



**Universitat**  
de les Illes Balears

**Evaluación de Comportamiento de Sistemas Informáticos**

---

# Práctica 4 - Evaluación y modelado del rendimiento de los sistemas informáticos

---

Alberto Pérez Ancín

**Professores:**

**Dr. Carlos Juíz García**

**Dra. Belén Bermejo González**



## APLICACIÓN PRÁCTICA

### 1.1 Objetivo

El objetivo principal es la evaluación práctica, real y completa de un sistema informático. Para ello se aplicarán todos los conceptos, metodologías y técnicas vistos a lo largo de todo el curso. Se tratarán desde los aspectos relacionados con la monitorización y el benchmarking, pasando por el modelado y llegando finalmente a la predicción de la carga.

Un ejemplo real del camino expuesto se ve en el artículo “The Performance Evaluation Journey of a Flight Seats Availability Service: A Real-world Business Case Study of Transactional Workload Running in Virtual Machines”, el cual se recomienda encarecidamente que se tenga a disposición y se comprenda en su totalidad.

### 1.2 Cuarta parte

Para la realización de esta parte utilizaremos la herramienta QNAP que sirve para programar un modelo de colas simple que se pueda evaluar automáticamente. En el campus virtual encontraréis dos carpetas, una con manuales y otra con el programa, bajad las carpetas a vuestro directorio particular de trabajo:

- En la carpeta de Manuales se encuentran los manuales de usuario, referencia, unas transparencias y un manual reducido para conocer cómo se programa en QNAP.
- En la carpeta Programa, además del ejecutable y la .dll hay un modelo de ayuda modelo.qnp para no programar desde un “lienzo en blanco”.

Para esta cuarta parte realizaremos un modelo similar al problema 4.7 realizado en clase. De hecho, es el problema 4.18 del libro de referencia del curso. Para ello deberás seguir los siguientes pasos:

## 1. APLICACIÓN PRÁCTICA

1. **Ejecuta modelo.qnp** y ver los resultados en un fichero. Compara los resultados que muestra QNAP con la solución del problema 4.18.
2. Editad el modelo.qnp con el cuaderno de notas (NO con el wordpad) o cualquier otro **editor que no formatee el texto, ni incluya caracteres invisibles. Salvad el nuevo fichero en otro .qnp (en formato cuaderno de notas y en el mismo directorio que el programa ejecutable).**

### Determinad:

- a. **Viendo el fichero de resultados, ¿qué dispositivo tiene la utilización mayor?, ¿por qué?, ¿cuál es la productividad del sistema?, ¿cuántos usuarios están reflexionando?**

Según el archivo de resultados obtenidos ejecutando el archivo “modelo.qnp”, el dispositivo con la mayor utilización es el DISC(2), con un porcentaje de ocupación del 66.72 %. Esto se debe a que el tiempo de servicio de DISC(2) es mucho mayor en comparación con los otros dispositivos, lo que hace que las tareas que llegan a este dispositivo tarden más en completarse.

En cuanto a la productividad del sistema, se puede medir en productividad media de la cola (THROUGHPUT). En este caso, el rendimiento del sistema se puede obtener observando el rendimiento de la estación TERMINAL, que es de 2.224. Esto significa que el sistema puede completar 2.224 tareas por unidad de tiempo.

En cuanto al número de usuarios reflexionando, se puede encontrar observando la columna “CUST NB” para la estación TERMINAL. No es un número entero porque es un valor promedio calculado por el modelo “qnap2v9.exe”, por lo tanto es normal que haya decimales.

```
NUMERO DE USUARIOS=      20
- MEAN VALUE ANALYSIS ("MVA") -
*****
*  NAME    * SERVICE * BUSY PCT * CUST NB * RESPONSE * THRUPUT *
*****
*          *          *          *          *          *
*CPU        *0.5000E-02*0.1001  *0.1106  *0.5526E-02* 20.02  *
*          *          *          *          *          *
*DISC  1    *0.2000E-01*0.3114  *0.4397  *0.2824E-01* 15.57  *
*          *          *          *          *          *
*DISC  2    *0.3000    *0.6672  * 1.657  *0.7449    * 2.224  *
*          *          *          *          *          *
*TERMINAL   * 8.000    *0.0000E+00* 17.79  * 8.000    * 2.224  *
*          *          *          *          *          *
*****
                        MEMORY USED:      7088 WORDS OF 4 BYTES
                        ( 0.14 % OF TOTAL MEMORY)
```

