

Trường Đại Học Bách Khoa Tp.HCM  
Hệ Đào Tạo Từ Xa  
Khoa Khoa Học và Kỹ Thuật Máy Tính

---

Mạng máy tính căn bản

# Bài giảng 14: Bảo mật Mạng

---

## **Tham khảo:**

Chương 6: “Computer Networking – A top-down approach”  
Kurose & Ross, 5<sup>th</sup> ed., Addison Wesley, 2010.

# Chương 8: Bảo mật Mạng

---

## Các mục tiêu:

- hiểu rõ các nguyên lý của bảo mật mạng:
  - mật mã học và những ứng dụng của nó cho “sự bí mật”
  - xác thực
  - toàn vẹn thông điệp
- bảo mật trong thực tế:
  - tường lửa và các hệ thống phát hiện xâm nhập
  - bảo mật trong các tầng ứng dụng, truyền tải, mạng, liên kết

# Chương 8 Mục lục

---

- 8.1 **Bảo mật mạng là gì?**
- 8.2 Các nguyên lý của mật mã
- 8.3 Toàn vẹn thông điệp
- 8.4 Bảo vệ email
- 8.5 Bảo vệ kết nối TCP: SSL
- 8.6 Bảo mật hành vi: tường lửa và IDS

# Bảo mật mạng là gì?

**Tính cơ mật:** chỉ có người gửi, người nhận chủ định có thể “hiểu” nội dung thông điệp

- người gửi mã hóa thông điệp
- người nhận giải mã thông điệp

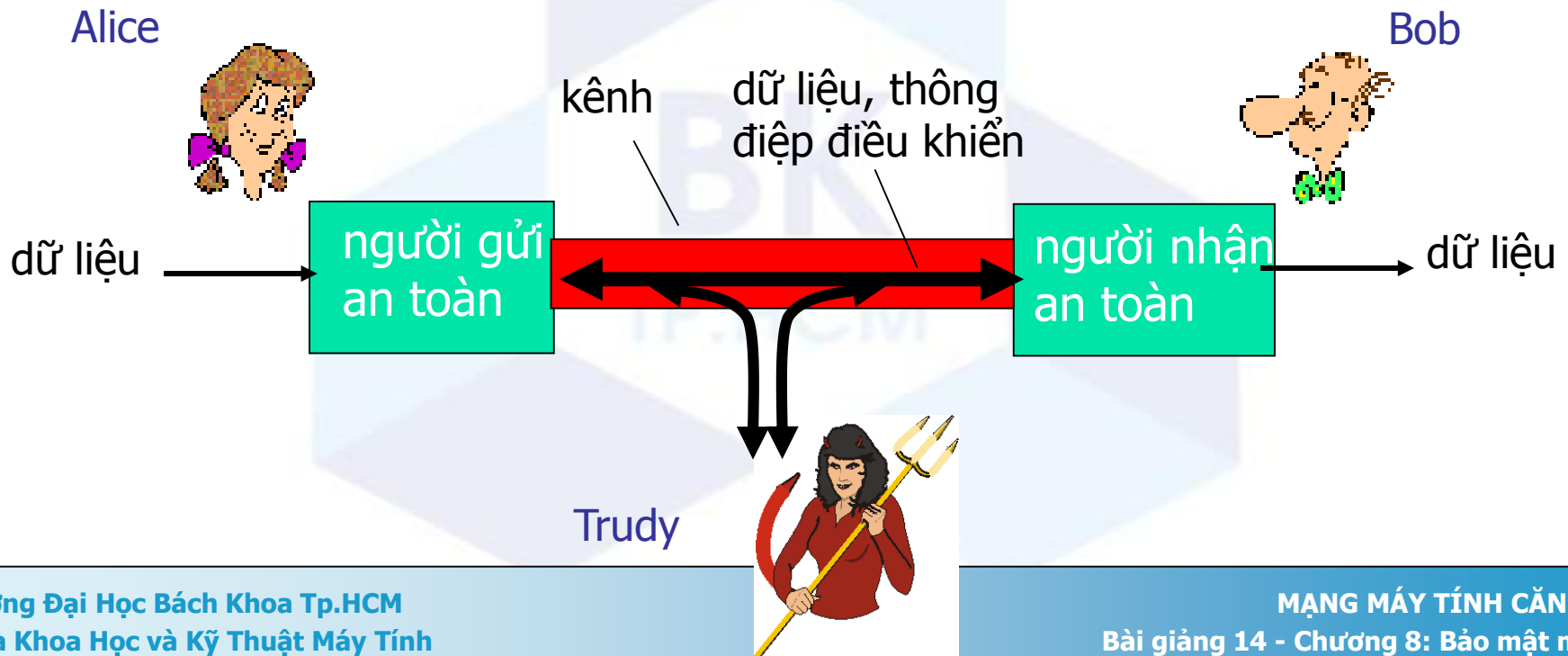
**Xác thực:** người gửi, người nhận muốn xác nhận đúng người mà mình đang nói chuyện

**Toàn vẹn thông điệp:** người gửi, người nhận muốn đảm bảo rằng thông điệp không bị thay đổi (trong quá trình gửi, hoặc sau đó) mà không bị phát hiện

**Khả năng truy cập và tính sẵn sàng:** dịch vụ phải luôn truy cập được và sẵn sàng cho người dùng

# Bạn bè và kẻ xấu: Alice, Bob, Trudy

- rất phổ biến trong thế giới bảo mật mạng
- Bob, Alice (tình nhân!) muốn liên lạc “một cách bí mật”
- Trudy (kẻ phá hoại) có thể chặn, xóa, thêm thông điệp



# Ai có thể là Bob, Alice?

---

Những Bob và Alice ngoài đời thực:

- Trình duyệt/ máy chủ Web cho giao dịch điện tử (vd: mua bán on-line)
- máy chủ/khách thực hiện tác vụ ngân hàng trực tuyến
- máy chủ DNS
- bộ định tuyến trao đổi thông tin cập nhật bảng định tuyến
- những ví dụ khác?

# Luôn có những kẻ xấu trong mạng!

H: Kẻ xấu có thể làm gì?

Đ: Rất nhiều!

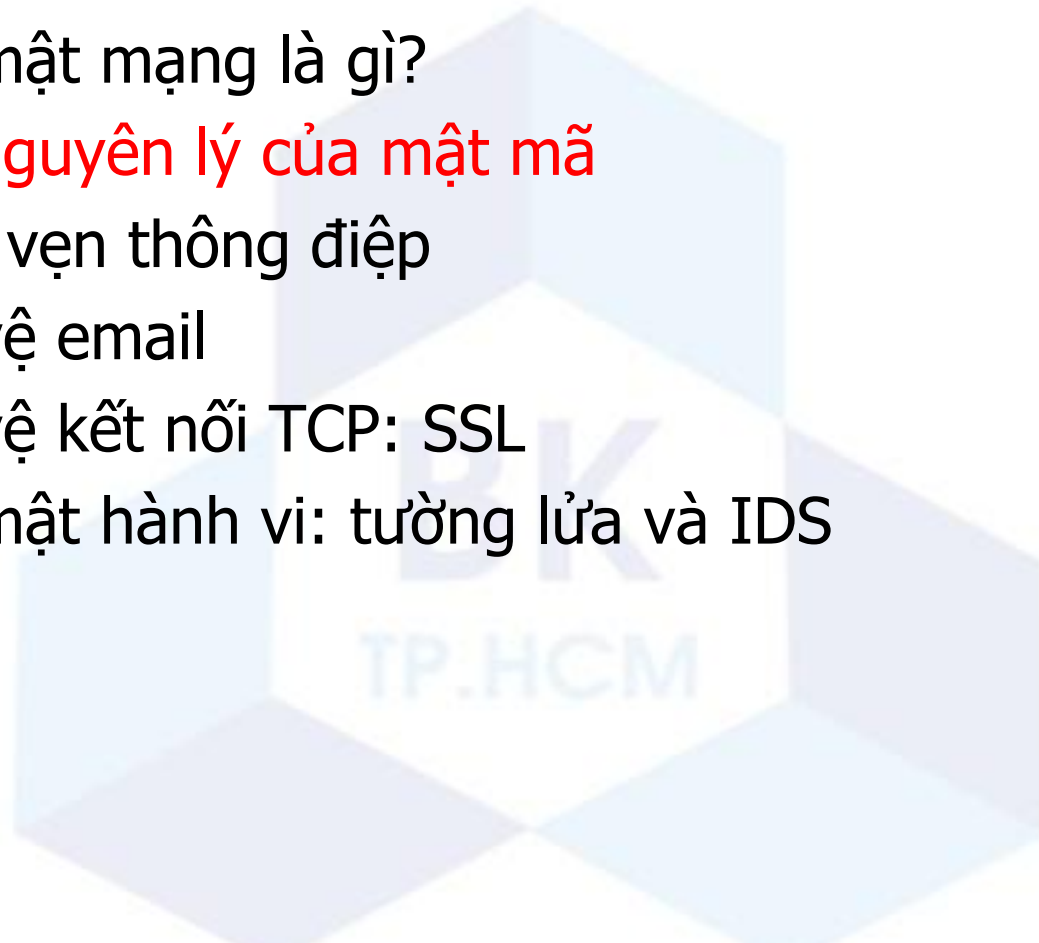
- *nghe lén*: các thông điệp
- chủ động *chèn* thông điệp vào kết nối
- *giả danh*: có thể giả (lừa) địa chỉ nguồn trong gói tin (hoặc bất kì trường nào trong gói)
- *chiếm quyền (hijacking)*: “kiểm soát” kết nối đang diễn ra bằng cách vô hiệu vai trò người gửi và nhận, chèn bản thân hẳn ta vào.
- *từ chối dịch vụ*: ngăn chặn việc cung cấp dịch vụ cho người dùng khác (vd: bằng cách làm quá tải bộ nhớ)



# Chương 8 Mục lục

---

- 8.1 Bảo mật mạng là gì?
- 8.2 Các nguyên lý của mật mã
- 8.3 Toàn vẹn thông điệp
- 8.4 Bảo vệ email
- 8.5 Bảo vệ kết nối TCP: SSL
- 8.6 Bảo mật hành vi: tường lửa và IDS



