

Fakultet za kompjuterske nauke, Megatrend Univerzitet

Prof. dr Branimir M. Trenkić

Predmet:

PRAKTIKUM IZ OPERATIVNIH SISTEMA

- Zbirka zadataka sa rešenjima -

Beograd, 2012

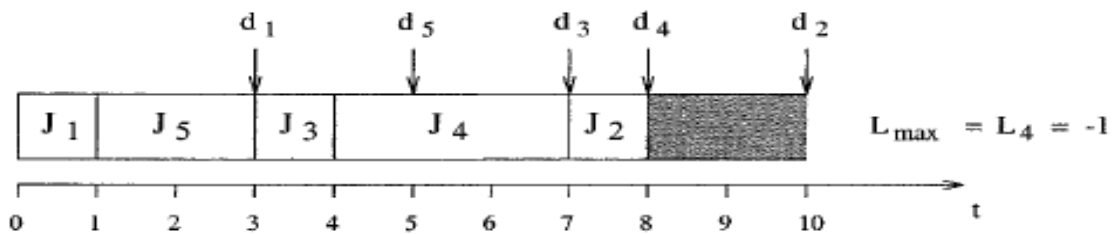
Raspoređivanje skupa aperiodičnih poslova

1. Posmatramo skup od pet poslova koji se istovremeno aktiviraju u trenutku $t = 0$, sa vremenskim parametrima (vreme izvršavanja u najgorem slučaju i *deadline*-ovi) datim u tabeli:

	J_1	J_2	J_3	J_4	J_5
C_i	1	1	1	3	2
d_i	3	10	7	8	5

Nacrtati vremenski dijagram rasporeda izvršavanja saglasno EDD algoritmu. Da li je raspored izvodljiv? Identifikovati posao koji će ostvariti maksimalno prekoračenje i izračunati koliko je to vreme u vremenskim jedinicama. Izvršiti test garancije (rasporedljivosti).

Rešenje:



Maksimalno prekoračenje:

$$L_i = f_i - d_i$$

$$L_1 = f_1 - d_1 = 1 - 3 = -2;$$

$$L_2 = f_2 - d_2 = 8 - 10 = -2;$$

$$L_3 = f_3 - d_3 = 4 - 7 = -3;$$

$$L_4 = f_4 - d_4 = 7 - 8 = -1;$$

$$L_5 = f_5 - d_5 = 3 - 5 = -2;$$

$$\Rightarrow L_{\max} = \max(L_i) = L_4 = -1$$

Verifikacija rasporedljivosti:

Poslove preraspodeliti u rastući niz po dužini trajanja izvršavanja poslova

$$\forall i \sum_{k=1}^i C_k \leq D_i$$

$$C_2 = C_5 \quad \text{i} \quad C_5 = C_2$$

$$i = 1$$

$$C_1 = 1 \leq 3 \quad \text{OK!}$$

$$i = 2$$

$$C_1 + C_2 = 3 \leq 5 \quad \text{OK!}$$

$$i = 3$$

$$C_1 + C_2 + C_3 = 4 \leq 7 \quad \text{OK!}$$

$$i = 4$$

$$C_1 + C_2 + C_3 + C_4 = 7 \leq 8 \quad \text{OK!}$$

$$i = 5$$

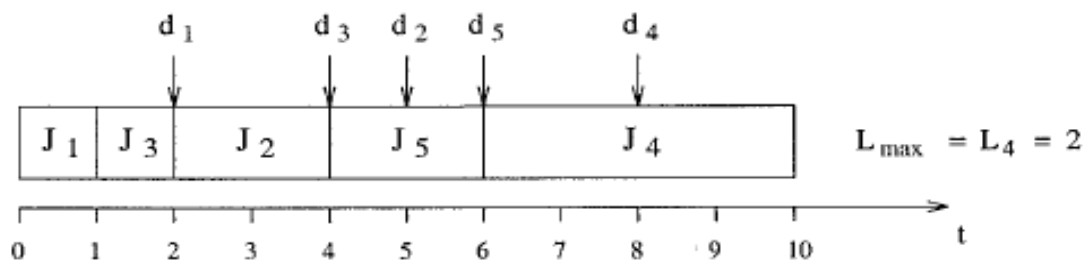
$$C_1 + C_2 + C_3 + C_4 + C_5 = 8 \leq 10 \quad \text{OK!}$$

2. Posmatramo skup od pet poslova koji se istovremeno aktiviraju u trenutku $t = 0$, sa vremenskim parametrima (vreme izvršavanja u najgorem slučaju i *deadline*-ovi) datim u tabeli:

	J_1	J_2	J_3	J_4	J_5
C_i	1	2	1	4	2
d_i	2	5	4	8	6

Nacrtati vremenski dijagram rasporeda izvršavanja saglasno EDD algoritmu. Da li je raspored izvodljiv? Identifikovati posao koji će ostvariti maksimalno prekoračenje.

Rešenje:



Maksimalno prekoračenje:

$$L_i = f_i - d_i$$

$$L_1 = f_1 - d_1 = 1 - 2 = -1;$$

$$L_2 = f_2 - d_2 = 4 - 5 = -1;$$

$$L_3 = f_3 - d_3 = 2 - 5 = -3;$$

$$L_4 = f_4 - d_4 = 10 - 8 = 2;$$

$$\Rightarrow L_{\max} = \max(L_i) = L_4 = 2$$

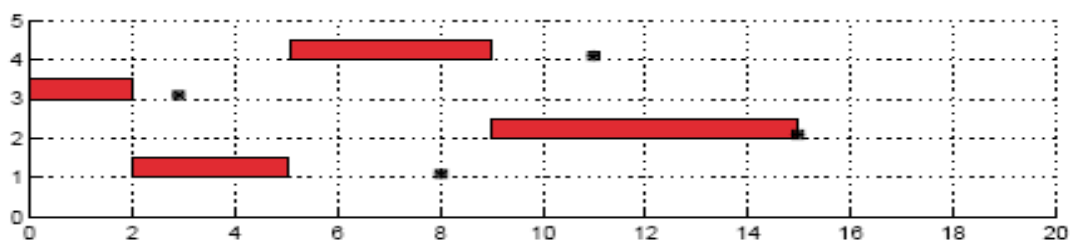
3. Proveriti da li EDD algoritam daje izvodljiv raspored za sledeći skup poslova:

	J_1	J_2	J_3	J_4
C_i	3	6	2	4
D_i	8	15	3	11

Izračunati srednje vreme odziva i maksimalno prekoračenje za dati skup poslova pri dobijenom rasporedu.

Rešenje:

Vremenski dijagram rasporeda dobijenog primenom EDD algoritma za dati skup aperiodičnih poslova:



Na osnovu dijagrama možemo zaključiti da je dati skup rasporedljiv primenom EDD algoritma. Srednje vreme odziva:

$$\bar{R} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (f_i - a_i)$$

$$\bar{R} = \frac{1}{4} (5 - 0 + 15 - 0 + 2 - 0 + 9 - 0) = \frac{31}{4} \approx 7.75$$

Maksimalno prekoračenje:

$$L_i = f_i - d_i$$

$$L_1 = f_1 - d_1 = 5 - 8 = -3;$$

$$L_2 = f_2 - d_2 = 15 - 15 = 0;$$

$$L_3 = f_3 - d_3 = 2 - 3 = -1;$$

$$L_4 = f_4 - d_4 = 9 - 11 = -2;$$

$$\Rightarrow L_{\max} = \max(L_i) = L_2 = 0$$

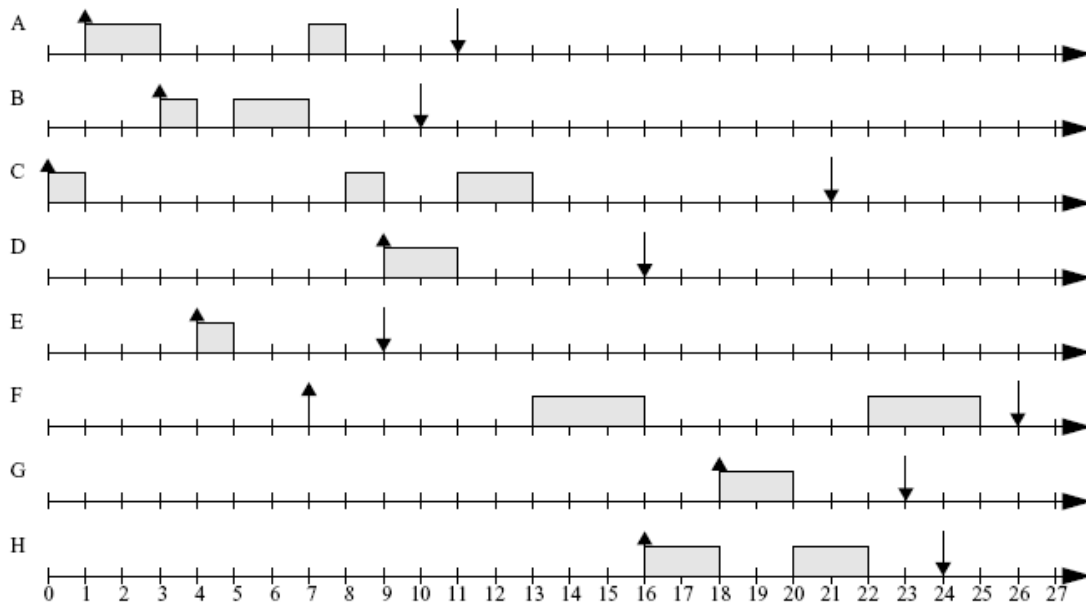
4. Procesor treba da izvrši skup poslova $\{A,B,C,D,E,F,G,H\}$. Vreme aktiviranja, trajanje izvršavanja i *deadline*-ovi su dati u sledećoj tabeli:

	A	B	C	D	E	F	G	H
a	1	3	0	9	4	7	18	16
C	3	3	4	2	1	6	2	4
d	11	10	21	16	9	26	23	24

Nacrtati raspored izvršavanja poslova raspoređenih EDF algoritmom. Da li algoritam daje izvodljiv raspored? Izračunati srednje vreme odziva i maksimalno prekoračenje za dati skup poslova pri dobijenom rasporedu.

Rešenje:

Vremenski dijagram rasporeda dobijenog primenom EDF algoritma za dati skup aperiodičnih poslova:



Srednje vreme odziva:

$$\bar{R} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (f_i - a_i)$$

$$\bar{R} = \frac{1}{8} (7 + 4 + 13 + 2 + 1 + 18 + 2 + 6) = \frac{53}{8} \approx 6.625$$

Maksimalno prekoračenje:

$$L_i = f_i - d_i$$

$$L_A = f_A - d_A = 8 - 11 = -3;$$

$$L_B = f_B - d_B = 7 - 10 = -3;$$

$$L_C = f_C - d_C = 13 - 21 = -8;$$

$$L_D = f_D - d_D = 11 - 16 = -5;$$

$$L_E = f_E - d_E = 5 - 9 = -4;$$

$$L_F = f_F - d_F = 25 - 26 = -1;$$

$$L_G = f_G - d_G = 20 - 23 = -3;$$

$$L_H = f_H - d_H = 22 - 24 = -2;$$

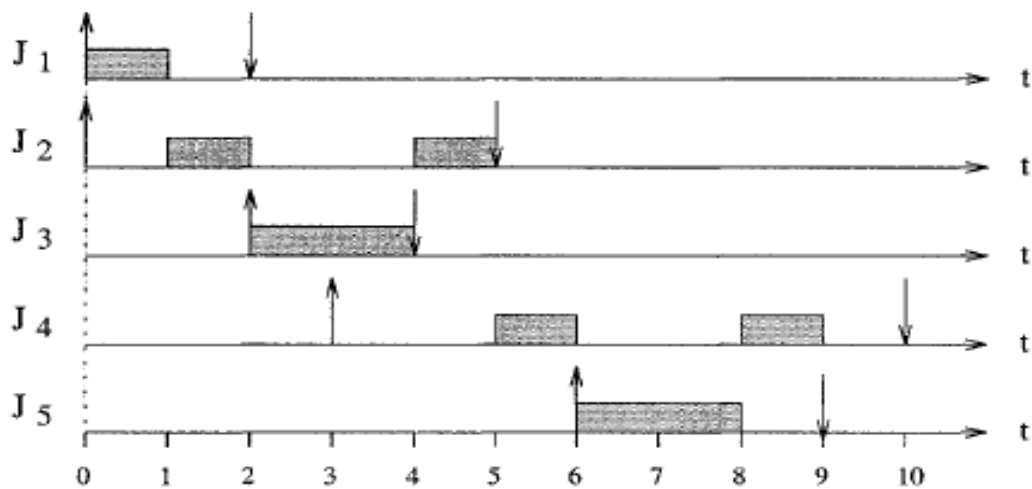
$$\Rightarrow L_{\max} = \max(L_i) = L_F = -1$$

5. Posmatramo skup od pet sa vremenskim parametrima (vreme aktiviranja, vreme izvršavanja u najgorem slučaju i *deadline*-ovi) datim u tabeli:

	J_1	J_2	J_3	J_4	J_5
a_i	0	0	2	3	6
C_i	1	2	2	2	2
d_i	2	5	4	10	9

Nacrtati vremenski dijagram rasporeda izvršavanja saglasno EDF algoritmu. Da li je raspored izvodljiv?

Rešenje:



Sa nacrtanog vremenskog dijagrama izvršavanja možemo zaključiti da je raspored izvodljiv. Jer ni jedan posao u rasporedu nije prekoračio svoj *deadline*.

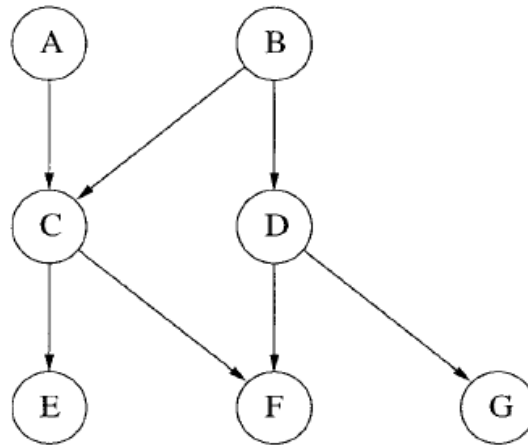
6. Dato je sedam poslova, A, B, C, D, E, F i G, nacrtati graf prvenstva na osnovu sledećih relacija prvenstva:

$$\begin{array}{ll}
 A \rightarrow C & \\
 B \rightarrow C & B \rightarrow D \\
 C \rightarrow E & C \rightarrow F \\
 D \rightarrow F & D \rightarrow G
 \end{array}$$

Zatim, predpostavljajući da su svi poslovi aktivirani u trenutku $t = 0$ i da svi imaju relativni *deadline* D jednak 25 i vremena izvršavanja 2, 3, 3, 5, 1, 2, 5, respektivno, nacrtati vremenski dijagram rasporeda izvršavanja saglasno EDF* algoritmu.

Rešenje:

Rezultujući graf prvenstva:



Skup poslova sa modifikovanim parametrima saglasno *Chetto and Chetto* algoritmu:

	C_i	r_i	r^*_i	d_i	d^*_i
A	2	0	0	25	20
B	3	0	0	25	15
C	3	0	3	25	23
D	5	0	3	25	20
E	1	0	6	25	25
F	2	0	8	25	25
G	5	0	8	25	25

Raspoređivanje skupa periodičnih poslova

1. Verifikovati rasporedljivost i nacrtati vremenski dijagram rasporeda izvršavanja saglasno RM algoritmu za sledeći skup periodičnih poslova:

	C_i	T_i
τ_1	2	6
τ_2	2	8
τ_3	2	12

Rešenje:

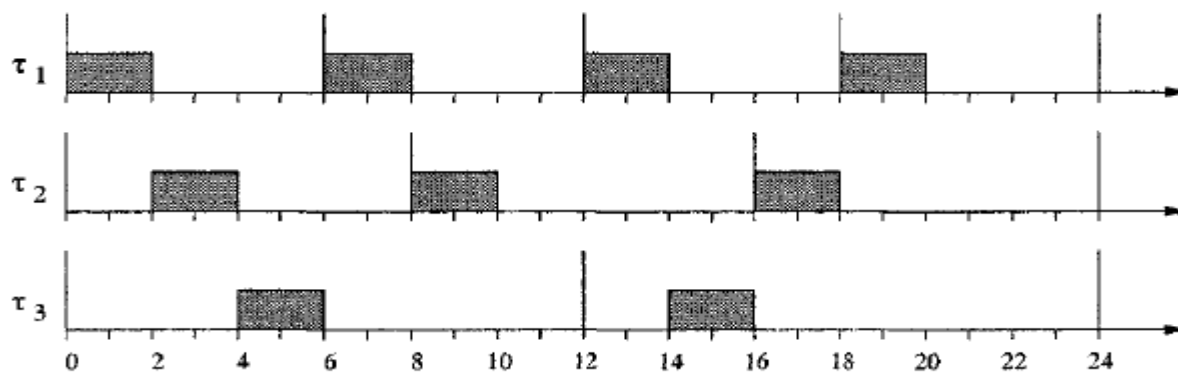
Faktor iskorišćenosti (opterećenja) procesora za dati skup poslova:

$$U = \frac{2}{6} + \frac{2}{8} + \frac{2}{12} = 0.75$$

Takođe, najniža donja granica iskorišćenosti za dati skup poslova je:

$$U_{lub}(3) \approx 3(2^{1/3} - 1) \approx 0.78$$

Prema tome, budući da je $U \leq U_{lub}$, možemo zaključiti da je dati skup poslova **rasporedljiv** algoritmom RM, što možemo pokazati i vremenskim dijagramom rasporeda izvršavanja:



2. Verifikovati rasporedljivost i nacrtati vremenski dijagram rasporeda izvršavanja saglasno RM algoritmu za sledeći skup periodičnih poslova:

	C_i	T_i
τ_1	3	5
τ_2	1	8
τ_3	1	10

Rešenje:

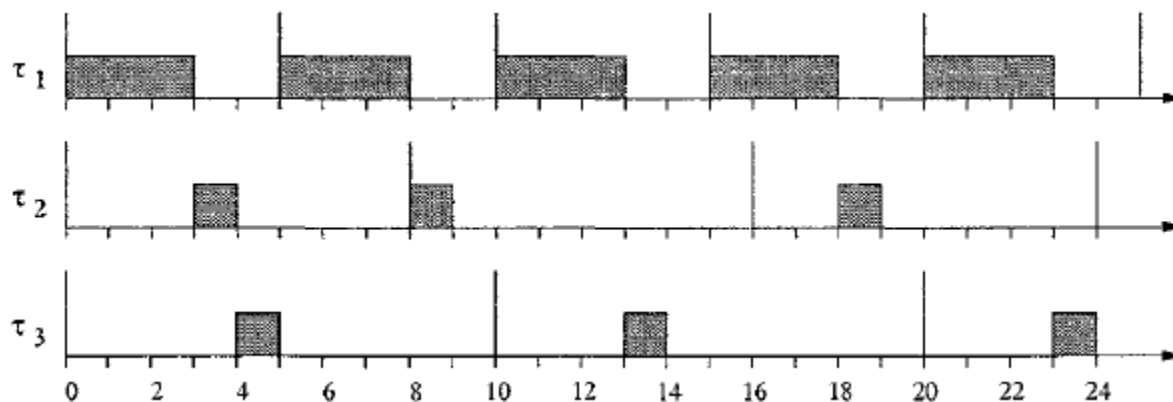
Faktor iskorišćenosti (opterećenja) procesora za dati skup poslova:

$$U = \frac{3}{5} + \frac{1}{8} + \frac{1}{10} = 0.825$$

Što je veće od najniže donje granice iskorišćenosti za skup od 3 periodična posla, $U_{lub}(3)$ (vidi predhodni primer!). Znači, ne možemo verifikovati rasporedljivost pomoću ovog postupka (**Liu & Layland test**). Pokušavamo sa postupkom **hiperboličke granice**:

$$\prod_{i=1}^n (U_i + 1) = 1.98$$

što je manje od 2, pa prema tome, možemo zaključiti da je dati skup poslova **rasporedljiv** algoritmom RM, što možemo pokazati i vremenskim dijagramom rasporeda izvršavanja:



3. Verifikovati rasporedljivost i nacrtati vremenski dijagram rasporeda izvršavanja saglasno RM algoritmu za sledeći skup periodičnih poslova:

	C_i	T_i
τ_1	1	4
τ_2	2	6
τ_3	3	10

Rešenje:

Primenom postupka (*Liu & Layland test*) imamo:

$$U = \frac{1}{4} + \frac{2}{6} + \frac{3}{10} = 0.88 > 0.78$$

Znači, ne možemo verifikovati rasporedljivost pomoću ovog postupka. Pokušavamo sa postupkom *hiperboličke granice*:

$$\prod_{i=1}^n (U_i + 1) = 2.16 > 2$$

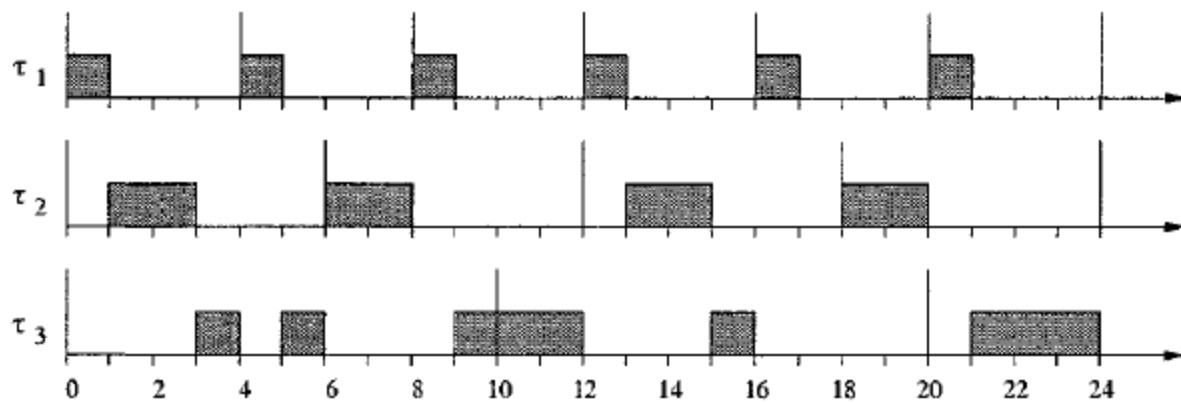
Prema tome, ne možemo ništa zaključiti ni primenom ovog postupka.

4. Verifikovati rasporedljivost i nacrtati vremenski dijagram rasporeda izvršavanja saglasno RM algoritmu za sledeći skup periodičnih poslova:

	C_i	T_i
τ_1	1	4
τ_2	2	6
τ_3	3	8

Rešenje:

Vremenski dijagram rasporeda izvršavanja generisan saglasno **RM algoritmom**:



nije rasporedljiv!

5. Verifikovati rasporedljivost i nacrtati vremenski dijagram rasporeda izvršavanja saglasno EDF algoritmu za sledeći skup periodičnih poslova:

	C_i	T_i
τ_1	1	4
τ_2	2	6
τ_3	3	8

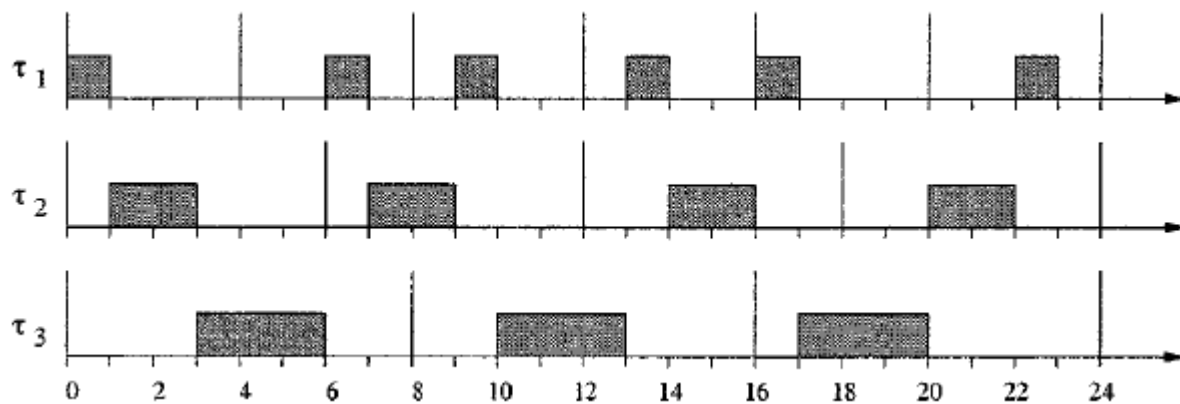
Rešenje:

Budući da imamo:

$$U = \frac{1}{4} + \frac{2}{6} + \frac{3}{8} = 0.96 < 1$$

dati skup poslova je **rasporedljiv** sa EDF-om.

Vremenski dijagram rasporeda izvršavanja generisan saglasno **EDF algoritmom**:



Procedure za verifikaciju rasporedljivosti skupa periodičnih poslova

1. Verifikovati rasporedljivost i nacrtati vremenski dijagram rasporeda izvršavanja saglasno RM algoritmu za sledeći skup periodičnih poslova:

	C_i	T_i
τ_1	1	4
τ_2	2	6
τ_3	3	10

Rešenje:

Primenom postupka (*Liu & Layland test*) imamo:

$$U = \frac{1}{4} + \frac{2}{6} + \frac{3}{10} = 0.88 > 0.78$$

Znači, ne možemo verifikovati rasporedljivost pomoću ovog postupka. Pokušavamo sa postupkom *hiperboličke granice*:

$$\prod_{i=1}^n (U_i + 1) = 2.16 > 2$$

Prema tome, ne možemo ništa zaključiti ni primenom ovog postupka.

Primenjujemo treći postupak koji se bazira na vremenu odziva (Response Time) – **Response Time Analiza**.

Proračunavamo vreme odziva za svaki posao i testiramo da li je dobijeno vreme manje ili jednako relativnom deadline-u (koji je u ovom slučaju jednak periodu).

Za prvi posao imamo: $R_1 = C_1 = 1 \leq 4$

Prema tome, posao τ_1 neće prekoračiti svoj *deadline*.

Za posao τ_2 imamo:

$$R_2^{(0)} = \sum_{j=1}^2 C_j = C_1 + C_2 = 3$$

$$R_2^{(1)} = C_2 + \left\lceil \frac{R_2^{(0)}}{T_1} \right\rceil C_1 = 2 + \left\lceil \frac{3}{4} \right\rceil 1 = 3$$

Dakle, $R_2 = 3$, a kako je $R_2 \leq D_2 = 6$, posao τ_2 neće prekoračiti svoj *deadline*.

Za posao τ_3 imamo:

$$R_3^{(0)} = \sum_{j=1}^3 C_j = C_1 + C_2 + C_3 = 6$$

$$R_3^{(1)} = C_3 + \left\lceil \frac{R_3^{(0)}}{T_1} \right\rceil C_1 + \left\lceil \frac{R_3^{(0)}}{T_2} \right\rceil C_2 = 3 + \left\lceil \frac{6}{4} \right\rceil 1 + \left\lceil \frac{6}{6} \right\rceil 2 = 7$$

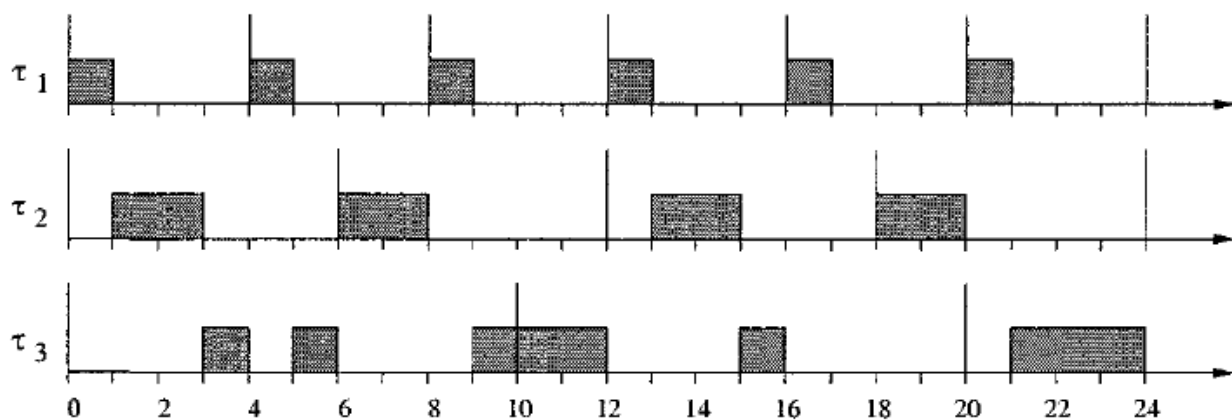
$$R_3^{(2)} = 3 + \left\lceil \frac{7}{4} \right\rceil 1 + \left\lceil \frac{7}{6} \right\rceil 2 = 9$$

$$R_3^{(3)} = 3 + \left\lceil \frac{9}{4} \right\rceil 1 + \left\lceil \frac{9}{6} \right\rceil 2 = 10$$

$$R_3^{(4)} = 3 + \left\lceil \frac{10}{4} \right\rceil 1 + \left\lceil \frac{10}{6} \right\rceil 2 = 10$$

Dakle, $R_3 = 10$, a kako je $R_3 \leq D_3 = 10$, posao τ_3 neće prekoračiti svoj *deadline*.

Pa prema tome zaključujemo da je dati skup poslova rasporedljiv algoritmom RM, kao što se može videti sa vremenskog dijagrama:



2. Verifikovati rasporedljivost i nacrtati vremenski dijagram rasporeda izvršavanja saglasno EDF algoritmu za sledeći skup periodičnih poslova:

	C_i	D_i	T_i
τ_1	2	5	6
τ_2	2	4	8
τ_3	4	8	12

Rešenje:

Primenom postupka zasnovanom na potrebnom procesorskom vremenu test verifikacije rasporedljivosti se bazira na relaciji:

$$\forall L \in \mathcal{D} \quad \sum_{i=1}^n \left\lfloor \frac{L + T_i - D_i}{T_i} \right\rfloor C_i \leq L.$$

gde je

$$\mathcal{D} = \{d_k \mid d_k \leq \min(L^*, H)\}.$$

Za dati skup poslova imamo da je

$$U = \frac{2}{6} + \frac{2}{8} + \frac{4}{12} = \frac{11}{12}$$

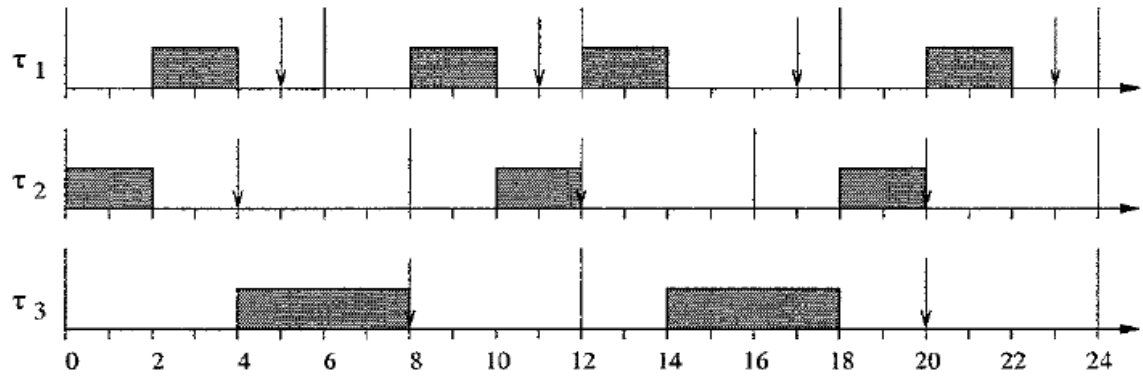
$$L^* = \frac{\sum_{i=1}^n (T_i - D_i) U_i}{1 - U} = 32$$

$$H = \text{lcm}(6, 8, 12) = 24.$$

Provera u kontrolnim tačkama:

L	g(0,L)	rezultat
4	2	OK
5	4	OK
8	8	OK
11	10	OK
12	12	OK
17	14	OK
20	20	OK
23	22	OK

Pa prema tome zaključujemo da je dati skup poslova rasporedljiv algoritmom EDF, kao što se može videti sa vremenskog dijagrama:



3. Verifikovati rasporedljivost i nacrtati vremenski dijagram rasporeda izvršavanja saglasno DM algoritmu za sledeći skup periodičnih poslova:

	τ_1	τ_2	τ_3
C_i	2	2	4
D_i	5	4	8
T_i	6	8	12

Rešenje:

Primenjujemo postupak verifikacije koji se bazira na vremenu odziva (Response Time) – **Response Time Analiza.**

Proračunavamo vreme odziva za svaki posao i testiramo da li je dobijeno vreme manje ili jednako relativnom deadline-u. Redosled poslova mora biti uređen po rastućim relativnim deadline-ovima ($\tau_1 = \tau_2$ i $\tau_2 = \tau_1$)

Za prvi posao imamo: $R_1 = C_1 = 2 \leq 4$

Prema tome, posao τ_1 neće prekoračiti svoj *deadline*.

Za posao τ_2 imamo:

$$R_2^{(0)} = \sum_{j=1}^2 C_j = C_1 + C_2 = 2 + 2 = 4$$
$$R_2^{(1)} = C_2 + \left\lceil \frac{R_2^{(0)}}{T_1} \right\rceil C_1 = 2 + \left\lceil \frac{4}{8} \right\rceil \cdot 2 = 4$$

Dakle, $R_2 = 4$, a kako je $R_2 \leq D_2 = 5$, posao τ_2 neće prekoračiti svoj *deadline*.

Za posao τ_3 imamo:

$$R_3^{(0)} = \sum_{j=1}^3 C_j = C_1 + C_2 + C_3 = 2 + 2 + 4 = 8$$

$$R_3^{(1)} = C_3 + \left\lceil \frac{R_3^{(0)}}{T_1} \right\rceil C_1 + \left\lceil \frac{R_3^{(0)}}{T_2} \right\rceil C_2 = 4 + \left\lceil \frac{8}{8} \right\rceil \cdot 2 + \left\lceil \frac{8}{6} \right\rceil \cdot 3 = 4 + 2 + 6 = 12$$

$$R_3^{(2)} = 4 + \left\lceil \frac{12}{8} \right\rceil \cdot 2 + \left\lceil \frac{12}{6} \right\rceil \cdot 3 = 4 + 4 + 6 = 14$$

$$R_3^{(3)} = 4 + \left\lceil \frac{14}{8} \right\rceil \cdot 2 + \left\lceil \frac{14}{6} \right\rceil \cdot 3 = 4 + 4 + 6 = 14.$$

Dakle, ne važi da je $R_3 \leq D_3$ jer je $R_3 = 14$ dok je $D_3 = 8$. Zaključujemo da raspored nije izvodljiv.

Raspoređivanje hibridnog skupa poslova

1. Dat je skup periodičnih poslova:

	C_i	T_i
τ_1	1	5
τ_2	2	8

Zajedno sa ovim skupom periodičnih poslova, rasporediti sledeći skup aperiodičnih poslova koristeći **Server sa prozivkom** (Polling Server) sa fiksnom (**statičkom**) dodelom prioriteta kome je omogućena maksimalna moguća iskorišćenost procesora i srednji prioritet.

	a_i	C_i
J_1	2	3
J_2	7	1
J_3	17	1

Rešenje:

Koristeći izraz za precizno izračunavanje U_{lub} vrednosti

$$U_{lub} = U_s + n \left[\left(\frac{2}{U_s + 1} \right)^{1/n} - 1 \right].$$

a kako je uslov rasporedljivosti $U_p + U_s \leq U_{lub}^{PS+RM}$ imamo da je

$$U_p \leq n \left[\left(\frac{2}{U_s + 1} \right)^{1/n} - 1 \right].$$

dalje

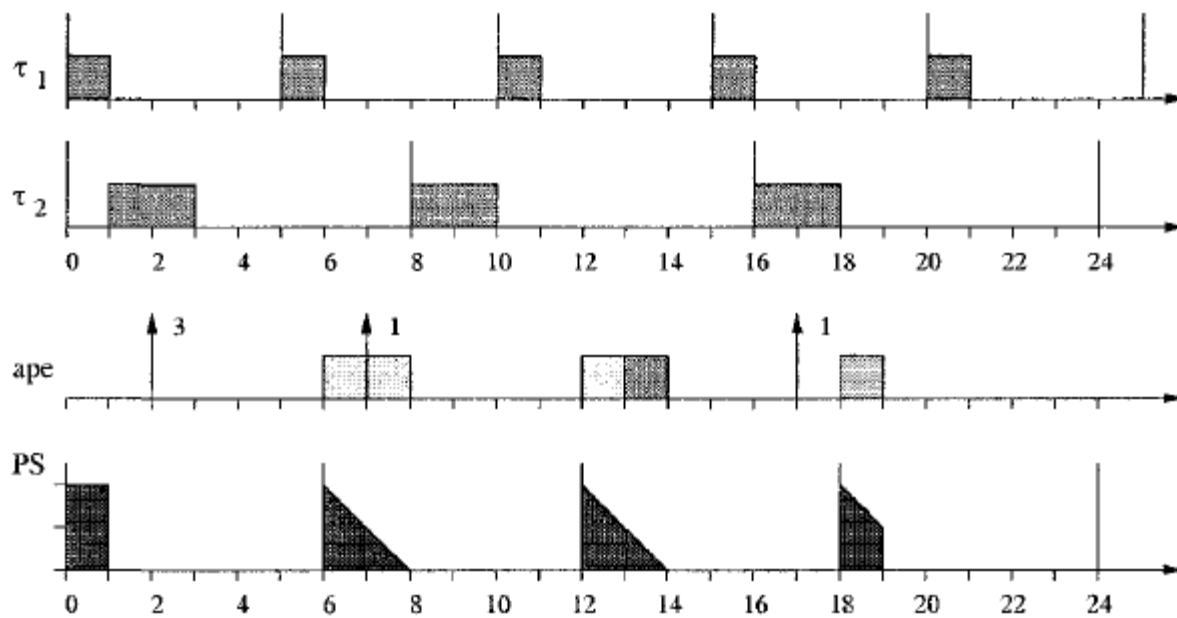
$$U_s \leq 2 \left(\frac{U_p}{n} + 1 \right)^{-n} - 1$$

Za $n = 2$ i $U_p = 0.45$ dobijamo maksimalnu moguću iskorišćenost procesora koja se može dodeliti serveru

$$U_{s_{max}} = 0.33$$

Dalje, s obzirom da server ima srednji prioritet, po pravilu RM algoritma, setujemo periodu $T_s = 6$ i $C_s = 2$ (saglasno $U_{s_{max}}$).

Rezultujući vremenski raspored je dat na sledećoj slici:



2. Izračunati maksimalni mogući faktor opterećenja procesora koji može biti dodeljen Dinamičkom Sporadičnom Serveru (DSS) a da se garantuje izvodljivost rasporeda u slučaju korišćenja EDF algoritma za raspoređivanje sledećih periodičnih poslova:

	C_i	T_i
τ_1	2	6
τ_2	3	9

Rešenje:

Za bilo koji dinamički server (pod EDF-om) mora biti zadovoljeno

$$U_p + U_s \leq 1$$

Kako je $U_p = 2/3$, maksimalni faktor opterećenja koji može biti dodeljen Dinamičkom Sporadičnom Serveru je

$$U_s = 1 - U_p = \frac{1}{3}.$$

3. Zajedno sa periodičnim poslovima datim u Primeru 1., raspoređuju se i sledeći skup aperiodičnih poslova sa Dunamičkim Sporadičnim Serverom (DSS) sa $C_S = 2$ i $T_S = 6$.

	a_i	C_i
J_1	1	3
J_2	5	1
J_3	15	1

Nacrtati rezultujući vremenski dijagram izvršavanja.

Rešenje:

Proračun tekućih *deadline*-ova servera (t.j. vremena obnavljanje budžeta, RA) za date aperiodične poslove daje:

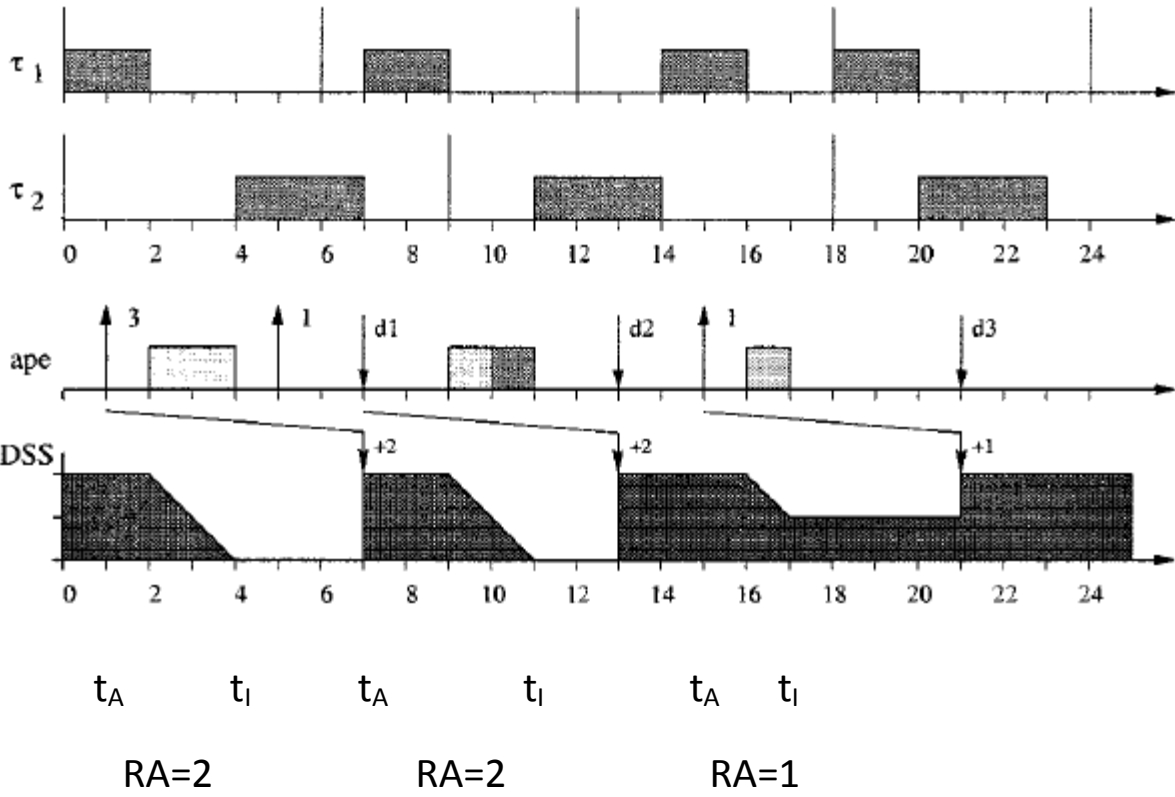
$$\left(\begin{array}{l} RT = d_S = t_A + T_S \\ t_A : (C_S > 0 \wedge \text{postoji aperiodicni zahtev na cekanju}) \end{array} \right)$$

$$d_1 = a_1 + T_S = 1 + 6 = 7$$

$$d_2 = d_1 + T_S = 7 + 6 = 13$$

$$d_3 = a_3 + T_S = 15 + 6 = 21$$

Rezultujući vremenski dijagram rasporeda proizvedenog sa EDF+DSS je:



4. Rešiti isti problem raspoređivanja opisan u zadatku 3, koristeći Server sa Totalnim Opsegom (TBS) sa faktorom iskorišćenosti 1/3.

Rešenje:

Proračun deadline-ova za aperiodične poslove na osnovu TBS servera:

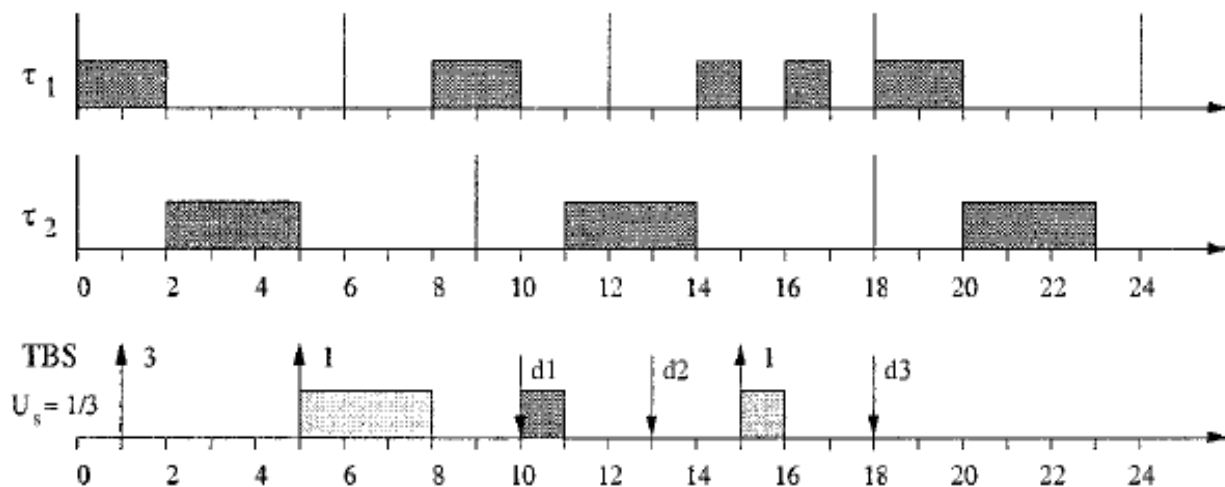
$$\left(\begin{array}{l} d_k = \max(a_k, d_{k-1}) + \frac{C_k}{U_s} \\ d_0 = 0 \end{array} \right)$$

$$d_1 = a_1 + \frac{C_1}{U_s} = 10$$

$$d_2 = d_1 + \frac{C_2}{U_s} = 13$$

$$d_3 = a_3 + \frac{C_3}{U_s} = 18.$$

Rezultujući vremenski dijagram rasporeda proizvedenog sa EDF+TBS je:



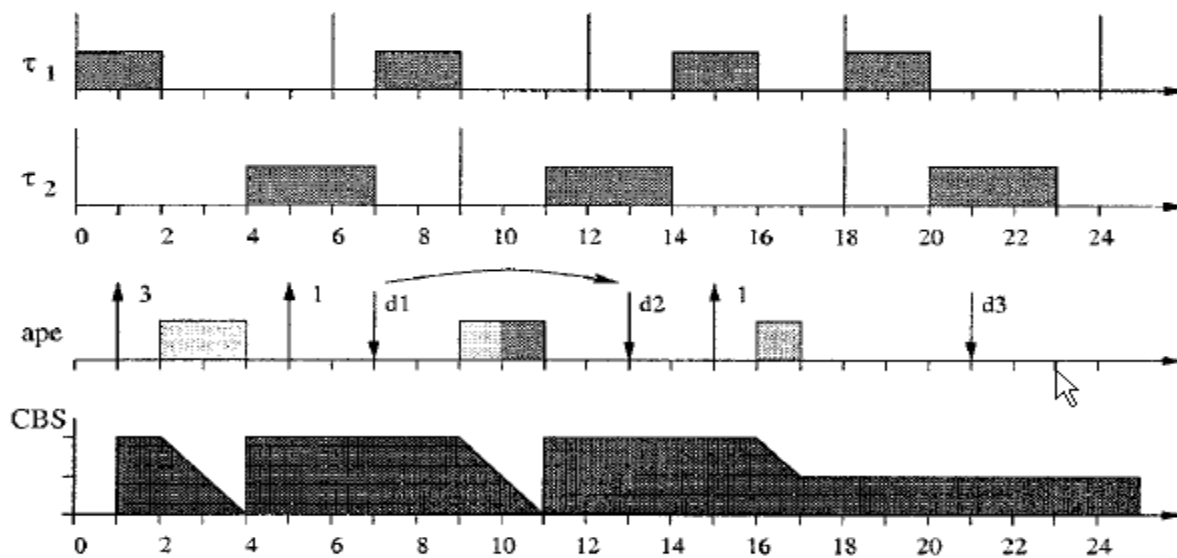
5. Rešiti isti problem raspoređivanja opisan u Primeru 2. koristeći Server sa Konstantnim Opsegom (CBS) sa $C_s = 2$ i $T_s = 6$.

Rešenje:

Događaji kojima se upravlja sa CBS-om:

vreme	događaj	akcija
t = 1	aktiviranje instance	$c_s = Q_s, d_s = a_1 + T_s = 7$
t = 4	$c_s = 0$	$c_s = Q_s, d_s = d_s + T_s = 13$
t = 5	aktiviranje instance	ostaje tekući <i>deadline</i>
t = 11	$c_s = 0$	$c_s = Q_s, d_s = d_s + T_s = 19$
t = 15	aktiviranje instance	$c_s = Q_s, d_s = a_3 + T_s = 21$

Rezultujući vremenski dijagram rasporeda proizvedenog sa EDF+CBS je:



6. Dva periodična posla su data tabelarno:

	τ_1	τ_2
C_i	1	2
T_i	5	8

Nacrtati vremenske dijagrame rasporeda primenom Polling Server-a sa fiksnom dodelom prioritera ako se javljaju sledeći aperiodični zahtevi za izvršavanjem:

	J_1	J_2	J_3
a_i	2	7	9
C_i	3	2	1

Za Polling Server-e sa parametrima $C_s = 1, T_s = 4$; $C_s = 2, T_s = 7$ и $C_s = 2$ и $T_s = 4$ proveriti dovoljan uslov izvodljivosti hibridnog skupa poslova. Nacrtati vremenske dijagrame u jednom hiperperiodu. Za treći server proveriti izvodljivost analizom interferencije periodičnih poslova.

Rešenje:

Analiza rasporedivosti obuhvata

- rasporedivost periodičnih taskova
- rasporedivost aperiodičnih taskova

Dovoljan uslov ukupne rasporedivosti se procenjuje uvođenjem dodatnog periodičnog posla ekvivalentnog serveru. Prema tome, test rasporedivosti pri RM (dovoljan uslov) je:

$$U_p + U_s \leq U_{\text{lub}}(n+1)$$

ili,

$$\sum_i \left(\frac{C_i}{T_i} \right) + \left(\frac{C_s}{T_s} \right) \leq (n+1) \left[2^{\frac{1}{n+1}} - 1 \right]$$

A kako je,

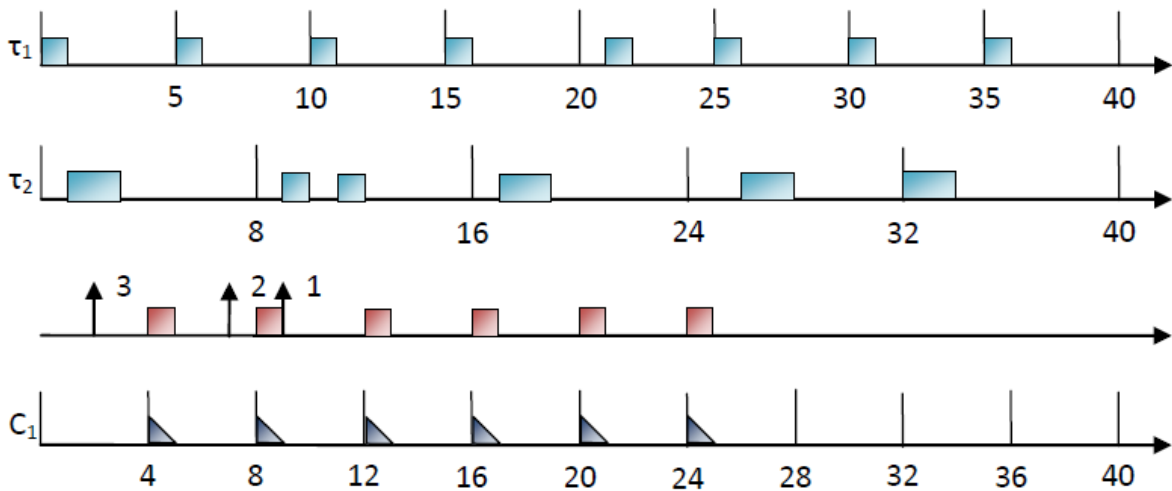
$$\sum_i \left(\frac{C_i}{T_i} \right) = \frac{1}{5} + \frac{2}{8} = \frac{9}{20} = 0.45, (n+1) \left[2^{\frac{1}{n+1}} - 1 \right] = 3 \left[2^{\frac{1}{3}} - 1 \right] = 0.77976315.$$

Dakle dovoljan uslov rasporedivosti datog hibridnog skupa poslova u pogledu opterećenja procesora izazvano serverom je:

$$\frac{C_s}{T_s} \leq 0.32976315.$$

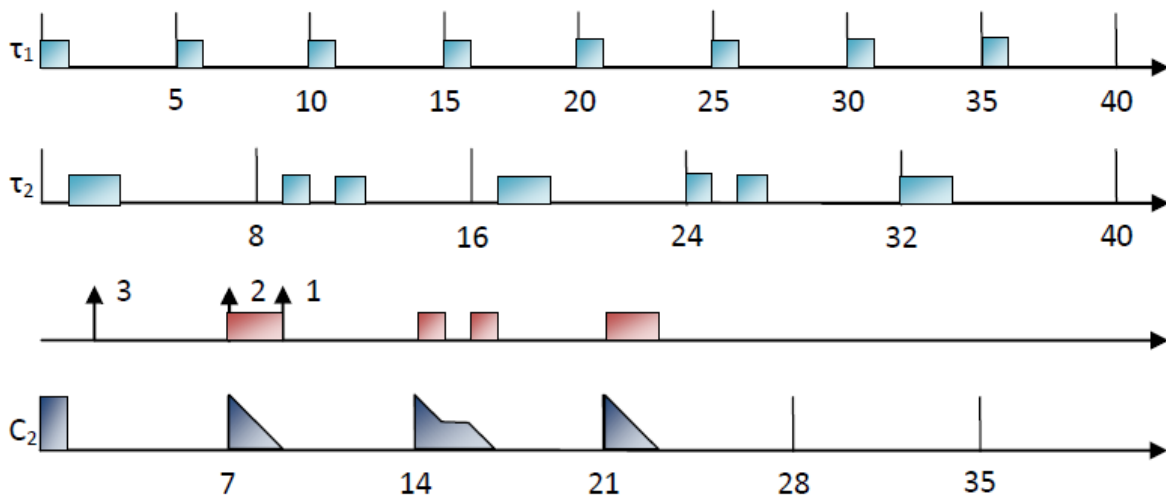
Polling server 1:

$C_s = 1, T_s = 4$. Ovi koeficijenti ispunjavaju dovoljan uslov jer je $C_s/T_s = 0.25 \leq 0.32976315$.



Polling server 2:

$C_s = 2, T_s = 7$. Ovi koeficijenti ispunjavaju dovoljan uslov jer je $C_s/T_s = 0.2857 \leq 0.32976315$.



Polling server 3:

Dovoljan uslov: $C_s = 2$, $T_s = 4$. Ovi koeficijenti ne ispunjavaju dovoljan uslov jer je $C_s/T_s = 0.5$ što je veće od 0.32976315 .

Interferencija periodičnih taskova na rasporedivost skupa poslova je svojstvo koje je inkorporirano u postupak za dobijanje potrebnog i dovoljnog uslova rasporedivosti a koji se bazira na vremenu odziva (*Response Time*) – **Response Time Analiza**.

Proračunavamo vreme odziva za svaki posao i testiramo da li je dobijeno vreme manje ili jednako relativnom deadline-u (koji je u ovom slučaju jednak periodu). Poslove prethodno treba poredati u opadajući redosled što se tiče prioriteta. Najveći prioritet ima server jer ima najkraću periodu ($T_s = 4$).

Za prvi posao imamo: $R_s = C_s = 2 \leq 4$.

Prema tome, Server kao periodični posao neće prekoračiti svoj *deadline* (u ovom slučaju definisan periodom).

Za posao τ_1 imamo:

$$R_1^{(0)} = C_s + \sum_{j=1}^1 C_j = C_s + C_1 = 2 + 1 = 3$$

$$R_1^{(1)} = C_1 + \left\lceil \frac{R_1^{(0)}}{T_s} \right\rceil C_s = 1 + \left\lceil \frac{3}{4} \right\rceil \cdot 2 = 3$$

Dakle, $R_1 = 3$, a kako je $R_1 \leq D_1 = 5$, posao τ_1 neće prekoračiti svoj *deadline*.

Za posao τ_2 imamo:

$$R_2^{(0)} = C_s + \sum_{j=1}^2 C_j = C_s + C_1 + C_2 = 2 + 1 + 2 = 5$$

$$R_2^{(1)} = C_2 + \left\lceil \frac{R_2^{(0)}}{T_s} \right\rceil C_s + \left\lceil \frac{R_2^{(0)}}{T_1} \right\rceil C_1 = 2 + \left\lceil \frac{5}{4} \right\rceil \cdot 2 + \left\lceil \frac{5}{5} \right\rceil \cdot 1 = 2 + 4 + 1 = 7$$

$$R_2^{(2)} = 2 + \left\lceil \frac{7}{4} \right\rceil \cdot 2 + \left\lceil \frac{7}{5} \right\rceil \cdot 1 = 2 + 4 + 2 = 8$$

$$R_2^{(3)} = 2 + \left\lceil \frac{8}{4} \right\rceil \cdot 2 + \left\lceil \frac{8}{5} \right\rceil \cdot 1 = 2 + 4 + 2 = 8 \quad .$$

Dakle, $R_2 = 8$, a kako je $R_2 \leq D_2 = 8$, posao τ_2 neće prekoračiti svoj *deadline*.

Pa prema tome zaključujemo da je dati hibridni skup poslova rasporedljiv algoritmom RM i primenom Polling Server-a, kao što se može videti sa vremenskog dijagrama:

