



CENTRO DE ESTUDIOS FINANCIEROS

VIRIATO, 52	28010 MADRID	914 44 49 20
PONZANO, 15	28010 MADRID	914 44 49 20
G. DE GRÀCIA, 171	08012 BARCELONA	934 15 09 88
ALBORAYA, 23	46010 VALENCIA	963 61 41 99

www.cef.es

info@cef.es

Índice Tema 3

Introducción.

1. Concepto de mantenimiento del hardware.
 - 1.1. Conceptos asociados a la periodicidad del mantenimiento.
2. Tipos de mantenimiento del hardware.
 - 2.1. El mantenimiento correctivo.
 - 2.2. El mantenimiento preventivo.
 - 2.3. El mantenimiento perfectivo.
 - 2.4. El mantenimiento adaptativo.
3. Políticas y estrategias de mantenimiento del hardware.
 - 3.1. Políticas de elección del prestador de servicios de mantenimiento.
 - 3.2. Políticas en función de la naturaleza de los servicios a contratar.
4. El mantenimiento de las instalaciones.
 - 4.1. Edificio.
 - 4.2. Acondicionamiento de aire y refrigeración de agua.
 - 4.3. Instalaciones y equipos eléctricos.
 - 4.4. Seguridad y control.
 - 4.5. Prevención de incendios.
5. Normativa básica aplicable al mantenimiento del hardware.
6. Monitorización y gestión de la capacidad.
 - 6.1. Factores a considerar en la gestión de la capacidad.
 - 6.2. Metodologías de planificación de la capacidad.



CENTRO DE ESTUDIOS FINANCIEROS

VIRIATO, 52	28010 MADRID	914 44 49 20
PONZANO, 15	28010 MADRID	914 44 49 20
G. DE GRÀCIA, 171	08012 BARCELONA	934 15 09 88
ALBORAYA, 23	46010 VALENCIA	963 61 41 99

www.cef.es

info@cef.es

TEMA 3

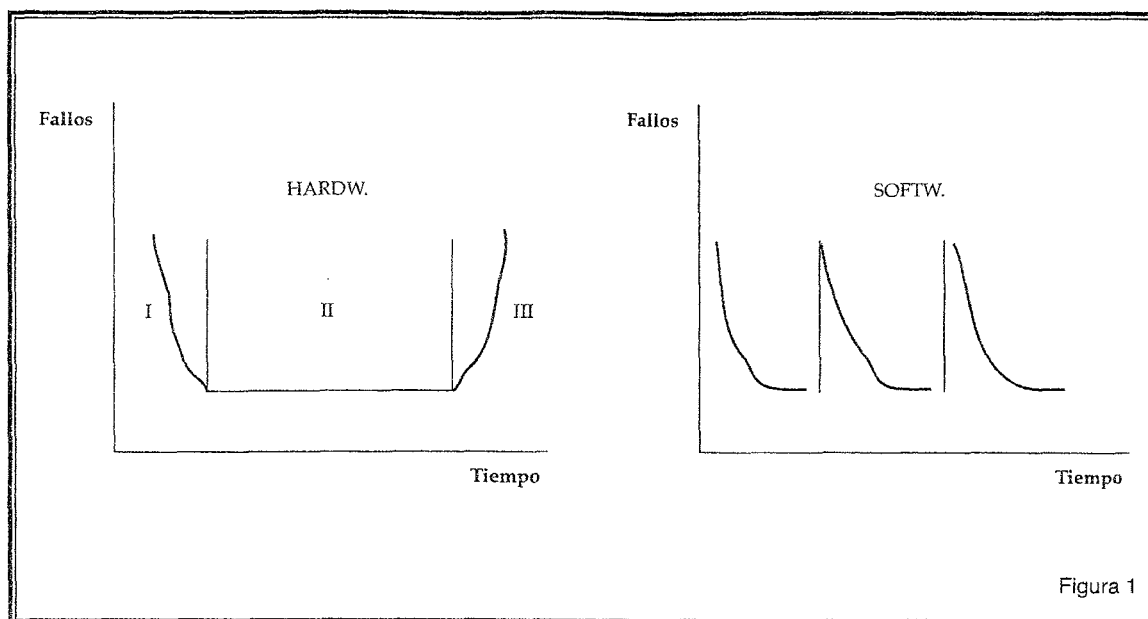
Prácticas de mantenimiento de equipos e instalaciones. Mantenimiento preventivo, correctivo y perfectivo. Monitorización y gestión de la capacidad.

INTRODUCCIÓN.

Un sistema informático, es decir, el conjunto de elementos que hacen posible el tratamiento automático de la información, está constituido por:

- El componente físico o hardware, que proporciona la capacidad de proceso del sistema y la interface con el mundo exterior.
- El componente lógico o software, esto es, el conjunto integrado por las instrucciones o programas que cuando se ejecutan suministran la función y el comportamiento deseado, las estructuras de datos, que facilitan a los programas la manipulación adecuada de la información, y los documentos, que describen la operación y el uso de los programas.
- Y el componente humano, formado por las personas que participan en la dirección, diseño, desarrollo, implantación y explotación del sistema informático.

El software es un elemento lógico, inmaterial, intangible, al contrario del hardware, que es un elemento físico, material y tangible. El software se desarrolla, en muchos casos, a medida, mientras que el hardware se fabrica, generalmente ensamblando componentes. Sin embargo, ambos elementos se deterioran con el paso del tiempo y es necesario realizar unas tareas de mantenimiento. Este hecho puede comprobarse analizando las «curvas Fallos-Tiempo» del hardware y del software, que muestra la figura, en las que se puede observar lo siguiente:



- En la curva del hardware, que tiene forma de bañera, se observa que se producen muchos fallos al principio de su vida como consecuencia del ajuste y ensamblaje de los componentes que lo integran. Estos fallos van disminuyendo con el tiempo (zona I) hasta estabilizarse durante un largo período en el que el elemento hardware funciona con normalidad (zona II). Con el paso del tiempo, los componentes físicos que constituyen el hardware sufren el inevitable proceso de deterioro y desgaste natural, el hardware entra en período de obsolescencia y los fallos comienzan a crecer. Es el momento de pensar en su sustitución (zona III).
- Por su parte, en la curva del software se observa que al principio de su vida los fallos son numerosos como consecuencia de los distintos errores que se pueden cometer en su desarrollo. Llega un momento en que concluida la tarea de mantenimiento correctivo, el software es aceptado y funciona sin errores apreciables, es decir, con normalidad. Ahora bien, el software es un elemento vivo que tiene que satisfacer las necesidades de los usuarios, esto es, que es susceptible de modificaciones (mantenimiento adaptativo y mantenimiento aumentativo), las cuales, por implicar nuevos desarrollos, conllevan la aparición de nuevos errores que habrán de ser corregidos hasta llegar nuevamente a la aceptación de ese software. Dicho en otras palabras, el mantenimiento del software hace que continuamente nos encontremos en la dinámica repetitiva «fallos-corrección-aceptación».

