

1. Si se aplica el análisis de planificabilidad de estas tareas, con $\text{pri}(\tau_1) > \text{pri}(\tau_2) > \text{pri}(\tau_3)$, se obtiene... :

<i>Tarea</i>	<i>T_i</i>	<i>C_i</i>	<i>D_i</i>
τ_1	4	2	4
τ_2	9	2	5
τ_3	20	3	11

V	... que R1 es 2.
V	... que R2 es 4.
F	... que R3 es 11.
F	... que todos los plazos están garantizados y, por tanto, el sistema es planificable.
F	... que se produce el problema de inversión de prioridades.

1. Sea el conjunto de tareas en un sistema de tiempo real descrito por la siguiente tabla:

Tarea	Periodo (T)	Cómputo (C)	Plazo (D)	Prioridad
A	5	2	4	1
B	15	5	12	2
C	20	8	16	3

Asuma una asignación de prioridades en la que la tarea con menor valor numérico será la más prioritaria.

F	Este sistema no supera el análisis de planificabilidad ya que la respuesta de la tarea A se produjera fuera de su plazo. <i>JUSTIFICACIÓN:</i> $R_A = 2 \leq 4$ (D_A)
F	Este sistema no supera el análisis de planificabilidad ya que la respuesta de la tarea B se produjera fuera de su plazo. <i>JUSTIFICACIÓN:</i> $W_B^0 = 5 + 2 = 7 \leq 12$; $W_B^1 = 5 + [7/5] * 2 = 5 + 2 * 2 = 9 \leq 12$; $W_B^2 = 5 + [9/5] * 2 = 9$ <i>Por tanto, $R_B = 9 \leq 12$ (D_B) está en plazo.</i>
V	Este sistema no supera el análisis de planificabilidad ya que la respuesta de la tarea C se produjera fuera de su plazo. <i>JUSTIFICACIÓN:</i> $W_C^0 = 8 + 5 + 2 = 15 \leq 16$; $W_C^1 = 8 + [15/15] * 5 + [15/5] * 2 = 8 + 5 + 3 * 2 = 19 > 16$. <i>$R_C > 16$. El sistema no es planificable.</i>
F	Este sistema sería planificable si el intervalo de cómputo de la tarea C fuera 5 unidades de tiempo ($C_C = 5$). <i>JUSTIFICACIÓN:</i> $W_C^0 = 5 + 5 + 2 = 12 \leq 16$; $W_C^1 = 5 + [12/15] * 5 + [12/5] * 2 = 5 + 5 + 3 * 2 = 16$. $W_C^2 = 5 + [16/15] * 5 + [16/5] * 2 = 5 + 2 * 5 + 4 * 2 = 23 > 16$. <i>$R_C > 16$. Sigue sin ser planificable.</i>

1. Sea el conjunto de tareas en un sistema de tiempo real descrito por la siguiente tabla:

Tarea	Periodo (T)	Cómputo (C)	Plazo (D)	Prioridad
A	5	2	4	1
B	15	4	10	2
C	20	3	16	3

Asumiendo una asignación de prioridades en la que la tarea con menor valor numérico será la más prioritaria, y considerando que dichas tareas utilizan dos semáforos S1 y S2 de la siguiente manera:

Tarea	Semáforo	Duración de la sección crítica
A	S1	1
B	S2	3
C	S1	2
C	S2	1

F	<p>El techo del semáforo S1 es 1 y el techo del semáforo S2 también es 1.</p> <p><i>JUSTIFICACIÓN: El semáforo S1 es utilizado por las tareas A y C. La más prioritaria es la tarea A, por los que su techo es igual a la prioridad de A, es decir, 1.</i></p> <p><i>El semáforo S2 es utilizado por las tareas B y C, siendo B la tarea más prioritaria. Por tanto, el techo de S2 es igual a la prioridad de B, es decir, 2.</i></p>
V	<p>El factor de bloqueo máximo para la tarea A es 2.</p> <p><i>JUSTIFICACIÓN: Las tareas con menor prioridad que A utilizan los semáforos S1 y S2. Solamente S1 tiene techo con valor igual o superior a la prioridad de A (en este caso, $\text{techo}(S1) = \text{prio}(A)$). Dicho semáforo lo emplea la tarea C con una duración de la sección crítica igual a 2. Por tanto, el factor de bloqueo máximo para A es 2.</i></p>
V	<p>Si se aplica el protocolo de techo de prioridad inmediato, el tiempo de respuesta en el peor caso para la tarea B es 10.</p> <p><i>JUSTIFICACIÓN: El factor de bloqueo para B es 2, que se corresponde con la duración de la sección crítica de C usando el semáforo S1, que tiene techo $> \text{prio}(B)$. Si añadimos dicho factor de bloqueo a la fórmula del cálculo del tiempo de respuesta tenemos que:</i></p> <p><i>$W_B^0 = 2 + 4 + 2 = 8 \leq 10$; $W_B^1 = 2 + 4 + \lceil 8/5 \rceil * 2 = 2 + 4 + 2 * 2 = 10 \leq 10$; $W_B^2 = 2 + 4 + \lceil 10/5 \rceil * 2 = 2 + 4 + 2 * 2 = 10 \leq 10$</i></p> <p><i>Por tanto, $R_B = 10$.</i></p>
F	<p>Haciendo uso del protocolo del techo de prioridad inmediato, el sistema no es planificable.</p> <p><i>JUSTIFICACIÓN: Con la afirmación anterior hemos visto que $R_B = 10$. Falta calcular R_A y R_C.</i></p> <p><i>$R_A = 2 + 2 = 4 \leq 4$ (D_A), pues su factor de bloqueo $B_A = 2$.</i></p> <p><i>Para R_C debemos calcular primero su factor de bloqueo, que en este ejemplo es 0 ya que es la tarea con menor prioridad. Por ello, el cálculo de su tiempo de respuesta es igual que para el análisis de planificabilidad sin aplicar el protocolo de techo de prioridad inmediato.</i></p> <p><i>$W_C^0 = 3 + 4 + 2 = 9 \leq 16$; $W_C^1 = 3 + \lceil 9/15 \rceil * 4 + \lceil 9/5 \rceil * 2 = 3 + 1 * 4 + 2 * 2 = 11 \leq 16$;</i></p> <p><i>$W_C^2 = 3 + \lceil 11/15 \rceil * 4 + \lceil 11/5 \rceil * 2 = 3 + 1 * 4 + 2 * 2 = 13 \leq 16$; $W_C^3 = 3 + \lceil 13/15 \rceil * 4 + \lceil 13/5 \rceil * 2 = 13 \leq 16$</i></p> <p><i>Por tanto, $R_C = 13$.</i></p> <p><i>Como $R_A \leq D_A$, $R_B \leq D_B$ y $R_C \leq D_C$, el sistema sí es planificable.</i></p>
V	<p>Si se aplica el protocolo de techo de prioridad inmediato, el tiempo de respuesta en el peor caso para la tarea C es 13.</p> <p><i>JUSTIFICACIÓN: Como se ha visto en la respuesta de la afirmación anterior, aplicando dicho protocolo se obtiene que $R_C = 13$ (pues su factor de bloqueo es 0).</i></p>

Sea el conjunto de tareas en un sistema de tiempo real descrito por la siguiente tabla:

Tarea	Periodo (T)	Cómputo (C)	Plazo (D)	Prioridad	Usa Si (t)
A	10	2	6	1	S1 (3)
B	15	3	10	2	S2 (5)
C	20	4	15	3	
D	25	2	20	4	S2 (3)
E	30	5	30	5	S1 (2)

Asumiendo una asignación de prioridades en la que la tarea con menor valor numérico será la más prioritaria, un algoritmo de planificación por prioridades fijas expulsivas, los semáforos utilizan el protocolo del techo de prioridad inmediato y que la notación Si (t) significa que la tarea usa el semáforo Si durante t unidades de tiempo,

El techo de S1 es 3, que corresponde a la mayor duración de las secciones críticas guardadas por S1. <i>JUSTIFICACIÓN: El techo de prioridad del semáforo corresponde a la prioridad máxima entre los procesos que utilizan dicho semáforo: no tiene ninguna relación con la duración de las secciones críticas protegidas por ese semáforo.</i>	F
37. El factor de bloqueo de la tarea B es 3. <i>JUSTIFICACIÓN: Las menos prioritarias que B son C,D,E. Entre ellas usan los semáforos S1 y S2, ambos con un techo de prioridad \geq que el de B. La sección crítica más larga protegida por ellos en los hilos C,D,E es 3.</i>	V
38. El factor de bloqueo de la tarea C es cero, pues no utiliza ningún semáforo. <i>JUSTIFICACIÓN: Aunque C no espera nunca en una operación P, puede que tenga que esperar porque otra tarea menos prioritaria (D o E) ha modificado temporalmente su prioridad para asumir la del techo de prioridad del semáforo que protege la sección crítica que está ejecutando. Por lo tanto, puede tener que esperar por culpa de otras tareas menos prioritarias (D o E).</i>	F
El tiempo de respuesta de peor caso de la tarea E es 29, por lo que queda garantizado el cumplimiento del plazo en todas sus activaciones. <i>JUSTIFICACIÓN: El factor de bloqueo para E es 0 (no hay tareas menos prioritarias), y el tiempo de respuesta queda como sigue: Primera estimación: $Re = Ce + Ca + Cb + Cc + Cd = 16$ Iteración: $Re = Ce + \text{ceil}(16/Ta)*Ca + \text{ceil}(16/Tb)*Cb + \text{ceil}(16/Tc)*Cc + \text{ceil}(16/Td)*Cd = Ce + 2Ca + 2Cb + Cc + Cd = 5 + 2*2 + 2*3 + 4 + 2 = 21$ Iteración: $Ce + \text{ceil}(21/Ta)*Ca + \text{ceil}(21/Tb)*Cb + \text{ceil}(21/Tc)*Cc + \text{ceil}(21/Td)*Cd = Ce + 3Ca + 2Cb + 2Cc + Cd = 27$ Iteración: $Ce + \text{ceil}(27/Ta)*Ca + \text{ceil}(27/Tb)*Cb + \text{ceil}(27/Tc)*Cc + \text{ceil}(27/Td)*Cd = Ce + 3Ca + 2Cb + 2Cc + 2Cd = 29$ Iteración: $Ce + \text{ceil}(29/Ta)*Ca + \text{ceil}(29/Tb)*Cb + \text{ceil}(29/Tc)*Cc + \text{ceil}(29/Td)*Cd = Ce + 3Ca + 2Cb + 2Cc + 2Cd = 29$ Luego el valor final es 29</i>	V

Un sistema de tiempo real crítico se compone de 5 tareas independientes cuyas características se describen en la siguiente tabla:

Tarea	Tiempo de cómputo	Periodo	Plazo
T1	3	15	8
T2	4	20	13
T3	6	30	18
T4	5	40	32
T5	6	50	50

Asumiendo que el sistema se planifica por prioridades fijas expulsivas con asignación de prioridades inversa a su plazo, es decir la tarea de menor plazo es la más prioritaria....

31. ... el tiempo de respuesta de la tarea T4, R4 es 30.	F
32. ... el hiperperiodo es 600.	V
33. ... si las tareas siempre utilizan en todas sus activaciones el tiempo de cómputo indicado en la tabla, en el instante 605 la tarea T2 estará en ejecución en la CPU.	V
34. ... el tiempo de respuesta de la tarea T2, R2 es 7.	V
35. ... el tiempo de respuesta de la tarea T3 es menor o igual a su plazo.	V
36. ... el sistema es planificable.	V

Asumiendo ahora que las tareas no son independientes, y que además las tareas utilizan tres semáforos M1, M2 y M3 para sincronizar el acceso a sus secciones críticas (SC) cuyas características se describen en la siguiente tabla, y que dichos semáforos utilizan el protocolo del techo de prioridad inmediato ...

Tarea	Semáforo	Duración de la SC
T1	M1	1
T2	M1	2
T2	M2	4
T4	M2	3
T4	M3	2
T5	M3	1

37. ... el factor de bloqueo de la tarea T1, B1 es 3.	F
38. ... el factor de bloqueo de la tarea T3, B3 es 0.	F
39..... el techo de prioridad del semáforo M2 es igual a la prioridad de T4.	F
40. ... el tiempo de respuesta de la tarea T2, R2 es 10.	V
41..... el tiempo de respuesta de la tarea T3 es menor o igual a su plazo.	F
42..... el tiempo de respuesta de la tarea T5 es igual al que tendría si todas las tareas fueran independientes (es decir no necesitasen sincronizarse).	V
43..... el sistema es planificable.	F

Tarea	Tiempo de cómputo	Periodo	Plazo	Ri sin Bi	Bi	Ri con Bi
T1	3	15	8	3	2	5
T2	4	20	13	7	3	10
T3	6	30	18	13	3	19
T4	5	40	32	25	1	26
T5	6	50	50	40	0	40

- Si se aplica el análisis de planificabilidad de estas tareas, con $\text{pri}(\tau_1) > \text{pri}(\tau_2) > \text{pri}(\tau_3)$, se obtiene... :

Tarea	T_i	C_i	D_i
τ_1	3	1	2
τ_2	5	2	3
τ_3	10	2	6

F	... que R1 es 2.
V	... que R2 es 3.
F	... que R3 es 10.
F	... que todos los plazos están garantizados y, por tanto, el sistema es planificable.
F	... que se produce el problema de inversión de prioridades.

Espacio para cálculos:

R1= 1

R2= 3

R3= 9

Sea el conjunto de tareas en un sistema de tiempo real descrito por la siguiente tabla:

Tarea	Periodo (T)	Cómputo (C)	Plazo (D)	Prioridad	Usa Si(t)
A	20	5	8	1	S1(2), S2(3)
B	15	3	12	2	S2(2), S3 (1)
C	10	4	15	3	S1(3), S3(2)

donde prioridad $A > B > C$; semáforos S1,S2,S3, y utilizando el protocolo de techo de prioridad inmediata, así como el algoritmo de planificación por prioridades fijas expulsivas.

Como se ve en la tabla, la tarea A utiliza S1 y S2 para secciones críticas de longitud 2 y 3 respectivamente. La tarea B utiliza S2 y S3 (longitudes 2 y 1), mientras que la tarea C utiliza S1 y S3 (longitudes 3 y 2, respectivamente).

El techo de prioridad de S1 y S3 es el mismo. <i>JUSTIFICACIÓN:</i> $\text{Ceiling}(S1) = \text{prioridad}(A)$ y $\text{Ceiling}(S3) = \text{prioridad}(B)$.	F
Siempre que C está en ejecución y llega B al sistema, B expulsa a C. <i>JUSTIFICACIÓN:</i> La tarea C utiliza el semáforo S1 (cuyo techo es igual a la prioridad de A), así como el semáforo S3 (cuyo techo es igual a la prioridad de B). Al utilizar el protocolo de techo de prioridad inmediata, si C ha cerrado el semáforo S1 o bien el semáforo S3 antes de que B llegue al sistema, entonces habrá adquirido la prioridad asociada al techo del semáforo, es decir, $\text{prioridad}(A)$ o $\text{prioridad}(B)$. En ambos casos, si B llega entonces al sistema, no expulsaría a la tarea C, pues ésta tendrá una prioridad mayor o igual a la de B.	F
Si las tareas fueran independientes y, por tanto, no utilizaran semáforos (pues no tendrían secciones críticas), el sistema sería planificable. <i>JUSTIFICACIÓN:</i> Si las tareas fueran independientes, tendríamos: $R_A = 5 \leq 8 (D_A)$ $R_B = 8 \leq 12 (D_B)$ $W_B^0 = 3 + 5 = 8 \leq 12;$ $W_B^1 = 3 + \lceil 8/20 \rceil * 5 = 3 + 1 * 5 = 8 \leq 12$ $R_C = 12 \leq 15 (D_C)$ $W_C^0 = 4 + 3 + 5 = 12 \leq 15;$ $W_C^1 = 4 + \lceil 12/15 \rceil * 3 + \lceil 12/20 \rceil * 5 = 12$ El sistema es planificable.	V
El factor de bloqueo de B es 2. <i>JUSTIFICACIÓN:</i> Las tareas menos prioritarias que B es solamente C. Esta tarea utiliza el semáforo S1, con $\text{ceiling}(S1) = \text{prioridad}(A)$, y el semáforo S3, con $\text{ceiling}(S3) = \text{prioridad}(B)$. Por tanto, debemos considerar ambos semáforos, pues tienen techos mayores o iguales a la prioridad de B. Si vemos las longitudes de las secciones críticas que usa C con dichos semáforos, tenemos que $\text{Usa}_C(S1) = 3$ y $\text{Usa}_C(S3) = 2$, por lo que el máximo de ellas es 3. Por tanto, el factor de bloqueo de B es 3 ($B_B = 3$).	F
El tiempo de respuesta de A es 8, el tiempo de respuesta de B es 11 y el tiempo de respuesta de C es 12. <i>JUSTIFICACIÓN:</i> Debemos calcular primero los factores de bloqueo. $B_A = 3$ (pues $\text{Usa}_C(S1) = 3$, y dicho valor es el máximo) $B_B = 3$ (calculado en preg. 23) $B_C = 0$ (no hay tareas menos prioritarias). Y calculando los tiempos de respuesta (añadiendo el factor de bloqueo a la fórmula aplicada en la preg. 22). $R_A = 5 + 3 = 8 \leq 8$ $R_B = 11$ $W_B^0 = 3 + 5 + 3 = 11 \leq 12;$ $W_B^1 = 3 + 3 + \lceil 11/20 \rceil * 5 = 3 + 3 + 1 * 5 = 11 \leq 12$ $R_C = 12 \leq 15 (D_C)$ $W_C^0 = 4 + 3 + 5 = 12 \leq 15;$ $W_C^1 = 4 + \lceil 12/15 \rceil * 3 + \lceil 12/20 \rceil * 5 = 12$	V
Como queda garantizado el cumplimiento del plazo de todas las tareas, el sistema es planificable.	V

Un sistema de tiempo real crítico se compone de 4 tareas que utilizan 4 semáforos para sincronizar el acceso a sus secciones críticas (SC), y cuyas características se describen en las siguientes tablas:

Tarea	Tiempo de cómputo	Periodo	Plazo
T1	4	20	15
T2	8	30	20
T3	12	40	28
T4	15	120	80

Tarea	Semáforo	Duración de la SC
T1	S1	3
T1	S3	4
T2	S2	6
T3	S2	5
T3	S3	1
T4	S1	2
T4	S4	7

Asumiendo que los semáforos utilizan el protocolo del techo de prioridad inmediato y el sistema se planifica por prioridades fijas expulsivas, con asignación de prioridades inversamente proporcional a su plazo, donde la tarea de menor plazo es la más prioritaria....

35. ... el tiempo de respuesta de la tarea T1, R_1 es 6.	V
36..... los techos de los semáforos S1 y S3 son iguales	V
37..... el factor de bloqueo de T1, y T3 es 2.	V
38. ... el tiempo de respuesta de la tarea T3, R_3 es 28.	F
39. ... el tiempo de respuesta de la tarea T4, R_4 es 79.	V
40..... todos los plazos están garantizados y, por tanto, el sistema es planificable.	F
41..... el factor de bloqueo de T2 es 5.	V

Sobre los sistemas de tiempo real:

La inversión de prioridades ocurre cuando una tarea menos prioritaria se ejecuta por delante de una más prioritaria con la que comparte un recurso que mantiene bloqueado para regular su acceso en exclusión mutua. <i>JUSTIFICACIÓN: Esa es la definición de inversión de prioridades</i>	V
El protocolo del techo de prioridad inmediato impide que una tarea menos prioritaria se ejecute por delante de otra más prioritaria con la que comparte un recurso que mantiene bloqueado para regular su acceso en exclusión mutua. <i>JUSTIFICACIÓN: Ocurre lo contrario, es decir, una tarea a priori menos prioritaria puede convertirse temporalmente en más prioritaria.</i>	F
El protocolo del techo de prioridad inmediato evita los interbloqueos. <i>JUSTIFICACIÓN: Es una de las propiedades del algoritmo.</i>	V
El test de planificabilidad basado en el cálculo de los tiempos de respuesta estudiado, es válido para cualquier algoritmo de planificación del procesador. <i>JUSTIFICACIÓN: El test asume un algoritmo de prioridades fijas expulsivas</i>	F
Si un conjunto de tareas es planificable bajo una cierta asignación de prioridades, lo seguirá siendo aunque cambiemos las prioridades asignadas a las tareas. <i>JUSTIFICACIÓN: Al cambiar las prioridades cambian los tiempos de respuesta</i>	F
El peor caso de planificación posible para un conjunto de tareas planificadas por prioridades fijas expulsivas, se da cuando todas ellas consumen su tiempo de cómputo de peor caso, independientemente de cuándo se activen. <i>JUSTIFICACIÓN: El momento de activación es importante: hay que considerar que cada tarea consume su tiempo de cómputo en el peor caso Y además se lanzan todas las tareas a la vez</i>	F

En el análisis de la planificabilidad de un sistema de tiempo real crítico:

26.	Se calcula el tiempo de respuesta de cada tarea, según su intervalo de cómputo y las interferencias con tareas más prioritarias.	V
27.	Deben cumplirse todos los plazos de respuesta de todas las tareas. Es decir, para cada una de ellas, la respuesta debe proporcionarse dentro de su plazo.	V
28.	Se calcula el tiempo de respuesta mediante una relación de recurrencia.	V
29.	Si se asume que las tareas no son independientes y se utiliza el protocolo de techo de prioridad inmediato, se debe incluir el factor de bloqueo en el análisis de planificabilidad.	V
30.	Se asume un algoritmo de planificación basado en prioridades dinámicas no expulsivas.	F

Un sistema de tiempo real es un sistema informático en el que se cumplen, entre otras, estas características:

33. Es concurrente, pues está constituido por múltiples actividades o tareas.	V
34. Responde a estímulos de su entorno; debe hacerlo de manera determinista y dentro de un plazo.	V