การออกแบบและสร้างเงื่อนไขควบคุม PID สำหรับควบคุมกระบวนการทางอุตสาหกรรมแบบ SCADA

Development of a Lesson on PID Control Design for SCADA System in a Plant Model Training kit

วิเชษฐ ยิ้มละมัย

สาขาวิชาเทคโนโลยีไฟฟ้า คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง 119 หมู่ที่ 9 ตำบลชมพู อำเภอเมือง จังหวัดลำปาง 52100 โทร 054-237399 ต่อ 1306 โทรสาร 054- 241079 E-mail: wichet@lpru.ac.th

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาประสิทธิภาพของสร้างระบบควบคุมแบบ PID กับชุดฝึก Plant Model ด้วยระบบ SCADA โดยตั้งตั้งสมมติฐานไว้ว่าระบบควบคุมแบบ PID กับชุดฝึก Plant Model ด้วยระบบ SCADA ที่พัฒนาขึ้นมีคุณภาพอยู่ในระดับดีขึ้นไป และสามารถใช้เป็นสื่อการเรียนการสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ E1/E2 ตั้งแต่ 80/80 ขึ้นไป

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักศึกษาระดับปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีไฟฟ้า ประจำปีการศึกษา 2552 คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม ของมหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง จำนวน 29 คน การพัฒนาระบบควบคุมแบบ PID กับชุดฝึก Plant Model ด้วยระบบ SCADA มีขั้นตอนการดำเนินการดังนี้คือ การเลือกเนื้อหา ผู้วิจัยได้นำหัวข้อเรื่องระบบการควบคุมแบบ PID มาสร้าง โดยนำเนื้อหาที่ได้มาวิเคราะห์เป็นหน่วยย่อย สร้างแบบฝึกหัดและแบบทดสอบหลังการทดลองใบงาน จากนั้นทำการออกแบบระบบควบคุมแบบ PID กับชุดฝึก Plant Model ด้วยระบบ SCADA เป็น 3 การทดลองโดยใช้โปรแกรม ICONICS GENESIS32 แล้วนำมาดำเนินการทดลองหาประสิทธิภาพ และวิเคราะห์ข้อมูลจากประชากร

ผลการวิจัยพบว่าการออกแบบและสร้างเงื่อนไขควบคุม PID สำหรับควบคุมกระบวนการทางอุตสาหกรรมแบบ SCADA ที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพเท่ากับ 83.33/88.33 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 ที่กำหนด

คำสำคัญ: ระบบควบคุม, พี ไอ ดี, กระบวนการ, สกาดา

Abstract

This research aims to develop a lesson plan for PID criteria design implemented in an SCADA system in a plant model and process control training kit. The lesson is designed as a learning-aid tool for undergraduate students in the Electrical Technology program. The assumption made is that the lesson being developed would achieve an efficiency of over 80/80 judged by E1/E2 measure.

The research population was 29 students enrolled in the Electrical Technology program, at Rajabhat Lampang University.

The topic of PID control system design was chosen for developing the lesson plan. Then the contents are analyzed and separated into smaller units, followed by exercises and tests formulated on the lab instruction sheet. This gave rise to 3 segregated lab sessions which are required for the student to complete the PID control design task. Each session is mainly conducted on ICONICS GENESIS32 software. Finally, the efficiency of the lesson was analyzed from the data collected from the population.

The results have shown that the lesson on PID control design for SCADA systems used in the plant model training kit reached an overall efficiency of 83.33/88.33, which is higher than the assumption.

Keywords: Control System, PID Control, SCADA, Process

1. บทนำ

ระบบงานอุตสาหกรรมที่ใช้ในปัจจุบันได้นำระบบคอมพิวเตอร์เข้ามาช่วยในกระบวนการควบคุมการผลิต ทั้งนี้เนื่องจากมีข้อดีและจุดเด่นที่น่าสนใจ ระบบคอมพิวเตอร์แบบสกาดา (SCADA) ก็เป็นระบบคอมพิวเตอร์อีกระบบหนึ่งที่นิยมใช้ในกระบวนการภาคอุตสาหกรรมอย่างแพร่หลายเช่นกัน โดยลักษณะงานที่ใช้ส่วนมากจะใช้ในกระบวนการควบคุมระบบ และใช้ในส่วนภาคแสดงผลของค่าต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตในภาคอุตสาหกรรม

ฉะนั้นการออกแบบบนวัตกรรมเพื่อศึกษาระบบควบคุมที่เกิดขึ้นจริงในภาคอุตสาหกรรมนั้นจะส่งผลให้ทราบถึงรูปแบบที่ถูกต้องในการใช้งานจริง รวมทั้งระบบด้านสัญญาณ อุปกรณ์อินพุตและอุปกรณ์เอาต์พุตที่จำเป็นจะต้องใช้ในการควบคุม โดยผลของการศึกษาออกแบบระบบควบคุมดังกล่าวจะส่งผลให้เป็นข้อมูลที่ใช้ในการเรียนการสอนในศาสตร์ที่เกี่ยวข้องได้อย่างลึกซึ้งและควบคุมที่เป็นที่ยอมรับมากในกระบวนการผลิตโดยสามารถควบคุมตัวแปรต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ดังนั้นการดำเนินงานวิจัยการออกแบบและสร้างตัวควบคุม PID สำหรับควบคุมกระบวนการทางอุตสาหกรรมแบบ SCADA ในครั้งนี้ที่ผู้วิจัยได้นำเสนอจะเป็นการเพิ่มขีดความสามารถด้านการวิจัยประยุกต์และพัฒนาทดลอง โดยบูรณาการการวิจัยกับการเรียนการสอนตามยุทธ์ศาสตร์ที่ 2 ของยุทธศาสตร์การวิจัยมหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง

2. วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

2.1 เพื่อออกแบบรูปแบบผังระบบการควบคุมจาก Plant Model อย่างน้อย 3 รูปแบบ

2.2 เพื่อสร้างระบบควบคุมแบบ PID จากผังระบบการควบคุม Plant Model ที่สร้างขึ้น

2.3 เพื่อออกแบบระบบแสดงผลแบบ SCADA จากผังระบบควบคุม Plant Model ที่สร้างขึ้น

2.4 เพื่อหาประสิทธิภาพของระบบควบคุมแบบ PID กับชุดฝึก Plant Model ด้วย ระบบSCADA

3. วิธีดำเนินการ

3.1 ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักศึกษาระดับปริญญาตรี ที่กำลังศึกษาอยู่ในปีการศึกษา 2552 หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีอุตสาหกรรม (ไฟฟ้าอุตสาหกรรม) คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง จำนวน 29 คน

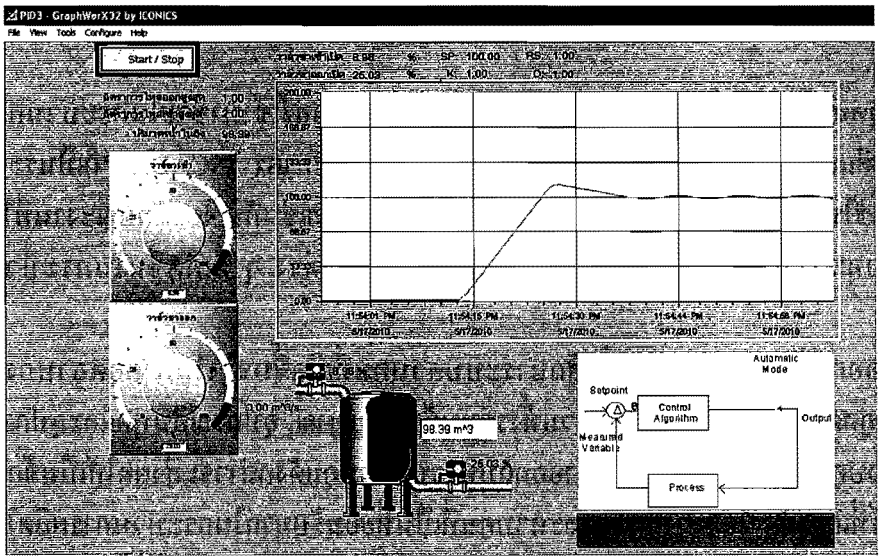
3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย

3.2.1 ระบบควบคุมแบบ PID กับชุดฝึก Plant Model ด้วยระบบ SCADA

3.2.2 แบบประเมินประสิทธิภาพของระบบควบคุมแบบ PID กับชุดฝึก Plant Model ด้วยระบบ SCADA ที่สร้างขึ้น

3.3 การสร้างโมดูลชุดควบคุมกับชุด Plant Model

การสร้างระบบควบคุมแบบ PID กับชุดฝึก Plant Model ด้วยระบบ SCADA ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างและทำการทดสอบการทำงานของระบบ จนเสร็จสมบูรณ์ตามรูปที่ 1



รูปที่ 1 ระบบควบคุมแบบ PID กับชุดฝึก Plant Model ด้วยระบบ SCADA

โดยมีขั้นตอนการสร้างต่างๆ ตามรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. การเขียนโปรแกรมควบคุมด้วยโปรแกรม CONF700
2. การเขียนโปรแกรมควบคุมใน Network Page
3. การใช้งานโปรแกรม ICONICS GENESIS32
4. การหาตำแหน่ง Modbus Address
5. การใช้โปรแกรม KEPserverEX
6. การเลือก Tag ให้ตรงกับ Modbus Address
7. การสร้างเงื่อนไขของกราฟโดยใช้ Expression Editor

4. การเก็บรวบรวมข้อมูล

การทดลองกับประชากร ซึ่งเป็นนักศึกษาระดับปริญญาตรี ที่กำลังศึกษาอยู่ในปีการศึกษา 2552 หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีอุตสาหกรรม(ไฟฟ้าอุตสาหกรรม) คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง จำนวน 29 คน วิชา 5574103 การวัดและควบคุมทางอุตสาหกรรม โดยดำเนินการทดลอง 3 หัวข้อใบปฏิบัติงาน ในแต่ละใบปฏิบัติงานจะมีการประเมินระหว่างปฏิบัติการทดลองเป็นแบบประเมิน เมื่อทดลองครบทั้ง 4 หัวข้อใบปฏิบัติงาน เสร็จสิ้นแล้วก็จะมีแบบประเมินการปฏิบัติการทดลอง ของใบงานขั้นสุดท้าย อีกครั้งหนึ่ง แล้วนำผลการทดลองมาวิเคราะห์ตามวิธีการทางสถิติ

5. สถิติที่ใช้ในงานวิจัย

5.1 หาประสิทธิภาพของระบบควบคุมแบบ PID กับชุดฝึก Plant Model ด้วยระบบ SCADA ตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ 80/80 (ชัยยงค์ พรหมวงศ์ และคณะ. 2534:136) ใช้สูตร

$$E_1 = \frac{\sum X/N}{A} \times 100 \qquad (1)$$

$$E_2 = \frac{\sum F/N}{B} \times 100 \qquad (2)$$

เมื่อ E_1 = คะแนนเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนที่ได้จากการทำแบบทดสอบแต่ละการทดลอง ระหว่างที่ใช้งานระบบควบคุมแบบ PID กับชุดฝึก Plant Model

E_2 = คะแนนเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังจากที่ใช้งานระบบควบคุมแบบ PID กับชุดฝึก Plant Model

$\sum X$ = คะแนนรวมของผู้เรียนจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการทดลองแต่ละใบงาน

F = คะแนนรวมของผู้เรียนจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทดลองหลังทดลองครบทุกใบงาน

N = จำนวนผู้เรียน

A = คะแนนเต็มของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการทดลองทุกใบงานรวมกัน

B = คะแนนเต็มของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการทดลองทุกใบงาน

6. ผลการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ เป็นการวิจัยเพื่อออกแบบระบบควบคุมแบบ PID กับชุดฝึก Plant Model ด้วยระบบ SCADA ตามหลักสูตรปริญญาตรีวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีอุตสาหกรรม (เทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรม) มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง โดยแบ่งเนื้อหาในการออกแบบเป็น 3 หัวข้อดังนี้

6.1 การออกแบบระบบควบคุมอัตราการไหล

6.2 การออกแบบระบบควบคุมระดับความสูงของของเหลว

6.3 การออกแบบระบบควบคุมระดับความสูงของของเหลวกับอัตราการไหล

นำเนื้อหาทั้งหมดมาสร้างเป็นระบบควบคุมแบบ PID กับชุดฝึก Plant Model ด้วยระบบ SCADA เมื่อทำการสร้างเสร็จแล้ว ได้ไปทดลองใช้กับนักศึกษา สาขาเทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรม คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม เพื่อหาประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 โดยวิเคราะห์ด้วยหลักการทางสถิติและเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับดังนี้

การวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของระบบควบคุมแบบ PID กับชุดฝึก Plant Model ด้วยระบบ SCADA

การทดลองใช้กับประชากร เป็นการทดลองมีจุดมุ่งหมายเพื่อหาประสิทธิภาพของระบบควบคุมแบบ PID กับชุดฝึก Plant Model ด้วยระบบ SCADAตามเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 โดยทดลองกับนักศึกษา สาขาเทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรม คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง จำนวน 29 คน ได้ผลดังนี้

ตารางที่ 1 ประสิทธิภาพของของระบบควบคุมแบบ PID กับชุดฝึก Plant Model ด้วยระบบ SCADA ใช้กับประชากร 29 คน

รายการ	จำนวนผู้เรียน	คะแนนเต็ม	คะแนนที่ได้	ร้อยละ	เกณฑ์ร้อยละ
คณะสอบจากแบบประเมิน โดยการทดลองระหว่างปฏิบัติการทดลองแต่ละหัวข้อใบงาน	29	30	25	83.33	80
คะแนนจากแบบประเมิน โดยการทำแบบทดสอบขั้นสุดท้าย	29	30	26.5	88.33	80

จากตารางที่ 1 ผลปรากฏว่า ระบบควบคุมแบบ PID กับชุดฝึก Plant Model ด้วยระบบ SCADA ที่สร้างขึ้น นักศึกษาทำคะแนนจากแบบประเมินโดยระหว่างปฏิบัติการทดลองแต่ละหัวข้อใบงาน ของนักศึกษาเฉลี่ยได้ 25 คะแนนจากคะแนนเต็มทั้งหมด 30 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 83.33 และทำคะแนนจากแบบประเมินโดยการแบบทดสอบขั้นสุดท้าย ของนักศึกษาเฉลี่ยได้ 26.50คะแนน จากคะแนนเต็ม 30 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 88.33 เพราะฉะนั้นระบบควบคุมแบบ PID กับชุดฝึก Plant Model ด้วยระบบ SCADA ที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพเท่ากับ 83.33/88.33 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 ที่ตั้งไว้

7. อภิปรายผล

ผลการวิจัยการสร้างและหาประสิทธิภาพของระบบควบคุมแบบ PID กับชุดฝึก Plant Model ด้วยระบบ SCADA ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นเป็นไปตามสมมุติฐานของการวิจัย โดยค่าประสิทธิภาพตัวแรก (E1) ได้จากคะแนนจากแบบประเมินโดยการทดลองระหว่างปฏิบัติการทดลองแต่ละหัวข้อใบงานของนักศึกษา ได้เท่ากับ 83.33 เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดร้อยละ 80 และค่าประสิทธิภาพตัวหลัง (E2) ได้จากแบบประเมินโดยการทำคะแนนตามแบบประเมินโดยการทดสอบขั้นสุดท้าย มีค่าคะแนนคิดเป็นร้อยละ 88.33 เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

จากผลการวิจัยค่าประสิทธิภาพของระบบควบคุมแบบ PID กับชุดฝึก Plant Model ด้วยระบบ SCADA ที่ได้จากการทดลอง ในครั้งนี้มีค่าเป็นตามเกณฑ์ที่กำหนด ทั้งนี้เป็นผลสืบเนื่องมาจากองค์ประกอบที่สำคัญหลายประการ ดังต่อไปนี้

1. การทดลองในห้องทดลองเป็นการฝึกปฏิบัติที่มุ่งให้นักศึกษาได้เรียนรู้หลักการ และข้อเท็จจริงจากการที่คนอื่นๆได้ค้นพบแล้วเป็นการทบทวนและย้ำว่าข้อเท็จจริงนั้นเป็นไปตามที่ได้มีผู้ศึกษาไว้แล้วอย่างไรบ้างเป็นการพิสูจน์ทฤษฎีที่ได้ศึกษามาแล้วในชั้นเรียนนอกจากนั้นยังมุ่งหวังที่จะให้นักศึกษาได้คุ้นเคยกับเครื่องมือและอุปกรณ์ต่างๆ อย่างถูกต้อง และเหมาะสมเป็นการเริ่มต้นแนวทางประดิษฐ์ และการคิดค้นสิ่งใหม่ๆ อีกต่อไป (สุรพล ปุ้นต้นทอง. 2536 : 10)

2. นำระบบควบคุมแบบ PID กับชุดฝึก Plant Model ด้วยระบบ SCADA ไปทดลองหาประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 กับนักศึกษา ได้คิดเป็นร้อยละ 83.33/88.33 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน (พวงทอง มีมั่งคั่ง. 2537: 84) กล่าวว่าการทดลองสามารถช่วยให้นักเรียนเกิดความอยากรู้อยากเห็น เกิดความสนใจ ความตื่นเต้นและความพึงพอใจ (พวงทอง มีมั่งคั่ง. 2537: 30) กล่าวว่า การสอนให้นักเรียนทำการทดลองมีข้อดีคือ

2.1 นักเรียนได้ประสบการณ์ตรง

2.2 นักเรียนได้มีส่วนร่วมในกิจกรรมการสอนและ ได้เรียนโดยผ่านประสาทสัมผัสหลายด้านโดยตรง

2.3 ทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้อย่างแท้จริง และจดจำได้นาน

ดังนั้นระบบควบคุมแบบ PID กับชุดฝึก Plant Model ด้วยระบบ SCADA ที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้นสามารถนำไปใช้กับผู้เรียนวิชาอื่นที่เรียนเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับเรื่องระบบควบคุมแบบ PID ได้ หรือผู้สนใจในเรื่องของระบบควบคุมและระบบ SCADA ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

8. สรุปผลการวิจัย

จากการดำเนินการวิจัยตามขั้นตอนดังกล่าว สรุปผลการวิจัยได้ดังนี้

8.1 ทำการวิจัยเรื่อง การออกแบบระบบควบคุมแบบ PID กับชุดฝึก Plant Model ด้วยระบบ SCADA โดยมีการควบคุม 3 แบบ คือ การควบคุมอัตราการไหล (Flow Control) การควบคุมระดับ (Level Control) และ การควบคุมอัตราการไหลกับระดับ (Level with Flow Control) โดยสามารถใช้งานและแสดงผลแบบ SCADA จากผังระบบควบคุม Plant Model ที่สร้างขึ้นได้อย่างมีประสิทธิภาพ

8.2 ทดสอบหาประสิทธิภาพของระบบควบคุมแบบ PID กับชุดฝึก Plant Model ด้วยระบบ SCADA กับประชากร จำนวน 29 คน ผลการวิจัยซึ่งได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลปรากฏว่า มีประสิทธิภาพของกระบวนการวัดผลที่ได้จากคะแนนที่นักศึกษา ทำคะแนนตามแบบประเมิน โดยการทดลองระหว่างปฏิบัติการทดลองแต่ละหัวข้อใบงานของนักศึกษา ได้เท่ากับ 83.33 และมีประสิทธิภาพที่ได้จากนักศึกษาทำคะแนนตามแบบประเมินโดยการทดสอบขั้นสุดท้ายของนักศึกษา ได้เท่ากับ 88.33

9. กิตติกรรมประกาศ

ในการดำเนินการวิจัยการออกแบบและสร้างเงื่อนไขควบคุม PID สำหรับควบคุมกระบวนการทางอุตสาหกรรมแบบ SCADA ในครั้งนี้ผู้วิจัยได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยสำหรับอาจารย์ มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง จากสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง ประจำปีงบประมาณ 2552 ซึ่งต้องขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณ อธิการบดีมหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง คณบดีคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม ผู้อำนวย การสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง ที่อำนวยความสะดวกและให้การสนับสนุนในการทดลองใช้เครื่องมือในการวิจัย และเก็บรวบรวมข้อมูล

ขอขอบคุณ นักศึกษาและเจ้าหน้าที่สาขาเทคโนโลยีไฟฟ้า คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง ที่ได้สละเวลาในการทดสอบ เก็บข้อมูล การสนับสนุนและช่วยเหลือทุกด้าน ตลอดมา

คุณค่า และประโยชน์ใดๆ ที่เป็นผลจากงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยขอมอบแด่ผู้มีพระคุณทุกท่าน

10. บรรณานุกรม

สุทธิพงษ์ เสนาถี (2549). เรียนรู้การสร้างระบบ SCADA ด้วย GENESIS32, กรุงเทพฯ: บริษัทอีดีเอ อินสทรูเมนท์ แอนด์ ซิสเต็ม จำกัด.

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ และ คณะ (2534). ระบบการสอน (CAI), กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย.

สุรพล ปุ้นต้นทอง (2536). การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดทดลองการปฏิบัติการเครื่องมือวัด ดิจิตอลอิเล็กทรอนิกส์, วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สถาบันเทคโนโลยี พระจอมเกล้าพระนครเหนือ, หน้า 10.

พวงทอง มีมั่นคง (2537). การสอนวิชาวิทยาศาสตร์, กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์พัฒนาการศึกษา.