El objeto de este tema es estudiar el mantenimiento del elemento hardware. Para ello, la primera finalidad será comprender en qué consiste el mantenimiento del hardware, qué características deben asociarse al mismo, qué tipos de mantenimiento se pueden distinguir y entender y diferenciar cada uno de ellos (mantenimiento correctivo, preventivo, perfectivo y adaptativo).

Dado que el mantenimiento supone un alto coste para las organizaciones, la segunda finalidad será exponer y analizar distintas políticas y estrategias para el mantenimiento del hardware. En concreto se estudiarán las referentes a la elección del prestador de los servicios de mantenimiento y las referentes a la naturaleza de los servicios de mantenimiento a contratar.

Los equipos informáticos se encuentran ubicados en los Centros de Proceso de Datos (CPD). Un mantenimiento adecuado de las instalaciones repercutirá directamente en el mantenimiento de los

equipos en ellas instalados. Por tanto, la tercera finalidad de este tema será estudiar las medidas de mantenimiento preventivo que deben efectuarse en las instalaciones (edificio, acondicionamiento de aire y refrigeración, equipos eléctricos, prevención de incendios, etc.) a fin de evitar incidentes y fallos.

Finalmente, puesto que la situación más habitual es que los servicios de mantenimiento se contraten externamente, nos referiremos a la normativa aplicable al mantenimiento de hardware en las Administraciones Públicas.

Por otra parte, dado que entre los distintos tipos de mantenimiento del hardware, el mantenimiento perfectivo hace referencia a los cambios que debe sufrir el equipo, básicamente las ampliaciones de la capacidad del sistema informático, para aumentar su nivel de servicio, parece claro que el mantenimiento perfectivo puede ser planificado siempre que se planifique y gestione adecuadamente la capacidad de los sistemas informáticos.

A estos efectos, el último objetivo de este tema será llegar a comprender en qué consiste la planificación y gestión de la capacidad, su necesidad e importancia, qué factores hay que considerar para gestionar adecuadamente la capacidad y qué parámetros, asociados con esos factores, hay que monitorizar para una planificación, gestión y seguimiento adecuados de la capacidad. Finalmente se enumerarán algunos métodos para la planificación de la capacidad.

1. CONCEPTO DE MANTENIMIENTO DEL HARDWARE.

Según el Diccionario de la Real Academia de la Lengua, el concepto mantenimiento hace referencia al «efecto de conservar una cosa en su ser; darle vigor y permanencia». Por tanto, debemos entender el concepto de mantenimiento del hardware como «el conjunto de acciones encaminadas a conseguir que el equipamiento físico (hardware) esté en condiciones de interoperar correctamente con el equipamiento lógico (software) correspondiente y, por tanto, ser utilizado y explotado para los fines a que se destina». A su vez, el concepto de mantenimiento debe tener una finalidad secundaria que es alargar la vida útil del equipo.

Entre las muchas características que deben ser tenidas en cuenta al plantear una política de servicios de mantenimiento determinada cabe destacar las siguientes:

1. Temporalidad. Las acciones de mantenimiento deben ser continuas en el tiempo. Aun cuando las acciones correctivas por fallos en el funcionamiento del equipo sean de carácter aleatorio y esporádico, existen otra serie de medidas cuyo cumplimiento debe ser periódico. Incluso, las buenas prácticas de utilización del equipo por parte del usuario pueden y deben ser consideradas acciones de mantenimiento.
2. Aleatoriedad. Esta característica se asocia principalmente al mantenimiento debido a averías o fallos en el funcionamiento básico del equipo. La propia aleatoriedad de estos fallos hace que dichas acciones no puedan ser previstas, máxime teniendo en cuenta que el MTBF (Tiempo medio entre fallos) de los distintos componentes del equipo presentan un margen de error importante que se propaga al considerar el conjunto ensamblado de componentes. No obstante, gran parte de los equipos incorporan tanto elementos de diagnóstico preventivo (habitualmente implementado en base a software) como técnicas de redundancia para evitar la inoperatividad de los mismos.
3. Disponibilidad. El conjunto de acciones de mantenimiento está orientado a aumentar la disponibilidad del hardware para lo cual éstas deben encaminarse a evitar paradas de los sistemas

mediante medidas preventivas y, en el caso de producirse estas paradas a reducir al máximo el tiempo de inoperatividad de los equipos, es decir, se trata de reducir el tiempo medio hasta la reparación -MTTR- (Main Time to Repair).

4. Seguridad. El concepto de mantenimiento debe entenderse también desde la misma perspectiva que cualquier otro tipo de seguro cuya cobertura incluye una serie de contingencias básicas y, por otra parte, aporta una serie de servicios adicionales al propio servicio básico.

Ante la eventualidad de una avería una vez concurrido el período de garantía y el posible elevado coste de reparación, el usuario debe optar por contratar un seguro o cobertura de riesgo. En este sentido, y al igual que ocurre en otros contratos de esta naturaleza, las empresas prestadoras del servicio habitualmente incluyen cláusulas que eximen su responsabilidad cuando la avería o deterioro haya sido debido a una situación catastrófica.

5. Calidad. Cuando se contrata cualquier suministro o cualquier servicio, la calidad es una característica esencial que debe ser exigida. En el caso del mantenimiento del hardware los elementos principales intervinientes sobre los cuales se debe exigir y controlar la calidad son tres: el elemento humano, los procedimientos establecidos y las piezas o repuestos de sustitución para solventar la avería.

En el primer caso, se debe exigir que los técnicos sean cualificados y dispongan de la formación suficiente para realizar el servicio. En el segundo caso deberemos asegurarnos que la metodología, los procedimientos de seguimiento y control y las herramientas de ayuda a la resolución de problemas, así como la cobertura geográfica y funcional de la empresa prestadora del servicio es la adecuada; y, por último, en relación con el tercero de los elementos, debemos asegurarnos de la calidad de los recambios utilizados en la reparación de averías.

1.1. CONCEPTOS ASOCIADOS A LA PERIODICIDAD DEL MANTENIMIENTO.

En relación con la periodicidad con que se realizan las diversas acciones de mantenimiento del hardware, es importante considerar los siguientes conceptos:

- Tiempo de respuesta. Es el tiempo que transcurre desde la comunicación de la incidencia hasta que la persona o equipo de mantenimiento se pone en disposición de resolverla.
- Tiempo de reparación. Es el tiempo transcurrido entre la notificación de la incidencia y la restitución del elemento al funcionamiento normal. Normalmente se utiliza como medida de la calidad del servicio de mantenimiento el tiempo medio de reparación -MTTR o Mean Time To Repair- desde la presencia de la alarma, contando desplazamientos del personal y la duración de la reparación de la unidad averiada.
- Tiempo máximo de parada por revisión. Es el período máximo que pueden durar las paradas de revisión incluidas en un mantenimiento preventivo.
- Tiempo medio entre averías. Es el período medio comprendido entre dos fallos consecutivos que, si es menor al estipulado, obligará a la empresa contratista a alguna compensación. Normalmente el tiempo medio entre averías -MTBF o Mean Time Between Failures- es usado como una medida de calidad de equipos.

