

# Índice

## *Hora 1*

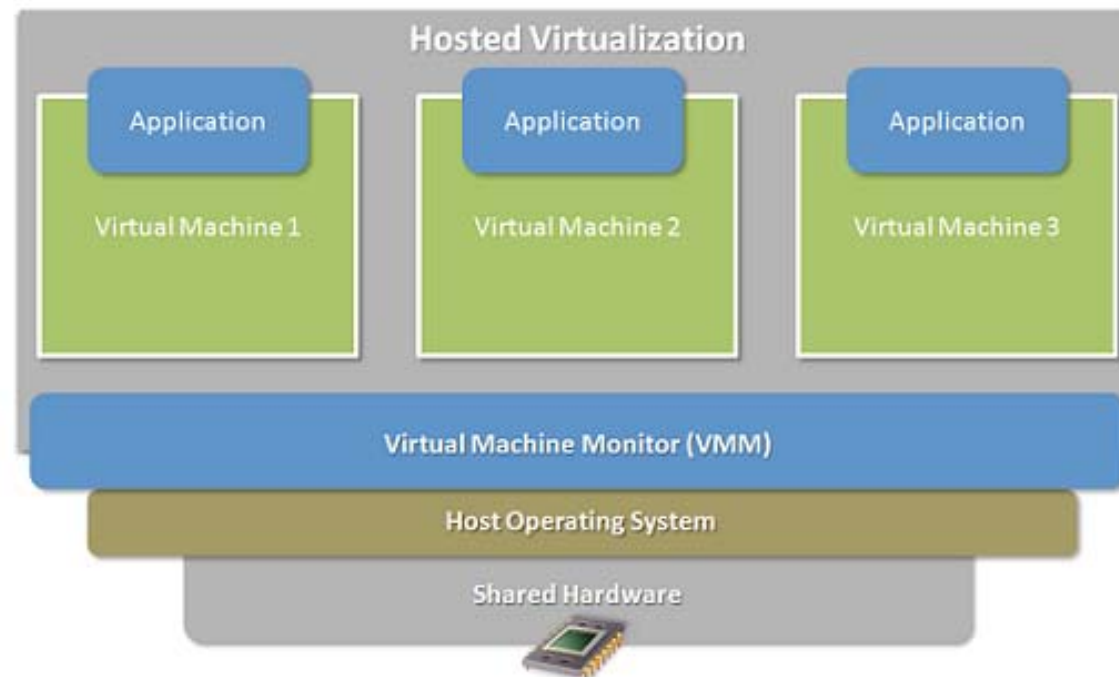
1. Introducción
2. Granja de servidores
  - 2.1 Balanceo de carga por rotación DNS
  - 2.2 Balanceo de carga por reparto cooperativo
  - 2.3 Switch de balanceo de carga
3. CPD (Centro de procesamiento de datos)
  - 3.1 Hardware

## *Hora 2*

- 3.2 Virtualización
- 3.3 Red para CPDs
- 3.4 Múltiples conexiones de acceso a Internet (multi-homing)
4. Computación en la nube (cloud computing)
5. Redes definidas por software – redes activas
6. Overlay Networks

## 3.2 Virtualización

- ▶ Una máquina física puede correr múltiples máquinas virtuales (VM)
- ▶ Las aplicaciones corren sin modificaciones sobre las VM
- ▶ Las VMs pueden migrar de una máquina física a otra según necesidades



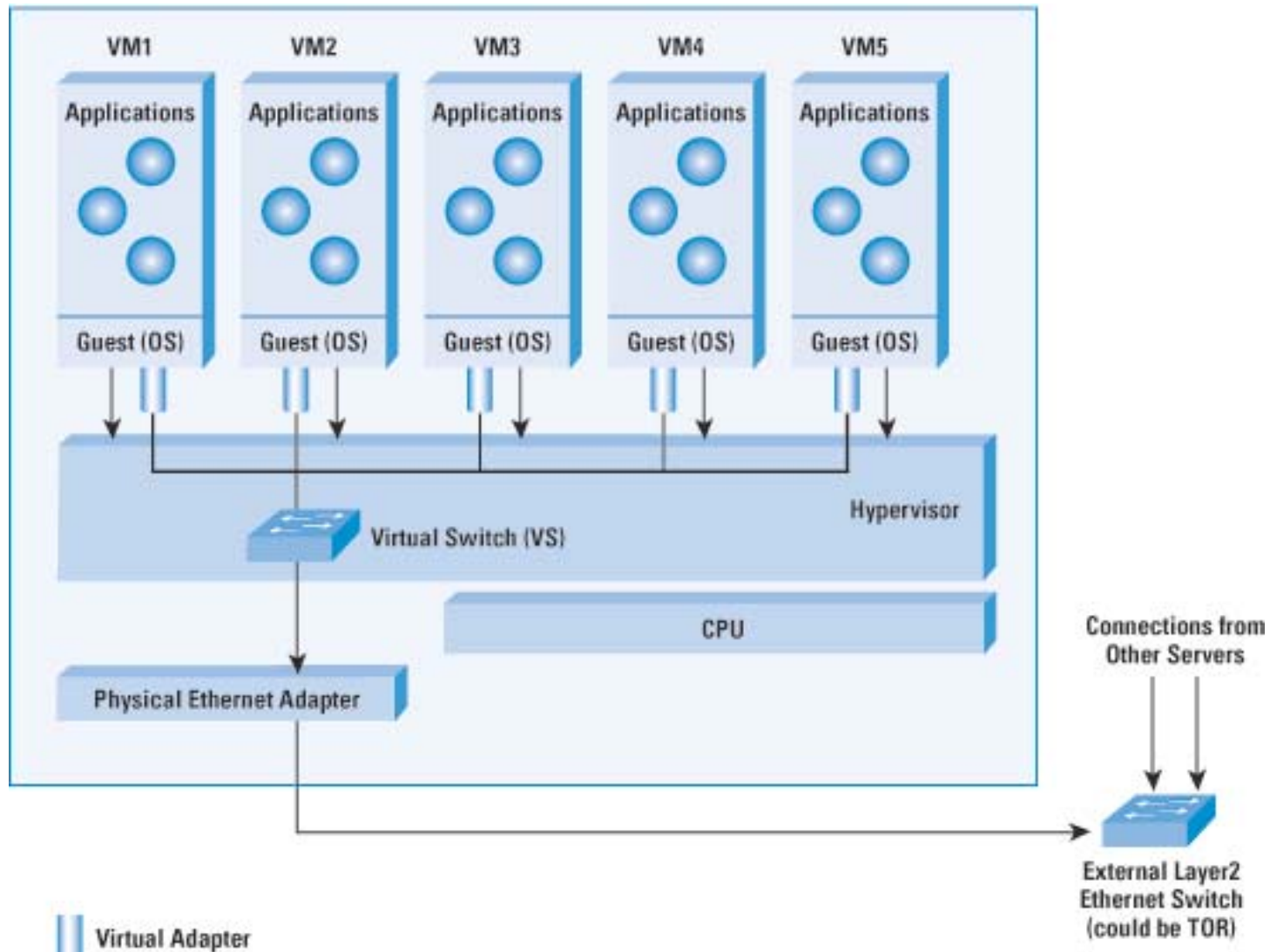
## Virtualización

- ▶ Permiten mayor flexibilidad y rapidez para la creación y actualización de servicios
- ▶ Existe hardware específico para poder correr múltiples instancias de VMs de forma más eficiente
  - Servidores blade

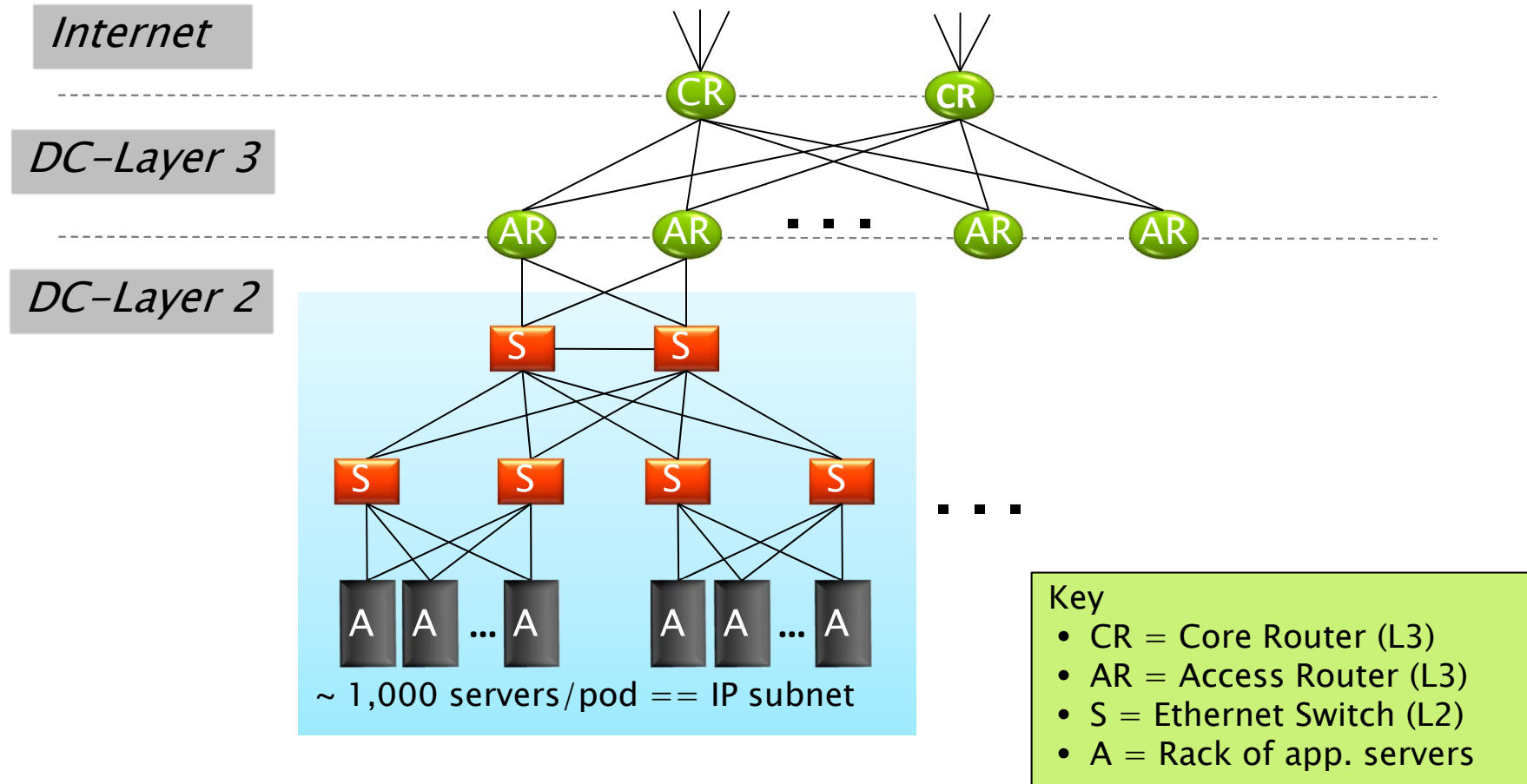


- ▶ Los servicios de computación en la nube suelen basarse en esquemas de virtualización

# Virtualización de la red, virtual switch



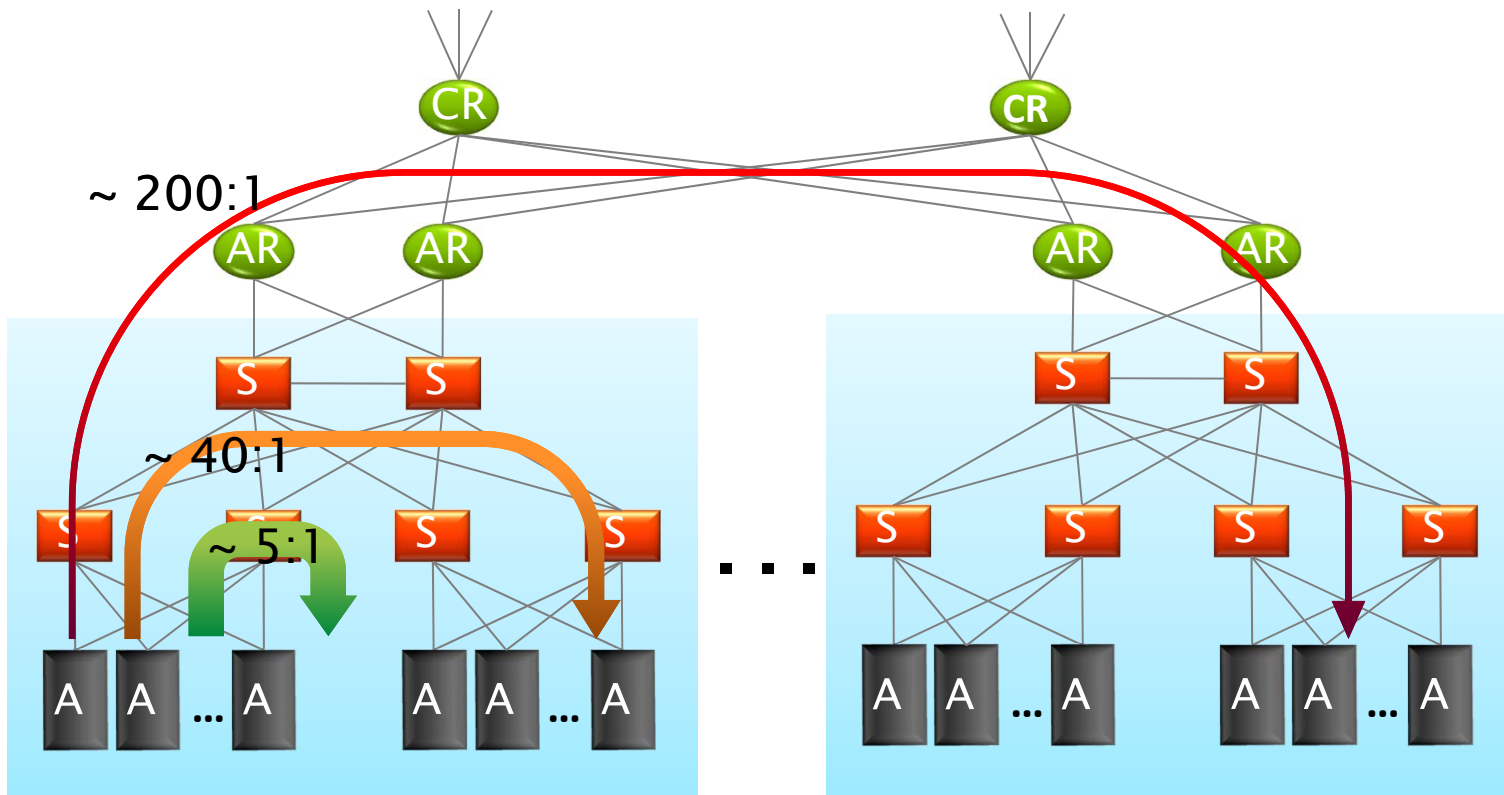
### 3.3 Red para CPDs



## Red para CPDs

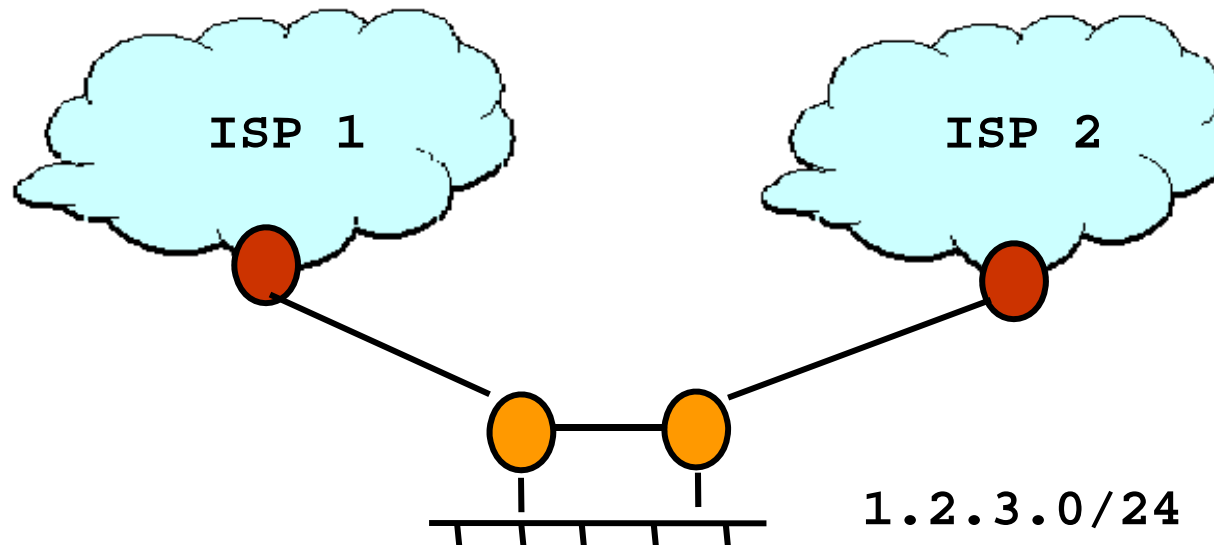
- ▶ Ethernet switching (layer 2)
  - Equipamiento de switches más barato
  - Direcciones físicas fijas y autoconfiguración de switches
  - Integración de movilidad, migración y recuperación ante fallos
- ▶ IP routing (layer 3)
  - Escalabilidad a través de un direccionamiento jerárquico
  - Eficiencia a través del enrutado por camino más corto
  - Enrutamiento multicamino para caminos de igual coste
- ▶ Como siempre
  - Islas layer-2 interconectadas por routers IP

# Red para CPDs, capacidad a niveles



## 3.4 Múltiples conexiones de acceso a Internet (multi-homing)

- ▶ Al menos interconexión vía 2 ISPs
- ▶ Beneficios:
  - Mejora de fiabilidad, más aun si son proveedores con infraestructuras de red totalmente disjuntas
  - Mejores ofertas por competencia natural entre ISPs
  - Posibilidad de poder seleccionar en cada momento el mejor proveedor para cada destino





## Múltiples conexiones de acceso a Internet (multi-homing)

- ▶ Exportación de rutas por BGP
  - Tráfico entrante
    - El prefijo de red se anuncia a través de todos los ISPs
    - No se permite enrutar tráfico de un ISP hacia otro
  - Tráfico saliente
    - Elegir la mejor ruta según el prefijo saliente o según políticas concretas (por ejemplo, preferir un ISP para ciertos destinos aunque no sea el de menor coste)
    - Completar las políticas BGP con métricas de carga, eficiencia, coste, etc.

## 4. Computación en la nube (cloud computing)

- ▶ Los servidores y aplicaciones son proporcionados por terceros
- ▶ Recursos elásticos
  - Infraestructura bajo demanda: adaptables dinámicamente a la demanda del cliente
  - Pago por uso
- ▶ Costes más reducidos al ser una infraestructura compartida
  - Reducción de la inversión inicial



# Computación en la nube

## ► Modelos

- Infraestructura como servicio
  - Provee capacidad de cómputo, almacenamiento y red
  - Ej: Amazon's Elastic Computing Cloud (EC2)
  - Permite la creación rápida de nuevos servicios sin grandes inversiones iniciales
- Plataforma como servicio
  - Ofrece una infraestructura hardware y de servicios (por ejemplo, una base de datos) para el desarrollo de aplicaciones específicas
  - Ej: Google App-Engine, Amazon Web Services (AWS)
  - Permite escalabilidad bajo demanda
- Software como servicio
  - Ofrece aplicaciones y sus licencias operativas
  - Ej: email corporativo, hosting web
  - Descarga al usuario de la instalación, mantenimiento, actualizaciones, etc. y de la infraestructura hardware asociada



## 5. Redes definidas por software – redes activas

- ▶ Tradicionalmente la red ha sido una parte con un progreso mucho más lento
  - Soluciones propietarias de fabricantes, no customizables
- ▶ Active networks o Software Defined Networking (SDN) hace referencia a un paradigma de comunicación que dota de mayor inteligencia a los equipos de red.
  - No limitarse a enrutar a nivel IP
  - Proveer nuevos servicios en algunos o todos los elementos de red.
    - Políticas en el procesado de los paquetes.
  - Mayor complejidad en los elementos de red
  - Ser customizables
- ▶ Aplicación:
  - Provisión de calidad de servicio.
  - Enrutamiento dinámico.
  - Selección del mejor servidor para atender una petición → CDN
    - Teniendo en cuenta el retardo de red y la carga de los servidores.
  - [...]

# Esquemas tradicionales de red

## Management plane:

### Human time scale

Collect measurements and  
 configure the equipment

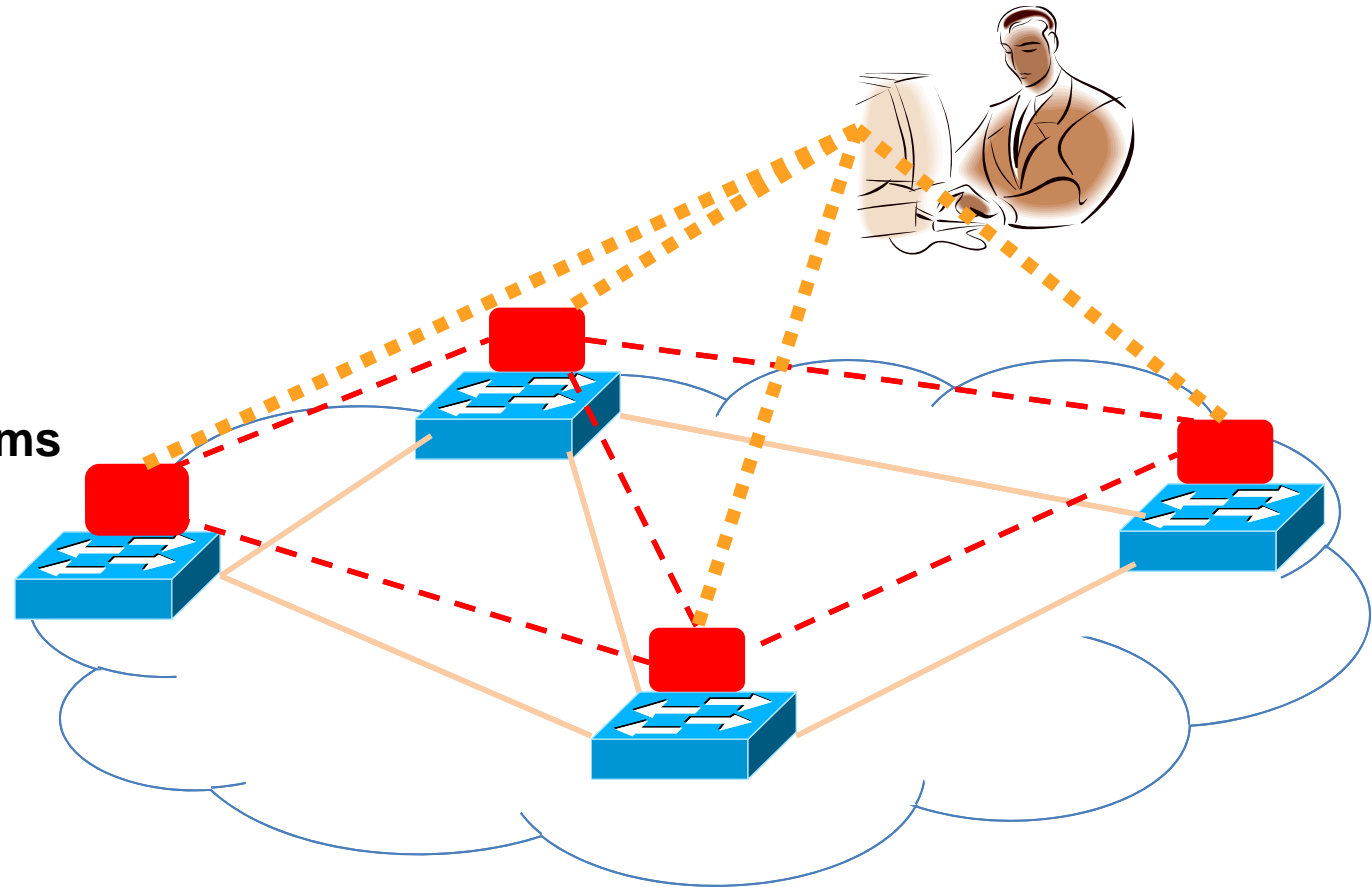
## Control plane:

### Distributed algorithms

Track topology changes,  
 compute routes, install  
 forwarding rules

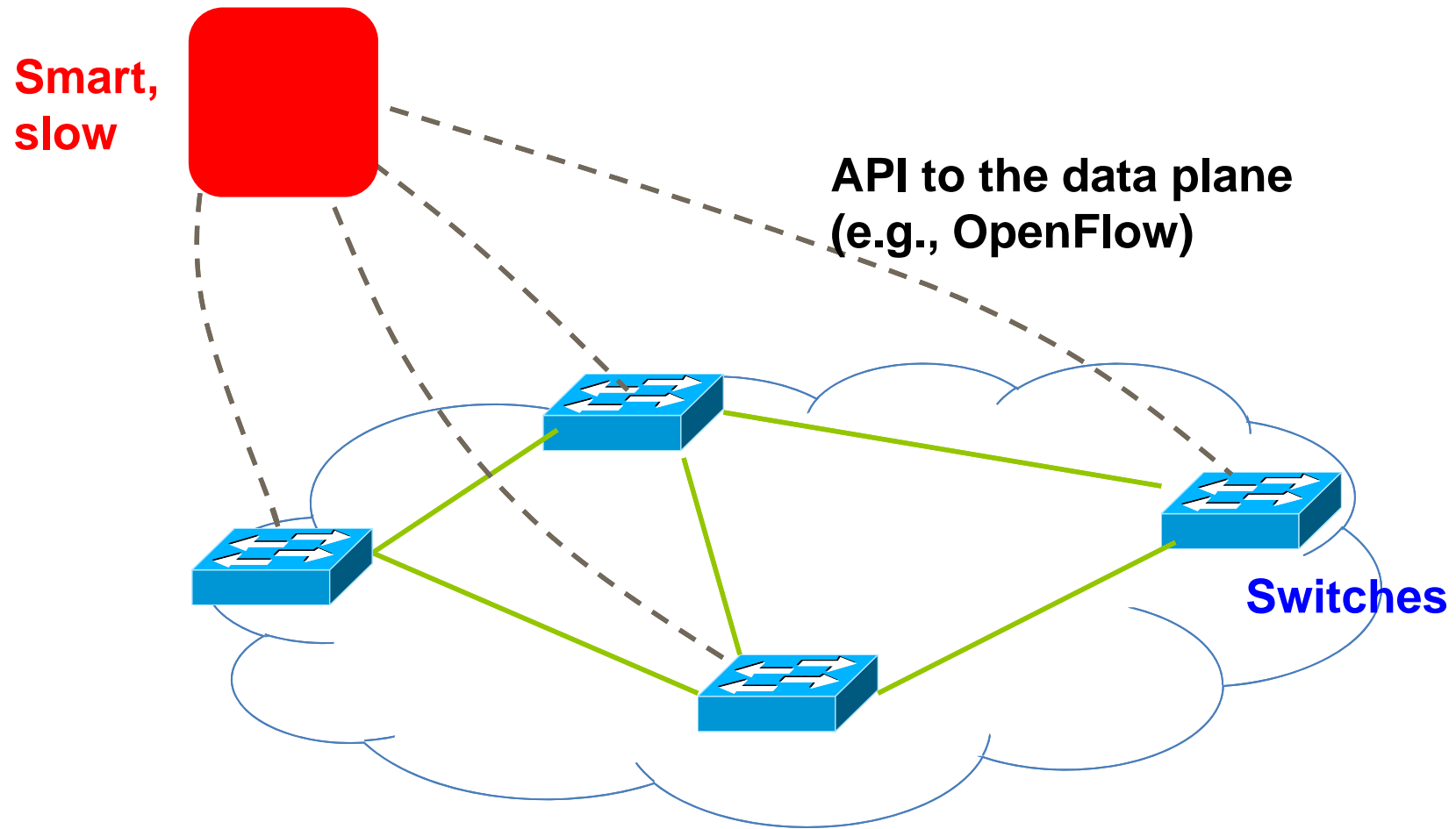
## Data plane: Packet streaming

Forward, filter, buffer, mark,  
 rate-limit, and measure packets



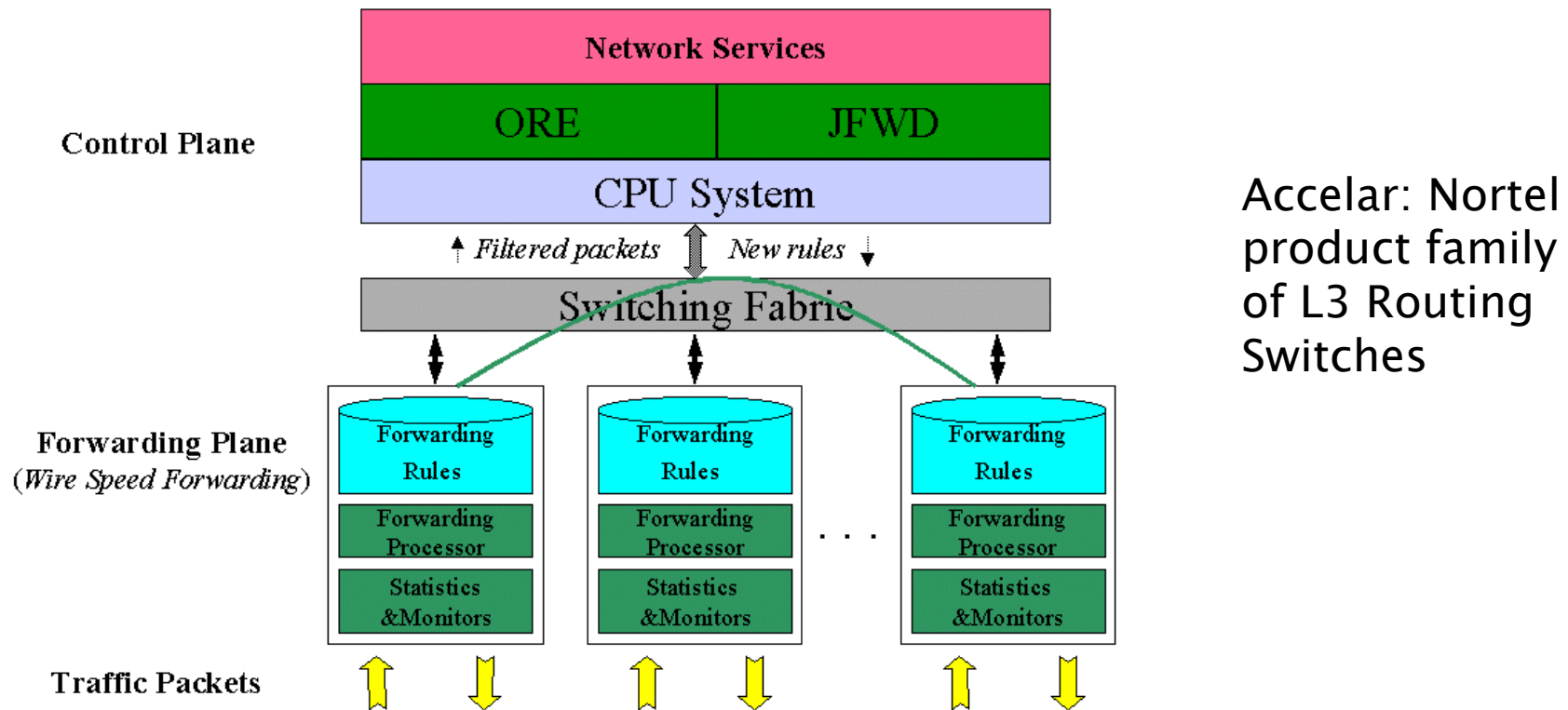
## Esquemas para redes definidas por software

### Logically-centralized control



# Soluciones propietarias de fabricantes

## Accelar Programmable Networking



Accelar: Nortel product family of L3 Routing Switches

ORE: Oplet Runtime Environment  
 JFWD: Java Forwarding API

## Estándares abiertos: OpenFlow

- ▶ OpenFlow
  - Primer estándar para interfaces de comunicación entre el plano de datos y control para arquitecturas SDN
  - v1.0 2009, v1.1 del año 2011 con verdadero impacto (actual v1.4.0), creada por el Open Networking Foundation
    - Google, Facebook, Microsoft, Yahoo, Verizon, Deutsche Telekom, y muchas otras compañías
  - Es la base del backbone de Google
- ▶ Conmutadores OpenFlow actualmente en el mercado
  - HP, NEC, Quanta, Dell, IBM, Juniper, ...
- ▶ Network operating systems
  - NOX, Beacon, Floodlight, Nettle, ONIX, POX, Frenetic





## Estándares abiertos: OpenFlow

- ▶ Reglas simples para el tratamiento de paquetes
  - Patrones: coincidencia de patrones de bits en cabeceras
  - Acciones: drop, forward, modify, send to controller
  - Prioridad: para resolver ambigüedad en la resolución de patrones
  - Contadores: #bytes y #packets

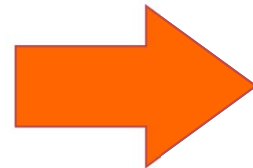


1. **src=1.2.\*.\* , dest=3.4.5.\* → drop**
2. **src = \*.\*.\*.\* , dest=3.4.\*.\* → forward(2)**
3. **src=10.1.2.3, dest=\*.\*.\*.\* → send to controller**

## Estándares abiertos: OpenFlow



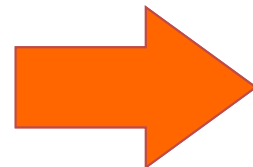
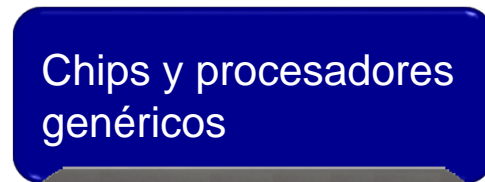
- Integrado verticalmente
- Cerrado, propietario
- Innovación lenta



— Open Interface —



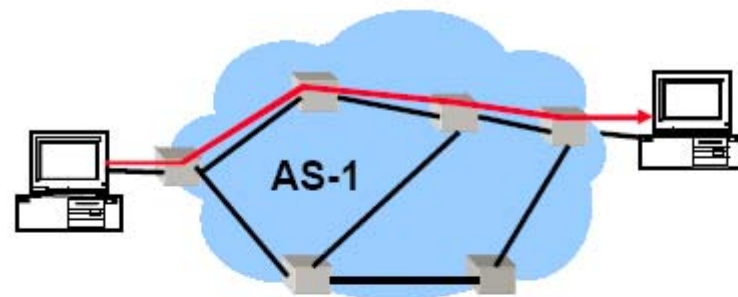
— Open Interface —



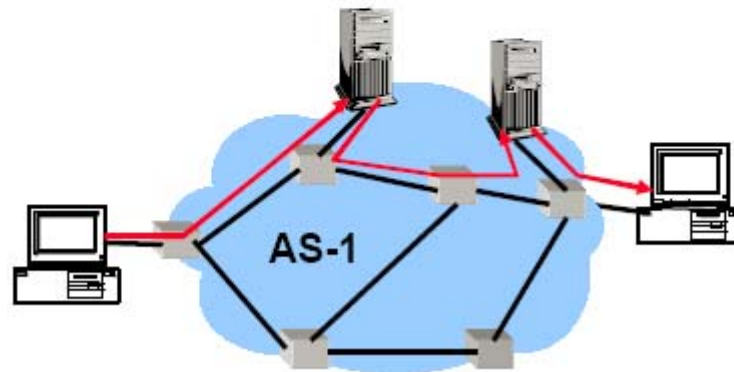
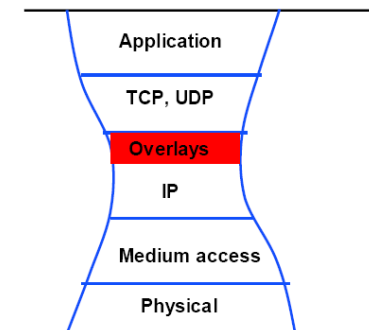
- Horizontal
- Interfaces abiertos
- Innovación rápida

## 6. Overlay Networks

- ▶ **Overlay Network:** red virtual de nodos y enlaces lógicos que se construye por encima de una red existente con el propósito de implementar un servicio de red que no está disponible en la red existente.



IP

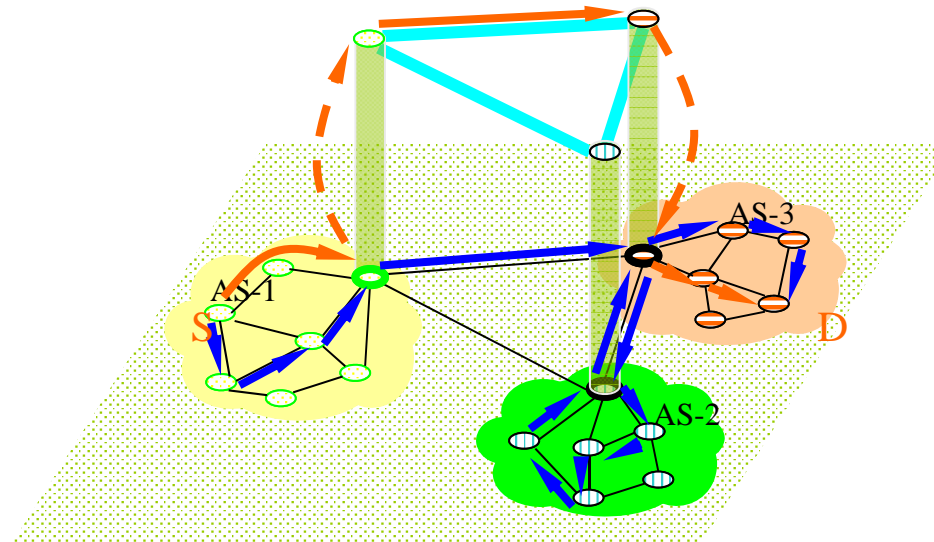
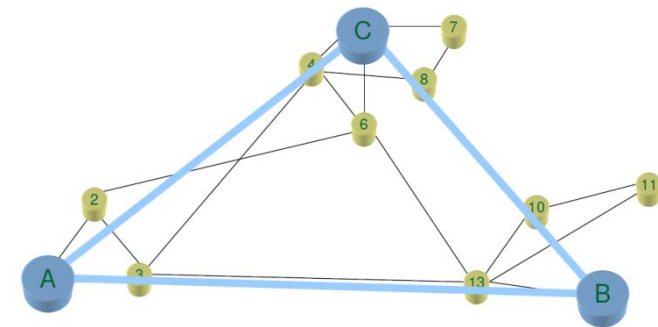


Overlay Network  
 (over IP)

# Overlay Networks

► Ejemplos de Overlay Networks:

- Redes P2P
- Redes multicast
- Redes de proxies
- Redes de distribución de contenidos
- Rutas provenientes de una tabla de rutas
- Red RSVP/Diffserv/MPLS
- Mobile IP



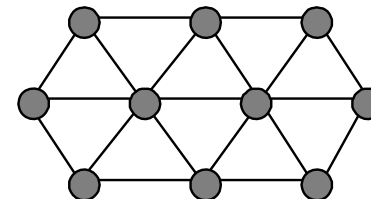
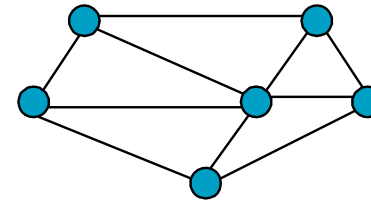
# Overlay Networks

## ► Ventajas

- No es necesario nuevo equipamiento o modificar el software/protocolo de la red existente.
  - Se podrá desarrollar software/protocolos por encima de los existentes.
- No tiene por qué implantarse en todos los nodos.
  - Dependerá de las funcionalidades deseadas, la sobrecarga que introduce, problemas de seguridad y escalabilidad.

## ► Inconvenientes

- Añade sobrecarga
  - Nuevas capas de pilas de protocolos.
- Añade complejidad.



## Referencias

- ▶ Rajkumar Buyya, Mukaddim Pathan and Athena Vakali. Content Delivery Networks. Ed. Springer, 2008. ISBN: 978-3-540-77886-8 (Print) 978-3-540-77887-5 (Online)
  - Capítulo 5
- ▶ Nick McKeown et al. OpenFlow: enabling innovation in campus networks. SIGCOMM Comput. Commun. Rev. 38, 2 (March 2008), 69-74. DOI=10.1145/1355734.1355746