

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

ESCUELA DE FORMACIÓN DE TECNÓLOGOS

**IMPLEMENTACIÓN DE SERVICIOS DE RED CON
HERRAMIENTAS DE DEVOPS**

**IMPLEMENTACIÓN MULTICAST EN EQUIPOS DE RED MEDIANTE
DEVOPS**

**TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR PRESENTADO COMO
REQUISITO PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE TECNÓLOGO SUPERIOR
EN REDES Y TELECOMUNICACIONES**

DAYSÍ JULIANA ACHIG CONDOLO

DIRECTOR: ING. FERNANDO VINICIO BECERRA CAMACHO

DMQ, MARZO 2023

CERTIFICACIONES

Yo, DAYSI JULIANA ACHIG CONDOLO declaro que el trabajo de integración curricular aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.



DAYSI JULIANA ACHIG CONDOLO

daysi.achig@epn.edu.ec

daysiachig1998@gmail.com

Certifico que el presente trabajo de integración curricular fue desarrollado por DAYSI JULIANA ACHIG CONDOLO, bajo mi supervisión.



FERNANDO VINICIO BECERRA CAMACHO

DIRECTOR

fernando.becerrac@epn.edu.ec

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

A través de la presente declaración, afirmamos que el trabajo de integración curricular aquí descrito, así como el (los) producto(s) resultante(s) del mismo, son públicos y estarán a disposición de la comunidad a través del repositorio institucional de la Escuela Politécnica Nacional; sin embargo, la titularidad de los derechos patrimoniales nos corresponde a los autores que hemos contribuido en el desarrollo del presente trabajo; observando para el efecto las disposiciones establecidas por el órgano competente en propiedad intelectual, la normativa interna y demás normas.

DAYSÍ JULIANA ACHIG CONDOLO

DEDICATORIA

Dedico este trabajo de titulación a mi hijo Ismael, a mis padres Angela y Raúl, a mis hermanos y hermanas Rosario, María, Jose Luis y Paúl. Dedico mi tesis a toda mi familia ya que por ellos estoy terminando esta etapa educativa, por su apoyo y consejos.

Esto es para mí y para ustedes. Los quiero mucho.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por permitirme culminar esta etapa educativa, por darme la fuerza y el valor para seguir adelante, agradezco a mi madre Angela que ha sido un pilar fundamental a lo largo de mi vida, brindándome su cariño, amor, educación y su apoyo a lo largo de la carrera, agradezco a mi padre que siempre ha estado en las buenas y en las malas.

Agradezco a mi hijo Ismael que con su presencia me ha dado la valentía para luchar por mis sueños y hoy estoy alcanzando uno de ellos por mí, por él y por mi familia. Te amo mucho mi gordito bello.

Agradezco a mis hermanos Rosario, María, Jose Luis y Paúl que me han brindado su apoyo siempre, que me han dado consejos y palabras de aliento cuando pretendía abandonar mis estudios.

Agradezco a toda mi familia, que ha estado presente a lo largo de este camino. Gracias muchas gracias.

Agradezco también a la Escuela Politécnica Nacional que me abrió sus puertas para estudiar una tecnología, a mis profesores que me supieron compartir su conocimiento para lograr defenderme en la vida laboral. Gracias Inge Fanny Flores, Fernando Becerra y Gabriela Cevallos.

¡Gracias a mí misma por no abandonar lo que un día parecía imposible, lo que un día se hizo tan difícil, ahora lo estamos cumpliendo! Gracias por no rendirte.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CERTIFICACIONES.....	I
DECLARACIÓN DE AUTORÍA	II
DEDICATORIA	III
AGRADECIMIENTO.....	IV
RESUMEN.....	VI
ABSTRACT.....	VII
1 DESCRIPCIÓN DEL COMPONENTE DESARROLLADO.....	1
1.1 Objetivo general.....	2
1.2 Objetivos específicos.....	2
1.3 Alcance	2
1.4 Marco Teórico	2
2 METODOLOGÍA.....	6
3 RESULTADOS	7
3.1 Analizar DevOps y sus características.....	7
3.2 Diseñar el algoritmo para configurar Multicast mediante DevOps	8
3.3 Implementar el algoritmo Multicast en los equipos de networking mediante herramientas de DevOps.....	40
3.4 Verificar el funcionamiento del algoritmo	54
4 CONCLUSIONES.....	77
5 RECOMENDACIONES	79
6 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	80
7 ANEXOS.....	i
ANEXO I: Certificado de Originalidad	i
ANEXO II: Enlaces	ii
ANEXO III: Códigos Fuente	iii

RESUMEN

Actualmente se busca utilizar herramientas para la automatización de procesos de red con la finalidad de reducir tiempos de operación, evitar fallas provocadas por el ser humano y administrar bien los recursos informáticos. Ansible es una aplicación *Open Source* que realiza la una configuración de tareas de manera automática, es decir que permite crear algoritmos en un archivo YAML y ejecutarlos dentro de otros equipos denominados como nodos controlados por medio de una conexión SSH, estos hosts controlados deben pertenecer al archivo hosts propio de Ansible.

Para el primer capítulo se detalla en general como fue desarrollado el proyecto de titulación, el objetivo general y específicos, el alcance al que se espera llegar, el marco teórico donde se establecen definiciones importantes sobre las herramientas de DevOps, el software elegido para la creación de la topología y descripción de Multicast.

Para el segundo capítulo se menciona la metodología utilizada para cumplir cada objetivo establecidos dentro del proyecto.

Para el tercer capítulo se explica de manera detallada como fue el procedimiento para la implementación de *playbooks* en cada host, se verifica y se analiza los modos de configuración para Multicast y se dan a conocer las banderas de enrutamiento Multicast.

Para el cuarto y quinto capítulo se desarrollan las conclusiones y recomendaciones obtenidas a lo largo de la implementación del trabajo curricular.

Finalmente, los capítulos restantes corresponden a las referencias bibliográficas de donde se obtuvo la mayor cantidad de información y los anexos.

PALABRAS CLAVE: DevOps, Ansible, YAML, *playbook*, Multicast, *Sparse Mode*, *Dense Mode*, *Sparse Dense Mode*.

ABSTRACT

In the present, intelligent tools are needed to automate network processes in order to reduce operation times, increase the efficiency in human processes and improve the administration of computer resources. Ansible is an Open-Source App that can automate the task configuration, this app can create algorithms in an YAML archive and execute them in other nodes that are controlled through a SSH connection, this controlled hosts must belong to the Ansible Hosts file.

In the first Chapter is detailed how the degree project was developed, the general objective and specific objectives, the scope, the theoretical framework where important definitions are established about DevOps tools, the chosen software to create the topology and the Multicast description.

In the Second Chapter the methodology used to accomplish each one of the degree project objectives is established.

In the third chapter the process of the process of the Playbooks implementation in each host, verify and analyze the Multicast configuration nodes and routing flags get known.

In the fourth and fifth chapter are mentioned the recommendations and conclusions obtained in the development and implementation of the degree project.

Finally, the rest of the chapters are related to bibliographic references where the most relevant information was found, and the annexes are presented.

KEYWORDS: *DevOps, Ansible, playbook, Multicast, Sparse Mode, Dense Mode, Sparse Dense Mode*

1 DESCRIPCIÓN DEL COMPONENTE DESARROLLADO

Debido al amplio tráfico generado dentro de las redes por el intercambio de datos, el envío de paquetes para cada host se vuelve un trabajo pesado, consume una amplia capacidad de recursos agotando el ancho de banda y poniendo en riesgo las capacidades de la red, para solventar este problema es factible realizar un envío de paquetes por medio de un protocolo Multicast.

Para solventar el problema antes descrito se utiliza Multicast. Este estilo de comunicaciones permite enviar paquetes de uno a varios equipos, evitando que otros dispositivos que no son parte de los destinatarios reciban estos paquetes y pueda existir un robo de la información. Multicast tiene a su disposición las direcciones en IPv4 a partir de la 224.0.0.0 a la 239.255.255.255, este tráfico busca la dirección dentro del rango de Multicast y envía la información para cada grupo de host.

Adicional, Multicast proporciona varios modos de implementación que el usuario puede implementar en práctica dentro de su red. Un tipo de implementación es el modo disperso que utiliza un router designado como punto de concentración del tráfico, esto con la finalidad de evitar que colapse los recursos de la red. Multicast cuenta también con el modo denso que inunda la red de paquetes, este modo es implementado para redes que sean extensas. Finalmente, con el modo disperso denso que es la unión de los modos anteriores.

La implementación de Ansible con el protocolo Multicast dentro de los equipos de *networking*, pretenden automatizar los procesos de configuración de equipos y minimizar el tiempo del uso de recursos de la red como también los errores generados por los usuarios.

Es por esto que en el presente proyecto de titulación se implementará una topología de red en el simulador GNS3 para implementar red con Ansible y Multicast. La topología contará con un entorno donde se visualice un servidor, el mismo que se va a dirigir a un grupo Multicast por medio de los distintos modos., Con esta topología se podrá visualizar los diferentes escenarios que dispone Multicast, todo esto con la finalidad que el usuario pueda analizar los aspectos de la red según como sea implementada su topología. Con la configuración de Multicast se podrá garantizar el buen uso de los recursos de la red, minimizar el tiempo de envío de paquetes, evitar errores en la configuración de los equipos, dirigir el tráfico según la capacidad de la red y mantener una eficiencia acorde a lo que el usuario solicite.

1.1 Objetivo general

Implementar Multicast en equipos de red mediante DevOps

1.2 Objetivos específicos

- Analizar DevOps y sus características
- Diseñar el algoritmo para configurar Multicast mediante DevOps
- Implementar el algoritmo Multicast en los equipos de *networking* mediante herramientas de DevOps
- Verificar el funcionamiento del algoritmo.

1.3 Alcance

En este proyecto de integración curricular se tiene como objetivo principal implementar el protocolo multicast mediante Ansible dentro de una topología de red creada en GNS3. Los equipos que son parte de esta topología de red cuentan con conectividad de extremo a extremo y son configurados con los diferentes modos de multicast. La conexión entre Ansible y los equipos se lo realizará por medio del protocolo SSH que permite una conexión segura, a través de SSH se va a desplegar de forma remota todas las configuraciones establecidas dentro del libro de jugadas para cada equipo de la topología

1.4 Marco Teórico

DevOps

Las siglas DevOps en ingles se denominan como “*Development & Operations*”, que en español sería “Desarrollo y Operaciones”, DevOps se define como un grupo de metodologías que permiten optimizar las tareas de software y hardware para crear procedimientos de automatización y administración de equipos. [1]

El uso de DevOps en redes de computadoras actualmente se vuelve importante, ya que la automatización de procesos dentro de cada equipo de red permite minimizar errores al despliegue de la aplicación y realizar procesos más rápidos sin que el ser humano intervenga. [1]

DevOps permite crear colaboraciones entre usuarios que generalmente trabajan en lugares separados. Las razones por la cual DevOps está alcanzando una mayor acogida es por minimizar la administración de equipos y por sus costos. [2]

Ansible

Ansible es una aplicación que utiliza la ideología de DevOps, este software de código abierto fue creado por *Red Hat*. Ansible automatiza procesos de *networking* y realiza pruebas para cada acción que se vaya a ejecutar dentro del equipo. Ansible puede implementar, estructurar, planificar y construir diferentes aplicaciones que requieren sistemas actuales. Además, este software ut utiliza YAML que son etiquetas con un lenguaje legible por el ser humano. [3] [4]

Dentro de la arquitectura de Ansible existe un nodo controlador y los hosts o nodos controlados. El controlador será aquel donde se ejecute Ansible por completo, mientras que los nodos controlados son aquellos que Ansible va a manejar según la configuración del archivo denominado como *playbook*. Para generar la comunicación entre el controlador y los hosts se utiliza el protocolo SSH el cual permite una conexión remota segura. [5]

Características de Ansible

- Usa lenguaje YAML para acceder y crear tareas [5]
- Conexión segura mediante SSH [5]
- La arquitectura de Ansible no utiliza agentes, es decir que no se utiliza un software adicional instalado en los nodos. [5]
- Ansible es una aplicación gratuita y disponible para cualquier sistema operativo. [5]
- El *Overhead* (gastos de recursos computacionales) en la computadora instalada es bajo. [5]

Nodo controlador

Ansible utiliza un servidor Linux que le permitirá administrar a los hosts según la configuración del libro de jugadas, en el cual se encontraran las tareas determinadas para cada equipo. El nodo controlador cuenta con un archivo denominado como "hosts" en el cual se especifican equipos que van a ser controlados por Ansible. [6]

Host o nodos controlados

Los nodos controlados son los equipos donde se va a ejecutar los procesos establecidos en el *playbook*, estos dispositivos serán manejados desde el controlador y se podrá acceder a ellos mediante el protocolo SSH. [7]

Archivo Inventario o Hosts

Es el archivo que contiene la lista de los hosts individuales o de grupos, La ubicación donde se encuentra este archivo es en /etc/ansible/hosts. [8]

Playbook

Es un archivo YAML que consta de tareas que se van a ejecutar en los hosts que son parte de la red y que se encuentren designados dentro del archivo de hosts. Estas tareas utilizan a los módulos de Ansible para formar un proceso y se van a ejecutar en el orden establecido dentro del archivo. [9]

Software para la Simulación de la Red

A continuación, se mencionará un breve detalle de los softwares gráficos en los cuales se puede ejecutar la topología de la red que se va a presentar en este proyecto de titulación.

GNS3

Por sus siglas en ingles *Graphical Network Simulator* - GNS3, es un software gráfico completo, amigable, de tipo *Open Source* que se puede ejecutar dentro de varios sistemas operativos como son: Windows en la versión de 7 en adelante, Windows Server, Linux, ESXI y Mac OS. [10]

GNS3 emula topologías de red con imágenes de los equipos que van a ser utilizados dentro de la topología, es necesario contar con las imágenes descargadas de los dispositivos ya que el software cuenta con limitadas imágenes. Una de las ventajas de GNS3 es que permite simular equipos reales ya que al emular las imágenes estas tienen y se ejecutan con las mismas características de un equipo físico, otra ventaja es la posibilidad de captura paquetes con la herramienta de Wireshark. [11] [12]

En GNS3 se dispone de distintos emuladores como son: Virtual Box, VMware, Qemu y Dynamips. [12]

EVE-NG

Por sus siglas en ingles *Emulated Virtual Environment Next Generation* – EVE-NG, es una aplicación gráfica gratuita que permite simular escenarios de topologías con imágenes de equipos reales, similar a GNS3. EVE-NG se puede desplegar en sistemas operativos como Windows, Windows server, Linux, Mac OS y EXSI. [13]

EVE-NG dispone de una interfaz de usuario con HTML5, se puede transportar la red simulada a la red real sin complicaciones, no necesita herramientas adicionales (únicamente las imágenes), útil para crear distintas topologías de *networking*. [14]

Se eligió al simulador GNS3 porque no necesita agentes, es *Open Source*, tiene compatibilidad con las imágenes de los equipos de varios fabricantes, su simulación en código es muy similar a los equipos físicos reales. Además, no consume muchos recursos de RAM. Este software ha sido utilizado a lo largo de la carrera.

Multicast

Es una técnica de encaminamiento que funciona principalmente para enviar paquetes de uno a varios, es decir que, un paquete se va a transmitir para varios hosts pero no a todos. La red es la que se encarga de transportar estos paquetes según la información que necesita conocer cada host y de acuerdo con la configuración que se haya colocado en cada interfaz conforme a los modos de Multicast de la red. [15]

El servidor envía los paquetes a la red para que un host reciba el tráfico Multicast, para esto debe pertenecer a un grupo Multicast previamente designado. El protocolo IGMP es aquel que permite configurar el envío de paquetes Multicast a grupos en versiones de IPv4. [16]

La dimensión de direcciones IPv4 reservadas para Multicast están asignadas en el rango de la 224.0.0.0 – 239.255.255.255 pertenecientes a la Clase D. Algunas de las direcciones de este grupo como la 224.0.0.0/24 está establecida como red local, la 224.0.1.0/24 está relacionada para diferentes protocolos como NTP. [17]

Existen 3 modos de enrutamiento que permitirán configurar a la red de manera eficiente.

- 1. Modo disperso PIM:** Se envía el tráfico únicamente en el caso que solicita el host. En este modo los receptores se encuentran de forma dispersa, por lo que el ancho de banda va a colapsar en caso de que se establezca el modo denso, es decir que va a saturar a la red. Es por ello por lo que en el modo disperso se configura un RP (*Rendezvous Point*) que es un router designado como punto de reunión, este va a recibir todo el tráfico Multicast para que cuando el host solicite recibir los paquetes el RP envíe un mensaje IGMP al router establecido como servidor notificándole que requiere recibir dichos paquetes, el router servidor envía el tráfico al RP solicitando que le transfiera al host. [18] [19]
- 2. Modo denso PIM:** El router envía el tráfico a todos los equipos que son parte de la red, se presume que toda subred tenga al menos un grupo, es decir que sea una

red densa con un gran ancho de banda para inundarla de tráfico, una vez ya inundada la red y una interfaz no acepte el paquete este se elimina. [18]

- 3. Modo disperso-denso de PIM:** Es la unión del modo denso y disperso, tiene varias ventajas ya que al conocer al RP el tráfico se va a poder direccionar de una mejor manera, pero va a existir un uso vasto de ancho de banda de la red. [19]

2 METODOLOGÍA

En el actual proyecto de titulación se desarrolló la investigación de manera exploratoria, ya que permitió crear un algoritmo para equipos Multicast mediante el análisis de la investigación con relación a las características de automatización de DevOps, el funcionamiento de Ansible como una herramienta de automatización y la creación de tareas para equipos de *networking*, esto con la finalidad de evitar fallos en la configuración de la red.

Mediante la información obtenida, se realiza la implementación de una topología de red dentro del simulador GNS3 mediante la aplicación de Ansible que permite desarrollar la automatización para la configuración de los equipos. La metodología de este trabajo curricular se comprende de la siguiente manera:

Se instala la interfaz gráfica de GNS3 para el sistema operativo Windows con la finalidad de implementar la topología de la red. Se ejecuta una máquina virtual servidor de GNS3 dentro del software *VMware Workstation* para guardar todas las configuraciones desarrolladas dentro de la interfaz gráfica de GNS3. La máquina virtual es un servidor Ubuntu con la versión 20.04.4 la misma que es parte de una distribución de Linux.

El nodo controlador será descargado como la imagen "*Network Automation*" del *marketplace* de la página oficial de GNS3, es decir que únicamente se va a cargar la imagen y el nodo controlador está listo para ser configurado, esto sin la necesidad de crear máquinas virtuales adicionales.

Dentro de GNS3 se cargan las imágenes propias de los hosts que van a ser parte de la estructura de la red juntamente con la *Network Automation* que será el nodo principal de la topología. Se establece una comunicación remota segura por medio de SSH, el cual va a permitir que se comuniquen el nodo de Ansible y los hosts controlados.

Dentro del nodo controlador se modifica el archivo de hosts con los nombres de los equipos que van a ser automatizados, después se crea el libro de jugadas para cada modo Multicast

y para cada equipo, es decir que cada equipo de *networking* va a tener 3 *playbooks* tanto para el modo denso, disperso y el modo disperso denso.

Finalmente se ejecutan los *playbooks* para cada equipo y se visualiza mediante el comando `show ip mroute` como es la distribución de los paquetes en cada modo Multicast, dando así varias alternativas de configuración Multicast para el usuario.

3 RESULTADOS

En la sección resultados se desglosa la implementación del protocolo Multicast para el modo denso, disperso y disperso denso en equipos de red mediante Ansible.

En primer lugar, se instala el virtualizador *VMware Workstation* en la versión 16 para instalar la máquina virtual servidor de GNS3. Además, se instala GNS3 tanto para la aplicación con interfaz gráfica para Windows y el servidor con extensión ova.

Se activa el protocolo SSH para la conexión remota y se generan los *playbooks* para cada modo y para cada host. Se ejecuta cada *playbook* y se muestran los resultados de cada modo, esto va a permitir que el lector analice como utilizar el protocolo Multicast y en que escenarios se puede utilizar cada modo.

3.1 Analizar DevOps y sus características

Al cumplir con la investigación sobre DevOps se encontró varias facilidades de optimización de procesos, esta herramienta permite automatizar tareas de hardware y software creando algoritmos para la administración de una topología de red.

Las características de DevOps son:

- Participación entre desarrolladores de aplicaciones.
- Automatización de procesos.
- Disminuye la tasa de errores al momento de implementar un código.
- Minimiza tiempos de configuración en equipos.
- Evita mayor uso de recursos.

Las características adicionales de DevOps se tomaron en cuenta en el marco teórico.

3.2 Diseñar el algoritmo para configurar Multicast mediante DevOps

Instalación del GNS3

Se descarga de la página oficial el software de GNS3 para Windows y se lo instala en VMware Workstation con las características establecidas en la **Figura 3.1**, el principal parámetro que se debe tener en cuenta es el adaptador de red, el cual debe estar en modo NAT para que exista salida al Internet.

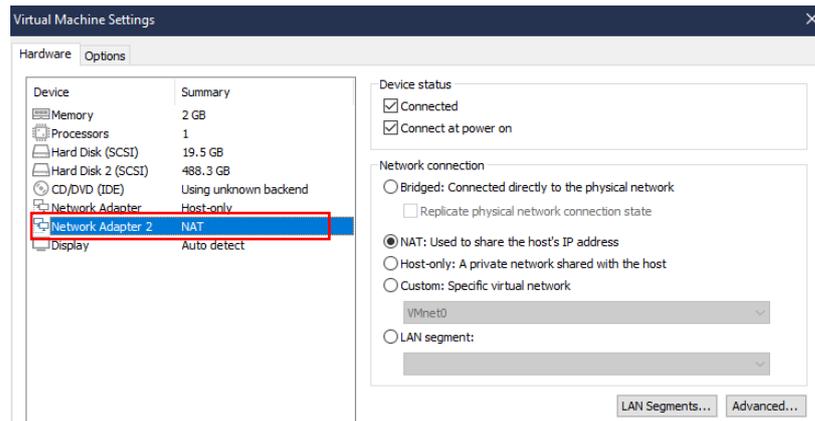


Figura 3.1 Parámetros de GNS3 en VMware

Se inicia la máquina virtual que contiene GNS3 y se debe desplegar la siguiente información como se visualiza en la Figura 3.2

Dentro del contenido que se muestra en esta figura el servidor brinda una **dirección IP 192.168.20.128** y el **puerto 80 HTTP** por el cual se ejecuta la conexión.

```
GNS3 server version: 2.2.35.1
Release channel: 2.2
VM version: 0.13.0
Ubuntu version: focal
Qemu version: 4.2.1
Virtualization: vmware
KVM support available: True
Uptime: up 0 minutes
IP: 192.168.20.128 PORT: 80

To log in using SSH: ssh gns3@192.168.20.128
Password: gns3

To launch the Web-Ui: http://192.168.20.128

Images and projects are stored in '/opt/gns3'
```

Figura 3.2 Características del servidor de GNS3

Configuración de preferencias en GNS3

Al abrir la interfaz gráfica de GNS3 se configura las preferencias con los datos del servidor de GNS3 como se visualiza en la Figura 3.3, esto con la finalidad de que los archivos creados se guarden en el servidor.

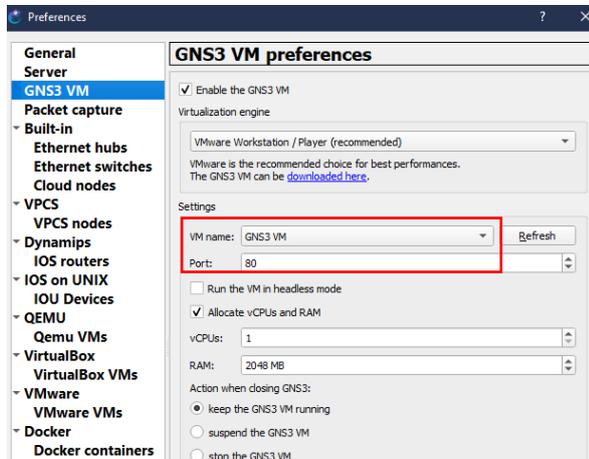


Figura 3.3 Preferencias de GNS3 VM

Creación de la topología

Para la creación de la topología de red se descargó las imágenes del router cisco C3725 y la imagen *Network Automation* de la página de GNS3. La *Network Automation* contiene el software de Ansible, es decir que, ya no es necesario descargar un sistema operativo adicional para instalar al nodo controlador. Se debe colocar una *cloud* para que la *Network Automation* acceda a Internet y pueda descargar los módulos y paquetes principales para la implementación de los algoritmos de configuración para los hosts de la red. En la siguiente Figura 3.4 se pueden observar las imágenes cargadas dentro de la interfaz de GNS3.

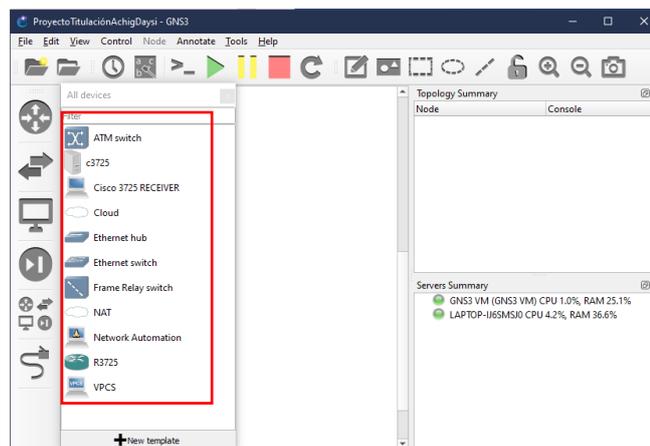


Figura 3.4 Imágenes cargadas en GNS3

La topología desarrollada para el trabajo de titulación consta de 5 routers cisco C3725, uno de ellos está establecido como el servidor del cual se recibirá todo el tráfico de la red, mientras que otro servidor será el que recibe los paquetes enviados, este tendrá el **grupo igmp** asignado según la **dirección IPv4 239.1.1.1**, mientras que los routers restantes dirigen los paquetes de la red según sea su configuración. La topología esta implementada según la Figura 3.5

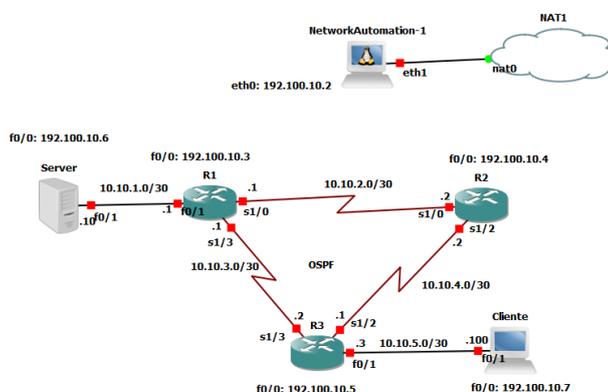


Figura 3.5 Topología del proyecto de titulación

La *Network Automation* por defecto cuenta con una sola interfaz la cual se va a conectar a cada uno de los equipos para ejecutar el *playbook* correspondiente. Se debe añadir una segunda interfaz que se pueda conectar a la nube y tener salida a Internet.

Como se observa en la Figura 3.6 se establece a la **eth0** como estática y se le asigna la IPv4 **192.100.10.2** que será la dirección por la cual va a realizar la conexión SSH. Se coloca la dirección IPv4 del servidor de GNS3 la 192.168.20.128 para obtener salida al Internet.

La interfaz nueva eth1 va a ser configurada con DHCP es decir que se asignará la dirección IPv4 de forma dinámica.

