A close-up of a logo

Description automatically generated

Universidad Latina de Costa Rica

Curso: Sistemas Operativos II

Ingeniería en Telemática

Avance 1: Proyecto

Funciones de red virtual (VNF)

Nicole Montero Amador

Docente: Carlos Andrés Méndez Rodríguez

II Cuatrimestre 2024

**Introducción**

Las funciones de red virtual (VNF) son aplicaciones de software que brindan funciones de red, como servicios de directorio, enrutadores, firewalls, equilibradores de carga y más. Se implementan como máquinas virtuales (VM) y, a menudo, han sido el siguiente paso para los proveedores de telecomunicaciones en su transformación digital desde las funciones de red física (PNF) de dispositivos de red heredados en hardware propietario.

Como componentes clave en la arquitectura de virtualización de funciones de red (NFV), los VNF se construyen sobre la infraestructura NFV (NFVI), incluido un administrador de infraestructura virtual (VIM) como Red Hat® OpenStack® para asignar recursos como computación, almacenamiento y redes de manera eficiente entre los VNF. El marco para gestionar NFVI y aprovisionar nuevos VNF se produce en los elementos de gestión, automatización y orquestación de red (MANO) definidos por NFV.

La virtualización de funciones de red (NFV) es una forma de virtualizar servicios de red , como enrutadores, firewalls y equilibradores de carga, que tradicionalmente se han ejecutado en hardware propietario. Estos servicios están empaquetados como máquinas virtuales (VM) en hardware básico, lo que permite a los proveedores de servicios ejecutar su red en servidores estándar en lugar de propietarios. Es uno de los componentes principales de una nube de telecomunicaciones, que está remodelando la industria de las telecomunicaciones.

Con NFV, no es necesario tener hardware dedicado para cada función de red. NFV mejora la escalabilidad y la agilidad al permitir a los proveedores de servicios ofrecer nuevos servicios y aplicaciones de red bajo demanda, sin requerir recursos de hardware adicionales.

**¿Qué es la Virtualización de Funciones de Red?**

La virtualización de funciones de red (VNF) se erige como un pilar esencial en la evolución de las infraestructuras de comunicación modernas. En esencia, ¿qué es virtualización? Es la tecnología que permite la creación de entornos virtuales para diversos recursos, liberándolos de sus dependencias físicas. En el ámbito de las redes, la VNF lleva este concepto un paso más allá, aplicándolo a funciones tradicionalmente asociadas con hardware dedicado.

La virtualización de funciones de red (VNF) se refiere a la transformación de funciones específicas de redes, como enrutamiento o firewall, en instancias virtuales ejecutadas sobre hardware general. Este desglose implica la separación de la funcionalidad de red del hardware físico, permitiendo una gestión más eficiente y adaptable.

Las VNF tienen los siguientes beneficios:

* **Flexibilidad:** Permite la configuración dinámica y rápida de servicios de red.
* **Escalabilidad:** Puede escalarse horizontalmente según las demandas del tráfico de red.
* **Eficiencia:** Utiliza recursos físicos de manera más eficiente que los dispositivos físicos tradicionales.
* **Reducción de costos:** Al eliminar la necesidad de dispositivos físicos dedicados y permitir la automatización.

**Orígenes de la Virtualización de Funciones de Red**

La historia de la virtualización de funciones de red (VNF) remonta sus inicios al año 2012 por ETSI debido a la necesidad de superar las limitaciones de las redes tradicionales. La idea de desvincular funciones específicas de hardware y ejecutarlas en entornos virtualizados fue propuesta por primera vez en ese año. A medida que las demandas de conectividad crecían, surgió la necesidad de optimizar la gestión de recursos y adaptarse a entornos cambiantes. Los precursores de la VNF pueden rastrearse en los primeros intentos de separar funciones de red del hardware físico, allanando el camino para una arquitectura más dinámica y eficiente.

**Hitos Importantes en su Desarrollo**

La evolución de la VNF ha estado marcada por hitos significativos que han impulsado su adopción y madurez. Desde los primeros experimentos con la virtualización de funciones específicas hasta el desarrollo de estándares y protocolos, cada hito ha contribuido a consolidar la VNF como una piedra angular en la modernización de las infraestructuras de red. La estandarización de interfaces y la interoperabilidad han sido logros cruciales en este camino de evolución.

