Implementación de infraestructura de RED para pruebas de MPLS en el DataCenter académico del SENA

Galvis Motoa, Sergio Iván*
Especialización en Teleinformática.
Facultad de Ingeníera.
Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

Abstract

The present document has a description of the process for the implementation of the network infraestructure with MPLS which will emit video and audio from a laptop and a Raspberry, both used like a servers, to other laptops used like clients with simple configurations. Trough the paper will be described some issues finded in the implementation process, like the implemented solution for solve the issue. Also it's important add the use of physical CISCO™routers provided from the SENA's datacenter, this devices are the core of the implementation who has the MPLS configuration.

Keywords— MPLS, Transmisión audio y vídeo, Raspberry PI, DataCenter.

1 Introducción

La gran acogida recibida por Internet genero que el protocolo *IP (Internet Protocol)* se ubicará como la base de las telecomunicaciones actuales; desde la década de 1980 se viene usando la versión IPv4, donde se definen los métodos y formas de enrutar la información en redes que son heterogéneas entre ellas.
A medida que la demanda de trafico a los *ISP (Internet Service Provider)* por parte de los usuarios se incrementaba por el uso de aplicaciones multimediales, lo que genero la necesidad de *QoS (Quality of Service)* que se pudiera garantizar, desembocaron en la introducción de nuevos protocolos y nuevos enrutadores, por ejemplo *ATM (Asyncronous Transfer Mode)* lo cual lograba cumplir con las diferentes necesidades de clientes y proveedores. En el transcurrir del año 1998 se define como resultado de un grupo de trabajo de la *IETF (Internet Engineering Task Force)* el estandar *MPLS (MultiProtocol Label Switching)* ***Conmutación de Etiquetas Multiprotocolo.*** MPLS es una tendencia en tecnología que esta en crecimiento, la cual esta llamada a resolver bastantes desafíos que se tienen y algunos que aún no se conocen en el ámbito de las redes y las telecomunicaciones.
En la arquitectura de MPLS se encuentran contemplados mecanismos para lograr aprovechar las ventajas de conmutar etiquetas a través de mezclar el envió de paquetes de capa 2 con el enrutamiento de la capa 3, asignando etiquetas a los paquetes para ser transportados en las redes. De las más notables propiedades de MPLS respecto de las WAN, es el modo en el cual se asignan los labels/etiquetas y su capacidad de transportar un grupo de etiquetas adjuntas a un paquete, al tener esta capacidad se pueden utilizar nuevas herramientas como la ingeniería de tráfico, VPN, FastReroute en nodos al igual que en enlaces. [1],

2 Objetivo

Implementar una infraestructura de red basada en MPLS, para la transmisión de audio y video en el DataCenter Académico del SENA.

3 Propuesta

Se propone realizar una infraestructura de red en la que se transmita audio y vídeo, enrutando por medio de MPLS y aplicando algunas técnicas de CBQWF LLQ. Para poder realiza la anterior propuesta, se solicito al [2, DataCenter Académico del SENA (Centro de Gestión de Mercados)] para hacer uso de los equipos con los que

*si.galvismotoa@gmail.com

cuenta la entidad, con la finalidad de llevar a la práctica de la forma más real posible la propuesta.
Para la Implementación de la propuesta fueron necesarios los equipos de la tabla (1):

Table 1: Equipos empleados en la implementación

Dispositivo	**Configuración**	**Observaciones**
Router Cisco	IOS 15.01	Serie 2900 (4Unidades)
Switch Cisco	IOS 15.01	Serie 2960 (3Unidades)
Computador	Ubuntu 16.04	Servidor Audio
Computador	Ubuntu 16.04	Cliente Audio /Vídeo
Computador	Windows 10	Cliente Audio/Video
Raspberry PI2	Raspbian	Servidor Vídeo
Cámara WEB	Captura Vídeo	

El software empleado en los clientes y servidores, en su mayoría es libre, solo se hizo uso de un cliente con Windows, para validar la interoperabilidad entre sistemas operativos.

Infraestructura Propuesta

La infraestructura propuesta a nivel de enrutamiento se basa en un núcleo o backbone el cual esta integrado por 3 Routers de borde y uno en el centro; en este backbone se emplearán etiquetas MPLS, identificadas con los loopback respectivos de cada Router, enrutamiento por OSPF, y direcciones IPv4. Junto con los Routers de borde, se conectan los Switch tanto del lado de los servidores como de los clientes, lo que permite implementar un mayor número de clientes o servidores a la red propuesta.

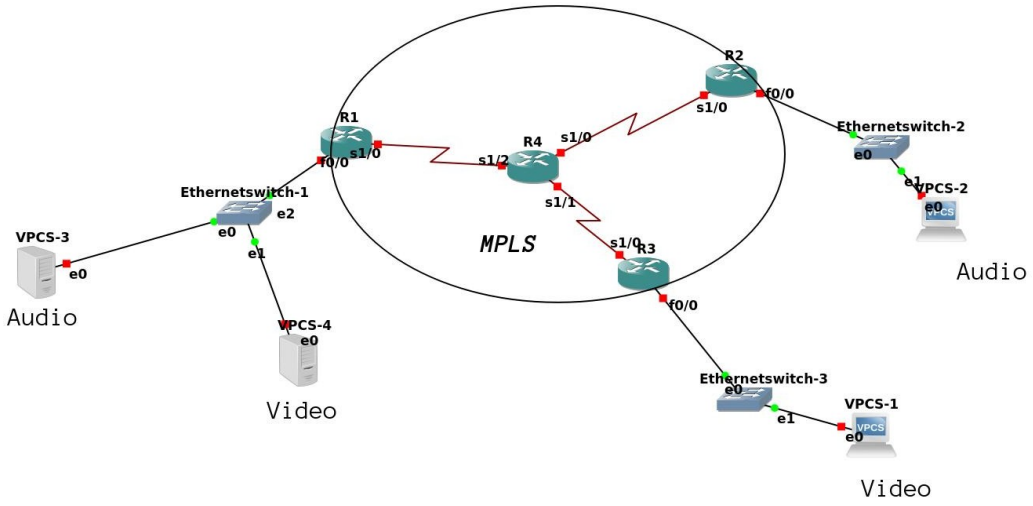

Figure 1: Propuesta a Implementar

4 Desarrollo

El desarrollo del presente proyecto se divide en 4 etapas:

- *Alistamiento de los Routers.*
- *Implementación de la Infraestructura.*
- *Configuración Servidores y Clientes.*

Se realizará una descripción del proceso de cada etapa y de las situaciones particulares para ser tenidas en cuenta, a nivel de software y configuraciones de los equipos usados.

Alistamiento de los Routers.

En esta implementación se utilizaron cuatro (4) Routers de la compañía Cisco^{TM}de la Serie 2900, que contaban con la versión de IOS 15.01, esta versión hace parte de las series *Integrated Services Routers (ISR)* que cuenta con las herramientas básicas necesarias para cada dispositivo en una imagen única; sin embargo, para hacer uso de algunas funcionalidades resulta necesario realizar la adquisición, registro e instalación de una nueva licencia [3]. Estas licencias se pueden consultar sus estados en el Router a través del comando:

```
Router#show license udi
```

Para esta infraestructura es necesario contar con la licencia de IPBASE la cual viene por defecto activada y con la licencia datak9, la cual proveé las funcionalidades de MPLS y ATM **y otras**. Para realizar la activación existen diferentes formas, las cuales se pueden consultar en [4]; una es la adquisición de la licencia y la segunda forma es realizar la activación por 60 días de la licencia de prueba, la cual es la usada para este proceso por su rápida activación, para ello se deben seguir los siguientes pasos luego de confirmar que no esta activa:

```
Router#configure terminal
Router(config)#license boot module c2900 technology-package datak9
```

Se debe aceptar la licencia con un YES, luego de ello, se debe salir del modo configure terminal y reiniciar el enrutador.

```
Router(config)# exit
Router# reload
```

Al contar con las licencias necesarias para poder hacer uso de los beneficios de MPLS, se puede iniciar el proceso para implementar la infraestructura de red.
En caso que las licencias de prueba ya estén caducadas, es necesario realizar el licenciamiento por medio de los canales de Cisco [4].

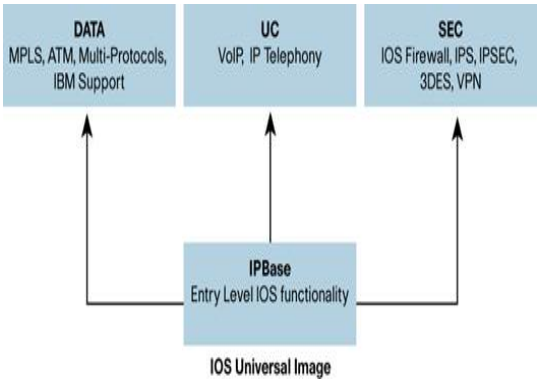

Figure 2: Tomado de [5]

Implementación de la Infraestructura.

Para realizar la implementación se realizo el acondicionamiento de un espacio en uno de los RACK de la sección de pruebas del DataCenter Académico del SENA como se muestra en la imagen de la figura 3.

Figure 3: Rack Utilizado

En los Routers R_1, R_2 y R_3 se instalaron interfaces de tipo serial, para realizar las conexiones con R_4, el cual esta en el centro de la infraestructura; R_1, R_2 y R_3 por estar ubicados en los bordes se conectaron por medio de sus interfaces Giga con los Switches.
La tabla de direcciones IPv4 a utilizar es la tabla 2, la cual se complementa con la propuesta de infraestructura de la imagen 4

Table 2: Direcciones IP propuestas para la implementación

Mapa de Red				
ID Red	**Enlace**	**Gateway**	**Última Dirección**	**Máscara**
192.168.40.0	R_1-S_1	192.168.40.1	192.168.40.254	255.255.255.0
172.16.20.0	R_2-S_2	172.16.20.1	172.16.20.14	255.255.255.240
172.16.100.0	R_3-S_3	172.16.100.1	172.16.100.14	255.255.255.240
10.1.1.0	R_1-R_4	10.1.1.1	10.1.1.3	255.255.255.252
11.0.0.0	R_2-R_4	11.0.0.1	11.0.0.3	255.255.255.252
12.2.2.0	R_3-R_4	12.2.2.1	12.2.2.3	255.255.255.252

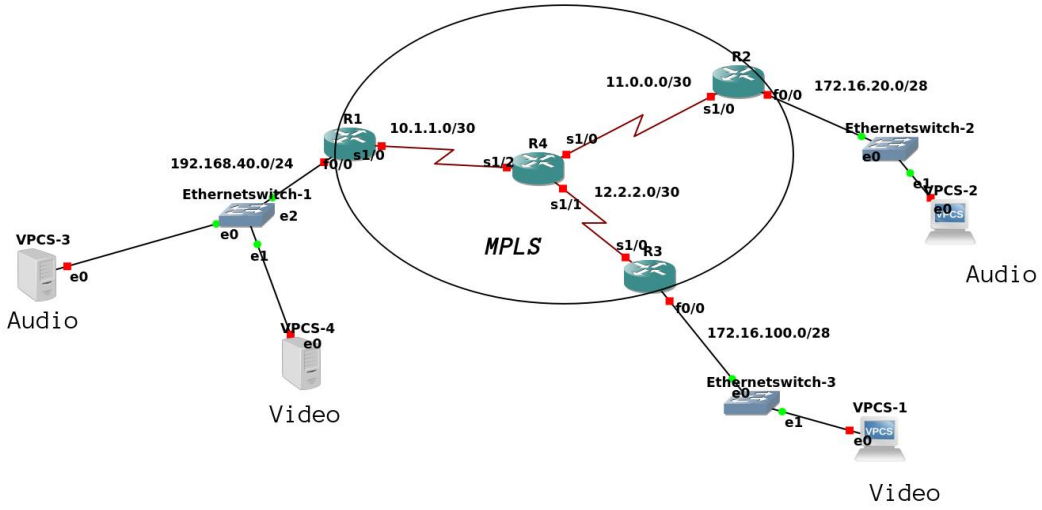

Figure 4: Propuesta Infraestructura con Direcciones IP.

Una vez realizadas las respectivas conexiones de los enlaces seriales y Giga, para los Routers como para los Switch, como se muestra en la figura 8 se da inicio a la configuración de cada uno de los Routers a través de un Cable de Consola de la forma indicada en los próximos apartados.

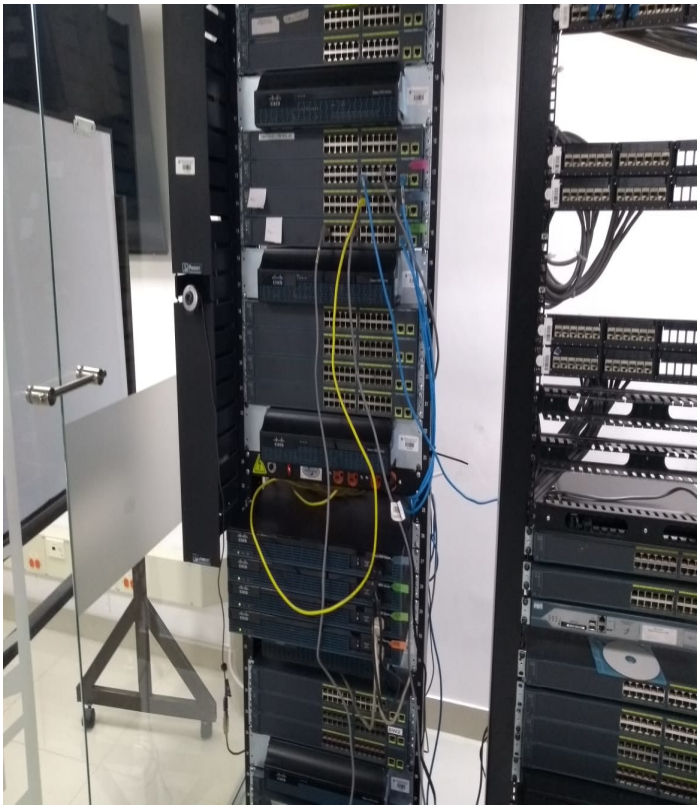

Figure 5: Routers y Switchs Cableados.

4.0.1 Configuración de R_1

Este es el Router de borde que enlaza los Servidores con el backbone y el resto de la red, como se mostró en la tabla 2 este Router tendrá una interfaz Serial y una interfaz Giga; el primer ajuste es actualizar el nombre del Router [3] por R_1:

```
Cisco2900#configure terminal
Cisco2900(config)#hostname R1
R1(config)#interface loopback 0
R1(config-if)#ip address 1.1.1.1 255.255.255.0
R1(config)#interface serial 0/0/0
R1(config-if)#ip address 10.1.1.1 255.255.255.252
R1(config-if)#no shutdown
R1(config)#interface gigabyte 0/0
R1(config-if)#ip address 192.168.40.1 255.255.255.0
R1(config-if)#no shutdown
R1(config)#router ospf 7
R1(config-router)#network 1.1.1.0 0.0.0.255 area 0
R1(config-router)#network 192.168.40.0 0.0.0.255 area 0
R1(config-router)#network 10.1.1.0 0.0.0.3 area 0
```

Es importante guardar los cambios en la configuración de los Routers.

4.0.2 Configuración de R_2

En el caso de R_2, que se tendrá como Router de salida por el cual se consumirán archivos de audio, se tiene una configuración similar, pero aplicando las respectivas direcciones para este dispositivo:

```
Cisco2900#configure terminal
Cisco2900(config)#hostname R2
R2(config)#interface loopback 0
R2(config-if)#ip address 2.2.2.2 255.255.255.0
R2(config)#interface serial 0/0/0
R2(config-if)#ip address 11.0.0.1 255.255.255.252
R2(config-if)#no shutdown
R2(config)#interface gigabyte 0/0
R2(config-if)#ip address 172.16.20.1 255.255.255.240
R2(config-if)#no shutdown
R2(config)#router ospf 7
R2(config-router)#network 2.2.2.0 0.0.0.255 area 0
R2(config-router)#network 172.16.20.0 0.0.0.15 area 0
R2(config-router)#network 11.0.0.0 0.0.0.3 area 0
```

Luego de estas configuraciones se hace necesario guardar los cambios.

```
R2 wr
```

4.0.3 Configuración de R_3

Seguidamente se procede con la configuración del Router R_3

```
Cisco2900#configure terminal
Cisco2900(config)#hostname R3
R3(config)#interface loopback 0
R3(config-if)#ip address 3.3.3.3 255.255.255.0
R3(config)#interface serial 0/0/0
R3(config-if)#ip address 12.2.2.1 255.255.255.252
R3(config-if)#no shutdown
R3(config)#interface gigabyte 0/0
R3(config-if)#ip address 172.16.100.1 255.255.255.240
R3(config-if)#no shutdown
R3(config)#router ospf 7
R3(config-router)#network 3.3.3.0 0.0.0.255 area 0
R3(config-router)#network 172.16.100.0 0.0.0.15 area 0
R3(config-router)#network 12.2.2.0 0.0.0.3 area 0
```

4.0.4 Configuración de R_4

La configuración para R_4 resulta diferente de las anteriores, pues este es el Router, que se dispone para la administración del trafico de R_1 rumbo a R_2 y R_3 respectivamente, sin embargo, la mayor parte de los pasos son los mismos, como la asignación de las interfaces que para este caso serán de tipo Serial.

```
Cisco2900#configure terminal
Cisco2900(config)#hostname R4
R4(config)#interface loopback 0
R4(config-if)#ip address 4.4.4.4 255.255.255.0
R4(config)#interface serial 0/0/1
R4(config-if)#ip address 12.2.2.2 255.255.255.252
R4(config-if)#no shutdown
R4(config)#interface serial 0/0/0
R4(config-if)#ip address 11.0.0.1 255.255.255.252
R4(config-if)#no shutdown
R4(config)#interface serial 0/1/1
R4(config-if)#ip address 10.1.1.2 255.255.255.252
R4(config-if)#no shutdown
R4(config)#router ospf 7
R4(config-router)#network 4.4.4.0 0.0.0.255 area 0
R4(config-router)#network 3.3.3.0 0.0.0.255 area 0
R4(config-router)#network 2.2.2.0 0.0.0.255 area 0
R4(config-router)#network 1.1.1.0 0.0.0.255 area 0
R4(config-router)#network 10.1.1.0 0.0.0.3 area 0
R4(config-router)#network 11.0.0.0 0.0.0.3 area 0
R4(config-router)#network 12.2.2.0 0.0.0.3 area 0
```

Luego de generar los anteriores enrutamientos, se mostraran en pantalla las adjacencias entre los Routers y R_4, de manera que ya se pueden visualizar entre ellos, esto se puede comprobar usando el comando

```
#traceroute
```

Una vez modificado el nombre del Router, asignadas las direcciones IP en las interfaces, y asignadas las redes en el OSPF con área 0, se procede a indicar el protocolo para distribuir las etiquetas que en este caso será LDP para la red MPLS; estos comandos se realizan por igual en todos los Routers. Se define el identificador LDP que se usará, luego la etiqueta, que en esta implementación será la loopback, después de ello, se activa la implementación del proceso MPLS en las interfaces en el área 0 de OSPF (Claramente se debe realizar solo en las interfaces que tendrán MPLS, es decir, en las interfaces seriales) con los siguientes comandos:

```
R1(config)#mpls label protocol ldp
R1(config)#mpls ldp router-id loopback 0
R1(config)#router ospf 7
R1(config-router)#mpls ldp autoconf area 0
```

Con las anteriores instrucciones, el resultado sera la vecindad con los diferentes Routers que tienen activada la distribución de etiquetas por LDP.

Configuración Servidores y Clientes.

Es importante realizar una descripción sobre la configuración utilizada en los dispositivos usados, no solo los Routers, sino también los servidores y clientes, pues esto permitirá reproducir el ejercicio para otras validaciones o practicas que se deseen realizar.

Clientes

Se puede pensar que es la configuración más simple de las empleadas en esta infraestructura, sin embargo, el no tener controladores de red, CODECS, navegador entre otros, puede ocasionar diferentes demoras en la prueba de los servicios propuestos en esta infraestructura. De la manera que se ha indicado, se implementaron dos equipos portátiles para ser usados en forma de clientes, sus configuraciones de Hardware fueron similares,

- Procesador de 1.5GHz.
- Memoria RAM de 4GB.
- Interfaz Ethernet.
- Disco duro de 500GB.

Mientras que en las configuraciones de Software, la variación estuvo en el sistema operativo, pues en uno de los equipos se empleo Ubuntu 16.04 y en el otro se utilizo Microsoft Windows; Se utilizaron navegadores WEB para acceder a los servidores.

Servidores

Este es uno de los puntos que necesito un poco más de tiempo y dedicación, pues la primera opción era configurar los servidores en equipos del DataCenter, lo cual no fue posible por dificultades de las configuraciones de arranque; Como solución fue necesario recurrir a otros equipos.

Servidor de Audio

Para esta configuración se utilizo un equipo portátil, que cuenta con:

- Procesador de 2.3GHz.
- Memoria RAM de 8GB.
- Interfaz Ethernet.
- Disco duro de 500GB.

En este equipo se realizo la instalación del servidor ICECAST2 disponible en [6], el cual es un software libre para streaming de multimedia, este servidor mostrará los diferentes elementos que se emitan o publiquen, con la finalidad de consumir estos servicios desde cualquier dispositivo enlazado a la red.
El siguiente elemento importante en el servidor de audio es el reproductor de audio, el cual debe proporcionar los codecs, reproducir y emitir, por ello fue necesario instalar VLC, un conocido reproductor de multimedia multiplataforma [7]. Desde el reproductor VLC, se puede realizar transmisión de audio en diferentes formatos, es posible hacer difusión como si se tratara de una estación de radio. Se selecciona el origen del contenido que será emitido, y se indica un punto de montaje en la red, al tener instalado ICECAST2 se apunta al servidor, y se le indica la dirección IP del dispositivo, se seleccionan los codecs y formatos necesarios, ya con esto se puede visualizar desde la red el contenido de audio emitido en el servidor. Una interesante forma de configuración es sugerida en [8].

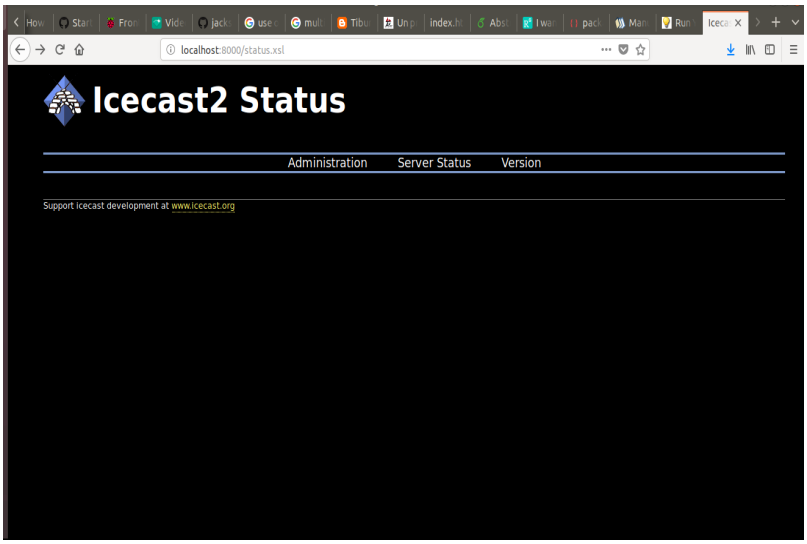

Figure 6: Servidor de audio.

Servidor de Video

Para la captura y transmisión del video en esta implementación se uso una cámara WEB con una tarjeta Raspberry PI 2 [9], con sistema operativo Raspbian, el cual esta basado en una distribución debian [10]; las características de esta tarjeta son muy interesantes aunque limitadas por su tamaño, cuenta con puertos HDMI y RCA para emitir la interfaz gráfica, por disco duro utiliza una tarjeta de memoria SD, puertos USB, 1GB de memoria RAM, tiene interfaz de red con lo cual permite la conexión en redes y operar con otros dispositivos.
En este dispositivo fue necesario desplegar un servidor llamado *MJPG-STREAMER* disponible en [11] para capturar la señal de la cámara WEB y la disponga para ser consumida desde los clientes de la red. El acceso al dispositivo Raspberry se realizó en dos formas, la primera usando una pantalla, para realizar configuraciones de red, para realizas la descarga y despliegue del servidor para el streaming, luego de ello, por ser un dispositivo usado como servidor, es necesario asignar una dirección IP fija; la segunda, luego de conectarla en la infraestructura, se puede hacer por comandos SSH, para prescindir de la pantalla, de esta forma solo hace falta ejecutar los comandos desde otro de los equipos conectados a la red para iniciar el servidor, en este caso el comando necesario es:

```
$ ./mjpg_streamer -i "./input_uvc.so -d /dev/video0 -r 640x472" -o "./output_http.so -w ./www"
```

El resultado desde un equipo cliente apuntando en el navegador web a la dirección de las Raspberry se muestra en la siguiente imagen.

Figure 7: Servidor de video.

En la transmisión del video, se evidenciaba algo de retraso, esto dada la configuración de captura de imágenes de la cámara, y los limitados recursos de la Raspberry, sin embargo, el streaming tenia buena calidad, consistencia y estabilidad.

5 DataCenter Académico SENA

El Servicio Nacional de aprendizaje, SENA, es una entidad que cuenta con múltiples espacios académicos que tienen como función emular los ambientes productivos en infinidad de disciplinas, esto con el ideal de adaptar y preparar a los aprendices para la vida laboral. Los ambientes especializados abarcan desde el SENA hotel, la fabrica de software, la mina académica, aeronaves en tierra, simuladores de conducción, talleres de mecanizado hasta cultivos productivos y en este caso un DataCenter académico; estos ambientes especializados son muy importantes para lograr impactar las problemáticas nacionales como es sugerido en [12].
Estos espacios son nichos de formación en áreas de tecnología, lo cual impulsa la creación de nuevos modelos de negocio, que permitan romper las barreras de emprendimiento y disminuir la brecha de recurso humano en los campos de ingeniería existente según [13]; la falta de experiencia con equipos reales genera desconfianza en el personal, lo que hace necesario contar con equipos y ambientes que emulan el entorno productivo.
El DataCenter académica cuenta con tres espacios, un área de instrucción, donde se encuentran equipos de computo y equipos de proyección, este espacio permite el diseño de las labores que se van a desarrollar. Un área de pruebas, que contiene seis racks con una variedad de equipos entre enrutadores y switches, esta zona no tiene salida a Internet, es un espacio para realizar pruebas de despliegue de productos o desarrollos, especial para aprendices de Redes como Desarrollo de Software y Desarrollo de Videojuegos. Por último, el área de producción, en esta zona se encuentran almacenados proyectos académicos que ya están terminados y en uso, algunos ejemplos son videojuegos, sistemas de información y algunos aplicativos propios del SENA, para adelantar procesos administrativos.

Figure 8: Imagen DataCenter SENA. Tomada de [2].

6 Conclusiones y Trabajos Futuros

Durante este proceso se pueden generar algunas conclusiones como aprendizajes:
Al momento de realizar procesos con enrutadores (Routers) de las familias 1900-2900-3900 de la marca Cisco™, es necesario validar la habilitación de las licencias, bien sean para Enrutamiento, VoIP, Seguridad, pues sin estas no es posible realizar procesos que actualmente son requeridos en la implementación de transmisión de datos.
A pesar de las excelentes prestaciones de los simuladores y emuladores, en el campo de aplicación estos entrenamientos pueden ser escasos, bien sea por las limitaciones o diferencias presentadas en los entornos, configuraciones o equipos reales que se encuentran en la industria y en el mercado. En esta implementación aunque se contaba con los equipos, algunos estaban desconfigurados y fue necesario recurrir a otras soluciones, por ejemplo el uso de la placa Raspberry.
Se proponen futuros trabajos referentes al análisis del tráfico en redes que implementen MPLS con el fin de validar el cumplimiento de las ventajas ofrecidas por la teoría en el campo real; de la misma manera también se propone tener múltiples clientes realizando el streaming tanto en video como en audio y con varias fuentes del mismo. Espacios especializados como el DataCenter usado en esta implementación, se hacen necesarios para la construcción de nuevos conocimientos en la academia.

Agradecimientos

Muchas gracias al Centro de Gestión de Mercados, Logística y Tecnologías de la Información del SENA, al señor Subdirector Jaime Garcia, a la coordinación de Teleinformática por permitir el uso de los equipos a través del Ingeniero Hector Salamanca con su grupo de trabajo, la Ingeniera Marina Prieto y al aprendiz Eduardo Guerrero, por su curiosidad. A la coordinadora Graciela Pulido. También a la coordinación de Teleinformática y al Ingeniero Danilo López por el acompañamiento.

References

[1] Pepelnjak, *Arquitecturas Mpls y VPN (Spanish Edition)*. Pearson Educacion, 2005.

[2] SENA. Datacenter académico sena. [Online]. Available: http://www.datasena.com

[3] Cisco. Cisco 3900 series, cisco 2900 series, and cisco 1900 series integrated services routers generation 2 software configuration guide. [Online]. Available: https://www.cisco.com/c/en/us/td/docs/routers/access/1900/software/configuration/guide/Software_Configuration.pdf

[4] ——. Software activation on cisco integrated services routers and cisco integrated service routers g2. [Online]. Available: https://www.cisco.com/c/en/us/td/docs/routers/access/sw_activation/SA_on_ISR.html

[5] ——. The cisco learning network-understanding cisco ios v15 licenses. [Online]. Available: https://learningnetwork.cisco.com/docs/DOC-20321

[6] Xiph.org. Icecast, servidor de streaming. [Online]. Available: http://www.icecast.org

[7] V. L. Organization. Vlc media player. [Online]. Available: https://www.videolan.org/vlc/index.es.html

[8] R. Ferro, D. López, and C. Martínez, *Investigación y desarrollo de servicios de streaming multicast basado en IPv6*. UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSE DE CALDAS, 2013.

[9] Raspberrypi.org. Organización raspberry pi. [Online]. Available: http://www.raspberrypi.org

[10] Raspbian.org. Raspbian team. [Online]. Available: http://www.raspbian.org

[11] Jacksonliam. Mjpg-streamer. [Online]. Available: https://github.com/jacksonliam/mjpg-streamer

[12] D. A. R. Yáñez and S. I. G. Motoa, "Estudio de los resultados del programa adsi del centro de servicios financieros y su compromiso y pertinencia ante una problemática de orden nacional," 2015.

[13] C. A. González Malagón and S. I. Galvis Motoa, "Plan de negocios new concept ingenieros asociados sas," 2016.