

Ingeniería en Informática

Sistemas Operativos

Proyecto de Investigación Advanced Power Management (APM)

Equipo Docente: Nicanor Casas
Graciela De Luca
Waldo Valiente
Gerardo Puyo
Martín Cortina
Sergio Martín

Día Cursada: *Martes*

Alumnos:

Apellido	Nombre	DNI
Lo Tartaro	Fernando	30.721.829
Gergela	Carlos	30.201.794

Acreditación:

Instancia	Fecha	Calificación
PRE-ENTREGA	//2010	
ENTREGA	//2010	
FINAL	//2010	

Observaciones:

Introducción	5
Historia	6
El origen de APM	6
Normas de “ENERGY STAR”	7
Especificación APM	8
Las mejoras de hardware y APM	8
El Modelo APM	9
Concepto de APM	9
Definiciones de APM	11
Control de dispositivos	12
Manejo del Nucleo de la CPU	12
Transiciones entre los estados de energía del sistema	13
El apagado del interruptor on/off o la llamada a Off (off call).....	13
El encendido del interruptor on/off	13
APM Enable o llamada a Enable (enable call).....	13
APM Disable o llamada a Disable (disable call).....	13
Inactividad corta o llamado a Standby (standby call).....	14
Inactividad larga o interrupciones Suspend o llamada a Suspend (suspend call).....	14
Evento resume (reanudar)	14
Evento wakeup (despertar).....	14
La interfaz de software APM	15
Interfaz de llamadas APM.....	15
Conexión APM.....	15
Eventos de APM.....	15
Codigos de Eventos de APM.....	16
Problemas de APM	17
Construcción	18
Implementación	19
Eventos	19
Comandos	19
shutdown	19
suspend.....	19
standby	19
apmrestore.....	19
apmstatus.....	19
apmstate	20
apmversion	20
apmengage	20
apmcapa	20
apmresume	20
apmring	20
apmtimers.....	21
Conclusión	22
Resumen	22
Apéndice A: ACPI, la evolucion de APM	23
Diferencias entre ACPI y APM	23

Resumen	23
<i>Apéndice B: Capacidades APM y ACPI por modelo de notebook/thinkpad</i> ³⁶	23
Glosario	30
Bibliografía	33
Keywords	33

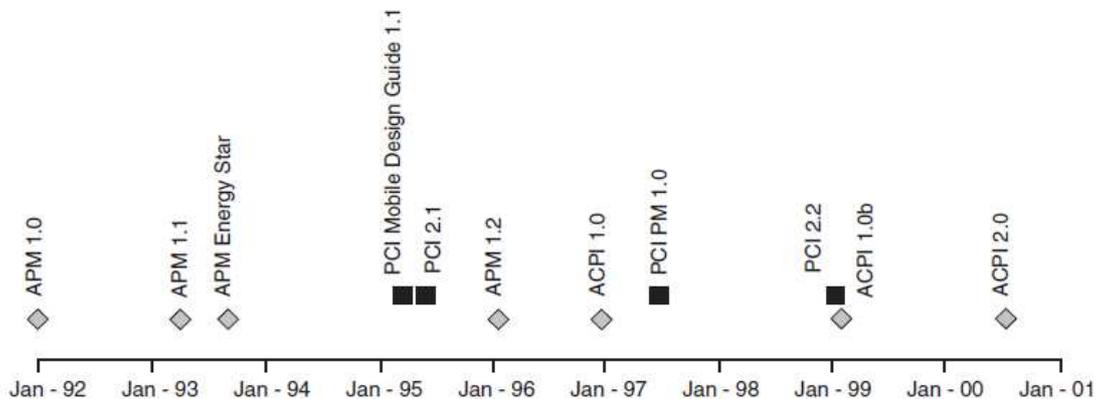
Introducción

En los primeros días de la computación donde los equipos corrían bajo los sistemas operativos DOS¹ y CP/M², no existía el concepto de gestión de energía. O bien se utilizaba el 100 por ciento de sus necesidades de energía o el equipo se apagaba.

Los inicios de la gestión de energía en los computadores personales se remontan al año 1989 cuando Intel³ creó procesadores con una tecnología que permitía tener la posibilidad de bajar su velocidad, suspenderse o apagar parte de la plataforma del sistema o incluso la propia CPU⁴, para preservar y prolongar la vida útil de la batería.

La creciente importancia de la gestión de la energía se ve reflejada en el creciente número de dispositivos móviles personales.

Tres caminos unidos guiaron el desarrollo del manejo de la energía de las PC⁵ (uno para las especificaciones del manejo de la energía, uno para las especificaciones del diseño del sistema y uno para las especificaciones de las aplicaciones).



La figura muestra la línea de tiempo de las especificaciones de diseño del sistema. Las especificaciones de manejo de energía del programa de aplicación son definidas por el sistema operativo ACPI⁶ subyacente.

Los problemas en las primeras tecnologías de manejo de energía (en particular la especificación APM) influenciaron el diseño de las especificaciones PCI y ACPI.

La investigación realizada por el grupo fue de un gran interés dado que se tendría que implementar APM en un sistema operativo completamente ajeno a nuestro conocimiento, lo que planteó un gran desafío; pero a su vez el colaborar con el crecimiento de un sistema operativo de fines didácticos fue para nosotros una importante meta a alcanzar.

El objetivo de esta presentación es describir las actividades de cada una de las etapas, junto con los resultados de las pruebas realizadas, los informes de compatibilidad y las conclusiones finales del trabajo.

Historia

El origen de APM

Los equipos móviles comenzaron a impulsar el desarrollo de la administración de energía de las PC. En los primeros intentos de realizar una computadora portátil, incluido el equipo Osborne1 de Osborne Computer Corporation⁷, las mismas gastaban tanta energía por la utilización de rayos catódicos⁸, que solo podían ser usadas si se conectaban a una fuente de energía externa. El desarrollo de bajo costo de las pantallas de cristal líquido⁹, hicieron que las laptops¹⁰ con baterías fueran posibles a finales de 1980, y una vez que la tecnología de hardware cruzo esa línea, una serie de mejoras al hardware y software empezaron a combinarse para incrementar la performance del tiempo de vida de las baterías de las laptops.



Especificaciones de Osborne 1

Introducida: April 1981

Precio: US \$1,795

Peso: 11.15 Kg

CPU: Zilog Z80 @ 4.0 MHz

RAM: 64K RAM

Display: built-in 5" monitor

53 X 24 text

Puertos: parallel / IEEE-488
modem / serial port

Almacenamiento: dual 5-1/4, 91K drives

SO: CP/M

El numero monumental de PCs operando alrededor del mundo crea otro requisito para el manejo de energía de la computadora de escritorio. Debido a que hay cientos de millones de PCs en operación, la base instalada de computadoras en el mundo consume decenas de gigawatts¹¹ por hora de funcionamiento. Incluso los pequeños cambios en el consumo promedio de potencia de las PCs de escritorio puede en escala global, salvar tanta energía como la generada por una planta de energía pequeña.

Normas de “ENERGY STAR”



La Agencia de Protección Ambiental¹² (EPA) de los Estados Unidos publica las pautas de Energy Star¹³ que sugieren maneras de reducir el consumo de energía.

Para hacer frente a la potencia consumida por el número de equipos en uso, EPA publico las siguientes notas:

Una computadora típica, monitor, impresora, copiadora de velocidad media tienen un costo de alrededor de U\$S 185 al año para operar, sin incluir el costo de papel. El funcionamiento de equipos similares que cumplan con los criterios Energy Star cuesta alrededor de U\$S97. Apagar el equipo en la noche puede reducir el costo anual de la energía aún más.

La etiqueta Energy Star identifica los productos con manejo de energía eficiente que permiten un ahorro de dinero por la eliminación del uso innecesario de energía. Los equipos de oficina con uso eficiente de energía, disminuyen el consumo al cambiar su estado durante períodos de inactividad, pero conservando todas las características de rendimiento de los equipos estándar.

Estos equipos utilizan alrededor de la mitad de la energía que uno estándar, el ahorro de los propietarios es en los costos de electricidad.

La EPA está interesada en la administración de energía por otra importante razón: el uso de la administración de energía en equipos de oficina ofrece un enorme potencial para reducir drásticamente la contaminación del aire asociada con el uso de la electricidad.

Las pautas de Energy Star también se han adoptado fuera de los Estados Unidos. A pesar que los gastos de energía en general han disminuido en los EE.UU., han aumentado en otras partes del mundo. El aumento de los costos de energía acentúan los beneficios de la utilización de productos calificados ENERGY STAR.

Las pautas que Energy Star introdujo en 1993 establecían que las computadoras debían consumir menos de 30 watts al encontrarse en un estado de poder reducido.

Especificación APM

Las mejoras de hardware y APM

Energy Star es un conjunto de directrices voluntarias de la eficiencia energética, no es una tecnología o guía de diseño.

La industria informática presentó por primera vez la tecnología APM en 1992 para reducir el consumo por debajo de los 60 a 80 watts en sistemas que corrían bajo DOS. APM fue inventado en Intel como una tecnología de administración de energía para sistemas móviles. APM 1.0 fue escrito por Intel, Microsoft¹⁴, e IBM¹⁵ con el objetivo de lograr una coordinación entre el gestor de energía del BIOS y el del sistema operativo para evitar comportamientos impredecibles causados por la operación de ambos de forma independiente.

Los ordenadores de escritorio usaban APM principalmente para permitir que el sistema operativo reduzca la potencia de la CPU cuando esta estaba inactiva.

APM tiene definido cinco estados de energía:

- Full on.
- APM enabled.
- APM standby.
- APM suspend.
- Power off.

APM provee llamadas al BIOS para que las aplicaciones puedan interoperar con APM y así poner en conocimiento al sistema operativo acerca de las necesidades de energía que tengan los dispositivos de acuerdo con las necesidades de la aplicación.

El agregado de hardware más importante fue el pin del procesador "Stop Clock", que le dio al BIOS la capacidad de controlar el consumo de energía. Este pin hace que el procesador detenga la ejecución en el límite de la próxima instrucción, detiene el prefetch¹⁶, vacía los pipelines¹⁷ internos y buffers¹⁸ de escritura, termina los ciclos del bus¹⁹ y detiene el clock interno. La lógica del procesador finaliza la operación en este punto, reduciendo drásticamente el consumo de energía.

La primera vez que Microsoft® utilizó las capacidades de APM fue en Windows 3.11²⁰. La versión 1.0 de APM fue dirigida a computadoras portátiles para ampliar la duración de la batería. La versión 1.1 de APM mejora la especificación original para su uso con Windows® 95. La versión 1.2 de APM incorpora capacidades para poder gestionar en equipos de escritorio.

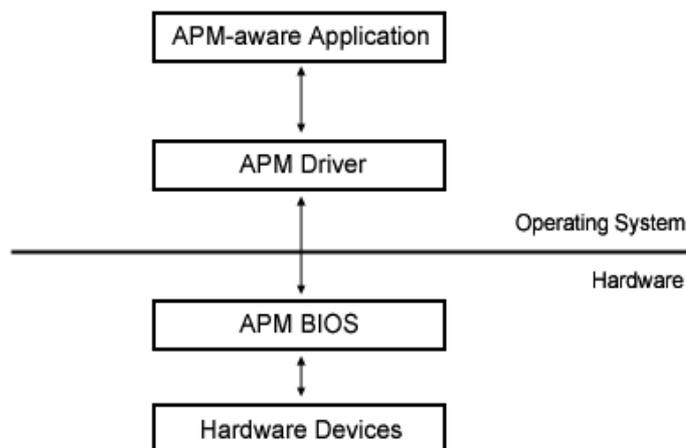
El Modelo APM

El objetivo de la APM es controlar el consumo de energía del sistema basándose en la actividad el mismo. A medida que disminuye la actividad del sistema, APM reduce la energía de los recursos no utilizados hasta que el sistema se pone en un estado de suspensión.

Hay dos métodos de control del nivel de energía.

1. El APM BIOS maneja la energía en un segundo plano basándose en la actividad del dispositivo. El APM BIOS es suministrado por el OEM y es específico de la plataforma de hardware.

2. Un controlador de APM participa en la gestión de energía a través de llamadas a funciones de la interfaz del software APM.



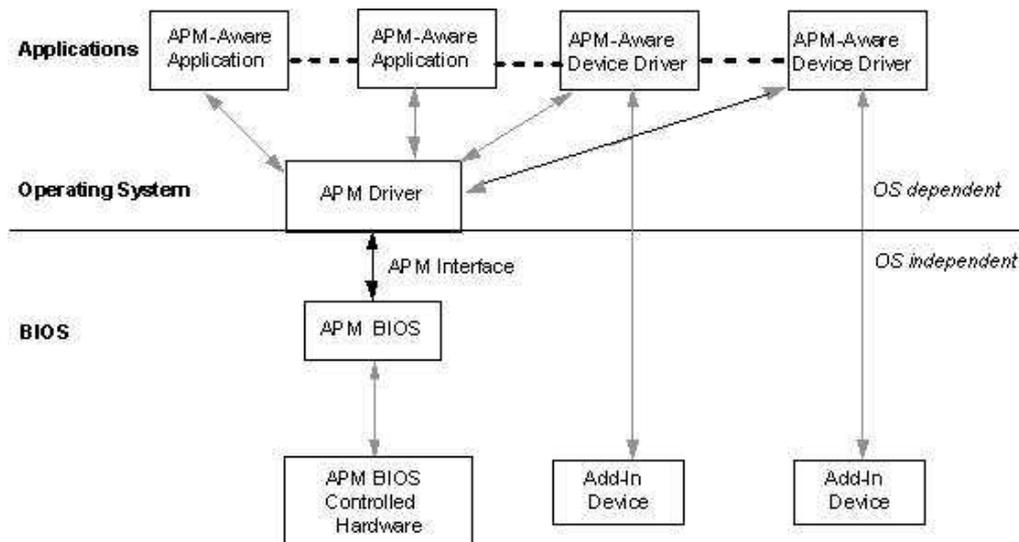
Ambos métodos causan transiciones entre los estados de administración de energía definidos por APM. Estos estados son definidos por los niveles de energía de los dispositivos controlados y la CPU.

