



รายงานการวิจัย

การออกแบบและติดตั้งระบบป้องกันไฟฟ้าเพื่อสร้างความปลอดภัยด้าน
ไฟฟ้าสำหรับชุมชนบ้านตัว ต.บ้านตัว อ.หล่มสัก เพชรบูรณ์และใช้เป็น
ชุมชนต้นแบบในการศึกษาสำหรับองค์กรปกครองท้องถิ่น

**Design and Install the Electrical protection System for the Bantue
Community T. Bantue A. Lomsak Phetchabun and use for a
Model Community in the Study to the Local Government**

นฤมล วันน้อย

สาขาวิชาเทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรม

คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม

มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

ประจำปีงบประมาณ 2560

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

การออกแบบและติดตั้งระบบป้องกันไฟฟ้าเพื่อสร้างความปลอดภัยด้านไฟฟ้าสำหรับชุมชนบ้านต๊อ ต.บ้านต๊อ อ.หล่มสัก เพชรบูรณ์และใช้เป็นชุมชนต้นแบบในการศึกษาสำหรับองค์กรปกครองท้องถิ่น

Design and Install the Electrical protection System for the Bantue Community T. Bantue A. Lomsak Phetchabun and use for a Model Community in the Study to the Local Government

นฤมล วันน้อย

สาขาเทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรม

คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม

ทุนอุดหนุนโดย

งบประมาณแผ่นดินที่พิจารณาจากโดยผ่านความเห็นชอบจาก

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ

ประจำปีงบประมาณ 2560

ชื่องานวิจัย

การออกแบบและติดตั้งระบบป้องกันไฟฟ้าเพื่อสร้างความปลอดภัย
ด้านไฟฟ้าสำหรับ ชุมชน บ้านเดี่ยว ต.บ้านดัว อ.หล่มสัก เพชรบูรณ์
และใช้เป็นชุมชนต้นแบบในการศึกษาสำหรับองค์กรปกครอง
ท้องถิ่น

ผู้วิจัย

นฤมล วันน้อย

สาขาวิชา

เทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรม

มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ***ปีเสร็จวิจัย*** 2561

บทคัดย่อ

ในการศึกษาวิจัยนี้ได้ทำการศึกษามาตรฐานและหลักการออกแบบระบบไฟฟ้าพื้นฐาน
สำหรับครัวเรือนเพื่อสร้างความปลอดภัยด้านไฟฟ้าสู่ชุมชน โดยในการศึกษานี้ได้มุ่งเน้นใน
การศึกษาการออกแบบระบบไฟฟ้าขนาด 1 เฟส ไฟฟ้ากระแสสลับแรงดันต่ำ (220VAC) ซึ่งเป็น
ระบบไฟฟ้าที่ใช้ในครัวเรือนและในชุมชน ซึ่งวัตถุประสงค์การออกแบบระบบไฟฟ้าในการศึกษา
อันดับแรก เพื่อศึกษามาตรฐานและออกแบบติดตั้งระบบป้องกันไฟฟ้าตามหลักวิศวกรรมไฟฟ้า
อันดับที่สองเพื่อสร้างความปลอดภัยและลดความเสี่ยงจากอันตรายด้านไฟฟ้าสู่ชุมชน อันดับ
สุดท้ายเพื่อจัดการองค์ความรู้ด้านวิศวกรรมและความปลอดภัยทางไฟฟ้าสู่ชุมชนบ้านดัวในการ
พัฒนาและยกระดับความปลอดภัยด้านไฟฟ้า โดยขั้นตอนในการศึกษามาตรฐานการออกแบบนั้น
ได้แบ่งการศึกษาออกเป็นสองส่วนด้วยกันคือในส่วนแรกมาตรฐานการออกแบบระบบไฟฟ้าที่
เหมาะสมสำหรับโหลดแสงสว่าง ในส่วนที่สองมาตรฐานการออกแบบระบบไฟฟ้าที่เหมาะสม
สำหรับโหลดกำลังเช่น เครื่องปรับอากาศ โทรทัศน์ ตู้เย็น โดยอ้างอิงโหลดที่จำเป็นและมีใช้พื้นฐาน
ในครัวเรือนซึ่งรวมในส่วน การหาขนาดระบบกราวด์ โดยในการศึกษาได้นำเสนอตัวอย่างการ
ออกแบบระบบไฟฟ้าภายในเพื่อใช้เป็นแนวทางในการคำนวณและออกแบบ ซึ่งผลในการศึกษาทั้ง
สองส่วนนี้นั้นสามารถใช้เป็นเครื่องมือในการศึกษาและออกแบบระบบไฟฟ้าในครัวเรือนเพื่อสร้าง
ความปลอดภัยด้านไฟฟ้าสำหรับชุมชนได้

คำสำคัญ : มาตรฐานการออกแบบระบบไฟฟ้า, ระบบไฟฟ้าครัวเรือน, ความปลอดภัยด้านไฟฟ้า

Research title	Design and Install the Electrical protection System for the Bantue Community T. Bantue A. Lomsak Phetchabun and use for a Model Community in the Study to the Local Government
Researcher Name	Narumon Wannoi
Department	Electrical Industrial Technology Phetchabun Rajabhat University Year 2018

ABSTRACT

This research presents a standard study and design of electrical systems for households to provide electrical safety to the community. This study focuses on the design of electrical systems for single phase, low voltage (220VAC) which this electrical system used in households and communities. The purpose of the electrical system design in a study: First, to study the standard and design of electrical protection systems based on electrical engineering. Second is to secure and reduce the risk of electrical hazards to the community. Last is to manage the engineering and electrical safety knowledge in Baan Tue in developing and upgrading electrical safety. In a study of design standards, the study was divided into two parts: First, the standard design of electrical systems suitable for lighting loads. Second, the standard design of electrical systems suitable for loads like Air conditioners, TVs, Refrigerators, with reference to the required loads and household bases included in the section and finding a ground system. In this study, we have presented examples of internal electrical system design as a guideline for calculation and design. The results of these two studies can be used as a tool to study and design household electrical systems to secure electricity for the community.

Keywords: Electrical System Design Standard, House Electric System, Electrical Safety

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงได้เป็นอย่างดีด้วยคำแนะนำและการให้คำปรึกษาจาก รศ.ดร.สุพัฒน์ กิตติรัตน์สัจจา, ผศ.ดร.ชาย ชมพูอินโหวและคณาจารย์ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังทุก ๆ ท่านที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาให้กับข้าพเจ้า ข้าพเจ้ารู้สึกซาบซึ้งในความอนุเคราะห์จากท่านอาจารย์ และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอกราบขอบพระคุณคณาจารย์ ในมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ซึ่งให้คำแนะนำต่าง ๆ และความร่วมมือช่วยเหลืออย่างดียิ่งจากบุคคลหลายฝ่าย ที่สละเวลาให้คำแนะนำ คำปรึกษา รวมถึงข้อเสนอแนะต่าง ๆ อันเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อการดำเนินการวิจัยในครั้งนี้

ขอขอบคุณมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ที่ให้การสนับสนุนทุนในการทำวิจัย และคณาจารย์สาขาวิชาเทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรมที่ให้คำแนะนำแก่ข้าพเจ้าเป็นอย่างดีและขอขอบพระคุณ สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ที่ได้ให้ทุนอุดหนุนการวิจัยครั้งนี้มา ณ ที่นี้

สุดท้ายนี้ข้าพเจ้าขอขอบคุณขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา และครอบครัว ที่ให้คำปรึกษาและให้การสนับสนุนในทุกๆเรื่องและทำให้ข้าพเจ้าทำงานวิจัยสำเร็จลุล่วงด้วยดี

คุณค่าและประโยชน์อันพึงมาจากการงานวิจัยฉบับนี้ข้าพเจ้าขอบแต่ผู้มีพระคุณทุกท่าน

นฤมล วันน้อย

28 มีนาคม 2561

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญตาราง	ณ
สารบัญภาพ	ช
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	1
1.3 สมมุติฐานการวิจัย	2
1.4 ระเบียบวิธีวิจัย	5
1.5 นิยามคำศัพท์เฉพาะ	6
1.6 ประโยชน์ของงานวิจัย	6
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	8
2.1 การออกแบบระบบไฟฟ้าเบื้องต้น	8
2.2 การต่อลงดิน	9
2.3 ชนิดของการต่อลงดิน	10
2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	11
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	12
3.1 ข้อกำหนดและมาตรฐานการออกแบบระบบไฟฟ้า	13
3.2 การคำนวณหาขนาดสายไฟตามลักษณะการเดินสาย ขนาดอุปกรณ์ตัดตอน สำหรับโหลดแสงสว่าง	17
3.3 การคำนวณหาขนาดสายไฟตามลักษณะการเดินสาย ขนาดอุปกรณ์ตัดตอน สำหรับโหลดไฟฟ้ากำลัง ขนาดสายกราวด์และมิเตอร์	18
บทที่ 4 ผลการวิจัย	21
4.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการตรวจวัด	20
4.2 การออกแบบและติดตั้งระบบป้องกันไฟฟ้าแรงดันต่ำ	21

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
4.3 การสร้างความปลอดภัยและลดความเสี่ยงจากอันตรายด้านไฟฟ้า	25
บทที่ 5 สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	27
5.1 สรุปผลการวิจัย	27
5.2 อภิปรายผล	28
5.3 ข้อเสนอแนะ	29
บรรณานุกรม	30
ภาคผนวก	31
ภาคผนวก ก. บทความงานวิจัย	32
ประวัตินักวิจัย	42

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
3-1	ค่าแฟกเตอร์ตัวคูณพิกัดกระแสของสายไฟ
3-2	ขนาดสายไฟและกระแสตามแต่ลักษณะการเดินสาย
3-3	ขนาดมาตรฐานอุปกรณ์ตัดตอน
3-4	จำนวนสายไฟสูงสุดในท่อร้อยสายตามขนาดสายไฟ
3-5	พิกัดกระแสของหลอดไส้
3-6	พิกัดกระแสของหลอดคิซาร์จ
3-7	ส่วนพิกัดกระแสของเครื่องปรับอากาศ
3-8	ขนาดสายดินของบริภัณฑ์
3-9	ขนาดมิเตอร์และสายประธาน
4-1	รายละเอียดอุปกรณ์ไฟฟ้าของระบบไฟฟ้าตัวอย่าง

สารบัญภาพ

รูปที่	หน้า
1-1 รูปตัวอย่าง ฟิวส์	2
1-2 ตัวอย่างลักษณะเซอร์กิตเบรกเกอร์	3
1-3 การต่อลงดินที่ระบบสายส่งไฟฟ้า	4
3-1 รูปแบบและลักษณะการเดินสายไฟฟ้า	13

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ความเป็นมาของการศึกษานี้พบว่าปัจจุบันในแต่ละครัวเรือนนั้นมีปริมาณการใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าต่าง ๆ มากมายและมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ โดยส่วนใหญ่แล้วจะไม่ได้คำนึงถึงระบบไฟฟ้าของครัวเรือนว่ามีขีดความสามารถในการรองรับอุปกรณ์ไฟฟ้าที่จะเพิ่มขึ้นมานั้นเหลืออยู่ประมาณเท่าไร และต้องเพิ่มระบบไฟฟ้าหรือไม่ ซึ่งปัญหาดังกล่าวนั้นจะทำให้เกิดปัญหาการใช้ไฟฟ้าเกิดฟิวด์ของอุปกรณ์หรือระบบไฟฟ้าซึ่งอาจทำให้เกิดการลัดวงจร และเกิดเหตุเพลิงไหม้ได้และหากระบบไฟฟ้าที่ใช้ในครัวเรือนเป็นระบบไฟฟ้าที่ไม่มีระบบกราวด์หรือสายดิน ยิ่งเพิ่มโอกาสการถูกไฟฟ้าดูด จากการรั่วของกระแสไฟฟ้าจากอุปกรณ์ซึ่งอาจทำให้เกิดอันตรายถึงชีวิตได้ จากอันตรายดังกล่าวนี้เป็นความสำคัญของปัญหา ซึ่งจำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องมีการศึกษาการออกแบบและติดตั้งระบบป้องกันไฟฟ้าเพื่อสร้างความปลอดภัยด้านไฟฟ้าสำหรับชุมชน โดยในงานวิจัยนี้มุ่งเน้นในการศึกษาการออกแบบและติดตั้งระบบป้องกันไฟฟ้าสู่ชุมชน บ้านเดี่ยว ต.บ้านเดี่ยว อ.หล่มสัก เพชรบูรณ์ เพื่อใช้เป็นชุมชนต้นแบบในการศึกษาและพัฒนาระบบไฟฟ้าสู่องค์กรปกครองท้องถิ่น และชุมชนตำบลบ้านเดี่ยว

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 เพื่อศึกษามาตรฐานและออกแบบติดตั้งระบบป้องกันไฟฟ้าตามหลักวิศวกรรมไฟฟ้าเพื่อสร้างความปลอดภัยด้านไฟฟ้าของชุมชน

1.2.2 เพื่อสร้างความปลอดภัยและลดความเสี่ยงจากอันตรายด้านไฟฟ้าสู่ชุมชนบ้านเดี่ยว ต.บ้านเดี่ยว อ.หล่มสัก เพชรบูรณ์

1.2.3 เพื่อจัดการองค์ความรู้ด้านวิศวกรรมและความปลอดภัยทางไฟฟ้าสู่ชุมชนบ้านเดี่ยวเพื่อการพัฒนาและยกระดับความปลอดภัยด้านไฟฟ้า

1.2.4 เพื่อเผยแพร่งานวิจัยสู่ชุมชน, และเผยแพร่ตีพิมพ์ผลงานในสัมมนาวิชาการระดับชาติ

1.3 สมมุติฐานและทฤษฎีในการวิจัย

สมมุติฐานในการศึกษาการออกแบบและติดตั้งระบบป้องกันไฟฟ้าเพื่อสร้างความปลอดภัยด้านไฟฟ้าสำหรับชุมชน โดยในงานวิจัยนี้มุ่งเน้นในการการศึกษามาตรฐานการออกแบบและติดตั้งระบบป้องกันไฟฟ้าสู่ชุมชน

ทฤษฎีที่ใช้ในการวิจัยนั้นจะเป็นการศึกษาการทำงานอุปกรณ์ป้องกันและหลักการมาตรฐานออกแบบระบบป้องกันทางไฟฟ้าซึ่งสามารถแสดงส่วนหนึ่งในการศึกษาได้ดังนี้

1.3.1 อุปกรณ์ป้องกันและการต่อลงดิน

พลังงานไฟฟ้านั้นกลายเป็นสิ่งสำคัญอย่างยิ่งในการดำเนินชีวิตอุปกรณ์ป้องกันไฟฟ้าจึงมีความจำเป็นโดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อมีระบบไฟฟ้าใหญ่ขึ้น กระแสไฟฟ้าที่ไหลในวงจรก็จะสูงมาก ดังนั้นการที่มีอุปกรณ์ป้องกันไฟฟ้าเข้ามานั้นเพื่อป้องกันไม่ให้กระแสไหลเกินเพื่อไม่ให้อุปกรณ์ไฟฟ้านั้นเกิดความเสียหายและยังเป็นการช่วยให้ผู้ที่ปฏิบัติงานนั้นได้รับอุบัติเหตุที่เกิดจากการถูกไฟฟ้าดูดน้อยลง อุปกรณ์ป้องกันไฟฟ้ามีหลายแบบคือ

1.3.2 ฟิวส์

เป็นตัวนำไฟฟ้าที่เป็นโลหะชนิดหนึ่ง ประกอบด้วยเส้นลวดที่ทำมาจากวัสดุที่มีจุดหลอมละลายต่ำบรรจุอยู่ภายในภาชนะห่อหุ้ม เป็นอุปกรณ์ป้องกันกระแสกระแสวิกฤตและป้องกันการลัดวงจร ฟิวส์จะมีคุณสมบัติที่ตัดกระแสลัดวงจรได้ถึงพิกัดสูงสุด และมีคุณสมบัติสามารถจำกัดกระแสไหลผ่านฟิวส์ต่ำกว่าค่ากระแสลัดวงจรที่ขึ้นสูงสุด ฟิวส์สามารถแบ่งออกได้หลายประเภทดังแสดงในรูปที่ 1-1



รูปที่ 1-1 ตัวอย่าง ฟิวส์

ฟิวส์จะมีอัตราทนกระแสกำกับไว้ซึ่งจะแสดงปริมาณกระแสไฟฟ้าที่สูงสุดที่ยอมให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านฟิวส์ไปยังอุปกรณ์ใดๆก็ได้ และเมื่อกระแสไฟฟ้าเพิ่มมากขึ้นในระดับที่สามารถทำความเสียหายแก่อุปกรณ์ไฟฟ้าใดๆ ฟิวส์จะทำหน้าที่ตัดหรือเปิดวงจรเพื่อป้องกันความเสียหายที่จะเกิดขึ้น ซึ่งเหตุการณ์เช่นนี้จะช่วยให้ทราบสิ่งผิดปกติเกิดขึ้นกับวงจรหรือกับอุปกรณ์ไฟฟ้าใดๆ จึงทำให้แบตเตอรี่ต้องจ่ายกระแสออกมามากเกินไปผิดปกติ การเสียหายของชิ้นส่วนภายในอาจทำให้ค่าความต้านทานรวมของอุปกรณ์นั้นๆ เพิ่มขึ้นหรือลดลง การเพิ่มขึ้นของค่าความต้านทานโหลด จะทำให้แบตเตอรี่เสมือนมองเห็นค่าความต้านทานที่เพิ่มขึ้นในเส้นทางการไหลของกระแสไฟฟ้า ดังนั้น จึงมีกระแสไฟฟ้าปริมาณเพียงเล็กน้อยที่จ่ายออกจากแบตเตอรี่ ซึ่งส่งผลทำให้อุปกรณ์นั้นๆ ไม่ทำงาน แต่ถ้าการเสียหายของชิ้นส่วนภายใน ทำให้ค่าความต้านทานโหลดลดลง จะทำให้แบตเตอรี่มองเห็นค่าความต้านทานน้อยในวงจร และจ่ายกระแสไฟฟ้าปริมาณมากๆ เข้าไป ส่งผลให้เกิดความเสียหายกับอุปกรณ์ไฟฟ้าชิ้นนั้นทันที ดังนั้น ฟิวส์จึงเป็นอุปกรณ์ป้องกันอัตโนมัติ ที่จะป้องกันความเสียหายไม่ให้เกิดขึ้นกับอุปกรณ์ไฟฟ้า

1.3.3 ตัดตอนอัตโนมัติ หรือเซอร์กิตเบรกเกอร์

ในระบบการใช้ไฟฟ้าภายในบ้านส่วนใหญ่แล้ว มักจะนิยมใช้เซอร์กิตเบรกเกอร์ในการป้องกันความเสียหายอันเกิดจากกระแสไฟฟ้า ข้อดีของเซอร์กิตเบรกเกอร์ คือ

สามารถเปิดวงจรไม่ให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่าน โดยไม่ทำให้อุปกรณ์ภายในตัวเซอร์กิตเบรกเกอร์เสียหาย ดังเช่นการขาดของฟิวส์ นอกจากนั้นยังสามารถทำการรีเซ็ต ให้กลับมาใช้งานได้ใหม่อีก อาจกล่าวได้ว่าเซอร์กิตเบรกเกอร์ คือ ฟิวส์ที่สามารถนำกลับมาใช้งานได้ใหม่อีกนั่นเอง โดยสามารถแสดงลักษณะเซอร์กิตเบรกเกอร์ได้ดังรูปที่ 1-2



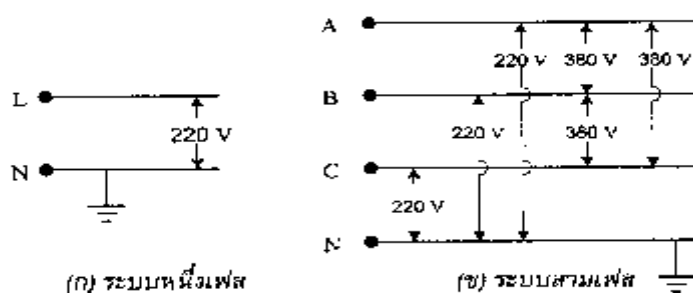
รูปที่ 1-2 ตัวอย่างลักษณะเซอร์กิตเบรกเกอร์

1.3.4 การต่อลงดิน (Ground)

เป็นการต่อตัวนำระหว่างวงจรไฟฟ้ากับดิน เพื่อป้องกันอันตรายจากกระแสไฟฟ้ารั่วโดยมีสาเหตุมาจากการชำรุด หรือการเสื่อมสภาพของอุปกรณ์ไฟฟ้าซึ่งอาจจะเกิดขึ้นได้ตลอดเวลาโดยที่ไม่สามารถทราบล่วงหน้าได้ เพื่อเป็นการป้องกันอันตรายแก่ผู้ที่ใช้อาจจะเข้าไปสัมผัสและถูกกระแสไฟฟ้าดูด โดยกระแสไฟฟ้าที่รั่วจะไหลลงดิน แทนการไหลผ่านร่างกายของผู้ที่เข้าไปสัมผัส ซึ่งการต่อลงดินจะมีอยู่ 2 รูปแบบ คือ การต่อลงดินที่ระบบสายส่งไฟฟ้าและการต่อลงดินที่ตัวอุปกรณ์

การต่อลงดินที่ระบบสายส่งไฟฟ้าเป็นวิธีการทำต่อสายนิวทรัล ที่ระบบสายส่งไฟฟ้าลงดินโดยผ่านหลักสายดิน การต่อลงดินนี้สามารถทำได้ทั้งไฟฟ้าระบบ 1 เฟส และไฟฟ้าระบบ 3 เฟส วิธีการต่อลงดินที่ระบบสายส่งไฟฟ้า จะเป็นการต่อสายนิวทรัลลงดิน โดยการปฏิบัติจะต้องต่อสายนิวทรัลโดยใช้หลักสายดินเป็นตัวนำผ่านลงดิน หลักสายดินที่ใช้จะเป็นแท่งตัวนำที่ฝังลงไปในดิน โดยหลักสายดินจะเป็นแท่งเหล็กชุบสังกะสียาว 8

ฟุต และมีเส้นผ่าศูนย์กลาง 3/4 นิ้ว หรือแท่งทองแดงยาว 8 ฟุต และมีเส้นผ่าศูนย์กลาง 1/2 นิ้ว ตอกลงไปในดินลึกจากผิวหน้าดินอย่างน้อย 1 ฟุต โดยสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 1.3



รูปที่ 1.3 การต่อลงดินที่ระบบสายส่งไฟฟ้า

1.3.5 การต่อลงดินที่ตัวอุปกรณ์

เป็นการต่อส่วนที่เป็นโลหะที่ไม่มีกระแสไหลผ่านของสถานประกอบการให้ถึงกันตลอดแล้วต่อลงดิน จุดประสงค์ของการต่อลงดินของอุปกรณ์ไฟฟ้า

1. เพื่อให้ส่วนโลหะที่ต่อถึงกันตลอดมีศักย์ไฟฟ้าเป็นศูนย์ ป้องกันไฟดูด
2. เพื่อให้อุปกรณ์ป้องกันกระแสเกินทำงานได้เร็วขึ้น เมื่อมีกระแสรั่วไหลลง

โครงโลหะ

3. เป็นทางผ่านให้กระแสรั่วไหลลงดิน

1.3.5.1 อุปกรณ์ไฟฟ้าที่ต้องต่อลงดิน

1. เครื่องห่อหุ้มที่เป็นโลหะของสายไฟฟ้า แผงเมนสวิตช์ โครงและรางบันจันที่ใช้ไฟฟ้า โครงของตู้ลิฟต์ ลวดสลิงยกของที่ใช้ไฟฟ้า

2. สิ่งกันที่เป็นโลหะ รวมทั้งเครื่องห่อหุ้มของอุปกรณ์ไฟฟ้าในระบบแรงสูง

3.อุปกรณ์ไฟฟ้าที่ยึดติดอยู่กับที่และที่ต่ออยู่กับสายไฟฟ้าที่เดินอย่างถาวร ส่วนที่เป็นโลหะเปิดโล่งซึ่งปกติไม่มีไฟฟ้า แต่อาจมีไฟรั่วได้ ต้องต่อลงดินถ้าอยู่ในสภาพตามข้อใดข้อหนึ่งดังนี้

- อยู่ห่างจากพื้นหรือโลหะที่ต้องลงดินไม่เกิน 8 ฟุตในแนวตั้ง หรือ 5 ฟุตในแนวนอนและบุคคลอาจสัมผัสได้ (ถ้ามีวิธีป้องกันไม่ให้ บุคคลสัมผัสได้ก็ไม่ ต้องต่อลงดิน)

- สัมผัสทางไฟฟ้ากับโลหะอื่นๆ และบุคคลอาจสัมผัสได้

- อยู่ในสภาพเปื่อยขึ้นและไม่ได้มีการแยกให้อยู่ต่างหาก

4.อุปกรณ์ไฟฟ้าสำหรับยึดติดอยู่กับที่ดังต่อไปนี้ ต้องต่อส่วนที่เป็นโลหะเปิดโล่งและปกติไม่มีกระแสรั่วลงดิน

- โครงของแผงสวิทช์

- โครงของมอเตอร์ชนิดยึดติดกับที่

- ก่อเครื่องควบคุมมอเตอร์ ถ้าเป็นสวิทช์ธรรมดาและมีฉนวนรองที่ฝาด้านในก็ไม่ต้องต่อลงดิน

- อุปกรณ์ไฟฟ้าของลิฟต์และบันจัน

- ป้ายโฆษณา เครื่องฉายภาพยนตร์ เครื่องสูบน้ำ

5.อุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้ได้เสียบบ ส่วนที่เป็นโลหะเปิดโล่งของอุปกรณ์ไฟฟ้าต้องต่อลงดินเมื่อมีสภาพตามข้อใดข้อหนึ่งดังนี้

- แรงดันเทียบกับดินเกิน 150 โวลต์ ยกเว้นมีการป้องกันอย่างอื่น หรือมีฉนวนอย่างดี

- อุปกรณ์ไฟฟ้าทั้งที่ใช้ในที่อยู่อาศัยและที่อื่นๆ เช่น ตู้เย็น ตู้แช่แข็ง เครื่องปรับอากาศ เครื่องซักผ้า เครื่องอบผ้า เครื่องล้างจาน เครื่องสูบน้ำทิ้ง เครื่องประมวลผลข้อมูล เครื่องใช้ไฟฟ้าในตู้เย็นปลา เครื่องมือที่ทำงานด้วยมอเตอร์ เช่น

สว่านไฟฟ้า เครื่องตัดหญ้า เครื่องขุด เครื่องมือที่ใช้ในสถานที่เปียกชื้น เป็นพื้นดินหรือเป็นโลหะ และคอมไฟฟ้าชนิดหีบยกได้

1.4 ระเบียบวิธีวิจัย

ในการทำวิจัยการออกแบบและติดตั้งระบบป้องกันไฟฟ้าเพื่อสร้างความปลอดภัยด้านไฟฟ้าสำหรับ ชุมชน บ้านดิว ต.บ้านดิว อ.หล่มสัก เพชรบูรณ์และใช้เป็นชุมชนต้นแบบในการศึกษาสำหรับองค์กรปกครองท้องถิ่นได้แบ่งขั้นตอนในการศึกษาไว้ทั้งหมด 4 ขั้นตอนด้วยกันซึ่งประกอบด้วย

1.4.1 ทำการศึกษามาตรฐานการออกแบบและติดตั้งระบบป้องกันไฟฟ้าเพื่อสร้างความปลอดภัยด้านไฟฟ้านั้นจะอ้างอิงหลักการออกแบบตามหลักหรือมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าของวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย (มาตรฐาน ว.ศ.ท.)

1.4.2 ทำการศึกษาข้อมูลพื้นที่เป้าหมายจากการสำรวจระบบป้องกันและตรวจวัดการรั่วของกระแสไฟฟ้าในแต่ละครัวเรือนของชุมชนเพื่อนำมาเป็นตัวอย่างในการออกแบบระบบป้องกัน

1.4.3 สรุปและรวบรวมผลการศึกษาวิจัยเพื่อจัดการองค์ความรู้ด้านวิศวกรรมและความปลอดภัยทางไฟฟ้าสู่ชุมชน

1.4.4 ถ่ายทอดองค์ความรู้และสร้างความปลอดภัยด้านไฟฟ้าสู่ชุมชนบ้านดิว

1.5 นิยามคำศัพท์เฉพาะ

1.5.1 กำลังไฟฟ้า (Electrical Power)

คือคุณลักษณะกระแสแรงดัน และความถี่ของแหล่งจ่ายไฟฟ้าในสภาวะปกติไม่ทำให้อุปกรณ์ไฟฟ้ามีการทำงานผิดพลาดหรือเกิดการเสียหาย

1.5.2 แรงดันไฟฟ้า (Voltage)

คือแรงที่กระทำต่ออิเล็กตรอนเพื่อทำให้อิเล็กตรอนไหลในสายไฟ

1.5.3 กระแสไฟฟ้า (Current)

คือการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอน โดยอิเล็กตรอนจะเคลื่อนที่ เมื่อเกิดสภาพขาดอิเล็กตรอนจึงจ่ายประจุไฟฟ้าลบออกไปแทนที่ ทำให้เกิดการไหลของอิเล็กตรอนในสายไฟจนกว่าประจุไฟฟ้าบวกจะถูกทำให้เป็นกลางหมด การเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนหรือการไหลของอิเล็กตรอนในสายไฟ

1.6 ประโยชน์ของงานวิจัย

1.6.1 ได้สร้างและยกระดับความปลอดภัยทางด้านไฟฟ้าของชุมชน ตำบลบ้านดั่ว อำเภอหล่มสัก จังหวัดเพชรบูรณ์

1.6.2 ได้เผยแพร่ผลงานวิจัยการจัดการองค์ความรู้ด้านวิศวกรรมและความปลอดภัยทางไฟฟ้าสู่ชุมชนบ้านดั่วเพื่อเป็นชุมชนต้นแบบในการพัฒนาและยกระดับความปลอดภัยด้านไฟฟ้า

1.6.3 ได้เผยแพร่ผลงานวิจัยโดยตีพิมพ์และเผยแพร่ผลงานวิจัย สัมมนาวิชาการระดับชาติ

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษาวิจัยนี้ได้มุ่งเน้นในการศึกษาการออกแบบและติดตั้งระบบป้องกันไฟฟ้าเพื่อสร้างความปลอดภัยด้านไฟฟ้าสำหรับ ชุมชน บ้านเดี่ยว ตำบลบ้านเดี่ยว อำเภอหล่มสัก จังหวัดเพชรบูรณ์และใช้เป็นชุมชนต้นแบบในการศึกษาสำหรับองค์กรปกครองท้องถิ่น ดังนั้นเพื่อให้เกิดความเข้าใจที่ง่ายขึ้นจึงได้แบ่งส่วนการศึกษาในบทนี้ออกเป็นสองส่วนใหญ่คือ ส่วนเอกสารเนื้อหาที่เกี่ยวข้องในงานวิจัยและส่วนที่สองคือ งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาวิจัยนี้

2.1 การออกแบบระบบไฟฟ้าเบื้องต้น

การออกแบบระบบไฟฟ้านั้นเป็นสิ่งที่จำเป็นมาก ทั้งนี้เพราะขั้นตอนของการออกแบบที่ดีย่อมจะทำให้ระบบไฟฟ้าทำงานได้อย่างปลอดภัยและประหยัดค่าใช้จ่าย

2.1.1 การออกแบบที่มีสิ่งที่จะต้องคำนึงถึงดังนี้

2.1.1.1 ความปลอดภัย โดย ระบบไฟฟ้าที่ออกแบบต้องมีความปลอดภัยสูง

2.1.1.2 ค่าลงทุนเริ่มแรกที่ต่ำที่สุด โดยงบประมาณเป็นตัวกำหนดที่สำคัญ โดยสิ่งที่จะต้องพิจารณาคือ อุปกรณ์ไฟฟ้า การติดตั้ง พื้นที่ว่างที่ต้องใช้ ค่าเริ่มต้นของการใช้จ่าย

2.1.1.3 ระบบไฟฟ้าต้องสามารถจ่ายไฟฟ้าได้อย่างต่อเนื่อง และมีความเชื่อถือที่สูงขึ้นโดย แบ่งออกเป็น

- 1) จัดให้มีแหล่งจ่ายไฟฟ้ากำลังจากหลายแหล่ง
- 2) จัดให้มีเส้นทางสำรองไปยังโหลดไฟฟ้าได้หลายเส้นทาง
- 3) เลือกอุปกรณ์ไฟฟ้าและตัวนำไฟฟ้าที่มีคุณภาพสูง
- 4) เลือกใช้วิธีการติดตั้งที่ดีที่สุด

2.1.1.4 ระบบไฟฟ้าจะต้องมีความคล่องตัวสูง สามารถขยายโหลดได้

2.1.1.5 ประสิทธิภาพทางไฟฟ้าสูงสุด

2.1.1.6 ค่าบำรุงรักษาที่ต่ำสุด

2.1.1.7 คุณภาพกำลังไฟฟ้าสูงสุด

2.1.2 อุปกรณ์ป้องกันและการต่อลงดิน

พลังงานไฟฟ้านั้นกลายเป็นสิ่งที่สำคัญอย่างยิ่งในการดำเนินชีวิตอุปกรณ์ป้องกันไฟฟ้าจึงมีความจำเป็นโดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อมีระบบไฟฟ้าใหญ่ขึ้นกระแสไฟฟ้าที่ไหลในวงจรก็จะสูงมาก ดังนั้นการที่มีอุปกรณ์ป้องกันไฟฟ้าเข้ามานั้นเพื่อป้องกันไม่ให้กระแสไหลเกินเพื่อไม่ให้

อุปกรณ์ไฟฟ้านั้นเกิดความเสียหายและยังเป็นการช่วยให้ผู้ที่ปฏิบัติงานนั้นได้รับอุบัติเหตุที่เกิดจากการถูกไฟฟ้าชุนน้อยลง

2.1.3 ฟิวส์ เป็นตัวนำไฟฟ้าที่เป็นโลหะชนิดหนึ่ง ประกอบด้วยเส้นลวดที่ทำมาจากวัสดุที่มีจุดหลอมละลายต่ำบรรจุอยู่ในภาชนะห่อหุ้ม เป็นอุปกรณ์ป้องกันกระแสกระแสวิกฤตและป้องกันการลัดวงจร ฟิวส์จะมีคุณสมบัติที่ตัดกระแสลัดวงจรได้ถึงพิกัดสูงสุด และมีคุณสมบัติสามารถจำกัดกระแสไหลผ่านฟิวส์ต่ำกว่าค่ากระแสลัดวงจรที่ขึ้นสูงสุด

2.1.4 ตัดตอนอัตโนมัติ หรือเซอร์กิตเบรกเกอร์ในระบบการใช้ไฟฟ้าภายในบ้านส่วนใหญ่แล้ว มักจะนิยมใช้เซอร์กิตเบรกเกอร์ในการป้องกันความเสียหายอันเกิดจากกระแสไฟฟ้า ข้อดีของเซอร์กิตเบรกเกอร์ คือสามารถเปิดวงจรไม่ให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่าน โดยไม่ทำให้อุปกรณ์ภายในตัวเซอร์กิตเบรกเกอร์เสียหาย ดังเช่นการขาดของฟิวส์ นอกจากนั้นยังสามารถทำการรีเซ็ต ให้กลับมาใช้งานได้ อีก อาจกล่าวได้ว่าเซอร์กิตเบรกเกอร์คือ ฟิวส์ที่สามารถนำกลับมาใช้งานได้ใหม่อีกนั่นเอง

2.2 การต่อลงดิน

การต่อลงดิน คือการใช้ตัวนำทางไฟฟ้า ต่อเข้ากับวงจรไฟฟ้า หรือ บริเวณที่ไฟฟ้า ต่อเข้ากับพื้นโลกอย่างมั่นคง การต่อลงดินมีวัตถุประสงค์ เพื่อลดอันตรายที่อาจจะเกิดกับบุคคล และลดความเสียหายที่อาจจะเกิดกับเครื่องใช้ไฟฟ้าและระบบไฟฟ้าหน้าที่หลักของสายดิน มีอยู่ 2 ประการคือ

2.2.1 เมื่อเกิดแรงดันเกิน จะจำกัดแรงดันไฟฟ้าของวงจร ไม่ให้สูงจนอาจทำให้เครื่องใช้ไฟฟ้า เสียหาย และลดแรงดันไฟฟ้าที่อาจเกิดขึ้นที่เครื่องอุปกรณ์ไฟฟ้า หรือ ส่วนประกอบเนื่องจากการรั่ว หรือการเหนี่ยวนำ เพื่อลดอันตรายจากบุคคลที่ไปสัมผัส

2.2.2 เมื่อเกิดกระแสไฟฟ้ารั่วลงดิน จะช่วยลดความเสียหายของเครื่องอุปกรณ์ไฟฟ้าหรือระบบไฟฟ้า การต่อลงดินที่ถูกต้องจะช่วยให้เครื่องมือหรืออุปกรณ์ป้องกันทำงานได้ตามที่ออกแบบไว้

การต่อลงดิน เป็นการต่อตัวนำระหว่างวงจรไฟฟ้ากับดิน เพื่อป้องกันอันตรายจากกระแสไฟฟ้ารั่วโดยมีสาเหตุมาจากการชำรุด หรือการเสื่อมสภาพของอุปกรณ์ไฟฟ้าซึ่งอาจจะเกิดขึ้นได้ตลอดเวลาโดยที่ไม่สามารถทราบล่วงหน้าได้ เพื่อเป็นการป้องกันอันตรายแก่ผู้ที่อาจจะเข้าไปสัมผัสและถูกกระแสไฟฟ้าดูด โดยกระแสไฟฟ้าที่รั่วจะไหลลงดินแทนการไหลผ่านร่างกายของผู้ที่เข้าไปสัมผัส ซึ่งการต่อลงดินจะมีอยู่ 2 รูปแบบ คือ การต่อลงดินที่ระบบสายส่งไฟฟ้าและการต่อลงดินที่ตัวอุปกรณ์

การต่อลงดินที่ระบบสายส่งไฟฟ้า เป็นวิธีการทำต่อสายนิวทรัล ที่ระบบสายส่งไฟฟ้าลงดินโดยผ่านหลักสายดิน การต่อลงดินนี้สามารถทำได้ทั้งไฟฟ้าระบบ 1 เฟส และไฟฟ้าระบบ 3 เฟส วิธีการต่อลงดินที่ระบบสายส่งไฟฟ้า จะเป็นการต่อสายนิวทรัลลงดิน โดยการใช้ดินจะต้องต่อสายนิวทรัลโดยใช้หลักสายดินเป็นตัวนำผ่านลงดิน หลักสายดินที่ใช้จะเป็นแท่งตัวนำที่ฝังลงไปดิน โดยหลักสายดินจะเป็นแท่งเหล็กชุบสังกะสียาว 8 ฟุต และมีเส้นผ่าศูนย์กลาง 3/4 นิ้ว หรือแท่งทองแดงยาว 8 ฟุต และมีเส้นผ่าศูนย์กลาง 1/2 นิ้ว ตอกลงไปในดินลึกจากผิวหน้าดินอย่างน้อย 1 ฟุต

2.2.3 การต่อลงดินที่ตัวอุปกรณ์เป็นการต่อส่วนที่เป็นโลหะที่ไม่มีกระแสไหลผ่านของสถานประกอบการให้ถึงกันตลอดแล้วต่อลงดิน จุดประสงค์ของการต่อลงดินของอุปกรณ์ไฟฟ้าเพื่อให้ส่วนโลหะที่ต่อถึงกันตลอดมีศักย์ไฟฟ้าเป็นศูนย์ ป้องกันไฟดูด และให้อุปกรณ์ป้องกันกระแสเกินทำงานได้เร็วขึ้น เมื่อมีกระแสรั่วไหลลงโครงโลหะ

2.2.4 บริภัณฑ์ไฟฟ้าที่ต้องต่อลงดิน

2.2.4.1 เครื่องห่อหุ้มที่เป็นโลหะของสายไฟฟ้า แผงเมนสวิตช์ โคร่งและรางบั่นจั่นที่ใช้ไฟฟ้า โคร่งของตู้ลิฟต์ ลวดสลิงยกของที่ใช้ไฟฟ้า

2.2.4.2 สิ่งกันที่เป็นโลหะ รวมทั้งเครื่องห่อหุ้มของอุปกรณ์ไฟฟ้าในระบบแรงสูง

2.2.4.3 อุปกรณ์ไฟฟ้าที่ยึดติดอยู่กับที่และที่ต่ออยู่กับสายไฟฟ้าที่เดินอย่างถาวร ส่วนที่เป็นโลหะ เปิดโล่งซึ่งปกติไม่มีไฟฟ้า แต่อาจมีไฟรั่วได้

2.2.4.4 อุปกรณ์ไฟฟ้าสำหรับยึดติดอยู่กับที่ดังต่อไปนี้ ต้องต่อส่วนที่เป็นโลหะเปิดโล่งและปกติ ไม่มีกระแสรั่วลงดิน

2.2.4.5 อุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้ได้เสียบบ ส่วนที่เป็นโลหะเปิดโล่งของอุปกรณ์ไฟฟ้าต้องต่อลงดิน

2.3 ชนิดของการต่อลงดิน มีอยู่ด้วยกัน 3 แบบ คือ

1. การต่อลงดินของระบบไฟฟ้า (System Grounding)
2. การต่อลงดินของเครื่องอุปกรณ์ไฟฟ้า (Equipment Grounding)
3. การต่อลงดินของระบบป้องกันฟ้าผ่า (Lightning Grounding)

2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษาวิจัยนั้นได้ทำการศึกษาค้นคว้างานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อใช้เป็นฐานข้อมูลในการศึกษาเพื่อพัฒนางานวิจัยโดยประกอบไปด้วย

2.4.1 สมาคมช่างเหมาไฟฟ้าและเครื่องกลไทย คู่มือแนวทางการตรวจสอบงานติดตั้งระบบไฟฟ้า, ปีที่พิมพ์ 2014

2.4.2 วิวัฒน์กลวงศวิทย์ สมาคมที่ปรึกษาเครื่องกลและไฟฟ้าไทย การต่อลงดินระบบไฟฟ้า เล่มที่ 3, พิมพ์ครั้งที่ 1, ปีที่พิมพ์ 2547

2.4.3 วิวัฒน์กลวงศวิทย์ สมาคมที่ปรึกษาเครื่องกลและไฟฟ้าไทย การต่อลงดินระบบไฟฟ้า เล่มที่ 4 พิมพ์ครั้งที่ 1 ปีที่พิมพ์ 2548

2.4.4 ประสิทธิ์ พิทยพัฒน์ การออกแบบระบบไฟฟ้า พิมพ์ครั้งที่ 1 ปีที่พิมพ์ 2548

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

ในงานวิจัยนี้ได้ทำการการออกแบบและติดตั้งระบบป้องกันไฟฟ้าเพื่อสร้างความปลอดภัยด้านไฟฟ้าสำหรับ ชุมชน บ้านดิว ต.บ้านดิว อ.หล่มสัก เพชรบูรณ์และใช้เป็นชุมชนต้นแบบในการศึกษาสำหรับองค์กรปกครองท้องถิ่นวิธีดำเนินการวิจัยนั้นสามารถแยกอธิบายตามวัตถุประสงค์หลักนั้นจะได้ดังนี้

- เพื่อศึกษามาตรฐานและออกแบบติดตั้งระบบป้องกันไฟฟ้าตามหลักวิศวกรรมไฟฟ้าเพื่อสร้างความปลอดภัยด้านไฟฟ้าของชุมชน นั้นจะทำการศึกษามาตรฐานออกแบบและติดตั้งระบบป้องกันไฟฟ้าเพื่อสร้างความปลอดภัยด้านไฟฟ้านั้นจะอ้างอิงหลักการออกแบบตามหลักหรือมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าของวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย

- เพื่อสร้างความปลอดภัยและลดความเสี่ยงจากอันตรายด้านไฟฟ้าสู่ชุมชน บ้านดิว ตำบลบ้านดิว อำเภอหล่มสัก จังหวัดเพชรบูรณ์ โดยจะทำการศึกษาข้อมูลพื้นที่เป้าหมายจากการสำรวจระบบป้องกันและตรวจวัดการรั่วของกระแสไฟฟ้าในแต่ละครัวเรือนของชุมชนเพื่อนำมาเป็นตัวอย่างในการออกแบบระบบป้องกัน

- เพื่อจัดการองค์ความรู้ด้านวิศวกรรมและความปลอดภัยทางไฟฟ้าสู่ชุมชนบ้านดิวเพื่อการพัฒนาและยกระดับความปลอดภัยด้านไฟฟ้า โดยจะทำการรวบรวมข้อมูลผลการศึกษาวิจัยเพื่อจัดการองค์ความรู้ด้านวิศวกรรมและความปลอดภัยทางไฟฟ้าสู่ชุมชน และเผยแพร่ตีพิมพ์ผลงานในสัมมนาวิชาการระดับชาติ

การศึกษาออกแบบและติดตั้งระบบป้องกันไฟฟ้าเพื่อสร้างความปลอดภัยด้านไฟฟ้านั้นจะอ้างอิงหลักการออกแบบตามหลักหรือมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าของวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย (มาตรฐาน ว.ส.ท.) วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์ ซึ่งในการศึกษานี้ได้มุ่งเน้นในการศึกษาออกแบบระบบป้องกันสำหรับ ระบบไฟฟ้า 1 เฟส ไฟฟ้ากระแสสลับแรงดันต่ำ (220Vac) ซึ่งการคำนวณขนาดของโหลดนั้นนิยมนำมาคำนวณในหน่วย VA (โวลต์-แอมป์) ซึ่งเป็นค่ากำลังไฟฟ้าปรากฏ หรือเป็นค่าที่เครื่องวัดทางไฟฟ้าสามารถวัดได้จริง และเมื่อรวมค่าทั้งหมดของโหลดแล้วสามารถที่จะคำนวณหาขนาดของหม้อแปลงและการกำหนดอุปกรณ์ป้องกันได้ โดยค่ากำลังไฟฟ้าขนาด 1 เฟส ที่ระดับแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ 220 VAC นั้นสามารถหาได้จากสมการที่ 1

$$P = VI \cos \theta \quad (1)$$

โดยปกติปริมาณโหลดไฟฟ้าบางครั้งอาจไม่ได้บอกค่า VA (โวลต์-แอมป์) แต่อาจบอกค่าในหน่วยวัตต์ (W) และหากทราบค่าของอุปกรณ์ไฟฟ้าในหน่วยวัตต์ (W) และทราบค่าเพาเวอร์แฟคเตอร์ของระบบก็สามารถหาค่ากำลังไฟฟ้าปรากฏได้จากสมการที่ 2 ซึ่งค่าในการคำนวณค่ากำลังไฟฟ้าปรากฏจะถูกนำไปหาค่ากระแสพิกัดในการหาขนาดของสายไฟฟ้าซึ่งจะได้อธิบายในหัวข้อต่อไป

$$S = VI = \frac{P}{\cos \theta} \quad (2)$$

เมื่อกำหนดให้

P คือ กำลังไฟฟ้า,

V คือ แรงดันไฟฟ้า,

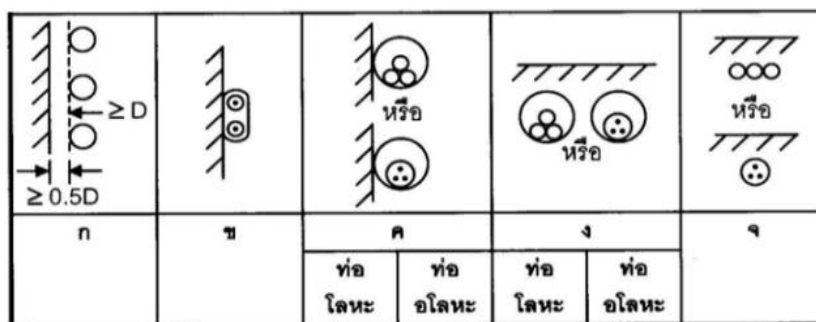
I คือ ค่ากระแสไฟฟ้า,

$\cos \theta$ คือค่าเพาเวอร์แฟคเตอร์,

S คือ ค่ากำลังไฟฟ้าปรากฏ

3.1 ข้อกำหนดและมาตรฐานการออกแบบระบบไฟฟ้า

การคำนวณหาขนาดสายไฟฟ้า ขนาดอุปกรณ์ตัดตอน ตามรูปแบบสายไฟฟ้าและลักษณะการเดินสายไฟฟ้างแสดงในภาพที่ 1 และชนิดของโหลดนั้นจะอ้างอิงค่าแฟคเตอร์ตัวคูณพิกัดกระแสโดยอ้างอิงอุณหภูมิโดยรอบในหน่วยองศาเซลเซียสและพิกัดกระแสของสายไฟของสายไฟตามลักษณะการเดินสายไฟแบบต่างๆแสดงในตารางที่ 1 และ 2 , สำหรับในการคำนวณหาขนาดมาตรฐานอุปกรณ์ตัดตอนหรือเซอร์กิตเบรกเกอร์ (Circuit Breaker) สามารถแสดงได้ดังแสดงในตารางที่ 3 และในการคำนวณหาขนาดจำนวนสายไฟในท่อร้อยสายตามมาตรฐานดังแสดงในตารางที่ 4



ภาพที่ 1 รูปแบบและลักษณะการเดินสายไฟฟ้า

จากภาพที่ 1 แสดงรูปแบบและลักษณะการเดินสายไฟฟ้าโดยสามารถสรุปได้ดังนี้ รูปแบบ ก คือ สายแกนเดี่ยวหุ้มฉนวนเดินในอากาศ, รูปแบบ ข คือ สายแบนหุ้มฉนวนมีเปลือกเดินเกาะผนัง, รูปแบบ ค คือสายแกนเดี่ยวหุ้มฉนวนไม่เกิน 3 เส้นหรือสายหุ้มฉนวนมีเปลือกไม่เกิน 3 แกน เดินในอากาศในท่อฝังในผนังปูนฉาบ หรือในท่อในฝ้าเพดาน, รูปแบบ ง คือ สายแกนเดี่ยวหุ้มฉนวนไม่เกิน 3 เส้น หรือสายหุ้มฉนวนมีเปลือกไม่เกิน 3 แกนเดินในท่อฝังดิน, รูปแบบ จ คือ สายแกนเดี่ยวหุ้มฉนวนมีเปลือกไม่เกิน 3 เส้นหรือสายหุ้มฉนวนมีเปลือกไม่เกิน 3 แกนฝังดินโดยตรงและ D คือ เส้นผ่านศูนย์กลางของสายไฟ

ตารางที่ 3-1 ค่าแฟกเตอร์ตัวคูณพิสัยกระจายของสายไฟ

อุณหภูมิโดยรอบ องศาเซลเซียส	ตัวคูณของแต่ละวิธีเดินสาย	
	ก-ค	ง และ-จ
21,-25	-	1.06
26,-30	-	1
31,-35	1.08	0.94
36,-40	1	0.87
41,-45	0.91	0.79
46,-50	0.82	0.71
51,-55	0.71	-
56,-60	0.58	-

ตารางที่ 3-2 ขนาดสายไฟและกระแสดำเนินการตามแต่ลักษณะการเดินสาย

ขนาดสาย ตร.มม.	ขนาดกระแสดำเนินการตามแต่ลักษณะการเดินสาย						
	แบบ ก	แบบ ข	แบบ ค	แบบ ค	แบบ ง	แบบ ง	แบบ จ
			โลหะ	อโลหะ	โลหะ	อโลหะ	
0.5	9	8	8	7	10	9	-
1	14	11	11	10	15	13	21
1.5	17	15	14	13	18	16	26
2.5	23	20	18	17	24	21	34
4	31	27	24	23	32	28	45
6	42	35	31	30	42	36	56
10	60	50	43	42	56	50	75
16	81	66	56	54	77	65	97
25	111	89	77	74	103	87	125
35	137	110	95	91	126	105	150
50	169	-	119	114	156	129	177
70	217	-	148	141	195	160	216
95	271	-	187	180	242	200	250
120	316	-	214	205	279	228	294
150	364	-	251	236	322	259	330
185	424	-	187	269	370	296	372
240	509	-	344	329	440	352	431
300	592	-	400	373	508	400	487
400	696	-	474	416	599	455	552
500	818	-	541	469	684	516	623

ตารางที่ 3-3 ขนาดมาตรฐานอุปกรณ์ตัดตอน

พิกัดกระแส โคง	พิกัดกระแสตัด	อัตราพิกัดกระแสตัดลัดวงจรที่ แรงดันพิกัด
		220V
50	5, 6, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 50	2.5-10 (85)
100	15 20 25 30 35 40 50 60 70 80 90 100	7.5-35 (85)
225	125 150 175 200 225	15-42 (85)
400	125 150 175 200 225 250 300 350 400	30-50 (85)
600	450 500 600	30-50 (85)
800	600 700 800	50-85 (130)
1000	800 900 1000	60-85 (130)
1200	800 1000 1200	70-85 (130)
1600	1000 1200 1600	70-130
2000	1200 1600 2000	70-130

ตารางที่ 3-4 จำนวนสายไฟสูงสุดในท่อร้อยสายตามขนาดสายไฟ

ขนาดสายไฟ (mm ²)	จำนวนสายไฟสูงสุดในท่อร้อยสาย											
1	7	13	20	33	-	-	-	-	-	-	-	-
1.5	6	11	17	28	44	-	-	-	-	-	-	-
2.5	4	8	13	22	34	-	-	-	-	-	-	-
4	3	5	9	15	23	36	-	-	-	-	-	-
6	2	4	7	12	19	29	-	-	-	-	-	-
10	1	3	4	7	12	19	32	-	-	-	-	-
16	1	1	3	5	9	14	23	36	-	-	-	-
25	1	1	1	3	5	9	15	23	29	-	-	-
35	-	1	1	3	4	7	12	19	24	30	-	-

50	-	-	1	1	3	5	9	14	17	21	34	-
70	-	-	1	1	2	4	7	10	13	16	25	37
95	-	-	1	1	1	3	5	7	10	12	19	27
120	-	-	-	1	1	2	4	6	8	10	16	23
150	-	-	-	1	1	1	3	5	7	8	13	19
185	-	-	-	-	1	1	2	4	5	6	10	15
240	-	-	-	-	1	1	1	3	4	5	8	12
300	-	-	-	-	-	1	1	2	3	4	6	10
400	-	-	-	-	-	1	1	1	2	3	5	8
500	-	-	-	-	-	1	1	1	1	2	4	6
เส้นผ่านศูนย์กลางท่อร้อยสาย (mm)	15	20	25	32	40	50	65	80	90	100	125	150

3.2 การคำนวณหาขนาดสายไฟตามลักษณะการเดินสาย ขนาดอุปกรณ์ตัดตอน สำหรับโหลดแสงสว่าง

ในการคำนวณหาขนาดสายไฟฟ้าสำหรับหลอดไส้และหลอดฟลูออเรสเซนต์ หลอดใสนั้นค่าเพาเวอร์แฟกเตอร์นั้นจะมีค่าเป็นหนึ่งแต่สำหรับหลอดฟลูออเรสเซนต์นั้นจะต้องคำนึงถึงค่าเพาเวอร์แฟกเตอร์ด้วยตามมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้า สำหรับประเทศไทย 2545 อนุญาตให้ใช้สายขนาดเล็กสุด ของวงจรแสงสว่างคือสายขนาด 2.5 ตารางมิลลิเมตร (sq.mm.) ขนาดของสาย ทนกระแสได้มากกว่า 125% ของพิกัดกระแสทั้งหมดของวงจรย่อย และเลือกสายไฟฟ้าตามชนิดและลักษณะการติดตั้งของสายไฟฟ้า ส่วนขนาดอุปกรณ์ป้องกัน (CB) ป้องกันที่ 80% ของขนาดพิกัดสูงสุดของพิกัดกระแสของ สายไฟฟ้าตามชนิดและลักษณะการติดตั้งของสายชนิดนั้นๆ

ตารางที่ 3-5 พิกัดกระแสของหลอดไส้

ชนิดของหลอด	กระแส (A)	กำลัง (VA)
40W	0.182	40
60W	0.273	60
75W	0.341	75
100W	0.455	100
150W	0.682	150

ตารางที่ 3-6 พิกัดกระแสของหลอดดิสชาร์จ

ชนิดหลอด	กำลังวัตต์	Power consumption			
		Low power factor		High power factor	
		กระแส (A)	กำลัง (VA)	กระแส (A)	กำลัง (VA)
ฟลูออเรสเซนต์	20(18)	0.370	81.40(100)	0.160	35.20(50)
	40(36)	0.430	94.60(100)	0.270	59.40(60)
	32	0.410	90.20(100)	0.240	52.80(60)
คอมแพคฟลูออเรสเซนต์	9	0.190	41.80(50)	0.100	22.00(30)
SL	13	0.175	38.50(50)	0.100	22.00(30)
	18	0.220	48.40(50)	0.140	30.80(40)
	25	0.315	69.30(50)	0.180	39.60(50)
คอมแพคฟลูออเรสเซนต์	5	0.180	39.50(50)	0.070	15.40(20)
PL (TC-S)	7	0.175	38.50(50)	0.070	15.40(20)
	9	0.170	37.40(50)	0.070	15.40(20)
	11	0.155	34.10(50)	0.080	17.60(20)
TC-D	10	0.190	41.80(50)	0.100	22.00(30)
	13	0.175	38.50(50)	0.100	22.00(30)
	18	0.220	48.40(50)	0.140	30.80(40)

3.3 การคำนวณหาขนาดสายไฟตามลักษณะการเดินสาย ขนาดอุปกรณ์ตัดตอน สำหรับโหลดไฟฟ้ากำลัง ขนาดสายกราวด์และมิเตอร์

โหลดไฟฟ้ากำลังสามารถแบ่งการคำนวณตามชนิดของโหลดได้ดังนี้

1. โหลดจุดต่อหรือจุดต่ออุปกรณ์ไฟฟ้า จะคำนวณตามกระแสใช้งานจริงจากป้ายพิกัดของเครื่องใช้ไฟฟ้า
2. โหลดจุดต่อได้รับไฟฟ้าแบบใช้งานหนัก ให้คิดจุดละ 3A
3. โหลดจุดต่อได้รับไฟฟ้าแบบทั่วไปการคิดโหลดของตัวรับไฟฟ้าทั่วไป ให้คิดจุดละ 180VA ต่อตัวรับ
4. โหลดเครื่องปรับอากาศ ขนาดสายตัวนำ คอมเพรสเซอร์ของเครื่องปรับอากาศชนิดหนึ่งอาจจะจัดให้อยู่ในกลุ่มของ มอเตอร์ที่ใช้งานไม่ต่อเนื่อง ใช้ค่าของมอเตอร์ใช้งานต่อเนื่อง (125%) ได้ ส่วนพิกัดกระแสของเครื่องปรับอากาศแต่ละขนาดสามารถหาได้จากตารางที่ 7

ตารางที่ 3-7 ส่วนพิกัดกระแสของเครื่องปรับอากาศ

ความจุ (capacity)		โหลด (KVA)
ตันความเย็น (TR)	BTUH	
1	12000	1.5
1.5	18000	1.7
2	24000	2.6
3	36000	4.2

ขนาดสาย ตามมาตรฐานของการไฟฟ้าฯ อนุญาตให้ใช้สายขนาดเล็กที่สุดสำหรับสาย Line และสายดินของบริภัณฑ์คือสายขนาด 2.5 ตารางมิลลิเมตร สำหรับโหลดไฟฟ้ากำลัง และ ขนาด 1.5 ตารางมิลลิเมตร ดังแสดงในตารางที่ 8

ตารางที่ 3-8 ขนาดสายดินของบริภัณฑ์

พิกัดหรือขนาดปรับตั้งของเครื่องป้องกันกระแส	ขนาดของสายดิน
20	2.5"
40	4"
70	6"
100	10 ตารางมิลลิเมตร
200	16 ตารางมิลลิเมตร
400	25 ตารางมิลลิเมตร

การหาขนาดสายป้อน ขนาดอุปกรณ์ตัดตอน (Circuit Breaker) และมิเตอร์ซึ่งขั้นตอนในการคำนวณหาขนาดสายป้อนทำได้ดังนี้ รวมโหลดในทุกวงจรย่อย จะได้โหลดทั้งหมดของแผงควบคุมไฟฟ้าย่อย ซึ่งจะนำมา คำนวณหาขนาดสายป้อน ใช้ค่าโหลดมาคำนวณหาขนาดสายป้อนและขนาดอุปกรณ์ตัดตอนดังสมการที่ 3

$$\text{ขนาดสายป้อน} = 125\% \times \text{พิกัดกระแส} - \text{ขนาด CB} = 80\% \times \text{พิกัดกระแสสูงสุดของสาย} \quad (3)$$

ในส่วนขนาดของมิเตอร์และสายประธานสามารถแสดงดังตารางที่ 9

ตารางที่ 3-9 ขนาดมิเตอร์และสายประธาน

ขนาดมิเตอร์ 1P,2W,220Vac	ขนาด โหลด (A)	ขนาดสายที่ต่อเข้ามิเตอร์		ขนาดสายที่ต่อออกมิเตอร์	
		อลูมิเนียม	ทองแดง	อลูมิเนียม	ทองแดง
3(9)	5	16	6	10	4
5(15)	5-10	16	6	10	4
10(30), 15(45)	10-20	16	10	16	10
15(45), 20(40)	20-30	25	10	25	10
30(60), 30(100)	30-50	35	35	35	35
30(100), 50(100)	50-100	50	50	50	35

บทที่ 4

ผลการวิจัย

ในการศึกษาวิจัยนี้ได้ทำการศึกษการออกแบบและติดตั้งระบบป้องกันไฟฟ้าเพื่อสร้างความปลอดภัยด้านไฟฟ้าสำหรับ ชุมชน บ้านดัว ต.บ้านดัว อ.หล่มสัก เพชรบูรณ์และใช้เป็นชุมชนต้นแบบในการศึกษาสำหรับองค์กรปกครองท้องถิ่น โดยในงานวิจัยนี้มุ่งเน้นในการการศึกษามาตรฐานการออกแบบและติดตั้งระบบป้องกันไฟฟ้าสู่ชุมชน เพื่อให้ชุมชนมีความปลอดภัยด้านไฟฟ้า ตระหนักถึงขีดจำกัดของอุปกรณ์ไฟฟ้าและให้สามารถเข้าใจหลักการออกแบบระบบไฟฟ้าตามหลักมาตรฐานการออกแบบเบื้องต้นได้ ซึ่งเป้าหมายการถ่ายทอดองค์ความรู้ก็คือชุมชนบ้านดัว ต.บ้านดัว อ.หล่มสัก เพชรบูรณ์ เพื่อใช้เป็นชุมชนต้นแบบในการศึกษาและพัฒนาระบบไฟฟ้าสู่องค์กรปกครองท้องถิ่นและชุมชนตำบลบ้านดัว โดยสามารถแบ่งผลการศึกษาวิจัยเพื่อให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของงานวิจัยโดยผลการศึกษาสามารถแบ่งได้ดังนี้

- การออกแบบและติดตั้งระบบป้องกันไฟฟ้าแรงดันต่ำ (220Vac) ตามหลักวิศวกรรมไฟฟ้าเพื่อสร้างความปลอดภัยด้านไฟฟ้าของชุมชน บ้านดัว ต.บ้านดัว อ.หล่มสัก เพชรบูรณ์
- การสร้างความปลอดภัยและลดความเสี่ยงจากอันตรายด้านไฟฟ้าสู่ชุมชน บ้านดัว ต.บ้านดัว อ.หล่มสัก เพชรบูรณ์
- การจัดการองค์ความรู้ด้านวิศวกรรมและความปลอดภัยทางไฟฟ้าสู่ชุมชนบ้านดัว เพื่อเป็นชุมชนต้นแบบในการพัฒนาและยกระดับความปลอดภัยด้านไฟฟ้าสู่องค์กรปกครองท้องถิ่น

ผลในการศึกษาวิจัยการศึกษามาตรฐานและการออกแบบระบบไฟฟ้าครัวเรือนเพื่อสร้างความปลอดภัยด้านไฟฟ้าสู่ชุมชนจะมุ่งเน้นการศึกษามาตรฐานการออกแบบและติดตั้งระบบป้องกันไฟฟ้ากระแสสลับ ขนาด 1 เฟส แรงดัน (220VAC) ตามหลักวิศวกรรมไฟฟ้าโดยนำเสนอหลักการการออกแบบระบบไฟฟ้าให้เหมาะสมกับโหลดทาง

ไฟฟ้าในครัวเรือนพื้นฐาน เพื่อเป็นแนวทางในการศึกษา ออกแบบและประเมินความปลอดภัยด้านไฟฟ้า และใช้เป็นองค์ความรู้ด้านวิศวกรรมความปลอดภัยทางไฟฟ้าสู่ชุมชน

4.1 ตัวอย่างระบบไฟฟ้าภายในบ้าน

ผลการออกแบบระบบไฟฟ้าภายในบ้านจะเป็นการออกแบบเพื่อเป็นต้นแบบในการศึกษาสำหรับระบบไฟฟ้าครัวเรือน ซึ่งมีการออกแบบวงจรย่อยต่างๆดังนี้

- ระบบแสงสว่างโดยใช้หลอดฟลูออเรสเซนต์ ขนาด 36 W (Low P.F.) จำนวน 12 หลอด และกำหนดให้เดินสายชนิด THW ในท่อโลหะ

- เครื่องปรับอากาศ 1200BTU 2 เครื่อง เดินสายแบบสายแบนหุ้มฉนวนมีเปลือกเดินเกาะผนังโดยแบ่งเป็นสองวงจร

- มิโหลจุดต่อได้รับไฟฟ้าแบบใช้งานทั่วไป 15 จุด เดินสายแบบสายแบนหุ้มฉนวนมีเปลือกเดินเกาะผนัง

- มิโหลจุดต่อหรือจุดต่ออุปกรณ์ไฟฟ้าอีก 3 จุด ได้แก่ ตู้เย็น 2000VA เครื่องซักผ้า 2000 VA ทวี 1000VA ซึ่งทั้งหมดเดินสายแบบสายแบนหุ้มฉนวนมีเปลือกเดินเกาะผนัง

- สายประธานเชื่อมต่อเข้าบ้านเป็นแบบสายแกนเดียวหุ้มฉนวนเดินในอากาศ

4.2 การออกแบบและติดตั้งระบบป้องกันไฟฟ้าแรงดันต่ำ

การออกแบบและติดตั้งระบบป้องกันไฟฟ้าแรงดันต่ำนี้ได้แสดงการออกแบบตามตัวอย่างระบบไฟฟ้าภายในบ้านในหัวข้อ 4.1 เพื่อเป็นแนวทางในการศึกษาซึ่งผลการศึกษา นั้นสามารถแบ่งออกได้เป็นดังนี้

4.2.1 วงจรย่อยระบบแสงสว่างโดยใช้หลอดฟลูออเรสเซนต์

หลอดฟลูออเรสเซนต์ ขนาด 36 W (Low P.F.) 1 หลอด พิกัดโหลด จากตาราง พิกัดโหลดไฟฟ้า

จะได้ 100VA ดังนั้น หลอดฟลูออเรสเซนต์ ขนาด 36 W (Low P.F.) 12 หลอด
 พิกัดโหลด $12 \times 100 = 1200 \text{ VA}$

ดังนั้น พิกัดกระแส จะได้ $1200/220 = 5.454 \text{ A}$

ดังนั้น ขนาดของสายไฟ

จะได้ $5.454 \times 1.25 = 6.18 \text{ A}$

เลือกใช้สายชนิด THW เดินในท่อร้อยสายโลหะได้ขนาด 2.5 ตร.มม. (18A)

ขนาดของท่อร้อยสาย สายไฟฟ้าจำนวน 2 เส้นเลือกใช้ท่อขนาดขนาด 1/2"

ขนาดอุปกรณ์ป้องกัน (ให้ใช้กระแสสูงสุดของขนาดสาย)

จะได้ $18 \times 0.8 = 14.4 \text{ A}$

เลือกใช้อุปกรณ์ตัดตอนขนาด 10AT/50AF สูงกว่าขนาดโหลดและต่ำกว่าพิกัด
 อุปกรณ์ป้องกัน

4.2.2 วงจรย่อย เครื่องปรับอากาศ 1200BTU มีขนาด 1500VA มีขนาดกระแสพิกัด
 ขนาด $1500/220 = 6.81 \text{ A}$

ขนาดของสายไฟฟ้า 125% ของพิกัดกระแสของเครื่องปรับอากาศ
 $= 6.81 \times 1.25 = 8.51 \text{ A}$

เลือกขนาดของสายไฟ 2.5 ตร.มม. ที่ 20 A

ขนาดอุปกรณ์ป้องกัน 80% ของพิกัดกระแสสูงสุดของสาย $= 20 \times 0.8 = 16 \text{ A}$

เลือกใช้อุปกรณ์ตัดตอนขนาด 15AT/50AF สูงกว่าขนาดโหลดและต่ำกว่าพิกัด
 อุปกรณ์ป้องกันซึ่งออกแบบให้เป็นสองชุดวงจร

4.2.3 วงจรย่อย จุดต่อได้รับไฟฟ้าแบบทั่วไป 15 จุด

ในการคำนวณและออกแบบขนาดสายไฟและขนาดอุปกรณ์ป้องกัน โหลด
จุดต่อได้รับไฟฟ้าแบบทั่วไป ให้คิดจุดละ 180VA ดังนั้นจะได้

$$\text{โหลดรวมวงจรย่อย} = 180\text{VA} \times 15 = 2700 \text{ VA}$$

$$\text{ขนาดกระแส} = 2700/220 \text{ Vac} = 12.27 \text{ A}$$

$$\text{ขนาดของสายไฟฟ้า 125\% ของพิกัดกระแสของกระแสโหลดจะได้ } 8.18 \times 1.25 = 15.34 \text{ A}$$

เลือกขนาดของสายไฟ 2.5 ตร.มม. ที่ 20 A เนื่องจากขนาดสาย ตามมาตรฐาน
ของการไฟฟ้าฯ อนุญาตให้ใช้สายขนาดเล็กที่สุดสำหรับสาย Line และ Neutral คือสายขนาด
2.5 ตร.มม.สำหรับโหลดไฟฟ้ากำลัง

$$\text{ขนาดอุปกรณ์ป้องกัน 80\% ของพิกัดกระแสสูงสุดของสาย} = 50 \times 0.8 = 16\text{A}$$

เลือกใช้อุปกรณ์ตัดตอนขนาด 15AT/50AF สูงกว่าขนาดโหลดและต่ำกว่าพิกัด
อุปกรณ์ป้องกัน

4.2.4 วงจรย่อย จุดต่อสำหรับ ตู้เย็น ขนาด 2000VA จำนวน 1 เครื่อง

$$\text{ขนาดกระแสพิกัด} = 2000/220 \text{ Vac} = 9.09 \text{ A}$$

$$\text{ขนาดของสายไฟฟ้า 125\% ของพิกัดกระแสของเครื่องปรับอากาศ} = 9.09 \times 1.25 = 11.36 \text{ A}$$

เลือกขนาดของสายไฟ 2.5 ตร.มม. ที่ 20 A เนื่องจากขนาดสาย ตามมาตรฐาน
ของการไฟฟ้าฯ อนุญาตให้ใช้สายขนาดเล็กที่สุดสำหรับสาย Line คือสายขนาด 2.5 ตร.มม.
สำหรับโหลดไฟฟ้ากำลัง

$$\text{ขนาดอุปกรณ์ป้องกัน 80\% ของพิกัดกระแสสูงสุดของสาย} = 20 \times 0.8 = 16\text{A}$$

เลือกใช้อุปกรณ์ตัดตอนขนาด 15AT/50AF สูงกว่าขนาดโหลดและต่ำกว่าพิกัด
อุปกรณ์ป้องกัน

4.2.5 วงจรย่อย จุดต่อสำหรับ เครื่องซักผ้า ขนาด 2000 VA จำนวน 1 เครื่อง

$$\text{ขนาดกระแสพิกัด} = 2000/220 \text{ Vac} = 9.09 \text{ A}$$

ขนาดของสายไฟฟ้า 125% ของฟลักกระแสของเครื่องปรับอากาศ = $9.09 \times 1.25 = 11.36 \text{ A}$

เลือกขนาดของสายไฟ 2.5 ตร.มม. ที่ 20 A เนื่องจากขนาดสาย ตามมาตรฐานของการไฟฟ้าฯ อนุญาตให้ใช้สายขนาดเล็กที่สุดสำหรับสาย Line คือสายขนาด 2.5 ตร.มม. สำหรับโหลดไฟฟ้ากำลัง

ขนาดอุปกรณ์ป้องกัน 80% ของฟลักกระแสสูงสุดของสาย = $20 \times 0.8 = 16 \text{ A}$

เลือกใช้อุปกรณ์ตัดตอนขนาด 15AT/50AF สูงกว่าขนาดโหลดและต่ำกว่าฟลักอุปกรณ์ป้องกัน

4.2.6 วงจรย่อย จุดต่อสำหรับ ทิว ขนาด 1000VA จำนวน 1 เครื่อง

ขนาดกระแสฟลัก 1000/220 Vac = 4.54 A

ขนาดของสายไฟฟ้า 125% ของฟลักกระแสของ ทิว = $4.54 \times 1.25 = 5.67 \text{ A}$

เลือกขนาดของสายไฟ 2.5 ตร.มม. ที่ 20 A เนื่องจากขนาดสาย ตามมาตรฐานของการไฟฟ้าฯ อนุญาตให้

ใช้สายขนาดเล็กที่สุดสำหรับสาย Line สำหรับโหลดไฟฟ้ากำลัง

ขนาดอุปกรณ์ป้องกัน 80% ของฟลักกระแสสูงสุดของสาย = $20 \times 0.8 = 16 \text{ A}$

เลือกใช้อุปกรณ์ตัดตอนขนาด 15AT/50AF สูงกว่าขนาดโหลดและต่ำกว่าฟลักอุปกรณ์ป้องกัน

4.2.7 ขนาดสายประธานและขนาดอุปกรณ์ตัดตอนหลัก แบบสายแกนเดี่ยวหุ้มฉนวนเดินในอากาศ

จากการคำนวณโหลดวงจรย่อยต่างๆสามารถสรุปได้ดังนี้

ฟลักกระแสโหลด หลอดฟลูออเรสเซนต์ คือ 6.18 A

ฟลักกระแสโหลด เครื่องปรับอากาศ 1200BTU เครื่องที่ 1 คือ 6.81 A

ฟลักกระแสโหลด เครื่องปรับอากาศ 1200BTU เครื่องที่ 2 คือ 6.81 A

ฟลักกระแสโหลด จุดต่อเดินไฟฟ้าแบบทั่วไป 15 จุด คือ 12.27 A

พิกัดกระแสโหลด จุดต่อสำหรับ ตู้เย็น ขนาด 2000VA จำนวน 1 เครื่อง คือ 9.09 A

พิกัดกระแสโหลด จุดต่อสำหรับ เครื่องซักผ้า ขนาด 2000VA จำนวน 1 เครื่อง คือ 9.09 A

พิกัดกระแสโหลด จุดต่อสำหรับ ที่วี ขนาด 1000VA จำนวน 1 เครื่อง คือ 4.54 A

ดังนั้น พิกัดกระแสโดยรวม = $6.18 + 6.81 + 6.81 + 12.27 + 9.09 + 9.09 + 4.54$

= 54.79A ที่แรงดัน 220Vac

ขนาดของสายไฟฟ้า 125% ของพิกัดกระแสของ ที่วี = $54.791 \times 1.25 = 68.49$ A

เลือกขนาดของสายไฟ 16 ตร.มม. ที่ 81 A, ขนาดอุปกรณ์ป้องกัน 80% ของพิกัดกระแสสูงสุดของสาย = $81 \times 0.8 = 64.8$ A

เลือกใช้อุปกรณ์ตัดตอนขนาด 60AT/100AF สูงกว่าขนาดโหลดและต่ำกว่าพิกัดอุปกรณ์ป้องกัน

4.3 การสร้างความปลอดภัยและลดความเสี่ยงจากอันตรายด้านไฟฟ้า

จากผลการศึกษาสามารถหาขนาดสาย ขนาดอุปกรณ์ตัดตอนแต่ละวงจรย่อย และขนาดสายประธานและขนาดอุปกรณ์ตัดตอนหลักดังแสดงในรูปที่ 3-1 ซึ่งสามารถคำนวณและแสดงรายละเอียดได้ดังตารางที่ 4-1 และอ้างอิงราคาคิดตั้งในตารางที่ 3-2 โดยคำนวณเป็นชุดโดยอ้างอิงชุดของอุปกรณ์ไฟฟ้า

ตารางที่ 4-1 รายละเอียดอุปกรณ์ไฟฟ้าของระบบไฟฟ้าตัวอย่าง

ชื่ออุปกรณ์	ขนาด
หลอดฟลูออเรสเซนต์ 36W 12 หลอด	
สายชนิด THW	2.5 ตร.มม.
Circuit Breaker	10AT/50AF

Air conditioner 1200BTU 2 เครื่อง	
สายชนิด VAF	2.5 ตร.มม.
Circuit Breaker	15AT/50AF
เต้ารับ 180VA 15 จุด	
Circuit Breaker	15AT/50AF
สายชนิด VAF	2.5 ตร.มม.
เต้ารับ 1000VA จุด	
Circuit Breaker	15AT/50AF
สายชนิด VAF	2.5 ตร.มม.
เต้ารับ 2000VA 2 จุด	
Circuit Breaker	15AT/50AF
สายชนิด VAF	2.5 ตร.มม.
สายประธาน	
สายชนิด THW	16 ตร.มม.
Circuit Breaker	60AT/100AF

ซึ่งค่าขีดความสามารถหรือขนาดของอุปกรณ์ไฟฟ้ารวมถึงอุปกรณ์ป้องกันทางไฟฟ้าในครัวเรือนที่ได้จากการคำนวณตามหลักวิศวกรรมนั้น สามารถนำไปใช้ในการพิจารณาหรือการประเมินระบบไฟฟ้าเพื่อที่จะเพิ่มโหลดในบ้านว่าขนาดสาย และขนาดอุปกรณ์ที่มีอยู่สามารถรองรับประมาณโหลดที่จะเพิ่มขึ้นมาได้หรือไม่ หรือต้องพิจารณาแยกวงจรย่อย ซึ่งหลักการออกแบบนี้สร้างความตระหนักในเรื่องความปลอดภัยทางไฟฟ้าซึ่งช่วยสร้างความปลอดภัยด้านไฟฟ้าต่อครัวเรือนและชุมชนเพิ่มขึ้น

บทที่ 5

สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

การศึกษามาตรฐานในการออกแบบติดตั้งระบบไฟฟ้าสำหรับครัวเรือนนั้นได้มุ่งเน้นเพื่อสร้างความปลอดภัยด้านไฟฟ้าสู่ชุมชน โดยได้ศึกษามาตรฐานการออกแบบเบื้องต้นในการศึกษาและคำนวณหาขนาดของสาย ขนาดของอุปกรณ์ตัดตอน (Circuit breaker) ทั้งระบบวงจรย่อยและระบบหลัก คือขนาดของสายประธานขนาดของอุปกรณ์ตัดตอนหลัก โดยมุ่งเน้นในการศึกษาออกแบบระบบไฟฟ้าขนาด ระบบไฟฟ้า 1 เฟส ไฟฟ้ากระแสสลับ แรงดันต่ำ (220VAC) ซึ่งเป็นระบบไฟฟ้าที่ใช้ในครัวเรือนและในชุมชน ซึ่งสามารถสรุปผลโดยแยกตามวัตถุประสงค์หลักได้ดังนี้

5.1.1 ผลการศึกษามาตรฐานและออกแบบติดตั้งระบบป้องกันไฟฟ้าตามหลักวิศวกรรมไฟฟ้าเพื่อสร้างความปลอดภัยด้านไฟฟ้าของชุมชน นั้นจะทำการศึกษามาตรฐานออกแบบและติดตั้งระบบป้องกันไฟฟ้าเพื่อสร้างความปลอดภัยด้านไฟฟ้านั้นจะอ้างอิงหลักการออกแบบตามหลักหรือมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าของวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ซึ่งสามารถนำไปคำนวณหาขนาดสายไฟฟ้า ตามลักษณะการเดินสายได้หาขนาดอุปกรณ์ตัดแยกให้เหมาะสมกับขนาดสายและโหลดได้ ซึ่งสามารถศึกษาเทคนิคและข้อกำหนดมาตรฐานการออกแบบไฟฟ้าได้ง่ายเนื่องจากมาตรฐานที่ศึกษาในวิจัยเป็นข้อกำหนดในการออกแบบระบบไฟฟ้าแรงดันต่ำที่สามารถนำมาศึกษาการออกแบบระบบไฟฟ้าในครัวเรือนได้โดยตรง

5.1.2 ผลการสร้างความปลอดภัยและลดความเสี่ยงจากอันตรายด้านไฟฟ้าสู่ชุมชน บ้านตัว ต.บ้านตัว อ.หล่มสัก เพชรบูรณ์ โดยจะทำการศึกษาข้อมูลพื้นที่เป้าหมายจากการสำรวจระบบป้องกันและตรวจวัดการรั่วของกระแสไฟฟ้าในแต่ละครัวเรือนของชุมชนเพื่อนำมาเป็นตัวอย่างในการออกแบบระบบป้องกันซึ่งข้อมูลที่ได้นำมาเป็นข้อมูลในตัวอย่างการออกแบบซึ่งชุมชนสามารถใช้ตัวอย่างในการศึกษาและวิเคราะห์ประเมินระบบไฟฟ้าในการสำรวจขีดความสามารถหรือขนาดของอุปกรณ์ไฟฟ้าในครัวเรือนได้โดยตรงซึ่งเป็นการสร้างความตระหนักทางด้านความปลอดภัยด้านไฟฟ้ายิ่งขึ้น

5.1.3 ผลจัดการองค์ความรู้ด้านวิศวกรรมและความปลอดภัยทางไฟฟ้าสู่ชุมชนบ้านดัว เพื่อการพัฒนาและยกระดับความปลอดภัยด้านไฟฟ้า โดยจะทำการรวบรวมข้อมูลผลการ ศึกษาวิจัยเพื่อให้ความรู้ที่ได้จากการศึกษาสู่ชุมชนเพื่อการพัฒนาและยกระดับความ ปลอดภัยด้านไฟฟ้าและผลการศึกษาวินิจฉัยนั้นได้รวบรวมผลและตีพิมพ์เผยแพร่องค์ความรู้ ในระดับชาติดังแสดงไว้ในภาคผนวก ก

5.2 อภิปรายผล

การศึกษาวินิจฉัยการออกแบบและติดตั้งระบบป้องกันไฟฟ้าเพื่อสร้างความปลอดภัยด้านไฟฟ้าสำหรับ ชุมชน บ้านดัว ต.บ้านดัว อ.หล่มสัก เพชรบูรณ์และใช้เป็นชุมชนต้นแบบในการศึกษาสำหรับองค์กรปกครอง ท้องถิ่นสามารถอธิบายผลการศึกษาได้โดยจะแยกการอธิบายตามหัวข้อตามวัตถุประสงค์เพื่อให้ครอบคลุมการ ศึกษาวิจัยโดยรวมคือ

5.2.1 การออกแบบและติดตั้งระบบป้องกันไฟฟ้าแรงดันต่ำ (220Vac) ตามหลัก วิศวกรรมไฟฟ้าเพื่อสร้างความปลอดภัยด้านไฟฟ้าของชุมชน บ้านดัว ต.บ้านดัว อ.หล่มสัก เพชรบูรณ์นั้นในการวิจัยได้รวบรวมหลักการและมาตรฐานออกแบบระบบไฟฟ้าพื้นฐาน สำหรับไฟฟ้ากระแสสลับขนาด 1 เฟสที่จำเป็นเพื่อการเรียนรู้และประเมินด้านความ ปลอดภัยด้านไฟฟ้า แต่ตัวอย่างในการศึกษาวินิจฉัยนี้เป็นเพียงตัวอย่างในการคำนวณซึ่งแต่ละ คราวเรือนมีปริมาณการใช้โหลดไฟฟ้าและลักษณะการเดินของสายไฟที่จะเดินไม่ เหมือนกัน แต่หลักการออกแบบพื้นฐานนี้สามารถนำไปใช้ในการพิจารณาการออกแบบ เบื้องต้นได้หรือแม้ในการออกแบบเพื่อต่อเติมหรือการประเมินระบบไฟฟ้าเพื่อที่จะเพิ่ม โหลดในบ้านว่าขนาดสาย และขนาดอุปกรณ์ที่มีอยู่สามารถรองรับประมาณ โหลดที่จะเพิ่ม ขึ้นมาได้หรือไม่ หรือต้องพิจารณาแยกวงจรย่อย ซึ่งหลักการออกแบบนี้จะสามารถสร้าง ความปลอดภัยด้านไฟฟ้าต่อครัวเรือนและชุมชนเพิ่มขึ้น

5.2.2 การสร้างความปลอดภัยและลดความเสี่ยงจากอันตรายด้านไฟฟ้าสู่ชุมชน บ้านดัว ต.บ้านดัว อ.หล่มสัก เพชรบูรณ์ เมื่อทำการศึกษาลักษณะและมาตรฐานออกแบบ ระบบไฟฟ้าพื้นฐานก็จะทำให้ทราบถึงขีดความสามารถของระบบไฟฟ้าครัวเรือนที่มีอยู่ และทำให้ตระหนักถึงหลักความปลอดภัยทางด้านไฟฟ้าซึ่งจุดนี้เองจึงเป็นการเพิ่มความ ปลอดภัยด้านไฟฟ้าสู่ชุมชน

5.2.3 การจัดการองค์ความรู้ด้านวิศวกรรมและความปลอดภัยทางไฟฟ้าสู่ชุมชน บ้านดัวเพื่อเป็นชุมชนต้นแบบในการพัฒนาและยกระดับความปลอดภัยด้านไฟฟ้าสู่องค์กรปกครองท้องถิ่นโดยผลการศึกษาวิจัยนี้ได้รวบรวมความรู้ด้านวิศวกรรมและความปลอดภัยทางไฟฟ้าและเผยแพร่สู่ชุมชนบ้านดัว

5.3 ข้อเสนอแนะ

5.3.1 จากผลการศึกษาเป็นเพียงยกตัวอย่างโหลดที่จำเป็นในครัวเรือนและลักษณะเดินสายไฟฟ้าตามที่ได้สำรวจเจอซึ่งหากมีการเดินสายไฟฟ้าในรูปแบบอื่นๆ หรือมีการเดินในที่อุณหภูมิที่สูงซึ่งเฟลเตอร์เหล่านี้ผลต่อการออกแบบซึ่งต้องนำมาพิจารณาไปด้วย

5.3.2 การออกแบบในการศึกษาเป็นเพียงการออกแบบพื้นฐานสำหรับแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ 220VAC 1 เฟส เท่านั้นหากเป็นระบบ 3 เฟสจำเป็นต้องศึกษาการคำนวณกำลังไฟฟ้าและมาตรฐานการติดตั้งเพิ่มเติม

บรรณานุกรม

หนังสือ

ประสิทธิ์ พิทยพัฒน์, การออกแบบระบบไฟฟ้า, ปีที่พิมพ์ 2548.พิมพ์ครั้งที่ 1.

วิวัฒน์ กุลวงศ์วิทย์, สมาคมที่ปรึกษาเครื่องกลและไฟฟ้าไทย, การต่อลงดินระบบไฟฟ้า เล่มที่ 3, ปีที่พิมพ์ 2547, พิมพ์ครั้งที่ 1.

วิวัฒน์ กุลวงศ์วิทย์, สมาคมที่ปรึกษาเครื่องกลและไฟฟ้าไทย, การต่อลงดินระบบไฟฟ้า เล่มที่ 4, ปีที่พิมพ์ 2548, พิมพ์ครั้งที่ 1.

สมาคมช่างเหมาไฟฟ้าและเครื่องกลไทย. คู่มือแนวทางการตรวจสอบงานติดตั้งระบบไฟฟ้า, ปีที่พิมพ์ 2014.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

บทความงานวิจัย

ความปลอดภัยด้านไฟฟ้าสู่ชุมชน A Standard Study and Households Electrical Protection System Design for Provide the Electrical Safety to Community

นฤมล วันน้อย
Narumon Wannoi

สาขาวิชาเทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรม คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์
n_pue23@hotmail.com

บทคัดย่อ

ในการศึกษานี้ได้ทำการศึกษามาตรฐานและหลักการออกแบบระบบไฟฟ้าพื้นฐานสำหรับครัวเรือนเพื่อสร้างความปลอดภัยด้านไฟฟ้าสู่ชุมชน โดยในการศึกษานี้ได้มุ่งเน้นในการศึกษาการออกแบบระบบไฟฟ้าขนาด 1 เฟส ไฟฟ้ากระแสสลับแรงดันต่ำ (220VAC) ซึ่งเป็นระบบไฟฟ้าที่ใช้ในครัวเรือนและในชุมชน การออกแบบระบบไฟฟ้าในการศึกษานี้จะแบ่งขั้นตอนในการศึกษาออกเป็นสองส่วนด้วยกันคือ ส่วนแรกจะทำการศึกษาเพื่อหาขนาดสายไฟฟ้า ขนาดท่อร้อยสาย และอุปกรณ์ตัดต่อที่เหมาะสมสำหรับโหลดแสงสว่าง ในส่วนที่สองจะทำการศึกษาเพื่อหาขนาดสายไฟฟ้าขนาดท่อร้อยสาย และอุปกรณ์ตัดต่อที่เหมาะสม สำหรับโหลดกำลังเช่น เครื่องปรับอากาศ โทรทัศน์ ตู้เย็น โดยอ้างอิงโหลดที่จำเป็นและมีใช้พื้นฐานในครัวเรือนซึ่งรวมในส่วน การหาขนาดระบบกราวด์ โดยในการศึกษาได้นำเสนอตัวอย่างการออกแบบระบบไฟฟ้าภายในเพื่อใช้เป็นแนวทางในการคำนวณและออกแบบ ซึ่งผลในการศึกษาทั้งสองส่วนนั้นสามารถใช้เป็นเครื่องมือในการศึกษาและออกแบบระบบไฟฟ้าในครัวเรือนเพื่อสร้างความปลอดภัยด้านไฟฟ้าสำหรับชุมชนได้

คำสำคัญ: มาตรฐานการออกแบบระบบไฟฟ้า; ระบบไฟฟ้าครัวเรือน; ความปลอดภัยด้านไฟฟ้า

Abstract

This research presents a standard study and design of electrical systems for households to provide electrical safety to the community. This study focuses on the design of electrical systems for single phase, low voltage (220VAC) which this electrical system used in households and communities. The design of the electrical system in the study is divided into two parts. The first part is to study the appropriate size of the electrical cable, conduit and circuit breaker for lighting loads. The first part is to study the appropriate size of the electrical cable, conduit and circuit breaker for power loads as Air conditioners, TVs, refrigerators with reference to the necessary loads and basic household appliances included to study the appropriate cable size of the electrical ground system. In this study results presented examples of internal electrical system design as a guideline for calculation and design. The results of these two studies can be used as a tool to study and design household electrical systems to provide electricity safety for the community.

Keywords: Electrical System Design Standard; House Electric System; Electrical Safety

1. บทนำ

ปัจจุบันในแต่ละครัวเรือนนั้นมีปริมาณการใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าต่าง ๆ มากมายและมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ โดยส่วนใหญ่แล้วจะไม่ได้คำนึงถึงระบบไฟฟ้าของครัวเรือนว่ามีขีดความสามารถในการรองรับอุปกรณ์ไฟฟ้าที่จะเพิ่มขึ้นมานั้นเหลืออยู่ประมาณเท่าไร และต้องเพิ่มระบบไฟฟ้าหรือไม่ ซึ่งปัญหาดังกล่าวนั้นจะทำให้เกิดปัญหาการใช้ไฟฟ้าเกินพิกัดของอุปกรณ์หรือระบบไฟฟ้าซึ่งอาจทำให้เกิดการลัดวงจร และเกิดเหตุเพลิงไหม้ได้และหากระบบไฟฟ้าที่ใช้ในครัวเรือนเป็นระบบไฟฟ้าที่ไม่มีระบบกราวด์หรือสายดินนั้นยิ่งเพิ่มโอกาสการถูกไฟฟ้าดูด จากการรั่วของกระแสไฟฟ้าจากอุปกรณ์ซึ่งอาจทำให้เกิดอันตรายถึงชีวิตได้ จากอันตรายดังกล่าวนี้ จำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องมีการศึกษามาตรฐานการออกแบบและติดตั้งระบบป้องกันไฟฟ้าเพื่อสร้างความปลอดภัยด้านไฟฟ้าสู่ชุมชน โดยในงานวิจัยนี้มุ่งเน้นในการการศึกษามาตรฐานการออกแบบและติดตั้งระบบป้องกันไฟฟ้าสู่ชุมชน เพื่อให้ชุมชนมีความปลอดภัยด้านไฟฟ้า ตระหนักถึงขีดจำกัดของอุปกรณ์ไฟฟ้าและให้สามารถเข้าใจหลักการออกแบบระบบไฟฟ้าตามหลักมาตรฐานการออกแบบเบื้องต้นได้ ซึ่งเป้าหมายการถ่ายทอดองค์ความรู้ก็คือชุมชนบ้านตัว ต.บ้านตัว อ.หล่มสัก เพชรบูรณ์ เพื่อใช้เป็นชุมชนต้นแบบในการศึกษาและพัฒนาาระบบไฟฟ้าสู่องค์กรปกครองท้องถิ่นและชุมชนตำบลบ้านตัว

2. วัตถุประสงค์การวิจัย

- 2.1 เพื่อศึกษามาตรฐานการออกแบบและติดตั้งระบบป้องกันไฟฟ้าตามหลักวิศวกรรมไฟฟ้าสำหรับครัวเรือน
- 2.2 เพื่อสร้างความปลอดภัยและลดความเสี่ยงจากอันตรายด้านไฟฟ้าสู่ชุมชน
- 2.3 เพื่อจัดการองค์ความรู้ด้านวิศวกรรมและความปลอดภัยทางไฟฟ้าสู่ชุมชนบ้านตัวเพื่อเป็นชุมชนต้นแบบในการพัฒนาและยกระดับความปลอดภัยด้านไฟฟ้า

3. ขอบเขตการวิจัย

ในการศึกษาวิจัยการศึกษามาตรฐานและการออกแบบระบบไฟฟ้าครัวเรือนเพื่อสร้างความปลอดภัยด้านไฟฟ้าสู่ชุมชนจะมุ่งเน้นการศึกษามาตรฐานการออกแบบและติดตั้งระบบป้องกันไฟฟ้ากระแสสลับ ขนาด 1 เฟส แรงดัน (220VAC) ตามหลักวิศวกรรมไฟฟ้าโดยนำเสนอหลักการการออกแบบระบบไฟฟ้าให้เหมาะสมกับโหลดทางไฟฟ้าในครัวเรือนพื้นฐาน เพื่อเป็นแนวทางในการศึกษา ออกแบบและประเมินความปลอดภัยด้านไฟฟ้า และใช้เป็นองค์ความรู้ด้านวิศวกรรมความปลอดภัยทางไฟฟ้าสู่ชุมชน

4. วิธีดำเนินการวิจัย

การศึกษาวิจัยการศึกษามาตรฐานและการออกแบบระบบไฟฟ้าครัวเรือนเพื่อสร้างความปลอดภัยด้านไฟฟ้าสู่ชุมชนนั้นได้เริ่มจากการศึกษาระบบไฟฟ้ากระแสสลับแรงดันต่ำและข้อมูลโหลดพื้นฐานที่จำเป็นในครัวเรือนและศึกษามาตรฐาน ในการออกแบบระบบไฟฟ้าระบบป้องกันและอุปกรณ์ตัดตอนกระแสไฟฟ้าเพื่อออกแบบและติดตั้งระบบป้องกันไฟฟ้าตามหลักวิศวกรรมไฟฟ้า โดยแบ่งเป็น การประมาณโหลด หรือการคำนวณขนาดของโหลด การหาขนาดสายไฟฟ้า สายกราวด์ และขนาดอุปกรณ์ตัดตอน พร้อมกันนี้ จัดทำข้อเสนอแนะ ในการออกแบบและติดตั้งระบบป้องกันไฟฟ้าและรวบรวมผลการศึกษาวิจัยเพื่อจัดการองค์ความรู้ด้านวิศวกรรมและความปลอดภัยทางไฟฟ้าสู่ชุมชน โดยสามารถแยกแยะได้ดังนี้

- 4.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง ชุมชน บ้านตัว ต.บ้านตัว อ.หล่มสัก เพชรบูรณ์
- 4.2 เครื่องมือวิจัย ข้อมาตรฐานการออกแบบระบบป้องกันไฟฟ้าตามหลักวิศวกรรมไฟฟ้า
- 4.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล จะทำการศึกษาและสำรวจข้อมูล ชนิดโหลดทางไฟฟ้า รูปแบบและลักษณะการเดินสายไฟ และระบบอุปกรณ์ป้องกันทางไฟฟ้าในพื้นที่เป้าหมาย

4.4 การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้ ข้อมูลชนิด โหลดทางไฟฟ้า รูปแบบและลักษณะการเดินสายไฟ และระบบอุปกรณ์ป้องกันทางไฟฟ้า

5. ผลการวิจัย

การศึกษาออกแบบและติดตั้งระบบป้องกันไฟฟ้าเพื่อสร้างความปลอดภัยด้านไฟฟ้านั้นจะอ้างอิงหลักการออกแบบตามหลักหรือมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าของวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย (มาตรฐาน ว.ส.ท.) วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์ ซึ่งในการศึกษานี้ได้มุ่งเน้นในการศึกษาออกแบบระบบป้องกันสำหรับ ระบบไฟฟ้า 1 เฟส ไฟฟ้ากระแสสลับแรงดันต่ำ (220Vac) ซึ่งการคำนวณขนาดของโหลดนั้นนิยมคำนวณในหน่วย VA (โวลท์-แอมป์) ซึ่งเป็นค่ากำลังไฟฟ้าปรากฏ หรือเป็นค่าที่เครื่องวัดทางไฟฟ้าสามารถวัดได้จริง และเมื่อรวมค่าทั้งหมดของโหลดแล้วสามารถที่จะคำนวณหาขนาดของหม้อแปลงและการกำหนดอุปกรณ์ป้องกันได้ โดยค่ากำลังไฟฟ้าขนาด 1 เฟส ที่ระดับแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ 220 VAC นั้นสามารถหาได้จากสมการที่ 1

$$P = VI \cos \theta \quad (1)$$

โดยปกติปริมาณโหลดไฟฟ้าบางครั้งอาจไม่ได้บอกค่า VA (โวลท์-แอมป์) แต่อาจบอกค่าในหน่วยวัตต์ (W) และหากทราบค่าของอุปกรณ์ไฟฟ้าในหน่วยวัตต์ (W) และทราบค่าเพาเวอร์แฟคเตอร์ของระบบก็สามารถหาค่ากำลังไฟฟ้าปรากฏได้จากสมการที่ 2 ซึ่งค่าในการคำนวณค่ากำลังไฟฟ้าปรากฏจะถูกนำไปหาค่ากระแสฟลักซ์ในการหาขนาดของสายไฟฟ้าซึ่งจะได้อธิบายในหัวข้อต่อไป

$$S = VI = \frac{P}{\cos \theta} \quad (2)$$

เมื่อ P คือ กำลังไฟฟ้า, V คือ แรงดันไฟฟ้า, I คือ ค่ากระแสไฟฟ้า, $\cos \theta$ คือค่าเพาเวอร์แฟคเตอร์, S คือ ค่ากำลังไฟฟ้าปรากฏ

