

MODELO DE DESEMPEÑO DE UN SISTEMA COMPUTACIONAL UNIVERSITARIO

Francisco Ovalle
Francisco Aurtenechea
Ignacio Casas

Pontificia Universidad Católica de Chile
Escuela de Ingeniería - Depto. Ciencia de la Computación(143)
Casilla 6177, Santiago, Chile
Teléfono: 56-2-555-0058 @4440
Telex: 240395 PUCYA CL Fax: 56-2-5510046
e-mail: jfovalle@puc.cl ó uuunet!uchdccc!juncal!jfovalle

Resumen

En este trabajo se presenta un estudio de modelación y evaluación de un sistema computacional centralizado en operación en un ambiente universitario. El modelo implementado está basado en la tecnología de modelos analíticos de redes de espera.

Un sistema computacional universitario tiene varias características que lo hacen distinto a otros sistemas en operación en empresas. Esto se manifiesta principalmente en lo heterogéneo de las horas de su uso, y en la variedad de los tipos de procesos que se ejecutan. En contraste, en una empresa generalmente existen uno o dos lenguajes de desarrollo y unos pocos procesos que acumulan en sí la mayor parte de la carga. En un ambiente universitario, la carga en el sistema está formada mayoritariamente por ejecuciones de programas personales de cada alumno. Estos procesos son difíciles de monitorear separadamente. Además, en el ambiente universitario se utilizan múltiples lenguajes de desarrollo y programación.

En este artículo se presenta una metodología para realizar la modelación de sistemas computacionales en ambientes universitarios, de tal forma de hacer más expedita la recopilación y análisis de la información, a través de su automatización y obtener los patrones de demanda de las aplicaciones más típicas como editores y compiladores.

Se muestran además las mediciones realizadas al sistema y la construcción de diversos modelos analíticos capaces de responder preguntas planteadas tanto ante cambios en el hardware del equipo como en la carga de trabajo. Se describe también el software utilizado para la implementación de los modelos y su resolución analítica.

1. INTRODUCCION

En los últimos años se ha hecho cada vez más necesario el encontrar herramientas y técnicas que permitan comprender el comportamiento de los sistemas computacionales y predecir la evolución de la carga a que se ven sometidos, para poder responder a las preguntas de costo y desempeño que aparecen a través de la vida del sistema. El gran número de decisiones que deben ser tomadas a lo largo de las distintas etapas de análisis, desarrollo y puesta en marcha del sistema afectarán directamente su desempeño, pero el impacto de esas decisiones es difícil de predecir, debido a la complejidad de las alternativas (trade-offs) de dimensionamiento, diseño e implementación. De igual forma, es difícil planificar la forma en que debe crecer la capacidad de procesamiento del sistema, en función de la evolución de la demanda de servicio (nuevas aplicaciones, aumento de la tasa de llegada de transacciones, etc.).

Todas las preguntas que aparecen al realizar estas planificaciones son de gran importancia para las organizaciones afectadas y de las cuales se pueden derivar serias repercusiones si las decisiones son incorrectas. Desafortunadamente estas preguntas son complejas y las respuestas correctas son difíciles de obtener.

Actualmente se están desarrollando nuevas técnicas de modelación, basadas en modelos analíticos de redes de espera, que pueden ser utilizadas para ayudar en la evaluación y predicción del desempeño de sistemas computacionales ([Grah78], [Saue81], [Lazo84], [Casa86]). El desempeño de un sistema se evalúa, en estos modelos, en base al caudal o número de procesos por unidad de tiempo, tiempos de respuesta para transacciones típicas, utilización de centros de servicio (CPU, discos, canales, etc.) y largo de colas en los distintos centros.

Esta metodología permite predecir el impacto en el desempeño de realizar modificaciones tanto en el hardware del equipo como en la carga de trabajo. Entre los primeros podemos nombrar el cambio de CPU por otra de mayor velocidad, o bien colocar una segunda CPU, agregar o quitar discos, etc.; entre los segundos tenemos la redistribución de los archivos en los discos, incrementos en la tasa de llegada de transacciones, etc. De igual forma, nos lleva a la identificación de los tipos de proceso que consumen más recursos, identificación del "cuello de botella" (unidad más cargada del sistema) y la utilización de las unidades.

En este artículo se presenta un estudio de evaluación y predicción del desempeño, por medio de técnicas basadas en modelos de redes de espera, para un sistema computacional en operación en la Pontificia Universidad Católica de Chile, el cual, por estar inmerso en un ambiente universitario, tiene características muy especiales de carga de trabajo (mayores detalles pueden verse en [Oval88]).

El sistema evaluado consta de un computador VAX/VMS 8600 con 20 MBytes de memoria principal, 2 impresoras y 116 terminales; y un computador VAX/VMS 750 con 8 MBytes de memoria principal y 24 terminales. Estos dos computadores están unidos en "cluster", compartiendo de este modo 7 discos del tipo DEC RAS1.

En la actualidad este sistema da muestras de encontrarse cerca de la saturación, en especial durante días y horas peak, como son dos o tres días antes de la entrega de una tarea de algún curso, lo que ocurre muy frecuentemente.

Un sistema computacional universitario tiene varias características que lo hacen distinto a otros sistemas en operación en empresas. Esto se manifiesta principalmente en lo heterogéneo de las horas de su uso (prácticamente no se usa durante la noche, a no ser en trabajos batch), y en la variedad de los tipos de jobs que se ejecutan. En una empresa generalmente existen

uno o dos lenguajes de desarrollo y unos pocos procesos que acumulan en sí la mayor parte de la carga.

En cambio, en un ambiente universitario, la carga en el sistema está formada mayoritariamente por ejecuciones de programas personales de cada alumno. Estos procesos son difíciles de monitorear separadamente, debido a que los archivos de monitoreo crecerían en una forma abismante y prohibitiva. Además, en el ambiente universitario se utilizan múltiples lenguajes de desarrollo y programación, lo cual hace que la carga de trabajo en el sistema sea aún más heterogénea.

En la sección 2 se presenta una breve introducción a los modelos de desempeño basados en redes de espera y su utilización para la predicción del desempeño. En la sección 3 se presentan estadísticas de utilización de CPU y discos, tiempo de CPU de cada tipo de proceso, número de I/O a cada disco, etc. y se muestran los modelos analíticos usados.

En la sección 4 se muestra la caracterización de la carga de trabajo y la validación de los modelos y en la sección 5 se presenta el análisis de las modificaciones introducidas, donde se utiliza el modelo para predecir el desempeño del sistema frente a cambios tanto de hardware como de carga de trabajo.

2. MODELOS DE DESEMPEÑO

En esta sección se describen los modelos de desempeño basados en redes de espera, se resume la evolución que ha experimentado esta técnica, sus componentes básicos y su relación con los componentes de un sistema computacional. Se explica como se obtienen los distintos parámetros del modelo a partir de información de monitoreo obtenida durante un período de observación del sistema y finalmente se indica como se utiliza el modelo para la predicción del desempeño frente a eventuales variaciones de la carga de trabajo y mejoras en las componentes de hardware del sistema.

2.1 ¿Qué es un Modelo de Red de Espera?

Un Modelo de Red de Espera es una forma particular de enfrentar la modelación de un sistema computacional, donde el sistema es representado como una red de colas [Lazo84], la cual es evaluada en forma analítica.

La modelación de redes de espera puede distinguirse de las ramas más tradicionales de la teoría de colas por el hecho de que un sistema es representado no ya como un punto de congestión único, sino más bien como un grupo de servidores (y sus colas) interconectados, los cuales corresponden a los recursos individuales del sistema por donde circulan clientes que requieren servicio.

2.2 Componentes y definición de un Modelo de Red de Espera

Un modelo de red de espera está formado por: **centros de servicio** que representan los recursos de sistema, tales como procesadores (CPU's) y dispositivos en general (discos, canales, controladores), en los que se produce congestión; **clases de procesos** que representan las tareas que poseen características similares de consumo de recursos y **dominios** que indican competencia por recursos (como la memoria principal) de las tareas dentro de una clase y entre distintas clases. ([Casa87], [Lazo84], [Oval88]).

Para definir un sistema computacional dado se deben identificar todos los centros de servicio, las clases de proceso y sus respectivos dominios y obtener los valores de los parámetros

asociados a cada componente, los cuales incluyen las características de servicio de los centros y la carga de trabajo impuesta por las clases de procesos en cada centro de servicio.

2.3 Construcción y uso de un modelo de desempeño

El estudio de modelación de un sistema computacional en operación a través del empleo de un software de evaluación de redes de espera (por ejemplo: MAP [Lazo84]) comprende tres etapas:

(1) **Creación de un modelo base:** el modelo base debe representar fielmente al sistema actual, con una carga de trabajo promedio para los distintos intervalos de observación considerados para las mediciones del sistema. Para la obtención de este modelo se debe realizar una medición del sistema computacional, mediante un monitor de sistema, durante períodos de carga significativa, definir las componentes del modelo (centros de servicio, clases de procesos y dominio de memoria), identificando aquellos procesos que tienen un mayor consumo de recursos y finalmente utilizar las mediciones entregadas por el monitor del sistema para dar valores a los parámetros de los componentes del modelo.

(2) **Validación del modelo base:** una vez completado el proceso anterior, la definición de componentes y sus parámetros son ingresados al software de evaluación de redes de espera para obtener estimaciones de desempeño previamente descritas. Enseguida, las estimaciones del modelo son comparadas con las mediciones recogidas por el monitor del sistema durante el período de observación. El modelo base se considera validado una vez que las estimaciones proporcionadas por el modelo coinciden (con un margen de error poco significativo) con las mediciones reales observadas directamente en el sistema.

(3) **Análisis de modificaciones o proyecciones:** Una vez que se obtiene un modelo base validado, se procede a efectuar cambios en la definición de componentes del modelo y sus parámetros y obtener del software de modelación las estimaciones del futuro desempeño correspondientes (¿qué pasa si agrego una segunda CPU o si agrego n terminales o si aumenta la tasa de llegada de un cierto tipo de proceso?). Las modificaciones al modelo utilizando el software de modelación son fáciles de realizar y las mediciones estimadas son entregadas en cuestión de segundos.

3. MEDICIONES REALIZADAS Y CONSTRUCCION DE MODELOS ANALITICOS

En esta sección se describe la forma en que se obtuvieron las mediciones de los distintos computadores y se presentan los modelos desarrollados.

3.1 Mediciones en el sistema

Para realizar las mediciones necesarias en el estudio de modelación, se recurrió a monitores existentes en los equipos: el SPM (Software Performance Monitor) que es un set de herramientas que permiten reunir información sobre la carga de trabajo y realizar reportes de las estadísticas de desempeño de sistemas YAX/VMS; y el Accounting Utility que entrega información de los procesos individuales, para fines de facturación.

En primer instancia se procedió a realizar monitoreos para determinar períodos y horas peak (ver gráfico 3.1), ya que las mediciones para la obtención del modelo deben hacerse en un período significativo que incluya una buena muestra de todos los tipos de proceso. Típicamente se considera un período de 1 o 2 horas de duración, cuando la carga alcanza valores peak

(generalmente interesa observar el sistema bajo condiciones de fuerte carga y no cuando el sistema está siendo poco utilizado [Casa87]). Por tanto, se decidió realizar el estudio durante un período de 6600 seg. (aproximadamente 2 horas) de un día típico.

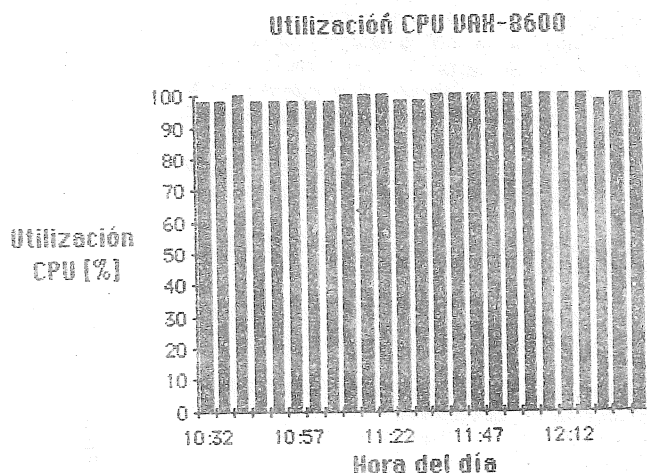


Gráfico 3.1 - Utilización CPU Computador YAX-8600

Durante dicho período se realizaron monitoreos con las dos herramientas disponibles (SPM y Account). Esto permitió realizar tanto un monitoreo por tipos de usuario, como por proceso, además de información general del estado del computador. (Cuando se hable de tipos de proceso nos referimos a compilaciones, comandos DCL, editores, etc. ; mientras que los tipos de usuario se refieren, por ejemplo, a Ingeniería, usuarios externos, Medicina, etc.).

Las mediciones por tipo de usuario en el computador YAX-8600 pueden resumirse en la tabla 3.1 del anexo (las mediciones en el computador YAX-750 son análogas) donde se pueden apreciar el tiempo de CPU (en segundos), el número de transacciones, utilización total de cada disco durante el período de observación, intervalo de muestreo y número de I/O de cada clase en cada disco.

La obtención del número de I/O de cada clase en cada disco merece una explicación detallada debido a que el monitor no entrega esta información directamente. El monitor sólo indica el número total de I/O que cada usuario o cada proceso, realiza en el subsistema de discos. Por otro lado, el monitor indica el número total de I/O's realizados en cada disco, sin discriminación de usuarios o procesos. Por esta razón, la distribución de accesos por usuario en los discos se hizo averiguando en que disco se encontraba residente cada tipo de usuario.

Debido a que no es posible discriminar el porcentaje de recursos de cada tipo de usuario a cada disco, se consideró que cada grupo realizaba un acceso al disco del sistema un 40% de las veces, al disco donde se encontraba residente el 50% y al disco de apoyo (SCRATCH o APOLO según tipo de usuario) un 10%.

Se realizaron alteraciones en los porcentajes de algunas de las clases debido a que se conocía el comportamiento de algunos de los usuarios.

Otro punto interesante está en la distribución de los accesos físicos a disco: por un lado se conocía el total de accesos a cada disco (sin discriminación de usuarios) y por otro lado se conocía la suma total de accesos al subsistema de discos de cada una de las clases. Esta última suma era mayor que la primera, por lo cual se concluyó que los "direct I/O" (accesos a disco) que arrojaba el monitor account por usuario no eran accesos físicos como lo advierte la literatura [Lazo84]. Por tanto se rebajó la cantidad de I/O de cada clase de acuerdo al factor G_c (definido en [Lazo84] como la razón entre los I/O's físicos y lógicos de la clase "c")

$$G_c = \frac{\text{I/O físicos de la clase c}}{\text{I/O lógicos de la clase c}} = \frac{\# \text{ total de accesos a disco}}{\sum \text{ accesos clase c}}$$

(el supuesto de que la razón G_c depende de la clase pero no del dispositivo es realista en la mayoría de los sistemas).

De la misma forma, en la tabla 3.2 del anexo se pueden ver las mediciones por tipo de proceso en el computador VAX-8600 (las mediciones del VAX-750 son análogas).

La obtención de los accesos a disco por cada tipo de proceso, difiere un tanto del método expuesto en el punto anterior, ya que ahora se carece de toda información que pueda orientar sobre la forma en que se distribuye la utilización de cada disco por parte de cada tipo de proceso. Para estimar el número de I/O de cada clase de proceso en cada disco se recurrió a las siguientes estadísticas de monitoreo: el número de I/O totales en cada disco y el número de I/O totales de cada clase. Dados estos datos, se asumió que el número de accesos de cada clase a cada disco era una proporción del número de accesos totales a cada disco [Lazo84]. Los resultados para el VAX-8600 se muestran en la tabla 3.3 del anexo.

3.2 Construcción de modelos

A continuación se describen los modelos de desempeño implementados utilizando el software MAP.

Se realizaron 3 modelos para el cluster de computadores VAX-8600/VAX-750: dos modelos abiertos (transaccionales) que no incluyen explícitamente el manejo de terminales (figura 3.1), llamados MODELO 1 y MODELO 2 y un modelo mixto donde se cuenta con una clase interactiva (figura 3.2), llamado MODELO 3. En el modelo 1 la carga se representa por clases de usuarios, mientras que en los modelos 2 y 3 la carga de trabajo se representa por clases de procesos.

En todos estos modelos se representaron explícitamente, como componentes de hardware, los CPU (VAX-8600 y VAX-750) y los 7 discos RAB1.

La memoria principal impone dos tipos de restricciones al procesamiento de trabajos. El primer tipo de restricción está relacionado con el número máximo de procesos que pueden ser ejecutados simultáneamente, es decir, el nivel máximo de multiprogramación. La memoria principal puede ser compartida en un instante dado, por un número limitado de procesos. Aquellos procesos que no puede ser atendidos, deben esperar (estado "wait") a que se libere alguna partición de memoria para entrar en ejecución. El segundo tipo de restricción de la memoria se refiere a las actividades de swapping y paginación, las cuales interfieren cuando la memoria es inadecuada en el procesamiento normal de un trabajo, aumentando los tiempos de respuesta.

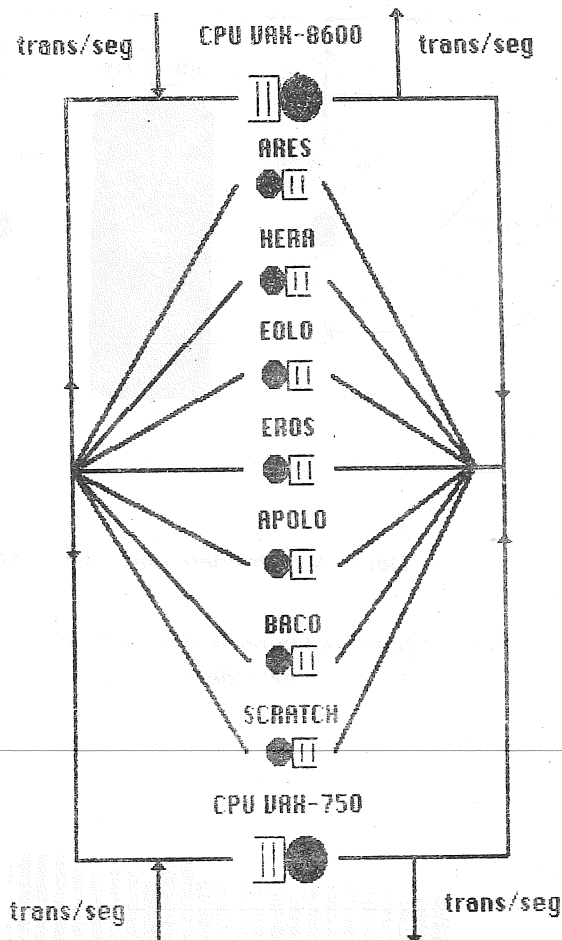


FIGURA 3.1 - Modelo abierto sistema VAX-8600/VAX-750

De las mediciones de monitoreo (ver Gráfico 3.2) se observó que la carga del sistema no posee restricciones de nivel de multiprogramación, ya que la memoria principal se ocupa en un bajo porcentaje (alrededor del 60%). Es decir, no se forman colas de procesos en espera de particiones de memoria. Por esta razón, en los modelos no se incluyen colas de memoria ni tampoco dominios de memoria para las clases de procesos.

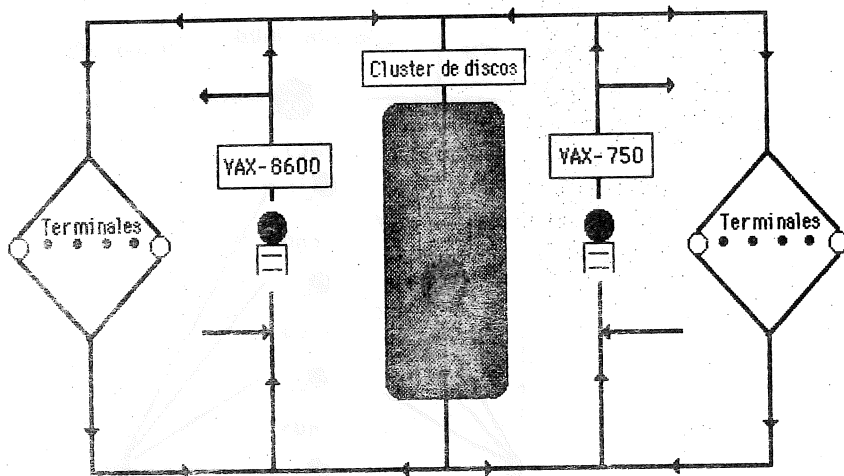


Figura 3.2 - Modelo minit YAH-8600/YAH-750

**Utilización Memoria (Porcentaje) vs.
Hora del día**

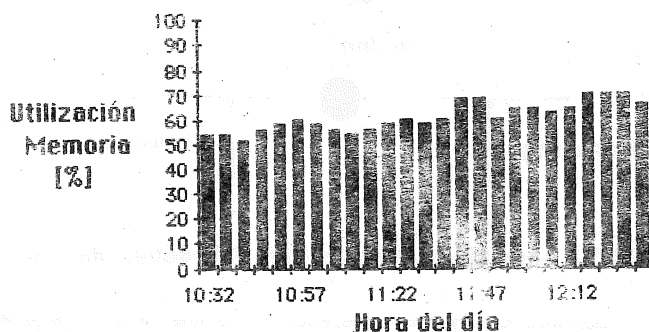


Gráfico 3.2 - Utilización Memoria Computador YAX-8600

Por otra parte, aunque el swapping durante las horas peak es prácticamente inexistente, las actividades de paginación y swapping se representan implícitamente en el modelo al incluir el overhead debido al sistema operativo.

4. CARACTERIZACION DE LA CARGA DE TRABAJO Y VALIDACION

A partir de las mediciones realizadas descritas en la sección anterior, se describe la metodología de obtención de los parámetros que caracterizan la carga de trabajo del sistema computacional.

Estos parámetros son los valores de las tasas de llegada, consumo de CPU y demandas de servicio de discos para las distintas clases de procesos.

4.1 Porcentaje de uso de CPU

Si se compara la suma del uso de CPU por cada uno de los procesos con el uso de CPU global del sistema, se puede notar que existe una diferencia, la que está dada por el overhead que no es asignable a procesos en particular. De esta forma, se tendrán básicamente dos opciones: considerar esta carga como debida a una clase especial, (la clase overhead) o bien, distribuir este overhead porcentualmente de acuerdo al uso de CPU en cada una de las clases de procesos consideradas en la modelación. En esta modelación se procedió a considerar la segunda opción, ya que aparte de ser más representativa de la realidad, facilita el proceso involucrado durante la fase de análisis de modificaciones en el modelo (sección 5).

4.2 Tasa de llegada de transacciones

La tasa de llegada es una medida de la cantidad de requerimientos (transacciones) que llegan al sistema por unidad de tiempo. Para estimar este parámetro se midió el total de transacciones de cada clase de procesos, en el período de observación.

La tasa de llegada promedio para una clase, en transacciones por segundo, está dada por el total de transacciones de esa clase dividido por el largo del intervalo de monitoreo.

Los valores de la tasa de llegada para cada clase en cada uno de los modelos fueron obtenidos directamente del monitor y se incorporan como datos de entrada al modelo correspondiente.

4.3 Demanda de servicio en los discos

Una vez que se obtuvo el número de I/O de cada clase en cada disco, de acuerdo a las metodologías expuestas con anterioridad, se procedió a calcular la tasa de acceso de cada clase en cada disco por el simple expediente de obtener el porcentaje que representa el total de direct I/O de la clase en el disco, del total de direct I/O realizados a dicho disco.

Luego se calculó el tiempo total de uso de cada disco por cada clase como el producto entre el valor de la tasa de acceso de cada clase en cada disco, recién calculada, la utilización del disco y el largo del intervalo de muestreo.

Finalmente, la demanda de servicio en cada disco impuesta por una instancia de una clase dada, se calcula dividiendo lo anterior por el total de transacciones realizadas por esa clase en el período de observación. Por tanto,

$$D_{c,d} = (d * U_d * T) / trc,$$

donde :

$D_{c,d}$: Demanda en disco d de la clase c [seg/transacción]

d : Tasa de acceso de cada clase en cada disco (entregada por monitor)

Ud : Utilización del disco d (entregada por monitor)
 T : Largo del intervalo de muestreo [seg]
 trc : Número total de transacciones de la clase c [transacciones]

4.4 Demanda de servicio de CPU

La demanda de CPU por cada clase está dada por el cociente entre el tiempo de procesador ocupado por la clase y el número de transacciones de la misma.

La suma de los tiempos de procesador de todas las clases dividido por el intervalo de muestreo entrega la utilización global de la CPU, que es un dato entregado por el monitor.

4.5 Parámetros de los modelos

En las tablas 4.1 y 4.2 del anexo, se muestran los parámetros calculados para los modelos transaccionales por tipo de usuario y por tipo de proceso de acuerdo a las diferentes clases de proceso.

Para el modelo mixto, se consideró interactivo todo aquello que no fuese compilaciones, ediciones, debugging, procesos submit, algunos programas como el minitab y aquellos programas desarrollados por los usuarios que en general, salvo contadas excepciones, carecen de la característica de ser interactivos.

Para el cálculo del tiempo de pensamiento, Z, de las terminales, cuyo número promedio era de 14 para el YAX750 y de 20 para el YAX8600, se procedió a ocupar un modelo transaccional con las mismas clases que tendría el modelo mixto, introduciendo este modelo a MAP, se obtiene como resultado, entre otros datos, el tiempo de respuesta para las clases interactivas.

Teniendo el tiempo de respuesta, se procedió a calcular los tiempos de pensamiento por medio de la Ley de tiempo de respuesta [Lazo84] :

$$Z = (N / X) - R \text{ donde}$$

Z : Tiempo de pensamiento (entre transacciones)

N : Número promedio de terminales activas

X : Caudal (trans/seg)

R : Tiempo de respuesta

De esta forma, se obtuvo un tiempo de pensamiento promedio para el YAX8600 de 35.05 seg y de 127.49 seg para el YAX750, lo que es bastante razonable debido a las características de usuarios de ambos computadores (el YAX750 está destinado fundamentalmente a alumnos que durante el desarrollo de programas tienen un tiempo de pensamiento mayor, mientras que el YAX8600 está destinado a trabajos externos, docentes e investigaciones).

Los parámetros calculados para el modelo mixto, pueden verse en la tabla 4.3 del anexo.

4.6 Validación de los modelos

En este punto se presentan resúmenes de los informes de desempeño entregados por el software MAP al evaluar los modelos descritos anteriormente.

4.6.1 Modelo transaccional por tipo de usuario

La tabla 4.4 muestra el porcentaje de utilización de las CPU's y discos, como asimismo el largo promedio (número de transacciones) de las colas de espera en cada centro de servicio. La tabla muestra utilizaciones totales de la CPU de 99.4% y 67.55% para el YAX8600 y YAX750 respectivamente. Estas estimaciones pueden compararse con las mediciones entregadas por el monitor que indican utilizaciones del 98% y 67.5%

Centro		Utilización [%]		Largo Cola
		MAP	MONITOR	
(CPU)	VAX8600	98.01	99.40	49.17
(CPU)	VAX750	67.55	67.50	2.08
	ARES	73.50	73.50	2.77
	HERA	11.90	11.90	0.14
	EOLO	4.40	4.40	0.05
	EROS	3.90	3.90	0.04
	APOLO	4.60	4.60	0.05
	BACO	3.50	3.50	0.04
	SCRATCH	16.40	16.40	0.20

**TABLA 4.4 - Resumen Resultados (MAP) por Centro de Servicio
(modelo 1, tipo de usuario)**

Las utilizaciones de CPU muestran que la CPU del YAX8600 está cercana a la saturación, para el período de observación.

Se puede apreciar que la utilización de los discos, exceptuando el ARES (disco del sistema) con un 73% de utilización, es bastante baja con respecto a la utilización de la CPU. Definitivamente, el "cuello de botella" del sistema YAX8600/YAX750 es la CPU del YAX8600.

Cualquier redistribución de archivos en los discos, con el fin de uniformar la carga en el subsistema de I/O deberá tender a disminuir la carga del disco ARES, aunque su efecto será poco notorio debido a la gran contención producida en la CPU del YAX8600.

En sección 5 se analizarán los resultados de cambiar esta CPU por otra más rápida y trasladar parte de la carga de este disco a otro con poca carga.

Con respecto al largo de las colas en los diferentes centros de servicio se aprecia, como era de esperarse, que la cola más larga se produce en la CPU del YAX8600. Por otro lado, en la tabla 4.5 del anexo, columna "residencia CPU", se muestra el tiempo promedio de residencia (en segundos) para cada tipo de transacción en las CPU's. El tiempo de residencia en un centro de servicio incluye tanto el tiempo de servicio como el de espera en la cola. Los tiempos de respuesta, según puede verse en la tabla 4.5 (anexo) son extremadamente altos como corresponde a un equipo saturado.

Se puede apreciar en la tabla 4.5 (columna "Tiempo resp.") que el mayor tiempo de respuesta es, en el caso del YAX8600 para las transacciones FIS e IEE y en el YAX750 para SCC e

IIC (el tiempo de respuesta incluye tanto el tiempo requerido en la CPU como en los otros centros de servicio y los tiempos de contención).

4.6.2 Modelo transaccional por tipo de proceso

En las tablas 4.6 y 4.7 (anexo) se puede ver el resumen de resultados de la evaluación del modelo, a través de MAP, por centro de servicio y por clase de proceso.

	Centro	Utilización [%]		Largo Cola
		MAP	MONITOR	
(CPU)	YAX8600	98.00	99.40	48.94
(CPU)	YAX750	67.55	67.50	2.08
	ARES	73.50	73.50	2.77
	HERA	11.90	11.90	0.14
	EOLO	4.40	4.40	0.05
	EROS	3.90	3.90	0.04
	APOLO	4.60	4.60	0.05
	BACO	3.50	3.50	0.04
	SCRATCH	16.40	16.40	0.20

Tabla 4.6 - Resumen Resultados (MAP) por Centro de Servicio (modelo 2, tipo de proceso)

Se puede ver, como era de esperar que los resultados obtenidos son muy similares al modelo anterior, encontrando que el "cuello de botella" del sistema es la CPU del YAX8600 y que el disco más utilizado es el ARES, tal y como debía ocurrir. Al igual que en 4.6.1 se puede observar que los tiempos de respuesta evidencian un equipo saturado, el cual no es capaz de soportar mayor carga.

Dejando de lado las clases "OTROS" procesadas por ambas CPU's, donde están incluidos especialmente los programas desarrollados por los usuarios, se puede apreciar que el mayor tiempo de respuesta es, en el caso del YAX8600, para el paquete estadística MINITAB, COMPILACIONES y EDICIONES. En el caso del YAX750 este mayor tiempo se produce para el uso del comando HELP (lo que no es de extrañar, debido a las características propias de los tipos de usuario de cada computador, EDICIONES y MINITAB (en ese orden).

4.6.3 Modelo mixto

En la tabla 4.8 se aprecia que debido a la introducción de la parte interactiva, los porcentajes de utilización de las CPU's YAX8600 y YAX750 subieron a 99.51% y 69.35% lo que es bastante cercano a la realidad de 99.4% y 67.5%. Todo lo dicho sobre los discos en el punto 4.6.1 es también válido aquí.

Se puede apreciar que tal como se esperaba el largo de cola en la CPU del YAX8600 es bastante mayor que en la del YAX750.

Es interesante señalar como, debido a la casi saturación de la CPU en el YAX8600, el tiempo de respuesta interactivo (tabla 4.9 del anexo) es de algo más de 1 minuto, lo que ha sido constatado en las horas peak.

	Centro	Utilización [%]		Largo Cola
		MAP	MONITOR	
(CPU)	YAX8600	99.51	99.40	60.44
(CPU)	YAX750	69.35	67.50*	2.20
	ARES	75.04	73.50	2.96
	HERA	12.20	11.90	0.14
	EOL0	4.46	4.40	0.05
	EROS	3.96	3.90	0.04
	APOL0	4.67	4.60	0.05
	BACO	3.55	3.50	0.04
	SCRATCH	16.67	16.40	0.20
	TERMINALS			17.79

Tabla 4.8 - Resumen Resultados (MAP) por Centro de Servicio

5. ANALISIS DE PROYECCIONES

En esta sección se presentan resúmenes de los informes de desempeño entregados por el software MAP para algunas modificaciones al modelo mixto.

Se decidió trabajar con el modelo mixto ya que contiene una parte interactiva importante y permite plantear soluciones a la saturación existente analizada en la sección anterior.

5.1 Cambio de CPU del YAX8600 a una un 50% más rápida

En esta sección se observa el desempeño que tendrías el sistema si se cambia la CPU actual del equipo YAX8600, que se encuentra saturada, por una un 50% más rápida. Todos los demás componentes del sistema permanecen sin variación, al igual que la carga de trabajo del sistema.

Las tablas 5.1 y 5.2 muestran un resumen del informe entregado por MAP con esta modificación: ahora la CPU del YAX-8600 es de un modelo definido con 6 MIPS en vez de 4 MIPS. Debido a esto, las demandas de servicio en la CPU, para cada clase de transacción, se reducen en un cuarto.

Se observa que la utilización de las CPU's disminuyen de un 99.51% a un 92.36% en el caso del YAX8600 y de un 69.35% a un 68.59% en el caso del YAX750, sin embargo, la utilización del disco ARES aumenta peligrosamente de un 75.04% a un 88.58%. La pequeña disminución en la utilización del YAX8600 se explica por la existencia de la clase interactiva, ya que al existir mayor capacidad de proceso, el modelo responde aumentando el caudal de esta clase, lo que se puede apreciar comparando la TABLA 5.2 con la 4.9 donde aumenta el caudal de clases interactivas del YAX8600 de 0.1914 a 0.4939 transacciones/segundo. La disminución en la utilización del YAX750 podría explicarse por variaciones en la utilización del subsistema de I/O (recordemos que existe un cluster de discos entre los computadores YAX8600 y YAX750).

Centro		Utilización [%]		Largo Cola	
		Proyectada	Actual	Proyectada	Actual
(CPU)	VAX8600	92.36	99.51	9.60	60.44
(CPU)	VAX750	68.59	69.35	2.12	2.20
	ARES	88.58	75.04	7.22	2.96
	HERA	13.65	12.20	0.16	0.14
	EOLO	5.76	4.46	0.06	0.05
	EROS	5.06	3.96	0.05	0.04
	APOLO	5.90	4.67	0.06	0.05
	BACO	4.53	3.55	0.05	0.04
	SCRATCH	20.88	16.67	0.26	0.20
	TERMINALS			25.92	17.79

Tabla 5.1 - Resumen Resultados (MAP) por Centro de Servicio CPU de 6.0 MIPS en VAX8600

Clase	Tiempo resp. [seg]	Caudal [trans/seg]	Util. CPU [%]	Residencia CPU [seg]	Cola CPU
TAC_COMPIL	39.16	0.0082	2.85	36.90	0.30
TAC_LINK	19.23	0.0064	0.63	10.53	0.07
TAC_MINIT	59.86	0.0009	0.49	57.17	0.05
TAC_OTROS	258.64	0.0311	0.46	156.64	4.87
ANT_COMPIL	22.70	0.0014	0.59	13.64	0.02
ANT_LINK	29.33	0.0011	0.34	9.92	0.01
ANT_MINIT	50.98	0.0014	0.73	16.68	0.02
ANT_SUBMIT	3.19	0.0058	0.31	1.68	0.01
ANT_OTROS	231.16	0.0127	45.71	112.19	1.43
TAC_INTERA	12.84	0.4939	42.49	8.73	4.31
ANT_INTERA	15.32	0.1063	20.92	5.97	0.64

Tabla 5.2 - Resumen Resultados (MAP) por Clase de Proceso CPU de 6.0 MIPS en VAX8600

Con respecto a los tiempos de respuesta, se observa una reducción del orden de un 84% en el VAX8600 mientras que hay un aumento de un 26% en el VAX750. La reducción en el VAX8600 era completamente predecible ya que se cuenta con mayor capacidad de proceso. Del aumento en el VAX750, es responsable la mayor cantidad de transacciones interactivas del VAX8600 y las variaciones en la utilización del subsistema de I/O.

Es interesante notar que los tiempos de respuesta en terminales, sin ser buenos han llegado a valores aceptables.

5.2 Aumento de 10% en carga interactiva de terminales

El resumen de resultados de MAP del sistema con una CPU de 6.0 MIPS en el VAX8600 y un 10% de aumento en la carga interactiva se muestra en las tablas 5.3 y 5.4.

Centro		Utilización [%]		Largo Cola	
		Proyectada	Actual	Proyectada	Actual
(CPU)	VAX8600	93.95	99.51	11.78	60.44
(CPU)	VAX750	70.35	69.35	2.30	2.20
	ARES	90.41	75.04	8.68	2.96
	HERA	13.98	12.20	0.16	0.14
	EQLO	5.85	4.46	0.06	0.05
	EROS	5.14	3.96	0.05	0.04
	APQLO	6.00	4.67	0.06	0.05
	BACO	4.60	3.55	0.05	0.04
	SCRATCH	21.24	16.67	0.27	0.20
	TERMINALS			27.44	17.79

Tabla 5.3 - Resumen Resultados (MAP) por Centro de Servicio CPU de 6.0 MIPS en VAX8600 y aumento de 10% en carga interactiva de terminales

Clase	Tiempo resp. [seg]	Caudal [trans/seg]	Util. CPU [%]	Residencia CPU [seg]	Cola CPU
TAC_COMPILE	47.11	0.0082	2.85	44.48	0.36
TAC_LINK	22.79	0.0064	0.63	12.69	0.08
TAC_MINIT	72.04	0.0009	0.49	68.91	0.06
TAC_OTROS	307.19	0.0311	45.90	188.83	5.87
ANT_COMPILE	24.99	0.0014	0.59	14.42	0.02
ANT_LINK	33.15	0.0011	0.34	10.48	0.01
ANT_MINIT	57.67	0.0014	0.73	17.62	0.02
ANT_SUBMIT	3.53	0.0058	0.31	1.77	0.01
ANT_OTROS	257.45	0.0127	45.71	118.54	1.51
TAC_INTERA	15.32	0.5124	44.08	10.55	5.41
ANT_INTERA	17.23	0.1152	22.67	6.31	0.73

Tabla 5.4 - Resumen Resultados (MAP) por Clase de Proceso CPU de 6.0 MIPS en VAX8600 y aumento de 10% en carga interactiva de terminales

Se aprecia que la utilización de la CPU del VAX8600 ha aumentado al 93.95% y la del VAX750 al 70.35%, lo cual deja la CPU del VAX750 más cargada que en la actualidad.

La utilización del disco ARES llega al 90.41% debido al mayor overhead por manejo de terminales lo que amerita un traslado de parte de la carga de este disco a otro de menor utilización.

Los tiempos de respuesta han aumentado en un 17% en el VAX8600 y en un 11% en el VAX750.

5.3 Traslado de 50% de carga de ARES a APOLO

Debido a la saturación manifiesta del disco ARES, se ha procedido a trasladar un 50% de su carga al disco APOLO, mientras que la carga transaccional se mantiene con un 10% de aumento y la CPU del YAX8600 a 6.0 MIPS.

Con este traslado (ver tabla 5.5) la CPU del YAX8600 se encuentra utilizada al 95.6% y la del YAX750 al 74.29% (81.1% y 74.26% para CPU de 8.0 MIPS en YAX8600 respectivamente). En tanto, el disco ARES ha disminuido su utilización al 46.78% y APOLO la ha aumentado de 6.1% a 52.97% (50.14% y de 6.39% a 56.92% respectivamente para CPU de 8.0 MIPS en YAX8600). Las variaciones del tiempo de respuesta pueden verse en la tabla 5.6.

Centro		Utilización [%]		Largo Cola	
		Proyectada	Actual	Proyectada	Actual
(CPU)	YAX8600	95.60	99.51	15.11	60.44
(CPU)	YAX750	74.29	69.35	2.78	2.20
	ARES	46.78	75.04	0.88	2.96
	HERA	14.50	12.20	0.17	0.14
	EOL	6.03	4.46	0.06	0.05
	EROS	5.30	3.96	0.06	0.04
	APOLO	52.97	4.67	0.01	0.05
	BACO	4.75	3.55	0.05	0.04
	SCRATCH	21.92	16.67	0.28	0.20
	TERMINALS			25.67	17.79

Tabla 5.5 - Resumen Resultados (MAP) por Centro de Servicio CPU de 6.0 MIPS en YAX8600, CARGA TRANSACCIONAL CON AUMENTO DEL 10% Y TRASLADO DE 50% DE LA CARGA DEL DISCO ARES A APOLO

Clase	Tiempo resp. [seg]	Caudal [trans/seg]	Util. CPU [%]	Residencia CPU [seg]	Cola CPU
TAC_COMPILE	56.83	0.0090	3.13	56.09	0.50
TAC_LINK	18.84	0.0070	0.69	16.00	0.11
TAC_MINIT	87.78	0.0010	0.54	86.91	0.09
TAC_OTROS	271.38	0.0342	50.49	238.13	8.14
ANT_COMPILE	19.12	0.0015	0.60	16.52	0.02
ANT_LINK	17.58	0.0012	0.37	12.01	0.01
ANT_MINIT	30.04	0.0015	0.80	20.19	0.03
ANT_SUBMIT	2.46	0.0063	0.34	2.03	0.01
ANT_OTROS	170.01	0.0140	50.28	135.86	1.90
TAC_INTERA	14.61	0.4735	40.74	13.25	6.27
ANT_INTERA	9.92	0.1010	21.85	7.20	0.80

Tabla 5.6 - Resumen Resultados (MAP) por Clase de Proceso CPU de 6.0 MIPS en YAX8600, CARGA TRANSACCIONAL CON AUMENTO DEL 10% Y TRASLADO DE 50% DE LA CARGA DEL DISCO ARES A APOLO

6. CONCLUSIONES

En este trabajo se ha presentado una aplicación de la tecnología de modelos de redes de espera a un sistema computacional en operación en un ámbito universitario. El sistema en estudio fué monitoreado durante períodos de alta utilización de recursos. Diversos modelos analíticos fueron implementados para responder preguntas planteadas tanto ante cambios en el hardware del equipo como en la carga de trabajo.

Para lograr lo anterior, se estableció una metodología que permitirá a futuro automatizar la recopilación y el análisis de la información de tal forma de hacerla más expedita. El objetivo entonces, de futuros trabajos es el de elaborar herramientas de software que permitan automatizar el proceso de interpretación de estadísticas de monitoreo y su transformación a parámetros de un modelo de redes de espera.

Con este trabajo, se logró conocer el patrón de demanda de las aplicaciones más típicas como editores y compiladores, de tal forma que es posible alterar los patrones de demanda de estas aplicaciones por separado, para los estudios de proyecciones.

A través del trabajo de proyección de los modelos se ha visto que se hace necesario cambiar el procesador del VAX8600 por uno más rápido (o una red de procesadores) para permitir un mejor desempeño del sistema, como asimismo una redistribución de la carga ejercida sobre el disco ARES en alguno de los discos poco utilizados como el APDLO.

Referencias

- [Casa86] Casas I.
"Prophet: A Layered Analytical Model for Performance Prediction of Database Systems",
Computer Systems Research Institute, University of Toronto, Tech. Rep. CSRI-180,
Toronto, Canada, 1986.
- [Casa87] Casas I., Aurtenechea F.
"Evaluación y Predicción del Desempeño de Sistemas Computacionales", Actas de la XIII
Conferencia Latinoamericana de Informática, Bogotá, Colombia, Nov. 1987.
- [Grah78] Graham G.S. (ed.)
"Queueing Network Models of Computer System Performance", ACM Comp. Surveys
Special Issue #10.3, Sept. 1978.
- [Lazo84] Lazowska E.D., Zahorjan J., Graham G.S., Sevcik K.C.
"Quantitative System Performance - Computer System Analysis Using Queueing
Network Models", Prentice Hall Inc., New Jersey, 1984.
- [Oval88] Ovalle F.
"Modelación y Evaluación del Desempeño de un Sistema Computacional Centralizado",
Memoria de Título, Escuela de Ingeniería, Pontificia Universidad Católica de Chile,
Abril 1988.
- [Sauer82] Sauer C.H., et al.
"The Research Queueing Package - Version 2: CMS Users Guide", IBM Research Report RA
139 (#41127), T.J. Watson Research Center, Yorktown Heights, New York, Dic. 1982.

Anexos

Periodo de muestreo: 6600 [seg]			Disco	Utilización
Tipo de usuario	Transacciones	T. CPU		
SCC	206	767.77	ARES	0.440
IIC	4	14.6	HERA	0.049
ICM	13	67.23	EOL	0.041
ICS	31	24.53	EROS	0.035
IEE	46	1721.60	APOL	0.039
AGR	25	26.65	BACO	0.031
EAE	21	26.95	SCRATCH	0.134
EXT	206	131.36		
ICT	10	1.21		
MED	70	132.03		
FIS	45	2673.72		
ICH	198	149.23		
BIO	48	182.96		
MAT	3	0.61		
ISD	2	18.47		
ICE	22	27.74		
OTROS	9	2.18		
START	56	499.29		

Número total de Direct I/O de cada clase en cada disco:

Tipo Usuario	ARES	HERA	EOL	EROS	APOL	BACO	SCRATCH	TOTAL
SCC	40942.46				4094.25	6823.74	16376.98	68237.44
IIC	415.66	519.57					103.91	1039.15
ICM	6650.55	3325.28					6650.55	16626.38
ICS	138.55	173.19					34.64	346.38
IEE	2216.85	1108.43					2216.85	5542.13
AGR	415.66		519.57				103.91	1039.15
EAE	277.11		346.38				69.28	692.77
EXT	1662.64			2078.30	207.83		207.83	4156.60
ICT	138.55	173.19					34.64	346.38
MED	1870.47						207.83	2078.30
FIS	6927.70		4329.79	4529.79			1731.91	17319.14
ICH	2493.96	1246.98					2493.96	6234.89
BIO	1524.09		1905.11				381.02	3810.21
MAT								0.00
ISD	138.55	173.19					34.64	346.38
ICE	2493.96	1246.98					2493.96	6234.89
OTROS								0.00
START	12469.78							12469.78
TOTAL	80776.51	7966.81	7100.85	6408.09	4302.08	6823.74	33141.92	146520.00

Tabla 3.1 - Mediciones por tipo usuario computador VAX-8600

Período de muestreo: 6600 [seg]				
Tipo de proceso	Transacciones	T. CPU	Disco	Utilización
EDICIONES	152	566.63	ARES	0.440
COMPILACIONES	54	281.96	HERA	0.049
LINK	42	62.57	EOLO	0.041
DIRECTORY	254	768.38	EROS	0.035
LOGINOUT	239	80.16	APOLO	0.039
MINITAB	6	48.54	BACO	0.031
DELETE	150	34.32	SCRATCH	0.134
MAIL	27	20.76		
TYPE	100	20.76		
ADEMAS	264	39.59		
OTROS	205	4544.34		

Tabla 3.2 - Mediciones por tipo de proceso computador YAX-8600

Número total de Direct I/O de cada clase en cada disco:

Tipo Usuario	ARES	HERA	EOLO	EROS	APOLO	BACO	SCRATCH	TOTAL
EDICION.	4715.48	502.47	386.52	386.52	270.56	386.52	1932.58	8580.63
COMPILA.	373.83	39.83	30.64	30.64	21.45	30.64	153.21	680.25
LINK	1115.69	118.88	91.45	91.45	64.01	91.45	457.25	2030.19
DIRECTORY	7791.33	830.22	638.63	638.63	447.04	638.63	3193.17	14177.67
LOGINOUT	1127.29	120.12	92.40	92.40	64.68	92.40	462.01	2051.30
MINITAB	49.31	5.25	4.04	4.04	2.83	4.04	20.21	89.73
DELETE	739.68	78.82	60.63	60.63	42.44	60.63	303.15	1345.98
MAIL	305.30	32.53	25.02	25.02	17.52	25.02	125.12	555.55
TYPE	92.10	9.81	7.55	7.55	5.28	7.55	37.75	167.59
ADEMAS	413.35	44.05	33.88	33.88	23.72	33.88	169.41	752.17
OTROS	63796.62	6798.00	5229.23	5229.23	3660.46	5229.23	26146.15	116088.94
TOTAL	80520.00	8580.00	6600.00	6600.00	4620.00	6600.00	33000.00	146520.00

Tabla 3.3 - Número de I/O computador YAX-8600

Clase	Demandas CPU (seg/tran)		Demandas disco (seg/tran)						
	VAX8600	VAX750	ARES	HERA	EOLO	EROS	APOLO	BACO	SCRATCH
ANTSCC		70.038	41.242			1.015	1.777	1.015	1.904
ANTMATALU		3.674	1.484	1.004					0.291
ANTIC		49.310	7.421	5.022					1.456
ANTICEALU		4.784	1.590	1.076					0.312
ANTICALU		10.528	1.237	0.837					0.243
ANTIEEALU		3.790	1.531	1.036					0.300
ANTICSALU		3.333	1.601	1.083					0.314
ANTPSIALU		2.742	2.573		0.374				0.275
ANTSTART		8.064	5.060						
TACSCC	3.727		7.146				1.189	0.993	2.121
TACIC	3.650		3.736	5.273					0.693
TACICM	5.172		18.392	10.383					13.652
TACICS	0.791		0.161	0.227					0.030
TACIEE	37.426		1.733	0.978					1.286
TACAGR	1.066		0.598		0.792				0.111
TACEAE	1.283		0.474		0.629				0.088
TACEXT	0.638		0.290			0.364	0.060		0.027
TACICT	0.121		0.498	0.703					0.092
TACMED	1.886		0.961						0.079
TACFIS	59.416		5.535		3.667	3.468			1.027
TACICH	0.754		0.453	0.256					0.336
TACBIO	3.812		1.142		1.513				0.212
TACMAT	0.203								
TACISD	9.235		2.491	3.515					0.462
TACICE	1.261		4.075	2.301					3.025
TACOTROS	0.242								
TACSTART	8.916		8.005						

Tabla 4.1 - Parámetros modelo por tipos de usuario (modelo 1)

Clase	Demandas CPU (seg/tran)		Demandas disco (seg/tran)						
	VAX8600	VAX750	ARES	HERA	EOLO	EROS	APOLO	BACO	SCRATCH
ANTEDICIO.		9.978	2.059	0.489	0.021	0.028	0.049	0.028	0.209
ANTCOMP.		4.367	1.042	0.247	0.011	0.014	0.025	0.014	0.106
ANTLINK		3.174	2.234	0.530	0.023	0.030	0.053	0.030	0.227
ANTDIRECT.		0.663	0.630	0.150	0.006	0.009	0.015	0.009	0.064
ANTLOGIN.		1.567	2.692	0.639	0.027	0.036	0.064	0.036	0.274
ANTMINIT.		5.337	3.948	0.937	0.040	0.054	0.094	0.054	0.401
ANTDELETE		0.441	0.276	0.065	0.003	0.004	0.007	0.004	0.028
ANTSUBMIT		0.536	0.174	0.041	0.002	0.002	0.004	0.002	0.018
ANTTYPE		0.645	0.197	0.047	0.002	0.003	0.005	0.003	0.020
ANTHELP		10.285	3.144	0.746	0.032	0.043	0.075	0.043	0.320
ANTADEMA.		0.400	0.270	0.064	0.003	0.004	0.006	0.004	0.027
ANTOTROS		35.906	13.669	3.248	0.739	0.186	0.325	0.186	1.392
TACEDICIO.	3.728		1.119	0.125	0.104	0.139	0.099	0.079	0.341
TACCOMP.	5.221		0.250	0.028	0.023	0.010	0.022	0.018	0.076
TACLINK	1.490		0.958	0.107	0.089	0.076	0.085	0.067	0.292
TACDIRECT.	3.025		1.106	0.125	0.108	0.088	0.098	0.078	0.337
TACLOGIN.	0.335		0.170	0.019	0.016	0.014	0.015	0.012	0.052
TACMINIT.	8.090		0.296	0.033	0.028	0.024	0.026	0.021	0.090
TACDELETE	0.229		0.178	0.020	0.017	0.014	0.016	0.013	0.054
TACMAIL	0.769		0.408	0.045	0.038	0.032	0.036	0.029	0.124
TACTYPE	0.208		0.033	0.004	0.003	0.003	0.003	0.002	0.010
TACADEMAS	0.150		0.056	0.006	0.005	0.004	0.005	0.004	0.017
TACOTROS	22.168		11.224	1.250	1.046	0.893	0.995	0.791	3.418

Tabla 4.2 - Parámetros modelo por tipos de proceso (modelo 2)

Clase	Demandas CPU (seg/tran)		Demandas disco (seg/tran)						
	VAX8600	VAX750	ARES	HERA	EOLO	EROS	APOLO	BACO	SCRATCH
ANTCOMP.		4.367	1.042	0.247	0.011	0.014	0.025	0.014	0.106
ANTLINK		3.174	2.234	0.530	0.023	0.030	0.053	0.030	0.227
ANTMINIT.		5.337	3.948	0.937	0.040	0.054	0.094	0.054	0.401
ANTSUBMIT		0.536	0.174	0.041	0.002	0.002	0.004	0.002	0.018
ANTOTROS		35.906	13.689	3.248	0.139	0.186	0.325	0.186	1.392
ANTINTERA.		1.968	1.094	0.260	0.011	0.015	0.026	0.015	0.111
TACCOMP.	5.221		0.250	0.028	0.023	0.020	0.022	0.018	0.076
TACLINK	1.490		0.958	0.107	0.089	0.076	0.085	0.067	0.292
TACMINIT.	8.090		0.296	0.033	0.028	0.024	0.026	0.021	0.090
TACOTROS	22.168		11.224	1.250	1.046	0.893	0.995	0.791	3.418
TACINTERA.	1.291		0.462	0.051	0.043	0.037	0.041	0.033	0.141

Tabla 4.3 - Parámetros modelo mixto (modelo 3)

Clase	Tiempo resp. [seg]	Caudal [trans/seg]	Util. CPU [%]	Residencia CPU [seg]	Cola CPU
ANTSOC	377.68	0.0039	27.59	215.82	0.85
MATALU	18.41	0.0265	9.74	11.32	0.30
ANTIIC	187.39	0.0003	1.48	151.95	0.05
ICEALU	22.34	0.0021	1.01	14.74	0.03
IICALU	38.35	0.0136	14.36	32.44	0.44
IEEALU	18.99	0.0191	7.24	11.68	0.22
ICSALU	17.91	0.0077	2.58	10.27	0.08
PSIALU	18.88	0.0080	2.20	8.45	0.07
ANTSTAR	43.94	0.0017	1.35	24.85	0.04
TACSOC	218.75	0.0312	11.63	186.98	5.84
TACIIC	204.03	0.0006	0.22	183.12	0.11
TACICM	356.96	0.0020	1.02	259.45	0.51
TACICS	40.60	0.0047	0.37	39.70	0.19
TACIEE	1896.80	0.0070	26.09	1877.61	13.09
TACAGR	56.70	0.0038	0.40	53.48	0.20
TACEAE	66.94	0.0032	0.41	64.38	0.20
TACEXT	33.56	0.0312	1.99	31.99	1.00
TACICT	8.86	0.0015	0.02	6.07	0.01
TACMED	98.34	0.0106	2.00	94.62	1.00
TACFIS	3010.37	0.0068	40.52	2980.81	20.33
TACICH	40.21	0.0300	2.26	37.81	1.13
TACBIO	197.37	0.0073	2.77	191.23	1.39
TACMAT	10.20	0.0004	0.01	10.20	0.00
TACISD	477.25	0.0003	0.28	463.31	0.14
TACICE	84.87	0.0033	0.42	63.26	0.21
TACOTRO	12.15	0.0014	0.03	12.15	0.02
TACSTAR	477.50	0.0085	7.56	447.30	3.79

Tabla 4.5 - Resumen Resultados (MAP) por Clase de Usuario

Clase	Tiempo resp. [seg]	Caudal [trans/seg]	Util. CPU [%]	Residencia CPU [seg]	Cola CPU
TAC_EDICION	191.34	0.0230	8.59	186.18	4.29
TAC_COMPILE	261.93	0.0082	4.27	260.78	2.13
TAC_LINK	78.92	0.0064	0.95	74.40	0.47
TAC_DIRECT	156.19	0.0385	11.64	151.09	5.81
TAC_LOGIN	17.54	0.0362	1.21	16.75	0.61
TAC_MINIT	405.41	0.0009	0.74	404.04	0.37
TAC_DELETE	12.28	0.0227	0.52	11.43	0.26
TAC_MAIL	40.78	0.0041	0.31	38.40	0.16
TAC_TYPE	10.52	0.0152	0.31	10.37	0.16
TAC_ADEMA	7.75	0.0400	0.60	7.49	0.30
TAC_OTROS	1138.87	0.0311	68.85	1107.12	34.39
ANT_EDICION	39.46	0.0124	12.40	30.75	0.38
ANT_COMPILE	17.96	0.0014	0.60	13.46	0.02
ANT_LINK	19.23	0.0011	0.34	9.78	0.01
ANT_DIRECT	4.71	0.0286	1.90	2.04	0.06
ANT_LOGIN	16.21	0.0211	3.30	4.83	0.10
ANT_MINIT	33.13	0.0014	0.73	16.45	0.02
ANT_DELETE	2.53	0.0114	0.50	1.36	0.02
ANT_SUBMIT	2.39	0.0058	0.31	1.65	0.01
ANT_TYPE	2.82	0.0161	1.04	1.99	0.03
ANT_HELP	44.99	0.0003	0.31	31.70	0.01
ANT_ADEMA	2.37	0.0112	0.45	1.23	0.01
ANT_OTROS	169.54	0.0127	45.70	110.66	1.41

Tabla 4.7 - Resumen Resultados (MAP) por Clase de Proceso

Clase	Tiempo resp. [seg]	Caudal [trans/seg]	Util. CPU [%]	Residencia CPU [seg]	Cola CPU
TAC_COMPILE	322.01	0.0052	4.27	320.81	2.62
TAC_LINK	91.13	0.0064	0.95	91.33	0.58
TAC_MINIT	499.48	0.0009	0.74	497.06	0.45
TAC_OTROS	1418.86	0.0311	68.65	1361.99	42.30
ANT_COMPILE	19.36	0.0014	0.60	13.95	0.02
ANT_LINK	20.01	0.0011	0.34	10.14	0.01
ANT_MINIT	34.69	0.0014	0.73	17.05	0.02
ANT_SUBMIT	2.48	0.0058	0.31	1.71	0.01
ANT_OTROS	175.20	0.0127	45.70	114.74	1.46
TAC_INTERA	77.83	0.1914	24.71	75.63	14.48
ANT_INTERA	10.86	0.1102	21.68	6.10	0.67

Tabla 4.9 - Resumen Resultados (MAP) por Clase de Proceso