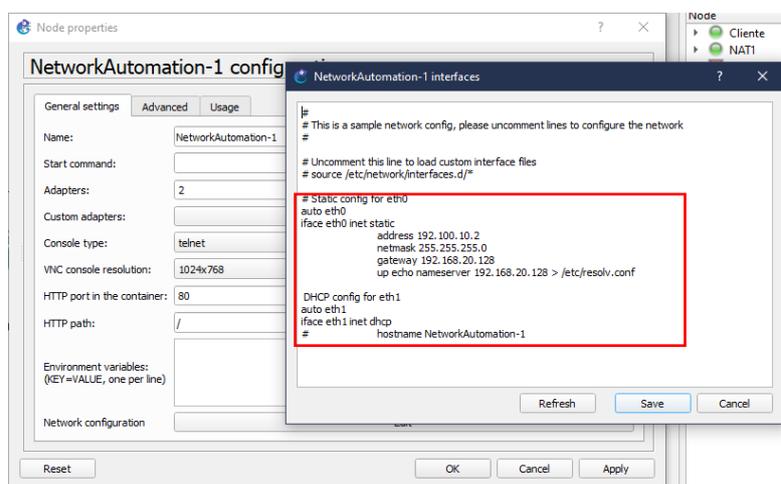


Figura 3.6 Configuración de interfaces para el controlador

Creada la topología se encienden los equipos para empezar a configurar a cada uno de forma manual. La topología encendida se visualiza en la Figura 3.7

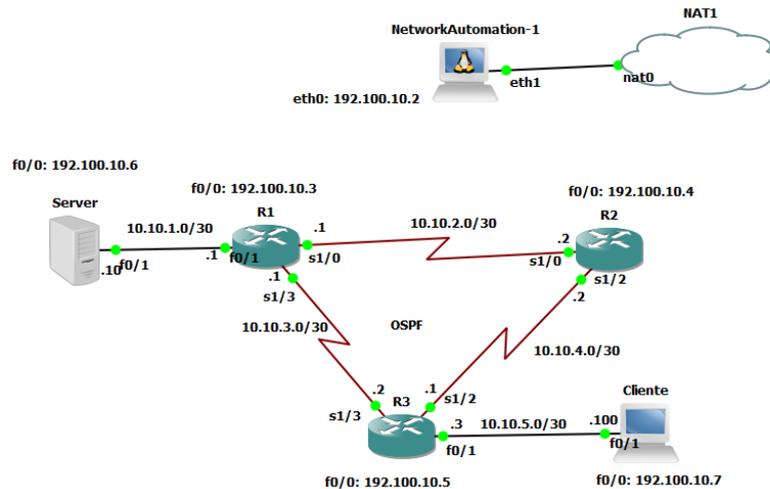


Figura 3.7 Equipos encendidos

Configuración manual de direcciones IPv4 estáticas, generación de claves rsa y activación del protocolo SSH en los equipos de la topología.

Se ingresa a la interfaz **FastEthernet 0/0** de cada router donde se va a configurar la dirección IPv4 estática por la cual se va a realizar la conexión con la *Network Automation*. En la Figura 3.8 se visualiza el ejemplo de R1 en cual se ingresa al modo de configuración global donde se levanta y se asigna la dirección **192.100.10.3/24** en la f0/0.

```
R1#configure terminal
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z
R1(config)#int f0/0
R1(config-if)#ip add 192.100.10.3 255.255.255.0
R1(config-if)#no sh
R1(config-if)#exit
```

Figura 3.8 Asignación de IPv4 y levantamiento de interfaz para R1

Se coloca un nombre de dominio al router, en este caso es **achig** y se crea un usuario remoto **admin** con su contraseña **daysi**.

Se observa la asignación en la siguiente Figura 3.9

```
R1(config)#ip domain-name achig
R1(config)#username admin privilege 15 secret daysi
R1(config)#
```

Figura 3.9 Nombre de dominio y usuario remoto - R1

Se configura al router para que encripte el tráfico generado por SSH, para ello se utiliza el comando **crypto key generate rsa** el cual va a genera la clave criptográfica rsa. Esta clave va a permitir cifrar y descifrar paquetes SSH de cada equipo. La configuración se observa de la siguiente manera en la Figura 3.10

```
R1(config)#crypto key generate rsa
The name for the keys will be: R1.achig
Choose the size of the key modulus in the range of 360 to 2048 for your
General Purpose Keys. Choosing a key modulus greater than 512 may take
a few minutes.

How many bits in the modulus [512]: 1024
% Generating 1024 bit RSA keys, keys will be non-exportable...[OK]

R1(config)#
*Mar 1 00:38:18.075: %SSH-5-ENABLED: SSH 1.99 has been enabled
R1(config)#
```

Figura 3.10 Activación de clave rsa para R1

Se habilita SSH en la versión 2, adicional se coloca a enable una clave secreta y se activa el transporte ssh por medio de line vty. Se observa la implementación en la Figura 3.11

```
R1(config)#ip ssh version 2
R1(config)#enable secret daysi
R1(config)#line vty 0 4
R1(config-line)#transport input ssh
R1(config-line)#login local
R1(config-line)#exit
R1(config)#do wr
Building configuration...
[OK]
R1(config)#
```

Figura 3.11 Activación de SSH - R1

Se verifica que el estado de la interfaz este levantado (up) colocando **do show ip interface brief f0/0** y en el caso que se desee revisar que SSH este activado se coloca el comando **do show ip ssh** tal como en la Figura 3.12

```
R1(config)#do sh ip int brief f0/0
Interface                IP-Address      OK? Method Status  Protocol
FastEthernet0/0         192.100.10.3   YES manual up      up
R1(config)#do sh ip ssh
SSH Enabled - version 2.0
Authentication timeout: 120 secs; Authentication retries: 3
R1(config)#
```

Figura 3.12 Verificación de enlace levantado y activación SSH - R1

Se repite el mismo procedimiento para los demás routers, para el Servidor y para el Cliente.

Se dirige a **R2** y se coloca las mismas configuraciones, pero con la dirección IPv4 192.100.10.4/24 tal como se observa en la Figura 3.13

```

R2(config)#int f0/0
R2(config-if)#ip add 192.100.10.4 255.255.255.0
R2(config-if)#no sh
R2(config-if)#exit
R2(config)#ip domain-name achig
R2(config)#username admin privilege 15 secret daysi
R2(config)#crypto key generate rsa
The name for the keys will be: R2.achig
Choose the size of the key modulus in the range of 360 to 2048 for your
  General Purpose Keys. Choosing a key modulus greater than 512 may take
  a few minutes.

How many bits in the modulus [512]: 1024
% Generating 1024 bit RSA keys, keys will be non-exportable...[OK]

R2(config)#
*Mar  1 01:47:10.567: %SSH-5-ENABLED: SSH 1.99 has been enabled
R2(config)#ip ssh version 2
R2(config)#enable secret daysi
R2(config)#line vty 0 4
R2(config-line)#transport input ssh
R2(config-line)#exit
R2(config)#do sh ip int brief f0/0
Interface                IP-Address      OK? Method Status          Protocol
FastEthernet0/0         192.100.10.4   YES manual up              up
R2(config)#do sh ip ssh
SSH Enabled - version 2.0
Authentication timeout: 120 secs; Authentication retries: 3

```

Figura 3.13 Configuración R2

Se dirige al **R3** que se le asignará la dirección IPv4 192.100.10.5/24 y se coloca las mismas líneas de configuración como se visualiza en la Figura 3.14

```

R3(config)#int f 0/0
R3(config-if)#ip add 192.100.10.5 255.255.255.0
R3(config-if)#no sh
R3(config-if)#exit
R3(config)#ip domain-name achig
R3(config)#username admin privilege 15 secret daysi
R3(config)#crypto key generate rsa
The name for the keys will be: R3.achig
Choose the size of the key modulus in the range of 360 to 2048 for your
  General Purpose Keys. Choosing a key modulus greater than 512 may take
  a few minutes.

How many bits in the modulus [512]: 1024
% Generating 1024 bit RSA keys, keys will be non-exportable...[OK]

R3(config)#
*Mar  1 01:49:18.411: %SSH-5-ENABLED: SSH 1.99 has been enabled
R3(config)#ip ssh version 2
R3(config)#enable secret daysi
R3(config)#line vty 0 4
R3(config-line)#transport input ssh
R3(config-line)#login local
R3(config-line)#exit
R3(config)#do sh ip int brief f0/0
Interface                IP-Address      OK? Method Status          Protocol
FastEthernet0/0         192.100.10.5   YES manual up              up
R3(config)#do sh ip ssh
SSH Enabled - version 2.0
Authentication timeout: 120 secs; Authentication retries: 3

```

Figura 3.14 Configuración R3

En el **Server** se coloca la dirección 192.100.10.6/24 y de igual manera las mismas líneas de implementación, esto se puede constatar en la Figura 3.15

```

Server(config)#int f0/0
Server(config-if)#ip add 192.100.10.6 255.255.255.0
Server(config-if)#no sh
Server(config-if)#exit
Server(config)#ip domain-name achig
Server(config)#username admin privilege 15 secret daysi
Server(config)#crypto key generate rsa
The name for the keys will be: Server.achig
Choose the size of the key modulus in the range of 360 to 2048 for your
  General Purpose Keys. Choosing a key modulus greater than 512 may take
  a few minutes.

How many bits in the modulus [512]: 1024
% Generating 1024 bit RSA keys, keys will be non-exportable...[OK]

Server(config)#
*Mar 1 01:51:08.771: %SSH-5-ENABLED: SSH 2.0 has been enabled
Server(config)#ip ssh version 2
Server(config)#enable secret daysi
Server(config)#line vty 0 4
Server(config-line)#transport input ssh
Server(config-line)#login local
Server(config-line)#exit
Server(config)#do sh ip int brief f0/0
Interface                IP-Address      OK? Method Status        Protocol
FastEthernet0/0          192.100.10.6   YES manual up             up
Server(config)#do sh ip ssh
SSH Enabled - version 2.0
Authentication timeout: 120 secs; Authentication retries: 3

```

Figura 3.15 Configuración Server

Al **Cliente** se le asigna la dirección IPv4 192.100.10.7/24 y se le configura de la misma manera que los equipos anteriores. Los comandos utilizados se pueden observar en la Figura 3.16

```

Cliente(config)#int f0/0
Cliente(config-if)#ip add 192.100.10.7 255.255.255.0
Cliente(config-if)#no sh
Cliente(config-if)#exit
Cliente(config)#ip domain-name achig
Cliente(config)#username admin privilege 15 secret daysi
Cliente(config)#crypto key generate rsa
The name for the keys will be: Cliente.achig
Choose the size of the key modulus in the range of 360 to 2048 for your
  General Purpose Keys. Choosing a key modulus greater than 512 may take
  a few minutes.

How many bits in the modulus [512]: 1024
% Generating 1024 bit RSA keys, keys will be non-exportable...[OK]

Cliente(config)#
*Mar 1 01:54:47.411: %SSH-5-ENABLED: SSH 1.99 has been enabled
Cliente(config)#ip ssh version 2
Cliente(config)#enable secret daysi
Cliente(config)#line vty 0 4
Cliente(config-line)#transport input ssh
Cliente(config-line)#login local
Cliente(config-line)#exit
Cliente(config)#do sh ip int brief f0/0
Interface                IP-Address      OK? Method Status        Protocol
FastEthernet0/0          192.100.10.7   YES manual up             up
Cliente(config)#do sh ip ssh
SSH Enabled - version 2.0
Authentication timeout: 120 secs; Authentication retries: 3
Cliente(config)#

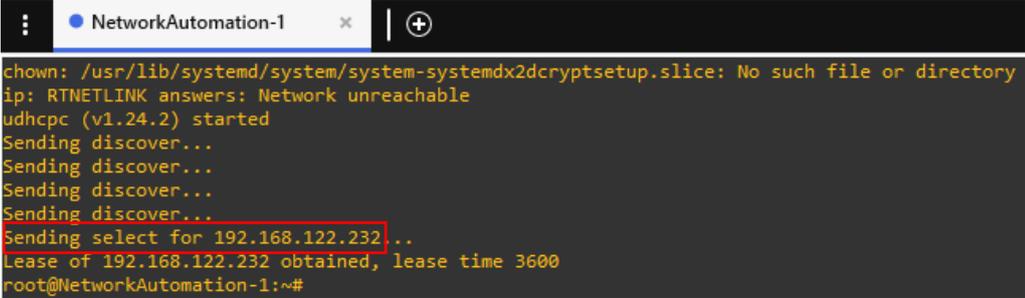
```

Figura 3.16 Configuración Cliente

Generación en la Network Automation de la llave SSH

Al momento de inicializar al nodo controlador, la interfaz eth1 fue establecida como DHCP, esta buscará la dirección IPv4 de la NAT hasta que se le asigne.

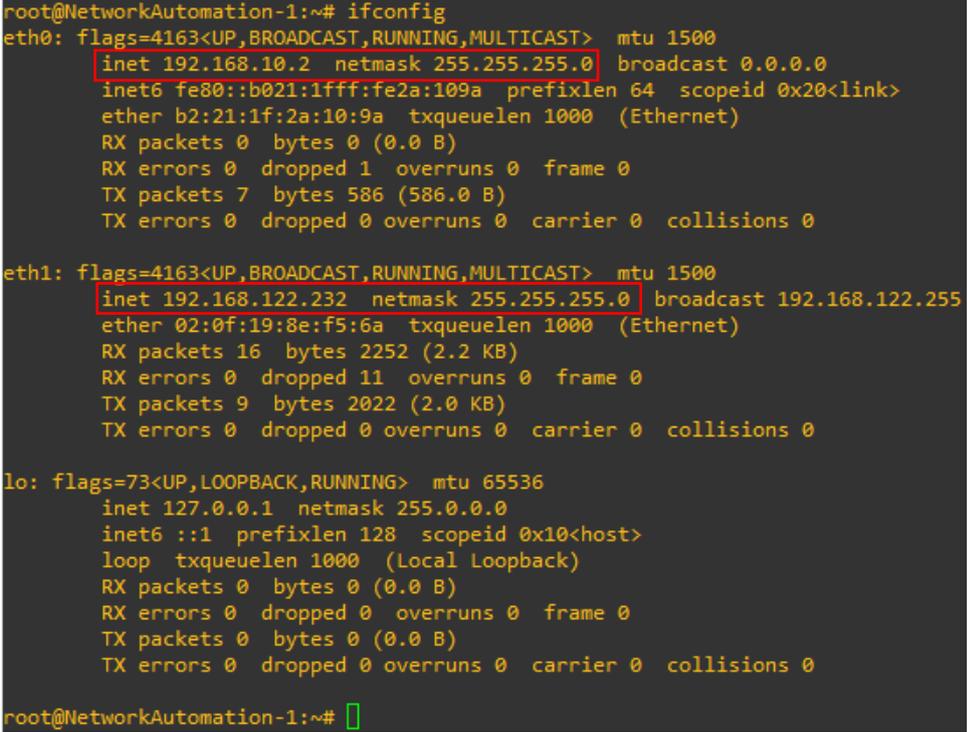
En la Figura 3.17 se visualiza que la dirección configurada dinámicamente fue la 192.168.122.232.

A terminal window titled 'NetworkAutomation-1' showing the output of a DHCP client. The text includes: 'chown: /usr/lib/systemd/system/system-systemdxd2cryptsetup.slice: No such file or directory', 'ip: RTNETLINK answers: Network unreachable', 'udhcpd (v1.24.2) started', 'Sending discover...', 'Sending discover...', 'Sending discover...', 'Sending discover...', 'Sending select for 192.168.122.232..', 'Lease of 192.168.122.232 obtained, lease time 3600', and 'root@NetworkAutomation-1:~#'. The IP address '192.168.122.232' is highlighted with a red box.

```
chown: /usr/lib/systemd/system/system-systemdxd2cryptsetup.slice: No such file or directory
ip: RTNETLINK answers: Network unreachable
udhcpd (v1.24.2) started
Sending discover...
Sending discover...
Sending discover...
Sending discover...
Sending select for 192.168.122.232..
Lease of 192.168.122.232 obtained, lease time 3600
root@NetworkAutomation-1:~#
```

Figura 3.17 Nodo Controlador

Antes de generar la llave SSH se verifica que las interfaces de red eth0 y eth1 se encuentren asignadas según lo configurado, esto se lo visualiza en la Figura 3.18 con el comando **ifconfig**.

A terminal window showing the output of the 'ifconfig' command. The output lists three interfaces: eth0, eth1, and lo. For eth0, the IP is 192.168.10.2. For eth1, the IP is 192.168.122.232. For lo, the IP is 127.0.0.1. The IP addresses are highlighted with red boxes.

```
root@NetworkAutomation-1:~# ifconfig
eth0: flags=4163<UP,BROADCAST,RUNNING,MULTICAST> mtu 1500
    inet 192.168.10.2 netmask 255.255.255.0 broadcast 0.0.0.0
    inet6 fe80::b021:1fff:fe2a:109a prefixlen 64 scopeid 0x20<link>
    ether b2:21:1f:2a:10:9a txqueuelen 1000 (Ethernet)
    RX packets 0 bytes 0 (0.0 B)
    RX errors 0 dropped 1 overruns 0 frame 0
    TX packets 7 bytes 586 (586.0 B)
    TX errors 0 dropped 0 overruns 0 carrier 0 collisions 0

eth1: flags=4163<UP,BROADCAST,RUNNING,MULTICAST> mtu 1500
    inet 192.168.122.232 netmask 255.255.255.0 broadcast 192.168.122.255
    ether 02:0f:19:8e:f5:6a txqueuelen 1000 (Ethernet)
    RX packets 16 bytes 2252 (2.2 KB)
    RX errors 0 dropped 11 overruns 0 frame 0
    TX packets 9 bytes 2022 (2.0 KB)
    TX errors 0 dropped 0 overruns 0 carrier 0 collisions 0

lo: flags=73<UP,LOOPBACK,RUNNING> mtu 65536
    inet 127.0.0.1 netmask 255.0.0.0
    inet6 ::1 prefixlen 128 scopeid 0x10<host>
    loop txqueuelen 1000 (Local Loopback)
    RX packets 0 bytes 0 (0.0 B)
    RX errors 0 dropped 0 overruns 0 frame 0
    TX packets 0 bytes 0 (0.0 B)
    TX errors 0 dropped 0 overruns 0 carrier 0 collisions 0

root@NetworkAutomation-1:~#
```

Figura 3.18 Interfaces de red

Para generar la llave de SSH dentro del nodo controlador, primero se debe editar un archivo de texto ubicado en la ruta **/etc/ssh** como se observa en la Figura 3.19, el archivo a

modificarse tendrá el nombre de **ssh_config** el cual permitirá establecer la conexión remota.

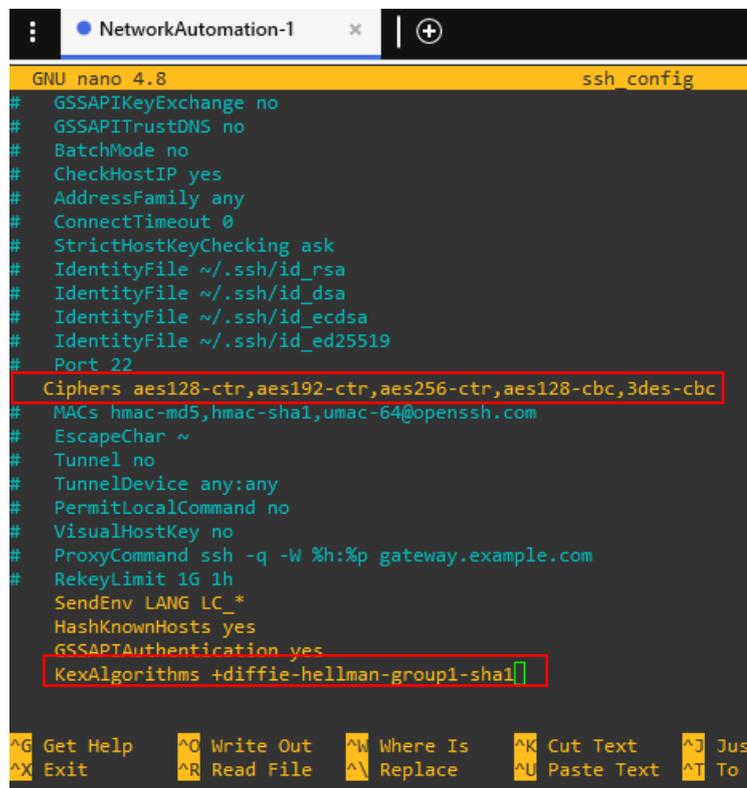
```
root@NetworkAutomation-1:~# cd /etc/ssh
root@NetworkAutomation-1:/etc/ssh# ls
ssh_config  ssh_config.d
root@NetworkAutomation-1:/etc/ssh#
```

Figura 3.19 Ruta de archivo ssh_config

Se ingresa al archivo **ssh_config** y se debe agregar el texto **KexAlgorithms +diffie-hellman-group1-sha1** bajo la última línea del contenido del archivo, este texto va a permitir que se ejecute el intercambio de la clave de SSH.

Además, se debe des comentar del mismo archivo la fila que contiene el texto **Ciphers aes128-ctr, aes192-ctr, aes256-ctr, aes128-cbc, 3des-cbc** la cual va a permitir acceder al método de cifrado para sistemas que utilicen protocolos SSH.

La modificación del archivo se puede visualizar en la siguiente Figura 3.20



```
GNU nano 4.8 ssh_config
# GSSAPIKeyExchange no
# GSSAPITrustDNS no
# BatchMode no
# CheckHostIP yes
# AddressFamily any
# ConnectTimeout 0
# StrictHostKeyChecking ask
# IdentityFile ~/.ssh/id_rsa
# IdentityFile ~/.ssh/id_dsa
# IdentityFile ~/.ssh/id_ecdsa
# IdentityFile ~/.ssh/id_ed25519
# Port 22
Ciphers aes128-ctr, aes192-ctr, aes256-ctr, aes128-cbc, 3des-cbc
# MACs hmac-md5, hmac-sha1, umac-64@openssh.com
# EscapeChar ~
# Tunnel no
# TunnelDevice any:any
# PermitLocalCommand no
# VisualHostKey no
# ProxyCommand ssh -q -W %h:%p gateway.example.com
# RekeyLimit 1G 1h
SendEnv LANG LC_*
HashKnownHosts yes
GSSAPIAuthentication yes
KexAlgorithms +diffie-hellman-group1-sha1
^G Get Help      ^O Write Out    ^W Where Is     ^K Cut Text     ^J Just
^X Exit          ^R Read File    ^L Replace      ^U Paste Text   ^T To S
```

Figura 3.20 Modificación archivo ssh_config

Ya realizadas las modificaciones en ssh_config se ejecuta el comando **ssh-keygen**, el cual va a generar una clave SSH para el controlador. La clave generada se visualiza en la Figura 3.21

```

RX errors 0 dropped 0 overruns 0 frame 0
TX packets 0 bytes 0 (0.0 B)
TX errors 0 dropped 0 overruns 0 carrier 0 collisions 0

root@NetworkAutomation-1:~# cd /etc/ssh
root@NetworkAutomation-1:/etc/ssh# ls
ssh_config  ssh_config.d
root@NetworkAutomation-1:/etc/ssh# nano ssh config
root@NetworkAutomation-1:/etc/ssh# ssh-keygen
Generating public/private rsa key pair.
Enter file in which to save the key (/root/.ssh/id_rsa):
Enter passphrase (empty for no passphrase):
Enter same passphrase again:
Your identification has been saved in /root/.ssh/id_rsa
Your public key has been saved in /root/.ssh/id_rsa.pub
The key fingerprint is:
SHA256:TQzLPg9hB/79l3+Li7n/a/uXS2dna2IjwYyt6Nhju0A root@NetworkAutomation-1
The key's randomart image is:
+---[RSA 3072]-----+
|
|   o                |
|  E =               |
| . * +             |
| + * .             |
| S B .             |
| * = . .           |
| o o . .oB         |
| o = . .o+oBB      |
| .ooo +=+BB@      |
+----[SHA256]-----+
root@NetworkAutomation-1:/etc/ssh#

```

Figura 3.21 Generación llave SSH

Se procede a copiar las llaves SSH de los hosts dentro del controlador. Para R1 se va a utilizar el comando **ssh-copy-id admin@(Dirección IP del host al que se va a conectar)** en este caso es la IPV4 **192.100.10.3** y se coloca el *password* que se configuró para el usuario del router 1. Se observa la copia de la llave de R1 en la Figura 3.22.

```

root@NetworkAutomation-1:/etc/ssh# ssh-copy-id admin@192.100.10.3
/usr/bin/ssh-copy-id: INFO: Source of key(s) to be installed: "/root/.ssh/id_rsa.pub"
The authenticity of host '192.100.10.3 (192.100.10.3)' can't be established.
RSA key fingerprint is SHA256:hPBKifhRJIgg2wQXd7DCECGmWlRQsRssocRPo14fE5M.
Are you sure you want to continue connecting (yes/no/[fingerprint])? yes
/usr/bin/ssh-copy-id: INFO: attempting to log in with the new key(s), to filter out any that are already installed
/usr/bin/ssh-copy-id: INFO: 1 key(s) remain to be installed -- if you are prompted now it is to install the new keys
Password:

```

Figura 3.22 Copia de llaves SSH

Se debe tener la salida como se visualiza en la Figura 3.23 la misma que menciona que la llave SSH del host ha sido copiada.

```

Line has invalid autocommand "exec sh -c 'cd ; umask 077 ; mkdir -p .ssh && { [ -z `tail -1c .ssh/authorized_keys 2>/dev/nul
l` ] || echo >> .ssh/authorized_keys ; } && cat >> .ssh/authorized_keys || exit 1 ; if type restorecon >/dev/null 2>&1 ; the
n restorecon -F .ssh .ssh/authorized_"
Number of key(s) added: 1

Now try logging into the machine, with: "ssh 'admin@192.100.10.3'"
and check to make sure that only the key(s) you wanted were added.

```

Figura 3.23 Llave SSH copiada

Se verifica en la Figura 3.24 que existe conexión SSH desde Ansible al router 1.

```
root@NetworkAutomation-1:/etc/ssh# ssh admin@192.100.10.3
Password:

R1#conf t
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
R1(config)#
R1(config)#
```

Figura 3.24 Verificación de conexión SSH en R1

Se realiza el mismo procedimiento anterior con los equipos restantes.

En la siguiente Figura 3.25 se observa la copia de llaves SSH del **router 2**

```
root@NetworkAutomation-1:/etc/ssh# ssh-copy-id admin@192.100.10.4
/usr/bin/ssh-copy-id: INFO: Source of key(s) to be installed: "/root/.ssh/id_rsa.pub"
The authenticity of host '192.100.10.4 (192.100.10.4)' can't be established.
RSA key fingerprint is SHA256:AXzMiFUH8cUoxyX0lbEWeTEyLT2idnaN7/5/17XDvvs.
Are you sure you want to continue connecting (yes/no/[fingerprint])? yes
/usr/bin/ssh-copy-id: INFO: attempting to log in with the new key(s), to filter out any that are already installed
/usr/bin/ssh-copy-id: INFO: 1 key(s) remain to be installed -- if you are prompted now it is to install the new keys
Password:

Line has invalid autocommand "exec sh -c 'cd ; umask 077 ; mkdir -p .ssh && { [ -z `tail -1c .ssh/authorized_keys 2>/dev/nul
l` ] || echo >> .ssh/authorized_keys ; } && cat >> .ssh/authorized_keys || exit 1 ; if type restorecon >/dev/null 2>&1 ; the
n restorecon -F .ssh .ssh/authorized_"
Number of key(s) added: 1

Now try logging into the machine, with: "ssh 'admin@192.100.10.4'"
and check to make sure that only the key(s) you wanted were added.

root@NetworkAutomation-1:/etc/ssh#
```

Figura 3.25 Copia de llaves SSH router 2

En la Figura 3.26 se visualiza la copia de llaves del **router 3** para la conexión SSH.

```
root@NetworkAutomation-1:/etc/ssh# ssh-copy-id admin@192.100.10.5
/usr/bin/ssh-copy-id: INFO: Source of key(s) to be installed: "/root/.ssh/id_rsa.pub"
The authenticity of host '192.100.10.5 (192.100.10.5)' can't be established.
RSA key fingerprint is SHA256:se9fj904+iG0Wwgk5rNpVjQZeD40dhtjvhvLQfzCo4A.
Are you sure you want to continue connecting (yes/no/[fingerprint])? yes
/usr/bin/ssh-copy-id: INFO: attempting to log in with the new key(s), to filter out any that are already installed
/usr/bin/ssh-copy-id: INFO: 1 key(s) remain to be installed -- if you are prompted now it is to install the new keys
Password:

Line has invalid autocommand "exec sh -c 'cd ; umask 077 ; mkdir -p .ssh && { [ -z `tail -1c .ssh/authorized_keys 2>/dev/nul
l` ] || echo >> .ssh/authorized_keys ; } && cat >> .ssh/authorized_keys || exit 1 ; if type restorecon >/dev/null 2>&1 ; the
n restorecon -F .ssh .ssh/authorized_"
Number of key(s) added: 1

Now try logging into the machine, with: "ssh 'admin@192.100.10.5'"
and check to make sure that only the key(s) you wanted were added.

root@NetworkAutomation-1:/etc/ssh#
```

Figura 3.26 Copia de llaves SSH router 3

En la Figura 3.27 se observa la copia de llave SSH del **Server** ya que este host también será parte de la implementación del algoritmo en Ansible

```
root@NetworkAutomation-1:/etc/ssh# ssh-copy-id admin@192.100.10.6
/usr/bin/ssh-copy-id: INFO: Source of key(s) to be installed: "/root/.ssh/id_rsa.pub"
The authenticity of host '192.100.10.6 (192.100.10.6)' can't be established.
RSA key fingerprint is SHA256:qz10MX9NmmHkJIEHfKJRQkBeP9/LCfr7K/KmvZGxYGs.
Are you sure you want to continue connecting (yes/no/[fingerprint])? yes
/usr/bin/ssh-copy-id: INFO: attempting to log in with the new key(s), to filter out any that are already installed
/usr/bin/ssh-copy-id: INFO: 1 key(s) remain to be installed -- if you are prompted now it is to install the new keys
Password:

Line has invalid autocommand "exec sh -c 'cd ; umask 077 ; mkdir -p .ssh && { [ -z `tail -1c .ssh/authorized_keys 2>/dev/nul
l` ] || echo >> .ssh/authorized_keys ; } && cat >> .ssh/authorized_keys || exit 1 ; if type restorecon >/dev/null 2>&1 ; the
n restorecon -F .ssh .ssh/authorized_"
Number of key(s) added: 1

Now try logging into the machine, with: "ssh 'admin@192.100.10.6'"
and check to make sure that only the key(s) you wanted were added.

root@NetworkAutomation-1:/etc/ssh#
```

Figura 3.27 Copia de llave SSH Servidor

Finalmente, en la Figura 3.28 se muestra la copia de la llave SSH del **Cliente** la cual va a permitir configurar al grupo **igmp** dentro de este host.

```
root@NetworkAutomation-1:/etc/ssh# ssh-copy-id admin@192.100.10.7
/usr/bin/ssh-copy-id: INFO: Source of key(s) to be installed: "/root/.ssh/id_rsa.pub"
The authenticity of host '192.100.10.7 (192.100.10.7)' can't be established.
RSA key fingerprint is SHA256:CYkrtWRiEy7ruR8640P8VddyA/GCm6y1x1/fJKV+Dy0.
Are you sure you want to continue connecting (yes/no/[fingerprint])? yes
/usr/bin/ssh-copy-id: INFO: attempting to log in with the new key(s), to filter out any that are already installed
/usr/bin/ssh-copy-id: INFO: 1 key(s) remain to be installed -- if you are prompted now it is to install the new keys
Password:

Line has invalid autocommand "exec sh -c 'cd ; umask 077 ; mkdir -p .ssh && { [ -z `tail -1c .ssh/authorized_keys 2>/dev/nul
l` ] || echo >> .ssh/authorized_keys ; } && cat >> .ssh/authorized_keys || exit 1 ; if type restorecon >/dev/null 2>&1 ; the
n restorecon -F .ssh .ssh/authorized_"
Number of key(s) added: 1

Now try logging into the machine, with: "ssh 'admin@192.100.10.7'"
and check to make sure that only the key(s) you wanted were added.

root@NetworkAutomation-1:/etc/ssh#
```

Figura 3.28 Copia de Llave SSH Cliente

Configuración de Archivo Hosts

El siguiente paso es modificar el archivo establecido para el inventario de Ansible, el mismo que permitirá definir los hosts donde se va a automatizar los procesos. La ubicación del archivo host es en la ruta **/etc/ansible**.

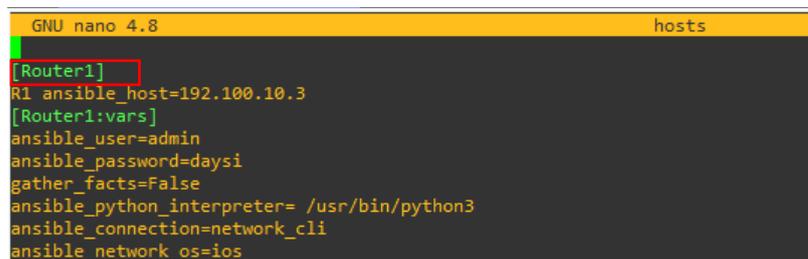
En Figura 3.29 se puede observar que en efecto existe el archivo **hosts** y este se lo modificará según los parámetros necesarios.

```
root@NetworkAutomation-1:~# cd /etc/ansible
root@NetworkAutomation-1:/etc/ansible# ls
ansible.cfg  hosts
root@NetworkAutomation-1:/etc/ansible# nano hosts
```

Figura 3.29 Archivo hosts

Dentro del archivo hosts se establece el nombre con el cual se va a distinguir el equipo, para el primer dispositivo es **Router1**, debajo de esta línea se coloca el hostname del equipo y la dirección asignada en la interfaz f0/0 **192.100.10.3** que permitirá realizar la conexión.

Se configura parámetros variables, estos son: el nombre del administrador, el *password*, no se pretende recopilar más datos, uso de python3, conexión de la red y conexión con el paquete de ios. Las líneas de configuración se visualizan en le Figura 3.30

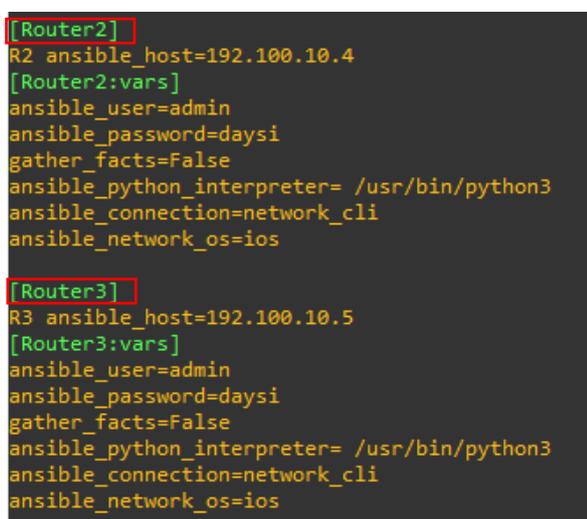


```
GNU nano 4.8 hosts
[Router1]
R1 ansible_host=192.100.10.3
[Router1:vars]
ansible_user=admin
ansible_password=daysi
gather_facts=False
ansible_python_interpreter= /usr/bin/python3
ansible_connection=network_cli
ansible_network_os=ios
```

Figura 3.30 Configuración de R1 en el archivo hosts

Se realiza el mismo procedimiento en los demás equipos, únicamente cambiará el nombre distintivo de cada equipo, el hostname y la dirección de la interfaz que va a permitir la conexión

A continuación, en la siguiente Figura 3.31 se muestra la configuración para **R2 y R3**.



```
[Router2]
R2 ansible_host=192.100.10.4
[Router2:vars]
ansible_user=admin
ansible_password=daysi
gather_facts=False
ansible_python_interpreter= /usr/bin/python3
ansible_connection=network_cli
ansible_network_os=ios

[Router3]
R3 ansible_host=192.100.10.5
[Router3:vars]
ansible_user=admin
ansible_password=daysi
gather_facts=False
ansible_python_interpreter= /usr/bin/python3
ansible_connection=network_cli
ansible_network_os=ios
```

Figura 3.31 Configuración de R2 Y R3 en el archivo hosts

El **Server** y el **Cliente** serán configurados de la misma manera como se observa en la Figura 3.32.

Es decir que, se coloca la dirección IPv4 perteneciente a cada host con la cual se va a realizar la conexión SSH, se configuran las variables como: el nombre del usuario remoto, la contraseña, evadir la recopilación de datos, el uso de Python, la conexión por la cli y menciona al uso del paquete ios.

```

[Servidor]
Server ansible_host=192.100.10.6
[Servidor:vars]
ansible_user=admin
ansible_password=daysi
gather_facts=False
ansible_python_interpreter= /usr/bin/python3
ansible_connection=network_cli
ansible_network_os=ios

[Clientes]
Cliente ansible_host=192.100.10.7
[Clientes:vars]
ansible_user=admin
ansible_password=daysi
gather_facts=False
ansible_python_interpreter= /usr/bin/python3
ansible_connection=network_cli
ansible_network_os=ios

```

Figura 3.32 Configuración del Server y el Cliente

Para verificar si existen la conexión con los equipos mencionados en el archivo de Hosts, se coloca el siguiente comando **ansible Router1 -m ping** especificando el nombre del host. Se da enter para verificar la conexión.

El resultado debe aparecer como en la Figura 3.33.

```

root@NetworkAutomation-1:/etc/ansible# ansible Router1 -m ping
Router1 | SUCCESS => {
  "changed": false,
  "ping": "pong"
}

```

Figura 3.33 Ping Pong router 1

Para comprobar que todos los equipos se encuentran conectados al controlador, se puede utilizar el siguiente comando mencionando a todos los equipos según el nombre establecido en el archivo hosts **ansible Router1:Router2:Router3:Servidor:Clientes -m ping**. La verificación del ping pong de todos los equipos se visualiza en la Figura 3.34.

```

root@NetworkAutomation-1:/etc/ansible# ansible Router1:Router2:Router3:Servidor:Clientes -m ping
Router2 | SUCCESS => {
  "changed": false,
  "ping": "pong"
}
Router3 | SUCCESS => {
  "changed": false,
  "ping": "pong"
}
Cliente | SUCCESS => {
  "changed": false,
  "ping": "pong"
}
Server | SUCCESS => {
  "changed": false,
  "ping": "pong"
}
Router1 | SUCCESS => {
  "changed": false,
  "ping": "pong"
}

```

Figura 3.34 Ping Pong con todos los equipos

Para utilizar los módulos de Ansible en los equipos Cisco se debe descargar la colección **ansible-galaxy collection install cisco.ios**. La instalación se debe visualizar como en la Figura 3.35

```
root@NetworkAutomation-1:~# ansible-galaxy collection install cisco.ios
Process install dependency map
Starting collection install process
Installing 'cisco.ios:4.3.0' to '/root/.ansible/ansible_collections/cisco/ios'
Installing 'ansible.netcommon:4.1.0' to '/root/.ansible/ansible_collections/ansible/netcommon'
Installing 'ansible.utils:2.8.0' to '/root/.ansible/ansible_collections/ansible/utils'
root@NetworkAutomation-1:~#
```

Figura 3.35 Descarga de paquete para módulos de cisco

Diseño de algoritmos para *playbooks* del modo *Sparse Mode*

Una vez ya instalado el paquete de Cisco, se procede a crear en la misma ubicación /etc/ansible los archivos YAML para generar los *playbooks* que contienen la configuración correspondiente a cada modo de Multicast.

Se empieza creando el *playbook* para el modo de *Sparse Mode* o modo disperso como se visualiza en la Figura 3.36 para el Router 1, se coloca el comando **nano SparseModeR1.yml** para generar el archivo y abrirlo en el editor de texto nano.

```
root@NetworkAutomation-1:/etc/ansible# nano SparseModeR1.yml
```

Figura 3.36 Creación de *playbook* modo *Sparse Mode*

La sintaxis del *playbook* debe comenzar en la primera línea con tres guiones medios seguidos (---), después se puede colocar comentarios utilizando al inicio de la línea el carácter # seguidamente del comentario, en la siguiente línea se coloca **hosts: "nombre del equipo mencionado en el archivo hosts" Router1** que indica el nombre del equipo al cual se va a configurar todas las tareas.

Seguidamente se coloca la línea de **gather_facts: false** ya que no se requiere recopilar datos de los hosts remotos. Bajo esta línea se coloca **remote_user: admin** mencionando al usuario admin que va a establecer una conexión remota.

Se empieza con la implementación de las tareas colocando el comando **tasks:** y en la línea siguiente se especifica el nombre de la tarea que se va a configurar en el equipo de manera secuencial.

Esta parte del algoritmo se visualiza en la Figura 3.37.

```
GNU nano 4.8 SparseModeR1.yml
+--
#Proyecto de Titulacion Daysi Juliana Achig Condolo
- hosts: Router1
  gather_facts: false
  remote_user: admin
  tasks:
```

Figura 3.37 Configuración de variables principales en *playbook*

La primera tarea es un **Mensaje banner Router1** en donde se va a especificar el comentario del banner que se va a colocar al equipo. Para esta tarea se menciona al módulo **cisco.ios.ios_banner** el cual va a permitir colocar un banner personalizado. En la siguiente línea se menciona el lugar del banner **banner:login**, después se coloca abajo la línea **text: PROYECTO DE TITULACIÓN DAYSI JULIANA ACHIG CONDOLO** que será el texto que se va a mostrar. Para finalizar la tarea se coloca el comando **state: present** que afirma que el paquete este instalado. La primera tarea se observa en la Figura 3.38

```
- name: Mensaje Banner Router1
  cisco.ios.ios_banner:
    banner: login
    text: PROYECTO DE TITULACION DAYSI JULIANA ACHIG CONDOLO
    state: present
```

Figura 3.38 Tarea1 - Banner

La tarea 2 **Activación de interfaces y descripción Router 1** activa y coloca una descripción en las interfaces, para esta tarea se utiliza los siguientes comandos: **cisco.ios.ios_interfaces** donde se menciona al módulo para la configuración de interfaces, **config:** para mencionar las líneas que se van a ejecutar en los hosts, **name: FastEthernet0/1** para mencionar la interfaz que se va a modificar, **description: Automatizacion de procesos de red con Ansible – Realizado por Daysi Achig** la descripción del enlace y finalmente **enable: true** para levantar la interfaz. En esta tarea se menciona a todas las interfaces del router 1 que van a ser utilizadas para la topología utilizando los mismos comandos anteriores en cada interfaz. La configuración de la tarea 2 se observa en la Figura 3.39

```
- name: Activacion de interfaces y descripcion Router1
  cisco.ios.ios_interfaces:
    config:
      - name: FastEthernet0/1
        description: Automatizacion de procesos de red con Ansible - Realizado por Daysi Achig
        enabled: true
      - name: Serial1/0
        description: Automatizacion de procesos de red con Ansible - Realizado por Daysi Achig
        enabled: true
      - name: Serial1/3
        description: Automatizacion de procesos de red con Ansible - Realizado por Daysi Achig
        enabled: true
    state: merged
```

Figura 3.39 Tarea 2: Activación y descripción de interfaces

En la tarea 3 **Configuración de Direcciones IP en enlaces fa y seriales del Router1** se va a asignar las direcciones IPv4 en los enlaces FastEthernet y Seriales, para esto se coloca el módulo **cisco.ios.ios_l3_interfaces** para la configuración de IPs en versión 4. Se coloca **config** para establecer las acciones que se van a realizar en los enlaces, en la siguiente línea se menciona a la interfaz **name: FastEthernet 0/1** en la cual se asignará la dirección IP, debajo se describe la versión de IP que se va a utilizar que será **ipv4** y finalmente la dirección **address: 10.10.1.1/24**.

En las demás interfaces se describe los mismos comandos únicamente cambia la dirección asignada como se observa en la Figura 3.40.

```
- name: Configuración de Direcciones IP en enlaces fa y seriales del Router1
  cisco.ios.ios_l3_interfaces:
    config:
      - name: FastEthernet0/1
        ipv4:
          - address: 10.10.1.1/24
      - name: Serial1/0
        ipv4:
          - address: 10.10.2.1/30
      - name: Serial1/3
        ipv4:
          - address: 10.10.3.1/30
    state: merged
```

Figura 3.40 Tarea 3 - Asignación de Direcciones IP

La cuarta tarea **Eliminación de Protocolo de Enrutamiento** borra el enrutamiento para evitar errores futuros de configuración, de igual manera se menciona al módulo que se va a utilizar **cisco.ios.ios_ospfv2** y el estado será **state: deleted** para borrar. Esta tarea se visualiza en la Figura 3.41

```
- name: Eliminación Protocolo de Enrutamiento
  cisco.ios.ios_ospfv2:
    state: deleted
```

Figura 3.41 Tarea 4: Eliminación de enrutamiento

La quinta tarea **Configuración de Loopback** crea una interfaz virtual denominada loopback, para esta tarea se menciona al módulo de configuración **cisco.ios.ios_config** y se colocan las líneas de sintaxis bajo el comando **lines**. El comando para la configuración de la loopback es **ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 Serial 1/0** el cual establece la dirección por la cual se va a dirigir el tráfico y la interfaz, de igual manera se guarda la configuración con el comando **save_when: always**, estas líneas de comandos se observan en la Figura 3.42.

```
- name: Configuración de Loopback
  cisco.ios.ios_config:
    lines:
      - ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 Serial 1/0
    save_when: always
```

Figura 3.42 Tarea 5 - Loopback

La sexta tarea **Asignación de Enrutamiento OSPF Router1** permite la configuración del protocolo de enrutamiento dinámico OSPF para la red, se usa el módulo de configuración con las siguientes líneas: **router ospf 10** mencionando el nombre del protocolo y el Process ID que es 10; debajo se colocan las líneas de configuración con las direcciones IPv4 de cada red que está conectada, por ejemplo en R1 están asignadas las redes 10.10.1.0/24, 10.10.2.0/30 y la 10.10.3.0/30, las direcciones se colocan junto con su wildcard y su respectiva área, se coloca de la siguiente forma: **network 10.10.1.0 0.0.0.255 area 0** en el caso de la primera red, en el caso de la segunda **network 10.10.2.0 0.0.0.3 area 0** y en la última **network 10.10.3.0 0.0.0.3 area 0**. Finalmente se guarda en el **save_when: always**. En la Figura 3.43 se observa la tarea 6 de enrutamiento.

```
- name: Asignacion Enrutamiento OSPF Router1
  cisco.ios.ios_config:
    lines:
      - router ospf 10
      - network 10.10.1.0 0.0.0.255 area 0
      - network 10.10.2.0 0.0.0.3 area 0
      - network 10.10.3.0 0.0.0.3 area 0
      save_when: always
```

Figura 3.43 Tarea 6 – Enrutamiento OSPF

La séptima tarea **Configuración Multicast Router1** es una de las más importantes del *playbook*, esta va a realizar la configuración de Multicast en el equipo.

Se coloca el módulo de configuración y se menciona a la línea **ip multicast-routing** que va a configurar al enrutador como Multicast, de igual manera se menciona a la línea **ip pim rp-address 2.2.2.2** donde se establece un *Rendezvous Point* con la dirección IPv4 2.2.2.2 y se guarda la configuración. Esta tarea esta implementada en la Figura 3.44

```
- name: Activacion del Protocolo Multicast Router1
  cisco.ios.ios_config:
    lines:
      - ip multicast-routing
      - ip pim rp-address 2.2.2.2
      save_when: always
```

Figura 3.44 Implementación Multicast

La octava, novena y décima tarea **Configuración Multicast Interfaz (Serial 1/0, Serial 1/3 y FastEthernet 0/1)** van a configurar las interfaces como modo *Sparse Mode*, para ello se coloca **ip pim sparse-mode** en cada interfaz y se menciona el enlace en el cual se va a configurar **parents: interface (Serial 1/0, Serial 1/3, FastEthernet 0/1)** tal como se constata en la Figura 3.45

```

- name: Configuración Multicast Interfaz Serial1/0
  cisco.ios.ios_config:
    lines:
      - ip pim sparse-mode
    parents: interface Serial 1/0
- name: Configuración Multicast Interfaz Serial1/3
  cisco.ios.ios_config:
    lines:
      - ip pim sparse-mode
    parents: interface Serial 1/3
- name: Configuración Multicast Interfaz FastEthernet 0/1
  cisco.ios.ios_config:
    lines:
      - ip pim sparse-mode
    parents: interface FastEthernet 0/1

```

Figura 3.45 Tarea 8 Configuración *Sparse Mode* en interfaces

El algoritmo completo se puede observar en la Figura 3.46 y en la Figura 3.47

```

GNU nano 4.8 SparseModeR1.yml
#Proyecto de Titulacion Daysi Juliana Achig Condo...
- hosts: Router1
  gather_facts: false
  remote_user: admin
  tasks:
    - name: Mensaje Banner Router1
      cisco.ios.ios_banner:
        banner: login
        text: PROYECTO DE TITULACION DAYSI JULIANA ACHIG CONDOLO
        state: present
    - name: Activación de interfaces y descripción Router1
      cisco.ios.ios_interfaces:
        config:
          - name: FastEthernet0/1
            description: Automatización de procesos de red con Ansible - Realizado por Daysi Achig
            enabled: true
          - name: Serial1/0
            description: Automatización de procesos de red con Ansible - Realizado por Daysi Achig
            enabled: true
          - name: Serial1/3
            description: Automatización de direcciones IP en enlaces fa y seriales del Router1
            enabled: true
        state: merged
    - name: Configuración de Direcciones IP en enlaces fa y seriales del Router1
      cisco.ios.ios_l3_interfaces:
        config:
          - name: FastEthernet0/1
            ipv4:
              - address: 10.10.1.1/24
          - name: Serial1/0
            ipv4:
              - address: 10.10.2.1/30
          - name: Serial1/3
            ipv4:
              - address: 10.10.3.1/30
        state: merged
    - name: Eliminación Protocolo de Enrutamiento

```

Figura 3.46 Algoritmo *Sparse Mode* R1

```

GNU nano 4.8 SparseModeR1.yml Modified
state: merged
- name: Eliminacion Protocolo de Enrutamiento
  cisco.ios.ios_ospfv2:
    state: deleted
- name: Configuracion de Loopback
  cisco.ios.ios_config:
    lines:
      - ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 Serial 1/0
    save_when: always
- name: Asignacion Enrutamiento OSPF Router1
  cisco.ios.ios_config:
    lines:
      - router ospf 10
      - network 10.10.1.0 0.0.0.255 area 0
      - network 10.10.2.0 0.0.0.3 area 0
      - network 10.10.3.0 0.0.0.3 area 0
    save_when: always
- name: Activacion del Protocolo Multicast Router1
  cisco.ios.ios_config:
    lines:
      - ip multicast-routing
      - ip pim rp-address 2.2.2.2
    save_when: always
- name: Configuracion Multicast Interfaz Serial1/0
  cisco.ios.ios_config:
    lines:
      - ip pim sparse-mode
    parents: interface Serial 1/0
- name: Configuracion Multicast Interfaz Serial1/3
  cisco.ios.ios_config:
    lines:
      - ip pim sparse-mode
    parents: interface Serial 1/3
- name: Configuracion Multicast Interfaz FastEthernet 0/1
  cisco.ios.ios_config:
    lines:
      - ip pim sparse-mode
    parents: interface FastEthernet 0/1
  
```

Figura 3.47 Algoritmo Sparse Mode R1

Para el Router 2 en el modo de *Sparse Mode* se realiza una copia del *playbook* de R1 con el comando **cp SparseModeR1.yml /etc/ansible/SparseModeR2.yml** ya que su código es muy similar tal cual como se muestra en la Figura 3.48.

```

root@NetworkAutomation-1:/etc/ansible# cp SparseModeR1.yml /etc/ansible/SparseModeR2.yml
root@NetworkAutomation-1:/etc/ansible# ls
SparseModeR1.yml SparseModeR2.yml ansible.cfg hosts
root@NetworkAutomation-1:/etc/ansible#
  
```

Figura 3.48 Copia de *playbook* de R1 a R2

En el *playbook* de R2 se cambian las siguientes configuraciones:

Se cambia el nombre del host por **Router2**, en la tarea 3 se colocan las direcciones IPs que le pertenecen a cada interfaz serial, para la interfaz Serial 1/0 la dirección IPv4 es 10.10.2.2/30, para la Serial 1/2 es la dirección IPv4 10.10.4.2/30 y se configura una loopback 0 con la dirección IPv4 2.2.2.2/32. La loopback tiene la finalidad de ser el **RP – Rendezvous Point** o Punto de encuentro.

Se crea una nueva tarea 4 para colocar la frecuencia de reloj en los enlaces seriales con el comando **clock rate 64000**.

En la tarea 7 se desarrolla la configuración de Multicast, es decir que, se activa al router como Multicast, se le especifica cual es el RP y se debe colocar los comandos **no ip pim send-rp-announce lo 0 scope 16** y **no ip pim send-rp-discovery scope 16** para eliminar la configuración del modo *Sparse Dense Mode* en caso de que se encuentre anteriormente configurado.

De igual manera que en R1, en las tareas 8, 9 y 10 se especifica el modo Multicast de *Sparse Mode* en cada interfaz del router.

El algoritmo creado para el router 2 se visualiza en la Figura 3.49, Figura 3.50 y Figura 3.51.

```

GNU nano 4.8 SparseModeR2.yml
#Proyecto de Titulacion Daysi Juliana Achig Condolo
- hosts: Router2
gather_facts: false
remote_user: admin
tasks:
- name: Mensaje Banner Router2
  cisco.ios.ios_banner:
    banner: login
    text: PROYECTO DE TITULACION DAYSI JULIANA ACHIG CONDOLO
    state: present
- name: Activacion de interfaces y descripcion Router2
  cisco.ios.ios_interfaces:
    config:
      - name: Serial1/0
        description: Automatizacion de procesos de red con Ansible - Realizado por Daysi Achig
        enabled: true
      - name: Serial1/2
        description: Automatizacion de procesos de red con Ansible - Realizado por Daysi Achig
        enabled: true
    state: merged
- name: Configuracion de Direcciones IP en enlaces seriales del Router2
  cisco.ios.ios_ip_interfaces:
    config:
      - name: Serial1/0
        ipv4:
          - address: 10.10.2.2/30
      - name: Serial1/2
        ipv4:
          - address: 10.10.4.2/30
      - name: loopback 0
        ipv4:
          - address: 2.2.2.2/32
    state: merged
- name: Clock Rate
  cisco.ios.ios_config:
    lines:
      - interface serial 1/0
  
```

Figura 3.49 Algoritmo *Sparse Mode* R2

```

GNU nano 4.8 SparseModeR2.yml
- clock rate 64000
- interface serial 1/2
- clock rate 64000
- do wr
save_when: always
- name: Eliminacion Protocolo de Enrutamiento
  cisco.ios.ios_ospfv2:
    state: deleted
- name: Asignacion Enrutamiento OSPF Router2
  cisco.ios.ios_config:
    lines:
      - router ospf 10
      - network 10.10.2.0 0.0.0.3 area 0
      - network 10.10.4.0 0.0.0.3 area 0
    save_when: always
- name: Activacion del Protocolo Multicast Router2
  cisco.ios.ios_config:
    lines:
      - ip multicast-routing
      - ip pim rp-address 2.2.2.2
      - no ip pim send-rp-announce lo 0 scope 16
      - no ip pim send-rp-discovery scope 16
    save_when: always
- name: Configuracion Multicast Interfaz Serial1/0
  cisco.ios.ios_config:
    lines:
      - ip pim sparse-mode
  parents: interface Serial 1/0
  
```

Figura 3.50 Algoritmo *Sparse Mode* R2

```

- ip pim sparse-mode
  parents: interface Serial 1/0
- name: Configuracion Multicast Interfaz Serial1/2
  cisco.ios.ios_config:
    lines:
      - ip pim sparse-mode
      parents: interface Serial 1/2
- name: Configuracion Multicast Loopback 0
  cisco.ios.ios_config:
    lines:
      - ip pim sparse-mode
      parents: interface loopback 0

```

Figura 3.51 Algoritmo *Sparse Mode R2*

Para el router 3 se copia el código del router 1 únicamente cambian las direcciones IPv4 de las interfaces en la tarea 3 y se especifica el protocolo Multicast *Sparse Mode* en cada interfaz como se observa en la Figura 3.52, Figura 3.53 y Figura 3.54

```

GNU nano 4.8 SparseModeR3.yml
+--
#Proyecto de Titulacion Daysi Juliana Achig Condolo
- hosts: Router3
  gather_facts: false
  remote_user: admin
  tasks:
    - name: Mensaje Banner Router3
      cisco.ios.ios_banner:
        banner: login
        text: PROYECTO DE TITULACION DAYSI JULIANA ACHIG CONDOLO
        state: present
    - name: Activacion de interfaces y descripcion Router3
      cisco.ios.ios_interfaces:
        config:
          - name: FastEthernet0/1
            description: Automatizacion de procesos de red con Ansible - Realizado por Daysi Achig
            enabled: true
          - name: Serial1/2
            description: Automatizacion de procesos de red con Ansible - Realizado por Daysi Achig
            enabled: true
          - name: Serial1/3
            description: Automatizacion de procesos de red con Ansible - Realizado por Daysi Achig
            enabled: true
        state: merged
    - name: Configuracion de Direcciones IP en enlaces fa y seriales del Router3
      cisco.ios.ios_ip_interfaces:
        config:
          - name: FastEthernet0/1
            ipv4:
              - address: 10.10.5.3/24
          - name: Serial1/2
            ipv4:
              - address: 10.10.4.1/30
          - name: Serial1/3
            ipv4:
              - address: 10.10.3.2/30
        state: merged
    - name: Eliminacion Protocolo de Enrutamiento

```

Figura 3.52 Algoritmo *Sparse Mode R3*

```

GNU nano 4.8 SparseModeR3.yml
- name: Eliminacion Protocolo de Enrutamiento
  cisco.ios.ios_ospfv2:
    state: deleted
- name: Configuracion de Loopback
  cisco.ios.ios_config:
    lines:
      - ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 Serial 1/2
    save_when: always

```

Figura 3.53 Algoritmo *Sparse Mode R3*

```
GNU nano 4.8 SparseModeR3.yml
- name: Eliminacion Protocolo de Enrutamiento
  cisco.ios.ios_ospfv2:
    state: deleted
- name: Configuracion de Loopback
  cisco.ios.ios_config:
    lines:
      - ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 Serial 1/2
      save_when: always
- name: Asignacion Enrutamiento OSPF Router3
  cisco.ios.ios_config:
    lines:
      - router ospf 10
      - network 10.10.5.0 0.0.0.255 area 0
      - network 10.10.4.0 0.0.0.3 area 0
      - network 10.10.3.0 0.0.0.3 area 0
      save_when: always
- name: Activacion del Protocolo Multicast Router3
  cisco.ios.ios_config:
    lines:
      - ip multicast-routing
      - ip pim rp-address 2.2.2.2
      save_when: always
- name: Configuracion Multicast Interfaz Serial1/3
  cisco.ios.ios_config:
    lines:
      - ip pim sparse-mode
      parents: interface Serial 1/3
- name: Configuracion Multicast Interfaz Serial1/2
  cisco.ios.ios_config:
    lines:
      - ip pim sparse-mode
      parents: interface Serial 1/2
- name: Configuracion Multicast Interfaz FastEthernet 0/1
  cisco.ios.ios_config:
    lines:
      - ip pim sparse-mode
      parents: interface FastEthernet 0/1
[]
^G Get Help      ^O Write Out    ^M Where Is     ^K Cut Text      ^J Justify      ^C Cur Pos
^X Exit          ^R Read File    ^L Replace      ^U Paste Text   ^I To Spell     ^_ Go To Line
```

Figura 3.54 Algoritmo *Sparse Mode R3*

Diseño de algoritmos para *playbooks* del modo *Dense Mode*

Para el modo denso la configuración de las tareas es similar a los anteriores *playbooks* del modo disperso. Se comienza con los tres guiones medios seguidos, el nombre del host que se va a utilizar **Router1**, no se requiere la recopilación de datos y se menciona al usuario remoto.

Dentro de las tareas se configura el banner, se levanta las interfaces y se coloca la descripción, se asigna las direcciones IPs según la red correspondiente, se elimina el protocolo de enrutamiento, se vuelve asignar el protocolo OSPF con sus *networks*, se configura el protocolo Multicast en el equipo general, se elimina al **RP** perteneciente al modo disperso con **no ip pim rp-address 2.2.2.2**. Finalmente se coloca las tareas de configuración del modo denso para cada interfaz con **ip pim dense-mode**.

En la Figura 3.55 y la Figura 3.56 se observa el diseño del algoritmo para el modo denso.

```

GNU nano 4.8 DenseModeR1.yml
--
#Proyecto de Titulacion Daysi Juliana Achig Condolo
- hosts: Router1
  gather_facts: false
  remote_user: admin
  tasks:
    - name: Mensaje Banner Router1
      cisco.ios.ios_banner:
        banner: login
        text: PROYECTO DE TITULACION DAYSI JULIANA ACHIG CONDOLO
        state: present
    - name: Activacion de interfaces y descripcion Router1
      cisco.ios.ios_interfaces:
        config:
          - name: FastEthernet0/1
            description: Automatizacion de procesos de red con Ansible - Realizado por Daysi Achig
            enabled: true
          - name: Serial1/0
            description: Automatizacion de procesos de red con Ansible - Realizado por Daysi Achig
            enabled: true
          - name: Serial1/3
            description: Automatizacion de procesos de red con Ansible - Realizado por Daysi Achig
            enabled: true
        state: merged
    - name: Configuracion de Direcciones IP en enlaces fa y seriales del Router1
      cisco.ios.ios_l3_interfaces:
        config:
          - name: FastEthernet0/1
            ipv4:
              - address: 10.10.1.1/24
          - name: Serial1/0
            ipv4:
              - address: 10.10.2.1/30
          - name: Serial1/3
            ipv4:
              - address: 10.10.3.1/30
        state: merged
    - name: Eliminacion Protocolo de Enrutamiento

```

Figura 3.55 Algoritmo *Dense Mode* R1

```

GNU nano 4.8 DenseModeR1.yml
- name: Eliminacion Protocolo de Enrutamiento
  cisco.ios.ios_ospfv2:
    state: deleted
- name: Configuracion de Loopback
  cisco.ios.ios_config:
    lines:
      - ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 Serial 1/0
    save_when: always
- name: Asignacion Enrutamiento OSPF Router1
  cisco.ios.ios_config:
    lines:
      - router ospf 10
      - network 10.10.1.0 0.0.0.255 area 0
      - network 10.10.2.0 0.0.0.3 area 0
      - network 10.10.3.0 0.0.0.3 area 0
    save_when: always
- name: Activacion del Protocolo Multicast Router1
  cisco.ios.ios_config:
    lines:
      - ip multicast-routing
      - no ip pim rp-address 2.2.2.2
    save_when: always
- name: Configuracion Multicast Interfaz Serial1/0
  cisco.ios.ios_config:
    lines:
      - ip pim dense-mode
    parents: interface Serial 1/0
- name: Configuracion Multicast Interfaz Serial1/3
  cisco.ios.ios_config:
    lines:
      - ip pim dense-mode
    parents: interface Serial 1/3
- name: Configuracion Multicast Interfaz FastEthernet 0/1
  cisco.ios.ios_config:
    lines:
      - ip pim dense-mode
    parents: interface FastEthernet 0/1

```

Figura 3.56 Algoritmo *Dense Mode* R1

Para **R2** se configuran las mismas tareas de R1, pero en este caso se adiciona las tareas del *Clock Rate*, se crea la *loopback*, en la configuración Multicast se quita el modo *Sparse Dense Mode* (según sea el caso) con los comandos **no ip pim send-rp-announce lo 0 scope 16** y **no ip pim send-rp-discovery scope 16** y para eliminar el modo *Sparse Mode* el comando **no ip pim rp-address 2.2.2.2** el cual borra al RP.

Finalmente se asigna a las interfaces como densas con el comando **ip pim dense mode**, este algoritmo se visualiza en la Figura 3.57, Figura 3.58 y Figura 3.59.

```

GNU nano 4.8                               DenseModeR2.yml
--
#Proyecto de Titulacion Daysi Juliana Achig Condolo
- hosts: Router2
  gather_facts: false
  remote_user: admin
  tasks:
    - name: Mensaje Banner Router2
      cisco.ios.ios_banner:
        banner: login
        text: PROYECTO DE TITULACION DAYSI JULIANA ACHIG CONDOLO
        state: present
    - name: Activacion de interfaces y descripcion Router2
      cisco.ios.ios_interfaces:
        config:
          - name: Serial1/0
            description: Automatizacion de procesos de red con Ansible - Realizado por Daysi Achig
            enabled: true
          - name: Serial1/2
            description: Automatizacion de procesos de red con Ansible - Realizado por Daysi Achig
            enabled: true
            state: merged
    - name: Configuracion de Direcciones IP en enlaces seriales del Router2
      cisco.ios.ios_l3_interfaces:
        config:
          - name: Serial1/0
            ipv4:
              - address: 10.10.2.2/30
          - name: Serial1/2
            ipv4:
              - address: 10.10.4.2/30
          - name: loopback 0
            ipv4:
              - address: 2.2.2.2/32
            state: merged
    - name: Clock Rate
      cisco.ios.ios_config:
        lines:
          - interface serial 1/0
  
```

Figura 3.57 Algoritmo *Dense Mode* R2

```

- clock rate 64000
- interface serial 1/2
- clock rate 64000
- do wr
  save_when: always
- name: Eliminacion Protocolo de Enrutamiento
  cisco.ios.ios_ospfv2:
    state: deleted
- name: Asignacion Enrutamiento OSPF Router2
  cisco.ios.ios_config:
    lines:
      - router ospf 10
      - network 10.10.2.0 0.0.0.3 area 0
      - network 10.10.4.0 0.0.0.3 area 0
    save_when: always
  
```

Figura 3.58 Algoritmo *Dense Mode* R2

```

- name: Activacion del Protocolo Multicast Router2
  cisco.ios.ios_config:
    lines:
      - ip multicast-routing
      - no ip pim rp-address 2.2.2.2
      - no ip pim send-rp-announce lo 0 scope 16
      - no ip pim send-rp-discovery scope 16
    save_when: always
- name: Configuracion Multicast Interfaz Serial1/0
  cisco.ios.ios_config:
    lines:
      - ip pim dense-mode
    parents: interface Serial 1/0
- name: Configuracion Multicast Interfaz Serial1/2
  cisco.ios.ios_config:
    lines:
      - ip pim dense-mode
    parents: interface Serial 1/2
- name: Configuracion Multicast Loopback 0
  cisco.ios.ios_config:
    lines:
      - ip pim dense-mode
    parents: interface loopback 0

```

^G Get Help ^O Write Out ^W Where Is ^K Cut Text ^J Justify ^C Cur Pos
 ^X Exit ^R Read File ^\ Replace ^U Paste Text ^T To Spell ^_ Go To Line

Figura 3.59 Algoritmo *Dense Mode R2*

Para **R3** son las mismas tareas de R1 únicamente cambian las direcciones IPs de las interfaces, la configuración del modo denso para cada una de ellas y se quita el RP. Este algoritmo se visualiza en la Figura 3.60 y la Figura 3.61.

```

GNU nano 4.8                    DenseModeR3.yml
--
#Proyecto de Titulacion Daysi Juliana Achig CondoLo
- hosts: Router3
  gather_facts: false
  remote_user: admin
  tasks:
    - name: Mensaje Banner Router3
      cisco.ios.ios_banner:
        banner: login
        text: PROYECTO DE TITULACION DAYSI JULIANA ACHIG CONDOLO
        state: present
    - name: Activacion de interfaces y descripcion Router3
      cisco.ios.ios_interfaces:
        config:
          - name: FastEthernet0/1
            description: Automatizacion de procesos de red con Ansible - Realizado por Daysi Achig
            enabled: true
          - name: Serial1/2
            description: Automatizacion de procesos de red con Ansible - Realizado por Daysi Achig
            enabled: true
          - name: Serial1/3
            description: Automatizacion de procesos de red con Ansible - Realizado por Daysi Achig
            enabled: true
        state: merged
    - name: Configuracion de Direcciones IP en enlaces fa y seriales del Router3
      cisco.ios.ios_l3_interfaces:
        config:
          - name: FastEthernet0/1
            ipv4:
              - address: 10.10.5.3/24
          - name: Serial1/2
            ipv4:
              - address: 10.10.4.1/30
          - name: Serial1/3
            ipv4:
              - address: 10.10.3.2/30
        state: merged

```

Figura 3.60 Algoritmo *Dense Mode R3*

```
GNU nano 4.8 DenseModeR3.yml
- name: Eliminación Protocolo de Enrutamiento
  cisco.ios.ios_ospfv2:
    state: deleted
- name: Configuración de Loopback
  cisco.ios.ios_config:
    lines:
      - ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 Serial 1/2
    save_when: always
- name: Asignación Enrutamiento OSPF Router3
  cisco.ios.ios_config:
    lines:
      - router ospf 10
      - network 10.10.5.0 0.0.0.255 area 0
      - network 10.10.4.0 0.0.0.3 area 0
      - network 10.10.3.0 0.0.0.3 area 0
    save_when: always
- name: Activación del Protocolo Multicast Router3
  cisco.ios.ios_config:
    lines:
      - ip multicast-routing
      - no ip pim rp-address 2.2.2.2
    save_when: always
- name: Configuración Multicast Interfaz Serial1/3
  cisco.ios.ios_config:
    lines:
      - ip pim dense-mode
    parents: interface Serial 1/3
- name: Configuración Multicast Interfaz Serial1/2
  cisco.ios.ios_config:
    lines:
      - ip pim dense-mode
    parents: interface Serial 1/2
- name: Configuración Multicast Interfaz FastEthernet 0/1
  cisco.ios.ios_config:
    lines:
      - ip pim dense-mode
    parents: interface FastEthernet 0/1

^G Get Help      ^O Write Out    ^W Where Is    ^K Cut Text     ^J Justify     ^C Cur Pos
^X Exit          ^R Read File    ^_ Replace     ^U Paste Text  ^T To Spell    ^_ Go To Line
```

Figura 3.61 Algoritmo Dense Mode R3

Diseño de algoritmos para *playbooks* del modo *Sparse Dense Mode*

Para el modo disperso denso las tareas no varían, se menciona al host que se va a utilizar ejemplo **Router1** y empieza la creación de las tareas. La primera tarea es el banner, seguido de la activación y descripción de las interfaces, después la asignación de direcciones IPs en cada enlace, la eliminación del protocolo de enrutamiento, la asignación nuevamente del protocolo OSPF, la configuración Multicast del equipo en general considerando que no va a haber RP configurado manualmente. Finalmente, en cada enlace se coloca **ip pim sparse-dense-mode** para establecer al enlace como disperso denso.

En la Figura 3.62 y la Figura 3.63 se muestra las líneas de código del algoritmo para el mencionado modo.

```

GNU nano 4.8 SparseDenseModeR1.yml
--
#Proyecto de Titulacion Daysi Juliana Achig Condolo
- hosts: Router1
  gather_facts: false
  remote_user: admin
  tasks:
  - name: Mensaje Banner Router1
    cisco.ios.ios_banner:
      banner: login
      text: PROYECTO DE TITULACION DAYSI JULIANA ACHIG CONDOLO
      state: present
  - name: Activacion de interfaces y descripcion Router1
    cisco.ios.ios_interfaces:
      config:
      - name: FastEthernet0/1
        description: Automatizacion de procesos de red con Ansible - Realizado por Daysi Achig
        enabled: true
      - name: Serial1/0
        description: Automatizacion de procesos de red con Ansible - Realizado por Daysi Achig
        enabled: true
      - name: Serial1/3
        description: Automatizacion de procesos de red con Ansible - Realizado por Daysi Achig
        enabled: true
      state: merged
  - name: Configuracion de Direcciones IP en enlaces fa y seriales del Router1
    cisco.ios.ios_l3_interfaces:
      config:
      - name: FastEthernet0/1
        ipv4:
        - address: 10.10.1.1/24
      - name: Serial1/0
        ipv4:
        - address: 10.10.2.1/30
      - name: Serial1/3
        ipv4:
        - address: 10.10.3.1/30
      state: merged
  - name: Eliminacion Protocolo de Enrutamiento

```

Figura 3.62 Algoritmo Sparse Dense Mode R1

```

GNU nano 4.8 SparseDenseModeR1.yml
- name: Eliminacion Protocolo de Enrutamiento
  cisco.ios.ios_ospfv2:
    state: deleted
- name: Configuracion de Loopback
  cisco.ios.ios_config:
    lines:
    - ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 Serial 1/0
    save_when: always
- name: Asignacion Enrutamiento OSPF Router1
  cisco.ios.ios_config:
    lines:
    - router ospf 10
    - network 10.10.1.0 0.0.0.255 area 0
    - network 10.10.2.0 0.0.0.3 area 0
    - network 10.10.3.0 0.0.0.3 area 0
    save_when: always
- name: Activacion del Protocolo Multicast Router1
  cisco.ios.ios_config:
    lines:
    - ip multicast-routing
    - no ip pim rp-address 2.2.2.2
    save_when: always
- name: Configuracion Multicast Interfaz Serial1/0
  cisco.ios.ios_config:
    lines:
    - ip pim sparse-dense-mode
    parents: interface Serial 1/0
- name: Configuracion Multicast Interfaz Serial1/3
  cisco.ios.ios_config:
    lines:
    - ip pim sparse-dense-mode
    parents: interface Serial 1/3
- name: Configuracion Multicast Interfaz FastEthernet 0/1
  cisco.ios.ios_config:
    lines:
    - ip pim sparse-dense-mode
    parents: interface FastEthernet 0/1

```

Figura 3.63 Algoritmo Sparse Dense Mode R1

En la configuración de **R2** se elimina el RP y se adiciona los comandos **ip pim send-rp-announce lo 0 scope 16** que establece un envío del RP anunciado, se asignó a la loopback 0 como RP, esto con un alcance de 16 saltos o que el tiempo de vida TTL sea 16, después se coloca el comando **ip pim send-rp-discovery scope 16** que envía el descubrimiento de RP a los demás hosts con un alcance de 16.

Finalmente, la configuración del modo *Sparse Dense Mode* en cada una de las interfaces con el comando **ip pim sparse-dense-mode**. La implementación de este modo para el router 2 se pueden observar en la Figura 3.64, Figura 3.65 y Figura 3.66.

```

GNU nano 4.8 SparseDenseModeR2.yml Modifi
--
#Proyecto de Titulacion Daysi Juliana Achig Condolo
- hosts: Router2
  gather_facts: false
  remote_user: admin
  tasks:
    - name: Mensaje Banner Router2
      cisco.ios.ios_banner:
        banner: login
        text: PROYECTO DE TITULACION DAYSI JULIANA ACHIG CONDOLO
        state: present
    - name: Activacion de interfaces y descripcion Router2
      cisco.ios.ios_interfaces:
        config:
          - name: Serial1/0
            description: Automatizacion de procesos de red con Ansible - Realizado por Daysi Achig
            enabled: true
          - name: Serial1/2
            description: Automatizacion de procesos de red con Ansible - Realizado por Daysi Achig
            enabled: true
        state: merged
    - name: Asignacion de Direcciones IP en las interfaces seriales del Router2
      cisco.ios.ios_ip_interfaces:
        config:
          - name: Serial1/0
            ipv4:
              - address: 10.10.2.2/30
          - name: Serial1/2
            ipv4:
              - address: 10.10.4.2/30
          - name: loopback 0
            ipv4:
              - address: 2.2.2.2/32
        state: merged
    - name: Clock Rate
      cisco.ios.ios_config:
        lines:
          - interface serial 1/0

```

Figura 3.64 Algoritmo *Sparse Dense Mode R2*

```

GNU nano 4.8 SparseDenseModeR2.yml
- name: Clock Rate
  cisco.ios.ios_config:
    lines:
      - interface serial 1/0
      - clock rate 64000
      - interface serial 1/2
      - clock rate 64000
      - do wr
    save_when: always
- name: Eliminacion Protocolo de Enrutamiento
  cisco.ios.ios_ospfv2:
    state: deleted

```

Figura 3.65 Algoritmo *Sparse Dense Mode R2*

```

- name: Asignacion Enrutamiento OSPF Router2
  cisco.ios.ios_config:
    lines:
      - router ospf 10
      - network 10.10.2.0 0.0.0.3 area 0
      - network 10.10.4.0 0.0.0.3 area 0
      save_when: always
- name: Activacion del Protocolo Multicast Router2
  cisco.ios.ios_config:
    lines:
      - ip multicast-routing
      - no ip pim rp-address 2.2.2.2
      - ip pim send-rp-announce lo 0 scope 16
      - ip pim send-rp-discovery scope 16
      save_when: always
- name: Configuracion Multicast Interfaz Serial1/0
  cisco.ios.ios_config:
    lines:
      - ip pim sparse-dense-mode
    parents: interface Serial 1/0
- name: Configuracion Multicast Interfaz Serial1/2
  cisco.ios.ios_config:
    lines:
      - ip pim sparse-dense-mode
    parents: interface Serial 1/2
- name: Configuracion Multicast Loopback 0
  cisco.ios.ios_config:
    lines:
      - ip pim sparse-dense-mode
    parents: interface loopback 0

```

Figura 3.66 Algoritmo *Sparse Dense Mode R2*

Para **R3** el algoritmo es sencillo, de igual manera cambia la configuración de las interfaces como modo disperso denso y se elimina el RP configurado en el modo disperso. Este modo se puede observar en la Figura 3.67 y Figura 3.68

```

GNU nano 4.8 SparseDenseModeR3.yml
--
#Proyecto de Titulacion Daysi Juliana Achig Condolo
- hosts: Router3
  gather_facts: false
  remote_user: admin
  tasks:
    - name: Mensaje Banner Router3
      cisco.ios.ios_banner:
        banner: login
        text: PROYECTO DE TITULACION DAYSI JULIANA ACHIG CONDOLO
        state: present
    - name: Activacion de interfaces y descripcion Router3
      cisco.ios.ios_interfaces:
        config:
          - name: FastEthernet0/1
            description: Automatizacion de procesos de red con Ansible - Realizado por Daysi Achig
            enabled: true
          - name: Serial1/2
            description: Automatizacion de procesos de red con Ansible - Realizado por Daysi Achig
            enabled: true
          - name: Serial1/3
            description: Automatizacion de procesos de red con Ansible - Realizado por Daysi Achig
            enabled: true
            state: merged
    - name: Configuracion de Direcciones IP en enlaces fa y seriales del Router3
      cisco.ios.ios_ip_interfaces:
        config:
          - name: FastEthernet0/1
            ipv4:
              - address: 10.10.5.3/24
          - name: Serial1/2
            ipv4:
              - address: 10.10.4.1/30
          - name: Serial1/3
            ipv4:
              - address: 10.10.3.2/30
            state: merged
    - name: Eliminacion Protocolo de Enrutamiento

```

Figura 3.67 Algoritmo *Sparse Dense Mode R3*

```

GNU nano 4.8 SparseDenseModeR3.yml
state: merged
- name: Eliminacion Protocolo de Enrutamiento
  cisco.ios.ios_ospfv2:
    state: deleted
- name: Configuracion Loopback
  cisco.ios.ios_config:
    lines:
      - ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 Serial 1/2
    save_when: always
- name: Asignacion Enrutamiento OSPF Router3
  cisco.ios.ios_config:
    lines:
      - router ospf 10
      - network 10.10.5.0 0.0.0.255 area 0
      - network 10.10.4.0 0.0.0.3 area 0
      - network 10.10.3.0 0.0.0.3 area 0
    save_when: always
- name: Configuracion Multicast Router3
  cisco.ios.ios_config:
    lines:
      - ip multicast-routing
      - no ip pim rp-address 2.2.2.2
    save_when: always
- name: Configuracion Multicast Interfaz Serial1/3
  cisco.ios.ios_config:
    lines:
      - ip pim sparse-dense-mode
    parents: interface Serial 1/3
- name: Configuracion Multicast Interfaz Serial1/2
  cisco.ios.ios_config:
    lines:
      - ip pim sparse-dense-mode
    parents: interface Serial 1/2
- name: Configuracion Multicast Interfaz FastEthernet 0/1
  cisco.ios.ios_config:
    lines:
      - ip pim sparse-dense-mode
    parents: interface FastEthernet 0/1

```

Figura 3.68 Algoritmo *Sparse Dense Mode R3*

Diseño de algoritmos para *playbook* del Servidor

Para la configuración del algoritmo del servidor se menciona al host **Servidor**, se coloca el banner, se levanta la interfaz, se escribe una descripción y se coloca la dirección IPv4 de la **FastEthernet 0/1**, finalmente, se elimina y se vuelve a configurar el enrutamiento. La configuración del Servidor se observa a continuación en la Figura 3.69 y Figura 3.70

```

GNU nano 4.8 Servidor.yml
#Proyecto de Titulacion Daysi Juliana Achig Condolo
- hosts: Servidor
  gather_facts: false
  remote_user: admin
  tasks:
    - name: Mensaje de Banner Servidor
      cisco.ios.ios_banner:
        banner: login
        text: PROYECTO DE TITULACION DAYSI JULIANA ACHIG CONDOLO
        state: present
    - name: Activacion de interfaz y descripcion Servidor
      cisco.ios.ios_interfaces:
        config:
          - name: FastEthernet0/1
            description: Automatizacion de procesos de red con Ansible - Realizado por Daysi Achig
            enabled: true
            state: merged

```

Figura 3.69 Algoritmo Servidor

```

    enabled: true
    state: merged
  - name: Asignacion de Direccion IP en la interfaz fa del Servidor
    cisco.ios.ios_l3_interfaces:
      config:
        - name: FastEthernet0/1
          ipv4:
            - address: 10.10.1.10/24
          state: merged
  - name: Eliminacion de Protocolo de Enrutamiento
    cisco.ios.ios_ospfv2:
      state: deleted
  - name: Asignacion de Enrutamiento OSPF Servidor
    cisco.ios.ios_config:
      lines:
        - router ospf 10
        - network 10.10.1.0 0.0.0.255 area 0
      save_when: always

```

Figura 3.70 Algoritmo Servidor

Diseño de algoritmos para *playbook* del Cliente

Para el Cliente se va a mencionar al host **Clientes**, de igual manera se asigna un banner, la activación, descripción y determinar la dirección IPv4 para la interfaz **FastEthernet 0/1**, la eliminación del enrutamiento y la asignación del mismo.

La última tarea es la más importante ya que es la configuración del grupo Multicast al cual el cliente será asignado para esta tarea, se debe colocar una IPv4 que se localice en el rango 224.0.0.0 hasta la 239.255.255.255, en este caso se utilizó la IPv4 **239.1.1.1** y el comando para la configuración del grupo dentro del equipo es **ip igmp join-group 239.1.1.1** como se observa en la Figura 3.71.

```

GNU nano 4.8                               Cliente.yml
--
#Proyecto de Titulacion Daysi Juliana Achig Condolo
- hosts: Clientes
  gather_facts: false
  remote_user: admin
  tasks:
  - name: Mensaje de Banner Cliente
    cisco.ios.ios_banner:
      banner: login
      text: PROYECTO DE TITULACION DAYSI JULIANA ACHIG CONDOLO
      state: present
  - name: Activacion de interfaz y descripcion Cliente
    cisco.ios.ios_interfaces:
      config:
        - name: FastEthernet0/1
          description: Automatizacion de procesos de red con Ansible - Realizado por Daysi Achig
          enabled: true
          state: merged
  - name: Asignacion de Direccion IP en la interfaz fa del Cliente
    cisco.ios.ios_l3_interfaces:
      config:
        - name: FastEthernet0/1
          ipv4:
            - address: 10.10.5.100/24
          state: merged
  - name: Eliminacion de Protocolo de Enrutamiento
    cisco.ios.ios_ospfv2:
      state: deleted
  - name: Asignacion de Enrutamiento OSPF Cliente
    cisco.ios.ios_config:
      lines:
        - router ospf 10
        - network 10.10.5.0 0.0.0.255 area 0
      save_when: always
  - name: Configuracion de grupo multicast
    cisco.ios.ios_config:
      lines:
        - ip igmp join-group 239.1.1.1

```

Figura 3.71 Algoritmo Cliente


```

!
interface Serial1/2
!
no ip address
!
shutdown
!
serial restart-delay 0
!
!
interface Serial1/3
!
no ip address
!
shutdown
!
serial restart-delay 0
!
line con 0
!
exec-timeout 0 0
!
privilege level 15
!
logging synchronous
!
line aux 0
!
exec-timeout 0 0
!
privilege level 15
!
logging synchronous
!
ip forward-protocol nd
!
!
no ip http server
!
no ip http secure-server
!
line vty 0 4
!
login local
!
transport input ssh
!
!
end
!
!
control-plane
!
R1(config)#

```

Figura 3.73 Configuración router 1

De igual manera se pueden visualizar en la Figura 3.74 mediante el comando **show ip interface brief** que no hay más enlaces configurados ni levantados, únicamente la FastEthernet 0/0.

```

R1(config)#do sh ip int brief
Interface IP-Address OK? Method Status Protocol
FastEthernet0/0 192.100.10.3 YES NVRAM up up
Serial0/0 unassigned YES NVRAM administratively down down
FastEthernet0/1 unassigned YES NVRAM administratively down down
Serial1/0 unassigned YES NVRAM administratively down down
Serial1/1 unassigned YES NVRAM administratively down down
Serial1/2 unassigned YES NVRAM administratively down down
Serial1/3 unassigned YES NVRAM administratively down down
R1(config)#

```

Figura 3.74 Estado de interfaces router 1

Se puede utilizar el comando **show ip mroute** como en la Figura 3.75 para afirmar que no existe una tabla de enrutamiento Multicast.

```

R1#show ip mroute
IP Multicast Routing Table
Flags: D - Dense, S - Sparse, B - Bidir Group, s - SSM Group, C - Connected,
L - Local, P - Pruned, R - RP-bit set, F - Register flag,
T - SPT-bit set, J - Join SPT, M - MSDP created entry,
X - Proxy Join Timer Running, A - Candidate for MSDP Advertisement,
U - URD, I - Received Source Specific Host Report,
Z - Multicast Tunnel, z - MDT-data group sender,
Y - Joined MDT-data group, y - Sending to MDT-data group
Outgoing interface flags: H - Hardware switched, A - Assert winner
Timers: Uptime/Expires
Interface state: Interface, Next-Hop or VCD, State/Mode
R1#

```

Figura 3.75 Tabla enrutamiento Multicast router 1

Se verifica el contenido de **R2** con los mismos comandos utilizados en R1.

En la Figura 3.76 se observan los parámetros anteriormente configurados de forma manual como es: la clave de enable, el nombre de dominio, el username con la contraseña, el protocolo de SSH activado y la configuración de la IPv4 que se conecta al controlador y en la Figura 3.77 se visualiza que está activado el transporte de paquetes SSH

```
R2#sh runn
Building configuration...

Current configuration : 1447 bytes
!
version 12.4
service timestamps debug datetime msec
service timestamps log datetime msec
no service password-encryption
!
hostname R2
!
boot-start-marker
boot-end-marker
!
enable secret 5 $1$9hFI$TUDwR59GAzCdDSai5/bUx/
!
no aaa new-model
memory-size iomem 5
no ip icmp rate-limit unreachable
ip cef
!
!
no ip domain lookup
ip domain name achig
!
multilink bundle-name authenticated
!
username admin privilege 15 secret 5 $1$L5pK$VqQXzcLXbeeft6W9rq8Us
archive
log config
hidekeys
!
!
ip tcp synwait-time 5
ip ssh version 2
!
!
interface FastEthernet0/0
ip address 192.100.10.4 255.255.255.0
duplex auto
speed auto
!
interface Serial0/0
no ip address
shutdown
clock rate 2000000
!
interface FastEthernet0/1
no ip address
shutdown
duplex auto
speed auto
!
interface Serial1/0
no ip address
shutdown
serial restart-delay 0
!
interface Serial1/1
no ip address
```

Figura 3.76 Configuración router 2

```
interface Serial1/1
no ip address
shutdown
serial restart-delay 0
!
interface Serial1/2
no ip address
shutdown
serial restart-delay 0
!
interface Serial1/3
no ip address
shutdown
serial restart-delay 0
!
ip forward-protocol nd
!
!
no ip http server
no ip http secure-server
!
no cdp log mismatch duplex
!
!
control-plane
!
!
!
line con 0
exec-timeout 0 0
privilege level 15
logging synchronous
line aux 0
exec-timeout 0 0
privilege level 15
logging synchronous
line vty 0 4
login local
transport input ssh
!
!
end
R2#
```

Figura 3.77 Configuración router 2

De igual manera se visualiza en la Figura 3.78 el escenario en el que se encuentran los enlaces de R2 con show ip interface brief.

```
R2#show ip interface brief
Interface              IP-Address      OK? Method Status      Protocol
FastEthernet0/0        192.100.10.4   YES NVRAM    up          up
Serial0/0              unassigned     YES NVRAM    administratively down down
FastEthernet0/1        unassigned     YES NVRAM    administratively down down
Serial1/0              unassigned     YES NVRAM    administratively down down
Serial1/1              unassigned     YES NVRAM    administratively down down
Serial1/2              unassigned     YES NVRAM    administratively down down
Serial1/3              unassigned     YES NVRAM    administratively down down
R2#
```

Figura 3.78 Estado de interfaces router 2

Se observa en la Figura 3.79 que no hay tabla de enrutamiento Multicast.

```
R2#show ip mroute
IP Multicast Routing Table
Flags: D - Dense, S - Sparse, B - Bidir Group, s - SSM Group, C - Connected,
L - Local, P - Pruned, R - RP-bit set, F - Register flag,
T - SPT-bit set, J - Join SPT, M - MSDP created entry,
X - Proxy Join Timer Running, A - Candidate for MSDP Advertisement,
U - URD, I - Received Source Specific Host Report,
Z - Multicast Tunnel, z - MDT-data group sender,
Y - Joined MDT-data group, y - Sending to MDT-data group
Outgoing interface flags: H - Hardware switched, A - Assert winner
Timers: Uptime/Expires
Interface state: Interface, Next-Hop or VCD, State/Mode
R2#
```

Figura 3.79 Tabla enrutamiento Multicast router 2

En **R3** de igual manera se verifica la configuración con el comando show running-config como se visualiza en la Figura 3.80, Figura 3.81 y Figura 3.82

```
R3#sh runn
Building configuration...

Current configuration : 1447 bytes
!
version 12.4
service timestamps debug datetime msec
service timestamps log datetime msec
no service password-encryption
!
hostname R3
!
boot-start-marker
boot-end-marker
!
enable secret 5 $1$WlMd$IoBL85j/sG16iTOEHowpc/
!
no aaa new-model
memory-size iomem 5
no ip icmp rate-limit unreachable
ip cef
!
!
!
!
!
!
!
!
!
!
!
no ip domain lookup
ip domain name achig
!
multilink bundle-name authenticated
!
!
```

Figura 3.80 Configuración router 3

```
log config
hidekeys
!
!
ip tcp synwait-time 5
ip ssh version 2
!
!
interface FastEthernet0/0
ip address 192.100.10.5 255.255.255.0
duplex auto
speed auto
!
interface Serial0/0
no ip address
shutdown
clock rate 2000000
!
interface FastEthernet0/1
no ip address
shutdown
duplex auto
speed auto
!
interface Serial1/0
no ip address
shutdown
serial restart-delay 0
!
interface Serial1/1
no ip address
shutdown
serial restart-delay 0
!
interface Serial1/2
no ip address
shutdown
serial restart-delay 0
!
interface Serial1/3
no ip address
shutdown
serial restart-delay 0
!
ip forward-protocol nd
!
!
no ip http server
no ip http secure-server
!
no cdp log mismatch duplex
!
!
!
!
!
!
control-plane
!
!
--More-- █
```

Figura 3.81 Configuración router 3

```
!
line con 0
exec-timeout 0 0
privilege level 15
logging synchronous
line aux 0
exec-timeout 0 0
privilege level 15
logging synchronous
line vty 0 4
login local
transport input ssh
!
!
end
R3# █
```

Figura 3.82 Configuración router 3

En la Figura 3.83 se verifica el estado de las interfaces de R3. Como se observa únicamente existe la dirección IPv4 192.100.10.5 que permite la conexión con el controlador.

```
R3#sh ip interface brie
Interface IP-Address OK? Method Status Protocol
FastEthernet0/0 192.100.10.5 YES NVRAM up up
Serial0/0 unassigned YES NVRAM administratively down down
FastEthernet0/1 unassigned YES NVRAM administratively down down
Serial1/0 unassigned YES NVRAM administratively down down
Serial1/1 unassigned YES NVRAM administratively down down
Serial1/2 unassigned YES NVRAM administratively down down
Serial1/3 unassigned YES NVRAM administratively down down
R3#
```

Figura 3.83 Estado de interfaces router 3

De igual manera se observa en la Figura 3.84 la tabla de enrutamiento Multicast de R3.

```
R3#show ip mroute
IP Multicast Routing Table
Flags: D - Dense, S - Sparse, B - Bidir Group, s - SSM Group, C - Connected,
L - Local, P - Pruned, R - RP-bit set, F - Register flag,
T - SPT-bit set, J - Join SPT, M - MSDP created entry,
X - Proxy Join Timer Running, A - Candidate for MSDP Advertisement,
U - URD, I - Received Source Specific Host Report,
Z - Multicast Tunnel, z - MDT-data group sender,
Y - Joined MDT-data group, y - Sending to MDT-data group
Outgoing interface flags: H - Hardware switched, A - Assert winner
Timers: Uptime/Expires
Interface state: Interface, Next-Hop or VCD, State/Mode
R3#
```

Figura 3.84 Tabla enrutamiento Multicast router 3

De la misma forma se observa en la Figura 3.85 y la Figura 3.86 la configuración manual realizada anteriormente en el host **Servidor**.

```
Server#show running-config
Building configuration...

Current configuration : 1451 bytes
!
version 12.4
service timestamps debug datetime msec
service timestamps log datetime msec
no service password-encryption
!
hostname Server
!
boot-start-marker
boot-end-marker
!
enable secret 5 $1$og50$/s6F88oM7wnpt1R2TtZEF/
!
no aaa new-model
memory-size iomem 5
no ip icmp rate-limit unreachable
ip cef
!
!
no ip domain-lookup
ip domain name achig
!
multilink bundle-name authenticated
!
username admin privilege 15 secret 5 $1$og50$/s6F88oM7wnpt1R2TtZEF/
archive
log config
hidekeys
!
!
!
!
ip tcp synwait-time 5
ip ssh version 2
!
!
!
!
interface FastEthernet0/0
ip address 192.100.10.6 255.255.255.0
duplex auto
speed auto
!
interface Serial0/0
no ip address
shutdown
clock rate 2000000
!
interface FastEthernet0/1
no ip address
shutdown
duplex auto
speed auto
!
interface Serial1/0
no ip address
shutdown
serial restart-delay 0
!
```

Figura 3.85 Configuración Servidor

```

interface Serial1/1          control-plane
  no ip address              !
  shutdown                   !
  serial restart-delay 0    !
  !                           !
interface Serial1/2          !
  no ip address              !
  shutdown                   !
  serial restart-delay 0    !
  !                           !
interface Serial1/3          line con 0
  no ip address              exec-timeout 0 0
  shutdown                   privilege level 15
  serial restart-delay 0    logging synchronous
  !                           line aux 0
ip forward-protocol nd      exec-timeout 0 0
  !                           privilege level 15
  !                           logging synchronous
no ip http server           line vty 0 4
no ip http secure-server   login local
  !                           transport input ssh
no cdp log mismatch duplex !
  !                           end
  !                           Server#
  !

```

Figura 3.86 Configuración Servidor

Se verifica en la Figura 3.87 que solo este configurada la IP de la FasEthernet 0/0.

```

Server#show ip int brief
Interface            IP-Address      OK? Method Status  Protocol
FastEthernet0/0     192.100.10.6   YES manual up      up
Serial0/0            unassigned      YES unset  administratively down down
FastEthernet0/1     unassigned      YES unset  administratively down down
Serial1/0            unassigned      YES unset  administratively down down
Serial1/1            unassigned      YES unset  administratively down down
Serial1/2            unassigned      YES unset  administratively down down
Serial1/3            unassigned      YES unset  administratively down down
Server#

```

Figura 3.87 Estado de interfaces Servidor

Se constata en la Figura 3.88 y en la Figura 3.89 las configuraciones generales establecidas anteriormente en el **Cliente**.

```

Cliente#show running-config
Building configuration...

Current configuration : 1452 bytes
!
version 12.4
service timestamps debug datetime msec
service timestamps log datetime msec
no service password-encryption
!
hostname Cliente
!
boot-start-marker
boot-end-marker
!
enable secret 5 $1$SaoD$i6ZmKx74j3z9gDFTj2u4h.
!
no aaa new-model
memory-size iomem 5
no ip icmp rate-limit unreachable
ip cef
!
no ip domain lookup
ip domain name achig
!
multilink bundle-name authenticated

```

Figura 3.88 Configuración Cliente

```

username admin privilege 15 secret 5 $1$Rgqf$.0/Ezst6vGdfNDLdX0GiP1
archive
 log config
  hidekeys
!
!
!
ip tcp synwait-time 5
ip ssh version 2
!
!
interface FastEthernet0/0
 ip address 192.100.10.7 255.255.255.0
 duplex auto
 speed auto
!
interface Serial0/0
 no ip address
 shutdown
 clock rate 2000000
!
interface FastEthernet0/1
 no ip address
 shutdown
 duplex auto
 speed auto
!
interface Serial1/0
 no ip address
 shutdown
 serial restart-delay 0
!
interface Serial1/1
 no ip address
 shutdown
 serial restart-delay 0
!
interface Serial1/2
 no ip address
!
serial restart-delay 0
!
interface Serial1/3
 no ip address
 shutdown
 serial restart-delay 0
!
ip forward-protocol nd
!
!
no ip http server
no ip http secure-server
!
no cdp log mismatch duplex
!
!
!
control-plane
!
!
!
line con 0
 exec-timeout 0 0
 privilege level 15
 logging synchronous
line aux 0
 exec-timeout 0 0
 privilege level 15
 logging synchronous
line vty 0 4
 login local
 transport input ssh

```

Figura 3.89 Configuración Cliente

Se revisa en la Figura 3.90 el estado de la interfaz FastEthernet 0/0 del Cliente.

```

Cliente#show ip int brief
Interface      IP-Address      OK? Method Status      Protocol
FastEthernet0/0 192.100.10.7    YES manual up          up
Serial0/0       unassigned      YES unset   administratively down down
FastEthernet0/1 unassigned      YES unset   administratively down down
Serial1/0       unassigned      YES unset   administratively down down
Serial1/1       unassigned      YES unset   administratively down down
Serial1/2       unassigned      YES unset   administratively down down
Serial1/3       unassigned      YES unset   administratively down down
Cliente#

```

Figura 3.90 Estado de interfaces Cliente

Implementación de *playbooks* en el modo *Sparse Mode*

Se ejecuta el *playbook* para el modo *Sparse Mode* en R1.

Se puede observar en la Figura 3.91 que las 10 tareas están en **OK** y ningún fallo, en la tarea para la configuración de la loopback existe un aviso de advertencia ya que las líneas de código son similares y el controlador pide que se tenga cuidado con líneas repetidas, aun así, la tarea ha sido implementada.

```

root@NetworkAutomation-1:/etc/ansible# ansible-playbook SparseModeR1.yml
PLAY [Router1] *****
TASK [Mensaje Banner Router1] *****
ok: [R1]

TASK [Activacion de interfaces y descripcion Router1] *****
ok: [R1]

TASK [Configuracion de Direcciones IP en enlaces fa y seriales del Router1] *****
ok: [R1]

TASK [Eliminacion Protocolo de Enrutamiento] *****
changed: [R1]

TASK [Configuracion de Loopback] *****
[WARNING]: To ensure idempotency and correct diff the input configuration lines should be similar to how they appear if
present in the running configuration on device
changed: [R1]

TASK [Asignacion Enrutamiento OSPF Router1] *****
changed: [R1]

TASK [Activacion del Protocolo Multicast Router1] *****
changed: [R1]

TASK [Configuracion Multicast Interfaz Serial1/0] *****
changed: [R1]

TASK [Configuracion Multicast Interfaz Serial1/3] *****
changed: [R1]

TASK [Configuracion Multicast Interfaz FastEthernet 0/1] *****
changed: [R1]

PLAY RECAP *****
R1                : ok=10  changed=7  unreachable=0  failed=0  skipped=0  rescued=0  ignored=0

root@NetworkAutomation-1:/etc/ansible#

```

Figura 3.91 Implementación del *playbook* para *Sparse Mode* en R1

Se ejecuta el *playbook* para el mismo modo en R2.

Existe igualmente el aviso de advertencia por líneas de comando similares en la tarea del Clock Rate ya que se coloca la misma frecuencia para ambas interfaces seriales, aun así, en la Figura 3.92 se verifica que si se configura la tarea. La ejecución del *playbook* se observa en la Figura 3.92 y Figura 3.93.

```

root@NetworkAutomation-1:/etc/ansible# ansible-playbook SparseModeR2.yml
PLAY [Router2] *****
TASK [Mensaje Banner Router2] *****
ok: [R2]

TASK [Activacion de interfaces y descripcion Router2] *****
ok: [R2]

TASK [Configuracion de Direcciones IP en enlaces seriales del Router2] *****
changed: [R2]

TASK [Clock Rate] *****
[WARNING]: To ensure idempotency and correct diff the input configuration lines should be similar to how they appea
changed: [R2]

TASK [Eliminacion Protocolo de Enrutamiento] *****
changed: [R2]

TASK [Asignacion Enrutamiento OSPF Router2] *****
changed: [R2]

TASK [Activacion del Protocolo Multicast Router2] *****
changed: [R2]

```

Figura 3.92 Implementación del *playbook* para *Sparse Mode* en R2

```

TASK [Activacion del Protocolo Multicast Router2] *****
changed: [R2]

TASK [Configuracion Multicast Interfaz Serial1/0] *****
changed: [R2]

TASK [Configuracion Multicast Interfaz Serial1/2] *****
changed: [R2]

TASK [Configuracion Multicast Loopback 0] *****
changed: [R2]

PLAY RECAP *****
R2                : ok=10   changed=8   unreachable=0   failed=0   skipped=0   rescued=0   ignored=0

root@NetworkAutomation-1:/etc/ansible# █

```

Figura 3.93 Implementación del *playbook* para *Sparse Mode* en R2

Se ejecuta el *playbook* para **R3**, en la Figura 3.94 se visualiza que hay una advertencia, pero el *playbook* se ejecuta normalmente.

```

root@NetworkAutomation-1:/etc/ansible# ansible-playbook SparseModeR3.yml
PLAY [Router3] *****

TASK [Mensaje Banner Router3] *****
ok: [R3]

TASK [Activacion de interfaces y descripcion Router3] *****
ok: [R3]

TASK [Configuracion de Direcciones IP en enlaces fa y seriales del Router3] *****
ok: [R3]

TASK [Eliminacion Protocolo de Enrutamiento] *****
changed: [R3]

TASK [Configuracion de Loopback] *****
[WARNING]: To ensure idempotency and correct diff the input configuration lines should be similar to how they
appear if present in the running configuration on device
changed: [R3]

TASK [Asignacion Enrutamiento OSPF Router3] *****
changed: [R3]

TASK [Activacion del Protocolo Multicast Router3] *****
changed: [R3]

TASK [Configuracion Multicast Interfaz Serial1/3] *****
changed: [R3]

TASK [Configuracion Multicast Interfaz Serial1/2] *****
changed: [R3]

TASK [Configuracion Multicast Interfaz FastEthernet 0/1] *****
changed: [R3]

PLAY RECAP *****
R3                : ok=10   changed=7   unreachable=0   failed=0   skipped=0   rescued=0   ignor

root@NetworkAutomation-1:/etc/ansible# █

```

Figura 3.94 Implementación del *playbook* para *Sparse Mode* en R3

En la Figura 3.95 se observa la ejecución del algoritmo para el **Servidor**.

```
root@NetworkAutomation-1:/etc/ansible# ansible-playbook Servidor.yml
PLAY [Servidor] *****
TASK [Mensaje de Banner Servidor] *****
ok: [Server]

TASK [Activacion de interfaz y descripcion Servidor] *****
ok: [Server]

TASK [Asignacion de Direccion IP en la interfaz fa del Servidor] *****
ok: [Server]

TASK [Eliminacion de Protocolo de Enrutamiento] *****
changed: [Server]

TASK [Asignacion de Enrutamiento OSPF Servidor] *****
[WARNING]: To ensure idempotency and correct diff the input configuration lines should be similar to how they appear if
present in the running configuration on device
changed: [Server]

PLAY RECAP *****
Server : ok=5 changed=2 unreachable=0 failed=0 skipped=0 rescued=0 ignored=0

root@NetworkAutomation-1:/etc/ansible#
```

Figura 3.95 Implementación del *playbook* para el Servidor

En la Figura 3.96 se configura al **Cliente** con su correspondiente *playbook*.

```
root@NetworkAutomation-1:/etc/ansible# ansible-playbook Cliente.yml
PLAY [Clientes] *****
TASK [Mensaje de Banner Cliente] *****
ok: [Cliente]

TASK [Activacion de interfaz y descripcion Cliente] *****
ok: [Cliente]

TASK [Asignacion de Direccion IP en la interfaz fa del Cliente] *****
ok: [Cliente]

TASK [Eliminacion de Protocolo de Enrutamiento] *****
changed: [Cliente]

TASK [Asignacion de Enrutamiento OSPF Cliente] *****
[WARNING]: To ensure idempotency and correct diff the input configuration lines should be similar to how they appear if
present in the running configuration on device
changed: [Cliente]

TASK [Configuracion de grupo multicast] *****
changed: [Cliente]

PLAY RECAP *****
Cliente : ok=6 changed=3 unreachable=0 failed=0 skipped=0 rescued=0 ignored=0

root@NetworkAutomation-1:/etc/ansible#
```

Figura 3.96 Implementación del *playbook* para el Cliente

Implementación de *playbooks* en el modo *Dense Mode*

Se ejecuta el *playbook* para el modo *Dense Mode* en **R1**. Se visualiza que en la Figura 3.97 se implementa el algoritmo sin problema.

```

root@NetworkAutomation-1:/etc/ansible# ansible-playbook DenseModeR1.yml
PLAY [Router1] *****

TASK [Mensaje Banner Router1] *****
ok: [R1]

TASK [Activacion de interfaces y descripcion Router1] *****
ok: [R1]

TASK [Configuracion de Direcciones IP en enlaces fa y seriales del Router1] *****
ok: [R1]

TASK [Eliminacion Protocolo de Enrutamiento] *****
changed: [R1]

TASK [Configuracion de Loopback] *****
[WARNING]: To ensure idempotency and correct diff the input configuration lines should be similar to how they appear
present in the running configuration on device
changed: [R1]

TASK [Asignacion Enrutamiento OSPF Router1] *****
changed: [R1]

TASK [Activacion del Protocolo Multicast Router1] *****
changed: [R1]

TASK [Configuracion Multicast Interfaz Serial1/0] *****
changed: [R1]

TASK [Configuracion Multicast Interfaz Serial1/3] *****
changed: [R1]

TASK [Configuracion Multicast Interfaz FastEthernet 0/1] *****
changed: [R1]

PLAY RECAP *****
R1                : ok=10  changed=7  unreachable=0  failed=0  skipped=0  rescued=0  ignored=0

```

Figura 3.97 Implementación del *playbook* para *Dense Mode* en R1

En la Figura 3.98 se ejecuta el *playbook* para **R2** en el modo denso.

```

root@NetworkAutomation-1:/etc/ansible# ansible-playbook DenseModeR2.yml
PLAY [Router2] *****

TASK [Mensaje Banner Router2] *****
ok: [R2]

TASK [Activacion de interfaces y descripcion Router2] *****
ok: [R2]

TASK [Configuracion de Direcciones IP en enlaces seriales del Router2] *****
changed: [R2]

TASK [Clock Rate] *****
[WARNING]: To ensure idempotency and correct diff the input configuration lines should be similar to how they
appear if present in the running configuration on device
changed: [R2]

TASK [Eliminacion Protocolo de Enrutamiento] *****
changed: [R2]

TASK [Asignacion Enrutamiento OSPF Router2] *****
changed: [R2]

TASK [Activacion del Protocolo Multicast Router2] *****
changed: [R2]

TASK [Configuracion Multicast Interfaz Serial1/0] *****
changed: [R2]

TASK [Configuracion Multicast Interfaz Serial1/2] *****
changed: [R2]

TASK [Configuracion Multicast Loopback 0] *****
changed: [R2]

PLAY RECAP *****
R2                : ok=10  changed=8  unreachable=0  failed=0  skipped=0  rescued=0  ignored=0

```

Figura 3.98 Implementación del *playbook* para *Dense Mode* en R2

Finalmente, en la Figura 3.99 se ejecuta el *playbook* para R3.

```
root@NetworkAutomation-1:/etc/ansible# ansible-playbook DenseModeR3.yml
PLAY [Router3] *****
TASK [Mensaje Banner Router3] *****
ok: [R3]

TASK [Activacion de interfaces y descripcion Router3] *****
ok: [R3]

TASK [Configuracion de Direcciones IP en enlaces fa y seriales del Router3] *****
ok: [R3]

TASK [Eliminacion Protocolo de Enrutamiento] *****
changed: [R3]

TASK [Configuracion de Loopback] *****
[WARNING]: To ensure idempotency and correct diff the input configuration lines should be similar to how they
appear if present in the running configuration on device
changed: [R3]

TASK [Asignacion Enrutamiento OSPF Router3] *****
changed: [R3]

TASK [Activacion del Protocolo Multicast Router3] *****
changed: [R3]

TASK [Configuracion Multicast Interfaz Serial1/3] *****
changed: [R3]

TASK [Configuracion Multicast Interfaz Serial1/2] *****
changed: [R3]

TASK [Configuracion Multicast Interfaz FastEthernet 0/1] *****
changed: [R3]

PLAY RECAP *****
R3 : ok=10 changed=7 unreachable=0 failed=0 skipped=0 rescued=0 ignored=0
```

Figura 3.99 Implementación del *playbook* para *Dense Mode* en R3

Implementación de *playbooks* en el modo *Sparse Dense Mode*

Se ejecuta el *playbook* para el modo *Sparse Dense Mode* en R1, este procedimiento se puede observar en la Figura 3.100

```
root@NetworkAutomation-1:/etc/ansible# ansible-playbook SparseDenseModeR1.yml
PLAY [Router1] *****
TASK [Mensaje Banner Router1] *****
ok: [R1]

TASK [Activacion de interfaces y descripcion Router1] *****
ok: [R1]

TASK [Configuracion de Direcciones IP en enlaces fa y seriales del Router1] *****
ok: [R1]

TASK [Eliminacion Protocolo de Enrutamiento] *****
changed: [R1]

TASK [Configuracion de Loopback] *****
[WARNING]: To ensure idempotency and correct diff the input configuration lines should be similar to how they
appear if present in the running configuration on device
changed: [R1]

TASK [Asignacion Enrutamiento OSPF Router1] *****
changed: [R1]

TASK [Activacion del Protocolo Multicast Router1] *****
changed: [R1]

TASK [Configuracion Multicast Interfaz Serial1/0] *****
changed: [R1]

TASK [Configuracion Multicast Interfaz Serial1/3] *****
changed: [R1]

TASK [Configuracion Multicast Interfaz FastEthernet 0/1] *****
changed: [R1]

PLAY RECAP *****
R1 : ok=10 changed=7 unreachable=0 failed=0 skipped=0 rescued=0 ignored=0
```

Figura 3.100 Implementación del *playbook* para *Sparse Dense Mode* en R1

Se ejecuta el *playbook* en la Figura 3.101 correspondiente a *Sparse Dense Mode* para R2

```
root@NetworkAutomation-1:/etc/ansible# ansible-playbook SparseDenseModeR2.yml
PLAY [Router2] *****
TASK [Mensaje Banner Router2] *****
ok: [R2]
TASK [Activacion de interfaces y descripcion Router2] *****
ok: [R2]
TASK [Asignacion de Direcciones IP en las interfaces seriales del Router2] *****
changed: [R2]
TASK [Clock Rate] *****
[WARNING]: To ensure idempotency and correct diff the input configuration lines should be similar to how they appear if
present in the running configuration on device
changed: [R2]
TASK [Eliminacion Protocolo de Enrutamiento] *****
changed: [R2]
TASK [Asignacion Enrutamiento OSPF Router2] *****
changed: [R2]
TASK [Activacion del Protocolo Multicast Router2] *****
changed: [R2]
TASK [Configuracion Multicast Interfaz Serial1/0] *****
changed: [R2]
TASK [Configuracion Multicast Interfaz Serial1/2] *****
changed: [R2]
TASK [Configuracion Multicast Loopback 0] *****
changed: [R2]
PLAY RECAP *****
R2                : ok=10  changed=8  unreachable=0  failed=0  skipped=0  rescued=0  ignored=0
```

Figura 3.101 Implementación del *playbook* para *Sparse Dense Mode* en R2

Se configura en la Figura 3.102 el *playbook* correspondiente a R3.

```
root@NetworkAutomation-1:/etc/ansible# ansible-playbook SparseDenseModeR3.yml
PLAY [Router3] *****
TASK [Mensaje Banner Router3] *****
ok: [R3]
TASK [Activacion de interfaces y descripcion Router3] *****
ok: [R3]
TASK [Configuracion de Direcciones IP en enlaces fa y seriales del Router3] *****
ok: [R3]
TASK [Eliminacion Protocolo de Enrutamiento] *****
changed: [R3]
TASK [Configuracion Loopback] *****
[WARNING]: To ensure idempotency and correct diff the input configuration lines should be similar to how they appear if
present in the running configuration on device
changed: [R3]
TASK [Asignacion Enrutamiento OSPF Router3] *****
changed: [R3]
TASK [Configuracion Multicast Router3] *****
changed: [R3]
TASK [Configuracion Multicast Interfaz Serial1/3] *****
changed: [R3]
TASK [Configuracion Multicast Interfaz Serial1/2] *****
changed: [R3]
TASK [Configuracion Multicast Interfaz FastEthernet 0/1] *****
changed: [R3]
PLAY RECAP *****
R3                : ok=10  changed=7  unreachable=0  failed=0  skipped=0  rescued=0  ignored=0
```

Figura 3.102 Implementación del *playbook* para *Sparse Dense Mode* en R3


```

username admin privilege 15 secret 5 $1$aGQ/$l0eEEgS/b5otxSVnzx2ts/
archive
  log config
  hidekeys
!
!
!
!
!
ip tcp synwait-time 5
ip ssh version 2
!
!
!
!
interface FastEthernet0/0
  ip address 192.100.10.3 255.255.255.0
  duplex auto
  speed auto
!
interface Serial0/0
  no ip address
  shutdown
  clock rate 2000000
!
interface FastEthernet0/1
  description Automatizacion de procesos de red con Ansible - Realizado por Daysi Achig
  ip address 10.10.1.1 255.255.255.0
  ip pim sparse-mode
  duplex auto
  speed auto
!
interface Serial1/0
  description Automatizacion de procesos de red con Ansible - Realizado por Daysi Achig
  ip address 10.10.2.1 255.255.255.252
  ip pim sparse-mode
  serial restart-delay 0
!
--More-- █

```

Figura 3.104 Configuración R1 con *Sparse Mode*

```

interface Serial1/1
  no ip address
  shutdown
  serial restart-delay 0
!
interface Serial1/2
  no ip address
  shutdown
  serial restart-delay 0
!
interface Serial1/3
  description Automatizacion de procesos de red con Ansible - Realizado por Daysi Achig
  ip address 10.10.3.1 255.255.255.252
  ip pim sparse-mode
  serial restart-delay 0
!
router ospf 10
  log-adjacency-changes
  network 10.10.1.0 0.0.0.255 area 0
  network 10.10.2.0 0.0.0.3 area 0
  network 10.10.3.0 0.0.0.3 area 0
!
ip forward-protocol nd
ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 Serial1/0
!
!
no ip http server
no ip http secure-server
ip pim rp-address 2.2.2.2
!
no cdp log mismatch duplex
!

```

Figura 3.105 Configuración R1 con *Sparse Mode*

```

!
banner login ^C
PROYECTO DE TITULACION DAYSI JULIANA ACHIG CONDOLO
^C
!
!
line con 0
  exec-timeout 0 0
  privilege level 15
  logging synchronous
line aux 0
  exec-timeout 0 0
  privilege level 15
  logging synchronous
line vty 0 4
  login local
  transport input ssh
!
!
end
R1#

```

Figura 3.106 Configuración R1 con *Sparse Mode*

En la Figura 3.107 se coloca **show ip interface brief** para obtener información acerca de las direcciones IPv4 asignadas en las interfaces. En esta Figura se visualiza que si se han configurado las direcciones IPs y las interfaces están en up.

```

R1#show ip interface brief
Interface          IP-Address      OK? Method Status        Protocol
FastEthernet0/0    192.100.10.3    YES NVRAM    up            up
Serial0/0           unassigned      YES NVRAM    administratively down down
FastEthernet0/1    10.10.1.1       YES NVRAM    up            up
Serial1/0           10.10.2.1       YES NVRAM    up            up
Serial1/1           unassigned      YES NVRAM    administratively down down
Serial1/2           unassigned      YES NVRAM    administratively down down
Serial1/3           10.10.3.1       YES NVRAM    up            up
R1#

```

Figura 3.107 Estados de interfaces de R1 con *Sparse Mode*

De igual manera se verifica en la Figura 3.108 que el RP este configurado en el router 1. Se visualiza a la dirección IPv4 224.0.1.40 que es la IPv4 reservada para equipos Multicast.

```

R1(config)#do show ip pim rp
Group: 224.0.1.40, RP: 2.2.2.2, v2, uptime 00:07:16, expires never
R1(config)#

```

Figura 3.108 Verificación de RP en R1

Para **R2** en la Figura 3.109, Figura 3.110, Figura 3.111 y Figura 3.112 se observa la misma configuración, pero adicional se encuentra la implementación de la frecuencia en el *Clock Rate* y se añade la *loopback*.

Se utiliza los mismos comandos de R1.

```

R2#show running-config
Building configuration...

Current configuration : 2007 bytes
!
version 12.4
service timestamps debug datetime msec
service timestamps log datetime msec
no service password-encryption
!
hostname R2
!
boot-start-marker
boot-end-marker
!
enable secret 5 $1$9hFI$TUDwR59GAzCdDSai5/bUx/
!
no aaa new-model
memory-size iomem 5
no ip icmp rate-limit unreachable
ip cef
!
!
!
no ip domain lookup
ip domain name achig
ip multicast-routing
!
multilink bundle-name authenticated
!

```

Figura 3.109 Configuración R2 con *Sparse Mode*

```

username admin privilege 15 secret 5 $1$L5pK$VqQXZcLXbeeft6W9rqBus.
archive
 log config
  hidekeys
!
!
!
ip tcp synwait-time 5
ip ssh version 2
!
!
!
interface Loopback0
 ip address 2.2.2.2 255.255.255.255
 ip pim sparse-mode
!
interface FastEthernet0/0
 ip address 192.100.10.4 255.255.255.0
 duplex auto
 speed auto
!
interface Serial0/0
 no ip address
 shutdown
 clock rate 2000000
!
interface FastEthernet0/1
 no ip address
 shutdown
 duplex auto
 speed auto
!
interface Serial1/0
 description Automatizacion de procesos de red con Ansible - Realizado por Daysi Achig
 ip address 10.10.2.2 255.255.255.252
--More-- █

```

Figura 3.110 Configuración R2 con *Sparse Mode*

```

ip address 10.10.2.2 255.255.255.252
ip pim sparse-mode
serial restart-delay 0
clock rate 64000
!
interface Serial1/1
no ip address
shutdown
serial restart-delay 0
!
interface Serial1/2
description Automatizacion de procesos de red con Ansible - Realizado por Daysi Achig
ip address 10.10.4.2 255.255.255.252
ip pim sparse-mode
serial restart-delay 0
!
interface Serial1/3
no ip address
shutdown
serial restart-delay 0
!
router ospf 10
log-adjacency-changes
network 10.10.2.0 0.0.0.3 area 0
network 10.10.4.0 0.0.0.3 area 0
!
ip forward-protocol nd
!
!
no ip http server
no ip http secure-server
ip pim rp-address 2.2.2.2
!
no cdp log mismatch duplex
!
!
--More-- █

```

Figura 3.111 Configuración R2 con *Sparse Mode*

```

!
banner login ^C
PROYECTO DE TITULACION DAYSI JULIANA ACHIG CONDOLO
^C
!
line con 0
exec-timeout 0 0
privilege level 15
logging synchronous
line aux 0
exec-timeout 0 0
privilege level 15
logging synchronous
line vty 0 4
login local
transport input ssh
!
!
end
R2#

```

Figura 3.112 Configuración R2 con *Sparse Mode*

Se verifica el estado de las interfaces de R2 en la Figura 3.113.

```
R2#show ip interface brief
Interface                IP-Address      OK? Method Status      Protocol
FastEthernet0/0          192.100.10.4   YES NVRAM    up          up
Serial0/0                 unassigned     YES NVRAM    administratively down down
FastEthernet0/1          unassigned     YES NVRAM    administratively down down
Serial1/0                 10.10.2.2     YES NVRAM    up          up
Serial1/1                 unassigned     YES NVRAM    administratively down down
Serial1/2                 10.10.4.2     YES NVRAM    up          up
Serial1/3                 unassigned     YES NVRAM    administratively down down
Loopback0                 2.2.2.2       YES NVRAM    up          up
R2#
```

Figura 3.113 Estado de interfaces del R2

Se verifica que exista un RP. Como se observa en la Figura 3.114 existen dos direcciones Multicast, la primera IPv4 239.1.1.1 es el grupo igmp configurado en el Cliente y la segunda IPv4 224.0.1.40 es la dirección propia de los equipos Cisco.

```
R2#show ip pim rp
Group: 239.1.1.1, RP: 2.2.2.2, next RP-reachable in 00:01:20
Group: 224.0.1.40, RP: 2.2.2.2, next RP-reachable in 00:00:07
```

Figura 3.114 Verificación de RP en R2

Se comprueba en la Figura 3.115, Figura 3.116, Figura 3.117 y Figura 3.118 que la configuración en R3 haya sido implementada.

```
R3#show running-config
Building configuration...

Current configuration : 2100 bytes
!
version 12.4
service timestamps debug datetime msec
service timestamps log datetime msec
no service password-encryption
!
hostname R3
!
boot-start-marker
boot-end-marker
!
enable secret 5 $1$WlMd$IoBL85j/sGl6iTOEHowpc/
!
no aaa new-model
memory-size iomem 5
no ip icmp rate-limit unreachable
ip cef
!
!
!
!
no ip domain lookup
ip domain name achig
ip multicast-routing
!
multilink bundle-name authenticated
!
```

Figura 3.115 Configuración R3 con *Sparse Mode*

```

username admin privilege 15 secret 5 $1$C/8F$xwiYTBnpzV7ezjBZ0D3RR0
archive
 log config
  hidekeys
!
!
!
!
ip tcp synwait-time 5
ip ssh version 2
!
!
!
interface FastEthernet0/0
 ip address 192.100.10.5 255.255.255.0
 duplex auto
 speed auto
!
interface Serial0/0
 no ip address
 shutdown
 clock rate 2000000
!
interface FastEthernet0/1
 description Automatizacion de procesos de red con Ansible - Realizado por Daysi Achig
 ip address 10.10.5.3 255.255.255.0
 ip pim sparse-mode
 duplex auto
 speed auto
!
interface Serial1/0
 no ip address
 shutdown
 serial restart-delay 0

```

Figura 3.116 Configuración R3 con *Sparse Mode*

```

interface Serial1/1
 no ip address
 shutdown
 serial restart-delay 0
!
interface Serial1/2
 description Automatizacion de procesos de red con Ansible - Realizado por Daysi Achig
 ip address 10.10.4.1 255.255.255.252
 ip pim sparse-mode
 serial restart-delay 0
!
interface Serial1/3
 description Automatizacion de procesos de red con Ansible - Realizado por Daysi Achig
 ip address 10.10.3.2 255.255.255.252
 ip pim sparse-mode
 serial restart-delay 0
!
router ospf 10
 log-adjacency-changes
 network 10.10.3.0 0.0.0.3 area 0
 network 10.10.4.0 0.0.0.3 area 0
 network 10.10.5.0 0.0.0.255 area 0
!
ip forward-protocol nd
ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 Serial1/2
!
!
no ip http server
no ip http secure-server
ip pim rp-address 2.2.2.2
!
no cdp log mismatch duplex
!

```

Figura 3.117 Configuración R3 con *Sparse Mode*

```

!
banner login ^C
PROYECTO DE TITULACION DAYSI JULIANA ACHIG CONDOLO
^C
!
line con 0
exec-timeout 0 0
privilege level 15
logging synchronous
line aux 0
exec-timeout 0 0
privilege level 15
logging synchronous
line vty 0 4
login local
transport input ssh
!
!
end
R3#
R3#

```

Figura 3.118 Configuración R3 con *Sparse Mode*

Se verifica que el estado de las interfaces de R3 estén levantadas y configuradas con su respectiva dirección IPv4 en la Figura 3.119.

```

R3#show ip interface brief
Interface                IP-Address      OK? Method Status        Protocol
FastEthernet0/0          192.100.10.5   YES NVRAM    up            up
Serial0/0                 unassigned     YES NVRAM    administratively down down
FastEthernet0/1          10.10.5.3      YES NVRAM    up            up
Serial1/0                 unassigned     YES NVRAM    administratively down down
Serial1/1                 unassigned     YES NVRAM    administratively down down
Serial1/2                 10.10.4.1      YES NVRAM    up            up
Serial1/3                 10.10.3.2      YES NVRAM    up            up
R3#

```

Figura 3.119 Estado de interfaces del R3

Se comprueba en la Figura 3.120 que el RP con la dirección 2.2.2.2 este asignado con las direcciones IPv4 Multicast.

```

R3#show ip pim rp
Group: 239.1.1.1, RP: 2.2.2.2, uptime 00:42:14, expires never
Group: 224.0.1.40, RP: 2.2.2.2, uptime 00:35:13, expires never

```

Figura 3.120 Verificación de RP en R3

Se verifica que el **Servidor** haya sido configurado.

En el Servidor se encuentra la configuración en la FastEthernet 0/1, el banner y el enrutamiento, no existe una configuración adicional, es decir que, no se ha establecido al Servidor como Multicast, ni su interfaz ha sido asignada con el modo disperso.

En las siguientes Figuras: Figura 3.121, Figura 3.122 y Figura 3.123 se observa el cambio mencionado.

```

Server#show running-config
Building configuration...

Current configuration : 1694 bytes
!
version 12.4
service timestamps debug datetime msec
service timestamps log datetime msec
no service password-encryption
!
hostname Server
!
boot-start-marker
boot-end-marker
!
enable secret 5 $1$rA4M$q82pyEQoo1wITBTv3oGtX/
!
no aaa new-model
memory-size iomem 5
no ip icmp rate-limit unreachable
ip cef
!
!
!
no ip domain lookup
ip domain name achig
!
multilink bundle-name authenticated
!

```

Figura 3.121 Configuración Servidor

```

username admin privilege 15 secret 5 $1$uvTw$ZrH9VbfFX.vt.KMFIgu1b.
archive
 log config
  hidekeys
!
!
!
!
ip tcp synwait-time 5
ip ssh version 2
!
!
!
interface FastEthernet0/0
 ip address 192.100.10.6 255.255.255.0
 duplex auto
 speed auto
!
interface Serial0/0
 no ip address
 shutdown
 clock rate 2000000
!
interface FastEthernet0/1
 description Automatizacion de procesos de red con Ansible - Realizado por Daysi Achig
 ip address 10.10.1.10 255.255.255.0
 duplex auto
 speed auto
!
interface Serial1/0
 no ip address
 shutdown
 serial restart-delay 0
!
interface Serial1/1
 no ip address
--More-- █

```

Figura 3.122 Configuración Servidor

```
no ip address
shutdown
serial restart-delay 0
!
interface Serial1/2
no ip address
shutdown
serial restart-delay 0
!
interface Serial1/3
no ip address
shutdown
serial restart-delay 0
!
router ospf 10
log-adjacency-changes
network 10.10.1.0 0.0.0.255 area 0
!
ip forward-protocol nd
!
!
no ip http server
no ip http secure-server
!
no cdp log mismatch duplex
!
!
banner login ^C
PROYECTO DE TITULACION DAYSI JULIANA ACHIG CONDOLO
^C
!
line con 0
exec-timeout 0 0
privilege level 15
logging synchronous
line aux 0
exec-timeout 0 0
privilege level 15
logging synchronous
line vty 0 4
login local
transport input ssh
!
!
end
Server#
```

Figura 3.123 Configuración Servidor

Finalmente, se verifica la configuración del Cliente en la Figura 3.124, Figura 3.125 y Figura 3.126.

```
Cliente#show running-config
Building configuration...

Current configuration : 1375 bytes
!
version 12.4
service timestamps debug datetime msec
service timestamps log datetime msec
no service password-encryption
!
hostname Cliente
!
boot-start-marker
boot-end-marker
!
enable secret 5 $1$yTl7$UVQIk108Tol9r6oxS49Ek.
!
no aaa new-model
memory-size iomem 5
no ip icmp rate-limit unreachable
ip cef
!
!
!
!
no ip domain lookup
ip domain name achig
!
multilink bundle-name authenticated
!
```

Figura 3.124 Configuración Cliente

Pruebas del funcionamiento del modo *Sparse Mode*

Se realiza un ping desde el Servidor al grupo igmp del Cliente, como se observa en la Figura 3.127 el Servidor si puede enviar información al grupo.

Se realiza el ping con la finalidad de generar paquetes ICMP que permitan determinar la ruta del tráfico.

```
Server#ping 239.1.1.1
Type escape sequence to abort.
Sending 1, 100-byte ICMP Echos to 239.1.1.1, timeout is 2 seconds:
Reply to request 0 from 10.10.5.100, 128 ms
Server#
```

Figura 3.127 Ping entre Servidor y grupo Multicast

El router 3 es el enrutador que se encuentra conectado directamente al grupo, es por ello por lo que se requiere obtener información de la tabla de enrutamiento multicast de este router para ello se coloca **show ip mroute**.

Como se puede observar en la Figura 3.128 y en la Figura 3.129, la dirección del grupo 239.1.1.1 está en escucha del servidor 10.10.1.10. La bandera establecida es la bandera **J** que menciona a la ruta óptima, los paquetes son recibidos por la Serial 1/3 y dirigidos al grupo por la FastEthernet 0/1.

La dirección 224.0.1.40 es un grupo de Multicast reservado para equipos Cisco, esta IPv4 descubre por medio del agente de mapeo el RP anunciado. Como se observa este grupo recibe paquetes del RP 2.2.2.2 por la Serial 1/2 que viene del Router 2.

De igual manera se recibe tráfico del grupo 239.1.1.1 por la Serial 1/2 dirigido del Router 2

```
R3#show ip mroute
IP Multicast Routing Table
Flags: D - Dense, S - Sparse, B - Bidir Group, s - SSM Group, C - Connected,
L - Local, P - Pruned, R - RP-bit set, F - Register flag,
T - SPT-bit set, J - Join SPT, M - MSDP created entry,
X - Proxy Join Timer Running, A - Candidate for MSDP Advertisement,
U - URD, I - Received Source Specific Host Report,
Z - Multicast Tunnel, z - MDT-data group sender,
Y - Joined MDT-data group, y - Sending to MDT-data group
Outgoing interface flags: H - Hardware switched, A - Assert winner
Timers: Uptime/Expires
Interface state: Interface, Next-Hop or VCD, State/Mode
(*, 239.1.1.1), 00:29:24/stopped, RP 2.2.2.2, flags: SJC
Incoming interface: Serial1/2, RPF nbr 10.10.4.2
Outgoing interface list:
FastEthernet0/1, Forward/Sparse, 00:29:24/00:02:33
```

Figura 3.128 Enrutamiento Multicast R3

```

(10.10.1.10, 239.1.1.1), 00:02:25/00:00:34, flags: J
  Incoming interface: Serial1/3, RPF nbr 10.10.3.1
  Outgoing interface list:
    FastEthernet0/1, Forward/Sparse, 00:02:25/00:02:33

(*, 224.0.1.40), 15:56:15/00:02:31, RP 2.2.2.2, flags: SJCL
  Incoming interface: Serial1/2, RPF nbr 10.10.4.2
  Outgoing interface list:
    FastEthernet0/1, Forward/Sparse, 15:56:15/00:02:31

R3#

```

Figura 3.129 Enrutamiento Multicast R3

Las banderas de este router se pueden observar en la Tabla 3.1:

Tabla 3.1 Banderas de la tabla Multicast – *Sparse Mode*

BANDERA	DESCRIPCIÓN
S	Configuración por medio de Sparse Mode
J	Ruta óptima
C	Host conectado de forma directa y en espera de recibir tráfico
L	Dirección local

En el Router 2 se visualiza en la Figura 3.130 y en la Figura 3.131 la tabla de enrutamiento Multicast y de la misma manera existe el mismo enrutamiento en que R3. En la sección 1 se observa que existe un **NULL en Incoming interface** esto quiere decir que no va a enviar más paquetes por ninguna interfaz a menos que se lo solicite y de igual manera en la siguiente sección.

```

R2#show ip mroute
IP Multicast Routing Table
Flags: D - Dense, S - Sparse, B - Bidir Group, s - SSM Group, C - Connected,
       L - Local, P - Pruned, R - RP-bit set, F - Register flag,
       T - SPT-bit set, J - Join SPT, M - MSDP created entry,
       X - Proxy Join Timer Running, A - Candidate for MSDP Advertisement,
       U - URD, I - Received Source Specific Host Report,
       Z - Multicast Tunnel, z - MDT-data group sender,
       Y - Joined MDT-data group, y - Sending to MDT-data group
Outgoing interface flags: H - Hardware switched, A - Assert winner
Timers: Uptime/Expires
Interface state: Interface, Next-Hop or VCD, State/Mode

(*, 239.1.1.1), 15:21:04/00:03:12, RP 2.2.2.2, flags: S
  Incoming interface: Null, RPF nbr 0.0.0.0
  Outgoing interface list:
    Serial1/2, Forward/Sparse, 15:21:04/00:03:12

(10.10.1.10, 239.1.1.1), 00:00:19/00:02:40, flags:
  Incoming interface: Serial1/0, RPF nbr 10.10.2.1
  Outgoing interface list:
    Serial1/2, Forward/Sparse, 00:00:19/00:03:12

```

Figura 3.130 Enrutamiento Multicast R2

```

(10.10.1.10, 239.1.1.1), 00:00:19/00:02:40, flags:
  Incoming interface: Serial1/0, RPF nbr 10.10.2.1
  Outgoing interface list:
    Serial1/2, Forward/Sparse, 00:00:19/00:03:12

(*, 224.0.1.40), 16:19:32/00:03:25, RP 2.2.2.2, flags: SJCL
  Incoming interface: Null, RPF nbr 0.0.0.0
  Outgoing interface list:
    Serial1/2, Forward/Sparse, 00:53:22/00:03:13
    Serial1/0, Forward/Sparse, 00:57:11/00:03:25
    Loopback0, Forward/Sparse, 16:19:32/00:02:16

```

Figura 3.131 Enrutamiento Multicast R2

En la Tabla 3.2 se encuentran las banderas utilizadas en R2.

Tabla 3.2 Banderas de la tabla Multicast R2 – *Sparse Mode*

BANDERA	DESCRIPCIÓN
S	Configuración por medio de Sparse Mode
J	Ruta óptima
C	Host conectado de forma directa y en espera de recibir tráfico
L	Dirección local

Resultados para el modo *Dense Mode*

Una vez ya ejecutados los *playbooks* del modo denso, se verifica la configuración dentro de cada router.

En el router 1 como se visualiza en la Figura 3.132 cada una de las interfaces esta configuradas con el modo denso, de igual manera el router está establecido como Multicast, tiene el banner personalizado, descripción y levantamiento de los enlaces configurados y el enrutamiento que es el mismo en todos los modos.

```

interface FastEthernet0/1
description Automatizacion de procesos de red con Ansible - Realizado por Daysi Achig
ip address 10.10.1.1 255.255.255.0
ip pim dense-mode
duplex auto
speed auto
!
interface Serial1/0
description Automatizacion de procesos de red con Ansible - Realizado por Daysi Achig
ip address 10.10.2.1 255.255.255.252
ip pim dense-mode
serial restart-delay 0
!
interface Serial1/1
no ip address
shutdown
serial restart-delay 0
!

```

Figura 3.132 Configuración R1 con *Dense Mode*

En la Figura 3.133 se puede observar que no hay un RP configurado.

```

interface Serial1/1
no ip address
shutdown
serial restart-delay 0
!
interface Serial1/2
no ip address
shutdown
serial restart-delay 0
!
interface Serial1/3
description Automatizacion de procesos de red con Ansible - Realizado por Daysi Achig
ip address 10.10.3.1 255.255.255.252
ip pim dense-mode
serial restart-delay 0
!
router ospf 10
log-adjacency-changes
network 10.10.1.0 0.0.0.255 area 0
network 10.10.2.0 0.0.0.3 area 0
network 10.10.3.0 0.0.0.3 area 0
!
ip forward-protocol nd
ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 Serial1/0
!
!
no ip http server
no ip http secure-server
!
no cdp log mismatch duplex

```

← No existe un RP

Figura 3.133 Configuración R1 con *Dense Mode*

Se observa la configuración de **R2** en la Figura 3.134

```

!
interface Serial1/0
description Automatizacion de procesos de red con Ansible - Realizado por Daysi Achig
ip address 10.10.2.2 255.255.255.252
ip pim dense-mode
serial restart-delay 0
clock rate 64000
!
interface Serial1/1
no ip address
shutdown
serial restart-delay 0
!
interface Serial1/2
description Automatizacion de procesos de red con Ansible - Realizado por Daysi Achig
ip address 10.10.4.2 255.255.255.252
ip pim dense-mode
serial restart-delay 0
!
interface Serial1/3
no ip address
shutdown
serial restart-delay 0
!
router ospf 10
log-adjacency-changes
network 10.10.2.0 0.0.0.3 area 0
network 10.10.4.0 0.0.0.3 area 0
!
ip forward-protocol nd
!
!
no ip http server
no ip http secure-server
!
no cdp log mismatch duplex
!

```

← No existe un RP

Figura 3.134 Configuración R2 con *Dense Mode*

Configuración del modo denso en **R3** visualizado en la Figura 3.135

```
!
interface FastEthernet0/1
  description Automatizacion de procesos de red con Ansible - Realizado por Daysi Achig
  ip address 10.10.5.3 255.255.255.0
  ip pim dense-mode
  duplex auto
  speed auto
!
interface Serial1/0
  no ip address
  shutdown
  serial restart-delay 0
!
interface Serial1/1
  no ip address
  shutdown
  serial restart-delay 0
!
interface Serial1/2
  description Automatizacion de procesos de red con Ansible - Realizado por Daysi Achig
  ip address 10.10.4.1 255.255.255.252
  ip pim dense-mode
  serial restart-delay 0
!
interface Serial1/3
  description Automatizacion de procesos de red con Ansible - Realizado por Daysi Achig
  ip address 10.10.3.2 255.255.255.252
  ip pim dense-mode
  serial restart-delay 0
!
router ospf 10
  log-adjacency-changes
  network 10.10.3.0 0.0.0.3 area 0
  network 10.10.4.0 0.0.0.3 area 0
  network 10.10.5.0 0.0.0.255 area 0
!
```

Figura 3.135 Configuración R3 con *Dense Mode*

Se observa en la Figura 3.136 que no existe un RP en el router R3.

```
ip forward-protocol nd
ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 Serial1/2
!
!
no ip http server
no ip http secure-server
!
no cdp log mismatch duplex
!
```

← No existe un RP

Figura 3.136 Configuración R3 con *Dense Mode*

Pruebas del funcionamiento del modo *Dense Mode*

Se realiza el ping correspondiente desde el Servidor al grupo 239.1.1.1 para generar paquetes ICMP que permitan determinar el direccionamiento de la red.

El ping exitoso se observa en la Figura 3.137.

```

Server#ping 239.1.1.1

Type escape sequence to abort.
Sending 1, 100-byte ICMP Echos to 239.1.1.1, timeout is 2 seconds:

Reply to request 0 from 10.10.5.100, 104 ms
Server#

```

Figura 3.137 Ping del Servidor al grupo igmp

Se verifica en la tabla de R3 como es la distribución.

En la Figura 3.138 se observa que no existen interfaces establecidas para el enlace de entrada en el primer y tercer enrutamiento, tampoco existe un RP.

```

R3#show ip mroute
IP Multicast Routing Table
Flags: D - Dense, S - Sparse, B - Bidir Group, s - SSM Group, C - Connected,
       L - Local, P - Pruned, R - RP-bit set, F - Register flag,
       T - SPT-bit set, J - Join SPT, M - MSDP created entry,
       X - Proxy Join Timer Running, A - Candidate for MSDP Advertisement,
       U - URD, I - Received Source Specific Host Report,
       Z - Multicast Tunnel, z - MDT-data group sender,
       Y - Joined MDT-data group, y - Sending to MDT-data group
Outgoing interface flags: H - Hardware switched, A - Assert winner
Timers: Uptime/Expires
Interface state: Interface, Next-Hop or VCD, State/Mode

(*, 239.1.1.1), 00:04:38/stopped, RP 0.0.0.0, flags: DC
Incoming interface: Null, RPF nbr 0.0.0.0
Outgoing interface list:
  Serial1/3, Forward/Dense, 00:04:38/00:00:00
  Serial1/2, Forward/Dense, 00:04:38/00:00:00
  FastEthernet0/1, Forward/Dense, 00:04:38/00:00:00

(10.10.1.10, 239.1.1.1), 00:00:30/00:02:40, flags: T
Incoming interface: Serial1/3, RPF nbr 10.10.3.1
Outgoing interface list:
  FastEthernet0/1, Forward/Dense, 00:00:31/00:00:00
  Serial1/2, Prune/Dense, 00:00:31/00:02:31, A

(*, 224.0.1.40), 00:04:52/00:02:14, RP 0.0.0.0, flags: DCL
Incoming interface: Null, RPF nbr 0.0.0.0
Outgoing interface list:
  FastEthernet0/1, Forward/Dense, 00:04:52/00:00:00

```

Figura 3.138 Enrutamiento Multicast R3

Las banderas utilizadas en este router se muestran en la Tabla 3.3.

Tabla 3.3 Banderas de la tabla Multicast R3 – *Dense Mode*

BANDERA	DESCRIPCIÓN
D	Configuración por medio de Dense Mode
T	Árbol – fuente para la ruta más corta
C	Host conectado de forma directa y en espera de recibir tráfico
L	Dirección local

De igual manera en R2 se verifica la tabla en la Figura 3.139

Se encuentran las mismas banderas, no hay un RP y la interfaz de entrada no está establecida con ningún enlace, es decir que puede escuchar de cualquier router que se encuentre en la red.

```

R2#show ip mroute
IP Multicast Routing Table
Flags: D - Dense, S - Sparse, B - Bidir Group, s - SSM Group, C - Connected,
       L - Local, P - Pruned, R - RP-bit set, F - Register flag,
       T - SPT-bit set, J - Join SPT, M - MSDP created entry,
       X - Proxy Join Timer Running, A - Candidate for MSDP Advertisement,
       U - URD, I - Received Source Specific Host Report,
       Z - Multicast Tunnel, z - MDT-data group sender,
       Y - Joined MDT-data group, y - Sending to MDT-data group
Outgoing interface flags: H - Hardware switched, A - Assert winner
Timers: Uptime/Expires
Interface state: Interface, Next-Hop or VCD, State/Mode

(*, 239.1.1.1), 00:01:07/stopped, RP 0.0.0.0, flags: D
Incoming interface: Null, RPF nbr 0.0.0.0
Outgoing interface list:
  Serial1/2, Forward/Dense, 00:01:07/00:00:00
  Serial1/0, Forward/Dense, 00:01:07/00:00:00

(10.10.1.10, 239.1.1.1), 00:01:07/00:01:53, flags: PT
Incoming interface: Serial1/0, RPF nbr 10.10.2.1
Outgoing interface list:
  Serial1/2, Prune/Dense, 00:01:08/00:01:51, A

(*, 224.0.1.40), 00:09:44/00:02:09, RP 0.0.0.0, flags: DCL
Incoming interface: Null, RPF nbr 0.0.0.0
Outgoing interface list:
  Loopback0, Forward/Dense, 00:09:44/00:00:00
    
```

Figura 3.139 Enrutamiento Multicast R2

Las banderas utilizadas en este router se visualizan en la Tabla 3.4

Tabla 3.4 Banderas de la tabla Multicast R2 – *Dense Mode*

BANDERA	DESCRIPCIÓN
D	Configuración por medio de Dense Mode
P	Tráfico eliminado
T	Árbol – fuente para la ruta más corta
C	Host conectado de forma directa y en espera de recibir tráfico
L	Dirección local

Resultados para el modo *Sparse Dense Mode*

Se ejecutan los *playbooks* para cada router según lo correspondiente.

En R1 se observa la configuración en la Figura 3.140 del modo disperso denso en las interfaces.

```
!
interface FastEthernet0/1
  description Automatizacion de procesos de red con Ansible - Realizado por Daysi Achig
  ip address 10.10.1.1 255.255.255.0
  ip pim sparse-dense-mode
  duplex auto
  speed auto
!
interface Serial1/0
  description Automatizacion de procesos de red con Ansible - Realizado por Daysi Achig
  ip address 10.10.2.1 255.255.255.252
  ip pim sparse-dense-mode
  serial restart-delay 0
!
interface Serial1/1
  no ip address
  shutdown
  serial restart-delay 0
!
interface Serial1/2
  no ip address
  shutdown
  serial restart-delay 0
!
interface Serial1/3
  description Automatizacion de procesos de red con Ansible - Realizado por Daysi Achig
  ip address 10.10.3.1 255.255.255.252
  ip pim sparse-dense-mode
  serial restart-delay 0
!
```

Figura 3.140 Configuración R1 con *Sparse Dense Mode*

Se observa en la Figura 3.141 que no hay un RP configurado manualmente.

```

!
no ip http server
no ip http secure-server
no cdp log mismatch duplex
!

```

← No existe un RP

Figura 3.141 Configuración R1 con *Sparse Dense Mode*

En **R2** de igual manera se visualiza la configuración en la Figura 3.142 y Figura 3.143 del modo disperso denso. Se muestra el descubrimiento del RP y como se va a anunciar, con un alcance de 16 saltos.

```

ip tcp synwait-time 5
ip ssh version 2

!

interface Loopback0
ip address 2.2.2.2 255.255.255.255
ip pim sparse-dense-mode
!

interface FastEthernet0/0
ip address 192.100.10.4 255.255.255.0
duplex auto
speed auto

```

Figura 3.142 Configuración R2 con *Sparse Dense Mode*

```

interface Serial1/0
description Automatizacion de procesos de red con Ansible - Realizado por Daysi Achig
ip address 10.10.2.2 255.255.255.252
ip pim sparse-dense-mode
serial restart-delay 0
clock rate 64000
!

interface Serial1/1
no ip address
shutdown
serial restart-delay 0
!

interface Serial1/2
description Automatizacion de procesos de red con Ansible - Realizado por Daysi Achig
ip address 10.10.4.2 255.255.255.252
ip pim sparse-dense-mode
serial restart-delay 0
!

interface Serial1/3
no ip address
shutdown
serial restart-delay 0
!

router ospf 10
log-adjacency-changes
network 10.10.2.0 0.0.0.3 area 0
network 10.10.4.0 0.0.0.3 area 0
!

ip forward-protocol nd
!

no ip http server
no ip http secure-server
ip pim send-rp-announce Loopback0 scope 16
ip pim send-rp-discovery scope 16
!

```

Figura 3.143 Configuración R2 con *Sparse Dense Mode*

Pruebas del funcionamiento del modo *Sparse Dense Mode*

Se realiza el respectivo ping del Servidor a la 239.1.1.1 tal como se visualiza en la Figura 3.144

```
Server#ping 239.1.1.1
Type escape sequence to abort.
Sending 1, 100-byte ICMP Echos to 239.1.1.1, timeout is 2 seconds:
Reply to request 0 from 10.10.5.100, 80 ms
Server#
```

Figura 3.144 Ping del Servidor al grupo igmp

Se verifica en la tabla de R3 como es la distribución Multicast.

Como se observa en la Figura 3.145 existen interfaces establecidas para cada enlace perteneciente al grupo 239.1.1.1, existe un RP que es el Router con la dirección 2.2.2.2 para el grupo 239.1.1.1. Las banderas utilizadas corresponden al modo denso y disperso.

```
R3#show ip mroute
IP Multicast Routing Table
Flags: D - Dense, S - Sparse, B - Bidir Group, s - SSM Group, C - Connected,
       L - Local, P - Pruned, R - RP-bit set, F - Register flag,
       T - SPT-bit set, J - Join SPT, M - MSDP created entry,
       X - Proxy Join Timer Running, A - Candidate for MSDP Advertisement,
       U - URD, I - Received Source Specific Host Report,
       Z - Multicast Tunnel, z - MDT-data group sender,
       Y - Joined MDT-data group, y - Sending to MDT-data group
Outgoing interface flags: H - Hardware switched, A - Assert winner
Timers: Uptime/Expires
Interface state: Interface, Next-Hop or VCD, State/Mode
(*, 239.1.1.1), 00:28:50/stopped, RP 2.2.2.2, flags: SJC
  Incoming interface: Serial1/2, RPF nbr 10.10.4.2
  Outgoing interface list:
    FastEthernet0/1, Forward/Sparse-Dense, 00:28:50/00:02:07
(10.10.1.10, 239.1.1.1), 00:04:50/00:01:04, flags: JT
  Incoming interface: Serial1/3, RPF nbr 10.10.3.1
  Outgoing interface list:
    FastEthernet0/1, Forward/Sparse-Dense, 00:04:50/00:02:07
(*, 224.0.1.39), 00:07:02/stopped, RP 0.0.0.0, flags: D
  Incoming interface: Null, RPF nbr 0.0.0.0
  Outgoing interface list:
    Serial1/3, Forward/Sparse-Dense, 00:07:02/00:00:00
    Serial1/2, Forward/Sparse-Dense, 00:07:02/00:00:00
(2.2.2.2, 224.0.1.39), 00:03:02/00:00:01, flags: T
  Incoming interface: Serial1/2, RPF nbr 10.10.4.2
  Outgoing interface list: Null
(*, 224.0.1.40), 00:29:07/stopped, RP 0.0.0.0, flags: DCL
  Incoming interface: Null, RPF nbr 0.0.0.0
  Outgoing interface list:
    FastEthernet0/1, Forward/Sparse-Dense, 00:29:07/00:00:00
(10.10.4.2, 224.0.1.40), 00:06:05/00:02:59, flags: LT
  Incoming interface: Serial1/2, RPF nbr 10.10.4.2
  Outgoing interface list:
    FastEthernet0/1, Forward/Sparse-Dense, 00:06:05/00:00:00
```

Figura 3.145 Enrutamiento Multicast R3

Las banderas del router 3 se pueden observar en la Tabla 3.5.

Tabla 3.5 Banderas de la tabla Multicast R3 – *Sparse Dense Mode*

BANDERA	DESCRIPCIÓN
S	Configuración por Sparse Mode
D	Configuración por de Dense Mode
T	Árbol – fuente para la ruta más corta
J	Ruta optima
C	Host conectado de forma directa y en espera de recibir tráfico
L	Dirección local

Igualmente, en R2 se verifica la tabla de enrutamiento como se visualiza en la Figura 3.146

```
R2#show ip mroute
IP Multicast Routing Table
Flags: D - Dense, S - Sparse, B - Bidir Group, s - SSM Group, C - Connected,
       L - Local, P - Pruned, R - RP-bit set, F - Register flag,
       T - SPT-bit set, J - Join SPT, M - MSDP created entry,
       X - Proxy Join Timer Running, A - Candidate for MSDP Advertisement,
       U - URD, I - Received Source Specific Host Report,
       Z - Multicast Tunnel, z - MDT-data group sender,
       Y - Joined MDT-data group, y - Sending to MDT-data group
Outgoing interface flags: H - Hardware switched, A - Assert winner
Timers: Uptime/Expires
Interface state: Interface, Next-Hop or VCD, State/Mode
(*, 239.1.1.1), 00:08:22/00:03:00, RP 2.2.2.2, flags: S
  Incoming interface: Null, RPF nbr 0.0.0.0
  Outgoing interface list:
    Serial1/0, Forward/Sparse-Dense, 00:03:25/00:01:03
    Serial1/2, Forward/Sparse-Dense, 00:03:26/00:03:00
(10.10.1.10, 239.1.1.1), 00:02:15/00:00:44, flags:
  Incoming interface: Serial1/0, RPF nbr 10.10.2.1
  Outgoing interface list:
    Serial1/2, Forward/Sparse-Dense, 00:02:16/00:02:58
(*, 224.0.1.39), 00:04:27/stopped, RP 0.0.0.0, flags: DCL
  Incoming interface: Null, RPF nbr 0.0.0.0
  Outgoing interface list:
    Loopback0, Forward/Sparse-Dense, 00:04:27/00:00:00
    Serial1/2, Forward/Sparse-Dense, 00:04:27/00:00:00
    Serial1/0, Forward/Sparse-Dense, 00:04:27/00:00:00
(2.2.2.2, 224.0.1.39), 00:04:29/00:02:30, flags: LT
  Incoming interface: Loopback0, RPF nbr 0.0.0.0
  Outgoing interface list:
    Serial1/0, Forward/Sparse-Dense, 00:04:29/00:00:00
    Serial1/2, Forward/Sparse-Dense, 00:04:29/00:00:00
(*, 224.0.1.40), 00:30:47/00:02:11, RP 0.0.0.0, flags: DCL
  Incoming interface: Null, RPF nbr 0.0.0.0
  Outgoing interface list:
    Loopback0, Forward/Sparse-Dense, 00:30:47/00:00:00
```

Figura 3.146 Enrutamiento Multicast R2

El RP es 2.2.2.2 del grupo 239.1.1.1, y las banderas corresponden a los dos modos disperso y denso, las banderas se describen en la Tabla 3.6.

Tabla 3.6 Banderas de la tabla Multicast R2 – *Sparse Dense Mode*

BANDERA	DESCRIPCIÓN
S	Configuración por Sparse Mode
D	Configuración por de Dense Mode
T	Árbol – fuente para la ruta más corta
J	Ruta optima
C	Host conectado de forma directa y en espera de recibir tráfico
L	Dirección local

Se verifica el RP en cada Router

Con el comando **show ip pim rp mapping** se obtiene información acerca del tráfico Multicast, la elección de RP como automática, versión y el tiempo.

En la Figura 3.147 se observa información del RP en el router 1

```
R1#show ip pim rp mapping
PIM Group-to-RP Mappings

Group(s) 224.0.0.0/4
  RP 2.2.2.2 (?), v2v1
    Info source: 10.10.2.2 (?), elected via Auto-RP
    Uptime: 00:06:59, expires: 00:02:55
R1#show ip pim rp
Group: 239.1.1.1, RP: 2.2.2.2, v2, uptime 00:07:05, expires 00:02:49
R1#
```

Figura 3.147 Información RP - R1

Figura 3.148 con información del RP en el router 2.

```
R2#show ip pim rp mapping
PIM Group-to-RP Mappings
This system is an RP (Auto-RP)
This system is an RP-mapping agent

Group(s) 224.0.0.0/4
  RP 2.2.2.2 (?), v2v1
    Info source: 2.2.2.2 (?), elected via Auto-RP
    Uptime: 00:07:31, expires: 00:02:28
R2#show ip pim rp
Group: 239.1.1.1, RP: 2.2.2.2, v2, v1, next RP-reachable in 00:01:23
R2#
```

Figura 3.148 Información RP – R2

En la Figura 3.149 se observa la configuración del RP en el router 3

```
R3#show ip pim rp mapping
PIM Group-to-RP Mappings

Group(s) 224.0.0.0/4
  RP 2.2.2.2 (?), v2v1
    Info source: 10.10.4.2 (?), elected via Auto-RP
    Uptime: 00:08:03, expires: 00:02:51
R3#show ip pim rp
Group: 239.1.1.1, RP: 2.2.2.2, v2, v1, uptime 00:08:06, expires 00:02:49
R3#
```

Figura 3.149 Información RP – R3

Analizando los tres modelos según la tabla de enrutamiento multicast de cada router y generando únicamente un ping entre el servidor y el cliente para crear tráfico ICMP, se puede observar que en el modo denso existen varias interfaces de entrada y salida de paquetes. Es decir que los paquetes se direccionan entre sí hasta llegar al destino creando una distribución del tráfico en forma de árbol consumiendo más ancho de banda.

Mientras que para el modo disperso se observa que existe un RP configurado como punto de encuentro y las interfaces de entrada y salida se direccionan al RP con la finalidad de evitar el reenvío de paquetes. Este modo es el más recomendable ya que evita el alto consumo de las capacidades de la red.

El último modo disperso denso es recomendable en redes grandes ya que se tiene la configuración de un punto de encuentro para las subredes conocidas, mientras que se mantiene un reenvío de paquetes para redes que no se tiene claro cuál es el alcance en el cual se encuentran.

4 CONCLUSIONES

- Ansible es una herramienta de DevOps que permite desarrollar diferentes algoritmos para la configuración de equipos de red ya que mediante la herramienta de conexión remota segura SSH permite conectar al equipo controlador con los hosts y realizar la implementación del algoritmo creado dentro del *playbook* los cuales permitirán la automatización de los servicios de la red.
- En la topología implementada en GNS3 para el proyecto de titulación se utilizó imágenes descargadas de los enrutadores que simulan a los sistemas operativos reales con la finalidad de evitar errores al momento que se asigne el código en un servidor real. Se asignó la imagen del controlador de Ansible que tiene el nombre de *Network Automation* la cual permite controlar a los dispositivos establecidos en

el archivo hosts propio de Ansible, el controlador es la parte esencial de la topología ya que dentro del mismo se crean los archivos YAML que se configuran dentro de los hosts.

- El diseño de los algoritmos se desarrolló en un archivo YAML denominado como *playbook*, este archivo consta de una lista de tareas que se van a ejecutar dentro del host, cada tarea debe mencionar al módulo que se va a utilizar para la configuración del cisco, en el caso que no exista un módulo específico se utiliza **cisco.ios.ios_config** que permite asignar comandos dentro del equipo como si fuera una configuración de forma normal.
- La implementación multicast en equipos de *networking* permite minimizar el uso del ancho de banda en el caso que se implemente el modo disperso ya que este dirige los paquetes multicast a un agente de mapeo específico y el agente direcciona el tráfico por una sola interfaz. En el caso del modo disperso es complejo ya que se realiza un envío general de paquetes para todos los hosts pretendiendo llegar al destino, este modo puede causar inconvenientes ya que genera repeticiones de enrutamiento multicast generando un gran tráfico en toda red. Es por esto por lo que se coloca a disposición del lector el análisis de los diferentes modelos de multicast en conjunto con las herramientas de DevOps.
- Los algoritmos creados son similares entre sí únicamente cambia el nombre del host al cual se va a implementar la configuración, las direcciones IPv4 de los enlaces, el modo de configuración multicast en las interfaces según sea el caso, la asignación o eliminación del RP y el descubrimiento y anuncio del RP. Siendo las líneas de código similares se copia el archivo YAML del primer algoritmo y se lo reutiliza para el siguiente host adecuándolo con las características correspondientes según la configuración de la red esto va a permitir minimizar el tiempo en la creación del código de ejecución.
- Al momento de la implementación del algoritmo multicast para cualquier modo y en cualquier host, en el resumen se pudo observar que no existió ningún fallo en las tareas. Existe un aviso de advertencia por colocar líneas de código semejantes, pero en la configuración si se implementó.
- Una vez ejecutado el *playbook* en un host, la configuración se puede observar dentro de cada equipo utilizando el comando **show running-config** el mismo que va a mostrar la estructura general del equipo y de cada una de las interfaces obteniendo la información del modo implementado.
- Para visualizar la tabla de enrutamiento multicast se debe realizar un ping del servidor al grupo IGMP asignado al Cliente con la dirección IPv4 239.1.1.1 con la

finalidad de crear un tráfico mínimo y constatar dentro de la tabla multicast como es el funcionamiento de cada modo. Para obtener la tabla de enrutamiento multicast se debe colocar el comando **show ip mroute** el cual mostrará a detalle los estados de las interfaces, las banderas para cada modo, las interfaces entrantes y salientes y el tiempo del estado.

- Para el modo disperso se espera obtener en la tabla de enrutamiento multicast las banderas **S** que indica que la configuración multicast está implementada con el modo *Sparse Mode*, la **J** que asigna la ruta más corta, la **C** que menciona que el host se encuentra conectado de forma directa y que está en la espera de recibir tráfico, y la **L** que es asignada para la dirección multicast local.
- En el modo denso se aspira obtener las siguientes banderas multicast: la **D** que establece una configuración por medio del modo *Dense Mode*, la **T** que da a conocer que el envío de paquetes es en forma de árbol y que busca la ruta más corta, la **C** que está el host conectado y en espera de tráfico y finalmente la **L** que está dirigida para la dirección local de multicast.

5 RECOMENDACIONES

- Se recomienda antes de crear cualquier topología primero configurar las preferencias de GNS3 VM en la aplicación de la interfaz gráfica de GNS3, con la finalidad que todas las configuraciones realizadas se guarden dentro del servidor de GNS3.
- Es recomendable descargar la imagen del equipo cisco C3725 ya que es la imagen más estable en configuraciones con respecto al router C2691 ya que el C2691 no cuenta con características importantes para la red como lo es el ancho de banda, además, no se pudo colocar más de 2 routers C2691 ya que los equipos comenzaban a congelarse y no guardaban la configuración.
- Se recomienda asignar una interfaz más al controlador de Ansible para el acceso a Internet, ya que se necesita descargar el paquete de colección **ansible-galaxy collection install cisco.ios** el mismo que permite utilizar los módulos de ansible para la configuración de equipos cisco.
- Se debe modificar el archivo **ssh_config** del controlador de Ansible para generar el intercambio de claves SSH, para esto se debe agregar en la última línea el texto **KexAlgorithms +diffie-hellman-group1-sha1**. De igual manera se debe descomentar la línea **Ciphers aes128-ctr, aes192-ctr, aes256-ctr, aes128-cbc, 3des-**

cbc que permite acceder al método de cifrado, según sea el caso, para la conexión SSH.

- Al momento de colocar los parámetros para cada nodo controlado en el archivo `hosts` es importante colocar `ansible_python_interpreter= /usr/bin/python3` ya que es la versión que tiene compatibilidad con la *Network Automation* de Ansible.
- Para la creación del *playbook* no se debe olvidar de colocar en la primera línea los tres guiones medios seguidos, se debe considerar los espacios en lugar de tabulaciones, se igual manera de debe tener presente las jerarquías de las líneas de configuración y los estados para cada tarea.
- Es recomendable que antes de visualizar la información en la tabla de enrutamiento multicast de los enrutadores se realice un ping al grupo IGMP con la finalidad de generar tráfico en las interfaces.

6 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] B. F. C. Mejía, «DESARROLLO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA ARQUITECTURA DEVOPS PARA UN SISTEMA WEB BASADO EN MICROSERVICIOS EN INFRAESTRUCTURAS BASADAS EN CÓDIGO,» 2022. [En línea]. Available: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/21675/1/UPS-CT009520.pdf>. [Último acceso: 04 Diciembre 2022].
- [2] Lacnic 31, «Automatización de Redes y Servicios,» [En línea]. Available: <https://www.lacnic.net/innovaportal/file/3635/1/2-redes-y-servicios-devops-arian-trujillo-diaz-lacnic31.pdf>. [Último acceso: 16 Febrero 2023].
- [3] Red Hat, «Automation for everyone,» 2022. [En línea]. Available: <https://www.ansible.com/>. [Último acceso: 04 Diciembre 2022].
- [4] Red Hat, «Getting Started with Ansible,» 2022. [En línea]. Available: <https://www.ansible.com/hubfs/Webinar%20PDF%20slides/Copy%20of%20FY20%20Getting%20Started%20with%20Ansible.pdf>. [Último acceso: 04 Diciembre 2022].

- [5] Red Hat, «How Ansible works,» 2022. [En línea]. Available: <https://www.ansible.com/overview/how-ansible-works>. [Último acceso: 04 Diciembre 2022].
- [6] Avi, «Ansible para principiantes: conceptos básicos de Ansible y cómo funciona,» 30 Noviembre 2022. [En línea]. Available: <https://geekflare.com/es/ansible-basics/>. [Último acceso: 06 Diciembre 2022].
- [7] J. Smaldone, «Introducción a Secure Shell,» 20 Enero 2004. [En línea]. Available: http://es.tldp.org/Tutoriales/doc-ssh-intro/introduccion_ssh-0.2.pdf. [Último acceso: 5 Diciembre 2022].
- [8] Juniper Networks, «Descripción del archivo de inventario de Ansible cuando se administran dispositivos que ejecutan Junos OS,» 24 Mayo 2020. [En línea]. Available: <https://www.juniper.net/documentation/es/junos-ansible/topics/concept/junos-ansible-inventory-file-overview.html#:~:text=El%20archivo%20de%20inventario%20de,%2Fetc%2Fansible%2Fhosts%20..> [Último acceso: 06 Diciembre 2022].
- [9] Red Hat, «Ansible: conceptos básicos,» 21 Junio 2022. [En línea]. Available: <https://www.redhat.com/es/topics/automation/learning-ansible-tutorial#:~:text=Playbooks%20de%20Ansible,-Los%20playbooks%20de&text=Un%20playbook%20es%20un%20archivo,de%20un%20playbook%20de%20Ansible..> [Último acceso: 06 Diciembre 2022].
- [10] H. D. Patiño, «Construcción de una red MPLS y validación de GNS3 para su simulación.,» [En línea]. Available: <https://repositorio.upct.es/xmlui/bitstream/handle/10317/5251/tfg682.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. [Último acceso: 07 Diciembre 2022].
- [11] C. L. B. Galbán, «EMULACIÓN DE REDES CISCO CON GNS3,» [En línea]. Available: http://www.adminso.es/recursos/Proyectos/PFM/2013_14/PFM_Aprende_GNS/Proyecto_Aprende_a_emular_redes_cisco_con_GNS3.pdf. [Último acceso: 07 Diciembre 2022].

- [12] Library, «Características de la arquitectura de GNS3,» [En línea]. Available: <https://1library.co/article/caracter%C3%ADsticas-de-la-arquitectura-de-gns.zwwwp41q>. [Último acceso: 06 Diciembre 2022].
- [13] A. Ariza, «Instalación EVE NG – Community Edition,» [En línea]. Available: <https://alexariza.net/tutorial/instalacion-eve-ng-community-edition/#:~:text=EVE%2DNG%20nos%20permite%20simular,ser%20f%C3%ADsticas%20los%20tenemos%20virtualizados..> [Último acceso: 06 Diciembre 2022].
- [14] M. A. A. Pomar, «EVE Emulated Virtual Environment,» 30 Enero 2020. [En línea]. Available: <https://www.josemariagonzalez.es/vmware-nsx/eve-emulated-virtual-environment.html>. [Último acceso: 07 Diciembre 2022].
- [15] UPNA, «Routing: Routing Multicast,» [En línea]. Available: https://www.tlm.unavarra.es/~daniel/docencia/tar/tar12_13/slides/Tema3-7-Multicast.pdf. [Último acceso: 07 Diciembre 2022].
- [16] CloudFlare, «¿Qué es IGMP? | Internet Group Management Protocol,» [En línea]. Available: <https://www.cloudflare.com/es-es/learning/network-layer/what-is-igmp/>. [Último acceso: 07 Diciembre 2022].
- [17] F. R. Pedro Ruiz, «Arquitectura de Redes,» 2012. [En línea]. Available: <https://www.um.es/documents/4874468/26780838/ar-tema3.pdf/00ace645-d97d-5d0b-66fe-6014978768ad?t=1634209658952>. [Último acceso: 18 Enero 2021].
- [18] B. R. Lucas Viera, «Sistema de Distribución Multicast mediante Redes Definidas por Software,» 2019. [En línea]. Available: <https://dspace.ort.edu.uy/bitstream/handle/20.500.11968/4112/Material%20completo.pdf?sequence=1&isAllowed=y#:~:text=Multicast%3A%20m%C3%A9todo%20de%20transmisi%C3%B3n%20de,de%20direcciones%20IP%20y%20MAC..> [Último acceso: 18 Enero 2023].
- [19] NetworkLessons.com, «Multicast PIM Sparse-Dense Mode,» [En línea]. Available: <https://networklessons.com/cisco/ccie-routing-switching-written/multicast-pim-sparse-dense-mode>. [Último acceso: 18 Enero 2023].

7 ANEXOS

ANEXO I: Certificado de Originalidad

CERTIFICADO DE ORIGINALIDAD

Quito, D.M. 2 de marzo de 2023

De mi consideración:

Yo, FERNANDO VINICIO BECERRA CAMACHO , en calidad de Director del Trabajo de Integración Curricular titulado IMPLEMENTACIÓN MULTICAST EN EQUIPOS DE RED MEDIANTE DEVOPS elaborado por el estudiante DAYSI JULIANA ACHIG CONDOLO de la carrera en TECNOLOGÍA SUPERIOR EN REDES Y TELECOMUNICACIONES, certifico que he empleado la herramienta Turnitin para la revisión de originalidad del documento escrito completo, producto del Trabajo de Integración Curricular indicado.

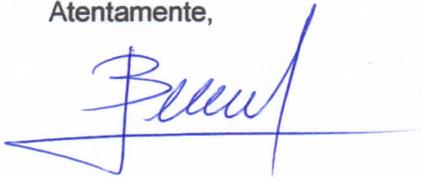
El documento escrito tiene un índice de similitud del 13%.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad, pudiendo el interesado hacer uso del presente documento para los trámites de titulación.

NOTA: Se adjunta el link del informe generado por la herramienta Turnitin.

https://epnecuador-my.sharepoint.com/personal/fernando_becerrac_epn_edu_ec/_layouts/15/onedrive.aspx?id=%2Fpersonal%2Ffernando%5Fbecerrac%5Fepn%5Fedu%5Fec%2FDocuments%2F2022B%2FTesis%20por%20enviar%2FDaysi%20Achig&ct=1677787337563&or=OWA%2DNT&cid=81a703c5%2D533e%2D9077%2D0859%2D739a222a824d&ga=1

Atentamente,



FERNANDO VINICIO BECERRA CAMACHO

Docente

Escuela de Formación de Tecnólogos

ANEXO II: Enlaces

Anexo II.I Código QR de la implementación y pruebas de funcionamiento

Video YouTube

<https://youtu.be/bbFRMYV06Ec>

Código QR



ANEXO III: Códigos Fuente

Modo Sparse Mode - Router 1

#Proyecto de Titulacion Daysi Juliana Achig Condolo

- hosts: Router1

gather_facts: false

remote_user: admin

tasks:

- name: Mensaje Banner Router1

cisco.ios.ios_banner:

banner: login

text: PROYECTO DE TITULACION DAYSI JULIANA ACHIG CONDOLO

state: present

- name: Activacion de interfaces y descripcion Router1

cisco.ios.ios_interfaces:

config:

- name: FastEthernet0/1

description: Automatizacion de procesos de red con Ansible - Realizado por Daysi Achig

enabled: true

- name: Serial1/0

description: Automatizacion de procesos de red con Ansible - Realizado por Daysi Achig

enabled: true

```
- name: Serial1/3
  description: Automatizacion de procesos de red con Ansible - Realizado por Daysi
  Achig
  enabled: true
  state: merged
- name: Configuracion de Direcciones IP en enlaces fa y seriales del Router1
  cisco.ios.ios_l3_interfaces:
    config:
      - name: FastEthernet0/1
        ipv4:
          - address: 10.10.1.1/24
      - name: Serial1/0
        ipv4:
          - address: 10.10.2.1/30
      - name: Serial1/3
        ipv4:
          - address: 10.10.3.1/30
    state: merged
- name: Eliminacion Protocolo de Enrutamiento
  cisco.ios.ios_ospfv2:
    state: deleted
- name: Configuracion de Loopback
  cisco.ios.ios_config:
    lines:
      - ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 Serial 1/0
    save_when: always
```

- name: Asignacion Enrutamiento OSPF Router1

cisco.ios.ios_config:

lines:

- router ospf 10
- network 10.10.1.0 0.0.0.255 area 0
- network 10.10.2.0 0.0.0.3 area 0
- network 10.10.3.0 0.0.0.3 area 0

save_when: always

- name: Activacion del Protocolo Multicast Router1

cisco.ios.ios_config:

lines:

- ip multicast-routing
- ip pim rp-address 2.2.2.2

save_when: always

- name: Configuracion Multicast Interfaz Serial1/0

cisco.ios.ios_config:

lines:

- ip pim sparse-mode

parents: interface Serial 1/0

- name: Configuracion Multicast Interfaz Serial1/3

cisco.ios.ios_config:

lines:

- ip pim sparse-mode

parents: interface Serial 1/3

- name: Configuracion Multicast Interfaz FastEthernet 0/1

```
cisco.ios.ios_config:
  lines:
    - ip pim sparse-mode
  parents: interface FastEthernet 0/1
```

Modo Sparse Mode - Router 2

```
#Proyecto de Titulacion Daysi Juliana Achig Condolo
```

```
- hosts: Router2
```

```
gather_facts: false
```

```
remote_user: admin
```

```
tasks:
```

```
- name: Mensaje Banner Router2
```

```
cisco.ios.ios_banner:
```

```
  banner: login
```

```
  text: PROYECTO DE TITULACION DAYSI JULIANA ACHIG CONDOLO
```

```
  state: present
```

```
- name: Activacion de interfaces y descripcion Router2
```

```
cisco.ios.ios_interfaces:
```

```
  config:
```

```
    - name: Serial1/0
```

```
      description: Automatizacion de procesos de red con Ansible - Realizado por Daysi Achig
```

```
      enabled: true
```

```
    - name: Serial1/2
```

```
      description: Automatizacion de procesos de red con Ansible - Realizado por Daysi Achig
```

```
    enabled: true

    state: merged

- name: Configuracion de Direcciones IP en enlaces seriales del Router2

cisco.ios.ios_l3_interfaces:

  config:

    - name: Serial1/0

      ipv4:

        - address: 10.10.2.2/30

    - name: Serial1/2

      ipv4:

        - address: 10.10.4.2/30

    - name: loopback 0

      ipv4:

        - address: 2.2.2.2/32

    state: merged

- name: Clock Rate

cisco.ios.ios_config:

  lines:

    - interface serial 1/0

    - clock rate 64000

    - interface serial 1/2

    - clock rate 64000

    - do wr

  save_when: always

- name: Eliminacion Protocolo de Enrutamiento
```

cisco.ios.ios_ospfv2:

state: deleted

- name: Asignacion Enrutamiento OSPF Router2

cisco.ios.ios_config:

lines:

- router ospf 10

- network 10.10.2.0 0.0.0.3 area 0

- network 10.10.4.0 0.0.0.3 area 0

save_when: always

- name: Activacion del Protocolo Multicast Router2

cisco.ios.ios_config:

lines:

- ip multicast-routing

- ip pim rp-address 2.2.2.2

- no ip pim send-rp-announce lo 0 scope 16

- no ip pim send-rp-discovery scope 16

save_when: always

- name: Configuracion Multicast Interfaz Serial1/0

cisco.ios.ios_config:

lines:

- ip pim sparse-mode

parents: interface Serial 1/0

- name: Configuracion Multicast Interfaz Serial1/2

cisco.ios.ios_config:

lines:

```
- ip pim sparse-mode
  parents: interface Serial 1/2
- name: Configuracion Multicast Loopback 0
  cisco.ios.ios_config:
    lines:
      - ip pim sparse-mode
      parents: interface loopback 0
```

Modo Sparse Mode - Router 3

#Proyecto de Titulacion Daysi Juliana Achig Condolo

```
- hosts: Router3
gather_facts: false
remote_user: admin
tasks:
- name: Mensaje Banner Router3
  cisco.ios.ios_banner:
    banner: login
    text: PROYECTO DE TITULACION DAYSI JULIANA ACHIG CONDOLO
    state: present
- name: Activacion de interfaces y descripcion Router3
  cisco.ios.ios_interfaces:
    config:
      - name: FastEthernet0/1
        description: Automatizacion de procesos de red con Ansible - Realizado por Daysi Achig
```

```
enabled: true
- name: Serial1/2
  description: Automatizacion de procesos de red con Ansible - Realizado por Daysi
  Achig
  enabled: true
- name: Serial1/3
  description: Automatizacion de procesos de red con Ansible - Realizado por Daysi
  Achig
  enabled: true
  state: merged
- name: Configuracion de Direcciones IP en enlaces fa y seriales del Router3
  cisco.ios.ios_l3_interfaces:
    config:
      - name: FastEthernet0/1
        ipv4:
          - address: 10.10.5.3/24
      - name: Serial1/2
        ipv4:
          - address: 10.10.4.1/30
      - name: Serial1/3
        ipv4:
          - address: 10.10.3.2/30
    state: merged
- name: Eliminacion Protocolo de Enrutamiento
  cisco.ios.ios_ospfv2:
    state: deleted
```

- name: Configuracion de Loopback

cisco.ios.ios_config:

lines:

- ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 Serial 1/2

save_when: always

- name: Asignacion Enrutamiento OSPF Router3

cisco.ios.ios_config:

lines:

- router ospf 10

- network 10.10.5.0 0.0.0.255 area 0

- network 10.10.4.0 0.0.0.3 area 0

- network 10.10.3.0 0.0.0.3 area 0

save_when: always

- name: Activacion del Protocolo Multicast Router3

cisco.ios.ios_config:

lines:

- ip multicast-routing

- ip pim rp-address 2.2.2.2

save_when: always

- name: Configuracion Multicast Interfaz Serial1/3

cisco.ios.ios_config:

lines:

- ip pim sparse-mode

parents: interface Serial 1/3

- name: Configuracion Multicast Interfaz Serial1/2

cisco.ios.ios_config:

lines:

- ip pim sparse-mode

parents: interface Serial 1/2

- name: Configuracion Multicast Interfaz FastEthernet 0/1

cisco.ios.ios_config:

lines:

- ip pim sparse-mode

parents: interface FastEthernet 0/1

Modo Dense Mode - Router 1

#Proyecto de Titulacion Daysi Juliana Achig Condolo

- hosts: Router1

gather_facts: false

remote_user: admin

tasks:

- name: Mensaje Banner Router1

cisco.ios.ios_banner:

banner: login

text: PROYECTO DE TITULACION DAYSI JULIANA ACHIG CONDOLO

state: present

- name: Activacion de interfaces y descripcion Router1

cisco.ios.ios_interfaces:

config:

- name: FastEthernet0/1

description: Automatizacion de procesos de red con Ansible - Realizado por Daysi Achig

enabled: true

- name: Serial1/0

description: Automatizacion de procesos de red con Ansible - Realizado por Daysi Achig

enabled: true

- name: Serial1/3

description: Automatizacion de procesos de red con Ansible - Realizado por Daysi Achig

enabled: true

state: merged

- name: Configuracion de Direcciones IP en enlaces fa y seriales del Router1

cisco.ios.ios_l3_interfaces:

config:

- name: FastEthernet0/1

ipv4:

- address: 10.10.1.1/24

- name: Serial1/0

ipv4:

- address: 10.10.2.1/30

- name: Serial1/3

ipv4:

- address: 10.10.3.1/30

state: merged

- name: Eliminacion Protocolo de Enrutamiento

cisco.ios.ios_ospfv2:

state: deleted

- name: Configuracion de Loopback

cisco.ios.ios_config:

lines:

- ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 Serial 1/0

save_when: always

- name: Asignacion Enrutamiento OSPF Router1

cisco.ios.ios_config:

lines:

- router ospf 10

- network 10.10.1.0 0.0.0.255 area 0

- network 10.10.2.0 0.0.0.3 area 0

- network 10.10.3.0 0.0.0.3 area 0

save_when: always

- name: Activacion del Protocolo Multicast Router1

cisco.ios.ios_config:

lines:

- ip multicast-routing

- no ip pim rp-address 2.2.2.2

save_when: always

- name: Configuracion Multicast Interfaz Serial1/0

cisco.ios.ios_config:

lines:

- ip pim dense-mode

```
parents: interface Serial 1/0
- name: Configuracion Multicast Interfaz Serial1/3
cisco.ios.ios_config:
  lines:
    - ip pim dense-mode
parents: interface Serial 1/3
- name: Configuracion Multicast Interfaz FastEthernet 0/1
cisco.ios.ios_config:
  lines:
    - ip pim dense-mode
parents: interface FastEthernet 0/1
```

Modo Dense Mode - Router 2

#Proyecto de Titulacion Daysi Juliana Achig Condolo

```
- hosts: Router2
gather_facts: false
remote_user: admin
tasks:
- name: Mensaje Banner Router2
cisco.ios.ios_banner:
  banner: login
  text: PROYECTO DE TITULACION DAYSI JULIANA ACHIG CONDOLO
  state: present
- name: Activacion de interfaces y descripcion Router2
cisco.ios.ios_interfaces:
```

```
config:
- name: Serial1/0
  description: Automatizacion de procesos de red con Ansible - Realizado por Daysi
  Achig
  enabled: true
- name: Serial1/2
  description: Automatizacion de procesos de red con Ansible - Realizado por Daysi
  Achig
  enabled: true
  state: merged
- name: Configuracion de Direcciones IP en enlaces seriales del Router2
  cisco.ios.ios_l3_interfaces:
  config:
  - name: Serial1/0
    ipv4:
    - address: 10.10.2.2/30
  - name: Serial1/2
    ipv4:
    - address: 10.10.4.2/30
  - name: loopback 0
    ipv4:
    - address: 2.2.2.2/32
  state: merged
- name: Clock Rate
  cisco.ios.ios_config:
  lines:
```

- interface serial 1/0
- clock rate 64000
- interface serial 1/2
- clock rate 64000
- do wr
- save_when: always
- name: Eliminacion Protocolo de Enrutamiento
- cisco.ios.ios_ospfv2:
 - state: deleted
- name: Asignacion Enrutamiento OSPF Router2
- cisco.ios.ios_config:
 - lines:
 - router ospf 10
 - network 10.10.2.0 0.0.0.3 area 0
 - network 10.10.4.0 0.0.0.3 area 0
 - save_when: always
- name: Activacion del Protocolo Multicast Router2
- cisco.ios.ios_config:
 - lines:
 - ip multicast-routing
 - no ip pim rp-address 2.2.2.2
 - no ip pim send-rp-announce lo 0 scope 16
 - no ip pim send-rp-discovery scope 16
 - save_when: always
- name: Configuracion Multicast Interfaz Serial1/0

cisco.ios.ios_config:

lines:

- ip pim dense-mode

parents: interface Serial 1/0

- name: Configuracion Multicast Interfaz Serial1/2

cisco.ios.ios_config:

lines:

- ip pim dense-mode

parents: interface Serial 1/2

- name: Configuracion Multicast Loopback 0

cisco.ios.ios_config:

lines:

- ip pim dense-mode

parents: interface loopback 0

Modo Dense Mode - Router 3

#Proyecto de Titulacion Daysi Juliana Achig Condolo

- hosts: Router3

gather_facts: false

remote_user: admin

tasks:

- name: Mensaje Banner Router3

cisco.ios.ios_banner:

banner: login

text: PROYECTO DE TITULACION DAYSI JULIANA ACHIG CONDOLO

```
state: present
- name: Activacion de interfaces y descripcion Router3
  cisco.ios.ios_interfaces:
    config:
      - name: FastEthernet0/1
        description: Automatizacion de procesos de red con Ansible - Realizado por Daysi Achig
        enabled: true
      - name: Serial1/2
        description: Automatizacion de procesos de red con Ansible - Realizado por Daysi Achig
        enabled: true
      - name: Serial1/3
        description: Automatizacion de procesos de red con Ansible - Realizado por Daysi Achig
        enabled: true
    state: merged
- name: Configuracion de Direcciones IP en enlaces fa y seriales del Router3
  cisco.ios.ios_l3_interfaces:
    config:
      - name: FastEthernet0/1
        ipv4:
          - address: 10.10.5.3/24
      - name: Serial1/2
        ipv4:
          - address: 10.10.4.1/30
```

- name: Serial1/3
 - ipv4:
 - address: 10.10.3.2/30
 - state: merged
- name: Eliminacion Protocolo de Enrutamiento
 - cisco.ios.ios_ospfv2:
 - state: deleted
- name: Configuracion de Loopback
 - cisco.ios.ios_config:
 - lines:
 - ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 Serial 1/2
 - save_when: always
- name: Asignacion Enrutamiento OSPF Router3
 - cisco.ios.ios_config:
 - lines:
 - router ospf 10
 - network 10.10.5.0 0.0.0.255 area 0
 - network 10.10.4.0 0.0.0.3 area 0
 - network 10.10.3.0 0.0.0.3 area 0
 - save_when: always
- name: Activacion del Protocolo Multicast Router3
 - cisco.ios.ios_config:
 - lines:
 - ip multicast-routing
 - no ip pim rp-address 2.2.2.2

```
    save_when: always
- name: Configuracion Multicast Interfaz Serial1/3
  cisco.ios.ios_config:
    lines:
      - ip pim dense-mode
    parents: interface Serial 1/3
- name: Configuracion Multicast Interfaz Serial1/2
  cisco.ios.ios_config:
    lines:
      - ip pim dense-mode
    parents: interface Serial 1/2
- name: Configuracion Multicast Interfaz FastEthernet 0/1
  cisco.ios.ios_config:
    lines:
      - ip pim dense-mode
    parents: interface FastEthernet 0/1
```

Modo Sparse Dense Mode - Router 1

```
#Proyecto de Titulacion Daysi Juliana Achig Condolo
```

```
- hosts: Router1
gather_facts: false
remote_user: admin
tasks:
- name: Mensaje Banner Router1
```

cisco.ios.ios_banner:

banner: login

text: PROYECTO DE TITULACION DAYSI JULIANA ACHIG CONDOLO

state: present

- name: Activacion de interfaces y descripcion Router1

cisco.ios.ios_interfaces:

config:

- name: FastEthernet0/1

description: Automatizacion de procesos de red con Ansible - Realizado por Daysi Achig

enabled: true

- name: Serial1/0

description: Automatizacion de procesos de red con Ansible - Realizado por Daysi Achig

enabled: true

- name: Serial1/3

description: Automatizacion de procesos de red con Ansible - Realizado por Daysi Achig

enabled: true

state: merged

- name: Configuracion de Direcciones IP en enlaces fa y seriales del Router1

cisco.ios.ios_l3_interfaces:

config:

- name: FastEthernet0/1

ipv4:

- address: 10.10.1.1/24

- name: Serial1/0
 - ipv4:
 - address: 10.10.2.1/30
- name: Serial1/3
 - ipv4:
 - address: 10.10.3.1/30
 - state: merged
- name: Eliminacion Protocolo de Enrutamiento
 - cisco.ios.ios_ospfv2:
 - state: deleted
- name: Configuracion de Loopback
 - cisco.ios.ios_config:
 - lines:
 - ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 Serial 1/0
 - save_when: always
- name: Asignacion Enrutamiento OSPF Router1
 - cisco.ios.ios_config:
 - lines:
 - router ospf 10
 - network 10.10.1.0 0.0.0.255 area 0
 - network 10.10.2.0 0.0.0.3 area 0
 - network 10.10.3.0 0.0.0.3 area 0
 - save_when: always
- name: Activacion del Protocolo Multicast Router1
 - cisco.ios.ios_config:

```
lines:
- ip multicast-routing
- no ip pim rp-address 2.2.2.2
save_when: always
- name: Configuracion Multicast Interfaz Serial1/0
cisco.ios.ios_config:
lines:
- ip pim sparse-dense-mode
parents: interface Serial 1/0
- name: Configuracion Multicast Interfaz Serial1/3
cisco.ios.ios_config:
lines:
- ip pim sparse-dense-mode
parents: interface Serial 1/3
- name: Configuracion Multicast Interfaz FastEthernet 0/1
cisco.ios.ios_config:
lines:
- ip pim sparse-dense-mode
parents: interface FastEthernet 0/1
```

Modo Sparse Dense Mode - Router 2

#Proyecto de Titulacion Daysi Juliana Achig Condolo

- hosts: Router2

gather_facts: false

remote_user: admin

tasks:

- name: Mensaje Banner Router2

cisco.ios.ios_banner:

banner: login

text: PROYECTO DE TITULACION DAYSI JULIANA ACHIG CONDOLO

state: present

- name: Activacion de interfaces y descripcion Router2

cisco.ios.ios_interfaces:

config:

- name: Serial1/0

description: Automatizacion de procesos de red con Ansible - Realizado por Daysi Achig

enabled: true

- name: Serial1/2

description: Automatizacion de procesos de red con Ansible - Realizado por Daysi Achig

enabled: true

state: merged

- name: Asignacion de Direcciones IP en las interfaces seriales del Router2

cisco.ios.ios_l3_interfaces:

config:

- name: Serial1/0

ipv4:

- address: 10.10.2.2/30

- name: Serial1/2

ipv4:

- address: 10.10.4.2/30
- name: loopback 0
- ipv4:
 - address: 2.2.2.2/32
- state: merged
- name: Clock Rate
- cisco.ios.ios_config:
 - lines:
 - interface serial 1/0
 - clock rate 64000
 - interface serial 1/2
 - clock rate 64000
 - do wr
 - save_when: always
- name: Eliminacion Protocolo de Enrutamiento
- cisco.ios.ios_ospfv2:
 - state: deleted
- name: Asignacion Enrutamiento OSPF Router2
- cisco.ios.ios_config:
 - lines:
 - router ospf 10
 - network 10.10.2.0 0.0.0.3 area 0
 - network 10.10.4.0 0.0.0.3 area 0
 - save_when: always
- name: Activacion del Protocolo Multicast Router2

cisco.ios.ios_config:

lines:

- ip multicast-routing
- no ip pim rp-address 2.2.2.2
- ip pim send-rp-announce lo 0 scope 16
- ip pim send-rp-discovery scope 16

save_when: always

- name: Configuracion Multicast Interfaz Serial1/0

cisco.ios.ios_config:

lines:

- ip pim sparse-dense-mode

parents: interface Serial 1/0

- name: Configuracion Multicast Interfaz Serial1/2

cisco.ios.ios_config:

lines:

- ip pim sparse-dense-mode

parents: interface Serial 1/2

- name: Configuracion Multicast Loopback 0

cisco.ios.ios_config:

lines:

- ip pim sparse-dense-mode

parents: interface loopback 0

Modo Sparse Dense Mode - Router 3

#Proyecto de Titulacion Daysi Juliana Achig Condolo

```

- hosts: Router3

gather_facts: false

remote_user: admin

tasks:

- name: Mensaje Banner Router3

  cisco.ios.ios_banner:

    banner: login

    text: PROYECTO DE TITULACION DAYSI JULIANA ACHIG CONDOLO

    state: present

- name: Activacion de interfaces y descripcion Router3

  cisco.ios.ios_interfaces:

    config:

      - name: FastEthernet0/1

        description: Automatizacion de procesos de red con Ansible - Realizado por Daysi Achig

        enabled: true

      - name: Serial1/2

        description: Automatizacion de procesos de red con Ansible - Realizado por Daysi Achig

        enabled: true

      - name: Serial1/3

        description: Automatizacion de procesos de red con Ansible - Realizado por Daysi Achig

        enabled: true

        state: merged

- name: Configuracion de Direcciones IP en enlaces fa y seriales del Router3

```

cisco.ios.ios_l3_interfaces:

config:

- name: FastEthernet0/1

ipv4:

- address: 10.10.5.3/24

- name: Serial1/2

ipv4:

- address: 10.10.4.1/30

- name: Serial1/3

ipv4:

- address: 10.10.3.2/30

state: merged

- name: Eliminacion Protocolo de Enrutamiento

cisco.ios.ios_ospfv2:

state: deleted

- name: Configuracion Loopback

cisco.ios.ios_config:

lines:

- ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 Serial 1/2

save_when: always

- name: Asignacion Enrutamiento OSPF Router3

cisco.ios.ios_config:

lines:

- router ospf 10

- network 10.10.5.0 0.0.0.255 area 0

- network 10.10.4.0 0.0.0.3 area 0
- network 10.10.3.0 0.0.0.3 area 0
- save_when: always
- name: Configuracion Multicast Router3
- cisco.ios.ios_config:
 - lines:
 - ip multicast-routing
 - no ip pim rp-address 2.2.2.2
 - save_when: always
- name: Configuracion Multicast Interfaz Serial1/3
- cisco.ios.ios_config:
 - lines:
 - ip pim sparse-dense-mode
 - parents: interface Serial 1/3
- name: Configuracion Multicast Interfaz Serial1/2
- cisco.ios.ios_config:
 - lines:
 - ip pim sparse-dense-mode
 - parents: interface Serial 1/2
- name: Configuracion Multicast Interfaz FastEthernet 0/1
- cisco.ios.ios_config:
 - lines:
 - ip pim sparse-dense-mode
 - parents: interface FastEthernet 0/1

Servidor

#Proyecto de Titulacion Daysi Juliana Achig Condolo

- hosts: Servidor

gather_facts: false

remote_user: admin

tasks:

- name: Mensaje de Banner Servidor

cisco.ios.ios_banner:

banner: login

text: PROYECTO DE TITULACION DAYSI JULIANA ACHIG CONDOLO

state: present

- name: Activacion de interfaz y descripcion Servidor

cisco.ios.ios_interfaces:

config:

- name: FastEthernet0/1

description: Automatizacion de procesos de red con Ansible - Realizado por Daysi Achig

enabled: true

state: merged

- name: Asignacion de Direccion IP en la interfaz fa del Servidor

cisco.ios.ios_l3_interfaces:

config:

- name: FastEthernet0/1

ipv4:

- address: 10.10.1.10/24

state: merged

- name: Eliminacion de Protocolo de Enrutamiento

cisco.ios.ios_ospfv2:

state: deleted

- name: Asignacion de Enrutamiento OSPF Servidor

cisco.ios.ios_config:

lines:

- router ospf 10

- network 10.10.1.0 0.0.0.255 area 0

save_when: always

Cliente

#Proyecto de Titulacion Daysi Juliana Achig Condolo

- hosts: Clientes

gather_facts: false

remote_user: admin

tasks:

- name: Mensaje de Banner Cliente

cisco.ios.ios_banner:

banner: login

text: PROYECTO DE TITULACION DAYSI JULIANA ACHIG CONDOLO

state: present

- name: Activacion de interfaz y descripcion Cliente

cisco.ios.ios_interfaces:

config:

- name: FastEthernet0/1

description: Automatizacion de procesos de red con Ansible - Realizado por Daysi Achig

enabled: true

state: merged

- name: Asignacion de Direccio IP en la interfaz fa del Cliente

cisco.ios.ios_l3_interfaces:

config:

- name: FastEthernet0/1

ipv4:

- address: 10.10.5.100/24

state: merged

- name: Eliminacion de Protocolo de Enrutamiento

cisco.ios.ios_ospfv2:

state: deleted

- name: Asignacion de Enrutamiento OSPF Cliente

cisco.ios.ios_config:

lines:

- router ospf 10

- network 10.10.5.0 0.0.0.255 area 0

save_when: always

- name: Configuracion de grupo multicast

cisco.ios.ios_config:

lines:

- ip igmp join-group 239.1.1.1

parents: interface fa 0/1

save_when: always