

USO DE TECNICAS DE VIRTUALIZACION EN EL COMPLEJO INDUSTRIAL LUJAN DE CUYO

Mauro Gastón Llamas, YPF S.A., gaston.llamas@ypf.com

Sinopsis

La arquitectura actual de los servidores está diseñada para ejecutar un solo sistema operativo a la vez. Como resultado, se deben implementar varios servidores, cada uno de los cuales funciona entre el 5 % y el 15 % de su capacidad, lo que es altamente ineficiente desde cualquier punto de vista.

La virtualización soluciona este problema al permitir que diversos sistemas operativos y aplicaciones funcionen en un único servidor físico. El proceso de virtualización genera, dentro de un mismo servidor, más de un espacio de procesamiento para la instalación de varios servidores virtuales, independientemente del sistema operativo de cada uno de ellos, se evita así la proliferación de la infraestructura (aumento del hardware).

El Complejo Industrial Luján de Cuyo utiliza la virtualización para aumentar la robustez y la disponibilidad de sus sistemas de control distribuido 800xA de ABB, virtualizando los controladores de dominio, servidores de aspecto y de conectividad. Además, implementa triple redundancia del hardware del servidor físico, logrando varios beneficios que incluyen separación geográfica de los servidores, mayor disponibilidad del sistema, software de gestión de las redes virtuales y reducción de los costos de mantenimiento.

La administración centralizada de toda la arquitectura permite además cumplir con estándares de seguridad y auditoría de sistemas. Se logra reducir el costo de los proyectos a la vez que se aumenta la utilización de los recursos de los servidores físicos, se ahorra en gastos operativos, tales como consumo eléctrico y de refrigeración

Gracias a la eficiente gestión de los recursos de hardware del servidor, es posible agregar nuevos servidores virtuales sin realizar inversiones adicionales.

La virtualización permite reducir los tiempos de ejecución del proyecto y posibilita realizar gran parte de las tareas críticas en sitio, tales como el desarrollo de la aplicación del sistema a instalar, tiene el beneficio adicional de una mejor transferencia del conocimiento.

Introducción

En este documento vamos a hacer una introducción a la tecnología de virtualización en el campo de la tecnología de la información y cómo se implementaron sistemas de control distribuidos basados en ella en el Complejo Industrial Lujan de Cuyo de YPF.

Después de hacer una rápida reseña histórica, podremos comprobar como la *virtualización* no es un término nuevo y que además de en informática podemos encontrar muchos ámbitos en los que es aplicable la característica *virtual*.

Virtualizar aporta ventajas y posibilidades únicas en la actualidad. Permite reducir costos en prácticamente todos los campos de actuación de la administración de sistemas; desde la instalación y configuración de equipos hasta los procesos de copias de seguridad, monitorización, gestión y

administración de la infraestructura. Disminuye el número de servidores físicos necesarios y el porcentaje de desuso de los recursos de los que disponen, aumentando su eficiencia energética.

Las técnicas de virtualización unidas a otras herramientas disponibles pueden garantizar requerimientos que de otro modo serían difíciles de cubrir, al menos de manera tan sencilla, como son por ejemplo alta disponibilidad y alto rendimiento.

Desarrollo

Historia de la Virtualización.

Haciendo un pequeño repaso histórico de la tecnología podemos ver que la virtualización no tan reciente como podríamos pensar.

Viendo sus orígenes y entendiendo las causas que provocaron que evolucionara como lo ha hecho, llegaremos al punto en el que hoy en día nos encontramos: un amplio abanico de soluciones que encajan perfectamente en las necesidades actuales de las empresas. Finalmente, estableceremos las bases de porqué la virtualización juega hoy día un papel tan importante y porqué lo seguirá haciendo en el futuro.

Virtualizar ha sido considerado históricamente y de manera general como tomar *algo* en cierto estado y hacer parecer que se encuentra en otro estado diferente. A partir de ello, dos aproximaciones han ido evolucionando: hacer parecer que un computador se trate de múltiples computadores y no solamente de uno (virtualización) o lograr que múltiples computadores sean uno sólo; esto, más que virtualización, comúnmente es llamado *Grid Computing* o *Server Aggregation*.

La virtualización no es un tema novedoso en informática, de hecho se considera que existe aproximadamente, desde hace cuatro o cinco décadas. Por aquel entonces y hasta hace pocos años era aplicada en ámbitos exclusivos, sólo prácticamente para los grandes centros de cálculo, tanto bancarios como militares y universitarios.

En los años sesenta surgieron soluciones que venían a solucionar los graves problemas surgidos del uso común de un único ordenador por parte de muchos trabajadores a través de terminales. Básicamente consistía en un mecanismo para el reparto y uso al mismo tiempo de los recursos del computador (fundamentalmente procesador y almacenamiento), y la seguridad y fiabilidad de que el trabajo de un empleado no interfiriera en el de los otros. En la época de los mainframes, estas cuestiones superaban en importancia al rendimiento en la rapidez de los resultados. Así es como nació la virtualización, con la necesidad de particionar recursos de disco, memoria y capacidad de cómputo.

IBM reflejó la importancia de la virtualización en los años sesenta con el desarrollo de varios computadores que virtualizaron todas las interfaces hardware a través del VMM (Virtual Machine Monitor), un monitor de máquinas virtuales, llamado posteriormente en la década de los setenta hipervisor debido a la habilidad que poseía de correr sistemas operativos dentro de otros, y que era ejecutado encima del hardware subyacente. En estos primeros días de la virtualización los sistemas operativos que eran ejecutados en máquinas virtuales eran llamados Conversational Monitor Systems o CMS.

Con la llegada de los computadores personales el concepto de acceso al mismo tiempo a los recursos de un único supercomputador fue desapareciendo, y con él se vio eclipsada la virtualización: lo importante era el rendimiento más que la seguridad y fiabilidad. Al ocaso de la virtualización también contribuyó el que no fuera una buena idea la partición de los recursos de los

miniordenadores o computadores personales debido a su escasez; los mainframes quedaron reducidos a lugares críticos y puntuales. La evolución con los años siguió la misma línea, hasta llegar a la situación que conocemos en la que prácticamente existe un ordenador por persona.

Afortunadamente la virtualización junto a tecnologías como los sistemas operativos multiusuario y multitarea sobrevivieron en las Universidades y en sectores en los que su uso y fiabilidad eran críticos: grandes empresas, bancos, sistemas militares, etc. Estos sistemas fueron evolucionando y ya no eran los mainframes usados antiguamente, sino que eran sistemas que usaban hardware de miniordenador y con arquitectura mainframe, como la familia *IBM AS/400*, cuyo primer modelo vio la luz en 1988.

Con el aumento de complejidad y potencia de los ordenadores que ya podían ejecutar sistemas multitarea y multiusuario surgió de nuevo el término de consolidación de almacenamiento, recorriendo el camino inverso desde un disco duro por persona a un disco duro para todos.

En el presente, la virtualización ha llegado al *escritorio*, lo que ha hecho que incremente exponencialmente de nuevo su popularidad y esto provoque que sea una de las tecnologías más innovadoras del momento debido a las notables ventajas que supone su aplicación. Uno de los hechos que justifican esto es que prácticamente todas las grandes empresas dentro del mundo informático han desarrollado productos de virtualización o han adquirido empresas que los ofrecían.

Hoy en día, las empresas disponen de ordenadores con una potencia de cálculo muy superior a la de decenas de servidores de hace varios años. Ahora que el rendimiento no es problema, éste consiste en la seguridad, fiabilidad, y separación de privilegios necesaria, es decir, como ocurría hace aproximadamente cuarenta años en bancos, organizaciones militares y universidades. Estos problemas son ahora las únicas razones para seguir manteniendo servicios separados en diferentes servidores en las empresas. A partir de ahí queda explorar las innumerables ventajas que ofrece la virtualización como solución: planificación conjunta de servidores, creación automática de máquinas, migración en caliente a través de distintos equipos para llevar a cabo tareas de mantenimiento, creación de entornos de prueba, mayor aprovechamiento de los recursos hardware disponibles, etc.

Presente y futuro

Que hoy día la virtualización es uno de los puntos calientes del sector informático a nivel mundial nadie lo duda. Las cifras, con un creciente, cada vez más, número de empresas que virtualizan a prácticamente todos los niveles posibles la infraestructura de sus servicios y servidores, y los buenos resultados obtenidos tras su implantación en la mayoría de ellas lo pone de manifiesto. Lo más sorprendente de todo es que se trate de una tecnología disponible desde hace más de cuarenta años, aunque no explotada en todos los estratos y mucho menos en el ámbito más interesante en la actualidad: la consolidación de servidores y la virtualización de sistemas operativos.

