บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

แผ่นวงจรไฟฟ้าโดยทั่วไปจะมีอยู่ 2 ลักษณะด้วยกัน ได้แก่ Print Circuit Board (PCB) และ Flexible Print Circuit (FPC) โดยที่ลักษณะความแตกต่างของแผ่นวงจรไฟฟ้าทั้งสองนั้น สามารถเห็นได้ชัดเจน กล่าวคือ PCB จะเป็นแผ่นวงจรไฟฟ้าที่มีลักษณะแข็ง (Rigid) ไม่สามารถโค้งงอไปตามแรงบิดหรือพับได้ โดยทั่วไปที่พบเห็นจะมีสีเขียวหรือสีน้ำตาล ส่วนมากจะเป็นแผ่นวงจรไฟฟ้าที่ประกอบอยู่ในเครื่องใช้ไฟฟ้าที่มีขนาดใหญ่ หรือ เครื่องใช้ไฟฟ้าที่ไม่มีส่วนโค้งงอมากนัก เช่น โทรทัศน์ วิทยุ โทรศัพท์มือถือ วีดีโอ เครื่องเล่นวีซีดี เป็นต้น ส่วนแผ่นวงจรไฟฟ้าอีกชนิดหนึ่งได้แก่ FPC นั้น จะสามารถโค้ง งอ พับ แผ่นวงจรนี้ได้ตามต้องการ โดยที่จะไม่เกิดความเสียหายกับแผ่นวงจรไฟฟ้านั้นๆ โดยทั่วไปแผ่น FPC จะมีสีน้ำตาล

และสำหรับกระบวนการประกอบแผ่นวงจรไฟฟ้านี้ จะเป็นกระบวนการที่มีชื่อเรียกทั่วๆ ไปว่า SMT (Surface Mounting Technology) ซึ่งกระบวนการดังกล่าวนั้นจะเริ่มต้นที่การนำแผ่นวงจรไฟฟ้ามาทำการพิมพ์ตะกั่วลงบนลายวงจรไฟฟ้า (Pattern) ด้วยเครื่องจักรที่เรียกว่าเครื่องพิมพ์ตะกั่ว (Solder Printer) หลังจากนั้นก็จะนำแผ่นวงจรไฟฟ้าที่พิมพ์ตะกั่วแล้วมาทำการวางอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ลงบนครีมตะกั่วที่ได้พิมพ์ไว้แล้วด้วยเครื่องวางอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ (Mounter) หลังจากนั้นก็นำแผ่นวงจรไฟฟ้าไหลเข้าสู่เครื่องหลอมละลายตะกั่ว (Reflow Oven) เพื่อทำการหลอมละลายตะกั่วให้ติดกันระหว่างอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์กับลายวงจรไฟฟ้าบนแผ่นวงจรไฟฟ้า

สำหรับกระบวนการประกอบดังที่กล่าวมานั้น ถ้าเป็นแผ่น PCB ก็จะสามารถนำชิ้นงานนั้นไหลเข้าสู่กระบวนการประกอบได้เลย แต่ถ้าชิ้นงานเป็นแผ่น FPC จะต้องมีอุปกรณ์อีกชิ้นหนึ่งจึงจะสามารถทำการประกอบแผ่นวงจรไฟฟ้านั้นได้ สิ่งนั้นเรียกว่าแพลเลต ซึ่งแพลเลต นี้จะเป็นอุปกรณ์ที่รองรับแผ่น FPC เพื่อเป็นฐานรองรับที่แข็งแรงเพื่อที่จะสามารถพิมพ์ครีมตะกั่ว หรือติดอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ลงบนแผ่นวงจรไฟฟ้าได้ และยังต้องมีแผ่นประกบ เพื่อใช้ในการประกอบแผ่น FPC เข้ากับแพลเลต เพื่อป้องกันแผ่น FPC โก่งงอขณะทำการประกอบ

สำหรับราคาของแพลเลตกับแผ่นประกบ 1 ชุด อยู่ที่ประมาณ 4,000 ~ 5,000 บาท ซึ่งขึ้นอยู่กับความยากง่ายในการทำ และเป็นราคาที่ค่อนข้างสูง ฉะนั้นการที่มีจำนวนแพลเลตและแผ่นประกบมากๆ นั้น จึงเป็นการสิ้นเปลืองและต้องลงทุนสูง ถึงแม้จะทำให้สายการประกอบไม่สะดุดในเรื่องของวัตถุดิบที่ป้อนเข้าก็ตาม ในทางกลับกันถ้าเรามีจำนวนแพลเลตและแผ่นประกบจำนวนที่น้อยต่อความต้องการที่เพียงพอของสายการประกอบแล้ว ก็จะทำให้เครื่องจักรเกิดเวลาว่าง ซึ่งเป็นการสูญเสียเวลาการประกอบไป

ด้วยเหตุนี้เองจึงมีแนวคิดที่จะหาปริมาณแพลเลต ที่เหมาะสมที่สุด โดยยังคงมีปริมาณการผลิตของผลิตภัณฑ์สอดคล้องกับความต้องการของลูกค้าอยู่ ฉะนั้นการใช้เทคนิคการจำลองแบบปัญหาด้วยคอมพิวเตอร์เป็นอีกแนวทางหนึ่งที่ทำให้เราสามารถปรับเปลี่ยนตัวแปรต่างๆ บนสายการประกอบจนได้ค่าที่เราพอใจ และนำไปประยุกต์ใช้กับสายการประกอบได้โดยไม่จำเป็นต้องทดลองกับสายการประกอบจริง

1.2 รายละเอียดของโรงงานกรณีศึกษา

โรงงานกรณีศึกษาเป็นโรงงานประกอบกล้องถ่ายรูป และเลนส์ซูมเป็นหลัก รวมถึงประกอบ Sub Unit ย่อยๆ เพื่อส่งออกไปยังต่างประเทศ ซึ่งโรงงานกรณีศึกษายังสามารถผลิตชิ้นส่วนบางชิ้นส่วนที่เป็นส่วนประกอบของกล้องถ่ายรูปได้เอง เช่น Plastic Molding Machining การขัดเลนส์ การทำปริซึม รวมถึงการประกอบแผ่นวงจรไฟฟ้า

ไม่ว่าจะเป็นกล้องถ่ายรูปหรือเลนส์ซูม จะต้องมีแผ่นวงจรไฟฟ้าเป็นส่วนประกอบทั้งสิ้น บางผลิตภัณฑ์ก็ใช้จำนวนแผ่นวงจรไฟฟ้าน้อยบ้างมากบ้างแล้วแต่ผลิตภัณฑ์ ไป ฉะนั้นหน่วยงานประกอบแผ่นวงจรไฟฟ้าจึงต้องผลิตงานออกมาให้เพียงพอต่อความต้องการการประกอบกล้องถ่ายรูปและเลนส์ซูม ในแต่ละวันไป ประกอบกับอายุขัยของผลิตภัณฑ์แต่ละชนิดมีอายุไม่มากนักจึงต้องทำเครื่องมือขึ้นมารองรับหรือที่เรียกว่าแพลเลตและแผ่นประกบ ดัง

ที่ได้กล่าวข้างต้นแล้ว จึงต้องมาทบทวนถึงปริมาณการสั่งทำของเครื่องมือที่ว่าในแต่ละผลิตภัณฑ์ไปตามความต้องการจริง

ในส่วนของการประกอบแผ่นวงจรไฟฟ้านั้นจะใช้เครื่องจักรเป็น อุปกรณ์หลักในการทำงาน โดยโรงงานกรณีศึกษานี้มี 2 สายการผลิตด้วยกัน โดยแต่ละสายการผลิตจะประกอบไปด้วยเครื่องจักรดังแสดงในตารางที่ 1.1

ตารางที่ 1.1 แสดงชนิดของเครื่องจักรในสายการผลิตของโรงงานกรณีศึกษา

กระบวนการ	สายการผลิตที่ 1		สายการผลิตที่ 2	
	ชื่อรุ่นเครื่องจักร	จำนวน	ชื่อรุ่นเครื่องจักร	จำนวน
พิมพ์ตะกั่ว (Solder Printing)	1. New Long (LS-GX34)	1	1. Minami (MK878-SV)	1
วางอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ (Component Mounting)	1. Yamaha (YM66S III) 2. Yamaha (YM84V III)	1 1	1. i-Pulse (M1)	1
หลอมละลายตะกั่ว (Reflow Oven)	1. Eightech (NRS 305)	1	1. Vitronics Soltec (XPM 820N)	1

สำหรับความแตกต่างกันระหว่างสายการผลิตที่ 1 และสายการผลิตที่ 2 ก็คือ สายการผลิตที่ 1 เป็นสายการประกอบเริ่มแรกตั้งแต่มีการประกอบแผ่นวงจรไฟฟ้าขึ้นมาที่โรงงานกรณีศึกษานี้ โดยเครื่องจักรบางชนิดก็ล้าสมัย (ความเร็วในการทำงานต่ำ) บางเครื่องจักรก็ถูกโอนย้ายมาจากประเทศญี่ปุ่น จึงถูกจัดให้ประกอบแผ่นวงจรไฟฟ้าที่มีลักษณะที่ง่ายไม่ซับซ้อน ส่วนสายการผลิตที่ 2 ถูกจัดขึ้นมารองรับปริมาณการผลิตที่เพิ่มขึ้น โดยถูกจัดซื้อเมื่อกลางปี 2544 โดยเครื่องจักรแต่ละเครื่องยังมีสภาพการใช้งานที่ยังไม่ค่อยมีปัญหามากนัก จะมีความเร็วในการทำงานที่เร็วกว่า และมีความแม่นยำสูงกว่าด้วย

1.3 ขั้นตอนการประกอบแผ่นวงจรไฟฟ้า

สำหรับการประกอบแผ่นวงจรไฟฟ้านั้น จะต้องใช้อุปกรณ์เครื่องมือต่างๆ ในการผลิต ซึ่งประกอบไปด้วย

- ***เครื่องพิมพ์ตะกั่ว*** *(Solder Printer)*

มีหน้าที่สำหรับพิมพ์ตะกั่วลงบนลายวงจรไฟฟ้า โดยเครื่องพิมพ์ตะกั่วนี้สามารถปรับความความเร็วของแปรงปาดตะกั่ว รวมถึง ความถี่ในการทำความสะอาดใต้สกรีนแบบอัตโนมัติและความถี่ในการทำความสะอาดใต้สกรีนด้วยมือได้

- ***สกรีน*** *(Screen)*

เป็นส่วนประกอบย่อยของเครื่องพิมพ์ตะกั่ว มีลักษณะเป็นแผ่นสเตนเลสซึ่งเจาะรูตามลายวงจรไฟฟ้าที่ต้องการให้ตะกั่วพิมพ์ลงไป

- ***เครื่องวางอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์*** *(Mounter)*

มีหน้าที่สำหรับหยิบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์จากม้วนของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์มาวางบนตะกั่วที่ได้พิมพ์จากเครื่องพิมพ์ตะกั่วไว้แล้ว

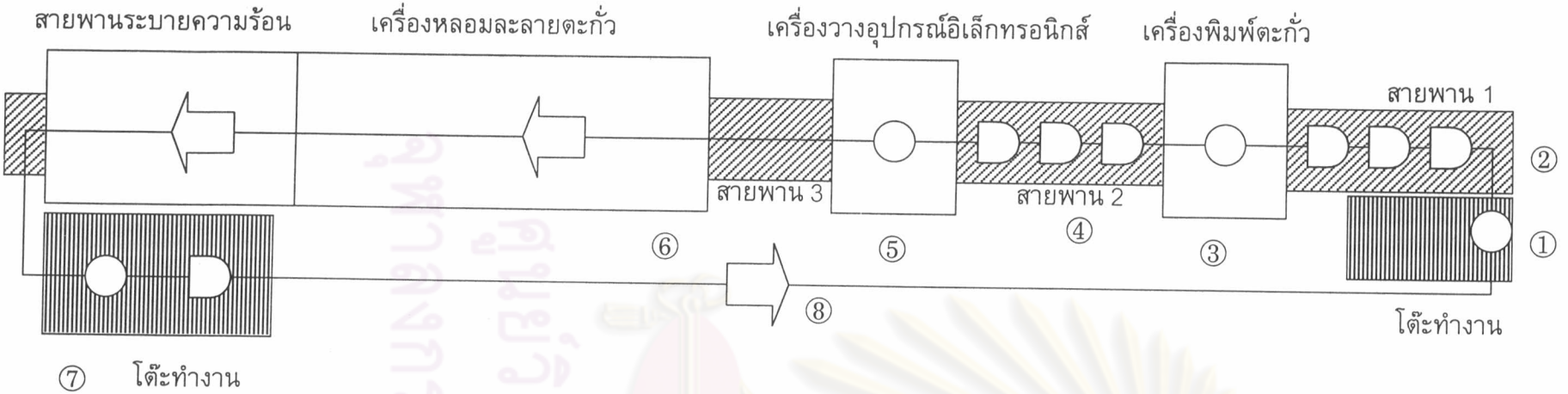
- ***เครื่องหลอมละลายตะกั่ว*** *(Reflow Oven)*

มีหน้าที่ในการให้ความร้อนมากพอต่อการหลอมละลายของครีมตะกั่วเพื่อประสานให้อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เชื่อมติดกับลายวงจรไฟฟ้าของแผ่นวงจรไฟฟ้าด้วยตะกั่ว

- ***สายพานระบายความร้อน*** *(Cooling conveyor)*

มีหน้าที่ในการเป่าลมเย็นให้กับแผ่นแพลเลตและแผ่นประกบ หลังจากออกจากเครื่องหลอมละลายตะกั่ว เพื่อทำให้แผ่นแพลเลตและแผ่นประกบเย็นตัวจนสามารถจับได้ด้วยมือเปล่า

ซึ่งกระบวนการประกอบแผ่นวงจรไฟฟ้าสามารถแสดงได้ด้วยแผนภูมิการเคลื่อนที่ของแพลเลตในการประกอบแผ่นวงจรไฟฟ้าดังในรูปที่ 1.1 และรูปแสดงขั้นตอนการประกอบแผ่นวงจรไฟฟ้าดังรูปที่ 1.2



รูปที่ 1.1 แผนภูมิการเคลื่อนที่ของแพลเลตในการประกอบแผ่นวงจรไฟฟ้า

① ติดแผ่น FPC ลงบนแพลเลต

② ปล่อยแพลเลต ดังกล่าวลงบนสายพานการประกอบ

③ เครื่องพิมพ์ตะกั่วจะพิมพ์ตะกั่วอัตโนมัติ
- มีการทำความสะอาดใต้แผ่นสกรีนอัตโนมัติ *
- มีการทำความสะอาดใต้แผ่นสกรีนด้วยมือ *

④ พนักงานจะตรวจสอบสภาพการพิมพ์ของตะกั่ว แล้วนำแผ่นประกบวางทับบนแผ่นแพลเลต

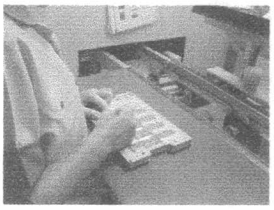
⑤ เครื่องวางอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์จะทำการวางอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ลงบนแผ่น FPC
- มีการเปลี่ยนม้วนอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เมื่ออุปกรณ์หมด

⑥ ชิ้นงานจะไหลในสายพานผ่านเครื่องหลอมละลายตะกั่ว (Reflow Oven) และสายพานระบายความร้อน (Cooling Conveyor)

⑦ พนักงานถอดแผ่น FPC ออกจากแพลเลตเพื่อนำไปใช้ในกระบวนการต่อไป

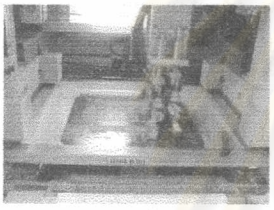
⑧ เมื่อแพลเลตและแผ่นประกบครบจำนวนที่ผู้ใช้กำหนด พนักงานจะนำแพลเลตและแผ่นประกบนั้นไปยังต้นสายการผลิตเพื่อประกอบต่อไป

* โดยผู้ใช้สามารถกำหนดความถี่ของการทำความสะอาดใต้แผ่นสกรีนเองได้



① ติดแผ่น FPC ลงบนแพลเลต

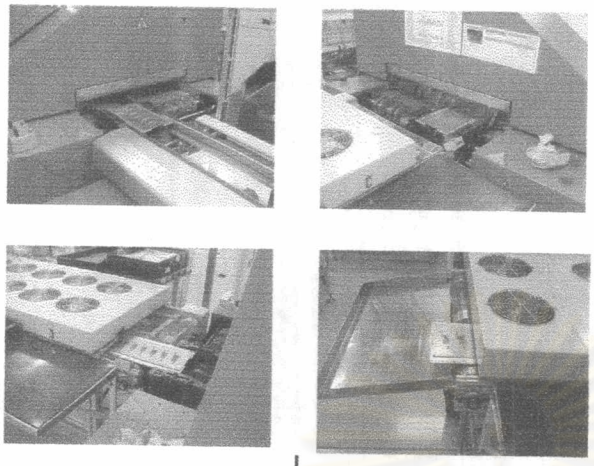
② ปล่อยแพลเลต ดังกล่าวลงบนสายพานการประกอบ



③ เครื่องพิมพ์ตะกั่วจะพิมพ์ตะกั่วอัตโนมัติ

④ พนักงานจะตรวจสอบสภาพการพิมพ์ของตะกั่ว แล้วนำแผ่นประกบวางทับบนแผ่นแพลเลต

⑤ เครื่องวางอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์จะทำการวางอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ลงบนแผ่น FPC



⑥ ชิ้นงานจะไหลในสายพานผ่านเครื่องหลอมละลายตะกั่ว (Reflow Oven) และสายพานระบายความร้อน (Cooling Conveyor)

⑦ พนักงานถอดแผ่น FPC ออกจากแพลเลตเพื่อนำไปใช้ในกระบวนการต่อไป

⑧ เมื่อแพลเลตและแผ่นประกบครบจำนวนที่ผู้ใช้กำหนด พนักงานจะนำแพลเลตและแผ่นประกบนั้นไปยังต้นสายการผลิตเพื่อประกอบต่อไป

รูปที่ 1.2 รูปแสดงขั้นตอนการประกอบแผ่นวงจรไฟฟ้า

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

1.4 ชนิดของผลิตภัณฑ์

ตามที่กล่าวไปนั้นผลิตภัณฑ์ที่ทางโรงงานกรณีศึกษาได้ทำการประกอบนั้นแบ่งออกเป็น 2 ชนิดใหญ่ๆ ด้วยกัน คือ PCB และ FPC และสามารถแบ่งย่อยๆ ตามรายละเอียดดังตารางที่ 1.2

ตารางที่ 1.2 แสดงชนิดของผลิตภัณฑ์ของโรงงานกรณีศึกษา

ชนิดของแผ่นวงจรไฟฟ้า	PCB	FPC					
ชื่อรุ่น	P900	P700		P800			AF28-105
รหัสผลิตภัณฑ์	B1002*	B1003*	B1005*	B1005*	B1006	B1008	B301
จำนวนชิ้นงานใน 1 แพลเลต	6	4	6	6	8	9	4
จำนวน Chip ใน 1 FPC	12	10	7	11	3	1	8
จำนวน IC ใน 1 FPC	1	1	1	1	-	1	1

ชนิดของแผ่นวงจรไฟฟ้า	FPC					
ชื่อรุ่น	P900		R501	R504	Q0050	Q0055
รหัสผลิตภัณฑ์	B1005*	B1008	B301*	B301*	B1003*	B646*
จำนวนชิ้นงานใน 1 แพลเลต	8	15	6	4	4	6
จำนวน Chip ใน 1 FPC	18	1	8	6	10	6
จำนวน IC ใน 1 FPC	1	1	1	1	1	2

* หมายถึง ทำการประกอบแผ่นวงจรไฟฟ้าในสายการประกอบที่ 2

Chip หมายถึง อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ขนาดเล็ก

IC หมายถึง อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ขนาดใหญ่

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

1.5 ปัญหาที่เกิดขึ้นในโรงงานกรณีศึกษา

ในการประกอบธุรกิจในปัจจุบัน การที่จะทำให้ธุรกิจสามารถมีกำไรจากการดำเนินการได้นั้น ส่วนหนึ่งควรจะต้องมีการลงทุนที่ต่ำ แต่เนื่องด้วยผลิตภัณฑ์ ในปัจจุบันนั้นมีอายุขัยของผลิตภัณฑ์ที่สั้น ฉะนั้นการลงทุนเบื้องต้นเพื่อที่จะทำให้ได้ผลิตภัณฑ์นั้นมา ควรจะลงทุนแต่เท่าที่จำเป็น

สำหรับปัญหาที่จะหยิบยกมาแก้ไขนั้น เราจะเน้นไปในเรื่องของการมีจำนวนแพลเลต ในสายการประกอบไม่เหมาะสม เพราะในสภาพปัจจุบันในสายการผลิตนั้น จะมีจำนวนแพลเลตที่มากเกินไป แต่ก็มีข้อดีคือ ทำให้สายการประกอบไม่สะดุด แต่สำหรับข้อเสียก็คือ เป็นการเพิ่มต้นทุนของผลิตภัณฑ์โดยไม่จำเป็น

1.6 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อหาจำนวนแพลเลตที่เหมาะสมกับสายการประกอบแผ่นวงจรไฟฟ้า เพื่อลดต้นทุนที่เกิดขึ้น

1.7 ขอบเขตของการวิจัย

การวิจัยนี้จะมุ่งเน้นศึกษาเฉพาะสายการผลิตที่ 2 เท่านั้นโดยมีรายละเอียดขอบเขตแต่ละส่วนดังนี้

1.7.1 ผลิตภัณฑ์ที่จะนำมาใช้เป็นข้อมูลดิบในการเก็บข้อมูล ได้แก่ ผลิตภัณฑ์รุ่น R501 B301

1.7.2 ข้อมูลด้านเวลาในการประกอบของแต่ละผลิตภัณฑ์ จะใช้เก็บข้อมูลเฉพาะกะเช้าเท่านั้น

1.7.3 ตัวแปรที่สามารถแปรเปลี่ยนได้ในสายการประกอบ มีอยู่ทั้งหมด 5 ตัวแปรด้วยกันได้แก่

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

1.7.3.1 ความถี่ในการทำความสะอาดด้านใต้แผ่นสกรีนต่อจำนวนครั้งในการปาดครีมตะกั่วแบบอัตโนมัติ

1.7.3.2 ความถี่ในการทำความสะอาดด้านใต้แผ่นสกรีนต่อจำนวนครั้งในการปาดครีมตะกั่วด้วยมือ

1.7.3.3 ความเร็วของแปรงปาดตะกั่วขณะทำการปาด

1.7.3.4 การกำหนดจำนวนแผ่นแพลเลตที่ต้องนำกลับไปใช้ใหม่ยังต้นสายการผลิตแต่ละครั้ง

1.7.3.5 ความเร็วของสายพานที่สามารถปรับค่าได้ในแต่ละส่วน

1.7.4 หลังจากสร้างแบบจำลองเสร็จจะทำการหาคำตอบ จากแบบจำลองดังกล่าวเพื่อหาจำนวนแพลเลตที่เหมาะสมที่ทำให้ต้นทุนต่ำเพื่อเปรียบเทียบกับจำนวนแพลเลตที่คำนวณได้จากการคำนวณด้วยมือ และจะทำการทดสอบความถูกต้องของแบบจำลอง โดย ทดลองกับสายการประกอบจริง

1.7.5 ข้อมูลที่เกี่ยวกับการทำงานของคน ได้แก่

1.7.5.1 เวลาในการวางแผ่นวงจรไฟฟ้าลงบนแผ่นแพลเลต

1.7.5.2 เวลาในการตรวจสอบสภาพการพิมพ์ตะกั่วหลังเครื่องพิมพ์ตะกั่วและใส่แผ่นประกบบนแพลเลต

1.7.5.3 เวลาในการถอดแผ่นวงจรไฟฟ้าออกจากแพลเลตหลังสายพานระบายความร้อน

1.7.5.4 เวลาในการนำแพลเลตและแผ่นประกบกลับไปคืนยังต้นสายการประกอบ

1.7.6 จำนวนพนักงานที่ใช้ในสายการประกอบที่พิจารณาอยู่มีจำนวน 3 คน ได้แก่

1.7.6.1 พนักงานที่ทำการวางชิ้นงานแผ่นวงจรไฟฟ้าลงบนแพลเลต

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

1.7.6.2 พนักงานที่ทำการตรวจสอบสภาพการพิมพ์ตะกั่วหลังเครื่องพิมพ์ตะกั่วและใส่แผ่นประกบบนแพลเลต

1.7.6.3 พนักงานที่ถอดแผ่นวงจรไฟฟ้าออกจากแพลเลตรวมถึงการนำแพลเลตและแผ่นประกบไปคืนยังต้นสายการผลิต

1.8 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.8.1 สามารถใช้แบบจำลองที่สร้างขึ้นเป็นแนวทางเพื่อหาจำนวนแพลเลตที่เหมาะสมและค่าตัวแปรที่ควรจะเป็นกับผลิตภัณฑ์ใหม่

1.8.2 สามารถนำแบบจำลองดังกล่าวไปใช้ในการปรับปรุงสายการผลิตสำหรับผลิตภัณฑ์ใหม่ก่อนที่จะปฏิบัติจริง

1.9 วิธีดำเนินการวิจัย

1.9.1 สำรวจงานวิจัย (Literature Survey) และทฤษฎีต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการจำลองแบบปัญหา

1.9.2 ศึกษาระบบการผลิต การเคลื่อนที่ของงาน รวมถึงการเก็บข้อมูลด้านต่างๆ เช่น ด้านของเวลา วิธีการทำงาน ฯลฯ เพื่อให้เข้าในถึงระบบงาน และนำข้อมูลที่เก็บไปใช้ได้อย่างถูกต้อง

1.9.3 สร้างแบบจำลองโดยใช้โปรแกรม ARENA ให้สามารถเป็นจำลองที่สามารถเทียบเคียงได้กับระบบการทำงานจริงมากที่สุด

1.9.4 ใช้แบบจำลองที่สร้างขึ้นหาจำนวนแพลเลตที่เหมาะสมในสายการประกอบและเปรียบเทียบกับจำนวนแพลเลตที่ได้จากการคำนวณด้วยมือ

1.9.5 ทดสอบความถูกต้องของแบบจำลองที่สร้างขึ้นกับการทำงานบนสายการประกอบจริง เพื่อดูความเหมาะสมของค่าตัวแปรต่างๆ และปริมาณการผลิตที่ได้เทียบกับปริมาณการผลิตที่ได้จากการหาปริมาณแพลเลตที่ต้องใช้ในสายการประกอบโดยการคำนวณด้วยมือ

1.9.6 สรุปผลที่ได้และข้อเสนอแนะ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย