Módulo 06
Seguridad en Redes (Pt. 3)

Redes de Computadoras
Depto de Cs. e Ing. de la Comp.
Universidad Nacional del Sur

Copyright

Contenidos

- Introducción a la seguridad en redes
- Principios de la criptografía
- Autenticación
- Integridad
- Distribución de claves y de certificados
- Seguridad multinivel

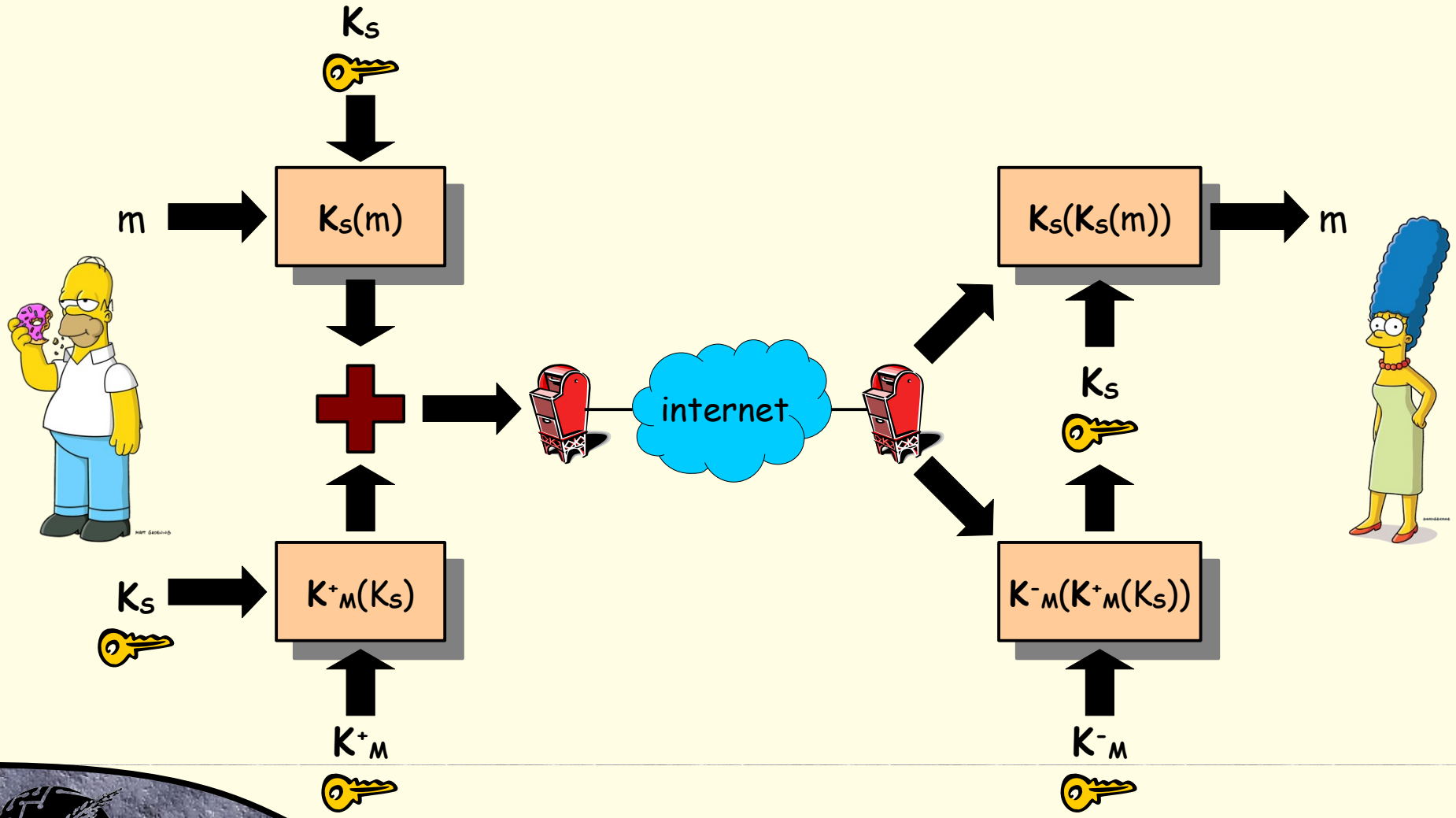
Mails seguros

- Las técnicas criptográficas repasadas permiten el intercambio seguro de correos electrónicos
  - El emisor seguro genera una clave simétrica privada K_S al azar
  - Posteriormente, encripta el cuerpo m del mail con K_S (naturalmente, por razones de eficiencia)
  - A su vez, encripta K_S con la clave pública K^+_R del receptor seguro
  - Finalmente, el emisor envía tanto $K_S(m)$ como $K^+_R(K_S)$ al receptor

Mails seguros

- Continúa:
  - El receptor seguro recibe $K_S(m)$ como $K^+_R(K_S)$
  - Usando su clave privada K^-_R desencripta la clave simétrica K_S creada al azar por el emisor seguro
  - Una vez recuperada la clave simétrica, desencripta el cuerpo del mail, accediendo a su contenido m

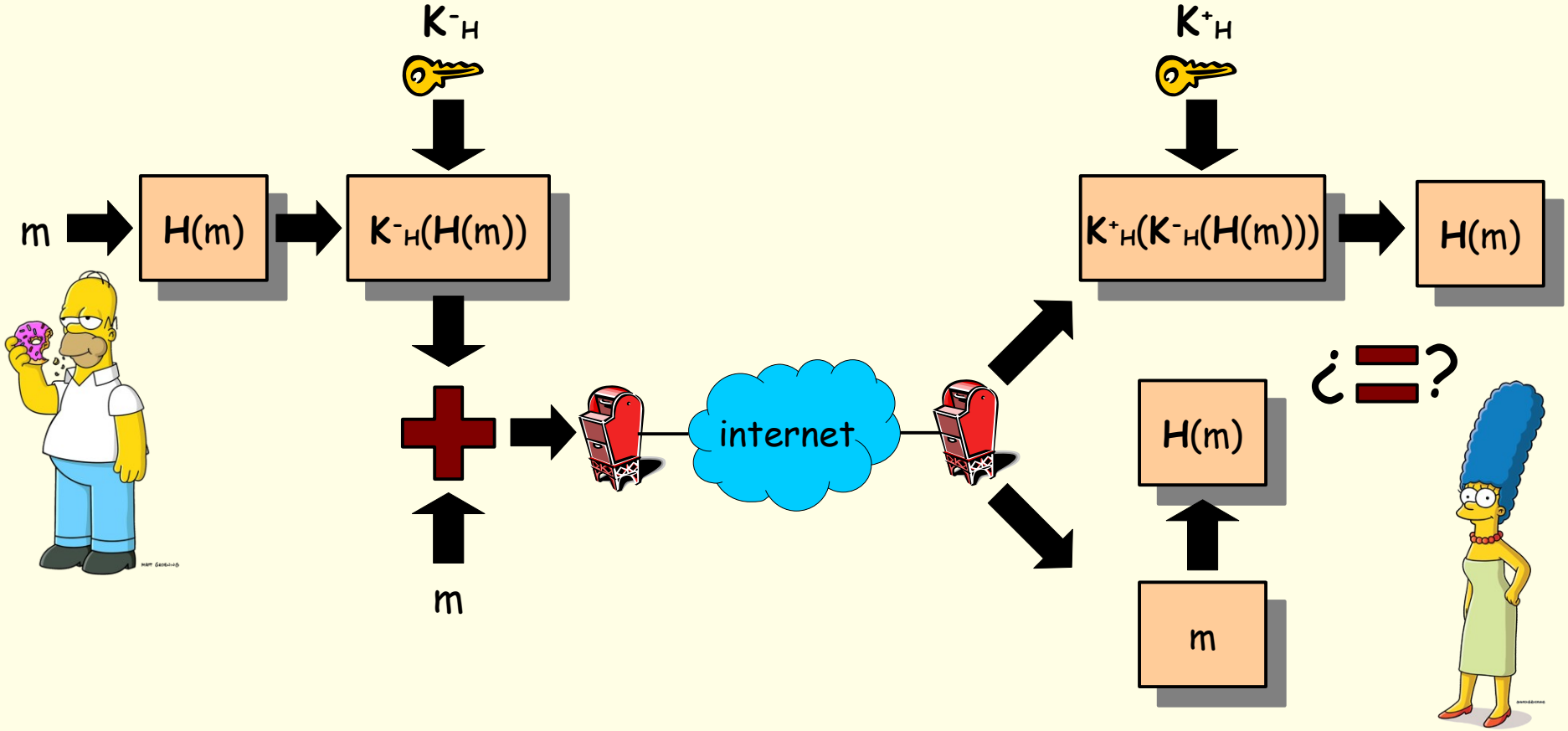
Mails seguros



Mails autenticados

- El mecanismo de firma digital antes introducido se puede adaptar para posibilitar el intercambio autenticado de correos electrónicos
  - El emisor autenticado simplemente firma digitalmente el cuerpo de todo mensaje enviado
  - Al igual que antes, se adjunta la firma digital (huella digital encriptada) al mensaje original (es decir, sin encriptar)
  - De esta forma se logra autenticar el autor y se asegura la integridad del contenido del mensaje

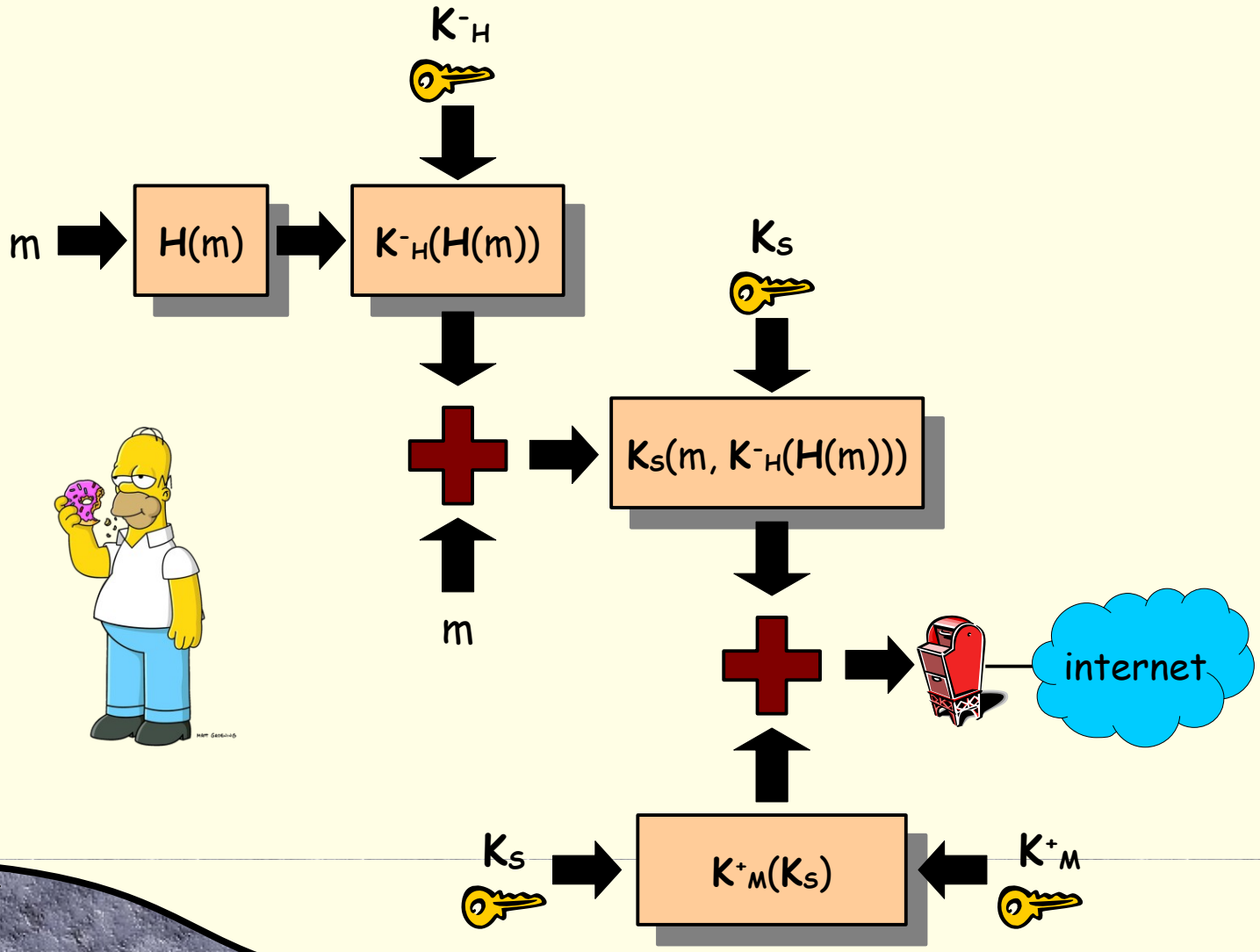
Mails autenticados



Mails seguros autenticados

- Ambas técnicas pueden ser combinadas con relativa facilidad, haciendo uso de tres claves:
  - La clave privada del emisor, para firmar digitalmente el mensaje encriptado
  - Una clave simétrica generada al azar para encriptar el cuerpo del mensaje
  - La clave pública del receptor, para encriptar la clave simétrica

Mails seguros autenticados



OpenPGP

- El estándar abierto OpenPGP reportado en la **RFC 4880** implementa el intercambio seguro y autenticado de correos electrónicos
  - Hace uso de criptografía de clave simétrica, de criptografía de clave publica, una función de hash para calcular digestos y firma digital de la forma antes indicada
  - Permite asegurar la identidad del emisor y tanto la confidencialidad como la integridad del mensaje

Pretty Good Privacy

```
Date: Mon, 28 Jun 2010 01:47:41 -0300
From: "Alejandro G. Stankevicius" <ags@cs.uns.edu.ar>
MIME-Version: 1.0
To: "Alejandro G. Stankevicius" <ags@cs.uns.edu.ar>
Subject: Prueba de mensaje autenticado.
Content-Type: text/plain; charset=ISO-8859-1
Content-Transfer-Encoding: 7bit

-----BEGIN PGP SIGNED MESSAGE-----
Hash: SHA1

Probando... 1, 2, 3.

- --
Saludos,
Alejandro.

-----BEGIN PGP SIGNATURE-----
Version: GnuPG v2.0.15 (GNU/Linux)
Comment: Using GnuPG with Mozilla - http://enigmail.mozdev.org/

iEYEARECAAYFAkwoKWwACgkQ54MJ5e1PszZonwCfV0+8E0t9qHvwn9r8SGaIHg6o
fkEAn3xqjfTD04s9doQtiJjxzol6J5Pa
=4ni4
-----END PGP SIGNATURE-----
```

Pretty Good Privacy

```
Date: Mon, 28 Jun 2010 01:48:32 -0300
From: "Alejandro G. Stankevicius" <ags@cs.uns.edu.ar>
MIME-Version: 1.0
To: "Alejandro G. Stankevicius" <ags@cs.uns.edu.ar>
Subject: Prueba de mensaje autenticado y seguro.
Content-Type: text/plain; charset=ISO-8859-1
Content-Transfer-Encoding: 8bit

-----BEGIN PGP MESSAGE-----
Charset: ISO-8859-1
Version: GnuPG v2.0.15 (GNU/Linux)
Comment: Using GnuPG with Mozilla - http://enigmail.mozdev.org/

hQIOA8pZrSqBeLjFEAf9Fs4q7t17Z1BctloitpNxX11boPryWQkAaN9LmxRW9xkd
pju/KcWquBny9F2uuqVgd4WfEE14Zp11A0aUOfi1/GKEcjiN2KJIx5lcvpQ6zxYO
Q3rKDT/XlZH5WuqZbho9O9UreRMSOQxCejv5rjMBIckH8R9vrhn+O3u8UaHxSzVR
VcI2LDq0SoS++7dBXtpmncxsKfKlny3YpEbme9fjBzQAdIHKAfGM0AXMCqyZQ7iR
A2frSpkOelNlBJslZu4xD0Du9VTDu9oal/CHZId3nxHsj60yC0mSwJRgTK2MZa+R
s9HUxhrWy3PG7ye+UhfrOGtKaxwe3iKE60yG1vawiwf9FahNhVhXcBOrYr1pMSU3
s7S13sRo7LxVqRS6s98YSr/Zxs/tenXwQDptenR+udoDaJ9izhLBg3b/GLhjIsKq
i4gX/pFL/mRZL5Tzu1WsCV417vXuOq3D4iJakMHlj5wnR5A4FxksTcJ+qkCd6zgc
n76kPnZTa0YNCQflFUb3jLsUQH6x3DGKkNpStvquBK/2VfwbphqrauZbEcENlrsO
0zV16PkAGaqIB1zGBmvDYC/WapgsetQbAPUYBGtUrPQEDHrKp0tpyp29uRtUp/wj
KcV90ZIKOxUbEnhGojHVGMlHN3Y5BC5agKBXUBwRlqQ6oMsUW4vwHjbqRfDNByf3
ENLAAgHnfFw47Fm321s9fvZZ+LXOcnKdItCc2TtlFQE5/qqwDQUgSvNhuFsPwLtS
AX9HVnO20iq7NL5YlG+TTCFsLbjX2670a5El0ElvQBib8719aE12Of8K/fkEhyX+
sJa5C7dg+zw8Tgw1sUrRC7juvUq5/7XAEagJK/VsclpMUMSXYOGcLN2pdBJ9KZM8
d/6nMmtk7R5Zl5xW/hC1AJNESH/ajGMJvsEdUr6bwuz10AlbqM8S3CnMsU7ymMDa
AJBLNo/e
=v1Io
-----END PGP MESSAGE-----
```

Secure Socket Layer

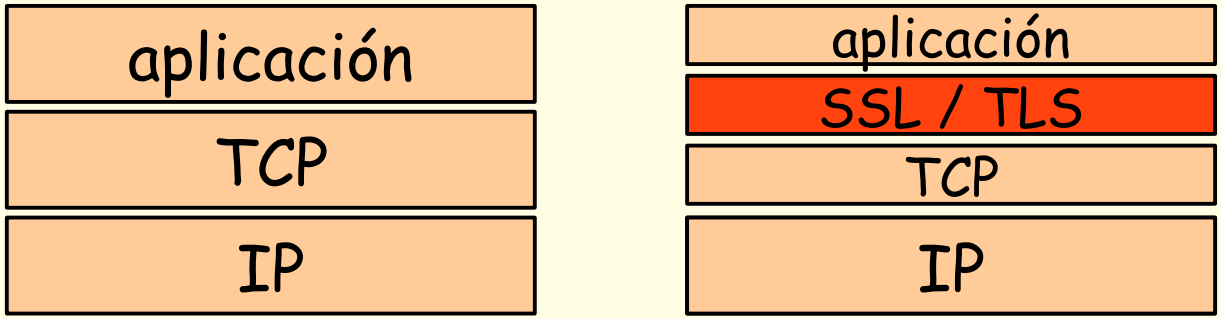
- Secure Socket Layer (**SSL**) es una solución que extiende a los sockets para brindar:
  - Confidencialidad
  - Integridad
  - Autenticación
- ¡Miles de millones de dólares por año cambian de mano usando esta tecnología!
  - El famoso “candadito cerrado” de los navegadores quizás sea el ejemplo más conocido de su uso

Secure Socket Layer

- Objetivos al momento de su concepción:
  - Facilitar las transacciones comerciales en línea
  - Brindar encriptado de información sensitiva (especialmente el número de la tarjeta de crédito)
  - Posibilitar la autenticación del servidor web y, en caso de requerirse, también la del cliente
  - Minimizar el incordio al negociar con un nuevo comerciante

Secure Socket Layer

- Inicialmente se trató de un estándar cerrado, implementado en el navegador Netscape
- En la actualidad se trata de un estándar abierto publicado en el **RFC 2246**
  - **SSL** brinda una **API** accesible desde cualquier lenguaje de programación



aplicación convencional

aplicación usando SSL

SSL y TLS

- Autenticación de servidores en **SSL**:
  - Todo navegador seguro viene dotado de las claves públicas de un conjunto de **CA**s en los que se confía
  - El navegador solicita al servidor su certificación, la cual debe haber sido emitida por un **CA** confiable
  - Luego, haciendo uso de la clave pública del **CA** recupera la clave pública del servidor del certificado
  - El menú de seguridad del navegador permite indagar el conjunto de **CA**s considerados confiables

SSL y TLS

- Encriptado de datos en **SSL**:
  - El navegador genera una clave simétrica al azar que será usada sólo durante la interacción, la encripta con la clave pública del servidor y la envía al servidor
  - El servidor haciendo uso de su clave privada puede desencriptar la clave simétrica provista por el cliente
  - En este punto, tanto cliente como servidor tienen acceso a la clave compartida
  - Todo información intercambiada usando el socket **TCP** será encriptada usando esa clave

SSL y TLS

- Autenticación de clientes en **SSL**:
  - La autenticación de clientes en **SSL** se lleva adelante poniendo a disposición del servidor su certificado
- **SSL** evolucionó en el nuevo estándar **TLS**:
  - La nueva versión constituye un estándar abierto de internet, cuya última especificación (la versión **1.3**) está disponible en el **RFC 8446**
  - Los servicios provistos por **SSL** y **TLS** también pueden ser utilizados en otras aplicaciones (por caso, **IMAP**)

IPsec

- Internet Protocol Security (**IPsec**) introduce un conjunto de protocolos para proveer seguridad y autenticación en capa de red
- Encriptado a nivel de capa de red:
  - El emisor encripta los datos contenidos en los datagramas **IP**
  - Estos datos pueden ser segmentos **TCP** o **UDP**, mensajes **ICMP** o **SNMP**, etc.
- Autenticación a nivel de capa de red:
  - El receptor puede autenticar la dirección **IP** de origen

Seguridad en capa de red

- Familia de protocolos **IPsec**:
  - Un protocolo para autenticar los datagramas llamado Authentication Header (**AH**), el cual provee integridad y autenticidad del emisor, pero no confidencialidad
  - Otro protocolo para encriptar el contenido de los datagramas llamado Encapsulating Security Payload (**ESP**), el cual provee confidencialidad, integridad y autenticidad del emisor

