

A thick dark blue vertical bar runs along the left edge of the page. A blue arrow-shaped banner points to the right from this bar, containing the text 'Curso 2022-2023'. In the lower-left corner, several thin, curved lines in dark blue and light grey sweep upwards and to the right.

Curso 2022-2023

# Aplicación práctica

Evaluación y modelado del rendimiento de  
los sistemas informáticos

Dr. Carlos Juiz García  
Dra. Belén Bermejo González

# 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.

## Primera parte

Para la realización de esta parte contaremos con los servidores A y B los cuales están dedicados a tareas de cálculo científico. Es decir, las cargas que ejecutan son intensivas en CPU, y por lo tanto éste es su dispositivo más demandado. A continuación, se detallan las características de cada uno de los servidores.

Servidor A
Nombre del servidor: Dell Power Edge T430
Número de CPUs: 16
Tamaño de la memoria RAM: 7753 Mib ( $\approx 8\text{ GB}$ )
Coste: 1245 €

Servidor B
Nombre del servidor: Dell Power Edge T330
Número de CPUs: 8
Tamaño de la memoria RAM: 15258,8 Mib ( $\approx 16\text{ GB}$ )
Coste: 907 €

El administrador de un centro de datos se enfrenta al reto de decidir qué servidor es más adecuado para la ejecución de una carga intensiva de CPU, el servidor A o el servidor B. Actualmente, el tiempo medio para ejecutar la carga en el servidor es de 31,01 segundos. Para realizar una justa comparación, se ha ejecutado la carga intensiva de CPU en los servidores A y B un total de 100 veces, obteniendo los resultados mostrados en la hoja Excel “p1.xls”. Además, hemos de tener en cuenta que tanto el servidor A como el servidor B ejecutan 120 unidades de trabajo (en cada una de las ejecuciones).

1. ¿Qué servidor resulta más adecuado para el cambio sólo considerando el rendimiento? ¿Por qué? ¿En qué métrica o valor determina la decisión?
2. ¿Cómo calcularías la productividad de los servidores A y B? (unidades de trabajo / unidad de tiempo)
3. ¿Y si además tenemos en cuenta el coste del servidor? ¿Cuál sería más adecuado? ¿Por qué? ¿En qué métrica o valor te basas?
4. ¿Cómo crees que afectan los recursos hardware de los servidores? ¿Tienen algún tipo de trascendencia en la decisión?

Además, en el fichero “p1.xls” podemos encontrar el consumo de potencia medido en Watts para cada una de las ejecuciones realizadas en los servidores A y B.

5. ¿Cuál es el EDP del servidor A y B?
6. ¿Cuál de los dos servidores consume más energía? ¿Por qué?
7. ¿Por qué hay diferencias entre los valores del consumo de potencia entre las diferentes ejecuciones en un mismo servidor? ¿Y entre ellos?

## Segunda parte

### Requisitos previos

El alumno ya contará con el entorno Ubuntu (o el que haya considerado) instalado, siendo totalmente funcional. Para asegurarnos de que el entorno está totalmente listo, se deberá poder acceder al directorio /proc. Además, se contará ya con una herramienta para filtrar y limpiar los ficheros de datos como para realizar representaciones gráficas.

En esta parte no se tendrá en cuenta qué tipo de actividad está realizando el sistema mientras se realiza la monitorización de este. Antes de empezar a responder las diferentes partes, se recomienda probar los monitores, sus filtros, el volcado de ficheros y su tratamiento.

### Monitorización de la CPU

En esta primera parte, se pide monitorizar la CPU durante 2 horas haciendo uso del monitor TOP. El intervalo de muestreo será de 5 segundos. Los datos obtenidos (ÚTILES) deberán ser guardados en un fichero de salida para posteriormente tratarlos y responder a las siguientes preguntas.

El fichero de salida será en formato Excel (o csv) el cual tendrá el siguiente formato:

Timestamp	% CPU (global)	% CPU (user)	%CPU (system)
...	...	...	...
...	...	...	...

1. ¿Cuántas CPUs tiene el sistema que se ha monitorizado? ¿De dónde se ha obtenido esa información?
2. ¿Cuál es la utilización media de la CPU en modo usuario, sistema y en global?
3. ¿Cómo se comportan las medidas anteriores a lo largo del tiempo de observación? Muestra las tres métricas de forma gráfica.
4. ¿Cuál es la sobrecarga provocada por el monitor TOP?

### Monitorización de la memoria principal

En esta segunda parte, se pide monitorizar la memoria principal del sistema durante 2 horas haciendo uso del monitor VMSTAT con un intervalo de muestreo de 15 segundos. Los datos obtenidos (ÚTILES) deberán ser guardados en un fichero de salida para posteriormente tratarlos y responder a las siguientes preguntas.

El fichero de salida será en formato Excel (o csv) el cual tendrá el siguiente formato:

Timestamp	Capacidad disponible	Capacidad utilizada	% Memoria utilizada
...	...	...	...
...	...	...	...

1. ¿Qué capacidad total tiene la memoria principal del sistema? ¿De dónde se ha obtenido ese dato?
2. ¿Cuál es la utilización media de la memoria? ¿Y la capacidad media utilizada?
3. ¿Cómo se comporta la utilización de la memoria y la capacidad utilizada? Representa estas métricas gráficamente.
4. ¿Cuál es la sobrecarga provocada por el monitor VMSTAT?

#### **Pregunta final**

¿Qué hubiera pasado si los dos monitores (TOP y VMSTAT) se hubieran lanzado en paralelo?  
¿Cómo variaría el cálculo de la sobrecarga? Exprésalo de forma matemática.

# Tercera parte

## Conceptos previos

1. **Leer y entender el capítulo 8 del libro recomendado en la asignatura (Figura 8.1).**

2. **Sysbench benchmark**

El benchmark Sysbench es una suite de cargas dedicadas a evaluar la CPU, la memoria, el sistema E/S, ... En concreto, la carga de CPU ejecuta operaciones números primos, pudiendo variar el número de CPUs que se quieren utilizar en la ejecución de la carga. El comando para ejecutar la carga es el siguiente (para versiones inferiores a la 1)<sup>1</sup>:

```
$sysbench -test=cpu -max-prime=<> -cpu-max-threads=<> run
```

## Realización de la tercera parte

Para la evaluación del sistema actual, se utilizará la carga Sysbench CPU con un porcentaje de uso de la CPU del 50%, la cual se ejecutará en el sistema actual y se harán uso de las técnicas de monitorización ya aprendidas en la práctica anterior. De este modo, se pide responder a las siguientes preguntas:

1. Explica con detalle cómo es el diseño y la implementación del experimento para evaluar el sistema actual. Se deben justificar las decisiones tomadas, desde el número de muestras que se van a tomar hasta qué monitores se van a lazar y por qué.
2. ¿Cómo se comporta el sistema actual si variamos la carga varía en 25000, 50000, 100000 y 150000 números primos? ¿Cómo es el comportamiento del tiempo de respuesta y la productividad? Indica el valor para cada una de las ejecuciones del experimento y el valor medio.
3. ¿Cuál es el porcentaje de CPU y de memoria del sistema para cada una de las cargas ejecutadas? ¿Por qué se produce ese comportamiento? Muéstralo gráficamente a lo largo del tiempo de ejecución de la carga.

Para finalizar, se querrá evaluar el sistema actual cuando la carga es fija y se varían los recursos de la CPU. Para ello, se seleccionará la carga de 150000 números primos.

4. ¿Cómo se comporta el tiempo de respuesta a medida que aumentan los recursos de la CPU? ¿Y la productividad? ¿Existe algún tipo de relación entre los recursos de la CPU y el tiempo de respuesta? Se deberán mostrar gráficamente tanto el tiempo de respuesta como la productividad.

---

<sup>1</sup> <https://wiki.gentoo.org/wiki/Sysbench>

Para versiones superiores a la 1, consultar la documentación al respecto: \$man sysbench

# 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. **Ejecutad 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?
- b. Programad el cálculo de las **demandas** de los tres dispositivos y su impresión.
- 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).
- d. **Cambiad la velocidad del procesador** por uno el doble de rápido, ¿varían mucho los resultados?
- e. **Volved a vuestro modelo original** y ahora equilibrad la E/S. ¿Qué ha ocurrido ahora?
- f. **Volved a vuestro modelo original** y **quitalde tres visitas al disco**, ¿qué variaciones ocurren en los valores anteriores? ¿Por qué?
- 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?
- 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.
- 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.

**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).

# Quinta parte

Para la realización de esta parte volveremos a utilizar la herramienta QNAP y el modelo.qnp, además de programar en el lenguaje que os sea más cómodo y práctico.

Para esta quinta parte realizaremos un modelo que resuelva el problema 5.1 del libro de referencia del curso. Para ello deberás seguir los siguientes pasos:

1. 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**).
2. Cambiad el modelo y los parámetros del mismo para que al ejecutar vuestro nuevo modelo en QNAP la tabla de resultados demuestre que es lo mismo que al realizar el problema (ver solución en la tabla 5.2 en el libro).
  - a. Programad el cálculo de las **demandas** de los 2 dispositivos, y la **demanda total (D)** y su impresión. ¿Cuál es el cuello de botella (**D<sub>b</sub>**)? ¿Cuál es el punto de saturación (**N\***)? Imprimid todas esas variables.
  - b. 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).
  - c. Volved a vuestro modelo original y **cread otro disco gemelo al original** (7 visitas) y equilibrad las cargas, ¿qué variaciones se observan en los cálculos?
  - d. Volved a vuestro modelo original e **iterad el modelo hasta 30 usuarios** con saltos de 1 y construid una tabla .xls o similar y dos gráficas con líneas, en la que se vea la variación del tiempo de respuesta (**R**) y la productividad del sistema (**X**) con el número de usuarios incremental.
  - e. Representad las 4 asíntotas del modelo original en sendas gráficas y el N\* (ver libro páginas 140 -141 o transparencias del tema 5).
  - f. Realizad **lo mismo que en el apartado d y e** con el modelo de **dos discos gemelos** (apartado c).
3. **Programad un pequeño algoritmo que resuelva con MVA** idénticamente al problema y el modelo en QNAP del apartado 2 (ver libro página 136 o transparencias del tema 5). Comprobad que los resultados de vuestro programa salen iguales al ejercicio 5.1 del libro y vuestro modelo en QNAP hasta el apartado b.

**Entregables:** fichero fuente impreso en .pdf del programa (apartado 3), fichero de resultados final .qnp (apartado 2d), fichero.xls o similar con sus 4 gráficas de líneas (apartados 2d a 2f) y un documento conciso que explique lo observado (apartados 2a a 2f).

# Sexta parte

El objetivo de esta parte es la comprensión del concepto de caracterización de la carga. Para ello, se hará uso de la herramienta Weka.

De la monitorización de un sistema de almacenamiento, se ha obtenido se proporciona un fichero de datos llamado “data.txt”. En el fichero se almacenan tres columnas con la siguiente información:

- El tamaño del fichero accedido (en MB). Los valores que correspondan con “-1” quieren decir que el acceso al fichero ha fallado.
- La hora a la que se hizo el acceso. El valor 22 representan las 22h, el valor 01 representan las 1h (a.m.), etc.
- El ancho de banda consumido (en MS/s). Los valores de esta columna están entre 453 y 1355, por lo tanto, los valores de esta columna deberán ser tratados. Es decir, el valor crudo de “1258.84,”, corresponde con “1258,84”.

Con los datos proporcionados se pide caracterizar la carga haciendo uso del algoritmo de K-means y responder a las siguientes preguntas:

- Aplicando el algoritmo con 100 iteraciones y agrupando los datos en 3 clases, ¿qué resultados se obtienen? Muéstralo gráficamente.
- Con el mismo número de iteraciones y agrupando los datos en 5 clases, ¿qué resultados se obtienen? ¿Cómo difieren de los anteriormente obtenidos?
- ¿Hay alguna característica especial en la carga proporcionada? Explícala con detalle.

Información relevante para la práctica:

- Enlace a la web oficial de Weka: <https://www.cs.waikato.ac.nz/ml/weka/>



# Séptima parte

Una empresa de almacenamiento en la nube monitoriza la actividad de sus usuarios, es decir, se guarda la hora de acceso del cliente, el tamaño del fichero al que se ha accedido y la cantidad de información transmitida por unidad de tiempo (hacer uso de los datos del fichero “data.txt”, **proporcionado en la práctica 6**).

El director del departamento de informática de la empresa solicita calcular la cantidad de información transmitida por la red y el tamaño del fichero accedido para las 6 a.m. (recordar que la última hora monitorizada son las 5 a.m.).

- ¿Qué patrón siguen los datos monitorizados? Proporciona una representación gráfica.
- Calcula los valores solicitados para las 6 a.m. haciendo uso de la regresión lineal, medias móviles (usar los 4 últimos valores) y suavizado exponencial (peso fijo del 60%).
- ¿Qué técnica de predicción funciona mejor? ¿Por qué? ¿Cuál es la más adecuada para los datos con los que contamos?