PROBLEMA 1

La demanda de cada servicio es $\underline{D_i = V_i \times S_i}$, esto lo aplicamos a cada dispositivo:

Procesador $\rightarrow D_1 = 16 \times 0{,}01 = 0{,}16\,s$

Disco 2 $\rightarrow D_2 = 7 \times 0{,}02 = 0{,}14\,s$

Disco 3 $\rightarrow D_3 = 8 \times 0{,}03 = 0{,}24\,s \rightarrow D_{max}$ (cuello botella)

Y con esto obtenemos la demanda total:

$$D = D_1 + D_2 + D_3 = \underline{0{,}54\,s}$$

Al ser un sistema abierto se cumple:

- $R_{óptimo} = D = 0{,}54\,s$ → tiempo respuesta óptimo

Con estos datos podremos obtener la productividad máxima:

- $X_{optimo} = \dfrac{1}{D_{max}} = \dfrac{1}{0.24} \approx 4{,}17$ trabajos/s

---

La utilización para el sistema abierto:

$$\underline{U_i = \lambda \times D_i}$$

Procesador $\rightarrow U_1 = 0.002 \times 0,16 = 0,00032$ $(0,032\%)$

Disco 2 $\rightarrow U_2 = 0,002 \times 0,14 = 0,00028$ $(0,028\%)$

Disco 3 $\rightarrow U_3 = 0,002 \times 0,24 = 0,00048$ $(0,048\%)$

Problema 2

En este caso es un sistema cerrado, por lo que tendremos en cuenta:

$$R_{opt}(N) = \max\left(D, N \times D_{max} - Z\right)$$

$$X_{opt}(N) = \min\left(\frac{1}{D_{max}}, \frac{N}{D+Z}\right)$$

El punto de saturación $\rightarrow N^* = \dfrac{D+Z}{D_{max}}$

Con $D_1 = 10s$, $D_2 = 12s$, $D_3 = 8s$

$$D = 10 + 12 + 8 = \underline{30s}$$

y el $\underline{D_{max} = 12s}$

El punto teórico de saturación será:

$$N^* = \frac{D+Z}{D_{max}} = \frac{30+18}{12} = 4$$

Para las Asíntotas optimistas:

- Tiempo Respuesta $R_{opt}(N) = \max(D, N \cdot D_{max} - Z)$

por lo que realmente depende del valor. Cargas bajas $R_{opt} = D = 30$.

Para cargas mayores $R_{opt} = N \cdot 12 - 18$

- Productividad

$$X_{opt}(N) = \min\left(\frac{1}{12} = 0{,}083 \text{ trabajos/s}, \frac{N}{48}\right)$$

El número maximo de trabajos con $\underline{R < 60s}$:

partimos de: $\boxed{R(N) = \max(30, 12N - 18)}$

Se debe cumplir que $12N - 18 < 60 \Rightarrow 12N < 78$

$$\boxed{N < 6.5}$$

$N = 6$, porque queremos un entero (6 trabajos)

Problema 3

Sistema transaccional

Las demandas de servicio son: $D_1 = 9 \times 0{,}04 = 3{,}6ms$

$D_2 = 8 \times 0{,}05 = 4\ ms$

$D = 3{,}6 + 4 = 7{,}6ms$ D_{max}

El cuello de botella será el Disco (D_2).

La Utilización $U = \lambda \cdot D_i$

nos lleva a: $U_{disco} = 0{,}15\ \frac{pet}{ms} \times 4\ ms = 0{,}6$

(60%)

La productividad máxima:

$$X_{max} = \frac{1}{D_{max}} = \frac{1}{4\ ms} = 0,25\ \frac{pet}{ms} = 250\ \frac{pet}{s}$$

Problema 4

Sistema Interactivo cerrado

Sacamos las demandas:

Procesador : $D_1 = 4 \times 0,4 = 1,6\,s$

Cinta : $D_2 = 3 \times 0,75 = 2,25\,s \rightarrow D_{max}$, cuello botella

$D = 1,6 + 2,25 = \underline{3,85\,s}$

Obtenemos el punto teórico de saturación:

$$N^* = \frac{D+Z}{D_{max}} = \frac{3,85+6}{2,25} = \frac{9,85}{2,25} = \underline{4,38}$$

Supongamos N=5. Como se indican 25, el sistema está saturado (mucha carga).

