

## REDES DE PETRI EXEMPLOS E METODOLOGIA DE UTILIZAÇÃO

As RdP têm a grande vantagem de nos permitir visualizar graficamente certas relações e noções. Eis algumas das figuras de modelização mais utilizadas:

### \* Paralelismo

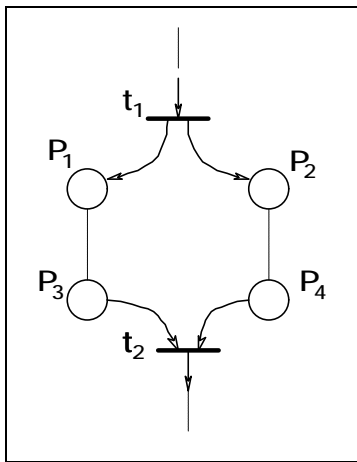


Figura 13

A figura 13, ilustra uma situação de paralelismo. Após o disparo da transição  $t_1$ , e até ao disparo da transição  $t_2$ , existem duas evoluções em paralelo: de  $P_1$  a  $P_3$  e de  $P_2$  a  $P_4$ . Cada uma destas evoluções pode ser feita ao seu ritmo próprio.

Em certa medida a transição  $t_2$  vai sincronizar as duas sequências...

### \* Sincronização

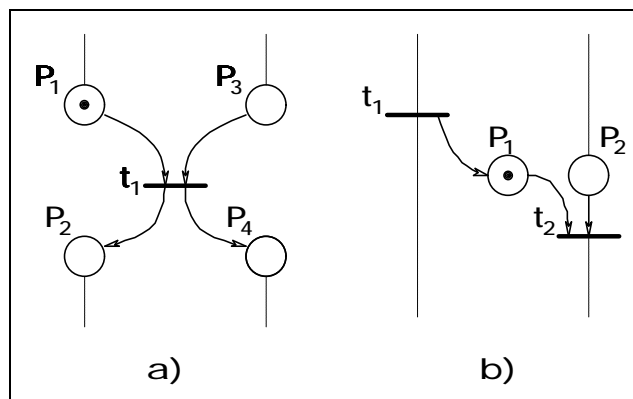


Figura 14

A figura 14a) representa a sincronização recíproca de duas evoluções. Na parte esquerda, a posição  $P_1$  está marcada, mas não pode evoluir enquanto a posição  $P_3$  não estiver marcada também. A partir do momento em que ambas as posições estejam marcadas a transição  $t_1$  passa a estar disponibilizada e poderá ser disparada. O que foi exposto aplica-se ao caso de apenas  $P_3$  estar marcada.

A figura 14b) ilustra uma situação um pouco diferente, mas também de sincronização. Neste exemplo, a evolução da parte esquerda é independente da parte direita. O mesmo não se pode dizer da parte direita. A transição  $t_2$  só pode ser disparada após o disparo da transição  $t_1$ . A posição  $P_1$  memoriza a autorização de disparo da transição  $t_2$  (sincronização por semáforo).

### \* Partilha de Recursos

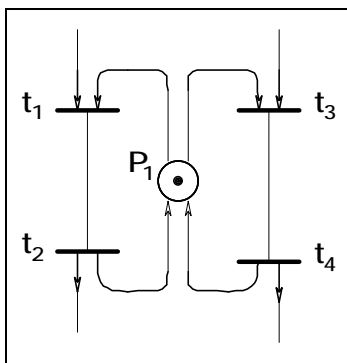


Figura 15

A posição  $P_1$  modeliza a disponibilidade de um recurso, que pode ser utilizado pela evolução da parte direita ou da parte esquerda, mas nunca simultaneamente pelas duas.

Por exemplo rever a figuras 1 (o manipulador é partilhado por um conjunto diverso de sequências de operações - evoluções).

Rever também o exemplo retratado pela figura 10.

Num caso mais geral é provável a existência de vários recursos idênticos (mais marcas dentro de  $P_1$ ), e qualquer uma das evoluções poderá utilizar mais recursos simultaneamente.

**\* Memorização**

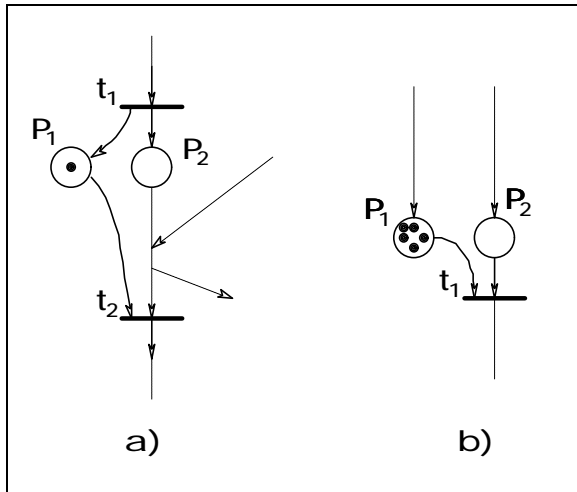


Figura 16

A figura 16a) memoriza o facto de a transição  $t_1$  ter sido disparada e autoriza o disparo posterior de  $t_2$  (é uma situação semelhante à de 14b). De notar que  $t_2$  poderia ficar habilitada por via de testemunhos provenientes de outro subsistema (linhas a tracejado).

Pode-se também memorizar um número, por exemplo o número de peças em *stock*, pela presença de um número de marcas numa determinada posição (figura 16b)).

**\* Leitura**

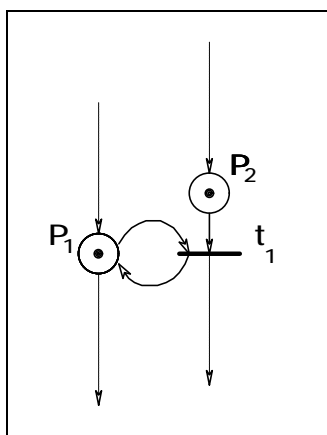


Figura 17

A figura 17 retrata uma situação que geralmente se designa por leitura. O disparo da transição  $t_1$  é condicionado pela marcação em  $P_1$ , sem no entanto modificar essa marcação. Trata-se de fazer uma "leitura" à marcação.

### \* Capacidade Limitada

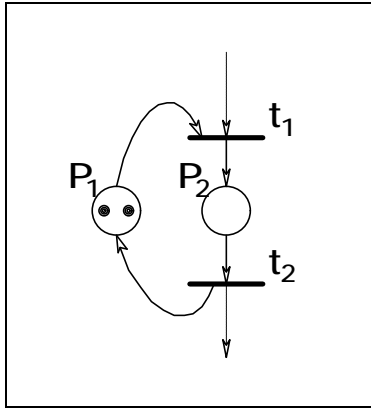


Figura 18

A figura 18 ilustra um funcionamento tal que a transição  $t_1$  só é disparada caso a posição  $P_2$  contenha menos de duas marcas.

## Alguns Exemplos de Aplicação das RdP

### PROBLEMA 1

Numa determinada célula de fabrico existem 3 máquinas. Os objectos a maquinar são sujeitos a duas operações de maquinação. A sequência de maquinação de cada uma dos objectos é  $OPA \rightarrow OPB$ .

Para aumentar a produtividade (o tempo de maquinação de  $OPA$  é sensivelmente o dobro de  $OPB$ ) e não estrangular a linha de produção, duas das máquinas ( $M1$  e  $M2$ ) executam a operação designada por  $OPA$ . A máquina 3 ( $M3$ ) executa  $OPB$ .  $OPA$  pode ser efectuada em qualquer das máquinas destinadas ao efeito.

A célula de fabrico tem um tapete de entrada automatizado por onde chegam os objectos a maquinar. O sinal *peça* indica a chegada de um objecto à célula de fabrico. Um sinal *agv* indica a disponibilidade de um AGV para evacuar a peça maquinada.

Um manipulador (robot) é utilizado para fazer as seguintes operações de movimentação (entre parêntesis sinal de fim de operação):

- $CAR1 \Rightarrow$  do tapete para  $M1$  (*fcar1*);
- $CAR2 \Rightarrow$  do tapete para  $M2$  (*fcar2*);
- $CAR31 \Rightarrow$  de  $M1$  para  $M3$  (*fcar31*);
- $CAR32 \Rightarrow$  de  $M2$  para  $M3$  (*fcar32*);
- $DESC \Rightarrow$  de  $M3$  para o AGV (*fdesc*);

Operações a executar em **M1** e **M2**:

- **OPA**  $\Rightarrow$  operação A (*fopa*)

Operações a executar em **M3**:

- **OPB**  $\Rightarrow$  operação B (*fopb*)

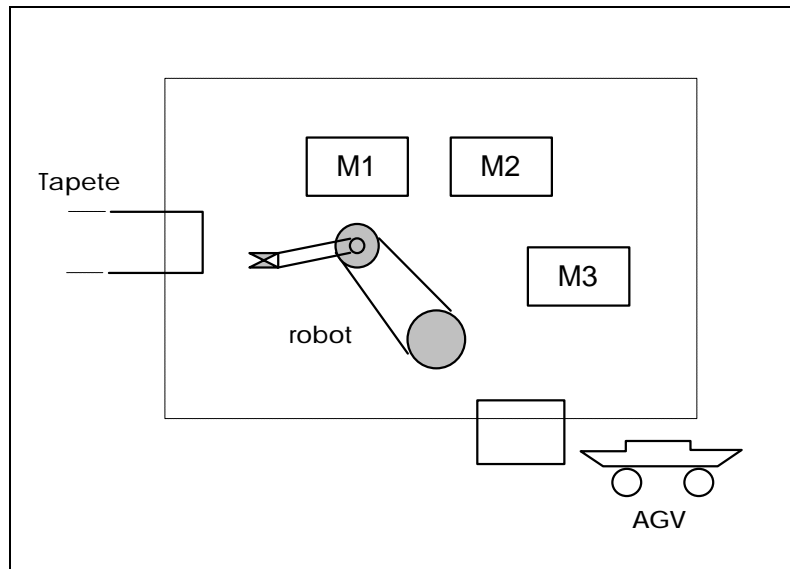


Figura 19

A figura 19 representa a célula de fabrico do problema 1.

A figura 20 é a RdP que descreve o sistema. De notar a presença de algumas das figuras de estilo anteriormente referidas (em particular a partilha de recursos).

A RdP apresentada na figura 20 não contempla algumas situações:

- i) **M1** e **M2** livres. Qual carregar primeiro?
- ii) Verifica-se fim de OPB e **M1** ou **M2** livre e sinal de *peça*. O que fazer?

Na realidade, a primeira situação (em termos de comportamento do sistema) não é muito importante, e nas RdP só uma das transições é disparada. É possível modelizar situações de prioridade como se verá noutros exemplos.

A segunda situação já é capaz de ser importante. Se existir *peça* à entrada da célula e uma das máquinas *M1* ou *M2* está livre poderá ser preferível dar prioridade à operação de carregar *M1* ou *M2* em vez de proceder a *DESC*.

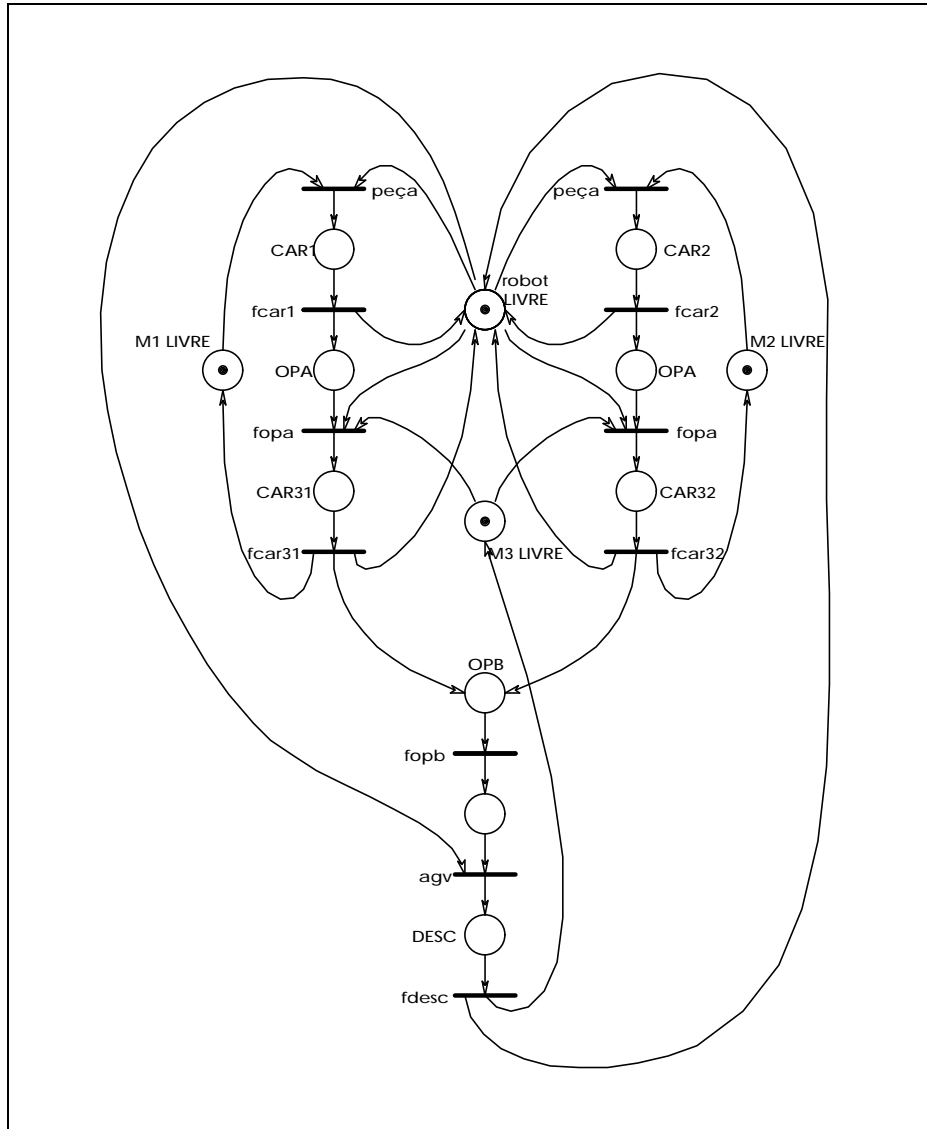


Figura 20

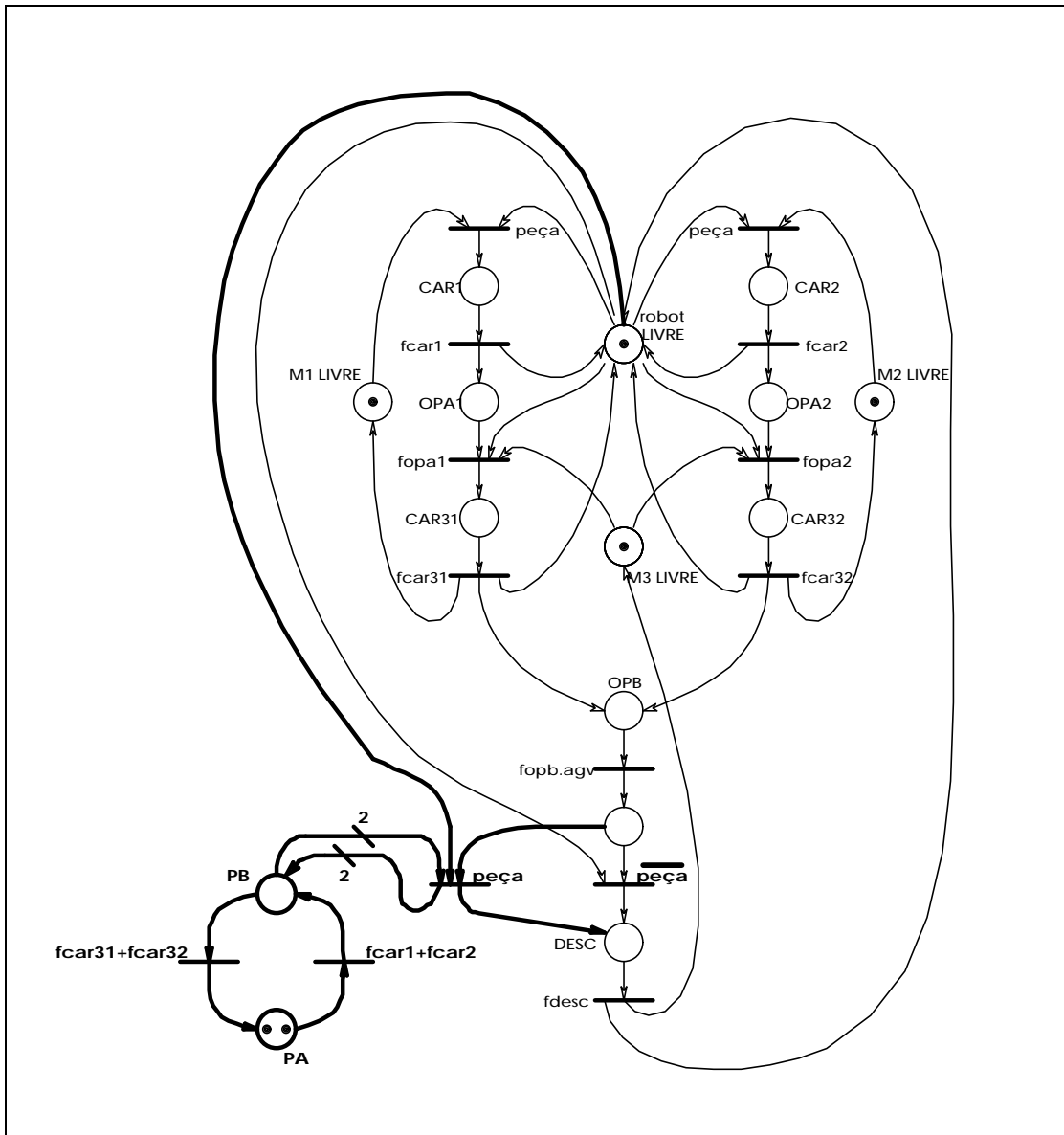


Figura 21

A posição *PA* representa o número de máquinas que executam a operação *OPA* e estão livres. Quando existe sinal de *peça* só se faz a operação *DESC* se ambas as máquinas *M1* e *M2* estão ocupadas (duas marcas na posição *PB*). Trata-se de fazer uma leitura à posição *PB*...

Imagine-se agora que existem *buffers* com capacidade para 5 peças quer à entrada quer à saída da célula. O *AGV* só sai quando no *buffer* de saída existirem 5 peças já maquinadas. Veja-se a modelização de capacidade limitada.

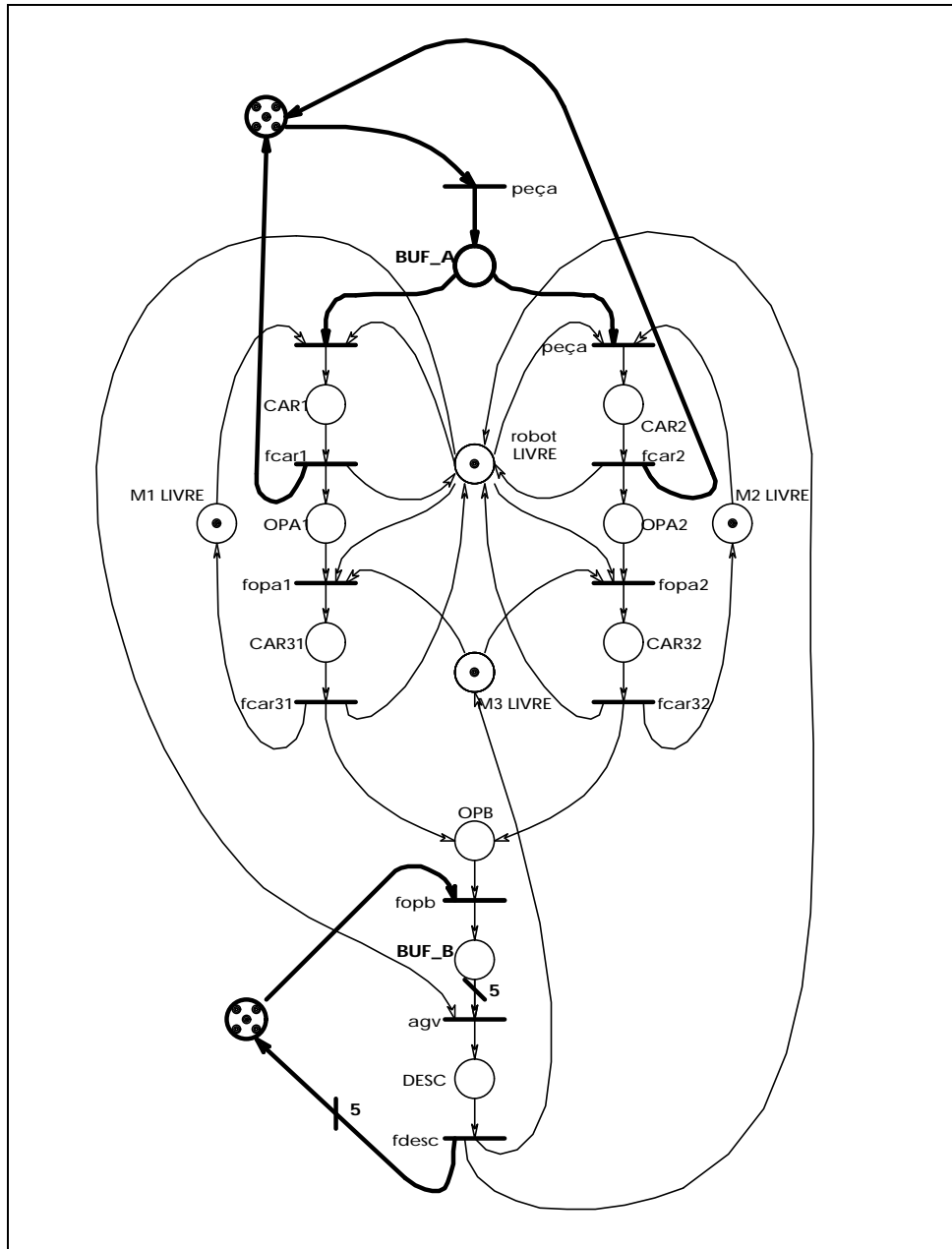


Figura 22