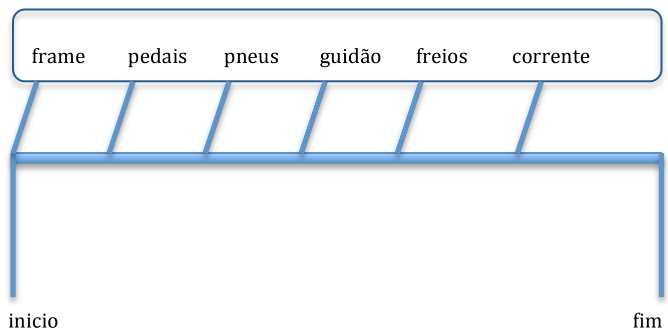
Universidade de São Paulo
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica
PMR 5237– Modelagem e Design de Sist. Discretos em Redes de Petri

3a. Lista de exercícios

Prof. José Reinaldo Silva

Exercício 1: Como vimos em aula os processos de fabricação às vezes podem ser representados por sistemas sequenciais que apresentam propriedades mais simples e diretas em Redes de Petri. Vamos estilizar (isso não é um sistema real mas simplesmente realístico) de um processo de uma linha de montagem de bicicletas, onde temos na entrada o frame, isto é, a estrutura básica da bicicleta faltando os mecanismos (pedal, corrente, freios) e ainda o guidão e os para-lamas, além dos pneus. O diagrama a seguir mostra como seria a montagem básica.



a) Faça um diagrama da linha de montagem, onde cada estação de transformação é uma transição (sistema americano clássico). Quais as propriedades desta rede? (máquina de estado, grafo marcado, free-choice)? Você tem alguma interpretação física pra isso?
b) Você agora ligar a transição que marca o final do processo com um lugar "contador" que simplesmente conta os ciclos de processo e ligar este com o início do processo. Qual a consequência disso na simulação das marcas? Teria sentido?
c) Agora vamos tornar a rede uma rede realmente P/T e lidar com a disponibilidade de recursos. A demanda de fabricação é determinada pelo número de frames na entrada (e deve ter recurso suficiente para a fabricação deste número de bicicletas). Vamos supor que a demanda é de fabricar 100 bicicletas. Mas não teríamos um caso real se não usarmos uma rede temporizada. Assim, vamos supor que cada estação tem um tempo de processamento (genérico, atribua segundo o seu bom-senso). E agora, como fica a simulação? Afetou a ordem dos eventos? O

que acontece depois de 30 ciclos de simulação? Quantas bicicletas tínhamos antes? E agora?

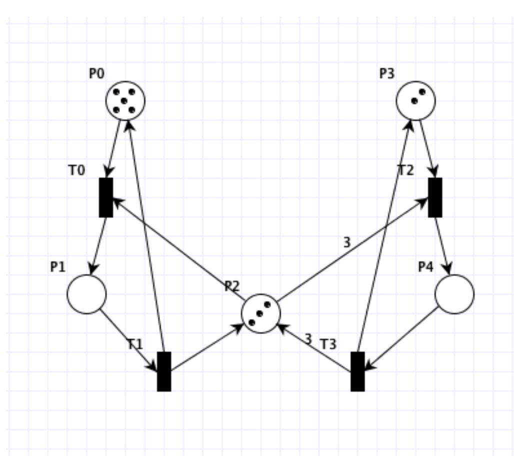
d) Mas se, digamos, 100 bicicletas é um lote, vamos admitir que uma fábrica não fabrica um lote só. Assim, você pode colocar uma transição de entrada que enche o buffer com a demanda de frames com o lote todo (sim, 100 de uma vez). E agora vamos dizer que eu só quero começar o novo lote quando o primeiro foi inteiramente fabricado. Como se coloca isso na rede? (e consequentemente no controle do chão de fábrica)?

e) Mas o problema ainda não está completo! Na verdade a pedaleira, os freios e mesmo os pneus não são recursos simples. Eles já são objeto de uma montagem envolvendo recursos. Por exemplo, o freio é de fato (em uma bicicleta simples) dois sistemas de braçadeiras que atuam nos pneus dianteiro e traseiro, um sistema de cabo de aço que opera a tração que é ligado no guidão e em dois sistemas de acionamento mecânico em cada lado deste). Portanto já em um processo em si que produz o "recurso" freio para a montagem principal. Desenhe agora os processos de produção (montagem) dos freios, dos pneus (já encaixados no aro e montado sobre o eixo) e da pedaleira (pedais, eixo, engrenagem de acionamento). E agora? Como ligamos isso na rede? Entendeu agora o que significa uma rede de Petri "hierárquica"? Faça isso no PIPE2.

f) Qual o tempo necessário para produzir 1500 bicicletas? Claro que isso vai depender do tempo que você atribuiu a cada processo, e da compatibilidade deste com a montagem dos componentes.

Exercício 2: A rede a seguir está entre os exemplos do PIPE3 (o arquivo é o Readers&Writers.xml). Veja que no caso se considera que todos os lugares teriam marcação ilimitada (ou poderíamos considerar o rede completa).

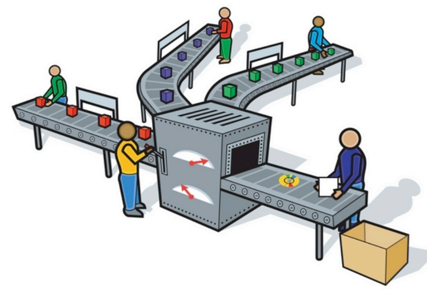
a) esta rede é limitada? Qual seria a marcação majorante k?
b) Qual seria a interpretação desta rede? Em outras palavras, como está sendo usado o "peso" dos arcos?
c) Se mudarmos a marcação inicial para (8 0 3 10 0)? Muda alguma propriedade?
d) E se mudarmos a capacidade do lugar P2 para k=5?



Exercício 3 : Vamos revisitar o problema de fabricação flexível, apresentado em sala, e na lista de exercícios 2. Só que agora vamos supor que as receitas incluem mais uma máquina M4 para os dois processos de modo que as receitas para cada peça ficam

$$P1 = M1 * (M2 + M3) * M4$$

$$P2 = (M2 + M3) * M1 * M4$$



Você já deve ter a rede do exercício passado. Faça as devidas mudanças nesta rede e agora analise as propriedades (inclusive classificando entre as redes que conhecemos). O que acontece quando se muda a demanda de peças? Não esqueça de que agora precisamos de fato ter um buffer entre M1, M2 e M3 e entre cada um destes e M4. Como fica o ajuste da capacidade dos buffers?

Exercício 4: Vamos voltar a considerar uma máquina automatizada para vender chocolates (já vimos um caso parecido em aula). Vamos admitir que temos dois tipos de chocolate com preços diferentes: um custa R$0,45 e o outro custa R$0,50. Portanto temos dois estados finais, dispensando cada um dos tipos de chocolate. A máquina aceita moedas de 5, 10, e 0,25 centavos.

a) Faça o modelo em redes de Petri desta máquina
b) Ache os invariantes deste modelo
c) Que tipo de rede é esta?
d) Esta rede tem conflitos? Se as moedas forem “indistinguíveis” parece que sim. Mas e se a máquina puder distinguir qual moeda foi inserida? Como é possível isso? Isso muda a resposta do item anterior?
e) mostre que esta rede é viva! É também cíclica? É livre de deadlock? Aliás ser viva garante que é livre de deadlock?

Exercicío 4: Modele o fluxo de um sistema de empréstimo de livros em uma biblioteca. Considere que o usuário pode devolver o livro direto no balcão ou pode deposita em caixas coletoras com leitor RFID que podem comunicar via rede qual livro foi devolvido e quando.