Capítulo 8
Seguridad en Redes:
Integridad de Mensajes e e-mail seguro

Basado en:
Computer Networking: A Top Down Approach,
Jim Kurose, Keith Ross.

Capítulo 8 contenidos

8.1 ¿Qué es la seguridad en la red?

8.2 Principios de criptografía

8.3 Integridad de mensajes

8.4 Dando seguridad a e-mail

8.5 Conexiones TCP seguras: SSL

8.6 Seguridad en capa de Red: IPsec

8.7 Seguridad en redes locales inalámbricas

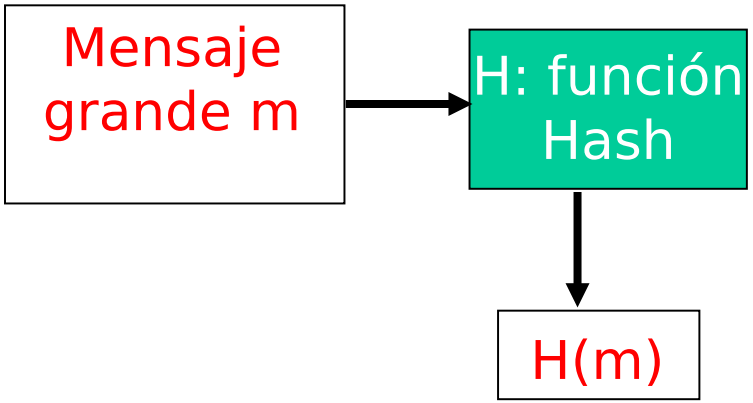
8.8 Cortafuegos y Sistemas de detección de intrusión (IDS)

Integridad de Mensajes

- Permite al Tx y Rx verificar que los mensajes son auténticos.
  - El contenido no ha sido alterado
  - La fuente del mensaje es quién o qué el Rx piensa que es.
  - El mensaje no ha sido reproducido (no es un duplicado de uno previo).
  - La secuencia de mensajes es mantenida
- Consideremos primero el concepto de resumen de un mensaje (message digest).

Resumen de un mensaje (Message Digests)

- Una función H( ) toma como entrada un mensaje de largo arbitrario y genera un string de largo fijo: "firma del mensaje"
- Notar que H( ) es una función muchos es a 1; en otras palabra, hay más secuencias de entrada que de salida.
- H( ) es conocida como "función hash"
- Ejemplo: Códigos de redundancia cíclica (CRC)



- Propiedades deseables:
  - Fácil de calcular
  - Irreversible: No se pueda determinar m a partir de H(m)
  - Resistencia a colisiones: que sea difícil generar m y m' tal que H(m) = H(m')
  - Salida de apariencia aleatoria

Resumen de un mensaje (Message Digests)

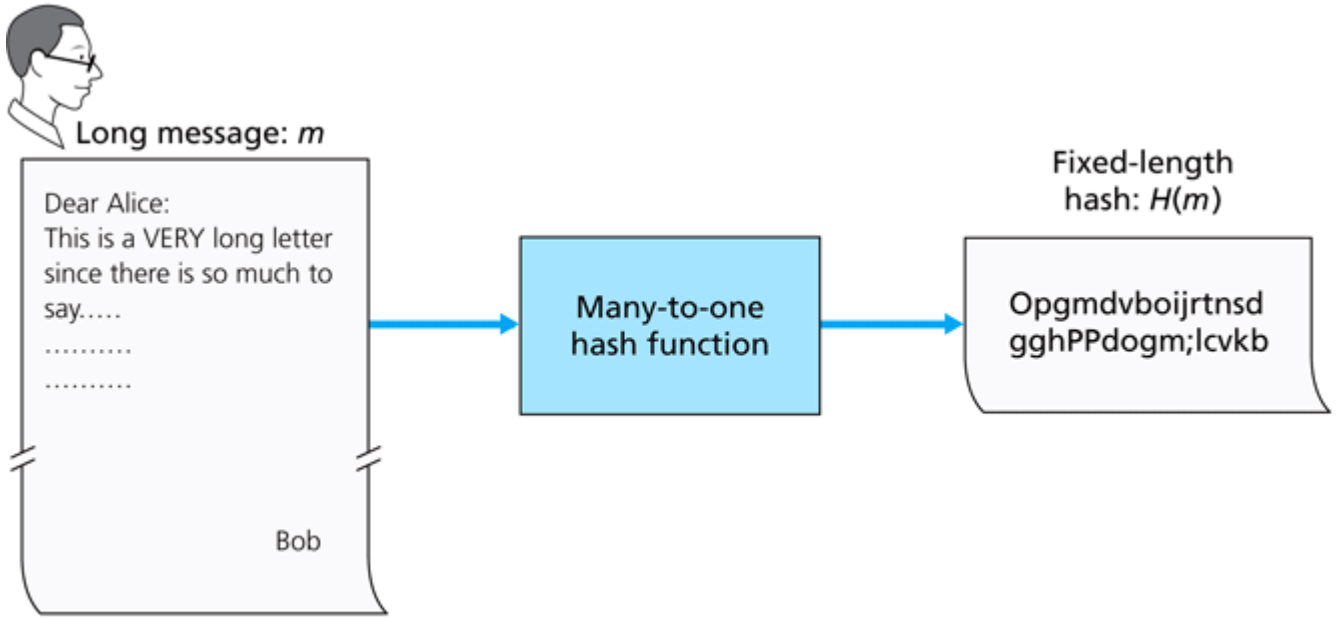


Figure 8.7 ♦ Hash functions

La suma de chequeo en Internet es un resumen pobre del mensaje

- La suma de chequeo de Internet tiene algunas propiedades de función hash:
  - Produce resumen de largo fijo (suma de 16-bit)
  - Es del tipo muchos es a uno
- **Pero** dado un mensaje con un valor hash, es fácil encontrar otro con el mismo valor.
- Ejemplo: suma de chequeo simplificada: suma grupos de 4-byte a la vez:

mensaje	Formato ASCII
I O U 1	49 4F 55 31
0 0 . 9	30 30 2E 39
9 B O B	39 42 4F 42
	B2 C1 D2 AC

mensaje	Formato ASCII
I O U 9	49 4F 55 39
0 0 . 1	30 30 2E 31
9 B O B	39 42 4F 42
	B2 C1 D2 AC

Mensajes diferentes

Pero suma de chequeo idéntica!

Algoritmos de Función Hash

- MD5 es una función hash usada ampliamente (RFC 1321)
  - Genera un resumen del mensaje de 128-bit en un proceso de 4 pasos.
- SHA-1 también es usado.
  - Es un estándar en US
  - Genera un resumen del mensaje de 160-bit

Código de Autenticación de Mensaje (MAC)

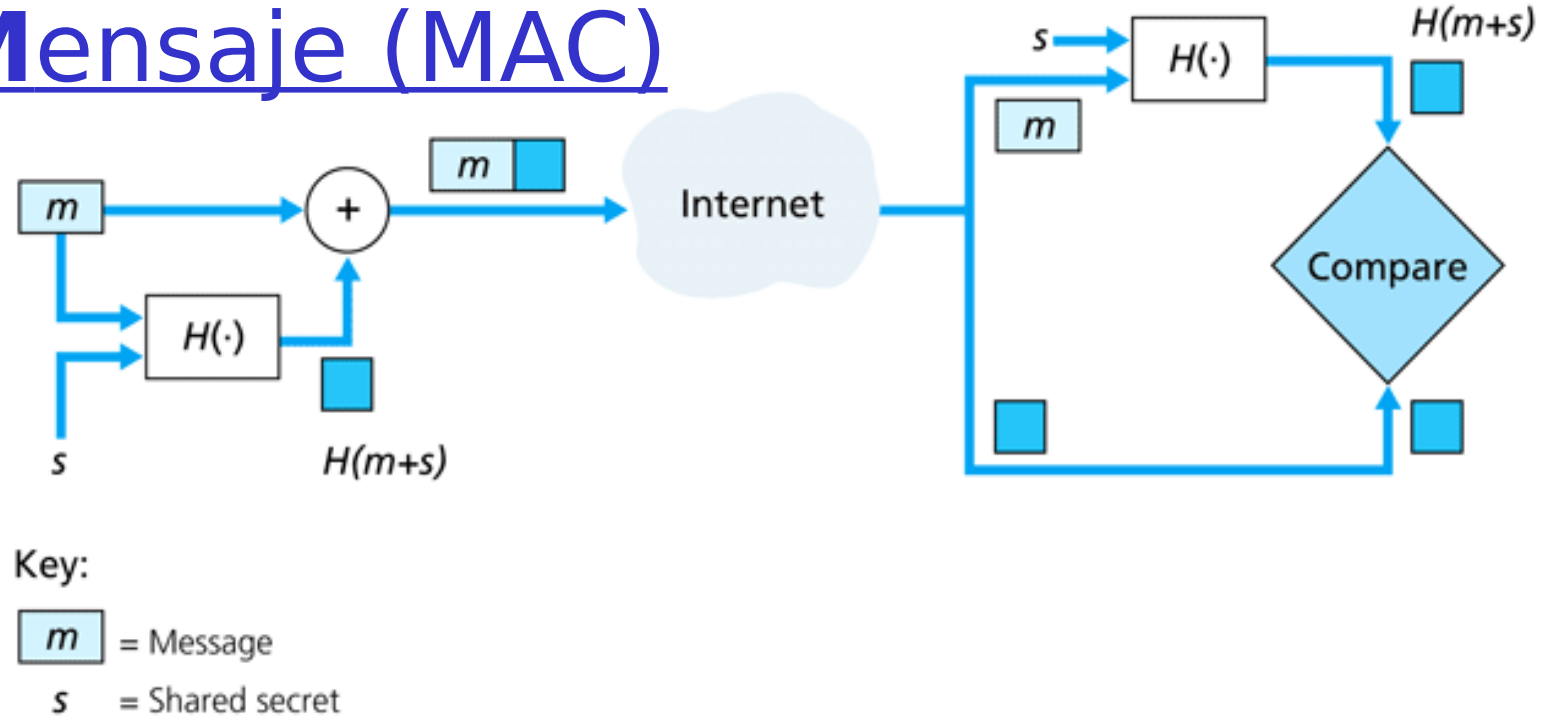


Figure 8.9 ♦ Message authentication code (MAC)

- ***Autentica al Tx. (porque el Tx tiene la misma s)***
- ***Verifica la integridad del mensaje***
- No encripta !
- Notación: $MD_m = H(s+m)$; enviamos $m+MD_m$ Aquí + es concatenación.

Ejemplo: OSPF

- Recordar que OSPF es un protocolo intra-SA (tipo Disjktra)
- Cada router crea un mapa del Sistema Autónomo entero y corre el algoritmo de ruta más corta sobre el mapa.
- Los routers reciben los avisos de estado de enlace desde otros routers en el SA.

Ataques:

- Inserción de mensajes
- Borrado de mensajes
- Modificación de mensajes

- ¿Cómo sabemos si un aviso OSPF es auténtico?

Autenticación en OSPF

- Dentro del sistema autónomo, router envían mensajes OSPF a otros.
- OSPF provee alternativas de autenticación:
  - No autenticar
  - Uso de hash
- Uso de hash con MD5
  - Campo de 64-bit de autenticación incluye 32 bits de número de secuencia.
  - MD5 es corrido sobre la concatenación del paquete OSPF y la clave compartida.
  - Luego el hash MD5 es agregado al paquete OSPF; el cual es encapsulado en un datagrama IP.

Firmas Digitales

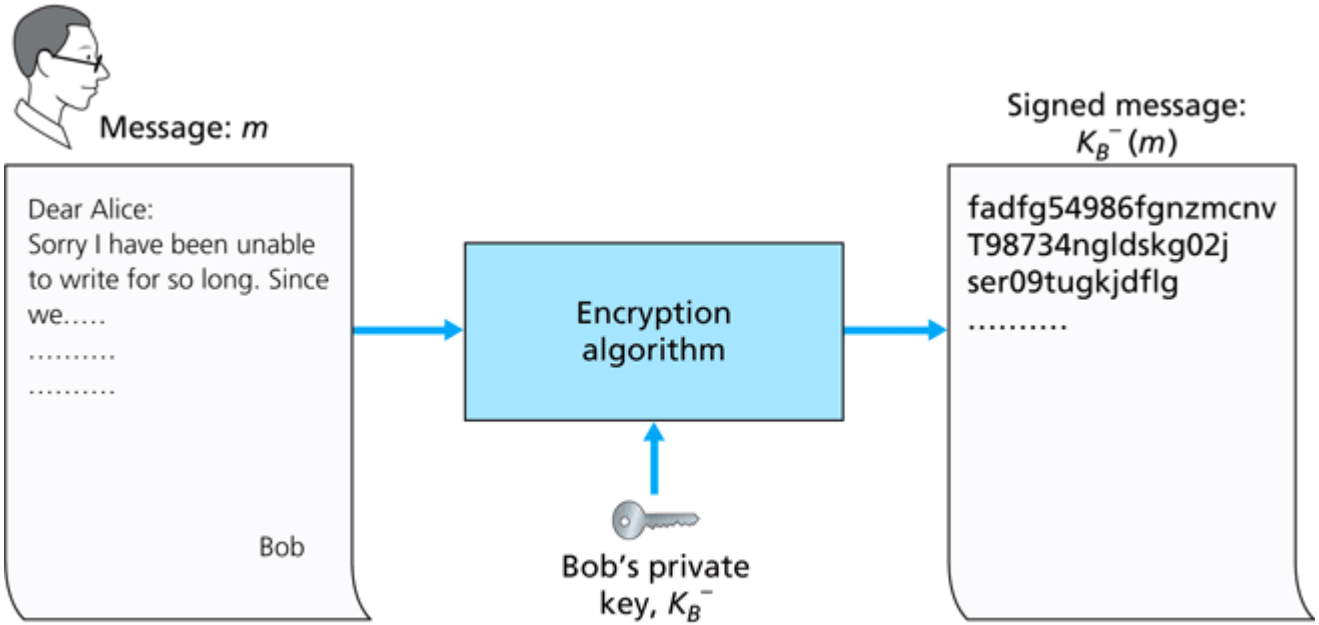
Técnica criptográfica análoga a las firmas a mano

- Rx (Bob) digitalmente firma un documento, establece así que él es su dueño/creador.
- Objetivo es similar a Message Authentication Code, **excepto que ahora se usa el método de encriptación de clave pública**
- verificable, no-repudiable: receptor (Alice) puede probar que Bob, y nadie más, debió haber firmado el documento.

Firma Digital:Motivación

Firma digital simple para mensaje m:

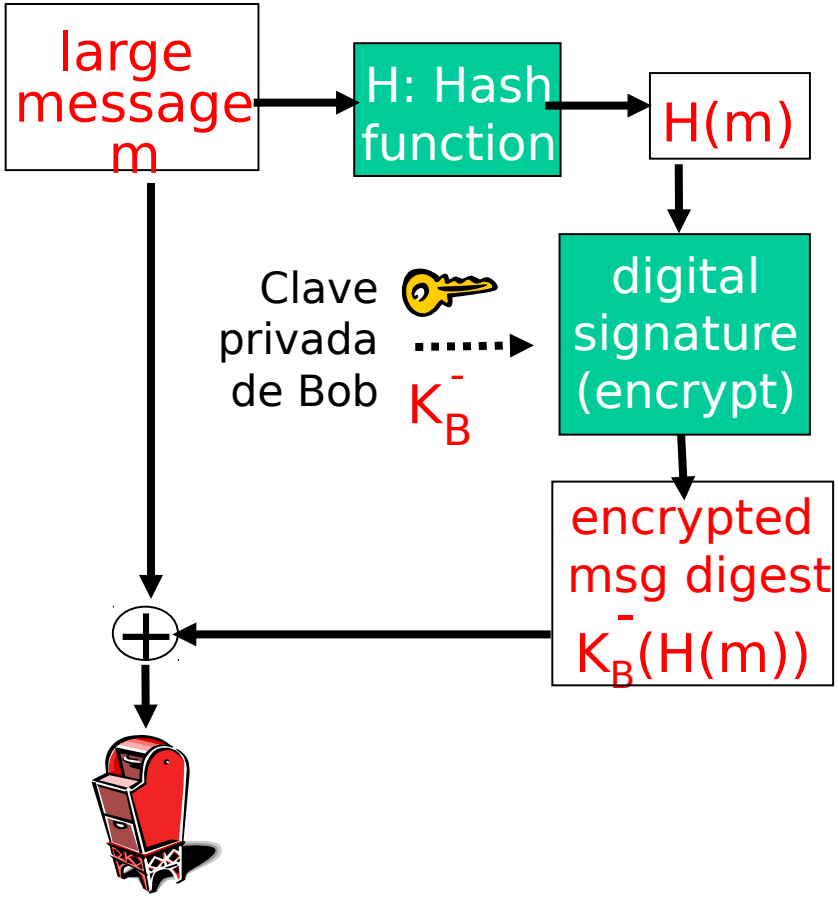
- Bob firma m encriptándolo con su clave privada K^-_B, se crea un mensaje firmado, $K^-_B(m)$



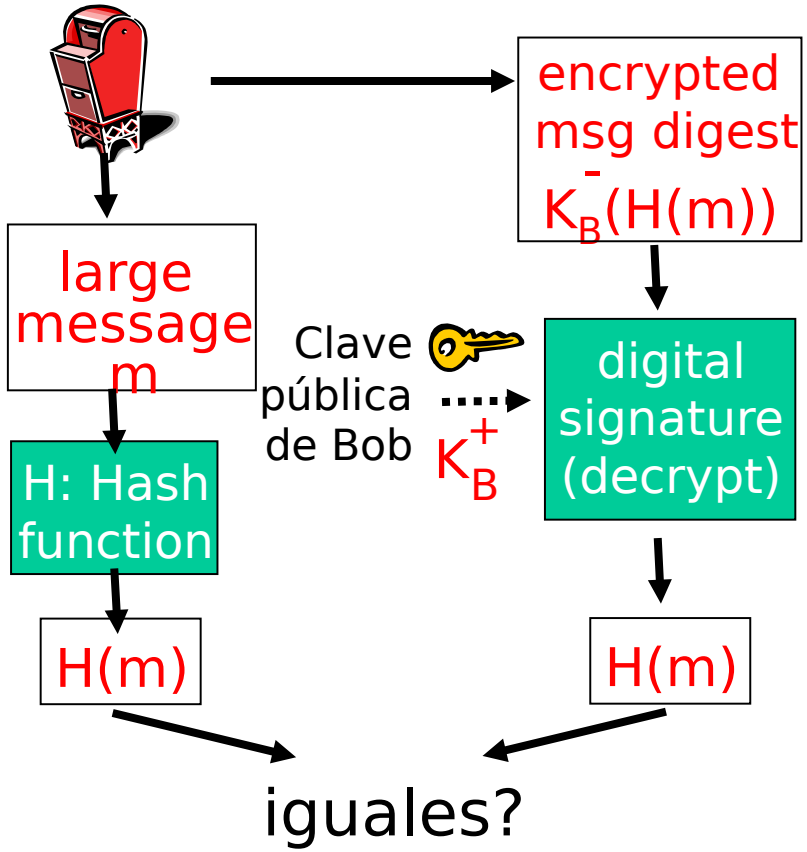
Problema: Cifrar y descifrar el mensaje completo es computacionalmente caro.

Firma digital = firmar sólo el resumen del mensaje

Envío de un mensaje firmado:



Alicia verifica firma e integridad del mensaje:



Firma Digital (más)

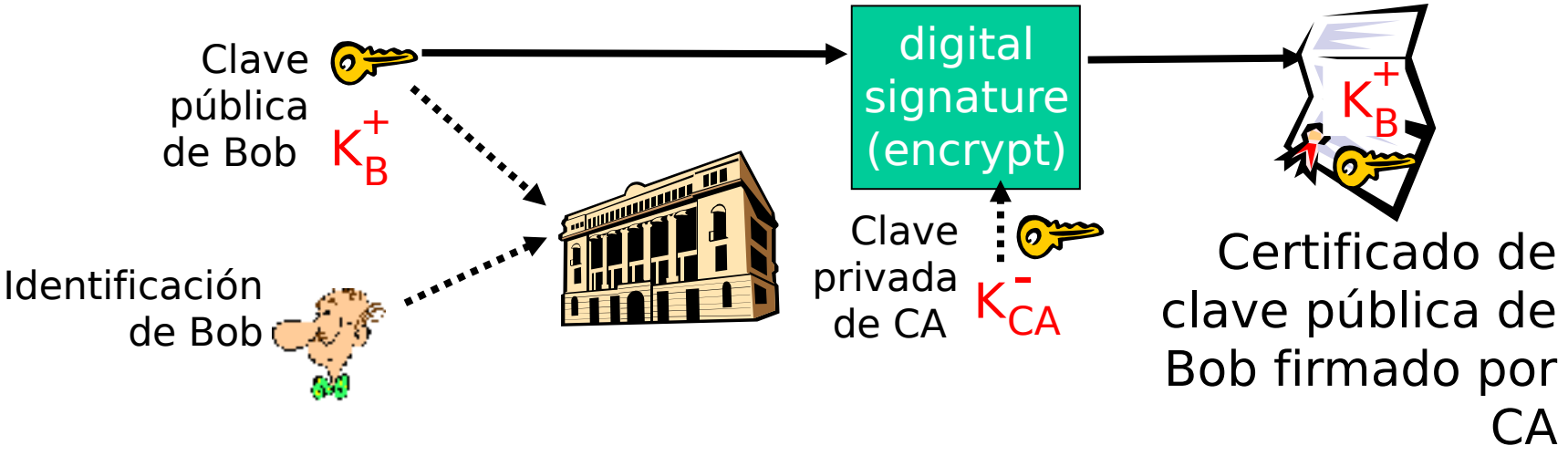
- Supongamos que Alicia recibe mensaje m y su firma digital $K_B^-(H(m))$
- Alicia verifica m aplicando la clave pública de Bob K_B^+ a $K_B^-(H(m))$ así chequea $K_B^+(K_B^-(H(m))) = H(m)$.
- Si $K_B^+(K_B^-(H(m))) = H(m)$, quien sea que firmó m debe haber usado la clave privada de Bob.
  - Así Alicia verifica que:
    - Bob firmó m, nadie más lo hizo.
    - Bob firmó m y no m'.
  - No-repudiación:
    - Alicia puede llevar m y la firma de m, $K_B^-(H(m))$, a un juez y probar que Bob lo firmó.

Certificación de Clave Pública

- Motivación: Un intruso hace una broma a Bob
  - Intruso hace una orden de pizza por mail: *Estimado Negocio: Por favor envíeme 4 pizzas de peperoni. Gracias, Bob.*
  - Intruso firma la orden con su clave privada.
  - Intruso envía al negocio su clave pública, pero dice que es la clave de bob.
  - El negocio verifica la firma y envía las 4 pizzas a Bob.
  - ¿Qué haría usted?

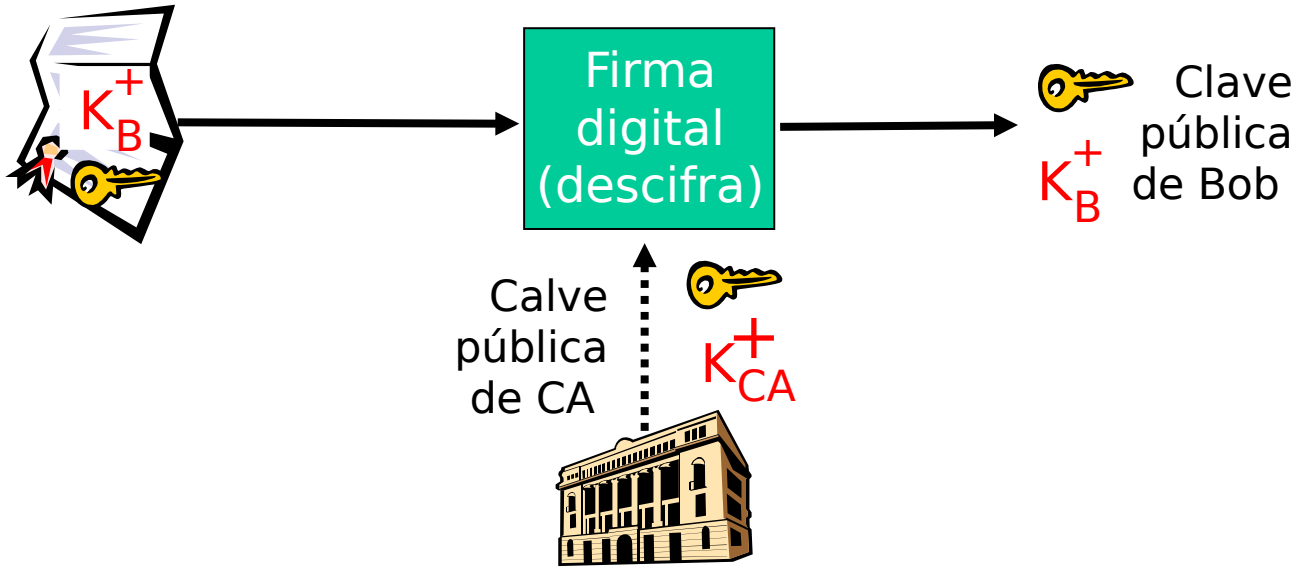
Autoridad Certificadora

- Autoridad Certificadora (CA): Asocia la clave pública con un ente particular, E.
- E (persona, router) registra su clave pública con CA.
  - E provee “prueba de identidad” a CA.
  - CA crea un certificado asociando E a su clave pública.
  - Certificado contiene la clave pública de E firmada digitalmente por CA – CA afirma “esta es la clave pública de E”



Autoridad Certificadora

- Cuando Alicia necesita la clave pública de Bob:
  - Obtiene el certificado de Bob (desde Bob u otro lugar).
  - Aplica la clave pública de CA al certificado de Bob, así verifica la clave pública de Bob.



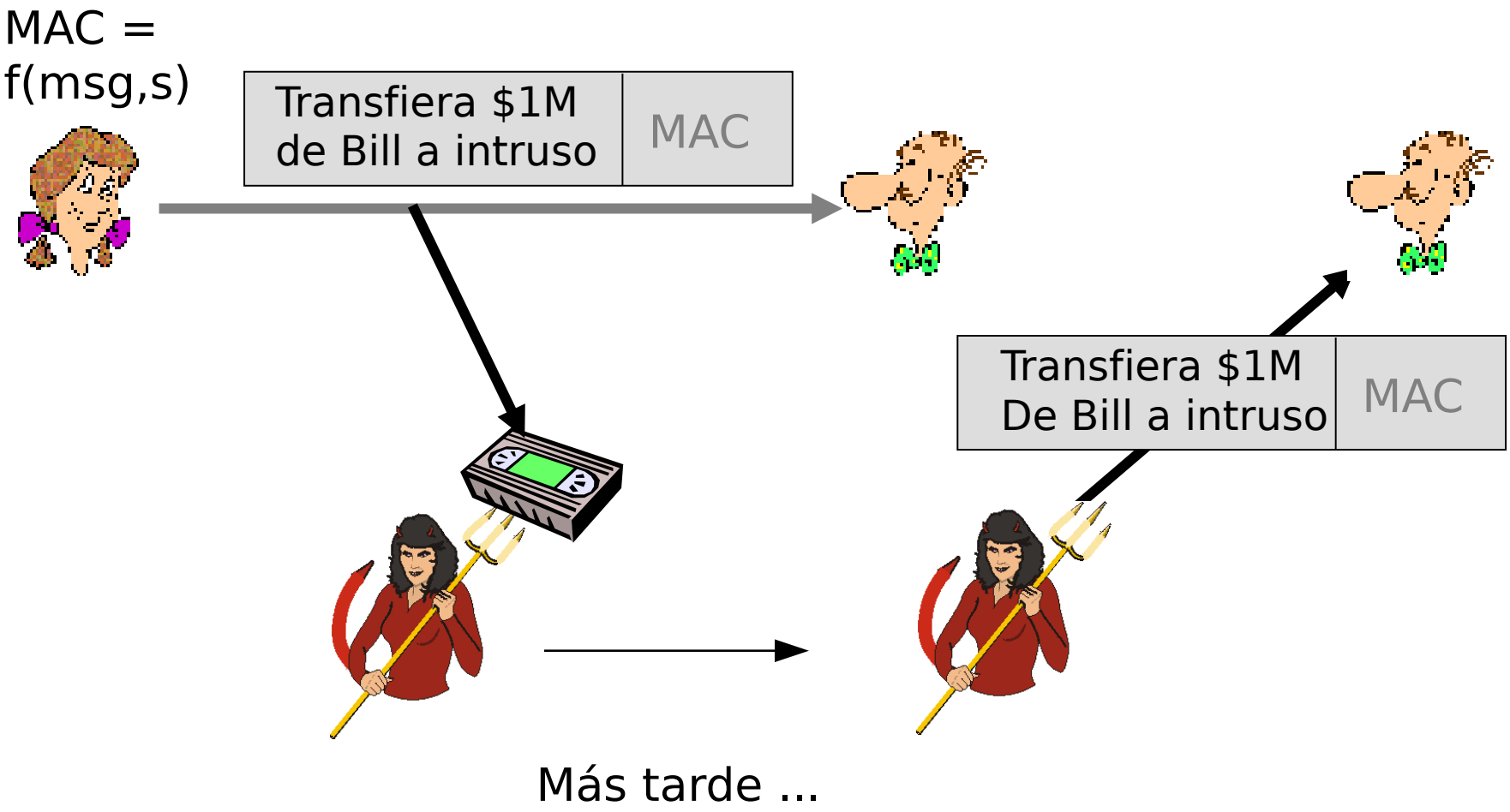
Certificados: resumen

- Estándar primario X.509 (RFC 2459)
- Cada certificado contiene:
  - Nombre de quien lo emite
  - Nombre de la entidad, dirección, nombre de dominio, etc.
  - Clave pública de la Entidad
  - Firma digital (firmado con la clave privada del emisor)
- Public-Key Infrastructure (PKI)
  - Todo lo necesario: software, procedimientos, personas etc. para gestionar certificados digitales
  - A menudo considerada “pesada o excesiva”

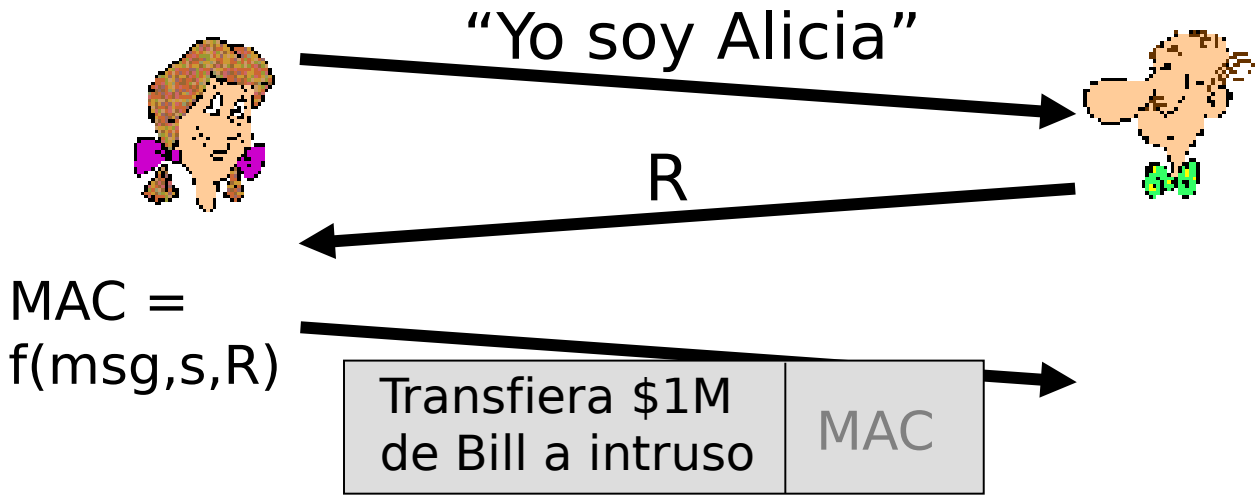
Autenticación del extremo

- Se trata de asegurar quién originó el mensaje.
- Si suponemos que Alicia y Bob tienen una clave secreta compartida, ¿proveerá MAC (Código de autenticación de mensaje) autenticación en extremo?
  - Sabemos que Alicia creó el mensaje.
  - ¿Pero lo habrá enviado ella?

Ataque de reproducción



Derrota a ataques de reproducción: Número único



- Al generar un número único e incluir éste en la respuesta, el mensaje enviado por Alicia no puede ser usado nuevamente a futuro.
- El receptor debe asegurar que su número sea único cada vez.

Capítulo 8 contenidos

8.1 ¿Qué es la seguridad en la red?

8.2 Principios de criptografía

8.3 Integridad de mensajes

8.4 Dando seguridad a e-mail

8.5 Conexiones TCP seguras: SSL

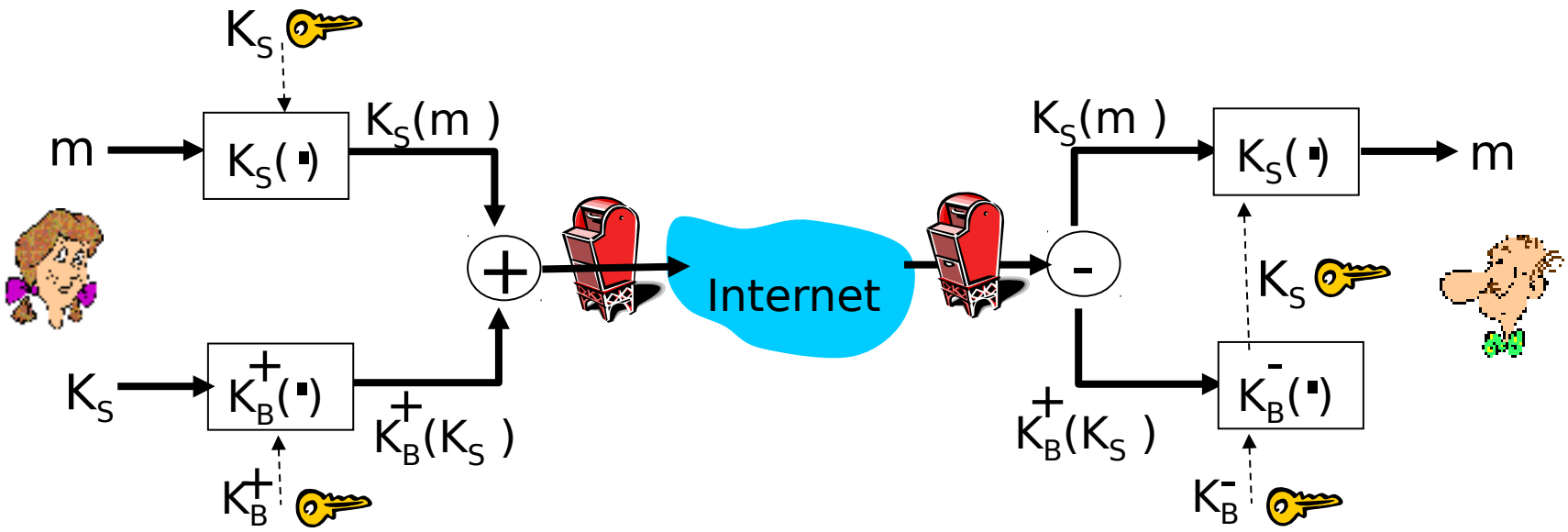
8.6 Seguridad en capa de Red: IPsec

8.7 Seguridad en redes locales inalámbricas

8.8 Cortafuegos y Sistemas de detección de intrusión (IDS)

E-mail seguros

- Alicia desea enviar un email **confidencial**, m, a Bob.

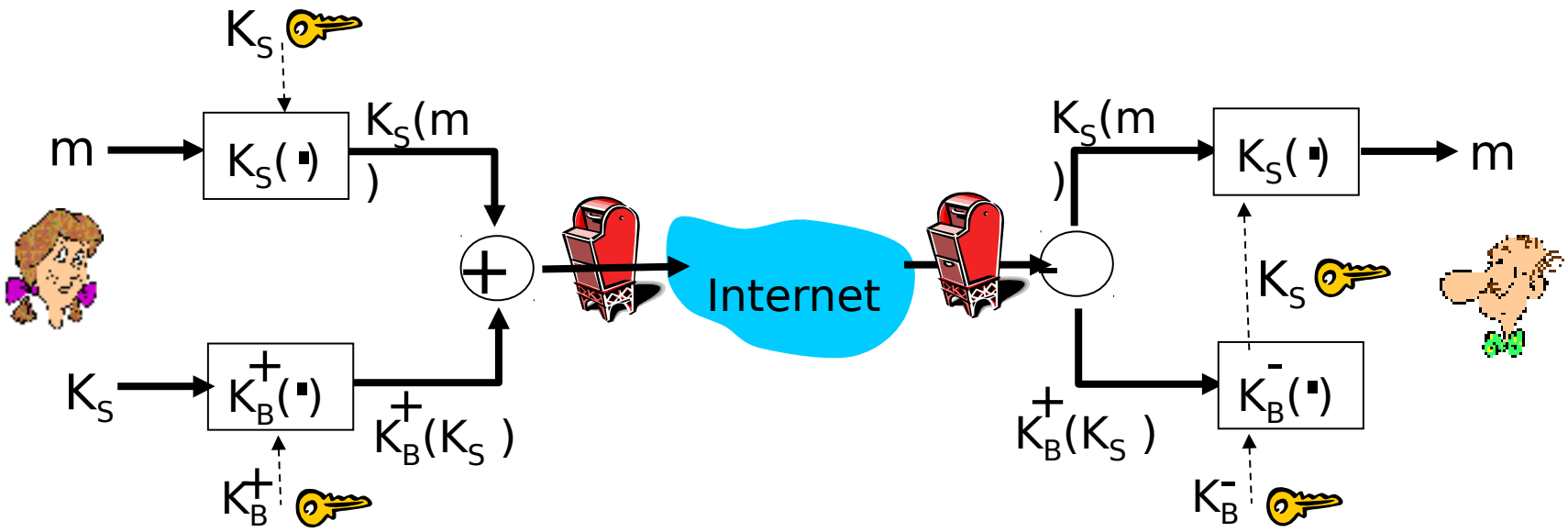


Alicia:

- Genera una clave *simétrica* privada, K_S.
- Cifra mensaje m con K_S (por eficiencia)
- También cifra K_S con clave pública de Bob.
- Envía ambos $K_S(m)$ y $K_B(K_S)$ a Bob.

E-mail seguros (cont.)

- Alicia desea enviar un email **confidencial**, m, a Bob.

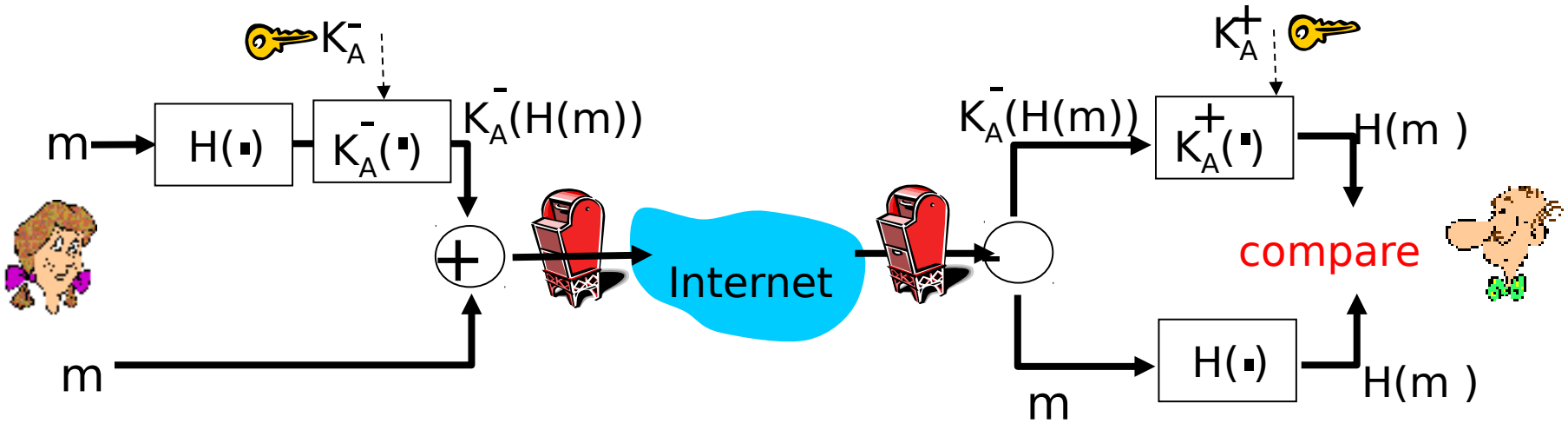


Bob:

- Usa su clave privada para descifrar y recobrar K_S
- usa K_S para descifrar $K_S(m)$ y recuperar m

E-mail seguro (continuación)

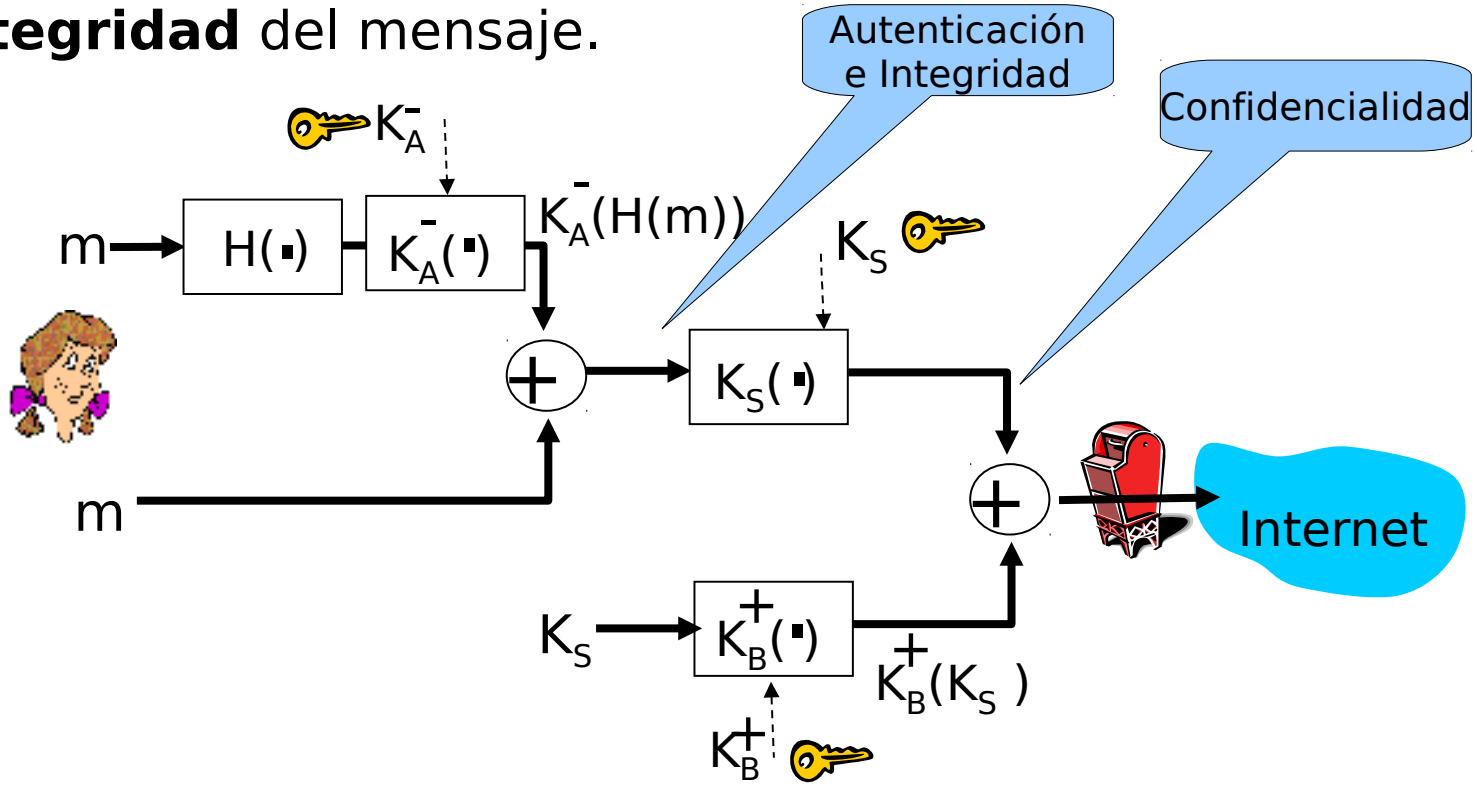
• Alicia desea proveer **autenticación** de la fuente e **integridad** del mensaje.



- Alicia firma digitalmente el mensaje.
- Envía tanto el mensaje (en claro) como su firma digital.

E-mail seguro (continuación)

- Alicia desea proveer **confidencialidad**, **autenticación** de fuente, e **integridad** del mensaje.



Alicia usa tres claves: su clave privada, la clave pública de Bob, una clave asimétrica nueva.

Capítulo 8 contenidos

8.1 ¿Qué es la seguridad en la red?

8.2 Principios de criptografía

8.3 Integridad de mensajes

8.4 Dando seguridad a e-mail

8.5 Conexiones TCP seguras: SSL

8.6 Seguridad en capa de Red: IPsec

8.7 Seguridad en redes locales inalámbricas

8.8 Cortafuegos y Sistemas de detección de intrusión (IDS)