Concepto de APM

APM consta de una o más capas de software que soportan el manejo de energía en ordenadores con hardware que permita el manejo de la energía. APM define la interfaz de software que es independiente del hardware. Dicha interfaz existe entre el software de administración de energía específico del hardware y un driver del sistema operativo con las políticas del manejo de la energía. Así se ocultan los detalles del hardware, permitiendo que el software de más alto nivel pueda utilizar APM sin tener conocimiento de la interfaz de hardware.

La especificación de la interfaz de software APM define un entorno cooperativo en capas, donde las aplicaciones, sistemas operativos, controladores de dispositivos y el BIOS APM trabajan juntos para reducir el consumo de energía.

APM extiende la vida útil de las baterías del sistema y de ese modo incrementa la disponibilidad y la productividad del sistema. APM también es útil en entornos y aplicaciones como las portátiles ubicadas en estaciones de conexión, en equipos de escritorio en una red, y en equipos de escritorio con manejo responsable de energía.



La figura muestra los componentes de software en un sistema de APM.

APM particiona la funcionalidad del manejo de la energía en una jerarquía de capas cooperativas y también estandariza el flujo de información y control a través de las capas.

- El APM BIOS es la interfaz de software con el motherboard²¹ y sus componentes y dispositivos con manejo de energía.
- La interfaz APM es la interacción entre el APM Driver y el BIOS APM.
- El APM Driver se conecta al APM BIOS y controla la política de administración de energía. El APM Driver se comunica con las aplicaciones APM-aware.
- Aplicaciones APM-aware de comunican con el APM Driver para supervisar/controlar el manejo de energía.
- Los controladores de dispositivos **APM-aware** proporcionan una interfaz de de software para el manejo de energía para los dispositivos add-in.

Definiciones de APM

Dispositivos add-in	Un dispositivo que no se encuentra en el motherboard. Este dispositivo puede ser un elemento permanente del sistema como una tarjeta, o puede ser insertable y desmontable por el operador, como una tarjeta PCMCIA. Los controladores de dispositivos APM-aware proporcionan soporte de software de manejo de energía para dispositivos add-in.
APM BIOS	El módulo BIOS del sistema que proporciona funcionalidad de manejo de energía para el hardware del motherboard que se apegue a la especificación de la interfaz APM.
APM Driver	El módulo de software que se conecta a la interfaz del BIOS APM. El APM Driver y el APM BIOS coordinan la gestión de energía del sistema APM a través de la conexión de software.
APM-aware Application	Una aplicación que participa en la gestión de energía del sistema a través de una interfase con el APM Driver que es dependiente del sistema operativo.
Controlador de dispositivo APM-aware	Es una aplicación APM-aware que provee administración de energía para dispositivos add-in.
APM connection	Es el protocolo y el mecanismo por el cual un APM Driver y un BIOS APM se comunican.
CPU Core	El hardware del sistema que debe estar encendido para realizar cualquier operación. El CPU Core incluye el reloj de la CPU, memoria caché, bus de sistema, y los temporizadores del sistema.
Resume Timer	Se trata de un temporizador del sistema utilizado para reanudar el sistema desde un estado de baja potencia en un momento que es especificado.
System	Todo el equipo. Incluye CPU Core, periféricos de e/s, la fuente de alimentación, y todos los dispositivos y componentes.
System Idle	El sistema está inactivo. La CPU no está procesando y no hay actividad de e/s.

Control de dispositivos

La energía de los dispositivos puede ser administrada por el BIOS o por el SO. Usando la función Disable Device Power Management (deshabilitar mecanismo de gestión de energía), el SO puede decirle al BIOS que deje de administrar la energía de un dispositivo en particular, luego de lo cual los drivers específicos del SO para este dispositivo pueden asumir la administración de poder del mismo.

Sin embargo, antes de entrar en APM suspend, el SO debe asumir que los dispositivos periféricos perderán su energía bajo el control del BIOS. Es imperativo que el BIOS respete la habilidad del SO para rechazar cualquier suspensión iniciada por el usuario o programada por timer para que los drivers de todos los dispositivos puedan prepararse adecuadamente para el corte de la energía.

Se añaden nuevos parámetros a la función de setear el estado de poder. Luego de reanudar un evento de suspensión crítica, es importante que el sistema vuelva a su estado previo lo más fiel que se pueda para que los dispositivos de E/S (que pudieron haber quedado pendientes antes de la suspensión crítica) puedan continuar de la manera más transparente posible.

Los dispositivos pueden estar provistos de funciones automáticas de manejo de poder, las cuales no son programables por software. Estos dispositivos están fuera del alcance de esta investigación. Los dispositivos son controlados en segundo plano por el APM BIOS o por el Driver APM usando llamadas a funciones APM.

Manejo del Nucleo de la CPU

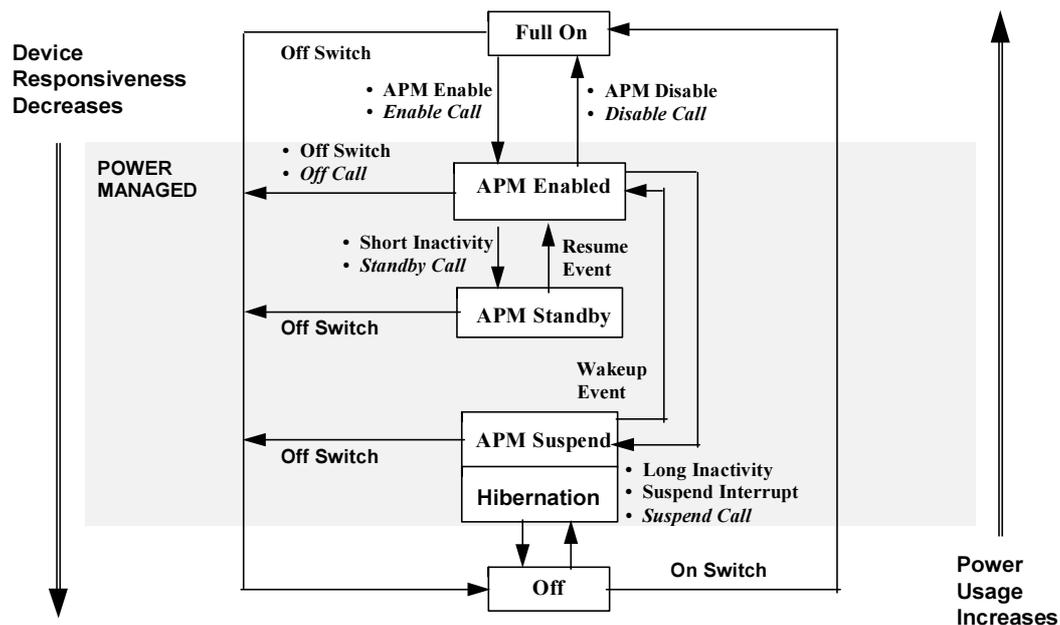
El núcleo del CPU se maneja de manera diferente que el resto de los dispositivos. Típicamente es el último dispositivo en apagarse y el primero en encenderse.

El núcleo del CPU incluye el clock del CPU, cache, el bus del sistema y los timers. El núcleo del CPU es necesario para realizar los cambios de estado de poder del sistema.

- En APM enabled el clock es controlado localmente siendo apagado y encendido según la necesidad, pero el núcleo del CPU nunca se apaga.
- En APM standby el clock se detiene pero el núcleo nunca se apaga.
- En APM suspend se detiene el clock y el núcleo se pone en su estado de mínimo poder.

El núcleo se controla con el APM BIOS. Un driver APM puede notificar al APM BIOS acerca del estado del CPU pero es el APM BIOS quien determina la acción realizar. Las llamadas a funciones APM que notifican al APM BIOS son CPU IDLE y CPU BUSY.

Transiciones entre los estados de energía del sistema



La inactividad causa un gradual apagado del sistema. Los cambios del estado del sistema son causados por el APM BIOS debido al nivel de actividad, las interrupciones y eventos externos, o debido a pedidos del software si hubiera conectado un driver APM.

Cuando hay conectado un driver APM, el BIOS APM y el driver cooperan para realizar los cambios de estado del sistema. Las transiciones causadas por funciones APM llamadas por el driver APM se muestran en letra *cursiva*.

El apagado del interruptor on/off o la llamada a Off (off call)

Apagar el interruptor on/off estando en cualquier estado, pone al sistema en estado Off.

La función Set Power State pone al sistema en estado Off desde el estado APM enabled.

Si está activada la hibernación antes de que el sistema entre en Off, el estado del sistema y el contenido de la memoria serán guardados a través del período Off y por lo tanto podrá restaurarse.

El encendido del interruptor on/off

Encender el interruptor desde el estado apagado, enciende el sistema. El sistema realiza un reset y un proceso de inicialización y carga el SO.

Si la hibernación estaba activada antes de que el sistema entre en estado Off, se restauran los parámetros operacionales y el contenido de la memoria previamente guardados y se pone al sistema en estado APM enabled.

APM Enable o llamada a Enable (enable call)

APM enable pone al sistema en estado APM enable desde el estado Full on. Esta transición ocurre luego de que un driver APM se conecta con el APM BIOS o cuando un software indica que APM debe estar activado.

La llamada a Enable Power Management (activar el manejo de la energía) pone al sistema en APM enabled desde el estado Full on.

APM Disable o llamada a Disable (disable call)

APM disable pone al sistema en Full on desde el estado APM enabled.

La llamada a Disable Power Management (desactivar el manejo de la energía) pone al sistema en Full on desde el estado APM enabled.

Inactividad corta o llamado a Standby (standby call)

Inactividad del sistema por un período de tiempo específico (corto) pone al sistema en APM standby desde APM enabled.

Inactividad larga o interrupciones Suspend o llamada a Suspend (suspend call)

Inactividad del sistema por un período de tiempo específico (largo) pone al sistema en APM suspend desde APM enabled.

Ciertas interrupciones como presionar el botón de suspender, alarma de batería baja o cerrar la tapa, ponen al sistema en APM suspend desde APM enabled.

Evento resume (reanudar)

Una interrupción como ser un movimiento del Mouse, presionar una tecla y cualquier acceso a un dispositivo pone al sistema en APM enabled desde APM standby.

Evento wakeup (despertar)

Ciertas interrupciones como presionar el botón resume, un modem ring, o una alarma de clock de tiempo real ponen al sistema en estado APM enabled desde APM suspend.

La interfaz de software APM

Interfaz de llamadas APM

APM 1.2 requiere de soporte para las interfaces de llamadas de modo real y protegido. La interfaz de llamadas de APM en modo real es necesaria para todas las implementaciones. La interfaz de modo real de APM BIOS es una extensión de la existente Int 15h de PC/AT de la interfaz del BIOS. La interfaz INT 15h de APM BIOS debe funcionar en modo real o modo virtual-86 de procesadores 80386²² y posteriores. Para APM 1.2 se requiere soporte para ambas interfaces de modo protegido de 16 bit y 32 bit. Se accede a la interfaz de APM BIOS de modo protegido mediante llamadas a través de puntos de entrada de modo protegido en el BIOS APM.

Conexión APM

El controlador de APM se convierte en un socio en el proceso de administración de energía, proporcionando una interfaz de cooperación entre la APM BIOS y un APM Driver. Cuando se establece esta interfaz, el BIOS APM informa al controlador APM acerca de eventos relacionados con la energía, y se basa en el APM Driver para participar activamente en el proceso de administración de energía.

Las funciones APM INSTALLATION CHECK y APM CONNECTION son accedidas a través de la interfaz de modo real únicamente. La función APM INSTALLATION CHECK comprueba si hay un módulo APM BIOS en el sistema, la versión APM que el APM BIOS soporta y los atributos de la implementación APM.

El APM Driver debe emitir una APM Connection call, APM Protected Mode 16-bit Interface Connect, APM Protected Mode 32-bit Interface Connect, o APM Real Mode Interface Connect para establecer la conexión apropiada de cooperación con el BIOS APM. La función APM Interface Disconnect desconecta la conexión de cooperación entre el APM Driver y el BIOS APM.

Una técnica alternativa para desactivar temporalmente determinados aspectos de la funcionalidad de administración de energía sin tener que desconectar el controlador APM por completo es utilizar las funciones Enable / Disable Power Management y Engage/ Disengage Power Management.

Una conexión APM de modo protegido deben establecerse para que cualquier función BIOS APM sea accesible. Nótese que la conexión en modo protegido se debe establecer mediante la emisión de una llamada en modo real. La función de conexión de modo protegido devuelve punteros a un punto de entrada al código en el BIOS APM y el segmento de datos del BIOS APM. El APM Driver envía llamadas de funciones APM al BIOS APM usando estos punteros.

Sólo una conexión APM puede estar activa a la vez.

Eventos de APM

Los eventos APM se comunican de la APM BIOS al APM Driver a través de un mecanismo de encuestas o polling. Las encuestas del APM Driver determinan si un evento de administración de energía se ha producido, mediante la emisión de la llamada a GET PM EVENT.

Un controlador de APM 1.2 de un sistema operativo debe consultar al BIOS a una velocidad mínima de una vez por segundo, con un período de gracia de un segundo antes de que el BIOS suponga que el sistema operativo no funciona correctamente. Sin embargo, el APM BIOS debe hacer esta suposición sólo cuando un evento APM se ha publicado y no ha sido recogido por el controlador de APM 1.2 en el plazo de dos

segundos (un segundo más un período de gracia otro segundo). Controladores mas antiguos pueden no ser capaces de cumplir con este requisito, sin embargo, el BIOS debe utilizar la información proporcionada por la función APM Driver Version para determinar si se debe esperar este comportamiento o no.

El APM BIOS proporciona la notificación de un evento de administración de energía sólo una vez. Los eventos se borran después de la notificación. Ninguna notificación adicional se publican hasta que otro evento ocurra.

Codigos de Eventos de APM

Esta es una lista definida de eventos de APM que el APM BIOS puede reportar.

0001H	System Standby Request Notification
0002H	System Suspend Request Notification
0003H	Normal Resume System Notification
0004H	Critical Resume System Notification
0005H	Battery Low Notification
0006H	Power Status Change Notification
0007H	Update Time Notification
0008H	Critical System Suspend Notification
0009H	User System Standby Request Notification
000AH	User System Suspend Request Notification
000BH	System Standby Resume Notification
000CH	Capabilities Change Notification
000DH - 00FFH	Reserved System Events
0100H - 01FFH	Reserved Device Events
0200H - 02FFH	OEM-Defined APM Events
0300H - FFFFH	Reserved

Problemas de APM

Las implementaciones APM vigilan las interfaces estándar del motherboard en caso de presentarse alguna actividad, incluyendo el teclado y mouse pero carecen de la habilidad de monitorear software o key interface²³ ajeno al motherboard.

Por ejemplo:

- APM no podía determinar si un puerto de comunicaciones estaba en uso por software, y por lo tanto no pudo determinar si la falta de transmisión de datos fue porque el puerto estaba ocioso o porque simplemente no había tráfico de datos que se estaba intercambiando.
- APM no podía determinar lo que el usuario estaba haciendo con el equipo, dando lugar a un sin fin de presentaciones interrumpidas por protectores de pantalla²⁴.

APM no define ninguna interfaz de usuario estándar, y ningún "application-level user interface".

Los usuarios comúnmente tenían que reiniciar su ordenador para invocar el programa de configuración del BIOS para cambiar la configuración de administración de energía en computadoras que soportan APM (APM-based computers), un procedimiento peligroso para los usuarios ingenuos. Los medios para cambiar la configuración de energía eran siempre diferentes de un BIOS y fabricante de computadoras a la siguiente, lo que lleva a la confusión del usuario.

Al final, APM era tan simple, que carecía de la capacidad de hacer cambios de estado de manera robusta y fiable.

Apagados de sistemas en el medio de sesiones de comunicación dejaban a los equipos en un Estado incapaz de responder a eventos externos, como un paquete²⁵ de LAN²⁶ entrante o una llamada telefónica.

Después de APM versión 1.0, muchas características tales como notificar al sistema operativo antes de la suspensión y el control de aceleración de la CPU cuando está inactiva, son opcionales, y no había forma estándar para describir la capacidad del sistema para la gestión de la energía.

El conjunto variado de características disponibles en un sistema APM hizo que sea difícil obtener el controlador APM de manera correcta. La falta de notificación al sistema operativo o los softwares de la aplicación acerca de la mayoría de cambios de estado de energía dejaron a sistemas sin la posibilidad de evitar cambios inapropiados de estado, e incapaces de recuperarse una vez que la operación completa se restauraba. El resultado de estos problemas fue que la mayoría de los usuarios deshabiliten las funciones de APM.

Construcción

La interfaz de software de APM define un entorno cooperativo en capas. Dicha interfaz es la interacción entre el APM Driver y el BIOS APM. El APM Driver envía información al BIOS APM usando llamadas a funciones y también realiza un polling (consulta constantemente) para enterarse de los eventos de APM que el BIOS APM pueda postear.

El proceso de establecer la interfaz APM se realiza estando en modo real y el medio utilizado es la int 15h.

Lo primero se debe hacer es acudir a la función *APM Installation Check*. Esta función permite averiguar si existe un módulo BIOS APM en el sistema, qué versión de APM soporta el BIOS APM y los atributos de la implementación del BIOS APM.

Lo siguiente es realizar la conexión APM. Para esto se emite una llamada *APM Protected Mode32-bit Interface Connect*. Esta llamada inicializa una interfaz de modo protegido entre el APM Driver y el BIOS APM. Esta interfaz le permitirá al APM Driver invocar las funciones del BIOS APM desde modo protegido. La llamada a esta función nos devuelve la información necesaria para poder acceder a los segmentos de APM. La interfaz APM de modo protegido de 32-bit requiere 3 descriptores de selector/segmento consecutivos para los segmentos de código de 32-bit, de código de 16-bit y de datos respectivamente. Estos selectores pueden estar en la GDT o en la LDT, y deben ser válidos en el momento que se hagan llamadas al BIOS APM en modo protegido.

Por último, para acceder a los servicios APM desde modo protegido se utiliza una Call Gate que apunta al segmento de código de 32-bit de APM y el Offset igual al entry point del BIOS APM, ambos datos fueron devueltos por la llamada a *APM Protected Mode32-bit Interface Connect*.

Implementación

La implementación de los pasos iniciales anteriormente descritos para establecer la conexión de la interfaz entre el APM Driver y el APM BIOS, se encuentra en el archivo sodium.asm, en la función cAPMinitBaia.

El resto de la implementación propiamente dicha de APM en SODIUM se encuentra en los archivos funcionesAPM.c y funcionesAPM.h.

Eventos

Los eventos de APM los comunica en BIOS APM al APM Driver por medio de un mecanismo de polling. La implementación de APM en SODIUM reconoce e informa la llegada de todos los eventos APM que el BIOS APM pueda llegar a postear. Para algunos de los eventos, el APM Driver realiza las acciones pertinentes, como ser:

Evento	Descripción	Acción realizada
0001H	System Standby Request Notofication	Standby del sistema.
0002H	System Suspend Request Notofication	Suspend del sistema.
0009H	User System Standby Request Notofication	Standby del sistema.
000AH	User System Suspend Request Notofication	Suspend del sistema.

Comandos

La mayoría de las funciones de APM fueron implementadas como comandos para que puedan ser invocadas por el usuario con el fin de consultar el status y llevar control del manejo de la energía en el equipo.

shutdown

Implementa la función *Set Power State (07H)*, configurada para poner al sistema en estado Off. Este comando recibe por parámetro el retardo que se quiera realizar previo al apagado del equipo.

La parametrización es la siguiente:

shutdown now (apaga inmediatamente)
shutdown -seg <segundos> (apaga en <segundos> cantidad de segundos)
shutdown -min <minutos> (apaga en <minutos> cantidad de minutos)
shutdown -hrs <horas> (apaga en <horas> cantidad de horas)
shutdown -ayuda (presenta la ayuda del comando)

suspend

Implementa la función *Set Power State (07H)*, configurada para poner al sistema en estado Suspend.

standby

Implementa la función *Set Power State (07H)*, configurada para poner al sistema en estado Standby.

apmrestore

Implementa la función *Restore APM BIOS Power-On Defaults (09H)*. Permite reinicializar todos los defaults al momento del encendido.

apmstatus

Implementa la función *Get Power Status (0AH)*. Informa el estado del sistema con información de la línea AC, y el status, los flags y el porcentaje de carga de la batería.

apmstate

Implementa la función *Get Power State* (0CH). Informa el nivel de energía en que se encuentra un dispositivo en particular. El nivel de energía del dispositivo indicado está definido sólo cuando ese dispositivo haya sido usado en una llamada a la función *Set Power State*, de otro modo el comando retornará un código de error 9 (Unrecognized device ID).

Este comando recibe por parámetro el ID del dispositivo que se pretende consultar. La parametrización es la siguiente:

apmstate 1 (All devices power managed by the APM BIOS)

apmstate 2 (Display)

apmstate 3 (Secondary Storage)

apmstate 4 (Parallel Ports)

apmstate 5 (Serial Ports)

apmstate 6 (Network Adapters)

apmstate 7 (PCMIA Sockets)

apmversion

Implementa la función *APM Driver Version* (0EH). El comando informa dos valores:

- APM Connection major version number.
- APM Connection minor version number.

apmengage

Implementa la función *Engage/Disengage Power Management* (0FH). Realiza el engage (entablar) o disengage (desenganchar) del manejo cooperativo de la energía en el equipo. En el caso disengage, el APM BIOS automáticamente maneja la energía del sistema. El sistema debe estar en estado engage.

Este comando recibe por parámetro la acción a realizar. La parametrización es la siguiente:

apmengage 1 (Disengage power management)

apmengage 2 (Engage power management)

apmcapa

Implementa la función *Get Capabilities* (10H). Informa una lista de las características que la implementación del APM BIOS soporta.

Los resultados pueden ser los siguientes:

- System can enter global STANDBY status.
- System can enter global SUSPEND status.
- Resume timer will wake up from STANDBY.
- Resume timer will wake up from SUSPEND.
- Resume on ring indicator will wake up from STANDBY.
- Resume on ring indicator will wake up from SUSPEND.
- PCMIA ring indicator will wake up from STANDBY.
- PCMIA ring indicator will wake up from SUSPEND.

apmresume

Implementa la función *Get/Set/Disable Resume Timer Capabilities* (11H). Sólo está implementada la consulta del estado del timer de resume del sistema.

apmring

Implementa la función *Enable/Disable Resume on Ring Indicator*²⁷ (12H). Permite activar, desactivar y consultar la funcionalidad de reanudar el sistema por medio del "Ring Indicator".

Este comando recibe por parámetro la acción a realizar. La parametrización es la siguiente:

apmring 1 (Disable Resume on Ring Indicator)

apmring 2 (Enable Resume on Ring Indicator)
apmring 3 (Get Enabled/Disabled status)

apmtimers

Implementa la función *Enable/Disable Timer Based Requests* (13H). Permite activar, desactivar y consultar la funcionalidad del BIOS APM de generar pedidos de Suspend o Standby globales basados en los tiempo de inactividad del equipo. Estos plazos de inactividad deben ser seteados desde el setup del BIOS, si el mismo lo permite.

Este comando recibe por parámetro la acción a realizar. La parametrización es la siguiente:

apmtimers 1 (Disable Timer Based Requests)
apmtimers 2 (Enable Timer Based Requests)
apmtimers 3 (Get Enabled/Disabled status)

Conclusión

Con el desarrollo de esta nueva herramienta se pudo lograr con éxito que el sistema operativo SODIUM administre de una forma más eficiente la energía de nuestro ordenador, gracias a los nuevos estados reconocidos por el mismo y la comunicación entre el BIOS, el Driver APM y el sistema operativo.

Se ha logrado una implementación de APM en el sistema operativo SODIUM de gran sencillez y muy informativo para el usuario disminuyendo el tiempo de aprendizaje para el uso del modulo e incrementando el uso intuitivo del mismo. Además se hizo énfasis en la fácil mantenibilidad del código. Esto permite en caso de ser necesario, que sean sencillos el mantenimiento y la expansión del modulo implementado, lo cual es de gran importancia para el crecimiento del SO en cuestión.

Resumen

El propósito de este documento es desarrollar un marco teórico de los temas investigados para implementar APM en el sistema operativo SODIUM. Se presenta aquí el alcance y dificultades encontradas para la implementación del mismo, como por ejemplo lograr Suspende el sistema, y volver al estado anterior al momento de Suspende. Además se han desarrollado y agregado nuevas herramientas a la primera implementación de APM en SODIUM como por ejemplo se rediseñó y extendió el comando "Shutdown". Se especificarán las nuevas funcionalidades que se agregaran en el desarrollo del proyecto. Tomando como base el desarrollo ya implementado por alumnos de la materia se agrega funcionalidades las cuales pueden ser reutilizables en otras aplicaciones de SODIUM.

Apéndice A: ACPI, la evolución de APM

ACPI (Advanced Configuration and Power Interface) es una especificación industrial abierta co-desarrollada por Hewlett-Packard²⁸, Intel, Microsoft, Phoenix²⁹ y Toshiba³⁰.

ACPI establece interfaces estándar de la industria que permite la configuración del sistema operativo dirigido, administración de energía, y la gestión térmica de escritorio móvil, y plataformas de servidor³¹.

Cuando se publicó por primera vez en 1999, ACPI incluía una colección existente de código del BIOS de administración de energía, administración avanzada de energía (APM), interfaces de programación de aplicaciones (API³²), PNPBIOS³³ API, y las tablas de Especificación de multiprocesador (MPS³⁴) en una administración de energía bien definida y especificación de la configuración de interfaz.

Diferencias entre ACPI y APM

Advanced Power Management o APM es una tecnología antigua que tuvo como objetivo proporcionar capacidades de administración de energía a la computadora y el usuario.

Advanced Configuration and Power Interface o ACPI es una tecnología mucho más nueva que sustituye a APM entre otras cosas. Por esta razón ACPI es la tecnología preferida y APM ya es considerado como obsoleto.

Incluso si APM está ya obsoleto, todavía tiene su utilidad, especialmente en las grandes empresas, donde las actualizaciones ocurren sólo después de largos períodos de tiempo. En estos sistemas, componentes heredados a menudo son la norma. Para los usuarios de escritorio, donde los componentes son a menudo hasta la fecha con el fin de proporcionar un rendimiento excelente, APM ha sido olvidada en favor de la ACPI. Cuando se trata de soporte de software, ACPI es compatible con Windows 98 y superior, mientras que APM se ha caído en todos los sistemas operativos desde Windows Vista.

ACPI es ampliamente reconocido como un reemplazo para APM sustituyendo otras funcionalidades que van más allá de las capacidades de APM. ACPI también abarca la capacidad de MPS y las ya conocidas características Plug and Play³⁵ de la BIOS. De este modo, ACPI es una solución más integral para tratar con hardware diferente en comparación con el viejo APM.

Un cambio de diseño importante entre los dos es la manera en que gestionan sus puestos de trabajo. APM se centra en la BIOS, mientras que ACPI se centra en el sistema operativo. El diseño de ACPI da más control al sistema operativo y proporciona un mejor control de cada componente en el equipo. También permite una mayor compatibilidad entre el amplio número de fabricantes, cada uno con un gran número de productos a diferencia de APM, donde la aplicación es muy diferente de un fabricante a otro.

Aunque ACPI tiene una amplia gama de ventajas, algunas cuestiones aún pueden surgir en determinados dispositivos. Cuando surgen problemas, la solución rápida y fácil es deshabilitar ACPI en el equipo para que le permita funcionar al dispositivo. El agresivo intercambio de IRQ de ACPI conduce a menos conflictos de IRQ. Sin embargo, la misma característica también puede conducir a problemas de degradación del rendimiento, así como un comportamiento inesperado del equipo.

Resumen

1. ACPI es la tecnología de sustitución al APM viejo y obsoleto.
2. ACPI es más compatible con un hardware más nuevo, mientras que APM es más compatible con los dispositivos de legado.
3. ACPI es más completo en comparación con APM.
4. ACPI se centra en el sistema operativo, mientras que APM se centra en el BIOS.