# Ngôn ngữ của mật mã học



$m$  thông điệp văn bản thô

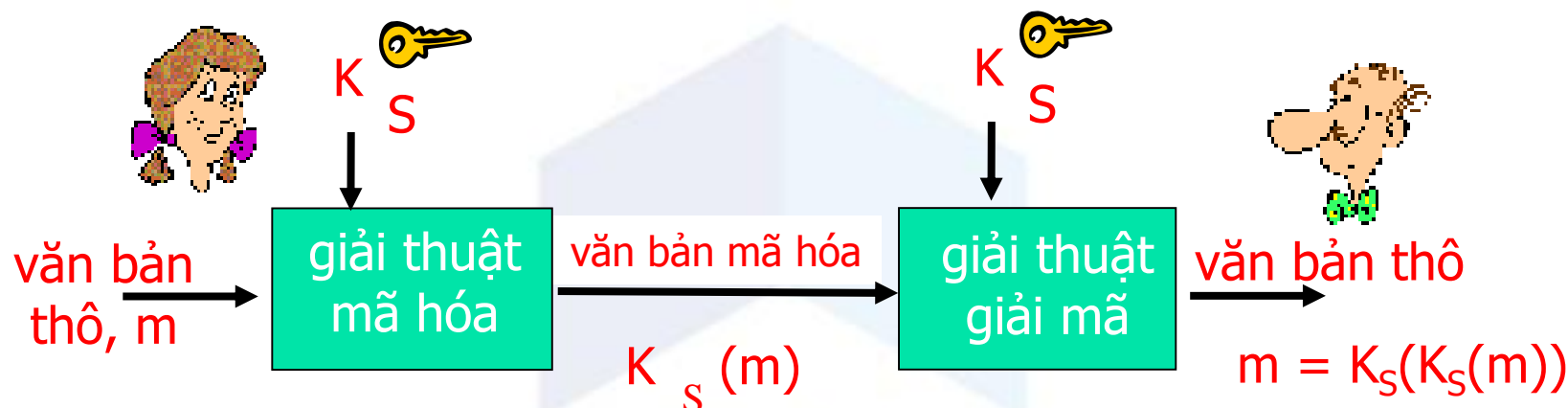
$K_A(m)$  văn bản mã hóa, mã khóa với khóa  $K_A$

$m = K_B(K_A(m))$  giải mã văn bản đã được mã hóa

# Các loại mã hóa

- Mật mã thường sử dụng khóa:
  - Giải thuật được công bố rộng rãi
  - Chỉ có “khóa” là bí mật
- Mã hóa khóa đối xứng
  - Sử dụng một khóa
- Mã hóa khóa công khai
  - Sử dụng hai khóa
- Các hàm băm
  - Không sử dụng khóa
  - Không có gì bí mật: Làm sao để có thể hữu dụng?

# Mã hóa khóa đối xứng



mã hóa **khóa đối xứng**: Bob và Alice chia sẻ cùng một khóa (đối xứng): K

- vd: khóa là một mẫu<sup>S</sup> thay thế đã biết trong mã hóa thay thế một ký tự

**H:** làm sao để Bob và Alice có thể thống nhất về khóa?

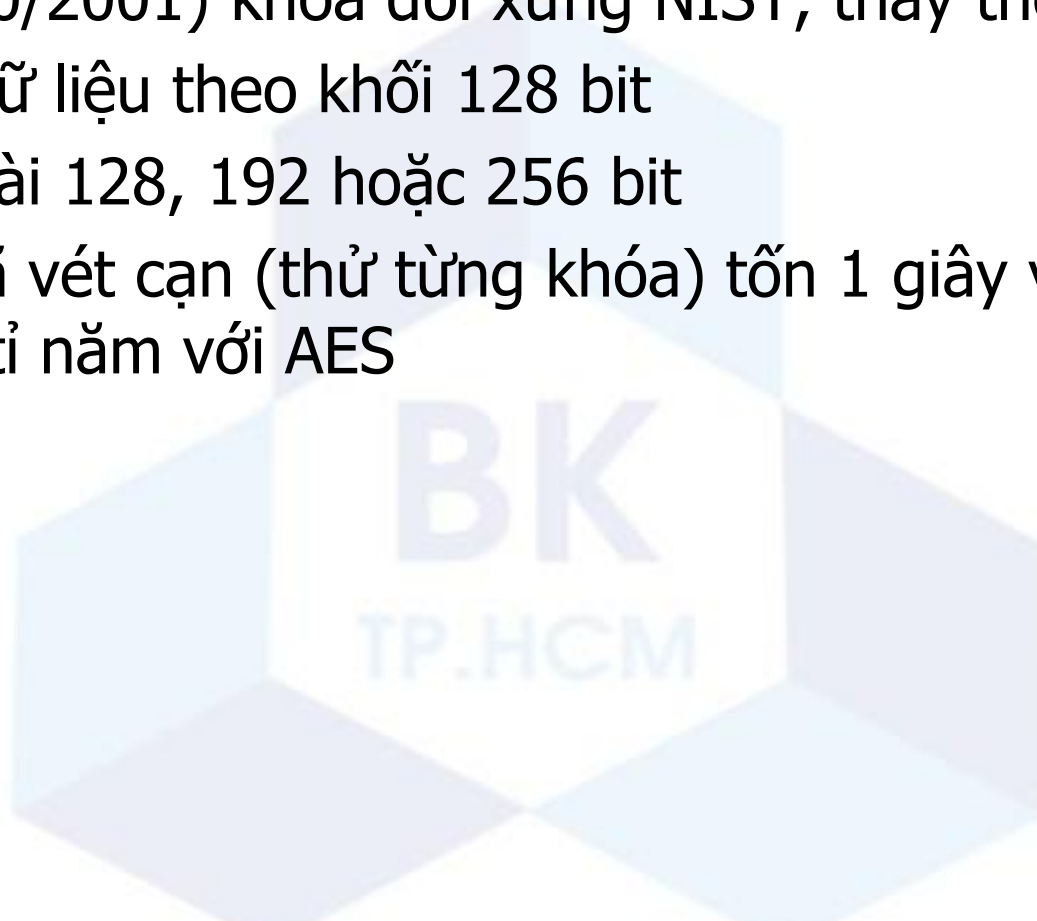
# Mã hóa khóa đối xứng: DES

## DES: Chuẩn mã hóa dữ liệu (Data Encryption Standard)

- chuẩn mã hóa US [NIST 1993]
- khóa đối xứng 56-bit, dữ liệu đầu vào 64-bit
- mã hóa khối với chuỗi mã hóa khối (CBC)
- DES an toàn như thế nào?
  - Thử thách của DES: khóa mã hóa 56-bit bị giải mã (vét cạn) trong thời gian ít hơn 1 ngày
  - Chưa có kiểu tấn công phân tích nào mạnh
- tăng độ an toàn cho DES:
  - 3DES: mã hóa DES 3 lần với 3 khóa khác nhau (Mã hóa, Giải mã, Mã hóa)

# AES: Chuẩn mã hóa cao cấp (Advanced Encryption Standard)

- mới (10/2001) khóa đối xứng NIST, thay thế DES
- xử lý dữ liệu theo khối 128 bit
- khóa dài 128, 192 hoặc 256 bit
- giải mã vết cạn (thử từng khóa) tốn 1 giây với DES, tốn 149 tỉ tỉ năm với AES



# Mã hóa khóa công khai

## mã hóa khóa đối xứng

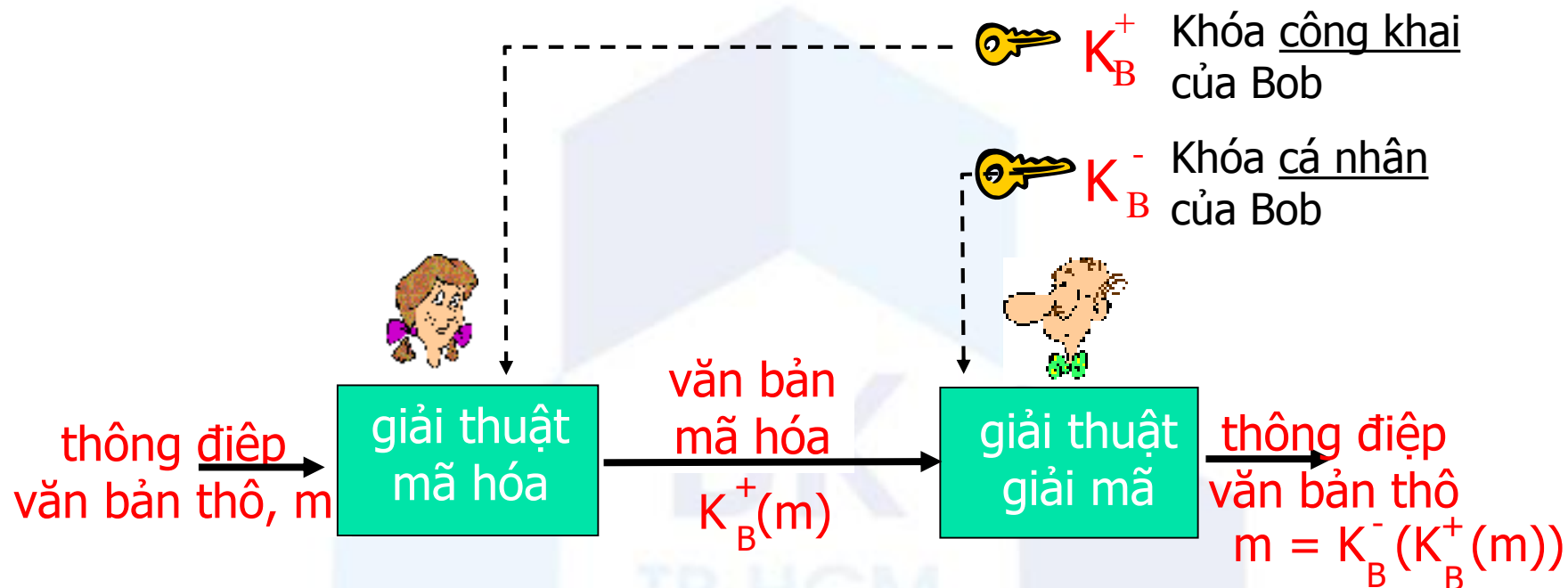
- yêu cầu người gửi, nhận phải biết khóa bí mật
- H: làm sao để thống nhất về khóa từ đầu (nếu không gặp trực tiếp nhau)?

## mã hóa khóa công khai

- phương án tiếp cận khác [Diffie-Hellman76, RSA78]
- người gửi, nhận *không* chia sẻ khóa bí mật
- *Mọi người* biết khóa mã hóa *công khai*
- chỉ có người nhận biết khóa giải mã *cá nhân*



# Mã hóa khóa công khai





# RSA: Tạo cặp khóa công khai/cá nhân

1. Chọn 2 số nguyên tố lớn  $p, q$ .  
(e.g., 1024 bit)
2. Tính  $n = pq, z = (p-1)(q-1)$
3. Chọn  $e$  (với  $e < n$ ) sao cho không có ước chung nào với  $z$ .  
( $e, z$  là nguyên tố cùng nhau).
4. Chọn  $d$  sao cho  $ed-1$  chia hết cho  $z$ .  
(hay:  $ed \bmod z = 1$ ).
5. *khóa công khai* ( $\underbrace{n, e}_{K_B^+}$ ). *Khóa cá nhân* ( $\underbrace{n, d}_{K_B^-}$ ).

# RSA: Mã hóa, giải mã

0. Cho  $(n, e)$  và  $(n, d)$  như đã tính ở trước
1. Để mã hóa đoạn dữ liệu  $m (< n)$ , ta tính  
$$c = m^e \bmod n$$
2. Để giải mã đoạn bit nhận được,  $c$ , ta tính  
$$m = c^d \bmod n$$

Kết quả là! 
$$m = \underbrace{(m^e \bmod n)}_c^d \bmod n$$

# Ví dụ RSA:

Bob chọn  $p=5$ ,  $q=7$ . Sau đó  $n=35$ ,  $z=24$ .

$e=5$  (vì vậy  $e$ ,  $z$  là nguyên tố cùng nhau).

$d=29$  (vì vậy  $ed-1$  chia hết cho  $z$ ).

mã hóa thông điệp 8-bit.

mã hóa:	<u>mẫu bit</u>	<u><math>m</math></u>	<u><math>m^e</math></u>	<u><math>c = m^e \bmod n</math></u>
	00001100	12	24832	17

giải mã:	<u><math>c</math></u>	<u><math>c^d</math></u>	<u><math>m = c^d \bmod n</math></u>
	17	481968572106750915091411825223071697	12

# Chương 8 Mục lục

---

- 8.1 Bảo mật mạng là gì?
- 8.2 Các nguyên lý của mật mã
- 8.3 Toàn vẹn thông điệp
- 8.4 Bảo vệ email
- 8.5 Bảo vệ kết nối TCP: SSL
- 8.6 Bảo mật hành vi: tường lửa và IDS

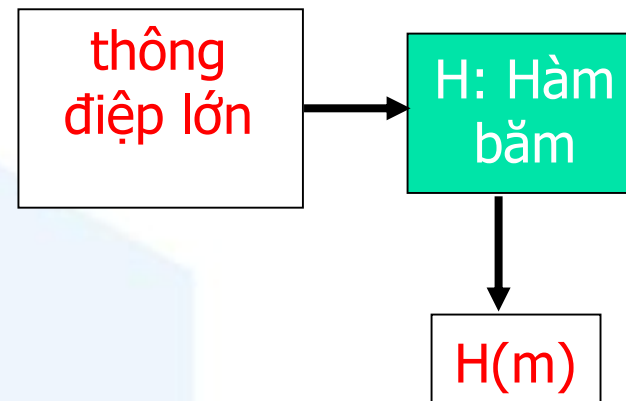
# Tính toàn vẹn thông điệp

---

- Cho phép các bên liên lạc xác minh rằng các tin nhắn nhận được được xác thực.
  - Nội dung thông điệp chưa bị thay đổi
  - Nguồn của thông điệp chính là người mà bạn nghĩ
  - Thông điệp chưa bị phát lại
  - Sự liên tục của thông điệp được duy trì
- Đầu tiên hãy xem xét “Sự chuyển hóa thông điệp”

# Sự chuyển hóa thông điệp (message digest)

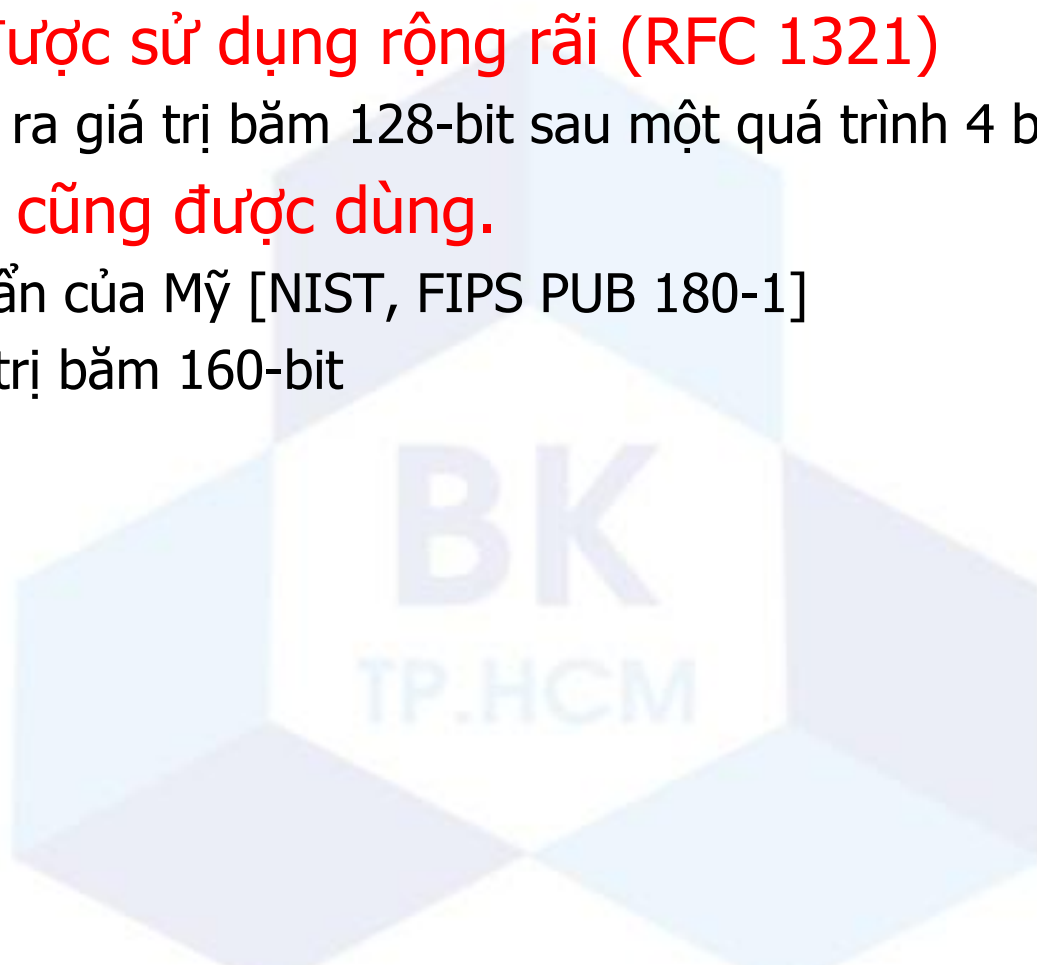
- Hàm  $H()$  có tham số là một thông điệp có độ dài bất kì và xuất ra một chuỗi văn bản độ dài xác định: "ký hiệu nhận biết thông điệp"
- Chú ý rằng  $H()$  là hàm nhiều-tới-1
- $H()$  thường được gọi là "hàm băm"



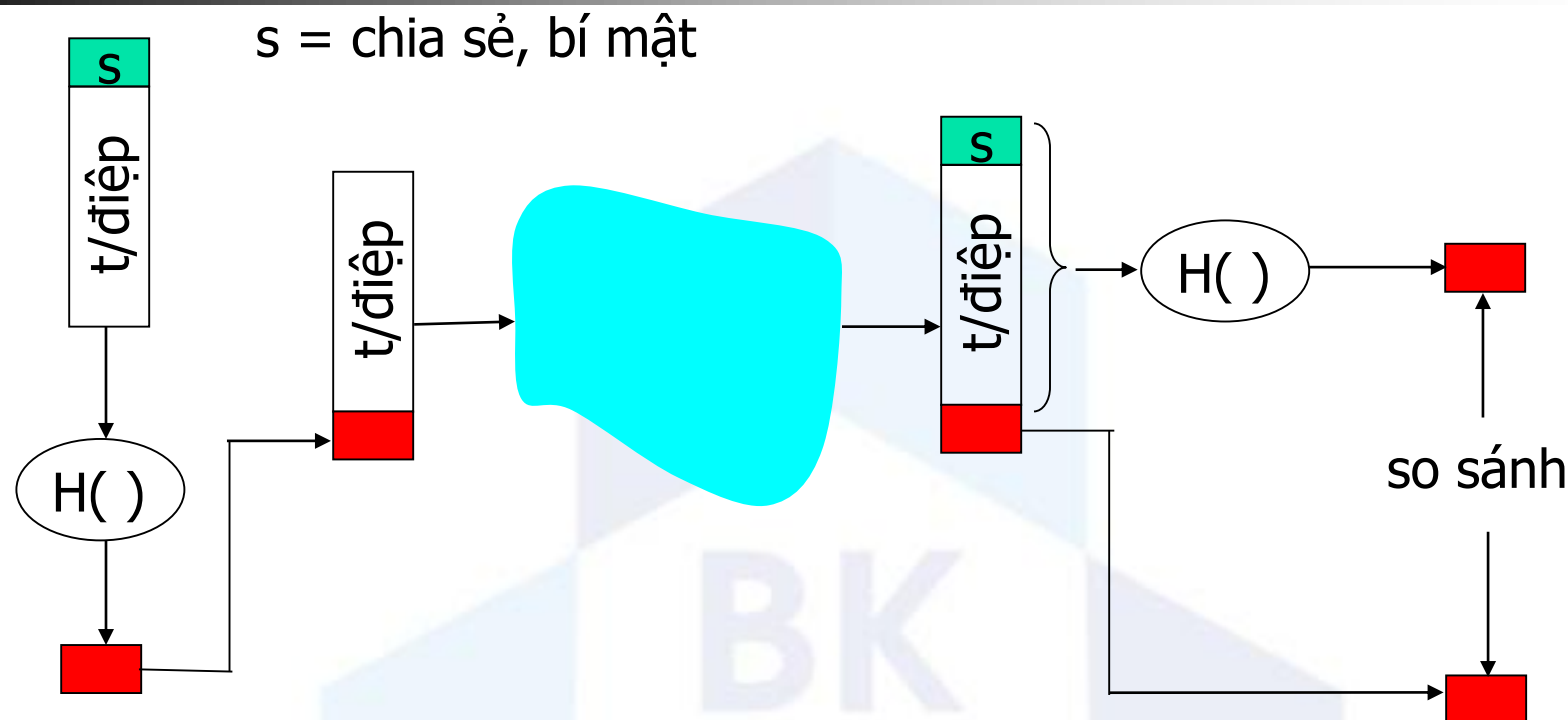
- Các tính chất cần thiết:
  - Dễ tính toán
  - Không tính ngược: không thể tính được  $m$  từ  $H(m)$
  - Chống đụng độ: rất khó về phương diện tính toán để có thể tìm ra  $m$  và  $m'$  sao cho  $H(m) = H(m')$
  - Kết quả gần ngẫu nhiên

# Giải thuật Hàm Băm

- MD5 được sử dụng rộng rãi (RFC 1321)
  - tính ra giá trị băm 128-bit sau một quá trình 4 bước.
- SHA-1 cũng được dùng.
  - chuẩn của Mỹ [NIST, FIPS PUB 180-1]
  - giá trị băm 160-bit



# Mã xác thực thông điệp(MAC)



- **Xác thực người gửi**
- **Kiểm tra tính toàn vẹn**
- Không mã hóa !
- Còn được gọi là “Băm có khóa”
- Chú thích:  $MD_m = H(s||m)$  ; gửi  $m||MD_m$



# HMAC

---

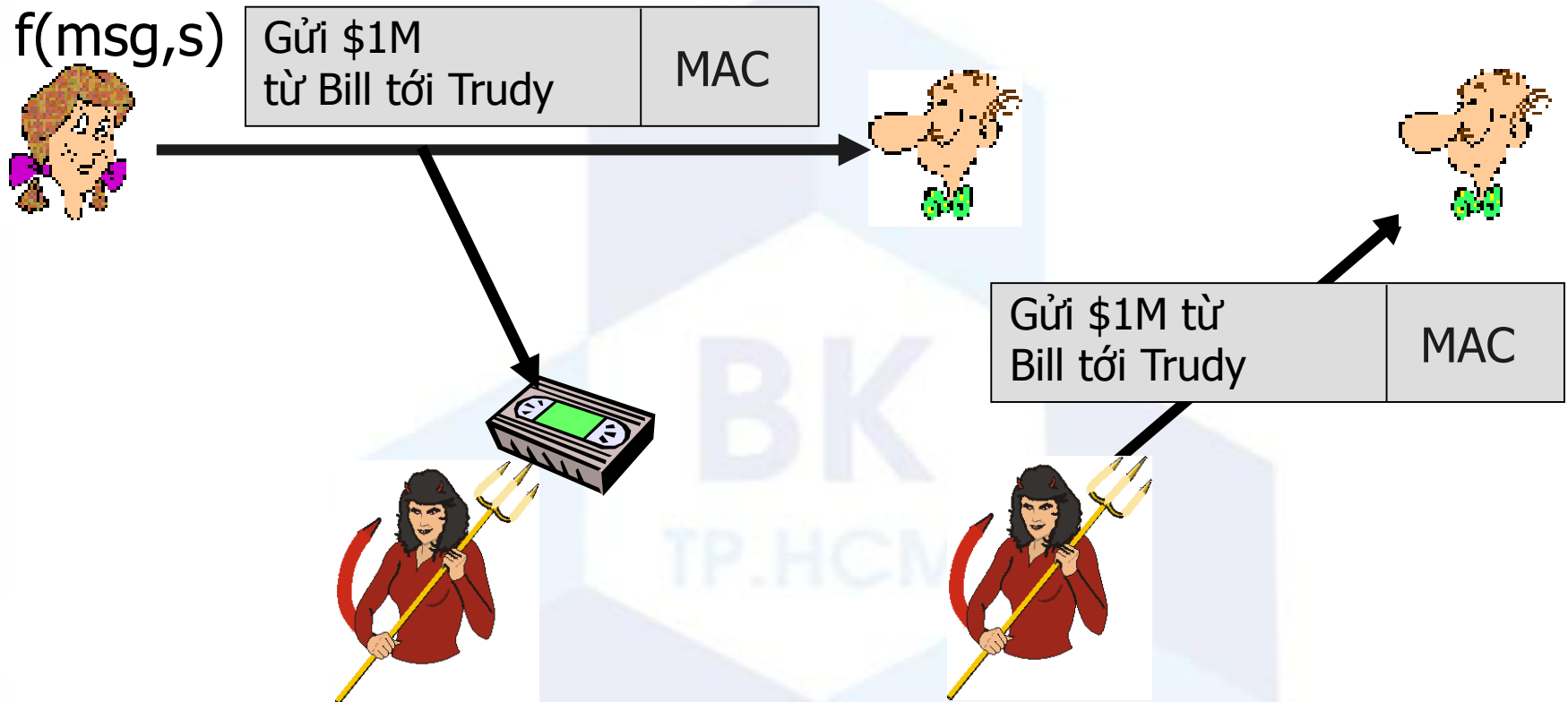
- Chuẩn MAC phổ biến
  - Nhắm vào những lỗ hổng bảo mật quan trọng
- 
1. Gắn khóa bí mật vào đầu thông điệp
  2. Băm thông điệp đã được nối
  3. Gắn khóa bí mật vào đầu của mã băm
  4. Băm mã một lần nữa.

# Xác thực đầu-cuối

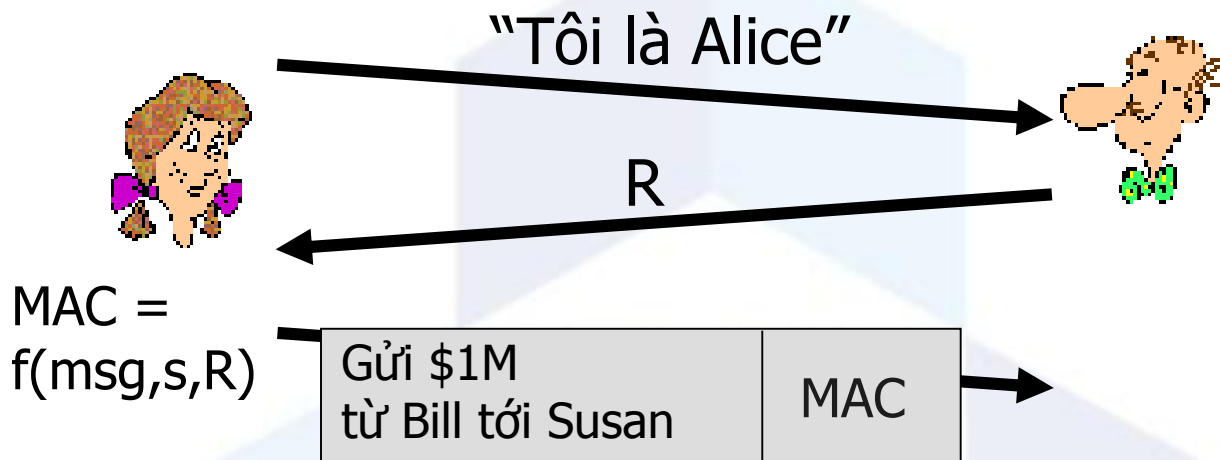
- Muốn chắc chắn về người gửi thông điệp – *xác thực đầu-cuối*.
- Giả sử Alice và Bob có một bí mật chia sẻ, liệu MAC có cung cấp sự xác thực đầu cuối không?
  - Ta biết được là Alice tạo ra thông điệp.
  - Nhưng có đúng là cô ta gửi nó đi không?

# Tấn công “Phát lại”

MAC =  
 $f(msg, s)$



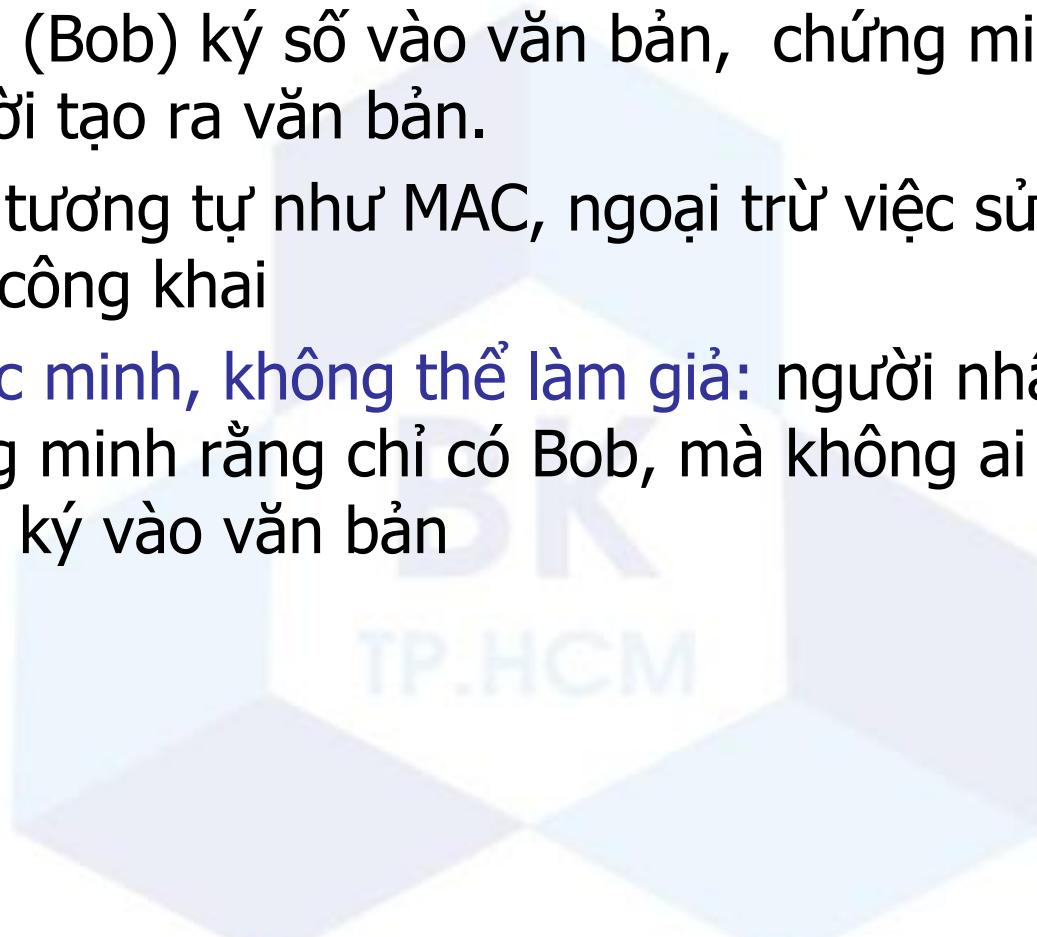
# Phòng chống tấn công phát-lại: thẻ dùng-một-lần



# Chữ ký số

Là kĩ thuật mật mã tương tự như chữ ký viết tay.

