

**UNIVERSIDAD CATÓLICA DE EL SALVADOR
FACULTAD DE CIENCIAS EMPRESARIALES**



“La Ciencia sin Moral es Vana”

INFORME FINAL DE MONOGRAFÍA

“CLUSTER EN PLATAFORMA GNU/LINUX”

PRESENTADO POR

MELVY MARIANELLA JUÁREZ PEÑA

ASESOR

LIC. WILFREDO ANTONIO BOLAÑOS CALDERÓN

**TRABAJO DE GRADUACIÓN
PARA OPTAR AL GRADO ACADÉMICO DE
LICENCIADA EN SISTEMAS INFORMÁTICOS ADMINISTRATIVOS**

**SEPTIEMBRE 2010
SANTA ANA, EL SALVADOR, CENTROAMÉRICA**

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE EL SALVADOR

AUTORIDADES UNIVERSITARIAS

MONSEÑOR Y LICENCIADO FRAY ROMEO TOVAR ASTORGA
RECTOR

MÁSTER MOISÉS ANTONIO MARTÍNEZ ZALDÍVAR
VICERRECTOR GENERAL

MÁSTER CÁSTULO AFRANIO HERNÁNDEZ ROBLES
SECRETARIO GENERAL

LICENCIADA CENIA PATRICIA ORELLANA DE RAMÍREZ
DECANA DE LA FACULTAD DE CIENCIAS EMPRESARIALES

SANTA ANA, SEPTIEMBRE 2010



UNIVERSIDAD CATÓLICA DE EL SALVADOR

<http://www.catolica.edu.sv>

La suscrita Decana de la Facultad de Ciencias Empresariales de la Universidad Católica de El Salvador, por medio de la presente **HACE CONSTAR QUE:**

Después de haber supervisado la incorporación de las observaciones hechas por el jurado evaluador del trabajo de graduación: “**CLUSTERS EN LA PLATAFORMA GNU/LINUX**”, presentado por: Melvy Marianella Juárez Peña y con el aval del Secretario General de la Universidad, autoriza su publicación.

De conformidad a los estatutos de la Universidad Art. 79 y al Instructivo para la Elaboración de Trabajos de Investigación Art. 44, estos son propiedad de la Universidad.

Se extiende la presente en la ciudad de Santa Ana, a los ocho días del mes de septiembre de dos mil diez.

LA CIENCIA SIN MORAL ES VANA

Licda. Genia Patricia Orellana de Ramírez
Decana



Licdo. Cástulo Afranio Hernández
Secretario General



JURADO EVALUADOR

TEMA:

“CLUSTER EN PLATAFORMA GNU/LINUX”

F  _____

Licda. Auralila Molina Vides

F  _____

Licda. Alma Yanira Choto

F  _____

Licdo. Wilfredo Bolaños Calderón

SEPTIEMBRE 2010

AGRADECIMIENTOS

A Dios Todopoderoso: Que gracias a Él, que me dio la fuerza y la luz. “No tengas miedo, pues yo estoy contigo; no temas, pues yo soy tu Dios. Yo te doy fuerzas, yo te ayudo, yo te sostengo con mi mano victoriosa.” (Isaías 41 -10)

A mi Esposo: Luis Roberto Silva, por su amor, apoyo y paciencia que me dio cada momento.

A mi Madre: Dora Melvy Peña, por ser mi inspiración y ser la mejor madre del mundo.

A mi Abuelita: Vilma Samayoa de Peña, por todas las muestras de cariño.

A mis Hermanos: Pedro y Vanessa, por las palabras de aliento en los momentos que las necesitaba.

A mi Asesor: Wilfredo Bolaños, por ser él que me instruyó y guió a terminar el trabajo de graduación.

Y a todas las personas que estuvieron cerca de mí y que de una u otra forma contribuyeron a este triunfo.

ÍNDICE

Introducción.....	i
CAPÍTULO I GENERALIDADES DE LOS CLUSTERS EN LA PLATAFORMA GNU/LINUX.	
1.1 Descripción.....	1
1.2 Justificación.....	2
1.3 Objetivos.....	5
1.3.1 General.....	5
1.3.2 Específicos.....	5
CAPÍTULO II SISTEMA OPERATIVO GNU/LINUX	
2.1 Historia de GNU/Linux.....	6
2.2 Distribuciones.....	8
2.2.1 Debian GNU/Linux.....	14
2.2.2 GNU/Linux Red Hat.....	16
2.2.3 FEDORA.....	17
2.2.4 GNU/Linux Mandriva.....	18
2.2.5 GNU/Linux Suse.....	20
2.2.6 SLACKWARE.....	22
2.2.7 GENTOO.....	23
2.2.8 UBUNTU.....	24
2.3 Ventajas de GNU/Linux.....	28
2.4 Desventajas de GNU/Linux.....	29
2.5 Estructura y funcionamiento de GNU/Linux.....	30
2.6 Migración de Windows a GNU/Linux.....	37
CAPÍTULO III CLUSTER	
3.1 Historia de los Clusters.....	40
3.2 Generalidades de los Clusters.....	44

3.2.1 Red utilizada en los Clusters.....	45
3.2.2 Computación Distribuida.....	46
3.2.3 Características de los Clusters.....	48
3.3 Tipos de Clusters	55
3.3.1 Alto rendimiento (HPC).....	56
3.3.2 Alta disponibilidad (HAC).....	61
3.3.3 Alta confiabilidad (HRC).....	68
3.3.4 Arquitecturas combinadas de Cluster HPC y HAC.....	68
3.4 Tipos de Cluster según Plataforma.....	71
3.4.1 Windows.....	71
3.4.2 Unix.....	79
3.4.3 GNU/Linux.....	84
3.4.4 Tabla de comparación de Cluster en diferentes plataformas.....	88
3.5 Ventajas de los Clusters.....	90
3.6 Desventajas de los Clusters.....	92
3.7 Estructura y funcionamiento de los Clusters.....	93
3.7.1 Estructura de los Clusters.....	94
3.7.2 Características de Diseño de Cluster.....	97
3.7.3 Factores de Diseño de Cluster	99
3.7.4 Funcionamiento de Cluster.....	103
3.8 Importancia de los Clusters.....	105

CAPÍTULO IV CLUSTER EN LA PLATAFORMA DE GNU/LINUX

4.1 Requerimientos de hardware.....	107
4.2 Requerimientos de Software.....	110
4.2.1 Distribuciones para Cluster.....	112
4.2.2 Paquetes para Cluster.....	115
4.3 Instalación y configuración de Cluster.....	122
4.4 Herramientas de Cluster.....	129
4.5 Aplicaciones.....	135
4.5.1 Cluster en aplicaciones científicas.....	136

4.5.2 Cluster en aplicaciones de investigación.....	140
4.5.3 Cluster en aplicaciones comerciales.....	143
4.6 Conclusiones.....	146
4.7 Recomendaciones.....	147

BIBLIOGRAFÍA

ANEXO

GLOSARIO TÉCNICO

INTRODUCCIÓN

Los Clusters son una solución computacional, estructurada a partir de un conjunto de sistemas computacionales muy similares entre sí (grupo de computadoras), interconectados mediante alguna tecnología de red de alta velocidad, configurados de forma coordinada para dar la ilusión de un único recurso; cada uno de estos sistemas estará proveyendo un mismo servicio o ejecutando una (o parte de una) misma aplicación paralela. Es la respuesta para solucionar los problemas en los que se desea alcanzar niveles altos de una supercomputación, con la ventaja de un menor costo, convirtiéndose en una opción y un trampolín para obtener la capacidad, rendimiento y disponibilidad de una supercomputadora.

El presente proyecto expone la importancia de utilizar una plataforma como GNU/Linux; se cita su historia y los avances que han sido importantes, las diferentes distribuciones que cuentan GNU/Linux y su funcionamiento, posteriormente se dan conceptos básicos de Cluster independientemente la plataforma que se ocupe, se explica que es computación distribuida; Seguido a esto se enuncia los tipos de Cluster que existen según las necesidades, siendo estos clasificados como Cluster de alto rendimiento (HP) Cluster de alta disponibilidad (HA) y Cluster de alta confiabilidad (HR).

El documento incluye las diversas plataformas con las que se pueden crear; también se expone su funcionamiento y estructura, de igual manera se menciona las ventajas y desventajas de este tipo de tecnología; posteriormente se hace hincapié en los Clusters en plataforma GNU/Linux, sus requerimientos de hardware y software, instalación y configuración, herramientas y las aplicaciones para esta tecnología.

CAPITULO I. ASPECTOS SOBRE CLUSTERS EN LA PLATAFORMA GNU/LINUX

1.1 DESCRIPCIÓN DEL TEMA

El tema a abordar es acerca de los Clusters utilizando la plataforma de GNU/Linux, para ello se investigó aspectos conceptuales, los requerimientos de hardware y software, ventajas y desventajas, las diferentes aplicaciones que se pueden hacer con esta tecnología.

Los Clusters se aplican a los conjuntos de computadoras contruidos mediante la utilización de componentes de hardware comunes y que se comportan como si fuesen una única computadora. Hoy en día es de vital importancia conocer acerca de ellos, puesto que han evolucionado en apoyo de actividades que van desde aplicaciones de supercómputo y software de misiones críticas, simuladores, servidores Web y comercio electrónico, hasta bases de datos de alto rendimiento, entre otros usos.

GNU/Linux es un Sistema Operativo de Código Abierto con licenciamiento de GNU/GPL (General Public License), esta ventaja hace posible que los Clusters se puedan crear sin necesidad de licenciamientos costosos y permite a los usuarios modificar, inspeccionar libremente sus programas, se mantiene en continuo desarrollo y supervisado por Linus Torvalds, ayudado por miles de programadores que son afines al sistema.¹

Los Clusters con la plataforma de GNU/Linux tienen un alto grado de preferencia y la credibilidad de la eficiencia, estabilidad, seguridad y escalabilidad aseguran que es muy confiable.

La clasificación de los Clusters dependerá por el uso que se le de y el servicio que necesiten por diferentes grupos de personas, determinan el significado del término para el grupo que lo utiliza. Los Clusters pueden clasificarse con base en sus características. Se pueden tener Clusters de alto rendimiento (HPC – High Performance Clusters), Clusters de alta disponibilidad (HA – High Availability) o Clusters de alta eficiencia (HT – High Throughput).

¹ [http://es.wikipedia.org/wiki/Cluster_\(inform%C3%A1tica\)](http://es.wikipedia.org/wiki/Cluster_(inform%C3%A1tica)) consultado 14/01/09

Se investigó la configuración GNU/Linux general en la distribución que sea más adecuada, las ventajas y desventajas de implementar los Clusters en esta plataforma, nodos, conexiones de red, protocolos de comunicación, servicios y aplicaciones.

Dicho estudio está orientado a cualquier persona o institución que necesite conocer los Clusters en la plataforma GNU/Linux y que desee utilizarlo para aprovechar sus ventajas, ya sea para alto rendimiento, alta disponibilidad, equilibrio de carga, escalabilidad, o para tener un supercómputo y ser parte de esta tecnología.

1.2 JUSTIFICACIÓN

Unas de las importancias de los Clusters es su alto rendimiento en la ejecución de tareas que requieren de gran capacidad computacional, grandes cantidades de memoria, o ambos a la vez, comprometiendo los recursos del Cluster por largos periodos de tiempo y brindando una máxima disponibilidad de los servicios que ofrecen. Sin dejar a un lado la confiabilidad que se provee mediante software que detecta fallos y permite recuperarse frente a los mismos, mientras que en hardware se evita tener un único punto de fallo. Su objetivo de diseño es el ejecutar la mayor cantidad de tareas en el menor tiempo posible, siendo así más eficientes y seguros con la ayuda de GNU/Linux que es multitarea y multiusuario, integrándose de mejor manera y logrando mejores resultados en la obtención de un supercómputo con mayor rendimiento, disponibilidad y capacidad.

Algo que es muy relevante de los Clusters es que se pueden clasificar como Clusters de alta disponibilidad, alta eficiencia y alto rendimiento. Más aún, un Cluster de una determinada clasificación, puede también presentar características de otras, volviendo el equipo muy flexible para diferentes aplicaciones. Otra ventaja que se tiene al usar la plataforma GNU/Linux es que no se incurre en costos de licencia de software debido a que es un software libre.

Los Clusters se pueden utilizar, ya sea para ser un supercómputo y software de misiones críticas, servidores Web y comercio electrónico o bases de datos de alto rendimiento, tomando en cuenta las ventajas que se tiene con GNU/Linux por su evolución, seguridad y estabilidad que ha alcanzado.

Los Clusters ofrecen la facilidad de acceder diferentes aplicaciones de supercómputos utilizando GRIDS. Los GRIDS² o mallas son un tipo de sistema paralelo y distribuido que permite compartir recursos que se encuentran distribuidos en diversos lugares, accediendo a aplicaciones biomédicos, astrología, arqueología, física de simulación y diversas aplicaciones científicas.

Con esta tecnología se puede crear soluciones a limitantes de hardware, en cuanto a disponibilidad, eficiencia y rendimiento, incrementando la eficiencia de los sistemas de cómputo y ofreciendo seguridad ante diversas fallas de hardware.

Otras aplicaciones que utilizan los Clusters son por ejemplo; en las investigaciones meteorológicas y pronóstico numérico del estado del tiempo, en donde se requiere el manejo de cantidades masivas de datos y cálculos muy complejos. Al combinar el poder de muchas máquinas del tipo estación de trabajo o servidor, se pueden alcanzar niveles de rendimiento similares a los de las supercomputadoras, pero a menor costo (pues estas requieren de hardware y software especializado muy caro, así como personal de soporte técnico dedicado).

Otro ejemplo sería, el de la situación de un sitio Web de mucho tráfico, si no se cuenta con un plan de alta disponibilidad, cualquier problema menor de una tarjeta de red, puede hacer que un servidor quede completamente inutilizado, pero al contar con servidores redundantes y servidores de respaldo instantáneos, se puede reparar el problema mientras el sitio funciona con el plan de respaldo, sin suspensión de servicio.

Este tipo de tecnología da un beneficio a las organizaciones en cuanto a su capacidad de procesamiento, puesto que se usa tecnología estándar, en componentes de hardware como de software que se puede adquirirse a un costo relativamente bajo.

Todas estas aplicaciones se pueden desarrollar en redes locales, extranet e internet comercial y redes avanzadas.

² Video conferencia, E-Ciencia en Europa y Latinoamérica una Mirada al futuro basado en Experiencias pasadas, Dr. Fabrizio Gangliardi. consultado 15/01/09

La tecnología de los Clusters puede ser aprovechada y desarrollada de una mejor manera utilizando las redes avanzadas, ofreciendo una estructura adecuada y mejor acceso a recursos disponibles en las redes académicas y de investigación de todo el mundo, como lo son Internet2 en EEUU, CLARA³ en Latinoamérica, GEANT2 en Europa y otras.

La tecnología de los Clusters con GNU/Linux puede implementarse o ampliarse en las Redes Académicas Latinoamericanas (CLARA), incluyendo la Red Avanzada de Investigación y Educación Salvadoreña (RAICES), la cual es miembro fundadora de CLARA. Este tipo de tecnología permitiría aprovechar los recursos existentes en esa red, desarrollar proyectos innovadores y permitiría unirse a Grids que se están desarrollando o implementando en Latinoamérica, Europa y Norteamérica.

³ <http://www.redclara.net> consultado 02/02/09

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo General:

Investigar sobre Clusters en la plataforma GNU/Linux.

1.3.2 Objetivos Específicos:

- Investigar aspectos conceptuales sobre este tipo de tecnología de Clusters.
- Estudiar los requerimientos de hardware que se necesitan para crear Clusters en GNU/Linux.
- Exponer los requerimientos de software necesarios para crear los Clusters en GNU/Linux.
- Mencionar los diferentes tipos de Clusters que existentes en las diferentes plataformas.
- Exponer las ventajas ofrecidas por los Clusters en GNU/Linux.
- Enunciar las desventajas que tienen los Clusters en GNU/Linux.
- Mencionar las posibles aplicaciones de los Clusters tanto en el área de investigación, científica o comercial.
- Exponer la importancia de los Clusters con plataforma de GNU/Linux.
- Describir las diversas herramientas disponibles para Clusters en administración, monitoreo y configuración en red.

CAPÍTULO II. SISTEMA OPERATIVO GNU/LINUX

2.1 HISTORIA DE GNU/LINUX

Para comprender GNU/Linux es de vital importancia conocer la historia y los avances que ha tenido en el pasar de los años, algo que comenzó como un proyecto de laboratorio llegando a ser uno de los sistemas operativos más versátil y demandado por muchos. En 1982 Richard Stallman un programador, se cansó de las restricciones que tenía el software, el problema de no poder acceder al código fuente era que no se podía cambiar un programa para adaptarlo a lo que cada uno necesitase.

Stallman decidió crear su propio sistema operativo y sus propios programas, poniendo a disposición siempre el código fuente. El proyecto se llamó GNU. GNU es un acrónimo recursivo que significa GNU's Not Unix, GNU no es Unix⁴.

Lo más importante que Stallman presentó fue el concepto de "software libre". Éste interesó a muchos programadores que empezaron a involucrarse activamente en el proyecto de manera gratuita. En 1984 se comenzó por desarrollar las herramientas necesarias para la realización del sistema operativo. El proyecto había impactado y la comunidad de GNU creció más y más. Poco a poco, se dispuso de las herramientas necesarias para construir el núcleo.

Para entonces, Stallman había creado una organización para fomentar la creación de software libre: la FSF (Free Software Foundation)⁵. Pero realizar un sistema operativo es más complejo que crear los programas para hacerlo.

En 1990, el sistema GNU estaba casi completo; el único componente importante faltante para poder disponer de un sistema GNU completo era el núcleo del sistema operativo.

En 1991, un estudiante de la Universidad de Helsinki llamado Linus Torvalds decidió crear el núcleo de un sistema operativo como UNIX y que, además, todo quien quisiera pudiese utilizarlo en su computadora. Esto hizo posible que se complementaran y que unieran los

⁴ http://www.gnu.org/philosophy/fsfs/free_software.es.pdf consultado 10/02/10

⁵ http://www.gnu.org/philosophy/fsfs/free_software.es.pdf consultado 10/02/10

esfuerzos de Linus Torvalds, los expertos en informática en todo el mundo y los del proyecto GNU y, utilizando las herramientas de estos últimos terminó naciendo Linux. Es importante resaltar que el nombre completo del proyecto es GNU/Linux, por como se entrelazaron ambos proyectos.

El concepto detrás de GNU/Linux es el del software libre, también llamado copyleft, porque le da la vuelta a la noción de copyright.

Unas de las ventajas más sobresaliente de GNU/Linux de su forma de distribución, es que es un software libre permite modificar un programa sin pedir permiso de nadie y sin poder negar tampoco ese permiso. Por eso, los programas deben ir acompañados por su código fuente, o estar disponibles en un sitio dónde sea fácil de conseguir (Internet). De igual manera se puede modificar, ofrecerlo sin costo, venderlo o alquilarlo es decir, se puede escribir un programa y se puede vender. Pero la persona que lo compre, puede cambiarlo y volver a vender o darlo gratis, esto hace que GNU/Linux tenga mucho éxito y se pueda expandir más.

Al retomar que una de las principales características del software libre no es su precio, sino los derechos que se tiene con él permitiendo acceder al código fuente de un programa y modificarlo a su gusto.

Otra característica muy importante es que puede redistribuirse, cobrando dinero o no por ello. Si se baja un programa libre de internet y se desea venderlo, se puede hacer. Si se desea regalarlo, también. Con el software propietario, no se puede.

Lo que hace el software libre con sus licencias es dar más derechos al usuario para usar el software. Esto es una cesión de derechos, lo que no equivale a robar la autoría. Si un programador escribe un programa y luego lo modifica o tan sólo lo redistribuye, no puede cambiar el nombre del autor original y poner el suyo, eso sí sería un robo.

Todo software libre garantiza 4 libertades básicas:

- 0- Libertad para usar el software.
- 1- Libertad para modificarlo.
- 2- Libertad para copiarlo.

3- Libertad para distribuir las modificaciones.

Estas cuatro libertades son luego detalladas por los muchos tipos de licencias que hay, las cuales las amplían o las limitan.

La más conocida es la General Public License (GPL),⁶ creada por la Free Software Foundation⁷, la fundación de Richard Stallman, utilizada en el proyecto GNU. Esta licencia obliga a que las modificaciones que se hagan en un software libre sigan siendo libres: en ningún momento se puede convertir ese nuevo software en software propietario.

2.2 DISTRIBUCIONES

Una distribución GNU/Linux se define como un conjunto de programas que permiten tanto la instalación en el ordenador del sistema operativo GNU/Linux como su uso posterior. Su objetivo es facilitar la instalación, la configuración y el mantenimiento de un sistema GNU/Linux. En general, una distribución contiene el núcleo, parte central del sistema operativo, y los programas necesarios para la interacción con el sistema,⁸ dando así origen a ediciones hogareñas, empresariales y para servidores, las cuales pueden ser exclusivamente de software libre o también incorporar aplicaciones o controladores privativos.⁹

Este tipo de distribuciones aplicado al sistema operativo GNU/Linux deriva de su capacidad de ser adquirido libremente en el mercado, es decir que se asocia a una “libre distribución” para usuarios de cualquier región del globo terrestre.

En cuanto a GNU/Linux posee con una cantidad apreciable de distribuciones implementadas en muchos países y en diversos idiomas. En el presente trabajo se mencionará las principales distribuciones que existen y se profundizará en las que tiene mayor uso en la región.

⁶ http://www.gnu.org/philosophy/fsfs/free_software.es.pdf consultado 10/02/10

⁷ <http://www.fsf.org/licensing/essays/free-sw.html> consultado 10/02/09

⁸ <http://www.molinux.info/downloads/documents/manual-usuario-molinux/ch02.html> consultado 10/02/09

⁹ http://es.wikipedia.org/wiki/Distribuci%C3%B3n_Linux consultado 10/02/09

En primer lugar cabe destacar que todas las distribuciones del sistema operativo GNU/Linux son libres para los usuarios tanto a nivel de empresa como de consumo propiamente individual en los hogares. En igual grado de importancia se tiene la opción de que, según lo determine las necesidades específicas de los usuarios, estos poseen la facultad de modificar el Kernel (núcleo) a fin de adecuarlo a sus requerimiento.

Es de carácter general también los requerimientos de hardware en lo referente a memoria RAM, disco duro y otros dispositivos, los cuales operan dentro de un mismo ambiente que permite establecer diferenciaciones en lo referente al entorno gráfico.

Resulta ser una difícil tarea para un usuario sin experiencia o incluso para una empresa sin personal calificado elegir la distribución de GNU/Linux que mejor se adapte a sus necesidades. Entre las más conocidas son: Suse, Red Hat, Conectiva, Debian, Mandriva entre otras. Existen también distribuciones pre-configuradas para que realicen distintos tipos de tareas, tales como servidor de correo, servidor web, almacén de datos, entre otros y que poseen una cantidad importante de aplicaciones. Estas últimas están pensadas para usuarios de ordenador con necesidades básicas y de uso cotidiano como pueden ser editar textos, navegar por internet, ver películas o televisión, oír la radio o música, en fin, para uso personal o doméstico. De igual manera también existen distribuciones más profesionales con más parámetros de configuración, cuyo usuario sabe exactamente lo que quiere y cómo hacerlo, lo que produce un sistema operativo estable y más eficiente. Estas son utilizadas por programadores experimentados, dirigidas a desarrolladores de aplicaciones y profesionales informáticos con experiencia. Ejemplo de este tipo de distribuciones son: Slackware, Gentoo o Debian, tres distribuciones en las cuales el profesional configura el sistema a su medida optimizando sus programas para que sea un sistema más estable, eficiente, rápido y seguro. Así también se pueden encontrar muchas distribuciones que se especializan en diferentes áreas, distribuciones de fácil manejo como Mandriva, Freedows o Lycoris son una nueva tendencia en este tipo de sistemas.

Una de las ventajas principales de GNU/Linux, es que se puede adaptar para necesidades específicas, características, objetivos y ámbito de utilización. Por ejemplo: la Consejería de Industria, Energía y Medio Ambiente de la Comunidad de Castilla-La Mancha de España, quería una distribución adaptada al escritorio, al castellano y que pudiese ser compatible, sumarse, a los proyectos similares, creando así MoLinux constituyó la primera

distribución de GNU/Linux española basada en Ubuntu, quién se basa en Debian GNU/Linux.¹⁰

También se cuenta con paquetes que hacen posible la implementación de un Cluster en plataforma GNU/Linux por ejemplo: UltraMonkey (Cluster de alta disponibilidad), openMosix (un Cluster Alto rendimiento), Mosix2, Beowulf, Heartbeat, Piranha, Globus, Glite. Entre las distribuciones más conocidas están Debian, Ubuntu, Linux Mint, Knoppix, RHEL-Fedora, Gentoo, Slackware, SuSE, PCLinuxOS, Mandriva, Arch Linux, MEPIS.¹¹

Se presenta a continuación una serie de distribuciones, consideradas el origen de cada una de ellas.¹²

Distribuciones basadas en Debian	Linux Tiger, 2X ThinClientOS, 64 Studio, Adamantix, Amber Linux, AGNULA, Aquamorph, ARMA, tcc Omoikane GNU/Linux, ArtistX, ASLinux, B2D Linux, Baltix, Bayanihan Linux, BeatrIX, Bluewall GNU/Linux, Big Linux, Bonzai Linux, BOSS, Canaima, Càtix, CensorNet, College Linux, Debian-BR-CDD, DeveLinux, Dreamlinux, Dzongkha Linux, Elive, Epidemic GNU/Linux,,ERPOSS, Euronode, Finnix, Linspire, basada en Ubuntu y Debian. Freespire (basada en Linspire), Gibraltar Firewall, gnuLinEx, Lihuen GNU/Linux, basada en gnuLinEx, IndLinux, Insigne Linux, K-DEMar, Kanotix, KarachiOS, GNU/Linux Kinneret, Knoppix, LinEspa, creada por el foro LinuxenEspañol. Local Area Security Linux (L.A.S.), Mepis, NepaLinux, Olive, OS Desktop, PAIPIX, PilotLinux, Piren, RAYS, Resulinux, Rxart, Symphony OS, Swecha LiveCD, Taprobane GNU/Linux, Thisk Server, Tilix Linux, Trinux, Tuquito, VENENUX, Ubuntu, ULAnix (Distribución Venezolana, de tipo CD autónomo e instalable), Ulteo, basada en Debian y Ubuntu, Vyatta, Webconverger, WIENUX, X-Evian, basada en Debian y Xubuntu, Xfdl
---	--

¹⁰ <http://www.molinux.info/downloads/documents/manual-usuario-molinux/ch02.html> consultado 15/02/09

¹¹ http://es.wikipedia.org/wiki/Anexo:Distribuciones_GNU/Linux consultado 15/02/09

¹² http://es.wikipedia.org/wiki/Anexo:Distribuciones_Linux consultado 15/02/09

<p>Distribuciones basadas en <u>Knoppix</u> Knoppix está basada en Debian</p>	<p>Big Linux, basada en Kurumin, Knoppix y Kanotix, Augustux, distribución aragonesa, Damn Small Linux, HIKARUNIX, distro discontinuada en formato LiveCD, Feather Linux, perteneciente a la categoría: Distribuciones Linux USB arrancables, Flonix, basada en Damn Small Linux y Knoppix, EduKnoppix, Julex, Kaella, Kanotix, Kalango, KnoppMyth, Kurumin, mediainLinux, MeNTOPPIX, MorpHix, GNUStep LiveCD, PAIPIX, basada en Knoppix y Kanotix, GIS-Knoppix, PelicanHPC formal o anteriormente ParallelKnoppix, Quantian Linux, (basada en Knoppix y Debian), Untangle Gateway, VMKnoppix, formalmente Xenoppix, basada en Debian y Knoppix</p>
<p>Distribuciones basadas en <u>Gentoo</u></p>	<p>BinToo, epiOS, Fantoo, Flash Linux, Gentoox, Kororaa, Knopperdisk, Litrix Linux, Mayix XliveCD, Medeix, Navyn OS, PapugLinux, Pentoo, Phoronix Test Suite LiveCD, ó bien, PTS LiveCD, redWall, Sabayon Linux, SystemRescueCd, Ututo, VidaLinux</p>
<p>Distribuciones basadas en Red Hat Enterprise Linux</p>	<p>ASPLinux server, Asianux, CentOS, Elastix, Trixbox, VicialNOW, Endian, Fedora, Pie Box Enterprise Linux, Pingo Linux, Scientific Linux, StartCom Linux, White Box Enterprise Linux, YOUROS</p>
<p>Distribuciones basadas en SUSE Linux</p>	<p>openSUSE, JackLab Audio Distribution - JAD (distribución Linux), StressLinux, SUSE Linux Enterprise Server, SUSE Linux Enterprise Desktop (antes denominado Novell Linux Desktop), SUSE Linux Enterprise Real Time, SUSE Linux Enterprise Edition, Linkat</p>

<p>Distribuciones basadas en <u>Fedora</u></p>	<p>ADIOS Linux Boot CD, AnNyung Linux, AsianLinux, ASPLinux, ATmission, Aurora SPARC Linux, Aurox, Berry Linux, BioBrew Linux Distribution, BLAG, Boston University Linux, ClarkConnect Gateway/Server, Co-CreateLinux, EduLinux, Ekaaty Linux, ELX Linux, EnGarde Secure Linux, Everest Linux, EzPlanet One Linux, Freedows, FTOSX Desktop, Fox Linux, Gelecek Linux, Haansoft Linux, Hancom Linux, Honeywall CDROM, IDMS Linux, Ignalum Linux, K12LTSP, Linpus Linux, Linux XP, basada en Red Hat Linux y Fedora Core, Magic Linux, myLinux, Network Security Toolkit, NuxOne Linux, O-Net, One Laptop Per Child (OLPC), OpenLX, OpenNA Linux, Openwall GNU/*/Linux, Pingo Linux, SuliX, Vixta, Xteam Linux, Yellow Dog Linux</p>
<p>Distribuciones basadas en Slackware Linux Slackware se basó en SLS Linux (Softlanding Linux System)</p>	<p>Absolute Linux, Adrenalinix, Alixe, AUSTRUMI, BackTrack, Bluewhite64 Linux, College Linux, Cytrun Linux, DARKSTAR, DeepStyle,easys GNU/Linux, Floyd GNU/Linux, Frugalware, Hardened Linux, Kate OS, Kwort, creada en Rosario - Argentina, Linomad, GoblinX, HostGis, KWort, Mekano Linux, Mutagenix,Myah OS, Naulcapan, NetSecL, NimbleX (perteneciente a la Categoría:Distribuciones Linux USB arrancables), Nonux GNU/Linux, Open Community Slackware Install DVD, OpenLab GNU/Linux, Plamo Linux, RIPLinuX, RUNT Linux (perteneciente a la Categoría:Distribuciones Linux USB arrancables), Salocin, Sauver, Slackintosh, Slamd64, SLAMPP, SLAX, basada en Slackware, BackTrack, DNALinux, SLAMPP, Splack Linux, STX GNU/Linux, SUSE Linux, basada en sus inicios en Slackware, Topologi, Truva Linux, TumiX, basado en Slackware 10.1, Ultima Linux, Vector Linux, Wifislax, basada en SLAX es un live cd para auditoría wíreles, Wolvix, basada en SLAX. La versión 1.0.5, tiene dos ediciones con diferentes enfoques de diseño: Cub (para 256 Mb) y Hunter (para 512Mb). Ambos en formato de Memoria USB, Zenwalk Linux, 0x7F GNU/Linux</p>

Distribuciones basadas en Ubuntu	<p>Alinux, andLinux, AbulÉdu, inicialmente basada en Mandrake Linux, luego en Debian GNU/Linux y Knoppix, y actualmente en Ubuntu 7.10, Admelix (LiveCD), creada por la empresa Admelix, Baltix, BeaFanatIX, Ciberlinux, ComFusion, antes denominada Uberyl, Edubuntu, LliureX, eAR OS, EHUX, Elbuntu, FEINIX-Arq, distribución a medida para la Facultad de Arquitectura de la Universidad Veracruzana, Campus Xalapa, Veracruz, Fluxbuntu, Freespire, Freezy Linux, Geubuntu, Gobuntu, Goobuntu, desarrollada por Google, gOS, Guadalinux, gNewSense, Gnoppix, Hiweed, ImpiLinux, PingüinOS desarrollada por Alumnos del ITESM campus Ags, Mex, Ichthux, Kalango, Kubuntu, KadedeOS, Linspire, Urli, AsturGNU/Linux, Linux Mint, Phoenix, Lazarux, LinuxTLE, LUC3M, Maryan Linux, MAX, Miniubuntu, Molinux, Mythbuntu, NUbuntu, Olá! Dom, OpenGeu, Poseidon Linux, antes basada en Kurumin, Runtu, Sibü (distribución Linux), SLinux, Super Ubuntu, Ultima Edition, antes Ubuntu Ultimate Edition, Ubuntu Christian Edition, Ubuntulite, Ubuntu Muslim Edition, Ubuntu iES, Ubuntu JeOS, Ubuntu Studio, UEx Linux, Ufficio Zero, Urli, UserLinux, Vacarm Linux, Xandros, Xubuntu, Greenie Linux, LiveCD eslovaca basada en Xubuntu</p>
Basadas en Conary	<p>Artículo principal: Conary: Foresight Linux, Oz Enterprise, rPath Linux.</p>
Distribuciones basadas en PCLinuxOS	<p>CAE Linux, Lapix Linux, TinyMe, Ultumix, Granular Linux.</p>
Basadas en Arch Linux	<p>Arch Linux es una distribución basada en código fuente: Archie Live CD, LinuX-gamers Live DVD, Underground Desktop, distro descontinuada.</p>
Basadas en Puppy Linux	<p>Grapup (Distribuciones por paquetes primarios)</p>

Como se puede ver son muchas las distribuciones existentes, eso hace que GNU/Linux sea tan demandado por muchos usuarios. De igual manera existen diferencias entre las mismas en lo que concierne a los software del sistema no son extremadamente grandes, son condiciones que representa ventajas a los usuarios que por cualquier razón deciden cambiar de una distribución a otra de la misma familia de GNU/Linux, lo que naturalmente requiere efectuar las adecuaciones para su correspondiente instalación.

Una breve descripción de las distribuciones más conocidas:

2.2.1 DEBIAN GNU/LINUX



debian

La distribución fue creada en 1993 por Ian Murdock, quien le asignó ese nombre uniendo el de su esposa Deborah con el de él¹³. Esta centrada en GNU/Linux y sus sistemas operativos se basan en núcleos denominados Linux y también está disponible con The Hurd¹⁴. Se originó como una iniciativa de enfrentar el reto de separar en sus versiones el software libre y propietario.

Debian es la única distribución que está abierta a las contribuciones de cada desarrollador y usuario que deseen participar con su trabajo. Es el único gran proyecto con una constitución, contrato social, y documento de directrices que organizan el proyecto. Debian es también la única distribución que se «micro-empaqueta» y que utiliza una detallada información de las dependencias de cada paquete con respecto a otros para asegurar la consistencia del sistema cuando tiene lugar una actualización.

Debian ha adoptado un gran conjunto de directrices y procedimientos para el empaquetamiento y la distribución de software para poder alcanzar y mantener altos estándares de calidad. Se producen herramientas, sistemas automáticos y documentación de cada uno de los aspectos claves de Debian de una forma abierta y visible para poder sostener estos estándares.

¹³ <http://www.debian.org/international/spanish/contrib/tabla-historia.txt> consultado 15/02/09

¹⁴ <http://www.debian.org/intro/about> consultado 15/02/09

Al igual que muchas distribuciones de GNU/Linux, Debian GNU/Linux ofrece aplicaciones y software que son:

- Las aplicaciones más importantes para desarrollo de software, manipulación de ficheros, y procesamiento de texto, incluyendo gcc, g++, make, texinfo, el shell Bash y numerosas utilidades de Unix mejoradas.
- Perl, Python, Tcl/Tk y varios programas relacionados, módulos y bibliotecas, para cada uno de ellos.
- TeX (LaTeX) y LyX, dvips, Ghostscript.
- El sistema de ventanas X, que proporciona un interfaz gráfico de usuario a través de red, y numerosas aplicaciones X, incluyendo GNOME y KDE.
- Un conjunto completo de otras aplicaciones de red, incluyendo servidores para los protocolos de Internet HTTP (WWW), FTP, NNTP (noticias), SMTP y POP (correo), y servicio de nombres; también se proporcionan navegadores de web, y herramientas de desarrollo.

Más de 15,180 paquetes, desde servidores de noticias y lectores hasta soporte de sonido, programas de fax, hojas de cálculo y bases de datos, programas de procesamiento de imágenes, comunicaciones, utilidades de correo y de redes, servidores Web, e incluso programas de Ham-Radio están incluidos en la distribución. Otros 220 conjuntos de programas están disponibles como paquetes Debian, aunque no se incluyen formalmente en la distribución debido a restricciones de la licencia.

El 14 de febrero de 2009 fue publicada la versión estable 5.0 conocida como Lenny.¹⁵

¹⁵ <http://www.es.debian.org/releases/stable/> consultado 16/02/09

2.2.2 GNU/LINUX RED HAT



La primera presentación (1.0) de esta distribución se realizó el 3 de noviembre de 1994, con el nombre de Red Hat Linux con KDE, siendo este el ambiente gráfico.

Las diversas aplicaciones desarrolladas por Red Hat, le otorga alternativas de software a las empresas y usuarios finales. Se pueden obtener vía internet sin costo alguno (versión Fedora), lo cual no le proporciona soporte de ninguna índole o se pueden comprar a proveedores de estos sistemas operativos o directamente en el sitio de Red Hat (www.redhat.com), garantizándole un soporte y documentación necesaria para su instalación.

Red Hat es el único proveedor Linux que ofrece un programa de misión crítica de gran rendimiento y ahorro de costes para las plataformas más exigentes del mundo.¹⁶

Red Hat Enterprise Linux

Red Hat Enterprise Linux también conocido por sus siglas RHEL es una distribución comercial de GNU/Linux desarrollada por Red Hat.Inc.¹⁷ Siendo fundada en 1994 por Bob Young y Marc Ewing. En agosto de 1999.¹⁸

De igual manera también cuenta hoy Red Hat Enterprise Linux 5 que su publicación fue en marzo de 2007¹⁹, esta versión contiene más de 1.200 componentes además tiene una basta cantidad de nuevas características cubriendo la amplia visión de funcionalidades. También brinda los medios para reducir costes y a la vez mejorar la flexibilidad operativa a lo largo y ancho de su infraestructura informática.

Dentro de Red Hat Enterprise Linux 5 existen 2 categorías para Server y Desktop.

¹⁶ <http://www.redhat.es/> consultado 16/02/09

¹⁷ http://es.wikipedia.org/wiki/Red_Hat_Enterprise_Linux consultado 16/02/09

¹⁸ http://es.wikipedia.org/wiki/Red_Hat_Linux consultado 18/02/09

¹⁹ <http://www.redhat.es/rhel/features/> consultado 18/02/09

Versiones Server:

- Red Hat Enterprise Linux Advanced Platform, antes denominado Red Hat Enterprise Linux AS
- Red Hat Enterprise Linux, antes denominado Red Hat Enterprise Linux ES

Versiones Desktop:

- Red Hat Enterprise Linux Desktop, antes denominado Red Hat Desktop
- Red Hat Enterprise Linux Desktop con opción Workstation, antes denominado Red Hat Enterprise Linux WS

Está disponible en dos versiones para servidores. La versión básica Red Hat Enterprise Linux Server está diseñada para implantaciones de pequeño tamaño, mientras que Red Hat Enterprise Linux Advanced Platform está diseñada para los clientes convencionales, proporcionándoles el entorno más rentable, flexible y escalable. Ambas versiones comparten la misma base tecnológica, y ambas incorporan un amplio conjunto de aplicaciones de servidor de código abierto y prestaciones de virtualización.²⁰ Red Hat Enterprise Linux 5 para Mainframes y Red Hat Enterprise Linux 5 for HPC (High Performance Computing).

Y para Desktop se divide en: Red Hat Enterprise Linux Desktop, Red Hat Enterprise Linux Desktop con opción Multi-OS, Red Hat Enterprise Linux Desktop con opción Workstation y por ultimo Red Hat Enterprise Linux Desktop con opción Workstation.²¹

Todo el avance que se ha tenido hace que este tipo de distribución sea más completa pues al pasar de los años se ha ido depurando y creando soluciones más viables para cualquier tipo de usuarios.

2.2.3 FEDORA

Esta es una distribución patrocinada por Red Hat y soportada por la comunidad. Fácil de instalar y buena calidad. Para propósitos generales basada en RPM (**RPM**, originalmente llamado Red Hat Package Manager), que se mantiene gracias a una comunidad

²⁰ <http://www.redhat.es/rhel/server/> consultado 18/02/09

²¹ <http://www.redhat.es/rhel/desktop/> consultado 19/02/09

internacional de ingenieros, diseñadores gráficos y usuarios que informan de fallos y prueban nuevas tecnologías.²²

Durante sus primeras 6 versiones se llamó Fedora Core, debido a que sólo incluía los paquetes más importantes del sistema operativo, el modelo de desarrollo de Fedora y Red Hat es similar obteniendo como resultante el producto comercial de software libre, estable y seguro.

La versión de Fedora 10²³, fue lanzada el 25 de Noviembre de 2008. Fedora ha sido usado por diferentes personas en todo ámbito por ejemplo desde Linus Torvalds hasta la NASA, posee millones de usuarios en todo el globo terrestre, eso habla bien de esta distribución que es confiable y que supera cualquier tipo de comunidad ya sea que incluyan software para ingenieros, sistemas administrativos, diseñadores web entre otros.

2.2.4 GNU/LINUX MANDRIVA



La distribución data de julio de 1998, cuya denominación inicial fue Mandrake Linux, en el año 2005 surge Mandriva, resultado de la fusión de gestión informáticas realizadas por Mandrake y Conectiva, que son dos corporaciones especializadas en la materia.²⁴

La primera edición se basó en la versión 5.1 Red Hat Linux y escogió el entorno gráfico la versión 1.0 KDE, adoptando modalidades propias o readaptadas a partir de su creación. Una de sus más notables características es por compilar sus paquetes con optimizaciones para procesadores Pentium y superiores, incompatibles con versiones más antiguas tales como 386 y 486.

De igual forma este tipo de distribución cuenta con características que la hace más fácil la administración sin leer tantos manuales, no es tan necesario que los usuarios tengan conocimientos avanzados, pueden instalar y administrar un sistema GNU/Linux más fácilmente, la cantidad de programas que el usuario medio tiene a su disposición es enorme

²² [http://es.wikipedia.org/wiki/Fedora_\(distribuci%C3%B3n_Linux\)](http://es.wikipedia.org/wiki/Fedora_(distribuci%C3%B3n_Linux)) consultado 20/02/09

²³ <http://fedoraproject.org/> consultado 20/02/09

²⁴ http://www.es.wikipedia.org/wiki/Mandriva_Linux consultado 20/02/09

y muy variada, esto no quiere decir que el usuario avanzado no cuente con programas y herramientas necesarias, ya que también hay muchos paquetes para el desarrollo de aplicaciones.

Entre los productos que ofrecen Mandriva esta:

Mandriva Linux Corporativo Server 4.0 para las empresas, cumple con los requisitos fundamentales como por ejemplo: el rendimiento y la fiabilidad de las funciones de misión crítica, la compatibilidad con las normas de la industria, la interoperabilidad, fuerte y seguro de diseño, el mantenimiento a largo plazo, y un buen retorno de la inversión.²⁵

Mandriva Directory Server (MDS) es fácil de usar esta herramienta de gestión de directorio LDAP que permite a las empresas a administrar sus empleados, clientes y socios accesos. Mandriva Directory Server es la subestructura de la identidad del sistema de gestión, el servicio de directorio de la administración y gestión de los servicios de red.²⁶

Mandriva Linux Desktop Corporativo, los costos incurridos en el despliegue y la actualización de trabajo son cada vez más alto, mantener un buen nivel de seguridad está cada vez más difícil. El escritorio Mandriva Corporativo es un sistema operativo para estaciones de trabajo y ordenadores portátiles. Su sencillez de uso da lugar a una rápida comprensión de su funcionamiento. En coordinación con Pulse 2 y Mandriva Directory Server como herramientas adicionales, el escritorio corporativo de Mandriva lleva a una disminución de los gastos periódicos, mientras que la mejora del nivel de seguridad.²⁷

Mandriva Rescate Linbox Servidor, ofrece estas características principales: una consola Web para tener control sobre sus activos, una copia de seguridad disponible para Windows o GNU/Linux. La copia de seguridad consiste en una imagen completa de la unidad de disco duro que contiene el sistema operativo, software y parámetros.²⁸

²⁵ <http://www.mandriva.com/enterprise/en/products/corporate-server-4-0> consultado 20/02/09

²⁶ <http://www.mandriva.com/enterprise/en/products/mandriva-directory-server> consultado 20/02/09

²⁷ <http://www.mandriva.com/enterprise/en/products/corporate-desktop-the-corporate-open-source-desktop> consultado 21/02/09

²⁸ <http://www.mandriva.com/enterprise/en/products/linbox-rescue-server> consultado 23/02/09

Mandriva Pulso 2, Ayuda a la creación segura y fiable mediante la automatización de entornos de usuario roll-outs, en el mantenimiento y la actualización de los procesos. Pulso, además, es capaz de detectar diferencias entre las características actuales y pre-establecido políticas de seguridad. En él se identifican los riesgos de inestabilidad y fallos de seguridad antes de que los problemas ocurran.²⁹ Este producto es también para Windows y Linux.

El último avance de Mandriva es: Mandriva Linux 2009 que está disponible en tres ediciones, One, Powerpack y Free³⁰, esto tanto para plataformas i586 (32 bits) como x86-64 (64 bits). Las ediciones One y Free se pueden descargar desde los servidores oficiales de Mandriva o vía BitTorrent de manera gratuita. Powerpack es una versión comercial disponible para su compra desde Mandriva Store (<http://store.mandriva.com/>).

