

Izveštaj za 3. laboratorijsku vježbu

Zadatak 1.

Odabrati skup nezavisnih periodičnih zadataka po sopstvenom izboru koji je:

- a) nerasporediv RM i EDF algoritmom,
- b) rasporediv EDF, ali nerasporediv RM algoritmom i
- c) rasporediv sa oba algoritma.

Rasporedivost odabranog skupa zadataka potvrditi SimSo alatom. Priložiti i diskutovati rezultate dobijene simulacijom. Za svaki od slučajeva odrediti hiperperiod i obezbijediti da se simulacija izvršava u trajanju hiperperioda. Za sve slučajeve odrediti ukupno opterećenje procesora, a za slučaj c) odrediti i vrijeme odziva za svaki zadatak i oba algoritma. Odabrani skup zadataka mora da sadrži najmanje 3 zadatka. Pretpostaviti da se svi zadaci aktiviraju u istom trenutku i da se izvršavaju na jednom procesoru. Nije dozvoljeno koristiti primjere skupa zadataka koje smo koristili na predavanjima.

Rješenje:

1.a)

Skup zadataka koji je nerasporediv i RM i EDF algoritmom je dat u tabeli ispod:

General	Scheduler	Processors	Tasks						
id	Name	Task type	Abort on miss	Act. Date (ms)	Period (ms)	List of Act. dates (ms)	Deadline (ms)	WCET (ms)	Followed by
1	TASK T1	Periodic	<input checked="" type="checkbox"/> Yes	0.0	2.0	-	2.0	1.0	
2	TASK T2	Periodic	<input checked="" type="checkbox"/> Yes	0.0	3.0	-	3.0	1.0	
3	TASK T3	Periodic	<input checked="" type="checkbox"/> Yes	0.0	5.0	-	5.0	2.0	

Slika 1.a1) Tabela zadataka u SimSo simulacionom alatu za raspoređivanje

Dalje, na slici ispod prikazano je izračunavanje hiperperioda i iskorištenosti procesora za dati skup zadataka:

Napomena: Hiperperiod je izražen samo brojnom vrijednošću, a označava vremensku jedinicu. U slučaju simulacije to je ms (milisekund).

Zadatak 1 Jovana Arežina 1105/15

a)

Zadatak	Period	Vrijeme izvršavanja	Prioritet	Iskorištenost
T1	2	1	1	0,5
T2	3	1	2	0,3333
T3	5	2	3	0,4

Hiperperiod je $N2S(2,3,5) \Rightarrow \begin{array}{r|l} 2,3,5 & 2 \\ 1,3,5 & 3 \\ 1,1,5 & 5 \\ 1,1,1 & 30 \end{array}$ Hiperperiod je 30.

Iskorištenost procesora: $U = \sum_{i=1}^3 \frac{C_i}{T_i} = 0,5 + 0,3333 + 0,4 = 1,2333$

Kako je $U > 1$ to znači da zadaci nisu rasporedivi ni RM (Rate Monotonic), ni EDF (Earliest Deadline First) algoritmom.

Slika 1.a2) Izračunavanje hiperperioda i iskorištenosti procesora

Rezultat simulacije – RM algoritmom raspoređivanja

Qt Results

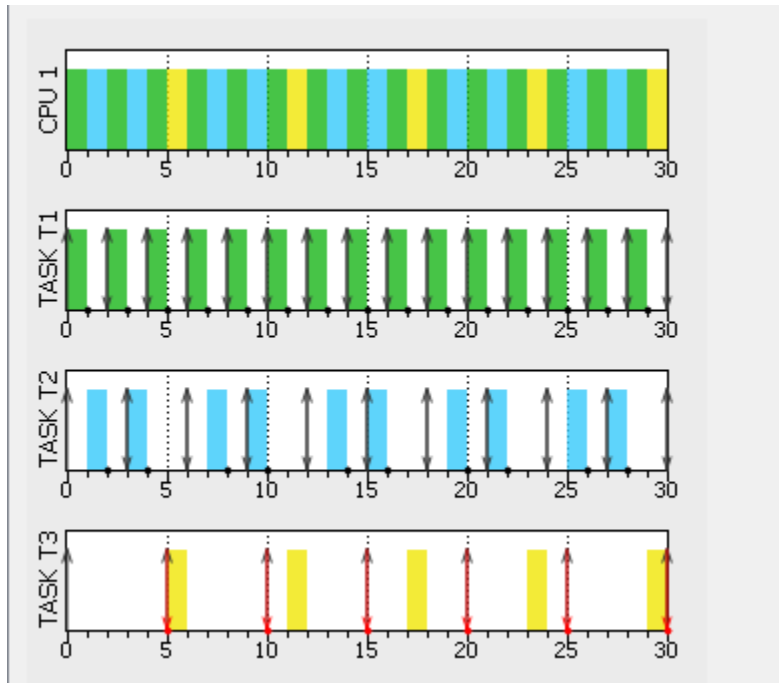
General Logs Tasks Scheduler Processors

Observation Window:
from 0.00 to 30.00 ms Configure...

	Total load	Payload	System load
CPU 1	1.0000	1.0000	0.0000
Average	1.0000	1.0000	0.0000

Slika 1.a3) Iskorištenost procesora dobijena SimSo alatom korištenjem RM_mono raspoređivanja

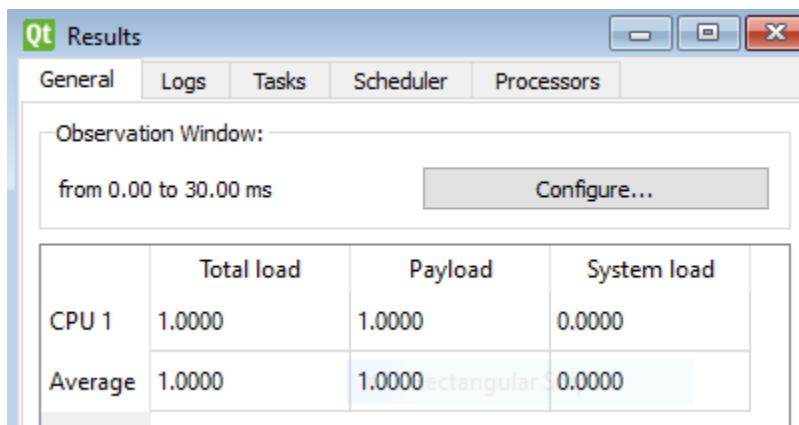
Na osnovu slike zaključujemo da je iskorištenost procesora 100%, a prema proračunu je 1,233. Ovo je očekivan rezultat, jer praktično naravno nije moguće postići iskorištenost procesora veću od 100%.



Slika 1.a4) Gantt-ov dijagram (RM)

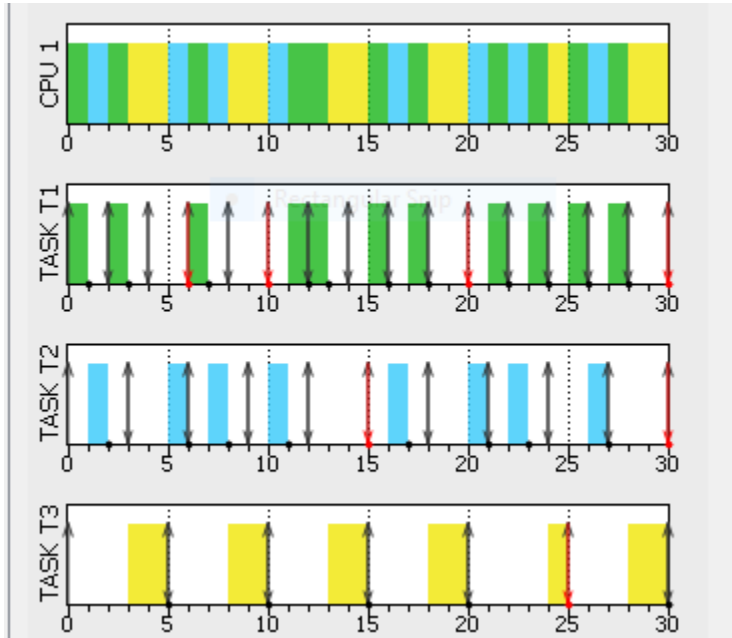
Na samom Gantt-ovom dijagramu uočavamo da Deadline (rok) zadatka T3 nije ispunjen (zadatak T3 nije završen prije isteka svog perioda $T=5\text{ms}$ i to je označeno crvenom strelicom na dijagramu), tj. skup zadataka nije rasporediv RM algoritmom.

Rezultat simulacije – EDF algoritmom raspoređivanja



Slika 1.a5) Iskorištenost procesora dobijena SimSo alatom korištenjem EDF_mono raspoređivanja

I u slučaju raspoređivanja EDF algoritmom dobili smo iskorištenost procesora od 100%, što je na osnovu proračuna bilo i očekivano.



Slika 1.a6) Gantt-ov dijagram (EDF)

Na Gantt-ovom dijagramu u ovom slučaju uočavamo da Deadline (rok) nijednog zadatka iz skupa nije ispunjen(označeno crvenim strelicama na dijagramu), tj. skup zadataka definitivno nije rasporediv EDF algoritmom što je očekivano s obzirom da su izabrani zadaci sa ukupnim faktorom iskorištenja većim od 1.

1.b) Skup zadataka koji je rasporediv EDF, a nerasporediv RM algoritmom je dat u tabeli ispod:

General Scheduler Processors Tasks									
id	Name	Task type	Abort on miss	Act. Date (ms)	Period (ms)	List of Act. dates (ms)	Deadline (ms)	WCET (ms)	Followed by
1	TASK T1	Periodic	<input checked="" type="checkbox"/> Yes	0.0	3.0	-	3.0	1.0	
2	TASK T2	Periodic	<input checked="" type="checkbox"/> Yes	0.0	7.0	-	7.0	2.0	
3	TASK T3	Periodic	<input checked="" type="checkbox"/> Yes	0.0	10.0	-	10.0	3.0	

Slika 1.b1) Tabela zadataka u SimSo simulacionom alatu za raspoređivanje

Na slici ispod prikazano je izračunavanje hiperperioda i iskorištenosti procesora za dati skup zadataka:

6)

Zadatak	Period	Vrijeme izvršavanja	Prioritet	Ikorištenost
T1	3	1	1	0,3333
T2	7	2	2	0,2857
T3	10	3	3	0,3

Jovana Arežina 1105/15

Hiperperiod je $\text{NZS}(3, 7, 10) \Rightarrow$

3, 7, 10	2
3, 7, 5	3
1, 7, 5	5
1, 7, 1	7
1, 1, 1	210

Hiperperiod je 210.

Ikorištenost procesora: $U = \sum_{i=1}^3 \frac{C_i}{T_i} = 0,3333 + 0,2857 + 0,3 = 0,919 (91,9\%)$

Kako je $U < 1 \rightarrow$ Skup zadataka je rasporediv EDF algoritmom

A kako je $U > U_s (U_s = (n\sqrt{2} - 1) = 3 \cdot (3\sqrt{2} - 1) = 0,78) \Rightarrow 0,919 > 0,78 \Rightarrow$ skup zadataka nije rasporediv RM algoritmom.

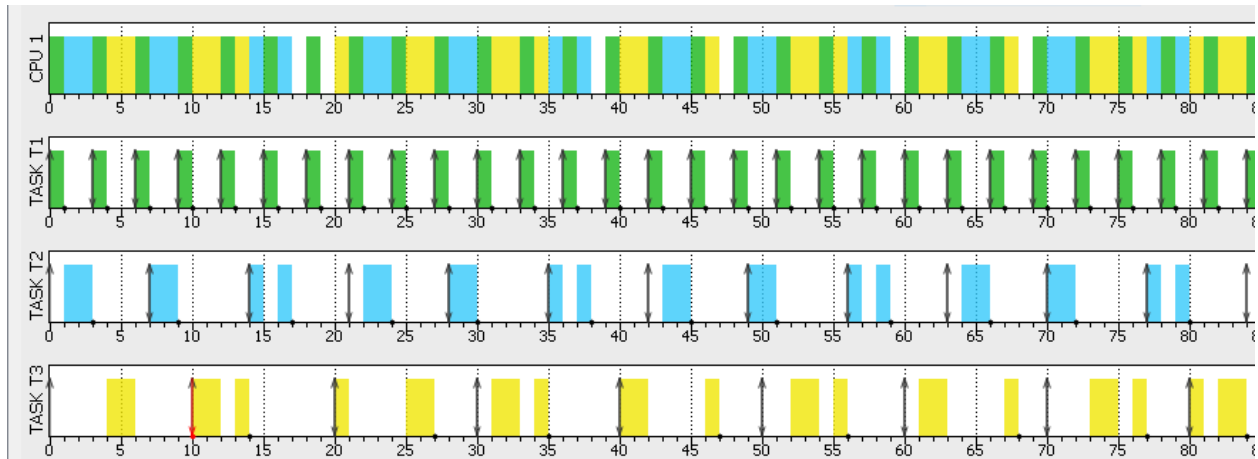
Slika 1.b2) Izračunavanje hiperperioda i iskorištenosti procesora

Rezultat simulacije – RM algoritmom raspoređivanja

Qt Results			
General			
Observation Window:			
from 0.00 to 210.00 ms		Configure...	
	Total load	Payload	System load
CPU 1	0.9143	0.9143	0.0000
Average	0.9143	0.9143	0.0000

Slika 1.b3) Iskorištenost procesora dobijena SimSo alatom korištenjem RM_mono raspoređivanja

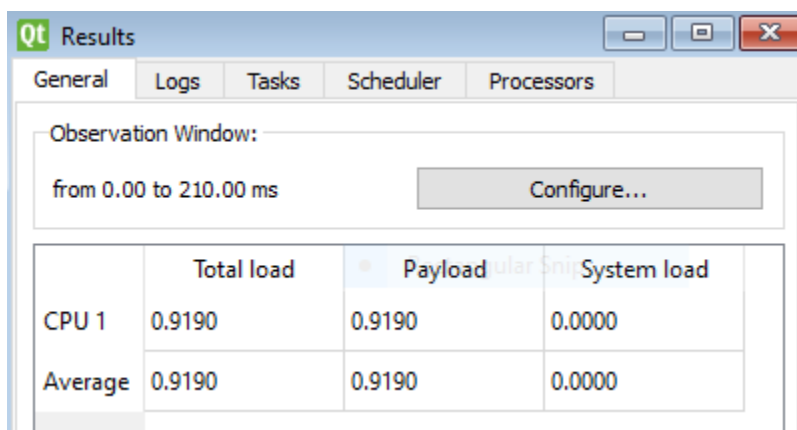
Sa slike vidimo da je iskorištenost procesora u ovom slučaju (0.9143) približno ista rezultatu koji smo dobili proračunom (0.919), a to smo postigli podešavanjem trajanja (duration (ms)) simulacije na hiperperiod datog skupa zadataka (210ms).



Slika 1.b4) Gantt-ov dijagram (RM)

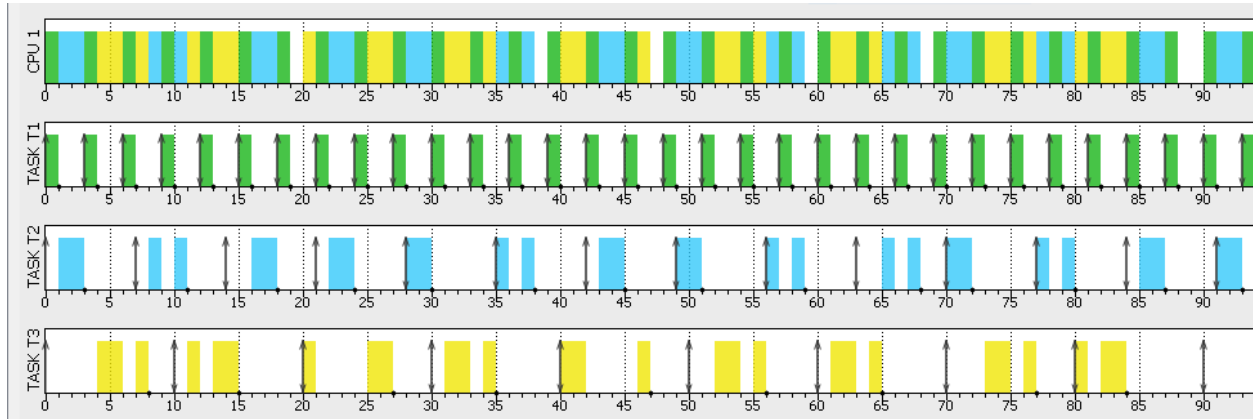
Na osnovu Gantt-ovog dijagrama zaključujemo da Deadline (rok) zadatka T3 nije ispunjen (zadatak T3 nije završen prije isteka svog perioda $T=10\text{ms}$ i to je označeno crvenom strelicom na dijagramu) što nam govori da ovaj skup zadataka nije rasporediv RM algoritmom za raspoređivanje.

Rezultat simulacije – EDF algoritmom raspoređivanja



Slika 1.b5) Iskorištenost procesora dobijena SimSo alatom korištenjem EDF_mono raspoređivanja

Ukupna iskorištenost procesora u ovom slučaju se u potpunosti podudara sa rezultatom proračuna i iznosi 0.919, tj. 91,9%.



Slika 1.b6) Gantt-ov dijagram (EDF)

Posmatrajući priloženi Gantt-ov dijagram možemo zaključiti da je dati skup zadataka rasporediv EDF algoritmom za raspoređivanje, jer je ispunjen Deadline (rok) svih zadataka iz skupa.

Napomena: U slučaju prikaza Gantt-ovih dijagrama u dijelu 1. zadatka pod b) i c) , gdje je simulacija prikazana na hiperperiodu od 210ms, u ovom dokumentu biće prikazan samo dio trajanja simulacije zbog preglednosti i jednostavnosti. Cijela simulacija (trajanja od 210ms) se može pogledati u fajlovima koji su kreirani u simulacionim alatima.

1.c) Skup zadataka koji je rasporediv i sa RM i sa EDF algoritmom je dat u tabeli ispod:

General Scheduler Processors Tasks									
id	Name	Task type	Abort on miss	Act. Date (ms)	Period (ms)	List of Act. dates (ms)	Deadline (ms)	WCET (ms)	Followed by
1	TASK T1	Periodic	<input checked="" type="checkbox"/> Yes	0.0	10.0	-	10.0	2.0	
2	TASK T2	Periodic	<input checked="" type="checkbox"/> Yes	0.0	15.0	-	15.0	4.0	
3	TASK T3	Periodic	<input checked="" type="checkbox"/> Yes	0.0	35.0	-	35.0	10.0	

Slika 1.c1) Tabela zadataka u SimSo simulacionom alatu za raspoređivanje

Na slici ispod prikazano je izračunavanje hiperperioda i iskorištenosti procesora za dati skup zadataka:

c)

Jovana Arežina 1105/15

Zadatak	Period	Vrijeme izvršavanja	Prioritet	Iskorištenost
T1	10	2	1	0,2
T2	15	4	2	0,2666
T3	35	10	3	0,2857

Hiperperiod je $N2S(10, 15, 35) \Rightarrow$

10, 15, 35	2
5, 15, 35	3
5, 5, 35	5
1, 1, 7	7
1, 1, 1	210

Hiperperiod je 210.

Iskorištenost procesora: $U = \sum_{i=1}^3 \frac{C_i}{T_i} = 0,2 + 0,2666 + 0,2857 \approx 0,7523 (75,23\%)$

Kako je $U < 1 \Rightarrow$ Skup zadataka je rasporediv EDF algoritmom

U kako je $U < U_s = 0,78 \Rightarrow$ Skup zadataka je rasporediv i RM algoritmom.

Slika 1.c2) Izračunavanje hiperperioda i iskorištenosti procesora

Dalje, na slici ispod prikazano je izračunavanje vremena odziva za RM algoritam raspoređivanja:

RM - vrijeme odziva Jovana Arežina 1105/15

$R_1 = C_1 = 2 \leq T_1 = 10 \Rightarrow T_1$ je zadatak najvišeg prioriteta i on je rasporediv, jer je najgore vrijeme odziva manje od perioda tog zad.

$W_2^0 = C_2 = 4$

$W_2^1 = C_2 + \left\lceil \frac{W_2^0}{T_1} \right\rceil \cdot C_1 = 4 + \left\lceil \frac{4}{10} \right\rceil \cdot 2 = 4 + 1 \cdot 2 = 6$

$W_2^2 = 4 + \left\lceil \frac{6}{10} \right\rceil \cdot 2 = 4 + 1 \cdot 2 = 6$

$W_2^3 = W_2^2 \Rightarrow R_2 = 6 \leq T_2 = 15 \Rightarrow T_2$ je takode rasporediv

$W_3^0 = C_3 = 10$

$W_3^1 = C_3 + \left\lceil \frac{W_3^0}{T_1} \right\rceil \cdot C_1 + \left\lceil \frac{W_3^0}{T_2} \right\rceil \cdot C_2 = 10 + \left\lceil \frac{10}{10} \right\rceil \cdot 2 + \left\lceil \frac{10}{15} \right\rceil \cdot 4 = 16$

$W_3^2 = 10 + \left\lceil \frac{16}{10} \right\rceil \cdot 2 + \left\lceil \frac{16}{15} \right\rceil \cdot 4 = 10 + 4 + 8 = 22$

$W_3^3 = 10 + \left\lceil \frac{22}{10} \right\rceil \cdot 2 + \left\lceil \frac{22}{15} \right\rceil \cdot 4 = 10 + 6 + 8 = 24$

$W_3^4 = 10 + \left\lceil \frac{24}{10} \right\rceil \cdot 2 + \left\lceil \frac{24}{15} \right\rceil \cdot 4 = 10 + 6 + 8 = 24$

$\Rightarrow R_3 = 24 \leq T_3 = 35 \Rightarrow T_3$ je rasporediv

Slika 1.c3) Izračunavanje vremena odziva za RM algoritam raspoređivanja

Rezultat simulacije – RM algoritmom raspoređivanja

Qt Results

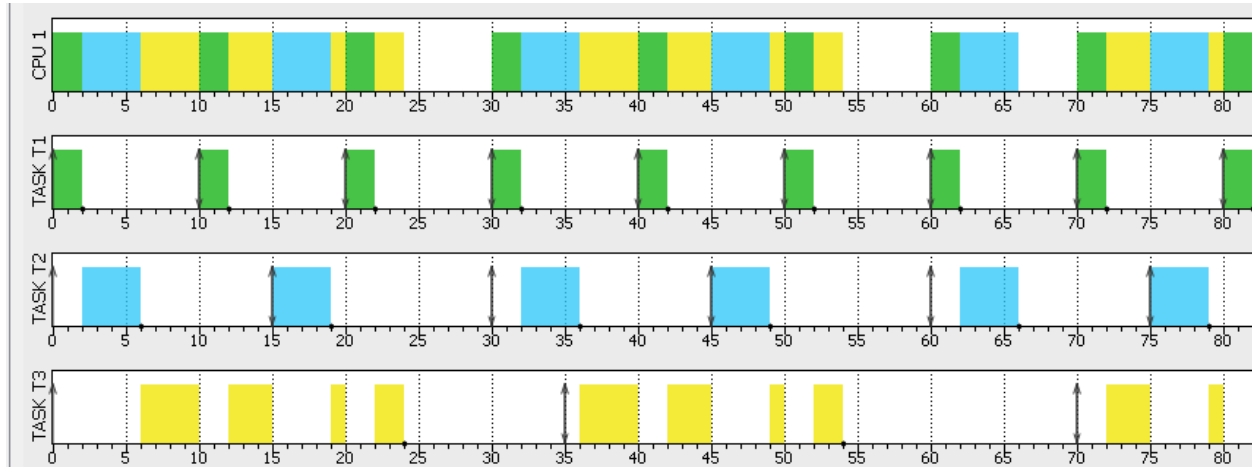
General Logs Tasks Scheduler Processors

Observation Window:
from 0.00 to 210.00 ms Configure...

	Total load	Payload	System load
CPU 1	0.7524	0.7524	0.0000
Average	0.7524	0.7524	0.0000

Slika 1.c5) Iskorištenost procesora dobijena SimSo alatom korištenjem RM_mono raspoređivanja

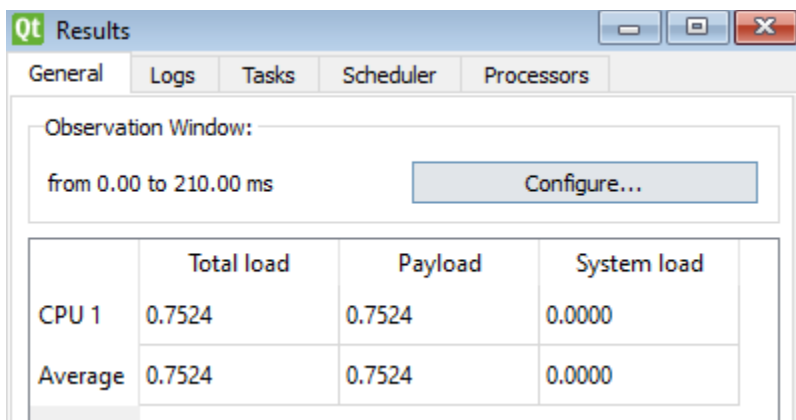
Na osnovu slike zaključujemo da je iskorištenost procesora ekvivalentna rezultatu dobijenom proračunom što smo postigli podešavanjem trajanja simulacije na vrijeme jednako hiperperiodu.



Slika 1.c6) Gantt-ov dijagram (RM)

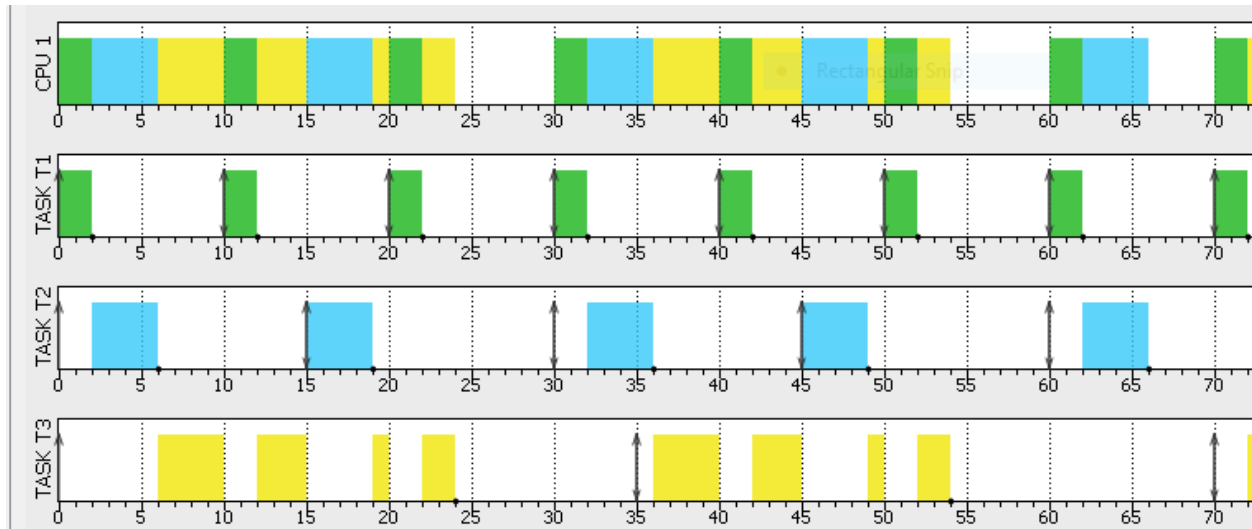
Na osnovu Gantt-ovog dijagrama možemo zaključiti da je dati skup zadataka rasporediv RM algoritmom za raspoređivanje, jer je ispunjen Deadline (rok) svih zadataka iz skupa. **Za vrijeme odziva:** Jasno je da se i vrijeme odziva podudara sa dobijenim proračunom, jer prva instanca zadatka T1 se aktivira u 0ms, a završava u 2ms ($2\text{ms}-0\text{ms}=2\text{ms}$, a to je ujedno i najgore vrijeme odziva zadatka T1); prva instanca zadatka T2 se aktivira u 0ms, a završava u 6ms ($6\text{ms}-0\text{ms}=6\text{ms}$, a to je najgore vrijeme odziva zadatka T2) i prva instanca zadatka T3 se aktivira u 0ms, a završava u 24ms ($24\text{ms}-0\text{ms}=24\text{ms}$, a to je ujedno i najgore vrijeme odziva zadatka T3) itd (Vremena odziva svih instanci zadataka na tarajanju hiperperioda možemo naći i na tabu Tasks u fajlu u simulacionom alatu SimSo).

Rezultat simulacije – EDF algoritmom raspoređivanja



Slika 1.c7) Iskorištenost procesora dobijena SimSo alatom korištenjem EDF_mono raspoređivanja

I u ovom slučaju iskorištenost procesora koju smo dobili simulacijom odgovara rezultatu proračuna za dati skup zadataka.



Slika 1.c8) Gantt-ov dijagram (EDF)

Na osnovu Gantt-ovog dijagrama možemo zaključiti da je dati skup zadataka rasporediv EDF algoritmom za raspoređivanje, jer je ispunjen Deadline (rok) svih zadataka iz skupa. **Za vrijeme odziva:** Prva instanca zadatka T1 se aktivira u 0ms, a završava u 2ms ($2\text{ms} - 0\text{ms} = 2\text{ms}$, a to je ujedno i najgore vrijeme odziva zadatka T1); prva instanca zadatka T2 se aktivira u 0ms, a završava u 6ms ($6\text{ms} - 0\text{ms} = 6\text{ms}$, a to je najgore vrijeme odziva zadatka T2) i prva instanca zadatka T3 se aktivira u 0ms, a završava u 24ms ($24\text{ms} - 0\text{ms} = 24\text{ms}$, a to je ujedno i najgore vrijeme odziva zadatka T3) itd (Vremena odziva svih instanci zadataka na tarajanju hiperperioda možemo naći i na tabu Tasks u fajlu u simulacionom alatu SimSo).

Zadatak 2.

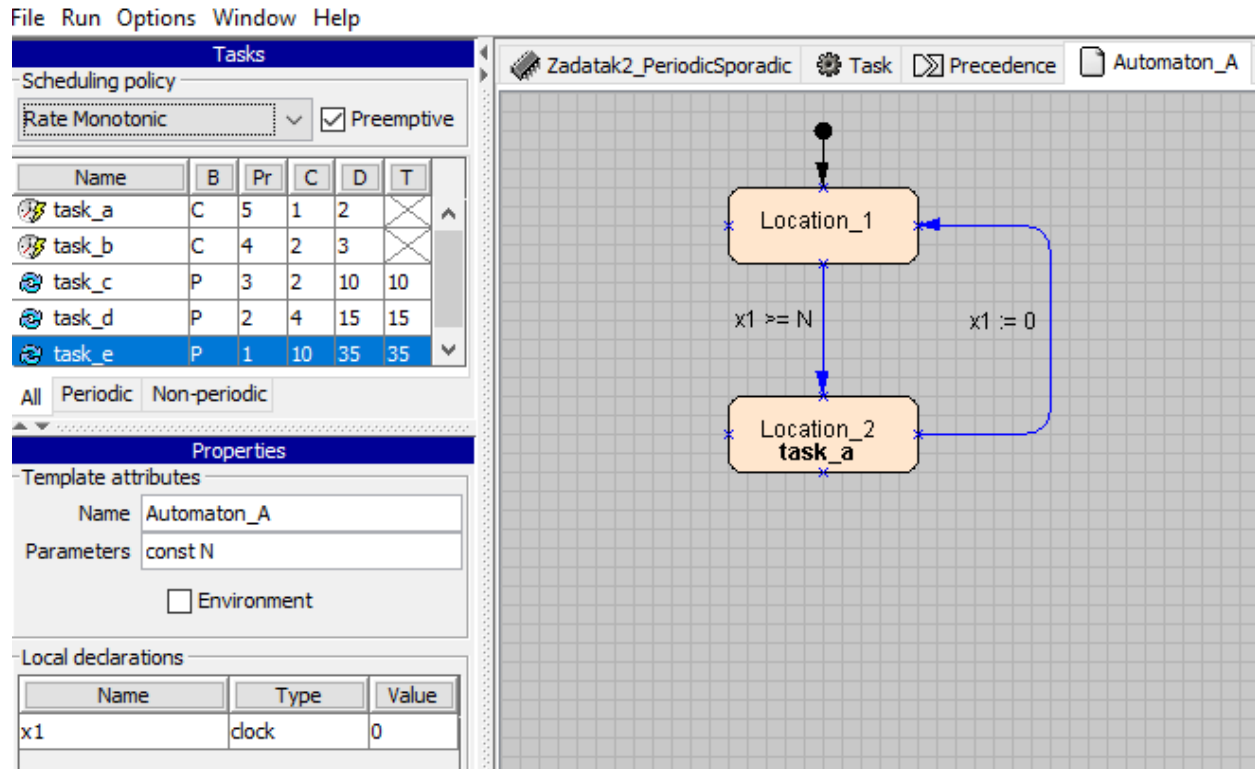
Skupu zadataka definisanom pod c) u prethodnom zadatku, dodati dva aperiodična zadatka, koji se aktiviraju u proizvoljno odabranim vremenskim trenucima i koji imaju proizvoljno odabrano vrijeme izvršavanja. Simulirati prošireni skup zadataka korišćenjem TIMES alata, a zatim priložiti i diskutovati dobijene rezultate. Analizirati slučaj kada postoji zavisnost između najmanje dva (proizvoljno odabrana) zadatka u odabranom skupu zadataka.

Rješenje: Na slici ispod data je tabela sa 3 periodična zadatka definisana u dijelu 1.c) i 2 aperiodična (tj. sporadična) zadatka:

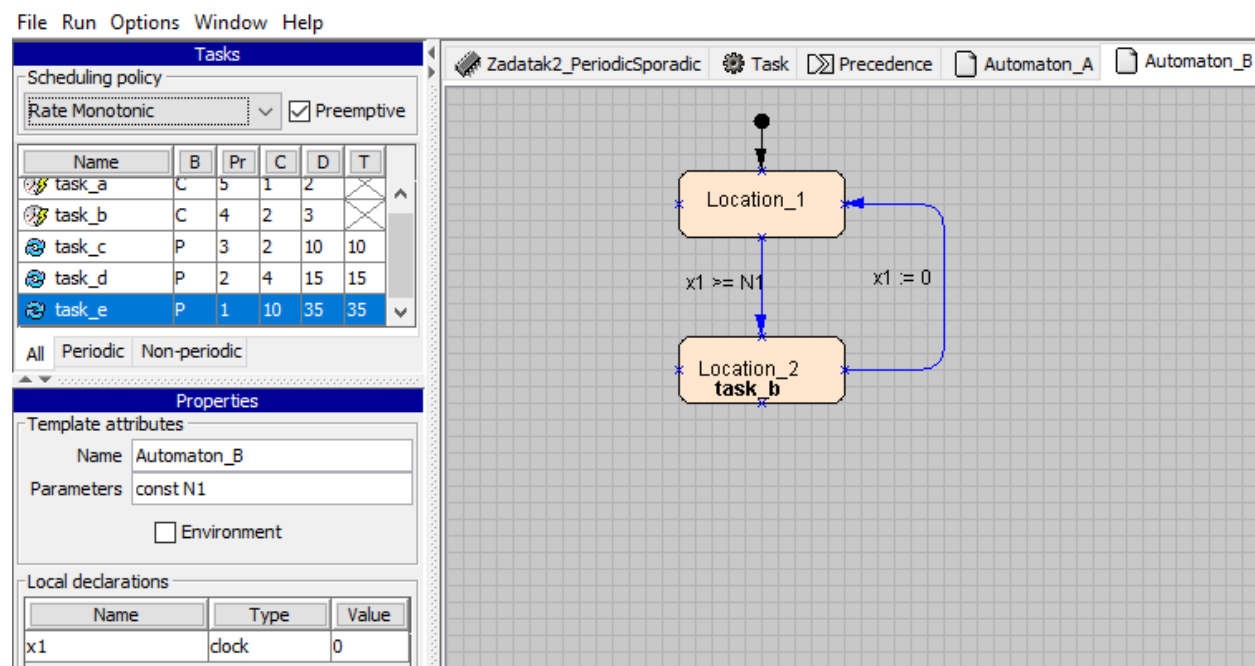
Tasks						
Scheduling policy						
Rate Monotonic <input type="checkbox"/> Preemptive						
Name	B	Pr	C	D	T	
task_a	C	5	1	2		
task_b	C	4	2	3		
task_c	P	3	2	10	10	
task_d	P	2	4	15	15	
task_e	P	1	10	35	35	

Slika 2.a) Tabela zadataka u TimesTool simulacionom alatu za raspoređivanje

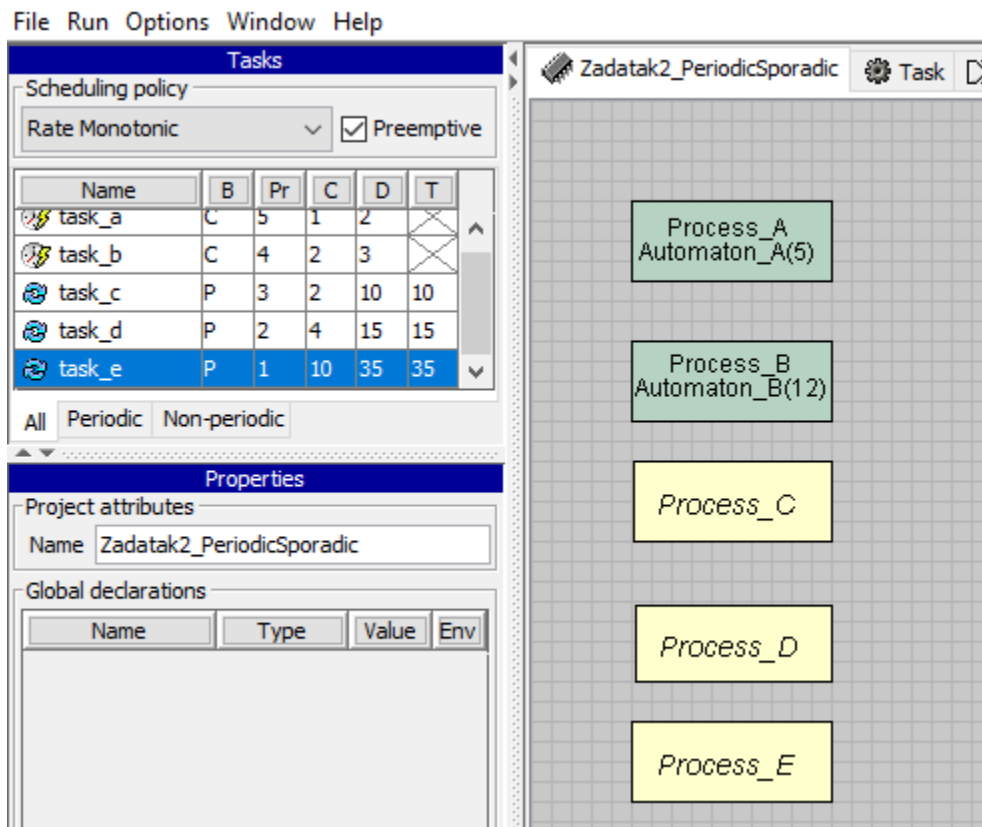
Aktivacija aperiodičnih zadataka **task_a** i **task_b** definisana je uvođenjem 2 template-a:



Slika 2.b) Template Automaton_A za task_a



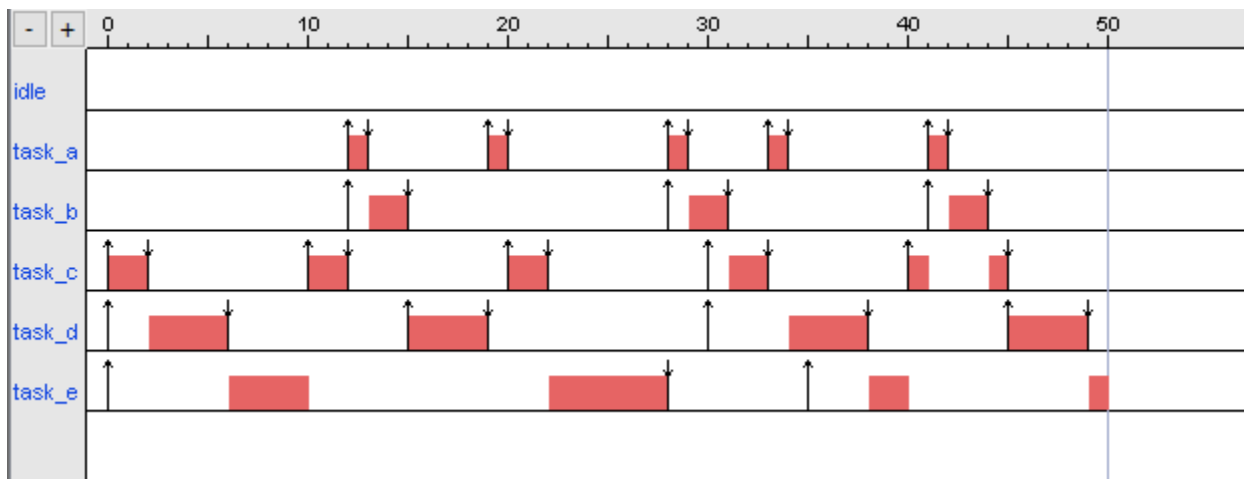
Slika 2.c) Template Automaton_B za task_b



Slika 2.d) Skup procesa (aperiodični zadaci) i komentara (periodični zadaci) za dati skup zadataka

Rezultat simulacije – slučaj kada u sistemu ne postoji zavisnost zadataka

Za raspoređivanje zadataka se koristi RM algoritam raspoređivanja.

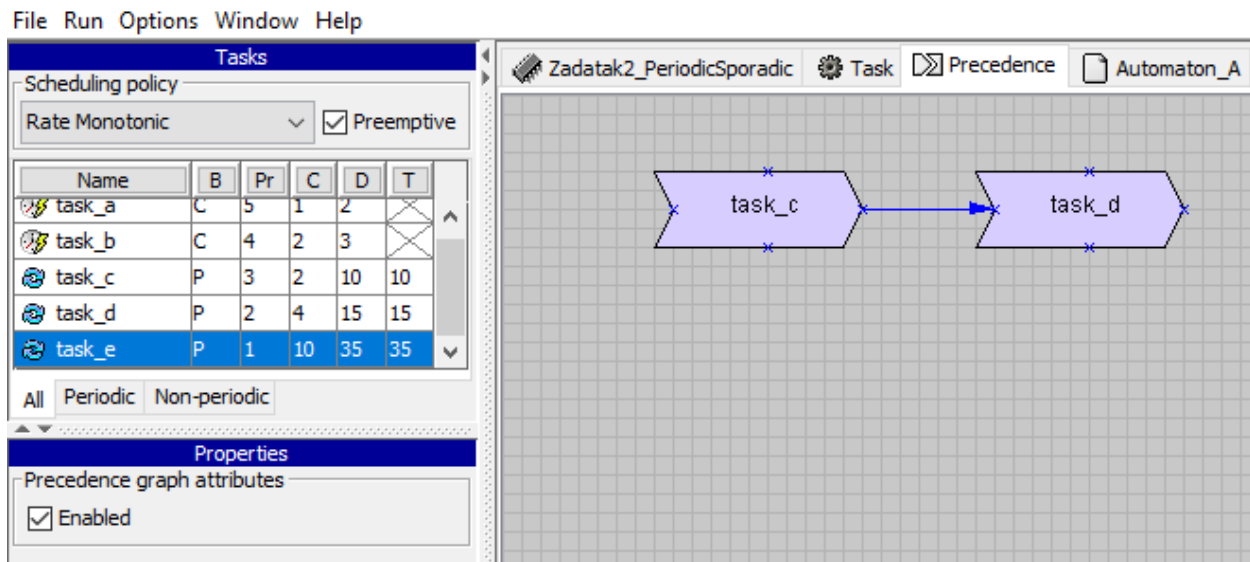


Slika 2.e) Gantt-ov dijagram

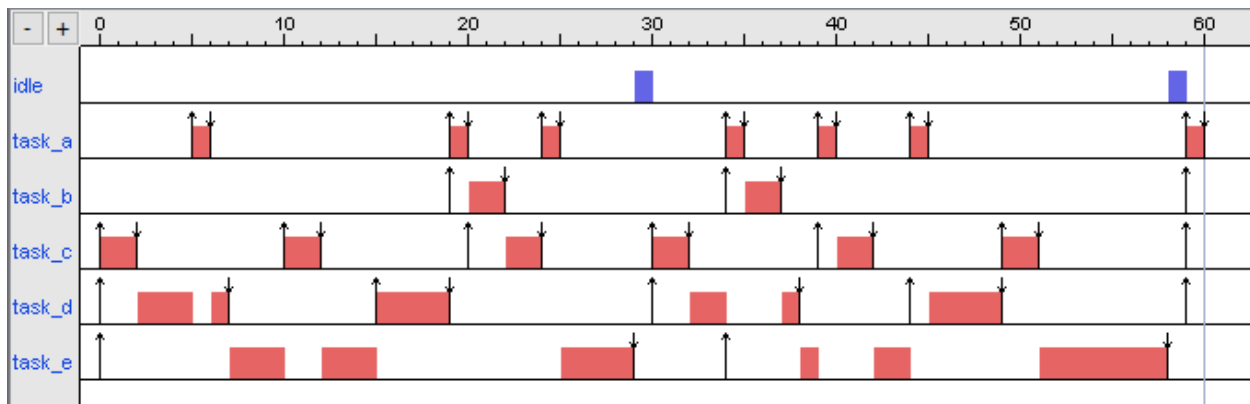
Na osnovu Gantt-ovog dijagrama možemo zaključiti da su svi periodični zadaci rasporedivi, tj. Deadline (rok) sva 3 zadatka iz skupa je ispunjen. Aperiodični zadaci **task_a** i **task_b**, čije je vrijeme aktivacije 5ms i 12ms, respektivno, se aktiviraju u trenucima 12ms (i traje 1ms) i 13ms (i traje 2ms), respektivno. To je standardno background raspoređivanje, jer su aperiodični zadaci došli na red za izvršavanje kada je procesor „slobodan“, tj. kada nema nijednog periodičnog zadatka dostupnog za izvršavanje u datom trenutku.

Rezultat simulacije – slučaj kada u sistemu postoji zavisnost zadataka

Definišimo zavisnost zadataka **task_c** (većeg prioriteta) i **task_d**:



Slika 2.f) Zavisnost zadataka task_c i task_d



Slika 2.g) Gantt-ov dijagram nakon dodavanja zavisnosti zadataka

U ovom slučaju, nakon dodavanja zavisnosti zadataka **task_c** i **task_d**, zaključujemo da zadaci nisu rasporedivi, jer nije ispunjen deadline (rok) zadatka **task_d** na intervalu od 30ms do 45ms, jer se izvršilo samo 3ms, umjesto 4ms.

