เอกสารอ้างอิง

1. Alfafara C. ; "Analytical And Simulation Tools For The Design of a Flexible Manufacturing System:, AIT Thesis, AIT, Bangkok, Thailand, 1991

2. Aramruangkul S. ; "Simulation of Manufacturing Systems Applying Fault Tolerant Concepts : A Case Study" , AIT Thesis, AIT, Bangkok, Thailand, 1991

3. Arcus, A.L.; "COMSOAL: A Computer Method of Sequencing Operations For Assembly Lines", International Journal of Production Research, Vol.3, No.4, 1966

4. Bowman, E.H.; "Assembly Line Balancing by Linear Programming", Operation Research , Vol.8, No.3, 1960

5. Groover ; "Automation, Production Systems, And Computer Integrated Manufacturing", Prentice Hall International, Inc.

6. Hasin M. ; "Multi-Attribute Evaluation of Flexible Manufacturing Systems through Simulation", AIT Thesis, AIT, Bangkok, Thailand, 1991

7. Held, M., Karp, R.M. and Sharesian, R.; "Assembly Line Balancing Dynamic Programming With Precedence Constraints", Operation Research, Vol.11, No.3, 1963

8. Helgeson, W.P. and Birnie, D.P.; "Assembly Line Balancing Using The Ranked Positional Weight Technique", The Journal of Industrial Engineering, Vol.12, No.6, 1961

9. Hoffman, T.R.; "Permutations and Precedence Matrices with Automatic Computer Applications to Industrial Problems", Unpublished Ph.D. Thesis University of Wisconsin, 1959

10. Jackson, J.R.; "A Computing Procedure For a Line Balancing Problem", Management Science, Vol.2, No.3, 1956

11. Kilbridge, M.D. and Wester, L.; "A Heuristic Method of Assembly Line Balancing", The Journal of Industrial Engineering, Vol.12, No.4, 1961

12. Mansoor, E.M.; "Assembly Line Balancing - An Improvement on The Ranked Positional Weight Technique", The Journal of Industrial Engineering, Vol.15, No.2, 1964

13. Mastor, A.A.; "An Experiment Investigation And Comparative Evaluation of Production Line Balancing Techniques", Management Science, Vol.16, No.11, 1970

14. Ratanawilaiwan, "Line Balancing in a Small Diesel Engine Assembly Plant with Consideration on the Local Content Government Regulations", Unpublished AIT M. ENG. Thesis, AIT, Bangkok, Thailand, 1976

15. Somnasang S.; "Design of A Line Balancing in An Automobile Assembly Factory", AIT Thesis, AIT, Bangkok, Thailand, 1980

16. Shon ; "A Study of Line-Balancing and Sequencing of Multiple Production Assembly Line", AIT Thesis, AIT, Bangkok, Thailand, 1987

17. Stephen, D.R. AND CARCOS, D.A.; "On a Multiproduct Assembly Line Balancing Problem", AIIE Tranctions, December, 1970

18. Thomopoulos, N.T.; "Line Balancing-Sequencing for Mixed-Model Assembly", Management Science, October, 1967

19. Wild, Ray ; "Mass-Production Management", John Wiley Sons Ltd., London 1972

20. วิศิษฏ์ โล้เจริญรัตน์ ; "การวางแผนการผลิต และการใช้วัสดุสำหรับโรงงานประกอบรถจักรยานยนต์" , วิทยานิพนธ์ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย , 1986

21. ผจญ ภักดีกุล ; "การปรับปรุงเพื่อเพิ่มผลผลิตของอุตสาหกรรมการประกอบตู้เย็น", วิทยานิพนธ์ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ก.

ข้อมูลเกี่ยวกับกรณีศึกษาที่นำมาจากรายงานการวิจัยอื่น

กรณีศึกษาที่ 1

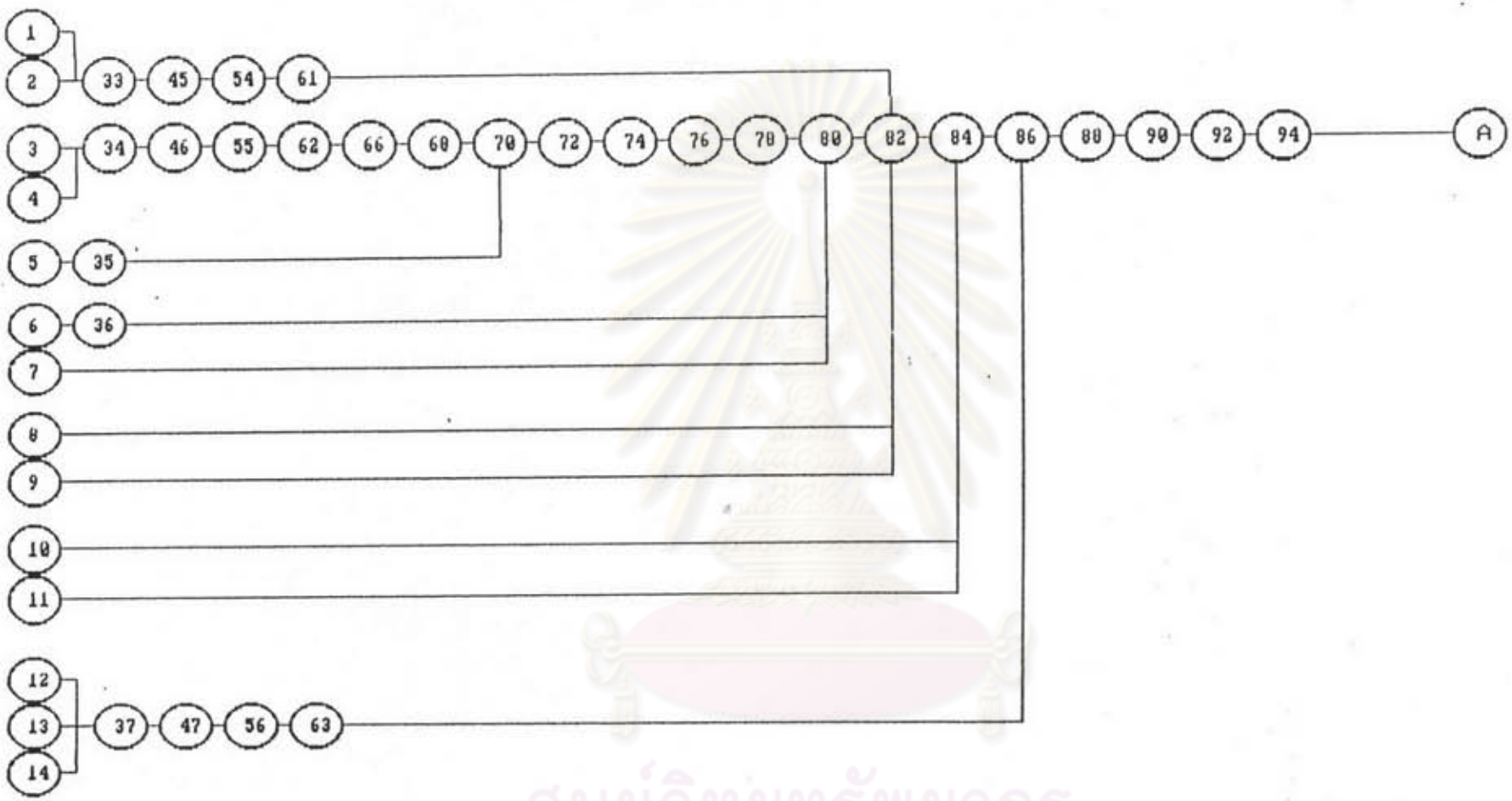
เป็นกรณีศึกษาที่นำมาจากการวิจัยของ See Chou Shon นักศึกษาจาก A.I.T เรื่อง "A Study of Line-Balancing and Sequencing of a Multiple Product Assembly Line" เป็นโรงงานผลิตโทรทัศน์สี โดย 90% ของผลิตภัณฑ์ที่ผลิต ส่งไปยังตลาดต่างประเทศ ได้แก่ ทางแถบเอเชีย แปซิฟิค ยุโรป อเมริกา และ แคนาดา

ในกรณีศึกษานี้มีผลิตภัณฑ์อยู่ 3 ชนิด คือ A, B และ C ซึ่งมีขั้นงานรวมกันทั้งสิ้น 114 ขั้นงาน รายละเอียดเวลาของขั้นงานของแต่ละผลิตภัณฑ์แสดงดังตารางที่ 5.2 และแผนผังขั้นตอนและลำดับการทำงานรวม แสดงดังรูปที่ 5.1 โรงงานนี้มีเวลาทำงานทั้งสิ้น 420 นาที ต่อ วัน ปริมาณความต้องการของผลิตภัณฑ์แต่ละชนิด และ รอบเวลาการผลิต แสดงดังตารางที่ 5.1 ดังนี้