- người gửi (Bob) ký số vào văn bản, chứng minh rằng anh ta là người tạo ra văn bản.
- Mục đích tương tự như MAC, ngoại trừ việc sử dụng mật mã khóa công khai
- có thể xác minh, không thể làm giả: người nhận (Alice) có thể chứng minh rằng chỉ có Bob, mà không ai khác (kể cả Alice), đã ký vào văn bản




# Chữ ký số

## Chữ ký số đơn giản cho thông điệp $m$ :

- Bob ký vào  $m$  bằng cách mã hóa với khóa cá nhân của anh ta  $K_B$ , tạo ra thông điệp “đã ký”,  $K_B(m)$

thông điệp của Bob,  $m$

Dear Alice  
Oh, how I have missed  
you. I think of you all the  
time! ... (blah blah blah)  
Bob

  $K_B^-$  Khóa cá nhân  
của Bob

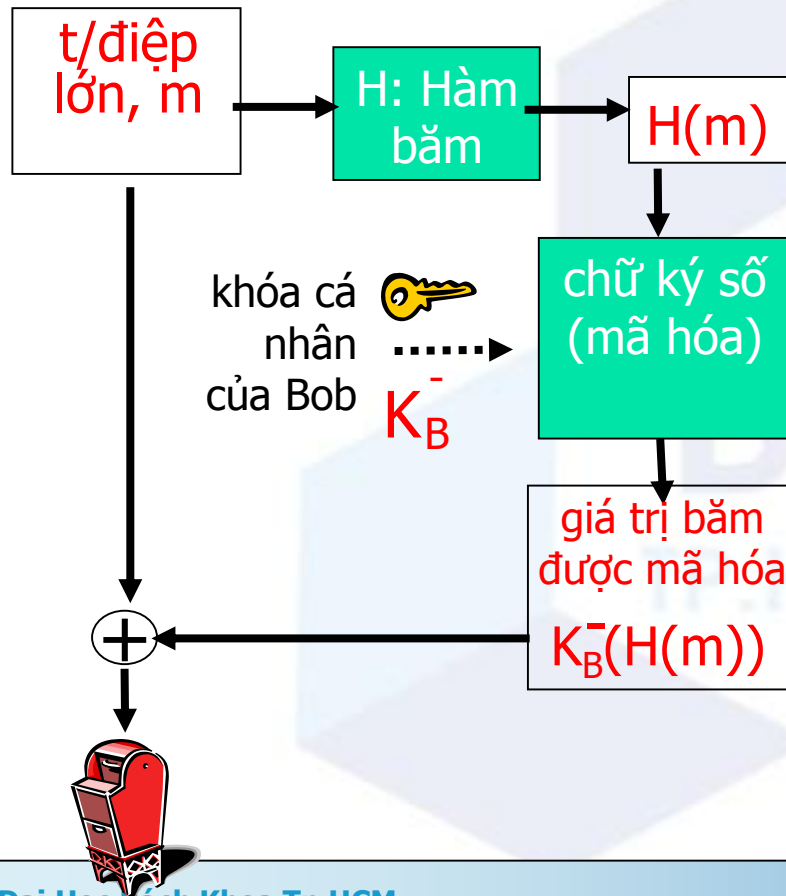
giải thuật  
mã hóa  
khóa c/khai

$K_B^-(m)$

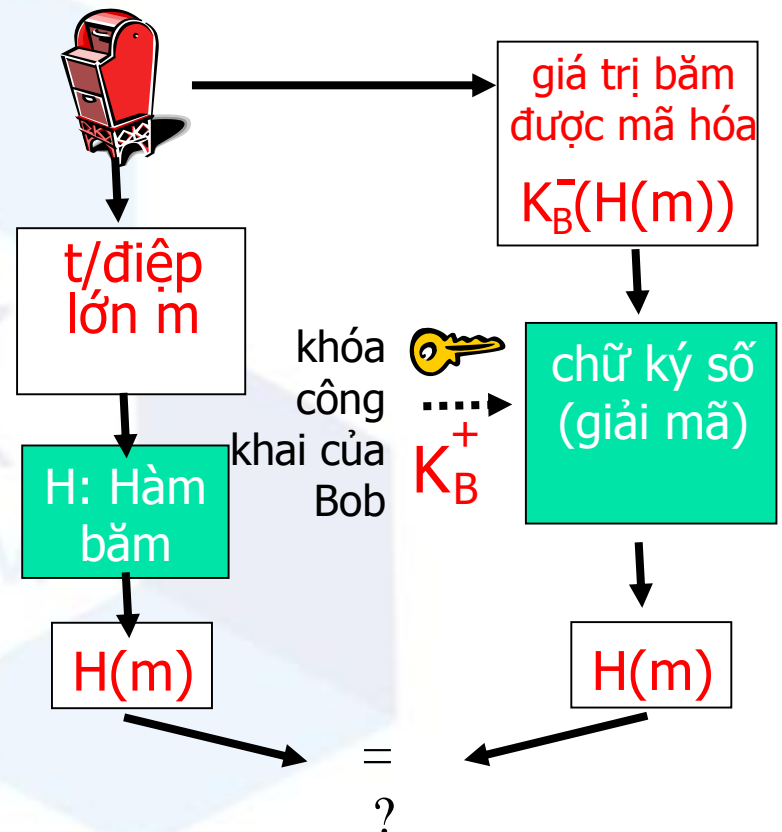
thông điệp của  
Bob,  $m$ , đã được  
ký (mã hóa) với  
khóa cá nhân của  
anh ta

# Chữ ký số = chuỗi băm thông điệp được ký

Bob gửi thông điệp được ký số:



Alice kiểm tra chữ ký và sự toàn vẹn của thông điệp được ký số:



# Chữ ký số (tt)

- Giả sử Alice nhận thông điệp  $m$ , chữ ký số  $K_B^-(m)$
- Alice kiểm tra  $m$  ký bởi Bob: giải mã  $K_B^-(m)$  bằng khóa công khai của Bob  $K_B^+$ , kiểm tra xem  $K_B^+(K_B^-(m)) = m$ .
- Nếu  $K_B^+(K_B^-(m)) = m$ , thì người ký vào  $m$  phải có khóa cá nhân của Bob.

**Alice bằng cách đó có thể kiểm tra:**

- ✓ Bob đã ký vào  $m$ .
- ✓ không ai khác ký vào  $m$ .
- ✓ Bob ký vào  $m$  mà không phải  $m'$ .

**Không-thoái-thác:**

- ✓ Alice có thể lấy  $m$ , và chữ ký  $K_B^-(m)$  tới tòa án và chứng minh rằng Bob ký vào  $m$ .



# Sự chứng nhận khóa-Công khai

- Động cơ: Trudy muốn chơi xỏ Bob
  - Trudy tạo một email đặt hàng:  
*Xin chào cửa hàng Pizza, Làm ơn đem cho tôi 4 bánh pizza pepperoni. Cảm ơn, Bob*
  - Trudy ký vô đơn đặt hàng với khóa cá nhân của cô
  - Trudy gửi đơn đặt hàng tới cửa hàng Pizza
  - Trudy gửi tới cửa hàng Pizza khóa công khai của cô, nhưng nói rằng đó là khóa công khai của Bob.
  - Pizza Store kiểm tra chữ ký; sau đó giao cho Bob 4 bánh pizza.
  - Bob hoàn toàn không biết gì.

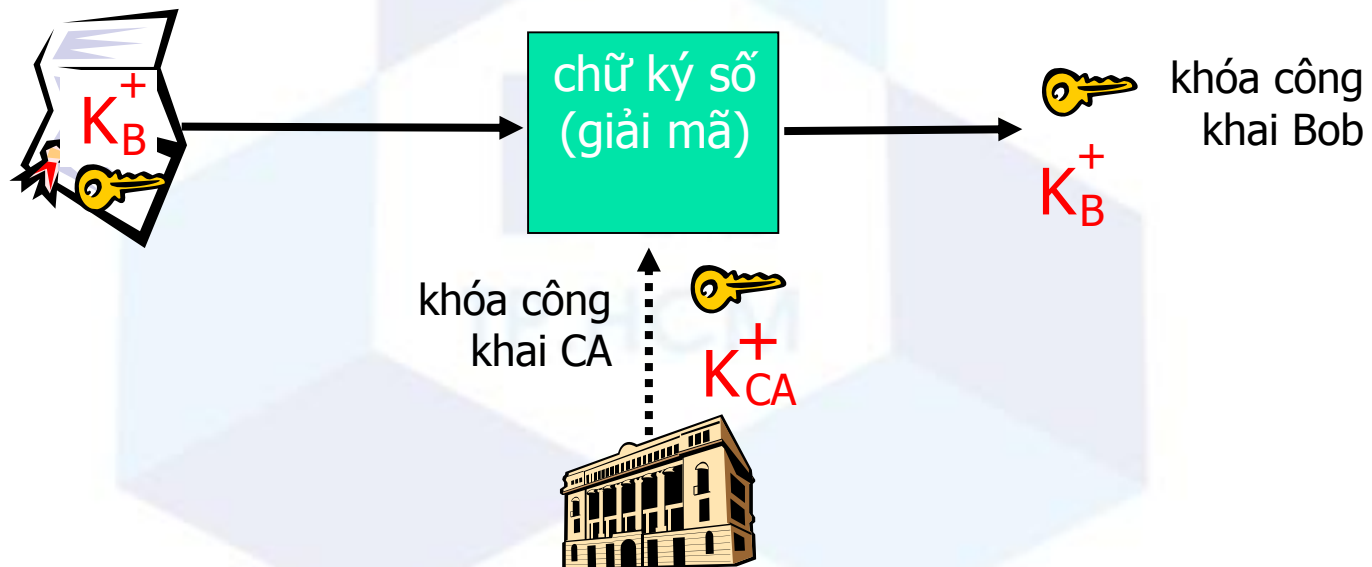
# Các nhà có thẩm quyền chứng nhận

- **Nhà thẩm quyền chứng nhận (CA):** liên kết khóa công khai tới một thực thể cụ thể E.
- E (người, BĐT) đăng ký khóa công khai của nó với CA.
  - E cung cấp “bằng chứng định danh” cho CA.
  - CA tạo ra chứng chỉ mà liên kết E với khóa công khai của nó.
  - chứng chỉ chứa khóa công khai của E được ký số bởi CA – CA nói “đây là khóa công khai của E”



# Các nhà có thẩm quyền chứng nhận

- Khi Alice muốn có khóa công khai của Bob:
  - lấy chứng chỉ của Bob (từ Bob hoặc ai khác).
  - dùng **khóa công khai của CA** giải mã chứng chỉ của Bob, để xác nhận **khóa công khai của Bob**



# Chứng chỉ: tóm tắt

- Chuẩn nguyên thủy X.509 (RFC 2459)
- Chứng chỉ chứa:
  - Tên người phát hành
  - Tên, địa chỉ, tên miền, v.v.. của thực thể.
  - Khóa công khai của thực thể
  - Chữ ký số (ký với khóa cá nhân của người phát hành)
- Cơ sở hạ tầng khóa công khai (PKI)
  - Chứng chỉ và các nhà có thẩm quyền chứng nhận
  - Thường bị xem là “nặng nề”

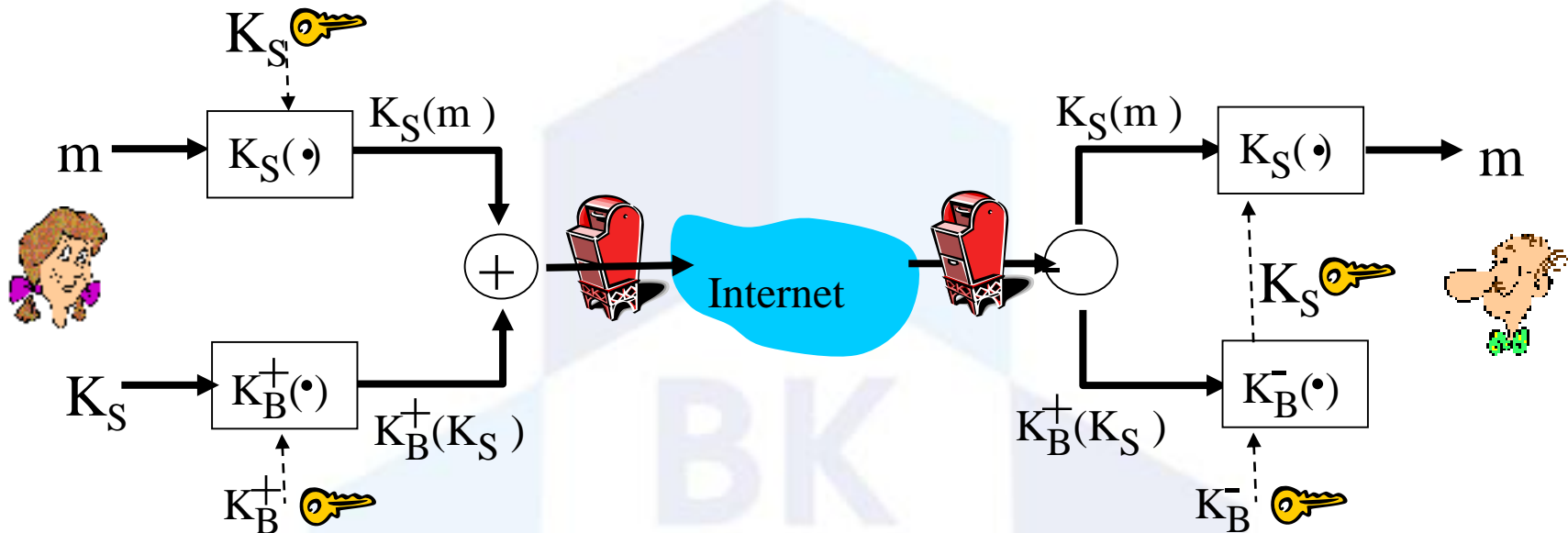
# Chương 8 Mục lục

---

- 8.1 Bảo mật mạng là gì?
- 8.2 Các nguyên lý của mật mã
- 8.3 Toàn vẹn thông điệp
- 8.4 **Bảo vệ email**
- 8.5 Bảo vệ kết nối TCP: SSL
- 8.6 Bảo mật hành vi: tường lửa và IDS

# Bảo mật e-mail

- Alice muốn gửi email bí mật,  $m$ , cho Bob.

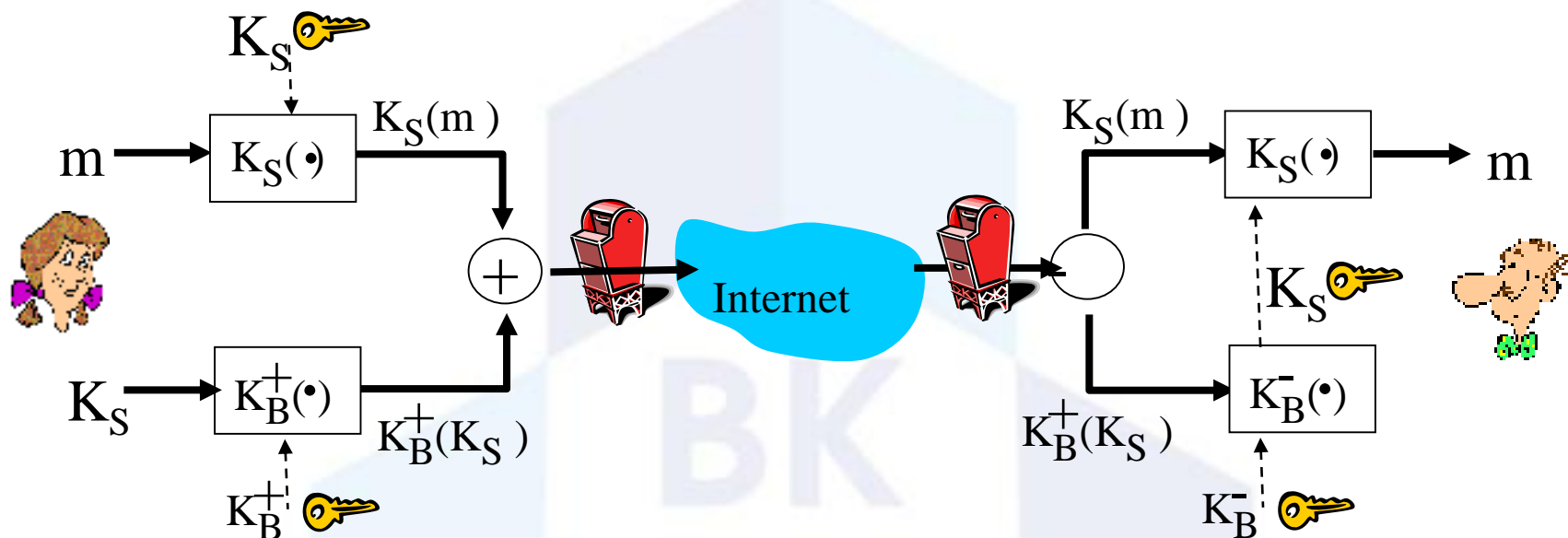


**Alice:**

- sinh ngẫu nhiên khóa cá nhân *đối xứng*,  $K_S$ .
- mã hóa thông điệp với  $K_S$  (tăng hiệu suất)
- đồng thời mã hóa  $K_S$  với khóa công khai của Bob.
- gửi cả hai  $K_S(m)$  và  $K_B(K_S)$  cho Bob.

# Bảo mật e-mail (tt)

- Alice muốn gửi email bí mật,  $m$ , cho Bob.

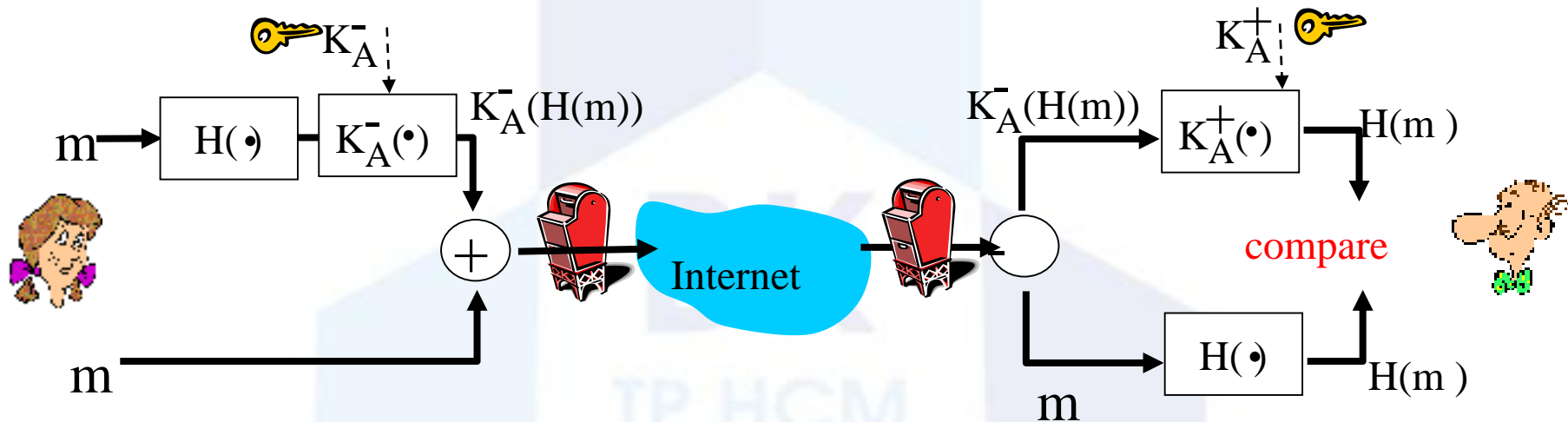


**Bob:**

- sử dụng khóa cá nhân của anh để giải mã và lấy được  $K_S$
- sử dụng  $K_S$  để giải mã  $K_S(m)$  để lấy được  $m$

# Bảo mật e-mail (tt)

- Alice muốn cung cấp sự xác thực người gửi, tính toàn vẹn thông điệp.

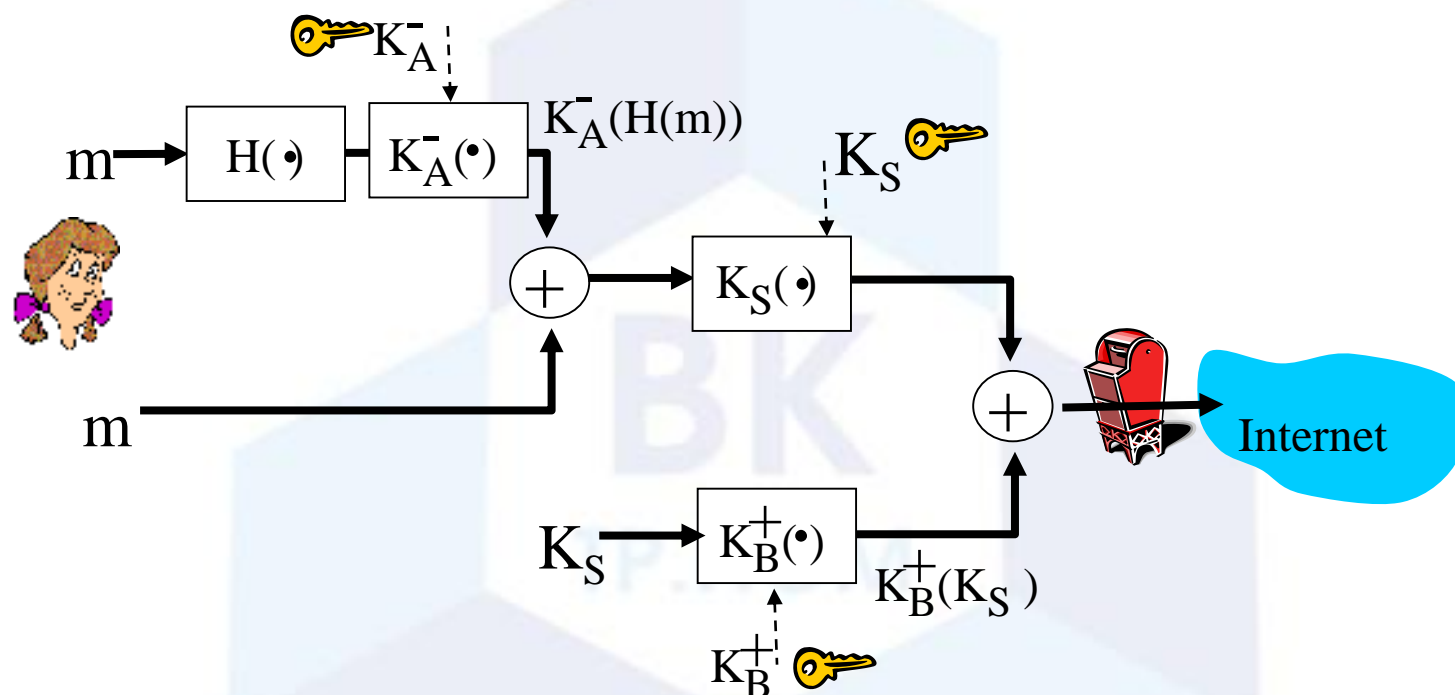


- Alice ký số vào thông điệp.
- gửi cả thông điệp (chưa mã hóa) và chữ ký số.



# Bảo mật e-mail (tt)

- Alice muốn cung cấp tính bí mật, sự xác thực người gửi, tính toàn vẹn thông điệp.



**Alice sử dụng 3 khóa:** khóa cá nhân của cô ta, khóa công khai của Bob, khóa đối xứng vừa tạo ra

# Chương 8 Mục lục

---

- 8.1 Bảo mật mạng là gì?
- 8.2 Các nguyên lý của mật mã
- 8.3 Toàn vẹn thông điệp
- 8.4 Bảo vệ email
- 8.5 **Bảo vệ kết nối TCP: SSL**
- 8.6 Bảo mật hành vi: tường lửa và IDS

# SSL: Secure Sockets Layer

- Giao thức bảo mật được triển khai rộng rãi
  - được hỗ trợ bởi hầu hết các trình duyệt và máy chủ web
  - https
  - hàng chục tỉ \$ được sử dụng hàng năm qua SSL
- Thiết kế bởi Netscape vào 1993
- Có vài biến đổi:
  - TLS: transport layer security, RFC 2246
- Cung cấp:
  - Bí mật
  - Toàn vẹn
  - Xác thực
- Các mục tiêu ban đầu:
  - Có giao dịch thương mại điện tử
  - Mã hóa (đặc biệt là số thẻ tín dụng)
  - xác thực máy chủ Web
  - xác thực khách (tùy chọn)
  - Hạn chế thủ tục khi mà buôn bán với bạn hàng mới
- Có sẵn trong tất cả ứng dụng TCP
  - giao diện hốc kết nối an toàn (Secure socket interface)

# SSL and TCP/IP

Ứng dụng
TCP
IP

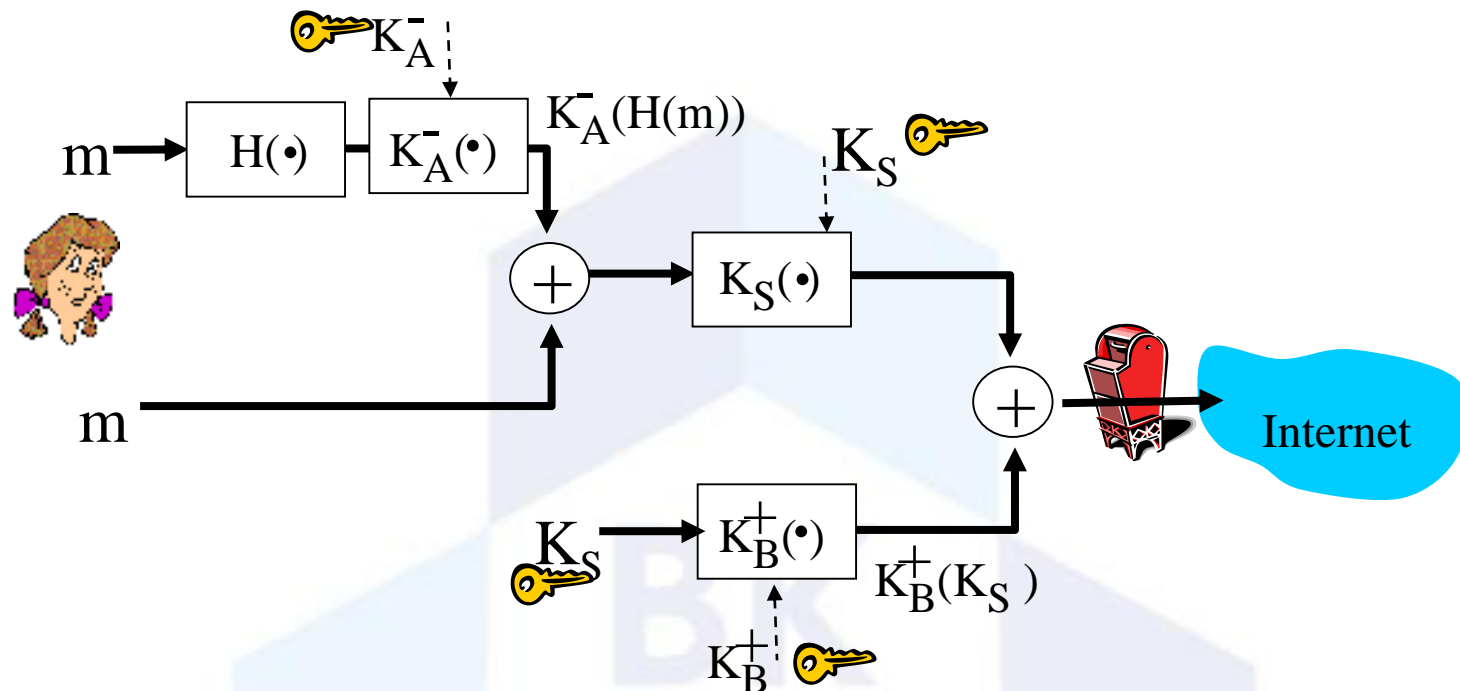
Ứng dụng th/thường

Ứng dụng
SSL
TCP
IP

Ứng dụng  
với SSL

- SSL cung cấp giao diện lập trình ứng dụng (API) cho ứng dụng
- các thư viện lớp SSL trong C và Java đã có sẵn

# Quá trình làm việc:

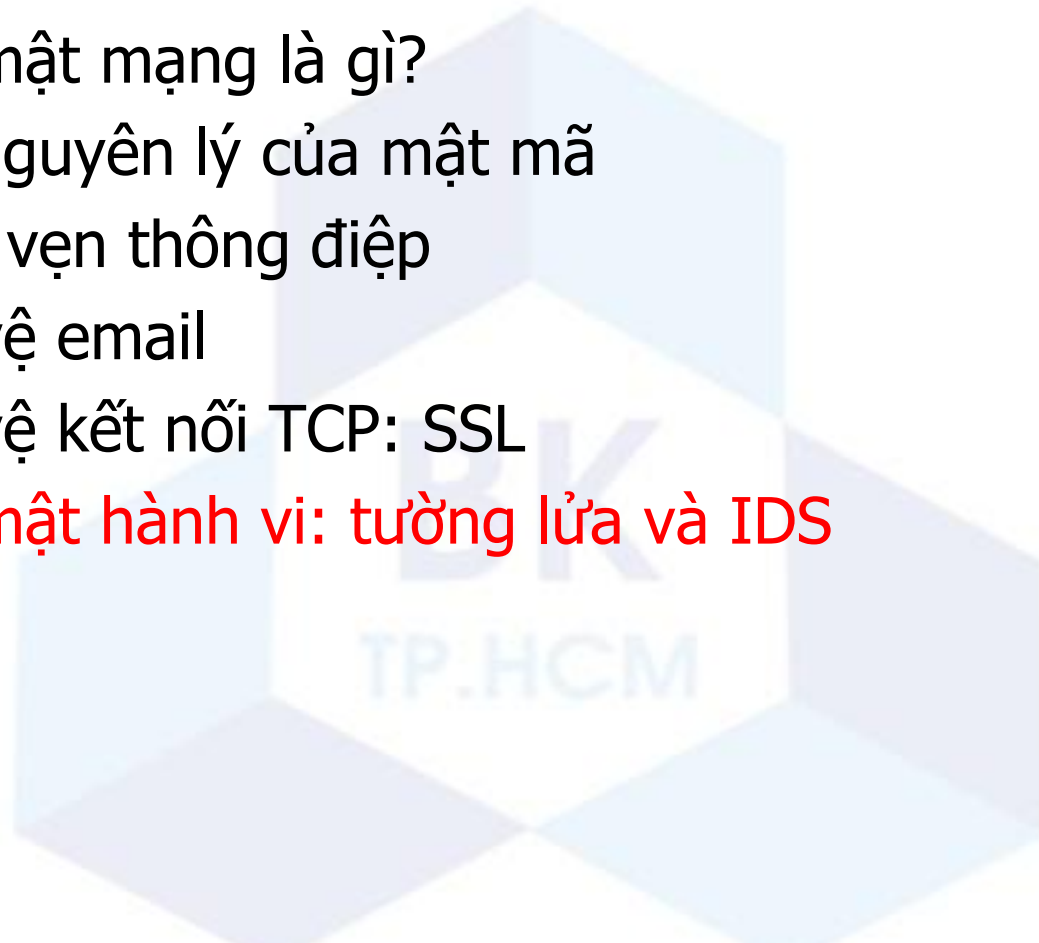


- Nhưng cần gửi luồng byte và dữ liệu tương tác
- Cần một bộ các khóa bí mật cho toàn bộ kết nối
- Cần phần trao đổi chứng chỉ của giao thức:  
pha bắt-tay

# Chương 8 Mục lục

---

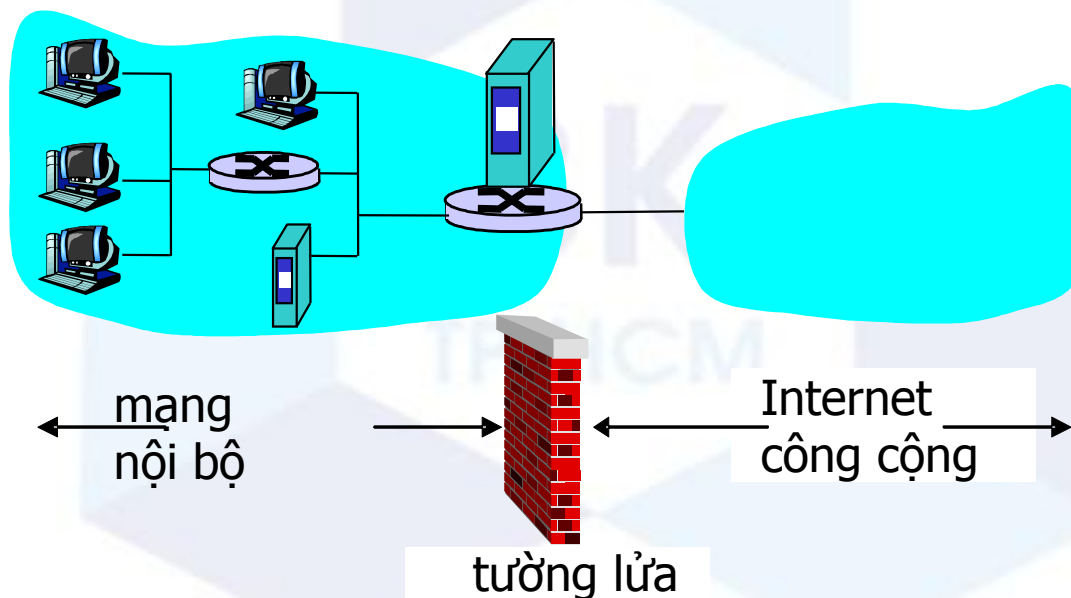
- 8.1 Bảo mật mạng là gì?
- 8.2 Các nguyên lý của mật mã
- 8.3 Toàn vẹn thông điệp
- 8.4 Bảo vệ email
- 8.5 Bảo vệ kết nối TCP: SSL
- 8.6 **Bảo mật hành vi: tường lửa và IDS**



# Tường lửa

## tường lửa

cách li mạng bên trong tổ chức với mạng Internet, cho phép vài gói tin đi qua, chặn những gói khác.



# Tường lửa: Để làm gì?

ngăn chặn tấn công từ chối dịch vụ:

- Sự gửi tràn SYN: kẻ tấn công thiết lập nhiều kết nối TCP giả , không còn tài nguyên cho những kết nối “thật”

ngăn chặn sự truy cập/thay đổi không hợp pháp vào dữ liệu nội bộ.

- vd: kẻ tấn công thay đổi trang chủ của công ty

chỉ cho phép những truy cập được xác thực vào bên trong mạng (nhóm các người dùng, máy đã được xác thực)

ba loại tường lửa:

- bộ lọc gói không trạng thái
- bộ lọc gói trạng thái
- cổng kiểm soát ứng dụng

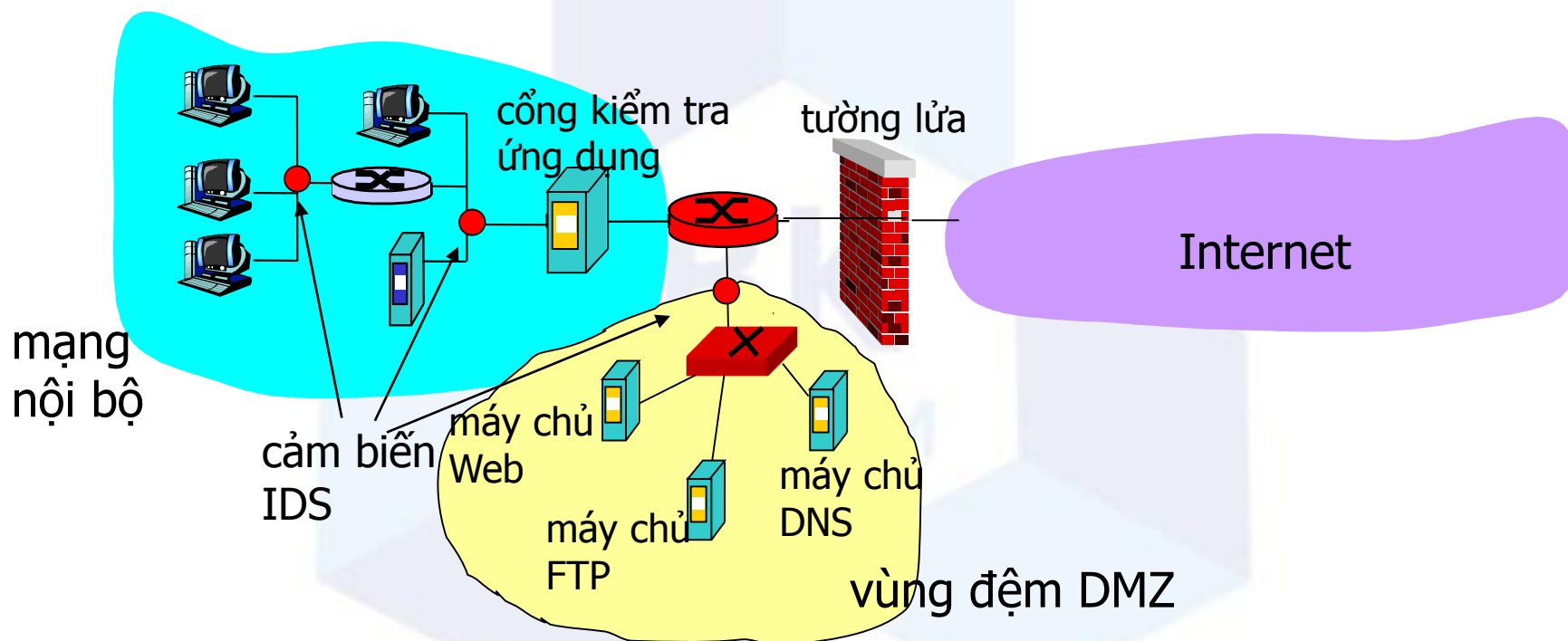


# Hệ thống phát hiện xâm nhập

- sự lọc gói:
  - chỉ làm việc với mào đầu TCP/IP
  - không kiểm tra sự tương qua giữa các phiên
- *IDS: hệ thống phát hiện xâm nhập (intrusion detection system)*
  - *Kiểm tra gói sâu:* xem xét nội dung gói tin (vd: kiểm tra chuỗi ký tự trong gói tin, so sánh với cơ sở dữ liệu của vi-rút, chuỗi tấn công)
  - xem xét mối tương quan giữa nhiều gói tin
    - sự dò cổng
    - ánh xạ mạng
    - tấn công DoS

# Hệ thống phát hiện xâm nhập

- nhiều IDS: nhiều loại kiểm tra khác nhau tại nhiều vị trí khác nhau



# Bảo mật mạng (tổng kết)

## Kỹ thuật cơ bản.....

- mã hóa (đối xứng hoặc công khai)
- toàn vẹn thông điệp
- xác thực đầu cuối

## .... sử dụng trong nhiều kịch bản bảo mật

- email an toàn
- truyền tải an toàn (SSL)
- 802.11

## Bảo mật hành vi: tường lửa và IDS