

Ahorro Energético para computadoras con el uso de Software Libre
Espí Muñoz, Roberto Alejandro
raespi@estudiantes.uci.cu

Facultad 5, Universidad de las Ciencias Informáticas
Carretera a San Antonio de los Baños, km 2 1/2, Boyeros, Ciudad de La Habana , Cuba.
uci@uci.cu

Resumen

El trabajo en cuestión constituye una solución que puede ser empleada en máquinas que utilicen el sistema operativo GNU/Linux para lograr una optimización del uso de sus recursos en beneficio del ahorro energético. Consta, además de este informe, de dos anexos principales que complementan muchos de los elementos que se presentan. Uno constituye una guía de ahorro que emplea tecnologías novedosas identificadas con el propósito de configurar ciertos dispositivos en la computadora para que puedan ahorrar energía de manera eficiente. El otro constituye una serie de resultados a pruebas realizadas dentro de nuestro centro que vienen a apoyar la necesidad principal por la cual fue elaborado el trabajo. Se consultaron distintas fuentes externas y se pudo conocer que muchos proyectos y empresas hoy en día vinculan, entre sus actividades, algunas estrategias de ahorro energético y medidas de protección medioambiental. Se fue **sintetizando** gran parte del conocimiento tras el **análisis** detallado de la información que las fuentes exponían para tener un respaldo teórico del asunto que se quiso desarrollar. Luego se decidió utilizar dos métodos conocidos: la **observación** y el **experimento** con los cuales se arribaron a muchos de los resultados que se presentan en el informe. Se obtuvieron resultados válidos que apoyaron los métodos propuestos para el ahorro energético. Con la guía que se presenta en el trabajo se pueden reducir los índices de consumo de una computadora utilizando el sistema operativo GNU/Linux.

Palabras clave: computadores, energía, software libre

Abstract

Power Saving for computers using Free Software

The report in question represents a solution that may be used on computers using the GNU/Linux operating system to achieve a better level of optimization of its resources in the benefit of saving energy. It also provides, apart from this document, two main annexes that complete much of the information that is presented. One of them is a power savings guide using novelty technology identified with the purpose of configuring certain devices inside the computer so that they may save energy in an efficient manner. The other constitutes a series of test results carried out throughout our campus that support the theory in question and the need for which this report was created. Many different external sources were consulted and it was known for a fact that a great number of projects and enterprises nowadays manage, among their activities, a number of power saving and environmental protection strategies. Great part of the knowledge was **retained** after a careful **analysis** of the information provided by the consulted sources in order to achieve a theoretic base of the matter in question. Afterwards two known methods were used to obtain many of the results presented here: **observation** and **experimentation**. Valid results were obtained that supported the proposed methods for power savings. With the guide presented in the report the consumption levels of a computer, using the GNU/Linux operating system, can be reduced.

Keywords: computers, energy, free software

Introducción

El consumo energético en el mundo es un tema hoy en día preocupante para muchas entidades y personas. El problema está causado por la disminución de la disponibilidad de las fuentes principales de producción de energía como son las fuentes petrolíferas. Ligado a esto está la situación económica global provocada por la superproducción y consumo de las élites mundiales dejando a los países del tercer mundo, principalmente, afectados.

Nuestra nación, caracterizada por tener una situación económica condicionada por un bloqueo económico y político aplicado por un gobierno foráneo, necesita buscar formas de racionalizar muchos de sus productos y servicios. Por no ser un país extractor de los recursos necesarios para la generación de electricidad, el costo de su producción depende en gran medida del valor de su adquisición en el exterior. Es por ello que la cantidad de energía que se pueda ahorrar puede tributar a otros sectores donde se destine ese financiamiento.

Nuestra Universidad ha desarrollado toda una infraestructura destinada al aseguramiento de las prioridades del país como centro productor y exportador de soluciones informáticas. El recurso más difundido que podemos encontrar en ella son ordenadores que, enfocados a nuestro problema, se clasifican primeramente como equipos consumidores de electricidad y son considerados en un local de trabajo como el segundo equipo más consumidor después de los equipos de climatización. Se hace necesario pues buscar una manera de identificar el mal uso y fuentes potenciales de ahorro en nuestra Universidad de la tecnología de manera que se pueda apoyar a nuestro país en su esfuerzo por combatir el despilfarro y malgasto energético. Es válido además que cualquier solución identificada puede hacerse extensiva al resto del país donde ocurra una situación similar.

Desarrollo

Estado del Arte

Entre las compañías fabricantes de componentes para computadores más conocidas podemos encontrar a Intel, Apple, AMD, VIA, LG, Samsung, Hitachi, Western Digital y Kingston. Todas han encaminado su desarrollo en la elaboración de productos más eficientes, con mayores índices de ahorro y que puedan además ser explotados por sus usuarios.

Existen normas internacionales para controlar el consumo de equipos en determinada medida. De las consultadas se pueden mencionar las

más conocidas como son la **Energy Star**, **TCO** y **ECO Label**. Muchos fabricantes de hardware en el mundo certifican sus productos bajo muchas de estas etiquetas como garantía comercial de proveer medios controlados energéticamente. En nuestro centro muchos de los equipos con que contamos poseen certificación **Energy Star**. Se pudo conocer también que existe el Consejo Mundial de Energía **World Energy Council** el cual es el organismo principal de coordinación para la industria de la Energía. Existe un organismo regional al cual nuestro país pertenece: el Sistema de Información Caribeño de Energía **Caribbean Energy Information System**. Esta es una organización creada por la Comunidad del Caribe **CARICOM** con el fin de monitorear los índices energéticos en la región. Existe también una organización para Latinoamérica la **Organización Latinoamericana de Energía (OLADE)** a la cual pertenece también Cuba. En nuestro país se ha avanzado grandemente en materia de ahorro energético. Se han creado varias instituciones para el control de los medios asociados a tipos de tecnología específicos como puede ser la energía solar o la eólica. Se ha llevado además un proceso de capacitación detallado a nuestra población con el objetivo de concientizar la necesidad de la nación para disminuir los índices de consumo. A continuación mostramos algunos de los sitios recopilados con información de lo que se lleva a cabo en nuestro país:

- **REDENERG** - Portal de la Red del Sistema Nacional de Información de la Energía en Cuba.
- **EnergíaYTú** – Revista científica trimestral.
- **CubaSolar** – Portal sobre fuentes renovables de energía.
- **Cubaenergía** – Centro de Gestión de la Información y Desarrollo de la Energía.
- **MINBAS** – Ministerio de la Industria Básica, rector en cuanto a materia energética en nuestro país.

Cabe notar que debido a las nuevas políticas en cuanto al consumo energético el Ministerio de Finanzas y Precios **MFP** estructuró en el año 2001 la resolución 311 que dicta la legislación sobre el sistema de tarifas en cuanto al consumo energético por empresas y particulares. Entre los factores principales que contempla están la relación entre la tarifa del consumo y el precio del combustible importado demostrando una vez más que somos dependientes de este recurso y que la necesidad de ahorrar se hace cada vez más creciente.

En nuestra Universidad se han dado pasos

importantes para aportar a la situación. Se creó la Dirección de Energía con el objetivo de regir el tema energético en el centro. Hasta el momento ha dictado lineamientos que encaminen a los usuarios a seguir políticas de uso determinadas para todos los equipos con que interactuamos ya sean de cómputo, de iluminación, de refrigeración o electrodomésticos comunes (lavadoras, cocinas, secadores).

Fundamentación

Entre el grupo de directivas emitidas en la Universidad para el consumo energético están algunas para mantener a las computadoras bajo un uso eficiente. Sin embargo no contemplan otros factores que se podrían incorporar al estudio como son el consumo por componente específico o el uso de estrategias de trabajo bajo la cual la máquina estando encendida también consume menos. Las políticas además contemplan su aplicación para entornos donde se utilice software propietario como es Microsoft Windows y no contempla otro espectro de usuarios de sistemas libres. El trabajo en cuestión pretende dar esa solución específica para sistemas libres utilizando las técnicas más depuradas encontradas hasta el momento para poder disminuir el consumo energético de los ordenadores.

Con la creación del proyecto **GNU** (GNU's Not Unix) por Richard Stallman en el año 1983 y el acuñado del término software libre, comenzó toda una nueva filosofía en cuanto al uso, comercialización y distribución del software. Por sus características, representa una vía segura de poder tener el control sobre el producto de software que uno utilice y así una manera de proteger los intereses tanto de desarrolladores como de usuarios finales.

Desde el año 2005, el Ministerio de la Informática y las Comunicaciones de nuestro país resolvió la migración paulatina de los servicios estatales a sistemas que usen software libre categorizando el proceso como de seguridad nacional, debido a la probada inseguridad que demostraba el uso de sistemas operativos propietarios o cerrados como es Microsoft Windows. Por ello la UCI fue nombrada, entre otras entidades, para formar parte de la comisión que lleve a cabo ese proceso en nuestro país. A nivel de centro se han realizado esfuerzos para garantizar la migración de todos los servicios docentes y productivos. Es por esta razón que se decidió constituir la propuesta de ahorro energético principalmente utilizando software libre.

Herramienta de Monitoreo

En el centro existe un grupo de inspectores cuyas funciones están alrededor del monitoreo y control del estado del consumo de los equipos. Sin embargo debido al número reducido de personal con que se cuenta, el área que ocupa la Universidad y la dificultad que representa realizar un monitoreo continuo sobre ciertas áreas del centro, se decidió consultar una herramienta de monitoreo de red llamada **Nagios**. Esta aplicación censa información remota desde otras estaciones a partir de su configuración. Es capaz de generar luego reportes históricos de la ocurrencia o comportamiento de algún fenómeno o variable en esas estaciones. La variable que se decidió monitorear fue la disponibilidad (encendido o apagado) de las estaciones. Con este valor pudimos obtener reportes sobre fechas y horas exactas en las cuales las estaciones estuvieron encendidas o apagadas.

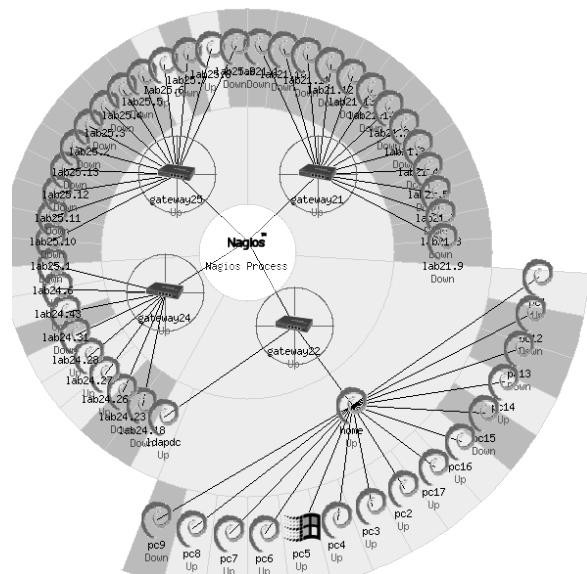


Figura 1: Mapa de distribución de los nodos

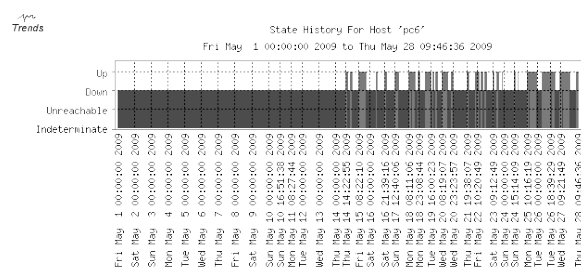


Figura 2: Reporte Histórico de disponibilidad

Técnicas automatizadas de ahorro

Para resolver el problema de la gestión automática del ahorro energético en cada ordenador se decidió investigar sobre las técnicas más utilizadas para reducir el consumo. Se conoció que los desarrolladores de

