

AUTOMAÇÃO NA TOPECA



Automação de Processos Industriais

Ricardo Faria
Pedro Marçal
Maria Barradas

TOPECA
FÁBRICA DE PRODUTOS PARA CONSTRUÇÃO

Sumário

Enquadramento

- Topeca – Fábrica de Produtos para Construção

Processo de Fabrico

- Breve abordagem
- Sistema de Automação
- Aspectos Importantes

Modelação com Rede de Petri

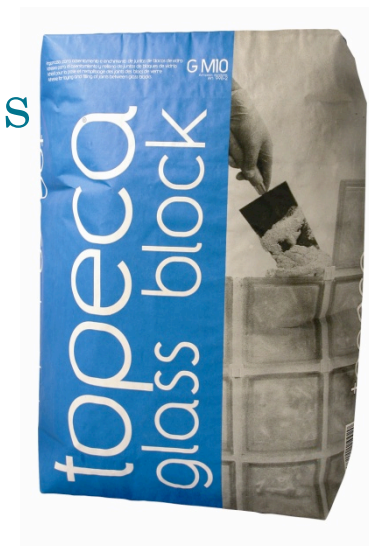
Conclusão

Enquadramento

Topeca – Fábrica de Produtos para Construção

- Localizada no Cercal, Concelho de Ourém
- Fundada em **1992**
- Dedicada-se ao fabrico de produtos para construção civil (cimentos, colas, argamassas e rebocos)
- Fabrica mais de **100 produtos** diferentes
- Web site: www.topeca.pt

TOPECA
FÁBRICA DE PRODUTOS PARA CONSTRUÇÃO



Processo de Fabrico

Breve abordagem

- **Produto Final** é obtido através da **mistura** da matéria-prima (**inertes**) e **aditivos**, após **pesagem**
- Cada tipo de produto é fabricado a partir de uma **fórmula pré-definida** que determina a quantidade a misturar
- Depois da mistura os produtos são **ensacados**

Processo de Fabrico

- O processo de pesagem, seguido de mistura e enchimento do saco repete-se até que se queira fabricar novo produto
- Erros de pesagem implicam desperdício de matérias-primas
- Elevada produção implica processo de fabrico rápido e eficiente



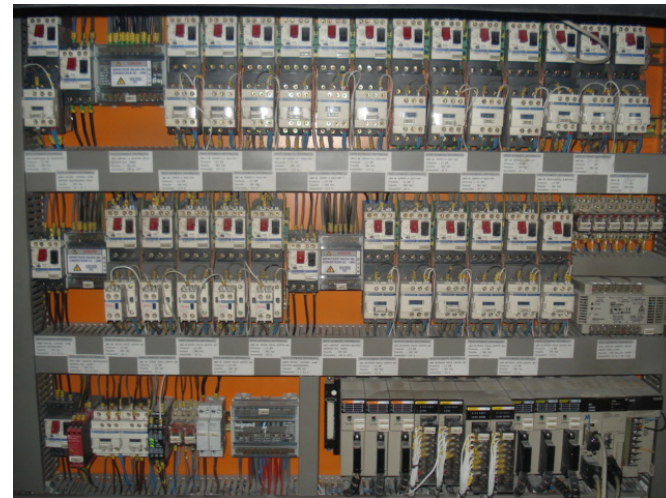
Aparecimento do Sistema de Automação

Processo de Fabrico

Sistema de Automação

Baseia-se em:

- Sensores
células de carga, sondas de nível, sensores de caudal
- PLC
modelo da OMRON
programação em LADDER
- Actuadores
válvulas pneumáticas



Processo de Fabrico

Sistema de Automação

Coordena a operação de 5 blocos:

- Computador
- Balança
- Tremonha
- Misturadora
- Ensacadora

TOPECA
FÁBRICA DE PRODUTOS PARA CONSTRUÇÃO



Processo de Fabrico

Aspectos Importantes

Modo manual que possibilita

- Adicionar aditivos manualmente
- Efectuar todo o processo manualmente

Se for detectado de **erro de pesagem**



O sistema pára até que seja reiniciado manualmente





Modelação com Rede de Petri

| Balança Tremonha Misturadora | | | Ensacadora | | |
|------------------------------------|------------------|-------------|----------------|------------------|---------------|
| <u>Eventos</u> | <u>Condições</u> | | <u>Eventos</u> | <u>Condições</u> | |
| | <u>Pré</u> | <u>Pós</u> | | <u>Pré</u> | <u>Pós</u> |
| ON | <i>Idle</i> | Executa | OPEN | <i>Idle</i> | Começa Encher |
| OFF | Executa | Termina | CLOSE | Começa Encher | Fim Encher |
| OPEN | Termina | Escoa | ON | Fim Encher | Ensaca |
| CLOSE | Escoa | <i>Idle</i> | OFF | Ensaca | <i>Idle</i> |

Modelação com Rede de Petri

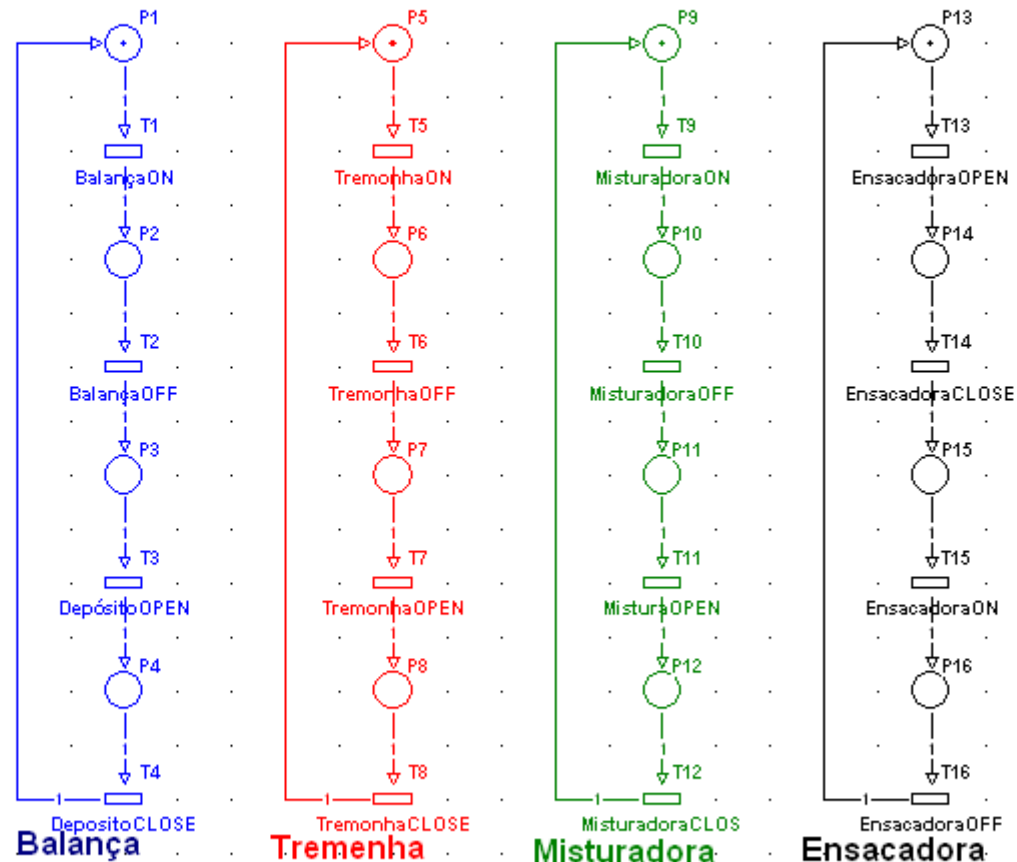
Os quatro sistemas funcionam em paralelo.

No entanto o seu funcionamento não é independente.



**Controlo
Supervisionado**

TOPECA
FÁBRICA DE PRODUTOS PARA CONSTRUÇÃO



Modelação com Rede de Petri

Controlo Supervisionado

Garantir que um subsistema só começa a operar quando o anterior descarregou material

Garantir que um subsistema só começa a descarregar quando o seguinte está vazio

Restrições Lineares

$$\begin{cases} v_5 \leq v_3 \\ v_9 \leq v_7 \\ v_{13} \leq v_{11} \end{cases}$$

Produtor - Consumidor

$$\begin{cases} \mu_4 + \mu_8 \leq 1 \\ \mu_8 + \mu_{12} \leq 1 \\ \mu_{12} + \mu_{16} \leq 1 \end{cases}$$

Exclusão Mútua

Modelação com Rede de Petri

Produtor - Consumidor

$$Cv_p \leq 0$$

$$\begin{bmatrix} 0 & 0 & -1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -1 & 0 & 1 & 0 & 0 \end{bmatrix} v_p \leq 0$$

$$L = [0 \ 0 \ 0]$$

$$\mu_{c0} = b - L\mu_{p0} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}$$

$$Dc^- = \max(0, v_p)$$

$$Dc^+ = \max(0, Dc^-) - \min(0, v_p)$$

Balança “produz” Tremonha “consome”

$$Dc = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 1 & 0 & -1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & -1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & -1 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

Tremonha “produz”

Ensacadora “consome”

Misturadora “consome”

Misturadora “produz”

Modelação com Rede de Petri

Exclusão Mútua

$$L\mu_p \leq b$$

$$\begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \mu_p \leq 1$$

$$De = -LDp$$

$$\mu_{c0} = b - L\mu_{p0} = \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \end{bmatrix}$$

Tremonha Vazia >> Balança Descarrega

$$De = \begin{bmatrix} 0 & 0 & -1 & 1 & 0 & 0 & -1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -1 & 1 & 0 & 0 & -1 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & -1 & 1 & 0 & 0 & -1 & 1 \end{bmatrix}$$

Misturadora Vazia >> Tremonha Descarrega

Ensacadora Vazia >> Misturadora Descarrega

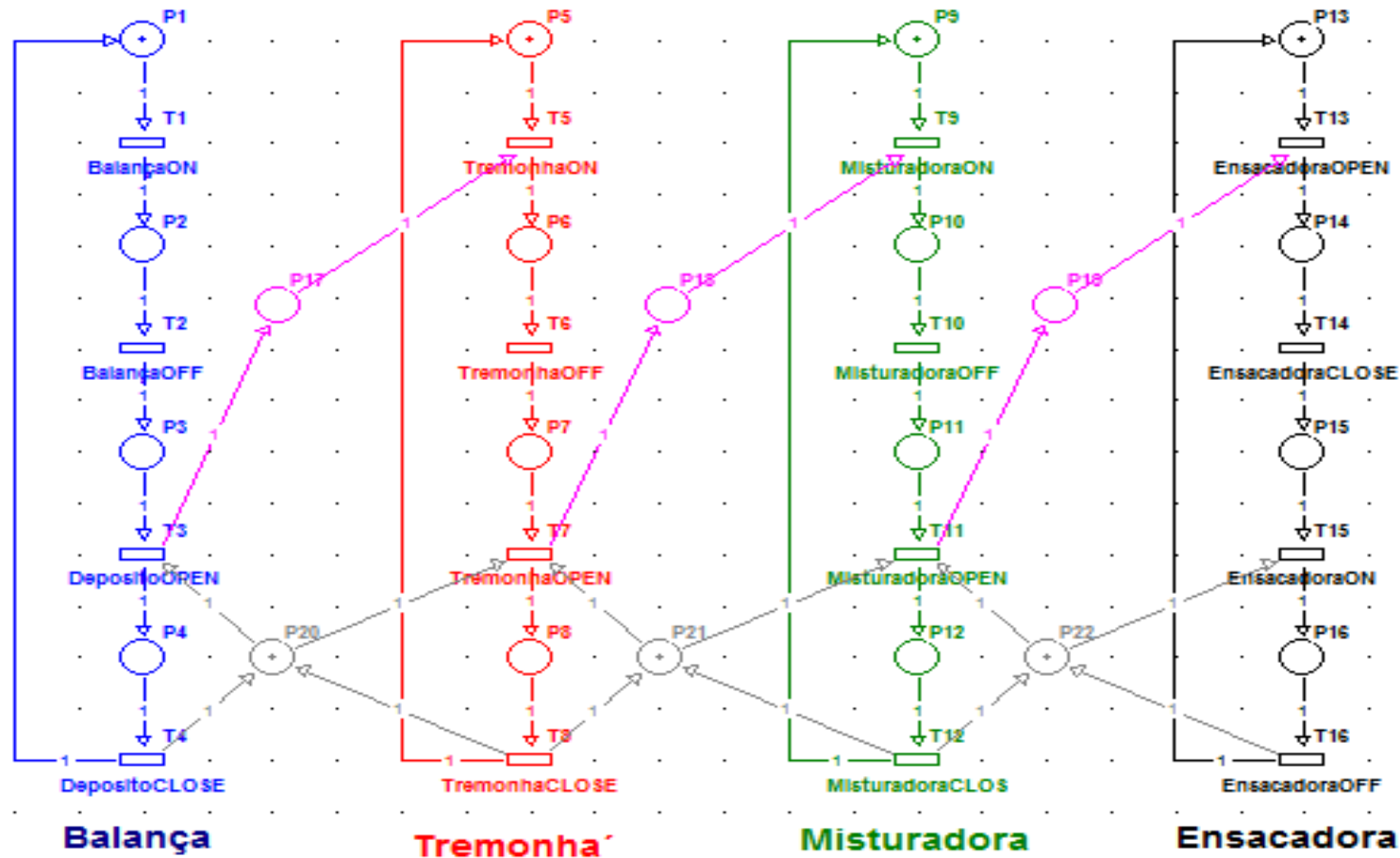
Modelação com Rede de Petri

Matriz de Incidência

D=

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|---|----|----|----|----|
| -1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | -1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 1 | -1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 1 | -1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | -1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | -1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | -1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | -1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | -1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | -1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | -1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | -1 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | -1 | 0 | 1 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | -1 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | -1 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | -1 |
| 0 | 0 | 1 | 0 | -1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | -1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | -1 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | -1 | 1 | 0 | 0 | -1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | -1 | 1 | 0 | 0 | -1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | -1 | 1 | 0 | 0 | -1 | 1 |

Modelação com Rede de Petri



Modelação com Rede de Petri

Propriedades da Rede

- **Alcançável** todas as marcações alcançáveis a partir da marcação inicial
- **Limitada** nunca tem mais que 1 *tokens* num lugar
- **Segura**
- **Conservativa** o número de *tokens* permanece constante
- **Viva** sem *deadlocks* ou *livelocks*

Conclusão

- A **Automação** garante a operação de uma fábrica com pouca mão de obra
- As **Redes de Petri** modelam sistemas utilizados em contexto fabril
- O **Controlo Supervisionado** garante a operação sem erros no sistema
- A **complexidade** dos sistemas em contexto fabril não é desprezável

Obrigado pela vossa atenção

Questões

