

Modelo de balanceo de carga con calidad de servicio para aulas híbridas utilizando un Controlador SDN

Quality of Service Load Balancing Model for Hybrid Classrooms Using an SDN Controller

Juan Carlos CALLONI

Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional San Francisco – Argentina
jccalloni@gmail.com

Javier Daniel Saldarini

Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional San Francisco – Argentina
saldarinijavier@gmail.com

Federico Francia

Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional San Francisco – Argentina
federicomatiasfrancia@gmail.com

Antonela Calloni

Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional San Francisco – Argentina
antocalloni@gmail.com

Resumen

En la actualidad, como consecuencia de la pandemia Covid19, el uso de las redes en los campus universitarios han crecido de forma significativa, con la cantidad de dispositivos y en el ancho de banda utilizado. Este crecimiento genera un cambio disruptivo en la gestión de las redes en universidades y empresas. En este escenario es que se plantea este proyecto a través de las redes definidas por software (SDN). En particular se trata de realizar un modelo que defina un balanceo de carga del uso de los accesos a Internet con políticas para priorizar paquetes en función de la necesidad cambiante que puede tener una red local. El problema que se trata de resolver es la comunicación de políticas, como puede ser la calidad de servicio en video de aulas híbridas, entre diferentes necesidades de una red local Universitaria. Lo que se propone es un modelo de balanceo de carga a través de controladores SDN, para distribuir sus políticas. Para validar y a modo de ejemplo, abordaremos la calidad de servicio en un escenario de aulas híbridas a través de una herramienta de simulación, que se utilizará para paquetes de video.

Palabras clave: Redes definidas por Software, Modelo, Controladores, aulas híbridas, Calidad de Servicio, Balanceo de Carga.

Abstract

Currently, as a consequence of the Covid19 pandemic, the use of networks on university campuses has grown significantly, along with the number of devices and the bandwidth used. This growth generates a disruptive change in the management of networks in universities and companies. It is in this scenario that this project is proposed through software-defined networks (SDN). In particular, it is about making a model that defines a load balancing of the use of Internet accesses with policies to prioritize packets based on the changing need that a local network may have. The problem to be solved is the communication of policies, such as the quality of service in video of hybrid classrooms, between different needs of a local University network. What is proposed is a load balancing model through SDN controllers, to distribute their policies. To validate and as an example, we will address the quality of service in a hybrid classroom scenario through a simulation tool, which will be used for video packages.

Keywords: Software Defined Networks, Model, Controllers, Hybrid Classrooms, QoS, Load Balancing

Introducción

El creciente tráfico de multimedia, el uso servicios en la nube y aplicaciones móviles en línea generó un nuevo enfoque de la red [1].

Para entender lo que SDN aporta, conviene primero repasar cuáles son las funciones de un router o un switch en una red IP. Estos equipos soportan dos funciones fundamentales:

- Una función de transporte: que se podría entender como su función primaria y que consiste, en transportar datos a su destino. Para ello, estos equipos envían los paquetes de datos a dónde indiquen unas rutas previamente calculadas.
- Una función de control: que permite gestionar la función de transporte mediante otras dos subfunciones principales:
 - Intercambiar información sobre conectividad con otros equipos.
 - Calcular rutas con base en la información obtenida.

En el networking tradicional tanto las funciones de control como las de transporte son ejecutadas de forma distribuida en todos los routers/switches de la red.

Resumiendo los tres elementos que caracterizan al Software Defined Networking (SDN):

1. Separación clara entre las funciones de transporte y de control.
2. Centralización de la función de control.
3. Implementación de la función de control en software.

El hecho de centralizar la función de control y de implementarla en software conlleva a que la red se pueda programar mediante aplicaciones, lo que proporciona una enorme flexibilidad y facilidad de despliegue de funciones de red.

Además, el controlador puede exponer interfaces de aplicación que facilitan la manipulación y gestión de la red. [2] [3]

Para ello existe un controlador que escribe directivas en las tablas de flujo de los conmutadores openflow, haciendo que los dispositivos individuales relacionados a las redes tradicionales (routers, switches, etc) desaparezcan bajo el nuevo paradigma de las SDN. En otras palabras un conmutador openflow puede ser de acuerdo a las reglas escritas en las tablas de flujo, un switch, un router, o un firewall o lo que las reglas definan. Este enfoque de las redes puede responder fácilmente a las cambiantes necesidades del negocio y dar forma al flujo del tráfico, sin tener que buscar ni manipular equipos o hardware individuales [4].

El protocolo OpenFlow que toma las decisiones de envío de paquetes de forma centralizada, haciendo posible la programación de la red. Nace como protocolo experimental después de 6 años de investigación entre la Universidad de Stanford y Berkeley.

Las redes inalámbricas de área local (Wireless LAN, WLAN) basadas en el estándar IEEE 802.11 representan el mayor despliegue de tecnología en la actualidad. Con estas redes se da un crecimiento acelerado de aplicaciones de audio y/o video, tales como video en línea, videoconferencias, voz sobre IP, las cuales cada vez tienen mayores

requerimientos para garantizar la calidad de servicio (QoS). Sin embargo, la naturaleza poco confiable del medio inalámbrico se traduce en la necesidad de un control de tráfico más exigente que en las redes cableadas [5]. La complejidad física de la red actual y la gran cantidad de protocolos existentes en entornos en los que abundan las implementaciones propietarias, dificultan en gran medida una gestión eficiente de la red. Esto ha hecho que se opte por la búsqueda de una solución más flexible y que permita gestionar de manera eficiente los recursos disponibles. De este modo, debido a las necesidades actuales, nacen las redes definidas por software (Software Defined Networking (SDN)). Este nuevo paradigma introduce una nueva forma de ver las redes, haciendo que el plano de datos y el de control se encuentren totalmente desacoplados. Así, SDN permite una centralización de la red por medio de un controlador central, además de facilitar en gran medida la gestión de los equipos en entornos de heterogéneos gracias al protocolo OpenFlow [6].

En este proyecto se plantea alcanzar un modelo balanceo de carga de diferentes accesos de internet para priorizar paquetes en función de la necesidad. El problema que se trata de resolver es gestión de tráfico cada vez más complejo en una red local de una Universidad para la implantación de aulas híbridas. En definitiva, lo que se persigue un balanceo de carga del uso de Internet para mejorar la velocidad, la comunicación y la calidad de servicio por ejemplo de video conferencia en aulas híbridas, de una red local Universitaria.

La Hipótesis

En la actualidad, no existe un modelo que, mediante controladores y tecnología SDN, permita un balanceo de carga en un dominio de una red local Universitaria para la implementación de aulas híbridas que proporcione mejorar la comunicación generando calidad de servicio en los paquetes de video conferencia de las diferentes plataformas.

Calidad de Servicio

La calidad de servicio es definida por la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT) como “El efecto global de la calidad de funcionamiento de un servicio que determina el grado de satisfacción de un usuario de dicho servicio”.

Entre las características de QoS está la clasificación y marcado, para diferenciar el tipo de tráfico en base al comportamiento de la red; dependiendo de cada infraestructura se podrá crear políticas para mejorar el desempeño de la red. La calidad de servicio en las redes ofrece una predicción de tiempos de respuesta para flujos de paquetes, operaciones, transacciones, etc., así como también gestiona las capacidades de las aplicaciones sensibles al jitter (audio y vídeo). Para proporcionar garantías en la transmisión de determinados flujos de los datos, la ISO (1994) introdujo el concepto QoS (Quality of Service); la cual se utiliza para medir la calidad del servicio ofrecido por una red de comunicación. El rendimiento de un servicio provisto por la red se gestiona a través de un conjunto de parámetros de QoS (por ejemplo, retraso, variación en el retraso, pérdida de paquetes, ancho de banda, tasa de bits) [7].

Aulas Híbridas

Es un entorno de aprendizaje que incluye una combinación de estudiantes que están presentes en el aula física y también participantes que se incorporan a la clase de forma virtual. El modelo de clase híbrida debe contar con la tecnología adecuada de Audio, Video y Colaboración para lograr una experiencia única a los estudiantes [8]. Este proyecto se centra en proyectos de enseñanza basada en la virtualidad y la presencialidad combinados. El blended learning o modalidad híbrida posibilita combinar los elementos positivos de la modalidad a distancia (virtual) con los de la modalidad presencial. Pero no basta solo incorporar recursos de ambas modalidades para obtener un aprendizaje eficaz, sino que hay que poner estos recursos en función del modelo pedagógico que se adopte, el cual debe estar centrado el estudiante. Es así como un creciente número de universidades está adoptando modelos híbridos que combinan la enseñanza tradicional, es decir presencial, con la instrucción en línea, creando así modelos educativos flexibles y acordes a los nuevos tiempos. Blended learning, traducido a veces como aprendizaje híbrido, semipresencial o combinado, es un modelo de instrucción que entreteteje elementos de la clase presencial y el aprendizaje en línea [9].

Desarrollo.

Definición del Problema

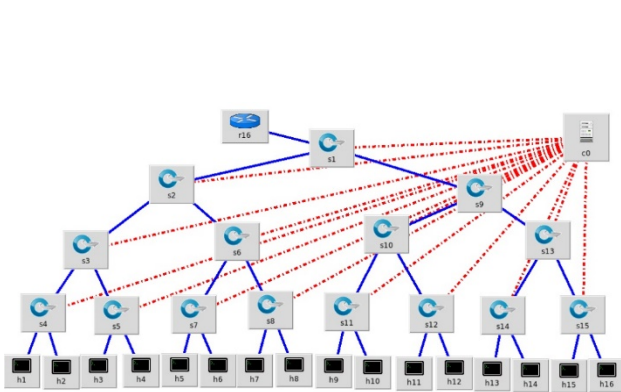


Figura 1– Red de Árbol con Mininet 4x2.

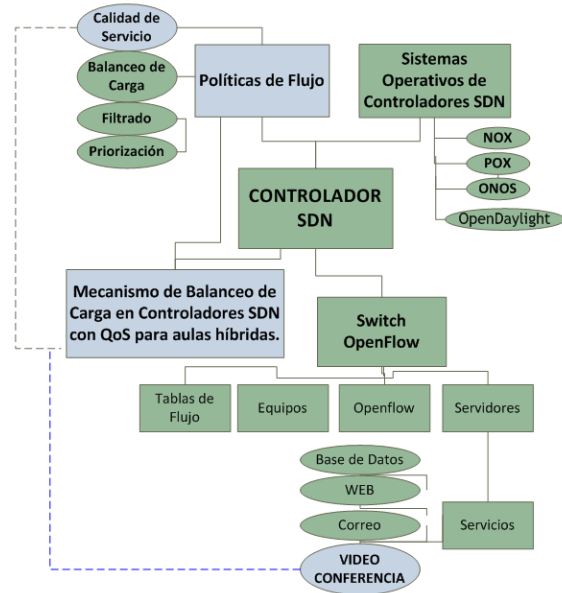


Figura 2 – Modelo abstracto del Mecanismo de balanceo de carga propuesto.

Según el escenario planteado en la Figura 1, el problema que busca resolver este proyecto es balanceo de carga de paquetes de Internet en una red. Si mostramos un gráfico de una red clásica en donde los controladores empiezan a manejar y tomar el control de la red podremos ver en figura 1. Podemos observar que gestionar y administrar el tráfico de este tipo de redes complejas donde hay más de dos niveles de cascada de switch en una red LAN, sería muy difícil sin un controlador como se ve en el ejemplo que direcciona, prioriza, desprioriza, el paquete como algunas de las acciones que se pueden llevar adelante. Ahora bien, si la red pasa a ser más compleja y aparecen routers y además está virtualizada en la nube. Lo que se propone en Figura 2 es plantear un modelo abstracto de balanceo de carga entre diferentes líneas de red WAN, mediante un controlador y tecnología SDN, que permita calidad de servicio de video conferencia en aulas híbridas y con eso generar una mejora en la QoS cuando la red se satura de conexiones.

Objetivos de esta investigación

Objetivo General

Definir un modelo de balanceo de carga en Controladores SDN para la implementación de aulas híbridas con calidad de servicio en una red local de un campus universitario.

Objetivos específicos:

- Realizar la recopilación y análisis de los datos del dominio que se investiga para desarrollar el modelo conceptual.
- Definir un modelo de balanceo de carga mediante Controladores SDN para la implementación de aulas híbridas con calidad de servicio.
- Ensayar en laboratorio de simulación como ejemplo para balanceo de carga en calidad de servicios en la transferencia de video conferencia.

Modelo

El modelo que en esta etapa se plantea es inicial y teórico para poder validarlo en las pruebas de laboratorio. Luego se seguirá escalando dicho modelo para llevarlo a un modelo general único como se muestra en la figura 2.

A continuación, se muestra la figura 3 del modelo de diagrama de clases entre la comunicación de un controlador SDN y un Switch Open Flow, en donde la clase “Mecanismo de balanceo de carga en Controladores SDN con QoS para aulas híbridas” es el núcleo de nuestro proyecto que nos permitirá desarrollar un prototipo para realizar las pruebas de laboratorio que prueban la hipótesis planteada.

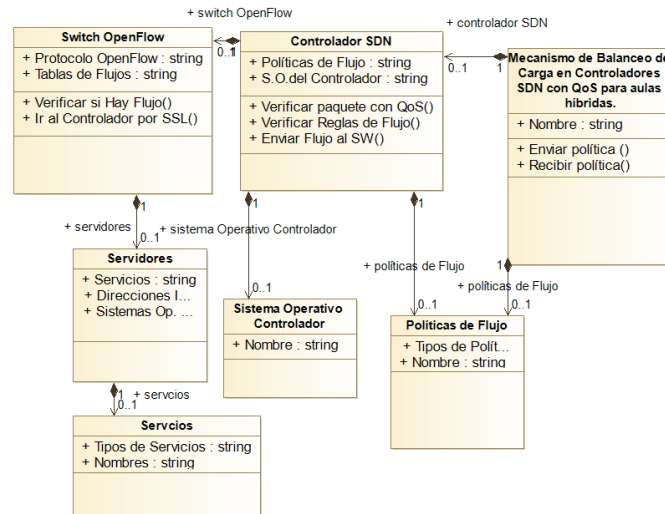


Figura 3 – Diagrama de Clase Propuesto

Como podemos ver en la Figura anterior, queda reflejado el marco conceptual de términos, metodología y teoría a utilizar en este proyecto. Aunque nos interesa el modelo en general de las redes SDN, en particular nos centraremos en el Mecanismo de balanceo de carga en Controladores SDN con QoS para aulas híbridas.

Prueba de Laboratorio y Simulación.

La metodología propuesta es ensayar en un laboratorio simulado en la herramienta Mininet, un ejemplo de transferencia de video conferencia o streaming con calidad de servicio, a través de la medición de latencia, jitter (fluctuación o inestabilidad de la señal o señal con ruido), ancho de banda y pérdida de paquetes entre nodos de la red local. Para ello utilizamos el escenario de laboratorios de la Universidad y un aula híbrida. En estos nodos se prepara un escenario de prueba con un dominio de red LAN y con diferentes servicios corriendo además de video conferencia con un controlador SDN, simulando una clase o streaming multimedia de videoconferencia, al que se le suma balanceo de carga que se comunica al aula híbrida para priorizar dichos paquetes. Este es el escenario de calidad de servicio balanceo de carga de paquete de internet mediante la transmisión de una política, que pretende probar que el modelo planteado en este proyecto, genera que se direccionen los mismos con calidad de servicio. Se utilizaron dos formatos para el video de diferentes tamaños de videos 480, 720 y 1080. Para analizar calidad de servicio en cada formato y tamaño, en los puntos que se montaron como aulas híbridas se analizaron y realizaron capturas de paquetes con un cliente openRTSP que es un programa de línea de comandos que se puede utilizar para abrir, transmitir, recibir y opcionalmente grabar secuencias de videos especificados por una URL mediante RTSP, que es el protocolo de transmisión en tiempo real (del inglés Real Time Streaming Protocol), que establece y controla uno o muchos flujos sincronizados de datos, ya sean de audio o de video. El RTSP actúa como un comando a distancia a través de la red para servidores multimedia [10].

Resultados

Entonces se desarrolló un script de prueba para ejecutar 10 veces para cada formato de archivo y tamaño, por el aula híbrida para el envío de la política junto la calidad de servicio y priorización de paquetes. Luego se desarrolló un programa en JAVA para interpretar esos datos en formato texto y pasarlo a un archivo que sea interpretable por algún software de estadística, obteniendo los siguientes resultados.

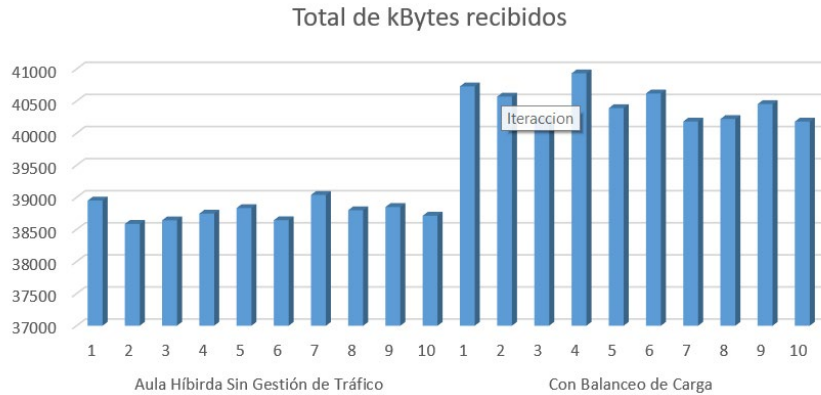


Figura 4– Total de Kbytes recibidos

Como podemos observar en las figuras 4 en el eje X tenemos la cantidad de ejecuciones de la recepción del video desde las diferentes pruebas con Balanceo de carga, con calidad de servicio (QoS) y sin gestión de tráfico. En total fueron 60 ejecuciones para las diferentes variables de videos por nodo.



Figura 5 – Jitter promedio ms.

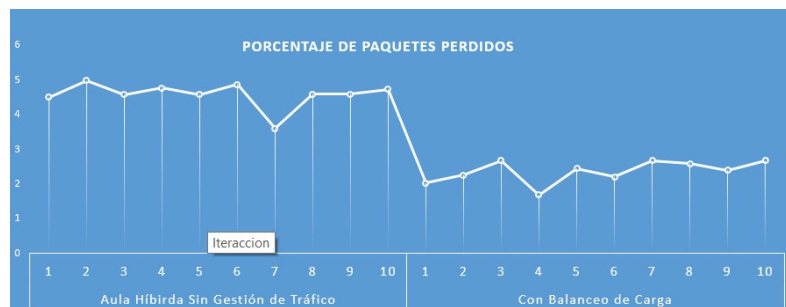


Figura 6 – Porcentaje de paquetes perdidos.

Como podemos observar en la figura 5 en los gráficos, los jitter y el porcentaje de paquetes perdidos que se encuentra en la figura 6 son mejores cuando los que ejecutamos con el controlador SDN con balanceo de carga.

Conclusión

Podemos mencionar que la hipótesis planteada con sus objetivos fueron cumplidos. Se planteó a nivel general un modelo abstracto para balanceo de carga con calidad de servicio (QoS) desde controladores SDN en una red local universitaria, para priorizar paquetes de video conferencia en aulas híbridas. Para validar la propuesta se diagramó un escenario de prueba simulado a través de la herramienta Mininet con un aula híbrida, donde se montó una conexión a un controlador SDN a través de un switch con protocolo Openflow y se simuló la transmisión de video conferencia para analizar calidad de servicio, con balanceo de carga, priorizando los paquetes. En el ejemplo se proponía video conferencia. En el análisis estadístico de calidad de servicio de las ejecuciones que se hicieron, aparece que la opción con un controlador SDN con balanceo de carga para priorizar los paquetes de video conferencia es el que obtiene los mejores resultados de análisis de tráfico. Con lo que queda demostrado nuestra hipótesis, de contar con un modelo de un controlador de tecnología SDN que permita un balanceo de carga de varios acceso a internet en un dominio de una red local universitaria para la implementación de aulas híbridas, proporciona una mejorara en la velocidad de comunicación, generando calidad de servicio en los paquetes de video. Cabe aclarar que las pruebas se realizaron con carga simulada pero no con ocupación real de todo el campus universitario debido a las restricciones planteadas por la pandemia Covid19.

Trabajos Futuros

Se plantea en proyectos futuros, mejorar el modelo y refinarlo con pruebas en un escenario real pero con mayor carga cuando las actividades vuelvan a la normalidad y con ese modelo construir un algoritmo para realizar una API en distintos lenguajes para diferentes controladores, para luego generalizarlas y que sirva como intermediario para diferentes escenarios de proyectos de aulas híbridas mediante controladores SDN con políticas de calidad de servicio.

Referencias

- [1] . B. D. O. Cajas, «SDN Applications and Plugins in the OpenDaylight Controller,» de *Conferencia IEEE 2020 de jóvenes investigadores rusos en ingeniería eléctrica y electrónica (ElConRus)*, San Petersburgo y Moscú, Rusia, Rusia, 2020.
- [2] ouse, «Searchsdn Techtarger,» 08 2015. [En línea]. Available: <http://searchsdn.techtarger.com/definition/software-defined-networking-SDN>. [Último acceso: 02 2016].
- [3] . Nogales, «ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE LAS REDES,» Universidad de Extremadura Centro Universitario de Mérida, Mérida - España, 2015.
- [4] A, «ccna-certification,» 25 10 2015. [En línea]. Available: <http://www.ccna-certification.info/que-es-el-software-defined-networking-sdn>. [Último acceso: 02 2016].
- [5] J. Velásquez, «Implementación y evaluación de una estrategia para garantizar mantenimiento de QoS en la transmisión de video en tiempo real en redes WLAN bajo el esquema de gestión SDN,» Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia, 2019.
- [6] . Delgado, «Estudio de redes definidas por software (SDN) y su aplicación a la Ingeniería de Tráfico,» Universidad de Zaragoza , Zaragoza , 2018.
- [7] . d. Silva, «Um modelo de gerenciamento da qualidade de experiênci para a provisão de serviços cientes de contexto.,» Universidade Federal de Santa Catarina, Santa Catarina, 2017.
- [8] . Mario E. Díaz Durán, «Nuevas Herramientas Tecnológicas en la Educación Superior,» de *Interamericano presentado en la XXXI Conferencia Interamericana de Contabilidad, Punta Cana*, Punta Canas, 2015.
- [9] M. S. María de los Ángeles Legañoa Ferrá, «Blended Learning O Modalidad Híbrida En La Capacitación De Docentes,» Universidad De Camagüey, Universidad De Apec, Camagüey, 2004.
- [10] Networks, Inc., «Un cliente RTSP de línea de comandos,» 8 2015. [En línea]. Available: <http://www.live555.com/openRTSP/>. [Último acceso: 8 2017].