ผลิตภัณฑ์	จำนวนที่ต้องการต่อเดือน	รอบเวลาการผลิต (นาที)
A	900	4.0
B	570	4.0
C	735	4.0

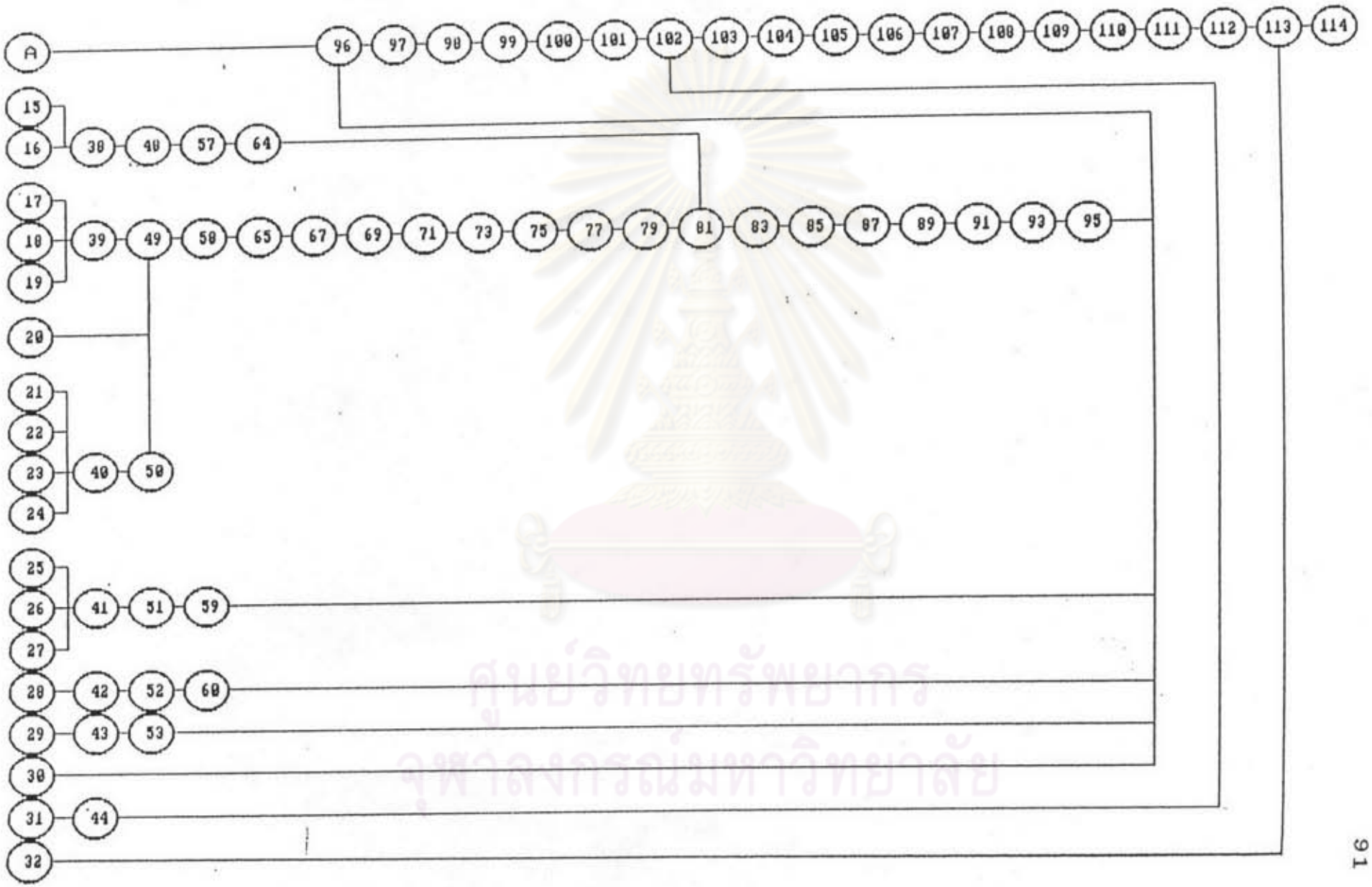
ตารางที่ 5.1 ปริมาณผลิตภัณฑ์ที่ต้องการต่อเดือน และ รอบเวลาการผลิต ของผลิตภัณฑ์ทั้ง 3 ชนิด

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 5.1 แผนภาพลำดับการทำงานก่อนหลังรวมของผลิตภัณฑ์ A, B และ C ในกรณีศึกษาที่ 1

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 5.1 แผนภาพลำดับการทำงานก่อนหลังรวมของผลิตภัณฑ์ A, B และ C ในกรณีศึกษาที่ 1 (ต่อ)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 5.2 เวลาของขั้นงานของผลิตภัณฑ์ทั้ง 3 ชนิด

ขั้นงานที่	รายการชื่อขั้นงาน	เวลาขั้นงาน (นาที)		
		A	B	C
1	Lead Assembly M3	0.10	0.00	0.57
2	Lead Assembly M4	0.00	0.00	0.40
3	Comp. Preparation V	0.83	0.21	0.45
4	Lead Assembly M9	0.00	0.00	0.65
5	Lead Assembly A3	0.28	0.00	0.00
6	Lead Assembly A1	0.00	0.00	0.37
7	Speaker Pannd Assembly	0.00	0.00	0.48
8	Cable assembly	1.60	1.60	0.00
9	Wire tree A2	0.50	0.00	0.00
10	Lead Assembly M7	0.30	0.25	0.27
11	Lead Assembly M5	0.33	0.27	0.38
12	Comp. Preparation IV	0.50	0.50	0.25
13	Lead Assembly M1	0.33	0.35	0.52
14	Lead Assembly M6	0.33	0.27	0.48
15	PCB Preparation	0.20	0.20	0.00
16	Comp. Preparation III	0.42	0.62	1.22
17	TS Assembly Line O/P	0.83	0.97	0.63
18	IC Assembly Sound	0.42	0.42	0.23
19	IC Assembly Frame	0.67	0.80	0.58
20	Jumper Shooting	1.17	1.17	0.00
21	PCB Preparation 1	0.50	0.50	0.60
22	Comp. Preparation i	0.17	0.17	0.25
23	PCB Preparation 2	0.50	0.50	0.00

ตารางที่ 5.2 เวลาของขั้นงานของผลิตภัณฑ์ทั้ง 3 ชนิด (ต่อ)

ขั้นงานที่	รายการชื่อขั้นงาน	เวลาขั้นงาน (นาที)		
		A	B	C
24	Lead Assembly L1	0.00	0.00	0.10
25	Three Assembly M14	0.20	0.25	0.00
26	Thyristor Assembly	0.00	0.28	0.00
27	Component Preparation VI	1.33	1.33	0.00
28	F Damp Crimping	0.13	0.00	0.00
29	Wire Tree A1	0.00	0.16	0.16
30	Backcover Preparation	0.00	0.00	0.33
31	Aerial Adaptor Assembly 1	0.00	0.00	0.83
32	Document Preparation	0.00	0.00	0.17
33	Stuffing V	0.00	0.00	1.80
34	Stuffing VI	1.75	3.30	1.42
35	Main Switch Assembly	1.08	0.00	0.00
36	Main Switch Assembly	0.00	0.00	1.58
37	Stuffing IV 1	1.67	1.67	1.67
38	Stuffing III 1	0.67	1.67	1.50
39	Comp. preparation II	1.85	2.00	1.78
40	Stuffing Soldering I	0.48	0.48	0.50
41	Stuffing VII	1.17	1.17	0.00
42	Eartch Cable	0.00	0.00	1.25
43	Stuffing VIII	0.33	0.33	0.00
44	Aerial Adaptor Assembly I	0.00	0.00	0.63
45	Touch Up V	0.00	0.00	0.45
46	Touch Up VI	0.42	0.50	0.50

ตารางที่ 5.2 เวลาของขั้นงานของผลิตภัณฑ์ทั้ง 3 ชนิด (ต่อ)

ขั้นงานที่	รายการชื่อขั้นงาน	เวลาขั้นงาน (นาที)		
		A	B	C
47	Stuffing IV 2	0.80	0.80	1.32
48	Stuffing III 2	0.50	0.50	1.48
49	Stuffing & Soldering II	1.70	1.70	1.70
50	Touch Up I	0.18	0.18	0.25
51	Touch Up VIII	0.60	0.06	0.00
52	Picture Tape Preparation	0.60	0.00	1.00
53	Touch Up VII	0.25	0.25	0.00
54	Alignment IV	0.00	0.00	0.78
55	Alignment V	1.88	1.08	0.30
56	Touch Up IV	0.00	0.00	0.88
57	Touch Up III	0.80	0.80	0.67
58	Stuffing II 2	1.70	1.70	1.70
59	Functional Testing	1.00	1.00	0.00
60	Picture Tube Preparation 2	0.00	0.00	1.00
61	Final Mounting 1	0.00	0.00	1.68
62	Final Mounting 2	0.00	0.00	0.65
63	Alignment III	0.88	0.88	1.36
64	Alignment II	0.97	0.97	1.37
65	Stuffing II 3	1.70	1.70	1.70
66	Cont Pan Assembly	0.00	0.73	0.00
67	Stuffing II 4	1.70	1.70	1.70
68	Cont pan Assembly	0.00	0.50	0.00
69	Stuffing II 5	1.70	1.70	1.70

