Es 1) Gli input sono i seguenti:

u_1: veicolo rilevato in zona 1 con CTV

u_6: nessun veicolo in zona 1

u_2: rilevato beep del transponder RFID

u_3: veicolo rilevato in zona 2 con CTV

u_5: mancato dialogo

u_4: telecamera rileva targa

Gli output sono:

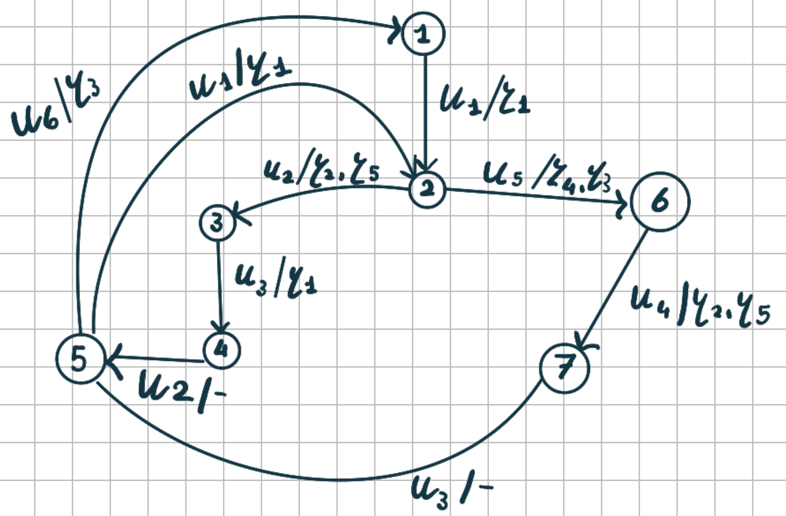
y_1: trasmissione segnale a microonde per il veicolo

y_2: apri sbarra

y_3: chiudi sbarra

y_4: semaforo rosso

y_5: semaforo verde



Si assume che non ci siano comportamenti anomali.

Descrizione degli stati:

1: La cabina e' in attesa di rilevare un veicolo.

2: La cabina ha rilevato un veicolo in zona 1, e trasmette il segnale 5.8 Ghz

3: La cabina riceve la risposta dal veicolo, apre la sbarra e fa transitare.

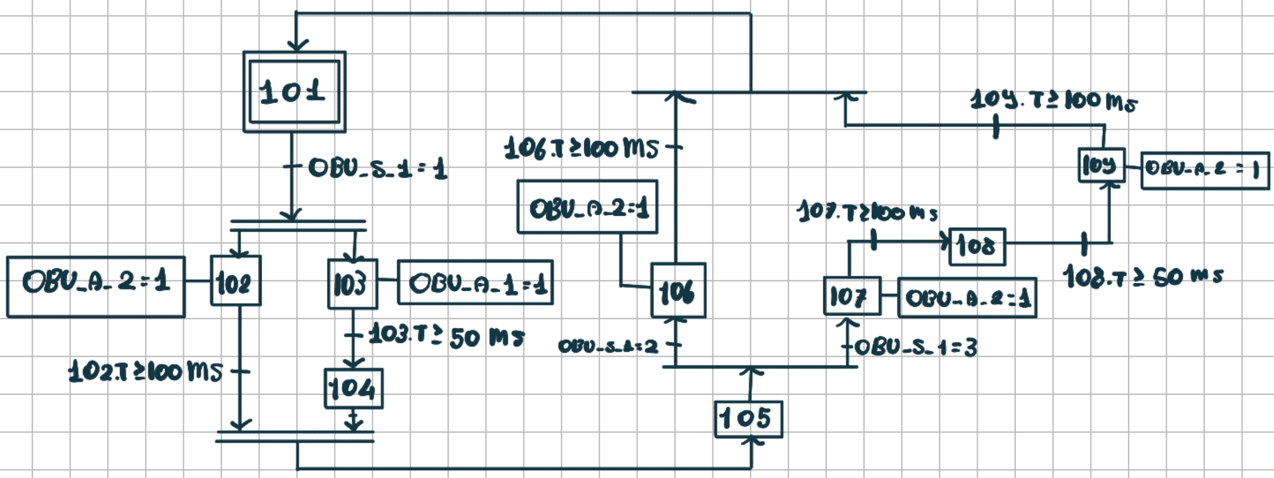
4: La cabina rileva che il veicolo ha transitato, invia un secondo segnale al veicolo

5: La cabina riceve la conferma che un veicolo ha transitato.

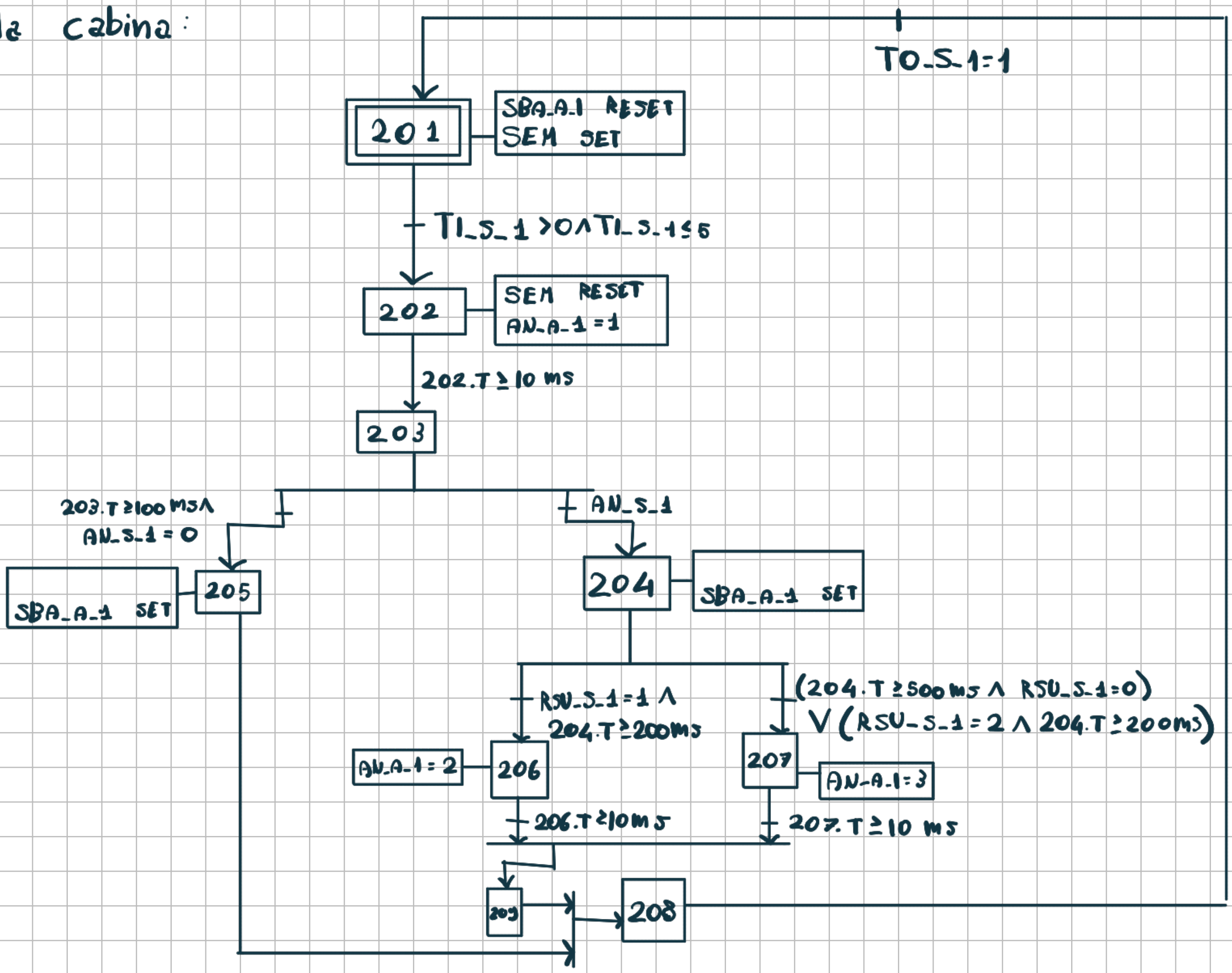
6: A seguito del rilevamento di un veicolo che non ha comunicato, la cabina blocca il passaggio.

7: Il veicolo non dialogante viene identificato con telecamera e potra' transitare.

Es 2) Modello dell' OBU:



Modello della cabina:



Es 3) La matrice di incidenza e'

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

Studio $Ker(C)$ per i T-invarianti

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

$$\begin{cases}-\eta_1-\eta_2+\eta_3=0\\-\eta_2+\eta_4=0\\\eta_1-\eta_2-\eta_3=0\\\eta_2-\eta_4=0\end{cases}\quad\begin{cases}\eta_3=\eta_1+\eta_2\\\eta_2=\eta_4\\\eta_3=\eta_1-\eta_2\\\eta_2=\eta_4\end{cases}\Rightarrow\begin{cases}\eta_2=\eta_4=0\\\eta_1=\eta_3\end{cases}\Rightarrow Ker(C)=\left\{\begin{bmatrix}x\\0\\x\\0\end{bmatrix},\ x\in\mathbb{R}\right\}\Rightarrow\eta=[1\ 0\ 1\ 0]^T$$

$\Rightarrow \eta$ e' il T-invariante, indica che la rete torna nello stato iniziale se t_1 e t_3 scattano lo stesso numero di volte e t_2 e t_4 non scattano mai $\Rightarrow$ La rete NON e' reversibile. Ora studio $Ker(C^T)$:

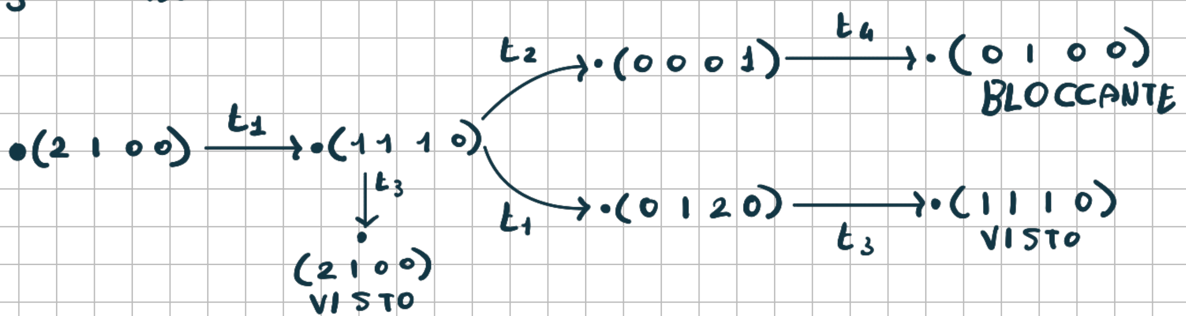
$$\begin{cases}-\gamma_1+\gamma_3=0\\-\gamma_1-\gamma_2-\gamma_3+\gamma_4=0\\\gamma_1-\gamma_3=0\\\gamma_2-\gamma_4=0\end{cases}\Rightarrow\begin{cases}\gamma_1=\gamma_3\\\gamma_4=\gamma_1+\gamma_2+\gamma_3\\\gamma_2=\gamma_4\end{cases}\begin{cases}\gamma_1=\gamma_3\\\gamma_4=\gamma_1+\gamma_4+\gamma_1\\\gamma_2=\gamma_4\end{cases}\Rightarrow\begin{cases}\gamma_1=\gamma_3=0\\\gamma_2=\gamma_4\end{cases}\Rightarrow Ker(C^T)=\left\{\begin{bmatrix}0\\x\\0\\x\end{bmatrix},\ x\in\mathbb{R}\right\}$$

$\Rightarrow$ il P-invariante e' $\gamma=[0\ 1\ 0\ 1]^T \Rightarrow$ i Posti p_1 e p_3 non sono conservativi, l'eq. di invarianza enuncia che

$$[0\ 1\ 0\ 1]\cdot x = x(p_2)+x(p_4) = [0\ 1\ 0\ 1]\cdot\begin{bmatrix}2\\1\\0\\0\end{bmatrix} = 2\cdot0+1\cdot1+0\cdot0+1\cdot0=1$$

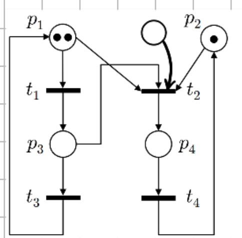
$\Rightarrow$ Vale sempre $x(p_2)+x(p_4)=1$.

Disegno l'albero:



Se ne conclude che la rete e': limitata, non viva, non reversibile, bloccante.

L'attivazione di t_2 blocca la rete, l'unico modo e' bloccare t_2:



I P-invarianti sono banali da trovare: $\gamma=[0\ 1\ 0\ 1\ 0]^T$