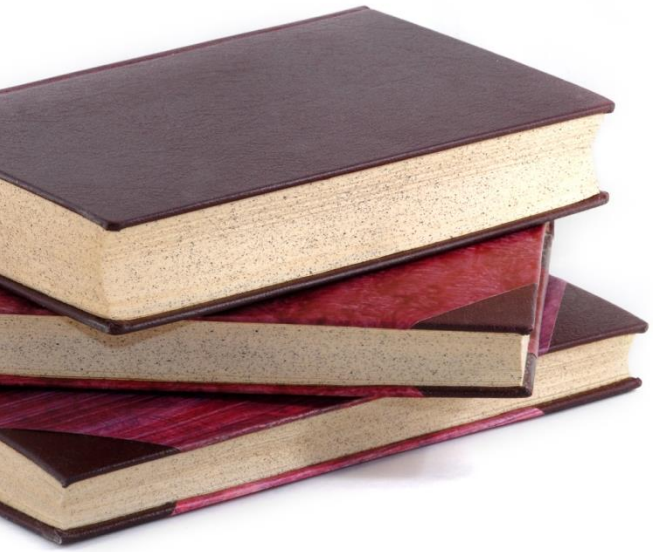
RLO
crunch it connected

Cursul 7



7

Securizarea rețelei

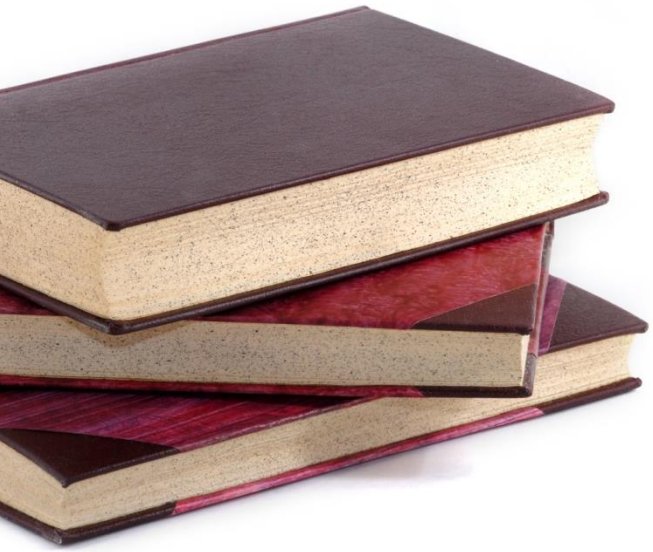
17-18 noiembrie 2015

Obiective

- TCP și UDP pe scurt
- Ce este un firewall
- Filtrarea pachetelor
- Iptables
- SSH

RL
crunch it connected

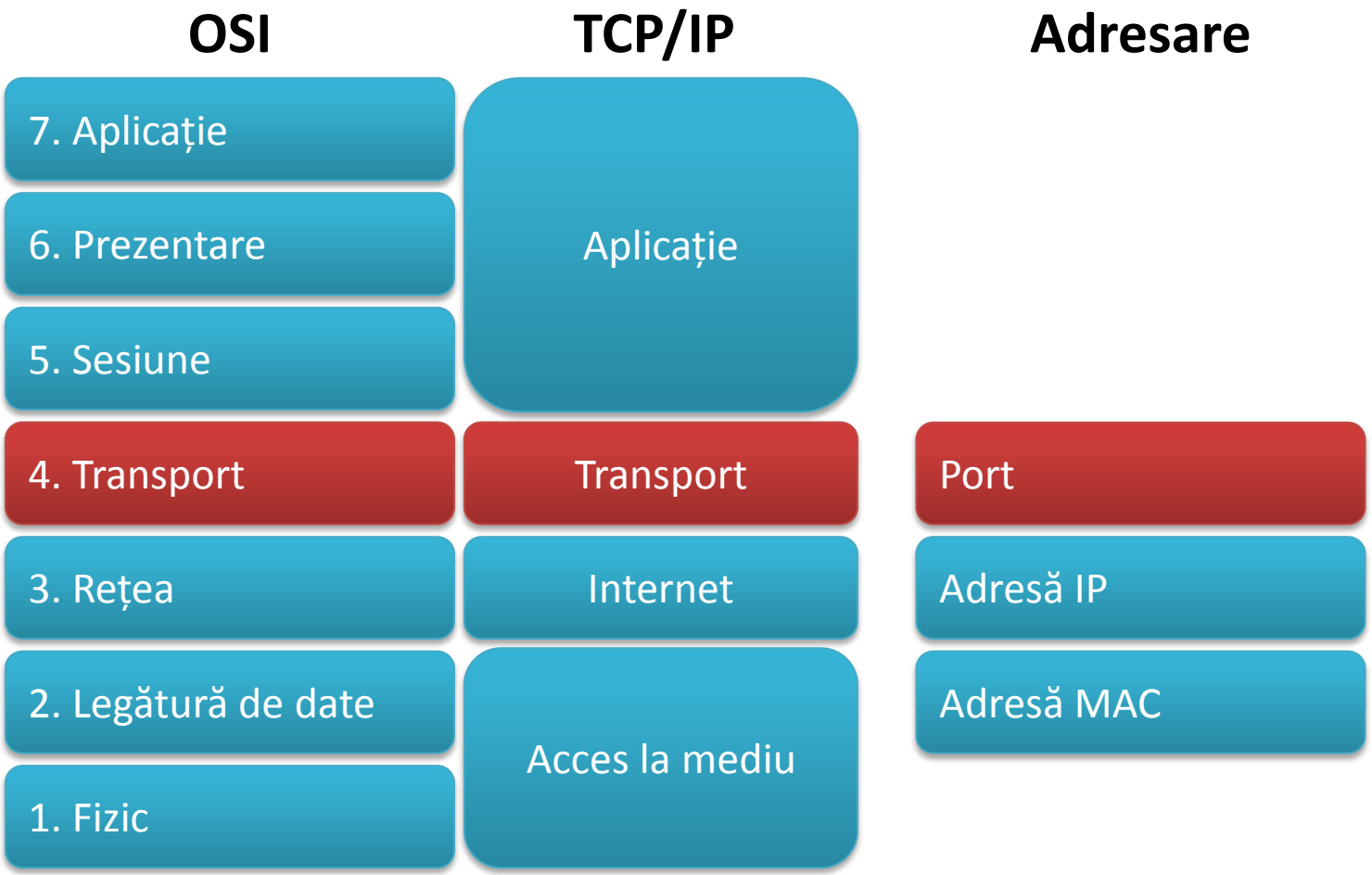
Cursul 7



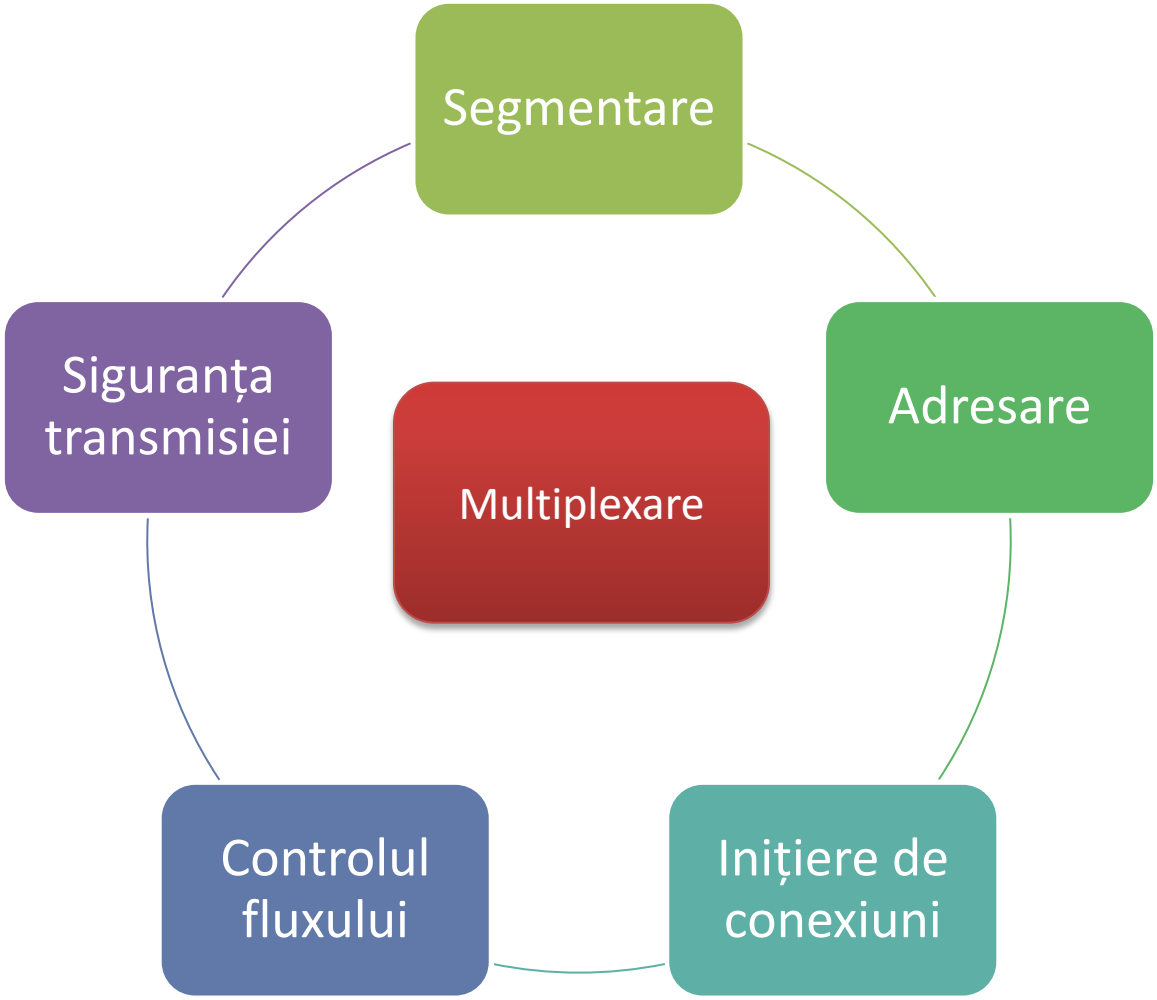
Nivelul transport – Scurtă descriere

- Rol
- Definiția unui port
- Protocoale
- Exemple

Puțină recapitulare…



Rolurile nivelului transport



- Atenție: nu toate protocoalele de nivel 4 au toate aceste funcționalități!

TCP vs UDP

TCP

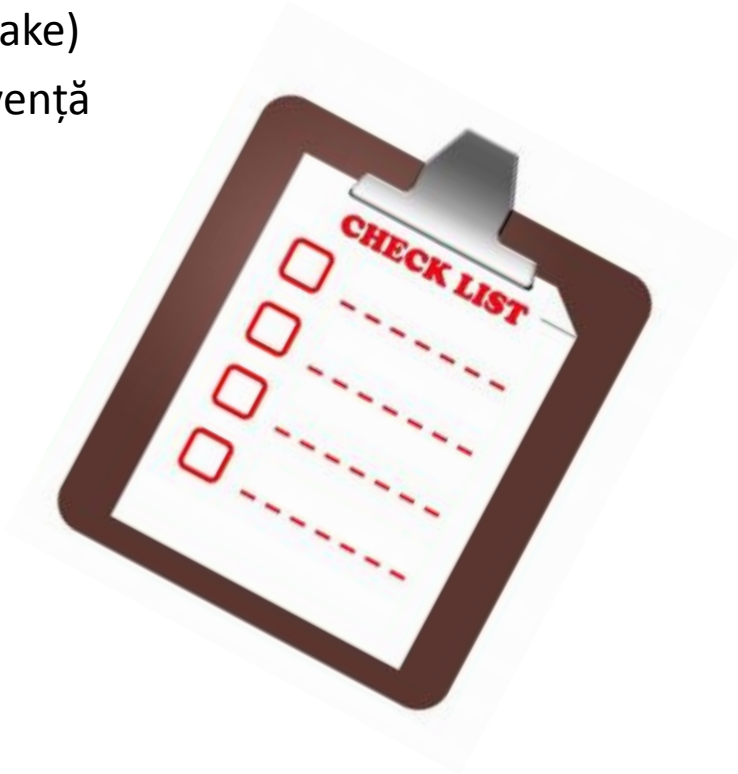
- Transmission Control Protocol
- Orientat conexiune
- Protocol sigur (reliable)
  - datele ajung garantat la destinație
  - datele ajung în ordine la destinație
- Controlul fluxului
- Controlul congestiei
- Controlul erorii
- Exemple:
  - SSH
  - HTTP

UDP

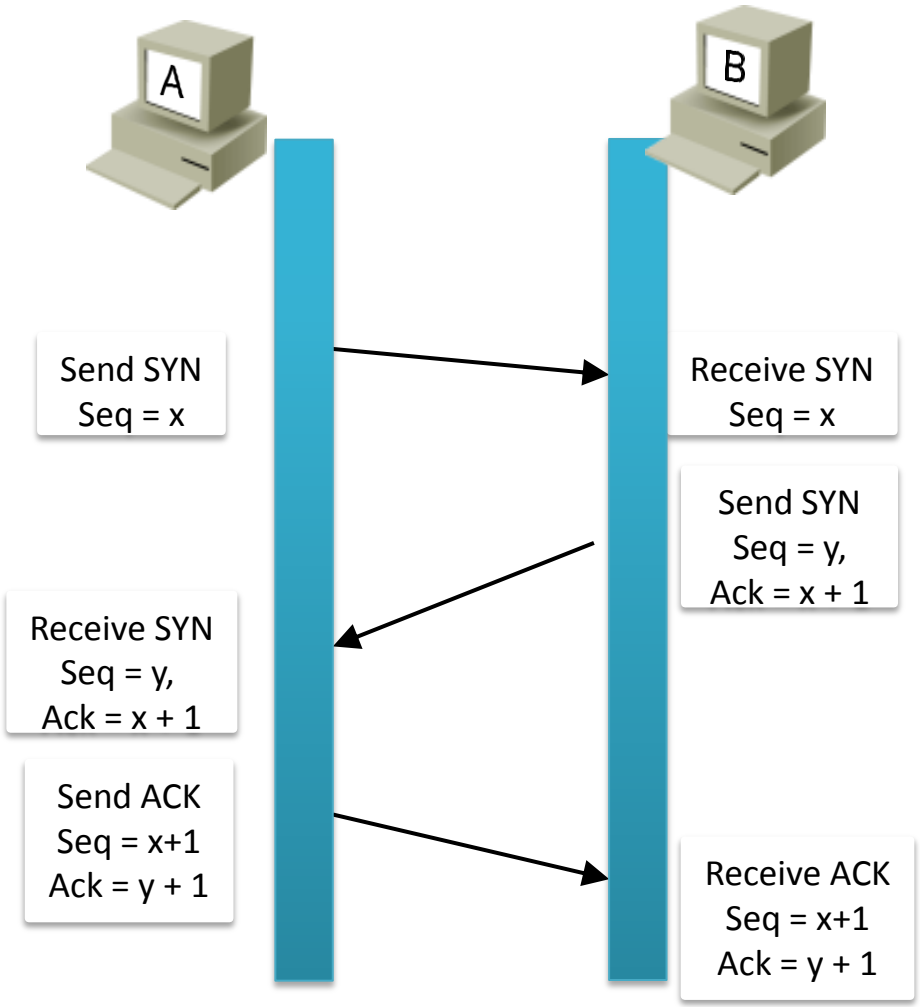
- User Datagram Protocol
- Neorientat conexiune
- Nesigur (unreliable)
  - segmente pierdute
- Fără controlul fluxului
  - segmente fără ordine
- Exemple
  - IPTV
  - VoIP

Antetul TCP – flag-uri

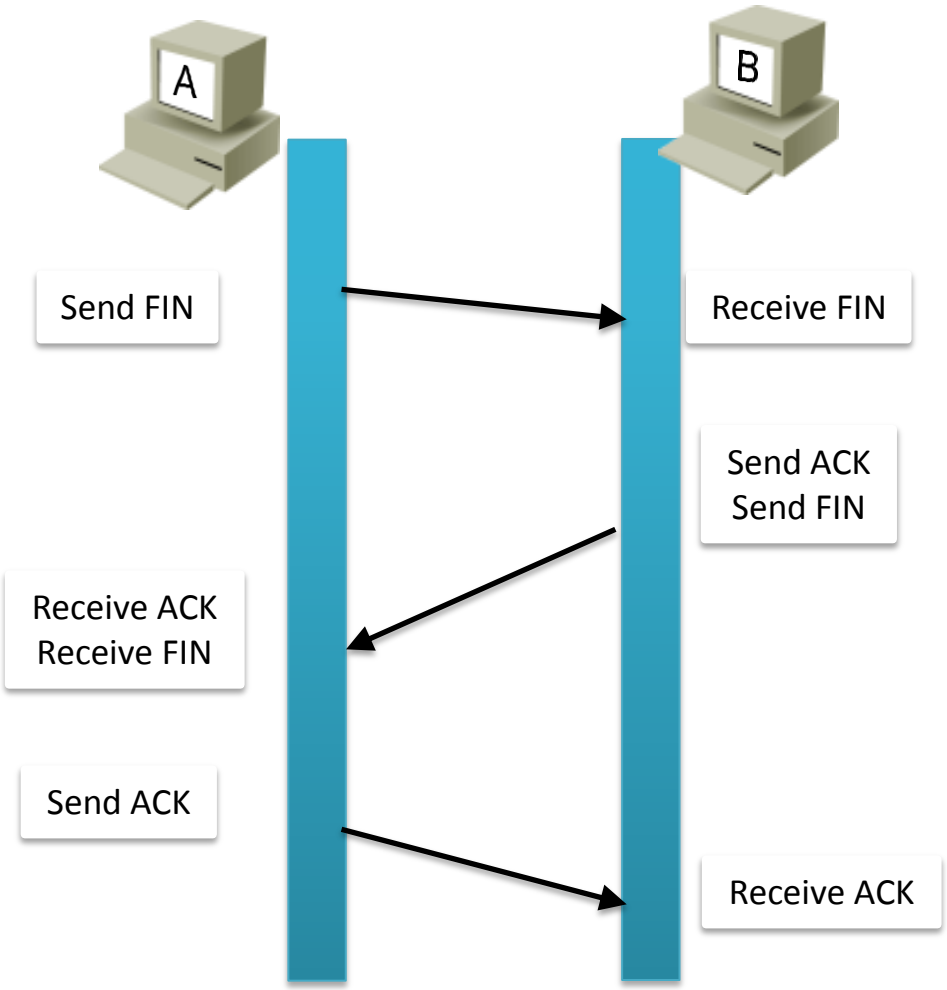
- Grup de 8 biți din antetul TCP
- Identifică diverse stări ale protocolului
- Câteva flag-uri importante sunt:
  - **ACK**
    - activare câmp “Număr de confirmare”
  - **SYN**
    - protocolul de inițiere a conexiunii (handshake)
    - stabilirea/sincronizarea numerelor de secvență
  - **FIN**
    - protocolul de încheiere a conexiunii
    - încheierea transmisiei de la FIN-sender



Inițierea conexiunii TCP

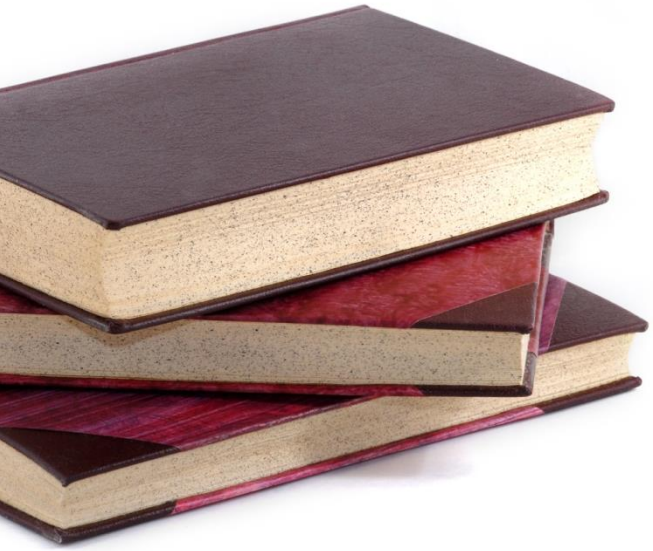


Încheierea conexiunii



RLO
crunch it connected

Cursul 7



Rolul unui firewall

- Definiție
- Funcții în rețea
- Exemple

Ce este un firewall

- Mecanism folosit pentru blocarea traficul nedorit din rețea
- Poate fi implementat:
  - Pe un dispozitiv de rețea
    - Ruter Cisco
  - Ca un dispozitiv dedicat
    - Cisco ASA
    - Fortinet Fortigate
  - Pe un end-device (host sau server)
    - ZoneAlarm
    - Windows Firewall
    - Netfilter/iptables

De ce avem nevoie de firewall-uri

- Internetul nu este un loc sigur
- Rețeaua locală poate fi oricând ținta unui atac:
  - De recunoaștere
    - Ping sweep
    - Sniffing
    - Port scan
  - De DoS (Denial of Service) sau DDoS (Distributed DoS)
    - Smurf attack
    - SYN flood
  - De acces
    - Atacarea unei parole (cu dicționar sau brute-force)
    - Buffer overflow
    - Man-in-the-middle

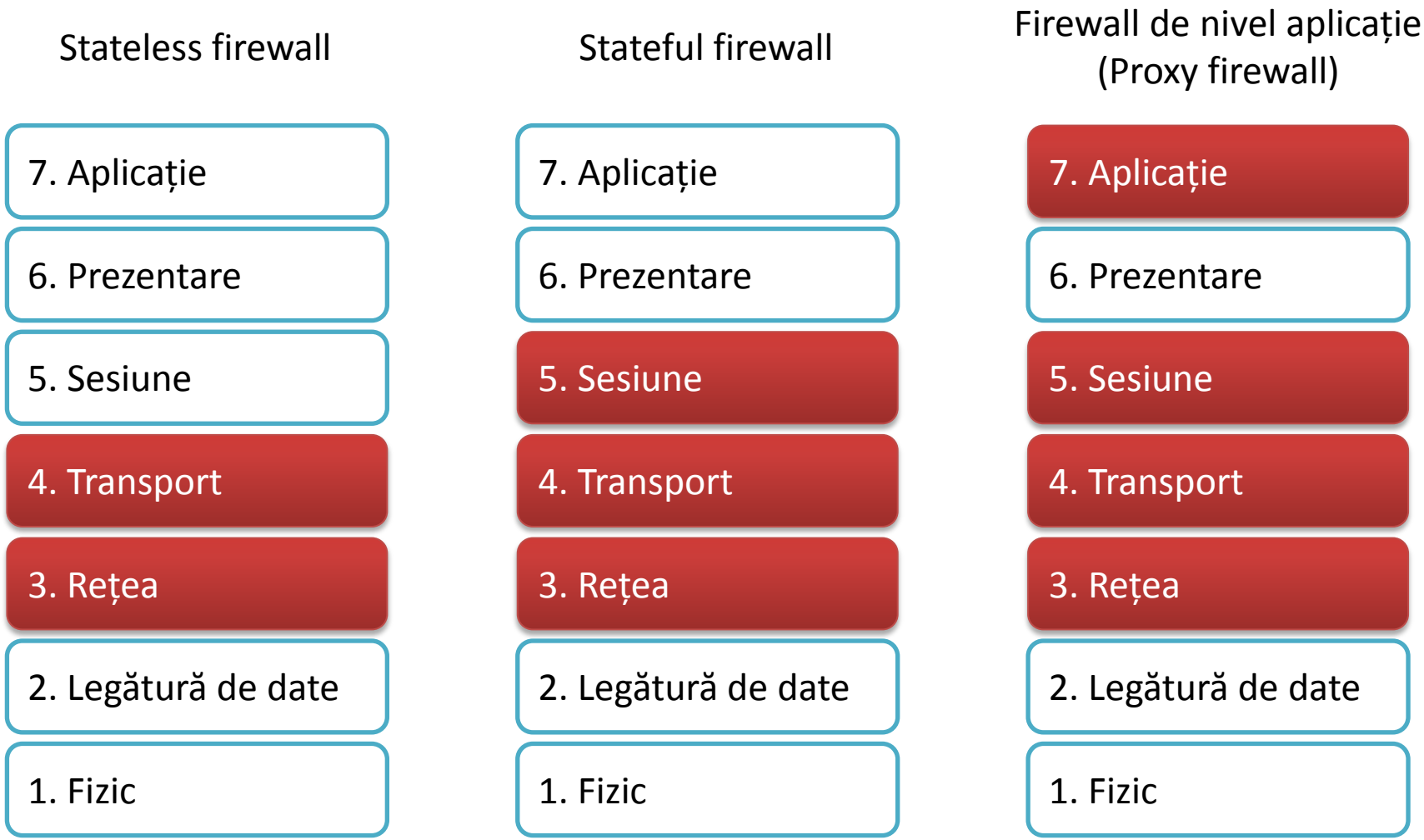
Rolul unui firewall

- Atac de recunoaștere
  - Atacatorul încearcă să descopere mașini și serviciile de pe acestea
  - Exemplu: ICMP echo request către o adresă de broadcast descoperă toate mașinile din rețea
  - Un Firewall poate:
    - Bloca porturile vulnerabile
    - Bloca inițierea din exterior a conexiunilor
    - Bloca răspunsul la ICMP echo request

Rolul unui firewall

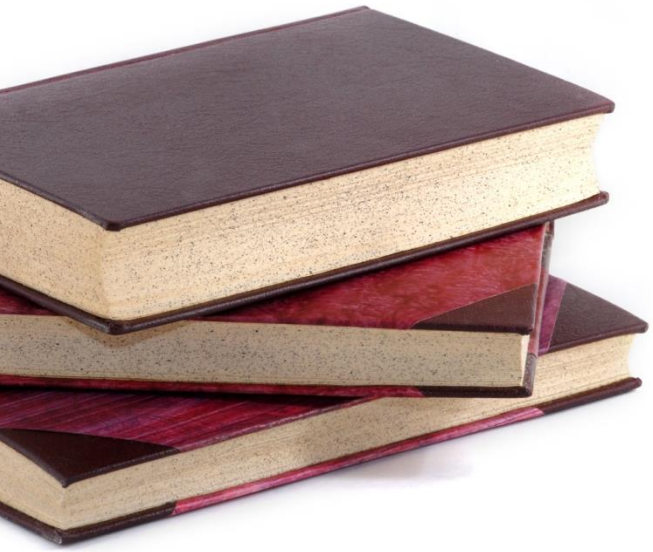
- Atac DoS sau DDoS
  - În general bazate pe generarea unei cantități mari de trafic ce supraîncarcă rețeaua sau serverul
  - Din cauza supraîncărcării, traficul riscă să fie ignorat
  - Un Firewall poate:
    - Monitoriza numărul sesiunilor TCP Half-Open către un server și le poate închide dacă trec de un prag
    - Bloca directed broadcasts

Tipuri de firewall



RL
crunch it connected

Cursul 7



iptables

- Funcții
- Structură
- Tabelele iptables
- Lanțuri predefinite
- Exerciții

iptables

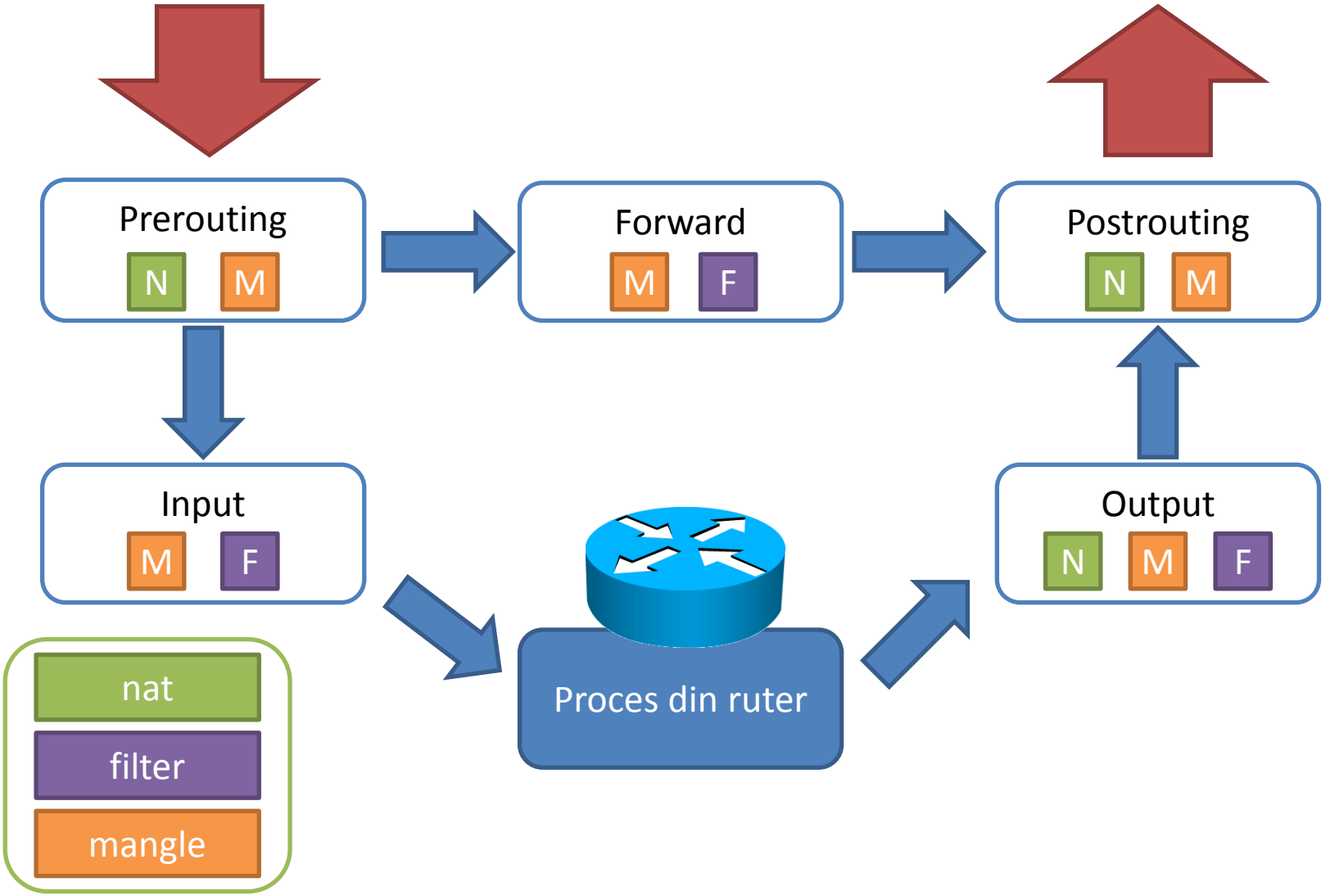
- Utilitar Linux
- Face parte din proiectul Netfilter
- Permite unei mașini Linux să:
  - Filtreze pachetele
  - Translateze adrese
  - Rescrie câmpurile unui pachet
- Configurat prin scrierea de **reguli**
- Regulile iptables sunt compuse din două secțiuni principale:
  - Șablon – ce valori trebuie să aibă câmpurile din pachet pentru a se acționa asupra lor
  - Acțiune – ce operație va efectua mașina Linux asupra pachetului

Tabele iptables

- Filter
  - Conține reguli ce spun ce trafic poate să treacă şi ce trafic trebuie aruncat
  - Exemplu:
    - O adresă externă a eșuat în mod repetat să se conecteze la un server Linux prin SSH
    - Se adaugă o regulă de filtrare care blochează orice trafic de la adresa respectivă
- Nat
  - Conține reguli pentru translatarea adreselor în procesul de NAT
  - Exemplu:
    - O adresă privată trebuie să acceseze un server din Internet
    - Se adaugă o regulă de NAT care rescrie adresa sursă privată cu o adresă publică
    - La întoarcere, pachetul va fi rescris invers
    - (Mult) mai multe detalii în cursul viitor
- Mangle
  - Conține reguli pentru alterarea specializată a pachetelor

Lanțuri iptables

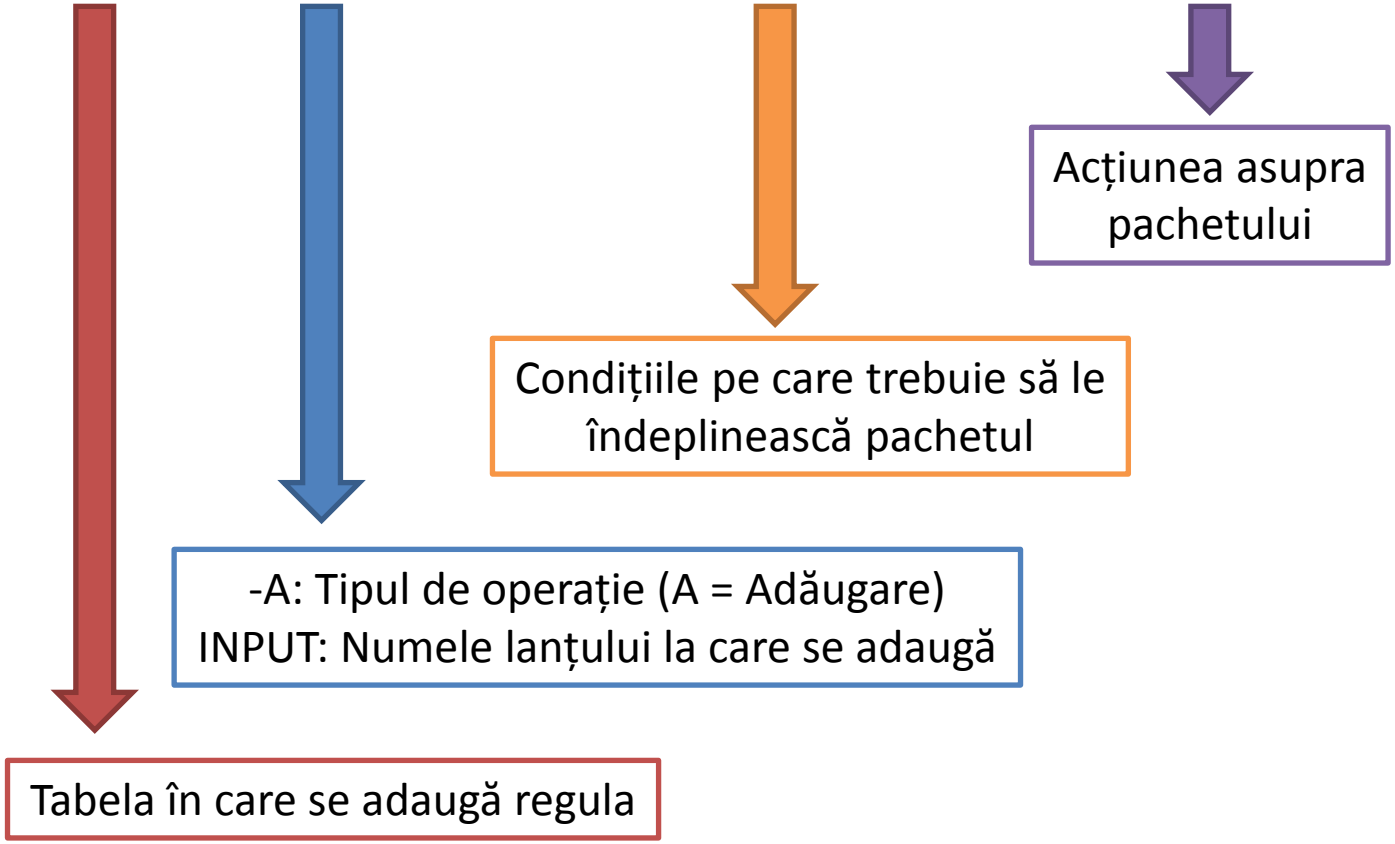
- Liste de reguli aplicate implicit unui anumit subset de trafic



Filtrarea pachetelor cu iptables

- Regulile sunt configurate de fapt prin comenzi iptables

ubuntu# iptables **–t filter –A INPUT –s 10.0.0.0/8 –p icmp –j DROP**



Filtrarea pachetelor cu iptables

ubuntu# iptables **–t filter** **–A INPUT –s 10.0.0.0/8 –p icmp –j DROP**

- Tabela este implicit filter
  - Regula putea fi deci scurtată ca fiind:

    ubuntu# iptables –A INPUT –s 10.0.0.0/8 –p icmp –j DROP
- Opțiunile permise pentru acest parametru sunt:
  - filter
  - nat
  - mangle
  - raw
    - Folosită pentru configurarea excepțiilor de monitorizare a conexiunilor

Filtrarea pachetelor cu iptables

ubuntu# iptables **–t filter –A INPUT** –s 10.0.0.0/8 –p icmp –j DROP

- INPUT poate fi înlocuit cu orice alt lanț predefinit
  - Pot fi create și lanțuri noi de către administrator
- Operațiile permise sunt:

–A	--append	Adăugarea unei reguli la final
–D	--delete	Ștergerea unei reguli
–L	--list	Afișarea regulilor
–F	--flush	Ștergerea tuturor regulilor
–N	--new-chain	Crearea unui lanț nou
–X	--delete-chain	Ștergerea unui lanț
–P	--policy	Schimbarea politicii implicite

Filtrarea pachetelor cu iptables

ubuntu# iptables **–t filter –A INPUT –s 10.0.0.0/8 –p icmp** –j DROP

- Selectarea traficului se face pe baza informațiilor din pachet
- Fără specificarea unui protocol, se pot face reguli conținând:
  - Interfața de intrare (**-i**)
  - Interfața de ieșire (**-o**)
  - Adresa IP destinație (**-d**)
  - Adresa IP sursă (**-s**)

Filtrarea pachetelor cu iptables

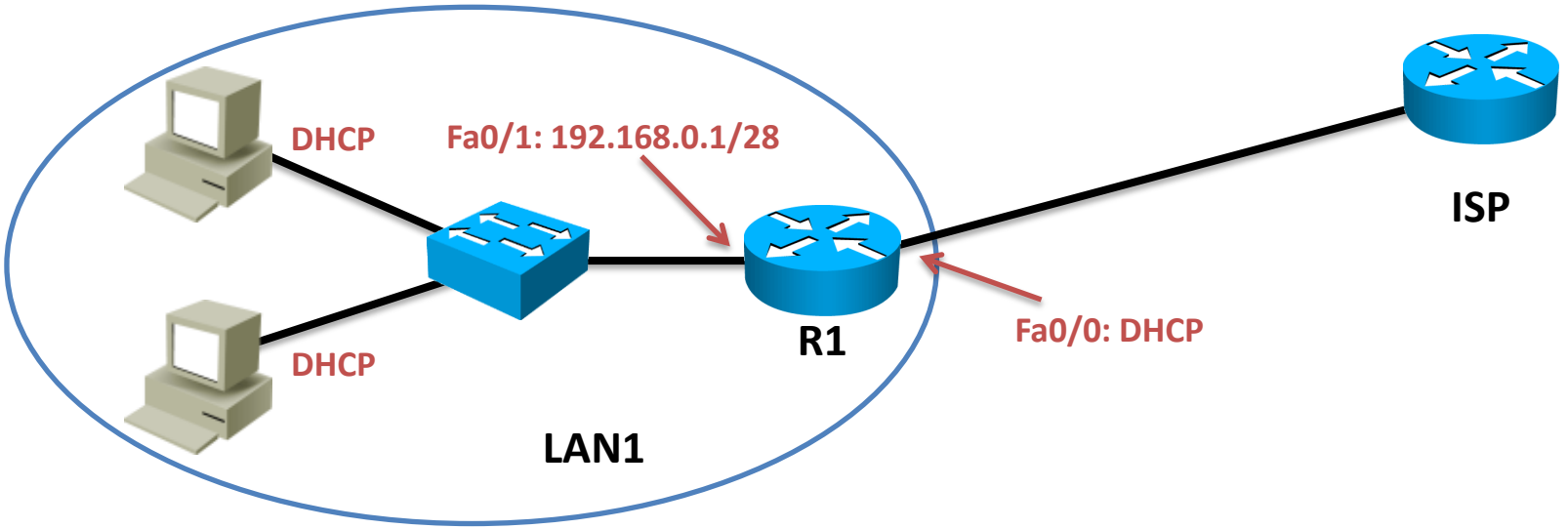
ubuntu# iptables **–t filter –A INPUT –s 10.0.0.0/8 –p icmp –j DROP**

- Reprezintă operația ce va fi făcută asupra pachetului
- În terminologia iptables, **j** vine de la **jump** și **DROP** este un **target**
- Poate fi omisă
  - În acest caz regula nu face nimic, însă contorul regulii va fi incrementat
- Target-uri uzuale sunt:
  - ACCEPT: pachetul este acceptat
  - DROP: pachetul este aruncat
  - LOG: este adăugată în log-urile sistemului o înregistrare

Exercițiul 1

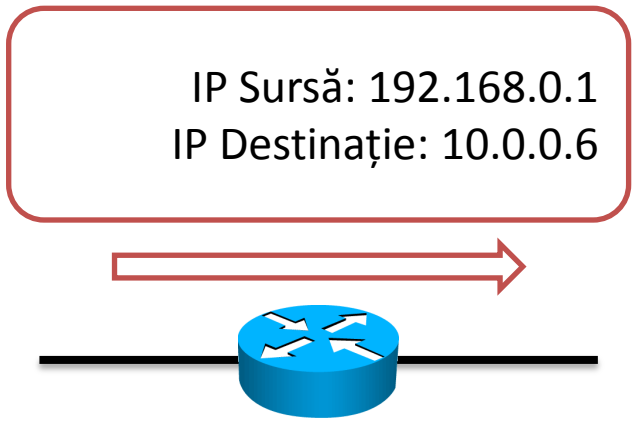
- Să se scrie o regulă iptables care permite trecerea traficului de la stația 192.168.10.1 către serverul 192.168.10.40.
  - **R:** iptables –A FORWARD –s 192.168.10.1 –d 192.168.10.40 –j ACCEPT

- Să se scrie o regulă care blochează orice trafic destinat ruterului R1 de la stațiile din rețeaua LAN1. Traficul ce doar tranzitează ruterul trebuie să fie permis.
  - **R:** iptables –A INPUT –s 192.168.0.0/28 –j DROP



Cum funcționează iptables

- La întâlnirea unui pachet, acesta este evaluat secvențial conform fiecărei reguli dintr-un lanț
- Dacă se face match pe o regulă cu un target ACCEPT sau DROP, procesarea se termină și pachetul este acceptat sau aruncat
- Ce se întâmplă dacă nu se face match pe nicio regulă?



Tabelă: filter
Lanț: FORWARD

~~-s 192.168.0.5 -j DROP~~

~~-s 192.168.0.1 -d 10.0.0.0/30 -j DROP~~

-s 192.168.0.0/24 -d 10.0.0.4/30 -j ACCEPT

-s 192.168.0.0/24 -j ACCEPT

Politici iptables

- Fiecare lanț predefinit are o politică implicită
  - Lanțurile create de utilizator NU pot avea politică implicită
- Politica este un **target** ce este ales pentru fiecare pachet ce nu face match pe niciuna din regulile lanțului
- Politicile implicite sunt **ACCEPT**
- Politica unui lanț poate fi modificată:
  - iptables –P FORWARD DROP

Exercițiul 2

- Ruterele de la marginea unei rețele private implementează de obicei antispoofing:
  - Nu permit intrarea în rețea a pachetelor cu adrese private
  - Nu permit ieșirea din rețea a pachetelor cu adrese private
- Configurați o politică antispoofing folosind iptables
  - **R:**
    - iptables –A FORWARD –s 192.168.0.0/16 –j DROP
    - iptables –A FORWARD –s 172.16.0.0/12 –j DROP
    - iptables –A FORWARD –s 10.0.0.0/8 –j DROP
    - iptables –A FORWARD –d 192.168.0.0/16 –j DROP
    - iptables –A FORWARD –d 172.16.0.0/12 –j DROP
    - iptables –A FORWARD –d 10.0.0.0/8 –j DROP

Extensii iptables

- Adesea adresele IP și interfețele fizice nu sunt suficiente pentru a implementa cerințele de securitate
  - Se poate permite accesul doar către serviciul de HTTP?
  - Se poate permite stabilirea conexiunilor TCP doar într-o direcție?
  - Se pot bloca ping-urile către interior păstrând încă posibilitatea de a da ping către exterior?
- Iptables permite activarea de **extensii**, module ce oferă noi posibilități în specificarea regulilor
- Extensiile se activează cu –p (protocol) sau –m (module)
- Extensiile cele mai importante sunt:
  - tcp
  - udp
  - icmp

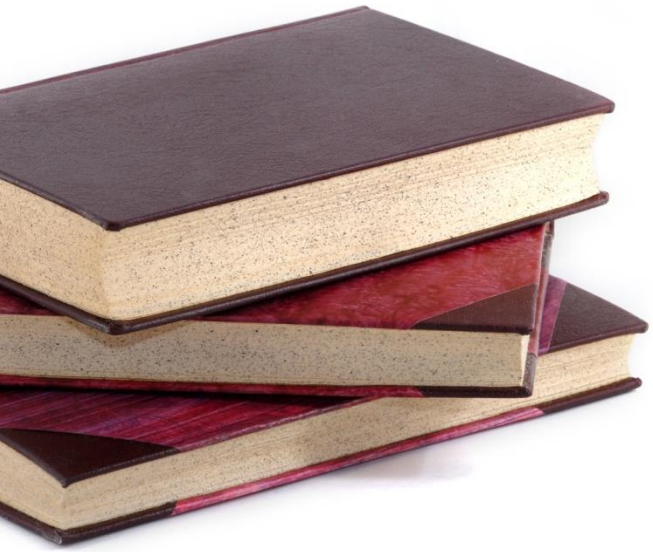
Extensii iptables

- Extensia tcp permite filtrarea traficului după:
  - Port destinație **--dport --destination-port**
  - Port sursă **--sport --source-port**
  - Flag-uri TCP (SYN, ACK, FIN, etc.) **--tcp-flags**, **--syn**
- Extensia icmp permite filtrarea traficului după:
  - Tipul pachetului ICMP **--icmp-type <type>** unde type poate fi:
    - echo-request
    - echo-reply
    - time-exceeded
  - Pentru toate valorile lui type, puteți rula:

```
linux# iptables –p icmp -h
```

RL
crunch it connected

Cursul 7



SSH

- Rol
- Etapele stabilirii unei conexiuni
- Diffie-Hellman
- Conectarea prin chei

SSH

- **S**ecure **SH**ell
- Protocol folosit pentru accesul sigur la distanță
- Permite execuția de comenzi pe mașina accesată
- Două versiuni majore existente: SSH-1 și SSH-2
  - SSH-1 are vulnerabilități majore
  - Cursul va aborda în continuare versiunea SSH-2
- Rol similar cu protocolul Telnet
- Funcționează pe portul TCP 22

Conceptele securității

- Autentificare
  - Sursa și destinația sunt cine spun că sunt

- Confidențialitate
  - Doar sursa și destinația pot vizualiza informația

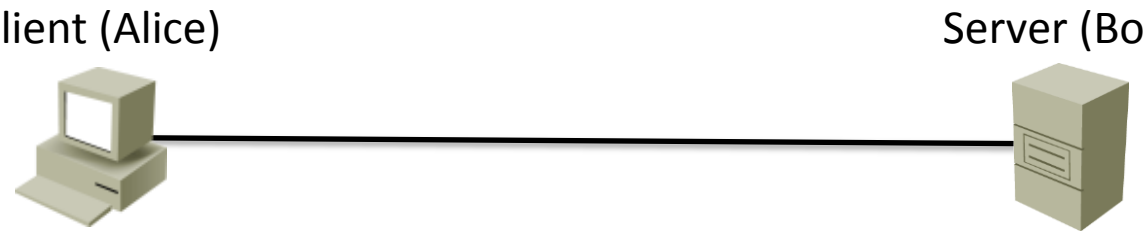
- Integritate
  - Mesajul ajuns la destinație nu a fost modificat pe parcurs

Funcții SSH – Confidențialitate

- Sunt folosiți algoritmi de criptare simetrică
  - AES: Advanced Encryption Standard
  - 3DES: Triple Data Encryption Standard
  - IDEA, DES, ARCFOUR, BLOWFISH, TSS
- Criptare simetrică = cheie comună
- 3DES este o variantă populară
  - Necesită o cheie comună pe 168, 112 sau 56 de biți
- Nu vrem să trimitem cheia pe canal pentru a nu fi interceptată
  - Trebuie stabilită o cheie comună fără ca aceasta să fie transmisă
  - Soluție: Diffie-Hellman Key Exchange

Funcții SSH – Confidențialitate cu DF

- Serverul SSH ține o listă de perechi (p, g) cu proprietăți matematice speciale



Funcții SSH – Autentificare

- Două metode principale de autentificare:
  - Prin parolă
  - Prin chei asimetrice
- Autentificarea are loc **după** stabilirea unui canal criptat cu Diffie-Hellman
- Având în vedere că parola este transmisă printr-un canal criptat, vedeți vreo problemă cu această metodă?
  - **R:** Serverul va decripta parola pentru a valida autentificarea; dacă serverul e compromis, parola va fi descoperită
  - **R:** Parolele sigure sunt greu de ținut minte
- Este preferată folosirea cheilor asimetrice

Chei asimetrice

- Se bazează pe perechi de chei aflate într-o relație matematică:
  - Cheia publică (K^+)
  - Cheia privată (K^-)
- Dându-se un mesaj M, există următoarea relații:

$$K^+(K^-(M)) = M$$

$$K^-(K^+(M)) = M$$

- Cu alte cuvinte, un client poate:
  - Avea configurată pe server cheia sa publică K^+ (de un administrator de exemplu)
  - Cripta un mesaj cu K^-
  - Serverul va putea decripta mesajul cu K^+
- Exemplu de algoritm: RSA

SSH – Autentificare prin cheie privată

1. DH

- Pasul 1:
  - Sesiunea sigură este stabilită prin Diffie-Hellman

SSH – Autentificare prin cheie privată

1. DH

2. Cerere

- Pasul 2:
  - Clientul cere autentificarea cu user-ul **foo**

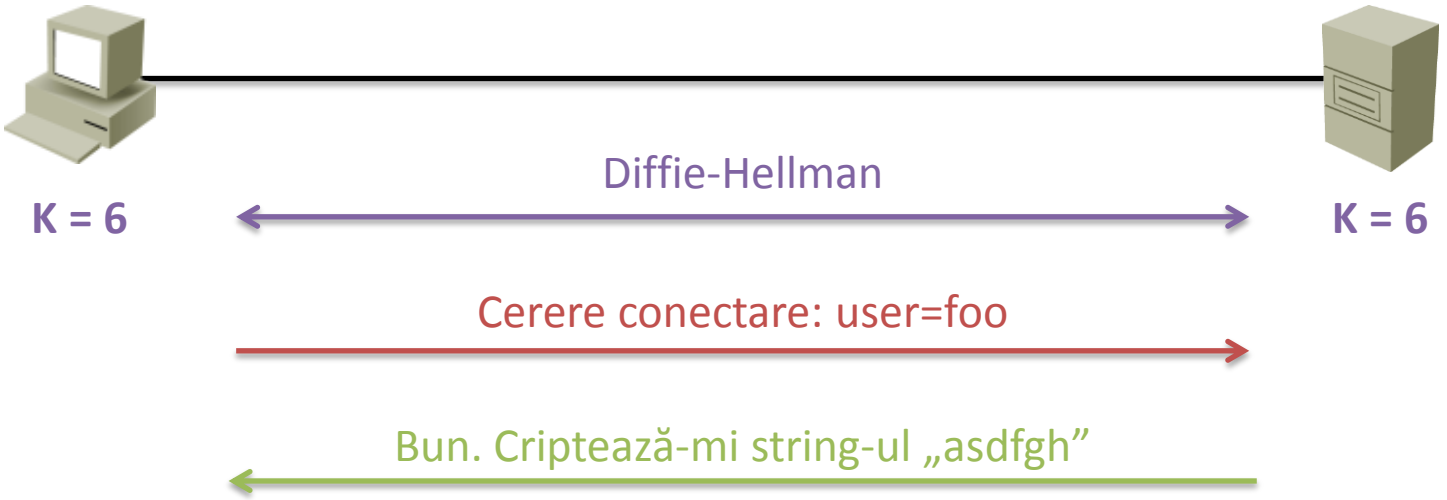
SSH – Autentificare prin cheie privată

- Pasul 3:
  - Serverul trimite un **challenge**

1. DH

2. Cerere

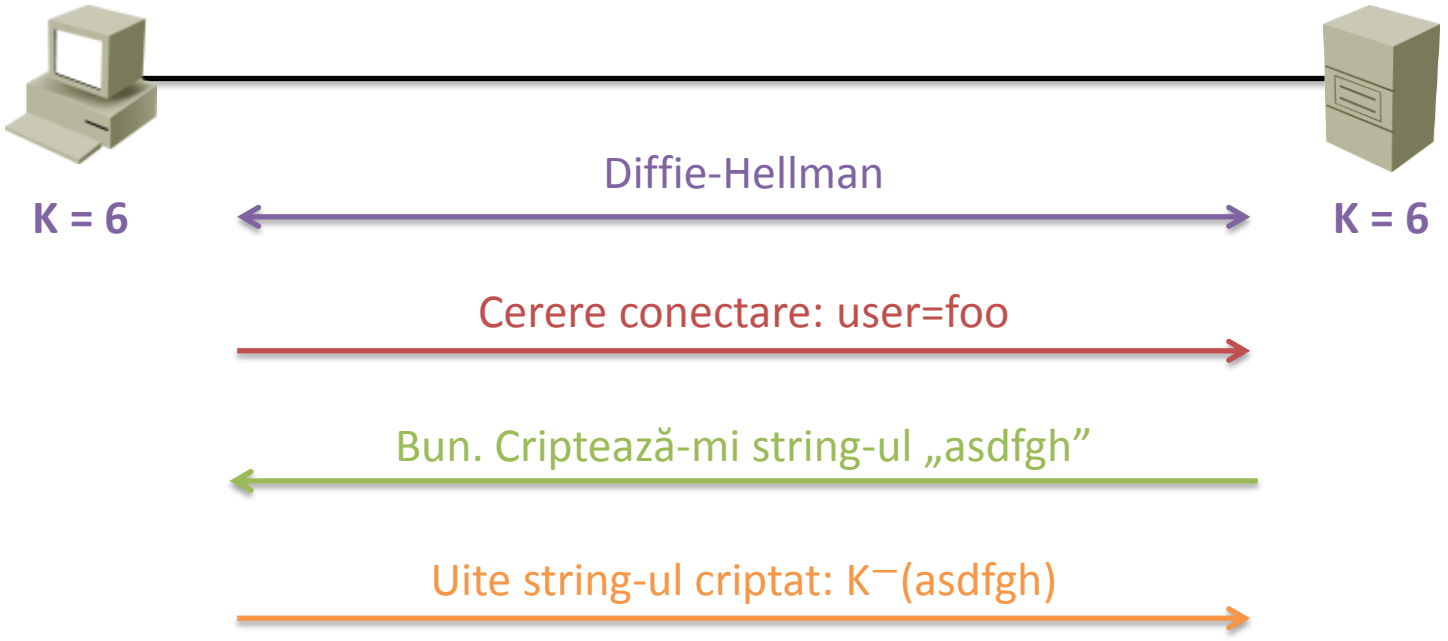
3. Challenge



SSH – Autentificare prin cheie privată

1. DH
2. Cerere
3. Challenge
4. Authenticator

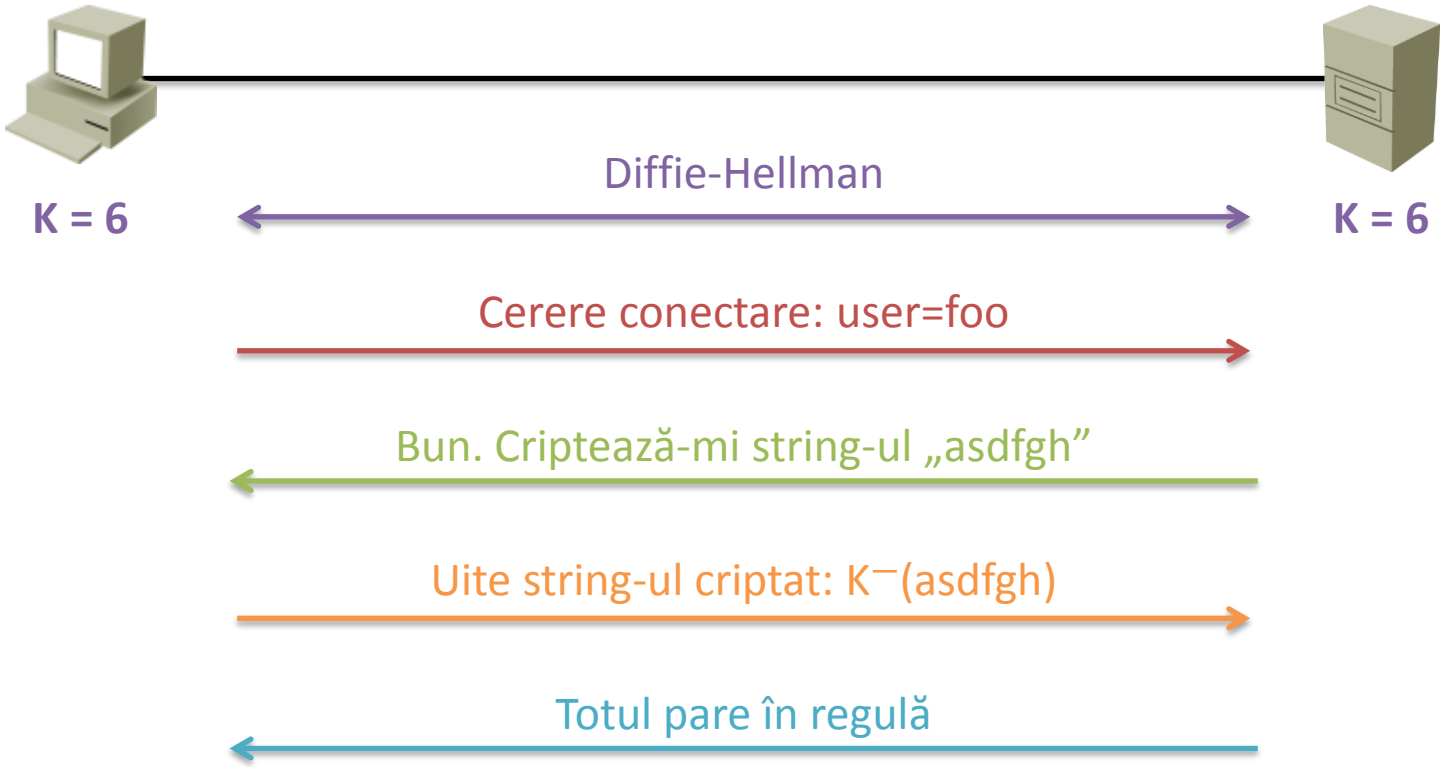
- Pasul 4:
  - Clientul criptează challenge-ul cu cheia sa privată
  - Răspunsul său poartă numele de **authenticator**



SSH – Autentificare prin cheie privată

1. DH
2. Cerere
3. Challenge
4. Authenticator
5. Reply

- Pasul 5:
  - Serverul folosește cheia publică preconfigurată a clientului și verifică $\boldsymbol{K}^{+}(\boldsymbol{K}^{-}(asdfgh)) = asdfgh$



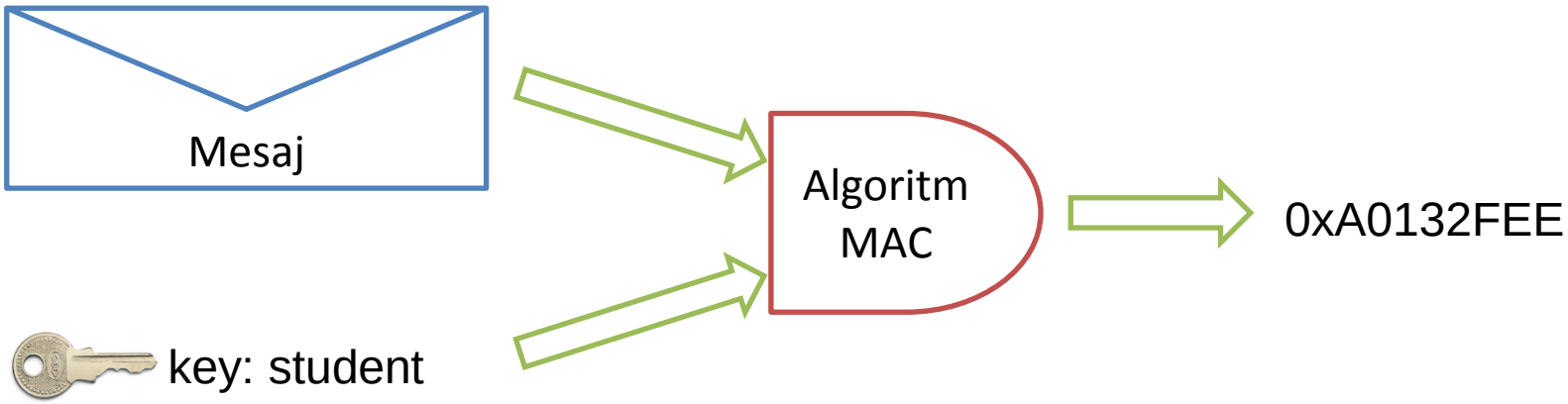
SSH – Autentificare prin cheie privată

- Doar **challenge-ul** este criptat cu cheia privată
  - Cu alte cuvinte, este folosită strict pentru operațiile de autentificare

- Motivul este eficiența:
  - Cheile asimetrice sunt ineficiente în operațiile de criptare/decriptare
  - Impactul criptării asimetrice a întregului trafic este mult prea mare

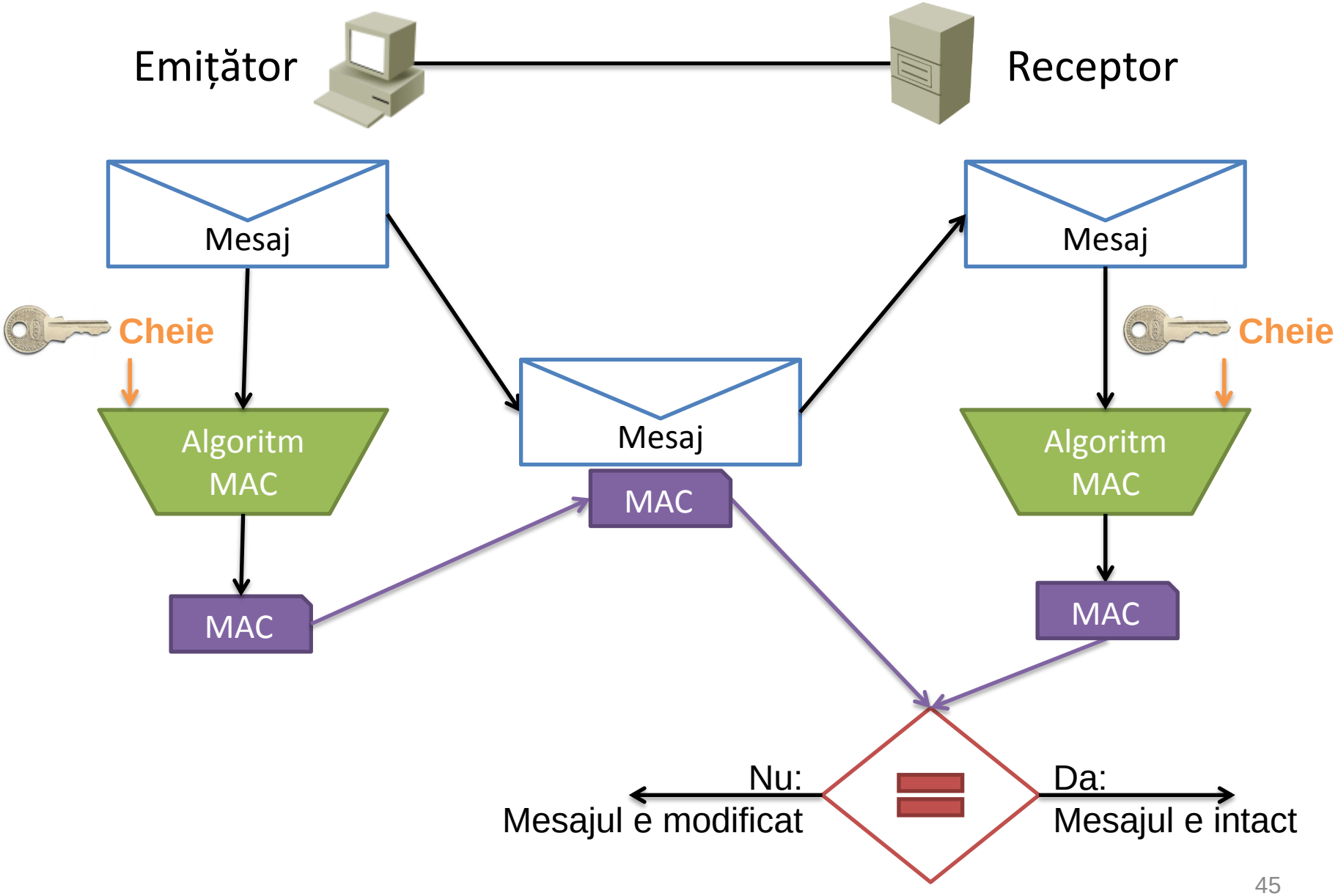
Funcții SSH – Integritate

- Funcție realizată prin MAC
  - Message Authentication Code
  - Este de fapt un hash cu cheie



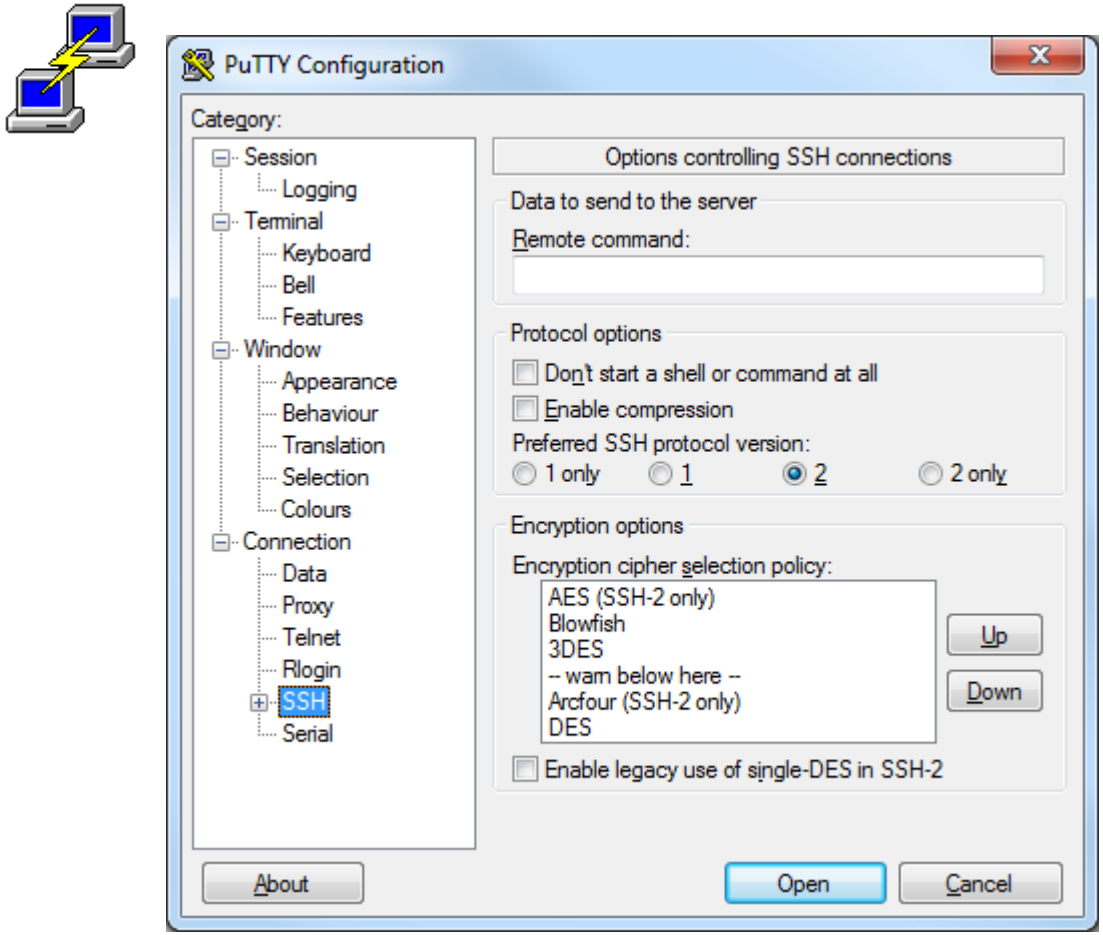
- Spre deosebire de semnături digitale, cheia folosită este comună
- SHA-1 și MD5 sunt algoritmii de hashing folosiți

Funcții SSH – Integritate

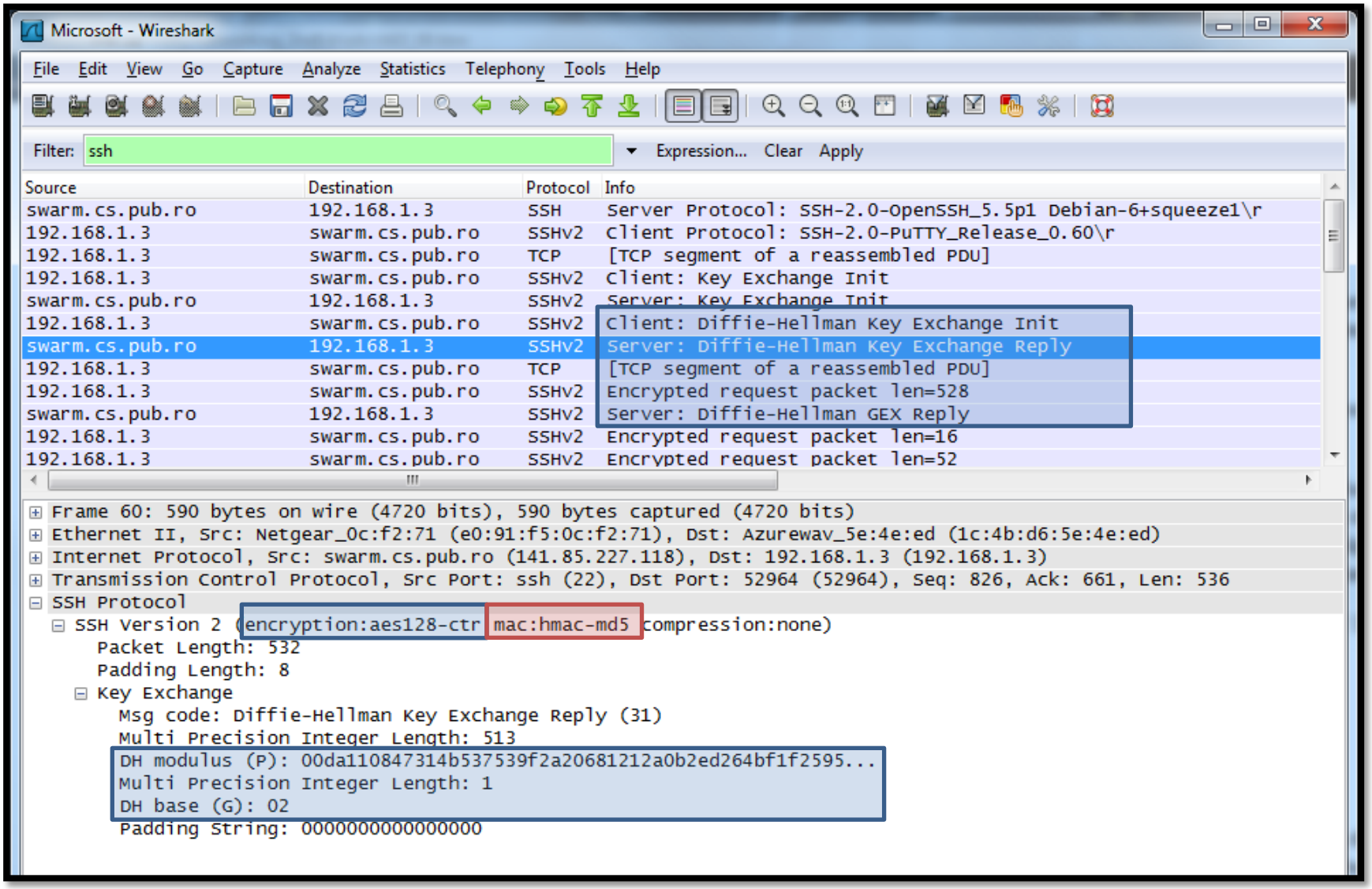


SSH – Exemplu client

- Putty este un client ssh pentru Windows, disponibil sub licența MIT

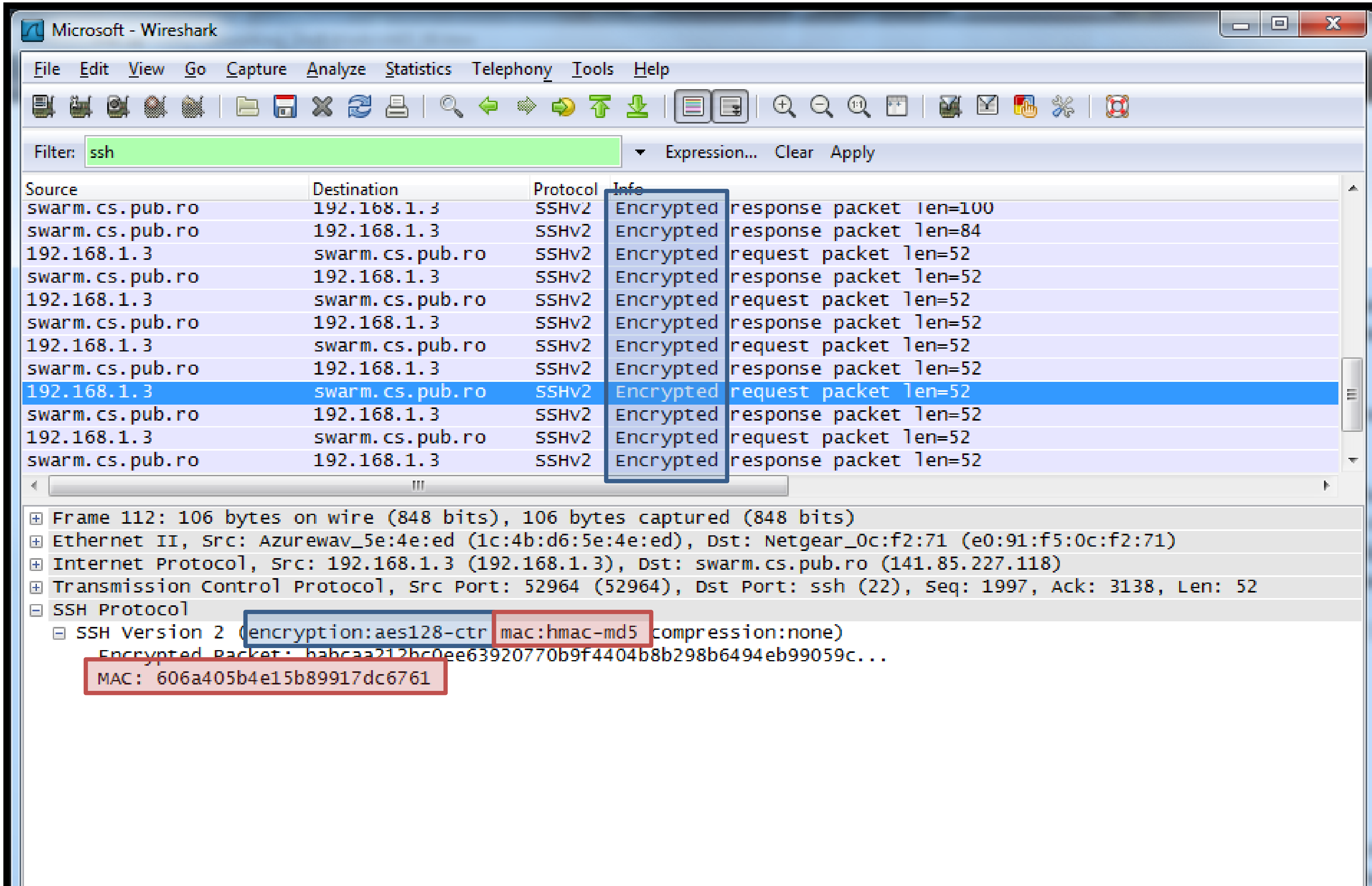


SSH – Captură trafic



Confidențialitate **Integritate** **Autentificare???**

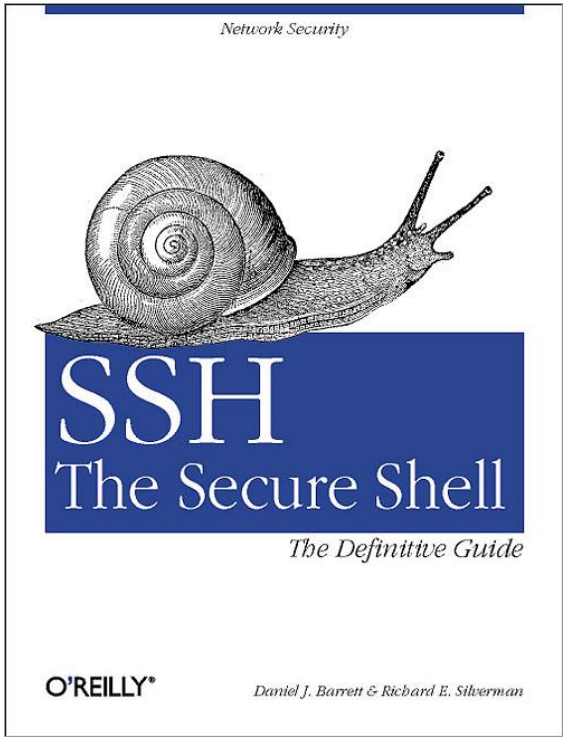
SSH – Captură trafic



Confidențialitate **Integritate**

SSH

- SSH is a big topic
- Dacă doriți să aflați mai multe detalii, puteți încerca:
  - Daniel J. Barrett, Richard E. Silverman, and Robert G. Byrnes, SSH: The Secure Shell (The Definitive Guide), O'Reilly 2005 (2nd edition)



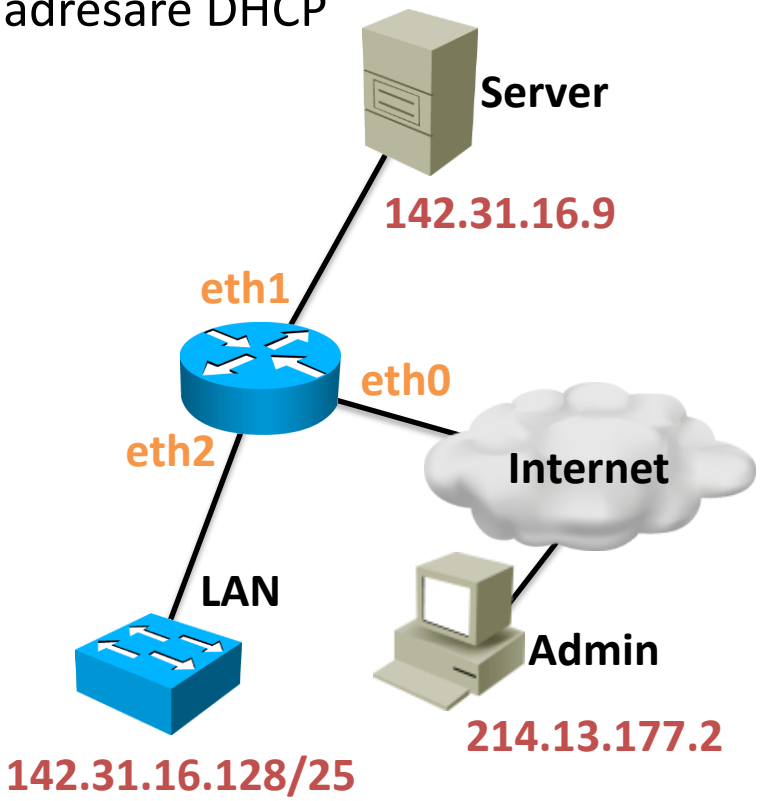
Are 668 de pagini ☺

Exercițiul… final

- Fie topologia de mai jos
  - Ruterul este o mașină Linux ce a fost deja configurată cu regulile iptables din stânga
  - Determinați comenzile necesare pentru a rezolva fiecare „ticket”
  - Switch-ul reprezintă o rețea de host-uri cu adresare DHCP

```
Chain: INPUT; Policy: ACCEPT
-i eth0 –j DROP
```

```
Chain: FORWARD; Policy: DROP
-i eth0 –j ACCEPT
```



Exercițiul… final

- Ticket #1
  - Stațiile din LAN nu pot comunica cu Server.
  - Care este motivul? Care este soluția?

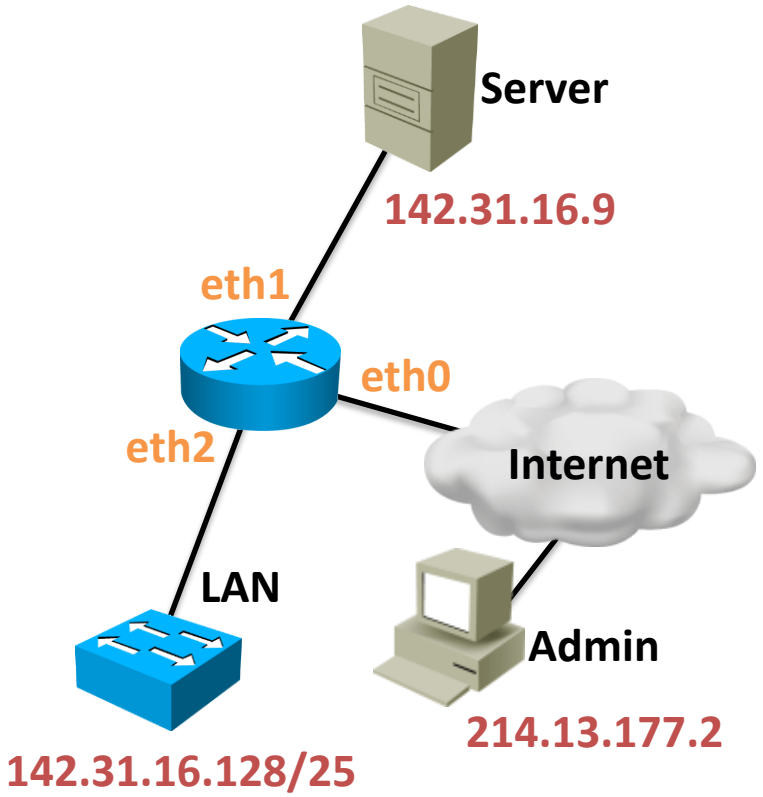
```
linux# iptables –P FORWARD ACCEPT
```

Chain: INPUT; Policy: ACCEPT

-i eth0 –j DROP

Chain: FORWARD; Policy: ~~DROP~~ ACCEPT

-i eth0 –j ACCEPT



Exercițiul… final

- Ticket #2
  - Configurați iptables a.î. doar stațiile din LAN să poată folosi serviciul de HTTP de pe Server.

```
linux# iptables –F FORWARD
linux# iptables –A FORWARD –s 142.31.16.128/25 –p tcp --dport 80 –j ACCEPT
linux# iptables –A FORWARD –d 142.31.16.9 –p tcp --dport 80 –j DROP
```

Chain: INPUT; Policy: ACCEPT

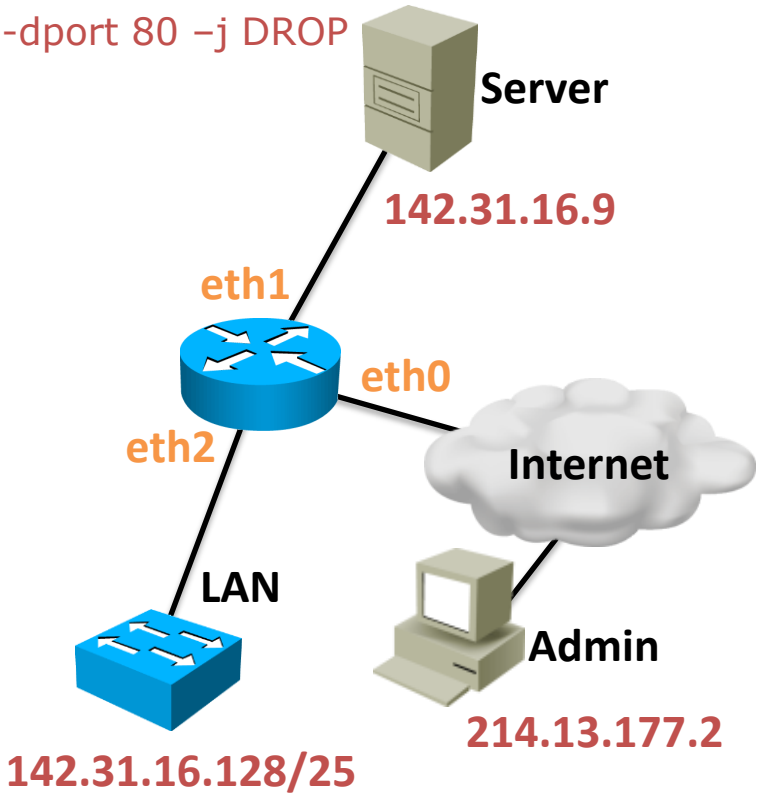
-i eth0 –j DROP

Chain: FORWARD; Policy: ACCEPT

~~-i eth0 –j ACCEPT~~

–s 142.31.16.128/25 –p tcp --dport 80 –j ACCEPT

–d 142.31.16.9 –p tcp --dport 80 –j DROP



Exercițiul… final

- Ticket #3
  - Configurați iptables a.î. doar Admin să poată accesa prin SSH ruterul

```
linux# iptables –F INPUT
linux# iptables –A INPUT –s 214.13.177.2 –p tcp --dport 22 –j ACCEPT
linux# iptables –A INPUT –p tcp --dport 22 –j DROP
```

Chain: INPUT; Policy: ACCEPT

~~-i eth0 -j DROP~~

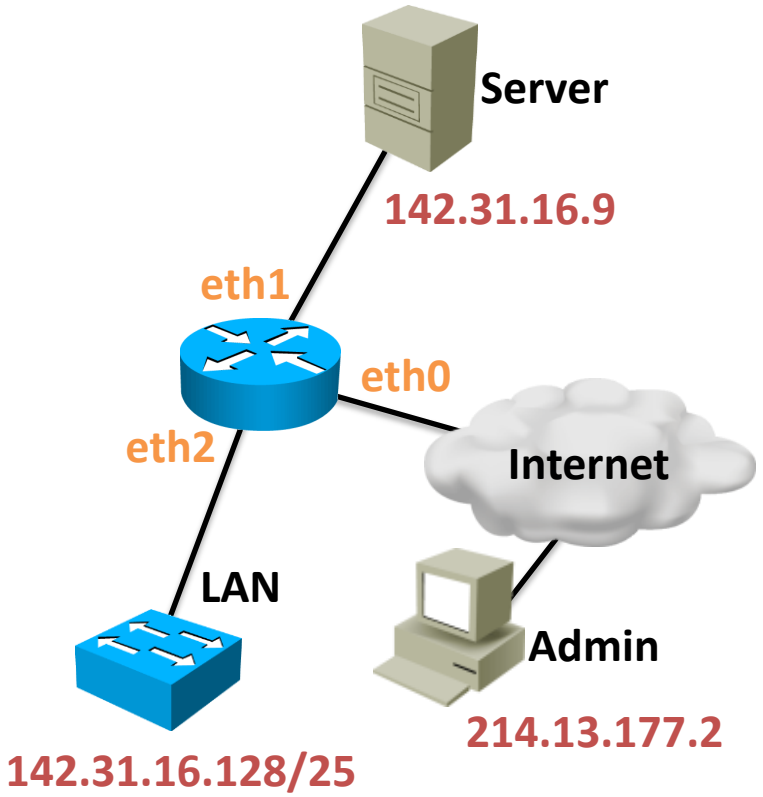
–s 214.13.177.2 –p tcp --dport 22 –j ACCEPT

–p tcp --dport 22 –j DROP

Chain: FORWARD; Policy: ACCEPT

–s 142.31.16.128/25 –p tcp --dport 80 –j ACCEPT

–d 142.31.16.9 –p tcp --dport 80 –j DROP



Exercițiul… final

- Ticket #4
  - Configurați iptables a.î. sesiunile TCP din LAN să poată fi inițiate doar dinspre interior

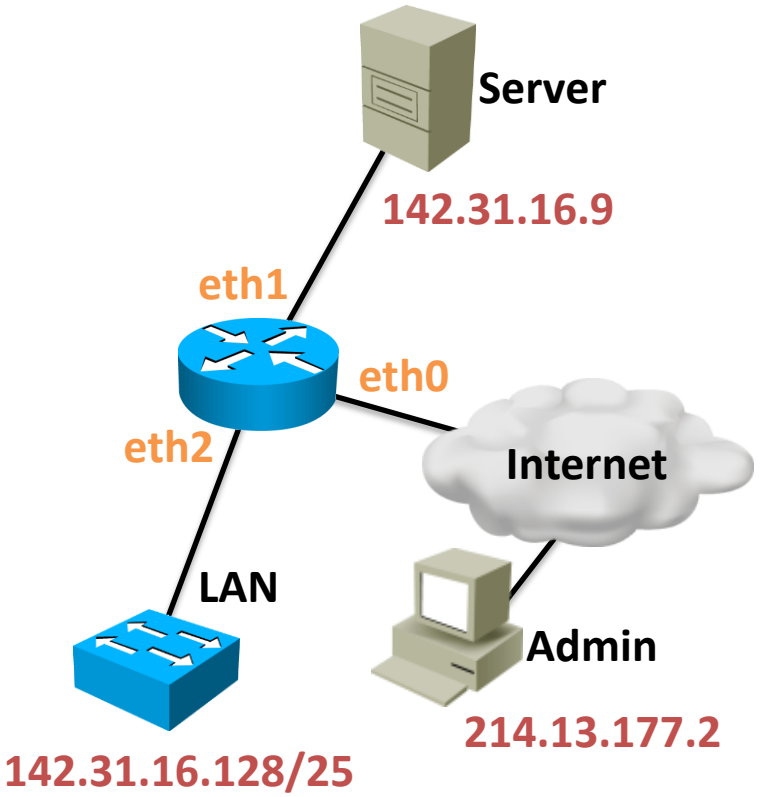
```
linux# iptables –A FORWARD –p tcp --syn –j DROP    ???
linux# iptables –A FORWARD –i eth0 –p tcp --syn –j DROP
```

Chain: INPUT; Policy: ACCEPT

```
–s 214.13.177.2 –p tcp --dport 22 –j ACCEPT
–p tcp --dport 22 –j DROP
```

Chain: FORWARD; Policy: ACCEPT

```
–s 142.31.16.128/25 –p tcp --dport 80 –j ACCEPT
–d 142.31.16.9 –p tcp --dport 80 –j DROP
–i eth0 –p tcp --syn –j DROP
```



Cuvinte cheie