**b. Programad el cálculo de las demandas de los tres dispositivos y su impresión.**

Este código es parte de una modificación al modelo.qnp y se encarga de calcular y mostrar las demandas de tres dispositivos: CPU, DISC(1) y DISC(2).

```
PRINT("=====");
PRINT("          APARTADO B          ");
PRINT("=====");
D1:=(PROB1(1)+PROB1(2)+1.)*(MSERVICE(CPU));
PRINT("DEMANDA DE CPU=      ",D1:10:3," s");
D2:=(PROB1(1))*(MSERVICE(DISC(1)));
PRINT("DEMANDA DE DISC(1)=",D2:10:2," s");
D3:=(PROB1(2))*(MSERVICE(DISC(2)));
PRINT("DEMANDA DE DISC(2)=",D3:10:1," s");
```

Figura 1.1: Parte de código del modeloApartadoB.qnp

Primero, se calcula la demanda de CPU (D1) mediante la fórmula D1, donde PROB1 son las probabilidades y MSERVICE(CPU) es el valor medio del tiempo de servicio de la estación CPU. La demanda de CPU se calcula multiplicando la suma de las probabilidades de los dos discos más 1 por la media del servicio en la estación CPU.

Luego, se calcula la demanda de DISC(1) (D2) utilizando la fórmula D2, donde PROB1 son las probabilidades y MSERVICE(DISC(1)) es el valor medio del tiempo de servicio de la estación DISC(1). La demanda de DISC(1) se calcula multiplicando la probabilidad del primer disco por la media del servicio en la estación DISC(1).

Finalmente, se calcula la demanda de DISC(2) (D3) utilizando la fórmula D3, donde PROB1 son las probabilidades y MSERVICE(DISC(2)) es el valor medio del tiempo de servicio de la estación DISC(2). La demanda de DISC(2) se calcula multiplicando la probabilidad del segundo disco por la media del servicio en la estación DISC(2). La demanda de servicio de los tres dispositivos considerados es:

```
=====
          APARTADO B
=====
DEMANDA DE CPU=          0.045 s
DEMANDA DE DISC(1)=      0.14 s
DEMANDA DE DISC(2)=      0.3 s
```

Figura 1.2: Resultado de ejecutar el modeloApartadoB.qnp

- c. **Programad el cálculo del tiempo de respuesta del sistema (R) y el tiempo TOTAL (R+Z), así como el número de usuarios trabajando y reflexionando (imprimid los valores).**

En este programa, que es una modificación del modelo.qnp y añade también el modeloApartadoB.qnp, hay además funcionalidades para calcular en el tiempo de respuesta y la cantidad de usuarios.

```
PRINT("=====");
PRINT("                APARTADO C                ");
PRINT("=====");
R:=(N1/MTHRUPUT(TERMINAL))-MRESPONSE(TERMINAL));
PRINT("EL TIEMPO DE RESPUESTA DEL SISTEMA (R)=",R:10:4,"s");
TOTAL:=(R+MRESPONSE(TERMINAL));
PRINT("EL TIEMPO TOTAL (R+Z)=",TOTAL:10:4,"s");
PRINT("");
REFLEXION:=(MTHRUPUT(TERMINAL))*(MRESPONSE(TERMINAL));
PRINT("NÚMERO DE USUARIOS REFLEXIONANDO=",REFLEXION:10:4);
TRABAJO:=(N1-REFLEXION);
PRINT("NÚMERO DE USUARIOS TRABAJANDO=",TRABAJO:10:4);
```

Figura 1.3: Parte de código del modeloApartadoC.qnp

Inicialmente, se calculan los tiempos de respuesta y luego los usuarios, que pertenecen al "APARTADO C". Entonces, se realizan cálculos mediante funciones y operaciones para obtener los valores de rendimiento del sistema, como el tiempo de respuesta y el número de usuarios trabajando y reflexionando.

Durante este código, se utilizaron variables para almacenar los resultados de los cálculos y se emplearon funciones como son MTHRUPUT y MRESPONSE, para obtener los valores necesarios para este problema. Estas funciones representan la productividad media y el tiempo medio de respuesta del sistema.

```
=====
                APARTADO C
=====
EL TIEMPO DE RESPUESTA DEL SISTEMA (R)=    0.9923s
EL TIEMPO TOTAL (R+Z)=    8.9923s

NÚMERO DE USUARIOS REFLEXIONANDO=    17.7929
NÚMERO DE USUARIOS TRABAJANDO=    2.2071
```

Figura 1.4: Resultado de ejecutar el modeloApartadoC.qnp

d. **Cambiad la velocidad del procesador por uno el doble de rápido, ¿varían mucho los resultados?**

En el contexto del modelo ApartadoD.qnp, se observa que para mejorar el rendimiento del sistema mediante el aumento de la velocidad del procesador, hay que modificar el tiempo de servicio de la CPU en el modelo QNP. En nuestro modelo original, el tiempo de servicio de la CPU es una distribución exponencial con un valor medio de 0.005 (SERVICE=EXP(0.005)). Para duplicar la velocidad del procesador, hay que reducir el tiempo de servicio a la mitad, ajustando el valor medio a 0.0025.

Como era de esperar, al incrementar la velocidad del procesador, se observa una disminución en el tiempo de respuesta del sistema y en el tiempo total (R+Z). Esto se debe a que las tareas se completan de manera más eficiente en la CPU, lo que resulta en un mejor rendimiento general del sistema.

En conclusión, esto demuestra que la modificación del tiempo de servicio de la CPU en el modelo QNP tiene un impacto en el rendimiento del sistema. Esta modificación es una buena manera para aumentar la velocidad del procesador y, en consecuencia, mejorar el tiempo de respuesta y el tiempo total del sistema reduciendo un poco los tiempos.

```

NUMERO DE USUARIOS=      20
- MEAN VALUE ANALYSIS ("MVA") -
*****
*  NAME  * SERVICE * BUSY PCT * CUST NB * RESPONSE * THRUPUT *
*****
* CPU    * 0.2500E-02 * 0.5017E-01 * 0.5269E-01 * 0.2626E-02 * 20.07 *
*        *          *          *          *          *          *
* DISC 1 * 0.2000E-01 * 0.3122      * 0.4413      * 0.2827E-01 * 15.61 *
*        *          *          *          *          *          *
* DISC 2 * 0.3000      * 0.6690      * 1.667      * 0.7475      * 2.230 *
*        *          *          *          *          *          *
* TERMINAL * 8.000      * 0.0000E+00 * 17.84      * 8.000      * 2.230 *
*        *          *          *          *          *          *
*****
          MEMORY USED:      7636 WORDS OF 4 BYTES
          ( 0.15 % OF TOTAL MEMORY)

=====
          APARTADO B
=====
DEMANDA DE CPU=      0.022 s
DEMANDA DE DISC(1)=  0.14 s
DEMANDA DE DISC(2)=  0.3 s

=====
          APARTADO C
=====
EL TIEMPO DE RESPUESTA DEL SISTEMA (R)=  0.9690s
EL TIEMPO TOTAL (R+Z)=  8.9690s

NÚMERO DE USUARIOS REFLEXIONANDO=  17.8392
NÚMERO DE USUARIOS TRABAJANDO=  2.1608

```

Figura 1.5: Resultado de ejecutar el modelo ApartadoD.qnp

e. **Volved a vuestro modelo original y ahora equilibrad la E/S. ¿Qué ha ocurrido ahora?**

Una vez se han equilibrado las E/S, lo que ha ocurrido es que los dispositivos de almacenamiento como son DISC(1) y DISC(2) tienen las demandas repartidas de la misma manera al estar totalmente en equilibrio. Por lo tanto, de este modo se minimizan las probabilidades de que alguno de estos dos discos se convierta en un cuello de botella en el sistema.

En cuanto a los resultados, podemos observar que los tiempos de respuesta disminuyen significativamente pasando a valer el tiempo de respuesta del sistema unos 0.5575s y además los valores del throughput aumentan por lo general en todos menos en el DISC(2). En definitiva, aclarar que el valor para poder obtener estos resultados ha sido posible mediante la siguiente modificación en el modelo original REAL PROB1(2)=(8.145, 0.543).

```

NUMERO DE USUARIOS=      20
- MEAN VALUE ANALYSIS ("MVA") -
*****
*   NAME   * SERVICE * BUSY PCT * CUST NB * RESPONSE * THRUPUT *
*****
*         *         *         *         *         *
*CPU      *0.5000E-02*0.1132  *0.1268  *0.5600E-02* 22.64  *
*         *         *         *         *         *
*DISC  1  *0.2000E-01*0.3807  *0.5880  *0.3089E-01* 19.04  *
*         *         *         *         *         *
*DISC  2  *0.3000    *0.3807  *0.5880  *0.4634    * 1.269  *
*         *         *         *         *         *
*TERMINAL * 8.000    *0.0000E+00* 18.70  * 8.000    * 2.337  *
*         *         *         *         *         *
*****
                MEMORY USED:      7636 WORDS OF 4 BYTES
                ( 0.15 % OF TOTAL MEMORY)

=====
                        APARTADO B
=====
DEMANDA DE CPU=      0.048 s
DEMANDA DE DISC(1)=  0.16 s
DEMANDA DE DISC(2)=  0.16 s

=====
                        APARTADO C
=====
EL TIEMPO DE RESPUESTA DEL SISTEMA (R)=  0.5575s
EL TIEMPO TOTAL (R+Z)=  8.5575s

NÚMERO DE USUARIOS REFLEXIONANDO=  18.6972
NÚMERO DE USUARIOS TRABAJANDO=    1.3028

```

Figura 1.6: Resultado de ejecutar el modelo ApartadoE.qnp

- f. **Volved a vuestro modelo original y quitadle tres visitas al disco, ¿qué variaciones ocurren en los valores anteriores? ¿Por qué?**

Según mis observaciones, parece que la demanda en los discos está disminuyendo debido a que las tareas se están procesando más rápidamente en la CPU. Esto lo veo reflejado en el tiempo de respuesta del sistema y en el tiempo total (R+Z), ya que menos tareas se envían a los discos, lo que reduce los tiempos de espera en las colas de estos dispositivos.

Sin embargo, es importante tener en cuenta que este cambio en la distribución de la carga de trabajo entre los dispositivos también afecta al número de usuarios trabajando y reflexionando.

En resumen, la optimización del uso de los recursos del sistema puede mejorar el rendimiento y la eficiencia, pero es importante tener en cuenta cómo estos cambios pueden afectar a los usuarios.

```

NUMERO DE USUARIOS=      20
- MEAN VALUE ANALYSIS ("MVA") -
*****
*   NAME      SERVICE * BUSY PCT * CUST NB * RESPONSE * THRUPUT *
*****
*           *           *           *           *           *
*CPU          *0.5000E-02*0.3684E-01*0.3817E-01*0.5181E-02* 7.367 *
*           *           *           *           *           *
*DISC  1      *0.2000E-01*0.8595E-01*0.9355E-01*0.2177E-01* 4.297 *
*           *           *           *           *           *
*DISC  2      *0.3000      *0.1842      *0.2227      *0.3628      *0.6139 *
*           *           *           *           *           *
*TERMINAL    * 8.000      *0.0000E+00* 19.65      * 8.000      * 2.456 *
*           *           *           *           *           *
*****
          MEMORY USED:      7644 WORDS OF 4 BYTES
          ( 0.15 % OF TOTAL MEMORY)

=====
          APARTADO B
=====
DEMANDA DE CPU=      0.015 s
DEMANDA DE DISC(1)=      0.04 s
DEMANDA DE DISC(2)=      0.1 s

=====
          APARTADO C
=====
EL TIEMPO DE RESPUESTA DEL SISTEMA (R)=      0.1443s
EL TIEMPO TOTAL (R+Z)=      8.1443s

NÚMERO DE USUARIOS REFLEXIONANDO=      19.6455
NÚMERO DE USUARIOS TRABAJANDO=      0.3545

```

Figura 1.7: Resultado de ejecutar el modelo ApartadoF.qnp



- g. **Volved a vuestro modelo original y cread otro disco gemelo al 2 original (7 visitas) y pasadle las 3 visitas al disco gemelo, ¿qué variaciones se observan en los cálculos, con respecto a tener un disco y una cinta?**

En primer lugar, los tiempos de respuesta aumentan debido a que ahora hay más estaciones (discos) en el sistema, y cada una de ellas tiene un tiempo de servicio asociado. Esto significa que las tareas pueden tardar más en completarse.

En segundo lugar, la demanda en cada estación cambian los valores debido a la redistribución de las visitas entre los discos. Con el nuevo disco gemelo, las visitas se distribuyen de manera diferente, lo que hace cambiar la demanda en cada disco.

En último lugar, el número de usuarios trabajando se ve afectado en el tiempo de respuesta. Como el tiempo de respuesta aumenta, es posible que los usuarios tengan que esperar más tiempo, lo que hace que haya mayor cantidad de usuarios trabajando simultáneamente en el sistema.

```
NUMERO DE USUARIOS=      20
- MEAN VALUE ANALYSIS ("MVA") -
*****
*  NAME  * SERVICE * BUSY PCT * CUST NB * RESPONSE * THRUPUT *
*****
*      *      *      *      *      *      *
*CPU    *0.5000E-02*0.6657E-01*0.7130E-01*0.5356E-02* 13.31 *
*      *      *      *      *      *      *
*DISC 1 *0.2000E-01*0.1553 *0.1838 *0.2367E-01* 7.766 *
*      *      *      *      *      *      *
*DISC 2 *0.3000 *0.9985 * 10.37 * 3.116 * 3.328 *
*      *      *      *      *      *      *
*DISC 3 *0.3000 *0.3328 *0.4980 *0.4489 * 1.109 *
*      *      *      *      *      *      *
*TERMINAL * 8.000 *0.0000E+00* 8.876 * 8.000 * 1.109 *
*      *      *      *      *      *      *
*****
MEMORY USED:      7958 WORDS OF 4 BYTES
( 0.16 % OF TOTAL MEMORY)

=====
APARTADO B
=====
DEMANDA DE CPU=      0.055 s
DEMANDA DE DISC(1)=    0.14 s
DEMANDA DE DISC(2)=    0.9 s

=====
APARTADO C
=====
EL TIEMPO DE RESPUESTA DEL SISTEMA (R)=  10.0271s
EL TIEMPO TOTAL (R+Z)=  18.0271s

NÚMERO DE USUARIOS REFLEXIONANDO=    8.8755
NÚMERO DE USUARIOS TRABAJANDO=   11.1245
```

Figura 1.8: Resultado de ejecutar el modelo ApartadoG.qnp

- h. Volved a vuestro modelo original e iterad el modelo desde 10 a 100 usuarios con saltos de 10 y construid una tabla .xls o similar y su gráfica con histogramas, en la que se vea la variación del tiempo de respuesta (R) con el número de usuarios incremental

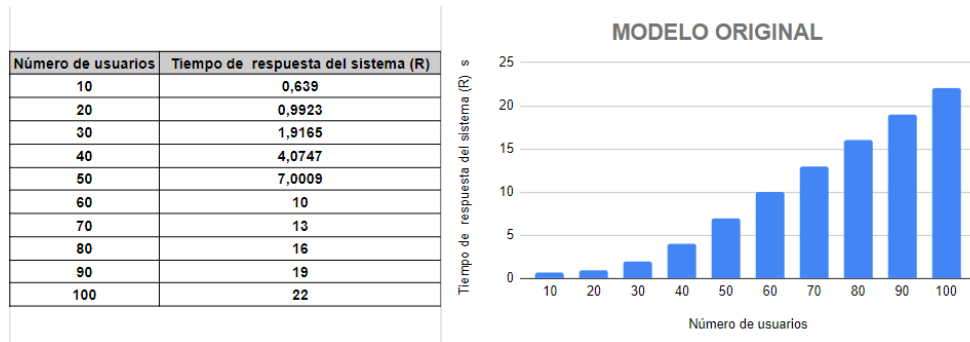


Figura 1.9: Resultado de ejecutar el modeloApartadoH.qnp

- i. Cambiad el tiempo de reflexión al doble y a la mitad. Representad en la tabla anterior los nuevos tiempos de respuesta (R) ¿Qué ha ocurrido? Representa con otros histogramas comparativos.

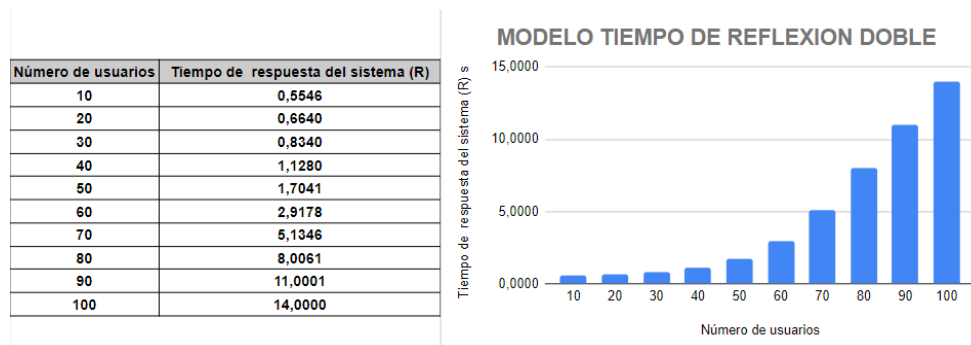


Figura 1.10: Resultado de ejecutar el modeloApartadoI.qnp

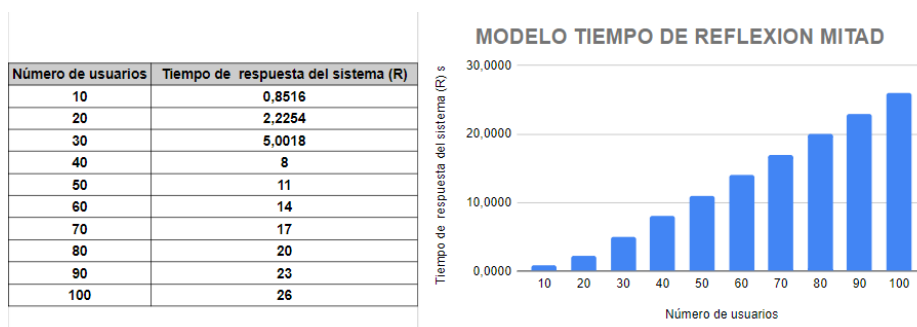


Figura 1.11: Resultado de ejecutar el modeloApartadoI.qnp

## 1. APLICACIÓN PRÁCTICA

---

La primera tabla muestra el tiempo de reflexión doble para diferentes números de usuarios con saltos de 10. A diferencia de la segunda tabla muestra el tiempo de reflexión a la mitad.

En la primera tabla, se puede observar que a medida que aumenta el número de usuarios, el tiempo de respuesta del sistema también aumenta, lo que indica que el sistema tarda más tiempo en procesar las solicitudes de los usuarios a medida que hay más usuarios en el sistema.

En la segunda tabla, se puede observar que a medida que el número de usuarios aumenta, el tiempo de respuesta del sistema aumenta exponencialmente. Por ejemplo, para 10 usuarios, el tiempo de respuesta es de 0,8516 segundos, pero para 100 usuarios, el tiempo de respuesta es de 26 segundos. Esto indica que el sistema no puede manejar grandes cantidades de usuarios.

**Entregables:** fichero de resultados final .qnp (apartado i), fichero.xls o similar con sus 3 gráficas de histogramas (apartados h e i) y un documento conciso que explique lo observado en los apartados de a) a la i).