



# OPERACIJSKI SUSTAVI

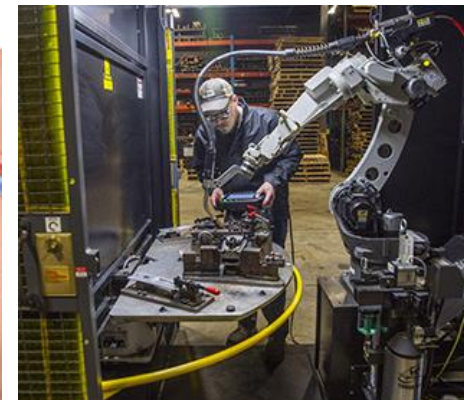
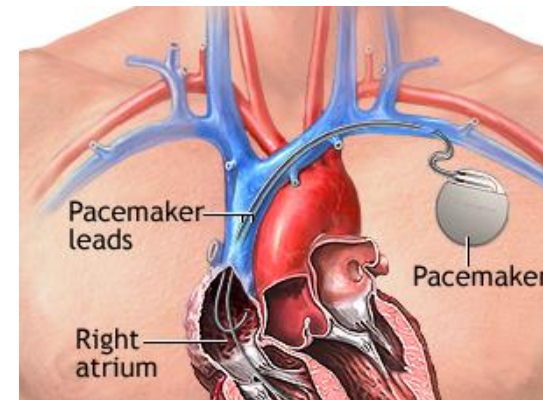
Multimedijski algoritmi u RTOS  
operativnim sustavima

# Gdje se koriste?

- Koriste se u okruženjima u kojima se događa **veliki** broj događaja, uglavnom izvan računalnog sustava (prekidi/interrupts)
- Moraju prihvatiti i obraditi prekide/interrupts u **kratkom** vremenu ili u određenim rokovima.
- Vrijeme obrade prekida/interrupts se mjeri u desetinkama sekunde.
- Sustav je vremenski vezan i ima fiksni rok.
- Obrada u ovoj vrsti sustava mora se odvijati unutar navedenih ograničenja - u suprotnom, to će dovesti do **kvara** sustava.

# Real-time operating system - RTOS

- Operativni sustav za *real-time* (stvarno-vremenske) aplikacije
- .hr stručni prijevod: „Multimedijski operacijski sustav”
- Primjeri:
  - Sustav za kontrolu leta (*Airline traffic control systems*)
  - Sustav za rezervaciju karata
  - Srčani stimulator srca (*pacemaker*)
  - Mrežni multimedijski sustavi (IPTV)
  - Roboti (npr. u auto industriji)
  - Vojni sustavi
  - ...



Izvor: Google

# Karakteristike

## Prednosti:

- Visoki stupanj iskorištenja
- Fokus na aplikaciji
- Error-free
- Alokacija memorije

## Nedostaci:

- Limitiran broj zadataka
- Zahtjevni hardware (\$\$\$\$)
- Koriste kompleksne algoritme
- Zahtijevaju zasebne driver-e (u assembleru)

Komercijalni OS: pSOS (Portable Software On Silicon), Versatile Real-Time Executive (VRTX), RT Linux, LynxOS...

# Algoritmi za raspodjelu CPU vremena

- RMS - Rate Monotic Scheduling
- EDF - Earliest Deadline First

# RMS - Rate Monotonic Scheduling

- Gleda isključivo **prioritet**
- Veći prioritet prekida manji
- Prioritet se računa kao broj izvršavanja u sekundi

# EDF - Earliest Deadline First

- Dinamički algoritam
  - Ne zahtjeva da procesi budu periodički ni da jednako troše CPU
- Stvara se lista pokrenutih procesa sortiranih po vremenu do deadline-a (završetka)
- Pokreće se onaj kojem je **najbliži deadline**
- Kada uđe novi proces u sustav, provjerava se njegov deadline i ako je manji, prekida se trenutni

# Zadatak 1



# Zadatak 1.

- **Proces A**
  - Trajanje: 10ms
  - Ponavljanje/Period: 40ms
- **Proces B**
  - Trajanje: 5ms
  - Ponavljanje/Period: 30ms
- **Proces C:**
  - Trajanje: 20ms
  - Ponavljanje/Period: 50ms

# Zadatak 1. – izračunavanje prioriteta

- A – 10ms svakih 40ms
- B – 5ms svakih 30ms
- C – 20ms svakih 50ms

- Računanje prioriteta:

- $\text{Prioritet} = \frac{1}{\text{period}}$

- $A = \frac{1}{40ms} = 25; B = \frac{1}{30ms} = 33; C = \frac{1}{50ms} = 20$

B – najveći  
C - najmanji

# Zadatak 1 – izračun rješivosti

- A – 10ms svakih 40ms, prioritet 25
- B – 5ms svakih 30ms, prioritet 33
- C – 20ms svakih 50ms, prioritet 20

- Računanje rješivosti:

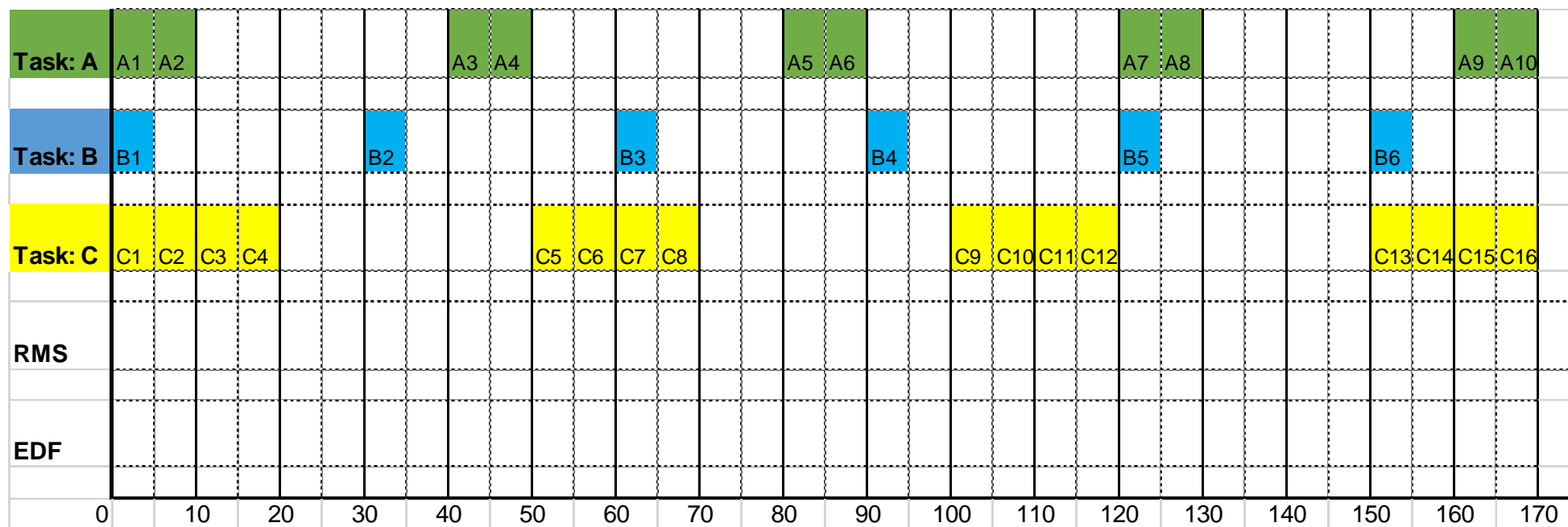
$$\sum_{i=1}^m \frac{C_i}{P_i} \leq 1 \quad \frac{10}{40} + \frac{5}{30} + \frac{20}{50} \leq 1$$