La virtualización proporciona muchas mejoras en rendimiento, portabilidad y flexibilidad. Más aún ahora que vivimos un período de recesión económica, las empresas ven la virtualización como una solución que les permitirá a medio plazo un gran ahorro de costos en prácticamente todos los ámbitos relacionados con las tecnologías de la información, desde la energía consumida por los servidores de la empresa hasta los costos de mantenimiento, pasando por la administración, soporte, recuperación del servicio, y todo esto aumentando la calidad del mismo.

En el futuro aparece la virtualización como una de las claves en la explotación óptima de las actuales tendencias tecnológicas en informática. Tendencias actuales como por ejemplo el tratamiento de manera importante de la refrigeración y ahorro de energía en los servidores,

almacenamiento de alta velocidad compartidos, o el almacenamiento virtualizado basado en red, hacen ver que la virtualización en un futuro juegue sin duda un papel de suma importancia en el aprovechamiento de todos estos avances tecnológicos. Todo ello hace presagiar que vamos encaminados a la implantación de centros de datos complementemente virtuales.

Con la virtualización por todas partes, se puede empezar a pensar en nuevos modelos en la distribución del software, instancias de máquinas virtuales:

- Todos los beneficios de las tradicionales máquinas computacionales pero sin su coste y complejidad.
- Máquinas con dispositivos virtuales pre configurados, construidas con un propósito específico.
- Sistemas operativos y aplicaciones instalados/as y configurados/as de antemano.
- Personalización y configuración limitada al usuario.
- Instalación y configuración simple y fácil.
- No requieren hardware dedicado para su ejecución.

En definitiva, la virtualización es la clave para la gestión completa de los centros de datos en el futuro y el máximo aprovechamiento de las grandes posibilidades tecnológicas que nos ofrece la industria del hardware: es necesaria para incrementar la eficiencia. El soporte por parte de toda la comunidad a la virtualización es total, por lo que se puede decir que estamos viviendo una revolución en la informática a todos los niveles como se puede ver en la transformación de modelos de todo tipo: económicos, de diseño, de los servicios ofrecidos, de gestión de las infraestructuras informáticas, del desarrollo de software y otros que ocasiona su aplicación.

Terminología sobre Virtualización

Vista la evolución seguida por la virtualización en los últimos cuarenta años, es necesario definir los conceptos que resultan fundamentales en la actualidad y que actúan como base a los distintos modelos de virtualización existentes. Hay dos conceptos imprescindibles en el ámbito de la virtualización: *máquina virtual* e *hipervisor*.

El primero porque, aunque haya tipos de virtualización en los que no sea necesario su uso es imposible entender el fundamento de las principales técnicas de *virtualización* sin saber en qué consiste una *máquina virtual*, tanto si es *de sistema* como si es *de aplicación*. El segundo, por ser el aspecto más importante y diferenciador de las técnicas de *virtualización completa* y *paravirtualización*, los dos modelos más extendidos actualmente en el uso de infraestructuras virtuales.

Conociendo ambos términos estaremos en disposición de presentar la clasificación de las diferentes técnicas de virtualización en cuatro modelos fundamentales: *virtualización de plataforma*, *virtualización de recursos*, *de aplicaciones* y *de escritorio*. Se apreciará que no es sencillo a priori distinguir unos de otros, ya que en ocasiones las características que los diferencian pueden ser mínimas. Luego de ver los distintos modelos y la forma de operar de las soluciones que los componen nos será más fácil ver las ventajas y desventajas derivadas de *virtualizar*

Dos conceptos fundamentales: máquina virtual e hipervisor

Veamos con mayor detalle los que han sido considerados los dos conceptos más importantes en la terminología de la virtualización: máquina virtual e hipervisor. Es fundamental comprender con claridad el papel que juegan cada uno de ellos ya que ello nos permitirá acercarnos un poco más al

nivel de abstracción impuesto por la virtualización y su funcionamiento interno. Comenzamos hablando de máquinas virtuales.

Es conveniente distinguir entre dos contextos muy importantes en los que en la actualidad se ubica el concepto de máquina virtual. Según las características y funcionalidad de la propia máquina podemos hablar bien de *máquinas virtuales de hardware o de sistema* o bien de *máquinas virtuales de proceso o de aplicación*.

Las *máquinas virtuales de hardware o de sistema*, que son las que corren paralelamente sobre una máquina física anfitrión o host, de manera que tienen acceso y hacen uso de los recursos hardware que son abstraídos de él. Cada máquina virtual es engañada ya que cree que posee de forma exclusiva los recursos hardware de los que dispone cuando en realidad lo hace de manera virtual, ejecuta una instancia de sistema operativo sobre el que corren determinados servicios o aplicaciones tal y como consideremos necesario. (Véase la figura 1 en contraposición a la figura 2, que recoge un servidor sin virtualización y por tanto sin máquinas virtuales)

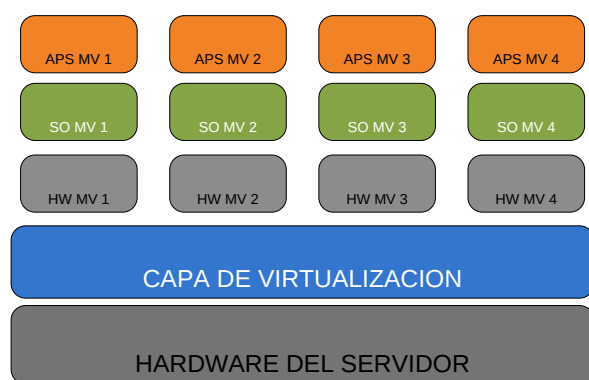


Figura 1. Arquitectura general de Virtualización sobre un servidor, en el que se puede apreciar como corren cuatro máquinas virtuales.



Figura 2. Arquitectura general de un servidor sin Virtualización.

La funcionalidad de este tipo de máquinas virtuales es muy amplia, aunque algunas de las características más destacables son la coexistencia de diferentes sistemas operativos, la *consolidación de servidores* (virtualización de servidores), y la prueba o testeo de proyectos tanto de software, como hardware.

Éstas son las máquinas virtuales que componen la base de la virtualización que veremos, junto a la capa software existente debajo de ellas y que permite esta distribución y administración de los

recursos, el *hipervisor* (*hypervisor* en inglés) –también llamado habitualmente *monitor*, ya que una de sus funciones fundamentales es la monitorización de las máquinas virtuales-. Esta capa puede correr directamente sobre el hardware de la máquina física anfitriona o sobre un sistema operativo anfitrión.

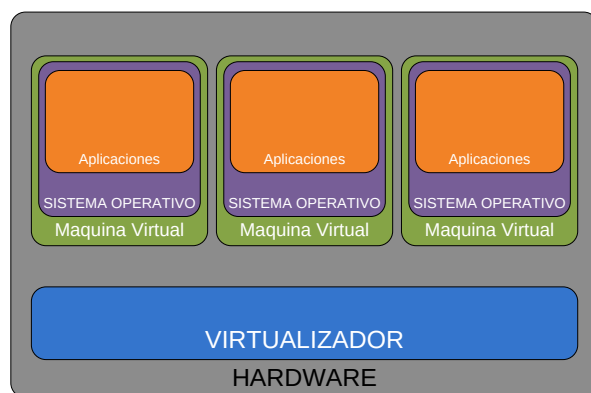


Figura 3. Hipervisor corriendo directamente sobre el hardware.

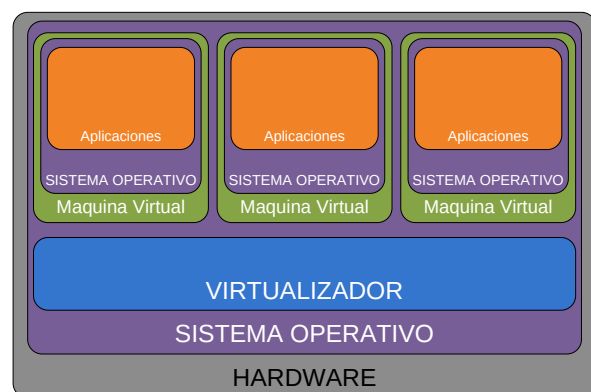


Figura 4. Hipervisor corriendo sobre el sistema operativo anfitrión.

Al otro lado se encuentran las *máquinas virtuales de proceso o de aplicación*. La primera diferencia es que éstas no representan una máquina completa al uso. Son ejecutadas como un único proceso sobre el sistema operativo y como lo hacen habitualmente los procesos, y además soportan la ejecución de tan sólo un proceso sobre ellas. Su objetivo fundamental es proporcionar un entorno de ejecución independiente del hardware y del propio sistema operativo para las aplicaciones que ejecutarán; éstas arrancan la máquina a su inicio y de igual manera la apagan cuando finalizan.

Modelos de virtualización

Muchos conceptos y tecnologías son englobados bajo el paradigma de la virtualización, en ocasiones de manera errónea y en otras acertada.

No es correcto mezclar por ejemplo los conceptos emulación, simulación, virtualización o paravirtualización en el mismo paquete. A continuación se intentará arrojar un poco de luz en este aspecto y plantear todo el entramado con mayor claridad.

De manera general se puede decir que *virtualización es el efecto de abstraer los recursos de un computador, proporcionar acceso lógico a recursos físicos*. La virtualización separa de manera lógica la petición de algún servicio y los recursos físicos que realmente proporcionan el servicio. Dependiendo del recurso que se abstraiga, que puede ser un recurso individual –almacenamiento, red- o bien una plataforma -un servidor o una máquina completa-, y de por quién sea usado ese recurso, atenderemos entonces a distintos *modelos de virtualización*.

En el caso de que mediante algún mecanismo un sistema hardware completo sea abstraído de forma que pueda ser usado por diferentes instancias de sistemas operativos (y sus respectivas aplicaciones) de forma que éstas tengan la ilusión de que poseen los recursos de manera exclusiva y no compartida, estaremos hablando de un tipo de virtualización concreto, *virtualización de plataforma*

Es importante distinguir para entender con mayor claridad la virtualización entre dos conceptos como son el recurso virtual que se abstrae y el ente (aplicación, sistema operativo, máquina...) que, virtualizado, dispone de ese recurso. Dependiendo de ambos términos, al unirse, hablaremos de un modelo de virtualización distinto.

Teniendo en mente todo esto, podemos distinguir los siguientes modelos principales de virtualización:

- *Virtualización de plataforma*. El recurso abstraído es un sistema completo, por ejemplo un sistema o servidor. En términos generales consiste en la abstracción de todo el hardware subyacente de una plataforma de manera que múltiples instancias de sistemas operativos puedan ejecutarse de manera independiente, con la ilusión de que los recursos abstraídos les pertenecen en exclusiva. Esto es muy importante, ya que cada máquina virtual no ve a otra máquina virtual como tal, sino como otra máquina independiente de la que desconoce que comparte con ella ciertos recursos. Este modelo es el aplicado para lo que se llama Consolidación de servidores.
- *Virtualización de recursos*. En este segundo caso el recurso que se abstrae es un recurso *individual* de un computador, como puede ser la conexión a red, el almacenamiento principal y secundario, o la entrada y salida. Ejemplo: los sistemas de almacenamiento **RAID** (*Redundant Array of Independent Disks*)
- *Virtualización de escritorio*. Consiste en la manipulación de forma remota del escritorio de usuario (aplicaciones, archivos, datos), que se encuentra separado de la máquina física, almacenado en un servidor central remoto en lugar de en el disco duro del computador local. El escritorio del usuario es encapsulado y entregado creando *máquinas virtuales*. De esta forma, es posible permitir al usuario el acceso de forma remota a su escritorio desde múltiples dispositivos, como pueden ser computadores, dispositivos móviles, etc.

Ventajas y desventajas de la virtualización

Busquemos y revisemos por qué hoy en día las tecnologías de virtualización han cobrado tanta importancia en el sector empresarial hasta llegar a ser uno de los sectores punteros en cuanto a uso y proyección dentro de la ingeniería informática.

Vamos a ver algunas de las razones y causas que han motivado que la virtualización resulte fundamental en nuestros tiempos, cómo después de más de cuarenta años ha surgido la necesidad de emplear la virtualización en los Centros de Datos

- Hardware de los Servidores Infrautilizado:* Hoy es habitual que los servidores que se ubican en los centros de datos de las empresas utilicen apenas entre un 5% y un 20% de su capacidad de computación. Esto nos conduce lógicamente a un porcentaje de capacidad que no es utilizada y por lo tanto desaprovechada. Aún así, con este uso tan bajo, el espacio que ocupan los servidores es el mismo y el consumo eléctrico que conllevan es el mismo que si se encontraran con usos cercanos al 100%. Como se puede concluir fácilmente, esto es un desperdicio de recursos computacionales. Las características del hardware en cuanto a rendimiento y capacidad se duplican prácticamente cada año, lo que lleva a buscar soluciones que nos permitan aprovechar de mejor forma estos avances hardware con una carga de trabajo mayor. Es aquí donde surge el rol de la virtualización permitiendo que en un solo equipo o servidor almacenemos múltiples sistemas.

Por lo tanto, usando virtualización en sus servidores las empresas pueden elevar las tasas de utilización de los mismos haciendo un uso más eficiente de los recursos y capital de la empresa.
- Se agota el Espacio en los Centros de Datos:* durante las últimas décadas el imponente crecimiento de las tecnologías de la información ha llevado a casi todas las empresas a reconducir sus actividades para adaptarse a los nuevos modelos de negocio, basado en software y automatizado, para soportar todos estos cambios las empresas han ido aumentando también el número de servidores de los que disponen en sus centros de datos, llegando a la situación en la que se les agota el espacio disponible para los mismos.

Con el uso de la virtualización, alojando múltiples sistemas invitados en un único servidor físico, se permite a las empresas aprovechar el espacio en el que se ubica su centro de datos y así evitar los costos de su ampliación.

Este es un beneficio muy importante que aporta la virtualización, ya que la construcción de un centro de datos puede ser muy costosa.
- Demanda de una mejor Eficiencia Energética:* Hace años parecía que cualquier coste energético en actividades empresariales era totalmente asumible, barato y que los recursos estarían disponibles sin dificultad. Desde hace un tiempo, las empresas empezaron a considerar y darse cuenta que la energía es finita y que quizás habría que buscar nuevas estrategias en su forma de operar para llegar a situaciones en las que dependieran mucho menos de los recursos energéticos y potencia, y en los que su consumo fuera muchísimo menor. Lógicamente, el primer lugar en el que se fijaron para reducir todo este consumo fueron los centros de datos.

El costo de los servidores que están dispuestos en ellos, sumado al bajo porcentaje de utilización de los mismos hacen muy necesario el usar técnicas de virtualización para reducir el número de servidores físicos funcionando, y de ésta manera el consumo energético que conllevan.
- Costos de la Administración de Sistemas:* Las tareas de administración de sistemas pueden llegar a ser muy intensas y laboriosas, además en la mayoría de los casos los administradores de sistemas deben estar ubicados juntos a los servidores en los data centers porque necesitan tener acceso al hardware físico para realizar muchas de sus actividades. Entre ellas, las que podemos destacar como principales incluyen la monitorización de los servidores, tanto de los servicios como del hardware (reemplazando hardware defectuoso cuando sea necesario) y sus recursos de CPU y memoria así como uso de disco y tráfico de red, instalación de sistemas operativos y aplicaciones, la realización de copias de seguridad periódicas de los datos que almacenan los servidores para recuperación en posibles pérdidas, seguridad y redundancia. El uso de la virtualización ofrece una gran reducción en costos de administración en prácticamente todas las actividades que la componen. Por ejemplo proporcionando una monitorización simplificada y centralizada, provisión de máquinas de forma automatizada, simplificación en el proceso de copia de seguridad y restauración, dando más seguridad a nivel de máquina al aislarlas,

redundancia y replicación de servidores para lograr alta disponibilidad y alto rendimiento... Aunque algunas de las tareas pueden permanecer prácticamente iguales, es decir, permanecen inalteradas en los entornos virtualizados, otras desaparecen ya que los servidores que antes eran físicos pasan a ser instancias de máquinas virtuales.

- *Necesidad de alto rendimiento y alta disponibilidad:* Cada día más el modelo de negocio actual provoca que una mejor calidad de servicio y prestaciones sean requeridas a las empresas, a las que en la mayoría de los casos se les exige que sus servicios se encuentren disponibles las 24 horas al día los 365 días del año, y al mismo tiempo que su fiabilidad y rendimiento se mantengan elevados e inalterables. En un escenario así, sumado al hecho de que dispongamos servidores cuyos recursos se encuentran infrautilizados, se hace aún más patente la necesidad de aplicar alguna técnica de virtualización.

En los casos más habituales en los que características de alto rendimiento y/o alta disponibilidad son implementadas son necesarias máquinas o servidores adicionales, bien para situar servicios a la espera la caída de otros o bien para la distribución de carga, por ejemplo.

Como se puede intuir, tanto las máquinas primarias que sirven los servicios como estas máquinas adicionales pueden ser integradas en una *infraestructura virtual* de forma que no necesitemos adquirir nuevos sistemas ni hardware adicional, al mismo tiempo que consolidamos los servidores en un único servidor físico anfitrión cuyo porcentaje de utilización aumentará.

Resumiendo, usando *consolidación de servidores* nos otorga la posibilidad de cambiar el modelo de gestión de nuestros data centers reduciendo costos en todos los sentidos, número de servidores físicos, la infrautilización de su capacidad y recursos, energía, espacio, y administración asociada. La virtualización además añade una serie de funcionalidades en la administración de sistemas, como por ejemplo la migración en caliente de máquinas virtuales, la cual bien nos permite migrar una máquina virtual –su memoria, sistema operativo, y aplicaciones- de un servidor físico a otro.

También es *muy importante para los desarrolladores* ya que permite crear entornos de prueba virtualizados exactamente iguales a los reales, que pueden ser usados para desarrollo y depuración con todas las ventajas que ello supone.

