

Tema 3. Virtualización de Servidores

- *Juan Carlos Pichel*
- Enxeñería de Computadores
- Grao en Enxeñería Informática

Virtualización y agregación

- La **virtualización** de servidores nos permite independizar las funciones de un servidor de la existencia de un servidor físico. Así, es posible migrar un servidor virtual de uno físico a otro y compartir un servidor físico entre varios virtuales.
- Cuando varios recursos físicos se combinan para actuar como un único sistema entonces hablamos de **agregación**. Un ejemplo bien conocido de agregación es la **clusterización**.

Virtualización y consolidación

- Cuando un único servidor físico se divide en varios servidores virtuales es lo que conocemos como **virtualización** de servidores ó, menos comúnmente, **disgregación**.
- La virtualización permite mapear las funciones de varios servidores físicos infrautilizados en servidores virtuales.
- Estos se mapean en un número inferior de servidores físicos, obteniendo así la **consolidación** de servidores.

Orígenes

- La virtualización se originó en la era de los mainframes, y es en parte el motivo de su éxito durante tantos años.
- Mediante el uso de máquinas virtuales, un mainframe podía:
 - Ejecutar varias instancias de un sistema operativo
 - Correr emulaciones de sistemas antiguos
 - Permitiendo que una compañía comprase un nuevo mainframe y siguiese pudiendo correr el software antiguo

Orígenes

- VMware fue la compañía que se dio cuenta de que no había productos similares en el mercado de los PCs y estaciones de trabajo (año 2001).
- Los productos de VMware dominaron el mercado durante años, permitiendo que usuarios de Unix, Linux, Windows y MacOs pudiesen utilizar otros sistemas operativos.
- En la actualidad hay múltiples compañías y proyectos de código abierto que permiten implementar la virtualización en todo tipo de plataformas.

Formas de virtualización de servidores

- Emulación
- Particionamiento hardware
- Virtualización a nivel del sistema operativo
- Anfitriones (*hosted approach*)
- Paravirtualización
- Hipervisores

Emulación

- La emulación software es la forma más sencilla y menos eficiente de virtualizar.
- Los emuladores **recrean un entorno completo**, incluyendo todas las instrucciones de la CPU y los dispositivos de E/S utilizando software.
- Así, un sistema operativo puede correr, sin necesidad de modificarlo, sobre otra plataforma.
- La ventaja de la emulación es que es posible **emular una CPU distinta a la del servidor físico**.
- En cambio, el **rendimiento se ve profundamente afectado**

Aplicaciones de la emulación

- Tener acceso puntual a aplicaciones que sólo corren en plataformas a las que no tenemos fácil acceso.
- Emular hardware obsoleto que ya no existe.
- Propósitos educacionales.
- Un ejemplo de emulador muy extendido y de código abierto es QEMU, que traduce de forma dinámica el código que ejecuta.
- Sin embargo, KVM con QEMU ya no realiza emulación pura, sino que añaden elementos de auténtica virtualización.

Particionamiento hardware

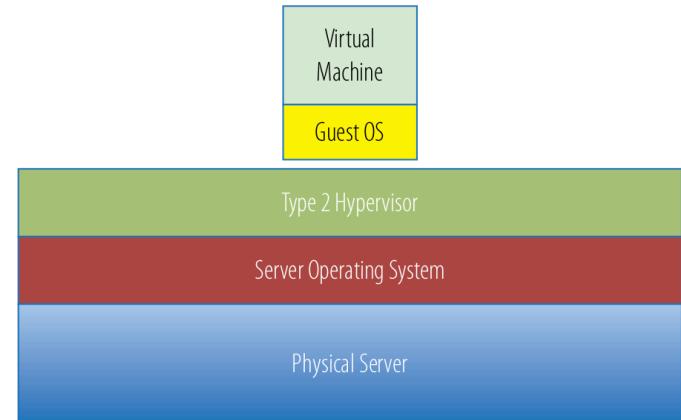
- Disgregar los recursos de un sistema creando particiones a las que se asigna:
 - Una o más CPUs
 - Cierta cantidad de memoria física
 - Canales de E/S.
- Cada partición ejecuta su propia instancia del sistema operativo
 - Pero ha de ser el mismo para todas.
 - Esto se puede hacer por software o por hardware.
 - Cada partición gestiona sus recursos y estos no se comparten
 - Puede permitirse la redistribución dinámica de los mismos.
- La mayor parte de los sistemas operativos tienen versiones que soportan el particionamiento hardware-

Virtualización a nivel del SO

- Utilizar un único sistema operativo que crea múltiples entornos virtuales de sí mismo:
 - Cada instancia corre en su propio entorno si bien todas comparten los mismos recursos
 - Es posible reasignar los recursos para implementar calidad de servicio
 - La virtualización del sistema operativo tiene la ventaja de que el overhead es mínimo
 - Nuevamente, el sistema operativo debe ser el mismo para todas las instancias
- Algunos productos son:
 - Solaris Containers de Sun, que sólo soporta Solaris
 - Virtuozzo, que soporta Windows o Linux (nunca los 2 a la vez)
 - [Más ejemplos](#)

Anfitriones (hosted approach)

- La capa de virtualización (*Type II Hypervisor*) corre sobre un SO anfitrión (Host)
- Los servidores virtualizados corren sobre la capa de virtualización
- **Ventajas:**
 - SO distintos
- **Desventajas:**
 - La E/S pasa por todas las capas y es lenta
 - Todas las capas absorben recursos
 - Desaconsejado para aplicaciones con E/S intensiva
- Algunos productos son:
 - Oracle VM VirtualBox y VMware Server.
- Productos como VirtualBox evolucionan hacia la paravirtualización de la E/S

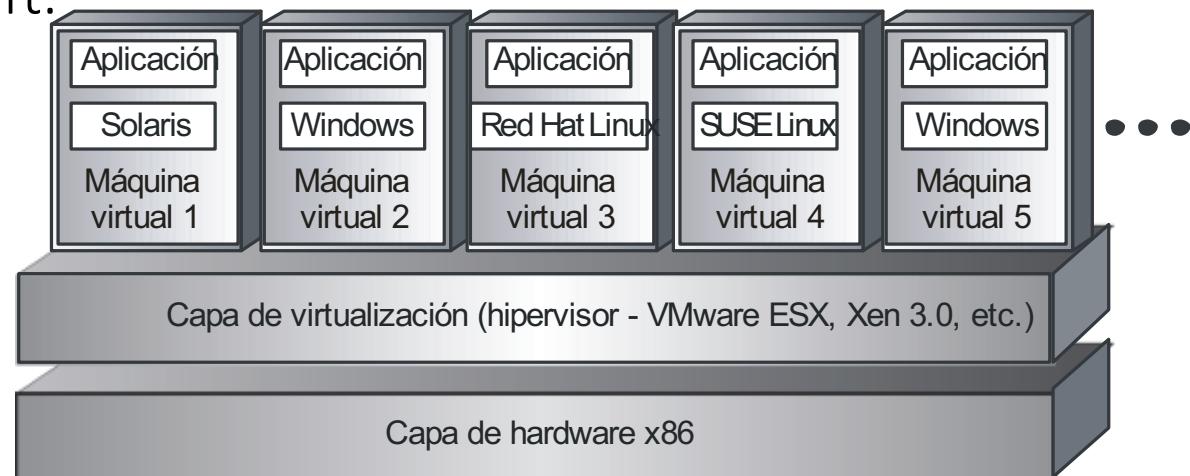


Paravirtualización

- Utiliza SO que han sido **ligeramente modificados** para correr en un entorno virtualizado.
- El SO invitado usa una **API especial para comunicarse con la capa de virtualización** y así tener un acceso relativamente directo al hardware.
- Mejora el rendimiento.
- Un ejemplo de paravirtualización es el hipervisor **Xen** cuando funciona sin soporte hardware para la virtualización o **IBM LPAR**.

Hipervisores

- Capa de virtualización muy liviana que se carga sobre el HW sin necesidad de un sistema operativo anfitrión (*Type 1 or bare-metal hypervisor*).
- El hipervisor crea máquinas virtuales sobre las cuales corren los SO invitados.
- Los hipervisores son más ligeros y eficientes que la alternativa de usar anfitriones.
- Algunos productos son: VMware ESXi (antiguo ESX), Xen 3.0 y Hyper-V de Microsoft.