ตารางที่ 5.2 เวลาของขั้นงานของผลิตภัณฑ์ทั้ง 3 ชนิด (ต่อ)

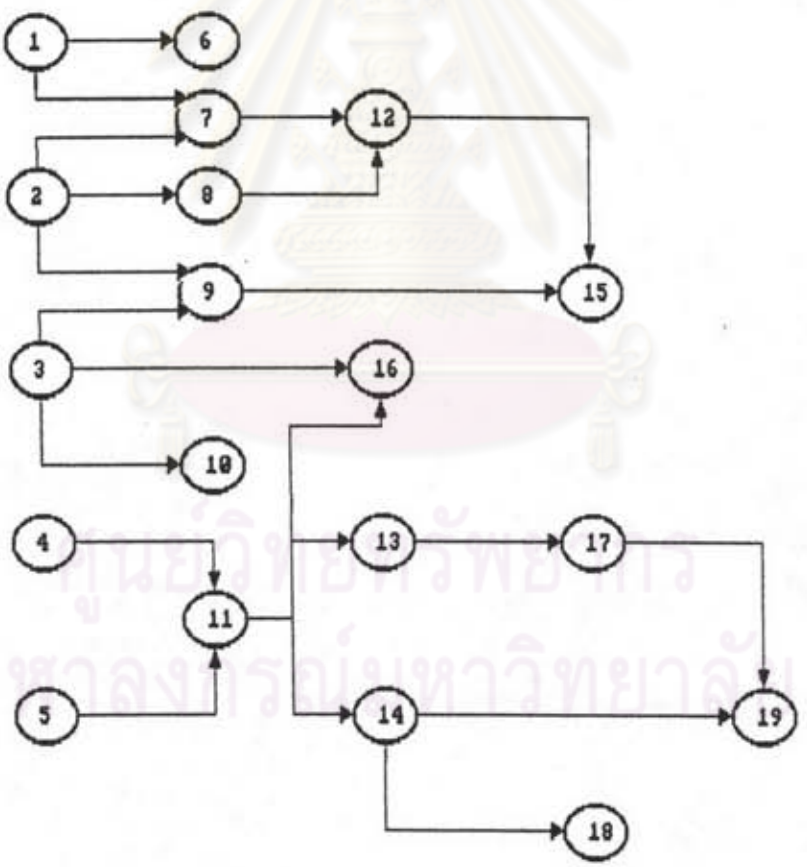
ขั้นงานที่	รายการชื่อขั้นงาน	เวลาขั้นงาน (นาที)		
		A	B	C
70	Extended Mark	2.67	0.00	0.00
71	Stuffing II 6	1.70	1.70	1.70
72	Cabinet Preparation 1	2.00	2.00	1.67
73	Stuffing II 7	1.70	1.70	1.70
74	Cabinet Preparation 2	2.00	2.00	1.67
75	Stuffing II 8	1.70	1.70	1.70
76	Cabinet Preparation 3	2.00	2.00	1.67
77	Stuffing II 9	1.70	1.70	1.70
78	Cabinet Preparation 4	2.00	2.00	1.17
79	Stuffing II 10	1.70	1.70	1.70
80	Cabinet Preparation 5	2.00	2.00	1.30
81	Touch Up II 1	0.67	0.67	1.30
82	Picture Tube Preparation	2.47	1.45	0.00
83	Touch Up II 2	0.67	0.67	1.28
84	Deffection Unit Assembly	0.50	0.50	1.17
85	Touch Up II 3	0.00	0.00	1.30
86	Aerial I/P Assembly	0.08	0.08	0.00
87	Alignment (I) 1	0.00	0.85	1.42
88	Lead Assembly V15	0.00	0.42	0.00
89	Alignment (I) 2	0.85	0.85	1.42
90	Lead Assembly A2	0.00	0.00	0.75
91	Alignment (I) 3	0.83	0.83	1.43
92	Lead Assembly L10	0.48	0.10	0.48

ตารางที่ 5.2 เวลาของขั้นงานของผลิตภัณฑ์ทั้ง 3 ชนิด (ต่อ)

ขั้นงานที่	รายการชื่อขั้นงาน	เวลาขั้นงาน (นาที)		
		A	B	C
93	Monitor Check 1	1.67	1.67	1.17
94	Lead Assembly M1	0.10	0.10	0.52
95	Monitor Check 2	0.85	0.85	1.10
96	Encasing 1	1.83	1.83	1.08
97	Encasing 2	1.83	1.83	1.08
98	Encasing 3	1.83	1.83	1.08
99	Encasing 4	1.83	1.83	1.05
100	Encasing 5	0.62	1.83	1.05
101	Precheck	0.75	1.17	1.28
102	Seat Test	0.00	0.00	0.50
103	Pic/Sound Adj.1 (Final Adj.)	1.67	1.67	1.67
104	Pic/Sound Adj.2 (Final Adj.)	1.67	1.67	1.67
105	Pic/Sound Adj.3 (Final Adj.)	1.67	1.67	1.67
106	Pic/Sound Adj.4 (Final Adj.)	1.67	1.67	1.67
107	Pic/Sound Adj.5 (Final Adj.)	1.33	1.33	1.27
108	Final Control & H.T Test 1	0.80	0.80	1.67
109	Final Control & H.T Test 2	0.80	0.80	1.67
110	Final Control & H.T Test 3	0.80	0.80	1.67
111	Final Control & H.T Test 4	0.40	0.80	1.33
112	Final Control & H.T Test 5	0.40	0.80	1.25
113	Q.C	0.83	0.83	0.83
114	Packing	1.18	1.33	1.58

กรณีศึกษาที่ 2

เป็นกรณีศึกษาที่นำมาจาก " Mixed-Model Line Balancing With Smoothed Station Assignments", Management Science , Vol.16 , No.9,1970 เป็นสายการผลิตแบบสินค้าผสม มีจำนวนผลิตภัณฑ์ทั้งหมด 3 ชนิด และจำนวนชิ้นงานทั้งหมด 19 ชิ้นงาน มีเวลาในการทำงานต่อกะ 420 นาที จำนวนความต้องการของผลิตภัณฑ์ ชนิดที่ 1 จำนวน 120 ชิ้น/กะ ชนิดที่ 2 จำนวน 60 ชิ้น/กะ และ ชนิดที่ 3 จำนวน 40 ชิ้น/กะ แผนผังขั้นตอนและลำดับการทำงานรวมของผลิตภัณฑ์ทั้ง 3 ชนิด และ เวลาของชิ้นงานของแต่ละผลิตภัณฑ์ แสดงดังรูปที่ 5.2 และ ตารางที่ 5.3 ตามลำดับ



รูปที่ 5.2 แผนภาพลำดับการทำงานก่อนหลังรวมของผลิตภัณฑ์ทั้ง 3 ชนิด ในกรณีศึกษาที่ 2

ตารางที่ 5.3 เวลาของขั้นงานของแต่ละผลิตภัณฑ์ ในกรณีศึกษาที่ 2

ขั้นงานที่	เวลาขั้นงาน (นาที)		
	1	2	3
1	0.5	0.0	1.0
2	0.4	0.8	1.2
3	0.0	0.2	0.4
4	0.4	0.0	0.0
5	0.2	0.2	0.2
6	0.2	0.0	0.0
7	0.4	0.5	0.6
8	0.0	0.5	0.5
9	0.4	0.3	0.2
10	0.0	0.0	0.2
11	0.3	0.3	0.3
12	0.1	0.3	0.5
13	0.1	0.0	0.1
14	0.2	0.2	0.2
15	0.7	1.0	1.5
16	0.0	0.1	0.0
17	0.5	0.5	0.0
18	0.3	0.5	0.3
19	0.4	0.3	0.0

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ข.

