

# **Prototipo de arquitectura de red definida por software para el Centro de Datos de la Dirección de Cómputo y Comunicaciones del Instituto Politécnico Nacional**

## **Trabajo terminal No.**

*Alumnos: \*Águila Ojeda Jorge Rubén, Gil Quezada Daniel Arturo, Hernández Elizalde Juan Mario*

*Directores: Henestrosa Carrasco Leticia, Martínez Rosales Ricardo*

*email: jaguilao1300@alumno.ipn.mx*

**Resumen:** Para el presente trabajo terminal se tiene como objetivo desarrollar un prototipo para una arquitectura basada en redes definidas por software (SDN), para el área del Centro de Datos de la Dirección de Cómputo y Comunicaciones del Instituto Politécnico Nacional, permitiendo la escalabilidad de la infraestructura y la automatización de servicios, además se incluirá un modelado de la topología de la red utilizando un autómata celular que ayudará a realizar simulaciones en diferentes escenarios para identificar posibles vulnerabilidades antes de ser implementados en la infraestructura de la red.

**Palabras Clave:** SDN, autómata celular, centro de datos, administración de servicios

## **1 Introducción**

En la década de los 90, los centros de datos empezaron a tener una gran relevancia para resolver la problemática de varias empresas que empezaban a tener como el aumento exponencial de la alta demanda de conectividad rápida y continua a internet, mantener el flujo de datos ininterrumpido y entre otras. Actualmente los centros de datos están muy involucrados con muchos aspectos de la vida cotidiana como las compras en línea, cajeros automáticos, transacciones bancarias y bursátiles por estas razones muchas empresas como Google, Amazon, Facebook, Microsoft, entre otras, se han enfocado a evolucionar constantemente esta industria de los centros de datos.

Tomando la definición del estándar de referencia **TIA-942** [7] un centro de datos se define como: "un edificio o parte de un edificio cuya principal función consiste en albergar una sala informática y sus áreas de soporte." Esto quiere decir que los edificios que contengan servidores de una empresa, equipos de comunicación entre los servidores, equipos de alimentación, equipos de refrigeración y que prestan algún servicio, son considerados como un centro de datos.

La digitalización acelerada y la alta demanda de los servicios de cómputo y del Internet de las cosas (IoT), que vivimos hoy en día ha causado que los centros de datos tengan una alta complejidad en la gestión de las redes de comunicaciones, también complican los trabajos para mantener la estabilidad al momento de permitir añadir más equipos y con la condición de no interrumpir en ningún momento los servicios, además de hacer más difícil la optimización de los servicios. Estas problemáticas generan costos altos en el mantenimiento de los centros de datos.

Para resolver estos problemas, se han estado desarrollando varias soluciones desde los años 90 comenzado por las redes activas, las cuales éstas consisten en una arquitectura donde los dispositivos de red realizan el procesamiento a los paquetes mientras los paquetes atraviesan el nodo [8], en paralelo también se desarrollaron las redes virtualizadas estas hacen referencia a la desvinculación de los recursos de red que tradicionalmente hasta ese momento se proporcionaban en forma de hardware [9]. Ambas abrieron el camino para conceptualizar la idea de separar las funciones de red en control de funciones y el plano de datos (control function and data plane), estas ideas fundamentales permitieron el avance para que surgiera Open Flow, componente esencial de las redes definidas por software [4].

Partiendo de la definición por Red Hat [1] sobre las redes definidas por software, se puede establecer que son tecnologías de redes dinámicas, manejables, rentables y adaptable para la naturaleza del ancho de banda de las aplicaciones que actualmente se utilizan. La idea principal de las redes definidas por software (SDN) es en dividir las funciones de redireccionamiento de red (network forwarding function) en plano de datos y el control de funciones. Esto permite que se vuelva más simple y flexible en control y manejo de la red, y también la virtualización de la red [10].

Open Flow [11] es un protocolo que puede ser utilizado en redes SDN además de los otros protocolos como IS-IS, BGP. OpenFlow fue desarrollado con base en switches Ethernet; es un standard abierto de comunicación entre un controlador y un dispositivo de conmutación. Es la implementación principal de las redes definidas por software. El controlador de red se comunica con los Switches Open Flow usando el protocolo Open Flow a través de un canal seguro (ver figura 1). Usando esta conexión, el controlador tiene la posibilidad de configurar las tablas de direccionamiento del switch.

Por otro lado, tenemos los autómatas celulares [2], estos surgieron desde

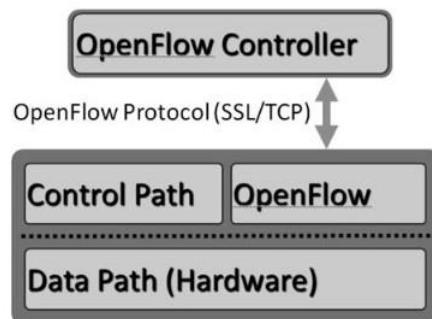


Figure 1[12]: Arquitectura de comunicaciones Open Flow.

los años 50 John Von Neumann, con sus modelos matemáticos que tuvieron la posibilidad de soportar comportamientos complejos y que pudiera reproducirse así mismo. Son sistemas dinámicos discretos que evolucionan a través del tiempo, pueden evolucionar en varias dimensiones, producir réplicas de sí mismos y soportar comportamientos complejos. Han sido muy útiles para modelar sistemas naturales o sistemas artificiales que puedan ser conceptualizados en un conjunto de elementos simples interactuando entre sí. Los autómatas celulares se pueden aplicare en casos como los siguientes:[3]:

- Evolución de ecosistemas en Biología.
- Simulación de tráfico en las ciudades.
- Vida Artificial.
- Codificación del DNA.
- Cifrado de datos.
- Simulación de epidemias.

## **2 Objetivo**

### **2.1 Objetivo General**

Desarrollar un prototipo de arquitectura basada en una red definida por software adecuada para dar solución a las problemáticas que se presentan en el Centro de Datos del Instituto Politécnico Nacional respecto a la administración de los servicios, haciendo uso de un autómata celular que permita modelar y simular la topología de la red actual o la topología de prueba en diferentes condiciones y eventos.

### **2.2 Objetivos Específicos**

- Implementar la automatización en la configuración de los dispositivos de red, y reducir los tiempos de administración o gestión del equipo encargado de la red.
- Recolectar la información proporcionada por el protocolo SNMP para la gestión de la red.
- Implementar las siguientes funciones de administración de red: Gestión de configuración, Gestión de rendimiento, Gestión de seguridad, Gestión de fallo y permita realizar diagnósticos de causas de falla.
- Determinar la asignación de recursos para cada área de funcionalidad acorde a la prioridad de las tareas que se realizan en el centro de datos.

### **3 Justificación**

En la actualidad los centros de datos han tenido un crecimiento acelerado, eso ha causado que se empleen mayores cantidades de dispositivos y recursos.

Esto no ha sido excepción del Centro de Datos del Instituto Politécnico Nacional, que ha tenido que recurrir a la tecnología SDN, se ha presentado un crecimiento cada vez mayor con el pasar del tiempo, volviéndose más complejo en su administración y mantenimiento a sus servicios, además del aumento de los costos en cada rubro, volviéndose notorio la necesidad de un mejor modelo que permita la optimización de estas tareas.

Por lo tanto, como estudiantes del Instituto Politécnico Nacional planteamos como solución a esta problemática que se presenta, el implementar una arquitectura basada en SDN, con el propósito de optimizar los tiempos de administración de estos servicios (virtualizaciones, direccionamientos, conexiones), así como de los recursos, tomando en cuenta los requerimientos especificados del sistema, donde se puedan utilizar un autómatas celular para poder simular la topología propuesta por el administrador con las diferentes configuraciones que lleve cada dispositivo, estas simulaciones probarían la red en diferentes condiciones posibles a las que se puede someter, como podría ser: falla intermitente de nodos, aumento del tráfico de red, entre otras. Una vez simulada la topología, se podrá implementar de forma automática esa configuración a los dispositivos de red.

Los autómatas celulares son una buena opción a implementar para facilitar y manejar toda esa cantidad de información, por el nivel de complejidad que presenta el manipular la gran cantidad de variables que presenta este problema. Esto se podría considerar como un sistema dinámico [5], donde es un sistema complejo capaz de representar modelos de la naturaleza o artificiales, que presentan una evolución respecto al tiempo, ya sea de forma discreta o continua.

### **4 Productos o Resultados esperados**

Se pretende obtener un sistema SDN, creado específicamente para el Centro de Datos de la Dirección de Cómputo y Comunicaciones del Instituto Politécnico Nacional, que se rija bajo el modelo de Gestión de Internet, permitiendo un rendimiento mejorado para los servicios de comunicación en el Centro de Datos del Instituto Politécnico Nacional por medio de la automatización de los servicios, que cumpla con la demanda de los servicios solicitados al mismo; pero que también sea escalable a futuro acorde a la evolución de las necesidades de la institución. De igual manera para el período de conclusión se pretende obtener:

1. La documentación correspondiente al sistema, con sus respectivos manuales técnico y de usuario.
2. El código del sistema funcional.
3. Un sistema propio y único de y para la institución que permita los servicios de automatización y administración.

## 5 Metodología

Se optó por hacer uso de la metodología de prototipos, específicamente el de prototipos reutilizable (ver figura 2), para el desarrollo de este proyecto por el tipo de funcionalidad de este. Dada la naturaleza del proyecto, se busca reducir al utilizar este modelo, el tiempo de desarrollo, pues el prototipo debe ser construido a la brevedad posible, además, se requerirá estar en constante comunicación con el usuario final para poder recibir retroalimentación de éste al experimentar el uso de los prototipos que se irán construyendo y así llevar el sistema a un punto satisfactorio.

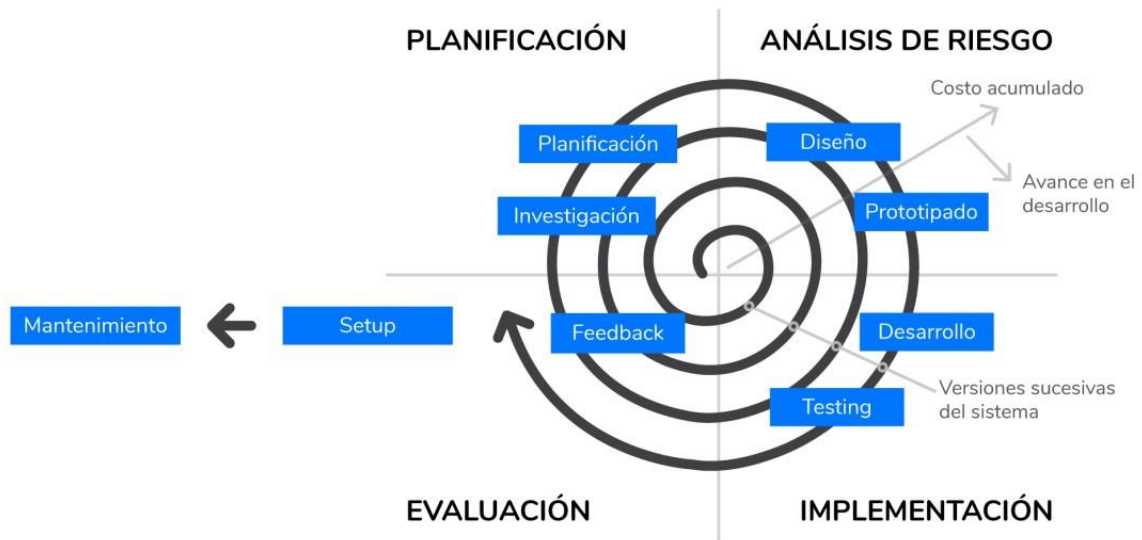


Figure 2 [13]: Modelo de prototipos reutilizable.

## 6 Cronograma

Nombre: Águila Ojeda Jorge Rubén

TTNo.:

Título del TT: Prototipo de arquitectura de red definida por software para el Centro de Datos de la Dirección de Cómputo y Comunicaciones del Instituto Politécnico Nacional.

Actividad	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN
Estudio del arte y marco teórico											
Análisis y diseño del sistema											
Codificación del prototipo											
Pruebas en ambiente simulado											
Evaluación TTI											
Refinamiento del prototipo											
Generación del manual de usuario y reporte técnico											
Generación de documentación											
Prueba en ambiente real aislado											
Evaluación TT II											

Nombre: Gil Quezada Daniel Arturo

TTNo.:

Título del TT: Prototipo de arquitectura de red definida por software para el Centro de Datos de la Dirección de Cómputo y Comunicaciones del Instituto Politécnico Nacional.

Actividad	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN
Estudio del arte y marco teórico											
Análisis y diseño del sistema											
Codificación del prototipo											
Pruebas en ambiente simulado											
Evaluación TT I											
Refinamiento del prototipo											
Generación del manual de usuario y reporte técnico											
Generación de documentación											
Prueba en ambiente real aislado											
Evaluación TT II											

Nombre: Hernández Elizalde Juan Mario TTNo.:

Título del TT: Prototipo de arquitectura de red definida por software para el Centro de Datos de la Dirección de Cómputo y Comunicaciones del Instituto Politécnico Nacional.

Actividad	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN
Estudio del arte y marco teórico											
Análisis y diseño del sistema											
Codificación del prototipo											
Pruebas en ambiente simulado											
Evaluación TT I											
Refinamiento del prototipo											
Generación del manual de usuario y reporte técnico											
Generación de documentación											
Prueba en ambiente real aislado											
Evaluación TT II											

## 7 Referencias

- [1] Daniel Oh. *Getting started with software-defined networking*. <https://www.redhat.com/sysadmin/getting-started-sdn>. Junio 7, 2019.
- [2] Juárez Martínez G. *Teoría del Campo Promedio en Autómatas Celulares Similares a "The Game of Life"*. Tesis de maestría. Cinvestav, 2000, noviembre.
- [3] David Alejandro Reyes Gómez. *Descripción y Aplicaciones de los Autómatas Celulares*. Universidad Autónoma de Puebla, 2011, agosto.
- [4] Nick Feamster, Jennifer Rexford, Ellen Zegura. *The Road to SDN: An Intellectual History of Programmable Networks*. Princeton University, Georgia Tech. 2014

- [5] Paulina Anaïd León Hernández, Rogelio Basurto Flores. *Introducción a los Sistemas Dinámicos y Autómatas Celulares* Verano de investigación. Escuela Superior de Cómputo.IPN.24 de agosto de 2008
- [6] López Salinas Ana Miriam. *Introducción a la vida artificial y autómatas celulares*. Departamento de Aplicación de Microcomputadoras instituto de Ciencias, Universidad Autónoma de Puebla. 25 de agosto de 2011
- [7] Electronic Industries Alliance. (2005) Telecommunications Infrastructure Standard for Data Centers (TIA-942)  
<https://manuais.iessanclemente.net/images/9/9f/Tia942.pdf>
- [8] María Calderón Pastor, Marifeli Sedano Ruiz, Santiago Eibe García. *Principios y Aplicaciones de las Redes Activas* Facultad de Informática. Universidad Politécnica de Madrid Campus de Monte Gancedo, 28660 Boadilla del Monte (Madrid).
- [9] VMware. Virtualización de red  
<https://www.vmware.com/es/topics/glossary/content/networkvirtualization.html>
- [10] Fei HU. *Network Innovation through Open Flow and SDN*. CRC-Press.2014
- [11] Daniel Felipe Gómez *Open Flow: el protocolo del futuro* Universidad Católica de Pereira. Especialista en Telecomunicaciones. 2013

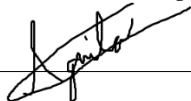
### **Referencias de Imágenes**

- [12] T. (2019, 19 noviembre). *Modelos De Desarrollo De Software*. La Tecnología Top - Tecsoft. <https://latecnologiatop.com/modelos-de-desarrollo-de-software/>
- [13] Heller, B (2011). *Openflow*. Recuperado de sitio web de Openfow, [http://archive.openflow.org/wk/index.php/OpenFLoew\\_Tutorial](http://archive.openflow.org/wk/index.php/OpenFLoew_Tutorial)

## 8 Alumnos y Directores

*Aguila Ojeda Jorge Rubén.* - Alumno de la carrera de Ing. en Sistemas Computacionales en ESCOM, Especialidad, Boleta: 2014140007, Tel. 5582226736, Email: [jaguilao1300@alumno.ipn.mx](mailto:jaguilao1300@alumno.ipn.mx).

Firma: \_\_\_\_\_



*Gil Quezada Daniel Arturo.* - Alumno de la carrera de Ing. en Sistemas Computacionales en ESCOM, Especialidad, Boleta: 2014010426, Tel. 5553767679, Email: [dgilq1300@alumno.ipn.mx](mailto:dgilq1300@alumno.ipn.mx).

Firma: \_\_\_\_\_



*Hernández Elizalde Juan Mario.* - Alumno de la carrera de Ing. en Sistemas Computacionales en ESCOM, Especialidad, Boleta: 2013120910, Tel. 5564907829, Email: [jhernandezel1200@alumno.ipn.mx](mailto:jhernandezel1200@alumno.ipn.mx).

Firma: \_\_\_\_\_



*Henestrosa Carrasco Leticia.* - Maestría en Ciencias de la Computación del CIC – Instituto Politécnico Nacional (2002). Lic. en Informática en el Instituto Tecnológico de Tlalnepantla (1994). Actualmente maestra de Tiempo Completo en ESCOM del IPN desde el 2014. Áreas de interés: Administración de Servicios en Red, Gestión de Centros de Datos. Teléfono: 5557296000 Ext. 52032, Email: [lhenestrosa@ipn.mx](mailto:lhenestrosa@ipn.mx).

Firma: \_\_\_\_\_



*Martínez Rosales Ricardo.* - Ing. Electrónica. Docente de tiempo completo en la ESCOM del IPN desde 1996. Áreas de interés: Redes de computadoras, Diseño de Bases de Datos. Teléfono 5557296000 Ext. 52025, Email: [rrosales@ipn.mx](mailto:rrosales@ipn.mx)

Firma: \_\_\_\_\_



CARACTER: Confidencial  
FUNDAMENTO LEGAL: Artículo 11 Fracc. V y Artículos 108, 113 y 117 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.  
PARTES CONFIDENCIALES: Número de boleta y teléfono.