

**ปัจจัยที่ส่งผลต่อปัญหาการเรียนวิชาปฏิบัติการระบบควบคุมป้อนกลับของนักศึกษาระดับ
ปริญญาตรี: กรณีศึกษาภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ**
**Factor of Feedback Control System Laboratory Learning's Problem in Undergraduate
Program: A Case Study of Department of Teacher Training in Electrical Engineering,
King Mongkut's University of Technology North Bangkok**

อนุชาติ ศรีศิริวัฒน์* สุรพันธ์ ต้นศรีวงษ์ และ พูลศักดิ์ โกษียาภรณ์

ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
1518 ถนนประชาราษฎร์ 1 แขวงวงศ์สว่าง เขตบางซื่อ กรุงเทพมหานคร 10800

Anuchart Srisirawat*, Surapan Tansriwong and Poolsak Koseeyaporn

Department of Teacher Training in Electrical Engineering, Faculty of Technical Education,
King Mogkut's University of Technology North Bangkok

1518 Pracharat 1 Road, Wongsawang, Bangsue, Bangkok 10800, Thailand.

Email address: srisirawat@gmail.com

บทคัดย่อ

การทดลองในห้องปฏิบัติการระบบควบคุมป้อนกลับเป็นส่วนสำคัญสำหรับการศึกษาด้านวิศวกรรมไฟฟ้า เพื่อพัฒนาทักษะของนักศึกษาสำหรับการแก้ปัญหาจากงานที่เกิดขึ้นจริงของระบบควบคุมทางอุตสาหกรรม การศึกษาผลการเรียนรายวิชาปฏิบัติการระบบควบคุมป้อนกลับของนักศึกษาในปีการศึกษา 2553 และ 2554 พบว่าร้อยละของจำนวนนักศึกษาได้ผลการเรียนระดับ I เท่ากับ 33.0 และ 27.1 ตามลำดับ ซึ่งเป็นประเด็นที่น่าสนใจว่า “ปัญหาของการเรียนวิชานี้คืออะไร” ดังนั้นวัตถุประสงค์หลักของบทความวิจัยนี้เพื่อศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อปัญหาการเรียนในวิชาปฏิบัติการระบบควบคุมป้อนกลับ ของนักศึกษาระดับปริญญาตรี ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ งานวิจัยนี้ใช้แบบสอบถามในการเก็บรวบรวมข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างจำนวน 75 คน เป็นนักศึกษาที่ผ่านการเรียนวิชาปฏิบัติการระบบควบคุมป้อนกลับในปีการศึกษา 2554 ผลการศึกษาพบว่าทักษะความรู้ของนักศึกษาเป็นปัจจัยหลักที่มีผลต่อปัญหาการเรียนวิชาปฏิบัติการของนักศึกษา ซึ่งสอดคล้องกับความเห็นของอาจารย์ผู้สอนว่านักศึกษาขาดความรู้พื้นฐานทางทฤษฎีที่สนับสนุนการทำการทดลอง

คำสำคัญ: วิชาปฏิบัติการระบบควบคุมป้อนกลับ ปัญหาการเรียนวิชาปฏิบัติการ

Research Paper

* Corresponding author

Received 28 October 2014

Accepted 8 December 2014

Abstract

Experiment in Feedback Control System Laboratory is one of the important parts for electrical engineering education to develop the students' skills needed to solve the real work problems of the industrial control systems. The study of the students' learning achievement of the subject of Feedback Control System Laboratory in the academic year 2010 and 2011 has found that the percentages of students who have grade "I" are 34.0 and 27.1, respectively. By this point, there has question that "What are problems for leaning in this subject?" Consequently, the main objective of this research paper is to investigate the factor resulting in problems of learning in Laboratory of Feedback Control System. A case study of the Department of Teacher Training in Electrical Engineering, King Mongkut's University of Technology North Bangkok is proposed. For the Feedback Control System Laboratory in academic year 2011, the surveys of 75 of undergraduate students are performed by using the questionnaires to collect the data. The results show that the students' knowledge is the main factor affecting on the students' laboratory learning which corresponding to the teacher's comment that students lack the skill of the basic theory supporting the experiments.

Keywords: Feedback Control System Laboratory, Problem of Laboratory Learning

1. บทนำ

ด้วยพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 หมวด 4 มาตรา 22 การจัดการศึกษาต้องยึดหลักว่า ผู้เรียนทุกคนมีความสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้และถือว่าผู้เรียนมีความสำคัญที่สุด กระบวนการจัดการศึกษาต้องส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาตามธรรมชาติและเต็มศักยภาพ และมาตรา 24 (2) ฝึกทักษะ กระบวนการคิด การจัดการ การเผชิญสถานการณ์ และการประยุกต์ความรู้ มาใช้เพื่อป้องกันและแก้ไขปัญหา [1] สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษาได้จัดทำแผนการศึกษาแห่งชาติ (พ.ศ. 2545 – 2559) สอดคล้องกับพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 โดยวัตถุประสงค์แผนงานข้อ 1 เพื่อพัฒนาคนอย่างรอบด้านและสมดุลเพื่อเป็น ฐานหลักของการพัฒนา ในด้านการพัฒนาคุณภาพการศึกษา ให้ผู้เรียนมีความรู้ ความสามารถ มีสมรรถนะทั้งด้านการคิดคำนวณ คิดวิเคราะห์ แก้ปัญหา คิดริเริ่ม สร้างสรรค์ มีนิสัยใฝ่เรียนรู้ สามารถเรียนรู้ด้วยตนเอง แสวงหาความรู้และพัฒนาตนเองอย่างต่อเนื่องตลอดชีวิต [2] กระทรวงศึกษาธิการได้เตรียมความพร้อมสู่การเป็นประชาคมเศรษฐกิจอาเซียนในปี พ.ศ. 2558 จึงได้กำหนดนโยบายสู่การสร้างประชาคมเศรษฐกิจอาเซียน ในการพัฒนาศักยภาพของนักเรียน นักศึกษา และประชาชน ให้มีทักษะที่เหมาะสมเพื่อเตรียมความพร้อม [3]

วิศวกรรมศาสตร์เป็นสาขาวิชาที่ต้องการความรู้ที่สัมพันธ์กันจากหลายสาขาวิชา เพื่อแก้ปัญหาเฉพาะด้าน โดยทั่วไปคำตอบที่ได้จากกระบวนการทางวิศวกรรมมาจากการออกแบบ การออกแบบดังกล่าวต้องมีการประเมิน โดยใช้กลไกมากมายเพื่อให้แน่ใจว่าผลที่ได้จากการสร้างกระบวนการจะสามารถคงรูปแบบตามที่ออกแบบเอาไว้ได้ ด้วยเหตุผลนี้การออกแบบต้องถูกประเมินหลายจุดด้วยกัน เช่น ความแข็งแรงคงทน ความสามารถในการดูแลรักษา การใช้งาน ประสิทธิภาพ และต้นทุน [4]

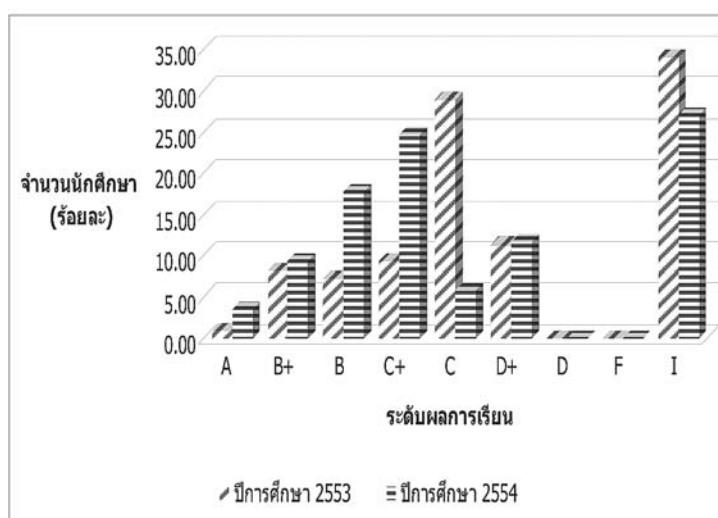
Joos [5] ได้เสนอการศึกษาทางวิศวกรรมไฟฟ้าสมัยใหม่ที่ต้องการให้นักศึกษาได้รับโอกาสที่จะประยุกต์แนวคิดที่ได้จากทฤษฎีและการบรรยายในการเรียนวิชาต่างๆ และได้รับประสบการณ์จริงและการฝึกฝนในส่วนที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาวิชา การฝึกฝนนี้เป็นการผสมผสานกันของการทดลองในห้องปฏิบัติการที่มีการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยในการจำลอง (computer aided simulation) และฮาร์ดแวร์ที่ออกแบบสำหรับจุดประสงค์ทางการศึกษาร่วมกับการสาธิตและการทดลองจริงที่ได้รับการสนับสนุนจากหุ่นส่วนในภาคอุตสาหกรรม ผู้สำเร็จการศึกษาทางสาขาวิศวกรรมไฟฟ้าส่วนใหญ่ทำงานในโรงงานอุตสาหกรรม [6] แต่ปัญหาสำคัญของการศึกษาทางวิศวกรรมไฟฟ้าคือการขาดความรู้ด้านฮาร์ดแวร์ นักศึกษามุ่งเน้นการใช้คอมพิวเตอร์และการเขียนโปรแกรม การบรรยายให้ความสำคัญกับทฤษฎีและการพัฒนาความสามารถด้านการแก้โจทย์ปัญหา จนไม่มีเวลาที่จะสอนเกี่ยวกับฮาร์ดแวร์ [7] ในขณะเดียวกันโรงงานอุตสาหกรรมก็คาดหวังความรู้พื้นฐานด้านฮาร์ดแวร์จากวิศวกรรุ่นใหม่

การศึกษาทางวิศวกรรม (Engineering Education) จะเป็นไปไม่ได้เลยหากขาดการสอนในห้องปฏิบัติการ [8] บรรยายภาควิชาในห้องปฏิบัติการควรมีการผสมผสานของการลงมือปฏิบัติจริงกับการใช้อุปกรณ์หรือโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยหรือจำลอง ทั้งนี้ไม่ว่าจะเป็นห้องปฏิบัติการในรูปแบบใดสิ่งที่สำคัญที่สุดของการสร้างห้องปฏิบัติการสำหรับการเรียนการสอนก็เพื่อให้บรรลุเป้าหมายหลักก็คือ

1. การเข้าใจในหลักการ (Conceptual understanding): ขอบเขตก็เพื่อให้กิจกรรมของห้องปฏิบัติการช่วยให้นักศึกษาเข้าใจและแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับแนวความคิดสำคัญที่สอนในห้องเรียน
2. ทักษะทางการออกแบบ (Design Skills): ขอบเขตก็เพื่อให้กิจกรรมของห้องปฏิบัติการเพิ่มขีดความสามารถของนักศึกษาให้สามารถแก้ปัญหาปลายเปิดผ่านการออกแบบและสร้างกระบวนการใหม่ๆ
3. ทักษะทางสังคม (Social Skills): ขอบเขตก็เพื่อให้ นักศึกษาเรียนรู้ว่าการทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างมีประสิทธิภาพ
4. ทักษะทางวิชาชีพ (Professional Skills): ขอบเขตก็เพื่อให้ นักศึกษาทำความคุ้นเคยกับทักษะทางเทคนิคที่พวกเขาจะต้องเจอเมื่อต้องทำงานจริง

จากความสำคัญของวิชาปฏิบัติการที่กล่าวมาข้างต้นสอดคล้องกับปรัชญาของหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า คือ ผลิตบัณฑิตที่มีความรู้และทักษะในการถ่ายทอดเทคโนโลยีทางวิศวกรรมไฟฟ้า วิชาปฏิบัติการระบบควบคุมป้อนกลับ (Feedback Control System Laboratory) เป็นหนึ่งใน

รายวิชาปฏิบัติการของหลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า (หลักสูตรปรับปรุง พ.ศ. 2552) วิชานี้เป็นรายวิชาในหมวดวิชาบังคับ จำนวน 1 หน่วยกิต ประกอบด้วยชั่วโมงปฏิบัติจำนวน 3 ชั่วโมงต่อสัปดาห์ และชั่วโมงศึกษาด้วยตนเองจำนวน 1 ชั่วโมงต่อสัปดาห์ สำหรับนักศึกษาชั้นปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 1 ที่ฝึกให้นักศึกษามีทักษะในการใช้เทคโนโลยีการวัดและควบคุมได้อย่างเหมาะสม สอดคล้องกับความจำเป็นตามเนื้อหาวิชาที่มีทักษะในการคิด มีวิจารณ์ญาณในการแก้ไขปัญหาอย่างมีระบบ แต่จากการสำรวจผลการเรียนของนักศึกษาที่เรียนวิชาปฏิบัติการระบบควบคุมป้อนกลับ ในปีการศึกษา 2553 และ 2554 พบว่าจำนวนนักศึกษามีผลการเรียนระดับ A น้อยมากเมื่อเทียบกับผลการเรียนระดับ I ซึ่งพบว่านักศึกษาร้อยละ 33.0 และ 27.1 มีผลการเรียนระดับ I ในปีการศึกษา 2553 และ 2554 ตามลำดับ ดังแสดงในรูปที่ 1 ผลการสำรวจนี้สอดคล้องกับข้อมูลการสำรวจความพึงพอใจของนายจ้างต่อบัณฑิตคณะครุศาสตรบัณฑิต มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ที่สำเร็จการศึกษาในปีการศึกษา 2553 โดยสถานประกอบการได้ให้ข้อเสนอแนะว่าควรเน้นทักษะภาคปฏิบัติในสาขาวิชาเอกให้มากขึ้น เพื่อการประยุกต์ หรือการใช้ทักษะในเทคโนโลยีใหม่ๆ [9] ซึ่งสะท้อนให้เห็นว่านักศึกษายังขาดทักษะในภาคปฏิบัติ



รูปที่ 1 ผลการเรียนของนักศึกษาวิชาปฏิบัติการระบบควบคุมป้อนกลับ ปีการศึกษา 2553 และ 2554

จากความเป็นมาดังกล่าว งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อปัญหาการเรียนในวิชาปฏิบัติการระบบควบคุมป้อนกลับของนักศึกษาระดับปริญญาตรี ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ เพื่อใช้ผลการวิจัยเป็นแนวทางในการแก้ปัญหาร่วมกับการทำวิจัยในชั้นเรียนให้เกิดประโยชน์ต่อการจัดการเรียนการสอนในรายวิชาปฏิบัติการระบบควบคุมป้อนกลับต่อไป

2. วิธีการดำเนินการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงสำรวจมีขั้นตอน ดังนี้

2.1 กำหนดกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างวิจัยเป็นนักศึกษาระดับปริญญาตรีภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ในปีการศึกษา 2554 ที่ผ่านการเรียนวิชาปฏิบัติการระบบควบคุมป้อนกลับ จำนวน 75 คน ซึ่งใช้สูตร Taro Yamane เพื่อกำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่าง

2.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยและการสร้างเครื่องมือ

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยเป็นแบบสอบถาม โดยมีขั้นตอนการสร้างและทดสอบเครื่องมือ ดังนี้

1. จัดทำแบบสอบถามฉบับร่าง

2. ประเมินแบบสอบถามโดยผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 5 คน ที่เชี่ยวชาญในด้านต่างๆ ดังนี้ 1) ผู้เชี่ยวชาญด้านวิศวกรรมควบคุมป้อนกลับจำนวน 2 คน 2) ผู้เชี่ยวชาญด้านการศึกษาจำนวน 1 คน 3) ผู้เชี่ยวชาญด้านจิตวิทยาการศึกษาจำนวน 1 คน และ 4) ผู้เชี่ยวชาญด้านสถิติจำนวน 1 คน แบบสอบถามมีค่าดัชนีความตรงเชิงเนื้อหาของรายข้อ(I-CVI) เท่ากับ 1.00 ตามเกณฑ์ของลินน์ [10]

3. หาความเชื่อมั่นของแบบสอบถาม โดยทดลองใช้กับกลุ่มที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างจำนวน 30 คน มีค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่น α - coefficient เท่ากับ 0.87 ซึ่งอยู่ในระดับดี

4. จัดทำแบบสอบถามฉบับจริงใช้กับกลุ่มตัวอย่างที่เป็นนักศึกษา แบบสอบถามแบ่งเป็น 3 ส่วน คือ ส่วนที่ 1 สถานภาพของผู้ตอบแบบสอบถาม ส่วนที่ 2 ปัจจัยที่ส่งผลต่อปัญหาการเรียนในวิชาปฏิบัติการระบบควบคุมป้อนกลับ โดยศึกษา 6 ด้านดังนี้ 1) ด้านผู้สอน 2) ด้านทักษะความรู้ของนักศึกษา 3) ด้านพฤติกรรมของนักศึกษา 4) ด้านจัดการศึกษาและประเมินผล 5) ด้านสภาพสิ่งแวดล้อมภายในห้องเรียน และ 6) ด้านสภาพครอบครัวของนักศึกษา แบบสอบถามส่วนที่ 2 สร้างขึ้นเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) ลักษณะข้อความประกอบด้วยข้อความที่เป็นการให้ความสำคัญในแต่ละด้าน แต่ละคำตอบมีคำตอบให้เลือก 5 ระดับของ Likert Scale โดยมีเกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้

5 คะแนน	หมายถึง	เห็นด้วยมากที่สุด
4 คะแนน	หมายถึง	เห็นด้วยมาก
3 คะแนน	หมายถึง	เห็นด้วยปานกลาง
2 คะแนน	หมายถึง	เห็นด้วยน้อย
1 คะแนน	หมายถึง	เห็นด้วยน้อยที่สุด

และส่วนที่ 3 เป็นคำถามปลายเปิดให้นักศึกษาได้แสดงความคิดเห็นเพิ่มเติมของปัจจัยที่มีผลต่อปัญหาการเรียน วิชาปฏิบัติการระบบควบคุม

2.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูลโดยการแจกแบบสอบถามให้กลุ่มตัวอย่างด้วยแบบสอบถามจำนวน 75 ชุด จากนั้น นำข้อมูลที่ได้ไปวิเคราะห์ผล และสรุปผลการศึกษา

2.4 การวิเคราะห์ผลและสถิติที่ใช้ในการวิจัย

การวิเคราะห์ผลข้อมูลแบบสอบถามด้วยคอมพิวเตอร์ใช้โปรแกรมสำเร็จรูป เพื่อหาค่าทางสถิติเชิงพรรณนา ได้แก่ ค่าความถี่ (Frequencies) ค่าร้อยละ (Percentage) ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (Arithmetic Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) มีสูตรดังต่อไปนี้

2.4.1 ค่าความถี่และค่าร้อยละใช้ในการวิเคราะห์ลักษณะข้อมูลสถานภาพของผู้ตอบแบบสอบถาม ได้แก่ เพศ ระดับการศึกษา ที่อยู่อาศัย รายได้ต่อเดือน และแนวทางในการปรึกษาปัญหา โดยเป็นการเปรียบเทียบความถี่หรือจำนวนที่ต้องการกับความถี่หรือจำนวนทั้งหมดที่เทียบเป็น 100 สามารถหาค่าร้อยละจากสูตรต่อไปนี้

$$P = \frac{f}{N} \times 100 \quad (1)$$

เมื่อ	P	แทน	ค่าร้อยละ
	f	แทน	ความถี่ที่ต้องการแปลงให้เป็นค่าร้อยละ
	N	แทน	จำนวนความถี่ทั้งหมด

2.4.2 ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (\bar{X}) ใช้ในการหาค่าเฉลี่ยของความคิดเห็นของกลุ่มตัวอย่าง จากข้อคำถามแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) การหาค่าเฉลี่ยเลขคณิตใช้สูตรดังต่อไปนี้

$$\bar{X} = \frac{\sum X_i}{N} \quad (2)$$

เมื่อ	$\sum X_i$	แทน	ผลรวมของคะแนนทั้งหมดของกลุ่ม
	N	แทน	จำนวนตัวอย่างในกลุ่ม

การแปลค่าคะแนนเฉลี่ยโดยใช้ค่าทางสถิติ คะแนนเฉลี่ยเลขคณิต กำหนดช่วงการวัดดังนี้

$$\text{ช่วงการวัด} = (\text{คะแนนสูงสุด} - \text{คะแนนต่ำสุด}) / \text{จำนวนชั้น} = (5 - 1) / 5 = 0.8 \quad (3)$$

จากช่วงการวัดข้างต้น เกณฑ์ที่ใช้ในการแปลความหมายข้อมูลซึ่งใช้วิธีของ Likert Scale สามารถจำแนก ระดับคะแนนแต่ละช่วงย่อยต่างกัน 5 ระดับ ดังนี้ [11]

ระดับ 5 คะแนนเฉลี่ยตั้งแต่ 4.21 - 5.00	หมายถึง ระดับที่ เห็นด้วยมากที่สุด
ระดับ 4 คะแนนเฉลี่ยตั้งแต่ 3.41 - 4.20	หมายถึง ระดับที่ เห็นด้วยมาก
ระดับ 3 คะแนนเฉลี่ยตั้งแต่ 2.61 - 3.40	หมายถึง ระดับที่ เห็นด้วยปานกลาง
ระดับ 2 คะแนนเฉลี่ยตั้งแต่ 1.81 - 2.60	หมายถึง ระดับที่ เห็นด้วยน้อย
ระดับ 1 คะแนนเฉลี่ยตั้งแต่ 1.00 - 1.80	หมายถึง ระดับที่ เห็นด้วยน้อยที่สุด

ดังนั้นปัจจัยที่ส่งผลต่อปัญหาการเรียนในวิชาปฏิบัติการระบบควบคุมป้อนกลับของนักศึกษาทั้ง 6 ด้าน อยู่ในระดับใดให้พิจารณาจากค่าคะแนนเฉลี่ย

2.4.3 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) มีสูตรดังนี้

$$S.D. = \sqrt{\frac{\sum (X_i - \bar{X})^2}{N - 1}} \quad (4)$$

เมื่อ	X_i	แทน	ค่าของตัวอย่าง
	\bar{X}	แทน	ค่าเฉลี่ยเลขคณิตของตัวอย่าง
	N	แทน	จำนวนตัวอย่าง

3. ผลของการวิจัย

3.1 สถานภาพของผู้ตอบแบบสอบถาม

ผลการสำรวจข้อมูลของกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งเป็นนักศึกษาจำนวน 75 คน ที่เรียนวิชาปฏิบัติการระบบควบคุมป้อนกลับในปีการศึกษา 2554 นักศึกษาเป็นเพศชายร้อยละ 85.3 เพศหญิงร้อยละ 14.7 สำเร็จการศึกษาวุฒิมัธยมศึกษาปีที่ 6 ร้อยละ 1.4 วุฒิประกาศนียบัตรวิชาชีพร้อยละ 58.1 และวุฒิปประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงร้อยละ 40.5 อาศัยที่หอพักร้อยละ 57.0 นักศึกษามีค่าใช้จ่ายส่วนตัวต่อเดือนมากกว่า 5,000 บาทร้อยละ 67.6 นักศึกษาส่วนใหญ่ปรึกษาเพื่อนเมื่อประสบปัญหาเกี่ยวกับการเรียนร้อยละ 38.7

3.2 ปัจจัยด้านผู้สอน

ตารางที่ 1 แสดงปัจจัยที่ส่งผลต่อปัญหาการเรียนด้านผู้สอนมีค่าเฉลี่ยของภาพรวมเท่ากับ 3.17 ซึ่งอยู่ในระดับปานกลาง นักศึกษาให้ความคิดเห็นระดับมากในเรื่องของอาจารย์เช็คชื่อนักศึกษาทุกครั้งก่อนทำการสอน อาจารย์เข้าสอนและออกจากห้องเรียนตรงเวลาเสมอ และอาจารย์เป็นกันเองกับนักศึกษาทุกคน ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.84 3.55 และ 3.51 ตามลำดับ ส่วนปัจจัยที่มีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุดซึ่งเท่ากับ 2.81 มีสองปัจจัยคือ อาจารย์ตอบ

คำถามและข้อสงสัยได้ชัดเจน และอาจารย์สอนโดยคำนึงความแตกต่างระหว่างบุคคลของนักศึกษา ปัจจัยที่มีค่าเฉลี่ยน้อยรองลงมาคือ อาจารย์มีวิธีการสอนที่ทำให้นักศึกษาสนใจในเวลาเรียน ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.93

ตารางที่ 1 ค่าเฉลี่ยและค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานปัจจัยที่ส่งผลต่อปัญหาการเรียนด้านผู้สอน

ปัจจัย	\bar{X}	S.D.	ระดับ ความคิดเห็น
อาจารย์เป็นกันเองกับนักศึกษาทุกคน	3.51	0.95	มาก
อาจารย์ใช้วาจาติชมนักศึกษาอย่างเหมาะสม	3.13	0.98	ปานกลาง
อาจารย์เปิดโอกาสให้นักศึกษาซักถามทั้งในและนอกห้องเรียน	3.21	1.08	ปานกลาง
อาจารย์เตรียมการสอนล่วงหน้ามาเป็นอย่างดี	3.11	0.95	ปานกลาง
อาจารย์ใช้สื่อประกอบการสอนที่น่าสนใจและทันสมัย	3.00	0.99	ปานกลาง
อาจารย์มีวิธีการสอนที่ทำให้นักศึกษาสนใจในเวลาเรียน	2.93	0.92	ปานกลาง
อาจารย์ตอบคำถามและข้อสงสัยได้ชัดเจน	2.81	1.02	ปานกลาง
ขณะทำการสอนอาจารย์เอาใจใส่และสนใจพฤติกรรมของนักศึกษา	3.05	0.93	ปานกลาง
อาจารย์กระตุ้นให้นักศึกษามีส่วนร่วมในการเรียน	3.17	0.99	ปานกลาง
อาจารย์เข้าสอนและออกจากห้องเรียนตรงเวลาเสมอ	3.55	0.93	มาก
อาจารย์มีการทบทวนเนื้อหาที่เรียนในคาบที่แล้วก่อนเริ่มสอนใหม่ทุกครั้ง	2.97	1.01	ปานกลาง
อาจารย์สอนโดยคำนึงความแตกต่างระหว่างบุคคลของนักศึกษา	2.81	0.83	ปานกลาง
อาจารย์ตรวจเช็คใบงานของนักศึกษาอย่างสม่ำเสมอ	3.27	0.90	ปานกลาง
อาจารย์เช็คชื่อนักศึกษาทุกครั้งก่อนทำการสอน	3.84	0.91	มาก
เฉลี่ย	3.17	0.67	ปานกลาง

3.3 ปัจจัยด้านทักษะความรู้ของนักศึกษา

ตารางที่ 2 แสดงปัจจัยที่ส่งผลต่อปัญหาการเรียนด้านทักษะความรู้ของนักศึกษาอยู่ในระดับปานกลาง ซึ่งมีค่าเฉลี่ยในภาพรวมเท่ากับ 2.81 ปัจจัยที่มีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุดเท่ากับ 2.65 นั่นคือ มีความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับวิชาระบบควบคุมก่อนที่จะเรียน ซึ่งสอดคล้องกับข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์อาจารย์ผู้สอนแบบไม่มีโครงสร้าง (Unstructured Interview) พบว่าปัญหาในการเรียนคือ นักศึกษาขาดทักษะในการออกแบบวงจร และข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์นักศึกษาแบบมีโครงสร้าง (Structured Interview) พบว่าปัญหาในการเรียนคือ นักศึกษามีพื้นฐานความรู้เกี่ยวกับวิชาระบบควบคุมแบบป้อนกลับน้อย

ตารางที่ 2 ค่าเฉลี่ยและค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานปัจจัยที่ส่งผลต่อปัญหาการเรียนด้านทักษะความรู้ของนักศึกษา

ปัจจัย	\bar{X}	S.D.	ระดับ ความคิดเห็น
มีความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับวิาระบบควบคุมก่อนที่จะเรียน	2.65	0.68	ปานกลาง
เข้าใจเนื้อหาในบทเรียน	2.90	0.73	ปานกลาง
มีทักษะในการสรุปการบรรยายของอาจารย์	2.88	0.75	ปานกลาง
เฉลี่ย	2.81	0.56	ปานกลาง

3.4 ปัจจัยด้านพฤติกรรมของนักศึกษา

ปัจจัยที่ส่งผลต่อปัญหาการเรียนด้านพฤติกรรมของนักศึกษามีค่าเฉลี่ยภาพรวมอยู่ในระดับมาก ด้วยค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.51 ดังแสดงในตารางที่ 3 นักศึกษาแสดงความคิดเห็นระดับมากที่สุดในเรื่องของการเข้าห้องเรียนอย่างสม่ำเสมอ ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.32 รองลงมาคือส่งงานทันทุกครั้งตามกำหนดเวลาด้วยค่าเฉลี่ย 4.09 อยู่ในระดับมาก ส่วนปัจจัยที่มีค่าน้อยที่สุด ได้แก่ เตรียมอ่านตำราล่วงหน้าก่อนเข้าเรียนมีค่าเฉลี่ย 2.77 ซึ่งอยู่ในระดับปานกลาง ผลของปัจจัยด้านนี้สอดคล้องกับการให้ความคิดเห็นของปัจจัยด้านทักษะความรู้ของนักศึกษาเรื่องมีความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับวิาระบบควบคุมก่อนที่จะเรียนที่มีค่าน้อยที่สุดเท่ากับ 2.65 นั้นแสดงให้เห็นว่า การมีพื้นฐานความรู้เกี่ยวกับวิาระบบควบคุมน้อย และการขาดการเตรียมอ่านหรือทบทวนบทเรียนทางทฤษฎีล่วงหน้าก่อนเข้าเรียนเป็นปัจจัยสำคัญของการเกิดปัญหาการเรียนวิชาปฏิบัติการระบบควบคุมป้อนกลับ

3.5 ปัจจัยด้านจัดการศึกษาและประเมินผล

จากตารางที่ 4 พบว่าปัจจัยที่ส่งผลต่อปัญหาการเรียนด้านจัดการศึกษาและประเมินผลมีค่าเฉลี่ยภาพรวมอยู่ในระดับปานกลางด้วยค่าเฉลี่ย 3.31 โดยปัจจัยที่มีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมากคือ เนื้อหาวิชาน่าสนใจ เนื้อหาวิชามีความเหมาะสมกับเวลาในการเรียน เกณฑ์การประเมินผลมีความเหมาะสม และการประเมินผลมีความยุติธรรม ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.61 3.59 3.47 และ 3.45 ตามลำดับ ส่วนปัจจัยที่มีค่าน้อยที่สุด ได้แก่ เอกสารประกอบสามารถอ่านทำความเข้าใจได้ง่าย ซึ่งมีค่าเฉลี่ย 3.04 รองลงมาคือ สื่อการเรียนการสอนมีความเหมาะสมกับผู้เรียน ซึ่งมีค่าเฉลี่ย 3.17

3.6 ปัจจัยด้านสภาพสิ่งแวดล้อมภายในห้องเรียน

จากตารางที่ 5 พบว่าปัจจัยที่ส่งผลต่อปัญหาการเรียนด้านสภาพสิ่งแวดล้อมภายในห้องเรียนมีค่าเฉลี่ยภาพรวมเท่ากับ 3.46 ซึ่งอยู่ในระดับปานกลาง ปัจจัยที่มีค่าน้อยที่สุด ได้แก่ เครื่องมืออุปกรณ์การเรียนใน

ห้องเรียนมีประสิทธิภาพ ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.25 รองลงมาคือ เครื่องมืออุปกรณ์การเรียนในห้องเรียนมีจำนวนเพียงพอแก่นักศึกษา ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.28

ตารางที่ 3 ค่าเฉลี่ยและค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานปัจจัยที่ส่งผลต่อปัญหาการเรียนด้านพฤติกรรมของนักศึกษา

ปัจจัย	\bar{X}	S.D.	ระดับ ความคิดเห็น
มีสมาธิในการเรียน	3.37	0.69	ปานกลาง
เข้าห้องเรียนตรงเวลา	3.91	0.85	มาก
เตรียมอ่านตำราล่วงหน้าก่อนเข้าเรียน	2.77	0.96	ปานกลาง
มีปัญหาการเรียนมักชอบถามอาจารย์	3.16	0.95	ปานกลาง
แบ่งเวลาในการเรียนได้ดี	3.25	0.77	ปานกลาง
เข้าร่วมกิจกรรมของมหาวิทยาลัยมาก	3.36	1.21	ปานกลาง
เข้าห้องเรียนอย่างสม่ำเสมอ	4.32	0.88	มากที่สุด
รู้สึกว่าการเรียนตรงกับความต้องการ	3.47	1.07	มาก
นักศึกษาคิดว่าการเรียนวิชานี้สามารถนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้ อย่างดี	3.42	1.01	มาก
ส่งงานทันทุกครั้งตามกำหนดระยะเวลา	4.09	0.91	มาก
เฉลี่ย	3.51	0.44	มาก

ตารางที่ 4 ค่าเฉลี่ยและค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานปัจจัยที่ส่งผลต่อปัญหาการเรียนด้านจัดการศึกษาและประเมินผล

ปัจจัย	\bar{X}	S.D.	ระดับ ความคิดเห็น
เนื้อหาวิชาน่าสนใจ	3.61	0.90	มาก
เนื้อหาวิชามีความเหมาะสมกับเวลาในการเรียน	3.59	0.89	มาก
ห้องสมุดมีหนังสือในรายวิชานี้เพียงพอ	3.31	1.04	ปานกลาง
สื่อการเรียนการสอนมีความเหมาะสมกับผู้เรียน	3.17	1.01	ปานกลาง
เอกสารประกอบ สามารถอ่านทำความเข้าใจได้ง่าย	3.04	1.07	ปานกลาง
การประเมินผลมีความยุติธรรม	3.45	1.00	มาก
เกณฑ์การประเมินผลมีความเหมาะสม	3.47	1.00	มาก
เฉลี่ย	3.31	0.72	ปานกลาง

ตารางที่ 5 ค่าเฉลี่ยและค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานปัจจัยที่ส่งผลต่อปัญหาการเรียนด้านสภาพสิ่งแวดล้อมภายในห้องเรียน

ปัจจัย	\bar{X}	S.D.	ระดับความคิดเห็น
ขนาดห้องเรียนมีความเหมาะสม	3.84	1.00	มาก
เครื่องมืออุปกรณ์การเรียนในห้องเรียนมีประสิทธิภาพ	3.25	0.97	ปานกลาง
เครื่องมืออุปกรณ์การเรียนในห้องเรียนมีจำนวนเพียงพอแก่นักศึกษา	3.28	1.03	ปานกลาง
เฉลี่ย	3.46	0.78	ปานกลาง

3.7 ปัจจัยด้านสภาพครอบครัวของนักศึกษา

ปัจจัยที่ส่งผลต่อปัญหาการเรียนด้านสภาพครอบครัวของนักศึกษามีค่าเฉลี่ยภาพรวมอยู่ในระดับปานกลางด้วยค่าเฉลี่ย 3.87 ปัจจัยที่มีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุดมีสองปัจจัยซึ่งค่าเฉลี่ยเท่ากันคือ 3.81 นั่นคือ ครอบครัวไม่มีปัญหาด้านเศรษฐกิจ และค่าใช้จ่ายที่ได้รับในแต่ละเดือนเพียงพอ ส่วนปัจจัยในเรื่องของผู้ปกครองมีความเข้าใจใ้แก่นักศึกษาต่อการเรียนมีค่าเฉลี่ยมากที่สุดเท่ากับ 3.97

ตารางที่ 6 ค่าเฉลี่ยและค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานปัจจัยที่ส่งผลต่อปัญหาการเรียนด้านสภาพครอบครัวของนักศึกษา

ปัจจัย	\bar{X}	S.D.	ระดับความคิดเห็น
ผู้ปกครองมีความเข้าใจใ้แก่นักศึกษาต่อการเรียน	3.97	0.80	มาก
ครอบครัวไม่มีปัญหาด้านเศรษฐกิจ	3.81	0.89	มาก
ค่าใช้จ่ายที่ได้รับในแต่ละเดือนเพียงพอ	3.81	0.99	มาก
เฉลี่ย	3.87	0.76	มาก

3.8 ปัจจัยด้านอื่นๆ

จากแบบสอบถามส่วนที่ 3 ซึ่งเป็นคำถามลักษณะปลายเปิดเพื่อให้นักศึกษาได้แสดงความคิดเห็นเพิ่มเติมของปัจจัยที่มีผลต่อปัญหาการเรียนวิชาปฏิบัติการระบบควบคุม ซึ่งประเด็นหลักที่นักศึกษาได้ให้ข้อคิดเห็นก็คือจำนวนอุปกรณ์ที่ไม่เพียงพอและไม่มีประสิทธิภาพ และอุปกรณ์บางอย่างเสียหาย ซึ่งสอดคล้องกับการให้ความคิดเห็นของปัจจัยด้านสภาพสิ่งแวดล้อมภายในห้องเรียน ที่มีผลของปัจจัยที่มีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุด ได้แก่ เครื่องมืออุปกรณ์การเรียนในห้องเรียนมีประสิทธิภาพ และเครื่องมืออุปกรณ์การเรียนในห้องเรียนมีจำนวนเพียงพอแก่นักศึกษา

จากผลการศึกษาข้างต้นสอดคล้องกับแนวความคิดของนักศึกษาจากบทความของ McFarlan [12] ได้กล่าวถึงศาสตราจารย์ T.A. Hunter แห่ง University of Iowa ผู้เสนอเรื่อง “Students’ Views in the Engineering Laboratory” ที่เสนอมุมมองของนักศึกษาที่มีต่อห้องปฏิบัติการทางวิศวกรรมว่า นักศึกษารู้สึกว่าห้องปฏิบัติการมีความสำคัญอย่างยิ่ง แต่คู่มือปฏิบัติการและเครื่องมือไม่ค่อยทันสมัย นักศึกษาต้องการให้มีสิ่งอำนวยความสะดวกในห้องปฏิบัติการที่ดีเยี่ยม ห้องปฏิบัติการเป็นส่วนสำคัญของกระบวนการเรียนรู้ที่สนับสนุนสิ่งต่อไปนี้:

- 1) การสอนที่มีภาคปฏิบัติควบคู่ไปพร้อมๆ กัน (Teaching coordination)
- 2) การกระตุ้นกระบวนการความคิดสร้างสรรค์
- 3) การยืนยันและพิสูจน์ความถูกต้องของความรู้ทางทฤษฎี
- 4) การให้ประสบการณ์ในการวางแผนและการทำงานเป็นกลุ่ม

4. สรุปผลการวิจัย

การศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อปัญหาการเรียนในวิชาปฏิบัติการระบบควบคุมป้อนกลับของนักศึกษาระดับปริญญาตรี ภาควิชาของภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ งานวิจัยนี้ใช้แบบสอบถามในการเก็บรวบรวมข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างนักศึกษาจำนวน 75 คน ที่เรียนวิชาปฏิบัติการระบบควบคุมป้อนกลับในปีการศึกษา 2554 แบบสอบถามที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลนี้ได้ผ่านการตรวจสอบและให้คำแนะนำจากผู้เชี่ยวชาญด้านต่างๆ กล่าวคือด้านวิชาระบบควบคุมป้อนกลับ ด้านการศึกษา ด้านจิตวิทยา การศึกษา และด้านสถิติ แบบสอบถามแบ่งเป็น 3 ส่วน คือ ส่วนที่ 1 สถานภาพของผู้ตอบแบบสอบถาม ส่วนที่ 2 ปัจจัยที่ส่งผลต่อปัญหาการเรียนในวิชาปฏิบัติการระบบควบคุมป้อนกลับ โดยศึกษาปัจจัย 6 ด้านคือ ด้านผู้สอน ด้านทักษะความรู้ของนักศึกษา ด้านพฤติกรรมของนักศึกษา ด้านจัดการศึกษาและประเมินผล ด้านสภาพสิ่งแวดล้อมภายในห้องเรียน และด้านสภาพครอบครัวของนักศึกษา และส่วนที่ 3 เป็นคำถามปลายเปิดให้นักศึกษาแสดงความคิดเห็นและเสนอแนะเพิ่มเติม จากการศึกษาพบว่าปัจจัยด้านทักษะความรู้ของนักศึกษาเป็นปัจจัยหลักที่มีผลต่อปัญหาการเรียนของนักศึกษา ซึ่งพบว่าประเด็นย่อยเรื่อง “มีความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับวิชาระบบควบคุมก่อนที่จะเรียน” ได้ค่าคะแนนเฉลี่ยน้อยที่สุด และระดับความคิดเห็นอยู่ในระดับปานกลาง ซึ่งสอดคล้องกับปัญหาที่เกิดจากปัจจัยด้านพฤติกรรมของนักศึกษาคือ “เตรียมอ่านตำราล่วงหน้าก่อนเข้าเรียน” ที่ได้ค่าคะแนนเฉลี่ยรองลงมา และระดับความคิดเห็นอยู่ในระดับปานกลาง ซึ่งสอดคล้องกับความเห็นจากการสัมภาษณ์อาจารย์ผู้สอนที่ให้ความเห็นในเรื่องที่นักศึกษาขาดทักษะในการออกแบบวงจร ทำให้เกิดปัญหาการเรียนวิชาปฏิบัติระบบควบคุมป้อนกลับ ทั้งนี้ในแง่มุมมองของนักศึกษาถึงปัจจัยด้านผู้สอนแสดงให้เห็นว่าในเรื่องของ “อาจารย์ตอบคำถามและข้อสงสัยได้ชัดเจน” และ “อาจารย์สอนโดยคำนึงความแตกต่างระหว่างบุคคลของนักศึกษา” ได้ค่าคะแนนเฉลี่ยน้อยที่สุดของปัจจัยด้านผู้สอน นอกจากนี้จากประเด็นของการแสดงความคิดเห็นและข้อเสนอแนะเพิ่มเติม นักศึกษาได้กล่าวถึง จำนวนอุปกรณ์ไม่เพียงพอและขาดประสิทธิภาพ รวมถึงอุปกรณ์บางอย่างเสียหาย

ซึ่งสอดคล้องกับการให้ความคิดเห็นของปัจจัยด้านสภาพสิ่งแวดล้อมภายในห้องเรียนในประเด็นย่อย “เครื่องมืออุปกรณ์การเรียนในห้องเรียนมีประสิทธิภาพ” ที่ได้ค่าคะแนนเฉลี่ยน้อยที่สุดของปัจจัยด้านนี้ ซึ่งระดับความคิดเห็นอยู่ในระดับปานกลาง รองลงมาคือประเด็นย่อย “เครื่องมืออุปกรณ์การเรียนในห้องเรียนมีจำนวนเพียงพอแก่นักศึกษา” ซึ่งระดับความคิดเห็นอยู่ในระดับปานกลาง ทำให้มีความจำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องดำเนินการปรับปรุงห้องปฏิบัติการให้ทันสมัย มีประสิทธิภาพ และเพียงพอต่อความต้องการของนักศึกษา ทั้งนี้การให้ความสนใจในการทบทวนบทเรียนและทฤษฎีพื้นฐานก่อนเข้าเรียนวิชาปฏิบัติการน่าจะเป็นส่วนที่ช่วยให้นักศึกษาแก้ปัญหาด้านการเรียนวิชาปฏิบัติการให้ได้ผลสัมฤทธิ์ที่ดียิ่งขึ้น นอกจากนี้อาจารย์ผู้สอนต้องคำนึงถึงแตกต่างระหว่างบุคคลของนักศึกษา และตอบข้อซักถามของนักศึกษาให้ชัดเจน

5. ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมเพื่อต่อยอดการศึกษาด้านวิชาปฏิบัติการระบบควบคุมป้อนกลับ (Feedback Control System Laboratory) ให้สามารถตอบสนองความต้องการของภาคอุตสาหกรรม คือ การขยายกลุ่มตัวอย่างที่เป็นนักศึกษา เช่น คณะวิชา หรือ สถาบันการศึกษา เป็นต้น และควรเพิ่มขนาดกลุ่มตัวอย่างที่เป็นอาจารย์ผู้สอน เพื่อได้ข้อมูลที่แสดงถึงมุมมองจากผู้สอนที่สะท้อนถึงปัญหาการเรียนวิชาปฏิบัติการ

เอกสารอ้างอิง

- [1] กระทรวงศึกษาธิการ. พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542. กรุงเทพฯ: กระทรวงศึกษาธิการ. 2542.
- [2] แผนการศึกษาแห่งชาติ ฉบับปรับปรุง (พ.ศ. 2552 – 2559). สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ. กรุงเทพฯ: สกศ. 2553.
- [3] การศึกษาเพื่อเตรียมความพร้อมด้านการผลิตและพัฒนากำลังคนเพื่อรองรับการเคลื่อนย้ายแรงงานเสรีภายใต้กรอบประชาคมเศรษฐกิจอาเซียน. กรุงเทพฯ: สกศ. 2555.
- [4] I. Casas, C. Collazos, L.A. Guerrero, C. Leiva, S. Ochoa, and J. Puente, “Addressing computer-supported collaborative learning in the classroom: Experiences in engineering education,” *Procedia Social and Behavioral Sciences*, Vol. 2, pp. 2685 – 2688, 2010.
- [5] G. Joos, “The Role of Laboratory Exercises in Power Engineering Education – An Opportunity to Integrate Industrial Concepts,” *IEEEExplore*, 2008, Online: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=4596152> [15 September 2012].
- [6] G.G. Karady, G.T. Heydt, S. Iwamoto, K.J. Olejniczak, H.A. Mantooth and M.L. Crow, “Role of Laboratory Education in Power Engineering: Is the Virtual Laboratory Feasible? Part I,” *IEEEExplore*, pp. 1471 – 1477, 2000, Online: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=868743> [15 September 2012].

- [7] G.G. Karady, M. Reta-Hernandez and A. Bose, "Role of Laboratory Education in Power Engineering: Is the Virtual Laboratory Feasible? Part II," IEEEExplore, pp. 1478 – 1483, 2000, Online: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=868744> [15 September 2012].
- [8] R.V. Krivickas and J. Krivickas, "Laboratory Instruction in Engineering Education," Global J. of Engng. Educ., Vol. 11, No. 2, pp. 191 – 196, 2007.
- [9] รายงานการสำรวจความพึงพอใจของนายจ้างต่อบัณฑิตมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ รุ่นปี การศึกษา 2553. กรุงเทพฯ: กองแผนงาน มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2555.
- [10] M.R. Lynn, "Determination and quantification of content validity," Nursing Research, Vol. 35, pp. 382 – 385, 1986.
- [11] สิริชัย พงษ์วิชัย. การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้วยคอมพิวเตอร์. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 2551.
- [12] R.L. Mcfarlan, "Role of the Laboratory in Engineering Education," IRE Transactions on Education, pp. 23 – 27, 1959.