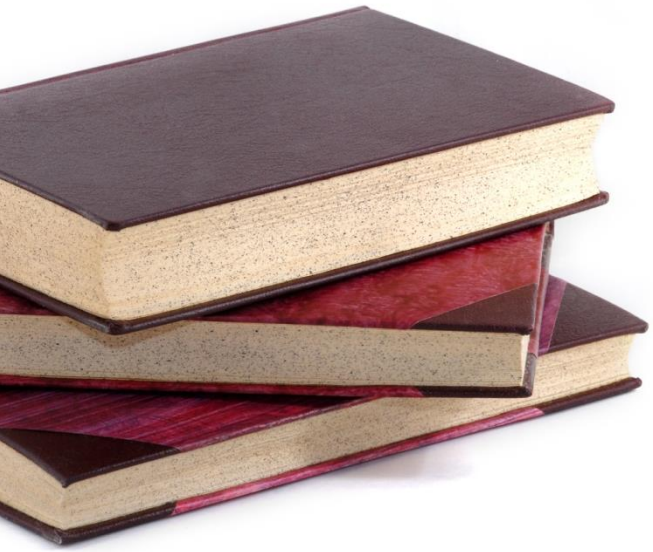
RLO
crunch it connected

Cursul 10



10

Virtualizare

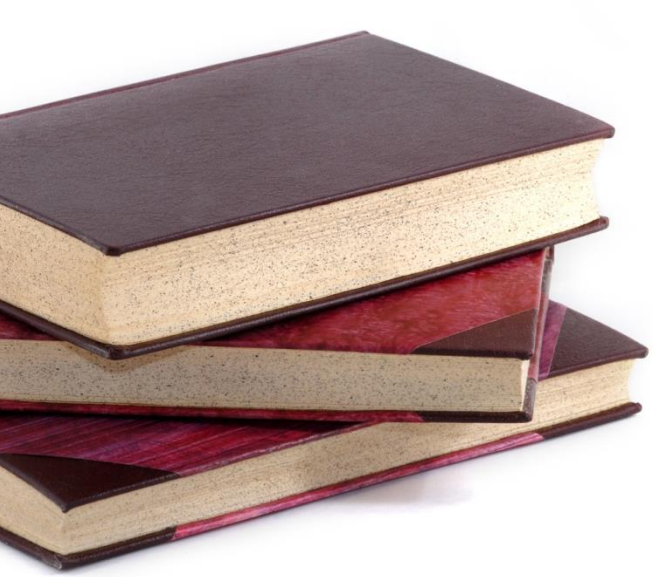
5-6 ianuarie 2016

Obiective

- Conceptul de virtualizare
- Virtualizarea rețelei în medii cloud
- Virtualizarea rețelei în Linux
- Rețele cu VMware
- Rețele cu LXC
- SDN

RLO
crunch it connected

Cursul 10



Introducere în virtualizare

- Termeni
- Clasificarea soluțiilor de virtualizare
- Avantajele virtualizării

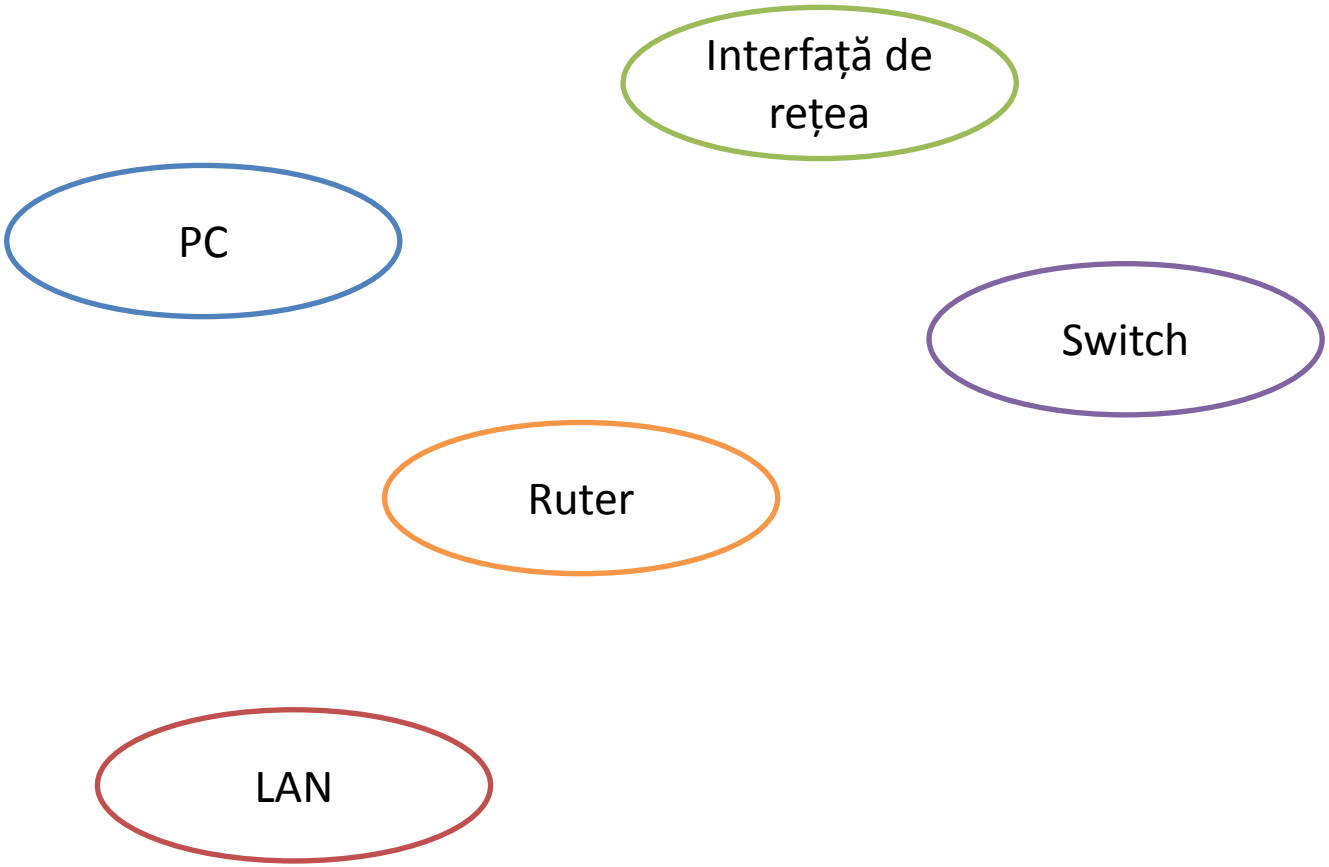
Termeni

Virtualizare	• Mecanism prin care se creează o entitate cu (aproape) toate funcționalitățile unei entități fizice, fără ca aceasta să existe fizic
Hypervisor	• Entitatea care implementează și controlează virtualizarea • Permite crearea / distrugerea / gestiunea resurselor virtualizate

Termeni

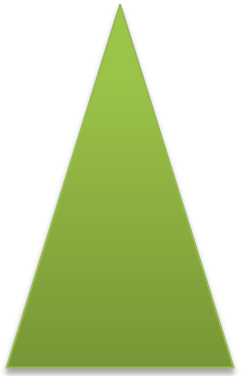
Mașină fizică	• Termen folosit pentru platforma hardware pe care rulează mecanismul de virtualizare
Mașină virtuală	• Termen folosit pentru denumirea entităților virtuale ce reprezintă sisteme întregi (de obicei folosit pentru stații virtuale)
NIC	• Network Interface Card; o placă de rețea fizică
vNIC	• Virtual Network Interface Card; o placă de rețea virtualizată

Ce se poate virtualiza



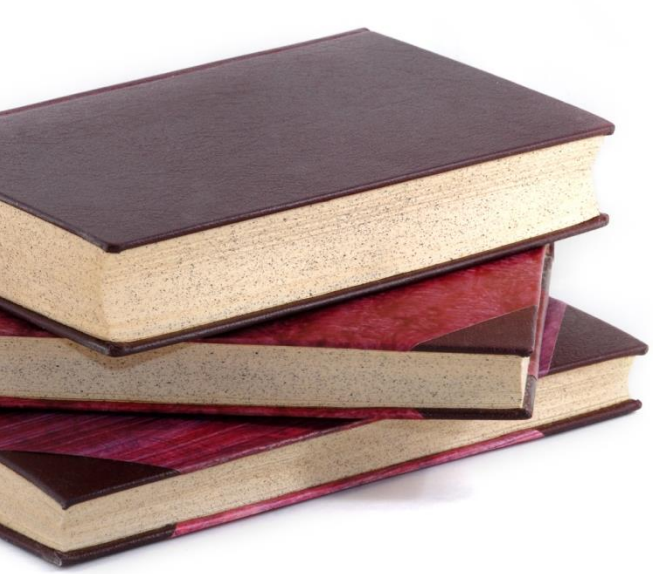
Avantajele virtualizării

- Consolidarea infrastructurii
  - Pe aceeași rețea fizică coexistă multiple rețele virtuale ce utilizează eficient resursele disponibile
- Flexibilitate
  - Componentele virtuale pot fi create sau distruse cu ușurință, în funcție de obiectivele existente
  - Gestionarea componentelor virtuale este simplă, comparativ cu gestionarea unor componente fizice
- Securitate
  - Comunicarea poate fi izolată sau criptată



RLO
crunch it connected

Cursul 10



Virtualizarea în cloud

- Provocări
- VXLAN
- NVGRE

Provocările virtualizării în cloud

Transparență | Clienții cloud-ului nu trebuie să fie preocupați de complexitățile virtualizării.

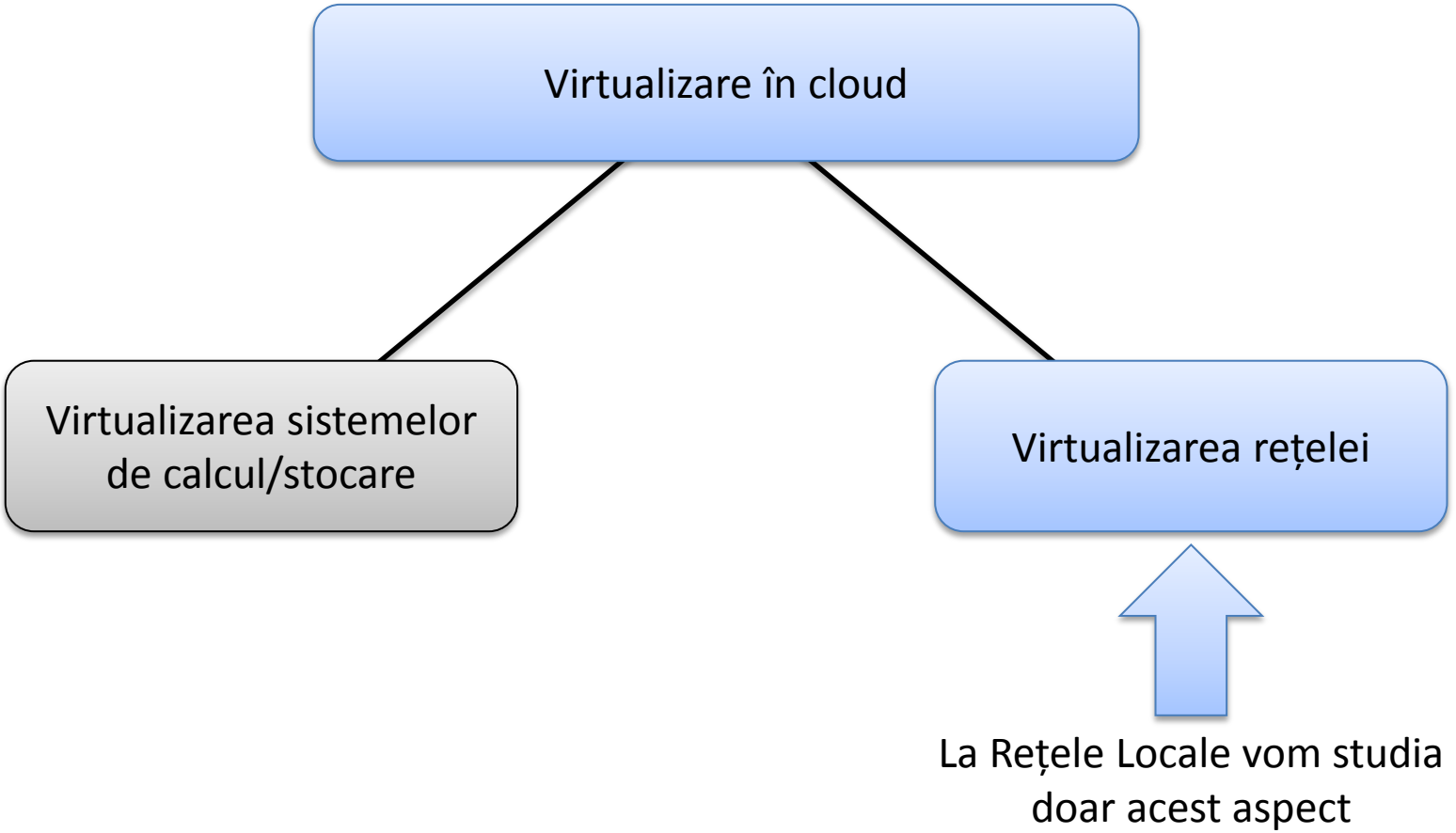
Eficiență | Resursele fizice ale cloud-ului trebuie să fie exploatate eficient de către sistemele de virtualizare.

Izolare | Un client nu trebuie să poată afecta operațiunile altui client.

