

การสร้างชุดสาธิตการควบคุมอุณหภูมิด้วยพีไอดีคอนโทรลเลอร์ เพื่อใช้ในการเรียนการสอนวิชาการควบคุมกระบวนการอัตโนมัติ

Developing Demonstration Unit of Temperature Control with PID Controller Building for Using in Automatic Process Control Subject

พจนานฎ สุวรรณmani¹ อนุชิต รอดตัว² และบัญชา แก้วซัง³

Podjanard Suvanmanee¹ Anuchit Rodtua² and Bancha Kaewsang³

¹⁻³ สาขาวิชาเทคโนโลยีไฟฟ้า วิทยาลัยเทคนิคนครศรีธรรมราช จังหวัดนครศรีธรรมราช 80000

Electrical Technology, Nakhon Si Thammarat Technical College, Nakhon Si Thammarat 80000

¹ Corresponding Author: E-mail: Podjanard9@gmail.com

Received: 28 Feb. 2019 ; Revised: 25 Apr. 2019 ; Accepted: 21 Feb. 2020

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างการใช้วิธีการเรียนปกติกับการเรียนโดยใช้ชุดสาธิตการควบคุมอุณหภูมิด้วยพีไอดีคอนโทรลเลอร์ เพื่อใช้ในวิชาการควบคุมกระบวนการอัตโนมัติ ประชากร ได้แก่ นักศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 1 สาขาวิชาเทคโนโลยีไฟฟ้า ซึ่งลงทะเบียนเรียนวิชาการควบคุมกระบวนการอัตโนมัติ ในปีการศึกษา 2557 ของวิทยาลัยเทคนิคนครศรีธรรมราช สถาบันการอาชีวศึกษาภาคใต้ 1 กลุ่มตัวอย่าง เลือกแบบเฉพาะเจาะจงกับนักศึกษาที่เรียนวิชาดังกล่าวจำนวน 6 คู่ (12 คน)

ผลการวิจัย พบว่าผลสัมฤทธิ์ในการเรียน ระหว่างการสอนแบบปกติกับการใช้ชุดสาธิตการควบคุมอุณหภูมิด้วยพีไอดีคอนโทรลเลอร์ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95
คำสำคัญ : ชุดสาธิต พีไอดีคอนโทรลเลอร์ กระบวนการอัตโนมัติ

Abstract

This article is about creating a temperature control demonstration with a PID controller. The purpose of this study was to compare the learning achievement between the traditional classroom and the classroom learning with the demonstration unit. The population were the first year undergraduate students in the field of electrical technology who registered in Automatic Process Control Subject in the academic year 2557 of Nakhon Si Thammaraj Technical College, Vocational Education Institute of Southern 1. The sample included 6 pairs (12 students) derived by purposive sampling technique.

The results of the experiment showed that the achievements of the between the traditional classroom and the classroom learning with the demonstration unit was statistically significant difference at the level of 0.05 at 95% confident level.

Keywords : Demonstration Unit, PID Control, Automatic Process Control

1. บทนำ

งานควบคุมกระบวนการอัตโนมัติทางอุตสาหกรรม (Automatic Process Control) เป็นอีกศาสตร์หนึ่งที่มีความสำคัญต่อภาคผลิตและการแปรรูปในอุตสาหกรรม โดยเฉพาะอย่างยิ่งในการควบคุมอุณหภูมิซึ่งพบได้ถึงประมาณ 30% ดังนั้น การพัฒนาบุคลากรด้านช่างควบคุมกระบวนการอัตโนมัติที่มีสมรรถนะเพื่อออกไปสู่ภาคส่วนดังกล่าวจึงเป็นเรื่องที่จำเป็น เพราะจะส่งผลโดยอ้อมต่อการพัฒนาประเทศ วิทยาลัยเทคนิคนครศรีธรรมราช โดยสาขาวิชาเทคโนโลยีไฟฟ้า ซึ่งจัดการศึกษาระดับปริญญาตรี ตามหลักสูตรเทคโนโลยีบัณฑิต พ.ศ. 2556 ได้เล็งเห็นความสำคัญของการศึกษาในรายวิชาดังกล่าว จึงได้บรรจุวิชานี้ให้อยู่ในแผนการเรียน เพื่อจะได้รองรับนักศึกษาที่จะออกไปฝึกประสบการณ์ ทักษะวิชาชีพ หรือการออกไปทำงานในอนาคต

กลไกที่เป็นปัญหาสำคัญในการจัดการศึกษาโดยภาพรวมมีหลายประเด็น แต่ที่เกี่ยวข้องกับด้านอาชีวศึกษา คือ การใช้การบรรยาย เน้นการท่องจำเนื้อหา เน้นการสอนตามหนังสือมากกว่าการให้นักเรียนฝึกปฏิบัติจริง และครูยังไม่ค่อยใช้สื่อและเทคโนโลยีในการจัดการเรียนการสอน [1] ซึ่งสอดคล้องกับการวิเคราะห์ข้อมูลแนวโน้มสถานการณ์เกี่ยวกับการอาชีวศึกษาและความต้องการของอุตสาหกรรม ส่วนหนึ่งชี้ไปที่สถานศึกษาส่วนใหญ่ขาดเครื่องมือ เครื่องจักร อุปกรณ์ สื่อการเรียนการสอนที่ทันสมัย เพื่อใช้ในการจัดการศึกษา [2] หรือครุภัณฑ์ที่ได้มาไม่ตรงกับความต้องการของครูผู้สอน

ดังนั้นคณะผู้วิจัยจึงคิดสร้างชุดสาดดังกล่าวนี้ขึ้นมาเพื่อใช้ประกอบการเรียนการสอน โดยกระบวนการในการสร้างชุดสาดดังกล่าวเริ่มจาก 1) วิเคราะห์หลักสูตร คำอธิบายรายวิชา และสมรรถนะรายวิชาเพื่อแบ่งหน่วย

การเรียนรู้ 2) ออกแบบสื่อให้เหมาะกับหน่วยการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้อง 3) ผลิตสื่อ 4) ตรวจสอบการทำงานของสื่อ และ 5) ศึกษาผลสัมฤทธิ์

2. วัตถุประสงค์การวิจัย

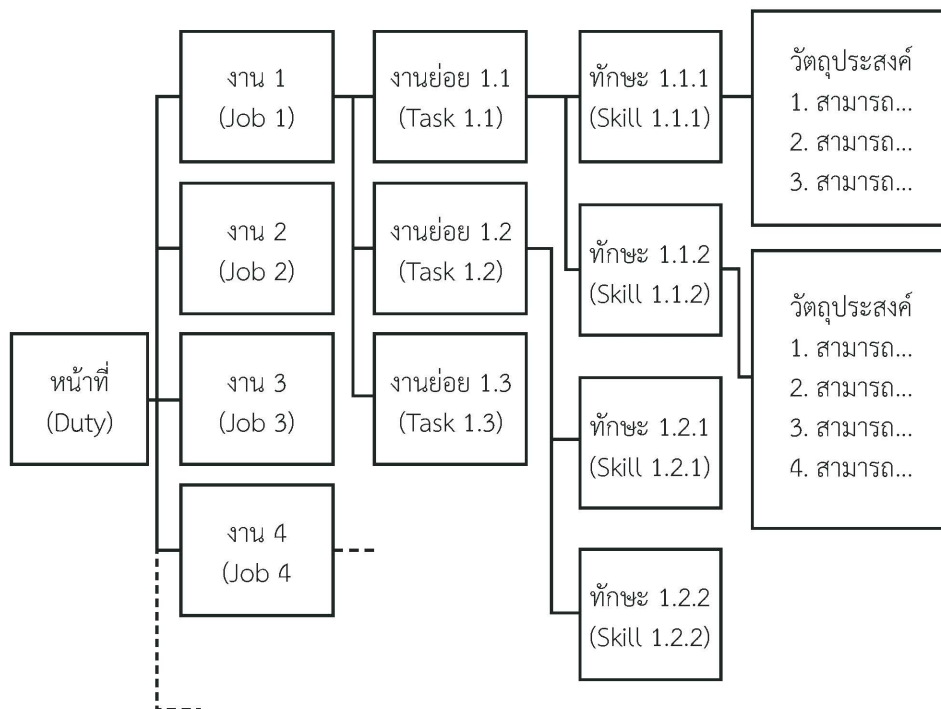
2.1 เพื่อสร้างชุดสาดการควบคุมอุณหภูมิด้วยพีไอดีคอนโทรลเลอร์ที่ใช้ในวิชาการควบคุมกระบวนการอัตโนมัติ

2.2 เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างการใช้วิธีการเรียนปกติกับการเรียนโดยใช้ชุดสาด

3. วิธีการดำเนินการวิจัย

3.1 วิเคราะห์หลักสูตร

จากการศึกษาคำอธิบายรายวิชาและสมรรถนะประจำรายวิชา คณะผู้วิจัยได้กำหนดหน่วยการเรียนรู้เป็น 8 หน่วย ได้แก่ หน่วยที่ 1 บทนำสู่ระบบควบคุมกระบวนการ หน่วยที่ 2 ระบบควบคุมแบบลูปเปิดและลูปปิด หน่วยที่ 3 คุณสมบัติของกระบวนการ หน่วยที่ 4 เครื่องควบคุมกระบวนการแบบอิเล็กทรอนิกส์ หน่วยที่ 5 เครื่องควบคุมกระบวนการแบบเปิด-ปิด หน่วยที่ 6 เครื่องควบคุมแบบพีไอดี หน่วยที่ 7 การควบคุมกระบวนการขั้นก้าวหน้า และหน่วยที่ 8 การตรวจสอบแบบบำรุงรักษาระบบควบคุมกระบวนการ เมื่อได้หน่วยการเรียนรู้แล้ว จึงใช้เทคนิคการแตกโครงสร้างงาน (Work Breakdown Structure) [3] มาประยุกต์เพื่อสังเคราะห์เป็นรายละเอียดว่าในแต่ละหน่วยต้องการทักษะ (Skill) / ความรู้ (Knowledge) / ความสามารถ (Ability) / สมรรถนะ (Performance) ดังรายละเอียดในภาพที่ 1



ภาพที่ 1 การประยุกต์ใช้เทคนิคการกำหนดองค์ประกอบในหน่วยการเรียนรู้

จากนั้นจึงนำแนวคิด CBET มาจัดเป็นหน่วยการเรียนรู้ กำหนดมาตรฐานสมรรถนะ (Competence Framework) [4] และแปลงเป็นมาตรฐานอาชีพ (Standards) ซึ่งจะไปเข้ากับกรอบมาตรฐานคุณวุฒิ เป็นมาตรฐานการเรียนรู้ ดังภาพที่ 2 [5]

ข้อกำหนดในหน่วยสมรรถนะ/ สมรรถนะย่อย (มาตรฐานอาชีพ)	รายละเอียดในโมดูลฐาน สมรรถนะ (มาตรฐานการเรียนรู้)
ชื่อหน่วยสมรรถนะ	ชื่อโมดูลการเรียนรู้
สมรรถนะย่อย	ผลลัพธ์การเรียนรู้
เกณฑ์การปฏิบัติงาน	เกณฑ์การประเมินผล
ขอบเขตงาน	ขอบเขตเนื้อหา
แนวทางในการประเมินผล	วิธีการประเมินผล

ภาพที่ 2 การแปลงมาตรฐานอาชีพเป็นมาตรฐานการเรียนรู้

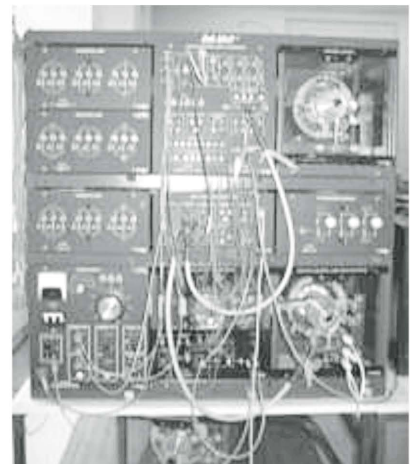
3.2 ขั้นตอนการออกแบบและผลิตชุดสาธิต

จากการศึกษาข้อมูลพบว่าขนาดของชุดฝึก (Training System/Training Aids/Technical Training) จะแบ่งได้เป็น 1) ชุดทดลองชนิดโมดูลเดี่ยว ดังภาพที่ 3(ก) 2) แผงที่ใช้ร่วมกับแร็ค ส่วนใหญ่จะเป็นการศึกษา วงจรไฟฟ้าหรือระบบควบคุมต่าง ๆ ส่วนมากขนาดแผง จะเป็นขนาด A4 3) แบบหลายโมดูลติดตั้งในตัว ชุดฝึก

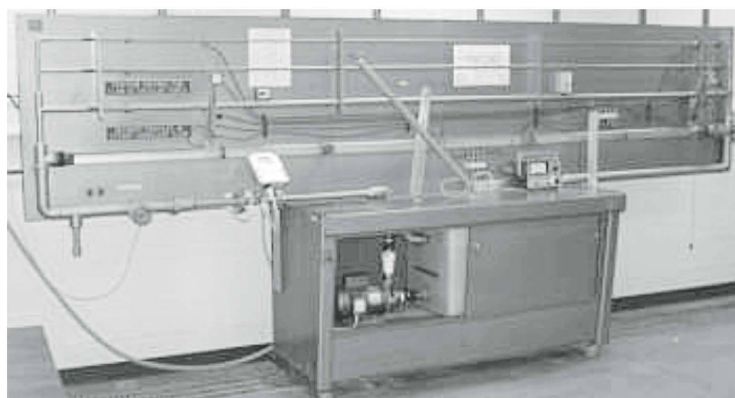
แบบนี้จะเป็นดังภาพที่ 3(ข) 4) แบบสถานีเบ็ดเสร็จ จะมีลักษณะดังภาพที่ 3(ค) และแบบที่ 5) โมเดล 3 มิติ หรือวัสดุ 3 มิติ ขนาดของโมเดล 3 มิติ จะไม่มีขนาดที่เป็นเอกภาพ เนื่องจากขนาดของมันจะขึ้นอยู่กับวัสดุที่ใช้ประกอบ ซึ่งในการนำมาใช้กับการสอนในหน่วย การเรียนที่คณะผู้วิจัยกำหนดจะเป็นชนิดแผงที่ใช้ร่วมกับแร็ค เนื่องจากมีความเหมาะสมในหลาย ๆ ด้าน



(ก)



(ข)



(ค)

ภาพที่ 3 สื่อทดลองและสาธิตแบบต่างๆ (ก)ชุดทดลองชนิดโมดูลเดี่ยว (ข)ชุดทดลองแบบหลายโมดูลติดตั้งในตัว (ค)ชุดฝึกหรือชุดประลองแบบสถานีเบ็ดเสร็จ

ในการออกแบบชุดสาธิตหรือสื่อการสอนใด ๆ คณะผู้วิจัยจะพิจารณาหัวข้อ ดังต่อไปนี้

1) องค์ประกอบทางศิลปะ

องค์ประกอบที่ต้องคำนึงในการออกแบบ มีหลายอย่าง ได้แก่ [6] 1) จุด (Dots) การวางจุดไว้ในรูปแบบต่าง ๆ จะทำให้รูปร่าง รูปทรงหรือความสมดุลต่างกัน 2) เส้น (Line) ลักษณะการวางเส้นจะทำให้เกิดความหมายที่แตกต่างกัน เช่น เส้นตรงแนวตั้งหมายถึงความสง่างาม ความไม่สิ้นสุด อำนาจ 3) รูปร่าง-รูปทรง (Shape-Form) รูปร่างจะมีรูปแบบเพียงสองมิติ ส่วนรูปทรงจะเป็นสามมิติ 4) ปริมาตร (Volume) เกิดจากความกว้าง ยาว หนา ปริมาตรที่แตกต่างกันจะสื่อถึงถึงอารมณ์ที่แตกต่างกัน 5) ลักษณะพื้นผิว (Texture) ลักษณะพื้นผิวจะมีอิทธิพลต่อความรู้สึกและอารมณ์ของมนุษย์ทั้งในแง่บวกและแง่ลบ 6) บริเวณว่าง (Space) บริเวณว่างเป็นตัวครอบคลุมส่วนประกอบการออกแบบทั้งหมด เป็นเหมือนตัวประสานสิ่งต่างๆด้วยกันให้เป็นเอกภาพ 7) สี (Color) สีมีอิทธิพลต่อจิตใจ อารมณ์ ความรู้สึกของมนุษย์มาก สามารถเร้าให้เกิดอารมณ์ต่างๆได้

การออกแบบสื่อที่ต้นนี้ ผู้ออกแบบสื่อควรพิจารณาถึง 1) ความกลมกลืน (Harmony) เป็นตัวบอกถึงความเป็นอันหนึ่งอันเดียวกันของเนื้อหาสาระและความหมาย 2) สัดส่วน (Proportion) สัดส่วนที่ดีจะช่วยให้งานออกแบบมีความสมดุล 3) ความสมดุล (Balance) คือความรู้สึกที่เท่ากัน 2 ด้าน งานออกแบบที่สมดุลจะทำให้ชิ้นงานงามสง่า 4) จังหวะ (Rhythm) หมายถึงผลสืบเนื่องจากการซ้ำกันของสิ่งเดียวกันหรือส่วนประกอบที่คล้ายคลึงกัน งานออกแบบที่มีลักษณะซ้ำกันเป็นจังหวะ จะทำให้งานออกแบบนั้นมีความกลมกลืนและเป็นเอกภาพ 5) การเน้น (Emphasis) คือการทำให้เกิดจุดเด่นเพื่อดึงดูดความสนใจจากผู้พบเห็น การเน้นอาจกระทำโดยการใช้เส้น รูปร่าง และขนาดให้ตัดกัน 6) เอกภาพ (Unity) คือความเป็นอันหนึ่งอันเดียวกัน สิ่งสำคัญที่ทำให้งานออกแบบมีเอกภาพ

คือ ความสัมพันธ์ต่อเนื่องกันขององค์ประกอบต่างๆ เช่น จุด เส้น รูปร่าง รูปทรง มวล ปริมาตร ลักษณะผิว บริเวณ สี 7) การตัดกัน (Contrast) หมายถึงความไม่เข้ากันหรือขัดกันในลักษณะตรงกันข้ามกัน เป็นการทำให้ผลงานนั้นมีความเด่นชัด ทำให้การออกแบบมีจุดสนใจที่ดีขึ้น ทำให้งานออกแบบดูไม่น่าเบื่อ ไม่ซ้ำซากจำเจ ทำให้มีความงดงามยิ่งขึ้น [7]

2) พิจารณาสรรณะที่ต้องการในรายวิชา จากการศึกษาสรรณะของโมเดลสรรณะด้านระบบอัตโนมัติ (Automation Competency Model) ของแผนกจ้างงานและบริหารการฝึกอบรม กระทรวงแรงงาน สหรัฐ [8] พบว่าสรรณะที่เหมาะสมกับวิชาควบคุมกระบวนการจะอยู่ที่ระดับ 5 (Tier 5) นั่นคือ สรรณะด้านเทคนิคซึ่งอยู่ในภาคส่วนอุตสาหกรรม (Industry-Sector Technical Competencies) ซึ่งสัมพันธ์กับระดับย่อยที่ 5.1 ว่าด้วยเรื่อง Context of Automation ระดับย่อยที่ 5.2 ว่าด้วยเรื่อง Measurement, Sensors, and Actuation ระดับย่อยที่ 5.3 ว่าด้วยเรื่อง Control และ ระดับย่อยที่ 5.5 ว่าด้วย Automation System Safety and Reliability รวมกับสรรณะรายวิชาที่จะได้สรรณะรวมในรายวิชา ซึ่งจะนำเข้าไปบูรณาการไว้ในหน่วยต่างๆที่ได้กำหนดไว้ก่อนหน้านี้ สุดท้ายจะได้สรรณะหลัก ๆ ที่สามารถนำมาใช้กับรายวิชา ดังต่อไปนี้

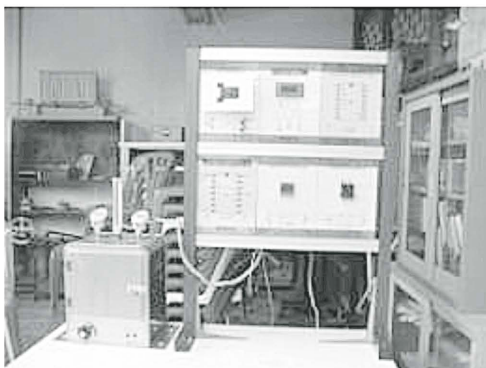
- (1) แยกแยะชนิดของระบบควบคุมกระบวนการอัตโนมัติ
- (2) กำหนดขนาดและเลือกขนาดของอุปกรณ์ในระบบควบคุมกระบวนการอัตโนมัติ
- (3) บำรุงรักษา แก้ปัญหา และซ่อมแซมระบบควบคุมกระบวนการอัตโนมัติ
- (4) คำนวณสัญญาณมาตรฐานของระบบควบคุมกระบวนการอัตโนมัติ
- (5) ปรับแต่งเครื่องควบคุมและอุปกรณ์อื่น ๆ ในระบบควบคุมกระบวนการอัตโนมัติ
- (6) เลือกใช้เครื่องควบคุมและโหมดควบคุมในระบบควบคุมกระบวนการอัตโนมัติ

(7) ควบคุมกระบวนการอุณหภูมิ ระดับ อัตรา
การไหล และความดัน แบบอัตโนมัติ

(8) อ่านแบบรูปโตอะแกรม แบบ Piping and
Instrument Diagrams (P&ID) และ Process Flow
Diagram (PFD)

(9) ปฏิบัติงานตามคู่มือของอุปกรณ์

3) ออกแบบและสร้างชุดสาคิต เป้าหมายที่ผู้ทำการ
ศึกษาต้องการให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้เป็นกรณีศึกษา
คือการควบคุมอุณหภูมิ ทั้งนี้เพราะเป็นตัวแปรที่มีการ
ควบคุมมากที่สุดในอุตสาหกรรม ยังมีเหตุผลอื่นคือ
สามารถจัดหาอุปกรณ์มาสร้างได้ง่าย รวมถึงครอบคลุม
สมรรถนะที่ต้องการในรายวิชา เมื่อได้เป้าหมายดังกล่าว
ก็ดำเนินการออกแบบและสร้างชุดสาคิต โดยมีรายละเอียด
ดังภาพที่ 4



ภาพที่ 4 ชุดสาคิตการควบคุมอุณหภูมิด้วยพีไอดีคอนโทรลเลอร์

ในการสร้างชุดสาคิตจะต้องประกอบไปด้วย
องค์ประกอบต่างๆ ให้ครบการควบคุมกระบวนการ
แบบอัตโนมัติ นั่นคือการควบคุมในลูปปิด ซึ่งจะประกอบ
ด้วยส่วนต่างๆ ดังนี้

(1) อุปกรณ์ควบคุมตัวสุดท้าย (Final Control
Element) : ในที่นี้จะใช้ Phase Angle Control ขนาด
40 แอมป์ รับสัญญาณมาตรฐาน 4-20 mA

(2) ส่วนแสดงค่าสัญญาณ (Monitoring) : ใน
ที่นี้จะใช้ดิจิตอลอินดิเคเตอร์สำหรับวัดสัญญาณกระแส
มาตรฐาน 4-20 mA

(3) เครื่องควบคุมกระบวนการแบบต่อเนื่อง
(Continuous Controller) : ในที่นี้จะใช้เครื่องควบคุม
แบบพีไอดี

(4) เครื่องควบคุมกระบวนการแบบไม่ต่อเนื่อง
(Discrete Controller) : ในที่นี้จะใช้ไอซี AD594 สำหรับ
ทำหน้าที่เป็นตัวขดเซยอุณหภูมิเย็นของเทอร์โมคัปเพิล
และทำหน้าที่เป็นเครื่องควบคุมแบบเปิด-ปิด

(5) อินดิเคเตอร์ : ในที่นี้จะใช้ซีซี LM3914
ทำหน้าที่เป็นบาร์กราฟดิสเพลย์

(6) ระบบ : ในที่นี้คือตู้อบที่ทำจากสแตนเลส

(7) ทรานสดิวเซอร์ : ในที่นี้คือเทอร์โมคัปเพิล
ชนิด J และ K ที่ติดตั้งในตู้อบ

(8) ตัวปฏิบัติการ : ในที่นี้คือตัวทำความร้อน
แบบอินฟราเรดขนาด 300 วัตต์ ที่ติดตั้งในตู้อบ

แผงทั้งหมดทำจากแผ่นพลาสติกขนาด A4
หนา 4 มิลลิเมตร ติดทับด้วยสติ๊กเกอร์สีเขียวเหลือง
แผ่นใสที่พิมพ์ด้วยเครื่องพิมพ์เลเซอร์และปิดทับ
ด้วยอะคริลิกใสขนาด 1 มิลลิเมตร

4) ตรวจสอบการทำงานของชุดสาคิต ทำได้โดย
กระบวนการ ดังนี้ 1) ทำการหาคาบเวลาวิกฤต 2) คำนวณ
หาค่าตัวแปรที่จะปรับเครื่องควบคุม และ 3) ทำการ
ทดลองควบคุมอุณหภูมิ

หาคาบเวลาวิกฤต ทำได้โดยขั้นตอน ดังต่อไปนี้

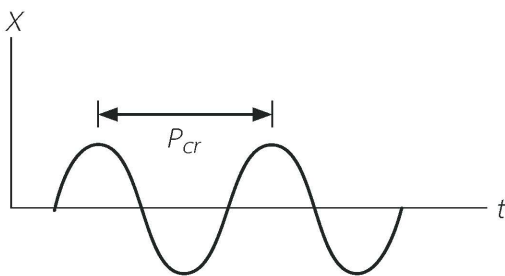
- ต่อลูปควบคุมอุณหภูมิแบบลูปเปิดดังภาพที่ 5



ภาพที่ 5 การต่อลูปควบคุมอุณหภูมิแบบลูปเปิด

- ปรับค่า KP ในโหมด P จนกว่าอุณหภูมิจะเกิดการออสซิลเลตอย่างถาวร ดังภาพที่ 6 (หากปรับแล้วกระบวนการไม่แกว่งถาวรก็ไม่สามารถใช้วิธีนี้ได้) ในขั้นตอนนี้ต้องบันทึกอุณหภูมิและเวลา หลังจากนั้นจึงนำมาพล็อตกราฟเพื่อหาค่าเวลา ซึ่งมีค่าเวลาเป็น P_{cr}

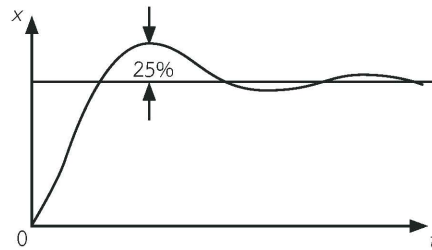
- เมื่อได้กราฟดังภาพที่ 6 แล้ว ให้ทำการวัดค่า P_{cr}



ภาพที่ 6 การแกว่งของตัวแปรที่ถูกควบคุมอย่างถาวร

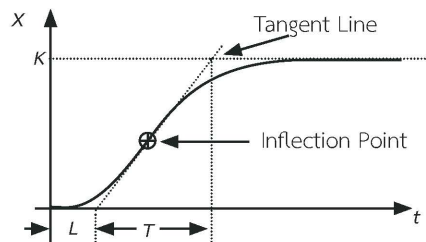
5) คำนวณหาค่าตัวแปรในการปรับแต่งเครื่องควบคุม การคำนวณตัวแปรที่ใช้ในการปรับแต่ง (Tuning) เครื่องควบคุมแบบ PID สามารถทำได้โดยการใช้กฎหรือวิธีการหลาย ๆ วิธี แต่ที่จะใช้กับชุดสาคิและการเรียนการสอนในวิชาการควบคุมกระบวนการอัตโนมัติ จะใช้กฎของซีเกลอร์-นิโคลส์ (Ziegler-Nichols Rules) ซึ่งเป็นวิธีที่นิยมในการใช้หาค่าปรับแต่งเครื่องควบคุมกฎของซีเกลอร์-นิโคลส์ จะใช้กับกรณีที่ไม่ทราบตัวแปรทางพลวัตของระบบ ตัวแปรทั้ง 3 ของเครื่องควบคุมกระบวนการ ซึ่งได้แก่

- (1) KP (Proportional Action) หรือ (Proportional Gain)
- (2) Ti (Integral Time)
- (3) Td (Derivative Time)



ภาพที่ 7 กราฟผลตอบสนองจากการป้อนสัญญาณยูนิต-สเต็ปที่โอเวอร์ชูตสูงสุด 25%

วิธีการในการหาค่าตัวแปรทั้ง 3 ของซีเกลอร์-นิโคลส์ จะมีวิธีย่อยๆ แตกต่างกันไป 2 วิธี ซึ่งทั้งสองวิธีนี้จะใช้พื้นฐานจากการหาโอเวอร์ชูตที่ 25% เข้ามาช่วย (ดังภาพที่ 7) ได้แก่วิธีการป้อนสัญญาณยูนิต-สเต็ปเข้าระบบ แล้วดูผลตอบสนองทางเอาต์พุต (ถ้ากราฟผลตอบสนองไม่เป็น S-Shaped ดังภาพที่ 8 ก็ใช้วิธีนี้ไม่ได้)



ภาพที่ 8 กราฟผลตอบสนองแบบ S-Shaped เมื่อ L คือเวลา ล้าหลัง และ T คือเวลาคงที่

ในการศึกษาครั้งนี้ผู้วิจัยได้ใช้วิธีที่ 2 ซึ่งมีกระบวนการดังนี้

ก. ปรับค่า Ti ของเครื่องควบคุม = ∞ และปรับค่า $T_d = 0$ ซึ่งตอนนี้เครื่องควบคุมจะทำงานด้วยกริยาควบคุมแบบ P อย่างเดียว

ข. เพิ่มค่า K_p จาก 0 จนถึงค่าวิกฤต (K_{cr}) จนกระทั่งตัวแปรที่ถูกควบคุมเกิดการแกว่งอย่างถาวรดังภาพที่ 6 แต่ถ้าหากว่าปรับค่า K_p แล้วตัวแปรที่ถูกควบคุมไม่แกว่งก็ไม่สามารถใช้วิธีการดังกล่าวนี้ได้

ค. เมื่อได้กราฟดังภาพที่ 6 แล้ว ให้ทำการวัดค่าเวลา P_{cr} (ในหน่วยนาที)

ง. ปรับค่าของตัวแปรทั้ง 3 ของเครื่องควบคุมดังตารางที่ 1

ตารางท้ 1 กฎสำหรับการปรับแต่งตัวควบคุมกระบวนการด้วยวิธีซีเกลอร์-นิโคลส์ โดยใช้พื้นฐ้านของอัตราขยายวิกฤต K_{cr} และคาบเวลาวิกฤต P_{cr}

ชนิดของตัวควบคุมท้ใช้	ค่าของตัวแปรท้จะทำการปรับ		
	K_p	T_i	T_d
P	$0.5 K_{cr}$	∞	0
PI	$0.45 K_{cr}$	$0.834 P_{cr}$	0
PID	$0.6 K_{cr}$	$0.5 P_{cr}$	$0.125 P_{cr}$

จากการศึกษาครั้งนี้ คณะผู้วิจัยได้ผลการทดสอบ ดังนี้

1. ผลการหาคาบเวลาวิกฤตหรือ P_{cr} เมื่อปรับ K_p ท้ค่าต่างๆจะเป็นดังตารางท้ 2

ตารางท้ 2 ผลการทดลองหา P_{cr}

KP ท้ปรับ	ค่า P_{cr} ท้วัดได้
$K_{p1} = 0.5\%$	ไม่เกิดการแกว่ง
$K_{p2} = 1\%$	10.5 นาที
$K_{p3} = 5\%$	9 นาที

2. เมื่อเลือก $K_{cr} = 1\%$ ซึงได้ $P_{cr} = 10.5$ นาที และใช้วิธีการทดสอบวิธีท้ 2 จะได้ตัวแปรในการปรับแต่งค่าดังตารางท้ 3

ตารางท้ 3 ผลการคำนวณค่าตัวแปรในการปรับแต่งตัวควบคุม

ชนิดของตัวควบคุมท้ใช้	ค่าของตัวแปรท้จะทำการปรับ		
	K_p	T_i	T_d
P	0.5	∞	0
PI	0.45	8.757	0
PID	0.6	5.25	1.3125

4. ผลการวิจัย

4.1 การทดลองควบคุมอุณหภูมิ

คณะผู้วิจัยได้ทำการทดลองควบคุมอุณหภูมิในตู้อบ โดยขณะทดสอบไม่มีโหลดในตู้อบ ตั้งค่าเป้าหมาย (Set Point) ไว้ท้ 60°C อุณหภูมิภายในห้องเท่ากับ 35°C

จากการทดสอบหาคาบเวลาวิกฤตและคำนวณค่าปรับแต่งเครื่องควบคุมด้วยวิธีท้ 2 เมื่อทำการทดสอบกระบวนการจริงโดยการต่อระบบควบคุมแบบปิดลูป พบว่าระบบท้ถูกควบคุมเข้าสู่ค่าเป้าหมายได้ใกล้เคียงกับการตั้งโหมด Auto Tuning ซึงแสดงให้เห็นว่าการคำนวณและระบบทำงานได้ถูกต้อง

4.2 การศึกษาผลสัมฤทธิ์

ในการหาประสิทธิภาพด้านความเชื่อมั่นของ
สื่อที่ใช้เป็นสัทธิ คณะผู้วิจัยกำหนดขอบเขตการทดลอง
ดังต่อไปนี้

1) ประชากร เป็นนักศึกษาระดับปริญญาตรี
สาขาวิชาเทคโนโลยีไฟฟ้า ชั้นปีที่ 1 ที่เรียนวิชาการ
ควบคุมกระบวนการอัดโนมิต จำนวน 18 คน

2) กลุ่มตัวอย่าง เลือกแบบเฉพาะเจาะจงกับ
นักศึกษาจำนวน 12 คน แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มที่ 1
เรียนแบบปกติ และกลุ่มที่ 2 เรียนแบบใช้ชุดสัทธิ
การแบ่งกลุ่มใช้วิธีจับคู่ นักศึกษาที่มีเกรดเฉลี่ยเท่ากัน

หรือใกล้เคียงกัน แบ่งเป็นระดับเกรด 5 ช่วง คือ 4.0
3.5 3 2.5 และ 2 โดยมีค่าผิดพลาดได้ ± 0.1

3) ตัวแปรอิสระคือการสอนโดยใช้ชุดสัทธิ
ตัวแปรตามคือผลสัมฤทธิ์ด้านการเรียน

4) ช่วงเวลาที่ทดลอง ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา
2557 ใช้เวลา 4 ชั่วโมง

5) ขอบเขตด้านเนื้อหา ใช้กับเนื้อหาหน่วยที่ 6
เครื่องควบคุมแบบฟิวส์ไดโอด สมรรถนะย่อยที่ 6.1 การควบคุม
อุณหภูมิด้วยเครื่องควบคุมกระบวนการแบบฟิวส์ไดโอด

คะแนนเต็ม 25 คะแนน ซึ่งจะได้ผลคะแนนเป็นดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ตารางแสดงคะแนนกลุ่มที่ใช้วิธีเรียนแบบปกติและกลุ่มที่ใช้ชุดสัทธิ (ผู้เรียนจำนวน 12 คน)

ลำดับที่	คะแนน		D	D ²
	กลุ่มที่ 1 ใช้การสอนแบบปกติ	กลุ่มที่ 2 ใช้ชุดสัทธิ		
1	17	20	3	9
2	18	20	2	4
3	14	15	1	1
4	22	23	1	1
5	21	20	- 1	1
6	24	25	1	1
รวม			7	17

โดยใช้สูตรการหา T - test

แทนค่าในสูตร

$$t = \frac{\bar{D}}{\sqrt{\frac{\sum D^2 - \frac{(\sum D)^2}{N}}{N(N-1)}}$$

เมื่อ

D = ความแตกต่างระหว่างคะแนนจากวิธี
การสอนทั้ง 2 วิธี

$\bar{D}$ = ค่าตัวกลางของ D

$\sum D^2$ = ผลบวกของความแตกต่างของ
คะแนนยกกำลังสอง

N = แทนจำนวนคู่ของนักศึกษา

$$\begin{aligned} t &= \frac{\frac{7}{6}}{\sqrt{\frac{17 - \frac{7^2}{6}}{6(6-1)}}} \\ &= \frac{1.17}{\sqrt{\frac{8.83}{30}}} \\ &= 3.98 \end{aligned}$$

ค่า degree of freedom = N - 1

$$df = 6 - 1 = 5$$

จากตาราง T พบว่าผลสัมฤทธิ์ในการเรียน 2 วิธี มีความแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ให้ผลว่าการใช้ชุดสาธิตในการสอนให้ผลสูงกว่า วิธีที่สอนแบบปกติ ที่ระดับความน่าเชื่อถือร้อยละ 95

5. สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

ชุดสาธิตการควบคุมอุณหภูมิด้วยพีไอคอนโทรลเลอร์นี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างและใช้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ในเรื่องเครื่องควบคุมแบบพีไอ ใช้หลักการสร้างชุดสาธิตแบบมีหลายแผงต่อเข้าด้วยกัน ทั้งนี้เพื่อให้เกิดความคล่องตัวในการนำไปใช้งานกับการเรียน หน่วยอื่น ๆ และเพื่อให้ผู้เรียนได้เกิดความเข้าใจในการต่ออุปกรณ์ใช้งาน เมื่อเปรียบเทียบคะแนนระหว่างกลุ่มเรียนแบบปกติและกลุ่มที่ใช้ชุดสาธิต พบว่า คะแนนของกลุ่มที่ใช้ชุดสาธิตจะมีค่าสูงกว่ากลุ่มที่เรียนแบบปกติ เมื่อใช้สถิติแบบ t-test พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ให้ผลว่าการสอนโดยใช้ชุดสาธิตให้ผลสัมฤทธิ์สูงกว่าวิธีที่สอนแบบปกติ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ข้อเสนอแนะ

1) ชุดสาธิตการควบคุมอุณหภูมิด้วยพีไอคอนโทรลเลอร์นี้ มีข้อจำกัดเรื่องขนาด ทำให้การสาธิตอาจจะจำกัดกับการใช้สำหรับนักศึกษาที่มีจำนวนไม่เกิน 10 คน ซึ่งถ้าจะขยายขนาดให้ใหญ่ขึ้น ก็จะมีข้อจำกัดเรื่องของอุปกรณ์ที่ใช้ ดังนั้นจึงอาจจะต้องถ่ายทำวิดีโอเสริมหรือหมุนเวียนนักศึกษาที่จะเข้าชมการสาธิตไม่ให้มากเกินไป

2) ควรจะพัฒนาให้ชุดสาธิตสามารถแสดงผลตอบสนองการควบคุมเป็นกราฟแบบเรียลไทม์และฉายไปยังโปรเจคเตอร์หรือจอทีวีขนาดใหญ่ เพื่อให้สะดวกต่อการอ่านค่าและนำไปวิเคราะห์ระบบควบคุม

เอกสารอ้างอิง

- [1] ทวีศักดิ์ จินดาบุรุษ. (2546). การพัฒนาคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ทักษะการเรียนรู้ สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา รวมบทความวิจัยครั้งที่ 10. 247.
- [2] สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษาแห่งชาติ. (2552). รายงานการวิจัย การผลิตกำลังคนด้านอาชีวศึกษาและเทคโนโลยีตามความต้องการของประเทศ : กรณีศึกษาประเภทอุตสาหกรรม. กรุงเทพมหานคร : สกศ.
- [3] The Project Analysis & Monitoring Co., Ltd. (PAMCO). (1980). Project Planning and Management series. Work Breakdown Structure. 5.
- [4] Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH. (2011). Structures and functions of Competency-based Education and Training (CBET) : a comparative perspective. 2nd ed., GIZ. Mannheim, Germany. 6.
- [5] โสภิตา สุวฒโน, อีรพงษ์ วิริยานนท์ และ กานดา พูนลาภทวี. (2557). การพัฒนาโมดูลการเรียนรู้แบบฐานสมรรถนะตามแนวทางมาตรฐานอาชีวศึกษานักเทคโนโลยีการศึกษาทางการแพทย์ ด้านงานออกแบบสิ่งพิมพ์. วารสารพัฒนาเทคนิคศึกษา. ปีที่ 26 ฉบับที่ 89. 49-56.
- [6] พงษ์พิชญ์ เล็กศิริรัตน์. (2531). การออกแบบสื่อการสอน. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร : โอเดียนสโตร์.
- [7] Employment and Training Administration United States Department of Labor. (2014). [ออนไลน์]. Automation Competency Model. [สืบค้นเมื่อวันที่ 20 กุมภาพันธ์ 2557]. จาก www.doleta.gov.
- [8] Ogata, Katsuhiko. (2010). Modern Control Engineering. 5th. Ed., New York. Prentice-Hall.