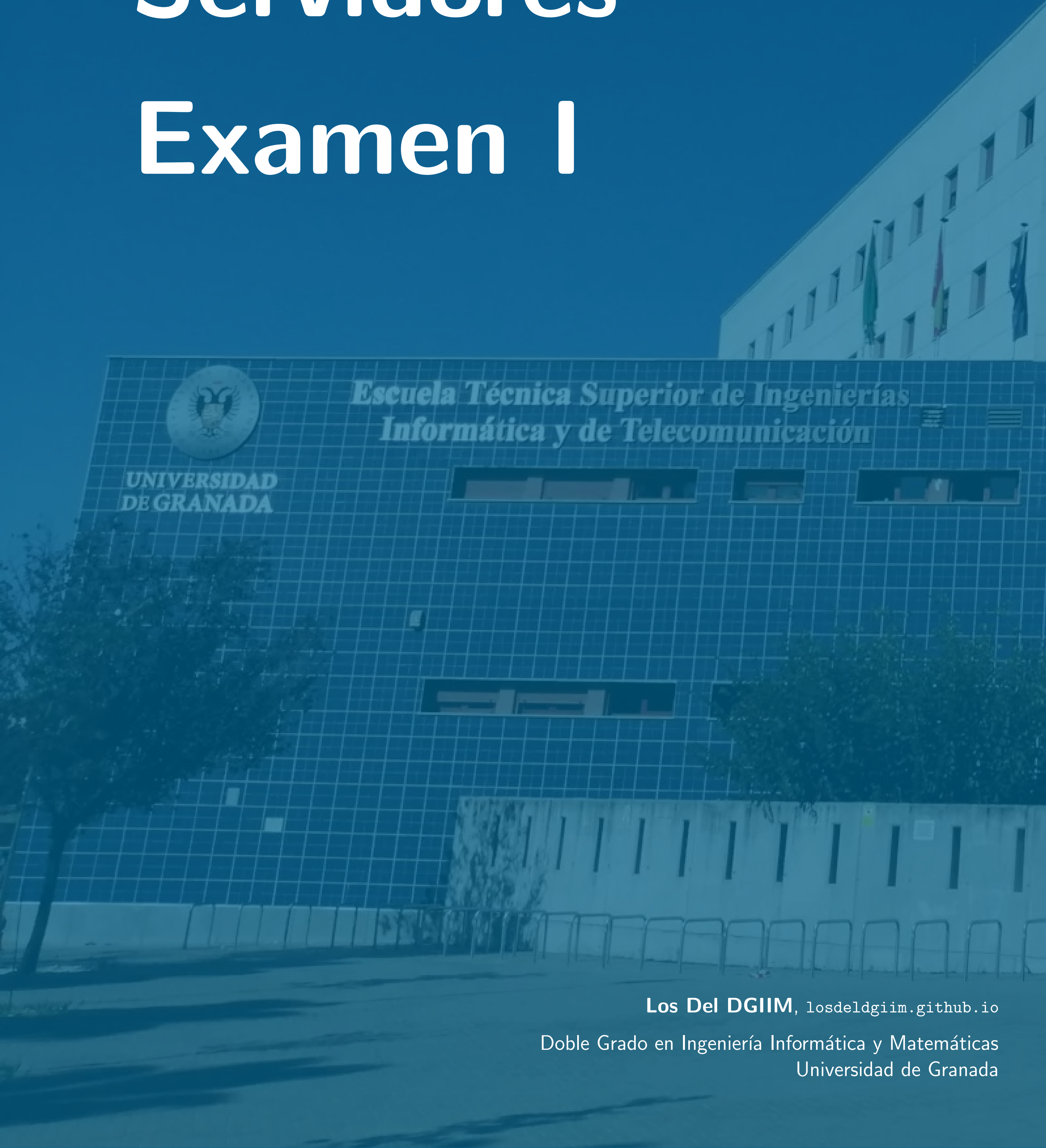
Ingeniería de Servidores Examen I



Los Del DGIIM, `losdeldgiim.github.io`

Doble Grado en Ingeniería Informática y Matemáticas
Universidad de Granada

Ingeniería de Servidores Examen I

Los Del DGIIM, losdeldgiim.github.io

Arturo Olivares Martos

Granada, 2025

Asignatura Ingeniería de Servidores.

Curso Académico 2024/25.

Grado Doble Grado en Ingeniería Informática y Matemáticas.

Grupo Único.

Profesor Pablo García Sánchez.

Descripción Examen de Incidencias de la Convocatoria Ordinaria.

Fecha 10 de Junio de 2025.

Duración 2 horas y media.

El examen iba acompañadado de 20 preguntas tipo test de verdadero o falso, que se encuentran en el banco de preguntas ofrecido en la web.

Ejercicio 1 (1 punto)**.** Se decide reemplazar el disco duro del servidor, y ahora el programa que hacía uso del disco (y otros) tardan la mitad de tiempo en ejecutarse. Además, ahora ese programa accede al disco duro el 25 % del tiempo.

1. Calcule la porción de tiempo que el proceso consumía antes accediento al disco antiguo (0.5 puntos).

2. ¿Cuántas veces es más rápida la nueva unidad SSD que el antiguo? (0.5 puntos).

Ejercicio 2 (2 puntos)**.** Comparando dos discos duros se ha obtenido el tiempo en almacenar distintos archivos. ¿Cuál debería usar nuestro servidor? Queremos estar seguros al 95 %, se adjunta la tabla para calcular $t_{\frac{\alpha}{2},n-1}$.

Archivo	D_A	D_B
1	100	50
2	200	100
3	50	100
4	100	150
5	200	100

Tabla 1: Tiempo de almacenamiento de archivos.

df	0.2	0.10	0.05	0.02	0.01
1	3.077	6.3138	12.7062	31.8205	63.6567
2	1.8556	2.92	4.3027	6.9646	0.9248
3	1.6377	2.3534	3.1824	4.5407	5.8409
4	1.5332	2.1318	2.7764	3.7469	4.6041
5	1.475	2.015	2.5706	3.3649	4.0321
6	1.4398	1.9432	2.4469	3.1427	3.7074

Tabla 2: Tabla de distribución $t-$Student.

Ejercicio 3 (1 punto)**.** Partiendo de la Ley de Utilización demuestre de manera razonada que la productividad media máxima de un servidor viene dada por la inversa de la demanda de servicio medio del cuello de botella.

Ejercicio 4 (2 puntos)**.** Un servidor recibe una media de 0,3 peticiones por segundo y es modelado con (tabla en segundos):

	S_i	V_i
CPU	0.2	10
Disco A	0.07	6
Disco B	0.02	8

1. ¿Qué unidad provoca el cuello de botella? ¿Está el servidor saturado? (0.25 puntos).
2. Calcule valores máximos y mínimos globales (cualquier valor de la tasa de llegada al servidor) tanto del tiempo de respuesta medio del servidor como su productividad media (0.5 puntos).
3. Calcule la utilización del disco A. Indique las leyes usadas (0.5 puntos).
4. ¿Cuántos trabajos hay en el sistema de media? Suponemos que se cumple $W_i = N_i \cdot S_i$. Indique las leyes usadas (0.75 puntos).

Ejercicio 1 (1 punto)**.** Se decide reemplazar el disco duro del servidor, y ahora el programa que hacía uso del disco (y otros) tardan la mitad de tiempo en ejecutarse. Además, ahora ese programa accede al disco duro el 25 % del tiempo.

1. Calcule la porción de tiempo que el proceso consumía antes accediento al disco antiguo (0.5 puntos).

   Sea T_o el tiempo que el proceso consumía antes accediendo al disco antiguo, y T_m el tiempo que consume ahora. Entonces, tenemos que:

   $$T_m = \frac{T_o}{2}$$

   Sea ahora f la fracción de tiempo que el proceso accedía al disco duro antes del cambio, y sea k el factor de mejora del disco duro. Por la Ley de Amdahl, tenemos que:

   $$T_m = T_o \cdot (1 - f) + \frac{f \cdot T_o}{k}$$

   Por último, puesto que ahora el proceso accede al disco duro el 25 % del tiempo, tenemos que:

   $$\frac{T_m}{4} = \frac{fT_o}{k}$$

   Resolvemos ahora el sistema:

   $$T_o \cdot (1 - f) + \frac{T_o}{8} = \frac{T_o}{2} \Longrightarrow 1 - f = \frac{3}{8} \Longrightarrow f = \frac{5}{8} = 0{,}625 = 62{,}5\,\%$$

2. ¿Cuántas veces es más rápida la nueva unidad SSD que el antiguo? (0.5 puntos).

   $$\frac{T_o}{8} = \frac{fT_o}{k} \Longrightarrow k = 8f = 5$$

Ejercicio 2 (2 puntos)**.** Comparando dos discos duros se ha obtenido el tiempo en almacenar distintos archivos. ¿Cuál debería usar nuestro servidor? Queremos estar seguros al 95 %, se adjunta la tabla para calcular $t_{\frac{\alpha}{2},n-1}$.

Archivo	D_A	D_B
1	100	50
2	200	100
3	50	100
4	100	150
5	200	100

Tabla 3: Tiempo de almacenamiento de archivos.

df	0.2	0.10	0.05	0.02	0.01
1	3.077	6.3138	12.7062	31.8205	63.6567
2	1.8556	2.92	4.3027	6.9646	0.9248
3	1.6377	2.3534	3.1824	4.5407	5.8409
4	1.5332	2.1318	2.7764	3.7469	4.6041
5	1.475	2.015	2.5706	3.3649	4.0321
6	1.4398	1.9432	2.4469	3.1427	3.7074

Tabla 4: Tabla de distribución $t-$Student.

Buscamos obtener si las diferencias son o no significativas. Para ello, calculamos la media y la desviación típica de las diferencias, sabiendo que hay $5-1=4$ grados de libertad.

$$\overline{d} = \frac{50+100-50-50+100}{5} = \frac{150}{3} = 30\,\mathrm{ms}$$

$$s = \sqrt{\frac{(50-30)^2+(100-30)^2+(-50-30)^2+(-50-30)^2+(100-30)^2}{5-1}} =$$

$$= \sqrt{\frac{(20)^2+2(70)^2+2(80)^2}{4}} = 5\sqrt{230} \approx 75{,}8287\,\mathrm{ms}$$

Calculamos el valor de t_{exp} haciendo uso de la Hipótesis nula H_0: suponemos que las máquinas tienen rendimientos equivalentes, luego $\overline{d}_{real}=0$.

$$t_{exp} = \frac{\overline{d}-0}{\frac{s}{\sqrt{n}}} = \frac{30\sqrt{5}}{5\sqrt{230}} = \frac{6}{\sqrt{46}} \approx 0{,}8846$$

Hacemos ahora uso de que $\alpha = 0{,}05$ (puesto que es el nivel de confianza del 95 %) y $n-1=4$ grados de libertad, por lo que buscamos en la tabla de distribución $t-$Student:

$$t_{\frac{\alpha}{2},n-1} = 2{,}7764$$

Como $|t_{exp}| < t_{\frac{\alpha}{2},n-1}$, no podemos rechazar la hipótesis nula, por lo que no hay diferencias significativas entre los discos. Por tanto, podemos usar cualquiera de los dos discos. A efectos prácticos, probablemente emplearemos el disco más barato.

Ejercicio 3 (1 punto)**.** Partiendo de la Ley de Utilización demuestre de manera razonada que la productividad media máxima de un servidor viene dada por la inversa de la demanda de servicio medio del cuello de botella.

Consideramos el dispositivo $i-$ésimo de un servidor. Por la Ley de Utilización, tenemos que:

$$U_i = X_i \cdot S_i$$

Haciendo uso de la Ley de Flujo Reforzado, tenemos que:

$$X_i = X_0 \cdot V_i$$

Por tanto, la utilización del dispositivo $i-$ésimo queda como:

$$U_i = X_0 \cdot V_i \cdot S_i$$

De ladefinición de demanda de servicio, tenemos que:

$$D_i = V_i \cdot S_i$$

Por tanto, llegamos así a demostrar la Relación Utilización-Demanda de Servicio:

$$U_i = X_0 \cdot D_i$$

Consideramos ahora el cuello de botella del servidor (emplearemos por tanto el subíndice b). La productividad media máxima del servidor se alcanza cuando el cuello de botella está saturado, es decir, cuando $U_b = 1$. Por tanto, tenemos que:

$$1 = U_b^{max} = X_0^{max} \cdot D_b \Longrightarrow X_0^{max} = \frac{1}{D_b}$$

Ejercicio 4 (2 puntos)**.** Un servidor recibe una media de 0,3 peticiones por segundo y es modelado con (tabla en segundos):

	S_i	V_i
CPU	0.2	10
Disco A	0.07	6
Disco B	0.02	8

1. ¿Qué unidad provoca el cuello de botella? ¿Está el servidor saturado? (0.25 puntos).

   Para determinar el cuello de botella, calculamos la demanda de servicio de cada dispositivo:

$$\begin{aligned} D_{CPU} &= V_{CPU} \cdot S_{CPU} = 10 \cdot 0{,}2 = 2 \\ D_{DiscoA} &= V_{DiscoA} \cdot S_{DiscoA} = 6 \cdot 0{,}07 = 0{,}42 \\ D_{DiscoB} &= V_{DiscoB} \cdot S_{DiscoB} = 8 \cdot 0{,}02 = 0{,}16 \end{aligned}$$

   El cuello de botella es el dispositivo con mayor demanda de servicio, que en este caso es la CPU, con $D_{CPU} = 2$. Para determinar si el servidor está saturado, calculamos la utilización de ese dispositivo:

$$U_{CPU} = X_0 \cdot D_{CPU} = 0{,}3 \cdot 2 = 0{,}6 = 60\,\%$$

   Como $U_{CPU} < 1$, el servidor no está saturado, luego está en equilibrio.

2. Calcule valores máximos y mínimos globales (cualquier valor de la tasa de llegada al servidor) tanto del tiempo de respuesta medio del servidor como su productividad media (0.5 puntos).

   Como hemos visto antes, la productividad media máxima del servidor es:

$$X_0^{max} = \frac{1}{D_b} = \frac{1}{D_{CPU}} = \frac{1}{2} = 0{,}5\ {}^{\text{trabajos}}/_{\text{s}}$$

El tiempo mínimo de respuesta del servidor se alcanza cuando todas las colas están vacías:

$$R_0^{min} = \sum_{i=1}^{n} V_i \cdot R_i = \sum_{i=1}^{n} V_i \cdot (S_i + \cancelto{0}{W_i}) = \sum_{i=1}^{n} V_i \cdot S_i = \sum_{i=1}^{n} D_i =$$
$$= D_{CPU} + D_{DiscoA} + D_{DiscoB} = 2 + 0{,}42 + 0{,}16 = 2{,}58\,\mathrm{s}$$

Aunque carecen de sentido y entendemos que no tendrían que calcularse, la productividad mínima media es de 0 trabajos por segundo (caso en el que no hay trabajos en el sistema), y el tiempo de respuesta máximo es infinito (caso en el las colas se desbordan completamente).

3. Calcule la utilización del disco A. Indique las leyes usadas (0.5 puntos).

   Suponemos que la tasa de llegada al servidor media ha sido siempre constante (no se han llenado las colas anteriormente), luego el servidor no está saturado y, por tanto, está en equilibrio, luego:

   $$X_0 \approx \lambda_0 = 0{,}3\,{}^{\text{trabajos}}\!/\!_{\text{s}}$$

   Por la Relación Utilización-Demanda de Servicio, tenemos que:

   $$U_{DiscoA} = X_0 \cdot D_{DiscoA} = 0{,}3 \cdot 0{,}42 = 0{,}126 = 12{,}6\,\%$$

   Por tanto, la utilización del disco A es del 12,6 %.

4. ¿Cuántos trabajos hay en el sistema de media? Suponemos que se cumple $W_i = N_i \cdot S_i$. Indique las leyes usadas (0.75 puntos).

   Por la Ley de Little, tenemos que:

   $$N_0 = X_0 \cdot R_0$$

   Como el valor de X_0 es conocido, necesitamos calcular el tiempo de respuesta medio del servidor. Por la Ley General del Tiempo de Respuesta, tenemos que:

   $$R_0 = \sum_{i=1}^{n} V_i \cdot R_i$$

   Por tanto, tenemos que:

   $$N_0 = X_0 \cdot \sum_{i=1}^{n} V_i \cdot R_i = \sum_{i=1}^{n} X_0 \cdot V_i \cdot R_i$$

   Aplicando ahora la Ley de Flujo Reforzado, tenemos que:

   $$X_i = X_0 \cdot V_i$$

Por tanto, tenemos que:

$$N_0 = \sum_{i=1}^{n} X_i \cdot R_i$$

Aplicando ahora la Ley de Little en cada dispositivo, tenemos que:

$$N_i = X_i \cdot R_i$$

Por tanto, tenemos que:

$$N_0 = \sum_{i=1}^{n} N_i$$

Por tanto, se basa en calcular el número de trabajos medio en cada dispositivo, y luego sumarlos para obtener el número de trabajos medio en el sistema.

En vistas de aplicar la Ley de Little en cada dispositivo, necesitamos calcular el tiempo de respuesta medio de cada dispositivo. Por su definición, tenemos que:

$$R_i = S_i + W_i = S_i + N_i \cdot S_i$$

Por tanto:

$$N_i = X_i \cdot R_i = X_i \cdot (S_i + N_i \cdot S_i) \Longrightarrow N_i = \frac{X_i \cdot S_i}{1 - X_i \cdot S_i}$$

Calculamos ahora la productividad de cada dispositivo, aplicando para ello la Ley del Flujo Reforzado:

$$X_i = X_0 \cdot V_i$$

Por tanto, tenemos que:

$$\begin{aligned} N_i &= \frac{X_0 \cdot V_i \cdot S_i}{1 - X_0 \cdot V_i \cdot S_i} = \frac{X_0 \cdot D_i}{1 - X_0 \cdot D_i} \\ N_{CPU} &= \frac{0{,}3 \cdot 2}{1 - 0{,}3 \cdot 2} = 1{,}5\,\text{trabajos} \\ N_{DiscoA} &= \frac{0{,}3 \cdot 0{,}42}{1 - 0{,}3 \cdot 0{,}42} \approx 0{,}1442\,\text{trabajos} \\ N_{DiscoB} &= \frac{0{,}3 \cdot 0{,}16}{1 - 0{,}3 \cdot 0{,}16} \approx 0{,}05042\,\text{trabajos} \end{aligned}$$

Por tanto, el número de trabajos medio en el sistema es:

$$\begin{aligned} N_0 &= N_{CPU} + N_{DiscoA} + N_{DiscoB} \\ &= 1{,}5 + 0{,}1442 + 0{,}05042 \approx 1{,}69462\,\text{trabajos} \end{aligned}$$