2.2.5 GNU/LINUX SUSE



La dominación de esta distribución proviene del acrónimo del idioma Alemán « Software und Systementwicklung» que se traduce como desarrollo de software y sistemas. La sede de su producción está en Alemania. Se basó en sus orígenes en Slackware.³¹ Cuenta con varios asistentes gráficos para completar diversas tareas esto la hace que sea una de las más sencillas de instalar y administrar. Entre las principales virtudes de esta distribución se encuentra el que sea una de las más sencillas de instalar y administrar, ya que cuenta con varios asistentes gráficos para completar diversas tareas en especial por su gran herramienta de instalación y configuración. Con el pasar del tiempo y cambio de filosofías condujo al lanzamiento de SUSE Linux 10.0 el 6 de octubre de 2005, EVAL esta versión de evaluación basada en aplicaciones propietarias mientras que la versión OSS se basa exclusivamente en aplicaciones de código abierto.

En esta distribución EVAL de Live DVD de SuSE Linux se puede encontrar programas como Mozilla Firefox, Gaim, la última versión del kernel, Gimp, el grabador de CD y DVD K3B, la suite de ofimática OpenOffice.org, el cliente de correo electrónico

²⁹ <http://www.mandriva.com/enterprise/en/products/pulse> consultado 23/02/09

³⁰ [http://es.wikipedia.org/wiki/Mandriva_\(distribuci%C3%B3n_Linux\)](http://es.wikipedia.org/wiki/Mandriva_(distribuci%C3%B3n_Linux)) consultado 23/02/09

³¹ <http://es.wikipedia.org/wiki/SuSE> consultado 23/02/09

Thunderbird. Así hasta completar un conjunto de utilidades que nos permitirán sacarle todo el provecho posible a nuestro ordenador. Además SuSE Linux nos ofrece una enorme cantidad de documentación con cada una de sus nuevas versiones para documentar no sólo cada uno de sus características en particular, sino también y hasta cierto punto, Linux en general.

Su cuidado aspecto y su preocupación por el soporte multimedia convencen de manera definitiva al usuario final, y esto es muy difícil de ignorar o pasar por alto a la hora de considerar a SuSE Linux como una alternativa sería para cualquier proyecto que involucre alguna aplicación de Linux. Los años de experiencia de SuSE a la hora de construir una distribución Linux le ha dado la madurez que se necesita para convencer a un gran sector de los usuarios de GNU/Linux más exigentes.³²

Hay dos grandes distribuciones de SUSE Linux actualmente:



openSUSE: Esta es una distribución gratuita, incluidos algunos de los últimos "filo sangrante" tecnologías Linux y diseñado para usuarios domésticos y entusiastas. Es un sistema operativo libre basado en Linux para tu PC, portátil o servidor. Se puede navegar en la Web, gestionar su correo electrónico y fotos, hacer trabajo de oficina, reproducir videos o música.



SUSE Linux Enterprise: Este es de Novell, la solución de código abierto para las grandes empresas, ampliamente probado y certificado. De buena calidad, contenidos y soporte a los usuarios por parte de la empresa que la distribuye, Novell. Es necesario el pago de una licencia de soporte, enfocada a empresas.

Una de las características más sobresalientes de SUSE Linux Enterprise es la cualidad de poder integrarse con sistemas operativos como Windows, esto no quiere decir que solo esta distribución lo pueda hacer sino que ninguna alcanza los niveles de interoperabilidad y

³² <http://suse-linux.softonic.com/linux> consultado 25/02/09

compatibilidad que esta posee, está aprobada por Microsoft y SAP, totalmente compatible con un entorno operativo mixto. Es la única plataforma que cuenta con el aval conjunto de Novell y Microsoft.³³

También ofrece una serie de herramientas de instalación, configuración, implantación y administración que disminuye mucho tiempo. Con la ayuda de estas herramientas de gestión de servidores, podrá gestionar y proteger la infraestructura de TI (tecnología informática) con mayor eficacia. Esto garantizará que los sistemas ofrecen el valor óptimo a cualquier empresa que lo necesite. Las herramientas, tanto gráficas como basadas en texto, permiten gestionar servidores individuales y grupos de servidores, y permiten el uso local y remoto. Gracias a ellas, la gestión de servidores GNU/Linux es más sencilla que nunca. Ahora, es muy fácil instalar y configurar servicios, y aplicar parches y actualizaciones a los sistemas³⁴.

También ofrece diferentes versiones, Suse Linux Enterprise Server 10, se puede mencionar algunas de las características de los sistemas de Cluster:

- Permite que todos los servidores en un Cluster puedan ver todos los datos en el sistema de archivos de Linux ("servidor virtual").
- Los distintos servidores pueden realizar lecturas simultáneas y escribir en el mismo bloque de datos con una pequeña pérdida de rendimiento.
- Permite la expansión fuera de línea del sistema de archivos en SLES10 SP1.

2.2.6 SLACKWARE



Esta distribución es de las primeras que existió. Tuvo un periodo en el cual no se actualizó muy a menudo, pero eso es historia. Es raro encontrar usuarios de los que empezaron en el mundo linux hace tiempo, que no hayan tenido esta distribución instalada en su ordenador en algún momento.

³³ <http://www.novell.com/es-es/linux/experience> consultado /27/02/09

³⁴ <http://www.novell.com/es-es/products/server/> consultado 04/06/09

El 16 de julio de 1993 su creador Patrick Volkerding, lo describe como un avanzado sistema operativo Linux, diseñado con dos objetivos: facilidad para usar y estabilidad como meta prioritaria. Basada en la distribución SLS Linux (**Softlanding Linux System (SLS)**) fue una las primeras distribuciones del sistema operativo GNU/Linux). El nombre Slackware deriva del término slack, tal y como lo define la Iglesia de los SubGenios.³⁵ Slackware se ha convertido en uno de los más populares, estable, amigable y distribuciones por su simplicidad y la estabilidad.

Patrick Volkerding anunció el 3 de diciembre de 2008 la versión, la 12.2, incluye la versión del núcleo de Linux 2.6.27.7 y Glibc 2.7. Contiene un programa de instalación sencillo de utilizar (no necesariamente fácil), extensa documentación, y un sistema de gestión de paquetes basado en menús. entornos de escritorio como KDE (3.5.10) (hasta la versión 10.1 estuvo incluido GNOME) o XFce (4.4.3); entornos de desarrollo para C/C++, Perl, Python, Java, LISP; utilidades de red, servidores de correo, de noticias (INN), HTTP (Apache) o FTP; programas de diseño gráfico como The GIMP; navegadores web como Konqueror o Firefox, entre otras muchas aplicaciones.³⁶

Desde el principio, Slackware ha ofrecido un seguro y estable de Linux distribución UNIX para los veteranos, así como un fácil de utilizar sistema de principiantes. Slackware incluye todo lo que necesita para ejecutar un poderoso servidor o estación de trabajo. Cada paquete Slackware sigue la configuración e instrucciones de instalación de su autor (s) lo más cerca posible, ofreciendo la más estable y fácilmente expansible configuración.³⁷

2.2.7 GENTOO



Esta distribución es una de las únicas que han incorporado un concepto totalmente nuevo en Linux. Es un sistema inspirado en ports-BSD. Se puede compilar/optimar el sistema completamente desde cero. No es recomendable adentrarse en esta distribución sin una buena conexión a internet, un ordenador medianamente potente (si quiere terminar de compilar en un tiempo prudencial) y cierta experiencia en sistemas Unix.

³⁵ <http://es.wikipedia.org/wiki/Slackware> consultado 27/02/09

³⁶ <http://es.wikipedia.org/wiki/Slackware> consultado 02/03/09

³⁷ <http://www.slackware.com> consultado 02/03/09

GENTOO es orientada a usuarios con cierta experiencia en estos sistemas operativos, la fundó Daniel Robbins, basada en la inactiva distribución llamada Enoch Linux. En el año 2002, ésta última pasó a denominarse Gentoo Linux.³⁸

La base de esta distribución es un gestor de paquetes, inspirado en los ports BSD, escrito en Python y Bash llamado Portage, es el corazón de Gentoo posee muchas funciones,³⁹ El Portage tree contiene una completa colección de scripts que se usan para crear y instalar Gentoo packages, tiene más de 10,000 paquetes el Portage tree.

La diferencia que existe entre Gentoo y las demás, no está en lo que puede hacer, sino en como lo hace. Gentoo, es un sistema que se especializa en la optimización de los programas para la arquitectura específica en la cual serán ejecutados. Diferencia del proceso de instalación de otras distribuciones donde se instala desde los binarios (ejecutables) de las aplicaciones, en Gentoo se instala desde las fuentes. Esto es así, por cuanto es la única manera de poder lograr el mayor rendimiento, obviamente, alarga el periodo de instalación.

La versión final de **Gentoo 2008.0**, cuyo nombre código es "It's got what plants crave", incluye novedades como un actualizado instalador, mejor soporte para nuevo hardware, profiles re-escritos, y GNOME cambiado por XFCE en el LiveCD y además: XFCE 4.4.2, Kernel 2.6.24, Portage 2.1.4.4, GCC 4.1.2 y glibc 2.6.1.

2.2.8 UBUNTU



Distribución basada en Debian, de allí su excelente estabilidad, con lo que esto conlleva y centrada en el usuario final y facilidad de uso. Muy popular y con mucho soporte en la comunidad. El entorno de escritorio por defecto es GNOME.

³⁸ http://es.wikipedia.org/wiki/Gentoo_Linux consultado 02/03/09

³⁹ <http://www.gentoo.org/main/en/about.xml> consultado 02/03/09

Ubuntu, que es actualmente considerada una de las distribuciones GNU/Linux más importantes a nivel mundial⁴⁰, es un producto de fácil uso, gracias al grupo de desarrolladores que trabajan en su comunidad, ideal para aquellos usuarios comunes que han decidido migrar de Microsoft Windows a GNU/Linux.

De estos principios ha surgido su slogan: "Linux para seres humanos" (Linux for Human Beings)⁴¹, ya que Ubuntu busca ser un sistema operativo totalmente accesible para todo tipo de usuarios, ofreciendo una gran facilidad de uso.

Ubuntu nació en el año 2004 de la mano de un grupo de desarrolladores provenientes del equipo de Debian que decidieron crear una distribución accesible al usuario común, para lo cual se unieron al empresario Mark Shuttleworth y a la compañía Canonical Ltd. para desarrollar el proyecto. Su primera versión fue lanzada al público el 20 de octubre de 2004 al igual que las demás distribuciones Ubuntu constantemente es actualizada y mejorada ofreciendo cada seis meses una versión estable que la anterior⁴², se mantienen actualizadas en materia de seguridad hasta 18 meses después de su lanzamiento gracias a los desarrolladores y usuarios que colaboran con esta distribución.

Básicamente, Ubuntu reúne una importante colección de programas de software libre que poseen una interfaz gráfica de fácil utilización, que suele ser ideal para aquellos usuarios que se inician en el mundo de GNU/Linux. Como entorno de escritorio, Ubuntu utiliza el popular Gnome.

Se pueden encontrar para portátiles, escritorio y servidores:

Ubuntu Desktop Edition

Con Ubuntu Desktop Edition puede navegar por internet, leer el correo electrónico, crear documentos y hojas de cálculo, editar imágenes y mucho más. Ubuntu tiene un fácil y rápido instalador gráfico derecho en el escritorio de CD. En un equipo típico de la instalación usted debe tener menos de 25 minutos.⁴³

⁴⁰ <http://es.wikipedia.org/wiki/Ubuntu> consultado 02/03/09

⁴¹ <http://es.wikipedia.org/wiki/Ubuntu> consultado 02/03/09

⁴² <http://www.ubuntu.com/products/whatisubuntu> consultado 04/03/09

⁴³ <http://www.ubuntu.com/products/WhatIsUbuntu/desktopedition> consultado 05/03/09

Ubuntu Server Edition

Construido sobre la sólida base de Debian que es conocida por su robusto servidor de instalaciones, tiene un gran patrimonio para un rendimiento fiable y previsible evolución.⁴⁴

Ubuntu 6.06 LTS

El 01 de Junio del 2006 se lanzó Ubuntu 6.06 LTS (Long Time Support) Dapper Drake. Entre las novedades están: Kernel 2.6.15.6, GCC 4.0.3, GNOME 2.14.1, OpenOffice.org 2.0.2, X.org 7.0 entre otras⁴⁵.

Para la versión **Server**:

- Nuevos Kernels especiales, configurados distintos que los del Desktop, destinados a cada plataforma de servidores.
- Kernels para el servidor de bajo y alto perfil, hasta de servidores con más de 8 CPUs.
- Instalación integrada de LAMP, que brinda un estandarizado, certificado y soportado servidor Linux + Apache + MySQL + PHP (LAMP) con un solo comando.
- Mejorado soporte para Clusters y SANs.
- Mejoras para los Thin Clients, incluyendo arranque más rápido y gráfico, requerimientos de memoria reducidos y soporte para dispositivos de sonido.

Ubuntu 8.10 : Intrepid Ibex

Publicada el 30 de octubre del 2008. Entre sus mejoras se encuentran: interacción escalable entre el escritorio y el dispositivo móvil, mejora de la conectividad con Internet, la posibilidad de crear un Live USB y una cuenta invitado. Además incluye un directorio privado y cifrado para los usuarios y se incluye la herramienta DKMS para la recopilación automática de los controladores del núcleo.⁴⁶

Los programas que incluye son:

- GIMP 2.6
- GNOME 2.24.

⁴⁴ <http://www.ubuntu.com/products/WhatIsUbuntu/serveredition> consultado 05/03/09

⁴⁵ <http://www.ubuntu.com/getubuntu/releasenotes/606> consultado 29/06/09

⁴⁶ <http://es.wikipedia.org/wiki/Ubuntu> consultado 06/03/09

- Mozilla Firefox 3.0.
- OpenOffice.org 2.4.
- Pidgin 2.5.

Una de las distribuciones desarrolladas en base a Ubuntu que actualmente goza de una enorme fama gracias a sus funcionalidades y facilidad de uso es sin dudas Kubuntu, que ha creado su propia comunidad de usuarios y desarrolladores, los cuales trabajan asiduamente para ofrecer un producto cada vez más competitivo y estable.

También existen una gran cantidad de distribuciones que han surgido como proyectos oficiales de la Ubuntu Foundation, entre las que se destacan Edubuntu, Xubuntu, Gubuntu y UbuntuStudio, entre otras.

Casi todos los principales distribuidores de GNU/Linux, ofrecen la posibilidad de bajarse sus distribuciones, vía FTP (sin cargo alguno).

Existen variadas distribuciones creadas por diferentes empresas y organizaciones, también se tiene que tomar en cuenta que las distribuciones cambian al pasar de los años haciendo unas el proceso evolutivo lento y otras sobresalen esto lo hace muy dinámico, ya que los avances de estas, hacen una carrera por ser la líder en el mundo de GNU/Linux. Actualmente una que está sobresaliendo es Ubuntu que bien podría considerarse hoy como la cara de GNU/Linux⁴⁷, distribución basada en Debian, con lo que esto conlleva y centrada en el usuario final y facilidad de uso. Muy popular y con mucho soporte en la comunidad. El entorno de escritorio por defecto es GNOME.

Cada distribución tiene sus ventajas y sus desventajas: De hecho, algunas son más adecuadas para principiantes y brindan interfaces gráficas sofisticadas, mientras que otras ponen énfasis en la seguridad y la capacidad de desarrollo.

El mundo de GNU/Linux es muy atractivo y ofrece muchas soluciones a los diferentes problemas que se van descubriendo, haciendo que se unan más usuarios en todo el globo terrestre.

⁴⁷ http://todosobrelinux.wordpress.com/2008/07/10/algunas_distribuciones_de_linux_estan_desapareciendo/
consultado 07/03/09

2.3 VENTAJAS DE GNU/LINUX

Entre las ventajas más distintivas son: gratuito, más flexible y configurable, más eficiente, tiene menos requerimientos de hardware, más seguro y confiable y da libertad en la elección de plataformas y aplicaciones, mayor estabilidad, sin virus, spyware, adware (y gratis en la mayoría de los casos), formatos libres, no controlados por ninguna compañía, el sistema no se degrada con el paso del tiempo.

Otras ventajas.

- Conseguir y mantener actualizado un sistema completo legalmente sin pagar ningún dinero.
- Poder correr diferentes interfaces gráficas si no gusta la que viene por defecto o no se adecua a sus necesidades.
- No hace falta desfragmentar los discos duros, nunca.
- Probar programas, decidir si son los que necesita en un dado caso que no, desinstalarlos y saber que no dejará basura en un registro que puede hacer lento el equipo.
- Usar el Sistema Operativo sin necesidad de correr antivirus ni ningún tipo de software anti-espía, y no reiniciar el ordenador durante meses.
- Para usuarios caseros pueden usar el mismo hardware durante más de 5 años hasta que realmente necesite reemplazarlo.
- Para uso de instituciones académicas o empresas, se pueden implementar esta tecnología para reutilizar el equipo obsoleto.
- Recibir ayuda de miles de usuarios, expertos y novatos de manera gratuita y desinteresada.

- Tener un escritorio con efectos espectaculares, y muy superiores a los de Windows Vista y Windows XP, en un ordenador de hace tres años.

2.4 DESVENTAJAS DE GNU/LINUX

- Menos intuitivo: porque Windows es muy cómodo para los usuarios comunes. De todas maneras algunas distribuciones de GNU/Linux han mejorado este aspecto.
- Menos controladores para periféricos.
- No se pueden ejecutar programas de Windows (la gran mayoría de los programas están escritos para Windows) de forma directa, aunque se tiene la posibilidad de ejecutar programas de Windows, por medio del programa Wine, Mono versión 2.2.
- Lamentablemente, y a pesar de que cada día son más los usuarios que optan por utilizar GNU/Linux, algunos fabricantes de hardware no ofrecen drivers para sistemas GNU/Linux. No obstante, la comunidad de desarrolladores se encarga de trabajar arduamente y de manera diaria para crear los soportes de controladores necesarios.
- Para los amantes de los juegos, GNU/Linux puede resultar tedioso y hasta imposible de utilizar, ya que la gran mayoría están pensados para ser instalados en Windows. Sin embargo, siempre existe la posibilidad de utilizar emuladores, aunque cabe destacar que en la actualidad han surgido gran cantidad de comunidades que trabajan desarrollando juegos libres, muchos de los cuales están a la altura de algunos de los videojuegos más populares.

En resumen, es importante destacar que GNU/Linux presenta gran cantidad de ventajas para el usuario común, como así también para el profesional, siempre que esté dispuesto a modificar su forma de pensar y tomar el control de su computadora y ser parte de la familia de GNU/Linux obteniendo sus beneficios.

2.5 ESTRUCTURA Y FUNCIONAMIENTO DE GNU/LINUX

GNU/Linux se compone de varias capas (ver la figura: 1) y cada una de estas capas tiene funciones específicas. Al estar basado en Unix, GNU/Linux posee una estructura de capas idéntica al primero.

Usuarios/programas
Shell
Administración
Núcleo
Hardware

Figura 1: Capas de GNU/Linux

Para entender el funcionamiento de GNU/Linux es necesario conocer su estructura en cuanto a las diferentes capas que existen y como se comunican entre sí, haciendo que el sistema sea más completo para así poder dar como resultado, un sistema operativo seguro ya que cuenta con uno de los mejores sistemas de contraseñas.

Capa de Hardware

GNU/Linux todas sus capas se comunican entre sí. En la capa inferior se encuentra la capa de comunicación con el hardware, utilizada para poder controlar los diversos aspectos del hardware. Sobre ella se encuentra la capa del Núcleo.

Es un conjunto de funciones denominadas controladores de dispositivo que se encuentra dentro del núcleo del SO y los drivers de los diferentes dispositivos instalados en el sistema computacional en que opera GNU/Linux, ellas acceden directamente al hardware y hacen el trabajo de lectura, escritura, entre otras. Es un punto muy sensible del sistema en donde cuando un error surge poco puede hacerse para detener el proceso.

Capa de Núcleo

GNU/Linux está estructurado alrededor de un **núcleo** (en inglés **kernel**) que es responsable de administrar el hardware debido a que en GNU/Linux todo es archivo, el teclado, el monitor, el disco rígido y hasta la memoria. El SO trata a los dispositivos como archivos a diferencia de DOS y Windows de esa manera utiliza los mismos métodos de apertura,

escritura, lectura y cierre para todos ellos. GNU/Linux cualquier archivo puede llegar a ser ejecutable sin importar que extensión tenga. Los archivos ejecutables puede ser de dos clases: aquellos con formato binario ejecutable directamente por el núcleo, y aquellos que tienen lo que se denomina un magic cookie, el cual determina la manera en que el sistema ejecutará dicho archivo (script). Actualmente Linux es un núcleo monolítico⁴⁸ híbrido.

El núcleo de una distribución se puede actualizar para permitir la inclusión de hardware reciente. Sin embargo, este paso, que implica la recompilación del núcleo, es delicado ya que requiere de cierto nivel de conocimiento del sistema y hardware.

Este tipo de núcleo incluye la habilidad para gestionar correctamente interrupciones de hardware, y para mejorar el soporte de Multiprocesamiento Simétrico⁴⁹ por medio de que se pueda cargar y descargar fácilmente como módulos, mientras el sistema continúa funcionando sin interrupciones de lo contrario a como era antes, del núcleo normalmente se ejecutan en un espacio privilegiado conocido como anillo 0 (ring 0), con acceso irrestricto al hardware, aunque algunos se ejecutan en espacio de usuario.

Actualmente se comenta, que un reciente análisis del código fuente del núcleo del sistema operativo GNU/Linux ha revelado que contando líneas en blanco, comentarios y ficheros de texto, ese código ya ha superado la barrera de las 10 millones de líneas.⁵⁰

Capa de Administración

Sobre la capa del Núcleo se encuentra la capa de administración, esta es un conjunto de funciones a las que se hace referencia como sistema operativo tomando la decisión de que se ejecuta y cuando. Son las funciones que administran también los procesos, gestión de memoria, gestión de archivos y directorios, seguridad y protección y por último la comunicación y sincronización dándoles los turnos pertinentes y mandándolos a dormir cuando no es su turno.

En esta capa de administración, se gestiona la memoria que tiene como características de: ser un modelo de memoria independiente del procesador, utilizando un esquema de

⁴⁸ http://es.wikipedia.org/wiki/N%C3%BAcleo_monol%C3%ADtico consultado 12/03/09

⁴⁹ http://es.wikipedia.org/wiki/Multiprocesamiento_sim%C3%A9trico consultado 12/03/09

⁵⁰ <http://www.muylinux.com/2008/10/22/el-kernel-de-linux-ya-sobrepasa-los-10-millones-de-lineas-de-codigo/> consultado 12/03/09

paginación con tres niveles (existe una capa de software de bajo nivel que se encarga de adaptar este modelo abstracto al hardware de gestión de memoria real), permite utilizar tanto dispositivos como archivos para soporte de la memoria secundaria, utiliza una versión modificada del algoritmo del reloj como algoritmo de reemplazo y gestiona la memoria dinámica del propio sistema operativo usando un algoritmo inspirado en el sistema buddy.⁵¹

En la gestión de archivos GNU/Linux soporta a una gran variedad de tipos de sistemas de archivos entre los que se incluyen los distintos sistemas de archivos de Windows y de otros sistemas UNIX, además se puede programar un manejador de un nuevo sistema de archivos e incluirlo en el sistema como un modulo. Esta coexistencia de distintos tipos de sistemas de archivos es posible por el VFS (Virtual File System, Sistema Virtual de Archivos).

GNU/Linux aunque admite muchos diferentes tipos de sistemas de archivos, posee su propio sistema de archivos que se denominan ext2fs, basado en el FFS (Fast File System, Sistema de Archivo Rápido) del UNIX BSD.

También cuenta con un sistema de archivo llamado “proc.” siendo su objetivo principal poner a disposición del usuario datos del estado del sistema en la forma de archivos. A diferencia de su creador UNIX, GNU/Linux se caracteriza por ofrecer más información del sistema que el resto de variedades de UNIX. Entre la información adicional que ofrece “proc.” está información general sobre características y estadísticas del sistema, así como a información sobre los distintos procesos existentes.

Los tipos de sistemas de archivos que utiliza GNU/Linux son:

- ext2 (second extended filesystem o “segundo sistema de archivos extendido”)
- ext3 (thirdextended filesystem o “tercer sistema de archivos extendido”) este tipo de sistemas de archivos el mas utilizado en las distribuciones de GNU/Linux.
- ReiserFS que ofrece funcionalidades que pocas veces se han visto en otros sistemas de archivos.

⁵¹ “Sistemas operativos” Jesús Carretero Pérez, Feliz García, Pedro de Miguel, Fernando Perz, 2001, McGraw –hill consultado 12/03/09

Capa de Shell

La capa que sigue es Shell, estos procesos reciben las órdenes directamente del usuario y los traducen al lenguaje de máquina pasándoselos al SO para su ejecución. ¿Qué es el Shell? Es un programa que nos permite interactuar directamente con el sistema operativo a través de instrucciones. Cada usuario de un sistema Linux tiene su propia interfaz de usuario o Shell. Los usuarios pueden personalizar sus shells adecuándolos a sus propias necesidades específicas. En este sentido, el Shell de un usuario funciona más como un entorno operativo que el usuario puede controlar.

Este entorno se maneja a través de lo que se denomina un intérprete de comandos. De la misma forma que DOS posee su intérprete de comandos, el COMMAND.COM. GNU/Linux posee los suyos. A través de estos se puede efectuar una comunicación entre el usuario y el sistema dándole órdenes a través de comando que el intérprete de comandos descifra para que el sistema haga lo que le pedimos.

Existen diferentes tipos de Shells entre los cuales se encuentran: bash, csh, bash2, cts., ksh, zsh.⁵² Por defecto, Red Hat define a bash como el shell del usuario; esto tiene grandes ventajas puesto que este shell es compatible con casi todos los sabores de *nix (UNIX, Solaris, FreeBSD entre otros) y por lo tanto si se puede manejar se podrá interactuar con otros usuarios de plataforma *nix.

Cada shell tiene unas características propias, que lo hacen determinado para un tipo determinado de trabajo o de usuario. Incluso puede haber valores diferentes de las mismas variables. Básicamente, la principal diferencia que existe entre los distintos tipos de shell radica en la sintaxis de la línea de comandos. No es necesario aprender a programar con todos los tipos de shell ya que sabiendo uno básicamente se conocen todos, eso lo hace mucho más sencillo de lo que parece.

Capa de Usuarios/Programas

En esta capa se podrán arrancar otros procesos, como programas, que forman la capa superior. Estos se comunicarán con el shell para que el SO interprete sus órdenes,⁵³ en esta capa también se le puede agregar un entorno gráfico, que puede ser KDE o GNOME que

⁵² <http://www.linux.ie/newusers/beginners-linux-guide/shells.php> consultado 12/03/09

⁵³ http://www.ant.org.ar/cursos/curso_intro/capas.html consultado 14/03/09

permite que el usuario maneje más fácil el SO de una manera mas amigable y creando lo que sería la capa superior la de los usuarios/programas.

Las distribuciones más populares vienen normalmente con los dos gestores más usados: KDE y GNOME. Cada uno tiene sus virtudes y defectos. Elegir entre los dos es cuestión del gusto del usuario, aunque ambos son bastante versátiles y personalizables.

KDE : K Desktop Environment o Entorno de Escritorio K, es un entorno de escritorio(es un conjunto de software para ofrecer al usuario de una computadora una interacción amigable y cómoda.) e infraestructura de desarrollo para sistemas Unix/Linux.⁵⁴

Todo avance de GNU/Linux está entrelazado ya que por tener como una característica de poder ser editado sus adelantos y versiones son muchas, por ello en 27 de enero de 2009. La comunidad de KDE ha anunciado hoy la disponibilidad inmediata de “La respuesta”, que es conocida como KDE 4.2.0.⁵⁵

Son innumerables las ventajas que este tipo de entorno ofrece al usuario haciendo más fácil su manejo por ejemplo⁵⁶:

- Miniaplicaciones nuevas y mejoradas, como un lanzador rápido, información meteorológica entre otras.
- ofrece creación y extracción inteligente de archivos, y las nuevas herramientas del sistema de impresión permiten al usuario gestionar impresoras y trabajos de impresión fácilmente.
- Implementación mejorada de los lenguajes de script. Las miniaplicaciones de Plasma se pueden escribir ahora en JavaScript, Python y Ruby.

⁵⁴ <http://es.wikipedia.org/wiki/KDE> consultado 14/03/09

⁵⁵ <http://kde.org/announcements/announce-4.2.1.php> consultado 14/03/09

⁵⁶ <http://kde.org/announcements/4.2/> consultado 14/03/09

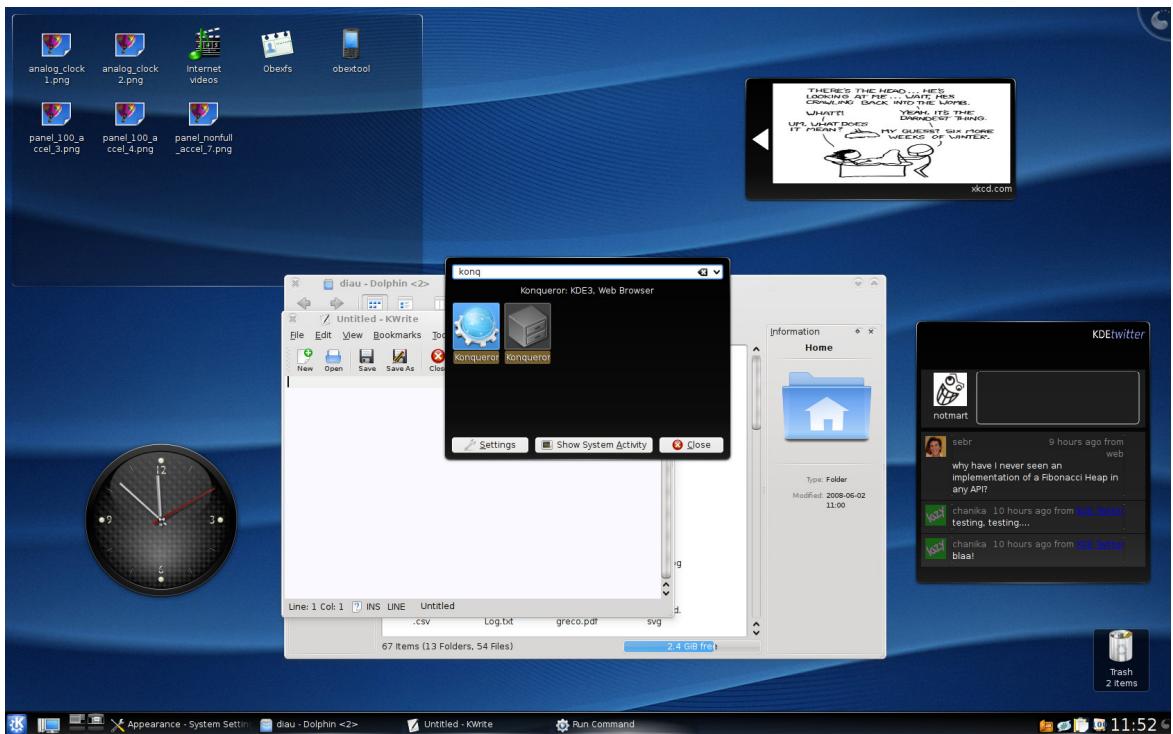


Figura 2: Entorno gráfico KDE

GNOME es un entorno de escritorio e infraestructura de desarrollo para sistemas operativos Unix/Linux, compuesto enteramente de software libre.

Gnome 2.26 es la última versión del Escritorio GNOME⁵⁷ entre sus ventajas se pueden mencionar una popular, multi-plataforma de entorno de escritorio para su ordenador. GNOME se centra la facilidad de uso, estabilidad, y de primera clase de internacionalización y accesibilidad de apoyo. GNOME es software libre de código abierto y proporciona todas las herramientas comunes que los usuarios esperan de un entorno moderno, como el correo electrónico, groupware, navegación web, gestión de archivos, multimedia y juegos. Además, GNOME proporciona una plataforma flexible y potente para los desarrolladores de software, tanto en el escritorio y en aplicaciones móviles,⁵⁸ entre las mejores que se han alcanzado con esta versión esta:

- Grabación de nuevos discos tales como la escritura de CD de audio con pista de audio de vista previa, división de pista, volumen y la normalización plena de apoyo

⁵⁷ <http://es.wikipedia.org/wiki/GNOME> consultado 18/03/09

⁵⁸ <http://www.gnome.org/> consultado 18/03/09

multisesión; integridad de los controles, un editor de cobertura, y soporte para múltiples motores de combustión.

- Simplificación de usos compartidos de archivos incluye un plugin para su gestor de archivos para permitir el uso compartido de archivos personales sencillos sobre WebDAV, HTTP y Bluetooth.
- Integración de lector de huellas dactilares GNOME 2.26 ahora se integra con el servicio de huellas dactilares fprintd para permitir a los usuarios para inscribir las huellas dactilares para su uso en la autenticación.

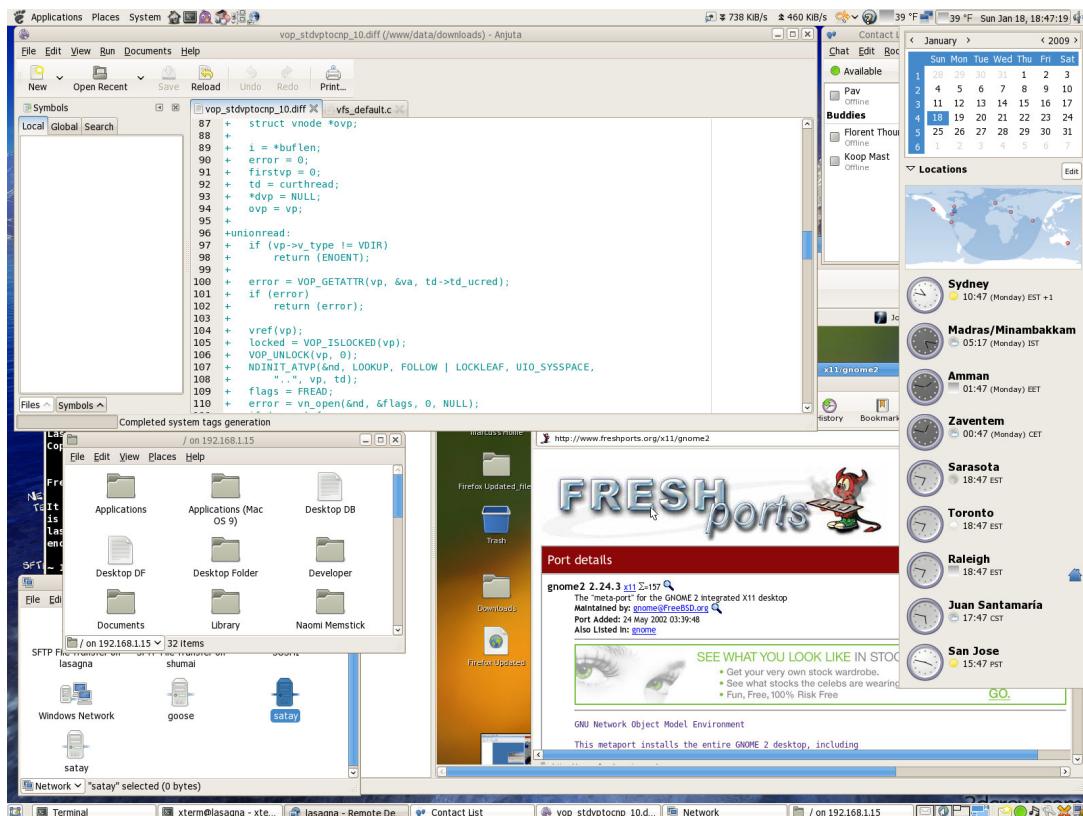


Figura 3: Entorno gráfico GNOME

2.6. MIGRACIÓN DE WINDOWS A GNU/LINUX

Debido a la aceptación que ha tenido GNU/Linux ha sido necesario buscar opciones para poder migrar de Windows a GNU/Linux, anteriormente Windows estaba posicionado en el mercado de la informática hoy en día cada vez son más los que utilizan GNU/Linux⁵⁹.

Una máquina GNU/Linux requiere solamente una conexión serie o de red y ninguna GUI para su funcionalidad. Los servidores Microsoft pueden de hecho ser conectados, con un coste de compra y licencia adicionales, a dispositivos hardware no-Microsoft que proporcionan operatividad, pero el problema de la GUI no puede evitarse.

Los usuarios de GNU/Linux pueden utilizar Wine para correr software que fue programado solo para Windows. **Wine** (acrónimo recursivo en inglés para *Wine Is Not an Emulator*, que significa «Wine no es un emulador») es una reimplementación de la API de Win16 y Win32 para sistemas operativos basados en Unix o GNU/Linux. Permite la ejecución de programas para MS-DOS, Windows 3.11, 95, 98, ME, NT, 2000 y XP, Vista y Windows 7.

El 17 de junio de 2008 el proyecto Wine lanzó la versión 1.0,^[2] la primera versión estable en quince años de desarrollo. Ésta presenta mejoras con relación a las versiones alfa y beta, de las cuales se puede mencionar un mejor soporte de ratón en los juegos, aplicaciones con uso de bibliotecas OpenGL, manejo de nuevos estados en Direct3D y mejora del sistema de audio, entre mejoras importantes. Entre las más notables características de Wine están⁶⁰:

- Soporte para programas de la familia MS-DOS y Windows 3.x/9x/NT/2000/XP/2003/Vista/2008/7.
- Soporte para llamadas de funciones de Windows de 64, 32 y 16 bits.
- Soporte de DirectX para juegos.
- Puede utilizar impresoras para sistemas Windows de 16 bits de forma nativa.
- Capacidad de ejecución en una o varias ventanas.
- Soporte de sonido y entradas alternativas.
- Trabajo en red con Winsock TCP/IP.
- Soporte de controles avanzados típicos de programas Windows de 32 bits.

⁵⁹ http://www.wikilearning.com/tutorial/migrar_con_confianza_desde_los_servidores_microsoft_windows_a_unix_linux_la_alternativa_unix_linux_a_los_servidores_microsoft_windows/9704-1 consultado 30/08/10

⁶⁰ <http://es.wikipedia.org/wiki/Wine.htm> consultado 31/08/10

Ya está disponible la nueva versión de Wine 1.3.1 desde 25 de Agosto 2010, que trae consigo bastantes mejoras, además de corregir numerosos *bugs* respecto versiones anteriores. A continuación la lista de cambios implementados en esta versión 1.3.1:

- Soporte para arrastrar y soltar entre X11 y OLE.
- Nueva herramienta integrada ipconfig.exe.
- Soporte para favoritos integrado en Internet Explorer.
- Mejoras del código DirectDraw.
- Mejoras en el control de calendario.
- Diversas correcciones de errores.

Una de las características de Wine es que permite coexistir ambos sistemas operativos, sin necesidad que haya la migración total de todos los archivos.

SAMBA⁶¹ es un conjunto de programas, originalmente creados por Andrew Tridgell y actualmente mantenidos por The SAMBA Team, bajo la Licencia Publica General GNU, y que implementan en sistemas basados sobre UNIX el protocolo **SMB**. Sirve como reemplazo total para WindowsNT, Warp, NFS o servidores Netware, el cual permite compartir archivos e impresoras entre ambos sistemas operativos. Puesto que utilizan servicios basados en TCP/IP (http (www), ftp, Voz sobre IP (VoIP), etc) estos pueden ser accedidos sin ningún problema por equipos con sistemas Windows (un cluster que esté utilizando la plataforma GNU/Linux los clientes pueden utilizar los sistemas de windows y acceder a los servicios del cluster.

Samba configura directorios Unix y GNU/Linux (incluyendo sus subdirectorios) como recursos para compartir a través de la red. Para los usuarios de Microsoft Windows, estos recursos aparecen como carpetas normales de red. Los usuarios de GNU/Linux pueden montar en sus sistemas de archivos estas unidades de red como si fueran dispositivos locales, o utilizar la orden smbclient para conectarse a ellas muy al estilo del cliente de la línea de órdenes ftp. Cada directorio puede tener diferentes permisos de acceso sobrepuestos a las protecciones del sistema de archivos que se esté usando en GNU/Linux. Por ejemplo, las carpetas *home* pueden tener permisos de lectura y escritura para cada

⁶¹ <http://www.linuxparatodos.net/portal/staticpages/index.php?page=13-como-samba>
consultado 02/08/10

usuario, permitiendo que cada uno acceda a sus propios archivos; sin embargo, deberemos cambiar los permisos de los archivos localmente para dejar al resto ver nuestros archivos, ya que con dar permisos de escritura en el recurso no será suficiente.

También está disponible ahora para usuarios de Windows o Mac OS X gracias a LINA, que permitirá correr aplicaciones inicialmente creadas para GNU/Linux; aunque esta no es la única finalidad del proyecto, sino que además pretende lograr que los programadores adopten esta plataforma para realizar su software en GNU/Linux para que luego pueda ser ejecutado en cualquier sistema operativo utilizando LINA.

LINA⁶² es una capa virtual delgada que permite que código desarrollado una vez para GNU/Linux, pueda ser ejecutado sin problemas en las otras plataformas que cuenten con la capa LINA instalada. Lo interesante es que si esto se masifica (y funciona tan bien como prometen), debería significar un aumento en el desarrollo de aplicaciones para GNU/Linux, ya que servirían para todas las plataformas. Este tipo de iniciativas que apuntan al 100% y no a la mayoría, son el tipo de cosas que nos alegran el día, hay que promover que LINA, o iniciativas como esta, se masifiquen más aún.

⁶² <http://openlina.org/index.php/users/download> consultado 30/08/10

CAPÍTULO III. CLUSTERS

3.1 ASPECTOS GENERALES DE LA HISTORIA DE LOS CLUSTERS

Los supercomputadores, por su propia definición, son las máquinas más costosas que se puedan encontrar en el mercado debido a que usan la tecnología más avanzada disponible. Para mantener un computador dentro de la definición de supercomputador se requiere de una inversión considerable en investigación y desarrollo, cosa que sólo es posible dentro de grandes compañías sólidas. Precisamente esta alta inversión que hace que los supercomputadores sean onerosos y estén fuera del alcance de la gran mayoría. Proyectos con altos requerimientos de ciclos de CPU, usualmente solicitan tiempo en centros de supercomputación o se corren en máquinas más lentas, lo que lleva a esperar por semanas y hasta meses por los resultados.

Es aquí donde surge la necesidad de crear opciones más viables para los usuarios, surgiendo el término Cluster, que se aplica a los conjuntos conglomerados de computadoras construidos mediante la utilización de componentes de hardware comunes y que se comportan como si fuesen una única computadora o también se puede decir que un Cluster está conformado por varias computadoras las cuales se comunican por medio de una conexión a red trabajando en un proyecto el cual sería muy largo para una sola computadora resolviéndolo en un tiempo razonable. Son muchos los conceptos que se puede decir de lo que es un Cluster pero todos llegan a una conclusión que es un conjunto de nodos unidos y que hacen posible obtener más rendimiento y que tenga alta disponibilidad para así realizar tareas específicas.

No se conoce el origen del término Cluster, se considera que comenzó a finales de los años 50 y principios de los años 60.⁶³

Gene Amdahl de IBM creador de La ley de Amdahl⁶⁴, en 1967, llegó hacer una de las principales base de los Clusters, y de la ingeniería de la computación tanto computación Cluster y multiprocesador, en donde el principal papel diferenciador es si las comunicaciones interprocesador cuentan con el apoyo dentro de la computadora.

⁶³ [http://es.wikipedia.org/wiki/Cluster_\(inform%C3%A1tica\)](http://es.wikipedia.org/wiki/Cluster_(inform%C3%A1tica)) consultado 20/03/09

⁶⁴ [http://es.wikipedia.org/wiki/Cluster_\(inform%C3%A1tica\)](http://es.wikipedia.org/wiki/Cluster_(inform%C3%A1tica)) consultado 20/03/09

Gene Amdahl ha llegado a ser considerado como el punto de partida del procesamiento paralelo puesto que es un algoritmo que puede ser ejecutado por partes en el mismo instante de tiempo por varias unidades de procesamiento, para finalmente unir todas las partes y obtener el resultado correcto.

Todo se encuentra ligado así como los principios de las redes, como una de las principales motivaciones para el desarrollo de una red para enlazar los recursos de computación, y por ende a la creación de los Clusters, todo esto dio origen a las redes de conmutación de paquetes inventados por la corporación RAND en 1962, que trata sobre la técnica de conmutación que sirve para hacer un uso eficiente de los enlaces físicos en una red de computadoras.⁶⁵ Complementándose para así poder crear lo que conocemos como Clusters.

Como antes mencionado los avances tecnológicos ayudan a que se generen o se creen nuevas tecnologías por ejemplo: por medio del concepto de una red de conmutación de paquetes, el proyecto ARPANET logró crear en 1969 lo que fue posiblemente la primera red de computadoras basadas en el Cluster de computadoras por cuatro tipos de centros informáticos (cada una de las cuales fue algo similar a un "Cluster")⁶⁶. El proyecto ARPANET debido a su crecimiento llegó a convertirse en internet y se puede decir que es la madre de todos los Clusters. La red de comunicaciones fue la base del proyecto TCP/IP y el proyecto de la Xerox PARC, en los principios de la década de los años 70, el desarrollo de la construcción de PC por los clientes y grupos de investigación procedió a la par con las redes y el sistema operativo Unix.

En 1977 Datapoint desarrolló el primer producto comercial de tipo Cluster, que fue ARCnet, aunque no obtuvo un éxito comercial. En 1984 VAXcluster produjo el sistema operativo VAX/VMS aquí los Clusters consiguieron tener éxito, siendo productos que apoyan la computación paralela, pero también comparten los sistemas de archivos y dispositivos periféricos.

VAXcluster y VMScluster están todavía disponibles en los sistemas de HP OpenVMS corriendo en sistemas Itanium y Alpha. Con la finalidad de proporcionar las ventajas del

⁶⁵ http://es.wikipedia.org/wiki/Conmutaci%C3%B3n_de_paquetes consultado 22/03/09

⁶⁶ [http://es.wikipedia.org/wiki/Cluster_\(inform%C3%A1tica\)](http://es.wikipedia.org/wiki/Cluster_(inform%C3%A1tica)) consultado 23/03/09

procesamiento paralelo, al tiempo que se mantiene la fiabilidad de los datos y el carácter singular.

Alrededor de 1994 siendo un producto de alta disponibilidad fue el Tandem Himalaya y en el mismo año IBM lanzó el modelo S/390 Parallel Sysplex principalmente para uso de la empresa.

No se puede dejar a un lado el desarrollo del software de Parallel Virtual Machine (PVM) puesto que forma un papel fundamental en la historia de los clusters de computadoras.

Un proyecto que impulsó Donald Becker y Thomas Sterling de este tipo de tecnología fue los clusters computacionales en GNU/Linux, comenzó cuando construyeron un cluster para la NASA, su nombre fue Beowulf,⁶⁷ en 1994 con hardware económico, con 16 procesadores 486 conectados mediante una red local Ethernet, con el objetivo de conseguir alto rendimiento. Para ello se utilizó computación paralela por lo que los programas (escritos en C y Fortran) estaban paralelizados, es decir, utilizaban librerías de Message Passing (PVM (Parallel Virtual Machine) y MPI) para que los procesos se ejecutasen en múltiples procesadores siguiendo el paradigma master/esclavo. Fue un gran éxito, por lo que actualmente cualquier sistema similar se denomina cluster tipo Beowulf. Su estilo de Cluster es una granja de computación diseñado en base a un producto básico de la red con el objetivo específico de "ser un superordenador" capaz de realizar firmemente cálculos paralelos HPC⁶⁸. Cuenta con herramientas como MPI (Message Passing Interface, mpi-forum.org) es la especificación de un protocolo de comunicación entre ordenadores para computación paralela, existiendo varias implementaciones del mismo, como MPICH, OpenMPI (Open Source High Performance Computing) o LAM/MPI (Parallel Computing).

MPICH (MPI Chameleon, mcs.anl.gov/mpi/mpich/) funciona sobre una capa de abstracción del hardware que le permite ser independiente de la arquitectura y fácilmente portable. Esta capa, llamada ADI (Abstract Device Interface, Interfaz de Dispositivo Abstracto) se encarga de facilitar el acceso al hardware mientras que el resto de MPICH

⁶⁷ [http://es.wikipedia.org/wiki/Cluster_\(inform%C3%A1tica\)](http://es.wikipedia.org/wiki/Cluster_(inform%C3%A1tica)) consultado 26/03/09

⁶⁸ [http://es.wikipedia.org/wiki/Cluster_\(inform%C3%A1tica\)](http://es.wikipedia.org/wiki/Cluster_(inform%C3%A1tica)) consultado 28/03/09

por encima de la ADI se encarga de la sintaxis y la semántica MPI. En Debian se dispone de varias versiones de MPICH.

El proyecto OpenMPI (open-mpi.org) es el resultado de la unión de varias implementaciones de MPI, como LAM/MPI, FT-MPI (Fault Tolerant MPI) y LA-MPI (The Los Alamos Message Passing Interface).

LAM/MPI proporciona la herramienta XMPI (paquete `xmpi`), que permite ejecutar programas paralelos MPI y monitorizarlos. XMPI no puede activar el Cluster, éste tiene que haber sido activado con la herramienta `lamboot` antes de lanzar XMPI.



Figura 4: Ejemplo el primer Cluster de tipo Beowulf

Figura 5: Cluster Intel Pentium III Beowulf 2002

Otro sobresaliente proyecto fue ASCI Q⁶⁹ fue construido en el año 2002 por el Laboratorio Nacional Los Álamos, Estados Unidos. Está constituido por 8192 procesadores AlphaServer SC45 de 1.25 GHz. Su rendimiento es de 13.88 TFlops. Se ubicó en la segunda posición del “TOP 500” durante junio y noviembre de 2003, luego en la tercera posición en junio de 2004, en la sexta posición en noviembre de 2004 y en la doceava posición en julio de 2005.⁷⁰

⁶⁹ http://www.sandia.gov/supercomp/sc2002/flyers/ASCI_Q_rev.pdf consultado 28/03/09

⁷⁰ <http://www.top500.org/system/details/6359> consultado 30/03/09

Unos de los Clusters más consultado del mundo es el motor de búsqueda Google. Se estima que más de 15,000 computadores emplean este modelo.⁷¹

Actualmente uno de los nuevos récords de Cluster, establecido por Microsoft, con 12,000 nodos, 9,472 núcleos y Windows HPC Server 2008 beta lograron alcanzar 68.5 teraflops, que lo convierte en el Cluster con Windows más rápido del mundo, y 23 entre todos los sistemas operativos.⁷²

De igual manera en la plataforma GNU/Linux se puede mencionar a OSCAR (Open Source Cluster Application Resources) que permite a los usuarios, independientemente de su nivel de experiencia con un entorno, puedan instalar un Clusters de alto rendimiento Beowulf. La última versión fue lanzada el día 08 Abril, 2009: OSCAR 6.0.2.⁷³

3.2 GENERALIDADES DE LOS CLUSTERS

Los Clusters es un tema muy amplio puesto que se tiene que hacer uso de muchos conceptos que se utilizan para su elaboración, por ejemplo: ¿Que es la computación distribuida?, ¿Qué es paralelismo?, ¿Cómo puede afectar el rendimiento y eficiencia del Cluster si no se toma en cuenta el paralelismo?, ¿Cuál es el medio de transmisión?, ¿Qué papel juega la memoria compartida?, ¿Cuáles son los elementos que forma una la red? entre otros. Todas esta interrogantes surgen al momento de crear un Cluster, por ello es necesarios conocerlos para poder tener una mejor percepción al momento de implementar esta tecnología.

No se debe dejar a un lado que los avances de la informática, repercutan en las tecnologías ya existentes contribuyendo al obtener un mejor conocimiento para su uso.

En los acápites siguientes se hace alusión a conceptos como por ejemplo: red, computación distribuida, características generales (Paralelismo, Optimización, Memoria entre otros) y especificaciones de los Clusters.

⁷¹ <http://www.universia.net.co/galeria-de-cientificos/noticias-de-la-ciencia-en-colombia/en-red-la-union-hace-la-fuerza/-clusters-y-grids-en-la-his.html> consultado 30/03/09

⁷² <http://es.engadget.com/2008/06/25/el-cluster-mas-rapido-de-servidores-windows-hpc-llega-a-los-68-5/> consultado 31/03/09

⁷³ <http://svn.oscar.openclustergroup.org/trac/oscar> consultado 31/03/09

3.2.1 RED: La red está formada por elementos (interfaces, switches, cables, etc.) que permiten interconectar distintos procesadores, bien sea dentro de una misma caja (como algunos supercomputadores) o en cajas diferentes (como los PCs), para que estos puedan comunicarse entre sí. Cuando se habla de redes hay también un conjunto de conceptos que se deben manejar:

Características de una Red:

- Medio de transmisión: al nivel más bajo la comunicación entre computadores requiere convertir los datos en alguna forma de energía y enviarla a través del medio de transmisión. Por ejemplo, corriente eléctrica para enviar a través de cable (par trenzado), luz a través de fibra óptica y ondas de radio a través del aire.
- Protocolo: es un acuerdo o conjunto de reglas que definen el formato, el significado y la manera en que los mensajes son enviados entre computadores.
- Entre la información que contiene un mensaje, además de los datos mismos que se quieren comunicar, se encuentra la dirección del destinatario y del remitente.
- Interfase: es el hardware (una tarjeta que se agrega al PCs) que toma la información empaquetada y la convierte a un formato que puede ser transmitido por el medio físico o medio de transmisión.
- Latencia: tiempo que transcurre entre el momento en que un procesador solicita una transferencia de datos y el momento en que efectivamente comienza la transmisión.
- Ancho de banda: se define como la tasa a la cual se puede enviar datos entre procesadores y viene expresada en bits por segundo.
- Switch: dispositivo electrónico, con varios canales de entrada y de salida, que hace uso de la dirección del destinatario de un mensaje para decidir por que canal enviarlo.
- Tecnologías de redes: definen como se usa el medio de transmisión y el tipo de medio. Entre las más conocidas están: ATM (Asynchronous Transfer Mode),

Ethernet, Token Ring, FDDI (Fiber Distributed Data Interconnect) y Frame Relay. Ethernet es una de las más populares y usa un cable o bus, compartido por todas las máquinas, como medio de transmisión. Cuando un computador quiere enviar un mensaje, chequea si el medio está desocupado y de estarlo procede con el envío. Si el medio está siendo usado, espera un tiempo aleatorio antes de volver a tratar. Ethernet viene las versiones que difieren en el ancho de banda: Ethernet original con 10 Mbps (mega bit por segundo), Fast Ethernet con 100 Mbps, Giga Ethernet con 1000 Mbps, y en el 2002 la versión de 10 Gigabit Ethernet (XGbE o 10GbE) es el más reciente (año 2002) y más rápido de los estándares Ethernet. IEEE 802.3ae define una versión de Ethernet con una velocidad nominal de 10 Gbit/s, diez veces más rápido que gigabit Ethernet⁷⁴. Las versiones exhiben una latencia menor a los 90 microsegundos (debido al protocolo la latencia no es fija). Existen otras tecnologías con latencias menores pero más costosas.

En los Clusters se tiene un ambiente de memoria distribuida. Cada PC es propietario de su memoria local. Los PC se comunican mediante el envío de mensajes y por lo general se usan implementaciones de MPI o PVM como librerías de comunicación. Se debe tener una granularidad gruesa para poder obtener beneficio de la paralelización de un problema. La sincronización de procesos se logra bloqueando un proceso que ejecuta la primitiva “receive” hasta recibir un mensaje de uno o más procesos con los cuales desea sincronizarse. El medio de transmisión más usado para conectar los nodos al clusters es el cable (par trenzado) usando la tecnología Fast Ethernet y Giga Ethernet.

3.2.2 COMPUTACIÓN DISTRIBUIDA

La computación distribuida, en su modo más básico, se puede decir que es una red de ordenadores donde los recursos informáticos son compartidos con todos los otros ordenadores en el sistema. La potencia de procesamiento, la memoria y el almacenamiento de datos, son recursos de la comunidad donde los usuarios autorizados pueden entrar y realizar ciertas tareas. Una red distribuida puede ser tan simple como una colección de equipos similares funcionando con el mismo sistema operativo, o tan complejo como una red interconexiónada de sistemas, formada por cualquier plataforma informática que se

⁷⁴ http://es.wikipedia.org/wiki/10_Gigabit_Ethernet consultado 12/04/09

puede imaginar. Ya que todos los recursos son compartidos permite que se convierta en una red de ordenadores potentes (superordenador), con el interfaz adecuado, acceder a uno de estos sistemas no es muy diferente de que acceder a los recursos de una máquina local. Todo ordenador autorizado tendrá acceso a una potencia de procesamiento enorme, y una gran capacidad de almacenamiento.

No se debe de olvidar que los recursos de un ordenador son: CPU, Memoria, Almacenamiento y otros dispositivos.

Normalmente, un ordenador sólo puede operar dentro de los límites de sus propios recursos. Hay un límite máximo para que pueda completar una operación o cuanta información puede almacenar. La mayoría de los ordenadores son actualizables, lo cual significa que se puede añadir más potencia y capacidad a un sólo equipo, pero eso sigue siendo un aumento de rendimiento.

Los sistemas de computación distribuida enlazan los recursos de red todos juntos, de una forma tal, que permite a un sólo ordenador heredar la potencia del resto de ordenadores en el sistema.

Unos de los ejemplos de una Computación Distribuida serían, las Grids y los Clusters.

Clusters es un método para crear sistemas de supercomputadoras. Un Cluster o racimo de computadoras consiste en un grupo de computadoras de relativo bajo costo conectadas entre sí mediante un sistema de red de alta velocidad (gigabit de fibra óptica por lo general) y un software que realiza la distribución de la carga de trabajo entre los equipos. Por lo general, este tipo de sistemas cuentan con un centro de almacenamiento de datos único. Los Clusters tienen la ventaja de ser sistemas redundantes, al estar fuera de servicio el procesador principal el segundo se dispara y actúa como un Fail Over.⁷⁵

En un Cluster todos los nodos se encuentran en el mismo lugar, conectados por una red local y así englobar todos los recursos, en cambio en un Grid no tienen por qué estar en el mismo espacio geográfico, pueden estar en diferentes puntos del mundo.

⁷⁵ http://es.wikipedia.org/wiki/Computaci%C3%B3n_distribuida consultado 05/04/09

La computación distribuida o informática en malla (Grid), es un modelo para resolver problemas de computación masiva utilizando un gran número de computadoras organizadas en racimos conectados en una infraestructura de telecomunicaciones distribuida.⁷⁶

Una Malla (Network Of Workstation o NOW) o Grid es un tipo de sistema paralelo y distribuido que permite compartir, seleccionar y añadir recursos que se encuentran distribuidos a lo largo de dominios administrativos "múltiples". Si los recursos distribuidos se encuentran bajo la administración de un sistema central único de programación de tareas, entonces nos referiremos a un Cluster. En un Cluster, todos los nodos trabajan en cooperación con un objetivo y una meta común y la asignación de recursos la lleva a cabo un sólo administrador centralizado y global. En una Malla, cada nodo tiene su propio administrador de recursos y política de asignación.

También suele presentarse que GRID se le llama cuando el resultado obtenido del englobe de las máquinas da una supercomputadora, con un Cluster sólo se busca mejorar el rendimiento de las máquinas englobándolas en una sola.

3.2.3 CARACTERÍSTICAS DE LOS CLUSTER

- Paralelismo

Un Cluster trabaja bajo el procesamiento en paralelo y se define como la capacidad de utilizar varios procesadores para ejecutar diferentes partes del mismo programa simultáneamente. El objetivo principal del paralelismo es el reducir el número de ciclos de ejecución de un programa en relación al número de procesadores que existen en el sistema. Para que el software compile en el Cluster necesita ser paralelizado, es decir, hacer que su código permita la distribución de procesos. Para ello se cuenta con muchas herramientas las cuales son de acceso libre en internet; pero no todos los programas pueden ser paralelizados así que en la mayoría de los casos es tarea de los grupos de diseño del Cluster desarrollar el software que permita solucionar su problema.

⁷⁶ http://es.wikipedia.org/wiki/Computaci%C3%B3n_distribuida consultado 05/04/09

Como ya se sabe en cualquier programa paralelizado existen dos tipos de código: el código paralelizado (la realización de varias actividades al mismo tiempo) y el código secuencial.

Gene Amdahl de IBM, que en 1967 publicó lo que ha llegado a ser considerado como el papel inicial de procesamiento paralelo: la Ley de Amdahl que describe matemáticamente el aceleramiento que se puede esperar paralelizando cualquier otra serie de tareas realizadas en una arquitectura paralela⁷⁷ e incrementar la capacidad de procesamiento. El rendimiento no depende completamente del número de procesadores que posea el sistema: en la mayoría de los casos dependerá del número de procesadores máximo que se aprovecharán simultáneamente para ejecutar un programa.

Cuanto mejor paralelizado esté un programa más susceptible será de aumentar su speedup y por tanto explotar el rendimiento del sistema paralelo que lo ejecute.

En la figura 6 se tiene un ejemplo de un programa que inicialmente no está paralelizado, cuyos tiempos de ejecución son 12% y 88%, en serie y en paralelo respectivamente.

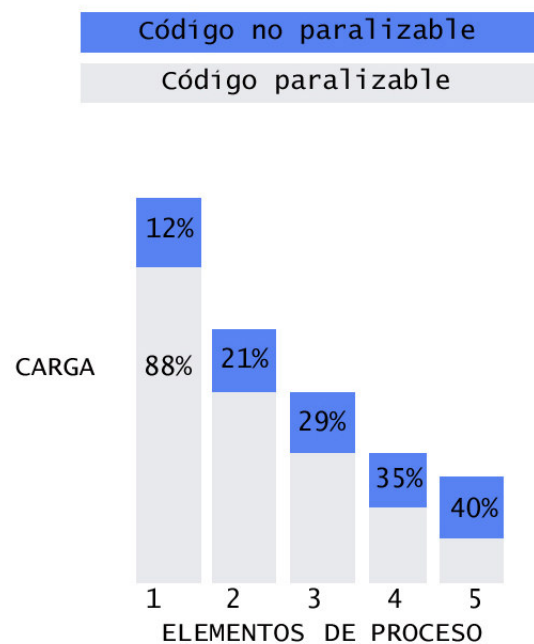


Figura6: Paralelismo Ejemplo de incremento de speedup con la ley de Amdahl⁷⁸

⁷⁷ [http://es.wikipedia.org/wiki/Cluster_\(inform%C3%A1tica\)](http://es.wikipedia.org/wiki/Cluster_(inform%C3%A1tica)) consultado 05/04/09

⁷⁸ Conferencia del proyecto FIES “Modelos de Computación Distribuida” Ing. Carlos Bran, consultado 31/03/09

Como se puede ver en la figura 6, la parte no paralelizable del código impide que se pueda escalar de forma lineal, llegará un momento que añadir nuevos procesadores no añadirá una ventaja real al sistema, porque todo lo que estará en ejecución será código secuencial. Por lo tanto para maximizar el aprovechamiento de los sistemas paralelos debe tenerse mucho cuidado con la forma de paralelizar las aplicaciones: cuanto más código secuencial tengan, más problemas de escalabilidad.

La computación paralela es una técnica de programación en la que muchas instrucciones se ejecutan simultáneamente. Se basa en el principio de que los problemas grandes se pueden dividir en partes más pequeñas que pueden resolverse de forma concurrente ("en paralelo").⁷⁹

Existen varios tipos de computación paralela:

Paralelismo funcional: divide las aplicaciones a ejecutarse en la arquitectura en funciones, aproximándose a la segmentación que hace un sólo procesador, una vez dividido se envían a los diferentes nodos, la clave es que cada función tarde el mismo tiempo.⁸⁰ O también consiste en dividir el proceso de renderización en una serie de etapas que pueden aplicarse de forma sucesiva a un conjunto de datos.

Paralelismo de datos: divide los datos que se tienen que procesar, donde los procesos que usan los datos son idénticos entre sí y lo único que se hace es dividir la cantidad de datos entre cada nodo y procesarla en paralelo.⁸¹ En lugar de aplicarse una secuencia de operaciones consecutivas a un único flujo de datos, existe la posibilidad de dividir los datos en múltiples flujos y operar con ellos en unidades de procesamiento independientes.

La meta es reducir al mínimo el tiempo total de cómputo distribuyendo la carga de trabajo entre los procesadores disponibles. Para fines prácticos es necesario tener en mente que la paralelización es un factor básico para tener un alto desempeño en los equipos de cómputo.

⁷⁹ http://es.wikipedia.org/wiki/Programaci%C3%B3n_paralela consultado 06/04/09

⁸⁰ Conferencia del proyecto FIES "Modelos de Computación Distribuida" Ing. Carlos Bran, consultado 31/03/09

⁸¹ Conferencia del proyecto FIES "Modelos de Computación Distribuida" Ing. Carlos Bran, consultado 31/03/09

En cuestiones de equipamiento el proceso de paralelizar un programa involucra, o mejor dicho, exige al programador conocer un poco más de la arquitectura de la supercomputadora o "cluster" sobre el cual pretende paralelizar su código, conocer el número de procesadores con los que se cuenta, la cantidad de memoria, espacio en disco, los niveles de memoria disponible, el medio de interconexión, etc.

En términos de software el usuario debe conocer qué sistema operativo está manejando, si los compiladores instalados permiten realizar aplicaciones con paralelismo, si se cuenta con herramientas como PVM o MPI (en Sistemas Distribuidos), Power C, Power Fortran u OpenMP (en sistemas de memoria compartida), etc.⁸²

Una de las razones principales para utilizar el paralelismo en el diseño de hardware o software, es obtener un alto rendimiento o mayor velocidad al ejecutar un programa.

La velocidad de procesamiento no es solamente la razón para utilizar el paralelismo, la construcción de aplicaciones más complejas han requerido una computadora más rápida, y las limitaciones en el desarrollo adicional de computadoras seriales han llegado a ser más y más evidentes.

Para la implementación del Paralelismo existen varias propuestas para programar sistemas de cómputo paralelo por ejemplo:

- En lenguajes de programación estándares y extensamente utilizados usando librerías e interfaces de comunicación para organizar la interacción entre procesadores (PVM, MPI, HPVM (High Performance Virtual Machines), MPL (Mozilla Public License), OpenMP).
- En lenguajes especiales de programación en paralelo y extensiones paralelas (implementaciones paralelas de Fortran y C/C++, ADA, Modula-3)

⁸² <http://telematica.cicese.mx/computo/super/cicese2000/paralelo/Part2.html> consultado 08/04/09

- Usando implementaciones de paralelismo automático y semiautomático de programas secuenciales, entre los cuales se tienen: BERT 77, FORGE, KAP, PIPS, VAST.
- Programando en lenguajes estándares usando procedimientos paralelos de librerías especializadas, que están pensadas para resolver problemas en ciertos campos, por ejemplo: álgebra lineal, métodos Monte-Carlo, algoritmos genéticos, procesamiento de imágenes, química molecular, etc. Entre estas librerías se tienen: ATLAS, DOUG, GALOPPS. NAMD, ScaLAPACK).⁸³

También existen herramientas que simplifican el diseño de programas paralelos, por ejemplo:

CODE – Sistema gráfico para crear sistemas paralelos. Un programa paralelo es mostrado como vértices de un gráfico que representan partes secuenciales de un programa. Las librerías PVM y MPI son usadas para la transferencia de mensajes.

TRAPPER – Producto comercial de Genias. Entorno de desarrollo gráfico que contiene componentes para desarrollar software paralelo.⁸⁴

Otras características de los Clusters:

- **Optimización:** Optimizar un código consiste en escribirlo o generarlo (cuando la optimización proviene de un compilador) de forma tal de tome en cuenta las características de la máquina (la arquitectura) y que el número de instrucciones y de bifurcaciones sea el menor posible. Tanto la paralelización como la optimización buscan acortar el tiempo de obtención de la solución de un programa, sin embargo, usan procedimientos distintos.

- **Memoria compartida y memoria distribuida:** Cuando se habla de paralelismo, y por lo tanto asumimos que tenemos disponibles múltiples procesadores, existen dos paradigmas de programación fundamentales que están basados en la visión que los procesos (o tareas) tienen de la memoria. Cuando la memoria es vista por todos los procesos como un sólo bloque y cualquier proceso tiene acceso a cualquier región de la

⁸³ http://www.dei.uc.edu.py/tai2003-2/clustering/html/implementacion_de_hpc.html consultado 10/04/09

⁸⁴ http://www.dei.uc.edu.py/tai2003-2/clustering/html/implementacion_de_hpc.html consultado 11/04/09

memoria, hablamos de *memoria compartida*. En este caso la comunicación entre los procesos se hace compartiendo datos que están en la memoria. Cuando los procesadores tienen asociados memorias privadas no accesibles a otros procesadores, se dice que la *memoria es distribuida*. La comunicación entre los procesos es a través de mensajes. Las dos librerías de pase de mensaje más usadas son: *MPI* y *PVM*. Los Clusters de PCs caen en la categoría de máquinas de memoria distribuida.

- **Dependencia:** La dependencia se da cuando cierta parte del código no puede proceder si no se tienen los resultados de otros fragmentos del código.

- **Sincronización:** Sincronizar consiste en poner a la par dos o más procesos o subtareas. Cuando un proceso va a correr un código dependiente de resultados calculados por otro proceso, ejecuta una instrucción de sincronización la cual lo hace esperar por los resultados necesarios. Una vez recibidos los resultados, resume su labor.

- **Latencia:** Se refiere al tiempo que transcurre entre el momento en que se da una solicitud de transferencia de datos y el momento en que la transferencia efectivamente comienza. Esto se debe principalmente a la inicialización de dispositivos y la preparación de los datos. Se da principalmente cuando hay acceso a la memoria, al los discos y a la red.

- **Granularidad:** Se relaciona con la cantidad de trabajo que se puede efectuar antes de ser necesario cierto nivel de sincronización debido a las dependencias entre las subtareas. Si el monto del trabajo es considerable, decimos que la *granularidad es gruesa*. Si es poco hablamos de *granularidad fina*.

En Granularidad Fina o Fine-grained, las tareas individuales son relativamente pequeñas en término de tiempo de ejecución. La comunicación entre los procesadores es frecuente. Si la granularidad es fina, el tiempo de comunicación o sincronización predomina haciendo que la solución paralela del problema sea menos eficiente que su solución secuencial.

En cambio en Granularidad gruesa o Coarse-grained, la comunicación entre los procesadores es poco frecuente y se realiza después de largos periodos de ejecución. En los clusters la comunicación es a través de pase de mensajes. Por lo tanto hay consumo de tiempo para ensamblar el mensaje, enviarlo por la red, recibirlo del otro lado y finalmente

desensamblarlo. Este tiempo es mucho mayor que el tiempo que requiere un acceso a memoria en las máquinas de memoria compartida. Los clusters son adecuados cuando el problema presenta una granularidad gruesa.

Uno de los problemas principales de los computadores de memoria compartida es que el acceso a memoria se satura rápidamente a medida que se incrementa el número de procesadores en la máquina, mientras que en las máquinas de memoria distribuida el número de procesadores puede crecer significativamente. La eficiencia promedio real de las aplicaciones en máquinas de memoria compartida está entre un 30-50% de la eficiencia pico anunciada y entre 5-15% para los clusters. Estas eficiencia pico anunciadas se dan para ciertas aplicaciones muy particulares y no representan las aplicaciones promedio.

En los Clusters se tienen dos tipos de computadoras: los *servidores* y los *clientes*.

Los servidores serán máquinas completas, entendiendo como tal un ordenador manejable localmente a través de su teclado, ratón y con la salida estándar direccionada a un monitor. Los clientes serán nodos con los mínimos componentes para funcionar. Éstos son, para cada uno:

- Fuente de alimentación a su vez podrá alimentar varios nodos si sabemos cómo realizar las conexiones.
- Placa madre (motherboard) con soporte de arranque por red.
- Procesador (cpu).
- Memoria, entendiendo memoria principal de acceso aleatorio RAM.
- Tarjeta de red con soporte de arranque por RPL (Remote Program load).

Componentes hardware prescindibles

Para enfatizar aún más sobre lo que NO es necesario cabe mencionar, como componentes estándar, los siguientes:

- Monitor, pantalla y tarjeta gráfica.
- Teclado.
- Ratón (*mouse*).
- Discos duros.
- Diqueteras (*floppy*)

- Cualquier tipo de circuito integrado en placa madre.

3.3 TIPOS DE CLUSTER

Los Clusters han evolucionado para apoyar actividades en aplicaciones que van desde la supercomputación hasta el software adaptado a misiones críticas, pasando por los servidores web, el comercio electrónico y las bases de datos de alto rendimiento. También se pueden aplicar a distintas disciplinas, tales como ciencias nucleares, meteorología, astronomía, química, electrónica, diseño, o hasta en las consolas de video juegos, prácticamente cualquier disciplina que pueda requerir la observación del comportamiento de algún sistema físico y que se pueda beneficiar de la capacidad de un Cluster para realizar grandes cantidades de cálculos.

Según la aplicabilidad de los Clusters, se han desarrollado diferentes líneas tecnológicas pues dependerá por el uso que se le dé y el servicio que necesiten por diferentes grupos de personas.

La primera es los Clusters de alto rendimiento (**HPC – High Performance Clusters**) (computacionales, de supercomputación) que surge frente a la necesidad de supercomputación para determinadas aplicaciones, lo que se persigue es conseguir que un gran número de máquinas individuales actúen como una sola máquina muy potente. Este tipo de Clusters se aplica mejor en problemas grandes y complejos que requieren una cantidad enorme de potencia computacional. Entre las aplicaciones más comunes se encuentra el pronóstico numérico del estado del tiempo, astronomía, investigación en criptografía, simulación militar, simulación de recombinaciones entre moléculas naturales y el análisis de imágenes.

El segundo tipo importante de tecnología de Cluster, se conoce como "clusters de alta disponibilidad (**HAC – High Availability Clusters**)" o "clusters de redundancia", trata del mantenimiento de servidores que actúen entre ellos como respaldos de la información que sirven. La flexibilidad y robustez que proporcionan este tipo de clusters, los hacen necesarios en ambientes de intercambio masivo de información, almacenamiento de datos sensibles y allí donde sea necesaria una disponibilidad continua del servicio ofrecido. Los Clusters de alta disponibilidad permiten un fácil mantenimiento de servidores. Una máquina de un Cluster de servidores se puede sacar de línea, apagarse y actualizarse o

repararse sin comprometer los servicios que brinda el Cluster. Cuando el servidor vuelva a estar listo, se reincorporará y volverá a formar parte del Cluster.

El último tipo de tecnología de Clusters, es el destinado al balanceo de carga. Aquí entra lo que conocemos como los Cluster de alta confiabilidad (**HRC**). Surge el concepto de "cluster de servidores virtuales", cluster que permite que un conjunto de servidores de red compartan la carga de trabajo y de tráfico de sus clientes, aunque aparezcan para estos clientes como un único servidor. Al balancear la carga de trabajo en un conjunto de servidores, se mejora el tiempo de acceso y la confiabilidad. Además como es un conjunto de servidores el que atiende el trabajo, la caída de uno de ellos no ocasiona una caída total del sistema. Este tipo de servicio es de gran valor para compañías que trabajan con grandes volúmenes de tráfico y trabajo en sus webs, servidores de correo.

3.3.1 CLUSTER DE ALTO RENDIMIENTO (HPC):

La misión o el objetivo de este tipo de clusters es mejorar el rendimiento en la obtención de la solución de un problema, en términos de tiempo de respuesta y de su precisión. Suponiendo que cualquier cluster que haga que el rendimiento del sistema aumente respecto al de uno de los nodos individuales puede ser considerado Cluster HP.

Generalmente los campos donde dichos sistemas son usados:

- Procesamiento de imágenes: Rendering, Reconocimiento de Patrones.
- Investigación: Física, Ciencia de Bio-Información (estudio de cadenas de ADN por ejemplo), Bioquímica, Biofísica.
- Industria: Estudios Geológicos (extracción de minerales), Simulación matemática.
- Compilación de programas.
- Compresión de datos.
- Descifrado de códigos.
- Rendimiento del sistema operativo, (incluyendo en él, el rendimiento de los recursos de cada nodo).

Existen otros muchos problemas más que se pueden solucionar con Clusters HP, donde cada uno aplica de una manera u otra las técnicas necesarias para habilitar la paralelización

del problema, su distribución entre los nodos y obtención del resultado. Las técnicas utilizadas dependen de qué nivel trabaje el cluster.

HPC a nivel de Aplicación

Los Clusters implementados a nivel de aplicación no suelen implementar balanceo de carga. Suelen basar todo su funcionamiento en una política de localización que sitúa las tareas en los diferentes nodos del Cluster, y las comunica mediante las librerías abstractas. Resuelven problemas de cualquier tipo de los que se han visto en el apartado anterior, pero se deben diseñar y codificar aplicaciones propias para cada tipo para poderlas utilizar en estos Clusters.

Los Clusters HPC que funcionan a nivel de aplicación suelen tomar forma de librería. Se tienen que realizar los programas para que aprovechen esta librería por lo tanto cualquier programa ya existente para que pueda ser usado en un Cluster y mejore su rendimiento tiene que ser reescrito al menos parcialmente.⁸⁵ Con la limitante que con el pasar de los tiempos las aplicaciones que se realizaron ya no se puedan utilizar, por ejemplo hace década se hicieron aplicaciones con el lenguaje Fortran este lenguaje aparte de estar sustituido hoy en día a aplicaciones matemáticas o físicas, puede llegar a ser bastante difícil de comprender por ende es muy difícil de migrarlo al nuevo entorno distribuido.

Por otro lado una de las ventajas que tienen los Clusters HPC con respecto a los supercomputadores es que son bastante más económicos. Pero si el dinero que se ahorra en el hardware hay que invertirlo en cambiar los programas esta solución no aporta beneficios que justifiquen tal migración de equipos. Además hay que tener en cuenta que la mayor parte de las instituciones o instalaciones domésticas no tienen dinero para invertir en ese software, pero que sí disponen de ordenadores en una red (universidades por ejemplo).

HPC a nivel de Sistema

Por otro lado están los sistemas de alto rendimiento implementados a nivel de sistema. Estos Clusters basan todo su funcionamiento en comunicación y colaboración de los nodos a nivel de sistema operativo, lo que implica generalmente que son clusters de nodos de la misma arquitectura, con ventajas en lo que se refiere al factor de acoplamiento, y que

⁸⁵ http://www.ibiblio.org/pub/linux/docs/LuCaS/Manuales-LuCAS/doc-manual-openMosix-1.0/doc-manual-openMosix_html-1.0/node18_ct.html consultado 12/04/09

basan su funcionamiento en compartición de recursos a cualquier nivel, balanceo de la carga de manera dinámica, funciones de planificación especiales y otros tantos factores que componen el sistema.

Entre las limitaciones que existen actualmente está la incapacidad de balancear la carga dinámica de las librerías PVM o la incapacidad de openMosix de migrar procesos que hacen uso de memoria compartida. Una técnica que obtiene mayor ventaja es cruzar ambos sistemas: PVM + openMosix. Se obtiene un sistema con un factor de acoplamiento elevado que presta las ventajas de uno y otro, con una pequeña limitación por desventajas de cada uno.

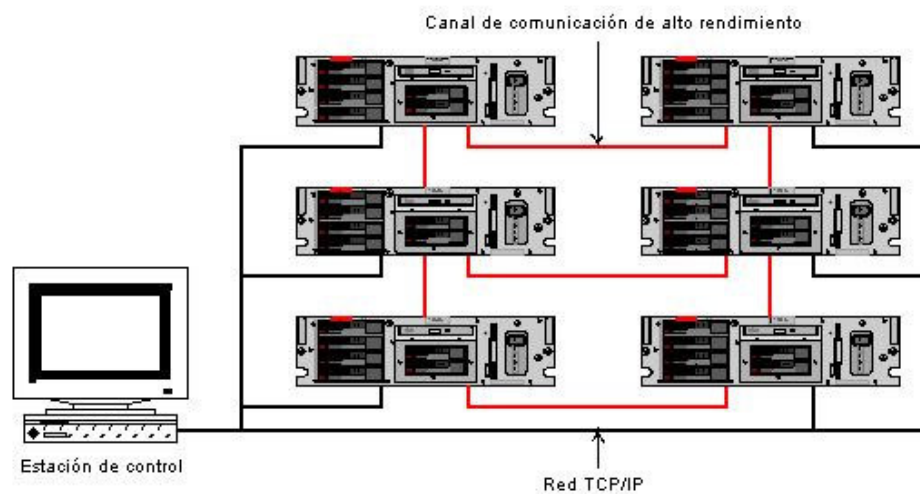


Figura 7. Cluster de Alto Rendimiento (HPC)

Como ya se sabe es imposible eliminar la necesidad de transferir datos de una subtarea a otra puesto que es un cómputo paralelo.

La eficiencia de los Clusters de Alto Rendimiento depende de la eficiencia de los nodos y de la conexión entre ellos. La influencia de los parámetros de velocidad de las conexiones sobre el desempeño total depende del carácter de la tarea a realizar. Si ciertas tareas requieren de frecuente intercambio de datos con otras subtareas, se debe prestar más atención a las interfaces de comunicación. Cuanto menos interactúen las partes de una tarea en paralelo, menos tiempo es necesario para completarla. También implica ciertos requerimientos en la programación de las tareas en paralelo.

El principal problema cuando las sub tareas intercambian datos está conectado con el hecho de que la tasa de transferencia entre un procesador central y la RAM de un nodo es mucho mayor que la velocidad de interacción entre computadoras. Además, la diferencia en la eficiencia de la memoria caché de los procesadores y la comunicación entre nodos afecta el funcionamiento del sistema, en comparación con sistemas SMP usuales.

La eficiencia de las interfaces depende del flujo continuo de datos y el máximo número de los paquetes más pequeños que pueden ser transferidos en una unidad de tiempo⁸⁶.

Entre las tecnologías más populares para ensamblar supercomputadores basados en arquitecturas de cluster son:

Myrinet, Virtual Interface Architecture (cLAN de Gigante es una de las primeras implementaciones de hardware), SCI (Scalable Coherent Interface), QsNet (Quadrics Supercomputers World), Memory Channel (de Compaq Computer y Encore Computer Corp) y las bien conocidas Fast Ethernet y Gigabit Ethernet.

Algo que se debe tener en cuenta es que cuando se diseñan Clusters de alto desempeño o rendimiento y se calcula su eficiencia, se deben tener en cuenta la pérdida de desempeño relacionada con el proceso de datos y la transferencia entre nodos.

⁸⁶ http://www.dei.uc.edu.py/tai2003-2/clustering/html/problemas_con_hpc.html consultado 14/04/09

Tabla 1. Comparación de las interfaces de comunicación de alta velocidad

Tecnología	Tasa de transferencia MByte/s	Latencia (microsegundos/paquete)	Costo de tarjeta / switch de 8 puertos	Plataforma Soportada	Comentarios
Fast Ethernet	12.5	158	50/200	Linux, UNIX, Windows	Bajo costo, popular
Gigabit Ethernet	125	33	150/3500	Linux, UNIX, Windows	Fácil modernización
Myrinet	245	6	1500/5000	Linux, UNIX, Windows	Estándar abierto, popular
VI (cLAN ot Gigaset)	150	8	800/6500	Linux, Windows	Primera realización industrial de VI
SCI	400	1.5	1200/5000*	Linux, UNIX, Windows	Estandarizado, muy usado
QsNet	340	2	N/A**	True64 UNIX	Sistemas AlphaServer SC and Quadrics
Memory Channel	100	3	N/A	True64 UNIX	Utilizado en AlphaServer Compaq

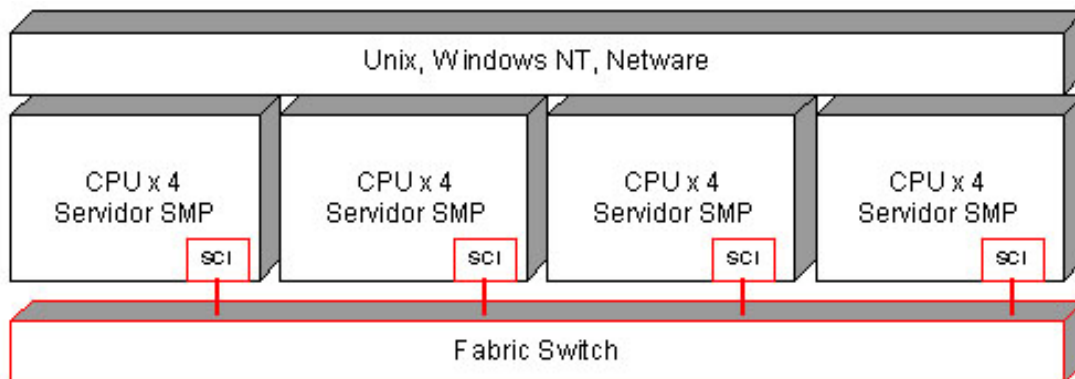


Figura 8. Sistemas multiprocesador estrechamente relacionados con acceso asimétrico a memoria

Una de las peculiaridades de las interfaces de comunicación que proveen bajo retardo es el hecho de que se pueden ensamblar con ellas sistemas con la arquitectura NUMA y sistemas que pueden implementar SMP a nivel de software. La ventaja con dichos sistemas

es que uno puede usar sistemas operativos estándares y software pensados para soluciones SMP, pero a causa de un alto retardo (mucho más alto que en SMP) de la interacción entre procesadores es difícil predecir la eficiencia de dichos sistemas⁸⁷.

3.3.2 CLUSTER DE ALTA DISPONIBILIDAD (HAC):

Son otro tipo de clusters completamente distintos a los anteriores. Son los más solicitados por las empresas ya que están destinados a mejorar los servicios que éstas ofrecen cara a los clientes en las redes a las que pertenecen, tanto en redes locales como en redes como Internet.

En caso de existir alguna falla de aplicación o de hardware el sistema es capaz de migrar la carga a otros nodos de forma automática, así como de retornar la carga al nodo original cuando este se recupere de la falla⁸⁸.

Por ejemplo se pueden utilizar en:

- Sistemas de Facturación.
- Operaciones Bancarias.
- Comercio Electrónico.
- Operaciones Comerciales, etc.

La idea principal de este tipo de Cluster es proporcionar un servicio ininterrumpido las 24 horas del día, los 7 días de la semana. Los clusters de alta disponibilidad han sido diseñados para la máxima disponibilidad sobre los servicios que presenta el cluster. Un Cluster de Alta-Disponibilidad es un conjunto de dos o más máquinas, que se caracterizan porque comparten los discos de almacenamiento de datos, y porque están constantemente monitorizándose entre sí. Si se produce un fallo del hardware o de las aplicaciones de alguna de las máquinas del Cluster, el software de Alta-Disponibilidad es capaz de rearrancar automáticamente los servicios que han fallado en cualquiera de las otras máquinas del Cluster. Cuando la máquina que ha fallado se recupera, los servicios son nuevamente migrados a la máquina original. Esta capacidad de recuperación automática de

⁸⁷ http://www.dei.uc.edu.py/tai2003-2/clustering/html/implementacion_de_hpc.html consultado 15/04/09

⁸⁸ Conferencia del proyecto FIES “Modelos de Computación Distribuida” Ing. Carlos Bran, consultado 31/03/09

servicios garantiza la integridad de la información, ya que no hay pérdida de datos, y además evita molestias a los usuarios, que no tienen por qué notar que se ha producido un problema.

Para poder dar estos servicios los clusters de este tipo se implementan en base a tres factores.

- Fiabilidad
- Disponibilidad
- Dotación de servicio

Mediante estos tres tipos de actuaciones y los mecanismos que lo implementan se asegura que un servicio esté el máximo tiempo disponible y que éste funcione de una manera fiable. Respecto al tercer punto, se refiere a la dotación de uno de estos clusters de un servicio que provea a clientes externos. Entre los problemas que se pueden solucionar se encuentran:

- Sistemas de información redundante
- Sistemas tolerantes a fallos
- Balanceo de carga entre varios servidores
- Balanceo de conexiones entre varios servidores

En general todos estos problemas se ligan en dos fuentes de necesidad de las empresas u organizaciones: Tener un servicio disponible, Ahorrar económicamente todo lo que sea posible. Se necesita que el cluster sea tolerante a los fallos. En este caso se encubre la presencia de los fallos del sistema empleando redundancia en el hardware, el software e incluso redundancia temporal. La redundancia en el hardware consiste en añadir componentes replicados para encubrir los posibles fallos. La redundancia software incluye la administración del hardware redundante para asegurar su correcto funcionamiento al hacer frente a la caída de algún elemento. La redundancia en el tiempo hace referencia a la repetición de la ejecución de un conjunto de instrucciones para asegurar el comportamiento correcto en caso de que ocurra un fallo.

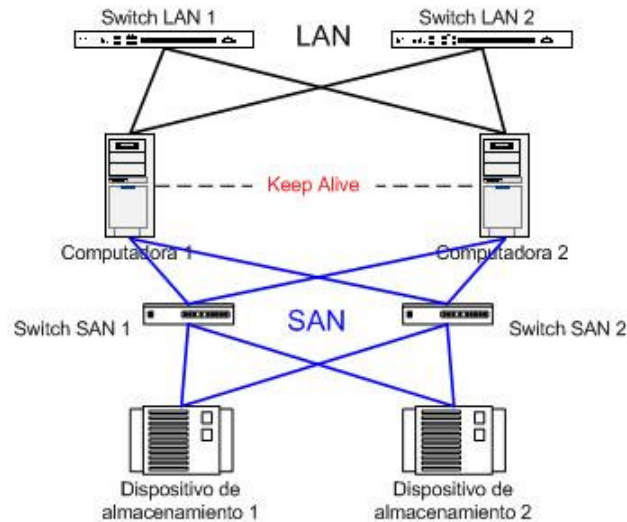


Figura 9. Sistema en Cluster sin puntos de falla⁸⁹

Algo que es muy importante para los desarrolladores de software para Clusters es hacer el tiempo de recuperación mínimo, porque la tolerancia a fallas es necesaria para minimizar el tiempo de servicio no programado. Existen tecnologías de clustering y componentes especiales que pueden atenuar y crear más margen de tolerancia a fallos (como por ejemplo: ECC, módulos de memoria Chip Hill, fuentes de corriente tolerantes a fallos). Debido al clustering si una de las computadoras falla, sus problemas o tareas son distribuidas entre los otros nodos que funcionan correctamente.

Uno de los parámetros más importantes de un sistema de alta disponibilidad que con un debido control de mantenimiento puede reducir las paradas de sistema no planeadas (por ejemplo, el reemplazo de equipos inservibles u obsoletos). Si un sistema no permite el reemplazo de sus componentes sin tener que ser apagada, su coeficiente de disponibilidad se reduce.⁹⁰

Los Clusters de Alta Disponibilidad pueden ser distribuidos en las siguientes arquitecturas:

- Share Nothing
- Shared Disk

⁸⁹ http://www.dei.uc.edu.py/tai2003-2/clustering/html/problemas_con_hac.html consultado 17/04/09

⁹⁰ http://www.dei.uc.edu.py/tai2003-2/clustering/html/problemas_con_hac.html consultado 17/04/09

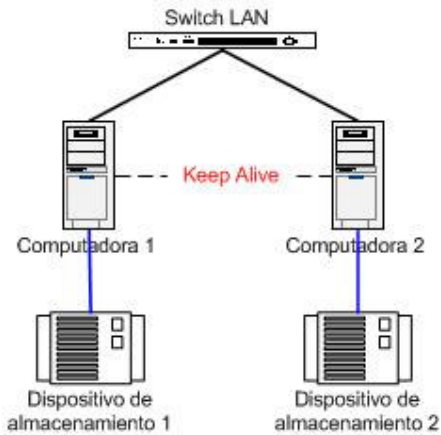


Figura 10. Arquitectura “Share Nothing”

Share Nothing cada nodo tiene su propia unidad de almacenamiento que no es compartida por los nodos del cluster, no utiliza un sistema de almacenamiento de datos compartido. De hecho, sólo los canales de comunicación son compartidos a nivel de hardware.

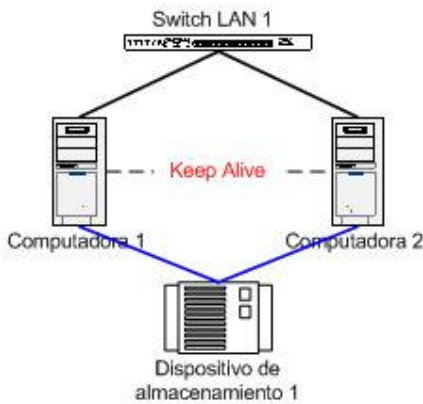


Figura 11. Arquitectura “Share Disk”

Share Disk dichos sistemas consisten en un dispositivo de almacenamiento compartido y nodos del cluster que se distribuyen el acceso a los datos compartidos. Cuando nos encontramos con dispositivos de almacenamiento de gran capacidad y con tareas dirigidas a su procesamiento, la Arquitectura Share Disk es más efectiva, son utilizadas para sistemas en cluster de alta disponibilidad pensados para procesar un gran volumen de datos, y al mismo tiempo si un nodo falla, las tareas y los datos a procesar quedan

inmediatamente disponibles para los demás nodos haciendo que no sea necesario guardar muchas copias de los datos⁹¹.

