วารสารวิจัย UTK ราชมงคลกรุงเทพ

การออกแบบและพัฒนาเครื่องต้นแบบระบบวัดทางไฟฟ้า
Design and development of an electrical measuring system prototype

กัลยา ธนาสินธ์
Kanlaya Thanasin

สาขาวิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา
Physics Program, Faculty of Science and Technology, Bansomdejchaopraya Rajabhat University, Bangkok
Corresponding author. Tel: 09 5247 6777, E-mail: kanlayathanasin@gmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้นำเสนอการออกแบบและพัฒนาเครื่องต้นแบบระบบวัดค่าทางไฟฟ้า เพื่อให้สามารถนำเครื่องต้นแบบระบบวัดค่าทางไฟฟ้ามาใช้ในการวัดค่ากระแสไฟฟ้ากระแสตรงและไฟฟ้าสลับ การวัดค่าแรงดันไฟฟ้า การวัดค่าความต้านทาน การวัดค่าความจุทางไฟฟ้า การวัดค่าความถี่ และการวัดค่าพื้นฐานทางด้านไฟฟ้าได้ ซึ่งเครื่องต้นแบบระบบวัดค่าทางไฟฟ้าที่สร้างขึ้นนี้ มีผลของการทดสอบการใช้งานแสดงให้เห็นได้ว่า เครื่องต้นแบบนั้นสามารถวัดค่ากระแสไฟฟ้าตรงและกระแสไฟฟ้าสลับได้ในหน่วยของแอมแปร์ โดยสามารถวัดค่าได้ที่ย่าน 0.2 ถึง 40 แอมแปร์ และย่าน 1 ถึง 400 แอมแปร์ การวัดค่าแรงดันไฟฟ้าได้ที่ย่าน 0 ถึง 1,000 โวลท์ การวัดค่าความต้านทานได้ที่ย่าน 1 โอห์ม ถึง 40 เมกะโอห์ม การวัดค่าความจุของตัวเก็บประจุได้ในหน่วยของไมโครฟารัด ได้ที่ย่าน 1 ถึงย่าน 4,000 ไมโครฟารัด การวัดค่าความถี่ในหน่วยเฮิรตซ์ วัดค่าได้ที่ย่าน 10 เฮิรตซ์ ถึง 1 เมกะเฮิรตซ์ และการวัดการรั่วของกระแสไฟฟ้า การช๊อตของวงจรไฟฟ้าได้ด้วย เครื่องต้นแบบระบบวัดค่าทางไฟฟ้านี้สามารถวัดค่าพื้นฐานทางด้านไฟฟ้าได้เทียบเท่ากับเครื่องมาตรฐานวัดค่าทางไฟฟ้า Fluke รุ่น 325 ได้อย่างแม่นยำและมีค่าความคลาดเคลื่อนจะต้องไม่เกิน 5 %

คำสำคัญ: เครื่องวัดไฟฟ้า แคลมป์มิเตอร์ ระบบการวัด

ABSTRACT

This research proposes the design and development of an electrical measuring systemprototype which can be used to measure electrical current included direct and alternating current. The prototype can measure voltage, resistance, capacity, frequency, and electrical basis. A prototype of the electrical measuring system which was creates that has the results of experiment can measure direct and alternating current in units of Amperes. It can measure at 0.2 to 40 Ampere, and can measure 1 to 400 Ampere. The measurement of voltage can measure at 0 Volts to 1,000 Volts. The measurement of resistance can measure at 1 Ohm

Received 09-07-2019
Revised 11-09-2019
Accepted 13-09-2019

to 40 mega-Ohms. The measurement of capacity can measure at 1to 4000 μF in units of micro-farad (μF). The measurement of frequency at 10 Hz. to 1 MHz in units of Hertz. In other measurements of leakage electricity and shortage circuit that can be measured. A prototype of the electrical measuring system can measure electrical basis compared to instrumental standard Fluke model 325 that the result was precisely and percentage of tolerance did not more than 5 percentages.

Keywords: Electric energy, Clamp Meter, Measurement

1. บทนำ

ปัจจุบันนี้การใช้งานด้านการวัดคุณภาพไฟฟ้ามีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องทำการวิเคราะห์ ทั้งทางด้านค่าพลังงานของไฟฟ้า ค่ากระแสไฟฟ้า เพราะยุคสมัยนั้นไฟฟ้าเป็นความจำเป็นหลักของการดำเนินชีวิตของมนุษย์ทุกคน ซึ่งเมื่อมีการใช้ไฟฟ้า การใช้งานจะต้องมีการบำรุงรักษา ตรวจซ่อมแซมให้มีคุณภาพอยู่เสมอ ๆ ซึ่งเครื่องตรวจวัดนั้นก็มีหลายจำพวก แต่การวัดคุณภาพของกระแสไฟฟ้านั้นเป็นสิ่งที่ต้องคำนึงถึงเป็นอันดับต้น ๆ เพราะค่ากระแสไฟนั้นถ้าเกิดการรั่วในสายไฟอาจจะทำให้เกิดการช๊อตของวงจร การระเบิดของระบบไฟฟ้า ทำให้ส่งผลกระทบต่อมนุษย์ อุตสาหกรรมและชุมชนได้ [1]

ดังนั้นผู้วิจัยเล็งเห็นถึงปัญหานี้ จึงมีแนวคิดที่จะออกแบบและพัฒนาเครื่องมือวัดค่ากระแสไฟฟ้าที่สามารถพกพาได้สะดวก และใช้งานได้ง่าย ใช้ได้กับสายไฟระบบไฟฟ้าได้ทุกจุด โดยที่ไม่ต้องหยุดการจ่ายกระแสไฟฟ้า ซึ่งเครื่องมือวัดค่านี้คือ แคลมป์มิเตอร์ หรือ เป็นอุปกรณ์ที่จะถูกออกแบบมาเพื่อการวัดกระแสโดยไม่ต้องดับหรือหยุดการทำงานของวงจร ส่วนการวัดยังสามารถพัฒนาให้วัดค่าทางไฟฟ้าพื้นฐานได้ อาทิเช่น ค่าความต่างศักย์ไฟฟ้าตรง-สลับ ค่าความจุไฟฟ้า ค่าไดโอด และค่าความต้านทานไฟฟ้าในส่วนของการแสดงผลนั้นจะแสดงเป็นดิสเพลย์บนจอดิจิตอล ซึ่งจะสะดวกต่อการอ่านและบันทึกค่าของการใช้งานของเครื่องต้นแบบนี้ [1]

1.1 เซนเซอร์ ETCR068AD Clamp AC/DC current sensor

ETCR0 6 8 AD Clamp AC / DC เป็นเซนเซอร์ถูกออกแบบมาสำหรับการทดสอบการทำงานของ AC / DC ที่มีแรงดันไฟฟ้าได้สูงสุด 600V และเป็นการพัฒนาเทคโนโลยี CT มาใช้ในการอ่านค่าที่เป็นดิจิตอล โดยเซนเซอร์จะรับค่าการเหนี่ยวนำของค่ากระแสไฟฟ้า โดยการคล้อง CT เข้ากับโหลดหรืออุปกรณ์ที่มีกระแสไฟฟ้า จะสามารถ นำค่ามาวิเคราะห์ได้ว่าค่าของกระแสไฟฟ้า ที่มีความแม่นยำสูงสามารถเชื่อมต่อได้หลายเมตร สามารถใช่ร่วมกับชุดวิเคราะห์คุณภาพไฟฟ้าได้ ฯลฯ และนิยมนำมาใช้กันอย่างแพร่หลายในอุตสาหกรรมการผลิตไฟฟ้าและการวิจัย [2]

1.2 ส่วนควบคุมและประมวลผล

งานวิจัยนี้ใช้ MCU พัฒนาบน Open source plat torn คือบอร์ด Arduino UNO R3 ทำหน้าที่ควบคุมการทำงาน รับค่าจากส่วน ADC และอินพุตต่าง ๆ ทำการประมวลผล ตามระบบควบคุมโปรแกรม และแสดงผลออกทางจอ LCD โดยมีการทำงานตามหลักดังนี้

1.2.1 การวัดโวลท์ Volt AC, Volt DC ทำการรับค่าจาก ADC ประมวลผลทางการคำนวณทางคณิตศาสตร์โดยใช้ตัวคูณจากตำแหน่ง ของ Range selector แสดงผลออกทาง LCD

1.2.2 การวัดกระแส Current AC , Current DC การวัดจะใช้ Current clamp แบบ m VDC output จึงใช้การรับค่าจาก ADC และนำมาคูณค่าจากสเกล ของ Current clamp แสดงผลออก LCD

1.2.3 การวัดความถี่ ทำการรับค่า Input จากวงจร Pulse และวัดคาบเวลาของ Pulse ประมวลผลเป็นความถี่ และแสดงผลออกจอ LCD

1.2.4 การวัดค่าความต้านทาน ทำโดยรับค่า V ตกคร่อมระหว่างวงจร R divider จาก ADC ประกอบกับค่าตำแหน่งของ R range selector ประมวลผลและแสดงค่า R ทางจอแสดงผล LCD

1.2.5 การตรวจวัดตำแหน่งการช๊อตของไฟฟ้า Test diode ,Transistor ในการทดสอบอุปกรณ์ เช่น ไดโอด ทรานซิสเตอร์ เราสามารถใช้วงจรวัด Resistor มาทำการทดสอบได้ หลักการคือ จะทดสอบ PN Junction โดยทำให้เกิด Volt ตกคร่อมแล้วทำการวัดค่า Volt หากเป็นทิศทาง Forward จะทราบค่า Forward voltage และหากเป็นทิศทาง Reverse จะเป็นการเกิด High impedance ทำให้ประเมินอุปกรณ์ได้ว่าอยู่ในสภาพดีหรือเสียได้ [3]

1.2.6 การตรวจวัดค่าความจุทางไฟฟ้า ตัวเก็บประจุ ในตำแหน่งนี้จะไม่ใช้วงจร R divider เพียงแต่บอก MCU ให้รู้ว่าอยู่ใน Mode ที่ต้องการวัดค่าตัวเก็บประจุ หลักการคือวัดค่า Time constant ซึ่งสัมพันธ์กับค่า Capacitance ที่ต้องการทดสอบ โดยใช้วงจร RC ต้องบอก MCU ให้รู้ว่าอยู่ใน Mode ที่ต้องการวัดค่าตัวเก็บประจุได้อย่างสมบรูณ์ [4]

1.3 ส่วนของ Mode Selector

ส่วนนี้จะใช้ทำหน้าที่เลือกฟังก์ชันที่จะทำการวัดและเป็นตัวกำหนดลักษณะการต่อ Terminal กับวงจรและตำแหน่งของ Selector จะถูกส่งผ่าน Input pin ของ MCU Mode Selector ใช้ Rotary Switch แบบ 6 ตำแหน่ง 4 pole ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่1 แสดง Rotary Switch แบบ 6 ตำแหน่ง

ตำแหน่ง	ฟังก์ชันการวัด	สถานะ
0	OFF	ปิดวงจร
1	VDC	วัด DC Volt
2	VAC	วัด AC Volt
3	Frequency	วัด Frequency
4	A (mA)	วัด Current
5	Ω /D/TR /C	วัด R, D,TR,C

จากการศึกษาข้อมูลวิจัยพบว่าปี พ.ศ. 2558 ษิรากร ซีโฮ่ ได้ทำการวิจัยเรื่อง ศึกษาการวัดกระแสไฟฟ้าจาก Current transformer ที่สร้างขึ้นเทียบกับดิจิตอลแคลมป์มิเตอร์ โดยจะกล่าวถึงเทคนิคที่มีประสิทธิภาพสำหรับวัดค่ากระแสไฟฟ้าผู้วิจัยได้สร้างอุปกรณ์โดยใช้หลักการ Current transformer โดยได้พันขดลวดทองแดงขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.91 mm. รอบแกนเหล็กอ่อนวงกลมที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์ 5.2 cm. จำนวน 2, 4, และ 6 รอบ ตามลำดับ แล้วนำมาทำการทดลองเพื่อคำนวณหาค่าอัตราส่วนของกระแส Current transformer แต่ละตัว ซึ่งได้อัตราส่วนเท่ากับ 2/1 A, 4/1 A และ 6/1 A หลังจากนั้น Current transformer ทั้ง 3 ตัว มาทำการทดลองวัดกระแสไฟฟ้าจากเครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้านชนิดต่าง ๆ โดยเทียบกับดิจิตอลแคลมป์มิเตอร์ จากการทดลองพบว่าค่าของกระแสไฟฟ้าที่วัดได้จาก Current transformer อัตรา

ส่วนเท่ากับ 2/1 A มีค่าใกล้เคียงกับแคลมป์มิเตอร์ โดยค่าความคลาดเคลื่อนต่ำ สุดเท่ากับ 1.41% ค่าความคลาด เคลื่อนมากสุดเท่ากับ 3.85%, อัตราส่วน 4/1 A มีค่าความคลาดเคลื่อนต่ำสุดเท่ากับ 0.93% มีค่าความคลาดเคลื่อนมากสุดเท่ากับ 4.62%, และมีค่าอัตราส่วน 6/1 A มีค่าความคลาดเคลื่อนต่ำสุดเท่ากับ 1.49% และมีค่าความคลาดเคลื่อนมากสุดเท่ากับ 9.09% [5]

ปีพ.ศ.2558 นฤมล วันน้อย ทำการวิจัยเครื่องต้นแบบแสดงผลคุณภาพกำลังไฟฟ้าบันทึกผลอัจฉริยะด้วยระบบจัดเก็บข้อมูลโดยใช้โปรแกรมแลปวิวสำหรับการจัดการอนุรักษ์พลังงาน ซึ่งทำการวิจัยเครื่องต้นแบบอัจฉริยะแสดงผลคุณภาพกำลังไฟฟ้าและบันทึกผลโดยใช้ โปรแกรมแลปวิวสำหรับการจัดการการอนุรักษ์พลังงาน ได้ออกแบบสำหรับวัดคุณภาพและวิเคราะห์ผลของกำลังไฟฟ้า 1 เฟส พร้อมบันทึกค่าของการใช้หรือปริมาณกำลังไฟฟ้า เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการจัดทำรูปแบบหรือแผนงานในการอนุรักษ์และการประหยัดพลังงาน ซึ่งได้ออกแบบเป็น เครื่องมือวัดโดยใช้คอมพิวเตอร์บนโปรแกรมแลปวิว ซึ่งสามารถวัดแรงดันได้จำนวน 2 ช่องและ กระแสจำนวน 2 ช่องโดยใช้อุปกรณ์ตรวจจับและส่งสัญญาณแรงดันและกระแสส่งสัญญาณที่ได้ จากอุปกรณ์ตรวจจับและส่งสัญญาณแรงดัน และกระแสนั้นจะถูกส่งเข้ามายังอุปกรณ์จัดเก็บเพื่อการบันทึกข้อมูล (DAQ) แล้วจะส่งสัญญาณไปยังคอมพิวเตอร์เพื่อวิเคราะห์ประมวลผลและจะทำการบันทึกผลที่ได้ [6]

ปี พ.ศ. 2556 ธนารัตน์ ตันมณีประเสริฐ ได้ทำวิจัยเกี่ยวกับการออกแบบและพัฒนาการสร้างโพรบวัดค่ากระแสไฟฟ้าสลับแบบขดลวดโรโกสกี้ 1 kA ซึ่งสามารถนำไปวัดสายส่งกระแสไฟฟ้าที่สูง ซึ่งการวิจัยนั้นสามารถตรวจจับคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่ไหลผ่านสายตัวนำ จากนั้นนำกระแสที่วัดได้ให้เข้าไปไหลผ่านวงจรอินทิเกรเตอร์ ซึ่งจะใช้ชุดกล่องสัญญาณที่ทำขึ้น เพื่อปรับค่าชดเชยซึ่งให้เหมาะสมกับกระแสอินพุตโดยจะต้องกำหนดค่าแรงดันของโพรบเอาต์พุตเท่ากับ 1mV/A ก่อน ซึ่งผลที่ได้คือโพรบวัดจะสามารถวัดค่ากระแสนี้ได้ดี สามารถวัดไฟฟ้าแรงสูงได้ขนาด 1 kA ได้ ซึ่งชุดกล่องสัญญาณสามารถขยายค่าพารามิเตอร์ให้มีความสำคัญและสอดคล้องกับค่าที่วัดได้อย่างถูกต้องและสามารถใช้งานได้จริง ประหยัดค่าใช้จ่าย มีความสะดวกมากกว่าในการใช้งานเมื่อเปรียบเทียบกับการใช้หม้อแปลงเป็นเครื่องมือวัดกระแสไฟฟ้า [7]

การนำงานวิจัยนี้มาใช้ประโยชน์ในครั้งนี้จะเป็นการนำเอาหลักการของการวัดค่าและวิเคราะห์ผลของคุณภาพด้านการวัดกระแสไฟฟ้าสลับและแนวทางในการพัฒนาหัววัดเพื่อนำมาพัฒนาต้นแบบได้อย่างแม่นยำโดยอ้างอิงจากปี พ.ศ. 2558 ชิรากร ซีโฮ่ ได้ทำการวิจัยเรื่อง ศึกษาการวัดกระแสไฟฟ้าจาก Current Transformer ที่สร้างขึ้นเทียบกับดิจิตอลแคลมป์มิเตอร์งานวิจัยนั้นมีค่าความคลาดเคลื่อนต่ำสุดเท่ากับ 1.49% และมีค่าความคลาดเคลื่อนมากสุดเท่ากับ 9.09% [5] จากงานวิจัยนี้ผู้วิจัยได้อ้างอิงเปอร์เซ็นต์ค่าความคลาดเคลื่อนจากงานวิจัยเพื่อนำมาพัฒนาเครื่องต้นแบบวัดค่าทางไฟฟ้าเพื่อเทียบมาตรฐานกับเครื่องมาตรฐาน Fluke รุ่น 325 โดยผู้วิจัยจะพัฒนาเครื่องต้นแบบวัดค่าทางไฟฟ้าที่มีเปอร์เซ็นต์ค่าความคลาดเคลื่อนจะต้องไม่เกิน 5 % ในการสร้างเครื่องต้นแบบวัดค่าทางไฟฟ้านี้ถึงจะมีค่าความแม่นยำที่อยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน

1.4. วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1.4.1 เพื่อออกแบบวงจรเครื่องต้นแบบระบบวัดค่าทางไฟฟ้าพื้นฐานได้

1.4.2. เพื่อนำเครื่องต้นแบบระบบวัดค่า

ทางไฟฟ้า วัดค่ากระแสไฟฟ้ากระแสตรงและสลับได้ และวัดค่าพื้นฐานทางด้านไฟฟ้าได้

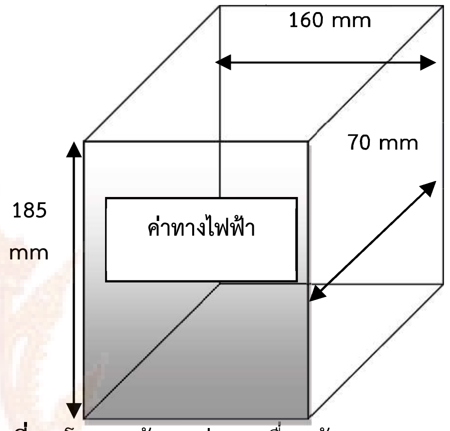
1.4.3. เพื่อนำมาใช้ประโยชน์ในการจัดการ

เรียนการสอนในสาขาวิชาฟิสิกส์และสาขาวิชาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์อิเล็กทรอนิกส์ทั้งทางทฤษฎีและหลักการได้

2. วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการทดลอง

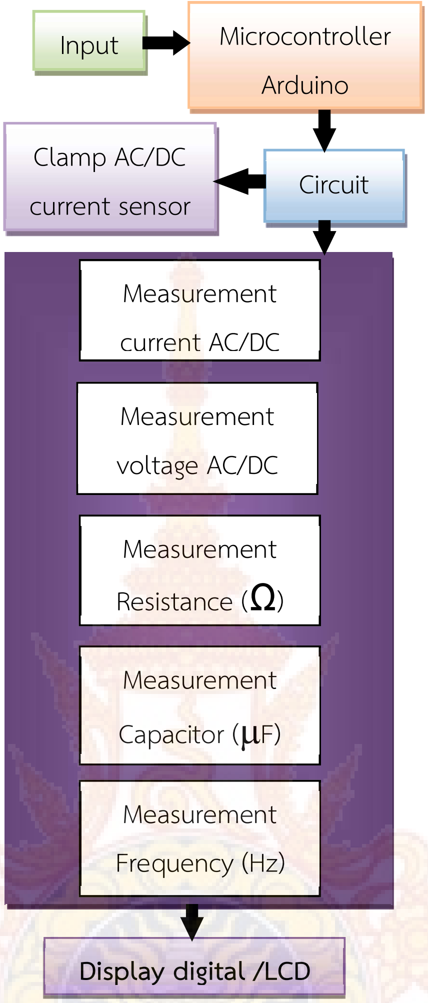
การสร้างเครื่องต้นแบบวัดค่าทางไฟฟ้า เป็นการออกแบบและพัฒนาการสร้างวงจรโดยการนำอุปกรณ์ทางอิเล็กทรอนิกส์ เป็นอุปกรณ์ชิ้นส่วนผนวกกับการออกแบบระบบควบคุมการวัดค่าทางไฟฟ้าโดยการเขียนโปรแกรมผ่านไมโครคอนโทลเลอร์ Arduino เพื่อควบคุมการทำงานของระบบการวัดค่าพื้นฐานทางไฟฟ้า โดยการวัดค่าแรงดันไฟฟ้า V (โวลท์) การวัดค่ากระแสไฟฟ้า I (แอมป์แปร์) การวัดค่าความต้านทาน R (โอห์ม) การวัดค่าความจุ C (ฟารัด) และการวัดค่าความถี่ f (เฮิรตซ์) และสามารถแสดงค่าทางไฟฟ้าทั้งหมดออกทางจอแสดงผลแบบดิจิตล (LCD) ร่วมกับอุปกรณ์ตัวตรวจรู้ ดังเช่นเซนเซอร์ ETCR068AD Clamp AC/DC current sensor ซึ่งเป็นเซนเซอร์วัดค่ากระแส เซนเซอร์วัดค่าแรงดัน ร่วมกับวงจรอิเล็กทรอนิกส์ที่ออกแบบคำนวณและสร้างขึ้นเพื่อระบบการวัดค่าทางไฟฟ้าซึ่งจะพัฒนาให้อยู่ในช่วงของการวัดรวมทั้งระบบการตรวจวัดทั้งหมดและแหล่งจ่ายพลังงานพื้นฐานทางไฟฟ้าโดยจะใช้เครื่องมาตรฐานเป็นแหล่งจ่ายไฟฟ้าให้กับระบบการวัดของเครื่องต้นแบบวัดค่าทางไฟฟ้า คือเครื่อง Multi position test systems (MPT) เป็น Portable test PTS รุ่น 3.3 ซึ่งใช้อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เฉพาะด้าน ด้านวัสดุที่ใช้จะเป็นวัสดุจำเพาะซึ่งสามารถทนความ-ร้อนต่ออุณหภูมิของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ทั้งวงจร รวมทั้งระบบการวัดยังคงมีค่าเสถียรภาพเทียบเท่ามาตรฐานของระบบการวัดทางไฟฟ้าได้มากที่สุด [8]

2.1 ออกแบบเครื่องต้นแบบวัดค่าทางไฟฟ้า



ภาพที่ 1 โครงสร้างกล่องเครื่องต้นแบบระบบวัดค่าทางไฟฟ้า

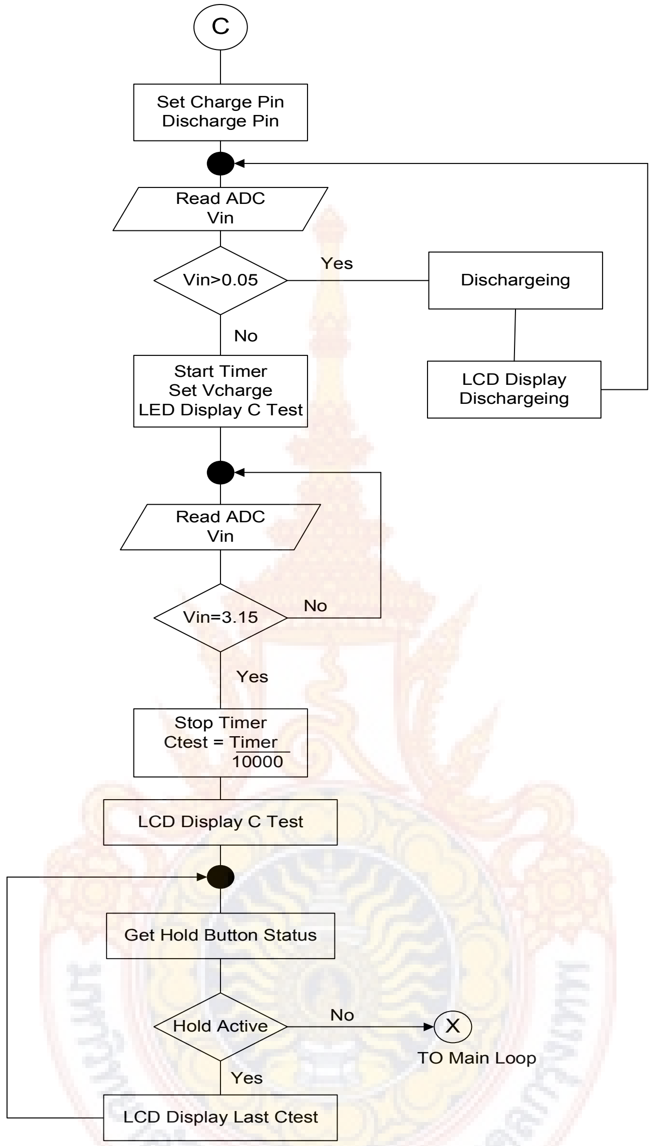
จากภาพที่ 1 แสดงการออกแบบโครงสร้างของกล่องที่ใช้บรรจุเครื่องต้นแบบวัดค่าทางไฟฟ้านี้จะต้องมีขนาดที่เหมาะสมและสามารถเคลื่อนย้ายพกพาได้สะดวก จัดเก็บได้ง่าย มีระบบสวิตช์ให้เปิด-ปิดง่าย ๆ ซึ่งจะใช้วัสดุที่มีความคงทนต่อสภาพแวดล้อมการใช้งาน คือเป็นฉนวนมีคุณสมบัติไม่นำไฟฟ้า เนื่องจากจะใช้ในการเก็บในส่วนของช่องการวัดค่าทางไฟฟ้า และวงจรอิเล็กทรอนิกส์เพื่อวัดค่าทางไฟฟ้า ไว้ภายในกล่องเก็บข้อมูลและระบบการควบคุมการวัดค่าทางไฟฟ้าทั้งหมด



ภาพที่ 2 แผนภาพแสดงระบบการวัดควบคุมโดยโปรแกรมผ่านไมโครคอนโทลเลอร์

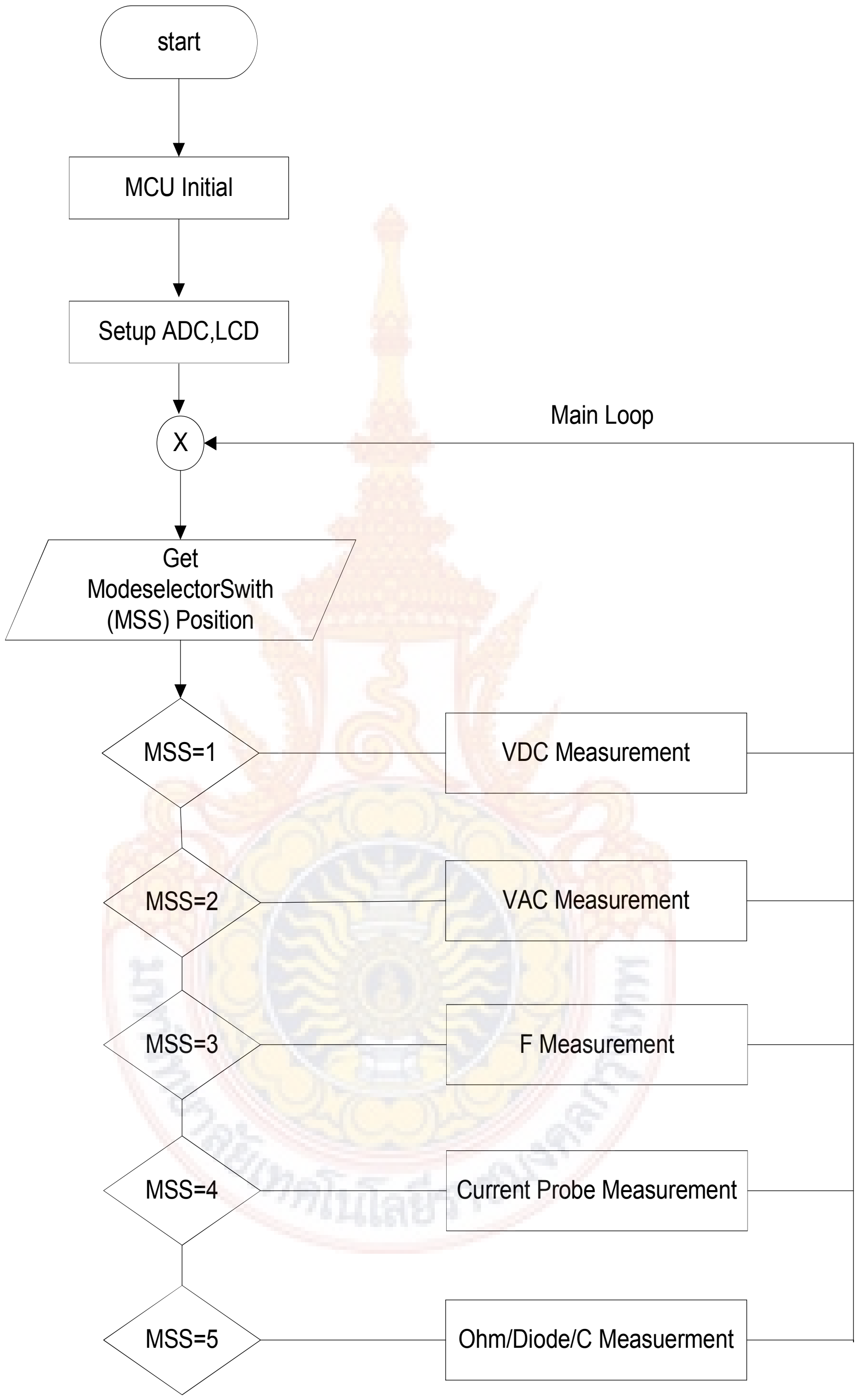
จากภาพที่ 2 แสดงการทำงานการควบคุมระบบการวัดค่าทางไฟฟ้าด้วยโปรแกรมภาษาซี ซึ่งจะเป็นการประยุกต์ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino ร่วมกับ sensor วัดค่ากระแสไฟฟ้า รวมถึงสร้างวงจรอิเล็กทรอนิกส์เพื่อการวัดค่าทางไฟฟ้า โดยการวัดค่าแรงดันไฟฟ้า V (โวลท์) การวัดค่ากระแสไฟฟ้า I (แอมป์แปร์) การวัดค่าความต้านทาน R (โอห์ม) การวัดค่าความจุ C (ฟารัด) และการวัดค่าความถี่ f (เฮิรตซ์) ได้และแสดงค่าทางไฟฟ้าออกทางจอแสดงผลแบบดิจิตอล (LCD) ดังแสดงในภาพที่ 2

2.2 เขียนโปรแกรมควบคุมระบบการวัดค่าทางไฟฟ้าผ่านอุปกรณ์ไมโครคอนโทลเลอร์

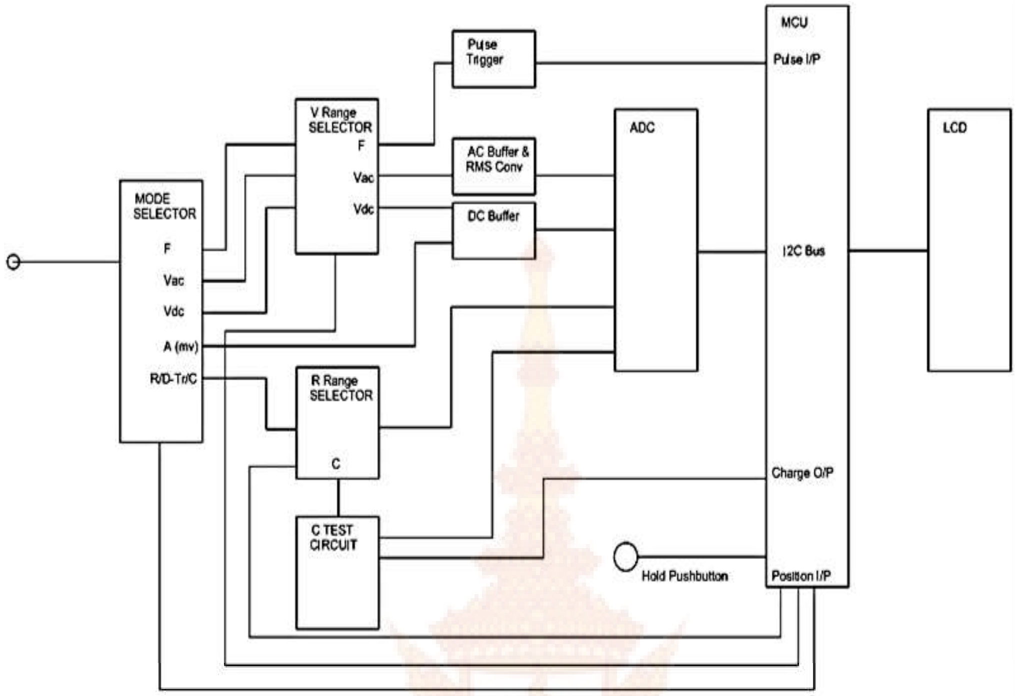


ภาพที่ 3 ผังการเขียนโปรแกรมควบคุมระบบการทำงานของการวัดค่าทางไฟฟ้า

2.2 เขียนโปรแกรมควบคุมระบบการวัดค่าทางไฟฟ้าผ่านอุปกรณ์ไมโครคอนโทลเลอร์(ต่อ)



ภาพที่ 4 ผังการเขียนโปรแกรมควบคุมระบบการทำงานในแต่ละย่านของการวัดค่าทางไฟฟ้า



ภาพที่ 5 โครงสร้างผังการทำงานของระบบการสร้างเครื่องต้นแบบเครื่องวัดทางด้านไฟฟ้า

จากแผนภาพในการเขียนโปรแกรมควบคุมระบบการวัดค่าทางไฟฟ้าโดยการทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของระบบการวัดค่าทางไฟฟ้าจะทำการออกแบบระบบควบคุมอุปกรณ์และวงจรอิเล็กทรอนิกส์ด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ ดังแสดงในภาพที่ 3 และภาพที่ 4 และแสดงผลออกทางจอแบบดิจิตอล ดังแสดงในภาพที่ 5 ซึ่งจะเป็นการแสดงแผนผังแสดงระบบการทำงานของเครื่องต้นแบบนี้จะแสดงในส่วนของการวัดค่าแรงดันไฟฟ้า V (โวลท์) ค่ากระแสไฟฟ้า I (แอมป์แปร์) ค่าความต้านทาน R (โอห์ม) ค่าความจุ C (ฟารัด) และค่าความถี่ f (เฮริต์ท) และจะเป็นการแสดงผลออกทางจอดิจิตอล ภายในกล่องจะสร้างระบบการวัดออกเป็นย่านการวัด ดังนี้ การวัดแรงดันไฟฟ้า การวัดกระแสไฟฟ้า การวัดความต้านทานไฟฟ้า การวัดค่าความจุไฟฟ้า การวัดความถี่ไฟฟ้า และการเช็คค่าการซ็อตของวงจรดังแสดงในภาพที่ 6-7 กล่องควบคุมเครื่องต้นแบบนี้พัฒนาขึ้นมาพร้อมกับระบบการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์วัดค่าทางไฟฟ้า ให้เรียบร้อยพร้อมสำหรับการต่อใช้งาน

ภาพที่ 6 เครื่องต้นแบบวัดค่าทางไฟฟ้า

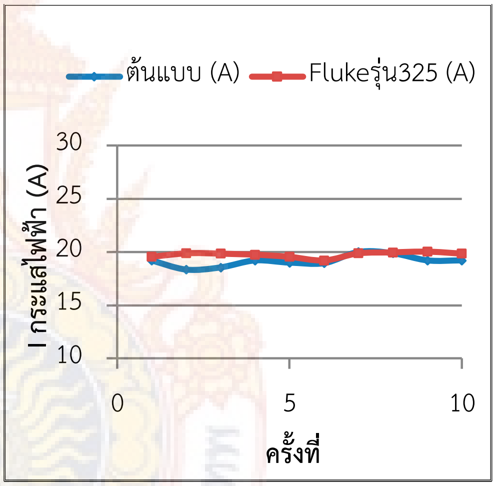
ภาพที่ 7 เครื่องต้นแบบวัดค่าทางไฟฟ้าแสดงหน้าจอขณะกำลังใช้งานวัดค่าความถี่ไฟฟ้า

3. ผลการทดลองและอภิปรายผล

ผลการทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของระบบการวัดค่าทางไฟฟ้าโดยในการทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องต้นแบบวัดค่าทางไฟฟ้านั้นจะเป็นการใช้เครื่องต้นแบบวัดค่าพื้นฐานทางไฟฟ้า ดังเช่น ค่ากระแสไฟฟ้า ค่าแรงดัน ค่าความต้านทาน ค่าความจุ ค่าความถี่เป็นต้น แล้วนำมาวัดเทียบค่ากับเครื่องมาตรฐาน Fluke รุ่น 325 เนื่องจาก Fluke รุ่น 325 เป็นเครื่องมือวัดค่าทางไฟฟ้าที่มีประสิทธิภาพสามารถวัดค่าแรงดันไฟฟ้า V (โวลท์) การวัดค่ากระแสไฟฟ้า I (แอมป์แปร์) การวัดค่าความ-ต้านทาน R (โอห์ม) การวัดค่า ความจุ C (ฟารัด) และการวัดค่าความถี่ f (เฮิรตซ์) วัดค่าการลัดวงจรไฟฟ้าได้ และแสดงค่าทางไฟฟ้าออกทางจอแสดงผลแบบดิจิตอลได้และเป็นที่นิยมในงานด้านการวัดคุณภาพไฟฟ้าแต่ก็มีราคาที่สูงพอสมควร ซึ่งการวิจัยนี้จึงอ้างอิงระบบการวัดค่าทางไฟฟ้าของเครื่องมาตรฐานนี้ [9] แล้วสามารถนำมาเป็นเครื่องเทียบค่ามาตรฐานได้ในงานวิจัยนี้ ซึ่งการแสดงผลการทดลองนั้นจะแสดงรูปแบบกราฟข้อมูลเปรียบเทียบค่าจากเครื่องต้นแบบเทียบกับค่าของเครื่องมาตรฐานดังภาพที่ 8-14 นี้

3.1 ผลการทดสอบวัดค่ากระแสไฟฟ้า

ในผลการทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องต้นแบบระบบวัดค่าทางไฟฟ้านั้นพบว่าเครื่องต้นแบบสามารถวัดค่ากระแสไฟฟ้าตรงและไฟฟ้าสลับได้ในหน่วยของแอมแปร์ (A) โดยวัดค่ากระแสไฟฟ้าตรงได้ที่ย่าน 0.2 แอมแปร์ถึงย่าน 40 แอมแปร์ และวัดค่ากระแสไฟฟ้าสลับได้ในหน่วยของแอมแปร์ ได้ที่ย่าน 1 แอมแปร์ ถึง 400 แอมแปร์ การทำการทดลองได้ทำการทดลองการวัดค่า-กระแสไฟฟ้าทั้งกระแสตรงและกระแสสลับ จำนวน 10 ครั้ง ซึ่งแสดงค่าวัดในย่านต่ำ 20 แอมแปร์ ดังภาพที่ 8-9

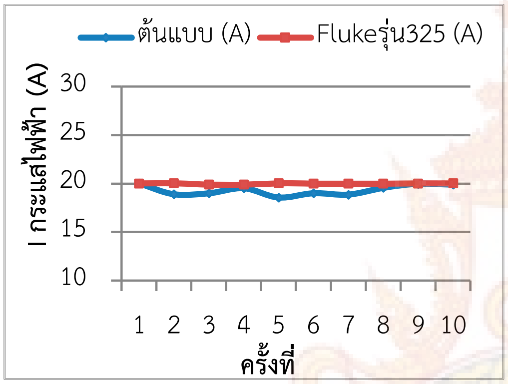


ภาพที่ 8 ผลการทดสอบของเครื่องต้นแบบระบบวัดค่ากระแสไฟฟ้าตรงในหน่วยของแอมแปร์ (A)

*หมายเหตุ :Error (%) หาจาก $\left|\frac{\text{ค่าที่วัดได้-ค่าจริง}}{\text{ค่าจริง}}\right| \times 100$

จากภาพที่ 8 แสดงผลการทดสอบของเครื่องต้นแบบระบบวัดค่ากระแสไฟฟ้าตรง ซึ่งในการทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องต้นแบบนั้นจะทำการทดสอบเป็นจำนวน 10 ครั้ง ในแต่ละครั้งจะวัดหน่วยของแอมแปร์ (A) โดยจะแสดงค่าวัดในย่านวัดต่ำ 20

แอมแปร์ ในการวัดทุกครั้งของการวัดค่ากระแสไฟฟ้าตรงนั้นจะใช้เครื่องมาตรฐาน Fluke รุ่น 325 เป็นเครื่องเทียบค่ามาตรฐานด้วยและจากผลการทดสอบประสิทธิภาพ พบว่าเครื่องต้นแบบสามารถวัดค่ากระแสไฟฟ้าตรงได้ค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 19.16 แอมแปร์ และจากการวัดด้วยเครื่องมาตรฐานวัดค่ากระแสไฟฟ้าตรงได้เฉลี่ยอยู่ที่ 19.75 แอมแปร์ แล้วพบว่ามีค่าของการวัดนั้นแตกต่างกันมีเปอร์เซ็นต์ค่าความ-คลาดเคลื่อน (%) อยู่ที่ 2.99 %

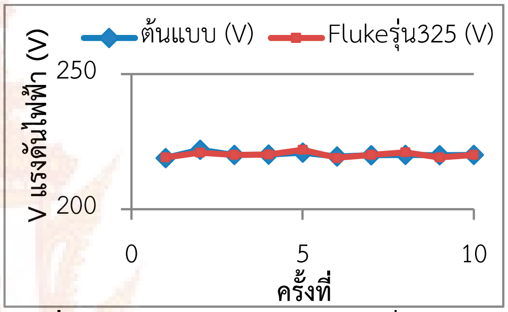


ภาพที่ 9 ผลการทดสอบของเครื่องต้นแบบระบบวัดค่ากระแสไฟฟ้าสลับในหน่วยของแอมแปร์ (A)

จากภาพที่ 9 แสดงผลการทดสอบของเครื่องต้นแบบระบบวัดค่ากระแสไฟฟ้าสลับในหน่วยของแอมแปร์ (A) แสดงค่าวัดในย่านวัดต่ำ 20 แอมแปร์ จากผลการทดสอบประสิทธิภาพ พบว่าเครื่องต้นแบบสามารถวัดค่ากระแสไฟฟ้าสลับได้ค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 19.32 แอมแปร์ และจากการวัดด้วยเครื่องมาตรฐาน วัดค่ากระแสไฟฟ้าตรงได้เฉลี่ยอยู่ที่ 19.98 แอมแปร์ แล้วพบว่ามีค่าของการวัดนั้นแตกต่างกันมีค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยอยู่ที่ 3.30 %

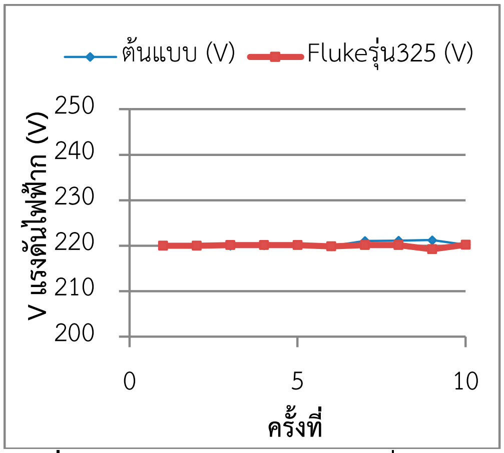
3.2 ผลการทดสอบวัดค่าความแรงดันไฟฟ้า

จากผลการทดสอบประสิทธิภาพการวัดค่าแรงดันไฟฟ้าเครื่องต้นแบบสามารถวัดค่าแรงดันไฟฟ้าตรงในหน่วยของโวลท์ (V) โดยวัดค่าแรงดันไฟฟ้าได้ที่ย่าน 0 โวลท์ ถึง 1,000 โวลท์ ในการทำการทดลองได้ทำการทดลองการวัดค่าแรงดันไฟฟ้าทั้งแรงดันไฟตรงและแรงดันไฟสลับจำนวน 10 ครั้ง ซึ่งแสดงค่าวัดในย่านต่ำ 220 V ดังแสดงในภาพที่ 9-10



ภาพที่ 10 แสดงผลการทดสอบของเครื่องต้นแบบระบบวัดค่าความแรงดันไฟฟ้าตรง ในหน่วยโวลท์ (V)

จากภาพที่ 10 แสดงผลการทดสอบของเครื่องต้นแบบระบบวัดค่าแรงดันไฟฟ้าตรง ซึ่งในการทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องต้นแบบนั้นจะทำการทดสอบเป็นจำนวน 10 ครั้ง ในหน่วยโวลท์ (V) โดยวัดค่าแรงดันตรงไฟฟ้าที่ย่านต่ำ 220 โวลท์ แล้วใช้เทียบค่าเป็นเครื่องมาตรฐาน Fluke รุ่น 325 ทุกครั้งในการทดสอบประสิทธิภาพพบว่าเครื่องต้นแบบสามารถวัดค่าแรงดันไฟฟ้าได้ค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 220.24 V และจากการวัดด้วยเครื่องมาตรฐานวัดค่าแรงดันไฟฟ้าได้ค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 220.23 V แล้วพบว่ามีค่าของการวัดนั้นแตกต่างกันมีค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยอยู่ที่ 0.21 %

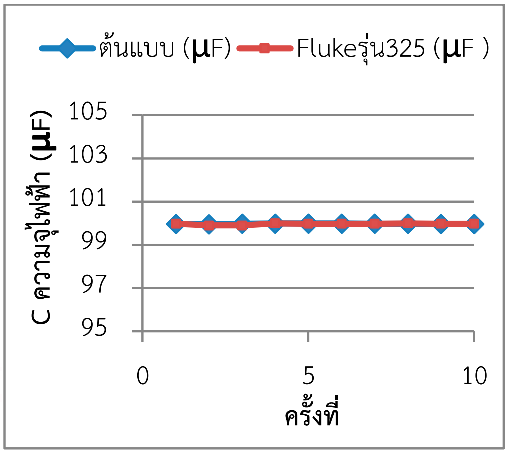


ภาพที่ 11 แสดงผลการทดสอบของเครื่องต้นแบบระบบวัดค่าความแรงดันไฟฟ้าสลับ ในหน่วยโวลท์ (V)

จากภาพที่ 11 แสดงผลการทดสอบของเครื่องต้นแบบระบบวัดค่าความแรงดันไฟฟ้าสลับ ในหน่วยโวลท์ (V) โดยวัดค่าแรงดันไฟฟ้าจะทำการวัดที่ย่านต่ำ 220 โวลท์ พบว่าเครื่องต้นแบบวัดค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 220.38 โวลท์ และจากการวัดด้วยเครื่องมาตรฐาน ได้ค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 219.99 โวลท์ พบว่ามีค่าความคลาดเคลื่อนอยู่ที่ 0.192 %

3.3 ผลการทดสอบวัดค่าของความจุไฟฟ้า

จากผลการทดสอบประสิทธิภาพการวัดค่าความจุไฟฟ้า พบว่าการวัดค่าความจุไฟฟ้าของตัวเก็บประจุนั้นเครื่องต้นแบบสามารถวัดค่าความจุไฟฟ้าได้ในหน่วยของ ฟารัด ถึง ไมโครฟารัด (F-μF) โดยการวัดค่าความจุไฟฟ้าจะวัดได้ที่ย่าน 1 ถึง 400 ไมโครฟารัด ซึ่งในการทำการทดลองนั้นได้ทำการทดลองการวัดค่าความจุทีมีค่า 100 ไมโครฟารัด เป็นจำนวน 10 ครั้ง แล้วนำมาเปรียบเทียบค่ากับเครื่องวัดมาตรฐาน Fluke รุ่น 325 ทุกครั้ง เพื่อหาเปอร์เซ็นต์ค่าความ-คลาดเคลื่อนของเครื่องต้นแบบได้ ดังแสดงในภาพที่ 12

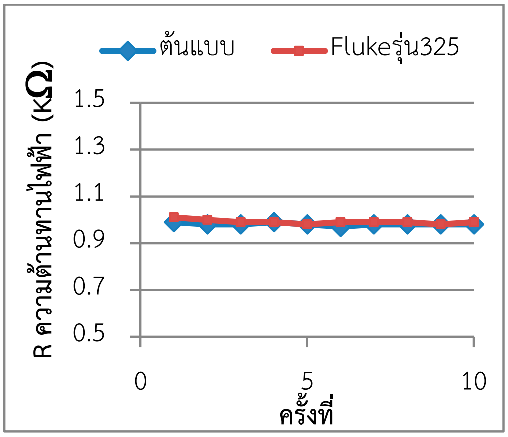


ภาพที่ 12 แสดงผลการทดสอบของเครื่องต้นแบบระบบวัดค่าความจุที่มีค่า 100 ไมโครฟารัด (μF)

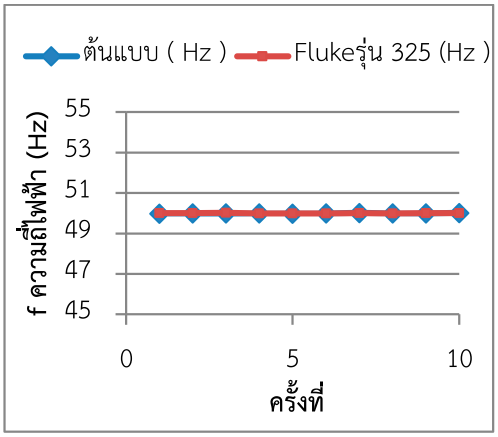
จากภาพที่ 12 แสดงผลการทดสอบของเครื่องต้นแบบการวัดค่าความจุของตัวเก็บประจุที่มีค่า 100 ไมโครฟารัด พบว่าเครื่องต้นแบบวัดค่าได้เฉลี่ยอยู่ที่ 99.97 ไมโครฟารัด และจากการวัดด้วยเครื่อง-มาตรฐานวัดได้ค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 99.96 ไมโครฟารัด มีค่าความคลาดเคลื่อนอยู่ที่ 0.024 %

3.4 ผลการทดสอบวัดค่าความต้าน

จากผลการทดสอบประสิทธิภาพการวัดค่าความต้านทานไฟฟ้า พบว่าเครื่องต้นแบบสามารถวัดค่าความต้านทานทางไฟฟ้าในหน่วยของโอห์มถึงเมกะโอห์ม $(\Omega - M\Omega)$ ได้โดยจะวัดค่าความ-ต้านทานทางไฟฟ้าได้ที่ย่าน 1 โอห์ม ถึง 40 เมกะโอห์ม ซึ่งในการทดลองวัดค่านั้นจะทดลองวัดค่าที่ย่าน 1 กิโลโอห์ม เป็นจำนวน 10 ครั้ง แล้วนำค่าความต้านทานที่ได้มาเปรียบเทียบค่ากับเครื่องวัดมาตรฐาน Fluke รุ่น 325 ทุกครั้ง เพื่อหาค่าความคลาดเคลื่อนของเครื่องต้นแบบได้ ดังแสดงในภาพที่ 13



ภาพที่ 13 ผลการทดสอบของเครื่องต้นแบบระบบวัดค่าความต้านทานไฟฟ้าที่ย่าน 1 กิโลโอห์ม (KΩ)



ภาพที่ 14 ผลการทดสอบของเครื่องต้นแบบระบบวัดค่าความถี่ทางไฟฟ้าที่ย่าน 50 เฮิรตซ์ (Hz)

จากภาพที่ 13 แสดงผลการทดสอบของเครื่องต้นแบบระบบวัดค่าความต้านทานไฟฟ้าที่ย่าน 1 กิโลโอห์ม เมื่อเทียบกับเครื่องมาตรฐานพบว่ามีเปอร์เซ็นต์ค่าความคลาดเคลื่อน (%) อยู่ที่ 1.00 %

3.5 ผลการทดสอบวัดค่าความถี่

จากผลการทดลองประสิทธิภาพของการวัดค่าความถี่ไฟฟ้า พบว่าเครื่องต้นแบบระบบวัดค่าทางไฟฟ้าสามารถวัดค่าความถี่ทางไฟฟ้าได้ตั้งแต่ย่านความถี่ 10 เฮิรตซ์ ถึง 1 เมกะเฮิรตซ์ (Hz – MHz) ซึ่งในการทดลองจะเป็นการวัดค่าความถี่ทางไฟฟ้าในหน่วยเฮิรตซ์ (Hz) โดยจะทำการทดลองวัดที่ย่านความถี่ 50 เฮิรตซ์ เป็นจำนวน 10 ครั้ง เนื่องจากเป็นค่าความถี่ของไฟฟ้าที่ใช้ในชีวิตประจำวันหรือจะเรียกว่าค่าความถี่ของไฟบ้านก็ได้ โดยการทดสอบทุก ๆ ครั้งนั้น จะต้องนำค่าความถี่ที่วัดได้มาเปรียบเทียบค่ากับเครื่องวัดมาตรฐาน Fluke รุ่น 325 เพื่อหาเปอร์เซ็นต์ค่าความคลาดเคลื่อน (%) ได้ ดังแสดงในภาพที่ 14

จากภาพที่ 14 แสดงผลการทดสอบของเครื่องต้นแบบระบบวัดค่าความถี่ไฟฟ้าที่ย่าน 50 เฮิรตซ์ เมื่อเทียบกับเครื่องมาตรฐานพบว่ามีค่าความคลาดเคลื่อนอยู่ที่ 0.019 %

3.6 ผลการทดสอบการช๊อตทางไฟฟ้า

การทดสอบวัดค่าการช๊อตทางไฟฟ้า จะใช้วงจรวัดค่าความต้านทานมาทำการทดสอบ ใช้หลักการ PN Junction โดยทำให้เกิดแรงดันตกคร่อมแล้วทำการวัดค่าแรงดันหากเป็นทิศทาง Forward จะทราบค่า Forward voltage และหากเป็นทิศทาง Reverse จะเป็นการเกิด ค่าอิมพีแดนซ์สูง ซึ่งจะประเมินอุปกรณ์ได้ว่าอยู่ในสภาพดีหรือเสีย ในการทดลองวัดค่าการช๊อตวงจรไฟฟ้าจะทดลองวัดสายไฟฟ้าที่ชำรุดยาว 20 เมตร จะวัดค่าความต้านทานได้ในหน่วยของโอห์ม (Ω) ส่วนที่เกิดการชำรุด ไฟช๊อต หรือ ลัดวงจร หรือ รั่ว ก็จะแสดงค่าความต้านทานในหน่วยช่วง 0 ถึง 10 โอห์ม ซึ่งในเครื่องต้นแบบนี้กำหนดค่าไว้ ส่วนที่เป็นปกติอยู่ในสภาพที่ไม่ช๊อตหรือรั่วของกระแสไฟฟ้า ค่าความต้านทานก็จะเป็น 0 โอห์ม เท่านั้น

4. สรุปผลการทดลอง

การออกแบบและพัฒนาเครื่องต้นแบบวัดค่าทางไฟฟ้าสามารถวัดค่ากระแสไฟฟ้าตรงในหน่วยของแอมแปร์ (A) วัดค่าได้ที่ย่าน 0.2 ถึง 40 แอมแปร์ และกระแสไฟฟ้าสลับ ได้ที่ย่าน 1 ถึง 400 แอมแปร์ วัดค่าแรงดันไฟฟ้าตรงและแรงดันไฟแสสลับในหน่วยของโวลท์ (V) ได้ตั้งแต่ย่าน 0 ถึง 1,000 โวลท์ วัดค่าความจุไฟฟ้าในหน่วย ไมโครฟารัด (μF) ได้ที่ย่าน 1 ถึง 4,000 ไมโครฟารัด วัดค่าความต้านทานทางไฟฟ้าในหน่วยของโอห์มถึงเมกะ-โอห์ม ($\Omega - M\Omega$) ได้ที่ย่าน 1 โอห์ม ถึง 40 เมกะโอห์ม วัดค่าของความถี่ทางไฟฟ้า ในหน่วยของเฮิรตซ์ถึงเมกะเฮิรตซ์ ($Hz - MHz$) ได้ตั้งแต่ย่าน 10 เฮิรตซ์ ถึง 1 เมกะเฮิรตซ์ และวัดค่าการช็อตของวงจรทางไฟฟ้า สามารถใช้เครื่องต้นแบบวัดค่าอิมพีแดนซ์ ได้ในหน่วยโอห์ม(Ω) ได้ในช่วง 0 โอห์ม ถึง 10 โอห์ม ตามระยะของสายไฟฟ้าที่รั่วจริง โดยเครื่องต้นแบบนี้เมื่อนำไปเทียบกับเครื่องมาตรฐาน พบว่ามีค่าความคลาดเคลื่อนไม่เกิน 5% ซึ่งถือว่าอยู่เกณฑ์มาตรฐานที่ผู้วิจัยได้ตั้งขอบเขตไว้ได้

5. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้เป็นส่วนหนึ่งของการวิจัยเรื่อง การออกแบบและพัฒนาเครื่องต้นแบบระบบวัดทางไฟฟ้า ได้รับทุนสนับสนุนจากสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา ในปีงบประมาณ 2560

6. เอกสารอ้างอิง

[1] สมาร์ทเลิร์นนิ่ง.อิเล็กทรอนิกส์.พิมพ์ครั้งที่1 ประเทศไทย กรุงเทพฯ; 2551.

[2] ETCR, Electronic Technology Co.,Ltd. [Internet]. Guangzhou; 2017 [cited 2017 Oct 25]. Available from: http://en.gzetcr.com

[3] เจษฎา ชินรุ่งเรือง. ทฤษฎีวงจรไฟฟ้าเบื้องต้น. พิมพ์ครั้งที่ 3 ประเทศไทย กรุงเทพฯ:สำนักพิมพ์โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย; 2557.

[4] บุญธรรม ภัทราจารุกุล. งานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น.พิมพ์ครั้งที่ 1 ประเทศไทย กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดยูเคชั่น; 2556.

[5] ษิรากร ซีโฮ่. ศึกษาการวัดกระแสไฟฟ้าจาก Current Transformer ที่สร้างขึ้นเทียบกับดิจิตอลแคลมป์มิเตอร์.[วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต]. ชลบุรี: มหาวิทยาลัยบูรพา; 2558.

[6] นฤมล วันน้อย.เครื่องต้นแบบแสดงผลคุณภาพกำลังไฟฟ้าและบันทึกผลอัจฉริยะด้วยระบบจัดเก็บข้อมูลโดยใช้โปรแกรมแลปวิวสำหรับการจัดการอนุรักษ์พลังงาน .การประชุมวิชาการระดับชาติ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม ครั้งที่ 7 วันที่ 30 – 31 มีนาคม.นครปฐม;2558.1-9.

[7] ธนารัตน์ ตันมณี,ประเสริฐ ดลรวีวุ่นแม่สอด,ธนิต มาละวรรณโณ และคณะ.โพรบวัดกระแสไฟฟ้าสลับแบบขดลวดโรโกสกี้ขนาด 1 KA. วารสารวิชาการและวิจัยมทร.พระนคร,ฉบับพิเศษ: 2556; 16 Suppl:S108-17.

[8] Position Test Systems (MPT) Portable Test PTS model 3.3 [Internet]. Switzerland: Landis+GyrStrasse1, P.O.box7550,6302Zug Schweiz; c2019 [cited 2019 Aug 25]. Available from: https://www.mte.ch/

[9] Fluke 325 True-rms Clamp Meter [Internet]. Singapore: Fluke South East Asia Pte Ltd1, Clementi Loop; c2019 [cited 2019 Aug 15]. Available from: https://www.fluke.com/