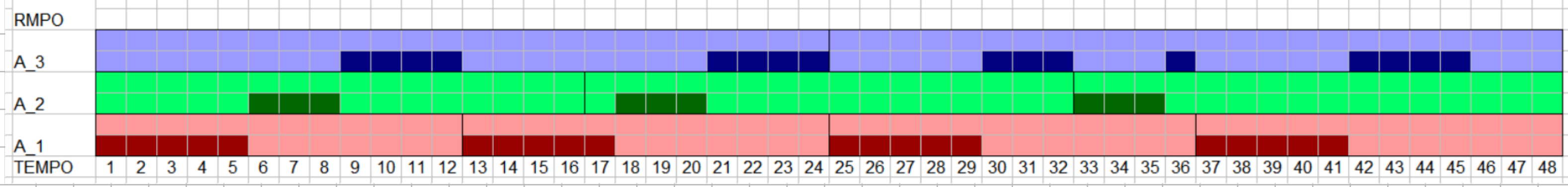
Es 1) Il fattore di utilizzazione e' $U = \frac{5}{12} + \frac{3}{16} + \frac{8}{24} = \frac{20+9+16}{48} = \frac{45}{48} = 0{,}9375$,
nessuna condizione sufficiente per RMPO e' soddisfatta

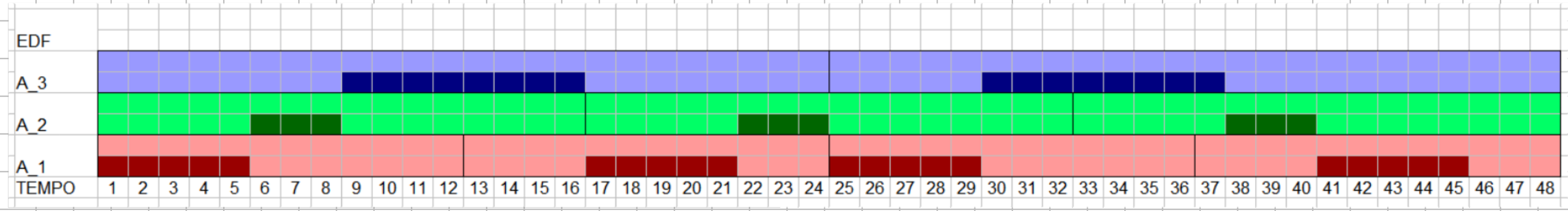
- no relazioni armoniche
- $U > 3(2^{1/3} - 1) > \ln(2)$

Si prova con la trama dello scheduling:

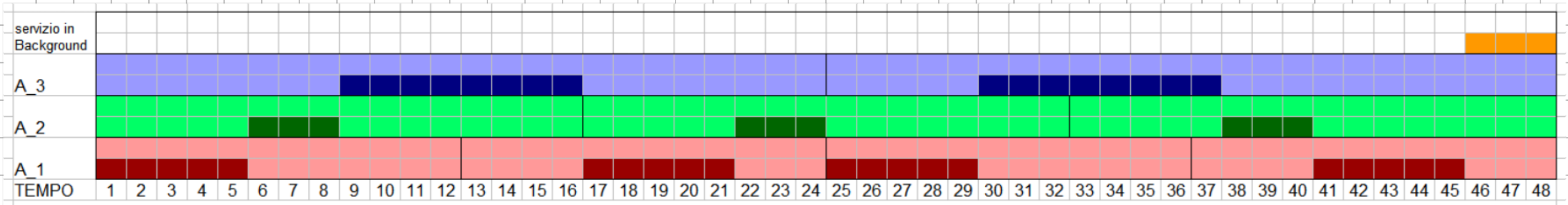


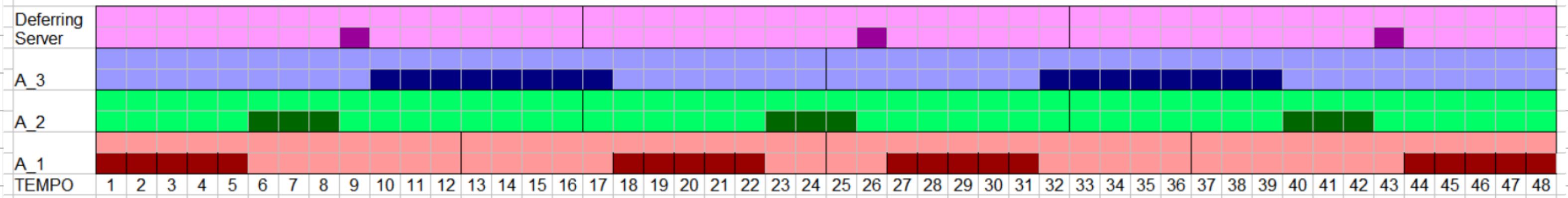
Il processore e' completamente utilizzato perche', essendo che la prima istanza di A_3 termina nella sua deadline, un aumento di un qualsiasi ε per C_1, C_2 o C_3, farebbe violare la deadline ad A_3.

Eseguo lo scheduling con EDF:

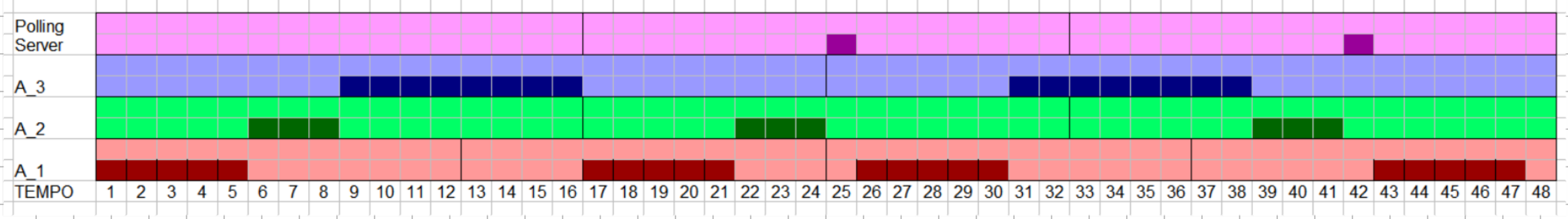


In questo caso per il ragionamento precedente, il processore non e' completamente utilizzato. Eseguo lo scheduling anche di A_4:



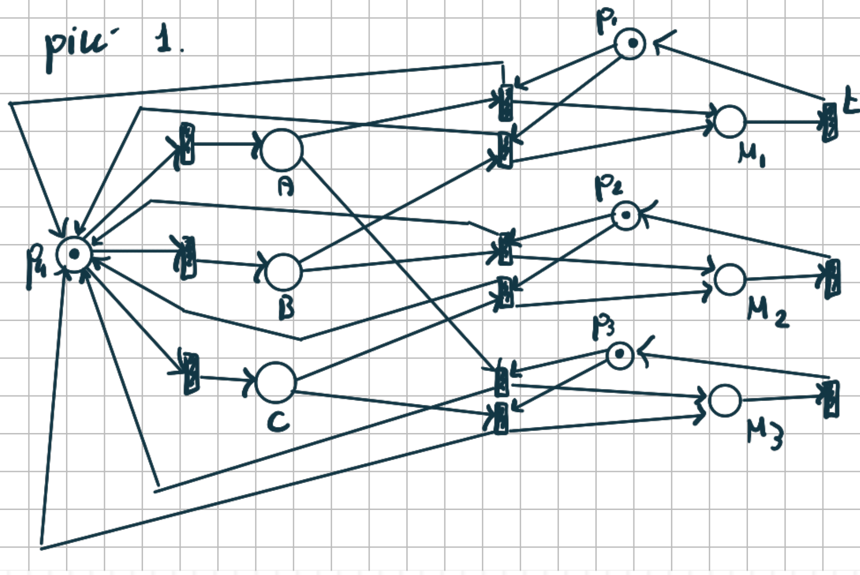


Attenzione, nel polling server, dato che il task aperiodico arriva nella coda nell'istante 4, nelle prime 16 time unit sarà riservato un tempo di computazione pari a zero per il processo server.



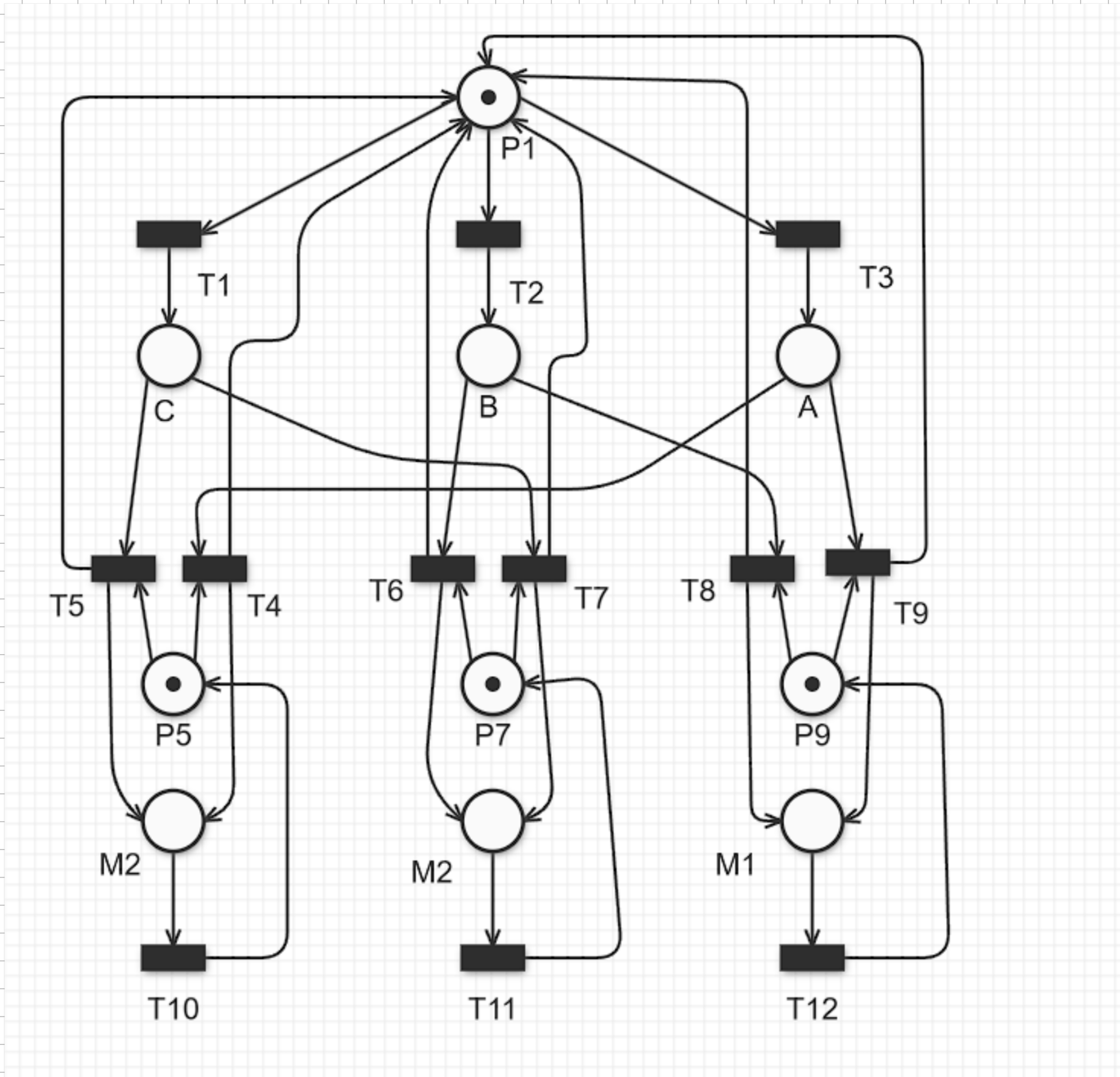
Il task rispetta la deadline solo con il deferring server.

Es 2) Tre diversi posti modelleranno l'arrivo di un pezzo, quindi un supervisore imporrà che il numero di token su questi è al più 1.

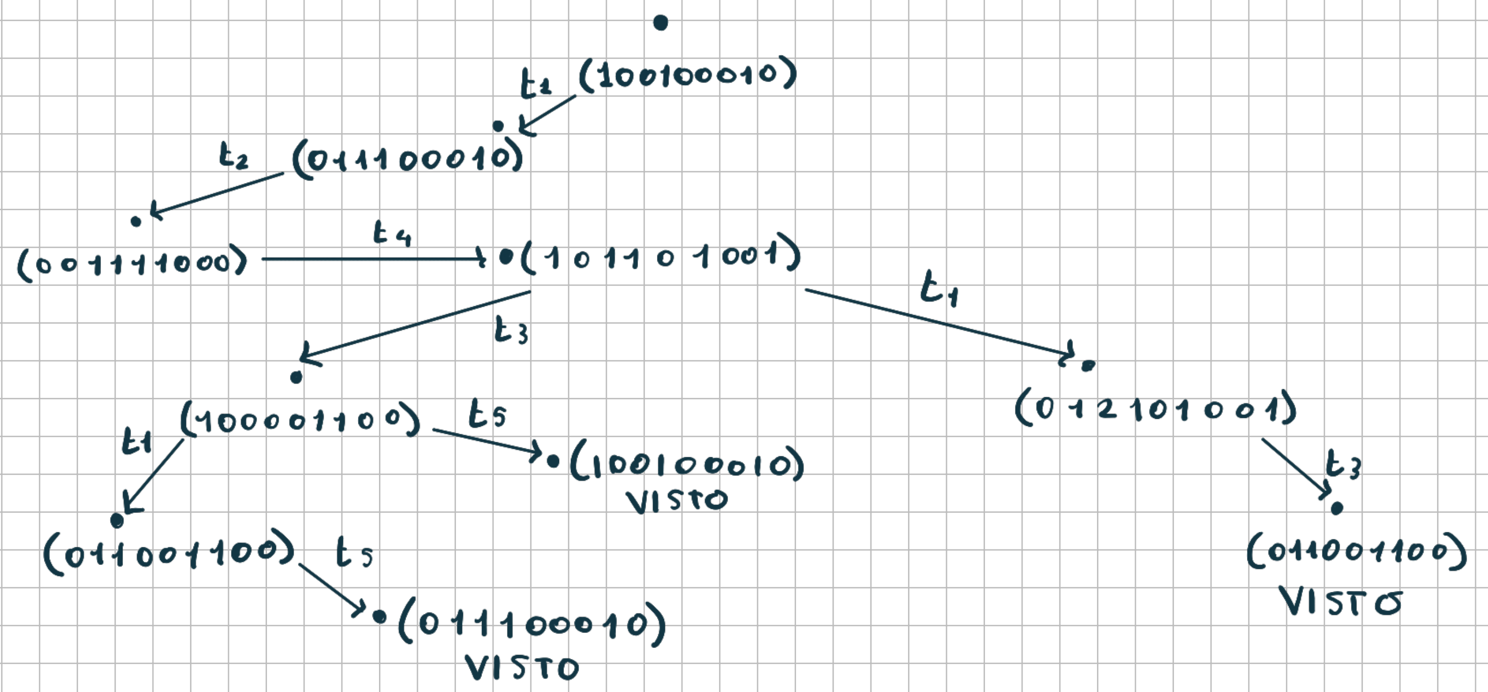


In ogni macchina può entrare (attraverso due transizioni) un pezzo di 2 possibili tipi, ma uno per volta, controllato dai supervisori p_1, p_2 e p_3.

t_{10}, t_{11} e t_{12} scattano quando una macchina ha terminato di lavorare i pezzi.



Es 3) Si ha il seguente albero di raggiungibilità:



Dall'albero si può osservare che la rete è limitata, viva e reversibile.
Studio ora $Ker(C)$ e $Ker(C^T)$ per gli invarianti.

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

Il nucleo di C è banale, su ogni riga ci sta un 1 ed un -1 quindi
$Ker(C) = \{[x\ x\ x\ x\ x]^T ;\ x \in \mathbb{R}\} \Rightarrow$
il T-invariante è $\eta = [1\ 1\ 1\ 1\ 1]^T$.
Studio ora $Ker(C^T)$

$$\begin{cases} -\gamma_1+\gamma_2+\gamma_3=0 \\ -\gamma_2+\gamma_5+\gamma_6-\gamma_8=0 \\ -\gamma_3-\gamma_4+\gamma_7-\gamma_9=0 \\ \gamma_1-\gamma_5+\gamma_9=0 \\ \gamma_4-\gamma_6-\gamma_7+\gamma_8=0 \end{cases} \quad \begin{cases} \gamma_1=\gamma_2+\gamma_3 \\ \gamma_2=\gamma_5+\gamma_6-\gamma_8 \\ \gamma_7=\gamma_3+\gamma_4+\gamma_9 \\ \gamma_5=\gamma_1+\gamma_9 \\ \gamma_8=\gamma_4+\gamma_6+\gamma_7 \end{cases} \quad \begin{cases} \gamma_2=\gamma_1-\gamma_3 \\ -\gamma_3=\gamma_1+\gamma_9+\gamma_6-\gamma_8 \\ \gamma_4=-\gamma_7-\gamma_6+\gamma_8 \\ \gamma_5=\gamma_1+\gamma_9 \\ \gamma_1=2\gamma_4 \end{cases}$$

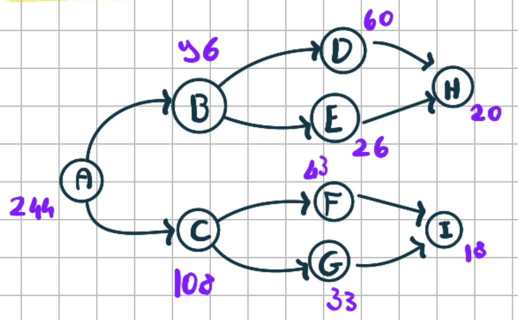
$\Rightarrow Ker(C) = \{[-a+e, -a-b-d, b-d+e, -b-c+d, -a, -b, -c, -d, -e]^T ;\ a,b,c,d,e \in \mathbb{R}\}$

I P-invarianti canonici e ha supporto minimo sono:

$\gamma_1 = (110010000)$
$\gamma_2 = (000001010)$
$\gamma_3 = (000100100)$
$\gamma_4 = (000010111)$
$\gamma_5 = (101010110)$

Voglio ricavare le disuguaglianze. Noto che p_{m1}, limita p_6 dall'essere illimitato, quindi una disuguaglianza sarà $x(p_6) \leq 1$. Se non ci fossero i supervisori, la seq: $t_1 \to t_2 \to t_4$ farebbe accumulare token su p_6 e p_3, un'altra disuguaglianza è quindi $x(p_3) \leq 1$.

Es 4) Costruisco il grafo delle precedenze:



	A	B	C	D	E	F	G	H	I
PW_i:	244	96	108	60	26	43	33	20	18

Sequenza: A, C, B, D, F, G, E, H, I

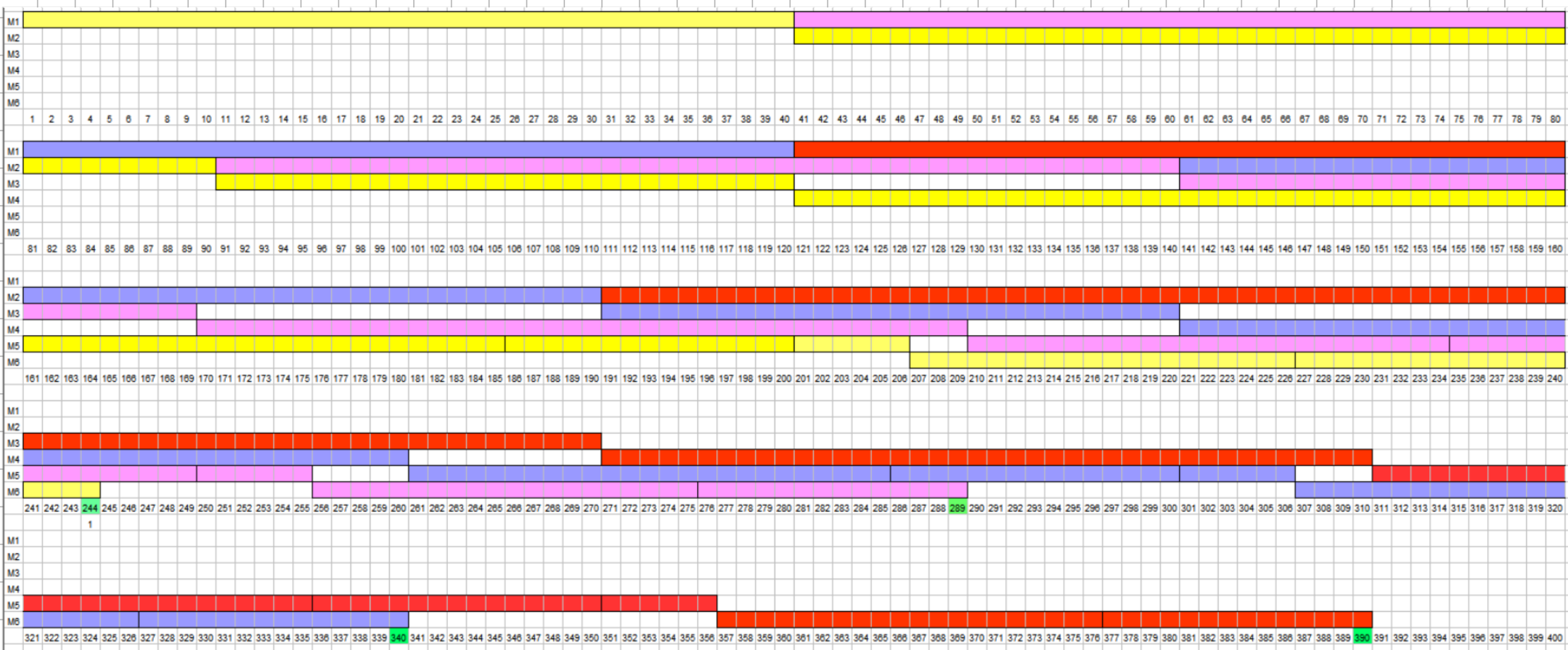
Il tasso richiesto e' $\frac{16 \text{ pezzi}}{16 \text{ ore}} = 1 \frac{pz}{ora} = 0{,}0166667$ pezzi al minuto.

$\Rightarrow CMT = p^{-1} = 1$ pezzo ogni 60 minuti. Eseguo l'assegnamento:

	Sbil.
M1 : A	20
M2 : C	10
M3 : B	30
M4 : D	20
M5 : F G E	14
M_6 : H I	22

Lo sbil. medio e' di $19{,}\bar{3}$ minuti $\simeq 32\%$

Il tempo di attraversamento a regime e' di 244 minuti, Il diagramma di Gantt riporta una sequenza di 4 attraversamenti della linea:



Si osserva che il tasso di produzione effettivo e' di 1 pezzo ogni 51 minuti. I tempi morti di ogni stazione sono:

M3 : 20 min

M4 : 10 min

M5 : 5 min

M6 : 16 min