

# Proyecto de grado: Routers Reconfigurables de Altas Prestaciones

Rodrigo Amaro, Emiliano Viotti

Instituto de Computación  
Facultad de Ingeniería  
Universidad de la República

Tutores: Dr. Eduardo Grampín, MSc. Martín Giachino

14 de agosto de 2015

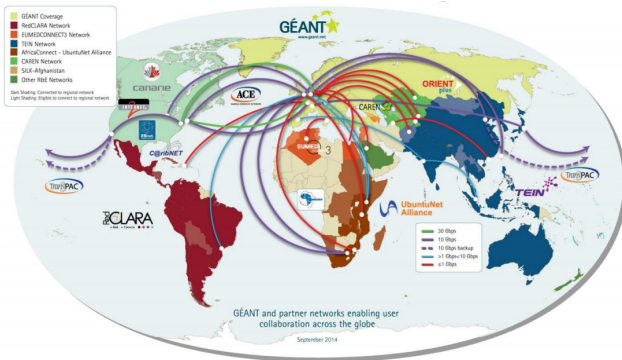
# Agenda

- 1 Motivación
- 2 Definición del problema
- 3 Conceptos preliminares
- 4 Arquitectura propuesta
- 5 Implementación
- 6 Conclusiones
- 7 Trabajo a futuro

# Motivación

## Redes académicas

Internet no parece apropiada para su utilización en el contexto académico en el desarrollo de nuevos protocolos y servicios, investigación y la innovación en el área.



## Red Académica Uruguaya (RAU)

A nivel local, la RAU es un emprendimiento de la Universidad de la República administrado por el SeCIU con los objetivos de unir a las instituciones académicas nacionales en una red de alcance nacional y a través de ella conectarlas a Latinoamérica.

## RAU2

Remplazo de la actual red académica, es una red avanzada de altas prestaciones que estaría dotada de funciones de virtualización de redes flexibles en su definición y uso.



## Hardware comercial

Los equipos de red de backbone comerciales como HP, CISCO, Juniper son costosos y generalmente de naturaleza cerrada. Las funcionalidades del hardware se restringen a las funcionalidades expuestas por una API propietaria.



# Definición del problema

## Definición del Problema

Construir un prototipo para la RAU2 utilizando como plataforma PCs con placas de red aceleradas en hardware reconfigurable NetFPGA y el enfoque de las Redes Definidas por Software (SDN).

## Resultados esperados

- Estado del arte en Redes Definidas por Software y hardware NetFPGA
- Prototipo de aplicación de gestión de red utilizando SDN y el hardware NetFPGA enfocado en los requerimientos recabados sobre la RAU2
- Diseño e implementación de pruebas de verificación para el prototipo construido

# Definición del problema

Que características se esperan del prototipo, ¿cuales son los requerimientos?

# Definición del problema

Que características se esperan del prototipo, ¿cuales son los requerimientos?

R: Veamos cuales son los posibles requerimientos de la RAU2.



# Definición del problema

Que características se esperan del prototipo, ¿cuales son los requerimientos?

R: Veamos cuales son los posibles requerimientos de la RAU2.

## Requerimientos

- 1 Clasificación y separación de tráfico según categorías

# Definición del problema

Que características se esperan del prototipo, ¿cuales son los requerimientos?

R: Veamos cuales son los posibles requerimientos de la RAU2.

## Requerimientos

- 1 Clasificación y separación de tráfico según categorías
- 2 Manejo de grandes volúmenes de datos

# Definición del problema

Que características se esperan del prototipo, ¿cuales son los requerimientos?

R: Veamos cuales son los posibles requerimientos de la RAU2.

## Requerimientos

- 1 Clasificación y separación de tráfico según categorías
- 2 Manejo de grandes volúmenes de datos
- 3 Escalabilidad

# Definición del problema

Que características se esperan del prototipo, ¿cuales son los requerimientos?

R: Veamos cuales son los posibles requerimientos de la RAU2.

## Requerimientos

- 1 Clasificación y separación de tráfico según categorías
- 2 Manejo de grandes volúmenes de datos
- 3 Escalabilidad
- 4 Red de entrega de contenidos

# Definición del problema

Que características se esperan del prototipo, ¿cuales son los requerimientos?

R: Veamos cuales son los posibles requerimientos de la RAU2.

## Requerimientos

- 1 Clasificación y separación de tráfico según categorías
- 2 Manejo de grandes volúmenes de datos
- 3 Escalabilidad
- 4 Red de entrega de contenidos

# Definición del problema

Que características se esperan del prototipo, ¿cuales son los requerimientos?

R: Veamos cuales son los posibles requerimientos de la RAU2.

## Requerimientos

- 1 Clasificación y separación de tráfico según categorías
- 2 Manejo de grandes volúmenes de datos
- 3 Escalabilidad
- 4 Red de entrega de contenidos

Problema demasiado grande!

(Ver como hacer para que al final dejar todo en gris y remarcar solo el requerimiento 1)

# SDN-Enfoque tradicional

SDN Es un enfoque arquitectonico alternativo al enfoque tradicional de redes.

Enfoque tradicional:

PHOTO

## Enfoque tradicional

La inteligencia y estado de la red se encuentra distribuida en los mismos dispositivos que reenvian la informacion

# SDN-Plano de control y plano de datos

## Plano de control

El plano de control donde reside la inteligencia de la red... robar de CRA

ejemplos son: algoritmos de ruteo tradicionales, OSPF, RIP, Firewalls

## Plano de datos



Definicion: Y mostrar imagen enfoque tradicional vs sdn

Solucion basada en el enfoque SDN

1 Transicion) Controlador o sistema operativo de red.(Plano de control) /\*  
Llamado el sistema operativo de la red, \*/ Software que ejecuta en  
hardware x86 (PC, Servidor) Ofrece una api de alto nivel a los  
programadores (NorthBound) para controlar la red. Cada operacion  
ofrecida por la api es traducida a reglas openflow y comunicadas por el  
canal openflow (SouthBound) hacia el dispositivo.

2 Transicion) Canal Openflow Entre el controlador y los dispositivos  
Protocolo OpenFlow Capa de aplicacion, corre sobre TCP  
Define mensajes - Controlador a dispositivo. - Asincronicos - Simetricos  
(keepalives,echos)

Dispositivo:

Dispositivo openflow-capable(Canal openflow, tablas)

Canal openflow

Tabla en un dispositivo: /\* Cabe destacar que mediante firmware.... uno de los porque del exito de openflow.. \*/

(Match field, mostrar imagen famosa) (Contador, estadísticas por flujo)

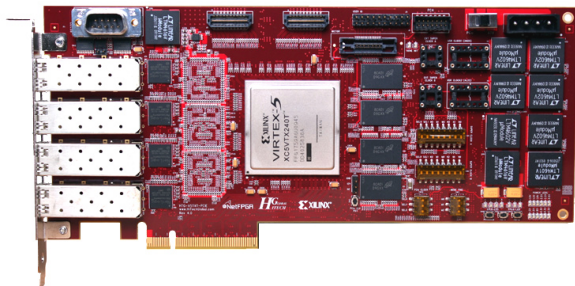
Instrucciones(Que hacer? reenviar ,modificar y reenviar, broadcast, multicast, normal).





Plataforma de hardware de red reconfigurable y software OpenSource.  
Hardware: Placa PCI-E que cuenta con:

- 1 Chip programable FPGA
- 2 15 GB RAM
- 3 4 Puertos 10-Gigabit Ethernet





## Software

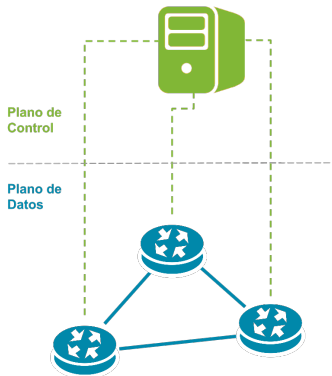
Proyectos de software OpenSource que permiten programar comportamientos de la placa

- 1 Router IP
- 2 Switch Ethernet
- 3 Placa de red convencional
- 4 Switch OpenFlow 1.0

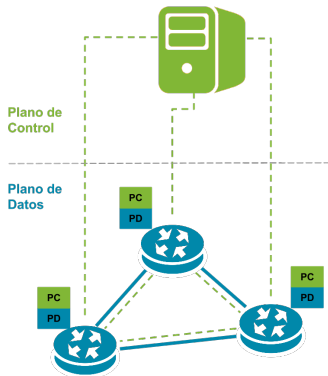
# Arquitectura propuesta

Se propone una arquitectura híbrida que combina el enfoque SDN con tecnologías actuales, basándose en la implementación de OpenFlow.

Arquitectur SDN



Arquitectura Propuesta



- ¿Cómo implementamos clasificación de tráfico y separamos en categorías?

- ¿Cómo implementamos clasificación de tráfico y separamos en categorías?

R: Construyendo Redes Privadas Virtuales (VPNs)

- ¿Cómo implementamos clasificación de tráfico y separamos en categorías?  
R: Construyendo Redes Privadas Virtuales (VPNs)
- ¿Cómo implementamos Redes Privadas Virtuales?

- ¿Cómo implementamos clasificación de tráfico y separamos en categorías?

R: Construyendo Redes Privadas Virtuales (VPNs)

- ¿Cómo implementamos Redes Privadas Virtuales?

R: Utilizando MPLS (Multilabel Protocol Switch)

- ¿Cómo implementamos clasificación de tráfico y separamos en categorías?

R: Construyendo Redes Privadas Virtuales (VPNs)

- ¿Cómo implementamos Redes Privadas Virtuales?

R: Utilizando MPLS (Multilabel Protocol Switch)

- ¿VPNs con MPLS en SDN?

- ¿Cómo implementamos clasificación de tráfico y separamos en categorías?

R: Construyendo Redes Privadas Virtuales (VPNs)

- ¿Cómo implementamos Redes Privadas Virtuales?

R: Utilizando MPLS (Multilabel Protocol Switch)

- ¿VPNs con MPLS en SDN?

R: OpenFlow!



Utilizamos OpenFlow porque:

- 1 Es una implementación estándar y estable del enfoque SDN

Utilizamos OpenFlow porque:

- ① Es una implementación estándar y estable del enfoque SDN
- ② Adopción de fabricantes de hardware de red

Utilizamos OpenFlow porque:

- ① Es una implementación estándar y estable del enfoque SDN
- ② Adopción de fabricantes de hardware de red
- ③ Gran variedad de software compatible

Utilizamos OpenFlow porque:

- ① Es una implementación estándar y estable del enfoque SDN
- ② Adopción de fabricantes de hardware de red
- ③ Gran variedad de software compatible
- ④ Esta implementada bajo la filosofía Open Source

Utilizamos OpenFlow porque:

- ① Es una implementación estándar y estable del enfoque SDN
- ② Adopción de fabricantes de hardware de red
- ③ Gran variedad de software compatible
- ④ Esta implementada bajo la filosofía Open Source
- ⑤ OpenFlow incorpora soporte para MPLS desde la versión 1.3.1 del protocolo

# Arquitectura propuesta

- 1 Implementacion de switch OpenFlow
- 2 Controlador OpenFlow -¿ Ryu
- 3 version de OpenFlow
- 4 Implementacion de Redes Privada -¿ MPLS
- 5 Algoritmo de ruteo -¿ OSPF
- 6 SNMP

## Construir un switch OpenFlow

Se identifican dos alternativas:

- 1 Proyecto OpenFlow
- 2 Proyecto ReferenceNIC más implementación OF en software (Open vSwitch)

(1) OpenFlow	(2) ReferenceNIC y OvS
Velocidad de procesamiento	Prototipación ágil
Utilización del hardware	Tiempo libre para investigación
Conocimiento específico	No hay que utilizar HDLs
Licencias full	Licencias económicas

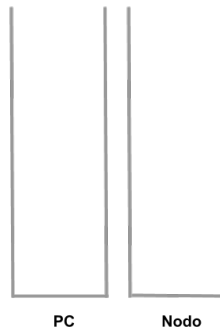
# Arquitectura de la solución

Switch OpenFlow

Dos alternativas: Mencionarlas (NetFPGA + Openflow, ...)

Mostrar las dos fotos del stack Plano Control

- Dispositivo con los building blocks





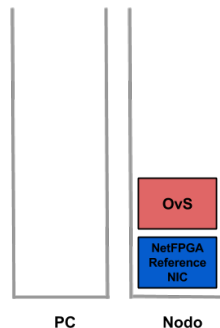
# Arquitectura de la solución

Switch OpenFlow

Dos alternativas: Mencionarlas (NetFPGA + Openflow, ...)

Mostrar las dos fotos del stack Plano Control

- Dispositivo con los building blocks



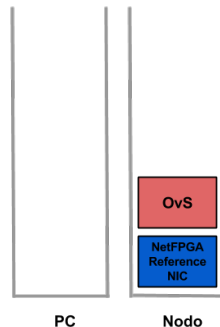
# Arquitectura de la solución

Controlador

Utilizamos Ryu blablabla....

Mostrar las dos fotos del stack Plano Control

- Dispositivo con los building blocks



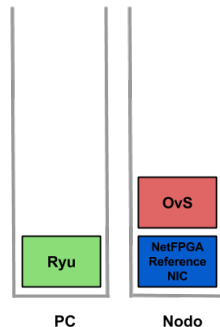
# Arquitectura de la solución

## Controlador

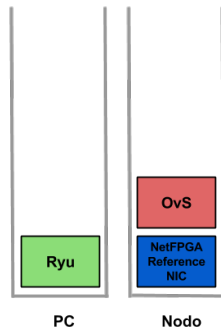
Utilizamos Ryu blablabla....

Mostrar las dos fotos del stack Plano Control

- Dispositivo con los building blocks



## Algoritmo de ruteo









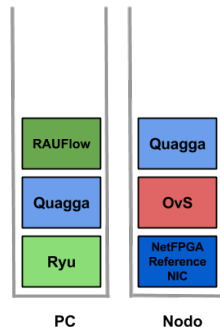
# Arquitectura de la solución

Mapeo de puertos a direcciones IP

SNMP

Mostrar las dos fotos del stack Plano Control

- Dispositivo con los building blocks

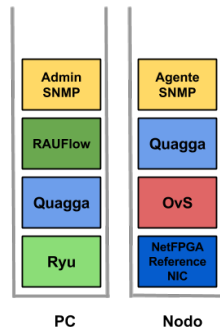




# Arquitectura de la solución

Mapeo de puertos a direcciones IP  
SNMP

Mostrar las dos fotos del stack Plano Control  
- Dispositivo con los building blocks



# Implementación

- Se realizó una investigación en profundidad del estado del arte de las redes definidas por software (SDN) y la plataforma de hardware NetFPGA
- Se implementó un prototipo de red de backbone utilizando el hardware NetFPGA y el enfoque SDN
- Se implementó un conjunto de pruebas para la verificación del prototipo construido

- Se realizó una investigación en profundidad del estado del arte de las redes definidas por software (SDN) y la plataforma de hardware NetFPGA

Se implementó un prototipo de red de backbone utilizando el hardware NetFPGA y el enfoque SDN:

- **RAUswitch** Se construyó un router de backbone IP/MPLS compatible con el protocolo OpenFlow y OSPF utilizando el hardware NetFPGA
- **RAUflow** Se implementó una aplicación de gestión de red utilizando el enfoque SDN con funcionalidades para la definición de redes privadas virtuales
  - Redefinición del concepto de FEC
  - Clasificación de tráfico mediante protocolo OpenFlow 1.3.1
  - Algoritmo de ruteo dinámico SPF centralizado

Se construyó un laboratorio de pruebas para la verificación del prototipo:

- Se verificó algoritmo de ruteo, distribución de etiquetas y clasificación de tráfico
- Se implementó el caso de uso VPN L3 Multipunto en un escenario de dos organizaciones con dos sucursales
- Se implementó el caso de uso VPN L2 Punto a Punto

- Se confeccionó un manual para la construcción del dispositivo RAUswitch
- Se contribuyó a la comunidad NetFPGA reportando dos BUGs
- Se escribió el artículo científico el cual fue aceptado en la conferencia Latin American Network Operations and Management Symposium (LANOMS) 2015
- Se generó un grupo de trabajo (GT SDNUY) uniendo profesionales del SeCIU, Centro de Capacitación y Desarrollo de ANTEL y del Centro Universitario de la Región Este (CURE)

Se identifican las siguientes líneas de trabajo a futuro:

- Extender el proyecto OpenFlow de la plataforma NetFPGA para soportar al menos la versión 1.3.1 del protocolo OpenFlow
- Extender el algoritmo de ruteo SPF para implementar un CSPF
- Incorporar en RAUFlow la capacidad de soportar múltiples caminos para un mismo Servicio, balanceo de carga, QoS e Ingeniería de tráfico



Otras posibles líneas:

- Agregar una capa de persistencia para ciertos datos
- Investigar la escalabilidad de RAUflow en topologías de red realistas
- Construir una jerarquía de controladores e investigar el impacto en el rendimiento
- Incorporar más dimensiones a la definición de un servicio (tiempo)