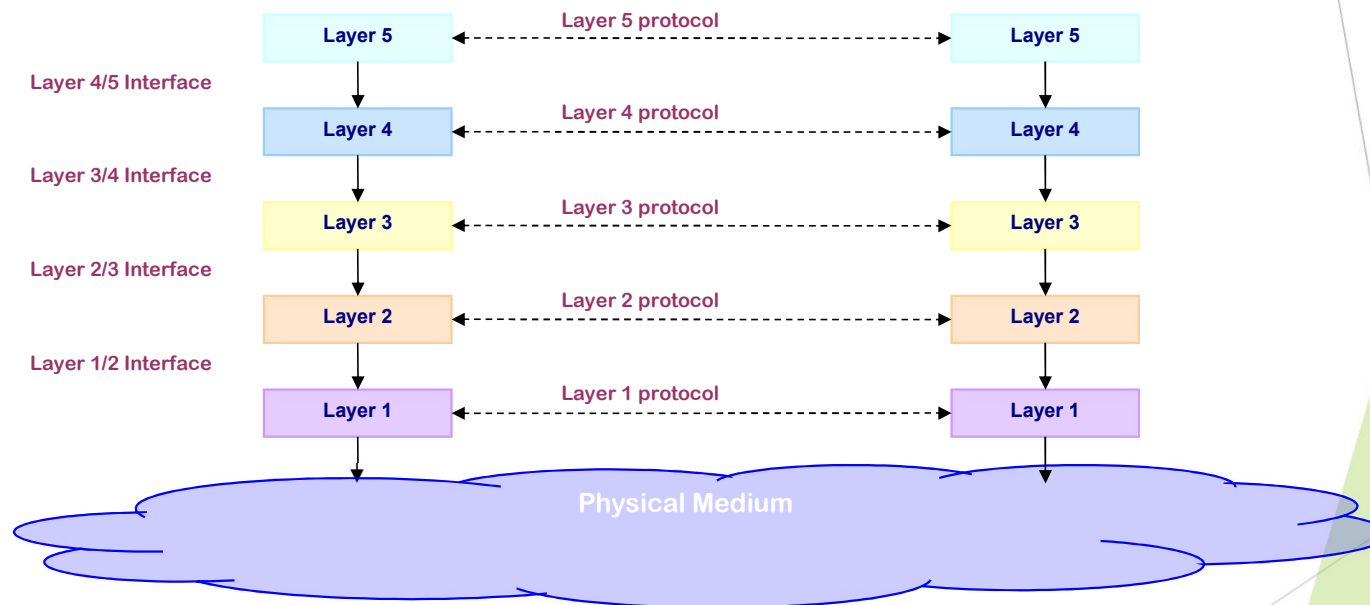


# Protocolos y Capas

Sergio Nicolás Santana Sánchez  
sergiosantana@iteso.mx

# Protocolos y Capas

- El uso de capas facilita la comprensión de un sistema, éstas capas se pueden reutilizar en diferentes sistemas.

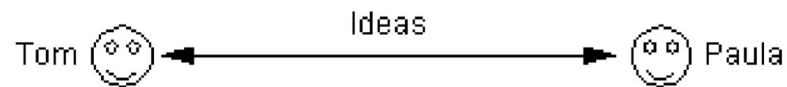


- Se utilizan principalmente para proporcionar estructura y división de las diferentes funcionalidades

# Modelos de Referencia

Comencemos con un ejemplo hipotético de un problema de comunicación. Resolveremos el problema, y al mismo tiempo desarrollamos nuestro modelo de referencia. Aquí está el problema:

- ▶ Tom y Paula quieren comunicarse, pero hay cinco barreras para la comunicación:
  - ▶ Están físicamente separados
  - ▶ Son analfabetos
  - ▶ Hablan idiomas diferentes
  - ▶ Son paranoicos
  - ▶ La ruta entre ellos crea un entorno de entrega difícil; es decir, hay una alta probabilidad que un mensaje podría dañarse en ruta.



# Modelos de Referencia

## Objetivo:

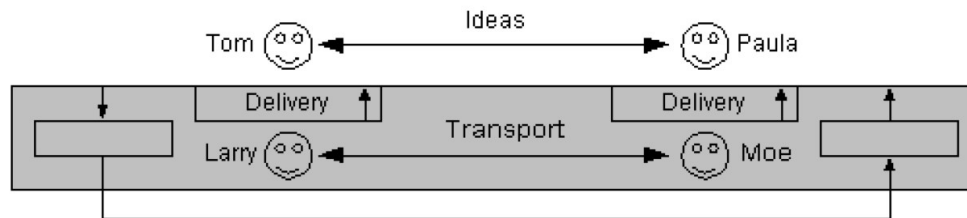
- Diseña una red que resuelva todos estos problemas para que Tom y Paula puedan comunicarse. Esto es un gran reto, y tenemos que encontrar una manera organizada, metódica y manejable para hacerlo. Empezaremos construyendo un modelo, empezando por su objetivo.
- El modelo para su objetivo consiste en íconos que representan a los dos intercambiando ideas. Nos referiremos a este diagrama como la aplicación. En las siguientes secciones abordaremos las barreras enumeradas anteriormente - una a la vez.



# Modelos de Referencia

## Separación física

- Cada barrera se supera al construir una estructura de soporte por capas bajo la aplicación - una capa por barrera. La primera barrera, la separación física, se supera al agregar una capa como se muestra a continuación (Nota: a partir de este punto, las nuevas capas se identificarán en el diagrama mediante sombreado).

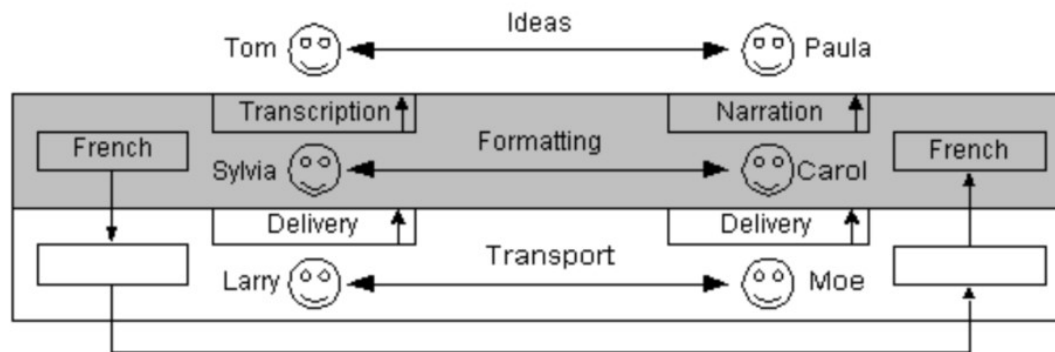


- El objetivo de esta capa es proporcionar la entrega física de cualquier mensaje que la aplicación requiera. Si Tom tiene un mensaje para enviar, lo escribe y se lo da a Larry. Larry entrega el mensaje a Moe, quien a su vez se lo da a Paula quien lo lee. En resumen:
  - Larry está brindando un servicio de entrega a Tom.
  - Moe está brindando un servicio de entrega a Paula.
  - Larry y Moe colaboran para proporcionar la entrega física del mensaje

# Modelos de Referencia

## Analphabetismo

- Ahora imponemos una barrera adicional: Tom y Paula son analfabetos. En consecuencia, Tom es incapaz de escribir un mensaje, y Paula es incapaz de leer uno. Esta barrera se supera insertando una capa entre la aplicación y la capa de entrega como se muestra a continuación.

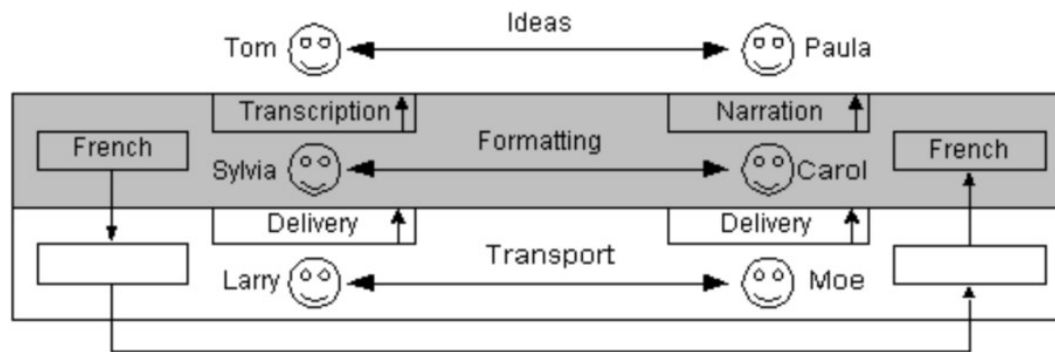


- Supongamos inicialmente que tanto Tom como Paula hablan francés. Sylvia escuchará mientras Tom dicta su mensaje, y luego ella lo escribirá en el formato del mensaje. Luego pasará el formato a Larry quien hará lo mismo que hizo antes: pasarle el mensaje a Moe. Moe también hará lo mismo que hizo antes: pasar el mensaje, pero esta vez a Carol. Carol leerá el mensaje para Paula, y la transacción está completa.

# Modelos de Referencia

## Analphabetismo

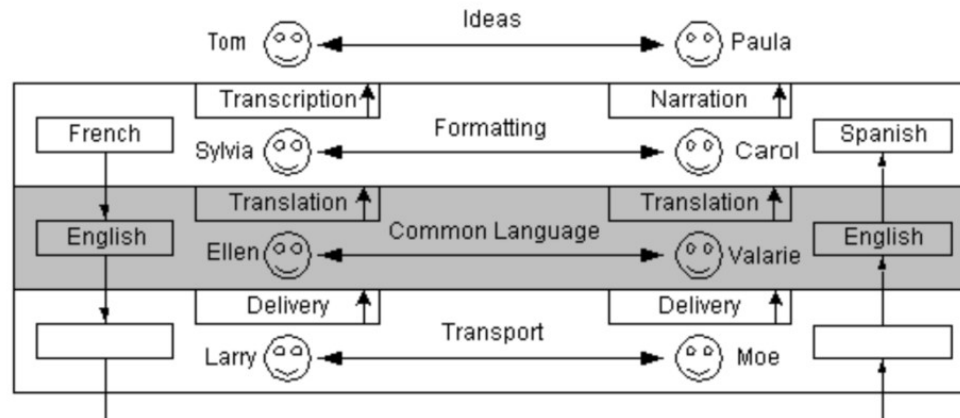
- ▶ En resumen:
  - ▶ Sylvia está proporcionando un servicio de transcripción a Tom
  - ▶ Carol está brindando un servicio de narración a Paula
  - ▶ Sylvia y Carol colaboran para asegurarse de que el mensaje esté formateado de tal manera que cada uno pueda entender el contenido del mensaje cuando llega.
  - ▶ Larry y Moe están haciendo las mismas cosas que antes



# Modelos de Referencia

## Idiomas diferentes

- Ahora convirtamos a Paula en una hablante de español y dejemos a Tom como un hablante de francés. Vamos a tratar con esta barrera como antes, agregando una capa al modelo.



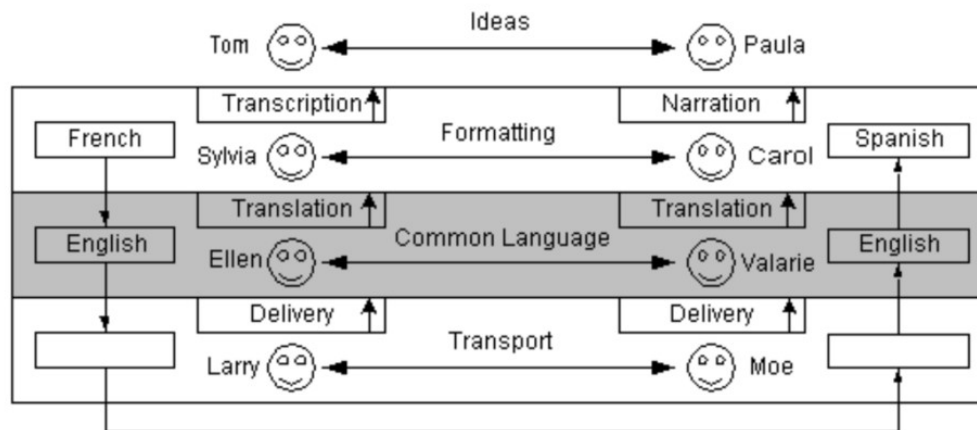
- Añadimos una capa entre las ya existentes sin cambiar la funcionalidad de las dos anteriores. Sylvia le entrega el mensaje a Ellen. Ellen traduce el mensaje al inglés, y entrega el mensaje a Larry. En el otro lado de la capa añadida Valarie recibe el mensaje de Moe, y traduce el mensaje al español. Ella luego entrega el mensaje a Carol quien lee la traducción al español a Paula.



# Modelos de Referencia

## Idiomas diferentes

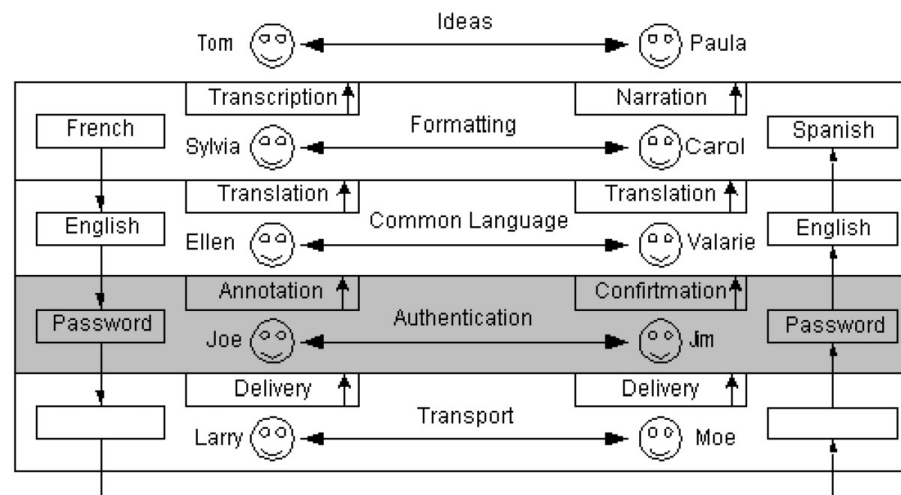
- ▶ En resumen, la nueva capa proporciona la siguiente funcionalidad:
  - ▶ Ellen brinda un servicio de traducción a Sylvia
  - ▶ Valarie proporciona un servicio de traducción a Carol
  - ▶ Ellen y Valarie están colaborando para un acuerdo de idioma común (inglés) para el mensaje que se entregará a través de la "red"
  - ▶ Todos los demás hacen las mismas cosas que antes



# Modelos de Referencia

## Paranoia

- Desafortunadamente Paula se ha vuelto muy desconfiada de la supuesta fuente del mensaje; es decir, ella no cree que el mensaje haya venido de Tom. Necesitamos encontrar una manera de autenticar el mensaje para que Paula pueda relajarse. La solución consiste en agregar una capa al modelo como se muestra abajo.

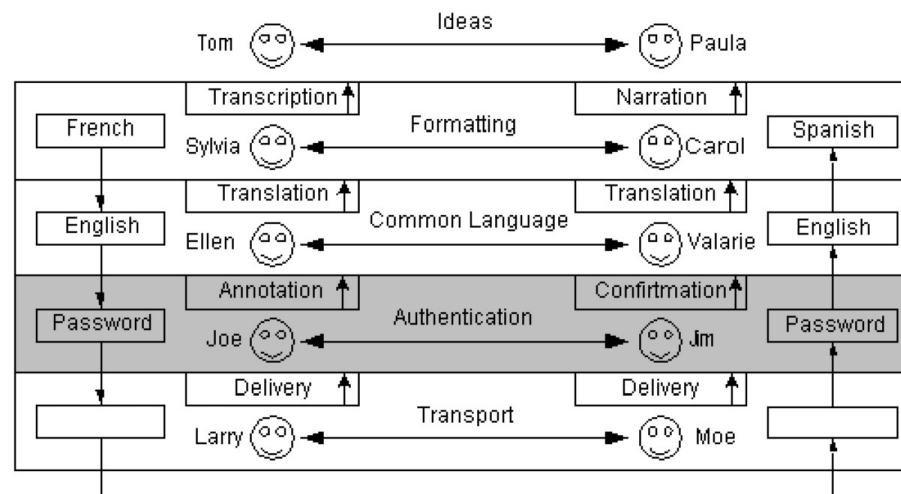


- Joe recibe el mensaje de Ellen y agrega una contraseña acordada al formato de mensaje. Luego le entrega el mensaje a Larry. Jim recibe el mensaje de Moe, y luego él verifica la contraseña. Si la contraseña es correcta, le pasa el formulario de mensaje a Valerie. Si la contraseña es incorrecta, descarta el mensaje.

# Modelos de Referencia

## Paranoia

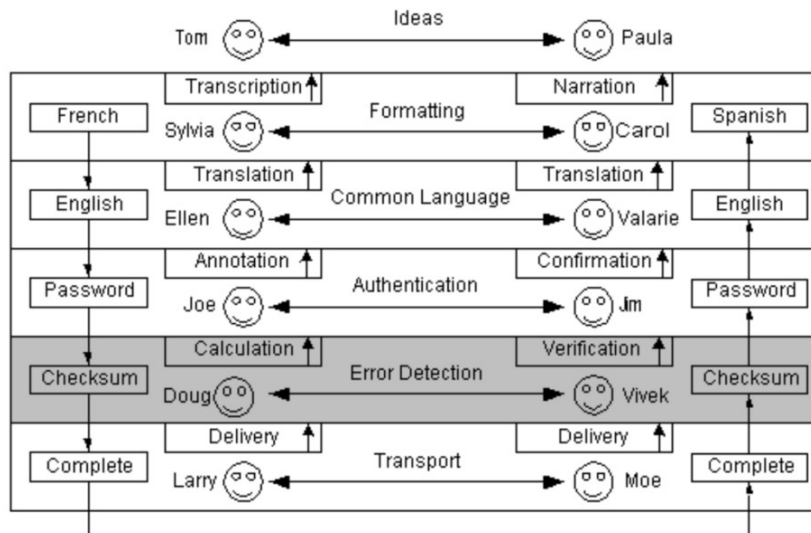
- ▶ En resumen, la nueva capa proporciona la siguiente funcionalidad:
  - ▶ Joe está proporcionando un servicio de anotación de contraseña a Ellen
  - ▶ Jim está proporcionando un servicio de verificación de contraseña a Valarie
  - ▶ Joe y Jim están colaborando para proporcionar la autenticación del mensaje.
  - ▶ Todos los demás hacen las mismas cosas que antes.



# Modelos de Referencia

## Ambiente de entrega hostil

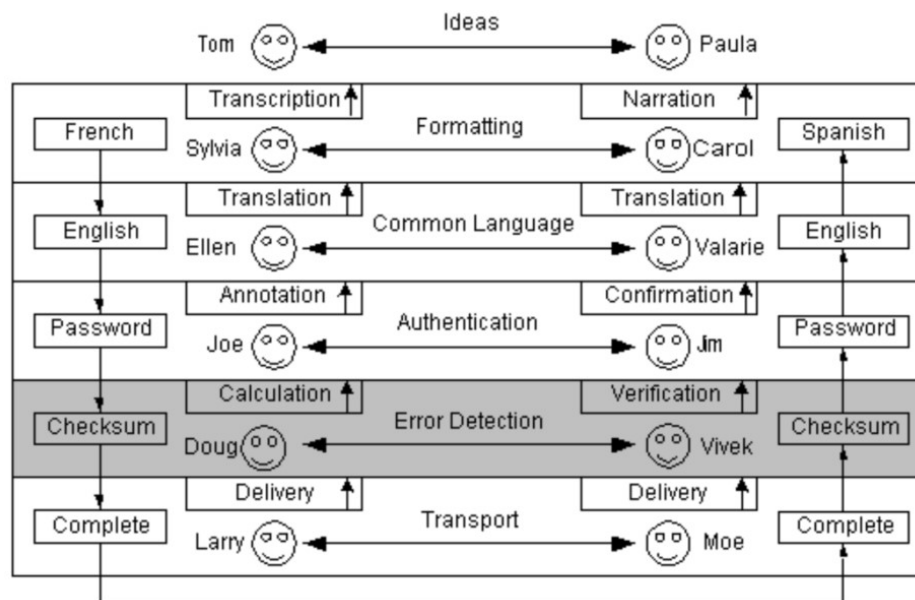
- La barrera final en nuestro ejemplo será la existencia de un entorno de entrega difícil en que Larry y Moe operan. Supongamos que Larry tiene que nadar a través de un foso con el mensaje asegurado en sus dientes. El agua en el foso está contaminada con productos químicos fuertes que atacan el formato del mensaje y la tinta utilizada para escribir el mensaje; El resultado es que hay una probabilidad finita de que el mensaje se dañará durante el proceso de entrega física, y necesitamos un método para detectar (no corregir) los errores en el mensaje inducido por el daño al mensaje durante el proceso de entrega.
- Trataremos con esta barrera (¿adivinen qué?) agregando una capa a nuestro modelo como se ilustra abajo.



