tecniche crittografiche e protocolli

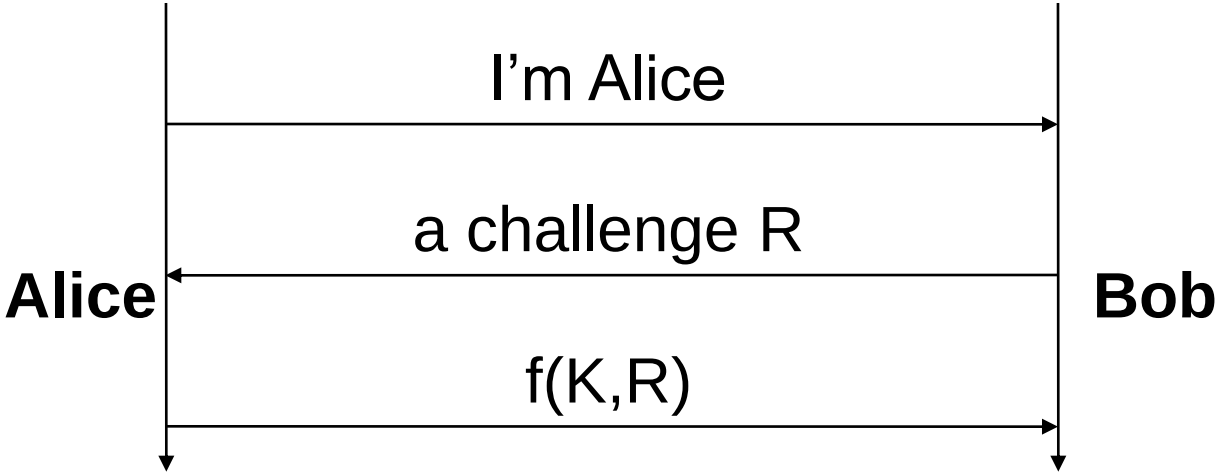
obiettivi

- autenticazione
- scambio di *chiavi di sessione*
  - e conseguente scambio dei dati rispettando integrità e confidenzialità
- perfect forward secrecy

autenticazione

autenticazione one-way con shared secret

protocollo s1



- K è un segreto condiviso
- f(K,R) è K{R} oppure h(R|K)
- problemi
  - Cindy può sniffare e installare un attacco
    - know plaintext
    - off-line password guessing, se K è derivata da una password
  - chi legge il key db di A o B può impersonare A

problema dell’autenticazione one-way

- Alice non autentica Bob che può essere facilmente impersonato
  - in molti contesti è necessaria una mutua autenticazione

replay attack

- se un valore di R viene riutilizzato allora il prot. s1 è vulnerabile al *replay attack*

- Cindy registra il/i messaggi e li re-invia in una sessione successiva
  - Cindy non ha bisogno di conoscere K per l'attacco

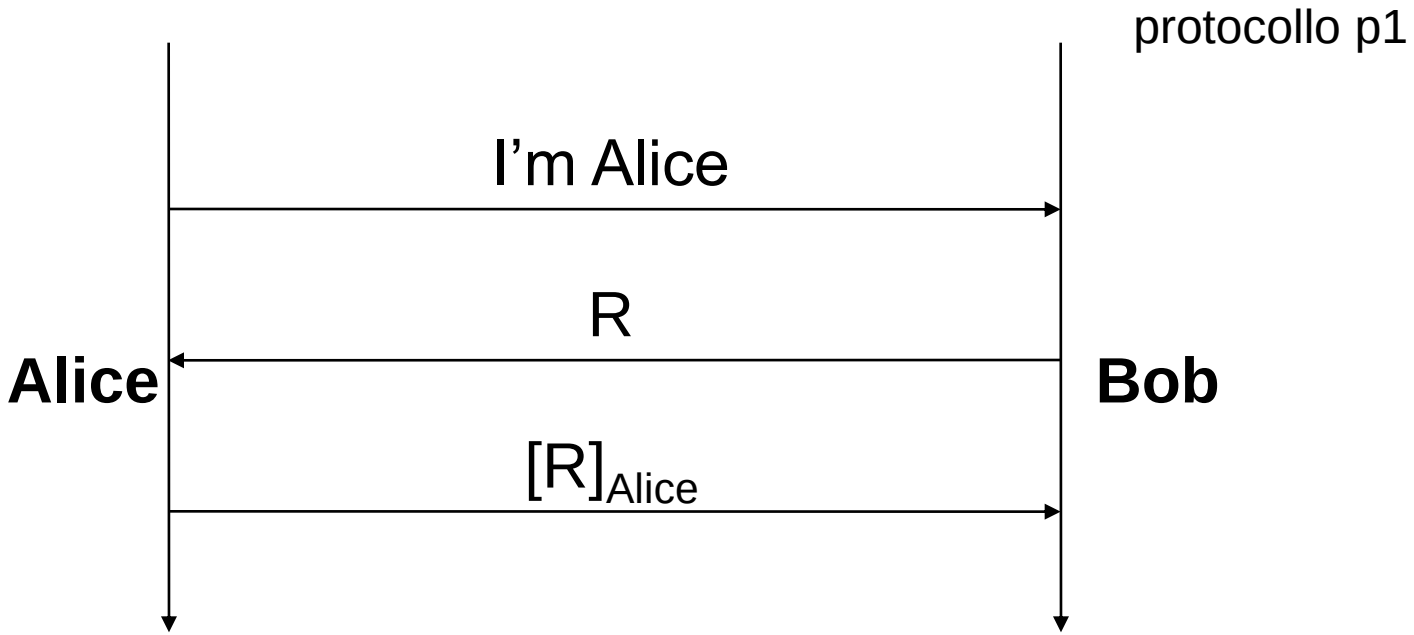
nonces

- un *nonce* è un valore o stringa che è **usato una sola volta**
  - tutti i challenge devono essere nonce altrimenti i protocolli diventano vulnerabili ad un replay attack
- alle volte deve anche essere **non predicibile**
- esempi di nonces
  - timestamp
    - predicibile
    - dipende dalla vulnerabilità dei meccanismi di settaggio del clock
  - numero di sequenza
    - predicibile
    - che succede dopo il boot?
    - che succede dopo un overflow?
  - random number
    - necessario un buon “seed”
    - necessario un buon generatore di numeri casuali

autenticazione one-way con shared secret (s2)

- R deve essere **non predicibile** da Alice
- richiede crittografia reversibile (non si può usare l'hash)
- problemi
  - Cindy può sniffare e installare un attacco
    - know plaintext
    - se K è derivata da una password un off-line password guessing
  - chi legge il key db di A o B può impersonare A

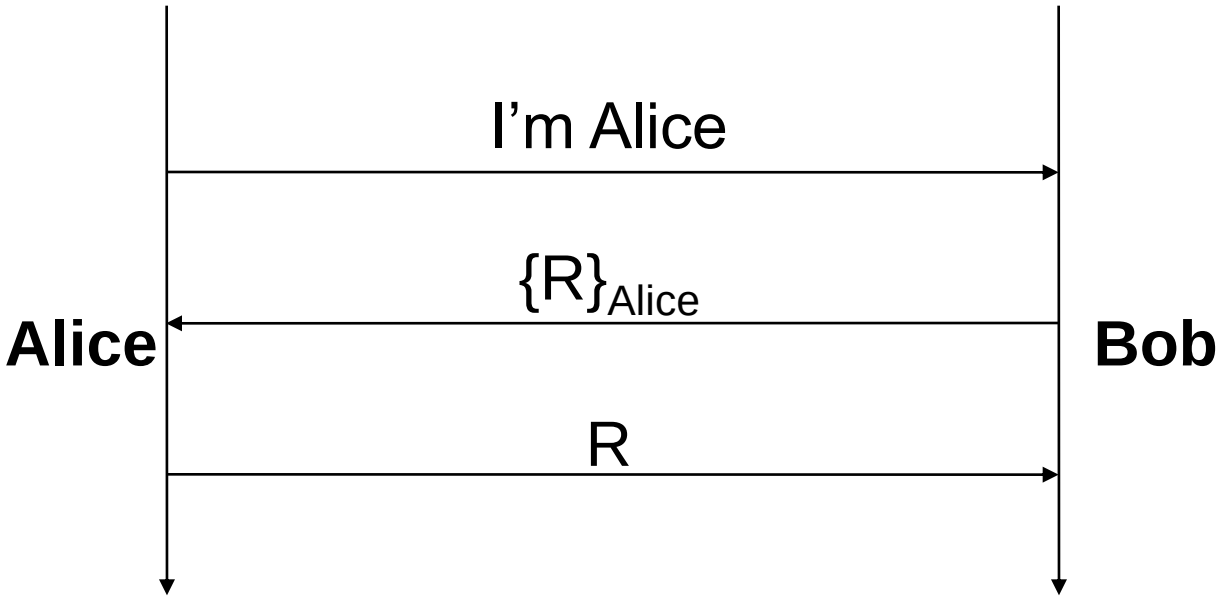
autenticazione one-way con chiave pubblica (p1)



- vulnerabilità: come s1 ma chi legge il key db di B non può impersonare A

autenticazione one-way con chiave pubblica (p2)

protocollo p2



- vulnerabilità: come s2 ma chi legge il key db di B non può impersonare A

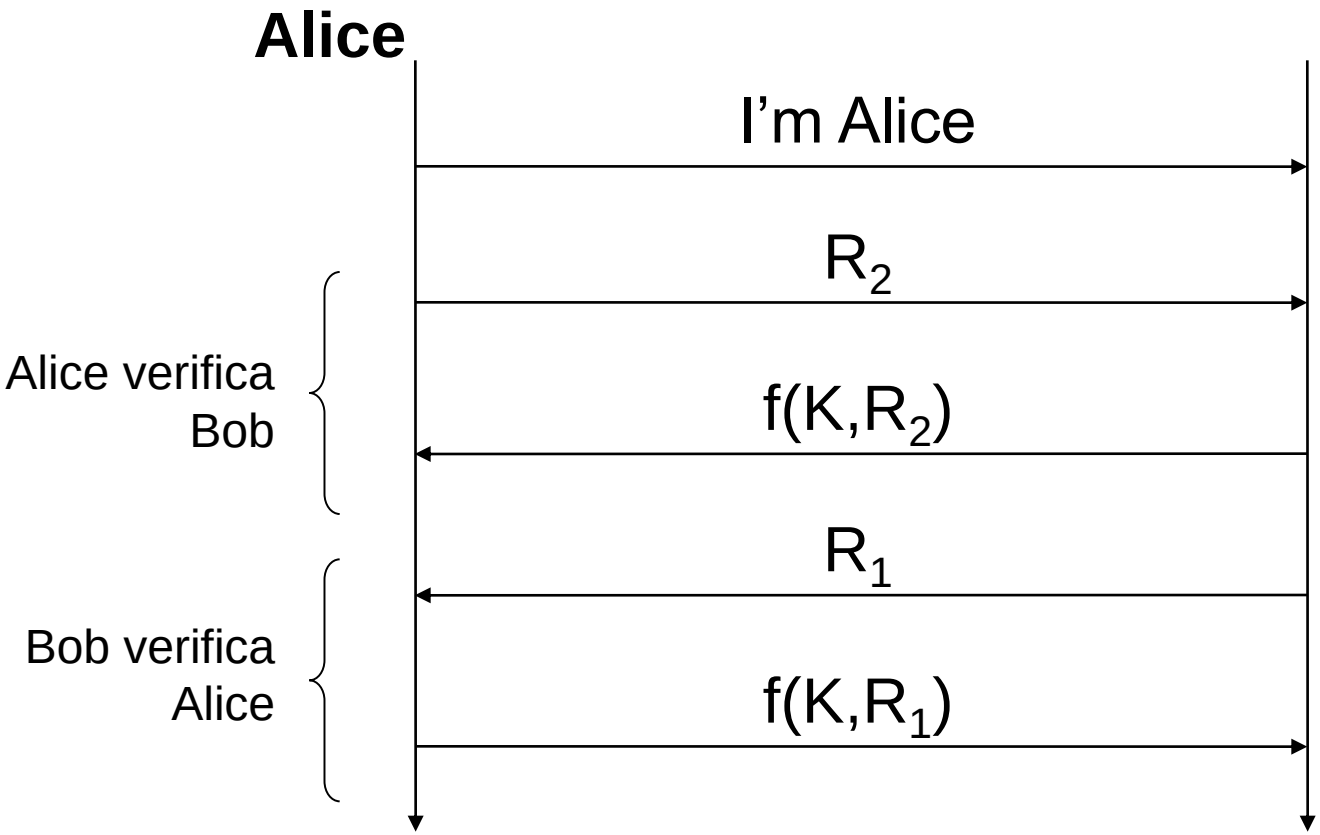
evitare l'uso promiscuo delle chiavi

- chiunque impersoni Bob può scegliere un messaggio *m* e ottenere…
  - cifratura con K di *m* (prot. s1 e p1)
  - decifratura con K di *m* (prot. s2 e p2)
- in generale una chiave dovrebbe essere **usata per un solo scopo** (cioè con un solo protocollo) altrimenti...
  - protocolli indipendentemente sicuri possono essere vulnerabili se usati assieme
  - l'introduzione di nuovi protocolli che usano la stessa chiave può rendere vulnerabili i vecchi
- in alternativa usare nonce strutturati per ciascuna funzionalità

autenticazione mutua con shared secret (ms1)

- per l'autenticazione mutua non basta avere due autenticazioni one-way una dopo l'atra
- il seguente esempio è vulnerabile

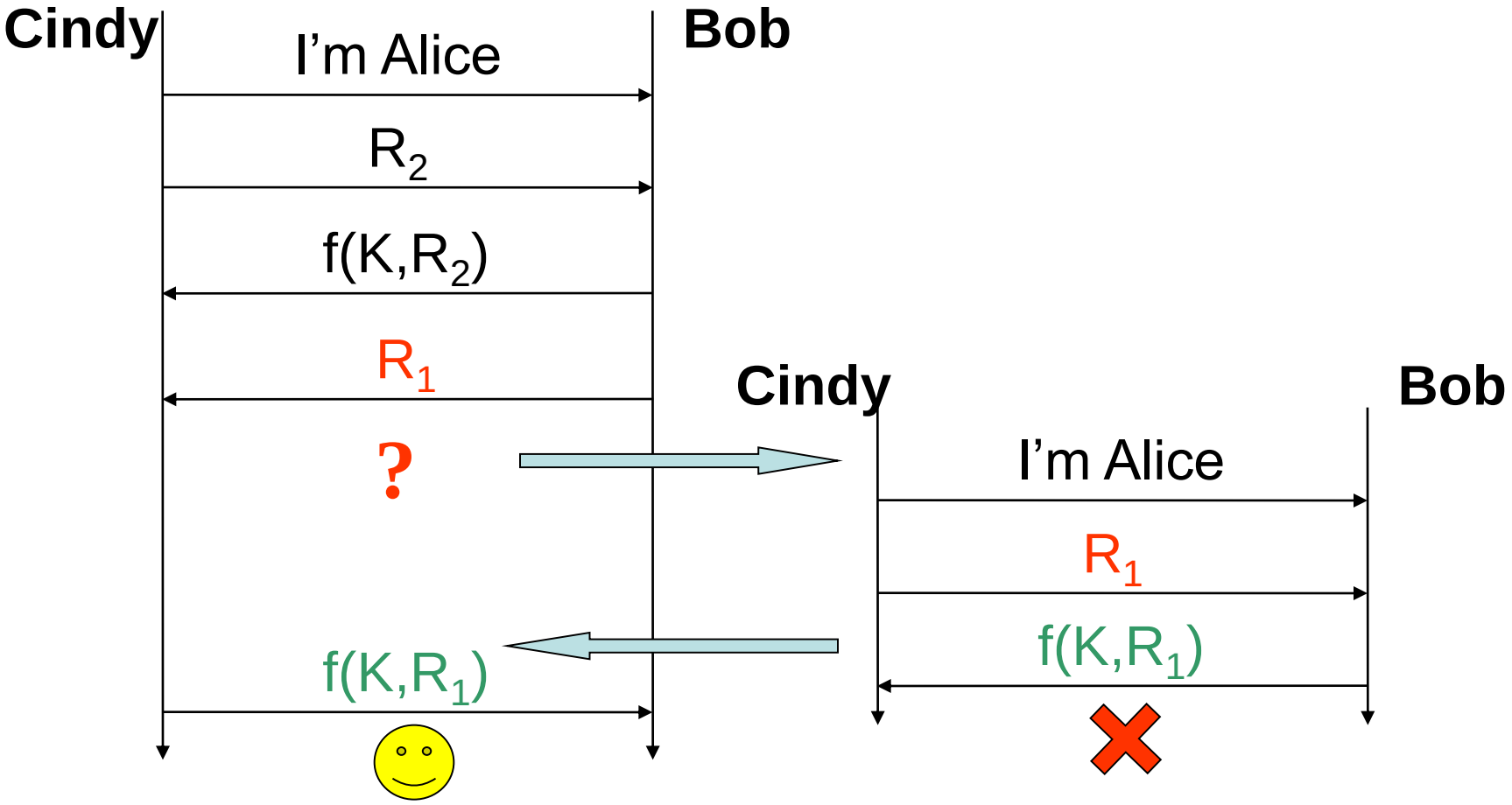
protocollo ms1



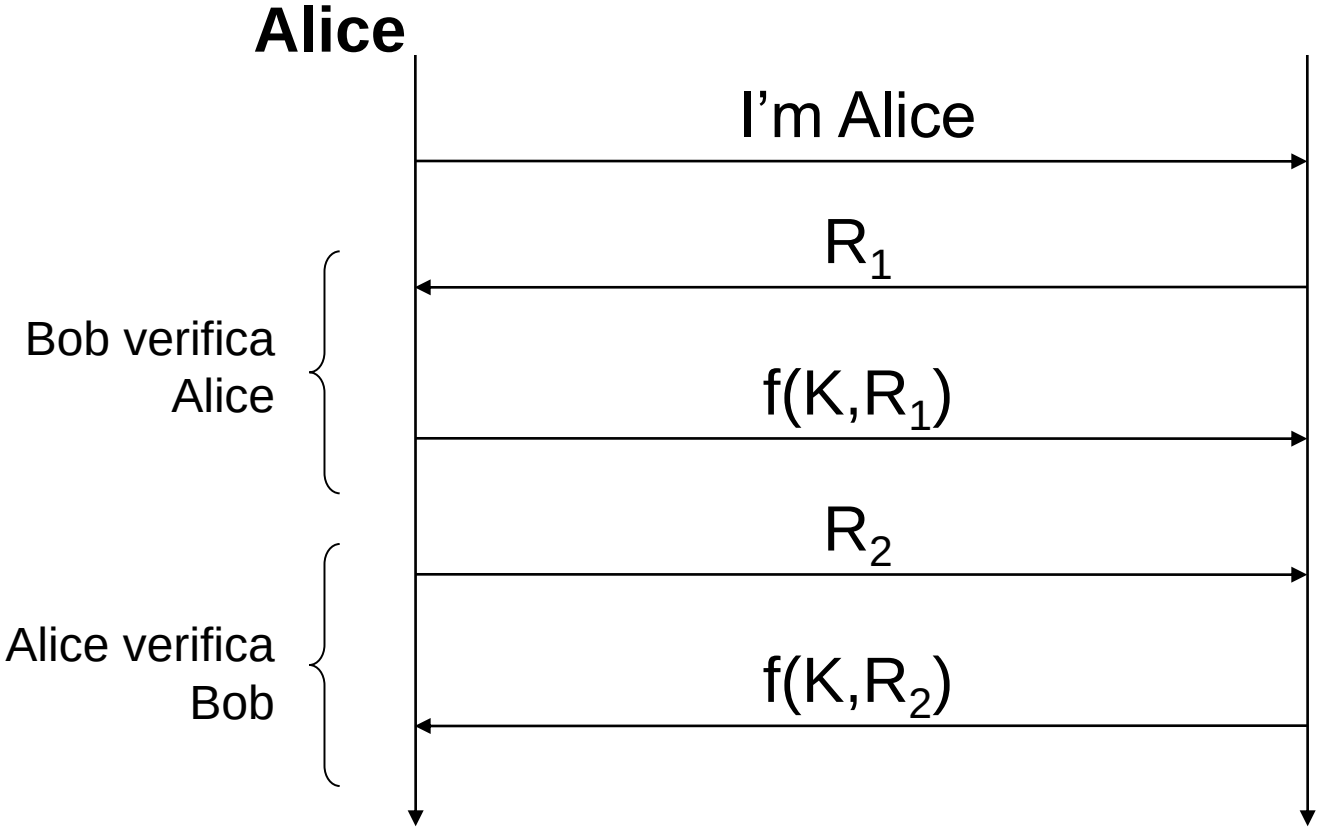
nota: si potrebbe rendere più efficiente (con soli 3 messaggi)

reflection attack

- nel reflection attack Cindy può sfruttare il protocollo stesso (su un'altra sessione) per ottenere le informazioni per impersonare A



autenticazione mutua con shared secret (ms2)



- Cindy può impersonare Alice con un reflection attack?
- Cindy può impersonare Bob?

reflection attack: contromisura

- A e B non devono fare la stessa cosa
  - cioè non devono far uso promiscuo della chiave
- es. usare chiavi differenti nei due versi
  - es. totalmente differenti
  - es. chiavi derivate
    - es. K e K+1, o K e h(K)
- es. usare challenge strutturalmente differenti
  - es. R_1 pari e R_2 dispari
  - es. concatenare il nome o il ruolo
    - es. Alice|R_1 e Bob|R_2
    - es. server|R_1 e client|R_2

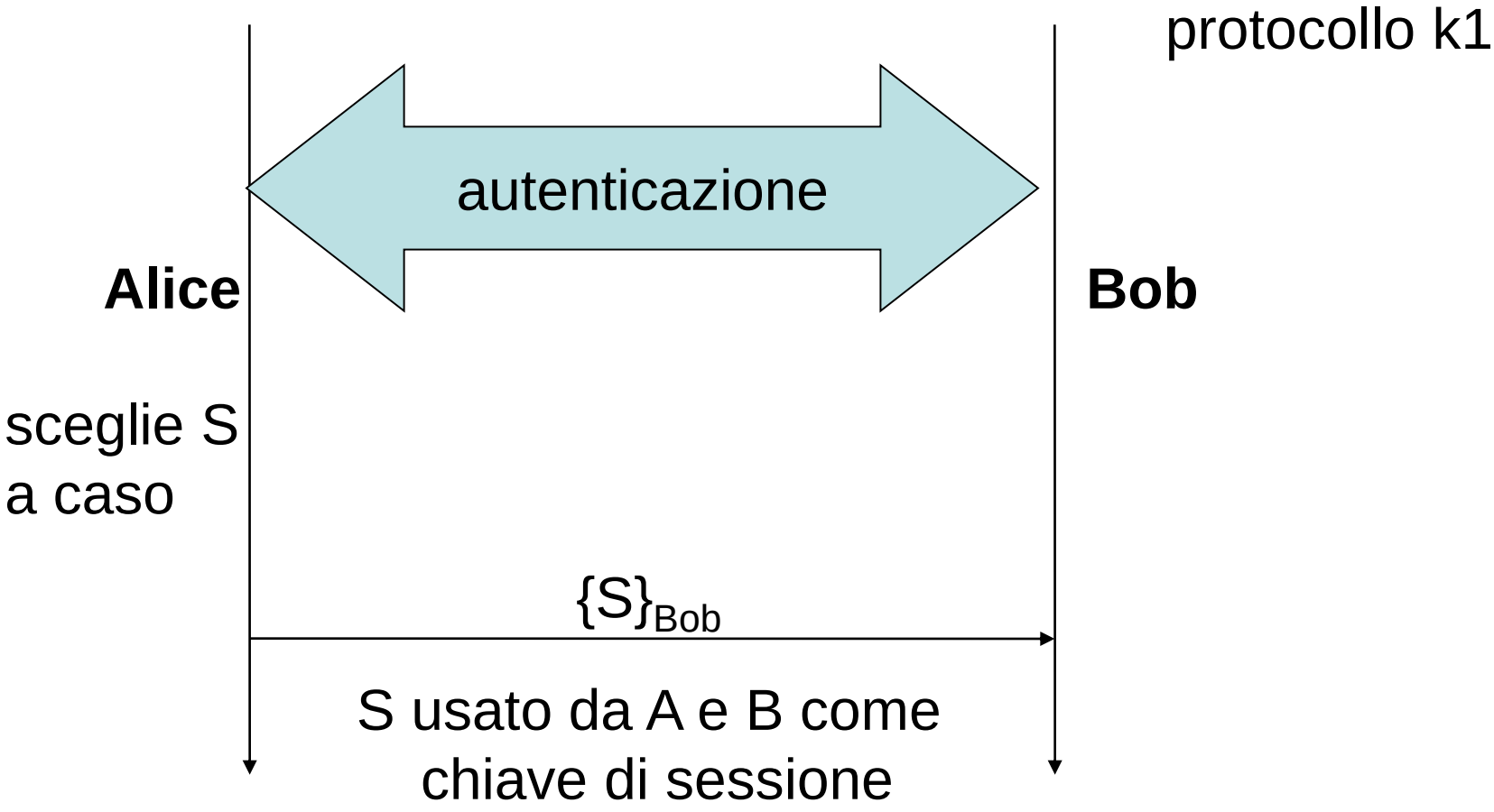
cifratura dei dati

chiavi di autenticazione e chiavi di sessione

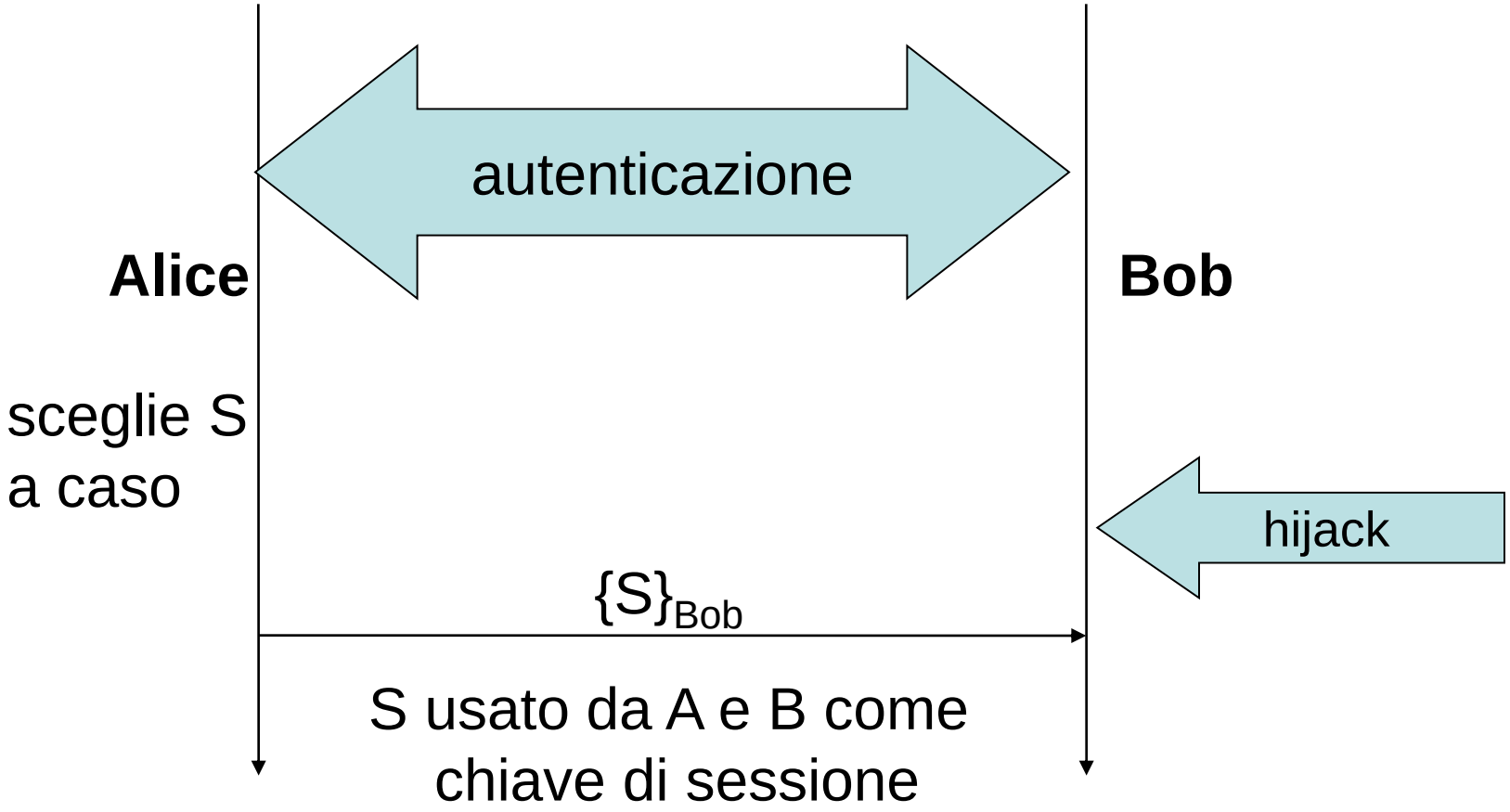
- la chiave simmetrica usata per la cifratura è detta **session key** (chiave di sessione)
- la session key è bene che sia diversa dalla/e chiave/i usata/e per l'autenticazione
  - la/le chiave/i per l'autenticazione deve/devono durare nel tempo (***long term secret***)
  - la chiave di sessione si usa molto e "si deteriora" (***short term secret***)
- una buona session key deve essere
  - diversa per ciascuna sessione
  - non predicibile da un eavesdropper
    - dovrebbe essere derivata anche (ma non necessariamente solo) da un numero random

autenticazione e sessione

- trova la vulnerabilità



hijack

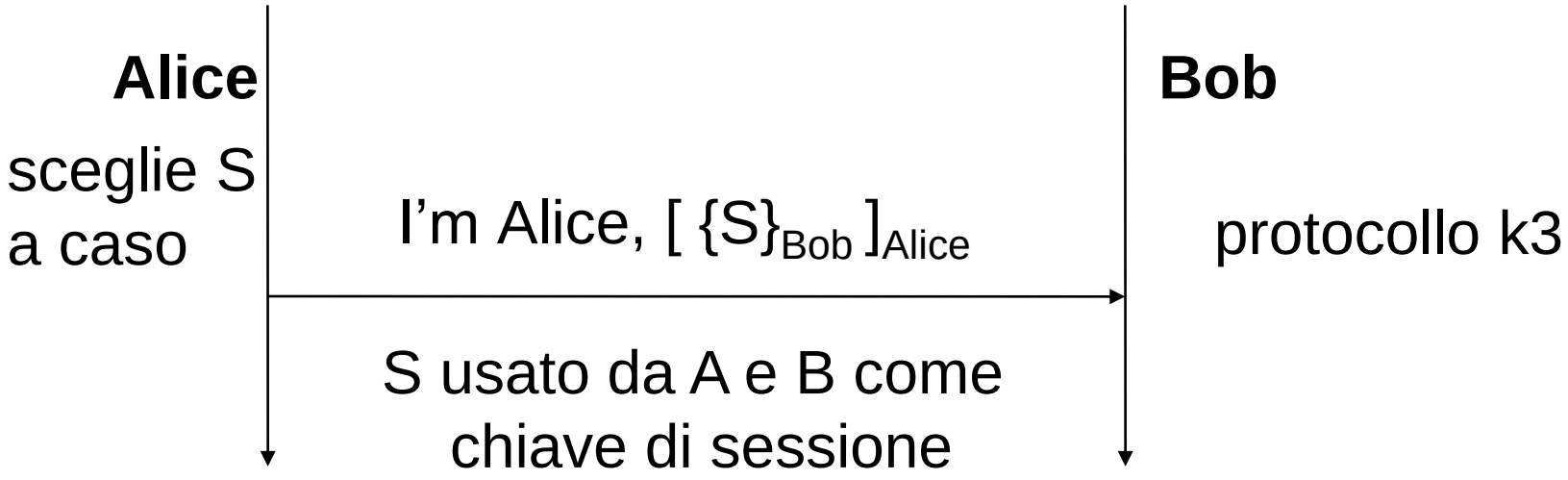


- nulla mi assicura che S sia stato generato da Alice

scambio di chiave di sessione

- è necessario che ci sia la prova che la chiave di sessione provenga dallo stesso soggetto che è stato autenticato
- protocollo k2
  - come k1 ma la chiave è autenticata in qualche modo
  - es. $[\ \{S\}_{Bob}\ ]_{Alice}$ oppure K{S}
  - non vulnerabile ad hijacking
- in realtà k2 è ridondante

autenticazione mutua e scambio di session key in un solo messaggio



- Alice sa che solo Bob può essere la controparte poiché solo Bob può decifrare $\{S\}_{Bob}$
- Bob è sicuro che solo Alice può essere la controparte poiché S è firmata da Alice
- un attaccante potrebbe fare replay del messaggio ma non potrebbe decifrare la sessione seguente
  - Bob non deve considerare la sola apertura della sessione come necessariamente proveniente da Alice

le chiavi di sessione devono essere usate “poco”

- sessioni con molti dati sono un problema
  - le tecniche di crittoanalisi hanno bisogno di una certa quantità di ciphertext per trovare la chiave
  - molti dati semplificano la crittoanalisi
- la chiavi di sessione possono essere cambiate periodicamente
- **key rollover:** è il cambiamento periodico della chiave di sessione
  - la chiave va cambiata prima che si raggiunga una quantità di ciphertext che renda possibile l’attacco crittoanalitico

key rollover e master secret

- rinegoziazione della nuova chiave di sessione: inefficente
- nuove chiavi di sessioni calcolate: efficiente
  - aggiornate in maniera sincrona da entrambe le parti
- approccio tipico: chavi di sessione calcolate da un **master secret** combinando vari strumenti
  - es. contatori, shuffling, hash, crittografia, ecc
  - es. M: master secret, chiave *i*-esima: K_i=h(*i*|*M*)
- il master secret è tipicamente generato a partire da un numero pseudo-casuale (di qualità e quindi di generazione inefficiente) e da altri segreti a lungo termine
  - meglio se entrambe le parti concorrono alla creazione del master secret
- il master secret è solitamente usato **solo per generare le chiavi**
  - la quantità pubblica di ciphertext prodotto cifrando con il master secret deve essere il minimo possibile (possibilmente niente)

perfect forward secrecy e chiavi effimere

problema 1: intercettazioni legali

- supponi che per legge esista un repository “fidato” di tutte le chiavi private
  - *key escrow*: terza parte depositaria delle chiavi
- la magistratura può autorizzare una intercettazione e richiedere le corrispondenti chiavi private
- la tecnologia dovrebbe permettere alla magistratura di…
  - …decifrare le trasmissioni a partire dalla data di autorizzazione
  - …impedire di decifrare trasmissioni precedenti alla data di autorizzazione
    - poiché le autorizzazioni di intercettazione non sono retroattive

problema 2: pubblicazione delle chiavi private

- dopo che le chiavi sono state usate possono essere pubblicate senza alterare la confidenzialità delle trasmissioni precedenti?
- la domanda è importante: considera i seguenti casi pratici
  - supponi che un eavesdropper **registri** una trasmissione e poi ottenga la/le chiavi di A, B o di entrambi, può risalire al contenuto della trasmissione?
  - tipicamente le chiavi hanno una **scadenza** dopo la quale vanno cambiate, alla scadenza le chiavi private sono pubblicabili?
  - la magistratura può ottenere il contenuto di registrazioni precedenti all'autorizzazione?
    - una volta ottenute le chiavi dal key escrow?

(perfect) forward secrecy (PFS)

- un protocollo si dice avere la proprietà PFS se **non permette di decifrare una trasmissione registrata pur avendo i segreti a lungo termine** (chiavi di autenticazione) a disposizione.
- analizza i protocolli precedenti rispetto a questa proprietà

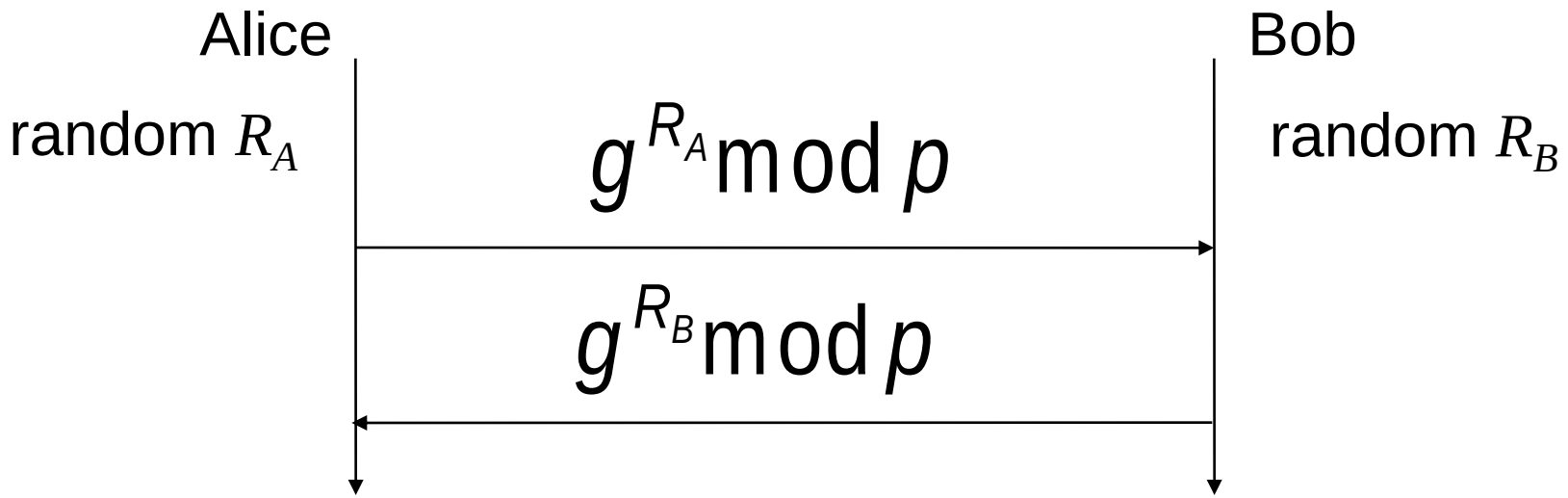
chiavi effimere

- chiavi (RSA asimmetriche) **effimere**
  1. **generate** prima di ogni scambio di chiave di sessione
  2. scambiate (nella parte pubblica)
  3. **usate** per lo scambio di chiave di sessione
  4. **dimenticate**
- una chiave effimera esiste in memoria solo per una frazione di secondo e poi viene dimenticata
- la generazione di chiavi RSA è inefficiente
- si usa il protocollo di scambio Diffie-Hellman

diffie-hellman

- è un protocollo di scambio di chiave di sessione che gode di PFS
- basato sul problema del logaritmo discreto
  - “il logaritmo mod p in base g è difficile da calcolare”
  - dimostrato essere equivalente alla fattorizzazione in numeri primi (su cui si basa RSA)
- p e g due numeri pubblicamente noti
  - per garantire la sicurezza p e g devono avere delle proprietà particolari

diffie-hellman



$$\left(g^{R_B}\right)^{R_A} = g^{R_A R_B} \bmod p \qquad \left(g^{R_A}\right)^{R_B} = g^{R_A R_B} \bmod p$$

- A è B prendono come chiave di sessione $g^{R_A R_B}$
- se i numeri random R_A e R_B sono dimenticati il protocollo gode di PFS