* **Primer Documento de NFV (2012)**: El primer documento oficial sobre NFV fue publicado en octubre de 2012 por el NFV ISG, estableciendo los principios fundamentales de la virtualización de funciones de red.
* **Formación del NFV ISG (2012):** La creación del NFV Industry Specification Group (ISG) en el seno del European Telecommunications Standards Institute (ETSI) marcó el inicio de los esfuerzos estandarizados en el desarrollo de NFV.
* **Primeras Implementaciones (2014):** Se realizaron las primeras implementaciones prácticas de NFV por parte de empresas líderes en telecomunicaciones, demostrando la viabilidad de la tecnología.
* **Especificaciones Iniciales (2014):** ETSI lanzó las primeras especificaciones iniciales de NFV, proporcionando un marco estándar para la implementación de funciones de red virtualizadas.
* **Aumento de Adopción (2015-2017)**: Durante este período, la adopción de NFV se incrementó significativamente, con más proveedores de servicios y empresas de telecomunicaciones incorporando esta tecnología en sus infraestructuras.
* **Desarrollo de Ecosistema (2018-2019):** Se produjo un desarrollo activo del ecosistema de NFV, con la introducción de plataformas y soluciones específicas para facilitar la implementación y gestión de funciones de red virtualizadas.
* **NFV en la Nube (2020):** La convergencia de NFV con tecnologías de nube se consolidó, permitiendo una mayor flexibilidad y escalabilidad en la implementación de funciones de red.
* **Avances en Automatización (2021):** La automatización de la gestión de NFV experimentó avances significativos, mejorando la eficiencia operativa y reduciendo los costos.
* **Integración con 5G (2022):** NFV se convirtió en un componente esencial para el despliegue y la gestión eficiente de redes 5G, facilitando la implementación de servicios de próxima generación.

**Componentes Principales de la virtualización de funciones de red**

La virtualización de funciones de red (VNF) se apoya en una arquitectura sólida, compuesta por varios componentes clave que impulsan su funcionalidad.

Entre los componentes principales, destacan los siguientes:

* “Nodos de VNF”: que son instancias virtuales de funciones específicas de red.
* “Orquestador”, encargado de coordinar y asignar recursos según las necesidades.
* “Hypervisor”: actúa como la capa de virtualización, permitiendo la ejecución de múltiples VNF en un mismo hardware físico.
* “Despliegue de VNF”, optimiza la utilización de recursos y facilita la gestión centralizada.

**Relación con la Red Tradicional**

* **Comparativa con la Arquitectura de Red Convencional**

Contrastando con la arquitectura de red convencional, la VNF representa un cambio paradigmático. Mientras que en las redes tradicionales cada función requería su hardware físico, la VNF consolida estas funciones en entornos virtuales. Esto no solo reduce la dependencia de hardware específico, sino que también facilita la gestión y escalabilidad, proporcionando una flexibilidad sin precedentes.

* **Integración de VNF en Entornos Existentes**

La implementación de la VNF no implica partir de cero; más bien, se integra de manera armoniosa en entornos existentes. La adaptabilidad de la VNF permite su despliegue gradual, coexistiendo con infraestructuras tradicionales. Esto significa que las organizaciones pueden aprovechar los beneficios de la virtualización sin comprometer la inversión previa en hardware. La VNF, por lo tanto, se posiciona como una evolución natural y escalonada hacia arquitecturas de red más eficientes y adaptables.

**Aplicaciones**

* **Telecomunicaciones**

La virtualización de funciones de red (VNF) ha encontrado un terreno fértil en el sector de las telecomunicaciones, transformando la forma en que las empresas gestionan sus servicios. La implementación de VNF en empresas de telecomunicaciones ha revolucionado la infraestructura de red, permitiendo una gestión más ágil y eficiente de servicios como enrutamiento, balanceo de carga y seguridad. Esta adopción ha llevado a mejoras notables en la gestión de servicios, proporcionando a los proveedores de telecomunicaciones la flexibilidad necesaria para adaptarse rápidamente a las demandas del usuario final.

* **Empresas y Centros de Datos (TI)**

En entornos empresariales y centros de datos, la VNF se ha convertido en una herramienta estratégica para la optimización de recursos y la eficiencia operativa. Las aplicaciones en este contexto son diversas, desde la virtualización de firewalls hasta la gestión de redes privadas virtuales. La VNF en empresas y centros de datos permite una gestión más eficiente de recursos, facilita la escalabilidad según las necesidades cambiantes y reduce significativamente los costos asociados con la infraestructura de red. Esta adaptabilidad y versatilidad hacen que la VNF sea esencial en la búsqueda de una infraestructura más dinámica y económicamente viable.

