

การออกแบบงานระบบไฟฟ้าสำหรับอาคารสูง
กรณีศึกษา : คอนโดมิเนียม ทองไทย
(Electrical System Design For High Building)
Case Study : Condominium Thong Thai

บทคัดย่อ (ABSTRACT)

โครงการนี้เป็นการนำเสนอการออกแบบระบบไฟฟ้าสำหรับอาคารสูง กรณีศึกษา คอนโดมิเนียม ซึ่งอาคารสูงหมายถึงอาคารที่บุคคลอาจเข้าอยู่หรือเข้าใช้สอย โดยมีความสูงตั้งแต่ 23 เมตรขึ้นไป การวัดความสูงของอาคาร ให้วัดจากระดับพื้นดินที่ก่อสร้างถึงดาดฟ้า โดยวัตถุประสงค์ของโครงการนี้ต้องการที่จะศึกษาการออกแบบระบบไฟฟ้า ระบบสื่อสารและระบบต่างๆที่เกี่ยวข้องสำหรับอาคารสูง ตั้งแต่การประมาณโหลดภายในห้องชุดถึงพื้นที่ส่วนกลางด้วยวิธีการคิดหาโหลดโดยประมาณตามมาตรฐานของสภาวิศวกรแห่งประเทศไทย (วสท.) เพื่อที่จะหาขนาดของเครื่องวัดพร้อมกับตัวป้องกันและขนาดท่อกับสายป้อน แล้วทำการคำนวณโหลดจากการติดตั้งจริงเพื่อเป็นการเปรียบเทียบแล้วจึงทำการคิดโหลดแต่ละชั้นด้วยวิธีการใช้ค่าโคอินซิเดนซ์ แฟคเตอร์(ห้องพัก) จึงจะได้ค่าโหลดที่สามารถนำไปหาขนาดอุปกรณ์ป้องกันพร้อมกับขนาดสายและขนาดท่อของแต่ละชั้นนั้นๆ และจึงทำการนำโหลดที่ได้ทั้งหมดมาหาขนาดของหม้อแปลงที่จะนำมาใช้กับอาคารสูง ส่วนในงานระบบอื่นๆ ที่มีส่วนเกี่ยวข้อง เช่น ระบบโทรศัพท์ ระบบสายอากาศโทรศัพท์ ระบบตรวจสอบเพลิงไหม้และสัญญาณเตือนภัย ระบบโทรศัพท์วงจรปิด ระบบไฟฟ้าฉุกเฉินและระบบป้องกันฟ้าผ่า ได้ออกแบบโดยอ้างอิงมาตรฐานที่เกี่ยวข้องเช่นกัน

กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิศวกรรมศาสตร์ฉบับนี้สำเร็จด้วยดี โดยได้รับความช่วยเหลือจากบุคคลหลาย ๆ ฝ่ายร่วมด้วยบริษัทที่ฝ่ายคณะจัดทำได้ดำรงตำแหน่งอยู่ ณ ปัจจุบัน ฝ่ายคณะผู้จัดทำต้องขอขอบพระคุณอย่างสูงต่อ ท่านอาจารย์ ผศ.ดร. นิमित บุญภิรมย์ อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการพร้อมทั้ง นาย ษณู ศรีตนะชัย, นาย กฤษณ์ อะโนและนางสาว กรวิกา โยธิเสน รวมทั้งเพื่อนๆที่ ๆ ที่ได้ให้คำแนะนำตลอดจนแนวทางการแก้ปัญหาต่าง ๆ มาโดยตลอด

คุณประโยชน์ใด ๆ ที่ได้รับจากโครงการนี้ ฝ่ายคณะผู้จัดทำขออุทิศให้บิดามารดาและบูรพคณาจารย์ต่อไป

คณะผู้จัดทำ

พ.ศ. 2558

สารบัญ

| | หน้า |
|---|------|
| บทที่ 1 | |
| บทนำ | |
| 1.1 ความสำคัญของปัญหา | 1 |
| 1.2 วัตถุประสงค์ | 1 |
| 1.3 ขอบเขต | 1 |
| 1.4 การดำเนินงานของโครงการ | 2 |
| บทที่ 2 มาตรฐานการออกแบบระบบไฟฟ้าภายในอาคาร | |
| 2.1 สายไฟฟ้าแรงสูงและอุปกรณ์ | 4 |
| 2.2 หม้อแปลงไฟฟ้า | 6 |
| 2.3 หน่วยจ่ายไฟวงแหวน RING MAIN UNIT (RMU) | 7 |
| 2.4 แผงไฟฟ้าย่อย (Panel board) และ เซอร์กิตเบรกเกอร์ (CB) | 9 |
| 2.5 สายไฟฟ้าแรงต่ำ | 13 |
| 2.6 การเดินท่อร้อยสาย | 16 |
| 2.7 โคมไฟฟ้าและอุปกรณ์ | 24 |
| 2.8 โคมไฟฟ้าแสงสว่างฉุกเฉิน | 25 |
| 2.9 สวิตช์และเต้ารับ | 25 |
| 2.10 ระบบโทรศัพท์ | 26 |
| 2.11 ระบบเคเบิลทีวี | 26 |
| 2.12 ระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ | 27 |
| 2.13 การออกแบบระบบป้องกันฟ้าผ่า | 29 |
| 2.14 ไฟ Obstruction Light | 33 |
| 2.15 การต่อกราวด์ | 34 |
| บทที่ 3 | |
| 3.1 ขั้นตอนการออกแบบ | 37 |
| 3.2 การออกแบบระบบไฟฟ้าอาคารชุด | 39 |
| 3.3 การออกแบบระบบสายป้อนในส่วนของอาคารชุด | 53 |
| 3.4 การคำนวณโหลดส่วนกลาง | 60 |

สารบัญ(ต่อ)

| | หน้า |
|---|------|
| 3.5 การออกแบบระบบไฟฉุกเฉินในพื้นที่ส่วนกลาง | 101 |
| 3.6 การหาขนาดหม้อแปลง | 108 |
| 3.7 การออกแบบระบบป้องกันฟ้าผ่า | 111 |
| 3.8 ไรเซอร์ไดอะแกรม | 112 |

สารบัญตาราง

| | หน้า |
|--|------|
| บทที่ 2 มาตรฐานการออกแบบระบบไฟฟ้าภายในอาคาร | |
| ตารางที่ 2.1 เครื่องหมายคุณสมบัติการทนไฟอุณหภูมิและเวลาที่ใช้ในการทดสอบ | 16 |
| ตารางที่ 2.2 ขนาดของกระแสไฟฟ้าทองแดงหุ้มฉนวนพีวีซีตาม มอก.11-2531 อุณหภูมิตัวนำ 70°C ขนาดแรงดัน 300 หรือ 750 โวลต์ อุณหภูมิโดยรอบ 40°C สำหรับวิธีการเดินสาย ก-ค และ 30°C สำหรับวิธีการเดินสาย ง และ จ | 18 |
| ตารางที่ 2.3 ขนาดกระแสของสายไฟฟ้าทองแดงหุ้มฉนวน ครอสลิงค์ โพลีเอสเตอร์ อลูมิเนียม 90°C ขนาดแรงดัน 600 โวลต์ อุณหภูมิโดยรอบ 40°C สำหรับเดินการสายในอากาศและ 30°C สำหรับเดินสายใต้ดิน | 19 |
| ตารางที่ 2.4 พื้นที่หน้าตัดรวมของสายไฟทุกเส้นคิดเป็นร้อยละเทียบกับพื้นที่หน้าตัดของท่อ | 19 |
| ตารางที่ 2.5 ตารางแสดงพื้นที่ตัดขวางภายในท่อร้อยสายไฟฟ้า (สายที่ผลิตตาม มอก. 11 – 2531) | 20 |
| ตารางที่ 2.6 ตารางแสดงพื้นที่ตัดขวางรวมฉนวนของสายไฟฟ้า (สายที่ผลิตตาม มอก.11 – 2531) | 21 |
| ตารางที่ 2.7 ขนาดของสายเคเบิล ตัวนำทองแดงแกนเดี่ยวหุ้มฉนวน XLPE มีเปลือกนอกอุณหภูมิตัวนำ 90°C อุณหภูมิโดยรอบ 30°C ขนาดแรงดัน (U_0/U) ไม่เกิน 0.6/1kV และแรงดัน (U_0/U) 3.6/6 ถึง 18/30 kV เดินใน DUCK BANK ไม่เกิน 8 ท่อ | 22 |
| ตารางที่ 2.8 จำนวนสูงสุดของสายไฟฟ้า IEC 01 ในท่อร้อยสาย | 23 |
| ตารางที่ 2.9 ชุดแยกกระจายสัญญาณ | 26 |
| ตารางที่ 2.10 แนะนำชนิดของอุปกรณ์ตรวจจับสำหรับแต่ละสถานที่ | 29 |
| ตารางที่ 2.11 ระยะห่างระหว่างตัวนำลงดิน | 30 |
| ตารางที่ 2.12 ขนาดความกว้างดาข่ายของตัวนำล่อฟ้าตามระดับป้องกัน | 31 |
| บทที่ 3 การออกแบบระบบไฟฟ้าภายในอาคาร | |
| ตารางที่ 3.1 การคำนวณโหลดห้องชุดตามมาตรฐาน วสท. ปี 2556 | 38 |

สารบัญตาราง(ต่อ)

| | หน้า |
|--|------|
| ตารางที่ 3.2 ขนาดเครื่องวัดหน่วยไฟฟ้าแรงต่ำสำหรับห้อง ชุดประเภทที่อยู่อาศัย | 39 |
| ตารางที่ 3.3 ตารางโหลดห้อง Royal Suite | 42 |
| ตารางที่ 3.4 ตารางโหลดห้อง Deluxe Suite | 45 |
| ตารางที่ 3.6 ตารางโหลดห้อง Junior Suite | 48 |
| ตารางที่ 3.7 ตารางโหลดห้อง Typical | 52 |
| ตารางที่ 3.8 ค่าโคอินซิเดนต์แฟกเตอร์สำหรับห้องชุดประเภทที่อยู่อาศัย | 53 |
| ตารางที่ 3.9 ตารางโหลดภัตตาคารอาหารไทย | 62 |
| ตารางที่ 3.10 ตารางโหลดสำนักงานส่วนกลาง LP-1 | 64 |
| ตารางที่ 3.11 ตารางโหลดลานจอดรถชั้น 1-7B | 67 |
| ตารางที่ 3.12 ตารางโหลดส่วนภัตตาคาร | 72 |
| ตารางที่ 3.13 ตารางโหลดส่วนกลาง | 73 |
| ตารางที่ 3.14 ตารางโหลดส่วนกลางชั้น 3 | 78 |
| ตารางที่ 3.15 ตารางโหลดภัตตาคารอาหารจีน | 84 |
| ตารางที่ 3.16 ตารางโหลดภัตตาคารอาหารอิตาลี | 85 |
| ตารางที่ 3.17 ตารางโหลดส่วนกลาง | 86 |
| ตารางที่ 3.18 ตารางโหลดส่วนกลาง | 90 |
| ตารางที่ 3.19 ตารางโหลดส่วนกลางสระว่ายน้ำ | 91 |
| ตารางที่ 3.20 ตารางโหลดส่วนกลางชั้น 6-29 | 97 |
| ตารางที่ 3.21 ตารางโหลดส่วนกลางชั้น 30 | 100 |
| ตารางที่ 3.22 ตารางโหลดไฟฟ้าฉุกเฉินชั้น 1 | 102 |
| ตารางที่ 3.23 ตารางโหลดไฟฟ้าฉุกเฉินชั้น 2 | 103 |
| ตารางที่ 3.24 ตารางโหลดไฟฟ้าฉุกเฉินชั้น 3 | 104 |
| ตารางที่ 3.25 ตารางโหลดไฟฟ้าฉุกเฉินชั้น 4 | 105 |
| ตารางที่ 3.26 ตารางโหลดไฟฟ้าฉุกเฉินชั้น 5 | 106 |
| ตารางที่ 3.27 ตารางโหลดไฟฟ้าฉุกเฉินชั้น 6-30 | 107 |
| ตารางที่ 3.28 การคำนวณหาหม้อแปลง | 108 |
| ตารางที่ 3.29 การคำนวณเครื่องกำเนิดไฟฟ้า | 110 |

สารบัญภาพ

| | หน้า |
|--|------|
| บทที่ 2 มาตรฐานการออกแบบระบบไฟฟ้าภายในอาคาร | |
| ภาพที่ 2.1 สายไฟฟ้าชนิดเอพีซี | 4 |
| ภาพที่ 2.2 สายไฟฟ้าชนิดสายสเปซแอเรียลเคเบิล | 5 |
| ภาพที่ 2.3 สายเคเบิลแรงสูงใต้ดิน | 5 |
| ภาพที่ 2.4 Ring Main Unit Three-Feeder 24 kV | 8 |
| ภาพที่ 2.5 วงจรสายป้อนเข้า 1 ออก 3 | 8 |
| ภาพที่ 2.6 Ring Main Unit | 9 |
| ภาพที่ 2.7 Load Panel Type Main Breaker | 10 |
| ภาพที่ 2.8 Load Panel Type Main Lug | 10 |
| ภาพที่ 2.9 สายรหัสชนิด VAF | 13 |
| ภาพที่ 2.10 สายรหัสชนิด NYF | 14 |
| ภาพที่ 2.11 สายรหัสชนิด VCT | 14 |
| ภาพที่ 2.12 สายรหัสชนิด XLPE | 15 |
| ภาพที่ 2.13 สายรหัสชนิด FRC | 16 |
| ภาพที่ 2.14 ระยะติดตั้งอุปกรณ์ตรวจจับที่อยู่ใกล้ผนังหรือผนังกัน | 28 |
| ภาพ 2.15 ระยะติดตั้งระหว่างผนังปลายทางกับอุปกรณ์ตรวจจับ | 28 |
| ภาพ 2.16 ระยะติดตั้งอุปกรณ์ตรวจจับที่อยู่ใกล้ผนังหรือผนังกัน | 28 |
| ภาพ 2.17 ระยะติดตั้งระหว่างผนังปลายทางกับอุปกรณ์ตรวจจับ | 29 |
| ภาพ 2.18 การป้องกันด้วยวิธีตาย | 31 |
| ภาพที่ 2.19 แสดง Typical ของกราวด์ร็อตหรือหลักดิน | 35 |
| บทที่ 3 การออกแบบระบบไฟฟ้าภายในอาคาร | |
| ภาพที่ 3.1 โครงการคอนโดมิเนียม ทองไทย | 36 |
| ภาพที่ 3.2 แบบห้อง Royal Suite | 39 |
| ภาพที่ 3.3 แบบห้อง Royal Suite การติดตั้งระบบไฟฟ้าและระบบสื่อสาร | 41 |
| ภาพที่ 3.4 แบบห้อง Royal Suite การติดตั้งระบบแสงสว่าง | 42 |

สารบัญภาพ(ต่อ)

| | หน้า |
|---|------|
| ภาพที่ 3.5 การติดตั้งอุปกรณ์ตรวจจับภายในห้อง Royal Suite | 43 |
| ภาพที่ 3.6 แบบห้อง Deluxe Suite | 43 |
| ภาพที่ 3.7 แบบห้อง Deluxe Suite การติดตั้งระบบไฟฟ้าและระบบสื่อสาร | 44 |
| ภาพที่ 3.8 แบบห้อง Deluxe Suite การติดตั้งระบบแสงสว่าง | 44 |
| ภาพที่ 3.9 การติดตั้งอุปกรณ์ตรวจจับภายในห้อง Deluxe Suite | 45 |
| ภาพที่ 3.10 แบบห้อง Executive Suite | 46 |
| ภาพที่ 3.11 แบบห้อง Executive Suite การติดตั้งระบบไฟฟ้าและระบบสื่อสาร | 46 |
| ภาพที่ 3.12 แบบห้อง Executive Suite การติดตั้งระบบแสงสว่าง | 47 |
| ภาพที่ 3.13 การติดตั้งอุปกรณ์ตรวจจับภายในห้อง Executive Suite | 47 |
| ภาพที่ 3.14 แบบห้อง Junior Suite | 48 |
| ภาพที่ 3.15 แบบห้อง Junior Suite การติดตั้งระบบไฟฟ้าและระบบสื่อสาร | 49 |
| ภาพที่ 3.16 แบบห้อง Junior Suite การติดตั้งระบบแสงสว่าง | 49 |
| ภาพที่ 3.17 การติดตั้งอุปกรณ์ตรวจจับภายในห้อง Junior Suite | 50 |
| ภาพที่ 3.18 แบบห้อง Typical | 51 |
| ภาพที่ 3.19 แบบห้อง Typical การติดตั้งระบบไฟฟ้าและระบบสื่อสาร | 51 |
| ภาพที่ 3.20 แบบห้อง Typical การติดตั้งระบบแสงสว่าง | 52 |
| ภาพที่ 3.21 การติดตั้งอุปกรณ์ตรวจจับภายในห้อง Typical | 53 |
| ภาพที่ 3.22 แบบระบบสายป้อนชั้น 7 | 54 |
| ภาพที่ 3.23 แบบแสดงซิงเกิลไลน์ไดอะแกรมของระบบสายป้อนชั้น 7 | 55 |
| ภาพที่ 3.24 แบบระบบสายป้อนชั้น 8-6 | 56 |
| ภาพที่ 3.25 แบบแสดงซิงเกิลไลน์ไดอะแกรมของระบบสายป้อนชั้น 8-26 | 57 |
| ภาพที่ 3.26 แบบระบบสายป้อนชั้น 27-29 | 58 |
| ภาพที่ 3.27 แบบแสดงซิงเกิลไลน์ไดอะแกรมของระบบสายป้อนชั้น | 59 |
| ภาพที่ 3.28 โครงการคอนโดมิเนียม ทองไทย | 60 |
| ภาพที่ 3.29 แบบแปลนส่วนสำนักงานส่วนกลางและภัตตาคารของชั้น 1 | 61 |
| ภาพที่ 3.30 แบบแสดงระบบแสงสว่างชั้น 1 | 68 |
| ภาพที่ 3.31 แบบแสดงระบบแสงสว่างลานจอดรถชั้น 1-7B | 68 |
| ภาพที่ 3.32 แบบแสดงระบบไฟฟ้าและระบบสื่อสารชั้น 1 | 69 |

สารบัญภาพ(ต่อ)

| | หน้า |
|---|------|
| ภาพที่ 3.33 แบบแสดงระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้และระบบกล้องวงจรปิดชั้น 1 | 69 |
| ภาพที่ 3.34 แบบแสดงซิงเกิลไลน์ไดอะแกรมของระบบสายป้อนชั้น 1 | 70 |
| ภาพที่ 3.35 แบบแปลนส่วนสำนักงานส่วนกลางและภัตตาคารของชั้น 2 | 71 |
| ภาพที่ 3.36 แบบระบบแสงสว่างส่วนสำนักงานส่วนกลางและภัตตาคารชั้น 2 | 74 |
| ภาพที่ 3.37 แบบระบบไฟฟ้าและระบบสื่อสารส่วนสำนักงานส่วนกลาง และภัตตาคารชั้น 2 | 74 |
| ภาพที่ 3.38 แบบระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้และระบบกล้องวงจรปิด | 75 |
| ภาพที่ 3.39 แบบแสดงไรเซอร์ไดอะแกรมของระบบ | 76 |
| ภาพที่ 3.40 แบบแปลนส่วนสำนักงานส่วนกลางของชั้น 3 | 77 |
| ภาพที่ 3.41 แบบระบบแสงสว่างส่วนสำนักงานส่วนกลางชั้น 3 | 80 |
| ภาพที่ 3.42 แบบระบบไฟฟ้าและระบบสื่อสารส่วนสำนักงานส่วนกลางชั้น 3 | 80 |
| ภาพที่ 3.43 แบบระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้และระบบกล้องวงจรปิดชั้น 3 | 81 |
| ภาพที่ 3.44 แบบแสดงไรเซอร์ไดอะแกรมของระบบสายป้อนชั้น 3 | 82 |
| ภาพที่ 3.45 แบบแปลนส่วนสำนักงานส่วนกลางและส่วนภัตตาคารของชั้น 4 | 83 |
| ภาพที่ 3.46 แบบระบบแสงสว่างส่วนกลางและส่วนภัตตาคารชั้น 4 | 86 |
| ภาพที่ 3.47 แบบระบบไฟฟ้าและระบบสื่อสารส่วนสำนักงานส่วนกลาง และส่วนภัตตาคารชั้น 4 | 87 |
| ภาพที่ 3.48 แบบระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้และระบบกล้องวงจรปิดชั้น 4 | 87 |
| ภาพที่ 3.49 แบบแสดงซิงเกิลไลน์ไดอะแกรมของระบบสายป้อนชั้น 4 | 88 |
| ภาพที่ 3.50 แบบแปลนส่วนสำนักงานส่วนกลางชั้น 5 | 89 |
| ภาพที่ 3.51 แบบระบบแสงสว่างสำนักงานส่วนกลางชั้น 5 | 91 |
| ภาพที่ 3.52 แบบระบบแสงสว่างส่วนสรวายน้ำชั้น 5 | 92 |
| ภาพที่ 3.53 แบบระบบไฟฟ้าและระบบสื่อสารส่วนสำนักงานส่วนกลางชั้น 5 | 92 |
| ภาพที่ 3.54 แบบระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้และระบบกล้องวงจรปิดชั้น 5 | 93 |
| ภาพที่ 3.55 แบบแสดงซิงเกิลไลน์ไดอะแกรมของระบบสายป้อนชั้น 5 | 94 |
| ภาพที่ 3.56 แบบระบบแสงสว่างชั้น 6-29 | 95 |
| ภาพที่ 3.57 แบบระบบแสงสว่างไฟฉุกเฉินชั้น 6-29 | 95 |
| ภาพที่ 3.58 แบบระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้และระบบกล้องวงจรปิดชั้น 6-29 | 96 |

สารบัญภาพ(ต่อ)

| | หน้า |
|--|------|
| ภาพที่ 3.59 แบบแปลนส่วนกลางชั้น 30 | 98 |
| ภาพที่ 3.60 แบบระบบแสงสว่างส่วนกลางชั้น 30 | 98 |
| ภาพที่ 3.61 แบบระบบไฟฟ้าและระบบสื่อสารส่วนกลางชั้น 30 | 99 |
| ภาพที่ 3.62 แบบระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้และระบบกล้องวงจรปิดชั้น 30 | 99 |
| ภาพที่ 3.63 แบบแปลนส่วนสำนักงานส่วนกลางและภัตตาคารของชั้น 1 | 101 |
| ภาพที่ 3.64 แบบแปลนส่วนชั้นคาเฟ่ของอาคาร | 111 |
| ภาพที่ 3.65 แบบระบบป้องกันฟ้าผ่าส่วนชั้นคาเฟ่ของอาคาร | 111 |
| ภาพที่ 3.66 แบบไรเซอร์ไดอะแกรมระบบไฟฟ้า | 112 |
| ภาพที่ 3.67 แบบไรเซอร์ไดอะแกรมระบบสื่อสาร | 113 |
| ภาพที่ 3.68 แบบไรเซอร์ไดอะแกรมระบบกล้องวงจรปิด | 114 |
| ภาพที่ 3.69 แบบไรเซอร์ไดอะแกรมระบบเคเบิลทีวี | 115 |
| ภาพที่ 3.70 แบบไรเซอร์ไดอะแกรมระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ | 116 |
| ภาพที่ 3.71 แบบไรเซอร์ไดอะแกรมเมนระบบไฟฟ้า | 117 |