หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 4

ระบบผู้เชี่ยวชาญในการวางแผนและการกำหนดงานผลิตในโรงงานแผ่นวงจรพิมพ์

4.1 หลักเกณฑ์สำคัญที่นำมาใช้

หลักการทั่วไปของระบบผู้เชี่ยวชาญ ในการวางแผนและการกำหนดงานผลิต สำหรับการศึกษานี้ สามารถจัดเป็นหลักเกณฑ์ได้ดังนี้

4.1.1 พิจารณาเหตุการณ์ที่เข้ามาในระบบ (EVENT-DRIVEN SCHEDULING CONSULTANT) เป็นหลักเกณฑ์ที่ใช้กำหนดงาน เมื่อมีเหตุการณ์ต่างๆเกิดขึ้นในระบบควบคู่ไปกับเวลา เป็นการมองรูปของปัญหาจากเหตุการณ์ที่อาจเกิดขึ้นได้ โดยมีผลกระทบต่อระบบการสร้างกฎเกณฑ์ในระบบจะช่วยให้เกิดการตัดสินใจสร้างแบบจำลองอย่างเหมาะสม ผลกระทบต่อระบบจะเกิดขึ้นเมื่อเกิดเหตุการณ์ผันแปร (DYNAMIC EVENTS) ได้แก่ เครื่องจักรเสีย หยุดซ่อมบำรุง (MACHINE BREAKDOWN), งานเร่งด่วน (RUSH JOBS) หรือเปลี่ยนวันกำหนดส่ง (DUEDATE CHANGE), ขาดวัตถุดิบและวัสดุสำหรับผลิต(MATERIAL SHORTAGE)และความบกพร่องในชิ้นงาน (DEFECTS JOBS)

4.1.2 พิจารณารูปแบบการแก้ปัญหา (REFORMULATIVE)ปัญหารวมที่ซับซ้อนสามารถแยกออกเป็นกลุ่มๆที่สัมพันธ์กัน แล้วแก้ไข ซึ่งจะให้ผลเป็นที่พอใจและปฏิบัติได้ดีกว่าที่จะแก้ปัญหาใหญ่และซับซ้อนโดยรวม เช่น การแบ่งการพิจารณาออกเป็นชั้นหรือกลุ่ม ตามชนิดและลำดับของการผลิตเป็นต้น

4.2 การออกแบบและพัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญ

4.2.1 การออกแบบและพัฒนา (SYSTEM DESIGN AND DEVELOPMENT)

เป้าหมายและเหตุการณ์ คือ ข้อพิจารณาเบื้องต้นต่อการออกแบบระบบ เพื่อนำไปสู่การหาวิธีการหรือหลักเกณฑ์อันเหมาะสม การทำให้บรรลุถึงเป้าหมายได้ จะต้องผ่านขั้นตอนการตัดสินใจจากผู้เชี่ยวชาญ โดยอยู่ในรูปของกฎ (RULE) และ ความจริง (FACT) ตลอดจนหลักเกณฑ์ (HEURISTIC) สำคัญที่เกี่ยวข้องการจัดงานเข้าผลิต ซึ่งเป็นไปตามความต้องการผลิตประจำสัปดาห์ โดยอธิบายได้จากสถานะในระบบ ได้แก่ สถานะของเครื่องจักร(MACHINE STATUS)และสถานะของงาน(JOB STATUS) ฯ.ฯลฯนั้น การติดตามเหตุการณ์ต่างๆ ตลอดจนสถานะภายในระบบจะช่วยให้การแก้ไขปัญหาได้บรรลุถึงผลสำเร็จ ขอบข่ายของระบบที่ต้องการออกแบบจะเน้นถึงการวางแผนและการกำหนดงานเมื่อเกิดสภาวะของระบบต่างๆกัน โดยไม่รวมถึงการควบคุมและการแก้ไขปัญหาภายในหน่วยผลิตทางด้านเทคนิคหรือวิศวกรรมการผลิต

ข้อมูลที่นำมาใช้จะถูกส่งผ่านไปยังกระบวนการ CONSULTING ในระบบ ซึ่งข้อมูลดังกล่าวแบ่งเป็นข้อมูลที่เปลี่ยนแปลงตามเวลา (DYNAMIC DATABASE) และข้อมูลถาวรในระบบ (STATIC DATABASE) ซึ่งอาจเปลี่ยนแปลงได้เมื่อโครงสร้าง และคุณลักษณะพื้นฐานของระบบเปลี่ยน ; DYNAMIC DATABASE เป็นข้อมูลชั่วคราวที่อาจเกิดขึ้นในระหว่างการผลิต ได้แก่ เหตุการณ์ (EVENTS DRIVEN),เวลาปัจจุบัน (PRESENT TIME), เวลาหยุดชะงักของเครื่องจักร (DURATION BREAK TIME),สถานะของเครื่องจักร (MACHINE STATUS), สถานะของงาน (JOB STATUS), ความบกพร่องของชิ้นงาน (DEFECT BOARD), การเปลี่ยนแปลง วันกำหนดส่ง (CONTINGENCY DUEDATE) สำหรับ STATIC DATABASE เป็นข้อมูลที่ถูกป้อนถาวรในระบบ ได้แก่ เวลาในการผลิต (PROCESSING TIME),วันกำหนดส่ง (DUEDATE), ชนิดของชิ้นงาน (JOBTYPE), ปริมาณที่ต้องการผลิต(QUANTITY) ข้อมูลทาง DYNAMIC รวมทั้งกฎเกณฑ์ต่าง ๆ ในระบบ จะถูก UPDATE อย่างอัตโนมัติเมื่อเหมาะสม ด้วยกระบวนการ CONSULTATION ในโปรแกรม M1.

ระบบผู้เชี่ยวชาญ ถูกสร้างและพัฒนาขึ้น ด้วยการใช้โปรแกรม M.1 (TRADE MARK OF TECKNOWLEDGE INC.)ซึ่งเป็นซอฟแวร์ที่สมบูรณ์แบบ ด้วยการนำเอาระบบความรู้ในลักษณะของกฎ (RULE) มาใช้บนเครื่อง IBM PC™,XT™,AT™ และสามารถใช้ร่วมกับซอฟแวร์อื่นๆที่มีอยู่ ได้แก่ DATABASE MANAGEMENT SYSTEM,COMMUNICATION NETWORKS, COMPUTER-AIDED-DESIGN SYSTEMS,SPREADSHEET PROGRAMS,STATISTICAL ANALYSIS และ

WORD PROCESSING PACKAGES รวมทั้ง EXTERNAL FUNCTIONS ได้แก่ OR ALGORITHMS และ DECISION SUPPORT SYSTEM MODULES

4.2.2 โครงสร้างของระบบ (SYSTEM STRUCTURE)

กฎควบคุมการทำงาน เป็นโครงสร้างในระดับบน ซึ่งจะตรวจการส่งถ่ายการควบคุมจากผู้ใช้ (USER INTERFACE) ไปยังแหล่งความรู้ (KNOWLEDGE SOURCES,KS) ซึ่งอยู่ในระดับล่างลงไป ซึ่งแต่ละ KS มีโครงสร้างควบคุม สำหรับการแก้ปัญหา ประกอบด้วยกลุ่มของกฎพิจารณาเหตุการณ์ (EVENT DRIVEN SCREEN RULES), กฎการจัดตารางตามเหตุการณ์ (DOMAIN SPECIFIC SCHEDULE RULES),การสื่อสารข้อความ(INFORMATION) สามารถเรียกได้จากการจัดเก็บของระบบผู้เชี่ยวชาญในกระบวนการประมวล LIST และ การตรวจสอบข้อจำกัด (CONSTRAINT CHECKER RULES)รวมไว้อยู่ในระบบจะทำให้สะดวกและง่ายต่อกลไกการทำงานของระบบ โครงสร้างระบบผู้เชี่ยวชาญนี้ แสดงดังรูปที่ 9

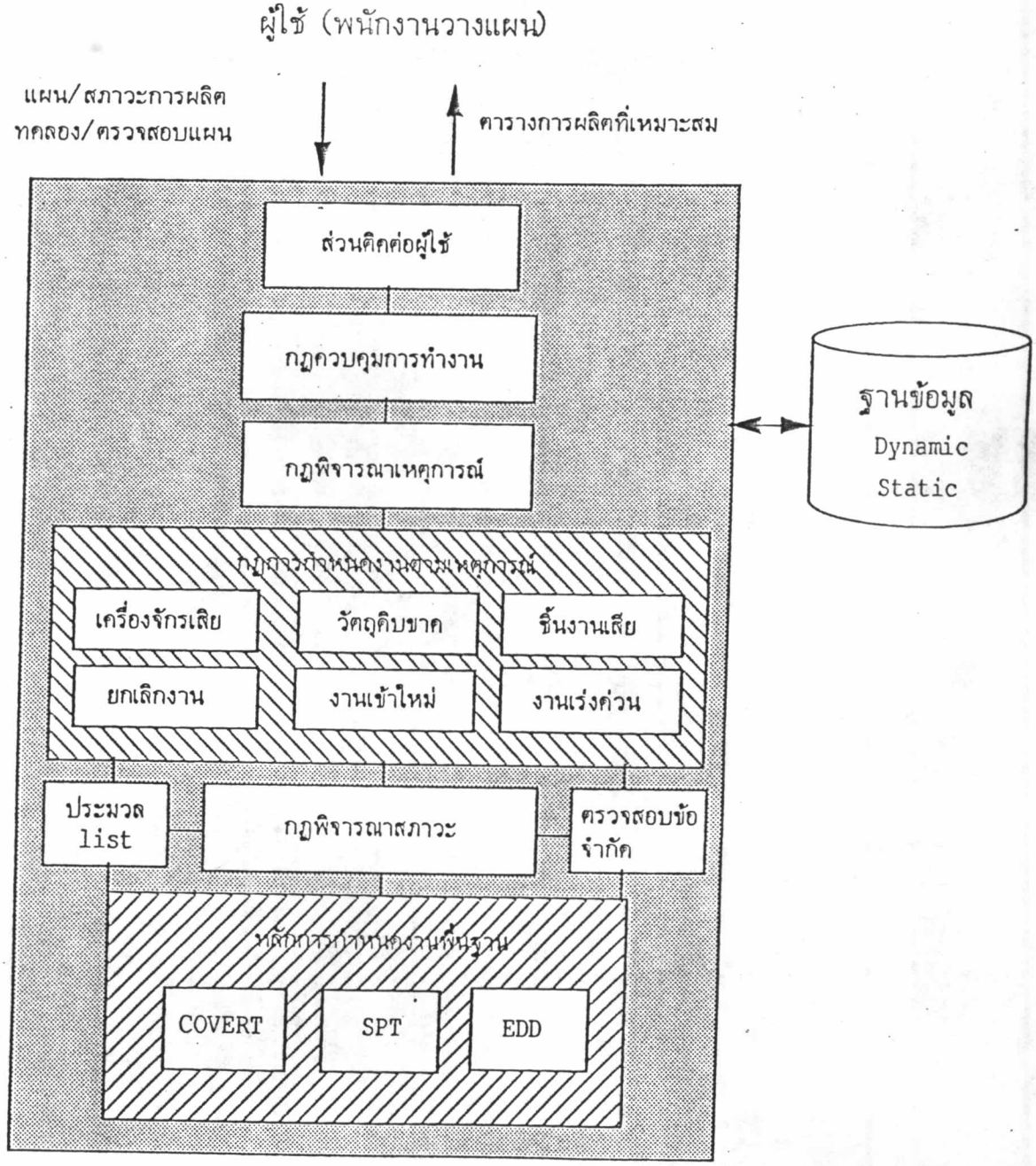
4.2.3.ข้อมูล,หลักการและกฎเกณฑ์ในระบบ(DATABASE AND HEURISTIC RULE)

ข้อมูลสำคัญที่นำมาใช้เพื่อการโปรแกรมระบบผู้เชี่ยวชาญในโรงงานผลิตแผ่นวงจรพิมพ์ให้ได้มาซึ่งแผนการผลิตที่เหมาะสมในแต่ละหน่วยผลิต สามารถแบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ

1. ข้อมูลรวบรวมและเก็บในระบบ ได้แก่

- รายละเอียดของชิ้นงาน (PART NUMBER DETAIL) แสดงในตารางที่ 1

- เวลาที่ใช้ผลิตของชิ้นงานในหน่วยผลิต(PROCESSING TIME) แสดงในตารางที่ 2



รูปที่ 9 โครงสร้างระบบผู้เชี่ยวชาญ

i17229820

2. ข้อมูลนำเข้าเมื่อใช้

ขั้นต้น :

- รายละเอียดการสั่งซื้อสินค้า (MANUFACTURING ORDER RELEASED,MOR)แสดงในตารางที่ 3

เมื่อเกิดเหตุการณ์ :

- รายละเอียดของเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในระหว่างการผลิต(EVENTS DRIVEN) แสดงในตารางที่ 4

- ชนิดและจำนวนงานในหน่วยผลิตเมื่อมีเหตุการณ์เกิดขึ้น (OPERATION BUFFER) แสดงในตารางที่ 5

ชื่อชิ้นงาน	ลูกค้า	หน่วยต่อแผ่น	พื้นที่ต่อหน่วย	ไม่ผ่านขบวนการ	หมายเหตุ
d1086h	digital	4	0.47	G/P,C/M	
d1230a	data pro.	8	0.28	G/P	
d1301c	digital	2	0.87	-	
d1333a	w.digital	9	0.22	-	
d1345b	digital	2	0.75	-	
d1388b	s.c.i.	3	0.48	G/P	W/F S/M

ตารางที่ 1 รายละเอียดของชิ้นงาน

ชื่อชิ้นงาน	board cut	drilling	pth	panel plating	dry film	pattern plating
d1086h	0.006	0.006	0.006	0.007	0.004	0.007
d1230a	0.006	0.008	0.006	0.007	0.004	0.008
d1301c	0.006	0.004	0.006	0.005	0.004	0.008
d1333a	0.006	0.008	0.006	0.005	0.002	0.006
d1345b	0.006	0.007	0.006	0.007	0.004	0.008

ชื่อชิ้นงาน	etching	solder mask	gold plating	scl	comp. mark	profile
d1086h	0.003	0.007	0.0	0.004	0.0	0.007
d1230a	0.004	0.007	0.0	0.004	0.005	0.007
d1301c	0.004	0.007	0.007	0.004	0.005	0.011
d1333a	0.003	0.007	0.009	0.004	0.005	0.009
d1345b	0.004	0.007	0.007	0.004	0.005	0.006

ตารางที่ 2 เวลาที่ใช้ผลิตชิ้นงานในหน่วยผลิต (ชั่วโมงต่อแผ่น)

ชื่อชิ้นงาน	ลูกค้า	จำนวน (หน่วย)	พื้นที่ (ตร.ฟุต)	จำนวนผลิตจริง (แผ่น)	จำนวนผลิตจริง (พื้นที่)	วันส่ง
d937a	data pro.	5607	1513.9	825	1559.3	2
d1242a	data pro.	4674	3505.5	2407	3610.5	3
d804g	data pro.	17140	9598.4	8827	9886.2	4
d1265b	w.digital	20779	4155.8	2378	4280.4	5
d983g	digital	2493	1246.5	856	1284.0	6
d1398a	honeywell	4674	3505.5	2407	3606.0	7
d1301c	digital	6544	5693.3	3370	5863.8	9
	รวม	61911	29218.9	21070	30090.2	

ตารางที่ 3 รายละเอียดการสั่งซื้อสินค้าใน WW.23

ประเภทการหยุดของเครื่องจักร	ขบวนการผลิต	วันที่	เวลา	เวลาปัจจุบัน	เวลาที่สูญเสียในการหยุด(ชม.)
Conveyor loose	Etching	26/11	17.55	1.45	8.5
Scrubbing down	Solder mask	26/11	15.30	1.35	1.75
Chemical shortage	Etching	27/11	10.30	2.15	17.5
Controller down	SCL	27/11	01.40	2.74	7.0
Transporter down	Pattern plate	28/11	12.55	3.25	26.0

ประเภทของการบกพร่อง	ขบวนการผลิต	วันที่	เวลา	เวลาปัจจุบัน	เกิดขึ้นกับชิ้นงาน	จำนวน(แผ่น)
S/M peel off	Solder mask	26/11	12.50	1.25	d983g	725
S/M underdevelop	Solder mask	27/11	07.00	2.0	d1301c	500
Small circuit	Dry film	27/11	14.00	2.29	d1403a	879
Extra hole	Drilling	30/11	14.40	5.32	d1086h	1506

ตารางที่ 4 รายละเอียดของเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในระหว่างการผลิต

เหตุการณ์ : conveyor loose ขบวนการ : etching

ขบวนการผลิต	ชนิดของงาน	จำนวน (แผ่น)	ขบวนการผลิต	ชนิดของงาน	จำนวน (แผ่น)
board cut	d1333a	547	solder mask	d1301c	3370
	d1345b	2675		d1398a	1571
drilling	d1333a	2653	gold plating	d1398a	836
	d938i	1083		d1265b	1167
pth	d1333a	960	scl	d983g	856
	d802c	755		d1265b	1211
	d1242a	385		d804g	2096
	d937a	229	component mark	d804g	4012
panel plating	d937a	246	profile	d804g	2718
	d983g	380		d1242a	1211
	d1230a	158	finished jobs	d937a	825
	d804g	1040		d1242a	1196
	d1403a	1780			
dry film	d1398a	980			
	d1388b	650			
	d1403a	1844			
pattern plate	d1403a	623			
	d1388b	2095			
	d1345b	510			
	d1086h	144			
etching	d1086h	675			

ตารางที่ 5 ชนิดและจำนวนชิ้นงานในหน่วยผลิตในขณะเกิดเหตุการณ์หรือมีการพิจารณาใดๆ

สำหรับข้อมูลทั้งหมดของสภาวะวิกฤตแสดงในภาคผนวก ก. ในทำนองเดียวกันข้อมูลทั้งหมดของสภาวะปกติแสดงในภาคผนวก ข.

หลักการสำคัญ คือ การกำหนดสถานะของเครื่องจักรและงาน (MACHINE AND JOB STATUS) ซึ่งเป็นส่วนประกอบที่ใช้ในการแก้ไขปัญหา สถานะของเครื่องจักร แบ่งแยกออกเป็น เกินความสามารถของเครื่องจักรที่จะผลิต (OVERLOAD) และ สามารถผลิตได้ตามปกติ (NOT OVERLOAD) ส่วนสถานะของงานแบ่งแยกเป็น งานที่ล่าช้า(LATE) และงานที่ปกติ (NORMAL) ดังนั้นจึงใช้กฎพิจารณาสภาวะ (STATE IDENTIFICATION RULES) ต่างๆ ที่บ่งถึงสถานะของงานและเครื่องจักร

กฎเกณฑ์การเลือกหลักการต่างๆ (MODE SELECTION RULES) ถูกใช้สำหรับเลือกกลุ่มของหลักการ (HEURISTICS) ที่เหมาะสม และตรงกับเป้าหมายของระบบ สำหรับกฎหรือหลักการที่มีอยู่ (CONVENTIONAL DISPATCHING RULES)ในระบบผู้เชี่ยวชาญนี้ คือ COVERT, SPT และ EDD การตัดสินใจใช้หลักการใดเพื่อแก้ปัญหาการกำหนดงาน นำมาจากการวิจัยที่ผ่านมาของ Subramanyam and Askin (1986)ประกอบกับประสบการณ์และความคิดเห็นของผู้บริหารฝ่ายผลิตแผ่นวงจรพิมพ์ที่ทำการศึกษา โดยกล่าวถึงวิธีการแบ่งสถานะในระบบ คือสถานะของงาน และสถานะของเครื่องจักร และการนำเอาหลักการการกำหนดงานมาใช้ ในสถานะดังกล่าว ได้แก่

1. ในกรณีที่ชิ้นงานอยู่ในสถานะล่าช้า ประกอบกับสถานะของเครื่องจักร OVERLOAD แล้ว แก้ปัญหาโดยวิธีการ COVERT โดยให้เหตุผลว่า วิธีการนี้เหมาะต่อการนำมาใช้กับสภาวะงานที่ผลิตไม่ทันหรือส่งไม่ทันกำหนด ซึ่งมีจำนวนไม่มากนัก ตลอดจนเกิดภาวะยุ่งยากต่อความพยายามผลิตชิ้นงานได้เสร็จทันเวลา เพราะเป็นการเน้นสัดส่วนของค่าใช้จ่ายเมื่องานล่าช้ากับเวลาที่ใช้ในการผลิต ซึ่งแน่นอนว่า หากมีจำนวนงานที่ต้องผลิตมีมาก โอกาสที่จะเกิดความยุ่งยากหรือหยุดชะงักของเครื่องจักรมีมาก ทำให้เกิดการล่าช้า

2.ในกรณีที่ชิ้นงานอยู่ในสถานะล่าช้า และสถานะของเครื่องจักรไม่ OVERLOAD แล้ว แก้ปัญหาโดยวิธีการ SHORT PROCESSING TIME (SPT) ด้วยเหตุผลว่า การเลือกงานที่ใช้

เวลาในการผลิตเร็วกว่าเป็นงานที่ต้องนำเข้าผลิตก่อน จะช่วยให้ได้งานส่งทันกำหนดได้มากชิ้น ถ้าหากเกิดสภาวะล่าช้าทุกงาน และไม่มีความยุ่งยากต่อการใช้เครื่องจักร ซึ่งในขณะนั้น งานทุกงานมักมีวันกำหนดส่งงานเหมือนกันหรือใกล้เคียงกัน โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ในการผลิตแผ่นวงจรพิมพ์ วิธีการนี้จะทำให้ผลผลิตพื้นที่แผ่นวงจรมากขึ้น

3. ในกรณีที่ชิ้นงานอยู่ในสถานะปกติ และสถานะของเครื่องจักร OVERLOAD ก็ยังคงใช้วิธีการ SHORT PROCESSING TIME เช่นเดิมเพราะโอกาสเกิดการยุ่งยากต่อความพยายามผลิตชิ้นงานได้เสร็จทันเวลามีมากเพื่อเป็นการป้องกันไม่ให้เกิดความล่าช้าของชิ้นงาน นั่นคือ ลดความเสี่ยงนั่นลง

4. ในกรณีที่ชิ้นงานอยู่ในสภาวะปกติ และสถานะของเครื่องจักรไม่ OVERLOAD แล้ว ใช้วิธีการ EARLIEST DUEDATE (EDD) เพราะ ตามหลักการทั่วไป หากเกิดเหตุการณ์หรือสภาวะปกติในระบบแล้ว การกำหนดงานผลิตจะต้องคำนึงถึงวันกำหนดส่ง คือ งานใดต้องส่งก่อนจะต้องผลิตก่อนตามลำดับ

รูปที่ 10 แสดงให้เห็นถึงลำดับการตัดสินใจด้วยกฎและหลักการต่างๆในระบบ

<u>คำจำกัดความที่สำคัญ</u>

- เวลาปฏิบัติงานบนหน่วยงาน (PROCESSING TIME) เป็นค่าโดยประมาณของเวลาที่ใช้ในการปฏิบัติงานบนหน่วยงานจนเสร็จ ตามความหมายนี้ จะรวมถึงเวลาในการจัดตั้งอุปกรณ์การผลิต (SET UP TIME) ด้วย เวลาการปฏิบัติงานของงาน i ใช้สัญญลักษณ์แทนด้วย t_i

- วันกำหนดส่งงาน (DUE DATE) เป็นวันที่ถึงกำหนดต้องส่งงาน ถ้าส่งงานภายหลังจากวันที่กำหนด ถือว่าสาย หรือส่งงานไม่ทันกำหนด ใช้สัญญลักษณ์แทนด้วย d_i

- PRESENT TIME เป็นเวลาปัจจุบันที่ใช้ในการพิจารณา สภาวะของระบบในขณะนั้น

- SLACK คือ ค่าที่ใช้วัดความแตกต่างระหว่างเวลาที่ใช้ในการปฏิบัติงานบนหน่วยงานกับวันกำหนดส่งของงานนั้น

$$SLACK = d_i - P - t_i , \qquad P = \text{present time}$$

CONVENTIONAL RULES ในระบบผู้เชี่ยวชาญ

1. COVERT ใช้ในการจัดลำดับงานซึ่งพิจารณาจากหลักการตัดสินใจโดยใช้อัตราส่วนของ DELAY COST กับ PROCESSING TIME การจัดลำดับงาน จะเลือกลำดับของงานที่มีอัตราส่วนข้างต้นมากที่สุดเป็นงานเริ่มต้นก่อน คือ

$$\frac{c_1}{t_1} \geq \frac{c_2}{t_2} \geq \cdots \frac{c_n}{t_n}$$

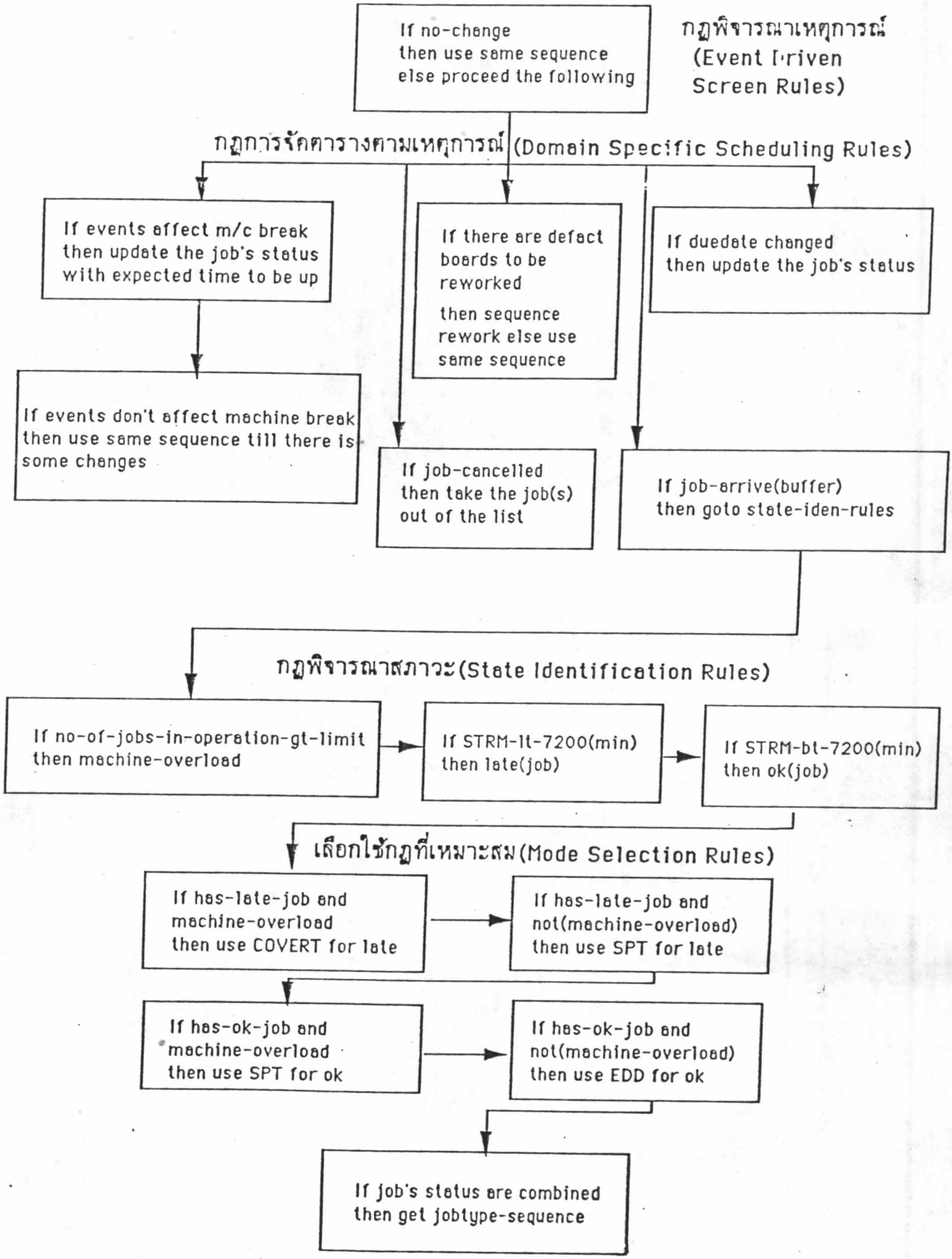
c - EXPECTED DELAY COST

2. SHORTEST PROCESSING TIME (SPT) เพื่อให้เวลาเฉลี่ยชิ้นงานอยู่ในระบบน้อยที่สุด สามารถจัดได้โดยการจัดลำดับงาน ที่ใช้เวลาปฏิบัติงานบนหน่วยงานสั้นที่สุดเป็นงานเริ่มต้นก่อนนั่นคือ

$$t_1 \leq t_2 \leq \cdots t_n$$

3. EARLIEST DUEDATE (EDD) เป็นการจัดลำดับเพื่อให้เวลาส่งไม่ทันกำหนด (TARDINESS) มีค่าน้อยที่สุด สามารถจัดลำดับงานได้โดยจัดลำดับงานที่มีค่าวันกำหนดส่งงานเร็วที่สุดเป็นงานเริ่มต้นก่อน ดังนี้

$$d_1 \leq d_2 \leq \cdots d_n$$



รูปที่ 10 ลำดับการตัดสินใจด้วยกฎและหลักการต่างๆในระบบ

ตัวอย่างกฎที่ใช้ในระบบ

1. if no-change
   then use same sequence
   else proceed the following

แสดงอยู่ในโปรแกรมดังนี้

```
rule1:  if change = no and
           instruction1 = TEXT and
           display(TEXT)
        then no-change.
instruction1 = ['follow the same sequence until there are
some changes,',nl,nl].
```

- การผลิตยังใช้ตาม sequence เดิม ถ้าไม่มีการเปลี่ยนแปลงใดๆ

2. if there are defect boards to be reworked
   then sequence the reworked board
   else use same sequence,not to be reworked

ใช้ screen events ของ defect boards ที่มีผลต่อการพิจารณาลำดับการ rework มี rules ดังนี้

```
rule9: if defect-jobs = yes and
          defect-in-operation = G and
          defect-in-operation = any-else and
          instruction3 = TEXT and
```

display(TEXT)

then rework-jobs.

rule10: if defect-jobs = yes and

defect-in-operation = G and

kind-of-defect(G) = any-else and

instruction3 = TEXT and

display(TEXT) and

then rework-jobs.

- defects ที่เกิดขึ้นโดยมีเงื่อนไขต่อไปนี้ จะไม่นำมาพิจารณา sequence เนื่องจากไม่มีผลกระทบ

- เกิดใน operation ที่ระบุว่า any-else(ได้แก่ board cut,etching, profile)

- ประเภทของ defect ที่ระบุว่า any-else ใน operation นอกเหนือจากข้างต้น(เช่น open circuit,short circuit,rough solder เป็นต้น)

rule11: if defect-jobs = yes and

defect-in-operation = G and

kind-of-defect(G) = K and

not(kind-of-defect(G) = any-else) and

jobtype-rework(G) = J and

quantity-rework(G) = Q

then rework-jobs.

events ของ defect boards ที่มีผลต่อ sequence ก็ต่อเมื่ออยู่ภายใต้เงื่อนไขต่อไปนี้

- เกิดใน operation : drilling,pth,panel plating,dry film pattern plating,solder mask,gold plating,scl,component mark และ

- ประเภทของ defect ใน operation ข้างต้น :

drilling - extra hole
- hole undersize
- hole oversize

pth - pth failed

panel plating - copper nodule

dry film - small circuit

solder mask - pattern shift
- uncomplete ink
- underdevelop
- s/m peel off

gold plating - rough gold

scl - solder uneven

component mark - blur mark

3. if STRM-lt-7200(min)
then late(job).

4. if STRM-bt-7200(min)
then ok(job).

เป็น state identification rule หนึ่งโดยใช้ค่า SLACK TIME REMAINING (STRM) เป็นเกณฑ์เพื่อแยกสถานะ(status)ของชิ้นงานว่าเป็น late job หรือ ok job แสดงด้วย rules ต่างๆ ดังนี้

```
rule402: if bc-jobtype = A and
            bc-strm(A) = S and
            S < 7200.0
         then bc-job-status(A) = late.

rule403: if bc-jobtype = A and
            bc-strm(A) = S and
            S >= 7200.0
         then bc-job-status(A) = ok.

rule404: if drill-jobtype = A and
            drill-strm(A) = S and
            S < 7200.0
         then drill-job-status(A) = late.

rule405: if pth-jobtype = A and
            pth-strm(A) = S and
            S <= 7200.0
         then pth-job-status(A) = ok.
```

ในทำนองเดียวกัน ใน operation อื่นๆ มีลักษณะ rule เหมือนกับข้างต้น คือ ถ้างานมีค่า strm น้อยกว่า 7200 นาที งานนั้นอยู่ในชั้น late แต่ถ้างานมีค่า strm มากกว่าหรือเท่ากับ 7200 นาที งานนั้นจะอยู่ในชั้น ok

รายละเอียดของกฎทั้งหมดในระบบ แสดงอยู่ในภาคผนวก ค.

4.2.4 แผนการผลิตที่เหมาะสม (JOB PLANNING AND SEQUENCING)

จากการนำเอาข้อมูลทั้งหมดข้างต้น มาป้อนในส่วนของ DATABASE ซึ่งใช้เป็นทั้ง DYNAMIC DATABASE และ STATIC DATABASE ในโปรแกรมที่ให้ชื่อว่า PCB โดยเขียนด้วยโปรแกรม M1. จะได้ผลลัพธ์การจัดลำดับงาน หรือแผนการผลิตอย่างเหมาะสมในหน่วยผลิต เมื่อเสร็จสิ้นการโปรแกรม ในผลลัพธ์จะแสดงลำดับการผลิตชิ้นงาน(PRIORITY),จำนวนชิ้นงาน (QUANTITY),เวลาที่ใช้ในการผลิตของเครื่องจักร(MACHINE WORKING HOUR) ตลอดจนแนวทางปฏิบัติเมื่อเกิดปัญหากับชิ้นงานในแง่ของการจัดงาน

ผลลัพธ์ที่ได้จากการโปรแกรมในการศึกษาครั้งนี้ จะแสดงตามเวลา และเหตุการณ์ต่างๆที่เกิดขึ้น ซึ่งแสดงตามลำดับข้อมูลที่ได้มา ณ.ช่วงเวลาหนึ่ง และต่อไปนี้เป็นตัวอย่างของกรณีหนึ่งๆหรือเกิดเหตุการณ์ใดๆ

พิจารณาในสภาวะวิกฤต

- เกิดเหตุการณ์ความบกพร่องของชิ้นงาน : S/M peel off กับงาน d983g จำนวน 725 panels ในขบวนการ SOLDER MASK เมื่อเวลา 12.50 น. ของวันที่ 26 พฤศจิกายน 2533 จะได้แผนการผลิตดังตารางที่ 6 (ดูตารางข้อมูลในภาคผนวก ก.ประกอบ)

ขบวนการผลิต (process)	ลำดับงาน (priority)	ชิ้นงาน (jobtype)	จำนวน(แผ่น) (quantity)	เวลาที่ใช้ผลิต(ชม.) (processing time)
board cut	1.	d1333a	2364	14.184
drilling	1.	d802c	755	2.265
	2.	d1242a	385	1.925
	3.	d938i	1083	7.581
	4.	d1333a	1796	14.368
pth	1.	d983g	380	2.28
	2.	d1230a	158	0.948
	3.	d804g	1040	6.24
	4.	d937a	475	2.85
panel plating	1.	d1388b	650	3.90
	2.	d1398a	980	6.86
	3.	d1403a	1780	12.46

ตารางที่ 6 แผนการผลิตที่เหมาะสมในสภาวะวิกฤต

ขบวนการผลิต (process)	ลำดับงาน (priority)	ชื่องาน (jobtype)	จำนวน(แผ่น) (quantity)	เวลาที่ใช้ผลิต(ชม.) (processing time)
dry film	1.	d1388b	2095	8.38
	2.	d1403a	2467	9.868
pattern plating	1.	d1301c	1248	9.984
	2.	d1086h	819	5.733
	3.	d1345b	510	4.08
etching	1.	d1301c	2728	10.912
solder mask	1.	d983g	856	5.992
	2.	d1398a	2407	14.442
	3.	d1301c	642	4.494
remark: jobtype d983g quantity 725 panels have to be reworked after complete proceed d983g in sequence.				
gold plating	1.	d1265b	2378	21.402
scl	1.	d804g	4815	19.26
component mark	1.	d804g	4012	20.06
profile	1.	d1242a	2407	16.849
	2.	d937a	825	2.475

ตารางที่ 6 แผนการผลิตที่เหมาะสมในสภาวะวิกฤต (ต่อ)

4.2.5 ตัวอย่างการใช้งานของระบบ

จากการทำงานจริง เมื่อได้รับ MOR. เป็นข้อมูลนำเข้าขั้นต้น ซึ่งระบุถึงชนิดงาน, จำนวนและวันกำหนดส่ง โดยจำนวนชิ้นงานกำหนดเป็น UNIT แต่การผลิตจะกระทำอยู่ในรูปของ PANEL ดังนั้นต้องใช้ข้อมูลที่รวบรวมขึ้นมาใช้ คือ จำนวน UNIT ต่อ 1 PANEL เพื่อคำนวณหาจำนวน PANEL แล้วนำมาโปรแกรมในระบบ การผลิตชิ้นงานจะเริ่มตามแผนการผลิตที่กำหนดลำดับการผลิต (PRIORITY), ชนิดงานและจำนวนที่ต้องผลิตสำหรับข้อมูลต่างๆที่เก็บในหน่วยผลิตอยู่เสมอในระหว่างที่มีการผลิตได้แก่ ผลการผลิตซึ่งระบุชนิดและจำนวนที่ผลิตได้ในช่วงที่พิจารณาหรือเมื่อเกิดเหตุการณ์ใดๆ, เหตุการณ์ที่ทำให้เกิดการหยุดชะงักต่อการผลิต, เวลาหยุดและเริ่มผลิตใหม่อีกครั้ง, ความบกพร่องของชิ้นงานที่เกิดขึ้น ณ.เวลาหนึ่ง, ชนิดงานและจำนวนที่บกพร่อง รูปที่ 11 แสดงแบบฟอร์มสำหรับการเก็บข้อมูลดังกล่าว

การใช้ข้อมูลในระบบผู้เชี่ยวชาญจำเป็นต้องนำเอาข้อมูลที่เก็บจากหน่วยผลิตมาคำนวณหาจำนวนของชนิดงานที่อยู่ในหน่วยผลิตหรือระบบ (WORK-IN-PROCESS) โดยใช้ข้อมูลผลการผลิตของหน่วยผลิตต่างๆมาใช้เป็นชิ้นงานเข้า (INPUT) และชิ้นงานออก (OUTPUT) แล้วหาชิ้นงานที่เหลือ (BALANCE) ในหน่วยผลิตนั้นๆ ก็จะได้ชิ้นงานรอผลิตอยู่ (BUFFER) ในขณะเกิดเหตุการณ์ อันเป็นข้อมูลนำเข้าเพื่อหาแผนการผลิตที่เหมาะสม ดังแสดงในรูปที่ 12

ตัวอย่างต่อไปนี้ เป็นการใช้งานของระบบด้วยโปรแกรม M1 เมื่อเกิดเหตุการณ์ในหัวข้อ 4.2.4 ซึ่งเกิดอยู่ในขบวนการ CONSULTATION ของโปรแกรมนี้ ข้อมูลที่รวบรวม คือ รายละเอียดของชิ้นงาน และเวลาที่ใช้ผลิตของชิ้นงานในหน่วยผลิต และ ข้อมูลนำเข้า คือวันส่งสินค้าและชนิด, จำนวนงานในหน่วยผลิต เมื่อมีเหตุการณ์เกิดขึ้น ซึ่งจะต้องถูกป้อนใน DATABASE ของโปรแกรม เพื่อให้มีการใช้ข้อมูลอย่างอัตโนมัติ โดยไม่ต้องป้อนเข้าไปในการถาม และตอบระหว่างการโปรแกรม การป้อนข้อมูลภายในโปรแกรมจะต้องเรียกโปรแกรมชื่อ PCB ภายใต้การ LOAD โปรแกรม WORD STAR(WS) แล้วเลื่อนโปรแกรมไปยังส่วนท้าย ซึ่งเป็นส่วนของ DATABASE ข้อมูลของชนิดงานในหน่วยผลิตเมื่อมีเหตุการณ์เกิดขึ้น ได้แก่ ในหน่วยผลิต BOARD CUT มีงาน d1333a, DRILLING มีงาน d802c,d1242a,d1333a,d938i ให้ใส่ข้อมูลดังนี้

ACTUAL PRODUCTION OUTPUT

DATE : _____ BREAK KIND : _____

PROCESS: _____ BREAK TIME : _____ DURATION : ____

DEFECT TYPE/JOB : _____ /_____

DEFECT QUANTITY : _____

PR.NO.	QUANTITY		REMARK
	PANELxUNIT	AREA(SQ.FT)	
TOTAL			

รูปที่ 11 แบบฟอร์มการเก็บข้อมูลในหน่วยผลิต

WORK IN PROCESS			
DATE : _____ TIME : _____ PROCESS : _____			
PR.No.	INPUT	OUTPUT	BALANCE

รูปที่ 12 แบบฟอร์มหาชิ้นงานที่เหลือ (BALANCE) ในหน่วยผลิต

```
/* --------------- OPERATIONS-BUFFER-DATABASE ---------------- */

 board-cut-buffer = [d1333a].
 drilling-buffer = [d802c,d1242a,d1333a,d938i].
```

ข้อมูลของจำนวนงานในหน่วยผลิตเมื่อมีเหตุการณ์เกิดขึ้น :ในหน่วยผลิต BOARD CUT มีงาน d1333a 2364 PANEL,DRILLING มีงาน d802c 755 PANEL งาน d1242a 385 PANEL งาน d1333a 1796 PANEL และ งาน d938i 1083 PANEL ใส่ข้อมูลดังนี้

```
/* ------------ WORK-IN-PROCESS-QUANTITY-DATABASE ------------ */

bc-wip-quantity(d1333a) = 2364.

drill-wip-quantity(d802c) = 755.
drill-wip-quantity(d1242a) = 385.
drill-wip-quantity(d1333a) = 1796.
drill-wip-quantity(d938i) = 1083.
```

ข้อมูลต่อไป คือ วันกำหนดส่ง(DUEDATE)สินค้า : BOARD CUT งาน d1333a ส่งวันที่ 15,DRILLING งาน d802c ส่งวันที่ 14 งาน d1242a ส่งวันที่ 14 งาน d1333a ส่งวันที่ 15 และงาน d938i ส่งวันที่ 15 ใส่ข้อมูลดังนี้

```
/* --------------- JOBTYPES-DUEDATE-DATABASE ---------------- */

 bc-duedate(d1333a) = 15.

 drill-duedate(d802c) = 14.
 drill-duedate(d1242a) = 14.
```

```
drill-duedate(d1333a) = 15.
drill-duedate(d938i) = 15.
```

และข้อมูลสุดท้ายที่ต้องป้อน คือ เวลาที่ใช้ผลิตของชิ้นงานในหน่วยผลิต :BOARD CUT งาน d1333a ใช้เวลาผลิต 0.006 ชั่วโมงต่อ 1 PANEL ,DRILLING งาน d802c ใช้เวลาผลิต 0.003 ชั่วโมงต่อ 1 PANEL งาน d1242a ใช้เวลาผลิต 0.005 ชั่วโมงต่อ 1 PANEL งาน d1333a ใช้เวลาผลิต 0.008 ชั่วโมงต่อ 1 PANEL และ งาน d938i ใช้เวลาผลิต 0.007 ชั่วโมงต่อ 1 PANEL ใส่ข้อมูลในโปรแกรมดังนี้

```
/* ----------------- OPERATIONS-PROCESSING-TIME --------------- */

board-cut-processing-time(d1333a) = 0.006.

drilling-processing-time(d802c) = 0.003.
drilling-processing-time(d1242a) = 0.005.
drilling-processing-time(d1333a) = 0.008.
drilling-processing-time(d938i) = 0.007.
```

หลังจากป้อนข้อมูลในโปรแกรมข้างต้นแล้ว เริ่มทำการโปรแกรม (RUN) ข้อมูลที่ต้องป้อนระหว่างการโปรแกรมในกระบวนการ CONSULTATION ซึ่งเป็นการถามและตอบของผู้ใช้กับเครื่องคอมพิวเตอร์ คือ รายละเอียดของเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในระหว่างการผลิต เมื่อเริ่ม RUN โปรแกรม ในจอภาพจะปรากฏคำถามและข้อความดังต่อไปนี้

```
Are there any changes from last sequence consideration?
>> yes
```

คำถามหมายถึง มีการเปลี่ยนแปลงจากการพิจารณาลำดับการผลิตครั้งสุดท้ายหรือไม่? ใส่คำตอบว่า ใช่ ต่อจากนั้นจะแสดงข้อความเพื่อเตือนผู้ใช้ดังนี้

Please complete in these database input :

1. operations buffer jobtypes(include new MOR,as a list formal
2. work-in-process quantity(panels of jobtypes in buffer)
3. duedate considered of jobtypes(against present time)
4. operations processing time for jobtypes(hrs).

Do you input all databases ready?

>> yes

เป็นการเตือนให้ใส่ข้อมูลในโปรแกรมให้ครบก่อนหน้าการ RUN โปรแกรมนี้ และย้ำด้วยคำถาม ถ้าใส่เรียบร้อยแล้วก็ตอบว่า ใช่ แล้วจะถามต่อไปว่า

Are there any machine breakdown or absentism of operator(s)
that affects the machine(s) break?

>> no

คำถามนี้หมายถึง เกิดมีการหยุดของเครื่องจักรหรือการขาดคนงานซึ่งมีผลต่อการหยุดของเครื่องจักรหรือไม่?

ตอบว่า ไม่ใช่

Which operation occurs the defect board?

>> solder-mask

ถามว่า แผ่นบอร์ดเกิดความบกพร่องในหน่วยผลิตใด?

ตอบว่า หน่วยผลิต SOLDER MASK จะปรากฏคำถามต่อเนื่องจากคำถามนี้เพราะมีเหตุการณ์เกิดความบกพร่องของชิ้นงาน ว่า

What is the kind of defect board in solder-mask?

>> solder-mask-peel-off

ถามว่า ชนิดของความบกพร่องที่เกิดในหน่วยผลิต SOLDER MASK คืออะไร?

ตอบว่า ความบกพร่องคือ SOLDER MASK PEEL OFF

What kind of jobtypes have to reworked in solder-mask?

>> d983g

ถามอีกว่า งานใดที่ต้องทำ REWORK ในหน่วยผลิต SOLDER MASK?

ตอบว่า งาน d983g

How many panels of the rework boards?

>> 725

ถาม จำนวนแผ่นของ REWORK BOARD มีเท่าใด?

ตอบ 725 แผ่น

เมื่อถามและตอบเกี่ยวกับเหตุการณ์ความบกพร่องของงานแล้วจะถามคำถามย้ำว่ามีการเปลี่ยนแปลงใดอีกหรือไม่ คือ

Are there any other contigencies ie.changes in duedate, cancellation of jobs?

>> no

ตอบว่า ไม่มี

ก่อนที่เครื่องคอมพิวเตอร์จะทำการหาผลลัพธ์ จะมีคำถามสุดท้าย คือ

What is the date to be used as present time in the consideration?
>> 1.25

ถามว่า เวลาปัจจุบันที่นำมาพิจารณา ณ.เหตุการณ์นี้ คืออะไร?

ตอบว่า 1.25

เมื่อสิ้นคำตอบสุดท้าย จอภาพจะแสดงข้อความว่าให้คอย เนื่องจากอยู่ระหว่างการหาผลลัพธ์ ดังนี้

under proceeding... please wait...

หลังจากคอยประมาณ 15 วินาที ก็จะได้ผลลัพธ์ คือ แผนการผลิตที่เหมาะสมซึ่งแสดงดังต่อไปนี้

```
*******************************************
*  JOBTYPES SEQUENCE COMPUTATION RESULT   *
*******************************************
```

BOARD CUT JOBTYPES SEQUENCE:

list of late jobtype in board cut = []
list of ok jobtype in board cut = [d1333a]

priority	jobtype	quantity	processing-time
1	d1333a	2364	14.184

total board cut machine working hours = 14.184

DRILLING JOBTYPES SEQUENCE:

list of late jobtype in drilling = []

list of ok jobtypes ordered by EDD in drilling =

[d802c,d1242a,d938i,d1333a]

priority	jobtype	quantity	processing-time
1	d802c	755	2.265
2	d1242a	385	1.925
3	d938i	1083	7.581
4	d1333a	1796	14.368

total drilling machine working hours = 26.139

จอภาพจะแสดงผลออกมาทุกหน่วยผลิตจนถึง PROFILE ผลลัพธ์แสดงถึง list ของงานที่อยู่ในสถานะ late และสถานะ ok ต่อจากนั้นเป็นแผนการผลิตซึ่งแสดงลำดับการผลิตของชิ้นงาน จำนวนที่ต้องผลิตและเวลาที่ต้องใช้ผลิตแต่ละงานนั้น ดังตัวอย่างแผนที่ได้ในหน่วยผลิต DRILLING ลำดับที่ 1 คืองาน d802c จำนวน 755 PANEL ใช้เวลาในการผลิต 2.265 ชั่วโมง ลำดับที่ 2 คืองาน d1242a จำนวน 385 PANEL ใช้เวลา 1.925 ชั่วโมง ลำดับที่ 3 คืองาน d938i จำนวน 1083 PANEL ใช้เวลาผลิต 7.581 ชั่วโมง และ ลำดับสุดท้ายคืองาน d1333a จำนวน 1796 PANEL ใช้เวลาผลิต 14.368 ชั่วโมง รวมเวลาผลิตในหน่วยผลิตทั้งสิ้น 26.139 ชั่วโมง ส่วนลักษณะการโปรแกรมในเหตุการณ์นอกเหนือจากนี้แสดงในภาคผนวก ง