

ระบบตรวจวัดพลังงานไฟฟ้าผ่านอินเทอร์เน็ตสำหรับเครื่องอัดอากาศแบบ 3 เฟส

Internet-Based Energy Monitoring System for 3-Phase Air Compressor

Thagoon Chaobankor and Mana Saedan*

Automation and Applied Modeling Laboratory
Department of Mechanical Engineering, Chiang Mai University,
Chiang Mai, Thailand 50200 Tel: 053 944 146, Fax: 053 944 145,
*E-mail: mana@me.eng.cmu.ac.th**บทคัดย่อ**

ลมอัดเป็นต้นกำลังที่สำคัญอย่างหนึ่งของการผลิต การสร้างลมอัดจำเป็นต้องใช้เครื่องอัดอากาศซึ่งมีมอเตอร์ไฟฟ้าเป็นต้นกำลัง ในโรงงานขนาดใหญ่ที่มีความต้องการลมอัดปริมาณมากนิยมใช้เครื่องอัดอากาศแบบสกรู ขณะทำงานเครื่องอัดอากาศมีสองจังหวะการทำงานคือ ช่วงมีโหลดที่เครื่องจะใช้พลังงานตามภาระงาน และช่วงไม่มีโหลดที่จะใช้พลังงานคงที่ ทำให้เครื่องอัดอากาศที่ขาดการบำรุงรักษาใช้พลังงานไฟฟ้ามากกว่าปกติ อุปกรณ์วัดค่าพลังงานไฟฟ้าที่มีขายทั่วไปไม่ได้สร้างสำหรับวิเคราะห์การใช้พลังงานไฟฟ้าของเครื่องอัดอากาศโดยเฉพาะ ทำให้ไม่มีการตรวจวิเคราะห์พลังงานอย่างสม่ำเสมอ งานวิจัยนี้จึงเป็นการพัฒนาอุปกรณ์วิเคราะห์การใช้พลังงานไฟฟ้าสำหรับเครื่องอัดอากาศ โดยใช้ไอซีวัดค่าทางไฟฟ้าร่วมกับไมโครคอนโทรลเลอร์ พร้อมกับแสดงค่าการวิเคราะห์ผ่านระบบบริการเว็บ สามารถส่งข้อมูลแสดงผลผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต และมีการแจ้งเตือนกรณี que เครื่องอัดอากาศใช้พลังงานมากกว่าปกติ

Abstract

Compressed air is an important power-source in manufacturing. An electric motor is generally employed to drive an air compressor. In large-scale factories, screw-type compressors are commonly deployed to generate compressed air. The screw-type air compressor is typically working in two states: load and unload. During the load state, the compressor consumes the electric power according to loading. While unload state, the compressor has constant electric power consumption. The electric energy is wasted if the compressor has poor maintenance. Monitoring electric energy consumption can indicate the maintenance status of the compressor. However, commercial instruments are not specifically built for this task. As a result, we are interested to develop a monitoring system tailored to a three-phase screw-type air compressor. The system comprises key components including energy-meter IC and microcontrollers. The monitor outputs are displayed via web-service so users can access data through internet.

Key words: compressed air, screw - type, energy meter, embedded system, web-service

1. บทนำ

ลมอัดเป็นต้นกำลังที่สำคัญอย่างหนึ่งของอุตสาหกรรมการผลิต เนื่องจากลมอัดมีความยืดหยุ่นในการทำงานสูง สามารถใช้อุปกรณ์เปลี่ยนความดันลมเป็นแรงในรูปแบบต่างๆ ได้ ในการสร้างลมอัดจำเป็นต้องใช้เครื่องอัดอากาศซึ่งต้องใช้มอเตอร์ไฟฟ้าเป็นต้นกำลัง จากงานวิจัยพบว่า การเปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นลมอัดมีประสิทธิภาพสูงสุดเพียงร้อยละ 10 [1] และในหลายประเทศส่วนใหญ่ต้องเสียค่าพลังงานไฟฟ้าเพื่อสร้างลมอัดคิดเป็นมูลค่าสูงถึง 10 เปอร์เซ็นต์ของค่าไฟฟ้าทั้งหมด [2] จึงกล่าวได้ว่าการใช้ลมอัดในอุตสาหกรรมมีผลโดยตรงต่อการสิ้นเปลืองพลังงาน ทำให้มีผู้วิจัยเพื่อหาความผิดปกติที่ก่อให้เกิดการสิ้นเปลืองพลังงานโดยไม่จำเป็นของระบบลมอัด เช่น วิธีหาอัตรารั่วซึมของลมอัดในระบบโดยจับเวลาทำงานของเครื่องอัดอากาศ [3] หรือการออกแบบอุปกรณ์วัดสมรรถนะของเครื่องอัดอากาศจากกำลังลมและอุณหภูมิของลมอัดในระบบ [4] นอกจากนี้ยังมีงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการใช้อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เพื่อตรวจวัดอัตราสิ้นเปลืองพลังงานจากอุปกรณ์ไฟฟ้าอีกมากมาย [5 - 7] แต่อุปกรณ์เหล่านี้ผู้ควบคุมต้องเข้าไปตรวจสอบในสถานที่ตั้งของระบบ และเป็นอุปกรณ์ที่ไม่ได้ออกแบบเพื่อวิเคราะห์การใช้พลังงานของเครื่องอัดอากาศโดยเฉพาะ