El Cluster de alta disponibilidad va a poder diseñarse con distintos modelos de implementación entre los cuales se encuentran:

Activo-activo: en este caso, todos los nodos actúan como servidores activos de una o más aplicaciones y potencialmente como backups para las aplicaciones que se ejecutan en otros nodos. Cuando un nodo falla, las aplicaciones que se ejecutaba en él se migran a uno de sus nodos backup. Esta situación podría producir una sobrecarga de los nodos de respaldo, con lo que se ejecutarían las aplicaciones con más retardo.



Figura 12. Modelo Activo-Activo

Este modelo provee un alto desempeño, ya que una a una las tareas son procesadas por varios servidores simultáneamente. Dicha variante es implementada en Oracle Parallel Server, MS SQL 2000, IBM DB2 son algunos ejemplos. Este modelo es posible si el software fue pensado para trabajar en modo de cluster (excepto los sistemas en Cluster que comparten RAM). En este modelo es posible escalar en la velocidad de una tarea sumando un nuevo nodo si el software soporta el número requerido de nodos. Por ejemplo, el Oracle Parallel Server 8.0.5 soporta la operación sobre clusters de entre 2 y 6 nodos⁹².

Unas de las limitantes de este modelo es que no brinda funcionalidad a soluciones de software ya terminadas puesto que se necesitaría que las tareas migren de un nodo que falla

⁹¹ http://www.dei.uc.edu.py/tai2003-2/clustering/html/implementacion_de_hac.html consultado 18/04/09

⁹² http://www.dei.uc.edu.py/tai2003-2/clustering/html/implementacion_de_hac.html consultado 18/04/09

a otros nodos es aquí donde entra el otro modelo Activo-pasivo pues este equilibra la situación que produce una sobrecarga de los nodos de respaldo, para que no haya retardo al momento de ejecutar las aplicaciones.

Activo-pasivo: las aplicaciones se ejecutan sobre un conjunto de nodos, los activos, mientras que los nodos restantes actúan como backups redundantes para los servicios ofrecidos. En el otro extremo, tenemos otra posible configuración.

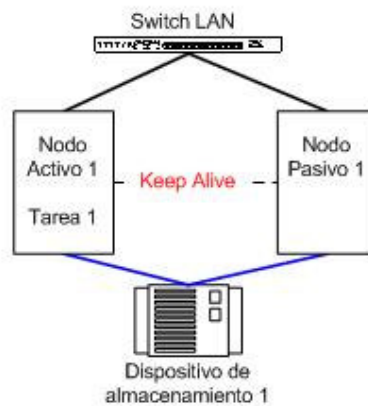


Figura 13. Modelo Activo-Pasivo

Como ya se sabe que los avances tecnológicos, crea las soluciones a las limitantes que encuentran, aparece el modelo Pseudo Activo-activo ya que en muchos casos no podemos dividir una tarea en varias distribuyendo zonas de responsabilidad y que existen varias tareas que una firma debe efectuar.

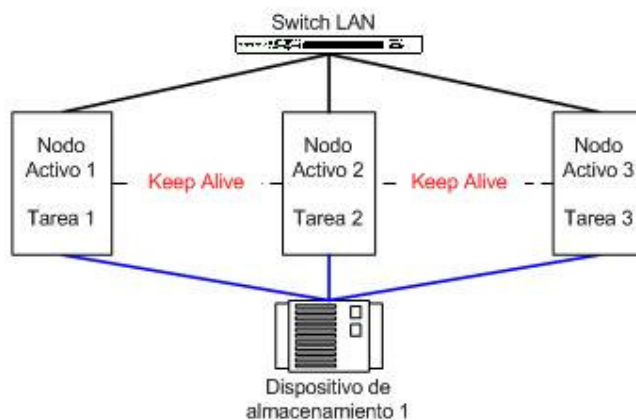


Figura 14. Cluster Pseudo Activo-Activo de 3 nodos

Si se quiere hacer varios recursos de programa tolerantes a fallos uno debe agregar un nuevo nodo en el sistema y ejecutar las tareas requeridas en el cluster que migraría sus tareas a otro nodo en caso de que este falle. Este modelo esta implementado en el software ReliantHA para Caldera OpenUnix y SO Unix que soporta clustering de 2 a 4 nodos, en MSCS (Microsoft Cluster Service) y modelos Linux Failover Cluster⁹³. La principal prestación de un sistema de alta disponibilidad es que el fallo de un nodo derive en que las aplicaciones que se ejecutaban en él sean migradas a otro nodo del sistema. Este migrado puede ser automático (failover) o manual (switchover).

De igual manera existen diversas soluciones para mejorar la disponibilidad eso dependerá de los recursos que se tengan para implementarlas entre ellas están: Modelo con subsistema de discos SCSI a SCSI(es más escalable, funcional y tolerante a fallas) y el sistema en cluster con SAN⁹⁴ basada en Canal de Fibra (Fiber Channel o simplemente FC es una nueva interfase serial popular para el protocolo SCSI).

Tabla 2: Cuadro comparativo de las características del Canal de Fibra y de la interfase paralela SCSI⁹⁵

	Canal de Fibra (FC)	SCSI Paralelo
Eficiencia	100 MBytes/s Nuevo estandar: 200 MBytes/s & 400 Mbytes/s	Ultra160m – 160 MBytes/s Nuevo estándar: 320 MBytes/s
Distancias máximas	Cobre: 30m Fibra óptica: 2-10km	Cobre, una sola punta: 3m Cobre, diferencial: 25m
Protocolos soportados	SCSI, TCP/IP, VI, IPI, ESCON, HIPPI, FCON y otros	SCSI
Numero máximo de conexiones	127 por anillo 224 por switch	16 por canal
Topologías	Anillo, punto a punto, switch	punto a puntos, realización de arreglo de conmutación de canal muy complicada

⁹³ http://www.dei.uc.edu.py/tai2003-2/clustering/html/implementacion_de_hac.html consultado 20/04/09

⁹⁴ <http://www.novell.com/es-es/products/openenterpriseserver/ncs.html> consultado 20/04/09

⁹⁵ http://www.dei.uc.edu.py/tai2003-2/clustering/html/implementacion_de_hac.html consultado 21/04/09

3.3.3 CLUSTER DE ALTA CONFIABILIDAD (HRC):

Su característica principal está en ofrecer un entorno de sistema altamente confiable sin dejar a un lado conceder servicios de alta disponibilidad. Este tipo de clusters son los más difíciles de implementar. Esto implica muchísima sobrecarga en el sistema, son también clusters muy acoplados.

A diferencia de los clusters de alta disponibilidad generalmente una vez que el servicio ha caído éste se relanza, y no existe manera de conservar el estado del servidor anterior, más que mediante puntos de parada o checkpoints, pero que en conexiones en tiempo real no suelen ser suficientes. Por otro lado, los clusters confiables tratan de mantener el estado de las aplicaciones, no simplemente de utilizar el último checkpoint del sistema y relanzar el servicio.

Usualmente este tipo de clusters es utilizado para entornos de tipo empresarial y esta funcionalidad solamente puede ser efectuada por hardware especializado. Por el momento no existe ninguno de estos clusters implementados como software. Esto se debe a limitaciones de la latencia de la red, así como a la complejidad de mantener los estados. Por ello este tipo de clusters no ha crecido a diferencia de los otros dos pues sus limitantes aun no han sido resueltas para poder ser implementados.

3.3.4. ARQUITECTURA COMBINADA DE CLUSTER HPC y HAC

Unas de las alternativas de un complejo tolerante a fallas del cual se puede incrementar su eficiencia agregando un nodo, es considerado como la solución más óptima al construir sistemas de cómputo. Pero dicho esquema de desarrollo de arquitecturas combinadas requieren un gran número de costosos componentes para proveer alta eficiencia y respaldo. Como en los clusters de alto desempeño, el componente más costoso es un sistema de comunicación a alta velocidad.

Hoy en día el uso de más de dos sistemas baratos como componentes para Clusters combinados HPC/HAC se ha convertido en una solución muy popular como por ejemplo HP OpenVMS Sistemas.⁹⁶

Es debido a esto que no hace mucho Oracle Corp. anunció que reemplazaría tres servidores Unix que corrían el grueso de sus aplicaciones de negocios por un cluster de servidores de Intel Corp. corriendo GNU/Linux⁹⁷. Esto podría eventualmente ahorrar millones de dólares y mejorar la tolerancia a fallos.⁹⁸

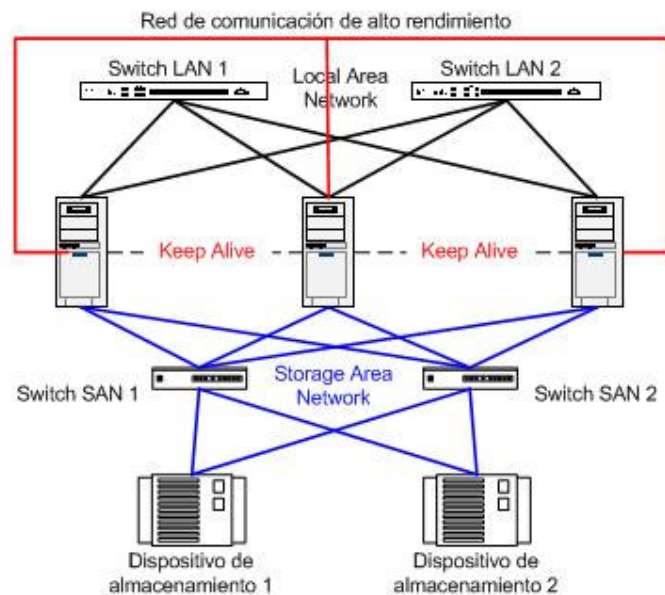


Figura 15. Cluster de Alto Rendimiento (HPC) y Alta Disponibilidad (HAC)

Los sistemas combinados tienen peculiaridades de ambos tipos de clusters. Este es un Cluster conceptualmente ideal, pero no siempre se apunta a este modelo por razones económicas. Debe notarse que este sistema tiene el rendimiento o desempeño de un cluster HP y el posible tiempo fuera de servicio de un Cluster HAC.⁹⁹

También dentro de los Clusters también se habla de los sistemas SSI (Single System Image) a aquellos sistemas de clustering en los que todo el Cluster ofrece al usuario la

⁹⁶ <http://h71000.www7.hp.com/openvms/products/clusters/> consultado 22/04/09

⁹⁷ http://www.wikilearning.com/tutorial/migrar_con_confianza_desde_los_servidores_microsoft_windows_a_unix_linux-compatibilidad_en_los_entornos_de_redes_y_globales/9704-2 consultado 22/04/09

⁹⁸ http://www.dei.uc.edu.py/tai2003-2/clustering/html/arquitecturas_combinadas.html consultado 23/04/09

⁹⁹ <http://www.dei.uc.edu.py/tai2003-2/clustering/html/clasificacion.html> consultado 16/04/09

imagen de un único sistema, es decir, que el Cluster entero se comportara para el usuario como una única máquina.

Desde un punto de vista menos formal, la idea de un Cluster SSI es poder administrar y usar un Cluster completo como si se tratara de una máquina SMP (Symmetric Multi-Processing, multiproceso simétrico) o, en el peor de los casos, de una máquina NUMA (Non-Uniform Memory Access o Non-Uniform Memory Architecture).

El problema que los SSI deben resolver es bastante complejo, ya que se supone que un sistema operativo SSI puro debe ser capaz de hacer transparente el paralelismo del Cluster al proceso y al administrador. Esto significa que cualquier proceso debe poder migrar desde cualquier nodo del Cluster a cualquier otro nodo y ejecutarse en él, independientemente de donde haya sido lanzado; y que puede hacerlo tantas veces como quiera, para así aprovechar mejor los recursos del sistema.

Las aplicaciones, además, deben ser capaces de poder usar esta capacidad de migrar sin necesidad de ser recompiladas ni de enlazar ninguna biblioteca específica de migración.

De entre los sistemas con alguna de las características de un sistema SSI que han existido y existen en el mercado, se debe destacar el VMS para VAX, de Digital, el Sysplex de IBM para su OS/390, o el sistema MOSIX. Por otro lado, tenemos el SSI de Compaq, que ha tomado muchas ideas y código de MOSIX como OpenMosix de la época en que MOSIX era libre; pero aun está muy lejos de ser lo suficientemente estable como para poder ejecutarse en un cluster en producción. Sin embargo, ninguno de estos sistemas SSI son libres.

El SSI se puede implementar en 3 niveles:

Nivel Hardware: se ve el Cluster como un sistema de memoria compartida distribuida (Ejemplo: Digital Memory channel, (DSC) entre otros).

Nivel Kernel SO: Ofrece altos rendimientos a las aplicaciones secuenciales y paralelas por ejemplo, gang-schelling para programas paralelos, identificación de recursos sin uso, acceso global a recursos, migración de procesos (balanceo de carga) (ejemplo: Solaris, GLUnix entre otros).

Nivel aplicación o subsistema: Software de planificación y gestión de recursos (ejemplo LSF, CODINE; CONDOR), herramientas de gestión del sistema, sistema de ficheros paralelos.

3.4 TIPOS DE CLUSTER SEGÚN PLATAFORMA

Anteriormente se expuso la importancia y el alcance de los Cluster, también se habló de los diferentes tipos que existen y sus posibles combinaciones. En este acápite se expondrá las diferentes plataformas que permiten la implementación de los Clusters, por ejemplo en la plataforma de Windows, se cuenta con un Sistema operativo especialmente para cluster Server 2003 y 2008 asegurando una seguridad para los administradores e usuarios entre otras. De igual manera en la plataforma de UNIX incluye sus servicios de directorio y los subsistemas de seguridad, ya que son cruciales para la sincronización de las actividades a través de un conjunto de máquinas que cooperaron. El Cluster basado en las arquitecturas de sistema UNIX son unas de las más populares en el mercado. Ya que cuenta con ventajas de gran escala puesto que es un sistema que soporta grandes cantidades de almacenamiento y memoria. Y en la plataforma de GNU/Linux es una mejor opción para la computación paralela y el cálculo intensivo, la ventaja es que esta plataforma cuenta con herramientas, aplicaciones y paquetes que se crearon pensando en UNIX pero por su adaptabilidad GNU/Linux lo puede ocupar, obteniendo un uso más fácil de Clusters y aumentando su popularidad.

3.4.1 CLUSTERS EN PLATAFORMA WINDOWS

Al hablar de Cluster en plataforma Windows se puede encontrar diferentes opciones, utilizando: Windows Server 2003, Windows Compute Cluster Server 2003 (WCCS) y Windows HPC Server 2008.

Windows Server 2003

Brinda un servicio de clustering y de tecnologías integradas para conseguir los máximos niveles de servicio y disponibilidad. Windows Server 2003 ofrece dos tipos de servicios de clustering: Un servicio de Cluster y un servicio de Balanceo de Carga de Red. Los Servicios de Clustering demuestran las mejoras en gestión de recursos que proporciona

Windows Server 2003, dentro del marco de la Iniciativa de Sistemas Dinámicos (DSI)¹⁰⁰. Entre las dos opciones de Clusters que Windows Server 2003 ofrecen están:

- Servicio de Cluster (Cluster Service, MSCS) proporciona una alta disponibilidad y escalabilidad para aplicaciones de función crítica tales como bases de datos, sistemas de mensajería y servicios de archivos e impresión. Cuenta con el proceso failover que es cuando los distintos servidores (nodos) de un Cluster están en comunicación permanente. Si uno de los nodos de un Cluster no está disponible debido a un fallo o por que se estén realizando tareas de mantenimiento, otro nodo comienza inmediatamente a dar servicio. Sólo esta disponible en Windows Server 2003 Enterprise Edition y Datacenter Edition.

Tanto Windows Server 2003 Enterprise Edition como Windows Server Datacenter Edition admitirán configuraciones de clúster de servidores de hasta 8 nodos.

- Balanceo de carga de red (Network Load Balancing, NLB) este servicio equilibra la carga de tráfico de Protocolo Internet (IP) entrante a través de los clústeres. El NLB mejora tanto la disponibilidad como la escalabilidad de programas basados en servidores Internet, tales como servidores de Web, servidores de emisión multimedia y servicios de terminal. Trabajando como la infraestructura de equilibrio de carga y proporcionando información de control para la gestión de aplicaciones creadas sobre Instrumentación de Gestión de Windows (Windows Management Instrumentation, WMI), el servicio NLB puede integrarse completamente en las infraestructuras de granjas de servidores Web ya existentes esta disponible en todas las versiones de la familia Windows Server 2003.

Windows Compute Cluster Server 2003

Microsoft cuenta con Windows Compute Cluster Server 2003 con la potencia de los sistemas actuales que está basado en procesadores de 64 bits, su facilidad de uso y la seguridad que ofrece el servicio de Directorio Activo y el sistema operativo Windows ofrece una solución de computación de alto rendimiento (HPC, High Performance Computing) con un elevado nivel de seguridad y asequible. Windows Compute Cluster

¹⁰⁰ <http://www.microsoft.com/spain/windowsserver2003/technologies/clustering/default.aspx> consultado 20/04/09

Server 2003, dentro de su descripción se tiene: Windows Server 2003 Compute Cluster Edition y Microsoft Compute Cluster Pack. Se necesita licencia por Servidor para el nodo de cabecera y para cada nodo de computación del cluster. De forma rápida y sencilla se puede instalar Windows Compute Cluster Server 2003 utilizando las tecnologías habituales de implantación de Windows, se pueden añadir al Clusters los nodos de computación simplemente conectándolos y poniéndolos en marcha. MS-MPI (Microsoft Message Passing Interface) es la interfaz plenamente compatible con la referencia MPICH2. La integración con el Directorio Activo permite establecer medidas de seguridad basadas en roles para administración y usuarios, las tareas administrativas y de planificación más comunes las facilitan el uso de la Consola de Gestión de Microsoft (MMC).

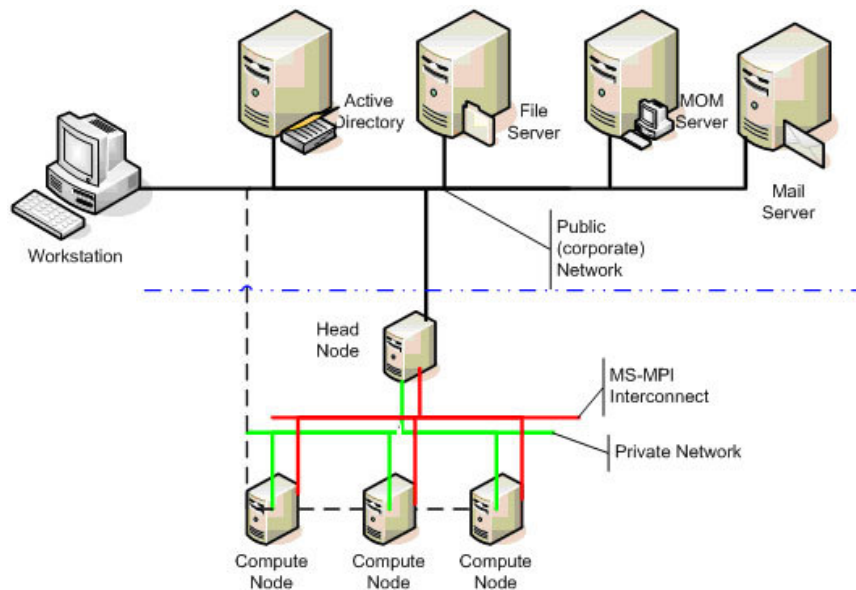


Figura 16: En este diagrama se representa una típica red de Windows Compute Cluster Server 2003¹⁰¹.

Entre las tecnologías de base que soporta Windows Compute Cluster Server 2003 se encuentran: Host y nodos de cluster basados en x64, Message Passing Interface v2 (MPI2), Tecnologías de red Gigabit Ethernet, Ethernet sobre Acceso Remoto Directo a Memoria (RDMA), Infiniband, y Myrinet, Compiladores y librerías de otros fabricantes.

Los factores más relevantes que posee Windows Compute Cluster Server (CCS) 2003 en cuestión de la instalación y gestión simplificadas del Clúster CCS es que permite la

¹⁰¹ <http://www.microsoft.com/spain/windowsserver2003/ccs/overview.msp> consultado 25/04/09

instalación y configuración rápida de los nodos, incorpora herramientas de monitorización y planificador basado en políticas, lo que permite disponer de un entorno escalable de gestión de uso muy sencillo y que incluye: instalación automática con mínima intervención del usuario, asistentes de instalación para la red, servicios de instalación remota, gestión de nodos y seguridad para el cluster, una pila de software integrada con un planificador de tareas propio y pila MPI para una rápida puesta en servicio.

En cuanto a su integración con la infraestructura de IT, CCS se integra plenamente con la infraestructura actual de Windows, lo que permite aprovechar sus actuales niveles de conocimientos y experiencia, así como la tecnología disponible para la gestión del sistema y los nodos, gestión de la actividad, de los usuarios y de la seguridad. Por ejemplo, CCS le permite: aprovechar las instalaciones actuales de Directorio Activo para simplificar la autenticación y la configuración de la seguridad, utiliza RIS (Remote Installation Services) para la instalación de nodos remotos, para gestionar las actualizaciones de software de los nodos utiliza Microsoft Systems Management Server (SMS), en la gestión del sistema y las tareas en ejecución utilizar Microsoft Operations Manager (MOM, utiliza la consola MMC (Microsoft Management Console) para ejecutar herramientas y complementos del sistema.

El soporte para aplicaciones CCS es un entorno soportado por las principales aplicaciones en cada sector vertical, lo que le permite utilizar las aplicaciones más importantes con un amplio nivel de soporte. Una pila de software integrado diseñado y orientado al mercado de la computación de alto rendimiento facilita a los desarrolladores la creación de una gran variedad de aplicaciones y herramientas.

El desarrollo de aplicaciones para CCS permite aprovechar los niveles adquiridos por los programadores y su experiencia en plataforma Windows. Microsoft Visual Studio es el entorno de desarrollo integrado (IDE) más difundido en todo el mundo, y Visual Studio 2005 y el 2008 incluye soporte para el desarrollo de aplicaciones HPC (por ejemplo, incorpora un depurador de código de procesamiento paralelo).

CCS incorpora una capa MPI integrada, basada en la especificación MPI2 estándar de la industria, facilitando así el porting (proceso de adaptación de software a fin de que el ejecutable del programa se puede crear un entorno que es diferente de aquella para la que

originalmente fue concebido) de aplicaciones actuales de procesamiento en paralelo, todo eso crea un entorno de desarrollo muy familiar.

Los requisitos mínimos de hardware necesitan Windows Compute Cluster Server 2003 (cualquier sistema diseñado como nodo de cabecera o nodo de computación).

Tabla: 3 Cuadro de requisitos mínimos del sistema.¹⁰²

CPU	Ordenador con arquitectura de 64 bits, de la familia Intel Pentium o Intel Xeon con arquitectura de procesador EM64T (Extended Memory 64) de Intel, o bien procesador de las familias AMD Opteron o AMD Athlon o compatibles.
Memoria RAM mínimo	512 MB
Memoria RAM máximo	32 GB
Soporte para multiprocesador	Windows Compute Cluster Server 2003 soporta hasta cuatro procesadores por servidor
Espacio de disco para instalación	4 GB
Volúmenes de disco	Para un nodo de cabecera, el proceso de instalación de Windows Compute Cluster Server 2003 requiere un mínimo de dos volúmenes: uno para la partición de sistema y otro para RIS. Los nodos de computación solamente necesitan un volumen. Se puede utilizar RAID 0,1 ó 5 según convenga, aunque no son

¹⁰² <http://www.microsoft.com/spain/windowsserver2003/ccs/sysreqs.mspx#EFB> consultado 27/04/09

Tarjeta de red	<p>Todos los nodos necesitan una tarjeta de red al menos. SI se quiere disponer de un segmento de red privado, el nodo de cabecera debe tener al menos dos tarjetas de red para crear un segmento privado y otro público, dependiendo de la topología de red elegida.</p> <p>Cada nodo puede necesitar una o más tarjetas de red en caso de acceso a la red pública o para soporte de una red basada en MPI</p>
----------------	---

También debe de disponer de un sistema operativo compatible con el Compute Cluster Pack. Los nodos de cabecera tienen, además, una serie de requisitos de software adicionales, como RIS (Remote Installation Services) o NAT (Network Address Translation) con ICS (Internet Connection Sharing), dependiendo del entorno de red en el cual se instala el cluster.

Los componentes de administración remota y planificación de tareas se instalan automáticamente en el nodo de cabecera del Cluster de computación, pero se pueden instalar también en una estación de trabajo remota para simplificar estas actividades por ejemplo: Windows Server 2003 con Service Pack 1 o 2 (SP1 o SP2) o R2, Windows XP Professional con Service Pack 2 (SP2), Windows XP Professional x64 Edition son sistemas operativos soportados para la instalación de los componentes remotos.¹⁰³

Unos de los lanzamientos del 2006 por la Microsoft fue Microsoft Compute Cluster Pack SDK El Microsoft Compute Cluster Pack Kit de desarrollo de software le ayuda a crear aplicaciones paralelas de alto rendimiento para Microsoft Windows Compute Cluster Server 2003. El SDK contiene ejecutables binarios de Microsoft MPI. También contiene las cabeceras de C y FORTRAN y bibliotecas para el desarrollo de aplicaciones con Microsoft paralelo MPI e incluye interfaces de programación de aplicaciones para la integración con Microsoft Empleo Programador.¹⁰⁴

¹⁰³ <http://www.microsoft.com/spain/windowsserver2003/ccs/sysreqs.msp#EFB> consultado 28/04/09

¹⁰⁴ <http://www.microsoft.com/downloadS/details.aspx?FamilyID=d8462378-2f68-409d-9cb3-02312bc23bfd&displaylang=en&displaylang=en> consultado 28/04/09

Se puede utilizar SDK en Microsoft Compute Cluster Server 2003 (CCS) y Microsoft HPC Server 2008.

Windows HPC Server 2008

Windows HPC Server 2008 (High-performance computing) permite escalar con efectividad a miles de núcleos gracias a un nuevo RDMA Network Direct de alta velocidad, una nueva interface de acceso remoto a la memoria, herramienta de administración de clústers y un programador de trabajos de arquitectura orientada a servicios (SOA Service Oriented Architecture).

Windows HPC Server 2008 ofrece una productividad, rentabilidad y un alto rendimiento, se basa en x64 bits de hardware. Permite la más amplia adopción de HPC proporcionando un rico e integrada, fácil aplicación de escritorio de Clusters. Cuenta también con programas paralelos a lo largo de entornos de desarrollo integrado con soporte para los estándares de la computación distribuida. En Windows HPC Server 2008, Visual Studio 2008 ofrece un amplio entorno de programación paralela. Además soporta OpenMP, MPI, y los Web Services, También ofrece optimizadores de rendimiento, los compiladores y un depurador nativo paralelo para el desarrollo de programas paralelos y la solución de problemas.

Tabla 4: Los requisitos mínimos de hardware son:

Hardware	Requisitos
CPU	Computadora con arquitectura de 64 bits de Intel Pentium o Xeon de Intel con procesadores de la familia Extended Memory 64 Technology (EM64T), arquitectura de procesador, los procesadores AMD Opteron de la familia; los procesadores AMD Phenom familia; AMD Athlon 64 procesadores de la familia; procesador compatible
RAM	512 MB
Multiproceso	Windows Server 2008 HPC Edition y Windows Server 2008 Standard soportar hasta cuatro procesadores por servidor. Windows Server 2008 Enterprise soporta hasta ocho procesadores por servidor.
Mínimo de espacio en disco para la instalación	50 GB
Volúmenes de disco	Un solo volumen del sistema es necesario para la cabeza y nodos. Arreglo redundante de discos independientes (RAID), pero no cuenta con el apoyo necesario. El volumen del sistema debe ser Master Boot Record (MBR). Volúmenes adicionales se pueden MBR o tabla de particiones GUID (GPT).
Tarjeta de interfaz de red	Al menos una tarjeta de interfaz de red (NIC) es obligatorio. Si una red privada se utiliza, el jefe nodo requiere por lo menos dos tarjetas, y los nodos de cómputo, al menos, una. Cada nodo puede requerir una tarjeta de alta velocidad para una aplicación de red.

Y en los requisitos de software están:

La cabeza y nodos HPC para Windows Server 2008 puede ser cualquiera de los siguientes:

- Windows Server 2008 Standard del sistema operativo (versión basada en x64)
- Windows Server 2008 Enterprise x64 Edition.

El planificador de tareas utiliza el SQL Server como repositorio. Entre los que se encuentran SQL Server 2005 o SQL Server 2008 se pueden instalar por medio de la HPC Pack 2008 instala SQL Express. SQL Server Standard Edition o Enterprise Edition es necesario para la cabeza nodo failover clustering.

La Consola de administración de trabajo y programación de componentes de la consola de usuario se instalan automáticamente en la cabeza nodo del cluster de cómputo. Estos componentes también se puede instalar en otros ordenadores, ya sea permitiendo la administración remota del Clusters o el envío de trabajos de los equipos cliente. Los sistemas operativos compatibles para la instalación de los componentes del mando a distancia son:

- Windows Server 2003 Service Pack 2 (SP2) o Release 2 (R2) (32-bits o 64 bits de las versiones)
- Windows Server 2008 (32-bits o 64 bits de las versiones)
- Windows ® XP Professional Service Pack 3
- Windows XP Professional x64 Edition SP2
- Windows Vista ® Business, Enterprise y Ultimate SP1 Ediciones ¹⁰⁵

3.4.2 CLUSTERS EN PLATAFORMA UNIX

Las arquitecturas de Cluster ofrecen importantes beneficios, incluyendo un mayor rendimiento, mayor disponibilidad, una mayor escalabilidad y menores costos operativos. Las arquitecturas de clúster ofrecen un servicio interrumpido, diseñado con redundancia en todos los subsistemas, al procesamiento, al almacenamiento, red y otras. Un Cluster de sistemas UNIX ofrece el mismo entorno de sistema estándar de UNIX que se utiliza para las aplicaciones existentes. Por último, el Clustering o agrupación permite a los administradores de sistemas, desarrolladores y mantenedores de campo a las nuevas tecnologías fácilmente, integrar los sistemas de legado y el trabajo en un modelo uniforme, ambiente familiar.

¹⁰⁵ <http://www.microsoft.com/hpc/en/us/system-requirements.aspx> consultado 30/04/09

Algo que es de mucha importancia es que un Clusters sólo puede ser tan robusto como el entorno operativo en el que se basa. Los 64 bits del sistema UNIX, por ejemplo, proporciona acceso directo a enormes cantidades de memoria y almacenamiento que el clustering o agrupaciones necesitan. Otros puntos fuertes del sistema UNIX, incluyendo sus servicios de directorio y los subsistemas de seguridad, son cruciales para la sincronización de las actividades a través de un conjunto de máquinas que cooperaron. Como resultado de ello, el Cluster basado en las arquitecturas de sistema UNIX son unos de los más populares en el mercado. Cuando se requiere un Clusters de alta disponibilidad y de alto rendimiento, los analistas del sistema UNIX encuentran una ventaja al ocupar dicha plataforma.¹⁰⁶

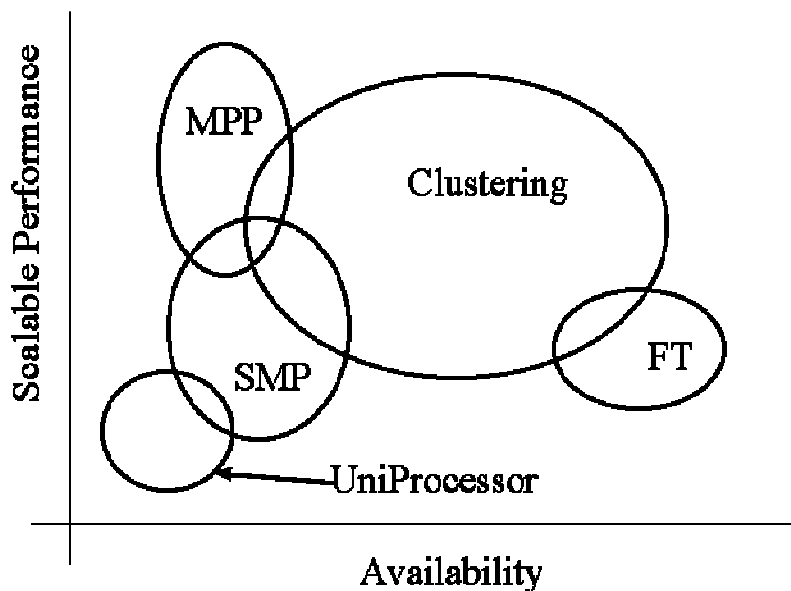


Figura 17: Desempeño Escalable (S) vs Disponibilidad (X) para monolíticos, SMP, PMP, FT y la agrupación de Sistemas¹⁰⁷

Como muestra la Figura 17,¹⁰⁸ la arquitectura del Cluster puede ser diseñada para proporcionar gran rendimiento escalable y de alta disponibilidad.

En donde SMP significa multiprocesamiento simétrico paralelo, MPP el procesamiento masivamente paralelo, que son diferentes métodos destinados a la construcción de ordenadores más potentes con varios microprocesadores y por último la tolerancia a fallos (FT) es el que se encarga de explotar los sistemas de procesamiento paralelo como una

¹⁰⁶ <http://www.unix.org/whitepapers/cluster.htm> consultado 30/04/09

¹⁰⁷ <http://www.unix.org/whitepapers/cluster.htm> consultado 06/04/09

¹⁰⁸ <http://www.unix.org/whitepapers/cluster.html> consultado 30/04/09

manera de lograr una mayor fiabilidad debido a la completa redundancia de los componentes.

Para mencionar ejemplos de Clusters para plataforma UNIX se encuentra:

- **Cluster sobre HPUX** para servidores Unix Hewlett Packard, el 11 de Mayo del 2009 se anunció en Madrid la última actualización del sistema operativo HPUX 11iv3 (*update 4*) que ofrece importantes mejoras en la gestión de las capacidades de virtualización. Lo más novedoso es la capacidad de mover en caliente máquinas virtuales HP Integrity Virtual Machines entre distintos servidores físicos HP Integrity.

Los mecanismos de alta disponibilidad de HPUX a través del gestor de clúster HP Serviceguard, las máquinas virtuales pueden estar protegidas ante el fallo del servidor físico que las aloja, mientras que el gestor de clúster permite mover en caliente las mismas desde un servidor físico a otro diferente en caso de necesidad.

HP Capacity Advisor (gestor de capacidad) muestrea de forma periódica diferentes parámetros de funcionamiento asociados al rendimiento, y genera reglas simples de interpretar, que proporcionan al administrador de sistemas una forma rápida de encontrar el servidor físico ideal para alojar a una determinada máquina virtual.

El HPUX 11iv3 *update 4* ofrece, novedades interesantes, como la gestión integral del consumo en los servidores HP Integrity modificando, si es necesario, la frecuencia de los procesadores Intel Itanium en función de la demanda de trabajo impuesta al servidor. HPUX 11iv3 *update 4* está disponible para los servidores HP Integrity y HP 9000.¹⁰⁹

- **Mac OS X (Plug-and-play) Unix, Mac OS**, ofrece las mejores herramientas de la Mac y Unix en una solución de cómputo. Con este desarrollo, el Clustering de Mac se está convirtiendo en la tecnología que se moverá la computación paralela, para lograr la potencia de cálculo accesible para objetivos de investigación, se ha desarrollado las herramientas para construir Clustering intensos de computación paralela en la plataforma de Macintosh. Esta tecnología maximiza la productividad, ya que está diseñado para

¹⁰⁹ <http://h41131.www4.hp.com/es/es/press/hp-potencia-su-entorno-de-virtualizaci-n-sobre-hpux.html>
consultado 01/06/09

permitir al usuario, sin experiencia en el sistema operativo, desarrollase más eficiente y ejecutar código en paralelo. Este equipo ha demostrado el potencial de rendimiento y escalabilidad de Mac Clustering por lograr más de 217 Gigaflops en 33 XServes y más de 233 Gigaflops en 76 Power Mac G4 esta basado en Unix, Mac OS, ofrece las mejores herramientas de la Mac y Unix en una solución de cómputo.

El sistema Mac OS X incluye las siguientes herramientas y sistemas que hacen que la construcción de capas Clusters Beowulf¹¹⁰:

- Núcleo Mach 3.0
- BSD 4.4
- FreeBSD 3.2 en red
- Compatibilidad POSIX
- Compiladores GCC 3.3
- Java 2 SE V1.3.1

Entre otras características de Mac OS X están: posee una única versión para todo tipo de usuarios, es rápido, fiable y fácil de usar, es potente, no necesita un hardware muy potente para funcionar al máximo, se apaga en segundos, no requiere formateos, no necesita apenas mantenimiento, está exento de virus, se actualiza y avisa antes de ejecutar automáticamente cualquier tarea, viene equipado con herramientas 100% productivas: **Exposé, Spaces, Spotlight o iCal** por ejemplo.

- **Solaris Cluster** se conoce también como Sun Cluster (ya que funciona con el sistema operativo Solaris), el Solaris Cluster o Sun Clusters, su principal característica es la alta disponibilidad y el software integrado proporciona una recuperación de desastres a nivel local, el metropolitanas y clusters de todo el mundo.

Los servidores (nodos) en un Clusters se comunican a través de interconexiones, estas interconexiones llevan importante información de datos, así como el Clusters. Esto permite a los servidores del Clusters vigilen el funcionamiento de los demás servidores dentro del Clusters, asegurándose de que cada servidor es activo. Si uno de los servidores

¹¹⁰ <http://www.stat.ucla.edu/computing/clusters/deployment.php> consultado 06/0409

se desconecta, el resto de los dispositivos del Cluster de servidor fail-over cualquier solicitud o la falta de datos de nodo a otro nodo. Este proceso de conmutación por error es rápido y transparente a los usuarios de la aplicación. Mediante la explotación de la redundancia en el Cluster, Solaris Cluster asegura los más altos niveles de disponibilidad.¹¹¹

Una configuración típica de Cluster Solaris tiene los siguientes componentes:

Hardware:

- Servidores con almacenamiento local (los dispositivos de almacenamiento organizado por nodos).
- Almacenamiento compartido
- Cluster de interconexión para la comunicación privada entre los nodos del cluster.
- Interfase de red pública.
- Administración de trabajo para la gestión del Cluster.

Software:

- Entorno operativo Solaris (en cada nodo).
- Solaris Cluster de software (en cada nodo).
- Aplicaciones de Solaris cluster.

- **Acxiom Corporation.** Básicamente la arquitectura de Acxiom es el Cluster basado en UNIX, proporcionado por Digital Equipment Corporation (actualmente Compaq). Sus sistemas de gestión de 250 terabytes de datos de consumo por sí solo, y su centro de datos es un complejo de 4 hectáreas, es uno de los mayores proveedores del mundo de los datos y la inteligencia de mercado.¹¹² Acxiom, la primera AlphaServer gestionando 800 gigabytes de datos, y durante un lapso de nueve meses, su capacidad ha aumentado a 2 terabytes.

Una de las características de Acxiom es que el uso de la Clustering se centra principalmente en la escalabilidad y ahorro de costes.

¹¹¹ <http://www.sun.com/software/solaris/cluster/faq.jsp> consultado 08/06/09

¹¹² <http://www.unix.org/whitepapers/cluster.htm> consultado 06/04/09

Otro ejemplo es Gemeente Maastricht y en Gemeente Amersfoort, ambas organizaciones de Gobierno de los Países Bajos, unos de sus retos era obtener una alta disponibilidad y alcanzar un nivel de 99,9%. Con la finalidad de obtener mayor defensa contra los desastres, estos Clusters se interconectan a los sistemas de copia de seguridad redundante adquiriendo un éxito en centros de desastre por las conexiones de fibra óptica y obteniendo una mayor velocidad.

Y por último está **CVS Siemens / Pirámide Reliant RM1000** Clusters de servidores,¹¹³ estos Cluster, gestionan una cadena de suministros, la validación de la prescripción (que está disponible 7 días a la semana, las 24 horas del día) y una transacción en línea (almacén de datos para el análisis de patrones de compra del cliente), debido a ello cuenta con una alta disponibilidad.

CVS Cluster se basan en el sistema UNIX, aprovechan más de 200 procesadores y dirección 7 terabytes de almacenamiento en disco, Oracle es el proveedor de software de gestión de bases de datos para estas aplicaciones.

No se puede dejar a un lado que las arquitecturas cluster dependen en gran medida de los sistemas operativos que residen en cada nodo, esto es parte de la razón por la que los Clusters basado en UNIX son mejores, más rápidos y más fiables. Además de las ventajas de un sólido, el entorno operativo estándar, el mercado para el sistema UNIX es también vibrante.

3.4.3 CLUSTER EN PLATAFORMA GNU/LINUX

Los Clusters en plataforma GNU/Linux han alcanzado popularidad desde su lanzamiento, debido a millones de personas que se ocupan y desarrollan nuevas formas más rápida que cualquier otro, esto ha hecho que su crecimiento aumente a pasos agigantados. Según el top500¹¹⁴ uno de los sistemas operativo más utilizado actualmente en las quinientas máquinas más rápidas del mundo es GNU/Linux.

¹¹³ <http://www.unix.org/whitepapers/cluster.htm> consultado 08/05/09

¹¹⁴ <http://www.top500.org/> consultado 10/05/09

En GNU/Linux existen muchas distribuciones en las que se puede implementar el uso de Clusters por medio de paquetes independientemente a la distribución que se utiliza como por ejemplo: MOSIX, Heartbeat, Piranha, UltraMonkey, entre otros. Estos paquetes de software permiten la instalación y configuración de un Cluster de alta disponibilidad bajo GNU/Linux. Se pueden encontrar enlaces en la página web del proyecto Alta Disponibilidad bajo Linux (The Linux High-Availability Project¹¹⁵) o el producto lanzado por Red Hat Advance Server¹¹⁶. Entre las especializadas en Cluster se encuentran: Suse Linux Enterprise Server expuesto en el Capítulo II, Red Hat Cluster Suite, Scientific Linux release 4.8 entre otros.

Red Hat Cluster Suite consiste en aplicaciones que requieren un máximo tiempo de funcionamiento, Específicamente diseñado para Red Hat Enterprise Linux, Red Hat Cluster Suite proporciona dos tipos distintos de Clustering: Aplicación / Servicio Fail-over y Equilibrio de carga.

Existe también una versión para Cluster específica que es Scientific Linux release 4.8, el 21 Julio 2009 Connie Sieh y Troy Dawson anunció el lanzamiento una distribución compilada de los paquetes de la fuente para Red Hat Enterprise Linux 4.8, pero realizada con scientific software, el Cluster Suite, con los sistemas de ficheros adicionales y otros paquetes: El lanzamiento Scientific Linux release 4.8, se basa en la reconstrucción de RPMs (gestor de paquetes) fuera de SRPMs (copiladores).¹¹⁷ Algo adicional del software de Scientific Linux release 4.8, es que incluye: 915 resolución, CFITSIO (librería de C y subrutinas Fortran para leer y escribir datos en archivos FITS (Sistema de Transporte Flexible en la imagen)), cluster suite y GFS, FUSIBLE, Unionfs, OpenAFS y NDISwrapper y JAVA.¹¹⁸

CLIC (también conocida como Cluster Linux pour le Calcul) es una versión de Mandrakelinux creada por MandrakeSoft específicamente para ambientes donde se requiere de Clusters. El objetivo del proyecto CLIC es permitir la creación de grandes computadoras científicas que sean basadas en software libre. El objetivo consiste en crear una distribución GNU/Linux para Clusters de máquinas, que cumpla las necesidades de

¹¹⁵ <http://www.linux-ha.org/> consultado 12/05/09

¹¹⁶ <http://www.redhat.com/rhel/server/advanced/> consultado 14/05/09

¹¹⁷ <https://www.scientificlinux.org/news/sl48> consultado 27/06/09

¹¹⁸ <https://www.scientificlinux.org/news/sl48> consultado 27/06/09

implementación, administración y programación de Clusters dentro del entorno de explotación para cálculos extensos. Fue patrocinada por el RNTL, otros socios son ID-IMAG, BULL y Mandrakesoft. El alcance de este proyecto fue producir una distribución GNU/Linux HPC para procesadores de 32 y 64 bits.¹¹⁹

A continuación se expondrá los paquetes que hacen el manejo y gestión de Cluster una manera más fácil sin necesidad de una distribución especial de Clusters:

- Mosix

Unos de esos paquetes más conocidos por sus ventajas es Mosix que es un conjunto de módulos que actúan básicamente a nivel del kernel Linux, no a nivel de la aplicación, es un sistema de gestión orientado a la computación de alto desempeño en GNU/Linux y multi-clusters. MOSIX se puede ver como un Cluster multi-sistema operativo que incorpora los recursos de descubrimiento automático y dinámico de distribución de trabajo, se encuentran solo en computadoras con procesadores múltiples. Unas de las ventajas que posee MOSIX es que no hay necesidad de modificar las aplicaciones o enlazar con cualquier biblioteca, copiar archivos o acceder a nodos remotos, o incluso asignar a los diferentes procesos de nodos lo hace automáticamente. La última producción de la distribución es MOSIX-2.6 para GNU/Linux¹²⁰.

- Heartbeat es sólo capaz de gestionar 2 nodos y no detecta los recursos a nivel de fracasos. La actual serie estable Heartbeat es 2.99.x el cual es una versión para diversas distribuciones incluyendo CentOS, RHEL, Fedora, openSUSE y SLES.¹²¹

- Piranha¹²² que es una colección de programas organizados para proporcionar un entorno más coherente para aquellos administradores que deseen configurar el Clustering de servicios en el entorno GNU/Linux.

- UltraMonkey (ultramoney.org) este es un proyecto dedicados a facilitar la instalación de Clusters HA (High Availability, alta disponibilidad), (ver figura: 19) utilizados

¹¹⁹ <http://www.linuxdata.com.ar/index.php?idmanual=mandrakelinuxtuxito.htm&manuale=1> consultado 26/06/09

¹²⁰ <http://www.mosix.org/> consultado 14/05/09

¹²¹ <http://www.linux-ha.org/> consultado 31/05/09

¹²² <http://sourceware.org/piranha/> consultado 16/05/09

principalmente en granjas de servidores. Un proyecto que simplifica la instalación y configuración de un Cluster HAC integrando las herramientas LVS, HeartBeat y Ldirectord.

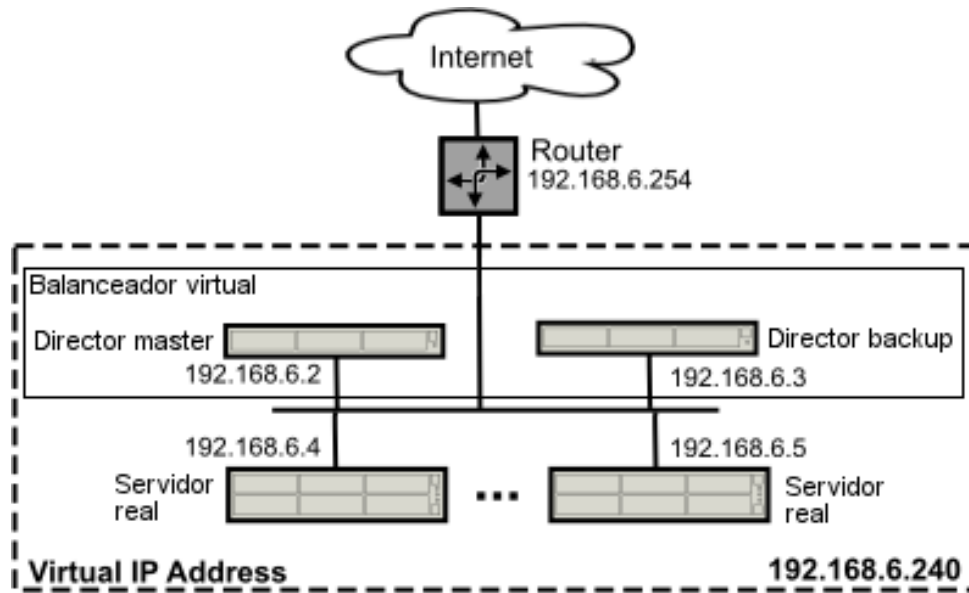


Figura 19: Un ejemplo de un Cluster HAC utilizando UltraMonkey

3.4.4 COMPARACIÓN DE CLUSTER EN DIFERENTES PLATAFORMAS

Tabla 5: Cluster

	Windows	Unix	GNU/Linux
Costo de Licenciamiento	Medio	Alto: ofrecen servicios de clusters HA y HPC bajo un alto costo, configurado por personal especialmente capacitado para un entorno basado en un objetivo crítico entre otros.	Ninguno: ya que se puede descargar las diferentes distribuciones que existen para crear el cluster ya sea HPC, HAC sin ningún costo.
Seguridad	Bajo	Alto	Alto
Escalabilidad	Medio	Alto: han adaptado enormemente sus sistemas operativos de 32 y 64 bits para aprovechar al máximo las ventajas del hardware multiprocesador subyacente. Todos estos sistemas son "escalables" en el sentido de que puede añadirse hardware o ajustarse la red para mejorar significativamente la capacidad del sistema.	Alto: han adaptado enormemente sus sistemas operativos de 32 y 64 bits para aprovechar al máximo las ventajas del hardware multiprocesador subyacente. Todos estos sistemas son "escalables" en el sentido de que puede añadirse hardware o ajustarse la red para mejorar significativamente la capacidad del sistema
Facilidad de instalación	Medio	Medio	Alto: Debido que cuenta con un soporte técnico gratuito On_Line

Aprovechamiento de recursos de hardware obsoleto	Bajo Microsoft ha declarado previamente " <i>obsoleto</i> " para muchas de sus versiones: Intel (x86)	Alto: funcionan con rapidez y eficiencia en hardware	Alto: funcionan con rapidez y eficiencia en hardware
Capacidad de hardware heterogéneo	Medio: dependerá de la versión que se utilice.	Medio: requiere hardware especializado	Alto
Implementación de Cluster	Medio	Alto	Alto: Actualmente la segunda compañía más grande de software (Oracle) migró a GNU/Linux
Rendimiento	Medio	Alto: son más estables, requieren menos administración, y son más rápidos en operaciones de lectura-escritura al disco duro y mayor rendimiento y las capacidades multitarea y multiusuario	Alto: son más estables, requieren menos administración, y son más rápidos en operaciones de lectura-escritura al disco duro y mayor rendimiento y las capacidades multitarea y multiusuario

3.5 VENTAJAS DE LOS CLUSTER

Dentro de las ventajas que se tienen los Cluster, se pueden mencionar su alta capacidad de procesamiento, su gestión de recursos, su disponibilidad con la que puede contar, escalabilidad y potencia, estas son unas de las muchas ventajas que poseen los cluster debido a que es una tecnología muy adaptable en cuanto a los recursos que se poseen.

- Alta capacidad de procesamiento. Combinando el poder de múltiples servidores, los sistemas con Cluster pueden resolver cargas de trabajo grandes y complejas. Un cliente pudo reducir el tiempo para realizar trabajos de ingeniería claves de días a horas, acortando así el tiempo al mercado para su nuevo producto.
- Consolidación de recursos. Un único Cluster puede acomodar múltiples cargas de trabajo y variar el poder de procesamiento asignado a cada carga de trabajo según se requiera; esto hace que los Clusters sean ideales para la consolidación de los recursos y optimicen su utilización.
- Uso óptimo de los recursos. Los sistemas individuales generalmente manejan una única carga de trabajo y deben ser adaptados en tamaño para acomodar picos de demandas que se esperan para esa carga; esto significa que en general pueden ejecutar bien por debajo de su capacidad, pero que pueden "fallar" si la demanda excede la capacidad, aun cuando otros sistemas estén inactivos. Dado que comparten un enorme poder de procesamiento a través de múltiples cargas de trabajo, los sistemas con Cluster pueden manejar un pico de demanda asimismo uno inesperado aumentando temporalmente el compartir el procesamiento para esa carga de trabajo, obteniendo así las ventajas de una capacidad no utilizada.
- Disponibilidad 24 x 7 con protección de failovers. Dado que el procesamiento se esparce a través de múltiples máquinas, los sistemas con Cluster son altamente tolerantes a fallas: si un sistema falla, los otros siguen funcionando.

- Recuperación de desastres. Los Clusters pueden abarcar múltiples sitios geográficos, de modo que aun cuando todo un sitio sea víctima de una interrupción de la alimentación u otro desastre, las máquinas remotas continuarán funcionando.
- Escalabilidad horizontal y vertical sin tiempo de inactividad. A medida que la empresa requiera crecer, al Cluster se le puede agregar poder de procesamiento adicional sin interrumpir las operaciones.
- Se cuenta con una disponibilidad permanente considerando que el tiempo de cada actividad ininterrumpido para las aplicaciones de la base de datos.
- Escalabilidad bajo demanda por tener una mayor capacidad con sólo agregar servidores al Cluster.
- Disminución de gastos de computación ya que el uso de hardware de consumo económico y menos costes por inactividad.
- La potencia que ofrece los Clusters (puesto que están conectados en red) es prácticamente ilimitada.
- Ofrece una perfecta integración de sistemas y dispositivos heterogéneos, por lo que las conexiones entre diferentes máquinas no generarán ningún problema.
- Se trata de una solución altamente escalable, potente y flexible, ya que evitarán problemas de falta de recursos (cuellos de botella) y nunca queda obsoleta, debido a la posibilidad de modificar el número y características de sus componentes.
- Comparte una serie de recursos en la red de manera uniforme, segura, transparente, eficiente y fiable, ofreciendo un único punto de acceso a un conjunto de recursos distribuidos geográficamente en diferentes dominios de administración.

- Los Clusters HPC ofrecen un Incremento de velocidad de procesamiento y los Clusters HAC ofrece un incremento de confiabilidad.

3.6 DESVENTAJAS DE LOS CLUSTERS

En cuanto a las desventajas se centran en tener conocimiento de qué tipo de Cluster se pretende crear y tener las herramientas necesarias por ejemplo: saber qué tipo de recursos son vitales para implementar los Cluster, tomar en cuenta los puntos de fallos y poder administrar bien el Cluster al momento de incrementar nodos.

- Recursos heterogéneos: los Clusters debe ser capaz de poder manejar cualquier tipo de recurso que maneje el sistema, si no resultará totalmente inútil.
- Al momento de crear un Cluster se puede caer en el error de darle importancia a diferentes partes de una PC que no son necesarios por ejemplo: tarjetas de video sofisticadas, tarjetas de audio, entre otras. Por ello es necesario saber con exactitud qué tipo de Cluster se quiere diseñar.
- También es necesario qué tipo de características se quiere en el Cluster para saber qué tipo de plataforma y aplicaciones tendrá (requiere un modelado y diseño del software distinto).
- Uno de los principales problemas a los que hay que hacer frente cuando se construye un Cluster es buscar y eliminar los puntos de fallo únicos (single points of failure). Si se trabaja en un Cluster de supercomputación que depende de un servidor central para repartir las tareas, si este servidor cae, todo el Cluster quedará inservible.
- Si se trata de un Cluster de balanceo de carga o de alta disponibilidad HAC, se deben establecer garantías de que los servidores seguirán funcionando, pero si estos servidores están conectados a una red corporativa o a Internet, mediante una sola interfaz, un fallo en ella dejaría aislado al sistema. Es importante perseguir la redundancia para evitar que el fallo de un sólo

componente hardware (en un Cluster van a integrarse gran número de elementos con lo que la probabilidad de fallo crece) anule la funcionalidad de todo el sistema.

- Mantener un Cluster sobre una red Ethernet de 10 Mbps, puede resultar una buena decisión si el Cluster sólo tiene unos cuantos nodos, pero en el momento en que se inserten más nodos, la red va a convertirse en un cuello de botella que obligará a los servidores a estar desocupados en espera de los datos durante, quizá, demasiado tiempo.
- La administración de un Cluster se vuelve más compleja a medida que se incrementa el número de nodos, por lo tanto es importante contar con herramientas que permitan realizar algunas tareas de administración sobre un conjunto de nodos, pero de manera centralizada.
- La imposibilidad de llegar a Clusters que paralelicen cualquier proceso se basa en que la mayoría de las aplicaciones que hacen uso, en mayor o menor medida, de algoritmos secuenciales no paralelizables.
- El factor de escalabilidad, tiene mucho impacto puesto que cuanto más escalable es un sistema menos costará mejorar el rendimiento, lo cual abarata el coste.
- Muy rara vez un Cluster puede entrar en dos tipos de Cluster ya que los requerimientos para que sean de un tipo son muy específicos.

3.7 ESTRUCTURA Y FUNCIONAMIENTO DE LOS CLUSTERS

Para hablar del funcionamiento primero se tiene que conocer la estructura de los Clusters independientemente qué plataforma se ocupe, cuáles son los componentes que se debe tomar en cuenta al momento de crear un Cluster y factores que influyeran en su desempeño; para ello se detallará de una manera breve cuáles son, posteriormente se explicará el funcionamiento de los Clusters, y los diferentes software compatibles independientemente con la plataforma en que esté elaborado el Cluster.

3.7.1 ESTRUCTURA DE LOS CLUSTERS

En general, un cluster necesita de varios componentes de software y hardware para poder funcionar por ejemplo (ver la figura 20)¹²³:

- Nodos
- Sistemas Operativos
- Conexiones de Red
- Middleware (capa de abstracción entre el usuario y los sistemas operativos)
- Ambientes de Programación Paralela.
- Aplicaciones (pueden ser paralelas)

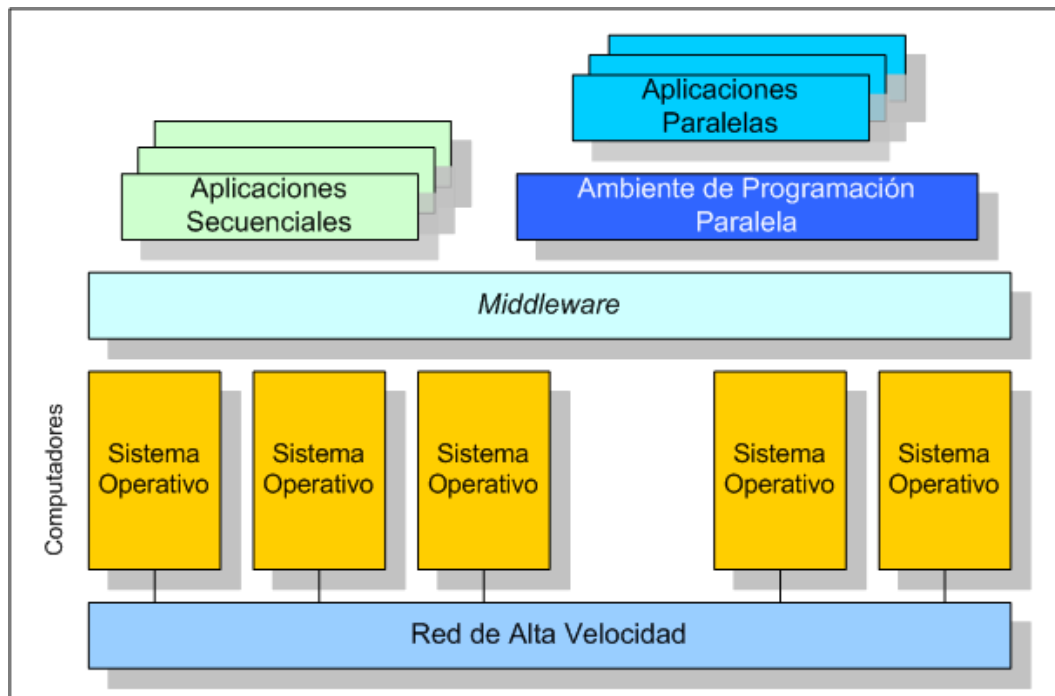


Figura 20: Estructura de los componentes de un Cluster

Nodos

Pueden ser simples computadores, sistemas multi- procesador o estaciones de trabajo.

Sistemas Operativos

Debe ser de fácil uso y acceso y permitir además múltiples procesos y usuarios. Dependerá la plataforma que quiera implementar.

¹²³ [http://es.wikipedia.org/wiki/Cluster_\(inform%C3%A1tica\)](http://es.wikipedia.org/wiki/Cluster_(inform%C3%A1tica)) consultado 01/06/09

Este debe de tener un entorno multiusuario, cuanto más fácil sea el manejo del sistema menores problemas se tendrá, es totalmente factible la instalación de un Cluster con un sistema GNU/Linux o Unix.

Conexiones de Red

Los nodos de un cluster pueden conectarse mediante una simple red Ethernet, o puede utilizar tecnologías especiales de alta velocidad como Fast Ethernet y Gigabit Ethernet.

Middleware

El middleware es un software que generalmente actúa entre el sistema operativo y las aplicaciones con la finalidad de proveer:

- Un interfaz único de acceso al sistema, denominado SSI (Single System Image), el cual genera la sensación al usuario de que utiliza un único computador muy potente.
- Herramientas para la optimización y mantenimiento del sistema: migración de procesos, checkpoint-restart (detener uno o varios procesos, migrarlos a otro nodo y continuar su funcionamiento), balanceo de carga, tolerancia a fallos, etc.
- Escalabilidad: debe poder detectar automáticamente nuevos nodos conectados al Cluster para proceder a su utilización.
- Existen diversos tipos de middleware, como por ejemplo: MOSIX, Condor, OpenSSI, entre otros.

Ambientes de Programación Paralela

Los ambientes de programación paralela permiten implementar algoritmos que hagan uso de recursos compartidos: CPU (Central Processing Unit), memoria, datos y servicios.

También es necesario exponer el tipo de almacenamiento que debe tener un Cluster por ejemplo consisten en: una NAS (Network Attached Storage), una SAN (Storage Area Network), o almacenamiento interno en el servidor. El protocolo más comúnmente utilizado es NFS (Network File System), sistema de ficheros compartido entre servidor y

los nodos. Sin embargo existen sistemas de ficheros específicos para Clusters como Lustre (CFS) y PVFS2.

NAS es un dispositivo específico dedicado a almacenamiento a través de red (normalmente TCP/IP) que hace uso de un S.O. optimizado para dar acceso a través de protocolos CIFS, NFS, FTP o TFTP. NAS permite compartir el almacenamiento, utilizar la red, y tiene una gestión más sencilla. SAN utiliza cables de Fibra Channel y utiliza protocolos ISCSI y FCP.

Tabla 6: Diferencias entre NAS y SAN

Diferencias	NAS	SAN
Cables	Ethernet	Fibre Channel
Protocolo	CIFS, NFS, HTTP sobre TCP/IP	Encapsulated SCSI (iSCSI, cuando encapsula sobre TCP/IP, y FCP cuando encapsula directamente sobre Fibre Channel)
Manejo	el NAS head gestiona el sistema de ficheros	múltiples servidores manejan los datos
Ventajas	-Permite acceder a un sistema de ficheros a través de TCP/IP usando CIFS (en el caso de Windows) ó NFS (en el caso de Unix/Linux - Es una solución más adecuada como: Servidor de ficheros, Almacenamiento de directorios de usuario y Almacenamiento de archivos en general	-Se usa para acceder a almacenamiento en modo BLOQUE, a través de una red de fibra óptica con Fibre Channel (FC) utilizando el protocolo SCSI. -Es una solución más adecuada para: Bases de datos,Data warehouse, Backup (al no interferir en la red del sistema) y Cualquier aplicación que requiera baja latencia y alto ancho de banda en el almacenamiento y recuperación de datos

3.7.2 CARACTERÍSTICAS DE DISEÑO DE CLUSTER

Una de las características principales para el diseño de un Cluster es que su arquitectura tiene que existir un medio de comunicación (red) donde los procesos puedan migrar para computarse en diferentes estaciones paralelamente. Por ende un sólo nodo no cumple este requerimiento por su condición de aislamiento para poder compartir información. Las arquitecturas con varios procesadores en placa tampoco son consideradas Clusters, bien sean máquinas SMP o mainframes, debido a que el bus de comunicación no suele ser de red, sino interno.

Por esta razón se deduce las características de un Cluster:

- Un Cluster consta de 2 o más nodos. Los nodos necesitan estar conectados para llevar a cabo su misión.
- Los nodos de un Cluster están conectados entre sí por al menos un canal de comunicación. Por ahora se ha referenciado a las características físicas de un Cluster, que son las características sobre las que más consenso hay. Pero existen más problemas sobre las características de programación de control que se ejecuta, pues es el software el que finalmente dotará al conjunto de máquinas de capacidad para migrar procesos, balancear la carga en cada nodo, entre otras.
- Los Clusters necesitan software de control especializado. El problema también se plantea por los distintos tipos de Clusters, cada uno de ellos requiere un modelado y diseño del software distinto.

Como es obvio las características del Cluster son completamente dependientes del software, por lo que no se tratarán las funcionalidades del software sino el modelo general de software que compone un Cluster.

Para empezar, parte de este software se debe dedicar a la comunicación entre los nodos. Existen varios tipos de software que pueden conformar un Cluster:

Software a nivel de aplicación.

Este tipo de software se sitúa a nivel de aplicación, se utilizan generalmente bibliotecas de carácter general que permiten la abstracción de un nodo a un sistema conjunto, permitiendo crear aplicaciones en un entorno distribuido de manera lo más abstracta posible. Este tipo de software suele generar elementos de proceso del tipo rutinas, procesos o tareas, que se ejecutan en cada nodo del Cluster y se comunican entre sí a través de la red.¹²⁴

Software a nivel de sistema.

Este tipo de software se sitúa a nivel de sistema, suele estar implementado como parte del sistema operativo de cada nodo, o ser la totalidad de éste.

Es más crítico y complejo, por otro lado suele resolver problemas de carácter más general que los anteriores y su eficiencia, por norma general, es mayor.

A pesar de esta división existen casos en los cuales se hace uso de un conjunto de piezas de software de cada tipo para conformar un sistema Cluster completo. Son implementaciones híbridas donde un Cluster puede tener implementado a nivel de kernel parte del sistema y otra parte estar preparada a nivel de usuario.

¹²⁴ http://www.wikilearning.com/tutorial/el_manual_para_el_clustering_con_openmosix-clusters_nociones_generales/9756-13 consultado 10/06/09

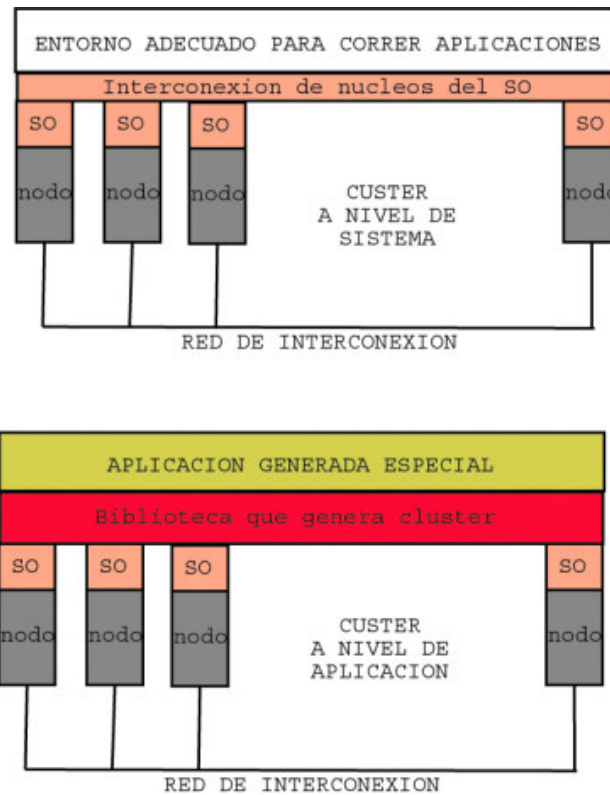


Figura 21: Clusters. Cluster a nivel de sistema y nivel de aplicación¹²⁵

3.7.3 FACTORES DE DISEÑO DE CLUSTER

Existen diferentes factores de diseños según los cuales se puede clasificar un Cluster.

Entre éstos encontramos los siguientes:

- Acoplamiento.
- Control.
- Homogeneidad.
- Escalabilidad.

¹²⁵ http://www.wikilearning.com/tutorial/el_manual_para_el_clustering_con_openmosix-clusters_nociones_generales/9756-13 consultado 14/06/09

Acoplamiento

Una de las características más importantes de un Cluster es el nivel de acoplamiento del mismo. El acoplamiento del software es la integración que tengan los elementos existentes en cada nodo. Gran parte de la integración del sistema la produce la comunicación entre los nodos, y es por esta razón por la que se define el acoplamiento; otra parte es la que implica cómo de crítico es el software y su capacidad de recuperación ante fallos.

El acoplamiento del software es una medida subjetiva basada en la integración de un sistema Cluster a nivel general. Los distintos tipos de acoplamiento son los que se describen a continuación¹²⁶:

- Altamente acoplados
- Medianamente acoplados
- Escasamente acoplados

- Altamente acoplados

Este software se caracteriza por que los elementos que lo componen se interrelacionan unos con otros y posibilitan la mayoría de las funcionalidades del Cluster de manera altamente cooperativa. El acoplamiento más fuerte que se puede dar se produce cuando existe sólo una imagen del sistema operativo, la cual está distribuida entre el conjunto de nodos que la compartirán. Por supuesto algo fundamental es poder acceder a todas las partes de este sistema operativo, estrechamente relacionadas entre sí y distribuidas entre los nodos.

Este caso es el que se considera como más acoplado, de hecho, no está catalogado como Cluster, sino como sistema operativo distribuido.

Por ejemplo son los Cluster SSI, en estos Clusters todos los nodos ven una misma imagen del sistema, pero todos los nodos tienen su propio sistema operativo, aunque estos sistemas están estrechamente relacionados para dar la sensación a las aplicaciones que todos los

¹²⁶ http://www.wikilearning.com/tutorial/el_manual_para_el_clustering_con_openmosix-clusters_nociones_generales/9756-13 consultado 17/06/09

nodos son idénticos y se acceda de una manera homogénea a los recursos del sistema total. Si arranca o ejecuta una aplicación, ésta verá un sistema homogéneo, por lo tanto los kernels tienen que conocer los recursos de otros nodos para presentarle al sistema local los recursos que encontraría si estuviera en otro nodo. Por supuesto se necesita un sistema de nombres único, manejado de sistema distribuida o centralizada y un mapeo de los recursos físicos a este sistema de nombres.

- Medianamente acoplados

Dentro de este grupo se encuentra un software que no necesita un conocimiento tan profundo sobre cuáles son los recursos de los otros nodos que componen el Cluster, pero utiliza el software de otros nodos para realizar aplicaciones de muy bajo nivel. Un ejemplo de este tipo de acoplamiento es openMosix y Linux-HA (Alta-Disponibilidad). Una nota importante, es que un Cluster openMosix necesita que todos los Kernels sean de la misma versión (actualmente el proyecto openMosix, ya no se ha dado seguimiento).

Por otro lado no está tan acoplado como el caso anterior: no necesita un sistema de nombres común en todos los nodos, y su capacidad de dividir los procesos en una parte local y otra remota consigue que por un lado se necesite el software del otro nodo donde está la parte del fichero que falta en el nodo local y por otro que no se necesite un SSI para hacer otras tareas.

- Escasamente acoplados

Una agrupación de computadores está escasamente acoplada, si aún siendo capaz de realizar procesamiento paralelo mediante librerías de paso de mensajes o de memoria compartida, no posee un sistema de instalación y gestión integrado que posibilite una recuperación rápida ante fallos y una gestión centralizada que ahorre tiempo al administrador. Es el caso de por ejemplo PVM, MPI o CORBA (Common Object Request Broker Architecture, arquitectura común de intermediarios en peticiones a objetos). Éstos por sí mismos no funcionan, hay que dotarles de una estructura superior que utilice las capacidades del Cluster para que éste funcione.

Control

Cuando se habla de control de un Cluster, no es más que el modelo de gestión que éste propone. Estos modelos pueden ser de dos tipos, éstos son:

- Control centralizado: En este tipo de control existe un nodo maestro desde el cual se realiza la configuración de todo el Cluster. Además ayuda a que la gestión y la administración sean mucho más fáciles de realizar, pero a su vez los hace menos tolerable a los fallos.
- Control descentralizado: En este tipo de control cada uno de los nodos del Cluster debe ser capaz de administrarse y gestionarse. En este tipo de control se hace más difícil la gestión y la administración, pero como sistema global lo hace más tolerable a fallos.

Homogeneidad

Son los Clusters que su configuración de hardware y sistema operativo son la misma, también existen los Clusters Heterogéneos que consiste en tener diferente hardware y sistema operativo, teniendo como ventaja que es más fácil de hacer en cuanto a los recursos que se tengan y por ultimo esta los Clusters semi-homogéneos que poseen diferente rendimiento pero con arquitecturas y sistemas operativos similares.

Debido al uso de arquitecturas distintas, o distintos sistemas operativos, es necesario que exista una biblioteca que haga de interfaz, e incluso una sintaxis de notación abstracta del tipo ASN.1 o XDR. Esto hace que este tipo de clusters se consideren implementados a nivel de aplicación.

Escalabilidad

Es la capacidad de un sistema informático de adaptarse a un número de usuarios cada vez mayor, sin perder calidad en los servicios. En general, se podría definir como la capacidad del sistema informático de cambiar su tamaño o configuración para adaptarse a las circunstancias cambiantes.

Se puede modificar tanto a nivel de hardware como a nivel de software, de forma sencilla. Las modificaciones se pueden realizar con el sistema activo para que el servicio no se pare

en ningún momento. Por ejemplo, si el número de usuarios es cada vez mayor, para no perder calidad de servicio se pueden añadir más máquinas, sin desconectar el servidor en ningún momento. Como anteriormente se mencionó que para la instalación básica de un Cluster son necesarias dos computadoras conectadas en red, se conectarán mediante un cable cruzado entre las respectivas tarjetas de red, con un switch. Evidentemente cuanto más rápida sea la conexión entre máquinas, más eficaz será nuestro sistema global.

El resto del hardware necesario dependerá de las decisiones que se hayan hecho con el sistema de ficheros (en red o no), la instalación de monitores gráficos en todos o sólo algunos nodos, entre otros.

3.7.4 FUNCIONAMIENTO DE LOS CLUSTERS

Para que un sistema Cluster funcione como ya se sabe no es necesario que todas las máquinas dispongan del mismo y sistema operativo (Cluster heterogéneo). Este tipo de sistemas debe de disponer de un interfaz de manejo de Clusters, la cual se encargue de interactuar con el usuario y los procesos, repartiendo la carga entre las diferentes máquinas del Cluster.

Como anteriormente se explicó los Clusters pueden ser a nivel de aplicación o sistema, a nivel de aplicación no suelen implementar balanceo de carga, suelen basar todo su funcionamiento en una política de localización que sitúa las tareas en los diferentes nodos del Cluster, y las comunica mediante las librerías abstractas, resuelven problemas de cualquier tipo de los que se han visto en el apartado anterior, pero se deben diseñar y codificar aplicaciones propias para cada tipo para poderlas utilizar en estos Clusters.

Por otro lado están los sistemas de alto rendimiento implementados a nivel de sistema. Estos Clusters basan todo su funcionamiento en comunicación y colaboración de los nodos a nivel de sistema operativo, lo que implica generalmente que son Clusters de nodos de la misma arquitectura, con ventajas en lo que se refiere al factor de acoplamiento, y que basan su funcionamiento en compartición de recursos a cualquier nivel, balanceo de la carga de manera dinámica, funciones de planificación especiales y otros tantos factores que componen el sistema.

En la comunicación entre los nodos y servidores, cuando se inicia un nodo, el servidor busca nodos activos en las redes designadas para la comunicación interna. Si encuentra un nodo activo, intenta unirse al Cluster del nodo. Si no encuentra ningún Cluster, intenta formar un Cluster tomando control del recurso de quórum. El recurso de quórum almacena la versión más reciente de la base de datos del Cluster, que contiene la configuración del Cluster y los datos de estado (también se encarga de mantener el estado de las aplicaciones y sirve de unión entre los servidores). Un Cluster de servidor mantiene una copia coherente y actualizada de la base de datos del Cluster en todos los nodos activos.

Un nodo puede albergar unidades físicas o lógicas, denominadas recursos. Los administradores organizan estos recursos de Cluster en unidades funcionales conocidas como grupos y asignan estos grupos a nodos individuales. Si un nodo falla, el Cluster de servidor transfiere los grupos alojados en el nodo a otros nodos del clúster. Este proceso de transferencia se llama *sustitución por anomalía*. El proceso inverso, *recuperación tras error*, tiene lugar cuando el nodo con errores se vuelve a activar y los grupos que habían sido sustituidos por anomalía se transfieren de nuevo al nodo original.

Los nodos, los recursos y los grupos son tres tipos de objetos de Cluster. Los demás son las redes, las interfaces de red y los tipos de recurso. Todos los objetos de Cluster de servidor están asociados a un conjunto de propiedades, con valores de datos que describen la identidad de un objeto y su comportamiento en el Cluster, los administradores gestionan los objetos de Cluster manipulando sus propiedades, normalmente mediante una aplicación de gestión de Clusters como el administrador de Clusters de Microsoft MSCS (Microsoft Cluster Service)¹²⁷ y por el lado de GNU/Linux se tiene LVS (Linux Virtual Server.).¹²⁸

Cuando falla uno de los recursos de software o de hardware, se produce una sustitución por anomalía. Los recursos (por ejemplo, aplicaciones, discos o una dirección IP) migran desde el nodo con errores al nodo restante. El nodo restante toma el control del grupo de recursos y proporciona acceso a los administradores y los clientes.

¹²⁷ <http://technet.microsoft.com/en-us/library/cc723239.aspx> consultado 28/06/09

¹²⁸ <http://www.linuxvirtualserver.org/> consultado 29/06/09

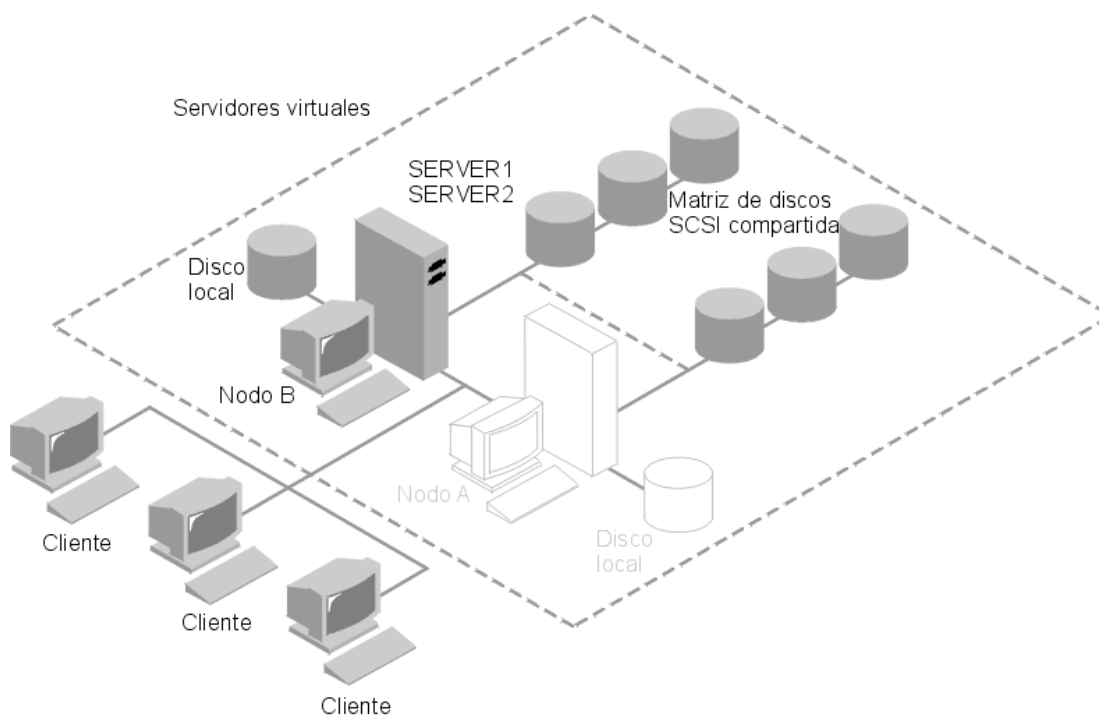


Figura 22: Representativa de un Cluster

Los servicios de un Cluster pueden ser aplicaciones basadas en servidor y bases de datos (Novell GroupWise, Apache, MySQL, PHP y otras aplicaciones Web J2EE) y aquellos que utilizan protocolos de acceso a archivos nativo de estaciones de trabajo cliente, incluyendo clientes y servidores Novell, Windows, UNIX, Linux, Macintosh, Web e Internet.

3.8 IMPORTANCIA DE LOS CLUSTERS

Los servidores web tienen fallos de seguridad y, por lo tanto, son vulnerables. Existe un tipo de ataque muy peligroso llamado exploit. Con un exploit, un intruso puede tomar el control total de un servidor. Para combatirlo el software del servidor se va actualizando a medida que se descubren nuevos agujeros de seguridad. Pero ésta medida no inmuniza el sistema completamente, ya que se van creando nuevas variantes del ataque. En un servidor web convencional, si alguien consigue introducir un exploit a través del puerto web consigue automáticamente los máximos privilegios en esa máquina, ya que el servicio web se ejecuta en modo administrador y de esta forma puede hacer todo lo que quiera en el servidor atacado. El Cluster tiene un mecanismo de seguridad especial que lo hace menos vulnerable a este tipo de ataques. Por medio de que todas las peticiones por el puerto web son tratadas inicialmente por un Firewall / Load Balancer, posteriormente la petición, sea

un ataque o no, se envía por un puerto no privilegiado a otra máquina que sí es un servidor web. De esta forma, si alguien realiza un ataque a nuestro sistema, se quedará totalmente desconcertado, porque, aunque haya conseguido entrar dentro del sistema, al no haber obtenido privilegios de administrador, ya casi no puede hacer nada malicioso.

Cada una de las máquinas de un Cluster puede ser un sistema completo utilizable para otros propósitos. Por ejemplo, se puede montar un aula de informática con estaciones que den servicio a los alumnos durante el día y disponer del conjunto durante la noche para realizar cálculos complejos, siendo incluso posible usar parte de la CPU que los alumnos no precisen (ciclos muertos) para continuar los cálculos durante el día.

Es clara la importancia de adquirir, adaptar, aplicar, difundir y propiciar el empleo de la tecnología de Clusters en diversas áreas, sean éstas académicas, científicas o comerciales ya que se puede obtener una mejor relación costo/beneficio de las inversiones en infraestructuras y acceder a campos que resultaban prohibitivos por los elevados montos de inversión involucrados anteriormente.

Los Clusters mejora en gran medida la eficiencia y eficacia considerando que no es lo mismo un gran procesador procesando una tarea a gran velocidad que varios procesadores que procesan muchos más datos, obteniendo un mayor aprovechamiento de tiempo con ayuda de códigos paralelizables.

Las aplicaciones paralelas escalables requieren un buen rendimiento, baja latencia, comunicaciones que dispongan de gran ancho de banda, redes escalables y acceso rápido a archivos. Un Cluster puede satisfacer estos requerimientos usando los recursos que tiene asociados a él.

La tecnología Cluster permite a las organizaciones incrementar su capacidad de procesamiento usando tecnología estándar, tanto en componentes de hardware como de software que pueden adquirirse a un costo relativamente bajo.

CAPITULO IV. CLUSTER EN LA PLATAFORMA DE GNU/LINUX

4.1 REQUERIMIENTOS DE HARDWARE

Entre los requerimientos de hardware mínimos que se consideran en la implementación de un Cluster se tienen: procesador Pentium 4 de 3.0 Ghz (nodo maestro) y Pentium 4 de 2.0 Ghz en los demás nodos (en caso que se utilice la estructura de beowulf), memoria de 2 GB de RAM el nodo maestro y 512 MB de RAM en los otros nodos, respecto al disco duro se podrían utilizar discos de 80 GB tanto en el servidor como en los nodos.

En cuanto a la topología que sería la más recomendada es de árbol, debido a la facilidad para proporcionar escalabilidad a la hora de agregar nuevos nodos al cluster, protocolos como Ethernet, Fast Ethernet y GigaEthernet, son tecnologías apropiadas para ser utilizadas en Beowulf.

Por definición, un Cluster debe constar de al menos dos nodos, un maestro y un esclavo, el nodo maestro es el computador que los usuarios tienen más probabilidades de interactuar con el puesto que normalmente tiene el planificador de tareas, el nodo maestro también puede participar en la computación como los nodos esclavos, pero no es necesaria o incluso se recomienda en grandes Clusters. Los nodos esclavos son sólo eso ellos responden a las peticiones del nodo maestro y, en general, hacen la mayor parte de la Computación (tareas).

Entre las consideraciones de hardware no es necesario que estos equipos tengan los mismos niveles de rendimiento. El único requisito es que ambos compartan la misma arquitectura. Por ejemplo, el Cluster sólo debe consistir en todas las máquinas de Intel o la totalidad de maquinas Apple, pero no una mezcla de los dos.

Para maximizar los beneficios de un Cluster, el hardware que se debe utilizar para obtener un rendimiento óptimo, es que todos los nodos excepto el nodo maestro deben tener las especificaciones de hardware idéntico (si se habla de Clusters homogéneos). Esto se debe al hecho de que si un nodo que toma más tiempo para hacer su trabajo puede retardar todo el Cluster. De igual manera se puede utilizar hardware heterogéneo y da la misma rentabilidad que el homogéneo.

El nodo maestro

Hay cuatro consideraciones principales cuando se construye el nodo maestro. Ellos son: la velocidad del procesador, la velocidad del disco, la velocidad de la red y la RAM.

Velocidad del procesador

Esto es especialmente importante si el nodo maestro participa en computación. El nodo maestro hará más tareas de manipulación que los nodos esclavos, por lo que un procesador más rápido puede ser necesario para evitar un mal rendimiento. Se tiene que tener en cuenta que desde el nodo maestro puede estar muy ocupado repartiendo el trabajo a los nodos, una desaceleración de aquí puede tener un enorme impacto negativo en el Cluster completo como el nodo esclavo, de perder el tiempo y dejando en espera las siguientes instrucciones.

Velocidad de disco

Dado que la mayoría de los trabajos realizados en el grupo se guarda como archivos en un unidad de disco duro en algún momento u otro, la velocidad del disco para el nodo maestro es absolutamente crítico, que contribuye aún más debido al hecho de que la mayoría de los nodos hacen uso de NFS, que significa que cada nodo del Cluster estarán compitiendo por el acceso del nodo maestro de disco. Una unidad SCSI rápido se recomienda, un array RAID 5 es ideal, pero una unidad SATA funcionará también.

Velocidad de la red

Esto es fundamental también, cuanto más rápido sea la red, mejor será el rendimiento del Cluster. Esto puede ser mitigado por una buena cantidad si el programador expresamente trata de minimizar la proporción de tiempo en la red a tiempo en el procesador, pero nunca está de más tener más velocidad de la red. Fast Ethernet (100 Mbps) se recomienda, Gigabit Ethernet (1000 Mbps) es ideal, pero básicamente cualquier velocidad de la red va a funcionar. Un Switch de buena capacidad, velocidad y rendimiento es aconsejable en la implementación del Cluster, los backbones de la red recomendables deberán tener un cableado de fibra óptica con velocidad de 1Gbps.

RAM

RAM es crucial en el nodo maestro, por dos razones. En primer lugar, en la memoria RAM, pueden ejecutarse más procesos sin el acceso a la memoria del disco. En segundo

lugar, el núcleo de GNU/Linux escribe en la memoria y mantiene la información allí hasta que debe ser escrito en el disco. Ambos aumentan la velocidad del nodo maestro que es fundamental para un buen rendimiento del Cluster en general.

Hardware de servidores:

- Mono o bi-procesadores Intel Xeon.
- Entre 2 y 8 GB de RAM
- Entre 2 y 6 discos SCSI o SATA hotswap o un arreglo RAID eficiente para esa función, como por ejemplo RAID 1 o RAID 5.
- RAID1 por hardware como mínimo, fuentes y ventiladores redundantes.

Los nodos esclavos

Los nodos esclavos realizan dos tareas: realizar los cálculos que se les asignan y luego enviar los datos de vuelta por la red. Para esta razón, su rendimiento del disco es crítico. De hecho, es común tener nodos sin disco duro en un clúster, estos Cluster sin disco, los nodos reducen aún más el costo de la construcción de un Cluster.

Los tres tipos de hardware más importantes para los nodos esclavos son: velocidad del procesador, la velocidad de la red y memoria RAM.

Velocidad del procesador

La función principal de los nodos en la computación, es que se utiliza el procesador más rápido posible, para ello se utiliza procesadores múltiples para SMP, cada nodo añade otro grado de complejidad a la programación de aplicaciones para las Clustering.

Para los nodos esclavos se puede utilizar equipos con diversas capacidades o velocidades por ejemplo Pentium III, IV, Dual core, AMD, logrando sacar provecho al equipo, que son considerados por las empresas como obsoletos.

Velocidad de la red y RAM

Esto afecta a los nodos esclavos en la misma forma que lo hace en el nodo maestro.

4.2 REQUERIMIENTOS DE SOFTWARE

Antes de hablar de software para Cluster en GNU/Linux se tiene que tener muy claro el tipo de Cluster que se quiere crear puesto que pueden ser utilizados principalmente para fines de cálculo; en lugar de manejar las operaciones de E / S, orientada como el servicio web o bases de datos. La distinción principal en Clusters de cómputo, por ejemplo: un sencillo cálculo de trabajo puede exigir la comunicación frecuente entre los nodos, esto implica que las acciones del Cluster tiene que tener una red dedicada, y probablemente tiene nodos homogéneos. Este diseño de racimo, normalmente se conoce como Cluster Beowulf.

Un Cluster Beowulf es un grupo que suele ser de computadoras PC idénticos ejecutando un sistema operativo libre de código abierto, como FreeBSD, GNU/Linux u OpenSolaris. Están en una red TCP pequeñas y tienen las bibliotecas y los programas instalados que permiten el procesamiento que se repartirán entre ellos.

No hay ninguna pieza en particular de software que define un Cluster como Beowulf, comúnmente incluyen las bibliotecas de procesamiento en paralelo MPI (Message Passing Interface) y PVM (Parallel Virtual Machine). Ambos permiten al programador a dividir una tarea entre un Cluster de computadoras conectadas en red, y recopilar los resultados del tratamiento. Un ejemplo de MPI es el software OSCAR (Open Source Cluster Application Resources).

OSCAR es un software para la alta computación de rendimiento, OSCAR¹²⁹ permite a los usuarios instalar un tipo de Cluster Beowulf de computación de alto rendimiento. Clusters Beowulf son los Cluster de rendimiento escalable basado en hardware básicos, con un software de código abierto (GNU/Linux). El proyecto tiene como objetivo apoyar diferentes distribuciones de GNU/Linux como sea posible como por ejemplo: Debian, Fedora, OpenSUSE, Red Hat Enterprise Linux y Ubuntu¹³⁰.

¹²⁹ <http://svn.oscar.openclustergroup.org/trac/oscar> consultado 05/10/09

¹³⁰ http://en.wikipedia.org/wiki/Open_Source_Cluster_Application_Resources consultado 06/10/09

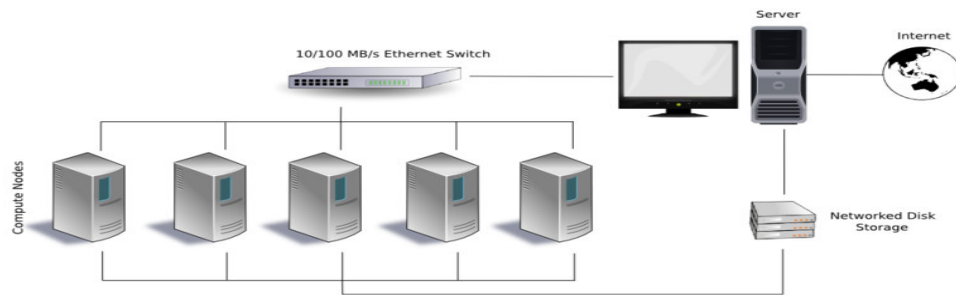


Figura 23: La configuración típica de un Cluster Beowulf

Actualmente, hay una serie de distribuciones de GNU/Linux que se han diseñado para la creación de clusters Beowulf, por ejemplo:

- ClusterKnoppix (basado en Knoppix) - Última actualización 2004-08-31
- ParallelKnoppix (también basado en Knoppix) Última actualización 2008-05-29
- PelicanHPC (basada en Debian Live) - Última actualización 2009-03-10
- Dyne: bolic (orientado hacia la producción multimedia)
- Rocks Clusters
- Scyld
- Bootable Cluster CD
- Quantian (Live DVD con las aplicaciones científicas, basadas en Knoppix y ClusterKnoppix) - Última actualización 2006-02-26¹³¹.
- Red Hat Cluster Suite.
- Scientific Linux.

¹³¹ [http://en.wikipedia.org/wiki/Beowulf_\(computing\)](http://en.wikipedia.org/wiki/Beowulf_(computing)) consultado 08/10/09

4.2.1. DISTRIBUCIONES PARA CLUSTER

- **Red Hat Cluster Suite** (Alta disponibilidad para aplicaciones empresariales) las aplicaciones pueden desplegarse en configuraciones de alta disponibilidad o de alto volumen de aplicaciones de código abierto, tales como NFS, Samba y Apache, Red Hat Cluster Suite proporciona una completa lista para el uso de solución de fail-over. Para la mayoría de otras aplicaciones, los clientes pueden crear scripts de prueba de fallos utilizando plantillas previstas. Red Hat puede proporcionar los servicios profesionales personalizados de Red Hat Cluster Suite cuando sea necesario.¹³²

Para aplicaciones que requieren máximo tiempo de actividad, un Cluster de Red Hat Enterprise Linux con Red Hat Cluster Suite es la solución. Específicamente diseñado para Red Hat Enterprise Linux, como anteriormente se mencionó que Red Hat Cluster Suite proporciona dos tipos distintos de clustering:

- Aplicación / Servicio Fail-over - Crear n-nodos para Clusters de servidores de conmutación por error, de las principales aplicaciones y servicios.
- Equilibrio de carga, de las solicitudes de red IP a través de la red de servidores.

Para aplicaciones de código abierto de alto volumen, tales como NFS, Samba y Apache, Red Hat Cluster Suite proporciona una completa lista para la solución de conmutación por failover.

Características técnicas

- Soporte para hasta 16 nodos de Red Hat Enterprise Linux 5.
- Permite una alta disponibilidad que se facilitará para múltiples aplicaciones simultáneamente.
- NFS / CIFS de conmutación por error: Soporta archivos de alta disponibilidad que prestan servicios en los entornos Unix y Windows.
- Comparte plenamente el subsistema de almacenamiento: Todos los miembros del Cluster tienen acceso a las mismas instalaciones de almacenamiento.

¹³² http://www.redhat.com/cluster_suite/ consultado 08/06/09

- Completa integridad de los datos: Utiliza la última tecnología E / S barrier technology tales como interruptores programables integrados y de alimentación externa.
- Servicio de failover: Red Hat Cluster Suite lo garantiza ya que controla las aplicaciones para asegurar que se están ejecutando correctamente y se reinicia automáticamente si fallan.

Red Hat Cluster Suite es compatible para usar con Red Hat Enterprise Linux y Red Hat Enterprise Linux ES en x86, AMD64/EM64T, Itanium y POWER.

- Scientific Linux release 4.8

Como se mencionó Scientific Linux release 4.8, en el capítulo III cuenta con paquetes que se han añadido como lo es 915resolution,¹³³ que es una herramienta para modificar la BIOS de vídeo de los 800 y 900 gráficos de la serie de chipsets Intel. Esto incluye la 845G, 855G, y 865G chipset, así como 915G, 915GM, 945G y chipsets. La modificación es necesaria para permitir la visualización de gráficos de determinados resoluciones de un Xorg o del servidor gráfico XFree86, cuenta con Multimedia codecs (gstreamer, lame, id3tag, mad, etc), R (language and environment for statistical computing and graphics), r1000 (RealTek Ethernet controllers driver) entre otros.

Algo que se tiene que tomar en cuenta con el paquete de Cluster Suite y GFS es que todos los nodos deben estar ejecutando la versión 4.2 SL. En otras palabras: Si se tiene que actualizar de SL 4.0 y 4.1, se tiene que actualizar el Cluster en su totalidad a la vez.

Scientific Linux cuenta con paquetes para Clusters suite entre las cuales están:

- Cluster Suite
 - ccs-1.0.0-0: CCS - The Cluster Configuration System
 - cman-1.0.0-0: cman - The Cluster Manager
 - dlm-1.0.0-0: dlm - The Distributed Lock Manager
 - fence-1.32.1-0: fence - The cluster I/O fencing system (Entrada y salida)
 - gulm-1.0.0-0: gulm - One possible lock manager for GFS
 - iddev-2.0.0-0: iddev is a library that identifies device contents.

¹³³ <http://news.softpedia.com/news/Scientific-Linux-4-8-Available-Now-for-i386-and-x86-64-117253.shtml>
consultado 05/01/10

- ipvsadm-1.24-6: Utility to administer the Linux Virtual Server
- magma-1.0.0-0: A cluster/lock manager API abstraction library
- magma-plugins-1.0.0-0: Cluster manager plugins for magma
- piranha-0.8.0-1: Cluster administración de herramientas para la configuración del Virtual Server del linux así como componentes el heartbeating y del failover.
- rgmanager-1.9.34-1: Open Source HA Failover del grupo del recurso para Red Hat Enterprise Linux.
- system-config-cluster-1.0.12-1.0: utilidad que permite que se maneje la configuración del racimo en un ajuste gráfico.

- **Pelican HPC** es un software que permite la creación de un cluster de computación alto rendimiento en pocos minutos por medio de un cd live, Pelican le permite hacer uso de la computación paralela MPI. Se puede ejecutar Pelican en la máquina un único núcleo múltiple a utilizar todos los núcleos de resolver un problema, o se puede tener red varias computadoras unidas para hacer un cluster. El nodo de interfaz (ya sea un equipo real o una máquina virtual) inicia a partir de la imagen del CD. Los nodos de cómputo arranque PXE, usando el nodo frontend como el servidor. Si necesita añadir paquetes, es muy fácil crear una versión personalizada mediante la adición de los nombres de paquetes en el guión y luego ejecutarlo.

Pelican funciona muy parecido a ParallelKnoppix, y es la continuación de ese proyecto gracias a Debian Live, Pelican es mucho más fácil de mantener y personalizar que ParallelKnoppix. Se recomienda para los nuevos usuarios empezar con Pelican.

Características

Pelican es creado usando Debian Live. Para hacer su propia versión sólo necesita live_helper y el guión make_pelican.

El LAM-MPI y las implementaciones de openmpi del MPI están instalados. Ambas versiones de 32 y 64 bits están disponibles. Pruebas de Debian (Lenny) es la base para ambos.

Contiene extensos programas de ejemplo usando GNU Octave y MPITB. También tiene la marca de referencia Linpack HPL.

xfce4 gestor de ventanas, konqueror para la navegación y gestión de archivos, ksysguard para el control del cluster, Kate y nano para editar. Como se ha señalado, es muy fácil de añadir paquetes. Pelican es un escueto marco para la creación de un cluster de HPC.

- **ClusterKnoppix** como el nombre insinúa, ClusterKnoppix es una derivada de Knoppix. ClusterKnoppix provee a los usuarios todas las prestaciones de Knoppix (la abundancia de aplicaciones, booteo desde el CD, auto detección del hardware, y el soporte para muchos periféricos y dispositivos) junto con las capacidades del Cluster de estrellas del openMosix.

ParallelKnoppix, PlumpOS, Quantian, y CHAOS son algunas de las distribuciones de GNU/Linux para hacer un Cluster, pero ClusterKnoppix es probablemente la más popular porque esta: proporciona un verdadero servidor KDE (entre otros tableros del escritorio), ofrece varias aplicaciones (tales como GIMP), ha adoptado realces de la seguridad de la distribución CHAOS.

La distribución contiene un sistema de la autoconfiguración donde las computadoras de ClusterKnoppix-funcionamiento nuevas unidas a la red ensamblan automáticamente al cluster.

Para la construcción de un clusterKnoppix, se necesita una red instalada con dos (o más) computadoras conectadas en red, y cada una con unidades de CD-ROM. También dos (o más) CDs de ClusterKnoppix, que tiene la capacidad de divisar los nodos mientras existan en la red, y por último se necesita una Placa de red LAN y una BIOS que soporte el booteo sobre la red.

4.4.2 PAQUETES PARA CLUSTER

- **Mosix** si se trata de resolver un problema que implique la ejecución de miles de procesos pequeños entonces tal vez sea más sencillo resolverlo con MOSIX. Existen varias distribuciones GNU/Linux que ya vienen con MOSIX integrado al Kernel y permiten tener en poco tiempo un Cluster por ejemplo: OpenSuse 11.1 (32-bit o64-bit).¹³⁴

¹³⁴ http://www.mosix.org/txt_eval.html consultado 19/05/09

Mosix mejora el kernel de GNU/Linux con capacidades de computación de Clusters, permitiendo a cualquier Cluster de estaciones de trabajo y servidores X86/Pentium/AMD trabajar coordinadamente como parte de un sólo sistema, es una extensión del kernel de GNU/Linux que permite ejecutar aplicaciones no paralelizables en un Cluster. Una de las posibilidades de MOSIX es la “migración de procesos”, que permite migrar procesos de nodo en nodo. Si por ejemplo, cierto proceso está dominando la carga de un nodo, este será movido a otro que tiene más recursos. Una de las características de MOSIX es que, a diferencia de otros Clusters, no es necesario modificar las aplicaciones ni tampoco utilizar librerías especiales. De hecho, tampoco es necesario asignar “a mano” los procesos a los diferentes nodos que componen el Cluster la idea es que después de la creación de un nuevo proceso fork¹³⁵(que ejecuta un comando en los nodos de cálculo de su Cluster escogiendo el nodo de mejor rendimiento en ese momento).

Mosix intenta asignarlo al mejor nodo disponible en ese entonces y monitorea constantemente los procesos, y si fuera necesario, migrará un proceso entre los nodos para maximizar el rendimiento promedio.

Mosix realiza todo esto automáticamente, bajo el concepto de “fork and forget” al igual que en un sistema SMP (Symmetrical Multiprocessing).

Mosix es para procesos que requieren de mucho CPU (aplicaciones científicas, de ingeniería entre otras), procesos paralelos (especialmente los que tienen tiempos de ejecución impredecibles), Clusters con nodos de diferentes velocidades y/o distintas, cantidades de memoria, entornos multiusuario y de tiempo compartido, servidores Web escalables.

Mosix funciona silenciosamente sus operaciones son transparentes para las aplicaciones los usuarios no necesitan saber dónde se están ejecutando los procesos, tampoco necesitan preocuparse de lo que están haciendo otros usuarios. Como MOSIX está implementado en el kernel de GNU/Linux, esto permite definir distintos tipos de Clusters, incluso un Cluster con diferentes CPU's o velocidades LAN.

¹³⁵ <http://www.rocksclusters.org/roll-documentation/hpc/5.3/cluster-fork.html> consultado 30/05/09

Una característica de MOSIX, es que sus algoritmos son descentralizados esto significa que cada nodo puede ser el maestro de los procesos creados localmente, y un servidor de los procesos remotos que migraron desde otros nodos. Esto permite agregar o remover nodos desde el Cluster en cualquier momento.

Los nodos destinados a MOSIX deben tener instalados GNU/Linux, la instalación automática de MOSIX es compatible con RedHat 5.1, 6.0, 6.2, 7.0, 7.1 y SuSE 6.0, 6.1, 6.2, 6.3, 7.0¹³⁶. En caso de preferir otra distribución, simplemente se debería seguir un procedimiento de instalación manual que se encuentra documentado en los fuentes de MOSIX, siempre y cuando se cumplan los requisitos: make versión 3.77 o superior, gcc versión 2.95.3, 2.95.4 o 2.96.74+, y binutils 2.9.1.0.25 o superior.

En cuanto a su licencia, Mosix es proporcionado por la no utilización de beneficios tras la aceptación de que la licencia se aplica lo siguiente a la mayor parte del paquete de MOSIX2, excepto las partes que están marcados en contrario (una copia de evaluación para 6 nodos (sin fecha de vencimiento)).¹³⁷

- **Heartbeat** es un paquete que proporciona a la infraestructura de Cluster (de comunicación y de miembros) los servicios a sus clientes. Esto permite a los clientes información sobre la presencia (o la desaparición) de los procesos de pares en otras máquinas y fácilmente intercambiar mensajes con ellos. Heartbeat es un subproyecto del proyecto de Linux-HA es ampliamente utilizado y es un componente importante de muchas e interesantes soluciones de alta disponibilidad, se ubica como uno de los mejores paquetes de software HA para cualquier plataforma. Se estima que actualmente se tienen más de treinta mil instalaciones en aplicaciones de misión crítica en el mundo real desde 1999.¹³⁸ El interés en este proyecto sigue creciendo. Estas páginas web son un promedio de casi 20.000 visitas por día, y más de 100 descargas de Heartbeat por día. Heartbeat ahora como parte de SUSE Linux, Mandriva Linux, Debian GNU / Linux, Ubuntu Linux, Red Flag Linux, y Gentoo Linux, Ultra Monkey, y los sistemas integrados de varias compañías el software es altamente portable y corre sobre FreeBSD, Solaris y OpenBSD, incluso en MacOS / X.

¹³⁶ <http://www.wikilearning.com/monografias/linux/busqueda/7> consultado 22/05/09

¹³⁷ http://www.mosix.org/txt_eval.html consultado 30/05/09

¹³⁸ <http://www.linux-ha.org/> consultado 02/12/2009

Para ser útil a los usuarios, Heartbeat debe combinarse con un gestor de recursos de cluster (CRM), que tiene la tarea de iniciar y detener los servicios (direcciones IP, servidores web, etc) que hará de cluster de alta disponibilidad.

Heartbeat viene con un administrador de recursos, que es `haresources` que es el que contiene información acerca de los recursos que son manejados por él., unas de las limitantes de Heartbeat, es que sólo es capaz de gestionar 2 nodos y no detecta errores de nivel de recursos.

La primera versión oficial de es Heartbeat es 3.02 el 2 de Enero 2010 desde Heartbeat 2.1.3, lanzado más de 2 años. Han existido una serie de versiones intermedias, se puede descargar en <http://download.opensuse.org/repositories/server:/ha-clustering>.¹³⁹

- **Piranha**¹⁴⁰ actúa como un balanceador de carga, se recomienda que se utilice un núcleo de base `linux-2.2.14`, y aplicando el parche IPVS (0.9.10) posteriormente se debe compilar, instalar y reiniciar los equipos del cluster en kernel parcheado. El parche IPVS (IP Virtual server) contiene el código fuente para construir `ipvsadm`. Algo que se tiene que tomar en cuenta antes de aplicar el parche de kernel es intentar compilar los servicios públicos.

Piranha cuenta con interfaces gráficas de usuarios: uno basado en X11 en GTK y una aplicación basada en Web. Unas de las limitantes de la versión GTK es que no se ha ampliado para incluir las nuevas características de los clusters de instalaciones de piranhas, así que es una buena opción pensar en usar la versión basada en Web. Se tiene que tener en cuenta que ambas de estas aplicaciones se utilizan principalmente para ayudar a la administración en la generación de un archivo válido `/etc/lvs.cf`.

Basado en Web GUI con varios componentes que pueden o no estar instalado en su sistema. Los componentes son:

- Apache (casi siempre se instala)
- php3 o superior

¹³⁹ <http://www.linux-ha.org/> consultado 02/12/2009

¹⁴⁰ <http://sourceware.org/piranha/> consultado 12/12/2009

- Una cuenta de sistema (normalmente usuario piranhas)

- **UltraMonkey**¹⁴¹ es un proyecto para crear carga equilibrada y de alta disponibilidad de servicios de red. Un ejemplo sería un cluster de servidores web que aparecen como un único servidor web a los usuarios finales. El servicio puede ser para los usuarios finales en todo el mundo conectado a través de Internet, o para usuarios empresariales conectados a través de una intranet.

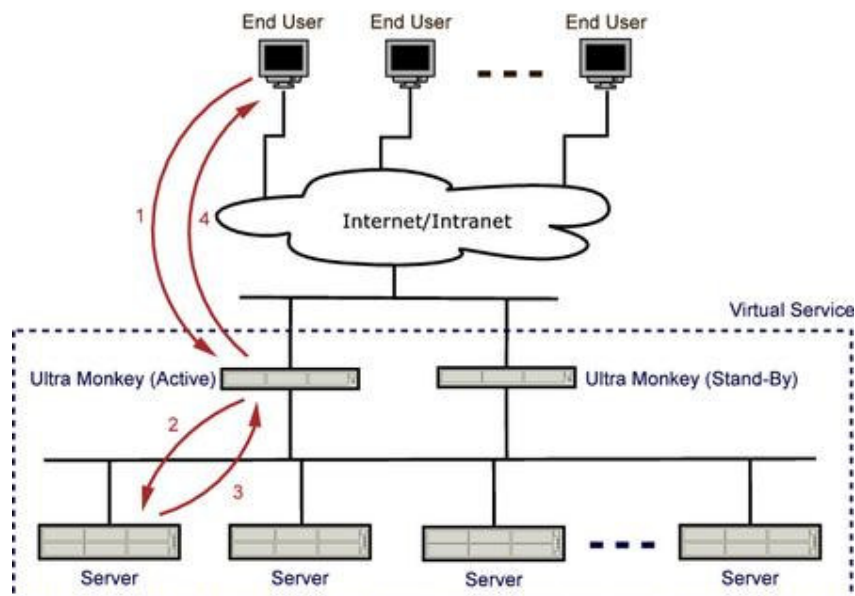


Figura 24: Diagrama de muestra Ultra Network

1. Un usuario final envía un paquete al servicio virtual
2. UltraMonkey selecciona un servidor y envía el paquete
3. El servidor responde
4. UltraMonkey reenvía esta respuesta de vuelta al usuario final

UltraMonkey hace uso del sistema operativo GNU/Linux para proporcionar una solución flexible que puede adaptarse a una amplia gama de necesidades. Desde pequeños grupos de sólo dos nodos a los grandes sistemas que sirve a miles de conexiones por segundo.

Unas de las características principales del software UltraMonkey es que sí funciona en GNU/Linux, es capaz de proporcionar un Cluster para prácticamente cualquier servicio de

¹⁴¹ <http://www.ultramoney.org/about.shtml> consultado 20/12/09

red se ejecuta en un sistema operativo que puede comunicarse mediante TCP o UDP. Esto significa que casi cualquier sistema operativo, incluyendo Windows, Solaris.

UltraMonkey es compatible con una amplia gama de protocolos, Web, Correo, FTP, News, LDAP y DNS. Es un open source es decir código abierto haciendo uso de software de diversos proyectos de código abierto como el servidor virtual de Linux y Heartbeat.

UltraMonkey ofrece paquetes binarios para varias distribuciones, los paquetes fuente también están disponibles. Entre las distribuciones compatibles están: Debian Woody (Estable 3,0), Debian Sid (inestable / Pruebas), Fedora Core 1, Red Hat Enterprise Linux 3.0, Red Hat 9, Red Hat 8.0 y Red Hat 7.3, Debian Etch, Debian Lenny.

- **OpenMosix** es uno de los paquetes que no pueden faltar mencionar, aunque su proyecto ha quedado cerrado¹⁴² es una de las mejores opciones puesto que está bajo licencia GPL2.

OpenMosix es un parche (*patch*) para el kernel de GNU/Linux que proporciona compatibilidad completa con el estándar de GNU/Linux para plataformas IA32.

El algoritmo interno de balanceo de carga migra, transparentemente para el usuario, los procesos entre los nodos del Cluster. Una de las principales ventajas es: una mejor compartición de recursos entre nodos, así como un mejor aprovechamiento de los mismos.

El Cluster escoge por sí mismo la utilización óptima de los recursos que son necesarios en cada momento, y de forma automática.

También cuenta con la característica de migración transparente haciendo que el cluster funcione a todos los efectos como un gran sistema SMP (*Symmetric Multi Processing*) con varios procesadores disponibles.

Las máquinas que pertenecen al cluster openMosix pueden pertenecer a la misma red IP, estando conectadas por un hub o por un switch. En este caso, en openMosix se considera

¹⁴² <http://openmosix.sourceforge.net/> consultado 30/12/09

que la topología de la red es simple, lo que permite realizar algunas modificaciones en los algoritmos de cálculo de la función de coste del algoritmo de equilibrado de carga que hacen muchísimo más eficiente su cálculo. También mejora la eficiencia del algoritmo de colecta automática de información del Cluster. Si se tienen todas las máquinas del cluster conectadas a través de hubs o switches -es decir, que un paquete openMosix nunca necesitará pasar por un router- podemos aumentar sensiblemente el rendimiento de nuestro cluster desactivando esta opción.

Unas de las herramientas más utilizadas de open Mosix es **MONNAME** es un programa de monitoreo del proyecto Mosix, se llamaba mon, lo que era un problema ya que compartía nombre con una herramienta muy común en GNU/Linux de monitoramiento del sistema. La gente de Debian lo solucionó cambiando el nombre de la aplicación para Debian de mon a mmon; pero en openMosix la aplicación la llamamos mosmon. En principio, es recomendable dejarlo en mosmon, salvo que por razones de compatibilidad inversa con algun script de Mosix queramos llamar a esta aplicación mon o mmon.

De entre las propiedades compartidas entre Mosix y openMosix se puede destacar el mecanismo de migración, en el que puede migrarse cualquiera proceso a cualquier nodo del cluster de forma completamente transparente al proceso migrado. La migración también puede ser automática: el algoritmo que lo implementa tiene una complejidad computacional del orden de $O(n)$, siendo n el número de nodos del cluster.

Para implementarlo openMosix utiliza el modelo *fork-and-forget*5.4, desarrollado en un principio dentro de Mosix para máquinas PDP11/45 empleadas en las fuerzas aéreas norteamericanas. La idea de este modelo es que la distribución de tareas en el Cluster la determina openMosix de forma dinámica, conforme se van creando tareas. Cuando un nodo está demasiado cargado, y las tareas que se están ejecutando puedan migrar a cualquier otro nodo del Cluster. Así desde que se ejecuta una tarea hasta que ésta muere, podrá migrar de un nodo a otro, sin que el proceso sufra mayores cambios. Por tanto, se puede decir, que OpenMosix intenta continuamente optimizar la utilización de los recursos.

4.3. INSTALACIÓN Y CONFIGURACION DE CLUSTER

En la instalación y configuración de los Clusters, ya que se tiene una idea clara de los requerimientos de los recursos, hardware, software y la conexión de red, la instalación se diferenciará de la distribución de cluster que se hará, lo mas importante en el momento de crear un cluster es tener en que distribución GNU/Linux se va a trabajar y el tipo de software que se utilizará puede ser uno que contenga los paquetes de monitoreo, balanceo de carga, o manejo de cola, si no fuera el caso un paquete que pueda administrar el cluster como es el caso de Mosix o open mosix, a continuación se presentará pasos de una instalación con un software que contiene los paquetes básicos, en Pelican HPC.

Pelican HPC

Como anteriormente se detalló los requerimientos de hardware y se mostró diferentes software que se pueden ocupar en plataforma GNU/Linux, en este acápite se tomará como ejemplo Pelican HPC con la distribución de Debian live para explicar de una manera más concreta lo que es la instalación y configuración de Cluster.

Como ya se menciona los nodos de cómputo con arranque PXE, usando el nodo frontend como el servidor, por lo que se garantiza que todos los nodos tienen que ejecutar el mismo software. Los paquetes pueden ser añadidos a la interfaz de nodo sobre la marcha, gracias a aufs. Si el nuevo software se instala en / home / usuario. La imagen de CD se crea mediante la ejecución de un script único, que aprovecha la infraestructura de Debian Live.

Pelican HPC¹⁴³ utiliza medios para establecer un cómputo de alto desempeño (HPC) de clúster para computación paralela utilizando MPI. Es una distribución de GNU / Linux que se ejecuta como un CD "live" (o puede ser puesto en un dispositivo USB, o ser utilizado como un sistema operativo virtual). Si el archivo de imagen ISO se quema en un CD, el CD resultante puede usarse para arrancar el ordenador.

Primero se instala en el nodo que sería el servidor de arranque de red (frontend), después de la instalación de Frontend se hará en los otros equipos ya sea por copias de arranque de Pelican HPC o través de la red. Estos otros equipos se conocen como "nodos de cálculo".

¹⁴³ <http://www.recercat.net/bitstream/2072/9952/2/PelicanTutorial.html> consultado 07/10/09

Pelican HPC configura el cluster formado por el nodo frontend y los nodos de cálculo de manera que la computación paralela MPI-base se puede hacer.

Pasos para instalar Pelican HPC: Como primer paso se tiene que colocar el CD en el equipo que será la interfaz, y encenderlo. Asegurarse de que la configuración de la BIOS permita arrancar desde el CD, cuando arranque, se visualizará como lo siguiente.

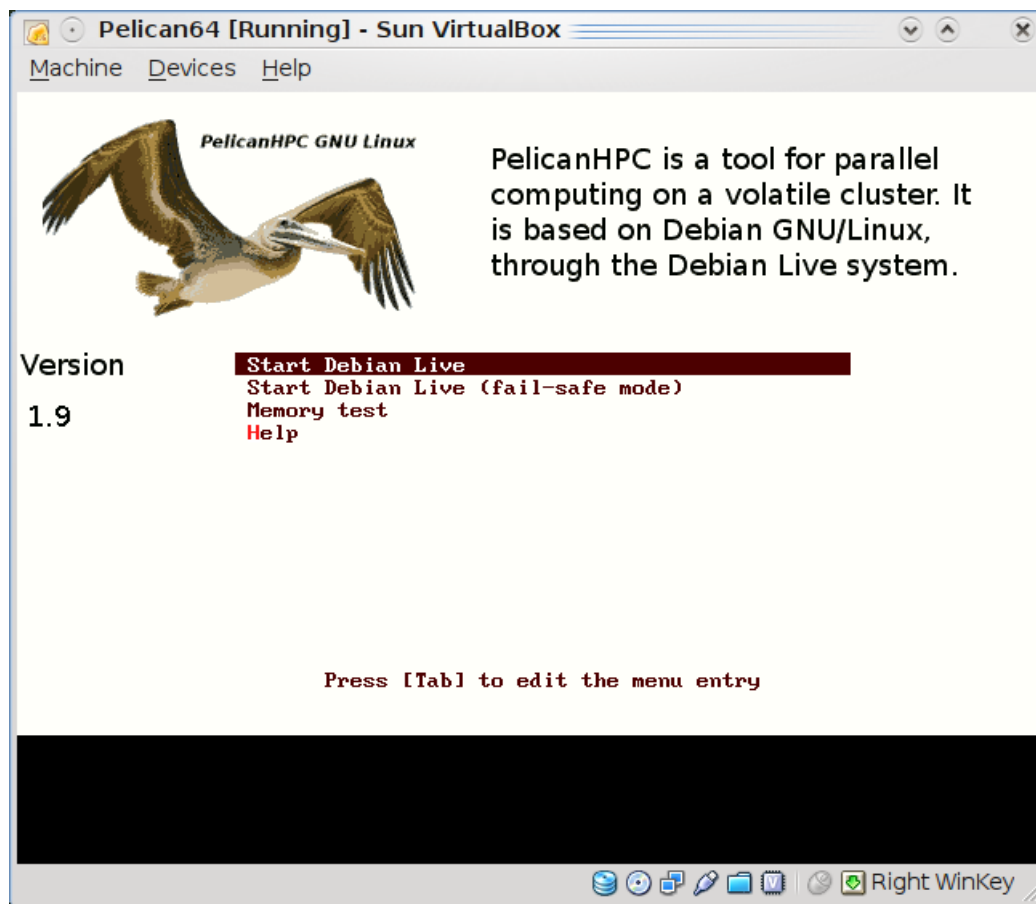


Figura 25: Iniciando la instalación en Debian Lenny con Pelican HPC

A continuación aparecerá una ventana en la cual da la opción de escoger el dispositivo de almacenamiento permanente para el directorio: /home del usuario PelicanHPC. Por defecto, sólo tiene que presionar <Intro>, para utilizar el almacenamiento permanente, se debe escribir el nombre de un dispositivo (partición del disco duro, memoria USB, etc) que tiene un formato ext2 o ext3, que será montado en /home. Por ejemplo, se podría sustituir "ram1" con "sda2" o "hdb5" (sin comillas). Si se hace esto, un directorio de "usuario" se

creará en la raíz del dispositivo, y se utilizará como el directorio home del usuario (nombre de usuario "usuario") (ver figura: 26).

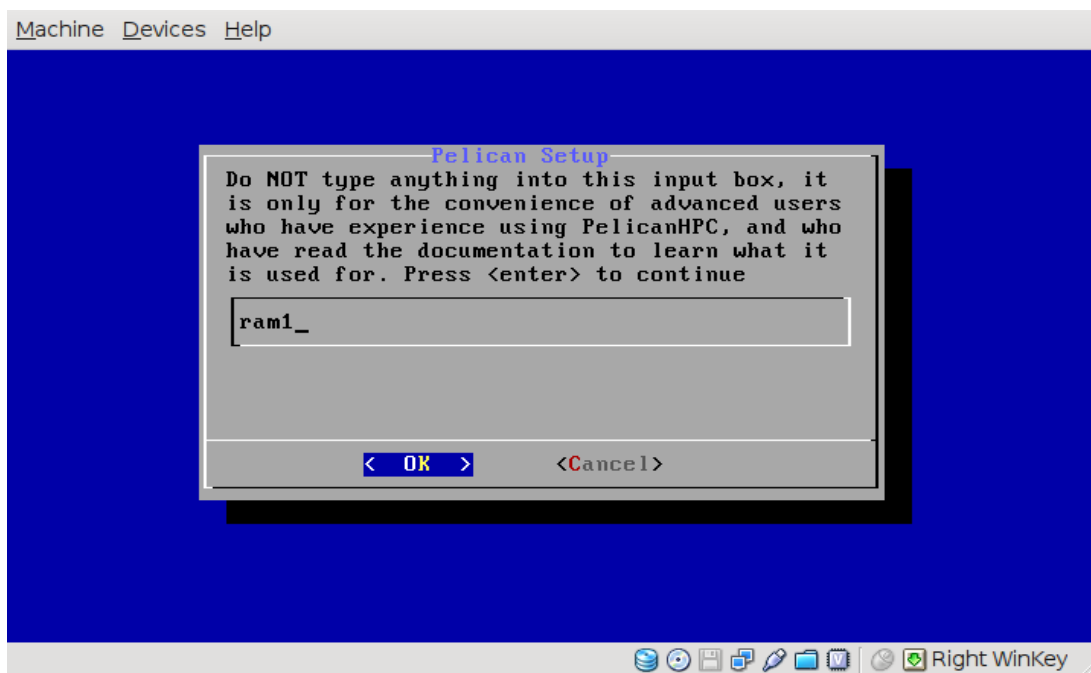


Figura 26: Opción para definir el tipo de almacenamiento

Luego se tiene que introducir la contraseña para el usuario "usuario" en el nodo frontend (esta contraseña se utilizará en todos los nodos) (ver figura: 27).

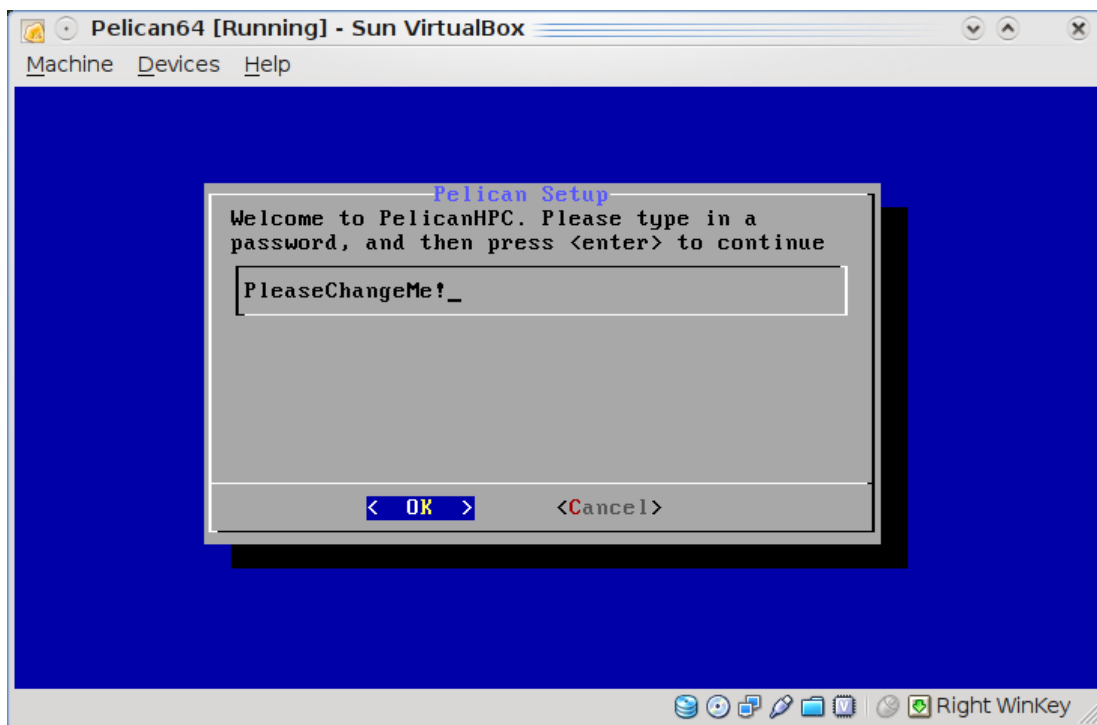


Figura 27: Ventana para contraseñas de Frontend y nodos

Luego, el inicio de sesión del sistema aparece: Escriba el nombre de "usuario" y luego la contraseña que se estableció hace un momento (ver figura: 28). Se tiene que tener en cuenta que puede entrar en la interface gráfica si decide escribiendo "startx". De forma predeterminada, PelicanHPC utiliza la consola, sólo para evitar posibles problemas con el hardware de gráficos inusual.

Para configurar un Cluster, se escribe "pelican_setup". Se puede hacer esto desde la consola como en estas instrucciones, o de Xfce, mediante la apertura de un terminal.

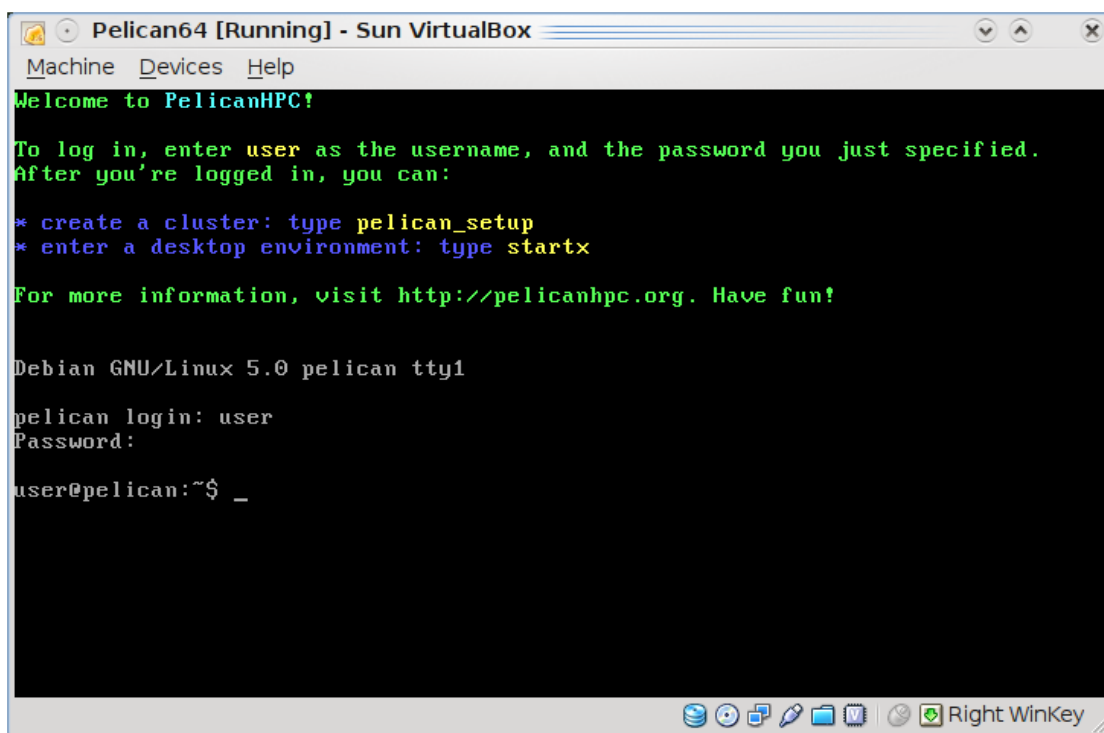


Figura 28: Introducir nombre de usuario y contraseña previamente escogida

A continuación, mostrará una ventana en la cual estará los diferentes dispositivos de Red (suponiendo que se tiene más de 1 dispositivo de la red) una red para la comunicación entre nodos y otra para intranet, se tiene que asegurarse del dispositivo de red que se utiliza para el Cluster, está aislado de todas las redes, excepto él.



Figura 29: Ventana de red de comunicación.

Posteriormente cuando se inicia el arranque en red los nodos de computación se iniciarán de la siguiente manera:

```

Copyright (C) 1997-2000 Intel Corporation

CLIENT MAC ADDR: 00 0C 29 82 67 83  GUID: 564D2BDA-39FC-BD39-149F-957809826783
CLIENT IP: 10.11.12.3  MASK: 255.255.255.0  DHCP IP: 10.11.12.1

PXELINUX 3.61 Debian-2008-02-05  Copyright (C) 1994-2008 H. Peter Anvin
UNDI data segment at:  00099BF0
UNDI data segment size: 4D60
UNDI code segment at:  0009E950
UNDI code segment size: 0BBC
PXE entry point found (we hope) at 9E95:0106
My IP address seems to be 0A0B0C03 10.11.12.3
ip=10.11.12.3:10.11.12.1:0.0.0.0:255.255.255.0
TFTP prefix:
Trying to load: pxelinux.cfg/564d2bda-39fc-bd39-149f-957809826783
Trying to load: pxelinux.cfg/01-00-0c-29-82-67-83
Trying to load: pxelinux.cfg/0A0B0C03
Trying to load: pxelinux.cfg/0A0B0C0
Trying to load: pxelinux.cfg/0A0B0C
Trying to load: pxelinux.cfg/0A0B0
Trying to load: pxelinux.cfg/0A0B
Trying to load: pxelinux.cfg/0A0
Trying to load: pxelinux.cfg/0A
Trying to load: pxelinux.cfg/0
_

```

Figura 30: arranque en red.

Cuando un nodo de cálculo finaliza el arranque, presentará esta ventana.

```

This is a PelicanHPC compute node. It is part of a cluster of computers that is
doing some REALLY important stuff.

Please don't try to use it, and DON'T TURN IT OFF!

THANKS!

Debian GNU/Linux lenny/sid debian tty1
debian login: _

```

Figura 31: Nodo de cálculo.

Nuevamente en el nodo frontend, la cuenta de los nodos sube (ver la figura: 32).

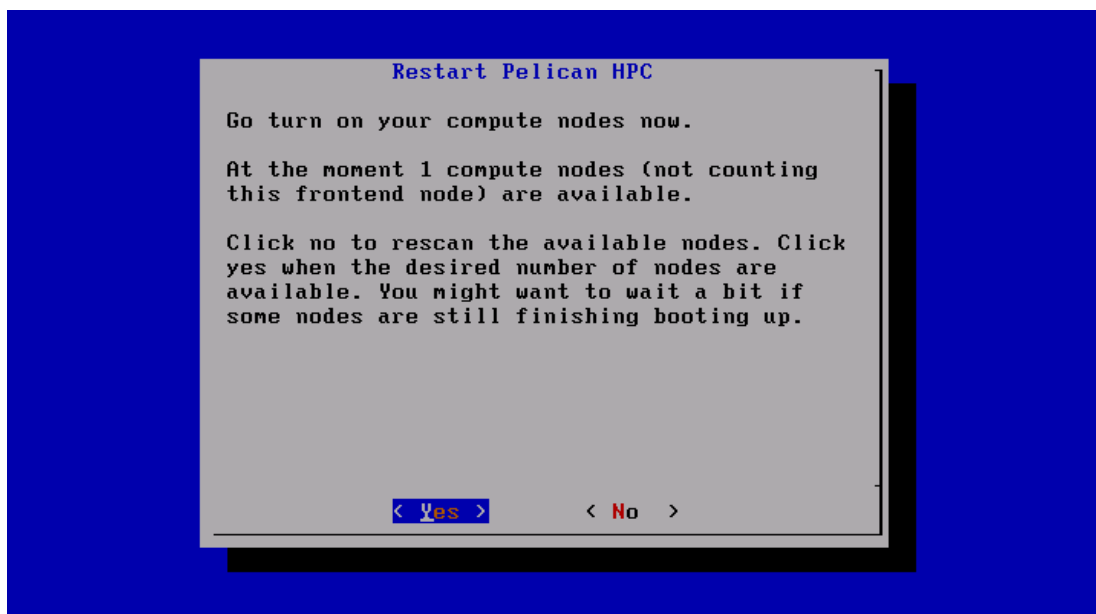


Figura 32: Nodo frontend cuenta de nodos

Hasta que todos los nodos de cálculo se han arrancado. Una vez que haga clic en Sí, se verá el total de nodos del Cluster. Para comprobar que realmente funciona digitar la instrucción "lamnodes"(ver figura: 33).

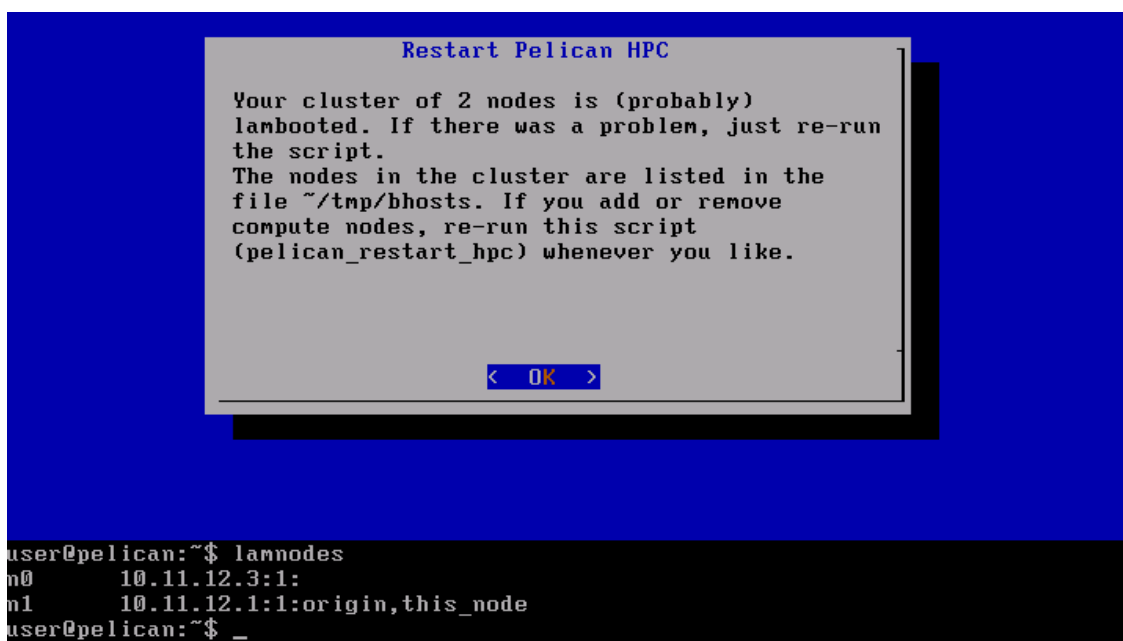


Figura 33: Comprobación de que están los nodos de calculo incluidos en el Cluster.

Pelican HPC ofrece una fácil instalación, de igual manera, existen otros softwares que poseen una instalación fácil, eso dependerá el tipo de Cluster que se necesiten.

4.4 HERRAMIENTAS DE CLUSTER

Entre las herramientas que se utilizan para administrar, monitorear, migrar información los Clusters se pueden encontrar:

- **Balancear la carga:** el software que se encarga de balancear la carga entre los servidores reales es LVS (*Linux Virtual Server*, linuxvirtualserver.org), instalado en ambos balanceadores (también se encarga de mantener los balanceadores sincronizados entre sí).

- **Monitorizar los balanceadores (*failover*):** para monitorizar los balanceadores y activar el balanceador backup si el balanceador master falla podemos utilizar HeartBeat (desarrollado por Linux-HA, linux-ha.org/Heartbeat/) o KeepAlived (keepalived.org).

- **Monitorizar los servidores reales (*health checks*):** para monitorizar los servidores reales y excluirlos si fallan (y reinsertarlos cuando vuelven a estar en línea) se puede utilizar Ldirectord (vergenet.net/linux/ldirectord/) pensado especialmente para ser usado junto con LVS, utiliza Heartbeat. Monitoriza que los servidores reales sigan funcionando periódicamente, enviando una petición a una url conocida y comprobando que la respuesta contenga una cadena concreta. Si un servidor real falla, entonces el servidor es quitado del conjunto de servidores reales y será reinsertado cuando vuelva a funcionar correctamente. Si todos los servidores fallan, se insertará un servidor de fallos, que será quitado una vez que los servidores vuelvan a funcionar. Típicamente, este servidor de fallos es el propio host desde el que se realiza el monitoreo o KeepAlived (monitoriza tanto los balanceadores como los servidores reales).

- **Que los servidores reales sirvan los mismos datos:** para que los servidores reales sirvan los mismos datos se tiene varias opciones, siendo lo más recomendable algún sistema de almacenamiento compartido como NFS (junto con el sistema de mirror en red DRBD) o AoE (junto con un filesystem diseñado para clusters como Coda). En algunos casos puede ser suficiente aplicar mirroring, en cuyo caso cada servidor real tendrá sus propios datos que serán sincronizados periódicamente (por ejemplo con rsync).

- **Monitorizar el sistema:** es habitual instalar algún software que monitorize el sistema (carga, rendimiento...) como por ejemplo MON (*Service Monitoring Daemon*, escrito en Perl, monitoriza el sistema y ejecuta acciones cuando un servicio deja de funcionar, mon.wiki.kernel.org) o HAPM (*High Availability Port Monitor*, hapm.sourceforge.net).

Mon permite definir una serie de alarmas y acciones a ejecutar cuando un servicio deja de funcionar, se utiliza ampliamente como componente de monitorización de recursos para Heartbeat.

Mon se compone de dos partes:

- *Monitores:* Son programas (escritos normalmente en Perl) que se ejecutan periódicamente para comprobar el estado de un servicio. Devuelven éxito o fallo. Hay muchos monitores escritos, y para una gran variedad de servicios, y también se pueden escribir monitores nuevos.
- *El demonio mon:* Lee un fichero de configuración, que especifica los nodos/servicios que hay que monitorizar y con que frecuencia. También especifica las acciones (alertas en la terminología de mon) a realizar cuando un nodo/servicio deja de responder o se recupera. Estas alertas también suelen ser scripts en Perl.

- **Hora NTP:** para asegurarnos de que todos los nodos tienen la misma hora del sistema (*System Time*) se suelen configurar para que se conecten al mismo servidor de hora NTP (*Network Time Protocol*), que puede ser local.

En la administración de los Cluster se tiene una serie de aplicaciones que dependerá del tipo de Cluster que se desea realizar.

- **Webmin**¹⁴⁴ es una utilidad bajo licencia libre (BSD) que facilita la configuración del sistema operativo a nivel de administración, hardware, servicios y algunos programas a través de una sencilla pero completa interfaz web desde la cual se puede acceder a todos sus parámetros y opciones.

¹⁴⁴ <http://www.webmin.com> consultado 18/06/2010

Webmin ofrece además de diversos módulos básicos de administración de GNU/Linux y servicios, también ofrece módulos especializados en administración de Cluster en GNU/Linux.

Una de las mayores dificultades para todos los usuarios que comienzan en GNU/Linux es la dificultad al administrar tanto el sistema operativo como al modificar la configuración de los servicios y programas que se instalan, así como gestionar las impresoras locales y de red. Ello se debe a que es necesario conocer y saber modificar múltiples archivos de texto y por supuesto numerosos comandos de administración. Para simplificar estas tareas existe Webmin, una herramienta de configuración accesible vía web desde las que es posible visualizar y modificar cada uno de los parámetros de configuración de los programas y servicios.

Algunas de sus características más importantes, son:

- Interfaz vía web: todas las opciones de configuración son accesibles a través de un conjunto de páginas web que podemos cargar desde cualquier navegador. En su mayoría están traducidas al castellano. Al ser páginas HTML existen múltiples temas para modificar su aspecto visual.
- Ampliable mediante módulos: Además de las distintas funciones que integra, es posible sumar numerosos complementos opcionales orientados a configurar y administrar todo tipo de programas y servicios.
- Programado con Perl: funcionando como un servidor y proceso propio, accesible vía TCP desde el puerto 10000.
- Administración local y en remoto: permite iniciar sesión tanto en el propio equipo como en otros accesibles en la red local, para ofrecer la máxima seguridad en las conexiones remotas, es compatible con OpenSSL.
- Desarrollo de versiones paralelas: a partir de Webmin, el mismo grupo de desarrollo ha creado dos nuevas herramientas, Usermin y Virtualmin, ofrecidas como módulos. La primera, Usermin, es una versión reducida de Webmin,

adecuada para administradores que solo necesitan las funciones esenciales, como administración de servidores web y correo. Por otro lado, Virtualmin es una excelente alternativa a Plesk y Cpanel, para administrar servidores virtuales, dominios, servidores de correo y bases de datos.

- **SCMS**¹⁴⁵ (Scalable Cluster Management System) simplifica la gestión de Cluster mediante una interfaz gráfica de usuario para funciones de gestión de cluster, que se dividen:

- Sistema de Gestión
- Monitor de sistema
- Configuración del sistema
- Paralelo Comando

SCMS proporciona una visión completa del Cluster por medio de una ventana, en la cual muestra: el estado del nodo(determina si los nodos seleccionados están disponibles haciendo ping a ellos y mostrar los tiempos devueltos por los ping), el espacio del disco, etc.

Para cluster HPC, openMosix es una buena opción ya que posee características muy atractivas por ejemplo:

Herramientas de usuario de OpenMosix para la línea de comandos:

Las herramientas de usuario de openMosix (OpenMosixTools, *paquete openmosix-user*) son una serie de comandos que permiten administrar openMosix desde una consola.

Algunos de ellos son:

mosmon: monitoriza los nodos: uso de CPU, memoria usada, etc (ver figura: 34).

mtop: *top* para openMosix, muestra en qué nodo corre cada proceso.

mps: *ps* para openMosix, muestra el número del nodo.

mosctl whois: con *mosctl whois <node_number>* se ve la IP o el nombre del nodo.

¹⁴⁵ <http://cub.sourceforge.net/mana> consultado 12/05/2010

Un ejemplo de monitoreo de OpenMosix de manera más sencilla, es crear el script *test_mosix*, cuyo contenido es:

```
awk 'BEGIN {for(i=0;i<10000;i++)for(j=0;j<10000;j++);}' &
```

Y lanzarlo con el comando:

```
$ for i in `ls /etc/` ; do ./test_mosix ; done
```

Con *mosmon* se puede ver cómo migran los procesos a otros nodos:

También openMosix, para manejo de colas de trabajo es una buena opción puesto que cuando se envía el trabajo para el nodo de mejor capacidad, este gestiona la acumulación de tareas cuando el nodo mejor posee una gran cola vuelve a seleccionar otro nodo y la primera opción de nodo mejor queda obsoleta.¹⁴⁶

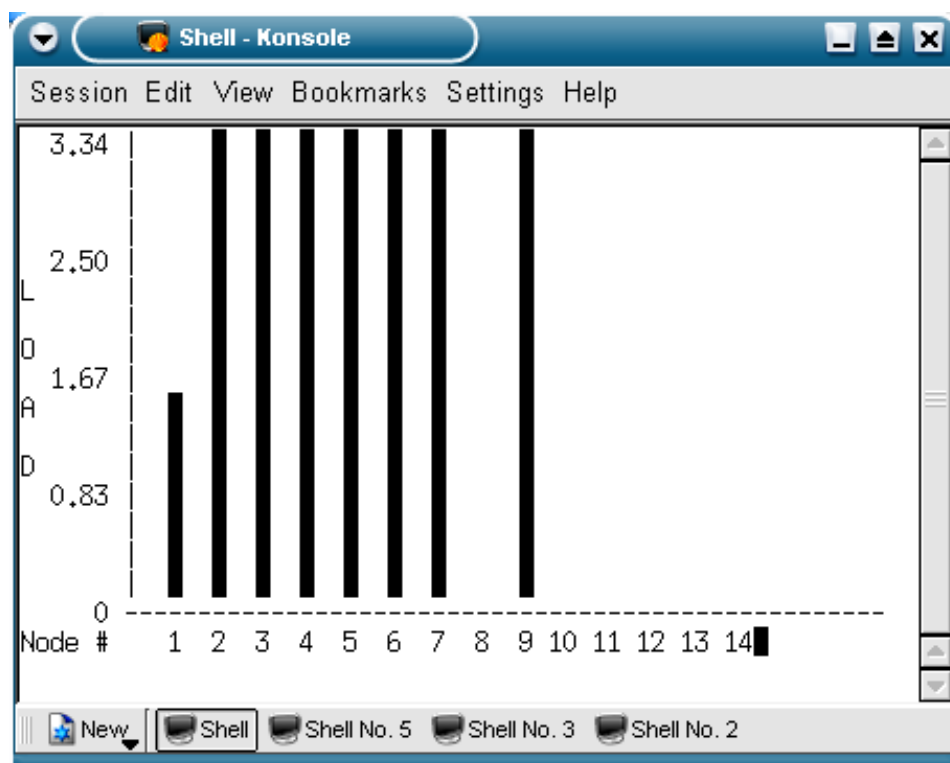


Figura 34: Gráfica de Mosmon.

- PerfSONAR

Es una infraestructura de red de monitoreo de rendimiento, por lo que es más fácil de resolver de extremo a extremo los problemas de rendimiento en los caminos de cruce de

¹⁴⁶ [Seminario sobre investigación y presentación de avances de proyectos FIES](#) consultado 14/12/09

varias redes¹⁴⁷. Contiene un conjunto de servicios de entrega de las mediciones de rendimiento en un entorno federado. Éstas actúan como una capa de servicios intermedios, entre los instrumentos de medición del rendimiento y el diagnóstico o de aplicaciones de visualización. Esta capa tiene por objeto hacer mediciones del desempeño y el intercambio entre redes, con protocolos bien definidos.

PerfSONAR es una arquitectura orientada a servicios. Eso significa que el conjunto de funciones elementales han sido aisladas y pueden ser prestados por entidades diferentes llamados servicios. Todos esos servicios se comunican entre sí mediante protocolos bien definidos. PerfSONAR tiene tres contextos:

PerfSONAR cuenta con un consorcio de organizaciones que buscan construir middleware de rendimiento de la red que es interoperable a través de múltiples redes y útiles para la cooperación intra-e inter-análisis de redes, entre las organizaciones están: Esnet, Internet 2, Geant 2 y RNP. Uno de los principales objetivos es facilitar la solución de extremo a extremo los problemas de rendimiento en los caminos de cruce de varias redes.

Varios paquetes de software interoperables (implementaciones de los distintos servicios) que tratan de poner en práctica un marco de interoperabilidad de middleware performance. Los conjuntos de código son desarrollados por distintos socios. Algunas piezas de código son "más importantes" que otros porque su objetivo es garantizar la interoperabilidad entre dominios (por ejemplo, el servicio de búsqueda y el servicio de autenticación). Los servicios desarrollados actúan como una capa intermedia, entre las herramientas de medición del rendimiento y el diagnóstico o de aplicaciones de visualización.

PerfSONAR permite automatizar el seguimiento de intercambio de datos entre las redes, para simplificar la solución de problemas de rendimiento que ocurren entre los sitios conectados a través de varias redes (por ejemplo, las redes metropolitanas, redes nacionales de investigación y educación, o en este caso en los clusters) Por ejemplo, perfSONAR traceroute puede mostrar el ancho de banda utilizado en todos los eslabones de una trayectoria determinada. Ancho de banda se recupera de protocolo de medición, los servicios de la suite de perfSONAR que la relación de cambio de utilización en todos los

¹⁴⁷ <http://www.perfsonar.net/> consultado 20/12/09

segmentos de la ruta de acceso de una manera estandarizada. Esta herramienta hace posible encontrar, fácilmente, la fuente de la congestión que puede causar problemas de rendimiento. Otros parámetros de rendimiento también se pueden intercambiar con perfSONAR.

Entre los servicios que ofrece perfSONAR están:

- Punto de medición de servicio: Crea y / o publica información relacionada con el seguimiento a las medidas activas y pasivas.
- Medición de Servicio de Archivo: Tiendas y publica información de seguimiento Obtenido de servicios de medición.
- Servicio de Búsqueda: Registros en todos los servicios participantes y de sus capacidades
- El Servicio de autenticación: Administra el dominio de nivel de acceso a servicios a través de fichas.
- Transformación del servicio: Ofertas de datos personalizados manipulación de las mediciones existentes archivadas.
- Protector de los recursos de servicio: Gestiona información granular sobre el consumo de recursos del sistema.
- Toplogy Service: Ofrece información topológica de las redes.

4.5 APLICACIONES

En las aplicaciones de Cluster se pueden encontrar una gran gama puesto que la adaptabilidad que tiene los cluster hace que sea posible, en el área de la ciencia se necesita una alta capacidad de procesamiento debido al tamaño de información que manejan, constituyendo los cluster la solución de su problema en la ingeniería ocurre lo mismo, de igual manera cualquier aplicación (que sea paralizable) que necesite de un alto rendimiento se puede ejecutar en un cluster.

Softwares para aplicaciones en los Cluster, ya sea científica, investigación o comercial existe una gran variedad entre los cuales están: Octave, blender, Scilab y uno que se ocupa mucho en Cluster HAC es el GNS3.

Estas aplicaciones se pueden ocupar en diferentes áreas, todo dependerá el resultado que se busque.

4.5.1. CLUSTER EN APLICACIONES CIENTÍFICAS

Para las aplicaciones científicas se necesita un Cluster que se caracterice por gestionar aplicaciones computacionalmente intensivas, que tenga alta capacidad de memoria, que tenga controlados los recursos por planificadores tipo Maui y gestores de recursos tipo PBS. Usualmente son nodos y sistemas dedicados en entornos HPC y HTC.

Ejemplo de aplicaciones científicas para Clusters son: Simulaciones (earth simulator), genómica computacional, predicción meteorológica (MM5), simulación de corrientes y vertidos en el mar, aplicaciones en química computacional.

Entre las aplicaciones Científicas para Clusters se tienen:

- **Scilab**¹⁴⁸ es un paquete de software científico para cálculos numéricos proporcionando un potente entorno de computación abierto a la ingeniería y aplicaciones científicas muy utilizado ya que se pueden crear modelos matemáticos.¹⁴⁹

Scilab incluye programas de conversión de archivos de m Matlab (m2sci), y un Scilab compilador de Fortran (sci2for). Desde Scilab es de código abierto, no hay ninguna restricción sobre el número máximo de carreras simultáneas Scilab, que puede ser una ventaja para los usuarios con los proyectos de gran escala.

Scilab incluye cientos de funciones matemáticas con la capacidad de actuar de manera interactiva agregar programas de otros lenguajes como C y Fortran. Cuenta con estructuras de datos complejas (incluidas las listas, polinomios, funciones racionales, sistemas lineales), un intérprete y un lenguaje de programación de alto nivel. Scilab ha sido diseñado para ser un sistema abierto donde el usuario puede definir nuevos tipos de datos y operaciones sobre estos tipos de datos mediante el uso de la sobrecarga.

¹⁴⁸ <http://www.scilab.org/download/> consultado 15/12/09

¹⁴⁹ [Seminario sobre investigación y presentación de avances de proyectos FIES](#) consultado 14/12/09

La instalación desde el código fuente es la más general ya que permite construir un fichero ejecutable adaptado específicamente a la máquina y al sistema operativo utilizado (sea cual sea). Se necesita aproximadamente 130 Mb de disco para desempaquetar e instalar el formato *tar.gz* y los compiladores de C (gcc) y Fortran (g77 o f2c). El procedimiento de instalación está descrito en un fichero texto denominado “*readme*” (o “*install*”) que aparece al descomprimir el software.

La versión binaria exige un mínimo de 40 Mb (sin las fuentes). Dicha versión está linkada estáticamente y por tanto no requiere del compilador fortran. Si hemos bajado una distribución binaria como por ejemplo *scilab-2.5-0.i386.rpm*, para instalarla, bastaría hacer: `$ rpm -i scilab-2.5-0.i386.rpm`.

Scilab dispone en la actualidad de un amplio abanico de librerías adicionales que amplían el software, estos programas denominados “*toolboxes*” cubren áreas específicas en los campos de la matemática, la ingeniería, simulación, etc. En la tabla que sigue se describe algunos de ellos:

Herramienta	Descripción
ANN	Análisis de Redes Neuronales.
EVOL	Algoritmos Evolutivos.
FABBRI	Manipulación de Imágenes.
FEM_Post	Detección de Fallos.
FISLAB	Inferencia en Lógica Borrosa.
FREEFEM	Elementos Finitos 2D.
FSQP	Procesos de Optimización.
HMM	Modelos de Markov.
LIPSOL	Programación Lineal.

Tabla 6: Herramientas de Scilab¹⁵⁰

En cuanto a los gráficos científicos la gama de que Scilab puede realizar es enorme, comprende gráficos en dos y en tres dimensiones, en coordenadas cartesianas y en paramétricas, en escalas decimal, logarítmica y semilogarítmica, además de representaciones específicas para datos estadísticos, sistemas de control (Bode, Niquist, etc.), animaciones, etc. Veamos algunos ejemplos ver figura 35:

¹⁵⁰ <http://www-rocq.inria.fr/scilab/contributions.html> consultado 16/03/10

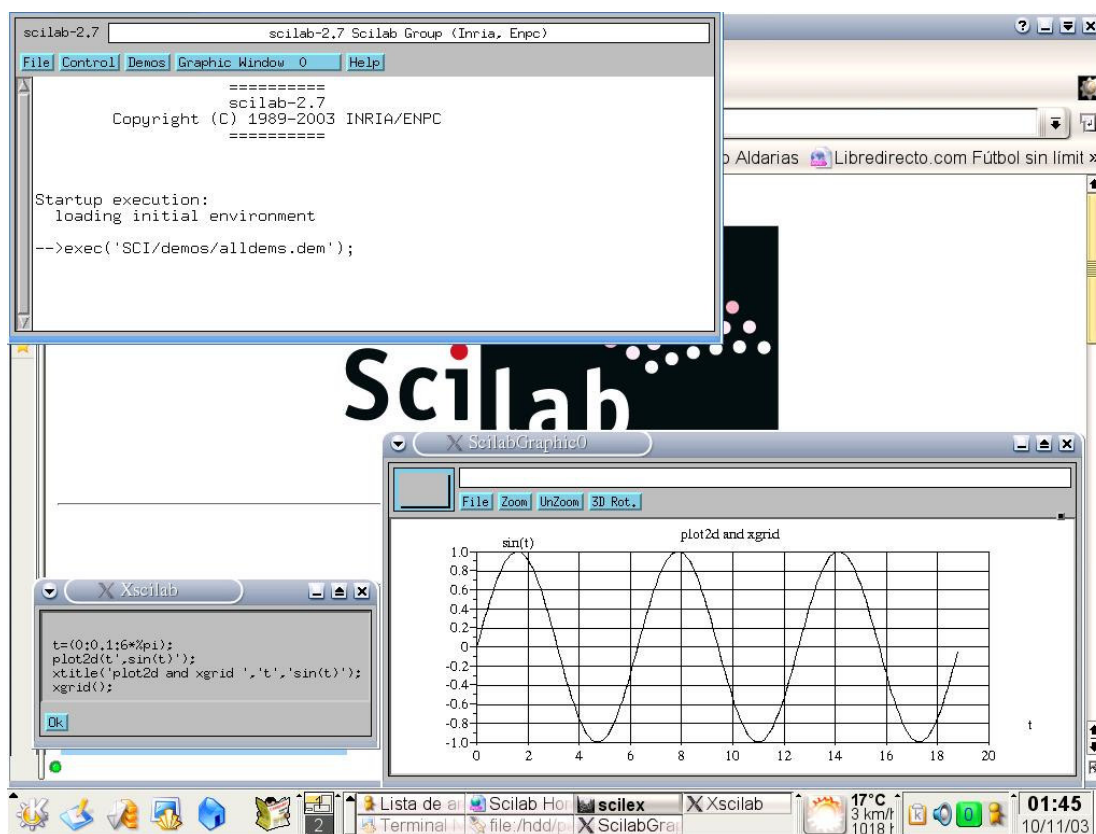


Figura 35: Gráficos con Scilab

- **El simulador GNS3** (Graphical Network Simulator) es un entorno gráfico de simulación de redes utilizando dispositivos emulados CISCO. GNS3 utiliza dynamips para la emulación de routers y switches CISCO permitiendo la conexión a la red real e Internet. Graphical Network Simulator¹⁵¹ GNS3 se utiliza más en cluster de alta disponibilidad (HAC¹⁵²). GNS3 siempre emula las imágenes seleccionadas IOS con gran precisión, y que si se lucha por hacer algo, o se carece de algunos comandos, o de cualquier otra que la materia, todo es debido a la imagen de IOS. Esas imágenes del sistema operativo son muy variadas y de todo tipo.

Además, es casi garantizado que la forma en que una imagen del IOS se comporta en GNS3 es exactamente la manera en que un dispositivo de Cisco real con la misma imagen trabaje en el mundo real. La emulación siempre funciona de manera eficaz y, por tanto,

¹⁵¹ <http://www.gns3.net/download> consultado 18/12/09

¹⁵² Seminario sobre investigación y presentación de avances de proyectos FIES consultado 14/12/09

se puede afirmar que las redes simuladas son casi 100 por ciento idénticas a una situación del mundo real. Esta es la razón por lo que GNS3 es tan potente, gracias a su fiabilidad.

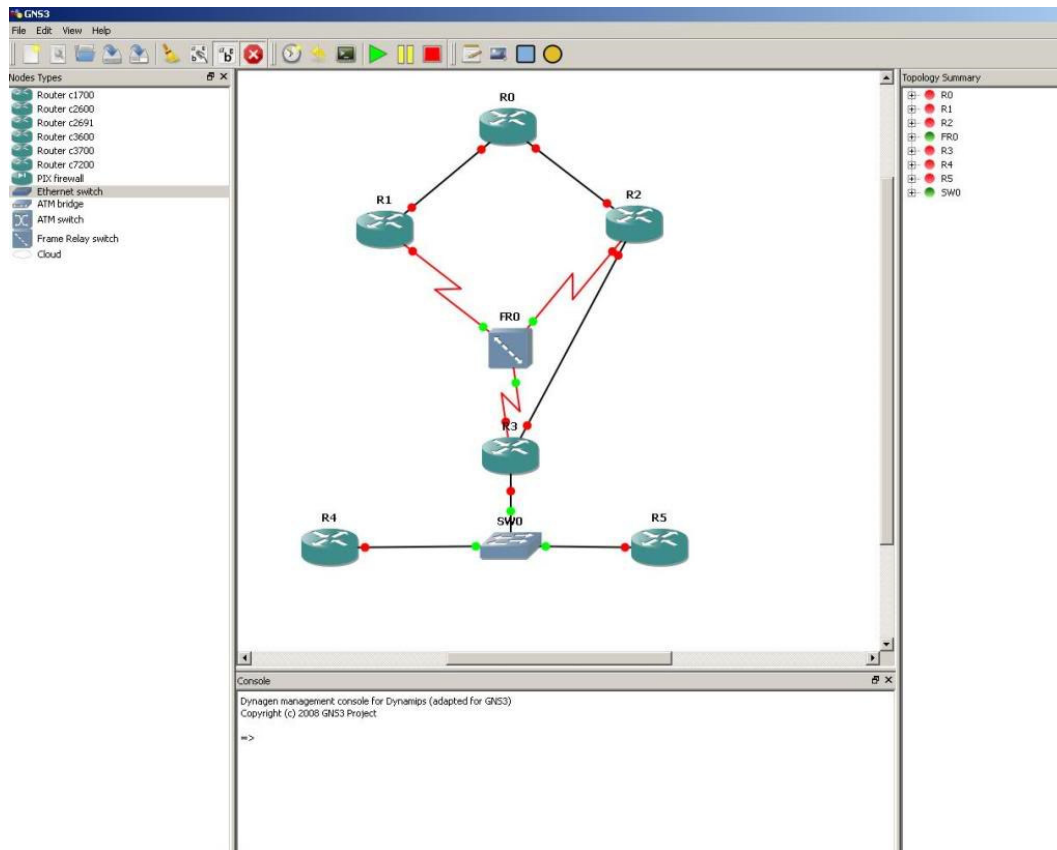


Figura 36: GNS3 es un simulador gráfico de red que permite la simulación de redes complejas.

GNS3 es una excelente herramienta complementaria a los verdaderos laboratorios de la red de Cisco para ingenieros, administradores y personas que quieren pasar las certificaciones tales como CCNA, CCNP, CCIE o DAC.

También se puede utilizar para experimentar las características de Cisco IOS o para comprobar las configuraciones que deben ser desplegados posteriormente reales routers. Este proyecto es "OPEN SOURCE", programa gratuito que puede ser utilizado en múltiples sistemas operativos, incluyendo Windows, Linux y MacOS X.

Para este tipo de aplicaciones científicas algunas veces es necesario mostrar los resultados de forma gráfica por ende Scientific Linux es una buena opción considerando que cuenta

con paquetes de sistemas de transporte flexible en la imagen para obtener una visualización gráficas en resoluciones de un Xorg o del servidor gráfico XFree86 entre otras características

4.5.2. CLUSTER EN APLICACIONES DE INVESTIGACIÓN

En la investigación se necesita generar datos que para una simple computadora le es una tarea muy difícil y de mucho tiempo por lo que los Clusters son una herramienta que lo facilitan con la ayuda de aplicaciones por ejemplo:

- **Gaussian**¹⁵³ es un paquete para cálculo de estructura electrónica desarrollado por Gaussian Inc. disponible para las arquitecturas IBM-SP2, SGI-ORIGIN2000 y Digital ALPHA-400 (multiprocesador), tanto para correr en serial como en paralelo. Gaussian es capaz de realizar cálculos a diferentes niveles de teoría: ab-initio, semiempíricos, teoría del funcional de la densidad e interacción de configuración; permitiendo modelar sistemas químicos que van desde átomos hasta moléculas de muchos electrones, en estados base y excitados, en fase gaseosa o en solución, está diseñado para modelar una amplia gama de sistemas moleculares en una variedad de condiciones, realiza sus cálculos a partir de las leyes básicas de la mecánica cuántica.

Gaussian es excelente como instrumento para la enseñanza y la investigación, entre sus capacidades se encuentra la predicción de:

- Energías y estructuras moleculares.
- Energías y estructuras de estado de transición.
- Frecuencias vibracionales.
- Propiedades termodinámicas.
- Energías de reacción y de enlace.
- Trayectorias de reacción.
- Orbitales moleculares
- Cargas atómicas.
- Momentos multipolares.
- Apantallamiento en resonancia magnética nuclear y susceptibilidad magnética.

¹⁵³ <http://www.gaussian.com/> consultado 12/06/10

- Afinidades electrónicas y potenciales de ionización.
- Polarización e hiperpolarización.
- Potenciales electrostáticos y densidades electrónicas

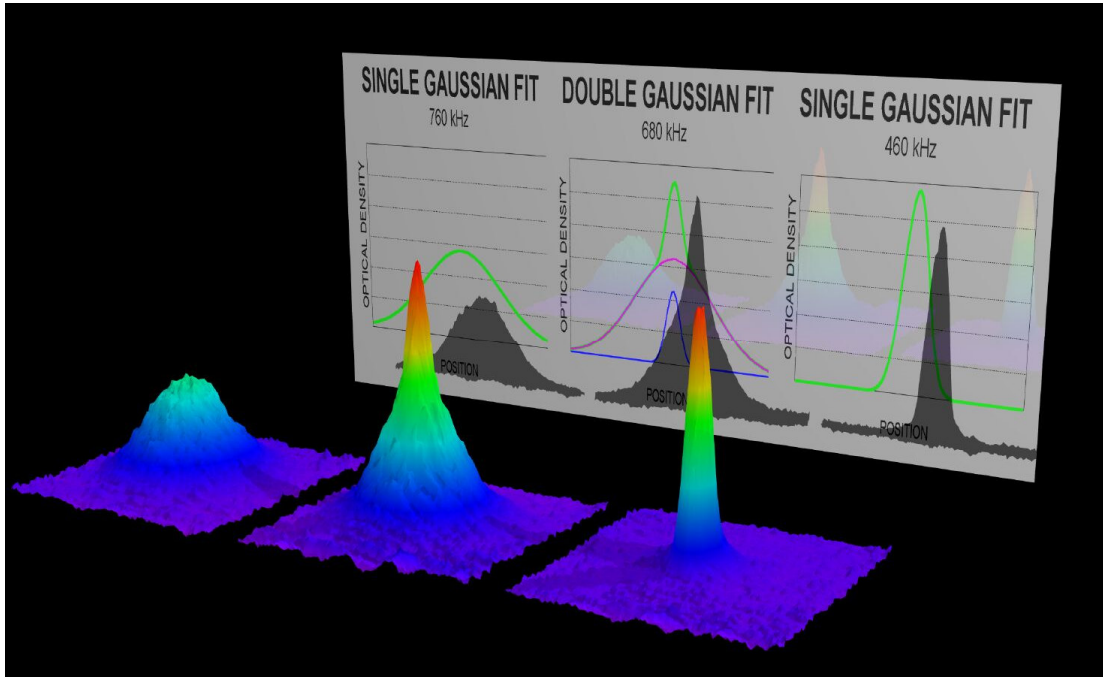


Figura 37: Ejemplo de la aplicación Gaussian

- **GNU Octave**¹⁵⁴ es un software de distribución libre. Se puede distribuir y/o modificar GNU Octave bajo las condiciones del contrato GNU General Public License (GPL) publicado por la Free Software Foundation.

GNU Octave es un lenguaje de alto nivel, inicialmente pensado para la computación numérica. Octave proporciona una interfaz de línea de comandos para resolver problemas lineales y no lineales de manera numérica, y desarrollar otros experimentos numéricos utilizando para ello un lenguaje que en su mayoría es compatible con Matlab. También se puede utilizar como un lenguaje de lotes (batch-oriented language).

Octave tiene una gran cantidad de herramientas para resolver problemas de álgebra numérica comunes, encontrar las soluciones de ecuaciones no lineales, realizar integrales de funciones ordinarias, manipular polinomios, e integrar ecuaciones diferenciales

¹⁵⁴ <http://www.gnu.org/software/octave/download.html> consultado 16/12/09

ordinarias y ecuaciones diferenciales algebraicas. Es fácil de extender y modificar a través de funciones definidas por el usuario escritas en el propio lenguaje de Octave, o utilizando módulos cargados dinámicamente escritos en otros lenguajes como C, C++, Fortran, etc.

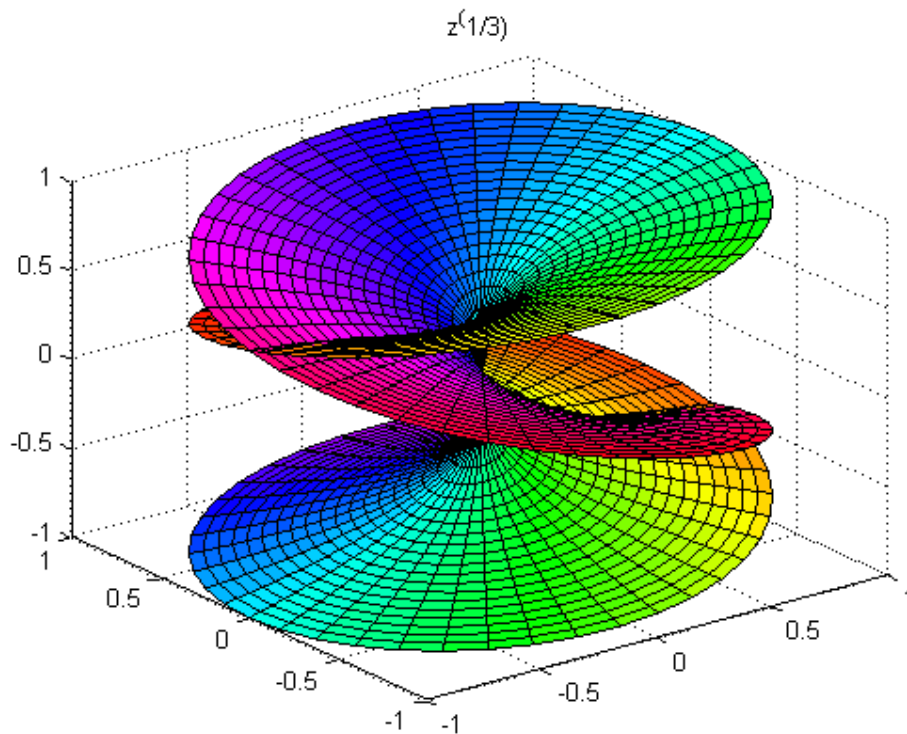


Figura 38: modelos matemáticos con ayuda de octave.

Dentro de Octave se encuentra los paquetes siguientes:

Parallel Octave es un paquete que añade paralelismo a la computación de las funciones en Octave. Las funciones que se computan en paralelo están soportadas por las librerías de computación paralela MPI. Estas operaciones sólo se han probado en sistemas GNU/Linux (pero podrían ser aplicables en otros sistemas operativos).¹⁵⁵

OctaveMPI es un port del paquete comercial MatlabMPI. Éste paquete es una versión para GNU Octave, probado bajo sistemas GNU/Linux, utilizando los paquetes de octave-forge. Su uso está pensado para la computación distribuida en clusters bajo Octave. El desarrollo

¹⁵⁵ <http://www.cica.es/Software/octave.html> consultado 14/06/2010

de este proyecto se encuentra en fase Beta, y aún no han publicado ninguna versión del mismo.¹⁵⁶

Ventajas de MPI para Octave (MPITB)

- Código fuente disponible.
- Útil para aprender LAM/MPI.
- Útil para la investigación, permitiendo es uso inmediato de Octave en un cluster.
- Soporta todos los tipos de datos de Octave.
- También incluye todas las llamadas MPI-1.2, excepto las de MPI_Pcontrol, MPI_Op_create, MPI_Op_free, y aquellos relacionados con los tipos de datos derivados (MPI_Type_*). Éstas no tienen sentido en Octave, ya que no tienen funcionalidad asociada.
- También incluye algunas llamadas de MPI-2.0
- Archivos de ayuda para todas las interfaces MPI, extraídas de las páginas “man” de LAM/MPI.
- Archivos de tutoriales para aprender y adquirir conocimientos de MPI rápida y cómodamente.

Los usuarios de Octave en clusters de plataforma GNU/Linux con varios PC's pueden utilizar MPITB para llamar a las rutinas de las librerías MPI desde el entorno de Octave.

Para este tipo de aplicación de Cluster se puede ocupar PelicanHPC que se caracteriza en manejar altos niveles de rendimiento y cuenta con herramientas por ejemplo: Contiene extensos programas usando GNU Octave y MPITB entre otros.

4.5.3 CLUSTER EN APLICACIONES COMERCIALES

En las aplicaciones comerciales, los Cluster suelen tener aplicaciones no especialmente intensivas computacionalmente, pero que demandan alta disponibilidad y respuesta inmediata, con lo que los servicios se están ejecutando continuamente y no controlados por un sistema de colas. Se puede utilizar por ejemplo en la Arquitectura, en donde se

¹⁵⁶ <http://www.cica.es/Software/octave.html> consultado 14/06/2010

necesita hacer imágenes renderizadas, en las empresas de publicidad crear imágenes animadas o películas entre otras.

- **Blender**¹⁵⁷ es un potente programa dedicado a la creación de imágenes y animaciones en 3D. Ofrece muchas opciones en lo referente a modelado, renderización, animación, postproducción y creación de productos 3D. Además, tiene un visualizador para ver el proyecto final.

Ejemplo con Blender: si se necesita renderizar una escena de Blender aprovechando OpenMosix. Blender corre como un único proceso por lo que OpenMosix poco puede hacer, como mucho migrarlo a otra máquina. Pero si dividimos el trabajo en varios procesos (tantos como nodos) sí se puede aprovechar el cluster openMosix.

Los pasos serian:

- Descargar Blender *blacksmith.tgz* y la descomprimimos.
- Abrir */blacksmith/blacksmith.blend*, seleccionar la escena *04_06* y configuramos el render a *640x480* y formato *.jpg*.
- Descargar el script de Marc O. Gloor *render.gz* que será el encargado de dividir el trabajo en tantos procesos como nodos. Se descomprime en el directorio */blacksmith* y le se le da permisos de ejecución. Para ejecutarlo (4 nodos, 230 imágenes):

```
$ ./render blacksmith.blend 1 231 4
```
- Cuando termine se tendrá 230 *.jpg* que se podrá convertir en vídeo con *mencoder*:

```
$ mencoder "mf://*.jpg" -mf fps=12 -o blacksmith.avi -ovc lavc  
-lavcopts vcodec=msmpeg4v2:vbitrate=800
```

¹⁵⁷ <http://blender.uptodown.com/> consultado 14/12/09



Figura 39: Ejemplo de Blender

- **After Effects**¹⁵⁸ es una aplicación en forma de estudio, destinado para la creación o aplicación en una composición (realización de gráficos profesionales en movimiento) de efectos especiales y grafismo de video, que desde sus raíces han consistido básicamente en la superposición de imágenes. Adobe After Effects es uno de los softwares basado en línea de tiempo (A diferencia de Nuke o Apple Shake que funcionan a base de nodos "One Shot compositing") más potentes del mercado.

Una de las principales fortalezas del programa es que existen una gran cantidad de plugins desarrollados por otras compañías que ayudan a aligerar las cargas de trabajo continuo y repetitivo en lo que a aplicación de efectos se refiere, en las nuevas versiones tales como 6.5 o la 7 su habilidad para manejar archivos de gráficos y video de distintos formatos y el hecho de que su interfaz le es muy familiar a muchos editores dedicados a la postproducción se convierte en una razón muy poderosa para utilizarlo.

¹⁵⁸ http://es.wikipedia.org/wiki/Adobe_After_Effects consultado 10/06/10

Este software está dirigido a diseñadores gráficos, productores de video y a profesionales en la multimedia, esta aplicación se utilizo en la película de Avatar con ayuda de un Cluster, se usó 40.000 procesadores y 104 Terabytes de RAM.



Figura 40: Imagen de la película Avatar, utilizando clusters

Para crear los efectos especiales de Avatar, la producción puso a disposición un cluster de 40.000 procesadores (refrigerados por agua) y 104 Terabytes de RAM. Todo ese hardware se encuentra dentro de 4.000 servidores BLADE BL2X220c fabricados por Hewlett-Packard, y distribuidos dentro de 34 racks.

En aplicaciones comerciales se hace hincapié en la alta disponibilidad, por ende se necesita un cluster que sea de este tipo, una opción sería Red Hat Cluster Suite pues este cuenta con dos tipos de clustering (Failover- equilibrio de carga), que garantiza la disponibilidad, ya que controla las aplicaciones para asegurarse si se están ejecutando correctamente.

4.6. CONCLUSIONES

Los Clusters utilizando software de código abierto es la solución económica tanto en software y hardware para realizar tareas de forma distribuida, paralela y que necesiten muchos recursos de cómputo.

Los Clusters Beowulf se convierten en una excelente alternativa para aplicaciones que requieren gran capacidad de procesamiento y aplicaciones de seguridad, ya que por sus características se hace indispensable que los sistemas sean cada día más robustos y ágiles.

Los Cluster Beowulf cuentan con la enorme ventaja de ser sistemas que se pueden implementar utilizando herramientas software y hardware de código abierto y fácil configuración, siendo por lo tanto muy viable su ejecución práctica.

El Cluster utiliza el repartidor de cargas para enviar las instancias de sus visitantes a los servidores disponibles. Si un servidor no responde, se retira automáticamente del conjunto de servidores disponibles y las instancias de sus visitantes se transfieren hacia servidores en línea.

Un Cluster HAC por ejemplo: un servidor Web al compartir la carga de sus aplicaciones web entre múltiples servidores, se puede reducir la cantidad de recursos necesarios a cada servidor y puede mejorar las prestaciones para el usuario. Entre más servidores tenga más alto será el nivel de funcionamiento.

Los Cluster son capaces de competir en calidad y eficiencia por medio de aplicaciones comerciales científicas, o de investigación, con las ventajas añadidas de ser multiplataforma y gratuito.

4.7. RECOMENDACIONES

Se recomienda utilizar la tecnología de Cluster utilizando GNU/Linux en universidades empresas comerciales o instituciones de investigación, por su confiabilidad, seguridad y estabilidad, logrando mejores resultados en el desarrollo de esta tecnología.

Incentivar el uso de Cluster utilizando equipos obsoletos, el cual permitirá obtener una gran capacidad computacional.

Implementar los Cluster, considerando las necesidades de los usuarios que requieren el uso de esta tecnología, como lo son investigadores académicos, científicos y empresas comerciales para obtener las características de supercomputo según sus necesidades.

Se recomienda usar un programa de balance de carga para que el trabajo se distribuya y sincronice entre los nodos seguido de monitoreo de los mismos.

Determinar si es necesaria la paralelización, considerando el tipo de Cluster ya que no es lo mismo procesar una gran cantidad de datos, que atender peticiones medianas a distintos usuarios. Si lo que se necesita es tener “más poder” para “atender más y más usuarios” lo que se busca es un entorno de HAC donde la tarea no necesariamente debe de ser paralelizable sino simplemente ejecutarse en varios nodos del Cluster a manera de réplica.

Se recomienda definir primero el tipo de tareas que se ejecutarán en el Cluster, puesto que no todas las tareas son pensadas para ser realizadas de forma paralela. Tareas como cálculos físicos son paralelizables si se escribe el programa a manera de que los cálculos se dividan en cálculos más pequeños que compartan información. Pero algo tan básico como reproducción de video no es paralelizable ya que todos los cuadros que lo componen deben ser procesados de manera secuencial en un corto periodo de tiempo (y esto provoca que se necesite procesadores más caros para ver películas HD).

Bibliografía

Conferencias

- GNU Octave HAC extraído el 14/12/09 Seminario sobre investigación y presentación de avances de proyectos FIES

- Grids extraído el 15/01/09
Video conferencia, E-Ciencia en Europa y Latinoamérica una Mirada al futuro basado en Experiencias pasadas, Dr. Fabrizio Gangliardi

- Ley de Amdahl extraído el 31/03/09
Conferencia del proyecto FIES “Modelos de Computación Distribuida” Ing. Carlos Bran.

- OpenMosix, para manejo de colas de trabajo extraído el 14/12/09
Seminario sobre investigación y presentación de avances de proyectos FIES

- Paralelismo funcional extraído el 31/03/09
Conferencia del proyecto FIES “Modelos de Computación Distribuida” Ing. Carlos Bran.

- Paralelismo de datos extraído el 31/03/09
Conferencia del proyecto FIES “Modelos de Computación Distribuida” Ing. Carlos Bran.

- Recuperación por Fallas extraído el 31/03/09
Conferencia del proyecto FIES “Modelos de Computación Distribuida” Ing. Carlos Bran.

- Scilab modelos matemáticos extraído el 14/12/09 Seminario sobre investigación y presentación de avances de proyectos FIES

Libro

- Carretero Pérez Jesús, García Feliz, de Miguel Pedro, Pérez Fernando, (2001), Sistemas Operativos, (primera edición) McGraw –Hill/Interamericana, España.

Electrografía

- Acoplamiento del software extraído el 17/06/09

http://www.wikilearning.com/tutorial/el_manual_para_el_clustering_con_openmosix-clusters_nociones_generales/9756-13

- Agrupación de Sistemas extraído el 06/04/09

<http://www.unix.org/whitepapers/cluster.htm>

- Arquitectura paralela extraído el 05/04/09

[http://es.wikipedia.org/wiki/Cluster_\(inform%C3%A1tica\)](http://es.wikipedia.org/wiki/Cluster_(inform%C3%A1tica))

- ASCII Q extraída el 28/03/09

http://www.sandia.gov/supercomp/sc2002/flyers/ASCII_Q_rev.pdf

- Acxiom Corporation. Extraído el 06/04/09 <http://www.unix.org/whitepapers/cluster.htm>

- Beowulf extraído el 06/04/09

<http://www.stat.ucla.edu/computing/clusters/deployment.php>

- Beowulf disponibilidad extraído el 08/06/09

<http://www.sun.com/software/solaris/cluster/faq.jsp>

- Blender extraído el 14/12/09

<http://blender.uptodown.com/>

- Capas extraído el 14/03/09

http://www.ant.org.ar/cursos/curso_intro/capas.html

- Computación distribuida extraída el 05/04/09

http://es.wikipedia.org/wiki/Computaci%C3%B3n_distribuida

- Computación paralela extraído el 06/04/09

http://es.wikipedia.org/wiki/Programaci%C3%B3n_paralela

- Componentes remotos. extraído el 28/04/09

<http://www.microsoft.com/spain/windowsserver2003/ccs/sysreqs.mspx#EFB>

- CLARA extraído el 02/02/09

<http://www.redclara.net>

- Cluster extraída el 20/03/09

[http://es.wikipedia.org/wiki/Cluster_\(inform%C3%A1tica\)](http://es.wikipedia.org/wiki/Cluster_(inform%C3%A1tica))

- Cluster extraída el 20/03/09

[http://es.wikipedia.org/wiki/Cluster_\(inform%C3%A1tica\)](http://es.wikipedia.org/wiki/Cluster_(inform%C3%A1tica))

- Cluster extraída el 23/03/09

[http://es.wikipedia.org/wiki/Cluster_\(inform%C3%A1tica\)](http://es.wikipedia.org/wiki/Cluster_(inform%C3%A1tica))

- Cluster extraída el 26/03/09

[http://es.wikipedia.org/wiki/Cluster_\(inform%C3%A1tica\)](http://es.wikipedia.org/wiki/Cluster_(inform%C3%A1tica))

- Cluster extraída el 28/03/09 [http://es.wikipedia.org/wiki/Cluster_\(inform%C3%A1tica\)](http://es.wikipedia.org/wiki/Cluster_(inform%C3%A1tica))

- Cluster extraída el 30/03/09

<http://www.universia.net.co/galeria-de-cientificos/noticias-de-la-ciencia-en-colombia/en-red-la-union-hace-la-fuerza/-clusters-y-grids-en-la-his.html>

- Cluster extraída el 31/03/09

<http://es.engadget.com/2008/06/25/el-cluster-mas-rapido-de-servidores-windows-hpc-llega-a-los-68-5/>

- Clusters HPC extraído el 12/04/09

http://www.ibiblio.org/pub/linux/docs/LuCaS/Manuales-LuCAS/doc-manual-openMosix-1.0/doc-manual-openMosix_html-1.0/node18_ct.html

- Cluster sin puntos de falla extraído el 17/04/09

http://www.dei.uc.edu.py/tai2003-2/clustering/html/problemas_con_hac.html

- Cluster disponibilidad extraído el 17/04/09

http://www.dei.uc.edu.py/tai2003-2/clustering/html/problemas_con_hac.html

- Cluster copiar datos extraído el 18/04/09

http://www.dei.uc.edu.py/tai2003-2/clustering/html/implementacion_de_hac.html

Cluster HAC extraído el 16/04/09

<http://www.dei.uc.edu.py/tai2003-2/clustering/html/clasificacion.html>

- Cluster HAC extraído el 16/04/09

<http://www.dei.uc.edu.py/tai2003-2/clustering/html/clasificacion.html>

- Cluster a nivel de sistema y nivel de aplicación extraído el 14/06/09

http://www.wikilearning.com/tutorial/el_manual_para_el_clustering_con_openmosix-clusters_nociones_generales/9756-13

- CVS Siemens / Pirámide Reliant RM1000 extraído el 08/05/09

<http://www.unix.org/whitepapers/cluster.htm>

- Debian extraído el 15/02/09

<http://www.debian.org/intro/about>

- Debian extraído el 16/02/09

<http://www.es.debian.org/releases/stable/>

- Debia extraído el 15/02/09

<http://www.debian.org/international/spanish/contrib/tabla-historia.txt>

- Distribuciones extraído el 10/02/09

<http://www.molinux.info/downloads/documents/manual-usuario-molinux/ch02.html>

- Distribuciones extraído el 10/02/09

http://es.wikipedia.org/wiki/Distribuci%C3%B3n_Linux

- Distribuciones extraídas el 15/02/09

<http://www.molinux.info/downloads/documents/manual-usuario-molinux/ch02.html>

- Distribuciones extraído el 15/02/09

http://es.wikipedia.org/wiki/Anexo:Distribuciones_GNU/Linux

- Eficiencia de las interfaces extraído el 14/04/09

http://www.dei.uc.edu.py/tai2003-2/clustering/html/problemas_con_hpc.html

- Eficiencia de SMP extraído el 15/04/09

http://www.dei.uc.edu.py/tai2003-2/clustering/html/implementacion_de_hpc.html

- Estructura de um Cluster extraído el 01/06/09

[http://es.wikipedia.org/wiki/Cluster_\(inform%C3%A1tica\)](http://es.wikipedia.org/wiki/Cluster_(inform%C3%A1tica))

- Fail Over extraída el 05/04/09

http://es.wikipedia.org/wiki/Computaci%C3%B3n_distribuida

- Failover Cluster extraído el 20/04/09

http://www.dei.uc.edu.py/tai2003-2/clustering/html/implementacion_de_hac.html

- Fedora extraído el 20/02/09

[http://es.wikipedia.org/wiki/Fedora_\(distribuci%C3%B3n_Linux\)](http://es.wikipedia.org/wiki/Fedora_(distribuci%C3%B3n_Linux))

- Fedora extraído el 20/02/09

<http://fedoraproject.org/>

- Free Software Foundation extraído el 10/02/09 <http://www.fsf.org/licensing/essays/free-sw.html>

- Fork extraído el 30/05/09
<http://www.rocksclusters.org/roll-documentation/hpc/5.3/cluster-fork.html>

- Gentoo extraída el 02/03/09
http://es.wikipedia.org/wiki/Gentoo_Linux

- Gentoo extraída el 02/03/09
<http://www.gentoo.org/main/en/about.xml>

- Gigabit Ethernet extraída el 12/04/09 http://es.wikipedia.org/wiki/10_Gigabit_Ethernet

- Graphical Network Simulator extraído el 18/12/09
<http://www.gns3.net/download>

- GNOME extraído el 16/03/09
<http://es.wikipedia.org/wiki/GNOME>

- GNOME extraído el 16/03/09
<http://www.gnome.org/>

- GNU Octave extraído el 16/12/09
<http://www.gnu.org/software/octave/download.html>

- GNU/Linux HPC procesadores extraído el 26/06/09
<http://www.linuxdata.com.ar/index.php?idmanual=mandrakelinuxtuxito.htm&manuale=1>

- Heartbeat extraído el 02/12/2009
<http://www.linux-ha.org/>

- Heartbeat es 3.02 extraído el 02/12/2009
<http://www.linux-ha.org/>

- Herramientas del paralelismo extraído el 08/04/09

<http://telematica.cicese.mx/computo/super/cicese2000/paralelo/Part2.html>

- HP 9000 extraído el 01/06/09

<http://h41131.www4.hp.com/es/es/press/hp-potencia-su-entorno-de-virtualizaci-n-sobre-hpux.html>

- HP OpenVMS Sistemas extraído el 22/04/09

<http://h71000.www7.hp.com/openvms/products/clusters/>

- Iniciativa de Sistemas Dinámicos (DSI) extraído el 20/04/09

<http://www.microsoft.com/spain/windowsserver2003/technologies/clustering/default.aspx>

- JAVA extraído el 27/06/09

<https://www.scientificlinux.org/news/sl48>

- KDE extraído el 14/03/09

<http://es.wikipedia.org/wiki/KDE>

- KDE 4.2.0 extraído el 14/03/09

<http://kde.org/announcements/announce-4.2.1.php>

- KDE extraído el 14/03/09

<http://kde.org/announcements/4.2/>

- Knoppix y ClusterKnoppix) extraído el 08/10/09

[http://en.wikipedia.org/wiki/Beowulf_\(computing\)](http://en.wikipedia.org/wiki/Beowulf_(computing))

- Librerías especializadas en paralización extraído el 10/04/09

http://www.dei.uc.edu.py/tai2003-2/clustering/html/implementacion_de_hpc.html

- Linux High-Availability Project extraído el 12/05/09

<http://www.linux-ha.org/>

- Linux Virtual Server extraído el 29/06/09

<http://www.linuxvirtualserver.org/>

- Mandriva extraído el 20/02/09

http://www.es.wikipedia.org/wiki/Mandriva_Linux

- Mandriva extraído el 20/02/09

<http://www.mandriva.com/enterprise/en/products/corporate-server-4-0>

- Mandriva extraído el 20/02/09

<http://www.mandriva.com/enterprise/en/products/mandriva-directory-server>

- Mandriva extraído el 21/02/09

<http://www.mandriva.com/enterprise/en/products/corporate-desktop-the-corporate-open-source-desktop>

- Mandriva extraído el 23/02/09 <http://www.mandriva.com/enterprise/en/products/linbox-rescue-server>

- Mandriva extraído el 23/02/09

<http://www.mandriva.com/enterprise/en/products/pulse>

- Mandriva extraído el 23/02/09

[http://es.wikipedia.org/wiki/Mandriva_\(distribuci%C3%B3n_Linux\)](http://es.wikipedia.org/wiki/Mandriva_(distribuci%C3%B3n_Linux))

- Microsoft Empleo Programador extraído el 28/04/09

<http://www.microsoft.com/downloadS/details.aspx?FamilyID=d8462378-2f68-409d-9cb3-02312bc23bfd&displaylang=en&displaylang=en>

- Microsoft Cluster Service extraído el 28/06/09

<http://technet.microsoft.com/en-us/library/cc723239.aspx>

- Modelo Activo- Activo extraído el 18/04/09

http://www.dei.uc.edu.py/tai2003-2/clustering/html/implementacion_de_hac.html

- MOSIX-2.6 extraído el 14/05/09

<http://www.mosix.org/>

- Mosix extraído el 19/05/09

http://www.mosix.org/txt_eval.html

- MOSIX extraído el 22/05/09

<http://www.wikilearning.com/monografias/linux/busqueda/7>

- MOSIX2 extraído el 30/05/09

http://www.mosix.org/txt_eval.html

- Multiprocesamiento Simétrico extraído el 12/03/09

http://es.wikipedia.org/wiki/Multiprocesamiento_sim%C3%A9trico

- Novell extraído el 27/02/09

<http://www.novell.com/es-es/linux/experience>

- Novell extraído el 04/06/09

<http://www.novell.com/es-es/products/server/>

- Núcleo extraído el 12/03/09

<http://www.muylinux.com/2008/10/22/el-kernel-de-linux-ya-sobrepasa-los-10-millones-de-lineas-de-codigo/>

- Núcleo monolítico extraído el 12/03/09

http://es.wikipedia.org/wiki/N%C3%BAcleo_monol%C3%ADtico

- OpenMosix extraído el 30/12/09

<http://openmosix.sourceforge.net/>

- OSCAR extraída el 31/03/09

<http://svn.oscar.openclustergroup.org/trac/oscar>

- OSCAR extraído el 05/10/09

<http://svn.oscar.openclustergroup.org/trac/oscar>

- Pelican HPC extraído el 07/10/09

<http://www.recercat.net/bitstream/2072/9952/2/PelicanTutorial.html>

- PerfSONAR extraído el 20/12/09

<http://www.perfsonar.net/>

- Piranha extraído el 12/12/2009

<http://sourceware.org/piranha/>

- Piranha extraído el 16/05/09

<http://sourceware.org/piranha/>

- Red Hat extraído el 16/02/09

<http://www.redhat.es/>

- Red Hat Enterprise Linux extraído el 16/02/09

http://es.wikipedia.org/wiki/Red_Hat_Enterprise_Linux

- Red Hat extraído el 18/02/09

http://es.wikipedia.org/wiki/Red_Hat_Linux

- Red Hat extraído el 18/02/09

<http://www.redhat.es/rhel/features/>

- Red Hat extraído el 18/02/09

<http://www.redhat.es/rhel/server/>

- Red Hat extraído el 19/02/09

<http://www.redhat.es/rhel/desktop/>

- Red Hat Advance Server extraído el 14/05/09

<http://www.redhat.com/rhel/server/advanced/>

- Red Hat Cluster Suite extraído el 08/06/09

http://www.redhat.com/cluster_suite/

- Redes de computadoras extraída el 22/03/09

http://es.wikipedia.org/wiki/Conmutaci%C3%B3n_de_paquetes

- Requisitos mínimos del sistema extraído el 27/04/09

<http://www.microsoft.com/spain/windowsserver2003/ccs/sysreqs.msp#EFB>

- SAN extraído el 20/04/09

<http://www.novell.com/es-es/products/openenterpriseserver/ncs.html>

- Servidores extraído el 22/04/09

[http://www.wikilearning.com/tutorial/migrar con confianza desde los servidores microsoft windows a unix linuxcompatibilidad en los entornos de redes y globales/9704-2](http://www.wikilearning.com/tutorial/migrar_con_confianza_desde_los_servidores_microsoft_windows_a_unix_linuxcompatibilidad_en_los_entornos_de_redes_y_globales/9704-2)

- Software a nivel de aplicación extraído el 10/06/09

[http://www.wikilearning.com/tutorial/el manual para el clustering con openmosix-clusters nociones generales/9756-13](http://www.wikilearning.com/tutorial/el_manual_para_el_clustering_con_openmosix-clusters_nociones_generales/9756-13)

- SCSI extraído el 21/04/09

[http://www.dei.uc.edu.py/tai2003-2/clustering/html/implementacion de hac.html](http://www.dei.uc.edu.py/tai2003-2/clustering/html/implementacion_de_hac.html)

- Scilab extraído el 15/12/09

<http://www.scilab.org/download/>

- Scilab extraído el 16/03/10

<http://www-rocq.inria.fr/scilab/contributions.html>

- Scientific Linux release 4.8 extraído el 05/01/10

<http://news.softpedia.com/news/Scientific-Linux-4-8-Available-Now-for-i386-and-x86-64-117253.shtml>

- SCMS extraído el 12/05/2010

<http://cub.sourceforge.net/mana>

- Shells extraído el 12/03/09

<http://www.linux.ie/newusers/beginners-linux-guide/shells.php>

- Slackware extraída el 27/02/09

<http://es.wikipedia.org/wiki/Slackware>

- Slackware extraída el 02/03/09

<http://es.wikipedia.org/wiki/Slackware>

- Slackware extraída el 02/03/09

<http://www.slackware.com>

- SLES extraído el 31/05/09

<http://www.linux-ha.org/>

- SRPMs extraído el 27/06/09

<https://www.scientificlinux.org/news/sl48>

- SuSe extraído el 23/02/09

<http://es.wikipedia.org/wiki/SuSE>

- SuSe extraído el 25/02/09

<http://suse-linux.softonic.com/linux>

- Top 500 extraída el 30/03/09

<http://www.top500.org/system/details/6359>

- Tolerancia a fallos extraído el 23/04/09

http://www.dei.uc.edu.py/tai2003-2/clustering/html/arquitecturas_combinadas.html

- Top500 extraído el 10/05/09

<http://www.top500.org/>

- TRAPPER extraído el 11/04/09

http://www.dei.uc.edu.py/tai2003-2/clustering/html/implementacion_de_hpc.html

- Ventaja de UNIX extraído el 30/04/09

<http://www.unix.org/whitepapers/cluster.htm>

- Windows Compute Cluster Server 2003 extraído el 25/04/09

<http://www.microsoft.com/spain/windowsserver2003/ccs/overview.mspx>

- Ubuntu extraído el 02/03/09

<http://es.wikipedia.org/wiki/Ubuntu>

- Ubuntu extraído el 02/03/09

<http://es.wikipedia.org/wiki/Ubuntu>

- Ubuntu extraído el 04/03/09

<http://www.ubuntu.com/products/whatisubuntu>

- Ubuntu extraído el 05/03/09

<http://www.ubuntu.com/products/WhatIsUbuntu/desktopedition>

- Ubuntu extraído el 05/03/09

<http://www.ubuntu.com/products/WhatIsUbuntu/serveredition>

- Ubuntu extraído el 26/06/09

<http://www.ubuntu.com/getubuntu/releasenotes/606>

- Ubuntu extraído el 06/03/09

<http://es.wikipedia.org/wiki/Ubuntu>

- Ubuntu extraído el 07/03/09

http://todosobrelinux.wordpress.com/2008/07/10/algunas_distribuciones_de_linux_estan_desapareciendo/

- Ubuntu extraído el 06/10/09

http://en.wikipedia.org/wiki/Open_Source_Cluster_Application_Resources

- Ultimate SP1 Ediciones extraído el 30/04/09

<http://www.microsoft.com/hpc/en/us/system-requirements.aspx>

- UltraMonkey extraído el 20/12/09

<http://www.ultramonkey.org/about.shtml>

ANEXO

Anexo

Glosario Técnico

Adware: Es cualquier programa que automáticamente se ejecuta, muestra o baja publicidad web al computador después de instalado el programa o mientras se está utilizando la aplicación. 'Ad' en la palabra 'adware' se refiere a 'advertisement' (anuncios) en inglés.

ADI (Abstract Device Interface): esta usa a la ADI para enviar y recibir información y ésta a su vez controla el flujo de datos entre la API y el hardware, con esto se asegura que el mensaje es enviado y/o recibido, también MPI maneja colas de los mensajes pendientes y contiene los protocolos de paso de mensajes. La estructura de los mensajes usada por la ADI está compuesta de dos elementos principales, la envoltura y el cuerpo.

AlphaServer SC 45: Es una Supercomputadora que se instaló en diciembre de 2002. Es el primer sistema Sierra Cluster de Latinoamérica y uno de los pocos en el mundo con la versión de Sistema Operativo Tru64 UNIX 5.1b, es una computadora escalable, paralela y de memoria distribuida. Tiene 36 procesadores y 56 GB de memoria, ambos distribuidos en los 10 nodos ES45 que la componen.

ASN.1: Abstract Syntax Notation One, permite describir las estructuras de datos complejas de forma independiente de cualquier lenguaje de programación en particular y produce un conjunto de idioma de destino (C, C++, Java) los archivos que contienen las definiciones de tipo nativo para estas estructuras se especifica de manera abstracta, y también para generar un código que realice las conversiones de estas estructuras en / de una serie de bytes (serialización / deserialización).

Beowulf: Es un tipo de Cluster de rendimiento basado en hardware escalable, en una red del sistema privado, con el software de código abierto (GNU/Linux). El diseñador puede mejorar el rendimiento proporcionalmente con máquinas que se agreguen al Cluster. El hardware de los productos básicos puede ser cualquiera de una serie de mercados masivos, independiente nodos de cálculo tan simple como dos computadoras en red cada uno con

GNU/Linux y la distribución de un sistema de archivos o tan complejo como 1024 nodos con una alta velocidad, red de baja latencia.

BERT 77: Es un programa secuencial que de forma automática y eficiente paraleliza aplicaciones.

BIOS: El Sistema Básico de Entrada/Salida o *BIOS (Basic Input-Output System)* es un código de software que localiza y reconoce todos los dispositivos necesarios para cargar el sistema operativo en la RAM; es un software muy básico instalado en la placa base que permite que esta cumpla su cometido. Proporciona la comunicación de bajo nivel, el funcionamiento y configuración del hardware del sistema que, como mínimo, maneja el teclado y proporciona salida básica (emitiendo pitidos normalizados por el altavoz de la computadora si se producen fallos) durante el arranque.

BSD: Son las iniciales de *Berkeley Software Distribution* (en español, Distribución de Software Berkeley) y se utiliza para identificar un sistema operativo derivado del sistema Unix nacido a partir de los aportes realizados a ese sistema por la Universidad de California en Berkeley.

Bluetooth: Es una especificación industrial para Redes Inalámbricas de Área Personal (WPANs) que posibilita la transmisión de voz y datos entre diferentes dispositivos mediante un enlace por radiofrecuencia en la banda ISM de los 2,4 GHz. Los dispositivos que con mayor frecuencia utilizan esta tecnología pertenecen a sectores de las telecomunicaciones y la informática personal, como PDA, teléfonos móviles, computadoras portátiles, ordenadores personales, impresoras o cámaras digitales.

CCS: Es un compilador, que ofrece una integrada completa suite de herramientas para desarrollar y depurar aplicaciones integradas que se ejecutan en Microchip PIC, MCU y dsPIC, DSC. Esta suite incluye un IDE para la gestión de proyectos, un editor sensible al contexto C sabe, herramientas de construcción y el depurador en tiempo real.

C/C++: Es un lenguaje de programación diseñado a mediados de los años 1980 por Bjarne Stroustrup. La intención de su creación fue el extender al exitoso lenguaje de programación C con mecanismos que permitan la manipulación de objetos. En ese sentido, desde el punto de vista de los lenguajes orientados a objetos, el C++ es un lenguaje híbrido.

CONDOR: Es un sistema de software que crea un Alto-Rendimiento de Computación (HTC). Se utiliza de manera efectiva, el poder de cómputo de las estaciones de trabajo que se comunican a través de una red. Condor puede administrar una Cluster, especializada en estaciones de trabajo. Su poder proviene de la capacidad de aprovechar efectivamente los nodos no dedicados, los recursos preexistentes de propiedad distribuida.

Copyleft: Es una forma de licencia y puede ser usado para modificar el derecho de autor de obras o trabajos, tales como software de computadoras, documentos, música, y obras de arte.

Copyright: Es el conjunto de derechos exclusivos concebidos al autor o creador de una obra original, incluyendo el derecho a copiar, distribuir y adaptar el trabajo.

CLARA: Cooperación latino americana en redes avanzadas, en el área de la investigación y educación para ser enlace con las diferentes redes nacionales de otros países.

Cluster: Está conformado por varias computadoras las cuales se comunican por medio de una conexión a red trabajando en un proyecto el cual sería muy largo para una sola computadora resolviéndolo en un tiempo razonable.

Cluster heterogéneo: Son Cluster que diferente hardware y sistema operativo.

Cluster homogéneos: Son Cluster que poseen iguales sistema operativo y hardware.

DB2: Es una marca comercial, propiedad de IBM, bajo la cual se comercializa un sistema de gestión de base de datos. Es un motor de base de datos relacional que integra XML de

manera nativa, lo que IBM ha llamado pureXML, que permite almacenar documentos completos dentro del tipo de datos xml para realizar operaciones y búsquedas de manera jerárquica dentro de éste, e integrarlo con búsquedas relacionales.

DKMS: Dynamic Kernel Module Support (DKMS) es un framework usado para generar módulos del núcleo Linux cuyas fuentes no suelen residir en el árbol fuente del núcleo Linux. DKMS habilita controladores de núcleo para ser automáticamente reconstruidos cuando un nuevo núcleo es instalado lo que hace posible usar un nuevo núcleo inmediatamente, en lugar de esperar que módulos compatibles de terceras partes para ser liberado.

Dvips: Es el programa más ampliamente utilizado para convertir la salida del (TeX) sistema que compone tipo en una forma imprimible. Los dvips fue escrito por Tomas Rokicki al producto imprimible Posdata archivos de la entrada de DVI. Usando TeX \ especial los comandos, es posible insertar la posdata literal en el archivo de DVI y hacer que aparezca en la salida una vez que haya pasado a través dvips. Esto permite gran flexibilidad y es explotada por los paquetes de gráficos por ejemplo pstricks.

Extranet: Es una red privada virtual que utiliza protocolos de Internet, protocolos de comunicación y probablemente infraestructura pública de comunicación para compartir de forma segura parte de la información u operación propia de una organización con proveedores, compradores, socios, clientes o cualquier otro negocio u organización.

Failover: Significa recuperación de fallos y es la capacidad para cambiar automáticamente a un servidor de computadora redundantes o de reserva, sistema de red de la incapacidad o la terminación anormal de una aplicación activa.

Firefox: Es un navegador multiplataforma y está disponible en varias versiones de Microsoft Windows, Mac OS X, GNU/Linux y algunos sistemas basados en Unix. Su código fuente es software libre, publicado bajo una triple licencia GPL/LGPL/MPL.

FITS: Es a menudo utilizado para almacenar también datos que no son imágenes, como espectros electromagnéticos, listas de fotones, cubos de datos y muchos más. Un fichero FITS podría contener varias extensiones, y cada una de ellas podría contener datos de un objeto. Por ejemplo, es posible almacenar imágenes de rayos X y también imágenes pertenecientes al infrarrojo en el mismo archivo FITS.

FORTRAN: Es lenguaje de propósito general, principalmente orientado a la computación matemática, por ejemplo en ingeniería. Fortran es un acrónimo de FORMula TRANslator, y originalmente fue escrito con mayúsculas como FORTRAN. Sin embargo la tendencia es poner sólo la primera letra con mayúscula, por lo que se escribe actualmente como Fortran. Fortran fue el primer lenguaje de programación de alto nivel. El desarrollo de Fortran inicio en la década de 1950 en IBM y ha habido muchas versiones desde entonces. Por convención, una versión de Fortran es acompañada con los últimos dos dígitos del año en que se propuso la estandarización.

FreeBSD 3.2: Se utiliza de muchas maneras. Una de ellas es tecleando órdenes en una terminal de texto. De este modo, mucha de la flexibilidad y poder de un sistema operativo UNIX está inmediatamente en sus manos cuando usa FreeBSD.

FTP: (sigla en inglés de File Transfer Protocol - Protocolo de Transferencia de Archivos) en informática, es un protocolo de red para la transferencia de archivos entre sistemas conectados a una red TCP (Transmission Control Protocol), basado en la arquitectura cliente-servidor. Desde un equipo cliente se puede conectar a un servidor para descargar archivos desde él o para enviarle archivos, independientemente del sistema operativo utilizado en cada equipo.

GCC: Significa "GNU Compiler Collection". Originalmente significaba "GNU C Compiler"; es un compilador integrado del proyecto GNU para C, C++, Objective C y Fortran; es capaz de recibir un programa fuente en cualquiera de estos lenguajes y generar un programa ejecutable binario en el lenguaje de la máquina donde ha de correr.

G++: Es el alias tradicional de GNU C++, un conjunto gratuito de compiladores de C++. Forma parte del GCC.

GEANT2: Es de ancho de banda de Internet universitario de investigación de Europa y la comunidad educativa a través de 30 redes nacionales de investigación y educación (NREN), uso de múltiples longitudes de onda de 10 Gbps.

Ghostscript: es el programa intérprete por excelencia de documentos en formato PS (y también PDF), permite presentar datos PS y PDF en la pantalla y además traducirlos de manera que puedan ser impresos en una impresora con capacidad gráfica mediante el uso del controlador de dicha impresora.

GIMP: (GNU Image Manipulation Program) Es un programa de edición de imágenes digitales en forma de mapa de bits, tanto dibujos como fotografías.

GLUnix: Es una biblioteca que proporciona una vista del sistema único de una red de estaciones de trabajo, a pesar de que las estaciones de trabajo individuales, ejecutan un sistema operativo estándar. Por otra parte, para enviar y recibir mensajes, los servicios del núcleo del sistema operativo son requeridos. Dado que el objetivo de GLUnix es utilizar proveedor suministra sistemas operativos y utilizarlos sin cambios mediante la construcción de una funcionalidad adicional en una capa que se encuentra en la parte superior del sistema operativo, no hay posibilidad de insertar manejadores de usuario en el kernel, a menos que el sistema operativo subyacente lo admite.

GNOME: Es un entorno de escritorio e infraestructura de desarrollo para sistemas operativos Unix/Linux, compuesto enteramente de software libre.

GPL: Licencia Pública General de GNU o más conocida por su nombre en inglés *GNU General Public License* o simplemente su acrónimo del inglés GNU GPL, es una licencia creada por la Free Software Foundation en 1989.

GRIDS: Son mallas son un tipo de sistema paralelo y distribuido que permite compartir recursos que se encuentran distribuidos en diversos lugares, accediendo a aplicaciones biomédicos, astrología, arqueología, física de simulación y diversas aplicaciones científicas.

HTTP: (en español protocolo de transferencia de hipertexto) Es el protocolo usado en cada transacción de la World Wide Web. HTTP fue desarrollado por el World Wide Web Consortium y la Internet Engineering Task Force, colaboración que culminó en 1999 con la publicación de una serie de RFC, el más importante de ellos es el RFC 2616 que especifica la versión 1.1. HTTP define la sintaxis y la semántica que utilizan los elementos de software de la arquitectura web (clientes, servidores, proxies) para comunicarse. Es un protocolo orientado a transacciones y sigue el esquema petición-respuesta entre un cliente y un servidor.

HPVM (High Performance Virtual Machines): Máquinas virtuales de alto rendimiento (HPVMs) puede aumentar la accesibilidad y la entrega de rendimiento de recursos electrónicos distribuidos para aplicaciones de computación de alto rendimiento. El éxito de HPVM sirva para reducir el esfuerzo necesario para crear eficientes aplicaciones paralelas sobre recursos distribuidos, aumentar el rendimiento entregados a las mismas, y en paralelo el software aproveche las herramientas de los actuales sistemas paralelos a entornos distribuidos.

Hurd: Es un conjunto de programas servidores que simulan un núcleo Unix que establece la base del sistema operativo GNU. El Proyecto GNU lo ha estado desarrollando desde 1990 como software libre, distribuyéndolo bajo la licencia GPL.

IA-32: (*Intel Architecture, 32-bit*), conocida de manera genérica como *x86*, *x86-32* o *i386*, es la arquitectura del conjunto de instrucciones del procesador de Intel comercialmente más exitoso. Es una extensión de 32-bit, primero implementada en el Intel 80386, proveniente de los antiguos procesadores Intel 8086,80186 y 80286 de 16-bit y el denominador común de todos los diseños *x86* subsecuentes. Esta arquitectura define el conjunto de instrucciones

para la familia de microprocesadores instalados en la gran mayoría de computadoras personales en el mundo.

InterNetNews (INN): Es un servidor de noticias de Usenet, liberado por Rich Salz en 1991 y presentado en verano de 1992 en la conferencia USENIX en San Antonio (Texas). INN fue el primer servidor de noticias integrado con funcionalidades NNTP.

Internet: Es un conjunto descentralizado de redes de comunicación interconectadas que utilizan la familia de protocolos TCP/IP, garantizando que las redes físicas heterogéneas que la componen funcionen como una red lógica única, de alcance mundial.

Internet2: Es un consorcio sin fines de lucro que desarrolla aplicaciones y tecnologías de redes avanzadas, la mayoría para transferir información a alta velocidad.

Intranet: Es una red de ordenadores privados que utilizan tecnología internet para compartir dentro de una organización, parte de su sistemas de información y sistemas operacionales.

Itanium: También conocido por su nombre en código *Merced*, fue el primer microprocesador de la arquitectura Intel Itanium (antes llamada IA64, creada por Hewlett-Packard y desarrollada conjuntamente por HP e Intel) que Intel lanzó al mercado. Aunque su lanzamiento inicialmente se planeó para 1998, no se produjo hasta mayo de 2001.

Java: Es un lenguaje de programación orientado a objetos desarrollado por Sun Microsystems a principios de los años 90. El lenguaje en sí mismo toma mucha de su sintaxis de C y C++, pero tiene un modelo de objetos más simple y elimina herramientas de bajo nivel, que suelen inducir a muchos errores, como la manipulación directa de punteros o memoria.

KDE: K Desktop Environment o Entorno de Escritorio K, es un entorno de escritorio(es un conjunto de software para ofrecer al usuario de una computadora una interacción amigable y cómoda.) e infraestructura de desarrollo para sistemas Unix/Linux.

LAMP: El acrónimo 'LAMP' se refiere a un conjunto de subsistemas de software necesarios para alcanzar una solución global, en este caso configurar sitios web o Servidores dinámicos con un esfuerzo reducido.

LISP: Es una familia de lenguajes de programación de computadora de tipo funcional con una larga historia y una sintaxis completamente entre paréntesis. Especificado originalmente en 1958 por John McCarthy y sus colaboradores en el MIT, el Lisp es el segundo más viejo lenguaje de programación de alto nivel de extenso uso hoy en día; solamente el FORTRAN es más viejo. Al igual que el FORTRAN, el Lisp ha cambiado mucho desde sus comienzos, y han existido un número de dialectos en su historia. Hoy, los dialectos Lisp de propósito general más ampliamente conocidos son el Common Lisp y el Scheme.

LSF: Uso compartido de instalaciones de carga, es un software comercial planificador de tareas vendido por la Plataforma de Informática. Puede ser utilizado para ejecutar trabajos por lotes en la red sistemas Unix y Windows en muchas arquitecturas diferentes incluyendo GNU/Linux.

LVS (Linux Virtual Server): Es un servidor Virtual, es altamente escalable y de alta disponibilidad de servidores basado en un Cluster de servidores reales, con el balanceador de carga que se ejecutan en el sistema operativo GNU/Linux. La arquitectura del Cluster de servidores es completamente transparente a los usuarios finales, y los usuarios interactuar como si se tratara de una sola de alto rendimiento de servidor virtual.

LyX: Es un programa gráfico multiplataforma creado por Matthias Ettrich que permite la edición de texto usando LaTeX, por lo que hereda todas sus capacidades (notación científica, edición de ecuaciones, creación de índices, etcétera).

Lustre: Es un sistema de archivos distribuido Open Source, normalmente utilizado en clusters a gran escala. El nombre es una mezcla de Linux y clusters. El proyecto intenta proporcionar un sistema de archivos para clusters de decenas de miles de nodos con petabytes de capacidad de almacenamiento, sin comprometer la velocidad o la seguridad, y está disponible bajo la GNU GPL.

Mandriva Pulse 2: Soporta todos los tipos de sistemas operativos ayudando a los usuarios gestionar la diversidad de su infraestructura de TI con el fin de garantizar la actualización y mantener las condiciones operacionales, reduce el tiempo y el costo que implica para la administración de sistemas. Por lo tanto, un instrumento precioso para la evolución de la infraestructura de TI y la solución para acelerar sus proyectos de migración.

Mainframe: Es una computadora grande, potente y costosa usada principalmente por una gran compañía para el procesamiento de una gran cantidad de datos; por ejemplo, para el procesamiento de transacciones bancarias.

Make: Es una herramienta de generación o automatización de código, muy usada en los sistemas operativos tipo Unix/Linux. Por defecto lee las instrucciones para generar el programa u otra acción del fichero makefile. Se usa para las labores de creación de fichero ejecutable o programa, para su instalación, la limpieza de los archivos temporales en la creación del fichero.

Mach: Es un núcleo de sistema operativo desarrollado en la Carnegie-Mellon University (CMU) para soportar la investigación de sistemas operativos, principalmente computación distribuida y paralela.

MDS: (Mandriva Directory Server) Es programa que es la base del sistema de gestión de identidades, administración de servicios de directorio y servicios de gestión de red y permite a las compañías a manejar a los empleados y sus accesos, los clientes y socios.

Middleware: Capa de abstracción entre el usuario y los sistemas operativos, es un software de conectividad que ofrece un conjunto de servicios que hacen posible el funcionamiento de aplicaciones distribuidas sobre plataformas heterogéneas. Funciona como una capa de abstracción de software distribuida, que se sitúa entre las capas de aplicaciones y las capas inferiores (sistema operativo y red).

Mozilla Firefox 3.0: Es un navegador web libre descendiente de Mozilla Application Suite, desarrollado por la Corporación Mozilla, la Fundación Mozilla y un gran número de voluntarios externos.

MPI: (Message Passing Interface,) Es la especificación de un protocolo de comunicación entre ordenadores para computación paralela, existiendo varias implementaciones del mismo, como MPICH, OpenMPI (Open Source High Performance Computing) o LAM/MPI (Parallel Computing).

MPICH2: Es una aplicación de Message-Passing Interface (MPI) cuyo objetivo de MPICH2 son para proporcionar una implementación de MPI para plataformas, incluyendo Cluster, SMP y procesadores que trabajan con el paralelismo proporcionando un desarrollo para crear nuevos entornos de la programación paralela.

MPP: El procesamiento masivamente paralelo es un término utilizado en la arquitectura de computadores para referirse a un sistema informático con muchas unidades de la aritmética independiente o microprocesadores todo, que se ejecutan en paralelo. El término connota *masiva* de cientos si no miles de estas unidades. Los primeros ejemplos de dicho sistema son el procesador de antenas distribuidas, el MPP de Goodyear, la conexión de la máquina, y el Ultracomputer.

MSCS: Microsoft Cluster Server (MSCS es un software diseñado para permitir a los servidores para trabajar juntos como Cluster de computadoras , para proporcionar conmutación por error y la mayor disponibilidad de aplicaciones, o en paralelo potencia de

cálculo en el caso de computación de alto rendimiento (HPC) grupos (como en supercomputación).

Myrinet: Es una red de interconexión de clusters de altas prestaciones. Sus productos han sido desarrollados por Myricom. Físicamente consiste en dos cables de fibra óptica, upstream y downstream, conectados con un único conector. La interconexión se suele realizar mediante conmutadores y encaminadores. Estos dispositivos suelen tener capacidades de tolerancia a fallos, con control de flujo, control de errores y monitorización de la red.

Multiprocesamiento Simétrico: La arquitectura SMP (Multi-procesamiento simétrico, también llamada UMA, de Uniform Memory Access), caracteriza por el hecho de que varios microprocesadores comparten el acceso a la memoria. Todos los microprocesadores compiten en igualdad de condiciones por dicho acceso, de ahí la denominación "simétrico".

Multitarea: Son varios procesos sean ejecutados al mismo tiempo compartiendo uno o más procesadores.

Multiusuario: Es una característica de un sistema operativo o programa que permite proveer servicio y procesamiento a múltiples usuarios simultáneamente (tanto en paralelismo real como simulado).

NAS: (Network Attached Storage) es el nombre dado a una tecnología de almacenamiento dedicada a compartir la capacidad de almacenamiento de un computador (Servidor) con ordenadores personales o servidores clientes a través de una red (normalmente TCP/IP), haciendo uso de un Sistema Operativo optimizado para dar acceso con los protocolos CIFS, NFS, FTP o TFTP.

NFS: El Network File System (NFS) fue desarrollado para permitir a las máquinas para montar una partición de disco en una máquina remota como si fuera un disco local. Permite una rápida y perfecta comunicación para compartir archivos a través de una red.

NLB: Network Load Balancing (NLB) ofrece una solución de alta disponibilidad para aplicaciones de servidor basadas en TCP/IP, capaz de ofrecer escalabilidad y alto rendimiento.

NNTP: (noticias) Es un protocolo inicialmente creado para la lectura y publicación de artículos de noticias en Usenet. Su traducción literal al español es protocolo para la transferencia de noticias en red.

Nodos: "nodo" de una red, en nuestro caso Internet, a cualquier punto de conexión de dicha red, normalmente un ordenador, que tenga una especial importancia para más de un usuario.

Núcleo monolítico: Es un tipo de núcleo o kernel de un sistema operativo. Como ejemplo de sistema operativo de núcleo monolítico están UNIX, Linux y FreeBSD.

NUMA: Non-Uniform Memory Access o Non-Uniform Memory Architecture es un diseño de memoria utilizado en multiprocesadores donde la memoria se accede en posiciones relativas de otro procesador o memoria compartida entre procesadores. Bajo NUMA, un procesador puede acceder a su propia memoria local de forma más rápida que a la memoria no local (memoria local de otro procesador o memoria compartida entre procesadores).

OpenAFS: Sistema de Ficheros Distribuido de Andrew (AFS) es un sistema de archivos distribuido que permite compartir, eficientemente, recursos del sistema de archivos a través de una red de área local y una red de área amplia entre máquinas co-operativas (clientes y servidores). Los clientes mantienen un caché de los objetos más utilizados (archivos), para tener un acceso más rápido.

Open BSD: Es un sistema operativo libre tipo Unix multiplataforma, basado en 4.4BSD. Es un descendiente de NetBSD, con un foco especial en la seguridad y la criptografía. Este sistema operativo, se concentra en la portabilidad, cumplimiento de normas y regulaciones, corrección, seguridad proactiva y criptografía integrada. OpenBSD incluye emulación de

binarios para la mayoría de los programas de los sistemas SVR4 (Solaris), FreeBSD, Linux, BSD/OS, SunOS y HP-UX.

OpenMP: Es una interfaz de programación de aplicaciones (API) para la programación multiproceso de memoria compartida en múltiples plataformas. Permite añadir concurrencia a los programas escritos en C, C++ y Fortran sobre la base del modelo de ejecución fork-join.

Paralelismo: Se define como la capacidad de utilizar varios procesadores para ejecutar diferentes partes del mismo programa simultáneamente.

Perl: Es un lenguaje de programación diseñado por Larry Wall en 1987. Perl toma características del lenguaje C, del lenguaje interpretado shell (sh), AWK, sed, Lisp y, en un grado inferior, de muchos otros lenguajes de programación.

Pidgin 2.5: Conocido como Gaim es un programa para chatear con personas que utilicen diferentes programas de chat. Es decir, podrás hablar a la vez con personas que utilicen Windows Live Messenger, ICQ, Yahoo! IM, clientes Jabber, Google Talk, etc. Permite el envío de archivos, tiene un aviso de tu amigo está escribiendo, emoticonos, notificaciones, diferentes estados y es capaz de ejecutar un programa o cambiar de estado dependiendo de si uno de tus contactos se conecta.

PIPS: Peripheral Interchange Program (PIP)) es un comando para transferir ficheros de datos en los ordenadores de Digital Equipment Corporation.

POP: En informática se utiliza el Post Office Protocol (POP3, *Protocolo de la oficina de correo*) en clientes locales de correo para obtener los mensajes de correo electrónico almacenados en un servidor remoto. Es un protocolo de nivel de aplicación en el Modelo OSI.

Ports-BSD: Colección de puertos y puerto de arboles, respectivamente son un conjunto de ficheros del tipo make (herramienta de generación o automatización de código) y parches, de los sistemas operativos BSD.

PVFS2: (*Parallel Virtual File System*) Es un sistema de ficheros paralelo que proporciona alta eficiencia y escalabilidad. Su diseño se centra en clusters Linux, en los que proporciona un gran ancho de banda en las operaciones de lectura y escritura concurrentes realizadas desde múltiples procesos o hilos a un fichero común. Se distribuye como software libre y no requiere de ningún hardware especial para que funcione.

PVM: (*Parallel Virtual Machine*) es un paquete de software que permite a un conjunto heterogéneo de Unix y / o equipos con Windows conectados entre sí por una red que se utilizará como un equipo único en paralelo de gran tamaño. Por lo tanto grandes problemas informáticos pueden ser resueltos de manera más rentable mediante la potencia agregada y la memoria de muchos equipos.

Python: Es un lenguaje de programación interpretado, permite dividir el programa en módulos reutilizables desde otros programas, creado por Guido van Rossum en el año 1991. Se compara habitualmente con Tcl, Perl, Scheme, Java y Ruby. En la actualidad Python se desarrolla como un proyecto de código abierto, administrado por la Python Software Foundation.

RAID: Redundant Array of Independent Disks, conjunto redundante de discos independientes, originalmente era conocido como Redundant Array of Inexpensive Disks, conjunto redundante de discos baratos) hace referencia a un sistema de almacenamiento que usa múltiples discos duros entre los que distribuye o replica los datos. Dependiendo de su configuración (a la que suele llamarse «nivel»), los beneficios de un RAID respecto a un único disco son uno o varios de los siguientes: mayor integridad, mayor tolerancia a fallos, mayor *throughput* (rendimiento) y mayor capacidad.

RAND: Es una Corporación sin fines de lucro política global de reflexión primero formado para ofrecer investigación y análisis a los Estados Unidos las fuerzas armadas por la Douglas Aircraft Company. En la actualidad está financiado por el gobierno de los EE.UU. una organización privada de dotación , corporaciones, incluida la industria de la salud, las universidades y de los particulares.

Redes avanzadas: Es un conjunto de organizaciones como lo son Internet2 en EEUU, CLARA en Latinoamérica, GEANT2 en Europa y otras.

Red Hat GFS: Permite a un cluster de servidores Linux para compartir datos en un fondo común de almacenamiento, simplificar su infraestructura de datos, Instalar y aplicaciones parche una vez, para todo el cluster, reduce la necesidad de copias redundantes de datos, simplifique la copia de seguridad y las tareas de recuperación de desastres.

RDMA: Acceso remoto directo a memoria (RDMA) es un acceso directo a memoria de la memoria de un ordenador en el de otro sin la participación del sistema operativo o bien de uno. Esto permite de alto rendimiento, bajo la creación de redes de latencia, que es especialmente útil en Clusters de ordenadores en paralelo masivo.

RPL: Es un lenguaje de programación estructurado sobre la base de utilizarla, pero igualmente capaces de procesar las expresiones algebraicas y fórmulas, implementado como un intérprete de rosca.

RPM: Originalmente llamado Red Hat Package Manager El Administrador de paquetes (RPM) es una poderosa línea de comandos sistema basado en la gestión de paquetes capaz de instalar, desinstalar, verificar, consultar y actualizar los paquetes de software.

Ruby: Es un lenguaje de programación interpretado, reflexivo y orientado a objetos, creado por el programador japonés Yukihiro "Matz" Matsumoto, quien comenzó a trabajar en Ruby en 1993, y lo presentó públicamente en 1995. Combina una sintaxis inspirada en Python, Perl con características de programación orientada a objetos similares a Smalltalk.

Comparte también funcionalidad con otros lenguajes de programación como Lisp, Lua, Dylan y CLU. Ruby es un lenguaje de programación interpretado en una sola pasada y su implementación oficial es distribuida bajo una licencia de software libre.

SAN (Storage Area Network): Es una red concebida para conectar servidores, matrices (arrays) de discos y librerías de soporte. Principalmente, está basada en tecnología fibre channel.

SAP: El acrónimo fue cambiado posteriormente a presentarse a las Systeme, Anwendungen und Produkte in der Datenverarbeitung ("Sistemas, Aplicaciones y Productos en Procesamiento de Datos"), es un desarrollo de programas multinacionales y sociedades de consultoría, que proporciona aplicaciones de software empresarial y apoyo a las empresas de todos los tamaños a nivel mundial. Con sede central en Walldorf, Alemania, con oficinas regionales en todo el mundo, SAP es la mayor empresa de software en Europa y la cuarta empresa de software más grande del mundo a partir de 2009, el mejor producto de la compañía conocido es SAP Enterprise Resource Planning (SAP ERP).

Servidor: Es una computadora que, formando parte de una red, provee servicios a otras computadoras denominadas clientes.

Sistema buddy: Consiste en el proceso de asignar memoria para propósitos específicos, ya sea en tiempo de compilación o de ejecución. Si es en tiempo de compilación es estática, si es en tiempo de ejecución es dinámica y si son variables locales a un Cluster de sentencias se denomina automática.

Sistemas SMP: Es la sigla de *Symmetric Multi-Processing*, multiproceso simétrico. Se trata de un tipo de arquitectura de ordenadores en que dos o más procesadores comparten una única memoria central. Todos los microprocesadores compiten en igualdad de condiciones por dicho acceso, de ahí la denominación "simétrico".

SLS Linux, Softlanding Linux System (SLS): Fue una de las primeras distribuciones del sistema operativo Linux, fundada por Peter MacDonald a mediados de 1992, que provenía de la distribución conocida como MCC Interim Linux. Fue la primera en ofrecer una distribución que contenía más que el núcleo Linux y las utilidades básicas.

SMTP: Protocolo Simple de Transferencia de Correo, es un protocolo de la capa de aplicación. Protocolo de red basado en texto utilizado para el intercambio de mensajes de correo electrónico entre computadoras u otros dispositivos (PDA's, teléfonos móviles, etc.).

Spyware: Es un tipo de software malicioso que se instala en los ordenadores y recoge pequeños trozos de información en un momento acerca de los usuarios sin su conocimiento.

SRPMs: Sistema de administración e instalación de paquetes de software característico de varias plataformas GNU/Linux, fundamentalmente basadas o afines a Red Hat

SSI: Es un proyecto que incluyen la disponibilidad, escalabilidad y facilidad de manejo, el uso de servidores estándar. Esta tecnología incluyen: la adhesión, sola raíz y de inicio único, espacio de proceso único y proceso de migración, la nivelación de carga, del dispositivo y el espacio en red, y el espacio de gestión única.

Supercomputadoras: Es aquel ordenador con capacidades de cálculo muy superiores a las comunes.

Texinfo: Es un sistema tipográfico para la preparación de documentación tanto en línea como impresa desde un solo fichero fuente. Se implementa con un programa de software libre del mismo nombre, creado y publicado por el Proyecto GNU, provee una forma sencilla de escribir manuales de software. Similar a la sintaxis de LaTeX, todas las características normales de un libro, como capítulos, secciones, referencias cruzadas, tablas e índices están disponibles para uso en documentos.

TeX (LaTeX): Es un sistema de composición de textos que está formado mayoritariamente por órdenes (macros) construidas a partir de comandos de TeX un lenguaje de bajo nivel, en el sentido de que sus acciones últimas son muy elementales pero con la ventaja añadida, en palabras de Lament, de poder aumentar las capacidades de LaTeX utilizando comandos propios del TeX descritos en The TeXbook.

Tcl/Tk: Originado del acrónimo en inglés "Tool Command Language" o lenguaje de herramientas de comando, actualmente se escribe como "Tcl" en lugar de "TCL"), es un lenguaje de script creado por John Ousterhout, que ha sido concebido con una sintaxis sencilla para facilitarse su aprendizaje, sin ir en desmedro de la funcionalidad y expresividad. Se utiliza principalmente para el desarrollo rápido de prototipos, aplicaciones "script", interfaces gráficas y pruebas.

VFS: (Virtual File System, Sistema Virtual de Archivos) Denominado conmutador de sistema de archivos virtual, es una capa de abstracción encima de un sistema de archivos más concreto. El propósito de un VFS es permitir que las aplicaciones cliente tengan acceso a diversos tipos de sistemas de archivos concretos de una manera uniforme.

Wine: Es el acrónimo de Wine Is Not an Emulator, y es que Wine no es un emulador ni una máquina virtual, pero te permite usar programas y juegos de Windows en Linux sin instalar el sistema de Microsoft. Incluye las API y librerías necesarias para que una aplicación nativa de Windows se entienda con Linux y pueda funcionar sin problemas.

XDR: Es una librería que datos externos, permiten a los programadores C para describir las estructuras de datos arbitrarios en una máquina independiente. Procedimiento remoto se transmiten a través de rutinas.