

# CAPÍTULO 1

---

*Dentro del capítulo uno, se describe cronológicamente la evolución de la virtualización, se incluye una línea del tiempo donde se muestra el progreso que ha tenido, también se presenta el concepto de virtualización, su clasificación y un análisis de ventajas y desventajas. Finalmente se describen las diferentes técnicas que existen.*

## **1. INTRODUCCIÓN**

El objetivo de este trabajo es diseñar e implementar una arquitectura de Virtualización de Servidores con la técnica Solaris Containers, con el fin de optimizar el uso de los recursos de hardware del servidor SunFire T2000 y evaluar las ventajas derivadas de esta implementación.

## 1.1 Antecedentes

A finales de los años 50 comenzaron a surgir publicaciones sobre las posibles soluciones para mejorar el aprovechamiento de los equipos de cómputo y satisfacer las necesidades computacionales de la época, pero fue hasta la publicación de Christopher Strachey, el primer profesor de Computación en la Universidad de Oxford y director del Grupo de Programación, titulada “*Time Sharing in Large Fast Computers*” en 1959 donde formalmente se dio a conocer el concepto de Sistema de Tiempo Compartido conocido como *time-sharing* que es uno de los conceptos que precedieron a la virtualización, en esta publicación también se abordaba el tema de la multiprogramación, que es una técnica que permitiría a un programador desarrollar un programa en su propia consola, mientras que otro programador realizaba pruebas, de esta forma se evitaba la espera habitual de los periféricos. La multiprogramación, así como otras ideas innovadoras, comenzaron a impulsar a una nueva serie de equipos.

La Universidad de Manchester desarrolló **Atlas** (Figura 1.1) en 1962 uno de los primeros superordenadores del mundo. Un proyecto precursor en el uso de tiempo compartido y multiprogramación en el que se hacía uso de memoria virtual.

Este equipo introdujo un nuevo componente llamado supervisor el cual se encargaba de gestionar recursos clave, como el tiempo de procesamiento de la computadora y las instrucciones para la ejecución de programas de usuario, el equipo sobresalió por su rapidez de operación. Por otra parte en el año 1965 **IBM** se encontraba trabajando en el equipo **M44/44X**.



Figura 1.1 Equipo Atlas

Este proyecto estaba encabezado por Thomas J. Watson, investigador del Centro Yorktown en Nueva York. La **M44/44X** tenía una arquitectura parecida a la de Atlas, sin embargo en este equipo se introdujo por primera vez el término de máquinas virtuales y

su implementación constaba de una máquina principal IBM 7044 (M44) y de máquinas virtuales 7044 o 44X simuladas de forma parcial. Este fue uno de los grandes aportes a la virtualización por parte de la compañía IBM.

IBM continuó con el desarrollo de nuevos equipos como el **IBM 7094** (Figura 1.2), en este proyecto trabajó en colaboración con el Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT) introduciendo y utilizando la tecnología Sistema de Tiempo Compartido Compatible, (CTSS - *Compatible Time Sharing System*), el término compatible se refiere a que permitía la ejecución por lotes del Sistema Operativo usado en el equipo Fortran Monitor System (FMS), también era capaz de ejecutar una copia de este Sistema Operativo en cada máquina virtual.



Figura 1.2 IBM 7094

En la segunda mitad de los años 60's, MIT e IBM no volvieron a trabajar juntos, cada grupo de trabajo tomo su propio rumbo, MIT continuó en la línea de time-sharing y desarrolló el Proyecto MAC, por su parte IBM centró todos sus esfuerzos en la implementación de un Sistema Operativo para la nueva computadora de **IBM System/360** (Figura 1.3).

Bob Creasy dirigió un equipo que trabajó en este nuevo sistema operativo que incorporó no sólo la memoria virtual, sino también máquinas virtuales, y que más tarde se conoció como **CP-40** este Sistema Operativo fue el precursor de la investigación a **CP-67**. Al sistema operativo en primera instancia se le dio el nombre de **supervisor**, posteriormente con la habilidad de ejecutar sistemas operativos sobre otro sistema operativo, apareció el termino **hypervisor**. También se contaba con un Monitor de Máquina Virtual (VMM - *Virtual Machine Monitor*) el cual se ejecutaba directamente sobre el hardware subyacente, permitiendo múltiples máquinas virtuales (VMs), cada VM podía

ejecutar una instancia de su propio sistema operativo privado al comienzo este era **CMS**, o *Conversational Monitor System*.

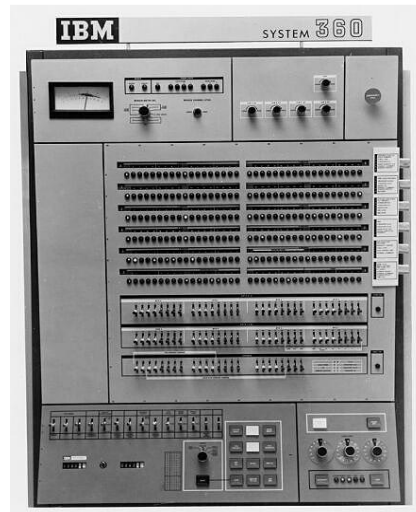


Figura 1.3 IBM System/360

La segunda versión del *hypervisor* de IBM (CP-67) fue desarrollada en 1968, esta nueva versión hacía uso de la compartición de memoria a través de máquinas virtuales, proporcionando a cada usuario su propio espacio de memoria. *hypervisor* admitía tener varios sistemas operativos en un solo hardware, al igual que un número variable de máquinas virtuales ya que en CP-40 sólo se permitía una cantidad fija de catorce entornos virtuales **System/360**, cada uno con 256 KB de memoria virtual. Esta versión se utilizó para la consolidación del hardware físico e implementar más rápidamente ambientes tales como entornos de desarrollo.

En el año de 1972 IBM anuncia el primer sistema operativo, el **VM/370** destinado para la virtualización en los mainframes **System/370** (Figura 1.4).

Era capaz de ejecutar varias máquinas virtuales con más memoria virtual y además del intercambio de información entre las máquinas interconectadas.

Las máquinas virtuales tenían la misma arquitectura que el equipo System/370 y eran gestionadas por un componente llamado un monitor de máquina virtual (VMM) el cual se ejecutaba en el hardware real, cada máquina virtual fue capaz de ejecutar una instalación única del sistema operativo de IBM de manera estable.



Figura 1.4 IBM System/370

**IBM** incorporó mainframes de alto rendimiento, los cuales se volvieron de uso común pero les hacía falta la posibilidad de realizar múltiples tareas, es por esto que desarrollaron un método para crear múltiples particiones lógicas, en estas particiones se ejecutarían varias aplicaciones y procesos al mismo tiempo, que finalmente se les conocieron como VM, Máquinas Virtuales las cuales trabajaban independientemente una de las otras, y cada una utilizando los recursos provistos por el mainframe. Dado que en aquella época los mainframes eran recursos caros, la virtualización permitía aprovechar de una manera eficiente el equipo y con ello recuperar la inversión que se hacía con la compra de estos equipos.

En la década de los 80's, dejando a un lado el uso compartido y centralizado del modelo de mainframe, las organizaciones aprovecharon la llegada de las maquinas **x86**, y comenzaron a implementar sistemas distribuidos; con esto comenzó una nueva era de las micro-computadoras, aplicaciones cliente-servidor, y computación distribuida en donde los enormes y potentes mainframes multitareas de un solo hardware y de tamaño muy grande se comenzaron a cambiar por servidores arquitectura **x86**. No obstante, IBM continuó con el desarrollo de su familia VM y no ha dejado la línea de mainframes.

Los primeros servidores x86 carecían de la potencia necesaria y del procesador adecuado para ejecutar múltiples sistemas operativos, pero permitían la instalación de nuevos Sistemas Operativos como Windows, Unix y Linux, los servidores eran tan baratos y pequeños comparados con los mainframes que las empresas no tardaron en adquirir este hardware y dedicándolo a la implementación de cada aplicación sin cuestionarlo, ya para los años 90 se convirtieron los servidores x86 en el estándar de la industria.

Los profesionales en Tecnologías de la Información (TI) comenzaron a observar problemas relacionados principalmente con el desaprovechamiento del hardware, ya que en las implementaciones en servidores se utiliza sólo una pequeña parte entre un 10% y un 15% de la capacidad total, según señala *International Data Corporation*, un tema que

antes no era tomado en cuenta se convierte en un punto primordial como lo es el consumo energético de los servidores y del sistema de enfriamiento que necesitan, lo que dio lugar a buscar nuevamente en el uso de sistemas compartidos entre varias aplicaciones como la solución a estos y más problemas presentes en ese entonces.

En 1999, **VMware** una empresa fundada en California en 1998 trae al mercado el primer producto para la virtualización, **VMware Workstation**, el cual puede ser implementado en un Sistema Operativo nativo Windows o Linux y se pueden crear máquinas virtuales, las cuales soportan la instalación de un Sistema Operativo "guest" como puede ser Solaris x86, FreeBSD, Windows y Linux. Fue hasta el año 2000 donde VMware incorporó soluciones para servidores con la primera versión VMware GSX Server el cual necesita de un sistema operativo base, ya sea Windows o Linux. Para el siguiente año salió la primera versión de VMware ESX Server, que a diferencia de VMware GSX Server no necesita un sistema operativo base, porque incluye nativamente un *hypervisor*.

Con esta nueva característica, los sistemas operativos y las aplicaciones se aíslan en múltiples servidores virtuales que residen en un único hardware y los recursos del sistema se asignan dinámicamente. Adicionalmente contaba con una consola de administración.

**Xen** fue un proyecto desarrollado por el Grupo de Investigación de Sistemas en la Universidad de Oxford, la versión Xen 1.0 salió al mercado en el año 2003 la cual utilizaba un tipo de virtualización llamado "**paravirtualización**".

Desde sus inicios Xen fue de Distribución Libre, por lo que a lo largo de los años ha tenido contribuciones de empresas como **AMD, Novel, HP, Red Hat** entre otras, resultado de ese esfuerzo conjunto, la versión Enterprise Xen 3.0 se realizó en 2005, esta versión es capaz de soportar hasta 32 procesadores, compatible con la tecnología Intel VT y permite la creación de hasta 32 servidores virtuales.

**Microsoft** se estaba quedando fuera del mercado de la virtualización, es por ello que centro su atención en una empresa llamada Connectix Corporation primero siendo socios, la empresa desarrollaba productos innovadores y los vendían una vez que estos eran populares a empresas reconocidas, en 1997 desarrollaron la primera versión de Virtual PC para una plataforma Macintosh. En esta versión se podía ejecutar una máquina virtual con sistema operativo Windows como "guest", posteriormente en el año 2003 trabajaron

en un proyecto orientado hacia la virtualización de servidores llamado Connectix Virtual Server, Microsoft les compró los derechos intelectuales al igual que los de Virtual PC.

