

# บทที่ 1

## หลักการเบื้องต้น



ผศ. ประสิทธิ์ พิทยพัฒน์

## 1.1 บทนำ

การออกแบบระบบไฟฟ้า หมายถึง

- การพัฒนาแบบแปลน
- หรือวิธีการจ่ายกำลังไฟฟ้า จากจุดจ่ายไฟ  
ไปยังอุปกรณ์ใช้กำลังไฟฟ้าต่าง ๆ
- หรือจ่ายสัญญาณไฟฟ้า ไป  
จุดรับสัญญาณไฟฟ้าไปยังอุปกรณ์การใช้งาน

## การออกแบบระบบไฟฟ้า

- เป็นงานที่กว้างขวาง
- ต้องการข้อมูลมากมาย

## ผู้ออกแบบระบบไฟฟ้า

- ต้องเป็นผู้ใ้รู้
- 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 )

# 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 )

ระบบไฟฟ้ากำลังที่ออกแบบต้องมี  
ความปลอดภัยอย่างสูงต่อ

- ผู้ปฏิบัติงาน
- อุปกรณ์ไฟฟ้า
- สถานที่



## 2) ค่าลงทุนเริ่มแรกที่ต่ำที่สุด

### ( Minimum Initial Investment )

งบประมาณเป็นตัวกำหนดที่สำคัญ

ต้องพิจารณาถึง

- อุปกรณ์ไฟฟ้า
- การติดตั้ง
- พื้นที่วางที่ต้องใช้
- ค่าเริ่มต้นของการใช้จ่าย

### 3) ระบบไฟฟ้าต้องสามารถจ่ายไฟฟ้าอย่างต่อเนื่อง ( Maximum Service Continuity )

การจ่ายไฟฟ้าอย่างต่อเนื่อง

และมีความความเชื่อถือได้สูงขึ้นโดย

- จัดให้มีแหล่งจ่ายไฟฟ้ากำลังจาก หลายแหล่ง
- จัดให้มีเส้นทางการต่อไปยังโหลดไฟฟ้า  
ได้ หลายเส้นทาง มากขึ้น

### 3 ) ระบบไฟฟ้าต้องสามารถจ่ายไฟฟ้าอย่าง ต่อเนื่อง ( Maximum Service Continuity ) ( ต่อ )

- จัดหาแหล่งที่มี แหล่งกำเนิดไฟฟ้า  
ของตนเอง เช่น มีชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรอง ,  
แบตเตอรี่สำหรับจ่ายระบบไฟฟ้า , ระบบ UPS
- เลือกอุปกรณ์ไฟฟ้าและตัวนำไฟฟ้าที่มี คุณภาพสูง
- เลือกใช้ วิธีการติดตั้งที่ดีที่สุด  
เช่น สายไฟควรรอยู่ในท่อสาย ( Raceway )

4) ระบบไฟฟ้าจะต้องมีความคล่องตัวสูง  
สามารถขยายไหลดได้

( Maximum Flexibility and Expandability )

ระบบไฟฟ้าต้อง

สามารถรับรองการเปลี่ยนแปลงได้

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 )



## 1.4.1 มาตรฐานประจำชาติ

- แต่ละประเทศ รำขึ้นภายในประเทศ
- ตรงกับอุตสาหกรรม ภายในประเทศ
- วิธีปฏิบัติของตนเอง
- ตรงสภาวะภูมิอากาศ และ สภาพแวดล้อม

# 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

## 1.4.2 มาตรฐานสากล

มาตรฐานที่มีสมาชิกหลายประเทศ

### 1) ISO ( International Organization for Standardization )

- กำหนดมาตรฐานทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
- ใช้หน่วย SI
- ISO 9000 , 9001 , 9002 , 14000

## 2 ) IEC ( International Electrotechnical Commission )

- มาตรฐานทางด้าน ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์
- ร่วมมือกับ ISO อย่างใกล้ชิด
- มาตรฐาน IEC ได้รับ ความนิยมมาก ขึ้นเรื่อย ๆ

### 3 ) EN ( European Standard )

- มาตรฐานของ กลุ่มประเทศในยุโรป
- คณะกรรมการ CENELEC ( European Committee for Electrotechnical Standardization )
- มาตรฐาน EN เป็น มาตรฐานบังคับ
- จุดประสงค์ของมาตรฐานนี้ คือ ทำให้เกิดการค้าเสรี

## 1.4.3 มาตรฐานอุปกรณ์ไฟฟ้า

### - ใช้มาตรฐาน IEC

เช่น เซอร์กิตเบรกเกอร์ จะอ้างมาตรฐาน

**IEC 60947-2 “ Low Voltage Switchgear  
and Control Gear Part 2 ”**

การเขียนรายละเอียดข้อกำหนด ( Specification )

- ใช้ มาตรฐานไทย ( มอก. ) และ IEC เป็นหลัก

- ไม่ควรใช้มาตรฐานประจำชาติของประเทศอื่น

ยกเว้น อุปกรณ์ดังกล่าวไม่มีในมาตรฐานไทย

และมาตรฐาน IEC

ผศ. ประสิทธิ์ พิทยพัฒน์

## 1.4.4 มาตรฐานการติดตั้งระบบและอุปกรณ์ไฟฟ้า

- มาตรฐานต่างประเทศ
- มาตรฐานสากล
- มาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้า  
สำหรับประเทศไทย ของ วสท.

# มาตรฐานต่างประเทศในการติดตั้งระบบและ อุปกรณ์ไฟฟ้า

**NEC ( National Electrical Code )  
ของประเทศสหรัฐอเมริกา**

- มีครั้งแรก **ตั้งแต่ปี 1897** และมี  
**แก้ไขปรับปรุงทุก ๆ 3 ปี**
- **มีความสมบูรณ์มาก**



## NEC ( National Electrical Code ) ของประเทศสหรัฐอเมริกา ( ต่อ )

- NEC ได้แพร่เข้าประเทศไทยในช่วงสหรัฐอเมริกา  
มีฐานทัพในประเทศไทย
- NEC ทำจากประสบการณ์ใน  
ประเทศ สหรัฐอเมริกา

## มีข้อแตกต่างจากระบบที่ใช้ภายในประเทศไทย

	ประเทศสหรัฐอเมริกา	ประเทศไทย
ความถี่	60 Hz.	50 Hz.
ระบบไฟฟ้า	120 /208V,277/480V	220/380V,230/400V
สายไฟฟ้า	AWG	mm <sup>2</sup>
มิติ	inch , feet	m. , mm.
น้ำหนัก	pound	kg.

**NEC** เป็นมาตรฐานการออกแบบ

และติดตั้งระบบไฟฟ้า **ที่ดีมาก**

แต่ เนื่องจากส่วนมากจะเกี่ยวกับระบบไฟฟ้า  
ของ สหรัฐอเมริกา

ดังนั้น **ต่อไปคงมีใช้เฉพาะใน USA เท่านั้น**

# มาตรฐานสากลในการติดตั้งระบบและ อุปกรณ์ ไฟฟ้า

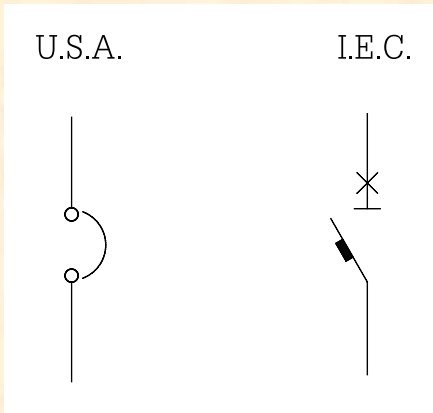
- มาตรฐาน IEC 60364
- IEC 60364 ( Electrical Installation of Buildings )
- มีหลายฉบับ
- คาดว่าประเทศต่าง ๆ คงจะ ใช้มาตรฐานนี้ในอนาคต
- ประเทศสหราชอาณาจักร ( United Kingdom )  
ก็ใช้มาตรฐานนี้แล้ว

# มาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย

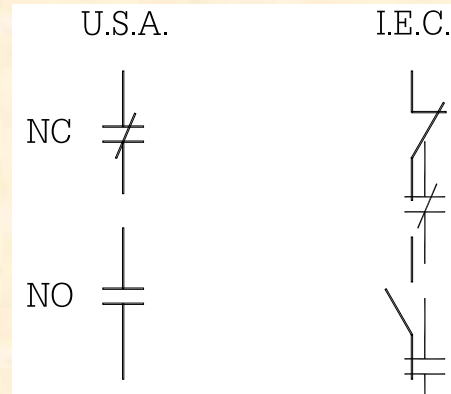
- ในอดีต กฟน และ กฟภ ต่างมีมาตรฐานของตนเอง
- วสท. ได้ร่าง “ มาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย ”
- ฉบับล่าสุด ปี 2556
- ผู้สนใจด้าน การออกแบบระบบไฟฟ้าจะต้องมีมาตรฐานฉบับนี้ และต้อง ศึกษาให้เข้าใจเพื่อ นำไปปฏิบัติได้

# 1.5 สัญลักษณ์

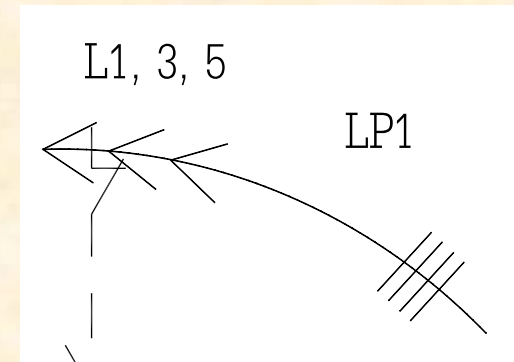
- ตามมาตรฐานของประเทศสหรัฐอเมริกา
- มาตรฐานของ IEC ได้รับความนิยมมากขึ้น



• เซอร์กิตเบรกเกอร์



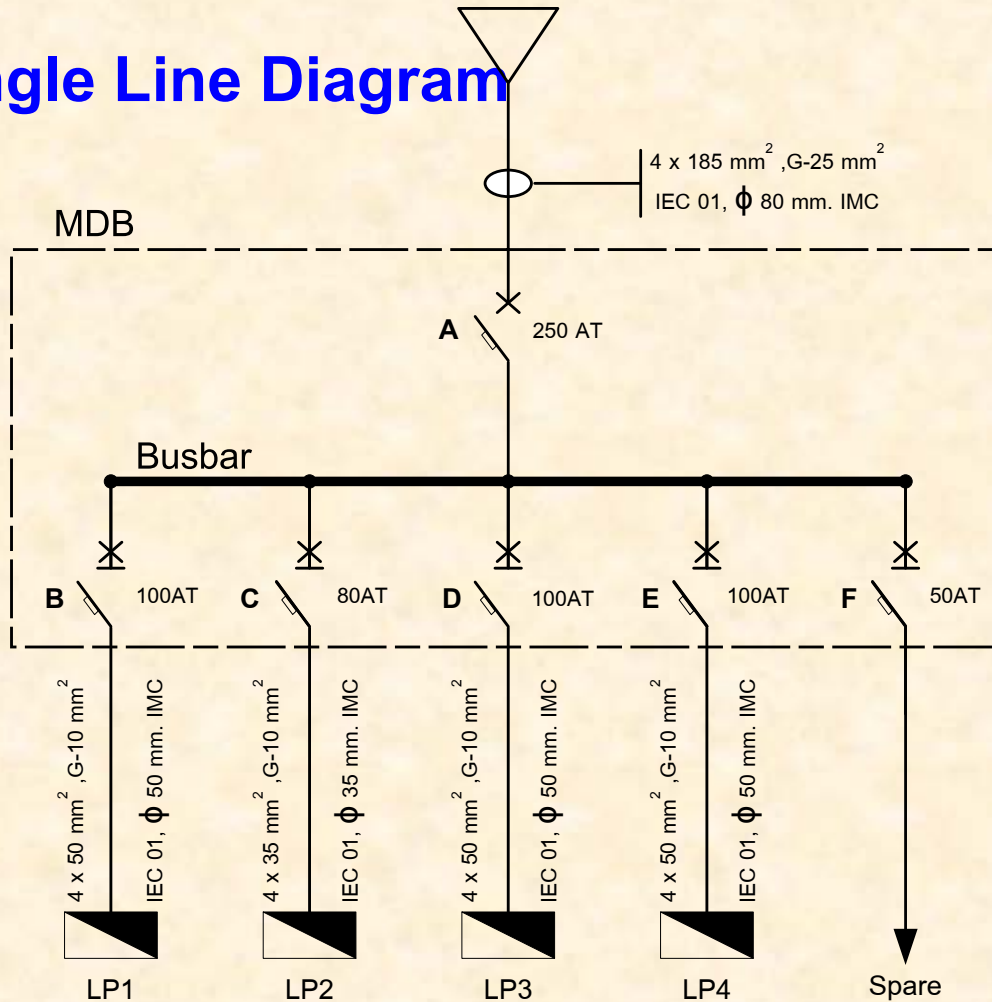
• หน้าสัมผัสคอนแทคเตอร์



• สัญลักษณ์วงจรไฟฟ้า

# 1.6 Single Line Diagram และ Riser Diagram

## Single Line Diagram

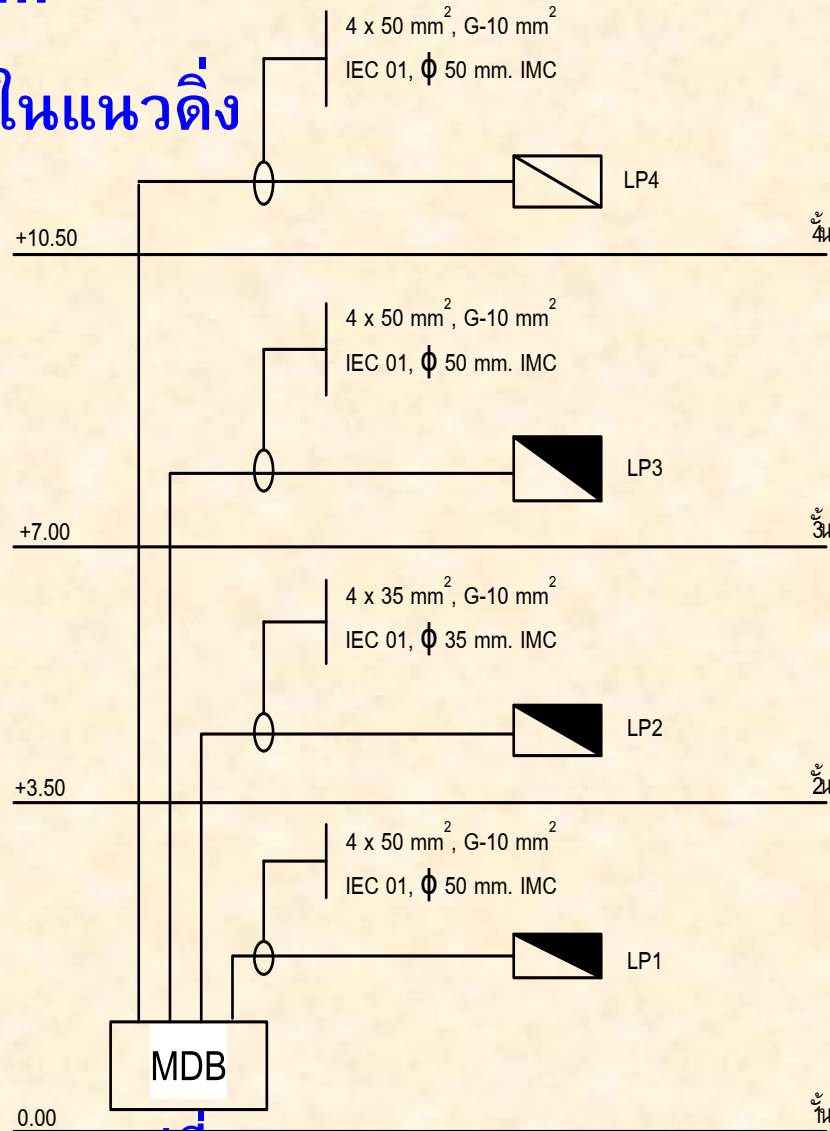


รูปที่ 1.1 Single Line Diagram

ผศ. ประสิทธิ์ พิทยพัฒน์

# Riser Diagram

- วงจรที่ แสดงในแนวตั้ง



รูปที่ 1.2 Riser Diagram  
ผศ. ประสิทธิ์ พิทยพัฒน์



## 1.7 มาตรฐานแรงดันต่ำ

- ประเทศสหราชอาณาจักร

ใช้ระบบแรงดัน 240/415 V 3 เฟส 4 สาย

- ประเทศเยอรมันนี

ใช้ระบบแรงดัน 230/400 V 3 เฟส 4 สาย

- ประเทศฝรั่งเศส

ใช้ระบบแรงดัน 220/380 V 3 เฟส 4 สาย

- IEC 60038 “ Standard Voltages

230/400V 3 เฟส 4 สาย

# สำหรับแรงดันต่ำของประเทศไทย

## การไฟฟ้านครหลวง

- ใช้พิกัดแรงดันต่ำของหม้อแปลงจำหน่าย คือ  
240/416V 3 เฟส 4 สาย
- แต่ให้ใช้แรงดันพิกัดของด้านแรงดันต่ำ เป็น  
2200/380V 3 เฟส 4 สาย

# สำหรับแรงดันต่ำของประเทศไทย ( ต่อ )

## การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค

- ใช้พิกัดแรงดันต่ำของหม้อแปลงจำหน่าย คือ

230/400V 3 เฟส 4 สาย

- ให้ใช้แรงดันพิกัดของด้านแรงดันต่ำ เป็น

230/400V 3 เฟส 4 สาย

ตามมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้า สำหรับประเทศไทย

พ.ศ. 2556 ของ วสท. ได้กำหนดให้

แรงดันไฟฟ้าระบุ เป็น **230/400 V**

เพื่อใช้อ้างอิงในการออกแบบ และคำนวณค่า ต่าง ๆ ทางไฟฟ้า

## คำถามท้ายบท

1. ระบบไฟฟ้าที่วิศวกรไฟฟ้าผู้ออกแบบจะต้องรับผิดชอบ  
มีอะไรบ้าง จงอธิบาย
2. ข้อกำหนดในการออกแบบระบบไฟฟ้าที่วิศวกรไฟฟ้า  
ผู้ออกแบบควรคำนึงถึงตลอดเวลามีอะไรบ้าง จงอธิบาย
3. **National Standards และ International Standards**  
ต่างกันอย่างไร จงอธิบาย
4. จงอธิบายถึงมาตรฐาน IEC ( International  
**Electrotechnical Commission** )

## คำถามท้ายบท...(ต่อ)

5. ให้ไปค้นคว้าถึงมาตรฐานที่สำคัญของ IEC ดังต่อไปนี้

- IEC 60364

- IEC 60947

- IEC 61439

6. ให้ไปค้นคว้าถึง CENELEC และมาตรฐาน EN  
( European Standard )

## คำถามท้ายบท...(ต่อ)

7. เครื่องหมาย CE บนอุปกรณ์ตามมาตรฐานยุโรป  
คืออะไร

8. Single Line Diagram และ Riser Diagram ของ  
ระบบไฟฟ้าคืออะไร จงอธิบาย

9. มาตรฐาน IEC 60038 “ Standard Voltage ” คืออะไร  
จงอธิบาย