



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE GUAYAQUIL
CARRERA DE INGENIERÍA DE SISTEMAS

Modelo de red de servidores distribuidos para optimizar los procesos en una empresa de servicios digitales basado en máquinas virtuales

Trabajo de titulación previo a la obtención del
Título de Ingeniero de Sistemas

AUTOR: Jonatan Josue Jervis Coello

TUTOR: Joe Frand Llerena izquierdo Ing., Msc.

Guayaquil – Ecuador

2024

CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Jonatan Josue Jervis Coello con documento de identificación N° 0941511644 manifiesto que:

Soy el autor y responsable del presente trabajo; y, autorizo a que sin fines de lucro la Universidad Politécnica Salesiana pueda usar, difundir, reproducir o publicar de manera total o parcial el presente trabajo de titulación.

Guayaquil, 23 de julio del año 2024

Atentamente,



Jonatan Josue Jervis Coello

0941511644

**CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE
TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA**

Yo, Jonatan Josue Jervis Coello con documento de identificación No. 0941511644, expreso mi voluntad y por medio del presente documento cedo a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que soy autor(a) del Artículo Académico: “Modelo de red de servidores distribuidos para optimizar los procesos en una empresa de servicios digitales basado en máquinas virtuales”, el cual ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingeniero de Sistemas, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En concordancia con lo manifestado, suscribo este documento en el momento que hago la entrega del trabajo final en formato digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Guayaquil, 23 de julio del año 2024

Atentamente,



Jonatan Josue Jervis Coello

0941511644

CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Joe Frand Llerena izquierdo con documento de identificación N° 0914884879, docente de la Universidad Politécnica Salesiana, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: Modelo de red de servidores distribuidos para optimizar los procesos en una empresa de servicios digitales basado en máquinas virtuales, realizado por Jonatan Josue Jervis Coello con documento de identificación N° 0941511644, obteniendo como resultado final el trabajo de titulación bajo la opción Artículo Académico que cumple con todos los requisitos determinados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Guayaquil, 23 de julio del año 2024

Atentamente,



Joe Frand Llerena izquierdo Ing., Msc.
0914884879

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a todos quienes fueron parte de este proceso de aprendizaje y superación en especial a Dios, mi familia y mi pareja que han estado motivándome para poder alcanzar esta meta.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a todas las personas que de una y otra forma han aportado en este largo camino y me han ayudado a poder llegar a esta tan anhelada meta, en especial a Dios, mi familia, pareja y amigos que han estado motivándome y ayudándome.

Agradezco también aquellas personas que, aunque ya no estén a mi lado, fueron un pilar fundamental para poder alcanzar esta meta.

RESUMEN

Las máquinas virtuales se utilizan para gestión de dos o más sistemas operativos dentro de un solo hardware; por el contrario, sin la virtualización, gestionar dos sistemas operativos o más se necesita dos o más unidades físicas. La virtualización admite la operación de múltiples aplicaciones dentro del mismo servidor en el mismo tiempo, esto ayuda a bajar el costo y sube la eficiencia de las actividades. Los problemas generales que tienen las máquinas físicas son: errores en configuración de hardware, discontinuación de los archivos de configuración, interferencia por polvo, interferencia por temperatura, entre otros. El objetivo general es diseñar un modelo de infraestructura de servidores distribuidos para mejorar los procesos de las aplicaciones informáticas en una empresa de servicios digitales basado en máquinas virtuales. Se propuso un llamado “Modelo de virtualización de infraestructura de servidores JERVIS” que optimiza la transaccionalidad informática de la empresa en cuanto a disponibilidad de los servicios digitales, el uso de un servidor front-end redirecciona las solicitudes de transacciones a la aplicación informática adecuada, y los dos servidores back-end reciben la solicitud correspondiente. El modelo mantiene doce bases de datos y siete aplicaciones informáticas distribuidos en los dos servidores front-end.

Palabras claves: Tecnología Máquina Virtual, Sistema operativo, Servidores virtuales, Recursos.

ABSTRACT

Virtual machine are used to manage two or more operating systems within a single piece of hardware; conversely, without virtualization, managing two or more operating systems requires two or more physical drives. Virtualization supports the operation of multiple applications within the same server at the same time, this helps to lower the cost and increases the efficiency of activities. The general problems that physical machines have are: hardware configuration errors, discontinuation of configuration files, dust interference, temperature interference, among others. The overall goal is to design a distributed server infrastructure model to improve compute application processes in a virtual machine-based digital services enterprise. A so-called "JERVIS Server Infrastructure Virtualization Model" was proposed that optimizes the company's IT transactionality in terms of availability of digital services, the use of a front-end server redirects transaction requests to the appropriate IT application, and the two back-end servers receive the corresponding request. The model maintains twelve databases and seven computer applications distributed on the two front-end servers.

Key words: Virtual Machine Technology, Operating System, Virtual Servers, Resources.

ÍNDICE DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN	10
2. REVISIÓN DE LITERATURA	13
2.1. Servicios digitales	13
2.2. Emulador del sistema operativo	13
2.3. Máquinas virtuales	13
2.4. Trabajos sobre máquinas virtuales	13
3. METODOLOGÍA	16
4. RESULTADOS	17
4.1. Analizar modelos en artículos científicos para conocer la virtualización de infraestructuras mediante una revisión literaria.	17
4.2. Diseñar un modelo en virtualización de infraestructura de servidores para optimizar la transaccionalidad informática de una empresa de servicios digitales basado en máquinas virtuales.	20
4.3. Evaluar el modelo virtual-teórico propuesto para su posible factibilidad mediante una tabla comparativa con otros modelos analizados.	22
5. DISCUSIÓN.....	25
6. CONCLUSIÓN	26
REFERENCIAS	27
ANEXOS.....	30

1. INTRODUCCIÓN

La Computación en la Nube (CN) permite a toda clase de usuario acceder a datos, programas y servicios desde toda ubicación y en todo momento por medio de Internet. La tecnología de virtualización de computadoras permite ejecutar varias versiones de sistemas operativos u otro software sobre una única plataforma de hardware, a cada versión de software independiente se le conoce como Máquina Virtual (MV). Existen costos generales como tiempo, recursos y requisitos de conexión de red muy estable que permite la eficiencia y confiabilidad de las MV, además mantienen un rendimiento y la alta disponibilidad, gestionar recursos y cargas de trabajo, también es posible realizar el análisis de carga y optimización de red (Handa et al., 2023).

La CN estimula a los clientes en limitar los costos por medio de la distribución de programas, información y procesos. Los clientes o empresas tienen variedad de necesidades en procesamiento, potencia de cálculo, demarcación de almacenamiento, entre otros. La virtualización admite establecer y ejecutar algunas MV en un entorno similar al computador. El sistema operativo que interactúa en forma directa con el hardware es el sistema operativo host, un sistema operativo virtual mantiene toda característica igual a un sistema operativo real, pero está en actividades de un sistema operativo host (Pokharana & Sharma, 2021).

Las MV se utilizan para gestión de dos o más sistemas operativos dentro de un solo hardware; por el contrario, sin la virtualización, gestionar dos sistemas operativos o más se necesita dos o más unidades físicas. La virtualización admite la operación de múltiples aplicaciones dentro del mismo servidor en el mismo tiempo, esto ayuda a bajar el costo y sube la eficiencia de las actividades. La virtualización es la primera característica que promueve la CN. En otras palabras, la virtualización es la emulación de hardware (Pokharana & Gupta, 2023).

La virtualización tiene la capacidad fragmentar los recursos de hardware en computadoras físicas y establecer las partes a las MV en forma aislada. Una MV no puede acceder a los recursos de otras MV. La virtualización asiste en la gestión y utilización de una máquina física que sea flexible en manejo de los recursos. La computadora física gestiona la MV por medio de un hypervisor. Los hypervisores populares son VMware, Xen, Hyper-V y KVM. El rendimiento de una MV está enlazado con la máquina física y con el hypervisor. Con la utilización de la tecnología CN, toda persona y empresa puede adquirir recursos informáticos y de almacenamiento de proveedores que prestan sus servicios en la nube en vez de construir sus

centros de datos. Es posible adquirir MV de proveedores en la nube para desarrollar cualquier servicio empresarial o personal. Los más grandes proveedores de servicios en la nube como Amazon, Microsoft, Google y Alibaba brindan varios tipos de MV. La comparación sobre el rendimiento de las MV y la selección apropiada de una MV puede responder con calidad de los servicios y bajar costos (Li, 2020).

Por otra parte, la transformación digital de los servicios tiene un aumento importante en el papel socioeconómico por la acelerada innovación técnica, esto imprime una conversión de una economía basada en productos hacia una economía de servicios digitales. La introducción de servicios digitales está en muchos de los sectores de todas las industrias durante las dos décadas anteriores, está evolucionando los negocios y generando nuevos negocios. Los servicios digitales provocan nuevas oportunidades para el análisis, desarrollo y utilización intensiva de conocimientos, adiciona nuevas dimensiones a la innovación tecnológica que perfecciona las fuentes convencionales como son los procesos y productos (Popova, 2023).

Los problemas generales que tienen las máquinas físicas son: errores en configuración de hardware, discontinuación de los archivos de configuración, interferencia por polvo, interferencia por temperatura (Shi et al., 2023), fallo en hardware por corte de energía, alto consumo de energía eléctrica (Guo et al., 2022), mantenimiento de aire acondicionado, solo se puede mantener un sistema operativo por cada máquina física, costos de actualización en piezas físicas, incompatibilidad entre aplicaciones informáticas (Alkhonaini & El-Sayed, 2020), la demanda en el uso de computadoras aumenta por las ventajas, aumento de servidores en gran escala aumenta el consumo de energía (Razali et al., 2021).

El caso de estudio sobre la empresa que brinda servicios digitales, tiene entre sus activos: ocho máquinas físicas que son servidores, tiene doce bases de datos entre los servidores, dos sistemas de producción y cinco sistemas de transacciones. Además, tiene que realizar actualización anual de programas sobre el hardware físico, pago anual de licencia por cada procesador. Estos servidores físicos tienen cuatro años de existencia. Todos los servidores trabajan en cadena, un servidor tiene todos los productos que se venden, otros dos mantiene los accesos de los clientes a los sistemas, otro controla los sistemas, otro servidor mantiene las aplicaciones informáticas, otro mantiene el correo electrónico, otro servidor mantiene cubos de información. Ver en Anexo las fotos de los servidores físicos actuales.

Esta investigación se justifica porque la empresa de servicios digitales en estudio, al momento mantiene ocho máquinas físicas, y en cada máquina tiene un solo sistema operativo, y estas clases de máquinas están por cumplir los cinco años de vida útil, aunque solo son provechosas los tres primeros años. Esta investigación ofrece diseñar un modelo de infraestructura de servidores para una empresa de servicios digitales, el modelo está basado en máquinas virtuales. Con el diseño de esta solución es posible que los implementadores se concentren solo en una máquina física robusta, e implementar varias MV; otra solución es implementar varias MV en la nube.

El objetivo general de esta investigación es diseñar un modelo de infraestructura de servidores distribuidos para mejorar los procesos de las aplicaciones informáticas en una empresa de servicios digitales basado en máquinas virtuales.

Los objetivos específicos son:

- Analizar modelos en artículos científicos para conocer la virtualización de infraestructuras mediante una revisión literaria.
- Diseñar un modelo en virtualización de infraestructura de servidores para optimizar la transaccionalidad informática de una empresa de servicios digitales basado en máquinas virtuales.
- Evaluar el modelo virtual-teórico propuesto para su posible factibilidad mediante una tabla comparativa con otros modelos analizados.

Las MV sobresalen o superan a las infraestructuras de computadoras físicas por la capacidad en simular verdaderos entornos de hardware, compartir recursos de hardware y utilizar gran variedad de sistemas operativos. Está disponible la oportunidad de tener un mayor nivel de abstracción-aislamiento de hardware, realizar el monitoreo, almacenamiento externo eficiente y gestión de acceso, las MV tienen una arquitectura de seguridad más eficiente y efectiva que las computadoras tradicionales. La virtualización es fundamental para asistir a las empresas en la reducción de los costos operativos y responder a una mayor productividad, mejores utilidades del hardware y flexibilidad (Kadu et al., 2022). Con la virtualización, el rendimiento de una MV puede compensar varias necesidades de aplicaciones informáticas, además la virtualización del procesador y la memoria mantienen un rendimiento equivalente al servidor físico. Las empresas pueden implementar entornos de virtualización de escritorios, las MV tienen características y ventajas en rendimiento, y se utiliza en la industria informática.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Servicios digitales

Un servicio digital es una “decisión estratégica para utilizar tecnología digital” y conocimientos procedentes del análisis de datos, mantiene técnicas dúctiles para implementar servicios nuevos y mejorar los servicios existentes, además los servicios digitales mantiene una agrupación de diferentes recursos que benefician y generan experiencias de valor. También, el servicio digital se conoce como la transformación digital de los servicios que generan un cambio principal en la creación de valor de las empresas (Popova, 2023).

2.2. Emulador del sistema operativo

El hypervisor es un software que emula el sistema operativo con sus funcionalidades sobre una máquina host, este host contiene una MV que utiliza los recursos del hardware host. Los hypervisores se clasifican en tipo 1 y Tipo 2. El tipo 1 es un sistema operativo súper básico que ejecuta MV, y solo cumple la virtualización. El tipo 2 se ejecuta en un sistema operativo preinstalado. La diferencia básica entre estos tipos son el almacenamiento y los recursos. El tipo 1 asigna en forma dinámica el almacenamiento y el uso de recursos de hardware. El tipo 2 asigna en forma fija el almacenamiento y recursos a la MV (Pokharana & Gupta, 2023).

De acuerdo a (Lin et al., 2023) el hypervisor es una piedra angular muy significativa en la seguridad del entorno de nube, no todas las arquitecturas son inmunes a las vulnerabilidades.

2.3. Máquinas virtuales

Las MV se catalogan como programas de computadora o exclamadas como imágenes, que operan como una computadora completa e independiente. Es una emulación de un sistema operativo en tiempo real que trabaja en una computadora host y se mantiene con una parte de los recursos del host, pero funciona como una computadora completa (Pokharana & Gupta, 2023)

2.4. Trabajos sobre máquinas virtuales

En este estudio se analiza la migración de máquinas virtuales hacia la nube; tiempos de inactividades, análisis del rendimiento, verifican la migración antepuesta y posterior para

minimizar la inactividad o degradación. Los autores proponen un modelo basado en Machine Learning que entrena los datos anteriores a la migración, y después pronosticar la potencia de procesos, ancho de banda de red y otros recursos informáticos necesarios (Handa et al., 2023).