- Tiempo mínimo garantizado de disponibilidad en un período T (TGD). Es el tiempo garantizado de equipo plenamente operativo, durante el período T que se acuerde. Deberá ser superior al período T menos la suma de todos los tiempos de reparación en que hayan incurrido los equipos en dicho período T; en caso contrario habrá penalización, cuyo cálculo debe especificarse en el contrato. El mismo concepto, pero a la inversa, es el de Tiempo Máximo de Inactividad en un período T (TMI), que se usa frecuentemente.

2. TIPOS DE MANTENIMIENTO DEL HARDWARE.

Si atendemos al lugar en que se prestan los servicios de mantenimiento, se pueden distinguir dos tipos de mantenimiento: el «in site» y el «on site».

- Mantenimiento «in site». Es aquel tipo de mantenimiento en el que el servicio se realiza directamente en el lugar donde se encuentra ubicado el equipo, desplazándose para ello tanto el personal técnico necesario, las herramientas de diagnóstico y reparación y los suministros precisos para solventar la avería.

Habitualmente, los contratos de servicios de mantenimiento hacen uso de esta opción, si bien, en caso de que no fuese posible la reparación *in situ* se prevé la posibilidad de retirar el equipo para su reparación en las instalaciones del prestador de servicios sustituyendo temporalmente el equipo por otro de similar funcionalidad.

- Mantenimiento «on site». Es aquel tipo de mantenimiento en el que el servicio se realiza en las instalaciones del prestador del mismo siendo habitualmente responsabilidad del cliente el transporte y posterior retirada del equipo de dichas instalaciones. Este tipo de cobertura está asociada normalmente a la informática doméstica o a pequeñas empresas con un reducido parque de equipos y que en base a este tipo de cobertura evitan que el coste del servicio sea superior.

Por otra parte, atendiendo a las diversas causas que motivan la necesidad del mantenimiento del hardware, se pueden establecer los siguientes tipos de mantenimiento:

- Mantenimiento correctivo.
- Mantenimiento preventivo.
- Mantenimiento perfectivo.
- Mantenimiento adaptativo.

A continuación se estudia cada uno de ellos.

2.1. EL MANTENIMIENTO CORRECTIVO.

El mantenimiento correctivo tiene por finalidad solucionar las averías que impiden el perfecto funcionamiento del equipo, considerando éste como el conjunto de elementos hardware integrados en el mismo o aquellos otros accesorios u opcionales que complementan la funcionalidad del mismo.

Debido a la aleatoriedad con que pueden aparecer los fallos en el funcionamiento del equipo, las acciones de mantenimiento correctivo es difícil preverlas.

Habitualmente, las averías se resuelven con cambio de componentes, por lo cual, el contrato de prestación de servicios de mantenimiento deberá especificar si los componentes deben ser originales o pueden utilizarse componentes compatibles; además, deberá especificarse en el contrato si se permite la reparación de un componente cuando ello sea posible. Generalmente, debido a la propia complejidad técnica de los componentes o dispositivos, resulta más barato cambiarlo que tratar de repararlo.

En el caso de que la organización realice el automantenimiento de sus equipos, lo que es relativamente frecuente en el caso de la microinformática (ordenadores personales, impresoras de puesto, etc.) deberá disponer de ciertas piezas de recambio tales como: fuentes de alimentación, discos duros, disqueteras, ratones, teclados, monitores, etc.

2.2. EL MANTENIMIENTO PREVENTIVO.

El mantenimiento preventivo tiene por objeto adelantarse al deterioro de los equipos como consecuencia del uso y del paso del tiempo, y reducir el riesgo de aparición de averías.

Es un mantenimiento que se realiza con carácter periódico y que básicamente consiste en realizar las operaciones indicadas en las especificaciones del fabricante de cada uno de los equipos, al objeto de prolongar su vida útil y reducir el riesgo de averías.

Puesto que el mantenimiento preventivo afecta a la vida del equipo, además de realizar las operaciones prescritas por el fabricante, es muy importante considerar una serie de factores de entorno que inciden en mayor o menor medida en este tipo de mantenimiento. Algunos de estos factores son:

- La ubicación del equipo. Esto es, tenerlo correctamente ventilado, no tenerlo con un exceso de calor o de frío, evitar los humos, evitar colocarlo cerca de materiales magnéticos y cerca de fuentes de vibración, mantener el entorno limpio y libre de polvo, etc.
- La temperatura del equipo. Los componentes electrónicos consumen corriente y por tanto, terminan por calentarse. Si la temperatura se eleva considerablemente habrá muchas posibilidades de que algún componente deje de funcionar bien.
- La humedad. Un exceso de humedad puede dañar el equipo ya que fomenta la condensación y ésta puede causar la oxidación de los contactos eléctricos haciendo que éstos sean poco fiables.
- La electricidad estática. Aunque estas descargas son inofensivas para las personas, pueden dañar la memoria del ordenador. Algunos generadores de electricidad estática son: la piel humana, el vidrio, la lana, el algodón, el nylon, la seda, el aluminio, el plomo, etc.
- Los problemas relacionados con la corriente eléctrica, tales como los picos de voltaje o las fluctuaciones de la línea, los cuales pueden causar el deterioro de la memoria e incluso la caída del sistema.

2.3. EL MANTENIMIENTO PERFECTIVO.

El mantenimiento perfectivo es consecuencia de los cambios introducidos más allá del alcance y objetivos iniciales del sistema, por lo que normalmente deberán llevarse a cabo a través de un contrato específico. En el caso del hardware o equipo físico, las modificaciones relacionadas con este concepto son las ampliaciones del equipo, bien sean de memoria, capacidad, etc., para aumentar su nivel de servicio. Generalmente estas modificaciones se llevan a cabo a través de contratos de suministro, no de servicios de mantenimiento.

2.4. EL MANTENIMIENTO ADAPTATIVO.

El mantenimiento adaptativo es el realizado como consecuencia de los cambios producidos en el entorno de operación en el que se haya implantado el sistema, tales como la introducción de nuevas plataformas físicas, cambios de sistema operativo, nuevas versiones del equipo lógico de base, etc. En el caso de mantenimiento de equipo físico, podemos considerar como ejemplo un cambio en las líneas de comunicación que implique la modificación de tarjetas de comunicaciones en los sistemas.

3. POLÍTICAS Y ESTRATEGIAS DE MANTENIMIENTO DEL HARDWARE.

Para establecer la política de mantenimiento del hardware de una organización será preciso tener en cuenta: la naturaleza y dimensión del parque a mantener, la concurrencia de prestadores de servicios de mantenimiento para dichos equipos, la criticidad de los equipos a mantener, el conjunto de servicios que se precisan y, como consecuencia de la consideración de los parámetros anteriores, el coste de cada una de las opciones anteriores.

3.1. POLÍTICAS DE ELECCIÓN DEL PRESTADOR DE SERVICIOS DE MANTENIMIENTO.

Por lo que respecta a las estrategias a seguir en cuanto la elección del prestador de los servicios de mantenimiento del hardware, se pueden considerar las siguientes opciones:

A) Mantenimiento por personal interno a la organización.

La importante cuantía de los gastos de mantenimiento está llevando paulatinamente a las organizaciones a buscar vías de ahorro en este campo. Una de las opciones más claras es la del automantenimiento, para lo cual se necesita disponer de una estructura de personal y funcionamiento adecuada.

Aunque esta tendencia afecta sobre todo al mantenimiento de equipo lógico desarrollado a medida, existen organizaciones que tienen personal especializado en grandes sistemas físicos, microinformática, etc.

La decisión de cambio del mantenimiento contratado externamente hacia la realización interna del mantenimiento se suele tomar cuando el volumen de incidencias es tal que resulta más rentable tener una suborganización propia. Esta suborganización no tiene por qué afectar a todos los sistemas de la organización. Los responsables deben tener en cuenta no sólo la necesidad de disponer de personal, material, talleres, espacio físico, etc., sino también la necesidad de una formación continua en nuevos sistemas para el personal de mantenimiento. No obstante, dado que los costes de mantenimiento están asociados a economías de escalas tanto en

aprovisionamiento de repuestos como en rentabilidad del personal técnico asignado al servicio, es difícil que una organización privada pueda competir con una empresa dedicada en exclusiva a prestar estos servicios.

El ámbito en que se está imponiendo más el automantenimiento es el de la microinformática (ordenadores personales, impresoras y equipamiento asociado a las redes locales) en el cual, conjuntamente con otra serie de acciones estratégicas puede ser rentable el mantener un equipo humano y una infraestructura para realizar el mantenimiento de equipos, máxime si la concentración geográfica de los equipos es elevada.

B) Mantenimiento con empresas de servicios mantenimiento multifabricante o TPM (Third Party Maintenance).

La extensión alcanzada por la microinformática y la informática media, junto con la aplicación de estándares oficiales y *de facto*, ha permitido la creación de empresas formadas por personal experimentado de los grandes fabricantes. La aparición de estas empresas en el sector, muchas de ellas multiservicios al incluir diferentes opciones de equipo físico, lógico, auditorías, diagnósticos, etc., ha ocasionado, por una parte, que incluso fabricantes con una estructura potente de servicios de mantenimiento hayan evolucionado hacia la prestación de servicios multifabricante perfeccionando aún más el mercado, y por otra, al aumentar la masa crítica de usuarios, una disminución de precios.

Por contra, esta concurrencia obliga a la parte contratante a ser mucho más cauta al establecer los términos del contrato puesto que las empresas TPM pueden tener dificultad para acceder a repuestos, información técnica o formación de su propio personal, aspectos estos que pueden redundar en una pérdida de calidad de servicio.

C) Mantenimiento con fabricante o suministrador original.

Existen dos situaciones claras en las que se puede proceder a optar por este tipo de política:

1. Cuando por la naturaleza del equipo y su especificidad técnica no sea factible o pudiera resultar excesivamente gravoso o arriesgado el mantenimiento por parte de un tercero (caso de equipos propietarios).
2. Cuando el suministrador original ofrece un período de garantía que permita considerar cubierto el servicio de mantenimiento durante la vida útil del equipo.

El período de garantía es el plazo de tiempo prefijado conjuntamente con el suministro del equipo físico en el que el suministrador del mismo asume las tareas de mantenimiento en caso de avería; habitualmente las acciones a que se compromete el suministrador original durante el período de garantía son las propias de un mantenimiento correctivo si bien en ciertas ocasiones en el período de garantía es dilatado en el tiempo se deben considerar otros tipos de mantenimiento u acciones que se consideren necesarias.

Un equipo propietario es aquel que está basado en una tecnología cuyos aspectos fundamentales y/o diferenciadores solamente son obtenibles de un único fabricante, o bien aquel que por razones comerciales sólo pueden adquirirse, mantenerse y actualizarse a través de la red comercial de un único fabricante. Este tipo de situación, afortunadamente cada vez menos frecuente, presenta como desventajas fundamentales el que acompaña gran cantidad de otros productos, las tarifas de compra son más elevadas, los servicios de mantenimiento son cuasi-obligados y, en definitiva, un mayor coste que el que supone un producto abierto.

El mantenimiento de equipos propietarios suele regirse por contratos escalados en servicio, de forma que el cliente escoge el nivel que requiere dentro de sus disponibilidades económicas. Los conceptos relacionados con este tipo de mantenimiento «a la carta» del equipo propietario se incluyen junto al contrato de suministro inicial, por lo que se recomienda prestar especial atención al firmar el contrato de suministro el fijar igualmente las condiciones de mantenimiento y el precio del mismo una vez concluido el período de garantía.

El segundo de los supuestos planteados recoge la tendencia actual a ofrecer equipos con un período de garantía amplio. La tecnología actual hace que la vida útil del equipo sea muy elevada dado que la calidad de sus componentes también lo es, lo que redundaría en que el número de averías sea reducido en un primer período dilatado de tiempo. Si a esto se añade que el período de amortización de los equipos informáticos se ha reducido por dos razones fundamentales como son la reducción de los costes de adquisición y la rápida obsolescencia tecnológica de los equipos, los fabricantes se plantean ofrecer equipos con períodos de garantía amplios coincidentes con los plazos de renovación tecnológica de los mismos evitando así la concurrencia de empresas dedicadas a prestar servicios de mantenimiento multifabricante (TPM's).

Aunque lo cierto es que el mantenimiento a que se refiere la garantía se reduce exclusivamente a acciones de tipo correctivo, esta política permite a las organizaciones reducir los costes de mantenimiento, si bien puede suponer un incremento de costes de inversión.

3.2. POLÍTICAS EN FUNCIÓN DE LA NATURALEZA DE LOS SERVICIOS A CONTRATAR.

Por lo que respecta a las estrategias a seguir en cuanto la naturaleza de los servicios de mantenimiento del hardware a contratar, se pueden considerar las siguientes opciones:

A) Mantenimiento integral.

Este planteamiento consiste en contratar los servicios de mantenimiento en base a un canon fijo por cada equipo a mantener. Habitualmente cubre el mantenimiento correctivo, preventivo y parcialmente el mantenimiento perfectivo (p.e. la actualización de microcódigo). Presenta la ventaja de prefijar con exactitud tanto los servicios y condiciones en que éstos se prestarán como el coste asociado a los mismos lo cual permite una planificación más eficiente tanto de acciones preventivas y perfectivas como de presupuestación del servicio.

B) Mantenimiento por llamada.

En este caso la contratación de los servicios de mantenimiento se establece sobre la base de una facturación por incidencia o avería en la cual se repercuten gastos de desplazamiento, dedicación del personal técnico de mantenimiento y repuestos asociados a la reparación.

Esta opción presenta la ventaja de que en parques tecnológicamente actualizados el ahorro que se produce por el bajo índice de averías es importante respecto al pago de un canon fijo por equipo; por contra, presenta el inconveniente de ceñirse exclusivamente al mantenimiento correctivo y, en su caso, perfectivo, y la dificultad de presupuestar el servicio salvo en el caso que se disponga de datos históricos fidedignos de comportamiento del parque. Este tipo de política de mantenimiento está asociada a parques de equipos actualizados y en los cuales la criticidad de los mismos no sea elevada, por ejemplo, puestos de trabajo e impresoras de puesto que pueden ser fácilmente sustituibles y en los cuales la incidencia únicamente deja fuera de servicio a un usuario final y no a un número elevado de ellos.

4. EL MANTENIMIENTO DE LAS INSTALACIONES.

El mantenimiento de las instalaciones se refiere al mantenimiento de la infraestructura física del CPD y comprende aquellas tareas conducentes a la actualización, mejora o prevención de situaciones anómalas, ya fuesen puntuales o periódicas.

El conjunto de las tareas de mantenimiento, su alcance, las personas responsables de las mismas, la forma de actuación y de resolver las incidencias, etc., deberán estar definidas o formar parte del Plan Operativo del CPD o del Plan de Seguridad o Contingencias. Estos documentos deben detallar, entre otras cosas, la seguridad de las instalaciones, los procedimientos concretos, las responsabilidades individuales, y las medidas correctivas cuya finalidad sea reducir los daños una vez ocasionado un incidente.

Las medidas de mantenimiento de las instalaciones o de la infraestructura física del CPD pueden clasificarse, en función de su naturaleza, en preventivas (para evitar incidentes y fallos) o correctivas (una vez producido un incidente limitar su efecto y restituir el nivel de servicio), o en función de su periodicidad en periódicas, también conocidas como rutinarias o programadas (las que se realizan con frecuencia regular) o puntuales.

Las principales acciones concretas de mantenimiento preventivo de las instalaciones que deben considerarse, según el tipo de infraestructura del CPD, son las siguientes:

4.1. EDIFICIO.

El edificio es el primer elemento que conforma el «continente» del CPD y del resto de las instalaciones, así como del equipamiento informático principal y auxiliar. Su funcionalidad principal es ajustarse a la función a desarrollar en su interior, aportando la protección necesaria contra las inclemencias exteriores, anulando o minimizando su efecto, y evitando la interferencia de otras instalaciones.

Dentro de las medidas de mantenimiento del edificio deben considerarse aquellas cuyo objetivo fundamental sea evitar procesos patológicos que puedan incidir en la funcionalidad del recinto, e incluso, de ser necesario, la rehabilitación del edificio para evitar el envejecimiento prematuro. A modo de ejemplo se pueden mencionar:

- Adecuación de las construcciones a la normativa vigente, en especial a las medidas pasivas de protección contra incendios y la adecuación de salidas de emergencia.
- Adecuación a las nuevas tecnologías y materiales de construcción que aporten resistencia al fuego.
- Distribución de salas o almacenes separando los usos por riesgos.
- Frecuencia del servicio de limpieza, etc.

4.2. ACONDICIONAMIENTO DE AIRE Y REFRIGERACIÓN DE AGUA.

Tanto las instalaciones de acondicionamiento del aire como las de refrigeración por agua tienen por finalidad asegurar unas condiciones medioambientales de temperatura y humedad idóneas para el correcto funcionamiento de los equipos para el tratamiento de la información, y para asegurar el confort de las personas.

Las medidas de mantenimiento de las instalaciones de acondicionamiento de aire y refrigeración tienen por objeto evitar vicios ocultos que puedan incidir en la funcionalidad de las instalaciones y en los equipos a que éstas prestan servicio, y de ser necesario llegar a la rehabilitación parcial o la sustitución total de las instalaciones para asegurar el nivel de funcionalidad requerido. A modo de ejemplo se pueden mencionar:

- Adecuación de las instalaciones a la normativa vigente.
- Frecuencia de las revisiones periódicas de los sistemas de acondicionamiento de aire y refrigeración.
- Acciones preventivas a realizar en cada una de las revisiones; por ejemplo, sustitución de filtros, limpieza de conductos, estado y fiabilidad de termostatos y otros aparatos de medición, etc.

4.3. INSTALACIONES Y EQUIPOS ELÉCTRICOS.

La instalación de suministro eléctrico constituye tanto la fuente de energía para los propios equipos informáticos, como para el resto de las instalaciones de la infraestructura del CPD. El suministro eléctrico externo se obtiene con la conexión a la red de un proveedor eléctrico, y se supone que el suministrador asegurará el fluido eléctrico necesario para atender a la demanda del CPD, manteniendo los parámetros constantes (tensión y frecuencia), para cualquier estado de carga posible.

El suministro eléctrico interno es el que se obtiene con medios propios, pero sólo para suplir la demanda de fluido cuando se produce una anomalía en el suministro externo. Una vez detectado el corte del suministro externo, la puesta en marcha de estos equipos debe ser lo más rápida posible (décimas de segundos) para no interferir con el funcionamiento de los equipos informáticos. Básicamente los equipos de suministro interno se pueden agrupar en dos tipos: los de generación, conocidos como unidades electrógenas y los de almacenamiento temporal, conocidos como sistemas de alimentación ininterrumpida (SAI, o por su acrónimo inglés UPS).

Las medidas de mantenimiento de las instalaciones de suministro y de los equipos eléctricos tienen como objetivo fundamental evitar carencias de flujo eléctrico directamente imputables a las partes de la instalación, que de producirse incidirían en la funcionalidad de los equipos a que éstas alimentan, así como asegurar la operatividad de los equipos. A modo de ejemplo se pueden mencionar:

- Adecuación de la instalación a normativa vigente.
- Frecuencia de las revisiones periódicas de los equipos eléctricos.
- Controles permanentes y rutinarios de los parámetros básicos del suministro externo (tensión, corriente, factor de potencia), de la carga de baterías, del calentamiento de conductores por corrientes excesivas, etc.
- Acciones preventivas a realizar en cada una de las revisiones; por ejemplo, estado del equipo electrógeno y nivel del combustible, sustitución de las baterías agotadas, estado de los aislamientos y conducciones, etc.

4.4. SEGURIDAD Y CONTROL.

Las instalaciones para asegurar el acceso controlado de personas autorizadas al recinto del CPD se pueden dividir en las orientadas al control de accesos y del perímetro del edificio, y las que controlan la presencia de los ocupantes (personal, visitas, etc.) en las distintas dependencias.

El sistema más generalizado para controlar los accesos restringidos es que las personas autorizadas cuenten con un pase que las identifique como tales, desde una simple tarjeta identificativa con su fotografía, a una «tarjeta inteligente» que incorpore datos biométricos (voz, huella digital, retina, etc.). El control de los accesos se puede apoyar en la vigilancia por circuito cerrado de televisión (CCTV), sobre todo cuando no se pueden cubrir todas las entradas o el perímetro con vigilancia visual directa. El sistema utilizado para el control de acceso puede establecer la duración de la estancia en el edificio de cada una de las personas que pasaron un punto de control, en cuyo caso se denomina control de presencia.

Dentro de las medidas de mantenimiento de las instalaciones de seguridad y control deben señalarse aquellas cuyo objetivo fundamental sea evitar situaciones que puedan poner en peligro la seguridad global de las instalaciones, de los equipos a que éstas prestan servicio, y de la integridad física del personal del CPD. A modo de ejemplo se pueden mencionar:

- Actualización de las normas de acceso general al CPD y procedimientos de autorización de accesos a los diferentes locales.
- Central de alarmas y turnos y ruedas de vigilancia.
- Almacenamiento de las grabaciones de los CCTV de seguridad.
- Frecuencia de las revisiones periódicas de los equipos físicos de seguridad.
- Acciones preventivas a realizar en cada una de las revisiones; por ejemplo, estado de las cámaras, lectores de tarjetas de control de presencia, etc.
- Plan de evacuación ante emergencias del personal.

4.5. PREVENCIÓN DE INCENDIOS.

En las instalaciones de detección y extinción de incendios se diferencian los equipos encargados de la detección de situaciones de riesgo de incendio, de las propias instalaciones para la extinción e incendios ya declarados, aunque las primeras puedan llegar a formar parte de las segundas. En el diseño del edificio se deben tener presentes una serie de recomendaciones generales de medidas preventivas pasivas, a las que debería sumarse el uso de materiales de construcción para la partición o el revestimiento de los locales que aporten resistencia al fuego, y que en caso de combustión no emanen gases tóxicos. En toda instalación de seguridad contra incendios deberá existir un equilibrio entre el riesgo a asumir (coste de reconstrucción) y la seguridad a obtener (coste de las medidas preventivas).

Los sistemas de detección se basan en la detección de la elevación de la temperatura, la presencia de humos o gases, y en la indicación de situaciones de alarmas, para tomar las medidas de actuación establecidas, ya sea para minimizar los posibles daños, para evitar la propagación del siniestro, y para su extinción.

Los sistemas de extinción actúan sobre los elementos que intervienen en el fuego atacando el calor (enfriamiento) o inhibiendo el oxígeno (sofocación) en la combustión. Los sistemas que actúan por enfriamiento utilizan el agua como agente para la extinción. Los sistemas que actúan por sofocación utilizan gases o compuestos químicos inertes (espumas o polvos) como agente para la inhibición de la combustión.

Dentro de las medidas de mantenimiento de las instalaciones de detección y extinción de incendios deben señalarse aquellas cuyo objetivo fundamental será evitar vicios ocultos que puedan incidir en la funcionalidad de las instalaciones y en los equipos a que éstas prestan servicio, que eviten la puesta en servicio ante situaciones de riesgo, y de ser necesario llegar a la rehabilitación parcial o a la sustitución total de las instalaciones para asegurar el nivel de seguridad requerido. A modo de ejemplo se pueden mencionar:

- Adecuación de las instalaciones a la normativa vigente, por ejemplo, la sustitución de los sistemas de extinción basados en gas Halón por otros de dióxido de carbono, instalación de detectores de humo de alta sensibilidad, etc.
- Puesta en práctica del plan contra incendios (simulacros de incendio y evacuación del edificio, formación del personal, etc.).
- Frecuencia de las revisiones periódicas de los sistemas de detección y extinción de incendios y otras acciones preventivas, etc.

5. NORMATIVA BÁSICA APLICABLE AL MANTENIMIENTO DEL HARDWARE.

Con el fin de enmarcar la normativa aplicable al mantenimiento de hardware en las Administraciones Públicas nos ceñiremos a la situación más habitual en la que los servicios de mantenimiento no se realizan con medios propios.

La norma básica de referencia es el Texto Refundido de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas (TRLCAP) que de forma concreta enmarca los contratos de servicios de mantenimiento.

El TRLCAP dispone la necesidad de establecer en el pliego de cláusulas administrativas particulares los criterios que servirán de base para la adjudicación del concurso así como la ponderación en orden decreciente de importancia de los mismos. A modo orientativo, señalaremos los criterios más habituales utilizados para la valoración de procedimientos de licitación de servicios de mantenimiento hardware. Distinguiremos entre servicios exigibles, éstos a su vez clasificados en exclusivamente exigibles o exigibles en un mínimo y posteriormente valorables, y servicios colaterales o complementarios exclusivamente valorables.

A efectos de un contrato de servicio de mantenimiento del hardware se consideran Servicios Básicos exclusivamente exigibles los siguientes:

- El mantenimiento correctivo.
- La disponibilidad de repuestos. El licitante deberá garantizar, la previsión y disponibilidad de cualquier clase de repuesto necesario para el mantenimiento objeto de contrato. Habitualmente se exige además que dichos repuestos sean originales y que las piezas sustituidas podrán quedar en poder del prestador del servicio si la Administración no las reclama.

- Equipo alternativo temporal. En el caso que la reparación de una avería no pueda realizarse en el plazo establecido, el licitante se compromete a la sustitución temporal del equipo afectado por otro de similares características que ofrezca al usuario la misma funcionalidad.
- Mantenimiento perfectivo. El prestador estará obligado a prestar este servicio de carácter aperiódico en aquellos equipos que precisen la actualización del nivel de ingeniería (micro-código).
- Baja definitiva de equipos. El prestador está obligado a aceptar la baja de equipos desinstalados siempre y cuando ésta se produzca con un preaviso.
- Plan de mantenimiento. El prestador del servicio deberá presentar un Plan de Mantenimiento en el que se incluya la descripción y el calendario de las revisiones preventivas, los procedimientos de gestión de incidencias e intervenciones, el equipo técnico dedicado al proyecto y en particular el jefe de proyecto así como la información de control y seguimiento y de medidas de calidad de servicio que se aportarán periódicamente.

Asimismo, dentro de los Servicios Básicos, se consideran Criterios exigibles y posteriormente valorables los siguientes:

- Tiempo de respuesta. El pliego establecerá un tiempo de respuesta mínimo dependiendo de la criticidad de los equipos.
- Tiempo de reparación. Se establecerá con la misma formulación que el tiempo de respuesta.
- Mantenimiento preventivo. Se establecerá una periodicidad máxima con la que debe realizarse el mantenimiento preventivo en función de la naturaleza, criticidad y estipulaciones técnicas que establezca el fabricante del equipo.
- Horario de servicio. El adjudicatario estará obligado a contemplar un determinado horario de servicio mínimo que dependerá de la naturaleza, criticidad y ubicación de los equipos a mantener.
- Cobertura geográfica. Con el fin de asegurar un nivel mínimo de calidad de servicio, el gestor o contratista, en el caso de un parque disperso geográficamente, debe exigir una cobertura geográfica mínima de centros de servicio técnico y de almacenes de repuestos.
- Personal técnico destacado en la instalación. En el caso de una concentración importante de equipos, puede proceder el solicitar un personal técnico mínimo destacado en el centro del contratista.

Sobre estos criterios el pliego recoge una exigencia mínima a cumplir, valorando el exceso o defecto sobre lo solicitado. Dado que se consideran criterios de selección básicos deben ser especialmente valorados.

Por último, los servicios adicionales que un gestor puede plantear y valorar al contratar un servicio de mantenimiento integral deben ser conexos o colaterales al servicio básico y serán de distinta naturaleza en función de la problemática que plantee el parque a mantener y las necesidades de la organización. A modo orientativo se señalan alguno de estos servicios adicionales:

- Bonificación. Reducción sobre el canon de mantenimiento que el licitante está dispuesto a asumir según un escalado de averías computadas en un período determinado.
- Incremento de parque asistido. Incremento del parque que el licitador está dispuesto a asumir sin coste adicional.
- Gestión de equipos en garantía. Este criterio pretende trasladar al prestador de servicios de mantenimiento la gestión de incidencias que atañen a equipos en garantía provenientes de distintos fabricantes y/o adquisiciones.
- Almacenaje temporal de equipos. Prestación dirigida a facilitar a la organización la reubicación de equipos mediante el almacenaje temporal de los mismos para su revisión, limpieza y posterior reenvío.
- Traslado de equipos. Prestación dirigida a facilitar a la organización la reubicación de equipos mediante su traslado.
- Aportación de fungibles. Prestación que habilita al licitante a ofertar fungibles relacionados con el equipamiento objeto de mantenimiento sin coste adicional.
- Retirada de fungibles. Prestación destinada a la retirada de fungibles sin coste adicional bien para su destrucción o reciclado.

6. MONITORIZACIÓN Y GESTIÓN DE LA CAPACIDAD.

Decíamos al comienzo que el mantenimiento del hardware se puede entender como el conjunto de acciones encaminadas a conseguir que el equipamiento físico (hardware) esté en condiciones de interoperar correctamente con el equipamiento lógico (software) correspondiente y, por tanto, ser utilizado y explotado para los fines a que se destina; y que a su vez tiene una finalidad secundaria que es alargar la vida útil del equipo.

Entre los distintos tipos de mantenimiento del hardware, el mantenimiento perfectivo hace referencia a los cambios que debe sufrir el equipo, básicamente las ampliaciones de la capacidad del sistema informático, para aumentar su nivel de servicio.

El mantenimiento perfectivo puede ser planificado siempre que se planifique y gestione adecuadamente la capacidad de los sistemas informáticos.

La planificación de la capacidad de los sistemas informáticos puede definirse como un proceso sistemático que tiene por objeto identificar y predecir el conjunto de recursos físicos y lógicos que serán necesarios para atender la carga de trabajo esperada en el futuro. Es decir, la planificación de la capacidad determina los recursos que son necesarios para suministrar a los usuarios del sistema informático el nivel de servicio requerido, tanto actual como futuro.

La planificación de la capacidad debe comprender, corregir y controlar todo aquello que desvirtúe la operación correcta del sistema y, por tanto, está muy relacionada con muchas de las funciones de la gestión de las instalaciones, como, por ejemplo, el rendimiento, la explotación, los cambios, la recuperación, la seguridad, etc.

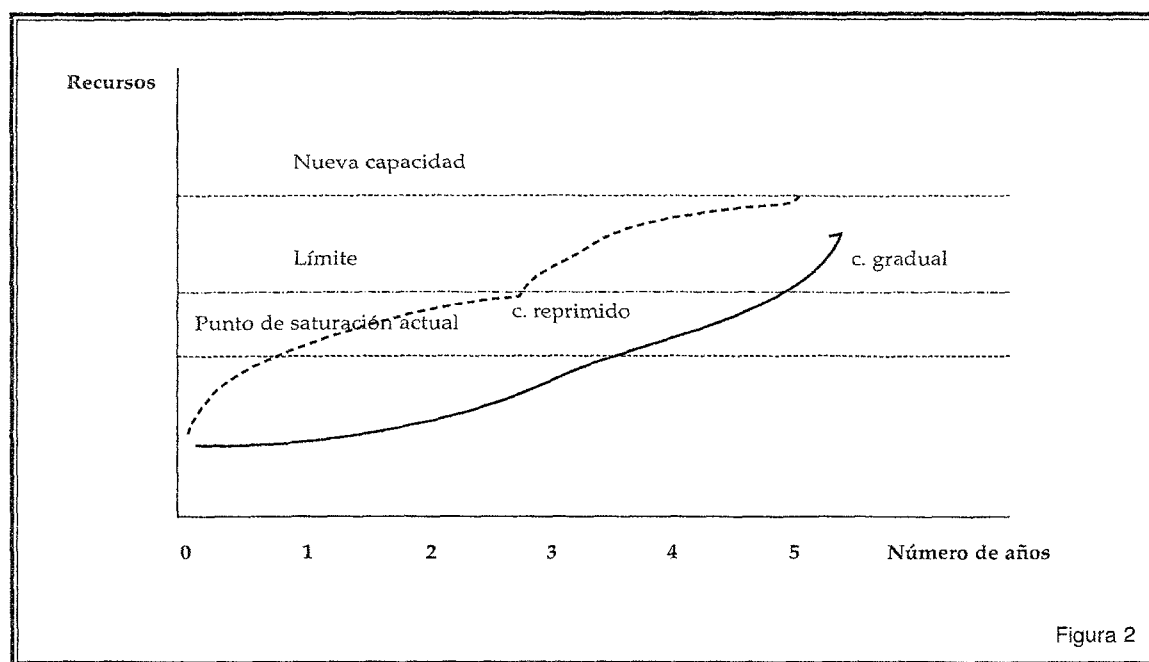
En definitiva, la planificación de la capacidad de un sistema debe proporcionar:

- Una visión ordenada del sistema.
- Información de la carga actual, así como medidas del rendimiento actual y del consumo de recursos.
- Una proyección de la carga futura y una predicción del rendimiento esperado.
- Una evaluación de las configuraciones futuras.

Lo que implica monitorizar y gestionar adecuadamente la capacidad del sistema.

Debido a la rápida evolución de la Informática y las tendencias de crecimiento que se apuntan en el proceso de datos, la planificación de la capacidad de los sistemas es necesaria y muy importante. Además, a efectos de las adquisiciones de bienes y servicios informáticos, una correcta planificación de la capacidad permitirá efectuar un buen análisis de necesidades, lo que conlleva una clara y completa especificación de las características técnico-funcionales de lo que se precisa adquirir.

Para planificar adecuadamente la capacidad de los sistemas informáticos y por tanto, el mantenimiento perfectivo, hay que adoptar soluciones globales. La planificación debe encaminarse al logro de un crecimiento evolutivo del sistema, evitando situaciones en las que la carga de trabajo se vea frenada por haberse llegado al límite de los recursos (crecimiento reprimido), y evitando también así, el crecimiento no gradual del sistema consecuencia de la «demanda latente».¹



¹ Cuando después de un crecimiento reprimido se amplían los recursos se produce una demanda latente, que es el trabajo que estaba frenado por falta de recursos, lo que da lugar a un crecimiento no gradual. La demanda latente es la base de dos leyes fundamentales en el proceso de datos:

- «La carga de trabajo se expande hasta ocupar la capacidad existente».
- «No existe nunca suficiente espacio en disco».

6.1. FACTORES A CONSIDERAR EN LA GESTIÓN DE LA CAPACIDAD.

En la gestión (planificación) de la capacidad de un sistema se han de tener en cuenta los siguientes factores:

- A) Las características de la carga de trabajo.
- B) La utilización de los recursos.
- C) El comportamiento del hardware y el software del sistema.
- D) Los requisitos de servicio al usuario.

Veamos cada uno de ellos.

- A) Características de la carga de trabajo.

Para analizar las características de la carga de trabajo en el sistema actual hay que determinar:

- El reparto del trabajo a lo largo del día, a efectos de establecer el origen y el volumen de los puntos de carga.
- Los requisitos de los trabajos a realizar (la relación de transacciones por minuto, la relación de paginación, la utilización de los distintos recursos, el tiempo de respuesta, etc.).

Para ello, es necesario disponer de algunas magnitudes que caractericen la carga de trabajo del sistema y monitorizarlas. Las más importantes son:

- Tiempo de CPU por trabajo. Es función del número de instrucciones a ejecutar y del volumen de datos procesado.
- Número de operaciones de E/S por trabajo.
- Frecuencia de llegada de trabajos. Es el número de peticiones de servicio por unidad de tiempo.
- Localidad de las referencias. Es el tiempo en que todas las referencias a memoria hechas por un trabajo permanecen dentro de una página o segmento.
- Memoria necesaria.
- Número de usuarios simultáneos.

- B) Utilización de los recursos.

Otro factor a tener en cuenta en la planificación de la capacidad es comprender la utilización de cada subsistema (recurso) mediante una serie de medidas.

Cuando se planifica el uso de recursos es necesario calcular, para cada grupo de dispositivos, unos márgenes de rendimiento y de capacidad razonables. Este margen de seguridad se determina evaluando la capacidad óptima y haciendo una estimación razonable de la capacidad práctica. La capacidad de un recurso se suele determinar en función del tiempo de respuesta a una solicitud de servicio. (T de respuesta = T de servicio del recurso + T de espera).

C) Comportamiento del sistema.

El comportamiento del sistema se evalúa mediante un conjunto de parámetros, algunos de los cuales hacen referencia al comportamiento del hardware y el software del sistema y otros, a cómo ve el usuario el comportamiento del sistema respecto a él.

Los parámetros más utilizados que habrán de monitorizarse son los siguientes:

- Throughput. Es la cantidad de trabajo útil ejecutado por unidad de tiempo, en un entorno de carga determinado. Se mide en transacciones / seg. y determina la productividad del sistema.
- Capacidad. Es la máxima cantidad de trabajo útil que se puede ejecutar por unidad de tiempo. Determina la productividad máxima del sistema.
- Turnaround. Es el tiempo que tarda en procesarse un solo programa. Determina el tiempo de proceso y es un parámetro contrapuesto al throughput.
- Tiempo de respuesta. Es el tiempo transcurrido entre la petición de un trabajo o de una transacción y la recepción del resultado.
- Overhead. Es el porcentaje de tiempo en el que los distintos dispositivos del sistema están siendo utilizados en tareas del sistema no imputables directamente a ningún trabajo en curso.
- Frecuencia de swapping. Es el número de programas sacados de memoria por unidad de tiempo, a causa de la falta de espacio o para reorganizar la memoria.
- Tamaño del quantum. Es la cantidad de tiempo de uso ininterrumpido de la CPU que un sistema de tiempo compartido asigna a los diferentes trabajos.

D) Los requisitos de servicio al usuario.

Como ya se indicó anteriormente, la función primordial de la planificación de la capacidad es determinar el nivel de servicio, tanto actual como futuro, requerido por los usuarios del sistema informático. Esto ha de ser lo primero, y en base a ello, se determinarán los recursos necesarios al efecto.

6.2. METODOLOGÍAS DE PLANIFICACIÓN DE LA CAPACIDAD.

Las metodologías utilizadas para planificar la capacidad de los sistemas informáticos las podemos agrupar de la siguiente forma:

1. Reglas basadas en la experiencia.

2. Métodos analíticos.

- Proyección lineal.
- Teoría de colas.

3. Simulaciones.

4. Benchmarkas.

Veamos brevemente cada una de ellas.

1. Reglas basadas en la experiencia.

Son reglas generales basadas en la experiencia, en las características particulares de equipos o productos y en mediciones efectuadas en situaciones «típicas». Aunque sirven de ayuda y complementan a las demás metodologías, tienen el inconveniente de que no son sensibles a casos particulares.

2. Métodos analíticos.

Se basan en reglas matemáticas o estadísticas. Los más importantes son la proyección lineal y la teoría de colas.

- La proyección lineal es válida cuando se trata de planificar fenómenos que tienen un comportamiento lineal, como por ejemplo, las proyecciones de la CPU. Consiste en aplicar una simple «regla de tres».

Por ejemplo, si un sistema tiene 15.000 transacciones en hora punta con un consumo de CPU del 40 por 100, el consumo de CPU para 30.000 transacciones será, lógicamente el 80 por 100.

- La teoría de colas se basa en las distribuciones probabilísticas de Erlang y Poisson. Se aplica a fenómenos de espera como, por ejemplo, el tiempo de respuesta.

Utiliza la expresión: $Tr = Ts / (1 - p)$

Donde Tr es el tiempo de respuesta, Ts es el tiempo de servicio y p es el tiempo de utilización del recurso. A la expresión $1/(1 - p)$ se le llama Tiempo de cola (Tq).

Por ejemplo, si un sistema tiene 18.000 transacciones en hora punta con un promedio de uso de la CPU de 100 mseg. por transacción, el tiempo de respuesta de la CPU para 27.000 transacciones será:

$$18.000 \text{ trs/h} = 18.000 \text{ trs}/3.600 \text{ seg} = 5 \text{ trs/seg.}$$

$$p = 100 \text{ mseg/trs} (= 0,1 \text{ seg/trs}) \times 5 \text{ trs} = 0,5 \text{ seg.}$$

$$Tr = Ts / (1 - p) = 0,1 / (1 - 0,5) = 0,2 \text{ seg} = 200 \text{ mseg.}$$

Para 27.000 trs/h \rightarrow 7,5 trs/seg.

$p = 0,1 \times 7,5 = 0,75$ seg y entonces $Tr = 0,1 / 1 - 0,75 = 0,4$ seg = 400 mseg.

3. Simulaciones.

Esta metodología se basa en utilizar programas para simular la realidad. Se aplica a los fenómenos de espera y tiene la ventaja de que puede resolver problemas complicados de manera más fácil que la teoría de colas, pero puede llegar a consumir una gran cantidad de recursos.

4. Benchmarks.

Esta metodología se usa para comparar diferentes sistemas informáticos frente a una carga característica de una instalación concreta. La dificultad de este método radica en la determinación de la carga característica y en la valoración del aprovechamiento que hacen los programas de las peculiaridades de los distintos software utilizados.

BIBLIOGRAFÍA

- Temario de las pruebas selectivas para el acceso, por promoción interna, al Cuerpo de Gestión de Sistemas e Informática de la Administración del Estado. Ministerio para las Administraciones Públicas.
- Temario de las pruebas selectivas para ingreso en el Cuerpo Superior de Sistemas y Tecnologías de la Información de la Administración del Estado. ASTIC.
- Configuración, actualización y mantenimiento del software y hardware de un PC. José A. CABALLAR. Ed Ra-Ma.
- Real Decreto Legislativo 2/2000, de 16 de junio, por el que se aprueba el Texto Refundido de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas. Boletín Oficial del Estado número 148, de 21 de junio de 2000.
- Guía para la Gestión de Contratos de las Administraciones Públicas. Intervención General de la Administración del Estado.

