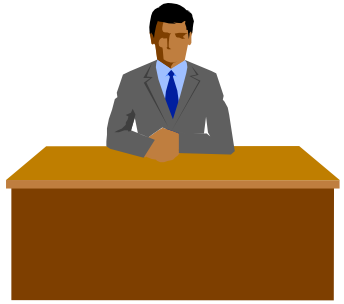
บทที่ 1
หลักการเบื้องต้น



1.1 บทนำ

การออกแบบระบบไฟฟ้า หมายถึง

- การพัฒนาแบบแปลน
- หรือวิธีการจ่ายกำลังไฟฟ้า จากจุดจ่ายไฟฟ้า ไปยังอุปกรณ์ใช้กำลังไฟฟ้าต่าง ๆ
- หรือจ่ายสัญญาณไฟฟ้า ไป จุดรับสัญญาณไฟฟ้าไปยังอุปกรณ์การใช้งาน

การออกแบบระบบไฟฟ้า

- เป็นงานที่กว้างขวาง
- ต้องการข้อมูลมากมาย

ผู้ออกแบบระบบไฟฟ้า

- ต้องเป็นผู้ไฝ่รู้
- สนใจในวิชาการต่าง ๆ

1.2 งานของผู้ออกแบบระบบไฟฟ้า

มี 2 กลุ่มใหญ่ ๆ

1) ระบบไฟฟ้ากำลัง

2) ระบบไฟฟ้าสื่อสาร

ระบบไฟฟ้ากำลัง

1.ระบบการจ่ายกำลังไฟฟ้า (Power Distribution System)

2.ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง (Lighting System)

3.ระบบไฟฟ้าสำรอง (Standby Power System)

4.ระบบป้องกันฟ้าผ่า (Lightning Protection System)

5.ระบบการขนส่งแนวดิ่ง (Vertical Transportation System)

ระบบไฟฟ้าสื่อสาร

1. ระบบโทรศัพท์ (Telephone System)
2. ระบบสัญญาณเตือนอัคคีภัย (Fire Alarm System)
3. ระบบเสาอากาศโทรทัศน์รวม (Master Antenna TV System)
4. ระบบรักษาความปลอดภัย (Security System)
5. ระบบโทรทัศน์วงจรปิด (Closed Circuit TV System)
6. ระบบเสียง (Sound System)
7. ระบบควบคุมอาคารอัตโนมัติ (Building Automation System)

หน้าที่ของผู้ออกแบบระบบไฟฟ้า

1. พัฒนาแบบระบบไฟฟ้าเพื่อให้สามารถจ่ายไฟฟ้าได้เพียงพอ และ มีความปลอดภัยในการใช้งาน
2. ออกแบบระบบไฟฟ้าให้เป็นไปตามข้อกำหนดหรือกฎเกณฑ์ มาตรฐานต่าง ๆ
3. ทำการออกแบบ ตามความต้องการของเจ้าของ
4. ติดต่อประสานงาน และให้ความร่วมมือกับผู้ออกแบบงาน ระบบอื่น ๆ เพื่อให้อาคารสามารถทำงานได้ตามวัตถุประสงค์
5. เขียนรายละเอียดข้อกำหนดต่าง ๆ ของระบบไฟฟ้า
6. ทำการประมาณราคา

1.3 แบบระบบไฟฟ้าที่ดี

1) ความปลอดภัย (Safety)

ระบบไฟฟ้ากำลังที่ออกแบบต้องมีความปลอดภัยอย่างสูงต่อ

- ผู้ปฏิบัติงาน
- อุปกรณ์ไฟฟ้า
- สถานที่

2) ค่าลงทุนเริ่มแรกที่ต่ำที่สุด (Minimum Initial Investment)

- งบประมาณเป็นตัวกำหนดที่สำคัญ
- ต้องพิจารณาถึง
  - อุปกรณ์ไฟฟ้า
  - การติดตั้ง
  - พื้นที่ว่างที่ต้องใช้
  - ค่าเริ่มต้นของการใช้จ่าย

3) ระบบไฟฟ้าต้องสามารถจ่ายไฟฟ้าอย่างต่อเนื่อง (Maximum Service Continuity)

การจ่ายไฟฟ้าอย่างต่อเนื่องและมีความความเชื่อถือได้สูงขึ้นโดย

- จัดให้มีแหล่งจ่ายไฟฟ้ากำลังจากหลายแหล่ง
- จัดให้มีเส้นทางการต่อไปยังโหลดไฟฟ้าได้หลายเส้นทางมากขึ้น
- จัดหาแหล่งที่มีแหล่งกำเนิดไฟฟ้าของตนเอง เช่น มีชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรอง , แบตเตอรี่สำหรับจ่ายระบบไฟฟ้า , ระบบ UPS
- เลือกอุปกรณ์ไฟฟ้าและตัวนำไฟฟ้าที่มีคุณภาพสูง
- เลือกใช้วิธีการติดตั้งที่ดีที่สุด เช่น สายไฟควรอยู่ในท่อสาย (Raceway)

4) ระบบไฟฟ้าจะต้องมีความคล่องตัวสูงและสามารถขยายโหลดได้ (Maximum Flexibility and Expandability)

- ระบบไฟฟ้าต้องสามารถรับรองการเปลี่ยนแปลงได้

5. ประสิทธิภาพทางไฟฟ้าสูงสุด (ค่าปฏิบัติการทางไฟฟ้าต่ำสุด) Maximum Electrical Efficiency (Minimum Operating Costs)

- อุปกรณ์ไฟฟ้าต่าง ๆ ในระบบมีกำลังสูญเสียน้อย
- หม้อแปลงมีกำลังสูญเสียต่ำ
- มอเตอร์ประสิทธิภาพสูง
- บัลลัสต์ กำลังสูญเสียต่ำ

6) ค่าบำรุงรักษาที่ต่ำสุด

(Minimum Maintenance Cost)

- เลือกระบบที่ต้องใช้ค่าบำรุงรักษาน้อย

7) คุณภาพกำลังไฟฟ้าสูงสุด

(Maximum Power Quality)

- ไฟฟ้าที่ใช้
  - ต้องมีคุณภาพดี
  - แรงดันตกมีค่าน้อย
  - กระแสและแรงดัน มีฮาร์โมนิกน้อย

1.4 มาตรฐาน

มาตรฐานและข้อกำหนดต่าง ๆ แบ่งเป็น 2 อย่าง คือ

- *มาตรฐานอุปกรณ์ไฟฟ้า*
- *มาตรฐานการติดตั้งระบบและอุปกรณ์ไฟฟ้า*

มาตรฐานแต่ละอย่างอาจแบ่งออกเป็น 2 อย่าง คือ

- *มาตรฐานประจำชาติ (National Standards)*
- *มาตรฐานสากล (International Standards)*

มาตรฐานประจำชาติ

- แต่ละประเทศร่างขึ้นภายในประเทศ
- ตรงกับอุตสาหกรรมภายในประเทศ
- วิธีปฏิบัติของตนเอง
- ตรงสภาวะภูมิอากาศ และสภาพแวดล้อม

มาตรฐานประจำชาติที่สำคัญ

- **ANSI** (American National Standard Institute) ของประเทศสหรัฐอเมริกา
- **BS** (British Standard) ของประเทศสหราชอาณาจักร
- **DIN** (German Industrial Standard) ของประเทศเยอรมันนี
- **VDE** (Verband Deutscher Elektrotechniker) ของประเทศเยอรมันนี
- **JIS** (Japanese Industrial Standard) ของประเทศญี่ปุ่น
- **มอก.** (มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม) ของประเทศไทย

มาตรฐานสากล

- มาตรฐานที่มีสมาชิกหลายประเทศ

1) ISO (International Organization for Standardization)

- กำหนดมาตรฐานทางวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี
- ใช้หน่วย SI
- ISO 9000 , 9001 , 9002 ,14000

2) IEC (International Electrotechnical Commission)

- มาตรฐานทางด้านไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์
- ร่วมมือกับ ISO อย่างใกล้ชิด
- มาตรฐาน IEC ได้รับความนิยมมากขึ้นเรื่อย ๆ

3) EN (European Standard)

- มาตรฐานของกลุ่มประเทศในยุโรป
- คณะกรรมการ CENELEC (European Committee for Electrotechnical Standardization)
- มาตรฐาน EN เป็นมาตรฐานบังคับ
- จุดประสงค์ของมาตรฐานนี้ คือ ทำให้เกิดการค้าเสรี

วิจารณ์

- ขณะนี้มาตรฐานประจำชาติได้ลดความสำคัญลงตามโลกาภิวัฒน์
- มาตรฐานประจำชาติถือเป็นกำแพงการค้า (Trade Barrier)
- หลายประเทศได้เลิกทำมาตรฐานตนเองและนำมาตรฐานสากลมาใช้ โดยไม่มีการแปลเป็นภาษาตนเอง ภาษาที่ใช้ในมาตรฐานสากล คือ English

สำหรับประเทศไทย

- ในอดีต การทำมาตรฐานทางไฟฟ้า แปลและเรียบเรียงจาก IEC
- ในขณะนี้ มาตรฐานหลายฉบับใช้เป็นภาษาอังกฤษเลย
- ยกเว้นมาตรฐานบังคับยังต้องใช้ ภาษาไทย เพราะมีกฎหมายบังคับอยู่

มาตรฐานอุปกรณ์ไฟฟ้า

- ใช้มาตรฐาน IEC
- เช่น เซอร์กิตเบรกเกอร์ จะอ้างมาตรฐาน IEC 60947-2
  " Low Voltage Switchgear and Control Gear Part 2 "
- การเขียนรายละเอียดข้อกำหนด (Specification)
  - ใช้มาตรฐานไทย (มอก.) และ IEC เป็นหลัก
  - ไม่ควรใช้มาตรฐานประจำชาติของประเทศอื่น *ยกเว้น อุปกรณ์ดังกล่าวไม่มีในมาตรฐานไทยและมาตรฐาน IEC*

มาตรฐานการติดตั้งระบบและอุปกรณ์ไฟฟ้า

- มาตรฐานต่างประเทศ
- มาตรฐานสากล
- มาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย

มาตรฐานต่างประเทศในการติดตั้งระบบและอุปกรณ์ไฟฟ้า

- NEC (National Electrical Code) ของประเทศสหรัฐอเมริกา
- มีครั้งแรกตั้งแต่ปี 1897 และมีแก้ไขปรับปรุงทุก ๆ 3 ปี
- สมบูรณ์มาก
- NEC ได้แพร่เข้าประเทศไทยในช่วงสหรัฐอเมริกา มีฐานทัพในประเทศไทย
- NEC ทำจากประสบการณ์ในประเทศสหรัฐอเมริกา

- มีข้อแตกต่างจากระบบที่ใช้ภายในประเทศไทย

	ประเทศสหรัฐอเมริกา	*ประเทศไทย*
ความถี่	60 Hz	50 Hz
ระบบไฟฟ้า	208/120V,480/277V	380/220V400/230V
สายไฟฟ้า	AWG	mm^2
มิติ	inch , feet	m. , mm.
น้ำหนัก	pound	kg.

- NEC เป็นมาตรฐานที่ดีมาก
- แต่ เนื่องจากเป็นของสหรัฐอเมริกา
- ดังนั้น ต่อไปคงมีใช้เฉพาะใน USA เท่านั้น

มาตรฐานสากลในการติดตั้งระบบและอุปกรณ์ ไฟฟ้า

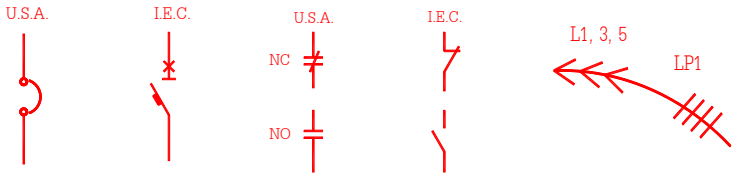
- ปี 1972 ได้ร่างมาตรฐาน IEC 60364
- IEC 60364 (Electrical Installation of Buildings) มีหลายฉบับ
- คาดว่าประเทศต่าง ๆคงจะใช้มาตรฐานนี้ในอนาคต
- ประเทศสหราชอนาจักร (United Kingdom) ก็ใช้มาตรฐานนี้แล้ว

มาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย

- ในอดีต กฟน และ กฟภ ต่างมีมาตรฐานของตนเอง
- ว.ส.ท. ได้ร่าง “ มาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศ ”
- ฉบับล่าสุด ปี 2545
- ผู้สนใจด้าน การออกแบบระบบไฟฟ้าจะต้องมีมาตรฐานฉบับนี้ และต้องศึกษาให้เข้าใจเพื่อ นำไปปฏิบัติได้

1.5 สัญลักษณ์

- ตามมาตรฐานของประเทศสหรัฐอเมริกา
- มาตรฐานของ IEC ได้รับความนิยมมากขึ้น

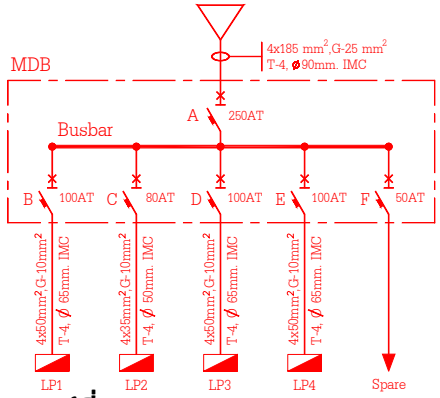


• เซอร์กิตเบรกเกอร์ • หน้าสัมผัสคอนแทคเตอร์ • สัญลักษณ์วงจรไฟฟ้า

1.6 Single Line Diagram และ Riser Diagram

- **Single Line Diagram**

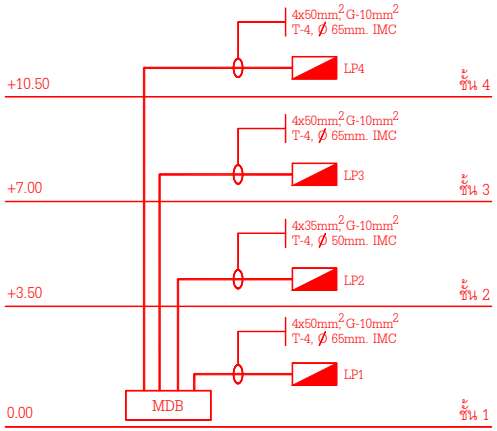
  - ไดอะแกรมเส้นเดียว



รูปที่ 1.1 Single Line Diagram

- **Riser Diagram**

  - วงจรที่ แสดงในแนวดิ่ง



รูปที่ 1.2 Riser Diagram

1.7 มาตรฐานแรงดันต่ำ

- ประเทศสหราชอาณาจักร

  ใช้ระบบแรงดัน 415/240V 3 เฟส 4 สาย

- ประเทศเยอรมันนี

  ใช้ระบบแรงดัน 400/230V 3 เฟส 4 สาย

- ประเทศฝรั่งเศส

  ใช้ระบบแรงดัน 380/220V 3 เฟส 4 สาย

IEC 60038 “ Standard Voltages 400/230V 3 เฟส 4 สาย

สำหรับแรงดันต่ำของประเทศไทย

- การไฟฟ้านครหลวง

- ใช้พิกัดแรงดันต่ำของหม้อแปลงจำหน่าย คือ 416/240V 3 เฟส 4 สาย

- แต่ให้ใช้แรงดันพิกัดของด้านแรงดันต่ำ เป็น 380/220V 3 เฟส 4 สาย

สำหรับแรงดันต่ำของประเทศไทย (ต่อ)

- การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค
  - ใช้พิกัดแรงดันต่ำของหม้อแปลงจำหน่าย คือ 400/230V 3 เฟส 4 สาย
  - ให้ใช้แรงดันพิกัดของด้านแรงดันต่ำ เป็น 400/230V 3 เฟส 4 สาย