* **Otros Sectores**

La exploración de casos de uso de la VNF se expande más allá de las telecomunicaciones y el ámbito empresarial. Diferentes industrias están descubriendo la adaptabilidad y versatilidad de la VNF para abordar desafíos específicos. En la salud, por ejemplo, la virtualización puede mejorar la gestión de registros médicos y garantizar la seguridad de las comunicaciones. En el sector educativo, la VNF puede facilitar la conectividad en entornos de aprendizaje a distancia. La versatilidad de la VNF en diferentes sectores demuestra su capacidad para transformar la manera en que las organizaciones abordan sus necesidades de red, brindando soluciones personalizadas y eficientes.

**Desafíos**

Si bien las VNF son actualmente parte de una arquitectura de red estándar, todavía tienen limitaciones a medida que los proveedores de servicios digitales avanzan hacia la prestación de servicios más ágiles. En la transición inicial de elementos físicos a VNF, los proveedores a menudo simplemente extraían completamente los sistemas de software integrados de los dispositivos y creaban una máquina virtual grande. Sin embargo, sin intentar optimizar estas máquinas virtuales, crearon dispositivos virtuales ineficientes y de un solo propósito que aún eran difíciles de administrar y mantener.

Además, es difícil lograr escalabilidad en entornos de nube con este tipo de VNF heredados. Algunos han tomado medidas para mejorar sus implementaciones iniciales de VNF y muchos proveedores de servicios han adoptado una plataforma de nube NFVI horizontal común para simplificar sus entornos para ejecutar numerosos VNF. Estos cambios ayudan a que NFV sirva como tecnología fundamental para 5G o redes de borde. Sin embargo, el "peso" de las máquinas virtuales aún puede limitar la eficiencia de las VNF para implementaciones de borde o 5G a gran escala que necesitan agilidad, escalabilidad y menores gastos generales.

Por otra parte, la implementación de la virtualización de funciones de red (VNF) no está exenta de desafíos, y es crucial identificar y abordar estos obstáculos para garantizar el éxito de su adopción.

* **Seguridad:** Uno de los desafíos más prominentes es la seguridad. La virtualización introduce nuevos vectores de ataque y puntos de vulnerabilidad. Para superar este desafío, se requieren medidas de seguridad robustas, como la implementación de firewalls virtuales y la segmentación de redes virtuales. La seguridad debe ser una consideración central en la estrategia de implementación de la VNF.
* **Interoperabilidad:** La interoperabilidad entre sistemas y proveedores puede ser un desafío significativo. Asegurar que las diferentes VNF trabajen de manera armoniosa y se integren con sistemas existentes es esencial. La estandarización de interfaces y protocolos juega un papel crucial para facilitar la interoperabilidad y garantizar una transición suave.
* **Rendimiento:** El rendimiento puede ser una preocupación, especialmente en entornos de alta demanda. La virtualización introduce cierta sobrecarga, y es fundamental implementar estrategias que optimicen el rendimiento, como la asignación eficiente de recursos y el monitoreo continuo de la carga de trabajo.

**Soluciones**

* **Estrategias para Abordar Problemas Específicos:** Para hacer frente a los desafíos mencionados, es esencial adoptar estrategias específicas. La implementación de prácticas de cifrado robustas y la autenticación multifactor son medidas efectivas para fortalecer la seguridad en entornos virtualizados. En términos de interoperabilidad, la adhesión a estándares como NFV (Network Functions Virtualization) y SDN (Software-Defined Networking) facilita la integración de diferentes soluciones.
* **Innovaciones Tecnológicas en la VNF:** Las innovaciones tecnológicas desempeñan un papel crucial en la mejora continua de la VNF. Avances en la gestión de recursos, técnicas de virtualización mejoradas y desarrollos en la inteligencia artificial para la detección de amenazas contribuyen a superar los desafíos de seguridad y rendimiento. Mantenerse al tanto de estas innovaciones es esencial para optimizar la implementación y el rendimiento de la VNF a lo largo del tiempo.

**Ejemplo práctico**

**VIAVI**

**Fusion TrueSpeed VNF: Pruebas de rendimiento como función de red virtual basada en RFC 6349**

Fusion TrueSpeed™ VNF ofrece a los operadores de red y a los usuarios de empresas una metodología de prueba basada en estándares y repetible para resolver las quejas relativas al rendimiento insuficiente de la red más rápido que nunca.

La transición de las aplicaciones empresariales a la nube, la proliferación de los datos móviles LTE a alta velocidad que generan las innumerables aplicaciones y el constante crecimiento del streaming de vídeo OTT (over-the-top) en banda ancha para consumidores se combinan para aumentar la carga a la que se ve sometida la capacidad de datos de la red. Al mismo tiempo, las expectativas que tiene el cliente de recibir servicios de datos de la más alta calidad no dejan de crecer, lo que deriva en una rotación de clientes inaceptable en aquellos casos en los que dichas expectativas no se cumplen.

Con Fusion TrueSpeed VNF, los operadores pueden hacer uso de su base instalada de servidor comerciales COTS (productos de caja) para evaluar rápidamente la experiencia que el cliente tiene con la red y ofrecer información práctica que permita hacer frente a posibles problemas. Basándose en la metodología de pruebas de rendimiento TCP RFC 6349 del IETF, las pruebas realizadas mediante Fusion TrueSpeed VNF sirven como una evaluación de terceros neutral sobre la calidad de la red. Al actuar como función de red virtual (virtual network function, VNF) en combinación con hipervisores VMware, Red Hat Linux y recursos informáticos x86, Fusion TrueSpeed VNF se implementa rápidamente y realiza pruebas fiables de todos los componentes de la red de un operador o de una red empresarial.

A diagram of a network

Description automatically generated

A diagram of a network

Description automatically generated

**Caso de uso: evaluación por parte del servicio de atención al cliente de una reclamación de rendimiento de la red**

Los técnicos del servicio de atención al cliente usan Fusion TrueSpeed VNF para evaluar de un modo fiable la experiencia que el cliente tiene con el rendimiento de la red sin necesidad de que sea desplazado un técnico o un equipo de pruebas específico. Interfaz web fácil de usar que permite al técnico del servicio de atención al cliente configurar todos los parámetros de prueba de forma remota para que el cliente solo tenga que hacer clic en una dirección URL específica y pulsar Inicio. En los resultados detallados fáciles de leer e interpretar, se indican medidas de RFC 6349 claves como son el rendimiento TCP, la eficiencia TCP y el retardo de búfer.



**Caso de aplicación: soporte a distancia para la activación de servicios y la resolución de problemas por parte de un técnico**

Los técnicos de red de campo usan Fusion TrueSpeed VNF como extremo final para sus pruebas Fusion TrueSpeed conformes con la norma RFC 6349. Al realizar pruebas en una instancia de Fusion TrueSpeed VNF situada en un punto de presencia de Internet o en un centro de datos, no se requiere un equipo de pruebas específico ni la coordinación con un técnico a distancia. El uso de Fusion TrueSpeed VNF para calificar el rendimiento de procesamiento de TCP permite que la activación de servicios sea un proceso más rápido, sencillo y económico que nunca.

A diagram of a cloud

Description automatically generated

**Caso de aplicación: pruebas de malla de red metropolitana y central**

Con dos agentes Fusion TrueSpeed VNF, los técnicos de red responsables de las pruebas de redes metropolitanas y centrales prueban el rendimiento TCP en su área de responsabilidad para garantizar el suministro de un servicio de alta calidad. Fusion TrueSpeed VNF automatiza la evaluación del rendimiento TCP entre varios puntos de presencia de Internet (POP), centros de datos y transferencia de red.

**Ventajas**

* Resuelve las reclamaciones del cliente en menos tiempo.
* Aumenta la satisfacción del cliente mediante servicios de Ethernet y de IP.
* Evita los desplazamientos de los técnicos mediante la realización de pruebas remotas desde el servicio de atención al cliente.
* Reduce la coordinación de técnicos para la realización de pruebas Fusion TrueSpeed conforme a la norma RFC 6349.

**Características**

* Prueba de rendimiento TCP repetible basada en estándares.
* Los resultados de las pruebas de rendimiento TCP se traducen en medidas de Mbps, de eficiencia TCP y de retardo de búfer.
* Compatible con servidores comerciales de alto volumen basados en x86.

**Aplicaciones**

* Servicios empresariales y pruebas residenciales de atención al cliente.
* Calificación y resolución de problemas del Mobility backhaul.
* Pruebas de instalación residencial de un ISP.
* Pruebas de malla de red metropolitana y central.