Los autores analizaron y compararon la ejecución de varias MV sobre un host similar. La comparación se realiza sobre sistema operativo Linux-Ubuntu, para el marco de trabajo del host y para los marcos de trabajo invitados; las operaciones se realizaron con sistema operativo Ubuntu y Centos sobre escenarios controlados con similares aplicaciones y verificar el rendimiento de las MV. Según los autores Ubuntu es 70% más rápido que Centos (Pokharana & Sharma, 2021).

Los autores probaron varias máquinas con tres sistemas operativos LinuxMint, Ubuntu y ZorinOS que trabajan con Linux y utilizan la misma distribución; las pruebas se ejecutaron en circunstancias idénticas mediante un software de evaluación comparativa; los sistemas operativos se instalaron en un hipervisor. En rendimiento de CPU el sistema Ubuntu es mejor (Pokharana & Gupta, 2023).

De acuerdo a Kadu, algunos beneficios de las MV son: mejora de la confidencialidad, disponibilidad, integridad digital, respaldo en línea. Aunque existen algunas brechas de seguridad en el entorno virtualizado como ataques, controles en la seguridad del hypervisor, intrusión en el entorno del proveedor, mala configuración de la red, seguridad fuera de línea (Kadu et al., 2022).

El trabajo de utiliza Machine Learning para la migración de MV y su gestión de los recursos en la nube. Evidenciaron una mejora en el uso de recursos, equilibrio de carga, eficiencia en uso de energía y adaptación (Panesar & Chadha, 2023).

El estudio explora los problemas en la implementación de servidores basados en MV, además de arquitecturas y algoritmos de distribución de carga. Los autores proponen conexiones mínimas entre las MV, verifican la carga del servidor y la diferencia entre máquinas. Utilizan sistema operativo Linux con un rendimiento bueno (J. H. Chang et al., 2021). El artículo una computadora en un entorno virtualizado, implementada en una red real que también es virtualizada, utiliza redes del hypervisor VMware (Kim & Lee, 2021). Los autores presentan una MV diseñado para programas de instrucciones y evaluar sin pasar por compilación a código

nativo, la MV trabaja con limitado consumo de memoria y anular las asignaciones dinámicas (Oeyen et al., 2024).

La MV se utiliza en análisis y detección de malware dinámicos para verificar malware que están aislados y ocultos; se trabaja en un entorno de red falso en una máquina virtual y evadir el malware; aquí el malware observa los rendimientos falsos con supuestos objetivos infectados; la MV extiende la manipulación del reloj y contrarresta los intentos del malware (Cosseron et al., 2024).

Los centros de datos y sistemas informáticos que utilizan la infraestructura subyacente consumen mucha energía eléctrica, y una MV ayuda caracterizar los servidores por su uso de energía sin la necesidad de ser intrusivo, esto ayuda a tomar decisiones de desarrollo de software que sean sustentable; la MV utiliza un conjunto de atributos tomados del hardware para determinar el uso de energía eléctrica de un servidor, las pruebas se ejecutan en diferentes niveles de utilización; este enfoque se basa en un conjunto disminuido de atributos y con buena precisión (Pathania et al., 2023).

Los investigadores presentan un marco de software enfocado en MV y el diseño fue pensado para plataformas heterogéneas; el software tiene características que son independientes de CPU, menor consumo de memoria, menor concurrencia y mejor sincronización; desarrollaron el modelo de programación, el lenguaje de script y la arquitectura de la MV (Peng et al., 2023).

3. METODOLOGÍA

En este trabajo se desarrolló con una metodología de investigación descriptiva de corte cuantitativo mediante la técnica del análisis de contenido luego de utilizar una revisión de literatura relevante.

El desarrollo del primer objetivo: “Analizar modelos en artículos científicos para conocer la virtualización de infraestructuras mediante una revisión literaria”. Se utilizó una revisión de alcance literario (Cao et al., 2023); que se realizó en seis etapas como: Alcance, Planificación, Búsqueda, Selección de resúmenes, Selección de texto completo, Extracción de datos y Síntesis de información. Se utilizó la observación de artículos científicos. Se utilizó el enfoque cualitativo para conocer las propiedades de la virtualización. Se utilizó el enfoque cuantitativo para determinar la cantidad de propiedades que cumplen los artículos. La extracción de los datos se la estableció sobre una tabla de propiedades de la virtualización de acuerdo a los artículos seleccionados y analizados.

El desarrollo del segundo objetivo: “Diseñar un modelo en virtualización de infraestructura de servidores para optimizar la transaccionalidad informática de una empresa de servicios digitales basado en máquinas virtuales”. Se realizó la técnica del análisis documental en los artículos científicos para conocer los componentes de la virtualización; se adoptaron los componentes para el diseño del modelo como: tipo de hypervisor, seleccionar el sistema operativo para la máquina virtual, la base de datos, las aplicaciones informáticas que son de cada MV. Distribuyeron las MV de acuerdo a las necesidades de la empresa de servicios digitales

El desarrollo del tercer objetivo: “Evaluar el modelo virtual-teórico propuesto mediante una tabla comparativa con otros modelos analizados”. Se utilizó el análisis de resultados sobre la tabla de propiedades de la virtualización que contiene los datos tabulados de los artículos analizados, ver tabla 1; el modelo propuesto se estableció en la tabla de propiedades. Se compararon el puntaje de los artículos contra el modelo propuesto.

Tabla 1. Propiedades de virtualización

Hypervisores				Características					Sistemas Operativos			Ahorro					Cluster		
VMWare	Xen	Hyper-V	HyperPS	Accesibilidad	Elasticidad	Flexibilidad	Escalabilidad	Seguridad	Linux	Windows	Android	Costo de dinero	Energía Eléctrica	Personas	Espacio físico	Equipos	Simple	Jerárquico	Múltiple

Fuente: Autoría propia.

4. RESULTADOS

Los resultados son las respuestas a los objetivos específicos presentados en la introducción de esta investigación.

4.1. Analizar modelos en artículos científicos para conocer la virtualización de infraestructuras mediante una revisión literaria.

La revisión literaria inició en las bibliotecas IEEE y ACM, se obtuvieron 79 artículos en total, luego se eliminaron los artículos duplicados que son 3, luego se eliminaron artículos con títulos fuera de alcance que son 15, se eliminaron 3 artículos de idioma diferente al inglés, luego se procedió a leer los resúmenes y se descartaron 30 por estar fuera de los objetivos, luego se realizó la lectura completa de 28 artículos, se descartaron 5 artículos por no apegarse a los objetivos, finalmente en la selección de texto completo se obtuvieron 23 artículos para la extracción de datos, ver tabla 2.

Tabla 2. Artículos seleccionados

Artículos	Cantidad
(Rong, 2020), (Alkhonaini & El-Sayed, 2020), (Li, 2020)	3
(Pokharana & Sharma, 2021), (J. H. Chang et al., 2021), (Kim & Lee, 2021), (Razali et al., 2021)	4
(Guo et al., 2022), (Kadu et al., 2022), (J. Chang et al., 2022), (Yang et al., 2022), (Sato et al., 2022)	5
(Shi et al., 2023), (Handa et al., 2023), (Lin et al., 2023), (Panesar & Chadha, 2023), (Pokharana & Gupta, 2023), (Rahman Mubin et al., 2023), (Dhinakar et al., 2023), (Swain et al., 2023), (Pan et al., 2023), (Sato et al., 2023), (De et al., 2023)	11
Total	23

Fuente: Autoría propia.

