

## บทที่ 3

### การจัดสมดุลสายการประกอบ

งานวิจัยนี้ได้กล่าวถึงสภาพปัญหาที่เกิดขึ้นในโรงงาน คือ การผลิตสินค้าหลายรุ่นในสายการผลิตเดียวกันนั้น เมื่อมีการเปลี่ยนรุ่นเกิดขึ้นจะต้องมีการปรับเปลี่ยนจำนวนคนงาน และมีการย้ายเครื่องมืออุปกรณ์ที่ใช้ในการผลิต ทำให้เสียเวลาในการเปลี่ยนรุ่นอย่างมาก จากปัญหาดังกล่าว ในบทนี้จึงได้ทำการจัดสมดุลสายการประกอบแบบผลิตภัณฑ์เดียว เปรียบเทียบกับการจัดสมดุลสายการประกอบแบบหลายผลิตภัณฑ์ รวมทั้งเปรียบเทียบการจัดสมดุลสายการประกอบด้วยวิธี COMSOAL และวิธีการของโรงงาน

#### 3.1 การจัดสมดุลสายการประกอบด้วยวิธี COMSOAL

วิธี COMSOAL นี้อาศัยการสร้างแนวทางของคำตอบให้มากขึ้น จากการสุ่มเลือกงานที่จัดกลุ่มอย่างมีหลักเกณฑ์ จัดงานเข้าไปในสถานีงาน แล้วนำผลที่ได้จากการจัดสมดุลแต่ละกฎเกณฑ์มาเปรียบเทียบหาประสิทธิภาพ เพื่อให้ได้แนวทางในการจัดสมดุลที่มีประสิทธิภาพที่สุด

เนื่องจากชิ้นงานที่จะนำมาจัดสมดุลสายการประกอบนี้มีจำนวนมาก จึงได้จัดทำโปรแกรมคอมพิวเตอร์ขึ้นเพื่อความสะดวกและรวดเร็วโดยใช้ภาษา Visual Basic ซึ่งชุดคำสั่งของโปรแกรมนี้นี้แสดงไว้ในภาคผนวก ง ทั้งนี้ได้แสดงหลักการของวิธี COMSOAL พร้อมทั้งตัวอย่างการคำนวณของสายการประกอบแผ่นวงจร Function Key Board ของรุ่น L1 สำหรับ 9 ชิ้นงานแรก โดยรอบเวลาการผลิตเท่ากับ 10 วินาที ดังนี้

ขั้นที่ 1 สร้างรายการ A ซึ่งประกอบด้วยงานย่อยทุก ๆ งานที่ยังไม่ได้จัดให้อยู่ในสถานีใด และจำนวนงานที่ต้องทำทันทีก่อนหน้านั้น (Immediate Preceding Tasks)

ถ้าในรายการ A ไม่มีงานอยู่เลย แสดงว่าการจัดสายการผลิตเสร็จเรียบร้อยแล้ว

ตารางที่ 3.1 แสดงรายการ A สำหรับวิธี COMSOAL

ชั้นงาน	จำนวนงานที่ต้องทำก่อนหน้า	เวลาชั้นงาน (วินาที)
1	0	2.31
2	1	5.19
3	2	2.62
4	3	3.46
5	3	3.46
6	3	3.46
7	2	2.62
8	3	3.46
9	3	3.46

ขั้นที่ 2 สร้างรายการ B โดยเลือกงานที่ไม่มีงานทำก่อนหน้าจากรายการ A มาลงในรายการ B ดังนั้นรายการ B จึงเปรียบเสมือนการรวบรวมงานที่พร้อมที่จะจัดสายงานได้ไว้

ตารางที่ 3.2 แสดงรายการ B สำหรับวิธี COMSOAL

ชั้นงานที่ไม่มีงานทำก่อนหน้า
1

ขั้นที่ 3 เลือกงานจากรายการ B มาเพียงงานเดียว โดยวิธีสุ่ม (Random Selection) แบบมีกฎเกณฑ์ งานที่เลือกมานี้จะถือว่าเป็นงานที่จัดเข้าในสถานีทำงานอย่างถาวร และในการเลือกจะต้องตรวจดูเวลาที่เหลืออยู่ในสถานีทำงานกับงานที่เลือกนั้นด้วย ซึ่งงานที่เลือกเข้ามานั้นจะต้องใช้เวลาไม่เกินเวลาที่เหลืออยู่ ถ้าหากงานที่เลือกมาในครั้งแรกใช้เวลามากกว่าเวลาที่เหลืออยู่ก็ให้เลือกงานต่อไปที่มีอยู่ในรายการ B ซึ่งถ้าหากไม่มีงานที่ใช้เวลาน้อยกว่าหรือเท่ากับเวลาที่เหลืออยู่ ก็ให้เพิ่มสถานีทำงานใหม่ขึ้นอีกสถานีหนึ่งในลำดับต่อจากสถานีทำงานอันเดิม และมีเวลาเหลือสำหรับสถานีใหม่นี้เท่ากับรอบเวลาการผลิต หลังจากนั้นจึงกลับไปเริ่มต้นตอนที่ 4 ใหม่ โดยเลือกงานลงในสถานีทำงานใหม่นี้ งานที่ได้รับเลือกในขั้นตอนนี้จะใส่ลงในรายการ C ซึ่งในแต่ละครั้งจะมีการเลือกเพียงงานเดียวเท่านั้น

ขั้นที่ 4 ลบงานที่เลือกไว้ในรายการ C ออกจากรายการ A เนื่องจากงานนั้นได้ถูกกำหนดให้อยู่ในสถานีทำงานอย่างถาวรแล้ว ย้อนกลับไปขั้นตอนที่ 2

ตารางที่ 3.3 แสดงรายการ A สำหรับวิธี COMSOAL หลังจากขั้นตอนที่ 3 และ 4

ชั้นงาน	จำนวนงานที่ต้องทำก่อนหน้า
2	0
3	1
4	2
5	2
6	2
7	1
8	2
9	2

ตารางที่ 3.4 แสดงรายการ B สำหรับวิธี COMSOAL หลังจากขั้นตอนที่ 3 และ 4

ชั้นงานที่ไม่มีงานทำก่อนหน้า
2

ตารางที่ 3.5 แสดงคำตอบที่เป็นไปได้สำหรับวิธี COMSOAL

สถานีงาน	ชั้นงาน	เวลาชั้นงาน (วินาที)	เวลาของสถานีงาน (วินาที)
1	1	2.31	7.5
	2	5.19	
2	3	2.62	8.7
	7	2.62	
	4	3.46	
3	5	3.46	6.92
	6	3.46	
4	8	3.46	6.92
	9	3.46	

### 3.1.1 การจัดสมดุลสายการประกอบแบบผลิตภัณฑ์เดียวด้วยวิธี COMSOAL

การจัดสมดุลสายการผลิตแบบผลิตภัณฑ์เดียว เป็นการผลิตสินค้าให้ได้ครบตามจำนวนที่ต้องการที่ละรุ่น โดยมีการจัดสายการผลิตใหม่ทุกครั้งที่มีการเปลี่ยนรุ่น

ในการจัดสมดุลสายการผลิต ข้อมูลที่ต้องทราบมีดังต่อไปนี้

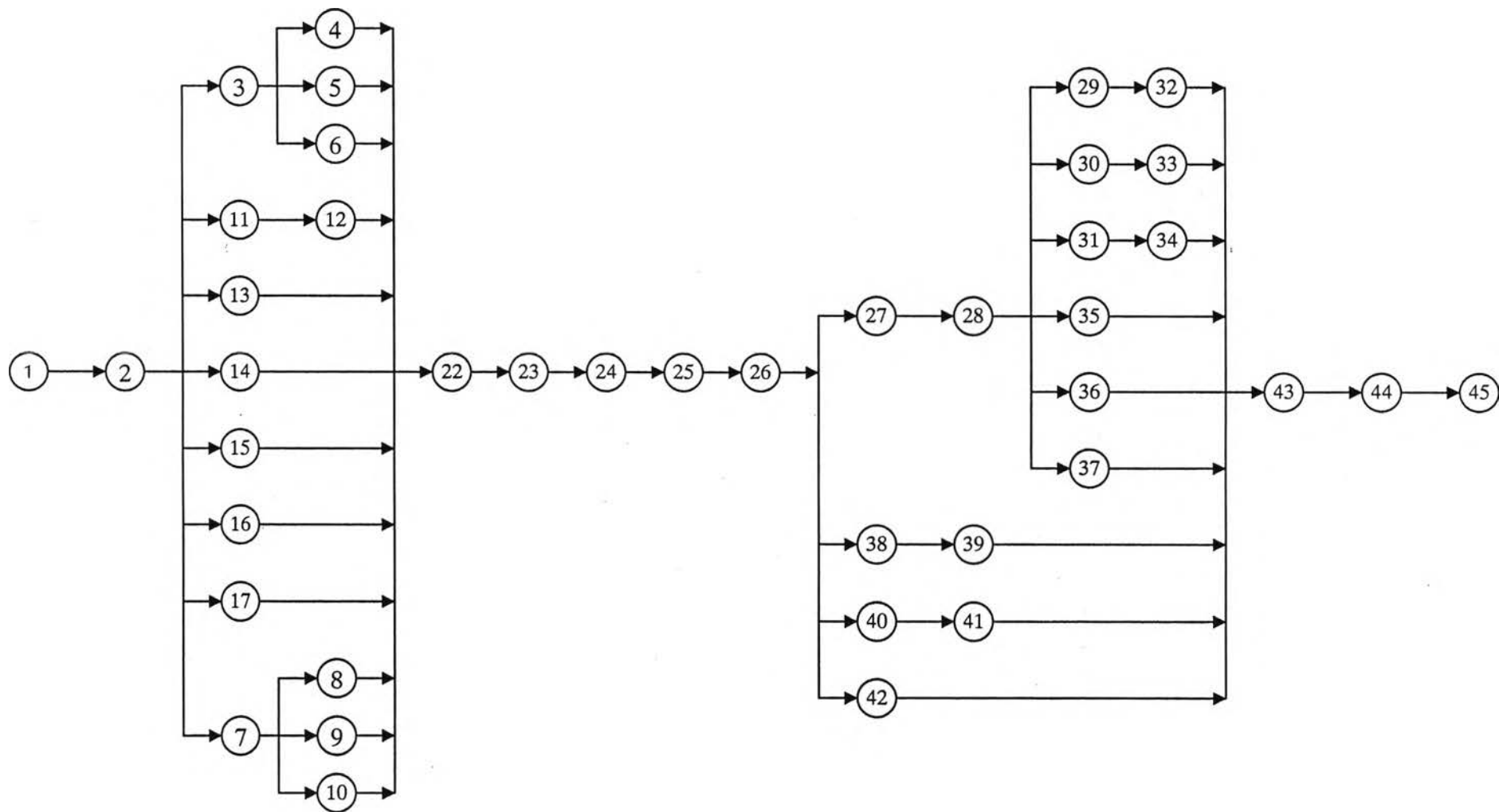
1. ข้อมูลแสดงขั้นตอนการทำงานต่าง ๆ ซึ่งจะบอกให้ทราบถึงลำดับการทำงาน ก่อนหลังของขั้นงานต่าง ๆ
2. เวลาที่ใช้ในแต่ละขั้นงาน (Work Element Time) ซึ่งควรเป็นเวลามาตรฐาน
3. อัตราการผลิตที่ต้องการ เพื่อนำไปใช้คำนวณหารอบเวลาการผลิตที่เหมาะสม

#### 3.1.1.1 แผนภาพลำดับการทำงานก่อนหลังของผลิตภัณฑ์

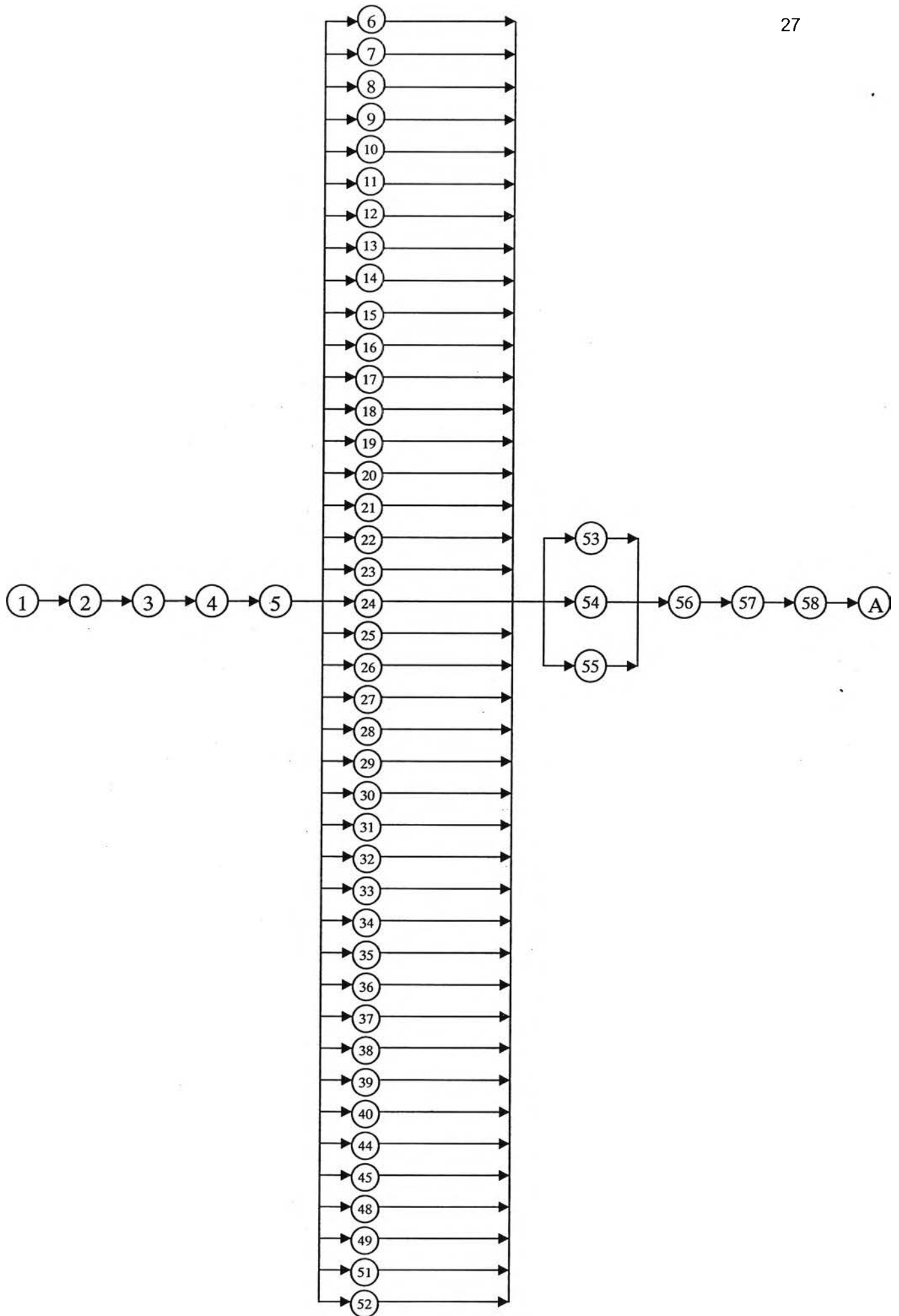
ผลิตภัณฑ์ที่ใช้ในการศึกษาได้แก่ จอแสดงภาพ แบบ TFT LCD 3 รุ่น ซึ่งจะเรียกเป็นรุ่น L1 รุ่น L2 และ รุ่น L3 และในการผลิตจอแสดงภาพแต่ละรุ่น จะต้องผ่านการผลิตใน 3 สายการประกอบ คือ สายการประกอบแผงวงจร Function Key Board สายการประกอบแผงวงจร Interface Board และสายการประกอบจอแสดงภาพ

หลังจากที่ได้รวบรวมข้อมูลขั้นตอนในการประกอบของแต่ละสายการประกอบแล้ว จึงทำการแบ่งขั้นตอนการประกอบให้เป็นขั้นงานย่อย ๆ สรุปได้ว่าในสายการประกอบแผงวงจร Function Key Board ของรุ่น L1 รุ่น L2 และ รุ่น L3 มีขั้นงานย่อยรวม 41, 45 และ 38 ขั้นงาน ตามลำดับ สายการประกอบแผงวงจร Interface Board ของรุ่น L1 รุ่น L2 และ รุ่น L3 มีขั้นงานย่อยรวม 75, 80 และ 75 ขั้นงาน ตามลำดับ และในสายการประกอบจอแสดงภาพของรุ่น L1 รุ่น L2 และ รุ่น L3 มีขั้นงานย่อยรวม 124, 122 และ 113 ขั้นงาน ตามลำดับ

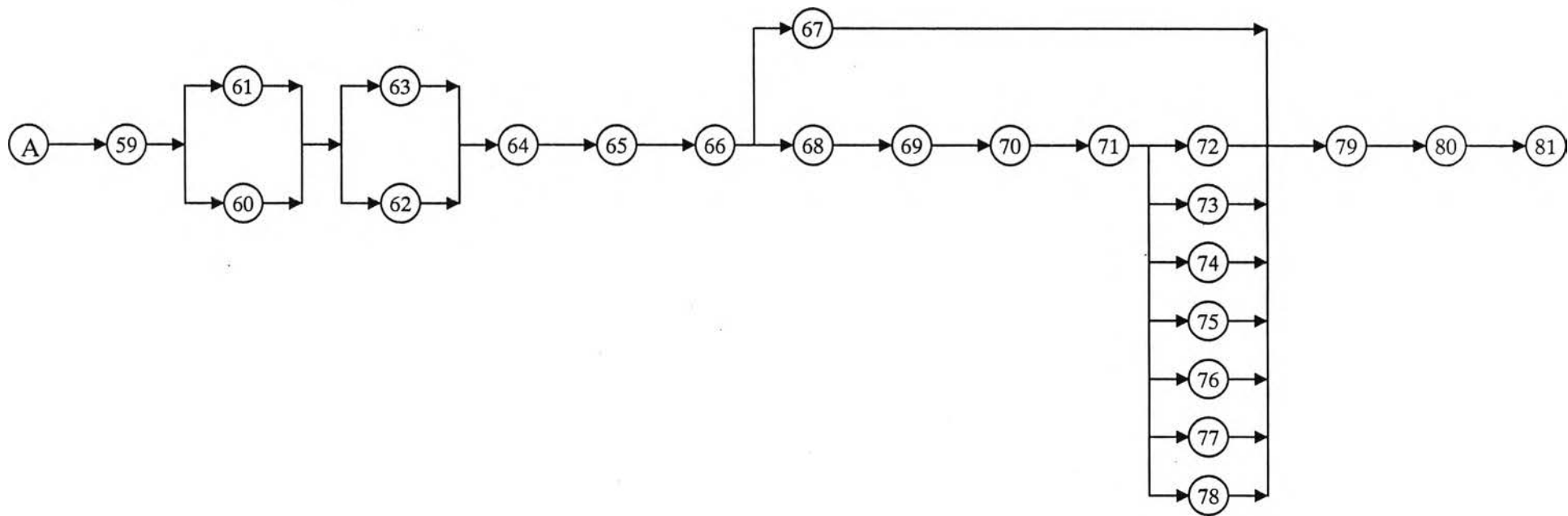
แผนภาพลำดับการทำงานก่อนหลังของขั้นงานการประกอบแผงวงจร Function Key Board การประกอบแผงวงจร Interface Board และการประกอบจอแสดงภาพ ของรุ่น L1 แสดงดังรูปที่ 3.1 รูปที่ 3.2 และ รูปที่ 3.3 ตามลำดับ สำหรับแผนภาพลำดับการทำงานก่อนหลังของรุ่น L2 และรุ่น L3 จะแสดงในภาคผนวก ข



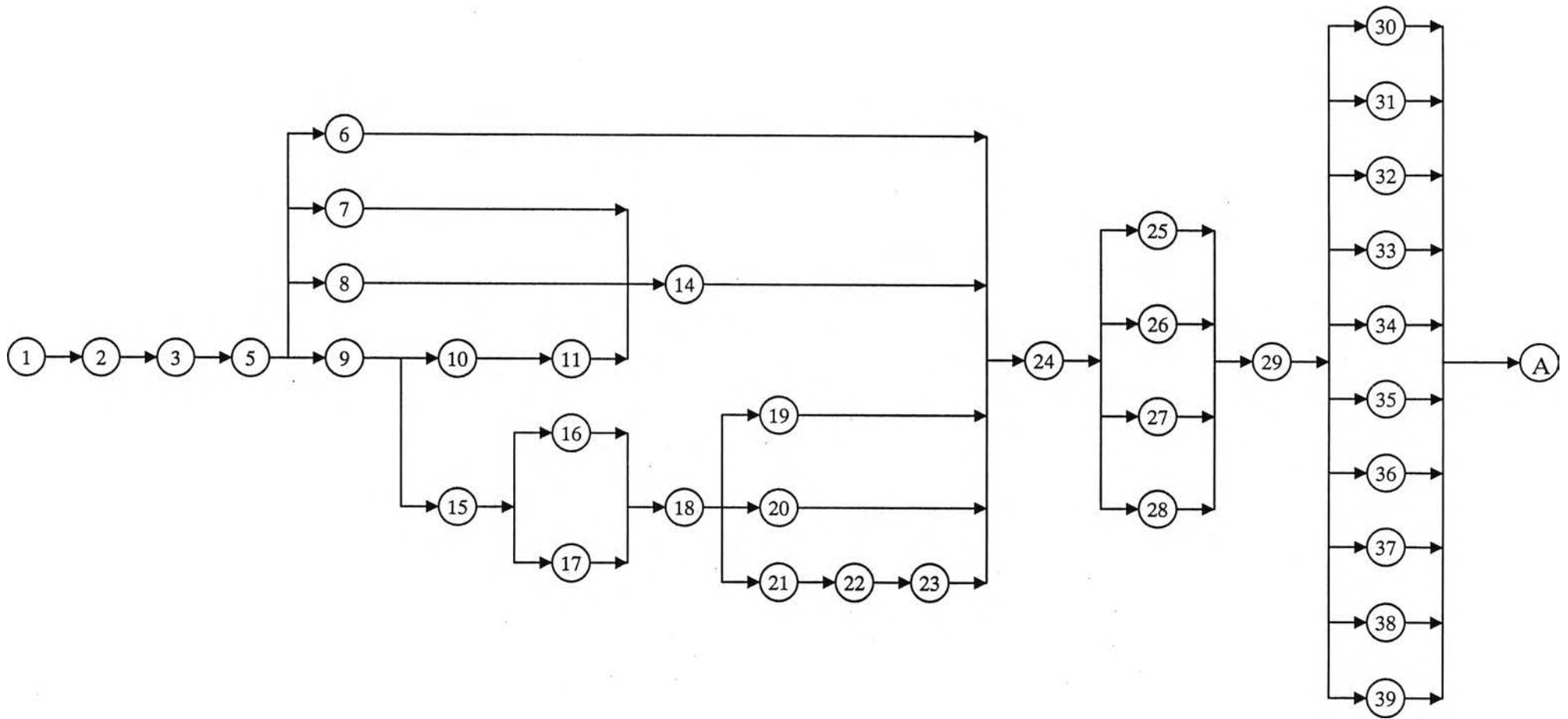
รูปที่ 3.1 แผนภาพลำดับการทำงานก่อนหลังของขั้นตอนการประกอบแผ่นวงจร Function Key Board ของรุ่น L1



รูปที่ 3.2 แผนภาพลำดับการทำงานก่อนหลังของขั้นตอนการประกอบแผ่นวงจร Interface Board ของรุ่น L1

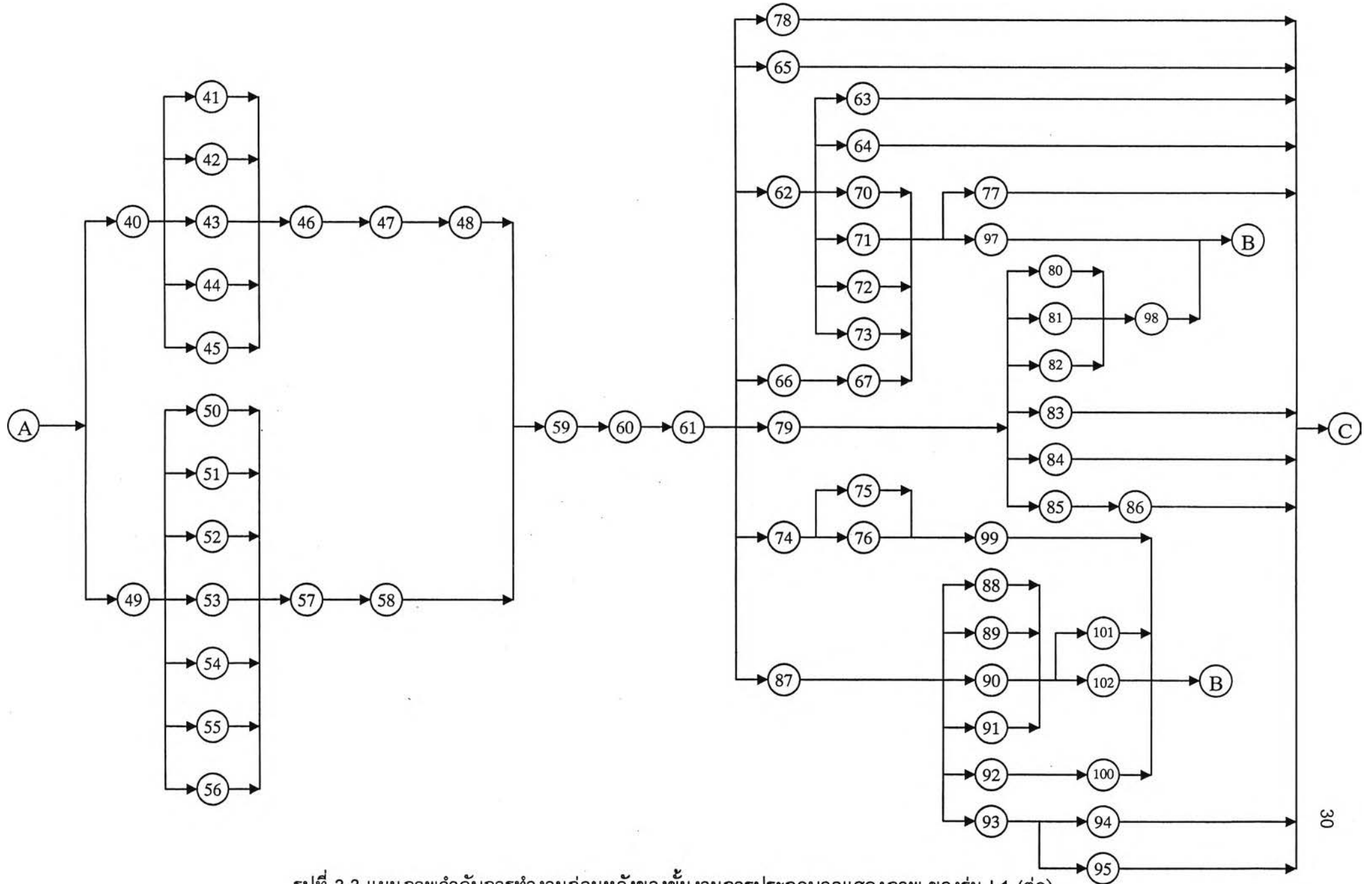


รูปที่ 3.2 แผนภาพลำดับการทำงานก่อนหลังของขั้นตอนการประกอบแผงวงจร Interface Board ของรุ่น L1 (ต่อ)

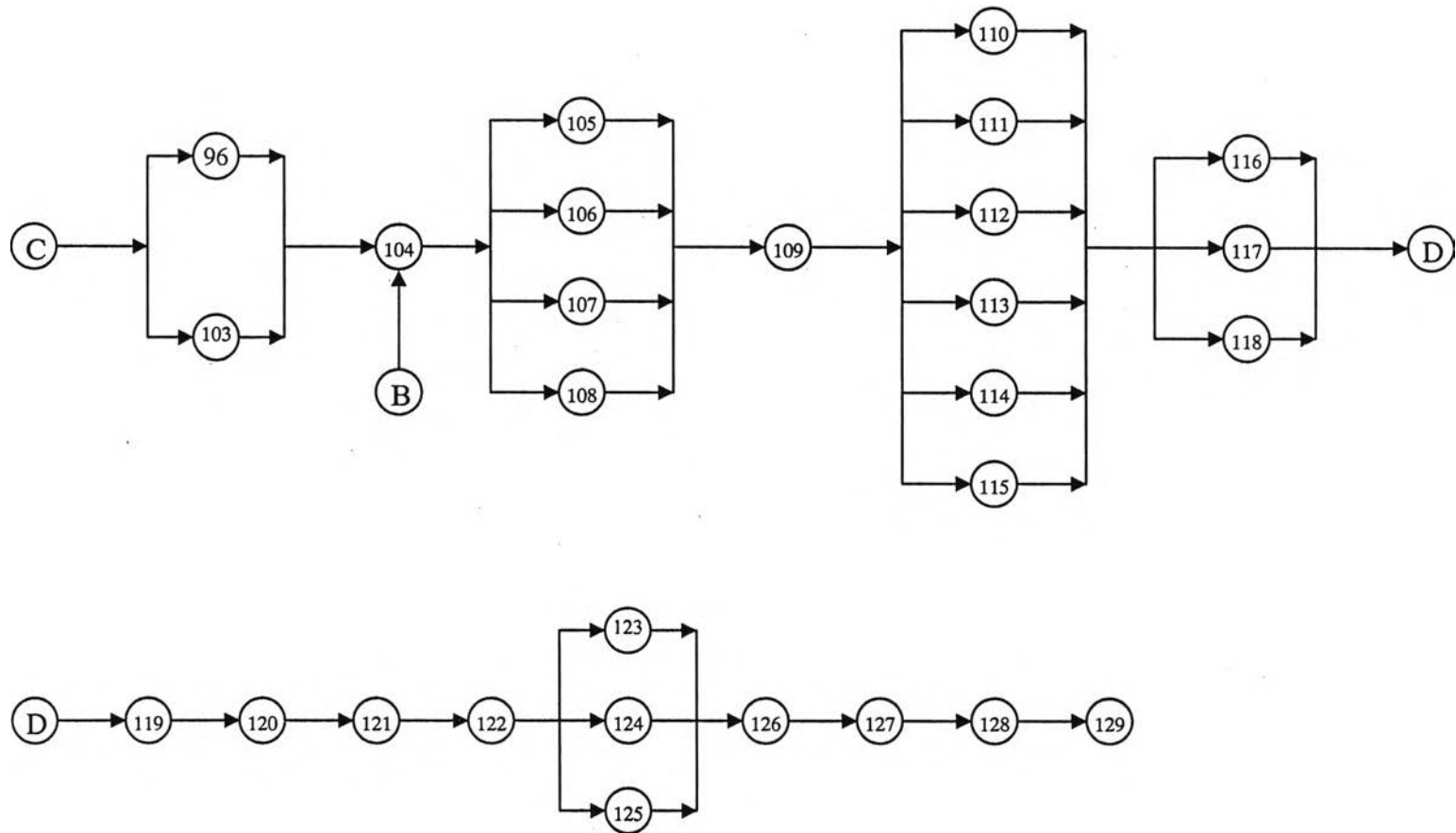


รูปที่ 3.3 แผนภาพลำดับการทำงานก่อนหลังของชิ้นงานการประกอบจอแสดงผลภาพ ของรุ่น L1





รูปที่ 3.3 แผนภาพลำดับการทำงานก่อนหลังของชั้นงานการประกอบจอแสดงผลภาพ ของรุ่น L1 (ต่อ)



รูปที่ 3.3 แผนภาพลำดับการทำงานก่อนหลังของชิ้นงานการประกอบจอแสดงภาพ ของรุ่น L1 (ต่อ)

### 3.1.1.2 ข้อมูลเวลาที่ใช้ในการทำงาน

เวลาแต่ละขั้นงานที่ใช้จะเป็นเวลามาตรฐานที่ได้คิดค่าเผื่อ 15 เปอร์เซ็นต์ แล้ว โดยเวลาที่ใช้ในการทำงานแต่ละขั้นงานสำหรับแต่ละรุ่นของการประกอบแผ่นวงจร Function Key Board แสดงดังตารางที่ 3.6 สำหรับเวลาแต่ละขั้นงานของการประกอบแผ่นวงจร Interface Board และการประกอบจอแสดงผลภาพ จะแสดงในภาคผนวก ค

ตารางที่ 3.6 เวลาขั้นงานในการประกอบแผ่นวงจร Function Key Board

ขั้นงานที่	รายชื่อขั้นงาน	เวลาขั้นงาน (วินาที)		
		รุ่น L1	รุ่น L2	รุ่น L3
1	หยิบแผ่น PCB ออกจากแมกกาซีน	2.31	2.31	2.31
2	ประกอบ PCB บนแคร์เรียล	5.19	5.19	5.19
3	ป้ายนำยาจุดที่หนึ่ง	2.62	2.62	2.62
4	ประกอบ Material	3.46	3.46	3.46
5	ประกอบ Material	3.46	3.46	3.46
6	ประกอบ Material	3.46	3.46	3.46
7	ป้ายนำยาจุดที่สอง	2.62	2.62	-
8	ประกอบ Material	3.46	3.46	-
9	ประกอบ Material	3.46	3.46	-
10	ประกอบ Material	3.46	3.46	-
11	ป้ายนำยาจุดที่สาม	2.62	2.62	2.62
12	ประกอบ Material	3.46	3.46	3.46
13	ประกอบ Material	2.14	2.14	2.14
14	ประกอบ Material	2.14	2.14	2.14
15	ประกอบ Material	2.14	2.14	2.14
16	ประกอบ Material	2.14	2.14	2.14
17	ประกอบ Material	2.14	2.14	2.14
18	ประกอบ Material	-	2.88	2.88
19	ประกอบ Material	-	2.88	-
20	ประกอบ Material	-	2.12	-
21	ประกอบ Material	-	2.12	-
22	วางฟิกเจอร์ครอบ Material	3.69	3.69	3.69

ตารางที่ 3.6 เวลาชิ้นงานในการประกอบแผ่นวงจร Function Key Board (ต่อ)

ชิ้นงานที่	รายชื่อชิ้นงาน	เวลาชิ้นงาน (วินาที)		
		รุ่น L1	รุ่น L2	รุ่น L3
23	ตรวจสอบการประกอบ Materials	7.33	7.33	7.33
24	ถอดฟีกเจอร์	2.30	2.30	2.30
25	ถอด PCB ออกจากแครี่เรียด	3.83	3.83	3.83
26	ลอกเทปออก	5.34	5.34	5.34
27	หักขอบแผ่น PCB	3.50	3.50	3.50
28	หักแผ่น PCB เป็น 3 ส่วน	3.78	3.78	3.78
29	ประกอบ Material ใน PCB ชุดที่ 1	7.45	7.45	7.45
30	ประกอบ Material ใน PCB ชุดที่ 2	7.45	7.45	7.45
31	ประกอบ Material ใน PCB ชุดที่ 3	7.45	7.45	7.45
32	บัดกรีใน PCB ชุดที่ 1	7.50	7.50	7.50
33	บัดกรีใน PCB ชุดที่ 2	7.50	7.50	7.50
34	บัดกรีใน PCB ชุดที่ 3	7.50	7.50	7.50
35	ตรวจสอบการบัดกรี ใน PCB ชุดที่ 1	3.32	3.32	3.32
36	ตรวจสอบการบัดกรี ใน PCB ชุดที่ 2	3.32	3.32	3.32
37	ตรวจสอบการบัดกรี ใน PCB ชุดที่ 3	3.32	3.32	3.32
38	ตรวจสอบงาน SMT	3.36	3.36	3.36
39	แสดมปีแผ่น PCB ที่ผ่านการตรวจสอบ	2.66	2.66	2.66
40	ตรวจสอบงาน SMT	3.36	3.36	3.36
41	แสดมปีแผ่น PCB ที่ผ่านการตรวจสอบ	2.66	2.66	2.66
42	ตรวจสอบสวิตซ์, LED และคอนเน็คเตอร์	3.40	3.40	3.40
43	ตรวจสอบความเรียบร้อยของ PCB	3.40	3.40	3.40
44	แสดมปีแผ่น PCB ที่ผ่านการตรวจสอบ	2.66	2.66	2.66
45	วางแผ่น PCB ลงในกล่อง	2.58	2.58	2.58

### 3.1.1.3 รอบเวลาการผลิต (Cycle Time)

รอบเวลาการผลิต เป็นค่าอัตราส่วนระหว่างเวลาที่ใช้ทำการผลิตและปริมาณการผลิต ซึ่งผลิตภัณฑ์ในรุ่นที่ทำการศึกษาในขณะที่ทำการเก็บข้อมูลนี้ยังไม่ได้มีการผลิตจริงในโรงงาน จึงได้ใช้จำนวนความต้องการของลูกค้าที่ทางฝ่ายขายได้ทำการพยากรณ์ขึ้นมาเป็นปริมาณการผลิต โดยปริมาณการผลิตจอบแสดงภาพ ของรุ่น L1 รุ่น L2 และรุ่น L3 แสดงดังตารางที่ 3.7

ตารางที่ 3.7 ปริมาณการผลิตจอบแสดงภาพต่อเดือน

รุ่น	ปริมาณการผลิตต่อเดือน
L1	9,000
L2	10,000
L3	12,000

สำหรับเวลาที่ใช้ทำการผลิตนั้น โรงงานนี้มีเวลาการทำงาน 9 ชั่วโมงหรือ 32,400 วินาที ต่อวัน และใน 1 เดือนทำงาน 25 วัน ในสายการประกอบแผ่นวงจร Function Key Board สายหนึ่งจะผลิตสินค้าจำนวน 9 รุ่น สายการประกอบแผ่นวงจร Interface Board ผลิตสินค้า 5 รุ่น และสายการประกอบจอบแสดงภาพผลิตจำนวน 3 รุ่น เวลาที่ใช้ทำการผลิตต่อเดือนสำหรับทั้ง 3 ผลิตภัณฑ์แสดงดังตารางที่ 3.8

ตารางที่ 3.8 เวลาที่ใช้ทำการผลิตต่อเดือน

ผลิตภัณฑ์	การคำนวณเวลาที่ใช้ทำการผลิต	เวลาที่ใช้ทำการผลิต (วินาที)
Function Key Board	$(25 \text{ วัน} * 32,400 \text{ วินาที}) / 9 \text{ รุ่น}$	90,000
Interface Board	$(25 \text{ วัน} * 32,400 \text{ วินาที}) / 5 \text{ รุ่น}$	162,000
จอบแสดงภาพ	$(25 \text{ วัน} * 32,400 \text{ วินาที}) / 3 \text{ รุ่น}$	270,000

จากข้อมูลปริมาณการผลิต และเวลาที่ใช้ทำการผลิต จะสามารถคำนวณหารอบเวลาการผลิตที่ใช้ในการจัดสมดุลสายการประกอบแผ่นวงจร Function Key Board สายการประกอบแผ่นวงจร Interface Board และสายการประกอบจอบแสดงภาพ ดังแสดงในตารางที่ 3.9

ตารางที่ 3.9 การคำนวณรอบเวลาการผลิต

รุ่น	ปริมาณการผลิตต่อเดือน (a)	Function Key Board		Interface Board		จอแสดงผลภาพ	
		เวลาที่ใช้ในการผลิต : วินาที (b)	รอบเวลาการผลิต : วินาที (b) / (a)	เวลาที่ใช้ในการผลิต : วินาที (c)	รอบเวลาการผลิต : วินาที (c) / (a)	เวลาที่ใช้ในการผลิต : วินาที (d)	รอบเวลาการผลิต : วินาที (d) / (a)
L1	9,000	90,000	10	162,000	18	270,000	30
L2	10,000	90,000	9	162,000	16.2	270,000	27
L3	12,000	90,000	7.5	162,000	13.5	270,000	22.5

### 3.1.1.4 ผลการจัดสมดุลสายการประกอบแบบผลิตภัณฑ์เดียวด้วยวิธีCOMSOAL

หลังจากจัดเตรียมข้อมูลต่าง ๆ แล้ว จึงทำการจัดสมดุลสายการประกอบแบบผลิตภัณฑ์เดียวด้วยวิธี COMSOAL โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่จัดทำขึ้น และนำผลการจัดสมดุลสายการประกอบที่ได้มาทำการปรับปรุงอีกครั้ง ด้วยการนำวิธี Trade and Transfer (Ponnambalam, Aravindan และ Naidu, 1999) มาใช้ แล้วนำผลการปรับปรุงที่ได้มาทำการปรับปรุงอีกครั้งหนึ่ง เพื่อให้ได้ผลการจัดสมดุลสายการประกอบที่มีประสิทธิภาพสูงสุด

หลักการของวิธี Trade and Transfer คือ พยายามทำให้สถานีนางานทุก ๆ สถานีมีเวลาร่างงานที่ใกล้เคียงกัน เนื่องจากการกระจายงานจากสถานีนางานที่มีเวลางานรวมของสถานีมาก ไปสู่สถานีนางานที่มีเวลางานรวมของสถานีน้อย ซึ่งขั้นตอนของวิธี Trade and Transfer มีดังนี้

1. พิจารณาสถานีนางานที่มีเวลาของสถานีนางานมากที่สุด และสถานีนางานที่มีเวลาของสถานีนางานน้อยที่สุด จากผลการจัดสมดุลสายการผลิตในครั้งแรก
2. คำนวณค่า GOAL ซึ่งได้จากการนำค่าผลต่างระหว่างเวลาสถานีนางานที่มากที่สุดกับเวลาสถานีนางานที่น้อยที่สุด แล้วหารด้วยสอง
3. พิจารณาชิ้นงานทั้งหมดในสถานีนางานที่มีเวลาของสถานีนางานมากที่สุด ที่มีเวลาชิ้นงานน้อยกว่าสองเท่าของค่า GOAL และไม่ขัดกับลำดับการทำงานก่อนหลัง หากว่าชิ้นงานนั้นถูกย้ายไปอยู่ในสถานีนางานที่มีเวลาของสถานีนางานน้อยที่สุด
4. เวลาที่ลดลงของสถานีนางานที่มีเวลาของสถานีนางานมากที่สุด และเวลาที่เพิ่มขึ้นของสถานีนางานที่มีเวลาของสถานีนางานน้อยที่สุด จะต้องน้อยกว่าสองเท่าของค่า GOAL

5. หากมีชั้นงานหลายชั้นงานที่สามารถถูกย้ายได้ ให้เลือกชั้นงานที่มีค่าผลต่างระหว่างค่า GOAL กับค่าเวลาชั้นงานนั้นที่น้อยที่สุด
6. ในกรณีที่วิธี Trade and Transfer ไม่สามารถนำมาใช้ได้ตามขั้นตอนดังที่ผ่าน มา ให้ลองใหม่โดยการเรียงสถานีนงานจากสถานีนงานที่มีเวลาว่างงานมากที่สุด ไปสู่สถานีนงานที่มีเวลาว่างงานน้อยที่สุด
7. ถ้าหากว่าวิธี Trade and Transfer ยังคงใช้ไม่ได้ ให้ทำตามขั้นตอนข้างต้นใหม่ โดยที่ไม่ต้องพิจารณาถึงข้อจำกัดในเรื่องค่า GOAL ทั้งนี้การใช้วิธี Trade and Transfer จะต้องไม่ทำให้เวลาของสถานีนงานใด ๆ เพิ่มขึ้นเกินกว่ารอบเวลาการผลิตเดิม

ในการปรับปรุงผลการจัดสมดุลสายการประกอบ ได้แสดงตัวอย่างของวิธีการปรับปรุงของสายการประกอบแผ่นวงจร Function Key Board ของรุ่น L1 ดังนี้

ตารางที่ 3.10 ตัวอย่างผลการจัดสมดุลสายการประกอบแผ่นวงจร Function Key Board ด้วยวิธี COMSOAL ก่อนการปรับปรุง

สถานีนงานที่	ชั้นงานใน สถานีนงาน	เวลาของสถานีนงาน (วินาที)	เวลาว่างงาน (วินาที)
1	1,2 ,17	9.64	0
2	13,14,15,16	8.56	1.08
3	3,7,11	7.86	1.78
4	10,12	6.92	2.72
5	8,9	6.92	2.72
6	5,6	6.92	2.72
7	4,22	7.15	2.49
8	23	7.33	2.31

จากตารางที่ 3.10 เมื่อมีการนำวิธี Trade and Transfer มาใช้ในการปรับปรุงผลการจัดสมดุลสายการประกอบ สามารถแสดงเป็นขั้นตอนดังนี้

1. สถานีนงานที่มีเวลาของสถานีนงานมากที่สุดได้แก่ สถานีนงานที่ 1 และสถานีนงานที่มีเวลาของสถานีนงานน้อยที่สุดได้แก่ สถานีนงานที่ 4 สถานีนงานที่ 5 และสถานีนงานที่ 6
2. ค่า GOAL =  $(9.64 - 6.92) / 2 = 1.36$

3. เมื่อพิจารณาชั้นงานทั้งหมดที่อยู่ในสถานีงานที่ 1 โดยชั้นงาน 1 มีเวลาชั้นงานเท่ากับ 2.31 วินาที ชั้นงาน 2 มีเวลาชั้นงานเท่ากับ 5.19 วินาที และชั้นงาน 17 มีเวลาชั้นงานเท่ากับ 2.14 วินาที พบว่าชั้นงาน 17 มีเวลาชั้นงานน้อยกว่าสองเท่าของค่า GOAL หรือ 2.72 วินาที และไม่ขัดกับลำดับการทำงานก่อนหลังหากถูกย้ายไปที่สถานีงานที่ 4 สถานีงานที่ 5 หรือสถานีงานที่ 6
4. ทำการย้ายชั้นงาน 17 จากสถานีงานที่ 1 ไปที่สถานีงานที่ 4 ทั้งนี้เวลาของสถานีงานที่ 1 ที่ลดลง และเวลาของสถานีงานที่ 4 ที่เพิ่มขึ้นเท่ากับ 2.14 วินาที ซึ่งไม่เกินสองเท่าของค่า GOAL หรือ 2.72 วินาที โดยตัวอย่างผลการจัดสมดุลสายการประกอบหลังการปรับปรุงแล้วแสดงดังตารางที่ 3.11 ซึ่งจะเห็นว่าเวลาว่างงานมีความใกล้เคียงกันมากขึ้น

ตารางที่ 3.11 ตัวอย่างผลการจัดสมดุลสายการประกอบแผ่นวงจร Function Key Board ด้วยวิธี COMSOAL หลังการปรับปรุง

สถานีงานที่	ชั้นงานในสถานีงาน	เวลาของสถานีงาน (วินาที)	เวลาว่างงาน (วินาที)
1	1,2	7.50	1.56
2	13,14,15,16	8.56	0.5
3	3,7,11	7.86	1.2
4	10,12,17	9.06	0
5	8,9	6.92	2.14
6	5,6	6.92	2.14
7	4,22	7.15	1.91
8	23	7.33	1.73

ผลการจัดสมดุลสายการประกอบแผ่นวงจร Function Key Board สายการประกอบแผ่นวงจร Interface Board และสายการประกอบจอแสดงภาพ ของรุ่น L1 รุ่น L2 และรุ่น L3 ด้วยวิธี COMSOAL ที่มีการปรับปรุงผลแล้ว แสดงดังตารางที่ 3.12 ตารางที่ 3.13 และตารางที่ 3.14 ตามลำดับ



ตารางที่ 3.12 ผลการจัดสมดุลสายการประกอบแผ่นวงจร Function Key Board ด้วยวิธี

## COMSOAL

สถานีงาน ที่	รุ่น L1		รุ่น L2		รุ่น L3	
	ชั้นงานใน สถานีงาน	เวลาของ สถานีงาน (วินาที)	ชั้นงานใน สถานีงาน	เวลาของ สถานีงาน (วินาที)	ชั้นงานใน สถานีงาน	เวลาของ สถานีงาน (วินาที)
1	1,2	7.50	1,2	7.50	1,2	7.50
2	13,14,15,16	8.56	16,17,20,21	8.52	15,16,17	6.42
3	3,7,11	7.86	13,14,15	6.42	11,13,14	6.90
4	10,12,17	9.06	3,7,11	7.86	3,18	5.50
5	8,9	6.92	18,19	5.76	6,12	6.92
6	5,6	6.92	10,12	6.92	4,5	6.92
7	4,22	7.15	8,9	6.92	22	3.69
8	23	7.33	5,6	6.92	23	7.33
9	24,25	6.13	4,22	7.15	24,25	6.13
10	26,40	8.70	23	7.33	26	5.34
11	38,39,41	8.68	24,25	6.13	38,39	6.02
12	27,42	6.90	26,40	8.70	40,42	6.76
13	28,37	7.10	38,39,41	8.68	27,41	6.16
14	35,36	6.64	27,42	6.90	28,37	7.10
15	30	7.45	28,37	7.10	35,36	6.64
16	29	7.45	35,36	6.64	31	7.45
17	31	7.45	30	7.45	30	7.45
18	32	7.50	29	7.45	29	7.45
19	33	7.50	31	7.45	34	7.50
20	34	7.50	32	7.50	33	7.50
21	43,44,45	8.64	33	7.50	32	7.50
22	-	-	34	7.50	43,44	6.06
23	-	-	43,44,45	8.64	45	2.58
%เวลาว่างงาน (Idle Time)		16.46 %	15.77 %		13.73 %	
ประสิทธิภาพสายงาน		83.54 %	84.23 %		86.27 %	

ตารางที่ 3.13 ผลการจัดสมดุลสายการประกอบแผ่นวงจร Interface Board ด้วยวิธี COMSOAL

สถานีงาน ที่	รุ่น L1		รุ่น L2		รุ่น L3	
	ชั้นงานใน สถานีงาน	เวลาของ สถานีงาน (วินาที)	ชั้นงานใน สถานีงาน	เวลาของ สถานีงาน (วินาที)	ชั้นงานใน สถานีงาน	เวลาของ สถานีงาน (วินาที)
1	1,2,3,4,5	17.13	1,2,3,4	11.94	1,2,3,5	13.01
2	37,38,39,40, 44,45,51,52	17.00	5,37,38,39,5 1,52	15.75	37,38,39,40, 51,52	12.68
3	20,21,22,33, 34,35,36	16.32	33,40,41,42, 43,46,47	14.96	41,42,43,45, 46,47	12.84
4	7,17,18,19,2 3,24,25	17.92	21,22,34,35, 36,44,45	15.92	33,34,35,36, 44	10.8
5	8,16,26,27,3 0,31,32	17.92	7,19,20,23,2 4,25	15.36	7,19,20,22, 23	12.80
6	11,12,13,14, 15,28,29	17.92	8,17,18,26,2 7,28	15.36	8,18,24,25, 26	12.80
7	6,9,10,48,49	16.74	9,16,29,30,3 1,32	15.36	9,17,27,31, 32	12.80
8	53,54,55,56	15.66	10,11,12,13, 14,15	15.36	15,16,28,29, 30	12.80
9	57,58,59	11.45	6,48,49,50	16.15	10,11,12,13, 14	12.80
10	60	16.79	53,54,55,56	15.66	6,48,49	11.62
11	61	16.79	57,58,59	11.45	21,53,54,55	10.12
12	62,63,64	15.23	60	15.18	56	8.10
13	65,66	16.31	61	15.18	57,58,59	11.45
14	67,68,69	13.46	62,63,64	15.23	60	11.60
15	70	15.53	66	12.08	61	11.60
16	71,76,77,78	14.26	67,68,69	13.46	62,63	10.15
17	72,73,74,75	15.32	70	15.53	64	5.08
18	79,80,81	10.59	71,76,77,78	14.26	66	12.08
19	-	-	72,73,74,75	15.32	67,71,78	10.82
20	-	-	79,80,81	10.59	75,76,77	11.49
21	-	-	-	-	72,73,74	11.49
22	-	-	-	-	79,80,81	10.59
% เวลาว่างงาน (Idle Time)		12.47 %	10.19 %		12.82 %	
ประสิทธิภาพสายงาน		87.53 %	89.81 %		87.18 %	

ตารางที่ 3.14 ผลการจัดสมดุลสายการประกอบจอแสดงภาพด้วยวิธี COMSOAL

สถานี งานที่	รุ่น L1		รุ่น L2		รุ่น L3	
	ชิ้นงานในสถานีงาน	เวลาของ สถานี งาน (วินาที)	ชิ้นงานในสถานีงาน	เวลาของ สถานี งาน (วินาที)	ชิ้นงานในสถานีงาน	เวลาของ สถานีงาน (วินาที)
1	1,2,3,5,8,9	24.87	1,2,3,4,5	24.07	1,2,3,4	20.50
2	10,11,15,16,17,18,20	25.59	7,9,10,11,15,16,17	26.03	5,7,8,9,10,11	20.00
3	6,7,14,19,21,22	24.96	8,12,13,14,18,19,20	24.75	12,13,15,16,17	21.22
4	23,24,27,28	26.58	21,22,23	24.71	14,18,19,20,21	20.85
5	25,26,29,30,31,32	28.59	24,25,26,27,28	20.21	22,23,24	21.88
6	33,34,35,36,37,38,39,49	27.99	29,35,36,37,38,39	26.43	25,26,27,28	15.32
7	40,41,51,52,53,54,55,56	27.42	30,31,32,33,34,49,52	25.78	29,30,38,39	19.85
8	42,43,44,45,46,47,48,50	29.63	40,42,43,44,45,50,51	25.75	32,33,34,35,36,37	21.90
9	57,58,59,60,61,62	29.33	41,46,47,48,57,58	24.53	31,49,51,52,53,54	20.33
10	65,66,67,74,75,76,78,99	29.45	59,60,61,74,75,76	23.69	40,42,43,44,45,50	22.46
11	79,81,82,83,84,85,86	27.65	62,66,67,68,69,99	26.15	41,46,47,48,57	20.70
12	63,64,71,72,73,80,98	25.81	63,64,70,71,72,73,97	25.81	58,59,60,61,65	20.83
13	70,77,87,88,93,95,97	27.87	87,92,93,94,95,100	23.45	66,74,75,76,78,99	21.99
14	89,90,91,92,94,96,100, 103	28.05	88,89,90,91,101,102	21.78	62,63,64,72,73	21.20
15	101,102,104,105,106	28.15	79,80,81,82,83,98	24.50	67,68,69,70,71,97	22.38
16	107,108,109,110,111, 112,113	28.63	78,84,85,86,96,103	19.96	79,83,84,85,86	19.99
17	114,115,116,117,118, 119	28.82	104,106,107	21.69	80,81,82,96,98,103	21.18
18	120	29.90	105,108,109,110,111	20.97	104,105,106	21.69
19	121	29.67	112,113,114,115,118	18.30	107,108,109,110, 111	20.97
20	122	29.90	116,117,119	18.18	112,113,114,115	15.32
21	123,124,125,126	21.87	120	26.68	116,117,118,119	21.16
22	127,128,129	21.29	121	26.22	120	21.85
23	-	-	122	26.22	121	21.51
24	-	-	123,124,125,126	21.87	122	21.85
25	-	-	127,128,129	21.29	123,124,125,126	21.87
26	-	-	-	-	127,128,129	21.29
% เวลาว่างงาน (Idle Time)		8.48 %	11.69 %		7.51 %	
ประสิทธิภาพสายงาน		91.52 %	88.31 %		92.49 %	

จากการจัดสมดุลสายการประกอบทั้งสาม ได้ผลว่าสายการประกอบแผ่นวงจร Function Key Board ต้องใช้สถานีงานสำหรับการประกอบแผ่นวงจร Function Key Board รุ่น L1 รุ่น L2 และรุ่น L3 เท่ากับ 21 สถานี 23 สถานี และ 23 สถานีตามลำดับ ซึ่งใน 1 สถานีงาน จะใช้คนงาน 1 คน ทั้งนี้โรงงานจะต้องเตรียมคนงานไว้ที่จำนวนคนงานที่มากที่สุด ดังนั้นโรงงานจะต้องใช้คนงานจำนวน 23 คนสำหรับการประกอบแผ่นวงจร Function Key Board

สำหรับสายการประกอบแผ่นวงจร Interface Board ต้องใช้สถานีงานสำหรับการประกอบแผ่นวงจร Interface Board รุ่น L1 รุ่น L2 และรุ่น L3 เท่ากับ 18 สถานี 20 สถานี และ 22 สถานีตามลำดับ ซึ่งใน 1 สถานีงาน ใช้คนงาน 1 คน ดังนั้นโรงงานต้องเตรียมคนงานไว้เท่ากับจำนวนคนงานที่มากที่สุด ได้แก่ คนงาน 22 คน

สายการประกอบจอแสดงผลภาพต้องใช้สถานีงานสำหรับการประกอบจอแสดงผลภาพ รุ่น L1 รุ่น L2 และรุ่น L3 เท่ากับ 22 สถานี 25 สถานี และ 26 สถานีตามลำดับ ซึ่งใน 1 สถานีงาน ใช้คนงาน 1 คน ดังนั้นโรงงานต้องเตรียมคนงานไว้เท่ากับจำนวนคนงานที่มากที่สุด ได้แก่ 26 คน

เมื่อทำการคิดรวมของทั้ง 3 สายการประกอบ พบว่าในการผลิตจอแสดงผลภาพ (LCD) ทั้ง 3 รุ่น ซึ่งต้องผ่านการประกอบจากทั้ง 3 สายการประกอบนั้น สายการประกอบแผ่นวงจร Function Key Board ต้องใช้สถานีงาน 23 สถานี สายการประกอบแผ่นวงจร Interface Board ใช้สถานีงาน 22 สถานี และสายการประกอบจอแสดงผลภาพใช้สถานีงาน 26 สถานี รวมจำนวนสถานีงานทั้งหมด 71 สถานี ดังนั้นทางโรงงานจะต้องเตรียมคนงานไว้รวมทั้งสิ้น 71 คน สำหรับการผลิตจอแสดงผลภาพ (LCD) ทั้ง 3 รุ่นนี้

### **3.1.2 การจัดสมดุลสายการประกอบแบบหลายผลิตภัณฑ์ด้วยวิธี COMSOAL**

การจัดสมดุลสายการผลิตแบบหลายผลิตภัณฑ์ เป็นการจัดสายการผลิตให้สามารถทำการผลิตสินค้าได้หลายชนิดพร้อมกันบนสายการผลิตเดียว โดยไม่ต้องมีการปรับเปลี่ยนจำนวนคนงาน และไม่ต้องมีการเคลื่อนย้ายอุปกรณ์ที่ใช้ในการผลิต

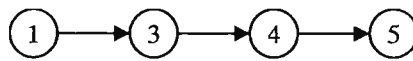
#### **3.1.2.1 แผนภาพลำดับการทำงานก่อนหลังรวมทุกรุ่น**

แผนภาพลำดับการทำงานก่อนหลังรวมของทุกรุ่น (Overall Precedence Diagram) เป็นการรวมลำดับขั้นตอนการทำงานที่แต่ละรุ่น (Each Precedence Diagram) ต้องทำเข้าไว้ด้วยกัน โดยนำเอาการปฏิบัติงานที่เหมือนกันมารวมเป็นหนึ่งเดียวกัน สำหรับชั้นงานที่ต่างกัน

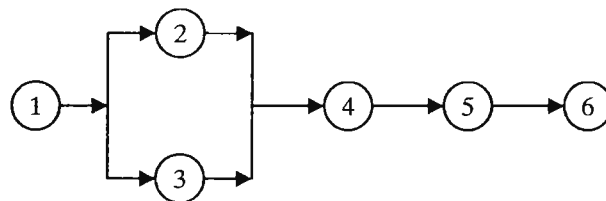
นำมารวมกันโดยต้องไม่ขัดกับลำดับการทำงานก่อนหลังเดิม ตัวอย่างการรวมกันของลำดับการทำงานก่อนหลังแสดงดังนี้



รูปที่ 3.4 แผนภาพลำดับการทำงานก่อนหลังของผลิตภัณฑ์ A



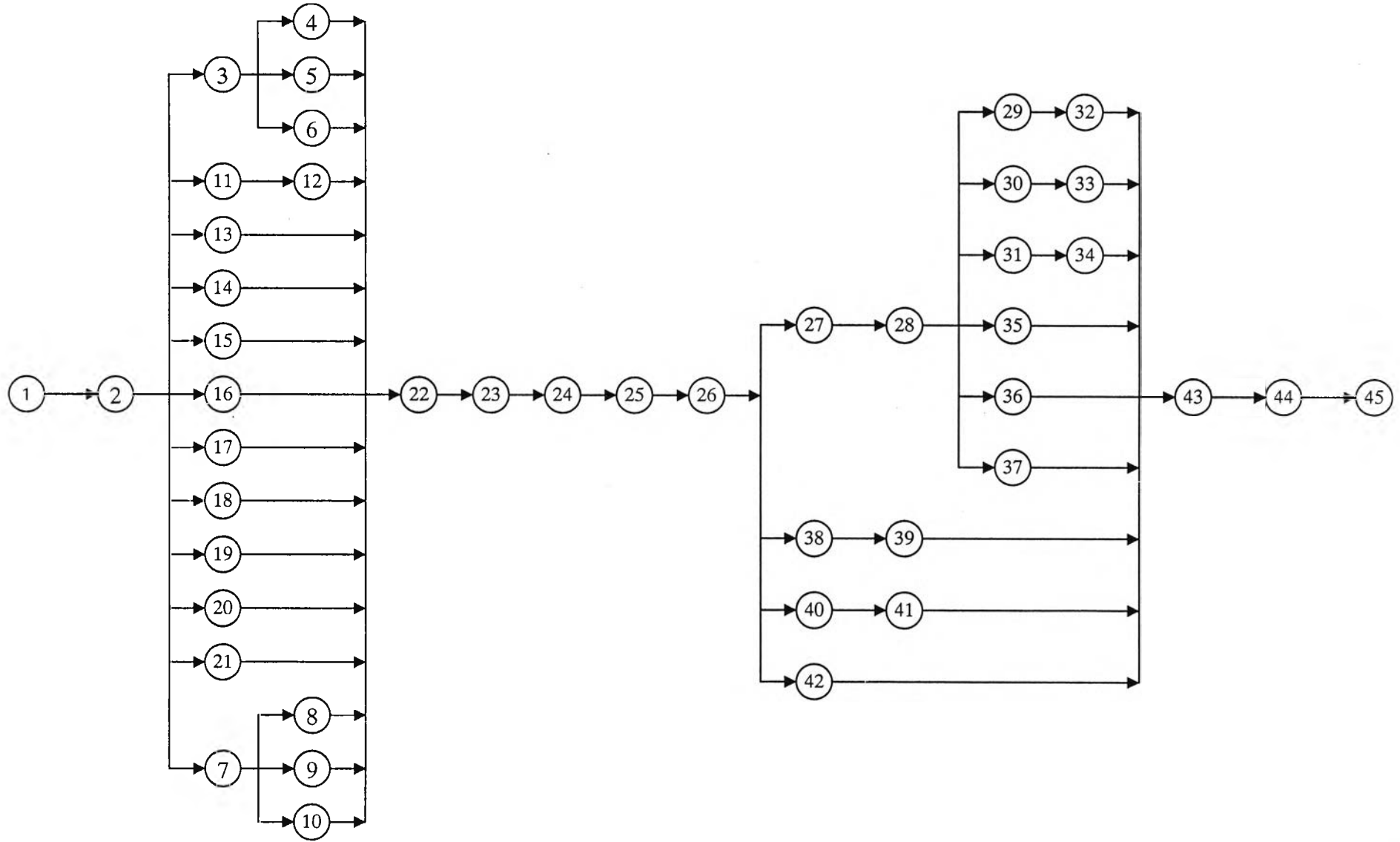
รูปที่ 3.5 แผนภาพลำดับการทำงานก่อนหลังของผลิตภัณฑ์ B



รูปที่ 3.6 แผนภาพลำดับการทำงานก่อนหลังรวมของผลิตภัณฑ์ A และ B

แผนภาพลำดับการทำงานก่อนหลังของชิ้นงานการประกอบแผ่นวงจร Function Key Board แบบรวมทุกรุ่น แสดงดังรูปที่ 3.7

สำหรับแผนภาพลำดับการทำงานก่อนหลังของชิ้นงานการประกอบแผ่นวงจร Interface Board แบบรวมทุกรุ่น และแผนภาพลำดับการทำงานก่อนหลังของชิ้นงานการประกอบจอแสดงผลแบบรวมทุกรุ่น แสดงในภาคผนวก ข



รูปที่ 3.7 แผนภาพลำดับการทำงานก่อนหลังของชิ้นงานการประกอบแผงวงจร Function Key Board แบบรวมทุกรุ่น

### 3.1.2.2 ข้อมูลเวลาที่ใช้ในการทำงาน

เวลาย่อยในแต่ละขั้นตอนการทำงานที่ใช้ในการจัดสมดุลสายการประกอบแบบหลายผลิตภัณฑ์ จะแทนเวลาย่อยสำหรับแต่ละชั้นงาน ด้วยเวลาทั้งหมดที่ต้องการใช้ทำงานนี้สำหรับทุก ๆ ชั้นงานของทุก ๆ รุ่น ซึ่งข้อมูลที่ต้องทราบได้แก่ ปริมาณการผลิตที่ต้องการต่อวัน และเวลาทำงานของแต่ละชั้นงาน

ตารางที่ 3.15 ปริมาณการผลิตจอบแสดงภาพต่อวัน

รุ่น	ปริมาณการผลิตต่อวัน
L1	360
L2	400
L3	480

ตัวอย่างการคำนวณเป็นเวลารวมของชั้นงานที่ 1 ชั้นงานที่ 2 และชั้นงานที่ 3 ที่ใช้ในการจัดสมดุลสายการประกอบแผ่นวงจร Function Key Board แบบหลายผลิตภัณฑ์ แสดงดังนี้

ตารางที่ 3.16 การคำนวณเวลารวมของชั้นงาน

ชั้นงาน ที่	เวลาชั้นงาน/รุ่น			เวลาทำงานรวม (วินาที)
	รุ่น L1 (360 ชิ้น/วัน)	รุ่น L2 (400 ชิ้น/วัน)	รุ่น L3 (480 ชิ้น/วัน)	
1	2.31	2.31	2.31	2,864.4
2	5.19	5.19	5.19	6,435.6
3	2.62	2.62	2.62	3,248.8

เวลาทำงานรวมของชั้นงานที่ 1 =  $(2.31 \times 360) + (2.31 \times 400) + (2.31 \times 480) = 2,864.4$  วินาที

เวลาทำงานรวมของชั้นงานที่ 2 =  $(5.19 \times 360) + (5.19 \times 400) + (5.19 \times 480) = 6,435.6$  วินาที

เวลาทำงานรวมของชั้นงานที่ 3 =  $(2.62 \times 360) + (2.62 \times 400) + (2.62 \times 480) = 3,248.8$  วินาที

ตารางที่ 3.17 แสดงเวลารวมของแต่ละชั้นงานของการประกอบแผ่นวงจร Function Key Board การประกอบแผ่นวงจร Interface Board และการประกอบจอบแสดงภาพ

ตารางที่ 3.17 เวลาชิ้นงานรวมของ 3 สายการประกอบ

ชิ้นงานที่	เวลาชิ้นงานรวม (วินาที)		
	Function Key Board	Interface Board	จอแสดงผลภาพ
1	2,864.4	2,864.4	5,642.0
2	6,435.6	3,062.8	5,394.0
3	3,248.8	3,769.6	7,539.2
4	4,290.4	3,131.2	4,857.6
5	4,290.4	6,435.6	4,426.8
6	4,290.4	3,174.4	1,576.8
7	1,991.2	3,174.4	3,286.0
8	2,629.6	3,174.4	3,286.0
9	2,629.6	3,174.4	4,550.8
10	2,629.6	3,174.4	5,170.8
11	3,248.8	3,174.4	4,079.6
12	4,290.4	3,174.4	4,523.2
13	2,653.6	3,174.4	3,370.4
14	2,653.6	3,174.4	5,704.0
15	2,653.6	3,174.4	5,691.6
16	2,653.6	3,174.4	4,749.2
17	2,653.6	3,174.4	4,749.2
18	2,534.4	3,174.4	4,005.2
19	1,152.0	3,174.4	3,286.0
20	848.0	3,174.4	3,286.0
21	848.0	3,174.4	9,572.8
22	4,575.6	3,174.4	3,670.4
23	9,089.2	3,174.4	17,397.2
24	2,852.0	3,174.4	6,063.6
25	4,749.2	3,174.4	4,749.2
26	6,621.6	3,174.4	4,749.2
27	4,340.0	3,174.4	4,749.2
28	4,687.2	3,174.4	4,749.2
29	9,238.0	3,174.4	11,705.6
30	9,238.0	3,174.4	4,749.2
31	9,238.0	3,174.4	4,749.2
32	9,300.0	3,174.4	4,749.2
33	9,300.0	2,678.4	4,749.2
34	9,300.0	2,678.4	4,749.2



ตารางที่ 3.17 เวลา รวมของแต่ละชั้นงานของ 3 สายการประกอบ (ต่อ)

ชั้นงานที่	เวลาชั้นงานรวม (วินาที)		
	Function Key Board	Interface Board	จอแสดงผลภาพ
35	4,116.8	2,678.4	4,749.2
36	4,116.8	2,678.4	4,079.6
37	4,116.8	2,628.8	4,079.6
38	4,166.4	2,628.8	4,079.6
39	3,298.4	2,628.8	4,079.6
40	4,166.4	2,628.8	4,774.0
41	3,298.4	1,865.6	4,749.2
42	4,216.0	1,865.6	4,749.2
43	4,216.0	1,865.6	4,749.2
44	3,298.4	2,678.4	4,749.2
45	3,199.2	2,678.4	4,749.2
46	-	1,900.8	4,749.2
47	-	1,900.8	4,166.4
48	-	5,617.2	4,749.2
49	-	5,617.2	4,141.6
50	-	1,812.0	4,079.6
51	-	2,604.0	4,079.6
52	-	2,604.0	4,079.6
53	-	3,124.8	2,763.6
54	-	3,124.8	2,763.6
55	-	3,124.8	1,184.4
56	-	10,044.0	1,184.4
57	-	6,596.8	7,254.0
58	-	4,749.2	4,749.2
59	-	2,852.0	4,079.6
60	-	17,684.4	4,079.6
61	-	17,684.4	8,419.6
62	-	5,009.6	7,787.2
63	-	7,576.4	4,501.2
64	-	6,299.2	4,501.2
65	-	1,522.8	3,049.2
66	-	14,979.2	6,386.0
67	-	5,232.8	4,749.2
68	-	3,450.4	3,370.4

ตารางที่ 3.17 เวลารวมของแต่ละชั้นงานของ 3 สายการประกอบ (ต่อ)

ชั้นงานที่	เวลาชั้นงานรวม (วินาที)		
	Function Key Board	Interface Board	จอแสดงภาพ
69	-	3,572.0	3,370.4
70	-	11,802.8	4,749.2
71	-	4,178.8	4,749.2
72	-	4,749.2	4,749.2
73	-	4,749.2	4,749.2
74	-	4,749.2	3,298.4
75	-	4,749.2	4,749.2
76	-	4,749.2	4,749.2
77	-	4,749.2	1,306.8
78	-	4,005.2	4,079.6
79	-	6,299.2	8,047.6
80	-	3,298.4	4,749.2
81	-	3,534.0	4,749.2
82	-	-	4,749.2
83	-	-	4,079.6
84	-	-	4,079.6
85	-	-	4,079.6
86	-	-	4,501.2
87	-	-	5,335.2
88	-	-	2,910.8
89	-	-	2,910.8
90	-	-	2,910.8
91	-	-	2,910.8
92	-	-	2,910.8
93	-	-	2,500.4
94	-	-	2,310.4
95	-	-	2,310.4
96	-	-	4,005.2
97	-	-	4,005.2
98	-	-	4,005.2
99	-	-	4,005.2
100	-	-	4,005.2
101	-	-	4,005.2
102	-	-	4,005.2

ตารางที่ 3.17 เวลา รวมของแต่ละชั้นงานของ 3 สายการประกอบ (ต่อ)

ชั้นงานที่	เวลาชั้นงานรวม (วินาที)		
	Function Key Board	Interface Board	จอแสดงผลภาพ
103	-	-	4,005.2
104	-	-	17,397.2
105	-	-	4,749.2
106	-	-	4,749.2
107	-	-	4,749.2
108	-	-	4,749.2
109	-	-	7,006.0
110	-	-	4,749.2
111	-	-	4,749.2
112	-	-	4,749.2
113	-	-	4,749.2
114	-	-	4,749.2
115	-	-	4,749.2
116	-	-	8,952.8
117	-	-	8,952.8
118	-	-	3,695.2
119	-	-	4,637.6
120	-	-	31,924.0
121	-	-	31,494.0
122	-	-	31,740.0
123	-	-	7,812.0
124	-	-	7,812.0
125	-	-	3,794.4
126	-	-	7,700.4
127	-	-	6,026.4
128	-	-	4,116.8
129	-	-	16,256.4

### 3.1.2.3 รอบเวลาการผลิต (Cycle Time)

ในการจัดสมดุลสายการประกอบแบบหลายผลิตภัณฑ์จะพิจารณาถึงแผนการผลิตทั้งหมดในแต่ละวันหรือระยะเวลาที่ใช้ทำการผลิตต่อวัน แทนการพิจารณาถึงรอบเวลาการผลิต การคำนวณเวลาที่ใช้ทำการผลิตต่อวัน จะนำเวลาที่ใช้ทำการผลิตต่อรุ่นต่อเดือนจากข้อมูลในตารางที่ 3.8 มาคิดเป็นเวลาที่ใช้ทำการผลิตต่อวัน (1 เดือน ทำงาน 25 วัน) และคูณด้วยจำนวนรุ่นผลิตภัณฑ์ 3 รุ่น การคำนวณรอบเวลาการผลิตต่อวันของ 3 ผลิตภัณฑ์ แสดงในตารางที่ 3.18 ดังนี้

ตารางที่ 3.18 การคำนวณรอบเวลาการผลิตต่อวัน

ผลิตภัณฑ์	เวลาที่ใช้ทำการผลิตต่อเดือน (วินาที)	รอบเวลาการผลิตต่อวัน (วินาที)
Function Key Board	90,000	$(90,000/25)*3 = 10,800$
Interface Board	162,000	$(162,000/25)*3 = 19,440$
จอแสดงผลภาพ	270,000	$(270,000/25)*3 = 32,400$

- รอบเวลาการประกอบแผ่นวงจร Function Key Board คือ 10,800 วินาที
- รอบเวลาการประกอบแผ่นวงจร Interface Board คือ 19,440 วินาที
- รอบเวลาการประกอบจอแสดงผลภาพ คือ 32,400 วินาที

### 3.1.2.4 ผลการจัดสมดุลสายการประกอบแบบหลายผลิตภัณฑ์ด้วยวิธี COMSOAL

ผลการจัดสมดุลสายการประกอบแบบหลายผลิตภัณฑ์สำหรับสายการประกอบแผ่นวงจร Function Key Board สายการประกอบแผ่นวงจร Interface Board และสายการประกอบจอแสดงผลภาพด้วยวิธี COMSOAL แสดงดังตารางที่ 3.19 ตารางที่ 3.20 และตารางที่ 3.21 ตามลำดับ

ตารางที่ 3.19 ผลการจัดสมดุลสายการประกอบแผ่นวงจร Function Key Board  
แบบหลายผลิตภัณฑ์ด้วยวิธี COMSOAL

สถานีงานที่	ชิ้นงานในสถานีงาน	เวลาของสถานีงาน (วินาที)
1	1,2,21	10,148.0
2	3,6,13	10,192.8
3	5,14,19	8,096.0
4	7,8,9	7,250.4
5	10,11,12	10,168.8
6	15,16,17,18	10,495.2
7	4,20,22	9,714.0
8	23	9,089.2
9	24,25	7,601.2
10	26,40	10,788.0
11	38,39,41	10,763.2
12	27,42	8,556.0
13	28,37	8,804.0
14	35,36	8,233.6
15	30	9,238.0
16	29	9,238.0
17	33	9,300.0
18	32	9,300.0
19	31	9,238.0
20	34	9,300.0
21	43,44,45	10,713.6
% เวลาว่างงาน (Idle Time)		13.38 %
ประสิทธิภาพสายงาน		86.62 %

ตารางที่ 3.20 ผลการจัดสมดุลสายการประกอบแผ่นวงจร Interface Board  
แบบหลายผลิตภัณฑ์ด้วยวิธี COMSOAL

สถานีงานที่	ชั้นงานในสถานีงาน	เวลาของสถานีงาน (วินาที)
1	1,2,3,4	12,828.0
2	5,41,46,47,51,52	17,310.8
3	35,36,38,39,40,44,45	18,600.0
4	19,20,21,22,33,34	18,054.4
5	7,17,18,23,24,25	19,046.4
6	8,16,26,27,31,32	19,046.4
7	13,14,15,28,29,30	19,046.4
8	6,9,10,11,37,42,43	19,057.6
9	12,48,49,50,53	19,345.6
10	54,55,56	16,293.6
11	57,58,59	14,198.0
12	60	17,684.4
13	61	17,684.4
14	62,63,64	18,885.2
15	65,66	16,502.0
16	67,68,69	12,255.2
17	70	11,802.8
18	71,72,73,74	18,426.4
19	75,76,77,78	18,252.8
20	79,80,81	13,131.6
% เวลาว่างงาน (Idle Time)		12.78 %
ประสิทธิภาพสายงาน		87.22 %

ตารางที่ 3.21 ผลการจัดสมดุลสายการประกอบจอแสดงผลภาพแบบหลายผลิตภัณฑ์  
ด้วยวิธี COMSOAL

สถานีงานที่	ชั้นงานในสถานีงาน	เวลาของสถานีงาน (วินาที)
1	1,2,3,4,5,6	29,436.4
2	7,8,9,10,11,12,13	28,266.8
3	14,15,16,17,18,19,20	31,471.2
4	21,22,23	30,640.4
5	24,25,26,27,28	25,060.4
6	29,36,37,38,39	28,024.0
7	30,31,32,33,34,35	28,495.2
8	40,49,50,51,52,53,54,55	27,866.0
9	41,42,43,44,45,46,56	29,679.6
10	47,48,57,58,59,60	29,078.0
11	61,66,74,75,76	27,602.4
12	65,67,68,69,87,88,89	25,696.0
13	90,91,92,93,94,100,101,102	25,558.8
14	79,82,83,84,85,86	29,536.8
15	62,63,64,80,81,98	30,293.2
16	70,71,72,73,77,78,95,99	30,698.8
17	96,97,103,104	29,412.8
18	106,107,108,105,109,	26,002.8
19	110,111,112,113,114,115	28,495.2
20	116,117,118,119	26,238.4
21	120	31,924.0
22	121	31,494.0
23	122	31,740.0
24	123,124,125,126	27,118.8
25	127,128,129	26,399.6
% เวลาว่างงาน (Idle Time)		10.25 %
ประสิทธิภาพสายงาน		89.75 %

จากผลการจัดสมดุลสายการประกอบแบบหลายผลิตภัณฑ์ด้วยวิธี COMSOAL จำนวน สถานีงานที่ใช้ในการประกอบแผ่นวงจร Function Key Board คือ 21 สถานี การประกอบ แผ่นวงจร Interface Board ใช้สถานีงาน 20 สถานี และการประกอบจอแสดงผลภาพใช้สถานีงาน 25 สถานี รวมทั้งหมด 66 สถานี และ 1 สถานีใช้คนงาน 1 คน นั่นคือต้องใช้คนงานทั้งหมด 66 คน ในการผลิตจอแสดงผลภาพ (LCD)

## 3.2 การจัดสมดุลสายการประกอบของโรงงาน

การจัดสมดุลสายการประกอบของโรงงานตัวอย่างนี้ จะไม่มีวิธีการหรือหลักเกณฑ์ที่แน่นอน อาศัยประสบการณ์ของวิศวกรฝ่ายผลิตมาใช้ในการจัดสายการผลิต โดยคำนึงถึงในเรื่องลำดับของการทำงานก่อนหลัง ไม่ให้เกิดการขัดกันของลำดับการทำงานก่อนหลังของแต่ละชั้นงาน

ข้อมูลแผนภาพลำดับการทำงานก่อนหลัง เวลาชั้นงานย่อย และรอบเวลาการผลิต จะเหมือนกับของการจัดสมดุลสายการประกอบด้วยวิธี COMSOAL

### 3.2.1 การจัดสมดุลสายการประกอบแบบผลิตภัณฑ์เดียวของโรงงาน

ผลการจัดสมดุลสายการประกอบของโรงงานสำหรับสายการประกอบแผ่นวงจร Function Key Board สายการประกอบแผ่นวงจร Interface Board และสายการประกอบจอแสดงผลภาพของรุ่น L1 รุ่น L2 และรุ่น L3 แสดงดังตารางที่ 3.22 ตารางที่ 3.23 และตารางที่ 3.24 ตามลำดับ



ตารางที่ 3.22 ผลการจัดสมดุลสายการประกอบแผ่นวงจร Function Key Board ของโรงงาน

สถานีงาน ที่	รุ่น L1		รุ่น L2		รุ่น L3	
	ชั้นงานใน สถานีงาน	เวลาของ สถานีงาน (วินาที)	ชั้นงานใน สถานีงาน	เวลาของ สถานีงาน (วินาที)	ชั้นงานใน สถานีงาน	เวลาของ สถานีงาน (วินาที)
1	1,2,13	9.64	1,2	7.50	1,2	7.50
2	3,4,5	9.54	3,4,13	8.22	3,4	6.08
3	6,14,15	7.74	5,6	6.92	5,6	6.92
4	7,8,9	9.54	7,8,14	8.22	11,12	6.08
5	10,11,12	9.54	9,10	6.92	13,14,15	6.42
6	16,17,22	7.97	11,12,15	8.22	16,18	5.02
7	23	7.33	16,18,20	7.14	17,22	5.83
8	24,25	6.13	17,19,21	7.14	23	7.33
9	26,27	8.84	22	3.69	24,25	6.13
10	28,38,39	9.80	23	7.33	26	5.34
11	35,36,37	9.96	24,25	6.13	27,28	7.28
12	40,41,42	9.42	26,27	8.84	29	7.45
13	29	7.45	28,42	7.18	30	7.45
14	30	7.45	29	7.45	31	7.45
15	31	7.45	30	7.45	32	7.50
16	32	7.50	31	7.45	33	7.50
17	33	7.50	32	7.50	34	7.50
18	34	7.50	33	7.50	35,36	6.64
19	43,44,45	8.64	34	7.50	37,42	6.72
20	-	-	35,36	6.64	38,39	6.02
21	-	-	38,40	6.72	40,41	6.02
22	-	-	37,39,41	8.64	43,44	6.06
23	-	-	43,44,45	8.64	45	2.58
%เวลาว่างงาน (Idle Time)		16.01 %	16.91 %		13.73 %	
ประสิทธิภาพสายงาน		83.99 %	83.09 %		86.27 %	

ตารางที่ 3.23 ผลการจัดสมดุลสายการประกอบแผ่นวงจร Interface Board ของโรงงาน

สถานี งานที่	รุ่น L1		รุ่น L2		รุ่น L3	
	ชิ้นงานในสถานี งาน	เวลาของ สถานีงาน (วินาที)	ชิ้นงานในสถานี งาน	เวลาของ สถานีงาน (วินาที)	ชิ้นงานในสถานี งาน	เวลาของ สถานีงาน (วินาที)
1	1,2,3,4,5	17.13	1,2,3,4	11.94	1,2,3,5	13.01
2	6,7,8,9,10,11,12	17.92	5,6,7,8,9	15.43	6,7,8,9,10	12.80
3	13,14,15,16,17, 18,19	17.92	10,11,12,13,14 ,15	15.36	11,12,13,14,15	12.80
4	20,21,22,23,24, 25,26	17.92	16,17,18,19,20 ,21	15.36	16,17,18,19,20	12.80
5	27,28,29,30,31, 32,33	17.52	22,23,24,25,26 ,27	15.36	21,22,23,24,25	12.80
6	34,35,37,38,44, 45,48	17.41	28,29,30,31,32 ,33	14.96	26,27,28,29,30	12.80
7	36,39,40,49,51, 52	15.13	34,35,37,38,39 ,44,45	15.00	31,32,33,34,37	11.56
8	53,54,55,56	15.66	36,40,41,46,47 ,48	15.25	35,36,38,39,40 ,44	12.84
9	57,58,59	11.45	42,43,49,50,51	15.40	41,42,43,45,46 ,47	12.84
10	60	16.79	52,53,54,55	9.66	48,49,51,52	13.26
11	61	16.79	56	8.10	53,54,55	7.56
12	62,63,64	15.23	57,58,59	11.45	56	8.10
13	65,66	16.31	60	15.18	57,58,59	11.45
14	67,68,69	13.46	61	15.18	60	11.60
15	70	15.53	62,63,64	15.23	61	11.60
16	71,72,73,74	14.86	66	12.08	62,63	10.15
17	75,76,77,78	14.72	67,68,69	13.46	64	5.08
18	79,80,81	10.59	70	15.53	66	12.08
19	-	-	71,72,73,74	14.86	67,71,72	11.42
20	-	-	75,76,77,78	14.72	73,74,75	11.49
21	-	-	79,80,81	10.59	76,77,78	10.89
22	-	-	-	-	79,80,81	10.59
% เวลาว่างงาน (Idle Time)		12.47 %	11.05 %		14.47 %	
ประสิทธิภาพสายงาน		87.53 %	88.95 %		85.53 %	

ตารางที่ 3.24 ผลการจัดสมดุลสายการประกอบจอแสดงภาพของโรงงาน

สถานี งานที่	รุ่น L1		รุ่น L2		รุ่น L3	
	ชิ้นงานในสถานีงาน	เวลาของ สถานี งาน (วินาที)	ชิ้นงานในสถานีงาน	เวลาของ สถานี งาน (วินาที)	ชิ้นงานในสถานีงาน	เวลาของ สถานีงาน (วินาที)
1	1,2,3,5,6,7,8	28.23	1,2,3,4,5,7	26.72	1,2,3,4	20.50
2	9,10,11,14,15,16,17	27.98	8,9,10,11,12,13	22.75	5,7,8,9,10,11	20.00
3	18,19,20,21,22	19.21	14,15,16,17,18,19,20	25.38	12,13,14,15,16	21.99
4	23,24,25,26	26.58	21,22,23	24.71	17,18,19,20,21	20.08
5	27,28,29,30,31,32	28.59	24,25,26,27,28	20.21	22,23,24	21.88
6	33,34,35,36,37,38,39,40	28.50	29,30,31,32,33	24.76	25,26,27,28	15.32
7	41,42,43,44,45,46,47,49	29.68	34,35,36,37,38,39,40	24.67	29,30,31,32	20.93
8	48,50,51,52,53,54,55,56	26.86	41,42,43,44,45,46,47	26.34	33,34,35,36,37,38	21.36
9	57,58,59,60,61,62	29.33	48,49,50,51,52,57,58	26.72	39,40,41,42,43,44	22.46
10	66,67,70,71,72,73,77	27.93	59,60,61,62,70,78	26.77	45,46,47,48,49,50	21.48
11	79,80,81,82,83,84,85	27.85	66,67,68,71,72,73	24.30	51,52,53,54,57	19.01
12	86,87,88,89,74,75,76	28.63	69,74,75,76,87,92	25.00	58,59,60,61,65	20.83
13	63,64,90,91,92,93,94,95	28.12	79,80,81,83,93,94,95	26.81	62,63,64,66,78	21.98
14	65,78,96,97,98,99,100,101,102	29.53	63,64,82,84,85,86,100	24.53	67,68,69,70,71,74	21.81
15	103,104,105,106,107	28.75	88,89,90,91,101,102	21.78	72,73,75,76,79	21.81
16	108,109,110,111,112,113,114	28.63	96,97,98,99,103	16.15	80,81,82,83,84,85	21.36
17	115,116,117,118,119	24.99	104,105,106,107	25.52	86,96,97,98,99,103	19.78
18	120	29.90	108'109'110'111'112'113	24.80	104,105,106	21.69
19	121	29.67	114,115,116	14.88	107,108,109,110,111	20.97
20	122	29.90	117,118,119	13.94	112,113,114,115	15.32
21	123,124,125,126	21.87	120	26.68	116,117,118,119	21.16
22	127,128,129	21.29	121	26.22	120	21.85
23	-	-	122	26.22	121	21.51
24	-	-	123,124,125,126	21.87	122	21.85
25	-	-	127,128,129	21.29	123,124,125,126	21.87
26	-	-	-	-	127,128,129	21.29
% เวลาว่างงาน (Idle Time)		8.48 %	12.12 %		7.51 %	
ประสิทธิภาพสายงาน		91.52 %	87.88 %		92.49 %	

### 3.2.2 การจัดสมดุลสายการประกอบแบบหลายผลิตภัณฑ์ของโรงงาน

ผลการจัดสมดุลสายการประกอบแบบหลายผลิตภัณฑ์ของโรงงาน สำหรับสายการประกอบแผ่นวงจร Function Key Board สายการประกอบแผ่นวงจร Interface Board และสายการประกอบจอแสดงผลภาพ แสดงดังตารางที่ 3.25 ตารางที่ 3.26 และตารางที่ 3.27 ตามลำดับ

ตารางที่ 3.25 ผลการจัดสมดุลสายการประกอบแผ่นวงจร Function Key Board แบบหลายผลิตภัณฑ์ของโรงงาน

สถานีงานที่	ชิ้นงานในสถานีงาน	เวลาของสถานีงาน (วินาที)
1	1,2,19	10,452.0
2	3,4,11	10,788.0
3	5,6,20	9,428.8
4	7,8,12	8,911.2
5	10,13,14	7,936.8
6	15,16,17,18	10,495.2
7	9,21,22	8,053.2
8	23	9,089.2
9	24,25	7,601.2
10	26,38	10,788.0
11	39,40,41	10,763.2
12	27,28	9,027.2
13	29	9,238.0
14	30	9,238.0
15	31	9,238.0
16	32	9,300.0
17	33	9,300.0
18	34	9,300.0
19	36,35	8,233.6
20	37,42	8,332.8
21	43,44,45	10,713.6
% เวลาว่างงาน (Idle Time)		13.38 %
ประสิทธิภาพสายงาน		86.62 %

ตารางที่ 3.26 ผลการจัดสมดุลสายการประกอบแผ่นวงจร Interface Board  
แบบหลายผลิตภัณฑ์ของโรงงาน

สถานีงานที่	ชิ้นงานในสถานีงาน	เวลาของสถานีงาน (วินาที)
1	1,2,3,4,5	19,263.6
2	6,7,8,9,10,11	19,046.4
3	12,13,14,15,16,17	19,046.4
4	18,19,20,21,22,23	19,046.4
5	24,25,26,27,28,29	19,046.4
6	30,31,32,33,34,37,41	19,374.4
7	35,36,38,39,40,44,45	18,600.0
8	42,43,46,47,48,49	18,767.2
9	50,51,52,53,54,55	16,394.4
10	56	10,044.0
11	57,58,59	14,198.0
12	60	17,684.4
13	61	17,684.4
14	62,63,64	18,885.2
15	65,66	16,502.0
16	67,68,69	12,255.2
17	70	11,802.8
18	71,72,73,74	18,426.4
19	75,76,77,78	18,252.8
20	79,80,81	13,131.6
% เวลาว่างงาน (Idle Time)		12.91 %
ประสิทธิภาพสายงาน		87.09 %

ตารางที่ 3.27 ผลการจัดสมดุลสายการประกอบจอแสดงภาพแบบหลายผลิตภัณฑ์ของโรงงาน

สถานีงานที่	ชิ้นงานในสถานีงาน	เวลาของสถานีงาน (วินาที)
1	1,2,3,4,5,7	31,145.6
2	6,8,9,10,11,12,13,14	32,261.6
3	15,16,17,18,21	28,768.0
4	19,20,22,23	27,639.6
5	24,25,26,27,28	25,060.4
6	29,30,31,32,33	30,702.4
7	34,35,36,37,38,39,40	30,590.8
8	41,42,43,44,45,46	28,495.2
9	47,48,49,50,51,52,53,54,55	32,007.6
10	56,57,58,59,60,61	29,766.4
11	62,63,70,71,72,73	31,285.2
12	64,65,66,67,68,69,74,77	30,031.6
13	75,76,79,80,81,82	31,793.6
14	83,84,85,86,87,88,89	27,896.8
15	78,90,91,92,93,94,95,96,97,98	29,038.0
16	99,100,101,102,103	22,936.8
17	104,105,106,107	31,644.8
18	108,109,110,111,112,113	30,752.0
19	114,115,116	18,451.2
20	117,118,119	17,285.6
21	120	31,924.0
22	121	31,494.0
23	122	31,740.0
24	123,124,125,126	27,118.8
25	127,128,129	26,399.6
% เวลาว่างงาน (Idle Time)		11.2 %
ประสิทธิภาพสายงาน		88.8 %

### 3.3 สรุปท้ายบท

การจัดสมดุลสายการประกอบข้อมูลที่ต้องเตรียมได้แก่ ลำดับการทำงานก่อนหลัง เวลาชิ้นงานย่อย และรอบเวลาการผลิต สำหรับการจัดสมดุลสายการประกอบแบบหลายผลิตภัณฑ์ ลำดับการทำงานก่อนหลังจะรวมลำดับการทำงานของทุกรุ่นผลิตภัณฑ์เป็นหนึ่งเดียว เวลาชิ้นงานย่อยแต่ละชิ้นงานจะแทนด้วยเวลาทั้งหมดที่ต้องการใช้ทำงานนี้สำหรับทุก ๆ ชิ้นงานของทุก ๆ รุ่น สำหรับรอบเวลาการผลิตจะพิจารณาถึงแผนการผลิตทั้งหมดในแต่ละวันแทนการพิจารณารอบเวลาการผลิต รวมทั้งมีการนำวิธี Trade and Transfer มาใช้ในการปรับปรุงผลการจัดสมดุลสายการประกอบเพื่อให้ได้ประสิทธิภาพการจัดสมดุลสายการประกอบที่สูงที่สุด

การใช้วิธี COMSOAL ในการจัดสมดุลสายการประกอบแบบผลิตภัณฑ์เดียว ได้ผลว่าสายการประกอบแผ่นวงจร Function Key Board จะใช้จำนวนสถานีงานเท่ากับจำนวนสถานีงานที่มากที่สุดที่ใช้ในการผลิตผลิตภัณฑ์ 3 รุ่น คือเท่ากับ 23 สถานี สายการประกอบแผ่นวงจร Interface Board ใช้จำนวนสถานีงาน 22 สถานี และสายการประกอบจอแสดงผลภาพใช้สถานีงานจำนวน 26 สถานี รวมทั้งหมด 71 สถานี โดย 1 สถานี ใช้คนงาน 1 คน ดังนั้นในการผลิตจอแสดงผลภาพ (LCD) ของทั้ง 3 รุ่น ต้องใช้คนงานจำนวน 71 คน

สำหรับการใช้วิธี COMSOAL ในการจัดสมดุลสายการประกอบแบบหลายผลิตภัณฑ์ ได้ผลว่า สายการประกอบแผ่นวงจร Function Key Board ใช้สถานีงานเท่ากับ 21 สถานี สายการประกอบแผ่นวงจร Interface Board ใช้สถานีงาน 20 สถานี และสายการประกอบจอแสดงผลภาพใช้สถานีงาน 25 สถานี รวมทั้งหมด 66 สถานี โดย 1 สถานี ใช้คนงาน 1 คน ดังนั้นในการผลิตจอแสดงผลภาพ (LCD) ของทั้ง 3 รุ่น ต้องใช้คนงานจำนวน 66 คน

การจัดสมดุลสายการประกอบด้วยวิธีปัจจุบันของโรงงาน ได้ผลจำนวนสถานีงานเหมือนกับการใช้วิธี COMSOAL ทั้งการจัดสมดุลสายการประกอบแบบผลิตภัณฑ์เดียว และการจัดสมดุลสายการประกอบแบบหลายผลิตภัณฑ์

หลังจากที่ได้ทำการจัดสมดุลสายการประกอบแล้วนั้น ขั้นตอนต่อไปของงานวิจัย ได้แก่ การจัดทำแบบจำลองปัญหาของระบบที่ต้องการศึกษา เพื่อนำผลที่ได้จากแบบจำลองปัญหามาทำการวิเคราะห์ผล ซึ่งจะอยู่ในบทที่ 4 ต่อไป