Apéndice B: Capacidades APM y ACPI por modelo de

notebook/thinkpad³⁶

Los siguientes encabezados de las tablas tienen el significado descrito a continuación:

- APM
 - Blank = capacidad de apagar la pantalla LCD durante el uso de APM
 - Sleep = capacidad para hacer una suspensión a RAM usando APM
 - Hibernate = capacidad para realizar una suspensión con almacenamiento en disco a través de la BIOS
 - Battery = para obtener estadísticas sobre la duración de la batería restante en el subsistema de APM
- ACPI
 - Blank = capacidad de apagar la pantalla LCD durante el uso de ACPI
 - Sleep = capacidad para hacer una suspensión a RAM mediante ACPI
 - Hibernate = capacidad para realizar una suspensión con almacenamiento en disco mediante ACPI
 - Battery = para obtener estadísticas sobre la duración de la batería restante en el subsistema ACPI

Los campos deben ser llenados con una de las siguientes opciones:

The fields should be filled with one of the following:

- ? = desconocido / no probada
- yes = funcionando (con o sin esfuerzo de configuración)
- no = no funciona (porque el soporte del kernel no llega allí todavía)
- part = funcionando parcialmente
- N/A = no soportado por el hardware
- ACPI-Hibernate puede tener adicionalmente una de las siguientes opciones:
 - sus – hibernación funciona usando el viejo kernel (2.6) [swsusp](#)
 - sus2 – hibernación funciona usando [Software Suspend 2](#)

A Series								
model	APM				ACPI			
	blank	sleep	hibernate	battery	blank	sleep	hibernate	battery
■ A20m	yes	yes	?	yes	?	?	?	yes
■ A20p	y	y	?	?	?	?	?	?
■ A21e	?	?	?	?	?	?	?	?
■ A21m	?	?	?	?	?	?	?	?
■ A21p	?	?	?	?	?	?	?	?
■ A22e	?	?	?	?	?	?	?	?
■ A22m	yes	yes	?	yes	yes	yes	?	yes
■ A22p	yes	yes	?	yes	?	?	?	?
■ A30	?	?	?	?	?	?	?	?
■ A30p	?	?	?	yes	?	?	?	?
■ A31	?	?	?	?	yes	yes	yes	yes
■ A31p	?	yes	?	yes	yes	yes	yes	yes

G Series								
model	APM				ACPI			
	blank	sleep	hibernate	battery	blank	sleep	hibernate	battery
■ G40	?	?	?	?	?	?	?	?
■ G41	?	?	?	?	yes	?	?	yes
R Series								
model	APM				ACPI			
	blank	sleep	hibernate	battery	blank	sleep	hibernate	battery
■ R30	?	?	?	?	?	?	?	?
■ R31	?	?	?	?	?	?	sus2	part
■ R32	yes	yes	?	yes	?	yes	?	yes
■ R40	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes
■ R40e	?	?	?	?	?	?	?	?
■ R50	yes	yes	yes	yes	yes	yes	?	yes
■ R50e	no	no	no	no	?	?	?	yes
■ R51e	no	no	no	no	?	yes	?	yes
■ R50p	?	?	?	?	?	?	?	?
■ R51	?	?	?	?	yes	yes	yes	yes
■ R52	?	?	?	?	yes	yes	yes	yes
■ R60	?	?	?	?	yes	yes	?	yes

T Series								
model	APM				ACPI			
	blank	sleep	hibernate	battery	blank	sleep	hibernate	battery
■ T20	no	yes	yes	?	no	no	yes	?
■ T21	?	?	?	?	?	yes	yes	yes
■ T22	yes	yes	yes	yes	yes	part	part	yes
■ T23	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes
■ T30	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes
■ T40	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes
■ T40p	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes
■ T41	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes
■ T41p	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes
■ T42	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes
■ T42p	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes
■ T43	yes	part	yes	yes	yes	yes	yes	yes
■ T43p	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes
■ T60	?	?	?	?	yes	yes	part	?

X Series								
model	APM				ACPI			
	blank	sleep	hibernate	battery	blank	sleep	hibernate	battery
■ X20	yes	yes	?	?	?	?	?	yes
■ X21	y	random	?	y	y	y2.6	?	y
■ X22	?	?	?	?	y	y	y	y
■ X23	Yes	Yes	?	Yes	?	?	?	?
■ X24	yes	yes	yes	yes	yes	yes	sus2	yes
■ X30	yes	no	yes	yes	?	sus2	sus2	?
■ X31	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes
■ X32	?	?	?	?	?	?	?	?
■ X40	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes
■ X41	part (SATA)	part (SATA)	?	yes	no	part (SATA)	yes (sus)	yes
■ X41 Tablet	?	?	?	?	?	?	?	?
■ X60	N/A	N/A	N/A	N/A	?	yes	sus(yes), sus2(?)	yes
■ X60s	?	?	?	?	?	?	?	?
■ X61 Tablet	?	?	?	?	yes	yes	yes	yes
Z Series								
model	APM				ACPI			
	blank	sleep	hibernate	battery	blank	sleep	hibernate	battery
■ Z60m	?	?	?	?	Yes	Yes	Yes (sus)	Yes
■ Z60t	?	?	?	?	Yes	Yes	Yes	Yes
Others								
model	APM				ACPI			
	blank	sleep	hibernate	battery	blank	sleep	hibernate	battery
■ TransNote	?	?	?	?	?	?	?	yes
■ PC110	yes	yes	no	yes	N/A	N/A	N/A	N/A

Glosario

- 1.DOS: (Disk Operating System) sistema operativo creado para PC IBM® con procesadores Intel® 8086 y 8088 de 16 bits
- 2.CP/M: (Control Program for Microcomputers) es un sistema operativo creado originalmente para microcomputadoras basadas en Intel® 8080/85.
- 3.Intel: Intel Corporation es el más grande fabricante de chips semiconductores basado en ingresos.[1] La compañía es la creadora de la serie de procesadores x86, los procesadores más comúnmente encontrados en la mayoría de las computadoras personales.
- 4.CPU: Central Processing Unit o Unidad Central de Procesamiento.
- 5.PC: Personal Computer o Computadora Personal.
- 6.ACPI: (Advanced Configuration and Power Interface) estándar resultado de la actualización de APM.
- 7.Osborne Computer Corporation: El Osborne Computer Corporation (OCC) fue fundada por Adam Osborne en 1980 sobre la base de un producto no sólo de ordenadores personales , pero los ordenadores portátiles.
- 8.Rayos Catodicos(CRT): Del inglés Cathode Ray Tube) es un dispositivo de visualización inventado por William Crookes en 1875. Se emplea principalmente en monitores, televisores y osciloscopios,
- 9.Pantalla de Cristal Liquido: LCD (acrónimo del inglés Liquid Crystal Display) es una pantalla delgada y plana formada por un número de píxeles en color o monocromos colocados delante de una fuente de luz o reflectora. A menudo se utiliza en dispositivos electrónicos de pilas, ya que utiliza cantidades muy pequeñas de energía eléctrica.
- 10.Laptop: Una laptop, computadora portátil, ordenador portátil o notebook es una computadora personal móvil.
- 11.GigaWatt: múltiplo de la potencia activa, que equivale a mil millones de watt y cuyo símbolo es GW
- 12.Agencia de Protección Ambiental: (EPA) El EPA dirige las ciencias ambientales de los Estados Unidos de América, así como también los esfuerzos investigativos, educativos y de evaluación.
- 13.Energy Star: es un programa de la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos creado en 1992 para promover los productos eléctricos con consumo eficiente de electricidad,
- 14.Microsoft: es una empresa multinacional de origen estadounidense, fundada en 1975 por Bill Gates y Paul Allen. Dedicada al sector de la informática, con sede en Redmond, Washington, Estados Unidos. Microsoft desarrolla, fabrica, licencia y produce software y equipos electrónicos.

15. IBM: International Business Machines o IBM (NYSE: IBM) (conocida coloquialmente como el Gigante Azul) es una empresa multinacional que fabrica y comercializa herramientas, programas y servicios relacionados con la informática

16. Prefetch: prefetch de la instrucción es una técnica usada dentro de microprocesadores para acelerar la ejecución de un programa reduciendo estados de espera.

17. Pipeline: La Segmentación (pipelining) es un método por el cual se consigue aumentar el rendimiento de algunos sistemas electrónicos digitales. Es aplicado, sobre todo, en microprocesadores.

18. Buffer: un buffer de datos es una ubicación de la memoria en una computadora o en un instrumento digital reservada para el almacenamiento temporal de información digital, mientras que está esperando ser procesada

19. Bus: En arquitectura de computadores, el bus es un sistema digital que transfiere datos entre los componentes de un ordenador o entre ordenadores. Está formado por cables o pistas en un circuito impreso, dispositivos como resistencias y condensadores además de circuitos integrados.

20. Windows 3.11: "Windows 3.11", lanzado el 31 de diciembre de 1993, fue una especie de "service pack" para el sistema operativo de Windows 3.1, lanzado por Microsoft.

21. Motherboard: es una tarjeta de circuito impreso a la que se conectan las demás partes de la computadora. Tiene instalados una serie de circuitos integrados, entre los que se encuentra el chipset, que sirve como centro de conexión entre el procesador, la memoria RAM, los buses de expansión y otros dispositivos.

22. 80386: Es un microprocesador CISC con arquitectura x86 lanzado por Intel el 16 de octubre de 1985.

23. Key Interface: Una frontera común entre los módulos del sistema que proporciona acceso a datos críticos, material de información, o servicios, y / o es de gran interés debido al rápido cambio tecnológico, un alto índice de fracaso, o alto precio de los módulos conectados

24. Protector de pantalla: Un protector de pantalla es un programa de ordenador diseñado para conservar la calidad de imagen del monitor, dejando imágenes en movimiento cuando la computadora no está siendo usada. Así, si no se pulsa ninguna tecla ni se mueve el ratón en un período preestablecido, el protector de pantalla entra en acción.

25. Paquete de datos: Un paquete de datos es una unidad fundamental de transporte de información en todas las redes de computadoras modernas.

26. LAN: Una red de área local, red local o LAN (del inglés local area network) es la interconexión de varias computadoras y periféricos.

27. Ring Indicator: es una señal de control que existe en un cable de comunicación serial RS-232, que conecta una computadora con un MODEM. La señal la envía el MODEM a la computadora, típicamente por el pin 9 de el puerto serial DB-9.

28.Hewlett-Packard:Hewlett-Packard (NYSE: HPQ), también conocida como HP, es una de las mayores empresas de tecnologías de la información del mundo, con sede en Palo Alto, California. Fabrica y comercializa hardware y software además de brindar servicios de asistencia relacionados con la informática

29.Phoenix:Phoenix Technologies Ltd (NASDAQ: PTEC) es un creador de software para BIOS de computadores.

30.Toshiba:Toshiba (Tōshiba, 東芝?) es una compañía japonesa dedicada a la manufactura de aparatos eléctricos y electrónicos cuya sede está en Tokio

31.Servidor:un servidor es una computadora que, formando parte de una red, provee servicios a otras computadoras denominadas clientes.

32.API:Una interfaz de programación de aplicaciones o API (del inglés application programming interface) es el conjunto de funciones y procedimientos (o métodos, en la programación orientada a objetos) que ofrece cierta biblioteca para ser utilizado por otro software como una capa de abstracción. Son usados generalmente en las bibliotecas.

33.PNPBIOS: Los BIOS mas modernos son los denominados PnP BIOS o PnP-aware BIOS. Lo que significa que están previstos para manejar el estándar PnP "Plug and Play" de Microsoft (enchufar y usar). Una tecnología que permite a un equipo identificar cualquier dispositivo hardware que se conecte, y signarle los recursos necesarios sin que existan conflictos con el resto.

34.MPS(Multi Processing Support): Esta característica es aplicable únicamente a las placas base multiprocesador, ya que especifica la versión de la especificación de multiprocesador (MPS) que el placa base va a utilizar. El MPS es una especificación en la que los fabricantes de PC diseñar y construir sistemas de arquitectura Intel con dos o más procesadores.

35.Plug and Play: Plug-and-play (conocida también por su abreviatura PnP) es la tecnología que permite a un dispositivo informático ser conectado a un ordenador sin tener que configurar (mediante jumpers o software específico (no controladores) proporcionado por el fabricante) ni proporcionar parámetros a sus controladores. Para que sea posible, el sistema operativo con el que funciona el ordenador debe tener soporte para dicho dispositivo.

36.Thinkpad: Thinkpad es una marca de computadoras portables Laptops originalmente diseñada, manufacturada y vendida por IBM. Desde el año 2005, la Thinkpad ha sido manufacturada y promocionada por Lenovo, que compro la division de computadoras personales de IBM.

Bibliografía

APM BIOS INTERFACE SPECIFICATION REVISION 1.2.
<http://download.microsoft.com/download/1/6/1/161ba512-40e2-4cc9-843a-923143f3456c/APMV12.rtf>

POWER MANAGEMENT HISTORY AND MOTIVATION.
http://www.intel.com/intelpress/samples/PPM_chapter.pdf

TOSHIBA

http://es.computers.toshiba-europe.com/innovation/download_whitepaper.jsp?service=ES&WHITEPAPER_ID=0000000d23

<http://mediatools.cs.ucl.ac.uk/nets/runes-lippert/browser/6lowpan-linux/arch/x86/boot/apm.c>

<http://www.delorie.com/djgpp/doc/rbinter/ix/15/53.html>

http://lxr.free-electrons.com/source/include/linux/apm_bios.h

<http://manpages.ubuntu.com/manpages/jaunty/man4/apm.4freebsd.html>

<http://rswiki.csie.org/lxr/http/source/drivers/char/apm-emulation.c>

http://rswiki.csie.org/lxr/http/source/arch/x86/kernel/apm_32.c#L1284

<http://bochs.sourceforge.net/cgi-bin/lxr/source/bios/apmbios.S>

<http://zator.com/Hardware/H4.htm>

http://es.wikipedia.org/wiki/Protector_de_pantalla

<http://www.neoteo.com/historia-de-microsoft-windows-parte-1.neo>

http://www.worldlingo.com/ma/enwiki/es/Instruction_prefetch

<http://www.epa.gov/espanol/sobreepa.htm#whoweare>

http://www.energystar.gov/index.cfm?c=about.ab_history

http://www.thinkwiki.org/wiki/APM_vs._ACPI

<http://www.acpi.info/>

Keywords

Driver APM, BIOS, SODIUM, Shutdown, Full On, Suspend, Standby.