La extracción de datos consistió en tomar datos desde los artículos y se tabularon en una hoja electrónica Microsoft Excel, los datos están en cinco grupos: Hypervisores, Características, Sistemas Operativos, Ahorro de recursos y Cluster. Cada grupo contiene factores que son los siguientes. Hypervisores contiene los tipos de hypervisores: VMWare, Xen, Hyper-V e HyperPS. Características contiene los factores: Accesibilidad, Elasticidad, Flexibilidad, Escalabilidad y Seguridad. Sistemas Operativos contiene los entornos: Linux, Windows y Android. Ahorro de recursos como: Costo de dinero, Energía Eléctrica, Personas, Espacio físico y Equipos. Tipo de Cluster como Simple, Jerárquico y Múltiple.

Esta extracción de datos ayudó en contestar las preguntas de investigación, que se describen a continuación.

¿Qué hypervisores se utilizan en MV?

Entre los 23 artículos, el hallazgo muestra que VMWare se utiliza en 71%, Xen se utiliza en 13%, Hyper-V se utiliza en 8% e Hyper-PS se utiliza en 8%. Es decir, VMWare es el más utilizado por tener interfaces más sencillas y es más popular.

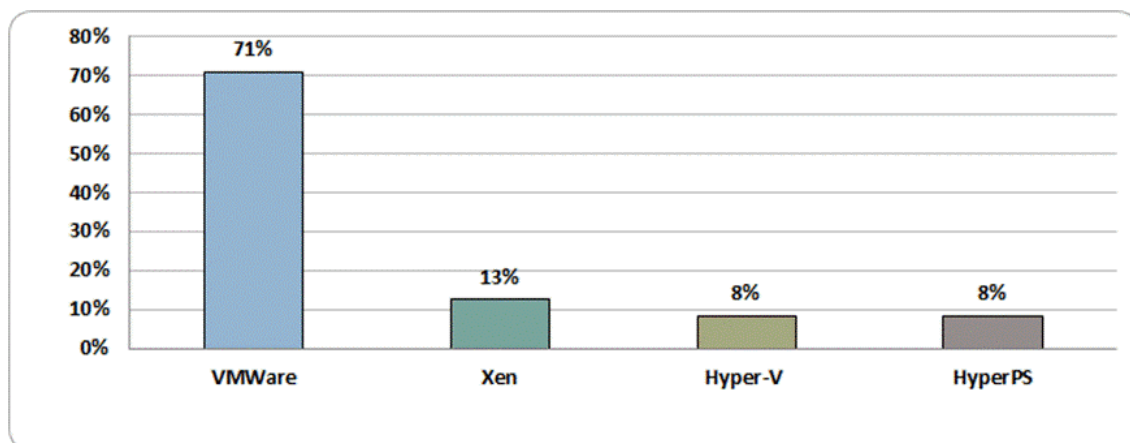


Figura 1. Hypervisores.

¿Qué sistemas operativos se utilizan en MV?

Entre los 23 artículos, el hallazgo muestra que Linux se utiliza en 65%, Windows server se utiliza en 34% y Android se utiliza en 3%. Es decir, existe preferencia por cualquier versión de Linux como sistema operativo por ser más estable.

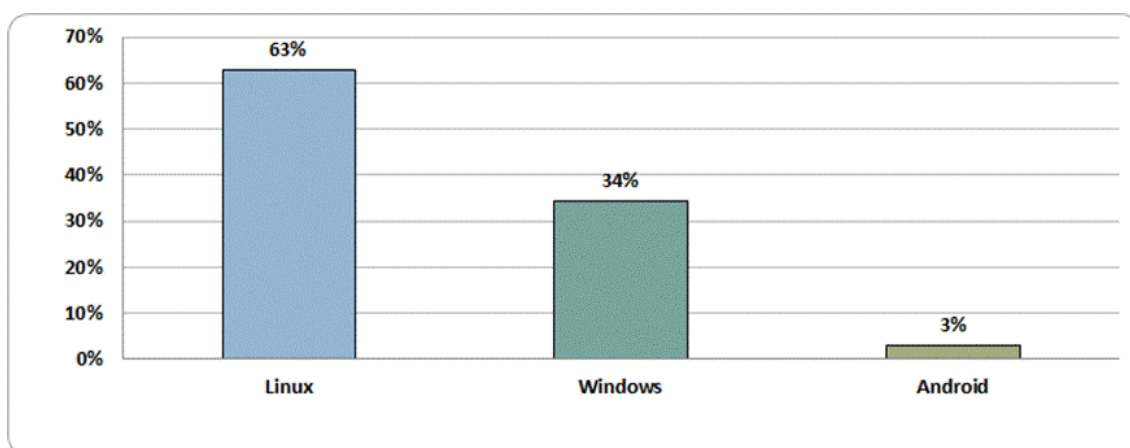


Figura 2. Sistema operativo.

¿Cuáles son las características de las MV?

Entre los 23 artículos, el hallazgo muestra que: la accesibilidad es considerada en 12%, la elasticidad es considerada en 5%, la flexibilidad es considerada en 21%, la escalabilidad es

considerada en 36%, la seguridad es considerada en 26%. Es decir, se escoge MV porque se puede utilizar hardware y soporta maquinas que permiten crecer en cantidad de MV, permiten crecer en capacidad para todos los sistemas operativos, permite crecer en memoria aleatoria y almacenamiento.

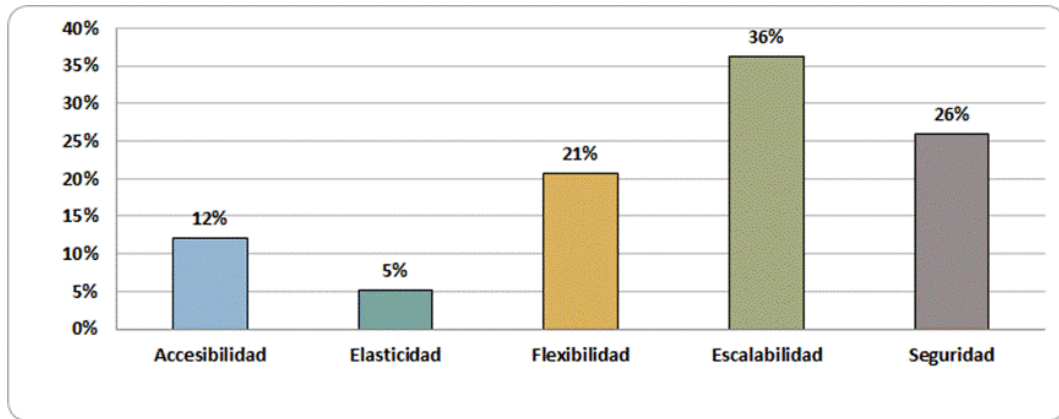


Figura 3. Características.

¿Qué factores se consideran en ahorro de recursos?

Entre los 23 artículos, el hallazgo muestra que: el costo de dinero se considera 25%, la energía eléctrica se considera en 12%, la contratación de personas se considera en 8%, los equipos se consideran en 29%, y el espacio físico se considera en 26%. Es decir, el utiliza MV genera el ahorro de espacio físico y la compra de menos equipos físicos que son factores que recaen en fuerte ahorro de dinero; otros ahorros en el costo de dinero son menor utilización de aire acondicionado para menos equipos, menor consumo de energía eléctrica, menor manipulación de equipos físicos con menor personal técnico u horas presenciales.

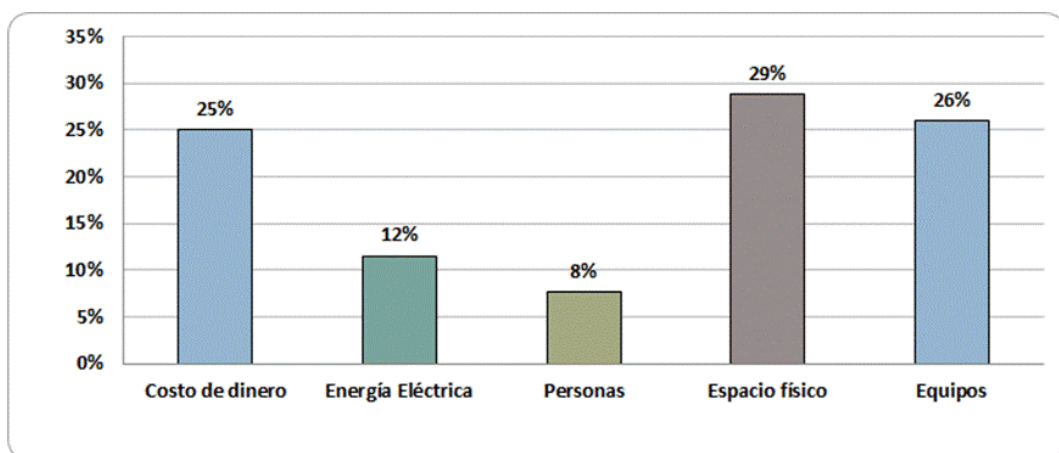


Figura 4. Ahorro de recursos.

¿Qué tipo de Cluster se utilizan?

Las MV se pueden agrupar para obtener alta disponibilidad de los servidores que se encuentren instalados en dichas MV, los cluster pueden mejorar la disponibilidad, el rendimiento y la escalabilidad de las MV; además se alojan servicios para soportar casos de caídas o fallas de los servidores, esos servicios son compartidos por los servidores. Existen tres tipos de cluster que son Simple, Jerárquico y Múltiple. Entre los 23 artículos, el hallazgo muestra que: el cluster simple se utiliza en 92%, el cluster jerárquico se utiliza en 4%, y el cluster múltiple se utiliza en 4%.

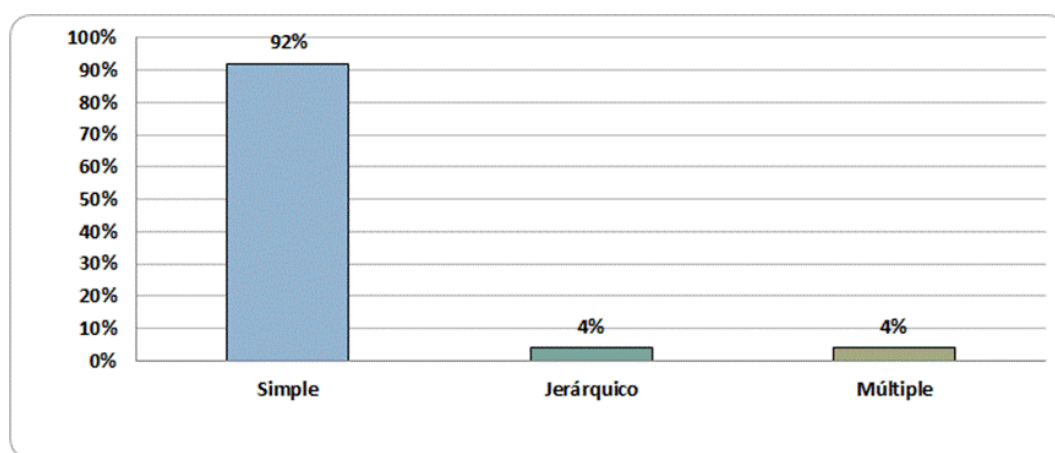


Figura 5. Tipos de cluster.

4.2. Diseñar un modelo en virtualización de infraestructura de servidores para optimizar la transaccionalidad informática de una empresa de servicios digitales basado en máquinas virtuales.

Es decisión de la empresa mantener los servidores en MV dentro de las instalaciones de la misma empresa, en servidores físicos. La empresa no requiere las MV en la nube. Pero en algún futuro es sencillo migrar las MV desde la empresa hacia la nube.

Esta propuesta se llama “Modelo de virtualización de infraestructura de servidores JERVIS”. Ver figura 6.

Los servidores deben tener características de alta escalabilidad y alta disponibilidad que son servidores back-end que contienen las aplicaciones informáticas y las bases de datos. Se recomienda un tercer servidor que es servidor front-end que será un equilibrador de carga responsable de enviar solicitudes desde una red externa hacia el servidor apropiado en el clúster.

La realización o implementación de esta instalación en gran parte depende de tecnologías de soporte y comunicación entre el cliente y los servidores virtuales, inicio remoto. La interacción entre todos los servidores, clientes y usuarios se logra por medio de la transmisión de información. En este entorno que se propone, cada MV gestiona sus recursos, y están bajo la asignación previa del hypervisor.

Estas MV son transparentes para los empleados de la empresa o ellos no se enteran de la existencia de esta clase de máquinas. Para cada MV, no puede ser manipulado en forma maliciosamente ni robado. Los servidores físicos siguen aislados y resguardados en el cuarto de datacenter de la empresa. Esto garantiza un aislamiento efectivo para las diferentes máquinas virtuales.

Se propuso utilizar dos servidores físicos para alojar las doce bases de datos entre los servidores, dos sistemas de producción y cinco sistemas de transacciones.

El primer servidor físico con un hypervisor que mantiene: una MV para el servidor que realiza la gestión de aplicaciones, otra MV para el servidor de aplicaciones informáticas, otra MV para el servidor para el correo electrónico, otra MV para el servidor que mantiene cubos de información.

El segundo servidor físico con un hypervisor que mantiene: una MV para el servidor que tiene todos los productos que se venden, otra MV para los accesos de los clientes locales, otra MV para los accesos de los clientes remotos.

Se propuso utilizar hypervisor VMware ESX que es un producto de virtualización ubicado en el nivel empresarial y es soportado por la empresa VMware Inc. Además, contiene servicios de confiabilidad y administración del producto de servidor principal. Este hypervisor es de tipo 1 utilizado en servidores virtuales invitados, y se gestionan en forma directa en el hardware del servidor host.

Se propuso utilizar Cluster Simple. Todos los servidores se consideran back-end y están basados en MV. Se adopta un equilibrador de carga para mejorar el rendimiento en todos los sistemas, este equilibrador se localiza dentro del sistema operativo Linux y no en una MV. Aquí en este modelo, el servidor de aplicaciones recibe paquetes de datos desde los clientes. En caso de recibir una solicitud desde afuera de internet, se debe establecer una conexión, el servidor front-end selecciona un servidor back-end para procesamiento de la solicitud, esto es de acuerdo a la

distribución de carga. Luego del procesamiento, el servidor back-end remite todos los paquetes de respuesta al cliente. También, el servidor de front-end remite las subsiguientes solicitudes por medio de la misma conexión al servidor de back-end en la siguiente vez que obtenga una solicitud.

