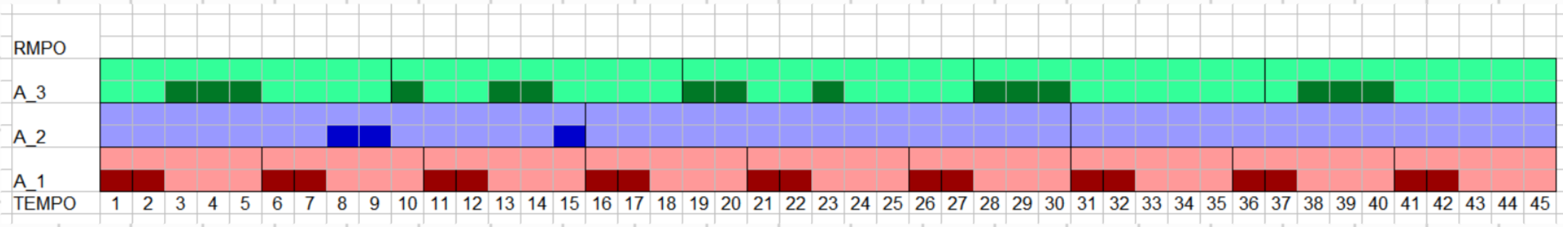
Esercizio 1) L'insieme dei task e':

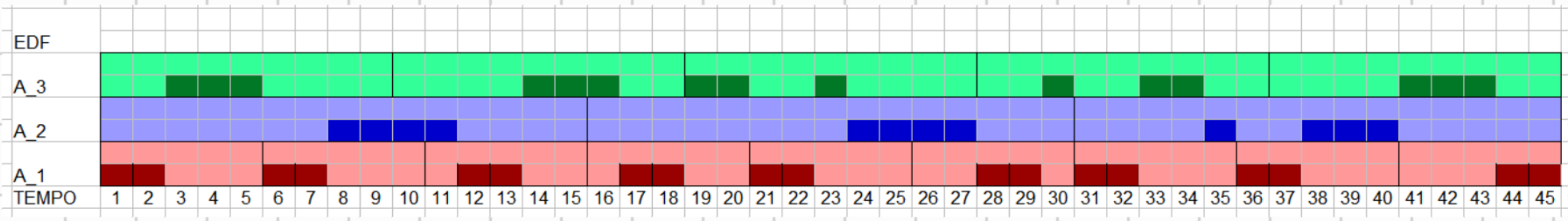
	T_i	C_i
A1	5	2
A2	15	4
A3	9	3

$$U = \frac{2}{5} + \frac{4}{15} + \frac{3}{9} = \frac{18+12+15}{45} = \frac{45}{45} = 1$$

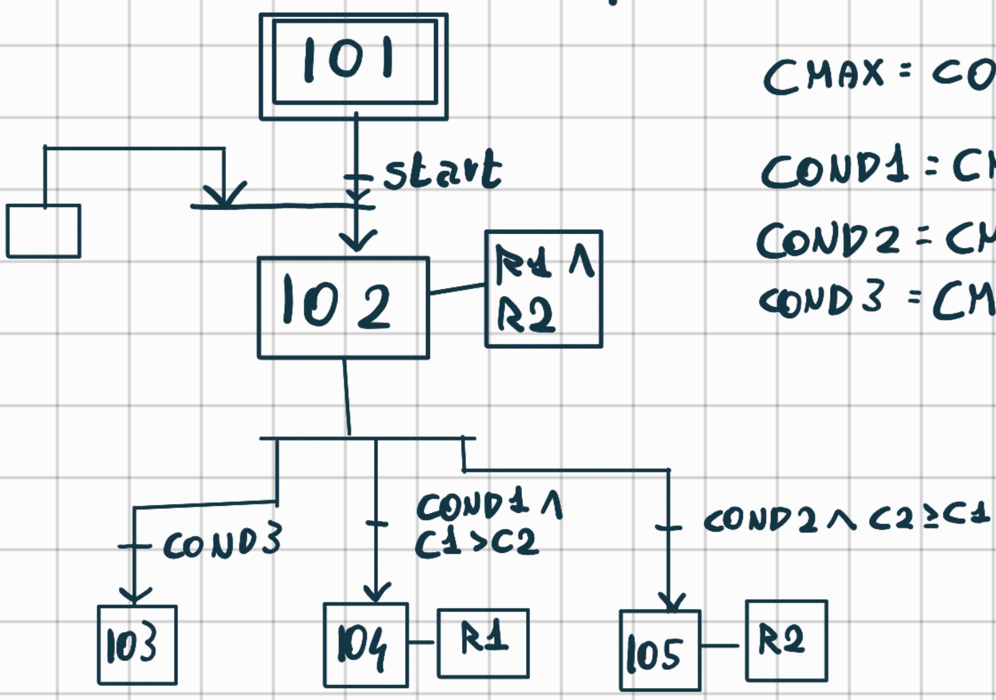
Nessuna delle condizioni sufficienti per RMPO e' soddisfatta. Non ci sono rel. armoniche e $U > 3(2^{1/3}-1) > \ln(2)$.



Con RMPO A2 non rispetta l'hard real time essendo $U \leq 1$, EDF lo schedula:



Proseguo con la progettazione del SFC:



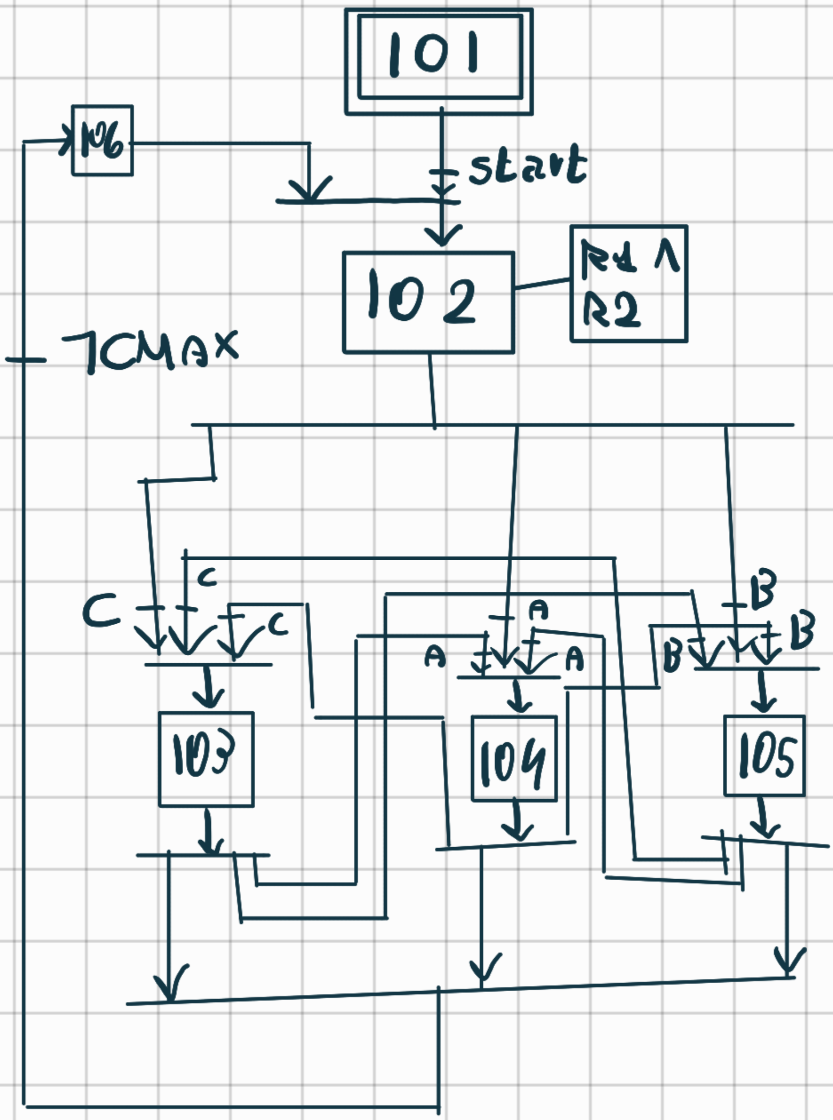
$CMAX = C0 + C1 + C2 > 3000\ W$

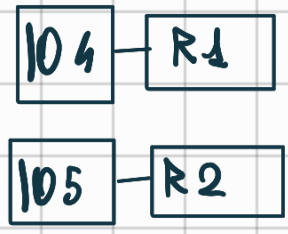
$COND1 = CMAX \wedge C1 + C0 \leq 3000 W$

$COND2 = CMAX \wedge C2 + C0 \leq 3000 W$

$COND3 = CMAX \wedge \neg COND1 \wedge \neg COND2$

l'insieme di stati 103, 104, 105 deve essere fortemente connesso





non centra
nel diagramma

$A = COND \wedge C1 > C2$

$B = COND\,2 \wedge C2 \geq C1$

$C = COND\,3$

Esercizio 2) Applico l'algoritmo di Johnson considerando il vincolo imposto.

Per G1: S_1 = Pezzi piu' veloci su M1 = $\{c, d\}$
S_2 = Pezzi piu' veloci su M2 = $\{a, b, e\}$

$\Rightarrow$ Sequenza: $c \to d \to b \to a \to e$

Per G2: $S_1 = \{f, g, i\}$
$S_2 = \{h\}$ $\Rightarrow$ Sequenza: $f \to g \to i \to h$

Seq. con vincolo: $c \to d \to b \to a \to e \to f \to g \to i \to h$

Disegno il diagramma:

M1	c		d					b							a						e								f	g					i					
M2			c					d							b						a								e		f				g					
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40

M1	h																																							
M2	g				i							h																												
	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80

Il makespan con il vincolo e' di 52 minuti. Senza il vincolo posso considerare i due gruppi come un'unico gruppo di lavorazioni:

$S_1 = \{c, d, f, g, i\}$
$S_2 = \{a, b, e, h\}$ $\Rightarrow$ Seq: $f \to c \to d \to g \to i \to b \to a \to e \to h$

M1	f	c				d					g			i						b							a						e							
M2		f		c						d						g										i							b					a		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40

M1	h								
M2	e								h
	41	42	43	44	45	46	47	48	49

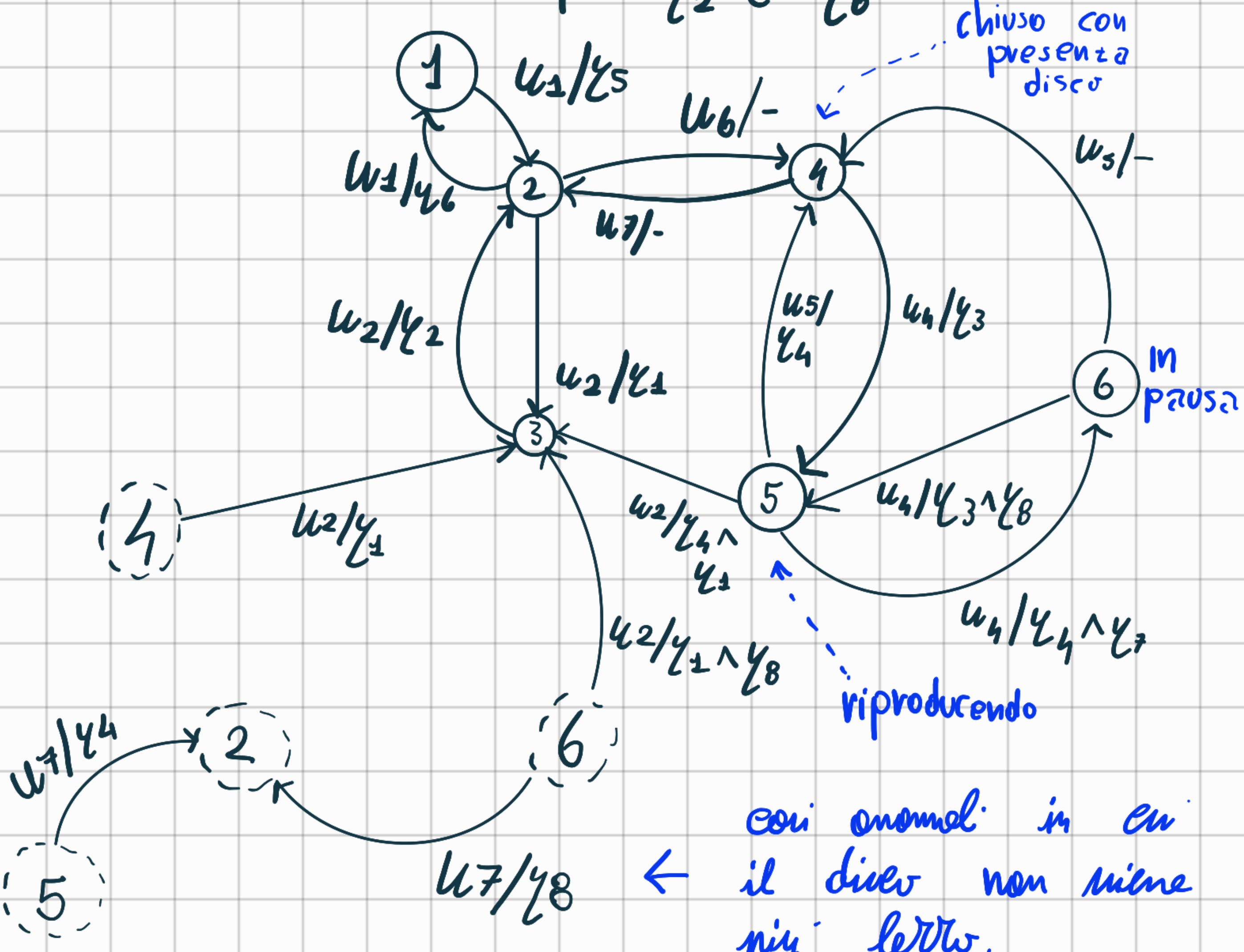
In questo modo il makespan e' di 49 minuti.
Il massimo allungamento potrebbe subirlo e sulla seconda macchina, in particolare, se su questa impiegasse 6 minuti in piu' il makespan non cambierebbe.

Esercizio 3)

Input:
- u_1: Power
- u_2: Tray
- u_3: Play
- u_4: Pause
- u_5: Stop
- u_6: S, rileva presenza disco
- u_7: rilevata assenza disco

Output:
- y_1: Apri slitta
- y_2: Chiudi slitta
- y_3: avvia rotazione
- y_4: arresta rotazione
- y_5: L1 acceso
- y_6: L1 spento
- y_7: L2 acceso
- y_8: L2 spento

Nota: in ogni stato se si preme POWER(input u_1) e il lettore e' acceso, si torna nello stato 1 con output y_2 e y_6



Per rendere più leggibile ho disegnato delle copie degli stati 2, 4, 5 e 6 per includere altri archi

Esercizio 4) Dall'albero di raggiungibilità, si osserva che si può incombere nel deadlock tramite due differenti sequenze di scatti:

$$
\begin{tikzcd}
 & {[00000011]} \arrow[d, "t_1"] & \\
 & {[10000001]} \arrow[d, "t_5"] & \\
 & {[10010000]} \arrow[dl, "t_2"'] \arrow[dr, "t_6"] & \\
{[01010000]} \arrow[dr, "t_6"'] & & {[10001000]} \arrow[dl, "t_2"] \\
 & {[01001000]} &
\end{tikzcd}
$$

$[01001000] \Rightarrow$ non abilita alcuna transizione

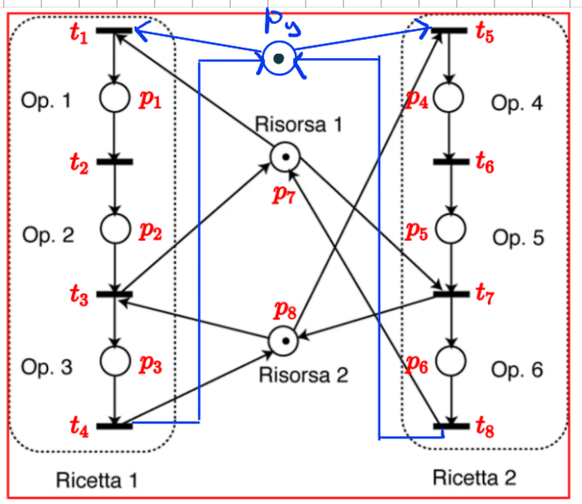
Tramite p-invarianti voglio imporre che ci sia al più un token sui due flussi di lavorazione, in tal modo non ci sono deadlock.

Imponго: $x(p_1)+x(p_2)+x(p_3)+x(p_4)+x(p_5)+x(p_6) \leq 1$

$$\Rightarrow \overbrace{[11111100]}^{h^T} \cdot x \leq 1$$

La matrice di incidenza della rete non controllata è:

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



Per la riga da aggiungere faccio $-h^T C$

$$-[11111100] \cdot C = [-1 \; 0 \; 0 \; 1 \; -1 \; 0 \; 0 \; 1]$$

Inoltre $x_0(p_y) = 1 - h^T \cdot x_0 = 1 - 0 = 1$ Con questo controllore la rete e' priva di deadlock, viva e limitata, come si puo' osservare dall'albero di raggiungibilità:

$$\begin{tikzcd} & \bullet[100000010] \arrow[r, "t_2"] & \bullet[010000010] \arrow[r, "t_3"] & \bullet[001000100] \arrow[dr, "t_4"] & \\ \bullet[000000111] \arrow[ur, "t_1"] \arrow[dr, "t_5"'] & & & & \bullet[000000111] \\ & \bullet[00010010] \arrow[r, "t_6"] & \bullet[000010100] \arrow[r, "t_7"] & \bullet[000001010] \arrow[ur, "t_6"'] & \end{tikzcd}$$

Per rendere l'esecuzione delle due ricette uguale in numero basta apportare una piccola modifica sul peso degli archi: