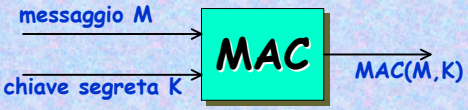
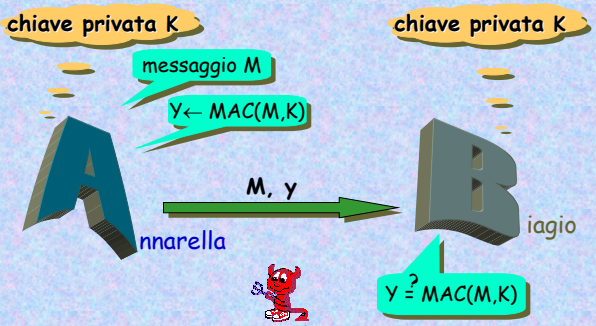
Message Authentication Code (MAC)



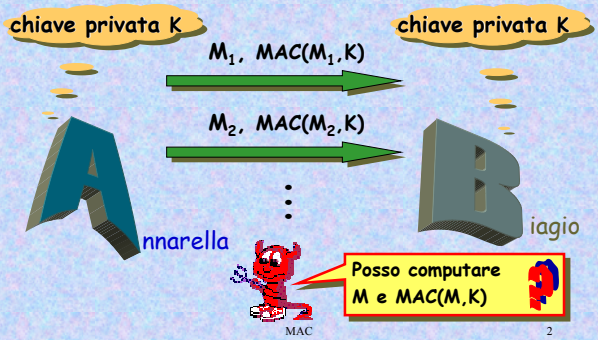
Applicazioni

- Verifica autenticità del messaggio **M**
- Integrità dei dati

Utilizzo MAC

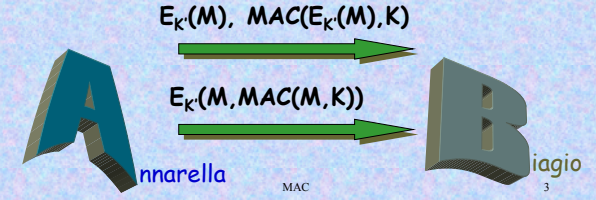


Sicurezza MAC



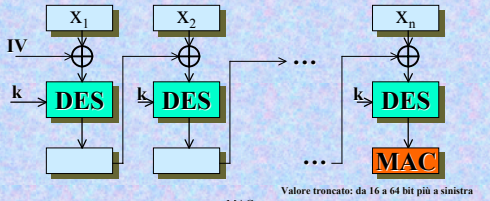
MAC + confidenzialità

- MAC fornisce solo autenticazione
- Se si vuole confidenzialità, si può cifrare prima/dopo con una diversa chiave condivisa K'



CBC-MAC

- **C**ipher **B**lock **C**haining (con IV=0)
- Uno dei più usati (FIPS PUB 113 e ANSI X9.17)
- Testo $X = X_1 X_2 \ldots X_n$ diviso in blocchi di 64 bit



Valore troncato: da 16 a 64 bit più a sinistra

MAC basati su Funzioni Hash

- Vantaggi uso funzioni hash
  - Sono più veloci dei cifrari a blocchi, in genere
  - Sono incluse nelle funzioni di libreria, in genere
  - Non ci sono restrizioni sull'esportazione dagli USA
- Attenzione alla costruzione!

Metodo del segreto prefisso

H(K,M)

Per funzioni hash iterate:
aggiunta blocco y ad M
ottenendo f(H(K,M),y) = H(K,My)

Possibile soluzione:
H(K,L,M) con L=lunghezza di M

Metodo del segreto suffisso

H(M,K)

Attacco compleanno $2^{|hash(\cdot)|}$ per calcolo collisione H(M) = H(M')
(o meglio, funzione di iterazione)

Quindi, H(M,K) = H(M',K)

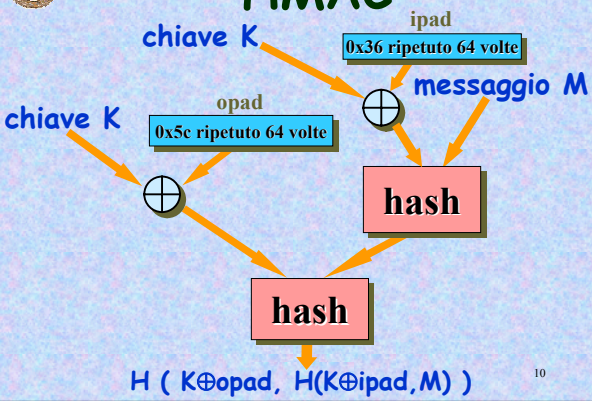
MAC basati su Funzioni Hash

- H(K,M,K) o meglio $H(K_1,M,K_2)$
- H(K, H(K,M))
- $E_K(H(M))$ dove $E_K(\cdot)$ è un cifrario a blocchi

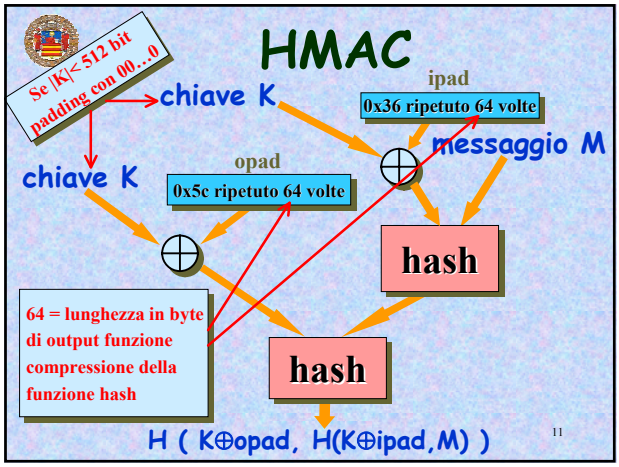
HMAC

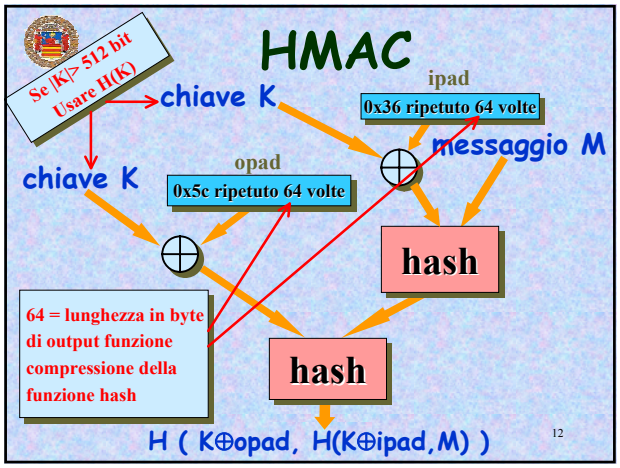
- RFC 2104, *HMAC: Keyed-Hashing for Message Authentication*, Febbraio 1997
- Draft FIPS, *Keyed-Hash Message Authentication Code (HMAC)*, pubblicato 5 gen 2001, commenti entro 5 aprile 2001
- Funzioni Hash usate come black-box
  - Utilizzo delle funzioni hash senza modifiche
  - Facile cambio della funzione hash (più veloci e più sicure)
- Facile utilizzo e gestione di chiavi

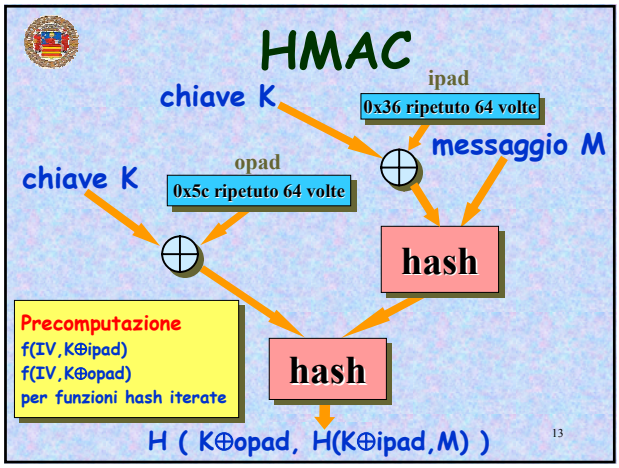
HMAC



HMAC







Output troncato

- Diverse volte si usano solo i primi t bit dell'hash
- Vantaggio: meno info per l'attaccante
- Svantaggio: meno bit da predire per l'attaccante
- Esempi:
  - HMAC-SHA1-80 (solo i primi 80 dei 160 bit)
  - HMAC-MD5 (tutti i 128 bit)
- Raccomandazioni:
  - $t \geq b/2$ per una funzione hash di b bit
  - Comunque, $t \geq 80$ (RFC), $t \geq 32$ (Draft FIPS)

Sicurezza

- Sicurezza dipende dalle proprietà della funzione hash
- Se  ha successo in un attacco ad HMAC allora:
  - Può computare l'output della funzione di compressione anche quando IV è casuale e sconosciuto all'attaccante
  - Può computare collisioni nella funzione hash anche quando IV è casuale e sconosciuto all'attaccante

Attacchi

- Miglior attacco conosciuto [1995,1996] basato sul parodosso del compleanno
  - Occorrono $2^{|hash(\cdot)|/2}$ coppie $(M, HMAC_K(M))$
- Esempio:
  - Input: 2^{64} coppie $(M, HMAC\text{-}MD5_K(M))$
  - Output: La chiave K

Test vectors HMAC-RIPEMD-160

Messaggio	Chiave 00112233445566778899aabbccddeeff01234567
"" (stringa vuota)	cf387677bfda8483e63b57e06c3b5ecd8b7fc055
"a"	0d351d71b78e36dbb7391c810a0d2b6240ddbafc
"abc"	f7ef288cb1bbcc6160d76507e0a3bbf712fb67d6
"message digest"	f83662cc8d339c227e600fcd636c57d2571b1c34
"abcdefghijklmnopqrstuvwxyz"	843d1c4eb880ac8ac0c9c95696507957d0155ddb
"abcdbcdecdefdefgefghfghighi jhijkijkljklmklmnlmnomnopnopq"	60f5ef198a2dd5745545c1f0c47aa3fb5776f881
"A...Za...z0...9"	e49c136a9e5627e0681b808a3b97e6a6e661ae79
8 volte "1234567890"	31be3cc98cee37b79b0619e3e1c2be4f1aa56e6c
1 milione di volte "a"	c2aa88c6405658dc225e485488371fb2433fa735

Modifica di Funzioni Hash

- Non usare la funzione hash come black-box
- Esempio: MD5-MAC
  - K'←primi 128 bit di KKK…
  - $K_0 \leftarrow MD5(K',U_0,K')$
  - $K_1 \leftarrow MD5(K',U_1,K')$
  - $K_2 \leftarrow MD5(K',U_2,K')$
  - …

Sono le 4 parole di inizializzazione

$U_0\ U_1\ U_2$ costanti ottenute come MD5(…)