บทที่ 3

ทฤษฎีในการจัดกำลังคน

การจัดกำลังคนด้านที่ใช้แรงงาน(labour) ใช้หลักการของการศึกษาการทำงาน(work study)และขึ้นอยู่กับอัตราเร็วของเครื่องผลิตเป็นส่วนใหญ่ ถ้ายิ่งเร็วมากขึ้นอัตราส่วนเครื่องจักรต่อคนจะเพิ่มมากขึ้นซึ่งจะไม่ขอกล่าว ณ ที่นี้ ที่จะกล่าวต่อไปจะเป็นทฤษฎีเกี่ยวกับการจัดกำลังคนทางด้านช่างเทคนิค

<u>คำจำกัดความของตัวแปร</u>

S = เวลาเฉลี่ยที่ใช้ในการserviceเครื่อง 1 เครื่อง (นาที)

$\mu = 1/S$ = อัตราการserviceเฉลี่ย (unit per minute)

P = เวลาโดยเฉลี่ยที่เครื่องสามารถทำงาน (นาที)

(เวลาตั้งแต่เครื่องเริ่มทำงานจนกระทั่งเครื่องหยุดเนื่องจากเสีย)

$\lambda = 1/P$ = จำนวนเฉลี่ยของการหยุดต่อนาที ของเวลาที่เครื่องทำงาน

ρ = Servicing factor

$= \lambda/\mu = S/P$

I = เวลาในการรอคอยต่อเครื่อง

(หมายถึง เวลาที่เครื่องจักรที่หยุดเครื่องหนึ่งใช้สำหรับการรอคอยเมื่อช่างกำลังserviceเครื่องจักรที่หยุดเครื่องอื่น)

$C = P + S + I$

= Cycle Time

$M_e = (S+P)/C$ = ประสิทธิภาพของเครื่องจักร

เทคนิคที่ใช้ในการหาอัตราส่วนเครื่องจักรต่อช่างเทคนิค ต่อไปนี้เขียนโดย Wright โดยให้เวลารอคอยอยู่ในรูปของเปอร์เซนต์เวลาเฉลี่ยของการบริการหรือซ่อม (Service Time)

$X = P/S = 1/\rho =$ อัตราส่วนของเวลาที่เครื่องทำงานโดยเฉลี่ยต่อเวลาในการบริการหรือซ่อม(service) โดยเฉลี่ย

$N =$ จำนวนของเครื่องต่อช่างเทคนิคหนึ่งคนที่ต้องรับผิดชอบ

<u>สมมุติฐาน</u>

- เวลาที่บริการหรือซ่อม(Service Time) มีค่าคงที่
- เครื่องจักรที่ต้องถูกซ่อมมีลักษณะเป็นการสุ่ม(random)

Wright's formula จะเป็นดังนี้

$$(Ix100)/S = 50\{[(N-1.5-X)^2 + 2(N-1)]^2 + (N-1.5-X)\}$$

<u>ทฤษฎีแถวคอย (Queueing Theory)</u>

ทฤษฎีแถวคอยนั้นเกี่ยวข้องกับการศึกษารูปแบบทางคณิตศาสตร์ของการรอคอยหรือแถวคอย การคอยจะเกิดขึ้นก็ต่อเมื่อความต้องการที่จะรับบริการเวลานั้นมากกว่ากำลังความสามารถในการบริการ ดังนั้นจึงมีการศึกษาเรื่องนี้อยู่มากทั้งในอุตสาหกรรมและกิจการอื่นๆ อย่างไรก็ตามมันก็เป็นการยากที่จะทำนายว่า เมื่อไหร่ความต้องการหนึ่งๆหรือลูกค้าจะมารับบริการ หรือจะต้องใช้เวลาเท่าไหร่ในการบริการ ถ้าเราให้มีกำลังความสามารถในการบริการมาก ค่าใช้จ่ายก็มาก แต่ถ้ากำลังความสามารถมีน้อยก็จะต้องเสียเวลาในการรอคอยยาวนานมาก การคอยที่เกินมากอาจจะเกิด ค่าใช้จ่ายทางด้านสังคม(Social Cost) หรือค่าใช้จ่ายเนื่องจากเสียลูกค้า กับค่าใช้จ่ายที่เกิดเนื่องจากการรอคอยทฤษฎีแถวคอยไม่สามารถแก้ปัญหาได้ตรง แต่ก็ช่วยให้สามารถตัดสินใจต่างๆได้ดีขึ้นโดยดูลักษณะแถวคอยที่เกิดขึ้น

โครงสร้างพื้นฐานของรูปแบบแถวคอย(Basic Structure of Queueing Model)

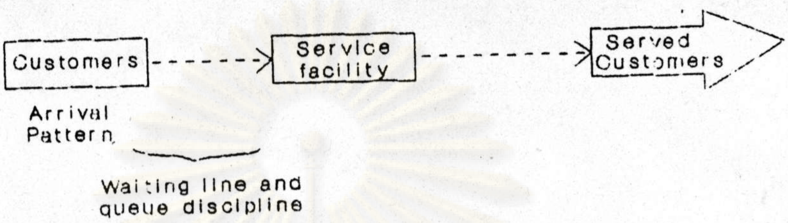
1. รูปแบบการเข้ามารับบริการ (Arrival Pattern)

รูปแบบการเข้ามารับบริการส่วนใหญ่จะมีลักษณะเป็นความน่าจะเป็น ถ้าการเข้ามารับบริการเป็นลักษณะช่วงเวลาที่เท่ากัน จะเป็น deterministic หรือ regular ถ้าเข้ามารับบริการเป็นไปตามการกระจายของความน่าจะเป็น รูปแบบนี้จะเป็นทางสถิติ (probabilistic) หรือ สโตคาสติก(Stochastic)การกระจายลักษณะนี้ บางครั้งอาจจะรู้หรือไม่รู้ก็ได้ ในบางครั้งเราสามารถระบุการกระจายนี้อยู่ในรูปการกระจายของจำนวนครั้งของการเข้ามารับบริการในช่วงเวลาที่กำหนด หรือในรูปการกระจายของเวลาระหว่างการรับบริการเสร็จสิ้น ถ้ามีมากกว่าหนึ่งของการเข้ามารับบริการ ซึ่งสามารถเข้าสู่ระบบ สถานการณ์นี้เราให้เรียกว่า การเข้ามาเป็นกลุ่มก้อน (bulk arrivals) ปรกติประชากร(populaton)ของการเข้ามารับบริการจะเป็น infinite แต่บางครั้งประชากรนั้นสามารถเป็น finite ได้ด้วย ตัวอย่างเช่น กรณีของจำนวนเครื่องจักรที่แน่นอนซึ่งสามารถเสียหรือจำนวนช่างเทคนิคที่มีจำนวนแน่นอน

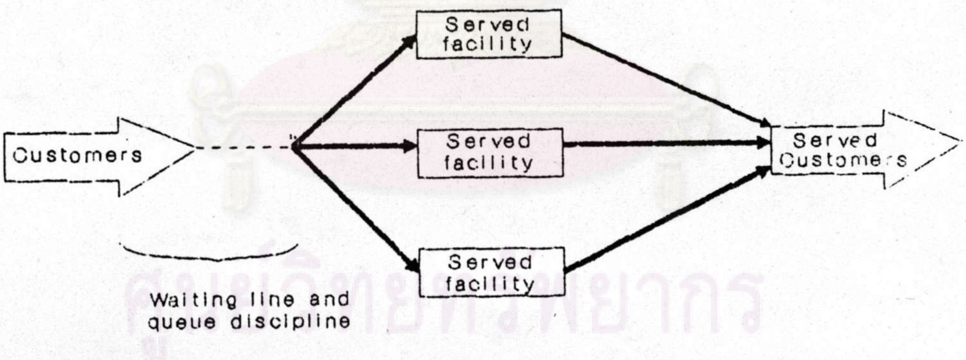
2. กลไกการบริการ (Service Mechanism)

กลไกการบริการจะเกิดขึ้นเมื่อมีการบริการ จำนวนเท่าไหร่ที่สามารถเข้ามาบริการ และช่วงเวลาในการบริการ ซึ่งปรกติจะเรียกว่าเวลาบริการ(Service Time) เวลาของการบริการปรกติจะสามารถรู้ค่าแน่นอน หรือไม่ก็รู้ถึงการกระจายของมันได้ ในการประยุกต์ใช้ทฤษฏีการคอยส่วนใหญ่เราจะให้ความแตกต่างของเวลาบริการของการเข้ามาบริการ(หรือเครื่องจักรที่จะซ่อม) เป็นอิสระต่อกันทางสถิติ และเป็นตัวแปรการกระจายแบบสุ่ม การกระจายลักษณะนี้เรียกว่า การกระจายของเวลาการบริการ (service time distribution) ความสามารถสูงสุดในการบริการคือจำนวนสูงสุดของการเข้ามารับบริการซึ่งได้รับบริการในช่วงเวลาหนึ่งๆ

การบริการมีทั้งการบริการเดี่ยว(single server) และการบริการพร้อมกันมากกว่าหนึ่ง(multi server) ดังรูปที่ 3.1 & 3.2



รูปที่ 3.1 ระบบการบริการเดี่ยว(Single-Server System)



รูปที่ 3.2 ระบบการบริการพร้อมกันมากกว่าหนึ่ง(Multiserver System)

3. <u>ระเบียบการคอย (Queue Discipline)</u>

ระเบียบการคอยหมายถึง การเข้ามารับบริการ มีการคัดเลือกเข้ามารับบริการอย่างไร ระเบียบวิธีการคอยมีลักษณะ 4 แบบคือ มาก่อนได้รับบริการก่อน (FIFO), แบบสุ่ม , มาหลังได้รับบริการก่อน (LIFO) และแบบของการคัดเลือกตามความสำคัญ

ลำดับต่อไปนี้จะแสดงถึงแนวทางในการใช้ทฤษฎีการคอยเพื่อจะแก้ปัญหาเครื่องจักรที่รอคอยการซ่อม โดยการหาค่าอัตราส่วนของเครื่องจักรต่อช่างเทคนิคที่เหมาะสม สมมติว่ามีเครื่องจักรอยู่ M เครื่อง ช่างเทคนิค Q คน

<u>สมมติฐานของแบบจำลอง(model)</u>

1. เวลาระหว่างเครื่องหยุด(breakdown,หรือเวลาระหว่างการผลิต) ของเครื่องจักรใดเครื่องจักรหนึ่ง เป็นตัวอย่างหนึ่ง(ค่าๆหนึ่ง)ของความน่าจะเป็นแบบเนคกาตีฟ เอกโปเนนเชียล(negative exponential) ด้วยค่าเฉลี่ย $1/\lambda$ (หรืออัตราเฉลี่ยλ) การหยุดของเครื่องจักรเครื่องๆหนึ่งมีลักษณะเป็นการสุ่ม(random)และอิสระต่อกันจากเครื่องจักรเครื่องอื่นๆ เมื่อมีเครื่องจักร n เครื่องไม่ได้ทำงานที่เวลา t ความน่าจะเป็นที่เครื่องจักรเครื่องหนึ่งจาก M-n เครื่องที่จะเสียในช่วงเวลา(t,Δt) คือ

$$Prob_{(down\ M/C)} = (M-n)\lambda\Delta t + Q(\Delta t)$$

ขณะที่ t มีการเพิ่มของช่วงเวลาทีละเล็กน้อย

2. เครื่องจักรหนึ่งเครื่องจาก n เครื่องที่เสียต้องใช้ช่างเทคนิค 1 คนจาก Q คน เพื่อที่จะซ่อมและจะมีการกระจายของเวลาบริการหรือซ่อม(service time distribution) ใน เนคการตีฟ (negative exponential) ด้วยค่าเฉลี่ย $1/\mu$ สำหรับแต่ละเครื่องจักรและช่างเทคนิคแต่ละคน เวลาของการบริการหรือซ่อมจะมีความอิสระซึ่งกันและกันรวมทั้งอิสระจากจำนวนเครื่องจักรที่เสีย ดังนั้นความน่าจะเป็นที่เครื่องจักรหนึ่งเครื่องจาก n เครื่องที่เสียได้รับการซ่อมในช่วงเวลา t คือ

$$\text{Prob}_{(\text{up } M/C)} = n\mu\Delta t + Q(\Delta t) \quad \text{for } 1 =< n =< Q$$

$$Q\mu\Delta t + Q(\Delta t) \quad \text{for } Q < n =< M$$

สมการ forward Kolmegorov สำหรับ birth-death process คือ

$$P'_{o}(t) = M\lambda P_{o}(t) + \mu P_{1}(t)$$

$$P'_{n}(t) = -\{(M-n)\lambda + n\mu\}P_{n}(t) + (M-n+1)\lambda P_{n-1}(t) + (n+1)\mu P_{n+1}(t) \qquad 1 =< n < Q$$

$$P'_{n}(t) = -\{(M-n)\lambda + Q\mu\}P_{n}(t) + (M-n+1)\lambda P_{n-1}(t) + Q\mu P_{n+1}(t) \qquad Q =< n < M$$

$$P'_{M}(t) = -Q\mu P_{M}(t) + \lambda P_{M-1}(t)$$

ระบบ finite ของสมการดิฟเฟอเรนเชียล(differential)นี้สามารถหาค่าโดยกำหนด(set)ให้ค่าดีริเวตีฟ(derivative)แรก = 0 ขณะที่สภาวะคงที่(steady state)นั้นมีดังนี้

$$P_{n} = \lim_{t \to \infty} P_{n}(t)$$

ดังนั้นสมการ flow balance จะเป็น

$$M\lambda P_{o} = \mu P_{1}$$

$$\{(M-n)\lambda + n\mu\}P_{n} = (M-n+1)\lambda P_{n-1} + (n+1)\mu P_{n+1} \qquad 1 < n < Q$$

$$\{(M-n)\lambda + Q\mu\}P_{n} = (M-n+1)\lambda P_{n-1} + Q\mu P_{n+1} \qquad Q =< n < M$$

$$Q\mu P_{M} = \lambda P_{M-1}$$

สมการเหล่านี้หาค่าโดยใช้ความสัมพันธ์ดังนี้

$$(M-n)\lambda P_{n} = (n+1)\mu P_{n+1} \quad , n < Q$$

$$Q\mu P_{n+1} \quad , n >= Q$$

ให้ ρ = servicing factor, ความน่าจะเป็นที่สภาวะคงที่(steady)คือ

$P_n = \binom{M}{n}\rho^n P_o$, $n = 0,1,2,\ldots\ldots,Q$

$\binom{M}{n}[n!/(Q!Q^{n-Q})]\rho^n P_o$, $n = Q+1,\ldots\ldots\ldots,M$

$\binom{M}{n} = M!/[n!(M-n)!]$

3. การใช้เครื่องจักรเครื่องหนึ่งทำงานจะมีลักษณะเป็นการสุ่ม(random) แบบจำลอง(model)ลักษณะนี้จะเป็น finite source และเป็นแถวคอยแบบปิด(closed queing)ซึ่งอัตราการเข้ามารับบริการหรืออัตราที่เครื่องหยุด(breakdown)ของเครื่องจะมีลักษณะลดลงขณะที่ จำนวนในระบบเพิ่มขึ้นซึ่งหมายถึงจำนวนเครื่องจักรที่เสียเพิ่มขึ้น การคอยจะเกิดขึ้นเมื่อจำนวนเครื่อง n-Q เครื่องยังไม่ได้รับการซ่อม เวลารอคอยเฉลี่ยสมมติว่าเป็น I ขณะที่

W_q = เวลาคาดหมายของการรอคอยทั้งหมด(เวลารอคอยเฉลี่ย)

(Expected total waiting time in the queue)

L_q = จำนวนคาดหมายหรือค่าเฉลี่ยของเครื่องจักรที่เสียในระหว่างการรอคอย

$E(n)$ = จำนวนคาดหมายหรือค่าเฉลี่ยของเครื่องจักร

กำหนดให้

$P_n(t) = Prob\{F(t) = n \mid F(0) = i\}$

การเปลี่ยนจากสภาวะที่ $P_n(t)$ ไปเป็น $P_{n+1}(t,\Delta t)$ เนื่องมาจากมีการเสียของเครื่องจักร 1 เครื่อง จาก M-n เครื่อง การเปลี่ยนจากสภาวะที่ $P_n(t)$ จะเกิดขึ้นเมื่อเครื่องจักรทั้งหมดสามารถทำงานได้ ดังนั้นขบวนการสโตคาสติก(Stochastic Process)F(t) สามารถถูกเขียนอยู่ในรูปของ birth & death process ด้วยอัตราดังนี้

$\lambda_n = (M-n)$, $n = 0,1,2,\ldots\ldots,M$

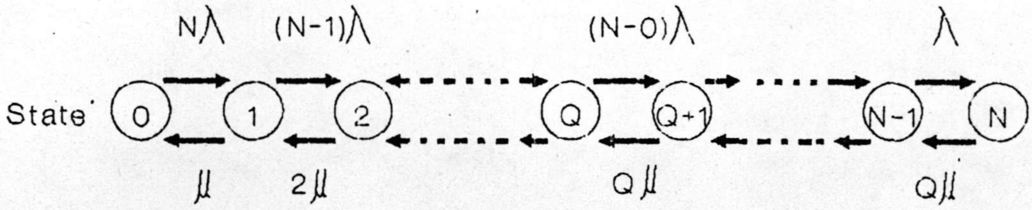
$= Q$, $n > M$

$\mu_n = n$, $n = 1,2,\ldots\ldots\ldots,Q$

$= Q$, $n = Q+1,\ldots\ldots\ldots,M$

ไดอะแกรม(diagram) ของการเปลี่ยนสภาวะ(state)สามารถแสดงได้

ในรูป3.3



รูปที่ 3.3 ไดอะแกรมของการเปลี่ยนสภาวะของเครื่องจักรที่หยุดและซ่อม (State Transition Diagram for Machine Breakdown and Repair)

ขณะที่ P_o หาค่าได้โดย ให้ $\sum_{n=0}^{M} P_n = 1$

$$P_o = \left[\sum_{n=0}^{Q} \binom{M}{n}\rho^n + \sum_{n=Q+1}^{M} \binom{M}{n} n!\rho^n/(Q!Q^{n-Q})\right]^{-1}$$

$$L_q = \sum_{n=Q}^{M} (n-Q)P_n$$

$$W_q = L_q/\lambda$$

ในกรณีที่ $Q = 1$ ซึ่งเป็นกรณีพิเศษจะได้ว่า

$$P_o = \left[\sum_{n=0}^{N} N!\rho^n/(N-n)!\right]^{-1}$$

$$P_n = [N/(N-n)!]\rho^n P_o$$

$$L_q = \sum_{n=1}^{N} (n-1)P_n$$

$$W_q = L_q/\lambda$$

การหาอัตราส่วนเครื่องจักรต่อช่างเทคนิค

การหาอัตราส่วนเครื่องจักรต่อช่างเทคนิคต้องคำนึงถึงสิ่งที่เกี่ยวข้องดังนี้

- ค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นเมื่อเครื่องจักรเกิดการหยุด(idle)
- ค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นของช่างเทคนิคที่มีเวลาสูญเปล่า(idle)

ซึ่งวิเคราะห์หาได้จากผลลัพธ์การทำงาน(workload)ของช่างเทคนิค Interference time หรือเวลาที่เครื่องจักรต้องรอคอยจะมีความสัมพันธ์โดยตรงกับการกำหนดจำนวนเครื่องจักรที่ต้องรับผิดชอบต่อช่างเทคนิค 1 คน ถ้าเราลดอัตราส่วนเครื่องจักรต่อช่างเทคนิคลง interference time ต้องลดลงด้วย แต่การที่ลดอัตราส่วนเครื่องจักรต่อช่างเทคนิคลงนั้นหมายถึงจะมีช่างเทคนิคมากขึ้น ขณะที่จำนวนเครื่องจักรทั้งหมดยังเท่าเดิมซึ่งจะเป็นสาเหตุให้เกิดความสูญเปล่า(idle) ของช่างเทคนิค

<u>แนวทางในการหาอัตราส่วนเครื่องจักรต่อช่างเทคนิค</u>

แนวทางในการหาอัตราส่วนเครื่องจักรต่อช่างเทคนิคสามารถแสดงได้เป็นขั้นๆ ดังนี้ สมมติว่าค่าเฉลี่ยของเวลาบริการหรือซ่อม(service time) มีค่าคงที่สำหรับเครื่องจักรชนิดเดียวกันและเครื่องจักรที่จะได้รับการซ่อมจะเข้ามาแบบสุ่ม(random)หรือถูกเลือกโดยช่างเทคนิค โดยใช้สมการของ Wright จะได้ว่า

$$Ix100/S = 50\ \{[(N-1.5-X)^2 + 2(N-1)]^{1/2} + (N-1.5-X)\}$$

$X = P/S =$ อัตราส่วนของค่าเฉลี่ยเวลาผลิต(production time)ต่อค่าเฉลี่ยของเวลาซ่อมเครื่องจักรหรือบริการ (service time)

$N =$ จำนวนเครื่องจักรที่กำหนดให้ช่างเทคนิค 1 คนรับผิดชอบ

สัญลักษณ์หรือตัวแปรต่างๆที่ได้กล่าวข้างต้นทั้งเก่าและใหม่สามารถสรุปได้ดังนี้

$I =$ ค่าเฉลี่ยของ interference time ต่อเครื่องจักร

$S =$ ค่าเฉลี่ยของเวลาบริการหรือซ่อมต่อเครื่องจักร

$P =$ ค่าเฉลี่ยของการผลิต(production time) ต่อเครื่องจักร

$M_a =$ ประสิทธิภาพเครื่องจักร $= (S+P)/(S+P+I)$

$X_a = S/(S+P)$

$D = Prob(delay) =$ ความน่าจะเป็นของเครื่องจักรเครื่องหนึ่งเสียที่ต้องรอคอยการซ่อม

$N_a =$ จำนวนเครื่องจักรโดยเฉลี่ยที่ได้รับการซ่อมจากช่างเทคนิค 1 คน

N_p = จำนวนเครื่องจักรโดยเฉลี่ยที่ได้รับการซ่อมเสร็จจากช่างเทคนิค 1 คน

N_1 = จำนวนเครื่องจักรโดยเฉลี่ยที่คอยการซ่อมจากช่างเทคนิค

M = จำนวนเครื่องจักรทั้งหมด

Q = จำนวนช่างเทคนิคทั้งหมด = M/N

A = technician rate

$$= \frac{\text{อัตราเฉลี่ยเงินเดือนช่างเทคนิค}}{\text{26 วัน}} \times \frac{\text{effectiveness}}{\text{absebteeism}}$$

B = อัตราการสูญเสียเนื่องจากเครื่องจักรหยุด(Machine idle loss rate)

= ค่าแรง(labour cost) + ค่าโสหุ้ย(over head)

+ ค่าเสื่อมราคา(depreciation)

C_1 = ค่าใช้จ่ายเนื่องจากเวลาสูญเปล่าของเครื่องจักร

C_2 = ค่าใช้จ่ายเนื่องจากเวลาสูญเปล่าของช่างซ่อม

$N_s = M_e \times N \times X_s$

$= N \times (S+P)/(S+P+I) \times S/(S+P)$

$= N \times S/(S+P+I)$, Total $N_s = N \times M \times S/(S+P+I)$

$N_p = (1-X_s) \times N \times M_e$, Total $N_p = (1-X_s) \times N \times M_e \times M$

$N_1 = N \times (1-M_e)$, Total $N_1 = N \times M \times (1-M_e)$

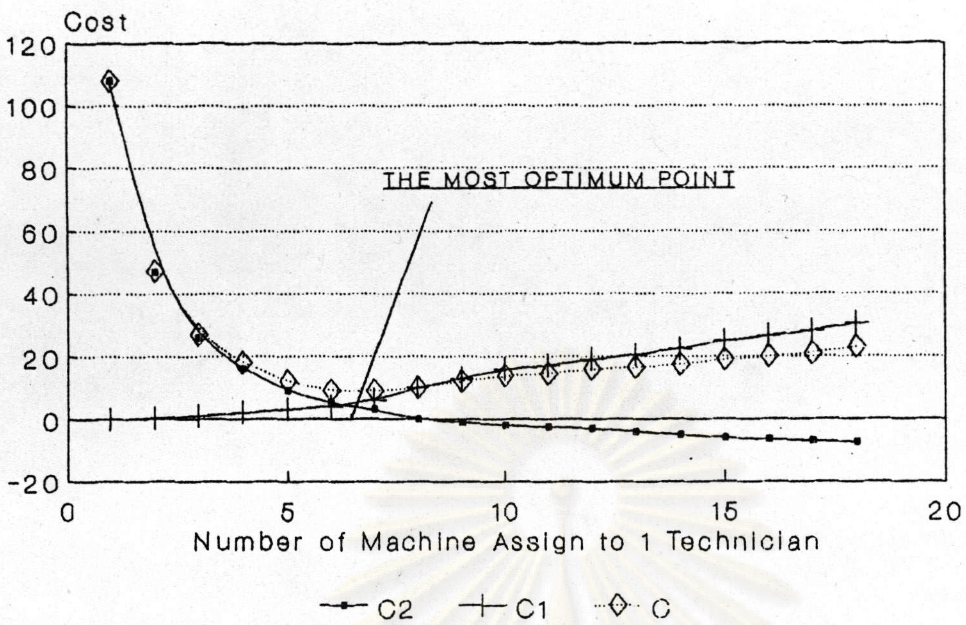
$C_1 = B \times \text{total } N_1$

$= B \times N \times M \times S/(S+P+I)$

$C_2 = A \times (M/N - \text{total } N_s)$

$= A \times M \times (1/N - N{\times}S/(S+P+I))$

การหาอัตราส่วนเครื่องจักรต่อช่างเทคนิคหาได้จากจุดออฟติมัล(optimal) ที่เส้นกราฟ C



รูปที่ 3.4 กราฟแสดงจุดที่เหมาะสมของอัตราส่วนเครื่องจักรต่อช่างเทคนิค

ค่าต่ำสุดของเส้นกราฟ C (the lowest value of total cost (C)) จะเป็นจุดออฟติมัลของอัตราส่วนเครื่องจักรต่อช่างเทคนิค ซึ่งจะให้ค่าใช้จ่ายต่ำสุด แต่จุดตัด C_1และC_2 เป็นจุดที่นำไปใช้เป็นอัตราส่วนของเครื่องจักรต่อช่างเทคนิค

การนำทฤษฎีการคอยมาประยุกต์ใช้

รูปแบบจำลองชนิดแรก คือระบบบริการเดี่ยว(single server)ซึ่งเราจะพิจารณาว่าจำนวนเครื่องจักรชนิดเดียวกันที่เครื่องซึ่งช่างเทคนิค 1 คน สามารถบริการได้โดยให้เกิดค่าใช้จ่ายในการดำเนินการต่ำที่สุด(optimum operating cost) ขั้นตอนในการหาคือ

ในกรณีนี้ Q = 1

W_q = เวลาการคอยทั้งหมดในแถวคอย(Total waiting time in queue)

$$= 1/\lambda \times \sum_{n=1}^{M} (n-1)P_n$$

I = เวลารอคอยหรือเวลาเฉลี่ยของmachine interference

$= W_q/N$

จากนั้นก็หาค่าอัตราส่วนเครื่องจักรต่อช่างเทคนิคดังวิธีที่กล่าวมาแล้วในข้างต้น คือหาจุดออพติมัล (optimum) ใน เส้นกราฟ C

รูปแบบจำลองชนิดสองคือ ระบบการบริการพร้อมกันมากกว่าหนึ่ง (multi server) ซึ่งเราจะพิจารณาช่างเทคนิคเป็นกลุ่มเพื่อมาบริการซ่อมเครื่องจักรชนิดเดียวกันในแต่ละกลุ่ม

ในกรณีนี้ $Q \neq 1$

$$W_q = 1/\lambda \sum_{n=Q}^{M} (n-Q)P_n$$

N_i = จำนวนเฉลี่ยของเครื่องจักรที่เกิดการสูญเปล่า(idle)

$$= \sum_{n=Q+1}^{M} (n-Q)P_n$$

$(Q-N_s)$ = จำนวนเฉลี่ยของช่างเทคนิคที่เกิดการสูญเปล่า

$$= \sum_{n=0}^{Q} (Q-n)P_n$$

$$C_1 = B \times \sum_{n=0}^{Q} (Q-n)P_n$$

$$C_2 = A \times \sum_{n=Q+1}^{M} (n-Q)P_n$$

$$C = C_1 + C_2$$

จากนั้นก็หาจุดออพติมัลของเส้นกราฟ C ซึ่งเป็นค่าของอัตราส่วนเครื่องจักรต่อช่างเทคนิค การหาค่าตัวแปรต่างๆที่ใช้คำนวณในวิธีข้างต้นจะได้จากข้อมูลดังต่อไปนี้

D_t = เปอร์เซนต์ของเวลาทั้งหมดที่เครื่องหยุด

(total percent service time)

D_s = เปอร์เซนต์เฉลี่ยของเวลาการบริการหรือซ่อม

(Average percent service time)

f = ความถี่ของเครื่องจักรที่หยุดใน 1 กะ

(Frequency of machine down in 1 shift)

T_z = อัตราการปรับปรุง(overhaul rate)ในหนึ่งชั่วโมงต่อเครื่องจักรต่อปี

T_a = ชั่วโมงการทำงานจริงทั้งหมดต่อ หนึ่งกะ

T_e = ประสิทธิภาพของช่างเทคนิค(technician effectiveness)

A_b = เปอร์เซนต์การลาหยุด (percent absentism)

อัตราการผลิตและเวลาการบริการหรือซ่อมเครื่องจักรโดยไม่คำนึงการปรับปรุง(overhaul)จะเป็นดังนี้

$S = (T_a \times D_s)/(100 \times f)$

$P = T_a \times (1-D_s/100) \times 1/f$

อัตราการผลิตและเวลาบริการหรือซ่อมเครื่องจักรโดยคำนึงถึงปรับปรุง (overhaul)จะเป็นดังนี้

S_1 = เวลาการบริการ(service)โดยรวมเอาการปรับปรุง(overhaul)

P_1 = เวลาการผลิตเฉลี่ยโดยรวมเอาการปรับปรุง(overhaul)

$S_1 = S + @ = (T_a + D_s)/(100 + f) + @$

$P_1 = P - C = T_a \times (1-D_s) \times 1/f - @$

@ = เป็นเศษส่วนของชั่วโมงซึ่งช่างเทคนิคหนึ่งคนต้องใช้ในการปรับปรุง (overhaul)ต่อเวลาการการบริการ(S)

<u>ตัวอย่าง</u> การหาค่าของ @ (overhaul once/year)

ช่างเทคนิค M/N คนจะทำการปรับปรุง(overhaul) M/3 เครื่องต่อกะต่อปี

ช่างเทคนิค หนึ่ง คน จะทำการปรับปรุง M/3 x N/M = N/3 เครื่องต่อกะต่อปี (บริษัท NS ทำงาน 3 กะต่อวัน)

ดังนั้น ช่างเทคนิค 1 คน จะใช้ N/3 x T_z ชั่วโมงต่อปี เพื่อที่จะปรับปรุง N/3 เครื่อง

$@ = N/3 \times T_z \times S \times 1/$ชั่วโมงการทำงานจริง(Available hrs.)

$= (N \times T_z)/(52x6x7x3) \times (T_a \times D_s)/(100xf) \times A_b/T_e$

$= 1/f \times (1.52 \times 10 \times N \times T_z \times T_a \times D_s \times A_b/T_e)$

<u>ตัวอย่าง</u>

สมมติว่าเครื่องจักรทั้งหมดมีลักษณะปัญหาที่เกิดขึ้นเหมือนกันหมด ซึ่งจะแปรตามชนิดของเครื่องจักร

กำหนดให้ $Dt = 18.6\%$, $T_e = 85\%$

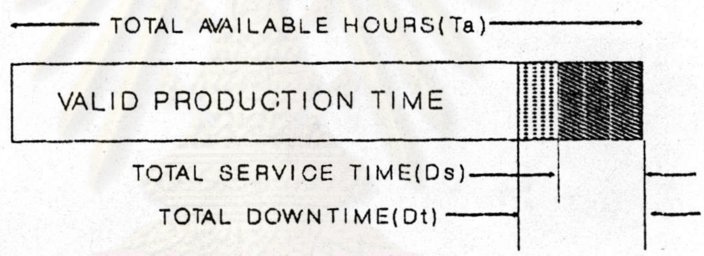
$D_s = 11.75\%$, $A_b = 4\%$

$f = 3$, $A = 1.681$ USD/hrs

$T_z = 100$, $B = 1.389$ USD/hrs

$T_a = 7$

หมายเหตุ : เปอร์เซนต์เวลาซ่อม(D_s) จะไม่รวมเวลาของวิศวกร เวลาการคอยอะไหล่ การตกของกำลังและเวลาการรอคอย



ชั่วโมงทำงานจริงทั้งหมดต่อกะ $T_a = 7$ ชั่วโมง (420 นาที)

เปอร์เซนต์ที่เครื่องหยุด $D_t = 18.61\%$

เปอร์เซนต์ที่ซ่อมเครื่อง $D_s = D_t$ - (เปอร์เซนต์เวลาการรอคอย

+ เวลาวิศวกร+ เวลาการคอยชิ้นส่วนอะไหล่

+ การตกของกำลัง)

$= 18.61 - (1.28 + 3.51 + 0.46 + 1.61)$

$= 11.75\%$

เปอร์เซนต์เวลาการผลิตจริง $= 100 - 11.75$

$= 88.25\%$

ดังนั้น

เวลาการซ่อมทั้งหมด = (TTL%Service time x 7 hrs)/100

= 11.75 x 7/100 hrs

= 0.8225 hrs

= 49.35 นาที

เวลาการผลิตทั้งหมด = (TTL%เวลาการผลิตจริง x 7 hrs)/100

= 88.25 x 7/100 hrs

= 6.1775 hrs

= 370.65 นาที

ความถี่ที่เครื่องหยุด = 3 ครั้งต่อ 1 กะ

เวลาบริการหรือซ่อม(service time) = เวลาบริการหรือซ่อมทั้งหมด/ความถี่ของการหยุดในหนึ่งกะ

= (Totalservice time)/(Shut down frequency shift)

= 49.35/3

= 16.45 นาที

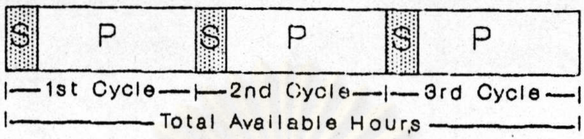
เวลาการผลิต(production time (P)) = เวลาการผลิตทั้งหมด/ ความถี่ของการผลิตในหนึ่งกะ

= (Total production time)/(Prod. frequency/shift)

= 370.65/3

= 123.55 นาที

จากผลลัพธ์ที่หาได้ข้างต้นสรุปได้ว่าเครื่องจักรต้องการ 16.45 นาที สำหรับบริการและซ่อม เพื่อที่จะให้เครื่องจักรทำงานต่อไปได้ 123.55 นาทีทุกๆรอบในการผลิต (cycle)



จากทฤษฎีการจัดกำลังคนทางด้านช่างเทคนิคนี้สามารถนำมาใช้ทำนายกำลังคนทางด้านช่างเทคนิคได้ในอนาคตเมื่อเทคโนโลยี่เปลี่ยนแปลงไปได้ เนื่องจากอุตสาหกรรมไอซี มีการพัฒนาเครื่องอุปกรณ์ได้เร็วไปพร้อมกับตัวผลิตภัณฑ์ไอซี ซึ่งเครื่องจักรรุ่นใหม่ค่าเปอร์เซนต์เวลาเครื่องหยุด(downtime)ลดลง ค่าเวลาบริการหรือซ่อม(service time) และ ความถี่ที่เครื่องจักรหยุด มีค่าเปลี่ยนแปลงไป หากเรารู้ค่าเหล่านี้ ก็สามารถทำนายอัตราส่วนของเครื่องจักรต่อช่างเทคนิคได้ ซึ่งสามารถส่งผลให้สามารถทำนายจำนวนช่างได้ทั้งหมด

ในส่วนด้านวิศวกรนั้นไม่มีหลักเกณฑ์ตายตัวในการจัดซึ่งขึ้นอยู่กับหัวหน้าแผนกในการตัดสินใจว่าจะต้องใช้วิศวกรเท่าไหร่ต่อความยากง่ายของผลิตภัณฑ์ไอซีชนิดนั้นๆซึ่งลักษณะกำลังคนทางด้าน วิศวกรในอุตสาหกรรม ไอซี จะมีจำนวนเพิ่มขึ้นอยู่เสมอ เพราะเทคโนโลยี่มีการพัฒนาเร็วมาก การหาจำนวนวิศวกรนั้น จากการศึกษาข้อมูลที่หาได้ระหว่างช่างเทคนิคและวิศวกรมีความสัมพันธ์ระดับหนึ่ง ซึ่งในความสัมพันธ์นี้จะนำไปสู่การวิเคราะห์เพื่อหาจำนวนวิศวกร ซึ่งจะกล่าวถึงในบทที่ 5 ในเรื่องของการจัดกำลังคน