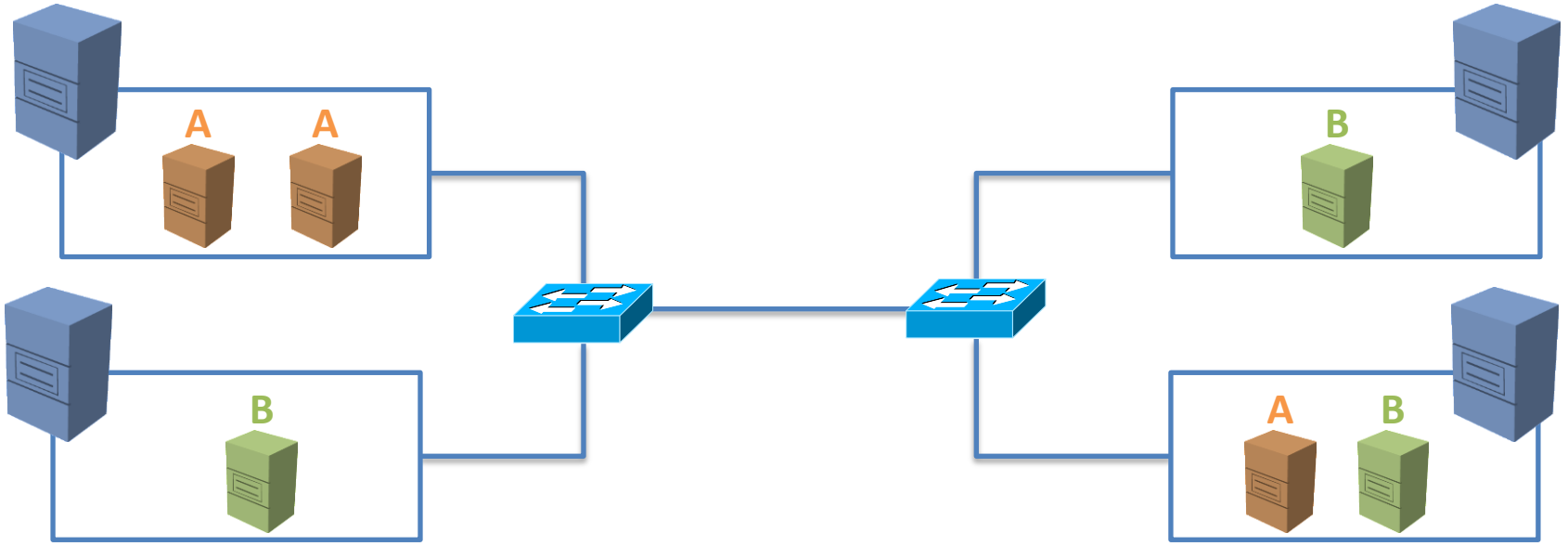
Aceste provocări au dus la dezvoltarea puternică din ultimii ani a tehnologiilor de virtualizare

Provocările virtualizării în cloud

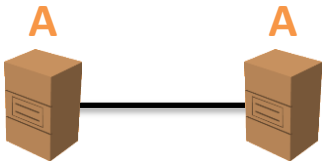
- Virtualizarea în cloud poate fi structurată în două componente:



Virtualizarea rețelei în cloud



- Mașinile unui client trebuie:
  - Să aibă conectivitate între ele
  - Să nu aibă conectivitate cu mașinile altui client



- Soluție: **VLAN-uri**
  - Dar dacă avem mai mulți clienți decât există VLAN-uri?

Soluția 1: VXLAN

- Actual draft IETF
- Similar în funcționalitate cu VLAN
  - Partiționează o rețea în mai multe subrețele distincte private
- VLAN folosește pentru identificare câmpul VLANID pe 12 biți
  - permite cel mult $2^{12} = 4096$ de rețele diferite
- VXLAN folosește pentru identificare câmpul **VNI** (Virtual Network Identifier) pe 24 de biți
  - permite cel mult $2^{24} = 16$ milioane de rețele diferite

- VXLAN încapsulează pachetele mașinilor virtuale în segmente UDP
- Hypervisor-ul trebuie să fie capabil să prelucreze antete VXLAN

VXLAN

- VM1 și VM3 aparțin aceluiași client cloud (cu VNI = 42)
- Fiecare hypervisor reține această informație în tabela VXLAN

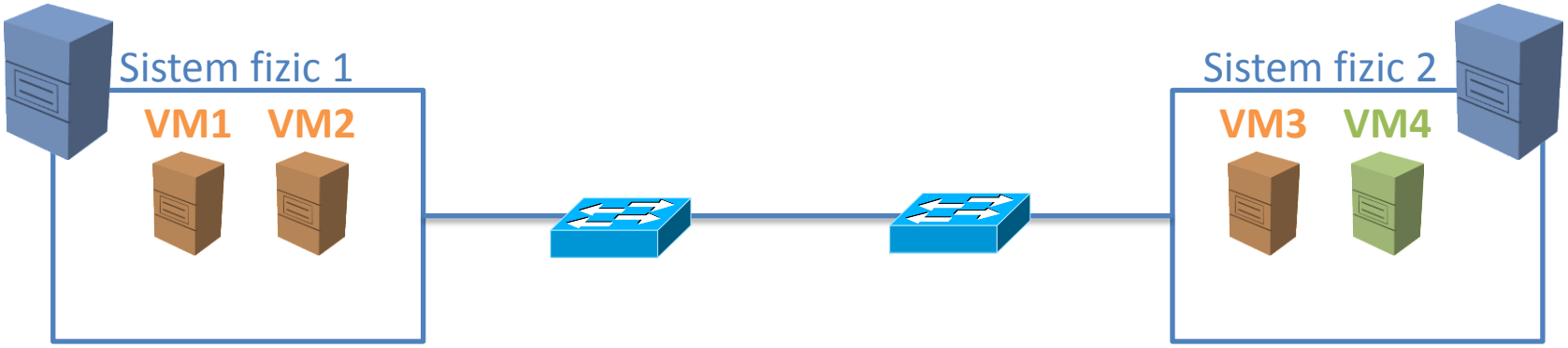


Tabela VXLAN

VNI = 42: VM1, VM2

VNI = 73:

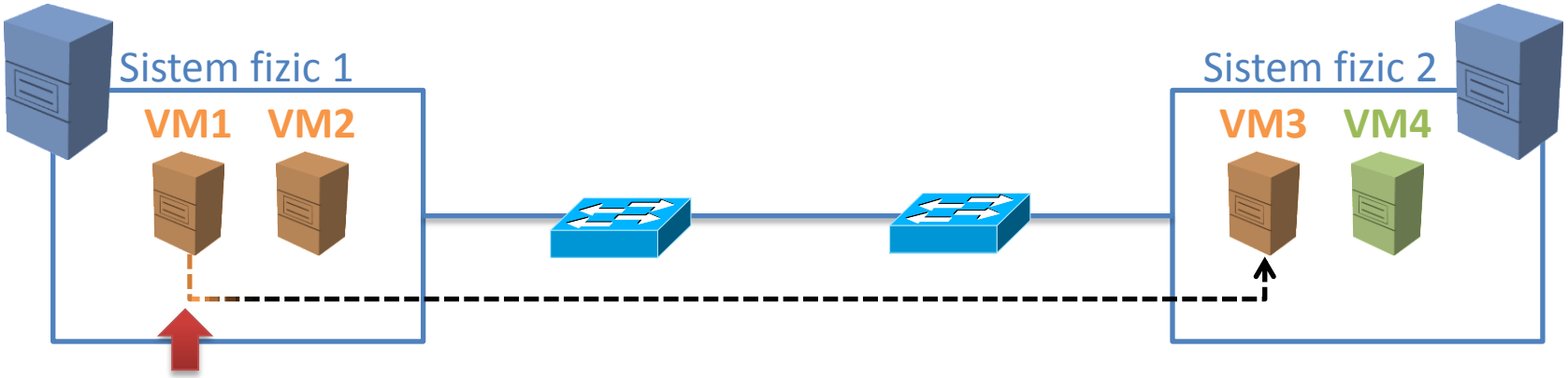
Tabela VXLAN

VNI = 42: VM3

VNI = 73: VM4

VXLAN

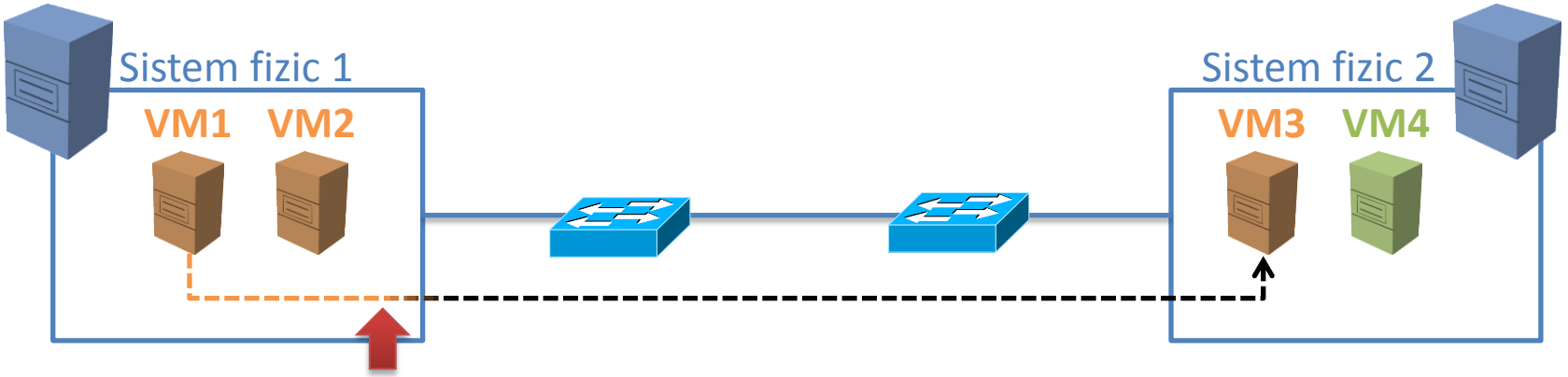
- VM1 și VM3 aparțin aceluiași client cloud (cu VNI = 42)
- VM1 încearcă să recupereze prin HTTP o pagină de pe VM3
- VM1 generează o cerere obișnuită HTTP (virtualizarea este transparentă)



HTTP	vm3.example.com/index.html	
TCP	80	Aleator
IP	IP(VM3)	IP(VM1)
Ethernet	MAC(VM3)	MAC(VM1)

VXLAN

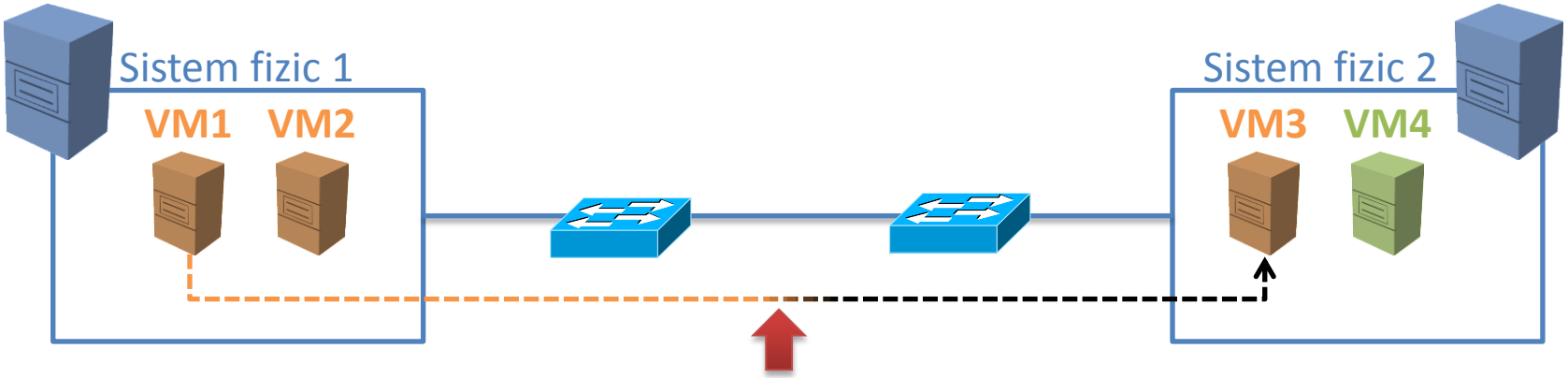
- La ieșirea din **VM1**, hypervisor-ul descoperă din ce rețea virtuală face parte traficul (codificată prin **VNI**)
- Tot pachetul este încapsulat într-un antet UDP, împreună cu informația despre **VNI**



HTTP	vm3.example.com/index.html	
TCP	80	Aleator
IP	IP(VM3)	IP(VM1)
Ethernet	MAC(VM3)	MAC(VM1)
VXLAN	VNI = 42	
UDP	8472	Aleator

VXLAN

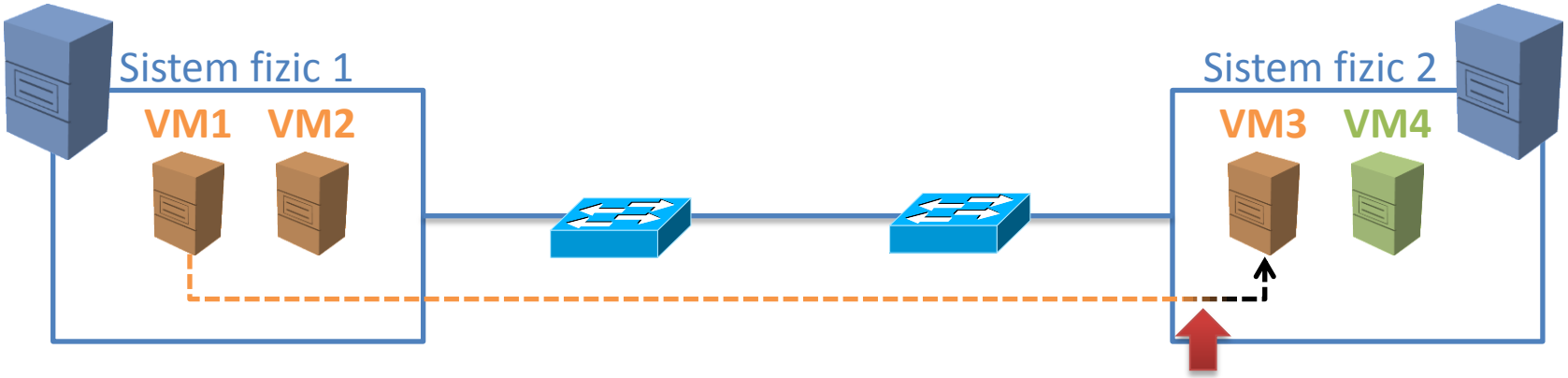
- La ieșirea din sistemul fizic, pachetul primește informații standard de nivel 2 și nivel 3 pentru a putea ajunge la mașina fizică destinație



