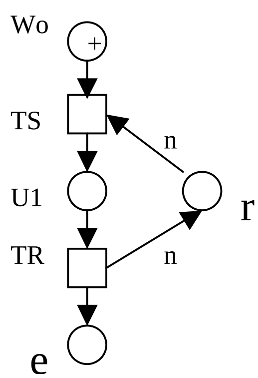
Redes de Petri modelo Q nível Q0

Esquema Temporizado para modelo - q0 (ET-0)

Wo = +	número infinito de solicitações esperando atendimento
TS	transição de atendimento de solicitação (aloca recursos)
TR	transição que libera recursos
Mo(r)	modela as unidades de recursos disponíveis para atendimento de solicitações



Equações de Fluxo: modelo q-0

Para análise quantitativa de esquemas temporizados

ET-0 : Mo(r) $\geq$ n , Z(Ui) > 0

Ocorre em:

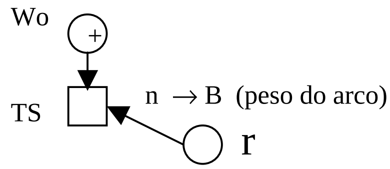
TS: solicitação é atendida
Consome marcas de **r** e **Wo**
Estas marcas são usadas em U1, U2, ...

TR: solicitação abandona o sistema
Marca em **e**
n unidades de recursos são liberadas, ficando novamente disponíveis

<u>Período Básico</u>: tempo entre ocorrência de TS até a liberação dos recursos (ocorrência de TR)

Po(N) = Σ Z(Ui) $\longrightarrow$ Soma dos tempos de utilização do recurso que passa pelos lugares U

Mo (r) : disponibilidade inicial de recursos; cada solicitação requer B(r , TS) marcas para entrar no sistema.



m(N) = $\lfloor$ Mo(r) / B(r , TS) $\rfloor$ = int (Mo(r) / B(r , TS))

é o número máximo de solicitações que podem ser atendidas concorrentemente
= número de solicitações atendidas por período básico

Tendo ocorrido TS e passado Po (n) unidades de tempo, a solicitação deverá deixar o sistema, o que irá liberar B(r , TS) unidades de recurso.

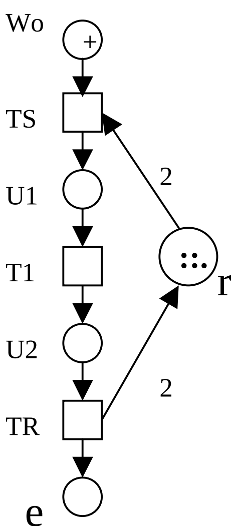
<u>Fluxo Básico</u>: Do(n) = m(n) / Po (n)

Representa o número de solicitações atendidas por unidade de tempo.
É a taxa de ocorrência da transição de liberação TR por unidade de tempo.
Unidade de medida é o lambda (λ) .

<u>Fluxo de Recursos</u>: Ro (n) = B(r , TS) **.** Do (n)

Para atender uma solicitação são necessárias B(r , TS) unidades de recursos
Um fluxo de Do(n) solicitações requer um fluxo de Ro(n) unidades de recurso

Exemplo 1: análise do seguinte ET-0

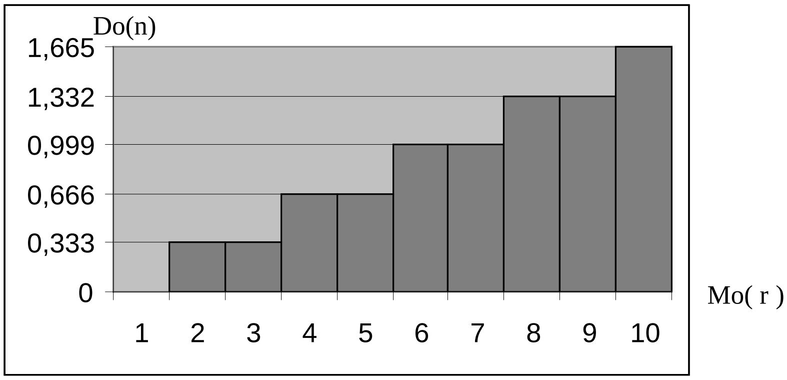


Z(U1)= 1 z Z(U2)= 2 z
Po(n)= Z(U1) + Z(U2) = 3 z
m(n)=int(Mo(r) / B(r,TS)) = int(5/2) = 2

Do(n)= m(n)/Po(n) = 2/3 = 0,666 λ
(a cada 3 z são atendidas 2 requisições ;
a cada 1 z , são atendidas 0,666 reqs.)

Ro(n)= B(r,TS) . Do(n) = 2 . 0,666 = 1,333 unidades de rec.
(= número de unids de recurso consumidas em 1 z ;
se 1 solicit. consome 2 marcas
0,666 solicit consomem 1,333 marcas)

Diagrama Do(n) x Mo(r)

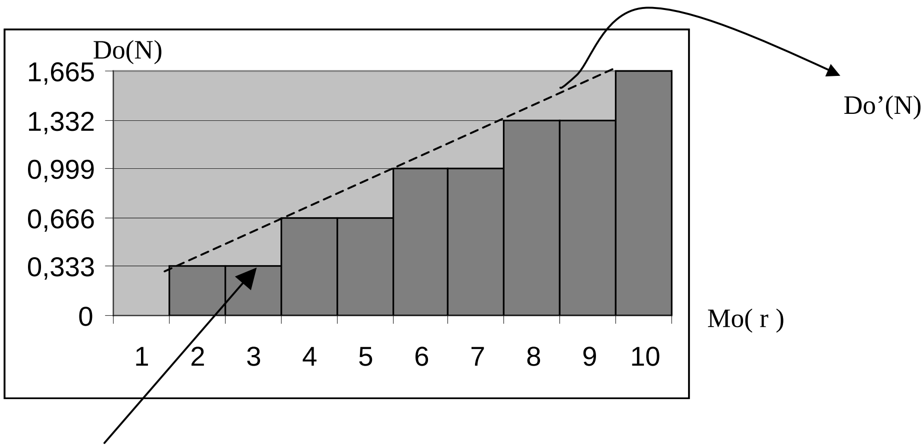


Comportamento da rede em função da marcação inicial

Para:

Mo (r)	m (n)	Do(n)
0	0	0
1	0	0
2	1	0,333 λ
3	1	0,333 λ
4	2	0,666 λ
5	2	0,666 λ

Análise da sub-utilização de recursos



Com 3 marcas no lugar r há desperdício de recurso.

Do'(N) é o **FLUXO IDEAL** (valor teórico ***máximo*** para o fluxo)

Do'(N) = (Mo(r) / B(r , TS)) / Po(n) OBS: não há arredondamento para o menor int.

No Fluxo Ideal supõe-se que a cada acréscimo de Mo(r) há aumento de Do(N), o que gera uma reta sem "degraus"

Então :

Mo (r)	m (n)	Do'(n)
0	0	0
1	0	0
2	1	0,333 λ
3	**1,5**	**0,5 λ**
4	2	0,666 λ
5	**2,5**	**0,833 λ**

Tempo de Espera Induzido em um lugar

Com o objetivo de mesurar (ou quantificar) o desperdício de recursos, é introduzido o conceito de tempo de espera induzido de marcas em um lugar da rede.

Supondo Mo(r) = 3

Do(N) = $\lfloor 3/2 \rfloor$ / 3 = 1 / 3 = 0,333 λ
Do'(N) = (3/2) / 3 = 1,5 / 3 = 0,5 λ

Então, considerando indução de tempo de espera (Zw(r)):

Do'(N) com Zw = (3 / 2) / (3 + Zw(r)) = Do(N)

(1,5) / (3 + Zw(r)) = 0,333
(1,5) / (3 + **1,5**) = 0,333 =>>> Zw(r) = 1,5
(1,5) / 4,5 = 0,333

A equação que representa Zw(r):

Zw(r) = **(** (Mo(r) / B(r,TS)) / Do(N) **) -** Po(N)

Neste exemplo:

Zw(r) = **(** (3 / 2) / 0,333 **)** – 3 = **1,5**

Mo (r)	Do(n)	Do'(n)	Zw (r)
0	0	0	0
1	0	0	0
2	0,333 λ	0,333 λ	0
3	0,333 λ	**0,5 λ**	**1,5**
4	0,666 λ	0,666 λ	0
5	0,666 λ	**0,833 λ**	**0,753**

Índice de Sub-utilização

$U^o(N) = Zw(r) / (\Sigma Z(Ui) + Zw(r))$ ou $U^o(N) = 1 - (Do(N) / Do'(N))$

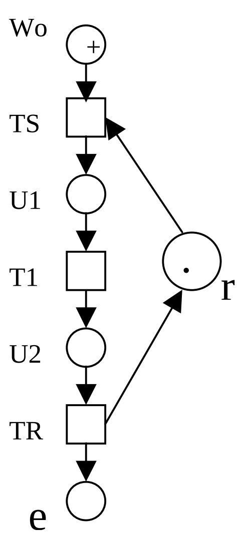
No exemplo:

$U^o(N) = 1{,}5 / (3 + 1{,}5) = 1{,}5 / 4{,}5 = 0{,}333$

Interpretação:

- Tempo de espera da marca em r corresponde a 33,33% do tempo total (Po+Zw)
- Do(N) é 33,3% menor que Do'(N) ou
- Do(N) é 66,6% de Do'(N)

Marcação média de um lugar



$Z(U1) = 1z$

$Z(U2) = 9z$

$Po(N) = 10z$

Observando a rede:

Durante o 1^o z $(M(U_1),M(U_2)) = (1,0)$
Nos 9z seguintes $(M(U_1),M(U_2)) = (0,1)$

Logo:
Ao longo dos 10 z $(\overline{M}(U_1),\overline{M}(U_2)) = (0.1,0.9)$

$M(U) = Do(N) * Z(U)$

$\overline{M}(r) = Do(N) * B(r,TS)*Zw(r)$

$\overline{M}(r) = Mo(r) - m(N) * B(r,TS)$