A continuación se exponen las ventajas derivadas del uso de la virtualización, tanto las comentadas anteriormente como otras. Como se puede apreciar, la lista es considerablemente extensa:

Consolidación de servidores: consolidar servidores consiste en reducir el número de los mismos al mismo tiempo que aumenta el porcentaje de su utilización. Al consolidar servidores, se permitirá usar despliegues más modulares y escalables y centralizar su administración, notablemente simplificada. Como veremos, muchas de las ventajas restantes de la virtualización derivan del hecho de consolidar servidores.

Administración de sistemas simplificada. Puede simplificar prácticamente todas las actividades relacionadas con la administración, sobre todo las que suelen ejecutarse de manera estandarizada (como las copias de seguridad), aunque por otro lado introduzca nuevas como el establecimiento de políticas de recuperación mediante migración o clonación de máquinas virtuales, mantenimiento de repositorios....

Por ejemplo, la instalación y despliegue de nuevos sistemas es una tarea que se ve enormemente simplificada al introducir virtualización gracias a técnicas como la clonación de máquinas. Otro ejemplo: la virtualización de escritorio puede simplificar enormemente el

despliegue de nuevos sistemas reduciendo la cantidad de software que se requiere sea instalado localmente.

Siempre hay que recordar que el número de máquinas de las que es responsable el administrador siempre será el mismo; sean físicas o sean virtuales. Para aprovechar al máximo las ventajas derivadas del uso de la virtualización es fundamental mantener la infraestructura lo más independiente posible de los sistemas físicos; el propósito de las máquinas físicas que alojan máquinas virtuales no deber ser otro que exclusivamente ese, y no deben proporcionar servicios externos por ellas mismas.

Alta disponibilidad y recuperación ante desastres. Al tener reducción en los tiempos de parada de los servicios y datos críticos del negocio. Podemos disponer de varias instancias de un servidor en espera de posibles fallos del que está en funcionamiento (simplemente son ficheros de configuración). Sin virtualización, se requieren múltiples sistemas físicos en espera sin ser utilizados para implementar esto mismo. Es posible la recuperación efectiva ante desastres y el mantenimiento de niveles de disponibilidad del servicio acordados gracias a mecanismos como la migración de máquinas. Si un sistema físico falla, los sistemas lógicos contenidos en él pueden ser migrados o distribuidos en caliente o dinámicamente a otros sistemas.

Alto rendimiento y redundancia. Es muy fácil mantener una serie de servidores virtuales redundantes esparcidos en varios servidores físicos. Crear, instalar, configurar y mantener estas réplicas también es extremadamente sencillo, sin costos adicionales. A ello ayuda mucho el hecho de la posibilidad de aprovisionamiento de instancias pre configuradas de máquinas virtuales. Operando de esta forma resulta sencillo disponer de mecanismos para balancear la carga de trabajo entre los servidores virtuales disponibles.

Reducción de costos: Se ahorrará en costos de instalación, configuración, monitorización, administración y soporte del servicio, copias de seguridad, recuperación, consumo energético, seguridad... tanto a corto como largo plazo, al disponer de escalabilidad y agilidad sostenible.

También nos permite ahorrar costos en la adquisición de nuevo hardware combinando la consolidación de servidores con una planificación adecuada de las capacidades para hacer un mejor uso del hardware existente. La virtualización también puede ayudar en la reducción de los costos en nuestra infraestructura informática en cuanto a potencia y requerimientos de refrigeración; añadir máquinas virtuales a un anfitrión existente no aumentará su consumo. Otros aspectos en los que es posible ahorrar son menos conexiones a aparatos suministradores de potencia ininterrumpible –los cuales se encontrarán más liberados y disponibles en tiempos de fallo en el suministro de potencia

Mejora de las políticas de puesta en marcha, copias de seguridad y recuperación: Nuestros servidores pasarán a ser simplemente directorios y archivos de configuración, fácilmente replicables en copias de seguridad. En muchos casos la recuperación puede ser reducida a copiar y pegar estos directorios y archivos de configuración de una copia de seguridad o desde una máquina virtual preinstalada. En la mayoría de las soluciones de virtualización que existen en la actualidad es posible la toma de imágenes del estado de la máquina virtual, posibilitando también su posterior recuperación.

Optimización del uso y control de los recursos: De esta manera, recursos como memoria, capacidad de procesamiento, red, disco... presentan porcentajes de utilización mayores a los habituales ofrecidos por servidores físicos dedicados, por lo que los servidores físicos de los que dispongamos son utilizados de manera óptima. Por ejemplo, en sistemas

multiprocesador o multi-core las máquinas virtuales pueden correr usando diferentes procesadores o cores, haciendo un uso mejor de los recursos de computación totales disponibles.

Gran escalabilidad. Crecimiento ágil soportado y con gran contención de costos. Así, por ejemplo, si en nuestra infraestructura de máquinas virtuales quisiéramos integrar un nuevo servidor, sólo tendríamos que crear y configurar la máquina virtual correspondiente en un servidor físico que ya estuviera funcionando ahorrando tiempo, espacio y costos de administración. En cambio, si actuáramos como siempre lo han hecho las empresas, habría que adquirir un nuevo servidor.

Aprovisionamiento de máquinas virtuales. El uso de máquinas virtuales pre configuradas es una solución rápida, flexible y asumible para desarrollar nuevos sistemas. Listas para cargar y funcionar, ahorrando tiempo de administración, instalación y configuración. Este aprovisionamiento de máquinas virtuales puede planificarse, e incluso automatizarse, según la política que establezca el departamento de TI y el uso de herramientas destinadas para ello.

Compatibilidad hacia atrás. La virtualización posibilita el uso y mantenimiento de sistemas y aplicaciones heredados que no fueron adaptados a versiones actuales, y por lo tanto sin compatibilidad garantizada con los sistemas en uso hoy día. Usando virtualización no es necesario crear y establecer sistemas para compatibilidad: con crear una máquina virtual con el entorno clásico de operación del sistema o la aplicación que queremos usar será suficiente, eliminando cualquier riesgo de convivencia con las nuevas versiones del entorno. La virtualización es sin duda una solución excelente y simple para estos casos en los que queremos continuar ejecutando software heredado del que las empresas mantienen una fuerte dependencia.

Disminución del número de servidores físicos. Derivada de la consolidación de servidores, al integrar múltiples instancias de servidores lógicos dentro de los servidores físicos, conseguiremos disminuir el número de estos últimos a utilizar en Data Center. Esta es una ventaja muy importante ya que repercute en muchos aspectos; los más importantes referidos a la administración y al espacio físico.

Mejora de la eficiencia energética: Al existir un menor número de servidores físicos el consumo de potencia de los mismos consecuentemente será menor. Además, este consumo será más eficiente: ahora los servidores no se encontrarán infrautilizados como antes, que consumían la misma potencia con un menor porcentaje de utilización.

Prueba y depuración: es simple establecer entornos virtuales iguales a los reales en los que realizar pruebas y depuración de sistemas operativos, aplicaciones, etc. sin las consecuencias que lógicamente eso tendría en un entorno físico real. También, por ejemplo, una aplicación muy importante es la prueba y depuración de software que se desarrolla para correr sobre sistemas y arquitecturas hardware aún no desarrolladas ni fabricadas.

Seguridad y aislamiento: Cada una de las máquinas virtuales tiene un acceso en modo supervisor único, por lo que un ataque de seguridad que logre acceder a una aplicación o sistema operativo de una de las máquinas afectará sola y exclusivamente a la máquina en la que ocurrió el fallo de seguridad, y no en el resto de máquinas ni en el anfitrión por lo que no los comprometerá.

Clonación de máquinas virtuales: es una muy interesante solución en la instalación, desarrollo y despliegue de nuevos sistemas. También tiene una gran utilidad cuando por ejemplo, queremos aplicar un parche a un sistema operativo de una máquina virtual, clonándola previamente para guardar su estado. En muchas de las soluciones de virtualización existentes es posible la toma y recuperación de imágenes del estado de las máquinas virtuales, algo que puede resultar de gran utilidad.

Flexibilidad: Las características hardware y software de las máquinas virtuales son totalmente configurables a nuestro gusto. Así, podemos crear servidores virtuales con la memoria, procesadores, unidades de disco, y red que estrictamente necesitemos. Por ejemplo, si dispondremos de un servidor que deberá soportar una gran cantidad de tráfico de red podremos asignar a su máquina virtual de manera exclusiva una de las tarjetas de red disponibles físicamente en el servidor anfitrión.

Portabilidad, migración: La migración de máquinas virtuales es un proceso transparente al usuario al mismo tiempo que transparente a cualquiera de los procesos que se encuentren corriendo en las máquinas virtuales. Portar máquinas virtuales entre distintos servidores físicos es muy sencillo. Existen mecanismos de migración con las máquinas virtuales apagadas (en parada) o cuando esta se encuentra encendida (en caliente). Las máquinas virtuales se pueden portar simplemente copiando los archivos de configuración que definen las mismas o los ficheros/imágenes que constituyen sus discos.