HTTP	vm3.example.com/index.html	
TCP	80	Aleator
IP	IP(VM3)	IP(VM1)
Ethernet	MAC(VM3)	MAC(VM1)
VXLAN	VNI = 42	
UDP	8472	Aleator
IP	IP(Fizic2)	IP(Fizic1)
Ethernet	MAC(Fizic2)	MAC(Fizic1)

VXLAN

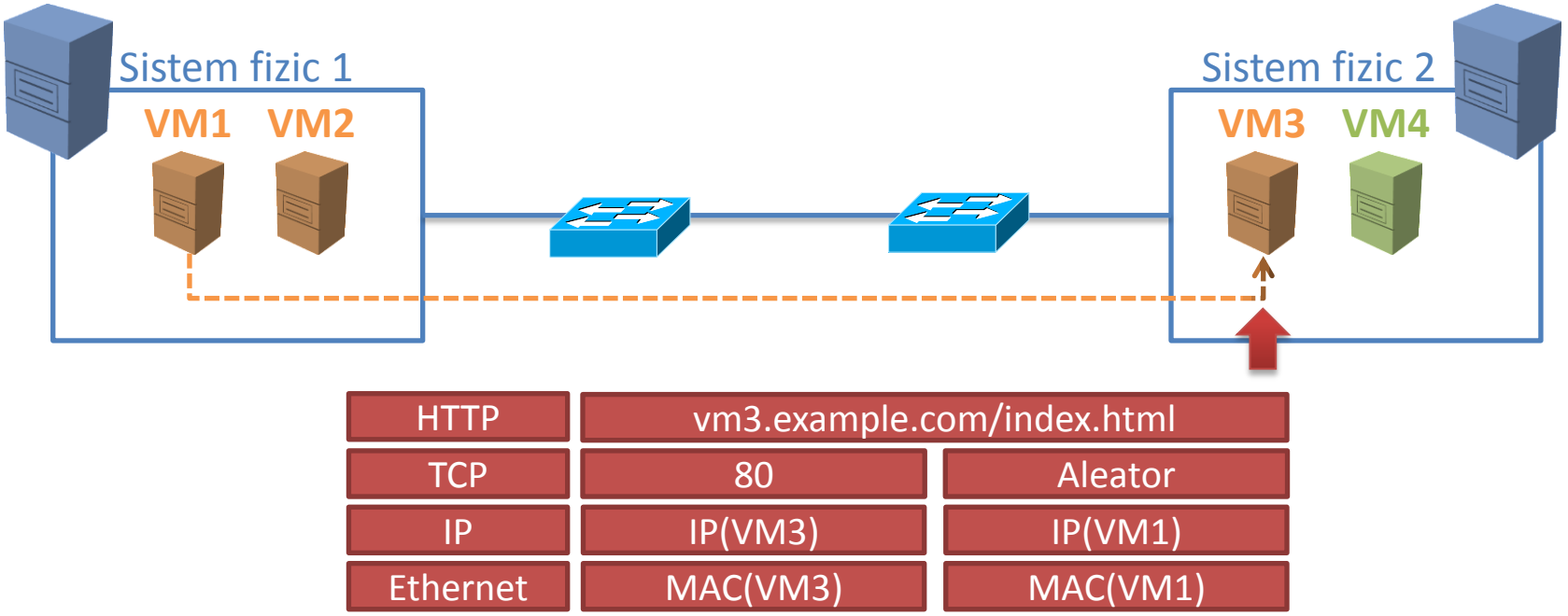
- Hypervisor-ul din sistemul destinație extrage informația de VNI și descoperă cărei mașini trebuie să-i trimită traficul



HTTP	vm3.example.com/index.html	
TCP	80	Aleator
IP	IP(VM3)	IP(VM1)
Ethernet	MAC(VM3)	MAC(VM1)
VXLAN	VNI = 42	
UDP	8472	Aleator

VXLAN

- La **VM3** pachetul ajunge ca un mesaj obișnuit HTTP
- Virtualizarea rețelei s-a făcut transparent din punctul de vedere al mașinilor virtuale



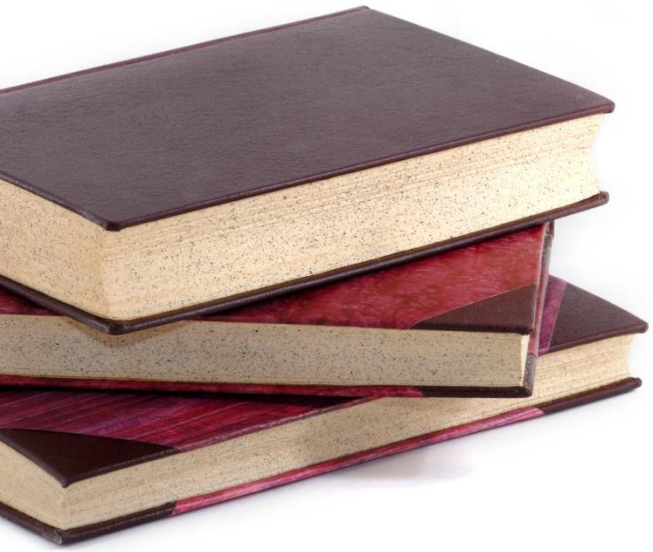
Soluția 2: NVGRE

- Actual draft IETF
- Soluție concurentă VXLAN
- Foarte similar ca mod de operare cu VXLAN
- Folosește încapsularea în pachete GRE în loc de încapsularea în segmente UDP

- Atât NVGRE cât și VXLAN sunt disponibile în implementarea de switch virtual **Open vSwitch**

RL
crunch it connected

Cursul 10



Dispozitive virtuale în Linux

- Interfețe virtuale
- Switch-uri virtuale

Interfețe virtuale

- Sistemul de operare Linux permite crearea mai multor tipuri de interfețe de rețea virtuale

Tip interfață	Scop
Loopback	Testarea stivei de protocoale
Dummy	Testarea de configurări
Tun	Interfață de nivel 3 folosită de obicei pentru tunelare
Tap	Interfață de nivel 2 folosită de obicei pentru conectarea mașinilor virtuale KVM/QEMU
Bridge	Simulează un switch la care se pot conecta alte interfețe

- La acestea se adaugă interfețe virtuale caracteristice diferitelor soluții de virtualizare (VMware, VirtualBox, LXC, etc.)

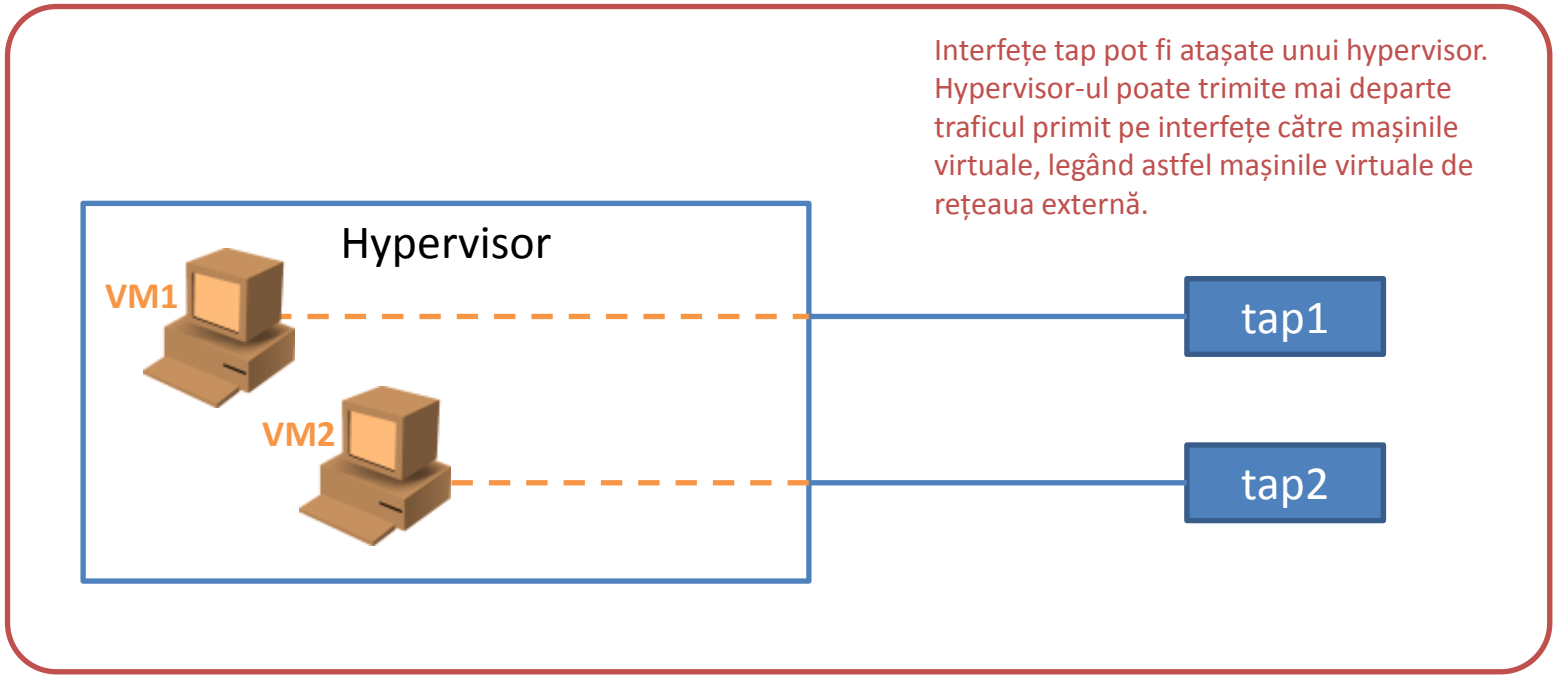
Interfața de Loopback

- Folosită pentru testarea stivei de protocoale
- Dacă ping în interfața de loopback eșuează, există probabil o defecțiune la nivel de sistem în protocolul IP

```
1: lo: <LOOPBACK,UP,LOWER_UP> mtu 65536 qdisc noqueue state UNKNOWN
    link/loopback 00:00:00:00:00:00 brd 00:00:00:00:00:00
    inet 127.0.0.1/8 scope host lo
    inet6 ::1/128 scope host
       valid_lft forever preferred_lft forever
```

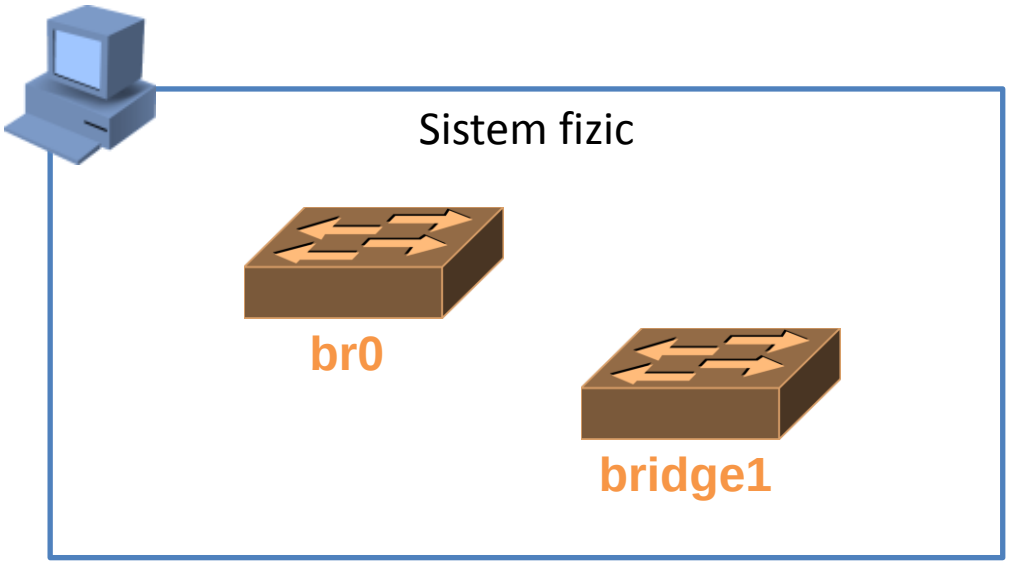
Interfețe tun/tap

- Interfețe similare ca scop
  - Tun folosește trafic de nivel 3
  - Tap folosește trafic de nivel 2
- Aplicații pot fi atașate de interfață
- Tot traficul trimis pe interfață este trimis de fapt aplicației



Switch-uri virtuale

- Permit interconectarea interfețelor de pe un sistem
- De obicei create cu numele **br0**, **br1**, **bridge0**, **bridge1**, etc.
- Dispun de funcționalități de VLAN și STP
- Instalate prin pachetul bridge-utils



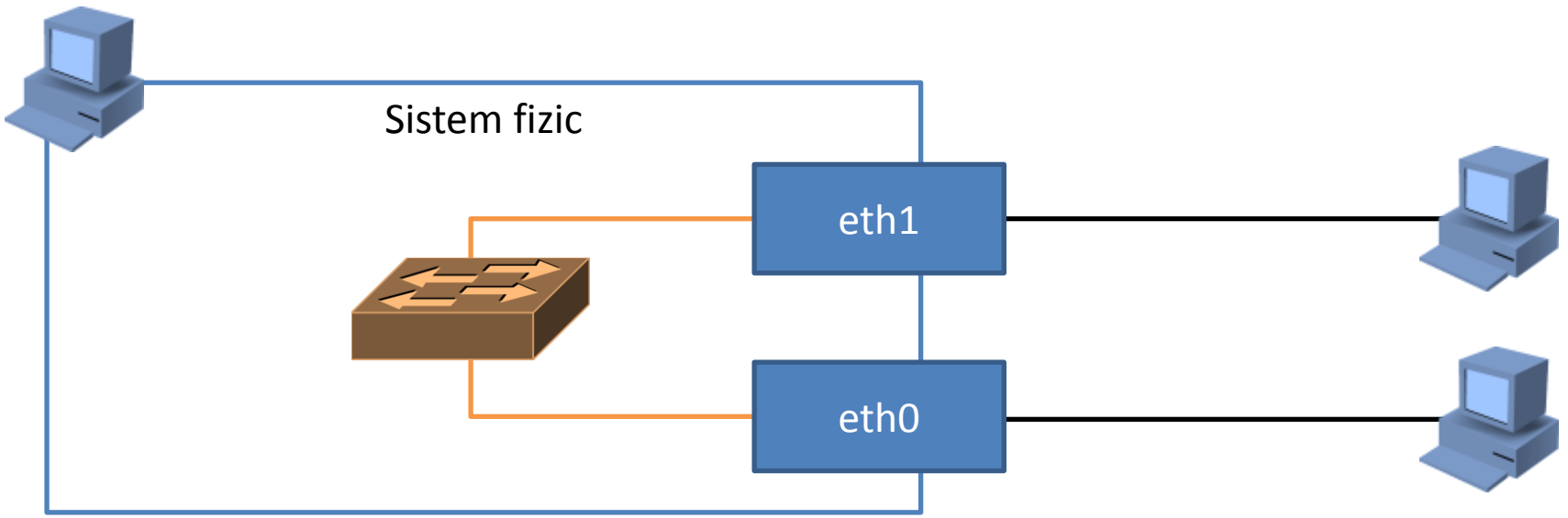
Switch-uri virtuale

- Pentru a crea un switch virtual nou:

```
linux# brctl addbr br0
```

- Pentru a adăuga interfețe la switch-ul virtual:

```
linux# brctl addif br0 eth0
linux# brctl addif br0 eth1
```



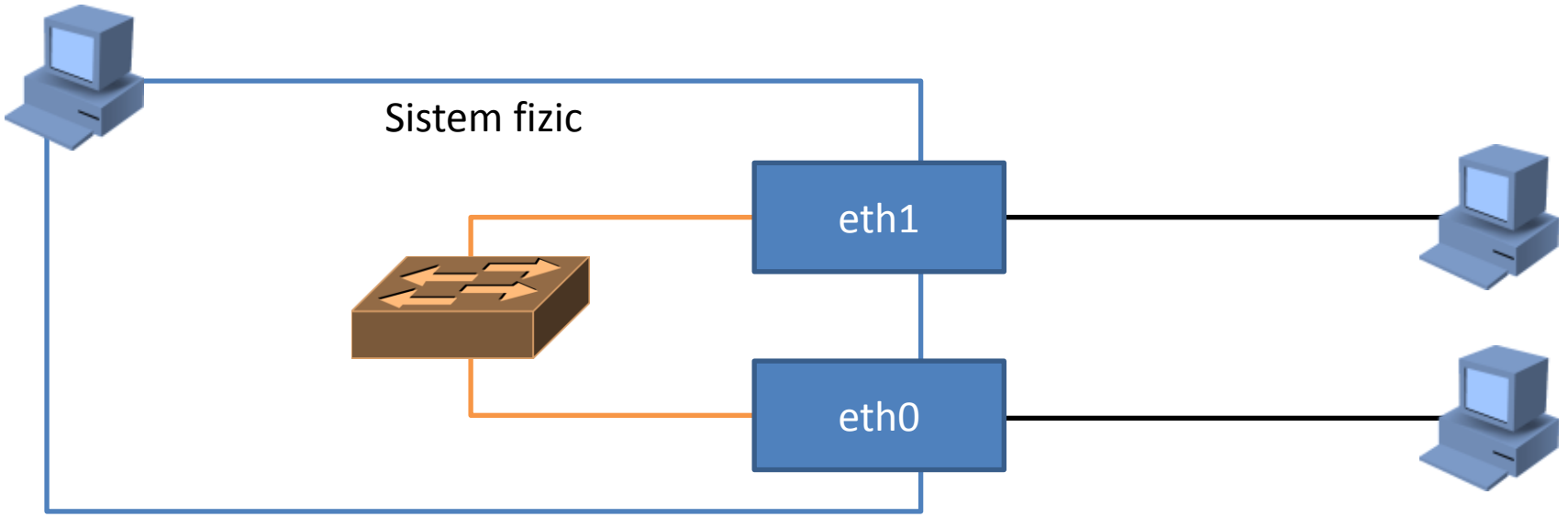
Switch-uri virtuale

- Switch-ul virtual poate fi oprit sau pornit ca orice altă interfață:

```
linux# ip link set dev br0 up
```

- Pentru a afișa detalii despre un switch virtual:

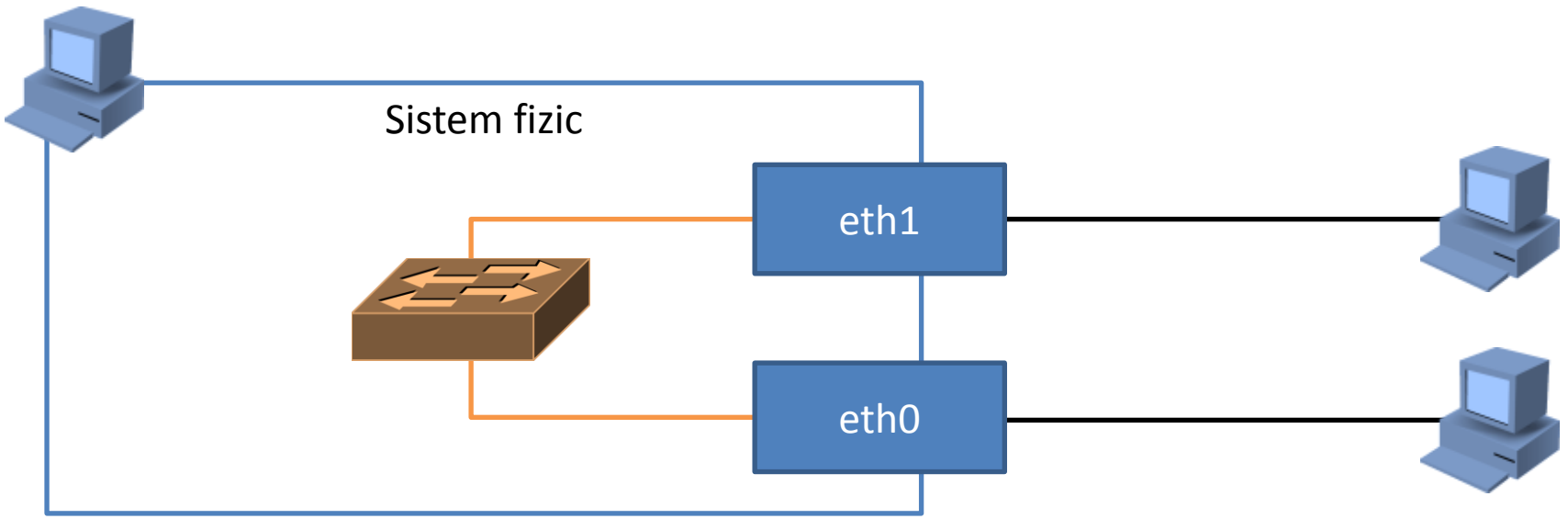
```
linux# brctl show
```



Switch-uri virtuale

- Pentru a șterge interfețe din switch:

```
linux# brctl delif br0 eth0
```



Switch-uri virtuale cu VLAN-uri

- Linux permite lucrul cu VLAN-uri
- Trafic 802.1Q poate fi trimis în rețeaua externă, dacă placa de rețea este compatibilă 802.1Q

- Comanda pentru lucrul cu VLAN-uri este **vconfig**

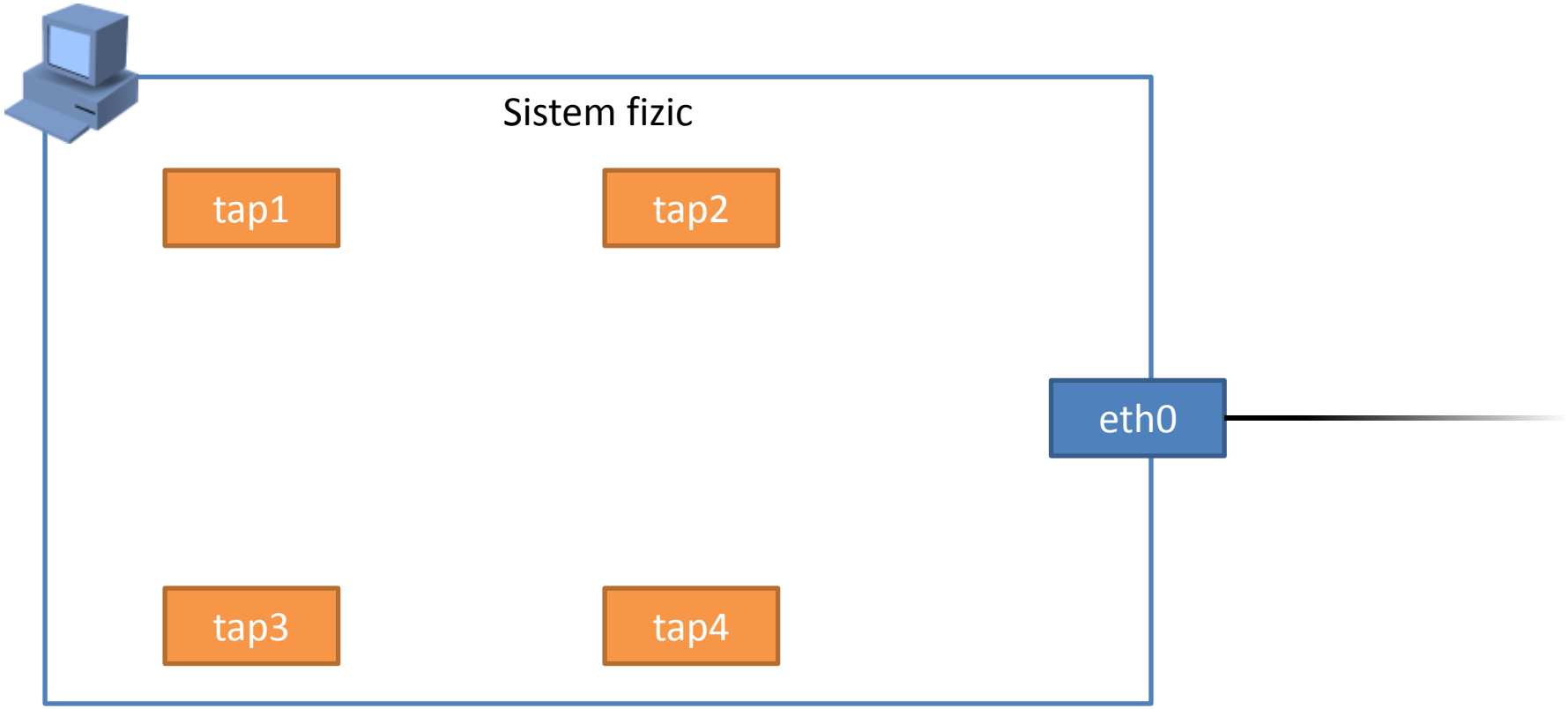
```
linux# vconfig add [interface-name] [vlan-id]
```

- Comanda creează o subinterfață de VLAN, ce va trimite trafic 802.1Q

```
linux# vconfig add eth0 10  ------>  eth0.10@eth0
linux# vconfig add eth0 20  ------>  eth0.20@eth0
```

Switch-uri virtuale cu VLAN-uri

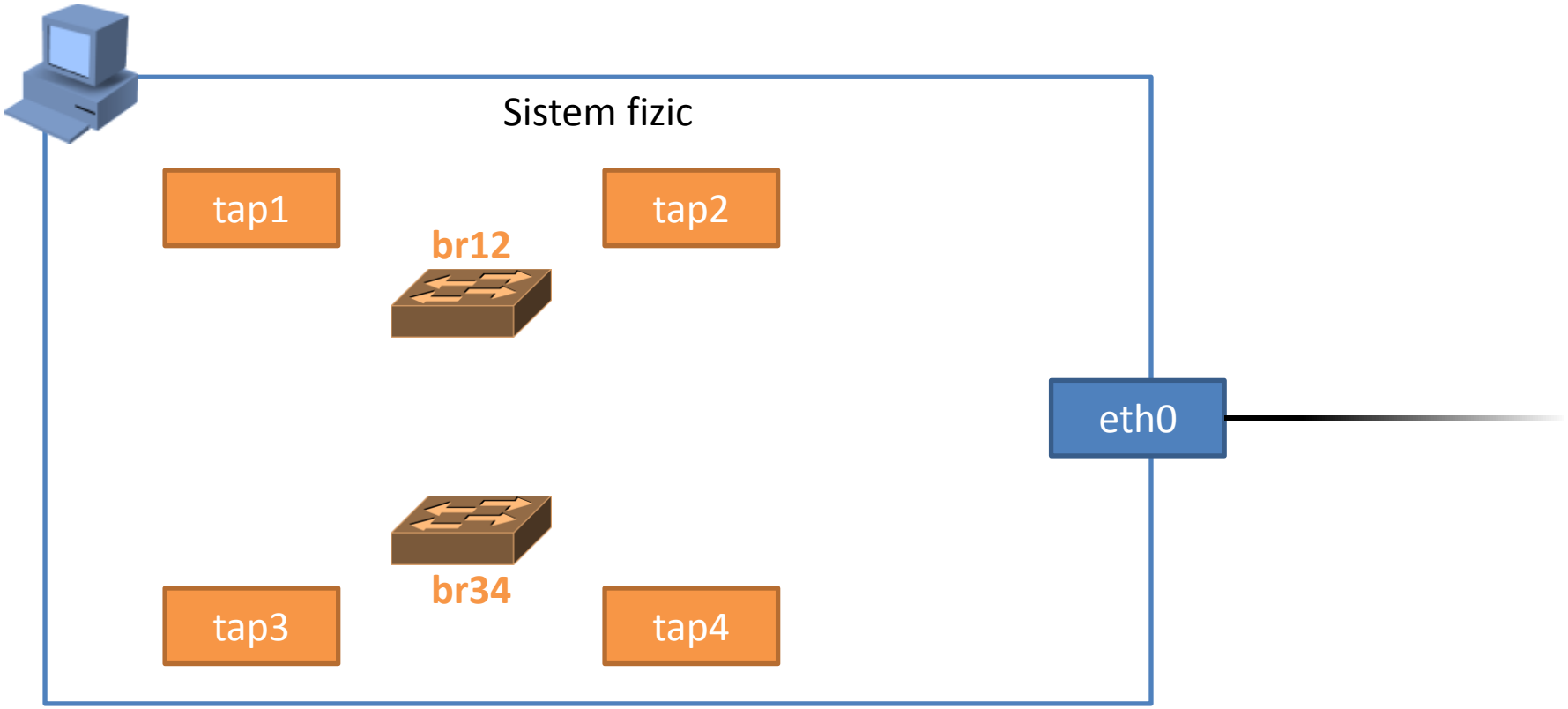
- În scenariul de mai jos, interfețele virtuale tap sunt atașate la patru mașini virtuale (**tap1** la **VM1**, **tap2** la **VM2**, ș.a.m.d.)
- Vrem să avem conectivitate între mașinile virtuale și **eth0**, fără ca acestea să poată comunica între ele



Switch-uri virtuale cu VLAN-uri

- Creăm două switch-uri virtuale

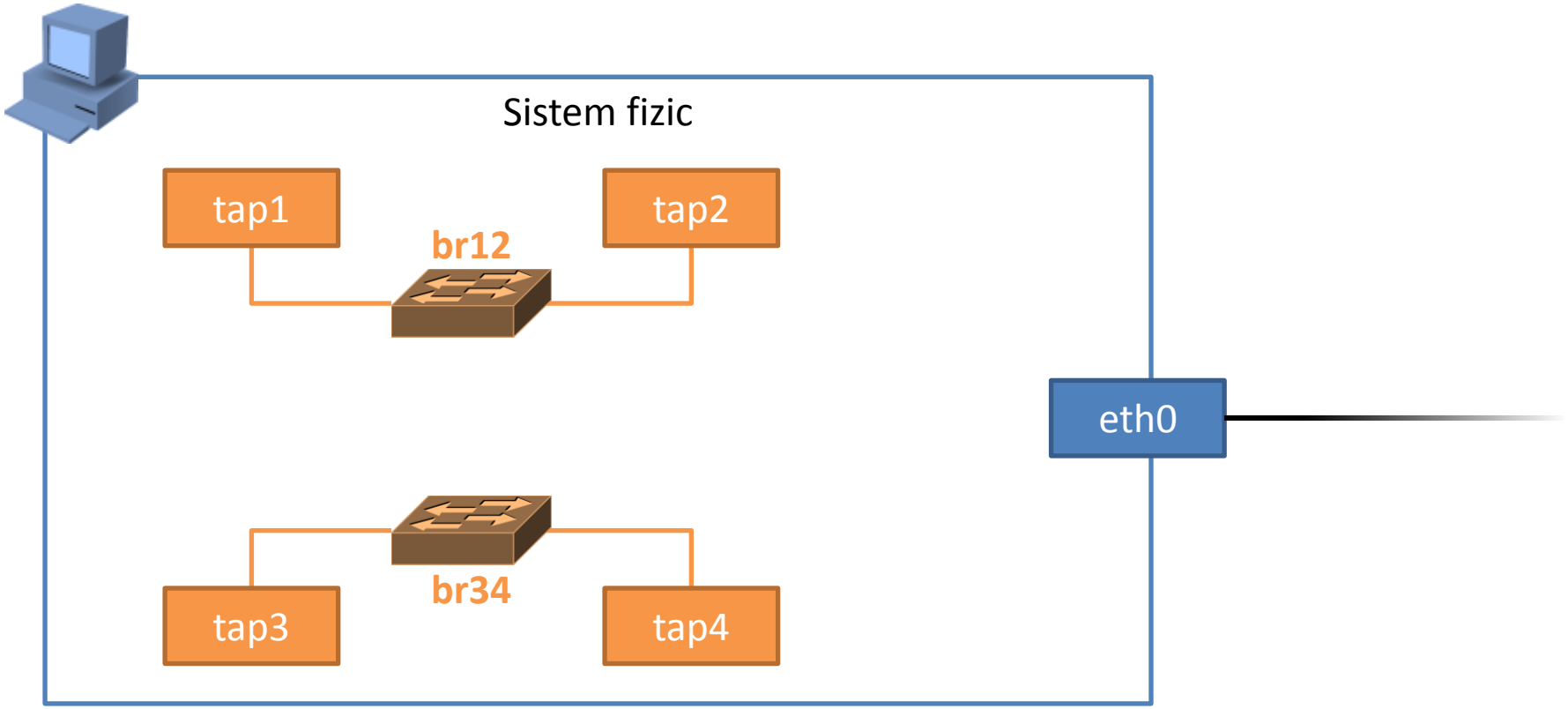
```
linux# brctl addbr br12
linux# brctl addbr br34
linux# ip link set dev br12 up
linux# ip link set dev br34 up
```



Switch-uri virtuale cu VLAN-uri

- Atașăm mașinile virtuale la switch-urile create

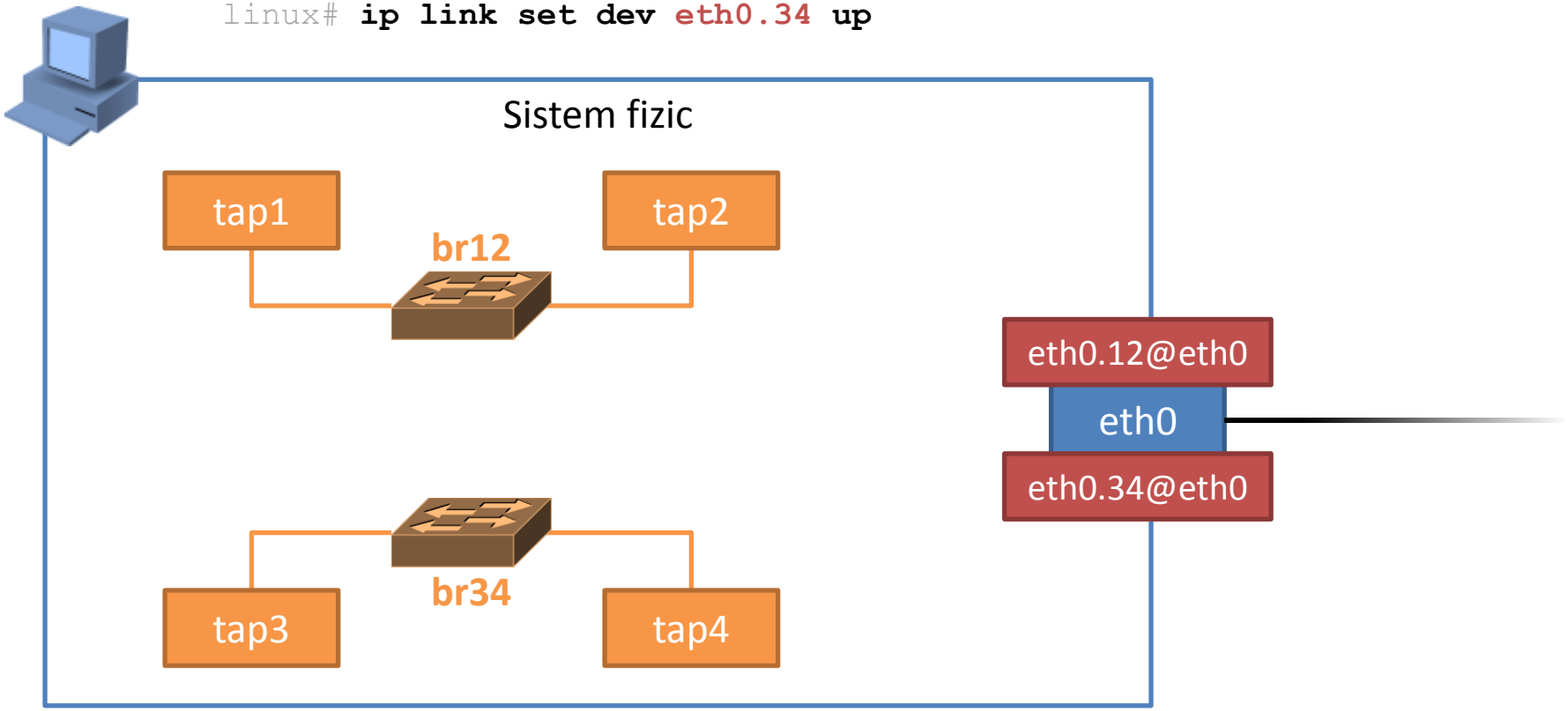
```
linux# brctl addif br12 tap1
linux# brctl addif br12 tap2
linux# brctl addif br34 tap3
linux# brctl addif br34 tap4
```



Switch-uri virtuale cu VLAN-uri

- Vrem ca **tap1** și **tap2** să fie în VLAN12, și **tap3** și **tap4** în VLAN34
- Creăm subinterfețe din fiecare VLAN pentru **eth0**

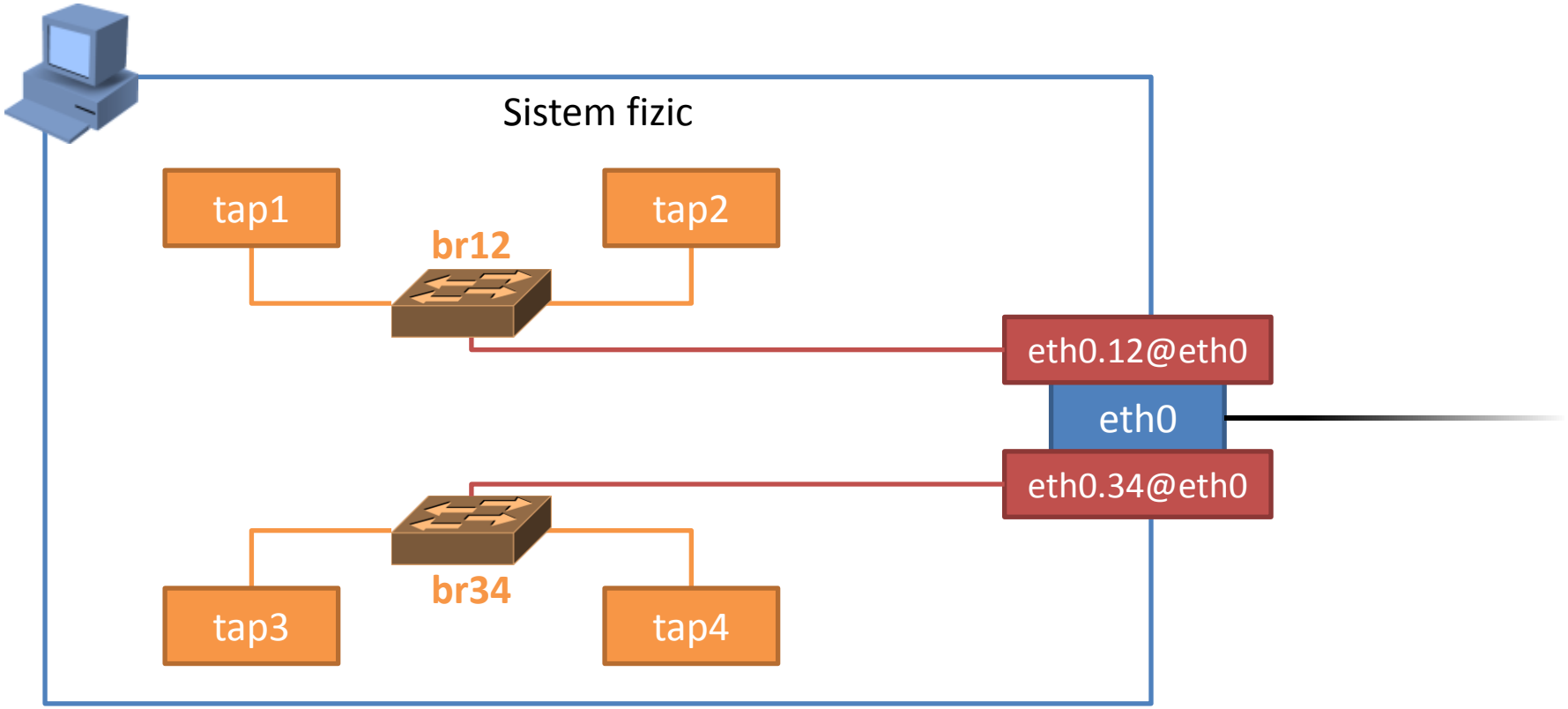
```
linux# vconfig add eth0 12
linux# vconfig add eth0 34
linux# ip link set dev eth0.12 up
linux# ip link set dev eth0.34 up
```



Switch-uri virtuale cu VLAN-uri

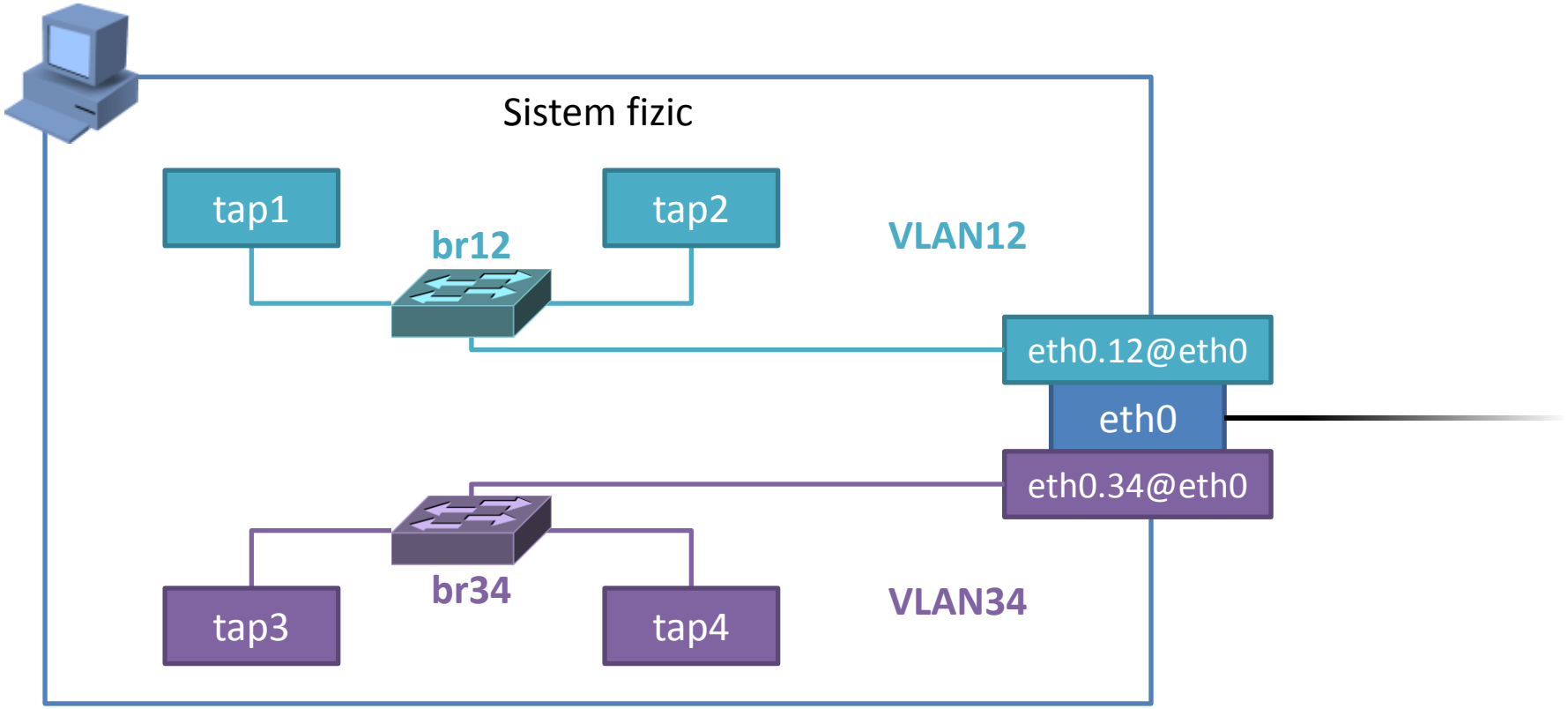
- Conectăm subinterfețele la switch-uri

```
linux# brctl addif br12 eth0.12
linux# brctl addif br34 eth0.34
```



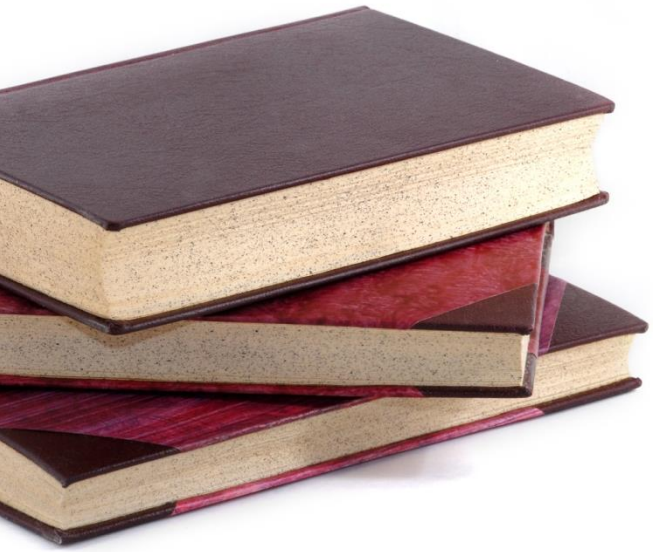
Switch-uri virtuale cu VLAN-uri

- **VM1** și **VM2** pot comunica prin **eth0** (via **eth0.12**)
- **VM3** și **VM4** pot comunica prin **eth0** (via **eth0.34**)
- **VM1**/**VM2** nu pot comunica cu **VM3**/**VM4**



RL
crunch it connected

Cursul 10



VMware

- Descriere
- Rețele cu bridging
- Rețele cu NAT
- Rețele host-only

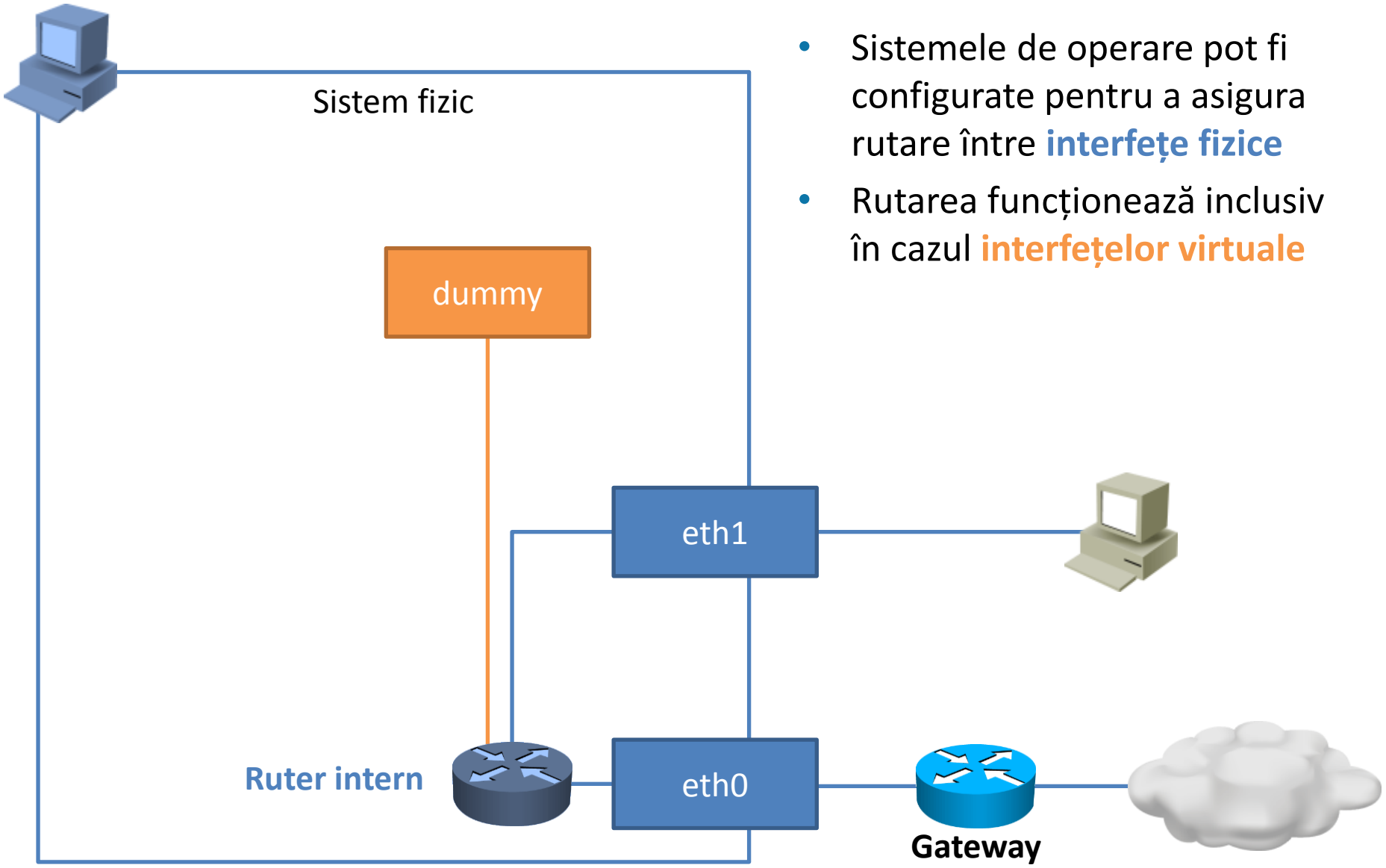
VMware

- VMware Player / Vmware Workstation

- Pentru a lega mașinile virtuale dispune de mai multe switch-uri virtuale (numite **vmnet**)

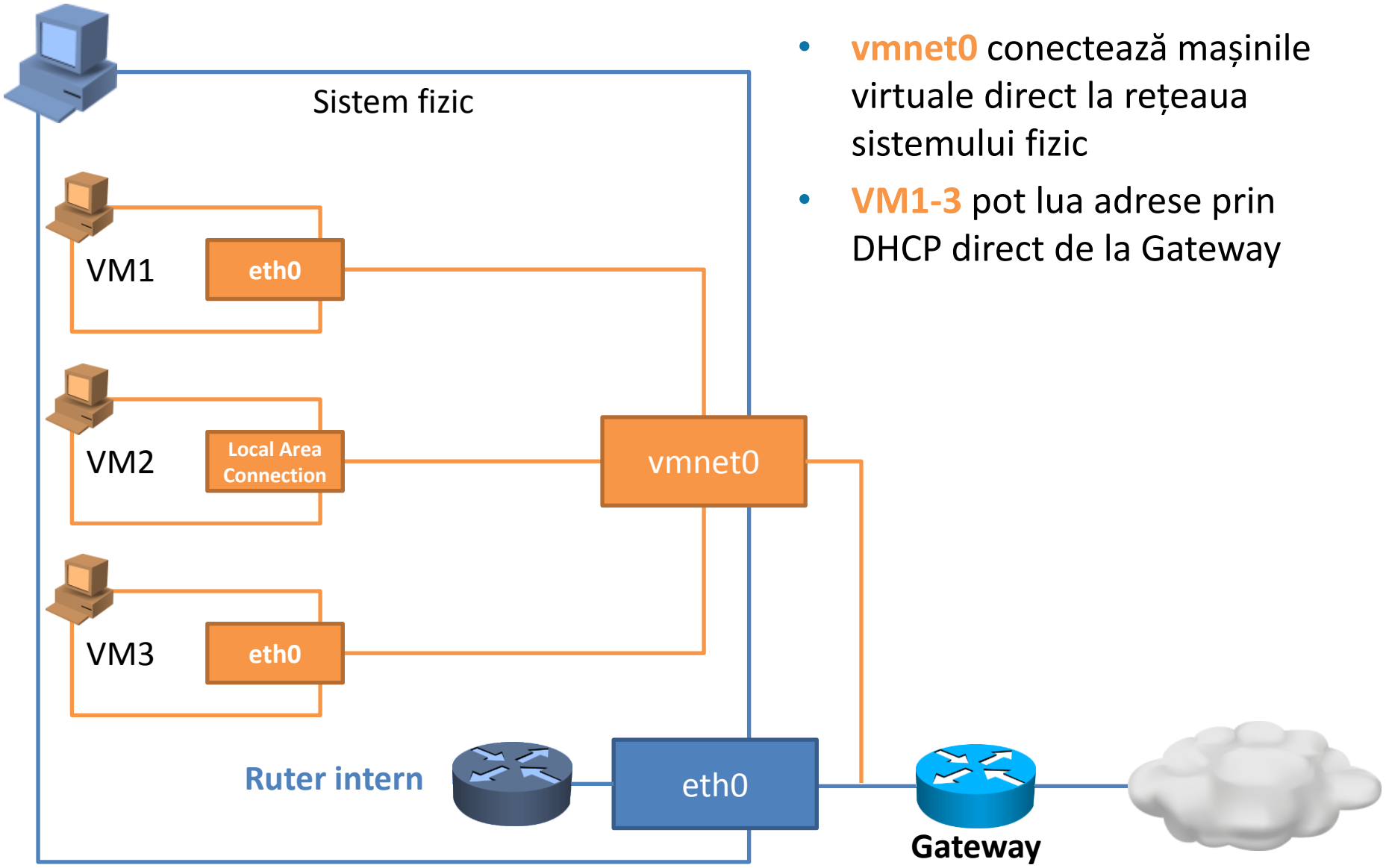
- Switch-urile virtuale permit conectarea în mai multe moduri:
  - **NAT**: mașina fizică va face NAT pe traficul mașinilor virtuale
  - **Host-only**: mașinile virtuale sunt conectate la gazdă prin intermediul unei rețele situate în spatele acesteia
  - **Bridge**: interfețele mașinilor virtuale sunt atașate direct mediului fizic