คู่มือการใช้งานโปรแกรม CUBAL

CUBAL เป็นโปรแกรมสำหรับการจัดสมดุลสายการผลิต ถูกสร้างขึ้นมาโดยคำนึงถึงความสะดวกในการใช้งาน โดยผู้ใช้ไม่จำเป็นต้องมีความรู้เกี่ยวกับโปรแกรมการจำลองแบบปัญหา "SIMAN" หรือโปรแกรมการแสดงภาพเคลื่อนไหว "CINEMA"อย่างไรก็ตาม ผู้ใช้จำเป็นต้องทราบถึงขอบเขตความสามารถตลอดจนคำสั่งต่าง ๆ ที่ใช้งานในโปรแกรม CUBAL เพื่อให้การใช้งานมีประสิทธิภาพดียิ่งขึ้น

1. ก่อนการใช้โปรแกรม

ก่อนที่จะใช้งาน CUBAL ผู้ใช้จำเป็นต้องคำนึงถึงอุปกรณ์ที่จะใช้และการนำโปรแกรมเข้าเครื่องคอมพิวเตอร์ ดังมีรายละเอียดดังนี้

1.1 อุปกรณ์ที่ต้องใช้

อุปกรณ์ที่จะต้องใช้สำหรับโปรแกรม CUBAL จะต้องมีคุณสมบัติขั้นต่ำดังนี้

(1) เครื่องคอมพิวเตอร์ที่ใช้ไมโครโปรเซสเซอร์ตระกูล 80X86 ซึ่งทำงานภายใต้ระบบปฏิบัติการ MS DOS 3.0 หรือสูงกว่า และมีหน่วยความจำ 640 K ขึ้นไป

(2) จอภาพ EGA/VGA COLOR/MONOCROME

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

(3) HARD DISK ที่มีพื้นที่ว่างไม่น้อยกว่า 3 Mb สำหรับโปรแกรม และพื้นที่ว่างสำหรับเก็บข้อมูล

(4) MOUSE

1.2 การนำโปรแกรมเข้าเครื่องคอมพิวเตอร์ (Loading)

โปรแกรม CUBAL ถูกเก็บอยู่ในดิสเก็ต 1.2 Mb ทั้งหมด 3 แผ่น การนำโปรแกรมเข้าเครื่องคอมพิวเตอร์ก็เพียงแต่ COPY โปรแกรมทั้งหมดจากแผ่นทั้ง 3 เข้าไปใน SUB DIRECTORY ที่สร้างขึ้นใน HARD DISK จากนั้นให้ COPY FILE CONFIG.SYS จาก SUB DIRECTORY ที่สร้างขึ้นออกไปยัง ROOT DIRECTORY (DIRECTORY ที่อยู่นอกสุด)

2. การใช้โปรแกรม

ขั้นตอนการใช้โปรแกรมนี้ได้แก่

2.1 การเตรียมการใช้โปรแกรม ซึ่งเป็นการติดตั้ง Mouse Driver เพื่อให้คอมพิวเตอร์ทำงานกับ Mouse ได้ รายละเอียดแสดงในหัวข้อ 3.1

2.2 การเดินโปรแกรม ซึ่งเป็นการใช้งานโปรแกรมในการจัดสมดุลสายการผลิต ขั้นตอนนี้ควรมีการดำเนินการตามลำดับดังนี้

(1) เตรียมข้อมูล (Data Processing) : ดูหัวข้อ 3.2.1
(2) คำนวณการจัดสมดุลสายการผลิต : ดูหัวข้อ 3.2.2
(3) ดูผลการจัดสมดุลสายการผลิต : ดูหัวข้อ 3.2.3
(4) นำผลการจัดสมดุลสายการผลิตมาทำการจำลองแบบปัญหาเพื่อแสดงภาพจำลองเคลื่อนไหว : ดูหัวข้อ 3.2.4

3. รายละเอียดการใช้โปรแกรม

3.1 การเตรียมการใช้โปรแกรม

ก่อนการ RUN โปรแกรมจะต้องมีการติดตั้งโปรแกรมประเภท Mouse Driver ที่ใช้กับชนิดของ Mouse ที่ใช้ เพื่อให้คอมพิวเตอร์รับการทำงานของ MOUSE เสียก่อน ซึ่งวิธีการติดตั้งก็ขึ้นอยู่กับชนิดของ MOUSE ที่ใช้ แต่โดยส่วนใหญ่ มี 2 แบบคือ

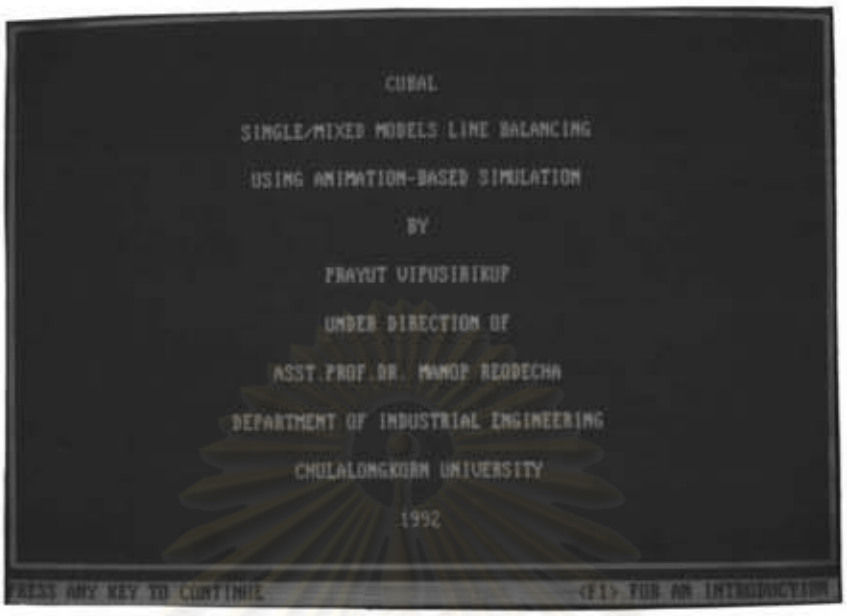
(1) ติดตั้งโดยเรียกคำสั่งให้ Run โปรแกรมมีเป็น Mouse Driver เช่น MOUSE.COM หรือ DMOUSE.COM เป็นต้น

(2) ติดตั้งโดยการเพิ่มเข้าไปใน CONFIG.SYS จากข้อ 1.2 Mouse Driver จะมาในรูปของ .SYS เช่น MOUSE.SYS เป็นต้น คำสั่งที่เพิ่มเข้าไปใน CONFIG.SYS ก็คือ DEVICES = MOUSE.SYS

3.2 การเดินโปรแกรม

เมื่อติดตั้ง Mouse เรียบร้อยแล้วก็เข้าไปใน Subdirectory ที่เก็บโปรแกรม CUBAL ไว้ แล้ว Run Batch File ที่ชื่อว่า BALANCE.BATเช่น ในกรณีที่โปรแกรม CUBAL อยู่ใน Subdirectory ชื่อ C:\CUBAL เมื่อที่จอภาพแสดง C:\CUBAL> พิมพ์ BALANCE แล้วกดแป้น <ENTER>

จากนั้นภาพบนจอก็จะแสดงผลออกมาดังรูปที่ 6.1เมื่อต้องการการแนะนำการใช้โปรแกรมให้กดแป้น <F1> หรือมิฉะนั้นกดแป้นอื่น ๆ เพื่อเริ่มเข้าสู่ MAIN MENU ดังรูปที่ 6.2



รูปที่ 6.1

รูปที่ 6.2

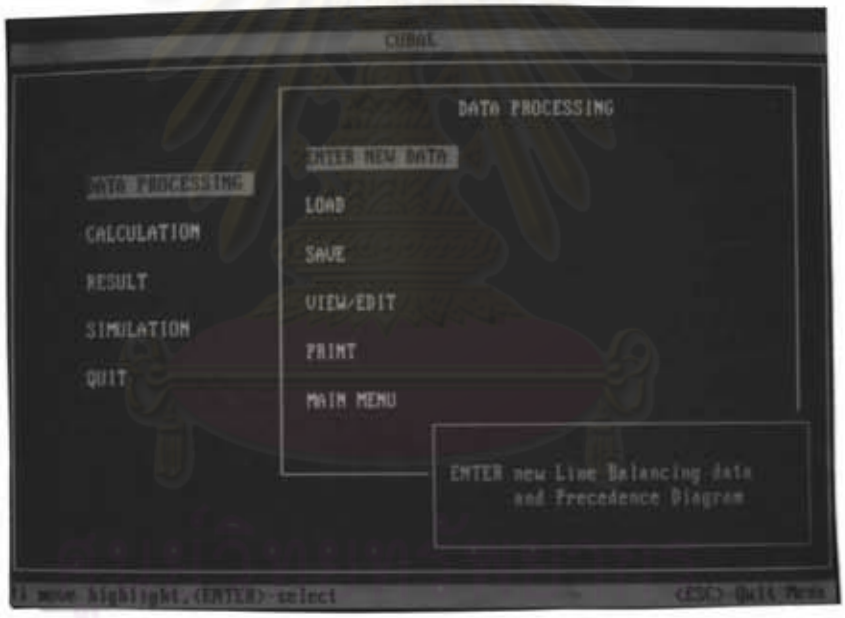
ที่จอของ MAIN MENU ผู้ใช้สามารถเลือกคำสั่งโดยการเลื่อนแถบสี (High Light) ไปที่คำสั่งที่ต้องการเลือกแล้วกดแป้น <ENTER> การเลื่อนแถบสีขึ้นหรือลงทำได้โดยการกดแป้น <↑> หรือ <↓> โดยจะมีคำอธิบายของคำสั่งที่อยู่ในแถบสีปรากฏอยู่ในกรอบสี่เหลี่ยมทางมุมล่างขวามือของจอคอมพิวเตอร์

3.2.1 การเตรียมข้อมูล (Data Processing)

ผู้ใช้สามารถจัดการเกี่ยวข้อมูลการจัดสมดุลสายการผลิตได้ดังนี้คือ

3.2.1.1 การป้อนข้อมูลการจัดสมดุลสายการผลิต

เมื่อผู้ใช้ต้องการทำการจัดสมดุลสายการผลิต สิ่งที่ต้องทำเป็นสิ่งแรกก็คือ การป้อนข้อมูลการจัดสมดุลสายการผลิตเข้าสู่โปรแกรม โดยการเลื่อนแถบสีมาอยู่ที่ DATA PROCESSING แล้วกดแป้น <ENTER> บนจอภาพก็จะเปลี่ยนไป ดังรูปที่ 6.3



รูปที่ 6.3

จากนั้นก็เลือกคำสั่ง ENTER NEWDATA โดยการเลื่อนแถบสีมาที่ตำแหน่ง ENTER NEW DATA แล้วกดแป้น <ENTER> บนจอภาพจะปรากฏกรอบของ ENTER NEW DATA ขึ้นดังรูปที่ 6.4 จากนั้นจึงเริ่มป้อนข้อมูล ในที่นี้จะใช้กรณีศึกษาที่ 2 ในภาคผนวก ก. เป็นตัวอย่างเพื่อแสดงการป้อนข้อมูล ข้อมูลที่ป้อนมีดังนี้คือ

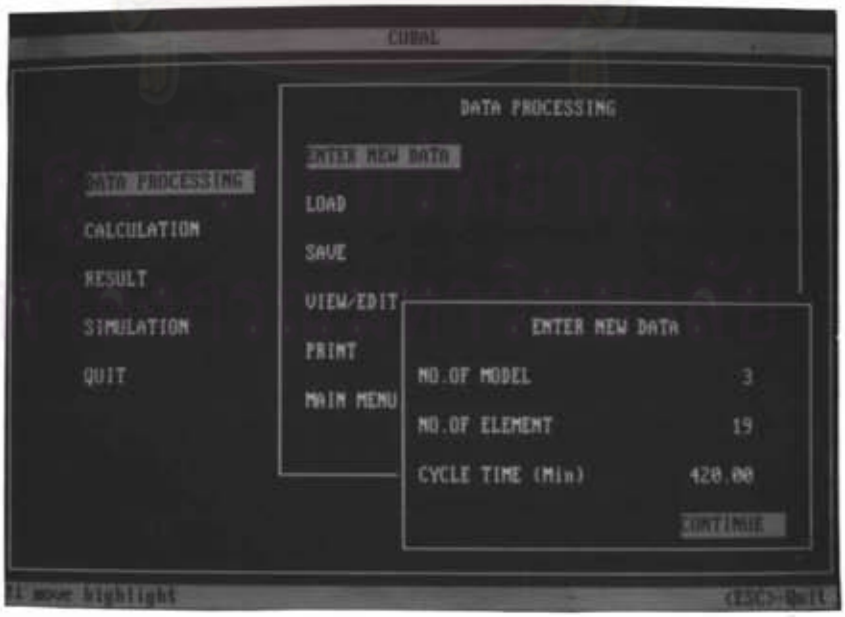
(1) NO. OF MODELS จำนวนชนิดของผลิตภัณฑ์

(2) NO. OF ELEMENTS จำนวนชิ้นงานทั้งหมด

(3) CYCLE TIME รอบเวลาการผลิต

เมื่อป้อนข้อมูลครบทั้ง 3 ข้อแล้ว ให้เลื่อนแถบสีมาที่ตำแหน่ง CONTINUE ดังรูปที่ 6.5 แล้วกดแป้น <ENTER>

รูปที่ 6.4



รูปที่ 6.5

จอภาพจะเปลี่ยนไปดังรูปที่ 6.6 โดยจะมีกรอบอยู่ 3 กรอบ กรอบที่หนึ่งทางซ้ายมือสำหรับให้ผู้ใช้ใส่จำนวนผลิตภัณฑ์ที่ต้องการผลิตของแต่ละชนิดผลิตภัณฑ์ ในกรณีศึกษานี้จำนวนของผลิตภัณฑ์ชนิดที่ 1 ที่ต้องการผลิต คือ 120 ชิ้น

รูปที่ 6.6

จากนั้น จึงเริ่มป้อนข้อมูลของแต่ละขั้นงานของผลิตภัณฑ์ ชนิดที่ 1 โดยการกดแป้น <TAB> แถบสีจะเลื่อนเข้ามาสู่กรอบที่ 2 ซึ่งผู้ใช้จะต้องป้อนข้อมูลต่าง ๆ ของแต่ละขั้นงาน (ในที่นี้มีทั้งหมด 19 ขั้นงาน) ดังนี้

(1) ชื่อของขั้นงาน แสดงดังรูปที่ 6.7

(2) เวลาที่ใช้ของแต่ละขั้นงาน แสดงดังรูปที่ 6.8

(3) Standard Diviation ของเวลาของแต่ละขั้นงาน ในที่นี้มีค่าเท่ากับ 0

จากนั้นผู้ใช้จะต้องป้อนข้อมูลของแผนภาพลำดับการทำงานก่อนหลัง โดยการใส่หมายเลขขั้นงานที่ตามหลังขั้นงานที่ 1 โดยทันที โดยจากรูปที่ 5.2 ซึ่งแสดงแผนภาพลำดับการทำงานก่อนหลัง จะเห็นว่าขั้นงานที่ตามหลัง ขั้นงานที่ 1 โดยทันทีคือ ขั้นงานที่ 6 และขั้นงานที่ 7 การป้อนข้อมูลดังกล่าวจะต้องเข้าไปอยู่ในกรอบทางขวามือสุด โดยการกดแป้น <TAB> จากนั้นใส่หมายเลขขั้นงานแรก คือ 6 แล้วกด <ENTER> ภาพบนจอจะปรากฏ แสดงดังรูปที่ 6.9

ENTER NEW DATA
WORK ELEMENT DATA
NO. NAME TIME(min) S/D(min)
1 Element Name 0.00 0.00
2 0.00 0.00
3 0.00 0.00
4 0.00 0.00
5 0.00 0.00
6 0.00 0.00
7 0.00 0.00
8 0.00 0.00
9 0.00 0.00
10 0.00 0.00
11 0.00 0.00
12 0.00 0.00
13 0.00 0.00
14 0.00 0.00
15 0.00 0.00
16 0.00 0.00
ELEMENT NO. 1 OF 19
IMMEDIATE FOLLOWING TASKS OF E.No. 1

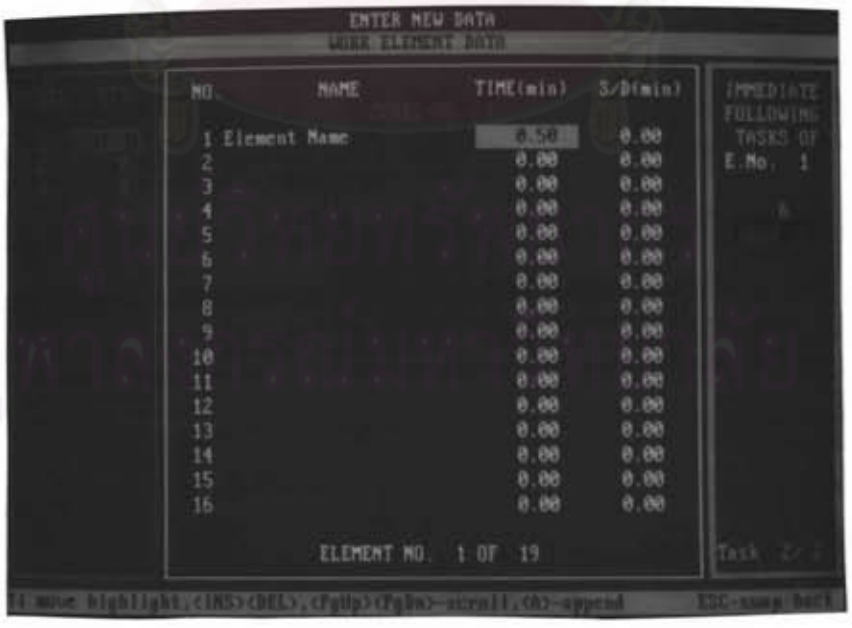
รูปที่ 6.7

ENTER NEW DATA
WORK ELEMENT DATA
NO. NAME TIME(min) S/D(min)
1 Element Name 0.50 0.00
2 0.00 0.00
3 0.00 0.00
4 0.00 0.00
5 0.00 0.00
6 0.00 0.00
7 0.00 0.00
8 0.00 0.00
9 0.00 0.00
10 0.00 0.00
11 0.00 0.00
12 0.00 0.00
13 0.00 0.00
14 0.00 0.00
15 0.00 0.00
16 0.00 0.00
ELEMENT NO. 1 OF 19
IMMEDIATE FOLLOWING TASKS OF E.No. 1