No sería recomendable entrar a valorar solamente las ventajas que puede aportar la adopción de infraestructuras virtuales en lugar de las usadas tradicionalmente. Antes de aplicar técnicas de virtualización es completamente necesario y debe ser considerado de obligatoriedad tener en cuenta las posibles desventajas que pueden surgir de su implantación; algunas de ellas podrían condicionar el plantear si finalmente llevar a cabo nuestro proyecto de virtualización o no.

A pesar de ello, no debemos temer el encontrarnos con grandes dificultades y barreras que nos impidan virtualizar; debemos poner en una balanza las ventajas y desventajas que pueden aparecer en nuestro caso particular, teniendo en cuenta la variedad de posibilidades y modelos de virtualización disponibles. Presentamos a continuación las *desventajas más habituales que suelen aparecer cuando virtualizamos:*

Pérdida de rendimiento. La ejecución de un sistema operativo y de aplicaciones en una máquina virtual nunca ofrecerá un rendimiento igual y mucho menos superior al obtenido con la ejecución directamente sobre el servidor físico. Aunque recientemente se estén obteniendo performances cercanas al rendimiento nativo de los sistemas anfitriones, la pérdida en rendimiento depende por lo general de tres factores: la aplicación en sí, la tecnología de virtualización utilizada, y la configuración del hipervisor. Aplicaciones con un gran volumen de operaciones de entrada y salida experimentan peor rendimiento.

Compartición del servidor. Las capacidades y recursos de los servidores físicos anfitriones deben ser monitorizadas y controladas en todo momento. El uso de capacidad, memoria, procesador, etc. puede variar considerablemente y de manera dinámica al existir nuevos procesos y procedimientos como por ejemplo migraciones de máquinas virtuales. Lógicamente, visto de esta manera, la compartición del servidor puede acarrear una mayor complejidad en la administración, que no llevada a cabo correctamente puede conducir a importantes e impredecibles problemas.

Soporte del hardware. Por lo general, no es posible utilizar hardware que no esté soportado por el hipervisor. El software de virtualización suele imponer una serie de dispositivos hardware (como tarjetas de vídeo y de red) que son las disponibles para las máquinas virtuales. Otras soluciones de virtualización pueden emular el hardware necesario, aunque por lo tanto ofreciendo peor rendimiento.

Aceleración de video por hardware. No está disponible la aceleración de vídeo por hardware, por lo que aplicaciones que disponen de efectos 3D no funcionarán en condiciones normales sobre una máquina virtual.

Riesgo en la organización al implantar una infraestructura virtual. La proliferación de máquinas virtuales puede llegar a ser un inconveniente ya que, no organizada de una manera satisfactoria, puede conllevar un crecimiento en la complejidad de la administración, gestión de licencias de los servidores, aumento del riesgo en cuestiones de seguridad,... todo lo contrario a lo que se pretende llegar cuando implantamos un proyecto de virtualización.

Número inadecuado de máquinas virtuales. La creación de máquinas virtuales que no son necesarias lleva un consumo mayor y elevado de recursos computacionales, RAM, disco, CPU... por lo que puede llegar a desaprovecharse recursos. No es conveniente la creación sin control de máquinas virtuales para disponer de servidores con mayor porcentaje de utilización; el uso de los recursos debe ser el conveniente para la actividad que estemos desarrollando.

Anfitrión como único punto de fallo. Con una única avería en el servidor anfitrión pueden caer múltiples servidores virtuales con sus respectivos servicios teniendo ello un gran impacto en la organización. La solución de este gran problema de la virtualización es sin duda una planificación detallada que cubra disponibilidad y recuperación ante desastres siempre que sea posible.

Algunas aproximaciones para conseguirlo son las siguientes: redundancia de hardware en el sistema host haciendo que el fallo de un componente sea transparente a las máquinas virtuales (fuentes redundantes, discos redundantes, etc.), la compra y mantenimiento de hardware que replique los sistemas físicos que alojan máquinas virtuales de gran importancia (en ocasiones este costo es asumible en comparación con el daño que causaría la caída del sistema en funcionamiento)

También es muy importante la ejecución de manera centralizada de software de monitorización de sistemas que nos alerte de problemas hardware y software emergentes antes de que lleguen a ser críticos.

Portabilidad condicionada. La portabilidad de las máquinas entre distintas plataformas está condicionada por el software de virtualización que elijamos. Puede que en un futuro sea un requisito indispensable esta portabilidad y migración de las máquinas virtuales, por lo que debe ser planificado y estudiado con antelación.

Disminución de las ventas del hardware. Como efecto colateral del uso de la virtualización, disminuyen en gran porcentaje las ventas de hardware. El número de máquinas vendidas será inferior al actual, a pesar de que el hardware vendido será de una potencia notablemente superior. A pesar de esta “desventaja”, las empresas del hardware han apostado fuerte desde el principio por la virtualización lanzando tecnologías dotadas de soporte para ello.

Dependencia del sistema operativo anfitrión. La elección del sistema operativo de la máquina anfitriona es crítica. Todos los sistemas operativos de las máquinas virtuales dependerán de la estabilidad y seguridad que ofrezca el anfitrión.

Dependencia de la solución de virtualización elegida. Es fundamental elegir la tecnología y solución de virtualización adecuada en función del servicio que ofrezcamos. Hay algunas que ofrecen mejor rendimiento en servidores con servicios críticos o de negocio, y otras que son mejores en servicios no críticos.

Disponibilidad de recursos suficientes. La disponibilidad de los recursos es una cuestión de gran importancia y es un problema potencial debido al hecho de que las máquinas virtuales comparten los recursos disponibles físicamente en el servidor anfitrión. Hay que disponer de recursos suficientes para que las máquinas virtuales estén funcionando de manera simultánea, no solamente de forma independiente. Siempre debemos situarnos en el peor de los casos a la hora de planificar el uso futuro de los recursos por parte de las máquinas virtuales.

Congestión de red por servidor. Si el servidor físico que aloja a diversas máquinas virtuales dispone de una o pocas interfaces de red y las máquinas virtuales ejecutan operaciones con una carga intensiva en la red ello puede provocar que la demanda del hardware de red sea excesiva y exista congestión, dando lugar a problemas de rendimiento para el host anfitrión o para las máquinas virtuales que comparten la interfaz de red. Una solución trivial a este problema es la instalación de un mayor número de tarjetas de red en el anfitrión así como la asignación de manera exclusiva de algunas de ellas a las máquinas virtuales que demande un mayor tráfico.

Incremento de la complejidad y tiempo de depuración de las actividades de Networking. La administración de red de máquinas virtuales, puede llegar a ser más compleja que la administración de red de máquinas físicas con las mismas características, debido no sólo a la capa software de red virtual introducida en las máquinas sino también a la configuración que debe ser establecida en firewalls, filtros, y otros mecanismos de control

Nuevas problemáticas. Se introducen nuevas problemáticas que no existían en los entornos físicos al virtualizar: por ejemplo, debemos conocer en cada momento qué máquinas se encuentran arrancadas en cada servidor físico de las que aloja, o si hay máquinas que pueden ejecutarse en varios servidores físicos en cual se encuentran en funcionamiento en cada momento, si es necesario migrar máquinas para balanceo de carga, etc. Otra problemática es la convivencia en la monitorización tanto de servidores físicos habituales como de servidores virtuales. Lo mismo ocurre si disponemos de diversas tecnologías de virtualización: deben ser gestionadas centralizadamente y de una manera transparente, lo más homogénea posible.

Licencias del software. Siempre que apliquemos virtualización debemos considerar temas relacionados con licencias del software. Otro posible problema relacionado con licencias es el causado por vendedores de software los cuales no apoyan el uso de sus productos en entornos virtualizados –hay que comprobar la licencia del producto para estar seguros de ello.

Como podemos ver, casi todas las ventajas que nos ofrece la virtualización son aplicables en el campo de la **consolidación de servidores en las empresas**, quienes están obteniendo el mayor beneficio de ésta tecnología y que a su vez impulsan. Casi observando todo lo descrito

anteriormente podemos llegar a responder la siguiente pregunta: ¿por qué consolidar, y no seguir con el modelo de servidores independientes?

Hasta hace unos años, la instalación de servidores en las empresas se regía por las necesidades que tuviera, y dependiendo del servicio que se quisiera configurar se adquiría un servidor optimizado en hardware, sistema operativo, y software para desempeñar esa función.

Los servidores eran comprados, configurados e instalados porque eran los indicados para soportar el servicio que quisiéramos implantar: una base de datos, alojamiento web, etc.

Desarrollando de esta manera los Data Centers en las empresas se llegó a una situación inmanejable llena de servidores heterogéneos completamente en sus características: creciente número de servidores en la empresa, dificultad de administración, dificultad en el manejo de cambios, dificultad en la monitorización de todos los servidores... sumado a los costos de espacio y energéticos que implica tal número de máquinas. Y además infrautilizados. Las estadísticas muestran que los servidores suelen estar usados en torno al 30% como máximo, mientras las empresas desaprovechan el otro 70% por el que pagaron, a lo que hay que sumar licencias, soporte, mantenimiento...

Otros estudios muestran además que el 75% del presupuesto de los departamentos de Tecnologías de la Información es invertido en operaciones de mantenimiento, mientras que tan sólo el 25% del mismo es usado para innovación. El uso de la virtualización repercute notablemente en el ahorro de costos en administración, lo que además permitiría a las empresas dedicar un porcentaje mayor de sus presupuestos a innovación y gestión del servicio.

Virtualizar es una respuesta natural y actual a las necesidades que están surgiendo en las empresas y Centros de Datos. Si no se virtualiza, además de no frenar todos estos problemas, lo grave es que continúan agravándose, afectando a la competitividad de la empresa. La mayoría de las empresas adoptan soluciones intermedias, en las que se virtualiza sólo una parte de los servicios y aplicaciones. De esta forma, incluso, las ventajas y ahorros en costos y agilidad son apreciables.

La virtualización es el siguiente paso en el modelo de gestión de los servicios, equiparable en forma y contenido al que surgió al pasar de sistemas operativos de una única tarea a sistemas operativos multitarea, en el sentido de aprovechamiento de recursos y aumento de la eficiencia.

Virtualización de Sistemas de Control Distribuidos en el Complejo Industrial Lujan de Cuyo

La refinación es un proceso continuo, por lo que paradas no planificadas de unidades de proceso pueden resultar peligrosas tanto para las personas como para las instalaciones y el medio ambiente. Este tipo de paradas también resultan en pérdidas económicas.

La operación continua y segura de las unidades de proceso es un factor clave y ayuda a la continuidad del negocio.

La correcta elección de la tecnología de los sistemas de control, su arquitectura, y también de la calidad de sus componentes, ayuda a lograr la disponibilidad que el complejo necesita.

A partir de la modificación de la ley de Hidrocarburos en 2009, el CILC debió realizar profundas modificaciones para lograr que sus productos se adecuaran a las nuevas especificaciones de contenido de azufre.

Para esto debió establecer lineamientos claros para enfrentar tales desafíos:

- o Adición de nuevas unidades de producción para alcanzar nuevos estándares para combustibles.
- o Modernización de los sistemas de control para estar al día con las nuevas tecnologías.
- o Arquitectura robusta para garantizar una alta disponibilidad.
- o Reducción de costos en hardware y en el consumo de energía.
- o Unificar criterios de programación para todos los sistemas de control.

Estas necesidades se tradujeron en la incorporación de nuevos sistemas de control para las nuevas unidades y la adecuación de los existentes.

Para lograr estos objetivos, el complejo trabajó a la par de sus proveedores en las siguientes soluciones:

- *Adquirir Sistemas de Control Distribuidos actuales y de probada calidad en el mercado:*
El complejo decidió incorporar la nueva versión de sistemas de control de uno de los tres principales proveedores a nivel mundial.
- *Virtualizar la plataforma hardware sobre la que se ejecuten dichos sistemas:*
Los nuevos sistemas de control ya incluyen características que le permite funcionar en entornos virtualizados. No tienen diferencias de rendimientos frente a un sistema tradicional.
- *Establecer triple redundancia en las unidades más críticas:*
Una de las características que tuvo especial importancia en la elección es la posibilidad de que la arquitectura soporte triple redundancia, lo cual permite que los componentes de software del sistema de control distribuido se instalen por triplicado. El sistema asegura el correcto funcionamiento aún con dos de los tres (2oo3) servicios no disponibles.
- *Crear enlaces de comunicaciones redundantes:*
La comunicación entre los componentes del sistema de control es otro aspecto crítico. En todos los sistemas instalados los enlaces de comunicaciones forman una topología de anillo redundado, que soporta no solo la falla de uno de los componentes de la red (equipos de comunicaciones), sino además la falla completa de una de las redes (cortes en los medios de comunicación)
- *Ejecutar las tareas de forma coordinadas y distribuidas con el proveedor:*

Es importante lograr un grado de compromiso con el proveedor del sistema de control. Algunas de las actividades de los proyectos se ejecutaron en paralelo en sus instalaciones mientras que otras, como el desarrollo de las aplicaciones, se realizaron en el complejo.

Los puntos más sobresalientes de este desafío fueron:

- o Incorporación de una nueva unidad de HDS (Hidro desulfurización) de Gasoil
- o Modernización del Sistema de Control Distribuido de las unidades de Coke II – HDS, Catalítico II, Merichem, Sistema de Antorchas y Calderas I
- o Incorporación de un nuevo sistema de control para la unidad de Blending

Una simple modificación de los sistemas no hubiera sido suficiente para lograr los objetivos de calidad para las nuevas especificaciones. Fue necesario un cambio radical en la concepción e infraestructura de los sistemas de control. También se fijó como un objetivo que todos los sistemas tuvieran el mismo aspecto hacia el operador y la misma metodología de programación y desarrollo en todos los proyectos.

La arquitectura elegida para cubrir estas necesidades consistió en virtualizar la totalidad de los servidores del sistema de control en tres nodos HOST, distribuidos estratégicamente en salas de racks del complejo, cada una de las cuales debería poseer doble alimentación de energía segura proveniente de fuentes de alimentación ininterrumpidas (UPS) distintas, control de presión/temperatura y control de acceso.

Todos los elementos del sistema se comunicarían a través de un anillo de fibra óptica redundado.

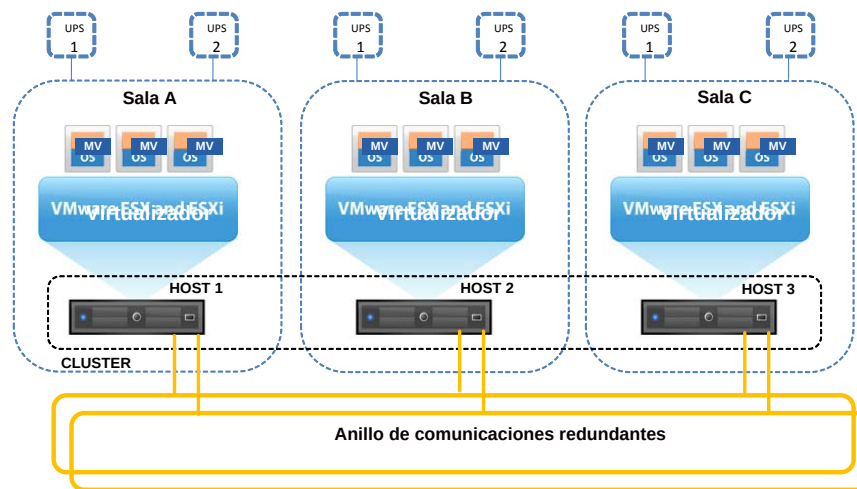


Figura 5. Arquitectura para soportar las necesidades de los sistemas de control.

Estas salas de racks están dispersas a lo largo del CILC, por lo que fue necesario extender los enlaces de comunicaciones para lograr interconectar unas con otras. Así mismo, fue necesario comunicar además una sala desde la cual se realizarían las tareas de ingeniería y mantenimiento del sistema. Finalmente se vinculó el sistema con la sala de control desde donde se operan las unidades.

El medio de comunicación seleccionado fue la fibra óptica, por su confiabilidad, su bajísima interferencia y su facilidad de instalación.

Se extendieron más de tres kilómetros de fibra óptica que interconectaron todas las salas donde instalamos los elementos del sistema de control (servidores, estaciones de operación, equipos de comunicaciones, controladores, etc.).

Gracias a esta tecnología, y debido a los requerimientos de seguridad, es posible operar las unidades de producción desde salas de control distantes (en algunos casos a más de 300 metros). Así mismo, la configuración y mantenimiento del sistema se realiza centralizadamente desde una sala de ingeniería ubicada a más de 800 metros de dichas unidades.

Para un proyecto de sistema de control distribuido para una unidad de producción, se utilizan entre seis y nueve servidores dependiendo de la criticidad y operación de la unidad.

En la arquitectura tradicional todos los servidores se ubicaban en una única sala. Este esquema concentra los puntos comunes de falla, haciendo que un problema como un corte en el suministro eléctrico que alimenta el rack donde están instalados los servidores, ponga en peligro la continuidad en la operación de la unidad que controla ese sistema.

A partir del uso de la tecnología de virtualización el CILC logró una consolidación de servidores y aumentó la confiabilidad distribuyendo los nodos HOST en salas distintas.



Figura 6. Equipos del sistema de control distribuido previo a la virtualización (izquierda) y luego de virtualizarlos y consolidarlos en un Host (derecha).

Tal consolidación permitió que en cada uno de los tres HOST se alojaran tres servidores virtuales (completando los nueve necesarios). Con este esquema, ante la falla de alguno de los HOST el sistema permanece controlando la unidad con los servidores virtuales instalados en los otros dos HOST.

Debido al número de sistemas de control que se debían instalar y actualizar, fue necesario lograr una adecuada estandarización de los mismos. Para cumplir este punto, se trabajó en conjunto con el proveedor en la elaboración de un documento de “Criterios de Configuración de Sistemas de Control Distribuido” que permitiera su uso no solo para estos proyectos sino además para cualquier

proyecto de actualización de sistemas de control en el futuro. Este documento incluye todas las actividades de diseño que aseguran que todos los sistemas tendrán el mismo aspecto, se programarán de la misma forma y serán construidos usando los mismos componentes.

Esto dio como resultado la reducción de tiempo para las actividades de programación y pruebas, a la vez garantizó que independientemente de la persona que programe el sistema, éste podrá ser interpretado y mantenido correctamente.

Este documento incluyó:

Configuración estándar del sistema:

- Instalación de los nodo (estaciones de operación y servidores)
- Configuración de la red de comunicaciones (equipos de comunicaciones, cortafuegos)
- Directrices de virtualización (distribución de servidores virtuales, orden de encendido automático, recursos asignados a cada equipo virtual)

Estandarización de las lógicas de programación:

- Control de Bibliotecas (librerías de objetos creadas especialmente para YPF)
- Directrices para la programación (normalización de las lógicas de control)

Estandarización en el diseño de pantallas:

- Elementos gráficos del Consorcio ASM ("Abnormal Situation Management")
- Diseño de pantallas estáticas (centraliza la atención en zonas de desvío de la operación)

El documento fue redactado siguiendo las directrices del Consorcio ASM para maximizar la visibilidad en situaciones anormales de proceso.

Algunos de los lineamientos básicos son:

- Uso de elementos gráficos en escalas de grises y estáticos.
- Uso de elementos gráficos planos, en contraposición a los tradicionales gráficos con volumen.
- Uso de colores con gran visibilidad para representar las condiciones de alarmas o desvíos en la operación.
- Uso de colores más claros para las condiciones de operaciones normales de funcionamiento.

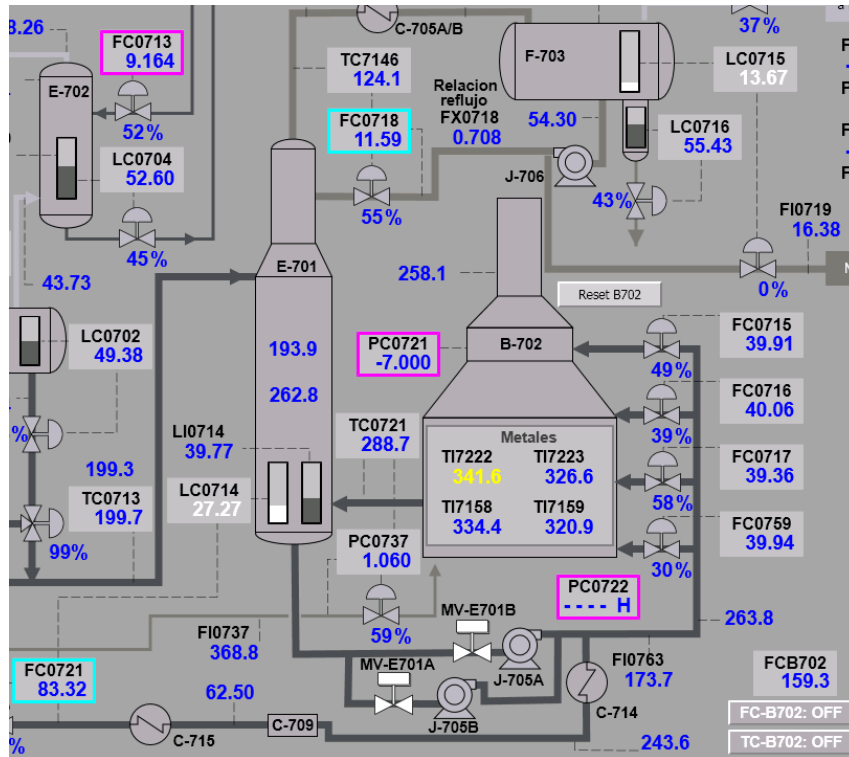


Figura 7. Ejemplo de interface gráfica siguiendo los criterios de configuración

Otro punto importante que contribuyó al éxito de los proyectos fue la forma en que los mismos fueron ejecutados. Los pasos en la ejecución en los proyectos de implementación de Sistemas de Control Distribuido, usando la tecnología de virtualización se reflejan en la siguiente figura.

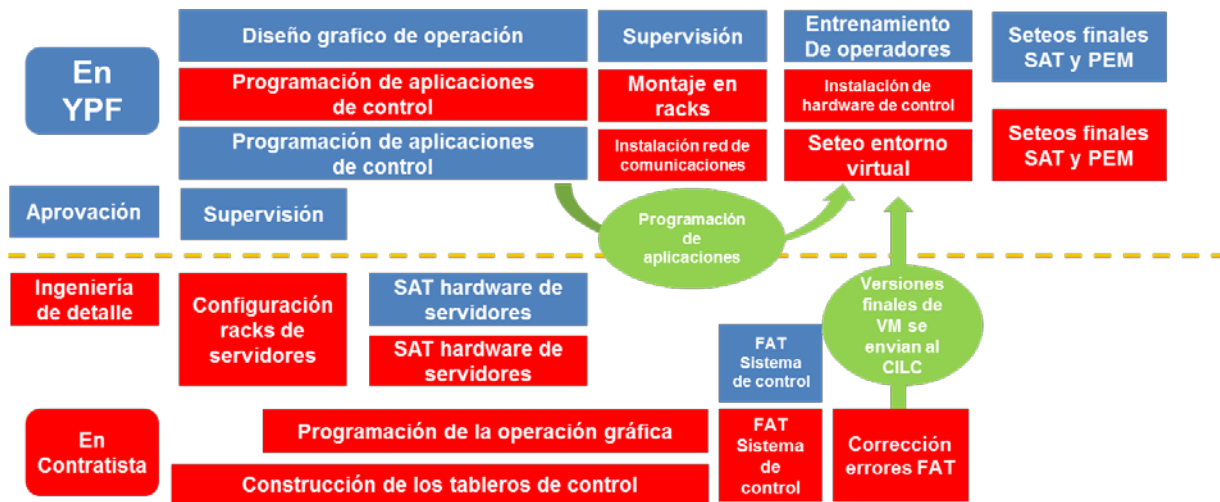


Figura 8. Esquema de trabajo para desarrollar un proyecto de implementación de un nuevo sistema de control.

Los bloques azules indican aquellas actividades del proyecto realizadas por YPF y los bloques de color rojo aquellas realizadas por el proveedor del sistema de control distribuido.

Por encima de la línea de puntos se muestran las actividades realizadas en las dependencias de YPF (CILC) y por debajo las realizadas en las oficinas del proveedor.

La virtualización permite probar el hardware (Servidores, Estaciones de operación y equipos de comunicaciones) en una fase temprana del proyecto, luego de la cual se pueden comenzar las actividades de montaje de dicho hardware en el CILC mientras que las actividades de configuración y programación se continúan sobre máquinas virtuales.

Gracias a la virtualización, la programación de aplicaciones de control de los nuevos sistemas se comienza en máquinas virtuales en el CILC, con las unidades de producción aún en funcionamiento. Esto brinda la posibilidad de comparar la nueva aplicación que se desarrolla con la aplicación a reemplazar (mientras se ejecuta al mismo tiempo), optimizando el tiempo y los recursos.

Una vez que los servidores físicos llegan al complejo, se comienza la capacitación de los operadores, mientras se realizan pruebas de configuración y de aceptación en fábrica (FAT) de los gabinetes de control (controladores, módulos de entrada y salida, fuentes de energía, etc.). Finalizada la FAT y corregidos los errores encontrados, el proveedor envía las máquinas virtuales finales para hacer las pruebas de aceptación en sitio (SAT) y su posterior puesta en marcha. En ese punto del proyecto los servidores, gabinetes de control e infraestructura de red ya han sido instalados y probados. También los operadores están capacitados para poner en marcha la unidad.

Ventajas obtenidas en el CILC con el uso de la virtualización en sistemas de control distribuidos.

A continuación se enumeran las ventajas obtenidas con los proyectos de virtualización de los sistemas de control:

- a- Reducción del número total de servidores físicos:
 - Permite una reducción de costos de los proyectos.
 - Permite disminuir la cantidad de piezas de repuesto necesarias.
 - Se logró estandarizar el hardware.
- b- Aumentar la disponibilidad del Sistema de Control:
 - Se garantiza la correcta operación y control de las unidades de proceso incluso con degradación de hardware.
- c- Reducción de tiempo necesario para reemplazo o actualización de hardware:
 - Permite realizar cambios en la infraestructura de TI (servidores virtuales y físicos) en ventanas de tiempo más pequeñas, minimizando los riesgos.
- d- Aumentar la flexibilidad del sistema:
 - Agregar y probar nodos nuevos es mucho más fácil y rápido.
 - No hay necesidad de invertir en hardware si el servidor tiene capacidad para más máquinas virtuales.
 - Los nuevos nodos se pueden probar en máquinas virtuales aisladas antes de entrar en estado de producción.
- e- Reducir el consumo de energía y disipación de calor de los equipos informáticos:
 - Permite una utilización más eficiente de los recursos compartiendo el hardware.
 - Debido a que existen menos servidores físicos, es menor el consumo de energía y en consecuencia una menor disipación de calor en las salas de los centros de datos.

- f- Mejorar la seguridad mediante el control de acceso al hardware
 - Las herramientas de virtualización permiten la administración y el control de acceso a los servidores virtuales desde una aplicación central instalada en la sala de ingeniería.
- g- Reducir el tiempo para las pruebas de aceptación en fábrica (FAT)
 - Las pruebas de hardware y software se realizan de forma independiente y aseguran que funcionaran correctamente cuando se envíen al CILC.

Conclusiones

Para lograr una conclusión sobre la incorporación de virtualización en los sistemas de control distribuido es importante conocer algunos números finales sobre las implementaciones realizadas durante los últimos años.

En la tabla 1 se resumen los proyectos implementados desde el año 2013, abarcando tanto la instalación de unidades nuevas, como el caso de HDS III, como la actualización de sistemas de control existentes.

En total se instalaron y actualizaron 5 sistemas de control distribuidos compuestos por 10 servidores físicos versus 32 que debían usarse en el esquema tradicional.

En el caso de las unidades de Coque II – HDS y HDS III, si bien estos sistemas son independientes, comparten la misma arquitectura gracias a las ventajas de la virtualización.

Unidad	Año de Instalación	Serv. HOST	Nodos (Serv. Virtuales)	Estaciones de Operación	Señales (Approx.)
Coke II-HDS*	2014	3	9	6	1320
HDS III*	2013				670
FCC II	2014	3	9	4	1500
Blending	2013	2	8	4	1200
Calderas I	2014	2	6	3	300

Tabla 1. Proyectos de instalación y actualización de sistemas de control distribuidos del CILC.

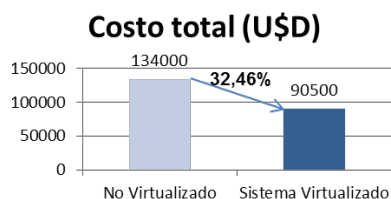
* Estos proyectos comparten la misma infraestructura.

Se muestra a continuación una comparación entre los elementos de hardware necesarios para implementar un sistema de control virtualizado y uno no virtualizado.

Sistema con triple redundancia	Servidores Físicos	CPUs	Cores	RAM (GB)	Nodos (Max)	Costo Servidor (USD)	Costo Red (USD)	SW Virtualiz. (USD)	Costo Total (USD)
Sin virtualizar	9	18	72	36	9	90,000	44,000	0	134,000
Virtualizado	3	6	24	96	24	45,000	44,000	1,500	90,500

Tabla 2. Comparación de los elementos de hardware necesarios para proyectos virtualizados y sin virtualizar.

Del análisis de esta tabla resulta que el CILC obtuvo una importante **reducción en el orden de un 30% en los costos de cada proyecto** a la vez que mejoró no solo la disponibilidad, sino también la capacidad y el potencial a futuro de la arquitectura.

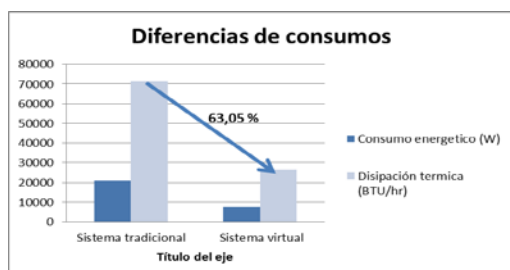


En referencia al consumo energético de los proyectos, la siguiente tabla resumen el equipamiento instalado, y compara el consumo actual (sistemas virtualizados) versus el consumo que tendría el sistema en un entorno estándar (sin virtualizar).

Planta	Equipo	Cantidad	Sistema Virtual			Sistema tradicional			
			Consumo individual(W)	Consumo total (W)	BTU/hr	Cantidad	Consumo individual(W)	Consumo total (W)	BTU/hr
Coker II- HDS / HDS III	Servidores (2 fuentes)	3	600	1800	6141,86	9	600	5400	18425,57
	Switches	12	39	468	1596,88	12	39	468	1596,88
	KVM Switch	3	9,3	27,9	95,20	3	9,3	27,9	95,20
	Monitor	3	18,5	55,5	189,37	3	18,5	55,5	189,37
	Firewall	1	20	20	68,24	1	20	20	68,24
	Total			2371,4	8091,55			5971,4	20375,26
FCCU II	Servidores (2 fuentes)	3	600	1800	6141,86	9	600	5400	18425,57
	Switches	12	39	468	1596,88	12	39	468	1596,88
	KVM Switch	3	9,3	27,9	95,20	3	9,3	27,9	95,20
	Monitor	3	18,5	55,5	189,37	3	18,5	55,5	189,37
	Firewall	1	20	20	68,24	1	20	20	68,24
	Total			2371,4	8091,55			5971,4	20375,26
Blending	Servidores (2 fuentes)	2	600	1200	4094,57	8	600	4800	16378,28
	Switches	8	39	312	1064,59	8	39	312	1064,59
	KVM Switch	2	9,3	18,6	63,47	2	9,3	18,6	63,47
	Monitor	2	18,5	37	126,25	2	18,5	37	126,25
	Firewall	1	20	20	68,24	1	20	20	68,24
	Total			1587,6	5417,12			5187,6	17700,83
Boilers I	Servidores (2 fuentes)	2	600	1200	4094,57	6	600	3600	12283,71
	Switches	4	39	156	532,29	4	39	156	532,29
	KVM Switch	1	9,3	9,3	31,73	1	9,3	9,3	31,73
	Monitor	1	18,5	18,5	63,12	1	18,5	18,5	63,12
	Firewall	1	20	20	68,24	1	20	20	68,24
	Total			1403,8	4789,96			3803,8	12979,11
Total General				7734,2	26390,19			20934,2	71430,46

Tabla 3. Detalles de consumos energéticos del equipamiento del sistema de control distribuido.

En la tabla se incluye el equipamiento ubicado en las salas de racks (Servidores, equipos de comunicaciones, firewalls, etc.). **El ahorro energético de los proyectos virtualizados ronda el 60%**, mismo porcentaje que se disminuye la disipación térmica junto con los costos asociados a la refrigeración de esas salas.



En resumen, la tecnología de virtualización permitió lograr los siguientes objetivos en el CILC:

- Reducción de costos de los proyectos de sistemas de control distribuido
- Menor consumo de energía.
- Plazos de entrega más cortos de los proyectos.
- Independencia de hardware y de software.
- Actualizaciones más fáciles.
- Ejecución más eficiente de las actividades del proyecto.
- Mejor disponibilidad de los sistemas de control distribuido.
- Baja tasa de fallas debido al hardware del servidor.
- Posibilidad de añadir otros nodos sin adquirir hardware.

Bibliografía:

- Virtualization for dummies: Bernard Golden
- Ensayo: Introducción a las tecnologías de Virtualización: Eugenio Villar y Julio Gómez
- Revista ONE: Oracle Magazine for Midsized Companies - Invierno 2013/14

CV:

Mauro Gastón Llamas

Ing. en Sistemas de Información, Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Mendoza.

- Administrador de plataforma Wintel, YPF: administración de los Centros de Procesamiento de Datos de la región de Cuyo con el objetivo de no tener tiempo de inactividad no planificados. Monitoreo remoto de las operaciones.
- Agua y Saneamiento Mendoza: administración de sus dos Centros de Datos incluyendo los servicios de comunicaciones de la empresa. Coordinador de soporte a usuarios. Asistencia al departamento de Desarrollo en la implementación de proyectos tecnológicos.
- Ingeniero en Sistemas de Control, YPF: administración de los Sistema de Control Distribuido. Participación en proyectos de sistemas de control distribuidos. Soporte y mantenimiento de los Sistemas de Información de Planta (PI), del Sistema de Gestión del Laboratorio (LIMS) y del Sistema de Gestión y Control Físico de la Producción (SPC). Proponer inversiones en mejoras de control y automatización. Ejecutar los proyectos correspondientes. Participar en el análisis de beneficios económicos de los proyectos. Detectar, evaluar y proponer nuevas tecnologías de control, automatización y sistemas expertos.