

การลดรอบเวลาการผลิตของกระบวนการประกอบแผงวงจรล่องแปลงสัญญาณภายนอกอาคาร ในสถานีนงานผ่านคลื่นน้ำตะกั่ว

PRODUCTIVITY IMPROVEMENT OF OUTDOOR PRINT CIRCUIT BOARD AT WAVE SOLDERING STATION

ปอมพล พิกุลทอง

Pathompon Pikulthong

ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เขตปทุมวัน กรุงเทพฯ 10330

โทร. 0-2218-6814-6 โทรสาร 0-2251-3969, 0-2218-6813

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อลดรอบเวลาการผลิต ในกระบวนการประกอบชิ้นส่วนลงบนแผงวงจร ของตัวผลิตภัณฑ์ล่องแปลงสัญญาณภายนอกอาคารที่สถานีนงานผ่านคลื่นน้ำตะกั่ว โดยทำการศึกษาค้นหาแนวทางการลดรอบเวลาการผลิต ของแต่ละองค์ประกอบผ่านการจำลองสถานการณ์ซึ่งมีความสัมพันธ์ ตามแนวทางของ Wallace J. Hopp and Mark L. Spearman จากผลการศึกษาพบว่า สามารถลดรอบเวลาการผลิตจากปัจจุบันลงได้ถึง 38.40 %

Abstract

This research is intended to reduce manufacturing cycle time of components assembly on Printed Circuit Board of backhaul networks smoothing transformation product at the Wave soldering station. That has the production cycle time higher than the factory targeted. This research was analyzing on the cycle time elements according to Wallace J. Hopp and Mark L. Spearman through the Simulation Model. The results showed that 38.40 % of manufacturing cycle time was reduction.

1. บทนำ

บริษัท ตรีศึกษา เป็นบริษัทในกลุ่มอุตสาหกรรม CM (Contract Manufacturing) หรือ EMS (Electronic Manufacturing Service) ซึ่งเป็นบริษัทที่ให้บริการ ด้านการ

ออกแบบและทดสอบ การผลิตแผงวงจร ไฟฟ้า อิเล็กทรอนิกส์ และการให้บริการหลังการขาย ให้กับกลุ่มบริษัทเจ้าของผลิตภัณฑ์ที่เรียกว่า Original Equipment Manufacturers (OEMs) ซึ่งปัจจุบันนี้บริษัทในกลุ่มอุตสาหกรรม EMS ต่างก็แข่งขันกัน เพื่อรักษาลูกค้าเดิม และสร้างฐานลูกค้าใหม่ๆ โดยจุดเด่นที่สำคัญ ที่บริษัทเจ้าของผลิตภัณฑ์จะเลือกบริษัทใดในกลุ่มอุตสาหกรรมนี้ คือการผลิตที่สามารถตอบสนองความต้องการได้อย่างรวดเร็วและมีต้นทุนสินค้าต่ำที่สุด

สำหรับการศึกษานี้ จะดำเนินการเฉพาะในส่วนของการผลิตแผงวงจร ไฟฟ้าอิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งประสบปัญหาการผลิต ผลิตภัณฑ์ล่องแปลงสัญญาณภายนอกอาคาร ในกระบวนการประกอบชิ้นส่วนลงบนแผงวงจรที่สถานีนงานผ่านคลื่นน้ำตะกั่ว ซึ่งมีกำลังการผลิตไม่เพียงพอที่จะรองรับปริมาณความต้องการสินค้าอยู่ถึง 27.36% เพื่อให้สามารถรองรับปริมาณการผลิตส่วนเกินนี้ จึงจำเป็นต้องลดรอบเวลาการผลิตให้ต่ำลงโดยยังคงรักษาคุณภาพตามที่กำหนด แต่เนื่องจากการทดลองค่าต่างๆในทางปฏิบัติจะเกิดค่าใช้จ่ายสูง และแต่ละองค์ประกอบเป็นค่าที่เกิดขึ้นอย่างสุ่ม ดังนั้นผู้วิจัยจึงต้องทำการจำลองสถานการณ์ภายใต้องค์ประกอบต่างๆ เพื่อลดรอบเวลาการผลิตให้ได้ตามเป้าหมายที่ 333.26 วินาทีต่อชิ้น โดยใช้รูปแบบความสัมพันธ์ตามแนวทางของ Wallace J. Hopp and Mark L. Spearman

2. วิธีการวิจัย

2.1 การสร้างแบบจำลองการผลิต

Wallace J. Hopp and Mark L. Spearman ได้ระบุความสัมพันธ์ของรอบเวลาการผลิตว่าเกิดจากเวลา 2 ส่วน คือ เวลาในการรอคอยและเวลาการผลิตชิ้นงานออกมา ซึ่งในแต่ละส่วนจะมีองค์ประกอบของรอบเวลาการผลิตดังนี้

$$CT = CT_q + t_e \quad (1)$$

$$CT_q = \frac{\left[\left(\frac{\sigma_a^2}{t_a^2} \right) + \left(\frac{\sigma_e^2}{t_e^2} \right) \right]}{2} \times \left(\frac{u}{1-u} \right) \times t_e \quad (2)$$

$$t_e = \left[\frac{t_o(m_f + m_r)}{m_f} + \frac{t_s}{N_s} \right] \times \frac{1}{1-p} \quad (3)$$

t_a = เวลาการมาถึงของชิ้นงาน

t_o = เวลาการผลิตที่มีความผันแปรตามธรรมชาติ

m_f = เวลาดำเนินการผลิตโดยเฉลี่ยก่อนเครื่องจะหยุดทำงาน

m_r = เวลาโดยเฉลี่ยในการดำเนินการแก้ไขให้เครื่องกลับมาทำงานได้อีกครั้ง

t_s = เวลาในการปรับตั้งและทดสอบค่าความถูกต้องของพารามิเตอร์ของเครื่อง

N_s = ขนาดรุ่นในการปรับตั้งและทดสอบค่าความถูกต้องของพารามิเตอร์ของเครื่อง

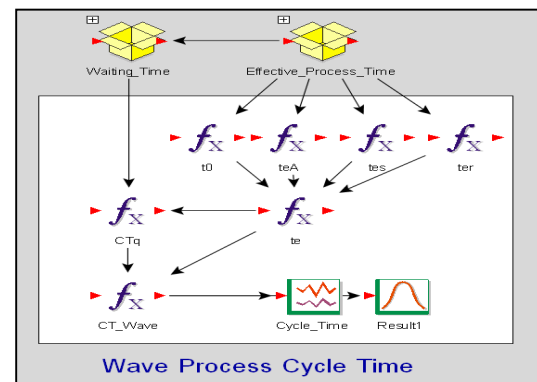
P = โอกาสเกิดข้อบกพร่องในการผลิต

จากการเก็บรวบรวมข้อมูลในพื้นที่ปฏิบัติงาน พบว่าแต่ละองค์ประกอบมีรูปแบบการกระจายตัวดังตารางที่ 1

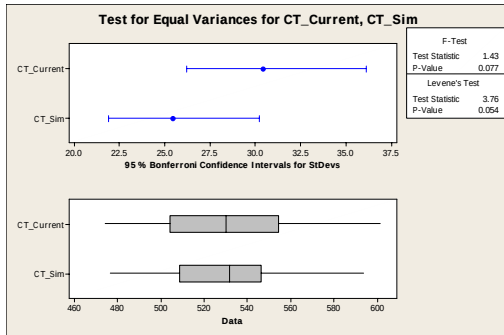
ตารางที่ 1 รูปแบบการกระจายตัวของข้อมูล

องค์ประกอบ	รูปแบบการกระจายตัว
t_a	EXPO(103.03)
t_o	GAMM(7699.45,0.02)
m_f	WEIB(2.19,28.37)
m_r	WEIB(2.21,0.95)
t_s	GAMM(633.61,0.04)

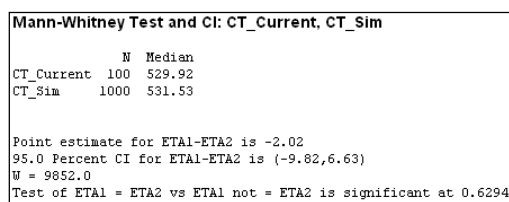
จากสมการความสัมพันธ์ของ Wallace J. และรูปแบบการกระจายตัวของข้อมูลในตารางที่ 1 สามารถนำมาเขียนลงในแบบจำลองได้ดังแสดงรูปที่ 1 ซึ่งในการทดลองนี้จะใช้โปรแกรม Goldsim ในการสร้างแบบจำลอง ซึ่งผลการจำลองมีรูปแบบการกระจายตัวแบบแกรมมา เช่นเดียวกับข้อมูลที่ได้จากสถานการณ์จริง และเมื่อทำการทดสอบความแปรปรวน และ ค่ากลาง ของข้อมูลที่ได้จากแบบจำลองเปรียบเทียบกับ สถานการณ์จริงก่อนปรับปรุงดังรูปที่ 2 – 3 พบว่าข้อมูลไม่มีความแตกต่าง จึงสามารถนำแบบจำลองไปใช้ทำการทดสอบแนวทางการปรับแทนสถานการณ์จริงได้



รูปที่ 1 แบบจำลองรอบเวลาการผลิต



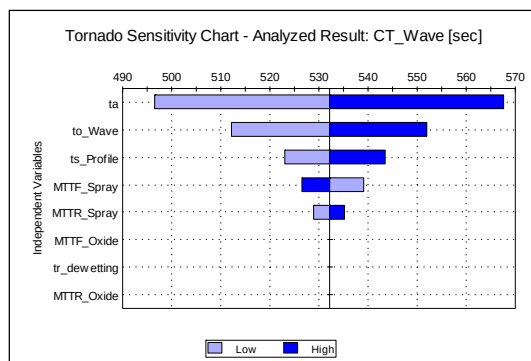
รูปที่2 ผลการทดสอบความแปรปรวนของจำลองเทียบกับข้อมูลจริงก่อนปรับปรุง



รูปที่3 ผลการทดสอบค่ากลางของจำลองเทียบกับข้อมูลจริงก่อนปรับปรุง

2.2 การวิเคราะห์ห้อยประกอบของรอบเวลาการผลิต

เมื่อนำแบบจำลองที่ได้มาทำการวิเคราะห์ หาค่าความไวของแต่ละองค์ประกอบพบว่า ควรทำการปรับปรุงเวลาการมาถึงของชิ้นงาน (t_u) เป็นอันดับแรก และควรทำการปรับปรุงเวลาการผลิตที่มีความผันแปร ตามธรรมชาติ (t_p) เป็นอันดับที่ 2 ซึ่งถ้ารอบเวลาการผลิตยังมีค่าสูงกว่า ค่าที่ต้องการก็ควรดำเนินการปรับปรุง เวลาในการปรับตั้งและทดสอบค่าความถูกต้องของ

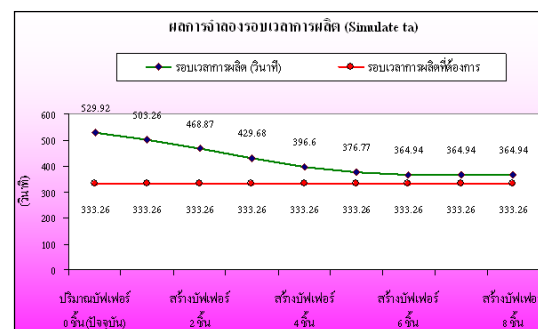


รูปที่3 ผลการหาค่าความไวของแต่ละองค์ประกอบ

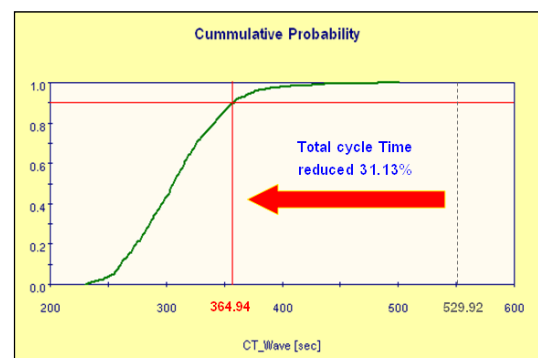
พารามิเตอร์เครื่อง (t_s) เวลาดำเนินการผลิตโดยเฉลี่ยก่อนเครื่องจะหยุดทำงาน (m_p) และ เวลาโดยเฉลี่ยในการดำเนินการแก้ไขให้เครื่องกลับมาทำงานได้อีกครั้ง (m_r) ตามลำดับดังแสดงผลในรูปที่3

2.3 แนวทางการปรับปรุงองค์ประกอบ t_u

แนวทางในการลดรอบเวลาการผลิตจากเวลาการมาถึงของชิ้นงาน (t_u) ของสถานีนงานเครื่องกลั่นน้ำตะกั่วจะใช้วิธีการสร้างบัพเฟอร์ที่หน้าสถานีนงานเพื่อให้เครื่องดำเนินการผลิตตลอดเวลาที่ทำการผลิต ซึ่งผลจากการทดสอบโดยใช้แบบจำลองพบว่าควรสร้างบัพเฟอร์ไว้หน้าสถานีนงานจำนวน 6 ชิ้นดังรูปที่4.1 และจากการทดสอบหาค่ารอบเวลาการผลิต ที่ระดับความเชื่อมั่น 90% พบว่าสามารถลดรอบเวลาการผลิตลงได้ถึง 31.13 % ดังรูปที่ 4.2



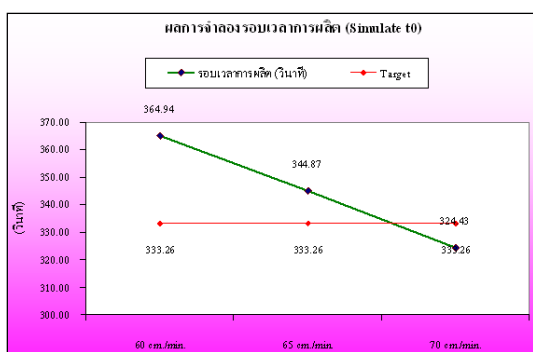
รูปที่4.1 ผลการจำลองการปรับปรุงค่า t_u



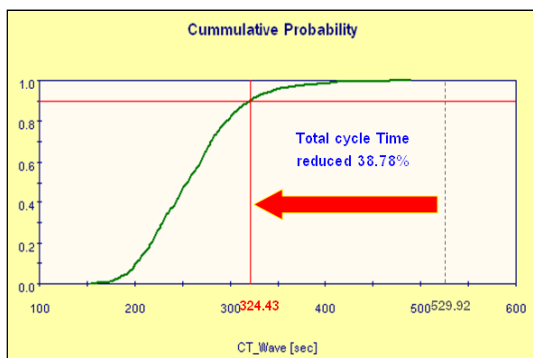
รูปที่4.2 ผลการจำลองการปรับปรุงค่า t_u ที่ระดับ90%

2.4 แนวทางการปรับปรุงองค์ประกอบ t_0

การลดรอบเวลาการผลิต ที่มีความผันแปรตามธรรมชาติ (t_0) ของสถานีงานเครื่องกลึงน้ำตะกั่วจะใช้วิธีการ เพิ่มอัตราเร็วของเครื่องกลึงน้ำตะกั่วให้เร็วขึ้น ซึ่งผลจากการทดสอบปรับค่าความเร็วเครื่องในแบบจำลอง พบว่าควรตั้งระดับความเร็วที่ระดับ 70 cm. /min. ดังรูปที่ 5.1 โดยให้ค่ารอบเวลาการผลิตที่ระดับความเชื่อมั่น 90% ที่ 324.43 วินาทีต่อชิ้นซึ่งสามารถลดรอบเวลาการผลิตลงได้ถึง 38.78 % เมื่อเทียบกับก่อนการปรับปรุงดังรูปที่ 5.2



รูปที่ 5.1 ผลการจำลองการปรับปรุงค่า t_0



รูปที่ 5.2 ผลการจำลองการปรับปรุงค่า t_0 ที่ระดับ 90%

2.5 การปรับปรุงรอบเวลาการผลิตจริงที่สถานีงาน

จากการนำแนวทางการปรับปรุงรอบเวลาการผลิตจากเวลาการมาถึงของชิ้นงาน โดยวิธีการสร้างบัพเฟอร์ที่หน้าสถานีงานสามารถปฏิบัติได้โดยการสั่งทำ fixture ที่ใช้สำหรับช่วยยึดชิ้นงานเข้าเครื่องเพิ่มอีก 6 ชิ้น แต่ในการลดรอบเวลาการผลิต ที่มีความผันแปรตามธรรมชาติ โดยการปรับระดับความเร็วของสายพานลำเลียงในตัวเครื่องนั้น จะต้องปรับค่าให้สอดคล้องกับค่าองค์ประกอบตัวอื่นๆ ในแต่ละส่วนของ

เครื่องกลึงน้ำตะกั่ว เพื่อให้การผลิตผลิตชิ้นงานออกมามีคุณภาพตามที่ลูกค้าต้องการ โดยเครื่องกลึงน้ำตะกั่วจะประกอบไปด้วย 3 ส่วนหลักๆ คือ ส่วนของการจ่ายน้ำยาประสาน ส่วนของการปรับอุณหภูมิ และส่วนของกลึงน้ำตะกั่ว ซึ่งองค์ประกอบที่เกี่ยวข้องกับการปรับตั้งรอบเวลาการผลิต จะอยู่ในส่วนของ การจ่ายน้ำยาประสาน ที่อยู่ส่วนแรกของเครื่องกลึงน้ำตะกั่ว ซึ่งมีองค์ประกอบที่ต้องพิจารณาอยู่ 3 องค์ประกอบ ด้วยกันคือ

1. ความเร็วในการลำเลียงชิ้นงานผ่านเครื่องกลึงน้ำตะกั่วด้วยสายพานลำเลียง
2. ความเร็วในการเคลื่อนที่ของหัวพ่นน้ำยาประสาน
3. ความเร็วรอบของเครื่องจ่ายลมให้กับส่วนควบคุม

ปริมาณการจ่ายน้ำยาประสานไปตกบนแผงวงจร องค์ประกอบทั้ง 3 นี้จะเป็นตัวควบคุมปริมาณน้ำยาประสานบนแผงวงจรให้ได้ตามค่ามาตรฐานที่กำหนด เพื่อให้ น้ำตะกั่วขึ้นมาเต็มรูที่ใส่ชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์บนแผงวงจร และทำให้เกิดข้อบกพร่องของการผลิตน้อยที่สุด ในการผลิตครั้งนี้ปริมาณของน้ำยาประสานตกบนแผงวงจรถูกกำหนดให้อยู่ในช่วง 24.30 – 34.80 mg. /10cm² ซึ่งปัจจุบันอยู่ที่ระดับ 30.41 mg. /10cm² โดยมีการปรับตั้งค่าแต่ละองค์ประกอบดังนี้ ความเร็วสายพาน 50 cm. /min. ความเร็วหัวพ่นน้ำยาประสาน 30 cm. /sec. และความเร็วรอบเครื่องจ่ายลม 60 Hz ซึ่งเป็นค่าที่ได้มาจากการปรับค่าต่างๆแบบลองผิดลองถูก ดังนั้นผู้วิจัยจึงทำการออกแบบการทดลองเพื่อหาค่าที่เหมาะสม โดยกำหนดขอบเขตค่าพารามิเตอร์ของแต่ละองค์ประกอบดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ค่าพารามิเตอร์ที่ใช้ในการทดลอง

องค์ประกอบ	Min.	Max.
ความเร็วสายพาน (cm. /min.)	60	70
ความเร็วหัวพ่นน้ำยา ประสาน (cm. /sec.)	20	40
ความเร็วรอบเครื่องจ่ายลม (Hz)	60	80

จากค่าพารามิเตอร์ในตารางที่ 1 สามารถออกแบบการทดลองได้ 8 การทดลอง โดยแต่ละการทดลองจะทำซ้ำ 5 รอบ ซึ่งได้ผลการทดลองดังตารางที่ 3

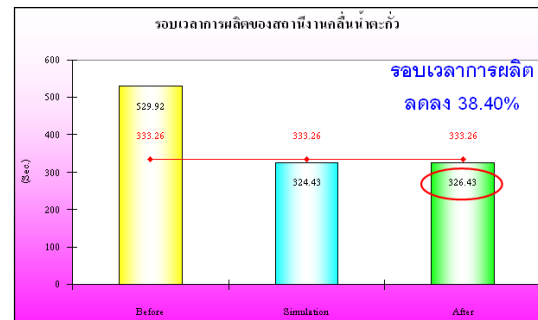
ตารางที่ 3 ผลการทดลองของแต่ละค่าพารามิเตอร์

ค่าที่	สายพาน	หัวพ่นน้ำยา	เครื่องจ่ายลม	ค่าเฉลี่ยของปริมาณน้ำยา (mg. /10cm ²)
1	60	20	60	24.93
2	70	20	60	23.07
3	60	40	60	30.63
4	70	40	60	25.22
5	60	20	80	25.25
6	70	20	80	21.14
7	60	40	80	28.79
8	70	40	80	26.34

เมื่อนำค่าผลการทดลองที่ได้จากตารางที่ 3 มาทำการพิจารณาพบว่าค่าการทดลองที่ 8 ให้ค่าปริมาณน้ำยาประสานตกบนแผงวงจรมากที่สุด และมากกว่าค่าที่กำหนดที่ 24.30 mg. /10cm² ถึง 2.04 mg. /10cm²

3. ผลการศึกษา

จากผลการปรับปรุงรอบเวลาการผลิต โดยการเพิ่มจำนวน fixture ที่ใช้สำหรับช่วยยึดชิ้นงานเข้าเครื่องจากเดิมอีก 6 ชิ้น และทำการปรับค่าพารามิเตอร์เครื่องให้อยู่ที่ความเร็วสายพาน 70 cm. /min. ความเร็วหัวพ่นน้ำยาประสาน 40 cm. /sec. และความเร็วรอบเครื่องจ่ายลม 80 Hz จะสามารถลดรอบเวลาการผลิตจากเดิมที่ผลิตชิ้นงาน 1 ชิ้น ใช้รอบเวลาการผลิตโดยเฉลี่ยเท่ากับ 529.92 วินาที เป็น 326.43 วินาที ลดลงจากเดิมถึง 38.40% และต่ำกว่าเป้าหมายที่กำหนดไว้ที่ 328.93 วินาทีต่อชิ้น ดังแสดงในรูปที่ 6



รูปที่ 6 ผลการปรับปรุงรอบเวลาการผลิตที่สถานีงานเคลื่อนน้ำตะกั่ว

4. สรุป

การลดรอบเวลาการผลิต ด้วยการจำลองสถานการณ์โดยใช้อาศัยความสัมพันธ์ ตามแนวทางของ Wallace J. Hopp and Mark L. Spearman พบว่าสามารถนำไปใช้กับสถานการณ์จริงได้ ซึ่งจะมีความคลาดเคลื่อนจากสถานการณ์จริงอยู่บ้าง ขึ้นอยู่กับการเก็บรวบรวมข้อมูล ที่นำมาใส่ในแบบจำลอง ต้องมีความถูกต้องตามหลักทางสถิติ และการกำหนดค่าช่วงความเชื่อมั่นของแบบจำลอง ดังนั้นผู้ที่สนใจการจำลองสถานการณ์ไปใช้ทำการปรับปรุงควรมีความรู้ความเข้าใจในหลักสถิติเป็นพื้นฐาน เพื่อให้เกิดความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด

เอกสารอ้างอิง

- [1] GlobalSpec The Engineering Search Engine, "Electronic Manufacturing Services (EMS)" Retrieved 7 Jan 2010, from http://www.globalspec.com/LearnMore/Electrical_Electronic_Manufacturing/Electronic_Manufacturing_Services_EMS
- [2] J. Hopp and Mark L. Spearman, "FACTORY PHYSICS" Third Edition, New York: McGraw-Hill, 2008
- [3] Foundation for Thailand Productivity Institute, "Productivity Concept" Retrieved 1 Feb 2010, from http://youth.ftpi.or.th/index.php?option=com_content&task=view&id=36&Itemid=42#Concept

- [4] Harry Perros, "Computer Simulation Techniques: The definitive introduction" Computer Science Department NC State University Raleigh, NC: All rights reserved 2003
- [5] Chakravorty, S.S, "An evaluation of the DBR control mechanism in a job shop environment" Omega, Vol. 29, pp. 335-342, 2001
- [6] Duclos, L.K., and Spencer, M.S., "The impact of a constraint buffer in a flow shop" International Journal Production Economics, Vol.42, pp. 175-185, 1995
- [7] Kasemset, C. and Kachitvichyanukul, V., "Simulation Tool for TOC implementation" Proceeding of ASIMMOD 2009, Bangkok, Thailand, 2009.
- [8] Montgomery C. D., "Design and Analysis of E", Singapore: John Wiley & Sons, 1991
- [9] รังสรรค์ กระจาย, "การปรับปรุงกระบวนการโดยใช้แบบจำลองสถานการณ์โรงงานผลิตแผงวงจรไฟฟ้า", วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2544
- [10] นายวรพล วีระวงศ์, "การวิเคราะห์สายการผลิตชุดหัวอ่าน – เขียนสำเร็จด้วยวิธีการจำลองการทำงาน", วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2544
- [11] นายสถาพร พลแสน, "การใช้แบบจำลองสถานการณ์เพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิตหัวอ่านคอมพิวเตอร์", วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2545