Es 1)

I task hard real time sono:

	T_i	c_i
A_1	6	1
A_2	9	1
A_3	12	5
A_4	18	5

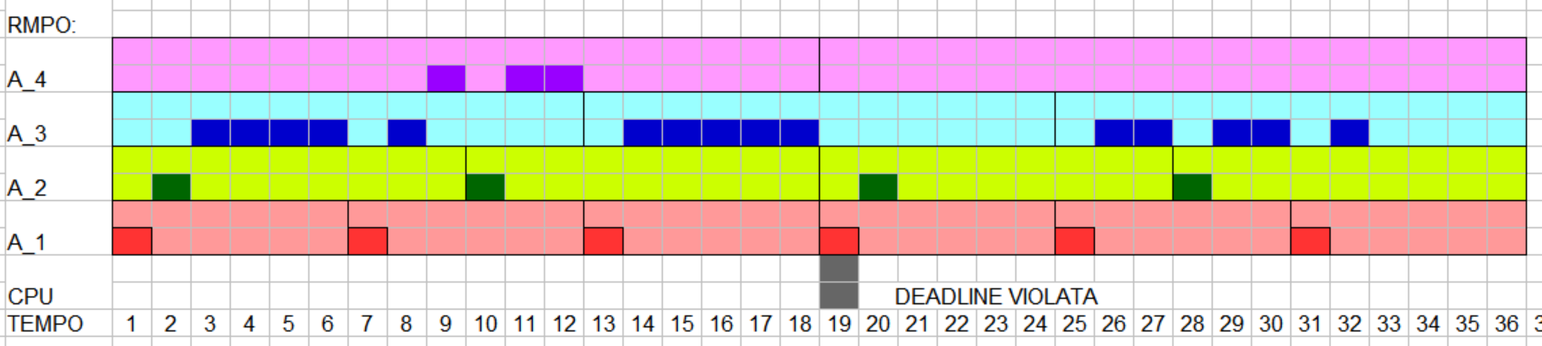
task soft real time:

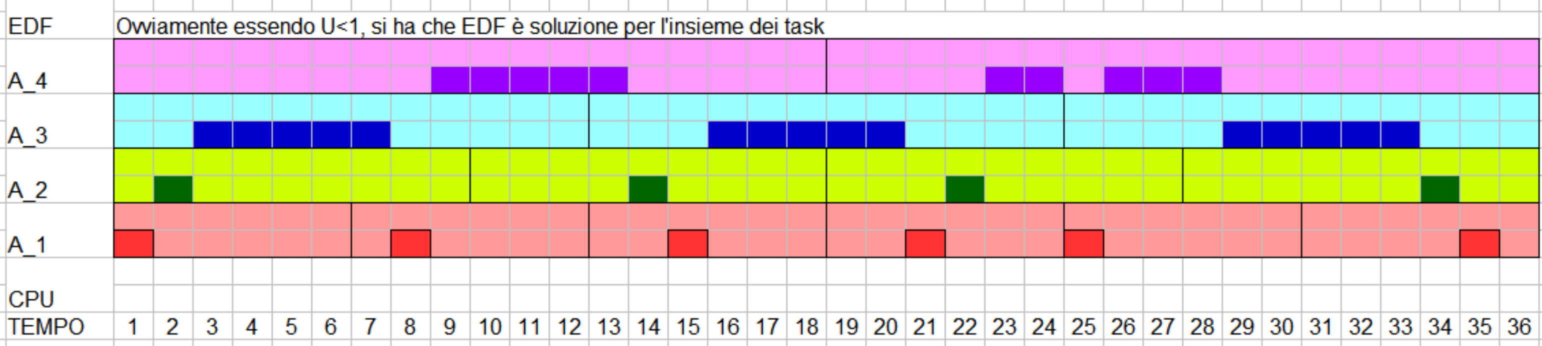
$a_{ct} = 1$ t.u. $\quad d_r = 70$ t.u. $\quad C = 2$ t.u.

$$U = \frac{1}{6} + \frac{1}{9} + \frac{5}{12} + \frac{5}{18} = \frac{6+4+15+10}{36} = \frac{35}{36} < 1 \Rightarrow$$ e' schedulabile con EDF

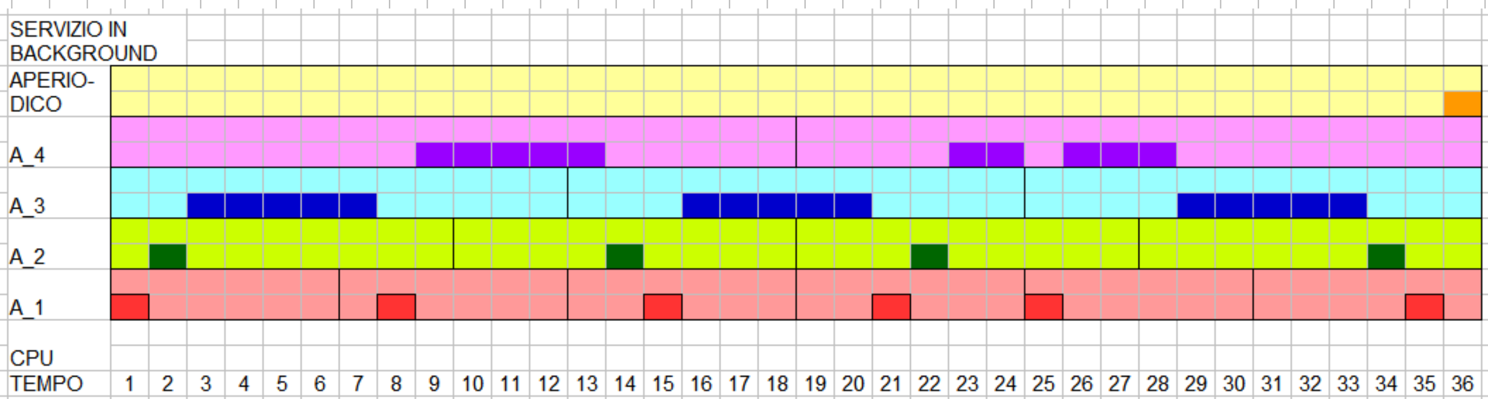
$$n(2^{1/n} - 1) = 4(2^{1/4} - 1) \approx 0{,}75 < \frac{35}{36}$$ e $$\ln(2) < \frac{35}{36} \Rightarrow$$ cond. suff. non soddisfatte

inoltre i task non sono legati da relazioni armoniche.





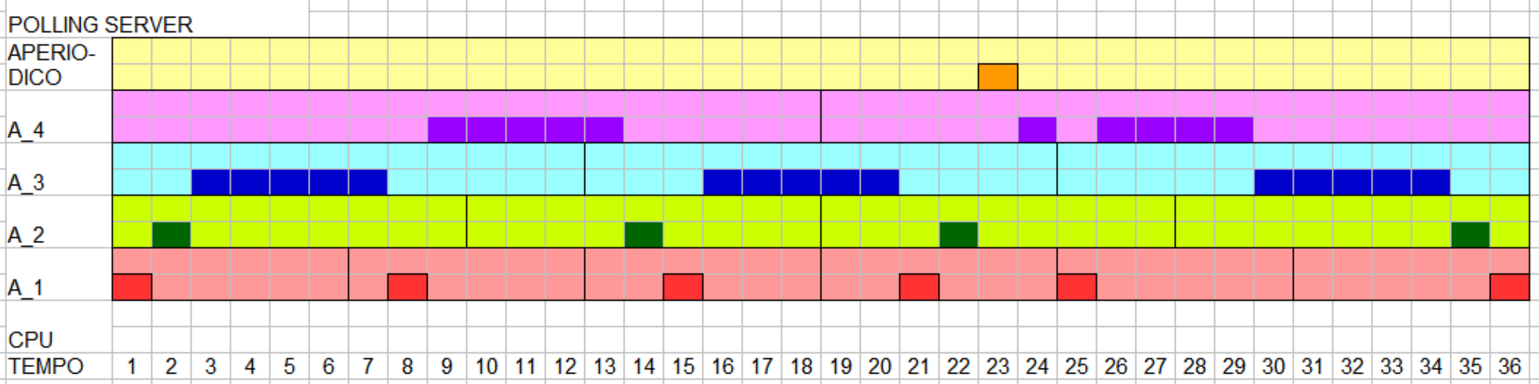
Il processore NON è completamente utilizzato, ossia, l'aumento di un numero arbitrariamente piccolo ε di uno dei Computation time rende ancora ammissibile lo scheduling, questo si può verificare dal fatto che nessun task termina la sua esecuzione precisamente nel punto della sua deadline, quindi, se tutti i task aumentassero il loro computation time di un valore piccolo (ad esempio 10^{-9} time unit) comunque EDF sarebbe soluzione.



con il servizio in background il task aperiodico viene schedulato nell'istante 36 e successivamente nell'istante 72, essendo la sua deadline assoluta 70, lo scheduling non avviene per esso entro la sua deadline.

Si prova quindi con il polling server.

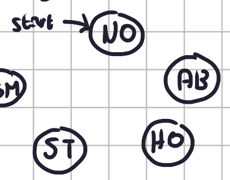
è necessaria un'osservazione, essendo che CSRV è 1 sia nel polling che nel deferring, i due algoritmi di scheduling si comporteranno in modo equivalente finché ci sarà il task aperiodico nella coda dei task da schedulare, essendo che questo è nella coda sin dal principio (act. time = 1), i due scheduling saranno equivalenti.



Con il polling, il task è schedulato negli istanti 23 e 46, qui, consuma la sua seconda time unit di computation time e termina, prima della sua deadline nell'istante 70, quindi viene eseguito in maniera hard real time.

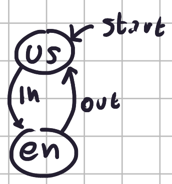
Es 2)

Il Robot ha gli stati :
NO : normal
SM : slow
ST : stop
HO : hold
AB : abort

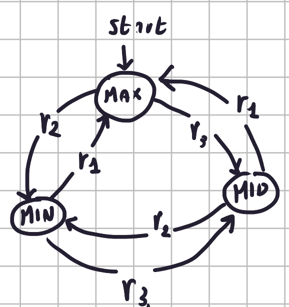


Gli archi/inp. (non disegnati) sono denominati $x_1 - x_2$ se portano da x_1 a x_2, ad esempio SM-ST. Per ogni coppia x_1, x_2 c'e' l'arco $x_1 - x_2$, escluse le coppie con $x_1 = AB$, lo stato AB non ha archi uscenti.

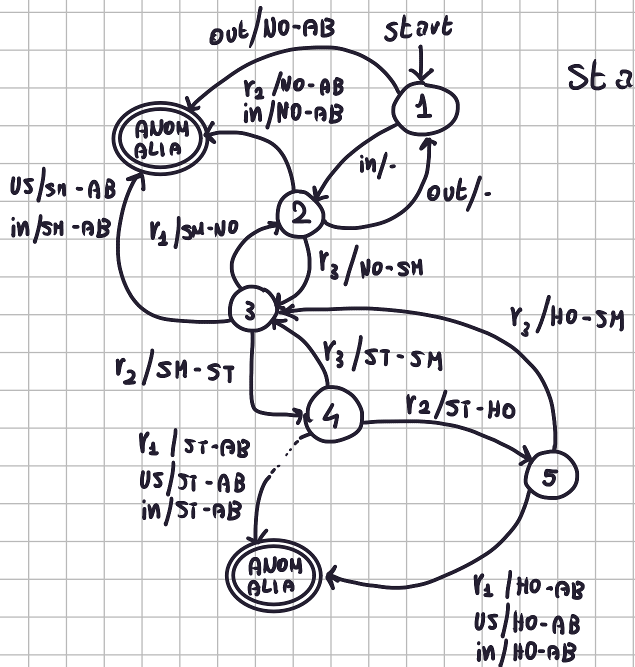
La Fotocellula all'ingresso ha gli stati:
en : rilevato ut. entrante
us : rilevato ut. uscente
e gli input :
in : entra
out : esce



Il sensore di misurazione
MAX
MIN } STATI
MID
Gli archi/input sono
r_1 : $r > r_{max}$
r_2 : $r < r_{min}$
r_3 : $r \in [r_{min}, r_{max}]$



A questo punto progetto il controllore, gli ingressi del controllore sono gli ingressi dei sensori, le uscite invece, sono gli input che verranno dati al robot.



Stati iniziali : (NO, MAX, US) = 1

Ci si aspetta che l'utente possa uscire solo se c' a dist. superiore di r_{max}

Es 3)

La rete di Petri in questione e' un Marked Graph. La matrice di incidenza e':

$$C = \begin{bmatrix} -1 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 1 & -1 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & -1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -1 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 0 & -1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & -1 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & -1 \end{bmatrix} \qquad C^T = \begin{bmatrix} -1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & -1 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & -1 & -1 & 0 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & -1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & -1 & -1 \end{bmatrix}$$

Si ha che: $Ker(C^T): \left\{ \begin{bmatrix} -x \\ -x-y \\ y \\ -y-z \\ -x \\ -y \\ -z \end{bmatrix} \; x, y, z \in \mathbb{R} \right\}$

La rete ha P-invarianti negativi, ma ciò e' impossibile, non e' quindi garantita la limitatezza sui posti 3 e 6. i P inv. canonici sono:

$\{[1\,1\,0\,0\,1\,0\,0]^T, [0\,0\,0\,1\,0\,0\,1]^T\}$ il supporto e' $\{p_1, p_2, p_4, p_5, p_7\}$

I Posti p_3 e p_6 non sono limitati. studio ora i T-invarianti:

$Ker(C): \left\{ \begin{bmatrix} x \\ x \\ x \\ x \\ x \end{bmatrix} x \in \mathbb{R} \right\}$ un T-inv. e' $\begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \end{bmatrix}$. Una seq. ammissibile con le occorrenze del T-invariante e': $t_1 t_2 t_3 t_4 t_5$. la rete e' reversibile se le transizioni scattano un numero uguale di volte.

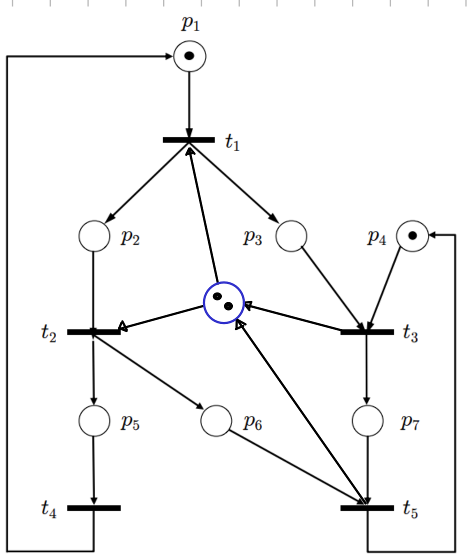
Voglio impore $x(p_3) + x(p_6) \leq 2$ ossia

$[0\,0\,1\,0\,0\,1\,0] \cdot x \leq 2$ considero quindi

$C^m: [0\,0\,-1\,0\,0\,-1\,0] \cdot C = [-1\;\; -1\;\; 1\;\; 0\;\; 1]$ ← nuovo posto

$x_0(p^m) = 2 - [0\,0\,1\,0\,0\,1\,0] \cdot x_0 = 2 - 0 = 2$

$$C^m = \begin{bmatrix} -1 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 1 & -1 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & -1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -1 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 0 & -1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & -1 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & -1 \\ -1 & -1 & 1 & 0 & 1 \end{bmatrix} \qquad x_0^m = \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 2 \end{bmatrix}$$



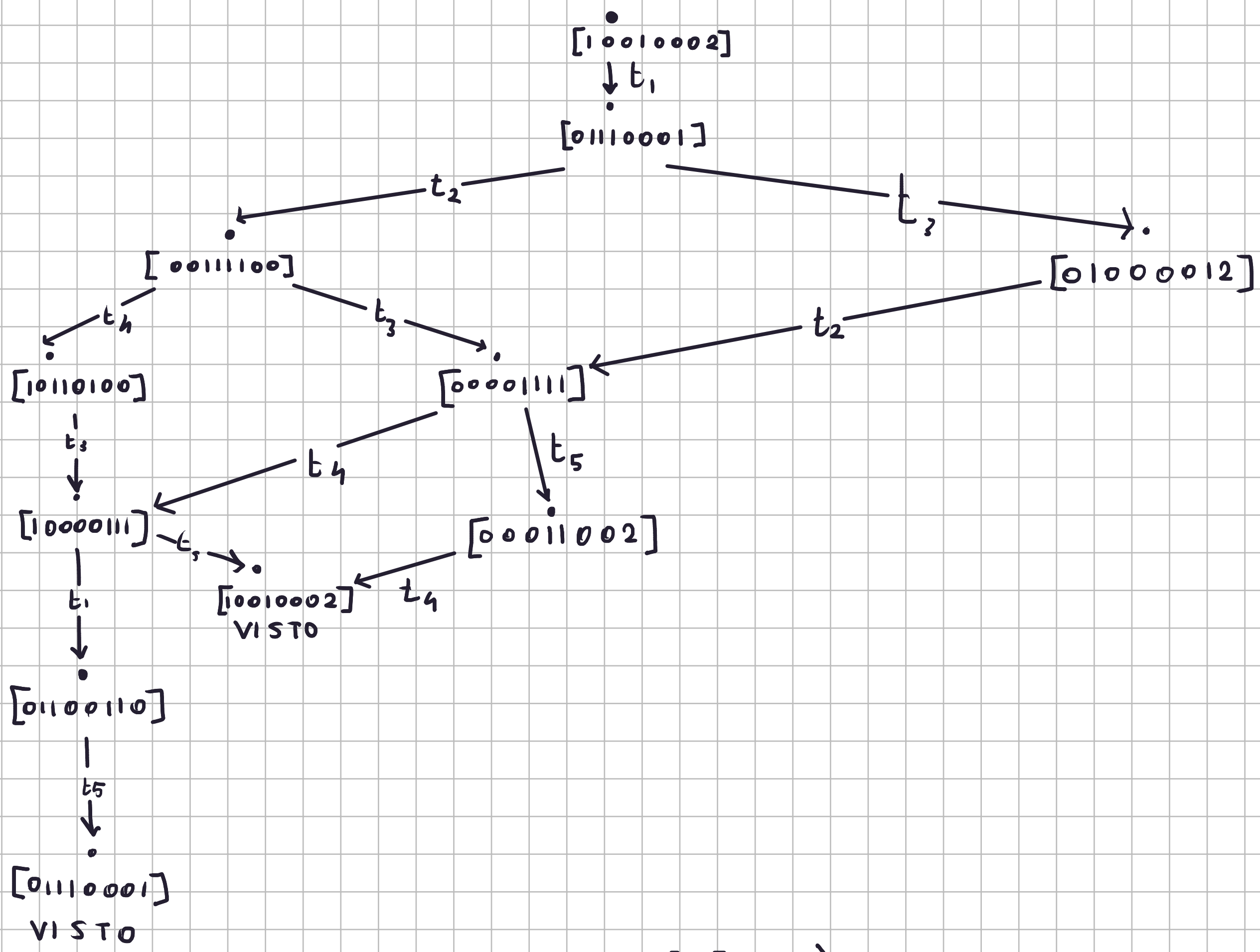
Il nucleo di C e' identico.
Si aggiunge un P-invariante.

$Ker(C^T): \{[a, a+b-d, 2d-b, b+c-d, a, b, c, d]^T\}$ i P-inv. canonici sono:

$\gamma_1 = [1\,1\,0\,0\,1\,0\,0\,0]^T \quad \gamma_2 = [0,0,1,0,0,1,0,1]^T \quad \gamma_3 = [0\,0\,0\,1\,0\,0\,1\,0]^T$

il supporto e' $\|\gamma_1\| \cup \|\gamma_2\| \cup \|\gamma_3\| = P \Rightarrow$ La rete e' limitata.

Costruisco l'albero di raggiungibilita':



$$R(PN):\left\{\begin{bmatrix}1\\0\\0\\1\\0\\0\\0\\2\end{bmatrix},\begin{bmatrix}0\\1\\1\\0\\0\\0\\0\\1\end{bmatrix},\begin{bmatrix}0\\1\\0\\0\\0\\0\\1\\2\end{bmatrix},\begin{bmatrix}0\\0\\0\\0\\1\\1\\1\\1\end{bmatrix},\begin{bmatrix}0\\0\\1\\1\\1\\1\\0\\0\end{bmatrix},\begin{bmatrix}0\\0\\0\\1\\1\\0\\0\\2\end{bmatrix},\begin{bmatrix}1\\0\\1\\1\\0\\1\\0\\0\end{bmatrix},\begin{bmatrix}1\\0\\0\\0\\0\\1\\1\\1\end{bmatrix},\begin{bmatrix}0\\1\\1\\0\\0\\1\\1\\0\end{bmatrix}\right\}$$

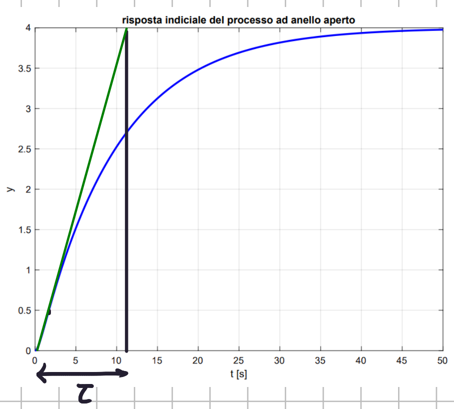
Es 4) il sistema e' $P(s) = \dfrac{1}{s^2+2.5s+0.25} = \dfrac{1}{s(s+2.5)+0.25}$, considero un controllore PI : $C(s)P(s) = \dfrac{(K_p + \frac{1}{s}K_I)}{s^2+2.5s+0.25} = \dfrac{K_p s + K_I}{s^3+2.5s^2+0.25\cdot s}$

Serve l'azione I per annullare l'errore.

l'eq. car. e':

$$s(s^2+2.5s+0.25)+K_p s+K_I = 0$$

$$s^3+2,5s^2+(K_p+0.25)s+K_I = 0$$



Voglio scegliere i parametri in base al primo metodo Z-N, considero quindi la risposta indic.

$K=4$ $\theta=0$ $\tau=11,05$ ma se $\theta=0$ non posso applicare il metodo, quindi "distribuiso" τ

$\tau = 11.05\cdot\alpha$ $\theta = 11.05\cdot(1-\alpha)$ e scelgo $\alpha=0.9$

$\Rightarrow K=4$ $\tau=9.945$ $\theta=1,105$ trovo quindi

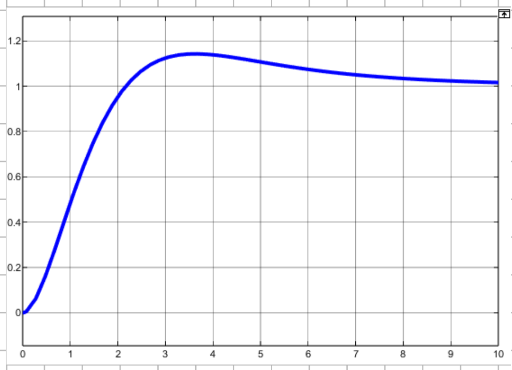
$4\cdot K_p = \frac{9}{10}\left(\frac{9.945}{1.105}\right) \Rightarrow K_p = 2.025$ $T_i = 3.33\cdot 1.105 \Rightarrow K_I = \dfrac{2.025}{T_i} = 0.55$

Con i seguenti guadagni si ha:

$$C(s)P(s) = \frac{2.025\cdot s+0.55}{s^3+2.5s^2+0.25\cdot s}$$

$$W(s) = \frac{Y(s)}{R(s)} = \frac{2.025\cdot s+0.55}{s(s^2+2.5s+2.275)+0.55}$$

a destra la risposta indiciale:



L'errore a regime e' nullo, la sovraelongazione e' del circa 14 % e la risposta e' rapida, il Peak time e' circa di 3.5 secondi.

Se l'ingresso e' una rampa

$$Y(s) = \frac{2.025\cdot s+0.55}{s(s^2+2.5s+2.275)+0.55}\cdot\frac{1}{s^2} \quad \text{e} \quad E = \frac{1}{s^2} - Y(s)$$

$$\lim_{s\to 0} s\cdot\left[\frac{1}{s^2} - \frac{2.025\cdot s+0.55}{s(s^2+2.5s+2.275)+0.55}\cdot\frac{1}{s^2}\right] =$$

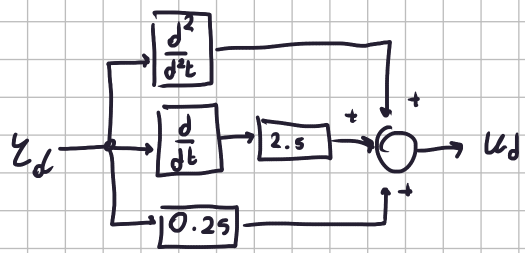
$$\lim_{s\to 0} \frac{1}{s} - \frac{2.025\cdot s+0.55}{s(s^2+2.5s+2.275)+0.55}\cdot\frac{1}{s} = 0.454545$$

Essendo $P(s) = \frac{1}{s^2+2.5s+0.25}$ il modello nel tempo e'

$y'' + 2.5y' + 0.25y = u$

Quindi il segnale di rif. e'

$u_{ffw} = 0.25A(1-\cos\omega t) + 2.5A\omega\sin(\omega t) + A\omega^2\cos(\omega t)$



$y_d(0) = A(1-\cos(0)) = 0$

$\dot{y}_d(0) = A\omega\sin(0) = 0$

quindi gli integratori devono essere inizialmente vuoti. Lo schema finale e'