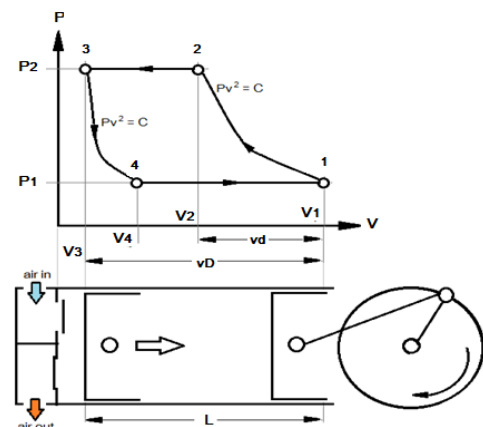
งานวิจัยฉบับนี้จะนำเสนอการสร้างระบบตรวจวัดการใช้พลังงานไฟฟ้าสำหรับเครื่องอัดอากาศ โดยศึกษาจากวัฏจักรงานของเครื่องที่เป็นแบบอัดเชิงปริมาตร และจากลักษณะการทำงานของเครื่องอัดอากาศชนิดสกรู ที่จะทำให้ทราบถึงการใช้พลังงานไฟฟ้าในช่วงที่เครื่องทำงานปกติ และวิธีการตรวจจับกรณีที่เครื่องทำงานผิดปกติ โดยแบ่งส่วนการพัฒนาเป็น 2 ส่วน ได้แก่ ส่วนวัดค่าทางไฟฟ้าซึ่งทำหน้าที่ตรวจวัดการใช้พลังงาน และส่วนตัวบริการเว็บซึ่งทำหน้าที่ส่งผลการตรวจวัดผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อรายงานผลผ่านโปรแกรมค้นดูเว็บ (Web browser) พร้อมกับผลการทดลองในห้องต้น และผลที่คาดว่าจะได้รับเมื่อพัฒนาระบบสำเร็จ

2. วัฏจักรงานแบบอัดอากาศเชิงปริมาตร

และการวัดสมรรถนะของเครื่องอัดอากาศ

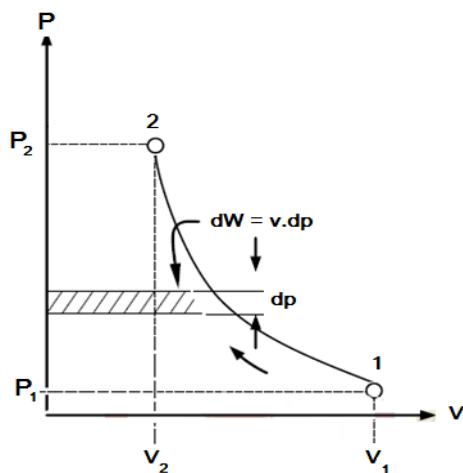
เครื่องอัดอากาศแบ่งประเภทตามลักษณะการทำงานอยู่ 2 แบบใหญ่ๆ [8] คือ แบบแทนที่อากาศ (Dynamic) โดยให้พลังงานแก่อากาศทำให้มีความเร็วเพิ่มขึ้นและอาศัยรูปร่างของโครงสร้างภายในเครื่องอัดลดความเร็วของอากาศลงเพื่อเปลี่ยนพลังงานจลน์เป็นความดัน และแบบอัดเชิงปริมาตร (Displacement) โดยการดูดอากาศเข้าไปในห้องอัดเพื่อลดปริมาตรของอากาศโดยใช้พลังงานจากภายนอก เช่น เครื่องยนต์มอเตอร์ไฟฟ้า เมื่ออากาศถูกลดปริมาตรจะมีความดันสูงขึ้น จากนั้นอากาศที่อัดแล้วจะถูกปล่อยออกทางด้านง่าย เครื่องอัดอากาศชนิดนี้มีทั้งแบบโรตารี (Rotary) และแบบลูกสูบ (Position) นิยมใช้มากในโรงงานอุตสาหกรรม

เครื่องอัดอากาศในอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ส่วนมากจะเป็นแบบอัดอากาศเชิงปริมาตรชนิดสกรู ซึ่งนิยมใช้ระบบควบคุมแบบมีภาวะ (Online) และปลดภาวะ (Offline) กล่าวคือ เมื่อมีความต้องการใช้ลมอัดหรือในสภาวะโหลด เครื่องจะทำงานโดยใช้พลังงานไฟฟ้าตามความต้องการลมอัดในระบบ แต่เมื่อไรภาวะโหลด เครื่องจะยังคงทำงานอย่างต่อเนื่องแต่เป็นแบบปลดภาวะซึ่งใช้พลังงานน้อยลง เครื่องแบบสกรูมีลักษณะการทำงานแบบอัดอากาศเชิงปริมาตร ซึ่งคล้ายกับเครื่องแบบลูกสูบ โดยมีกระบวนการ 4 จุดในวัฏจักร [9] ตามกราฟ P-V Diagram ในรูปที่ 1



รูปที่ 1 วัฏจักรงานของเครื่องอัดอากาศเชิงปริมาตร

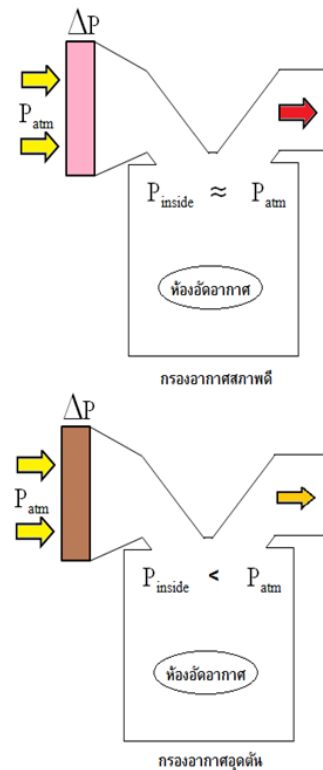
จากรูปที่ 1 เมื่อพิจารณากราฟ P-V Diagram ของวัฏจักรการทำงานแบบอัดอากาศเชิงปริมาตร พบว่ามี 2 กระบวนการใน 4 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นตอนจุดที่ 1 ไปจุดที่ 2 และขั้นตอนจากจุดที่ 3 ไปจุดที่ 4 เป็นขั้นตอนการอัด และขั้นตอนการขยายตัวของอากาศบริเวณช่องว่างในห้องอัดอากาศ ซึ่งเป็นกระบวนการแบบโพลีโทรปิก (Polytropic Process) ส่วนขั้นตอนจากจุดที่ 2 ไปจุดที่ 3 และขั้นตอนจากจุดที่ 4 ไปจุดที่ 1 จะเป็นขั้นตอนการไล่อากาศออกและขั้นตอนการดูดอากาศเข้าห้องอัดอากาศ ซึ่งเป็นกระบวนการแบบความดันคงที่ (Constant Pressure) ขั้นตอนที่ใช้พลังงานของเครื่องอัดอากาศคือ ขั้นตอนจากจุดที่ 1 ไปจุดที่ 2 ซึ่งเป็นขั้นตอนการเพิ่มความดันจากความดันระดับต่ำ (P_1) ขึ้นไปเป็นระดับความดันลมอัดที่ใช้ในระบบ (P_2) เราสามารถหางานจากพื้นที่ใต้กราฟ P-V Diagram ในรูปที่ 2



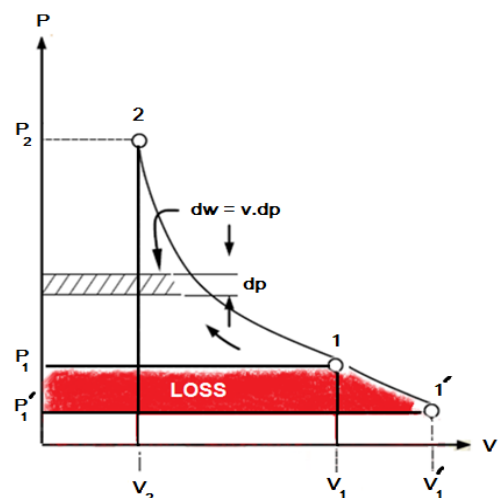
รูปที่ 2 P-V Diagram ของวัฏจักรการทำงานแบบอัดอากาศเชิงปริมาตร

ในขั้นตอนอัดอากาศ ก่อนการอัดโดยปกติระดับความดัน P_1 จะใกล้เคียงกับความดันบรรยากาศ แต่เครื่องอัดอากาศจะมีระบบกรองเพื่อดักฝุ่นก่อนเข้าห้องอัดอากาศ ทำให้เกิดความแตกต่างของความดันด้านนอกกับความดันด้านในห้องอัด ดังแสดงในรูปที่ 3 เครื่องอัดอากาศที่ตัวกรองอากาศอยู่ในสภาพดี ความดันด้านในห้องอัดจะแตกต่างจากความดันบรรยากาศไม่มาก แต่เมื่อใช้งานไประยะเวลาหนึ่งโดยขาดการ

ดูแลรักษา จะทำให้ตัวกรองอากาศอุดตัน ส่งผลให้ความดันภายในห้องอัดมีค่าต่ำกว่าความดันบรรยากาศมากขึ้น ระดับความดัน P_1 จะลดลงดังกราฟรูปที่ 4 ทำให้ต้องใช้งานในการอัดอากาศเพิ่มขึ้นสำหรับเครื่องอัดอากาศที่มีมอเตอร์ไฟฟ้าเป็นต้นกำลัง จะก่อให้เกิดความสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้า

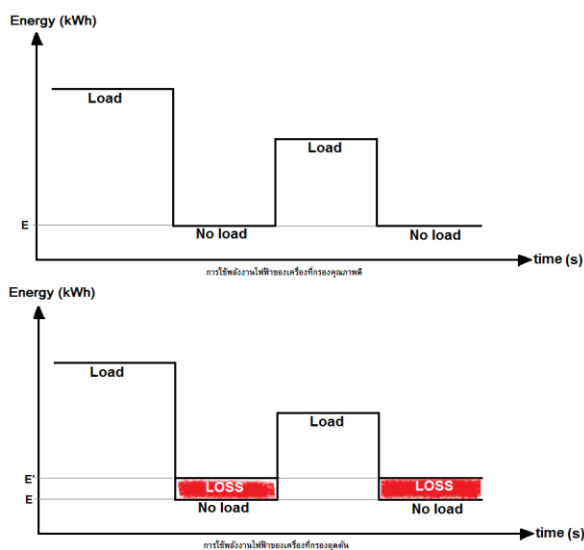


รูปที่ 3 ความแตกต่างของความดันอากาศภายในและภายนอกห้องอัดอากาศ กรณีตัวกรองอุดตัน



รูปที่ 4 P-V Diagram เมื่อกรองอากาศเกิดการอุดตัน

งานในการอัดอากาศมีผลโดยตรงกับการใช้พลังงานไฟฟ้า ดังที่ได้กล่าวในตอนต้นว่าเครื่องอัดอากาศแบบสกรูจะมีลักษณะการทำงานเป็นแบบมีโหลดและไม่มีโหลด ในช่วงมีโหลดเครื่องจะใช้พลังงานไฟฟ้าตามความต้องการลมอัดของระบบ ซึ่งมีระยะเวลาและความต้องการไม่แน่นอน พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในช่วงมีโหลดจึงไม่สามารถชี้วัดสมรรถนะของเครื่องอัดอากาศได้ แต่ในช่วงไม่มีโหลดหรือช่วงที่เครื่องไม่มีการจ่ายลมอัดให้กับระบบ เครื่องจะเดินเปล่าโดยใช้พลังงานไฟฟ้าน้อยลง ซึ่งพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในช่วงไม่มีโหลดจะค่อนข้างคงที่ ในกรณีที่กรองอากาศของเครื่องอยู่ในสภาพดี จะใช้พลังงานไฟฟ้าประมาณ 30 เปอร์เซ็นต์ [10] ของพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในโหลดเต็มพิกัด แต่หากกรองอากาศอุดตันจะทำให้ใช้พลังงานไฟฟ้าในช่วงไม่มีโหลดเพิ่มขึ้น ดังแสดงในกราฟรูปที่ 5



รูปที่ 5 การใช้ไฟฟ้าในสภาพกรองอากาศดีและอุดตัน

จากรูปที่ 5 เป็นตัวอย่างของกราฟที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างการใช้พลังงานไฟฟ้าของเครื่องอัดอากาศชนิดสกรูเทียบกับเวลา พบว่าช่วงของกราฟขณะมีโหลดเครื่องจะใช้พลังงานไฟฟ้าสูงตามภาระของงาน ส่วนในช่วงของกราฟขณะไม่มีโหลดซึ่งปกติจะใช้พลังงานไฟฟ้าคงที่ หากตัวกรองอากาศของเครื่องอยู่ในสภาพดีจะใช้พลังงานไฟฟ้าน้อยกว่า

เครื่องที่ตัวกรองอากาศอุดตัน ลักษณะนี้จึงนำมาเป็นจุดที่ใช้ชี้วัดสมรรถนะของเครื่องอัดอากาศ

การใช้เครื่องอัดอากาศในสภาพที่กรองอากาศอุดตันจะทำให้สูญเสียพลังงานไฟฟ้าโดยไม่จำเป็น หากสามารถวัดพลังงานไฟฟ้าในช่วงเวลาที่ไม่มีโหลดขณะที่เครื่องทำงานเพื่อเปรียบเทียบกับค่าอ้างอิง จะช่วยให้ทราบสมรรถนะของเครื่องอัดอากาศและวางแผนซ่อมบำรุงได้

3. ขั้นตอนการพัฒนาระบบ

ในการวิจัยระบบตรวจวัดพลังงานไฟฟ้าแสดงผลผ่านอินเทอร์เน็ตสำหรับเครื่องอัดอากาศแบบ 3 เฟส จำเป็นต้องออกแบบระบบให้สามารถทำงานได้ตามวัตถุประสงค์ตั้งแต่การรับค่าพลังงานไฟฟ้าที่เครื่องอัดอากาศใช้ ประมวลผลและส่งข้อมูลให้ตัวบริการเว็บเพื่อแสดงผลทางโปรแกรมค้นดูเว็บ (Web browser) แบ่งขั้นตอนเป็นสองส่วนดังนี้

3.1 ส่วนวัดค่าทางไฟฟ้า

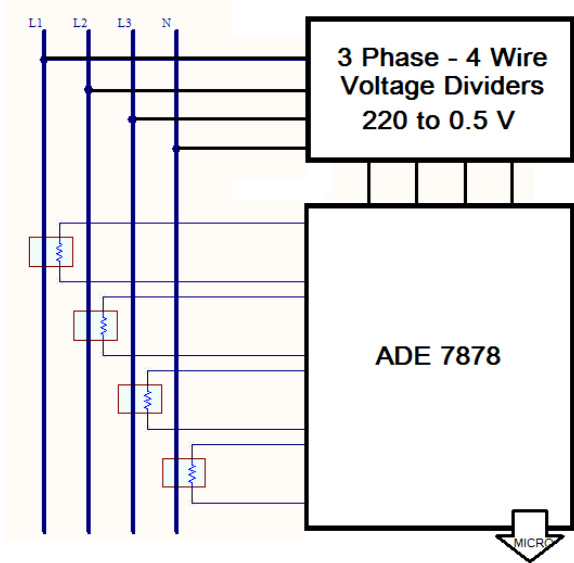
เป็นส่วนนำเข้าข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าของเครื่องอัดอากาศ ประกอบด้วยอุปกรณ์ดังรูปที่ 6 คือ

1. ไอซีวัดค่าทางไฟฟ้า เป็นไอซีสำเร็จรูปติดตั้งบนบอร์ดเพื่อประมวลผลค่าที่รับมาจากวงจรแบ่งแรงดัน และตัวแปลงกระแสเป็นค่าทางไฟฟ้า เช่น กำลังไฟฟ้า พลังงานไฟฟ้า ในแต่ละช่วงเวลานั้นก็ลงหน่วยความจำชั่วคราว (Register) ที่ตำแหน่งต่างๆ ของไอซี

2. วงจรแบ่งแรงดัน ออกแบบให้แบ่งแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับจาก 380 โวลต์ จากสายไฟแต่ละเฟสของเครื่องอัดอากาศ ลดลงแรงดันให้อยู่ในช่วง ± 0.5 โวลต์ ส่งให้ไอซีวัดค่าทางไฟฟ้า

3. ตัวแปลงกระแสไฟฟ้า ติดตั้งบริเวณสายไฟแต่ละเฟสก่อนเข้าเครื่องอัดอากาศ เพื่อวัดอัตราการใช้กระแสไฟฟ้าของเครื่องขณะทำงานส่งให้ไอซีวัดค่า

4. ไมโครคอนโทรลเลอร์ ทำหน้าที่เรียกข้อมูลจากหน่วยความจำชั่วคราวของไอซีวัดค่า ซึ่งเป็นข้อมูลตัวเลขที่ไม่สื่อความหมาย เปลี่ยนเป็นค่าพลังงานไฟฟ้าส่งให้กับตัวบริการเว็บเพื่อนำข้อมูลไปแสดงผล



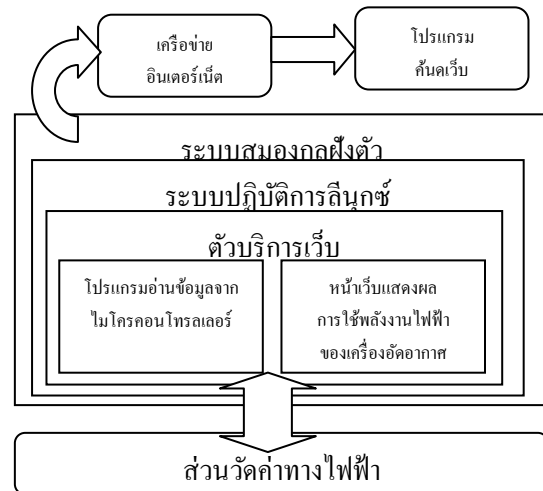
รูปที่ 6 ส่วนวัดค่าทางไฟฟ้า

3.2 ส่วนตัวบริการเว็บ

รูปที่ 7 เป็นส่วนรับค่าจากไมโครคอนโทรลเลอร์ สำหรับแสดงผลข้อมูลทางไฟฟ้าของเครื่องอัดอากาศผ่านโปรแกรมคันดูเว็บ ทำให้สามารถติดตามสภาพการใช้พลังงานไฟฟ้าของเครื่องอัดอากาศผ่านทางคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล ที่มีการเชื่อมต่อเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ออกแบบโดยใช้ระบบสมองกลฝังตัวซึ่งติดตั้งระบบปฏิบัติการลินุกซ์ เขียนโปรแกรมรับค่าจากไมโครคอนโทรลเลอร์ และรวบรวมข้อมูลบันทึกไว้ที่ตัวบริการเว็บ เมื่อผู้ใช้งานต้องการทราบข้อมูลสามารถใช้โปรแกรมคันดูเว็บเรียกดูข้อมูลผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตได้โดยสะดวก หน้าเว็บออกแบบให้แสดงผลการใช้พลังงานไฟฟ้าของเครื่องอัดอากาศในรูปแบบกราฟเส้นจำนวน 2 กราฟ และ 1 การแจ้งเตือนได้แก่

1. กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยต่อเวลา ช่วยวิเคราะห์ปริมาณ และการใช้ลมอัดโดยรวมของระบบในช่วงเวลาต่างๆ
2. กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานไฟฟ้าสะสมต่อเวลาในแต่ละช่วง ช่วยวิเคราะห์แนวโน้มการใช้พลังงานไฟฟ้าในแต่ละวัน สรุปพลังงานไฟฟ้าที่ใช้เพื่อประมาณค่าไฟฟ้าของระบบ

3. การแจ้งเตือนสถานะ จะแสดงช่วงเวลาและกระแสที่ใช้เมื่อเครื่องอัดอากาศใช้กระแสไฟฟ้ามากเกินไปผิดปกติในช่วงไม่มีโหลด



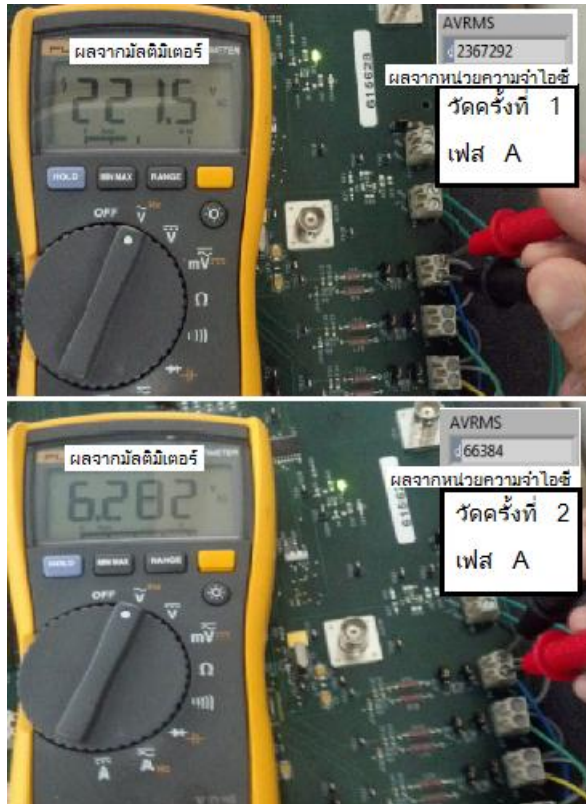
รูปที่ 7 แผนภาพส่วนตัวบริการเว็บ

4. ผลการทำงานของระบบ

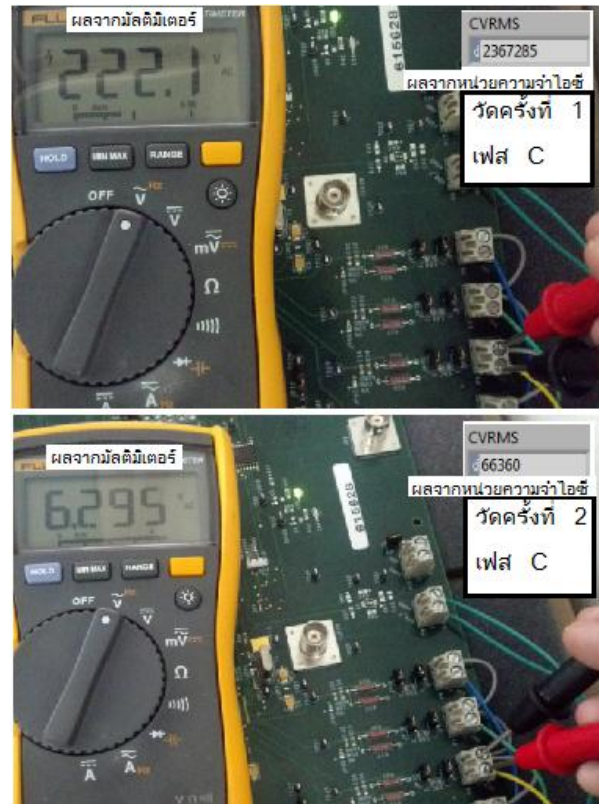
จากการทดลองระบบตรวจวัดพลังงานไฟฟ้าผ่านอินเทอร์เน็ต โดยอ่านค่าจากหน่วยความจำชั่วคราวของไอซีวัดค่าทางไฟฟ้า และทดลองการแสดงผลผ่านตัวบริการเว็บ ได้ผลดังนี้

4.1 ผลของการอ่านส่วนวัดค่าทางไฟฟ้า

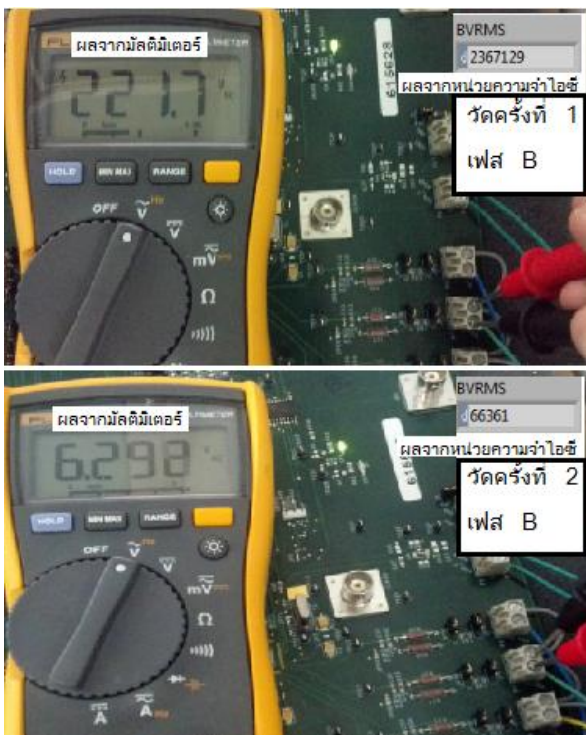
รูปที่ 8 แสดงผลการวัดค่าทางไฟฟ้าเปรียบเทียบระหว่างการวัดปกติด้วยมัลติมิเตอร์ และการวัดโดยใช้โปรแกรมอ่านค่าจากหน่วยความจำชั่วคราวในไอซี โดยทดลองนำบอร์ดไปวัดแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับขนาด 220 โวลต์ และ 6.3 โวลต์ พบว่าตัวเลขที่อ่านจากหน่วยความจำชั่วคราวสามารถอ้างอิงกับค่าแรงดันไฟฟ้าที่เกิดขึ้นจริงได้ ซึ่งเมื่อนำตัวเลขที่ได้จากหน่วยความจำของไอซีมาใส่จุดทศนิยม 4 ตำแหน่งก็จะทราบค่าของแรงดันไฟฟ้า เช่น หากอ่านค่าจากหน่วยความจำของไอซีได้เท่ากับ 2345292 หมายความว่า ค่าแรงดันไฟฟ้าจะเท่ากับ 234.5292 เมื่อเทียบกับค่าที่อ่านได้จากมัลติมิเตอร์ซึ่งเท่ากับ 221.5 พบว่าค่าแรงดันไฟฟ้าที่อ่านได้จากไอซีมีค่าไปในทิศทางเดียวกันกับค่าที่อ่านได้จากมัลติมิเตอร์



(ก)



(ค)



(ข)

รูปที่ 8 เทียบผลวัดจากโปรแกรมและวัดปกติของ
(ก) เฟส 1 (ข) เฟส 2 (ค) เฟส 3

ไมโครคอนโทรลเลอร์จะสื่อสารกับไอซีเพื่อดึงข้อมูลจากหน่วยความจำ แปลงเป็นค่าแรงดันและกระแสไฟฟ้าที่วัดได้จริงของแต่ละเฟส จากนั้นจึงส่งข้อมูลให้กับตัวบริการเว็บ เพื่อประมวลผลกับช่วงเวลาของการวัด เปลี่ยนเป็นค่าพลังงานไฟฟ้า

4.2 ผลที่แสดงจากตัวบริการเว็บ

รูปที่ 9 เป็นรูปแสดงฐานข้อมูลของตัวบริการเว็บ ในการทดลองจะสมมุติค่าแรงดันและกระแสจากไฟฟ้าทั้ง 3 เฟส ที่ส่งมาจากส่วนวัดค่าทางไฟฟ้าไปประมวลผลเทียบเวลาเป็นข้อมูลการใช้พลังงานของเครื่องอัดอากาศ มีโปรแกรมนำค่าจากฐานข้อมูลแสดงเป็นกราฟ พร้อมกับตรวจความผิดปกติหากเกิดกรณีค่ากระแสเฉลี่ยที่วัดได้ในช่วงไม่มีโหลดสูงกว่าค่าปกติ ซึ่งจะแสดงเวลาและค่ากระแสที่ผิดปกติขึ้นในหน้าต่างการแจ้งเตือน

127.0.0.1 » power » power

Browse

Structure

SQL

Search

Insert

Export

Sort by key:

None

+ Options

time

IA

IB

IC

VA

VB

VC

Edit Copy Delete

2013-05-31 09:23:17

9.39

9.38

9.37

221.5

221.3

222.1

Edit Copy Delete

2013-05-31 09:24:17

9.4

9.41

9.4

221.4

221.4

222.2

Edit Copy Delete

2013-05-31 09:25:17

9.28

9.29

9.3

221.4

221.4

222.1

Edit Copy Delete

2013-05-31 09:26:17

3.1

3.11

3.09

221.5

221.4

222.2

Edit Copy Delete

2013-05-31 09:27:17

3.1

3.09

3

221.4

221.3

222.2

Edit Copy Delete

2013-05-31 09:28:17

3

3

3.1

221.5

221.4

222.2

Edit Copy Delete

2013-05-31 09:29:17

8.9

8.8

9

221.4

221.4

222.1

Edit Copy Delete

2013-05-31 09:30:17

9.2

9

9.1

221.5

221.5

221.9

Edit Copy Delete

2013-05-31 09:31:17

9.1

9.2

9

221.4

221.5

222

Edit Copy Delete

2013-05-31 09:32:17

8.8

8.9

9

221.5

221.4

222.1

Edit Copy Delete

2013-05-31 09:33:17

8.9

8.7

8.6

221.4

221.4

222.1

Edit Copy Delete

2013-05-31 09:34:17

3.1

3

3.2

221.5

221.5

222.2

Edit Copy Delete

2013-05-31 09:35:17

2.9

3

3.1

221.5

221.5

222.2

Edit Copy Delete

2013-05-31 09:36:17

3

3.1

3.2

221.4

221.5

222.1

Edit Copy Delete

2013-05-31 09:37:17

2.9

3

3

221.5

221.5

222.2

Edit Copy Delete

2013-05-31 09:38:17

9.2

9.1

9

221.5

221.4

222.1

Edit Copy Delete

2013-05-31 09:39:17

9.1

9

9.2

221.5

221.5

222.1

Edit Copy Delete

2013-05-31 09:40:17

9.24

9.2

9.3

221.5

221.4

222.1

Edit Copy Delete

2013-05-31 09:41:17

8.5

8.52

8.4

221.4

221.4

222.1

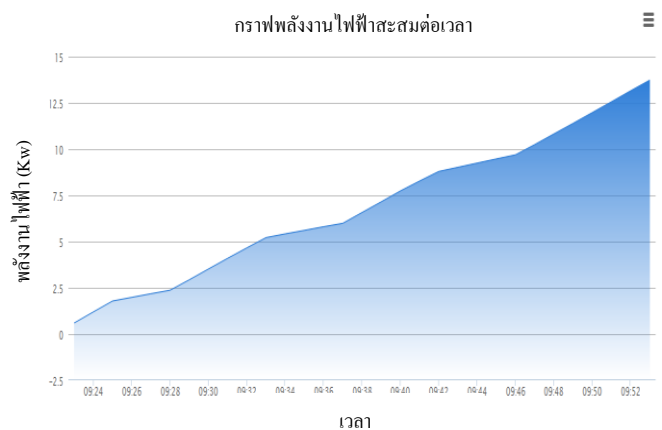
รูปที่ 9 ฐานข้อมูลของตัวบริการเว็บ

รูปที่ 10 เป็นกราฟแสดงการใช้พลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยของเครื่องอัดอากาศ ใช้สังเกตการทำงานของเครื่องในภาพรวมทั้งในช่วงมีโหลดและไม่มีโหลด เพื่อคาดการณ์ปริมาณการใช้ลมอัดในระบบ ซึ่งค่าพลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยจะคำนวณจากค่ากำลังไฟฟ้าในแต่ละช่วงเวลาที่เก็บข้อมูล เช่น หากเก็บข้อมูลค่าแรงดันและกระแสของไฟฟ้าทั้ง 3 เฟส โดยกำหนดช่วงเวลาในการเก็บค่า จะทราบกำลังไฟฟ้าเฉลี่ยในหน่วยกิโลวัตต์ที่ใช้ในช่วงเวลานั้นๆ จากนั้นจึงนำค่ากำลังไฟฟ้าเฉลี่ยไปคูณกับจำนวนวินาทีของช่วงเวลาที่เก็บข้อมูล จะทราบค่าพลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยในหน่วยกิโลวัตต์ต่อชั่วโมง จากรูปที่ 10 หมายถึงในเวลา 30 นาที ระบบได้ใช้ลมอัด 18 นาที และมีการใช้พลังงานสูงสุด 0.84 กิโลวัตต์ต่อชั่วโมง



รูปที่ 10 กราฟแสดงการใช้พลังงานไฟฟ้าเฉลี่ย

รูปที่ 11 เป็นกราฟแสดงการใช้พลังงานไฟฟ้าสะสมของเครื่องอัดอากาศ ใช้สังเกตแนวโน้มการใช้พลังงาน หากกราฟมีความชันมากแสดงว่าเครื่องใช้พลังงานไฟฟ้าสูง หรือหากกราฟมีความชันน้อยแสดงว่าใช้พลังงานไฟฟ้าต่ำ จากรูปหมายความว่า ในเวลา 30 นาที เครื่องใช้พลังงานไฟฟ้า 13.73 หน่วย ซึ่งหากทราบอัตราค่าไฟฟ้า สามารถประมาณค่าไฟฟ้าในแต่ละวันได้



รูปที่ 11 กราฟแสดงการใช้พลังงานไฟฟ้าสะสม

รูปที่ 12 เป็นตารางแสดงเวลาที่เครื่องใช้พลังงานไฟฟ้ามากกว่าปกติ ซึ่งอัตราการกินกระแสไฟฟ้าปกติในช่วงไม่มีโหลดของเครื่องจะไม่เกิน 3.3 แอมป์ แต่ที่เวลา 8.20 น. ถึง 8.23 น. เครื่องกินกระแสสูงขึ้น แสดงว่าช่วงเวลาดังกล่าวเริ่มเกิดการอุดตันที่บริเวณตัวกรองของเครื่องอัดอากาศ

เวลา	IA	IB	IC	กระแส	VA	VB	VC	Vเฉลี่ย	Pเฉลี่ย	Ea(Kwh)	Es(Kwh)
09:43	3.70	3.50	3.60	3.60	221.50	221.50	222.20	221.73	798.24	0.23	9.02
09:44	3.50	3.60	3.40	3.50	221.50	221.40	222.10	221.67	775.83	0.22	9.24
09:45	3.60	3.52	3.50	3.54	221.40	221.50	222.10	221.67	784.70	0.23	9.47
09:46	3.51	3.50	3.49	3.50	221.40	221.40	222.20	221.67	775.83	0.22	9.69

รูปที่ 12 ตารางแสดงเวลาที่เครื่องทำงานผิดปกติ

5. สรุปและงานในอนาคต

จากการสร้างระบบตรวจวัดพลังงานไฟฟ้าผ่านอินเทอร์เน็ตสำหรับเครื่องอัดอากาศแบบ 3 เฟส นั้น ในเบื้องต้นเมื่อนำส่วนวัดค่าทางไฟฟ้าติดตั้งกับอุปกรณ์ทดสอบพบว่า ความแม่นยำของค่าพลังงานที่วัดได้จะแปรผันตามความถี่ของการเก็บข้อมูล ซึ่งค่าพลังงานไฟฟ้านั้นประมวลผลมาจากค่าแรงดันและกระแสที่อุปกรณ์ไฟฟ้าใช้ขณะทำงาน หากนำส่วนวัดค่าทางไฟฟ้าไปติดตั้งกับเครื่องอัดอากาศชนิดสกรู จะสามารถเก็บค่าพลังงานไฟฟ้าในเวลาที่เครื่องอัดอากาศทำงานทั้งในขณะมีโหลดหรือในขณะไม่มีโหลด และใช้ตรวจสอบกรณีที่เครื่องใช้กระแสไฟฟ้าในช่วงไม่มีโหลดสูงกว่าค่าปกติที่เกิดจากการอุดตันของตัวกรองอากาศในสภาพต่าง ๆ โดยจะทดลองต่อไป

ในส่วนของตัวบริการเว็บ ฐานข้อมูลสามารถเก็บค่าแรงดันและกระแสไฟฟ้าทั้ง 3 เฟส ในเวลาต่าง ๆ ซึ่งกำหนดความถี่ในการเก็บค่าไว้ มีโปรแกรมรับค่าจากฐานข้อมูลมาประมวลผลเพื่อแสดงเป็นกราฟและตารางการใช้พลังงาน หากนำฐานข้อมูลนี้รับค่าทางไฟฟ้าที่วัดได้จากเครื่องอัดอากาศ จะสามารถสังเกตพฤติกรรมการใช้พลังงานและความผิดปกติของเครื่องผ่านทางระบบอินเทอร์เน็ตได้

ปัจจุบันระบบตรวจวัดการใช้พลังงานไฟฟ้าผ่านเครื่องข่ายอินเทอร์เน็ตสำหรับเครื่องอัดอากาศแบบ 3 เฟส ที่กำลังพัฒนายู่นี้ ยังขาดส่วนรับส่งข้อมูลซึ่งทำหน้าที่สื่อสารระหว่างส่วนวัดค่าทางไฟฟ้าและส่วนตัวบริการเว็บ หากพัฒนาในส่วนนี้สำเร็จจะได้ระบบตรวจวัดการใช้พลังงานไฟฟ้าผ่านอินเทอร์เน็ตสำหรับเครื่องอัดอากาศแบบ 3 เฟส เพื่อใช้ทดสอบเทียบกับเครื่องมีวัดที่สอบเทียบแล้ว และปรับแต่งระบบให้มีความแม่นยำเที่ยงตรงเพื่อเป็นระบบที่สมบูรณ์ต่อไป

6. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ที่ให้ทุนสนับสนุนการดำเนินงาน ขอขอบคุณบัณฑิตวิทยาลัยที่สนับสนุนการนำเสนอผลงานในครั้งนี้

7. เอกสารอ้างอิง

- [1] Yang, Ming. "Air Compressor efficiency in a Vietnamese enterprise." Energy Policy. china: Elsevier Ltd., 2009. 2327-2337.
- [2] R.Saidur, N.A.Rahim,M.Hasanuzzaman. "A review on compressed-air energy use and energy savings." Renewable and Sustainable Energy Reviews. Malaysia: Elsevier Ltd.,2010.1135-1153.
- [3] Nissaga Nishad, Rasanajan Mendis, Nisal Perera. "Energy audit : a case study". Department of Electrical Engineering. University of Moratuwa. Katubedda: IEEE@2006. 45-50.
- [4] Maolin CAI, Toshiharu KAGAWA. "Design and Application of Air Power Meter in Compressed Air System". Tokyo Institute of Technology. Japan: IEEE@2001. 208-212
- [5] Agus Purwadi, Yanuarsyah Haroen, Farianza Yahya Ali, Nana Heryana, Dadan Nurafiat, Abdullah Assegaf. "Prototype Development of a Low Cost Data Logger for PV Based LED Street Lighting System." International Conference on Electrical Engineering and Informatics. Bandung: Indonesia, 2011. E4-2.
- [6] กิจติ มินา, สุระพล เรียร์มนตรี,มนัส เกื้อกุล กิจการ,สาวิตรี ตันทนุช. "การออกแบบและสร้างอุปกรณ์ตรวจวัดความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุด." สงขลา: มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, 2553.
- [7] ชลธิดา หลงพลอยพัต, เสาวภาคย์ จำปาทอง. "เครื่องบันทึกข้อมูลสำหรับสถานีไฟฟ้าย่อย." ขอนแก่น: มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2552.
- [8] ระบบอัดอากาศ. (2553) , [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา <http://www.teenet.tei.or.th> , เข้าดูเมื่อวันที่ 27/10/2555
- [9] การประลองทางวิศวกรรมเครื่องกล 2. การทดสอบเครื่องอัดอากาศ.(2545) , [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา <http://www.mechanical.rmutk.ac.th> , เข้าดูเมื่อวันที่ 10/11/2555

- [10] กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน.
การใช้พลังงานในเครื่องอัดอากาศ (2555). กรุงเทพฯ:
กระทรวงพลังงาน
- [11] หิรัญยะพรรค และดำรงค์. คู่มือช่างไฟฟ้าขั้นต้น
(2445). กรุงเทพฯ: ทวีธาเศก
- [12] ตัวแปลงกระแสไฟฟ้า(2547) , [ระบบออนไลน์].
แหล่งที่มา www.aida-engineering.co.th , เข้าดูเมื่อ
วันที่ 16/05/2555
- [13] มงคล พรหมเทศ และ นรงค์ชัย กล่อมสุนทร.
ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น(2546). กรุงเทพฯ:
एमพันธ์
- [14] ธวัชชัย จารวิทย์ และ ไวกจน์ ศรีชัย. วงจรไฟฟ้า
(2549). กรุงเทพฯ: วังอักษร
- [15] CGI หมายถึงอะไร . (2555) , [ระบบออนไลน์].
แหล่งที่มา www.com5dow.com , เข้าดูเมื่อวันที่
07/08/56
- [16] การเพิ่มประสิทธิภาพเพื่อการประหยัดพลังงาน
ในอุตสาหกรรม .(2550) , [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา
www.thailandindustry.com, เข้าดูเมื่อวันที่ 07/07/55.
- [17] Williams, Verle A. "Conserve Energy By
Optimizing Air Compressor System." California:
Verle A. Williams & Associates, 1985. 1324-1430.
- [18] Mo, Wenyu. "Air Compressor Control System
for Energy Saving in Locomotive Service Plant."
J.electromagnetic Analysis applications. china:
Scientific Research, 2009. 114-117.
- [19] จิตวิวัฒน์ รัตนมณี, ศุภวัฒน์ สุทรงดี, อลงกรณ์
ปิระวารภรณ์. "ชุดสาธิตเซนเซอร์แบบพกพา."
กรุงเทพ: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้า
พระนครเหนือ, 2553.
- [20] GPIO บน Embedded Linux. (2553) , [ระบบ
ออนไลน์] . แหล่งที่มา www.project4fun.com, เข้าดู
เมื่อวันที่ 16/07/55.
- [21] ประยุกต์ Embedded Linux Computer. (2554),
[ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา www.project4fun.com,
เข้าดูเมื่อวันที่ 04/07/55