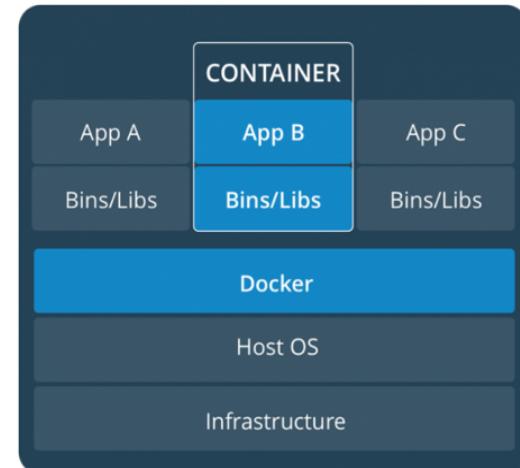
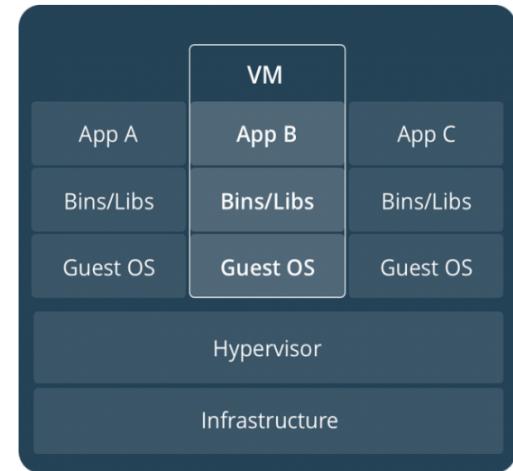


Soporte HW para hipervisores (x86)

- Arquitectura x86: 4 niveles (rings) de privilegio (del 0 al 3)
- El SO corre en el nivel 0 y las aplicaciones en el 3
- El hipervisor solía correr en el nivel 0
 - El SO se pasaba al nivel 1 e incluso al 3 (paravirtualización en Xen)
 - El SO se modifica para que no acceda al nivel 0 sin pasar por el hipervisor
- Soporte hardware para virtualización: **Intel Virtualization Technology (Intel VT)** y **AMD Virtualization (AMD-V)**
 - Introducen el nivel -1, para el hipervisor
 - El SO utiliza el nivel 0
 - Las aplicaciones utilizan el nivel 3

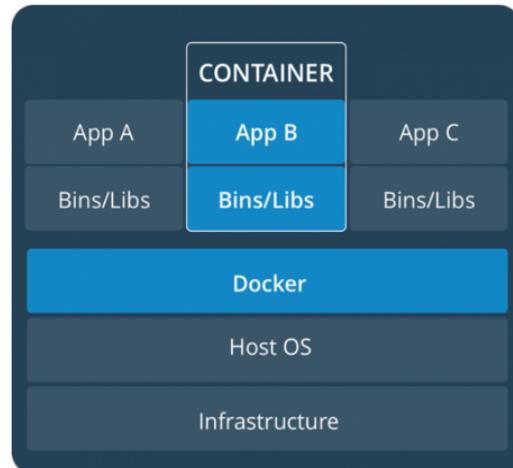
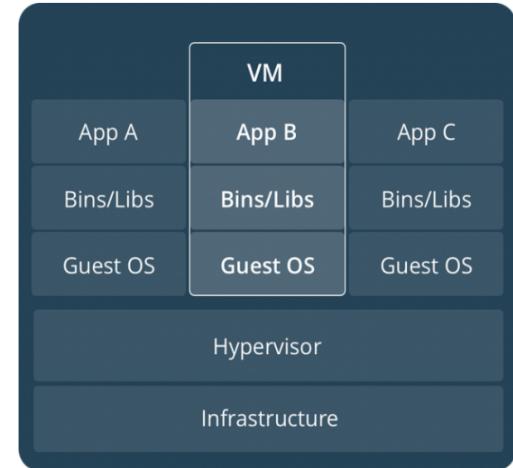
Contenedores

- Un **contenedor** incluye todo lo necesario para ejecutar un pequeño programa:
 - El código, sus dependencias e incluso el propio sistema operativo.
- Esto permite que las aplicaciones se ejecuten casi en cualquier lugar.
- Depende, por un lado, del **sistema operativo del host**, y por otro de una herramienta encargada de hacer funcionar estos contenedores, como, por ejemplo, **Docker**.



Contenedores

- Cada contenedor **comparte** el kernel del sistema operativo del host y, usualmente, los binarios y bibliotecas.
- Los componentes compartidos son de **solo lectura**.
- Compartir los recursos del SO, como las bibliotecas, reduce significativamente la necesidad de reproducir el código del SO en el contenedor.
- Por lo tanto, los contenedores son excepcionalmente **ligeros**.



Contenedores

- La principal diferencia entre ambas tecnologías es que cuando virtualizamos un SO instalamos y ejecutamos el 100% del SO, con su kernel, su entorno, sus librerías, sus dependencias, etc.
- Con contenedores sólo creamos un pequeño kernel con las librerías y dependencias necesarias para realizar nuestra tarea.
- Usaríamos los contenedores, por ejemplo, si lo que necesitamos es una aplicación en concreto, o varias instancias de un servidor (por ejemplo, varios servidores web Apache).

Gestión de entornos virtualizados

- Mediante la virtualización y consolidación el número de servidores se multiplica
 - Aparecen nuevas tareas de administración
 - Es necesario disponer de herramientas de gestión adaptadas a los entornos virtualizados
- Las **funcionalidades** necesarias son:
 - Gestión y monitorización de recursos
 - Mover máquinas virtuales en caliente
 - Utilidades de migración
 - Administración basada en políticas (reglas)

Gestión y monitorización de recursos

- Debido a la naturaleza compartida de los entornos virtualizados es imprescindible conocer en cada momento la utilización que se hace de los recursos.
- De esta forma será posible balancear los mismos, asignando CPU, memoria, etc a las máquinas virtuales que lo necesiten.
- También debe ser posible añadir ó reducir recursos del entorno virtual, preferiblemente en caliente.

Mover máquinas virtuales en caliente

- Para poder balancear la carga de los servidores físicos y proporcionar suficientes recursos a las máquinas virtuales que lo demanden, resulta de gran interés poder mover VMs de un servidor físico a otro.
- Algunos productos:
 - Permiten hacer esto en caliente (VMware)
 - Otros requieren parar la VM
 - Y otros no lo permiten en absoluto

Utilidades de migración

- Migración: pasar de un entorno a otro
- Caso más útil: migrar de físico a virtual (P2V)
 - Se congela el estado del servidor físico (snapshot)
 - Y se lleva al entorno virtual
- La virtualización puede no dar los resultados esperados:
 - Para volver a los servidores físicos: migración virtual a físico (V2P)
- También existen herramientas para mover:
 - Entre servidores físicos (P2P)
 - Y entre virtuales (V2V)
 - Estas últimas se confunden con las herramientas para mover VMs

Administración basada en políticas (reglas)

- Ante eventos inesperados (normalmente fallos en el sistema) puede ser necesario aplicar una secuencia de cambios que afecten a gran parte del sistema.
- Por ello, es conveniente que existan herramientas de administración capaces de aplicar estos cambios de forma automática siguiendo una serie de reglas definidas de antemano sin intervención de los administradores.

Otros tipos de virtualización

- **Virtualización del almacenamiento**
 - Capa de abstracción entre el almacenamiento y los servidores
 - Desaparece la asignación de dispositivos físicos a los servidores
 - Se optimiza el uso del disco y se introduce RAID y otras funciones
 - Facilita migrar las MVs entre servidores físicos
- **Virtualización de redes**
 - Se comparten las conexiones y otros dispositivos de red
- **Virtualización de E/S**
 - En servidores tipo blade, se implementa un número de dispositivos inferior al de servidores y llevar a cabo la compartición de los mismos de forma transparente

Mainframes

De los mainframes a los ordenadores personales, ¿un viaje de ida y vuelta?

Mainframes

- Importante en los años 60 y 70
 - Centralización de todo el procesamiento
 - E/S especializada
- En los mainframes se realizaron grandes innovaciones tecnológicas que sólo muchos años después fueron trasladadas a los micro-ordenadores, tales como:
 - Memorias caches
 - Memoria virtual
 - Virtualización

Huyendo de los mainframes...

- **Era de los mainframes:**
 - El mainframe realiza todas las operaciones
 - Incluso atender a los teclados y las pantallas
 - Con el tiempo parte del procesamiento se pasó a terminales
- **Era de los computadores personales y estaciones de trabajo:**
 - Años 1970
 - Microcomputadores basados en microprocesadores
 - 1981
 - PC de IBM: boom de los ordenadores personales
 - 1982
 - Sun Microsystems: estaciones de trabajo en red
- **Era de las comunicaciones cliente/servidor**
 - Mayor parte trabajaban con PCs y estaciones de trabajo, y apareció el problema de compartir ficheros: redes de área local y servidores de ficheros
 - Internet (apogeo del modelo cliente/servidor)

... y volviendo a los mainframes

- Problemas con la arquitectura cliente/servidor
 - Administrar cientos o miles de PCs
 - Problemas de estandarización
 - Proliferación de clientes
- Era de la consolidación:
 - Aplicaciones corriendo en los servidores
 - Problemas de compatibilidad mínimos
 - Consolidación y virtualización
 - Construcción de grandes CPDs para Cloud Computing
 - Vuelta al concepto de mainframe
 - Decadencia del ordenador personal

Cloud Computing

- Última tendencia en procesamiento centralizado
- Las compañías que gestionan grandes centros de datos ofrecen servicios:
 - Infraestructura: IaaS
 - Amazon Web Services (AWS), Microsoft Azure y Google Compute Engine (GCE)
 - Entornos de trabajo (plataformas): PaaS
 - Google App Engine y Windows Azure
 - Software: SaaS
 - Google Apps y Dropbox

Resumen

- Centralización de los recursos para facilitar la administración
- Consolidación
 - Servidor funcionando entre el 20% y el 90% de su capacidad
 - Pasan a ser compartidos por 2 o 5 MVs
 - Disco duros con distintos niveles de utilización
 - Consolidados, permiten aumentar la capacidad lógica del sistema
- La tecnología ha evolucionado de forma cíclica.
 - Los PCs y estaciones de trabajo proporcionaron libertad
 - La centralización disminuye los costes de adquisición y administración

Fisicalización

- Problemas con la consolidación de servidores:
 - Aumento de la densidad de calor en los racks
 - El hardware específico para servidores es muy caro
 - Muchas aplicaciones no necesitan gran potencia de cálculo, pero si necesitan mucho ancho de banda para transferir datos
- Propuesta de Rackable Systems (ahora SGI)
 - Crear un nuevo formato de servidor basado en hardware barato y de bajo consumo
 - Eliminar la virtualización
 - Cada proceso correría en una servidor físico individual
 - La fisicalización está indicada para aplicaciones tales como:
 - Buscadores de Internet
 - Servidores web que corren contra una base de datos

Servidores para fisicalización

- Características:
 - Nuevos formatos de servidores, que se intenta estandarizar (se les conoce como **microservers**)
 - Varios servidores en el tamaño de 1U
 - Soporte para virtualización, que se utilizará en cierta medida
 - Procesadores de bajo coste y bajo consumo
 - Consumos por debajo de 10 KW por rack
- Procesadores:
 - Xeon puede costar el triple que su equivalente (casi idéntico) Core i7
- Discos duros
 - SATA pueden ser 5 veces más baratos que otros SAS o FibreChannel
- Memorias
 - Para servidores son sensiblemente más caras que las convencionales

Servidores para fisicalización

Existen diferentes compañías que ofrecen hoy en día **microservidores** (HP, Dell, entre otras).

Ejemplo: Dell Fortuna (año 2009)

- Chasis de tamaño 2U
- Opción 1:
 - 12 discos duros en el frontal y 12 servidores en la parte de atrás
- Opción 2:
 - 18 servidores
- Procesadores Via Nano
- Cada servidor consume sólo 29 W (15 W en reposo).
- Memoria y 2 interfaces Ethernet incluidos
- Coste por servidor ~\$400

