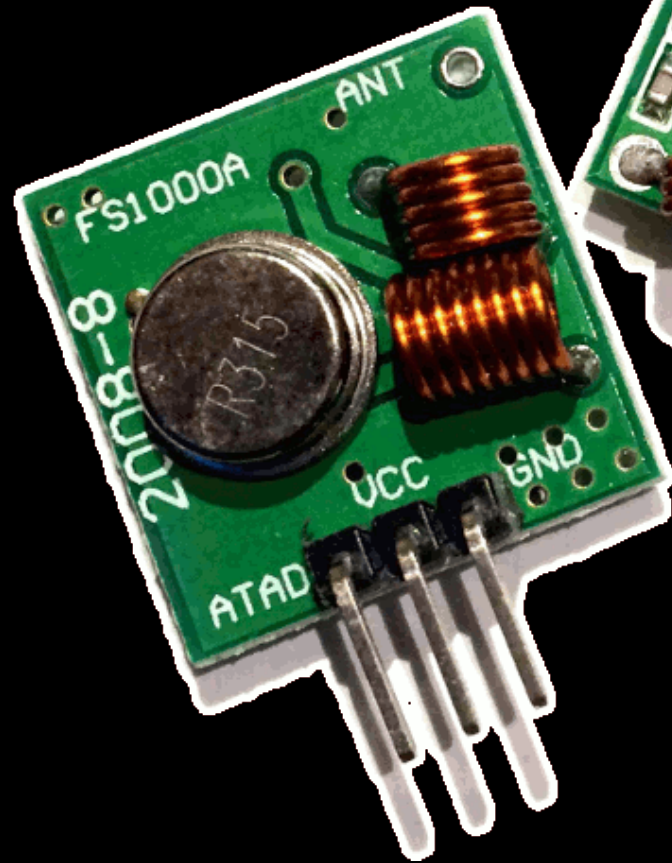
R = Resistencia Eléctrica
(ohmios)



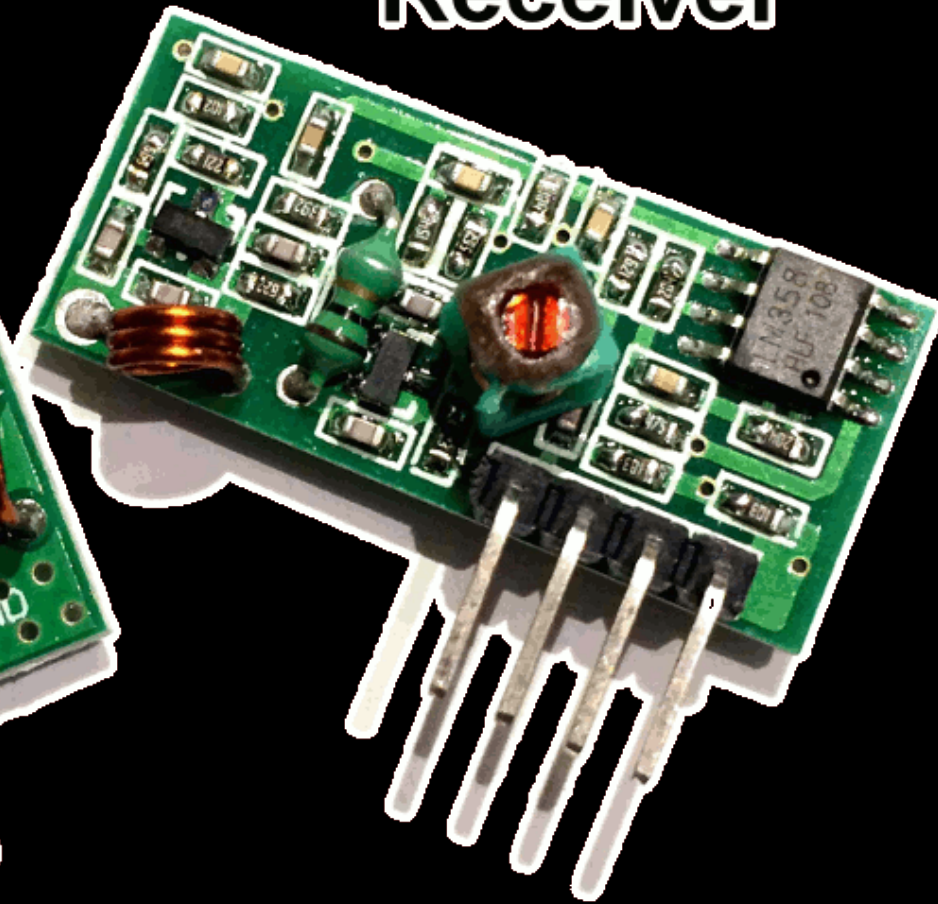
Ondas de Radio



Transmitter



Receiver



Transmisor

- La información se convierte en una señal eléctrica en el transmisor.

Transmisor

- La información se convierte en una señal eléctrica en el transmisor.
- Un oscilador crea una corriente de radio de frecuencia específica.

Transmisor

- La información se convierte en una señal eléctrica en el transmisor.
- Un oscilador crea una corriente de radio de frecuencia específica.
- La señal de información modula esta corriente y se aplica a una antena.

Transmisor

- La información se convierte en una señal eléctrica en el transmisor.
- Un oscilador crea una corriente de radio de frecuencia específica.
- La señal de información modula esta corriente y se aplica a una antena.
- La corriente oscilante empuja los electrones en la antena, emitiendo ondas electromagnéticas que se propagan como ondas de radio.

Receptor

- La onda de radio hace que los electrones en la antena receptora se muevan, generando una débil señal eléctrica.

Receptor

- La onda de radio hace que los electrones en la antena receptora se muevan, generando una débil señal eléctrica.
- El receptor filtra la señal de la estación deseada y se amplifica.

Receptor

- La onda de radio hace que los electrones en la antena receptora se muevan, generando una débil señal eléctrica.
- El receptor filtra la señal de la estación deseada y se amplifica.
- Se extrae la información modulada usando un demodulador.

Receptor

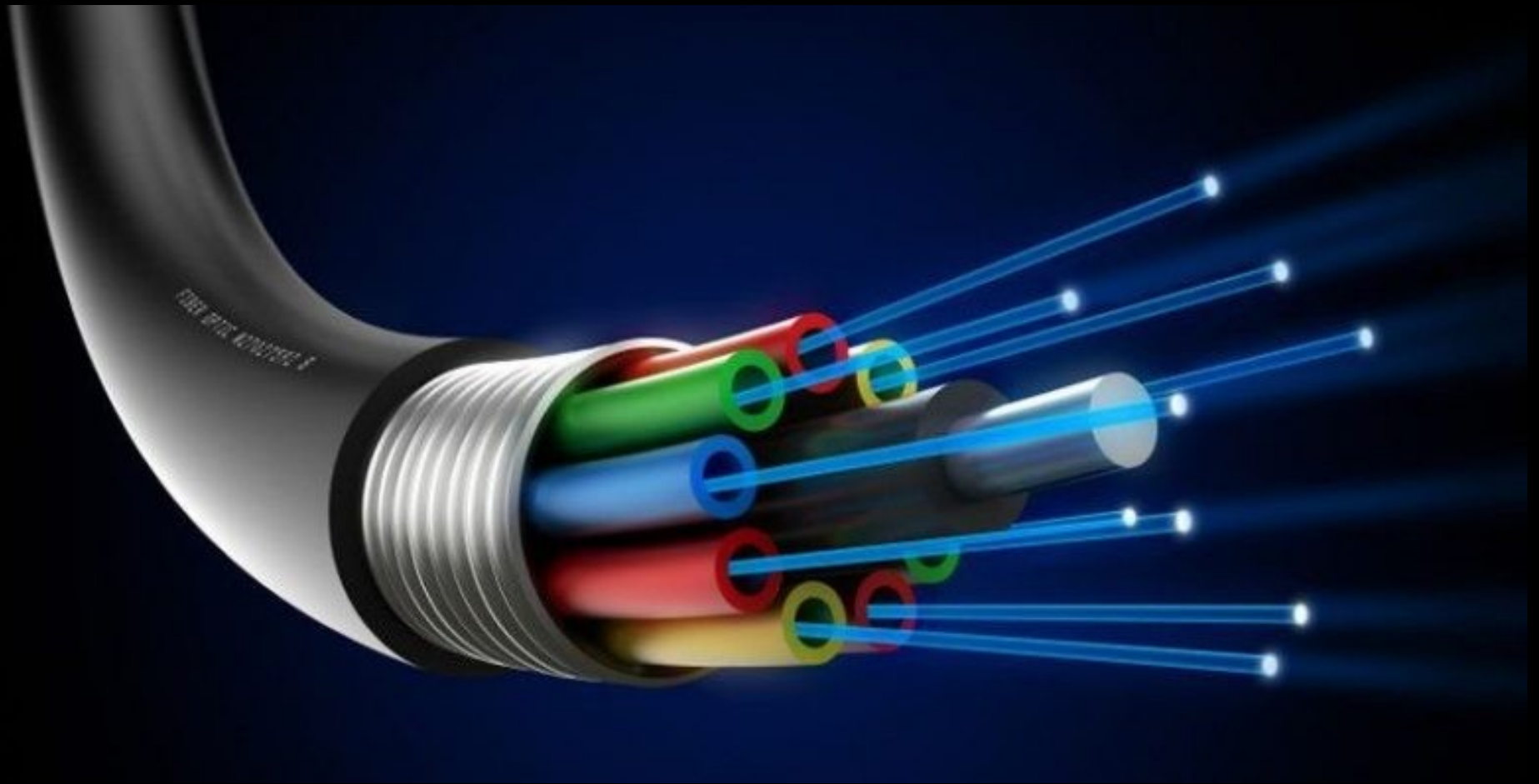
- La onda de radio hace que los electrones en la antena receptora se muevan, generando una débil señal eléctrica.
- El receptor filtra la señal de la estación deseada y se amplifica.
- Se extrae la información modulada usando un demodulador.
- La señal recuperada se convierte en sonido, imagen o datos digitales.

<https://youtu.be/Qg56fm14IMA>

FM Transmitter **SUPER SIMPLE!**



Fibra óptica



- Fibra flexible, transparente, hecha de vidrio (sílice).

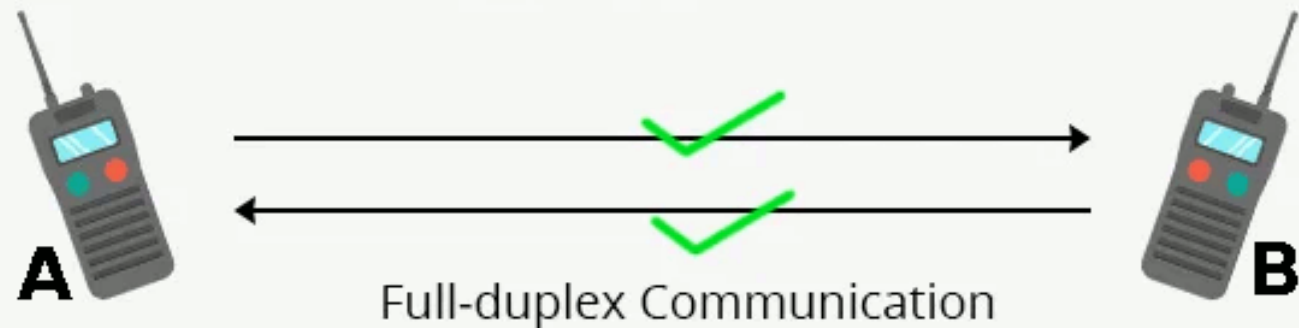
- Fibra flexible, transparente, hecha de vidrio (sílice).
- Diámetro ligeramente más grueso que el de un cabello humano promedio.

- Fibra flexible, transparente, hecha de vidrio (sílice).
- Diámetro ligeramente más grueso que el de un cabello humano promedio.
- Permiten la transmisión en distancias y en un ancho de banda (velocidad de datos) más grandes que los cables eléctricos.

- Fibra flexible, transparente, hecha de vidrio (sílice).
- Diámetro ligeramente más grueso que el de un cabello humano promedio.
- Permiten la transmisión en distancias y en un ancho de banda (velocidad de datos) más grandes que los cables eléctricos.
- Las señales viajan con menos pérdida.

- Fibra flexible, transparente, hecha de vidrio (sílice).
- Diámetro ligeramente más grueso que el de un cabello humano promedio.
- Permiten la transmisión en distancias y en un ancho de banda (velocidad de datos) más grandes que los cables eléctricos.
- Las señales viajan con menos pérdida.
- Son inmunes a la interferencia electromagnética.

Modos de Transmisión



Capa 2

Capa de Enlace de Datos



- Provee el enlace entre **dos** nodos conectados de forma **directa**.

- Provee el enlace entre **dos** nodos conectados de forma **directa**.
- Se ocupa de la distribución de "frames" (Layer 2 PDU).

- Provee el enlace entre **dos** nodos conectados de forma **directa**.
- Se ocupa de la distribución de "frames" (Layer 2 PDU).
- Detecta y corrige errores de la capa física.

- Provee el enlace entre **dos** nodos conectados de forma **directa**.
- Se ocupa de la distribución de "frames" (Layer 2 PDU).
- Detecta y corrige errores de la capa física.
- Define el protocolo para establecer y terminar la conexión.

- Provee el enlace entre **dos** nodos conectados de forma **directa**.
- Se ocupa de la distribución de "frames" (Layer 2 PDU).
- Detecta y corrige errores de la capa física.
- Define el protocolo para establecer y terminar la conexión.
- Define el protocolo para controlar el flujo.

- Provee el enlace entre **dos** nodos conectados de forma **directa**.
- Se ocupa de la distribución de "frames" (Layer 2 PDU).
- Detecta y corrige errores de la capa física.
- Define el protocolo para establecer y terminar la conexión.
- Define el protocolo para controlar el flujo.
- En ésta capa se puede aplicar seguridad (encriptación).

Capa 3

Capa de Red



- Cada nodo tiene una dirección única.

- Cada nodo tiene una dirección única.
- La capa de red facilita el envío de "packets" (Layer 3 PDU) entre nodos conectados en diferentes redes.

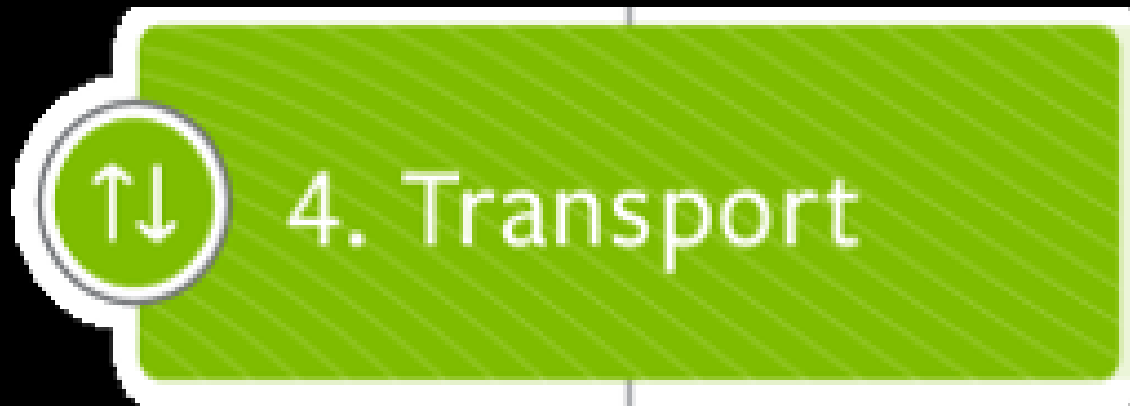
- Cada nodo tiene una dirección única.
- La capa de red facilita el envío de "packets" (Layer 3 PDU) entre nodos conectados en diferentes redes.
- Los nodos se comunican proporcionando el contenido y la dirección del destinatario.

- Cada nodo tiene una dirección única.
- La capa de red facilita el envío de "packets" (Layer 3 PDU) entre nodos conectados en diferentes redes.
- Los nodos se comunican proporcionando el contenido y la dirección del destinatario.
- Puede fragmentar mensajes grandes para transmitirlos entre nodos y reensamblarlos en el destino.

- Cada nodo tiene una dirección única.
- La capa de red facilita el envío de "packets" (Layer 3 PDU) entre nodos conectados en diferentes redes.
- Los nodos se comunican proporcionando el contenido y la dirección del destinatario.
- Puede fragmentar mensajes grandes para transmitirlos entre nodos y reensamblarlos en el destino.
- Incluye protocolos de gestión como enrutamiento, gestión de grupos multicast, asignación de direcciones y manejo de errores e información de la capa de red.

Capa 4

Capa de Transporte



- Transporta datos entre aplicaciones de diferentes hosts a través de la red.

- Transporta datos entre aplicaciones de diferentes hosts a través de la red.
- Los protocolos de transporte pueden ser orientados a "conexión" (TCP) o "sin conexión" (UDP).

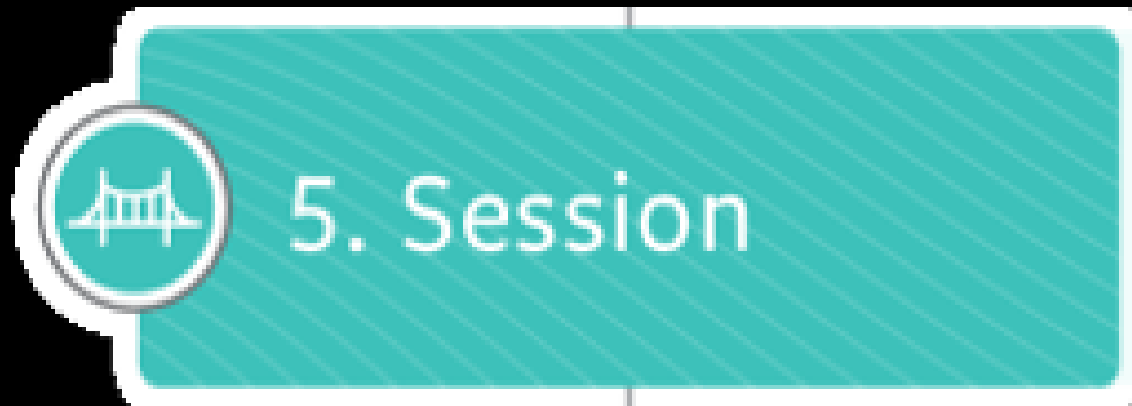
- Transporta datos entre aplicaciones de diferentes hosts a través de la red.
- Los protocolos de transporte pueden ser orientados a "conexión" (TCP) o "sin conexión" (UDP).
- Segmenta datos grandes en partes más pequeñas llamadas "segment" o "datagram" (Layer 4 PDU), debido al límite del tamaño máximo del "packet" de la capa 3.

- Transporta datos entre aplicaciones de diferentes hosts a través de la red.
- Los protocolos de transporte pueden ser orientados a "conexión" (TCP) o "sin conexión" (UDP).
- Segmenta datos grandes en partes más pequeñas llamadas "segment" o "datagram" (Layer 4 PDU), debido al límite del tamaño máximo del "packet" de la capa 3.
- Controla la fiabilidad de la conexión mediante control de flujo, control de errores y confirmación de secuencia.

- Transporta datos entre aplicaciones de diferentes hosts a través de la red.
- Los protocolos de transporte pueden ser orientados a "conexión" (TCP) o "sin conexión" (UDP).
- Segmenta datos grandes en partes más pequeñas llamadas "segment" o "datagram" (Layer 4 PDU), debido al límite del tamaño máximo del "packet" de la capa 3.
- Controla la fiabilidad de la conexión mediante control de flujo, control de errores y confirmación de secuencia.
- Utiliza puertos lógicos y, junto con la capa de red, forman los conocidos "sockets" (IP:Puerto).

Capa 5

Capa de Sesión



- Mantiene y controla la sesión establecida entre dos computadoras que están transmitiendo datos de cualquier tipo.

- Mantiene y controla la sesión establecida entre dos computadoras que están transmitiendo datos de cualquier tipo.
- Asegura que una sesión se complete de principio a fin, pudiendo reanudarla en caso de interrupción, como en aplicaciones de videoconferencia.

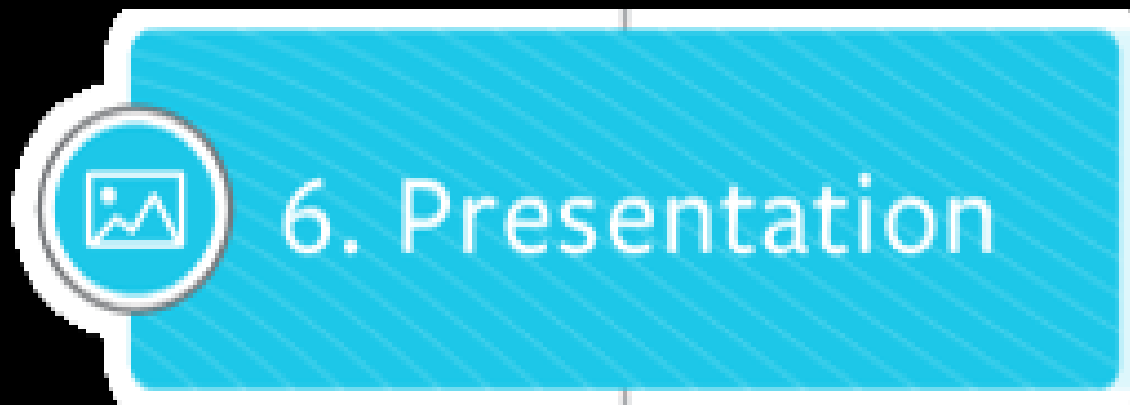
- Mantiene y controla la sesión establecida entre dos computadoras que están transmitiendo datos de cualquier tipo.
- Asegura que una sesión se complete de principio a fin, pudiendo reanudarla en caso de interrupción, como en aplicaciones de videoconferencia.
- Las funciones comunes incluyen autenticación, inicio y cierre de sesión de usuario.

- Mantiene y controla la sesión establecida entre dos computadoras que están transmitiendo datos de cualquier tipo.
- Asegura que una sesión se complete de principio a fin, pudiendo reanudarla en caso de interrupción, como en aplicaciones de videoconferencia.
- Las funciones comunes incluyen autenticación, inicio y cierre de sesión de usuario.
- Gestiona operaciones de comunicación full-duplex, half-duplex y simplex.

- Mantiene y controla la sesión establecida entre dos computadoras que están transmitiendo datos de cualquier tipo.
- Asegura que una sesión se complete de principio a fin, pudiendo reanudarla en caso de interrupción, como en aplicaciones de videoconferencia.
- Las funciones comunes incluyen autenticación, inicio y cierre de sesión de usuario.
- Gestiona operaciones de comunicación full-duplex, half-duplex y simplex.
- En muchos casos, los servicios de la capa de sesión son parcial o totalmente opcionales.

Capa 6

Capa de Presentación



- Formatea y traduce datos según el formato especificado por la capa de aplicación. Por esto se la suele llamar capa de sintaxis.

- Formatea y traduce datos según el formato especificado por la capa de aplicación. Por esto se la suele llamar capa de sintaxis.
- Maneja la compatibilidad entre representaciones de datos de diferentes sistemas operativos.

- Formatea y traduce datos según el formato especificado por la capa de aplicación. Por esto se la suele llamar capa de sintaxis.
- Maneja la compatibilidad entre representaciones de datos de diferentes sistemas operativos.
- Se encarga del cifrado/descifrado de datos, compresión/descompresión de datos y de la conversión de protocolos.

Capa 7

Capa de Aplicación



- La capa de aplicación es la más cercana al usuario final en el modelo OSI.

- La capa de aplicación es la más cercana al usuario final en el modelo OSI.
- Los programas de usuario interactúan con la capa de aplicación, ocultando la complejidad subyacente.

- La capa de aplicación es la más cercana al usuario final en el modelo OSI.
- Los programas de usuario interactúan con la capa de aplicación, ocultando la complejidad subyacente.
- Permite que las aplicaciones accedan a los servicios de las demás capas del modelo OSI.

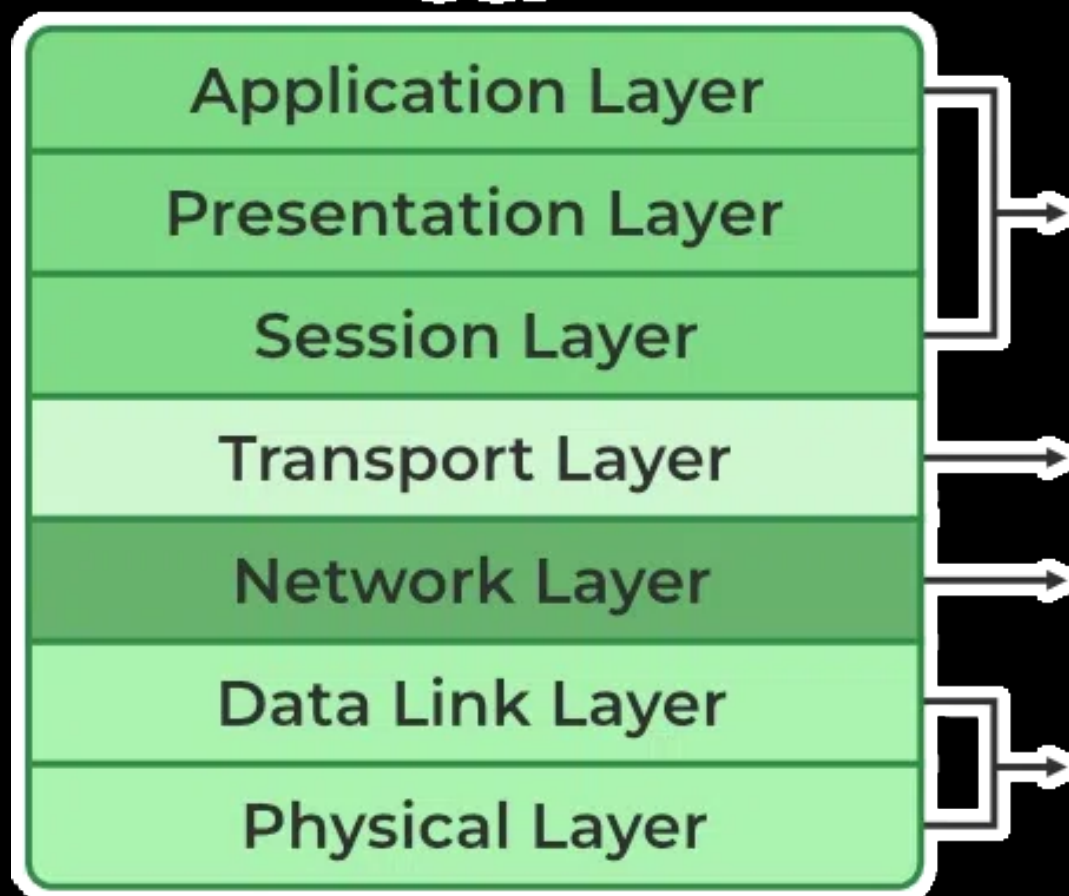
- La capa de aplicación es la más cercana al usuario final en el modelo OSI.
- Los programas de usuario interactúan con la capa de aplicación, ocultando la complejidad subyacente.
- Permite que las aplicaciones accedan a los servicios de las demás capas del modelo OSI.
- Define los protocolos que utilizan las aplicaciones para intercambiar datos.

- La capa de aplicación es la más cercana al usuario final en el modelo OSI.
- Los programas de usuario interactúan con la capa de aplicación, ocultando la complejidad subyacente.
- Permite que las aplicaciones accedan a los servicios de las demás capas del modelo OSI.
- Define los protocolos que utilizan las aplicaciones para intercambiar datos.
- Existen numerosos protocolos para diferentes aplicaciones y continúa aumentando su número.

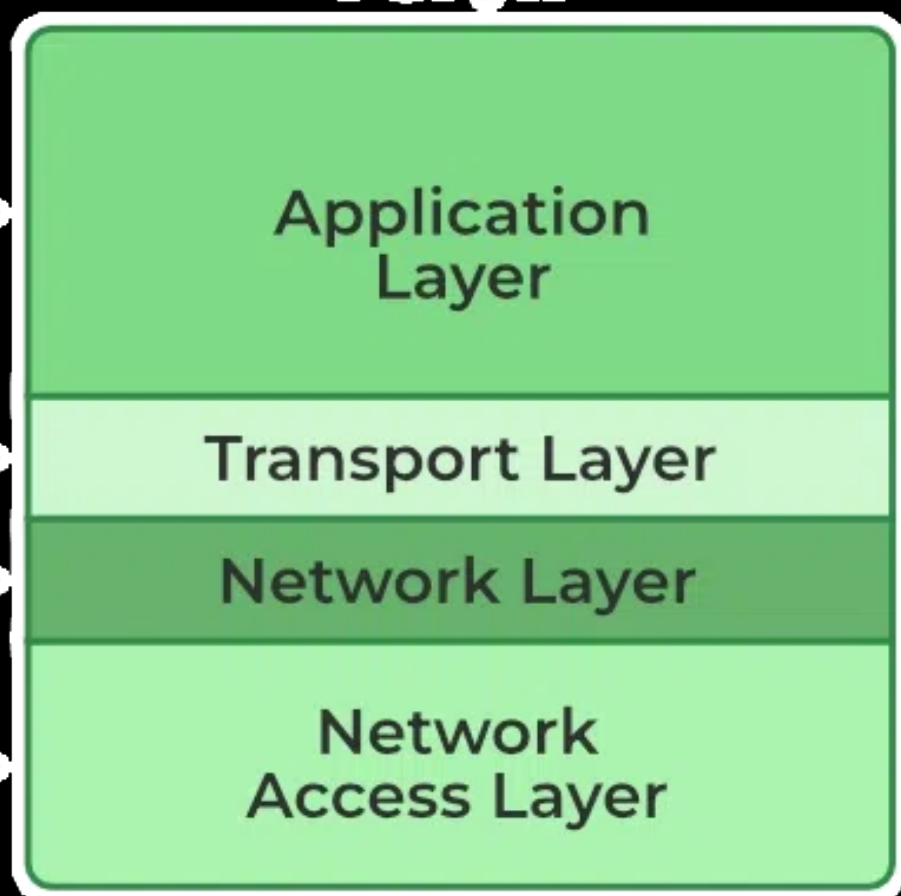


Protocolos de Internet TCP/IP

OSI



TCP/IP



Década de 1960

TCP/IP tuvo sus inicios a partir de investigaciones financiadas por DARPA (Defense Advanced Research Projects Agency).

1969

Después de que DARPA iniciara ARPANET (Advanced Research Projects Agency Network), se desarrolló un protocolo de host a host (NCP).

Década de 1970

DARPA amplió la investigación a tecnologías como redes de radio y satélites. Sentando las bases para la interconexión de redes.

1974

Se desarrolló el Protocolo de Control de Transmisión (TCP).

1975

Se realizó una comunicación IP
entre dos redes: Stanford y
Londres.

1977

Se realizó una comunicación IP
entre tres redes: Estados Unidos,
Reino Unido y Noruega.

1982

El Departamento de Defensa (DoD) de EE.UU. estableció TCP/IP como el estándar para todas las redes informáticas militares.

1983

ARPANET migró oficialmente de
NCP a TCP/IP.

1985

Se celebró el primer taller TCP/IP, promoviendo su adopción comercial y la interoperabilidad de redes.

Grandes corporaciones lo adoptaron a pesar de tener sus protocolos propietarios y competidores.

