



Administración y Gestión de Redes
Lic. en Sistemas de Información

Laboratorio de REDES
Recuperación de Información
y Estudios de la Web

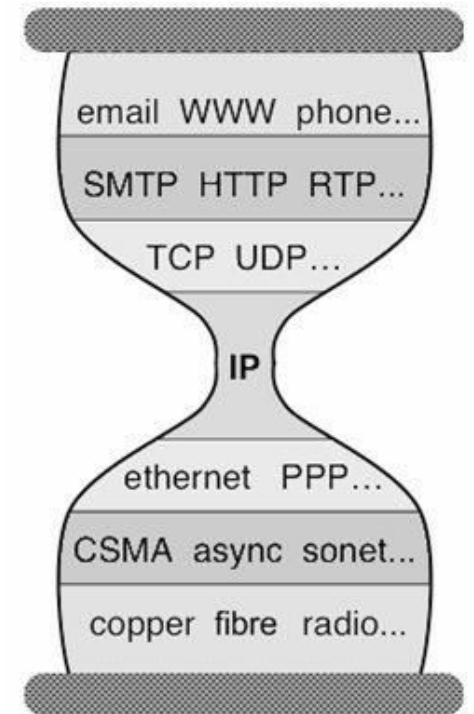


Software-Defined Networking (SDN)

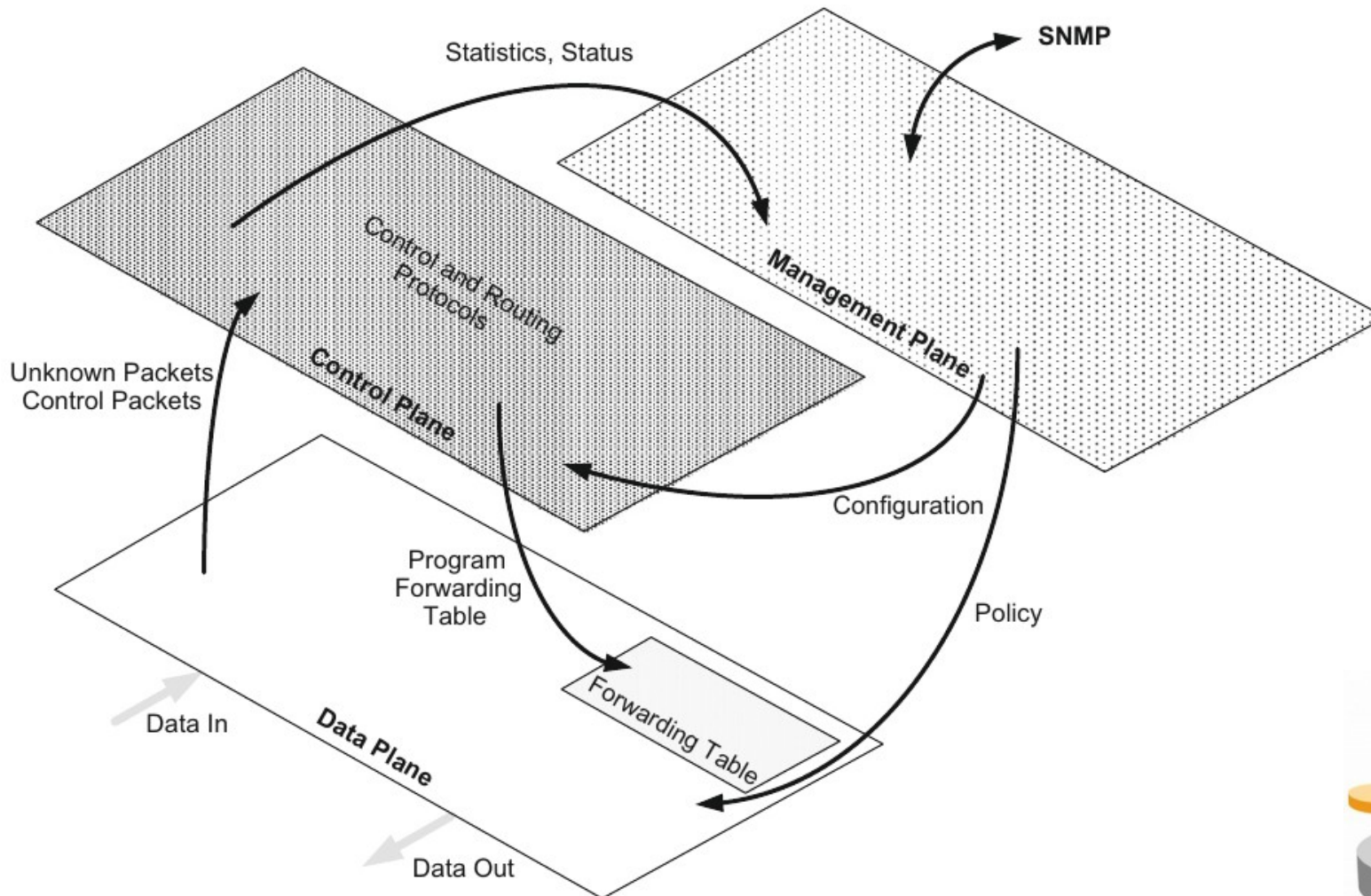
Fernando Lorge
florge@unlu.edu.ar

Modelo de red tradicional: El éxito de Internet

- Protocolos diseñados en capas, independientes:
 - Applications ...creadas sobre...
 - Transporte fiable o no-fiable
 - Envío de paquetes “Best-effort”
 - Envío de tramas locales “Best-effort”
 - Transferencia física de bits
- Solución pensada en base a redes no-fiables para patrones de tráfico “conocidos”.
- Dispositivos de red autónomos.



