

Raspoređivanje poslova

DDS, RMPA, ovdje nije LLF → vidi raspoređivanje dretvi

svi zadaci ikad!!

2022 – MI

8. Zadan je sustav zadataka:

$$\mathcal{T}_1 : T_1 = 10 \text{ ms}, \quad C_1 = 3 \text{ ms}$$

$$\mathcal{T}_2 : T_2 = 15 \text{ ms}, \quad C_2 = 6 \text{ ms}$$

$$\mathcal{T}_3 : T_3 = 20 \text{ ms}, \quad C_3 = 3 \text{ ms}$$

- a) [2 boda] Grafičkim postupkom provjeriti rasporedivost postupkom prema mjeri ponavljanja za jednoprocesorski sustav te iz grafa odrediti implicitne trenutke krajnjeg dovršetka za sve zadatke.
- b) [3 boda] Grafički prikazati izvođenje sustava kada se koristi postupak prema krajnjem trenutku završetka na dvoprocesorskom računalu do $t = 20 \text{ ms}$ (red prispijeća te mjera ponavljanja kao dodatni kriteriji, ako je potrebno), uz dvostruko veće potrebe zadataka za procesorskim vremenom ($C'_i = 2 \cdot C_i$).

a) RMPA grafički

1 1 1 2 2 2 2 2 2 3 1 1 1 3 3 2 2 2 2 2 1

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0

1 1 1

2 2 2

3 3 3

3 gotov, rasporedivo

Implicitni deadline:

T1: 10

T2: 15

t3: 15

b) prema krajnjem trenutku završetka

2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 - - - 2 2 2 2 2

1 1 1 1 1 1 3 3 3 3 3 3 1 1 1 1 1 1 - -

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0

1 1 1

2 2 2

3 3 3

dodatni kriterij: red prispijeća

2010/11 – 2KZ

2. Zadan je sustav zadataka: $\tau_1: T_1=10, c_1=5$; $\tau_2: T_2=15, c_2=3$; $\tau_3: T_3=20, c_3=3$. Provjeriti rasporedivost:

a) (1) korištenjem nužnog uvjeta rasporedivosti (za RMPA raspoređivanje),

b) (1) grafičkim postupkom u kritičnom slučaju (za RMPA raspoređivanje),

c) (2) općim kriterijom rasporedivosti (za RMPA raspoređivanje, formula je sa strane, s time da $\llbracket X \rrbracket$ predstavlja prvi veći cijeli broj od X)

d) (2) ako se koristi raspoređivanje prema trenucima kranjih završetaka (DDS/EDF, prikazati rad algoritma u kritičnom trenutku do obavljanja svih zadataka)

$$(i) \quad D_i + \sum_{j=1}^{i-1} (\llbracket \frac{T_i}{T_j} \rrbracket - \llbracket \frac{D_i}{T_j} \rrbracket) c_j \geq T_i$$

$$(ii) \quad \sum_{j=1}^i \llbracket \frac{D_i}{T_j} \rrbracket c_j \leq D_i$$

2. $\tau_1: \tau_1 = 10$
 $c_1 = 5$

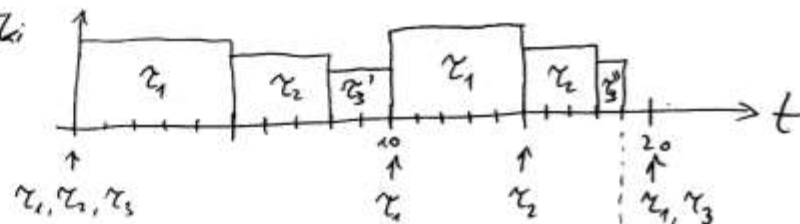
$\tau_2: \tau_2 = 15$
 $c_2 = 3$

$\tau_3: \tau_3 = 20$
 $c_3 = 3$

a) možemo li ući $U \leq 1$

$$U = \frac{c_1}{\tau_1} + \frac{c_2}{\tau_2} + \frac{c_3}{\tau_3} = \frac{5}{10} + \frac{3}{15} + \frac{3}{20} = \frac{17}{20} \leq 1 \quad \checkmark$$

b) grafčki



stiglo se sve \checkmark

c) opći kriterij

za τ_1 $d_i \in \{10\}$

(i) $10 \geq 10$ \checkmark

(ii) $\lceil \frac{10}{10} \rceil \cdot 5 \leq 10$
 $5 \leq 10$ \checkmark

za τ_2 $d_i \in \{10, 15\}$

$d_i = 20$

(i) $20 + (\lceil \frac{20}{10} \rceil - \lceil \frac{20}{10} \rceil) \cdot 5 + (\lceil \frac{20}{15} \rceil - \lceil \frac{20}{15} \rceil) \cdot 3 \geq 20$
 $= 0$

$20 \leq 20$ \checkmark

(ii) $\lceil \frac{20}{10} \rceil \cdot 5 + \lceil \frac{20}{15} \rceil \cdot 3 + \lceil \frac{20}{20} \rceil \cdot 3 \leq 20$

$2 \cdot 5 + 2 \cdot 3 + 3 = 19 \leq 20$ \checkmark \Rightarrow sve je rasporedivo

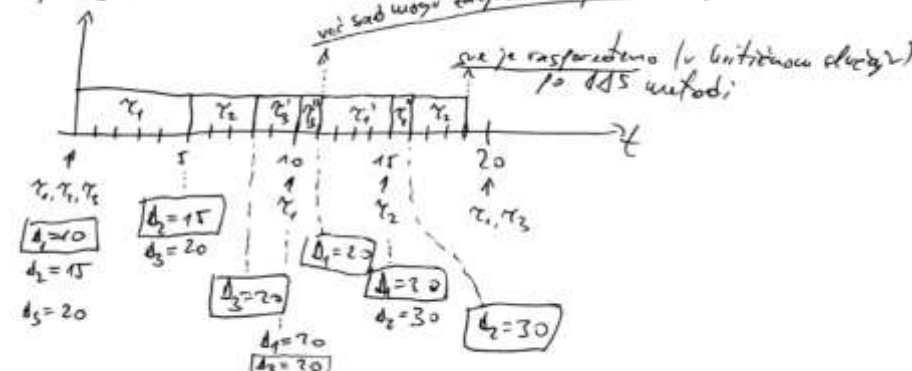
za τ_2 $d_i \in \{10, 15\}$ (krećemo prvo s većim!)