Seguridad en capa de red

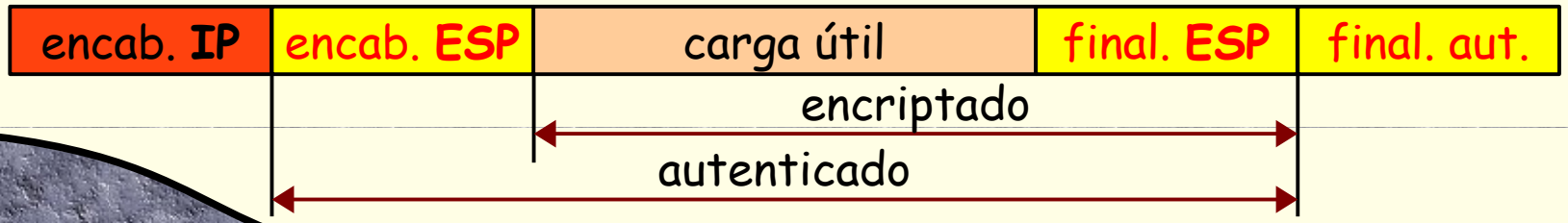
- Para hacer uso de tanto **AH** como **ESP** emisor y receptor deben llevar adelante un proceso de inicialización
  - Este proceso crea un canal lógico a nivel de capa de red denominado Security Association (**SA**)
  - El **SA** establece un canal unidireccional
  - Cada **SA** se caracteriza a través de la combinación del protocolo de seguridad que se esté usando, la dirección **IP** de origen y un identificador de conexión de 32 bits

Protocolo AH

- El encabezado del protocolo **AH** se inserta entre el encabezado **IP** y la carga útil del datagrama
  - Los routers en el núcleo de la red procesan el datagrama de la manera usual
- El encabezado incluye información acerca de:
  - El identificador de conexión
  - Los datos de la autenticación, esto es, el digesto del datagrama original firmado digitalmente
  - El campo próximo encabezado denota el tipo de carga útil (**TCP**, **UDP**, **ICMP**, etc.)

Protocolo ESP

- El protocolo **ESP** incorpora un encabezado y un finalizador y un segundo finalizador que provee la autenticación
  - Tanto la carga útil como el finalizador **ESP** están encriptados
  - El campo próximo encabezado se encuentra encriptado dentro del finalizador **ESP**
  - La autenticación en **ESP** se maneja de manera análoga a **AH**



Seguridad en IEEE 802.11

- La naturaleza absolutamente broadcast de los enlaces inalámbricos los hace candidatos a ser atacados por escucha de paquetes
  - Por caso, basta tomar un celular con wifi y salir a dar un paseo para encontrar una multitud de redes inalámbricas desprotegidas
  - Esta actividad se la conoce como war driving (si el paseo lo hacemos en un vehículo)
  - Las redes desprotegidas exponen la privacidad y los datos personales de los usuarios de la misma

Wired Equivalent Privacy

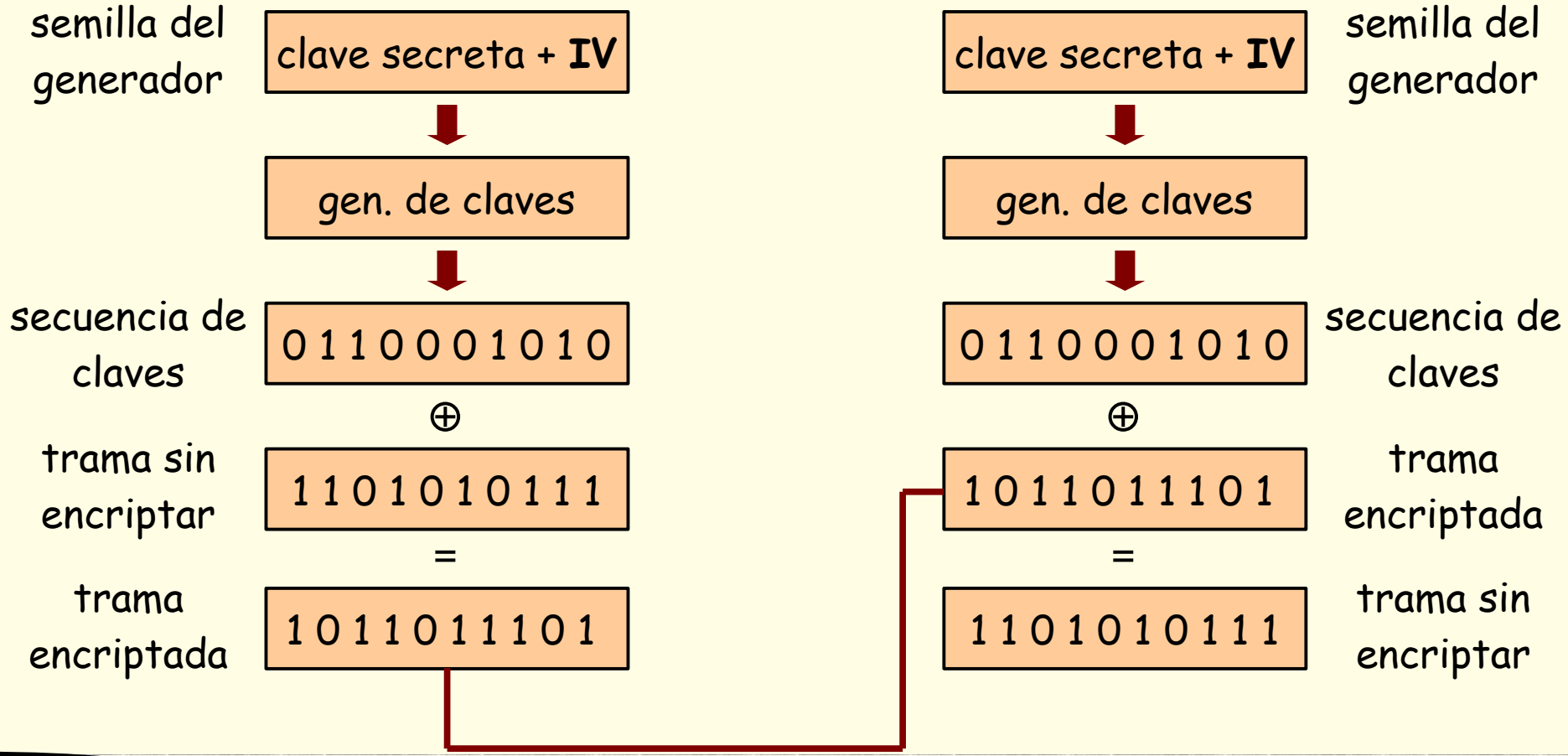
- La primer propuesta para contrarrestar este tipo de ataque la provee el protocolo Wired Equivalent Protocol (**WEP**)
  - **WEP** provee autenticación y encriptado de datos
- Autenticación **WEP**:
  - El nodo inalámbrico solicita autenticarse con el **AP**
  - El **AP** envia un nonce de 128 bits
  - El nodo encripta el nonce usando una clave simétrica
  - El **AP** al desencriptar el nonce confirma la identidad

Wired Equivalent Privacy

- Encriptado de datos en **WEP**:
  - El nodo inalámbrico comparte con el **AP** una clave simétrica de 40 bits
  - El nodo agrega a la clave un vector de inicialización (**IV**) de 24 bits para obtener una clave de 64 bits
  - La clave de 64 bits es utilizada para generar un flujo de claves K_i^{IV}
  - Las claves K_i^{IV} se usan para encriptar los bytes d_i de las tramas de la siguiente forma:

$$c_i = d_i \oplus K_i^{IV}$$

Wired Equivalent Privacy



Vulnerabilidad en WEP

- **WEP** presenta una seria vulnerabilidad:
  - Como se consume un **IV** por trama y el campo **IV** tiene sólo 24 bits, eventualmente se reusarán **IV**s
  - El **IV** se transmite sin encriptar, por lo que la reutilización del **IV** puede ser detectada
- Considerando lo simple y rápido que se puede quebrar el protocolo **WEP**, en la actualidad se lo considera obsoleto
  - El nuevo protocolo **WPA** provee un nivel adecuado de autenticación y seguridad a nivel hogareño

¿Preguntas?