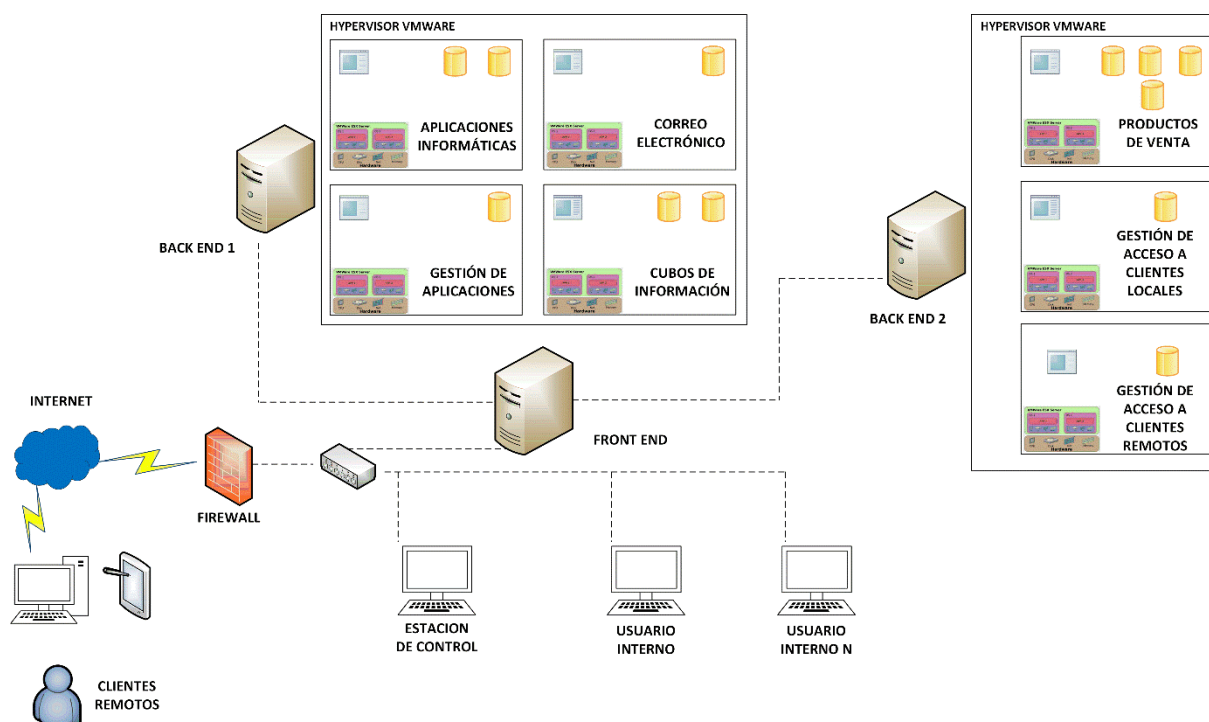


Figura 6. Modelo de virtualización JERVIS.

4.3. Evaluar el modelo virtual-teórico propuesto para su posible factibilidad mediante una tabla comparativa con otros modelos analizados.

Se adoptó la tabla de tabulación de datos que resultó de la revisión literaria, esta tabla contiene los cinco grupos: Hypervisores, Características, Sistemas Operativos, Ahorro de recursos y Cluster. Ver figura 7. Cada grupo tiene factores que se suman en forma vertical. Cada artículo tiene una suma de puntajes en forma horizontal. La suma de puntaje está en los siguientes rangos: Un artículo con 6 puntos cada uno, cuatro artículos con 7 puntos cada uno, seis artículos con 8 puntos cada uno, ocho artículos con 9 puntos cada uno, cuatro artículos con 10 puntos cada uno. El promedio de todos estos puntajes es 8.43; este promedio se toma como referencia para que el modelo llamado “Modelo de virtualización de infraestructura de servidores JERVIS” sea evaluado para su posible factibilidad; aquí el Modelo JERVIS tiene 11 puntos porque propone utilizar VMware, es flexible, escalable, seguro, se utiliza los SO Linux y Windows; puede ahorrar dinero, energía eléctrica, espacio físico y equipos, y en cluster simple.

Este Modelo JERVIS con 11 puntos es mayor al promedio 8.43; por ese puntaje se lo considera factible.

Algunas razones para utiliza VMWARE en el este modelo son: reduce los costos para la empresa, mantiene capacidad de recuperación ante malos eventos, es más eficiente, no necesita mantenimiento como un servidor físico, la administración es sencilla y cómoda, el consumo de energía eléctrica es menor al tener varias MV en un solo servidor físico, aunque existe cierta dependencia de hardware.

La figura 7 presenta cinco características, aunque se consideran otras como: una MV es un sistema mucho más fácil para participar archivos, entre la MV y el servidor físico, mantiene varias funciones que son útiles para ambientes empresariales, y tiene herramientas para la gestión de las máquinas virtuales.

El 99% de los modelos revisados utiliza sistema operativo Linux, también el modelo propuesto en esta investigación considera Linux porque es un sistema operativo potente y seguro, el software es de código abierto, es libre de pago, es utilizado en muchas áreas o entornos empresariales.

Los costos monetarios se reducen al dejar de utilizar menos servidores físicos, esta reducción de consumo de energía eléctrica, reducción de espacio físico, reducción de conexiones eléctricas, reducción de cables, reducción de dispositivos, reducción de mantenimiento físico de equipos; todo esto se traduce en menos gasto de dinero.

.

Artículos		Hypervisores				Características					Sistemas Operativos			Ahorro					Cluster					
Item	Año de publicación	Título del artículo	VMWare	Xen	Hyper-V	HyperPS	Accesibilidad	Elasticidad	Flexibilidad	Escalabilidad	Seguridad	Linux	Windows	Android	Costo de dinero	Energía Eléctrica	Personas	Espacio físico	Equipos	Simple	Jerárquico	Múltiple	Puntaje	
1	2023	Comparison of Stability and Energy Consumption of AGV System based on Clouding Server and Physical Servers					1	1		1		1				1		1		1			7	
2	2020	Design and Implementation of Operating System in Distributed Computer System Based on Virtual Machine					1		1		1		1				1	1	1	1			8	
3	2019	Design and Implementation of Scalable and Load-Balanced Virtual Machine Clusters		1	1	1				1		1			1				1	1	1	1	10	
4	2023	Enhancing Virtual Machine Migration in Cloud Environments						1	1	1		1	1		1	1				1			8	
5	2021	File Operations Comparative Analysis of various Guest Virtual Machine's on Xen Hypervisor		1			1		1	1	1	1					1	1	1	1			10	
6	2023	HyperPS: A Virtual-Machine Memory Protection Approach Through Hypervisor's Privilege Separation				1	1		1	1		1						1	1	1			8	
7	2020	Migrating Data between Physical Server and Cloud: Improving Accuracy and Data Integrity	1				1			1	1	1			1			1	1	1			9	
8	2023	Optimizing Cloud Environments: Machine Learning-Driven Virtual Machine Migration Strategies	1							1		1			1			1		1			6	
9	2019	PCE implementation and testing by using virtual machines	1				1		1		1	1							1	1			7	
10	2022	Research on a Virtual Machine Mode Transfer Method Supporting Energy Consumption Optimization	1							1	1	1			1	1			1	1			8	
11	2023	Using Sysbench, Analyze the Performance of Various Guest Virtual Machines on A Virtual Box Hypervisor	1						1	1	1	1	1		1			1		1			9	
12	2019	Virtual machine migration implementation in load balancing for Cloud computing	1						1	1		1	1		1			1	1	1			9	
13	2022	Virtual Machine Migration Techniques, Security Threats and Vulnerabilities	1							1	1	1	1	1	1			1	1	1			10	
14	2020	Virtual Machine Performance Analysis and Prediction	1	1	1					1	1	1	1					1	1	1			10	
15	2022	Virtual Machine Placement in Bigdata based Cloud Center	1						1	1	1	1	1		1			1		1			9	
16	2023	Energy Aware Scheduling and Resource Allocation for Virtual Machine	1				1			1	1	1	1		1	1				1			9	
17	2023	Defending against Cache-based Side-Channel Attack using Virtual Machine Migration in Cloud	1					1	1	1	1	1						1	1	1			9	
18	2023	An Energy Efficient Virtual Machine Placement Scheme for Intelligent Resource Management at Cloud Data Center	1							1	1	1				1	1			1			7	
19	2023	Construction and Application of an Information-Based Teaching Platform Based on VirtualBox Virtual Machine Technology	1							1	1	1			1			1	1	1			8	
20	2023	Supporting Multiple OS Types on Estimation of System Call Hook Point by Virtual Machine Monitor	1						1	1	1	1	1					1	1	1			9	
21	2023	Cost Analysis and Optimization of Virtual Machine Allocation in the Cloud Data Center	1						1	1		1	1		1					1			7	
22	2022	Energy-Aware Virtual Machine Integration based Task Scheduling for Green Data Centers	1						1	1	1	1	1		1	1				1			9	
23	2022	Improving Transparency of Hardware Breakpoints with Virtual Machine Introspection	1							1		1	1				1	1	1	1			8	
Sumatoria			17	3	2	2	7	3	12	21	15	22	12	1	13	6	4	15	14	23	1	1	8.43	PROMEDIO
24	2024	Modelo de virtualización de infraestructura de servidores JERVIS	1						1	1	1	1	1		1	1		1	1	1			11	

Figura 7. Tabla comparativa.

5. DISCUSIÓN

Es posible utilizar sistemas de escritorio virtuales en la empresa para brindar una interface de trabajo única para los empleados. La mayoría de los empleados iniciarán sus MV luego del inicio del trabajo.

La migración de una MV que es el movimiento de una MV desde un host físico hacia otro, es más sencillo, en el futuro se puede migrar la MV desde los servidores físicos de la empresa hacia la nube; además, es posible lograr un equilibrio de carga adecuado y se satisfacen las necesidades de los usuarios de la empresa porque no se interrumpe el servicio por completo y en poco tiempo.

Los costos se limitan en el uso de MV y la redistribución de información y cálculos a pedido. La virtualización permite que los servicios sean entregados en forma continua, también se garantiza la integridad y seguridad de las MV en los servidores físicos.

El pago anual de licencia puede ser por cada procesador o por base de datos o por conexiones, lo que más conviene a la empresa; eso se deja a decisión de la empresa, esta investigación no cotiza costos de licencia por sistemas operativos, ni bases de datos.

Gracias a la encapsulación generada por la virtualización, las instantáneas (snapshot) se convierten en un factor de duplicación de discos de MV. A través de las instantáneas, el duplicado del disco de la MV es posible restaurar desde el estado incorrecto hacia el estado correcto en cualquier tiempo.

El uso de las MV en la empresa se propone en un entorno de modelo controlado, porque son servidores con bases de datos transaccionales para atender a los clientes a nivel nacional; no se propone el modelo no controlado por las posibles consecuencias de malware o denegación de servicios.

6. CONCLUSIÓN

Se analizaron 23 artículos que contienen modelos de virtualización en infraestructuras, se conoció que el hypervisor VMWare tiene mucha utilización, la escalabilidad es un factor muy importante considerado en los modelos, el sistema operativo Linux es más utilizado en las MV, el ahorro en espacio físico y equipos disminuyen los costos de dinero, el tipo de cluster simple es muy utilizado.

Se propuso un llamado “Modelo de virtualización de infraestructura de servidores JERVIS” que optimiza la transaccionalidad informática de la empresa en cuanto a disponibilidad de los servicios digitales, el uso de un servidor front-end redirecciona las solicitudes de transacciones a la aplicación informática adecuada, y los dos servidores back-end reciben la solicitud correspondiente.

El “Modelo de virtualización de infraestructura de servidores JERVIS” es posible su factibilidad teórica, tiene 11 puntos por encima del puntaje promedio 8.43 que pertenecen a los 23 artículos científicos que presentaron otros modelos.

REFERENCIAS

- Alkhonaini, M., & El-Sayed, H. (2020). Migrating Data between Physical Server and Cloud: Improving Accuracy and Data Integrity. *Proceedings - 17th IEEE International Conference on Trust, Security and Privacy in Computing and Communications and 12th IEEE International Conference on Big Data Science and Engineering, Trustcom/BigDataSE* 2018, 1570–1574. <https://doi.org/10.1109/TrustCom/BigDataSE.2018.00226>
- Cao, Y., Murzi, H., & Chowdhury, T. (2023). Diversity, Equity, and Inclusion (DEI) Research in Engineering Education: Preliminary Results from a Scoping Literature Review. *2023 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE)*, 1–4. <https://doi.org/10.1109/FIE58773.2023.10343278>
- Chang, J. H., Cheng, H. S., & Chiang, M. L. (2021). Design and Implementation of Scalable and Load-Balanced Virtual Machine Clusters. *Proceedings - 2017 IEEE 7th International Symposium on Cloud and Service Computing, SC2 2017*, 2018-Janua, 40–47. <https://doi.org/10.1109/SC2.2017.14>
- Chang, J., Liu, C., Gong, Y., Yang, M., Yao, H., & Liu, K. (2022). Virtual Machine Placement in Bigdata based Cloud Center. *Proceedings - 2022 4th International Conference on Machine Learning, Big Data and Business Intelligence, MLBDBI 2022*, 147–150. <https://doi.org/10.1109/MLBDBI58171.2022.00035>
- Cosseron, L., Rilling, L., Simonin, M., & Quinson, M. (2024). Simulating the Network Environment of Sandboxes to Hide Virtual Machine Introspection Pauses. *EuroSec 2024 - Proceedings of the 2024 17th European Workshop on Systems Security, Part of EuroSys 2024*, 1–7. <https://doi.org/10.1145/3642974.3652280>
- De, U. C., Satapathy, R., & Patra, S. S. (2023). Cost Analysis and Optimization of Virtual Machine Allocation in the Cloud Data Center. *6th International Conference on Inventive Computation Technologies, ICICT 2023 - Proceedings, Icict*, 809–813. <https://doi.org/10.1109/ICICT57646.2023.10134312>
- Dhinakar, N. M., Rao, K. K., Jayanath, N., Prasad, R. D. V., Jadala, V. C., & Chintala, R. R. (2023). Defending against Cache-based Side-Channel Attack using Virtual Machine Migration in Cloud. *2nd International Conference on Sustainable Computing and Data Communication Systems, ICSCDS 2023 - Proceedings*, 239–242. <https://doi.org/10.1109/ICSCDS56580.2023.10104625>
- Guo, J., Li, Y., Liu, C., Zhao, Z., & Zhang, B. (2022). Research on a Virtual Machine Mode Transfer Method Supporting Energy Consumption Optimization. *International Conference on Advanced Communication Technology, ICACT, 2022-Febru*, 77–80. <https://doi.org/10.23919/ICACT53585.2022.9728798>
- Handa, C., Wadhawan, S., Manocha, A., & Shalu. (2023). Enhancing Virtual Machine Migration in Cloud Environments. *2023 1st DMIHER International Conference on Artificial Intelligence in Education and Industry 4.0, IDICAIEI 2023*, 1, 1–6. <https://doi.org/10.1109/IDICAIEI58380.2023.10406495>
- Kadu, N. B., Jadhav, P., & Pawar, S. (2022). Virtual Machine Migration Techniques, Security Threats and Vulnerabilities *****. *Proceedings of 5th International Conference on Contemporary Computing and Informatics, IC3I 2022, Fig 2*, 444–449. <https://doi.org/10.1109/IC3I56241.2022.10072960>
- Kim, B., & Lee, B. C. (2021). PCE implementation and testing by using virtual machines. *International Conference on Advanced Communication Technology, ICACT*, 314–317. <https://doi.org/10.1109/ICACT.2014.6778972>

- Li, Y. (2020). Virtual Machine Performance Analysis and Prediction. *International Conference on Communications, Computing, Cybersecurity, and Informatics (CCCI)*. <https://doi.org/10.1109/CCCI49893.2020.9256518>
- Lin, K., Liu, W., Zhang, K., & Tu, B. (2023). HyperPS: A Virtual-Machine Memory Protection Approach Through Hypervisor's Privilege Separation. *IEEE Transactions on Dependable and Secure Computing*, 20(4), 2925–2938. <https://doi.org/10.1109/TDSC.2022.3200206>
- Oeyen, B., Nicolay, J., & De Meuter, W. (2024). A Virtual Machine for Higher-Order Reactors. *Programming Companion 2024 - Proceedings of the 8th International Conference on the Art, Science, and Engineering of Programming*, 52–56. <https://doi.org/10.1145/3660829.3660840>
- Pan, J., Han, J., & Qin, K. (2023). Construction and Application of an Information-Based Teaching Platform Based on VirtualBox Virtual Machine Technology. *2023 IEEE 12th International Conference on Educational and Information Technology, ICEIT 2023*, 294–297. <https://doi.org/10.1109/ICEIT57125.2023.10107829>
- Panesar, G. S., & Chadha, R. (2023). Optimizing Cloud Environments: Machine Learning-Driven Virtual Machine Migration Strategies. *Proceedings - International Conference on Technological Advancements in Computational Sciences, ICTACS 2023*, 1455–1462. <https://doi.org/10.1109/ICTACS59847.2023.10389990>
- Pathania, P., Mehra, R., Sharma, V. S., Kaulgud, V., Podder, S., & Burden, A. P. (2023). ESAVE: Estimating Server and Virtual Machine Energy. *ACM International Conference Proceeding Series, Vm*, 12–14. <https://doi.org/10.1145/3551349.3561170>
- Peng, L., Xu, H., Yu, J., Liu, X., & Guan, F. (2023). EmSBoTScript: A Tiny Virtual Machine-Based Embedded Software Framework. *ACM International Conference Proceeding Series*, 284–289. <https://doi.org/10.1145/3507548.3507592>
- Pokharana, A., & Gupta, R. (2023). Using Sysbench, Analyze the Performance of Various Guest Virtual Machines on A Virtual Box Hypervisor. *2023 2nd International Conference for Innovation in Technology, INOCON 2023*, 1–5. <https://doi.org/10.1109/INOCON57975.2023.10101143>
- Pokharana, A., & Sharma, S. (2021). File Operations Comparative Analysis of various Guest Virtual Machine's on Xen Hypervisor. *2021 2nd Global Conference for Advancement in Technology, GCAT 2021*, 1–7. <https://doi.org/10.1109/GCAT52182.2021.9586797>
- Popova, P. (2023). The Role of Digital Platforms and Big Data Analytics as a Base for Digital Service Innovation. *2023 4th International Conference on Communications, Information, Electronic and Energy Systems (CIEES)*, 1–8. <https://doi.org/10.1109/CIEES58940.2023.10378780>
- Rahman Mubin, M. M., Ullah, S., Purification, J. A., & Islam, M. M. (2023). Energy Aware Scheduling and Resource Allocation for Virtual Machine. *2023 5th International Conference on Sustainable Technologies for Industry 5.0, STI 2023*, 0, 1–6. <https://doi.org/10.1109/STI59863.2023.10464530>
- Razali, R. A. M., Rahman, R. A. B., Zaini, N., & Samad, M. (2021). Virtual machine migration implementation in load balancing for Cloud computing. *International Conference on Intelligent and Advanced Systems: Technological Convergence for Sustainable Future, ICIAS*, 1–4. <https://doi.org/10.1109/ICIAS.2014.6869540>
- Rong, X. (2020). Design and Implementation of Operating System in Distributed Computer System Based on Virtual Machine. *Proceedings - 2020 International Conference on Advance in Ambient Computing and Intelligence, ICAACI 2020*, 94–97. <https://doi.org/10.1109/ICAACI50733.2020.00024>
- Sato, M., Nakamura, R., Yamauchi, T., & Taniguchi, H. (2022). Improving Transparency of

- Hardware Breakpoints with Virtual Machine Introspection. *Proceedings - 2022 12th International Congress on Advanced Applied Informatics, IIAI-AAI 2022*, 113–117. <https://doi.org/10.1109/IIAIAAI55812.2022.00031>
- Sato, M., Omori, T., Yamauchi, T., & Taniguchi, H. (2023). Supporting Multiple OS Types on Estimation of System Call Hook Point by Virtual Machine Monitor. *Proceedings - 2023 11th International Symposium on Computing and Networking Workshops, CANDARW 2023*, 267–273. <https://doi.org/10.1109/CANDARW60564.2023.00051>
- Shi, X., Li, X., Zhao, B., Guo, Y., Zhang, Y., & Fang, H. (2023). Comparison of Stability and Energy Consumption of AGV System based on Clouding Server and Physical Servers methods. *Proceedings - 2023 International Conference on Mobile Internet, Cloud Computing and Information Security, MICCIS 2023*, 43–48. <https://doi.org/10.1109/MICCIS58901.2023.00013>
- Swain, S. R., Parashar, A., Singh, A. K., & Nan Lee, C. (2023). An Energy Efficient Virtual Machine Placement Scheme for Intelligent Resource Management at Cloud Data Center. *OCIT 2023 - 21st International Conference on Information Technology, Proceedings*, 65–70. <https://doi.org/10.1109/OCIT59427.2023.10430915>
- Yang, L., Chen, X., Yang, Q., Mei, F., Zhang, W., & Zheng, X. (2022). Energy-Aware Virtual Machine Integration based Task Scheduling for Green Data Centers. *EI2 2022 - 6th IEEE Conference on Energy Internet and Energy System Integration*, 1644–1649. <https://doi.org/10.1109/EI256261.2022.10116930>

ANEXOS



Rack de servidores actuales foto 1



Rack de servidores actuales foto 2