ศึกษาความเป็นไปได้ของการใช้เครื่องให้ความร้อนในกระบวนการหมุนเคลือบ

Feasibility Study of Hotplate Implementation in Spin Coat Machine

นายภูวดล จันทร์ธิมา

รายงานสหกิจศึกษานี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิศวกรรมระบบการผลิต
วิทยาลัยนวัตกรรมการผลิตขั้นสูง
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2559

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ศึกษาตวามเป็นไปได้ของการใช้เครื่องให้ความร้อนในกระบวนการหมุนเคลือบ
Feasibility Study of Hotplate Implementation in Spin Coat Machine

T147902

นายภูวดล จันทร์ธิมา

b.12862514
i.
สจห.
เลขทะเบียน 147902
วัน.เดือน.ปี 16 ต.ค. 2560

รายงานสหกิจศึกษานี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิศวกรรมระบบการผลิต
วิทยาลัยนวัตกรรมการผลิตขั้นสูง
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2559

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Feasibility Study of Hotplate Implementation in Spin Coat Machine

Poowadon Chantima

A CO-OPERATIVE REPORT SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF
THE REQUIREMENTS FOR THE DEGREE OF
BACHELOR OF ENGINEERING IN MANUFACTURING SYSTEM ENGINEERING
COLLEGE OF ADVANCED MANUFACTURING INNOVATION
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
ACADEMIC YEAR 2016

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อสหกิจศึกษา	ศึกษาความเป็นไปได้ของการใช้เครื่องให้ความร้อนในกระบวนการหมุนเคลือบ Feasibility Study of Hotplate Implementation in Spin Coat Machine
ชื่อนักศึกษา	นายภูวดล จันทร์ธิมา รหัสนักศึกษา 56120026
ปริญญา	วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต (วิศวกรรมระบบการผลิต)
ภาควิชา	เทคโนโลยีระบบการผลิต
ปีการศึกษา	2559
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผศ.ดร.วรวุฒิ มรรคเจริญ

วิทยาลัยนวัตกรรมการผลิตขั้นสูง สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง อนุมัติให้สหกิจศึกษานี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญา วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต (วิศวกรรมระบบการผลิต) ประจำปีการศึกษา 2559

คณะกรรมการสอบ	ลายมือชื่อ
ผศ.ดร.วรวุฒิ มรรคเจริญ	
ว่าที่ ร.ต.ดร.กมล วสะภิญโญกุล	
ผศ.ดร.ราชศักดิ์ ศักดานุภาพ	
น.ส.กิ่งกาญจน์ แก้วเกลื่อน	Kingkarn K.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อสหกิจศึกษา	การศึกษาความเป็นไปได้ที่จะนำถาดร้อนมาใช้ในเครื่องหมุนเคลือบ
ชื่อนักศึกษา	นาย ภูวดล จันทร์ธิมา รหัสนักศึกษา 56120026
รหัสนักศึกษา	56120026
ปริญญา	วิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต
ภาควิชา	วิศวกรรมระบบการผลิต
พ.ศ.	2559
อาจารย์นิเทศ	ผศ.ดร วรวุฒิ มรรคเจริญ
ผู้นิเทศงาน	นางสาว กิ่งกาญ แก้วเกลื่อน
ชื่อสถานประกอบการ	บริษัท เวสเทิร์น ดิจิตอล(ประเทศไทย) จำกัด

บทคัดย่อ

ในปัจจุบันบริษัท เวสเทิร์น ดิจิตอล ได้นำเทคโนโลยี Hotplate(เครื่องให้ความร้อน) มาใช้ในเครื่องหมุนเคลือบซึ่งส่งผลให้คุณภาพของชิ้นงานดีขึ้น แต่ด้วยข้อจำกัดทางด้านปริมาณช่องใส่ชิ้นงานที่น้อยทำให้ผลิตชิ้นงานออกมาได้ไม่เพียงพอต่อความต้องการผลิต จากการปิดตัวของแผ่นการผลิตที่มาเลเซียจึงทำให้บริษัทได้ Hotplate ที่มีปริมาณช่องใส่ชิ้นงานมาเพิ่ม การศึกษานี้จึงหาความเป็นไปได้ที่ในการนำ Hotplate ใหม่มาใช้จริงในกระบวนการผลิต โดยการศึกษานี้จะแบ่งเป็น การหาสัดส่วนที่การผลิตระหว่างกระบวนการเก่าและใหม่, การหาเวลาที่ Hotplate จะต้องปรับลดลง และการปรับปรุงกระบวนการตัดสินใจเลือกงานของแขนกล

คำสำคัญ : การหมุนเคลือบ,กระบวนการตัดสินใจ,กำลังการผลิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Title	Feasibility Study of Hotplate Implementation in Spin Coat Machine
Students	Mr. Poowadon Chantima
Student ID	56120026
Degree	Bachelor of Engineering
Program	Manufacturing System Engineering
Year	2016
Advisor	Asst.Prof.Dr. Worawut Makcharoen
Mentor	Miss Kingkarn Kaewkluan
Company	Western Digital(thailand) Company Limite

Abstract

The evolution of a new technology implement hotplate in spin coat machine for baking in closed system conduce significant increasing yeld of slider but with limitation of slot in hotplate cause hotplate puduce in low capacity. The problem of hotplate can't use instead of oven. After closing the production plan in Prenung we get a more slot hotplate. So the propose of this project is study about feasibility of implementation hotplate by ratio hotplate and oven capacity, define optimize time of hotplate and redesign algorithm schelduring.

Keywords: Spin coat, Redesign algorithm, Capacity

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

การที่ข้าพเจ้าได้มาปฏิบัติงานสหกิจศึกษา ณ บริษัท เวสเทิร์น ดิจิตอล (ประเทศไทย) จำกัด ตั้งแต่วันที่ 1 มิถุนายน พ.ศ.2559 ถึงวันที่ 30 พฤษจิกายน พ.ศ.2559 ส่งผลให้ข้าพเจ้าได้รับความรู้ และประสบการณ์ต่างๆ ที่มีค่ามากมาย และสำหรับรายงานวิชาสหกิจศึกษาฉบับนี้ สำเร็จลงได้ด้วยดีจากความร่วมมือและสนับสนุนจากหลายฝ่าย ดังต่อไปนี้

วิศวกรและผู้จัดการในแผนก IE ของบริษัทเวสเทิร์นดิจิตอลทุกคนที่เป็นที่ปรึกษาในด้านความรู้ การใช้ชีวิต และข้อมูลสำหรับรายงานนี้

วิศวกรซ่อมบำรุง และวิศกรกระบวนการ ผู้ให้ความรู้เกี่ยวกับรายงานและข้อมูลด้านเครื่องจักร

อาจารย์จากวิทยาลัยนวัตกรรมการผลิตขั้นสูงที่อบรมสั่งสอน และให้คำปรึกษาแก่ข้าเจ้าตลอดมา

และบุคคลอื่นๆที่ไม่ได้กล่าวถึงในข้างต้นและขอขอบคุณบริษัท เวสเทิร์น ดิจิตอล(ประเทศไทย) จำกัด ที่ให้โอกาศได้ศึกษา และทดลองงานจริง จนในที่สุดรายงานฉบับสำเร็จได้ด้วยดี

(นาย ภูวดล จันทร์ธิมา)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ II
กิตติกรรมประกาศ III
สารบัญ IV
สารบัญตาราง V
สารบัญรูป VI
คำย่อ/สัญลักษณ์ VII
บทที่ 1 บทนำ 1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ 1
1.2 วัตถุประสงค์ 1
1.3 ขอบเขตการศึกษา 1
1.4 วิธีดำเนินการศึกษา 2
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 2
1.6 ข้อมูลสถานที่ประกอบการ 6
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 5
บทที่ 3 วิธีการดำเนินงานวิจัย 8
3.1 ศึกษาพฤติกรรมภายในเครื่องจักรและสามารถแบ่งออกได้ดังนี้ 8
3.2 จัดทำการศึกษาเวลา 9
3.3 ศึกษาล็อกไฟล์ 13
3.4 Hypothesis test 15
3.5 จัดทำแมนแม็กซีนโฟว 21
3.6 คำนวณความสามารถในการผลิตต่อวัน 21
3.7 เขียนโปรแกรมเพื่อจำลองการทำงานของเครื่อง EVG 22
3.8 ตรวจสอบความถูกต้องของโปรแกรม 24
3.9 ปรับปรุงกระบวนตัดสินใจของโปรแกรมเพื่อจำลองการทำงานของเครื่อง EVG 25
บทที่ 4 ผลการวิจัยและการอภิปรายผล 27
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ 30
เอกสารอ้างอิง 32
ภาคผนวก 33
ภาคผนวก ก 34
ภาคผนวก ข 38
ภาคผนวก ค 42

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1.1 วิธีดำเนินการศึกษา	2
3.1 เวลาในการหมุนเคลือบความหนา 7μm. (วินาที)	9
3.2 ข้อมูลพนักงานนำตลับงานใส่เข้าไปในเครื่องจักร	10
3.3 เวลาโดยเฉลี่ยของกระบวนการหมุนเคลือบ	11
3.4 เวลาโดยเฉลี่ยของกระบวนการหมุนเคลือบและให้ความร้อนจาก Hotplate	12
3.5 เวลาโดยเฉลี่ยกระบวนการหมุนเคลือบจากล็อกไฟล์	7
3.6 เวลาโดยเฉลี่ยกระบวนการหมุนเคลือบและให้ความร้อนจาก Hotplate จากล็อกไฟล์	18
3.7 ผลการทดสอบสมมุติฐานกระบวนการหมุนเคลือบในเครื่อง	19
3.8 ผลการทดสอบสมมุติฐานกระบวนการหมุนเคลือบและให้ความร้อน	20
3.9 กำลังการผลิตของแต่ละเครื่องจักร	21
3.10 ผลการทดสอบหาลำดับความสำคัญที่ดีที่สุด	26

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 สาธิตการหมุนเคลือบ	7
3.1 การใส่ข้อมูลลงในโปรแกรม Minitab	16
3.2 เลือกชนิดการทดสอบแบบ 2-Sample T-test	17
3.3 เลือกชนิดข้อมูล	17
3.5 ผลการทำงานของโปรแกรม	18
3.6 การทดสอบลำดับความสำคัญ	25

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ

กระบวนการโฟโตลิโธกราฟี(Photolithography)มีส่วนสำคัญในการสร้างลวดลายบนแผ่นสไลเดอร์อย่างมาก เพื่อช่วยให้หัวอ่านยกตัวห่างจากแผ่นมีเดียในระยะที่สั้นมากๆ ซึ่งกระบวนการโฟโตลิโธกราฟีเริ่มต้นด้วยการนำชิ้นงานมาหมุนเคลือบแล้วนำไปอบด้วยตู้อบเพื่อให้ตัวทำละลายระเหยออกไป

ปัจจุบันได้มีเทคโนโลยีการนำ Hotplate มาใช้ในเครื่องหมุนเคลือบเพื่อที่จะสามารถให้ความร้อนกับชิ้นงานหลังจากการหมุนเคลือบเลยทันที ซึ่งกระบวนการข้างต้นได้ส่งผลให้คุณภาพของชิ้นงานดีขึ้นแต่ด้วยปริมานช่องใส่ชิ้นงานของ Hotplate ที่มีปริมาณน้อยส่งผลให้กำลังการผลิตของ Hotplate น้อยลงไปด้วย จึงเป็นที่มาของการศึกษาความเป็นไปได้ที่จะนำ Hotplate ที่มีปริมาณช่องใส่ชิ้นงานที่มากกว่ามาใช้ในการผลิตจริง

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

1.2.1 หาสัดส่วนการทำงานของ Hotplate กับตู้อบเพื่อให้เพียงพอต่อความต้องการ

1.2.2 การนำถาดร้อนมาใช้ทำงานแทนตู้อบทั้งหมดโดยลดเวลากระบวนให้ร้อนจาก Hotplate

1.2.3 การออกแบบการติดสินใจให้กับแขนกลของเครื่องจักรเพื่อเพิ่มผลผลิต

1.3 ขอบเขตของการศึกษา

1.3.1 ศึกษาเฉพาะในกระบวนหมุนเคลือบและให้ความร้อนกับชิ้นงาน

1.3.2 ศึกษาเฉพาะกระบวนการหมุนเคลือที่ความหนา 7μm.

1.3.3 ศึกษาเฉพาะเวลาที่ถาดร้อนให้ความร้อนกับชิ้นงาน

1.3.4 ทดลองเปลี่ยนการตัดสินใจของเครื่องจักรผ่านโปรแกรมที่เขียนขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4 วิธีดำเนินการศึกษา

ตารางที่ 1.1 วิธีดำเนินการศึกษา

ขั้นตอนการศึกษา	ส.ค. 59				ก.ย. 59				ตุ.ค. 59				พ.ย. 59			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
ศึกษาเกี่ยวกับเครื่องหมุนเคลือบ EVG																
การศึกษาเวลาจากเครื่องหมุนเคลือบ EVG																
ศึกษาไฟล์ข้อมูล(Log file)จากเครื่องหมุนเคลือบ																
เก็บข้อมูลจาก Log file																
เปรียบเทียบระหว่างข้อมูล 2 ชุด																
ทำการวิเคราะห์กิจกรรม(Man Machine Chart)																
เขียนโปรแกรมจำลองการทำงานของเครื่องจักร																
ตรวจสอบความถูกต้องของโปรแกรม																
ปรับปรุงโปรแกรมตามคำแนะนำของเจ้าของเครื่อง																
วางแผนหาวิธีการชดเชยกำลังการผลิต																
คำนวณความเป็นไปได้ในการนำ Hotplate มาใช้																
หาเวลาที่ต้องปรับปรุงของกระบวนการ Hotplate																
ปรับปรุงกระบวนการเลือกชิ้นงานของแขนกล																
รวบรวมผลการทดลอง																
ทำสรุปและรายงานการศึกษา																

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.เรียนรู้การทำวิจัยเชิงสถิติ

2.ได้ข้อสรุปของแผนการที่จะนำไปใช้จริง

3.ได้โปรแกรมสำหรับจำลองการการผลิต

4.ได้ประยุกต์ใช้ความรู้ที่เรียนมา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.6 ข้อมูลสถานที่ประกอบการ

ข้อมูลทั่วไป

ชื่อบริษัท :	บริษัท เวสเทิร์น ดิจิตอล (ประเทศไทย) จำกัด
ลักษณะการประกอบธุรกิจ :	ผลิตชิ้นส่วนฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ
ที่ตั้งสำนักงานใหญ่ :	นิคมอุตสาหกรรมบางปะอิน 140 หมู่ 2 นิคม อุตสาหกรรมบางปะ อิน คลองจิก บางปะอิน จังหวัด พระนครศรีอยุธยา
เลขทะเบียนนิติบุคคล :	บอจ.อย.1094
เว็บเพจ :	www.wdc.com
โทรศัพท์ :	(035)-277-000
โทรสาร :	(035)-277-100

วิสัยทัศน์

WD will lead with an inspired and highly competent team that delivers superior product quality and total customer satisfaction. Our operations will be the industry's lowest cost, the employer of choice, and a respected member of the community in which we operate.

พันธกิจ

To serve External Customers, WD Business Units, and Engineering Program Management by providing the highest quality products, while being the most sustainable and predictable, lowest-cost operations in the industry.

By doing this we help WD to be the brand of choice, enabling our corporation to achieve sustained superior profits and consistent cash generation.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่านิยมองค์กร

คิดให้ไกล

เรากล้าที่จะถามถึงทางเลือกอื่น “จะเป็นอย่างไรถ้าหากว่า....?” และ”แล้วทำไมจะเป็นไปไม่ได้ ถ้า.....?” เราทำให้ไกลกว่าสิ่งที่เกิดขึ้นในปัจจุบันและมองถึงความเป็นไปได้ที่จะเกิดขึ้นในอนาคต

ไปให้ถึง

เราเห็นทุกความท้าทายเป็นโอกาสและเชื่อมั่นว่าเราสามารถทำให้สำเร็จได้ โดยมุ่งเน้นการลงมือทำอย่างเต็มความสามารถ เพื่อส่งมอบผลลัพธ์ที่ยอดเยี่ยมให้แก่ลูกค้า คู่ค้า และทุกๆ คนในองค์กร

ก้าวไปด้วยกัน

เราเปิดรับมุมมองที่แตกต่างและผสานความเชี่ยวชาญจากทุกส่วนในธุรกิจของเรา เพื่อนำเสนอทางเลือกที่ดีที่สุด โดยเราจะประสบความสำเร็จได้ด้วยความร่วมมืออย่างเต็มความสามารถของพวกเราทุกๆ คนในองค์กร ลูกค้า คู่ค้า รวมถึงชุมชนใกล้เคียง

ภารกิจหลัก

ตอบสนองความพอใจสูงสุดของลูกค้า

1. สร้างค่านิยมของคนในองค์กรเพื่อสร้างความเป็นผู้นำที่แท้จริงของบุคลากรในองค์กร

2. รักษาสิ่งแวดล้อมที่ดีภายในโรงงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 การจัดลำดับงานโดยใช้กฎความสำคัญ (Priority Rule for Dispatching Jobs)

ในกรณีที่มีเครื่องจักรหรือสถานีการทำงานเดียว วิธีการจัดลำดับงานที่เหมาะสมหมายถึงการจัดลำดับของการทำงานที่ทำให้เวลาในการทำงานทั้งหมด (Total Lead Time) สั้นที่สุด สามารถกระทำได้โดยใช้เทคนิคของการจัดลำดับงานโดยใช้กฎความสำคัญ (Priority Rule for Dispatching Jobs) ซึ่งกระทำโดยการจัดงานตามลักษณะ 4 แบบ ได้แก่First Come First Serve (FCFS), Shortage Processing (SPT), Earliest Due Date (EDD) และ Longest Processing Time (LPT)

2.1.1 First Come First Serve: FCFS

เป็นการจัดลำดับงานโดยให้ทำงานที่เข้ามาก่อนเป็นอันดับแรกและทำงานที่เข้ามาทีหลังเป็นอันดับต่อไปข้อดีคืองานที่เข้าก่อนก็ควรจะได้รับการปฏิบัติก่อน ซึ่งข้อเสียที่เด่นชัดของการจัดงานตามวิธีดังกล่าวคืองานที่ใช้เวลาทำมากจะทำให้งานอื่นๆ ที่ตามมาต้องคอยนาน โดยทั่วไปแล้ววิธีการจัดงานแบบ FCFS เหมาะกับงานด้านการให้บริการ เช่น งานร้านอาหาร โรงภาพยนต์และธนาคาร เป็นต้น

2.1.2 Shortage Processing Time: SPT

หมายถึงการจัดลำดับความสำคัญของการทำงานโดยให้ทำงานที่ใช้เวลาสั้นที่สุดก่อนแล้วจึงค่อยทำงานที่ใช้เวลามากเป็นลำดับถัดไป จะเห็นได้ว่า SPT เป็นวิธีที่มุ่งในการลดเวลาแล้วเสร็จของงานแต่ละงานและพยายามทำให้งานต่างๆออกจากระบบการผลิตไปให้เร็วที่สุด ข้อดีของการจัดงานแบบ SPT คือ เวลาโดยเฉลี่ยของงานในระบบจะต่ำที่สุดทำให้เกิดสินค้าคงเหลือในระหว่างการผลิตน้อยและสามารถประหยัดพื้นที่ในการจัดเก็บ แต่ข้อเสียของ SPT คืองานที่ใช้เวลาในการผลิตนานๆ มักถูกผลักไปอยู่ในอันดับท้ายทำให้มีเกิดการรอคอย โดยเฉพาะอย่างยิ่งในกรณีที่เกิดมีงานใหม่เข้ามาแทรกอยู่เสมอๆ และเป็นงานที่ใช้เวลาน้อยกว่า ซึ่งหากใช้ SPT ในการจัดลำดับ งานที่เข้ามาแทรกก็จะได้รับการจัดอันดับให้ทำก่อนทำให้งานที่ใช้เวลาในการผลิตนานเกิดการรอคอยที่นานมากยิ่งขึ้นไปเรื่อยๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.3 Earliest Due Date: EDD

หมายถึงการจัดลำดับความสำคัญในการทำงานโดยให้ทำงานที่มีกำหนดส่งมอบเร็วที่สุดก่อน แล้วจึงค่อยทำงานที่มีกำหนดส่งมอบนานกว่าเป็นลำดับถัดไป โดยทั่วไปแล้ว EDD เป็นวิธีที่มุ่งเน้นลดการล่าช้าจากกำหนดการส่งมอบงาน ถึงแม้ว่าวิธีนี้จะดูสมเหตุสมผลและเป็นวิธีที่นิยมใช้ปฏิบัติกันโดยทั่วไปก็จริง แต่วิธีการดังกล่าวอาจทำให้มีจำนวนงานที่เข้ามาในระบบมากกว่าวิธีการอื่นๆ (หมายถึง พนักงานจะมีงานยุ่งอยู่ตลอดเวลา) และทำให้เกิดสินค้าคงเหลือระหว่างผลิตสูงเนื่องจากในการจัดลำดับการทำงานตามหลักของ EDD นั้นไม่ได้มีการนำเอาเวลาที่ใช้ในการทำงานมาพิจารณาร่วมด้วย

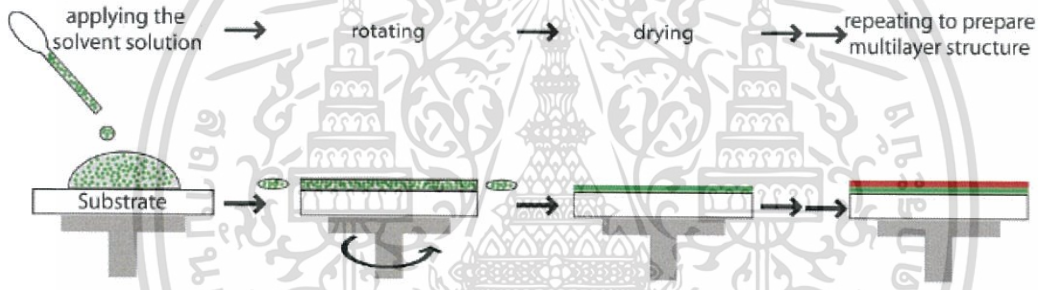
2.1.4 Longest Processing Time: LPT

หมายถึงการจัดลำดับความสำคัญในการทำงานโดยให้ทำงานที่ใช้เวลามากที่สุดเป็นอันดับแรกแล้วจึงค่อยทำงานที่ใช้เวลาน้อยกว่าเป็นอันดับถัดมา โดยทั่วไปแล้ว LPT มักจะเป็นวิธีที่ส่งผลเสียต่อประสิทธิภาพโดยรวมของการผลิตมากกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับวิธีอื่นๆ เพราะการจัดงานแบบ LPT มักทำให้เวลาที่ใช้ในการผลิตงานทั้งหมดนานและยังทำให้ประสิทธิภาพการใช้งานทรัพยากรด้านการผลิต (เครื่องจักร กำลังคน ฯลฯ) ต่ำอีกด้วย แต่ข้อดีของการจัดงานแบบ LPTประการหนึ่งก็คือสามารถสร้างขวัญและกำลังใจในการทำงานให้แก่พนักงานได้เนื่องจากเมื่องานยากๆ ที่ใช้เวลานานผ่านไปแล้วก็จะเหลือแต่งานง่ายๆ ที่ใช้เวลาไม่นาน ทำให้กำลังใจในการทำงานดีขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 การหมุนเคลือบ (Spincoat)

วัสดุบางชนิดโดยเฉพาะอย่างยิ่งพวกน้ำยาไวแสงและสารไดอิเล็กทริกจำพวกอินทรีย์ ตัวอย่างเช่นโพลีอิมีด(Polyimide) ซึ่งมีลักษณะเป็นของเหลวที่สามารถใช้เคลือบลงบนแว่นผลึกได้โดย ในตอนแรกจะทำการหยดสารที่ต้องการใช้เคลือบลงบนแว่นผลึกซึ่งถูกดูดให้เป็นสุญญากาศติดอยู่บน สปินเนอร์จากนั้นจะให้สปินเนอร์หมุนตัวด้วยความเร็วสูง (2000 –8000 รอบต่อนาที) ในช่วงเวลา ประมาณ 10-12วินาที การหมุนแว่นผลึกในลักษณะนี้จะทำให้ของเหลวที่หยดลงบนหน้าผิดหน้า กระจายไปทั่วอย่างสม่ำเสมอและเคลือบอยู่บนแว่นผลึก โดยทั่วไปความหนาแน่นของการเคลือบจะ ขึ้นอยู่กับความเร็วในการสปินและค่าความหนืดของของเหลวชนิดนั้นๆ ขั้นต่อไปนำแว่นผลึกไปเข้าเตา อบ(อุณหภูมิประมาณ 100 องศาเซลเซียส)นานประมาณ 30-60นาที เพื่อระเหยเอาตัวทำละลายออก และเหลือเป็นแผ่นฟิล์มแข็งบางเคลือบบนแว่นเหล็ก รูปที่ 16 แสดงกระบวนการเคลือบสปินออนที่ได้ อธิบายไปแล้วเทคนิคนี้เป็นวิธีที่สะดวกและรวดเร็วซึ่งให้ผลในการเคลือบผิวหน้าที่เรียบมาก



ภาพที่2.1 สาธิตการหมุนเคลือบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

การดำเนินการทดลอง

3.1 ศึกษาพฤติกรรมภายในเครื่องจักรและสามารถแบ่งออกได้ดังนี้

เป็นการศึกษาขั้นการทำงานของเครื่องจักรตั้งแต่การนำชิ้นงานเข้าเครื่องจักรจนถึงชิ้นงานออกมาจากเครื่องจักรเพื่อใช้เป็นเกณฑ์ในการศึกษาเวลา

3.1.1กระบวนการหมุนเคลือบในเครื่อง EVG

3.1.1.1 แขนกลนำชิ้นงานจากตลับใส่งานไปที่เครื่องอ่านบาร์โค้ด

3.1.1.2 อ่านบาร์โค้ดและแขนกลนำชิ้นงานไปที่เครื่องหมุนเคลือบ

3.1.1.3 หมุนเคลือบชิ้นงาน

3.1.1.4 แขนกลนำงานจากเครื่องหมุนเคลือบมาที่ตลับใส่งาน

3.1.1.5 แขนกลนำกลับไปที่ตลับงาน

3.1.2 กระบวนการหมุนเคลือบและให้ความร้อนจาก Hotplate ในเครื่อง EVG

3.1.2.1 แขนกลนำชิ้นงานจากตลับใส่งานไปที่เครื่องอ่านบาร์โค้ด

3.1.2.2 อ่านบาร์โค้ดและแขนกลนำชิ้นงานไปที่เครื่องหมุนเคลือบ

3.1.2.3 หมุนเคลือบชิ้นงาน

3.1.2.4 แขนกลนำงานจากเครื่องหมุนเคลือบไปที่ Hotplate

3.1.2.5 Hotplate ให้ความร้อนกับชิ้นงาน

3.1.2.6 แขนกลนำชิ้นงานจาก Hotplate ไปที่ Coolplate(เครื่องให้ความเย็น)

3.1.2.7 Coolplate ให้ความเย็นกับชิ้นงานให้ความเย็นกับชิ้นงาน

3.1.2.8 แขนกลนำงานจากถาดเย็นกลับมาที่ตลับใส่งาน

3.1.2.9 แขนกลนำกลับไปที่ตลับงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 จัดทำการศึกษาเวลา(Standard Time Study)

เป็นกระบวนเพื่อกำหนดหาเวลามาตรฐานในการทำงานในอัตราปกติภายใต้เงื่อนไขมาตรฐาน ซึ่งประกอบไปด้วยเวลาที่บันทึกได้จากการทำงานซึ่งจะต้องคำนวณหาเวลาที่ใช้เป็นตัวแทนของเวลาของการทำงาน หรือ “เวลาที่เลือก” และเมื่อมีการเพิ่มเวลาเผื่อสำหรับความเมื่อยล้าจะได้ค่าเวลาเป็น “เวลามาตรฐาน”

3.2.1 การคำนวณจำนวนตัวอย่างที่ต้องเก็บ

เป็นการคำนวนหาจำของตัวอย่างที่ต้องการจัดเก็บซึ่งจะต้องทำการเก็บตัวอย่างให้มากกว่าค่าที่คำนวนได้ โดยแบ่งเป็น 2 กรณี

กรณีที่ ตัวอย่างที่เก็บมามีจำนวนมากกว่าเท่ากับ 30 ตัว

$$N = \left(\frac{40\sqrt{n\sum x^2 - (\sum x)^2}}{\sum x}\right)^2$$

กรณีที่ ตัวอย่างที่เก็บมามีจำนวนน้อยกว่า 30 ตัว

$$N = \left(\frac{t_{\frac{\alpha}{2},v} \times S_x}{0.5 * \bar{x}}\right)^2$$

$$S_x = \sqrt{\frac{\sum(x-\bar{x})^2}{n-1}}$$

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{n}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่างการคำนวณ

ตารางที่ 3.1 เวลาในการหมุนเคลือบความหนา 7μm.(วินาที)

x	$x-\bar{x}$	$(x-\bar{x})^2$
49.7	1.6	2.56
51.9	-0.6	0.36
51.8	-0.5	0.25
51.1	0.2	0.04
51.2	0.1	0.01
51.8	-0.5	0.25
51.3	0.0	0
51.4	-0.1	0.01
51.6	-0.3	0.09
51.2	0.1	0.01
51.2	0.1	0.01
50.2	1.1	1.21
51.7	-0.4	0.16
51.4	-0.1	0.01
51.9	-0.6	0.36
รวม	0.1	5.33

หา $\bar{x}$ จากสูตร $\bar{x} = \frac{\sum x}{n}$

$$\bar{x} = \frac{769.4}{15} = 51.33$$

หา S_x จากสูตร $S_x = \sqrt{\frac{\sum(x-\bar{x})^2}{n-1}}$

$$S_x = \sqrt{\frac{5.33}{14}} = 0.62$$

หา $t_{\frac{\alpha}{2},\upsilon}$ จากตาราง t-table ที่ $\alpha = 0.05$ ได้ค่าเท่ากับ 2.1314

หา N ได้จากสูตร$N = \left(\frac{t_{\frac{\alpha}{2},\upsilon} \times S_x}{0.5*\bar{x}}\right)^2$

$$N = \left(\frac{2.1314 \times 0.62}{0.5*51.33}\right)^2 = 0.00265$$

และจำนวนของตัวอย่าง $> N$ จึงสามารถใช้ค่าเฉลี่ยจากข้อมูลชุดนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.2 การคำนวณหาเวลามาตรฐาน

เวลามาตรฐาน = เวลาปกติ/(100% - ค่าเผื่อ)

เวลาปกติ = เวลาเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง

ค่าเผื่อกำหนดโดยมาตรฐาโรงงาน 15 %

ตัวอย่างการคำนวณ

ตารางที่ 3.2 ข้อมูลพนักงานนำตลับงานใส่เข้าไปในเครื่องจักร(วินาที)

28.8	29.9	29.7	29.0	30.5	30.6	27.5	30.1	30.1	29.4
29.4	32.5	28.5	29.9	30.2	30.8	31.8	29.4	27.9	31.4

เวลาปกติ $= \frac{\sum x}{n} = \frac{597.4}{20} = 29.87$ วินาที

เวลามาตรฐาน $= 29.87/(100\% - 15\%)$ = 35.13 วินาที

3.2.3 กระบวนการหมุนเคลือบ

ตารางที่ 3.3 เวลาโดยเฉลี่ยของกระบวนการหมุนเคลือบ

ขั้นตอนการทำงาน	เวลาที่ใช้โดยเฉลี่ย(วินาที)
	7µm
1 พนักงานนำตลับงานใส่เข้าไปในเครื่องจักร	35.13
2 พนักงานป้อนคำสั่งให้เครื่องจักร	7.17
3 เครื่องเตรียมการดำเนินงาน	35.40
4 แขนกลนำชิ้นงานจากตลับใส่งานไปที่เครื่องอ่านบาร์โค้ด	10.69
5 อ่านบาร์โค้ดและแขนกลนำชิ้นงานไปที่เครื่องหมุนเคลือบ	10.75
6 หมุนเคลือบชิ้นงาน	51.30
7 แขนกลนำงานจากเครื่องหมุนเคลือบมาที่ตลับใส่งาน	9.92
8 แขนกลนำใส่กลับไปที่ตลับงาน	1.15
9 พนักงานนำตลับงานออกจากเครื่อง	6.74
รวม	161.52

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.4 กระบวนการหมุนเคลือบและให้ความร้อนจาก Hotplate

ตารางที่ 3.4 เวลาโดยเฉลี่ยของกระบวนการหมุนเคลือบและให้ความร้อนจาก Hotplate

ขั้นตอนการทำงาน	เวลาที่ใช้โดยเฉลี่ย(วินาที)
	7μm
1 พนักงานนำตลับงานใส่เข้าไปในเครื่องจักร	35.13
2 พนักงานป้อนคำสั่งให้เครื่องจักร	7.17
3 เครื่องเตรียมการดำเนินงาน	35.40
4 แขนกลนำชิ้นงานจากตลับใส่งานไปที่เครื่องอ่านบาร์โค้ด	10.69
5 อ่านบาร์โค้ดและแขนกลนำชิ้นงานไปที่เครื่องหมุนเคลือบ	10.75
6 หมุนเคลือบชิ้นงาน	51.30
7 แขนกลนำงานจากเครื่องหมุนเคลือบไปที่ Hotplate	10.97
8 Hotplate ให้ความร้อนกับชิ้นงาน	284.83
9 แขนกลนำชิ้นงานจาก Hotplate ไปที่ถาดเย็น	12.46
10Coolplate ให้ความเย็นกับชิ้นงานให้ความเย็นกับชิ้นงาน	13.68
11แขนกลนำงานจาก Coolplate กลับมาที่ตลับใส่งาน	10.83
12แขนกลนำใส่กลับไปที่ตลับงาน	1.15
13พนักงานนำตลับงานออกจากเครื่อง	6.74
รวม	484.37

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 ศึกษาล็อกไฟล์ (Log File)

เป็นการเก็บข้อมูลจาก Log File ของเครื่อง EVG โดยอิงจากคำสั่งดังต่อไปนี้

3.3.1 กระบวนการหมุนเคลือบในเครื่อง EVG

3.3.1.1 นำชิ้นงานจากตลับใส่งานไปที่เครื่องอ่านบาร์โค้ด

เริ่มจาก Lot COT-1 Slot1 Substrate flow started ถึง Command Read Wafer

3.3.1.2 อ่านบาร์โค้ดและนำชิ้นงานไปที่เครื่องหมุนเคลือบ

เริ่มจาก Command Read Wafer ถึง Command Coat Wafer

3.3.1.3 หมุนเคลือบชิ้นงาน

เริ่มจาก Command Coat wafer ถึง Coat Process ended

3.3.1.4 นำงานจากเครื่องหมุนเคลือบมาที่ตลับใส่งาน

เริ่มจาก Do Work() -> destination station is CAS ถึง Command Unload Wafer

3.3.1.5 นำกลับไปที่ตลับงาน

เริ่มจาก Command Unload Wafer ถึง Substrate flow ended

ตารางที่ 3.5 เวลาโดยเฉลี่ยกระบวนการหมุนเคลือบ

ขั้นตอนการทำงาน	เวลาที่ใช้โดยเฉลี่ย(วินาที)
	7μm
1 แขนกลนำชิ้นงานจากตลับใส่งานไปที่เครื่องอ่านบาร์โค้ด	10.42
2 อ่านบาร์โค้ดและแขนกลนำชิ้นงานไปที่เครื่องหมุนเคลือบ	10.67
3 หมุนเคลือบชิ้นงาน	51.17
4 แขนกลนำงานจากเครื่องหมุนเคลือบมาที่ตลับใส่งาน	9.74
5 แขนกลนำใส่กลับไปที่ตลับงาน	1.00
รวม	83.00

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.2 กระบวนการหมุนเคลือบและให้ความร้อนจากHotplateในเครื่อง EVG

3.3.2.1 นำชิ้นงานจากตลับใส่งานไปที่เครื่องอ่านบาร์โค้ด

เริ่มจาก Lot COT-1 Slot1 Substrate flow started ถึง Command Read Wafer

3.3.2.2 อ่านบาร์โค้ดและนำชิ้นงานไปที่เครื่องหมุนเคลือบ

เริ่มจาก Command Read Wafer ถึง Command Coat Wafer

3.3.2.3 หมุนเคลือบชิ้นงาน

เริ่มจาก Command Coat wafer ถึง Coat Process ended

3.3.2.4 นำงานจากเครื่องหมุนเคลือบไปที่Hotplate

เริ่มจาก Coat Process ended ถึง Command Bake Wafer

3.3.2.5 Hotplateให้ความร้อนกับชิ้นงาน

เริ่มจาก Command Bake Wafer ถึง Hotplate process ended

3.3.2.6 นำชิ้นงานจากHotplateไปที่ Coolplate

เริ่มจาก Start Substrate Flow HP-CP ถึง Command Cool Wafer

3.3.2.7 Coolplate ให้ความเย็นกับชิ้นงานให้ความเย็นกับชิ้นงาน

เริ่มจาก Command Cool Wafer ถึง Cool plate process ended

3.3.2.8 นำงานจาก Coolplate กลับมาที่ตลับใส่งาน

เริ่มจาก Do Work() -> destination station is CAS ถึง Command Unload Wafer

3.3.2.9 นำกลับไปที่ตลับงาน

เริ่มจาก Command Unload Wafer ถึง Substrate flow ended

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.5 กระบวนการหมุนเคลือบและให้ความร้อนจากHotplate

ขั้นตอนการทำงาน	เวลาที่ใช้โดยเฉลี่ย(วินาที)
	7μm
1.แขนกลนำชิ้นงานจากตลับใส่งานไปที่เครื่องอ่านบาร์โค้ด	10.44
2.อ่านบาร์โค้ดและแขนกลนำชิ้นงานไปที่เครื่องหมุนเคลือบ	10.69
3.หมุนเคลือบชิ้นงาน	51.17
4.แขนกลนำงานจากเครื่องหมุนเคลือบไปที่ Hotplate	11.00
5. Hotplate ให้ความร้อนกับชิ้นงาน	284.44
6.แขนกลนำชิ้นงานจาก Hotplate ไปที่ Coolplate	12.06
7. Coolplate ให้ความเย็นกับชิ้นงานให้ความเย็นกับชิ้นงาน	13.50
8.แขนกลนำงานจาก Coolplate กลับมาที่ตลับใส่งาน	10.71
9.แขนกลนำใส่กลับไปที่ตลับงาน	1.00
รวม	405.01

3.4 Hypothesis test

ทำการ hypothesis test จากข้อมูลที่มาจากศึกษาเวลามาตรฐาน และ log file โดยใช้ระดับความเชื่อมั่นที่ 95% และทดสอบเฉพาะการเคลือบความหนา 7μm จึงสามารถตั้งสมมุติฐานดังต่อไปนี้

H_0 ค่าเฉลี่ยของเวลาจากการศึกษาเวลามาตรฐาน และ log file ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

H_1 ค่าเฉลี่ยของเวลาจากการศึกษาเวลามาตรฐาน และ log file แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

μ_1 ค่าเฉลี่ยของเวลาจากการศึกษาเวลามาตรฐาน

μ_2 ค่าเฉลี่ยเวลาของ log file

$$H_0;\ \mu_1 = \mu_2$$

$$H_1;\ \mu_1 \neq \mu_2$$

$$\alpha = 0.05$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.1 ตัวอย่างการทำ hypothesis test ของเวลาการหมุนเคลือบชนิด 7μm การศึกษาเวลามาตรฐาน กับ log file โดยใช้โปรแกรม Minitab

3.4.1.1 กรอกข้อมูลทั้งสองกลุ่มลงในแต่ละคอลั่มของโปรแกรม

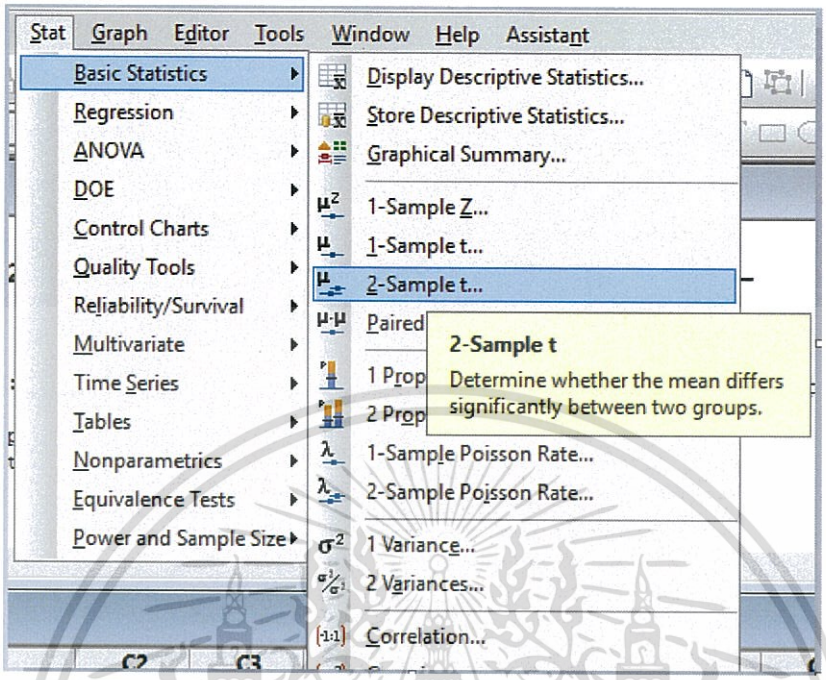
C5	C6
Standard Time Study	Log file
49.7	49.0
51.9	52.0
51.8	51.0
51.1	51.0
51.2	51.0
51.8	51.0
51.3	51.0
51.4	51.0
51.5	51.0
51.2	52.0
51.2	52.0
50.2	52.0
51.7	
51.4	
51.9	

รูปภาพที่ 3.1 การใส่ข้อมูลลงในโปรแกรม Minitab

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

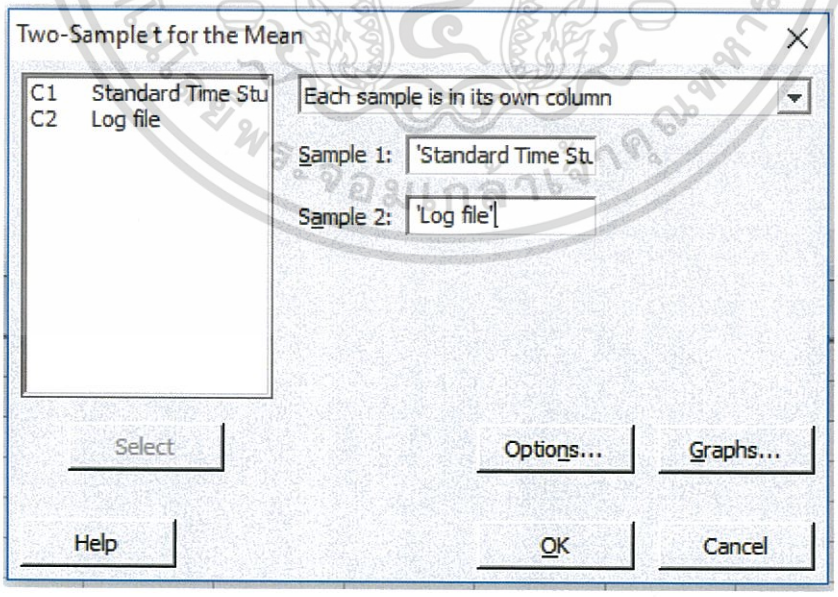
สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

3.4.1.2 เลือกชนิดของการทดสอบสมมุติฐานแบบ 2-Sample T-Test



รูปภาพที่ 3.2 เลือกชนิดการทดสอบแบบ 2-Sample T-test

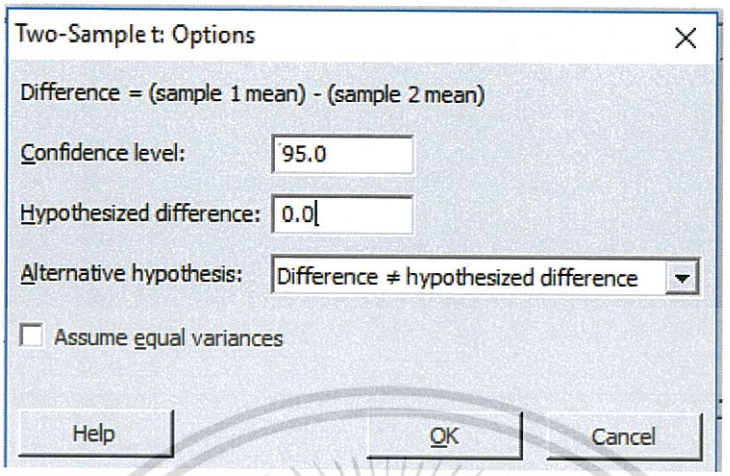
3.4.1.3 เลือกชนิดข้อมูลเป็นแบบ Each sample is in its own column



รูปภาพที่ 3.3 เลือกชนิดข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
147902

3.4.1.4 เลือก Option กำหนดให้ Confidence level = 95.0



รูปภาพที่ 3.4 การเลือก Option

3.4.1.5 ผลการทดสอบสมมุติฐาน

Two-Sample T-Test and CI: Standard Time Study, Log file

```
Two-sample T for Standard Time Study vs Log file

                    N    Mean  StDev  SE Mean
Standard Time Study 15  51.293  0.617     0.16
Log file            12  51.167  0.835     0.24


Difference = μ (Standard Time Study) - μ (Log file)
Estimate for difference:  0.127
95% CI for difference:  (-0.478, 0.731)
T-Test of difference = 0 (vs ≠): T-Value = 0.44  P-Value = 0.666  DF = 19
```

รูปภาพที่ 3.5 ผลการทดสอบสมมุติฐาน

จะเห็นว่า P-Value = 0.666 ให้ค่ามากกว่า $\alpha = 0.05$ จึงไม่สามารถปฏิเสธสมมุติฐานหลักได้ว่า ค่าเฉลี่ยของStandard Time Study และ log file ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยยะสำคัญ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.2 กระบวนการหมุนเคลือบในเครื่อง EVG ชนิด 7μm

ตารางที่ 3.6 ผลการทดสอบสมมุติฐานกระบวนการหมุนเคลือบในเครื่อง

ขั้นตอนการทำงาน	เวลาที่ใช้โดยเฉลี่ย(sec.)		P-Value $> \alpha = 0.05$
	Standard TimeStudy	Log file	
1 พนักงานนำตลับงานใส่เข้าไปในเครื่องจักร	35.13		
2 พนักงานป้อนคำสั่งให้เครื่องจักร	7.17		
3 เครื่องเตรียมการดำเนินงาน	35.40		
4 แขนกลนำชิ้นงานจากตลับใส่งานไปที่เครื่องอ่านบาร์โค้ด	10.69	10.42	Yes
5 อ่านบาร์โค้ดและแขนกลนำชิ้นงานไปที่เครื่องหมุนเคลือบ	10.75	10.67	Yes
6 หมุนเคลือบชิ้นงาน	51.30	51.17	Yes
7 แขนกลนำงานจากเครื่องหมุนเคลือบมาที่ตลับใส่งาน	9.92	9.74	Yes
8 แขนกลนำใส่กลับไปที่ตลับงาน	1.15	1.00	Yes
9 พนักงานนำตลับงานออกจากเครื่อง	1.15		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.3 กระบวนการหมุนเคลือบและให้ความร้อนจาก Hotplate ในเครื่อง EVG ชนิด 7μm

ตารางที่ 3.7 ผลการทดสอบสมมุติฐานกระบวนการหมุนเคลือบในเครื่อง

ขั้นตอนการทำงาน	เวลาที่ใช้โดยเฉลี่ย(sec.)		
	Standard TimeStudy	Log file	P-Value $> \alpha = 0.05$
1 พนักงานนำตลับงานใส่เข้าไปในเครื่องจักร	35.13		
2 พนักงานป้อนคำสั่งให้เครื่องจักร	7.17		
3 เครื่องเตรียมการดำเนินงาน	35.40		
4 แขนกลนำชิ้นงานจากตลับใส่งานไปที่เครื่องอ่านบาร์โค้ด	10.69	10.44	Yes
5 อ่านบาร์โค้ดและแขนกลนำชิ้นงานไปที่เครื่องหมุนเคลือบ	10.75	10.69	Yes
6 หมุนเคลือบชิ้นงาน	51.30	51.17	Yes
7 แขนกลนำงานจากเครื่องหมุนเคลือบไปที่ Hotplate	10.97	11.00	Yes
8 Hotplate ให้ความร้อนกับชิ้นงาน	284.83	284.44	Yes
9 แขนกลนำชิ้นงานจาก Hotplate ไปที่ Coolplate	12.46	12.06	Yes
10 Coolplate ให้ความเย็นกับชิ้นงานให้ความเย็นกับชิ้นงาน	13.68	13.50	Yes
11 แขนกลนำงานจาก Coolplate กลับมาที่ตลับใส่งาน	10.83	10.71	Yes
12 แขนกลนำใส่กลับไปที่ตลับงาน	1.15	1.00	Yes
13 พนักงานนำตลับงานออกจากเครื่อง	6.74		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5 จัดทำแมนแม็กซีนโฟว

เนื่องจากชิ้นงานที่เข้ามาในเครื่องจักรได้มีการทำงานแบบขนาน (Parallel) กันจึงจำเป็นต้องศึกษาว่าขณะเวลานั้นมีชิ้นงานได้ถูกดำเนินการอะไรบ้างจนจบกระบวนการเพื่อหาเวลา (CycleTime) ที่ชิ้นงานทั้ง10ชิ้นทำงานเสร็จ

ตารางที่ 3.8 เวลาในการดำเนินการกับชิ้นงานทั้งหมด 10 ชิ้น

Process	Tip	Machine Quantity	Time (sec.)
			7μm
Spin coat Process	10	2	541
Spin coat and Hotplate	10	2	1170
Oven Process	30	6	5460

3.6 คำนวณความสามารถในการผลิตต่อวัน

หลังจากได้เวลาที่ชิ้นงานทั้ง10ชิ้นทำงานในเครื่อง EVG แล้วเราสามารหา capacity ได้จากสูตรดังต่อไปนี้

$$\text{UPH} = (3600/\text{Cycle Time}) * (\text{Load/Run})$$

$$Capacity = UPH * 24 * (1 - \%Rework) * (1 - \%Downtime) * Machine$$

ตารางที่ 3.9 กำลังการผลิตของแต่ละเครื่องจักร

Process	Capacity/Mc. (K/day)	Machine Quantity	Total Capacity Capacity
Spin coat Process	1,098	2	2,197
Spin coat and Hotplate	494	2	988
Oven Process	318	6	1,908

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.7 เขียนโปรแกรมเพื่อจำลองการทำงานของเครื่อง EVG

โดยแบ่งส่วนการทำงานของโปรแกรมออกเป็น 5 ส่วนประกอบด้วย

3.7.1 ส่วนสถานการณ์การดำเนินของแต่ละชิ้นงาน

```
struct Tips{
    int ID;
    char Process[30] ;
    int  TimeP;
    int  TimeB;
};
```

รูปภาพที่ 3.6 รายละเอียดของโปรแกรมตัวแทนของชิ้นงาน

TimeP เวลาที่ชิ้นงานเหลืออยู่ในกระบวนการปัจจุบัน

TimeB เวลาที่งานเข้ามาในคิว

3.7.2 ส่วนสถานะการทำงานของแขนกล

```
struct Robot_Arm{
    int Working; // 1 = true and 0 = fail
    char Process[30];
    int  TimeP ;
};
```

รูปภาพที่ 3.7 รายละเอียดของโปรแกรมตัวแทนของแขนกล

Working สถานะของแขนกล 1 = ทำงานอยู่, 0 = ไม่ได้ทำงาน

TimeP เวลาที่เหลืออยู่สำหรับย้ายชิ้นงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.7.3 ข้อมูลด้านจำนวน และเวลาที่ใช้ดำเนินการของแต่ละสถานี

```
int QMc[5] = {10,2,4,2,10}; //Quatity of M/c in line
int ProcessTime[5][3] = {{0,0,0},{22,52,74},{11,285,296},{13,14,27},{13,0,13}}; //Process Time of each Process
```

รูปภาพที่ 3.8 รายละเอียดของโปรแกรมข้อมูลของเครื่องจักร

QMc = จำนวนสถานีที่รองรับชิ้นงานในกระบวนการต่างๆ

ProcessTime[xx][0] = เวลาที่แขนกลใช้เคลื่อนย้ายชิ้นงาน

ProcessTime[xx][1] = เวลาที่ชิ้นงานดำเนินการอยู่ในกระบวนการนั้น

ProcessTime[xx][2] = เวลารวมตั้งแต่หยิบชิ้นงานจนถึงชิ้นงานถูกดำเนินการ

ProcessTime[0][xx] = ชิ้นงานอยู่ในตลับงาน

ProcessTime[1][xx] = กระบวนการย้ายชิ้นงานจากตลับงานมาไปที่เครื่องหมุนเคลือบ

ProcessTime[2][xx] = กระบวนการย้ายชิ้นจากเครื่องหมุนเคลือบไปที่Hotplate

ProcessTime[3][xx] = กระบวนการย้ายชิ้นจากHotplateไปที่Coolplate

ProcessTime[4][xx] = กระบวนการย้ายชิ้นจากCoolplateไปที่ตลับงาน

3.7.4 รหัสเทียมของส่วนที่ใช้ในการตัดสินใจ

3.7.4.1 if Robot.Working != 0 //fail

3.7.4.2 collect available Tip = cTip[xx] //Tip which TimeP = 0

3.7.4.3 sort cTip[xx] form minimum to maximum cTip[xx].TimeB

//TimeB = Time incoming of Tip in queue

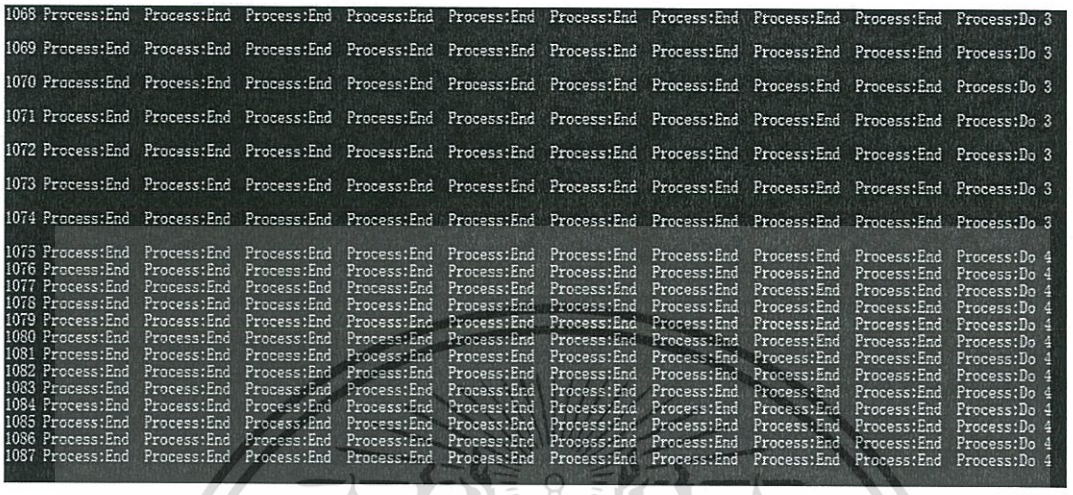
3.7.4.4 Select Frist Tip

3.7.4.5 End if

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.8 ตรวจสอบความถูกต้องของโปรแกรม

เปรียบเทียบผลการทำงานของโปรแกรมกับแมนแมคชีนโฟว



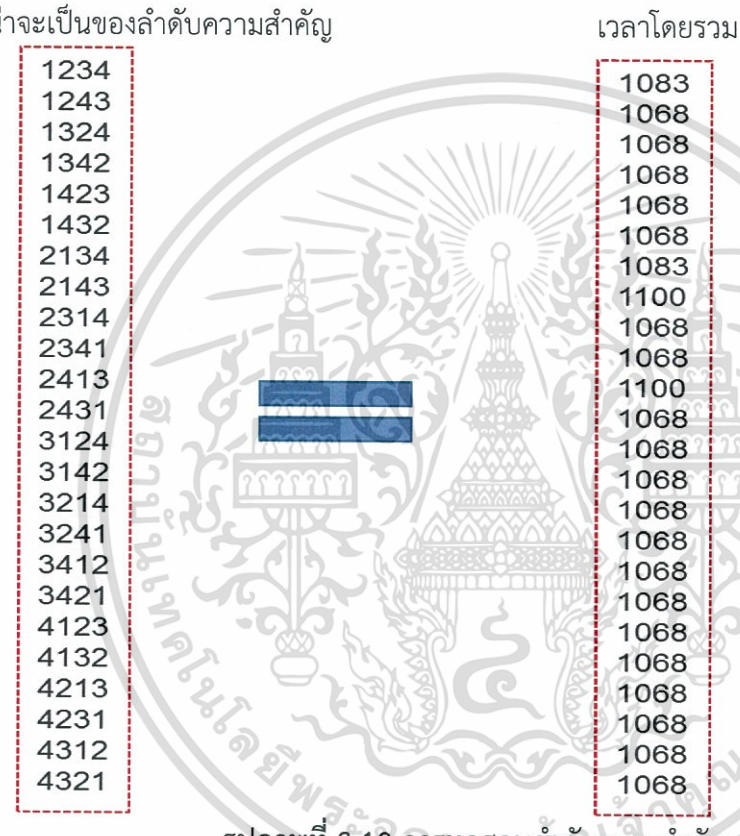
รูปภาพที่ 3.9 ผลการทำงานของโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.9 ปรับปรุงกระบวนตัดสินใจของโปรแกรมเพื่อจำลองการทำงานของเครื่อง EVG

ปรับปรุงกระบวนการตัดสินเพื่อเพิ่มโอกาสและระยะเวลาที่ทำให้ชิ้นงานต่างๆทำงานไปพร้อมๆกันทำให้เวลาโดยรวมของกระบวนการหมุนเคลือบและให้ความร้อนจากถาดร้อนลดลง

3.9.1 หาลำดับความสำคัญเลือกหยิบชิ้นงานโดยทดสอบเรียงทุกรูปแบบตามหลักความน่าจะเป็น



รูปภาพที่ 3.10 การทดสอบลำดับความสำคัญ

โดยที่ 1,2,3,4 เป็นตัวแทนของกระบวนการต่างๆดังต่อไปนี้

ProcessTime[1][xx] = กระบวนการย้ายชิ้นงานจากตลับงานมาไปที่เครื่องหมุนเคลือบ
ProcessTime[2][xx] = กระบวนการย้ายชิ้นจากเครื่องหมุนเคลือบไปที่Hotplate

ProcessTime[3][xx] = กระบวนการย้ายชิ้นจากHotplateไปที่Coolplate

ProcessTime[4][xx] = กระบวนการย้ายชิ้นจากCoolplateไปที่ตลับงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปผลลัพท์ได้ดังตาราง

ตารางที่ 3.10 ผลการทดสอบหาลำดับความสำคัญที่ดีที่สุด

Priority From (quantity)	Time (sec/10Tip)
20	1068
2	1083
2	1100

เลือกรูปแบบการความสำคัญ pirority {3,2,1,4} ด้วยการให้ความสำคัญกับการย้ายชิ้นงานจากสภาพแวดล้อมที่อุณหภูมิสูงและที่เหลือเลือกตามความยาวของโพสเซส

3.9.2 เพิ่มที่คำนวณเพื่อไม่ให้กระบวนการที่ใช้เวลานาน(กระบวนให้ความร้อนด้วยถาดร้อน)เลื่อนออกไป โดย รหัสเทียมของกระบวนการตัดสินใจจะเป็น

3.9.2.1 if Robot.Working != 0 //fail

3.9.2.2 collect available Tip = cTip[xx] //Tip which TimeP = 0

3.9.2.2 collect current work = pTip[xx]

//Tip which TimeP > 0 and Process = “2” (Hotplate)

3.9.2.3 sort cTip[xx] form priority

3.9.2.4 For I in xx

3.9.2.5 if cTip[i].RobotMove < pTip[xx].TimeP

3.9.2.6 Select Frist Tip

3.9.2.7 End if

3.9.2.8 End if

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการวิจัย

เพื่อที่จะชดเชยกำลังการผลิตของ Hotplate จึงได้กำหนดทางเลือกที่จะนำถาดร้อนเข้ามาใช้ในกระบวนการผลิตประกอบไปด้วย 3 ทางเลือกโดยกำหนดความการผลิต (Demand) = 1555K/day

4.1 การหาสัดส่วนการทำงานระหว่างกระบวนการหมุนเคลือบ (Spin coat) และกระบวนการหมุนเคลือบและให้ความร้อนจาก Hotplate กำหนดให้

$Cap_{Spincoat}$ เป็นกำลังการผลิตของกระบวนการหมุนเคลือบ

Cap_{SH} เป็นกำลังการผลิตของกระบวนการหมุนเคลือบและให้ความร้อนจาก Hotplate

Cap_{Oven} เป็นกำลังการผลิตของตู้อบ, Q_{Oven} เป็นจำนวนของตู้อบ

และ A , B เป็นชั่วโมงที่ทั้งสองกระบวนการสามารถทำงานได้ในหนึ่งวันตามลำดับ

$$\frac{A(Cap_{Spincoat})}{24} + \frac{B(Cap_{SH})}{24} = 1555$$

$$\frac{A(2197)}{24} + \frac{B(988)}{24} = 1555 \quad \text{..... (สมการที่ 1)}$$

$$A + B = 24 \quad \text{..... (สมการที่ 2)}$$

$$Q_{Oven} = \frac{Spincoat}{Cap_{Oven}} \quad \text{..... (สมการที่ 3)}$$

ได้คำตอบเป็น A = 12.15, B = 11.85

ซึ่งส่งผลให้ $Cap_{Spincoat}$ และ Cap_{SH} สามารถผลิตชิ้นงานได้จริงๆต่อวันเท่ากับ 1055 k/day และ 500 k/day คิดเป็นร้อยละโดยกำลังการผลิต Spin coat 67.85% และ Hotplate 32.15% ตามลำดับ

จากการที่ $Cap_{Spincoat} = 1055$ ทำให้ต้องการตู้อบงานเท่ากับ $\frac{1055}{318}$ = 3.32 หรือ 4 ตู้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 การนำถาดร้อนเข้ามาใช้แทนตู้อบทั้งหมดโดยหาเวลาที่ต้องปรับปรุงในกระบวนการให้ความร้อนจาก Hotplate

จากข้อ 4.1 เดิมสามารลดตู้อบได้เหลือ 4 ตู้ เราจะค่อยลดไปเป็น 3, 2, 1, 0 ตู้ตามลำดับ โดย Cap_{Oven} จะตกลงเป็น 954, 636, 318, และ0 ตามลำดับ ได้สมการเป็น

$$\frac{A(Cap_{Spincoat})}{24} + \frac{B(Cap_{SH})}{24} = 1555$$

$$\frac{A(2197)}{24} + \frac{B(Cap_{SH})}{24} = 1555 \quad \text{..... (สมการที่ 1)}$$

$$\frac{A(2197)}{24} = Cap_{Oven} \quad \text{..... (สมการที่ 2)}$$

$$A + B = 24 \quad \text{..... (สมการที่ 3)}$$

จากการกำหนด Cap_{Oven} ให้เท่ากับ 954 ,636 ,318 ,0 ส่งผลให้ Cap_{SH} เท่ากับ 1087, 1309, 1454, 1555 และคำนวณหา Cycle Time จากสูตร

$$UPH = (3600/Cycle\ Time) * (Load/Run)$$
$$Capacity = UPH * 24 * (1 - \%Rework) * (1 - \%Downtime) * Machine$$

ทำให้ได้ CycleTime ของกระบวนการหมุนเคลือบและให้ความร้อนจาก Hotplate ได้ 1064, 883, 795, 744 วินาที

จากนั้นใช้โปรแกรมที่เขียนขึ้นหาเวลาที่ต้องปรับปรุงhotplate โดยเปลี่ยนแปลงตัวแปรที่เป็นเวลาที่ใช้ดำเนินการของ hotplate (ProcessTime[2][1] และ ProcessTime[2][2])

```
int QMc[5] = {10,2,4,2,10}; //Quatity of M/c in line
int ProcessTime[5][3] = {{0,0,0},{22,52,74},{11,285,296},{13,14,27},{13,0,13}}; //Process Time of each Process
```

รูปภาพที่ 4.1 การเปลี่ยนแปลงตัวแปรในโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทำให้ได้ผลลัพท์ดังนี้

ตารางที่ 4.1 ผลลัพท์ของทางเลือกที่ 2

จำนวน oven	เวลาที่ใช้ทำงานทั้งหมดของ SH	Hotplate Process Time	เวลาที่ปรับปรุงแล้ว	เวลาที่เปลี่ยนไป	Cap_{SH}
3	1064	285	249	36	1087
2	883	285	190	95	1309
1	795	285	111	174	1454
0	744	285	36	249	1555

4.3 จากการปรับปรุงกระบวนการตัดสินใจของโปรแกรมทำให้ได้ Cycle time ของกระบวนการหมุนเคลือบและให้ความร้อนจาก Hotplate ลดลงจาก 1087 เหลือ 1061 ส่งผลให้ capacity เพิ่มจาก 988 k/day เป็น 1,011 k/day และคำนวนตามข้อที่ 4.1 และ4.2 ได้ผลลัพท์ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 4.2 ผลลัพท์ของทางเลือกที่ 3

จำนวน oven	เวลาที่ใช้ทำงานทั้งหมดของ SH	Hotplate Process Time	เวลาที่ปรับปรุงแล้ว	เวลาที่ลดลง	Cap_{SH}
4	1064	285	285	0	519
3	883	285	258	27	603
2	795	285	181	104	919
1	744	285	66	219	1237

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการทดลอง

จากการศึกษาทางเลือกทั้งสามทางเลือกความสามารถในการผลิตโดยรวมของทั้งสามวิธีสามารถผลิตได้ถึงความต้องการผลิตโดยสามารถแยกย่อยออกเป็นข้อดีข้อเสียได้ดังนี้

ทางเลือกที่ 1 :แบ่งสัดส่วนการผลิตของกระบวนการทั้งสอง

ข้อดี

- สามารถนำมาใช้ได้ทันทีโดยไม่ต้องปรับปรุงอะไร
- ลดจำนวนตู้อบลงไปได้ 2 ตู้

ข้อเสีย

- ทำให้เกิดความสับสันของพนักงานได้จากการมีทั้งสองกระบวนผสมกันและชิ้นงานจากทั้งสองกระบวนการมีลักษณะที่ไม่ต่างกันถ้ามองด้วยตาเปล่า

ทางเลือกที่ 2 :นำตู้อบออกทั้งหมดและลดเวลาในการให้ความร้อนของHotplateลง

ข้อดี

- สามารถเอาตู้อบออกจากไลน์การผลิตได้ทั้งหมด

ข้อเสีย

- จำเป็นต้องลดระยะเวลาในการให้ความร้อนของHotplateอย่างมากและอาจส่งผลกระทบต่อคุณภาพของงานที่ออกมาได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทางเลือกที่ 3 :

ข้อดี

- สามารถเลือกลำดับความสำคัญในการเลือกชิ้นงานได้ทำให้สามารถเลือกความสำคัญทำให้การเลือกงานออกจากตู้อบออกเป็นอันดับแรกได้
- ลดจำนวนตู้อบลงไปได้ 2 ตู้

ข้อเสีย

- ทำให้เกิดความสับสันของพนักงานได้จากการมีทั้งสองกระบวนผสมกันและชิ้นงานจากทั้งสองกระบวนการมีลักษณะที่ไม่ต่างกันถ้ามองด้วยตาเปล่า
- มีค่าใช้จ่ายจากการลงทุนเปลี่ยนกระบวนการตัดใจสินของแขนกล

ทั้งสามทางเลือกให้ผลลัพท์ในการนำตู้อบออกแตกต่างกัน ซึ่งทางเลือกที่เหมาะสมที่สุดคือทางเลือกที่หนึ่งเนื่องจากสามารถดำเนินการได้ทันทีเลย

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 เพื่อที่จะลดความสับสนของพนักงานในกรณีที่ต้องทำงานระหว่างสองกระบวนการควรมีการเพิ่มการแสดงผลออกมาทางหน้าจอมอติเตอร์ของเครื่อง EVG เพื่อช่วยให้พนักงงานสามารถรู้ได้ว่าชิ้นงานไหนที่ผ่านกระบวนการให้ความร้อนแล้วหรือยังและแยกการจัดเก็บชิ้นงานทั้งสองออกจากกัน

5.2.2 หลังการปรับปรุงโปรแกรมในระหว่างที่ลดเวลาที่ให้ความร้อนจาก Hotplate ทำเกิดปัญหาที่ส่วนของการคำนวณก่อนที่จะเคลื่อนย้ายชิ้นงานจึงเห็นควรให้มีการเพิ่มส่วนที่เป็นการตัดสินใจ

5.2.3 ในการลดระยะเวลาให้ความร้อนกับชิ้นงานจาก Hotplate อาจเพิ่มอุณหภูมิช่วยเพื่อให้สารละลายระเหยได้เร็วขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

นางสาว จุลลดา จุลพันธ์ และนางสาว ฐปณุจ วสุนธราสุข. 2553. “การศึกษาประสิทธิภาพด้านเวลาของช่างในกระบวนการเปลี่ยนเครื่องยนต์” .ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิตสาขาวิชาเทคโนโลยีการบินคณะวิศวกรรมศาสตร์ ,มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร

George-Kanawaty. 2535. การศึกษาการทำงาน แปลโดย วิจิตร ตัณฑสุทธิ์ และคณะ ครั้งที่ 3. กรุงเทพ. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วชิรพงษ สาลีสิงห์. 2559. การจัดลำดับงานโดยกฎความสำคัญ. [Online]. http://www2.ftpi.or.th/dwnld/pworld/pw44/44_productivity3.pdf http://pages.cs.wisc.edu/~remzi/OSTEP/cpu-sched.pdf

Akapong Phunpueok. 2559. เทคโนโลยีของวัสดุสารกึ่งตัวนำ [Online].http://www.academia.edu/5206499/%E0%B8%9A%E0%B8%97%E0%B8%97%E0%B8%B5_8_%E0%B9%80%E0%B8%97%E0%B8%84%E0%B9%82%E0%B8%99%E0%B9%82%E0%B8%A5%E0%B8%A2%E0%B8%B5%E0%B8%82%E0%B8%AD%E0%B8%87%E0%B8%A7%E0%B8%B1%E0%B8%AA%E0%B8%94%E0%B8%B8%E0%B8%AA%E0%B8%B2%E0%B8%A3%E0%B8%81%E0%B8%B6_%E0%B8%87%E0%B8%95%E0%B8%B1%E0%B8%A7%E0%B8%99%E0%B9%8D%E0%B8%B2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Time Study Form Log file (Spincoat)

NO#	Element Type	Element Type	Element Description	Cycle Time per run (sec./run)	Total N	Observed Time (sec.)										Fixture per run	Sample Size	Z-Distribution	t-Distribution	% rel.acc	% rel.acc Z-Distribution	% rel.acc t-Distribution	Add Sample Size
						1	2	3	4	5	6	7	8	9	10								
4	Outside work	Machine	Case > Barcordreader	10.42	24	12.0	10.0	10.0	10.0	10.0	11.0	10.0	11.0	10.0	10.0	1	5	5	5	0.05%	0.04%	0.05%	0
						11.0	10.0	11.0	11.0	11.0	10.0	10.0	10.0	10.0	11.0								
						10.0	10.0	11.0	10.0														
5	Outside work	Machine	ReadBarCode&Tranfer To Spin	10.67	24	11.0	11.0	11.0	10.0	11.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	1	9	8	9	0.06%	0.06%	0.06%	0
						12.0	11.0	10.0	12.0	11.0	12.0	11.0	10.0	10.0	12.0								
						11.0	10.0	10.0	10.0														
6	Inside work	Machine	Spincoat	51.17	12	49.0	52.0	51.0	51.0	51.0	51.0	51.0	51.0	51.0	52.0	1	1	0	1	0.01%	0.01%	0.01%	0
						52.0	52.0																
7	Outside work	Machine	Tranfer Spincoat To Casette	9.74	19	11.0	10.0	10.0	9.0	9.0	11.0	10.0	9.0	9.0	11.0	1	10	9	10	0.09%	0.08%	0.09%	0
						10.0	9.0	9.0	10.0	9.0	10.0	10.0	9.0	10.0									
8	Outside work	Machine	Unload Tip	1.00	24	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1	0	0	0	0.00%	0.00%	0.00%	0
						1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0								
						1.0	1.0	1.0	1.0														
Total				**160.13**	**sec.**																		
				2.67	**min.**																		

Time Study Form Manual (Spincoat)

NO#	Element Type	Element Type	Element Description	Cycle Time per run (sec./run)	Total N	Observed Time (sec.)										Fixture per run	Sample Size	Z-Distribution	t-Distribution	% rel.acc	% rel.acc Z-Distributi	% rel.acc t-Distributi	Add Sample Size
						1	2	3	4	5	6	7	8	9	10								
1	Outside work	Man	Load Tip	35.13	20	28.8	29.9	29.7	29.0	30.5	30.6	27.5	30.1	30.1	29.4	1	3	3	3	0.01%	0.01%	0.01%	0
						29.4	32.5	28.5	29.9	30.2	30.8	31.8	29.4	27.9	31.4								
2	Outside work	Man + M/C	Program	7.17	28	7.9	7.3	5.2	6.1	6.3	6.1	6.2	6.0	7.2	7.0	1	24	23	24	0.14%	0.14%	0.14%	0
						6.3	5.5	5.4	5.3	5.9	5.6	6.8	5.9	5.8	5.6								
						6.2	6.1	6.4	4.56	6.9	6	5.1	6.1										
3	Outside work	Machine	Pre Precess	35.40	10	34.3	38.2	34.5	34.5	36.0	35.1	35.6	35.9	34.2	35.6	1	2	2	2	0.02%	0.02%	0.02%	0
4	Outside work	Machine	Case > Barcordreader	10.69	24	12.0	10.1	10.8	10.9	10.4	11.0	10.5	10.4	10.9	11.0	1	3	3	3	0.03%	0.03%	0.03%	0
						11.0	10.3	11.1	10.6	10.9	10.6	10.5	10.9	10.3	11.0								
						10.2	10.0	11.2	10.0														
5	Outside work	Machine	ReadBarCode &Tranfer To Spin	10.75	24	11.1	11.6	10.9	10.4	11.4	10.9	10.6	10.0	10.1	10.1	1	5	4	5	0.04%	0.04%	0.04%	0
						11.5	11.0	10.0	11.2	11.0	11.5	11.0	10.3	10.4	11.5								
						11.0	10.0	10.2	10.1														
6	Inside work	Machine	Spincoat	51.30	15	49.7	51.9	51.8	51.1	51.2	51.8	51.3	51.4	51.6	51.2	1	0	0	0	0.00%	0.00%	0.00%	0
						51.2	50.2	51.7	51.4	51.9													
7	Outside work	Machine	Tranfer Spincoat To Casette	9.92	19	10.9	10.1	10.4	9.0	9.0	11.0	10.1	9.5	9.2	10.1	1	7	7	7	0.07%	0.07%	0.07%	0
						10.1	9.8	9.5	11.0	9.5	10.0	10.1	9.0	10.2									
8	Outside work	Machine	Unload Tip	1.15	24	1.2	1.1	1.3	1.3	1.1	1.2	1.1	1.2	1.2	1.2	1	11	11	11	0.61%	0.59%	0.61%	0
						1.1	1.0	1.1	1.0	1.0	1.2	1.2	1.2	1.0	1.1								
						1.2	1.2	1.2	1.1														
8	Outside work	Man	Unload Cassette	6.74	20	6.5	5.2	4.6	5.1	5.9	6.1	5.2	5.5	6.3	7.1	1	17	15	17	0.18%	0.17%	0.18%	0
						6.3	5.6	5.3	5.6	5.6	5.7	5.9	5.9	5.7	5.5								
Total				**161.52**	**sec.**																		
				2.69	**min.**																		

Time Study Form Log file(SpinCoat And hotplate)

NO#	Element Type	Element Description	Cycle Time per run (sec./run)	Total N	Observed Time (sec.)										Sample Size	Z-Distribution	t-Distribution	% rel.acc	% rel.acc Z-Distribution	% rel.acc t-Distribution	Add Sample Size
					1	2	3	4	5	6	7	8	9	10							
4	Machine	Case > Barcordreader	10.44	16	12.0 11.0	11.0 10.0	10.0 11.0	11.0 11.0	9.0 10.0	10.0 11.0	10.0	10.0	10.0	10.0	9	8	9	0.09%	0.08%	0.09%	0
5	Machine	ReadBarCode&Tranfer To Spin	10.69	16	11.0 10.0	10.0 10.0	10.0 10.0	11.0 11.0	12.0 11.0	10.0 10.0	12.0	12.0	10.0	11.0	10	9	10	0.09%	0.09%	0.09%	0
6	Machine	Spincoat	51.17	12	49.0 52.0	52.0 52.0	51.0	51.0	51.0	51.0	51.0	51.0	51.0	52.0	1	0	1	0.01%	0.01%	0.01%	0
7	Machine	Tranfer SpinCoat To Hotplate	11.00	16	12.0 12.0	10.0 11.0	11.0 11.0	11.0 12.0	11.0 10.0	11.0 11.0	10.0	11.0	11.0	11.0	6	5	6	0.07%	0.07%	0.07%	0
8	Machine	Heat Tip	284.44	16	285.0 285.0	284.0 285.0	284.0 284.0	284.0 285.0	285.0 284.0	284.0 284.0	284.0	285.0	284.0	285.0	0	0	0	0.00%	0.00%	0.00%	0
9	Machine	Tranfer Hotplate to chrill	12.06	16	12.0 11.0	13.0 12.0	12.0 12.0	12.0 12.0	12.0 12.0	12.0 13.0	13.0	12.0	12.0	11.0	4	4	4	0.05%	0.05%	0.05%	0
10	Machine	Cool	13.50	16	14.0 14.0	13.0 14.0	13.0 14.0	14.0 13.0	13.0 14.0	13.0 13.0	13.0	13.0	14.0	14.0	3	2	3	0.04%	0.04%	0.04%	0
11	Machine	Tranfer Chrilplate To Casette	10.71	24	11.0 10.0 10.0	10.0 11.0 11.0	12.0 11.0 12.0	12.0 10.0 9.0	11.0 11.0	10.0 11.0	11.0 12.0	11.0 11.0	11.0 10.0	9.0 10.0	11	10	11	0.06%	0.06%	0.06%	0
12	Machine	Unload Tip	1.00	24	1.0 1.0 1.0	1.0 1.0 1.0	1.0 1.0 1.0	1.0 1.0 1.0	1.0 1.0	1.0 1.0	1.0 1.0	1.0 1.0	1.0 1.0	1.0 1.0	0	0	0	0.00%	0.00%	0.00%	0
Total			405.00 6.75	sec. min.																	

Time Study Form Manual(SpinCoat And hotplate)

NO#	Element Type	Element Description	Cycle Time per	Total N	Observed Time (sec.)										Sample Size	Z-Distribution	t-Distribution	% rel.acc	% rel.acc Z-Distribution	% rel.acc t-Distribution	Add Sample Size
					1	2	3	4	5	6	7	8	9	10							
1	Man	Load Tip	35.13	20	28.8	29.9	29.7	29.0	30.5	30.6	27.5	30.1	30.1	29.4	3	3	3	0.01%	0.01%	0.01%	0
					29.4	32.5	28.5	29.9	30.2	30.8	31.8	29.4	27.9	31.4							
2	Man + M/C	Program	7.17	28	7.9	7.3	5.2	6.1	6.3	6.1	6.2	6.0	7.2	7.0	24	23	24	0.14%	0.14%	0.14%	0
					6.3	5.5	5.4	5.3	5.9	5.6	6.8	5.9	5.8	5.6							
					6.2	6.1	6.4	4.56	6.9	6	5.1	6.1									
3	Machine	Pre Precess	35.40	10	34.3	38.2	34.5	34.5	36.0	35.1	35.6	35.9	34.2	35.6	2	2	2	0.02%	0.02%	0.02%	0
4	Machine	Case > Barcordreader	10.69	24	12.0	10.1	10.8	10.9	10.4	11.0	10.5	10.4	10.9	11.0	3	3	3	0.03%	0.03%	0.03%	0
					11.0	10.3	11.1	10.6	10.9	10.6	10.5	10.9	10.3	11.0							
					10.2	10.0	11.2	10.0													
5	Machine	ReadBarCode&Tranfer To Spin	10.75	24	11.1	11.6	10.9	10.4	11.4	10.9	10.6	10.0	10.1	10.1	5	4	5	0.04%	0.04%	0.04%	0
					11.5	11.0	10.0	11.2	11.0	11.5	11.0	10.3	10.4	11.5							
					11.0	10.0	10.2	10.1													
6	Machine	Spincoat	51.30	15	49.7	51.9	51.8	51.1	51.2	51.8	51.3	51.4	51.6	51.2	0	0	0	0.00%	0.00%	0.00%	0
					51.2	50.2	51.7	51.4	51.9												
7	Machine	Tranfer SpinCoat To Hotplate	10.97	24	12.1	10.8	11.4	11.7	11.2	10.7	10.7	11.1	11.1	11.0	3	3	3	0.03%	0.03%	0.03%	0
					11.3	10.6	10.6	11.2	10.9	10.2	11.4	10.7	10.6	11.2							
					10.0	11.1	10.7	11.0													
8	Machine	Heat Tip	284.83	16	285.3	284.8	284.4	284.8	285.1	284.6	284.5	285.0	284.5	285.0	0	0	0	0.00%	0.00%	0.00%	0
					285.1	285.0	284.9	285.2	284.3	284.8											
9	Machine	Tranfer Hotplate to chrill	12.46	26	12.7	12.8	13.1	13.1	12.2	12.8	12.2	12.3	12.4	12.0	3	3	3	0.03%	0.03%	0.03%	0
					12.2	13.0	12.6	11.8	12.4	12.3	13.4	12.8	12.5	10.8							
					11.7	12.8	12.2	12.3	12.4	13.2											
10	Machine	Cool	13.68	18	14.1	13.8	13.3	14.1	13.8	13.3	13.1	13.8	13.8	14.2	2	1	2	0.03%	0.02%	0.03%	0
					14.2	14.2	13.9	13.9	13.3	13.1	13.3	13.1									
11	Machine	Tranfer Chrilplate To Casette	10.83	24	11.2	9.4	10.8	9.7	12.2	11.3	9.3	11.5	10.9	11.7	11	11	11	0.07%	0.06%	0.07%	0
					11.2	11.4	11.5	12.0	11.7	9.8	11.3	9.8	11.5	10.9							
					10.8	9.8	10.8	9.4													
12	Machine	Unload Tip	1.15	24	1.2	1.1	1.3	1.3	1.1	1.2	1.1	1.2	1.2	1.2	11	11	11	0.61%	0.59%	0.61%	0
					1.1	1.0	1.1	1.0	1.0	1.2	1.2	1.2	1.0	1.1							
					1.2	1.2	1.2	1.1													
13	Man	Unload Cassette	6.74	20	6.5	5.2	4.6	5.1	5.9	6.1	5.2	5.5	6.3	7.1	17	15	17	0.18%	0.17%	0.18%	0
					6.3	5.6	5.3	5.6	5.6	5.7	5.9	5.9	5.7	5.5							
Total			484.37	sec.																	
			8.07	min.																	

มหาวิทยาลัยพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ภาคผนวก ข

โค๊ดจำลองการทำงานของเครื่องEVGก่อนปรับรุงกระบวนการตัดสินใจ

ตัวแปรstruct แทนค่าชิ้นงาน

```
struct Tips{
   int ID;
   char Process[30] ;
   int  TimeP;
   int  TimeB;
  //int  Done;
};
```

ตัวแปรstruct แทนค่าแขนกล

```
struct Robot_Arm{
   int Working; // 1 = true and 0 = fail
   char Process[30];
   int  TimeP ;
};
```

ฟังก์ชั้นการทำงานให้โรบอท

```
void AssignRobotTime (int index,struct
Robot_Arm *pRobot,int currentwork)
{
   currentwork++;
   pRobot->TimeP =
ProcessTime[currentwork][0];
   IntToWork(pRobot-
>Process,currentwork);
   pRobot->Working = 1;
}
```

ฟังก์ชั้นการทำงานของชิ้นงาน

```
void AssignTipTime (int index,struct
Tips *pTip,int currentwork,int TimeX)
{
   currentwork++;
   pTip[index].TimeP =
ProcessTime[currentwork][2];

IntToWork(pTip[index].Process,curren
twork);
   if(currentwork==5)
   {
      strcpy(pTip[index].Process,"En
d");
   }
   pTip[index].TimeB = TimeX;
      //printf("Tipnb %d
tip%d",pTip[index].TimeB,index);
}
```

ฟังก์ชั้ยการตัดสินใจ

```
void DicisionWork (int cTip,struct Tips
*pTip,struct Robot_Arm *pRobot,int
TimeX)
{
   int i;
   int j=0;
   int less;
```

เอกสารนี้มีลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
int available[5]; //1 = true 0 = fail
        int currentwork;
        int IndexTip[cTip];
int TimTimeB[cTip];
        // Check available process fist
        for (i = 0 ;i < 10 ;i++)
 {
        //printf("\ni=%d %s %d %d
",i,pTip[i].Process,pTip[i].TimeP,pTip[i]
.TimeB);
                if((pTip[i].TimeP ==
0)&&(Checkavailable(pTip,WorkToInt(p
Tip[i].Process)+1)==1))
                {
      IndexTip[j]=i;

    //printf("proo = %d index = %d %d
",WorkToInt(pTip[i].Process),IndexTip[
j],cTip);
      j++;
    }
  }
        //Check if j =0 is mean above
dosen't pass to indicate IndexTip So
Exit the function
                if(j!=0)
                {
                for (i=0;i<j;i++)
        {
        TimTimeB[i]
=pTip[IndexTip[i]].TimeB;
        //printf("%d",TimTimeB[i]);
        }
        less =
MinNumIndex(TimTimeB,cTip);
        currentwork =
WorkToInt(pTip[IndexTip[less]].Proces
s);
                //printf("ID %d less %d
idexcurrent
%d",pTip[IndexTip[less]].ID,less,IndexT
ip[less],currentwork);
                AssignRobotTime
(IndexTip[less],pRobot,currentwork);
        AssignTipTime
(IndexTip[less],pTip,currentwork,Time
X);
        }
        }
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค

โค๊ดหลังปรับรุงกระบวนการตัดสินใจ

```
//For select first pirority form available tip
int PirorityCh(struct Tips *pTip,int IndexTip[],int num)
{
	int i,j; int Rloop = 0;
	int Pirority[4] = {2,3,1,4}; //select which process should serve first
	for (i=0;i<4;i++)		//for loop each process
	{
		for(j=0;j<num;j++)	//For check (each tip had available for move)
		{
		//if have Tip(next process)==current piroty return that tip(Index)
			//if not have tip avai for current pirority check pirority lower
			if((WorkToInt(pTip[IndexTip[j]].Process)+1)==Pirority[i])
			{
				return j;
				break;	}
			}
		}
	}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้