Traffic Analysis

- แต่ละคนใช้โทรศัพท์ไม่พร้อมกัน
- เพื่อให้ใช้ทรัพยากร ให้เกิดประโยชน์สูงสุด
- เลือกจำนวนของอุปกรณ์ที่ใช้ร่วมกันให้เหมาะสมคือน้อยกว่าจำนวนของคู่สาย
- เริ่มจากศึกษาพฤติกรรมการใช้โทรศัพท์ โดยเฉพาะชั่วโมงที่มีการใช้คับคั่งที่สุดของวัน (Busiest hour) จะได้จัดเตรียมวงจรให้พอเพียง

Traffic Analysis

- ปริมาณวงจรที่ถูกใช้โดยเฉลี่ยตลอดช่วงเวลาหนึ่ง (T) ว่า Traffic intensity (A)
- ช่วงเวลาทั้งหมดที่มีการใช้สายเราเรียกว่า Traffic volume
- A = Traffic volume/ T หน่วยเป็น Erlang หรือ $A = \lambda t_m$
- λ คืออัตราการเรียกเข้าออกชุมสายหน่วยเป็น calls per second
- t_m คือ เวลาเฉลี่ยที่ใช้โทรศัพท์หน่วยเป็น seconds per call

ตัวอย่างที่9-1

- จากการศึกษาพฤติกรรมการใช้โทรศัพท์พบว่าในช่วงเวลา 20 นาทีมีการใช้ดังนี้

- A = Traffic Volume/T
  =(5+12+17+3+1)/20=38/20
  =1.9 Erlangs

- นั่นคือโดยเฉลี่ยแล้วมีการใช้สายพร้อมกัน 2 สาย

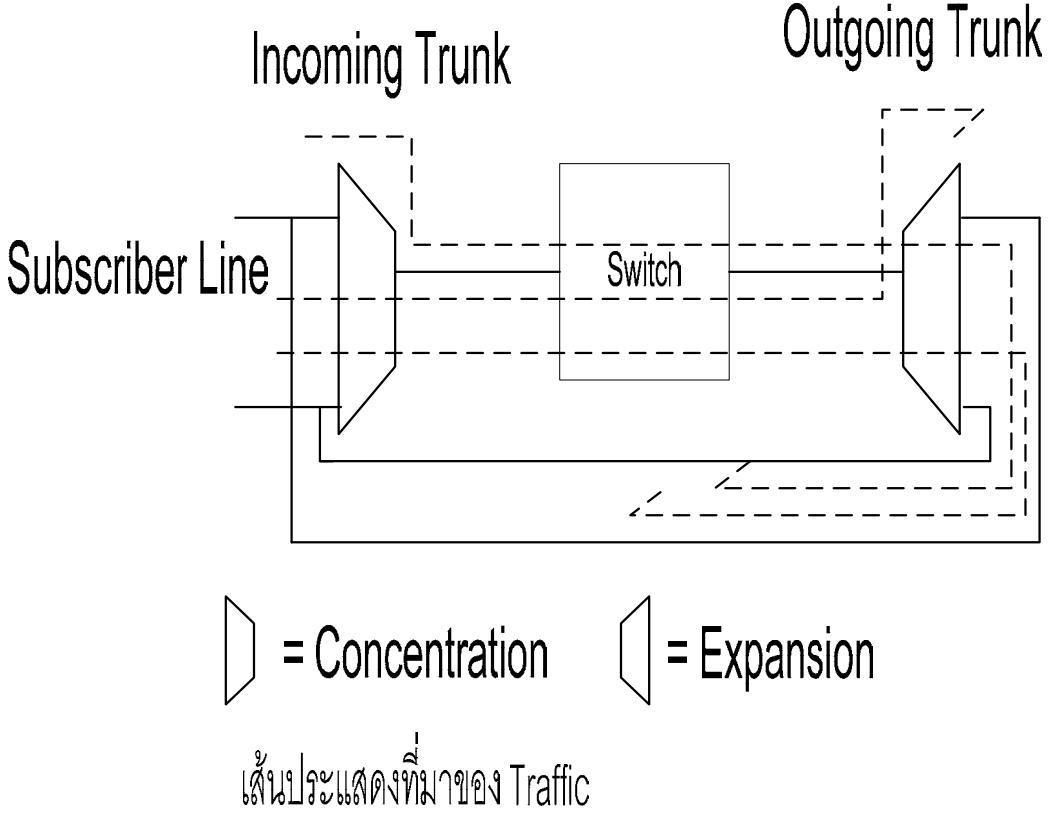
วงจรที่	รวมเวลาที่ไม่ว่าง (นาที)
1	5
2	12
3	17
4	3
5	1

Traffic ของชุมสายท้องถิ่น

Incoming Traffic คือ ปริมาณ Traffic ที่เรียกเข้าจากชุมสายอื่น

Outgoing Traffic คือ ปริมาณ Traffic ที่เรียกออกไปยังชุมสายอื่น

Intra office Traffic คือ ปริมาณ Traffic ที่เรียกระหว่างเลขหมายในชุมสายเดียวกันนี้



การเลือกจำนวนของวงจร

- การเลือกจำนวนของวงจร ใช้หลักการที่ว่าเมื่อมีโทรศัพท์เข้ามาแต่วงจรไม่ว่าง (ถูก Block) ให้ยกเลิกการโทร (เกิด Loss call) จะส่งสัญญาณ Busy Tone ไปยังผู้เรียก
- Blocking B = จำนวนของ Lost call / จำนวนของcall ทั้งหมด

Erlang B formula

- เราสามารถคำนวณหาจำนวนวงจรที่สามารถรองรับปริมาณ Traffic ที่ทำให้เกิด Blocking ในระดับที่ยอมรับได้

- Erlang Blocking formula ซึ่งมีสูตรดังนี้

$$B = \frac{A^{n}}{n! \sum_{i=0}^{n} \frac{A^{i}}{i!}}$$

- A คือ ปริมาณ traffic และ n คือจำนวนวงจร

M/M/m/m The m-Server loss system

- M= Calls arrive according to a Poison process with rate λ
- M= The probability distribution of the service time is exponential with average duration of a telephone conversation $t_m=1/\mu$
- m= number of circuits
- m=limit on number of customers in the system

  (Blocked calls are lost)

State transition diagram

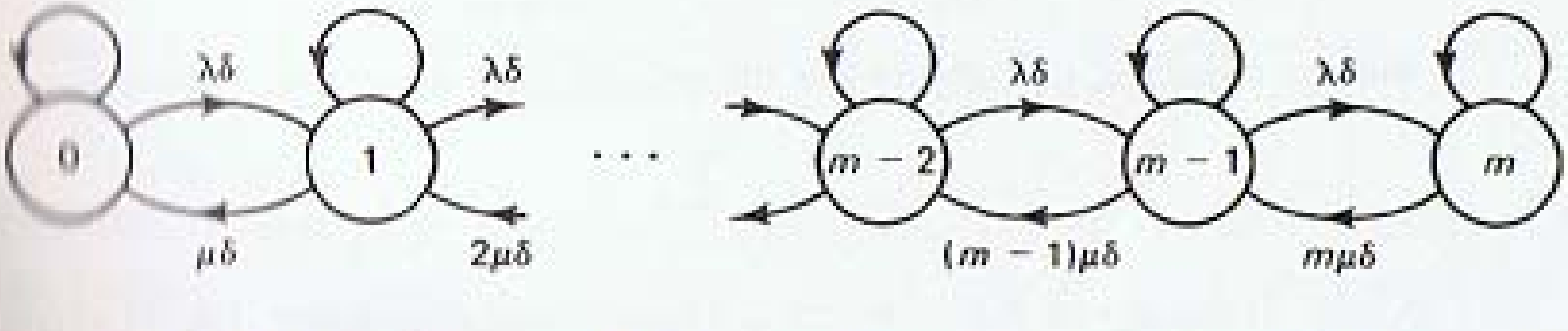


Figure 3.10 Discrete-time Markov chain for the $M/M/m/m$ system.

$$\lambda p_{n-1} = n\mu p_n, \qquad n = 1, 2, \ldots, m$$

$$p_n = p_0 \left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^n \frac{1}{n!}, \qquad n = 1, 2, \ldots, m$$

Solving for p_0 in the equation $\sum_{n=0}^{m} p_n = 1$, we obtain

$$p_0 = \left[\sum_{n=0}^{m} \left(\frac{\lambda}{\mu} \right)^n \frac{1}{n!} \right]^{-1}$$

The probability that an arrival will find all m servers busy and will therefore be lost is

$$p_m = \frac{(\lambda/\mu)^m/m!}{\sum_{n=0}^{m}(\lambda/\mu)^n/n!}$$

- เพื่อความสะดวกในการคำนวณให้ดูจากตารางซึ่งได้คำนวณมาแล้ว
  ดังนั้นถ้าเราทราบค่า B และ A ก็จะสามารถทราบได้จากตารางว่าควรจะต้องใช้กี่วงจร

ตัวอย่างที่ 9-2

- สำหรับชุมสายโทรศัพท์ที่มีเลขหมายภายใน 1000 เลขหมาย ยอมให้เกิดการ Blocking ได้ไม่เกิน 1% ให้เลือกจำนวนวงจรที่จะต้องรองรับ Traffic ดังนี้

- จากการศึกษาพบว่าในชั่วโมงที่มีการใช้โทรศัพท์คับคั่งที่สุด โดยเฉลี่ยแล้วหนึ่งเลขหมายมีการโทรออก 1 ครั้ง โทรเข้า 2 ครั้ง แต่ละครั้ง 3 นาที และชุมสายมี Traffic ที่เกิดขึ้นดังนี้

- Incoming Traffic 40 %
- Outgoing Traffic 40%
- Intra office Traffic 20%

- จาก $A = \lambda t_m$
- $\lambda = 3/60$ calls/min
- $t_m = 3$ min/call
- $A = 3*3/60 = 0.15$ Erlang/1 เลขหมาย
- 1000 เลขหมาย สร้าง Traffic = 150 Erlangs
- Incoming Traffic 40 % =150*0.4=60 Erlangs
- Outgoing Traffic 40% = 60 Erlangs
- Intra office Traffic 20% = 30 Erlangs

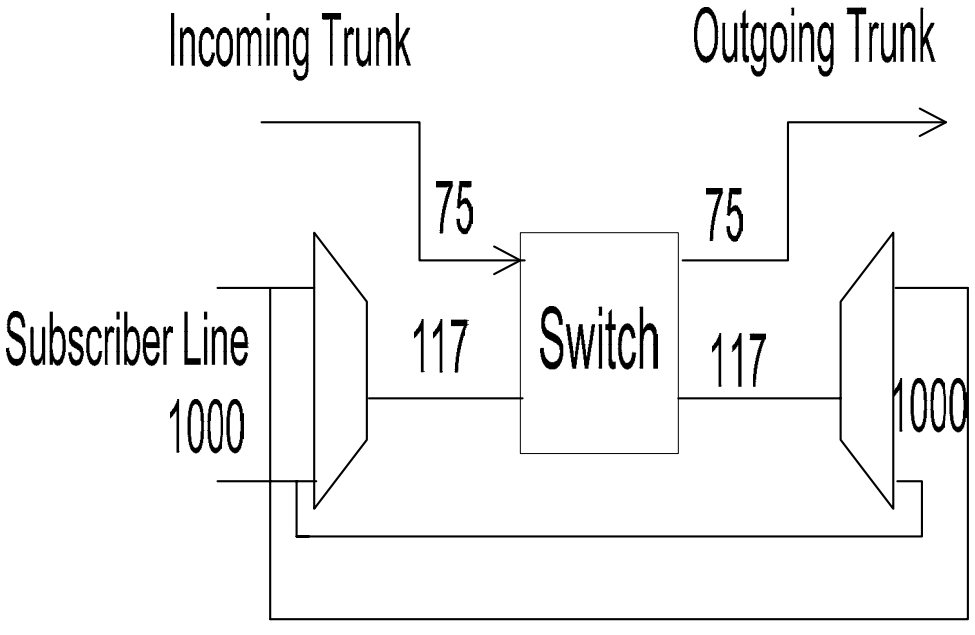
เปิดตารางที่ 9-1 พบว่า

Incoming Trunk ต้องใช้ 75 วงจร

Outgoing Trunk ต้องใช้ 75 วงจร

Intra office Trunk ต้องใช้ 42 วงจร

Subscriber concentrator output 117 วงจร



- ถ้า % blocking ลดเป็น 0.5%
- ถ้า holding time t_m เพิ่มเป็น 4 mins/call

- ในการออกแบบมีข้อควรคำนึงคือในกรณีที่ใช้งานไปแล้ว เกิดมีปริมาณ Traffic มากกว่าที่ประเมินไว้(over load) ระบบควรจะมีเปอร์เซ็นต์การ Blocking ที่ไม่สูงเกินไป นั่นคือควรจะมีเสถียรภาพ
- ระบบเล็กหรือการที่เราแบ่งกลุ่มคู่สายย่อยมากเท่าไรก็จะสิ้นเปลืองวงจรที่ใช้ร่วมมากกว่า แต่เมื่อเกิด over load จะมีเปอร์เซ็นต์การ Blocking ต่ำกว่า

ตัวอย่างที่9-3

ชุมสายมีคู่สาย 88 คู่สาย และปริมาณ Traffic 8.8 Erlangs ยอมให้มีการ Blocking ไม่เกิน 5% เราออกแบบระบบสองระบบดังนี้

- ต่อเครื่องโทรศัพท์ 88 เลขหมายผ่าน Concentrator 1 ตัว จากตารางที่9-1 ต้องใช้สาย 13 วงจร เมื่อ Traffic เพิ่มขึ้น 50 % เป็น 13.2 Erlangs ทำให้ % Blocking เพิ่มเป็น 20 %

- แบ่งเลขหมายเป็น 4 กลุ่ม กลุ่มละ 22 เลขหมายต่อเข้ากับ Concentrator 4 ตัว
- จากตารางที่ 9-1 ต้องใช้สาย 5 วงจร ต่อ Concentrator 1 ตัว จึงใช้สายทั้งหมด 20 วงจร
- เมื่อ Traffic เพิ่มขึ้น 50 % เป็น 3.3 Erlangs ทำให้ % Blocking เพิ่มเป็น 14 % จะเห็นได้ว่าระบบแรกประหยัดสายมากกว่าแต่ระบบที่สองเมื่อเกิด Over load ที่เท่ากันจะมีการ Blocking ต่ำกว่า นั่นคือมีเสถียรภาพดีกว่า