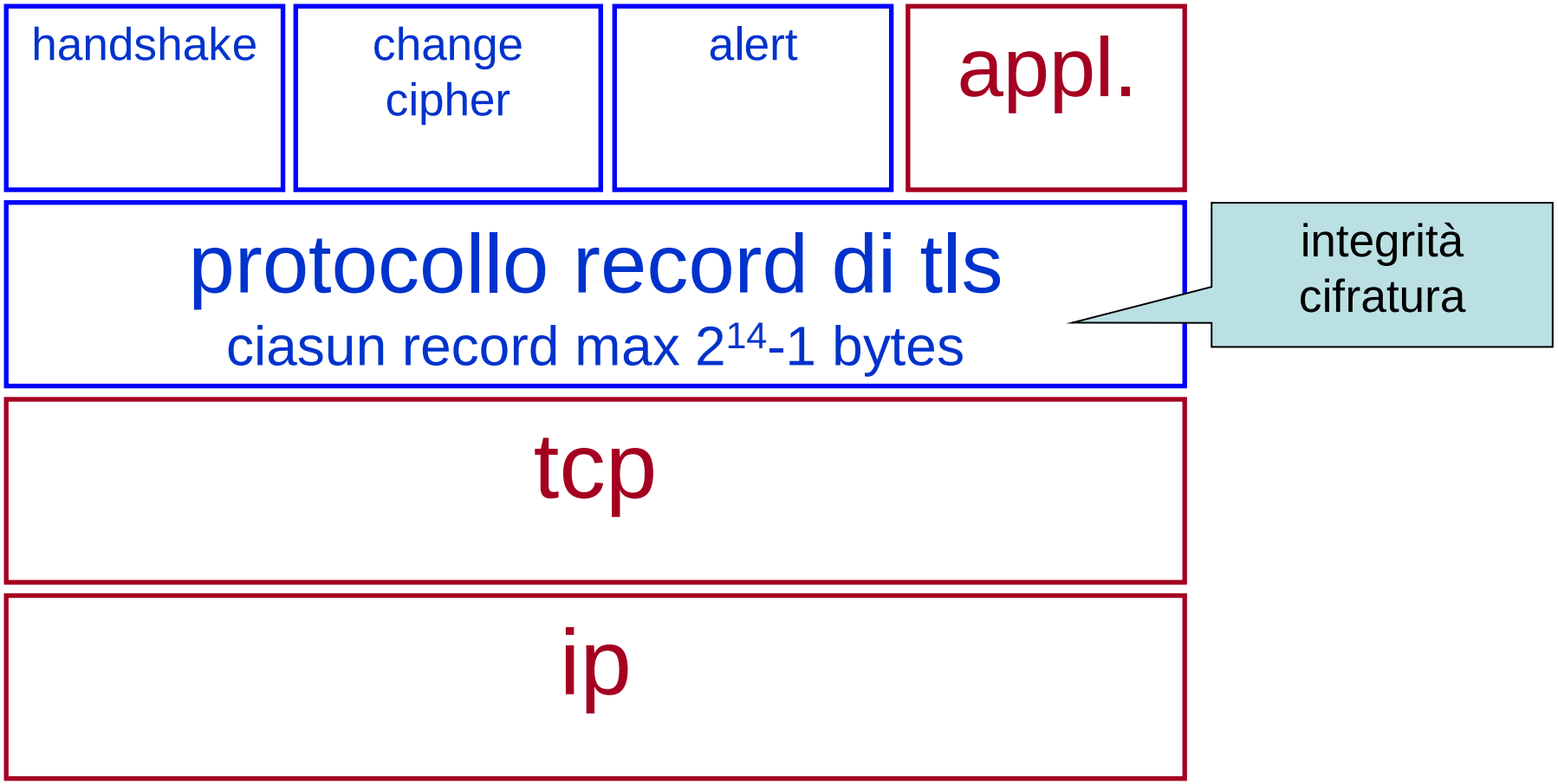
applicazioni della crittografia
protocolli di trasporto ssl, tls e ssh

descrizione generale

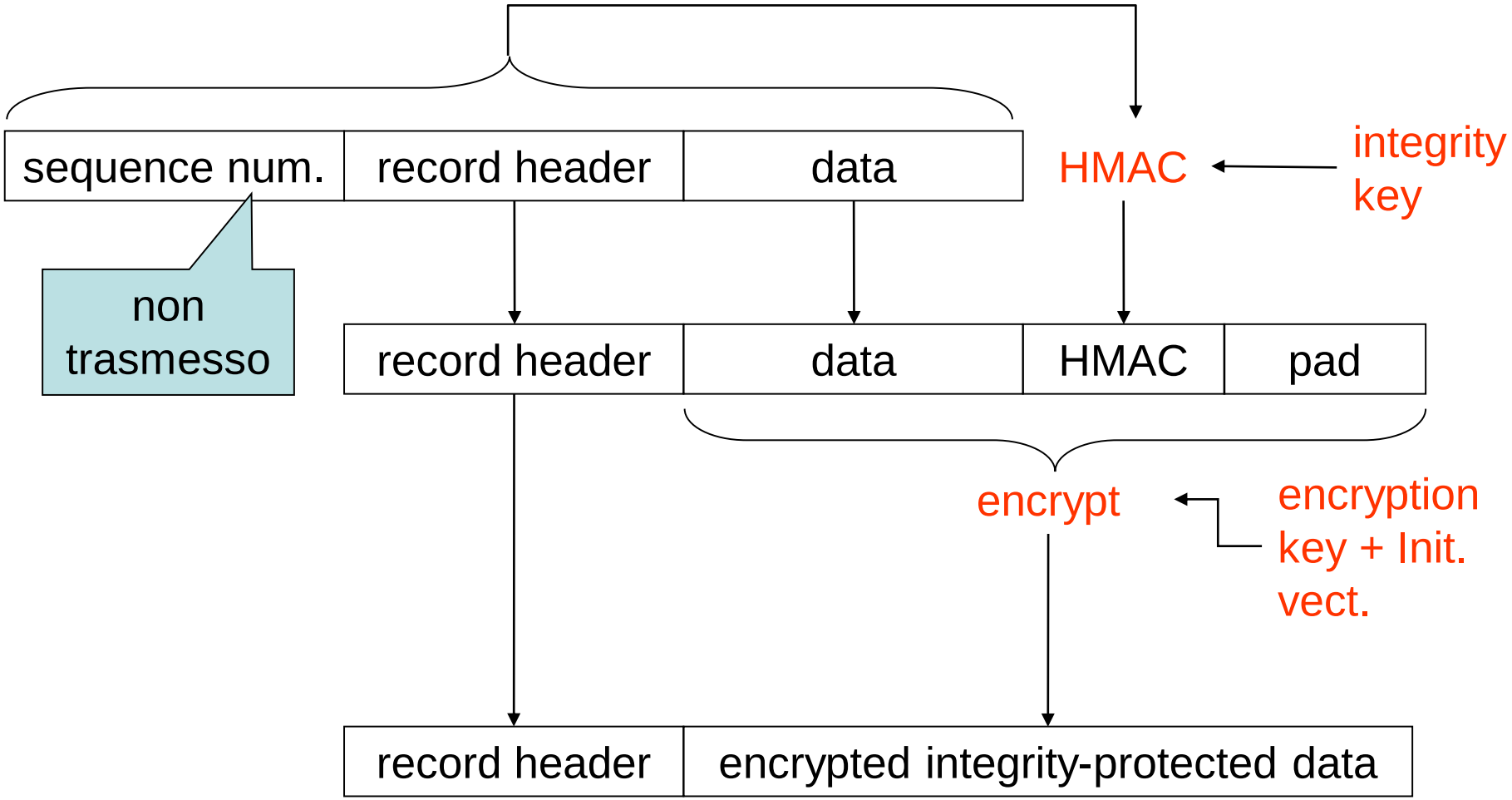
- Secure Socket Layer (Netscape)
  - versione 2, obsoleta, qualche vulnerabilità
  - versione 3
- Transport Layer Security (IETF, rfc2246)
  - versione 1, molto simile a SSLv3 ma incompatibile

- protocolli del tutto generali
  - usati spesso per http (https su porta 443)
  - usati anche per imap, pop, telnet
- supportati dalle applicazioni più diffuse
- sono protocolli piuttosto complessi

il rapporto con la pila osi



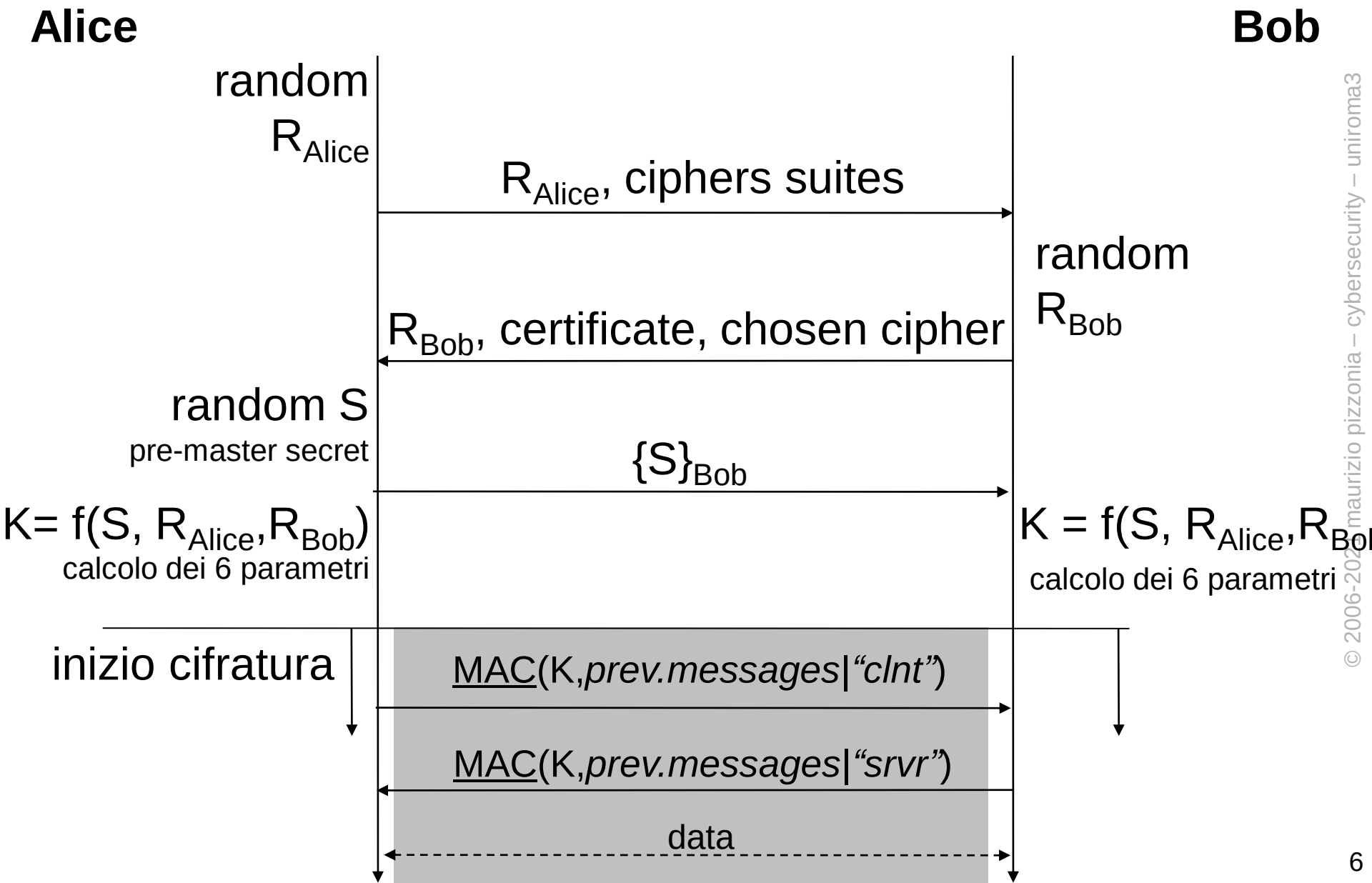
cifratura dei record



stato della connessione

- per iniziare una connessione criptata i due devono accordarsi su...
  - algoritmo di cifratura
  - hash function per HMAC
  - come scambiare “la chiave” (pre-master secret)
- ... e su i seguenti 3 segreti per ciascuna direzione (totale 6)
  - integrity protection key
  - encryption key
  - Initialization Vector (necessario per molti algoritmi di cifratura a blocchi, es. DES)
  - sono tutti calcolati a partire dal pre-master secret

scambio rsa



esercizio

- perché SSLv3/TLS inseriscono un controllo di integrità per l'handshake?

varianti

- il client può fornire un proprio certificato per essere autenticato
- diffie-hellman
  - il server interviene nella creazione di S
  - autenticato con RSA o DSS
- diffie-hellman ephimeral
  - le chiavi vengono generate per la sessione e poi dimenticate
  - forward secrecy
- session resumption

cipher suites di TLS

- una cipher suite è un insieme di algoritmi da usare per la cifratura, l'integrita, e lo scambio di chiavi
- esempio di stringa identificativa di una cipher suite

TLS_RSA_WITH_3DES_EDE_CBC_SHA

chiavi scabiate con RSA

cifratura: 3DES nella variante EDE CBC

integrità: HMAC con SHA-1

chipher suites di TLS

default, usato solo per handshake

TLS_NULL_WITH_NULL_NULL

TLS_RSA_WITH_NULL_MD5
TLS_RSA_WITH_NULL_SHA
TLS_RSA_EXPORT_WITH_RC4_40_MD5
TLS_RSA_WITH_RC4_128_MD5
TLS_RSA_WITH_RC4_128_SHA
TLS_RSA_EXPORT_WITH_RC2_CBC_40_MD5
TLS_RSA_WITH_IDEA_CBC_SHA
TLS_RSA_EXPORT_WITH_DES40_CBC_SHA
TLS_RSA_WITH_DES_CBC_SHA
TLS_RSA_WITH_3DES_EDE_CBC_SHA

i più usati

TLS_DH_DSS_EXPORT_WITH_DES40_CBC_SHA
TLS_DH_DSS_WITH_DES_CBC_SHA
TLS_DH_DSS_WITH_3DES_EDE_CBC_SHA
TLS_DH_RSA_EXPORT_WITH_DES40_CBC_SHA
TLS_DH_RSA_WITH_DES_CBC_SHA
TLS_DH_RSA_WITH_3DES_EDE_CBC_SHA

forward secrecy

TLS_DHE_DSS_EXPORT_WITH_DES40_CBC_SHA
TLS_DHE_DSS_WITH_DES_CBC_SHA
TLS_DHE_DSS_WITH_3DES_EDE_CBC_SHA
TLS_DHE_RSA_EXPORT_WITH_DES40_CBC_SHA
TLS_DHE_RSA_WITH_DES_CBC_SHA
TLS_DHE_RSA_WITH_3DES_EDE_CBC_SHA

TLS_DH_anon_EXPORT_WITH_RC4_40_MD5
TLS_DH_anon_WITH_RC4_128_MD5
TLS_DH_anon_EXPORT_WITH_DES40_CBC_SHA
TLS_DH_anon_WITH_DES_CBC_SHA
TLS_DH_anon_WITH_3DES_EDE_CBC_SHA

deprecati perché DH non autenticato è vulnerabile a MitM

elliptic curve cryptography (ECC)

- stessi algoritmi nuova definizione di gruppo
- molto più efficiente a parità di sicurezza
- da RFC4492...

Symmetric	ECC	DH/DSA/RSA
80	163	1024
112	233	2048
128	283	3072
192	409	7680
256	571	15360

esempi di cipher suites con ECC

- TLS_ECDH_RSA_WITH_AES_128_CBC_SHA
- TLS_ECDH_ECDSA_WITH_AES_128_CBC_SHA
- TLS_ECDHE_RSA_WITH_AES_256_CBC_SHA
- TLS_ECDH_anon_WITH_3DES_EDE_CBC_SHA

currently recommended suites in TLS 1.2

TLS_ECDHE_ECDSA_WITH_AES_128_GCM_SHA256
TLS_ECDHE_ECDSA_WITH_AES_256_GCM_SHA384
TLS_ECDHE_ECDSA_WITH_AES_128_CBC_SHA256
TLS_ECDHE_ECDSA_WITH_AES_256_CBC_SHA384

TLS_ECDHE_RSA_WITH_AES_128_GCM_SHA256
TLS_ECDHE_RSA_WITH_AES_256_GCM_SHA384
TLS_ECDHE_RSA_WITH_AES_128_CBC_SHA256
TLS_ECDHE_RSA_WITH_AES_256_CBC_SHA384
TLS_ECDHE_RSA_WITH_AES_128_CBC_SHA256
TLS_ECDHE_RSA_WITH_AES_256_CBC_SHA384

TLS_**DHE**_RSA_WITH_AES_128_GCM_SHA256
TLS_DHE_RSA_WITH_AES_256_GCM_SHA384
TLS_DHE_RSA_WITH_AES_128_CBC_SHA
TLS_DHE_RSA_WITH_AES_256_CBC_SHA
TLS_DHE_RSA_WITH_AES_128_CBC_SHA256
TLS_DHE_RSA_WITH_AES_256_CBC_SHA256

TLS_ECDHE_ECDSA_WITH_**CHACHA20**_**POLY1305**_SHA256
TLS_ECDHE_ECDSA_WITH_CHACHA20_POLY1305
TLS_ECDHE_RSA_WITH_CHACHA20_POLY1305_SHA256
TLS_ECDHE_RSA_WITH_CHACHA20_POLY1305

adopted to avoid relying only on AES
(What if a vulnerability is found in AES? We need a recommended alteranative!)

TLS 1.3

- simpler cypher suites names
- certain algorithms are inferred by other means among limited alternatives
  - key exchange method: DHE or ECDHE
  - authentication: RSA or ECDSA
- shorter suites list

TLS_AES_256_GCM_SHA384

TLS_CHACHA20_POLY1305_SHA256

TLS_AES_128_GCM_SHA256

TLS_AES_128_CCM_8_SHA256

TLS_AES_128_CCM_SHA256

- also dropped support for some rarely used, or weak, features
  - Compression, CBC, Non-AEAD ciphers, Renegotiation of encryption parameters, RC4, DSA, MD5, SHA1, RSA Key Exchange, DH, ECDH

TLS 1.2 vs 1.3

- TLS 1.2 is not deprecated
  - TLS 1.1 and 1.0 are deprecated
- TLS 1.2 is not going to be deprecated soon
- TLS 1.3 is…
  - simpler
  - hard to configure insecurely
  - supported only by recent software

ssh

- ssh è un concorrente di ssl/tls
  - v1 (vulnerabile), v2 attualmente in uso
- del tutto generale
  - usato sopratutto come telnet criptato
  - si può fare tunneling di qualsiasi cosa in ssh (opzioni –L e –R)
    - ma ora si può fare anche con ssl (vedi “stunnel”)
- companion protocols/commands
  - scp, sftp
- diffusione
  - famoso (implementazione open: openssh)
  - ampiamente supportato
  - standardizzato
    - rfc 4250-4256 e seguenti
  - supporta autenticazione RSA ma **non supporta certificati e PKI**

altre applicazioni alle reti (oltre tls)

VPN

- Internet e le reti degli ISP costano poco ma sono insicure
- le VPN sono reti private “sicure” ricavate da infrastrutture pubbliche
  - gli ISP offrono VPN con dei Service Level Agrement per garantire una certa QoS
- usate per
  - accesso da Internet alla “rete aziendale”
  - Intranet geograficamente distribuite
    - cioè collegamento di sedi distanti della stessa azienda

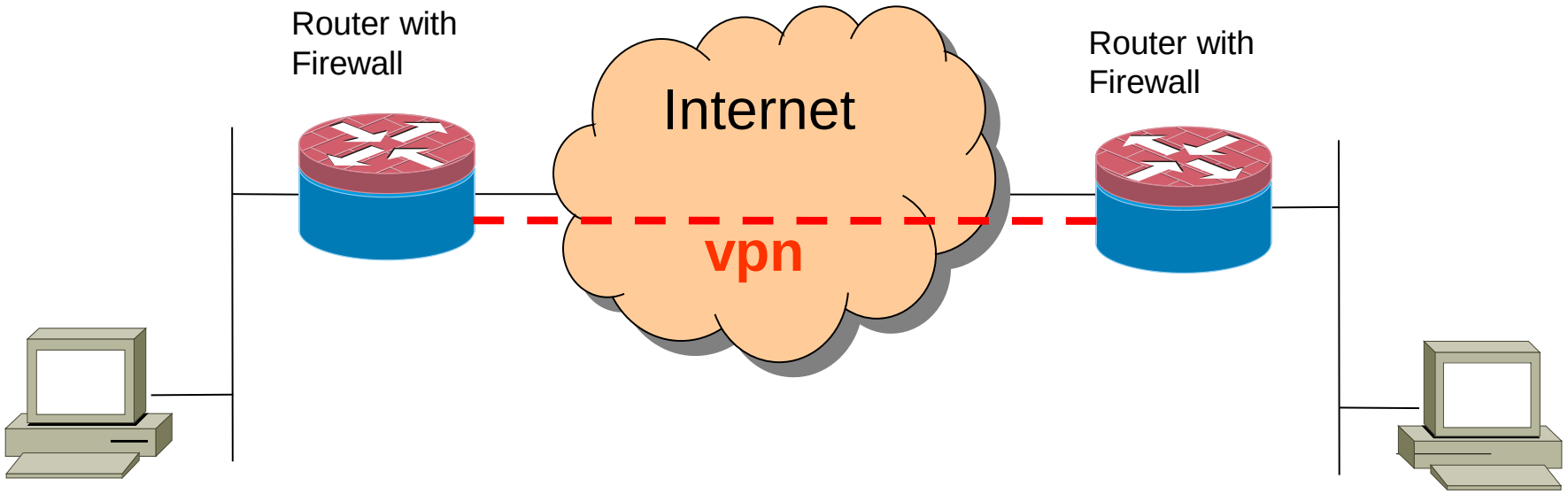
strumenti

- ssl/tls (OpenVpn),
- ssh (opzioni -L -R -W -D ecc.)
- IPsec
- altro (PPTP, L2TP/IPsec)

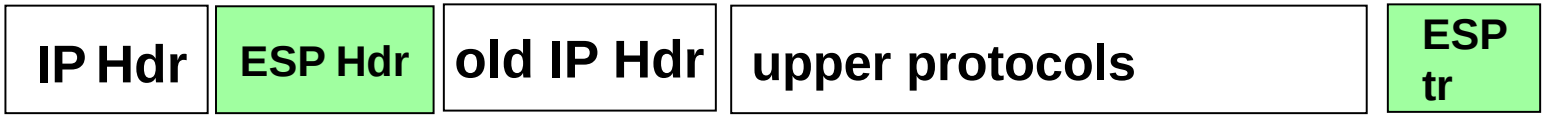
ipsec

- due protocolli crittografici per IP
  - Encapsulating Security Payload (ESP , rfc 4303)
    - confidenzialità (opzionale), e integrità e dei dati
  - Authentication Header (AH, rfc 4302)
    - integrità dei dati e di parte dell'header IP
    - raramente usato, non c'è motivo di autenticare l'header IP
- due modalità
  - tunnel mode
    - dati in ip(originale) in ipsec in ip(nuovo)
  - transport mode
    - dati in ipsec in ip
    - non strettamente necessario
    - più efficiente perché ha un header in meno (mtu maggiore)

ipsec tunnel mode



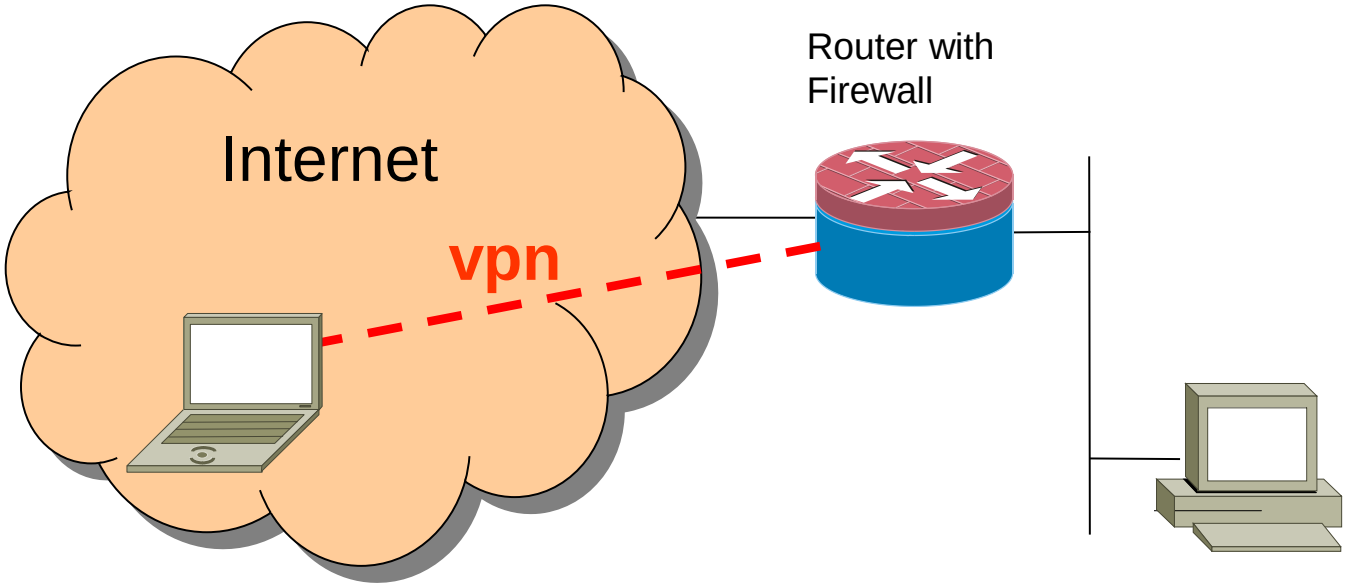
pacchetto originale



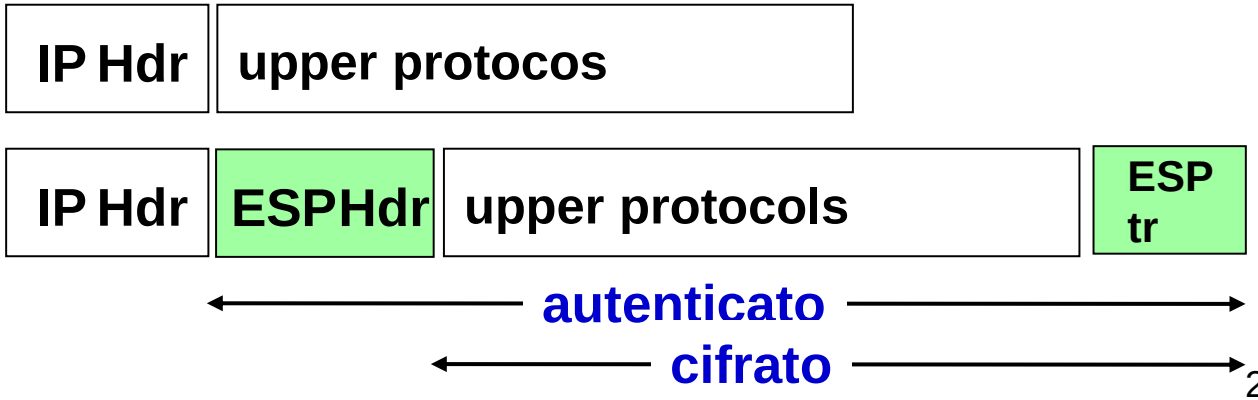
autenticato

cifrato

ipsec transport mode



pacchetto originale



concetti ipsec

- security association (SA)
  - tra due macchine (addr, addr, modo, algoritmi, chiavi, SPI)
    - spi: security parameter index
      - identifica la SA, non bastano gli indirizzi poiché più security association possono essere instaurate tra le stesse macchine
    - l'spi viene inviato negli header ipsec
- security policy
  - quali pacchetti sono ammessi per essere instradati nel tunnel

chiavi di sessione

- le chiavi di sessione possono essere configurate manualmente o automaticamente
- Internet Key Exchange (IKE)
  - autenticazione
    - supporta sia chiavi pubbliche che shared secret
  - security association
    - negoziazione degli algoritmi di criptazione e di verifica di integrità
    - scambio chiavi di sessione
  - key rollover
  - protocollo molto complesso (forse troppo)
    - v1 (rfc 2407-2409, qualche problema di sicurezza)
    - v2 proposto recentemente (rfc 4306, 4307)

pptp

- Microsoft
- Generic Routing Encapsulation (GRE, rfc 2784)
  - un protocollo per fare tunnel generici in IP
- protocollo di management del tunnel
  - tcp port 1723
  - problematico per i firewall
- ppp in gre in ip
- autenticazioni MSCHAP (basta una password) o EAP-TLS
  - challenge/response in chiaro
- crittografia opzionale
  - Microsoft Point-to-Point Encryption (MPPE)
  - RC4 chiavi 40-128 bit

L2TP/IPsec

- Microsoft
- Layer2 Trasport Protocol (L2TP)
  - derivato da ppp incapsulato in udp
  - non prevede autenticazione
- IPsec ESP transport mode
- più sicuro di pptp
  - autenticazione strong tra macchine (IPsec/IKE)
  - autenticazione di utente (su ppp ma criptata)
- poco pratico
  - richiede setup di ipsec (shared secret o certificato)
- poco efficiente
  - mtu ridotto

IP	IPsec ESP	UDP	L2TP	PPP	PPP payload

uso della crittografia a livello 2

autenticazione a livello 2 point to point

- gli estremi di una connessione ppp sono tipicamente autenticati
  - vedi connessioni dial-up e adsl
- protocolli famosi:
  - Password Authentication Protocol (PAP)
    - richieste di autenticazione con password inchiaro!
  - Challenge-Response Handshake Protocol (CHAP)
    - il server invia un challenge, il client risponde con un MAC del challenge (shared secret)
    - richiesta ripetuta durante la sessione (anti hijacking)
  - MS-CHAP— versione Microsoft di CHAP
    - lo shared secret è derivato dalla password
  - Extensible Authentication Protocol (EAP)

EAP

- RFC 3748
- framework per la negoziazione di meccanismi di autenticazioni arbitrari
- prevede una negoziazione del metodo di autenticazione
  - metodi diversi prevedono protocolli di autenticazione diversi (e quindi una sequenza di messaggi diversa)
- eap methods (sono oltre 40)
  - es. eap-md5: autenticazione one-way,
  - es. eap-tls: usa tecniche simili a tls
- è possibile il supporto per token card, dispositivi biometrici, OneTimePasswords, Smart Card, certificati digitali …

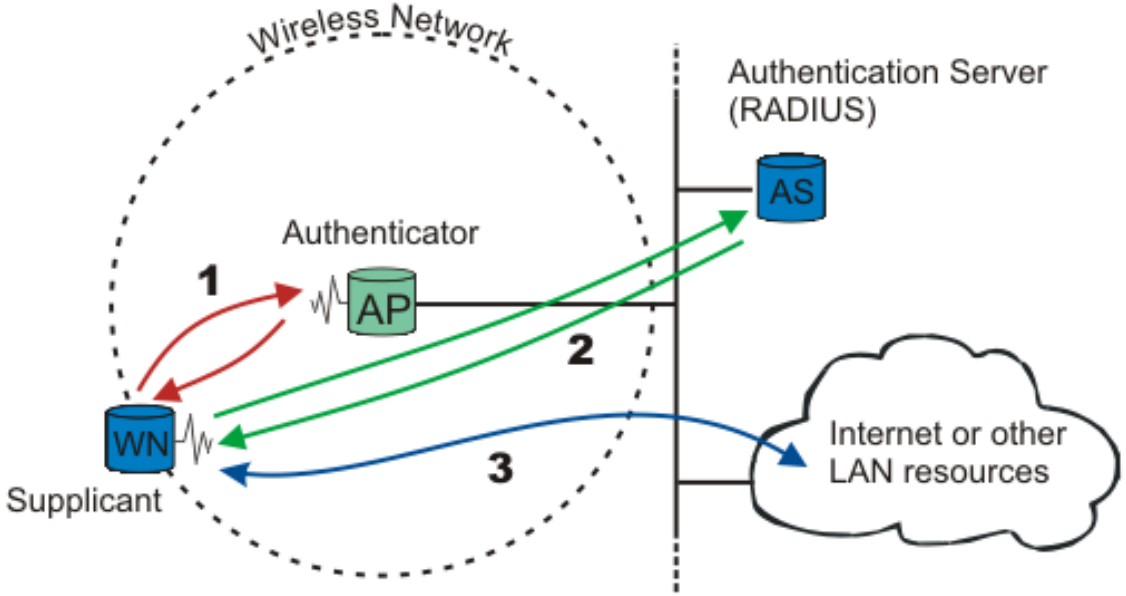
autenticazione a livello 2 per LAN

- ieee 802.1X
- è un modo di incapsulare EAP in frame su LAN
  - detto anche EAPoL (EAP over LAN)
- il server è tipicamente un apparato di rete
  - switch
  - access point
  - ...
- scomodo avere uno user db in un apparato di rete...

radius

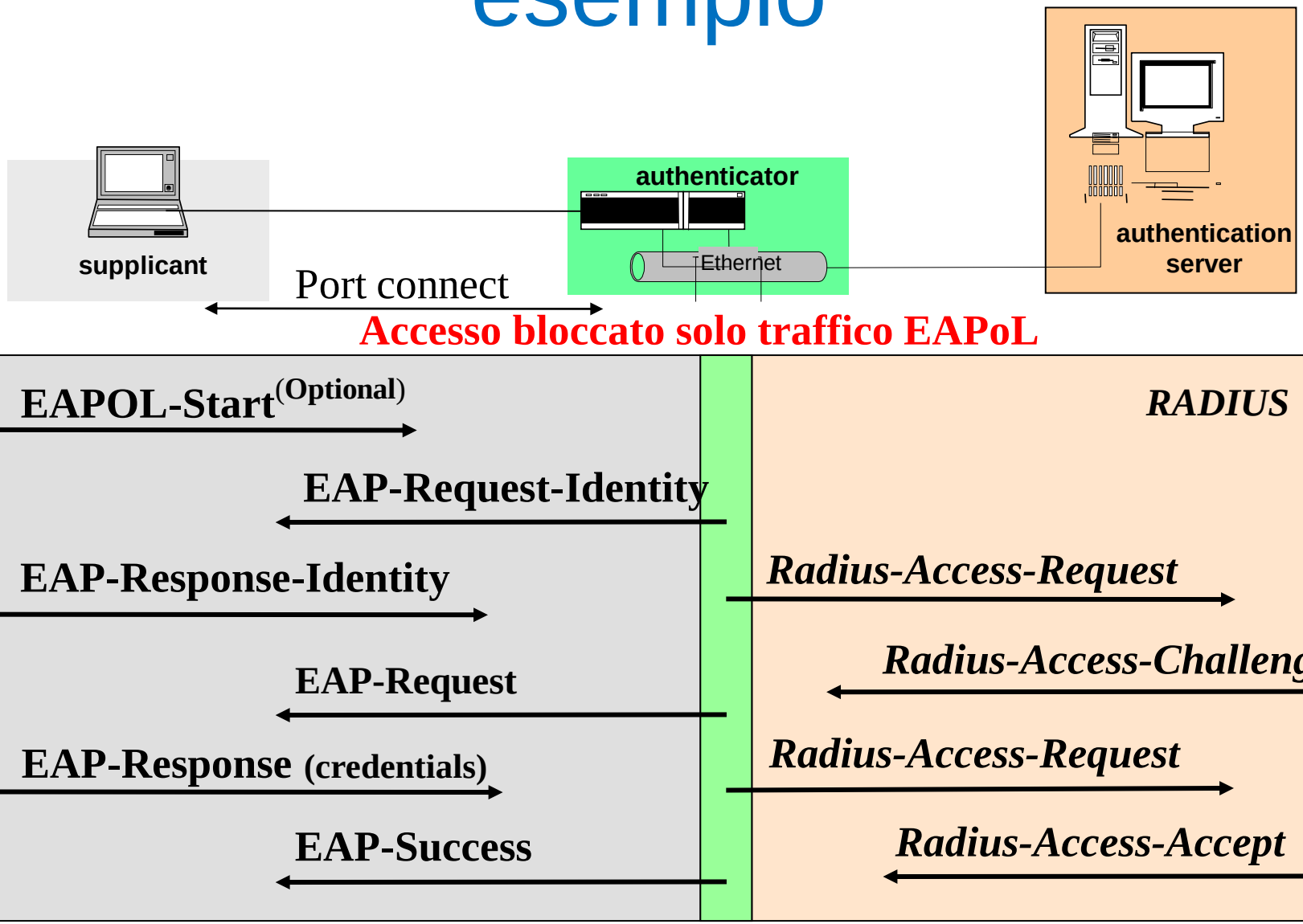
- rfc 2865, rfc 2866
- su udp
- supporto per EAP (rfc 3579)
- elementi
  - User (pc, laptop, telefono, ecc)
  - Radius server
    - autorizza o meno l'accesso alla rete
  - User database
    - ldap, dbms, ecc
  - Network Access Server (NAS, client del radius server)
- protocolli analoghi e concorrenti
  - diameter (rfc 6733)
  - tacacs, tacacs+ (più vecchi)

802.1X e radius



- supplicant (user) usa EAPoL con l'autenticator (in questo caso un access point che fa da NAS)
- l'autenticator passa i messaggi EAPoL al autentication server usando RADIUS e il supporto per EAP
- quando l'autenticator riceve la conferma dall'autentication server che il supplicant è autenticato allora permette al traffico del supplicant di raggiungere la rete

esempio



Accesso concesso (con eventuali vincoli) dall'autentication server

wireless

- wep (obsoleto e vulnerabile)
  - rc4 (40bit key, 24bit iv), integrity con crc-32
- wpa
  - ha bisogno IEEE 802.1X server
    - distribuisce pre-shared secret diversi a ciascun utente, mutua autenticazione
  - rc4 (128bit key, 40bit iv)
  - key rollover
  - integrity con mac e frame counter (no replay attack)
- 802.11i (wpa2)
  - evoluzione di wpa
  - tra le altre cose usa AES

altre applicazioni non di rete

posta elettronica

- pretty good privacy (PGP)
  - obsoleto
- Privacy Enhanced Mail (PEM)
  - IETF, obsoleto
  - usato come formato file (.pem)
- S/MIME (rfc 3850-3851)
  - creato da RSA
  - mime (rfc 2045-2049) + pkcs#7
- Posta Elettronica Certificata
  - in italia ha lo stesso valore legale di una raccomandata con ricevuta di ritorno

documenti crittografati

- criptati con una chiave simmetrica S
- S è cifrata con la chiave pubblica di ciascun soggetto autorizzato alla lettura
  - S/MIME
    - più destinatari ciascuno con la sua chiave pubblica
  - EFS (encrypted filesystem windows XP)
    - chiave privata e pubblica associata all'utenza
      - chiave privata è persa quando l'utenza viene cancellata
    - più soggetti possono essere autorizzati alla lettura di un file (agente di recupero)

confidenzialità dei files

- criptazione a livello di
  - file
  - directory
  - filesystem
  - disco
- windows: encrypted filesystem (EFS)
  - più utenti possono aprire un file criptato
  - encryption/decryption trasparente all'utente durante l'uso del file
  - disponibili servizi commerciali per decrittare senza chiave
- Window Vista: BitLocker
  - a livello di disco
  - basato su TPM
- linux
  - encfs,ecryptfs,fscrypt: directory level
  - raiser4, ZFS: filesystem level
  - dm-crypt: partition level

one time passwords (OTP)

- poiché la password può essere rivelata facciamo in modo che si possa usare una sola volta
- generazione di un insieme di passwords
  - Lamport: h(p), h(h(p)), h(h(h(p))), ...
  - le passwords vengono chieste a partire dall'ultima
  - sniffare un telnet o vedere un login non aiuta a entrare nel sistema
    - l'utente deve tenere privato l'insieme di passwords!
  - per ciascun utente si memorizza l'hash dell'ultima password
- time-synchronized OTP
  - dispositivo hardware con clock sincronizzato con il server
  - genera password che dipendono dal tempo