1989

Se liberó el código TCP/IP de BSD
UNIX al dominio público,
impulsando aún más su adopción.

Application Layer

Transport Layer

Internet Layer

Link Layer

FTP

HTTP

Telnet

DNS

RIP

TCP

UDP

ICMP

IGMP

IPv4

ICMPv6

IPv6

Ethernet

Frame
Relay

IS-IS

Ethernet



- Tecnologías de redes de computadoras cableadas.
- Usualmente utilizadas en LAN, MAN y WAN.
- Fue presentada en 1980 y estandarizada en 1983 como **IEEE 802.3**.
- Desde entonces, ha sido mejorada para soportar mayores velocidades, distancias y número de nodos.

IEEE 802.11



IP (Internet Protocol)

- Protocolo de red para transmitir datagramas entre redes.
- Permite el enrutamiento para la interconexión de redes, estableciendo así la infraestructura del Internet.
- Entrega paquetes basándose en direcciones IP.
- Introducido en 1974 como parte del TCP original.
- La versión más usada es IPv4 (32-bit). IPv6 (128-bit) está en aumento desde 2006.

```
$ ping 8.8.8.8
```

```
PING 8.8.8.8 (8.8.8.8) 56(84) bytes of data.
```

```
64 bytes from 8.8.8.8: icmp_seq=1 ttl=116 time=21.9 ms
```

```
64 bytes from 8.8.8.8: icmp_seq=2 ttl=116 time=24.2 ms
```

```
64 bytes from 8.8.8.8: icmp_seq=3 ttl=116 time=25.4 ms
```

```
64 bytes from 8.8.8.8: icmp_seq=4 ttl=116 time=26.3 ms
```

```
64 bytes from 8.8.8.8: icmp_seq=5 ttl=116 time=26.0 ms
```

```
^C
```

```
--- 8.8.8.8 ping statistics ---
```

```
5 packets transmitted, 5 received, 0% packet loss, time 4005ms
```

```
rtt min/avg/max/mdev = 21.951/24.813/26.326/1.608 ms
```


TCP

(Transmission Control Protocol)

- Proporciona entrega confiable, ordenada y verificada de datos.
- Parte fundamental de la capa de Transporte.
- Utilizado por aplicaciones como la web y email.
- Orientado a conexión.
- Emplea retransmisiones y detección de errores para asegurar fiabilidad.
- Cuando se prioriza tiempo sobre fiabilidad, se puede usar UDP (User Datagram Protocol).
- Para agregar seguridad se usa SSL/TLS sobre TCP.



Telnet (Teletype Network)

- Protocolo de aplicación cliente/servidor.
- Permite el acceso a terminales virtuales de sistemas remotos (redes locales o Internet).
- Transmite información, incluyendo nombres de usuario y contraseñas, en **texto plano** (inseguro).
- Ha sido reemplazado en gran medida por **SSH** debido a sus vulnerabilidades de seguridad.

```
$ telnet telehack.com
```

HTTP (Hypertext Transfer Protocol)

- Protocolo utilizado en sistemas informáticos colaborativos y distribuidos basados en hipertexto.
- Esencial para la World Wide Web, permite la navegación mediante hipervínculos.
- Iniciado por Tim Berners-Lee en 1989 en CERN.
- HTTPS utiliza TLS para encriptar los datos.
- HTTP/2 (2015) mejor transmisión de datos.
- HTTP/3 (2022) utiliza QUIC en lugar de TCP.

Comando para
conectarse al
servidor

Petición:

- Método: "GET"
- URL: "/ip"
- Versión: "HTTP/1.1"
- Cabecera: "Host:..."

Cabeceras de la
respuesta

Cuerpo de la
respuesta

```
$ telnet httpbin.org 80
Trying 44.195.190.188...
Connected to httpbin.org.
Escape character is '^]'.
GET /ip HTTP/1.1
Host: httpbin.org

HTTP/1.1 200 OK
Date: Tue, 25 Jun 2024 11:46:49 GMT
Content-Type: application/json
Content-Length: 33
Connection: keep-alive
Server: gunicorn/19.9.0
Access-Control-Allow-Origin: *
Access-Control-Allow-Credentials: true

{
  "origin": "xxx.xxx.xxx.xxx"
}
Connection closed by foreign host.
```

Misma petición con cURL

```
$ curl --dump-header - "https://httpbin.org/ip"
HTTP/2 200
date: Tue, 25 Jun 2024 13:09:42 GMT
content-type: application/json
content-length: 33
server: gunicorn/19.9.0
access-control-allow-origin: *
access-control-allow-credentials: true

{
  "origin": "xxx.xxx.xxx.xxx"
}
```