

ที่ ศธ ๐๕๔๖.๑๑/ว ๐๐๓๘



โครงการบัณฑิตศึกษา
มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์
อำเภอเมืองสุรินทร์
จังหวัดสุรินทร์ ๓๒๐๐๐

๙ เมษายน ๒๕๖๑

เรื่อง ตอบรับการนำเสนอบทความวิจัย

เรียน คุณณฤมล วันน้อย

ตามที่ คุณณฤมล วันน้อย ได้ส่งบทความวิจัยในหัวข้อเรื่อง การศึกษามาตรฐานและการออกแบบระบบไฟฟ้าของครัวเรือนเพื่อสร้างความปลอดภัยด้านไฟฟ้าสู่ชุมชน เพื่อเสนอผลงานในโครงการประชุมวิชาการเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ ครั้งที่ ๑๓ ในวันเสาร์ ที่ ๒๑ เมษายน ๒๕๖๑ มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์ นั้น

ในการนี้ ทางโครงการบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์ ยินดีรับบทความของท่าน เข้าร่วมประชุมวิชาการนำเสนอผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษา ในวัน เวลา ดังกล่าว และขอความกรุณาท่านเข้าร่วมงานและจัดเตรียมเอกสารนำเสนอ

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบ

ขอแสดงความนับถือ

Pr.ธิต อนุกรม

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ประชิด อินทะกนก)

เลขานุการโครงการบัณฑิตศึกษา

มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์

โครงการบัณฑิตศึกษา

โทร. ๐ ๔๔๐๔ ๑๕๕๗

<https://bandhit.srru.ac.th>

SCIEPO-03

การศึกษามาตรฐานและการออกแบบระบบไฟฟ้าของครัวเรือนเพื่อสร้างความปลอดภัยด้านไฟฟ้าสู่ชุมชน

A STANDARD STUDY AND DESIGN OF HOUSE'S ELECTRICAL PROTECTION SYSTEM
FOR PROVIDE THE ELECTRICAL SAFETY TO COMMUNITY

นฤมล วันน้อย¹

¹ Narumon Wannoi สาขาวิชาเทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรม คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัย
ราชภัฏเพชรบูรณ์ pue23@hotmail.com

บทคัดย่อ

ในการศึกษานี้ได้ทำการศึกษามาตรฐานและหลักการออกแบบระบบไฟฟ้าพื้นฐานสำหรับครัวเรือนเพื่อสร้างความปลอดภัยด้านไฟฟ้าสู่ชุมชน โดยในการศึกษานี้ได้มุ่งเน้นในการศึกษาการออกแบบระบบไฟฟ้าขนาด 1 เฟส ไฟฟ้ากระแสสลับแรงดันต่ำ (220VAC) ซึ่งเป็นระบบไฟฟ้าที่ใช้ในครัวเรือนและในชุมชน การออกแบบระบบไฟฟ้าในการศึกษานั้นจะแบ่งขั้นตอนในการศึกษาออกเป็นสองส่วนด้วยกันคือในส่วนแรกจะทำการศึกษาเพื่อหาขนาดสายไฟฟ้า ขนาดท่อร้อยสาย และอุปกรณ์ตัดตอนที่เหมาะสมสำหรับโหลดแสงสว่าง ในส่วนที่สองจะทำการศึกษาเพื่อหาขนาดสายไฟฟ้าขนาดท่อร้อยสาย และอุปกรณ์ตัดตอนที่เหมาะสม สำหรับโหลดกำลังเช่น เครื่องปรับอากาศ โทรทัศน์ ตู้เย็น โดยอ้างอิงโหลดที่จำเป็นและมีพื้นฐานในครัวเรือนซึ่งรวมในส่วน การหาขนาดระบบกราวด์ โดยในการศึกษาได้นำเสนอตัวอย่างการออกแบบระบบไฟฟ้าภายในเพื่อใช้เป็นแนวทางในการคำนวณและออกแบบ ซึ่งผลในการศึกษาทั้งสองส่วนนี้นั้นสามารถใช้เป็นเครื่องมือในการศึกษาและออกแบบระบบไฟฟ้าในครัวเรือนเพื่อสร้างความปลอดภัยด้านไฟฟ้าสำหรับชุมชนได้

คำสำคัญ : มาตรฐานการออกแบบระบบไฟฟ้า; ระบบไฟฟ้าครัวเรือน; ความปลอดภัยด้านไฟฟ้า

Abstract

This research presents a standard study and design of house's electrical systems for provides electrical safety to the community. In a 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 a 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 house's electrical systems to provide electricity safety for the

community.

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

บทนำ

ปัจจุบันในแต่ละครัวเรือนนั้นมีปริมาณการใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆ มากมายและมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ โดยส่วนใหญ่แล้วจะไม่ได้คำนึงถึงระบบไฟฟ้าของครัวเรือนว่ามีขีดความสามารถในการรองรับอุปกรณ์ไฟฟ้าที่จะเพิ่มขึ้นมานั้นเหลืออยู่ประมาณเท่าไร และต้องเพิ่มระบบไฟฟ้าหรือไม่ ซึ่งปัญหาดังกล่าวนั้นจะทำให้เกิดปัญหาการใช้ไฟฟ้าเกินพิกัดของอุปกรณ์หรือระบบไฟฟ้าซึ่งอาจทำให้เกิดการลัดวงจร และเกิดเหตุเพลิงไหม้ได้และหากรบบไฟฟ้าที่ใช้ในครัวเรือนเป็นระบบไฟฟ้าที่ไม่มีระบบกราวด์หรือสายดินนั้นยิ่งเพิ่มโอกาสการถูกไฟฟ้าดูด จากการรั่วของกระแสไฟฟ้าจากอุปกรณ์ซึ่งอาจทำให้เกิดอันตรายถึงชีวิตได้ จากอันตรายดังกล่าวนี้ จำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องมีการศึกษามาตรฐานการออกแบบและติดตั้งระบบป้องกันไฟฟ้าเพื่อสร้างความปลอดภัยด้านไฟฟ้าสู่ชุมชน โดยในงานวิจัยนี้มุ่งเน้นในการการศึกษามาตรฐานการออกแบบและติดตั้งระบบป้องกันไฟฟ้าสู่ชุมชน เพื่อให้ชุมชนมีความปลอดภัยด้านไฟฟ้า ตระหนักถึงขีดจำกัดของอุปกรณ์ไฟฟ้าและให้สามารถเข้าใจหลักการออกแบบระบบไฟฟ้าตามหลักมาตรฐานการออกแบบเบื้องต้นได้ ซึ่งเป้าหมายการถ่ายทอดองค์ความรู้เป็นคือชุมชนบ้านตัว ต.บ้านตัว อ.หล่มสัก เพชรบูรณ์ เพื่อใช้เป็นชุมชนต้นแบบในการศึกษาและพัฒนาระบบไฟฟ้าสู่องค์กรปกครองท้องถิ่นและชุมชนตำบลบ้านตัว

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อศึกษามาตรฐานการออกแบบและติดตั้งระบบป้องกันไฟฟ้าตามหลักวิศวกรรมไฟฟ้าสำหรับครัวเรือน
2. เพื่อสร้างความปลอดภัยและลดความเสี่ยงจากอันตรายด้านไฟฟ้าสู่ชุมชน
3. เพื่อจัดการองค์ความรู้ด้านวิศวกรรมและความปลอดภัยทางไฟฟ้าสู่ชุมชนบ้านตัวเพื่อเป็นชุมชนต้นแบบในการพัฒนาและยกระดับความปลอดภัยด้านไฟฟ้า

ขอบเขตการวิจัย

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

วิธีดำเนินการวิจัย

การศึกษาวิจัยการศึกษามาตรฐานและการออกแบบระบบไฟฟ้าครัวเรือนเพื่อสร้างความปลอดภัยด้านไฟฟ้าสู่ชุมชนนั้นได้เริ่มจากการศึกษาระบบไฟฟ้ากระแสสลับแรงดันต่ำและข้อมูลโหลดพื้นฐานที่จำเป็นในครัวเรือนและศึกษามาตรฐาน ในการออกแบบระบบไฟฟ้าระบบป้องกันและอุปกรณ์ตัดตอนกระแสไฟฟ้าเพื่อออก

แบบและติดตั้งระบบป้องกันไฟฟ้าตามหลักวิศวกรรมไฟฟ้า โดยแบ่งเป็น การประมาณโหลด หรือการคำนวณขนาดของโหลด การหาขนาดสายไฟฟ้า สายกราวด์ และขนาดอุปกรณ์ตัดตอน พร้อมกันนี้ จัดทำข้อเสนอแนะ ในการออกแบบและติดตั้งระบบป้องกันไฟฟ้าและรวบรวมผลการศึกษาวิจัยเพื่อจัดการองค์ความรู้ด้านวิศวกรรมและความปลอดภัยทางไฟฟ้าสู่ชุมชน โดยสามารถแยกแยะได้ดังนี้

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ชุมชน บ้านตัว ต.บ้านตัว อ.หล่มสัก เพชรบูรณ์

เครื่องมือวิจัย

ข้อกำหนดมาตรฐานการออกแบบระบบป้องกันไฟฟ้าตามหลักวิศวกรรมไฟฟ้า

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ได้จะทำการศึกษาและสำรวจข้อมูล ชนิดโหลดทางไฟฟ้า รูปแบบและลักษณะการเดินสายไฟ และระบบอุปกรณ์ป้องกันทางไฟฟ้าในพื้นที่เป้าหมาย

การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้

ข้อมูลชนิด โหลดทางไฟฟ้า รูปแบบและลักษณะการเดินสายไฟ และระบบอุปกรณ์ป้องกันทางไฟฟ้า

ผลการวิจัย

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

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

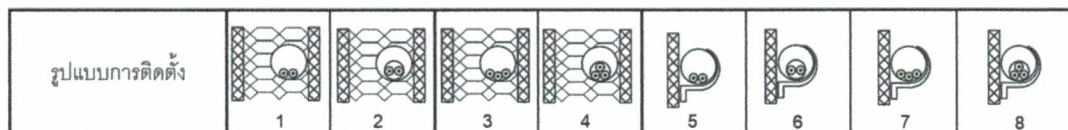
โดยปกติปริมาณโหลดไฟฟ้าบางครั้งอาจไม่ได้บอกค่า VA (โวลท์-แอมป์) แต่อาจบอกค่าในหน่วยวัตต์ (W) และหากทราบค่าของอุปกรณ์ไฟฟ้าในหน่วยวัตต์ (W) และทราบค่าเพาเวอร์แฟคเตอร์ของระบบก็สามารถหาค่ากำลังไฟฟ้าปรากฏได้จากสมการที่ 2 ซึ่งค่าในการคำนวณค่ากำลังไฟฟ้าปรากฏจะถูกนำไปหาค่ากระแสพิกัดในการหาขนาดของสายไฟฟ้าซึ่งจะได้อธิบายในหัวข้อต่อไป

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

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

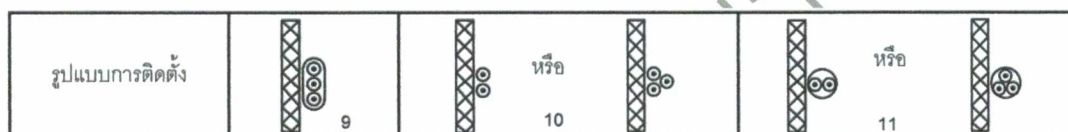
ข้อกำหนดและมาตรฐานการออกแบบระบบไฟฟ้า

การคำนวณหาขนาดสายไฟฟ้า ขนาดอุปกรณ์ตัดตอน ตามรูปแบบสายไฟฟ้าและลักษณะการเดินสายไฟฟ้างแสดงในภาพที่ 1-4



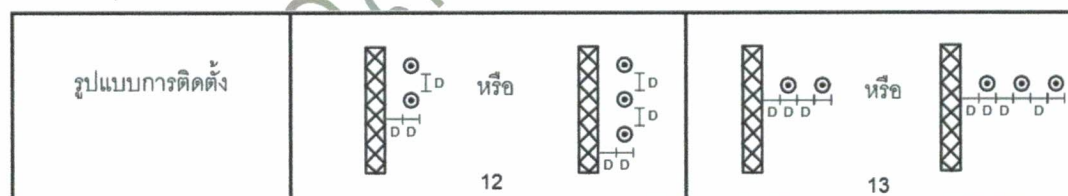
ภาพที่ 1 รูปแบบและลักษณะการเดินสายไฟฟ้าแบบ 1-8

แบบ 1-8 เป็นตัวนำสายไฟฟ้าทองแดงหุ้มฉนวนพีวีซี มี/ไม่มีเปลือกนอก สำหรับขนาดแรงดันไม่เกิน 0.6/1 กิโลโวลต์ อุณหภูมิตัวนำ 70 °C อุณหภูมิโดยรอบ 40 °C เดินในช่องเดินสายในอาคารทั้งแบบแกนเดียวและหลายแกน



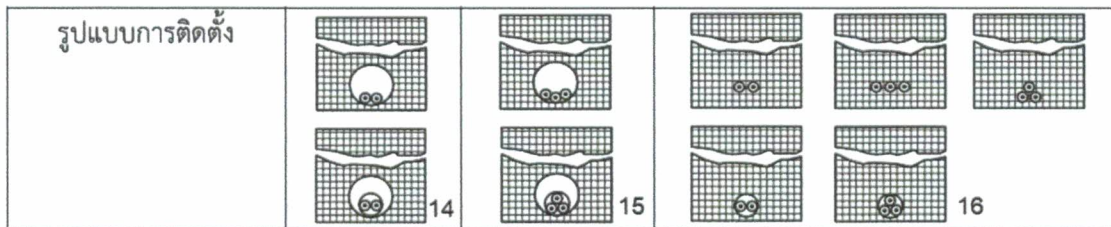
ภาพที่ 2 รูปแบบและลักษณะการเดินสายไฟฟ้าแบบ 9-10

แบบ 9-10 เป็นตัวนำทองแดง หุ้มฉนวน มีเปลือกนอก สำหรับขนาดแรงดันไม่เกิน 0.6/1 กิโลโวลต์ อุณหภูมิตัวนำ 70 หรือ 90 °C อุณหภูมิโดยรอบ 40 °C เดินเกาะผนังในอาคารแบบแกนเดียวและหลายแกนทั้งแบบสายแบนและกลม



ภาพที่ 3 กลุ่มรูปแบบและลักษณะการเดินสายไฟฟ้าแบบ 12-13

แบบ 12-13 เป็นตัวนำทองแดงแกนเดียวหุ้มฉนวนพีวีซี มอก.11-2553 สำหรับขนาดแรงดันไม่เกิน 450/750 โวลต์อุณหภูมิตัวนำ 70 °C อุณหภูมิโดยรอบ 40 °C เดินบนฉนวนลูกถ้วยในอากาศทั้งแบบแกนเดียวและหลายแกน และ D คือเส้นผ่านศูนย์กลางของสายไฟ



ภาพที่ 4 รูปแบบและลักษณะการเดินสายไฟฟ้าแบบ 14-16

แบบ 14-16 เป็นสายไฟฟ้าตัวนำทองแดงหุ้มฉนวนพีวีซี มีเปลือกนอก สำหรับขนาดแรงดันไม่เกิน 0.6/1 กิโลโวลต์ อุณหภูมิตัวนำ 70 °C อุณหภูมิโดยรอบ 30 °C ร้อยท่อฝังดินหรือฝังดินโดยตรงทั้งแบบแกนเดียวและหลายแกน และพิกัดกระแสของสายไฟของสายไฟตามลักษณะการเดินสายไฟแบบต่างๆ ดังแสดงในตารางที่ 1 และ 2

ตารางที่ 1 ขนาดสายไฟและกระแสตามแต่ลักษณะการเดินสายแบบ 1-9

ขนาด สาย	ขนาดกระแสตามแต่ลักษณะการเดินสาย							
	แบบ 1	แบบ 2	แบบ 3	แบบ 4	แบบ 5	แบบ 6	แบบ 7	แบบ 8
	ขนาดตัวนำกระแส							
	2	2	3	3	2	2	3	3
60227 IEC 01, 60227 IEC 02, 60227 IEC 05, 60227 IEC 06, 60227 IEC 10, NYY, NYYG, VCT, VCT-G, IEC 60502-1 และสายที่มีคุณสมบัติพิเศษต่างๆ เน สายทนไฟ, สายไร้ฮาโลเจน, สายควั่นน้อย								
1	10	10	9	9	12	11	10	10
1.5	13	12	12	11	15	14	13	13
2.5	17	16	16	15	21	20	18	17
4	23	22	21	20	28	26	24	23
6	30	28	27	25	36	33	31	30
10	40	37	37	34	50	45	44	40
16	53	50	49	45	66	60	59	54
25	70	65	64	59	88	78	77	70
35	86	80	77	72	109	97	96	86
50	104	96	94	86	131	116	117	103
70	131	121	118	109	167	146	149	130
95	158	145	143	131	202	175	180	156
120	183	167	164	150	234	202	208	179
150	209	191	188	171	261	224	228	196
185	238	216	213	194	297	256	258	222
240	279	253	249	227	348	299	301	258
300	319	291	285	259	398	343	343	295
400	-	-	-	-	475	-	406	-
500	-	-	-	-	545	-	464	-

ตารางที่ 2 ขนาดสายไฟและกระแสตามแต่ลักษณะการเดินสายแบบ 10-16

ขนาด สาย	ขนาดกระแสตามแต่ลักษณะการเดินสาย							
	แบบ 9	แบบ 10	แบบ 11	แบบ 12	แบบ 13	แบบ 14	แบบ 15	แบบ 16
	ขนาดตัวนำกระแส							
	2	ไม่เกิน 3	-	-	2	3	ไม่เกิน 3	
	VAF, VAF-G	NYN, IEC60502-1	NYN,NYN-G, 60227 IEC IEC60502-1	60227 IEC01, IEC 10, NYN		NYN, NYN-G, IEC 60502-1		
1	14	12, 16	12, 15	-	-	17	15	21
1.5	17	16, 21	15, 20	-	-	21	19	26
2.5	23	22, 28	21, 27	-	-	28	25	35
4	32	29, 37	28, 36	30	37	36	33	45
6	41	37, 49	36, 47	39	48	46	41	57
10	56	51, 67	50, 65	56	67	62	55	76
16	74	69, 90	66, 87	78	92	81	72	99
25	-	90, 118	84, 108	113	127	106	94	128
35	-	112, 147	104, 134	141	157	129	114	154
50	-	145, 190	125, 163	171	191	153	136	181
70	-	186, 244	160, 208	221	244	190	168	223
95	-	227, 297	194, 253	271	297	232	204	267
120	-	264, 345	225, 293	315	345	265	234	304
150	-	304, 397	260, 338	365	397	303	266	342
185	-	348, 455	297, 380	418	453	344	303	386
240	-	411, 537	351, 455	495	535	404	361	448
300	-	474, 620	404, 524	573	617	462	404	507
400	-	552, 722	-	692	741	529	462	577
500	-	629, 823	-	-	-	605	527	654

ชนิดของโหลดนั้นจะอ้างอิงค่าแฟกเตอร์ตัวคูณพิสัยกระแสโดยอ้างอิงอุณหภูมิโดยรอบในหน่วยองศาเซลเซียสแสดงในตารางที่ 3 และสำหรับในการคำนวณหาขนาดมาตรฐานอุปกรณ์ตัดตอน (Circuit Breaker) และการคำนวณหาขนาดจำนวนสายไฟในท่อร้อยสายตามมาตรฐานดังแสดงในตารางที่ 4 และ 5 ซึ่งมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าของวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย

ตารางที่ 3 ค่าแฟกเตอร์ตัวคูณพิกัดกระแสของสายไฟ

อุณหภูมิ โดยรอบ	เดินในอากาศ				เดินใต้ดิน	
	PVC	XLPEหรือEPR	เอ็มไอ 70c	เอ็มไอ 150c	PVC	XLPEหรือEPR
องศา เซลเซียส						
16-20	1.29	1.19	1.34	1.16	1.12	1.08
21-25	1.22	1.14	1.26	1.13	1.07	1.03
26-30	1.15	1.1	1.18	1.09	1	1
31,-35	1.08	1.05	1.09	1.04	0.94	0.96
36,-40	1	1	1	1	0.87	0.91
41,-45	0.91	0.96	0.91	0.96	0.8	0.86
46,-50	0.82	0.9	0.79	0.91	0.71	0.82
51,-55	0.7	0.84	0.67	0.87	0.62	0.76
56-60	0.57	0.78	0.53	0.82	0.51	0.7
61-65	-	0.71	-	0.76	-	0.65
66-70	-	0.64	-	0.7	-	0.57

ตารางที่ 4 ขนาดมาตรฐานอุปกรณ์ตัดตอน (CB: Circuit Breaker)

พิกัดกระแสโครง	พิกัดกระแสตัด	อัตราพิกัดกระแสตัดลัดวงจร ที่แรงดันพิกัด 220Vac
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 5 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
เส้นผ่านศูนย์กลาง ท่อร้อยสาย (mm)	15	20	25	32	40	50	65	80	90

การคำนวณหาขนาดสายไฟตามลักษณะการเดินสาย ขนาดอุปกรณ์ตัดตอน สำหรับโหลดแสงสว่าง

ในการคำนวณหาขนาดสายไฟฟ้าสำหรับโหลดไส้และหลอดไฟฟลูออเรสเซนต์ หลอดไส้ที่ค่าเพาเวอร์แฟคเตอร์นั้นจะมีค่าเป็นหนึ่งแต่สำหรับหลอดฟลูออเรสเซนต์นั้นจะต้องคำนึงถึงค่าเพาเวอร์แฟคเตอร์ด้วย ซึ่งตามมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้า สำหรับประเทศไทย อนุญาตให้ใช้สายขนาดเล็กสุด ของวงจรแสงสว่างคือสายขนาด 2.5 ตารางมิลลิเมตร (sq. mm.) ขนาดของสาย ทนกระแสได้มากกว่า 125% ของพิกัดกระแสทั้งหมดของวงจรย่อย และเลือกสายไฟฟ้าตามชนิดและลักษณะการติดตั้งของสายไฟฟ้า ส่วนขนาดอุปกรณ์ตัดตอน (CB) ป้องกันที่ 80% ของขนาดพิกัดสูงสุดของพิกัดกระแสของ สายไฟฟ้าตามชนิดและลักษณะการติดตั้งของสายชนิดนั้นๆ

การคำนวณหาขนาดสายไฟตามลักษณะการเดินสาย ขนาดอุปกรณ์ตัดตอน สำหรับโหลดไฟฟ้ากำลัง ขนาดสายกราวด์และมิเตอร์

โหลดไฟฟ้ากำลังสามารถแบ่งการคำนวณตามชนิดของโหลดได้ดังนี้

1. โหลดจุดต่ออุปกรณ์ไฟฟ้า จะคำนวณตามกระแสใช้งานจริงจากป้ายพิกัดของเครื่องใช้ไฟฟ้า
2. โหลดจุดต่อเต้ารับไฟฟ้าแบบใช้งานหนัก ให้คิดจุดละ 3 A
3. โหลดจุดต่อเต้ารับไฟฟ้าแบบทั่วไป การคิดโหลดของเต้ารับให้คิดจุดละ 180VA / เต้ารับ
4. โหลดเครื่องปรับอากาศ ขนาดสายตัวนำ คอมเพรสเซอร์ของเครื่องปรับอากาศชนิดหนึ่งอาจจะจัด

ให้อยู่ในกลุ่มของ มอเตอร์ที่ใช้งานไม่ต่อเนื่อง ใช้ค่าของมอเตอร์ใช้งานต่อเนื่อง (125%) ได้

5. ขนาดสายตามมาตรฐานของการไฟฟ้า สำหรับโหลดไฟฟ้ากำลังอนุญาตให้ใช้สายขนาดเล็กที่สุดคือสายขนาด 2.5 ตร.มม. สำหรับสายดิน ส่วนสายดินของบริษัทหากคิดตามพิกัดหรือขนาดปรับตั้งของเครื่องป้องกันกระแสนั้นสามารถแสดงในตารางที่ 6

6. ตัวนำประธานสายอานาสำหรับระบบแรงต่ำ ต้องเป็นสายทองแดงหุ้มฉนวนที่ เหมาะสมและต้องมีขนาดไม่เล็กกว่า 4 ตร.มม. การไฟฟ้าส่วนภูมิภาคยอมให้ใช้สายอะลูมิเนียม หุ้มฉนวนที่เหมาะสมเป็นตัวนำประธานได้เฉพาะการเดินสายลอยในอากาศบนวัสดุภายนอก อาคาร แต่ทั้งนี้ขนาดต้องไม่เล็กกว่า 10 ตร.มม. ส่วนตัวนำ

ประธานใต้ดินสำหรับระบบแรงต่ำ ต้องเป็นสายทองแดงหุ้มฉนวนชนิดที่ เหมาะสมกับลักษณะการติดตั้ง และต้องมีขนาดไม่เล็กกว่า 10 ตร.มม.

ตารางที่ 6 ขนาดสายดินของบริษัท

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

ตารางที่ 7 ขนาดมิเตอร์และสายประธาน

ขนาดมิเตอร์ 1P,2W,220Vac	ขนาดโหลดสูงสุด (A)	ขนาดสายตัวนำประธาน		บริษัทประธาน	
		อลูมิเนียม	ทองแดง	คัทเอ้าต์/ฟิวส์	เซอร์กิตเบรกเกอร์ (A)
5(15)	12	16	6	20/16	15-16
15(45)	36	25	10	25	40-50
30(100)	80	50	50	50	100

การหาขนาดสายป้อน ขนาดอุปกรณ์ตัดตอน (Circuit Breaker) และมิเตอร์ซึ่งขั้นตอนในการคำนวณหาขนาดสายป้อนทำได้ดังนี้ รวมโหลดในทุกวงจรย่อย จะได้โหลดทั้งหมดของแผงควบคุมไฟฟ้าย่อย ซึ่งจะนำมาคำนวณหาขนาดสายป้อน ใช้ค่าโหลดมาคำนวณหาขนาดสายป้อนและขนาดอุปกรณ์ตัดตอนดังสมการที่ 3 และในส่วนของขนาดของมิเตอร์และสายประธานสามารถแสดงดังตารางที่ 7

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

การสร้างความปลอดภัยและลดความเสี่ยงจากอันตรายด้านไฟฟ้าสู่ชุมชน

การสร้างความปลอดภัยและลดความเสี่ยงจากอันตรายด้านไฟฟ้าสู่ชุมชนได้ทำการจัดการองค์ความรู้ด้านวิศวกรรมและความปลอดภัยทางไฟฟ้าสู่ชุมชน โดยให้ความรู้ด้านการออกแบบระบบไฟฟ้าตามมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าของวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยแก่ชุมชนโดยได้อธิบายหลักในการออกแบบระบบไฟฟ้าเบื้องต้นซึ่งได้ยกตัวอย่างการออกแบบระบบไฟฟ้าภายในบ้าน ตามที่ได้สำรวจชนิดของโหลดที่มีใช้อยู่ในแต่ละครัวเรือนเพื่อเป็นแนวทางในการออกแบบและประเมินความปลอดภัยรวมถึงการสร้างตระหนักรู้การใช้ปริมาณไฟฟ้าและขีดความสามารถของอุปกรณ์ที่มีอยู่ ซึ่งผลการศึกษาระบบไฟฟ้าบ้านเรือนในชุมชนตัวอย่างนั้นพบว่าบ้านเรือนส่วนใหญ่ นั้นใช้สายไฟฟ้าแบบ สายไฟฟ้า VAF (VAF Cable Wire) สายไฟฟ้าที่หุ้มด้วยฉนวนและหุ้มทับด้วยเปลือก ชนิดสายแบนเป็นสาย และสายชนิด ทีเอ็นวายวาย (NYY) เป็นสายเดี่ยว และลักษณะการเดินสายไฟฟ้านั้นมีทั้ง สายแกนเดี่ยวหุ้มฉนวนเดินในอากาศ, สายแบนหุ้มฉนวนมีเปลือกเดินเกาะผนัง, สายแกนเดี่ยวหุ้มฉนวนไม่เกิน 3 เส้น เดินใน

อากาศในท้องฟ้าในผนังปูนฉาบ หรือในท่อในฝ้าเพดาน โดยใช้ท่อพีวีซี และท่อเหล็ก ดังนั้นในการศึกษาจึงได้ได้นำเสนอการออกแบบระบบไฟฟ้าครัวเรือนเพื่อให้ครอบคลุมผลการสำรวจเพื่อใช้เป็นตัวอย่างในการศึกษาโดยกำหนดให้ระบบไฟฟ้ามีวงจรร้อยดังนี้

1. ระบบแสงสว่างโดยใช้หลอดฟลูออเรสเซนต์ ขนาด 36 W (Low P.F.) จำนวน 12 หลอด และกำหนดให้เดินสายชนิด NYY ในท่อร้อยสายแบบ 5
 2. เครื่องปรับอากาศ 1200BTU 2 เครื่อง เดินสายแบบสายแบนหุ้มฉนวนมีเปลือกเดินเกาะผนังโดยแบ่งเป็นสองวงจร แบบ 9
 3. มีโหนดจุดต่อได้รับไฟฟ้าแบบใช้งานทั่วไป 15 จุด เดินสายแบบสายแบนหุ้มฉนวนมีเปลือกเดินเกาะผนัง แบบ 9
 4. มีโหนดจุดต่อหรือจุดต่ออุปกรณ์ไฟฟ้าอีก 3 จุด ได้แก่ ตู้เย็น 2000VA เครื่องซักผ้า 2000 VA ที่ 1000VA ซึ่งทั้งหมดเดินสายแบบสายแบนหุ้มฉนวนมีเปลือกเดินเกาะผนัง แบบ 9
 5. สายประธานเชื่อมต่อบ้านเป็นแบบสายแกนเดี่ยวหุ้มฉนวนเดินในอากาศ แบบ 12
- ดังนั้นสามารถหาขนาดสาย ขนาดอุปกรณ์ตัดตอนแต่ละวงจรย่อย และขนาดสายประธานและขนาดอุปกรณ์ตัดตอนหลักได้ดังนี้

วงจรร้อยระบบแสงสว่างโดยใช้หลอดฟลูออเรสเซนต์

หลอดฟลูออเรสเซนต์ ขนาด 36 W (Low P.F.) 1 หลอด พิกัดโหลด จากตารางพิกัดโหลดไฟฟ้า ตามมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าจะได้ 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 NYY เดินในท่อร้อยสาย แบบ 5 ได้ขนาด 2.5 ตร.มม. (21A) ขนาดของท่อร้อยสาย สายไฟฟ้าจำนวน 2 เส้นเลือกใช้ท่อขนาดขนาด 15 มม. ส่วนขนาดอุปกรณ์ป้องกัน (ให้ใช้กระแสสูงสุดของขนาดสาย) จะได้ $21 \times 0.8 = 16.8$ A เลือกใช้อุปกรณ์ตัดตอนขนาด 15AT/50AF สูงกว่าขนาดโหลดและต่ำกว่าพิกัดอุปกรณ์ป้องกัน

วงจรร้อย 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 23 A ดังนั้นขนาดอุปกรณ์ป้องกัน 80% ของพิกัดกระแสสูงสุดของสาย = $23 \times 0.8 = 18.4$ A เลือกใช้อุปกรณ์ตัดตอนขนาด 15AT/50AF สูงกว่าขนาดโหลดและต่ำกว่าพิกัดอุปกรณ์ป้องกันซึ่งออกแบบให้เป็นสองขั้ววงจร

วงจรร้อย จุดต่อได้รับไฟฟ้าแบบทั่วไป 15 จุด แบบเต้าคู่

ในการคำนวณและออกแบบขนาดสายไฟและขนาดอุปกรณ์ป้องกัน โหลดจุดต่อได้รับไฟฟ้าแบบทั่วไป ให้คิดจุดละ 180VA ดังนั้นจะได้โหลดรวมวงจรร้อย = $180 \text{ VA} \times 15 = 2700$ VA

ขนาดกระแส = $2700/220 \text{ Vac} = 12.27$ A ขนาดของสายไฟฟ้า 125% ของพิกัดกระแสของกระแสโหลดจะได้ $12.27 \times 1.25 = 15.34$ A เลือกขนาดของสายไฟ 2.5 ตร.มม. ที่ 23 A เนื่องจากขนาดสาย ตามมาตรฐานของการไฟฟ้าฯ อนุญาตให้ใช้สายขนาดเล็กที่สุดคือสายขนาด 2.5 ตร.มม. สำหรับโหลดไฟฟ้ากำลัง

ขนาดอุปกรณ์ป้องกัน 80% ของพิกัดกระแสสูงสุดของสาย = $23 \times 0.8 = 18.4$ A เลือกใช้อุปกรณ์ตัดตอนขนาด 15AT/50AF สูงกว่าขนาดโหลดและต่ำกว่าพิกัดอุปกรณ์ป้องกัน

วงจรย่อย จุดต่อสำหรับ ตู้เย็น ขนาด 2000VA จำนวน 1 เครื่อง

ขนาดกระแสฟลักซ์ 2000/220 Vac = 9.09 A

ขนาดของสายไฟฟ้า 125% ของฟลักซ์กระแสของเครื่องปรับอากาศ = $9.09 \times 1.25 = 11.36$ A เลือกขนาดของสายไฟ 2.5 ตร.มม. ที่ 23 A เนื่องจากขนาดสาย ตามมาตรฐานของการไฟฟ้าฯ อนุญาตให้ใช้สายขนาดเล็กที่สุด คือสายขนาด 2.5 ตร.มม. สำหรับโหลดไฟฟ้ากำลัง

ขนาดอุปกรณ์ป้องกัน 80%ของฟลักซ์กระแสสูงสุดของสาย = $23 \times 0.8 = 18.4$ A เลือกใช้อุปกรณ์ตัดตอนขนาด 15AT/50AF สูงกว่าขนาดโหลดและต่ำกว่าฟลักซ์อุปกรณ์ป้องกัน

วงจรย่อย จุดต่อสำหรับ เครื่องซักผ้า ขนาด 2000 VA จำนวน 1 เครื่อง

ขนาดกระแสฟลักซ์ 2000/220 Vac = 9.09 A

ขนาดของสายไฟฟ้า 125% ของฟลักซ์กระแสของเครื่องปรับอากาศ = $9.09 \times 1.25 = 11.36$ ดังนั้นเลือกขนาดของสายไฟ 2.5 ตร.มม. ที่ 20 A เนื่องจากขนาดสาย ตามมาตรฐานของการไฟฟ้าฯ อนุญาตให้ใช้สายขนาดเล็กที่สุดคือสายขนาด 2.5 ตร.มม.. สำหรับโหลดไฟฟ้ากำลัง

ขนาดอุปกรณ์ป้องกัน 80%ของฟลักซ์กระแสสูงสุดของสาย = $23 \times 0.8 = 18.4$ A

เลือกใช้อุปกรณ์ตัดตอนขนาด 15AT/50AF สูงกว่าขนาดโหลดและต่ำกว่าฟลักซ์อุปกรณ์ป้องกัน

วงจรย่อย จุดต่อสำหรับ ทีวี ขนาด 1000VA จำนวน 1 เครื่อง

ขนาดกระแสฟลักซ์ 1000/220 Vac = 4.54 A

ขนาดของสายไฟฟ้า 125% ของฟลักซ์กระแสของ ทีวี = $4.54 \times 1.25 = 5.67$ A เลือกขนาดของสายไฟ 2.5 ตร.มม. ที่ 23 A เนื่องจากขนาดสาย ตามมาตรฐานของการไฟฟ้าฯ อนุญาตให้ใช้สายขนาดเล็กที่สุดคือสายขนาด 2.5 ตร.มม. สำหรับโหลดไฟฟ้ากำลัง

ขนาดอุปกรณ์ป้องกัน 80%ของฟลักซ์กระแสสูงสุดของสาย = $23 \times 0.8 = 18.4$ A เลือกใช้อุปกรณ์ตัดตอนขนาด 15AT/50AF สูงกว่าขนาดโหลดและต่ำกว่าฟลักซ์อุปกรณ์ป้องกัน

ขนาดสายประธานและขนาดอุปกรณ์ตัดตอนหลัก แบบสายแกนเดียวหุ้มฉนวนเดินในอากาศ

จากการคำนวณโหลดวงจรย่อยต่างๆสามารถสรุปได้ดังนี้

1. ฟลักซ์กระแสโหลด หลอดฟลูออเรสเซนต์ คือ 5.45 A
2. ฟลักซ์กระแสโหลด เครื่องปรับอากาศ 1200BTU เครื่องที่ 1 คือ 6.81 A
3. ฟลักซ์กระแสโหลด เครื่องปรับอากาศ 1200BTU เครื่องที่ 2 คือ 6.81 A
4. ฟลักซ์กระแสโหลด จุดต่อเต้ารับไฟฟ้าแบบทั่วไป 15 จุด คือ 12.27 A
5. ฟลักซ์กระแสโหลด จุดต่อสำหรับ ตู้เย็น ขนาด 2000VA จำนวน 1 เครื่อง คือ 9.09 A
6. ฟลักซ์กระแสโหลด จุดต่อสำหรับ เครื่องซักผ้า ขนาด 2000VA จำนวน 1 เครื่อง คือ 9.09 A
7. ฟลักซ์กระแสโหลด จุดต่อสำหรับ ทีวี ขนาด 1000VA จำนวน 1 เครื่อง คือ 4.54 A

ดังนั้น ฟลักซ์กระแสโดยรวม = $5.45 + 6.81 + 6.81 + 12.27 + 9.09 + 9.09 + 4.54 = 54.06$ A ที่แรงดัน

220Vac ขนาดของสายไฟฟ้า 125% ของฟลักซ์กระแสของ ทีวี = $54.06 \times 1.25 = 67.57$ A

เลือกขนาดของสายไฟ 16 ตร.มม. ที่ 78 A, ขนาดอุปกรณ์ป้องกัน 80%ของฟลักซ์กระแสสูงสุดของสาย = $78 \times 0.8 = 62.4$ A เลือกใช้อุปกรณ์ตัดตอนขนาด 60AT/100AF สูงกว่าขนาดโหลดและต่ำกว่าฟลักซ์อุปกรณ์ป้องกัน

สรุปผลและวิจารณ์ผลการวิจัย

การศึกษามาตรฐานในการออกแบบติดตั้งระบบไฟฟ้าสำหรับครัวเรือนนั้นได้มุ่งเน้นเพื่อสร้างความปลอดภัยด้านไฟฟ้าสู่ชุมชน โดยได้ศึกษามาตรฐานการออกแบบเบื้องต้นในการศึกษาและคำนวณหาขนาดของสายขนาดของอุปกรณ์ตัดตอน (Circuit breaker) ทั้งระบบวงจรย่อยและระบบหลัก คือขนาดของสายประธาน ขนาดของอุปกรณ์ตัดตอนหลัก โดยมุ่งเน้นในการศึกษาออกแบบระบบไฟฟ้าขนาด 1 เฟส ไฟฟ้ากระแสสลับแรงดันต่ำ (220VAC) ซึ่งเป็นระบบไฟฟ้าที่ใช้ในครัวเรือนและในชุมชน ในส่วนการสร้างความปลอดภัยและลดความเสี่ยงจากอันตรายด้านไฟฟ้าสู่ชุมชนได้ทำการจัดการองค์ความรู้ด้านวิศวกรรมและความปลอดภัยทางไฟฟ้าสู่ชุมชน โดยให้ความรู้ด้านการออกแบบระบบไฟฟ้าตามมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าของวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยแก่ชุมชน โดยได้อธิบายหลักในการออกแบบระบบไฟฟ้าเบื้องต้น ซึ่งได้ยกตัวอย่างในการศึกษาวิจัยนี้เป็นเพียงตัวอย่างในการคำนวณซึ่งแต่ละครัวเรือนปริมาณการใช้โหลดไฟฟ้าและลักษณะการเดินของสายไฟก็จะเดินไม่เหมือนกัน แต่หลักการออกแบบพื้นฐานนี้สามารถนำไปใช้ในการพิจารณาการออกแบบเบื้องต้นได้หรือแม้ในการออกแบบเพื่อต่อเติมหรือการประเมินระบบไฟฟ้าเพื่อที่จะเพิ่มโหลดในบ้านว่าขนาดสาย และขนาดอุปกรณ์ที่มีอยู่สามารถรองรับปริมาณโหลดที่จะเพิ่มขึ้นมาได้หรือไม่ หรือต้องพิจารณาแยกวงจรย่อย ซึ่งหลักการออกแบบนี้จะสามารถสร้างความตระหนักในการใช้พลังงานไฟฟ้าซึ่งเป็นการสร้างความปลอดภัยด้านไฟฟ้าต่อครัวเรือนและชุมชนเพิ่มขึ้น

ข้อเสนอแนะ

จากผลการศึกษาเป็นเพียงยกตัวอย่างโหลดที่จำเป็นในครัวเรือนและลักษณะเดินสายไฟฟ้าตามที่ได้สำรวจเจอซึ่งหากมีการเดินสายไฟฟ้าในรูปแบบอื่นๆ หรือมีการเดินในที่อุณหภูมิที่สูงซึ่งภาคเตอร์เหล่านี้ผลต่อการออกแบบซึ่งต้องนำมาพิจารณาร่วมด้วย โดยในการออกแบบพื้นฐานเป็นเพียงการออกแบบพื้นฐานสำหรับแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ 220VAC 1 เฟส เท่านั้นหากเป็นระบบ 3 เฟสจำเป็นต้องศึกษาการคำนวณกำลังไฟฟ้าและมาตรฐานการติดตั้งเพิ่มเติม

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ที่ให้การสนับสนุนทุนในการทำวิจัย และคณาจารย์สาขาวิชาเทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรมที่ให้ความแนะนำแก่ข้าพเจ้าเป็นอย่างดีและขอขอบพระคุณ สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ที่ได้ให้ทุนอุดหนุนการวิจัยครั้งนี้มา ณ ที่นี้

เอกสารอ้างอิง

- ประสิทธิ์ พิทยพัฒน์. (2548). การออกแบบระบบไฟฟ้า. พิมพ์ครั้งที่ 1.
สมาคมช่างเหมาไฟฟ้าและเครื่องกลไทย. (2014). คู่มือแนวทางการตรวจสอบงานติดตั้งระบบไฟฟ้า.
วิวัฒน์ กุลวงศ์วิทย์. (2547). การต่อลงดินระบบไฟฟ้า เล่มที่ 3. พิมพ์ครั้งที่ 1. สมาคมที่ปรึกษาเครื่องกลและไฟฟ้าไทย.
วิวัฒน์ กุลวงศ์วิทย์. (2548). การต่อลงดินระบบไฟฟ้า เล่มที่ 4. พิมพ์ครั้งที่ 1. สมาคมที่ปรึกษาเครื่องกลและไฟฟ้าไทย.