บทที่ 4
ผลการศึกษา

4.1 ผลของการศึกษาและดำเนินการ

การจำลองปัญหา (Simulation) ของบริษัท ลักษ์เอ็นจิเนียริ่ง จำกัด เป็นวิธีการหนึ่งในการแก้ปัญหาในด้านต่าง ๆ เช่น การศึกษาระบบการผลิตดูพฤติกรรมของระบบ ระบบการผลิตเกิดการผิดพลาดเช่นไร มีจุดใดบ้างของระบบการผลิตที่ควรได้รับการแก้ปัญหาในการจำลองปัญหาในระบบการผลิตซึ่งดำเนินการออกแบบตัวแบบจำลอง (Model) ระบบงานจริง (Real System) เพื่อเรียนรู้พฤติกรรมของระบบ หรือประเมินผลการดำเนินงาน การใช้แผนการต่าง ๆ ในการดำเนินการของระบบภายในขอบเขตที่วางไว้

จากการศึกษาข้อมูลของบริษัท ลักษ์เอ็นจิเนียริ่ง จำกัดได้เลือกทำการศึกษาผลิตภัณฑ์ Flasher Relay 12, 24 Volt และ Regulator 24 Volt เนื่องจากเป็นผลิตภัณฑ์หลักและมีการผลิตเป็นจำนวนมาก

การศึกษารูปแบบการจำลองปัญหาเป็นการศึกษาในส่วนที่สนใจเพื่อต้องการศึกษาพฤติกรรมและความสามารถของระบบที่เป็นไปได้ที่อาจจะเกิดขึ้นในอนาคต โดยที่ไม่ต้องลงไปปฏิบัติ เป็นสิ่งหนึ่งที่เป็นประโยชน์เป็นอย่างมากในเรื่องของอุตสาหกรรมการต่างๆเกี่ยวกับการประหยัดค่าใช้จ่ายในการผลิต

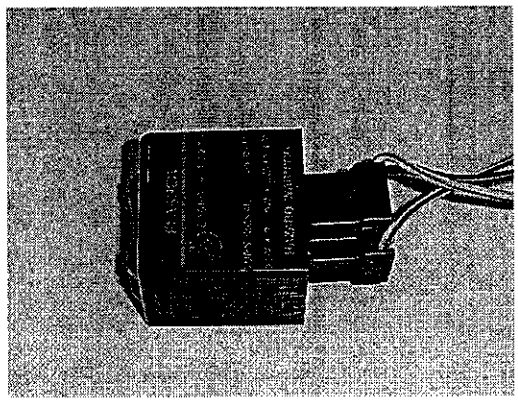
การดำเนินการศึกษาได้ดำเนินการศึกษาถึงกระบวนการผลิตของผลิตภัณฑ์ Flasher Relay 12, 24 Volt และ Regulator 24 Volt ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ที่ทางบริษัท ลักษ์เอ็นจิเนียริ่ง จำกัด ทำการผลิตเป็นจำนวนมากต่อเดือน แต่ถึงกระนั้นทางบริษัทยังมีผลิตภัณฑ์มากมาย การศึกษา 2 ผลิตภัณฑ์นี้ก็เพื่อ ต้องการศึกษากระบวนการผลิตที่เป็นปัจจุบันต้องการผลที่ได้นำมาสร้างเป็นแบบจำลองที่เป็นปัจจุบัน และนำมาสร้างเป็นแนวทางเลือกสำหรับการปรับปรุงกระบวนการผลิตต่อไป สำหรับผลการศึกษา มีผลดังต่อไปนี้

4.2 ผลของการศึกษาและเก็บรวบรวมข้อมูล

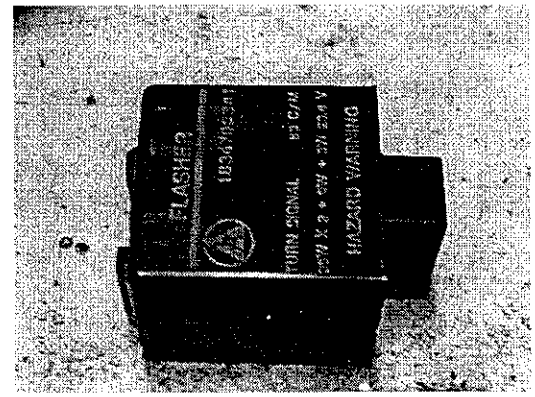
ในการเก็บรวบรวมข้อมูลได้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ของกระบวนการผลิต ซึ่งทำการเก็บข้อมูลดังนี้คือ

4.2.1 การเก็บข้อมูลของผลิตภัณฑ์และการเก็บข้อมูลของกระบวนการผลิต

ผลิตภัณฑ์ Flasher Relay 12, 24 Volt



รูปที่ 4.1 Flasher Relay 12 Volt



รูปที่ 4.2 Flasher Relay 24 Volt

สำหรับการผลิตผลิตภัณฑ์ทั้งสองตัวนี้มีขั้นตอนการผลิตที่เหมือนกันแต่แตกต่างกันตรงที่ชิ้นส่วนบางตัวของผลิตภัณฑ์ ขั้นตอนการผลิตในแผนกอิเล็คทรอนิคส์เป็นดังนี้

ก.1) การแปะชิปและการอบ

ข.1) การตรวจสอบและบัดกรี

ค.1) การล้างแผงวงจรด้วยคลื่น Ultrasonic

ง.1) การทดสอบก่อนการประกอบ

จ.1) การประกอบ

ฉ.1) การทดสอบครั้งสุดท้าย

ช.1) การบรรจุภัณฑ์

รายละเอียดของขั้นตอนต่าง ๆ ของการผลิต Flasher Relay มีดังต่อไปนี้

ก.1) การแปะชิปและการอบ

ก.1.1) การแปะชิปและการอบของ Flasher Relay 12 Volt

ก.1.1.1) นำแผงวงจร PLC ใส่ลงใน Fixture

ก.1.1.2) ปาดตะกั่ว

ก.1.1.3) นำออกจาก Fixture ส่งไปยังขั้นต่อไป

ก.1.1.4) แปะ C 3875 ลงในแผงวงจร PLC จำนวน 1 ตัว

ก.1.1.5) แปะ Diode IN4148 ลงในแผงวงจร PLC จำนวน 1 ตัว

ก.1.1.6) แปะ R1206 1 K ลงในแผงวงจร PLC จำนวน 1 ตัว

ก.1.1.7) แปะ Transistor MMBT 222A ลงในแผงวงจร PLC จำนวน 1 ตัว

ก.1.1.8) แปะ R1.5 K 0805 ลงในแผงวงจร PLC จำนวน 1 ตัว

ก.1.1.9) แปะ R2 K ลงในแผงวงจร PLC จำนวน 1 ตัว

ก.1.1.10) แปะ R4.7K ลงในแผงวงจร PLC จำนวน 1 ตัว

ก.1.1.11) แปะ IN 4007 ลงในแผงวงจร PLC จำนวน 1 ตัว พร้อมทั้งนำเข้าเครื่องอบ

ก.1.1.12) เครื่องอบทำงาน

ก.1.2) การแปะชิปและการอบของ Flasher Relay 24 Volt

ก.1.2.1) นำแผงวงจร PLC ใส่ลงใน Fixture

ก.1.2.2) ปาดตะกั่วนำออกจาก Fixture ส่งไปยังขั้นต่อไป

ก.1.2.3) แปะ KTC 3875 ลงในแผงวงจร PLC จำนวน 1 ตัว

ก.1.2.4) แปะ R1206 4.7 K ลงในแผงวงจร PLC จำนวน 1 ตัว

ก.1.2.5) แปะ Transistor MMBT 222A ลงในแผงวงจร PLC จำนวน 1 ตัว

ก.1.2.6) แปะ K 6.8 K 0803 ลงในแผงวงจร PLC จำนวน 1 ตัว

ก.1.2.7) แปะ 750 N 0805 ลงในแผงวงจร PLC จำนวน 1 ตัว

ก.1.2.8) แปะ 2L4148 ลงในแผงวงจร PLC จำนวน 1 ตัว

ก.1.2.9) แปะ R20K ลงในแผงวงจร PLC จำนวน 1 ตัว

ก.1.2.10) แปะ IN 4007 ลงในแผงวงจร PLC จำนวน 1 ตัว

ก.1.2.11) เครื่องอบทำงาน

ข.1) การตรวจสอบและบัดกรี

ข.1.1) ทำการตรวจสอบตำแหน่งของชิปต่าง ๆ

ข.1.2) ทำการบัดกรี

ค.1) การล้างแผงวงจรด้วยคลื่น Ultrasonic

ค.1.1) นำแผงวงจรเข้าเครื่องล้าง Ultrasonic

ค.1.2) เครื่องทำงาน เป็นเวลา 20 นาที

ค.1.3) นำแผงวงจรออกจากเครื่องล้าง Ultrasonic

ง.1) การทดสอบก่อนการประกอบ

ง.1.1) ทำการทดสอบก่อนการประกอบ

จ.1) การประกอบ

จ.1.1) นำแผงวงจรใส่ลงใน Fixture และ ใส่ F3 , F4 , F5 (ขา)

จ.1.2) นำออกจาก Fixture และดัดขา F ใส่ C10 ใส่ C10 และตัดขา

จ.1.3) ประกอบตัว Relay เข้ากับ แผงวงจร

จ.1.4) นำแผงวงจรใส่ลงใน Fixture ทำการบัดกรีขา F

จ.1.5) นำแผงวงจรใส่ลงใน Fixture ใส่ C 10 ลงไปและทำการบัดกรี

จ.1.6) ประกอบเข้ากับฝาครอบสีดำ

ฉ.1) การทดสอบครั้งสุดท้าย

ฉ.1.1) ประกอบ PLC เข้ากับปลั๊กทำการทดสอบ

ฉ.1.2) ถอนปลั๊กและประกอบกล่องดำเข้ากับแผงวงจร

ช.1) การบรรจุภัณฑ์

ช.1.1) นำ Flasher Relay ที่เสร็จสมบูรณ์ใส่ลงในกล่อง

ช.1.2) นำกล่องของ Flasher Relay ใส่ลงในลังต่อไป

ผลิตภัณฑ์ Regulator 24 Volt

รูปที่ 4.3 Regulator 24 Volt

ขั้นตอนการผลิต Regulator 24 Volt ในแผนกอิเล็คทรอนิคส์เป็นดังนี้

ก.2) การแปะชิปและการอบ

ข.2) การตรวจสอบและบัดกรี

ค.2) การล้างแผงวงจรด้วยคลื่น Ultrasonic

ง.2) การตรวจสอบด้วยการบัดกรีและใส่อุปกรณ์เพิ่ม

จ.2) การหล่อเคลือบวงจร

ฉ.2) การอบก่อนการทดสอบ

ช.2) การทดสอบก่อนการประกอบ

ซ.2) การประกอบ

ฌ.2) การทดสอบครั้งสุดท้าย

ญ.2) การบรรจุภัณฑ์

รายละเอียดของขั้นตอนต่าง ๆ มีดังต่อไปนี้

ก.2) การแปะชิปและการอบ

ก.2.1) นำแผงวงจร PLC ใส่ลงใน Fixture

ก.2.2) ปาดตะกั่ว

ก.2.3) นำออกจาก Fixture ส่งไปยังขั้นต่อไป

ก.2.4) เครื่องจักรทำงาน

ก.2.5) แปะBD 140, Sensor, IN5404,EBP 10 35 V, F2P 47 35 V ใส่ลงในแผงวงจร

ก.2.6) แปะ BD 140 -10, Resister ,FR 202 , IN 5404

ก.2.7) เครื่องอบทำงาน

ข.2) ทำการตรวจสอบ

ข.2.1) ตรวจสอบด้วยสายตา ทางด้านโทรทัศน์

ข.2.2) ตรวจสอบด้วยการบัดกรี

ข.2.3) การตรวจสอบทางสายตาครั้งที่ 2

ค.2) การล้างแผงวงจรด้วยคลื่น Ultrasonic

ค.2.1) นำแผงวงจรเข้าเครื่องล้าง Ultrasonic

ค.2.2) เครื่องทำงาน เป็นเวลา 20 นาที

ค.2.3) นำแผงวงจรออกจากเครื่องล้าง Ultrasonic

ง.2) การตรวจสอบด้วยการบัดกรีและใส่อุปกรณ์เพิ่ม

ง.2.1) การตรวจสอบด้วยการบัดกรีและใส่อุปกรณ์เพิ่ม

จ.2) การหล่อเคลือบวงจร

จ.2.1) การหล่อเคลือบวงจร

ฉ.2) การอบก่อนการทดสอบ

ฉ.2.1) การอบก่อนการทดสอบ

ช.2) การทดสอบก่อนการประกอบ

ช.2.1) ทำการทดสอบก่อนการประกอบ

ซ.2) การประกอบ

ซ.2.1) ประกอบตัวถังเข้ากับแผงวงจร (ขันสกรู)

ซ.2.2) ประกอบสายไฟเข้ากับตัวถัง

ซ.2.3) ทำการบัดกรีขาและตรวจความเรียบร้อยของสายไฟ

ซ.2.4) ประกอบกล่องดำเข้ากับตัวถังและขันสกรู

ฌ.2) การทดสอบครั้งสุดท้าย

ฌ.2.1) ประกอบ PLC เข้ากับปลั๊กทำการทดสอบ

ฌ.2.2) ถอนปลั๊กและประกอบกล่องดำเข้ากับแผงวงจร

ญ.2) การบรรจุภัณฑ์

ญ.2.1) ติด Sticker ลงบน Regulator ที่เสร็จสมบูรณ์

ญ.2.2) นำใส่กล่องขนาดกลางพร้อมอุปกรณ์เสริม

ญ.2.3) นำกล่องขนาดกลางที่บรรจุครบจำนวนใส่ลงลัง

4.2.2 การเก็บข้อมูลของเวลา ในการเก็บข้อมูลของเวลาในกระบวนการผลิตได้ทำการเก็บข้อมูลของผลิตภัณฑ์ คือ Flasher Relay 12, 24 Volt และ Regulator 24 Volt ซึ่งรายละเอียดที่สำคัญในเรื่องของกระบวนการผลิตสามารถดูได้จากตารางภาคผนวก ก ในส่วนเรื่องของเวลาในแต่ละกระบวนการผลิตในการเก็บข้อมูลของเวลาเพื่อให้การวิเคราะห์ข้อมูลได้ง่ายขึ้นจึงทำการเก็บข้อมูลจำนวน 30 ข้อมูลเป็นต้นไป

4.2.3 การวิเคราะห์ข้อมูล เมื่อทำการเก็บข้อมูลของเวลาจึงทำการวิเคราะห์โดยการทดสอบการกระจายตัวของประชากร (Goodness of Fit Test) ซึ่งในการจำลองแบบปัญหาในระบบงานจริงซึ่งมีความไม่แน่นอน เรามักจะมีปัญหาทำให้ต้องการทราบลักษณะการกระจายของความน่าจะเป็นของตัวแปร โดยเฉพาะว่าลักษณะการกระจายนั้นมีรูปแบบที่เหมือนกับรูปแบบซึ่งมีฟังก์ชันคณิตศาสตร์สำเร็จรูปอยู่หรือไม่ ขั้นปกติในการทดสอบลักษณะในการกระจายของความน่าจะเป็นของประชากร ทำการเก็บข้อมูลของเวลาซึ่งเป็นข้อมูลดิบได้ทำการเลือกการวิเคราะห์ข้อมูลของเวลาการทำงาน ในขั้นตอนของการแปะชิปพนักงานคนที่2 (Operator2) ของผลิตภัณฑ์ Regulator 24 Volt ซึ่งมีข้อมูลเวลาจำนวน 60 รอบการทำงาน ดังต่อไปนี้

15.4 24.33 21.07 18.76 20.75 25.28 20.90 18.40 18.70 17.70 20.60 20.12 20.88 20.10
19.52 23.81 19.00 21.00 17.79 19.88 24.85 21.14 19.06 20.36 17.14 17.51 17.50 14.40
14.90 17.10 21.00 20.50 15.90 17.10 18.86 23.39 20.15 15.58 17.59 18.18 13.29 16.07
10.43 14.81 16.31 17.92 16.70 16.50 19.00 22.60 17.40 21.22 15.33 19.00 17.58 18.66
18.38 21.06 **29.00** 24.59

จากข้อมูลเวลาที่ได้นำมาทำการวิเคราะห์โดยการแจกแจงความถี่ (Frequency Distribution) ซึ่งข้อมูลที่ได้เก็บรวบรวมมายังไม่ได้ทำการวิเคราะห์เราเรียกข้อมูลเหล่านี้ว่า ข้อมูลดิบ (Raw score) ข้อมูลดิบเหล่านี้ซึ่งมีจำนวน 60 ข้อมูลซึ่งมีจำนวนค่อนข้างมากเราไม่สามารถมองเห็นลักษณะของข้อมูลได้ จึงต้องมีการจัดเตรียมข้อมูลให้เป็นหมวดหมู่เพื่อให้สะดวกในการวิเคราะห์ข้อมูลซึ่งมีอยู่ 2 กรณีในการวิเคราะห์ข้อมูล ซึ่งทำได้ดังนี้

ก) ถ้าข้อมูลดิบมีน้อย ก็ให้เรียงข้อมูลจากมากไปหาน้อย หรือจากน้อยไปหามาก ซึ่งข้อมูลที่เรียงลำดับเสร็จแล้วเราเรียกว่า Undergouped Data ซึ่งการวิเคราะห์ข้อมูลชนิดนี้จะได้ค่าตรงกับความเป็นจริงเสมอ

ข) ถ้าข้อมูลดิบมีจำนวนมาก ต้องทำการแจกแจงความถี่ โดยทั่ว ๆ ไป เราถือว่าข้อมูลที่มีจำนวนตั้งแต่ 30 ข้อมูลขึ้นไปเป็นข้อมูลที่มีจำนวนมาก ต้องทำการแจกแจงความถี่ ซึ่งมีลักษณะคล้ายกับจำนวนข้อมูลของขั้นตอนของการแปะชิปของคนงานคนที่ 2 จึงทำการแจกแจงความถี่ได้ดังนี้

วิธีการสร้างตารางแจกแจงความถี่

1) หาค่าต่ำสุด (Minimum Value) และค่าสูงสุด (Maximum Value) ของข้อมูลเวลาคนงานคนที่ 2 คือ

ค่าต่ำสุด (Minimum Value) = 10.43

ค่าสูงสุด (Maximum Value) = 29.00

หาค่าพิสัย (Range) = ค่าต่ำสุด (Minimum Value) – ค่าสูงสุด (Maximum Value)

= 29.00 -10.43

= 18.57

2) หาจำนวนของอันตรภาคชั้น จะได้

จาก $K = 1 + 3.3\text{Log}(N)$; N = จำนวนของข้อมูล

แทนค่าจะได้ $= 1+3.3\text{Log}(60)$

$= 1+3.3(1.778)$

$= 1+5.868$

$= 6.868$ หรือ 7

ดังนั้นจำนวนของอันตรภาคชั้น มีจำนวน 7 ชั้น

3) หาจำนวนความกว้างของอันตรภาคชั้น ชั้น

จากความกว้างของอันตรภาคชั้น

(I) = (พิสัย/ความกว้างอันตรภาคชั้น) x ความกว้างอันตรภาคชั้น

$$=\frac{18.57}{7}\times 7$$

=2.63 หรือ 3

4) หาค่าขีดล่างจำกัดชั้นแรก

หาค่าขีดจำกัดล่างชั้นแรก = ค่าต่ำสุด – $(I \times K - R)/2$

$=10.43 - (3\times 7 - 18.57)/2$

= 9.23

หาค่าขีดจำกัดบนชั้นแรก = 9.23+3-1

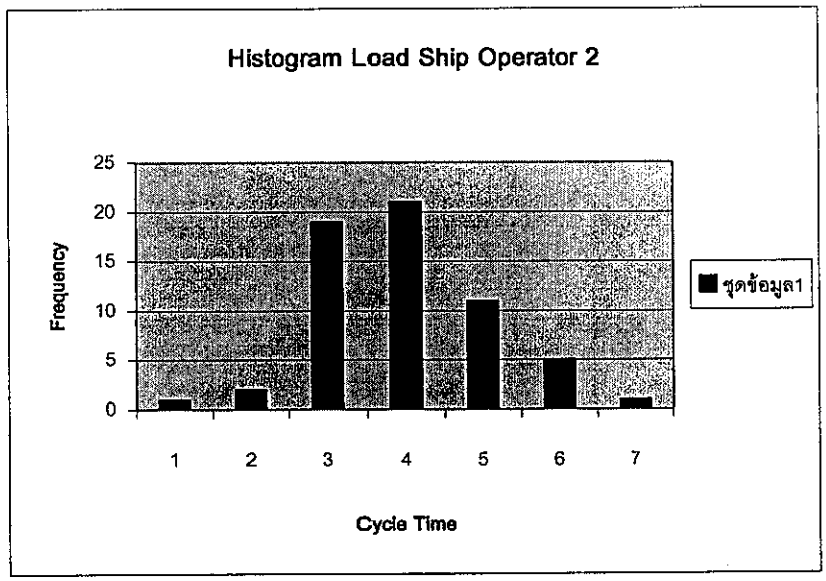
= 11.23

ดังนั้นเมื่อนำมาเขียนตารางแจกแจงความถี่จะได้

ตารางที่ 4.1 ตารางแจกแจงความถี่ข้อมูลเวลาคนงานคนที่ 2 ของกระบวนการแปะชิป

ช่วงความกว้าง	ขีดจำกัดที่แท้จริง	จุดกึ่งกลางชั้น	ความถี่
9.23 - 11.23	8.73 - 11.73	10.23	1
12.23 - 14.23	11.73 - 14.73	13.23	2
15.23 - 17.23	14.73 - 17.73	16.23	19
18.23 - 20.23	17.73 - 20.73	19.23	21
21.23 - 23.23	20.73 - 23.73	22.23	11
24.23 - 26.23	23.73 - 26.73	25.23	5
27.23 - 29.23	26.73 - 29.73	28.23	1
			60

5) การแจกแจงความถี่ด้วยกราฟหรือแผนภูมิ เมื่อได้ค่าของตารางแจกแจงความถี่แล้ว นำมาแจกแจงความถี่ด้วยแผนภูมิแท่ง เพื่อดูแนวโน้มของการกระจายตัวของข้อมูลว่าเป็นแบบใด จะได้ดังนี้



รูปที่ 4.4 กราฟแสดงการกระจายตัวของข้อมูลเวลาการแปะชิปของคนงานคนที่ 2

ทดสอบการกระจายตัวของประชากรว่าเป็นแบบใด จากกราฟจะเห็นได้ว่าข้อมูลของคนงานคนที่ 2 ของกระบวนการแปะชิปมีแนวโน้มการกระจายตัวเป็นแบบปกติ (Normal Distribution) ดังนั้นเพื่อให้การคาดเดาว่าเป็นการกระจายตัวแบบปกติ (Normal Distribution) หรือไม่นั้นเราจึงทำการทดสอบสมมติฐาน โดยใช้การทดสอบการกระจายตัวของประชากร (Goodness of Fit Test) ดังนั้นจะทำการทดสอบดังต่อไปนี้

วิธีทำ

1. หาค่า $\overline{X}$ เพื่อประมาณ ค่าของ μ

2.หาค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เพื่อประมาณ ค่า σ

นำมาเขียนเป็นตารางใหม่จะได้

ตารางที่ 4.2 ตารางแจกแจงความถี่ข้อมูลเวลาคนงานคนที่ 2 ของกระบวนการแปะชิป

อันตรภาคชั้น	จุดกึ่งกลาง(Xi)		ความถี่ *fi*	*xifi*	$xi^2 fi$
	Xi	xi^2			
8.73 - 11.73	10.23	104.65	1	10.23	104.65
11.73 - 14.73	13.23	175.03	2	26.46	350.06
14.73 - 17.73	16.23	263.41	19	308.37	5004.79
17.73 - 20.73	19.23	369.79	21	403.83	7765.59
20.73 - 23.73	22.23	494.17	11	244.53	5435.87
23.73 - 26.73	25.23	636.55	5	126.15	3182.75
26.73 - 29.73	28.23	796.93	1	28.23	796.93
			60	1147.8	22640.64

กำหนดสมมติฐาน

H0: การแจกแจงความถี่ของข้อมูลเวลากระบวนการแปะชิปของคนงานที่ 2 เป็นการแจกแจงปกติ

H1: การแจกแจงความถี่ของข้อมูลเวลากระบวนการแปะชิปของคนงานที่ 2 ไม่เป็นการแจกแจงปกติ

ทำการกำหนดระดับนัยสำคัญโดยการกำหนด ที่ระดับนัยสำคัญที่ 0.01

กำหนดสมมติฐาน

H0: การแจกแจงความถี่ของข้อมูลเวลากระบวนการแปะชิปของคนงานที่ 2 เป็นการแจกแจงปกติ

H1: การแจกแจงความถี่ของข้อมูลเวลากระบวนการแปะชิปของคนงานที่ 2 ไม่เป็นการแจกแจงปกติ

กำหนดระดับนัยสำคัญที่ 0.01

จากข้อมูลจะได้

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^{n} xifi}{N}$$

$$= \frac{1147.8}{60}$$

$$= 19.13$$

และ

$$s = \frac{\sqrt{N(\sum_{i=1}^{n} xi^2 fi) - (\sum_{i=1}^{n} xifi)^2}}{N(N-1)}$$

$$= \frac{\sqrt{60(22640.64) - (1147.8)^2}}{60(59)}$$

$$= \frac{\sqrt{1358438 - 1317444.84}}{3540}$$

$$= 3.40295$$

3. คำนวณความน่าจะเป็นแต่ละอันตรภาคชั้น
4. คำนวณความถี่ที่คาดว่าจะได้ตามทฤษฎี

ตารางที่ 4.3 ตารางแจกแจงความน่าจะเป็น

อันตรภาคชั้น ชั้น	เขตจำกัดชั้น (Li - Ui)	ความน่าจะเป็น $P(Li<X<Ui)$	ความถี่ที่คาดว่าจะได้รับ $ei = 60\ P(Li<X<Ui)$
$-\infty <$ 11.23	$-\infty <$ 11.73	0.0145	0.8700
12.24 - 14.23	11.73 - 14.73	0.0818	4.9080
15.23 - 17.23	14.73 - 17.73	0.25509	13.500
18.24 - 20.23	17.73 - 20.73	0.3516	21.0960
21.24 - 23.23	20.73 - 23.73	0.2245	13.4700
24.24 - 26.23	23.73 - 26.73	0.0734	4.4040
27.23 - 29.23	26.73 $< \infty$	0.0125	0.6762
		1.0008 หรือ 1	59.9988 หรือ 60

การคำนวณหาความน่าจะเป็น หาได้จาก

$$Z = \frac{x - \bar{x}}{\sigma}$$

จะได้ Z ที่ $P(-\infty < X < 11.73)$

$$Z = \frac{19.13 - 11.73}{3.40295}$$

$$= 2.175$$

จากตาราง การแจกแจงปกติ (Normal Distribution) ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

จะได้ Z ที่

2.1 = 0.9826

2.2 = 0.9864

Interpolate $Z_{1.75}$ = 0.98545

ดังนั้นความน่าจะเป็น

P = 1-0.98545

= 0.01455

ที่ $P(11.73 < X < 14.73)$

$$= \frac{19.13 - 14.73}{3.40295}$$

$$= 1.293$$

จากตาราง การแจกแจงปกติ (Normal Distribution)

ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

จะได้ Z ที่

1.2 = 0.8869

1.3 = 0.9049

Interpolate $Z_{1.293}$ = 0.90364

ดังนั้นความน่าจะเป็น

P = 1-0.90364

= 0.09636

ดังนั้นที่ $P(11.73 < X < 14.73)$ = 0.09636 - 0.01455

= 0.08181

ที่ $P(14.73 < X < 17.73)$

$$Z = \frac{19.13 - 17.73}{3.40295}$$

$$= 0.411$$

จากตาราง การแจกแจงปกติ (Normal Distribution)

ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

จะได้ Z ที่

0.4 = 0.6591

0.5 = 0.6950

Interpolate $Z_{0.411}$ = 0.66305

ดังนั้นความน่าจะเป็น P = 1-0.66305

= 0.33695

ดังนั้น ที่ $P(14.73 < X < 17.73)$ = 0.33695 – 0.09636

= 0.25509

ที่ $P(17.73 < X < 20.73)$

$$Z = \frac{19.13 - 20.73}{3.40295}$$

$$= -0.4702$$

จากตาราง การแจกแจงปกติ (Normal Distribution)

ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

จะได้ Z ที่

-0.4 = 0.3409

-0.5 = 0.3050

Interpolate $Z_{-0.4702} = 0.31137$

ดังนั้นความน่าจะเป็น

P= 1-0.31137

= 0.68863

ดังนั้น

ที่ $P(17.73 < X < 20.73) = 0.68863 - 0.33695$

= 0.35168

ที่ $P(20.73 < X < 23.73)$

$$Z = \frac{19.13 - 23.73}{3.40295}$$

$$= -1.352$$

จากตาราง การแจกแจงปกติ (Normal Distribution)

ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

จะได้ Z ที่

-1.3 = 0.0951

-1.4 = 0.0793

Interpolate $Z_{-1.35} = 0.08684$

ดังนั้นความน่าจะเป็น

P = 1-0.08684

= 0.91316

ดังนั้นที่ $P(20.73 < X < 23.73) = 0.91316 - 0.68863$

$= 0.22453$

ที่ $P(23.73 < X < 26.73)$

$$Z = \frac{19.13 - 26.73}{3.40295} = -2.233$$

จากตาราง การแจกแจงปกติ (Normal Distribution)

ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

จะได้ Z ที่

-2.2 = 0.0136

-2.3 = 0.0104

Interpolate $Z_{-2.233} = 0.01254$

ดังนั้นความน่าจะเป็น

P = 1- 0.01254

= 0.98745

ดังนั้น ที่ $P(23.73 < X < 26.73) = 0.98745 - 0.91316 = 0.07429$

และที่ $P(23.73 < X < \infty+) = 0.01254$

คำนวณค่าสถิติไคสแควร์ Test

ตารางที่ 4.4 ตารางแสดงค่าการทดสอบไคสแควร์

O_i	e_i	$O_i - e_i$
1	0.8700	0.1300
2	4.9080	-2.9080
19	13.500	5.5000
21	21.096	-0.0960
11	13.470	-2.4700
5	4.4040	0.5960
1	0.6762	0.3238

เพราะมีบางค่าของ $e_i < 5$ เพราะฉะนั้นต้องมีการรวมค่าให้เกิน 5 ซึ่งจะได้ค่าใหม่ดังนี้

ตารางที่ 4.5 ตารางแสดงค่าที่ได้จากการคาดคะเน ของการทดสอบไคสแควร์

o_i	e_i	$o_i - e_i$	$(o_i - e_i)^2$	$\frac{(o_i - e_i)^2}{e_i}$
19	13.5000	5.5000	30.25	2.2407
21	21.0960	-0.0960	0.009216	0.000436
11	13.4700	-2.4700	6.1009	0.4529
9	10.8582	-1.8582	3.4529	0.31799
				3.0120

ดังนั้นค่าของ ไคสแควส์ Test มีค่าเท่ากับ 3.0120

การหาค่าวิกฤตและบริเวณวิกฤต หลังจากมีการรวมค่าความถี่ แล้วจะได้ K = 4

เพราะมีการประมาณค่าพารามิเตอร์ μ และ σ ของข้อมูลเวลา เพราะฉะนั้น m = 2

เพราะฉะนั้นระดับขั้นเสรี ν = k - m - 1 ; 4 - 2 - 1 = 1

ค่าวิกฤตคือ $\chi^2_{0.01},1 = 6.635$

ดังนั้นจะเห็นได้ว่าที่ระดับนัยสำคัญ ค่า $\chi^2_{0.01},1 = 3.0120$ ซึ่งไม่ได้อยู่ในบริเวณวิกฤต

เพราะฉะนั้นจึงทำการยอมรับ H0 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

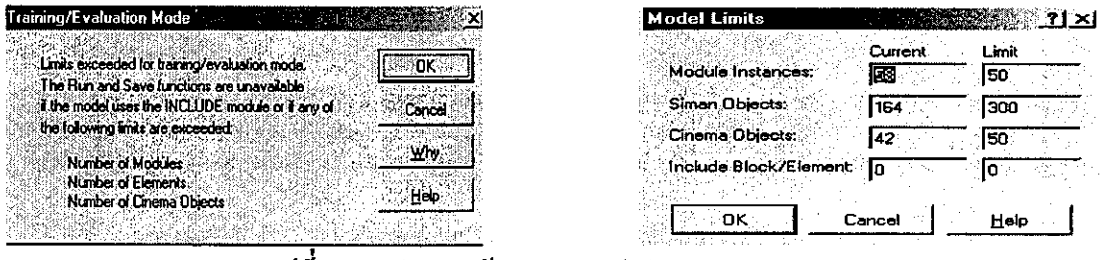
H0: การแจกแจงความถี่ของข้อมูลเวลากระบวนการแปะชิปของคนงานที่ 2 เป็นการแจกแจงปกติ

ดังนั้นเนื่องจากการคำนวณเพื่อหาค่าของข้อมูลว่ามีการกระจายตัวแบบใด ซึ่งใช้เวลาในการคำนวณหาค่อนข้างมาก เพื่อให้สะดวกในการหาว่าข้อมูลของเวลาว่ามีการกระจายตัวแบบใด สามารถใช้โปรแกรม Input Analyzer ของโปรแกรม Arena ช่วยในการหา ซึ่งผลของการหาว่าข้อมูลของเวลามีการกระจายตัวแบบใดสามารถที่ดูได้ในภาคผนวก

หลังจากที่ทำการศึกษาทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับแบบจำลองปัญหา ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลต่างๆ ของกระบวนการผลิตรวมทั้งเวลาของกระบวนการผลิต เมื่อทำการวิเคราะห์ข้อมูลเป็นที่เรียบร้อยจึงเริ่มดำเนินการในการสร้างแบบจำลองปัญหา ซึ่งมีผลดังต่อไปนี้

4.3 ผลการศึกษาการใช้โปรแกรม Arena

ข้อจำกัดของโปรแกรม Arena การศึกษาโปรแกรม Arena มีข้อจำกัด เนื่องจากโปรแกรมที่ทำการศึกษา เป็นแบบ Academic ซึ่งมีข้อจำกัดในเรื่องของตัว Module Instance ซึ่งมีข้อจำกัดที่ไม่เกิน 50 , Siman Objects มีข้อจำกัดไม่เกิน 300 และ Cinema Objects มีข้อจำกัดไม่เกิน 50 แสดงให้เห็นดังรูปต่อไปนี้



รูปที่ 4.5 รูปแสดงข้อจำกัดของโปรแกรม Arena

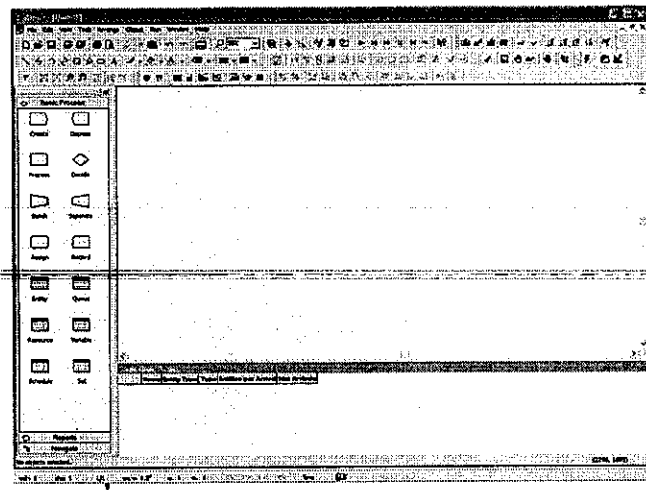
นอกจากข้อจำกัดดังที่กล่าวมาแล้ว โปรแกรม Arena ยังมีข้อจำกัดในเรื่องของ Entity ของระบบอีกคือ เมื่อมีการ Run Program แล้วถ้า Entity ที่เข้าไปในระบบแล้วเกิน 150 Entity แล้วจะทำให้โปรแกรมไม่สามารถทำงานต่อไปได้

คำสั่งต่าง ๆ ของโปรแกรม Simulation with Arena ที่ใช้ในโครงงาน

คำสั่งต่าง ๆ ของโปรแกรม Simulation with Arena ที่ใช้ในโครงงานอยู่ใน Project Bar ช่อง Basic Process และ Advanced Transfer บนหน้าต่างของโปรแกรม Arena ดังรูปที่ 4.6 ประกอบไปด้วย

1. Create 2. Dispose 3. Process 4. Decide 5. Batch 6. Separate
7. Assign 8. Record 9. Station 10. Route 11. Entity 12. Queue
13. Resource 14. Schedule

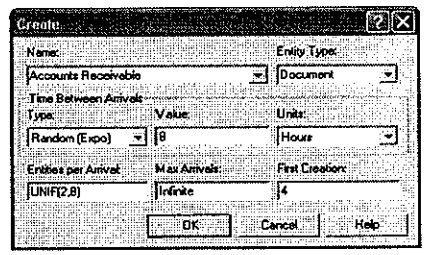
ซึ่งแต่ละคำสั่งมีความหมายดังต่อไปนี้



รูปที่ 4.6 หน้าต่างของโปรแกรม Arena

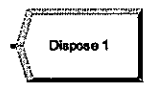
4.3.1 คำสั่ง Create

เป็นคำสั่งที่ใช้สำหรับเริ่มต้นการสร้างแบบจำลอง โดยในการสร้างแบบจำลองจะอาศัยข้อมูลเวลาในรูปแบบ ตารางเวลาหรือเวลาระหว่างการมาถึงของชิ้นงานที่จะเข้าสู่กระบวนการ

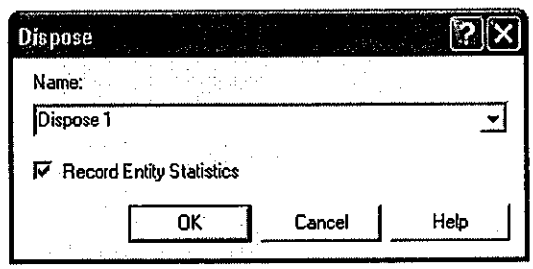


รูปที่ 4.7 รูปแสดงการใช้บล็อกคำสั่ง Create

4.3.2 คำสั่ง Dispose



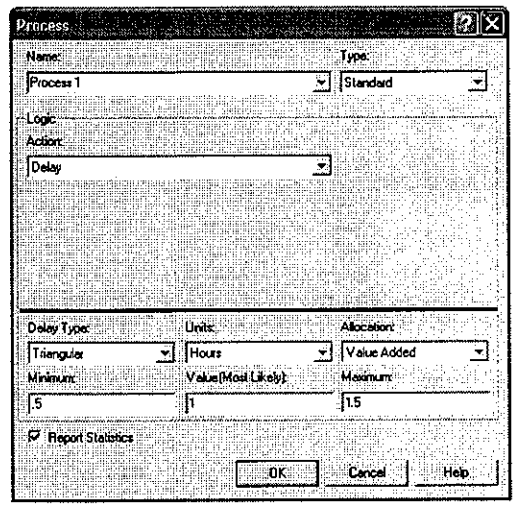
เป็นคำสั่งที่ใช้สำหรับการจบสิ้นกระบวนการในแบบจำลอง โดยคำสั่งนี้จะทำการบันทึกหรือไม่บันทึกค่าต่าง ๆ ของกระบวนการก็ได้แล้วแต่ผู้สร้างแบบจำลองจะเลือก



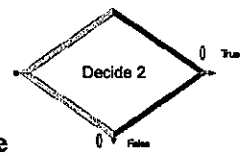
รูปที่4.8 แสดงการใช้บล็อกคำสั่ง Dispose

4.3.3 คำสั่ง Process

เป็นคำสั่งที่ใช้สำหรับการจำลองวิธีการทำงานของกระบวนการ โดยคำสั่งนี้จะต้องบอกการเข้ามาของชิ้นงานสู่กระบวนการและลักษณะของกระบวนการว่ามีการกระจายตัวแบบใด ค่าต่าง ๆ เหล่านี้ได้มาจากการเก็บข้อมูล

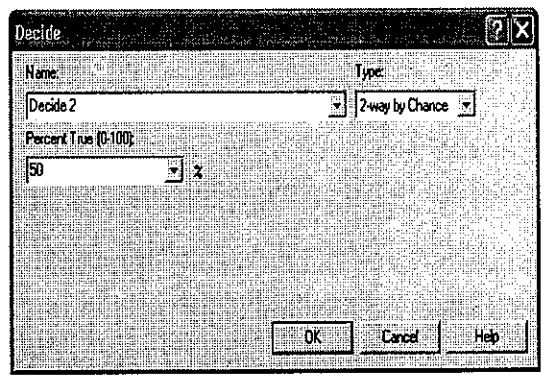


รูปที่ 4.9 แสดงการใช้บล็อกคำสั่ง Process

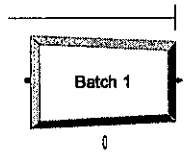


4.3.4 คำสั่ง Decide

เป็นคำสั่งที่ใช้สำหรับการตัดสินใจในการประมวลผลของระบบ โดยรวมถึงทางเลือกที่อาศัยการตัดสินใจบนรากฐานของเงื่อนไขหนึ่งเงื่อนไขหรือหลาย ๆ เงื่อนไข หรือทางเลือกที่อาศัยการตัดสินใจบนรากฐานของความน่าจะเป็นหนึ่งค่าหรือหลาย ๆ ค่า

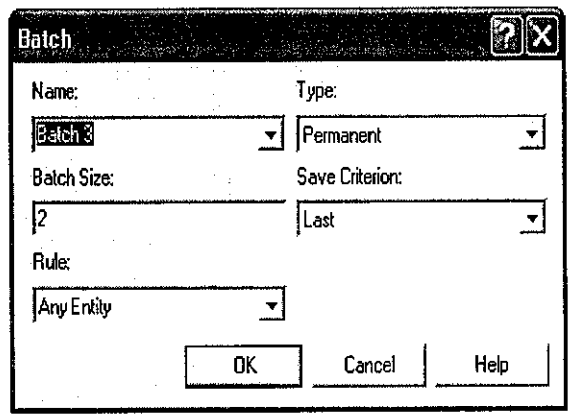


รูปที่ 4.10 แสดงการใช้บล็อกคำสั่ง Decide

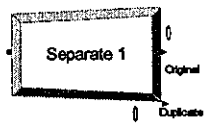


4.3.5 คำสั่ง Batch

เป็นคำสั่งที่ใช้สำหรับการจัดกลุ่มของชิ้นงานที่เข้าสู่ระบบของแบบจำลอง โดยการเข้ามาของชิ้นงานจะเข้ามาในแบบชั่วคราวหรือถาวรก็ได้

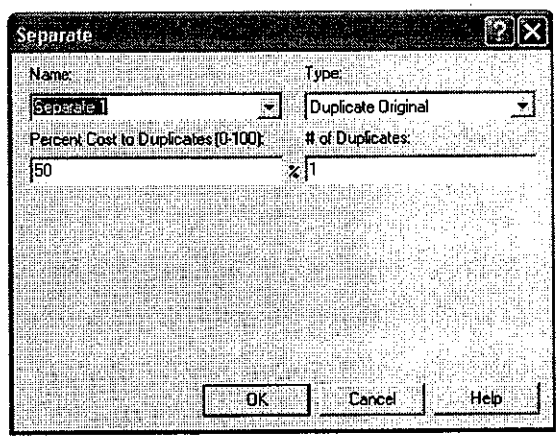


รูปที่ 4.11 แสดงการใช้บล็อกคำสั่ง Batch

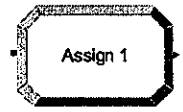


4.3.6 คำสั่ง Separate

เป็นคำสั่งที่ใช้สำหรับการแบ่งชิ้นงานในระบบ โดยคำสั่งนี้จะใช้ร่วมกับคำสั่ง Bath ซึ่งเราสามารถทำให้เป็นการแบ่งแยก 2 กระบวนการได้เพื่อต้องการเพิ่มกระบวนการในระบบและช่วยลดงานที่ค้างอยู่ในระบบ

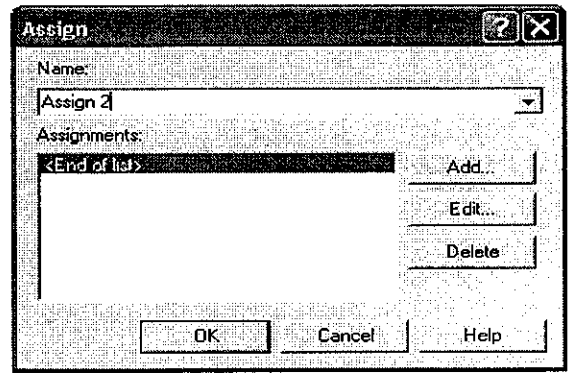


รูปที่ 4.12 แสดงการใช้บล็อกคำสั่ง Separate



4.3.7 คำสั่ง Assign

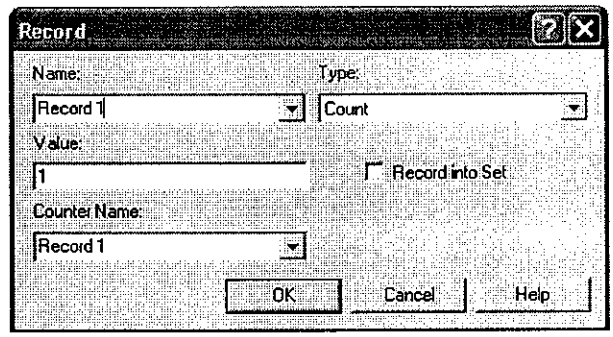
เป็นคำสั่งที่ใช้สำหรับการกำหนดค่าหรือรูปแบบให้ตัวแปร โดยรูปแบบนั้นคือชนิดของชิ้นงาน หรือรูปของชิ้นงาน หรือค่าตัวแปรต่าง ๆ ของระบบ



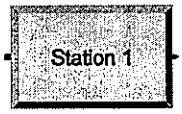
รูปที่ 4.13 แสดงการใช้บล็อกคำสั่ง Assign

4.3.8 คำสั่ง Record

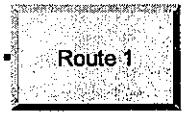
เป็นคำสั่งที่ใช้สำหรับการบันทึก รวบรวมค่าทางสถิติต่าง ๆ ในแบบจำลอง โดยการบันทึกจะเลือกบันทึกเฉพาะกระบวนการหรือทั้งระบบในแบบจำลองก็ได้



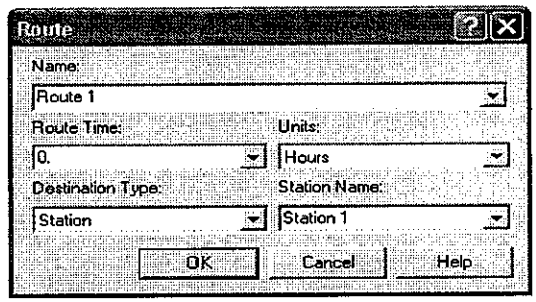
รูปที่ 4.14 แสดงการใช้บล็อกคำสั่ง Record

4.3.9 คำสั่ง Station 

เป็นคำสั่งที่ใช้สำหรับการจำกัดขอบเขตของสถานีงานหรือส่วนหนึ่งของสถานีงานของระบบในแบบจำลอง โดยที่การจำกัดขอบเขตการตั้งสถานีงานของระบบในแบบจำลองจะส่งผลถึงตำแหน่งที่เราจะทำการประมวลผลได้

4.3.10 คำสั่ง Route 

เป็นคำสั่งที่ใช้สำหรับเป็นเส้นทางในการย้ายชิ้นงานไปสู่สถานีงานเลือกไว้หรือเป็นการย้ายจากสถานีงานหนึ่งสู่สถานีถัดไป โดยที่เวลารอคอยของชิ้นงานที่จะย้ายไปสู่สถานีงานถัดไปจะถูกจำกัดขอบเขตไว้



รูปที่ 4.15 แสดงการใช้บล็อกคำสั่ง Route

4.3.11 คำสั่ง Entity

เป็นคำสั่งที่อยู่ในรูปของข้อมูลที่จำกัดในเรื่องของชนิดชิ้นงานและรูปภาพเริ่มต้นในการจำลอง ซึ่งคำแนะนำที่มีค่าเริ่มต้นและการกำหนดราคาจะถูกจำกัดอยู่ในคำสั่งนี้ด้วย

4.3.12 คำสั่ง Queue

เป็นคำสั่งที่อยู่ในรูปของข้อมูลที่เกี่ยวกับการเข้ามาของชิ้นงาน โดยจะเรียงลำดับความสำคัญว่าขั้นตอนใดมีความสำคัญอันดับแรกและเรียงลำดับต่อ ๆ มา

4.3.13 คำสั่ง Resource

เป็นคำสั่งที่บ่งบอกถึงข้อมูลของชิ้นงานที่จำกัดทรัพยากรในระบบการจำลอง รวมถึงคำแนะนำที่มีค่าและทรัพยากรที่ใช้ประโยชน์ได้ ทรัพยากรอาจจะมีความจุการซ่อมแซมที่ไม่มากเหนือจากการ Run โปรแกรมแบบจำลองหรือกระทำโดยอาศัยตารางเวลา

4.3.14 คำสั่ง Schedule

เป็นคำสั่งของข้อมูลของชิ้นงานนี้ซึ่งอาจจะใช้ร่วมกับคำสั่ง Resource ที่กำหนดตารางเวลาการปฏิบัติงาน โดยการกำหนดตารางเวลาของการเข้ามาถึงของชิ้นงาน ตารางเวลาจะถูกใช้อ้างอิงโดยอาศัยการจำลอง ตารางเวลาแบบต่อเนื่องก็จะถูกจำกัดไว้ในส่วนนี้.

4.4 ผลการสร้างแบบจำลองปัจจุบัน โดยการอ้างอิงข้อมูลที่เก็บได้

ในการสร้างแบบจำลอง ปัจจุบันได้แบ่งในลักษณะเป็นกระบวนผลิต ที่ทางโรงงานทำอยู่ ปัจจุบันการสร้างแบบจำลองปัญหา เป็นการสร้างในลักษณะที่เป็นแบบต่อเนื่อง เพื่อต้องการศึกษาพฤติกรรมของระบบที่เกิดขึ้น และการสร้างแนวทางเลือกในการปรับในกระบวนผลิตที่ทำอยู่ ณ ปัจจุบัน ในการสร้างแบบจำลอง ได้ทำการ อ้างอิงมาจากข้อมูลเวลาของกระบวนการผลิตทำให้สามารถดูได้จากภาคผนวกท้ายเล่ม ในส่วนของผลลัพธ์ที่ได้จากการ Run โปรแกรม ดังนี้ คือ

4.4.1 รูปแบบจำลองการผลิตปัจจุบันของผลิตภัณฑ์ Flasher Relay 12, 24 Volt ในที่นี้เป็นการจำลองปัญหาในลักษณะของผลิตภัณฑ์ Flasher Relay ซึ่งแบบจำลองปัญหา ดังภาพด้านล่างเป็นแบบจำลองของกระบวนการผลิตปัจจุบัน มีกระบวนการที่สร้างตามแบบการทำงานปัจจุบันดังนี้ คือ

4.4.1.1 กระบวนการแปะชิป (Process Load Ship)

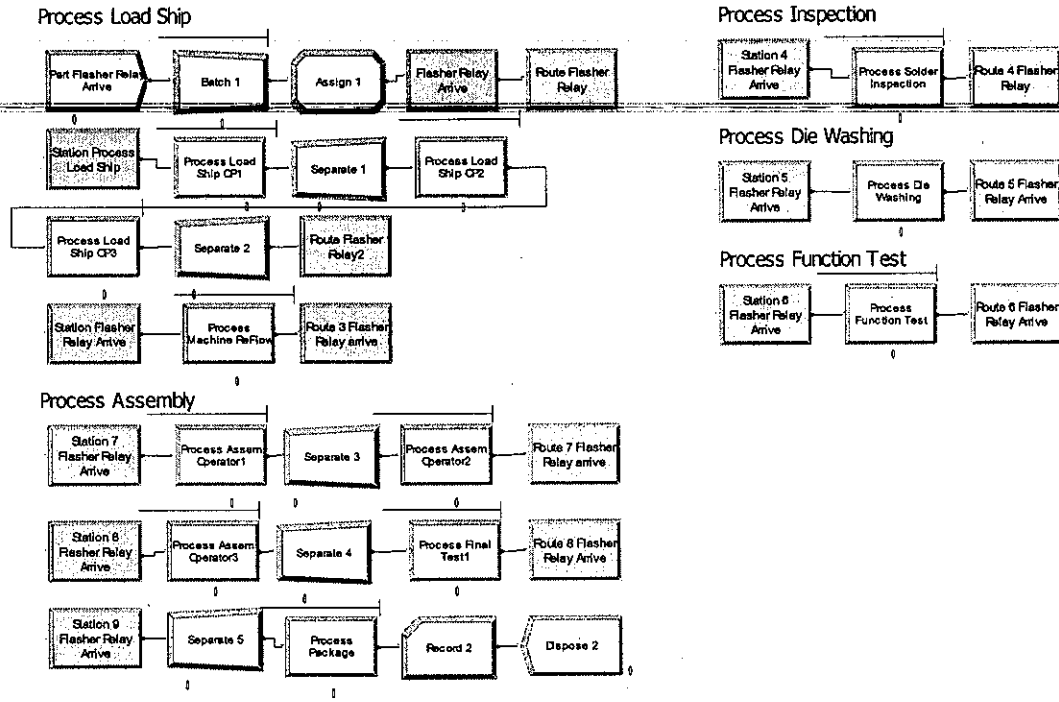
4.4.1.2 กระบวนการตรวจสอบ (Process Inspection)

4.4.1.3 กระบวนการล้าง (Process Die Washing)

4.4.1.4 กระบวนการทดสอบก่อนการประกอบ (Process Function Test)

4.4.1.5 กระบวนการประกอบ (Process Assembly)

Model Luks Engineering Flasher Relay 12, 24 V P1



รูปที่ 4.16 แสดงแบบจำลองทางกระบวนการผลิตแปะชิป ผลิตภัณฑ์ Flasher Relay

ผลของการ Run Program ใช้เวลาในการ Run 360 ชั่วโมง

	VA Time	0.0682 ชม.
	Wait Time	0.1334 ชม.
	Total Time	0.2016 ชม.
และ	WIP	302.26 ชิ้น

ค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นในระหว่างการผลิต ในเวลา 360 ชั่วโมง

Busy Cost	147	บาท
Idle Cost	11345	บาท
Total Cost	11492	บาท

4.4.2 รูปแบบจำลองการผลิตปัจจุบันของผลิตภัณฑ์ Regulator 24 Volt

ในที่นี้เป็นการจำลองปัญหาในลักษณะของผลิตภัณฑ์ Regulator ซึ่งแบบจำลองปัญหา ดังด้านล่างเป็นแบบจำลองของกระบวนการผลิตปัจจุบัน มีกระบวนการที่สร้างตามแบบการทำงานปัจจุบัน ดังนี้ คือ

4.4.1.1 กระบวนการแปะชิป (Process Load Ship)

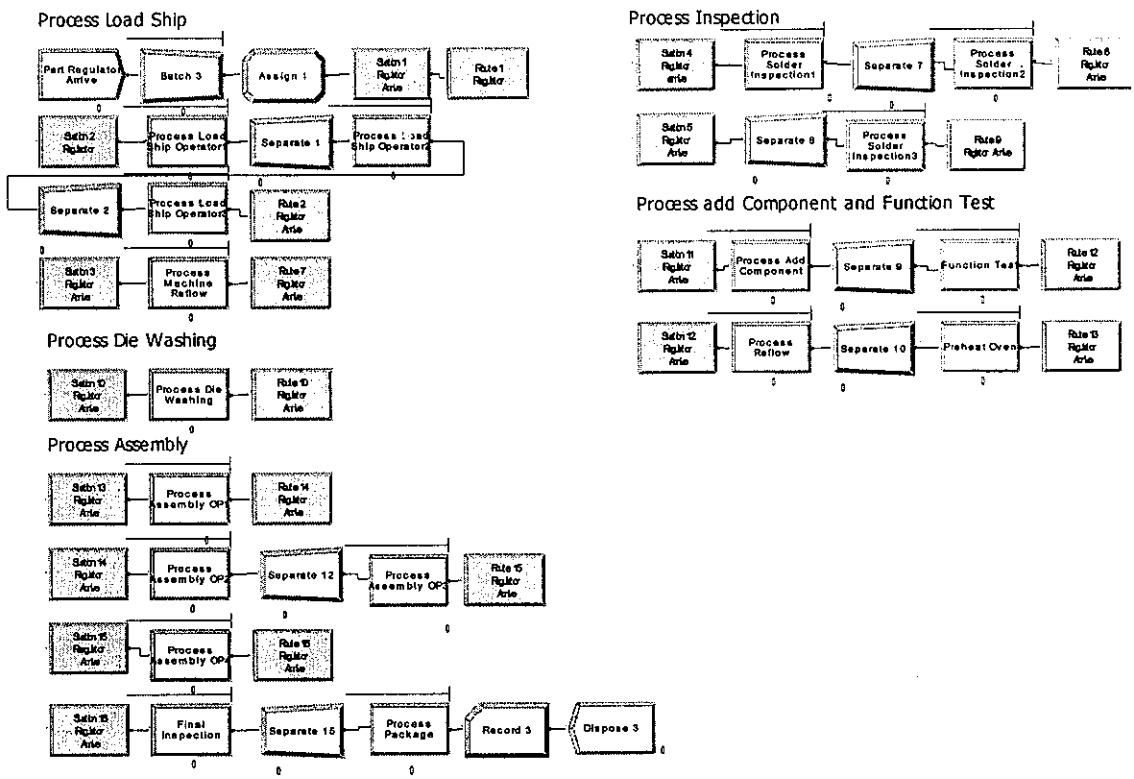
4.4.1.2 กระบวนการตรวจสอบ (Process Inspection)

4.4.1.3 กระบวนการล้าง (Process Die Washing)

4.4.1.4 กระบวนการใส่อุปกรณ์เพิ่ม (Process add Component)

4.4.1.5 กระบวนการทดสอบก่อนการประกอบ (Process Function Test)

4.4.1.6 กระบวนการประกอบ (Process Assembly)



รูปที่ 4.17 แสดงแบบจำลองทางกระบวนการผลิตแปะชิป ผลิตภัณฑ์ Regulator 24 Volt

ผลของการ Run โปรแกรม ใช้เวลา 160 ชั่วโมง

VA Time	0.1978	ชม
Wait Time	0.1070	ชม
Total Time	0.3048	ชม
WIP	578.37	ชิ้น

ค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นในระหว่างการผลิต ในเวลา 160 ชั่วโมง

Busy Cost	165	บาท
Idle Cost	3656	บาท
Total Cost	3821	บาท

4.5 การสร้างแนวทางเลือกสำหรับแบบจำลองปัญหา

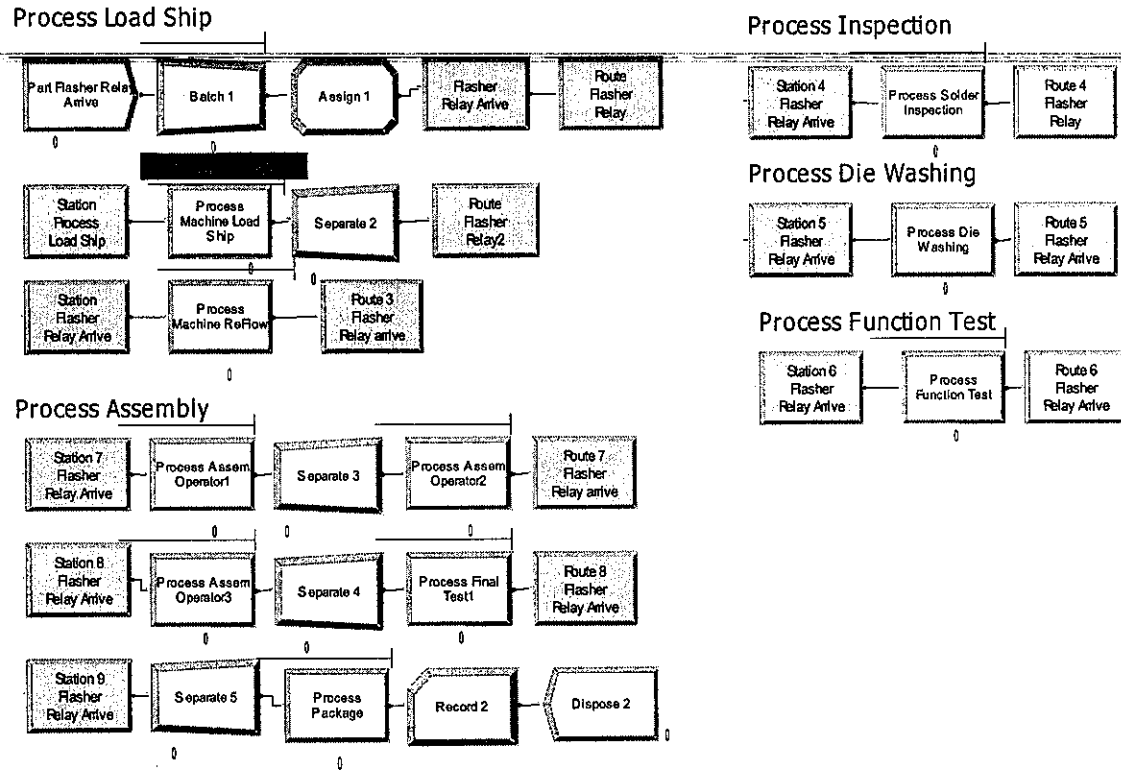
การสร้างแบบจำลองปัญหาสำหรับแนวทางเลือก การสร้างแนวทางเลือกนั้นได้ใช้จุดที่อ้างอิงกับแบบจำลอง ณ ปัจจุบัน ซึ่งในส่วนนี้ ดูที่ความสำคัญของกระบวนการผลิต โดยการอ้างอิงจากข้อมูลเวลาที่ได้ ในการสร้างแนวทางเลือกนั้น จะมองเป็นระบบแบบต่อเนื่อง เมื่อมีการแก้ปัญหาที่จุดใดจุดหนึ่งของกระบวนการแล้วจะส่งผลให้ระบบทั้งหมดเข้าสู่สภาวะที่เหมาะสมมากที่สุด โดยมีการสร้างแนวทางเลือกที่สำคัญดังนี้

4.5.1 รูปแบบจำลองแนวทางเลือกกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์ Flasher Relay 12, 24 Volt

การแปะชิป สาเหตุที่โรงงานได้ให้ความสำคัญเป็นอย่างมาก ก็เพราะว่า เป็นกระบวนการเริ่มแรกของกระบวนการผลิต ซึ่งการผลิตจะช้า หรือจะเร็วก็ขึ้นอยู่กับว่า จะสามารถทำในขั้นตอนแรกได้เร็วเพียงใด สาเหตุอีกประการหนึ่งก็คือ การเกิดของเสียเกิดขึ้นก็เนื่องจากว่าความแม่นยำในการวาง Component ต่าง ๆ ของแรงงานคนนั้นมีการผิดพลาดมาก ทางโรงงานจึงเสนอเป็นปัญหาอย่างหนึ่งที่อยากจะแก้ไขให้เกิดของเสียให้น้อยลง ในแนวทางเลือกสำหรับการแก้ปัญหาดังกล่าว ก็คือ การใช้เครื่องจักรในการทำงานแทน การทำงานแทนแรงงานของคน สาเหตุที่สร้างแนวทางเลือกการใช้เครื่องจักรแทนแรงงานคน ก็คือ เครื่องจักรมีความแม่นยำในการทำงานสูง เมื่อเราใช้เครื่องจักรแทนการทำงานด้วยคนแล้วจะลดคนตรงนี้ได้จำนวน 4 คนในการทำงาน ส่วนคน 4 คนที่ใช้เครื่องจักรแทน ก็จะไปทำหน้าที่กระบวนการอื่น ๆ แทน ทำให้การผลิตได้เร็วขึ้นและของเสียลดลงเนื่องจากความแม่นยำในการวาง Component ต่าง ๆ ซึ่งรูปแบบจำลองแนวทางเลือกสำหรับกระบวนการผลิตมีดังนี้

4.5.1.1 แนวทางเลือกที่1ผลิตภัณฑ์ Flasher Relay การใช้เครื่องจักรในการทำงานแทนคน

Model Luks Engineering Flasher Relay 12, 24 V



รูปที่ 4.18 แสดงแบบจำลองแนวทางเลือกที่ 1 ผลิตภัณฑ์ Flasher Relay

ผลของการ Run โปรแกรม ใช้เวลา 360 ชั่วโมง

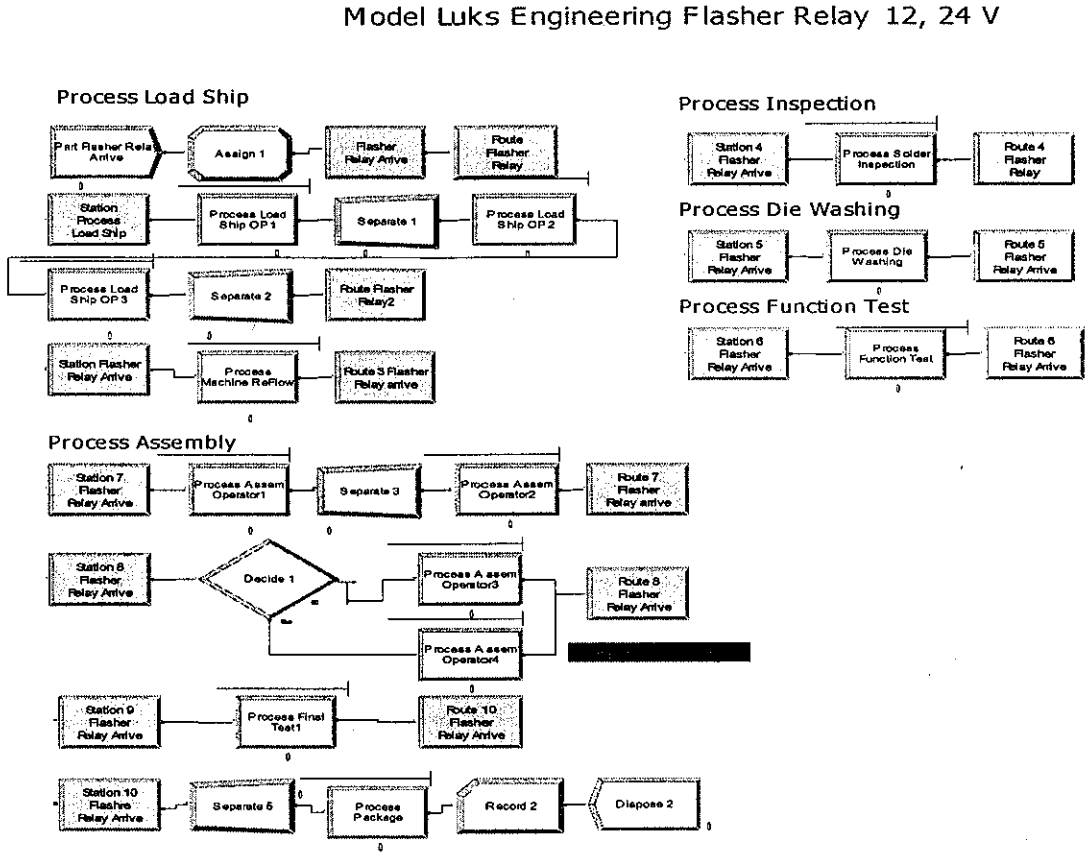
VA Time	0.4017	ชม
Wait Time	0.0209	ชม
Total Time	0.4226	ชม
WIP	152.72	ชิ้น

ค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นในระหว่างการผลิต ในเวลา 360 ชั่วโมง

Busy Cost	712	บาท
Idle Cost	5440	บาท
Total Cost	6152	บาท

4.5.1.2 แนวทางเลือกที่ 2 ผลิตภัณฑ์ Flasher Relay

การเพิ่มคนงานเข้าไปในกระบวนการของการประกอบ เนื่องจากคนงานคนที่ 3 มีเวลาของการทำงานมากกว่าคนงานคนอื่น ๆ ของกระบวนการประกอบ จึงทำการเพิ่มคนเข้าไปในส่วนคนงานคนที่ 3 จำนวน 1 คน และลักษณะการเข้ามาของผลิตภัณฑ์เริ่มแรกกระบวนการให้เข้ามาในลักษณะชิ้นต่อชิ้น



รูปที่ 4.19 แสดงแบบจำลองแนวทางเลือกที่ 2 ผลิตภัณฑ์ Flasher Relay

ผลของการ Run โปรแกรม ใช้เวลา 360 ชั่วโมง

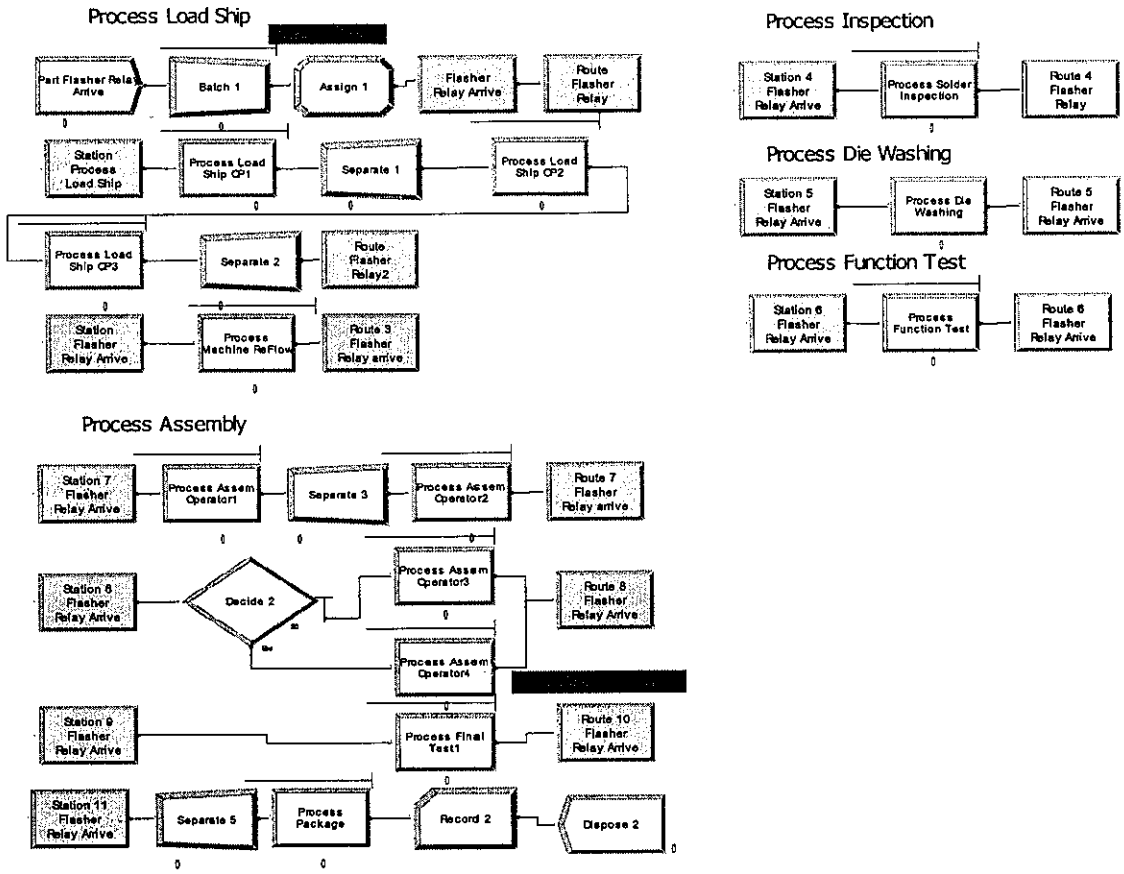
VA Time	0.0682	ชม
Wait Time	0.1298	ชม
Total Time	0.1980	ชม
WIP	14.7424	ชิ้น

ค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นในระหว่างการผลิต ในเวลา 360 ชั่วโมง

Busy Cost	3762	บาท
Idle Cost	4037	บาท
Total Cost	7799	บาท

4.5.1.3 รูปแบบจำลองแนวทางเลือกที่ 3 ของผลิตภัณฑ์ Flasher Relay 12, 24 Volt

การเพิ่มคนงานเข้าไปในกระบวนการของการประกอบ เนื่องจากคนงานคนที่ 3 มีเวลาของการทำงานมากกว่าคนงานคนอื่น ๆ ของกระบวนการประกอบ จึงทำการเพิ่มคนเข้าไปในส่วนคนงานคนที่ 3 จำนวน 1 คน เช่นเดียวกับแนวทางเลือกที่ 2 แต่ลักษณะการเข้ามาของผลิตภัณฑ์เริ่มแรกกระบวนการให้เข้ามาในลักษณะ Lot หรือ Batch ซึ่งในแต่ละ Batch จะมีจำนวนชิ้นงานจำนวน 20 ชิ้น



รูปที่ 4.20 แสดงแบบจำลองแนวทางเลือกที่3ผลิตภัณฑ์ Flasher Relay

ผลของการ Run โปรแกรม ใช้เวลา 360 ชั่วโมง

VA Time	0.0684	ชม
Wait Time	0.1336	ชม
Total Time	0.2020	ชม
WIP	300.36	ชิ้น

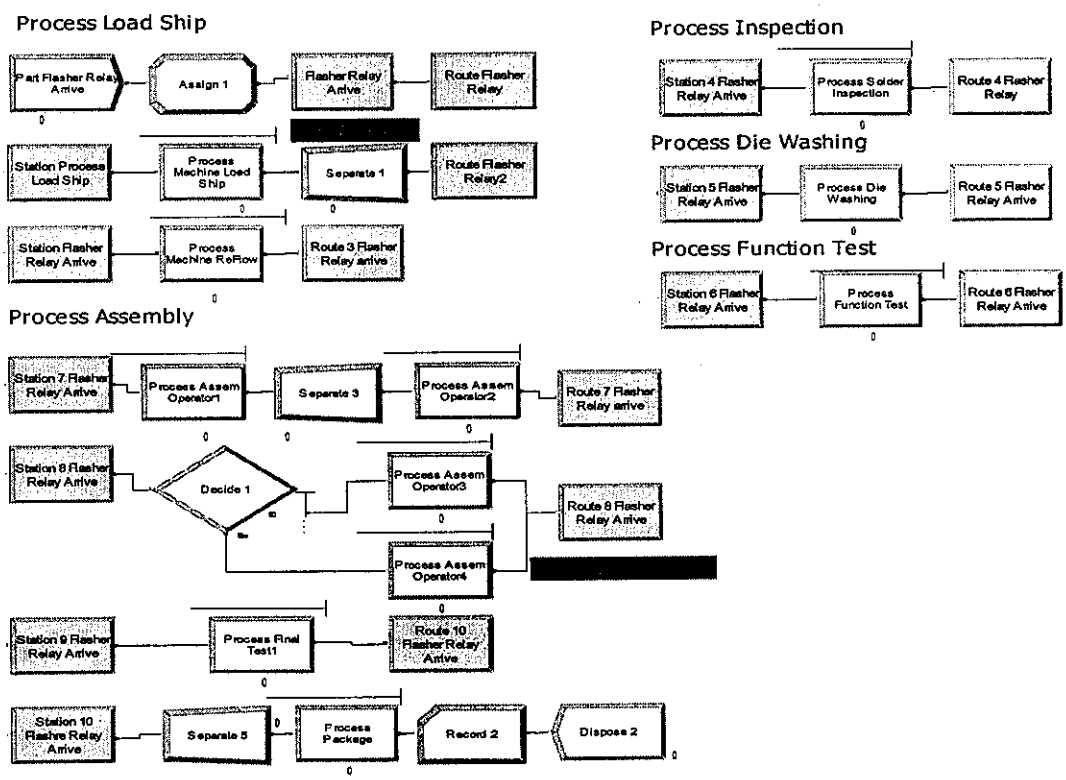
ค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นในระหว่างการผลิต ในเวลา 360 ชั่วโมง

Busy Cost	132	บาท
Idle Cost	7427	บาท
Total Cost	7559	บาท

4.5.1.4 รูปแบบจำลองแนวทางเลือกที่ 4 ของผลิตภัณฑ์ Flasher Relay 12, 24 Volt

การใช้เครื่องจักรแทนแรงงานคนในกระบวนการของการแปะชิปการเพิ่มคนงานเข้าไปในกระบวนการของการประกอบ เนื่องจากคนงานคนที่ 3 มีเวลาของการทำงานมากกว่าคนงานคนอื่นๆ ของกระบวนการประกอบ จึงทำการเพิ่มคนเข้าไปในส่วนคนงานคนที่ 3 จำนวน 1 คน และลักษณะของงานเป็นการเข้าสู่กระบวนการชิ้นต่อชิ้น

Model Luks Engineering Flasher Relay 12, 24 V



รูปที่ 4.21 แสดงแบบจำลองแนวทางเลือกที่ 4 ผลิตภัณฑ์ Flasher Relay

ผลของการ Run โปรแกรม ใช้เวลา 360 ชั่วโมง

VA Time	0.0688	ชม
Wait Time	0.0861	ชม
Total Time	0.1549	ชม
WIP	11.5316	ชิ้น

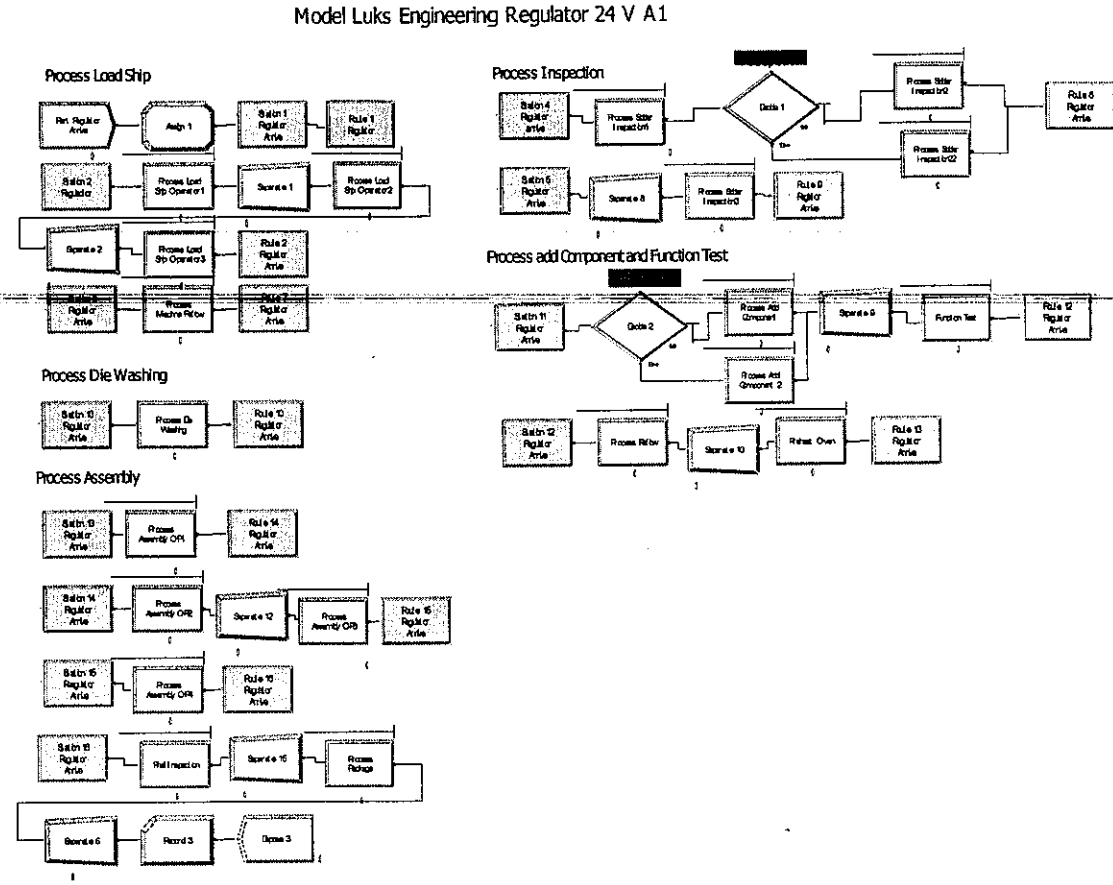
ค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นในระหว่างการผลิต ในเวลา 360 ชั่วโมง

Busy Cost	3031	บาท
Idle Cost	4773	บาท
Total Cost	7804	บาท

4.5.2 รูปแบบจำลองแนวทางเลือกของกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์ Regulator 24 Volt

4.5.2.1 รูปแบบจำลองแนวทางเลือกที่ 1 ของกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์ Regulator 24 Volt

ในการสร้างแนวทางเลือก ของ Regulator 24 Volt ได้ทำการเลือกในกระบวนการที่สำคัญ โดยที่การอ้างอิง จากข้อมูลของเวลาที่เก็บได้ ในส่วนที่มีการใช้เวลามากที่สุด ก็คือ การตรวจสอบ จึงทำการคิดหาแนวทางในการแก้ปัญหาก็คือ การจำลองโดยการเพิ่มจำนวนคนเข้าไปในระบบงานในขั้นตอน 2 ขั้นตอนด้วยกัน คือ ขั้นตอนของการตรวจสอบด้วยการบัดกรีและการใส่อุปกรณ์เพิ่ม สำหรับแนวทางเลือกนี้ เป็นขั้นตอนของกระบวนในการตรวจสอบ ซึ่งขั้นตอนนี้ใช้เวลาในการปฏิบัติงานเป็นเวลานาน เนื่องจากเหตุผลที่จะต้องใช้ความละเอียดในการตรวจสอบ ในการสร้างแนวทางเลือกนี้ เป็นการเพิ่มคนเข้ามาในจุดที่มีการใช้เวลานาน เพื่อต้องการที่จะลดปริมาณงานที่ค้างอยู่ในกระบวนการนี้มาก ซึ่งรูปแบบของการจำลองแสดง ดังรูปที่ 4.22



รูปที่ 4.22 แสดงแบบจำลองแนวทางเลือกที่ 1 ผลิตภัณฑ์ Regulator

ผลของการ Run โปรแกรม ใช้เวลา 160 ชั่วโมง

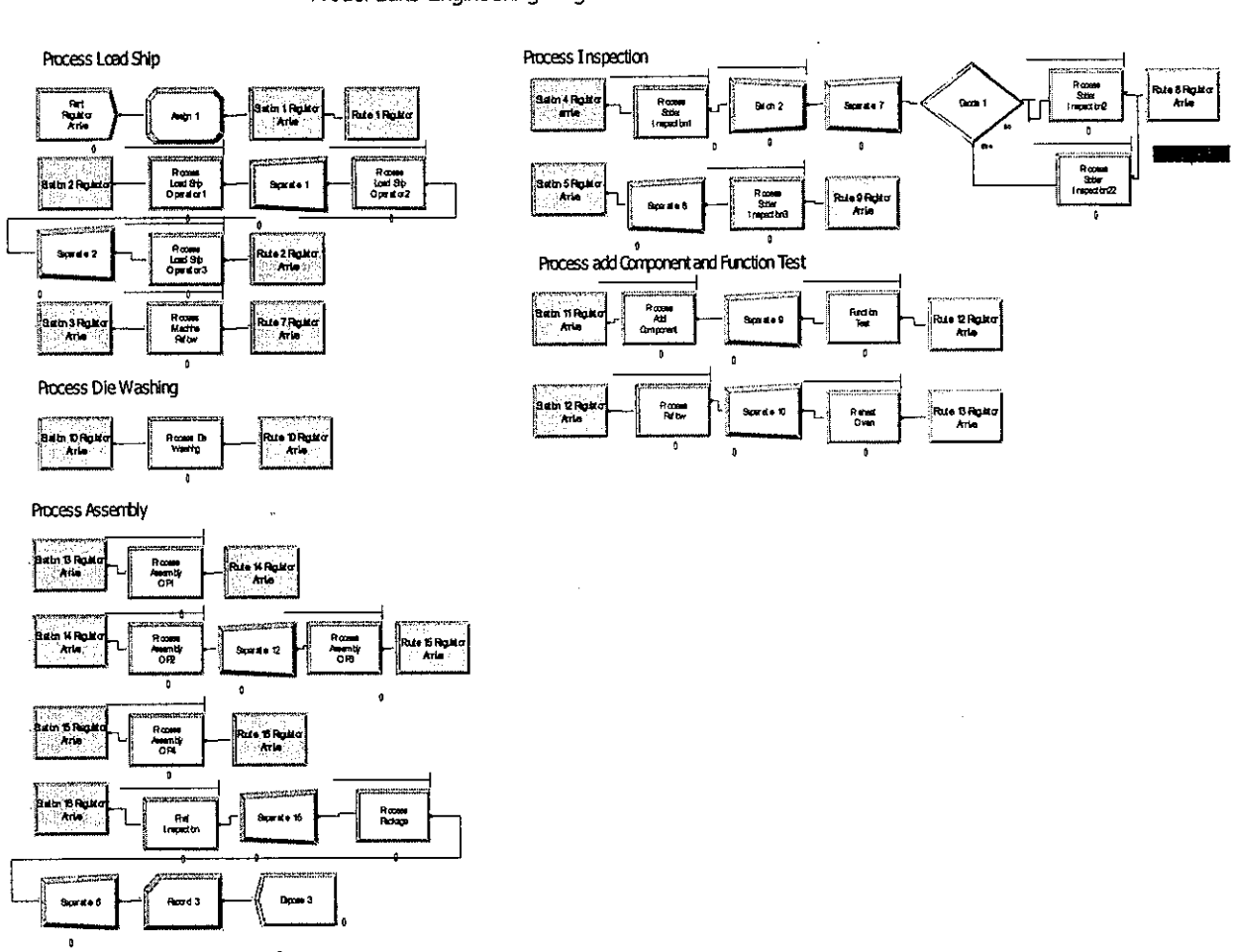
VA Time	0.1971	ชม
Wait Time	0.1891	ชม
Total Time	0.3862	ชม
WIP	17.9071	ชิ้น

ค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นในระหว่างการผลิต ในเวลา 160 ชั่วโมง

Busy Cost	1679	บาท
Idle Cost	2457	บาท
Total Cost	4136	บาท

4.5.2.2 รูปแบบจำลองแนวทางเลือกที่ 2 ของกระบวนการผลิต ผลิตภัณฑ์ Regulator 24 Volt

เป็นการเพิ่มคนเข้าไปในกระบวนการตรวจสอบ จำนวน 1 คน เพื่อศึกษาดูว่ามีความแตกต่างกันอย่างไรระหว่างเมื่อเพิ่มคนเข้าไป 2 คน ซึ่งรูปแบบของการจำลองแสดงดังรูปที่ 4.23



รูปที่ 4.23 แสดงแบบจำลองแนวทางเลือกที่ 2 ผลิตภัณฑ์ Regulator

ผลของการ Run โปรแกรม ใช้เวลา 160 ชั่วโมง

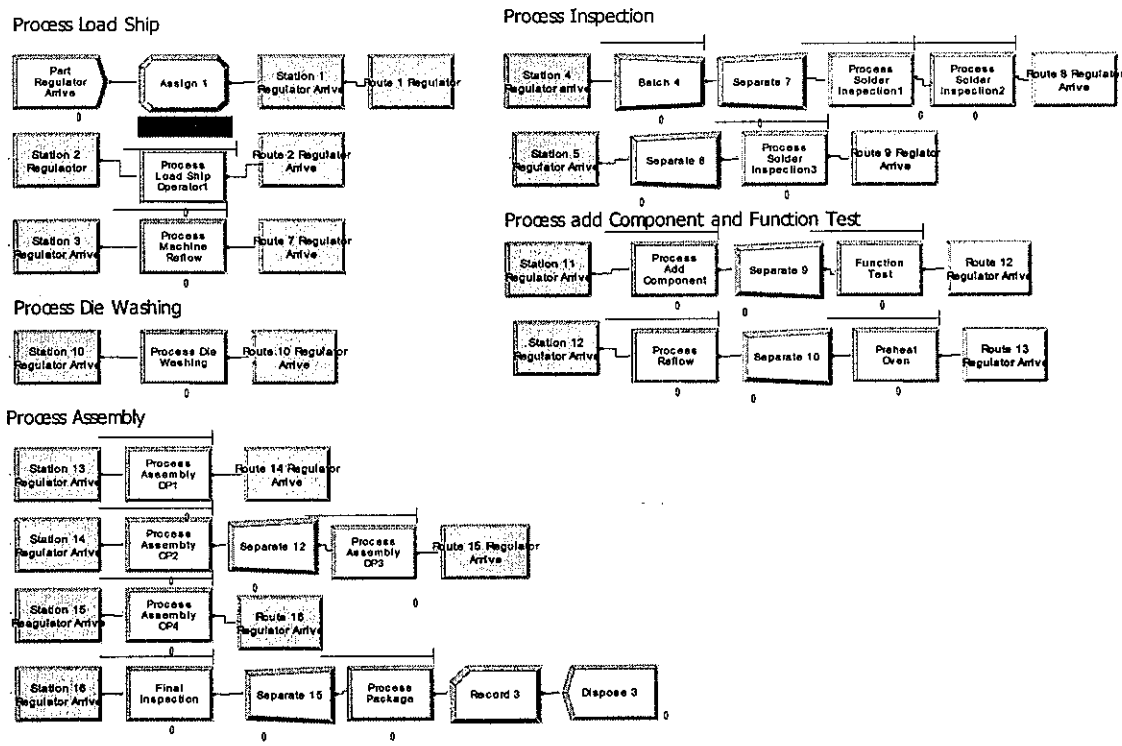
VA Time	0.5401	ชม
Wait Time	0.1008	ชม
Total Time	0.6409	ชม
WIP	148.938	ชิ้น

ค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นในระหว่างการผลิต ในเวลา 160 ชั่วโมง

Busy Cost	665	บาท
Idle Cost	3213	บาท
Total Cost	3877	บาท

4.5.2.3 รูปแบบจำลองแนวทางเลือกที่ 3 ของกระบวนการผลิต ผลิตภัณฑ์ Regulator 24 Volt

ขั้นตอนของการแปะชิป เป็นขั้นตอนของการทำงานแต่เนื่องจากว่า การอ้างอิงในการเก็บข้อมูลเวลา ตารางในภาคผนวก การใช้เครื่องจักรแทนการทำงานของคน เพื่อเพิ่มความรวดเร็วในการทำงาน ซึ่งรูปแบบจำลองสามารถแสดงให้เห็นดังรูป 4.24



รูปที่ 4.24 แสดงแบบจำลองแนวทางเลือกที่ 3 ผลิตภัณฑ์ Regulator

ผลของการ Run โปรแกรม ใช้เวลา 160 ชั่วโมง

VA Time	0.3216	ชม
Wait Time	0.0980	ชม
Total Time	0.4196	ชม
WIP	144.544	ชิ้น

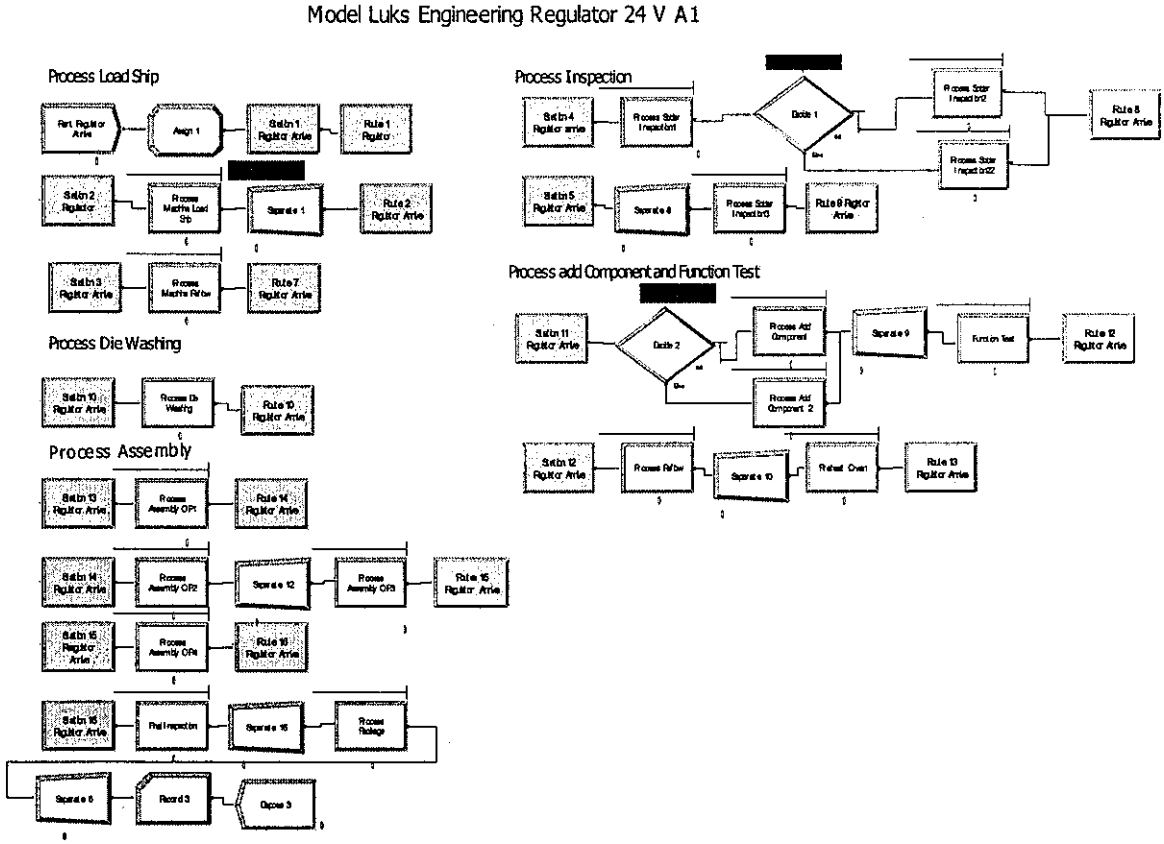
ค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นในระหว่างการผลิต ในเวลา 160 ชั่วโมง

Busy Cost	425	บาท
Idle Cost	2811	บาท
Total Cost	3236	บาท

4.5.2.4 รูปแบบจำลองแนวทางเลือกที่ 4 ของกระบวนการผลิต

ผลิตภัณฑ์ Regulator 24 Volt

เป็นการใช้เครื่องจักรแทนแรงงานคนของขั้นตอนการแปะชิป และเพิ่มคนเข้าไปในกระบวนการตรวจสอบกับการตรวจสอบโดยการใส่อุปกรณ์เพิ่ม ซึ่งแสดงดังรูปที่ 4.25



รูปที่ 4.25 แสดงแบบจำลองแนวทางเลือกที่ 4 ผลิตภัณฑ์ Regulator

ผลของการ Run โปรแกรม ใช้เวลา 160 ชั่วโมง

VA Time	0.1864	ชม
Wait Time	0.1976	ชม
Total Time	0.3840	ชม
WIP	17.4923	ชิ้น

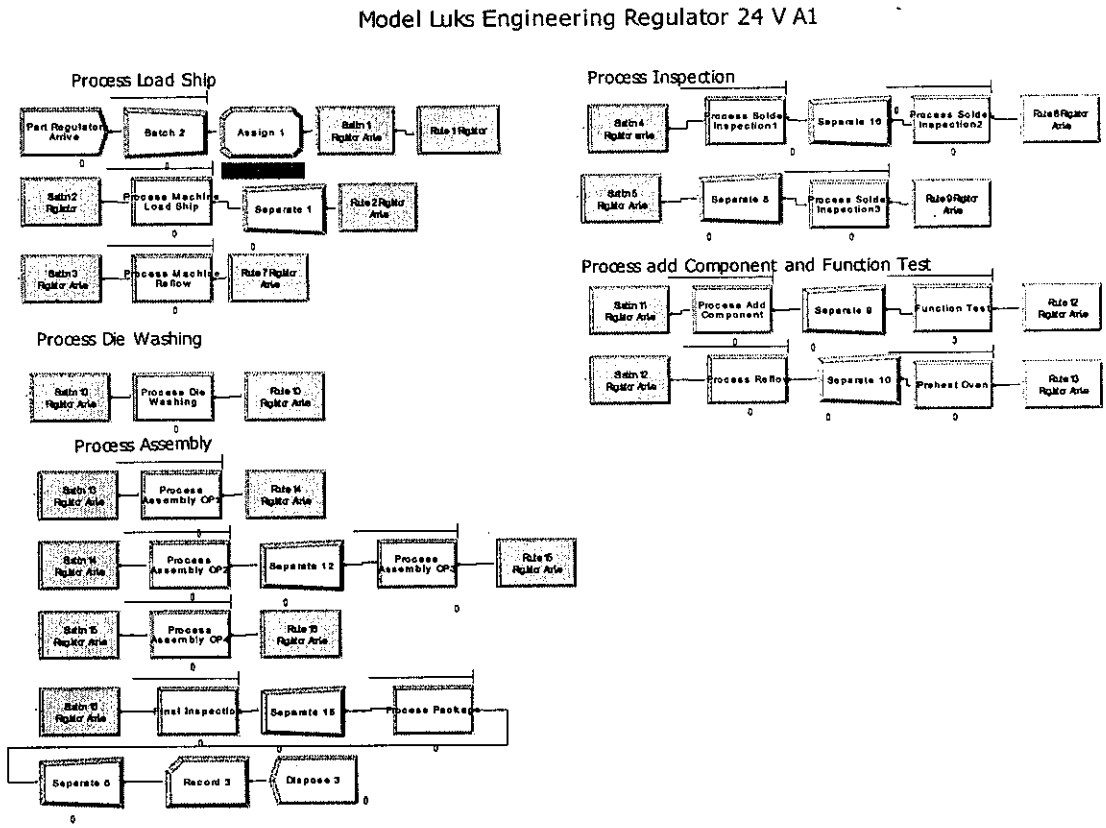
ค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นในระหว่างการผลิต ในเวลา 160 ชั่วโมง

Busy Cost	1429	บาท
Idle Cost	1806	บาท
Total Cost	3235	บาท

4.5.2.5 รูปแบบจำลองแนวทางเลือกที่ 5 ของกระบวนการผลิต

ผลิตภัณฑ์ Regulator 24 Volt

เป็นแนวทางเลือกในการใช้เครื่องจักรในการแปะชิปแทนแรงงานคน แต่การเข้าสู่ระบบกระบวนการผลิตการเข้าสู่ระบบจะเข้าครั้งละ 4 ชิ้น ซึ่งรูปแบบของการจำลองแสดงดังรูปที่ 4.26



รูปที่ 4.26 แสดงแบบจำลองแนวทางเลือกที่ 5 ผลิตภัณฑ์ Regulator

ผลของการ Run โปรแกรม ใช้เวลา 160 ชั่วโมง

VA Time	0.1864	ชม
Wait Time	0.0335	ชม
Total Time	0.2199	ชม
WIP	51.9192	ชิ้น

ค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นในระหว่างการผลิต ในเวลา 160 ชั่วโมง

Busy Cost	363	บาท
Idle Cost	2872	บาท
Total Cost	3235	บาท

ตารางที่ 4.6 สรุปผลของการสร้างแบบจำลองของผลิตภัณฑ์ Flasher Relay

ผลลัพธ์ที่ได้	แบบจำลองปัจจุบัน	ทางเลือกที่1	ทางเลือกที่2	ทางเลือกที่3	ทางเลือกที่4
VA Time	0.06822 hours	0.4017 hours	0.0682 hours	0.0684 hours	0.0688 hours
Wait Time	0.1334 hours	0.0209 hours	0.1298 hours	0.1336 hours	0.0861 hour
Total Time	0.2016 hours	0.4226 hours	0.1980 hours	0.2020 hours	0.1549 hours
WIP	302.26 Unit	152.7168 Unit	14.7424 Unit	300.36 Unit	11.5316 Unit
Busy Cost	147 บาท	712 บาท	3762 บาท	132 บาท	3031 บาท
Idle Cost	11345 บาท	5440 บาท	4037 บาท	7427 บาท	4773 บาท
Total Cost	11492 บาท	6152 บาท	7799 บาท	7559 บาท	7804 บาท

ตารางที่ 4.7 สรุปผลของการสร้างแบบจำลองของผลิตภัณฑ์ Regulator 24 Volt

ผลลัพธ์ที่ได้	แบบจำลองปัจจุบัน	ทางเลือกที่ 1	ทางเลือกที่ 2	ทางเลือกที่3	ทางเลือกที่ 4	ทางเลือกที่ 5
VA Time	0.1978 hour	0.1971 hour	0.5401 hour	0.3216 hour	0.1864 hour	0.1864 hour
Wait Time	0.1070 hour	0.1891 hour	0.1008 hour	0.0980 hour	0.1976 hour	0.0335 hour
Total Time	0.3048 hour	0.3862 hour	0.6409 hour	0.4196 hour	0.3840 hour	0.2199 hour
WIP	578.366 Unit	17.907 Unit	148.94 Unit	144.54 Unit	17.492 Unit	51.9192 unit
Busy Cost	165 บาท	1679 บาท	665 บาท	425 บาท	1429 บาท	363 บาท
Idle Cost	3656 บาท	2457บาท	3213บาท	2811บาท	1806บาท	2872บาท
Total Cost	3821 บาท	4136บาท	3878บาท	3236บาท	3235บาท	3236บาท