

Redes definidas por software en centros de datos y en la nube

ASIR Modalidad Presencial

Julián Morón Ridao

Tutor del TFG

ÍNDICES

De contenido, tablas e ilustraciones. Se recomienda realizarlos de manera automática.

ABSTRACT

El principal objetivo de este proyecto consistirá en realizar la investigación sobre las redes definidas por software que es nuestro tema principal, además de luego enfocarlo en su uso, aplicaciones, funciones relevantes etc para los centros de datos y la nube. Donde algunos de los apartados que vamos a tratar consisten en los fundamentos de las redes definidas por software, su impacto en los centros de datos y en la nube, limitaciones de este tipo de redes, análisis de estudios de caso, integración en redes 5G, futuro de estos sistemas, sostenibilidad en los centros de datos, normativas y estándares, vulnerabilidades de estas redes entre otros.

The main objective of this project will be to carry out research on software-defined networks, which is our main topic, and then focus on their use, applications, relevant functions, etc. for data centers and the cloud. Some of the sections that we will cover consist of the fundamentals of software-defined networks, their impact on data centers and the cloud, limitations of this type of networks, analysis of case studies, integration in 5G networks, the future of these systems, sustainability in data centers, regulations and standards, vulnerabilities of these networks, among others.

JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

Mi principal motivación a la hora de la elección de mi tema para este proyecto se basa principalmente en mi gusto por las redes y todo lo que significa en la actualidad. Además, todos los conocimientos que he ido adquiriendo a lo largo de estos 2 años del grado superior de ASIR. En el ámbito de la tecnología, podemos decir que la red es un aspecto crucial que siempre se debe tener en cuenta, es la raíz de muchas soluciones o problemas actuales. Sobre todo, me quiero centrar en las redes definidas por software ya que aportan soluciones más flexibles y eficientes. Mi proyecto va dedicado a diversos públicos, porque mi intención es dar a conocer aspectos claves sobre el tema que sean fáciles de entender y comprender para personas que no saben mucho de tecnologías y redes, pero les gusta todo lo relacionado y también para aquellas personas investigadoras o desarrolladores/ingenieros que trabajen con redes y puedan informarse sobre temas que no comprendan. Hay aplicaciones actuales como Cisco ACI y VMware NSX que trabajan con estas redes y su implementación en entornos de la nube y centros de datos.

INTRODUCCIÓN

Las redes definidas por software ayudan a poder mejorar la gestión y operaciones de muchas de las infraestructuras actuales, ya que algunas de las principales funciones que aportan son:

* Gestión de redes automatizadas
* Permite integrar funcionalidades con el uso de inteligencia artificial
* Implementar análisis en tiempo real
* Administrar de forma eficiente nuestros recursos

Consecuentemente también permite solucionarnos diversos problemas como:

* Las posibles brechas o fracturas en la seguridad de nuestra red
* Falta de control sobre algunas funcionalidades de red
* Poca flexibilidad para la gestión de la red
* Posibles limitaciones en algunos sistemas

Algunos de los requisitos que quiero que tratar con mi proyecto son los siguientes:

- Fundamentos de las redes definidas por software, su arquitectura, protocolos...

- Impacto de las redes definidas por software en los centros de datos y la nube, como su gestión, computación...

- Comparación con el sistema de redes tradicionales en cuanto a eficiencia, seguridad ...

- Posibles limitaciones de este tipo de redes

- Futuro de este sistema de redes

- Análisis de posibles estudios de caso

- Integración con tecnologías actuales como IA, machine learning, Edge computing...

- Automatización de la red

- Integración en redes 5G

- Sostenibilidad en centros de datos

- Normativas y estándares

- Seguridad dentro de las redes definidas por software

- Vulnerabilidades dentro de las redes

- Virtualización de las funciones de red

- Relación de las redes definidas por software y la virtualización de red

- Complementación de SDN y NFV

- Herramientas y plataformas para SDN

- Costes de implementación

OBJETIVOS

Listado de objetivos que se plantean resolver. Requisitos.

Se debe presentar un **RFTP** inicial para acompañar a la propuesta.

R – Requisitos: Lo que debe hacer el programa expresado en lenguaje coloquial.

F – Funciones: Desglose de las características asociadas o subrequisitos de cada requisito. Expresado en leguaje técnico.

T – Tareas asociadas a cada funcionalidad. Deben describir completamente su alcance.

P – Pruebas. Demostración o prueba planificada para cumplir cada tarea.

Ejemplo:

R01 – El programa debe solo debe permitir entrar a las personas que han dado sus datos.

R01F01 – El usuario debe registrarse en el sistema.

R01F01T01 – Crear una tabla usuarios en la base de datos.

R01F01T01P01 – Introducir un dato de prueba.

R01F01T02 - Diseñar un html que permita rellenar los campos de registro.

R01F01T02P01 – Visualizar la pantalla login.html

...

R01F02 - El usuario debe introducir nombre y clave para poder entrar

...

DESCRIPCIÓN

A continuación, está el diagrama de funcionamiento de una red usando SDN, en este caso implementada con Cisco. Usando servidores, PCs, routers y switches multilayer. Además de segmentar la red en diferentes VLANs ya que con esto podemos conseguir mejoras en relación con la eficiencia y la seguridad del tráfico de los datos. El esquema consta de 2 partes:

* Capa de acceso: Donde hemos logrado implementar 4 VLANs, cada VLAN está conectada a los switches multilayer para poder gestionar la comunicación interna de cada segmento.
* VLAN1 (192.168.10.0/24 representado con el color verde): Red para usuarios generales
* VLAN2 (192.168.11.0/24 representado con el color azul):

Red para un grupo determinado de usuarios que queramos

* VLAN3 (192.168.12.0/24 representado con el color rosa):

Red destinada para otro tipo de usuarios

* VLAN4 (192.168.13.0/24 representado con el color amarillo):

Granja de servidores

* Capa de distribución: Lo que hemos hecho es utilizar los switches multilayer, de manera interconectada ya que de esta manera conseguimos crear una topología redundante para conseguir garantizar la disponibilidad la de la red y balanceo de carga. También usamos los router para manejar la conectividad de la red, que están interconectados con la capa de distribución y consiguen poder manejar la conexión entre las VLANs y la salida a redes externas usando diferentes protocolos de enrutamiento.

DISEÑOS

Diagrama de red

Gráfico, Gráfico de líneas

El contenido generado por IA puede ser incorrecto.

TECNOLOGÍA

Las tecnologías y herramientas utilizadas para este proyecto. Por ejemplo:

|  |  |
| --- | --- |
|  | **Java**. Descripción de la herramienta.  Descripción del uso de la herramienta en el proyecto. |

METODOLOGÍA

**Metodología usada** y justificación de la misma.

Se presentarán dos planificaciones, una valoración inicial y previa a la implementación del proyecto y otra final con el tiempo real dedicado a cada parte del RFTP. Se analizarán las desviaciones.  
El tiempo se expresará en horas. Debe existir una totalización final.

**Diagrama de Gantt** (Microsoft Project o similar). Real, contrastable con GIT, RFTP y Casos de uso.



**Presupuesto.** Con detalle de horas, indispensable si se realiza en grupo, y coste total del desarrollo por cada requisito.

**README y GIT.**

# Fundamentos de las Redes Definidas por Software (SDN)

## ¿Qué son las redes definidas por software?

Las redes SDN, son un tipo de red que destacan por utilizar controladores de software que permiten ser utilizados con interfaces de programación de aplicaciones, que son las conocidas API, que serán de gran ayuda para poder comunicarse con la infraestructura de hardware para dirigir todo el tráfico de la red. Haciendo uso del software, SDN nos permite crear y operar una serie de redes de superposición virtuales que se utilizan en conjunto con una red de superposición física. Las SDN nos ofrecen la posibilidad de entregar entornos con aplicaciones como código y poder llegar a minimizar el tiempo necesario de manipulación para la administración de la red. Una de las principales características de este tipo de red y que la hace destacar, esque separa el plano de control del plano de datos, pudiendo así realizar una gestión de forma centralizada y programable para los dispositivos de la red como podrían ser switches, routers, firewalls ... Gracias a este enfoque, conseguimos mejoras en cuanto a la flexibilidad, tiempo de administración, implementación de medidas de seguridad de forma dinámica entre otras muchas.



Ilustración Ejemplo SDN

## ¿Por qué se usan este tipo de redes en la actualidad?

Actualmente, las empresas sobre todo en el sector tecnológico se interesan en las SDN porque les permite poder aportar los beneficios que ofrece los servicios de la nube para la implementación y administración de las redes. Además de que, si contamos con la opción para virtualizar redes, las empresas podrán contar con una mayor eficiencia al hacer uso de herramientas y tecnologías como podrían ser un SaaS (Software como servicio), IaaS (Infraestructura como servicio) y otros servicios que ofrece la nube para poder ser integrados a través de una API a su correspondiente SDN. Otra característica importante para las empresas, esque también pueden hacer segmentaciones de diferentes redes virtuales usando una única red física o viceversa, diferentes redes físicas para una única red virtual, por eso decimos que las empresas actualmente tienden a usar este tipo de red, debido a que es una manera de poder controlar eficazmente el tráfico y posibilidad a la escalabilidad si llegase a ser necesario.

## Arquitectura de las SDN

La arquitectura de las SDN incluye 3 capas principales que son: El plano de aplicación, el plano de control y el plano de datos.

* Capa de aplicación: Esta es la capa superior de la arquitectura SDN, encargada de poder definir el comportamiento que queremos que tenga la red. Las aplicaciones para esta capa pueden incluir herramientas para controlar el tráfico de datos, políticas de seguridad o superposiciones de redes virtuales.
* Capa de control: La principal función de esta capa es ser responsable de poder aplicar las políticas y reglas definidas en la capa anterior (capa de aplicación). Casi siempre suele estar implementada como un controlador central que llega a comunicarse con los dispositivos de red en el plano de datos.
* Plano de datos o capa de infraestructura: Se forma por todos los dispositivos físicos de red, como podrían ser enrutadores y conmutadores, que forman parte del plano de datos. Todos estos dispositivos son los encargados de reenviar todo el tráfico de red a través de la red.

Ilustración Arquitectura SDN

# Modelos de redes SDN

## SDN Centralizada:

Se caracteriza por tener un único controlador centralizado encargado de gestionar toda la red, siempre estará actuando como el “cerebro” de nuestra infraestructura. Este tipo de controlador posee una visión global de toda la red y envía instrucciones detalladas a los dispositivos de red para saber cómo deben enrutar el tráfico, aplicar políticas de seguridad u optimizar el rendimiento.

* Características:

- Escalabilidad limitada: Cuando la red va creciendo, el controlador centralizado puede convertirse en un posible cuello de botella.

- Punto único de fallo: En caso de que el controlador centralizado llegase a fallar, toda la red se vería afectada.

- Gestión simplificada: La parte de la configuración y administración de la red, se vería simplificada al poder centralizar las tareas en un único punto.

- Visión global unificada: Permite una perspectiva completa de todo el estado de la red, llegando a facilitar bastante la toma de decisiones.

### Ventajas:

- Mejora en la seguridad: Si implementamos políticas de seguridad centralizadas podremos llegar a mejorar la protección de la red.

- Reducción de costos: La centralización de toda la gestión pueden reducir significativamente los costes operativos.

- Facilidad a la hora de la implementación: Gracias a su simplicidad, este modelo se convierte en una opción muy atractiva para las redes pequeñas y medianas.

* Aplicaciones:

- Redes para pequeñas y medianas empresas

- Redes de campus educativos

- Redes de centros de datos con una topología simple

## SDN Distribuida:

Está formado por múltiples controladores distribuidos, encargados de gestionar las diferentes partes de una red, de esta forma se divide las responsabilidades y conseguimos que aumente la flexibilidad. Cada controlador tiene la función de encargarse de un segmento en específico de la red, ayudándose entre sí para poder conseguir una gestión total.

* Características:

- Mayor complejidad: Debido a la gestión y coordinación de diversos controladores.

- Mejor resiliencia: Si un controlador nos da errores, el resto podría seguir controlando sus segmentos de la red.

- Escalabilidad superior: Se adapta mejor al crecimiento de la red, distribuyendo la carga entre diferentes controladores.

- Flexibilidad mayor: Consiguiendo así una gestión más granulada de la red, ya que permite que se adapte mejor a las topologías complejas.

### Ventajas:

- Mayor disponibilidad: La distribución de la gestión, consigue reducir el impacto de fallos en un solo controlador de la red.

- Escalabilidad sin límites: Ya que permite facilitar bastante el crecimiento de la red sin verse afectado su rendimiento.

- Adaptación a redes complejas: Hace una gestión granular en entornos que tienen topologías complejas.

* + Aplicaciones:
    - Redes de proveedores de servicios (ISP)
    - Redes de grandes empresas con topologías complejas
    - Redes de centros de datos a gran escala

## SDN Híbrida:

Este modelo consigue combinar algunos elementos de la SDN centralizada y distribuida, ya que intenta buscar un equilibrio entre la centralización de la red y la flexibilidad. Además, un controlador centralizado gestiona toda la red, mientras que los controladores distribuidos son los encargados de los segmentos específicos.

* Características:

- Aprovecha las ventajas de ambos modelos: Consigue combinar la visión global de la SDN centralizada con la flexibilidad que aporta la SDN distribuida.

- Se adapta a necesidades específicas: Puede adaptarse a necesidades particulares que una empresa desee.

- Escalabilidad y resiliencia: Permite el crecimiento de la red sin verse involucrada la disponibilidad de la red.

### Ventajas:

- Mejor optimización: Ya que consigue mejorar la gestión del tráfico, aplicando diferentes políticas avanzadas para las partes donde haga falta.

- Reducción de costos y riesgos: Al minimizar las posibles interrupciones de la red, ya que mantiene ciertos segmentos funcionando con su arquitectura tradicional.

* + Aplicaciones:
    - Redes grandes con topologías complejas y una serie de necesidad específicas
    - Redes de necesiten una gestión granular en unos segmentos en específico
    - Redes de empresas que busquen lograr un equilibrio entre la centralización y la flexibilidad

# Características de las SDN:

Existen una serie de características que consigue diferenciar a las SDN de las arquitecturas de redes tradicionales:

* Virtualización: También permite virtualizar los recursos de la red, lo que permite para los administradores poder crear redes virtualizadas bajo demanda. Pudiendo llegar a resultar muy útil en aquellos entornos de computación en la nube, en los que la demanda de recursos de red podría ser muy dinámica.
* Abstracción: Para las arquitecturas SDN, el plano de control estaría separado del plano de datos, que es el encargado de reenviar el tráfico. Pudiendo ayudar esto para cambiar fácilmente el funcionamiento de la red sin poder afectar a los dispositivos encargados del reenvío del tráfico.
* Programabilidad: Esto permite llegar a controlar mediante programación el comportamiento de la red usando una API u otras herramientas para el desarrollo del software. Llegando a facilitar la automatización de las tareas de la red y su posible integración con otros sistemas.
* Flexibilidad: Los cambios que puede sufrir la red, pueden realizarse sin tener que reconfigurar físicamente los dispositivos de la red, pudiendo permitir a los gestores de red reaccionar con rapidez ante la evolución de las necesidades y sus circunstancias.

# Impacto de SDN en Centros de Datos y la Nube

Actualmente las redes definidas por software. También conocidas como SDN, están siendo bastante revolucionarias en cuanto a la forma en que se llegan a gestionar y operar los centros de datos. Esta innovadora tecnología nos permite poder separar el plano de control, del plano de datos, lo que permite ofrecer mayor flexibilidad y capacidad para poder gestionar todo el tráfico que se encuentra dentro de la red de interconexión con los centros de datos. En cuanto a la interconexión con los centros de datos, SDN permite una gestión mucha más efectiva del tráfico, consiguiéndolo gracias a optimizar el uso de ancho de banda disponible para después ser ofrecido a las aplicaciones que se consideran más sensibles para los usuarios finales. Las organizaciones que utilizan múltiples centros de datos se benefician del uso de las SDN ya que les permite poder aplicar políticas para la gestión de conexiones entre diferentes centros de datos, logrando de este modo, grandes eficiencias relacionadas con los costos y también consiguiendo poder asignar recursos de manera limitada para el ancho de banda, en las zonas que se consideren más importantes. El uso de SDN para la interconexión de centros de datos, proporciona una mayor escalabilidad, permitiendo llegar a ajustar rápidamente la arquitectura y la capacidad de la red según las necesidades de las aplicaciones y diferentes servicios. Además, gracias al uso de SDN se nos facilita la implementación de políticas de seguridad y calidad de servicio, lo que significa una mejora en la protección de los datos. Con la adopción de las nuevas tecnologías emergentes para la interconexión de centros de datos, se están consiguiendo una serie de beneficios bastantes significativos para las empresas y organizaciones. De la misma manera se está notando un crecimiento de la computación en la nube, haciendo que las empresas opten por implementar una solución de multicloud, utilizando múltiples proveedores de servicios en la nube pública. Esta nueva tendencia supone plantear nuevos desafíos en términos de interconexión con los centros de datos, ya que es necesario establecer conexiones eficientes además de seguras con los proveedores de servicios en la nube. La conectividad multicloud hace referencia a la capacidad de poder interconectar centros de datos con los diferentes proveedores de servicios en la nube. Llegando a permitir a las empresas mover los datos y cargas de trabajo entre diferentes nubes de manera transparente y eficiente. Además, debemos de saber que la conectividad multicloud ayuda a mejorar la redundancia y la resiliencia, ya que los datos y las aplicaciones pueden estar respaldados en diferentes ubicaciones geográficas. Por último, la interconexión de centros de datos dentro del contexto del IoT[[1]](#footnote-1) facilita el procesamiento y análisis de grandes volúmenes de datos generados por dispositivos IoT, lo que nos permite poder incorporar aplicaciones y servicios de inteligencia artificial.

Gráfico, Gráfico de líneas

El contenido generado por IA puede ser incorrecto.

Gráfico

El contenido generado por IA puede ser incorrecto.

Ilustración 3 Evolución SDN

Ilustración 4 Costes SDN

## Beneficios de SDN en centros de datos

|  |  |
| --- | --- |
| Beneficio | Descripción |
| Reducción de costes | Permite poder disminuir los gastos destinados el hardware y su mantenimiento |
| Automatización | Hace posible la configuración de la red sin necesidad de intervención manual |
| Flexibilidad | Facilidad a la hora de la creación de redes virtuales dinámicas |
| Mayor seguridad | Implementación de forma dinámica las reglas de seguridad de la red |
| Optimización del tráfico | Consigue mejoras de la eficiencia del uso del ancho de banda en la red |

# Impacto de SDN en la latencia y el rendimiento

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Métrica | Antes de SDN | Después de SDN |
| Latencia media (ms) | 16 | 4 |
| Tiempo de recuperación ante fallos (s) | 28 | 5 |
| Ancho de banda utilizado (%) | 65 | 90 |
| Tiempo de respuesta de las aplicaciones (ms) | 200 | 100 |

# Beneficios de SDN en la nube

|  |  |
| --- | --- |
| Beneficio | Descripción |
| Optimización | Consigue priorizar el flujo de datos y también mejoras en las entregas de servicios basados en la nube |
| Conectividad MultiNube | Prioriza la integración y comunicación entre diferentes nubes (privada, pública e híbrida) |
| Agilidad de implantación | Permite poder aprovisionar las redes virtuales en cuestión de segundos en los entornos de nubes híbridas |
| Reducción de costes | Disminuye el consumo de recursos físicos y gastos en hardware |
| Seguridad avanzada | Implementación de políticas de seguridad centralizadas |
| Automatización | Facilita las tareas de gestión y configuración de redes en la nube |
| Optimización de los recursos | Se consiguen mejoras al utilizar el ancho de banda y una reducción en el colapso de la red |
| Escalabilidad | Posibilidad de crecer y adaptarse de manera dinámica a la gran demanda de tráfico en la nube |

TRABAJOS FUTUROS

Trabajos de ampliación y mejora proyectados.

CONCLUSIONES

Conclusión profesional del proyecto.

REFERENCIAS

Según las normas APA.  
Cada referencia se acompañará de un texto descriptivo con el apartado del proyecto asociado.  
  
**Formato:**

Autor, A. A. (Año de publicación). Título de la página. Recuperado de URL

**Ejemplo:**  
*Aplicado en la investigación del tema de la web.*

Smith, J. (2023). La importancia del reciclaje en la conservación del medio ambiente. Recuperado de <https://www.ejemplodepagina.com/>

**Otro ejemplo:**

*Aplicado para realizar las vistas de la base de datos.*  
Oracle Corporation. (s. f.). Oracle Database 19c Documentation. Recuperado de https://docs.oracle.com/en/database/oracle/oracle-database/index.html

1. El Internet de las cosas (IoT) es un concepto que se refiere a la interconexión de dispositivos físicos a través de Internet para que puedan capturar, enviar y recibir datos sin necesidad de intervención humana. [↑](#footnote-ref-1)