El 2 de diciembre del 2003 salió la primera versión de Microsoft Virtual PC 2004, aunque se esperaba también el lanzamiento de Microsoft Virtual Server, fue hasta el siguiente año que finalmente que lanzaron Microsoft Virtual Server 2005 con dos versiones, Standard que sólo soporta máximo hasta 4 procesadores y Enterprise que permite hasta 32 procesadores, las máquinas virtuales son creadas y administradas a través una sitio web IIS, posteriormente salió la Virtual Server 2005 R2 Enterprise Edition la cual incluye poder la funcionalidad de tener sistemas operativos Linux como “guest” y la incorporación de soporte para Intel VT (IVT) y AMD Virtualization (AMD-V).

La versión **Solaris 10** salió a la luz en el 2005, esta nueva versión de Solaris tiene como una de sus principales características la tecnología de virtualización a nivel de sistema operativo, llamada **Solaris Containers**.

Para el año 2006 Virtual Server 2005 R2 Enterprise Edition se ofrece como descarga gratuita con la finalidad de poder competir contra VMware quien cambió a GSX Server por VMware Server ofreciéndolo como freeware, esta estrategia realizada por Microsoft tuvo como objetivo hacerse presente en el mercado de la virtualización de servidores e ir ganado terreno. El año de 2007 fue un año de mucha actividad en las empresas y de lanzamientos de nuevas versiones de productos, durante la conferencia anual para profesionales IT VMworld 2007 se anunció a **VMware ESXi** esta nueva versión sustituyó a VMware ESX, la cual presentó muchos problemas de seguridad principalmente relacionadas con su consola de administración, que no fue incluida en esta nueva versión además de que corrigieron estas vulnerabilidades. Por su parte XenSource libera Xen Enterprise v4, versión con mayor estabilidad, resultando en un número ilimitado de máquinas virtuales por servidor físico, otra característica integrada es XenMotion, herramienta para el traslado de una aplicación de software de un servidor a otro sin dejar de ejecutarse. VMware ha tenido una característica similar, llamada VMotion, disponible desde 2003. XenSource se asoció con Symantec para incluir Veritas Storage Foundation, software de gestión de almacenamiento estándar de la industria para backup y recuperación de datos.

Citrix anuncia la adquisición de XenSource el 7 de Agosto del 2007, esta adquisición lleva a Citrix a incursionar en mercado de virtualización de servidores, empresa que antes únicamente ofrecía soluciones de virtualización de aplicaciones.

Microsoft por su parte liberó el Release Candidate de su nuevo producto llamado **Microsoft Hyper-V Server 2008** en Junio de 2007, posteriormente salió la versión oficial disponible en descarga gratuita, se trata de un producto independiente de Microsoft Server 2008 y también salió la versión Windows Server Hyper-V 2008 en la cual además de tener los roles de servidor como DNS, DHCP, WEB, etc. se incluye el rol de Hyper-V para la Virtualización de Servidores. Microsoft incluyó su propio hypervisor, llamado Hyper-V, administra y permite la compartición de recursos entre los servidores virtuales instalados en el hardware, la última versión de estos productos es la R2 que incluye nuevas características como la migración en vivo de servidores, alta disponibilidad mediante clúster, volúmenes compartidos (CSV), además de mejoras de rendimiento y fiabilidad, soporta hardware con hasta 8 procesadores.



