

Phương diện	2G	2.5G	3G	3.5G
Công nghệ đa truy cập	TDMA, FDMA	TDMA, FDMA	CDMA	CDMA + HSDPA HSDPA
Cấu trúc tổng quan	GSM	GSM - GPRS. GPRS giúp kết nối với mạng diễn di động (internet)	GSM + GPRS + Nodes B + RNC	
Số người dùng	8 người dùng / RFC	8 người dùng / RFC	Rất nhiều người tự do theo số mã	Rất nhiều người
Tài nguyên đài truyền	1/8 Kho thời gian của dải tần 200 kHz	Dải tần 200 kHz	Đa số dải tần 500 kHz 5 MHz	Toàn bộ dải tần 5 MHz
Chất lượng tín hiệu, Tốc độ	Thấp ~ 13 kbps	Trung bình	Tốt, sai nhỏ	Up to 7.2 Mbps
Chi phí triển khai	Thay đổi	Trung bình	Cao	Cao
Giá dịch vụ	Cao	Trung bình	Thấp do phục vụ cho nhiều người cùng lúc	Thấp

ENCODE

B1: - Nhân Data với Code, bao nhiêu bit trong Data thì viết lại Code bấy nhiêu lần (Ở đây mỗi Data có 3 bit)

- Nếu bit Data là 1 thì giữ nguyên Code, bit Data là 0 thì đổi dấu Code

Signal 1: Code1: (1, -1, 1, -1), Data1: (0, 0, 0)

```
(-1, 1, -1, 1) (-1, 1, -1, 1) (-1, 1, -1, 1)      # -Code1, -Code1, -Code1
0           0           0           # Data1
```

Signal 2: Code2: (1, 1, -1, -1), Data2: (1, 0, 1)

```
( 1, 1, -1, -1) (-1, -1, 1, 1) ( 1, 1, -1, -1)      # Code2, -Code2, Code2
1           0           1           # Data2
```

Signal 3: Code3: (1, -1, -1, 1), Data3: (0, 0, 1)

```
(-1, 1, 1, -1) (-1, 1, 1, -1) ( 1, -1, -1, 1)      # -Code3, -Code3, Code3
0           0           1           # Data3
```

B2: Cộng Code với nhau để ra dữ liệu cần truyền

```
(-1, 1, -1, 1, -1, 1, -1, 1)      # -Code1, -Code1, -Code1
( 1, 1, -1, -1, -1, 1, 1, 1)      # Code2, -Code2, Code2
(-1, 1, 1, -1, -1, 1, 1, -1, -1)     # -Code3, -Code3, Code3
(-1, 3, -1, -1, -3, 1, 1, 1, 1, -3, 1)      # Encoded signal
```

DECODE

B1: - Tách Encoded signal thành các phần, mỗi phần có số bit bằng số bit trong các Code (Ở đây mỗi Code có 4 bit => tách làm 3 phần)

- Trong mỗi phần so lần lượt với các Code, nếu bit Code là 1 thì giữ nguyên, nếu bit Code là -1 thì đổi dấu Encoded signal

- Cộng các signal trong từng phần lại

```
(-1, 3, -1, -1) (-3, 1, 1, 1) (1, 1, -3, 1)      # Encoded signal / 3
(-1, -3, -1, 1) (-3, -1, 1, -1) (1, -1, -3, -1)    # Code1: ( 1, -1, 1, -1 ) => Đổi dấu các bit 2 và 4
-4           -4           -4
(-1, 3, 1, 1) (-3, 1, -1, -1) (1, 1, 3, -1)      # Code2: ( 1, 1, -1, -1 ) => Đổi dấu các bit 3 và 4
4           -4           4
(-1, -3, 1, -1) (-3, -1, -1, 1) (1, -1, 3, 1)      # Code3: ( 1, -1, -1, 1 ) => Đổi dấu các bit 2 và 3
-4           -4           4
```

B2: Chuyển các giá trị nhỏ hơn 0 thành 0, lớn hơn 0 thành 1

```
(-4, -4, -4) => ( 0, 0, 0)      # Data1
```

```
( 4, -4, 4) => ( 1, 0, 1)      # Data2
```

```
(-4, 4, 4) => ( 0, 0, 1)      # Data3
```

Câu x1: So sánh chuyển mạch kênh và chuyển mạch gói

Bài làm

- Giống : Giúp tăng hiệu suất đường truyền

- Khác nhau :

	Chuyển mạch kênh	Chuyển mạch gói
Đường truyền	một người - một đường truyền duy nhất	theo các đường khác nhau, đa người sử dụng
Độ trễ	Cố định, biến thiên nhỏ → Dịch vụ thời gian thực	Trrex biến thiên lớn, không cố định → No Real Time Service
Mạng	Mạng cố định	Mạng Internet
Hiệu suất	Khi không kết nối, đợi nhau → Đường truyền bỏ trống → Thấp	Hiệu suất cao
Giá thành	Phụ thuộc vào khoảng cách và thời gian → Giá thành cáo	Phụ thuộc vào kích thước, khối lượng thông tin truyền đi → Thấp
Kết nối	End-2-End	Point-2-Point

Câu x2: So sánh ưu nhược điểm của các phương pháp ghép kênh TDM và FDM

Bài làm

	TDM Ghép kênh theo thời gian	FDM Ghép kênh theo tần số
Tài nguyên chia sẻ	Tốc độ tối đa của đường truyền	Dài tần của đường truyền được chia sẻ trên kênh thoại
Cách thức	sử dụng toàn bộ giải tần qua n dài tần nhỏ	sử dụng các khe thời gian khác nhau Sử dụng song song cùng lúc

Độ tin cậy	Độ tin cậy thấp	Độ tin cậy cao
Đồng bộ	Cần đồng bộ	Không cần đồng bộ
Giá thành		Giá thành rẻ về mặt phần cứng
Hiệu quả	Linh hoạt và hiệu quả cao hơn	
Độ trễ	bị trì hoãn	truyền bất cứ lúc nào, độ trễ thấp hơn nhiều so với TDM → Ứng dụng yêu cầu thời gian thực

Đề Thi Cuối Kỳ 20191

Câu 1 : Hãy so sánh ưu nhược điểm của các phương pháp ghép kênh được sử dụng trong các hệ thống 2G và 3G

Bài làm

(Tham khảo anh chị K60)

- Các kỹ thuật ghép kênh được sử dụng trong hệ thống 2G, 3G :
 - + TDMA
 - + FDMA
 - + CDMA
- Điểm giống nhau : Đều là phương pháp đa truy cập, cho phép nhiều user cùng sử dụng chung 1 kênh truyền
- Khác nhau :
 - + FDMA : phân chia theo tần số
 - + Chia băng thông thành những băng thông nhỏ hơn và có những khoảng bảo vệ
 - + Mỗi user sở hữu một dải tần nhỏ khác nhau
 - + Ưu điểm : không cần đồng bộ
 - + Nhược điểm :
 - + băng tần có giới hạn → tiêu tốn băng thông
 - + Thiết bị cồng kềnh, phức tạp, giá thành cao
 - + Khả năng bị nhiễu xuyên âm, ISI, nhiễu tạp âm
 - + TDMA : chia theo thời gian
 - + Tín hiệu nhiều người dùng được truyền trên toàn bộ đường truyền vật lý, tại các khe thời gian (time slot) khác nhau của khung thời gian (time frame)
 - + Ưu điểm : tiết kiệm được giải tần số, chi phí rẻ hơn cáp trên
 - + CDMA : chia theo mã
 - + Các user cùng chia sẻ một dải tần. Các thuê bao được tách biệt với nhau bằng mã ngẫu nhiên PN.
 - + Ưu điểm : chống nhiễu, bảo mật tốt, quy hoạch mạng đơn giản do dùng chung tần số
 - + Nhược điểm : yêu cầu cao về tính đồng bộ, xử lý tín hiệu phức tạp
- Các hệ phát triển của mạng di động

1. 1st Generation :

- Tín hiệu tương tự Analog (AMPS)
- Chuyển mạch kênh
- Cước phí theo thời gian và khoảng cách

2. 2st Generation (2G) :

- Tín hiệu số (GSM)
- Ghép kênh theo tần số và thời gian (TDMA & CDMA)
- Hỗ trợ dịch vụ thoại, tính bảo mật kém, chất lượng thấp, giá thành cao, cồng kềnh
- Một số chuẩn :
 - NMT (Bắc Âu)
 - TACS (Anh)
 - AMPS (Bắc Mỹ)
 - GSM các loại (ở lớp hay nói cái này :v GSM 900)
- Chuyển mạch kênh

→ Chất lượng được cải thiện 13 kbit/s. Dung lượng tăng, hỗ trợ một số dịch vụ đơn giản

3. 2.5G :

- Tín hiệu số (GPRS-172 và EDGE-2.75)
- Tốc độ bit cao hơn, hỗ trợ kết nối Internet
- Chuyển mạch gói
- Không đảm bảo chất lượng dịch vụ | Tốt nhất có thể

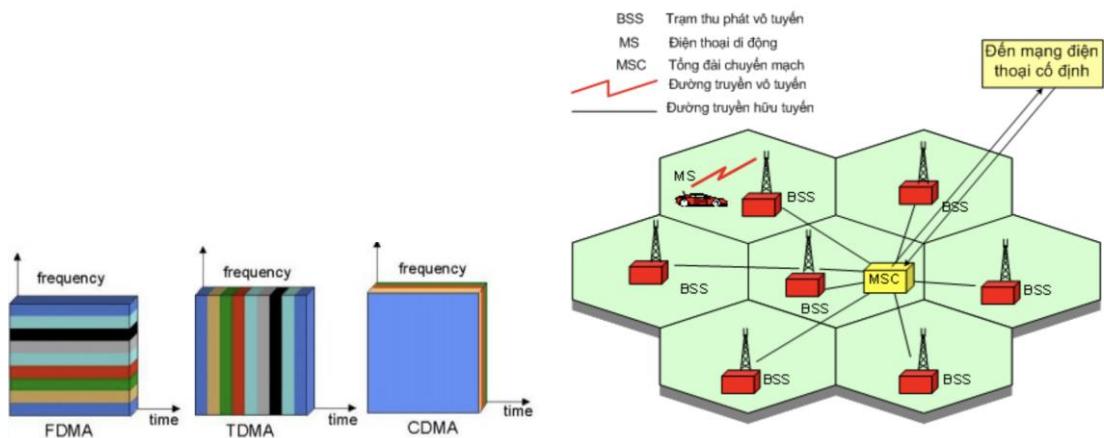
4. 3G :

- Tín hiệu số (UMTS)
- Chuyển mạch gói (CDMA2000)
- Giá thành thấp, hỗ trợ hầu hết các dịch vụ

Ưu nhược điểm của hệ thống 2G và 3G

- Hệ thống 2G : sử dụng phương thức đa truy cập TDMA và CDMA
 - + Ưu điểm :
 - + Dung lượng tăng
 - + Chất lượng thoại tốt hơn
 - + Hỗ trợ một số dịch vụ đơn giản
 - + Nhược điểm :
 - + Sử dụng dải tần số cao và thấp → Vấn đề về nhiễu
 - + Tốc độ chậm

- + Tính bảo mật không cao
- Hệ thống 3G : áp dụng nhiều công nghệ mới như CDMA IMT-DS(direct speed), TDMA IMT-SC(single carrier). Cho phép bao quát và phát triển với chi phí đầu tư tối thiểu
 - + Ưu điểm :
 - + Tốc độ cao
 - + Hỗ trợ phần lớn các dịch vụ : GPS, mobile TC ...
 - + Cho phép sử dụng băng thông tốt hơn
 - + Tính bảo mật cao
- + Nhược điểm :
 - + Chi phí trả cho mạng 3G, chi phí bảo trì, chi phí sử dụng các ứng dụng cao hơn so với 2G



1. Băng tần hệ thống

- Mỗi hệ thống thông tin di động được cấp phát một hoặc nhiều băng tần xác định
- Trong mỗi băng tần, các kênh vô tuyến của hệ thống sẽ được ấn định
- Sử dụng công nghệ TDMA - Time Division Multiple Access
 - Phân chia truy cập theo thời gian
 - Cho phép 8 máy di động có thể sử dụng chung 1 kênh để đàm thoại, mỗi máy sẽ sử dụng $\frac{1}{8}$ khe thời gian để truyền và nhận thông tin

? CDMA - Code Division Multiple Access - Phân chia các truy cập theo mã

- + Sử dụng mã số cho mỗi cuộc gọi
- + Sử dụng cả một phổ tần (nhiều kênh một lúc)

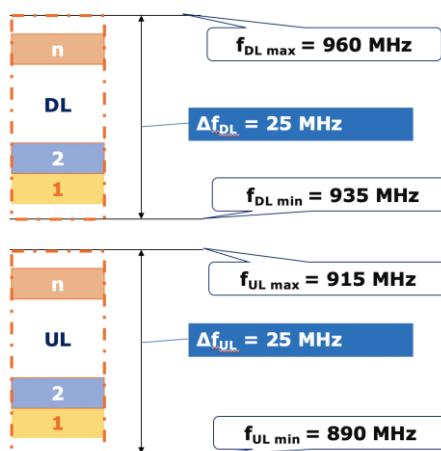
- Công nghệ GSM được chia làm 3 băng tần
- + Băng tần GSM 900 MHz - Mạng điện thoại Việt Nam
- + Băng tần GSM 1800 MHz - Thế giới
- + Băng tần GSM 1900 MHz - Mỹ

1.1 Băng tần GSM 900

- UL: 890 - 915 MHz
- DL: 935 - 960 MHz
- Độ rộng của kênh truyền 200 kHz
- Tần số phát = Tần số thu - 45
- Khoảng tần bảo vệ : 100 kHz

1.2. Băng tần GSM 1800

- UL: 1710 - 1785 MHz
- DL: 1805 - 1880 MHz
- Độ rộng của kênh truyền 200 kHz
- Tần số phát = Tần số thu - 95
- Khoảng tần bảo vệ : 100 kHz



- Số kênh thoại
 $= (\text{Dải tần} - 2 * \text{khoảng tần bảo vệ}) / \text{Độ rộng kênh truyền}$
 $= (25MHz - 2 * 100\ kHz) / 200kHz = 124$ (kênh thoại)
 - Toàn bộ mạng có 124 kênh thoại
 - Mỗi kênh thoại được chia thành 8 khe thời gian
 - $\frac{1}{8}$ thời gian cho tín hiệu điều khiển
 - $\frac{7}{8}$ thời gian cho thuê bao
- Tổng số thuê bao có thể liên lạc trong một thời điểm :

$$124 * 7 = 868$$

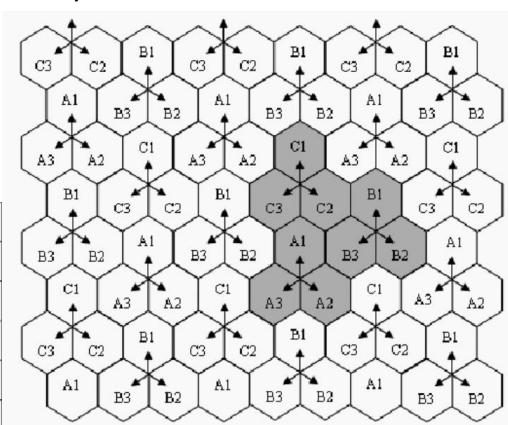
? So sánh GSM 900 - GSM 1800

	GSM 900	GSM 1800
Băng tần (MHz)	890 - 915	1710 - 1785
Số kênh tần	124 kênh	374 kênh
Độ rộng kênh	200 kHz	200 kHz
P/thức truy cập	TDMA	TDMA
Công suất phát	0,8 / 2 / 5 W	0,25 / 1 W

Sử dụng lại tần số

- Cấp phát cùng một nhóm tần số vô tuyến tại các vị trí địa lý khác nhau trong mạng
 - Cụm - Cluster:
 - Có kích thước N cell
 - Lặp lại tại các vị trí khác nhau, tính tiến các hướng khác nhau và giữ nguyên tên
 - Với site phân cung 120 độ thì $M = 3N$
 \rightarrow Có 3 mẫu chuẩn hoá : 3/9 - 4/12 - 7/21
1. Mẫu 3/9 :
- Mẫu tái sử dụng lại tần số 3/9 nghĩa là các tần số được chia thành 9 nhóm tần số ổn định trong 3 vị trí trạm gốc (Site).
 - Mẫu này có khoảng cách giữa các trạm đồng kênh là $D = 5.2 * R$
 - Các tần số ở mẫu 3/9 (giả thiết có 41 tần số từ các kênh 84-124 là số tần số sử dụng trong mạng GSM 900 của VMS)

	A1	B1	C1	A2	B2	C2	A3	B3	C3
BCCH	84	85	86	87	88	89	90	91	92
TCH1	93	94	95	96	97	98	99	100	101
TCH2	102	103	104	105	106	107	108	109	110
TCH3	111	112	113	114	115	116	117	118	119
TCH4	120	121		122	123		124		



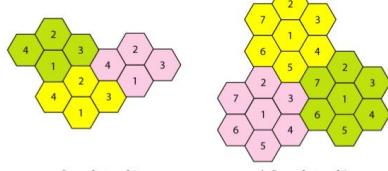
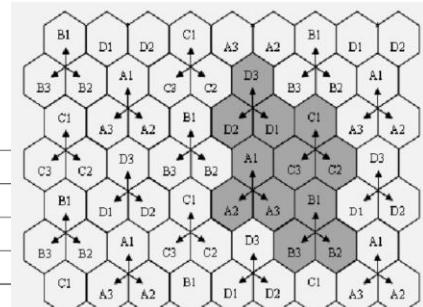
- cell có thể phân bổ cực đại đến 5 sóng mang
- Dành 1 khe thời gian cho BCH - Kênh quảng bá, 1 khe thời gian cho SDCCH - kênh điều khiển dành riêng đứng cô đơn (alone)
- Số khe thời gian dành cho kênh lưu lượng của mỗi cell còn ($5 * 8 - 2$) = 38 TCH

2. Mẫu 4/12

- Trong mẫu 4/12, số lượng các cell D sắp xếp theo các cách khác nhau để nhằm phục vụ cho các cell A, B, C.
- Đảm bảo hai cell cạnh nhau không sử dụng hai sóng mang liền nhau
- Khoảng cách tái sử dụng tần số là lớn hơn
- Về lý thuyết, cụm 12 cells có tỉ số C/I > 12 dB, cho phép hệ thống GSM hoạt động tốt
- Khác với 3/9:
 - Số lượng sóng mang trên mỗi cell ít hơn (một mỗi cell có 1/12 tổng số sóng mang thay vì 1/9)
 - Hệ số sử dụng lại tần số thấp hơn (khoảng cách sử dụng lại là lớn hơn)

Ân định tần số

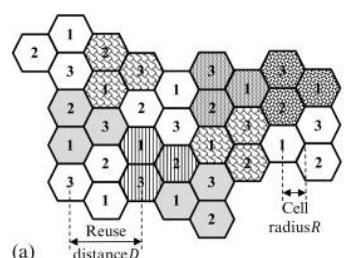
	A1	B1	C1	D1	A2	B2	C2	D2	A3	B3	C3	D3
BCCH	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95
TCH1	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107
TCH2	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119
TCH3	120	121	122	123	124							



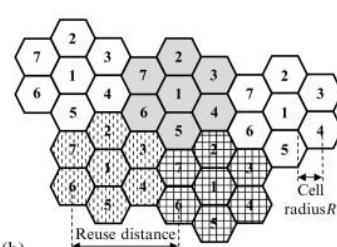
a. Reuse factor of 4



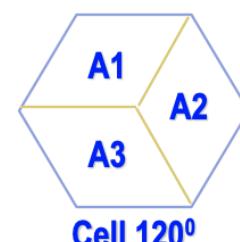
b. Reuse factor of 7



(b)



Site A



- Khoảng cách sử dụng lại tần số tần số (hay khoảng cách giữa hai cell đồng kênh) :D

$$\frac{D}{R} = \sqrt{3M}$$

- + Trong đó :

- + R : bán kính cell
- + M : tổng số cell trong 1 cluster

→ D phụ thuộc vào M và mẫu sử dụng lại tần số

- + Mẫu :

- + 3/9 : D = 5.2 * R
- + 4/12 : D = 6 * R
- + 7/21 : D = 7.9 * R

- Khoảng cách giữa 2 cell lần cận $2\mu = \sqrt{3}R$

- Mẫu sử dụng lại tần số: N/M, trong đó

- N = Tổng site / cluster
- M = Tổng cell / cluster

- Hệ số sử dụng lại tần số : 1 / M

- Mỗi cell được cấp phát $1/M$ tổng số kênh tần số vô tuyến trong 1 cluster

? Phân tích mẫu : lấy tất cả tham số ở trên mà viết vào

? So sánh

§ Giống :

- Đều được sử dụng để phân chia sử dụng lại tần số
- Các mô hình đều được chia làm các site, mỗi site được phân thành các cell theo phân khung cell 120 độ
- Các cluster được tịnh tiến trong không gian, ra các vị trí khác nhau
- Các cell tế bào cùng tên được sử dụng cùng RFC

§ Khác

- Số site và tổng cell là khác nhau
- Khoảng cách sử dụng lại tần số D là khác nhau

? Lựa chọn mẫu

- Số nhóm tần số N giảm ($21 > 12 > 9$)
 - Số kênh tần số có thể dùng cho mỗi trạm tăng
 - Khoảng cách giữa các trạm đồng kênh D sẽ giảm
 - Số thuê bao được phục vụ sẽ tăng lên: $248 > 664 > 883$
 - Nhiều trong hệ thống cũng tăng lên

→ Việc lựa chọn mẫu sử dụng lại tần số phải dựa trên các đặc điểm địa lý vùng phủ sóng, một độ thuê bao của vùng phủ sóng và tổng số kênh AA của mạng

- + Mẫu 3/9 : số kênh trong một cell là lớn, nhưng nhiễu cao
 - + Áp dụng cho những vùng có mật độ máy di động cao
- + Mẫu 4/12 : Mật độ lưu lượng trung bình
- + Mẫu 7/21 : sử dụng cho những khu vực mật độ thấp

Việc cấp phát tần số phụ thuộc vào 2 yếu tố :

- Mẫu sử dụng lại tần số
- Băng tần được sử dụng
- Tổng số RFC được cấp phát trong 1 cluster

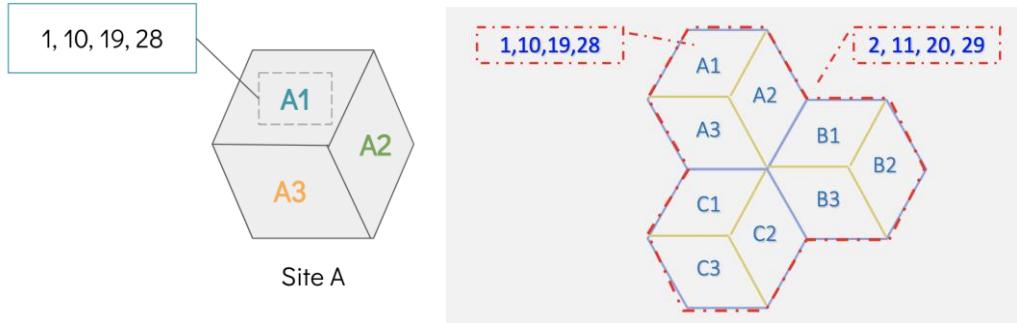
? Giả sử trong 1 cluster sử dụng mẫu 3/9, được cấp phát 30 tần số từ ARFCN = 1 đến 30 thuộc băng tần GSM 900

Mẫu 3/9 :

- Mỗi cluster có 9 cell - chia làm 3 site
- Phân khung cell là 120 độ
- Các cell cùng tên được sử dụng cùng RFC
- Hệ số sử dụng lại tần số là 1/9 hay mỗi cell được cấp phát 1/9 tổng số kênh tần số vô tuyến trong 1 cluster

§ Bảng Cell

A1	B1	C1	A2	B2	C2	A3	B3	C3
1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	11	12	13	14	15	16	17	18
19	20	21	22	23	24	25	26	27
28	29	30						



→ Mỗi tế bào (Cell) có tối đa 4 RFC

+ Mỗi RFCRFC có 8 time slot (khe thời gian)

+ GSM sử dụng chuyển mạch kênh nên mỗi thuê bao cần đủ 1 time slot

→ Tối đa có $4 * 8 = 32$ thuê bao có thể liên lạc đồng thời trong cell đó

- Trừ 2 nhé

Câu 3 : Trong hệ thống GSM. Người ta sử dụng mẫu 4/12. Hãy :

- Mô tả các tính chất của mẫu 4/12 này và minh họa bằng hình vẽ
- Giả sử có quỹ tần số với chỉ số từ 1-40. Hãy xác định việc phân cấp tần số cho các cells trong cluster theo bảng
- Xác định số cuộc hội thoại tối đa mà mỗi cell trong cluster có thể thực hiện được

b.

A1	B1	C1	A2	B2	C2	A3	B3	C3	A4	B4	C4
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
37	38	39	40								

c. Tối đa : $4 * 8 = 32$ (time slot)

- Trừ đi 2 kênh quảng bá và điều khiển

Lưu lượng

- Lưu lượng : thông tin do người sử dụng tạo ra, được truyền trên các kênh truyền dẫn
- Lưu lượng giờ bận (Busy-hour traffic) Thời gian chiếm kênh trong giờ bận

$$A = C * t / T = C * t / 3600$$

*Erlangs = (Calls/busy hour) * (mean call holding time)*

- Trong đó :
- + A : lưu lượng (Erl)
- + t : thời gian trung bình của một cuộc gọi (s)
- + T : thời gian khảo sát = 1h = 3600s

\$ Ví dụ : Cho biết tải lưu lượng của MS (mobile station) là bao nhiêu khi thuê bao di động đó tiến hành 2 cuộc gọi trong giờ bận với thời gian trung bình là 90 s ?

Bài làm

- Tải lưu lượng \leftrightarrow Lưu lượng giờ bận :
$$A = C * t / T = C * t / 3600 = 2 * 90 / 3600 = 50 \text{ mErl}$$
- Ý nghĩa :
 - Thời gian chiếm kênh tại giờ bận của MS là 180s tương ứng với tải lưu lượng 50 mErl
 - Thời gian trung bình 1 cuộc gọi của MS trong giờ bận khoảng 50s \div 90s
- Mật độ lưu lượng : Traffic Density
- Cường độ lưu lượng : Traffic Intensity
- Lưu lượng đến Ao : do hệ thống sinh ra khi toàn bộ cuộc gọi được thực hiện

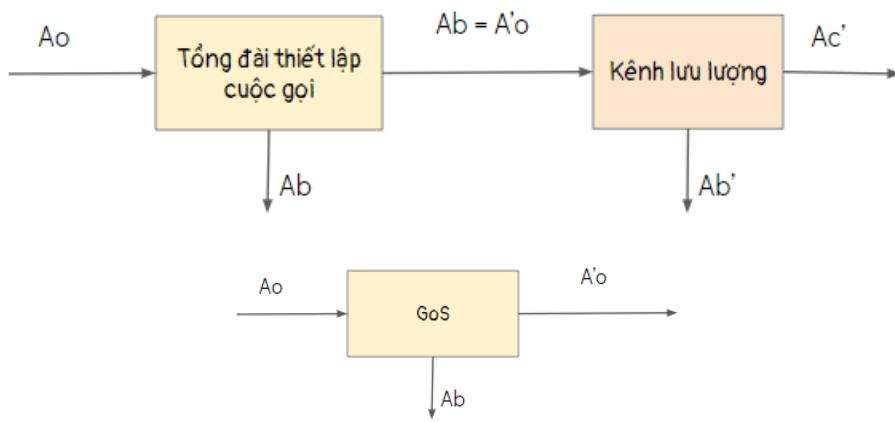
$$Ao = C * A$$

- + Ví dụ : Với $A = 50 \text{ mErl}$ cho 100 Mobile Station

$$\Rightarrow Ao = 50 \text{ mErl} * 100 = 5000 \text{ mErl}$$

- Lưu lượng thực hiện được : Ac : lưu lượng thực tế đáp ứng được là n MS ($n \leq 100$)
- Lưu lượng nghẽn : Ab

$$Ab = Ao - Ac$$



$$Ac'' = (1 - GoS') * Ao' = (1 - GoS') * (1 - GoS) * Ao$$

- Nếu coi tổng đài và kênh lưu lượng về 1 cục thì cục đó có

$$GoS^* = GoS + GoS' - GoS * GoS' \approx GoS + GoS'$$

Cấp dịch vụ Gos (Grade of Service)

- GoS là thông số đánh giá xác suất lưu lượng nghẽn (Ab) đối với một số kênh xác định

$$GoS = Ab / Ao$$

- Quan hệ giữa lưu lượng và cấp dịch vụ GoS

$$Ab = GoS * Ao$$

$$Ac = (1 - GoS) * Ao$$

- Giá trị GoS điển hình của mạng PLMN(Public Land Mobile Network) là 2%
→ Lưu lượng nghẽn $Ab = 2\%$, lưu lượng thực hiện $Ac = 98\%$

Mô hình Erlang B

- Mô hình hệ thống thông tin theo kiểu tổn thất
- Mô hình Erlang B được sử dụng để tính toán dung lượng cho mạng thông tin di động GSM
- Bảng Erlang B: tra cứu thông số theo mô hình Erlang B
- Thể hiện mối quan hệ giữa 3 đại lượng :
 - Số kênh sử dụng N
 - Cấp dịch vụ GoS
 - Lưu lượng yêu cầu Ao
- Khi biết 2 thông số → tra cứu thông số thứ 3

Hệ số sử dụng kênh : tỷ số giữa lưu lượng đáp ứng và số kênh được sử dụng

$$\eta = Ac * 100 / N (%)$$

? Ví dụ 1: Hãy xác định lưu lượng thực hiện của 6 kênh có GoS = 2%

N/B	Maximum Offered Load Versus B and N B is in %											
	0.01	0.05	0.1	0.5	1.0	2	5	10	15	20	30	40
1	.0001	.0005	.0010	.0050	.0101	.0204	.0526	.1111	.1765	.2500	.4286	.6667
2	.0142	.0321	.0458	.1054	.1526	.2235	.3813	.5954	.7962	1.000	1.449	2.000
3	.0868	.1517	.1938	.3490	.4555	.6022	.8994	1.271	1.603	1.930	2.633	3.480
4	.2347	.3624	.4393	.7012	.8694	1.092	1.525	2.045	2.501	2.945	3.891	5.021
5	.4520	.6486	.7621	1.132	1.361	1.657	2.219	2.881	3.454	4.010	5.189	6.596
6	.7282	.9957	1.146	1.622	1.909	2.276	2.960	3.758	4.445	5.109	6.514	8.191
7	1.054	1.392	1.579	2.158	2.301	2.935	3.738	4.666	5.461	6.230	7.856	9.800
8	1.422	1.830	2.051	2.730	3.128	3.627	4.543	5.597	6.498	7.369	9.213	11.42
9	1.826	2.302	2.558	3.333	3.783	4.345	5.370	6.546	7.551	8.522	10.58	13.05
10	2.260	2.803	3.092	3.961	4.461	5.084	6.216	7.511	8.616	9.685	11.95	14.68
11	2.722	3.329	3.651	4.610	5.160	5.842	7.076	8.487	9.691	10.86	13.33	16.31
12	3.207	3.878	4.231	5.279	5.876	6.615	7.950	9.474	10.78	12.04	14.72	17.95
13	3.713	4.447	4.831	5.964	6.607	7.402	8.835	10.47	11.87	13.22	16.11	19.60
14	4.239	5.032	5.446	6.663	7.352	8.200	9.730	11.47	12.97	14.41	17.50	21.24
15	4.781	5.634	6.077	7.376	8.108	9.010	10.63	12.48	14.07	15.61	18.90	22.89

- $Ao = 2.2759 \text{ Erl}$
- $Ac = (1 - GoS) * Ao = (1 - 0.02) * 2.2759 = 2.2304 (\text{Erl})$

? Ví dụ 2.1: Với $N = 6, GoS = 2\%, Ac = 2.2304 \text{ Erl}$

$$\rightarrow \eta = Ac * 100 / N = 2.2304 * 100 / 6 = 37\%$$

? Ví dụ 2.2: $\eta = ?$ khi $GoS = 10\%$

- $GoS = 10\%$

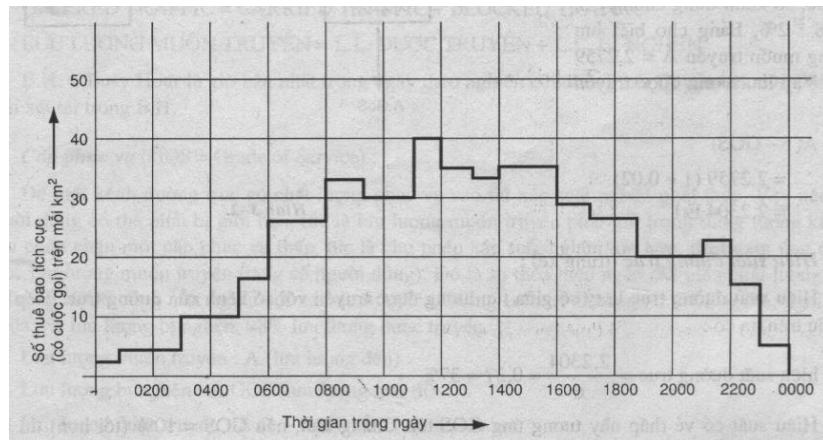
$$\rightarrow Ac = 3.3826 \text{ Erl}$$

$$\rightarrow \eta = Ac * 100 / N = 3.3826 * 100 / 6 = 56\%$$

\rightarrow Hiệu suất sử dụng kênh thấp \rightarrow Xác suất nghẽn nhỏ \rightarrow GoS nhỏ \rightarrow Chất lượng tốt \rightarrow Không làm \rightarrow Có ăn

Tính toán vùng phủ sóng

? Ví dụ 3 (*Slide mbc-50.06*): Cần quy hoạch vùng phủ sóng cho thị trấn C, sử dụng công nghệ GSM 900, dùng 3 cặp tần số cho mỗi cell với cấu hình cấp phát kênh báo hiệu chuẩn. Yêu cầu $GoS = 2\%$ với mức lưu lượng dự đoán được thể hiện như hình vẽ. Giả thiết mỗi thuê bao tiền hành 2 cuộc gọi trong giờ bận với thời gian trung bình của một cuộc gọi là 90 s



[*] Hãy xác định:

- + Lưu lượng giờ bận dự kiến trên $1km^2$
- + Dung lượng của 1 cell.
- + Bán kính cực đại của cell (diện tích cell hình lục giác $S = 2,6 R^2$)
- + Số cell cần thiết để phủ sóng cho cả thị trấn C.
- + Lặp lại các phép tính trên khi cấp phát 4 tần số cho mỗi cell

Bài làm

- Từ hình vẽ ta có MS tích cực trong Busy Hour là 40 MS/km²

(Giờ bận 11:00~12:00, mỗi km² có 40MS yêu cầu phục vụ)

- Tải lưu lượng :

$$A = C * t / T = C * t / 3600 = 2 * 90 / 3600 = 50 (mErl) = 0.05 (Erl)$$

- Lưu lượng dự kiến trên 1 km² trong giờ bận là :

$$Ao = C * A = 40 * 0.05 = 2 (Erl/km^2)$$

- Mỗi cell được cấp phát 3 cặp tần số (RFC), sử dụng cấu hình kênh báo hiệu chuẩn tại Co → cần 2 time slot cho báo hiệu và điều khiển

- 3 cặp tần số * 8 time slot = 24 time slot (trừ 2 nhé)
- Kênh báo hiệu chuẩn → có thể sử dụng, số kênh lưu lượng tại mỗi cell là: $24 - 2 = 22$ (time slot)

N/B	Maximum Offered Load Versus B and N B is in %							
	0.01	0.05	0.1	0.5	1.0	2	5	10
1	.0001	.0005	.0010	.0050	.0101	.0204	.0526	.1111
2	.0142	.0321	.0458	.1054	.1526	.2235	.3813	.5954
3	.0868	.1517	.1938	.3490	.4555	.6022	.8994	1.271
4	.2347	.3624	.4393	.7012	.8694	1.092	1.525	2.045
5	.4520	.6486	.7621	1.132	1.361	1.657	2.219	2.881
6	.7282	.9957	1.146	1.622	1.909	2.276	2.960	3.758
7	1.054	1.392	1.579	2.158	2.501	2.935	3.738	4.666
8	1.422	1.830	2.051	2.730	3.128	3.627	4.543	5.597
9	1.826	2.302	2.558	3.333	3.783	4.345	5.370	6.546
10	2.260	2.803	3.092	3.961	4.461	5.084	6.216	7.511
11	2.722	3.329	3.651	4.610	5.160	5.842	7.076	8.487
12	3.207	3.878	4.231	5.279	5.876	6.615	7.950	9.474
13	3.713	4.447	4.831	5.964	6.607	7.402	8.835	10.47
14	4.239	5.032	5.446	6.663	7.352	8.200	9.730	11.47
15	4.781	5.634	6.077	7.376	8.108	9.010	10.63	12.48
16	5.339	6.250	6.722	8.100	8.875	9.828	11.54	13.50
17	5.911	6.878	7.378	8.834	9.652	10.66	12.46	14.52
18	6.496	7.519	8.046	9.578	10.44	11.49	13.39	15.55
19	7.093	8.170	8.724	10.33	11.23	12.33	14.32	16.58
20	7.701	8.831	9.412	11.09	12.03	13.18	15.25	17.61
21	8.319	9.501	10.11	11.86	12.84	14.04	16.19	18.65
22	8.946	10.18	10.81	12.64	13.65	14.90	17.13	19.69
23	9.583	10.87	11.52	13.42	14.47	15.76	18.08	20.74
24	10.23	11.56	12.24	14.20	15.30	16.63	19.03	21.78
25	10.88	12.26	12.97	15.00	16.13	17.51	19.99	22.83

→ 2% and 22 MS → Lưu lượng yêu cầu của 1 cell là $Ao = 14.896 \text{ Erl}$

- Khi tải lưu lượng của 1 MS là 33 mErl, số thuê bao có thể được phục vụ trong 1 cell là: $14,896/0,033 \Leftrightarrow 451 \text{ MS}$
- Diện tích của 1 cell là :

$$\begin{aligned} S &= \text{Lưu lượng cả cell} / \text{lưu lượng trên } 1 \text{ km}^2 \\ &= 14.896 \text{ (Erl)} / 2 \text{ (Erl/km}^2\text{)} = 7.448 \text{ (km}^2\text{)} \end{aligned}$$

- Diện tích lục giác : $S = 2.6 * R^2$

→ Bán kính cực đại của cell : $R = \sqrt{(7.448 / 2.6)} = 1.69 \text{ (km)}$

- Số cell để phủ sóng cả thị trấn C:

$$N\text{-cell} = \text{Diện tích thị trấn} / \text{Diện tích 1 cell} = 35 / 7.448 = 5 \text{ (Cell)}$$

Câu 2: Cho tín hiệu đầu vào của 3 người sử dụng là 001, 101, 111. Tín hiệu của ba người này được đưa vào thiết bị trai phổ và giải trai phổ với từ mã

tương ứng là $1 - 1 \ 1 - 1$, $1 \ 1 - 1 - 1$, $1 - 1 - 1 \ 1$. Hãy tính toán để thực hiện quá trình trải phổ và giải trải phổ này.

câu 2

Barcode:

Encode:
 Signal: code1 $(1, -1, 1, -1)$ | Data1 $(0, 0, 1)$
 $(-1, 1, -1, 1)$, $(-1, 1, -1, 1)$, $(1, -1, 1, -1)$
 0 0 1
 $+ 3(1, 0, 1)$

$$\text{Signal 2: } \text{Code2 } (1, 1, -1, -1) \quad | \quad \text{Data2 } (1, 0, 1)$$

$$(1, 1, -1, -1), (-1, -1, +1, +1), (1, 1, -1, -1)$$

$$\text{Signal 3 : Code 3 } (1, -1, -1, 1) \quad | \quad \text{Data 3 } (1, 1, 1)$$

$$(1, -1, -1, 1), \quad (1, 1, -1, 1), \quad (1, -1, 1, 1)$$

→ Encoded signal :

$$\begin{aligned}
 & (-1, 1, -1, 1), (-1, 1, -1, 1), (1, -1, 1, -1) \\
 + & (1, 1, -1, -1), (-1, -1, 1, 1), (1, 1, -1, -1) \\
 & (1, -1, -1, 1), (1, -1, -1, 1), (1, -1, -1, 1)
 \end{aligned}$$

$$= \begin{pmatrix} 1 & 1 & -3 & 1 \\ -1 & -1 & -1 & 3 \\ 3 & -1 & -1 & -1 \end{pmatrix}$$

Decode:

Encoded signal: (1 1 -3 1) (-1 -1 -1 3) (3 -1 -1 -1)

Code 1: (1, -1, 1, -1) ---decode---> (-4, -4, 4) => Data 1: (0, 0, 1)

Code 2: (1, 1, -1, -1) ---decode---> (4, -4, 4) => Data 2: (1, 0, 1)

Code 3: (1, -1, -1, 1) ---decode---> (4, 4, 4) -> Data 3: (1, 1, 1)

ĐỀ THI MÔN INTERNETWORKING VÀ MẠNG INTERNET

ĐỀ CHẮN – 50 phút – Được sử dụng tài liệu

IT 4652 và IT 4652E

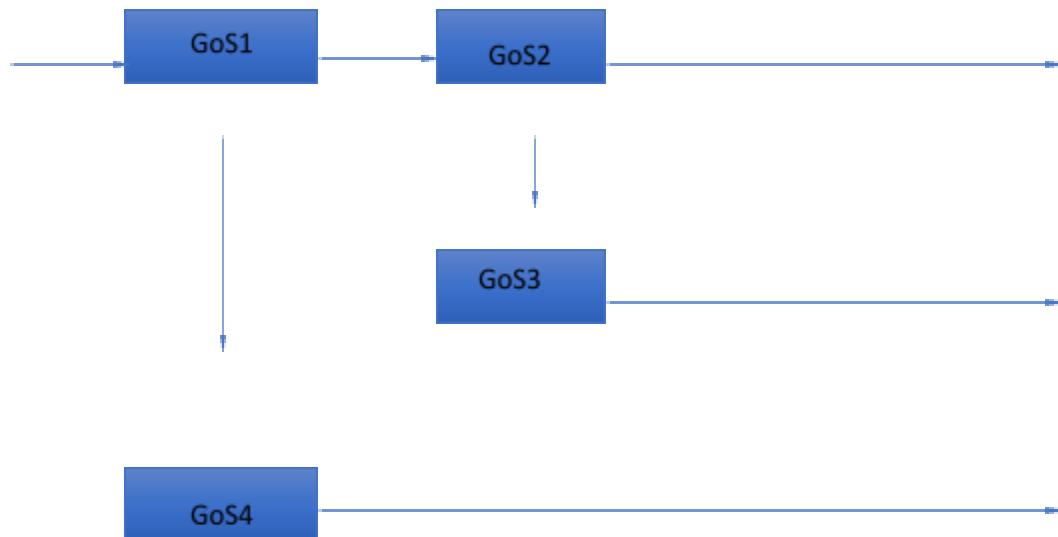
Câu 1. Cho cụm 4/12 được cấp phát các cặp RFC của hệ thống GSM900 từ n=40 đến n=80. Hãy vẽ:

- Sơ đồ cụm 4/12 này.
- Vẽ bảng cấp phát 40 cặp RFC cho cụm 4/12 này.
- Tại 1 cell, tính các tần số uplink và downlink của các RFC được cấp cho cell này.

Câu 2. So sánh các hệ thống 2G/2.5G/3G/3.5G trên tất cả các phương diện có thể.

Câu 3. Cho tín hiệu ở đầu vào của ba người sử dụng là 1100, 1000 và 0010. Tín hiệu của ba người này được đưa vào thiết bị trai phỗ và giải trai phỗ với từ mã tương ứng là 1-11-1, 11-1-1, 1-1-11. Hãy tính toán để thực hiện quá trình trai phỗ và giải trai phỗ này.

Câu 4. Một hệ thống A bao gồm các thiết bị được kết nối như sau. Mỗi thiết bị có Grade of Service là 2%. Lưu lượng đến của hệ thống này chính là lưu lượng đến của thiết bị số 1. Lưu lượng thực hiện được của cả hệ thống này là lưu lượng thực hiện được của thiết bị số 2, 3 và 4. Hãy tính Grade of Service của cả hệ thống này?



ĐỀ THI MÔN INTERNETWORKING VÀ MẠNG INTERNET

ĐỀ LỄ - 50 phút – Được sử dụng tài liệu

IT 4652 và IT 4652E

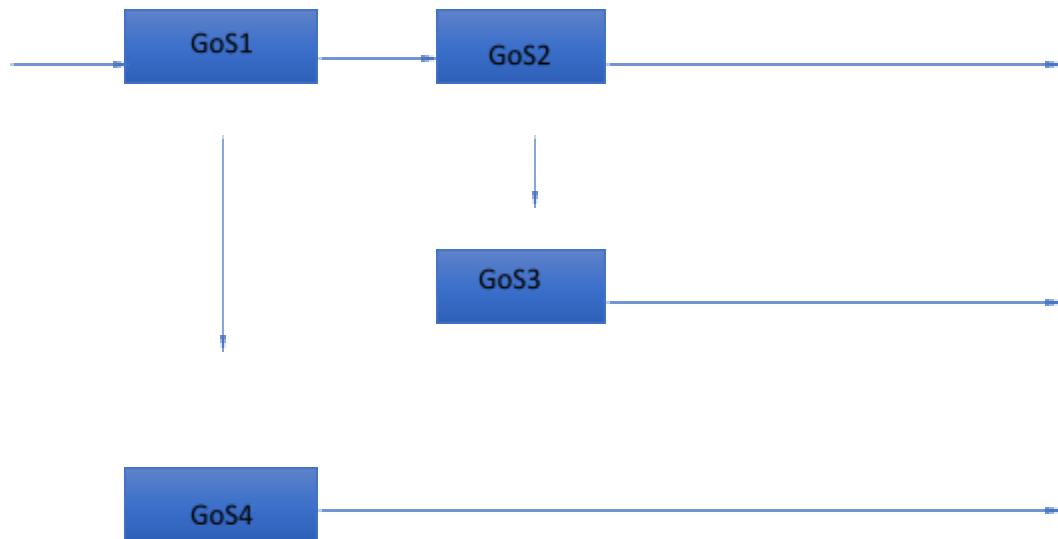
Câu 1. Cho cụm 7/21 được cấp phát các cặp RFC của hệ thống GSM900 từ n=40 đến n=80. Hãy vẽ:

- Sơ đồ cụm 7/21 này.
- Vẽ bảng cấp phát 40 cặp RFC cho cụm 7/21 này.
- Tại 1 cell, tính các tần số uplink và downlink của các RFC được cấp cho cell này.

Câu 2. So sánh các hệ thống 2G/2.5G/3G/3.5G trên tất cả các phương diện có thể.

Câu 3. Cho tín hiệu ở đầu vào của ba người sử dụng là 1010, 1001 và 0010. Tín hiệu của ba người này được đưa vào thiết bị trai phỗ và giải trai phỗ với từ mã tương ứng là 1-11-1, 11-1-1, 1-1-11. Hãy tính toán để thực hiện quá trình trai phỗ và giải trai phỗ này.

Câu 4. Một hệ thống A bao gồm các thiết bị được kết nối như sau. Mỗi thiết bị có Grade of Service là 2%. Lưu lượng đến của hệ thống này chính là lưu lượng đến của thiết bị số 1. Lưu lượng thực hiện được của cả hệ thống này là lưu lượng thực hiện được của thiết bị số 2, 3 và 4. Hãy tính Grade of Service của cả hệ thống này?



Full name : Đinh Đức Chung

Student ID: 20176704.

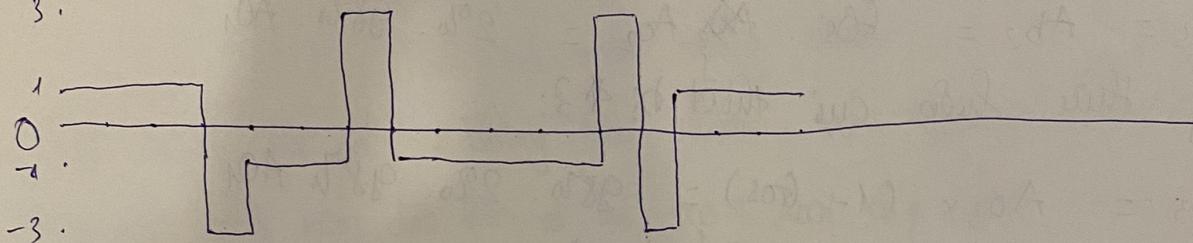
Câu 3: Tin' hiến đầu vào của 3 người sử dụng là 1100, 1000, 0010.

ⓐ Trắc phô :

Encoder		1-11-1	1-1 1-1	1-11-1	-11-11	-11-11	⊕
1100							
1000							
0010							

$$\Rightarrow 111-3 \quad -1-13-1 \quad -1-1-13 \quad -3111$$

3.



ⓑ Giải thoát phô

$$111-3 \quad -1-13-1 \quad -1-1-13 \quad -3111$$

A	B	C	D	X
111-3	-1-13-1	-1-1-13	-3111	
111-3	-1-13-1	-1-1-13	1-11-1	[decoder]
111-3	-1-13-1	-1-1-13	-3111	[decoder]
			11-1-1	[decoder]
			-3111	[decoder]
			1-1-11	
1100			4	4
1000			4	-4
0010			-4	-4

Câu 4:

- Lực lượng thực hiện của thiết bị 85 1 lít:

$$A_{01} = A_{01} (1 - G_0 S) = 9820 A_{01}$$

- Lực lượng đèn của thiết bị 4 lít

$$A_{01F} = A_{b1} = A_{01} \cdot G_0 S = 220 A_{01}$$

①

Full name : Đinh Văn Chung

Student ID : 20176704

Uu liuty đén cua thiết bị 2:

$$A_{O_2} = A_{C_1} = 98\% A_{O_1}$$

Uu liuty thuc hien cua thiết bị 2:

$$\begin{aligned} A_{C_2} &= A_{O_2} (1 - GOS) \\ &= 98\% \cdot 98\% \cdot A_{O_1} \end{aligned}$$

Uu liuty đén cua thiết bị 3:

$$A_{O_3} = A_{B_2} = 60\%. A_{O_2} = 2\% \cdot 98\% \cdot A_{O_1}$$

Uu liuty thuc hien cua thiết bị 4:

$$A_{C_3} = A_{O_3} \times (1 - GOS) = 98\% \cdot 2\% \cdot 98\% A_{O_1}$$

Uu liuty thuc hien cua thiết bị 4:

$$A_{C_4} = A_{O_4} \times (1 - GOS) = 98\% \cdot 2\% \cdot A_{O_1}$$

⇒ Grade of Service cua ca he thong:

$$\begin{aligned} GOS &= 1 - \frac{A_{C_2} + A_{C_3} + A_{C_4}}{A_{O_1}} = 1 - \frac{98\% \cdot 98\% \cdot 2\% \cdot 98\% \cdot A_{O_1} + 98\% \cdot 2\% \cdot 98\% \cdot A_{O_1} + 98\% \cdot 2\% \cdot A_{O_1}}{A_{O_1}} \\ &= 1 - (98\% \cdot 98\% + 98\% \cdot 2\% \cdot 98\% + 98\% \cdot 2\%) \\ &= 0,0792\% \end{aligned}$$

Vay GOS cua he thong la 0,0792%

Cau 2:

So sanh 2G, 2.5G, 3G, 3.5G.

- He thong 2G: su dung phuong phap tra tuy cap TDMA va CDMA (bang hop), do do dan tot vi nhieu them sau:

(2)

Fullname: Đinh Đức Chung

Student ID: 20176704

- + Ưu điểm:
- Dung lượng tăng
 - Chất lượng thoại tốt hơn
 - Hỗ trợ các dịch vụ số liệu đơn giản

- + Nhược điểm:
- Công nghệ 2G sử dụng tần số cao và thấp, nên dễ bị ảnh hưởng bởi các điều kiện thời tiết
 - Tốc độ chậm
 - Các ứng dụng trên 2G hạn chế hơn 3G.
 - Tính bảo mật không cao

- Hệ thống 3G có 2 hướng tiêu chuẩn: W-CDMA và CDMA 2000 1xEVDO

Công nghệ này mượt mà hơn và hỗ trợ 5 loại công nghệ: CDMA 1xRTT - DS (direct speed), CDMA 1xRTT - MC (multi carrier), TDMA 1xRTT - TC (time code), TDMA 1xRTT - SC (single carrier) và FDD/FDMA. Công nghệ này có thể hoạt động tốt trên 2G. Mục đích chính của công nghệ này là phục vụ nhu cầu và phát triển và chi phí đầu tư tốt hơn.

- + Ưu điểm:
- tốc độ cao
 - cho phép sử dụng các dịch vụ như GPS, mobile TV và video conferencing
 - cho phép sử dụng băng thông tốt hơn
 - Tính bảo mật tốt

+ Nhược điểm:

- Chi phí thuê cho mạng 3G cao hơn nhiều so với 2G, chi phí bảo trì đặt đồ lớn, chi phí sử dụng công nghệ cao hơn
- Hệ thống 2.5G: 2G dùng trang bị bộ định tuyến chuyển mạch gói bên cạnh bộ định tuyến chuyển mạch để truyền thông. Mạng 2.5G

Fullname : Đinh Đức Chung

Student ID : 20176704

Cung cấp một số bài thi thử từ mạng 3G và có thể duy trì sau
hàng chục năm với các nhà mạng 2G.

- **Hệ thống 3G:** là hệ thống may di động truyền tải tốc độ cao
HSDPA, phát triển từ 3G. Nó được kết hợp từ 2 công nghệ
kết nối không dây hiện đại HS PA và HS UPA, cho phép tốc độ truyền
điều lên đến 7.2 Mbps NBPS.

Câu 1.

b) Vẽ bảng cài đặt của cáp RFC:

	A ₁	B ₁	C ₁	D ₁	A ₂	B ₂	C ₂	D ₂	A ₃	B ₃	C ₃	D ₃
BCH	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51
TCH ₁	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63
TCH ₂	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75
TCH ₃	76	77	78	79	80							

c)

Erlang B Traffic Table

N/B	Maximum Offered Load Versus B and N B is in %											
	0.01	0.05	0.1	0.5	1.0	2	5	10	15	20	30	40
1	.0001	.0005	.0010	.0050	.0101	.0204	.0526	.1111	.1765	.2500	.4286	.6667
2	.0142	.0321	.0458	.1054	.1526	.2235	.3813	.5954	.7962	1.000	1.449	2.000
3	.0868	.1517	.1938	.3490	.4555	.6022	.8994	1.271	1.603	1.930	2.633	3.480
4	.2347	.3624	.4393	.7012	.8694	1.092	1.525	2.045	2.501	2.945	3.891	5.021
5	.4520	.6486	.7621	1.132	1.361	1.657	2.219	2.881	3.454	4.010	5.189	6.596
6	.7282	.9957	1.146	1.622	1.909	2.276	2.960	3.758	4.445	5.109	6.514	8.191
7	1.054	1.392	1.579	2.158	2.501	2.935	3.738	4.666	5.461	6.230	7.856	9.800
8	1.422	1.830	2.051	2.730	3.128	3.627	4.543	5.597	6.498	7.369	9.213	11.42
9	1.826	2.302	2.558	3.333	3.783	4.345	5.370	6.546	7.551	8.522	10.58	13.05
10	2.260	2.803	3.092	3.961	4.461	5.084	6.216	7.511	8.616	9.685	11.95	14.68
11	2.722	3.329	3.651	4.610	5.160	5.842	7.076	8.487	9.691	10.86	13.33	16.31
12	3.207	3.878	4.231	5.279	5.876	6.615	7.950	9.474	10.78	12.04	14.72	17.95
13	3.713	4.447	4.831	5.964	6.607	7.402	8.835	10.47	11.87	13.22	16.11	19.60
14	4.239	5.032	5.446	6.663	7.352	8.200	9.730	11.47	12.97	14.41	17.50	21.24
15	4.781	5.634	6.077	7.376	8.108	9.010	10.63	12.48	14.07	15.61	18.90	22.89
16	5.339	6.250	6.722	8.100	8.875	9.828	11.54	13.50	15.18	16.81	20.30	24.54
17	5.911	6.878	7.378	8.834	9.652	10.66	12.46	14.52	16.29	18.01	21.70	26.19
18	6.496	7.519	8.046	9.578	10.44	11.49	13.39	15.55	17.41	19.22	23.10	27.84
19	7.093	8.170	8.724	10.33	11.23	12.33	14.32	16.58	18.53	20.42	24.51	29.50
20	7.701	8.831	9.412	11.09	12.03	13.18	15.25	17.61	19.65	21.64	25.92	31.15
21	8.319	9.501	10.11	11.86	12.84	14.04	16.19	18.65	20.77	22.85	27.33	32.81
22	8.946	10.18	10.81	12.64	13.65	14.90	17.13	19.69	21.90	24.06	28.74	34.46
23	9.583	10.87	11.52	13.42	14.47	15.76	18.08	20.74	23.03	25.28	30.15	36.12
24	10.23	11.56	12.24	14.20	15.30	16.63	19.03	21.78	24.16	26.50	31.56	37.78
25	10.88	12.26	12.97	15.00	16.13	17.51	19.99	22.83	25.30	27.72	32.97	39.44
26	11.54	12.97	13.70	15.80	16.96	18.38	20.94	23.89	26.43	28.94	34.39	41.10
27	12.21	13.69	14.44	16.60	17.80	19.27	21.90	24.94	27.57	30.16	35.80	42.76
28	12.88	14.41	15.18	17.41	18.64	20.15	22.87	26.00	28.71	31.39	37.21	44.41
29	13.56	15.13	15.93	18.22	19.49	21.04	23.83	27.05	29.85	32.61	38.63	46.07
30	14.25	15.86	16.68	19.03	20.34	21.93	24.80	28.11	31.00	33.84	40.05	47.74
31	14.94	16.60	17.44	19.85	21.19	22.83	25.77	29.17	32.14	35.07	41.46	49.40
32	15.63	17.34	18.21	20.68	22.05	23.73	26.75	30.24	33.28	36.30	42.88	51.06
33	16.34	18.09	18.97	21.51	22.91	24.63	27.72	31.30	34.43	37.52	44.30	52.72
34	17.04	18.84	19.74	22.34	23.77	25.53	28.70	32.37	35.58	38.75	45.72	54.38
35	17.75	19.59	20.52	23.17	24.64	26.44	29.68	33.43	36.72	39.99	47.14	56.04
36	18.47	20.35	21.30	24.01	25.51	27.34	30.66	34.50	37.87	41.22	48.56	57.70
37	19.19	21.11	22.08	24.85	26.38	28.25	31.64	35.57	39.02	42.45	49.98	59.37
38	19.91	21.87	22.86	25.69	27.25	29.17	32.62	36.64	40.17	43.68	51.40	61.03
39	20.64	22.64	23.65	26.53	28.13	30.08	33.61	37.72	41.32	44.91	52.82	62.69
40	21.37	23.41	24.44	27.38	29.01	31.00	34.60	38.79	42.48	46.15	54.24	64.35
41	22.11	24.19	25.24	28.23	29.89	31.92	35.58	39.86	43.63	47.38	55.66	66.02
42	22.85	24.97	26.04	29.09	30.77	32.84	36.57	40.94	44.78	48.62	57.08	67.68
43	23.59	25.75	26.84	29.94	31.66	33.76	37.57	42.01	45.94	49.85	58.50	69.34

44	24.33	26.53	27.64	30.80	32.54	34.68	38.56	43.09	47.09	51.09	59.92	71.01
45	25.08	27.32	28.45	31.66	33.43	35.61	39.55	44.17	48.25	52.32	61.35	72.67
46	25.83	28.11	29.26	32.52	34.32	36.53	40.55	45.24	49.40	53.56	62.77	74.33
47	26.59	28.90	30.07	33.38	35.22	37.46	41.54	46.32	50.56	54.80	64.19	76.00
48	27.34	29.70	30.88	34.25	36.11	38.39	42.54	47.40	51.71	56.03	65.61	77.66
49	28.10	30.49	31.69	35.11	37.00	39.32	43.53	48.48	52.87	57.27	67.04	79.32
50	28.87	31.29	32.51	35.98	37.90	40.26	44.53	49.56	54.03	58.51	68.46	80.99
51	29.63	32.09	33.33	36.85	38.80	41.19	45.53	50.64	55.19	59.75	69.88	82.65
52	30.40	32.90	34.15	37.72	39.70	42.12	46.53	51.73	56.35	60.99	71.31	84.32
53	31.17	33.70	34.98	38.60	40.60	43.06	47.53	52.81	57.50	62.22	72.73	85.98
54	31.94	34.51	35.80	39.47	41.51	44.00	48.54	53.89	58.66	63.46	74.15	87.65
55	32.72	35.32	36.63	40.35	42.41	44.94	49.54	54.98	59.82	64.70	75.58	89.31
56	33.49	36.13	37.46	41.23	43.32	45.88	50.54	56.06	60.98	65.94	77.00	90.97
57	34.27	36.95	38.29	42.11	44.22	46.82	51.55	57.14	62.14	67.18	78.43	92.64
58	35.05	37.76	39.12	42.99	45.13	47.76	52.55	58.23	63.31	68.42	79.85	94.30
59	35.84	38.58	39.96	43.87	46.04	48.70	53.56	59.32	64.47	69.66	81.27	95.97
60	36.62	39.40	40.80	44.76	46.95	49.64	54.57	60.40	65.63	70.90	82.70	97.63
61	37.41	40.22	41.63	45.64	47.86	50.59	55.57	61.49	66.79	72.14	84.12	99.30
62	38.20	41.05	42.47	46.53	48.77	51.53	56.58	62.58	67.95	73.38	85.55	101.0
63	38.99	41.87	43.31	47.42	49.69	52.48	57.59	63.66	69.11	74.63	86.97	102.6
64	39.78	42.70	44.16	48.31	50.60	53.43	58.60	64.75	70.28	75.87	88.40	104.3
65	40.58	43.52	45.00	49.20	51.52	54.38	59.61	65.84	71.44	77.11	89.82	106.0
66	41.38	44.35	45.85	50.09	52.44	55.33	60.62	66.93	72.60	78.35	91.25	107.6
67	42.17	45.18	46.69	50.98	53.35	56.28	61.63	68.02	73.77	79.59	92.67	109.3
68	42.97	46.02	47.54	51.87	54.27	57.23	62.64	69.11	74.93	80.83	94.10	111.0
69	43.77	46.85	48.39	52.77	55.19	58.18	63.65	70.20	76.09	82.08	95.52	112.6
70	44.58	47.68	49.24	53.66	56.11	59.13	64.67	71.29	77.26	83.32	96.95	114.3
71	45.38	48.52	50.09	54.56	57.03	60.08	65.68	72.38	78.42	84.56	98.37	116.0
72	46.19	49.36	50.94	55.46	57.96	61.04	66.69	73.47	79.59	85.80	99.80	117.6
73	47.00	50.20	51.80	56.35	58.88	61.99	67.71	74.56	80.75	87.05	101.2	119.3
74	47.81	51.04	52.65	57.25	59.80	62.95	68.72	75.65	81.92	88.29	102.7	120.9
75	48.62	51.88	53.51	58.15	60.73	63.90	69.74	76.74	83.08	89.53	104.1	122.6
76	49.43	52.72	54.37	59.05	61.65	64.86	70.75	77.83	84.25	90.78	105.5	124.3
77	50.24	53.56	55.23	59.96	62.58	65.81	71.77	78.93	85.41	92.02	106.9	125.9
78	51.05	54.41	56.09	60.86	63.51	66.77	72.79	80.02	86.58	93.26	108.4	127.6
79	51.87	55.25	56.95	61.76	64.43	67.73	73.80	81.11	87.74	94.51	109.8	129.3
80	52.69	56.10	57.81	62.67	65.36	68.69	74.82	82.20	88.91	95.75	111.2	130.9
81	53.51	56.95	58.67	63.57	66.29	69.65	75.84	83.30	90.08	96.99	112.6	132.6
82	54.33	57.80	59.54	64.48	67.22	70.61	76.86	84.39	91.24	98.24	114.1	134.3
83	55.15	58.65	60.40	65.39	68.15	71.57	77.87	85.48	92.41	99.48	115.5	135.9
84	55.97	59.50	61.27	66.29	69.08	72.53	78.89	86.58	93.58	100.7	116.9	137.6
85	56.79	60.35	62.14	67.20	70.02	73.49	79.91	87.67	94.74	102.0	118.3	139.3
86	57.62	61.21	63.00	68.11	70.95	74.45	80.93	88.77	95.91	103.2	119.8	140.9
87	58.44	62.06	63.87	69.02	71.88	75.42	81.95	89.86	97.08	104.5	121.2	142.6
88	59.27	62.92	64.74	69.93	72.82	76.38	82.97	90.96	98.25	105.7	122.6	144.3
89	60.10	63.77	65.61	70.84	73.75	77.34	83.99	92.05	99.41	107.0	124.0	145.9
90	60.92	64.63	66.48	71.76	74.68	78.31	85.01	93.15	100.6	108.2	125.5	147.6

91	61.75	65.49	67.36	72.67	75.62	79.27	86.04	94.24	101.8	109.4	126.9	149.3
92	62.58	66.35	68.23	73.58	76.56	80.24	87.06	95.34	102.9	110.7	128.3	150.9
93	63.42	67.21	69.10	74.50	77.49	81.20	88.08	96.43	104.1	111.9	129.8	152.6
94	64.25	68.07	69.98	75.41	78.43	82.17	89.10	97.53	105.3	113.2	131.2	154.3
95	65.08	68.93	70.85	76.33	79.37	83.13	90.12	98.63	106.4	114.4	132.6	155.9
96	65.92	69.79	71.73	77.24	80.31	84.10	91.15	99.72	107.6	115.7	134.0	157.6
97	66.75	70.65	72.61	78.16	81.25	85.07	92.17	100.8	108.8	116.9	135.5	159.3
98	67.59	71.52	73.48	79.07	82.18	86.04	93.19	101.9	109.9	118.2	136.9	160.9
99	68.43	72.38	74.36	79.99	83.12	87.00	94.22	103.0	111.1	119.4	138.3	162.6
100	69.27	7~.25	75.24	80.91	84.06	87.97	95.24	104.1	112.3	120.6	139.7	164.3

N is the number of servers. The numerical column headings indicate blocking probability B in %. Table generated by Dan Dexter

Erlang C Traffic Table

N/B	Maximum Offered Load Versus B and N											
	B is in %											
0.01	0.05	0.1	0.5	1.0	2	5	10	15	20	30	40	
1	.0001	.0005	.0010	.0050	.0100	.0200	.0500	.1000	.1500	.2000	.3000	.4000
2	.0142	.0319	.0452	.1025	.1465	.2103	.3422	.5000	.6278	.7403	.9390	1.117
3	.0860	.1490	.1894	.3339	.4291	.5545	.7876	1.040	1.231	1.393	1.667	1.903
4	.2310	.3533	.4257	.6641	.8100	.9939	1.319	1.653	1.899	2.102	2.440	2.725
5	.4428	.6289	.7342	1.065	1.259	1.497	1.905	2.313	2.607	2.847	3.241	3.569
6	.7110	.9616	1.099	1.519	1.758	2.047	2.532	3.007	3.344	3.617	4.062	4.428
7	1.026	1.341	1.510	2.014	2.297	2.633	3.188	3.725	4.103	4.406	4.897	5.298
8	1.382	1.758	1.958	2.543	2.866	3.246	3.869	4.463	4.878	5.210	5.744	6.178
9	1.771	2.208	2.436	3.100	3.460	3.883	4.569	5.218	5.668	6.027	6.600	7.065
10	2.189	2.685	2.942	3.679	4.077	4.540	5.285	5.986	6.469	6.853	7.465	7.959
11	2.634	3.186	3.470	4.279	4.712	5.213	6.015	6.765	7.280	7.688	8.336	8.857
12	3.100	3.708	4.018	4.896	5.363	5.901	6.758	7.554	8.099	8.530	9.212	9.761
13	3.587	4.248	4.584	5.529	6.028	6.602	7.511	8.352	8.926	9.379	10.09	10.67
14	4.092	4.805	5.166	6.175	6.705	7.313	8.273	9.158	9.760	10.23	10.98	11.58
15	4.614	5.377	5.762	6.833	7.394	8.035	9.044	9.970	10.60	11.09	11.87	12.49
16	5.150	5.962	6.371	7.502	8.093	8.766	9.822	10.79	11.44	11.96	12.77	13.41
17	5.699	6.560	6.991	8.182	8.801	9.505	10.61	11.61	12.29	12.83	13.66	14.33
18	6.261	7.169	7.622	8.871	9.518	10.25	11.40	12.44	13.15	13.70	14.56	15.25
19	6.835	7.788	8.263	9.568	10.24	11.01	12.20	13.28	14.01	14.58	15.47	16.18
20	7.419	8.417	8.914	10.27	10.97	11.77	13.00	14.12	14.87	15.45	16.37	17.10
21	8.013	9.055	9.572	10.99	11.71	12.53	13.81	14.96	15.73	16.34	17.28	18.03
22	8.616	9.702	10.24	11.70	12.46	13.30	14.62	15.81	16.60	17.22	18.19	18.96
23	9.228	10.36	10.91	12.43	13.21	14.08	15.43	16.65	17.47	18.11	19.10	19.89
24	9.848	11.02	11.59	13.16	13.96	14.86	16.25	17.51	18.35	19.00	20.02	20.82
25	10.48	11.69	12.28	13.90	14.72	15.65	17.08	18.36	19.22	19.89	20.93	21.76
26	11.11	12.36	12.97	14.64	15.49	16.44	17.91	19.22	20.10	20.79	21.85	22.69
27	11.75	13.04	13.67	15.38	16.26	17.23	18.74	20.08	20.98	21.68	22.77	23.63
28	12.40	13.73	14.38	16.14	17.03	18.03	19.57	20.95	21.87	22.58	23.69	24.57
29	13.05	14.42	15.09	16.89	17.81	18.83	20.41	21.82	22.75	23.48	24.61	25.50
30	13.71	15.12	15.80	17.65	18.59	19.64	21.25	22.68	23.64	24.38	25.54	26.44
31	14.38	15.82	16.52	18.42	19.37	20.45	22.09	23.56	24.53	25.29	26.46	27.38
32	15.05	16.53	17.25	19.18	20.16	21.26	22.93	24.43	25.42	26.19	27.39	28.33
33	15.72	17.24	17.97	19.95	20.95	22.07	23.78	25.30	26.32	27.10	28.31	29.27
34	16.40	17.95	18.71	20.73	21.75	22.89	24.63	26.18	27.21	28.01	29.24	30.21
35	17.09	18.67	19.44	21.51	22.55	23.71	25.48	27.06	28.11	28.92	30.17	31.16
36	17.78	19.39	20.18	22.29	23.35	24.53	26.34	27.94	29.00	29.83	31.10	32.10
37	18.47	20.12	20.92	23.07	24.15	25.36	27.19	28.82	29.90	30.74	32.03	33.05
38	19.17	20.85	21.67	23.86	24.96	26.18	28.05	29.71	30.80	31.65	32.97	34.00
39	19.87	21.59	22.42	24.65	25.77	27.01	28.91	30.59	31.71	32.57	33.90	34.94
40	20.58	22.33	23.17	25.44	26.58	27.84	29.77	31.48	32.61	33.48	34.83	35.89
41	21.28	23.07	23.93	26.23	27.39	28.68	30.63	32.37	33.51	34.40	35.77	36.84
42	22.00	23.81	24.69	27.03	28.21	29.51	31.50	33.26	34.42	35.32	36.70	37.79
43	22.71	24.56	25.45	27.83	29.02	30.35	32.36	34.15	35.33	36.23	37.64	38.74

44	23.43	25.31	26.22	28.63	29.84	31.19	33.23	35.04	36.23	37.15	38.58	39.69
45	24.15	26.06	26.98	29.44	30.67	32.03	34.10	35.93	37.14	38.07	39.51	40.64
46	24.88	26.82	27.75	30.24	31.49	32.87	34.97	36.83	38.05	39.00	40.45	41.59
47	25.60	27.57	28.52	31.05	32.32	33.72	35.84	37.72	38.96	39.92	41.39	42.54
48	26.34	28.33	29.30	31.86	33.14	34.56	36.72	38.62	39.87	40.84	42.33	43.50
49	27.07	29.10	30.08	32.68	33.97	35.41	37.59	39.52	40.79	41.76	43.27	44.45
50	27.80	29.86	30.86	33.49	34.80	36.26	38.47	40.42	41.70	42.69	44.21	45.40
51	28.54	30.63	31.64	34.31	35.64	37.11	39.35	41.32	42.61	43.61	45.15	46.36
52	29.28	31.40	32.42	35.12	36.47	37.97	40.23	42.22	43.53	44.54	46.10	47.31
53	30.03	32.17	33.21	35.94	37.31	38.82	41.10	43.12	44.44	45.47	47.04	48.27
54	30.77	32.95	33.99	36.76	38.15	39.67	41.99	44.02	45.36	46.39	47.98	49.22
55	31.52	33.72	34.78	37.59	38.99	40.53	42.87	44.93	46.28	47.32	48.93	50.18
56	32.27	34.50	35.57	38.41	39.83	41.39	43.75	45.83	47.20	48.25	49.87	51.13
57	33.03	35.28	36.37	39.24	40.67	42.25	44.64	46.74	48.12	49.18	50.82	52.09
58	33.78	36.06	37.16	40.07	41.51	43.11	45.52	47.64	49.04	50.11	51.76	53.05
59	34.54	36.85	37.96	40.90	42.36	43.97	46.41	48.55	49.96	51.04	52.71	54.01
60	35.30	37.63	38.76	41.73	43.20	44.83	47.29	49.46	50.88	51.97	53.65	54.96
61	36.06	38.42	39.56	42.56	44.05	45.70	48.18	50.37	51.80	52.90	54.60	55.92
62	36.82	39.21	40.36	43.39	44.90	46.56	49.07	51.27	52.72	53.83	55.55	56.88
63	37.59	40.00	41.16	44.23	45.75	47.43	49.96	52.18	53.64	54.77	56.49	57.84
64	38.35	40.80	41.97	45.06	46.60	48.30	50.85	53.10	54.57	55.70	57.44	58.80
65	39.12	41.59	42.78	45.90	47.45	49.16	51.74	54.01	55.49	56.63	58.39	59.76
66	39.89	42.39	43.58	46.74	48.30	50.03	52.64	54.92	56.42	57.57	59.34	60.72
67	40.66	43.18	44.39	47.58	49.16	50.90	53.53	55.83	57.34	58.50	60.29	61.68
68	41.44	43.98	45.20	48.42	50.01	51.77	54.42	56.75	58.27	59.44	61.24	62.64
69	42.21	44.78	46.02	49.26	50.87	52.65	55.32	57.66	59.20	60.37	62.19	63.60
70	42.99	45.58	46.83	50.10	51.73	53.52	56.21	58.57	60.12	61.31	63.14	64.56
71	43.77	46.39	47.64	50.95	52.59	54.39	57.11	59.49	61.05	62.25	64.09	65.52
72	44.55	47.19	48.46	51.79	53.45	55.27	58.01	60.41	61.98	63.18	65.04	66.48
73	45.33	48.00	49.28	52.64	54.31	56.14	58.90	61.32	62.91	64.12	65.99	67.44
74	46.11	48.81	50.10	53.49	55.17	57.02	59.80	62.24	63.84	65.06	66.94	68.40
75	46.90	49.61	50.92	54.34	56.03	57.90	60.70	63.16	64.76	66.00	67.89	69.37
76	47.68	50.42	51.74	55.19	56.89	58.78	61.60	64.07	65.69	66.94	68.85	70.33
77	48.47	51.23	52.56	56.04	57.76	59.65	62.50	64.99	66.63	67.88	69.80	71.29
78	49.26	52.05	53.38	56.89	58.62	60.53	63.40	65.91	67.56	68.82	70.75	72.25
79	50.05	52.86	54.21	57.74	59.49	61.41	64.30	66.83	68.49	69.76	71.70	73.22
80	50.84	53.68	55.03	58.60	60.36	62.30	65.21	67.75	69.42	70.70	72.66	74.18
81	51.63	54.49	55.86	59.45	61.22	63.18	66.11	68.67	70.35	71.64	73.61	75.14
82	52.43	55.31	56.69	60.30	62.09	64.06	67.01	69.59	71.28	72.58	74.57	76.11
83	53.22	56.13	57.52	61.16	62.96	64.94	67.92	70.52	72.22	73.52	75.52	77.07
84	54.02	56.95	58.35	62.02	63.83	65.83	68.82	71.44	73.15	74.46	76.47	78.04
85	54.81	57.77	59.18	62.88	64.70	66.71	69.73	72.36	74.08	75.40	77.43	79.00
86	55.61	58.59	60.01	63.73	65.57	67.60	70.63	73.28	75.02	76.35	78.38	79.97
87	56.41	59.41	60.84	64.59	66.45	68.48	71.54	74.21	75.95	77.29	79.34	80.93
88	57.21	60.23	61.67	65.45	67.32	69.37	72.45	75.13	76.89	78.23	80.30	81.90
89	58.02	61.06	62.51	66.32	68.19	70.26	73.35	76.06	77.82	79.18	81.25	82.86
90	58.82	61.88	63.34	67.18	69.07	71.15	74.26	76.98	78.76	80.12	82.21	83.83

91	59.62	62.71	64.18	68.04	69.94	72.04	75.17	77.91	79.69	81.06	83.16	84.79
92	60.43	63.54	65.02	68.90	70.82	72.92	76.08	78.83	80.63	82.01	84.12	85.76
93	61.23	64.36	65.86	69.77	71.70	73.81	76.99	79.76	81.57	82.95	85.08	86.73
94	62.04	65.19	66.70	70.63	72.57	74.71	77.90	80.69	82.50	83.90	86.03	87.69
95	62.85	66.02	67.54	71.50	73.45	75.60	78.81	81.61	83.44	84.84	86.99	88.66
96	63.66	66.85	68.38	72.36	74.33	76.49	79.72	82.54	84.38	85.79	87.95	89.62
97	64.47	67.69	69.22	73.23	75.21	77.38	80.63	83.47	85.32	86.74	88.91	90.59
98	65.28	68.52	70.06	74.10	76.09	78.27	81.54	84.39	86.26	87.68	89.87	91.56
99	66.09	69.35	70.90	74.97	76.97	79.17	82.46	85.32	87.20	88.63	90.82	92.53
100	66.91	70.19	71.75	75.84	77.85	80.06	83.37	86.25	88.13	89.58	91.78	93.49

N is the number of servers. The numerical column headings indicate blocking probability B in %. Table generated by Dan Dexter

Poisson Traffic Table

N/B	Maximum Offered Load Versus B and N B is in %											
	0.01	0.05	0.1	0.5	1.0	2	5	10	15	20	30	40
1	.0001	.0005	.0010	.0050	.0101	.0202	.0513	.1054	.1625	.2231	.3567	.5108
2	.0142	.0320	.0454	.1035	.1486	.2147	.3554	.5318	.6832	.8244	1.097	1.376
3	.0862	.1497	.1905	.3379	.4360	.5672	.8177	1.102	1.331	1.535	1.914	2.285
4	.2318	.3552	.4286	.6722	.8232	1.016	1.366	1.745	2.039	2.297	2.764	3.211
5	1.078	1.279	1.530	1.970	2.433	2.785	3.090	3.634	4.148			
6	.7137	.9672	1.107	1.537	1.785	2.089	2.613	3.152	3.557	3.904	4.517	5.091
7	1.030	1.348	1.520	2.037	2.330	2.684	3.285	3.895	4.348	4.734	5.411	6.039
8	1.387	1.768	1.971	2.571	2.906	3.307	3.981	4.656	5.155	5.576	6.312	6.991
9	1.778	2.220	2.452	3.132	3.508	3.953	4.695	5.433	5.973	6.429	7.220	7.947
10	2.198	2.699	2.961	3.717	4.130	4.618	5.425	6.221	6.802	7.289	8.133	8.904
11	2.643	3.202	3.492	4.321	4.771	5.300	6.169	7.021	7.639	8.157	9.050	9.864
12	3.112	3.726	4.042	4.943	5.428	5.996	6.924	7.829	8.484	9.031	9.972	10.83
13	3.600	4.269	4.611	5.580	6.099	6.704	7.690	8.646	9.336	9.910	10.90	11.79
14	4.106	4.828	5.195	6.231	6.782	7.424	8.464	9.470	10.19	10.79	11.82	12.76
15	4.629	5.402	5.794	6.893	7.477	8.153	9.246	10.30	11.06	11.68	12.75	13.72
16	5.167	5.990	6.405	7.567	8.181	8.891	10.04	11.14	11.92	12.57	13.69	14.69
17	5.718	6.590	7.028	8.251	8.895	9.638	10.83	11.98	12.79	13.47	14.62	15.66
18	6.281	7.201	7.662	8.943	9.616	10.39	11.63	12.82	13.67	14.37	15.56	16.63
19	6.856	7.822	8.306	9.645	10.35	11.15	12.44	13.67	14.55	15.27	16.50	17.60
20	7.442	8.453	8.958	10.35	11.08	11.92	13.26	14.53	15.43	16.17	17.44	18.57
21	8.037	9.093	9.619	11.07	11.83	12.69	14.07	15.38	16.31	17.08	18.38	19.54
22	8.642	9.741	10.29	11.79	12.57	13.47	14.89	16.24	17.20	17.99	19.32	20.51
23	9.255	10.40	10.96	12.52	13.33	14.25	15.72	17.11	18.09	18.90	20.27	21.48
24	9.876	11.06	11.65	13.26	14.09	15.04	16.55	17.98	18.98	19.81	21.21	22.46
25	10.50	11.73	12.34	14.00	14.85	15.83	17.38	18.84	19.88	20.73	22.16	23.43
26	11.14	12.41	13.03	14.74	15.62	16.63	18.22	19.72	20.77	21.64	23.10	24.41
27	11.78	13.09	13.73	15.49	16.40	17.43	19.06	20.59	21.67	22.56	24.05	25.38
28	12.43	13.78	14.44	16.25	17.18	18.23	19.90	21.47	22.57	23.48	25.00	26.36
29	13.09	14.47	15.15	17.00	17.96	19.04	20.75	22.35	23.48	24.40	25.95	27.33
30	13.75	15.17	15.87	17.77	18.74	19.85	21.59	23.23	24.38	25.32	26.91	28.31
31	14.42	15.87	16.59	18.53	19.53	20.66	22.45	24.11	25.29	26.24	27.86	29.29
32	15.09	16.58	17.32	19.31	20.32	21.48	23.30	25.00	26.19	27.17	28.81	30.26
33	15.76	17.30	18.05	20.08	21.12	22.30	24.15	25.89	27.10	28.09	29.76	31.24
34	16.44	18.01	18.78	20.86	21.92	23.12	25.01	26.77	28.01	29.02	30.72	32.22
35	17.13	18.73	19.52	21.64	22.72	23.95	25.87	27.66	28.92	29.95	31.67	33.20
36	17.82	19.46	20.26	22.42	23.53	24.77	26.73	28.56	29.84	30.88	32.63	34.18
37	18.52	20.19	21.01	23.21	24.33	25.60	27.60	29.45	30.75	31.81	33.59	35.16
38	19.21	20.92	21.75	24.00	25.14	26.44	28.46	30.35	31.66	32.74	34.54	36.14
39	19.92	21.66	22.51	24.79	25.96	27.27	29.33	31.24	32.58	33.67	35.50	37.11
40	20.62	22.40	23.26	25.59	26.77	28.11	30.20	32.14	33.50	34.60	36.46	38.09
41	21.33	23.14	24.02	26.38	27.59	28.95	31.07	33.04	34.42	35.54	37.42	39.07
42	22.05	23.88	24.78	27.18	28.41	29.79	31.94	33.94	35.33	36.47	38.38	40.05
43	22.76	24.63	25.54	27.99	29.23	30.63	32.81	34.84	36.26	37.41	39.34	41.04

44	23.48	25.38	26.31	28.79	30.05	31.47	33.69	35.74	37.18	38.34	40.30	42.02
45	24.20	26.14	27.08	29.60	30.88	32.32	34.56	36.65	38.10	39.28	41.26	43.00
46	24.93	26.90	27.85	30.41	31.71	33.17	35.44	37.55	39.02	40.22	42.22	43.98
47	25.66	27.65	28.62	31.22	32.53	34.01	36.32	38.46	39.94	41.16	43.18	44.96
48	26.39	28.42	29.40	32.03	33.37	34.87	37.20	39.36	40.87	42.09	44.14	45.94
49	27.13	29.18	30.18	32.85	34.20	35.72	38.08	40.27	41.79	43.03	45.10	46.92
50	27.86	29.95	30.96	33.66	35.03	36.57	38.97	41.18	42.72	43.97	46.06	47.90
51	28.60	30.72	31.74	34.48	35.87	37.43	39.85	42.09	43.65	44.91	47.03	48.89
52	29.34	31.49	32.53	35.30	36.71	38.28	40.73	43.00	44.58	45.85	47.99	49.87
53	30.09	32.26	33.31	36.13	37.55	39.14	41.62	43.91	45.50	46.80	48.95	50.85
54	30.84	33.04	34.10	36.95	38.39	40.00	42.51	44.82	46.43	47.74	49.92	51.83
55	31.59	33.82	34.90	37.78	39.23	40.86	43.40	45.74	47.36	48.68	50.88	52.82
56	32.34	34.60	35.69	38.60	40.07	41.72	44.29	46.65	48.29	49.63	51.85	53.80
57	33.09	35.38	36.48	39.43	40.92	42.59	45.18	47.56	49.22	50.57	52.81	54.78
58	33.85	36.16	37.28	40.26	41.77	43.45	46.07	48.48	50.15	51.51	53.78	55.77
59	34.60	36.95	38.08	41.09	42.61	44.32	46.96	49.40	51.09	52.46	54.74	56.75
60	35.36	37.73	38.88	41.93	43.46	45.18	47.85	50.31	52.02	53.40	55.71	57.73
61	36.13	38.52	39.68	42.76	44.31	46.05	48.75	51.23	52.95	54.35	56.68	58.72
62	36.89	39.31	40.48	43.60	45.16	46.92	49.64	52.15	53.89	55.30	57.64	59.70
63	37.66	40.11	41.29	44.43	46.02	47.79	50.54	53.07	54.82	56.24	58.61	60.68
64	38.42	40.90	42.09	45.27	46.87	48.66	51.43	53.99	55.76	57.19	59.58	61.67
65	39.19	41.70	42.90	46.11	47.73	49.53	52.33	54.91	56.69	58.14	60.54	62.65
66	39.96	42.49	43.71	46.95	48.58	50.41	53.23	55.83	57.63	59.08	61.51	63.64
67	40.74	43.29	44.52	47.79	49.44	51.28	54.13	56.75	58.56	60.03	62.48	64.62
68	41.51	44.09	45.33	48.64	50.30	52.16	55.03	57.67	59.50	60.98	63.45	65.61
69	42.29	44.89	46.15	49.48	51.16	53.03	55.93	58.59	60.44	61.93	64.41	66.59
70	43.07	45.70	46.96	50.33	52.02	53.91	56.83	59.52	61.37	62.88	65.38	67.58
71	43.84	46.50	47.78	51.17	52.88	54.79	57.73	60.44	62.31	63.83	66.35	68.56
72	44.63	47.31	48.60	52.02	53.74	55.66	58.63	61.36	63.25	64.78	67.32	69.54
73	45.41	48.11	49.42	52.87	54.60	56.54	59.54	62.29	64.19	65.73	68.29	70.53
74	46.19	48.92	50.24	53.72	55.47	57.42	60.44	63.21	65.13	66.68	69.26	71.52
75	46.98	49.73	51.06	54.57	56.33	58.30	61.35	64.14	66.07	67.63	70.23	72.50
76	47.76	50.54	51.88	55.42	57.20	59.19	62.25	65.06	67.01	68.58	71.20	73.49
77	48.55	51.36	52.70	56.28	58.07	60.07	63.16	65.99	67.95	69.54	72.17	74.47
78	49.34	52.17	53.53	57.13	58.94	60.95	64.06	66.92	68.89	70.49	73.14	75.46
79	50.13	52.98	54.35	57.98	59.80	61.84	64.97	67.85	69.83	71.44	74.11	76.44
80	50.92	53.80	55.18	58.84	60.67	62.72	65.88	68.77	70.77	72.39	75.08	77.43
81	51.72	54.62	56.01	59.70	61.54	63.61	66.79	69.70	71.72	73.35	76.05	78.41
82	52.51	55.43	56.84	60.55	62.41	64.49	67.70	70.63	72.66	74.30	77.02	79.40
83	53.31	56.25	57.67	61.41	63.29	65.38	68.60	71.56	73.60	75.25	77.99	80.39
84	54.10	57.07	58.50	62.27	64.16	66.27	69.51	72.49	74.54	76.21	78.96	81.37
85	54.90	57.89	59.33	63.13	65.03	67.15	70.43	73.42	75.49	77.16	79.93	82.36
86	55.70	58.72	60.16	63.99	65.91	68.04	71.34	74.35	76.43	78.11	80.91	83.34
87	56.50	59.54	61.00	64.85	66.78	68.93	72.25	75.28	77.38	79.07	81.88	84.33
88	57.31	60.37	61.83	65.72	67.66	69.82	73.16	76.21	78.32	80.02	82.85	85.32
89	58.11	61.19	62.67	66.58	68.53	70.71	74.07	77.14	79.27	80.98	83.82	86.30
90	58.91	62.02	63.51	67.44	69.41	71.61	74.98	78.08	80.21	81.93	84.79	87.29

91	59.72	62.84	64.34	68.31	70.29	72.50	75.90	79.01	81.16	82.89	85.77	88.28
92	60.52	63.67	65.18	69.17	71.17	73.39	76.81	79.94	82.10	83.85	86.74	89.26
93	61.33	64.50	66.02	70.04	72.05	74.28	77.73	80.88	83.05	84.80	87.71	90.25
94	62.14	65.33	66.86	70.91	72.93	75.18	78.64	81.81	83.99	85.76	88.68	91.24
95	62.95	66.16	67.70	71.77	73.81	76.07	79.56	82.74	84.94	86.72	89.66	92.22
96	63.76	66.99	68.55	72.64	74.69	76.97	80.47	83.68	85.89	87.67	90.63	93.21
97	64.57	67.83	69.39	73.51	75.57	77.86	81.39	84.61	86.83	88.63	91.60	94.20
98	65.38	68.66	70.23	74.38	76.45	78.76	82.31	85.55	87.78	89.59	92.58	95.19
99	66.19	69.50	71.08	75.25	77.33	79.65	83.22	86.48	88.73	90.54	93.55	96.17
100	67.01	70.33	71.92	76.12	78.22	80.55	84.14	87.42	89.68	91.50	94.52	97.16

N is the number of servers. The numerical column headings indicate blocking probability B in %. Table generated by Dan Dexter