

**METODOLOGIES PER A L'AVAUACIO DEL
RENDIMENT DELS ORDINADORS**

**Ramon Puigjaner i Trepal
de la Facultat d'Informàtica de Barcelona**

1. INTRODUCCIO

L'avaluació del rendiment dels ordinadors, en termes sencills, es la mesura de com un software determinat està utilitzant el hardware amb una combinació de programes determinada.

Ara bé, les eines que es poden fer servir per a aquestes mesures varien segons que aquesta avaluació es vulgui fer abans de tenir l'ordinador o bé un cop ja instal·lat i també del nivell de detall i de profunditat que volguem que tingui la nostra avaluació.

Evidentment els objectius de l'avaluació del rendiment son diferents si la fem abans o després d'instal·lar l'ordinador.

En el primer cas l'objectiu es de determinar si un ordinador concret es capaç de portar a terme una tasca especificada en un temps pre-establert fent que els diferents elements que componen el sistema assoleixin nivells d'utilització convenients. Les conseqüences que se'n poden treure fan referència a:

- nivells d'utilització de cada element.
- temps de resposta en el cas de transaccions de temps real.
- temps en el que s'executa la tasca especificada en el cas de programes batch.
- dimensions de les cues que es poden produir i, en conseqüència, de les àrees tampó.
- etc.

En el segon cas en que es prenen mesures directament sobre l'ordinador sotmés a la càrrega real i el seu objectiu es, a partir de las informacions estadístiques recopilades, tractar de millorar el rendiment, recomanant canvis en la combinació de treballs, en l'estructura del software i, inclús, en l'estructura del hardware, reconfigurant els elements que estiguin més saturats.

2. AVALUACIO ABANS DE LA INSTAL·LACIO

En aquest apartat agrupem tots aquells mètodes per als que no cal disposar del sistema, el rendiment del qual es vol avaluar. Son mètodes que es fan servir quan o bé l'ordinador no està encara instal·lat o quan els programes que s'han d'executar no estan tots o una part d'ells posats a punt.

Entre els mètodes principals hi han els que s'exposen a continuació.

2.1. Mix

Els mix son mètodes de mesura del rendiment intern dels ordinadors. Els fabricants i els usuaris els empran com a medi de comparar les unitats centrals de procés.

Hi ha dos grans grups de mix:

- Mix d'instruccions, que son la suma dels temps d'execució de les instruccions, ponderats per les seves freqüències d'aparició.
- Mix de problemes que son la suma dels temps d'execució de cada funció, ponderats per les seves freqüències d'aparició en cada aplicació.

L'inconvenient principal que presenten els mix es el seu caràcter alhora massa general i massa simplista, ja que es proven massa pocs problemes o instruccions, no es té en compte ni la llargada de les

posicions de memòria ni la de les instruccions, no es considera el tractament de les entrades/sortides i no es té en compte el software associat al hardware.

Per intentar de paliar aquests inconvenients s'han anat especialitzant en funció no tant sol del caràcter genèric sino de l'específic de l'aplicació que es vulgui avaluar sobre un ordinador concret.

En resum, es tracta de mètodes senzills que ens donen una idea de la capacitat de càlcul de la CPU.

2.2. Els Kernels

Els programes kernel generalitzen aquests procediments al nivell de funcions completes que intervenen amb freqüència en totes les aplicacions.

Aquests programes poden intentar de valorar el comportament d'un ordinador en front d'un problema típic (classificació) o poden tractar de caracteritzar la càrrega normal d'una instal·lació (benchmarks).

Aquests mètodes tracten, doncs, d'avaluar el rendiment d'un ordinador de forma global. El principal inconvenient es que venen afectats en gran manera per la qualitat del programador i pel nivell en que s'aprofitin les peculiaritats del sistema operatiu.

2.3. Models matemàtics

Tambè es pot tractar d'avaluar el comportament d'un ordinador mitjançant estudis matemàtics, que pendran en molts casos, dades i elements de comparació de la literatura.

Els elements matemàtics mes freqüentment emprats son:

- models de regressió estadística.
- Models de cues d'espera.

A partir de recopilacions estadístiques es poden fer estimacions del compartiment futur d'un sistema o de parts mercès a hipòtesis complementaries que cal validar (independència de les variables aleatòries, estacionaritat del temps de servei i dels temps entre arribades, comprobacions de les distribucions, marges de confiança, etc.).

La principal virtut d'aquests mètodes es la seva facilitat per a obtenir resultats sempre i quan el sistema real tingui un model matemàtic capaç d'ésser tractat matemàticament, lo que en molts casos no es cert, ja sigui per imprecisions del model o per impossibilitat de tractament matemàtic.

2.4. Simulació

Moltes vegades els models d'aconteixements discrets que no son possibles de tractar analíticament es possible de fer-ho per simulació. En aquests models els aconteixements es poden considerar com a punts de transició entre operacions o activitats.

Per al tractament d'aquests models podem fer servir llenguatges de programació que podem agrupar en tres famílies:

- Llenguatges de programació d'ús general.
- Llenguatges generals de simulació.
- Llenguatges de simulació especialitzats.

En general permeten créar models inclús abans de l'existència de la màquina que si es té cura d'ajustar-lo a posteriori pot ser una eina utilíssima de planificació de l'explotació i de previsió de configuracions futures.

2.4.1. Simulació mitjançant llenguatges d'ús general

Poc o molt, practicamente s'han emprat tots els llenguatges d'ús dins de l'àmbit científic, essent, pot ser, el més freqüent el FORTRAN.

En general, l'ús d'aquesta mena de llenguatges exigei un esforç notable de concepció i de programació, car es necessita mantenir un relotge, generar nombres aleatoris, manipular llistes, tenir compte del

funcionament paral·lel de l'ordinador etc. Per tot això, l'ús d'aquests llenguatges no més es justifica en projectes molt importants on el temps d'execució i l'execució en diferents màquines siguin aspectes a considerar.

2.4.2. Llenguatges generals de simulació

Els llenguatges generals de simulació de sistemes a aconteixements discrets apareixeren al llarg de la història de la informàtica com a extensions dels llenguatges de programació ja existents o com a llenguatges autònoms. Tant els uns com els altres s'han fet servir per a simular sistemes informàtics.

A títol informatiu i no complet s'han fet servir: GPSS (General Purpose Systems Simulator), Simscript, Simula, Gasp, etc.

2.4.3. Llenguatges de simulació especialitzats

Els llenguatges especialitzats en la simulació de sistemes informàtics han sortit, en molts casos, com una extensió i complement dels llenguatges generals de simulació. Com exemples es poden citar el CSS (computer system simulation) extensió del GPSS i l'ECSS (extendable computer system simulation) creat a partir del Simscript.

A més a més existeixen altres productes software que permeten d'avaluar el comportament tècnic i econòmic d'un sistema informàtic sotmés a aplicacions determinades.

La seva organització consisteix en posar a disposició de l'encarregat d'avaluar el sistema informàtic, un conjunt de macroinstruccions d'anàlisi i modelització per a establir les característiques del sistema informàtic i de les aplicacions. Normalment es disposa d'un arxiu de característiques de hardware i software per a facilitar el seu ús. El principal inconvenient que presenten són les càrreges de temps de màquina que solen ser força grans per a obtenir resultats operatius.

3. AVALUACIO D'UNA INSTAL·LACIO EXISTENT

L'objectiu de l'avaluació del rendiment d'una instal·lació existent es el d'identificar les àrees de problemes de manera que es puguin prendre accions per a corregir-los. Els problemes del hardware són més fàcils de localitzar i resoldre ja que es poden mesurar els nivells d'utilització i concurrència. Els problemes de software són més complexos ja que inclouen diverses àrees: el sistema operatiu, el software d'ajuda i les aplicacions de l'usuari.

Les eines principals de que es disposa per a prendre mesures són els monitors hardware i software i a un nivell inferior els sistemes de comptabilitat dels sistemes operatius.

3.1. Sistemes de comptabilitat

La forma bàsica d'avaluar el rendiment d'un ordinador es a partir de les dades recollides pel sistema de comptabilitat que incorpora normalment qualsevol sistema operatiu.

Els treballs fan servir per a la seva execució els diferents recursos del sistema en quantitats diferents i durant temps diversos. Dades com les quantitats de memòria principal i auxiliar ocupades, els temps d'execució i d'ús de la CPU, els accessos a perifèrics etc., són mesures elementals que recollides pel sistema operatiu poden servir d'entrada per a fer una avaluació rudimentària del rendiment, a part de la seva finalitat primària de servir de base per a una eventual facturació dels serveis.

L'eficiència dels programes pot determinar-se classificant i resumint dades que posin de manifest l'ús dels recursos i les tècniques de programació ineficaces, com factors de bloqueig petits i obertures d'arxiu innecessàries.

L'eficiència del sistema pot establir-se classificant les dades per a construir el perfil de la càrrega al llarg d'un temps determinat. Això pot fer-se analitzant la localització dels arxius d'accés directe de cada treball, la càrrega del canal, l'ús de les cintes per cada treball i els temps dedicats al sistema i els d'espera.

La fiabilitat del hardware i el software pot establir-se analitzant les dades per a trobar els problemes fatals del hardware (que provoquen la parada del sistema (complet), els parcials (que provoquen la falla d'un element) i els transitoris (que el mateix software s'encarrega de recuperar). Per al software es possible comprovar els acabaments anormals tant dels programes d'usuari com del sistema.

A més a més i com objectiu principal, els sistemes de comptabilitat tenen la missió de permetre facturar els treballs realitzats per als usuaris en funció de l'ús tant de la unitat central (CPU i memòria) com dels dispositius perifèrics (espai i accessos a disc, cintes, línies impreses, tarjes llegides, etc.).

3.2. Monitors software

Un monitor software es un programa d'aplicació de prioritat elevada que resideix a la memòria o que està afegit al sistema operatiu. Quan està funcionant, la principal funció del monitor software es recopilar informació dels canvis d'estat del sistema i amagatzamar-la per a una anàlisi posterior. La informació la treu de les taules internes del sistema opeatiu, dels blocs de control, dels registre d'estat, etc. De tot això es dedueix que, com en el cas dels sistemes de comptabilitat, hi han rutines que recopilen la informació i que son les residents, per a que després d'altres la puguin tractar.

Bàsicament hi ha dues menes de monitors software:

- el que actua condicionat pels aconteixements
- el que actua condicionat pel temps.

però els condicionaments generals comuns a ambdós son:

- la integritat del sistema.
- la sobrecàrrega.

Els monitors software posan dos problemes potencials al funcionament normal del sistema ordinador. L'un es la possibilitat que un error del monitor afecti al sistema operatiu o als programes de l'usuari, ja que degut a la seva actuació, en molts casos no pot respectar el sistema normal de seguretat del sistema. L'altre problema que pot provocar l'elevada prioritat del monitor es que pot retardar l'aparició d'aconteixements tals com les interrupcions. En molts casos, les interrupcions han d'esperar per a rebre el servei que demanen; en altres, no obstant, depenen del temps i no més poden esperar un temps curt abans de perdre-les (per exemple una àrea tampó de sortida en la que s'hi escriu abans d'haber-la buidada). Cal dons equilibrar la prioritat assignada entre les dades explorades i la integritat del sistema.

L'altre aspecte a considerar es el de la sobrecàrrega, no tant sol d'ús de la CPU sino també d'ocupació de memòria durant tot l'estudi, la qual cosa pot presentar problemes especialment en sistemes molt carregats. La sobrecàrrega de la CPU pot representar fins un 10 % i l'ocupació de memòria entre 10 i 60 milers de caràcters.

3.2.1. Tipus de monitors software

3.2.1.1. Monitors condicionats pel temps

Aquest tipus de monitors es un mostrejador periòdic que s'actua a intervals especificats per l'usuari mercès a estímuls proporcionats pel relotge del sistema.

Quan el monitor adquireix l'ús de la CPU, registra informació referent a l'estat dels diferents components del sistema. Es tracta dons d'una eina subjecta a la teoria del mostreig, es a dir que si mostregem un procés de forma aleatòria, però prou sovint, podem tenir una imatge prou acurada del procés complet. Darrera hi ha, doncs, tota la teoria estadística del mostreig y de l'estimació.

Els monitors condicionats pel temps poden tenir dos enfoc. El primer es el que recull informació dels components del sistema es a dir es un monitor del sistema. El segon es un monitor dels programes d'usuari que, evidentment, cal especificar per a que els analitzi. A no ser que tinguin l'opció de recullir informació de tots els programes, pot ésser un peix que es mosegui la cua ja que, en molt casos, el que volem saber mitjançant un monitor software es quins son els programes que cal analitzar.

Els monitors software condicionants pel temps tènen dos punts febles principals que no tenen els monitor hardware i que els monitors software condicionats pels aconteixements tenen a un nivell menys greu. El primer es que el monitor ha d'esperar per a obtenir la CPU, malgrat que sigui el moment de fer la mostra, si hi ha altres programes més prioritaris que esperan la CPU. Evidentment, això afecta a l'aleatorietat del mostreig i disminueix la qualitat de les dades recopilades.

El segon punt feble es que el monitor ha d'esperar a que el sistema operatiu acabi les seves tasques abans d'obtenir el control, la qual cosa fa que sovint es "vegi" el programa problema en estat d'interrupció. Si a l'acabar les rutines del sistema operatiu, el monitor obté el control abans de restaurar l'estat del programa problema, el temps d'espera que es registrarà serà més gran. En conseqüència, es subestima la

utilització de la CPU per part del sistema operatiu mentre que es sobrestima la del programa problema.

3.2.1.2. Monitors condicionants pels aconteixements

Aquests monitors normalment estan relacionats amb el sistema operatiu, rebent control de la CPU a un nivell molt bàsic. Degut a la primacia de control, aquests monitors han d'estar totalment nets d'errors i d'ésser estables abans d'utilitzar-los.

A més a més, s'ha de minimitzar el temps d'utilització de la CPU per a evitar la pèrdua d'altres interrupcions més ràpides.

On és la diferència de procés dels monitors condicionats pels aconteixements amb el dels condicionats pel temps? La diferència està en que aquests monitors captan quasi totes les aparicions de l'aconteixement que s'està estudiant. Per exemple, suposem que estem tractant de mesurar la freqüència de les diferents requisicions al sistema operatiu. El monitor condicionat pels aconteixements obtindrà control a cada interrupció i incrementarà els comptadors corresponents. Si se'n produeixen tres en seqüència, el monitor les registrarà totes tres. Per altra banda, el monitor condicionat pel temps no més obtindrà control al final de la tercera i no podrà comptar les dues primeres.

3.2.2. Tipus de mesures

Hi ha moltes formes d'emprar les dades recopilades pels monitors software. Els punts principals que considerem són:

- Avaluació de la utilització dels components.
- Anàlisi de la capacitat.
- Seguiment dels resultats dels canvis.
- Preparació de benchmarks.

Abans d'entrar en els aspectes específics, es convenient revisar els fonaments de la preparació de les activitats de mesura amb un monitor software.

El primer pas es el d'obtenir un esquema detallat de la configuració actual del hardware. L'esquema ha d'incloure les adresses dels dispositius; dispositius especials, posició dels volums permanents, espais de treball i biblioteques de programes. Totes aquestes dades acostumen a ser-ho d'entrada per al monitor i faciliten la interpretació dels resultats de sortida.

El segon pas es el determinar els llenguatges de programació dels programes. Aquesta informació es valuosa, ja que sovint hi ha una relació forta entre el llenguatge emprat i l'estat del sistema (programes COBOL, molta I/O; programes FORTRAN, molta CPU).

En tercer lloc, cal obtenir informació tant detallada com sigui possible dels conjunts de dades mes feixugament utilitzats (biblioteques del sistema, per exemple).

Però, per sobre de tot això, cal estar segur que el període durant el que connectem el monitor software sigui representatiu de la càrrega de treball processada.

3.2.2.1. Utilització dels components

Molts sistemes permeten que els treballs tinguin bloquejats recursos inclús quan no fan servir la CPU durant llargs períodes. Al permetre això, el sistema està impedit que d'altres treballs es puguin executar. El resultat es un desperdici de recursos i la disminució del fluxe de treballs.

Per tant, el monitor ha de descobrir la forma d'utilitzar els components del sistema efectuant mesures i analitzant la utilització tant del hardware com del software. La utilització del hardware es pot fer amb mesures molt directes com poden ser els percentatges d'utilització de la CPU o dels canals.

La utilització del software ha de fer referència tant al sistema operatiu com als programes d'usuari. La utilització del sistema operatiu cal discutir-la, evidentment, per a un de concret, però sempre caldrà estudiar l'ús que es fa dels mòduls del supervisor tant residents com transitoris.

Ja que un dels punts d'interès es la determinació de recursos retinguts innecessàriament durant un cert temps, s'ha d'examinar la causa d'aquesta espera. Els estats normals d'espera són els d'un treball en memòria que espera utilitzar la CPU o el d'un treball amb els perifèrics assignats que està esperant memòria. Per a determinar la mena d'espera, es podria examinar cada programa individualment. Aquest enfoc, no obstant, fa perdre la concurrència necessària per a tenir una visió de conjunt del sistema.

Un altre enfoc es el de fer servir el monitor software per a examinar la informació de l'estat del sistema per a proporcionar un quadre general del que passa en el sistema. Exemples de les mesures que cal fer son:

- moviments dels caps dels discos.
- estat d'espera
- nivell de multiprogramació

Els moviments dels caps dels discos donen idea de la qualitat de l'organització dels dispositius d'accés directe. Per exemple, una relació elevada entre els temps de moviment de braç i de transferència pot indicar que l'arxiu s'ha de reorganitzar o que hi han masses arxius en el mateix volum o bé que es un arxiu d'accés a l'atzar on no es pot fer cap millora. Però l'aspecte important es que el monitor software ens pot posar de manifest les possibles àrees de problemes per a que l'usuari les analitzi.

Respecte l'estat d'espera no interessa tant conèixer el temps que el sistema espera a que s'acabi com saber que més està passant en el sistema mentre un programa determinat està esperant. Si un programa deixa la CPU en espera per a tractar una I/O, però hi ha un altre programa que pot fer servir la CPU, aleshores aquesta espera no es crítica.

Aquest solapament es realment l'essència de la multiprogramació.

El nivell de multiprogramació es la relació de temps entre el que trigarian executant-se l'un darrera l'altre i el que trigan executant-se en multiprogramació.

Els monitors software permeten mesurar aquest nivell i veure si s'està lluny o a la vora del previst. En cas d'estar lluny, cal investigar on és el coll d'ampolla, que sovint es la memòria insuficient o poca capacitat de transferència en els canals o una distribució d'arxius dolenta.

3.2.2.2. Anàlisi de la capacitat

Es convenient avançar-se als aconeteixements i els monitors software ens permeten de veure quan les cues que es produeixen davant un dispositiu son massa llargues o quan la utilització es fa massa gran. Quan es produeixen aquestes circumstàncies cal ampliar el sistema d'acord amb les nostres necessitats i no amb les insinuacions del venedor de torn.

3.2.2.3. Seguiment dels resultats

Un cop fet el canvi o ampliació del sistema cal comprovar si s'obtenen els beneficis esperats o si, al contrari, aquests no apareixen i aleshores cal cercar el coll d'ampolla en algun altre element. Tant en un cas com en l'altre ens permet de millor conèixer la nostra instal·lació i afermar-nos en les tècniques d'anàlisi emprades.

3.2.2.4. Preparació de benchmarks

Freqüentment els monitors software tenen un programa d'aquesta mena que permet de posar de manifest la influència de la inclusió d'una nova aplicació en la càrrega del nostre sistema.

3.3. Monitors hardware

Els ordinadors son en l'actualitat sistemes electrònics que fan servir impulsos per a representar dades. Quan el sistema està en funcionament es poden detectar aquests impulsos mitjançant un oscil·loscop connectat a punts de comprovació existents als panells posteriors de l'ordinador. Normalment, el tècnic de manteniment connecta les seves sondes per a observar l'ordinador mentre està funcionant, a través de l'oscil·loscop, sense que tot això afecti al funcionament de l'ordinador.

De la mateixa manera el monitor hardware capta les senyals que es produeixen en l'ordinador mitjançant sondes, les envia a través d'un tauler de connexions lògiques a un comptador, que les fa arribar a un registrador de dades.

3.3.1. Components

Tal com s'ha dit les senyals que capten les sondes, abans d'arribar al monitor propiament dit, passen a través d'un tauler de connexions lògiques programable, capaç de reaccionar a determinades condicions que ordinariament seria difícil o impossible de mesurar, com, per exemple, el solapament de la utilització del canal.

El cor del monitor hardware es el comptador, que acumula les aparicions de determinades senyals o els temps que duren.

Periodicament, aquests valors acumulats es graven en una cinta magnètica i es repeteix el procés.

Hi ha dos tipus de monitors, l'acumulador i el lògic. La principal diferència es que aquest darrer inclou un miniordenador, mentres que l'altre consta de lògiques de control d'entrada, de funcionament i de sortida. Tots aquests elements estan lligats per un control de sincronització. L'inconvenient principal d'aquest tipus de monitors es que hi ha certes mesures, com, per exemple, el nivell de multiprogramació per a les quals no està ben condicionat.

El monitor lògic permet amb major facilitat la captació de les dades, la gravació en cinta magnètica i la modificació del seu funcionament (previst, però, d'antuvi) reaccionant a indicacions de l'operador.

Les dades recollides normalment es graven en cinta magnètica per a un tractament posterior. Però, en l'actualitat, si en el monitor hi ha inclòs un miniordenador, aquesta reducció es fa simultàniament amb la captació, sense, per tot això deixar de fer la gravació en cinta.

3.3.2. Funcionament

El monitor acumulador es fa servir tant per a mesures directes com indirectes. Mesures directes son, per exemple, l'acumulació dels nivells d'activitat d'un element o el nombre d'accessos a un disc. Com exemple de mesura indirecta, en els sistemes IBM, es pot determinar l'activitat dels programes a través de l'anàlisi de les claus de protecció de memòria.

Els monitors lògics fan el mateix que els acumuladors però, mercès al seu miniordenador, poden dur a terme anàlisis i reduccions de dades mes sofisticades, com, per exemple, validacions de les dades recopilades. Els monitors lògics tenen tres modes de funcionament:

- el d'amagatzamament (store)
- el d'aconteixements (event)
- el del temps (time)

El primer es el que ja s'ha explicat. L'explicació del funcionament dels altres dos s'escapa de l'abast d'aquesta comunicació però ambdós tenen com objectiu el de reduir el volum d'informació de sortida sacrificant una mica de la seva resolució.

3.3.3. Tipus de mesures

Les estratègies de mesura es pot dir que son tant variades com les persones que les duen a terme. De totes maneres, els monitors hardware han estat primàriament concebuts per a mesurar la utilització dels components del sistema, les parts més freqüentment emprades i els conflictes del sistema.

3.4. Comparació dels tres sistemes

Els monitors hardware presenten alguns avantatges respecte als monitors software i als sistemes de comptabilitat. Els principals son:

— no introduir sobrecàrrega car es tracta d'un dispositiu independent de l'objecte de la mesura, que a més a més permet de prendre mesures en paral·lel a diferents punts.

— obtenir mesures impossibles altrament, com per exemple la de la sobrecàrrega de la CPU produïda pel sistema operatiu. Ara bé, aquests avantatges tenen la seva contrapartida d'inconvenients, entre els que es poden citar:

— cost més elevat degut tant al material com el suport necessari per a posar-lo en funcionament.

— temps necessari per a posar-lo en funcionament. Cal tenir en compte, per exemple, que cal connectar les sondes, cablejar el tauler de connexions lògiques, etc.

— la reducció de dades requereix una anàlisi molt més acurada degut a la gran quantitat de dades que pot recopilar.

— dades inassequibles, com per exemple les cues que es produïxen per accedir a qualsevol

dispositiu, dades lligades a un programa o un treball determinats, etc. Això es degut a que es trata d'un dispositiu independent de l'objecte de la mesura.

De la comparació entre els monitors software i els sistemes de comptabilitat podem dir que aquest darrers son un subconjunt dels primers dels que es diferencien pel nivell de detall que proporcionen i pel cost.

3.5. Conclusions

Els diferents procediments d'avaluar el rendiment d'un sistema ordinador tenen com a objectiu final arribar a determinar si calen canvis en l'equip, els procediments i els programes.

Ara bé per a arribar a prendre decisions idònies cal tenir presents dos aspectes fonamentals:

- els objectius de tots els centres de càlcul no son iguals.
- no hi ha una mesura única del rendiment de l'ordinador.

A l'hora d'estudiar els canvis d'equip, de procediments o de programes, cal considerar la situació actual, la futura on es vol arribar i els condicionaments fonamentals que es tenen en compte per a mesurar la satisfacció dels usuaris i que cal respectar prioritariament. Evidentment, aquests aspectes varien de forma extraordinària d'un centre a un altre.

Les consideracions anteriors ens portan a comprendre per què no es possible avaluar amb una sola mesura el rendiment del conjunt del sistema. Una forma de resumir les mesures que es considerin mes característiques d'una instal·lació es mitjançant els gràfics de Kiviat.

Aquests gràfics permeten de representar les mesures del rendiment mes importants i es dibuixen com a gràfics de Gantt. Els gràfics son circulars amb l'origen dels eixos en el centre i l'acabament sobre la circumferència. Encara que els valors es poden assignar de forma arbitrària als eixos, el més normal es situar-n'hi vuit de manera que els verticals i horitzontals es facin servir per als paràmetres que es considerin favorables, com per exemple, utilitzacions de dispositius o solapament entre CPU i canals, i els que estan en diagonal es facin servir per a coses desfavorables. Seguint aquest conveni, es produiran formes que es reconeixeran fàcilment, essent les que tendeixen a una creu les que teòricament seran millors.

Els gràfics de Kiviat no son, doncs, la solució ideal, Però, al menys, ens fan recordar que per a avaluar el comportament d'un ordinador ens cal més d'una mesura.

3.6. Bases teòriques

Tots els mètodes que hem vist ens proporcionen successions de valor que, segons les circumstàncies en que s'hagin prés, es podran considerar ergòdiques, estacionàries i enmascarades o no d'un soroll de mesura;

Per a fer estimacions entre els mètodes que es poden emprar, hi ha:

— estimadors de primer ordre, que es el més senzill però que té l'inconvenient que es poc eficaç i no es pot obtenir l'estimació fins que s'ha acabat l'observació.

- estimadors no esbiaixats.
- procediments d'estimació iteratius.
- estimadors exponencials.
- estimadors per aprenentatge.
- estimadors de finestra mòbil.

Però l'estimador, òptim en cada cas cal determinar-lo en funció dels següents factors:

- a) naturalesa del procés a estimar.
- b) naturalesa estadística de la incertesa (soroll).

- c) naturalesa de la correlació entre el soroll i la senyal desitjada.
- d) restriccions sota les que ha de treballar l'estimador.
- e) cost de la funció d'error en l'estimació.

4. CONCLUSIONS

Tot el que s'acaba d'exposar ens ve a dir que malgrat tractar-se d'un problema prou important com per dedicar-hi els esforços que s'hi dediquen, queden nombrosos problemes per resoldre des del punt de vista teòric on l'aplicació de la teoria de l'estimació estadística i àdhuc la del filtratge segurament portaran a millorar la rapidesa, qualitat i precisió de les estimacions obtingudes a partir de les dades recopilades.

Des del punt de vista de realitzacions hi han nombrosos exemples de millores que es poden o s'estan introduint en els sistemes actuals. Entre altres es poden citar:

- memòries locals inaccessibles a l'usuari on es poden amagatzemar dades aprofitant el paral·lelisme de funcionament del hardware i la flexibilitat que proporciona la microprogramació.
- bancs d'assaig de màquines on es poden seguir amb comoditat la càrrega dels elements del sistema en funció dels treballs a que es sotmet la màquina.

Resumint, a part de les formes pràctiques de portar-ho a terme, cal ser conscient de que es possible i cal avaluar el rendiment dels ordinadors. Per fer-ho les eines son nombroses, encara que el camí a correr per a pulir-les i millorar-les sigui força llarg.