



# Universidade de São Paulo

## Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica

PMR 5237 – Modelagem e Design de Sist. Discretos em Redes de Petri

### 4a. Lista de exercícios

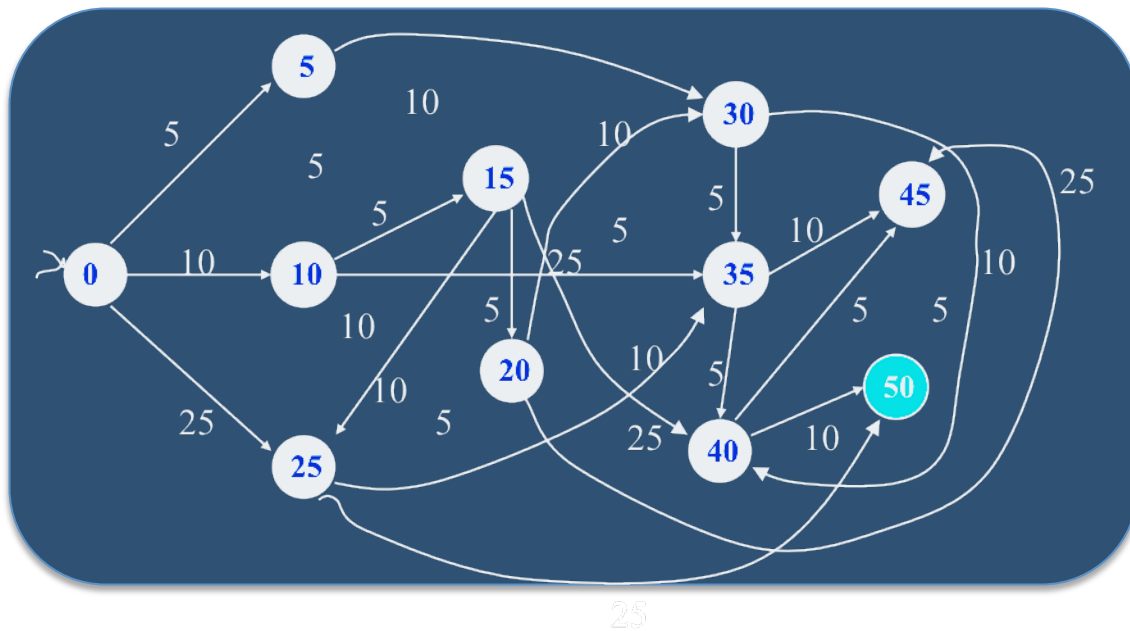
Prof. José Reinaldo Silva

**Exercício 1:** No site da disciplina foi colocado um documento adicional que é o capítulo 24 do livro Applications of Discrete Mathematics de Keneth Rosen. Este capítulo apresenta um estudo dirigido com exercícios (e as respectivas respostas) cobrindo um range bem razoável das redes principais que aparecem nos exercícios em todos os cursos de redes de Petri do mundo. Notem entretanto que estes exercícios modelam qualitativamente, e de forma bem genérica (com grande nível de abstração) sistemas reais. Quanto mais nos aproximamos de uma modelagem mais direta (mais próxima dos elementos reais) mais aparecem problemas do tipo: i) achar um correspondente para um dado elemento real na rede, ou ao contrário achar o significado físico de alguns elementos, especialmente se estes aparecem para garantir propriedades; ii) o modelo cresce bastante e mesmo com artifícios como as árvores de cobertura (Coverability Trees), teremos problema em aplicar o método de análise mais básico, que é justamente o baseado em atingibilidade (sem apelar para a resolução da equação de estado, pelas dificuldades que já vimos em aula.

Leia e siga e/ou faça os exercícios propostos deste estudo de caso.

**Exercício 2:** Vamos recapitular agora a classificação das redes (redes sequenciais, máquinas de estado, grafos marcados, rede “free choice”) e relacionar esta classificação com a análise de propriedades:

- a) Procure um exemplo prático (seja em manufatura, redes de computadores, transportes, controle, etc.) de um sistema cujo modelo resulte em uma rede sequencial e destaque as suas propriedades ou diferenças para as outras redes.
- b) Analise o grafo abaixo que mostra a modelagem de uma máquina de vender chocolate, chips, etc. onde, para simplificar o tamanho da rede consideramos a inserção de moedas apenas de \$5, \$10 e \$25 centavos. O produto pode ser entregue quando o valor atingido somar \$50. Este grafo reflete uma representação em autômato finito do sistema. Transforme este grafo em uma rede de PETRI. Como este modelo se enquadra na classificação.



- c) Para a rede do item anterior faça um algoritmo (sobre a rede) para calcular a forma de emitir o “troco” caso o valor inserido passe do valor dos produtos (\$50). Dica: complete a rede com os valores que passam do valor de referência (\$50) inserindo moedas de \$5, \$10 e \$25 e daí pense no algoritmo que emite o troco.
- d) Agora imagine um sistema de montagem de bicicletas (também visto de maneira abstrata e genérica. Este processo é dividido em 3 linhas onde uma monta pneu, aro, etc, a outra monta a estrutura (sem para-lamas), composta de guidão, quadro, suporte do selim, e a última monta o selim, encaixe, etc. Uma vez montada a bicicleta é possível inserir a estrutura dos freios, faróis e marcha. Faça o modelo em redes de Petri deste sistema produtivo. Em que classificação se encaixa?
- e) Leia o capítulo 3 do livro Free Choice Nets de Jorg Desel e Javier Esparza que fala exatamente sobre análise de invariants sobre redes Free Choice. Aplique esta análise a um dos exemplos do livro (deste capítulo)