

การฟื้นคืนสภาพของชุดทดลองพีแอลซี รุ่น FMS 50 และพัฒนาการควบคุมด้วยระบบสกาดา (Retrofit Experimentation Set PLC FMS 50 and SCADA System Controlling Development)

รัฐวัฒน์ เสงมา, อารันต์ มณีอ่อน, ผศ.ดร.จิระศักดิ์ วิตตะ และอาจารย์สรพงศ์ ทานอก

ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

1518 ถนนประชาชื่น 1 แขวงวงศ์สว่าง เขตบางซื่อ กรุงเทพฯ 10800 โทรศัพท์ : 0-2555-2000 ต่อ 3266

บทคัดย่อ

ปริญญาณพนธ์นี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อฟื้นคืนสภาพของชุดทดลองพีแอลซี รุ่น FMS 50 และพัฒนาการควบคุมด้วยระบบสกาดา โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อตรวจสอบ และฟื้นคืนสภาพของชุดทดลองพีแอลซีให้สามารถกลับมาใช้งานได้ และเพื่อออกแบบการควบคุมผ่านทางหน้าจอคอมพิวเตอร์หรือสกาดา โดยมีการกำหนดการควบคุมไว้ 2 รูปแบบ คือ 1. การควบคุมการทำงานแบบสั่งการโดยผู้ควบคุม (Manual) และ 2. การควบคุมการทำงานแบบอัตโนมัติ (Automatic) โดยสามารถควบคุมการทำงานด้วยการสั่งงาน และแสดงผลการทำงานผ่านทางหน้าจอคอมพิวเตอร์

ผลที่ได้จากการทำการฟื้นคืนสภาพชุดทดลองพีแอลซี รุ่น FMS 50 และพัฒนาการควบคุมด้วยระบบสกาดา พบว่าชุดทดลองสามารถทำงานได้ตามขั้นตอนที่ผู้จัดทำกำหนดไว้ได้ โดยสามารถเลือกใช้โหมดการทำงานของชุดทดลองได้ทั้ง 2 โหมด โดยที่พีแอลซีเป็นตัวควบคุมการทำงานของชุดทดลอง และในส่วนของการแสดงผลระบบสกาดานั้นสามารถเคลื่อนที่ และทำงานได้สอดคล้องกับของจริงโดยมีการประเมินผลจาก ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่านซึ่งผลการประเมินในส่วนของการตรวจสอบฟื้นคืนสภาพของชุดทดลองพีแอลซี และพัฒนาการควบคุมด้วยระบบสกาดา อยู่ในเกณฑ์ดี ซึ่งค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.44

Abstract

The purpose of this Project is to the retrofit experimentation Set PLC FMS 50 and develop controlled by SCADA System. The purpose of this project is check and retrofit experiment Set PLC for working and design controller through the computer screen with the SCADA. There are two operation modes. 1. Operate mode command manually (Manual) 2. Automatic mode (Automatic). There are control working with command and display though the computer screen.

The result from the Retrofit Experimentation Set PLC FMS 50 and SCADA system controlling development is found that is experiment can work follow to the user. Both operation modes are implement by PLC and SCADA can be able to moving and working according to actual situation of systems. From assessment by five experts. The results showed that experts evaluated the Retrofit experimentation Set PLC and develop controlled by SCADA System would be in good level of criterion and Average of 4.44

Keywords : SCADA

1. บทนำ

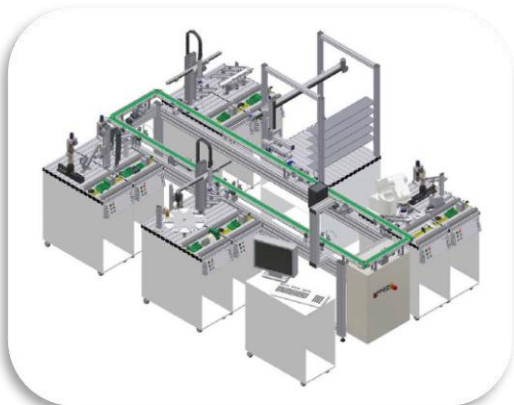
ประเทศไทยในปัจจุบัน เป็นประเทศที่กำลังพัฒนาในด้านอุตสาหกรรม เกษตรกรรม และอื่นๆ อีกหลายอย่างซึ่งหากพิจารณาทางด้านอุตสาหกรรมภายในประเทศไม่ว่าจะเป็นอุตสาหกรรมขนาดใหญ่,

อุตสาหกรรมขนาดกลาง หรืออุตสาหกรรมขนาดเล็ก ล้วนแล้วแต่มีความจำเป็นที่จะต้องใช้ระบบอัตโนมัติ เข้ามาช่วยในการส่งเสริมการผลิตสินค้าเพื่อการส่งออกหรือบริโภคสินค้าภายใน ประเทศซึ่งทางผู้ผลิตมีความจำเป็นอย่างยิ่ง ที่จะต้องปรับตัวเองให้สินค้าที่ผลิตออกมานั้นมีคุณภาพ และราคาถูก จัดส่งได้ด้วยความรวดเร็ว เที่ยงตรง ทันเวลา สินค้าได้มาตรฐานและสามารถแข่งขันกับตลาดภายในประเทศและทั่วโลกได้

ในอดีตการผลิตสินค้าภายในโรงงานอุตสาหกรรม จะใช้คนในการทำงานแต่เมื่อเทคโนโลยีนั้นมีการพัฒนาขึ้น ทางโรงงานอุตสาหกรรมก็เริ่มมีการนำเครื่องจักร เข้ามาทำงานทดแทนคนโดยเครื่องจักรจะใช้วงจรรีเลย์สำหรับการควบคุมเครื่องจักร ทำให้การผลิตของเครื่องรวดเร็วขึ้นและยังมีความแม่นยำและมีคุณภาพเท่าๆ กันทุกชิ้นในการผลิตแต่การใช้วงจรรีเลย์ในการควบคุมก็ยังมีปัญหาในการต่อสาย หรือการซ่อมบำรุงที่มีความยุ่งยากมาก ซึ่งในปัจจุบันได้มีการควบคุมแบบใหม่ขึ้นมาแทนวงจรควบคุมที่ใช้รีเลย์ นั่นก็คือ พีแอลซี (Programmable Logic Controller : PLC) โดยที่พีแอลซีจะมีการใช้งานเป็นส่วนใหญ่ เนื่องจากมีการพัฒนาพีแอลซีให้สามารถทำงานได้มีประสิทธิภาพ ให้สูงขึ้นเรื่อยๆ จึงทำให้มีการนำพีแอลซี มาใช้ควบคุมเครื่องจักรเป็นส่วนมากและในภาคอุตสาหกรรมมีการใช้งานพีแอลซีมากขึ้น ดังนั้นในการใช้งานหรือการซ่อมบำรุงรักษาก็ต้องอาศัยผู้ที่มีความรู้ในการซ่อมบำรุงรักษาด้วย

แต่การที่จะควบคุมระบบอัตโนมัติได้นั้น ก็ต้องอาศัยผู้ที่มีความรู้ความสามารถในการควบคุมระบบ ทำให้สถานศึกษาทั้งในระดับอาชีวศึกษา รวมถึงในระดับมหาวิทยาลัยเอง ก็ได้มีการจัดการเรียนการสอนในเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับพีแอลซีอย่างแพร่หลาย ขณะเดียวกันบริษัทผู้ผลิตและจำหน่ายด้านพีแอลซี ได้มีการผลิตชุดฝึกปฏิบัติและพัฒนาการใช้งานทางด้าน พีแอลซี แก่นักศึกษาทางสาขาวิศวกรรมเมคคาทรอนิกส์ ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ได้เล็งเห็นถึงความจำเป็นในการฝึกปฏิบัติที่เกี่ยวกับการควบคุม โดยใช้พีแอลซีและเพื่อให้สอดคล้องกับเอกลักษณ์ของการผลิตครูช่างคือ ต้นแบบแห่งการผลิตครูช่างสร้างสรรค์นวัตกรรม จึงได้ดำเนินการจัดซื้อครุภัณฑ์ชุดทดลองพีแอลซีของ FESTO รุ่น FMS 50 ซึ่งชุดทดลองนี้เป็นพื้นฐานของการใช้เทคโนโลยีในทางปฏิบัติการใช้งานที่เกิดขึ้นจริง โดยมีการจำลองการทำงานของกระบวนการผลิตที่มีอยู่จริงในภาคอุตสาหกรรม ซึ่งมีความสำคัญเป็นอย่างมาก หากว่าในกระบวนการผลิตนั้นขาดความต่อเนื่องของกระบวนการทั้งในส่วนของการติดต่อสื่อสาร รวมถึงขั้นตอนการผลิตต่างๆ ก็อาจจะทำให้เกิดความสมบูรณ์ของผลิตภัณฑ์นั้นน้อยลงไปด้วยโดยชุดทดลองพีแอลซี รุ่น FMS 50 มีการทำงานร่วมกันของระบบต่างๆ อาทิเช่นระบบนิวแมติกส์, ไฟฟ้า และเทคโนโลยีการควบคุมการเชื่อมต่อสื่อสาร เป็นต้น โดยในชุดทดลองนี้ประกอบไปด้วย 10 สถานี คือ สถานี Distribution, สถานี Testing, สถานี Conveyor, สถานี Handling, สถานี Sorting, สถานี Robot, สถานี Processing,

สถานี Handling, สถานี Assembly และสถานี Stock ซึ่งมีความสอดคล้องกับเนื้อหารายวิชา 213354 วิชาโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ เนื่องจากต้องใช้ความรู้และทักษะในการเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานกระบวนการต่างๆ และหลังจากที่ดำเนินการจัดซื้อครุภัณฑ์ดังกล่าวและใช้งานมาเป็นเวลานานกว่า 5 ปี ตลอดจนมีการใช้งานเป็นประจำอย่างต่อเนื่องจนทำให้ชุดทดลองนั้นเกิดปัญหาการชำรุดเสียหายขึ้นจนไม่สามารถใช้งานได้



ภาพที่ 1 ชุดทดลองพีแอลซีรุ่น FMS 50

จากปัญหาดังกล่าวข้างต้นทำให้ทางคณะผู้จัดทำโครงการสนใจที่จะฟื้นคืนสภาพ (Retrofit) ชุดทดลองพีแอลซี รุ่น FMS 50 โดยชุดทดลองนี้มี 10 สถานี แต่จะทำการฟื้นคืน 4 สถานี เนื่องจากได้มีการฟื้นคืนสภาพของชุดทดลองนี้ไปแล้วในปี 2556 โดยในการปรับปรุงระบบจะทำการซ่อมแซมระบบ ให้สามารถกลับมาใช้งานได้ตามวัตถุประสงค์ โดยสามารถสั่งงานผ่านหน้าจอสกาตา (Supervisory Control and Data Acquisition : SCADA) โดยเขียนหน้าจอด้วยโปรแกรมวินซีซี (WinCC) เพื่อให้ชุดทดลองพีแอลซีรุ่น FMS 50 นี้มีสภาพการใช้งานที่สมบูรณ์ขึ้น และยังเป็นการช่วยเพิ่มทักษะความรู้และความเข้าใจในการทำงานของระบบ และเป็นพื้นฐานในการนำไปพัฒนาการประยุกต์ใช้งานต่อไป

2. ขั้นตอนและวิธีดำเนินงาน

การจัดทำโครงการ การฟื้นคืนสภาพของชุดทดลองพีแอลซี รุ่น FMS 50 และพัฒนาการควบคุมด้วยระบบสกาตา นั้นมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องศึกษาถึงหลักการทำงาน และจัดเตรียมข้อมูลที่เกี่ยวข้องเพื่อนำมาประกอบในการจัดทำโครงการโดยขั้นตอนในการดำเนินงานสามารถแบ่งขั้นตอนต่าง ๆ ได้ดังนี้

2.1 ตรวจสอบสภาพและปรับปรุงชุดทดลองพีแอลซี รุ่น FMS 50

การเขียนโปรแกรมคำสั่งควบคุมการทำงานของชุดทดลองพีแอลซี แต่ละสถานีนั้นจะไม่สามารถทำได้ตามขอบเขตการทำงาน หากว่าอุปกรณ์ในส่วนต่างๆ นั้นเกิดการเสียหายหรือมีสภาพที่ไม่พร้อมใช้งานหรือมีบางชิ้นส่วนมีการสูญหาย ไม่ว่าจะเป็นในส่วนของอุปกรณ์นิวแมติกส์ หรืออุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆ ต้องมีการดำเนินการจัดหาอุปกรณ์ที่มีคุณสมบัติที่เหมือนกันกับอุปกรณ์หรือชิ้นส่วนที่เกิดความชำรุดเสียหายมาใช้ทดแทนเพื่อให้ชุดทดลอง แต่ละสถานีสามารถกลับมาใช้งานได้หรือสามารถเขียนโปรแกรมควบคุมได้ตามปกติ



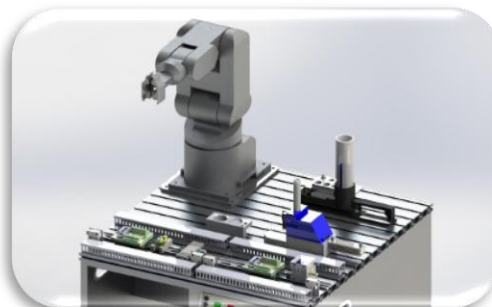
ภาพที่ 2 ชุดทดลองพีแอลซี รุ่น FMS 50 ที่จะทำการฟื้นคืนสภาพ



ภาพที่ 3 สภาพความเสียหายของระบบนิวแมติกส์

2.2 เขียนกราฟฟิกเพื่อใช้ในการออกแบบหน้าจอควบคุมควบคุม

เขียนแบบชุดทดลองพีแอลซีของสถานีการทำงานต่างๆ โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยในงานออกแบบ (Computer Aided Design : CAD) เพื่อนำไปใช้ในการออกแบบหน้าจอสั่งการสกาตา (SCADA)



ภาพที่ 4 ภาพกราฟฟิกสถานีแขนกลประกอบชิ้นงาน โดยโปรแกรมช่วยในการออกแบบ



ภาพที่ 5 ภาพกราฟฟิกสถานีขนถ่ายชิ้นงาน โดยโปรแกรมช่วยในการออกแบบ

ตารางที่ 4 ผลการประเมินด้านการพัฒนาการควบคุมด้วยสกาตาของชุดทดลองพีแอลซี รุ่น FMS 50

ข้อ	รายการประเมิน	คะแนนผู้ช่วยชาว 5 ท่าน					$\bar{X}$	S.D.
		1	2	3	4	5		
1	การเขียนสกาตาควบคุมการทำงานของสถานีขนถ่ายชิ้นงาน	4	4	5	5	5	4.60	0.55
2	การเขียนสกาตาควบคุมการทำงานของสถานีประกอบกระบวนการ	4	4	5	5	5	4.60	0.55
3	การเขียนสกาตาควบคุมการทำงานของสถานีขนถ่ายชิ้นงาน	5	4	5	4	4	4.40	0.55
4	การเชื่อมโยงการทำงานของโปรแกรมพีแอลซีและระบบสกาตาของสถานีการทำงานทั้งหมด	5	4	5	4	5	4.60	0.55
5	การปรับปรุงในภาพรวม	5	4	5	4	5	4.60	0.55
คะแนนเฉลี่ยรวม							4.56	0.55

ตารางที่ 5 ผลการรวมการประเมินโครงการทั้ง 2 ด้าน

หัวข้อการประเมิน	ผลการประเมิน	
	ค่าเฉลี่ย	ค่า S.D.
รวมทั้ง 2 ด้าน	4.4	0.72

5. สรุป

การศึกษาโครงการนี้เพื่อพินิจสภาพของ ชุดทดลองพีแอลซี รุ่น FMS 50 และพัฒนาการควบคุมด้วยระบบสกาตา ซึ่งผลจากการทดสอบการทำงานของสถานีการทำงานนั้นมีการทดสอบ 5 รอบการทำงาน ซึ่งจากการทดสอบพบว่าใน 4 รอบการทำงานไม่พบการผิดพลาดแต่การทดสอบรอบที่ 5 พบว่าเกิดปัญหาขึ้นที่สถานีขนถ่ายประกอบชิ้นงานซึ่งปัญหาอยู่ที่ขั้นตอนการหยิบสปริงของแขนกล ซึ่งจากปัญหาดังกล่าว ทางผู้จัดทำโครงการได้ทำการปรับแก้ไขจนสามารถทำงานได้อย่างราบรื่น และชุดทดลองพีแอลซีสามารถเลือกการทำงานได้ 2 แบบ คือ โหมดการทำงานแบบอัตโนมัติ และโหมดการทำงานแบบสั่งการโดยผู้ควบคุม ซึ่งสามารถแสดงผลการทำงานผ่านทางหน้าจอคอมพิวเตอร์ด้วยระบบสกาตาได้

และผลที่ได้จากการประเมินโครงการโดยมีผู้ช่วยชาวทั้ง 5 ท่าน โดยแบ่งการประเมินออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนของการพินิจสภาพของชุดทดลอง และส่วนของการพัฒนาการควบคุมด้วยสกาตา ซึ่งผลการประเมินทั้งสองส่วนนั้นอยู่ในเกณฑ์ดี ซึ่งค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.44 ประกอบไปด้วยการประเมินด้านฮาร์ดแวร์ (SCADA) อยู่ในเกณฑ์ดีมาก ค่าเฉลี่ย 4.56 และการประเมินด้านฮาร์ดแวร์ ของสถานีประกอบกระบวนการ, ฮาร์ดแวร์ขนถ่ายชิ้นงาน และ ฮาร์ดแวร์แขนกลประกอบชิ้นงาน อยู่ในเกณฑ์ดีค่าเฉลี่ย 4.44

ซึ่งจากการประเมินโครงการการพินิจสภาพชุดทดลองพีแอลซีรุ่น FMS 50 และพัฒนาการควบคุมด้วยระบบสกาตานี้ พบว่าผลที่ได้หลังจากการประเมินผลโดยผู้ช่วยชาวทั้ง 5 ท่าน เป็นไปตามสมมติฐานของโครงการที่ได้ตั้งเอาไว้ในตอนต้น โดยมีเกณฑ์การประเมินอยู่ในเกณฑ์ดีมีค่าเฉลี่ยมากกว่า 3.51 ขึ้นไป

6. กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์นี้ สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี โดยได้รับความช่วยเหลืออย่างดีจาก ผศ.ดร. จิระศักดิ์ วิตตะ และอาจารย์สรพงศ์ ทานอก อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการ ที่ได้ให้คำแนะนำข้อคิดเห็นอุปสรรคที่ใช้ในการทำโครงการ ตลอดจนแนวทางในการทำงานและการแก้ไขปัญหาข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นด้วยความเอาใจใส่มาโดยตลอด การทำโครงการครั้งนี้ขอขอบพระคุณ อาจารย์ประจำสาขาวิชา วิศวกรรมแมคคาทรอนิกส์ทุกท่านที่ได้คำปรึกษา พร้อมแนะแนวการทำโครงการ ขอขอบพระคุณรุ่นพี่และเพื่อนๆ ทุกคนที่ได้ช่วยเหลือให้คำแนะนำดีๆ และเป็นกำลังใจที่ดีเสมอมานอกจากนี้ต้องขอขอบพระคุณ ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกลที่ได้เอื้อเฟื้อสถานที่ ในการทำโครงการจนสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ทางผู้จัดทำโครงการจึงขอขอบพระคุณทุกท่านเป็นอย่างสูง

สุดท้ายนี้ผู้จัดทำโครงการ ขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา ที่ได้ให้การสนับสนุนทางการเงิน คอยให้กำลังใจ และให้คำปรึกษา มาโดยตลอดเป็นแรงบันดาลใจให้ตั้งใจทำโครงการนี้ ผู้จัดทำโครงการจึงขอขอบพระคุณทุกท่านที่ได้ความอนุเคราะห์ มาไว้ ณ โอกาสนี้

7. เอกสารอ้างอิง

ภาษาไทย

- [1] สำนักพัฒนาเทคนิคศึกษา,มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ. **การออกแบบและสร้างต้นแบบชุดทดลองและชุดสาธิต**. คู่มือปฏิบัติงาน. กรุงเทพฯ : สำนักพัฒนาเทคนิคศึกษา, 2543.
- [2] มนต์ชัย เขียนทอง. **อุปกรณ์ช่วยสอน**. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2530.
- [3] เสาวนีย์ ลิกขาบัตติ. **เทคโนโลยีทางการศึกษา**. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2528.
- [4] สุชาติ ศิริสุขไพบูลย์. **การสอนทักษะภาคปฏิบัติ**. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2526.
- [5] ณรงค์ ดันชีวะวงศ์. **“ระบบ PLC”**. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์ ส.ส.ท. สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น), 2544.
- [6] ณรงค์ ดันชีวะวงศ์. **ระบบ PLC**. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์ สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี, 2546
- [7] กฤษดา วิสวธิ์วานนท์. **การควบคุมซีคอนซ์และ PLC**. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี, 2546
- [8] เจษฎา เผ่าจันทร์วงษ์, ธนกิจ ช้างพลายงาม และจวิชัย วัฒนา. **การควบคุมด้วยระบบ SCADA**. ปริญญานิพนธ์ สาขาวิชาเทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์ (เครื่องมือวัดและควบคุม) ภาควิชาเทคโนโลยีวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2551.
- [9] พนมกร เขี่ยมพาณิชย์กุล, นครินทร์ ไทยทรงธรรม และ ณรงค์ นวกิจรังสรรค์. **สกาตาเพื่อการศึกษา**. ปริญญานิพนธ์ สาขาวิชาเทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์ (เครื่องมือวัดและควบคุม) ภาควิชาเทคโนโลยีวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์

วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2551.

- [10] ศิวพงษ์ กิ่งแก้ว, วงศกร ศิริไพศาลศิลป์และสุพิชชา กันทะพันธุ์. **ชุดสาธิตระบบเอเอสอินเตอร์เฟซ**ปริญญาโท สาขาวิชาเทคโนโลยีวิศวกรรมแมคคาทรอนิกส์ ภาควิชาเทคโนโลยีวิศวกรรมเครื่องกล. วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2552.

- [11] ทวีธรรม สอนลาย, ไพฑูรย์ สมนชัย และกนกวรรณ พิไลพันธ์. **การควบคุมแบบแยกส่วนโดยพีแอลซี S7-300**. ที่ปรึกษาปริญญาโท : รองศาสตราจารย์จรัสศักดิ์ ขาววุฒิจรรณ และอาจารย์ที่ ทองอุ่น. สาขาวิศวกรรมระบบเครื่องมือวัด, ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องมือวัดและอิเล็กทรอนิกส์, คณะวิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, ปีการศึกษา 2552.

- [12] ศิวพล ขุนอินทร์ และคนอื่นๆ. **ระบบสกาตาควบคุมชุดฝึกปฏิบัติ “FMS50” จำลองระบบอัตโนมัติ**. ปริญญาโท สาขาเทคโนโลยีวิศวกรรมแมคคาทรอนิกส์ ภาควิชาเทคโนโลยีวิศวกรรมเครื่องกล วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2556.

- [13] กฤษดา วิศว์จิรานนท์. **PC ตัวควบคุมซีเคิร์ฟหลักการทำงานและการประยุกต์**. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, พ.ศ.2534.

- [14] รุทธีร์ ถมยา. **นิวเมติกส์และนิวแมติกส์ไฟฟ้าเบื้องต้น**. กรุงเทพฯ : สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี.2546.

- [15] ณรงค์ ดันชีวะวงศ์. **นิวเมติกส์และไฮดรอลิกส์เบื้องต้น**. กรุงเทพฯ : สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี.2546.

- [16] ธนะรัตน์ แต้ววัฒนา. **นิวเมติกส์อุตสาหกรรม**. ปทุมธานี: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.2541.

- [17] ปานเพชร ชินินทร, และขวัญชัย สินทร์สมบูรณ์. **นิวเมติกส์อุตสาหกรรม**. กรุงเทพฯ : สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล. 2542.

- [18] ยงยุทธ มัชฌิมดำรง. (ม.ป.ป.). **ไฮดรอลิกส์และนิวเมติกส์**. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์กล่องพัฒนา.

ผศ.ดร. จรัสศักดิ์ วิตตะ อาจารย์ประจำสาขาวิศวกรรมแมคคาทรอนิกส์ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม จากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

อ.สรพงศ์ ทานอก อาจารย์ประจำสาขาวิศวกรรมแมคคาทรอนิกส์ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม จากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

อินเทอร์เน็ต

- [19] <http://www.erptothai.com/qsoft/qsoftscada.php>
[20] <http://riverplusblog.com/tag/ระบบ-scada/>
[21] <http://www.compomax.co.th/product/basics-of-photoelectric-sensing/>
[22] <http://www.bustechnologie.nl/Leermiddelen/>

ประวัติ

รัฐวัฒน์ เช้มา ปริญญาตรีครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม จากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

อาร์นต์ มณีอ่อน ปริญญาตรีครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม จากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