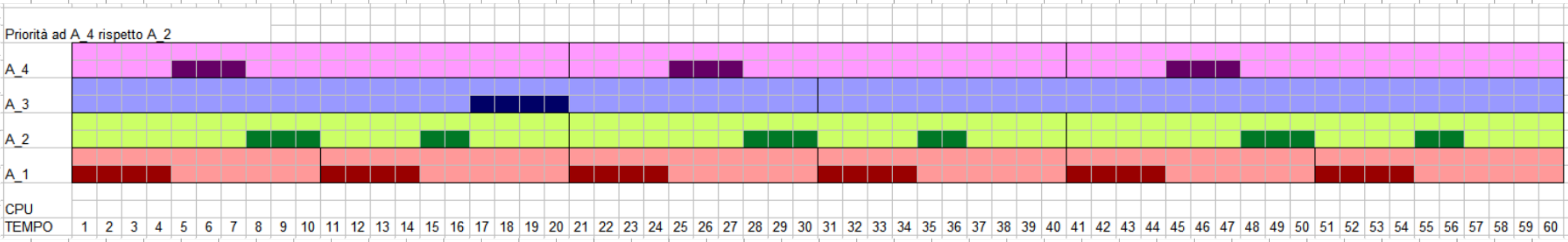
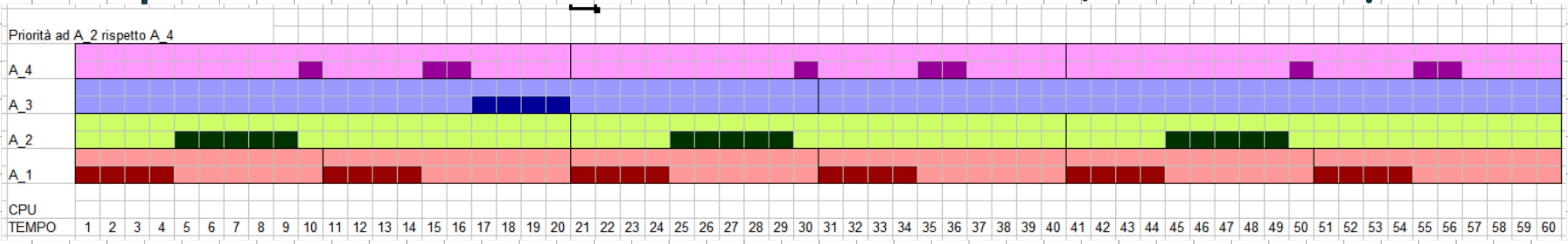
Es 1) Il Fattore di utilizzazione e' $U = \frac{4}{10} + \frac{5}{20} + \frac{6}{30} + \frac{3}{20} = \frac{24+15+12+9}{60} = \frac{60}{60} = 1$

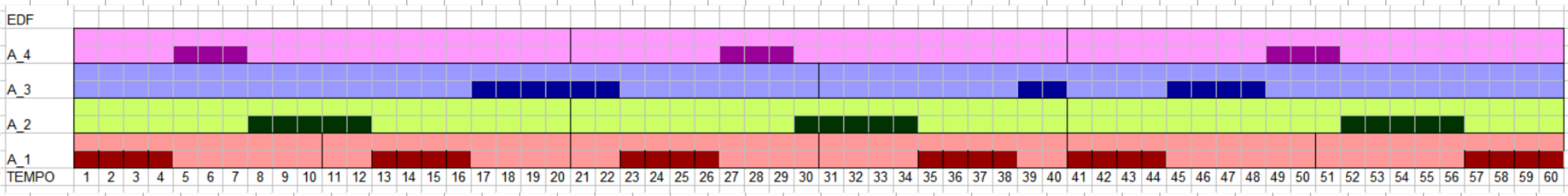
Nessuna condizione sufficiente per RMPO e' soddisfatta, non ci sono relazioni armoniche e $U > 4(2^{1/4}-1) > \ln(2)$. Disegno la trama con RMPO:



Dando priorita' ad A_4 RMPO non risolve i task. Si prova con A_2 prioritario:



Anche cosi' non va, e' necessario usare EDF:



EDF e' la miglior scelta per minmizzare i costi, dato che RMPO (piu' economico) non risolve i task.

Es 2) La matrice di incidenza e'

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

Calcolo $Ker(C^T)$ per i P-invarianti

$$\begin{cases}-\gamma_1+\gamma_2=0\\ \gamma_1-\gamma_2=0\\ -\gamma_1-\gamma_2+\gamma_3=0\\ \gamma_1-\gamma_3=0\end{cases}\Rightarrow\begin{cases}\gamma_1=\gamma_2\\ \gamma_3=\gamma_1+\gamma_2\\ \gamma_1=\gamma_3\end{cases}\Rightarrow Ker(C^T)=\{[0\ 0\ 0]^T\}$$

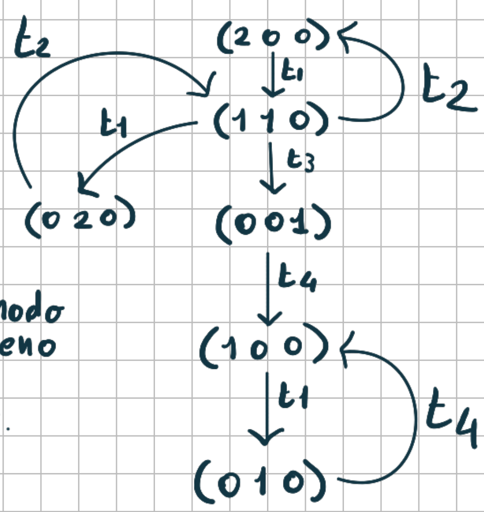
$\Rightarrow$ La rete non ha P-invarianti. Non esiste una combinazione di posti per cui i token si conservano. La rete non e' conservativa.

Calcolo i T-invarianti studiando $Ker(C)$:

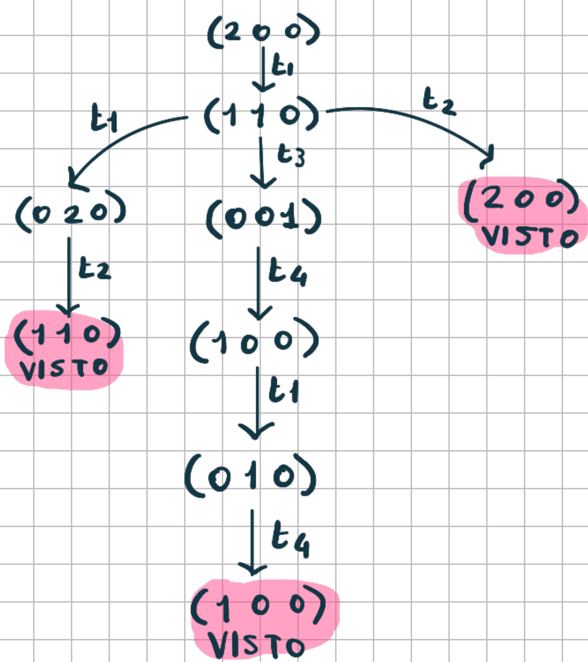
$$\begin{cases}-\eta_1+\eta_2-\eta_3+\eta_4=0\\ \eta_1-\eta_2-\eta_3=0\\ \eta_3-\eta_4=0\end{cases}\quad\begin{cases}\eta_1=\eta_2\\ \eta_1=\eta_2+\eta_3\\ \eta_3=\eta_4\end{cases}\quad\begin{cases}\eta_1=\eta_2\\ \eta_3=\eta_4=0\end{cases}\Rightarrow Ker(C)=\{[x\ x\ 0\ 0]^T,\ x\in\mathbb{R}\}$$

$\Rightarrow$ Il T-invariante e' $\eta=[1\ 1\ 0\ 0]^T$. Disegno l'albero di copertura:

Versione Grafo



Ogni nodo ha almeno un arco uscente.



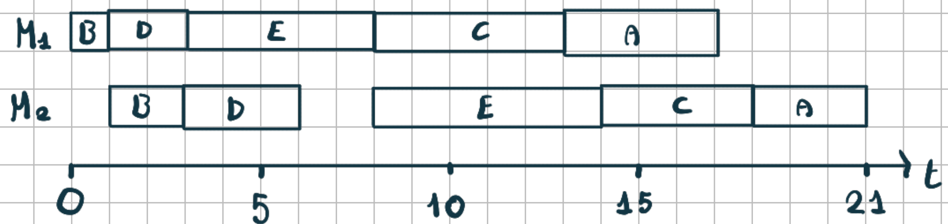
Dall'albero si osserva che:

- la rete non e' viva, dallo stato $x=(1\ 0\ 0)$ sono attivabili solo t_1 e t_4.
- Per lo stesso motivo, la rete non e' reversibile.
- Dall'albero si osserva che la rete non va mai in blocco.

Es 3) Applico l'algoritmo di Johnson, costruisco 2 insiemi:

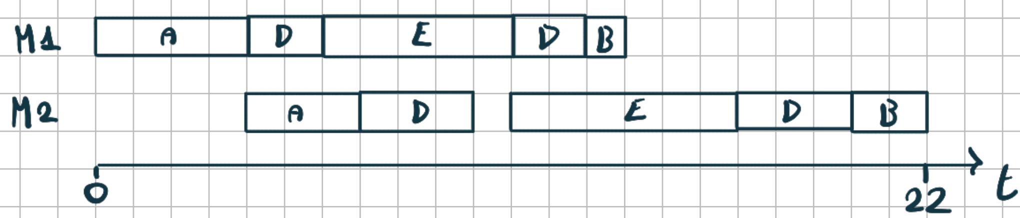
- Lavorazioni piu' rapide su M1: {B, D, E}
- Complementare : {A, C}

Ordino in ordine crescente (per tempo di lavoro su M1) quelle del primo insieme, e in ordine decrescente (per tempo di lavoro su M2) quelle del secondo insieme: $S = B \to D \to E \to C \to A$. Il sequenziamento e' il seguente:

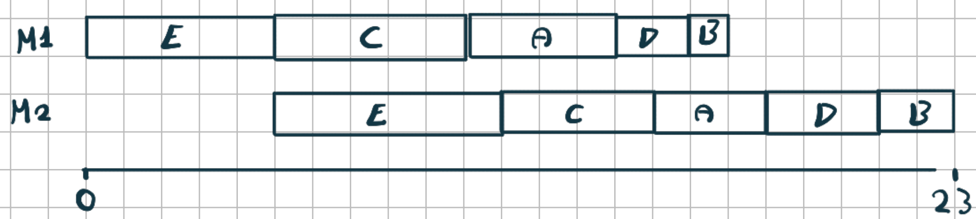


Makespan: 21 Minuti

Provo con la sequenza invertita



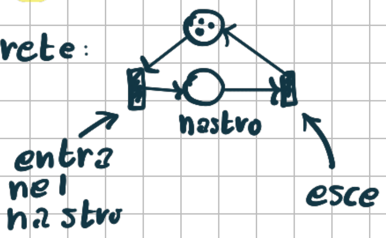
Provo con E C A D B



Makespan: 23

Questa sequenza trovata intuitivamente cercando di ritardare il piu' possibile le lavorazioni sulla seconda macchina, massimizza i tempi con un makespan di 23 minuti.

Es 4) Un nastro e' descritto dalla seguente rete:



i posti contrassegnati con TMP sono "virtuali", non fisici, indicano che il pezzo e' in mano al robot durante un trasporto.