$d_i = 15$ (i) $15 + (\lceil \frac{15}{10} \rceil - \lceil \frac{15}{10} \rceil) \cdot 5 \geq 15$
 $= 0$
 $15 \geq 15$ \checkmark

(ii) $\lceil \frac{15}{10} \rceil \cdot 5 + \lceil \frac{15}{15} \rceil \cdot 3 \leq 15$

$2 \cdot 5 + 1 \cdot 3 = 13 \leq 15$ \checkmark

d) DDS



2010 – 2MI

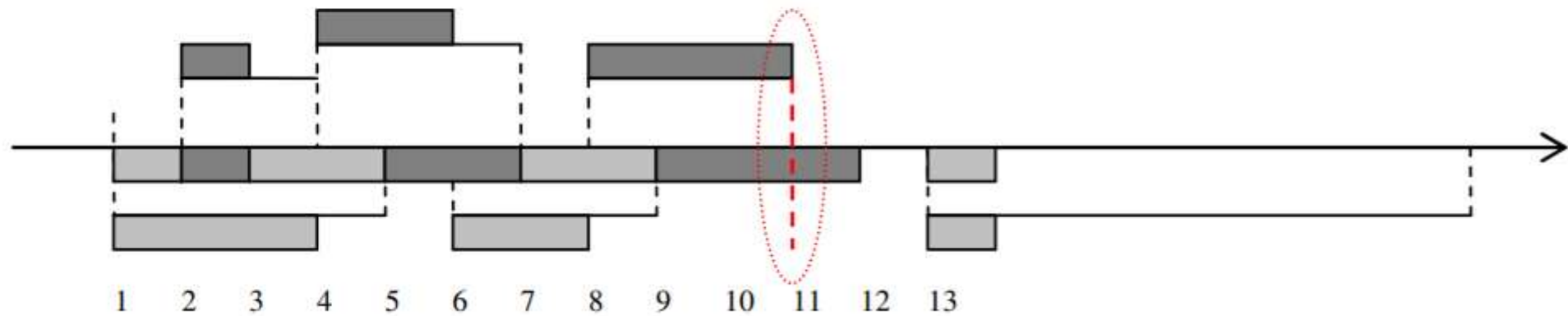
7. (3 boda) U sustavu koji koristi *DDS* (raspoređivanje prema krajnjim trenucima završetka) pojavljuju se događaji za koja su poznata i vremena izračunavanja, kao i krajnji trenuci završetka:

(*vrijeme pojave, potrebno procesorsko vrijeme, krajnji trenutak dovršetka*) = $(t_i, c_i, k_i) =$

$\{ (1, 3, 5), (2, 1, 4), (4, 2, 7), (6, 2, 9), (8, 3, 11), (13, 1, 20) \}.$

Provjeriti je li slijed događaja rasporediv *DDS* postupkom.

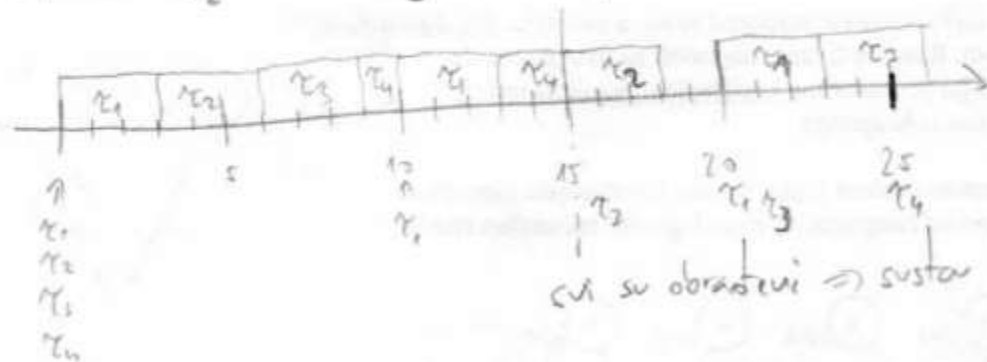
Nije rasporediv, događaj (8, 3, 11) ne stigne se obaviti do 11. jedinice vremena:



2009 – ZI

2. (5) Zadan je sustav zadataka: $\tau_1: T_1=10, c_1=3$; $\tau_2: T_2=15, c_2=3$; $\tau_3: T_3=20, c_3=3$; $\tau_4: T_4=25, c_4=3$.
Grafički provjeriti rasporedivost prema RMPA te odrediti „*implicitni deadline*“ za sve zadatke.

(2) $T_1 = 10$ $T_2 = 15$ $T_3 = 20$ $T_4 = 25$
 $C_1 = 3$ $C_2 = 3$ $C_3 = 3$ $C_4 = 3$



svi su obradeni \Rightarrow sustav je rasporediv

implicitni deadline-i: $d_1 = 10$

$$d_2 = 15$$

$$d_3 = 20$$

$$d_4 = 20$$



iza 20-te jedinice vremena više nema
 mjesta za zadatak 4

2009 – ZI

3. (5) Jedan se sustav sastoji od 20 poslova. Prosječno se svaki posao aktivira jednom u 100 ms. Raspoređivač se poziva iz prekidne funkcije kojom se signalizira pojava nekog zadatka (npr. *timer* je istekao te se odblokirao neki zadatak), kao i kada aktivni zadatak završi ili se blokira. Spremanje konteksta prekinute dretve neka traje 30 μ s (kao i obnova), dok trajanje prebacivanja dretvi u red pripravnih ovisi o raspoređivaču.

a) Ako se koristi RMPA raspoređivanje, onda su pripralni zadaci složeni po prioritetima, svaki u svojoj listi obzirom na prioritet (npr. opisnik zadatka s prioritetom 5 nalazi se u elementu polja *aktivni[5]*). Prebacivanje zadatka iz nekog neaktivnog (ili blokiranog) stanja u red pripravnih dretvi je stoga složenosti $O(1)$ te neka traje 10 μ s. Aktiviranje zadatka najvećeg prioriteta zbog korištenja dodatnog polja s bitovima prisutnosti zadataka u poljima je također neovisno o broju zadataka te neka traje dodatno 10 μ s.

b) Ako se koristi DDS, pripralni su zadaci smješteni u jednu strukturu podataka sličnu listi, složenoj prema rastućim trenucima krajnjeg završetaka zadataka (prvi je onaj s najskorijim *deadlineom* – d_i). Za zadatak „i“ različita aktiviranja imaju različiti d_i , tj. pri svakom prebacivanju zadatka „i“ u red pripravnih, potrebno je izračunati d_i , za što se potroši 20 μ s. Samo prebacivanje opisnika zadatka iz nekog neaktivnog (ili blokiranog) stanja u red pripravnih dretvi, zbog same strukture podataka je složenosti $O(\log n)$, gdje je n broj pripravnih zadataka (pretpostaviti da je prosječno $n=5$) te neka traje $40 \cdot \log(n)$ μ s. Aktiviranje zadatka najvećeg prioriteta neka traje dodatno 2 μ s.

Potrebno je odrediti opterećenje (u postocima) koje generira raspoređivač (zajedno s ostalim kućanskim poslovima) za a) i b) (*overhead* raspoređivanja).

③ $m = 20$ podlona
 $T = 100 \text{ } \mu\text{s}$
 $t_k = 30 \text{ } \mu\text{s}$

a) $t_p = 10 \text{ } \mu\text{s}$
 $t_a = 10 \text{ } \mu\text{s}$

$$t_{100} = m(t_p + t_a + t_k \cdot 2)$$

$$= 20(10 + 10 + 30 \cdot 2)$$

$$= 1,6 \text{ } \mu\text{s}$$

$$\frac{t_{100}}{T} = 1,6 \%$$

SVE PUTA ΔVA
 (podatak i kraj)



b) $t_b = 20 \text{ } \mu\text{s}$

$$t_p = 40 \cdot \log_2(u) \text{ } \mu\text{s}$$

$$u = 5$$

$$t_a = 2 \text{ } \mu\text{s}$$

$$t_{100} = (t_b + t_p + t_a + t_k \cdot 2) \cdot u$$

$$= (20 + 40 \log_2 5 + 2 + 30 \cdot 2) \cdot 20$$

$$= 2,2 \text{ } \mu\text{s}$$

$$\frac{t_{100}}{T} = 2,2 \%$$

2022 – ZI samo a) dio

2. Zadan je sustav zadataka koji se raspoređuje na dvoprocorskom sustavu. Grafički prikazati izvođenje sustava, počevši od kritičnog slučaja u $t=0$ ms do $t=20$ ms ako se koristi:
- a) [2] postupak prema krajnjem trenutku završetka, uz sekundarni kriterij mjere ponavljanja,
 - b) [2] postupak prema najmanjoj labavosti, uz sekundarni kriterij prema krajnjem trenutku završetka.

$$\mathcal{T}_1 : T_1 = 5 \text{ ms}, \quad C_1 = 2 \text{ ms}$$

$$\mathcal{T}_2 : T_2 = 7 \text{ ms}, \quad C_2 = 5 \text{ ms}$$

$$\mathcal{T}_3 : T_3 = 10 \text{ ms}, \quad C_3 = 6 \text{ ms}$$

$$\mathcal{T}_4 : T_4 = 20 \text{ ms}, \quad C_4 = 6 \text{ ms}$$

a)

	4																				4
	3									3											3
	2							2							2						
	1					1				1					1						1
t:	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
P1:		2	2	2	2	2	1	1	2	2	2	2	2	4	4	4	1	1	4	2	2
P2:		1	1	3	3	3	3	3	3	4	4	1	1	3	3	3	3	3	3	-	-

2009 – 2MI

Zadan je sustav zadataka S_1 : $\tau_1: T_1=10, c_1=1$

$\tau_2: T_2=15, c_2=5$

$\tau_3: T_3=20, c_3=5$

$\tau_4: T_4=25, c_4=5$

1. Za raspoređivanje sustava S_1 koristi se RMPA.
 - a) (1) Što možemo zaključiti o rasporedivosti sustava S_1 korištenjem lub(U) kriterija?
 - b) (1) Koliko bi minimalno trebala biti snaga procesora uz koji bi sustav sigurno bio rasporediv prema lub kriteriju (u odnosu na zadani procesor, $k=p_{\text{novi}}/p_{\text{zadani}}=?$)?
 - c) (3) Provjeriti rasporedivost korištenjem općeg ili alternativnog kriterija rasporedivosti (ispitati jednom ili drugom metodom samo za τ_4).
2. (3) Ako se za raspoređivanje sustava zadataka S_1 koristi metoda prema trenucima krajnjih završetaka (*deadline driven scheduling* - DDS), je li sustav rasporediv? Grafički prikazati rad DDS-a nad S_1 .

$$a) \text{ Pub}(u) = u(2^{\frac{1}{2}} - 1) =$$

$$u = \frac{1}{20} + \frac{1}{25} + \frac{1}{20} + \frac{1}{25} = 0,283$$

$$u(2^{\frac{1}{2}} - 1) = 4 \cdot (\sqrt{2} - 1) = 0,757$$

$$b) \text{ Pub}(u) = \frac{1}{K} \cdot \text{Pub}(u) \leq u(2^{\frac{1}{2}} - 1)$$

$$K \geq \frac{\text{Pub}(u)}{u(2^{\frac{1}{2}} - 1)} = \frac{0,283}{0,757} = 1,1667$$

$u > u(2^{\frac{1}{2}} - 1)$
 \hookrightarrow da li u datoj pobliki o
 usporedivosti

c) 1° opći kriterij usporedivosti

(i)
$$D_i + \sum_{j=1}^{i-1} (\lceil T_i / T_j \rceil - \lfloor D_i / T_j \rfloor) C_j \geq T_i$$
 (ii)
$$\sum_{j=1}^i \lceil D_i / T_j \rceil C_j \leq D_i$$

2° T_4 točnije usporedivosti 10, 15, 20, 25

$D_1 = 10 \quad T = 4$

(i)
$$D_4 + (\lceil \frac{T_4}{T_1} \rceil - \lfloor \frac{D_4}{T_1} \rfloor) \cdot C_1 + (\lceil \frac{T_4}{T_2} \rceil - \lfloor \frac{D_4}{T_2} \rfloor) C_2 + (\lceil \frac{T_4}{T_3} \rceil - \lfloor \frac{D_4}{T_3} \rfloor) C_3 \geq T_4$$
 (ii)
$$\lceil D_4 / T_1 \rceil \cdot C_1 + \lceil D_4 / T_2 \rceil \cdot C_2 + \lceil D_4 / T_3 \rceil \cdot C_3 + \lceil D_4 / T_4 \rceil \cdot C_4 \leq D_4$$

$D_1 = 10$: (i) $10 + (3-1) \cdot 1 + (2-1) \cdot 5 + (2-1) \cdot 5 = 10 + 2 + 5 + 5 = 22 \neq 25$ ne

$D_1 = 15$: (i) $15 + (3-2) \cdot 1 + (2-1) \cdot 5 + (2-1) \cdot 5 = 15 + 1 + 5 + 5 = 26 \geq 25$ da

(ii) $2 \cdot 1 + 1 \cdot 5 + 1 \cdot 5 + 1 \cdot 5 = 17 \leq 15$ ne

$D_1 = 20$: (i) $20 + (3-2) \cdot 1 + (2-2) \cdot 5 + (2-1) \cdot 5 = 20 + 1 + 0 + 5 = 26 \neq 25$ ne

$D_1 = 25$: (i) $25 + (3-3) \cdot 1 + (2-2) \cdot 5 + (2-2) \cdot 5 = 25 \geq 25$ da

(ii) $3 \cdot 1 + 2 \cdot 5 + 2 \cdot 5 + 1 \cdot 5 = 3 + 10 + 10 + 5 = 28 \leq 25$ ne

sustav NIJE usporediv prema LUPA metodi

c) 2° alternativni kriterij usporedivosti

$\pi_{k,l} \Rightarrow i = 4$

$$R_4 = \{ (k, l) \mid k \in \{1, 2, 3, 4\} \text{ i } l = 1.. \lfloor T_4 / T_k \rfloor \}$$

$$R_4 = \{ (1, 1), (1, 2), (2, 1), (3, 1), (4, 1) \}$$

$(1, 1) \Rightarrow \frac{1}{T_1} (C_1 \lceil \frac{T_1}{T_1} \rceil + C_2 \lceil \frac{T_1}{T_2} \rceil + C_3 \lceil \frac{T_1}{T_3} \rceil + C_4 \lceil \frac{T_1}{T_4} \rceil)$

$$\frac{1}{10} (1 \cdot 1 + 5 \cdot 1 + 5 \cdot 1 + 5 \cdot 1) = \frac{16}{10} > 1 \quad \times$$

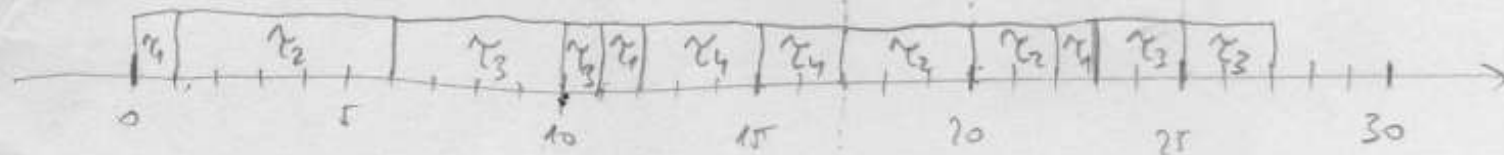
$(1, 2) \Rightarrow \frac{1}{2 \cdot 10} (1 \cdot 2 + 5 \cdot 2 + 5 \cdot 1 + 5 \cdot 1) = \frac{21}{20} > 1 \quad \times$

$(2, 1) \Rightarrow \frac{1}{15} (1 \cdot 2 + 5 \cdot 1 + 5 \cdot 1 + 5 \cdot 1) = \frac{17}{15} > 1 \quad \times$

$(3, 1) \Rightarrow \frac{1}{20} \dots = \frac{21}{20} > 1 \quad \times$

$(4, 1) \Rightarrow \frac{1}{25} (1 \cdot 3 + 5 \cdot 2 + 5 \cdot 2 + 5 \cdot 1) = \frac{28}{25} > 1 \quad \times \Rightarrow$ sustav NIJE usporediv

②



$$t=0 \quad \gamma_1 \quad \Delta_1=10$$

$$\gamma_2 \quad \Delta_2=15$$

$$\gamma_3 \quad \Delta_3=20$$

$$\gamma_4 \quad \Delta_4=25$$

$$t=10 \quad \gamma_1 \quad \Delta_1=20$$

$$\gamma_3 \quad \Delta_3=20$$

$$\gamma_4 \quad \Delta_4=25$$

$$t=15 \quad \gamma_2 \quad \Delta_2=30$$

$$\gamma_4 \quad \Delta_4=25$$

$$t=21 \quad \gamma_1$$

$$t=25 \quad \gamma_3 \quad \Delta_3=40$$

$$\gamma_4 \quad \Delta_4=50$$

$$t=1 \rightarrow \gamma_2$$

$$t=11 \rightarrow \gamma_1$$

$$t=17 \quad \gamma_2$$

$$t=12 \rightarrow \gamma_4$$

$$t=20 \quad \gamma_1 \quad \Delta_1=30$$

$$\gamma_2 \quad \Delta_2=30$$

$$\gamma_3 \quad \Delta_3=40$$

itd.

сутью же расписан

2009 – 1MI

2. Zadan je sustav zadataka τ_1 do τ_4 . Zadaci su zadani s vremenima ponavljanja (oznake T_i) te s vremenima izračunavanja (oznake c_i).

$$T_1 = 5 \quad c_1 = 1$$

$$T_2 = 8 \quad c_2 = 1$$

$$T_3 = 9 \quad c_3 = 2$$

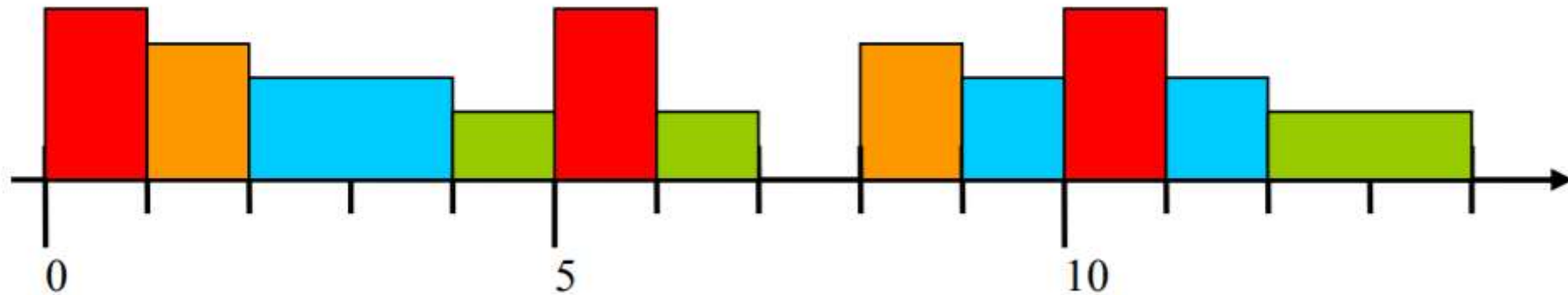
$$T_4 = 10 \quad c_4 = 2$$

Ako se za raspoređivanje koristi RMPA metoda odrediti:

- (3) je li sustav rasporedljiv (pokazati računski – nužni uvjet, te grafički – za kritični slučaj);
- (2) implicitne trenutke krajnjeg završetaka zadataka (implicitni „deadline“, računski i/ili grafički);
- (2) da li zadani skup zadataka u potpunosti iskorištava procesor; ako ne, koji se zadaci mogu dulje izračunavati i koliko.

a)

$U = 1/5 + 1/8 + 2/9 + 2/10 = 0,74 \rightarrow$ procesorska iskoristivost manja od 1!



Prema slici sustav je rasporedljiv i u kritičnom slučaju!

b) Implicitni deadline (iz slike):

- za $\tau_1 \rightarrow d_1 = 5$
- za $\tau_2 \rightarrow d_2 = 8$
- za $\tau_3 \rightarrow d_3 = 8$
- za $\tau_4 \rightarrow d_4 = 8$

c) može „još“ (da se iskoristi i „rupa“): $c_{1,\max} = 1,5$, ili $c_{2,\max} = 2$, ili $c_{3,\max} = 3$, ili $c_{4,\max} = 3$

2009 – 1MI

5. (1) U nekom jednostavnom sustavu periodički zadaci se obrađuju onim redoslijedom kojim se javljaju. U koju kategoriju raspoređivanja zadataka (statičko/dinamičko) možemo svrstati ovakvo raspoređivanje? Obrazložiti!

- ako razmatramo sa stanovišta prioriteta, onda može biti dinamičko: zadatak „n“ koji se javlja periodički, svaki puta najprije ide u red (jer se obrada obavlja po redu prispjeća), i to na kraj reda – „raspoređivač“ mu daje najmanji prioritet; kada se idući put pojavi isti zadatak, opet će dobiti najmanji prioritet, ali će taj biti i manji od prethodnog puta, jer svi zadaci koji su se u međuvremenu pojavili također imaju manji prioritet, ali veći od novog pojavljivanja zadatka; iako na predavanju nije bilo napomenuto, različiti zadaci mogu imati isti prioritet – ako svi zadaci imaju isti prioritet, raspoređivač može uz prioritet koristiti FIFO (za zadatke istog prioriteta) – tj. mogli bi reći da je tada raspoređivanje statičko
- ako bi razmatrali sa stanovišta ponašanja raspoređivača, tj. treba li nekakva posebna logika koja će dinamički određivati idući zadatak, onda je statičko raspoređivanje odgovor, jer posluživanje po redu prispjeća to ne zahtijeva (to je najjednostavniji oblik raspoređivanja)

2020 – ZI

1. Neki sustav upravljanja sastoji se od četiri periodička zadatka \mathcal{T}_1 , \mathcal{T}_2 , \mathcal{T}_3 i \mathcal{T}_4 s periodama: $T_1 = 10$, $T_2 = 15$, $T_3 = 25$ i $T_4 = 40$ jedinica vremena. Zadaci svoje poslove obavljaju pozivanjem odgovarajuće funkcije $p_x()$ ($p_1()$ za \mathcal{T}_1 , ...).
 - a) [2 boda] Ostvariti upravljanje navedenim sustavom ukoliko na raspolaganju stoji jedino funkcija za dohvat vremena *dohvati_vrijeme()*. Minimizirati greške koje nastaju zbog nepoznatog i promjenjivog trajanja izvođenja zadataka.
 - b) [2 bod] Proizvoljnim postupkom provjeriti je li sustav zadataka rasporediv na jednoprocesorskom sustavu postupkom mjere ponavljanja uz pretpostavku trajanja zadataka $c_1 = 3$, $c_2 = 5$, $c_3 = 4$ i $c_4 = 6$.
 - c) [2 boda] Kolika bi bila zalihost računalne snage u prvih 15 jedinica vremena, ako bi se sustav zadataka izvodio na dvoprocesorskom računalu uz ista trajanja zadataka navedena pod b).

a)

T = {10, 15, 25, 40}
t = {0, 0, 0, 0}
p = {p1, p2, p3, p4}

ponavljaj

 za i=1 do 4 radi

 ako je t[i] <= dohvati_vrijeme() tada

 p[i]()

 t[i] += T[i]

b)

simulacija

1	1	1	2	2	2	2	2	3	3	1	1	1	3	3	2	2	2	2	2	1	1	1	4	4	3	3	3	3	4	1	1	1	2	2	2	2	2	4	4	
0	-1	-2	-3	-4	-5	-6	-7	-8	-9	-0	-1	-2	-3	-4	-5	-6	-7	-8	-9	-0	-1	-2	-3	-4	-5	-6	-7	-8	-9	-0	-1	-2	-3	-4	-5	-6	-7	-8	-9	-0
1										1					2					1					3					1									1	
2																																								4
3																																								X4
4																																								zad4 ne stigne

c)

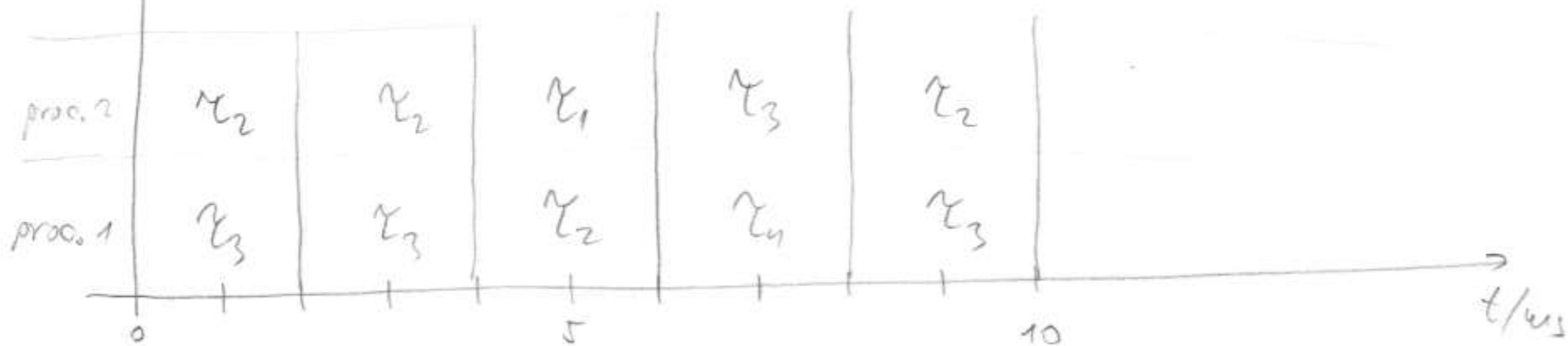
u prvih 15 jed. vremena moraju biti gotovi zad1 i zad2 (treba 3 + 5)
ostali imaju veću labavost od 15 i ne trebaju niti započeti!

$$F(m=2, t=15) = m*15 - (3 + 5) = 30-8 = 22$$

2017 – ZI

6. [1 bod] Sustav zadataka sastoji se od četiri periodička zadatka: prvi se javlja svakih 10 ms i treba 2 ms procesorskog vremena, drugi svakih 15 ms i treba 10 ms, treći svakih 20 ms i treba 15 ms te četvrti svakih 30 ms i treba 20 ms. Prikazati raspoređivanje navedena sustava u kritičnom slučaju korištenjem raspoređivanja prema najmanjoj labavosti do $t = 10$ ms na dvoprocorskom sustavu. Korak s kojim se prekidaju dulje obrade i u kojem se nanovo poziva raspoređivač je 2 ms. Sekundarni kriterij (kada prvi nije dovoljan da jednoznačno odabere 2 zadatka) je mjera ponavljanja (RMPA).

6.



τ_1	$C_1=2$ $l_1=8$	$C_1=2$ $l_1=6$	$C_1=2$ $l_1=4$	$C_1=0$ —	—	$C_1=2$ $l_1=8$
τ_2	$C_2=10$ $l_2=5$	$C_2=8$ $l_2=5$	$C_2=6$ $l_2=5$	$C_2=4$ $l_2=5$	$C_2=4$ $l_2=3$	$C_2=2$ $l_2=3$
τ_3	$C_3=15$ $l_3=5$	$C_3=13$ $l_3=5$	$C_3=11$ $l_3=5$	$C_3=11$ $l_3=3$	$C_3=9$ $l_3=3$	$C_3=7$ $l_3=3$
τ_4	$C_4=20$ $l_4=10$	$C_4=20$ $l_4=8$	$C_4=20$ $l_4=6$	$C_4=20$ $l_4=4$	$C_4=18$ $l_4=4$	$C_4=18$ $l_4=2$

2017 – MI

10. Zadan je sustav zadataka \mathcal{S}_1 koji se raspoređuje prema mjeri ponavljanja (engl. *rate monotonic priority assignment – RMPA*):

$$\mathcal{T}_1 : T_1 = 10 \text{ ms}, \quad C_1 = 6 \text{ ms}$$

$$\mathcal{T}_2 : T_2 = 15 \text{ ms}, \quad C_2 = 3 \text{ ms}$$

$$\mathcal{T}_3 : T_3 = 20 \text{ ms}, \quad C_3 = 2 \text{ ms}$$

- a) [2 boda] Grafičkom postupkom provjeriti rasporedivost na jednoprocesorskom sustavu.
- b) [1 bod] Korištenjem općeg kriterija provjeriti je li sustav rasporediv.
- c) [1 bod] Odrediti implicitni trenutak krajnjeg dovršetka za sve zadatke. Nije neophodno koristiti formule.

a)

proc		1	1	1	1	1	1	2	2	2	3	1	1	1	1	1	1	2	2	2	3
		+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-
0								5				10					15				20
1												1					2				1
2																					3
3																					
kraj:																					
								1			2						1		2	3	

b)

za \mathcal{T}_1 :

- točka raspoređivanja $D_1 = 10$ ms
- $C_1 \leq D_1 \Rightarrow 6 \leq 10 \Rightarrow$ uvjet zadovoljen

za \mathcal{T}_2 :

- točke raspoređivanja $D_2 \in 10, 15$ ms
- za $D_2 = 10 : C_1 + C_2 \leq D_2 \Rightarrow 6 + 3 \leq 10 \Rightarrow$ uvjet zadovoljen

za \mathcal{T}_3 :

- točke raspoređivanja $D_3 \in 10, 15, 20$ ms
- za $D_3 = 20 : C_1 \cdot 2 + C_2 \cdot 2 + C_3 \leq D_3 \Rightarrow 6 \cdot 2 + 3 \cdot 2 + 2 \leq 20 \Rightarrow$ uvjet zadovoljen

Svi su zadaci rasporedivi \Rightarrow sustav je rasporediv

c)

implicitni trenutak krajnjeg završetka (iz slike):

$D_1 = 10$ ms

$D_2 = 10$ ms (od 10-15 je procesor zauzet s \mathcal{T}_1)

$D_3 = 20$ ms

2017 – MI

11. [2 boda] Sustav zadataka \mathcal{S}_2 sličan je \mathcal{S}_1 iz prethodnog zadatka, ali uz trajanja: $C_1 = 6$ ms, $C_2 = 6$ ms, $C_3 = 10$ ms. Pokazati raspoređivanje prema krajnjim trenucima završetaka za \mathcal{S}_2 na dvoprocorskom sustavu. Sekundarni kriterij, ako bude potreban je mjera ponavljanja.

$$\mathcal{T}_1 : T_1 = 10 \text{ ms}, \quad C_1 = 6 \text{ ms}$$

$$\mathcal{T}_2 : T_2 = 15 \text{ ms}, \quad C_2 = 3 \text{ ms}$$

$$\mathcal{T}_3 : T_3 = 20 \text{ ms}, \quad C_3 = 2 \text{ ms}$$

[illegible]

2010 – 2MI, nema postupka, samo odgovor

5. (2 boda) Grafičkim postupkom provjeriti je li zadani sustav zadataka rasporediv:

$$T_1 = 2 \text{ ms}, c_1 = 1 \text{ ms}$$

$$T_2 = 3 \text{ ms}, c_2 = 1 \text{ ms}$$

$$T_3 = 12 \text{ ms}, c_3 = 2 \text{ ms} .$$

Rasporediv (iz grafičkog rješenja bi se to vidjelo).

2010 – 2MI, nema postupka, samo odgovor

6. (4 boda) *Općim kriterijem raspoređivanja* provjeriti je li zadani sustav zadataka rasporediv:

$$T_1 = 10 \text{ ms}, c_1 = 5 \text{ ms}$$

$$T_2 = 15 \text{ ms}, c_2 = 5 \text{ ms}$$

$$T_3 = 20 \text{ ms}, c_3 = 1 \text{ ms}$$

$$T_4 = 30 \text{ ms}, c_4 = 1 \text{ ms}.$$

Nije rasporediv! τ_3 nije rasporediv u kritičnom slučaju, formula (ii) to i pokazuje za sve točke raspoređivanja, uključujući i zadnju za 20 ms.

2013 – MI, nema rj

10. Zadan je sustav od četiri zadatka s periodama i vremenima računanja prema:

$$\mathcal{T}_1 : T_1 = 10 \text{ ms}, \quad C_1 = 3 \text{ ms}$$

$$\mathcal{T}_2 : T_2 = 15 \text{ ms}, \quad C_2 = 6 \text{ ms}$$

$$\mathcal{T}_3 : T_3 = 20 \text{ ms}, \quad C_3 = 2 \text{ ms}$$

$$\mathcal{T}_4 : T_4 = 25 \text{ ms}, \quad C_4 = 1 \text{ ms}$$

Ako se za njihovo izvođenje koristi jednoprocesorski sustav:

- (a) (1) provjeriti rasporedivost korištenjem nužnog uvjeta rasporedivosti,
- (b) (1) provjeriti rasporedivost korištenjem formule $\text{lub}(U)$,
- (c) (2) odrediti implicitni trenutak krajnjeg dovršetka za zadatak \mathcal{T}_3 korištenjem općeg kriterija rasporedivosti.

2013 – MI, nema rj

12. Zadan je sustav od četiri zadatka s periodama i vremenima računanja prema:

$$\mathcal{T}_1 : T_1 = 10 \text{ ms}, \quad C_1 = 6 \text{ ms}$$

$$\mathcal{T}_2 : T_2 = 15 \text{ ms}, \quad C_2 = 12 \text{ ms}$$

$$\mathcal{T}_3 : T_3 = 20 \text{ ms}, \quad C_3 = 6 \text{ ms}$$

$$\mathcal{T}_4 : T_4 = 25 \text{ ms}, \quad C_4 = 6 \text{ ms}$$

Ako se za njihovo izvođenje koristi dvoprocorski sustav:

- (a) (1) prikazati raspoređivanje korištenjem postupka mjere ponavljanja,
- (b) (1) prikazati raspoređivanje korištenjem postupka prema krajnjim trenucima završetaka,
- (c) (1) prikazati raspoređivanje korištenjem postupka prema najmanjoj labavosti.

Raspoređivanje prikazati u intervalu $[0; 25]$ (relativno prema kritičnom trenutku) te kao dodatni kriterij (kada zadani daje više zadataka) uzeti redoslijed prispijeća zadataka u sustav. Ako dolazi do prekoračenja vremenskih ograničenja, istaknuti to u rješenju.

2012 – ZI, nema rj

8. (4) Sustav zadataka koji se raspoređuju prema RMPA metodi sastoji se od četiri zadatka koji se periodički javljaju, s periodama: 10, 20, 30 i 60 ms. Ako je trajanje posla svakog zadatka 4 ms, provjerite rasporedivost s dvije različite metode (proizvoljno odabrati od metoda opisanih na predavanjima).

2018 – MI, nema rj

10. Zadan je sustav zadataka \mathcal{S}_1 koji se raspoređuje prema mjeri ponavljanja (engl. *rate monotonic priority assignment – RMPA*):

$$\mathcal{T}_1 : T_1 = 10 \text{ ms}, \quad C_1 = 3 \text{ ms}$$

$$\mathcal{T}_2 : T_2 = 15 \text{ ms}, \quad C_2 = 5 \text{ ms}$$

$$\mathcal{T}_3 : T_3 = 20 \text{ ms}, \quad C_3 = 4 \text{ ms}$$

$$\mathcal{T}_4 : T_4 = 30 \text{ ms}, \quad C_4 = 2 \text{ ms}$$

- a) [2 boda] Grafičkim postupkom provjeriti rasporedivost na jednoprocesorskom sustavu.
- b) [2 boda] Korištenjem općeg kriterija provjeriti je li sustav rasporediv.
- c) [1 bod] Odrediti implicitni trenutak krajnjeg dovršetka za sve zadatke. Nije neophodno koristiti formule.

2017 – ZI, nema rj

3. [2 boda] Korištenjem raspoređivanja prema mjeri ponavljanja (*rate monotonic scheduling*) provjeriti rasporedivost sustava zadataka na jednoprocesorskom sustavu korištenjem:
- a) procesorske iskoristivosti (nužni uvjet, lub)
 - b) simulacijom (grafičkim postupkom).

$$\mathcal{T}_1 : T_1 = 10 \text{ ms}, \quad C_1 = 3 \text{ ms}$$

$$\mathcal{T}_2 : T_2 = 15 \text{ ms}, \quad C_2 = 3 \text{ ms}$$

$$\mathcal{T}_3 : T_3 = 20 \text{ ms}, \quad C_3 = 4 \text{ ms}$$

$$\mathcal{T}_4 : T_4 = 30 \text{ ms}, \quad C_4 = 6 \text{ ms}$$

2010 – ZI, nema rj

3. Zadan je sustav zadataka:

τ_1 : $T_1=10$, $c_1=5$; τ_2 : $T_2=15$, $c_2=2$; τ_3 : $T_3=30$, $c_3=2$; τ_4 : $T_4=40$, $c_4=2$.

Korištenjem alternativnog kriterija rasporedivosti potvrditi da je sustav rasporediv po RMPA metodi. Za pronađene l i k obrazložiti značenje korištene nejednakosti.

$$\left(\min \left\{ \frac{1}{l \cdot T_k} \sum_{j=1}^i c_j \left\lceil \frac{l \cdot T_k}{T_j} \right\rceil \mid (k, l) \in R_i \right\} \right) \leq 1$$

$$R_i = \left\{ (k, l) \mid k \in 1 \dots i \wedge l \in 1 \dots \left\lfloor \frac{T_i}{T_k} \right\rfloor \right\}$$

Obrazloženje l i k : traži se onaj segment vremena koji je višekratnik periode zadatka k , a u kojem se (počevši u kritičnom slučaju) mogu obaviti svi zadaci koji se u tom periodu javljaju i to onoliko puta koliko se ti zadaci javljaju u tom periodu.

2010 – ZI, nema rj

4. U sustavu koji koristi *DDS* (raspoređivanje prema krajnjim trenucima završetka) pojavljuju se događaji za koja su poznata i vremena izračunavanja, kao i krajnji trenuci završetka:

$$(\text{vrijeme pojave, potrebno procesorsko vrijeme, krajnji trenutak dovršetka}) = (t_i, c_i, k_i) = \\ \{ (1, 3, 5), (2, 1, 4), (4, 2, 7), (6, 2, 9), (8, 3, 11), (13, 1, 20) \}.$$

Provjeriti je li slijed događaja rasporediv *DDS* postupkom na dvoprocesorskom računalu.

2010 – ZI, nema rj

2. Zadan je sustav zadataka: $\tau_1: T_1=10, c_1=5$; $\tau_2: T_2=15, c_2=5$; $\tau_3: T_3=20, c_3=5$; $\tau_4: T_4=25, c_4=5$. Navesti implicitne trenutke krajnjeg završetka (*implicitni deadline*) za sve zadatke. Grafički prikazati raspoređivanje koje koristi RMPA metodu za zadani sustav zadataka na dvoprosesorskom računalu. Stati s raspoređivanjem kada se potvrdi rasporedivost sustava ili nemogućnost njegova rasporeda.

Slijede zadaci iz skripte koji nemaju rj

18. Korištenjem raspoređivanja prema mjeri ponavljanja provjeriti rasporedivost sustava zadataka na jednoprocesorskom sustavu korištenjem:

- a) procesorske iskoristivosti (nužni uvjet, lub)
- b) simulacijom (grafičkim postupkom)
- c) odrediti implicitne trenutke krajnjeg završetka za sve zadatke.

$$\mathcal{T}_1 : T_1 = 10 \text{ ms}, \quad C_1 = 3 \text{ ms}$$

$$\mathcal{T}_2 : T_2 = 15 \text{ ms}, \quad C_2 = 3 \text{ ms}$$

$$\mathcal{T}_3 : T_3 = 20 \text{ ms}, \quad C_3 = 4 \text{ ms}$$

$$\mathcal{T}_4 : T_4 = 30 \text{ ms}, \quad C_4 = 6 \text{ ms}$$

Je li navedeni sustav rasporediv korištenjem raspoređivanja prema krajnjim trenucima završetaka? Pokazati rad tog raspoređivača nad navedenim sustavom zadataka.

19. Korištenjem raspoređivanja prema krajnjim trenucima završetaka simulacijom raspoređivanja provjeriti rasporedivost sustava zadatka na dvoprocesorskom sustavu.

$$\mathcal{T}_1 : T_1 = 10 \text{ ms}, \quad C_1 = 6 \text{ ms}$$

$$\mathcal{T}_2 : T_2 = 15 \text{ ms}, \quad C_2 = 9 \text{ ms}$$

$$\mathcal{T}_3 : T_3 = 20 \text{ ms}, \quad C_3 = 10 \text{ ms}$$

$$\mathcal{T}_4 : T_4 = 30 \text{ ms}, \quad C_4 = 3 \text{ ms}$$

20. Bez korištenja simulacije (ostalim postupcima: nužni uvjet, lub, ...) ispitati rasporedivost sustava zadatka na jednoprocorskom sustavu ako se koristi:

a) raspoređivanje mjerom ponavljanja

b) raspoređivanje prema krajnjim trenucima završetaka.

$$\mathcal{T}_1 : T_1 = 10 \text{ ms}, \quad C_1 = 2 \text{ ms}$$

$$\mathcal{T}_2 : T_2 = 15 \text{ ms}, \quad C_2 = 3 \text{ ms}$$

$$\mathcal{T}_3 : T_3 = 20 \text{ ms}, \quad C_3 = 5 \text{ ms}$$

$$\mathcal{T}_4 : T_4 = 30 \text{ ms}, \quad C_4 = 3 \text{ ms}$$

Slijede pitanja iz teorije s ispita koja imaju
točne odgovore

2018 – MI

5. [2 boda] Što je to "najmanja gornja granica procesorskog iskorištenja" $\text{lub}(U)$? Koji se zaključci mogu donijeti za sustave za koje vrijedi $U_S \leq \text{lub}(U)$, odnosno, za one koje ista nejednakost ne vrijedi?

$U \leq \text{lub}(U)$ dovoljan uvjet rasporedivosti na jednoprocesorskom sustavu kad se koristi mjera ponavljanja za dodjelu prioritet
 $\text{lub}(U) < U \leq 1$ sustav može, ali i ne mora biti rasporediv
 $U > 1$ sustav sigurno nije rasporediv

2009 – 1MI

6. (1) Najniža gornja granica faktora iskorištenja procesora (kada se koristi RMPA) za skup od m zadataka je $\text{lub}=X$, a za skup od $m+1$ zadataka $\text{lub}=Y$. U kakvom su odnosu X i Y ?
Obrazložiti (bez formule)!

- $Y < X$, zato jer je $m+1$ zadatak teže rasporediti od m zadataka, odnosno, moramo ostaviti više procesorskog vremena za eventualne komplikacije u raspoređivanju (procesor treba biti manje opterećen)

2010 – 1MI

3. (2 boda) Što je to kritični slučaj za raspoređivanje periodičnih zadataka? (Zašto je „kritični“?)

Kritični slučaj je (hipotetski) događaj istovremenog javljanja/aktiviranja svih zadataka. Kritični je zato što zadaci manjeg prioriteta moraju pričekati završetak svih prioritetniji - time možda ne stignu obaviti zadani im posao do svog krajnjeg trenutka završetka (iduće pojave istog zadatka).

2022 – MI

4. [2 boda] Opći kriterij provjere rasporedivosti sustava zadataka koji se raspoređuje prema mjeri ponavljanja koristi provjere u "točkama raspoređivanja" (D_i). Što su to točke raspoređivanja kad se ispituje rasporedivost zadatka \mathcal{T}_i ?

trenuci pojave prioritetnijih zadataka T_j gdje je $j \leq i$

2022 – MI

5. U kojim klasama raspoređivača su optimalni:
- a) [1 bod] raspoređivanje mjerom ponavljanja (RMPA),
 - b) [1 bod] raspoređivanje prema krajnjim trenucima završetaka (EDF)?

RMPA: statička pridjela prioriteta na jednopro. rač.

EDF: dinamički raspoređivači (i općenito) na jednopro. rač.

2010 – 1MI

1. (2 boda) Raspoređivanje zadataka korištenjem njihovih prioriteta je statičko ili dinamičko raspoređivanje? Obrazložiti.

Statičko - odluke o raspoređivanju donijete su prije rada, pridjeljivanjem prioriteta.

2010 – 2MI

2. (2 boda) *Opći kriterij raspoređivanja* zadan je s dvije nejednakosti (formule (i) i (ii)). Što svaka od nejednakosti zasebno provjerava?

$$(i) \quad D_i + \sum_{j=1}^{i-1} \left(\left\lceil \frac{T_i}{T_j} \right\rceil - \left\lceil \frac{D_i}{T_j} \right\rceil \right) c_j \geq T_i$$

$$(ii) \quad \sum_{j=1}^i \left\lceil \frac{D_i}{T_j} \right\rceil c_j \leq D_i$$

- (i) nakon D_i nema mjesta za zadatak " i ", svo se vrijeme "potroši" na zadatke većeg prioriteta
- (ii) prije D_i ima vremena za obavljanje svih zadataka većeg prioriteta, i to onoliko puta koliko se puta javljaju u tom intervalu, kao i za sam zadatak " i "

2010 – 2MI

PROJEKTI

1. (2 boda) Što pokazuje/definira formula: $\text{lub}(U) = m \left(2^{\frac{1}{m}} - 1 \right)$? Uz koje uvjete?

Formula definira najveću gornju granicu procesorske iskoristivosti za sustav od m zadataka uz koju će sustav sigurno biti rasporediv, ako se raspoređivanje radi RMPA metodom.

Teorija bez službenih rješenja

3. (1) Navesti najveću prednost i najveći nedostatak RMPA u odnosu na DDS.
6. (1) Za koji postupak raspoređivanja zadataka kažemo da je optimalan (obzirom na kriterij rasporedivisti)?

1. (0,5) Najmanja gornja granica faktora procesorske iskoristivosti $lub(U)$ (za koju je sustav zadataka rasporediv) ako se koristi raspoređivanje prema:

a) RMPA metodi je:

b) DDS/EDF metodi je:

2. (0,5) Opišite elemente (na što se odnose) iz prvog uvjeta općeg kriterija rasporedivosti:

$$(i): D_i + \sum_{j=1}^{i-1} c_j \left(\left\lceil \frac{T_i}{T_j} \right\rceil - \left\lceil \frac{D_i}{T_j} \right\rceil \right) \geq T_i$$

3. (0,5) Što je to labavost?

2010 – 1MI

2. (2 boda) Neki sustav zadataka opteretio bi procesor sa faktorom X procesorske iskoristivosti, X je manji od 1. Može li se zaključiti da je sustav zadataka rasporediv? Obrazložiti.

2010/11 – 2KZ

10. (1) Ako procesorsku iskoristivost označimo s U te broj zadataka s m , što je to $lub(U) = m(2^{1/m} - 1)$ (za sustav koji koristi RMPA te prioritetno raspoređivanje)? Što ako je $U \leq lub(U)$ a što ako je $lub(U) \leq U \leq 1$?

3. Svaki pojedinačni zadatak ima neka vremenska svojstva. Koja? Kako ona utječu na korisnost zadatka te koje zahtjeve postavljaju prema operacijskom sustavu?
4. Opisati opća svojstva statičkih i dinamičkih postupaka raspoređivanja.
5. Što je to "procesorska iskoristivost" te što se preko nje može zaključiti o rasporedivosti sustava zadataka?
6. Opisati raspoređivanje mjerom ponavljanja (engl. *rate monotonic scheduling*).
7. Opisati korištenje "općeg kriterija rasporedivosti" za provjeru rasporedivosti sustava zadataka kada se koristi raspoređivanje mjerom ponavljanja.
8. Što je to "implicitni trenutak krajnjeg završetka" nekog zadatka?
9. U kontekstu raspoređivanja periodičkih zadataka objasniti razliku između krajnjeg trenutka završetka i implicitna krajnjeg trenutka završetka.

10. Kada se za neki sustav zadataka kaže da "u potpunosti iskorištava procesor" (u kontekstu raspoređivanja tih zadataka nekim postupkom)?
11. Što je to "najmanja gornja granica procesorskog iskorištenja" $\text{lub}(U)$? Koji se zaključci mogu donijeti za sustave za koje vrijedi $U_S \leq \text{lub}(U)$, odnosno, za one koje ista nejednakost ne vrijedi?
12. Opisati raspoređivanje korištenjem postupka prema krajnjim trenucima završetka zadataka (engl. *earliest deadline first*). Navesti dobra i loša svojstva tog postupka.