Rutare în Linux



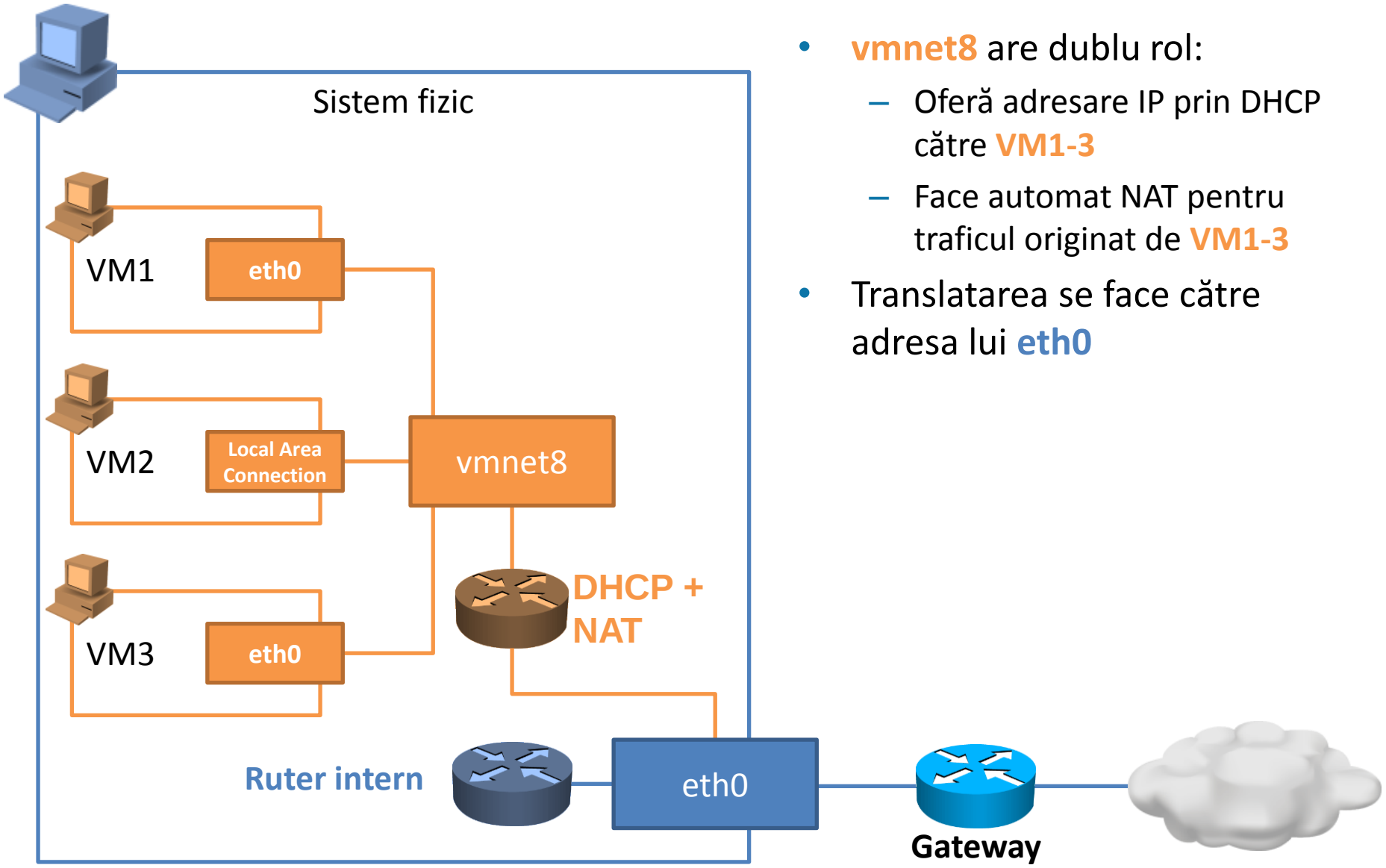
- Sistemele de operare pot fi configurate pentru a asigura rutare între **interfețe fizice**
- Rutarea funcționează inclusiv în cazul **interfețelor virtuale**

VMware: Bridged network



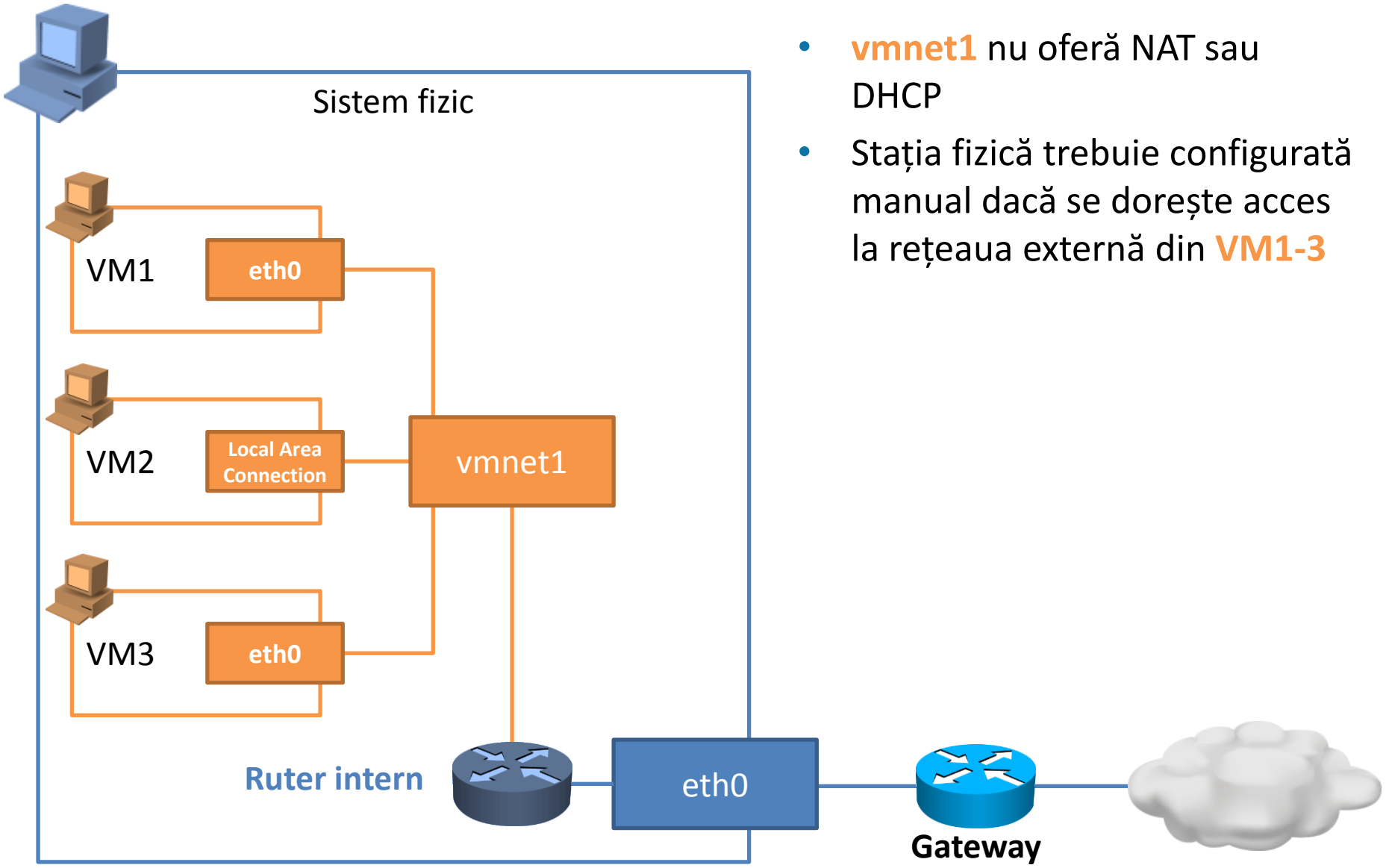
- **vmnet0** conectează mașinile virtuale direct la rețeaua sistemului fizic
- **VM1-3** pot lua adrese prin DHCP direct de la Gateway

VMware: NAT network



- **vmnet8** are dublu rol:
  - Oferă adresare IP prin DHCP către **VM1-3**
  - Face automat NAT pentru traficul originat de **VM1-3**
- Translatarea se face către adresa lui **eth0**

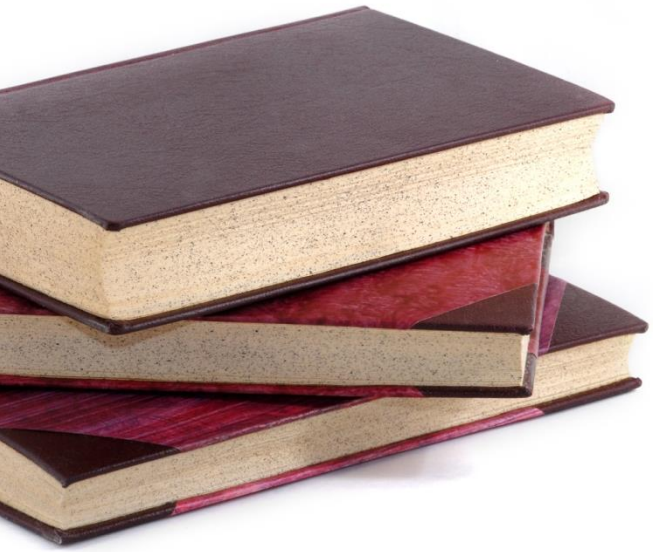
VMware: Host only network



- **vmnet1** nu oferă NAT sau DHCP
- Stația fizică trebuie configurată manual dacă se dorește acces la rețeaua externă din **VM1-3**

RLO
crunch it connected

Cursul 10



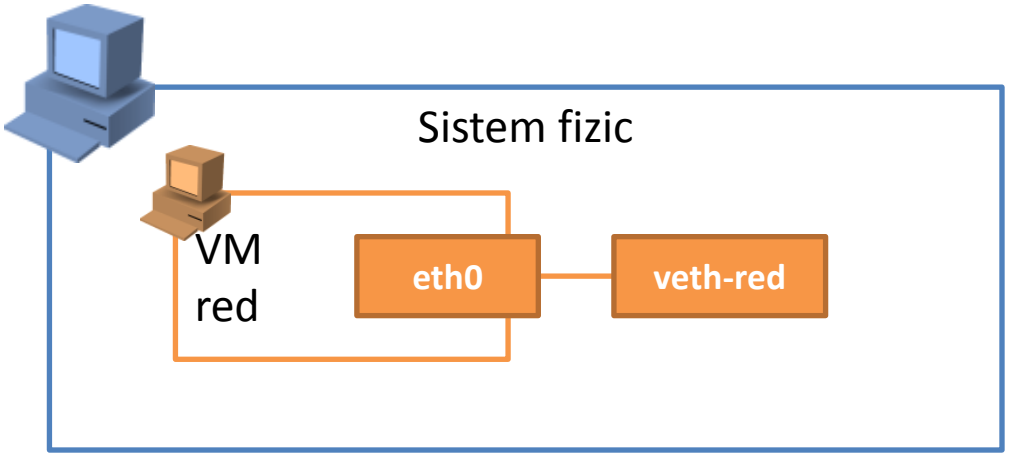
LXC

- Descriere
- Arhitectură
- Topologia de la laborator

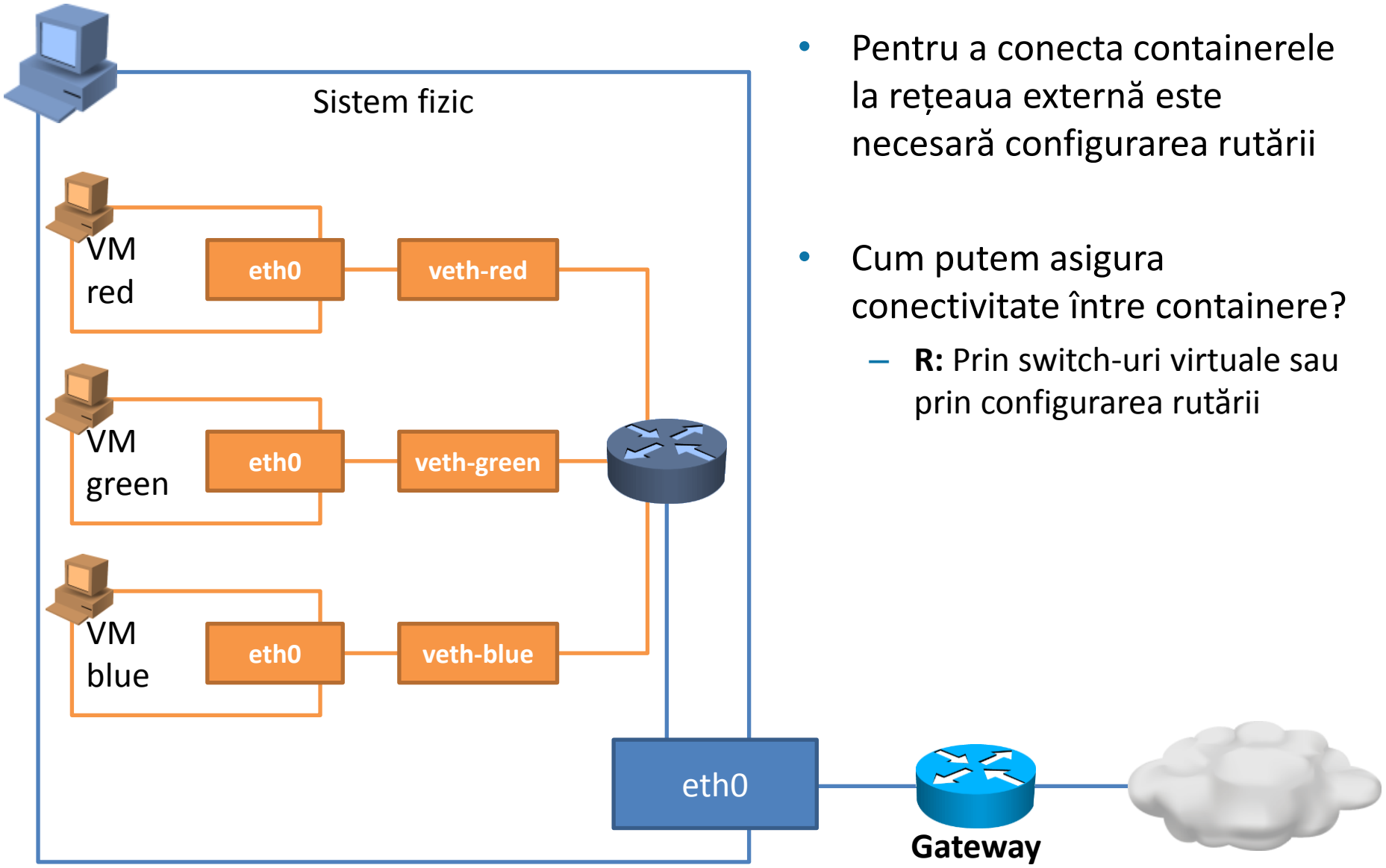
LXC

- LinuX Containers
- Mașinile virtuale împart același kernel cu mașina fizică

- Mașinile virtuale LXC sunt de obicei numite **containere**
- Legătura dintre un container și sistemul gazdă se face prin interfețe virtuale de tip **veth**, atașate la interfețele **eth0** din container

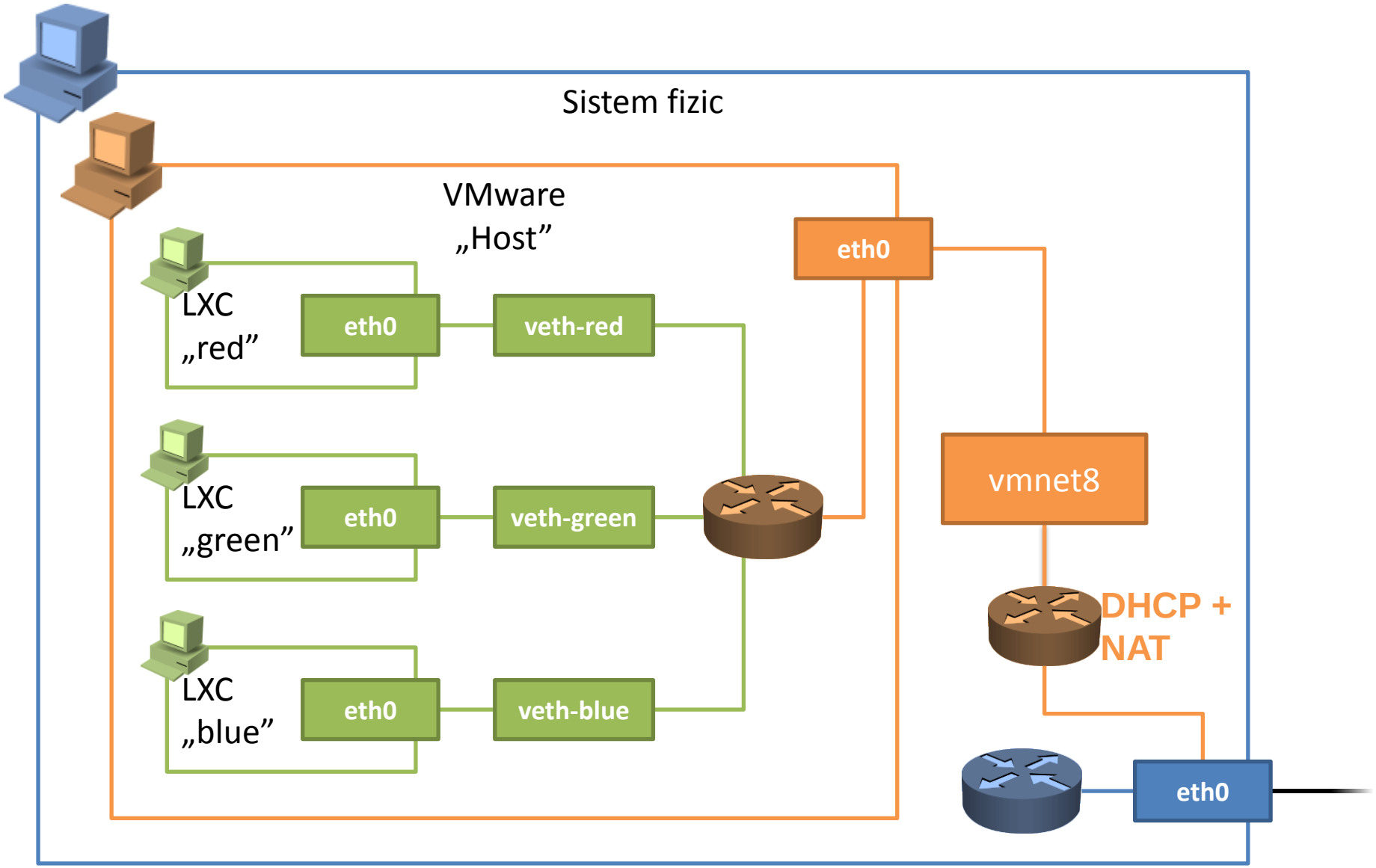


LXC



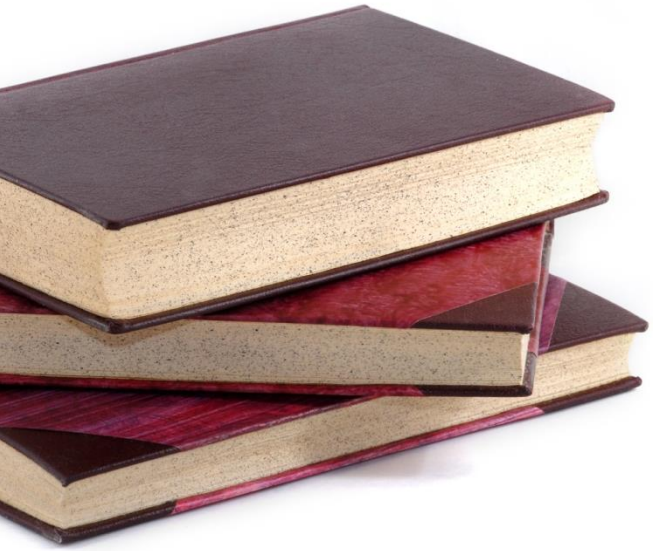
- Pentru a conecta containerele la rețeaua externă este necesară configurarea rutării
- Cum putem asigura conectivitate între containere?
  - **R:** Prin switch-uri virtuale sau prin configurarea rutării

Topologia de la laborator



RL
crunch it connected

Cursul 10



SDN

- Definiție
- OpenFlow

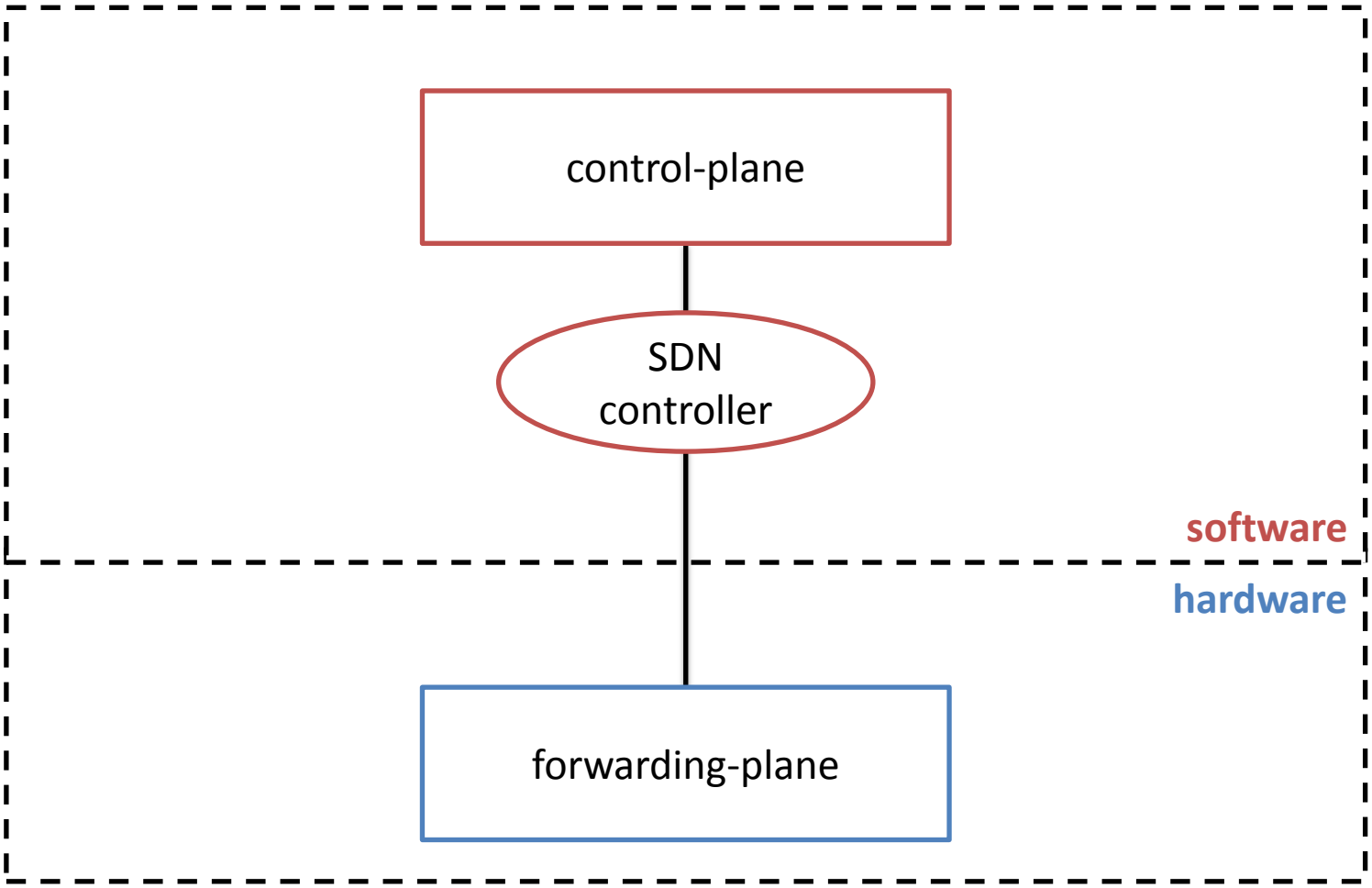
SDN

- Software Defined Networks – direcție nouă în dezvoltarea rețelelor
- Operațiile realizate de echipamentele de rețea sunt împărție în două aspecte:

Control-plane	• Componentele care decid cum să fie gestionat traficul (componenta decizională)
Forwarding-plane **Data-plane**	• Componentele care gestionează efectiv traficul (componenta executivă)

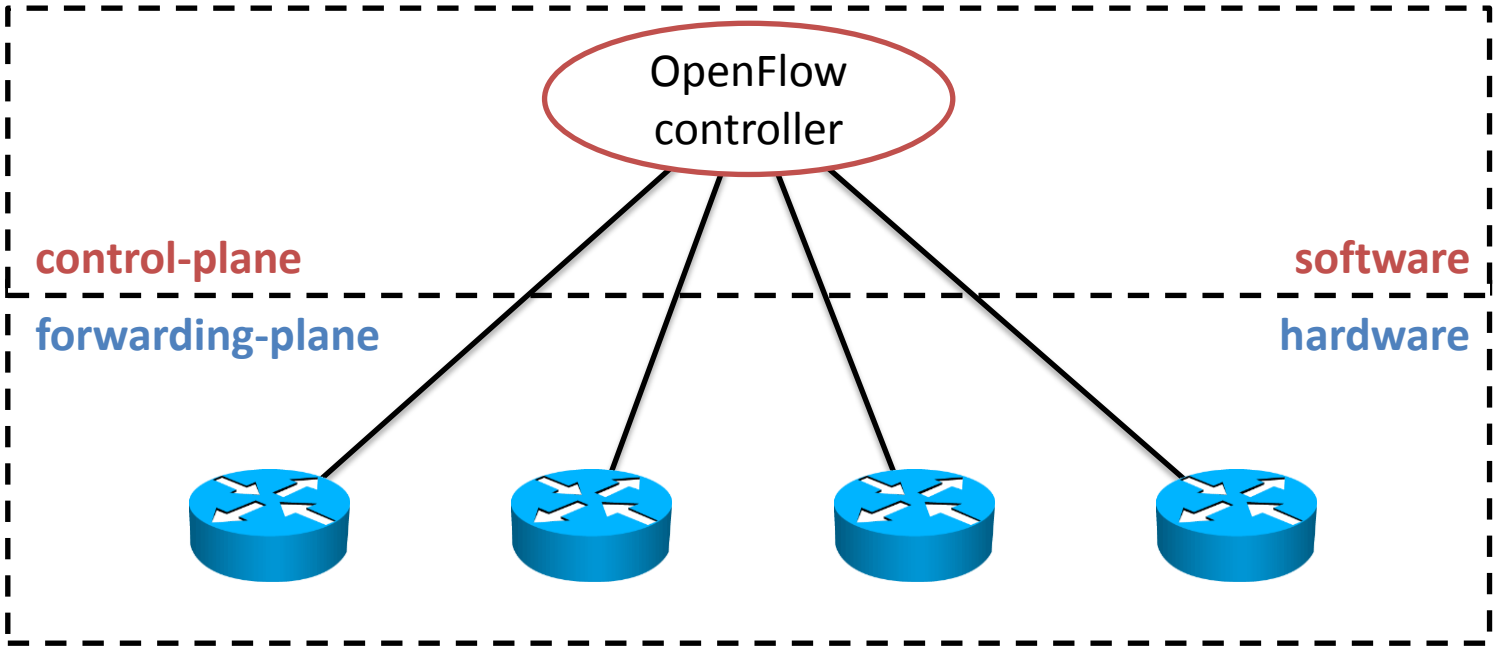
- SDN oferă utilizatorului o viziune centralizată, programatică, a aspectelor legate de control-plane
- Obiectiv: programatorul specifică printr-un limbaj ce dorește de la rețea, urmând ca aceasta să se ocupe automat de gestionarea efectivă a traficului conform specificațiilor

SDN


control-plane
SDN
controller
software
hardware
forwarding-plane

OpenFlow

- Protocol care permite accesul, prin rețea, la **forwarding-plane**-ul unui echipament de rețea
- **Control-plane**-ul este poziționat în afara dispozitivului, deciziile fiind luate de către un controller extern configurat de utilizator



Cuvinte cheie