

Universitat de les Illes Balears

Escola Politècnica Superior

21719 - Avaluació del Comportament de Sistemes Informàtics.

Actividad 3: Tema 4 - Análisis Operacional.



**Universitat**  
de les Illes Balears

Khaoula Ikkene

Grupo 102

[khaoula.ikkene1@estudiant.uib.cat](mailto:khaoula.ikkene1@estudiant.uib.cat)

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?**

Los resultados del fichero son los siguientes:

```

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 *
*          *          *          *          *          *
*****

```

Para calcular la utilización de cada dispositivo usaremos la siguiente fórmula  $U_i = X_i \cdot S_i$ .

Donde  $X_i$  es la productividad (throughput) y  $S_i$  representa el tiempo de servicio del dispositivo.

Por lo tanto, calculando manualmente las utilizaciones, obtenemos:

$$U_{cpu} = X_{cpu} \cdot S_{cpu} = 20.02 \cdot 0.005 = 0.1001$$

$$U_{disc1} = X_{disc1} \cdot S_{disc1} = 15.57 \cdot 0.02 = 0.3114$$

$$U_{disc2} = X_{disc2} \cdot S_{disc2} = 2.224 \cdot 0.3 = 0.6672$$

Estos resultados se pueden también obtener directamente de la columna "BUSY PCT" que representa el porcentaje medio de ocupación de la cola.

Por lo tanto, el dispositivo con mayor utilización es el disco 2, y se debe a su mayor tiempo de servicio.

La productividad del sistema es la del terminal: 2.224

La cantidad de usuarios que están reflexionando se puede calcular aplicando la ley de Little al terminal:  $N_z = X \cdot Z = 2.224 \cdot 8 = 17.792$

**b. Resuelve el resto del problema 4.18 pero con la herramienta QNAP, es decir:**

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

La demanda de un dispositivo se calcula de la siguiente forma:  $D_i = V_i \cdot S_i$ , donde  $V_i$  es la razón de visita del dispositivo  $i$  y  $S_i$  es su tiempo de servicio.

Para obtener estos valores, las razones de visita ya las tenemos guardadas en el vector PROB, y el tiempo de servicio lo podemos obtener con el uso de la instrucción MSERVICE(dispositivo).

Los resultados son los siguientes:

#### DEMANDA DE LOS TRES DISPOSITIVOS

DEMANDA DE LA CPU = 0.4500E-01

DEMANDA DEL DISCO 1 = 0.1400

DEMANDA DEL DISCO 2 = 0.3000

ii) Programad el cálculo del tiempo de respuesta del sistema (R) y el tiempo TOTAL (R+Z), así como el número de usuarios trabajando (imprimid todos los valores que no muestra el fichero de resultados por defecto).

El tiempo de respuesta del sistema (R) se calcula de acuerdo con la fórmula  $R = (\frac{N}{X}) - Z$  de la ley del tiempo de respuesta interactiva, donde N es el número de usuarios del sistema, X es la productividad total del sistema, y Z es el tiempo de reflexión de los usuarios.

NUMERO DE USUARIOS = 20

PRODUCTIVIDAD DEL SISTEMA = 2.224

TIEMPO DE REFLEXIÓN Z = 8.000

TIEMPO DE RESPUESTA DEL SISTEMA (R) = 0.9923

TIEMPO TOTAL (R+Z) = 8.992

NUMERO DE USUARIOS TRABAJANDO = 2.207

iii) Programad e imprimid las probabilidades de encaminamiento entre todas las colas del modelo del servidor central.

#### PROBABILIDADES DE ENCAMINAMIENTOS

PROBABILIDAD DE ENCAMINAMIENTO DE LA CPU AL DISCO 1 = 0.7778

PROBABILIDAD DE ENCAMINAMIENTO DE LA CPU AL DISCO 2 = 0.1111

PROBABILIDAD DE ENCAMINAMIENTO HACIA EL TERMINAL = 0.1111

Ahora vamos a cambiar el modelo del servidor central original (modelo.qnp):

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

¿Por qué?

Cambiar la velocidad del procesador por uno del doble, en este contexto es equivalente a usar un procesador con un tiempo de servicio igual a la mitad de la del procesador original.

Los resultados obtenidos son los siguientes

```

- 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
*          *         *          *          *          *
*****

```

Comparando estos resultados con los originales, podemos notar que todos los valores de la CPU, excepto la productividad, se han reducido aproximadamente a la mitad. Según la siguiente ley de utilización, podemos deducir que al aumentar el tiempo de servicio, también aumenta la utilización. En otras palabras, si inicialmente teníamos  $U_i = X_i * S_i$  y hemos cambiado la velocidad del procesador por uno el doble de rápido (reduciendo el tiempo de servicio a la mitad), la nueva utilización es  $U_i = X_i * \frac{S_i}{2} \rightarrow 2U_i = X_i * S_i$ . De ahí el aumento de casi el doble en el porcentaje de uso de la CPU. También se entiende por qué la productividad se ha mantenido igual.

El tiempo de respuesta de la CPU ha disminuido debido a la reducción en el tiempo de servicio, ya que estos dos factores son directamente proporcionales.

En cuanto a los demás valores, han experimentado cambios leves debido al ajuste en el tiempo de servicio de la CPU, que afecta al sistema en su conjunto, dado que es un modelo de colas cerradas.

**d. Volved a vuestro modelo original y ahora usad dos procesadores en vez de uno con la velocidad original, ¿qué ha pasado con el rendimiento ahora? ¿Qué diferencias hay con el modelo del apartado anterior?**

Para lograr esto cambiaremos el tipo de CPU a mutiple(2). Los resultados obtenidos son los siguientes:

```

- NORMALISED CONVOLUTION METHOD ("MVANCA") -
*****
*   NAME   * SERVICE * BUSY PCT * CUST NB * RESPONSE * THRUPUT *
*****
*          *         *          *          *          *
*CPU       *0.5000E-02*0.5007E-01*0.1004    *0.5011E-02* 20.03
*          *         *          *          *          *
*DISC  1   *0.2000E-01*0.3115    *0.4399    *0.2824E-01* 15.58
*          *         *          *          *          *
*DISC  2   *0.3000    *0.6675    * 1.659    *0.7453    * 2.225
*          *         *          *          *          *
*TERMINAL * 8.000    *0.0000E+00* 17.80    * 8.000    * 2.225
*          *         *          *          *          *
*****
MEMORY USED:      7088 WORDS OF 4 BYTES

```

Observamos que ha habido aumentos muy pequeños en los valores de la productividad, el número de usuarios en cola, la productividad y la utilización de los discos y del terminal también.

En cuanto a la CPU, ha experimentado algunos cambios significativos. Su productividad y número de usuarios en la cola han aumentado ligeramente, y su utilización casi se ha reducido a la mitad.

**e. Volved a vuestro modelo original y ahora equilibrad la E/S. ¿Qué ha pasado con el rendimiento ahora?**

Para equilibrar ls E/S hay que igualar las demandas de los dos discos

$$V_{disco1} * S_{disco1} = V_{disco2} * S_{disco2}$$

Sabemos que en total tenemos 8 visitas a los discos. Por lo tanto, podemos escribir  $V_{disco2} = 8 - V_{disco1}$ , Y sustituyendo en la ecuación de arriba obtendremos una ecuación de primer grado que nos permitirá obtener las nuevas razones de visitas.

$$\frac{V_{disco1}}{V_{disco2}} = \frac{S_{disco2}}{S_{disco1}}$$

$$\frac{V_{disco1}}{8 - V_{disco1}} = \frac{0.3}{0.02}$$

$$V_{disco1} = (8 - V_{disco1}) 15 \rightarrow V_{disco1} = 120 - 15 V_{disco1} \rightarrow 16 V_{disco1} = 120 \rightarrow V_{disco1} = 7.5$$

Ergo, la razón de visita del disco 1 debe ser 7.5, y la del disco 2  $(8 - 7.5) = 0.5$ .

Reflejando estos cambios en nuestro modelo y ejecutándolo, obtenemos los siguientes resultados:

```

*****
*      NAME      * SERVICE * BUSY PCT * CUST NB * RESPONSE * THRUPUT *
*****
*                *      *      *      *      *      *
* CPU            *0.5000E-02*0.1059 *0.1177 *0.5557E-02* 21.19 *
*                *      *      *      *      *      *
* DISC 1         *0.2000E-01*0.3531 *0.5252 *0.2975E-01* 17.65 *
*                *      *      *      *      *      *
* DISC 2         *0.3000      *0.3531 *0.5252 *0.4463      * 1.177 *
*                *      *      *      *      *      *
* TERMINAL      * 8.000      *0.0000E+00* 18.83 * 8.000      * 2.354 *
*                *      *      *      *      *      *
*****

```

Como se puede observar, los valores de utilización (BUSY PCT) y número de clientes en la cola (CUST NB) ahora son iguales para ambos discos. Sin embargo, dado que el tiempo de servicio de los discos es diferente, sus tiempos de respuesta también serán distintos.

En cuanto a la productividad (THRUPUT), también notamos que es diferente. El primer disco exhibe una productividad relativamente alta, considerablemente mayor que la del segundo disco. Esto se debe a que el tiempo de respuesta del disco 1 es  $(0.4436/0.02975) = 14.91$  veces menor que el tiempo de respuesta del segundo disco.

**f. Volved a vuestro modelo original y eliminad el disco que solo tiene una visita y pasadla al otro ¿qué variaciones ocurren en los valores anteriores? ¿Por qué? ¿Cuánto habría que cambiar la**

**velocidad de éste único disco para que el tiempo de respuesta del sistema fuera el del modelo original?**

ELIMINAMOS EL DISCO 2 Y PASAMOS SU RAZON DE VISITA AL DISCO 1

- MEAN VALUE ANALYSIS ("MVA") -

```

*****
*   NAME   * SERVICE * BUSY PCT * CUST NB * RESPONSE * THRUPUT *
*****
*         *         *         *         *         *
* CPU      *0.5000E-02*0.1084 *0.1208 *0.5571E-02* 21.69 *
*         *         *         *         *         *
* DISC     *0.2000E-01*0.3856 *0.5992 *0.3108E-01* 19.28 *
*         *         *         *         *         *
* TERMINAL * 8.000   *0.0000E+00* 19.28 * 8.000   * 2.410   *
*         *         *         *         *         *
*****

```

Ahora observamos que hay pequeños aumentos en los valores de la CPU en milésimas. La productividad del único disco que tenemos ahora es considerablemente mayor, dado que todas las visitas se dirigen hacia él. Además, el número de usuarios del terminal y la productividad del sistema también han mejorado.

***Cuánto habría que cambiar la velocidad de éste único disco para que el tiempo de respuesta del sistema fuera el del modelo original?***

El tiempo de respuesta del sistema original que calculamos en una sección anterior fue 0.9923, obtenido utilizando la fórmula siguiente:

$$R = \left(\frac{N}{X}\right) - Z$$

N y Z se mantienen constantes, por lo tanto, lo único que podemos cambiar es la productividad total del sistema. La productividad total X se calcula aplicando la ley de Little con la siguiente fórmula:  $X = \frac{N}{R}$ . Si N se mantiene constante, podemos calcular el valor deseado de R utilizando la ley general del tiempo de respuesta.

$$\sum_{i=1}^2 V_{DISCO} * R_{DISCO} + V_{CPU} * R_{CPU} = 8 * R_{DISCO} + 9 * 0.005571$$

$$0.9923 = 0.050139 + 8R_{DISCO} \rightarrow 0.9421 = 8R_{DISCO} \rightarrow R_{DISCO} \simeq 0.1178$$

Ahora que tenemos el tiempo de respuesta que debe tener el disco, necesitamos calcular su tiempo de servicio. El tiempo de servicio se puede obtener restando el tiempo de espera en la cola del tiempo de respuesta, de acuerdo con la siguiente fórmula:  $S_i = R_i - W_i$

Sin embargo, el tiempo de espera en la cola  $W_i$  no es un factor que se pueda calcular por sí solo si no disponemos del tiempo de servicio y del tiempo de respuesta. Entonces, la única opción que nos queda es estimar el tiempo de servicio que nos dará un tiempo de respuesta total del sistema igual al del modelo original, basándonos en la cota superior, que es el tiempo de respuesta. El valor estimado del tiempo de servicio que debe tener el disco es 0.0412.

***g. Volved a vuestro modelo original y cread otro disco gemelo al original (el de 7 visitas) y pasadle las 3 visitas al disco gemelo, ¿qué variaciones se observan en los cálculos, con respecto a tener dos discos del modelo original?***

```

- MEAN VALUE ANALYSIS ("MVA") -
*****
*  NAME  * SERVICE * BUSY PCT * CUST NB * RESPONSE * THRUPUT *
*****
*          *          *          *          *          *
*CPU      *0.5000E-02*0.1004    *0.1110    *0.5528E-02* 20.08    *
*          *          *          *          *          *
*DISC  1  *0.2000E-01*0.1785    *0.2148    *0.2406E-01* 8.926    *
*          *          *          *          *          *
*DISC  2  *0.3000    *0.6695    * 1.669    *0.7478    * 2.232    *
*          *          *          *          *          *
*DISC  3  *0.2000E-01*0.1339    *0.1534    *0.2291E-01* 6.695    *
*          *          *          *          *          *
*TERMINAL * 8.000    *0.0000E+00* 17.85    * 8.000    * 2.232    *
*          *          *          *          *          *
*****

```

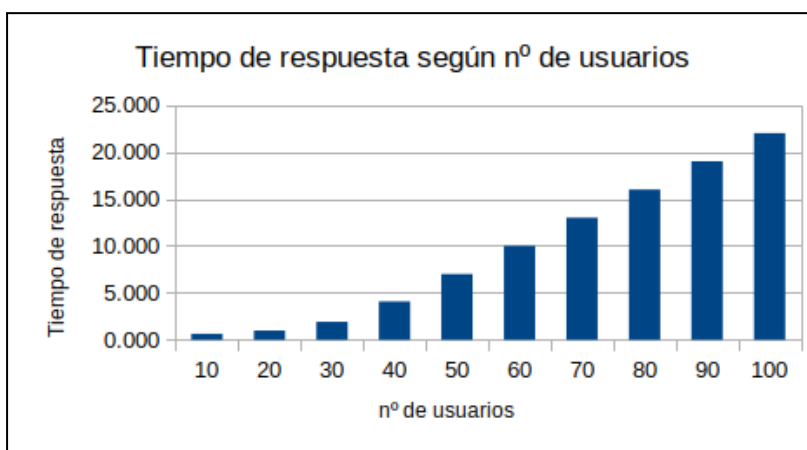
Con los cambios introducidos, observamos que el disco 2 sigue siendo el cuello de botella del sistema, con la mayor utilización (0.6695). La productividad del disco 1 también se ha reducido, o más bien se ha distribuido entre este disco y su disco gemelo. La productividad del disco 2 no se ve tan afectada.

En general, la productividad del sistema, y, por lo tanto, su rendimiento, ha bajado muy ligeramente.

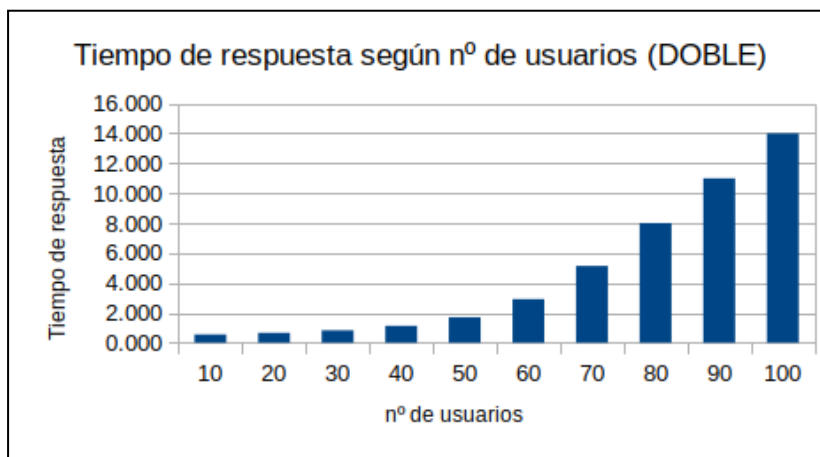
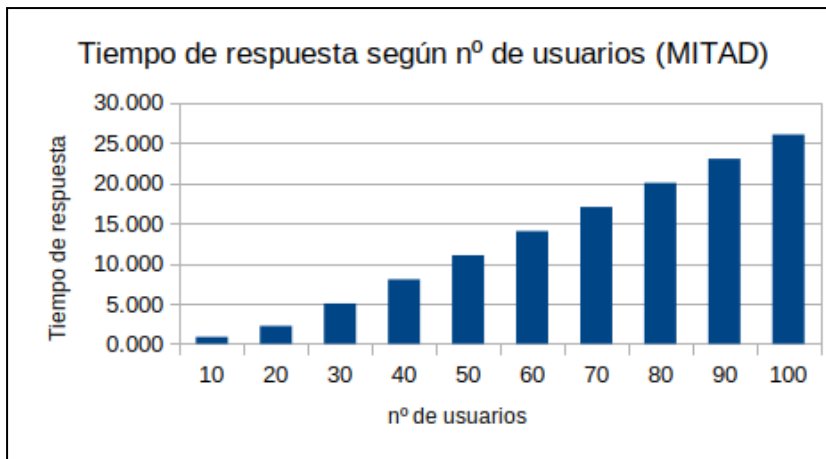
***h. Volved a vuestro modelo original e iterad el modelo desde 10 a 100 usuarios con saltos de 10 y construid una tabla .xls o similar y su gráfica con histogramas, en la que se vea la variación del tiempo de respuesta (R) con el número de usuarios incremental.***

Para el cálculo del tiempo de respuesta usaremos la ley de respuesta interactiva

$R = \left(\frac{N}{X}\right) - Z$ . El factor Z se mantiene constante, N es el número de usuarios que vamos incrementando (N1), y X se obtiene con la instrucción MTHRUPUT(TERMINAL).



***i. Sobre el modelo del apartado h, 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 2 gráficos de histogramas comparativos***



Observando las gráficas, podemos ver que cuando el tiempo de reflexión se reduce a la mitad ( $Z=4$ ), el tiempo de respuesta muestra un crecimiento lineal. Por otro lado, al duplicar el tiempo de reflexión, notamos que el tiempo de respuesta crece mucho más rápidamente, de forma exponencial. En resumen, con un tiempo de reflexión más corto, los tiempos de respuesta son más largos, como se ve en la primera gráfica donde el tiempo de respuesta para 100 usuarios es considerablemente mayor, aproximadamente el doble, comparado con un tiempo de reflexión de 16. Si el tiempo de respuesta es más largo, el rendimiento del sistema disminuye. Lo contrario también es cierto; con un tiempo de reflexión más largo, los tiempos de respuesta son más cortos y, por lo tanto, el rendimiento del sistema es mejor.

## FICHEROS GENERADOS DE CADA APARTADO

### APARTADO B1

SIMULOG \*\*\* QNAP2 \*\*\* ( 28-02-1999 ) V 9.4  
(C) COPYRIGHT BY CII HONEYWELL BULL AND INRIA, 1986

```

1 /DECLARE/ QUEUE CPU,DISC(2),TERMINAL;
2   REAL PROB1(2)=(7.,1.);
3   REAL TTR1,TOTAL,WORK;
4   INTEGER I,N1;
5 /STATION/ NAME=CPU;
6 &   SCHED=PS;
7   SERVICE=EXP(0.005);
8   TRANSIT=DISC,PROB1,TERMINAL,1;
9 /STATION/ NAME=DISC;
10  TRANSIT=CPU;
```



```

11 /STATION/ NAME=DISC(1);
12   SERVICE=EXP(0.02);
13 /STATION/ NAME=DISC(2);
14   SERVICE=EXP(0.3);
15 /STATION/ NAME=TERMINAL;
16   TYPE=INFINITE;
17   INIT=N1;
18   SERVICE=EXP(8.);
19   TRANSIT=CPU;
20 /CONTROL/ CLASS=ALL QUEUE;
21 /EXEC/  FOR N1:=20 STEP 10 UNTIL 20 DO
22   BEGIN
23     PRINT;
24     SOLVE;
25
26     PRINT("");
27     PRINT("DEMANDA DE LOS TRES DISPOSITIVOS");
28     PRINT("");
29     PRINT("DEMANDA DE LA CPU      =",(PROB1(1)+PROB1(2)+1)*MSERVICE(CPU));
30     PRINT(" ");
31     PRINT("DEMANDA DEL DISCO 1    =",PROB1(1)*MSERVICE(DISC(1)));
32     PRINT(" ");
33     PRINT("DEMANDA DEL DISCO 2    =",PROB1(2)*MSERVICE(DISC(2)));
34     PRINT(" ");
35   END;
- 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:  7254 WORDS OF 4 BYTES
( 0.15 % OF TOTAL MEMORY)

DEMANDA DE LOS TRES DISPOSITIVOS

DEMANDA DE LA CPU      = 0.4500E-01

DEMANDA DEL DISCO 1    = 0.1400

DEMANDA DEL DISCO 2    = 0.3000

36 /END/

```

## APARTADO B2

```

SIMULOG *** QNAP2 *** ( 28-02-1999 ) V 9.4
(C) COPYRIGHT BY CII HONEYWELL BULL AND INRIA, 1986
1 /DECLARE/ QUEUE CPU,DISC(2),TERMINAL;
2   REAL PROB1(2)=(7.,1.);
3   REAL TTR1,TOTAL,WORK;
4   INTEGER I,N1;

```

```

5 /STATION/ NAME=CPU;
6 &   SCHED=PS;
7   SERVICE=EXP(0.005);
8   TRANSIT=DISC,PROB1,TERMINAL,1;
9 /STATION/ NAME=DISC;
10  TRANSIT=CPU;
11 /STATION/ NAME=DISC(1);
12   SERVICE=EXP(0.02);
13 /STATION/ NAME=DISC(2);
14   SERVICE=EXP(0.3);
15 /STATION/ NAME=TERMINAL;
16   TYPE=INFINITE;
17   INIT=N1;
18   SERVICE=EXP(8.);
19   TRANSIT=CPU;
20 /CONTROL/ CLASS=ALL QUEUE;
21 /EXEC/  FOR N1:=20 STEP 10 UNTIL 20 DO
22   BEGIN
23     PRINT;
24     SOLVE;
25           PRINT("");
26           PRINT("NUMERO DE USUARIOS = ", N1);
27           PRINT("PRODUCTIVIDAD DEL SISTEMA = ", MTHRUPUT(TERMINAL));
28           PRINT("TIEMPO DE REFLEXIÓN Z = ", MRESPONSE(TERMINAL));
29           PRINT("");
30           PRINT("TIEMPO DE RESPUESTA DEL SISTEMA (R) = ", (N1/MTHRUPUT(TERMINAL
)) - MRESPONSE(TERMINAL));
31           PRINT("TIEMPO TOTAL (R+Z) = ", (N1/MTHRUPUT(TERMINAL)));
32           PRINT(" ");
33           PRINT("NUMERO DE USUARIOS TRABJANDO = ", N1-MCUSTNB(TERMINAL));
34           PRINT(" ");
35   END;
- 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: 7258 WORDS OF 4 BYTES
( 0.15 % OF TOTAL MEMORY)
NUMERO DE USUARIOS = 20
PRODUCTIVIDAD DEL SISTEMA = 2.224
TIEMPO DE REFLEXIÓN Z = 8.000

TIEMPO DE RESPUESTA DEL SISTEMA (R) = 0.9923
TIEMPO TOTAL (R+Z) = 8.992

NUMERO DE USUARIOS TRABJANDO = 2.207
36 /END/

```

---

**APARTADO B3:**

```

SIMULOG *** QNAP2 *** ( 28-02-1999 ) V 9.4
(C) COPYRIGHT BY CII HONEYWELL BULL AND INRIA, 1986
 1/DECLARE/ QUEUE CPU,DISC(2),TERMINAL;
 2   REAL PROB1(2)=(7.,1.);
 3   REAL TTR1,TOTAL,WORK,VCPU;
 4   INTEGER I,N1;
 5/STATION/ NAME=CPU;
 6&   SCHED=PS;
 7   SERVICE=EXP(0.005);
 8   TRANSIT=DISC,PROB1,TERMINAL,1;
 9/STATION/ NAME=DISC;
10   TRANSIT=CPU;
11/STATION/ NAME=DISC(1);
12   SERVICE=EXP(0.02);
13/STATION/ NAME=DISC(2);
14   SERVICE=EXP(0.3);
15/STATION/ NAME=TERMINAL;
16   TYPE=INFINITE;
17   INIT=N1;
18   SERVICE=EXP(8.);
19   TRANSIT=CPU;
20/CONTROL/ CLASS=ALL QUEUE;
21/EXEC/  FOR N1:=20 STEP 10 UNTIL 20 DO
22   BEGIN
23     PRINT;
24     SOLVE;
25           VCPU:= PROB1(1)+PROB1(2)+1;
26           PRINT("");
27           PRINT("PROBABILIDADES DE ENCAMINAMIENTOS");
28           PRINT("PROBABILIDAD DE ENCAMINAMIENTO DE LA CPU AL DISCO 1 = ", PROB1
(1)/VCPU);
29           PRINT("");
30           PRINT("PROBABILIDAD DE ENCAMINAMIENTO DE LA CPU AL DISCO 2 = ", PROB1
(2)/VCPU);
31           PRINT(" ");
32           PRINT("PROBABILIDAD DE ENCAMINAMIENTO HACIA EL TERMINAL = ", 1/VCPU);
33           PRINT("");
34   END;
- 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:  7256 WORDS OF 4 BYTES
      ( 0.15 % OF TOTAL MEMORY)
PROBABILIDADES DE ENCAMINAMIENTOS
PROBABILIDAD DE ENCAMINAMIENTO DE LA CPU AL DISCO 1 =  0.7778

PROBABILIDAD DE ENCAMINAMIENTO DE LA CPU AL DISCO 2 =  0.1111

```

PROBABILIDAD DE ENCAMINAMIENTO HACIA EL TERMINAL = 0.1111  
35 /END/

---

#### APARTADO C

```
SIMULOG *** QNAP2 *** ( 28-02-1999 ) V 9.4
(C) COPYRIGHT BY CII HONEYWELL BULL AND INRIA, 1986
1 /DECLARE/ QUEUE CPU,DISC(2),TERMINAL;
2   REAL PROB1(2)=(7.,1.);
3   REAL TTR1,TOTAL,WORK;
4   INTEGER I,N1;
5
6 /STATION/ NAME=CPU;
7 &   SCHED=PS;
8   &SERVICE=EXP(0.005);      &tiempo de servicio
9       SERVICE=EXP(0.0025);
10  TRANSIT=DISC,PROB1,TERMINAL,1;
11 /STATION/ NAME=DISC;
12  TRANSIT=CPU;
13 /STATION/ NAME=DISC(1);
14  SERVICE=EXP(0.02);
15 /STATION/ NAME=DISC(2);
16  SERVICE=EXP(0.3);
17 /STATION/ NAME=TERMINAL;
18  TYPE=INFINITE;
19  INIT=N1;
20  SERVICE=EXP(8.);
21  TRANSIT=CPU;
22 /CONTROL/ CLASS=ALL QUEUE;
23 /EXEC/  FOR N1:=20 STEP 10 UNTIL 20 DO
24  BEGIN
25    PRINT;
26    PRINT("NUMERO DE USUARIOS = ",N1);
27    SOLVE;
28  END;
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: 7088 WORDS OF 4 BYTES
      ( 0.14 % OF TOTAL MEMORY)
29 /END/
```

---

#### APARTADO D

```
SIMULOG *** QNAP2 *** ( 28-02-1999 ) V 9.4
(C) COPYRIGHT BY CII HONEYWELL BULL AND INRIA, 1986
1 /DECLARE/ QUEUE CPU,DISC(2),TERMINAL;
2   REAL PROB1(2)=(7.,1.);
3   REAL TTR1,TOTAL,WORK;
```

```

4    INTEGER I,N1;
5 /STATION/ NAME=CPU;
6 &   SCHED=PS;
7     TYPE = MULTIPLE(2);
8     SERVICE=EXP(0.005);
9     TRANSIT=DISC,PROB1,TERMINAL,1;
10 /STATION/ NAME=DISC;
11    TRANSIT=CPU;
12 /STATION/ NAME=DISC(1);
13    SERVICE=EXP(0.02);
14 /STATION/ NAME=DISC(2);
15    SERVICE=EXP(0.3);
16 /STATION/ NAME=TERMINAL;
17    TYPE=INFINITE;
18    INIT=N1;
19    SERVICE=EXP(8.);
20    TRANSIT=CPU;
21 /CONTROL/ CLASS=ALL QUEUE;
22 /EXEC/  FOR N1:=20 STEP 10 UNTIL 20 DO
23    BEGIN
24      SOLVE;
25    END;
- NORMALISED CONVOLUTION METHOD ("MVANCA") -
*****
* NAME * SERVICE * BUSY PCT * CUST NB * RESPONSE * THRUPUT *
*****
*   *   *   *   *   *   *
*CPU   *0.5000E-02*0.5007E-01*0.1004  *0.5011E-02* 20.03 *
*   *   *   *   *   *   *
*DISC 1 *0.2000E-01*0.3115  *0.4399  *0.2824E-01* 15.58 *
*   *   *   *   *   *   *
*DISC 2 *0.3000  *0.6675  * 1.659  *0.7453  * 2.225  *
*   *   *   *   *   *   *
*TERMINAL * 8.000  *0.0000E+00* 17.80  * 8.000  * 2.225  *
*   *   *   *   *   *   *
*****
      MEMORY USED:   7070 WORDS OF 4 BYTES
      ( 0.14 % OF TOTAL MEMORY)
26 /END/

```

---

#### APARTADO E

```

SIMULOG *** QNAP2 *** ( 28-02-1999 ) V 9.4
(C) COPYRIGHT BY CII HONEYWELL BULL AND INRIA, 1986
1 /DECLARE/ QUEUE CPU,DISC(2),TERMINAL;
2   REAL PROB1(2)=(7.5,0.5);
3   REAL TTR1,TOTAL,WORK;
4   INTEGER I,N1;
5 /STATION/ NAME=CPU;
6 &   SCHED=PS;
7   SERVICE=EXP(0.005);
8   TRANSIT=DISC,PROB1,TERMINAL,1;
9 /STATION/ NAME=DISC;
10  TRANSIT=CPU;
11 /STATION/ NAME=DISC(1);
12  SERVICE=EXP(0.02);
13 /STATION/ NAME=DISC(2);
14  SERVICE=EXP(0.3);
15 /STATION/ NAME=TERMINAL;
16  TYPE=INFINITE;

```

```

17   INIT=N1;
18   SERVICE=EXP(8.);
19   TRANSIT=CPU;
20 /CONTROL/ CLASS=ALL QUEUE;
21 /EXEC/  FOR N1:=20 STEP 10 UNTIL 20 DO
22   BEGIN
23     SOLVE;
24   END;
- MEAN VALUE ANALYSIS ("MVA") -
*****
* NAME * SERVICE * BUSY PCT * CUST NB * RESPONSE * THRUPUT *
*****
*      *      *      *      *      *
*CPU   *0.5000E-02*0.1059 *0.1177 *0.5557E-02* 21.19 *
*      *      *      *      *      *
*DISC 1 *0.2000E-01*0.3531 *0.5252 *0.2975E-01* 17.65 *
*      *      *      *      *      *
*DISC 2 *0.3000 *0.3531 *0.5252 *0.4463 * 1.177 *
*      *      *      *      *      *
*TERMINAL * 8.000 *0.0000E+00* 18.83 * 8.000 * 2.354 *
*      *      *      *      *      *
*****
      MEMORY USED:  7068 WORDS OF 4 BYTES
      ( 0.14 % OF TOTAL MEMORY)
25 /END/

```

#### APARTADO F

```

SIMULOG *** QNAP2 *** ( 28-02-1999 ) V 9.4
(C) COPYRIGHT BY CII HONEYWELL BULL AND INRIA, 1986
1 /DECLARE/ QUEUE CPU,DISC,TERMINAL;
2   REAL PROB1(1)=(8.);
3   REAL TTR1,TOTAL,WORK;
4   INTEGER I,N1;
5 /STATION/ NAME=CPU;
6 &   SCHED=PS;
7   SERVICE=EXP(0.005);
8   TRANSIT=DISC,PROB1,TERMINAL,1;
9 /STATION/ NAME=DISC;
10  TRANSIT=CPU;
11 /STATION/ NAME=DISC;
12  SERVICE=EXP(0.02);
13 /STATION/ NAME=TERMINAL;
14  TYPE=INFINITE;
15  INIT=N1;
16  SERVICE=EXP(8.);
17  TRANSIT=CPU;
18 /CONTROL/ CLASS=ALL QUEUE;
19 /EXEC/  FOR N1:=20 STEP 10 UNTIL 20 DO
20   BEGIN
21     PRINT;
22     PRINT("ELIMINAMOS EL DISCO 2 Y PASAMOS SU RAZÓN DE VISITA A
L DISCO 1");
23     SOLVE;
24   END;

```

ELIMINAMOS EL DISCO 2 Y PASAMOS SU RAZÓN DE VISITA AL DISCO 1

- MEAN VALUE ANALYSIS ("MVA") -

```

*****
* NAME * SERVICE * BUSY PCT * CUST NB * RESPONSE * THRUPUT *

```

```
*****
*   *   *   *   *   *
*CPU   *0.5000E-02*0.1084   *0.1208   *0.5571E-02* 21.69 *
*   *   *   *   *   *
*DISC   *0.2000E-01*0.3856   *0.5992   *0.3108E-01* 19.28 *
*   *   *   *   *   *
*TERMINAL * 8.000   *0.0000E+00* 19.28   * 8.000   * 2.410 *
*   *   *   *   *   *
*****

MEMORY USED: 6798 WORDS OF 4 BYTES
( 0.14 % OF TOTAL MEMORY)

25 /END/
```

---

#### APARTADO G

```
SIMULOG *** QNAP2 *** ( 28-02-1999 ) V 9.4
(C) COPYRIGHT BY CII HONEYWELL BULL AND INRIA, 1986
1 /DECLARE/ QUEUE CPU,DISC(3),TERMINAL;
2 REAL PROB1(3)=(4.,1.,3.);
3 REAL TTR1,TOTAL,WORK;
4 INTEGER I,N1;
5 /STATION/ NAME=CPU;
6 & SCHED=PS;
7 SERVICE=EXP(0.005);
8 TRANSIT=DISC,PROB1,TERMINAL,1;
9 /STATION/ NAME=DISC;
10 TRANSIT=CPU;
11 /STATION/ NAME=DISC(1);
12 SERVICE=EXP(0.02);
13 /STATION/ NAME=DISC(2);
14 SERVICE=EXP(0.3);
15 /STATION/ NAME=DISC(3); &disco gemelo
16 SERVICE=EXP(0.02);
17 /STATION/ NAME=TERMINAL;
18 TYPE=INFINITE;
19 INIT=N1;
20 SERVICE=EXP(8.);
21 TRANSIT=CPU;
22 /CONTROL/ CLASS=ALL QUEUE;
23 /EXEC/ FOR N1:=20 STEP 10 UNTIL 20 DO
24 BEGIN
25 PRINT;
26 PRINT("NUMERO DE USUARIOS=";N1);
27 SOLVE;
28 END;
NUMERO DE USUARIOS= 20
- MEAN VALUE ANALYSIS ("MVA") -
*****
* NAME * SERVICE * BUSY PCT * CUST NB * RESPONSE * THRUPUT *
*****
*   *   *   *   *   *
*CPU   *0.5000E-02*0.1004   *0.1110   *0.5528E-02* 20.08 *
*   *   *   *   *   *
*DISC 1 *0.2000E-01*0.1785   *0.2148   *0.2406E-01* 8.926 *
*   *   *   *   *   *
*DISC 2 *0.3000   *0.6695   * 1.669   *0.7478   * 2.232 *
*   *   *   *   *   *
*DISC 3 *0.2000E-01*0.1339   *0.1534   *0.2291E-01* 6.695 *
*   *   *   *   *   *
*TERMINAL * 8.000   *0.0000E+00* 17.85   * 8.000   * 2.232 *
```

\* \* \* \* \*

\*\*\*\*\*

MEMORY USED: 7398 WORDS OF 4 BYTES

( 0.15 % OF TOTAL MEMORY)

29/END/

## APARTADO H

SIMULOG \*\*\* QNAP2 \*\*\* ( 28-02-1999 ) V 9.4

(C) COPYRIGHT BY CII HONEYWELL BULL AND INRIA, 1986

1 /DECLARE/ QUEUE CPU,DISC(2),TERMINAL;

2 REAL PROB1(2)=(7.,1.);

3 REAL TTR1,TOTAL,WORK;

4 INTEGER I,N1;

5 /STATION/ NAME=CPU;

6 & SCHED=PS;

7 SERVICE=EXP(0.005);

8 TRANSIT=DISC,PROB1,TERMINAL,1;

9 /STATION/ NAME=DISC;

10 TRANSIT=CPU;

11 /STATION/ NAME=DISC(1);

12 SERVICE=EXP(0.02);

13 /STATION/ NAME=DISC(2);

14 SERVICE=EXP(0.3);

15 /STATION/ NAME=TERMINAL;

16 TYPE=INFINITE;

17 INIT=N1;

18 SERVICE=EXP(8.);

19 TRANSIT=CPU;

20 /CONTROL/ CLASS=ALL QUEUE;

21 /EXEC/ FOR N1:=10 STEP 10 UNTIL 100 DO

22 BEGIN

23 PRINT;

24 SOLVE;

25 PRINT("NUMERO DE USUARIOS = ",N1);

26 PRINT(" ");

27 PRINT("TIEMPO DE RESUPUESTA = ",(N1/MTHRUPUT(TERMINAL))-MRESPONSE(TER

MINAL));

28 PRINT(" ");

29

30 END;

- MEAN VALUE ANALYSIS ("MVA") -

\*\*\*\*\*

\* NAME \* SERVICE \* BUSY PCT \* CUST NB \* RESPONSE \* THRUPUT \*

\*\*\*\*\*

\* \* \* \* \*

\*CPU \*0.5000E-02\*0.5209E-01\*0.5464E-01\*0.5245E-02\* 10.42 \*

\* \* \* \* \*

\*DISC 1 \*0.2000E-01\*0.1621 \*0.1892 \*0.2335E-01\* 8.103 \*

\* \* \* \* \*

\*DISC 2 \*0.3000 \*0.3473 \*0.4958 \*0.4283 \* 1.158 \*

\* \* \* \* \*

\*TERMINAL \* 8.000 \*0.0000E+00\* 9.260 \* 8.000 \* 1.158 \*

\* \* \* \* \*

\*\*\*\*\*

MEMORY USED: 7150 WORDS OF 4 BYTES

( 0.14 % OF TOTAL MEMORY)

NUMERO DE USUARIOS = 10

TIEMPO DE RESUPUESTA = 0.6390



- 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: 7173 WORDS OF 4 BYTES

( 0.14 % OF TOTAL MEMORY)

NUMERO DE USUARIOS = 20

TIEMPO DE RESUPUESTA = 0.9923

- MEAN VALUE ANALYSIS ("MVA") -

\*\*\*\*\*

\* NAME \* SERVICE \* BUSY PCT \* CUST NB \* RESPONSE \* THRUPUT \*

\*\*\*\*\*

\* \* \* \* \*

\*CPU \*0.5000E-02\*0.1361 \*0.1570 \*0.5767E-02\* 27.23 \*

\* \* \* \* \*

\*DISC 1 \*0.2000E-01\*0.4235 \*0.7165 \*0.3383E-01\* 21.18 \*

\* \* \* \* \*

\*DISC 2 \*0.3000 \*0.9076 \* 4.924 \* 1.628 \* 3.025 \*

\* \* \* \* \*

\*TERMINAL \* 8.000 \*0.0000E+00\* 24.20 \* 8.000 \* 3.025 \*

\* \* \* \* \*

\*\*\*\*\*

MEMORY USED: 7196 WORDS OF 4 BYTES

( 0.14 % OF TOTAL MEMORY)

NUMERO DE USUARIOS = 30

TIEMPO DE RESUPUESTA = 1.917

- MEAN VALUE ANALYSIS ("MVA") -

\*\*\*\*\*

\* NAME \* SERVICE \* BUSY PCT \* CUST NB \* RESPONSE \* THRUPUT \*

\*\*\*\*\*

\* \* \* \* \*

\*CPU \*0.5000E-02\*0.1491 \*0.1751 \*0.5872E-02\* 29.81 \*

\* \* \* \* \*

\*DISC 1 \*0.2000E-01\*0.4638 \*0.8600 \*0.3709E-01\* 23.19 \*

\* \* \* \* \*

\*DISC 2 \*0.3000 \*0.9938 \* 12.46 \* 3.762 \* 3.313 \*

\* \* \* \* \*

\*TERMINAL \* 8.000 \*0.0000E+00\* 26.50 \* 8.000 \* 3.313 \*

\* \* \* \* \*

\*\*\*\*\*

MEMORY USED: 7219 WORDS OF 4 BYTES

( 0.14 % OF TOTAL MEMORY)

NUMERO DE USUARIOS = 40

TIEMPO DE RESUPUESTA = 4.075

- MEAN VALUE ANALYSIS ("MVA") -

\*\*\*\*\*

```

* NAME * SERVICE * BUSY PCT * CUST NB * RESPONSE * THRUPUT *
*****
* * * * *
*CPU *0.5000E-02*0.1500 *0.1765 *0.5882E-02* 30.00 *
* * * * *
*DISC 1 *0.2000E-01*0.4666 *0.8748 *0.3749E-01* 23.33 *
* * * * *
*DISC 2 *0.3000 *0.9999 * 22.28 * 6.685 * 3.333 *
* * * * *
*TERMINAL * 8.000 *0.0000E+00* 26.67 * 8.000 * 3.333 *
* * * * *
*****

```

MEMORY USED: 7242 WORDS OF 4 BYTES  
 ( 0.14 % OF TOTAL MEMORY)  
 NUMERO DE USUARIOS = 50

TIEMPO DE RESUPUESTA = 7.001  
 - MEAN VALUE ANALYSIS ("MVA") -

```

*****
* NAME * SERVICE * BUSY PCT * CUST NB * RESPONSE * THRUPUT *
*****
* * * * *
*CPU *0.5000E-02*0.1500 *0.1765 *0.5882E-02* 30.00 *
* * * * *
*DISC 1 *0.2000E-01*0.4667 *0.8750 *0.3750E-01* 23.33 *
* * * * *
*DISC 2 *0.3000 * 1.000 * 32.28 * 9.685 * 3.333 *
* * * * *
*TERMINAL * 8.000 *0.0000E+00* 26.67 * 8.000 * 3.333 *
* * * * *
*****

```

MEMORY USED: 7265 WORDS OF 4 BYTES  
 ( 0.15 % OF TOTAL MEMORY)  
 NUMERO DE USUARIOS = 60

TIEMPO DE RESUPUESTA = 10.00  
 - MEAN VALUE ANALYSIS ("MVA") -

```

*****
* NAME * SERVICE * BUSY PCT * CUST NB * RESPONSE * THRUPUT *
*****
* * * * *
*CPU *0.5000E-02*0.1500 *0.1765 *0.5882E-02* 30.00 *
* * * * *
*DISC 1 *0.2000E-01*0.4667 *0.8750 *0.3750E-01* 23.33 *
* * * * *
*DISC 2 *0.3000 * 1.000 * 42.28 * 12.68 * 3.333 *
* * * * *
*TERMINAL * 8.000 *0.0000E+00* 26.67 * 8.000 * 3.333 *
* * * * *
*****

```

MEMORY USED: 7288 WORDS OF 4 BYTES  
 ( 0.15 % OF TOTAL MEMORY)  
 NUMERO DE USUARIOS = 70

TIEMPO DE RESUPUESTA = 13.00  
 - MEAN VALUE ANALYSIS ("MVA") -

```

*****
* NAME * SERVICE * BUSY PCT * CUST NB * RESPONSE * THRUPUT *
*****

```

```

*      *      *      *      *      *
*CPU      *0.5000E-02*0.1500 *0.1765 *0.5882E-02* 30.00 *
*      *      *      *      *      *
*DISC 1 *0.2000E-01*0.4667 *0.8750 *0.3750E-01* 23.33 *
*      *      *      *      *      *
*DISC 2 *0.3000 *1.000 *52.28 *15.68 *3.333 *
*      *      *      *      *      *
*TERMINAL *8.000 *0.0000E+00* 26.67 *8.000 *3.333 *
*      *      *      *      *      *
*****
      MEMORY USED: 7311 WORDS OF 4 BYTES
      ( 0.15 % OF TOTAL MEMORY)
NUMERO DE USUARIOS = 80

TIEMPO DE RESUPUESTA = 16.00
- MEAN VALUE ANALYSIS ("MVA") -
*****
* NAME * SERVICE * BUSY PCT * CUST NB * RESPONSE * THRUPUT *
*****
*      *      *      *      *      *
*CPU      *0.5000E-02*0.1500 *0.1765 *0.5882E-02* 30.00 *
*      *      *      *      *      *
*DISC 1 *0.2000E-01*0.4667 *0.8750 *0.3750E-01* 23.33 *
*      *      *      *      *      *
*DISC 2 *0.3000 *1.000 *62.28 *18.68 *3.333 *
*      *      *      *      *      *
*TERMINAL *8.000 *0.0000E+00* 26.67 *8.000 *3.333 *
*      *      *      *      *      *
*****
      MEMORY USED: 7334 WORDS OF 4 BYTES
      ( 0.15 % OF TOTAL MEMORY)
NUMERO DE USUARIOS = 90

TIEMPO DE RESUPUESTA = 19.00
- MEAN VALUE ANALYSIS ("MVA") -
*****
* NAME * SERVICE * BUSY PCT * CUST NB * RESPONSE * THRUPUT *
*****
*      *      *      *      *      *
*CPU      *0.5000E-02*0.1500 *0.1765 *0.5882E-02* 30.00 *
*      *      *      *      *      *
*DISC 1 *0.2000E-01*0.4667 *0.8750 *0.3750E-01* 23.33 *
*      *      *      *      *      *
*DISC 2 *0.3000 *1.000 *72.28 *21.68 *3.333 *
*      *      *      *      *      *
*TERMINAL *8.000 *0.0000E+00* 26.67 *8.000 *3.333 *
*      *      *      *      *      *
*****
      MEMORY USED: 7357 WORDS OF 4 BYTES
      ( 0.15 % OF TOTAL MEMORY)
NUMERO DE USUARIOS = 100

TIEMPO DE RESUPUESTA = 22.00
31 /END/

```

#### APARTADO I- DOBLE

SIMULOG \*\*\* QNAP2 \*\*\* (28-02-1999 ) V 9.4  
 (C) COPYRIGHT BY CII HONEYWELL BULL AND INRIA, 1986  
 1 /DECLARE/ QUEUE CPU,DISC(2),TERMINAL;

```

2   REAL PROB1(2)=(7.,1.);
3   REAL TTR1,TOTAL,WORK;
4   INTEGER I,N1;
5 /STATION/ NAME=CPU;
6 &   SCHED=PS;
7   SERVICE=EXP(0.005);
8   TRANSIT=DISC,PROB1,TERMINAL,1;
9 /STATION/ NAME=DISC;
10  TRANSIT=CPU;
11 /STATION/ NAME=DISC(1);
12  SERVICE=EXP(0.02);
13 /STATION/ NAME=DISC(2);
14  SERVICE=EXP(0.3);
15 /STATION/ NAME=TERMINAL;
16  TYPE=INFINITE;
17  INIT=N1;
18  SERVICE=EXP(16.);
19  TRANSIT=CPU;
20 /CONTROL/ CLASS=ALL QUEUE;
21 /EXEC/  FOR N1:=10 STEP 10 UNTIL 100 DO
22  BEGIN
23      PRINT;
24      SOLVE;
25      PRINT("TIEMPO DE REFLEXIÓN AL DOBLE ");
26  PRINT("NUMERO DE USUARIOS = ",N1);
27      PRINT(" ");
28      PRINT("TIEMPO DE RESUPUESTA = ",(N1/MTHRPUT(TERMINAL))-MRESPONSE(TER
MINAL));
29      PRINT(" ");
30
31  END;
- MEAN VALUE ANALYSIS ("MVA") -
*****
* NAME * SERVICE * BUSY PCT * CUST NB * RESPONSE * THRUPUT *
*****
*      *      *      *      *      *
*CPU   *0.5000E-02*0.2718E-01*0.2786E-01*0.5125E-02* 5.437 *
*      *      *      *      *      *
*DISC 1 *0.2000E-01*0.8457E-01*0.9147E-01*0.2163E-01* 4.228 *
*      *      *      *      *      *
*DISC 2 *0.3000 *0.1812 *0.2157 *0.3571 *0.6041 *
*      *      *      *      *      *
*TERMINAL * 16.00 *0.0000E+00* 9.665 * 16.00 *0.6041 *
*      *      *      *      *      *
*****

MEMORY USED: 7168 WORDS OF 4 BYTES
( 0.14 % OF TOTAL MEMORY)
TIEMPO DE REFLEXIÓN AL DOBLE
NUMERO DE USUARIOS = 10

TIEMPO DE RESUPUESTA = 0.5546
- MEAN VALUE ANALYSIS ("MVA") -
*****
* NAME * SERVICE * BUSY PCT * CUST NB * RESPONSE * THRUPUT *
*****
*      *      *      *      *      *
*CPU   *0.5000E-02*0.5401E-01*0.5692E-01*0.5270E-02* 10.80 *
*      *      *      *      *      *
*DISC 1 *0.2000E-01*0.1680 *0.1996 *0.2376E-01* 8.401 *

```

```

*   *   *   *   *   *   *
*DISC 2 *0.3000 *0.3601 *0.5404 *0.4503 *1.200 *
*   *   *   *   *   *   *
*TERMINAL *16.00 *0.0000E+00*19.20 *16.00 *1.200 *
*   *   *   *   *   *   *
*****

MEMORY USED: 7191 WORDS OF 4 BYTES
( 0.14 % OF TOTAL MEMORY)
TIEMPO DE REFLEXIÓN AL DOBLE
NUMERO DE USUARIOS = 20

TIEMPO DE RESUPUESTA = 0.6640
- MEAN VALUE ANALYSIS ("MVA") -
*****
* NAME * SERVICE * BUSY PCT * CUST NB * RESPONSE * THRUPUT *
*****
*   *   *   *   *   *   *
*CPU *0.5000E-02*0.8019E-01*0.8692E-01*0.5419E-02*16.04 *
*   *   *   *   *   *   *
*DISC 1 *0.2000E-01*0.2495 *0.3278 *0.2628E-01*12.47 *
*   *   *   *   *   *   *
*DISC 2 *0.3000 *0.5346 *1.072 *0.6013 *1.782 *
*   *   *   *   *   *   *
*TERMINAL *16.00 *0.0000E+00*28.51 *16.00 *1.782 *
*   *   *   *   *   *   *
*****

MEMORY USED: 7214 WORDS OF 4 BYTES
( 0.14 % OF TOTAL MEMORY)
TIEMPO DE REFLEXIÓN AL DOBLE
NUMERO DE USUARIOS = 30

TIEMPO DE RESUPUESTA = 0.8340
- MEAN VALUE ANALYSIS ("MVA") -
*****
* NAME * SERVICE * BUSY PCT * CUST NB * RESPONSE * THRUPUT *
*****
*   *   *   *   *   *   *
*CPU *0.5000E-02*0.1051 *0.1171 *0.5571E-02*21.02 *
*   *   *   *   *   *   *
*DISC 1 *0.2000E-01*0.3269 *0.4780 *0.2924E-01*16.35 *
*   *   *   *   *   *   *
*DISC 2 *0.3000 *0.7006 *2.039 *0.8732 *2.335 *
*   *   *   *   *   *   *
*TERMINAL *16.00 *0.0000E+00*37.37 *16.00 *2.335 *
*   *   *   *   *   *   *
*****

MEMORY USED: 7237 WORDS OF 4 BYTES
( 0.14 % OF TOTAL MEMORY)
TIEMPO DE REFLEXIÓN AL DOBLE
NUMERO DE USUARIOS = 40

TIEMPO DE RESUPUESTA = 1.128
- MEAN VALUE ANALYSIS ("MVA") -
*****
* NAME * SERVICE * BUSY PCT * CUST NB * RESPONSE * THRUPUT *
*****
*   *   *   *   *   *   *
*CPU *0.5000E-02*0.1271 *0.1452 *0.5713E-02*25.42 *
*   *   *   *   *   *   *

```

\*DISC 1 \*0.2000E-01\*0.3954 \*0.6431 \*0.3253E-01\* 19.77 \*  
\* \* \* \* \*

\*DISC 2 \*0.3000 \*0.8473 \*4.024 \*1.425 \*2.824 \*  
\* \* \* \* \*

\*TERMINAL \*16.00 \*0.0000E+00\* 45.19 \*16.00 \*2.824 \*  
\* \* \* \* \*

\*\*\*\*\*

MEMORY USED: 7260 WORDS OF 4 BYTES  
( 0.15 % OF TOTAL MEMORY)  
TIEMPO DE REFLEXIÓN AL DOBLE  
NUMERO DE USUARIOS = 50

TIEMPO DE RESUPUESTA = 1.704  
- MEAN VALUE ANALYSIS ("MVA") -

\*\*\*\*\*

\* NAME \* SERVICE \* BUSY PCT \* CUST NB \* RESPONSE \* THRUPUT \*  
\*\*\*\*\*

\* \* \* \* \*

\*CPU \*0.5000E-02\*0.1427 \*0.1662 \*0.5823E-02\* 28.54 \*  
\* \* \* \* \*

\*DISC 1 \*0.2000E-01\*0.4440 \*0.7891 \*0.3554E-01\* 22.20 \*  
\* \* \* \* \*

\*DISC 2 \*0.3000 \*0.9515 \*8.299 \*2.617 \*3.172 \*  
\* \* \* \* \*

\*TERMINAL \*16.00 \*0.0000E+00\* 50.75 \*16.00 \*3.172 \*  
\* \* \* \* \*

\*\*\*\*\*

MEMORY USED: 7283 WORDS OF 4 BYTES  
( 0.15 % OF TOTAL MEMORY)  
TIEMPO DE REFLEXIÓN AL DOBLE  
NUMERO DE USUARIOS = 60

TIEMPO DE RESUPUESTA = 2.918  
- MEAN VALUE ANALYSIS ("MVA") -

\*\*\*\*\*

\* NAME \* SERVICE \* BUSY PCT \* CUST NB \* RESPONSE \* THRUPUT \*  
\*\*\*\*\*

\* \* \* \* \*

\*CPU \*0.5000E-02\*0.1490 \*0.1751 \*0.5873E-02\* 29.81 \*  
\* \* \* \* \*

\*DISC 1 \*0.2000E-01\*0.4637 \*0.8615 \*0.3716E-01\* 23.18 \*  
\* \* \* \* \*

\*DISC 2 \*0.3000 \*0.9936 \*15.97 \*4.822 \*3.312 \*  
\* \* \* \* \*

\*TERMINAL \*16.00 \*0.0000E+00\* 52.99 \*16.00 \*3.312 \*  
\* \* \* \* \*

\*\*\*\*\*

MEMORY USED: 7306 WORDS OF 4 BYTES  
( 0.15 % OF TOTAL MEMORY)  
TIEMPO DE REFLEXIÓN AL DOBLE  
NUMERO DE USUARIOS = 70

TIEMPO DE RESUPUESTA = 5.135  
- MEAN VALUE ANALYSIS ("MVA") -

\*\*\*\*\*

\* NAME \* SERVICE \* BUSY PCT \* CUST NB \* RESPONSE \* THRUPUT \*  
\*\*\*\*\*

\* \* \* \* \*

\*CPU \*0.5000E-02\*0.1500 \*0.1764 \*0.5882E-02\* 29.99 \*

```

*   *   *   *   *   *   *
*DISC 1 *0.2000E-01*0.4665 *0.8743 *0.3748E-01* 23.33 *
*   *   *   *   *   *   *
*DISC 2 *0.3000 *0.9997 * 25.63 *7.691 * 3.332 *
*   *   *   *   *   *   *
*TERMINAL * 16.00 *0.0000E+00* 53.32 * 16.00 * 3.332 *
*   *   *   *   *   *   *
*****

      MEMORY USED:  7329 WORDS OF 4 BYTES
      ( 0.15 % OF TOTAL MEMORY)
TIEMPO DE REFLEXIÓN AL DOBLE
NUMERO DE USUARIOS =   80

TIEMPO DE RESUPUESTA =  8.006
- MEAN VALUE ANALYSIS ("MVA") -
*****
* NAME * SERVICE * BUSY PCT * CUST NB * RESPONSE * THRUPUT *
*****
*   *   *   *   *   *   *
*CPU   *0.5000E-02*0.1500 *0.1765 *0.5882E-02* 30.00 *
*   *   *   *   *   *   *
*DISC 1 *0.2000E-01*0.4667 *0.8750 *0.3750E-01* 23.33 *
*   *   *   *   *   *   *
*DISC 2 *0.3000 * 1.000 * 35.62 * 10.68 * 3.333 *
*   *   *   *   *   *   *
*TERMINAL * 16.00 *0.0000E+00* 53.33 * 16.00 * 3.333 *
*   *   *   *   *   *   *
*****

      MEMORY USED:  7352 WORDS OF 4 BYTES
      ( 0.15 % OF TOTAL MEMORY)
TIEMPO DE REFLEXIÓN AL DOBLE
NUMERO DE USUARIOS =   90

TIEMPO DE RESUPUESTA = 11.00
- MEAN VALUE ANALYSIS ("MVA") -
*****
* NAME * SERVICE * BUSY PCT * CUST NB * RESPONSE * THRUPUT *
*****
*   *   *   *   *   *   *
*CPU   *0.5000E-02*0.1500 *0.1765 *0.5882E-02* 30.00 *
*   *   *   *   *   *   *
*DISC 1 *0.2000E-01*0.4667 *0.8750 *0.3750E-01* 23.33 *
*   *   *   *   *   *   *
*DISC 2 *0.3000 * 1.000 * 45.62 * 13.68 * 3.333 *
*   *   *   *   *   *   *
*TERMINAL * 16.00 *0.0000E+00* 53.33 * 16.00 * 3.333 *
*   *   *   *   *   *   *
*****

      MEMORY USED:  7375 WORDS OF 4 BYTES
      ( 0.15 % OF TOTAL MEMORY)
TIEMPO DE REFLEXIÓN AL DOBLE
NUMERO DE USUARIOS =  100

TIEMPO DE RESUPUESTA = 14.00
32 /END/

```

#### APARTADO I-MITAD

SIMULOG \*\*\* QNAP2 \*\*\* ( 28-02-1999 ) V 9.4  
(C) COPYRIGHT BY CII HONEYWELL BULL AND INRIA, 1986

```

1 /DECLARE/ QUEUE CPU,DISC(2),TERMINAL;
2   REAL PROB1(2)=(7.,1.);
3   REAL TTR1,TOTAL,WORK;
4   INTEGER I,N1;
5 /STATION/ NAME=CPU;
6 &   SCHED=PS;
7   SERVICE=EXP(0.005);
8   TRANSIT=DISC,PROB1,TERMINAL,1;
9 /STATION/ NAME=DISC;
10  TRANSIT=CPU;
11 /STATION/ NAME=DISC(1);
12  SERVICE=EXP(0.02);
13 /STATION/ NAME=DISC(2);
14  SERVICE=EXP(0.3);
15 /STATION/ NAME=TERMINAL;
16  TYPE=INFINITE;
17  INIT=N1;
18  SERVICE=EXP(4.);
19  TRANSIT=CPU;
20 /CONTROL/ CLASS=ALL QUEUE;
21 /EXEC/  FOR N1:=10 STEP 10 UNTIL 100 DO
22  BEGIN
23      PRINT;
24      SOLVE;
25      PRINT("TIEMPO DE REFLEXIÓN A LA MITAD ");
26      PRINT("NUMERO DE USUARIOS = ",N1);
27      PRINT(" ");
28      PRINT("TIEMPO DE RESUPUESTA = ",(N1/MTHRUPUT(TERMINAL))-MRESPONSE(TER
MINAL));
29      PRINT(" ");
30
31  END;

```

- MEAN VALUE ANALYSIS ("MVA") -

```

*****
* NAME * SERVICE * BUSY PCT * CUST NB * RESPONSE * THRUPUT *
*****
*      *      *      *      *      *
*CPU   *0.5000E-02*0.9275E-01*0.1012 *0.5457E-02* 18.55 *
*      *      *      *      *      *
*DISC 1 *0.2000E-01*0.2886 *0.3870 *0.2682E-01* 14.43 *
*      *      *      *      *      *
*DISC 2 *0.3000 *0.6183 * 1.267 *0.6147 * 2.061 *
*      *      *      *      *      *
*TERMINAL * 4.000 *0.0000E+00* 8.245 * 4.000 * 2.061 *
*      *      *      *      *      *
*****

```

MEMORY USED: 7168 WORDS OF 4 BYTES

( 0.14 % OF TOTAL MEMORY)

TIEMPO DE REFLEXIÓN A LA MITAD

NUMERO DE USUARIOS = 10

TIEMPO DE RESUPUESTA = 0.8516

- MEAN VALUE ANALYSIS ("MVA") -

```

*****
* NAME * SERVICE * BUSY PCT * CUST NB * RESPONSE * THRUPUT *
*****
*      *      *      *      *      *
*CPU   *0.5000E-02*0.1446 *0.1685 *0.5826E-02* 28.91 *
*      *      *      *      *      *

```



\*DISC 1 \*0.2000E-01\*0.4498 \*0.7959 \*0.3539E-01\* 22.49 \*  
\* \* \* \* \*

\*DISC 2 \*0.3000 \*0.9638 \*6.185 \*1.925 \*3.213 \*  
\* \* \* \* \*

\*TERMINAL \*4.000 \*0.0000E+00\*12.85 \*4.000 \*3.213 \*  
\* \* \* \* \*

\*\*\*\*\*

MEMORY USED: 7191 WORDS OF 4 BYTES  
( 0.14 % OF TOTAL MEMORY)  
TIEMPO DE REFLEXIÓN A LA MITAD  
NUMERO DE USUARIOS = 20

TIEMPO DE RESUPUESTA = 2.225  
- MEAN VALUE ANALYSIS ("MVA") -

\*\*\*\*\*

\* NAME \* SERVICE \* BUSY PCT \* CUST NB \* RESPONSE \* THRUPUT \*  
\*\*\*\*\*

\* \* \* \* \*

\*CPU \*0.5000E-02\*0.1500 \*0.1764 \*0.5882E-02\* 29.99 \*  
\* \* \* \* \*

\*DISC 1 \*0.2000E-01\*0.4666 \*0.8741 \*0.3747E-01\* 23.33 \*  
\* \* \* \* \*

\*DISC 2 \*0.3000 \*0.9998 \*15.62 \*4.687 \*3.333 \*  
\* \* \* \* \*

\*TERMINAL \*4.000 \*0.0000E+00\*13.33 \*4.000 \*3.333 \*  
\* \* \* \* \*

\*\*\*\*\*

MEMORY USED: 7214 WORDS OF 4 BYTES  
( 0.14 % OF TOTAL MEMORY)  
TIEMPO DE REFLEXIÓN A LA MITAD  
NUMERO DE USUARIOS = 30

TIEMPO DE RESUPUESTA = 5.002  
- MEAN VALUE ANALYSIS ("MVA") -

\*\*\*\*\*

\* NAME \* SERVICE \* BUSY PCT \* CUST NB \* RESPONSE \* THRUPUT \*  
\*\*\*\*\*

\* \* \* \* \*

\*CPU \*0.5000E-02\*0.1500 \*0.1765 \*0.5882E-02\* 30.00 \*  
\* \* \* \* \*

\*DISC 1 \*0.2000E-01\*0.4667 \*0.8750 \*0.3750E-01\* 23.33 \*  
\* \* \* \* \*

\*DISC 2 \*0.3000 \*1.000 \*25.62 \*7.685 \*3.333 \*  
\* \* \* \* \*

\*TERMINAL \*4.000 \*0.0000E+00\*13.33 \*4.000 \*3.333 \*  
\* \* \* \* \*

\*\*\*\*\*

MEMORY USED: 7237 WORDS OF 4 BYTES  
( 0.14 % OF TOTAL MEMORY)  
TIEMPO DE REFLEXIÓN A LA MITAD  
NUMERO DE USUARIOS = 40

TIEMPO DE RESUPUESTA = 8.000  
- MEAN VALUE ANALYSIS ("MVA") -

\*\*\*\*\*

\* NAME \* SERVICE \* BUSY PCT \* CUST NB \* RESPONSE \* THRUPUT \*  
\*\*\*\*\*

\* \* \* \* \*

\*CPU \*0.5000E-02\*0.1500 \*0.1765 \*0.5882E-02\* 30.00 \*

```
* * * * *
*DISC 1 *0.2000E-01*0.4667 *0.8750 *0.3750E-01* 23.33 *
* * * * *
*DISC 2 *0.3000 *1.000 *35.62 *10.68 *3.333 *
* * * * *
*TERMINAL *4.000 *0.0000E+00* 13.33 *4.000 *3.333 *
* * * * *
```

\*\*\*\*\*

MEMORY USED: 7260 WORDS OF 4 BYTES  
( 0.15 % OF TOTAL MEMORY)  
TIEMPO DE REFLEXIÓN A LA MITAD  
NUMERO DE USUARIOS = 50

TIEMPO DE RESUPUESTA = 11.00  
- MEAN VALUE ANALYSIS ("MVA") -

\*\*\*\*\*

```
* NAME * SERVICE * BUSY PCT * CUST NB * RESPONSE * THRUPUT *
*****
```

```
* * * * *
```

```
*CPU *0.5000E-02*0.1500 *0.1765 *0.5882E-02* 30.00 *
* * * * *
```

```
*DISC 1 *0.2000E-01*0.4667 *0.8750 *0.3750E-01* 23.33 *
* * * * *
```

```
*DISC 2 *0.3000 *1.000 *45.62 *13.68 *3.333 *
* * * * *
```

```
*TERMINAL *4.000 *0.0000E+00* 13.33 *4.000 *3.333 *
* * * * *
```

\*\*\*\*\*

MEMORY USED: 7283 WORDS OF 4 BYTES  
( 0.15 % OF TOTAL MEMORY)  
TIEMPO DE REFLEXIÓN A LA MITAD  
NUMERO DE USUARIOS = 60

TIEMPO DE RESUPUESTA = 14.00  
- MEAN VALUE ANALYSIS ("MVA") -

\*\*\*\*\*

```
* NAME * SERVICE * BUSY PCT * CUST NB * RESPONSE * THRUPUT *
*****
```

```
* * * * *
```

```
*CPU *0.5000E-02*0.1500 *0.1765 *0.5882E-02* 30.00 *
* * * * *
```

```
*DISC 1 *0.2000E-01*0.4667 *0.8750 *0.3750E-01* 23.33 *
* * * * *
```

```
*DISC 2 *0.3000 *1.000 *55.62 *16.68 *3.333 *
* * * * *
```

```
*TERMINAL *4.000 *0.0000E+00* 13.33 *4.000 *3.333 *
* * * * *
```

\*\*\*\*\*

MEMORY USED: 7306 WORDS OF 4 BYTES  
( 0.15 % OF TOTAL MEMORY)  
TIEMPO DE REFLEXIÓN A LA MITAD  
NUMERO DE USUARIOS = 70

TIEMPO DE RESUPUESTA = 17.00  
- MEAN VALUE ANALYSIS ("MVA") -

\*\*\*\*\*

```
* NAME * SERVICE * BUSY PCT * CUST NB * RESPONSE * THRUPUT *
*****
```

```
* * * * *
```

```

*CPU      *0.5000E-02*0.1500  *0.1765  *0.5882E-02* 30.00  *
*      *      *      *      *      *
*DISC 1 *0.2000E-01*0.4667  *0.8750  *0.3750E-01* 23.33  *
*      *      *      *      *      *
*DISC 2 *0.3000  *1.000  *65.62  *19.68  *3.333  *
*      *      *      *      *      *
*TERMINAL *4.000  *0.0000E+00* 13.33  *4.000  *3.333  *
*      *      *      *      *      *
*****

      MEMORY USED:  7329 WORDS OF 4 BYTES
      ( 0.15 % OF TOTAL MEMORY)
TIEMPO DE REFLEXIÓN A LA MITAD
NUMERO DE USUARIOS =   80

TIEMPO DE RESUPUESTA =  20.00
- MEAN VALUE ANALYSIS ("MVA") -
*****
* NAME  * SERVICE * BUSY PCT * CUST NB * RESPONSE * THRUPUT *
*****
*      *      *      *      *      *
*CPU      *0.5000E-02*0.1500  *0.1765  *0.5882E-02* 30.00  *
*      *      *      *      *      *
*DISC 1 *0.2000E-01*0.4667  *0.8750  *0.3750E-01* 23.33  *
*      *      *      *      *      *
*DISC 2 *0.3000  *1.000  *75.62  *22.68  *3.333  *
*      *      *      *      *      *
*TERMINAL *4.000  *0.0000E+00* 13.33  *4.000  *3.333  *
*      *      *      *      *      *
*****

      MEMORY USED:  7352 WORDS OF 4 BYTES
      ( 0.15 % OF TOTAL MEMORY)
TIEMPO DE REFLEXIÓN A LA MITAD
NUMERO DE USUARIOS =   90

TIEMPO DE RESUPUESTA =  23.00

- MEAN VALUE ANALYSIS ("MVA") -
*****
* NAME  * SERVICE * BUSY PCT * CUST NB * RESPONSE * THRUPUT *
*****
*      *      *      *      *      *
*CPU      *0.5000E-02*0.1500  *0.1765  *0.5882E-02* 30.00  *
*      *      *      *      *      *
*DISC 1 *0.2000E-01*0.4667  *0.8750  *0.3750E-01* 23.33  *
*      *      *      *      *      *
*DISC 2 *0.3000  *1.000  *85.62  *25.68  *3.333  *
*      *      *      *      *      *
*TERMINAL *4.000  *0.0000E+00* 13.33  *4.000  *3.333  *
*      *      *      *      *      *
*****

      MEMORY USED:  7375 WORDS OF 4 BYTES
      ( 0.15 % OF TOTAL MEMORY)
TIEMPO DE REFLEXIÓN A LA MITAD
NUMERO DE USUARIOS =  100

TIEMPO DE RESUPUESTA =  26.00

32 /END/

```