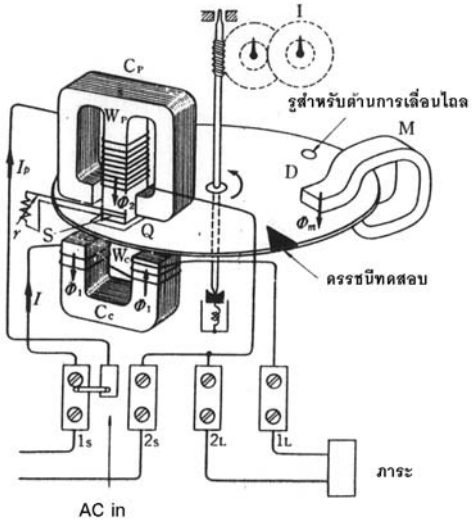
บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของการวิจัย

โดยทั่วไปเครื่องมือที่ใช้วัดพลังงานไฟฟ้า ถูกสร้างจากมิเตอร์วัดชนิดขดลวด โดยมีขดลวด 2 ชุด ขดลวดชุดที่ต่อขนานกับภาระ(Load) จะถูกเรียกว่าขดลวดแรงดัน (Potential coil) ส่วนขดลวดที่ต่ออนุกรมกับภาระเรียกว่าขดลวดกระแส (Current coil) ขดลวดทั้ง 2 ถูกพันอยู่บนแท่งโลหะเพื่อสร้างเป็นวงจรสนามแม่เหล็กขึ้น แผ่นจานอลูมิเนียมบาง ที่วางตัวอยู่ระหว่างแท่งโลหะทั้งสองจะถูกเหนี่ยวนำจากสนามแม่เหล็กและเกิดกระแสไหลวน (Eddy current) ส่งผลให้เกิดเป็นแรงบิดหมุนแผ่นจาน ความเร็วในการหมุนของแผ่นจานนี้จะเป็นสัดส่วนกับกำลังไฟฟ้าที่ใช้ ดังนั้นจำนวนรอบที่แผ่นจานหมุนใน 1 ช่วงเวลาจะถูกนำมาคำนวณเป็นค่าการใช้พลังงานไฟฟ้า จะพบมาตรวัดชนิดนี้ได้ทุกบ้าน ในรูปของมิเตอร์วัดกิโลวัตต์-ชั่วโมง (Kilowatt hour meter) ความแม่นยำและความเที่ยงตรงของระบบการวัดแบบนี้จะขึ้นอยู่คุณภาพของวัสดุที่ใช้ เช่น แผ่นจานหมุนและแกนของขดลวด การล้าและการสึกหรอของจุดหมุน คุณภาพของขดลวด เป็นต้น ซึ่งจะเป็นปัญหาด้านเสถียรภาพของผลการวัดพลังงานในระยะยาว ดังในภาพประกอบที่ 1-1 แสดงหลักการทำงานของมาตรวัดชนิดขดลวด

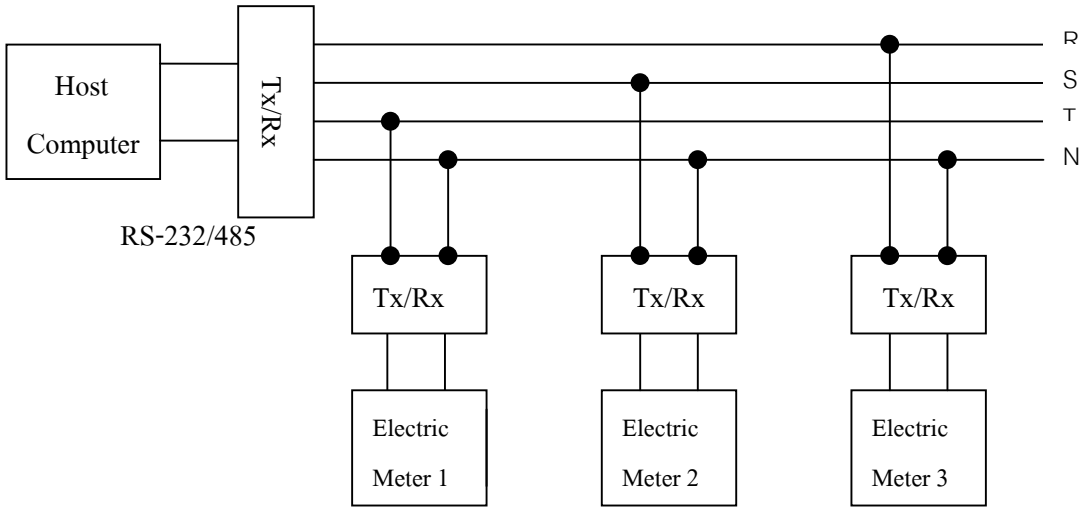


ภาพประกอบ 1-1 มิเตอร์วัดพลังงานไฟฟ้า

ในงานวิจัยนี้จะออกแบบและพัฒนาอุปกรณ์ มีจุดมุ่งหมายที่จะเพิ่มศักยภาพของระบบวัดพลังงานไฟฟ้า ทำให้นำไปสู่การปรับปรุงการใช้พลังงาน โดยการตรวจวัดและทำการวิเคราะห์หา

สภาพการใช้พลังงานและการสูญเสียที่เกิดขึ้นในเครื่องจักร อุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆ ซึ่งนำไปสู่การประเมินศักยภาพในการประหยัดพลังงานไฟฟ้า และเป็นแนวทางในการปรับปรุงการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ โดยมีองค์ประกอบหลัก 3 ส่วน ดังแสดงในภาพประกอบที่ 1-2

1. ส่วนตรวจวัดพลังงานไฟฟ้า (Energy meter) ซึ่งส่วนนี้จะใช้วงจรโซลิดสเตท แทนมิเตอร์วัดแบบขดลวดเพื่อเพิ่มความแม่นยำ
2. ส่วนประมวลผลพลังงานไฟฟ้า (Host computer) ซึ่งส่วนนี้จะใช้คอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล เชื่อมโยงกับระบบ ส่งผ่านข้อมูล ผ่านพอร์ตอนุกรม
3. ส่วนเชื่อมโยงเครือข่าย (Network interface) ส่วนนี้จะแปลงสัญญาณที่ได้จากส่วนตรวจวัดพลังงานไฟฟ้า เพื่อส่งผ่านข้อมูล ผลการวัดบนสายส่งกำลังไฟฟ้า (Power-line carrier ,PLC)

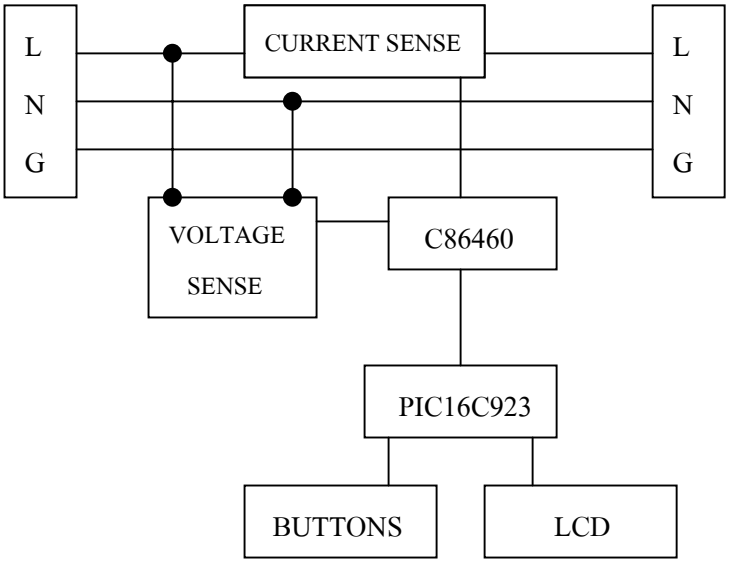


ภาพประกอบ 1-2 แผนผังเครื่องตรวจวัดพลังงานไฟฟ้าแบบรวมศูนย์
โดยผ่านทางเครือข่ายไฟฟ้า

1.2 การตรวจเอกสาร

1.2.1 Watt-Hour Meter using PIC16C923 and CS5460 [Brett Duane, Stephen Humberd Microchip Technology Inc., 2000] เป็นบทความที่นำเสนอการประยุกต์ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16C923 ในการควบคุมการทำงานของวงจรสำเร็จรูปวัดค่าพลังงานไฟฟ้า โดยใช้ CS5460 ของบริษัท Cirrus Logic®/Crystal Power Measurement, มีการเก็บข้อมูลของพลังงานไฟฟ้าโดยใช้

24C01,Serial EEPROM, และให้แสดงผลที่หน้าจอ LCD ค่าที่แสดงผลหน้าจอของ LCD ประกอบด้วย ค่าพลังงานไฟฟ้าจริง(True power), ค่าพลังงานไฟฟ้าปรากฏ (Apparent power), ค่าเพาเวอร์แฟกเตอร์(Power factor) รวมทั้งค่าของแรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าประสิทธิผล(RMS voltage, RMS current) ภาพประกอบที่ 1-3 แสดงระบบของเครื่องวัดพลังงานไฟฟ้า



ภาพประกอบ 1-3 โครงสร้างของระบบเครื่องมือวัดพลังงานไฟฟ้า

1.2.2 A Low Cost Watt-Hour Energy Meter Based on the ADE7757 [Stephen T. English., 1997] เป็นบทความที่นำเสนอการออกแบบมาตรวัดพลังงานไฟฟ้าแบบโซลิดสเตต โดยใช้วงจรรวม ADE7757 ทำหน้าที่ตรวจวัดค่าพลังงานไฟฟ้า ของระบบไฟฟ้าหนึ่งเฟส ขนาดแรงดัน 220 โวลท์ และพิกัดกระแสสูงสุด(Imax) 30 แอมแปร์ ตามมาตรฐานสากล IEC 61036 (2000-09)

1.2.3 Current Sensing for Energy Meter [William Koon, Energy Measurement Group] เป็นบทความที่นำเสนอ ตัวตรวจวัดสัญญาณกระแส(Current Sensing) ซึ่งในปัจจุบันมีอยู่ด้วยกัน 3 วิธี คือ Current shunt, Current transformer และ Hall effect sensor โดยกล่าวถึงคุณสมบัติของตัวจับสัญญาณกระแสแต่ละประเภทและได้เปรียบเทียบข้อดี ข้อเสียของ Current shunt, Current transformer และ Hall effect sensor

1.2.4 Design and Development of Solid-state Single-Phase Electric Energy Meter [Sawit Tanthanuch., 2002] เป็นบทความที่นำเสนอการออกแบบและพัฒนามาตรวัดพลังงานไฟฟ้าแบบโซลิดสเตต สำหรับการวัดไฟฟ้าเฟสเดียว เครื่องต้นแบบประกอบด้วยวงจรรวมเอดี 7755 ทำหน้าที่ตรวจวัดค่าพลังงานไฟฟ้า ที่ใช้ไปแล้วส่งผ่านข้อมูลไปประมวลผลด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ ใน

ตระกูลเอ็มซีเอส 51 แสดงผลบนจอผลึกเหลว เครื่องต้นแบบถูกสร้างตามมาตรฐานไออีซี 1036 สำหรับมาตรวัดชั้นหนึ่ง จึงสามารถประยุกต์ใช้เป็นมาตรวัดกิโลวัตต์-ชั่วโมง มีความแม่นยำอยู่ในย่าน ± 3 นอกจากนี้ยังเพิ่มความสามารถในด้านการรายงานค่าพลังงานไฟฟ้า, มูลค่าพลังงานไฟฟ้า และการถ่ายโอนข้อมูลผลการวัดกับคอมพิวเตอร์ ส่งผลให้ขีดความสามารถสูงขึ้นกว่าวัดแบบเดิมที่เป็นขดลวด

1.2.5 ST7538 FSK Power-Line Transceiver Demo-kit Description [Giuseppe Cantone., 2003] เป็นบทความที่นำเสนอการรับส่งข้อมูลผ่านทางสายไฟฟ้า โดยใช้ ไอซี ST7538 ทำหน้าที่รับสัญญาณดิจิตอลเข้าที่ขา TxD และแปลงเป็นสัญญาณซายนูซอยด์ (FSK Sinusoidal) ออกที่ขา ATOP1/ATOP2 ซึ่งสัญญาณที่เอาพุทนี้จะอินเฟสซึ่งกันและกัน มีอัตราการส่งข้อมูล(Baud rate) ถึง 4 ช่อง คือ 600,1200,2400 และ4800 สามารถเลือกย่านความถี่ใช้ได้ 8 ย่านความถี่ด้วยกัน คือ 60,66,72,82.05,86,110 และ 132.5 kHz.

1.2.6 Performance Analysis of FSK Power Line Communications Systems Over the Time-Varying Channels: Measurements and Modeling[Hakki Cavdar, Member, IEEE.,2004] เป็นบทความที่นำเสนอรูปแบบการสื่อสารผ่านทางสายไฟฟ้าเอซี (Power Line Communication) ซึ่งได้ศึกษามาตรฐานการออกแบบและการวางแผนของระบบการสื่อสารผ่านทางสายไฟฟ้า (PLC) โดยการทดสอบการรับส่งข้อมูล โดยใช้โมเดลของ ABCD เมตริกซ์ และการจำลองสัญญาณ โดยใช้โปรแกรม Electronics workbench ในการวิเคราะห์ ซึ่งทำการทดสอบระบบสายส่งในประเทศตุรกี โดยมีสัญญาณพาหะ อยู่ในช่วงความถี่ 50-200 kHz โดยพิจารณาผลที่เกิดจากโหลดในระบบ, ความถี่, ความยาวของสายส่งและหม้อแปลงแรงดัน ซึ่งมีการตรวจสอบข้อมูล การรับส่งข้อมูลโดยใช้วิธี FSK มอดูเลชั่น

1.3 วัตถุประสงค์

1.3.1 ศึกษา พัฒนา และออกแบบระบบตรวจวัดพลังงานไฟฟ้า ด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์และอุปกรณ์โซลิดสเตท

1.3.2 ศึกษา พัฒนา และออกแบบระบบสื่อสารข้อมูลผ่านสายส่งกำลังไฟฟ้า

1.3.3 ศึกษา พัฒนา และออกแบบระบบประมวลผลการวัดพลังงานไฟฟ้าแบบรวมศูนย์

1.3.4 สร้างต้นแบบระบบการวัดพลังงานไฟฟ้าแบบรวมศูนย์ โดยผ่านเครือข่ายไฟฟ้ากำลังหลัก

1.4 ขอบเขตงานวิจัย

1.4.1 ศึกษาโครงสร้างการทำงานของมาตรวัดกิโลวัตต์-ชั่วโมงแบบ 1 เฟส ขนาด 15/45 แอมแปร์ 220 โวลท์

1.4.2 สร้างเครื่องต้นแบบ

1.4.3 ศึกษาการควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าโดยการส่งสัญญาณควบคุมกับสายไฟฟ้ากระแสสลับ

1.4.4 ออกแบบระบบศูนย์รวมวัดพลังงานไฟฟ้า

1.5 วิธีการดำเนินการวิจัย

1.5.1 ศึกษาและออกแบบตัวตรวจรู้แรงดัน,กระแสไฟฟ้าและวงจรโซลิดสเตท สำหรับวัดพลังงานไฟฟ้าออกแบบการประมวลผลการวัดพลังงานไฟฟ้า โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ และทำการทดสอบ เปรียบเทียบเกณฑ์มาตรฐาน IEC 1036

1.5.2 ศึกษาและออกแบบโปรแกรมที่สามารถเชื่อมต่อระบบสื่อสารข้อมูลและออกแบบโปรแกรมแสดงผลการวัดพลังงานไฟฟ้าได้ จากนั้นทำการทดสอบ เก็บข้อมูล เปรียบเทียบผล

1.5.3 ศึกษาและออกแบบวงจรผสมสัญญาณข้อมูลกับสัญญาณในสายส่งกำลังไฟฟ้า จากนั้นทำการทดสอบ เก็บข้อมูล เปรียบเทียบผล

1.5.4 ทดสอบเครื่องวัดพลังงานไฟฟ้าแต่ละตัว ในระบบเครือข่าย และทำการทดสอบวงจรผสมสัญญาณข้อมูลกับสัญญาณในสายส่งไฟฟ้า

1.5.5 สรุปผลการวิจัย ข้อเสนอแนะและจัดทำรูปเล่มวิทยานิพนธ์

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.6.1 สามารถตรวจวัดการใช้พลังงานไฟฟ้าได้อย่างแม่นยำ เที่ยงตรง

1.6.2 สามารถจัดประเมินการใช้พลังงานไฟฟ้าแบบเวลาจริงได้

1.6.3 เพื่อความสะดวกในการบันทึก/จัดเก็บ ค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าได้

1.6.4 พัฒนาความสามารถระบบการวัดพลังงานไฟฟ้า เพื่อการปรับปรุง/ประหยัดการใช้พลังงานไฟฟ้า

1.6.5 พัฒนาความสามารถระบบการวัดพลังงานไฟฟ้า เพื่อการปรับปรุง/ประหยัดการใช้พลังงานไฟฟ้า

1.6.6 สามารถพัฒนาระบบเพื่อใช้งานเชิงพาณิชย์ได้ในอนาคต