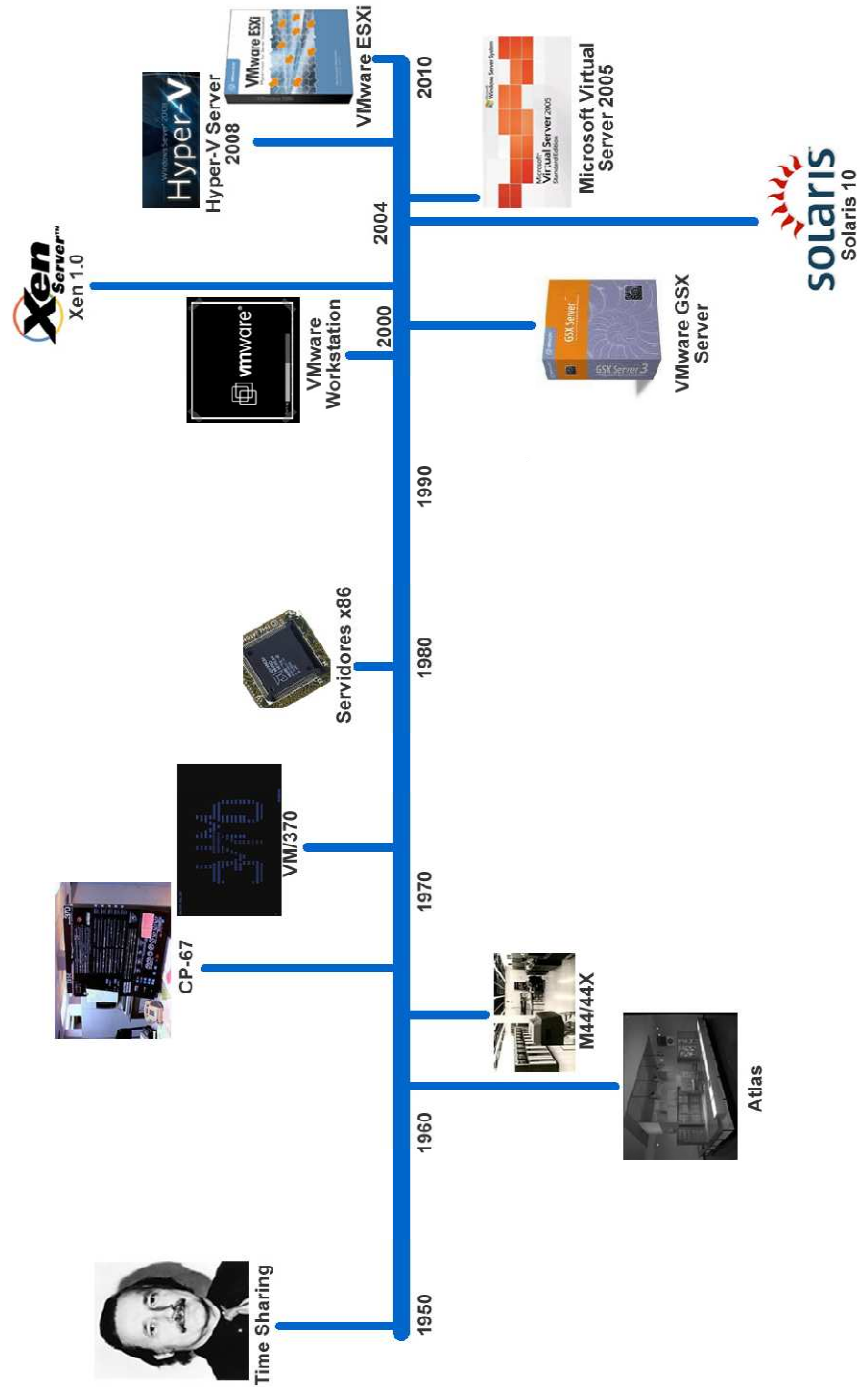


Figura 1.5 Línea de Tiempo de los antecedentes de la Virtualización

## 1.2 Virtualización

La virtualización es una tecnología que permite abstraer recursos físicos con ayuda de ciertas herramientas de software y hardware, estos recursos se utilizan, administran, ejecutan, interactúan, comportan, etc. de la misma forma que un recurso real. La virtualización no sólo se aplica a servidores, se extiende a otros recursos como:

- Virtualización de red
- Virtualización de almacenamiento
- Virtualización de escritorio
- Virtualización de aplicaciones

### Virtualización de red

La virtualización de red es la utilización eficiente de los recursos de la red a través de la segmentación lógica de esta, se simula una red mediante el uso de las diferentes tecnologías que utilizan hardware y software, se gestionan todos servicios en la red como un único grupo de recursos que pueden ser accedidos sin considerar sus componentes físicos.

En la virtualización de red existen dos tecnologías principalmente VPN (*Virtual Private Network*) y VLAN (*Virtual Lan*). Una VPN es una tecnología de red que permite una extensión e interconexión de una red local sobre una red pública o no controlada comúnmente sobre Internet. En ella se crean túneles y se aplican métodos de seguridad para garantizar la integridad de la información entre ambos sitios y poder compartir el acceso a recursos.

Existen diferentes tipo de conexión VPN, la conexión VPN punto a punto se establece entre equipos de hardware dedicados *routers* o *firewalls*, generalmente se utiliza para conectar oficinas remotas con la sede central de la organización y viceversa, en donde se crea un túnel por donde se llevará a cabo la comunicación entre ambos sitios de manera segura

En la conexión VPN de acceso remoto, el equipo remoto debe tener instalado un cliente VPN, por el cual se conecta al servidor de VPN de la organización a través de un túnel encriptado.

Se debe proporcionar credenciales y el servidor VPN se encarga de autenticar, de tal forma que el cliente tenga acceso a todos los recursos como si se encontrar en la red LAN

Una VLAN es la creación de una subred lógica, se define una segmentación lógica basada en el agrupamiento de equipos según determinados criterios, puede ser según los puertos de conexión, la dirección MAC de los equipos, la dirección IP origen de los datagrama o basándose en el protocolo que utiliza, de tal manera que esta segmentación permite un control más inteligente del tráfico de la red, evitando tráfico, aumentando la seguridad y da mayor flexibilidad en la administración.

Existen VLAN Dinámicas (DVLAN) el funcionamiento de estas VLAN's se basa en las direcciones MAC o protocolos utilizados, cuando un equipo se intenta conectarse envía una solicitud con su información, el switch verifica la dirección MAC ingresada previamente por el administrador en la base de datos y automáticamente se configura el puerto al cual corresponde por la configuración de la VLAN. Por otro lado, en una VLAN estática los puertos del switch están ya preasignados a los equipos.

## **Virtualización de aplicaciones**

La virtualización de aplicaciones, permite al usuario ejecutar e interactuar con aplicaciones que no fueron instaladas ni residen físicamente en el equipo cliente, estas aplicaciones ejecutan su propio entorno virtual independiente de otras aplicaciones, se aíslan tanto del sistema operativo como del resto de aplicaciones. La aplicación virtualizada es capaz de guardar cambios de configuración realizados, generándose todo su entorno virtual para que posteriormente se encapsule y se almacene en un servidor, de donde son distribuidas a los equipos clientes.

Los beneficios de esta tecnología son la gestión centralizada de las aplicaciones, así se garantiza la actualización de la versión y la homogeneización, facilitando la administración, además el no consumir recursos en el equipo cliente representa una ventaja, ya que existe un mejor aprovechamiento de recursos.

## **Virtualización de almacenamiento**

La virtualización de almacenamiento tuvo sus inicios con los arreglos RAID, donde un grupo de discos físicos eran para el sistema operativo un grupo de discos lógicos configurables, este concepto sigue prevaleciendo solo que actualmente con otros medios y dispositivos, añadiendo la parte de direccionamiento de red donde la aplicación y usuario no se preocupan por la ubicación física del hardware de almacenamiento.

La información se encuentra centralizada, se tiene mayor tolerancia a fallos, esto es gracias a la incorporación de SAN (Storage Area Network ) que es una red dedicada específicamente a la tarea de transporte de datos para su almacenamiento y recuperación mediante el uso de canales de fibra óptica (Fiber Chanel), en su estructura tiene las conexiones físicas de los sistemas de almacenamiento y los clientes, también se puede utilizar NAS (Network Attached Storage) que diferencia de NAS no tiene una red dedicada.

La virtualización de almacenamiento por software consiste en instalar un software de virtualización en cada host que accede a la red de almacenamiento, este software permite combinar los LUNS/discos virtuales servidos de la red de almacenamiento con total flexibilidad y crear arreglos RAID.

## **Virtualización de escritorio**

Este es un término nuevo para un concepto que no lo es tanto, ya que hace referencia al cómputo personal centralizado, es decir, contar con un sistema central que distribuya la capacidad de cómputo para uso personal, tal cual en las llamadas terminales tontas. En la actualidad la tecnología permite tener la emulación de una PC de Escritorio que en realidad reside en un servidor centralizado, incluyendo toda la funcionalidad que esta puede ofrecer a un usuario final. Con la virtualización de escritorio es posible centralizar el mantenimiento y administración de los escritorios, como aplicar parches de seguridad o para corrección de errores de manera más rápida y confiable, así sólo se aplica una vez y se replica automáticamente en todos los escritorios remotos. Productos que están en esta categoría son Microsoft Remote Desktop Services, Citrix XenDesktop, Sun Virtual Desktop Infrastructure, entre los más destacados.

### **1.3 Virtualización de servidores**

La virtualización de servidores es guiada por la necesidad de consolidar en una misma máquina diferentes aplicaciones y servicios, haciendo más eficiente el uso de los recursos del servidor. La meta de esta tecnología es pasar de administrar servidores individuales con acceso total a los recursos del sistema a administrar un conjunto de recursos de un servidor hacia diferentes aplicaciones.

#### **1.3.1 Concepto**

De forma general, la virtualización se refiere a una forma de crear una versión virtual (no real físicamente) de recursos o dispositivos, como puede ser una computadora, un servidor, un disco duro, una red o un sistema operativo, los cuales son divididos en uno o más entornos de ejecución.

La virtualización de servidores consiste en agrupar dentro de un mismo conjunto de recursos de hardware y software de un servidor, al igual que diferentes aplicaciones y servicios los cuales son implementados en un sistema operativo virtual aislado, también conocido como máquina virtual.

El servidor físico comparte sus recursos, entre los que se encuentran las tarjetas de red, los dispositivos de almacenamiento, la memoria y los procesadores, con las máquinas virtuales creadas en él, por medio de un software que le permite manejar, gestionar, dividir y asignar dinámicamente estos recursos. Gráficamente los recursos se conceptualizan como una pila, en la parte inferior se encuentran los recursos físicos y en la parte superior los virtuales (Figura 1.6). El servidor virtual reconoce los recursos que el servidor físico le comparte como un conjunto de recursos propios y que están bajo el control del servidor virtual.

Con ello, se logra que en un servidor físico existan diferentes máquinas virtuales con diferentes sistemas operativos, diferentes aplicaciones, diferentes cargas de trabajo, diferentes recursos y ser independientes las unas de las otras.



Figura 1.6 Servidor Virtualizado

### 1.3.2. Ventajas y desventajas

La virtualización de servidores ha surgido como una tecnología que permite mitigar algunas de las problemáticas que otro tipo de arquitecturas no cubren, incluso con la ayuda de otros tipos de virtualización, como la virtualización de almacenamiento, virtualización de redes y la virtualización de escritorio, han logrado establecer un punto de diferenciación entre lo que se acostumbraba hacer y la tendencia actual. Entre las principales ventajas de la virtualización de servidores podemos destacar: la reducción del espacio en los centros de datos, la optimización del uso de los recursos del servidor, un ahorro de energía considerable, incluso reducción de costos de operación y soporte, y finalmente hasta un 20% de ahorro en la adquisición de nuevo hardware, según datos de un estudio hecho en organizaciones que han comenzado a cambiar su infraestructura hacia un modelo de virtualización de servidores.

Por otro lado, al ser un conjunto de tecnologías que en fechas recientes está tomando gran importancia para las organizaciones, la principal desventaja es que se requiere un mayor nivel de conocimientos para su implementación, ya que se pueden llegar a maximizar los errores poniendo en riesgo toda la infraestructura y los servicios que en ella se ejecutan, pero esto se debe principalmente al desconocimiento de las consideraciones que una implementación a gran escala puede significar.

Las organizaciones que quieren adoptar la virtualización, incluso los proveedores que atienden a estas organizaciones, no siempre cuentan con una estrategia completa,

asumiendo que únicamente con virtualizar los servidores lograrán mitigar todas las problemáticas que actualmente tienen.

### **1.3.3. Técnicas de virtualización**

Existen diferentes opciones de virtualización de servidores cada una de éstas cuenta con sus propios métodos, herramientas y requisitos, pero siempre bajo el concepto de la virtualización de servidores.

En éste capítulo, presentaremos las Técnicas de Virtualización más populares y actualmente disponibles, así como las características más relevantes de cada una.

#### **Sistema Operativo Host**

Esta técnica consiste en virtualizar un servidor físico a nivel Sistema Operativo, desarrollando múltiples servidores ó ambientes virtualizados, aislados entre sí, ejecutándose sobre un mismo servidor físico.

Este tipo de virtualización yace en un sistema operativo base, el cual actúa como anfitrión para albergar varios sistemas operativos. Cada sistema operativo virtualizado se ejecuta sobre el sistema operativo base, también llamado anfitrión, haciendo uso de recursos compartidos, los cuales son establecidos por el mismo anfitrión.

Los ambientes virtualizados ó máquinas virtuales, son administrados por una aplicación central, que ve a cada ambiente virtual como una aplicación por separado. De esta manera, los ambientes virtualizados asumen que cuentan con sus propios recursos de hardware exclusivos cuando en realidad están compartiéndolos.

Dentro de ésta técnica de virtualización se encuentran VMware Server, VirtualBox y Solaris Containers, entre otros.

VMware Server es una herramienta libre de VMware y está considerada como una solución en ambientes pequeños, ambientes de pruebas o para máquinas personales. Una desventaja de esta herramienta es la limitante de memoria que se le puede asignar a un servidor virtualizado, así como el pobre desempeño en disco.

Solaris Containers es otra herramienta libre que consiste en un entorno separado dentro de una instancia del sistema operativo Solaris. Un "Contenedor", como se le llama

al ambiente virtualizado, permite a los componentes de las aplicaciones aislarse uno de otro aun cuando comparten la misma instancia de sistema operativo. Solaris Containers limita el consumo de los recursos del sistema al mismo tiempo que aísla los diferentes “Contenedores” que habitan en un mismo sistema. Los límites establecidos pueden cambiarse de acuerdo a las necesidades de recursos que van generando las aplicaciones que residen sobre un “Contenedor”.

## **Hypervisor**

El Hypervisor es un software de virtualización que ejecuta un sistema operativo, contrario a la virtualización a nivel de Sistema Operativo que usa un sistema operativo base y corre un software de virtualización como si fuese una aplicación.

La manera en cómo funciona ésta técnica, es que primero se instala el software de Hypervisor sobre el nivel más bajo del equipo físico, el que albergará los servidores virtualizados; después se instala el Sistema Operativo sobre el Hypervisor. El sistema operativo base, es a su vez una máquina virtual, normalmente designada como “*Virtual Machine Zero*” (Máquina Virtual Cero).

Un producto reciente de ésta técnica de virtualización es VMware ESXi, el cual se instala directamente sobre el hardware sin necesidad de una interfaz de sistema operativo sobre el Hypervisor. Sin embargo VMware ESXi debe instalarse sobre un equipo de hardware optimizado y diseñado para la virtualización, ya que la administración de la máquina virtual se realiza a configuración de bajo nivel a través de una interfaz de administración del servidor.

Otros ejemplos de Hypervisor, son por ejemplo Citrix Xen y Microsoft Hyper-V.

## **Paravirtualización**

Es otra técnica de virtualización de servidores que utiliza un software similar al microcódigo de hardware, el cual es el encargado de direccionar los recursos de memoria y dispositivos de servidor hacia las máquinas virtuales, sin enviar las direcciones al procesador.

Como ejemplo de ésta técnica, se encuentran los “Dominios Lógicos”, también conocidos como Logical Domains (LDOMs) de Sun Microsystems, recién adquirida por Oracle. Los Dominios Lógicos permiten crear grupos de recursos, como memoria,



procesador y dispositivos de comunicaciones, que se pueden asignar a múltiples sistemas virtualizados cada uno con su propio sistema operativo y sus propios recursos de sistema.

Otros ejemplos de esta técnica son las herramientas Virtual Iron y Xen, el último es un software de código abierto para sistemas Linux.

### **Particionamiento de Hardware**

Esta técnica consiste en dividir y aislar recursos físicos de un equipo de hardware, de manera eléctrica, es decir, cada grupo aislado de recursos es eléctricamente independiente uno de otro, de tal manera que si un grupo llega a dañarse no daña a los demás.

Todo el hardware involucrado en estos grupos de recursos, como DIMMs de memoria, procesadores, tarjetas de red, tarjetas de fibra óptica, etc., forman un servidor virtualizado independiente.

Ejemplos de esta técnica son los Dominios Dinámicos, de los equipos de alto desempeño de la serie "M" de Sun Microsystems (recién adquirida por Oracle). También se encuentran en esta categoría, los LPARS de los equipos "pSeries" de IBM y los "nPars" de los sistemas Superdome de HP.

### **Nivel Kernel**

La virtualización a nivel de Kernel consiste en que cada máquina virtual ó servidor virtual, usa su propio kernel para arrancar su sistema de archivos independientemente del nivel de kernel del anfitrión.

Dentro de esta técnica encontramos ejemplos como KVM (Kernel Virtual Machine) de Linux y UML (User Mode Linux), el cual usa un kernel ejecutable y la raíz del sistema de archivos para crear un servidor virtual.

### 1.3.4. Comparación de las técnicas de Virtualización

Se muestra en la tabla 1.1 una comparativa entre las diferentes Técnicas de Virtualización

CARACTERÍSTICAS	TÉCNICAS					
	Solaris Containers	OpenVZ	FreeBSD jail	LDom Oracle VM Server for SPARC	Dynamical Domains	Npars
<b>Tecnología de Virtualización</b>	Sistema Operativo Host (Nativo)	Sistema Operativo	Sistema Operativo	Paravirtualización	Particionamiento de Hardware	Particionamiento de Hardware
<b>Plataforma</b>	x86, x64, Sparc	x86, x64, Sparc	x86, x64, Sparc64	UltraSparc T1, T2 T2 Plus, T3	Sparc64	Intel Itanium
<b>S.O. Guest</b>	Solaris8-10 Linux Red Hat	Linux únicamente	FreeBSD únicamente	Solaris, OpenSolaris FreeBSD, Linux	No Aplica	HP-UX, Windows, Linux
<b>S.O. Host</b>	Solaris 10	Linux	FreeBSD Únicamente	Solaris 10	Solaris 10	HP-UX
<b>Tipo de licenciamiento</b>	Libre	Libre	Libre	Libre	Incluido en la compra de Hardware	Incluido en la compra de Hardware
<b>Kernel Compartido</b>	Sí	Sí	Sí	No	No	No
<b>Ambiente Virtual</b>	Contenedor	VP's	Jail	Dominio	Dominio	Npars
<b>Independencia de FileSystem</b>	Sí (modalidad Whole Root Zone)	No	No	Sí	Sí	Sí
<b>Live Migrations</b>	Sí Zona migrations	Sí Vzmigrate	No	Sí	Sí	No
<b>Herramienta de Monitoreo</b>	Comandos de S.O.	Comandos de S.O.	Comandos de S.O.	Comandos de S.O.	Línea de Comandos de S.O.	Global Workload Manager
<b>Asignación dinámica de recursos</b>	Sí	Sí	No	Sí	Sí	Sí
<b>Forma de administración</b>	Línea de Comandos de S.O.	Línea de Comandos de S.O.	Línea de Comandos de S.O.	Logical Domains Manager software	Comandos de System Controller	Global Workload Manager
<b>NIC Exclusiva</b>	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
<b>NIC Compartida</b>	Sí	Sí	Sí	No	No	No
<b>Granularidad de CPU</b>	VCPU=Thread Físico	CPU		VCPU=Thread Físico	CPU	Celda

CARACTERÍSTICAS	TÉCNICAS				
	KVM	VMware ESX	Vpars	Citrix XenServer	Windows Server 2008 HyperV
<b>Tecnología de Virtualización</b>	Nivel de Kernel	Hypervisor	Hypervisor	Hypervisor	Hypervisor
<b>Plataforma</b>	x86, x64	x86, x64	Intel Itanium	x86,x64	x86,x64
<b>S.O. Host</b>	Linux	No aplica	No aplica	No aplica	Windows Server 2008
<b>S.O. Guest</b>	Linux, Solaris, FreeBSD	Solaris, OpenSolaris, FreeBSD, Linux, Windows, NetWare	HP-UX	Windows, Linux, Solaris	Windows, Linux
<b>Tipo de licenciamiento</b>	Libre	Propietaria, pago por uso	Propietaria, pago por uso	Propietaria, pago por uso	Propietaria, pago por uso
<b>Kernel Compartido</b>	Sí	No	No	No	No
<b>Ambiente Virtual</b>	Máquina Virtual	Máquina Virtual	Partición Virtual	Máquina Virtual	Máquina Virtual
<b>Independencia de FileSystem</b>	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
<b>Live Migrations</b>	Sí	Sí VMotion	Sí	Sí	Sí
<b>Herramienta de Monitoreo</b>	Línea de Comandos	Gráfica, como software adicional con cargo extra	Software de Administración VSE	Gráfica, como software adicional con cargo extra	Gráfica, como software adicional con cargo extra
<b>Asignación dinámica de recursos</b>	No	Sí	Sí	Sí	Sí
<b>Forma de administración</b>	Línea de Comandos	Gráfica, Línea de Comandos	Software de Administración VSE	Gráfica, Consola de Administración	Gráfica, como software adicional con cargo extra
<b>NIC Exclusiva</b>	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
<b>NIC Compartida</b>	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
<b>Granularidad de CPU</b>	CPU	CPU	CPU	CPU	CPU

- **Herramienta:** Nombre comercial de la herramienta, en caso de que aplique, incluye el fabricante
- **Técnica de virtualización:** Técnica usada por la herramienta
- **Plataforma:** Plataformas de CPU en que puede ser ejecutada la herramienta de virtualización
- **S.O. Host:** Sistema Operativo que se ejecuta de forma nativa en el servidor o SO base
- **S.O. Guest:** Sistema Operativo que se ejecuta de forma virtual en el servidor
- **Tipo de licenciamiento:** Tipo de licencia que tiene la herramienta, libre o propietaria.
- **Kernel Compartido:** Capacidad de ejecutar diferentes núcleos de sistema operativo en cada máquina virtual, ya sea por diferencia de S.O. o por nivel de parches
- **Independencia de FileSystem:** Capacidad de operar File Systems o Sistemas de archivos de Sistema Operativo de forma independiente entre máquinas virtuales
- **Live migration.** Capacidad de mover equipos virtuales mientras se siguen ejecutando, entre equipos físicos
- **Herramienta de Monitoreo:** Forma de monitoreo nativo de la máquina virtual, sin uso de software de terceros
- **Asignación Dinámica de Recursos:** Es la capacidad de conceder mayores recursos (red, cpu, memoria) a una Máquina virtual, mientras esta sigue ejecutándose.
- **Administración:** Manera en que se administran las máquinas virtuales.
- **Virtualización de NIC:** Capacidad de virtualizar las interfaces de Red de manera dedicada a la máquina virtual o compartida entre un conjunto de máquinas virtuales
- **Granularidad de CPU:** Nivel más pequeño de administración, asignación y división de los recursos de procesamiento. Existen CPUs físicos, los cuales pueden tener Cores o Núcleos, que a su vez tienen Threads o Hilos de ejecución.

En la tabla 1.1 se describen y comparan las principales características de las herramientas para virtualizar, de donde se observa en primera instancia la técnica de virtualización que utilizan, sobresalen con un mayor número de herramientas la técnica a nivel de Sistema Operativo y la de *Hypervisor*, la primera tiene la ventaja de proveer un mayor rendimiento.

Otras características a tomar en cuenta es la plataforma, **Solaris Containers**, **OpenVZ** y **FreeBSD jail** soportan múltiples plataformas x86, x64 y Sparc, esta propiedad las pone en ventaja sobre otras herramientas, ya que son independientes del hardware lo que conlleva a mayor flexibilidad en la nueva adquisición de un hardware con una plataforma específica y amplía la posibilidad de rehusar hardware con el que ya se cuenta, por otra parte el resto de las herramientas son dependientes de cierta plataforma: Logical Domains a los servidores Sun CMT, Lpars a los sistemas IBM, Vpars a los servidores de HP, y Xen, VMware y Windows Server 2008 HyperV Virtual a los sistemas x86 y x64. En nuestro caso se cuenta con un servidor Sun Fire T2000 que pertenece a la familia de servidores con procesadores UltraSPARC, de la familia Sun CMT, por lo que es posible virtualizar mediante Logical Domains o Solaris Containers.

Los servidores y las aplicaciones requieren de cierto Sistema Operativo para su ejecución y prestación de servicios, las herramientas: Windows Server 2008 HyperV, Npars, OpenVZ y FreeBSD jail no soportan el S.O. Solaris lo que representa un problema de compatibilidad. La herramienta que soporta un mayor número de S.O's es VMware, es capaz de soportar máquinas virtuales con Solaris, Windows, Linux, Netware y OpenSolaris.

Las licencias de las herramientas son un punto crucial, ya que si bien la virtualización tiene beneficios en la reducción de costes, se tienen herramientas que generan gastos en la adquisición de una licencia para su implementación como lo son Windows Server 2008 HyperV, Citrix Xen Server y la más costosa VMware ESXi, estas licencias representan un costo extra asociado a la virtualización. Por otro lado existe Hardware que incluye el software para virtualizar y las licencias asociadas, sin embargo dicho Hardware está categorizado como High-End, teniendo un costo elevado, tal es el caso de Dynamical Domains para los equipos M-Series de Sun o los Npars de los equipos basados en Cellboards de HP. Y es por ello que se tiene preferencia sobre herramientas como **Solaris Containers**, OpenVZ, FreeBSD jail, KVM y LDom que son libres.

**Solaris Containers** y OpenVZ ofrecen el compartir un único kernel de Sistema Operativo con lo cual se obtiene una mejor repartición de los recursos del nivel superior del IT Stack (la base de software sobre la cual se ejecutan las aplicaciones, incluyendo sistema operativo, servidores y lenguajes), así como una disminución significativa de los procesos de traducción, también se reduce la complejidad, puesto que sólo hay un sistema operativo que desplegar y mantener. En las herramientas que utilizan hypervisor, cada kernel de hypervisor es independiente por lo tanto las modificaciones del kernel del hypervisor sólo le afectan a sí mismo y con esto el overhead en los contenedores es más bajo que los que usan hypervisor.

La virtualización de servidores implica una nueva estrategia de administración y monitoreo, herramientas como: Windows 2008 HyperV, VmWare ESXi, Citrix Xen Server y Npars ofrecen soluciones de administración de manera gráfica y con un ambiente “amigable”, sin embargo estas soluciones requiere de una pago extra independiente de la licencia por el uso de dichas herramientas de administración gráfica, este software gráfico cuenta con funciones y comandos ya programados que pueden no ajustarse al nivel de administración específica de una empresa u organización, en contraparte las demás herramientas ofrecen la administración y monitoreo desde la línea de comandos sin ningún costo y con la libertad de ajustar la administración y monitoreo necesario para cada ambiente como es el caso de: **Solaris Containers**, OpenVZ, Ldom y FreeBSD jail.

FreeBSD jail es la única herramienta que no presenta las características de Live migration ni la de asignación dinámica de recursos, dos funcionalidades muy importantes para servidores de Alta Disponibilidad. Otra característica asociada a la asignación dinámica de recursos es el nivel de granularidad, a mayor nivel de granularidad se ve incrementada la asignación y el aprovechamiento de recursos, tomando en cuenta esto, **Solaris Containers**, LDom y Dynamical Domains proveen un mayor nivel.