

การพัฒนาระบบควบคุมการชุบฮาร์ดโครมแบบอัตโนมัติ โดยใช้
พีแอลซีและเอชเอ็มไอ : กรณีศึกษา บริษัท ไตรภพกลการ
อำเภอดอนตูม จังหวัดนครปฐม

DEVELOPMENT OF AUTOMATIC HARD CHROME PLATING CONTROL SYSTEM BY USING PLC
AND HMI EQUIPMENTS: A CASE STUDY OF TRIPOP
MACHINERY CO., LTD., DONTUM DISTRICT, NAKHON PATHOM PROVINCE

วีระพัฒน์ คร้ามศรี¹ บุญธง วสุรีย์²
Weraphat Kramsri¹ Boonthong Vasuri²

บทคัดย่อ

การวิจัยเรื่อง การพัฒนาระบบควบคุมการชุบฮาร์ดโครมแบบอัตโนมัติ โดยใช้พีแอลซี และเอชเอ็มไอ: กรณีศึกษา บริษัท ไตรภพกลการวิจัยเรื่อง การพัฒนาระบบควบคุมการชุบฮาร์ดโครมแบบอัตโนมัติ โดยใช้พีแอลซี และเอชเอ็มไอ: กรณีศึกษา บริษัท ไตรภพกลการ จำกัด อำเภอดอนตูม จังหวัดนครปฐม มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาระบบควบคุมและทดสอบประสิทธิภาพ และเพื่อศึกษาความพึงพอใจของผู้บริหารจัดการกับระบบควบคุมการชุบฮาร์ดโครมแบบอัตโนมัติ โดยใช้พีแอลซีและเอชเอ็มไอในโรงงานอุตสาหกรรม โดยมีขั้นตอนการศึกษา คือ การพัฒนาระบบควบคุมการชุบโลหะอัตโนมัติ โดยใช้พีแอลซีและเอชเอ็มไอ เพื่อนำมาประยุกต์ใช้ขนานกับระบบการชุบฮาร์ดโครมแบบเดิมของโรงงานอุตสาหกรรมในเขตจังหวัดนครปฐม พร้อมทั้งหาประสิทธิภาพของระบบเทียบกับระบบเดิม และศึกษาความพึงพอใจของผู้บริหารจัดการกับระบบ โดยมีเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ ระบบควบคุมการชุบฮาร์ดโครมแบบอัตโนมัติ โดยใช้พีแอลซี และเอชเอ็มไอ ชุดปรับแรงดันอัตโนมัติ บ่อชุบและแหล่งจ่ายกำลังไฟฟ้า ของโรงงานและแบบวัดความพึงพอใจของผู้บริหารจัดการกับระบบชุบในโรงงานอุตสาหกรรมที่พัฒนาขึ้น การวิจัยพบว่า 1) ระบบระบบควบคุมการชุบฮาร์ดโครมแบบอัตโนมัติ โดยใช้พีแอลซี และเอชเอ็มไอ ที่พัฒนาขึ้นประกอบด้วย ตัวควบคุมอัตโนมัติ ที่ประกอบด้วย พีแอลซี เอชเอ็มไอ อุปกรณ์ขับเคลื่อนมอเตอร์ อุปกรณ์แปลงสัญญาณและแสดงผล และชุดปรับแรงดันอัตโนมัติซึ่งประกอบด้วยมอเตอร์และเฟืองทด และระบบที่พัฒนาขึ้นไม่มีความแตกต่างจากระบบการชุบแบบเดิมทั้งด้านเวลาและระดับแรงดันที่ใช้ในการชุบ และคุณภาพการชุบฮาร์ดโครมของระบบที่พัฒนาขึ้นกับระบบการชุบแบบเดิมไม่แตกต่างกันในด้านความหนาผิวฮาร์ดโครมและความแข็งของผิวแต่ขนาดมีความแตกต่างกันแบบไม่มีนัยสำคัญ 2) ระบบมีประสิทธิภาพโดยรวมเท่ากับร้อยละ 99.58 3) ความพึงพอใจของผู้ร่วมพัฒนาระบบ และผู้ใช้ระบบการชุบฮาร์ดโครมที่มีต่อระบบชุบที่พัฒนาขึ้นทั้งด้านการพัฒนาระบบควบคุม การชุบฮาร์ดโครม ประสิทธิภาพ และความพึงพอใจโดยรวมต่อระบบชุบฮาร์ดโครมอยู่ในระดับดี

คำสำคัญ: ระบบควบคุม ชุบฮาร์ดโครม พีแอลซี เอชเอ็มไอ

¹ นักศึกษา สาขาวิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม weerapat9@gmail.com

² อาจารย์ โปรแกรมวิชาวิศวกรรมและเทคโนโลยี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม wasuribt@gmail.com

ABSTRACT

The purposes of this research were to develop and to test efficiency of the hard chrome plating by using PLC and HMI, as well as to find the satisfaction of control system managers with hard chrome plating by using PLC and HMI. The research procedure were the development of automatic control system for metal plating by using PLC and HMI which was applied in parallel with the traditional plating in the industries in Nakhon Pathom area; the efficiency comparison of the developed system with the traditional system; and the study of system control managers' satisfaction. The research instruments were the control system of hard chrome plating by using PLC and HMI, automatic voltage adjusting set, plating pools, power supply and a questionnaire about system control managers' satisfaction with the developed system. The research showed that: 1) the automatic control system of hard chrome plating by using PLC and HMI developed consisted of automatic control and the automatic voltage adjusting set. The automatic control comprised PLC, HMI, motor driver, signal conversion device and display; while the automatic voltage adjusting set included motor and gears. The developed system showed no difference from the traditional system in the aspects of time and voltage levels used in plating. As for the quality of the plating, there was no difference between the developed system and the traditional one in the aspect of thickness and hardness of hard chrome surface. However, they showed the difference in size aspect but with no significant difference. 2) The overall efficiency was equal to 99.58%. 3) The satisfaction of both the co-system developers and the system operators with the developed system in the aspects of control system development, hard chrome plating, system performance, including overall satisfaction were at the good level.

Keywords: Control system, Hard chrome plating, PLC (Programmable Logic Control), HMI (Human Machine Interface)

บทนำ

บริษัท ไตรภพกลการ จำกัด เป็นอุตสาหกรรมที่ประกอบกิจการเกี่ยวกับการชุบเคลือบโลหะ อาทิ งานซ่อมและสร้างชุดกระบอกไฮดรอลิคของเครื่องจักรในโรงงานอุตสาหกรรม และเครื่องจักรหนักทุกประเภท ช่อมและสร้างลูกกลิ้งในงานอุตสาหกรรม งานซ่อมและสร้างอะไหล่ชิ้นส่วนเครื่องจักรและรับชุบผิวฮาร์ดโครม เป็นต้น บริษัท ไตรภพกลการ จำกัด มีข้อเสียเกิดขึ้นในกระบวนการเช่น การผลิตเฉลี่ยต่อเดือนค่อนข้างมาก ของเสียที่เกิดขึ้นต้องเสียค่าใช้จ่ายในการนำกลับไปทำใหม่ (Rework) หรือจำหน่ายในราคาต่ำลง สิ่งเหล่านี้ถือเป็นการสูญเสียที่สมควรพิจารณาให้ลดน้อยลงหรือมีค่าเป็นศูนย์ (Zero Defect) จึงจำเป็นต้องอาศัยเทคนิคที่มีความเหมาะสมมาทำการปรับปรุงสภาพการผลิตให้ต้นทุนสินค้าต่ำและมีคุณภาพที่สามารถแข่งขันในตลาดได้ ปัจจุบันผลิตภัณฑ์ทางด้านโลหะที่อยู่ตามท้องตลาดทั่วไป พบว่า ผลิตภัณฑ์ส่วนใหญ่จะมีการชุบเคลือบผิวเพื่อให้เกิดความสวยงามหรือความแข็งแรง และจากค่าใช้จ่ายที่ใช้ในการผลิตส่วนของการชุบเคลือบผิวจะเสียค่าใช้จ่ายมีเปอร์เซ็นต์ที่สูงพอสมควร ผลิตภัณฑ์บางชนิดอาจสูงถึง 35 เปอร์เซ็นต์ของค่าใช้จ่ายทั้งหมด จึงถือว่าการชุบ

เคลือบผิวมีบทบาทต่อผลิตภัณฑ์อยู่ระดับหนึ่ง (Vishal K.A. & Ajay G., 2011), (กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม สถาบันบริการอุตสาหกรรม, 2554)

สิ่งสำคัญในการชุบเคลือบผิว คือ ผิวงานที่จะนำมาชุบต้องมีความสะอาด เพื่อที่จะได้แน่ใจว่าเกิดการเกาะติดที่ดี รวมถึงจะต้องมีการควบคุมอุณหภูมิ, ความชื้น และองค์ประกอบอื่น ๆ ในการทำการชุบเคลือบผิวด้วย สำหรับจุดประสงค์ในการทำการชุบเคลือบผิวก็คือ เพื่อความสวยงาม ปกป้องพื้นผิว ด้านทานการกัดกร่อนและเพื่อให้ผิวงานมีความแข็งแรงขึ้น โดยประเภทของการชุบเคลือบผิวนั้นมีทั้งการชุบเคลือบผิวแบบสารอินทรีย์ (Organic coatings) การชุบเคลือบผิวแบบสารอนินทรีย์ (Inorganic coatings) การชุบเคลือบผิวโลหะ (Metallic coatings) และการชุบเคลือบผิวแบบเปลี่ยนสภาพ (Conversion coatings) จากประเภทของการชุบเคลือบผิวอุตสาหกรรมการชุบเคลือบผิวโลหะ ถือว่าเป็นอุตสาหกรรมหนึ่งที่มีการเติบโตที่รวดเร็วมีวิธีการต่าง ๆ ได้ทำการพัฒนาเพื่อให้การชุบมีประสิทธิภาพมากขึ้น การชุบโลหะด้วยไฟฟ้าเป็นกระบวนการหนึ่งในขั้นตอนสุดท้ายของอุตสาหกรรมงานโลหะ ประเภทของการชุบเคลือบผิวโลหะที่พบมากที่สุด ได้แก่ การชุบด้วยโครเมียม การชุบด้วยดีบุก การชุบด้วยนิกเกิล การชุบด้วยสังกะสี การชุบด้วยทองแดง เป็นต้น (วัชรนา ขนิษฐบุตร, 2001), (ศศิมา พงษ์แสงสุริยะ, 2542), (Molina, F. J., 2007), (กฤษดา วิศวธีรานนท์, 2521)

จากปัญหาและความสำคัญดังกล่าวข้างต้นนี้ ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะสร้างและพัฒนาระบบควบคุมการชุบโลหะอัตโนมัติ โดยใช้พีแอลซีและเอชเอ็มไอ มาประยุกต์ใช้ร่วมกับระบบการชุบโลหะเดิมของโรงงานอุตสาหกรรมชุบโลหะ เนื่องจากผู้วิจัยเล็งเห็นว่าจะจะเป็นประโยชน์กับการใช้งานระบบการชุบโลหะและความปลอดภัยต่อพนักงาน

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาระบบควบคุมการชุบฮาร์ดโครมแบบอัตโนมัติ โดยใช้พีแอลซี และเอชเอ็มไอ
2. เพื่อทดสอบประสิทธิภาพของระบบควบคุมการชุบฮาร์ดโครมอัตโนมัติ โดยใช้พีแอลซี และเอชเอ็มไอในโรงงานอุตสาหกรรม
3. เพื่อศึกษาความพึงพอใจของผู้บริหารจัดการกับระบบควบคุมการชุบฮาร์ดโครมแบบอัตโนมัติ โดยใช้พีแอลซี และเอชเอ็มไอในโรงงานอุตสาหกรรม

วิธีดำเนินการวิจัย

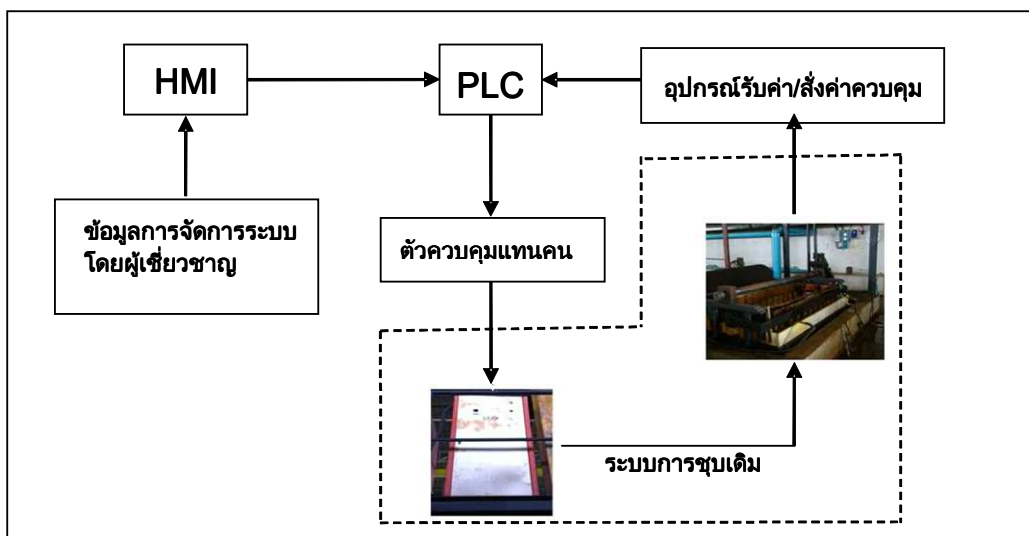
ในการดำเนินการทดลองและเก็บข้อมูล ดังนี้

1. ศึกษาหลักการ ทฤษฎี เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับระบบควบคุมการชุบฮาร์ดโครม เพื่อนำมาเป็นกรอบแนวคิดในการสร้างเครื่องมือการวิจัยเพื่อศึกษาปัญหาความต้องการในการพัฒนาและสร้างระบบควบคุมการชุบโลหะอัตโนมัติ โดยใช้พีแอลซี และเอชเอ็มไอ ที่สามารถใช้สำหรับอุตสาหกรรมชุบโลหะ
2. กำหนดพื้นที่ศึกษา ได้แก่ โรงงานอุตสาหกรรมในจังหวัดนครปฐม
3. สร้างระบบควบคุมการชุบโลหะอัตโนมัติ โดยใช้พีแอลซี และเอชเอ็มไอ
4. นำระบบควบคุมการชุบโลหะอัตโนมัติ โดยใช้พีแอลซี และเอชเอ็มไอที่พัฒนาขึ้นมาทดลองใช้และเก็บข้อมูลในห้องปฏิบัติการ
5. นำระบบควบคุมการชุบโลหะอัตโนมัติ โดยใช้พีแอลซี และเอชเอ็มไอที่พัฒนาขึ้นมาทดลองใช้ในสถานที่จริง และเก็บข้อมูลภาคสนาม

6. ทดสอบประเมินประสิทธิภาพของระบบควบคุมการชุบโลหะอัตโนมัติที่พัฒนาขึ้น
7. สอบถามความพึงพอใจของผู้บริหารจัดการระบบควบคุมการชุบโลหะในโรงงานอุตสาหกรรม
8. สรุปผลการวิจัย และรายงานผล

ผลการวิจัย

ผู้วิจัยได้มีการพัฒนาระบบควบคุมการชุบฮาร์ดโครมแบบอัตโนมัติ โดยใช้พีแอลซีและเอชเอ็มไอ โดยกำหนดพื้นที่กรณีศึกษาเพื่อทดสอบระบบควบคุมการชุบฮาร์ดโครมแบบอัตโนมัติ โดยใช้ พีแอลซีและเอชเอ็มไอ สามารถใช้กับระบบการชุบฮาร์ดโครมแบบเดิมของโรงงานอุตสาหกรรมในสถานการณ์จริง โดยแสดงหลักการทำงานของระบบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ดังรูปที่ 1



รูปที่1 หลักการทำงานของระบบควบคุมการชุบฮาร์ดโครมแบบอัตโนมัติ โดยใช้พีแอลซี และเอชเอ็มไอ

เครื่องมืออุปกรณ์และวิธีการในการทดลองประกอบไปด้วยดังนี้

1. ตัวควบคุมอัตโนมัติ
2. ชุดปรับแรงดันอัตโนมัติ
3. พีแอลซี
4. เอชเอ็มไอ
5. สายเชื่อมสัญญาณ สายควบคุม และสาย USB
6. คอมพิวเตอร์

จากการพัฒนาระบบควบคุมการชุบฮาร์ดโครมแบบอัตโนมัติ โดยใช้พีแอลซี และเอชเอ็มไอ ที่พัฒนาขึ้นประกอบด้วย ตัวควบคุมอัตโนมัติ ประกอบด้วย พีแอลซี เอชเอ็มไอ อุปกรณ์ขับเคลื่อนมอเตอร์ อุปกรณ์แปลงสัญญาณและแสดงผล และชุดปรับแรงดันอัตโนมัติ ซึ่งประกอบด้วยมอเตอร์และเฟืองทด

การหาประสิทธิภาพของระบบควบคุมการชุบฮาร์ดโครมแบบอัตโนมัติ โดยใช้พีแอลซีและเอชเอ็มไอ การหาประสิทธิภาพของระบบควบคุมการชุบฮาร์ดโครมแบบอัตโนมัติ โดยใช้พีแอลซีและเอชเอ็มไอ ดังนี้

1. ทำการติดตั้งตู้ควบคุมอัตโนมัติและชุดปรับแรงดันอัตโนมัติเข้ากับ ระบบการชุบฮาร์ดโครมแบบเดิมที่บริษัท ไตรภพกลการ ดังรูปที่ 2



(ก)



(ข)



(ค)

รูปที่ 2 การติดตั้งตู้ควบคุมอัตโนมัติและชุดปรับแรงดันอัตโนมัติ
(ก)ถอดอุปกรณ์ (ข)ติดตั้งชุดปรับแรงดัน (ค) ชุดปรับแรงดันอัตโนมัติเข้ากับระบบการชุบฮาร์ดโครมแบบเดิม

2. ทำการทดสอบระบบควบคุมการชุบฮาร์ดโครมอัตโนมัติ โดยใช้พีแอลซี และเอชเอ็มไอที่ติดตั้งแบบ
ยังไม่ได้ทำการชุบชิ้นงานจริง ดังรูปที่ 3



รูปที่ 3 การทดสอบระบบควบคุมการชุบโลหะอัตโนมัติ โดยใช้พีแอลซี และเอชเอ็มไอ

3. ทำการทดลองปฏิบัติงานชุบโดยใช้ระบบควบคุมการชุบฮาร์ดโครมแบบอัตโนมัติ โดยใช้พีแอลซี
และเอชเอ็มไอกับชิ้นงานจริง ดังรูปที่ 4



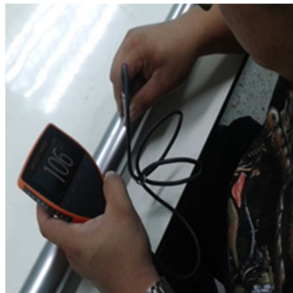
(ก)



(ข)

รูปที่ 4 ทดลองงานชุบโดยใช้ระบบควบคุมการชุบฮาร์ดโครมแบบอัตโนมัติ
(ก) ตั้งค่าพีแอลซีและเอชเอ็มไอ (ข) ชิ้นงานชุบฮาร์ดโครมแบบอัตโนมัติ

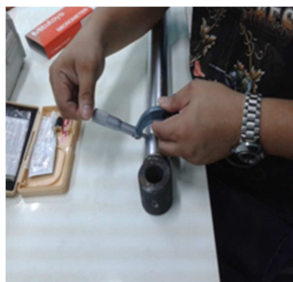
4. วัดและตรวจสอบขนาด ความหนา และความแข็งแรงของชิ้นงานที่ชุบจากระบบควบคุมการชุบฮาร์ดแบบอัตโนมัติ โดยใช้พีแอลซี และเอชเอ็มไอ ดังภาพ 5



(ก)



(ข)



(ค)

รูปที่ 5 การวัดและตรวจสอบขนาด ความหนา และความแข็งแรงของชิ้นงาน
(ก)ตรวจสอบชิ้นงาน (ข)วัดความแข็ง (ค)วัดความหนา

5. ทดสอบหาประสิทธิภาพชิ้นงานจากระบบควบคุมการชุบฮาร์ดโครมแบบอัตโนมัติ โดยใช้พีแอลซี และเอชเอ็มไอ ชิ้นงานที่ได้มีผิวเรียบเป็นเงามากกว่าระบบการชุบฮาร์ดโครมแบบเดิม สามารถลดเวลาในการรอกการปรับชุบแรงดันในกระบวนการชุบฮาร์ดโครม ชิ้นงานมีประสิทธิภาพโดยรวมเท่ากับร้อยละ 99.58%

จากนั้นศึกษาความพึงพอใจของผู้บริหารจัดการกับระบบควบคุมการซูปฮาร์ดโครมแบบอัตโนมัติ โดยใช้พีแอลซี และเอชเอ็มไอในโรงงานอุตสาหกรรมโดยการดำเนินการจัดสัมมนา ระบบควบคุมการซูปฮาร์ดโครมแบบอัตโนมัติ โดยใช้พีแอลซี และเอชเอ็มไอ เมื่อวันที่ 4 กันยายน พ.ศ. 2556 เวลา 09.00 - 12.00 น. ณ บริษัท ไตรภพผลการ



(ก)



(ข)



(ค)

รูปที่ 6 บรรยากาศจัดอบรมสัมมนา (ก)เปิดการสัมมนา (ข)บรรยาย (ค) สัมมนาภาคสนาม

ผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจ คือด้านความพึงพอใจของผู้ร่วมพัฒนาระบบ พบว่า มีความพึงพอใจอยู่ในระดับดี โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 3.91 อยู่ระดับดีด้านความพึงพอใจของผู้บริหารจัดการกับระบบ พบว่า มีความพึงพอใจอยู่ในระดับดี โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.01 อยู่ระดับดี

สรุปและอภิปรายผลการวิจัย

จากการพัฒนาระบบควบคุมการซัพฮาร์ดแวร์แบบอัตโนมัติ โดยใช้พีแอลซี และเอชเอ็มไอ เพื่อนำมาเชื่อมต่อกับระบบการซัพฮาร์ดแวร์แบบเดิมจนสามารถทำงานร่วมกับระบบเดิมได้อย่างมีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น ซึ่งสามารถลดเวลาในการรอการปรับซัพแรงดันในกระบวนการซัพฮาร์ดแวร์ ชิ้นงานมีประสิทธิภาพโดยรวมเท่ากับร้อยละ 99.58% ผู้บริหารจัดการควบคุมการซัพฮาร์ดแวร์สามารถไปปฏิบัติงานอื่นเพิ่มเติมได้ และชิ้นงานที่ได้มีผิวเรียบเป็นเงางามมากกว่าระบบการซัพฮาร์ดแวร์แบบเดิม และผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจ คือด้านความพึงพอใจของผู้ร่วมพัฒนาระบบ พบว่า มีความพึงพอใจอยู่ในระดับดี โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 3.91 อยู่ระดับดี ด้านความพึงพอใจของผู้บริหารจัดการกับระบบ พบว่า มีความพึงพอใจอยู่ในระดับดี โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.01 อยู่ระดับดี

ข้อเสนอแนะ

ในงานวิจัยเป็นการวัดค่าแรงดันที่แสดงของความสมดุลของแรงดันที่ชั่วแหล่งจ่ายและที่ชั่วโหลดเป็นหลัก ซึ่งสามารถวัดด้วยออสซิลโลสโคป เพื่อที่จะได้การวิเคราะห์ที่ดีขึ้นอาจต้องเพิ่มการวัดความสมดุลของกระแสไหลรวมที่ออกมาชั่วแหล่งจ่ายด้วย ซึ่งจะเป็นงานที่จะทำต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณ บริษัท ไตรภพกลการ จำกัด ที่เอื้อเฟื้อเรื่องข้อมูลและสถานที่ในการทดลองงานวิจัย และโปรแกรมวิชาวิศวกรรมและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม ที่เอื้อเฟื้อห้องปฏิบัติการ และครุภัณฑ์ในการทำวิจัย

เอกสารอ้างอิง

- กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม, สถาบันบริการอุตสาหกรรม. (2554). หลักการซัพนิเคิล. กรุงเทพฯ: สถาบันบริการอุตสาหกรรม กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม.
- กฤษดา วิเศษธรรณ. (2521). PC ตัวควบคุมซีเคิร์ฟ หลักการทำงานและการประยุกต์ (พิมพ์ครั้งที่ 5). กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- วัชร ขนิษฐบุตร. (2000). การซัพโครมเมียมในอุตสาหกรรม (ฮาร์ดแวร์). กรุงเทพฯ: สถาบันพัฒนาอุตสาหกรรมเครื่องจักรกลและโลหะการ.
- ศศิมา พงษ์แสงสุริยะ. (2542). การควบคุมสถานะเคมีแบบอัตโนมัติของกระบวนการการซัพโลหะด้วยไฟฟ้า. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม, บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.
- Molina, F. J., Barbancho, J., Leon, C. & Molina, A. (2007). Using industrial standards on PLC programming learning. Seville, Spain: University of Seville/Department of Electronic Technology.

Vishal, K. A. & Ajay, G. (2011). To study the different industrial applications of PLC through ladder diagrams. Rourkela: National Institute of Technology Rourkela.