Sicurezza dei sistemi e delle reti[1]

Mattia Monga

Dip. di Informatica
Università degli Studi di Milano, Italia
mattia.monga@unimi.it

a.a. 2014/15

Lezione XXI: Virtual Private Network

Virtual Private Network

VPN

Una rete "overlay" che costituisce un dominio amministrativo sostanzialmente indipendente dalla topologia effettiva della rete sottostante

- Le comunicazioni sono criptate
- Molto usate per permettere a utenti roaming di accedere alle risorse delle reti aziendali

Tunnel

Si basano sul concetto di tunnel: ossia incapsulano i pacchetti in un altro protocollo (che rispetta la topologia della rete "fisica" sottostante)
Differiscono per il livello di rete virtuale che offrono.

Encryption

Anche la confidenzialità e integrità dei pacchetti può essere ottenuta a diversi livelli

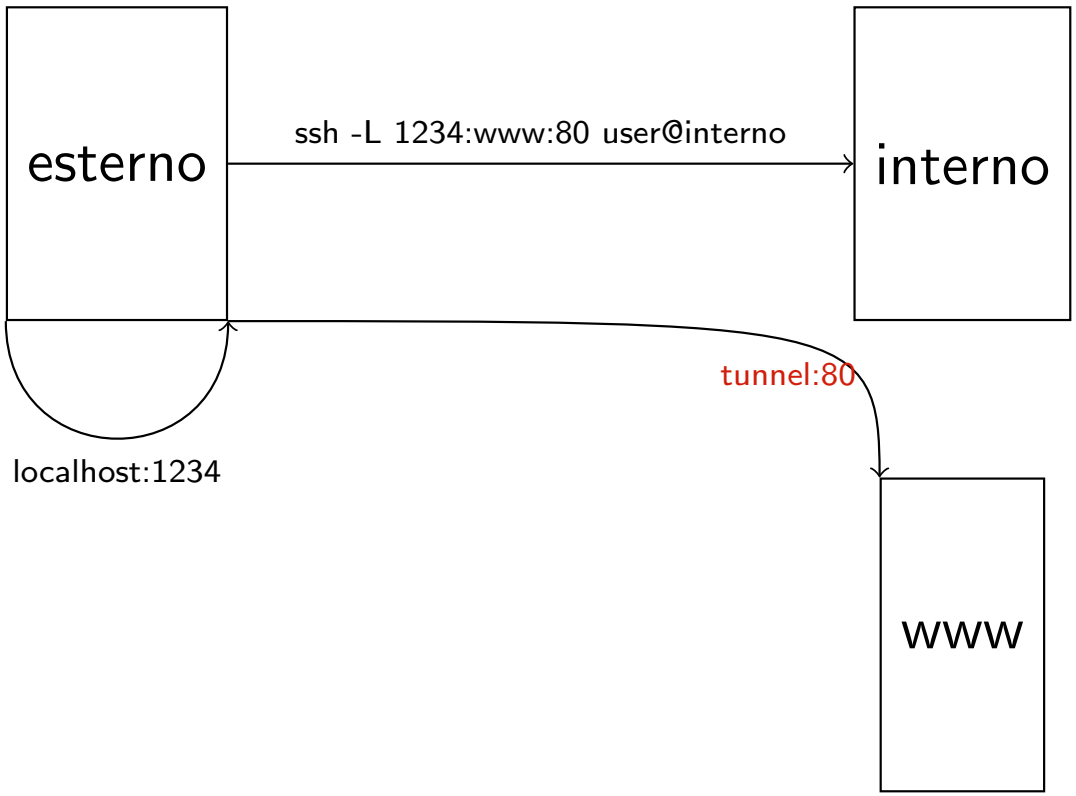
- IPSec
- SSL/TLS
- Protocolli proprietari
- SSH

SSH

OpenSSH può essere usato per fare tunneling di altri protocolli in SSH

- Port forwarding
- Vera e propria VPN

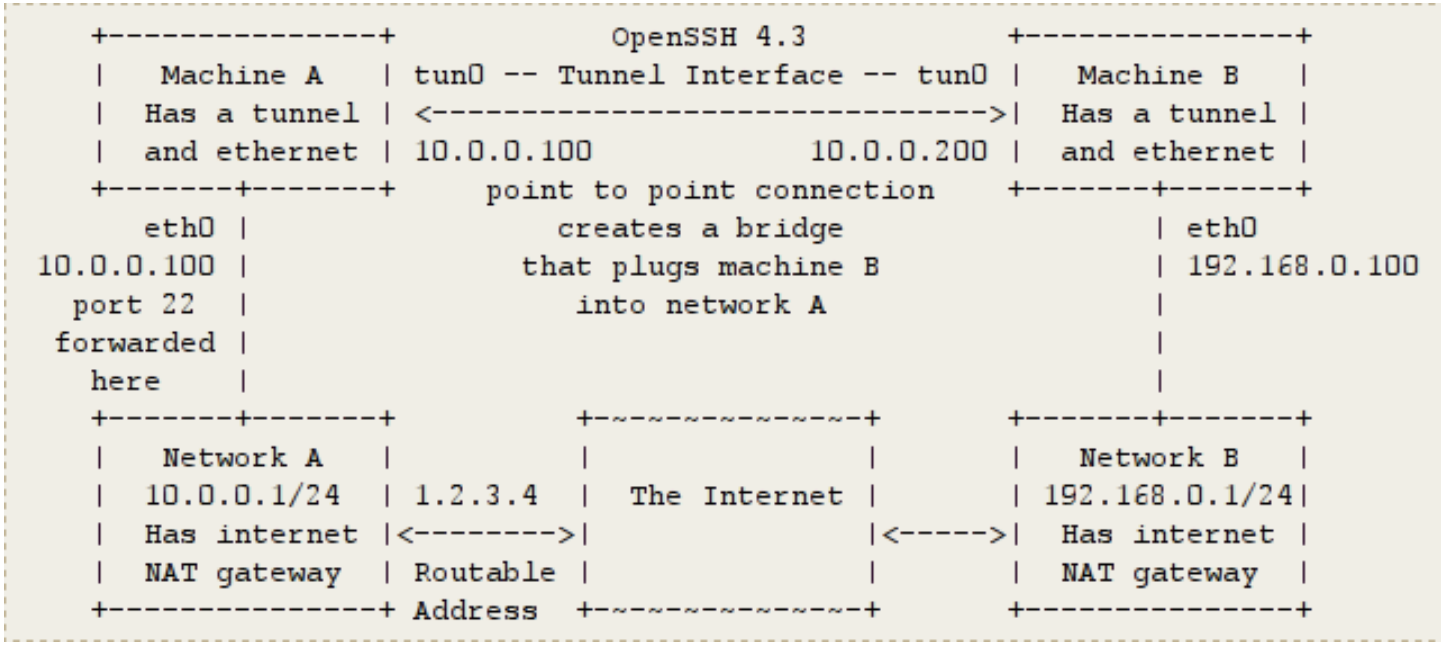
Port forwarding



www vede una connessione da interno, il pezzo criptato è solo esterno/interno

Una vera VPN con SSH

Per avere una vera VPN bisogna appoggiarsi sui livelli piú bassi dello stack. Con Linux esiste un device `tun` che serve proprio a questo scopo (Tunneling/NAT regolato da applicazioni utenti)



Setup di TUN/TAP

Se non è già attiva, bisogna creare l'interfaccia TUN/TAP
In Linux potrebbe essere necessario

```
1 mknod /dev/net/tun c 10 200
2 modprobe tun
```

Configurazione


```
# A
iface tun0 inet static
 address 10.0.0.100
 pointopoint 10.0.0.200
 up arp -sD 10.0.0.200 eth0 pub
# B
iface tun0 inet static
 pre-up ssh -f -w 0:0 1.2.3.4 'ifdown tun0; ifup tun0'
 address 10.0.0.200
 pointopoint 10.0.0.100
 up ip route add 10.0.0.0/24 via 10.0.0.200
 up ip route add 1.2.3.4/32 via 192.168.0.1
 up ip route replace default via 10.0.0.1
 down ip route replace default via 192.168.0.1
 down ip route del 10.0.0.0/24 via 10.0.0.200
 down ip route del 1.2.3.4/32 via 192.168.0.1
```

Riassumendo

Le VPN

- Permettono di usare una rete potenzialmente ostile, con alcune garanzie di confidenzialità e integrità
- Si basano sul tunnel di protocolli e possono essere realizzate in molti modi diversi

Iptables + SSH tunnelling

```
1  Chain PREROUTING (policy ACCEPT 33 packets, 1604 bytes)
2   pkts bytes target prot opt in out source destination
3     33 1604 sshuttle-12300 all -- * * 0.0.0.0/0 0.0.0.0/0
4
5  Chain INPUT (policy ACCEPT 0 packets, 0 bytes)
6   pkts bytes target prot opt in out source destination
7
8  Chain OUTPUT (policy ACCEPT 24 packets, 1568 bytes)
9   pkts bytes target prot opt in out source destination
10    48 3008 sshuttle-12300 all -- * * 0.0.0.0/0 0.0.0.0/0
11
12 Chain POSTROUTING (policy ACCEPT 48 packets, 3008 bytes)
13  pkts bytes target prot opt in out source destination
14
15 Chain sshuttle-12300 (2 references)
16  pkts bytes target prot opt in out source destination
17     0 0 RETURN tcp -- * * 0.0.0.0/0 127.0.0.0/8
18    24 1440 REDIRECT tcp -- * * 0.0.0.0/0 0.0.0.0/0 TTL match TTL != 42 redir ports 12300
```

OpenVPN

Un programma open-source che permette di costruire VPN basate su tunnel TCP o UDP. (La porta assegnata da IANA a OpenVPN è 1194)
Anche in questo caso l'implementazione sfrutta il driver TUN/TAP.

Autenticazione

L'autenticazione può avvenire in due modi

Static key pre-shared key

TLS tramite una sessione SSL/TLS (su UDP) con certificati e scambio di chiavi

Tunnel

Il tunnel può essere TCP (sconsigliato per ragioni di efficienza) o UDP (default)
Si può anche scegliere se usare l'interfaccia TUN (livello network) TAP (livello link).

Configurazione

Punto a punto, TAP (indirizzi assegnati con DHCP)

```
1 client
2 remote 172.16.0.3
3 dev tap
4 tls-client
5 ca client.crt
6 auth-user-pass
```

```
1 dev tap
2 remote 172.16.0.1
3 tls-server
4 ca server.crt
5 auth-user-pass-verify script
```

con la modalità server è possibile definire VPN con topologie complicate

Firewall

OpenVPN è facile da gestire con i firewall, perché usa un'unica porta (generalmente UDP 1194)

```
iptables -A INPUT -p udp --dport 1194 -j ACCEPT
```

E poi

```
iptables -A INPUT -i tun+ -j ACCEPT
```

(o l'equivalente con tap)

HMAC

Ogni pacchetto ha un message authentication code calcolato con HMAC, per cui i pacchetti non integri vengono scartati

$HMAC = H(K \oplus OPAD | H(K \oplus IPAD | m))$

(RFC2104: $OPAD = \texttt{0x5c5c5c} \ldots \texttt{5c5c}$, $IPAD = \texttt{0x363636} \ldots \texttt{3636}$))

- Autenticazione piú forte che basata su IP sorgente
- Ogni pacchetto che arriva a tun/tap è già stato controllato

Perché HMAC

È opportuno usare HMAC e non MAC piú semplici perché essendo i pacchetti di dimensione fissa sarebbero possibili attacchi del tipo hash extension, se l'hash è di tipo Merkle-Damgård (MD4-5, SHA0-2)

- $H(K|m)$: extension attack se nota la lunghezza di m
- $H(m|K)$: meglio, ma dipende fortemente dalle tecniche di collisione di H (birthday attack)
- $H(K|m|K)$ ancora meglio, ma manca una dimostrazione del grado di efficacia

Extension attack

Reso famoso da un attacco a Flickr (2009. . . vulnerabilità nota dal 1992!)

Se si sa $len(K|m)$ è possibile generare $H(K|m|m')$ senza conoscere K. Il motivo è che gli H Merkle-Damgård spezzano lo stream in blocchi e applicano una funzione di compressione ad ogni blocco indipendentemente.

Con lunghezza si sa quale funzione applicare a blocchi aggiunti dall'attaccante (estensione).

Riassumendo

OpenVPN permette di costruire VPN

- autenticazione con chiave condivisa o certificati
- tunnel UDP o TCP

Privacy e web

Caricare una pagina web da un server HTTP espone moltissimi *dati personali* (alcuni addirittura *sensibili*)

- IP del client (pseudonym)
- IP del server (il client è interessato a quel server)
- identità (vedi `https://panopticlick.eff.org`)
- Dati del browser (history, cookie,...)
- System profile
- Dati trasmessi con form,...

Chi è il nemico?

1. Un eavesdropper può osservare il traffico: anche quando è criptato (`https`) gli IP e il system profile è accessibile
2. Il server web conserva i dati riguardanti il client
3. Il gestore della rete osserva e/o censura il traffico

Come ci si difende?

1. HTTPS
2. Proxy, cambiando proxy server (e browser!)
3. Onion Routing

Proxy


```
...
REMOTE_ADDR = 194.85.1.1
HTTP_ACCEPT_LANGUAGE = ru
HTTP_USER_AGENT = Mozilla/4.0
HTTP_HOST = www.webserver.ru
HTTP_VIA = 194.85.1.1 (Squid/2.4.STABLE7)
HTTP_X_FORWARDED_FOR = 194.115.5.5
...
```

proxy

Transparent proxy `HTTP_X_FORWARDED_FOR` è l'IP del client originale!

Anonymous Proxies IP nascosto

Distorting Proxies IP falso

High Anonymity Proxies `HTTP_VIA` vuoto

Privoxy

Privoxy è un proxy web con avanzate capacità di filtraggio progettato per la privacy

- gestisce i cookie
- javascript
- personalizzabile

Questa categoria di prodotti è detta protocol cleaner

Onion Routing

Onion Routing (OR) è una tecnica sviluppata dal Naval Research Laboratory di Washington.
Il traffico viene instradato in una serie (mutevole) di *onion router* in maniera tale da rendere difficile il tracciamento delle attività.
Gli onion router costituiscono dei mix di Chaum.

Mix di Chaum

Mix di Chaum

Un mix riceve messaggi di lunghezza fissa, li cripta, aspetta di averne in numero sufficiente da garantire un certo livello di anonimato e inoltra i messaggi (in ordine arbitrario) ad altri mix.

Onion router

- Gli onion router intermedi non hanno informazione sufficiente per tracciare mittente/destinatario e traffico
- Rimane una certa criticità degli exit node e (minore) dei nodi d'entrata

Riassumendo

L'anonimato nella navigazione web è un problema piuttosto complesso. Varie difese:

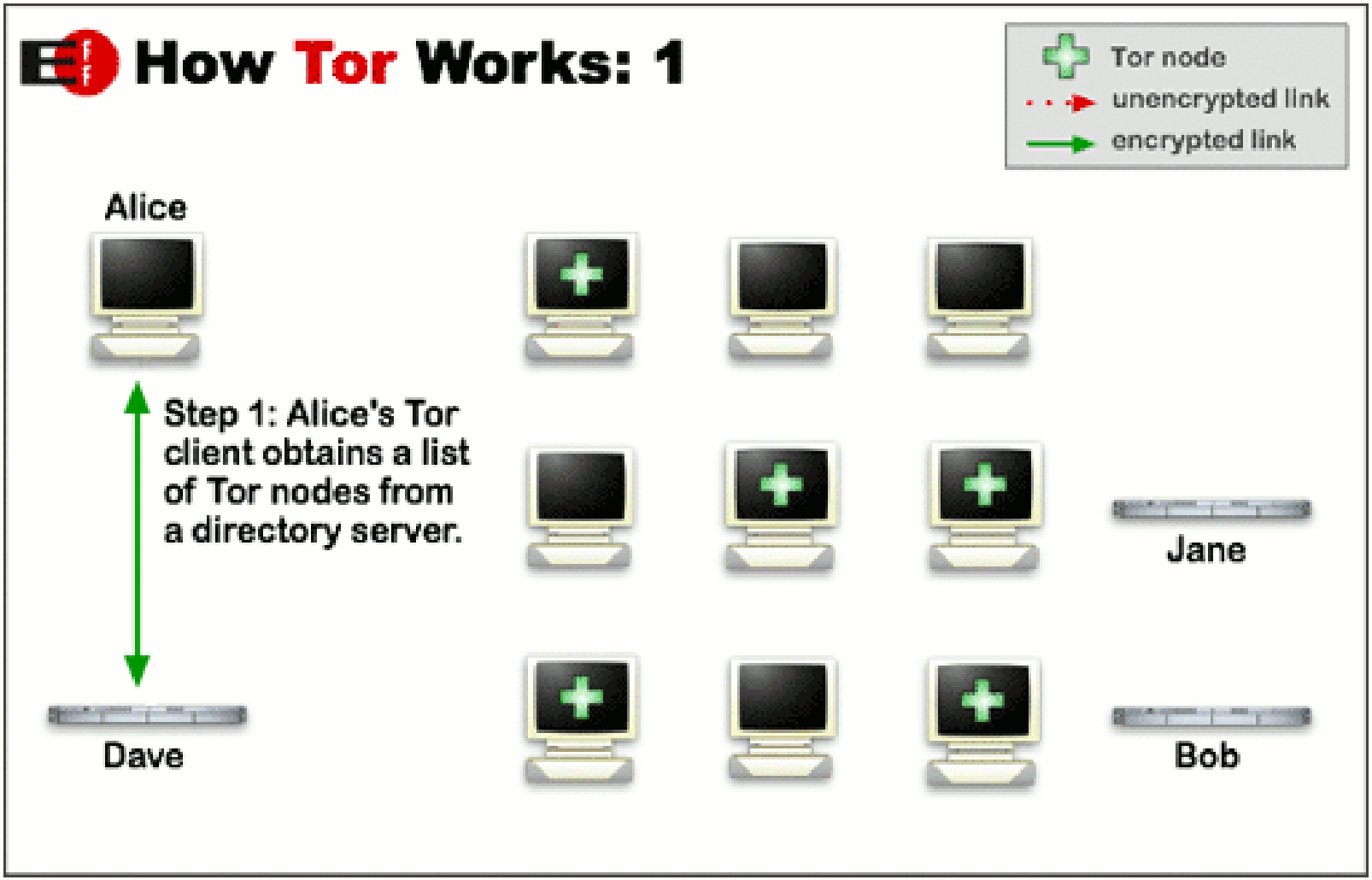
- HTTPS
- Proxy
- Onion Routing

TOR

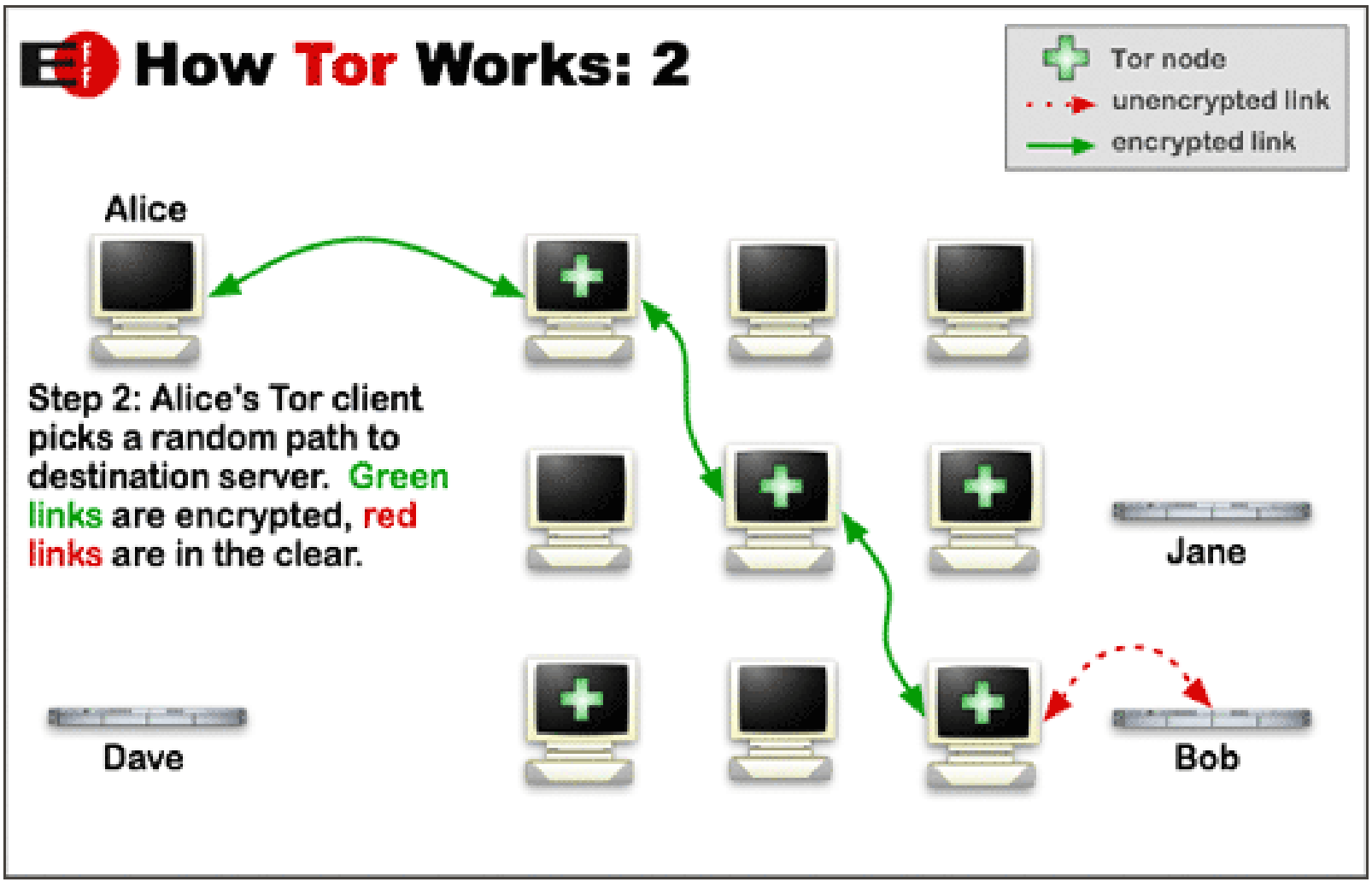
TOR (The Onion Router project) è l'evoluzione piú recente del concetto di OR. Sviluppato da NRL, open source, supportato da EFF.

Il progetto fa parecchi sforzi per rendere il prodotto comprensibile e utilizzabile anche da utenti inesperti (il numero di utenti è un valore per l'anonimato).

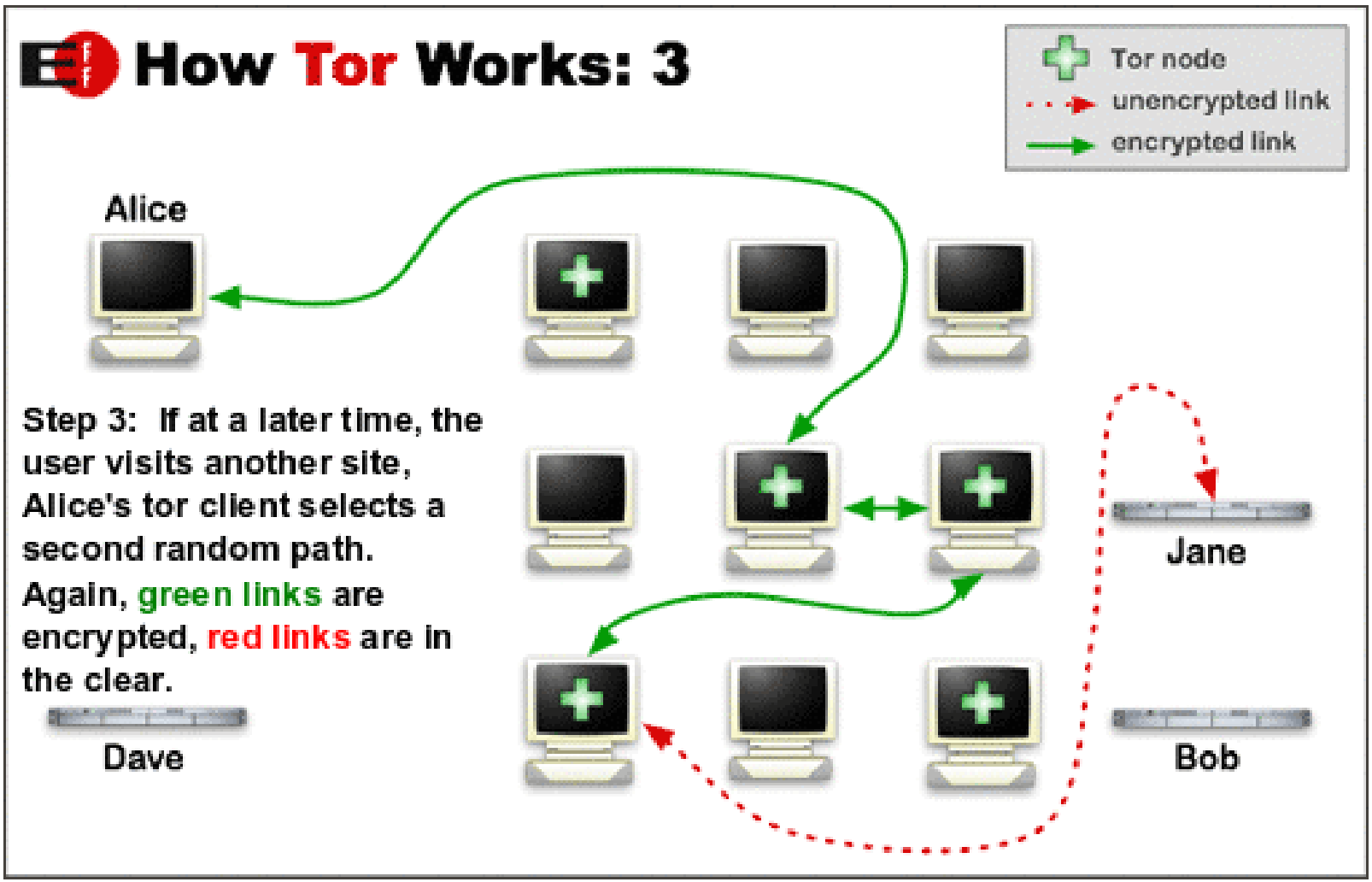
Onion routing con TOR



Onion routing con TOR



Onion routing con TOR



Circuiti

L'instradamento di ogni messaggio viene detto circuito

- Ogni nodo del circuito conosce solo il nodo precedente e successivo (non origine e destinazione)
- Molte richieste diverse vengono multiplexate in un unico circuito
- Robusto rispetto alla compromissione o l'introduzione di onion router malevoli
- Nodi trusted operano da *directory server* iniziali

Struttura di una rete TOR

- Nodi utenti hanno un Onion Proxy (OP)
- Onion Router (OR) connessi tra loro con TLS
- Gli OR hanno una long-term key e short-term "onion" key
- L'unità di trasmissione è la cella, di dimensione fissa di 512 byte

Uso delle chiavi

La *long-term identity key* viene usata per

- firmare la descrizione del router: certificati TLS, chiavi, metadati, *exit policy*
- firmare gli elenchi di router

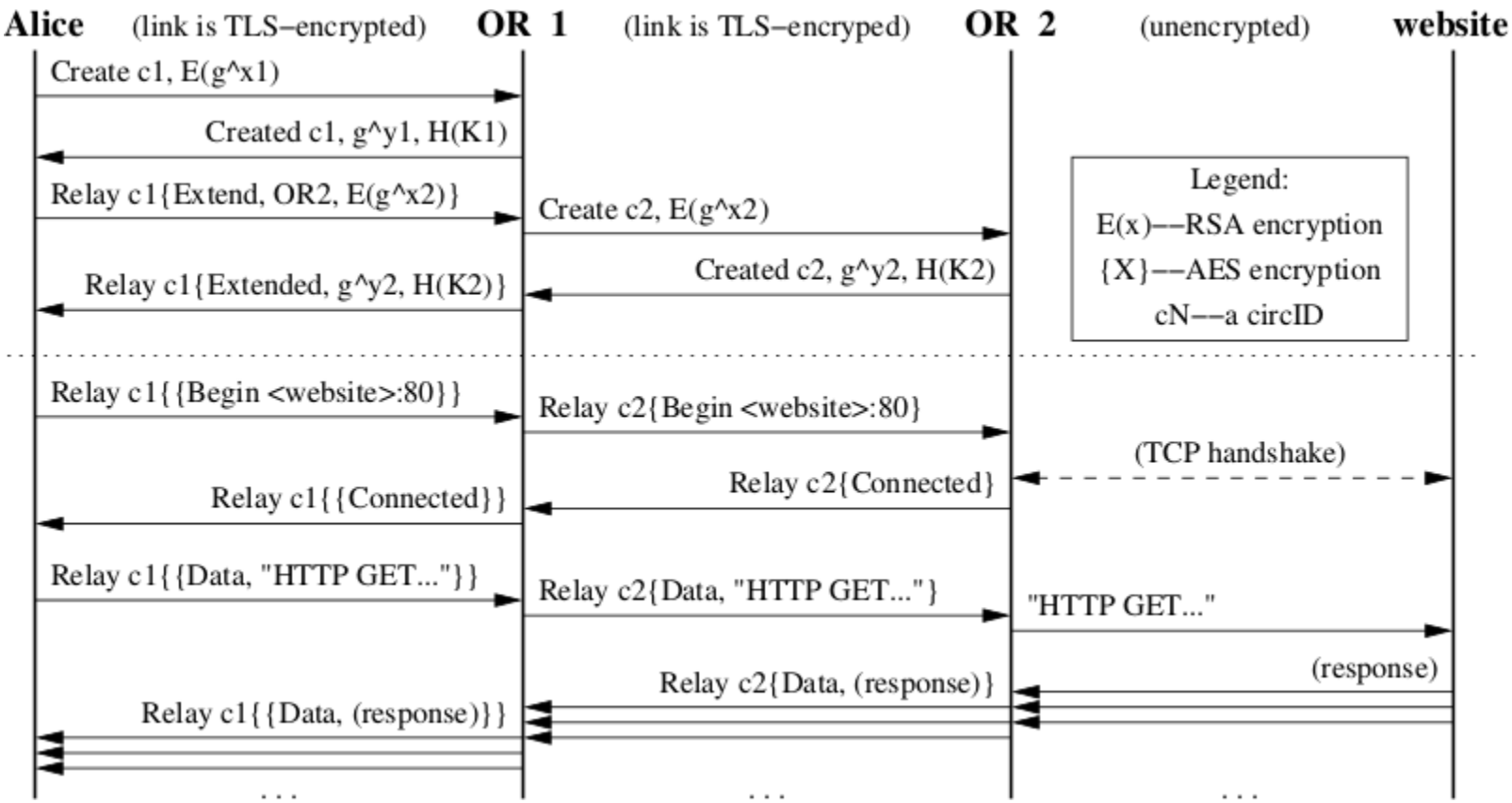
La *short-term key* (onion key) per:

- decrittare le richieste di circuiti
- negoziare chiavi una tantum (ephemeral key) che garantiscono la *forward secrecy*

Circuiti

- l'OP costruisce un circuito in background, e diversi stream utente vengono multiplexati sullo stesso circuito
- Ogni minuto viene creato un nuovo circuito

Creazione di un circuito



La prima fase *estende* il circuito, poi c'è il relay del traffico

Creazione dello stream

L'OP sceglie quale OR può fare da exit node (ognuno ha una *exit policy*)
Solo TCP stream possono essere creati (UDP, e quindi le risouzioni DNS, rimangono problematiche: vedi `http://code.google.com/p/torsocks/` per una soluzione)
Un protocol cleaner è necessario per evitare che informazioni rilevanti finiscano nello stream.

Riassumendo

TOR

- il maggior progetto di Onion Routing
- permette la creazione di circuiti anonimi
- necessita di un protocol cleaner