

การจัดสายงานการผลิตในโรงงานอุตสาหกรรม

*

เสรี สมนาแซง

บทคัดย่อ

การจัดสายงานการผลิตให้ได้ดุลย์ของโรงงานอุตสาหกรรมที่มีสายงานการผลิตเป็นแบบประกอบ (Assembly line) มักจะประสบปัญหาบ่อย ๆ อันเนื่องมาจากความเหลื่อมล้ำในปริมาณงานและเวลาในการทำงานของคนงาน โดยเฉพาะโรงงานอุตสาหกรรมที่มีสายงานการผลิตสลับซับซ้อน จุดประสงค์ของบทความนี้ก็เพื่อแนะแนวทางในการจัดสายงานการประกอบที่เหมาะสม (Optimal Assembly line) โดยการประยุกต์คอมพิวเตอร์เข้าไปช่วยในการแก้ปัญหา

1. บทนำ

การจัดสายงานการผลิตให้ได้ดุลย์ ได้มีการค้นคว้าและตีพิมพ์เผยแพร่ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2497 เป็นต้นมา (2) เทคนิคและวิธีการที่คิดค้นขึ้นมา มีวิธีการแตกต่างกัน อาจจะใช้วิธีการทางทฤษฎี ที่มีการคำนวณยุ่งยากและสลับซับซ้อน หรือวิธีการทาง Heuristic ที่ใช้คอมพิวเตอร์เข้าช่วยในการจัดสายงาน ซึ่งเหมาะสมสำหรับงานที่มีขนาดใหญ่และยุ่งยาก (5) แต่อย่างไรก็ตามวิธีการเหล่านี้จะให้ผลออกมาที่พอประมาณ ไม่ใช่ว่าดีที่สุด (3)

2. ลักษณะของสายงานการผลิตประกอบ

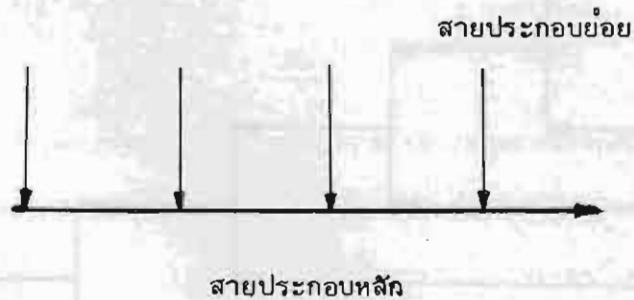
โรงงานผลิตที่ประกอบส่วนมากแล้วจะทำงานด้วยแรงคน (Labour Intensive Operation) ผลิตภัณฑ์สำเร็จจะถูกลำเลียงโดยสายพานผ่านพนักงานแต่ละคนที่อยู่ประจำที่ พนักงานเหล่านี้ก็จะประกอบชิ้นส่วนต่าง ๆ ที่กำหนดให้ตามลำดับ การจัดแบ่งงานให้พนักงานแต่ละคนทำในสายงานการประกอบเรียกว่า การสมดุลย์ในสายงานผลิต

*

อาจารย์ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

สายงานการผลิตประกอบแบ่งออกได้เป็น 3 แบบใหญ่ ๆ (4) คือ

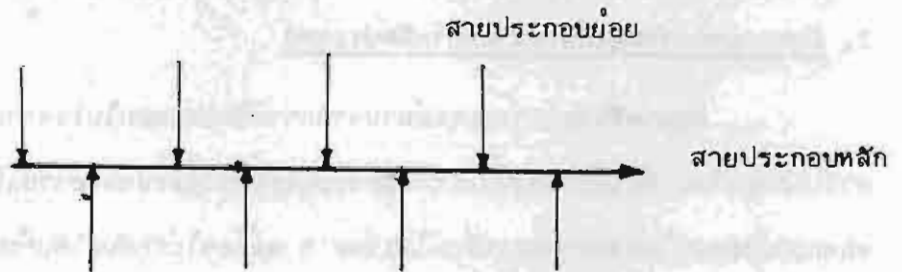
2.1 แบบหวี (Comb Pattern)



รูปที่ 1 แสดงการไหลของสายงานแบบหวี

สายงานการไหลแบบหวีจะมีสายประกอบย่อยหลาย ๆ สายป้อนเข้าสู่สายประกอบหลัก โดยสายประกอบย่อยจะไหลมาจากด้านเดียวกันทั้งหมด สายงานแบบนี้เหมาะสำหรับบริเวณที่ใกล้เคียงหรือขนานกับผนังหรือทางเดิน

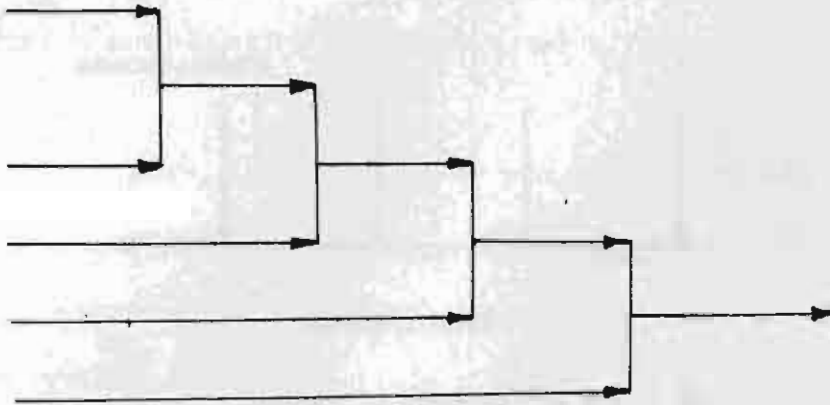
2.2 แบบต้นไม้ (Tree Pattern)



รูปที่ 2 แสดงการไหลของสายงานแบบต้นไม้

สายงานประกอบแบบต้นไม้จะคล้าย ๆ กับสายงานประกอบแบบหวี แต่สายงานประกอบแบบต้นไม้จะมีสายงานประกอบย่อยป้อนเข้าสู่สายงานประกอบหลักทั้งสองข้างสายงานแบบนี้เหมาะสำหรับสายประกอบหลักที่อยู่ตรงกลางของสถานที่

2.3 แบบเดนเดรติก (Dendritic Pattern)



รูปที่ 3 แสดงการไหลของสายงานแบบเดนเดรติก

สายงานประกอบเดนเดรติก แตกต่างจากสายงานประกอบแบบหริ และแบบต้นไม้ คือส่วนประกอบย่อยจะผ่านกระบวนการประกอบแต่ละขั้นตอนจนถึงจุดที่จะนำไปประกอบกับส่วนประกอบย่อยชิ้นอื่นได้ จากนั้นก็จะผ่านกระบวนการประกอบย่อยชิ้นต่อ ๆ ไป จนถึงขั้นที่จะนำไปประกอบกับส่วนประกอบย่อยชิ้นอื่น ๆ อีก จนกระทั่งถึงขั้นสุดท้ายจะเป็นผลิตภัณฑ์เดียวออกมา

3. ปัญหาของการสมดุลย์สายงานการผลิตประกอบ

ปัญหาหลักของการสมดุลย์สายงานการผลิตประกอบในโรงงานอุตสาหกรรมคือ การจัดลำดับของการประกอบใหม่เพื่อให้การทำงานของพนักงานและการไหลของสายงานเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ ลำดับของการประกอบในสายงานจะเปลี่ยนไปเรื่อย ๆ แต่ต้องไม่ขัดกับลำดับก่อนหลัง (Precedence Restrictions) ของงานที่ต้องประกอบ โดยหลีกเลี่ยงไม่ได้ ดังนั้นจะรวมงานย่อย (Work Elements) เข้าด้วยกันและประกอบที่สถานีทำงาน (Work Station) เดียวกัน อย่างไรโดยให้สอดคล้องกับลำดับก่อนหลังเพื่อลดเวลาที่สูญเปล่า (Idle Time) ในการทำงานให้น้อยลง

โดยทั่ว ๆ ไปปัญหาที่กล่าวมาข้างต้น สามารถแจกแจงออกเป็น 2 ปัญหาที่เกี่ยวข้องกัน (3) คือ

3.1 หาจำนวนสถานีทำงานที่น้อยที่สุด เมื่อกำหนดเวลาสูงสุดในการทำงานในแต่ละสถานี (Cycle Time) มาให้

3.2 หาเวลาสูญเปล่าที่น้อยที่สุด เมื่อกำหนดจำนวนสถานีสูงสุดมาให้

แต่ถ้าจำนวนเวลาทำงานในแต่ละสถานีคงที่ ปัญหา 2 ข้อนี้อาจแก้ด้วยวิธีเดียวกัน กล่าวคือ ถ้าแปร Cycle Time ไปเรื่อย ๆ จนถึง Cycle Time สูงสุดที่กำหนดให้ ก็จะทราบจำนวนสถานีน้อยที่สุด ในทางกลับกัน ถ้าแปรจำนวนสถานีไปเรื่อย ๆ จนถึงจำนวนสถานีสูงสุดที่กำหนดให้ ก็จะทราบเวลาที่สูงเปิ่ลำน้อยที่สุด

ในบทความนี้จะแสดงเฉพาะผลของการแปร Cycle Time เท่านั้น

4. เทคนิคและวิธีการของการจัดสายงานการผลิต

เทคนิคที่ใช้ในการจัดสายงานการผลิต ส่วนใหญ่แล้วจะเป็นแบบ Heuristic แต่เทคนิคที่ประยุกต์ใช้ในบทความนี้คิดค้นขึ้นโดย HOFFMAN (1) ซึ่งให้ประสิทธิภาพของสายงานการผลิตค่อนข้างสูง (3) - วิธีการจัดสายงานให้ได้มูลยั แบ่งออกเป็นลำดับขั้นตอน ดังต่อไปนี้

ขั้นที่ 1

- 1.1 เขียนภาพแสดงลำดับก่อนหลัง (Precedence Diagram) ของการประกอบทั้งหมด แล้วสร้างแมตทริกก่อนหลัง (Precedence Matrix) ขึ้น แมตทริกก่อน-หลังจะประกอบด้วย 0 และ 1 ถ้างานใดในแนวดังตามหลังงานใดในแนวนอนทันทีให้แทนด้วย 1 ถ้าเป็นอย่างอื่นแทนด้วย 0
- 1.2 รวมค่าของแมตทริกในแนวดังทั้งหมด แล้วเพิ่มท้ายของแถวสุดท้าย เรียกแถวที่เพิ่มขึ้นว่า Code Number.
- 1.3 ใส่ค่าแมตทริกตามแนวทะแยงด้วยค่าอะไรก็ได้ยกเว้น 0

ขั้นที่ 2 ค้นหา 0 ใน Code Number จากซ้ายไปขวา

ขั้นที่ 3 เลือกงานที่อยู่ในแนวดังที่ Code Number เป็น 0

ขั้นที่ 4 หักเวลาของงานที่เลือกออกจาก Cycle Time

ขั้นที่ 5 ถ้าผลจากข้อ 4 เป็นบวกให้ไปขั้นที่ 6 ถ้าเป็นลบให้ไปขั้นที่ 7

ขั้นที่ 6 หักค่าของแมตทริกที่สอดคล้องกับงานที่เลือกในแนวนอนออกจาก Code Number จะได้ Code Number ใหม่ แล้วไปขั้นที่ 7

ขั้นที่ 7 กลับไปขั้นที่ 2 และเริ่มค้นหา 0 โดยเริ่มจากงานที่อยู่ถัดไปข้างขวาของงานที่เลือกแล้วจากขั้นที่ 3 แล้วทำซ้ำจากขั้นที่ 2 ถึง 7 จนทุก ๆ งานถูกตรวจสอบ แล้วไปขั้นที่ 8

ขั้นที่ 8 หัก Cycle Time ที่เหลือออกจากเวลาที่เหลือจากการรวมงานต่าง ๆ เข้าด้วยกันเมื่อครั้งก่อน แต่ถ้าเป็นการรวมงานเข้าด้วยกันครั้งแรกให้หักออกจาก Cycle Time

- ขั้นที่ 9 ถ้าผลจากขั้นที่ 8 เป็น 0 หรือลบ ให้ไปขั้นที่ 10 ถ้าเป็นบวกแสดงว่างานต่าง ๆ จะรวมกันเป็นชุดใหม่ แล้วไปขั้นที่ 11
- ขั้นที่ 10 ย้อน Code Number กลับไป 1 ชั้น แล้วเริ่มต้นขั้นที่ 7 ใหม่
- ขั้นที่ 11 แทน Code Number แรกด้วย Code Number ที่สอดคล้องกับผลจากข้อ 9
- ขั้นที่ 12 ทำซ้ำไปเรื่อย ๆ จนงานทุกงานถูกจัดเข้าสู่สถานีทำงานทั้งหมด หรืออีกนัยหนึ่ง ค่าของ Code Number เป็นลบทุกตัว จากนั้นก็หาประสิทธิภาพของสายงานการผลิต จากสูตรดังต่อไปนี้

$$E = \left(1 - \frac{I}{N \times C} \right) \times 100$$

เมื่อ	E	=	ประสิทธิภาพของสายงาน
	I	=	เวลาสูญเสียทั้งหมด
	N	=	จำนวนสถานีทำงานที่จัดได้
	C	=	Cycle Time

ขั้นตอนที่กล่าวมานี้ สามารถคำนวณด้วยมือ ในกรณีที่จำนวนงานน้อย ๆ แต่ถ้าจำนวนงานมาก ๆ ก็ประยุกต์คอมพิวเตอร์เข้าช่วยจะสะดวกและเสียเวลาน้อยกว่า

5. การประยุกต์ เข้ากับสายงานการผลิตในโรงงานอุตสาหกรรม

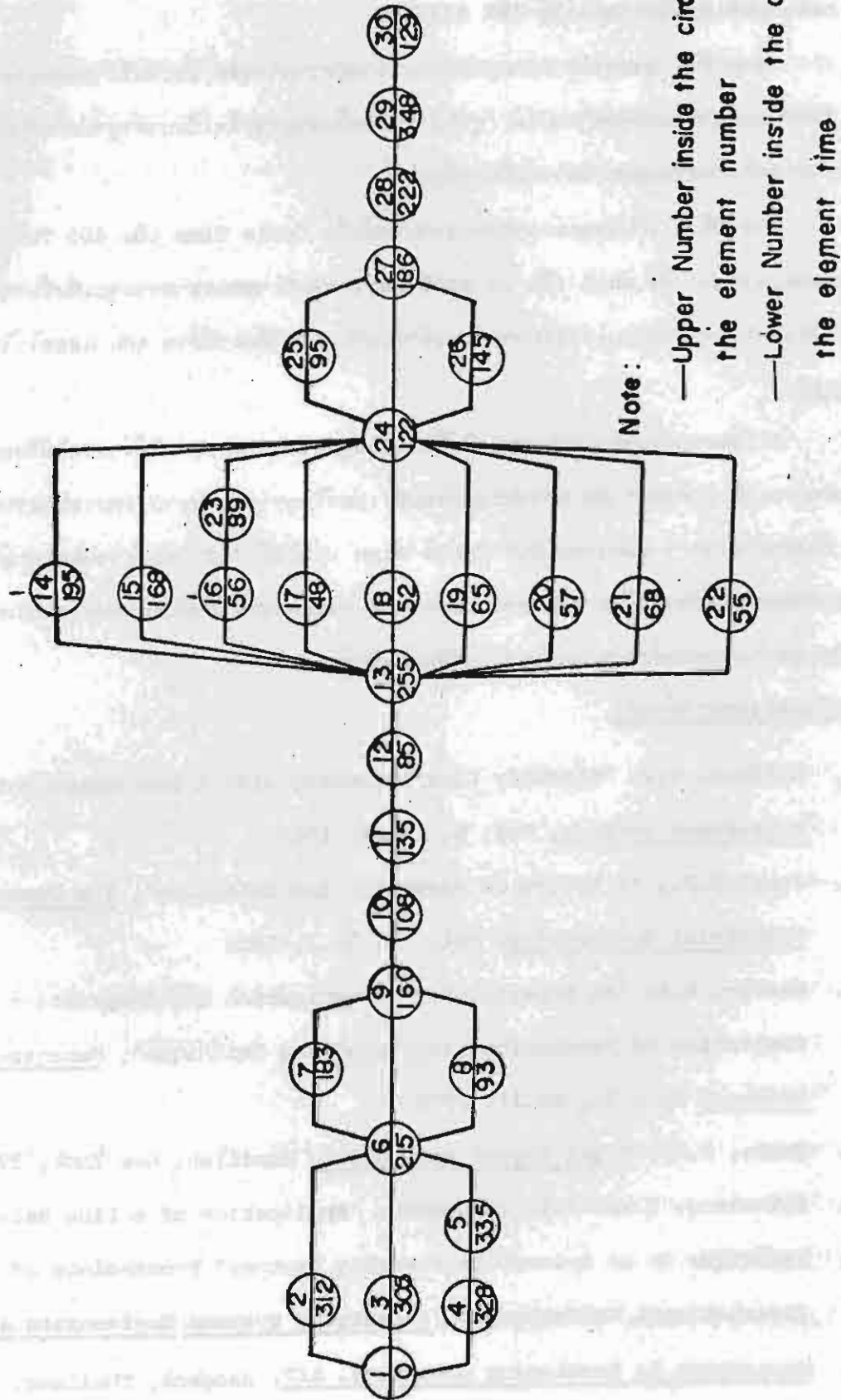
ในการสมมูลย์สายงานการผลิตในโรงงานอุตสาหกรรม มีขั้นตอนดังต่อไปนี้

- 5.1 ศึกษากระบวนการประกอบในสายงานปัจจุบัน
- 5.2 แบ่งงานออก เป็นงานย่อย ๆ ซึ่งแต่ละงานย่อยต้องทราบเวลาในการทำงานแล้วนำมาเขียนภาพแสดงลำดับก่อนหลังในการทำงาน
- 5.3 เลือก เทคนิคการสมมูลย์สายงานที่มีอยู่มาประยุกต์ใช้

โรงงานอุตสาหกรรมแห่งหนึ่งประกอบผลิตภัณฑ์อย่างหนึ่งซึ่งสามารถแยกออกเป็นงานย่อย ๆ ได้ 30 งาน กระบวนการประกอบแสดงไว้ในรูปที่ 4 ในกระบวนการปัจจุบันงานย่อยจะถูกจัดเข้าสถานีทำงานได้ทั้งหมด 20 สถานี และทุก ๆ 405 วินาที ผลิตภัณฑ์จะสำเร็จ 1 หน่วย อัตราการผลิตเป็น 65 หน่วยต่อการทำงานวันละ 7.5 ชั่วโมง ถ้าต้องการที่จะเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิตจะต้องลดเวลาสูญเสียให้น้อยลง โดยการจัดสายงานการผลิตประกอบใหม่

6. บทสรุปและวิจารณ์

ในการจัดสายงานใหม่ Cycle Time จะถูกลดลงเรื่อย ๆ จาก 405 วินาที จนถึงจุดที่ไม่สามารถ



รูปที่ 4 แผนภาพลำดับก่อนหลังของการประกอบผลิตภัณฑ์

จะลดได้อีก หรือลดลงจน Cycle Time ไม่น้อยกว่าเวลาของงานย่อยที่มากที่สุด (Maximum Work Element Time) โดยใช้คอมพิวเตอร์เข้ามาช่วย ภาษาที่ใช้เป็นภาษา FORTRAN IV (แสดงในภาคผนวก) ผลทั้งหมดที่แสดงได้จากการใช้ IBM 370/145

จากผลที่ได้ สามารถหาความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการผลิต, ประสิทธิภาพของสายงาน, Cycle Time และจำนวนสถานีทำงานได้ (รูปที่ 5) จากนั้นสามารถตั้งเป็นมาตรฐานสำหรับผู้บริหารในการเลือกอัตราการผลิตกับจำนวนสถานีทำงานที่น้อยที่สุดได้

ตารางที่ 1 เป็นผลของการจัดสายงานใหม่เมื่อ Cycle Time เป็น 405 วินาที จำนวนสถานีทำงานจะลดลงจาก เดิม 20 สถานี เป็น 15 สถานี และประสิทธิภาพของสายงานจะเพิ่มขึ้นจากเดิมประมาณ 33 เปอร์เซ็นต์ การจัดสายงานโดยรวมงานย่อยเข้าด้วยกันและทำให้สถานีต่าง ๆ กัน แสดงไว้ในรูปที่ 6

7. บทสรุป

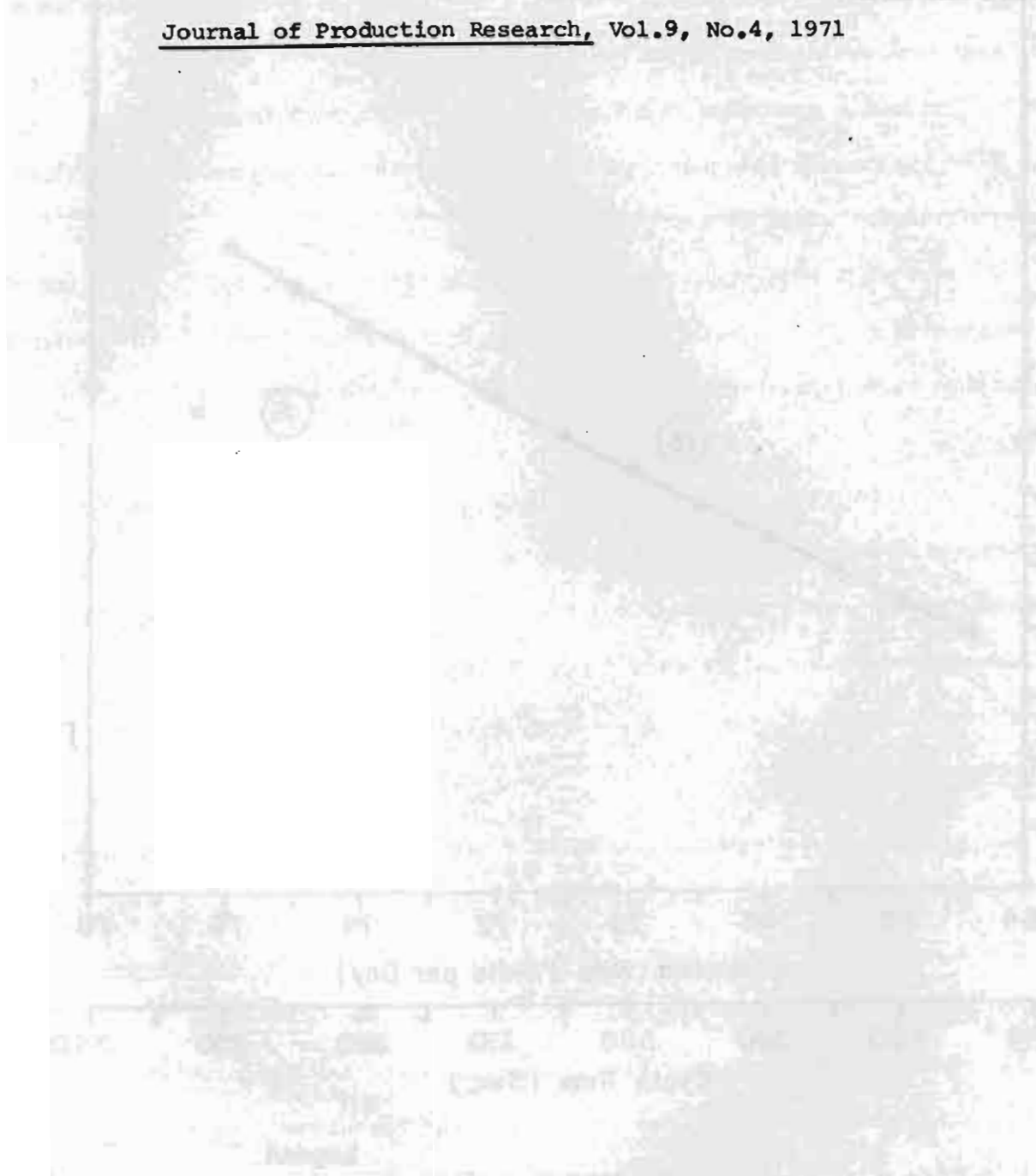
การจัดสายงานใหม่ สามารถลดได้ทั้งจำนวนสถานีทำงานและค่าใช้จ่ายลงได้ในขณะที่ประสิทธิภาพของสายงานเพิ่มสูงขึ้นกว่าเดิม การประยุกต์คอมพิวเตอร์ในการจัดสายงาน เหมาะสำหรับสายงานที่มีงานย่อย เป็นจำนวนมาก ๆ แต่การจะเลือก Cycle Time เท่าไรขึ้นอยู่กับอัตราการผลิตและผู้บริหารจะต้องคำนึงถึงองค์ประกอบอย่างอื่นด้วย เช่น องค์ประกอบทางเศรษฐศาสตร์ องค์ประกอบทางกายภาพของคนงาน หรือสิ่งอำนวยความสะดวกต่าง ๆ ของโรงงานที่มีอยู่ เป็นต้น

8. หนังสือและเอกสารอ้างอิง

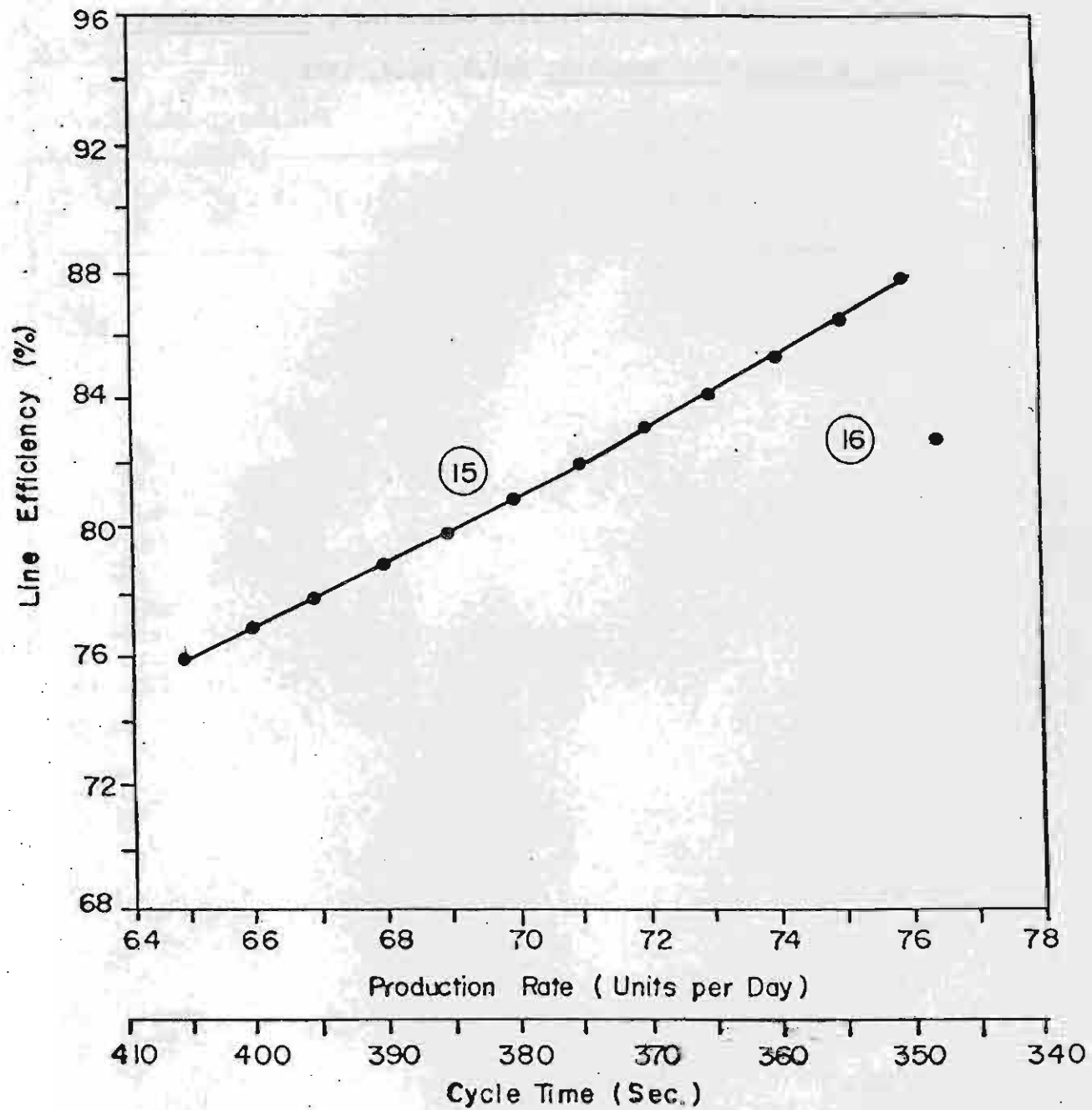
1. Hoffman, T.R. "Assembly Line Balancing with a Precedence Matrix", Management Science, Vol. 9, No.4, 1963
2. Ignal, E.J., "A Review of Assembly Line Balancing", The Journal of Industrial Engineering, Vol. 16, No.3, 1956
3. Mastor, A.A; "An Experimental Investigation and Comparative Evaluation of Production Line Balancing Technique", Management Science, Vol. 16, No.11, 1970
4. Moore, J.M.; Plant Layout and Design, Mcmillan, New York, 1962
5. Sommasang, S and M.T. Tabucanon; "Application of a Line Balancing Technique in an Automobile Assembly Factory" Proceedings of the International Conference on Industrial Systems Engineering and Management in Developing Countries, AIT, Bangkok, Thailand, 3-6

November 1980

6. Sury, R.J. "Aspects of assembly line balancing", International Journal of Production Research, Vol.9, No.4, 1971



© 1980 by Taylor & Francis Ltd.



Legend:

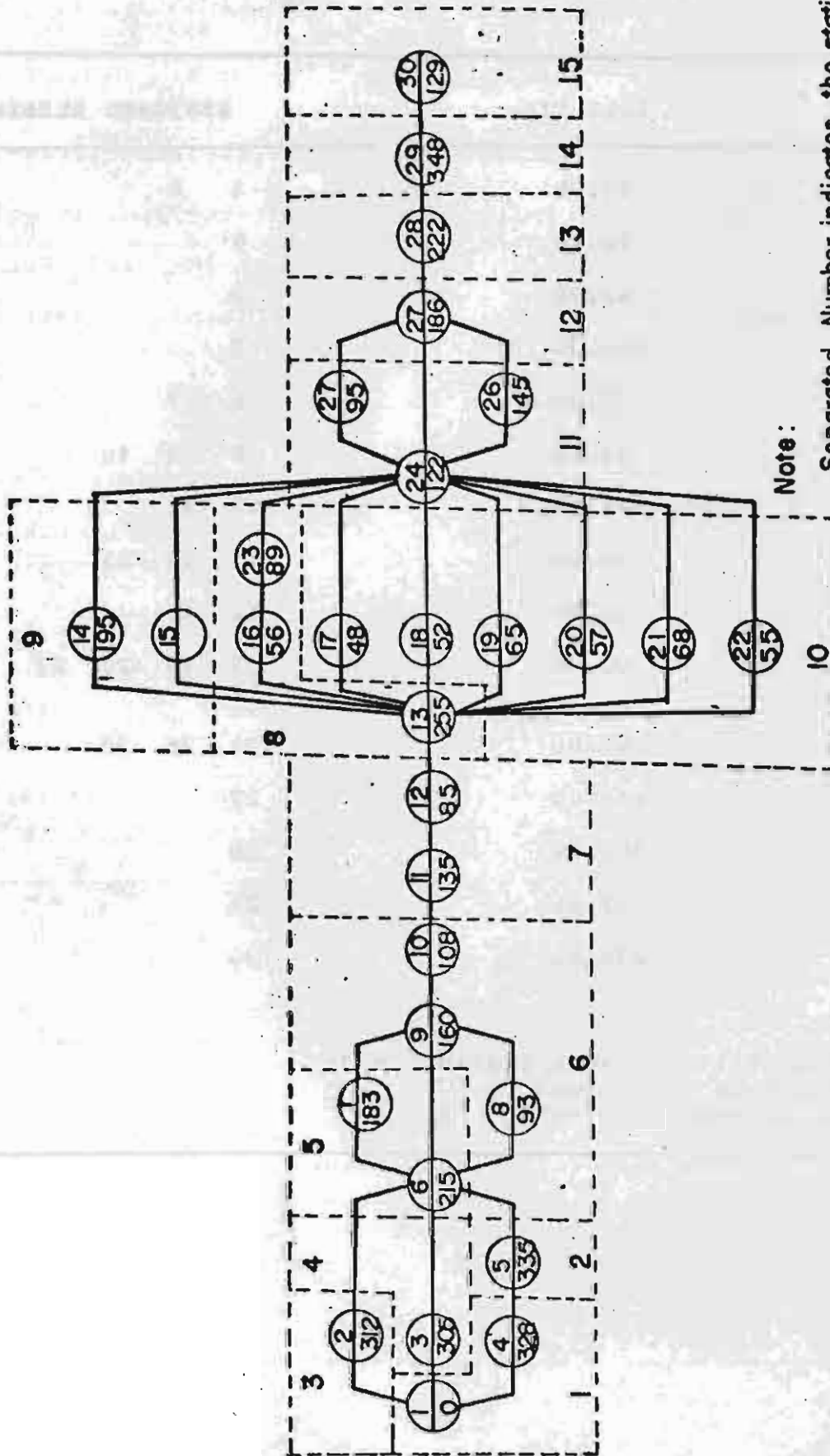
⑮ Number of stations

รูปที่ 5 ความสัมพันธ์ระหว่าง Cycletime

Production Rate กับ Line Efficiency

ตารางที่ ๑ ผลการจัดสายงานใหม่

STATION	IDLE TIME	ASSIGNED ELEMENTS
1	77.00	1 4
2	70.00	5
3	93.00	2
4	100.00	3
5	7.00	6 7
6	44.00	8 9 10
7	185.00	11 12
8	5.00	13 16 23
9	42.00	14 15
10	60.00	21 19 20 22 18 17
11	43.00	24 26 25
12	219.00	27
13	183.00	28
14	57.00	29
15	276.00	30
TOTAL NUMBER OF WORK STATIONS = 15		
TOTAL IDLE TIME = 1461.00		
LINE EFFICIENCY = 75.95 %		



รูปที่ 6 แผนภูมิการจัดสายงานใหม่

การคำนวณ
โปรแกรมคอมพิวเตอร์

```

C*      SUCCESSIVE MAXIMUM ELEMENTAL TIMES TECHNIQUE
C*****
C      IDENTIFICATION OF SYMBOLS:
C      LINK(I,J) = MATRIX SHOWING THE RELATIONSHIP BETWEEN
C                  ELEMENT I AND ELEMENT J
C                  = 1 IF ELEMENT J IS AN IMMEDIATE FOLLOWER
C                  OF ELEMENT I
C      KUDE(I,J) = SUMMATION OF ALL ELEMENT J'S THAT FOLLOW
C                  ALL ELEMENT I'S
C      TIME(I)   = WORK ELEMENT TIME
C      CTIME     = CYCLE TIME
C      STIME(I)  = THE I TH STATION TIME
C      NELEM(I)  = THE I TH ASSIGNED ELEMENT
C      NE        = TOTAL NUMBER OF ELEMENTS IN A PROBLEM
C      JOB(I)    = NAME OF THE I TH ELEMENT
CCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCC
C      PROGRAM START
ISN 0002      DIMENSION LINK(100,100),TIME(100),TIME(100)
ISN 0003      DIMENSION KUDE(100,100),NELEM(100),NAS(100)
ISN 0004      DIMENSION LINK(100,100),JOB(100)
ISN 0005      TTIME=0.
C
C      READ IN ALL INPUT DATA
ISN 0006      READ(5,500) NE,CTIME
ISN 0007      WRITE(6,505)
ISN 0008      505 FORMAT(1H1,///40X,'INPUT DATA',//30X,'ELEMENT',11X,
*ELEMENT TIME',/)
ISN 0009      DO 30 I = 1,NE
ISN 0010      READ(5,600) JOB(I),TIME(I)
ISN 0011      IF(TIME(I).GT.CTIME) GO TO 50
ISN 0013      WRITE(6,510) JOB(I),TIME(I)
ISN 0014      510 FORMAT(32X,12,16X,F7.2)
ISN 0015      IF(1.EQ.52) WRITE(6,520)
ISN 0017      520 FORMAT(1H1,/,30X,'ELEMENT',11X,'ELEMENT TIME',/)
ISN 0018      TTIME=TTIME+TIME(I)
ISN 0019      30 CONTINUE
ISN 0020      WRITE (6,888) TTIME
ISN 0021      888 FORMAT(/50X,F7.2)
ISN 0022      DO 40 J = 1,NE
ISN 0023      READ(5,700) (LINK(I,J),J=1,NE)
ISN 0024      40 CONTINUE
ISN 0025      GO TO 60
ISN 0026      50 WRITE(6,600)
ISN 0027      STOP

```

LEVEL 2.3.0 (JUNE 78)

MAIN

US/360 FORTRAN F EXTENDED

C

C

INITIALIZATION

```

ISN 0028      60  DO 65 I=1,NE
ISN 0029      DO 65 J=1,NE
ISN 0030      LINK(I,J)=1LINK(I,J)
ISN 0031      65  CONTINUE
ISN 0032      IND=2
ISN 0033      L=NE
ISN 0034      70  MSUM=0
ISN 0035      TSLACK=C.
ISN 0036      DO 80 I=1,L
ISN 0037      DO 80 J=1,NE
ISN 0038      KUDE(I,J)=0
ISN 0039      80  CONTINUE
ISN 0040      NI=L-1
ISN 0041      DO 90 I=1,NI
ISN 0042      STIME(I)=0.
ISN 0043      NELEM(I)=0
ISN 0044      NAS(I)=0
ISN 0045      90  CONTINUE
ISN 0046      IF(IND.EQ.1) GO TO 130

```

C

C

RESTORE MATRIX TO INITIAL STATE FOR BACKWARD BALANCE

```

ISN 0048      NJ=(NE-1)/2
ISN 0049      NK=2
ISN 0050      NL=NE-1
ISN 0051      NM=NE+1
ISN 0052      DO 110 I=1,NJ
ISN 0053      DO 100 J=NK,NL
ISN 0054      MS=LINK(I,J)
ISN 0055      LINK(I,J)=LINK(NM-J,NM-1)
ISN 0056      LINK(NM-J,NM-1)=MS
ISN 0057      100 CONTINUE
ISN 0058      110 CONTINUE
ISN 0059      DO 120 I=1,NJ
ISN 0060      ETIME=TIME(I)
ISN 0061      TIME(I)=TIME(NM-1)
ISN 0062      TIME(NM-1)=ETIME
ISN 0063      120 CONTINUE

```

C

C

FORM FIRST CODE NUMBER FOR BOTH FORWARD AND BACKWARD BALANCE

C

```

ISN 0064      130 DO 150 I=1,NE
ISN 0065      DO 140 J=1,NL
ISN 0066      MSUM=MSUM+LINK(J,I)
ISN 0067      140 CONTINUE
ISN 0068      KUDE(I,I)=MSUM
ISN 0069      MSUM=0
ISN 0070      150 CONTINUE
ISN 0071      NST=1

```

C

C

LABEL MATRIX DIAGONAL

```

ISN 0072      DO 160 I=1,NE

```

LEVEL 2.3.0 (JUNE 78)

MAIN

OS/360 FORTRAN II EXTENDED

```

      ISN 0073      LINK(I,I)=100
      ISN 0074      160  CONTINUE
      ISN 0075      IF(IND.EC.1) GO TO 170
      ISN 0077      WRITE(6,900) CTIME
      ISN 0078      GO TO 180
      ISN 0079      170  WRITE(6,1000) CTIME
      ISN 0080      180  STIME(1)=CTIME
      ISN 0081      STIME(L)=CTIME
      ISN 0082      I=1
      ISN 0083      N=1
      C
      C
      C SEARCH FOR ZERO IN CODE NUMBER(STEP 2)
      C AND SET UP INDEX TO SELECT ELEMENT(STEP 2)
      ISN 0084      190  DO 230 J=1,NE
      ISN 0085      IF(KODE(1,J)) 230,200,230
      C
      C
      C SUBTRACT ELEMENT TIME FROM REMAINING TIME(STEP 3)
      C AND BRANCH(STEP 4)
      ISN 0086      200  IF(STIME(1)-TIME(J)) 230,210,210
      C
      C
      C FORM NEW CODE NUMBER(STEP 5)
      ISN 0087      210  DO 220 K=1,NE
      ISN 0088      KODE(I+1,K)=KODE(I,K)-LINK(J,K)
      ISN 0089      220  CONTINUE
      ISN 0090      NELEM(1)=J
      ISN 0091      STIME(I+1)=STIME(1)-TIME(J)
      ISN 0092      I=I+1
      C
      C
      C REPEAT PREVIOUS STEPS(STEP 6)
      ISN 0093      230  CONTINUE
      ISN 0094      IF(I-1)240,300,240
      C
      C
      C COMPARE THIS COMBINATION WITH THE BEST PREVIOUS
      C ONE(STEP 7) AND BRANCH(STEP 8)
      ISN 0095      240  IF(STIME(L)-STIME(1)) 280,250,250
      ISN 0096      250  DO 260 J=1,NE
      ISN 0097      KODE(L,J)=KODE(1,J)
      ISN 0098      260  CONTINUE
      ISN 0099      STIME(L)=STIME(1)
      ISN 0100      DO 270 K=1,NI
      ISN 0101      NAS(K)=NELEM(K)
      ISN 0102      270  CONTINUE
      ISN 0103      280  NELEM(1)=0
      ISN 0104      290  I=I-1
      ISN 0105      N=NELEM(1)+1
      C
      C
      C REPEAT PROCEDURE(STEP 9)
      ISN 0106      GO TO 190
      C
      C
      C LAST COMBINATION HAS BEEN EXAMINED(STEP 9)
      ISN 0107      300  IF(STIME(L)-CTIME) 310,300,300
      ISN 0108      310  DO 320 J=1,NE
      ISN 0109      KODE(1,J)=KODE(L,J)
      ISN 0110      320  CONTINUE

```

EVEL 2.3.0 (JUNE 76)

MAIN

US/360

FORTRAN H EXTENDED

```

ISN 0111      II=0
ISN 0112      DO 340 K=1,N1
ISN 0113      IF(NAS(K).EQ.0) GO TO 340
ISN 0115      IF(IND.EQ.2) NAS(K)=NM-NAS(K)
ISN 0117      II=II+1
ISN 0118      NAS(II)=NAS(K)
ISN 0119      340 CONTINUE

```

C

C

```

ISN 0120      350 WRITE(6,1100) NST,TIME(L),(NAS(K),K=1,II)
ISN 0121      NST=NST+1
ISN 0122      TSLACK=TSLACK+TIME(L)
ISN 0123      GO TO 180

```

C

C

```

ISN 0124      360 DETERMINE LINE EFFICIENCY AND WRITE SUMMARY
ISN 0125      NST=NST-1
ISN 0126      EFF=(1.-TSLACK/TIME)*100.
ISN 0127      WRITE(6,1200) NST,TSLACK,EFF
ISN 0128      IND=IND+1
ISN 0129      IF(IND.GT.2) GO TO 360
ISN 0130      DO 370 I=1,NE
ISN 0131      LINK(I,1)=0
ISN 0132      370 CONTINUE
ISN 0133      GO TO 70
ISN 0134      380 DO 390 I=1,NJ
ISN 0135      ETIME=TIME(I)
ISN 0136      TIME(I)=TIME(NM-1)
ISN 0137      TIME(NM-1)=ETIME
ISN 0138      390 CONTINUE
ISN 0139      CTIME=CTIME+5.
ISN 0140      IF(CTIME.LE.405.) GO TO 60
ISN 0142      STOP

```

C

C*****

C*

INPUT AND OUTPUT FORMATS

C*****

```

ISN 0143      500 FORMAT(12,F7.2)
ISN 0144      600 FORMAT(12,F7.2)
ISN 0145      700 FORMAT(7B11)
ISN 0146      800 FORMAT(1H1,///40X,'NO FEASIBLE SOLUTION FOR THIS PROBLEM')
ISN 0147      900 FORMAT(1H1,///40X,'PROPOSED ASSEMBLY LINE',
      *///34X,'BACKWARD BALANCING FOR CYCLE TIME =',F7.2,///30X,
      *'STATION',11X,'IDLE TIME',17X,'ASSIGNED TASKS',/)
ISN 0148      1000 FORMAT(1H1,///40X,'ASSEMBLY LINE BALANCE',
      *///34X,'FORWARD BALANCING FOR CYCLE TIME =',F7.2,///30X,
      *'STATION',11X,'IDLE TIME',17X,'ASSIGNED TASKS',/)
ISN 0149      1100 FORMAT(//32X,12,10X,F7.2,10X,514/(70X,514)/)
ISN 0150      1200 FORMAT(///34X,'TOTAL NUMBER OF WORK STATIONS =',13,
      *//34X,'TOTAL IDLE TIME =',F7.2,///34X,'LINE EFFICIENCY =',
      *F6.2,'%')
ISN 0151      END

```

OPTIONS IN EFFECT=NAME(MAIN) NOOPTIMIZE LINECOUNT(55) SIZE(0256K) AUTODEL(NONE)