

รหัสโครงการ SUT6-616-54-12-13



รายงานการวิจัย

การจัดการด้านความปลอดภัยและอนุรักษ์พลังงานในงาน  
อุตสาหกรรม

(Safety Management and Energy Conservation in Industry)

ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจาก  
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ผลงานวิจัยเป็นความรับผิดชอบของหัวหน้าโครงการวิจัยแต่เพียงผู้เดียว

รหัสโครงการ SUT6-616-54-12-13



รายงานการวิจัย

การจัดการด้านความปลอดภัยและอนุรักษ์พลังงานในงานอุตสาหกรรม  
(Safety Management and Energy Conservation in Industry)

คณะผู้วิจัย

หัวหน้าโครงการ

รองศาสตราจารย์ ดร.ชนัดชัย กุลวรวานิชพงษ์

สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ปีงบประมาณ พ.ศ. 2554

ผลงานวิจัยเป็นความรับผิดชอบของหัวหน้าโครงการวิจัยแต่เพียงผู้เดียว

กันยายน 2558

ก

## กิตติกรรมประกาศ

โครงการนี้สามารถดำเนินการสำเร็จด้วยดี ด้วยความช่วยเหลือและสนับสนุนจากผู้ร่วมงานทุกท่าน และหน่วยงานต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง

10.14457/SUT.research.2015.112  
เมื่อ 18/07/2561 23:27:07

## บทคัดย่อ

การเฝ้าตรวจสอบภาวะแวดล้อมการทำงานในงานอุตสาหกรรมนี้ประกอบไปด้วยตัวตรวจรู้ ระบบการส่งข้อมูลสื่อสารระหว่างตัวตรวจรู้และหน่วยควบคุมกลาง การประเมินและแจ้งเตือนสถานะแวดล้อมที่เสี่ยงต่ออันตราย ในการดำเนินงานวิจัยชุดโครงการนี้ได้แบ่งงานวิจัยออกเป็น 3 โครงการย่อย ได้แก่ โครงการย่อยที่ 1 ดำเนินงานทางด้านการตรวจวัดการใช้พลังงานและความปลอดภัยของระบบไฟฟ้าในโรงงาน ได้แก่ มาตรการวัดการใช้พลังงานไฟฟ้า (watt-hour meter) สถานการณ์ทำงานของอุปกรณ์ไฟฟ้า และดำเนินการโครงการส่งข้อมูลจากตัวตรวจวัดรูปแบบต่าง ๆ เข้าสู่ตัวควบคุมกลาง การออกแบบซอฟต์แวร์และโครงสร้างฐานข้อมูลที่เกี่ยวข้อง โครงการย่อยที่ 2 ดำเนินการด้านการตรวจวัดสถานะแวดล้อม ได้แก่ เสียง อุณหภูมิ ความร้อน ความชื้น หรือฝุ่นละอองเพื่อนำมาประเมินความเสี่ยงต่อการเกิดอันตรายต่อสุขภาพของผู้ปฏิบัติงาน สร้างรูปแบบการดำเนินการเมื่อการประเมินผลจากข้อมูลตรวจวัดอยู่ในเกณฑ์ที่อันตราย และดำเนินการเพื่อพัฒนาตัวตรวจวัดเสียงและอุณหภูมิตามมาตรฐานอุตสาหกรรมที่มีราคาถูกและผลิตได้จากวัสดุภายในประเทศ ส่วนโครงการย่อยที่ 3 ดำเนินการพัฒนาอุปกรณ์ควบคุมแสงสว่างที่สร้างจากวัสดุไพโซ โดยการนำมาทดแทนโครงสร้างที่เป็นแกนหลักของบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ ทำให้ผลกระทบทางฮาร์โมนิก และการสิ้นเปลืองพลังงานได้รับการแก้ไข นอกจากนี้ บัลลาสต์ไพโซมีน้ำหนักเบา สามารถนำมาทดแทนบัลลาสต์แกนหลักเพื่อติดตั้งกับโคมให้แสงสว่างอาคารโรงงานที่มีหลังคาสูง ช่วยลดน้ำหนักโครงสร้างได้ และช่วยประหยัดพลังงานไฟฟ้า

## ABSTRACT

Condition monitoring for working place in industry consists of detection, data communication, and control unit. Evaluation and alert of any risk in work place environment for this research project can be divided into 3 sub-projects including: 1) Monitoring and Control of Electrical Safety in Industry, 2) Evaluation and Enhancement Plan of Working Environment in Industry and 3) Piezoelectric Ballast and Lighting Control in Industry. Sub-project 1 is to measure energy usage and electrical safety in an industrial plant. It records energy consumption by using watt-hour meter and send necessary data via communication channel to central control unit. Sub-project 2 is to detect environmental conditions such as heat, noise level, moisture, dust, etc, in order to evaluate risk resulting to operator's health. Sub-project 3 is to develop lighting control device to replace iron-core electronic ballast. This focuses on reduce overall energy consumption. Its application is to use together with industrial-type luminaires to reduce weight and save energy cost.

## สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ.....	ก
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	ค
สารบัญ.....	ง
สารบัญตาราง.....	จ
สารบัญรูป.....	ฉ
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหาที่ทำการวิจัย.....	1
1.2 วัตถุประสงค์หลักของแผนงานวิจัย.....	2
1.3 ขอบเขตของโครงการวิจัย.....	2
1.4 ประโยชน์ที่จะได้รับจากผลการวิจัย.....	2
บทที่ 2 สรุปผลการดำเนินงานวิจัย	
2.1 สรุปผลการดำเนินการวิจัยโครงการย่อยที่ 1.....	3
2.2 สรุปผลการดำเนินการวิจัยโครงการย่อยที่ 2.....	4
2.3 สรุปผลการดำเนินการวิจัยโครงการย่อยที่ 3.....	8

## สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 1.1 ปัญหาและแนวทางแก้ไขในการออกแบบสร้างเครื่องวัดอุณหภูมิ.....	5
ตารางที่ 1.2 ปัญหาและแนวทางแก้ไขในออกแบบสร้างเครื่องวัดความเข้มแสง.....	6
ตารางที่ 1.3 ปัญหาและแนวทางแก้ไขการออกแบบสร้างเครื่องวัดระดับเสียง.....	7

10.14457/SUT.Eng.2015.112  
เมื่อ 18/07/2561 13:27:07

สารบัญรูป

รูปที่ 1.1 ระบบการเฝ้าตรวจสอบสถานะการทำงาน.....

10.14457/SUT.res.2015.112  
เมื่อ 18/07/2561 23:27:07

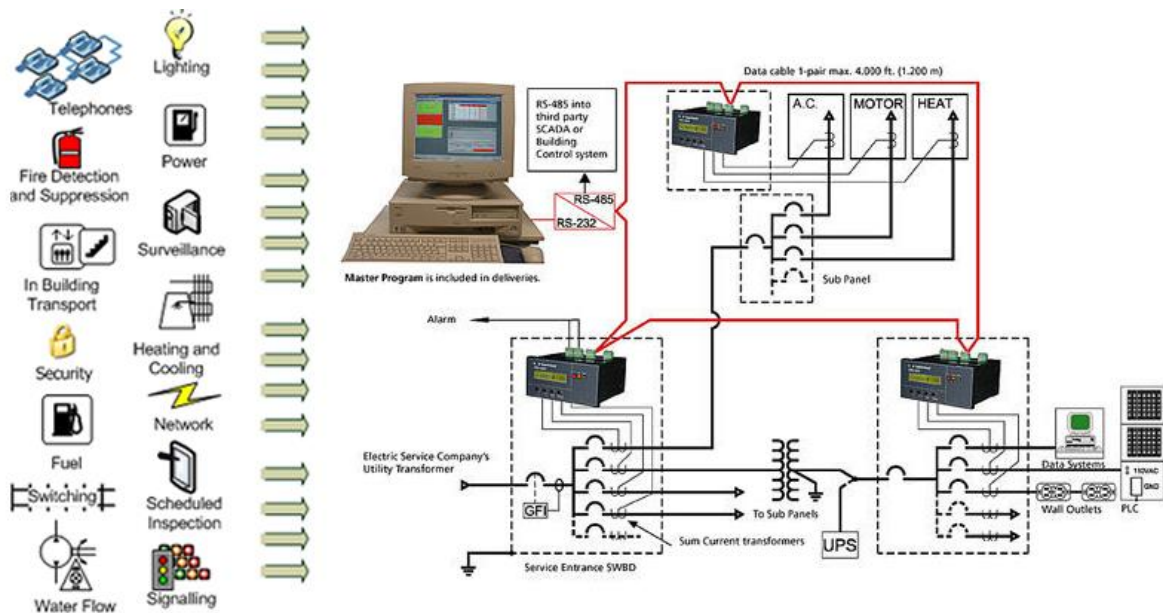


# บทที่ 1

## บทนำ

### 1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหาที่ทำการวิจัย

ปัจจุบันเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์และการสื่อสารได้เจริญเติบโตและเข้ามามีบทบาทเกี่ยวข้องกับผู้คนทั่วโลกอย่างรวดเร็ว ประเทศไทยเองก็ให้ความสำคัญกับเทคโนโลยีในด้านต่าง ๆ ที่เจริญเติบโตอย่างรวดเร็วนี้ด้วยเช่นกัน ประชาชนในประเทศได้ให้ความสำคัญและถือเป็นสิ่งที่มีความจำเป็นต่อการดำรงชีวิต ในงานอุตสาหกรรมที่มีกระบวนการผลิตที่ซับซ้อน การควบคุมการผลิตเป็นสิ่งสำคัญ โดยปกติแล้วงานส่วนนี้เป็นงานหลักของวิศวกรและผู้ที่เกี่ยวข้องกับอุตสาหกรรมนั้นโดยตรง แต่ลักษณะการทำงาน ความปลอดภัย ตลอดจนการประหยัดหรืออนุรักษ์พลังงานเป็นเรื่องที่ผู้บริหารโรงงานอาจจะให้ความสำคัญเพื่อนำมาใช้ลดต้นทุนหรือค่าชดเชยที่อาจจะเกิดขึ้นจากอุบัติเหตุในกิจกรรมการทำงาน หรือการใช้พลังงานที่ไม่มีประสิทธิภาพ ย่อมสะท้อนค่าไฟของโรงงานที่สูงขึ้น ทำให้การตรวจวัด ตรวจสอบ ประเมินและวางแผนงานเพื่อจัดการด้านความปลอดภัยและอนุรักษ์พลังงานมีความจำเป็นต่องานอุตสาหกรรมโดยเฉพาะอย่างยิ่งโรงงานอุตสาหกรรมในประเทศไทย การปฏิบัติงานในงานอุตสาหกรรมสิ่งที่ต้องคำนึงถึงเสมอ คือ ความปลอดภัย โดยเฉพาะการผลิตในภาคอุตสาหกรรมหลายประเภทมีความเสี่ยงสูงที่จะได้รับอันตรายในการทำงาน หากการป้องกันไม่รัดกุมเพียงพอก็จะก่อให้เกิดความเสียหายทั้งผู้ปฏิบัติงาน วัตถุดิบ และเครื่องจักรในการผลิต อุบัติเหตุส่วนใหญ่เกิดขึ้นจากเครื่องจักรโดยการรู้เท่าไม่ถึงการณ์ และความประมาทของผู้ปฏิบัติงานเอง นอกจากนี้แล้วสภาพแวดล้อมในการทำงานก็ก่อให้เกิดอันตรายได้ เช่น การวางผังโรงงาน อากาศ แสงสว่าง เสียง สิ่งเหล่านี้หากมีความบกพร่องและผิดมาตรฐานที่กำหนดไว้อาจจะก่อให้เกิดอุบัติเหตุตามมาได้



รูปที่ 1.1 ระบบการเฝ้าตรวจสอบสถานะการทำงาน

โครงการวิจัยนี้มุ่งเน้นไปที่การนำเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์และการสื่อสารเข้ามาพัฒนาระบบการเฝ้าตรวจสถานะการทำงาน (condition monitoring) ในโรงงานอุตสาหกรรมภายใต้ระบบโครงข่ายของตัวตรวจรู้ (sensor network) เพื่อนำผลที่ได้มาประเมินและวางแผนปรับปรุงสถานะแวดล้อมในการทำงานให้มีความเหมาะสมและปลอดภัย พิจารณาได้ดังรูปที่ 1 โดยใช้คอมพิวเตอร์เป็นตัวควบคุมกลาง (central control unit) และมีหน่วยสั่งการระยะไกล (remote terminal unit) และโครงข่ายของตัวตรวจรู้ การเฝ้าตรวจสถานะการทำงานต่าง ๆ ได้แก่ ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้า สถานการณ์ทำงานของบริษัทที่ไฟฟ้าที่มีความเสี่ยงต่อการเกิดอุบัติเหตุ การตรวจวัดอุณหภูมิแวดล้อมของจุดทำงาน การตรวจวัดเสียง การตรวจวัดแสงสว่าง หรือปริมาณของฝุ่นละออง เป็นต้น ข้อมูลที่ตรวจวัดได้จะถูกส่งมายังตัวควบคุมกลาง เพื่อนำมาประเมินสถานะการทำงานและหากมีความเสี่ยงต่อการเกิดอันตราย ตัวควบคุมกลางจะดำเนินการแจ้งเตือนผ่านระบบเตือนในรูปแบบของเสียง สัญญาณไฟ หรืออื่น ๆ การดำเนินงานวิจัยนี้จะช่วยให้การทำงานในภาคอุตสาหกรรมมีความปลอดภัยและประหยัดพลังงาน

## 1.2 วัตถุประสงค์หลักของแผนงานวิจัย

- 1.2.1 เพื่อพัฒนาระบบการเฝ้าตรวจและประเมินสถานะการทำงานในงานอุตสาหกรรม
- 1.2.2 เพื่อสร้างอุปกรณ์ตรวจวัดสถานะแวดล้อมการทำงานที่มีราคาถูกลง และผลิตได้เองจากวัสดุในประเทศ
- 1.2.3 เพื่อพัฒนาอุปกรณ์ร่วมสำหรับควบคุมแสงสว่างที่ประดิษฐ์จากวัสดุไฟอโซ

## 1.3 ขอบเขตของโครงการวิจัย

- 1.3.1 พัฒนาระบบการเฝ้าตรวจและประเมินสถานะการทำงานในงานอุตสาหกรรม
- 1.3.2 สร้างอุปกรณ์ตรวจวัดสถานะแวดล้อมการทำงานที่มีราคาถูกลง และผลิตได้เองจากวัสดุในประเทศ
- 1.3.3 พัฒนาอุปกรณ์ร่วมสำหรับควบคุมแสงสว่างที่ประดิษฐ์จากวัสดุไฟอโซ

## 1.4 ประโยชน์ที่จะได้รับจากผลการวิจัย

- 1.4.1 ได้ระบบการเฝ้าตรวจสถานะแวดล้อมการทำงานในงานอุตสาหกรรม
- 1.4.2 ได้อุปกรณ์ตรวจวัดปริมาณทางด้านเสียง และอุณหภูมิที่มีราคาถูกลง
- 1.4.3 ได้ซอฟต์แวร์การเฝ้าตรวจและประเมินสถานะแวดล้อมการทำงาน
- 1.4.4 ได้ลิขสิทธิ์ซอฟต์แวร์ที่เกี่ยวข้อง
- 1.4.5 ได้สิทธิบัตรตัวตรวจรู้ราคาถูกลง
- 1.4.6 ได้ผลงานวิจัยตีพิมพ์เผยแพร่ในการประชุม/วารสารทั้งในระดับชาติและนานาชาติ

## บทที่ 2

### สรุปผลการดำเนินงานวิจัย

การเฝ้าตรวจสอบสถานะแวดล้อมการทำงานในงานอุตสาหกรรมนี้ประกอบไปด้วยตัวตรวจรู้ ระบบการส่งข้อมูลสื่อสารระหว่างตัวตรวจรู้และหน่วยควบคุมกลาง การประเมินและแจ้งเตือนสถานะแวดล้อมที่เสี่ยงต่ออันตราย ในการดำเนินงานวิจัยชุดโครงการนี้ได้แบ่งงานวิจัยออกเป็น 3 โครงการย่อย ดังนี้

#### 2.1 สรุปผลการดำเนินงานวิจัยโครงการย่อยที่ 1

##### โครงการย่อยที่ 1: การเฝ้าตรวจและควบคุมความปลอดภัยทางพลังงานไฟฟ้าในงานอุตสาหกรรม

ดำเนินงานทางด้าน การตรวจวัดการใช้พลังงานและความปลอดภัยของระบบไฟฟ้าในโรงงาน ได้แก่ มาตรวัดการใช้พลังงานไฟฟ้า (watt-hour meter) สถานการณ์ทำงานของอุปกรณ์ไฟฟ้า เช่น เซอร์กิตเบรกเกอร์ (circuit breaker) หรือ รีเลย์ (relay) เป็นต้น นอกจากนี้ โครงการย่อยที่ 1 นี้เป็นโครงการย่อยหลักที่จะดำเนินการโครงการส่งข้อมูลจากตัวตรวจวัดรูปแบบต่าง ๆ เข้าสู่ตัวควบคุมกลาง การออกแบบซอฟต์แวร์และโครงสร้างฐานข้อมูลที่เกี่ยวข้อง จากการดำเนินงานวิจัยโครงการย่อยที่ 1 สามารถสรุปได้ดังนี้

งานวิจัยนี้ดำเนินงานทางด้าน การตรวจวัดกำลังไฟฟ้าและการประยุกต์ระบบมัลติเอเจนต์มาใช้งาน ได้แบ่งส่วนการศึกษาเป็น 2 ส่วนดังนี้

ส่วนแรกเป็นการตรวจวัดค่ากำลังไฟฟ้า ทำได้โดยการตรวจวัดจากปริมาณทางไฟฟ้ารูปแบบอื่น นั่นคือ ปริมาณของแรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้า ซึ่งจะมีอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ในการตรวจวัดปริมาณทั้งสอง ซึ่งจะอยู่ในรูปของสัญญาณอะนาล็อก แล้วทำการแปลงให้เป็นสัญญาณดิจิทัลเพื่อให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ทำการวิเคราะห์และประมวลสัญญาณดังกล่าว โดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ซึ่งจะอยู่ในรูปแบบของสมการและตัวแปรต่าง ๆ เพื่อที่จะนำมาใช้ในการคำนวณค่ากำลังไฟฟ้า และทำการแสดงผลออกทางจอแสดงผลต่อไป

ส่วนที่สองเป็นการผสมรวมโดยประยุกต์ใช้เทคโนโลยีมัลติเอเจนต์เพื่อสร้างแบบจำลองโหนด โดยได้ออกแบบเอเจนต์ที่จำเป็นสำหรับการสร้างแบบจำลองโหนดได้แก่ เอเจนต์ PAG, QAG และ VAG เป็นเอเจนต์สำหรับนำค่าการวัดคือค่ากำลังไฟฟ้าแอกทีฟ ค่ากำลังไฟฟารีแอกทีฟและค่าแรงดันไฟฟ้า ตามลำดับ เอเจนต์ MAG เป็นเอเจนต์ที่มีหน้าที่ในการรวบรวมค่าจากเอเจนต์ PAG, QAG และ VAG แล้วรวบรวมข้อมูลการวัดเป็นแพ็คเกจเพื่อสะดวกในการส่งข้อมูล เอเจนต์ LMSAG เป็นเอเจนต์ในฝั่งของเครื่องหลักสำหรับเป็นจุดติดต่อที่ให้เอเจนต์ MAG ในต่างสถานที่ส่งข้อมูลการวัดเข้ามาผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตภายใน และเอเจนต์ LMDAG เป็นเอเจนต์ในการเก็บบันทึกข้อมูลการวัดและเรียกโปรแกรมสำหรับคำนวณเพื่อสร้างแบบจำลองโหนดแล้วทำการบันทึกไว้ โดยเอเจนต์เหล่านี้กำหนดให้ทำงานสอดคล้องกันเป็นระบบเกิดขึ้นเป็นระบบมัลติเอเจนต์ที่สามารถให้ระบบมัลติเอเจนต์ทำงานได้อย่างอัตโนมัติ ทำให้ไม่ต้องควบคุมหรือดูแลจากผู้ปฏิบัติงานอยู่ตลอดเวลา โดยได้นำข้อมูลการใช้โหนดของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีในระยะเวลา 1 สัปดาห์มาทดสอบกับระบบ ทำให้เห็นว่าระบบมัลติเอเจนต์สามารถทำงานได้อย่างราบรื่นและสามารถทำงานเป็นไปอย่างที่กำหนดไว้

## 2.2 สรุปผลการดำเนินงานวิจัยโครงการย่อยที่ 2

### โครงการย่อยที่ 2: การประเมินและวางแผนปรับปรุงสถานะแวดล้อมการทำงานในงานอุตสาหกรรม

ดำเนินการด้านการตรวจวัดสถานะแวดล้อม ได้แก่ เสียง อุณหภูมิ ความร้อน ความชื้น หรือฝุ่นละออง เพื่อนำมาประเมินความเสี่ยงต่อการเกิดอันตรายต่อสุขภาพของผู้ปฏิบัติงาน โครงการย่อยนี้จะสร้างรูปแบบการดำเนินการเมื่อการประเมินผลจากข้อมูลตรวจวัดอยู่ในเกณฑ์ที่อันตราย นอกจากนี้โครงการวิจัยย่อยนี้จะดำเนินการเพื่อพัฒนาตัวตรวจวัดเสียงและอุณหภูมิตามมาตรฐานอุตสาหกรรมที่มีราคาถูกและผลิตได้จากวัสดุภายในประเทศ จากการดำเนินงานวิจัยโครงการย่อยที่ 2 สามารถสรุปได้ดังนี้

#### 1) การออกแบบสร้างเครื่องวัดอุณหภูมิ

สิ่งที่สำคัญอย่างยิ่งในการออกแบบสร้างคือการเขียนโปรแกรมสร้างคำสั่งควบคุมการทำงานของเซนเซอร์ด้วยบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล AVR ซึ่งจะต้องมีความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยละเอียดประกอบด้วย คุณสมบัติของบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์, หน้าที่ของขาสัญญาณ, ชนิดและประเภทของตัวแปร, การอินเทอร์รัพต์ในไมโครคอนโทรลเลอร์และการใช้งาน Timer / Counter เป็นต้น ซึ่งจะทำให้งานวิจัยถูกต้องและมีผลสำเร็จที่ดี อุปกรณ์ตรวจจับหรือเซนเซอร์นั้นเป็นอีกอย่างหนึ่งที่สำคัญไม่น้อยกว่ากัน ควรเลือกซื้อเซนเซอร์ให้เหมาะกับงานที่ต้องการ โดยพิจารณาคูณสมบัติว่ามีคุณลักษณะเหมาะสมตามที่ได้ออกแบบไว้ ซึ่งราคามีส่วนสำคัญประกอบการเลือกซื้อ เซนเซอร์ DS18B20 สามารถให้ค่าที่วัดได้ออกมาเป็นดิจิตอลและราคาถูก แต่มีข้อจำกัดในด้านความสามารถคือสามารถวัดค่าได้เพียงแค่อุณหภูมิ เท่านั้น ซึ่งในงานวิจัยนี้จะต้องทำการวัดค่าความชื้นสัมพัทธ์ประกอบด้วย ดังนั้นจึงต้องมีการเลือกซื้อเซนเซอร์ที่สามารถวัดความชื้นสัมพัทธ์ได้ด้วย งานวิจัยนี้เลือกรุ่น SHT15 ซึ่งเซนเซอร์ตัวนี้สามารถวัดได้ทั้งอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์สัมพัทธ์แต่ราคาค่อนข้างแพง

#### ● ปัญหาและแนวทางแก้ไขในออกแบบสร้างเครื่องวัดอุณหภูมิ

การแสดงผลและการส่งข้อมูลเป็นส่วนสำคัญเช่นกัน ในงานวิจัยครั้งนี้แสดงค่าที่วัดได้บนจอ LCD เพื่อให้ง่ายต่อการอ่านค่าและง่ายต่อการนำไปใช้งานต่อไป การเชื่อมต่อข้อมูลนั้นสามารถรับและส่งข้อมูลไปสู่อุปกรณ์ภายนอกผ่านพอร์ตอนุกรม RS232 จะนำค่าที่ได้ไปใช้งานอย่างรวดเร็วและถูกต้อง ในส่วนของขั้นตอนการดำเนินงานเป็นส่วนสำคัญต้องใช้ความละเอียดเป็นอย่างมาก เพราะการเชื่อมต่ออุปกรณ์ต่างๆเข้ากับบอร์ดต้องทำให้เกิดความผิดพลาดน้อยที่สุดหรือไม่เกิดความผิดพลาดขึ้นเลย ส่วนในการเลือกซื้ออุปกรณ์ต่างๆควรคำนึงถึงความต้องการในการใช้งานด้วยว่าอุปกรณ์ที่ได้จัดซื้อตรงตามที่มาตรฐานกำหนด เพราะเมื่อจัดซื้ออุปกรณ์ไม่ตรงตามมาตรฐานจะทำให้ค่าที่วัดได้จากเครื่องวัดความร้อนที่สร้างขึ้นเมื่อนำมาเปรียบเทียบกับเครื่องวัดมาตรฐาน พบว่าค่าที่วัดได้จะมีค่าความคลาดเคลื่อนมากกว่าที่มาตรฐานกำหนดดังนั้นจึงต้องปรับเทียบค่าที่วัดได้ใหม่เพื่อให้ใกล้เคียงกับค่าของเครื่องวัดมาตรฐานมากที่สุด จึงจะสามารถนำไปใช้งานได้จริง ซึ่งปัญหาและแนวทางแก้ไขแสดงดังตารางที่ 1.1

ตารางที่ 1.1 ปัญหาและแนวทางแก้ไขในการออกแบบสร้างเครื่องวัดอุณหภูมิ

ปัญหา	การแก้ไขปัญหา
1. การซื้ออุปกรณ์ได้ไม่ตรงตามความต้องการ	ศึกษาหาข้อมูลเกี่ยวกับอุปกรณ์เพิ่มขึ้น โดยการถามผู้ที่มีประสบการณ์การใช้งาน
2. การเขียนโปรแกรมยังขาดความชำนาญ	ศึกษาและทำความเข้าใจเกี่ยวกับการเขียนโปรแกรมและปฏิบัติจนเกิดความชำนาญ
3. อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เกิดความเสียหาย เช่น ตัวต้านทานไหม้ เป็นต้น	เนื่องจากใช้ตัวต้านทานที่ใช้มีค่าต่ำและจ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับตัวต้านทานสูงเกินไปจึงเกิดการไหม้ ดังนั้นควรจ่ายไฟให้เหมาะสมกับความต้องการของวงจรที่ได้ทำการออกแบบ
4. การบัดกรีอุปกรณ์ไม่เหมาะสมเนื่องจากเกิดรูอากาศระหว่างการบัดกรี จึงทำให้ช่วงระยะเวลาในการใช้งานสั้นลง	เนื่องจากขาดความชำนาญในการบัดกรี จึงควรปฏิบัติจนเกิดความชำนาญ

2) การออกแบบสร้างเครื่องวัดความเข้มแสง

จากคุณสมบัติของเซนเซอร์ LDR นำมาประยุกต์ใช้งานสร้างเป็นเครื่องวัดความเข้มแสง โดยเขียนโปรแกรมเพื่อควบคุมการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ ATmega328 และเซนเซอร์ LDR แล้วทำการประมวลผลเก็บข้อมูลที่อ่านได้ไว้ในหน่วยความจำหรือส่งข้อมูลผ่านพอร์ตอนุกรม RS232 เพื่อทำการแสดงค่า นั้น จากการทดลองการเปรียบเทียบเครื่องวัดความเข้มแสงที่สร้างขึ้นมีค่าความผิดพลาดที่ยอมรับได้เมื่อเทียบกับเครื่องวัดความเข้มแสงมาตรฐาน การทำวิจัยนี้สิ่งที่สำคัญอย่างยิ่งในการสร้างเครื่องวัดความเข้มแสงคือขั้นตอนการเปรียบเทียบเครื่องวัดความเข้มแสงที่สร้างขึ้นเพื่อให้มีค่าความคลาดเคลื่อนที่น้อยที่สุด จึงต้องศึกษาทฤษฎีต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องให้เข้าใจอย่างรวมทั้งขั้นตอนการดำเนินงานต่างๆ ต้องทำด้วยความละเอียดรอบคอบไม่ว่าจะเป็นการเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานของเซนเซอร์ การต่ออุปกรณ์บนแผ่นวงจรพิมพ์ เป็นต้น

• ปัญหาและแนวทางแก้ไขในออกแบบสร้างเครื่องวัดความเข้มแสง

การทำวิจัยนี้ทำให้เราได้เครื่องวัดความเข้มแสงที่มีราคาถูกกว่าท้องตลาด โดยราคาเครื่องวัดความเข้มแสงทั่วไปราคาเริ่มต้นที่ 2,000 บาท ถึง 50,000 บาท ส่วนเครื่องวัดความเข้มแสงที่สร้างขึ้นนี้มีราคาเพียง 450 บาท เท่านั้น เครื่องวัดความเข้มแสงที่สร้างขึ้นมานั้นมีย่านการวัดอยู่ในช่วง 0-1000 lx จากการทดลองในช่วง 0-50 lx มีค่าความคลาดเคลื่อนไม่เกิน 30% ในช่วง 50-100 lx มีค่าความคลาดเคลื่อนไม่เกิน 10% ในช่วง 100-1000 lx มีค่าความคลาดเคลื่อนไม่เกิน 2% ซึ่งในช่วงการวัดที่ 0-50 lx เป็นช่วงที่ไม่ค่อยได้ใช้งานในสถานประกอบการ ช่วงการใช้งานส่วนใหญ่อยู่ในช่วง 100-1000 lx จากการทดลองจะพบว่าในช่วงที่ความเข้มแสงต่ำๆ (0-100 lx) นั้นมีค่าความคลาดเคลื่อนค่อนข้างสูง อาจจะแก้ไขปัญหานี้ได้โดยการแบ่งช่วงการปรับเทียบออกเป็น 2 ช่วง โดยแบ่งช่วงแรกมีค่าตั้งแต่ 0 -100 lx ช่วงที่สองมีค่าตั้งแต่ 100-1000 lx ซึ่งอาจจะทำให้ความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นมาค่าน้อยลง เครื่องวัดความเข้มแสงที่สร้างขึ้นมีบรรจุภัณฑ์ที่สวยงามซึ่งผู้ที่สนใจ

จะนำไปพัฒนาต่ออาจจะออกแบบเครื่องวัดความเข้มแสงให้มีความสวยงามมากยิ่งขึ้น ซึ่งปัญหาและแนวทางแก้ไขแสดงดังตารางที่ 1.2

ตารางที่ 1.2 ปัญหาและแนวทางแก้ไขในออกแบบสร้างเครื่องวัดความเข้มแสง

ปัญหา	แนวทางแก้ไข
1. ซื้อสินค้าไม่ตรงตามความต้องการ	ควรศึกษารายละเอียดของอุปกรณ์ก่อนสั่งซื้อสินค้าหรือสอบถามผู้มีประสบการณ์
2. ในขั้นตอนการทดลองวางตำแหน่งของเครื่องวัดคลาดเคลื่อน	ควรกำหนดตำแหน่งที่แน่นอนไว้
3. สถานที่ทดลองแคบเกินไปทำให้ตำแหน่งการวัดหรือมุมในการวัดมีขีดจำกัด	หาสถานที่ที่กว้างและเหมาะสมกับการทดลอง
4. การเขียนโปรแกรมยังขาดความชำนาญ	ศึกษาและทำความเข้าใจเกี่ยวกับการเขียนโปรแกรมและปฏิบัติจนเกิดความชำนาญ
5. อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เกิดความเสียหาย เช่น ตัวต้านทานไหม้ เป็นต้น	เนื่องจากใช้ตัวต้านทานที่มีค่าต่ำ และจ่ายไฟให้กับตัวต้านทานสูงเกินไปจึงเกิดการไหม้ ดังนั้นควรจ่ายไฟให้เหมาะสมกับความต้องการของวงจรที่เราได้ทำการออกแบบ
4. การบัดกรีอุปกรณ์ไม่เหมาะสมเนื่องจากเกิดรูอากาศระหว่างการบัดกรี จึงทำให้ช่วงระยะเวลาในการใช้งานสั้นลง	เนื่องจากขาดความชำนาญในการบัดกรี จึงควรปฏิบัติจนเกิดความชำนาญ

### 3) การออกแบบสร้างเครื่องวัดระดับเสียง

จากการนำอุปกรณ์ตรวจวัดเสียง (Sound Sensor) มาวัดระดับความดังเสียงจะพบว่าค่าที่ได้มีความคลาดเคลื่อนมากจึงทำให้ต้องมีการปรับเทียบใหม่เพื่อให้ได้ค่าความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุดซึ่งการปรับเทียบนั้นมีขั้นตอนการทดลองเริ่มจากหาแหล่งกำเนิดเสียงซึ่งในงานวิจัยนี้ใช้โปรแกรม Sound Generator เป็นโปรแกรมควบคุมความถี่และใช้ลำโพงเป็นตัวควบคุมระดับเสียง จากนั้นทำการวัดระดับเสียงที่ระดับเสียงต่างๆ แล้วนำค่าระดับเสียงที่ได้ไปหาสมการการปรับเทียบ แล้วทำการทดลองวัดระดับเสียงหลักการปรับเทียบเพื่อตรวจสอบความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้น การทำวิจัยนี้สิ่งที่สำคัญอย่างยิ่งในการสร้างเครื่องวัดระดับเสียงคือขั้นตอนการปรับเทียบเครื่องวัดระดับเสียงที่สร้างขึ้นให้ได้ค่าความคลาดเคลื่อนที่น้อยที่สุด ซึ่งต้องศึกษาทฤษฎีต่างๆ ที่เกี่ยวข้องรวมทั้งขั้นตอนการดำเนินงานต่างๆ ประกอบด้วยการเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ตรวจวัดเสียงและการต่อวงจร เป็นต้น การทำวิจัยครั้งนี้ทำให้ได้เครื่องวัดระดับเสียงที่มีราคาถูกกว่าท้องตลาด โดยราคาเครื่องวัดระดับเสียงราคาเริ่มต้นที่ประมาณ 8,000 บาท ถึง 500,000 บาท ส่วนเครื่องวัดระดับเสียงที่สร้างขึ้นนี้มีราคาเพียง 2,500 บาท เท่านั้น

- ปัญหาและแนวทางแก้ไขในออกแบบสร้างเครื่องวัดระดับเสียง

เครื่องวัดระดับเสียงมีช่วงการวัดระดับเสียงอยู่ในช่วง 50-100 dB ช่วงความถี่ 50 - 8000 Hz จากการทดลองในช่วงความถี่ 50-400 Hz มีค่าความคลาดเคลื่อนไม่เกิน 5% ในช่วงความถี่ 500-900 Hz มีค่าความคลาดเคลื่อนไม่เกิน 10% และในช่วงความถี่ 1000-8000 Hz มีค่าความคลาดเคลื่อนไม่เกิน 65% จากการทดลองจะพบว่าในช่วงที่ความถี่สูงๆ จะเกิดความคลาดเคลื่อนมากกว่าที่ความถี่ต่ำๆและความถี่ผสม เนื่องจากนำค่าที่ความถี่ผสมมาหาสมการการปรับเทียบ ซึ่งถ้าหากรู้ช่วงความถี่ที่ต้องการใช้งานก็สามารถหาสมการการปรับเทียบใหม่ได้โดยวัดค่าความถี่ที่ต้องการใช้งานแล้วนำค่าที่วัดได้นั้น ไปหาสมการการปรับเทียบใหม่ จึงทำให้ค่าความผิดพลาดในช่วงความถี่ที่ต้องการใช้งานมีค่าน้อยลง เครื่องวัดระดับเสียงที่สร้างขึ้นมีรูปร่างบรรจุภัณฑ์ที่ไม่สวยงามซึ่งผู้ที่สนใจจะนำไปพัฒนาต่ออาจจะออกแบบเครื่องวัดระดับเสียงให้มีความสวยงามมากยิ่งขึ้น ซึ่งปัญหาและแนวทางแก้ไขแสดงดังตารางที่ 1.3

ตารางที่ 1.3 ปัญหาและแนวทางแก้ไขการออกแบบสร้างเครื่องวัดระดับเสียง

ปัญหา	แนวทางแก้ไข
1.ซื้อสินค้าไม่ตรงตามความต้องการ	ควรศึกษารายละเอียดของอุปกรณ์ก่อนสั่งซื้อสินค้าหรือถามผู้มีประสบการณ์
2.ในขั้นตอนการทดลองการวางตำแหน่งของเครื่องวัดคลาดเคลื่อนบ้างบางครั้ง	ควรกำหนดตำแหน่งที่แน่นอนไว้
3.ควบคุมเสียงรบกวนที่เกิดขึ้นจากสภาพแวดล้อมค่อนข้างยาก	หาสถานที่ที่เหมาะสมกับการทดลอง เช่น ห้องอัดเสียง เป็นต้น
4.ระดับเสียงที่ความถี่สูงๆ มีระดับความดังที่เบาทำให้ค่าที่วัดได้ไม่ถึง 90 dB	หาโปรแกรมกำเนิดเสียงที่ดีกว่าเดิมหรือใช้ลำโพงที่มีระดับความดังสูงๆ
5.การเขียนโปรแกรมยังขาดความชำนาญ	ศึกษาและทำความเข้าใจเกี่ยวกับการเขียนโปรแกรมและปฏิบัติจนเกิดความชำนาญ
6.อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เกิดความเสียหาย เช่น ตัวต้านทานไหม้ เป็นต้น	เนื่องจากใช้ตัวต้านทานที่มีค่าต่ำ และจ่ายไฟให้กับตัวต้านทานสูงเกินไปจึงเกิดการไหม้ ดังนั้นควรจ่ายไฟให้เหมาะสมกับความต้องการของวงจรที่เราได้ทำการออกแบบ
7.การบัดกรีอุปกรณ์ไม่เหมาะสมเนื่องจากเกิดรูอากาศระหว่างการบัดกรี จึงทำให้ช่วงระยะเวลาในการทำงานสั้นลง	เนื่องจากขาดความชำนาญในการบัดกรี จึงควรปฏิบัติจนเกิดความชำนาญ

## 2.3 สรุปผลการดำเนินงานวิจัยโครงการย่อยที่ 3

### โครงการย่อยที่ 3: บัลลาสต์ไฟโอโซและการควบคุมแสงสว่างในงานอุตสาหกรรม

ดำเนินการพัฒนาอุปกรณ์ควบคุมแสงสว่างที่สร้างจากวัสดุไฟโอโซ โดยการนำมาทดแทนโครงสร้างที่เป็นแกนหลักของบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ ทำให้ผลกระทบทางฮาร์มอนิก และการสิ้นเปลืองพลังงานได้รับการแก้ไข นอกจากนี้ บัลลาสต์ไฟโอโซมีน้ำหนักเบา สามารถนำมาทดแทนบัลลาสต์แกนหลักเพื่อติดตั้งกับโคมให้แสงสว่างอาคารโรงงานที่มีหลังคาสูง ช่วยลดน้ำหนักโครงสร้างได้ และช่วยประหยัดพลังงานไฟฟ้า จากการดำเนินงานวิจัยโครงการย่อยที่ 3 สามารถสรุปได้ดังนี้

1. หม้อแปลงที่ผลิตจากโครงการนี้มี  $d_{33}$  ต่ำกว่า  $d_{33}$  ของวัสดุมาตรฐานของบริษัท APC เล็กน้อย แต่มี  $K'$  มากกว่า  $K'$  ของวัสดุมาตรฐานของบริษัท APC
2.  $A_{input}/A_{output}$  ไม่มีผลต่อ  $V_{gain}$  ของหม้อแปลง แต่ความหนาของหม้อแปลงเพิ่มขึ้นทำให้  $V_{gain}$  ของหม้อแปลงลดลง
3. การเพิ่ม Load (R) ภายนอกที่ต่อกับวงจรทดสอบมีผลทำให้  $V_{gain}$  ของหม้อแปลงเพิ่มขึ้น
4. สามารถใช้หม้อแปลงไฟโอโซอิเล็กทรอนิกส์จากงานวิจัยนี้ไปใช้ในวงจรสำหรับจุดหลอด LED ได้ แต่ไม่สามารถนำไปจุดหลอดโซเดียมความดันสูงได้เพราะเกิดความร้อนบนหม้อแปลงมาก