บทที่ 10
การถอดแบบงานระบบไฟฟ้าและสื่อสาร

หลังจากที่ผู้ถอดแบบได้ทำการถอดแบบงานโครงสร้าง และงานสถาปัตยกรรมดังที่กล่าวในบทที่ผ่านมาแล้ว ขั้นต่อไปจะเป็นการถอดแบบงานระบบไฟฟ้าและสื่อสารซึ่งต้องอาศัยการศึกษาอ่านแบบก่อสร้างและรายการประกอบแบบที่แสดงคุณลักษณะของวัสดุและอุปกรณ์ประกอบอย่างละเอียด เนื่องจากวัสดุงานระบบไฟฟ้าและสื่อสารที่จำหน่ายอยู่ในท้องตลาดมีราคาเฉพาะยี่ห้อเฉพาะรุ่นตามคุณลักษณะแตกต่างกันสูงมาก ก่อนถอดแบบผู้ถอดแบบต้องมีความเข้าใจพื้นฐานในงานระบบไฟฟ้าจึงจะสามารถถอดแบบงานระบบไฟฟ้าและสื่อสาร ได้ดังนี้

ระบบไฟฟ้า

ระบบไฟฟ้าในอาคารพักอาศัย สามารถจำแนกเป็นระบบไฟฟ้าแรงสูงและระบบไฟฟ้าแรงต่ำ โดยมีรายละเอียดดังนี้

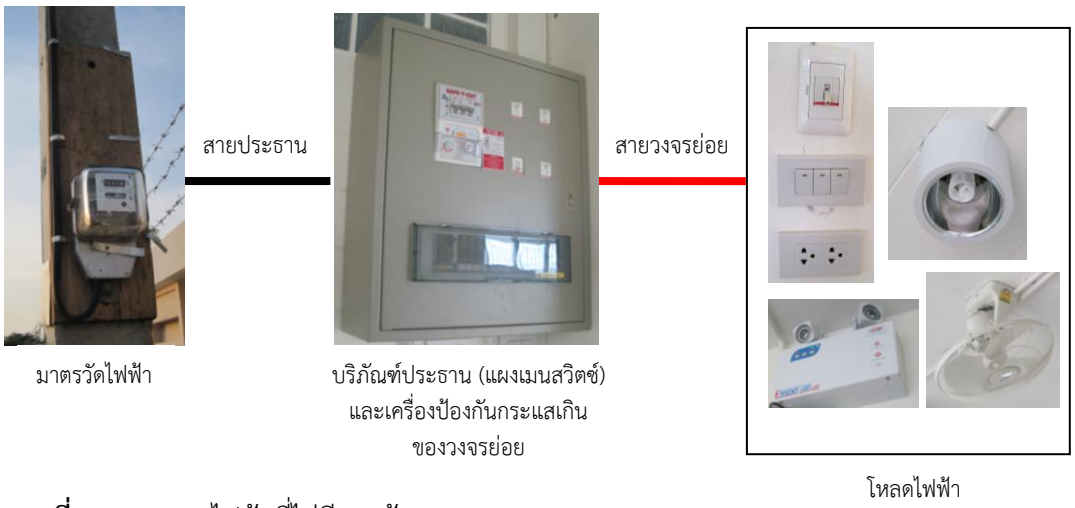
1.ระบบไฟฟ้าแรงสูง ระบบไฟฟ้าแรงสูง คือ ระบบไฟฟ้าที่มีแรงดันไฟฟ้า เกิน 1,000 โวลต์ โดยปกติจะเริ่มจากมาตรวัดไฟฟ้าของการไฟฟ้าที่ติดอยู่บนเสาไฟฟ้าต้นแรกสุดก่อนเข้าโครงการ ถ้าเป็นสายแรงสูง การไฟฟ้าฯ จะจ่ายเป็นแรงดันสูง (ระดับแรงดันขึ้นกับขนาดของโหลด) เข้าสู่หม้อแปลงไฟฟ้าหรือผ่านอุปกรณ์ตัดตอนแรงสูง (HV. Switchgear) แล้วเข้าสู่หม้อแปลงไฟฟ้า

2.ระบบไฟฟ้าแรงต่ำ ระบบไฟฟ้าแรงต่ำ คือ ระบบไฟฟ้าที่มีแรงดันไฟฟ้าไม่เกิน 1,000 โวลต์ โดยปกติระบบไฟฟ้าแรงต่ำจะเริ่มจากมาตรวัดไฟฟ้าของการไฟฟ้าที่ติดอยู่บนเสาไฟฟ้าต้นแรกสุดก่อนเข้าโครงการ ถ้าเป็นสายแรงต่ำ การไฟฟ้าฯ จะจ่ายเป็นแรงดันปกติคือ 1 เฟส 220 โวลต์ หรือ 3 เฟส 380 โวลต์ จากหม้อแปลงของการไฟฟ้า มีรายละเอียด ดังนี้

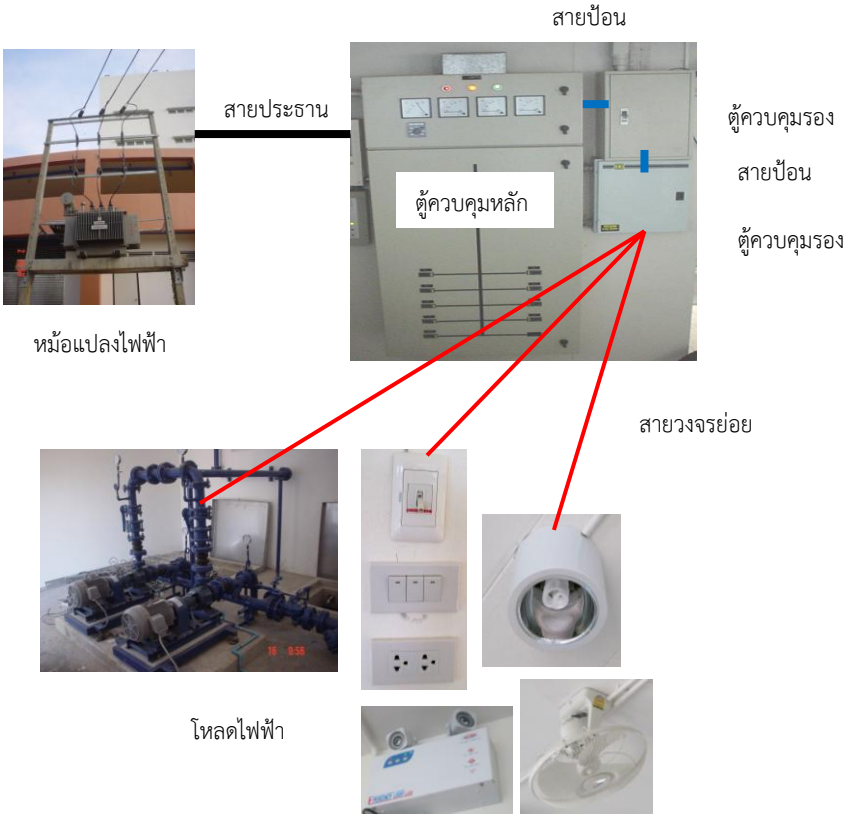
2.1 ระบบไฟฟ้า 1 เฟส เป็นระบบที่มีสายจำนวน 2 เส้น ประกอบด้วย สายเส้นเฟสหรือสายไฟ ซึ่งใช้อักษรย่อ L (line คือ สายที่มีกระแสไฟฟ้า) จำนวน 1 เส้น และสายนิวทรัล ซึ่งใช้อักษรย่อ N (neutral คือ สายที่ไม่มีกระแสไฟฟ้า) จำนวน 1 เส้น มีแรงดันไฟฟ้า 220 ถึง 230 โวลต์ มีความถี่ 50 เฮิร์ซ (Hz) ใช้สำหรับบ้านพักอาศัยที่มีการใช้ไฟฟ้าไม่มากนัก เช่น มีเครื่องปรับอากาศ 2 ถึง 3 เครื่อง และเครื่องทำน้ำอุ่น

2.2 ระบบไฟฟ้า 3 เฟส เป็นระบบที่มีสายจำนวน 4 เส้น ประกอบด้วย สายเส้นเฟสหรือสายไฟ ซึ่งใช้อักษรย่อ L (line คือ สายที่มีกระแสไฟฟ้า) จำนวน 3 เส้น และสาย และสายนิวทรัล ซึ่งใช้อักษรย่อ N (neutral คือ สายที่ไม่มีกระแสไฟฟ้า) จำนวน 1 เส้น มีแรงดันไฟฟ้าระหว่างสายเส้นเฟสกับสายเส้นเฟส 380 ถึง 400 โวลต์ และแรงดันไฟฟ้าระหว่างสายเส้นเฟสกับสายนิวทรัล 220 ถึง 230 โวลต์ และมีความถี่ 50 เฮิร์ซ (Hz) สามารถต่อใช้งานเป็นระบบ 1 เฟส ได้โดยการต่อจากเฟสใดเฟสหนึ่งและสายนิวทรัลอีกเส้นหนึ่ง แรงดันไฟฟ้าระหว่างสายเส้นเฟสเส้นใดเส้นหนึ่งกับสายนิวทรัลมีค่า 220 โวลต์ และแรงดันระหว่างสายเส้นเฟสด้วยกันมีค่า 380

โวลต์ จึงเรียกระบบนี้ว่า ระบบ 3 เฟส 4 สาย 220/380 โวลต์ ใช้สำหรับอาคารที่ต้องการใช้ไฟในปริมาณมาก เช่น อาคารพาณิชย์ โรงงานอุตสาหกรรมขนาดเล็ก



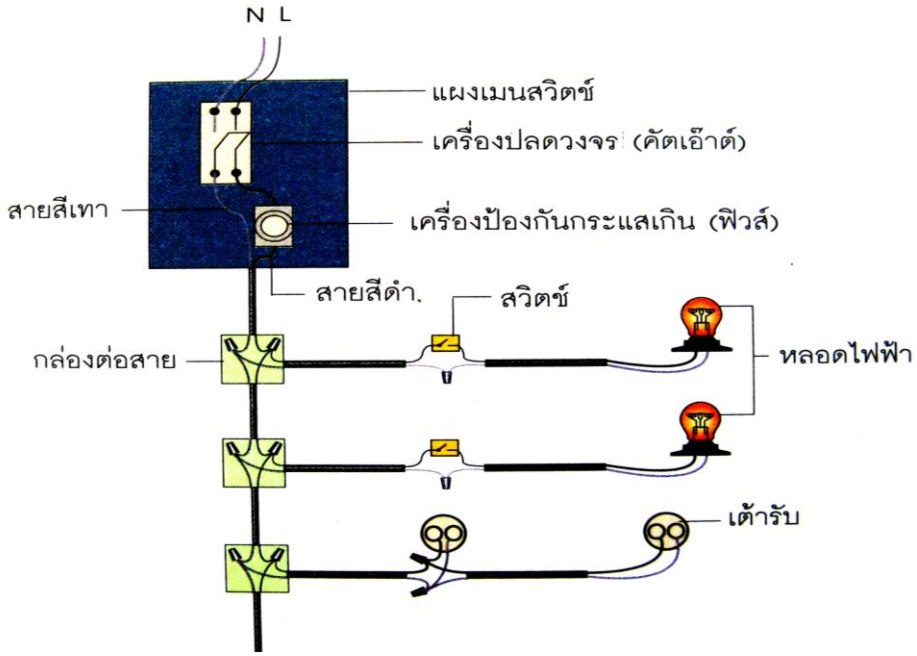
ภาพที่ 10.1 ระบบไฟฟ้าที่ไม่มีสายป้อน



ภาพที่ 10.2 ระบบไฟฟ้าที่มีสายป้อน

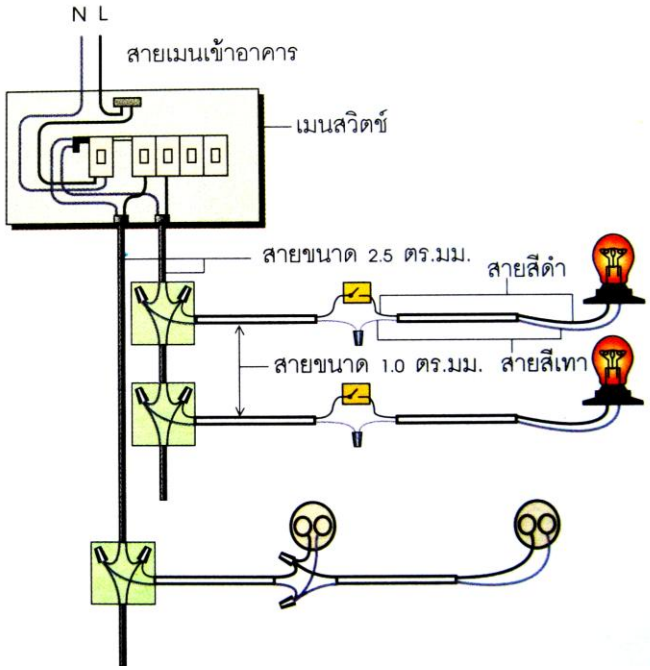
วงจรไฟฟ้าในบ้านพักอาศัย

วงจรไฟฟ้าภายในบ้านพักอาศัยส่วนใหญ่จะเป็นการต่อแบบขนาน ซึ่งเป็นการต่อวงจรทำให้อุปกรณ์และเครื่องใช้ไฟฟ้าแต่ละชนิดอยู่คนละวงจร ซึ่งถ้าเครื่องใช้ไฟฟ้าชนิดหนึ่งเกิดขัดข้องเนื่องจากสาเหตุใดก็ตาม เครื่องใช้ไฟฟ้าชนิดอื่นก็ยังคงใช้งานได้ตามปกติเพราะไม่ได้อยู่ในวงจรเดียวกัน ไฟฟ้าที่ใช้ในบ้านพักอาศัยทั่วไปเป็นไฟฟ้ากระแสสลับมีความต่างศักย์ 220 โวลต์ การส่งพลังงานไฟฟ้าเข้าบ้านจะใช้สายไฟ 2 เส้น คือ สายกลาง สายนิวทรัลหรือสาย N มีศักย์ไฟฟ้าเป็นศูนย์ และสายเส้นเฟส สายไฟ หรือสาย L มีศักย์ไฟฟ้าเป็น 220 โวลต์ โดยปกติสายเส้นเฟสและสายนิวทรัลที่ต่อเข้าบ้านจะต่อเข้ากับแผงควบคุมไฟฟ้า ซึ่งเป็นที่ควบคุมการจ่ายพลังงานไฟฟ้าทั้งหมดในบ้านอย่างมีระบบบนแผงควบคุมไฟฟ้ามักจะประกอบด้วย ฟิวส์รวม สะพานไฟรวม และสะพานไฟย่อย โดยสะพานไฟย่อยมีไว้เพื่อแยกและควบคุมการส่งพลังงานไฟฟ้าไปยังวงจรไฟฟ้าย่อยตามแต่ละส่วนของบ้าน เช่น วงจรชั้นล่าง วงจรชั้นบน วงจรในครัว เป็นต้น ในวงจรไฟฟ้าในบ้าน กระแสไฟฟ้าจะผ่านมาตรไฟฟ้าทางสายเส้นเฟสเข้าสู่สะพานไฟ ผ่านฟิวส์และสวิตช์ แล้วไหลผ่านเครื่องใช้ไฟฟ้า ดังนั้น กระแสไฟฟ้าจะไหลผ่านสายนิวทรัลออกมา ดังภาพที่ 10.3 เป็นวงจรไฟฟ้าในบ้านพักอาศัยที่มีวงจรเดียวใช้สำหรับบ้านขนาดเล็ก และภาพที่ 10.4 เป็นวงจรไฟฟ้าในบ้านพักอาศัยที่มีวงจรเดียวใช้สำหรับบ้านขนาดกลาง



ภาพที่ 10.3 วงจรไฟฟ้าในบ้านพักอาศัยที่มีวงจรเดียวใช้สำหรับบ้านขนาดเล็ก

ที่มา : บ้านและสวน. (2550 : 13).



ภาพที่ 10.4 วงจรไฟฟ้าในบ้านพักอาศัยที่มีหลายวงจรใช้สำหรับบ้านขนาดกลาง

ที่มา : บ้านและสวน. (2550 : 13).

วัสดุและอุปกรณ์ระบบไฟฟ้าและสื่อสาร

การถอดแบบระบบไฟฟ้าและสื่อสาร ผู้ถอดจำเป็นต้องมีเข้าใจคุณสมบัติ และคุณลักษณะของวัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้ในการติดตั้งระบบไฟฟ้าและสื่อสาร รวมทั้งเทคนิคการติดตั้ง ดังนี้

1.สายไฟฟ้า วัสดุสายไฟฟ้าแรงดันต่ำที่นิยมใช้ทั่วไป ได้แก่

1.1 สายไฟฟ้าวีเอเอฟ (VAF) เป็นสายไฟฟ้าที่ภายนอกเป็นเปลือกฉนวนพีวีซี สีขาว เพื่อป้องกันความชื้นและช่วยป้องกันความเสียหายทางกลให้กับฉนวนภายในซึ่งหุ้มตัวนำทองแดงอีกชั้นหนึ่ง ตัวนำทองแดงอาจจะเป็นตัวนำเดี่ยวหรืออาจตีเกลียวมีทั้งชนิด 2 แกน และ 3 แกน ซึ่งสายที่ 3 นั้นจะเป็นสายดินตามข้อกำหนดตามมาตรฐานของการไฟฟ้าฯ เป็นสายไฟฟ้าที่ใช้งานที่อุณหภูมิไม่เกิน 70°C แรงดันไม่เกิน 300 V. สายชนิดนี้ห้ามใช้กับระดับแรงดันไฟ 3 เฟส (380 V.) การติดตั้งใช้การเดินรัดด้วยเข็มขัดรัดสายเป็นระยะๆ เกาะบนผนังหรือฝ้าเพดาน ห้ามเดินสายร้อยท่อฝังดินหรือเดินสายฝังดินโดยตรง ห้ามเดินสายในช่องเดินสายยกเว้นเดินในรางเดินสาย

1.2 สายไฟฟ้าวีซีที (VCT) ทนแรงดันไม่เกิน 750 V. นิยมใช้ในการเดินสายเข้าเครื่องจักรกลไฟฟ้าที่มีการเคลื่อนไหวอยู่ตลอดเวลา เช่น มอเตอร์ไฟฟ้า โดยที่สายชนิดนี้ตัวนำ

ทองแดงจะถูกหุ้มมีฉนวนพีวีซี 2 ชั้น สามารถกันความชื้นได้ดีเช่นเดียวกับสายเอ็นวายวาย แต่มีความอ่อนตัวมากกว่าสายเอ็นวายวาย การติดตั้งใช้การเดินในท่อร้อยสายโลหะอ่อน

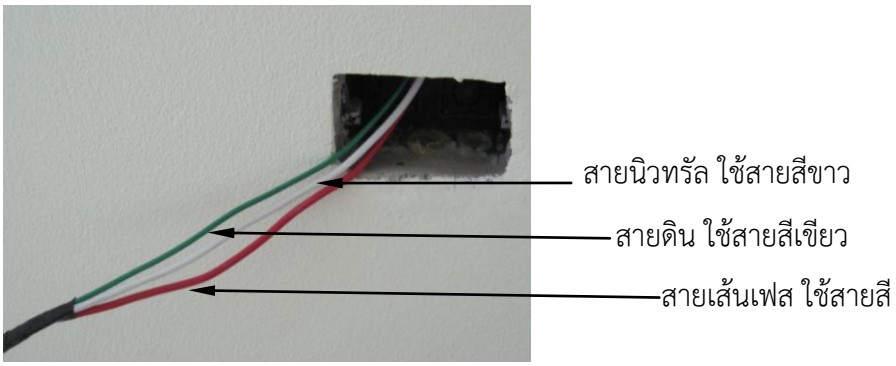
1.3 สายไฟฟ้าทีเอชดับเบิลยู (THW) เป็นสายไฟฟ้าที่ใช้งานที่อุณหภูมิไม่เกิน 70°C สายไฟฟ้าชนิดนี้มีลักษณะเป็นสายกลมเดี่ยว ตัวนำเป็นทองแดงหุ้มฉนวนพีวีซี โดยทั่วไปนิยมใช้สายชนิดนี้เป็นสายวงจรย่อย สายป้อน และสายประธานเดินเข้าอุปกรณ์ไฟฟ้า การติดตั้งใช้การเดินในท่อร้อยสาย หรือเดินสายฝังดินได้แต่ต้องป้องกันไม่ให้น้ำเข้าในท่อและป้องกันไม่ให้สายมีโอกาสแช่น้ำ ห้ามเดินสายฝังดินโดยตรง

การกำหนดสีของสายไฟฟ้าหุ้มฉนวน (สายทีเอชดับเบิ้ลยู) ที่ใช้ร้อยท่อ ตามมาตรฐานของการไฟฟ้าฯ กำหนดไว้ดังนี้

สายนิวทรัล (N) ใช้สายสีเทาอ่อน หรือสีขาว

สายดิน (G) ใช้สายสีเขียวหรือสีเขียวแถบเหลือง

สายเส้นเฟส (L) ใช้สายที่มีสีแตกต่างไปจากสายนิวทรัลและสายดิน ดังภาพที่ 10.5



ภาพที่ 10.5 การกำหนดสีของสายไฟฟ้าหุ้มฉนวนตามมาตรฐานการไฟฟ้าฯ

1.4 สายไฟฟ้าเอ็นวายวาย (NYY) เป็นสายที่มีฉนวน 2 ชั้น โดยฉนวนพีวีซีชั้นในทำหน้าที่เป็นฉนวนหุ้มตัวนำทองแดงเอาไว้ ส่วนฉนวนพีวีซีชั้นนอกทำหน้าที่เป็นเปลือก ซึ่งสามารถทนความชื้นได้สูง สายไฟฟ้าที่ใช้งานที่อุณหภูมิไม่เกิน 70°C แรงดันไม่เกิน 750 V. โดยทั่วไปนิยมใช้สายชนิดนี้เป็นสายป้อน และสายประธานที่ติดตั้งใต้ดิน หรือเดินเข้าเครื่องจักร เครื่องใช้ไฟฟ้า สำหรับใช้ในโรงงานอุตสาหกรรม การติดตั้งสามารถเดินฝังดินโดยตรง หรือเดินฝังดินในท่อร้อยสายเพื่อป้องกันความเสียหายที่จะเกิดขึ้นกับสายไฟฟ้าโดยตรงกรณีที่ภายหลังมีการขุดดินบริเวณที่ฝังท่อ

1.5 สายวีเอฟเอฟ (VFF) เป็นสายที่ทนแรงดัน 300 V. ใช้เป็นสายต่อพ่วงระยะสั้นๆ เป็นสายของเครื่องใช้ไฟฟ้าที่มีเต้าเสียบ

2.ท่อร้อยสายไฟฟ้า ในการก่อสร้างการเดินสายไฟฟ้าในท่อมีวัตถุประสงค์เพื่อป้องกันความเสียหายที่จะเกิดขึ้นกับสายไฟฟ้าโดยตรง เพื่อป้องกันความชื้นและเพื่อความปลอดภัยของผู้ใช้งานที่อาจไปสัมผัสถูกสายไฟฟ้าหรือเพื่อความสวยงาม โดยท่อร้อยสายแบ่งเป็นท่อร้อยสายอโลหะ และท่อร้อยสายโลหะ ซึ่งท่ออโลหะ ได้แก่ ท่อพีวีซีสีเหลือง และท่ออโลหะแข็ง HDPE

ส่วนท่อโลหะ ได้แก่ ท่อโลหะบาง EMT ท่อโลหะหนาปานกลาง IMC ท่อโลหะหนา RSC และท่อโลหะอ่อน

2.1 ท่อพีวีซี (polyvinyl chloride, PVC) ทำด้วยพลาสติกพีวีซี ที่มีคุณสมบัติต้านเปลวไฟ แต่ขณะที่ถูกไฟไหม้จะมีก๊าซพิษที่เป็นอันตรายต่อคนเราออกมาด้วย และไม่ทนต่อแสงอัลตร้าไวโอเล็ตทำให้ท่อกรอบเมื่อโดนแดดเป็นเวลานาน ท่อพีวีซีที่ใช้ในงานไฟฟ้ามีสีเหลือง มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางตั้งแต่ ½”ถึง 4” และมีความยาวท่อนละ 4 เมตร ใช้ในงานเดินท่อลอยผ่านส่วนที่ไม่ถูกแรงกระแทก หรือเดินบนฝ้าเพดาน นิยมใช้สำหรับอาคารขนาดเล็ก

2.2 ท่ออโลหะแข็ง (high density polyethylene, HDPE) ทำจากสารอโลหะซึ่งมีคุณสมบัติเหมาะสมทางกายภาพ ได้แก่ ไฟเบอร์ ใยหิน ซีเมนต์ พีวีซีอย่างแข็ง อีพอคซี่เสริมใยแก้ว โพลีเอทธิลีนความหนาแน่นสูง เป็นต้น ท่ออโลหะแข็งจะมีความแข็งแรงน้อยกว่าท่อโลหะแต่ทนทานต่อความชื้นและการกัดกร่อนจากสารเคมี รวมถึงทนทานต่อกระทบกระแทกได้ดี

2.3 ท่อโลหะ

2.3.1 ท่อโลหะบาง (electrical metallic conduit, EMT) เป็นท่อที่มีผนังบางกว่าท่อไอเอ็มซี และท่ออาร์เอ็มซี จึงมีความแข็งแรงน้อยกว่าและมีราคาถูกกว่า ใช้งานได้เฉพาะภายในอาคารเท่านั้น ทั้งในที่เปิดโล่ง (exposed) และที่ซ่อน (conceal) เช่น เดินลอยตามผนัง เดินฝังในผนัง เดินในฝ้าเพดาน ไม่ใช้ฝังใต้ดินและไม่ใช้ในระบบแรงสูง ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางตั้งแต่ 15 มิลลิเมตร (½”) ถึง 50 มิลลิเมตร (2”) ยาวท่อนละ 3 เมตร สามารถทนแรงกระแทกหรือแรงอัดได้ปานกลาง ทำเกลียวไม่ได้ ต้องใช้ข้อต่อต่อระหว่างท่อกับกล่องต่อสาย ท่อนี้สามารถดัดงอได้ง่าย ใช้ข้องอน้อย เหมาะกับการเดินสายขนาดเล็กถึงขนาดปานกลาง

2.3.2 ท่อโลหะหนาปานกลาง (intermediate metal conduit, IMC) เป็นท่อที่มีขนาดหนาปานกลาง กล่าวคือ มีความหนาน้อยกว่าท่ออาร์เอ็มซี แต่สามารถใช้งานแทนท่ออาร์เอ็มซีได้และมีราคาถูกกว่า ใช้งานได้เช่นเดียวกับท่ออาร์เอ็มซี ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางตั้งแต่ 15 มิลลิเมตร (½”) ถึง 100 มิลลิเมตร (4”) ยาวท่อนละ 3 เมตร เหมาะกับการเดินสายขนาดปานกลางถึงขนาดใหญ่ และสายป้อนระบบไฟฟ้า การติดตั้งใช้เดินฝังในผนังหรือฝังใต้พื้น สามารถทำเกลียวได้ ไม่นิยมดัดงอ 90 องศา แต่นิยมใช้ข้องอแทน

2.3.3 ท่อโลหะหนา (rigid metal conduit, RMC) เป็นท่อโลหะที่มีความหนามากที่สุดจึงแข็งแรงที่สุด สามารถทนต่อสภาพแวดล้อมได้ดี ท่อชนิดนี้ทำมาจากเหล็กกล้าจะเรียกว่าท่ออาร์เอสซี (rigid steel conduit, RSC) โดยส่วนใหญ่จะผ่านวิธีการชุบด้วยสังกะสี (galvanized) จึงป้องกันสนิมได้ดีสามารถใช้งานได้ทุกสถานที่และสภาพอากาศ ใช้ได้ทั้งภายในภายนอกอาคารและสามารถฝังใต้ดินได้ มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางตั้งแต่ 15 มิลลิเมตร (½”) ถึง 150 มิลลิเมตร (6”) ยาวท่อนละ 3 เมตร ทำเกลียวได้ เหมาะกับเดินสายขนาดใหญ่ และสายประธานระบบไฟฟ้า ใช้สำหรับงานฝังในใต้ดินซึ่งเป็นการติดตั้งในสถานที่ที่มีความชื้นสูงหรือเปียกให้ใช้ส่วนประกอบยึดท่อ เช่น สลักเกลียว (bolt) แคล้มจับท่อ (strap) และสกรู (screw) เป็นต้น ต้องเป็นชนิดทนต่อการผุกร่อน

ก **ข**

ภาพที่ 10.6 ก การเดินท่อร้อยสายไฟฟ้าบนฝ้าเพดาน
ภาพที่ 10.6 ข การต่อสายไฟฟ้าที่กล่องต่อสาย

2.3.4 ท่อโลหะอ่อน (flexible metal conduit, FMC) ทำจากเหล็กชุบสังกะสี ในลักษณะที่มีอ่อนตัวสูง สามารถโค้งงอได้ มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางตั้งแต่ 15 มิลลิเมตร (½") ถึง 80 มิลลิเมตร (3") ยาวท่อนละ 3 เมตร มีทั้งแบบกันน้ำและไม่กันน้ำเป็นท่อซึ่งใช้ในการต่อเข้าดวงโคม และเหมาะสำหรับงานกับอุปกรณ์ที่มีการสั่นสะเทือนขณะใช้งาน เช่น มอเตอร์เครื่องจักร มอเตอร์เครื่องสูบน้ำ เป็นต้น หรืองานที่ต้องการการโค้งงอด้วยมุมหักสูงมาก หรือใช้ในส่วนรอยต่อเพื่อการขยายตัว (expansion joint) แต่ห้ามใช้ในกรณีในปล่องลิฟต์ สถานที่เปียก ฝังใต้ดิน หรือฝังในคอนกรีต การติดตั้งให้มีการจับยึดที่มั่นคงแข็งแรงระยะห่างไม่เกิน 1.50 เมตร จากกล่องไฟฟ้าไม่เกิน 0.30 เมตร มุมดัดโค้งระหว่างจุดดึงสายรวมกันไม่เกิน 360°

ภาพที่ 10.7 การเดินท่อโลหะอ่อนเข้ามอเตอร์เครื่องสูบน้ำดับเพลิง

3.รางเดินสาย (wireway) หมายถึง ท่อสายที่เป็นราง ทำจากโลหะแผ่นพับเป็นราง สี่เหลี่ยม มีฝาเปิดปิดได้ อาจมีช่องระบายอากาศด้วยก็ได้ใช้สำหรับเดินสายขนาดเล็กจำนวนมาก ขนาดมาตรฐาน มีความสูง 50 75 100 150 และ 200 มิลลิเมตร ความกว้าง 50 75 100 150 200 และ 300 มิลลิเมตร ความยาว 1.20 และ 2.40 เมตร ความหนา 1.0 และ 1.5 มิลลิเมตร

รางเดินสายต้องใช้งานในที่เปิดโล่งเท่านั้น ต้องสามารถเข้าถึงได้หลังจากติดตั้งแล้ว ไม่ใช้ในสถานที่อันตรายทางกายภาพ การติดตั้งรางเดินสายต้องใช้อุปกรณ์แขวนยึดทุกระยะห่างกันไม่เกิน 1.50 เมตร เพื่อความมั่นคงแข็งแรง จำนวนตัวนำผลรวมของพื้นที่หน้าตัดของสายไฟฟ้าต้องไม่เกิน 20 % ของพื้นที่หน้าตัดภายในรางเดินสาย ห้ามต่อรางเดินสายตรงจุดที่ผ่านผนังหรือพื้น

ก

ข

ภาพที่ 10.8 ก รางเดินสายต้องใช้อุปกรณ์แขวนยึดทุกระยะห่างกันไม่เกิน 1.50 เมตร
ภาพที่ 10.8 ข การติดตั้งรางเดินสาย

4.รางเคเบิล (cable tray) หมายถึง รางเปิดที่ใช้วางสายไฟฟ้า ทำด้วยวัสดุไม่ติดไฟ อาจเป็นรางแบบด้านล่างเป็นขั้นบันได (ladder type) หรือรางแบบด้านล่างมีช่องระบายอากาศ (perforated) หรือรางแบบด้านล่างทึบ (solid - bottom type) ทำด้วยเหล็กแผ่นบางเคลือบผิวแบบสังกะสีจุ่มร้อน (hot dip galvanized) และพ่นด้วยสีฝุ่นอีพ็อกซี่ (epoxy powder paint) เหมาะสำหรับวางสายประธานขนาดใหญ่และงานนอกอาคารทุกสภาวะแวดล้อม

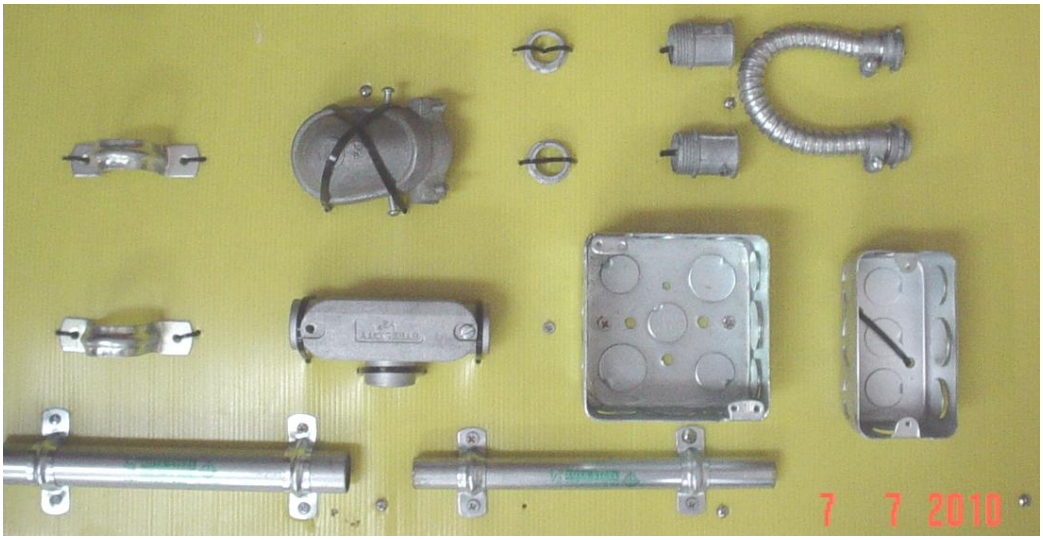
ก **ข**

ภาพที่ 10.9 ก รางเคเบิลเดินจากหม้อแปลงไฟฟ้าเข้าสู่ตู้ควบคุมหลักในห้องเครื่องระบบไฟฟ้า
ภาพที่ 10.9 ข รางเคเบิลเดินจากตู้ควบคุมหลักไปยังโหลดไฟฟ้า

3. รางประกอบการเดินสาย (auxiliary gutter) มีลักษณะเช่นเดียวกับรางเดินสาย เป็นที่ต่อสายรวมก่อนที่จะเข้าแผงมาตรวัดไฟฟ้า แผงจ่ายไฟย่อย หรือแผงสวิตช์ ช่วยให้การต่อสายและการบำรุงรักษาทำได้สะดวก

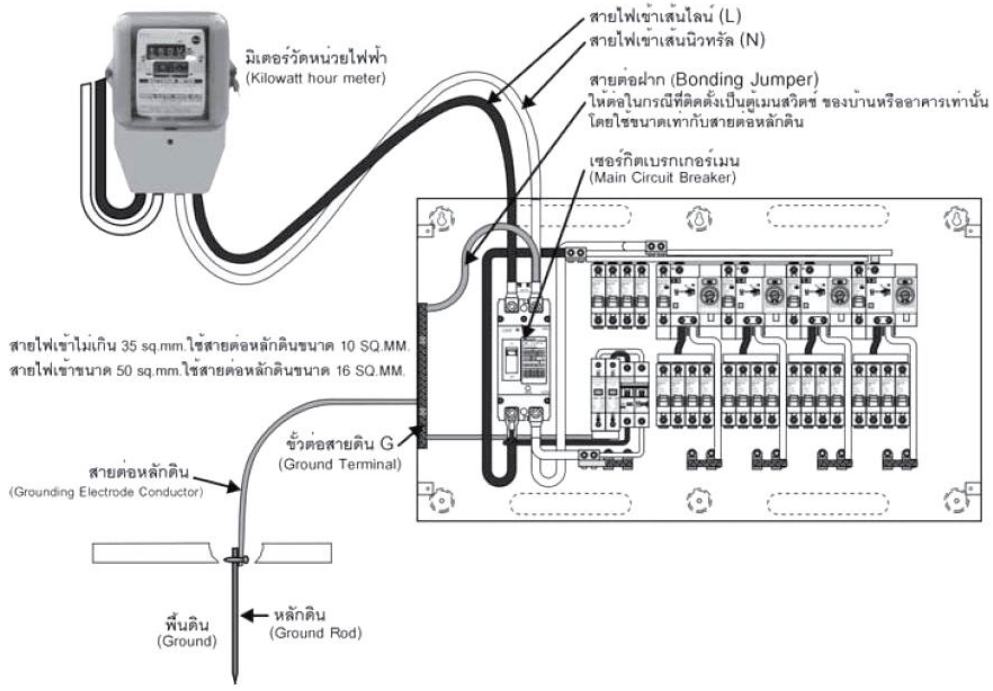
ภาพที่ 10.10 รางประกอบการเดินสาย

4. เครื่องประกอบ (fitting) ในระบบไฟฟ้าการเดินสายไฟฟ้าจำเป็นต้องมีเครื่องประกอบ ได้แก่ กล่องไฟฟ้า (boxes) กล่องดึงสาย (pull boxes) และเครื่องประกอบท่อร้อยสาย (conduit fitting) เช่น ข้อต่อ (coupling) ข้อต่อยึด (connector) บุชชิ่ง (bushing) ข้องอ (elbow) ตัวจับยึด (support) ดังภาพที่ 10.11



ภาพที่ 10.11 เครื่องประกอบ

5. ระบบการต่อดิน การต่อลงดิน คือ การใช้ตัวนำทางไฟฟ้าต่อเข้ากับวงจรไฟฟ้าหรือบริภัณฑ์ไฟฟ้าและต่อเข้ากับพื้นโลกอย่างมั่นคงถาวร ในระบบไฟฟ้าเพื่อให้เกิดความปลอดภัยแก่บุคคลที่ไปสัมผัสกับส่วนที่เป็นโลหะของเครื่องบริภัณฑ์ไฟฟ้าและส่วนประกอบอื่นที่มีแรงดันไฟฟ้าในกรณีเมื่อเกิดแรงดันเกินจะจำกัดแรงดันไฟฟ้าของวงจรไม่ให้สูงจนอาจทำให้เครื่องใช้ไฟฟ้าเสียหาย และลดแรงดันไฟฟ้าที่อาจเกิดขึ้นที่เครื่องอุปกรณ์ไฟฟ้าหรือส่วนประกอบเนื่องจากการรั่วหรือการเหนี่ยวนำ เพื่อลดอันตรายจากบุคคลที่ไปสัมผัส และในกรณีเมื่อเกิดกระแสไฟฟ้ารั่วลงดินจะช่วยลดความเสียหายของเครื่องอุปกรณ์ไฟฟ้าหรือระบบไฟฟ้า การต่อลงดินที่ถูกต้องจะช่วยให้เครื่องมือหรืออุปกรณ์ป้องกันทำงานได้ตามที่ออกแบบไว้ การไฟฟ้าฯ จึงกำหนดมาตรฐานให้มีการต่อลงดิน โดยมีส่วนประกอบที่สำคัญ ได้แก่ หลักดิน (ใช้แท่งทองแดงขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 16 มิลลิเมตร ความยาวไม่น้อยกว่า 2.40 เมตร) สายต่อหลักดิน สายต่อฝากหลัก และสายดินของบริภัณฑ์ไฟฟ้า ดังภาพที่ 10.12



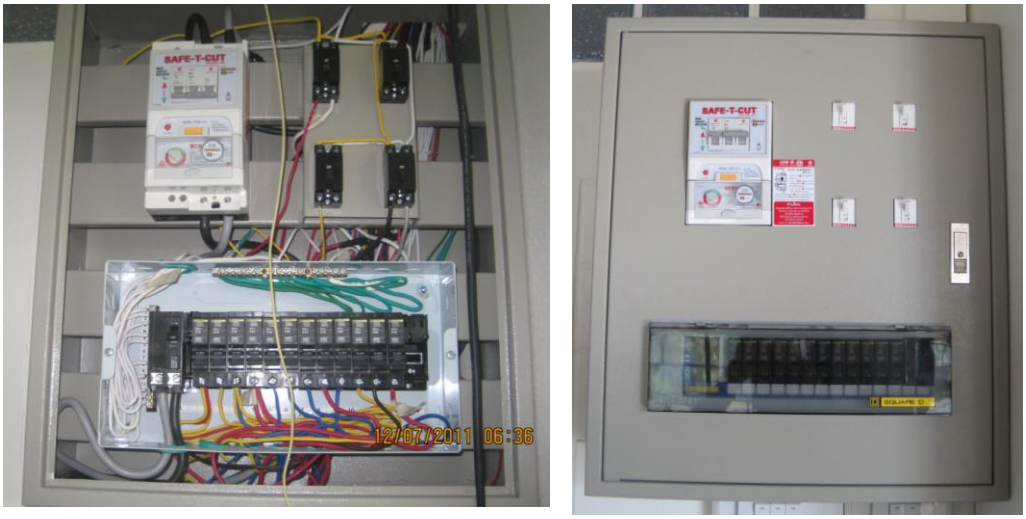
ภาพที่ 10.12 ระบบการต่อสายไฟฟ้าและระบบต่อลงดิน

ที่มา : การติดตั้งสายดินในบ้าน. (2554).

6.แผงรับไฟเข้า หรือเมนสวิตช์ (main switch) ทำหน้าที่ปลด สลับ (ตัดหรือต่อ) ไฟฟ้าภายในอาคารทั้งหมด และยังทำหน้าที่เป็นอุปกรณ์ป้องกันวงจรไฟฟ้าเมื่อเกิดกระแสไฟฟ้าลัดวงจรหรือเมื่อใช้ไฟฟ้าเกินขนาด อุปกรณ์ที่ใช้เป็นแผงรับไฟเข้ามีหลายชนิด เช่น สะพานไฟพร้อมฟิวส์ เซฟตี้สวิตช์ (safety switch) หรือกล่องคอนซูมเมอร์ยูนิต (consumer unit) โหลดเซ็นเตอร์ (load center)

ก **ข**

ภาพที่ 10.13 ก ตู้ควบคุมย่อยชนิดคอนซูเมอร์ยูนิต กรณี 1 เฟส 2 สาย
ภาพที่ 10.13 ข ตู้ควบคุมย่อยชนิดโหลดเซนเตอร์ กรณี 3 เฟส 4 สาย

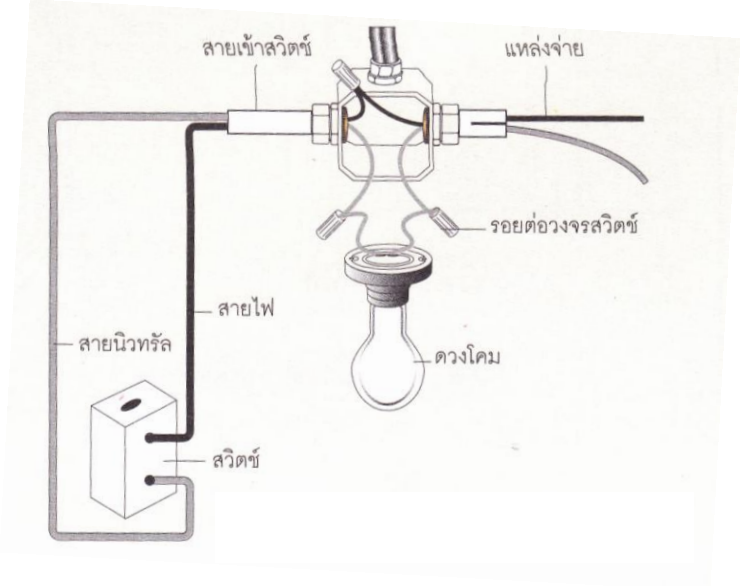


ภาพที่ 10.14 ตู้ควบคุมที่ประกอบด้วยแผงควบคุม สวิตช์ตัดไฟอัตโนมัติ และเบรกเกอร์

7.อุปกรณ์ไฟฟ้า ประกอบด้วย สวิตช์ไฟฟ้า เต้ารับ ดวงโคม

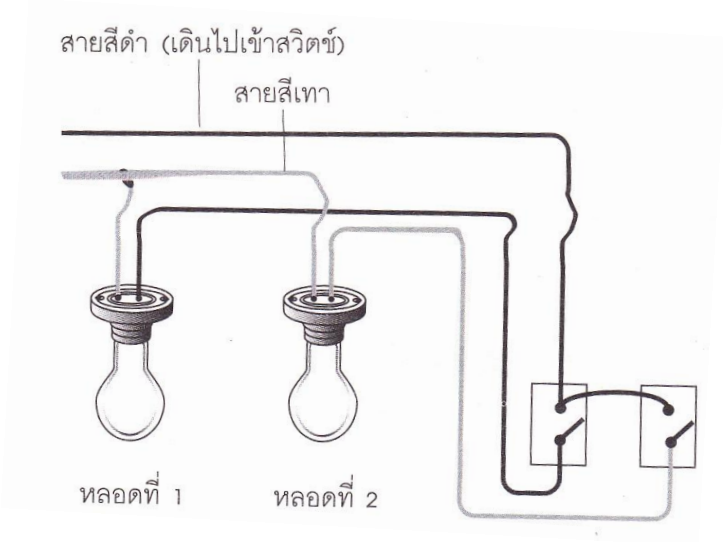
7.1 สวิตช์ไฟฟ้า เป็นอุปกรณ์สำหรับตัดต่อวงจรไฟฟ้าสำหรับโหลดขนาดเล็ก เช่น วงจรของหลอดแสงสว่าง แบ่งเป็น

7.11 สวิตช์ทางเดียว ใช้สำหรับควบคุมการเปิดปิดไฟหรือเครื่องใช้ไฟฟ้าเพียงจุดเดียว วิธีควบคุมหลอดไฟด้วยสวิตช์ทางเดียวดังภาพที่ 10.15 และการต่อหลอดไฟ 2 ดวง ควบคุมโดยใช้สวิตช์แยกคนละดวง ดังภาพที่ 10.16



ภาพที่ 10.15 วิธีควบคุมหลอดไฟด้วยสวิตช์ทางเดียว

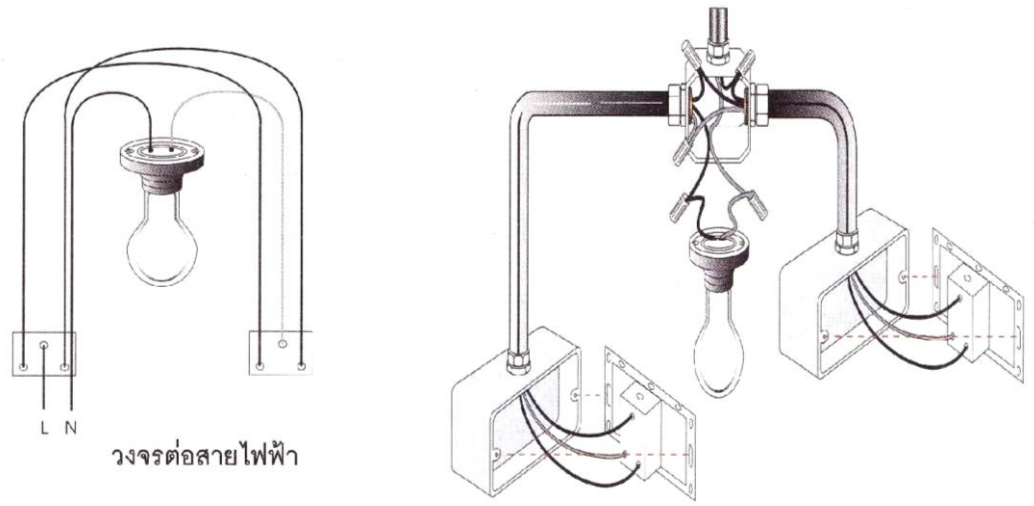
ที่มา : บ้านและสวน. (2550 : 23).



ภาพที่ 10.16 การต่อหลอดไฟ 2 ดวง ควบคุมโดยใช้สวิตช์แยกคนละดวง

ที่มา : บ้านและสวน. (2550 : 23).

7.1.2 สวิตช์สามทาง ใช้สำหรับควบคุมการเปิดปิดไฟหรือเครื่องใช้ไฟฟ้าสองแห่ง โดยมีขั้วต่อที่ตัวสวิตช์ด้านหนึ่งเป็นจุดต่อร่วมเพื่อให้กระแสไฟฟ้าเดินเข้าออกตามปกติ ส่วนขั้วที่เหลือใช้ต่อสายไฟอีกสองเส้นหรือสายไฟเดินโยงระหว่างสวิตช์ เช่น ติดตั้งสำหรับแสงสว่างบริเวณบันไดที่มีสวิตช์ตัวหนึ่งอยู่ชั้นล่าง อีกตัวอยู่ชั้นบน ดังภาพที่ 10.17

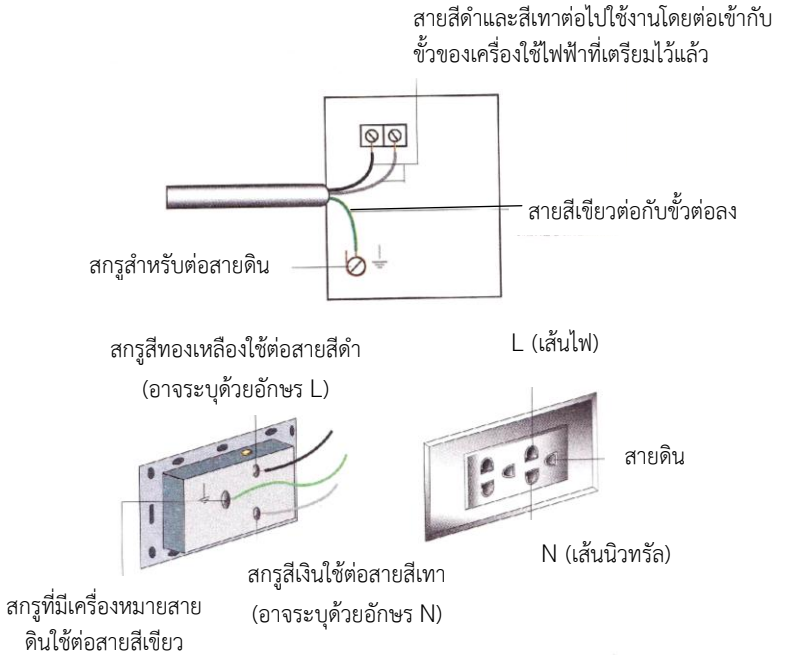


ภาพที่ 10.17 วงจรและการต่อหลอดไฟ 1 ดวง ควบคุมโดยใช้สวิตช์ 3 ทาง

ที่มา : บ้านและสวน. (2550 : 24).

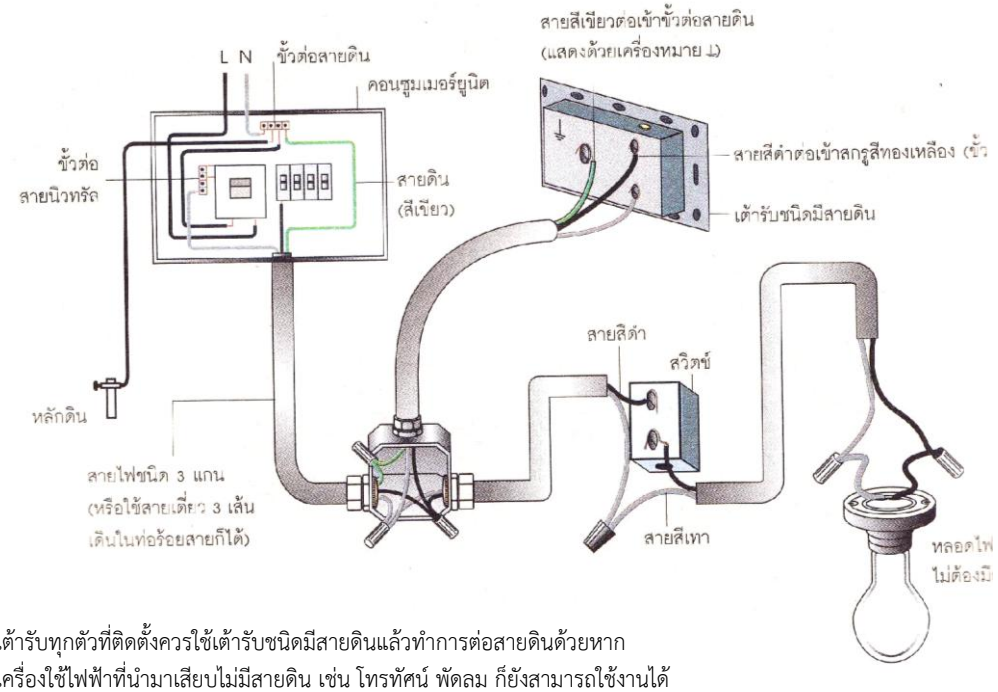
7.2 เต้ารับ เป็นอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับต่อไฟฟ้าไปใช้งาน เต้ารับทั่วไปชนิดมีสายดินสามารถใช้กับเต้าเสียบทั้งชนิดขากลมและขาแบนโดยเต้ารับชนิดมีขั้วสายดินจะมีขั้วให้ต่อสาย 3 ขั้ว ขั้วที่ใช้ต่อกับสายดินจะมีเครื่องหมาย ⏚ หรืออักษร G หรือ GRD อยู่ใกล้ๆ ดังภาพที่ 10.18

ภาพที่ 10.18 การต่อสายดินในเต้ารับและการติดตั้งเต้ารับชนิดคู่ 2 จุด



ภาพที่ 10.19 การต่อสายดินในเต้ารับและการติดตั้งเต้ารับชนิดคู่ 2 จุด

ที่มา : บ้านและสวน. (2550 : 38).



เต้ารับทุกตัวที่ติดตั้งควรใช้เต้ารับชนิดมีสายดินแล้วทำการต่อสายดินด้วยหาก
เครื่องใช้ไฟฟ้าที่นำมาเสียบไม่มีสายดิน เช่น โทรทัศน์ พัดลม ก็ยังสามารถใช้งานได้

ภาพที่ 10.20 วงจรการต่อสายดินในบ้านพักอาศัย

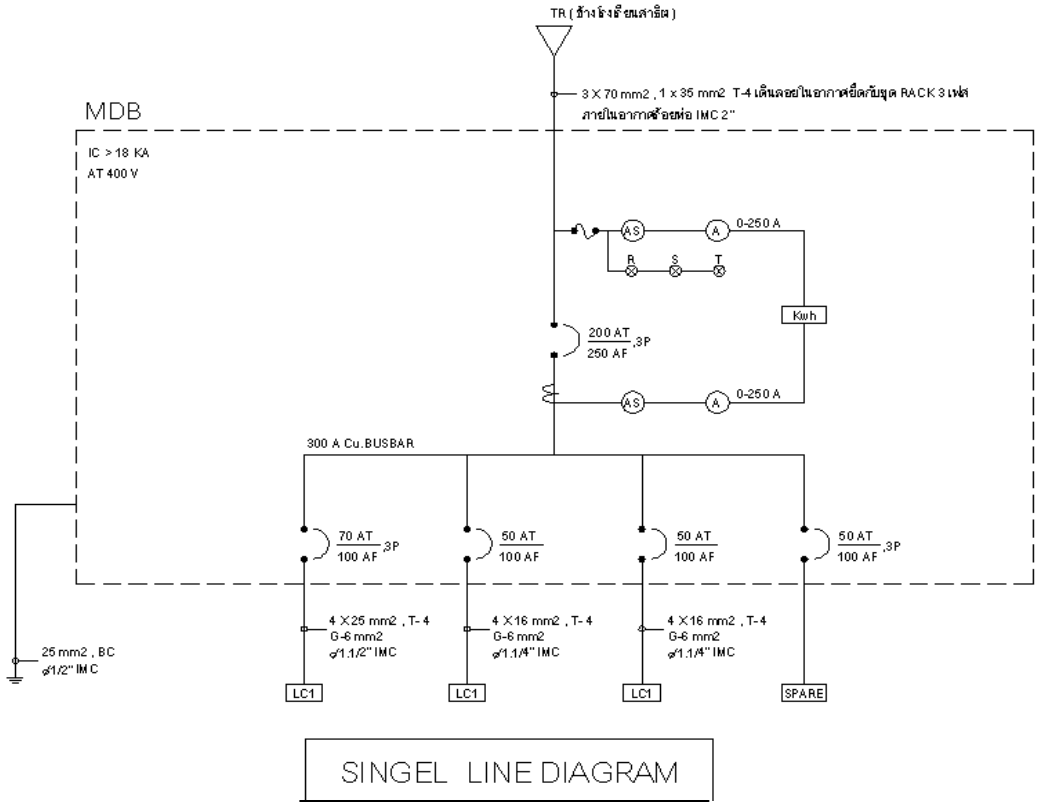
ที่มา : บ้านและสวน. (2550 : 38).

แบบที่ใช้ในการถอดแบบงานระบบไฟฟ้าและสื่อสาร

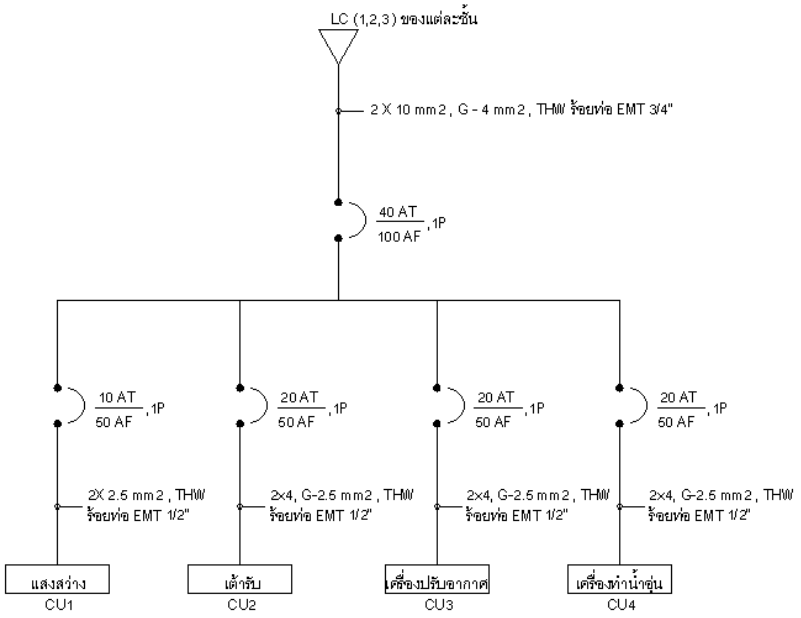
ในการถอดแบบเพื่อหาปริมาณงานระบบไฟฟ้าและสื่อสารนั้น ผู้ถอดแบบจำเป็นต้องอ่านแบบงานระบบไฟฟ้าอย่างเข้าใจเพื่อหาปริมาณวัสดุอุปกรณ์ บริภัณฑ์ทางไฟฟ้า แบบระบบไฟฟ้าประกอบด้วย

1.แผนผังระบบไฟฟ้า (Diagram)

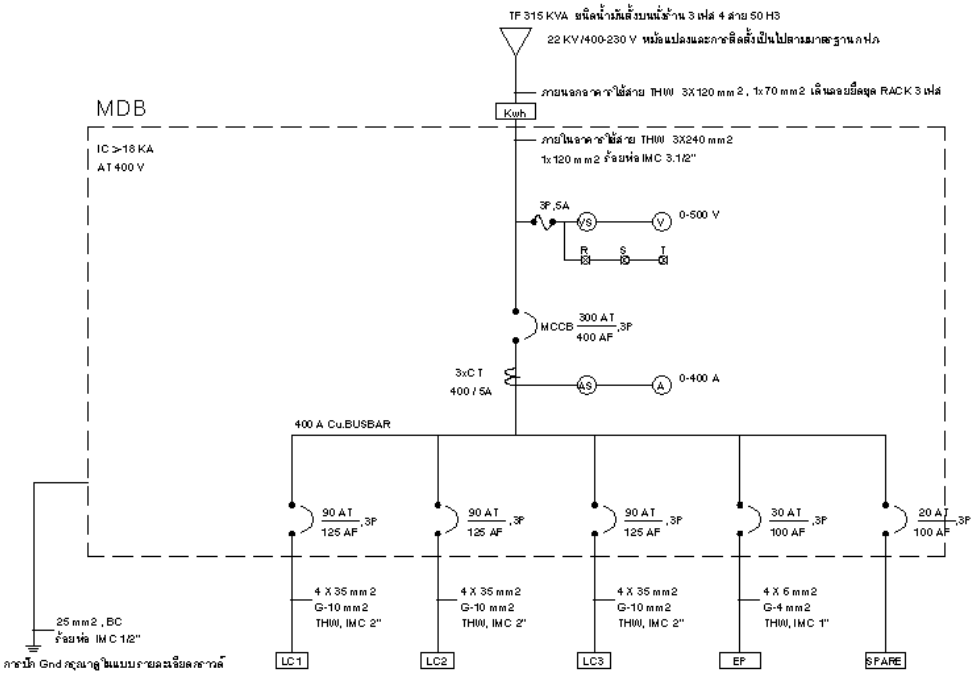
1.1 แบบแสดงการจ่ายไฟฟ้าภายในอาคารของตู้ควบคุมไฟฟ้าหลัก (single line diagram) เป็นแบบที่แสดงการจ่ายไฟฟ้าภายในอาคารของตู้ควบคุมไฟฟ้าหลัก (main distribution board, MDB) นับตั้งแต่หม้อแปลงไฟฟ้ามายังเมนเซอร์กิตเบรคเกอร์ของอาคารที่ติดตั้งในตู้ควบคุมหลัก และเซอร์กิตเบรกเกอร์ (circuit breaker) ที่ควบคุมตู้ควบคุมไฟฟ้ารอง (sub distribution board, SDB) และตู้ควบคุมย่อย (load panel, LP) ทั้งหมดของอาคาร รวมทั้งอุปกรณ์เครื่องวัด ขนาดพิกัดกระแส AT ของเมนเซอร์กิตเบรคเกอร์ เซอร์กิตเบรคเกอร์ที่ติดตั้งในตู้ควบคุมหลัก ขนาดพิกัดกระแสของบัสบาร์ (busbar) และชนิด ขนาด จำนวนของสายประธาน (main feeder) และสายป้อน (feeder) รวมถึงขนาดพิกัดของหม้อแปลงไฟฟ้า ดังตัวอย่างภาพที่ 10.21



ภาพที่ 10.21 แบบแสดงการจ่ายไฟฟ้าภายในอาคารเรียนของตู้ควบคุมหลัก



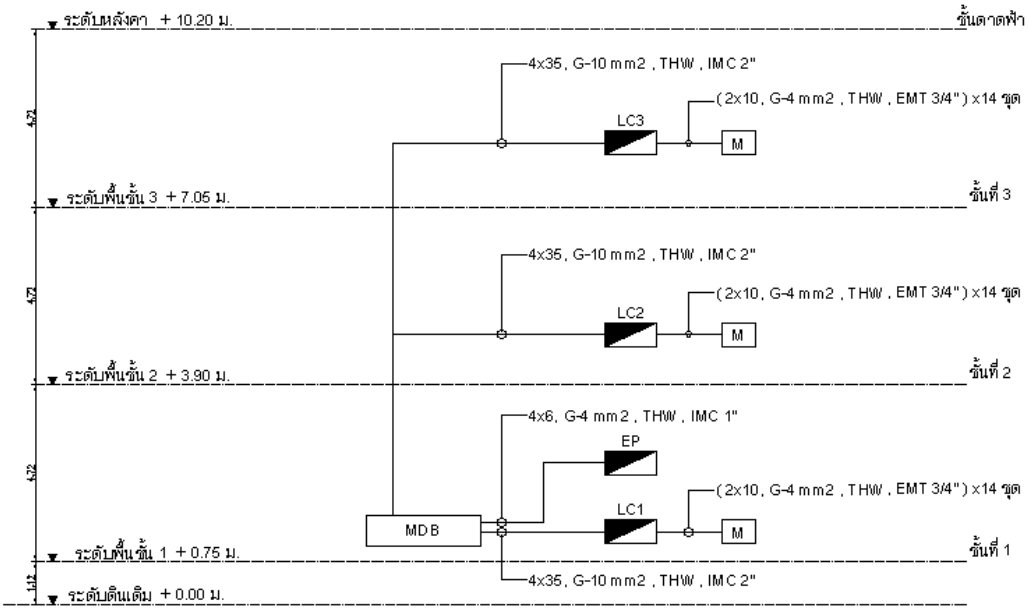
SINGLE LINE DIAGRAM



SINGLE LINE DIAGRAM

ภาพที่ 10.22 แบบแสดงการจ่ายไฟฟ้าภายในห้องพักและในอาคารที่พักรวมของตู้ควบคุมหลัก

1.2 แบบแสดงโครงสร้างของระบบไฟฟ้าภายในอาคาร (riser diagram) เป็นแบบแสดงโครงสร้างของระบบไฟฟ้าภายในอาคารจะแสดงอุปกรณ์หลักในระบบและสายป้อนในแนวดิ่งที่จ่ายไฟไปตามจุดหรือแต่ละชั้นของอาคาร พร้อมแสดงตู้ควบคุมไฟฟ้าหลัก (MDB) ตู้ควบคุมไฟฟ้ารอง (SDB) ตู้ควบคุมย่อย (LP) ในแต่ละชั้น ดังตัวอย่างภาพที่ 10.23



ภาพที่ 10.23 แบบแสดงโครงสร้างของระบบไฟฟ้าภายในอาคารที่พักรวม

1.3 ตารางโหลดไฟฟ้า (load schedule) ประกอบด้วย

1.3.1 หมายเลขวงจร CCT (circuit number)

1.3.2 รายละเอียดของวงจร (disscription)

1.3.3 ขนาดพิกัดของโหลด (VA) (โวลท์-แอมป์) หากเป็นตู้ 3 เฟส ก็จะมีทั้งเฟส A เฟส B เฟส C หากเป็นตู้ 1 เฟส ก็จะมีเพียงเฟสใดเฟสหนึ่ง

1.3.4 ขนาด ชนิดและจำนวนของสายไฟฟ้า เช่น 2 x 1.5 THW

1.3.5 ขนาด ชนิดและจำนวนของท่อร้อยสายไฟฟ้า

1.3.6 ขนาดของท่อ AT/AF ของเซอร์กิตเบรคเกอร์ และ pole ของเซอร์กิตเบรคเกอร์

1.3.7 แผนภาพของวงจรตู้ควบคุมไฟฟ้า (diagram) ดังตัวอย่างภาพที่ 10.24

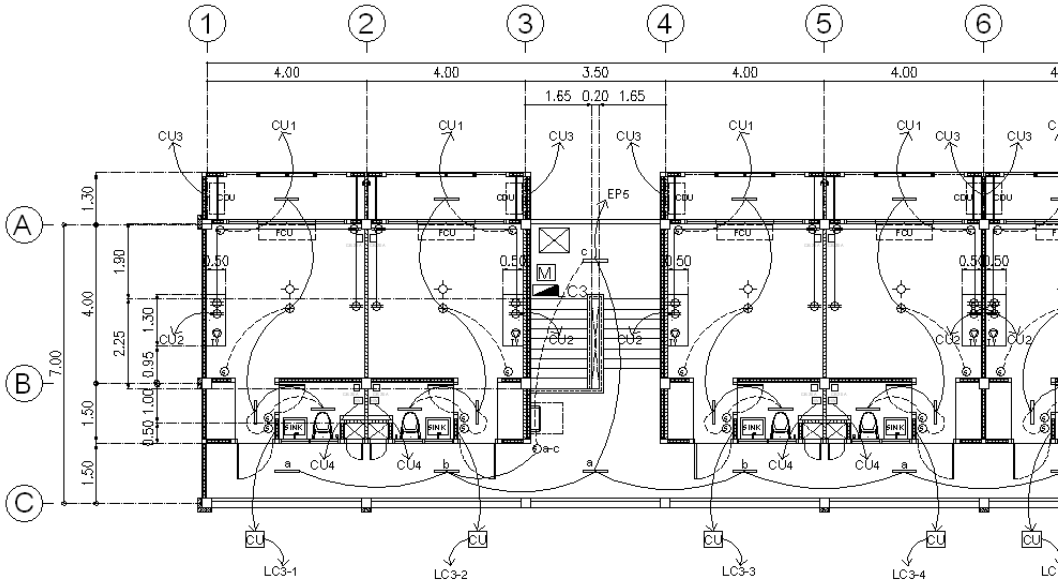
ตารางโหลดไฟฟ้าภายในห้องพัก

ชื่อตู้	LC1, LC2, LC3	ตามลำดับ						ตำแหน่งติดตั้ง	ชั้น 1,2,3 ชานพักบันไดด้านซ้าย			
จำนวนวงจร	18	วงจร						ใช้ไฟฟ้าจาก	MDB			
รายละเอียดทางไฟฟ้า	3 เฟส 4 สาย 50 Hz 400/230 V							บัสบาร์ทองแดง	125 A			

วงจรที่	รายละเอียด	จำนวนโหลด (VA)			ขนาด CB			ขนาดสาย (ตร.มม.)			ท่อ (นิ้ว)		หมายเหตุ
		R	S	T	POLE	AT	AF	L+N	GND	ชนิด	Ø	ชนิด	
1	โหลดภายในห้องพัก	3,615			1	40	100	2x10	4	THW	3/4	EMT	มาจากตู้ consumer unit
3	โหลดภายในห้องพัก		3,615		1	40	100	2x10	4	THW	3/4	EMT	มาจากตู้ consumer unit
5	โหลดภายในห้องพัก			3,615	1	40	100	2x10	4	THW	3/4	EMT	มาจากตู้ consumer unit
2	โหลดภายในห้องพัก	3,615			1	40	100	2x10	4	THW	3/4	EMT	มาจากตู้ consumer unit
4	โหลดภายในห้องพัก		3,615		1	40	100	2x10	4	THW	3/4	EMT	มาจากตู้ consumer unit
6	โหลดภายในห้องพัก			3,615	1	40	100	2x10	4	THW	3/4	EMT	มาจากตู้ consumer unit
7	โหลดภายในห้องพัก	3,615			1	40	100	2x10	4	THW	3/4	EMT	มาจากตู้ consumer unit
9	โหลดภายในห้องพัก		3,615		1	40	100	2x10	4	THW	3/4	EMT	มาจากตู้ consumer unit
11	โหลดภายในห้องพัก			3,615	1	40	100	2x10	4	THW	3/4	EMT	มาจากตู้ consumer unit
8	โหลดภายในห้องพัก	3,615			1	40	100	2x10	4	THW	3/4	EMT	มาจากตู้ consumer unit
10	โหลดภายในห้องพัก		3,615		1	40	100	2x10	4	THW	3/4	EMT	มาจากตู้ consumer unit
12	โหลดภายในห้องพัก			3,615	1	40	100	2x10	4	THW	3/4	EMT	มาจากตู้ consumer unit
13	โหลดภายในห้องพัก	3,615			1	40	100	2x10	4	THW	3/4	EMT	มาจากตู้ consumer unit
15	ว่าง		-		-	-	-	-	-	-	-	-	
17	สำรอง			2,000	1	20	50	-	-	-	-	-	
14	โหลดภายในห้องพัก		3,615		1	40	100	2x10	4	THW	3/4	EMT	มาจากตู้ consumer unit
16	ว่าง		-		-	-	-	-	-	-	-	-	
18	สำรอง			1,500	1	15	50	-	-	-	-	-	
		18,075	18,075	17,960	กระแส CB		85.89	4x35 mm2 THW					ติดรายละเอียดวงจร
โหลดรวมทั้งหมด (VA)		54,110			MAIN CB			G-10 mm2					ไว้ที่ตู้โหลดหลัง
โหลดรวมคิดค่า		47,603			3P 90 A T/ 125 AF			ร้อยท่อ					ติดตั้งไฟฟ้าสมบูรณ์
co-incidence factor (VA)								IMC Ø 2"					

ภาพที่ 10.24 ตารางโหลดไฟฟ้าภายในห้องพักอาคารที่พักรวม

1.4 แบบแปลนไฟฟ้าและแสงสว่าง เป็นแบบที่แสดงการติดตั้งดวงโคม สวิตช์ไฟฟ้า เต้ารับและอุปกรณ์ไฟฟ้าอื่น เช่น เมนสวิตช์ กริ่งไฟฟ้า พัดลม เครื่องปรับอากาศ เครื่องทำน้ำอุ่น เตาไฟฟ้า เครื่องดูดควัน เป็นต้น ในแปลนพื้นแต่ละชั้นของอาคาร โดยแสดงตำแหน่งในการติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้าให้สัมพันธ์กับทางเดินของสายและวงจรไฟฟ้าด้วยการใช้สัญลักษณ์ ดังตัวอย่างภาพที่ 10.25



ภาพที่ 10.25 แปลนไฟฟ้าและแสงสว่างห้องพักอาคารที่พักรวม

เกณฑ์การถอดแบบงานไฟฟ้าและแสงสว่าง

การถอดแบบงานไฟฟ้าและแสงสว่างสำหรับบ้านพักอาศัย สามารถแบ่งได้เป็น 3 ส่วน ได้แก่

1.งานระบบไฟฟ้าและสื่อสารภายนอกอาคาร ได้แก่

1.1 ระบบสายไฟฟ้าและท่อร้อยสาย ให้ถอดสายประธานเข้าอาคาร (incoming) โดยใช้การวัดความยาวจริงตามมาตราส่วนที่กำหนดไว้จากแบบแปลนไฟฟ้าและเผื่อความยาวประมาณ 5% ถึง 10% ของความยาวท่อหรือสายที่วัดได้ ระบบไฟฟ้าจะเริ่มจากมาตรวัดไฟฟ้าของการไฟฟ้าฯ ที่ติดอยู่กับเสาไฟฟ้าต้นแรกสุดก่อนเข้าโครงการไปยังตู้ควบคุมหลัก (MDB : main distribution board) ด้วยแรงดัน 220 V. 1 เฟส หรือ 380 V. 3 เฟส ตามความต้องการโหลด ถ้าเป็นสายแรงไฟฟ้าสูง (HV. Incoming) การไฟฟ้าฯ จะจ่ายเป็นแรงดันสูง (ระดับแรงดันขึ้นกับขนาดของโหลด) เข้าสู่หม้อแปลงไฟฟ้า หรือผ่านอุปกรณ์ตัดตอนแรงสูง (HV. Switchgear) แล้วเข้าสู่ตู้ควบคุมหลัก (MDB) แต่ถ้าเป็นสายไฟฟ้าแรงดันต่ำ (LV. Incoming) การไฟฟ้าฯ จะจ่ายเป็นแรงดันปกติคือ 1 เฟส 220 V. หรือ 3 เฟส 380 V. จากหม้อแปลงของการไฟฟ้าฯ แทน การเดินสายประธานเข้าอาคาร มีอยู่ 2 ลักษณะ คือ

1.1.1 การเดินสายประธานลอยกลางอากาศเข้าอาคาร (overhead line) เป็นการเดินสายไฟฟ้าเกาะลูกถ้วยที่อยู่บนเสาไฟฟ้าตามมาตรฐานของการไฟฟ้าฯ กำหนดให้ใช้เสาไฟฟ้าที่มีความสูง 8 เมตร สำหรับระบบแรงดันต่ำ และความสูง 12 เมตร สำหรับระบบแรงดัน 12 (24) kV นอกจากนี้สามารถเดินสายไฟฟ้าเกาะลูกถ้วยที่ติดกับเรค (rack) ซึ่งยึดติดกับผนังหรือเพดาน โดยธรรมชาติเมื่อเดินสายในลักษณะนี้ น้ำหนักของสายจะทำให้สายหย่อนตกท้อง

ช้างโดยเฉพาะสายไฟฟ้าที่มีขนาดใหญ่ย่อมมีน้ำหนักมากยิ่งทำให้สายหย่อนมาก ความยาวของสายจึงยาวกว่าการวัดจากแบบ ดังนั้น การถอดแบบต้องมีการเพิ่มความยาวที่วัดได้จากแบบโดยเผื่อของความยาวที่วัดได้ทั้งหมด โดยปกติเผื่อประมาณ 5% ถึง 10% ของความยาวสายที่วัดได้ ทั้งนี้ขึ้นกับระยะทางที่จับยึดสาย

1.1.2 การเดินสายประธานฝังใต้ดินเข้าอาคาร (under ground) เป็นการเดินสายไฟฟ้าร้อยท่อฝังดิน โดยปกตินิยมใช้ท่อโลหะหนาปานกลาง ท่อเหล็กกล้า ท่ออโลหะแข็ง หรือท่อพีวีซีซึ่งอาจทำเป็นลักษณะมีคอนกรีตมาหุ้มล้อมรอบท่ออีกครั้ง (duct bank) หรือเดินสายไฟฟ้าชนิดสายเอ็นวายวายที่มีฉนวนหุ้ม 2 ชั้น ฝังดินโดยตรงได้ การคิดความยาวสายลักษณะนี้จะมีต้องมีการเผื่อความยาวสายมากนัก ถ้าแนวของสายที่กำหนดไว้ในแบบอย่างชัดเจน

2.งานระบบไฟฟ้าและสื่อสารภายในอาคาร ได้แก่

2.1 แผงควบคุมไฟฟ้าแรงต่ำ (panel board or load center) เป็นแผงที่จ่ายโหลดให้พื้นที่ย่อยส่วนใดส่วนหนึ่ง การถอดแบบต้องพิจารณาข้อมูลที่มีผลต่อราคาประกอบด้วย

2.1.1 ระดับแรงดัน กระแส IC เฟส จำนวนสาย และจำนวนวงจรของแผงควบคุม

2.1.2 จำนวนเซอร์กิตเบรคเกอร์ โดยกำหนดเฟส ขนาดพิกัดกระแสที่ปรับตั้งให้เซอร์กิตเบรกเกอร์ใช้งาน (ampere trip, AT) ขนาดพิกัดกระแสสูงสุดที่สามารถใช้ได้กับขนาดโครงของเซอร์กิตเบรกเกอร์ (ampere frame, AF)

2.2 สายไฟฟ้าและวัสดุเดินสายไฟฟ้า การถอดหาปริมาณของวัสดุสายไฟฟ้า และวัสดุเดินสายไฟฟ้า เช่น ท่อร้อยสายไฟฟ้า รางเดินสาย รางเคเบิลให้ถอดหน่วยนับเป็นเมตร โดยจะเริ่มไล่ถอดตามแผนผังระบบไฟฟ้า (single line diagram) หรือแบบแสดงโครงสร้างของระบบไฟฟ้าภายในอาคาร (riser diagram) จากแผงควบคุมไฟฟ้าหลักของอาคารจนถึงวงจรย่อยซึ่งเป็นโหลดไฟฟ้าอุปกรณ์ตัวสุดท้าย เช่น ดวงโคมไฟฟ้า หรือเต้ารับไฟฟ้า เป็นต้น ให้ถอดแบบแยกตามห้องหรือตามวงจรตามชั้นของแต่ละระบบ แล้วนำมารวมกันเป็นจำนวนทั้งหมดกรอกข้อมูลลงในตารางถอดแบบ โดยมีรายละเอียดการถอดแบบสายไฟฟ้าและวัสดุเดินสายไฟฟ้า ดังนี้

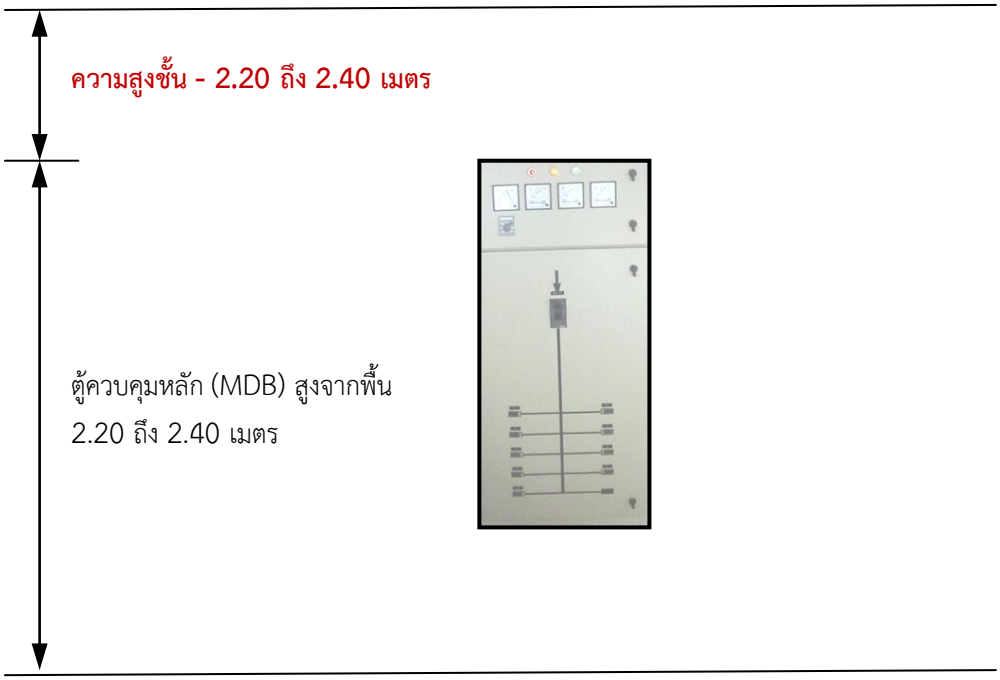
2.2.1 สายป้อน (feeder) การถอดแบบใช้การวัดความยาวตามแบบและเผื่อความยาวที่วัดได้ประมาณ 10% ถึง 15% ของความยาวสายหรือท่อที่วัดได้ โดยทั่วไปสายป้อนจะเริ่มจากตู้ควบคุมหลัก (MDB : main distribution board) ไปยังแผงจ่ายไฟอุปกรณ์ (SDB : sub distribution board) เรียกว่า “main feeder” หรือสายป้อนจากแผงจ่ายไฟอุปกรณ์ (SDB) ไปยังแผงประจำชั้น (LC : load center) หรือแผงจ่ายไฟอุปกรณ์ไฟฟ้าหลัก เช่น ลิฟต์ เรียกว่า “sub feeder” ซึ่งผู้ถอดแบบสามารถหาความยาวได้จากแผนผังระบบไฟฟ้า (single line diagram) หรือแบบแสดงโครงสร้างของระบบไฟฟ้าภายในอาคาร (riser diagram) แปลนไฟฟ้ากำลังของชั้นนั้นๆ และรูปตัดของอาคาร

การติดตั้งสายป้อน โดยปกติจะทำการร้อยสายอยู่ในท่อร้อยสายหรือรางเดินสายหรือรางเคเบิลยึดติดกับผนังหรือเพดานด้วยอุปกรณ์ยึด (support หรือ hanger) การคิดความยาวลักษณะนี้ ควรจะเผื่อความยาวที่วัดได้ประมาณ 2 % ถึง 10% สำหรับทางเดินสายที่ไม่มีการหักมุมโค้งมาก แต่สำหรับทางเดินสายที่มีการหักมุมโค้งมาก อาจจะต้องมีการเผื่อมากกว่านี้คือ

ประมาณ 10% ถึง 15% เนื่องจากสายป้อนมีราคาค่อนข้างสูง จึงควรถอดความยาวค่อนข้างใกล้เคียงกับที่ใช้จริงหน้างาน

มนตรี เงาเดช (2554) ได้เสนอการคิดเผื่อความยาวของสายป้อน ดังนี้

1) ให้คิดความยาวของสายในช่วงลงตู้ตามแนวดิ่งด้วย โดยปกติขอบตู้ด้านบนจะอยู่สูงจากระดับพื้นประมาณ 1.60 ถึง 1.80 เมตร ยกเว้นตู้ควบคุมไฟฟ้าหลัก (MDB) จะสูงจากระดับพื้นประมาณ 2.20 เมตร ถึง 2.40 เมตร ผู้ถอดแบบให้นำความสูงระหว่างชั้นมาลบความสูงของการติดตั้งตู้ จะได้ความยาวของสายในช่วงลงตู้ตามแนวดิ่ง ดังภาพที่ 10.26



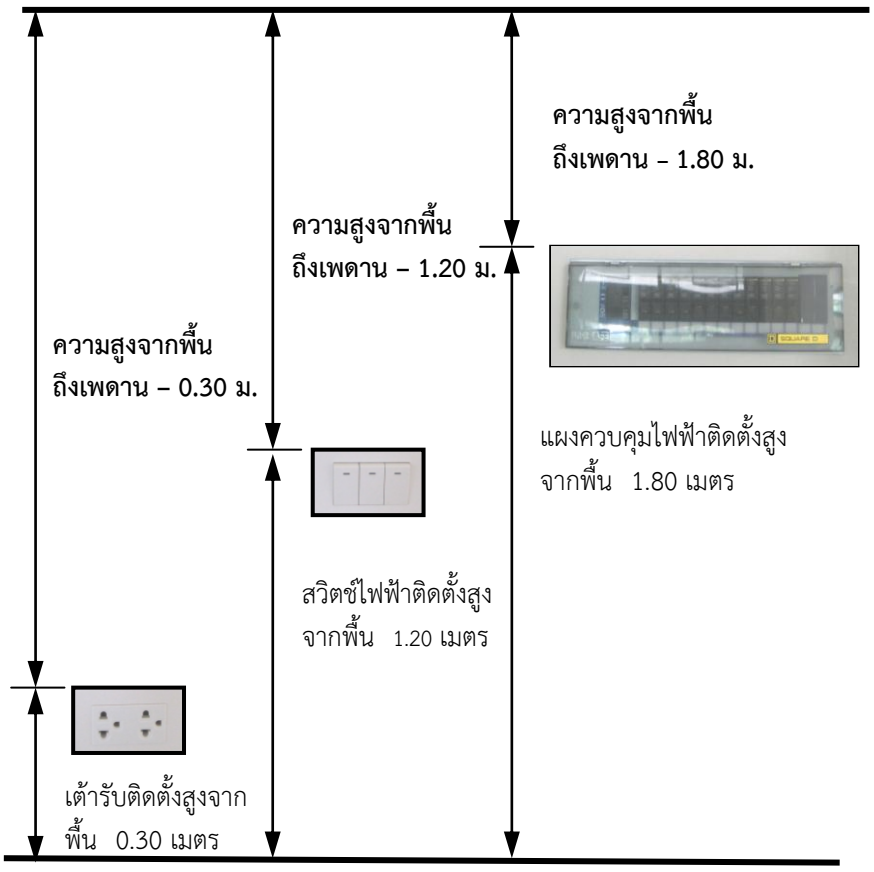
ภาพที่ 10.26 การคิดความยาวสายช่วงลงตู้ MDB

2) ต้องมีการเผื่อความยาวสายลงตู้ เนื่องจากทางเดินสายไฟฟ้าจะสิ้นสุดลงตรงที่ขอบตู้แต่สายไฟฟ้าต้องร้อยลงไปถึงอุปกรณ์ตัดตอนภายในตู้ ดังนั้น ต้องมีการเผื่อความยาวสายลงตู้ด้วย คือ ให้คิดความยาวประมาณ 1 เท่า ถึง 2 เท่าของความยาวของตู้

3) ถ้าในแบบไม่ได้กำหนดแนวทางการเดินของทางเดินสายป้อน ให้คิดว่าการเดินสายป้อนที่ผ่านระหว่างชั้นนั้นเดินสายป้อนอยู่ในช่องท่อไฟฟ้า (shaft) ที่มีอยู่ในแบบแปลนทุกชั้นเสมอ แล้วจึงเดินสายในแนวนอนไปยังตู้ควบคุมตามตำแหน่งในแต่ละชั้นที่มีติดตั้ง

2.2.2 สายวงจรย่อย (branch circuit) การถอดแบบเพื่อหาความยาวของสายไฟฟ้าให้วัดความยาวจากแปลนไฟฟ้าทีละวงจรโดยอาศัยไม้มาตรวัด (scale) ไปตามแนวที่สายจะเดินรวมกับความยาวของสายในทางดิ่งที่เกิดจากการติดตั้งอุปกรณ์โดยส่วนใหญ่จะเป็นการเดินสายจากเพดานลงมายังผนังในตำแหน่งที่ติดตั้งอุปกรณ์ดังภาพที่ 10.27 สวิตช์ ติดตั้งสูงจากพื้น 1.20 เมตร หากความสูงระหว่างชั้นของอาคารเป็น 3.15 เมตร จะได้ความยาวของสายที่ต้องรวมเข้าไปในจุดนี้เป็น 3.15 – 1.20 = 1.95 เมตร หรือ เต้ารับติดตั้งสูงจากพื้น 0.30 เมตร

หากความสูงระหว่างชั้นของอาคารเป็น 3.15 เมตร จะได้ความยาวของสายที่ต้องรวมเข้าไปในจุดนี้เป็น 3.15 – 0.35 = 2.80 เมตร เป็นต้น บันทึกความยาวของสายแต่ละขนาดของวงจรนั้นไว้ จากนั้นจึงวัดความยาวของสายไฟฟ้าในวงจรอื่นจนครบแล้วนำมารวมกันเป็นความยาวสายของทั้งระบบแยกตามชนิดและขนาดของสาย ซึ่งการวัดความยาวสายนั้นมักจะทำควบคู่ไปกับการวัดความยาวท่อ โดยการกำหนดให้เดินท่อเป็นระยะทางสั้นที่สุด จากจุดหนึ่งถึงจุดหนึ่ง ขนาดและจำนวนท่อที่ได้ให้นำไปกรอกข้อมูลในตารางบันทึก เมื่อได้จำนวนความยาวรวมของสายไฟฟ้าแล้วต้องเผื่อค่าสูญเสียอันเกิดจากการติดตั้ง เช่น การเหลือเศษของท่อร้อยสาย เศษของสายไฟฟ้าที่ตัดเผื่อความยาวมากเกินไป หรือความสูญเสียอันเกิดจากความผิดพลาดของผู้ติดตั้งด้วย โดยทั่วไปท่อสายวงจรจะเผื่อค่าสูญเสียไว้ประมาณ 15% ถึง 20% ของความยาวของท่อที่วัดได้ การวัดความยาวรวมถึงการบวกเปอร์เซ็นต์เผื่อแล้วจะได้เป็นความยาวท่อเท่านั้น ส่วนการหาความยาวของสายไฟซึ่งมีจำนวนหลายเส้นในท่อวงจรย่อย เช่น อาจมี 2 เส้น 3 เส้น หรือมากกว่านั้นซึ่งในแบบจะไม่แสดงขนาดของท่อและจำนวนสายไฟไว้ ผู้ถอดแบบต้องอ่านแบบแล้วเข้าใจลักษณะของการเขียนแบบวงจรไฟฟ้าแต่ละแบบ (ดังภาพที่ 10.28 ถึง 10.30) ได้ดีจึงสามารถหาความยาวและจำนวนของสายไฟ รวมถึงขนาดของท่อร้อยสายที่ใช้ได้ใกล้เคียงกับความเป็นจริงที่สุด



ภาพที่ 10.27 ตำแหน่งติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้า

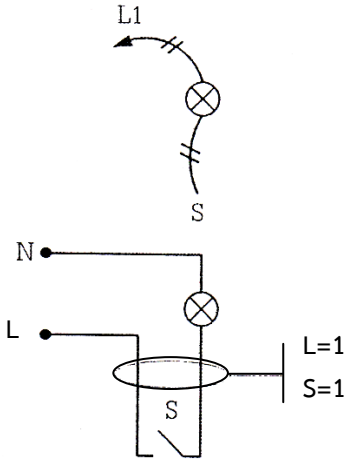
การถอดแบบความยาวของวงจรย่อยโดยละเอียดใช้เวลามากและมีความซับซ้อน แต่มูลค่าของงานมีค่าน้อยมากเมื่อเทียบกับสายประธานเข้าอาคารหรือสายป้อน กรมบัญชีกลาง (2550 : 69) เสนอเกณฑ์ในการหาความยาวของสายวงจรย่อย ดังนี้

1) ความยาวท่อร้อยสายไฟฟ้าวงจรแสงสว่าง คูณด้วย 3 จะเท่ากับความยาวของสายไฟวงจรย่อยแสงสว่าง

2) ความยาวท่อร้อยสายไฟฟ้าวงจรย่อยเต้ารับ คูณด้วย 3.5 จะเท่ากับความยาวของสายไฟวงจรย่อยเต้ารับ

การอ่านแบบวงจรย่อย ผู้ถอดแบบจะต้องสามารถอ่านแบบแล้วเข้าใจลักษณะของการเขียนแบบวงจรไฟฟ้าแต่ละแบบได้ดี ได้แก่ แบบสวิตช์ 1 ชุด ดวงโคม 1 ชุด ดังภาพที่ 10.28 แบบสวิตช์ 2 ชุด ดวงโคม 2 ชุด ดังภาพที่ 10.29 แบบสวิตช์ 3 ชุด ดวงโคม 3 ชุด ดังภาพที่ 10.30 จึงสามารถหาความยาวและจำนวนของสายไฟฟ้า รวมถึงขนาดของท่อร้อยสายที่ใช้ได้ใกล้เคียงกับความเป็นจริงที่สุด

1) สวิตช์ 1 ชุด ดวงโคม 1 ชุด

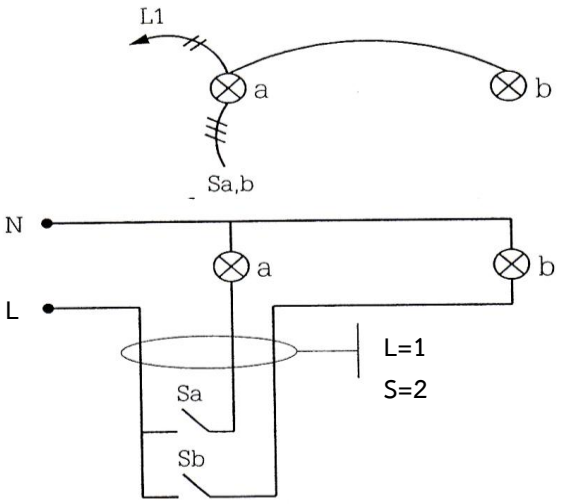


สาย L คือ สายเส้นเฟส (line)
สาย N คือ สายนิวทรัล (neutral)

สำหรับจำนวนสายไฟฟ้า 2 เส้นที่เขียนนั้น
ถ้าไม่ได้แสดงจำนวนเส้นแสดงว่าเป็นสาย 2 เส้น

ภาพที่ 10.28 แบบการเดินสายสวิตช์ 1 ชุด ดวงโคม 1 ชุด
ที่มา : ดัดแปลงจาก จาริณี ม้าแก้ว. (2553) : 92.

2) สวิตช์ 2 ชุด ดวงโคม 2 ชุด

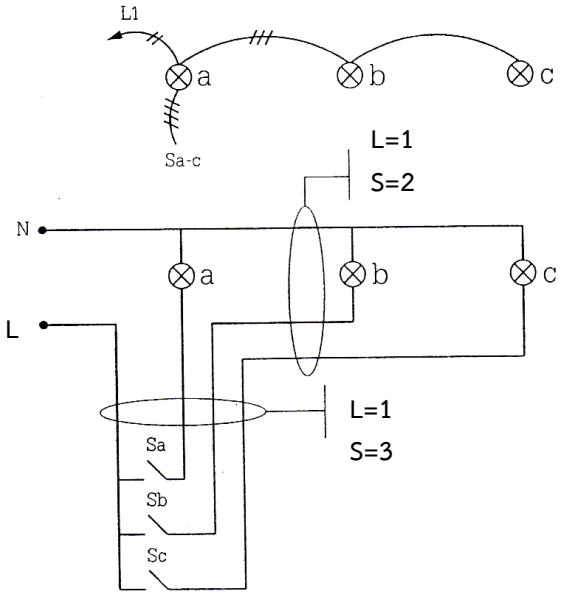


สาย L คือ สายเส้นเฟส (line)
สาย N คือ สายนิวทรัล (neutral)

สำหรับจำนวนสายไฟฟ้า 2 เส้นที่เขียนนั้น
ถ้าไม่ได้แสดงจำนวนเส้นแสดงว่าเป็นสาย 2 เส้น

ภาพที่ 10.29 แบบการเดินสายสวิตช์ 2 ชุด ดวงโคม 2 ชุด
ที่มา : ดัดแปลงจาก จารินี ม้าแก้ว. (2553) : 93.

3) สวิตช์ 3 ชุด ดวงโคม 3 ชุด



สาย L คือ สายเส้นเฟส (line)
สาย N คือ สายนิวทรัล (neutral)

สำหรับจำนวนสายไฟฟ้า 2 เส้นที่เขียนนั้น
ถ้าไม่ได้แสดงจำนวนเส้นแสดงว่าเป็นสาย 2 เส้น

ภาพที่ 10.30 แบบการเดินสายสวิตช์ 3 ชุด ดวงโคม 3 ชุด
ที่มา : ดัดแปลงจาก จารินี ม้าแก้ว. (2553) : 93.

2.2.3 ท่อร้อยสายไฟฟ้า การหาจำนวนของท่อร้อยสายไฟฟ้าตามชนิดและขนาดของท่อร้อยสายไฟฟ้า ในการวัดความยาวท่อร้อยสายไฟฟ้าจะต้องกำหนดแนวเดินท่อก่อน โดยพิจารณาจากจำนวนสายไฟฟ้าที่ผ่านไปยังแต่ละส่วน การวางแนวท่อร้อยสายไฟฟ้าในแบบนั้นจะประหยัดหรือไม่จึงขึ้นอยู่กับประสบการณ์และความละเอียดของผู้ถอดแบบในการอ่านแบบ จึงควรใช้เวลาในการพิจารณาให้พอเหมาะเพื่อหาแนวเดินท่อร้อยสายไฟฟ้าที่สั้นและประหยัดที่สุด ซึ่งการเดินท่อต้องคำนึงถึงการเดินท่ออ้อมตามหน้าตัดคานและอุปกรณ์อื่น เมื่อวางแนวท่อร้อยสายไฟฟ้าที่แปลนแล้วทำการวัดความยาวด้วยไม้มาตรวัด รวมกับความยาวของสายในทางดิ่งที่เกิดจากการติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้าโดยส่วนใหญ่จะเป็นการเดินท่อจากเพดานลงมายังผนังหรือฝังผนังจนถึงตำแหน่งที่ติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้า จากนั้นให้นำปริมาณไปกรอกในตารางบันทึก

2.3 อุปกรณ์ไฟฟ้า การถอดแบบเพื่อหาจำนวนอุปกรณ์ไฟฟ้าที่นับได้ให้ถอดหน่วยนับเป็นชุดโดยเน้นอุปกรณ์ที่มีปรากฏในแบบก่อสร้าง ได้แก่ เต้ารับไฟฟ้า เต้ารับโทรศัพท์ เต้ารับโทรทัศน์ อุปกรณ์แจ้งเตือนระบบไฟไหม้ อุปกรณ์สายสัญญาณระบบเสียง เครื่องปรับอากาศ เครื่องทำน้ำอุ่น เตาไฟฟ้า เครื่องดูดควัน พัดลมไฟฟ้า รวมถึงอุปกรณ์ไฟฟ้าอื่นที่มีอยู่ในแบบก่อสร้างและรายการประกอบแบบ ให้ถอดแบบแยกตามห้องตามชั้นแล้วนำมารวมกันเป็นจำนวนทั้งหมด

สำหรับสวิตช์ไฟฟ้าและเต้ารับมักมีลักษณะเป็นชุด ประกอบด้วย

2.3.1 จำนวนกล่องต่อสาย ซึ่งมีค่าเท่ากับจำนวนจุดของเต้ารับบวกจำนวนจุดของสวิตช์ไฟฟ้า

2.3.2 จำนวนแกนหน้ากาก และหน้ากาก สามารถรับสวิตช์ไฟฟ้าหรือเต้ารับตั้งแต่ 1 ถึง 3 ตัวต่อชุด ให้พิจารณาจากตำแหน่งในแปลนว่าในตำแหน่งนั้นควรใช้แบบกี่ตัวต่อชุดจึงเหมาะสม

2.3.3 จำนวนตัวสวิตช์ไฟฟ้าและเต้ารับซึ่งเป็นตัวเดียวให้นับตามจุดที่ระบุในแปลนไฟฟ้าและแสงสว่างแต่ละชั้น (มนตรี เงาเดช. 2554)

2.4 อุปกรณ์แสงสว่าง การถอดอุปกรณ์ไฟฟ้าที่นับได้ให้ถอดหน่วยนับเป็นชุดแยกตามคุณลักษณะโดยเน้นที่อุปกรณ์ที่มีปรากฏในแบบก่อสร้าง ได้แก่ ดวงโคม สวิตช์ไฟฟ้า อุปกรณ์หรี่แสงไฟดวงโคมฉุกเฉิน และอุปกรณ์แสงสว่างอื่นที่มีอยู่ในแบบก่อสร้างและรายการประกอบแบบ ให้ถอดแบบเป็นชุดตามแยกตามห้องตามชั้นแล้วนำมารวมกันเป็นจำนวนทั้งหมด

2.5 อุปกรณ์ประกอบ (accessories) ได้แก่ อุปกรณ์ยึดโยงที่ใช้ประกอบการเดินสายไฟฟ้า หรือวัสดุเดินสาย ได้แก่ กล่องต่อสายและอุปกรณ์ในการติดตั้ง (locknut & bushing) โดยปกติจำนวน กล่องต่อสายจะมีจำนวนเท่ากับดวงโคม บวกเผื่อ 10% ของจำนวนท่อนของท่อและอุปกรณ์ในการติดตั้งนั้น มีจำนวนเท่ากับจำนวนกล่องต่อสายคูณด้วย 2 (มนตรี เงาเดช. 2554)

3.ระบบต่อลงดิน การหาปริมาณวัสดุระบบต่อลงดิน ผู้ถอดแบบต้องพิจารณาข้อมูลเพื่อใช้ในการสืบราคาต่อชุด ดังนี้

3.1 แบบและชนิดของแท่งตัวนำในดิน

3.2 ขนาดและความยาวของสายไฟฟ้าและท่อร้อยสายไฟฟ้า ซึ่งต่อระหว่างแท่งตัวนำในดินทั้งหมด

3.3 ขนาดและความยาวของสายไฟฟ้าและท่อร้อยสายไฟฟ้าซึ่งต่ออุปกรณ์แต่ละอันลงดิน

3.4 อุปกรณ์ช่วยในการติดตั้ง

ตารางบันทึกการถอดแบบหาอุปกรณ์ไฟฟ้าและสื่อสารที่นับได้

สัญลักษณ์ / ชั้น	ดวงโคม						สวิตช์			เต้ารับ		พัดลม	
	○	▭	□	⊗			S	2S	3S	⏀	⏀	Ⓕ	
1													
2													
3													
...													
...													
รวมจำนวน (ชุด)													

แผงสวิตช์อัตโนมัติประจำชั้น											
ชื่อ	จำนวนวงจร – เฟส						Main CB	Branches CB			
	12-3	18-3	24-3	30-3	36-3	42-3	50-3P	15AT-1P	20AT-1P	30AT-1P	20AT-3P
L1											
L2											
L3											
...											
...											
รวมจำนวน (ชุด)											

ภาพที่ 10.31 ตารางบันทึกการถอดแบบหาอุปกรณ์ไฟฟ้าที่นับได้

ที่มา : กรมบัญชีกลาง, กระทรวงการคลัง. (2550) : 74.

ตารางบันทึกการถอดแบบหาทางเดินสายและสายไฟฟ้า

	ท่อสายป้อน (feeder)									
ชั้น	1”E	1 ¼”E	1 ½”E	2”E	1”I	2”I	3”I	4”x4” WW	1200A BD	
1										
2										
3										
...										
...										
รวมจำนวน (เมตร)										

	สาย THW (ตร.มม.)									
ชั้น	6	10	16	25	35	50	120	240	300	
1										
2										
3										
...										
...										
รวมจำนวน (เมตร)										

ภาพที่ 10.32 ตารางบันทึกการถอดแบบหาอุปกรณ์ไฟฟ้าที่นับได้
ที่มา : กรมบัญชีกลาง, กระทรวงการคลัง. (2550) : 75.

ตารางบันทึกการถอดแบบหาทางเดินสายและสายไฟฟ้า

	ท่อสายวงจรย่อย (branches)					สายTHW (ตร.มม.)				สายNYY (ตร.มม.)	
ชั้น	½"E	¾"E	1"E	¾"I	½"F	10	2.5			2/c2.5	2/c-4
1											
2											
3											
...											
...											
รวมจำนวน											

	ท่อสายป้อน (feeder)												
ชั้น													
1													
2													
3													
...													
...													
รวมจำนวน													

ภาพที่ 10.32 (ต่อ)

ที่มา : กรมบัญชีกลาง, กระทรวงการคลัง. (2550) : 75.

ตารางบันทึกการถอดแบบหาอุปกรณ์ไฟฟ้าและสื่อสารที่นับได้

สัญลักษณ์	รายละเอียดของอุปกรณ์	จากแบบแผ่นที่	จำนวน (ชุด)					รวมจำนวน
			แปลนชั้นที่ 1	แปลนชั้นที่ 2	แปลนชั้นที่ 3	แปลนชั้นที่ 4	แปลนชั้นที่...	

ภาพที่ 10.33 ตารางบันทึกการถอดแบบหาอุปกรณ์ไฟฟ้าที่นับได้
ที่มา : กรมบัญชีกลาง, กระทรวงการคลัง. (2550) : 76.

ตารางบันทึกการถอดแบบหารางเดินสายไฟฟ้าและสายไฟฟ้า

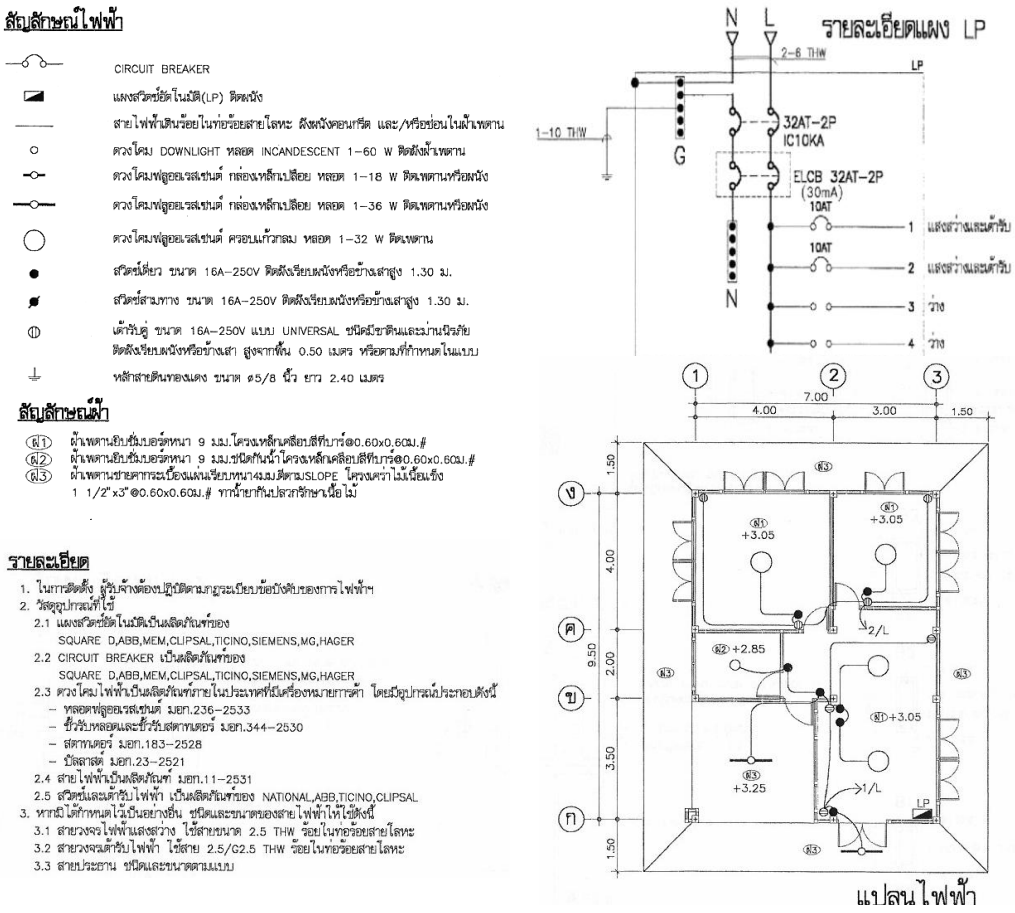
จากแบบแผ่นที่	สายป้อน		รายละเอียดของอุปกรณ์	ความยาวของวงจร (เมตร)	ชนิดของท่อ			ชนิดของสาย	
	จาก	ไปยัง							

ภาพที่ 10.34 ตารางบันทึกการถอดแบบหารางเดินสายไฟฟ้าและสายไฟฟ้า
ที่มา : กรมบัญชีกลาง, กระทรวงการคลัง. (2550) : 77.

ตัวอย่างการถอดแบบหาปริมาณงานไฟฟ้าและแสงสว่าง

จากแบบ ก่อสร้างบ้านครอบครัวไทยเป็นสุข 1 ผู้ถอดแบบจำเป็นต้องศึกษาสัญลักษณ์ไฟฟ้า และแบบแสดงการจ่ายไฟฟ้า และแบบแปลนไฟฟ้า (ดังภาพที่ 10.35) เพื่ออ่านแบบ ถอดแบบหาปริมาณวัสดุอุปกรณ์ บริภัณฑ์ไฟฟ้า ดังตัวอย่าง

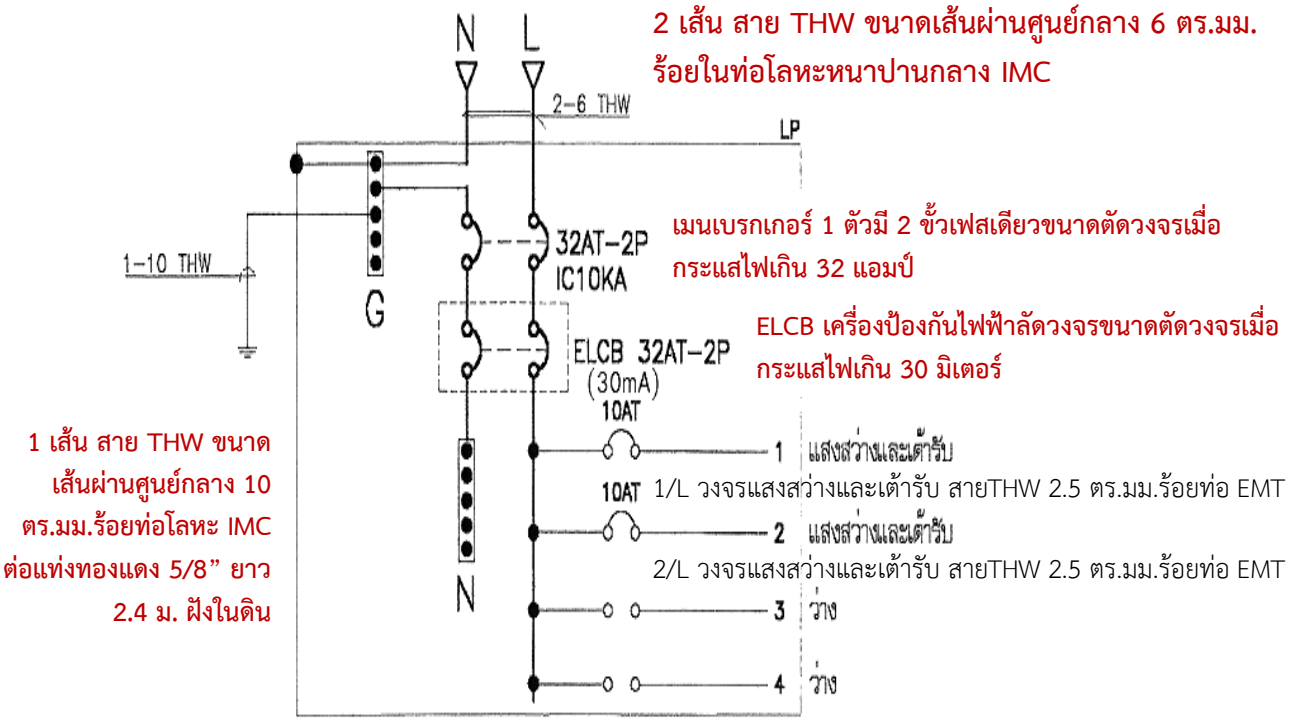
1.ให้หารายการวัสดุอุปกรณ์ระบบไฟฟ้า

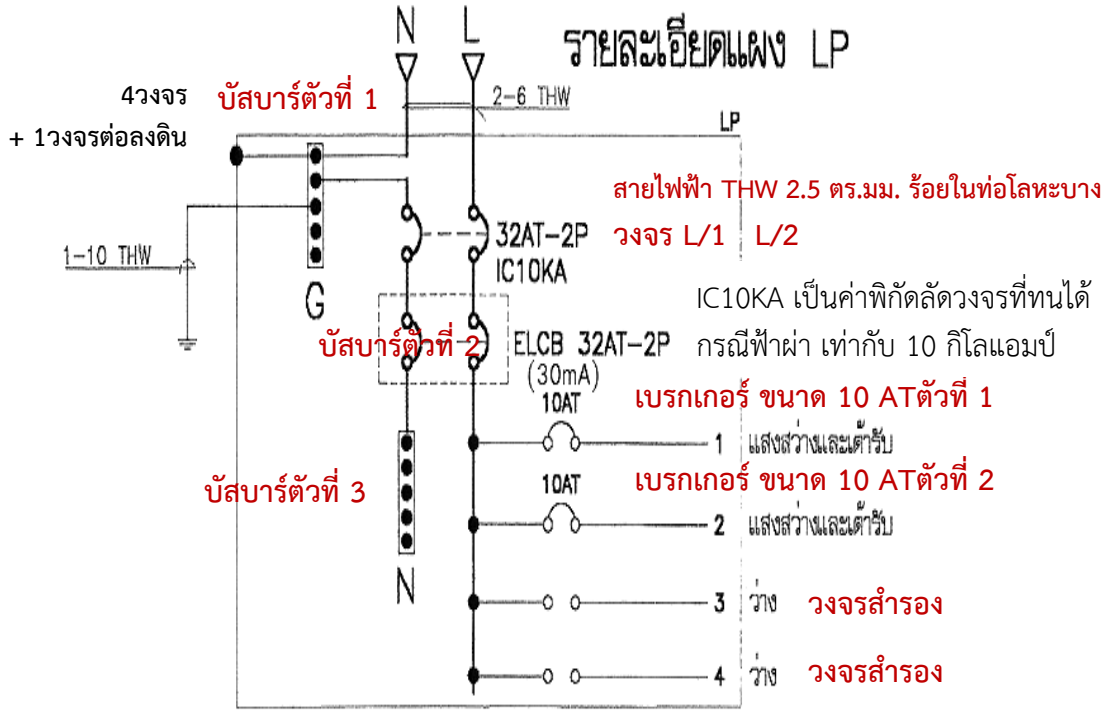


ภาพที่ 10.35 แบบระบบไฟฟ้าและสื่อสาร

วิธีทำ ให้อ่านแบบจากแบบแสดงการจ่ายไฟฟ้าภายในอาคารของตู้ควบคุมหลัก (single line diagram) เพื่อหาปริมาณอุปกรณ์ไฟฟ้า ดังนี้

N = ไม่มี กระแสไฟ L = มี กระแสไฟ





ภาพที่ 10.36 การอ่านแบบระบบไฟฟ้าเพื่อหาปริมาณวัสดุ

ตอบ จากการอ่านแบบระบบไฟฟ้าของแบบก่อสร้างบ้านครอบครัวไทยเป็นสุข 1 สามารถถอดปริมาณวัสดุอุปกรณ์ได้ ดังนี้

1) ตู้ควบคุมไฟฟ้าหลัก (main board) ขนาด 32 AT 4วงจร จำนวน 1 ชุด

2) เซอร์กิตเบรกเกอร์ จำนวน 3 ชุด แบ่งเป็น

2.1) เมนเซอร์กิตเบรกเกอร์ มี 2 ขั้วเฟสเดียว ขนาดตัดวงจรเมื่อกระแสไฟเกิน 32 แอมป์ (32 AT) จำนวน 1 ชุด

2.2) เบรกเกอร์ ขนาดตัดวงจรเมื่อกระแสไฟเกิน 10 แอมป์ (10 AT) จำนวน 2 ชุด

3) บัสบาร์ จำนวน 3 ชุด

4) เครื่องตัดไฟอัตโนมัติ ขนาดตัดวงจรเมื่อกระแสไฟเกิน 32 แอมป์ (32 AT) จำนวน 1 ชุด

5) แท่งหลักลงดิน เป็นแท่งทองแดง ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 5/8” ยาว 2.40 เมตร ฝังในดิน

6) สาย THW ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 6 ตารางมิลลิเมตร ร้อยในท่อโลหะหนาปานกลาง IMC จำนวน 2 เส้น ความยาวจากมาตรวัดไฟฟ้าไฟฟ้าบนเสาไฟฟ้าถึงตู้ควบคุม

7) สาย THW ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 10 ตารางมิลลิเมตร ร้อยท่อโลหะหนาปานกลาง IMC จำนวน 1 เส้น ความยาวจากตู้ควบคุมถึงตำแหน่งต่อแท่งทองแดง 5/8” ยาว 2.4 เมตร ฝังใน

8) สาย THW ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2.5 ตารางมิลลิเมตร ร้อยท่อโลหะบาง EMT สำหรับวงจรแสงสว่างและเต้ารับ 1/ L ความยาววัดจากแปลนวงจร 1/ L จากตู้ควบคุมถึงอุปกรณ์รวมระยะแนวดิ่ง สำหรับวงจรเต้ารับให้เพิ่มสาย G 1 เส้นวัดความยาวจากตู้ควบคุมถึงอุปกรณ์รวมระยะแนวดิ่ง

9) สาย THW ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2.5 ตารางมิลลิเมตร ร้อยท่อโลหะบาง EMT สำหรับวงจรแสงสว่างและเต้ารับ 2/ L ความยาววัดจากแปลนวงจร 2/ L จากตู้ควบคุมถึงอุปกรณ์รวมระยะแนวดิ่ง สำหรับวงจรเต้ารับให้เพิ่มสาย G 1 เส้นวัดความยาวจากตู้ควบคุมถึงอุปกรณ์รวมระยะแนวดิ่ง

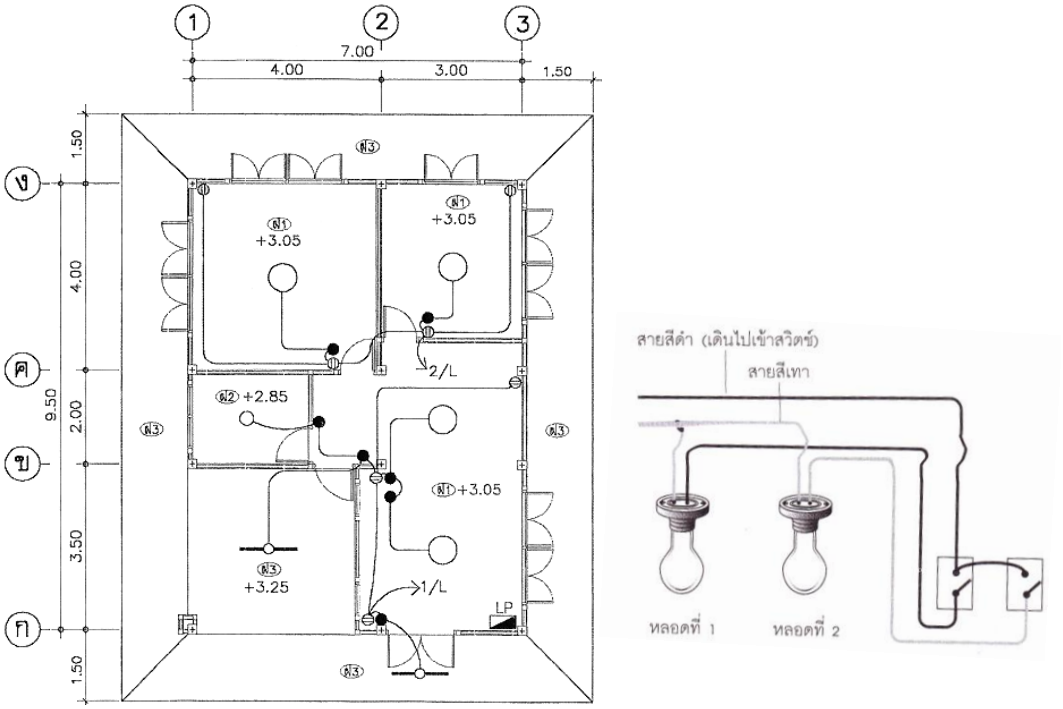
2.จากแบบก่อสร้างบ้านครอบครัวไทยเป็นสุข 1 การถอดแบบหาปริมาณสายไฟฟ้าจากเมนสวิตช์เข้าสวิตช์ ดวงโคม และเต้ารับที่ห้องรับแขกและห้องรับประทานอาหาร (หน่วยนับเป็นเมตร)

วิธีทำ ก่อนที่จะทำการถอดแบบให้หาความยาวของสายไฟฟ้าและท่อร้อยสายไฟฟ้าให้หาระยะความยาวแนวดิ่งจากระดับฝ้าเพดานที่ท่อร้อยสายไฟฟ้าหรือสายไฟฟ้าเดินอยู่ในแนวนอนมายังอุปกรณ์แต่ละชนิดเพื่อหาระยะในแนวดิ่งได้ ดังนี้

จากรูปตัด ความสูงจากพื้นถึงระดับฝ้าเพดาน เป็น 2.70 เมตร

- ระยะแนวดิ่งของสายไฟฟ้าและท่อร้อยสายไฟฟ้าจากฝ้าเพดานมายังเมนสวิตช์เป็น 2.70 – 1.80 = 0.90 เมตร

- ระยะแนวดิ่งของสายไฟฟ้าและท่อร้อยสายไฟฟ้าจากฝ้าเพดานมายังสวิตช์เป็น 2.70 – 1.20 = 1.50 เมตร
- ระยะแนวดิ่งของสายไฟฟ้าจากสวิตช์มายังฝ้าเพดานเป็น 2.70 – 1.20 = 1.50 เมตร
- ระยะแนวดิ่งของสายไฟฟ้าและท่อร้อยสายไฟฟ้าจากฝ้าเพดานมายังเต้ารับเป็น 2.70 – 0.30 = 2.40 เมตร



ภาพที่ 10.37 แปลนไฟฟ้าและแสงสว่าง

ต่อจากนั้นให้ทำการหาความยาวของสายไฟฟ้าและท่อร้อยสายไฟฟ้าซึ่งเป็นการวัดระยะความยาวในแนวนอนและรวมระยะแนวดิ่งแล้ว ซึ่งมีวิธีการทำ 2 วิธี วิธีที่ 1 เป็นการหาความยาวของสายโดยยึดผังการต่อสายเป็นหลัก และวิธีที่ 2 เป็นวิธีการตามหลักเกณฑ์ของกรมบัญชีกลาง ดังนี้

วิธีที่ 1

วิธีทำ

ก.การหาปริมาณสายไฟฟ้าวงจรแสงสว่าง จากภาพที่ 10.37 และผังการต่อหลอดไฟ 2 ดวงควบคุมโดยใช้สวิตช์ไฟฟ้าแยกคนละดวง สามารถถอดแบบหาปริมาณสายไฟฟ้าโดยแบ่งเป็น

สาย L สายสีดำ

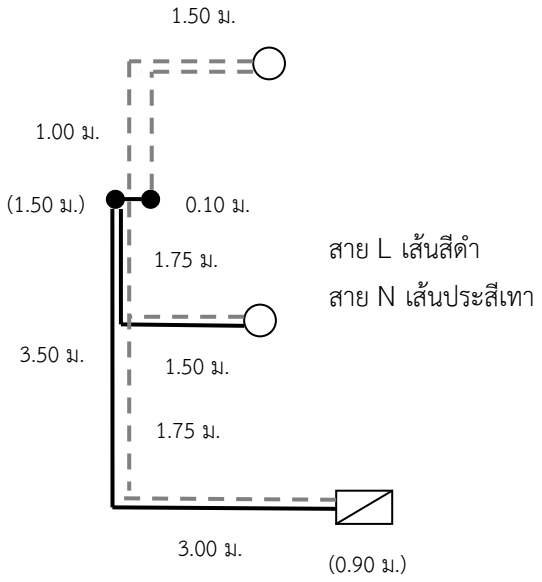
1) สายไฟฟ้าจากเมนสวิตช์เข้าสวิตช์ฟ้า 1 เข้าสวิตช์ไฟฟ้า 2 ให้ความยาววัดจากแปลนจากเมนสวิตช์ถึงเข้าสวิตช์ไฟฟ้า 1 เข้าสวิตช์ไฟฟ้า 2 รวมระยะแนวดิ่ง
= (0.90) + 3.00 + 3.50 + (1.50) + 0.10 ม.
= 9.00 เมตร
2) สายไฟฟ้าจากสวิตช์ไฟฟ้า 1 เข้าดวงโคม 1 ให้ความยาววัดจากแปลนจากสวิตช์ 1 เข้าดวงโคม 1 รวมระยะแนวดิ่ง = (1.50) + 1.75 + 1.50
= 4.75 เมตร

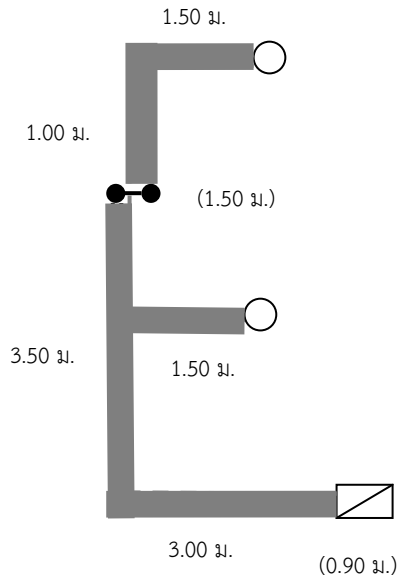
สาย N สายสีเทา

3) สายไฟฟ้าจากเมนสวิตช์เข้าดวงโคม 1 และดวงโคม 2 ให้ความยาววัดจากแปลนจากเมนสวิตช์ถึงดวงโคม 1 และดวงโคม 2 รวมระยะแนวดิ่ง
= (0.90) + 3.00 + 1.75 + 1.50 + 1.75 + 1.50 + 1.00
= 11.40 เมตร
4) สายไฟฟ้าจากสวิตช์ไฟฟ้า 2 เข้าดวงโคม 2 ให้ความยาววัดจากแปลนจากสวิตช์ 2 ถึงดวงโคม 2 รวมระยะแนวดิ่ง = (1.50) + 1.00 + 1.50
= 4.00 เมตร
รวมสายไฟฟ้าทั้งสองเส้น = 9.00 + 4.75 + 11.40 + 4.00
= 29.15 เมตร
หมายเหตุ : ตัวเลขในวงเล็บคือระยะในแนวดิ่ง

ตอบ จากแบบก่อสร้างบ้านครอบครัวไทยเป็นสุข 1 ห้องรับแขกและห้องประทานอาหารมีปริมาณสายไฟฟ้าชนิดสาย THW ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2.5 ตารางมิลลิเมตร จากเมนสวิตช์เข้าสวิตช์ไฟฟ้าและดวงโคม 2 ชุดที่ห้องรับแขก และห้องรับประทานอาหารมีความยาวรวม 29.15 เมตร

ข.การหาปริมาณท่อร้อยสายไฟฟ้าวงจรแสงสว่าง จากภาพที่ 10.37 และผังการต่อหลอดไฟ 2 ดวงควบคุมโดยใช้สวิตช์แยกคนละดวง สามารถถอดแบบหาปริมาณท่อร้อยสายไฟฟ้าชนิดท่อโลหะบาง (EMT) โดยสามารถเขียนผังการเดินสายไฟฟ้าได้ตามภาพที่ 10.38





ก **ข**

ภาพที่ 10.38 ก ผังการเดินสายไฟฟ้าวงจรแสงสว่างของห้องรับแขกและห้องรับประทานอาหาร
ภาพที่ 10.38 ข ผังการเดินท่อร้อยสายไฟฟ้าวงจรแสงสว่างของห้องรับแขกและห้องรับประทานอาหาร

จากภาพที่ 10.38 ข หาความยาวท่อโดยวัดจากแปลนจากเมนสวิตช์ถึงสวิตช์ไฟฟ้าและดวงโคม 1 ดวงโคม 2 รวมระยะแนวดิ่ง = (0.90) + 3.00 + 3.50 + 1.50 + (1.50) + 1.00 + 1.50

= 12.90 เมตร

จากหลักเกณฑ์ของกรมบัญชีกลางให้เผื่อค่าสูญเสียอันเกิดจากการติดตั้ง 15% ถึง 20% ของความยาวของท่อที่วัดได้ ในที่นี้ใช้ค่าเผื่อค่าสูญเสียอันเกิดจากการติดตั้ง 15%

จะได้ = 12.90 x 1.15

= 14.835 เมตร

คิดเป็นท่อน = 14.835 / 3 เมตร

= 4.945 ท่อน

คิดเป็น = 5 ท่อน

จากหลักเกณฑ์ของ มนตรี เงาเดช การหากล่องต่อสายและอุปกรณ์ในการติดตั้ง โดยปกติจำนวน กล่องต่อสายจะมีจำนวนเท่ากับดวงโคม บวกเผื่อ 10% ของจำนวนท่อนของท่อและอุปกรณ์ locknut & bushing นั้น มีจำนวนเท่ากับจำนวนกล่องต่อสายคูณด้วย 2 (มนตรี เงาเดช. 2554)

จากภาพที่ 10.37 ห้องรับแขกและห้องรับประทานอาหารมีดวงโคม 2 ดวง จะได้กล่องต่อสายและอุปกรณ์ในการติดตั้ง

จำนวนกล่องต่อสาย = 2 + (10% ของ 5 ท่อน)

= 2 + 0.5

= 2.5 อัน

= 3 อัน

จำนวนอุปกรณ์ในการติดตั้ง locknut & bushing = จำนวนกล่องต่อสาย x 2

= 3 x 2

= 6 อัน

ตอบ จากแบบก่อสร้างบ้านครอบครัวไทยเป็นสุข 1 ห้องรับแขกและห้องประทานอาหารมีปริมาณ

1) ท่อร้อยสายไฟฟ้าชนิดโลหะบาง (EMT) จากเมนสวิตช์ถึงสวิตช์และดวงโคม 1 ดวง โคม 2 รวมระยะแนวดิ่ง มีความยาวรวม 12.90 เมตร คิดเป็น 5 ท่อน

2) กล่องต่อสาย จำนวน 3 อัน

3) อุปกรณ์ในการติดตั้ง จำนวน 6 อัน

ค. การหาปริมาณสายไฟฟ้าวงจรเต้ารับ จากภาพที่ 10.37 ให้วัดความยาวของสายไฟฟ้าจากเมนสวิตช์เข้าเต้ารับ 1 เต้ารับ 2 และเต้ารับ 3 จากแปลนรวมระยะแนวดิ่งด้วย ดังภาพที่ 10.38 ก

ความยาวของสายไฟฟ้าจากเมนสวิตช์เข้าเต้ารับ 1 และ เต้ารับ 2 รวมระยะแนวดิ่ง

= (0.90) + 3.00 + (2.40) + 3.50 + (2.40) + 2.00 + 3.00 + (2.40)

= 19.60 เมตร

สายไฟฟ้าเข้าเต้ารับ มี 3 สาย (สาย L สาย N และสาย G)

จำนวนสายไฟฟ้าที่ใช้ = 19.60 x 3

= 58.80 เมตร

ตอบ จากแบบก่อสร้างบ้านครอบครัวไทยเป็นสุข 1 ห้องรับแขกและห้องประทานอาหารมีปริมาณสายไฟฟ้าชนิด THW ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2.5 ตารางมิลลิเมตร จากเมนสวิตช์เข้าเต้ารับ 1 และ เต้ารับ 2 รวมระยะแนวดิ่งมีความยาวรวม 58.80 เมตร

ง.การหาปริมาณท่อร้อยสายไฟฟ้าวงจรเต้ารับ จากภาพที่ 10.37 ให้วัดความยาวของท่อร้อยสายไฟฟ้าจากเมนสวิตช์เข้าเต้ารับ 1 เต้ารับ 2 และเต้ารับ 3 จากแปลนรวมระยะแนวดิ่งด้วย ดังภาพที่ 10.39 ข

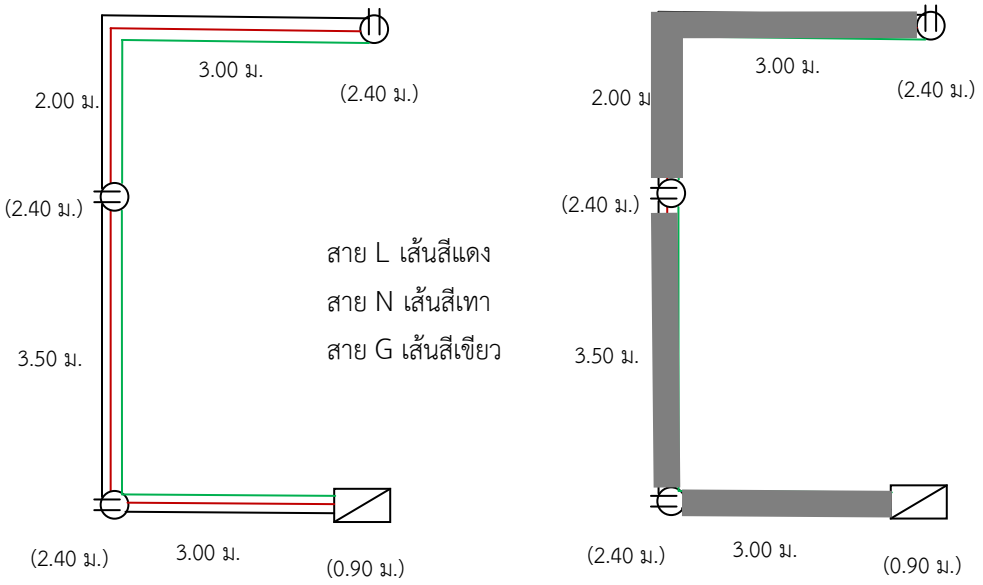
ความยาวของท่อร้อยสายไฟฟ้าจากเมนสวิตช์เข้าเต้ารับ 1 และ เต้ารับ 2 รวมระยะแนวดิ่ง = (0.90) + 3.00 + (2.40) + 3.50 + (2.40) + 2.00 + 3.00 + (2.40)

= 19.60 เมตร

คิดเป็นท่อน = 19.60 / 3 เมตร

= 6.533 ท่อน

คิดเป็น = 7 ท่อน



ก **ข**

ภาพที่ 10.39 ก ผังการเดินสายไฟฟ้าวงจรเต้ารับของห้องรับแขกและห้องรับประทานอาหาร
ภาพที่ 10.39 ข ผังการเดินท่อร้อยสายวงจรเต้ารับของห้องรับแขกและห้องรับประทานอาหาร

จากหลักเกณฑ์ของมนตรี เงาเดช การหากล่องต่อสายและอุปกรณ์ในการติดตั้ง locknut & bushing โดยปกติจำนวน กล่องต่อสายจะมีจำนวนเท่ากับเต้ารับ บวกเผื่อ 10% ของจำนวนท่อนของท่อ และอุปกรณ์ locknut & bushing นั้น มีจำนวนเท่ากับจำนวนกล่องต่อสายคูณด้วย 2 (มนตรี เงาเดช. 2554)

จากภาพที่ 10.37 ห้องรับแขกและห้องรับประทานอาหารมีเต้ารับ 3 ชุด จะได้กล่องต่อสายและอุปกรณ์ในการติดตั้ง locknut & bushing

จำนวนกล่องต่อสาย = 3 + (10% ของ 7 ท่อน)
= 3 + 0.7
= 3.7 อัน
= 4 อัน

จำนวนอุปกรณ์ในการติดตั้ง locknut & bushing = จำนวนกล่องต่อสาย x 2
= 4 x 2
= 8 อัน

ตอบ จากแบบก่อสร้างบ้านครอบครัวไทยเป็นสุข 1 ห้องรับแขกและห้องประทานอาหารมีปริมาณ

1) ท่อร้อยสายไฟฟ้าชนิดโลหะบาง (EMT) จากเมนสวิตช์เข้าเต้ารับ 1 เต้ารับ 2 และเต้ารับ 3 รวมระยะแนวดิ่งมีความยาวรวม 19.60 เมตร คิดเป็น 7 ท่อน

2) กล่องต่อสาย จำนวน 4 อัน

3) อุปกรณ์ในการติดตั้ง จำนวน 8 อัน

วิธีที่ 2

จากหลักเกณฑ์ของกรมบัญชีกลาง (2550 : 69) การถอดแบบความยาวของวงจรย่อยโดยละเอียดตามวิธีที่ 1 ใช้เวลามากและมีความซับซ้อน แต่มูลค่าของงานมีค่าน้อยมากเมื่อเทียบกับสายประธานเข้าอาคารหรือสายป้อน กรมบัญชีกลางเสนอเกณฑ์ให้ใช้เป็นหลักเกณฑ์ในการหาความยาวของสายวงจรย่อย ดังนี้

1) ความยาวท่อร้อยสายไฟฟ้าวงจรแสงสว่าง คูณด้วย 3 จะเท่ากับความยาวของสายไฟฟ้าวงจรย่อยแสงสว่าง

2) ความยาวท่อร้อยสายไฟฟ้าวงจรย่อยเต้ารับ คูณด้วย 3.5 จะเท่ากับความยาวของสายไฟฟ้าวงจรย่อยเต้ารับ

วิธีทำ

ก.การหาปริมาณท่อร้อยสายไฟฟ้าวงจรแสงสว่าง จากเมนสวิตช์ถึงสวิตช์ไฟฟ้าและดวงโคม 1 ดวงโคม 2 รวมระยะแนวดิ่ง มีความยาวรวม 14.835 ม.

จากภาพที่ 10.38 ข หาความยาวท่อโดยวัดจากแปลนจากเมนสวิตช์ถึงสวิตช์ไฟฟ้าและดวงโคม 1 ดวงโคม 2 รวมระยะแนวดิ่ง = (0.90) + 3.00 + 3.50 + 1.50 + (1.50) + 1.00 + 1.50

= 12.90 เมตร

จากหลักเกณฑ์ของกรมบัญชีกลางให้เผื่อค่าสูญเสียอันเกิดจากการติดตั้ง 15% ถึง 20% ของความยาวของท่อที่วัดได้ ในที่นี้ใช้ค่าเผื่อค่าสูญเสียอันเกิดจากการติดตั้ง 15%

จะได้ = 12.90 x 1.15

= 14.835 เมตร

คิดเป็นท่อน = 14.835 / 3 เมตร

= 4.945 ท่อน

คิดเป็น = 5 ท่อน

ข.การหาปริมาณของสายไฟฟ้าวงจรแสงสว่าง จากเมนสวิตช์ถึงสวิตช์และดวงโคม 1 ดวงโคม 2 รวมระยะแนวดิ่ง

ความยาวของสายไฟวงจรย่อยแสงสว่าง = ความยาวท่อร้อยสายวงจรแสงสว่าง x 3

= 14.835 x 3

= 44.505 เมตร

ตอบ จากแบบก่อสร้างบ้านครอบครัวไทยเป็นสุข 1 ห้องรับแขกและห้องประทานอาหารมีปริมาณ

1) ท่อร้อยสายไฟฟ้าชนิดโลหะบาง (EMT) จากเมนสวิตช์ถึงสวิตช์และดวงโคม 1 ดวงโคม 2 รวมระยะแนวดิ่ง มีความยาวรวม 14.835 เมตร คิดเป็น 5 ท่อน

2) สายไฟฟ้าชนิด THW ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2.5 ตารางมิลลิเมตร จากเมนสวิตช์เข้าดวงโคม 1 และ ดวงโคม 2 รวมระยะแนวดิ่งมีความยาวรวม 44.505 เมตร

ค.การหาปริมาณท่อร้อยสายไฟฟ้าวงจรย่อยเต้ารับ จากเมนสวิตช์ถึงสวิตช์ไฟฟ้าและเต้ารับ 1 เต้ารับ 2 และเต้ารับ 3 รวมระยะแนวดิ่ง

จากภาพที่ 10.37 ให้วัดความยาวของท่อร้อยสายไฟฟ้าจากเมนสวิตช์เข้าเต้ารับ 1 เต้ารับ 2 และเต้ารับ 3 จากแปลนรวมระยะแนวดิ่งด้วย ดังภาพที่ 10.39 ข

ความยาวของท่อร้อยสายไฟฟ้าจากเมนสวิตช์เข้าเต้ารับ 1 และ เต้ารับ 2 รวมระยะแนวดิ่ง = (0.90) + 3.00 + (2.40) + 3.50 + (2.40) + 2.00 + 3.00 + (2.40)

= 19.60 เมตร

คิดเป็นท่อน = 19.60 / 3 เมตร

= 6.533 ท่อน

คิดเป็น = 7 ท่อน

ง.การหาปริมาณของสายไฟฟ้าวงจรเต้ารับ จากเมนสวิตช์ถึงเต้ารับ 1 เต้ารับ 2 และเต้ารับ 3 รวมระยะแนวดิ่ง

ความยาวของสายไฟฟ้าวงจรย่อยเต้ารับ = ความยาวท่อร้อยสายวงจรเต้ารับ x 3.5

= 19.60 x 3.5

= 68.60 เมตร

ตอบ จากแบบก่อสร้างบ้านครอบครัวไทยเป็นสุข 1 ห้องรับแขกและห้องประทานอาหารมีปริมาณ

1) ท่อร้อยสายไฟฟ้าชนิดโลหะบาง (EMT) จากเมนสวิตช์ถึงเต้ารับ 1 เต้ารับ 2 และเต้ารับ 3 รวมระยะแนวดิ่ง มีความยาวรวม 19.60 เมตร คิดเป็น 7 ท่อน

2) สายไฟฟ้าชนิด THW ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2.5 ตารางมิลลิเมตร จากเมนสวิตช์ถึงเต้ารับ 1 เต้ารับ 2 และเต้ารับ 3 รวมระยะแนวดิ่ง มีความยาวรวม 68.60 เมตร

3.จากแบบก่อสร้างบ้านครอบครัวไทยเป็นสุข 1 การถอดแบบหาปริมาณสวิตช์ ดวงโคม และเต้ารับที่ห้องรับแขกและห้องรับประทานอาหาร (หน่วยนับเป็นชุด)

วิธีทำ ถอดแบบโดยนับจำนวนหาปริมาณสวิตช์ ดวงโคม และเต้ารับที่ห้องรับแขกได้ ดังนี้

1) ดวงโคมฟลูออเรสเซนต์ ครอบแก้วกลมชนิดติดเพดาน ขนาด 32 W. จำนวน 2 ชุด

2) สวิตช์ไฟแสงสว่าง ชนิด 2 ตัวต่อชุด จำนวน 1 ชุด

3) เต้ารับ ชนิด 2 ตัวต่อชุด จำนวน 3 ชุด

ตอบ ปริมาณสวิตช์ ดวงโคม และเต้ารับที่ห้องรับแขกและห้องรับประทานอาหาร มีดังนี้

1) ดวงโคมฟลูออเรสเซนต์ ครอบแก้วกลมชนิดติดเพดาน ขนาด 32 W. จำนวน 2 ชุด

2) สวิตช์ไฟฟ้า ชนิด 2 ตัวต่อชุด จำนวน 1 ชุด

3) เต้ารับ ชนิด 2 ตัวต่อชุด จำนวน 3 ชุด

การประยุกต์ใช้โปรแกรมสำเร็จรูปในการคำนวณ

ในการประยุกต์ใช้โปรแกรมสำเร็จรูป Microsoft Office Excel ในการเก็บข้อมูลการถอดแบบงานไฟฟ้าและแสงสว่าง สามารถดำเนินการ ดังนี้

1.ให้กำหนดแฟ้ม (sheet) งานไฟฟ้าและแสงสว่าง

2.สำหรับอุปกรณ์ที่นับได้ทำการกำหนดหัวตารางชั้นที่ ชื่อห้อง ชนิดดวงโคม สวิตช์ เต้ารับและพัดลม

3.ใส่ข้อมูลชั้นที่ และชื่อห้อง

4.นับจำนวนดวงโคม สวิตช์ไฟฟ้า และเต้ารับแต่ละชนิดจากแบบก่อสร้างและใส่ข้อมูลในตารางดังภาพที่ 10.40

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1	**ถอดแบบ: บ้านครอบครัวไทยเป็นสุข 1**					ค.ส.ล. 1 ชั้น					
2	งาน: ดวงโคม สวิตช์ เต้ารับ										
3											
4	ชั้นที่1	ชื่อห้อง	ดวงโคม (ชุด)				สวิตช์ (ชุด)			เต้ารับ (ชุด)	
5			IN1-16W	FL32Wครอบแก้วกลม	FL36W	FL18W	S	2S	3S	เต้ารับเดี่ยว	เต้ารับคู่
6		จอดรถ	0	0	1	0	1	0	0	0	0
7		เฉลียง	0	0	1	0	1	0	0	0	1
8		รับแขก	0	2	0	0	0	1	0	0	3
9		รับประทานอาหาร									
10											
11		ห้องน้ำ	1	0	0	0	1	0	0	0	0
12		ห้องนอน1	0	1	0	0	1	0	0	0	2
13		ห้องนอน2	0	1	0	0	1	0	0	0	2
14		ชายคา		0	0	0					
15											
16											
17		รวม	1	4	2	0	5	1	0	0	8

ภาพที่ 10.40 การใช้โปรแกรมสำเร็จรูปในการคำนวณการถอดแบบอุปกรณ์ไฟฟ้า

สรุป

การถอดแบบงานไฟฟ้าและแสงสว่างสำหรับบ้านพักอาศัย สามารถแบ่งได้เป็น 3 ส่วน ได้แก่ 1) งานไฟฟ้าและแสงสว่างภายนอกอาคาร ได้แก่ ระบบสายไฟฟ้าและท่อร้อยสายสายประธานเข้าอาคาร จะเริ่มจากมาตรวัดไฟฟ้าของการไฟฟ้าฯ ที่ติดอยู่กับเสาไฟฟ้าต้นแรกสุดก่อนเข้าโครงการไปยังตู้ควบคุมหลักโดยใช้การวัดความยาวจริงตามมาตราส่วนที่กำหนดไว้จากแบบแปลนไฟฟ้าและเผื่อความยาวประมาณ 5% ถึง 10% ของความยาวท่อหรือสายที่วัดได้ 2) งานไฟฟ้าและแสงสว่างภายในอาคาร ได้แก่ 2.1) แผงควบคุมไฟฟ้าแรงต่ำ 2.2) สายไฟฟ้าและวัสดุเดินสายไฟฟ้า ให้ถอดหน่วยนับเป็นเมตร โดยจะเริ่มไล่ถอดตามแผนผังระบบไฟฟ้า หรือแบบแสดงโครงสร้างของระบบไฟฟ้าภายในอาคาร จากแผงควบคุมไฟฟ้าหลักของอาคารจนถึงวงจร

ย่อยซึ่งเป็นโหลดไฟฟ้าอุปกรณ์ตัวสุดท้าย เผื่อค่าสูญเสียอันเกิดจากการติดตั้งท่อร้อยสายไฟฟ้า 15% ถึง 20% ของความยาวของท่อที่วัดได้ 2.3) อุปกรณ์ไฟฟ้า ให้ถอดนับหน่วยเป็นชุด 2.4) อุปกรณ์แสงสว่าง การถอดอุปกรณ์ไฟฟ้าที่นับได้ให้ถอดหน่วยนับเป็นชุดแยกตามคุณลักษณะแยกตามห้องตามชั้นแล้วนำมารวมกันเป็นจำนวนทั้งหมด 2.5) อุปกรณ์ประกอบ ได้แก่ กล่องต่อสายจะมีจำนวนเท่ากับดวงโคม บวกเผื่อ 10% ของจำนวนท่อนของท่อ และอุปกรณ์ในการติดตั้ง มีจำนวนเท่ากับจำนวนกล่องต่อสายคูณสองเท่า 3) ระบบต่อลงดิน ให้ผู้ถอดแบบต้องพิจารณาข้อมูลแบบและชนิดของแท่งตัวนำในดิน ขนาดและความยาวของสายไฟฟ้าและท่อร้อยสายไฟฟ้า ขนาดและความยาวของสายและท่อซึ่งต่ออุปกรณ์และอุปกรณ์ประกอบติดตั้งเพื่อใช้ในการสืบราคาต่อชุด

แบบฝึกหัด

1.การถอดแบบงานสายไฟฟ้าประธานเข้าสู่อาคารคิดความยาวจากจุดใดถึงจุดใด

2.ท่อร้อยสายไฟฟ้าชนิดพีวีซี และท่อร้อยสายไฟฟ้าชนิดโลหะมีความยาวกี่เมตรต่อท่อน

3.การเดินสายไฟฟ้าเข้าอุปกรณ์ใดที่การไฟฟ้าฯ ระบุให้มีการเดินสายดิน

4. จากแบบก่อสร้างบ้านครอบครัวไทยเป็นสุข 1 ให้ถอดแบบหาปริมาณงานสายประธานเข้าสู่อาคาร

5.จากแบบก่อสร้างบ้านครอบครัวไทยเป็นสุข 1 ให้ถอดแบบหาปริมาณงานสายไฟฟ้าและท่อร้อยสายไฟฟ้าวงจร 1/L (ให้รวมเผื่อความสูญเสียท่อ 15 %) ตามหลักเกณฑ์ของกรมบัญชีกลาง

6.จากแบบก่อสร้างบ้านครอบครัวไทยเป็นสุข 1 ให้ถอดแบบหาปริมาณงานสายไฟฟ้าและท่อร้อยสายไฟฟ้าวงจร 2/L (ให้รวมเผื่อความสูญเสียท่อ 15 %) ตามหลักเกณฑ์ของกรมบัญชีกลาง

7.จากแบบก่อสร้างบ้านครอบครัวไทยเป็นสุข 1 ให้ถอดแบบหาปริมาณกล่องต่อสายและอุปกรณ์ประกอบติดตั้ง

8.จากแบบก่อสร้างบ้านครอบครัวไทยเป็นสุข 1 ให้ทำตารางข้อมูลการถอดแบบงานสายไฟฟ้า ท่อร้อยสายไฟฟ้า อุปกรณ์ประกอบ รวมถึงอุปกรณ์ไฟฟ้าและแสงสว่างโดยการประยุกต์ใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางคอมพิวเตอร์ โปรแกรม Microsoft Office Excel

เอกสารอ้างอิง

กรมบัญชีกลาง, กระทรวงการคลัง. (2550). **หลักเกณฑ์การคำนวณราคากลางงานก่อสร้างอาคาร**. กรุงเทพฯ : มปท.

กรมโยธาธิการและผังเมือง, กระทรวงมหาดไทย. (2550). **แบบบ้านเพื่อประชาชน**. [แบบก่อสร้าง]. กรุงเทพฯ : มปท.

การติดตั้งสายดินในบ้าน, (2554). ค้นจาก http://www.bloggang.com/viewdiary.php?id=paa&month=09-2010&date=27&group=1&gblog=21. ค้นเมื่อ 1 ธันวาคม.

กลุ่มออกแบบและก่อสร้าง, สำนักอำนวยการ, สำนักงานคณะกรรมการการศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ. (2553). **ประมาณราคา**. ค้นจาก http//:www.design.obec.go.th ค้นเมื่อ 20 มิถุนายน.

คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์. (2553, เมษายน). **ข้อมูลและเทคนิคที่เกี่ยวข้องกับการประมาณราคาอาคารทางราชการ**. เอกสารประกอบการอบรมการประมาณราคาอาคารทางราชการ. กรุงเทพฯ.

คู่มือช่างในบ้าน : ช่างไฟฟ้าในบ้าน. (2550). พิมพ์ครั้งที่ 12. กรุงเทพฯ : บ้านและสวน.

จารินี ม้าแก้ว. (2553, พฤษภาคม). **ความรู้และทักษะงานระบบไฟฟ้าในอาคาร**. เอกสารประกอบการอบรม. บุรีรัมย์.

ชัยสิทธิ์ ด่านกิตติกุลและคณะ, แปลและเรียบเรียง. (2547). **ซ่อมบ้านอย่างรู้ทันช่าง**. กรุงเทพฯ : รีดเดอร์ส ไดเจสท์.

มนตรี เงาเดช. (2554). **เทคนิคประมาณราคา**. ค้นจาก http://montri.rmutl.ac.th ค้นเมื่อ 21 ตุลาคม.

-------.(2554). **การประมาณราคาระบบไฟฟ้า**. ค้นจาก http://montri.rmutl.ac.th ค้นเมื่อ 21 ตุลาคม.