# Modelos de Referencia

## Ambiente de entrega hostil

- Doug recibe el formato de mensaje de Joe, y él cuenta el número de palabras en el mensaje. Luego escribe ese número en un campo en el formato de mensaje titulado "Word Count" y le pasa el mensaje a Larry. En el otro extremo de esta capa, Vivek recibe el mensaje de Moe, y él cuenta el número de palabras en el mensaje. Entonces él compara su conteo de palabras con el número escrito en el campo "Word Count". Si los números están de acuerdo, él pasa el formato de mensaje a Jim. Si no, él descarta el mensaje.



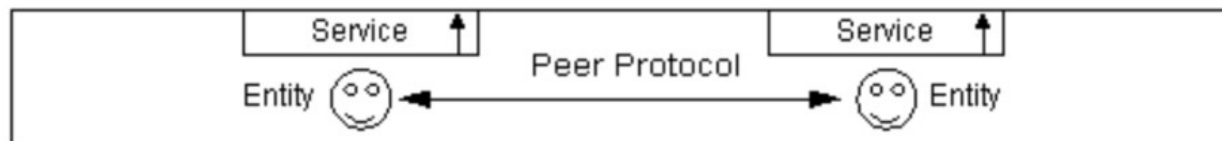
# Modelos de Referencia

## Resumen

- ▶ Ahora hemos terminado con nuestro diseño hipotético de "Red de valor agregado", y al hacerlo transformamos un diseño de sistema extremadamente complejo en una secuencia de cinco bien definidos, pasos manejables.
- ▶ Este ejemplo, te presentó la esencia de un protocolo de comunicación en capas. Ahora comenzaremos la transición del ejemplo hipotético que acabamos de resolver al mundo real de los protocolos reales.

## Componentes del Stack

- ▶ Un protocolo en capas, a veces llamado stack o pila, consiste en abstracciones llamadas capas. Cada capa se compone de tres componentes como se ilustra a continuación:



# Modelos de Referencia

## Entidades

En cada extremo de una capa reside una "entidad" que realiza las funciones de la capa. En el ejemplo de arriba las entidades fueron:

- ▶ Sylvia y Carol
- ▶ Ellen y Valarie
- ▶ Joe y Jim
- ▶ Doug y Vivek
- ▶ Larry y Moe

# Modelos de Referencia

## Protocolos de pares

Las entidades en cada extremo de una capa ejecutan un protocolo entre ellas, denominado protocolo de pares. Los protocolos pares ejecutados en el ejemplo anterior fueron:

- ▶ Formateo
- ▶ Lenguaje común
- ▶ Autenticación
- ▶ Detección de errores
- ▶ Transporte



# Modelos de Referencia

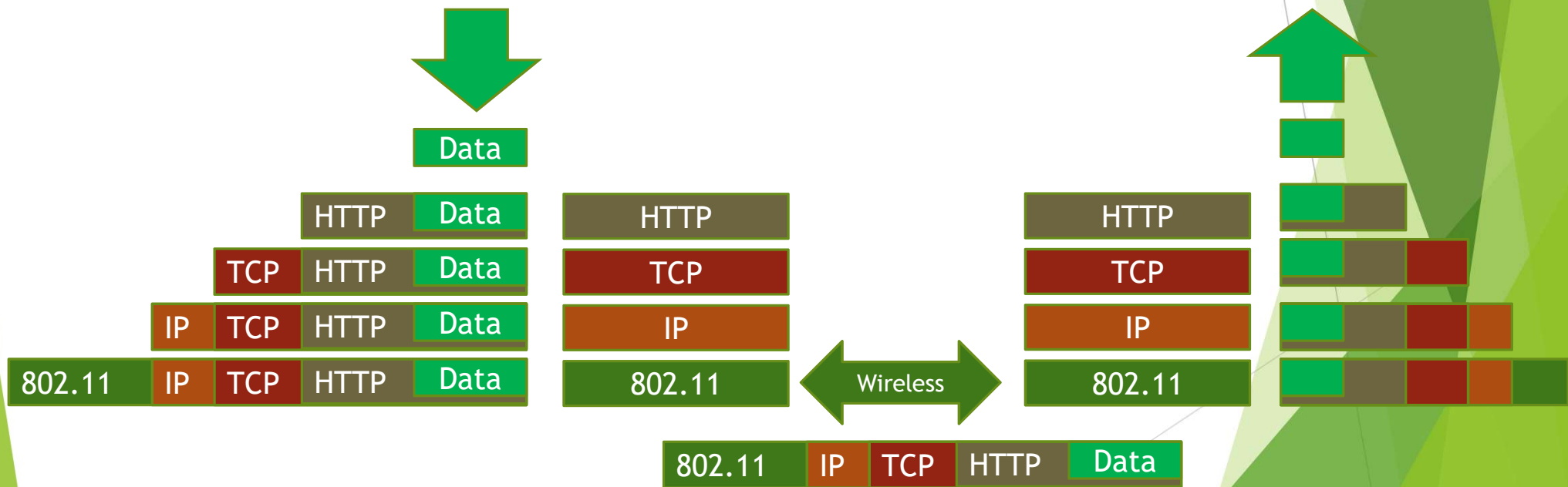
## Servicios

Cada entidad en cada capa proporciona un servicio a la entidad en la capa superior. Los servicios proporcionados en el ejemplo anterior fueron:

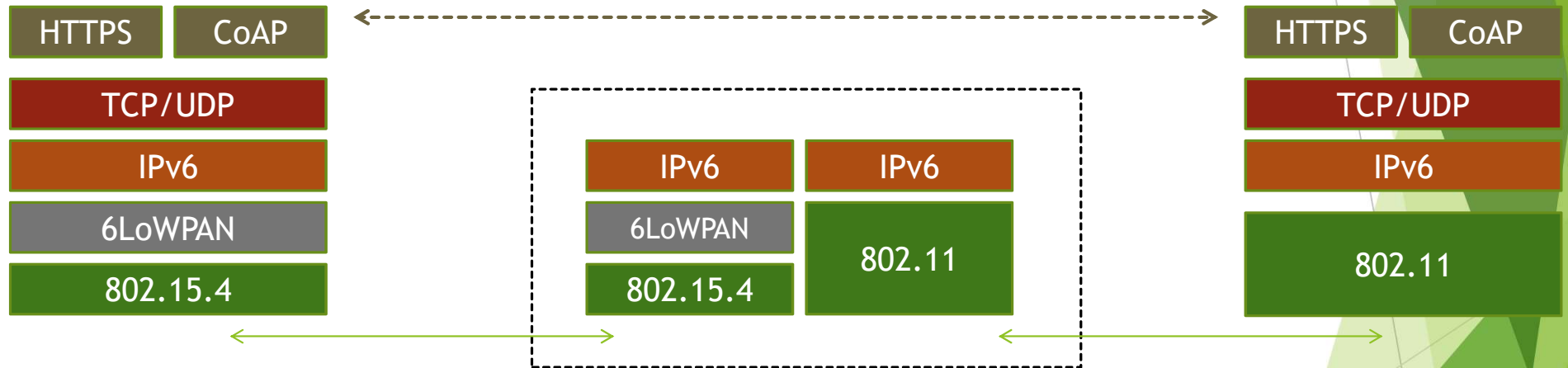
- ▶ Transcripción
- ▶ Traducción
- ▶ Anotación de contraseña
- ▶ Anotación de suma de comprobación
- ▶ Entrega
- ▶ Verificación de suma de verificación
- ▶ Verificación de contraseña
- ▶ Traducción
- ▶ Narración

# Encapsulación

- ▶ Cada capa agrega su propio encabezado (header),
- ▶ Trailers y headers, cifrado y compresión, fragmentación y reensamblaje.



# Ventajas del uso de capas

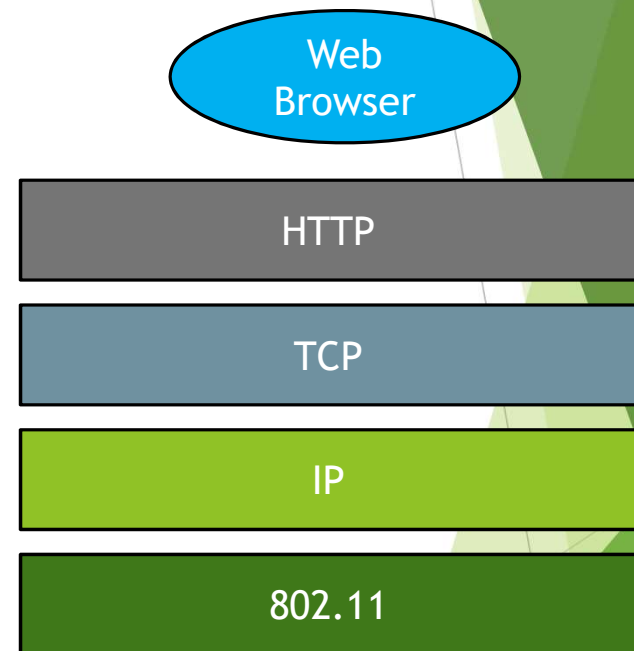


# Desventajas del uso de capas

- ▶ Agrega datos no útiles (overhead)
  - ▶ Esto es irrelevante en paquetes grandes
- ▶ Encapsula/Oculto información
  - ▶ Las capas de arriba (ejemplo: Aplicación) podrían requerir información de las capas inferiores.
  - ▶ Un ejemplo es el RSSI

# Protocolos usados normalmente

- ▶ TCP, IP, 802.11 (Wi-Fi), Bluetooth, ZigBee, Ethernet, HTTP, FTP, etc.
- ▶ Ejemplo de un “Protocol stack “:



# Modelo OSI

- Funciona como modelo de referencia para el diseño, implementación o de resolución de problemas en un protocolo de comunicación

7	Application	– Provides functions needed by users
6	Presentation	– Converts different representations
5	Session	– Manages task dialogs
4	Transport	– Provides end-to-end delivery
3	Network	– Sends packets over multiple links
2	Data link	– Sends frames of information
1	Physical	– Sends bits as signals

# Capa Física

- ▶ La capa física es la capa más baja del modelo OSI.
- ▶ Controla la forma en que los datos se envían y reciben en un medio físico.
- ▶ Se compone de los componentes eléctricos, ópticos y físicos de la red.
- ▶ Codifica los datos para poder hacer un mejor uso del medio. La codificación de datos determina:
  - ▶ Qué patrón de señal representa un 0 binario y un 1 binario.
  - ▶ Cómo la estación receptora reconoce cuando comienza un bit codificado.
  - ▶ Cómo la estación receptora delimita un mensaje.

# Capa de Enlace de datos

- ▶ La capa de enlace de datos proporciona una transferencia de paquetes de datos sin errores desde un dispositivo a otro sobre la capa física. Las capas superiores pueden asumir virtualmente transmisiones sin errores a través de la red.
- ▶ La capa de enlace de datos proporciona las siguientes funciones:
  - ▶ Establecimiento y terminación de enlaces lógicos (conexión de circuito virtual) entre dos computadoras identificadas por sus direcciones únicas de adaptador de red.
  - ▶ Control del flujo de mensajes instruyendo a la computadora transmisora para que no transmita en algún momento.
  - ▶ Transmisión y recepción secuencial de mensajes.
  - ▶ Transmisión y escucha de confirmaciones de mensajes, también detectar y recuperarse de errores que ocurren en la capa física mediante la retransmisión de mensajes no confirmados así como el manejo de mensajes duplicados.
  - ▶ Gestión del acceso a los medios para determinar cuándo se le permite al dispositivo usar el medio físico.
  - ▶ Delimitación de paquetes para crear y reconocer sus límites.
  - ▶ Comprobación de errores en mensajes para confirmar la integridad del paquete recibido.
  - ▶ Inspección de la dirección de destino de cada paquete recibido y determinación de si el mensaje debe dirigirse a la capa superior.



# Capa de Red

- ▶ La capa de red controla el funcionamiento de la subred. Determina qué camino físico deben tomar los datos basándose en las condiciones de la red, la prioridad del servicio y otros factores.
- ▶ La capa de red proporciona las siguientes funciones:
  - ▶ Transferencia de tramas a un enrutador, si la dirección de red del destino no es parte de la red a la que está conectada la computadora.
  - ▶ Control de tráfico de la red
  - ▶ Resolución de la dirección lógica de la computadora (en la capa de red) con la dirección física del adaptador de red (en la capa de enlace de datos), si es necesario.
  - ▶ La capa de red elimina la necesidad de que capas superiores sepan algo sobre la transmisión de datos o sobre las tecnologías de conmutación intermedia utilizadas para conectar sistemas.

# Capa de Transporte

- ▶ La capa de transporte garantiza que los mensajes se entreguen en el orden en el que se enviaron y que no haya pérdida ni duplicación.
- ▶ Las funciones de la capa de transporte incluyen lo siguiente:
  - ▶ Aceptar mensajes de la capa superior y, si es necesario, dividirlos en segmentos.
  - ▶ Proporcionar entrega de mensajes confiable y de extremo a extremo con acknowledgments.
  - ▶ Instruye a la computadora transmisora para que no transmita cuando no hay búferes de recepción disponibles.
- ▶ A diferencia de las capas inferiores que tienen protocolos relacionados con la conexión a nodos o computadoras inmediatamente adyacentes, la capa de transporte y las capas superiores son verdaderas capas de origen a destino, también conocidas como capas de extremo a extremo. Estas capas superiores no se preocupan por los detalles de la instalación de comunicaciones subyacente.

# Capa de Sesión

- ▶ La capa de sesión establece una sesión de comunicación entre procesos se ejecutan en diferentes computadoras.
- ▶ Un ejemplo es cuando se establece una sesión de bootloading entre un tester y una ECU en ambientes automotrices.



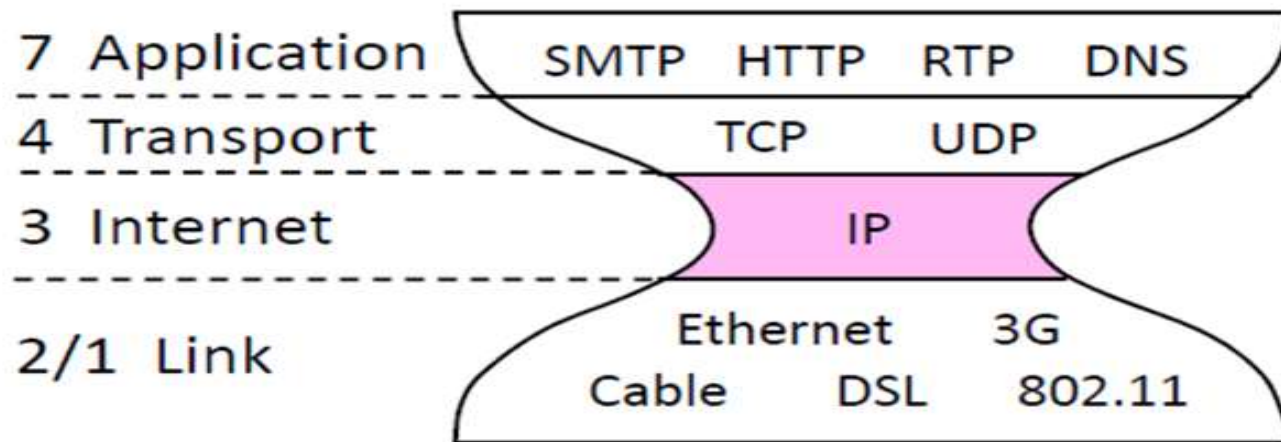
# Capa de Presentación

- ▶ La capa de presentación sirve como el traductor de datos para la red. Esta capa en la computadora emisora traduce los datos enviados por la capa de la aplicación en un formato común. En la computadora receptora, la capa de presentación traduce el formato común a un formato conocido para la capa de aplicación.
- ▶ La capa de presentación proporciona las siguientes funciones:
  - ▶ Traducción de caracteres y códigos, como ASCII a EBCDIC.
  - ▶ Conversión de datos, como inversión de orden de bits, CR a CR / LF y entero a punto flotante.
  - ▶ Compresión de datos, que reduce la cantidad de bits que se deben transmitir.
  - ▶ Cifrado y descifrado de datos, que asegura la transmisión de datos a través de una red potencialmente insegura. Un uso del cifrado es para la transmisión de una contraseña a una computadora receptora.

# Capa de Aplicación

- ▶ Es la capa que proporciona la interfaz entre las aplicaciones que utilizamos para comunicarnos y la red subyacente en la cual se transmiten los mensajes. Los protocolos de capa de aplicación se utilizan para intercambiar los datos entre los programas que se ejecutan en los dispositivos de origen y destino.
- ▶ Los protocolos de capa de aplicación están diseñados para resolver una aplicación en particular.
- ▶ Algunos ejemplos son:
  - ▶ FTP
  - ▶ HTTP
  - ▶ ZCL
  - ▶ MQTT
  - ▶ POP

# Modelo TCP/IP



# Estándares y Alianzas

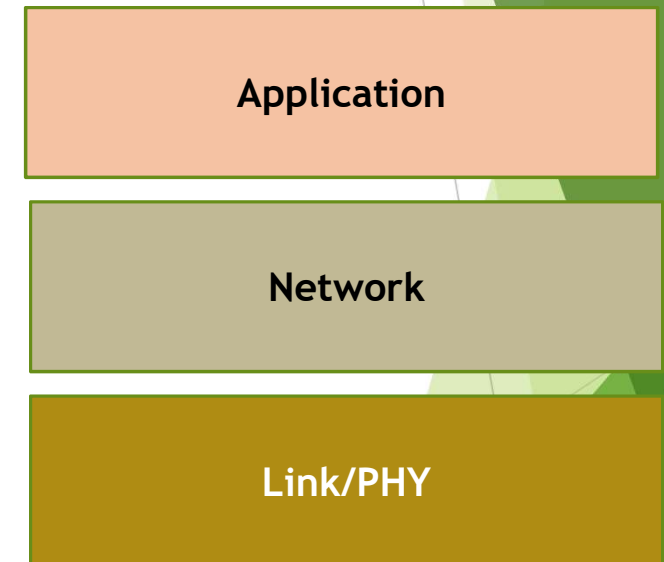
## ► Interoperabilidad!!!

- IEEE
- ZigBee Alliance
- Bluetooth SIG
- IPSO alliance
- IETF
- Thread group
- ...

Body	Area	Examples
ITU	Telecom	G.992, <u>ADSL</u> H.264, <u>MPEG4</u>
IEEE	Communications	<u>802.3</u> , Ethernet 802.11, WiFi
IETF	Internet	RFC 2616, HTTP/1.1 RFC 1034/1035, <u>DNS</u>
W3C	Web	HTML5 standard CSS standard

# Diseño de referencia común en Ambientes Embebidos

- ▶ Los protocolos de comunicación usados en sistemas embebidos no siempre implementan las 7 capas del modelo OSI. Las capas mas comunes a usar son:
- ▶ - Capa Física (PHY)
- ▶ - Capa de Red (NWK)
- ▶ - Capa de Aplicación (APP)





# Protocols & Layering using Wireshark protocol analyzer

## ► Objectives:

- Sniff Wi-Fi packets to identify the protocols and layers from the internet stack.
- Install and get used to Wireshark protocol analyzer