Diferentes Planos: Control, Data y Management Plane



Planos tradicionales

- **Data Plane**

- Manejo y reenvío de paquetes: switcheo, ruteo, filtrado, modificación...
- Tablas de reenvío: FIB, LFIP
- Para performance se suele utilizar CAMs o TCAMs.
- Filters, Meters, Markers,



Planos tradicionales

- **Control Plane**

- Configura el data plane indicándole como tratar los paquetes
- Acorde al hardware/software particular
- Algoritmos distribuídos (ruteo)
- Descubrimiento de topología, selección de rutas, failover...



Planos tradicionales

- **Management Plane**

- Configuración del control plane (y posiblemente del data plane directamente)
 - Command Line
 - GUI
 - SNMP
 - Netflow ...



Software-defined networks (SDN):

- Separar el control plane de los dispositivos y centralizarlo en un controlador...
- Administrar los servicios de red abstrayéndose del bajo nivel...
- Programar mediante una API la funcionalidad de la red...

No todo es nuevo, pero hoy “SDN” vende.



Software-defined networks (SDN):

“A set of techniques that enables to directly program, orchestrate, control and manage network resources, which facilitates the design, delivery and operation of network services in a dynamic and scalable manner.”

(UIT-T Y.3300)

“A programmable networks approach that supports the separation of control and forwarding planes via standardized interfaces.”

(IETF RFC 7426)

“The physical separation of the network control plane from the forwarding plane, and where a control plane controls several devices.”

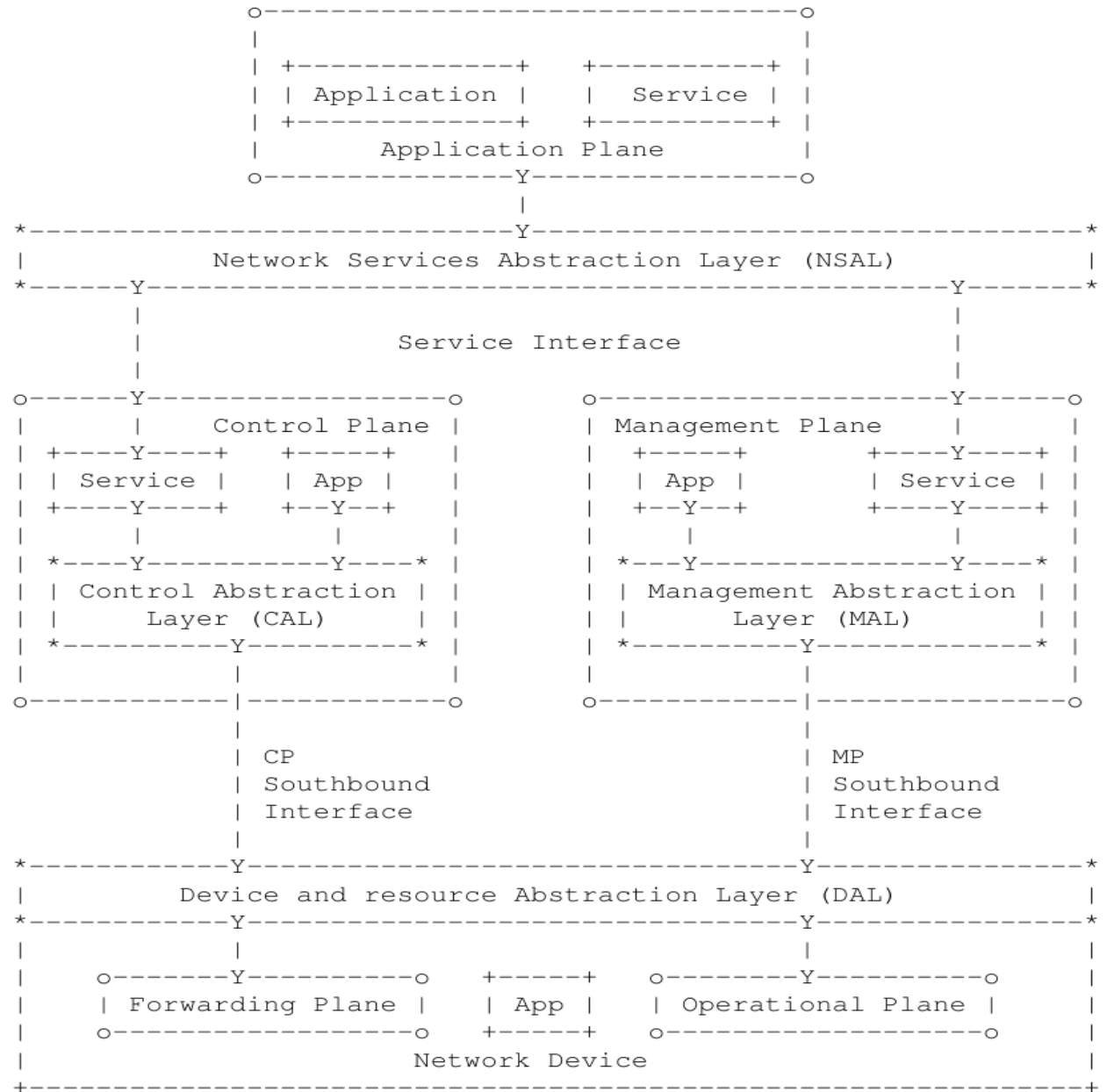
(ONF – Open Networking Foundation)



Software-defined Networking

Arquitectura SDN

IETF - RFC 7426

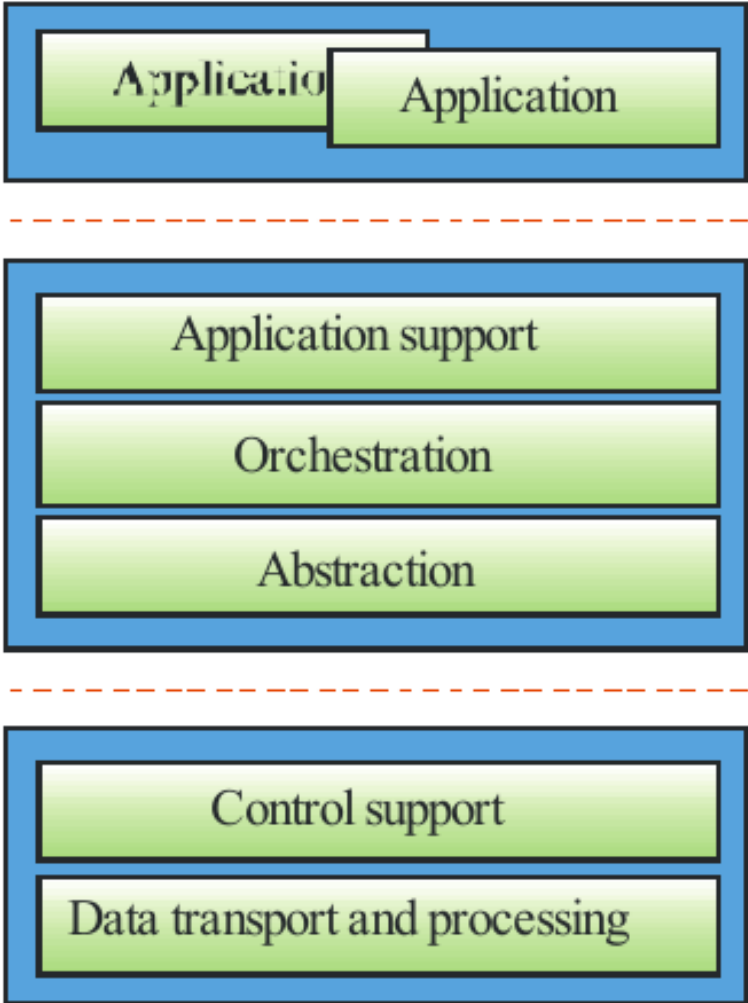


Software-defined Networking

Arquitectura SDN

UIT-T Y.3300

Multi-layer management functions



Application layer

Application-control interface

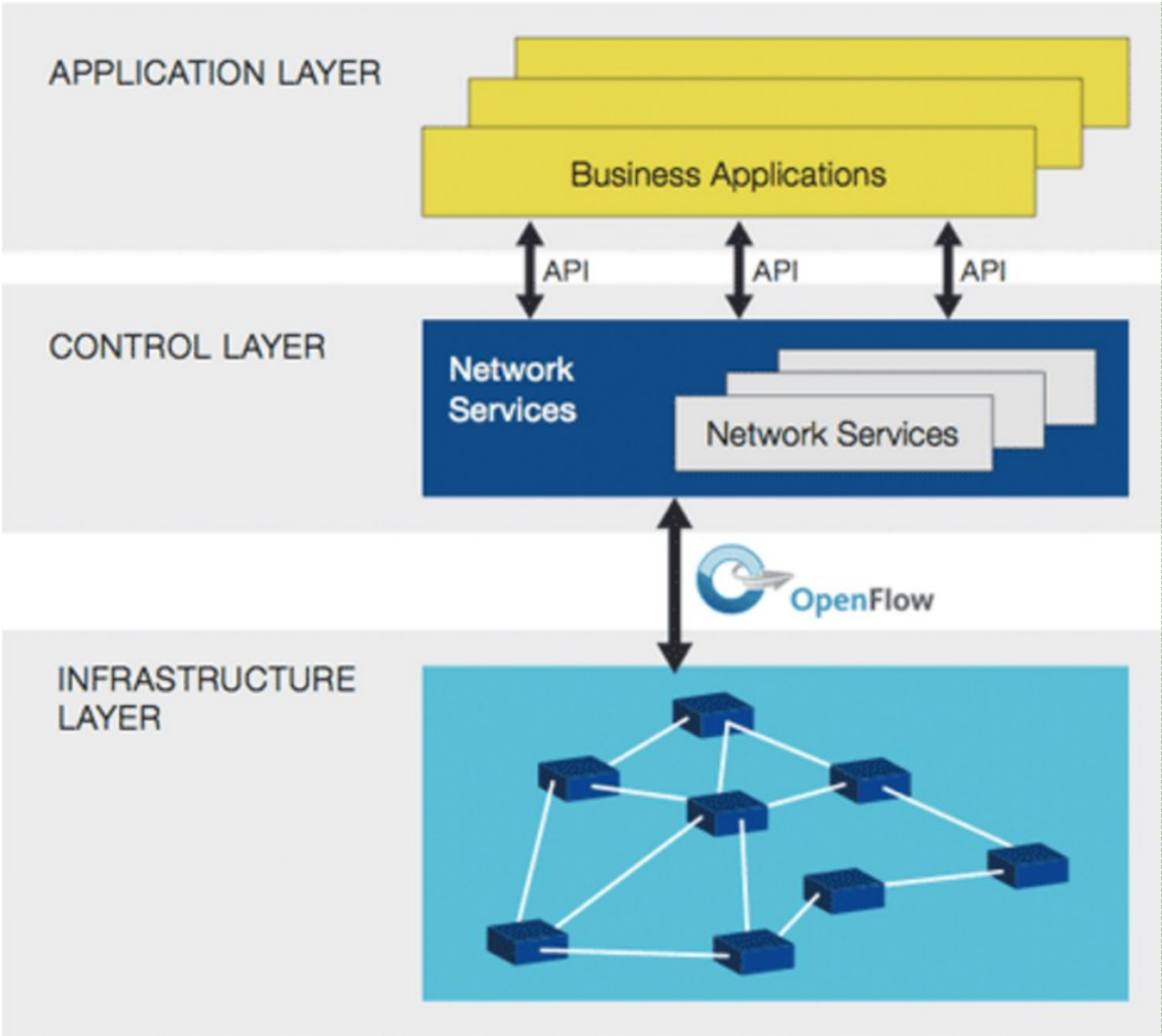
SDN control layer

Resource-control interface

Resource layer

Software-defined Networking

Arquitectura SDN
ONF



Propuesta OpenFlow:

- 2008: UC Berkeley, Washington, Princeton “OpenFlow: Enabling Innovation in Campus Networks”
- Aprovechar las funciones comunes ya implementadas en flow-tables.

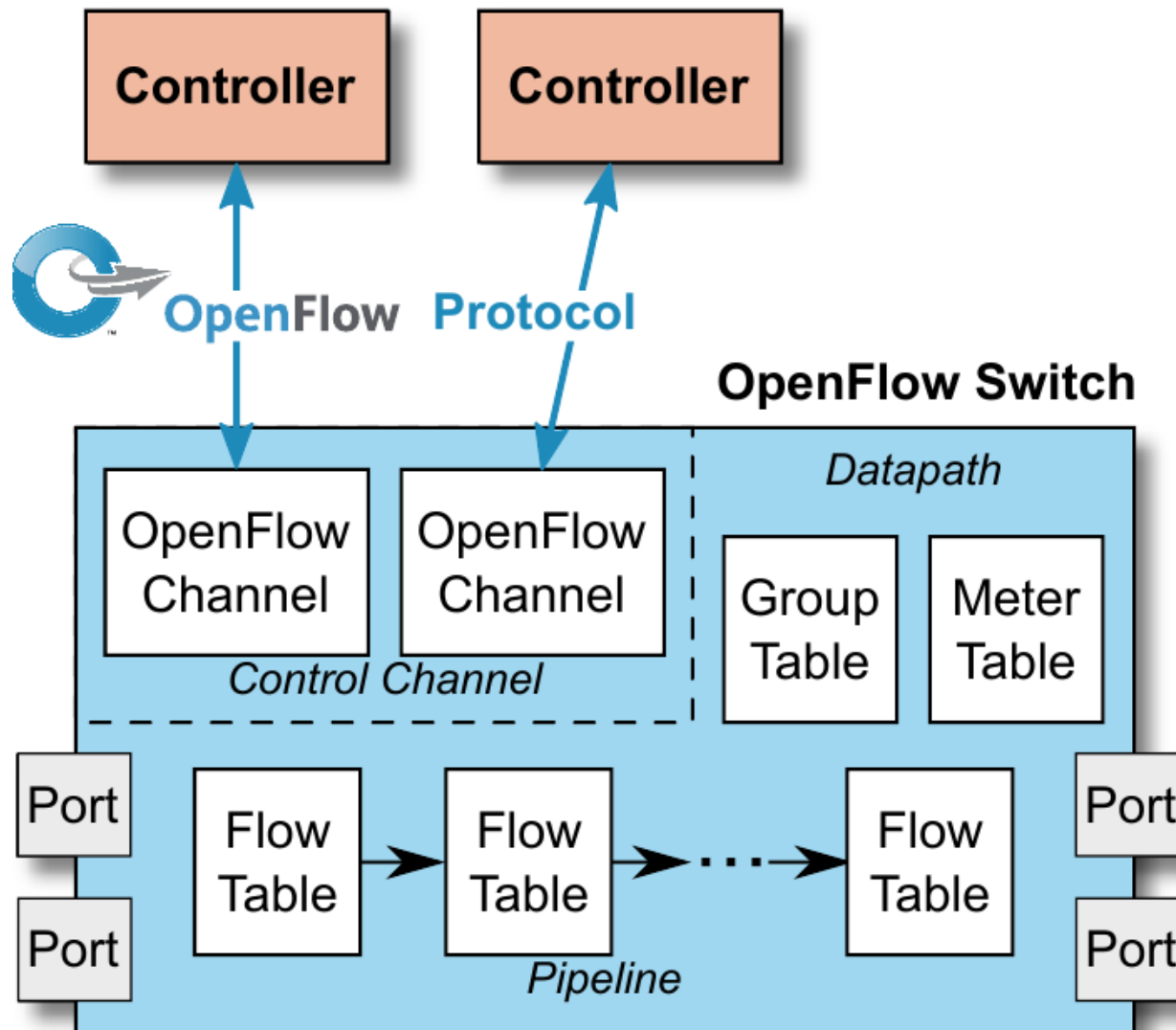
OpenFlow Switch Specification (Open Network Foundation) Version 1.5.1 – Marzo 2015:

- .Openflow Switch:
 - Flow-tables
 - Canal seguro de comunicación con el controlador
 - El protocolo OpenFlow (interfaz estándar para definir las flow-tables)
- Switchs dedicados o híbridos.



Open Flow Switch Specification

OpenFlow Switch – Composenes principales



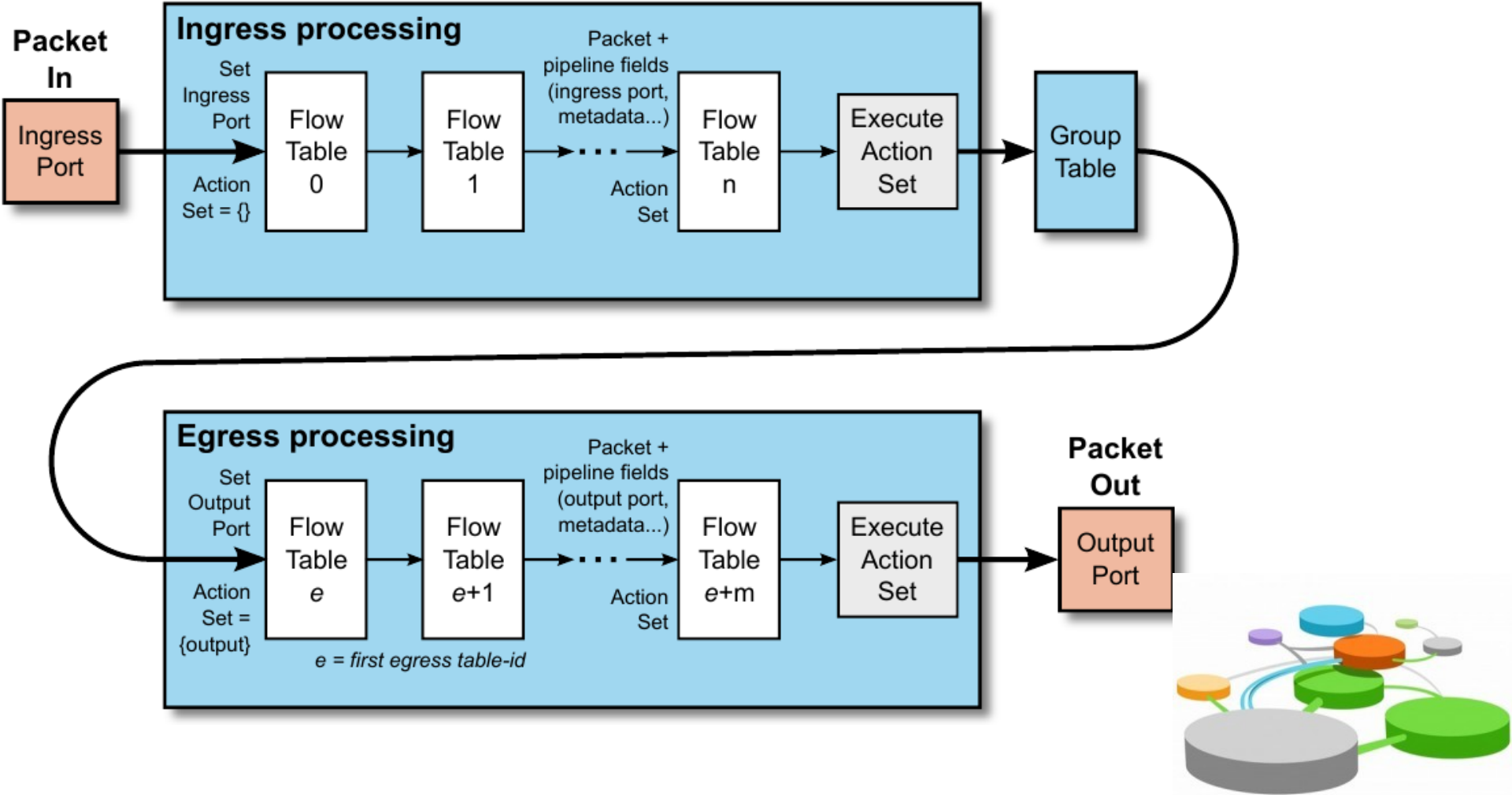
OpenFlow Switch Specification

- El controlador agrega, modifica o borra entradas de las flow tables utilizando el protocolo OpenFlow switch protocol.
- Las actualizaciones pueden ser proactivas o reactivas.
- Cada entrada en las flowtable contiene:
 - Campos de matcheo
 - Acciones (conjunto de instrucciones)
 - Contadores



Open Flow Switch Specification

OpenFlow Switch Specification



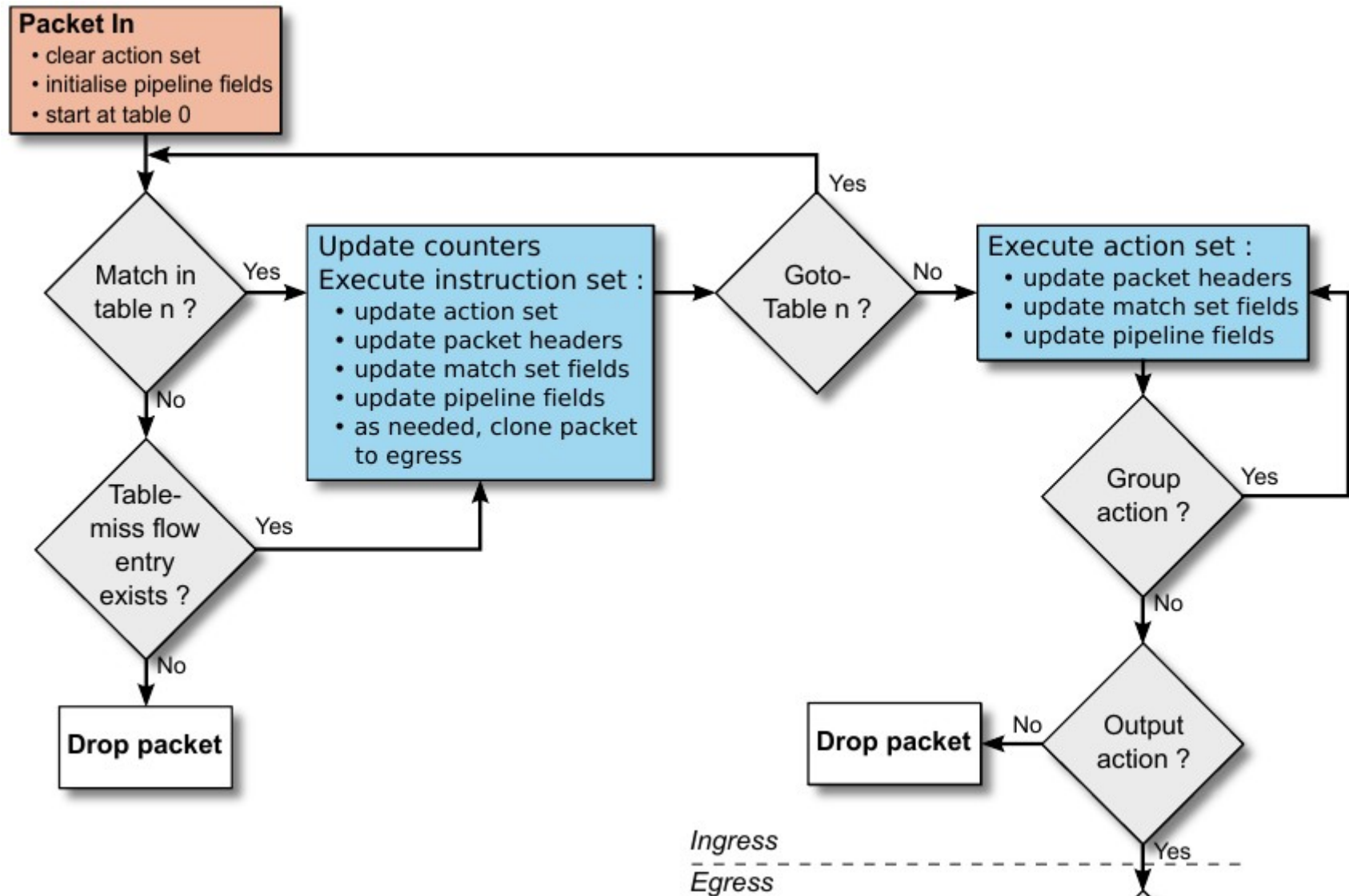
OpenFlow Switch Specification Flow Table Entry

Match Fields	Priority	Counters	Instructions	Timeouts	Cookie	Flags
--------------	----------	----------	--------------	----------	--------	-------

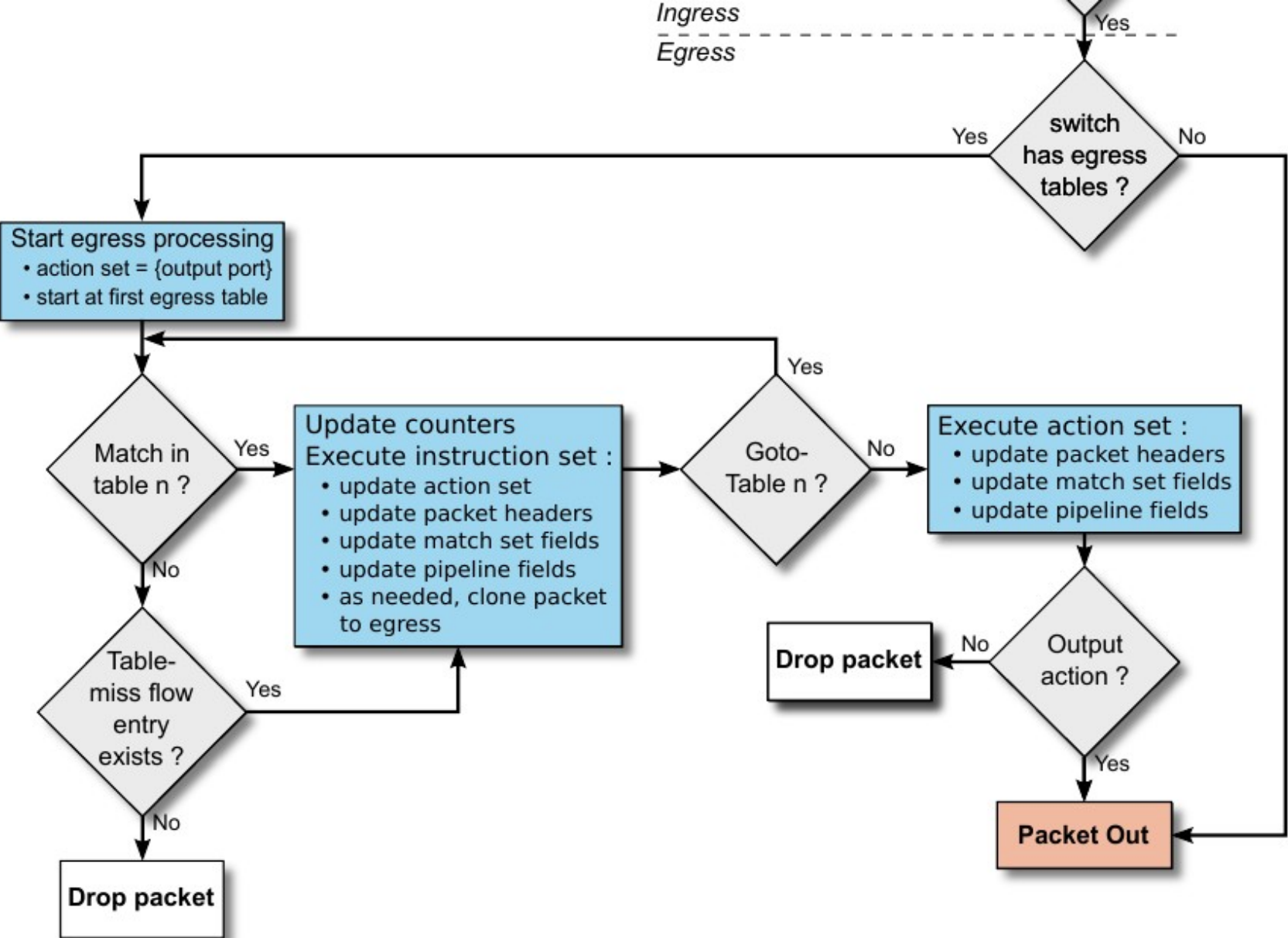
- **match fields:** Campos de “matcheo”: Puerto de ingreso y encabezados del paquete, y opcionalmente otros datos del procesamiento tal como metadatos agregados por tablas anteriores.
- **priority:** precedencia de la entrada.
- **counters:** actualizados cuando matchean paquetes.
- **instructions:** modifican el conjunto de acciones (action set) o el procesamiento en tubería
- **timeouts:** Tiempo máximo de la entrada o tiempo máximo sin actividad.
- **cookie:** Valor colocado por el controlador. Puede ser utilizado para filtrar entradas afectadas por estadísticas, requerimientos de modificación o borrado. No utilizado en el procesamiento de paquetes.
- **flags:** Determinan como son administradas las entradas.



Open Flow Switch Specification



Open Flow Switch Specification



Ports

- Físicos
- Lógicos
- Reservados:
 - All
 - Controller
 - Table
 - IN_PORT
 - ANY
 - UNSET
 - Local (Opcional)
 - Normal (Opcional)
 - Flood (Opcional)



Instrucciones

- Requeridas:
 - Write-Actions: Agrega acción/es al conjunto de acciones actual.
 - Write-Metadata: Modifica el campo de metadatos
 - Goto-Table: Indica la próxima tabla a procesar.
- Opcionales:
 - Apply-Actions: Aplica las acciones especificadas inmediatamente sin afectar el action set.
 - Stat-Trigger: Generar un evento al controlador si alguna estadística del flujo atraviesa un umbral.
 - Clear-Actions: Vaciar el action set.



Acciones

- Requeridas:
 - Output *port_no*.: Forwardea el paquete por el puerto OF especificado.
 - Group *group_id*.: Procesa el paquete por el grupo especificado.
 - Drop.
- Opcionales:
 - Set-Queue *queue_id*.: Utilizado para determinar en cuál cola del puerto se encolará el paquete.
 - Meter *meter_id*.: Dirigir paquete al “meter” especificado.



Acciones

- Opcionales:
 - Push-Tag/Pop-Tag *ethertype*: Push o Pop de encabezados VLAN, MPLS o PBB.
 - Set-Field *field_type value*: Modifica valor de campo de encabezado del paquete.
 - Copy-Field *src_field_type dst_field_type*: Copiar valores entre headers o campos del pipeline.
 - Change-TTL *ttl.*: Modifica IPv4 TTL, IPv6 Hop Limit o MPLS TTL.



OpenFlow Switch Specification Match Fields v1.3.4

Switch input port.	ICMP code.
Switch physical input port.	ARP opcode.
Metadata passed between tables.	ARP source IPv4 address.
Ethernet destination address.	ARP target IPv4 address.
Ethernet source address.	ARP source hardware address.
Ethernet frame type.	ARP target hardware address.
VLAN id.	IPv6 source address.
VLAN priority.	IPv6 destination address.
IP DSCP (6 bits in ToS field).	IPv6 Flow Label.
IP ECN (2 bits in ToS field).	ICMPv6 type.
IP protocol.	ICMPv6 code.
IPv4 source address.	Target address for ND.
IPv4 destination address.	Source link-layer for ND.
TCP source port.	Target link-layer for ND.
TCP destination port.	MPLS label.
UDP source port.	MPLS TC.
UDP destination port.	MPLS BoS bit.
SCTP source port.	PBB I-SID.
SCTP destination port.	Logical Port Metadata.
ICMP type.	IPv6 Extension Header pseudo-field



Mensajes (TCP/TLS port 6653)

- **Controller-to-switch**

- Administrar o inspeccionar el estado del switch
- Puede o no requerir respuesta del switch
- Features, Configuration, Modify-state, Read-state, Packe-out, Barrier, Role-request, Asynchronous-configuration

- **Asynchronous**

- Enviados por el switch sin que lo solicite el controlador
- Informan de paquetes que arriban, cambios en el estado del switch, errores.
- Packet-in, Flow-removed, Port-status, Error

- **Symmetric**

- Enviados por switch o controlador sin ser solicitados
- Hello, Echo, Experimenter



Otras características

- **Múltiples controladores:**
 - Role equal:
 - Pueden enviar mensajes controller-to-switch
 - Reciben todos los mensajes asíncronos.
 - Role Slave:
 - read-only access sobre el switch.
 - Por defecto no reciben todos los mensajes asíncronos, salvo los port-status
 - Role Master
 - Similar a equal, solamente uno en ese estado.
- **Conexiones auxiliares**
 - Opcionalmente creadas por el switch para performance aprovechando sus capacidades-paralelismo (TLS, TCP, DTLS o UDP)

Bibliografía

OpenFlow: enabling innovation in campus networks. Nick McKeown, Tom Anderson, HariBalakrishnan, Guru Parulkar, Larry Peterson, Jennifer RexfordScott Shenker, Jonathan Turner. ACM SIGCOMM Computer Communication Review, Volume 38, Number 2, April 2008.

Software-Defined Networking: The New Norm for Networks. ONF White paper. 2012

<http://www.opennetsummit.org/archives/apr12/hoelzle-tue-openflow.pdf>

SDN: Software Defined Networks An Authoritative Review of Network Programmability Technologies. O'Reilly Media. 2013

<https://www.opennetworking.org/>

RFC 7426 “Software-Defined Networking (SDN): Layers and Architecture Terminology”

UIT-T Rec Y.3300 “Framework of software-defined networking”