- $0,81666 \leq 1$



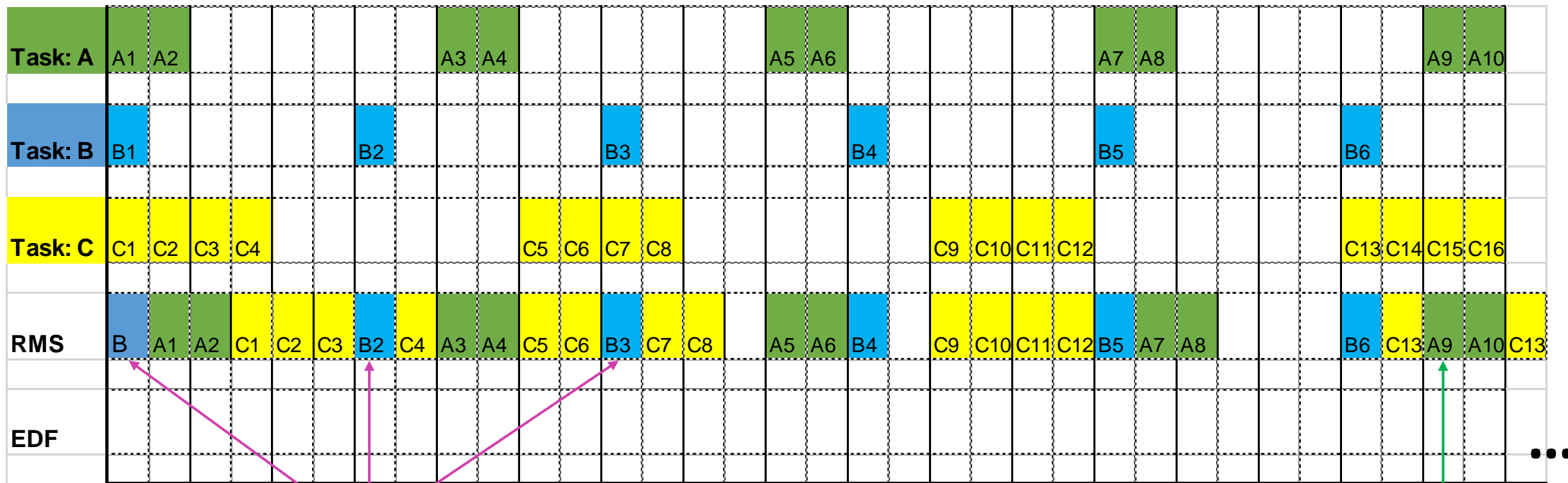
# Zadatak 1 – Unos u tablicu

- A – 10ms svakih 40ms, prioritet 25
- B – 5ms svakih 30ms, prioritet 33
- C – 20ms svakih 50ms, prioritet 20



# Rješenje RMS:

A – 10ms svakih 40ms, prioritet 25  
 B – 5ms svakih 30ms, prioritet 33  
 C – 20ms svakih 50ms, prioritet 20



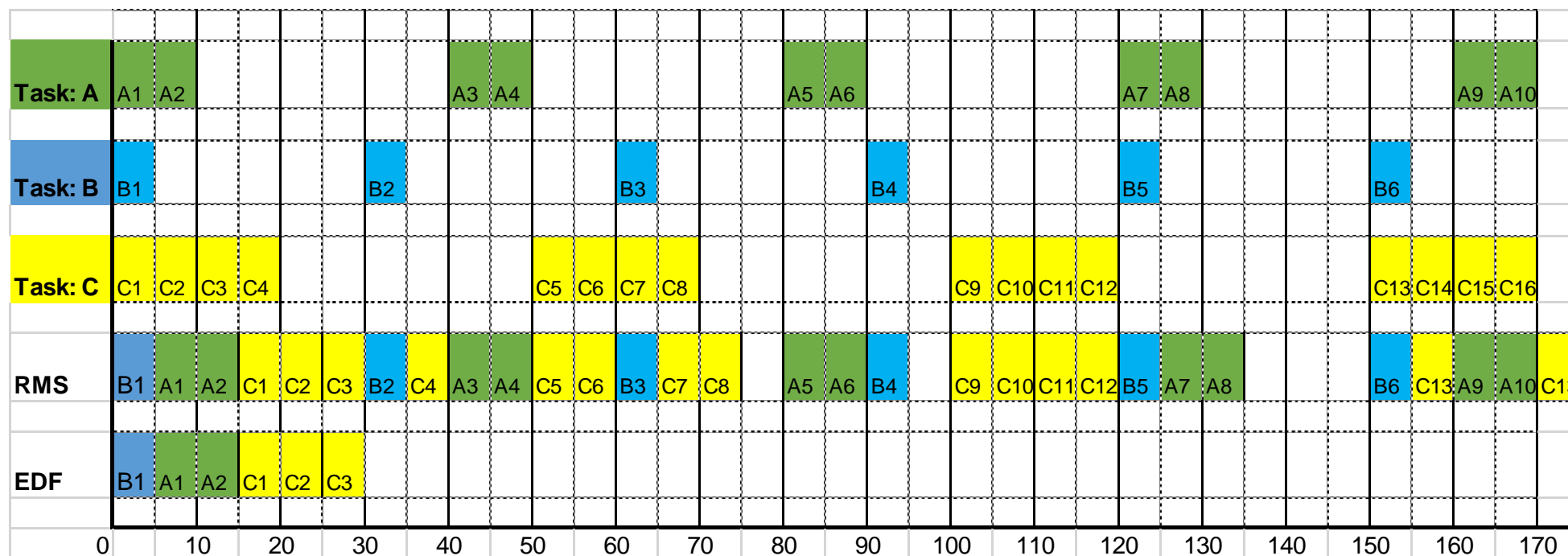
B ima veći prioritet

A ima veći prioritet od C

# Zadatak 1 EDF

- A – 10ms svakih 40ms, prioritet 25
- B – 5ms svakih 30ms, prioritet 33
- C – 20ms svakih 50ms, prioritet 20

- Stvara se lista pokrenutih procesa sortiranih po vremenu do deadline-a (završetka)
- Pokreće se onaj kojem je **najbliži deadline**
- Kada uđe novi proces u sustav, provjerava se njegov deadline i ako je **manji**, prekida se trenutni



**T=0ms** – A ili B ili C?  
 Novi A dolazi u 40ms  
 Novi B dolazi u 30ms  
 Novi C dolazi u 50ms

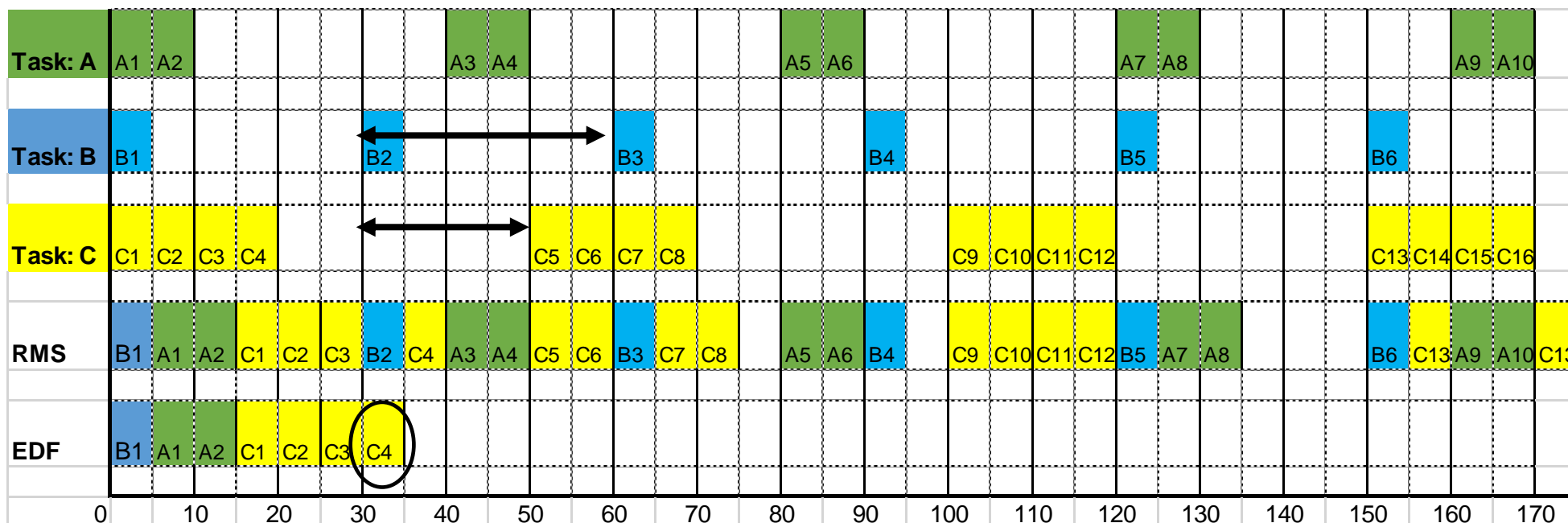
**T=5ms** – A ili C?  
 Novi A dolazi za 35ms  
 Novi C dolazi za 45

...

# Zadatak 1 EDF

- A – 10ms svakih 40ms, prioritet 25
- B – 5ms svakih 30ms, prioritet 33
- C – 20ms svakih 50ms, prioritet 20

- Stvara se lista pokrenutih procesa sortiranih po vremenu do deadline-a (završetka)
- Pokreće se onaj kojem je **najbliži deadline**
- Kada uđe novi proces u sustav, provjerava se njegov deadline i ako je **manji**, prekida se trenutni



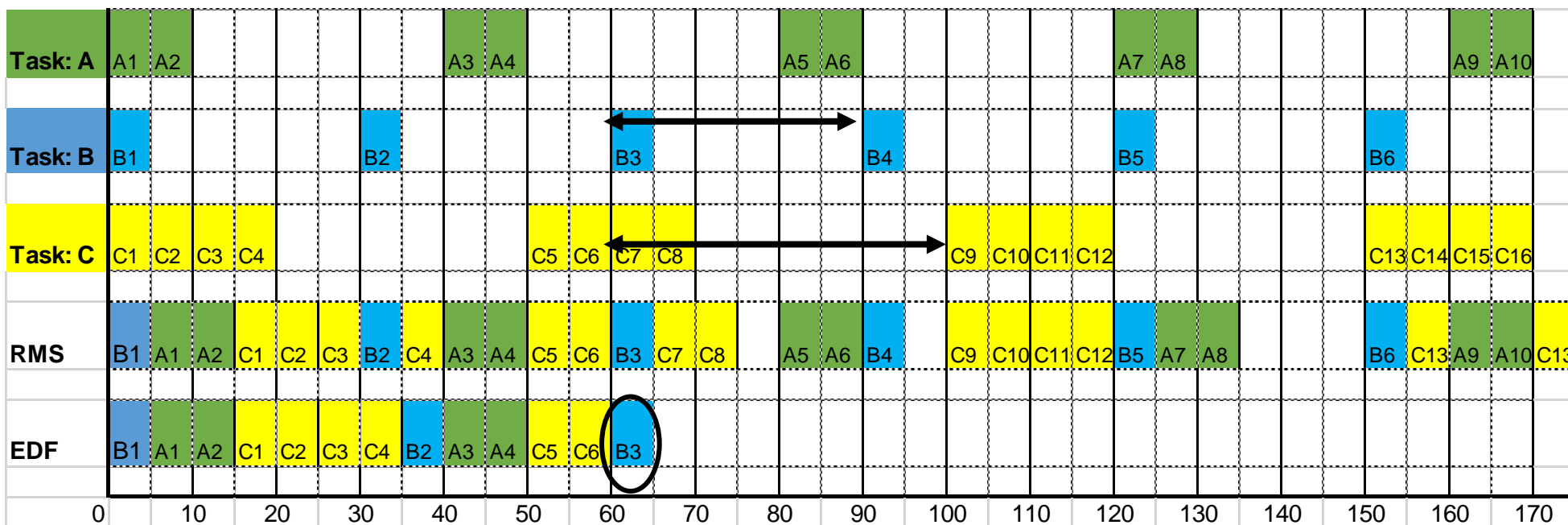
**T=30ms – ili B ili C:**  
 Novi B dolazi za 30ms  
 Novi C dolazi za 20ms

**C će doći prije B**

# Zadatak 1 EDF

- A – 10ms svakih 40ms, prioritet 25
- B – 5ms svakih 30ms, prioritet 33
- C – 20ms svakih 50ms, prioritet 20

- Stvara se lista pokrenutih procesa sortiranih po vremenu do deadline-a (završetka)
- Pokreće se onaj kojem je **najbliži deadline**
- Kada uđe novi proces u sustav, provjerava se njegov deadline i ako je **manji**, prekida se trenutni



**T=60ms** – B (novi) ili C?

Novi B dolazi za:  
 $90\text{ms} - 60\text{ms} = 30\text{ms}$

Novi C dolazi za:  
 $100 - 60\text{ms} = 40\text{ms}$   
 (iako još nije završio)

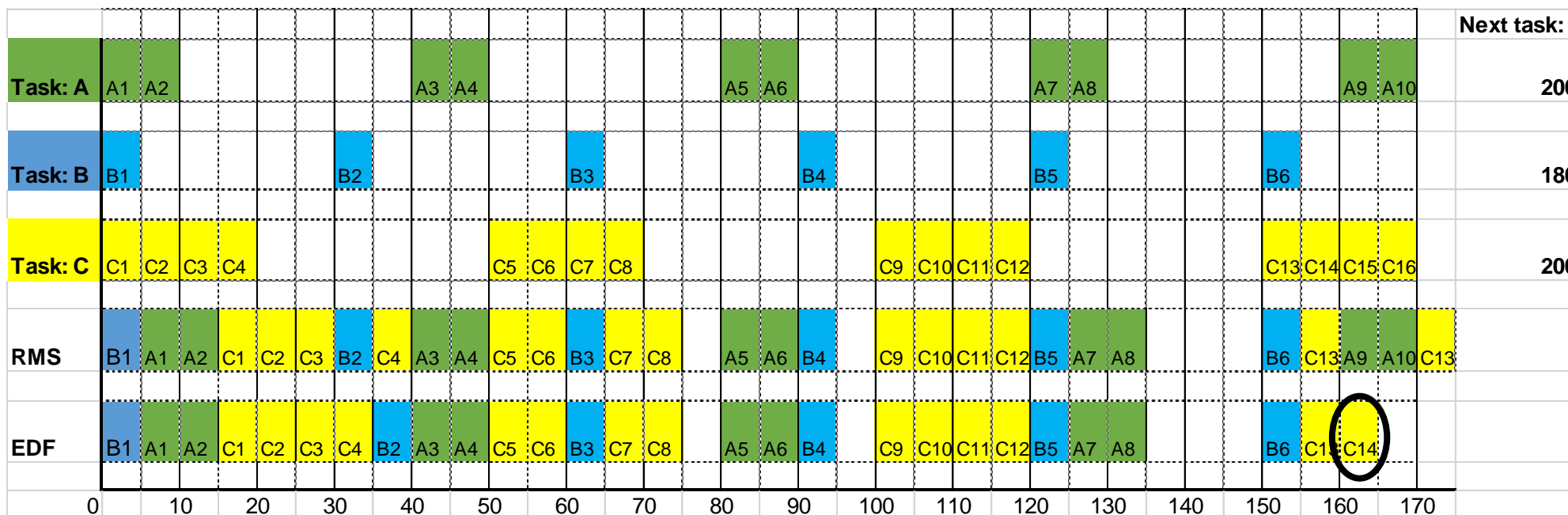
B ima **bliži** deadline – pa prekida C



# Zadatak 1 EDF

- A – 10ms svakih 40ms, prioritet 25
- B – 5ms svakih 30ms, prioritet 33
- C – 20ms svakih 50ms, prioritet 20

- Stvara se lista pokrenutih procesa sortiranih po vremenu do deadline-a (završetka)
- Pokreće se onaj kojem je **najbliži deadline**
- Kada uđe novi proces u sustav, provjerava se njegov deadline i ako je **manji**, prekida se trenutni



**T=165ms** – ili A (novi) ili C

Novi A dolazi za:  
 $200 - 165 = 35\text{ms}$

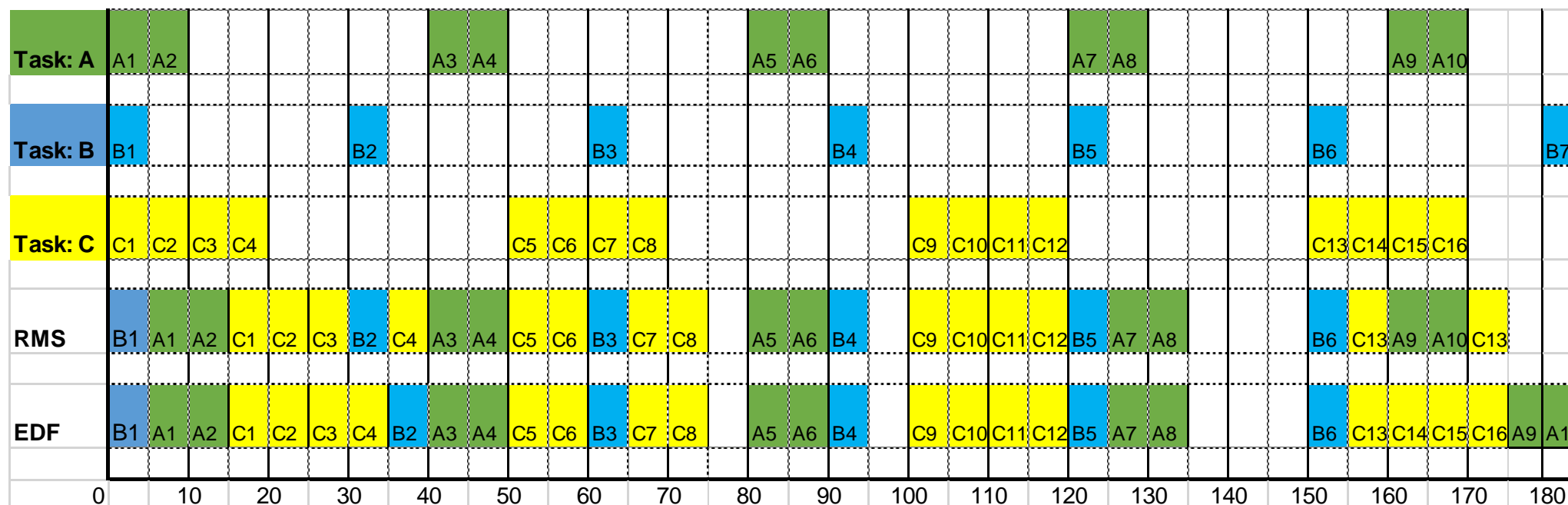
Novi C dolazi za :  
 $200 - 165 = 35\text{ms}$

Novi A nije kraći od C  
 pa se C ne prekida  
 (isti su)

# Zadatak 1 EDF

- A – 10ms svakih 40ms, prioritet 25
- B – 5ms svakih 30ms, prioritet 33
- C – 20ms svakih 50ms, prioritet 20

Tu je bio kraj zadatka 😊



# Zadatak 2

# Zadatak 2

- **Proces A**
  - Trajanje: 5ms
  - Ponavljanje/Period: 30ms
- **Proces B**
  - Trajanje: 10ms
  - Ponavljanje/Period: 25ms
- **Proces C:**
  - Trajanje: 15ms
  - Ponavljanje/Period: 40ms

# Zadatak 2 – izračun prioriteta u rješivosti

- A – 5ms svakih 30ms, prioritet 33 (=1/30ms)
- B – 10ms svakih 25ms, prioritet 40 (=1/25ms)
- C – 15ms svakih 40ms, prioritet 25 (=1/40ms)

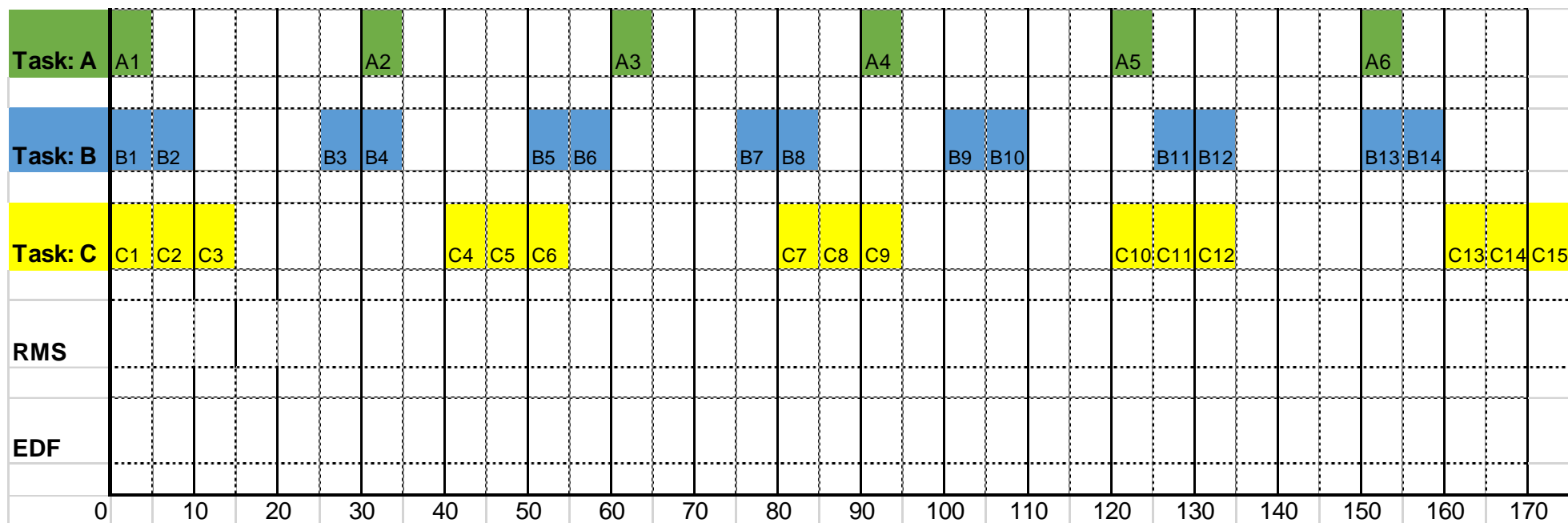
• Riješivost:

$$\sum_{i=1}^m \frac{C_i}{P_i} \leq 1 \quad \frac{5}{30} + \frac{10}{25} + \frac{15}{40} \leq 1$$

- $0,94166 \leq 1$   *Rješiv je, ali JEDVA...*

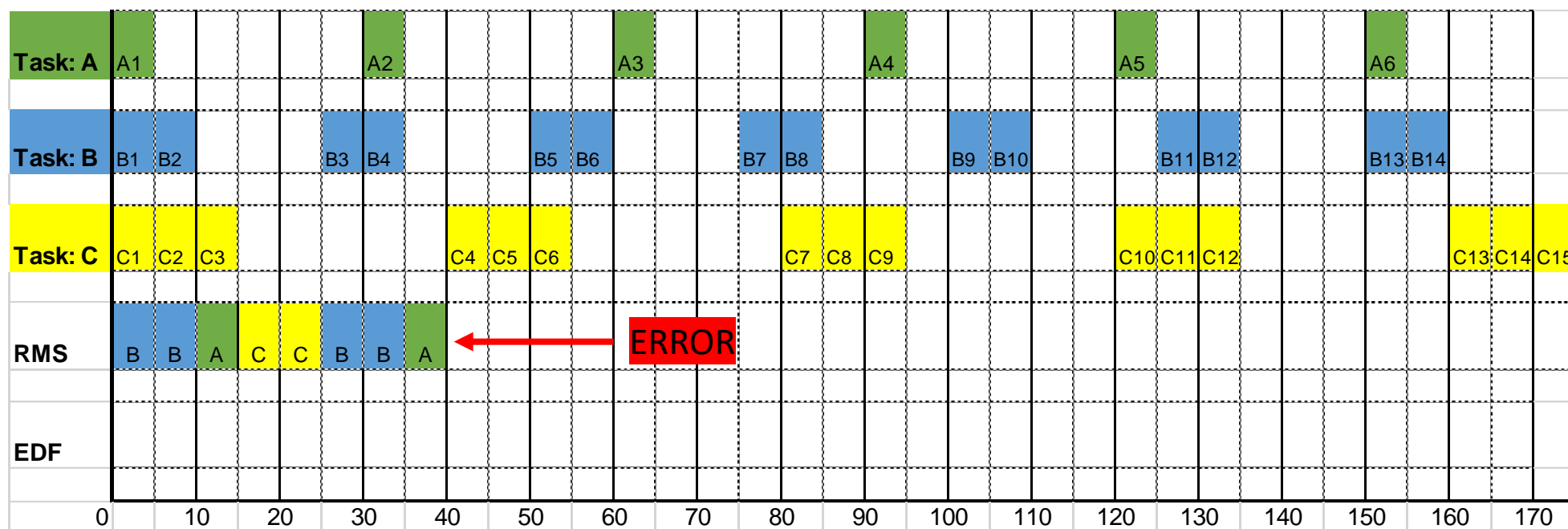
# Zadatak 2 – Unos u tablicu

- A – 5ms svakih 30ms, prioritet 33
- B – 10ms svakih 25ms, prioritet 40
- C – 15ms svakih 40ms, prioritet 25



# Zadatak 2 – RMS

- A – 5ms svakih 30ms, prioritet 33
- B – 10ms svakih 25ms, prioritet 40
- C – 15ms svakih 40ms, prioritet 25



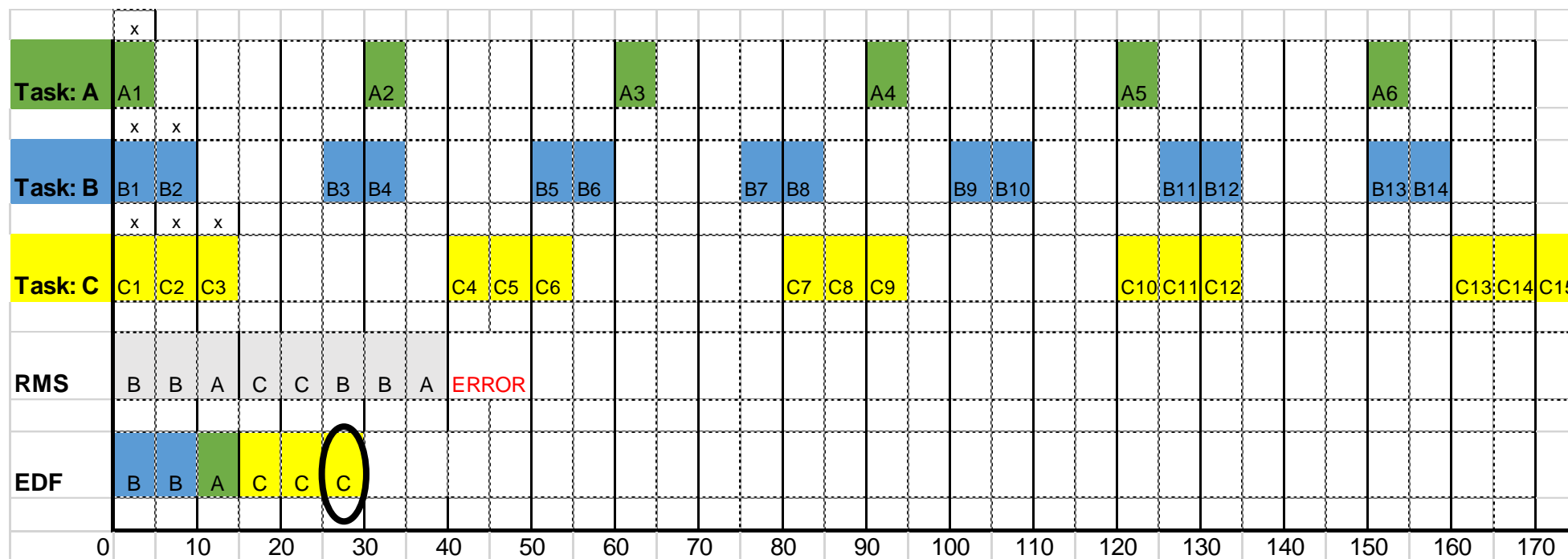
T=40ms  
C3 nije završio a  
trebao bi ići C4 –  
**GREŠKA/ERROR**

THE END

# Zadatak 2. - EMS

- A – 5ms svakih 30ms
- B – 10ms svakih 25ms
- C – 15ms svakih 40ms

- Stvara se lista pokrenutih procesa sortiranih po vremenu do deadline-a (završetka)
- Pokreće se onaj kojem je **najbliži deadline**
- Kada uđe novi proces u sustav, provjerava se njegov deadline i ako je **manji**, prekida se trenutni



**T=25ms B ili C?**

C još nije završio,  
B je novi i pokušava  
prekinuti

Novi B dolazi u 50ms  
(50ms-25ms = **25ms**)

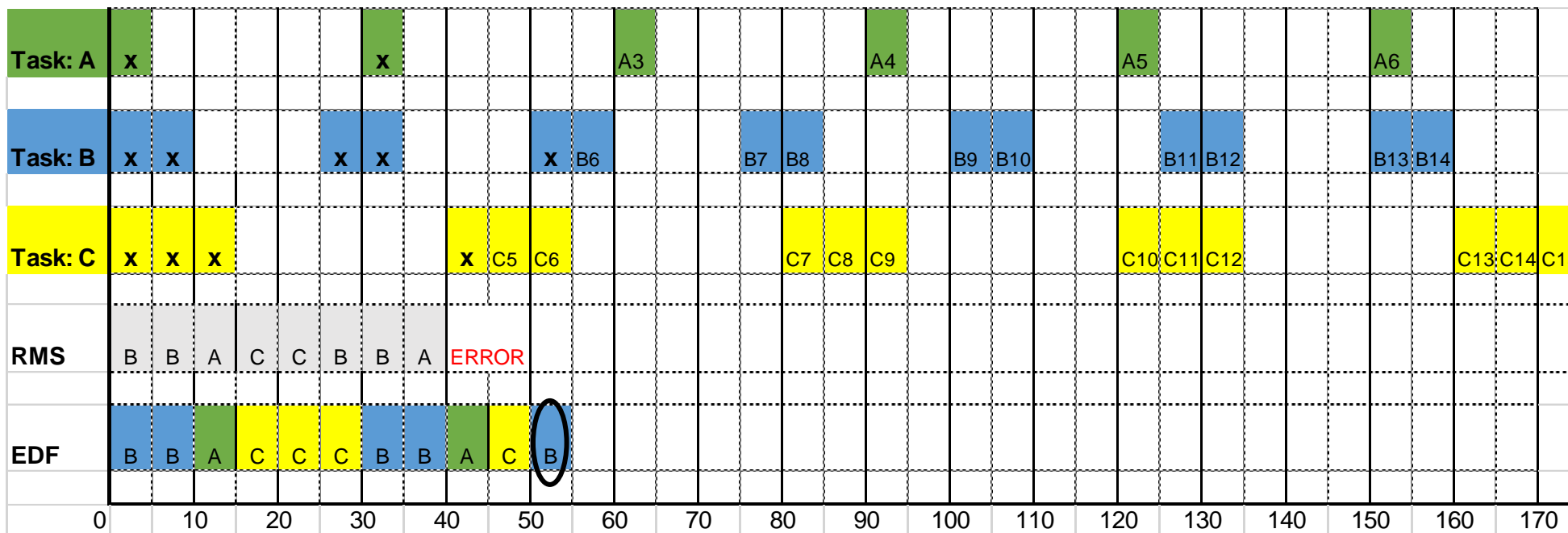
Novi C dolazi u 40ms  
(50ms-40ms = **10ms**)



# Zadatak 2. - EMS

- A – 5ms svakih 30ms
- B – 10ms svakih 25ms
- C – 15ms svakih 40ms

- Stvara se lista pokrenutih procesa sortiranih po vremenu do deadline-a (završetka)
- Pokreće se onaj kojem je **najbliži deadline**
- Kada uđe novi proces u sustav, provjerava se njegov deadline i ako je **manji**, prekida se trenutni



T=50ms B ili C?

C još nije završio,  
B je novi i pokušava  
prekinuti

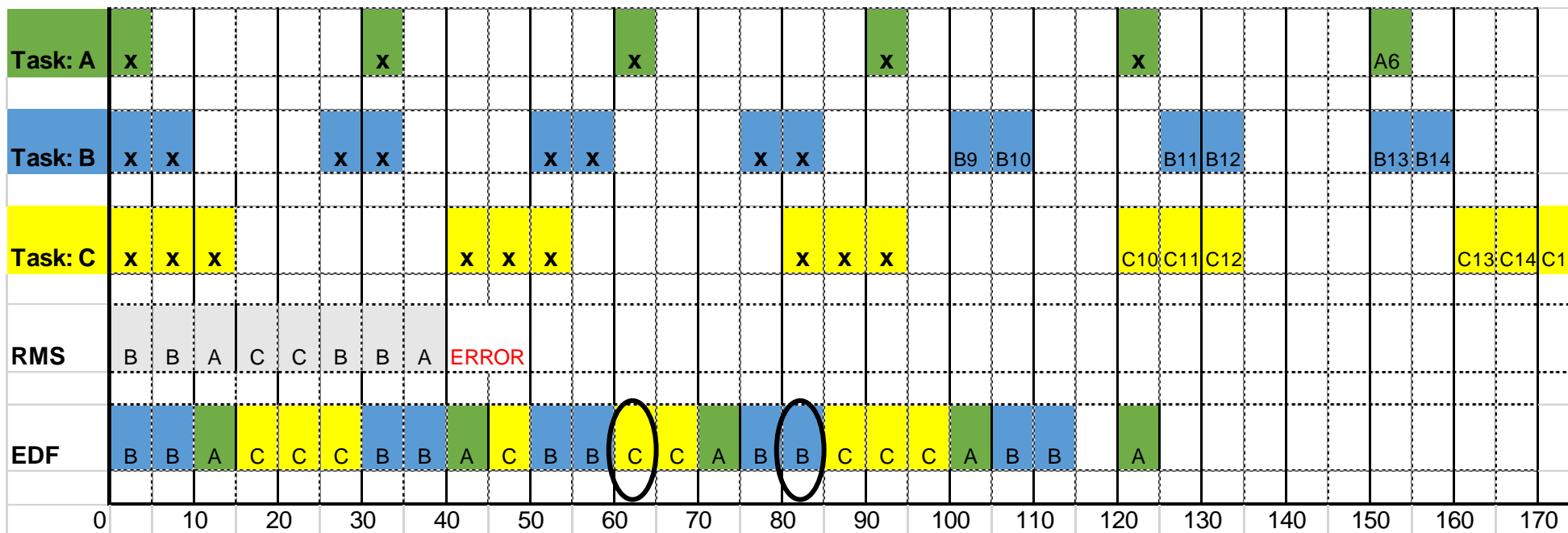
Novi B dolazi u 75  
70-50= **20ms**

Novi C dolazi u 80  
80-50 = 30ms

# Zadatak 2. - EMS

- A – 5ms svakih 30ms
- B – 10ms svakih 25ms
- C – 15ms svakih 40ms

- Stvara se lista pokrenutih procesa sortiranih po vremenu do deadline-a (završetka)
- Pokreće se onaj kojem je **najbliži deadline**
- Kada uđe novi proces u sustav, provjerava se njegov deadline i ako je **manji**, prekida se trenutni



**T=60ms A ili C?**

Još imam 2x C  
A pokušava prekinuti

Novi C dolazi za  $80-60 = 20\text{ms}$

Novi A dolazi za  $90-60 = 30\text{ms}$

**T=80ms B ili C?**

Još imam 1xB  
C pokušava prekinuti

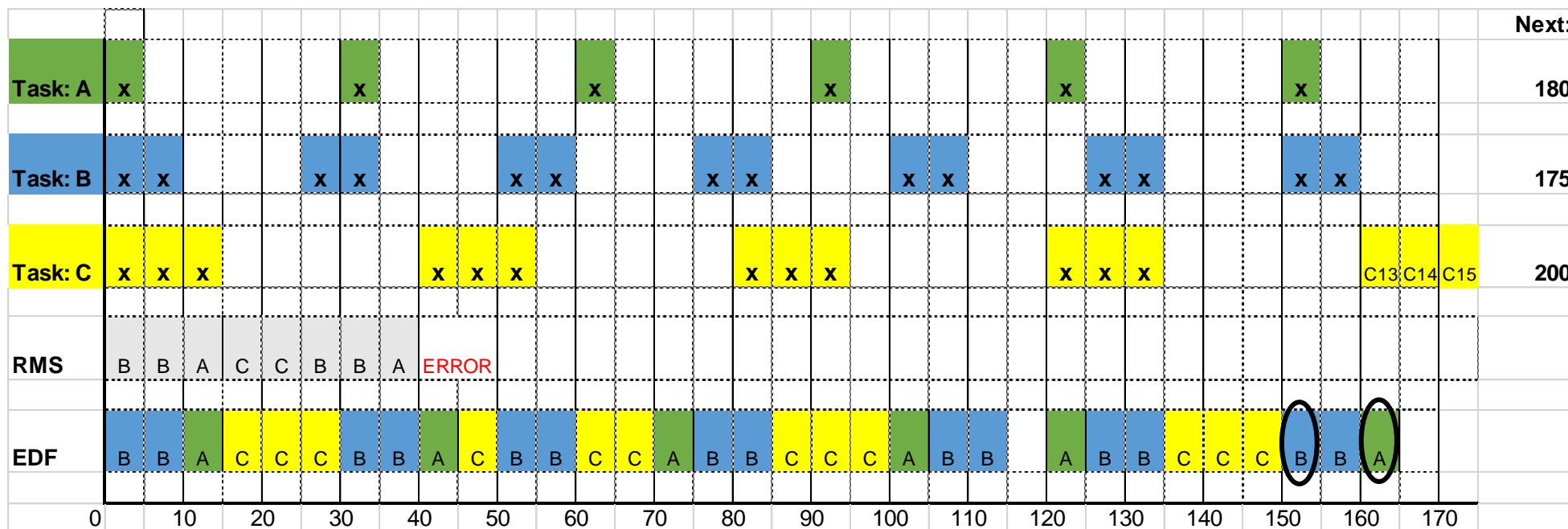
Novi B dolazi za  $100-80 = 20\text{ms}$

Novi C dolazi za  $120-80 = 40\text{ms}$

# Zadatak 2. - EMS

- A – 5ms svakih 30ms
- B – 10ms svakih 25ms
- C – 15ms svakih 40ms

- Stvara se lista pokrenutih procesa sortiranih po vremenu do deadline-a (završetka)
- Pokreće se onaj kojem je **najbliži deadline**
- Kada uđe novi proces u sustav, provjerava se njegov deadline i ako je **manji**, prekida se trenutni



Next:

**T=150ms A ili B?**

A i B stigli istovremeno

Novi A dolazi za  $180 - 150 = 30\text{ms}$

Novi B dolazi za  $175 - 150 = 25\text{ms}$

**T=160ms A ili C?**

Još imam 1xA

C pokušava prekinuti

Novi A dolazi za  $180 - 160 = 20\text{ms}$

Novi C dolazi za  $200 - 160 = 40\text{ms}$

# Zadatak 2. - EMS

- A – 5ms svakih 30ms
- B – 10ms svakih 25ms
- C – 15ms svakih 40ms

Task: A	x					x				x					x					x						x												
Task: B	x	x				x	x			x	x				x	x				x	x					x	x								B			
Task: C	x	x	x						x	x	x									x	x	x														x	x	x
RMS	B	B	A	C	C	B	B	A	ERROR																													
EDF	B	B	A	C	C	C	B	B	A	C	B	B	C	C	C	A	B	B							A	B	B	C	C	C	B	B	A	C	C	C		

# Pitanje

- Da li kod EDF gledamo prioritete?





# Zadatak 3.

- A – 10ms svakih 40ms
  - B – 5ms svakih 30ms
  - C – 5ms svakih 20ms
- 
- a) Izračunaj prioritete i izvedivost (1 bod od 15)
  - b) RMS algoritam (3 boda od 15)
  - c) EDF algoritam (4 boda od 15)

# Rješenje 3a:

- Rješivost:

- $\frac{10}{40} + \frac{5}{30} + \frac{5}{20} \leq 1$

- $0,6667 \leq 1$  – zadatak je rješiv

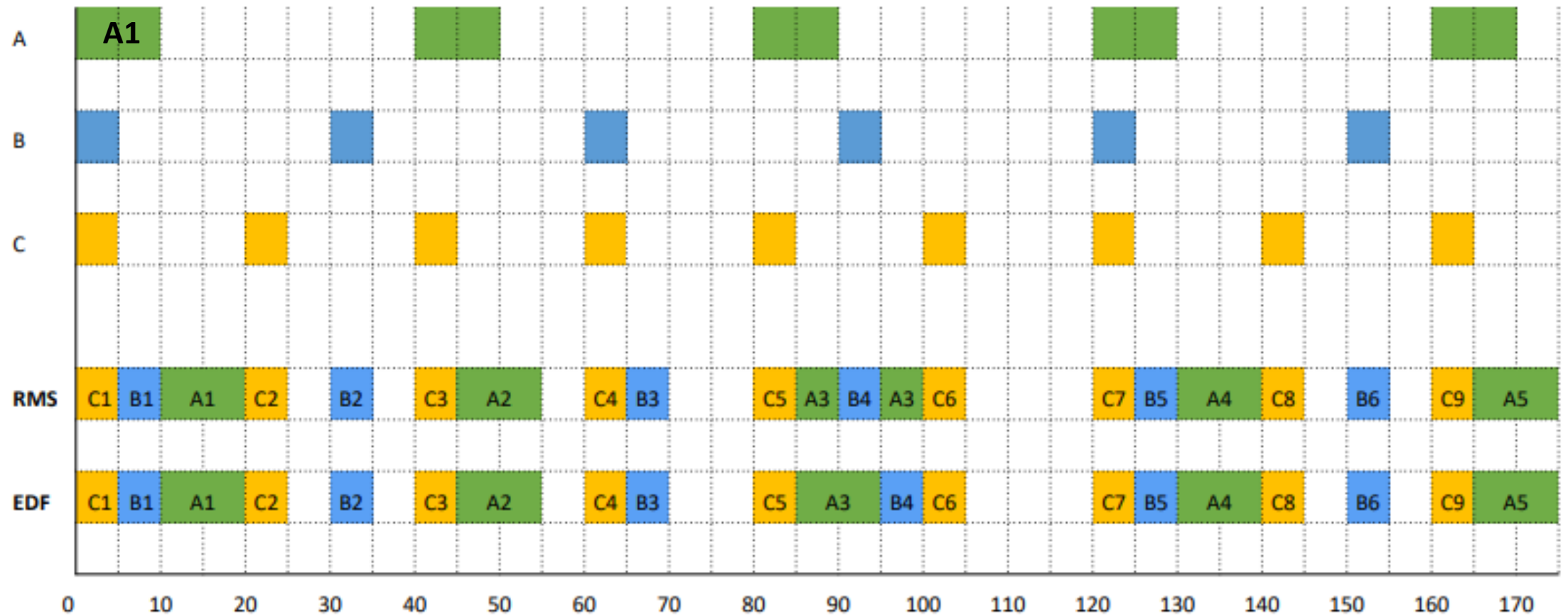
- Prioriteti:

- A – 10ms svakih 40ms, prioritet:  $1/40\text{ms} = 25$
  - B – 5ms svakih 30ms, prioritet:  $1/30\text{ms} = 33$
  - C – 5ms svakih 20ms, prioritet:  $1/20\text{ms} = 50$

- Redoslijed prioriteta: C, B, A



# Rješenje 3b, 3c.



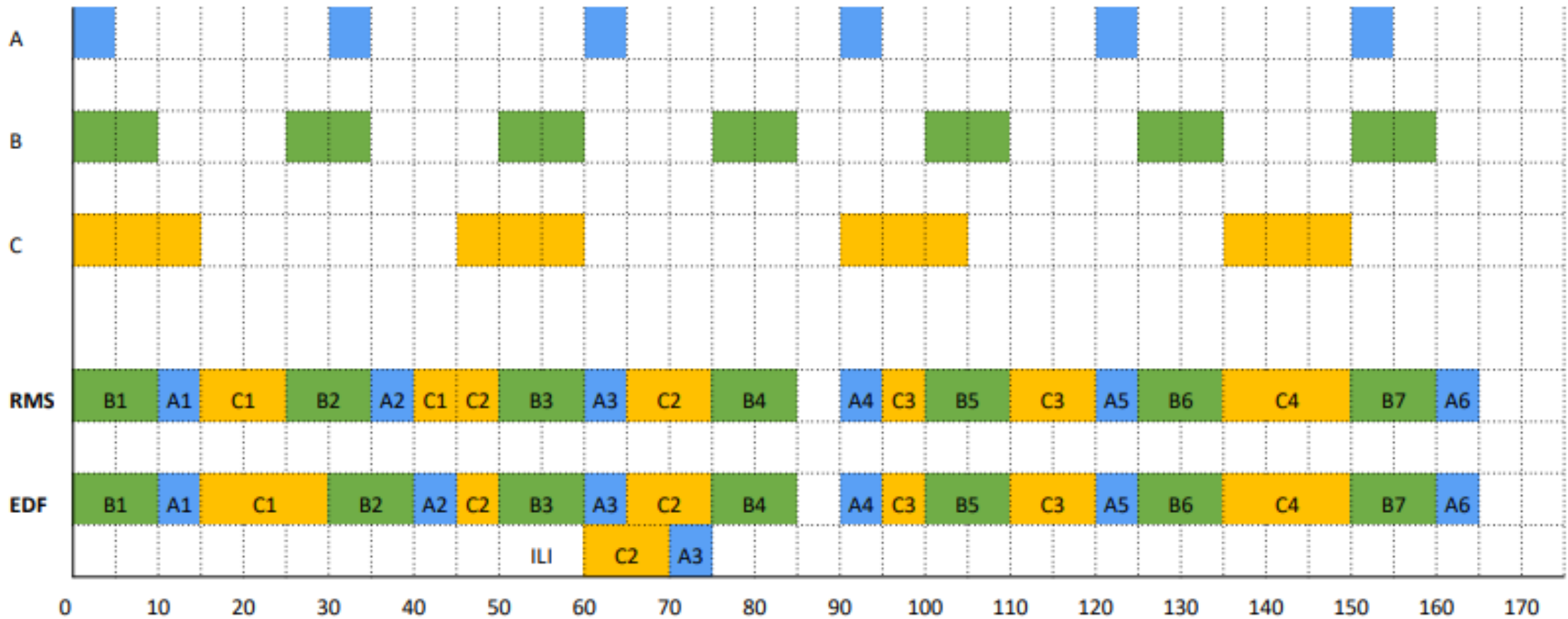
# Zadatak 4.

- A – 5ms svakih 30ms
  - B – 10ms svakih 25ms
  - C – 15ms svakih 45ms
- 
- Izračunaj prioritete i izvedivost (1 bod od 15)
  - RMS algoritam (3 boda od 15)
  - EDF algoritam (4 boda od 15)

# Rješenje 4a.

- A – 5ms svakih 30ms, prioritet 33
- B – 10ms svakih 25ms, prioritet 40
- C – 15ms svakih 45ms, prioritet 22
  
- Izvodljivost:
  - $\frac{5}{30} + \frac{10}{25} + \frac{15}{45} \leq 1$
  - $0,9 \leq 1$ , zadatak je rješiv

# Rješenje 4b, 4c



**Hvala na pažnji!**