5.1 ข้อกำหนดและมาตรฐานการออกแบบระบบไฟฟ้า

การคำนวณหาขนาดสายไฟฟ้า ขนาดอุปกรณ์ตัดตอน ตามรูปแบบสายไฟฟ้าและลักษณะการเดินสายไฟฟ้างดแสดงในภาพที่ 1 และชนิดของโหลดนั้นจะอ้างอิงค่าแฟคเตอร์ตัวคูณฟลักซ์กระแสโดยอ้างอิงอุณหภูมิโดยรอบในหน่วยของศาเซลเซียสและฟลักซ์กระแสของสายไฟของสายไฟตามลักษณะการเดินสายไฟแบบต่างๆดังแสดงในตารางที่ 1 และ 2 , สำหรับในการคำนวณหาขนาดมาตรฐานอุปกรณ์ตัดตอนหรือเซอร์กิตเบรกเกอร์ (Circuit Breaker) สามารถแสดงได้ดังแสดงในตารางที่ 3 และในการคำนวณหาขนาดจำนวนสายไฟในท่อร้อยสายตามมาตรฐานดังแสดงในตารางที่ 4

ก	ข	ค	ง	จ
		ท่อโลหะ	ท่อโลหะ	ท่อโลหะ
		ท่อโลหะ	ท่อโลหะ	ท่อโลหะ

ภาพ 1: รูปแบบและลักษณะการเดินสายไฟฟ้า

จากภาพที่ 1 แสดงรูปแบบและลักษณะการเดินสายไฟฟ้าโดยสามารถสรุปได้ดังนี้ รูปแบบ ก คือ สายแกนเดี่ยวหุ้มฉนวนเดินในอากาศ, รูปแบบ ข คือ สายแบนหุ้มฉนวนมีเปลือกเดินเกาะผนัง, รูปแบบ ค คือสายแกนเดี่ยวหุ้มฉนวนไม่เกิน 3 เส้นหรือสายหุ้มฉนวนมีเปลือกไม่เกิน 3 แกน เดินในอากาศในท่อฝังในผนังปูนฉาบ หรือในท่อในฝ้าเพดาน, รูปแบบ ง คือ สายแกนเดี่ยวหุ้มฉนวนไม่เกิน 3 เส้น หรือสายหุ้มฉนวนมีเปลือกไม่เกิน 3 แกนเดินในท่อฝังดิน, รูปแบบ จ คือ สายแกนเดี่ยวหุ้มฉนวนมีเปลือกไม่เกิน 3 เส้นหรือสายหุ้มฉนวนมีเปลือกไม่เกิน 3 แกนฝังดินโดยตรงและ D คือเส้นผ่านศูนย์กลางของสายไฟ

ตาราง 1: ค่าแฟคเตอร์ตัวคูณพิงคกระแสดของสายไฟ

อุณหภูมิโดยรอบ องศาเซลเซียส	ตัวคูณของแต่ละวิธีเดินสาย	
	ก-ค	ง และ-จ
21,-25	-	1.06
26,-30	-	1
31,-35	1.08	0.94
36,-40	1	0.87
41,-45	0.91	0.79
46,-50	0.82	0.71
51,-55	0.71	-
56,-60	0.58	-

ตาราง 2: ขนาดสายไฟและกระแสตามแต่ลักษณะการเดินสาย

ขนาดสาย ตร.มม.	แบบ ก	แบบ ข	ขนาดกระแสตามแต่ลักษณะการเดินสาย				แบบ จ
			แบบ ค	แบบ ค	แบบ ง	แบบ ง	
			โลหะ	อลูมิเนียม	โลหะ	อลูมิเนียม	
0.5	9	8	8	7	10	9	-
1	14	11	11	10	15	13	21
1.5	17	15	14	13	18	16	26
2.5	23	20	18	17	24	21	34
4	31	27	24	23	32	28	45
6	42	35	31	30	42	36	56
10	60	50	43	42	56	50	75
16	81	66	56	54	77	65	97
25	111	89	77	74	103	87	125
35	137	110	95	91	126	105	150
50	169	-	119	114	156	129	177
70	217	-	148	141	195	160	216
95	271	-	187	180	242	200	250
120	316	-	214	205	279	228	294
150	364	-	251	236	322	259	330
185	424	-	187	269	370	296	372
240	509	-	344	329	440	352	431
300	592	-	400	373	508	400	487
400	696	-	474	416	599	455	552
500	818	-	541	469	684	516	623

ตาราง 3: ขนาดมาตรฐานอุปกรณ์ตัดตอน

พิกัดกระแสตรง	พิกัดกระแสตัด	อัตราพิกัดกระแสตัดต่อตัววงจรที่แรงดันพิกัด
		220V
50	5, 6, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 50	2.5-10 (85)
100	15 20 25 30 35 40 50 60 70 80 90 100	7.5-35 (85)
225	125 150 175 200 225	15-42 (85)
400	125 150 175 200 225 250 300 350 400	30-50 (85)
600	450 500 600	30-50 (85)
800	600 700 800	50-85 (130)
1000	800 900 1000	60-85 (130)
1200	800 1000 1200	70-85 (130)
1600	1000 1200 1600	70-130
2000	1200 1600 2000	70-130

ตาราง 4: จำนวนสายไฟสูงสุดในท่อร้อยสายตามขนาดสายไฟ

ขนาดสายไฟ (mm ²)	จำนวนสายไฟสูงสุดในท่อร้อยสาย												
1	7	13	20	33	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.5	6	11	17	28	44	-	-	-	-	-	-	-	-
2.5	4	8	13	22	34	-	-	-	-	-	-	-	-
4	3	5	9	15	23	36	-	-	-	-	-	-	-
6	2	4	7	12	19	29	-	-	-	-	-	-	-
10	1	3	4	7	12	19	32	-	-	-	-	-	-
16	1	1	3	5	9	14	23	36	-	-	-	-	-
25	1	1	1	3	5	9	15	23	29	-	-	-	-
35	-	1	1	3	4	7	12	19	24	30	-	-	-
50	-	-	1	1	3	5	9	14	17	21	34	-	-
70	-	-	1	1	2	4	7	10	13	16	25	37	-
95	-	-	1	1	1	3	5	7	10	12	19	27	-
120	-	-	-	1	1	2	4	6	8	10	16	23	-
150	-	-	-	1	1	1	3	5	7	8	13	19	-
185	-	-	-	-	1	1	2	4	5	6	10	15	-
240	-	-	-	-	1	1	1	3	4	5	8	12	-
300	-	-	-	-	-	1	1	2	3	4	6	10	-
400	-	-	-	-	-	1	1	1	2	3	5	8	-

500	-	-	-	-	-	1	1	1	1	2	4	6
เส้นผ่านศูนย์กลางท่อร้อยสาย (mm)	15	20	25	32	40	50	65	80	90	100	125	150

5.2 การคำนวณหาขนาดสายไฟตามลักษณะการเดินสาย ขนาดอุปกรณ์ตัดตอน สำหรับโหลดแสงสว่าง

ในการคำนวณหาขนาดสายไฟฟ้าสำหรับโหลดไส้และหลอดไฟฟลูออเรสเซนต์ หลอดไส้ที่ค่าเพาเวอร์แฟคเตอร์นั้นจะมีค่าเป็นหนึ่งแต่สำหรับหลอดฟลูออเรสเซนต์นั้นจะต้องคำนึงถึงค่าเพาเวอร์แฟคเตอร์ด้วยตามมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้า สำหรับประเทศไทย 2545 อนุญาตให้ใช้สายขนาดเล็กสุด ของวงจรแสงสว่างคือสายขนาด 2.5 ตารางมิลลิเมตร (sq. mm.) ขนาดของสาย ทนกระแสได้มากกว่า 125% ของพิกัดกระแสทั้งหมดของวงจรย่อย และเลือกสายไฟฟ้าตามชนิดและลักษณะการติดตั้งของสายไฟฟ้า ส่วนขนาดอุปกรณ์ป้องกัน (CB) ป้องกันที่ 80% ของขนาดพิกัดสูงสุดของพิกัดกระแสของ สายไฟฟ้าตามชนิดและลักษณะการติดตั้งของสายชนิดนั้นๆ

ตาราง 5: พิกัดกระแสของหลอดไส้

ชนิดของหลอด	กระแส (A)	กำลัง (VA)
40W	0.182	40
60W	0.273	60
75W	0.341	75
100W	0.455	100
150W	0.682	150

ตาราง 6: พิกัดกระแสของหลอดดิสชาร์จ

ชนิดหลอด	กำลังวัตต์	Power consumption			
		Low power factor		High power factor	
		กระแส (A)	กำลัง (VA)	กระแส (A)	กำลัง (VA)
ฟลูออเรสเซนต์	20(18)	0.370	81.40(100)	0.160	35.20(50)
	40(36)	0.430	94.60(100)	0.270	59.40(60)
	32	0.410	90.20(100)	0.240	52.80(60)
คอมแพคฟลูออเรสเซนต์	9	0.190	41.80(50)	0.100	22.00(30)
	13	0.175	38.50(50)	0.100	22.00(30)
	18	0.220	48.40(50)	0.140	30.80(40)
SL	25	0.315	69.30(50)	0.180	39.60(50)
	5	0.180	39.50(50)	0.070	15.40(20)
	7	0.175	38.50(50)	0.070	15.40(20)
PL (TC-S)	9	0.170	37.40(50)	0.070	15.40(20)
	11	0.155	34.10(50)	0.080	17.60(20)
	10	0.190	41.80(50)	0.100	22.00(30)
TC-D	13	0.175	38.50(50)	0.100	22.00(30)
	18	0.220	48.40(50)	0.140	30.80(40)
	25	0.315	69.30(70)	0.180	39.60(50)

5.3 การคำนวณหาขนาดสายไฟตามลักษณะการเดินสาย ขนาดอุปกรณ์ตัดตอน สำหรับโหลดไฟฟ้ากำลัง ขนาดสายกราวด์และมิเตอร์

โหลดไฟฟ้ากำลังสามารถแบ่งการคำนวณตามชนิดของโหลดได้ดังนี้

1. โหลดจุดต่อหรือจุดต่ออุปกรณ์ไฟฟ้า จะคำนวณตามกระแสใช้งานจริงจากป้ายพิกัดของเครื่องใช้ไฟฟ้า
2. โหลดจุดต่อตัวรับไฟฟ้าแบบใช้งานหนัก ให้คิดจุดละ 3A
3. โหลดจุดต่อตัวรับไฟฟ้าแบบทั่วไปการคิดโหลดของตัวรับไฟฟ้าทั่วไป ให้คิดจุดละ 180VA / ตัวรับ
4. โหลดเครื่องปรับอากาศ ขนาดสายตัวนำ คอมเพรสเซอร์ของเครื่องปรับอากาศชนิดหนึ่งอาจจะจัดให้อยู่ในกลุ่มของ มอเตอร์ที่ใช้งานไม่ต่อเนื่อง ใช้อำนาจของมอเตอร์ใช้งานต่อเนื่อง (125%) ได้ ส่วนพิกัดกระแสของเครื่องปรับอากาศแต่ละขนาดสามารถหาได้จากตารางที่ 7

ตาราง 7: ส่วนพิกัดกระแสของเครื่องปรับอากาศ

ความจุ (capacity)		โหลด (KVA)
ตันความเย็น (TR)	BTUH	
1	12000	1.5
1.5	18000	1.7
2	24000	2.6
3	36000	4.2

ขนาดสาย ตามมาตรฐานของการไฟฟ้า อนุญาตให้ใช้สายขนาดเล็กที่สุดสำหรับสาย Line และสายดินของบริเวณที่คือสายขนาด 2.5 ตร.มม. สำหรับโหลดไฟฟ้ากำลัง และ ขนาด 1.5 ตร.มม. ดังแสดงในตารางที่ 8

ตาราง 8: ขนาดสายดินของบริเวณที่

พิกัดหรือขนาดปรับตั้งของเครื่องป้องกันกระแส	ขนาดของสายดิน
20	2.5"
40	4"
70	6"
100	10 ตร.มม.
200	16 ตร.มม.
400	25 ตร.มม.

การหาขนาดสายป้อน ขนาดอุปกรณ์ตัดตอน (Circuit Breaker) และมิเตอร์ซึ่งขั้นตอนในการคำนวณหาขนาดสายป้อนทำได้ดังนี้ รวมโหลดในทุกวงจรย่อย จะได้โหลดทั้งหมดของแผงควบคุมไฟฟ้าย่อย ซึ่งจะนำมา คำนวณหาขนาดสายป้อน ใช้อำนาจโหลดมาคำนวณหาขนาดสายป้อนและขนาดอุปกรณ์ตัดตอนดังสมการที่ 3

$$\text{ขนาดสายป้อน} = 125\% \times \text{พิกัดกระแส} - \text{ขนาด CB} = 80\% \times \text{พิกัดกระแสสูงสุดของสาย} \quad (3)$$

ในส่วนขนาดของมิเตอร์และสายประธานสามารถแสดงดังตารางที่ 9

ตาราง 9: ขนาดมิเตอร์และสายประธาน

ขนาดมิเตอร์	ขนาดโหลด (A)	ขนาดสายที่ต่อเข้ามิเตอร์		ขนาดสายที่ต่อออกมิเตอร์	
		อลูมิเนียม	ทองแดง	อลูมิเนียม	ทองแดง
1P,2W,220Vac					
3(9)	5	16	6	10	4
5(15)	5-10	16	6	10	4
10(30), 15(45)	10-20	16	10	16	10
15(45), 20(40)	20-30	25	10	25	10
30(60), 30(100)	30-50	35	35	35	35
30(100), 50(100)	50-100	50	50	50	35

5.4 ตัวอย่างการออกแบบระบบไฟฟ้าภายในบ้าน ซึ่งมีการออกแบบวงจรย่อยต่าง ๆ ดังนี้

1. ระบบแสงสว่างโดยใช้หลอดฟลูออเรสเซนต์ ขนาด 36 W (Low P.F.) จำนวน 12 หลอด และกำหนดให้เดินสายชนิด THW ในท่อโลหะ
 2. เครื่องปรับอากาศ 1200BTU 2 เครื่อง เดินสายแบบสายแบนหุ้มฉนวนมีเปลือกเดินเกาะผนังโดยแบ่งเป็นสองวงจร
 3. มีโหลดจุดต่อเต้ารับไฟฟ้าแบบใช้งานทั่วไป 15 จุด เดินสายแบบสายแบนหุ้มฉนวนมีเปลือกเดินเกาะผนัง
 4. มีโหลดจุดต่อหรือจุดต่ออุปกรณ์ไฟฟ้าอีก 3 จุด ได้แก่ ตู้เย็น 2000VA เครื่องซักผ้า 2000 VA ที่รี 1000VA ซึ่งทั้งหมดเดินสายแบบสายแบนหุ้มฉนวนมีเปลือกเดินเกาะผนัง
 5. สายประธานเชื่อมต่อเข้าบ้านเป็นแบบสายแกนเดี่ยวหุ้มฉนวนเดินในอากาศ
- ดังนั้นสามารถหาขนาดสาย ขนาดอุปกรณ์ตัดตอนแต่ละวงจรย่อย และขนาดสายประธานและขนาดอุปกรณ์ตัดตอนหลักได้ดังนี้

5.4.1 วงจรย่อยระบบแสงสว่างโดยใช้หลอดฟลูออเรสเซนต์

หลอดฟลูออเรสเซนต์ ขนาด 36 W (Low P.F.) 1 หลอด พิกัดโหลด จากตารางพิกัดโหลดไฟฟ้า จะได้ 100VA ดังนั้น หลอดฟลูออเรสเซนต์ ขนาด 36 W (Low P.F.) 12 หลอด พิกัดโหลด $12 \times 100 = 1200$ VA ดังนั้นพิกัดกระแส จะได้ $1200/220 = 5.454$ A ดังนั้น ขนาดของสายไฟ จะได้ $5.454 \times 1.25 = 6.81$ A

เลือกใช้สายชนิด THW เดินในท่อร้อยสายโลหะ ได้ขนาด 2.5 ตร.มม. (18A)

ขนาดของท่อร้อยสาย สายไฟฟ้าจำนวน 2 เส้นเลือกใช้ท่อขนาดขนาด 1/2"

ขนาดอุปกรณ์ป้องกัน (ให้ใช้กระแสสูงสุดของขนาดสาย) จะได้ $18 \times 0.8 = 14.4$ A

เลือกใช้อุปกรณ์ตัดตอนขนาด 10AT/50AF สูงกว่าขนาดโหลดและต่ำกว่าพิกัดอุปกรณ์ป้องกัน

5.4.2 วงจรย่อย เครื่องปรับอากาศ 1200BTU มีขนาด 1500VA มีขนาดกระแสพิกัดขนาด $1500/220 = 6.81$ A

ขนาดของสายไฟฟ้า 125% ของพิกัดกระแสของเครื่องปรับอากาศ = $6.81 \times 1.25 = 8.51$ A

เลือกขนาดของสายไฟ 2.5 ตร.มม. ที่ 20 A

ขนาดอุปกรณ์ป้องกัน 80% ของพิกัดกระแสสูงสุดของสาย = $20 \times 0.8 = 16$ A

เลือกใช้อุปกรณ์ตัดตอนขนาด 15AT/50AF สูงกว่าขนาดโหลดและต่ำกว่าพิกัดอุปกรณ์ป้องกันซึ่งออกแบบให้เป็นสองชุดวงจร

5.4.3 วงจรย่อย จุดต่อตัวรับไฟฟ้าแบบทั่วไป 15 จุด

ในการคำนวณและออกแบบขนาดสายไฟและขนาดอุปกรณ์ป้องกัน โหลดจุดต่อตัวรับไฟฟ้าแบบทั่วไป ให้คิดจุดละ 180VA ดังนั้นจะได้

$$\text{โหลดรวมวงจรย่อย} = 180\text{VA} \times 15 = 2700 \text{ VA}$$

$$\text{ขนาดกระแส} = 2700/220 \text{ Vac} = 12.27 \text{ A}$$

$$\text{ขนาดของสายไฟฟ้า } 125\% \text{ ของฟัดกระแสของกระแสโหลดจะได้ } 8.18 \times 1.25 = 15.34 \text{ A}$$

เลือกขนาดของสายไฟ 2.5 ตร.มม. ที่ 20 A เนื่องจากขนาดสาย ตามมาตรฐานของการไฟฟ้า อนุญาตให้ใช้สายขนาดเล็กที่สุดสำหรับสาย Line และ Neutral คือสายขนาด 2.5 ตร.มม.. สำหรับโหลดไฟฟ้ากำลัง

$$\text{ขนาดอุปกรณ์ป้องกัน } 80\% \text{ ของฟัดกระแสสูงสุดของสาย} = 50 \times 0.8 = 16\text{A}$$

เลือกใช้อุปกรณ์ตัดตอนขนาด 15AT/50AF สูงกว่าขนาดโหลดและต่ำกว่าฟัดอุปกรณ์ป้องกัน

5.4.4 วงจรย่อย จุดต่อสำหรับ ตู้เย็น ขนาด 2000VA จำนวน 1 เครื่อง

$$\text{ขนาดกระแสฟัด } 2000/220 \text{ Vac} = 9.09 \text{ A}$$

$$\text{ขนาดของสายไฟฟ้า } 125\% \text{ ของฟัดกระแสของเครื่องปรับอากาศ} = 9.09 \times 1.25 = 11.36 \text{ A}$$

เลือกขนาดของสายไฟ 2.5 ตร.มม. ที่ 20 A เนื่องจากขนาดสาย ตามมาตรฐานของการไฟฟ้า อนุญาตให้ใช้สายขนาดเล็กที่สุดสำหรับสาย Line และ Neutral คือสายขนาด 2.5 ตร.มม.. สำหรับโหลดไฟฟ้ากำลัง

$$\text{ขนาดอุปกรณ์ป้องกัน } 80\% \text{ ของฟัดกระแสสูงสุดของสาย} = 20 \times 0.8 = 16\text{A}$$

เลือกใช้อุปกรณ์ตัดตอนขนาด 15AT/50AF สูงกว่าขนาดโหลดและต่ำกว่าฟัดอุปกรณ์ป้องกัน

5.4.5 วงจรย่อย จุดต่อสำหรับ เครื่องซักผ้า ขนาด 2000 VA จำนวน 1 เครื่อง

$$\text{ขนาดกระแสฟัด } 2000/220 \text{ Vac} = 9.09 \text{ A}$$

$$\text{ขนาดของสายไฟฟ้า } 125\% \text{ ของฟัดกระแสของเครื่องปรับอากาศ} = 9.09 \times 1.25 = 11.36 \text{ A}$$

เลือกขนาดของสายไฟ 2.5 ตร.มม. ที่ 20 A เนื่องจากขนาดสาย ตามมาตรฐานของการไฟฟ้า อนุญาตให้ใช้สายขนาดเล็กที่สุดสำหรับสาย Line และ Neutral คือสายขนาด 2.5 ตร.มม.. สำหรับโหลดไฟฟ้ากำลัง

$$\text{ขนาดอุปกรณ์ป้องกัน } 80\% \text{ ของฟัดกระแสสูงสุดของสาย} = 20 \times 0.8 = 16\text{A}$$

เลือกใช้อุปกรณ์ตัดตอนขนาด 15AT/50AF สูงกว่าขนาดโหลดและต่ำกว่าฟัดอุปกรณ์ป้องกัน

5.4.6 วงจรย่อย จุดต่อสำหรับ ทีวี ขนาด 1000VA จำนวน 1 เครื่อง

$$\text{ขนาดกระแสฟัด } 1000/220 \text{ Vac} = 4.54 \text{ A}$$

$$\text{ขนาดของสายไฟฟ้า } 125\% \text{ ของฟัดกระแสของ ทีวี} = 4.54 \times 1.25 = 5.67 \text{ A}$$

เลือกขนาดของสายไฟ 2.5 ตร.มม. ที่ 20 A เนื่องจากขนาดสาย ตามมาตรฐานของการไฟฟ้า อนุญาตให้ใช้สายขนาดเล็กที่สุดสำหรับสาย Line และ Neutral คือสายขนาด 2.5 ตร.มม.. สำหรับโหลดไฟฟ้ากำลัง

$$\text{ขนาดอุปกรณ์ป้องกัน } 80\% \text{ ของฟัดกระแสสูงสุดของสาย} = 20 \times 0.8 = 16\text{A}$$

เลือกใช้อุปกรณ์ตัดตอนขนาด 15AT/50AF สูงกว่าขนาดโหลดและต่ำกว่าฟัดอุปกรณ์ป้องกัน

5.4.7 ขนาดสายประธานและขนาดอุปกรณ์ตัดตอนหลัก แบบสายแกนเดียวหุ้มฉนวนเดินในอากาศ

จากการคำนวณโหลดวงจรย่อยต่างๆสามารถสรุปได้ดังนี้

ฟัดกระแสโหลด หลอดฟลูออเรสเซนต์ คือ 6.18 A

ฟัดกระแสโหลด เครื่องปรับอากาศ 1200BTU เครื่องที่ 1 คือ 6.81 A

ฟัดกระแสโหลด เครื่องปรับอากาศ 1200BTU เครื่องที่ 2 คือ 6.81 A

ฟัดกระแสโหลด จุดต่อตัวรับไฟฟ้าแบบทั่วไป 15 จุด คือ 12.27 A

ฟัดกระแสโหลด จุดต่อสำหรับ ตู้เย็น ขนาด 2000VA จำนวน 1 เครื่อง คือ 9.09 A

ฟัดกระแสโหลด จุดต่อสำหรับ เครื่องซักผ้า ขนาด 2000VA จำนวน 1 เครื่อง คือ 9.09 A

พิกัดกระแสโหลด จุดต่อสำหรับ ที่วี ขนาด 1000VA จำนวน 1 เครื่อง คือ 4.54 A

ดังนั้น พิกัดกระแสโดยรวม = $6.18+6.81+6.81+12.27+9.09+9.09+4.54= 54.79A$ ที่แรงดัน 220Vac

ขนาดของสายไฟฟ้า 125% ของพิกัดกระแสของ ที่วี = $54.79 \times 1.25 = 68.49 A$

เลือกขนาดของสายไฟ 16 ตร.มม. ที่ 81 A, ขนาดอุปกรณ์ป้องกัน 80%ของพิกัดกระแสสูงสุดของสาย = $81 \times 0.8 = 64.8 A$

เลือกใช้อุปกรณ์ตัดตอนขนาด 60AT/100AF สูงกว่าขนาดโหลดและต่ำกว่าพิกัดอุปกรณ์ป้องกัน

6. อภิปรายผลและสรุปผล

การศึกษามาตรฐานในการออกแบบติดตั้งระบบไฟฟ้าสำหรับครัวเรือนนั้นได้มุ่งเน้นเพื่อสร้างความปลอดภัยด้านไฟฟ้าสู่ชุมชน โดยได้ศึกษามาตรฐานการออกแบบเบื้องต้นในการศึกษาและคำนวณหาขนาดของสาย ขนาดของอุปกรณ์ตัดตอน (Circuit breaker) ทั้งระบบวงจรย่อยและระบบหลัก คือขนาดของสายประธานขนาดของอุปกรณ์ตัดตอนหลัก โดยมุ่งเน้นในการศึกษาออกแบบระบบไฟฟ้าขนาด ระบบไฟฟ้า 1 เฟส ไฟฟ้ากระแสสลับแรงดันต่ำ (220VAC) ซึ่งเป็นระบบไฟฟ้าที่ใช้ในครัวเรือนและในชุมชน ซึ่งตัวอย่างในการศึกษาวิจัยนี้เป็นเพียงตัวอย่างในการคำนวณซึ่งแต่ละครัวเรือนปริมาณการใช้โหลดไฟฟ้าและลักษณะการเดินของสายไฟก็จะเดินไม่เหมือนกัน แต่หลักการออกแบบพื้นฐานนี้สามารถนำไปใช้ในการพิจารณาการออกแบบเบื้องต้นได้หรือแม้ในการออกแบบเพื่อต่อเติมหรือการประเมินระบบไฟฟ้าเพื่อที่จะเพิ่มโหลดในบ้านว่าขนาดสาย และขนาดอุปกรณ์ที่มีอยู่สามารถรองรับประมาณโหลดที่จะเพิ่มขึ้นมาได้หรือไม่ หรือต้องพิจารณาแยกวงจรย่อย ซึ่งหลักการออกแบบนี้จะสามารถสร้างความปลอดภัยด้านไฟฟ้าต่อครัวเรือนและชุมชนเพิ่มขึ้น

7. ข้อเสนอแนะ

จากผลการศึกษาเป็นเพียงยกตัวอย่างโหลดที่จำเป็นในครัวเรือนและลักษณะเดินสายไฟฟ้าตามที่ได้สำรวจเจอซึ่งหากมีการเดินสายไฟฟ้าในรูปแบบอื่นๆ หรือมีการเดินในที่อุณหภูมิต่ำซึ่งส่งผลต่ออัตราการออกแบบซึ่งต้องนำมาพิจารณาร่วมด้วย โดยในการออกแบบพื้นฐานเป็นเพียงการออกแบบพื้นฐานสำหรับแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ 220VAC 1 เฟส เท่านั้นหากเป็นระบบ 3 เฟสจำเป็นต้องศึกษาการคำนวณกำลังไฟฟ้าและมาตรฐานการติดตั้งเพิ่มเติม

8. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ที่ให้การสนับสนุนทุนในการทำวิจัย และคณาจารย์สาขาวิชาเทคโนโลยีไฟฟ้า อุตสาหกรรมที่ให้คำแนะนำแก่ข้าพเจ้าเป็นอย่างดีและขอขอบพระคุณ สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ที่ได้ให้ทุนอุดหนุนการวิจัยครั้งนี้มา ณ ที่นี้

9. เอกสารอ้างอิง

- [1] ประสิทธิ์ พิทยพัฒน์, ปีที่พิมพ์ 2548.การออกแบบระบบไฟฟ้า. พิมพ์ครั้งที่ 1.
- [2] วิวัฒน์ กุลวงศ์วิทย์, ปีที่พิมพ์ 2547. การต่อลงดินระบบไฟฟ้า เล่มที่ 3. พิมพ์ครั้งที่ 1. สมาคมที่ปรึกษาเครื่องกลและไฟฟ้าไทย.
- [3] วิวัฒน์ กุลวงศ์วิทย์, ปีที่พิมพ์ 2548. การต่อลงดินระบบไฟฟ้า เล่มที่ 4. พิมพ์ครั้งที่ 1. สมาคมที่ปรึกษาเครื่องกลและไฟฟ้าไทย.
- [4] สมาคมช่างเหมาไฟฟ้าและเครื่องกลไทย. ปีที่พิมพ์ 2014. คู่มือแนวทางการตรวจสอบงานติดตั้งระบบไฟฟ้า.

ประวัตินักวิจัย

1. ชื่อ-นามสกุล นาง นฤมล วันน้อย

Mrs. Narumon Wannoi

2. หมายเลขประจำตัวประชาชน 3409901105146

3. ตำแหน่งปัจจุบัน อาจารย์

4. หน่วยงานและสถานที่อยู่ติดต่อได้สะดวก

สาขาวิชาเทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรม

คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม

มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ อ.เมือง จ.เพชรบูรณ์ 76000

โทรศัพท์ 056-717100 ต่อ 1702, 0-8752-7598-8

E-mail : n_pue23@hotmail.com

5. ประวัติการศึกษา

ปริญญาตรี วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ปริญญาโท วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชา วิศวกรรมไฟฟ้า

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

6. สาขาวิชาที่มีความชำนาญพิเศษ

อิเล็กทรอนิกส์กำลัง

7. ประสบการณ์เกี่ยวข้องกับงานวิจัย

ชื่อผลงานวิจัย, การควบคุมมุมต่างเฟสของแรงดันและกระแสขา
ออกของวงจรเรโซแนนซ์ แบบขนานโดยใช้ พีแอลแอล

ชื่อโครงการ, ระบบไฟส่องสว่างแบบแอลอีดีโดยใช้แหล่งจ่ายไฟ
จากแผงเซลล์แสงอาทิตย์

ชื่อโครงการ, การประยุกต์ใช้คอมพิวเตอร์สำหรับแสดงผลและ
วิเคราะห์ข้อมูลคุณภาพแรงดันไฟฟ้าแบบรายงานผลโดยตรงของอาคารเทคโนโลยี
อุตสาหกรรมมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

ชื่อผลงานวิจัย, การประยุกต์ใช้คอมพิวเตอร์สำหรับแสดงผลและ
วิเคราะห์ข้อมูลคุณภาพแรงดันไฟฟ้าแบบรายงานผลโดยตรงของอาคารเทคโนโลยี
อุตสาหกรรมมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์, ปีที่พิมพ์ 2558, ประชุมวิชาการระดับชาติ
มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ครั้งที่ 2 “งานวิจัยเพื่อพัฒนาท้องถิ่น”

ชื่อโครงการ, เครื่องต้นแบบแสดงผลคุณภาพกำลังไฟฟ้าและ
บันทึกผลอัจฉริยะด้วยระบบจัดเก็บข้อมูลโดยใช้โปรแกรมแลปวิวสำหรับการจัดการการ
อนุรักษ์พลังงาน

ชื่อผลงานวิจัย, เครื่องต้นแบบแสดงผลคุณภาพกำลังไฟฟ้าและ
บันทึกผลอัจฉริยะด้วยระบบจัดเก็บข้อมูลโดยใช้โปรแกรมแลปวิวสำหรับการจัดการการ
อนุรักษ์พลังงาน, ปีที่พิมพ์ 2558, การประชุมวิชาการระดับชาติ ครั้งที่ 7 มหาวิทยาลัยราชภัฏ
นครปฐม

ชื่อผลงานวิจัย, การประเมินความเพียงพอกำลังการผลิตจากกราฟ
กำลังของเครื่องกักหน้ลมต่อระบบกำลังไฟฟ้าด้วยการจำลองมอนติคาร์โล, ปีที่พิมพ์ 2559,
การประชุมวิชาการระดับชาติ ครั้งที่ 8 มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม