

วิทยาลัยเทคนิคปราจีนบุรี สถาบันการอาชีวศึกษาภาคกลาง 3

สาขาวิชาเทคโนโลยีไฟฟ้า | หลักสูตรเทคโนโลยีบัณฑิต

ใบความรู้

ประกอบรายวิชา

การจัดการและการควบคุมอาคาร

(Management and Control of Buildings)

รหัสวิชา 17-40104-2113 จำนวนหน่วยกิต 3(3-0-6)

เนื้อหาประกอบด้วย

- บทที่ 1 ระบบไฟฟ้าและสื่อสาร
- บทที่ 2 ระบบ HVAC และสุขาภิบาล
- บทที่ 3 ระบบป้องกันเพลิงไหม้
- บทที่ 4 ระบบขนส่งในอาคาร
- บทที่ 5 การตรวจเช็คและบำรุงรักษา

จัดทำโดย

นายปิยะศักดิ์ เวียงคำ

นายสมเกียรติ เจริญกรกต

นายอดิสร ปัทม

นางสาวอิสริยาภรณ์ อัมภผล

ครู แผนกวิชาช่างไฟฟ้า วิทยาลัยเทคนิคปราจีนบุรี

ใบความรู้ที่ 1.1

เรื่อง ระบบไฟฟ้ากำลังในอาคาร (Building Power Systems)

รายวิชา การจัดการและการควบคุมอาคาร (Management and Control of Buildings)

รหัสวิชา 17-40104-2113 จำนวนหน่วยกิต 3(3-0-6) หลักสูตรเทคโนโลยีบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีไฟฟ้า

บทที่ 1 ระบบไฟฟ้าและสื่อสาร | หัวข้อที่ 1.1 | วิทยาลัยเทคนิคปราจีนบุรี

จุดประสงค์การเรียนรู้

- อธิบายโครงสร้างและองค์ประกอบของระบบไฟฟ้ากำลังในอาคารได้อย่างถูกต้อง
- บอกหน้าที่และหลักการทำงานของอุปกรณ์หลักในระบบจำหน่ายไฟฟ้าภายในอาคารได้
- อธิบายหลักการทำงานของระบบไฟฟ้าสำรองและระบบต่อลงดินเพื่อความปลอดภัยได้
- ตระหนักถึงความสำคัญของมาตรฐานทางไฟฟ้าที่เกี่ยวข้องกับการบริหารจัดการอาคาร
- วิเคราะห์แนวทางการจัดการพลังงานไฟฟ้าอย่างมีประสิทธิภาพในอาคารสมัยใหม่ได้

ระบบไฟฟ้ากำลังในอาคาร (Building Power Systems)

ระบบไฟฟ้ากำลังเปรียบเสมือน "หัวใจ" ของอาคารทุกประเภท ไม่ว่าจะเป็นอาคารสำนักงาน อาคารชุด โรงพยาบาล ห้างสรรพสินค้า หรือโรงงานอุตสาหกรรม เพราะเป็นระบบที่ลำเลียงพลังงานไฟฟ้าจากแหล่งจ่ายภายนอกเข้าสู่อาคาร แล้วกระจายไปหล่อเลี้ยงระบบและอุปกรณ์อื่น ๆ แทบทุกระบบภายในอาคาร ไม่ว่าจะเป็นระบบแสงสว่าง ระบบปรับอากาศ ลิฟต์ บันไดเลื่อน ระบบสื่อสาร และระบบป้องกันอัคคีภัย ผู้ที่ทำหน้าที่บริหารจัดการอาคาร (Facility Manager) จึงจำเป็นต้องมีความเข้าใจโครงสร้างของระบบไฟฟ้ากำลังอย่างเป็นระบบ เพื่อให้สามารถวางแผนการใช้งาน ตรวจสอบความปลอดภัย และบำรุงรักษาได้อย่างเหมาะสม

1.1.1 ความสำคัญของระบบไฟฟ้ากำลังในการบริหารจัดการอาคาร

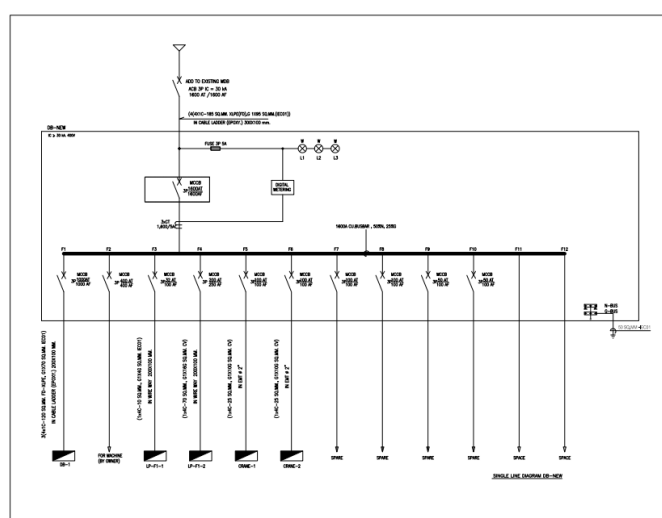
อาคารสมัยใหม่มีการใช้พลังงานไฟฟ้าในสัดส่วนที่สูงมากเมื่อเทียบกับค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานทั้งหมด การออกแบบและบริหารจัดการระบบไฟฟ้ากำลังที่ดีจะช่วยให้อาคารมีความมั่นคงในการจ่ายไฟ (Reliability) มีความปลอดภัยต่อผู้ใช้อาคาร (Safety) และมีประสิทธิภาพในการใช้พลังงาน (Energy



Efficiency) ควบคุมกันไป นอกจากนี้ ระบบไฟฟ้ากำลังยังเป็นระบบที่เชื่อมโยงกับระบบอื่นเกือบทุกระบบที่จะกล่าวถึงในรายวิชานี้ ไม่ว่าจะเป็นระบบปรับอากาศในบทที่ 2 ระบบป้องกันอัคคีภัยในบทที่ 3 หรือระบบขนส่งในอาคารในบทที่ 4 ผู้บริหารจัดการอาคารจึงต้องเข้าใจภาพรวมของระบบนี้เป็นพื้นฐานก่อนศึกษาระบบอื่นต่อไป

1.1.2 แหล่งจ่ายไฟฟ้าเข้าอาคาร

ไฟฟ้าที่จ่ายเข้าสู่อาคารในประเทศไทยมาจากการไฟฟ้านครหลวง (กฟน.) สำหรับพื้นที่กรุงเทพมหานคร นนทบุรี และสมุทรปราการ และการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค (กฟภ.) สำหรับพื้นที่จังหวัดอื่น ๆ ทั่วประเทศ อาคารพักอาศัยและอาคารพาณิชย์ทั่วไปมักได้รับไฟฟ้าแรงดันต่ำในระบบ 3 เฟส 4 สาย ที่แรงดัน 230/400 โวลต์ ความถี่ 50 เฮิร์ตซ์ ในขณะที่อาคารขนาดใหญ่ที่มีความต้องการพลังไฟฟ้าสูง เช่น อาคารสูง โรงพยาบาลขนาดใหญ่ หรือศูนย์การค้า มักขอรับไฟฟ้าที่ระดับแรงดันปานกลาง (Medium Voltage) เช่น 22 กิโลโวลต์ หรือ 33 กิโลโวลต์ แล้วนำมาแปลงแรงดันลงด้วยหม้อแปลงไฟฟ้าของอาคารเอง ทั้งนี้การขอใช้ไฟฟ้าและการติดตั้งระบบไฟฟ้าต้องเป็นไปตามข้อกำหนดของการไฟฟ้าฯ และมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทยของวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์ (วสท.) อย่างเคร่งครัด



ภาพประกอบที่ 1.1-1: แผนผังเส้นทางเดี่ยว (Single Line Diagram) แสดงเส้นทางการจ่ายไฟฟ้าจากสายส่งของการไฟฟ้าเข้าสู่มิเตอร์และอาคาร

ที่มา - <https://share.google/kkrfFLiv7gSo6ai5l>



1.1.3 หม้อแปลงไฟฟ้ากำลัง (Distribution Transformer)

หม้อแปลงไฟฟ้ากำลังทำหน้าที่แปลงแรงดันไฟฟ้าจากระดับแรงดันปานกลางที่รับจากการไฟฟ้า ให้เป็นแรงดันต่ำที่ใช้งานภายในอาคาร โดยแบ่งเป็น 2 ชนิดหลัก ได้แก่ หม้อแปลงชนิดน้ำมัน (Oil-immersed Transformer) ซึ่งใช้น้ำมันหม้อแปลงเป็นฉนวนและระบายความร้อน เหมาะสำหรับติดตั้งภายนอกอาคารหรือในพื้นที่ที่มีการระบายอากาศดี และหม้อแปลงชนิดแห้ง (Dry-type/Cast Resin Transformer) ซึ่งไม่ใช้น้ำมันเป็นฉนวน จึงมีความเสี่ยงต่อการเกิดเพลิงไหม้ต่ำกว่า นิยมติดตั้งภายในอาคารสูงหรือห้องหม้อแปลงที่อยู่ใกล้พื้นที่ใช้งาน การเลือกขนาดหม้อแปลง (หน่วยเป็น kVA) ต้องคำนวณจากภาระโหลดรวมของอาคารและค่าตัวประกอบการใช้งาน (Demand Factor) ประกอบกัน รวมถึงห้องหม้อแปลงต้องมีระยะห่างเพื่อความปลอดภัย มีการระบายอากาศ และการป้องกันอัคคีภัยตามที่มาตรฐาน วสท. กำหนด



ภาพประกอบที่ 1.1-2: หม้อแปลงไฟฟ้าชนิดแห้ง (Dry-type Transformer) ที่ติดตั้งภายในห้องหม้อแปลงของอาคาร

ที่มา - <https://share.google/wrlpl6cq5vJBQ0BGB>

1.1.4 ตู้ไฟฟ้าประธานและแผงจ่ายไฟย่อย

หลังจากไฟฟ้าผ่านหม้อแปลงแล้ว จะถูกจ่ายเข้าสู่ตู้ไฟฟ้าประธาน หรือ Main Distribution Board (MDB) ซึ่งเป็นจุดกระจายไฟฟ้าหลักของอาคาร ภายในประกอบด้วยเบรกเกอร์ขนาดใหญ่ (Main Circuit Breaker) และเบรกเกอร์ของสายป้อนย่อย (Feeder Breaker) ที่จ่ายไฟไปยังแผงจ่ายไฟย่อย (Sub Distribution Board หรือ SDB) ตามแต่ละชั้นหรือแต่ละโซนของอาคาร ก่อนกระจายต่อไปยังแผงจ่ายไฟย่อย



ประจำพื้นที่ (Panel Board) ที่จ่ายไฟให้กับดวงโคม เตารับ และเครื่องใช้ไฟฟ้าต่าง ๆ การจัดวางลำดับเบรกเกอร์เช่นนี้เรียกว่าการจัดลำดับการป้องกัน (Selective Coordination) ซึ่งช่วยให้เมื่อเกิดความผิดปกติทางไฟฟ้าในจุดใดจุดหนึ่ง เบรกเกอร์ตัวที่อยู่ใกล้จุดเกิดเหตุที่สุดจะตัดวงจรก่อน โดยไม่กระทบต่อพื้นที่ส่วนอื่นของอาคาร



ภาพประกอบที่ 1.1-3: ตู้ไฟฟ้าประธาน (MDB) พร้อมเบรกเกอร์หลักและเบรกเกอร์สายป้อน

ย่อย

ที่มา - <https://share.google/DdnRmhQ0LCNFxysFS>

1.1.5 สายไฟฟ้าและวิธีการเดินสาย

สายไฟฟ้าที่ใช้ในอาคารต้องเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 11-2553 ซึ่งสอดคล้องกับมาตรฐานสากล IEC 60227 โดยสายไฟฟ้าแต่ละชนิดมีคุณสมบัติและการใช้งานที่แตกต่างกัน เช่น สาย THW และ IEC01 สำหรับเดินในท่อร้อยสาย สาย NYY สำหรับฝังดินหรือเดินลอยกลางแจ้ง วิธีการเดินสายภายในอาคารมีหลายรูปแบบ ได้แก่ การเดินสายในท่อร้อยสาย (Conduit) การเดินบนรางเดินสาย (Cable Tray) และการใช้บัสเวย์ (Busway) สำหรับสายป้อนขนาดใหญ่ในอาคารสูง การเลือกวิธีการเดินสายที่เหมาะสมช่วยให้การตรวจสอบ ซ่อมบำรุง และลดความเสี่ยงจากความร้อนสะสมที่อาจนำไปสู่เพลิงไหม้ได้



1.1.6 ระบบไฟฟ้าสำรอง

อาคารที่มีความจำเป็นต้องมีไฟฟ้าใช้งานต่อเนื่อง เช่น โรงพยาบาล อาคารสูง หรือศูนย์ข้อมูล จำเป็นต้องมีระบบไฟฟ้าสำรอง 2 ระดับ ได้แก่ เครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรอง (Standby Generator) ซึ่งจะเริ่มทำงานภายในเวลาไม่กี่วินาทีหลังไฟฟ้าดับ ผ่านการควบคุมของตู้สวิตช์ถ่ายโอนอัตโนมัติ (Automatic Transfer Switch หรือ ATS) และเครื่องสำรองไฟฟ้า (Uninterruptible Power Supply หรือ UPS) ซึ่งจ่ายไฟฟ้าจากแบตเตอรี่ได้ทันทีโดยไม่มีช่วงไฟฟ้าดับแม้เสี้ยววินาที เหมาะสำหรับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ไวต่อการหยุดชะงัก เช่น เครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่ายหรืออุปกรณ์ทางการแพทย์ ในการออกแบบต้องมีการจัดลำดับความสำคัญของโหลด (Load Priority) โดยให้ลิฟต์ ปั๊มน้ำดับเพลิง ไฟฉุกเฉิน และระบบสื่อสารฉุกเฉิน ได้รับไฟฟ้าสำรองก่อนโหลดทั่วไป



ภาพประกอบที่ 1.1-4: เครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรองพร้อมตู้สวิตช์ถ่ายโอนอัตโนมัติ (ATS)

ที่มา - <https://share.google/Gqs2t1DcCDx6f8nv4>

1.1.7 ระบบต่อลงดินและการป้องกันฟ้าผ่า

ระบบต่อลงดิน (Grounding System) มีวัตถุประสงค์เพื่อป้องกันอันตรายจากไฟฟ้ารั่วและไฟฟ้าดูด โดยการต่อโครงโลหะของอุปกรณ์ไฟฟ้าเข้ากับหลักดิน (Ground Rod) เพื่อให้กระแสไฟฟ้าที่รั่วไหลมีเส้นทาง



ไหลลงดินแทนที่จะไหลผ่านร่างกายมนุษย์ ส่วนระบบป้องกันฟ้าผ่า (Lightning Protection System) ประกอบด้วยเสาต่อฟ้า (Air Terminal) สายตัวนำลงดิน (Down Conductor) และระบบสายดินที่เชื่อมต่อกัน เพื่อนำกระแสฟ้าผ่าลงสู่ดินโดยไม่ก่อความเสียหายต่อโครงสร้างอาคารและระบบไฟฟ้าภายใน ทั้งสองระบบนี้ถือเป็นระบบความปลอดภัยพื้นฐานที่มาตรฐาน วสท. กำหนดให้ต้องมีในอาคารทุกประเภท

1.1.8 การจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคาร

การบริหารจัดการพลังงานไฟฟ้าอย่างมีประสิทธิภาพเป็นหน้าที่สำคัญของผู้ดูแลอาคารยุคใหม่ แนวทางที่นิยมใช้ ได้แก่ การติดตั้งชุดตัวเก็บประจุ (Capacitor Bank) เพื่อปรับปรุงค่าตัวประกอบกำลังไฟฟ้า (Power Factor) ให้อยู่ในเกณฑ์ที่การไฟฟ้ากำหนด ซึ่งช่วยลดค่าปรับและเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงาน การติดตั้งมิเตอร์ย่อย (Sub-metering) เพื่อแยกวัดปริมาณการใช้ไฟฟ้าของแต่ละโซนหรือผู้เช่า และการปฏิบัติตามเกณฑ์มาตรฐานอาคารอนุรักษ์พลังงาน (Building Energy Code หรือ BEC) ที่กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงานกำหนดสำหรับอาคารสร้างใหม่ขนาดใหญ่ ซึ่งครอบคลุมทั้งระบบไฟฟ้าแสงสว่าง ระบบปรับอากาศ และเปลือกอาคาร

1.1.9 การตรวจสอบและบำรุงรักษาเบื้องต้น

ระบบไฟฟ้ากำลังจำเป็นต้องได้รับการตรวจสอบตามวาระอย่างสม่ำเสมอ เช่น การตรวจวัดค่าความต้านทานของระบบสายดิน การตรวจสอบความร้อนสะสมที่จุดต่อสายด้วยกล้องถ่ายภาพความร้อน (Thermal Scan) และการทดสอบการทำงานของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรองตามรอบเวลาที่กำหนด รายละเอียดของการวางแผนตรวจเช็คและบำรุงรักษาเชิงป้องกันสำหรับทุกระบบในอาคาร รวมถึงระบบไฟฟ้ากำลัง จะกล่าวถึงอย่างละเอียดในบทที่ 5 การตรวจเช็คและบำรุงรักษา

สรุปท้ายบท

ระบบไฟฟ้ากำลังในอาคารประกอบด้วยองค์ประกอบหลักที่เชื่อมโยงกันเป็นลำดับ ตั้งแต่แหล่งจ่ายไฟฟ้าจากการไฟฟ้า หม้อแปลงไฟฟ้ากำลัง ตู้ไฟฟ้าประธานและแผงจ่ายไฟย่อย ระบบสายไฟฟ้า ระบบไฟฟ้าสำรอง ตลอดจนระบบต่อลงดินและป้องกันฟ้าผ่า ผู้บริหารจัดการอาคารต้องมีความรู้ความเข้าใจในภาพรวมของระบบเหล่านี้ เพื่อให้สามารถกำกับดูแลการใช้งานให้เป็นไปตามมาตรฐานความปลอดภัย และบริหารจัดการพลังงานไฟฟ้าได้อย่างมีประสิทธิภาพและคุ้มค่าในระยะยาว



เอกสารอ้างอิง

วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์ (วสท.). มาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย.

การไฟฟ้านครหลวง (กฟน.). ข้อกำหนดเกี่ยวกับการติดตั้งระบบไฟฟ้าเพื่อขอใช้บริการไฟฟ้า.

การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค (กฟภ.). ข้อกำหนดเกี่ยวกับการติดตั้งทางไฟฟ้าและการขอใช้ไฟฟ้า.

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. มอก. 11-2553 สายไฟฟ้าหุ้มฉนวนพอลิไวนิลคลอไรด์.

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน. เกณฑ์มาตรฐานอาคารด้านพลังงาน (Building Energy Code: BEC).

IEEE Std 142 (Green Book): IEEE Recommended Practice for Grounding of Industrial and Commercial Power Systems.

