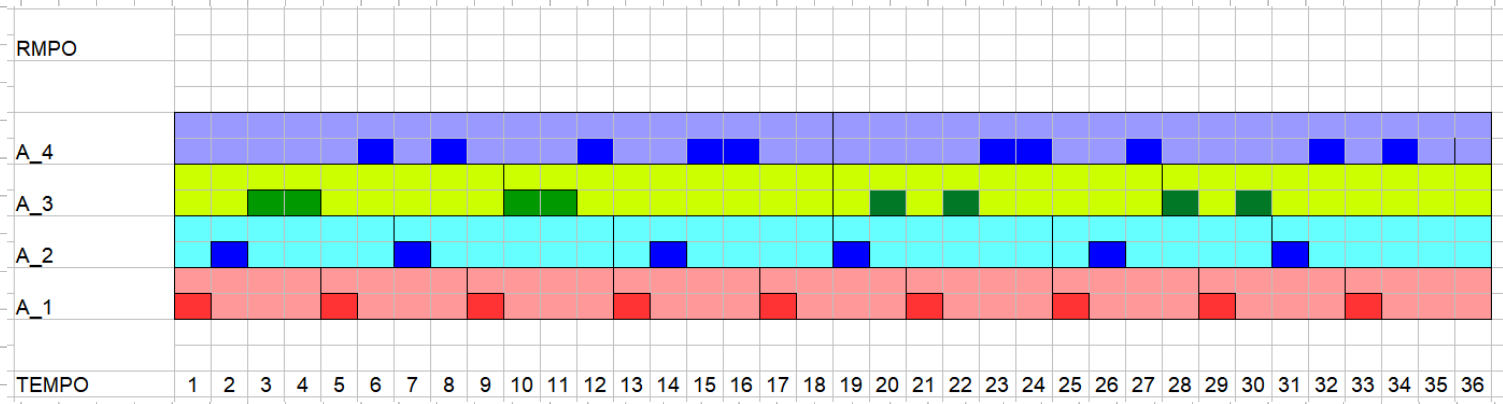
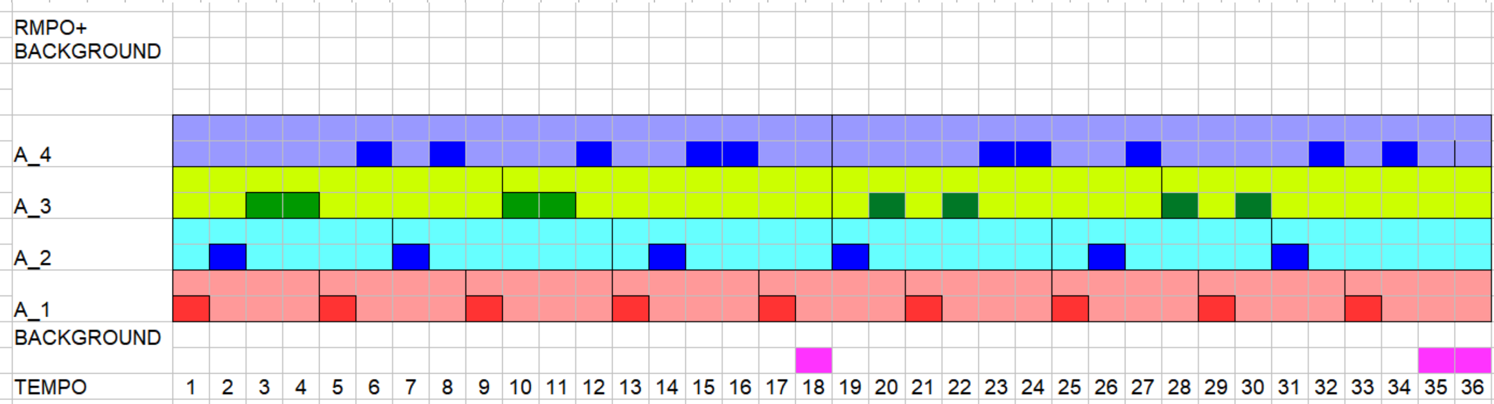
Es 1) l'insieme dei task periodici equivalente e':

	T_i	C_i
A_1	4	1
A_2	6	1
A_3	9	2
A_4	18	5

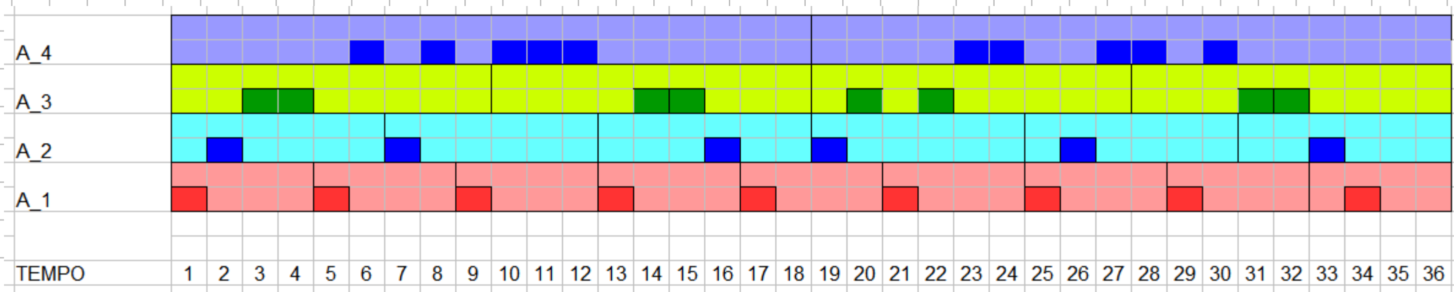
il Fattore di utilizzazione e' $U = \sum \frac{C_i}{T_i} = \frac{33}{36} < 1$

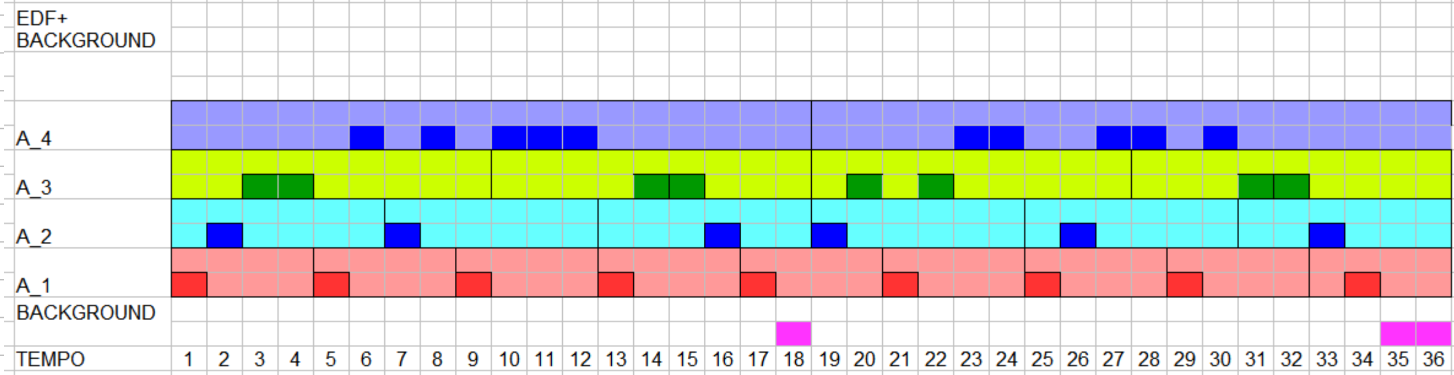
Nessuna delle condizioni sufficienti e' soddisfatta per RMPO, non sono in relazione armonica e $\frac{33}{36} > 4(2^{1/4}-1) > \ln(2)$





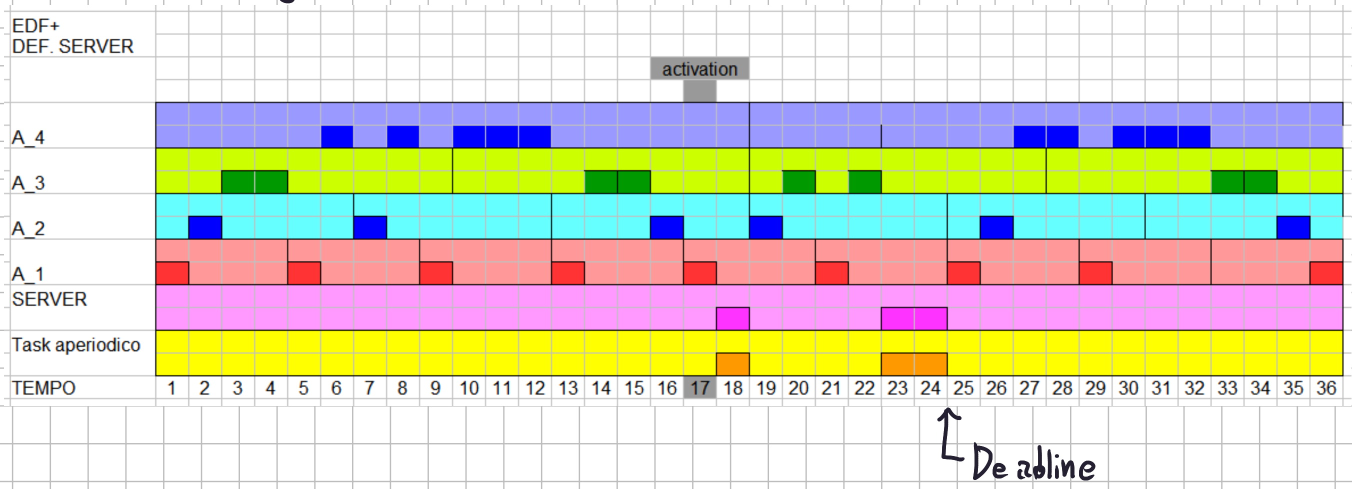
il task aperiodico non viene eseguito entro la deadline.





il task aperiodico non viene eseguito entro la deadline.

Usando Deferring Server invece si.

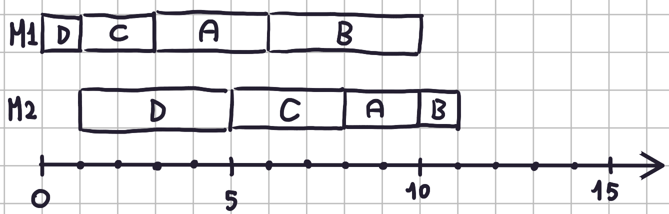


Es 2)

Parti meccaniche	A	B	C	D
Macchina #1	3	4	2	1
Macchina #2	2	1	3	4

costruisco $S1 = \{D, C\}$ $S2 = \{A, B\}$

Sequenziamento: D, C, A, B. In seguito riportato il diagramma:

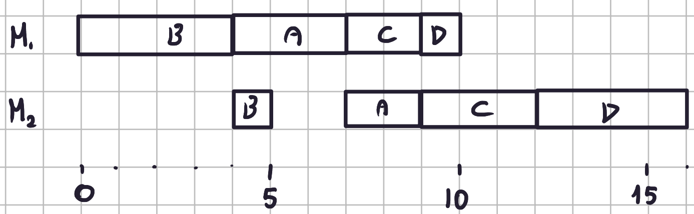


Tempo tot: 11 minuti

- Se D venisse sostituito l'intervallo [1, 3] non avrebbe alcuna lavorazione.

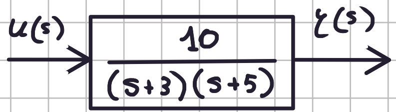
=> in generale ogni sostituzione comporterebbe un'attesa, non é possibile sostituire le lav. su M2 senza peggiorare il tempo.

Il peggior sequenziamento possibile é: B, A, C, D

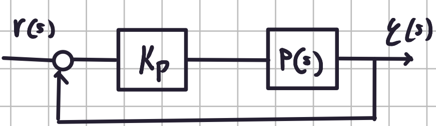


tempo tot: 16

Es 3)



i) $u(t) = K_p e(t)$ diminuisce (ma non annulla) l'errore a regime, all'aumentare di K_p aumenta la sovraelongazione e si rischia di destabilizzare il sistema.



$$L(s) = K_p P(s) = \frac{K_p 10}{(s+3)(s+5)}$$

$$F(s) = \frac{y(s)}{r(s)} = \frac{K_p 10}{(s+3)(s+5)}\left(1+\frac{K_p 10}{(s+3)(s+5)}\right)^{-1}$$

$$y(s) = r(s) F(s)$$

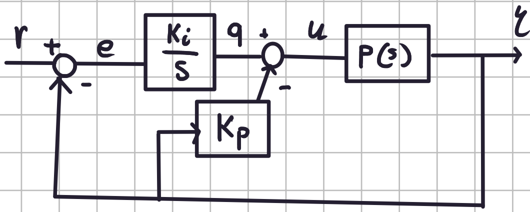
$$F(s) = \frac{K_p 10}{(s+3)(s+5)} \cdot \frac{(s+3)(s+5)}{(s+3)(s+5)+K_p 10} = \frac{K_p 10}{(s+3)(s+5)+K_p 10} = \frac{K_p 10}{s^2+8s+15+K_p 10} \Rightarrow F(0) = \frac{K_p 10}{15+K_p 10} \neq 1.$$

ii) Nel secondo caso si tratta di un'azione PI, l'azione integrale AZZERA l'errore a regime, ma diminuisce la prontezza di risposta ed il margine di stabilità.

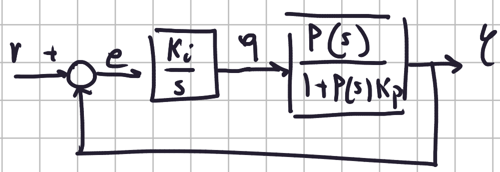
$$C(s) = K_p + \frac{1}{s}K_i \Rightarrow L(s) = P(s)C(s) = \left(K_p + \frac{1}{s}K_i\right)\frac{10}{(s+3)(s+5)} \qquad F(s) = \frac{L(s)}{1+L(s)} = \frac{y(s)}{r(s)}$$

$$F(s) = \frac{s10K_p + 10K_i}{s(s+3)(s+5)+10K_p s+10K_i} \qquad \lim_{s\to 0} F(s) = \frac{10K_i}{10K_i} = 1 \Rightarrow \lim_{t\to\infty} e(t) = 0$$

iii) Si tratta di un'azione $P_y I$ con azione proporzionale calcolata sull'uscita, in tal modo, si riducono picchi dello sforzo di controllo quando il riferimento varia istantaneamente.



=



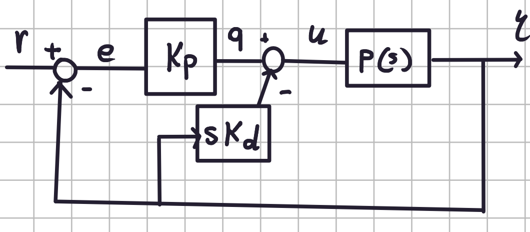
Calcolo $\frac{P(s)}{1+P(s)K_p}$:

$$\frac{10}{(s+5)(s+3)}\left(\frac{10K_p}{(s+5)(s+3)}+1\right)^{-1} = \frac{10}{(s+5)(s+3)}\left(\frac{(s+5)(s+3)+10}{K_p(s+5)(s+3)}\right)^{-1} = \overset{G(s)}{\overset{\shortparallel}{\frac{10K_p}{(s+5)(s+3)+10}}}$$

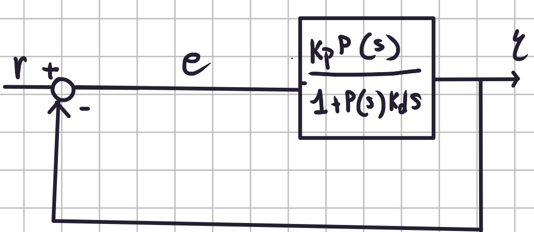
$$G(s)\frac{K_i}{s} = \frac{10K_p \cdot K_i}{s(s+5)(s+3)+10s} = L(s) \qquad F(s) = \frac{y}{r} = \frac{L(s)}{1+L(s)}$$

$$F(s) = \frac{10K_p \cdot K_i}{s(s+3)(s+5)+10K_p s+10K_i} \qquad F(0) = \frac{10K_pK_i}{10K_pK_i} = 1$$

iv) e' un'azione PD_y, la derivata e' calcolata sull'uscita per evitare picchi, l'errore a regime non sara' nullo.



=



$$L(s) = \frac{K_p P(s)}{1+P(s) K_d \cdot s} = \frac{K_p \cdot 10}{(s+5)(s+3)} \cdot \frac{(s+5)(s+3)}{K_d \cdot 10 \cdot s + (s+5)(s+3)} = \frac{K_p \cdot 10}{K_d \cdot 10 \cdot s + (s+5)(s+3)} \qquad F(s) = \frac{y}{r} = \frac{L(s)}{1+L(s)}$$

$$F(s) = \frac{K_p \cdot 10}{K_d \cdot 10 \cdot s + (s+5)(s+3)} \cdot \frac{K_d \cdot 10 \cdot s + (s+5)(s+3)}{K_d \cdot 10 \cdot s + (s+5)(s+3) + K_p \cdot 10} = \frac{K_p \cdot 10}{K_d \cdot 10 \cdot s + (s+5)(s+3) + K_p \cdot 10}$$

$$= \frac{K_p \cdot 10}{K_d \cdot 10 \cdot s + s^2 + 8s + 15 + K_p \cdot 10} \Rightarrow F(0) = \frac{K_p \cdot 10}{15 + K_p 10} \neq 1$$

Gli unici controllori che annullano l'errore sono il *ii)* ed il *iii)* e sono stabili per gli stessi parametri dato che condividono il denominatore. i poli sono:

$$s^2 + 8s + 15 + 10K_i s + 10K_p = 0 \qquad \text{i poli sono:}$$

$$p_1 = \sqrt{25K_i^2 + 40K_i - 10K_p + 1} - 5K_d - 4$$

$$p_2 = -\sqrt{25K_i^2 + 40K_i - 10K_p + 1} - 5K_d - 4$$

stabile per $(K_i, K_p) \in \mathbb{C}^2$ che rendono i poli ≤ 0.

Es 4) La matrice di incidenza e'

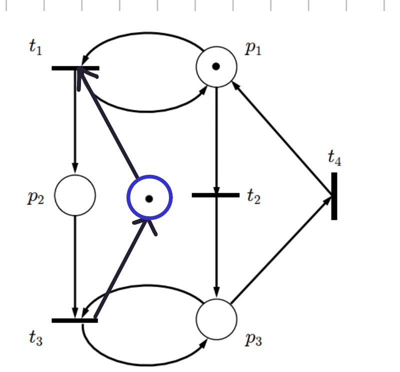
$$C = O - I = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 0 \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} 1 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & -1 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & -1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & -1 \end{bmatrix} \qquad C^T = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 \\ -1 & 0 & 1 \\ 0 & -1 & 0 \\ 1 & 0 & -1 \end{bmatrix} \qquad Ker(C^T) = \begin{bmatrix} a \\ 0 \\ a \end{bmatrix} \; a \in \mathbb{R}$$

$\Rightarrow$ P-invariante : $\gamma = \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix} \Rightarrow$ i posti p_1 e p_3 sono 1-limitati, p_2 e' illimitato.

La rete non e' bloccante. studio ora i T-invarianti con $Ker(C)$

$$\begin{cases} \gamma_2 = \gamma_4 \\ \gamma_1 = \gamma_3 \\ \gamma_2 = \gamma_4 \end{cases} \Rightarrow \gamma = \begin{bmatrix} a \\ b \\ a \\ b \end{bmatrix} \; a, b \in \mathbb{R} \qquad \text{i T-invarianti canonici sono} \quad \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ 1 \\ 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix}$$

Una sequenza riporta la rete nello stato iniziale se e' ammissibile e le occorrenze di t_1 sono uguali a quelle di t_3 e quelle di t_2 a quelle di t_4. La rete e' reversibile.



Progetto un supervisore :