componentes de hardware brindan interfaces desde las cuales los sistemas operativos pueden optimizar su funcionamiento. Entre los componentes identificados como configurables por los usuarios se encuentran los **microprocesadores, discos duros, tarjetas de audio, tarjetas de video, monitores** y las **tarjetas de red alámbricas e inalámbricas**.

Se decidió entonces, con la identificación de los componentes candidatos, realizar una serie de mediciones de consumo en coordinación con la Dirección de Energía del centro. Dicha sede nos aportó un grupo de equipos de medición con los cuales pudimos obtener los resultados presentados en el **ANEXO V**. Se pasó a indentificar las técnicas dentro del sistema operativo que se utilizó (GNU/Linux) que pudieran configurar dichos dispositivos. Estas se exponen en el **ANEXO I**.

Experimento

Las mediciones realizadas a los ordenadores con el objetivo de medir su consumo sólo nos podía aportar valores instantáneos. Quedaba todavía medir históricamente cómo aportaba un caso bajo condiciones reales. Se decidió entonces conformar un experimento en el cual se estudiarían dos escenarios uno bajo el cual no existiera una gestión energética y otro en el que sí existiese.

Con el apoyo de la herramienta de monitoreo, se mantuvieron los dos casos de estudio bajo observación durante el período comprendido entre el Miércoles 22 de abril a las 00:00 hasta el Viernes 24 de abril del 2009 a las 12:00. Consideramos el **Caso de Estudio #1** al docente 5 y el **Caso de Estudio #2** a los laboratorios nuestros controlados desde el punto de vista energético. Los resultados para el primer caso de estudio se exponen en el **ANEXO II**. Se muestran a continuación los resultados para ambos casos de estudio.



Caso de estudio Lab 101 del Docente 5:

Consideraciones:

Se tomó en cuenta solamente el horario desde 2:00am hasta las 8:00am como horario de encendido indebido de las estaciones. Existen otros rangos de hora que no se pueden analizar ya que no se cuenta aún con la tecnología para esto. Claramente, una máquina que debería estar apagada al menos 6 horas diarias no indica que se usó eficientemente las otras 18 horas. El

hardware de estas estaciones consume entre 180W para las de tecnología Intel P4, y aproximadamente 144W para las de tecnología Intel Core2 como máximo estando inactivas. Si están sus monitores en estado inactivo su consumo disminuye a 125W para las Intel P4 y 75W para las Intel Core2.

Total de máquinas: 29

Máquinas que no se apagaron momento alguno:

lab101.1, lab101.125, lab101.189, lab101.221, lab101.233, lab101.4, lab101.43

Datos de otras máquinas que se apagaron durante más tiempo:

lab101.183 se apagó a las **07:34** del 22

lab101.222 se apagó a las **15:41** del 22 hasta las **20:58** del 23

lab101.23 se apagó solamente desde las **04:28** a las **8:36** del día 24

lab101.27 se apagó solamente a las **01:29** del 23 hasta las **00:00** del 24. No se apagó en la madrugada del día 24

lab101.46 no se ha encendió en este tiempo
lab101.9 se apagó desde el 22 a las **15:11** hasta las **11:38** del 23

Promedio del tiempo encendido de una Pc en el laboratorio 101: 90.029%

Costo del consumo en el laboratorio:

Fuentes de información: Reporte del precio del petróleo comprendido para la semana en cuestión **ANEXO III**, Resolución 311 del MFP **ANEXO IV** y Reporte Pruebas sobre consumo de las computadoras **ANEXO V**.

Datos:

Ajuste por variación del precio del combustible: K = 0.54

Potencia PC (modelo P4 3GHz + Monitor): 180W

Importe cargo variable Icv = (0.178 USD) * 0.54 = 0.096 USD

Importe cargo fijo Icf = 3.00 USD/kWd * 4.32 kWd = 12.96 USD

Importe cargo pérdida Icp (no incluido en el cálculo)

Importe cargo final Icf = Icv + Icf + Icp = 13.06 USD

Resultados:

Consumo mínimo diario total de una Pc en el laboratorio: 4.32 kWd

Consumo mínimo diario total de todo el laboratorio: 125.28 kWd

Costo del consumo diario mínimo de una Pc (si aplica la tarifa) : 13.06 USD

Costo del consumo mínimo de una Pc para el período analizado : 0.24 USD

Costo real de una Pc en base al tiempo de encendido promedio: 0.216 USD

Si se hubieran apagado las estaciones al menos por la madrugada desde las 02:00 hasta las 08:00:

Costo del consumo diario mínima de una Pc (si se aplica la tarifa) : 13.04 USD

Ahorro monetario por Pc diario: 0.02 USD

Ahorro monetario por Laboratorio diario: 0.6 USD

Ahorro monetario por Laboratorio mensual: 18 USD

Ahorro energético por Pc diario: 1.080 kWd

Índice de consumo monetario: 0.99

Índice de consumo energético: 0.75

En caso de que el laboratorio estuviese completamente encendido todo el tiempo:

Costo del consumo diario mínima de todo el laboratorio: 2.78 USD

Costo del consumo mensual mínima de todo el laboratorio: 83.52 USD

Como se pudo comprobar en el caso de estudio anterior, la situación actual de muchos laboratorios demanda una búsqueda de soluciones exhaustiva. Se pueden identificar elementos importantes para tomar en cuenta. El costo de mantener una máquina encendida durante 1 día completo sin apagarse es bastante alto, así como el de un laboratorio entero. El ahorro energético por máquina diariamente es considerable si al menos conseguimos apagarlas por las madrugadas (02:00 – 08:00). Se decidió incorporar a los resultados un **índice de consumo monetario** que muestra valores en el rango [0 ... 1] en dependencia de la diferencia entre el consumo total con y sin ahorro. Valores análogos muestra el **índice de consumo energético** que representan la diferencia en cuanto al consumo. A medida que este valor sea mayor nos indicará que existe menor índice de ahorro.

Analizamos otro caso de estudio. En esta ocasión a los laboratorios de producción del Polo de Hardware y Automática donde se han

incorporado técnicas de control de consumo a las estaciones de trabajo adjuntas en el **ANEXO I**.

Caso de estudio Docente de Producción - Lab 22

Se presenta a continuación la tabla de disponibilidad de tiempo de encendido de las estaciones del laboratorio en el período estudiado.

Pc	%Tiempo Arriba	%Tiempo Abajo	%Tiempo sin alcanzar	%Tiempo sin determinar
lab22.1	0.000% (0.000%)	99.944% (99.944%)	0.056% (0.056%)	0.000%
lab22.12	52.696% (52.696%)	47.276% (47.276%)	0.028% (0.028%)	0.000%
lab22.13	46.017% (46.017%)	53.955% (53.955%)	0.028% (0.028%)	0.000%
lab22.14	26.130% (26.130%)	73.814% (73.814%)	0.056% (0.056%)	0.000%
lab22.15	39.211% (39.211%)	60.761% (60.761%)	0.028% (0.028%)	0.000%
lab22.16	51.785% (51.785%)	48.187% (48.187%)	0.028% (0.028%)	0.000%
lab22.17	33.010% (33.010%)	66.934% (66.934%)	0.056% (0.056%)	0.000%
lab22.2	26.439% (26.439%)	73.505% (73.505%)	0.056% (0.056%)	0.000%
lab22.3	50.594% (50.594%)	49.350% (49.350%)	0.056% (0.056%)	0.000%
lab22.4	16.386% (16.386%)	83.558% (83.558%)	0.056% (0.056%)	0.000%
lab22.5	52.462% (52.462%)	47.538% (47.538%)	0.000% (0.000%)	0.000%
lab22.6	49.931% (49.931%)	50.041% (50.041%)	0.028% (0.028%)	0.000%
lab22.8	21.858% (21.858%)	78.086% (78.086%)	0.056% (0.056%)	0.000%
lab22.9	99.686% (99.686%)	0.314% (0.314%)	0.000% (0.000%)	0.000%
Promedio	40.443% (40.443%)	59.519% (59.519%)	0.038% (0.038%)	0.000%

Tabla 1: Tabla de disponibilidad de tiempo

Datos:**Total de máquinas:** 15Ajuste por variación del precio del combustible: $K = 0.54$

Potencia PC (modelo Core 2 2.6GHz + Monitor controlado): 94W

Importe cargo variable $I_{cv} = (0.085 \text{ USD }) * 0.54 = 0.046 \text{ USD}$ Importe cargo fijo $I_{cf} = 3.00 \text{ USD/kWd } * 2.256 \text{ kWd} = 6.768 \text{ USD}$ Importe cargo pérdida I_{cp} (no incluido en el cálculo)Importe cargo final $I_{cf} = I_{cv} + I_{cf} + I_{cp} = 6.806 \text{ USD}$ **Resultados:****Consumo mínimo diario total de una Pc en el laboratorio:** 2.256 kWd**Consumo mínimo diario total de todo el laboratorio:** 31.58 kWd**Costo del consumo diario mínima de una Pc (si se aplica la tarifa) :** 6.806 USD**Costo del consumo mínimo de una Pc para el período analizado :** 0.115 USD**Promedio del tiempo encendido en el laboratorio 22:** 40.443%**Costo real de una Pc en base al tiempo de encendido promedio:** 0.096 USD

Valores de ahorro para el tiempo promedio real censado:

Ahorro monetario por Pc diario: 0.027 USD**Ahorro monetario por Laboratorio diario:** 0.387 USD**Ahorro monetario por Laboratorio mensual:** 11.34 USD**Ahorro energético por Pc diario:** 1.354 kWd**Índice de consumo monetario:** 0.83**Índice de consumo energético:** 0.4

Los valores mostrados anteriormente muestran que la solución es efectiva. Considerando que para este caso de estudio existe un menor número de máquinas que en el primero y que consumen menos, es notable observar cómo se ha ahorrado más desde el punto de vista monetario y energético. Para las demás estaciones de los laboratorios controlados los valores de consumo se comportan también moderadamente, lo que se puede observar en el tiempo de encendido que tienen en el período analizado:

Promedio del tiempo encendido en el**laboratorio 22:** 40.443%**Promedio del tiempo encendido en el laboratorio 21:** 10.836%**Promedio del tiempo encendido en el laboratorio 24:** 34.655%**Promedio del tiempo encendido en el laboratorio 25:** 34.438%**Valoración Económica y Aporte Social**

Los resultados arrojados por el experimento muestran cifras alentadoras en medio de la situación en que se encuentra el país. Si tomamos el ejemplo de lo que se obtuvo en esta prueba y se hace extensivo al resto de las computadoras de la Universidad se pueden apreciar de una mejor manera los resultados. En el centro coexisten alrededor de 8000 computadoras. Se prevee reducir el índice de consumo energético hasta un 40% con este tipo de gestión lo que resulta en un ahorro diario en materia monetaria de 216 USD y en un mes de 6480 USD tomando en cuenta solamente los precios que ofrece el cálculo con la tarifa. Al ser un servicio subsidiado en realidad es mucho mayor lo que se ahorra el país al generar electricidad. Al tomar en cuenta a la vez que estos valores pertenecen a estaciones que consumen menos que lo que lo hacen el resto de las estaciones de la Universidad se pueden obtener mejores resultados que los planificados,. En materia energética se prevee un ahorro diario de 10.83 MWd. Esta última cifra es bastante alentadora tomando en cuenta que el Plan diario para el centro ronda entre los 70 a los 90 MWd.

Conclusiones

Del estudio realizado se puede concluir que la necesidad de ahorrar debe estar reflejada en todos los aspectos de nuestro entorno donde pueda ser aplicada ya que representa un aporte significativo para nuestro país en materia energética y monetaria. Los resultados obtenidos en la aplicación directa de la propuesta en las estaciones de trabajo del Polo de Automática y Hardware son la prueba real de que existen soluciones viables para los sistemas que manejamos y que además pueden ser instrumentadas utilizando software libre en vista a apoyar el proceso de migración del país hacia esa filosofía de trabajo. Dicho aporte influye además en la vida útil de los componentes. Al controlar el consumo energético de las computadoras se prolonga su utilidad y la de sus componentes provocando que se disminuya la frecuencia con que se vuelve necesario adquirirlos en el exterior en caso de alguna rotura.

ANEXO I

Guía Técnica para optimización de sistemas GNU/Linux

ANEXO II

Reporte histórico para el Docente 5 entre los días: Miércoles 22 y Viernes 24.

Consideraciones:

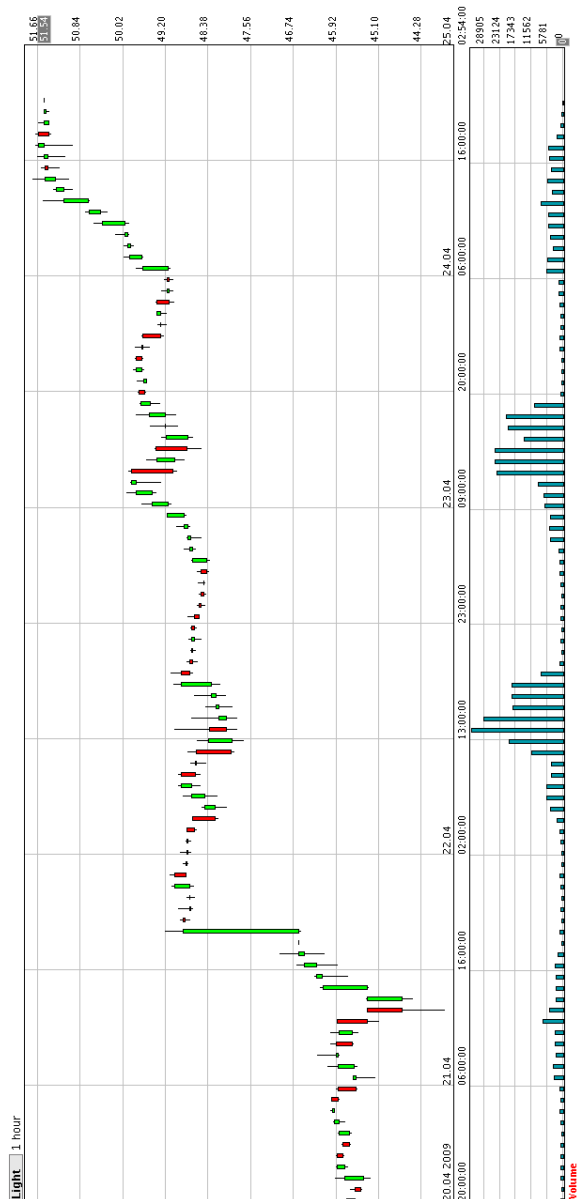
- En la interpretación de los resultados se debe tomar en cuenta:

Pc	%Tiempo Arriba	%Tiempo o Abajo	%Tiempo o sin alcanzar	%Tiempo o sin determinar
lab201.10	60.696 (84.517)	11.119 (15.483)	0	28.185

- El tiempo disponible (Tiempo Arriba) muestra el tiempo que ha estado la máquina encendida. Muestra dos valores: el tiempo total y el tiempo real respectivamente.
- El tiempo no disponible (Tiempo Abajo) muestra el tiempo que ha estado la máquina apagada. Muestra dos valores: el tiempo total y el tiempo real respectivamente.
- El tiempo inalcanzable (Tiempo sin alcanzar) muestra el tiempo que la máquina ha permanecido desconectada de la red.
- El tiempo indeterminado (Tiempo sin determinar) muestra el tiempo que el servidor ha estado fuera de contacto con las estaciones.
- Para interpretar los resultados se debe valorar el tiempo real de encendido en el rango de días mostrado.
- Existe diferencias entre el tiempo total y el tiempo real por el hecho de que el reporte se genera para una hora donde la máquina aún no estaba añadida (00:00). La mayor parte de las máquinas se añadieron a partir de las 11:00am del Martes 21.

ANEXO III

Tomado de : WTI Crude Oil Price Chart, 2009
Período 20 de Abril 2009 al 25 de Abril 2009



ANEXO IV

Resolución 311 – 2001 del Ministerio de Finanzas y Precios. Tarifas.

ANEXO V

Reporte de Pruebas sobre consumo de las computadoras

Referencias

Energy Star, 2009 [Disponible en : <http://www.energystar.gov/>]
Intel Corporation, 2008 [Disponible en: <http://www.intel.com>]

Seagate, 2008 [Disponible en: <http://www.seagate.com>]

LG Electronics, 2008 [Disponible en: <http://www.lge.com>]

Advanced Micro Devices, 2008 [Disponible en: <http://www.amd.com/>]

TCO Certified, 2008 [Disponible en: <http://www.tcodevelopment.com/>]

European ECO Label, 2008 [Disponible en: <http://ec.europa.eu/environment/ecolabel>]

VIA Technologies, 2008 [Disponible en: <http://www.via.com.tw>]

Samsung, 2008 [Disponible en: <http://www.samsung.com>]

Hitachi, 2008 [Disponible en: <http://www.hitachi.com>]

Western Digital Hard Drives, 2008 [Disponible en: <http://www.wdc.com>]

Kingston Technology Company, 2008 [Disponible en: <http://www.kingston.com>]

World Energy Council, 2009 [Disponible en: <http://www.worldenergy.org/>]

CEIS, 2009 [Disponible en: <http://www.ceis-caribenergy.org/>]

OLADE, 2009 [Disponible en: <http://www.olade.org.ec/>]

REDENERG, 2009 [Disponible en: <http://www.energia.inf.cu/>]

EnergíaYTú, 2009 [Disponible en: <http://www.cubasolar.cu/biblioteca/energiaytu.html>]

CubaSolar, 2009 [Disponible en: <http://www.cubasolar.cu/>]

Cubaenergía, 2009 [Disponible en: <http://www.cubaenergia.cu/>]

MINBAS, 2009 [Disponible en: <http://www.minbas.cu/>]

Dirección de Energía en la UCI, 2008 [Disponible en: <http://energia.din.prod.uci.cu/>]

Nagios, 2008 [Disponible en: <http://www.nagios.org>]

WTI Crude Oil Price Chart, 2009 [Disponible en: http://www.cx-portal.com/wti/oil_en.html]

Biografía del Autor:



Nacido en Ciudad de la Habana, Cuba el autor se desempeña como Ingeniero en Ciencias Informáticas en la Universidad de las Ciencias informáticas donde cursó sus 5 años de estudio. Ha presentado disímiles trabajos referentes al uso del software libre como vía segura de la independencia tecnológica tan necesaria para los pueblos latinoamericanos.