รูปที่ 6.8

รูปที่ 6.9

การป้อนหมายเลขขั้นงานถัดไป คือขั้นงานที่ 7 โดยการกดแป้น <A> ทำให้เกิดจำนวนบรรทัดต่อท้ายข้อมูลเพิ่มขึ้นอีก 1 บรรทัด ดังรูปที่ 6.10 จากนั้นจึงป้อนข้อมูล คือขั้นงานเลขที่ 7 ลงไป



รูปที่ 6.10

เมื่อป้อนข้อมูลของชั้นงานที่ 1 เรียบร้อย ก็ให้กลับไปยังกรอบรายชื่อชั้นงานโดยการกดแป้น <ESC> ทำการป้อนข้อมูลชั้นงานที่ 2 ต่อไปจนครบทั้งหมด 19 ชั้นงาน เมื่อป้อนข้อมูลของผลิตภัณฑ์ชนิดที่หนึ่ง ครบแล้ว ก็จะต้องป้อนข้อมูลของผลิตภัณฑ์ชนิดที่ 2 และ 3 ตามลำดับต่อไป การป้อนข้อมูลแผนภาพลำดับการทำงานก่อนหลังรวม ของผลิตภัณฑ์ชนิดที่ 1,2 และ 3 ผู้ใช้เพียงแต่ป้อนเข้าไปเพียงหนเดียวเท่านั้น โดยจะป้อน ขณะป้อนข้อมูลของชั้นงานของผลิตภัณฑ์ชนิดที่ 1,2 หรือ 3 ก็ได้

3.2.1.2 การแก้ไขข้อมูลการจัดสมดุลสายการผลิต

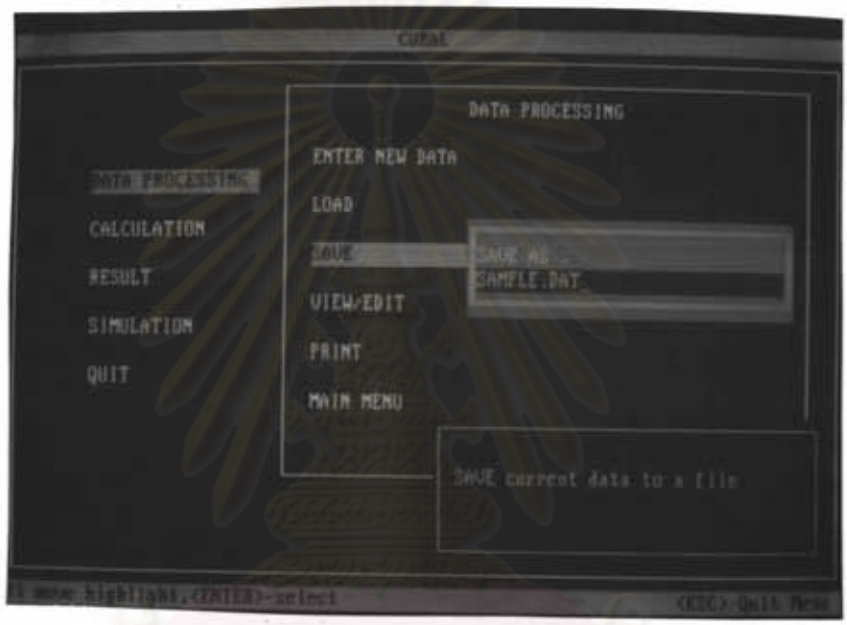
เมื่อผู้ใช้ได้ป้อนข้อมูลจนครบแล้ว ผู้ใช้สามารถที่จะกลับเข้าไปแก้ไขข้อมูลได้โดยการเลื่อนแถบสีมาที่ตำแหน่ง VIEW/EDIT แล้วกด <ENTER> ดังแสดงในรูปที่ 6.11

รูปที่ 6.11

3.2.1.3 การอ่านและการเก็บข้อมูลการจัดสมดุลสายการผลิต

ผู้ใช้สามารถที่จะจัดเก็บข้อมูลการจัดสมดุลสายการผลิตในรูปของแฟ้ม

ข้อมูลลงใน HARD DISK หรือแผ่นดิสเก็ตได้ เพื่อที่จะสามารถอ่านข้อมูลกลับมาใช้ใหม่ได้ โดยถ้าหากต้องการจัดเก็บข้อมูล การจัดสมดุลสายการผลิต ให้เรียกคำสั่ง SAVE ที่อยู่ในกรอบ DATA PROCESSING แล้วตั้งชื่อแฟ้มข้อมูลที่ต้องการจัดเก็บ ดังแสดงในรูปที่ 6.12 การตั้งชื่อแฟ้มข้อมูล ถ้าหากเกิดการซ้ำกันกับแฟ้มข้อมูลที่มีอยู่แล้ว เครื่องจะถามผู้ใช้ว่าต้องการให้เก็บทับแฟ้มข้อมูลเดิมหรือไม่ ผู้ใช้ก็เพียงแต่ตอบโดยการกด <Y> หรือ <N>



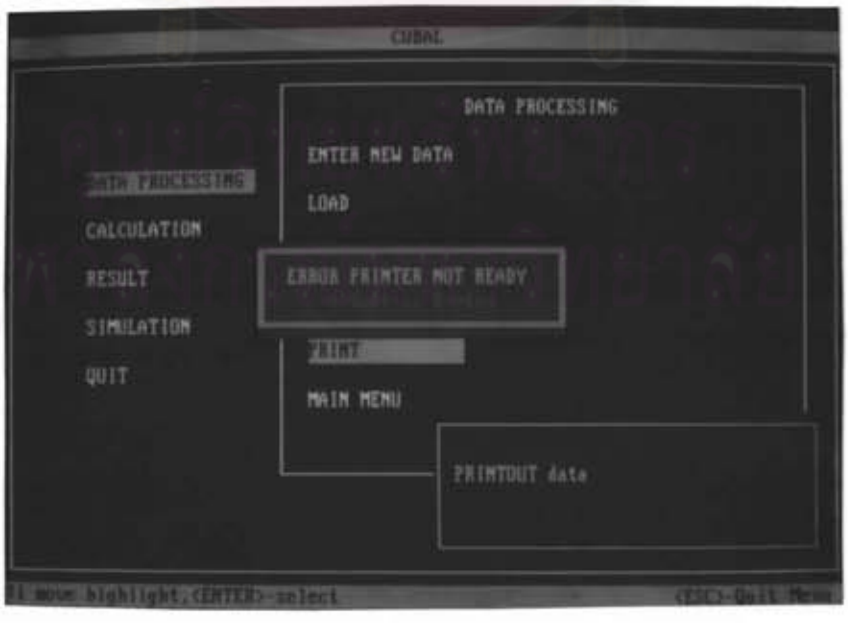
รูปที่ 6.12

สำหรับการอ่านแฟ้มข้อมูลการจัดสมดุลสายการผลิต ผู้ใช้ก็เพียงแต่เรียกใช้คำสั่ง LOAD ในกรอบ DATA PROCESSING ดังแสดงในรูปที่ 6.13 การเก็บหรือการอ่านข้อมูลนั้น ถ้าผู้ใช้ไม่ได้ระบุตำแหน่งของ DRIVE ที่ต้องการหน้าชื่อแฟ้มข้อมูล เครื่องก็จะทำการเก็บหรืออ่านข้อมูลจาก DRIVE ที่เก็บตัวโปรแกรม CUBAL เช่น ถ้า CUBAL ถูกเก็บอยู่ใน DRIVE C: การเก็บ หรืออ่านข้อมูลเมื่อผู้ใช้ไม่ได้ระบุ DRIVE เครื่องก็จะเก็บ หรืออ่านข้อมูลจาก DRIVE C: เป็นต้น

รูปที่ 6.13

3.2.1.4 การพิมพ์ข้อมูลการจัดสมดุลสายการผลิต

ผู้ใช้สามารถจัดพิมพ์ข้อมูลการจัดสมดุลสายการผลิต ออกทางเครื่องพิมพ์ได้โดยการเลือกคำสั่ง PRINT จากกรอบ DATA PROCESSING เพื่อพิมพ์ข้อมูลการจัดสมดุลสายการผลิตการเลือกคำสั่ง PRINT ถ้าหากเครื่องพิมพ์ไม่ได้ ติดตั้งหรือ ติดตั้งไม่ถูกต้อง บนจอภาพจะแสดง Error Message ดังแสดงในรูปที่ 6.14



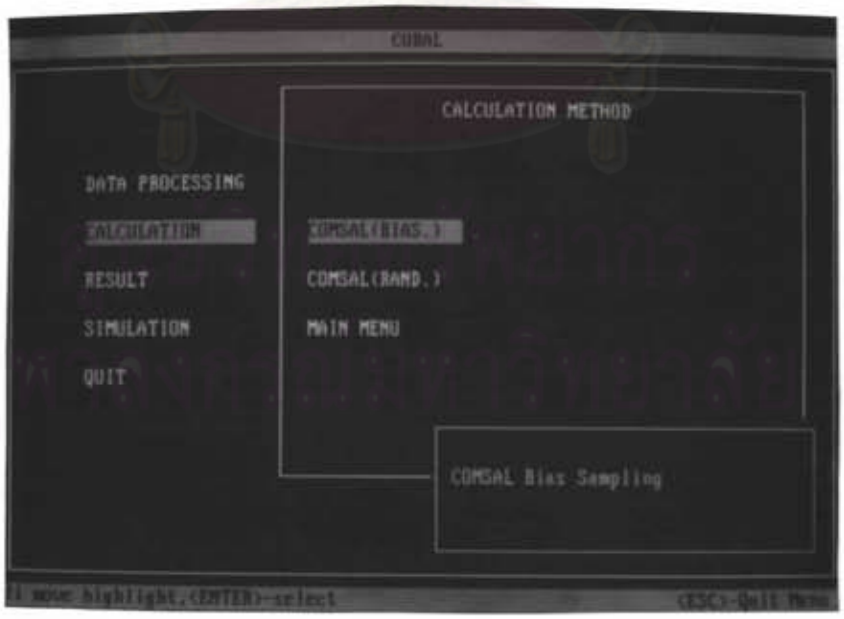
รูปที่ 6.14

3.2.2 การคำนวณการจัดสมดุลสายการผลิต

เมื่อผู้ใช้ป้อนข้อมูลครบแล้วก็สามารถ คำนวณการจัดสมดุลสายการผลิตได้โดยออกไปที่ MAIN MENU โดยการเลื่อนแถบสีไปที่ตำแหน่ง MAIN MENU หรือโดยการกดแป้น <ESC> เมื่ออยู่ที่ MAIN MENU แล้วให้เลื่อนแถบสีมาที่ตำแหน่ง CALCULATION METHOD แสดงดังรูปที่ 6.15 เพื่อให้ผู้ใช้ได้เลือกเทคนิคในการคำนวณ ในโปรแกรมนี้มี 2 วิธีให้เลือกคือ

(1) COMSOAL (BIAS) คือวิธี COMSOAL ที่ใช้การ Biased Sampling

(2) COMSOAL (RAND) คือวิธีCOMSOAL ที่ใช้การ Random Sampling ผู้ใช้จะต้องใส่จำนวนรอบในการ Sampling ให้กับเครื่องคอมพิวเตอร์



รูปที่ 6.15

จากนั้นเครื่องจะทำการคำนวณ และแสดงผลออกมาดังแสดงในรูปที่ 6.16 ถ้าผู้ใช้ต้องการดูผลลัพธ์ของการจัดสมดุลในแต่ละสถานีงานให้กด <Y> หากไม่ต้องการดูให้กด <N>

รูปที่ 6.16

3.2.3 ผลลัพธ์การจัดสมดุลสายการผลิต

หลังจากที่โปรแกรมได้คำนวณข้อมูลในการจัดสมดุลสายการผลิตที่ผู้ใช้ป้อนเข้าไปแล้ว จะให้ผลลัพธ์การจัดสมดุลสายการผลิตออกมา ซึ่งผู้ใช้สามารถจัดการเกี่ยวกับผลลัพธ์ได้ดังนี้

3.2.3.1 การแสดงและการแก้ไขผลลัพธ์การจัดสมดุลสายการผลิต

ผู้ใช้สามารถตรวจดู หรือแก้ไขผลลัพธ์การจัดสมดุลสายการผลิตได้โดยการเลือกคำสั่ง RESULT ใน MAIN MENU จากนั้นเลือก VIEW/EDIT ในกรอบ

RESULT ดังรูปที่ 6.17 จากนั้นจอภาพจะแสดงดังรูปที่ 6.18

รูปที่ 6.17

รูปที่ 6.18

จากผลลัพธ์การจัดสมดุลแสดงว่ามีจำนวนสถานีงานทั้งหมด 3 สถานีงาน โดยสถานีงานที่ 1 มีจำนวนชิ้นงานทั้งหมด 6 ชิ้นงาน คือชิ้นงานที่ 2, 4, 5, 11, 1 และ13 มีเวลาสูญเสียเท่ากับ 2 นาที สถานีงานที่ 2 มีจำนวนชิ้นงานทั้งหมด

8 ขั้นงาน คือขั้นงานที่ 7, 3, 8, 14, 9, 17, 6 และ 10 ไม่มีเวลาสูญเสีย และสถานีงานที่ 3 มีจำนวนขั้นงานทั้งหมด 5 ขั้นงาน คือขั้นงานที่ 12, 15, 18, 19, และ 16 มีเวลาสูญเสียเท่ากับ 16 นาที

ผู้ใช้สามารถเปลี่ยนแปลงเพิ่ม หรือ ลดจำนวนขั้นงาน ในแต่ละสถานีงานได้ด้วยการใช้แป้น <INS> หรือแป้น <DEL> เมื่อผู้ใช้เลื่อนแถบสีไปที่ขั้นงานต่าง ๆ เวลาที่ใช้ในการผลิตของแต่ละขั้นงานจะแสดงอยู่ด้านล่างของจอภาพ และทุกครั้งที่มีการเปลี่ยนแปลงขั้นงานในแต่ละสถานีงาน เวลาสูญเสียในสถานีงานนั้น และ ประสิทธิภาพรวมของการจัดสมดุลก็จะเปลี่ยนไป

3.2.3.1 การอ่าน และการเก็บผลลัพธ์การจัดสมดุลสายการผลิต

ผู้ใช้สามารถที่จะจัดเก็บผลลัพธ์การจัดสมดุลสายการผลิต ในรูปของแฟ้มข้อมูลลงใน HARD DISK หรือแผ่น DISK ได้ เพื่อที่จะสามารถเรียกกลับมาใช้ใหม่ได้ โดยวิธีการเดียวกับการอ่านและเก็บข้อมูลการจัดสมดุลสายการผลิตในหัวข้อ 3.2.1.3 เพียงแต่เรียกคำสั่ง SAVE หรือ LOAD จากกรอบ RESULT แทนที่จะเรียกจากกรอบ DATA PROCESSING

3.2.3.3 การพิมพ์ผลลัพธ์การจัดสมดุลสายการผลิต

ผู้ใช้สามารถจัดพิมพ์ผลลัพธ์การจัดสมดุลสายการผลิต ออกทางเครื่องพิมพ์ได้ โดยการเลือกคำสั่ง PRINT จากกรอบ RESULT เพื่อพิมพ์ผลลัพธ์การจัดสมดุลสายการผลิต

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3.2.4 การแสดงภาพจำลองเคลื่อนไหว

หลังจากที่เครื่องได้คำนวณการจัดสมดุลสายการผลิตและให้ผลลัพธ์ออกมาในรูปของจำนวนและหมายเลขขั้นงานที่แต่ละสถานีงานแล้ว ผู้ใช้สามารถที่จะนำผลลัพธ์ที่ได้มาทำการจำลองแบบปัญหา และแสดงออกมาเป็นภาพจำลองเคลื่อนไหว โดยการเลือกคำสั่ง SIMULATION จาก MAIN MENU จากนั้นเครื่องจะถามว่าต้องการเปลี่ยนแปลง Simulation Parameter หรือไม่ ถ้าต้องการเปลี่ยนให้กด <Y> ถ้าไม่ต้องการให้กด <N> เมื่อผู้ใช้กด <Y> บนจอภาพจะแสดงกรอบของ Simulation Parameter แสดงดังรูปที่ 6.19 โดย Parameter ต่าง ๆ มีรายละเอียดดังนี้

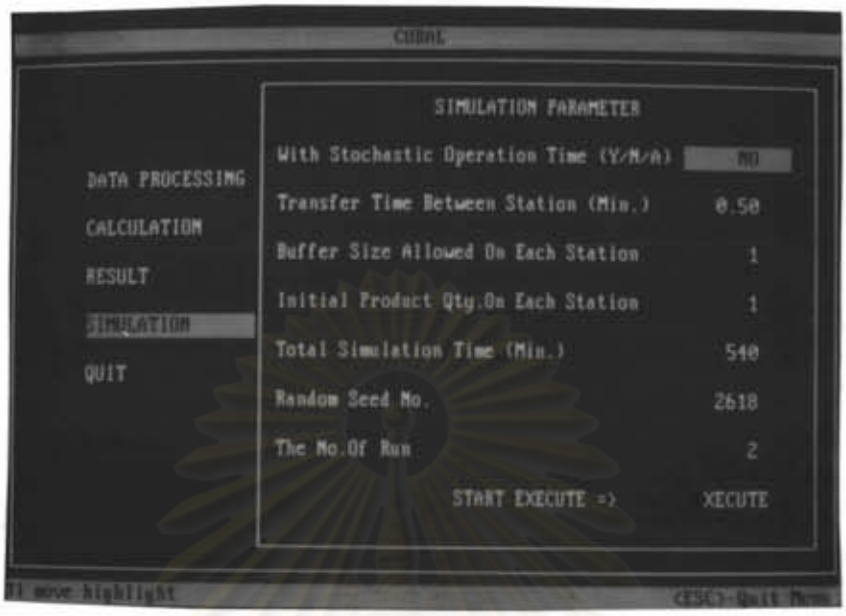
(1) With Stochastic Operation Time (Y/N/A)

ถ้าผู้ใช้เลือก <Y> หมายความว่า ต้องการกำหนดให้เวลาการทำงานที่แต่ละสถานีงานมีการแปรผันทางสถิติได้ และผู้ใช้ต้องกำหนดเปอร์เซ็นต์ของการแปรผันให้เครื่อง ถ้าเลือก <N> หมายความว่า เวลาการทำงานของแต่ละสถานีงานมีค่าคงที่ ไม่มีการแปรผันทางสถิติ และถ้าเลือก <A> หมายความว่า เวลาการทำงานของแต่ละสถานีงานมีความแปรผัน โดยที่แต่ละสถานีงานจะมีความแปรผัน เท่ากับความแปรผันของแต่ละชิ้นงานในสถานีงานนั้นรวมกัน ซึ่งเวลาที่แปรผันนี้จะถูกกำหนดไว้ ในขณะที่ป้อนข้อมูลการจัดสมดุลสายการผลิต

(2) Transfer Time Between Station คือการกำหนดเวลาที่ใช้ในการเคลื่อนย้ายงาน ระหว่างสถานีงาน มีหน่วยเป็น นาที

(3) Buffer Size Allowed On Each Station คือขนาดของ Buffer สูงสุด ระหว่างสถานีงาน มีหน่วยเป็นจำนวนชิ้นของงาน

(4) Initial Product Qty. On Each Station คืองานในระหว่างผลิตเมื่อเริ่มต้นการผลิต ที่แต่ละสถานีงาน มีหน่วยเป็นจำนวนชิ้นของงาน



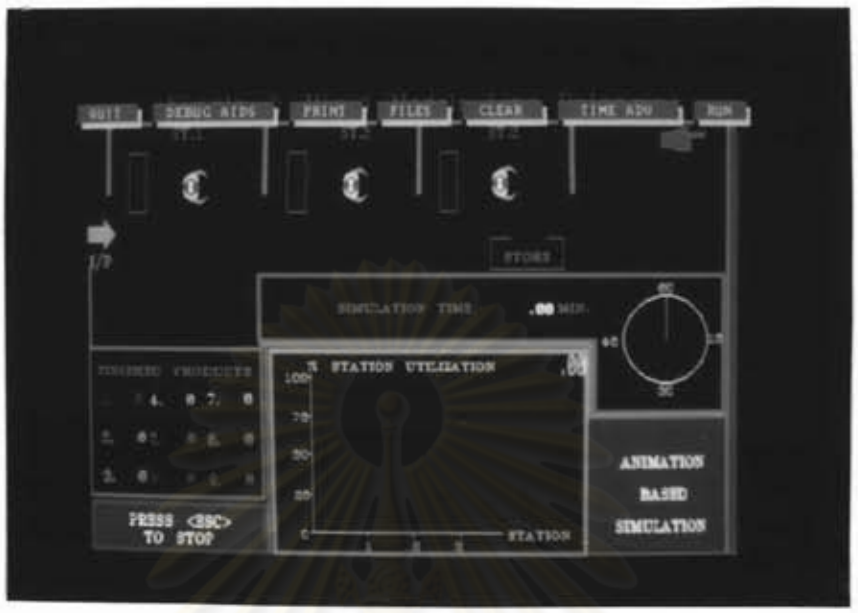
รูปที่ 6.19

(5) Total Simulation Time คือเวลาทั้งหมดที่ใช้ในการจำลองแบบปัญหา มีหน่วยเป็นนาที

(6) Random Seed No. คือตัวเลข Random Seed ที่กำหนดขึ้น เพื่อเปลี่ยนแปลง Sequence ของการสุ่ม

(7) The No. of Run. คือ จำนวนครั้งที่ต้องการในการจำลองแบบปัญหา เพราะการจำลองแบบปัญหาแต่ละครั้ง อาจให้ผลลัพธ์ที่แตกต่างกันได้

เมื่อผู้ใช้ได้กำหนด Simulation Parameter เรียบร้อยแล้วให้เลื่อนแถบสีมาที่ตำแหน่ง EXECUTE แล้วกด <ENTER> ถ้าหากมีการเปลี่ยนแปลง Parameter เครื่องก็จะถามผู้ใช้ว่าต้องการเก็บ PARAMETER ใหม่นี้ลงในแผ่นดิสเก็ตหรือ HARD DISK หรือไม่ ผู้ใช้ก็เพียงแต่เลือกกด <Y> หรือ <N> จากนั้นโปรแกรมก็จะเข้าสู่การจำลองแบบปัญหา และแสดงภาพจำลองออกมาดังรูปที่ 6.20



รูปที่ 6.20

ผู้ใช้เพียงแต่เลื่อนตัวชี้ โดยใช้ Mouse ไปที่ตำแหน่ง RUN และกดปุ่มทางซ้ายของ Mouse เครื่องก็จะเริ่มแสดงภาพเคลื่อนไหวที่เกิดจากการจำลองแบบปัญหา ดังแสดงในรูปที่ 6.21

รูปที่ 6.21

ถ้าหากผู้ใช้ต้องการหยุดการแสดงภาพเคลื่อนไหวให้กด <ESC> คำสั่งที่ผู้ใช้ต้องทราบในการแสดงภาพจำลองเคลื่อนไหว มีดังนี้คือ

(1) การเพิ่ม หรือลดความเร็วในการแสดงภาพจำลองเคลื่อนไหว ผู้ใช้ต้องเลื่อนตัวชี้ไปที่ตำแหน่ง TIME ADVANCE ซึ่งจะมีคำสั่งอยู่ 3 ตัวคือ

- Scale Fact. เป็นการกำหนดความถี่ของการแสดงภาพ แต่ละ Frame ในช่วงระยะเวลาหนึ่ง ถ้ากำหนดให้มีค่ามาก ภาพจะเคลื่อนที่ และจะเคลื่อนที่ช้าลง ถ้ากำหนด Scale Fact. มีค่าน้อยลง

- FRAME DEL เป็นการกำหนด ช่วงห่างของเวลาในแต่ละ Frame ถ้ากำหนดให้มีค่ามาก ช่วงห่างของการแสดงภาพแต่ละ Frame จะมากขึ้น ทำให้ภาพเคลื่อนไหวที่เกิดขึ้นดูไม่สม่ำเสมอ ดังนั้นควรเลือกให้ Frame Delay มีค่าน้อย

- SKIP AHEAD เป็นคำสั่งที่ทำให้ ผู้ใช้สามารถข้ามการแสดงภาพจำลองเคลื่อนไหวจากเวลาหนึ่งไปสู่อีกเวลาหนึ่งได้ โดยในขณะที่ข้ามไปนั้นจะไม่มีการ Update ภาพจำลองเคลื่อนไหว

(2) การเริ่มต้น Run การแสดงภาพจำลองเคลื่อนไหวใหม่ ผู้ใช้จะต้องทำการล้างระบบ โดยเลื่อนตัวชี้ไปที่ CLEAR แล้วเลือก SYSTEM โปรแกรมจะทำการล้างระบบทั้งหมดจากนั้นผู้ใช้ก็สามารถเริ่มต้น Run ใหม่ได้

(3) การแสดง Summary Report ผู้ใช้สามารถให้โปรแกรมแสดง Summary Report ณ. ขณะเวลาใด ๆ ในระหว่างการจำลองแบบปัญหาได้ โดยการเลือก SUMMARY ที่อยู่ในกรอบของ DEBUG AIDS

(4) เมื่อผู้ใช้ต้องการกลับไปยังโปรแกรม CUBAL ให้เลื่อนตัวชี้ไปที่ QUIT แล้ว กดปุ่มซ้ายมือของ Mouse โปรแกรมก็จะกลับเข้าสู่ CUBAL

ประวัติของผู้เขียน

ผู้เขียนเกิดที่จังหวัดกรุงเทพมหานคร ปี พ.ศ. 2508 จบการศึกษาระดับวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า วิทยาเขตเจ้าคุณทหารลาดกระบัง เมื่อปี พ.ศ. 2529

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย