

$A/B/s/K/N/D$

A = ARRIVAL PROCESS

B = SERVICE TIME DISTRIBUTION

s = NUMBER OF SERVERS

K = $s + k$ = NUMBER OF PLACES IN SYSTEM

k = BUFFER SIZE

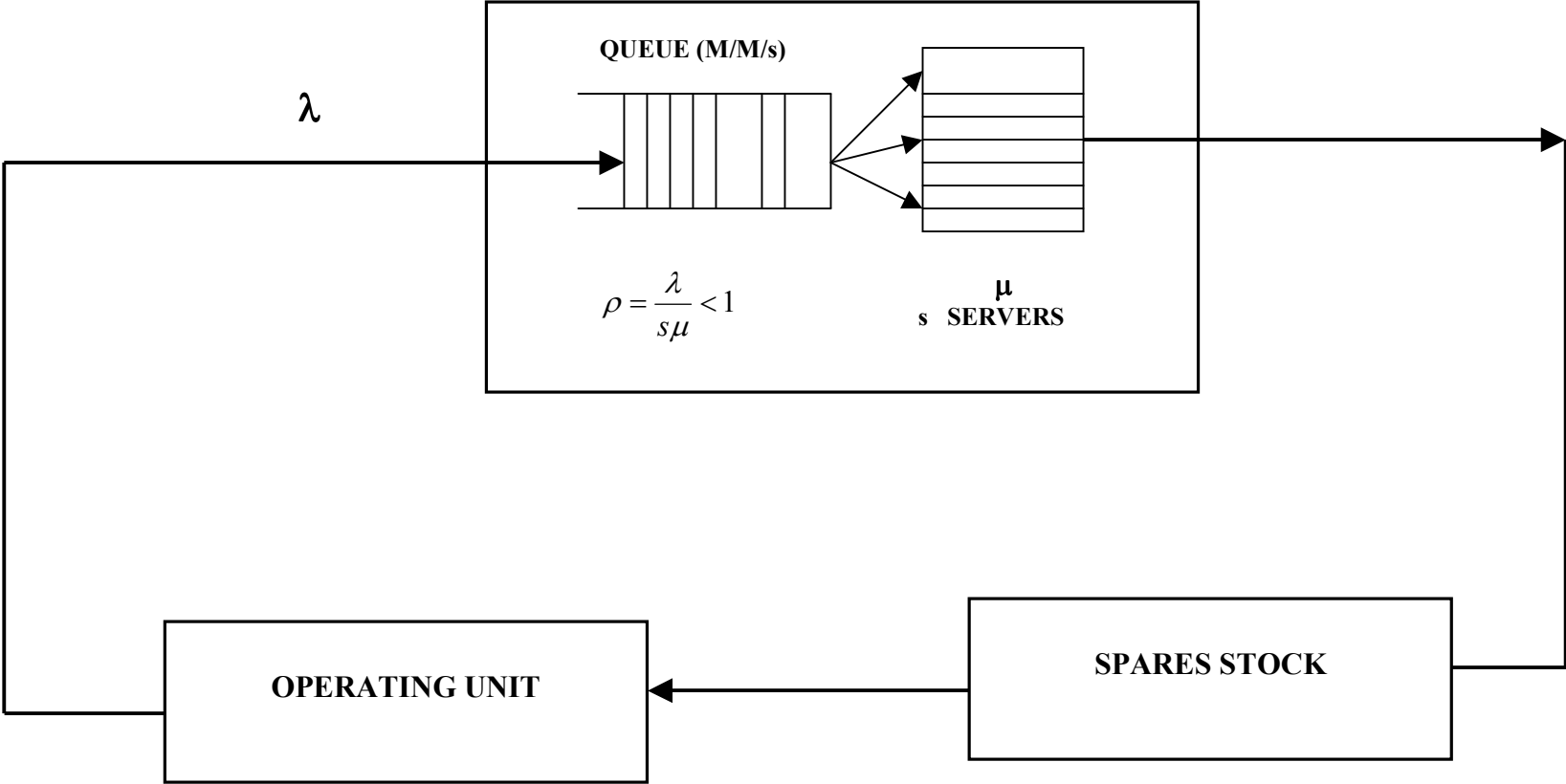
N = POPULATION

D = QUEUE'S DISCIPLINE

QUEUEING MODEL	ρ (Expected Utilization)	P_0 (Probability of System Empty)	P_n (Probability of System with n)
M/M/1	$\frac{\lambda}{\mu} < 1$	$1 - \frac{\lambda}{\mu}$	$\rho^n p_0$
M/M/s s=Number of Servers	$\frac{\lambda}{s\mu} < 1$	$\left[\sum_{m=0}^{s-1} \frac{(s\rho)^m}{m!} + \frac{(s\rho)^s}{s!(1-\rho)} \right]^{-1}$	$\frac{(s\rho)^n}{n!} p_0$ if $1 \leq n \leq s$ $\frac{(s\rho)^n}{s!s^{n-s}} p_0 = \frac{\rho^n s^s}{s!} p_0$ if $n \geq s$
M/M/ ∞	$\frac{\lambda}{\mu}$	$e^{-\frac{\lambda}{\mu}}$	$\frac{\left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^n}{n!} p_0$
M/M/1/K K=System Capacity	$\frac{\lambda}{\mu} < 1$	$\frac{1 - \frac{\lambda}{\mu}}{1 - \left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^{K+1}}$	$\left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^n p_0$ if $1 \leq n \leq K$
M/M/s/K K=System Capacity	$\frac{\lambda}{s\mu}$	$\left[1 + \sum_{m=1}^s \frac{\left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^m}{m!} + \frac{\left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^s}{s!} \sum_{m=s+1}^K \left(\frac{\lambda}{s\mu}\right)^{m-s} \right]^{-1}$	$\frac{\left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^n}{n!} p_0$ for $n = 1, 2, \dots, s$ $\frac{\left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^n}{s!s^{n-s}} p_0$ for $n = s+1, s+2, \dots, K$ 0 for $n > K$

QUEUEING MODEL	ρ (Expected Utilization)	P_0 (Probability of System Empty)	P_n (Probability of System with n)
M/M/1/∞/N N=Population Size (Machine Repairman Model)	$\frac{\lambda}{\mu}$	$\left[\sum_{m=0}^N \rho^m \frac{N!}{(N-m)!} \right]^{-1}$	$\rho^n \frac{N!}{(N-n)!} p_0$ for $1 \leq n \leq N$
M/M/s/∞/N N=Population Size	$\frac{\lambda}{s\mu}$	$\left[\sum_{m=0}^{s-1} \frac{N! \left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^m}{(N-m)! m!} + \sum_{m=s}^N \frac{N!}{(N-m)! s! s^{m-s}} \left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^m \right]^{-1}$	$\frac{N! \left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^n}{(N-n)! n!} p_0$ for $n = 1, 2, \dots, s$ $\frac{N! \left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^n}{(N-n)! s! s^{n-s}} p_0$ for $s \leq n \leq N$ 0 for $n > N$

REPAIR SHOP



	M/M/∞	M/M/1	M/M/2	M/M/3	M/M/4	M/M/5	M/M/6
s	∞	1	2	3	4	5	6
λ	8	8	8	8	8	8	8
μ	10	10	10	10	10	10	10
$\lambda/(s\mu) < 1$		0,800000000	0,400000000	0,266666667	0,200000000	0,160000000	0,133333333
A		4,000000000	0,533333333	0,116363636	0,021333333	0,003250794	0,000420103
B		1,000000000	1,800000000	2,120000000	2,205333333	2,222400000	2,225130667
$P_0=1/(A+B)$		0,200000000	0,428571429	0,447154472	0,449101796	0,449306784	0,449326977
C		16,000000000	0,355555556	0,042314050	0,005333333	0,000619199	0,000064631
IN QUEUE		3,200000000	0,152380952	0,018920916	0,002395210	0,000278210	0,000029041
UNDER MAINT	0,800000000	0,800000000	0,800000000	0,800000000	0,800000000	0,800000000	0,800000000
PIPELINE	0,800000000	4,000000000	0,952380952	0,818920916	0,802395210	0,800278210	0,800029041

REPAIR SHOP STOCK	EBO Poisson	EBO Poisson	EBO Poisson	EBO Poisson	EBO Poisson	EBO Poisson	EBO Poisson
0	0,800000000	4,000000000	0,952380952	0,818920916	0,802395210	0,800278210	0,800029041
1	0,249328964	3,018315639	0,338202259	0,259828090	0,250649225	0,249482184	0,249344956
2	0,058121100	2,109893833	0,091472430	0,061803370	0,058580114	0,058174309	0,058126652
3	0,010698503	1,347997139	0,019718250	0,011621763	0,010812503	0,010711702	0,010699881
4	0,001618646	0,781467259	0,003511895	0,001797428	0,001640504	0,001621173	0,001618909
5	0,000207336	0,410304194	0,000531212	0,000235446	0,000210738	0,000207728	0,000207376
6	0,000022993	0,195434581	0,000069706	0,000026708	0,000023438	0,000023044	0,000022998
7	0,000002246	0,084760603	0,000008068	0,000002669	0,000002296	0,000002252	0,000002247
8	0,000000196	0,033626987	0,000000835	0,000000238	0,000000201	0,000000197	0,000000196
9	0,000000015	0,012263553	0,000000078	0,000000019	0,000000016	0,000000015	0,000000015
10	0,000000001	0,004131310	0,000000007	0,000000001	0,000000001	0,000000001	0,000000001

M / M / s QUEUEING THEORY APPLIED TO REPAIR SHOP

	M/M/∞	M/M/1	M/M/2	M/M/3	M/M/4	M/M/5	M/M/6
s	∞	1	2	3	4	5	6
λ	8	8	8	8	8	8	8
μ	10	10	10	10	10	10	10
λ/(sμ) < 1		0,800000000	0,400000000	0,266666667	0,200000000	0,160000000	0,133333333
A		4,000000000	0,533333333	0,116363636	0,021333333	0,003250794	0,000420103
B		1,000000000	1,800000000	2,120000000	2,205333333	2,224000000	2,225130667
P0=1/(A+B)		0,200000000	0,428571429	0,447154472	0,449101796	0,449306784	0,449326977
C		16,000000000	0,355555556	0,042314050	0,005333333	0,000619199	0,000064631
IN QUEUE		3,200000000	0,152380952	0,018920916	0,002395210	0,000278210	0,000029041
UNDER MAINT	0,800000000	0,800000000	0,800000000	0,800000000	0,800000000	0,800000000	0,800000000
PIPELINE	0,800000000	4,000000000	0,952380952	0,818920916	0,802395210	0,800278210	0,800029041

REPAIR SHOP STOCK	EBO MsExcel (s >= 30)	EBO MsExcel (Precise)	EBO MsExcel (Precise)	EBO MsExcel (Precise)	EBO MsExcel (Precise)	EBO MsExcel (Precise)	EBO MsExcel (Precise)
0	0,800000000	4,000000000	0,952380952	0,818920916	0,802395210	0,800278210	0,800029041
1	0,249328964	3,200000000	0,380952381	0,266075388	0,251497006	0,249584994	0,249356018
2	0,058121100	2,560000000	0,152380952	0,070953437	0,059880240	0,058337205	0,058144577
3	0,010698503	2,048000000	0,060952381	0,018920916	0,011976048	0,010867587	0,010717769
4	0,001618646	1,638400000	0,024380952	0,005045578	0,002395210	0,001738814	0,001633530
5	0,000207336	1,310720000	0,009752381	0,001345487	0,000479042	0,000278210	0,000217804
6	0,000022993	1,048576000	0,003900952	0,000358797	0,000095808	0,000044514	0,000029041
7	0,000002246	0,838860800	0,001560381	0,000095679	0,000019162	0,000007122	0,000003872
8	0,000000196	0,671088640	0,000624152	0,000025514	0,000003832	0,000001140	0,000000516
9	0,000000015	0,536870912	0,000249661	0,000006804	0,000000766	0,000000182	0,000000069
10	0,000000001	0,429496730	0,000099864	0,000001814	0,000000153	0,000000029	0,000000009