Calculo de las asíntotas optimistas:

- Tiempo respuesta: $R_{opt}(N) = \max\left(D, N \cdot D_{max} - Z\right)$

Si $N=25$

$\hookrightarrow N \cdot D_{max} - Z = 25 \times 2{,}25 - 6 = 50{,}25\,s$

$R_{opt} = \max\left(30, 50{,}25\right) = \underline{50{,}25\,s}$

- Productividad: $X_{opt}(N) = \min\left(\frac{1}{D_{max}}, \frac{N}{D+Z}\right)$

Tenemos $\frac{1}{D_{max}} = 0{,}44$ trab/s $\leftarrow$ min

$\frac{25}{3{,}85+6} = 2{,}54$ trab/s

$X_{opt} = \underline{0{,}44 \text{ trab/s}}$

Tiempo respuesta (interactive)

$\hookrightarrow R = \frac{N}{X} - Z$

$R = \frac{25}{0{,}44} - 6 = \underline{50{,}81\,s}$

Problema 5

Sistema abierto

La tasa llegadas → $\lambda = \frac{1}{0,6} = 1,667$ trab/s

Las demandas son:

Procesador → $D_1 = 17 \times 0,05 = 0,51s$ ← Cuello botella $\underline{D_{max}}$

Disco 2 → $D_2 = 6 \times 0,04 = 0,24s$

Disco 3 → $D_3 = 10 \times 0,04 = 0,40s$

$D = 0,51 + 0,24 + 0.40 = \underline{1,15s}$

Los encaminamientos:

Disco 2: $V_2 = 6$

Disco 3: $V_3 = 10$

Si sumamos → 16

$P(\text{disco } 2) = \frac{6}{16} = 0,375$ | $P(\text{disco } 3) = \frac{10}{16} = 0,625$

Tiempo Mínimo Respuesta (abierto)

$$R_{min} = D = \underline{1,15\ s}$$

Productividad: $\lambda \cdot V_i$ trabajos/s

Procesador: $X_1 = 1,667 \times 17 = 28,34$ visitas/s

Disco 2: $X_2 = 1,667 \times 6 = 10$ visitas/s

Disco 3: $X_3 = 1,667 \times 10 = 16,67$ visitas/s

Tasa max llegadas:

Sabiendo que se saturan cuando $\underline{U_i = \lambda \times D_i = 1}$

Procesador: $\lambda max = \frac{1}{D_1} = \frac{1}{0,51} = 1,961$ trabajos/s

Disco 2: $\lambda max = \frac{1}{0,24} = 4,167$ trabajos/s

Disco 3: $\lambda max = \frac{1}{0,40} = 2,5$ trabajos/s

Vemos que el limitante es el <u>procesador</u>

Sacamos utilizaciones para obtener tiempo respuesta:

Procesador: $U_1 = 1,667 \times 17 \times 0,03 = 0,85$

Disco 2: $U_2 = 1,667 \times 6 \times 0,04 = 0,40$

Disco 3: $U_3 = 1,667 \times 10, 0,04 = 0,667$

Tiempo Respuesta:

Procesador $\rightarrow$ $R_1 = \frac{0,03}{1-0,085} = 0,20s$

Disco 2 $\rightarrow$ $R_2 = \frac{0,04}{1-0,40} = 0,0667s$

Disco 3 $\rightarrow$ $R_3 = \frac{0,04}{1-0,667} = 0,12s$

Tiempo Respuesta Total

$R = V_1 \cdot R_1 + V_2 R_2 \cdot V_3 R_3 = 17 \cdot 0,20 + 6 \cdot 0,0667 + 10 \cdot 0,12 = \underline{5s}$

Numéro de trabajos:

Lo obtenemos por la ley de Little:

$$N = \lambda \cdot R = 1{,}667 \times 5 = \underline{8{,}335 \text{ trabajos}}$$

Problema 6

Sistema interactivo

Las demandas son:

Procesador: $D_1 = 11 \times 0{,}02 = 0{,}22s$

Disco: $D_2 = 8 \times 0{,}04 = 0{,}32s$ ← D_{max}, cuello botella

Cinta: $D_3 = 2 \times 0{,}01 = 0{,}20s$

$$D = 0{,}22 + 0{,}32 + 0{,}2 = \underline{0{,}74s}$$

Probabilidades de encaminamiento:

$$P(\text{disco}) = \frac{8}{8+2} = 0{,}8 \qquad P(\text{cinta}) = \frac{2}{8+2} = 0{,}2$$

Tiempo Respuesta Mínimo:

$$R_{min} = D = 0{,}74\,s$$

Productividad Máxima:

$$X_{max} = \frac{1}{D_{max}} = \frac{1}{0{,}32} = \underline{3{,}125 \text{ interacciones}/s}$$

Punto Saturación:

$$N^* = \frac{D+Z}{D_{max}} = \frac{0{,}74+5}{0{,}32} = \underline{17{,}94}$$

Asíntotas Optimistas:

- Tiempo Respuesta

$$\hookrightarrow R_{opt}(N) = \max(D,\ N \cdot D_{max} - Z)$$

$$R_{opt}(N) = \max(0{,}74,\ 0{,}32N - Z)$$

- Productividad

$$\hookrightarrow X_{opt}(N) = \min\left(\frac{1}{D_{max}},\ \frac{N}{D+Z}\right) = \min\left(3{,}125,\ \frac{N}{5{,}74}\right)$$

Tiempo Medio Respuesta con 8,107 trabajos reflexión

Al ser sistema interactivo

$\hookrightarrow N_{total} = X(R+Z)$

$N_{total} = 10$ y se indican 8,107 trabajos

$N_{centro} = 10 - 8{,}107 = 1{,}893$ trabajos

↓

Se tiene: $N_{centro} = XR$

y

$$X = \frac{N_{total}}{R+Z} = \frac{10}{R+5}$$

Simplificamos a:

$$\frac{10R}{R+5} = 1{,}893 \implies 10R = 1{,}893R + 9{,}645;$$

$$R = \frac{9{,}465}{8{,}107} = \underline{1{,}168\,s}$$

Número trabajos compitiendo por recursos:

$$N_{centro} = 10 - 8{,}107 = 1{,}893$$

Problema 7

Sistema Cerrado

Demandas:

- Procesador $\rightarrow D_1 = 8 \times 0{,}1 = 0{,}8s$
- Cinta $\rightarrow D_2 = 7 \times 0{,}2 = 1{,}4s$ Cuello Botella

$$D = 0{,}8 + 1{,}4 = 2{,}2s$$

Asíntotas Optimistas:

- Tiempo Respuesta

$\rightarrow R_{opt} = \max(D, N \cdot D_{max} - Z)$

Con $N=5 \rightarrow 5 \times 1{,}4 - 2 = 5s \rightarrow R_{opt}$

$(5 > 2{,}2)$

- Productividad

$\hookrightarrow X_{opt} = \min\left(\frac{1}{D_{max}}, \frac{N}{D+Z}\right)$

- $\frac{1}{D_{max}} = \frac{1}{1,4} = 0,7413$ trabajos/s

- $\frac{N}{D+Z} = \frac{5}{2,2+2} = 1,1905$ trabajos/s

$X_{opt} = 0,7413$ trabajos/s

Punto teórico de saturación

$\hookrightarrow N^* = \frac{D+Z}{D_{max}} = \frac{2,2+2}{1,4} = 3$

8/ Disp — Razón de visita (d) — T° (s)

Disp	Razón de visita (d)	T° (s)
1 proc	25	0'2
2 disc	15	0'8
3 disc	9	0'6

T° ref. 18s

a) Demd y Cuello botella

$D = V \cdot S$

$D_1 = 25 \cdot 0'2 = 5s$

$D_2 = 15 \cdot 0'8 = 12s \longrightarrow$ Cuello de botella

$D_3 = 9 \cdot 0'6 = 5'4s$

22'4 s. totales

b) asíntotas

$X(\lambda) \leq 1/D_{max} = 1/12 = 0'08\overline{3}$ int/s

$D \leq R(\lambda)$

$R \geq 22'4$

c) P° de saturación

$N = \frac{D+Z}{D_{bot}} = \frac{22'4+18}{12} = 3'377\ldots$

c) Trabajos para $R \leq 100s$

$R = D + (N-1) \cdot D_{bot}$

$\hookrightarrow 22'4 + (N-1) \cdot 12 < 100$

$(N-1) \cdot 12 \leq 100 - 22'4$

$N = (77'6/12) - 1 = 7'47 \rightarrow$ No más de 7

9/ Disp — Razón de vista — T° (ms)

Disp	Razón de vista	T° (ms)
1 (proc)	29	0'5
2 (ask)	13	0'3
3 (disk)	15	2'4

18 pet/s

a) T° mín. respuesta

$D = V \cdot S$

$D_1 = V \cdot S = 29 \cdot 0'0005 = 0'0145s$

$D_2 = V \cdot S = 13 \cdot 0'0003 = 3'9 \cdot 10^{-3}s$

$D_3 = V \cdot S = 15 \cdot 0'0024 = 0'0039s$

$0'054s \rightarrow$ T° mín

b) T° med. respuesta est $R = S/1-U$

$U = \lambda \cdot D$

$U_1 = 18 \cdot 0'0145 = 0'261s \rightarrow \frac{0'0005}{1-0'261} = 6'766 \cdot 10^{-4}s$

$U_2 = 18 \cdot 3'9 \cdot 10^{-3} = 0'0702s \rightarrow \frac{0'0003}{1-0'07} = 3'23 \cdot 10^{-4}s$

$U_3 = 18 \cdot 0'039 = 0'648s \rightarrow \frac{0'0024}{1-0'648} = 6'818 \cdot 10^{-3}s$

c) T° Med. respuesta sist $R = V \cdot R$

$\left. \begin{array}{l} 29 \cdot 6'766 \cdot 10^{-4} \\ 13 \cdot 3'23 \cdot 10^{-4} \\ 15 \cdot 6'818 \cdot 10^{-3} \end{array} \right\} = 0'125s$

d) Mejora con cambio del peor disco x el mejor

$29 \cdot 6'766 \cdot 10^{-4} + 13 \cdot 3'23 \cdot 10^{-4} + 13 \cdot 3'23 \cdot 10^{-4} = 0'028s$

$1 - \frac{R_2}{R_1} = \frac{0'028}{0'125} = 1 - 0'224 = 0'776 \cdot 100$

$= 77'6\%$ mejora

10/ Disp — Razón de vista — t° (s)

Disp	Razón de vista	t° (s)
1 proc	11	0'01
2 disk	3	0'05
3 disk	7	0'08

a) Cuello botella

$D = V \cdot S$

$D_1 = 11 \cdot 0'01 = 0'11s$

$D_2 = 3 \cdot 0'05 = 0'15s$

$D_3 = 7 \cdot 0'08 = 0'56s \rightarrow$ Cuello de bot.

0'82

b) Prod. máxima y punt. saturación ($Z = 12$; 30 users)

$X_{max} = 1/D_{bot} = 1/0'56 = 1'79$ int/s

$N = \frac{D+Z}{D_{cuello}} = \frac{0'82+12}{0'56} = 22'9$ users para saturación.

c) Asíntotas $X(x)$

$R(x) \geq D$; $R \geq 0'82$

d) N° medio de trabajos en reflexión

Ley interactiva $(N) = X(R+Z)$

$R = \frac{N}{X} - Z = \frac{30}{1'79} - 12 = 16'75 - 12 = 4'75s$

$N = X \cdot R = 1'79 \cdot 4'76 = 8'5$; $30 - 8'5 = 21'5$

Entre 21 y 22

e) Mejora de equilibrio

$D_2 + D_3 / 2 = 0'71/2 = 0'355$

$D_{bot} \rightarrow$ La misma

$D_{bot} = 0'355$

$N = \frac{30}{12+0'82} = 2'34$; $R_2 = \frac{30}{2'34} - 12 = 0'82s < 4'75s$

11/ lotes (2=0) con 15 trabajos modelado

Disp	Razón de visita	t° (s)
1 proc	5	0'016
2 disk	4	0'02

¿Mejor sustitución? t° med serv. 0'01 ms

$D = V \cdot S$

$D_1 = 5 \cdot 0'01 = 0'05s$

$D_2 = 4 \cdot 0'02 = 0'08s$ → cuello de bot

$\overline{}$ 0'13s

$R(N) = D + (N-1) \cdot Dbot$

$R(N) = 0'13 + (15-1) \cdot 0'08 = 1'25s$

Productividad: $N/t = \frac{15}{1'25} = 12$ trab/s

Mejora 1

$S_1 = 0'01/2 = 0'005$

↳ $D_1 = 5 \cdot 0'005 = 0'025s$

↳ $Dtot = 0'025 + 0'08 = 0'105s$

$R(N) = 0'105 + (15-1) \cdot 0'08 = 1'225s$

$Prod = N/t = 15/1'225 = 12'234$ trab/s

Mejora 2 → Mejor opción!!

$S_2 = 0'01$

$D_2 = 4 \cdot 0'01 = 0'04s$

$Dtot = 0'05 + 0'04 = 0'09s$

$R(N) = 0'09 + (15-1) \cdot 0'05 = 0'79s$

$Prod = N/t = \frac{15}{0'79} = 19$ trab/s

12/ $Xopt = \min(4{,}55, N/5'49)$ · $Ropt = \max(0'22N - 5, 0'49)$

a) T° de reflexión

$R = Z + D$; $Z = R - D = 5'49 - 0'49 = 5s$

b) T° min. respuesta

$Ropt(0'22N - 5, 0'49)$ por ser el valor menor (mínimo)

c) Punto de saturación

$\frac{N}{5'49} = 4'55$; $N = 4'55 \cdot 5'49 = 24'99$ usuarios ya satura

d) T° medio de respuesta para 100 users

$\max(0'22 \cdot 100 - 5, 0'49) = \max(17, 0'49) = 17s$

e) Con 18, t° respuesta < 1s?

$\max(0'22 \cdot 18 - 5, 0'49) = \max(-1'04, 0'49) = 0'49$ Es posible, $0'49 < 1s$

13/ $\underbrace{\frac{N}{0'796N + 12}}_{}$ $\leq X(N) \leq \min\left(\frac{1}{0'457}, \frac{N}{12'796}\right)$; $\max(0'457N - 12, 0'796N) \leq R(N) \leq 0'796N$

$Z = 12$; $D = 0'796$

a) T° reflexión, Dtot, Dbot

T° ref. 12s

Dtot = 0'796

Dbot?? Dbot < Dtot

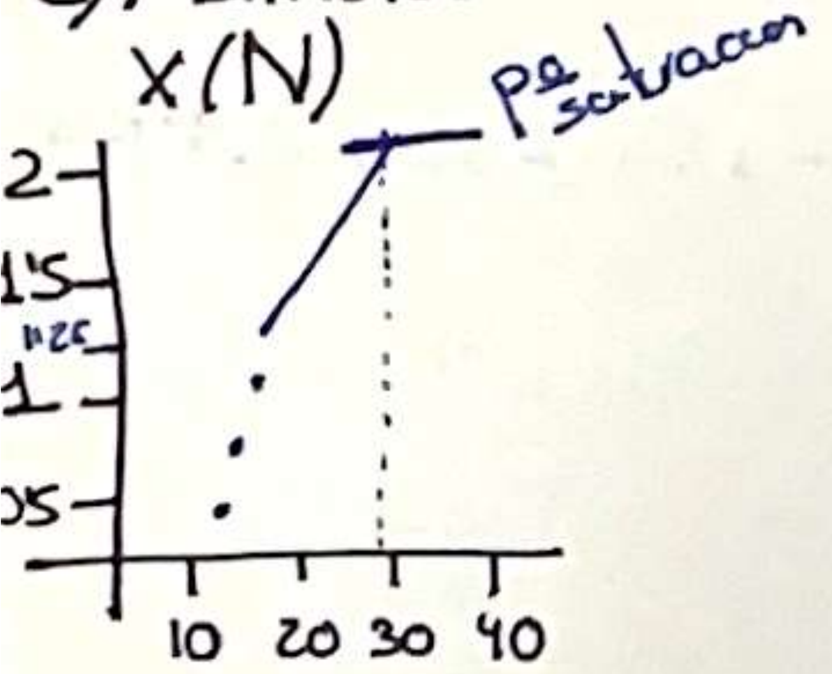
Dbot = 0'457

b) Punto de saturación

$\frac{1}{0'457} = \frac{N}{12'796}$; $N = \frac{12'796}{0'457} = 28$

c) Asíntotas

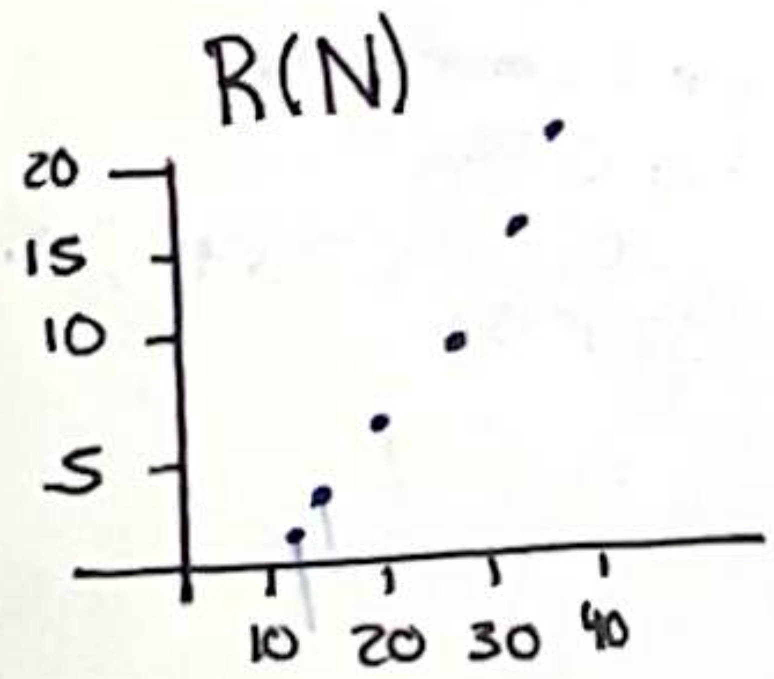
X(N)



[0,2,5]

con Rangos

R(N)



T° mín 0'796N