



มาตรฐานและองค์ความรู้ที่จำเป็นในการประกอบวิชาชีพวิศวกรรม

คลินิกเตรียมความพร้อมฯ ให้ความรู้ในด้านต่างๆ

พิชิต ถ้ายอง

อนุกรรมการทดสอบความรู้ความชำนาญฯ สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า

วันที่ 25 ส.ค. 65 เวลา 10:30-11:30 น.

มาตรฐานที่สำคัญในการประกอบวิชาชีพวิศวกรรม

มาตรฐานการประพฤติปฏิบัติ (Code of Conduct)

มาตรฐานการให้บริการวิชาชีพ (Code of Service)

มาตรฐานการปฏิบัติวิชาชีพ (Code of Practice)

มาตรฐานการประพฤติปฏิบัติ (Code of Conduct)

ข้อกำหนดและหลักเกณฑ์ที่ผู้ได้รับใบอนุญาตพึงยึดถือ
เป็นแนวทางสำหรับประพฤติปฏิบัติในการประกอบวิชาชีพวิศวกรรมควบคุม

- ▶ ต้องไม่ประพฤติผิดจรรยาบรรณ (Code of Ethics)
- ▶ มีความซื่อสัตย์สุจริต ตามมาตรฐานฯ กฎหมาย และศีลธรรมอันดี
- ▶ ปฏิบัติวิชาชีพตามกรอบความสามารถของการประกอบวิชาชีพ (Competency Framework)
- ▶ พัฒนาวิชาชีพด้วยการฝึกฝนสร้างสมประสบการณ์ การฝึกอบรม และการถ่ายทอดความรู้ทางวิศวกรรม

มาตรฐานการให้บริการวิชาชีพ (Code of Service)

ข้อกำหนดและหลักเกณฑ์ในการให้บริการของผู้ได้รับใบอนุญาต
เพื่อใช้เป็นแนวทางปฏิบัติในการประกอบวิชาชีพวิศวกรรมควบคุม

- ▶ ข้อเสนอการให้บริการ
- ▶ ข้อตกลงการให้บริการ ขอบเขตงานและความรับผิดชอบ ผู้รับผิดชอบ
- ▶ การคิดค่าบริการ สอดรับกับคุณสมบัติ ความสามารถ ความเชี่ยวชาญ และประสบการณ์
- ▶ การรายงานผลปฏิบัติงาน และการให้บริการให้เป็นไปตามมาตรฐานการให้บริการ
- ▶ มาตรฐานการปฏิบัติวิชาชีพ

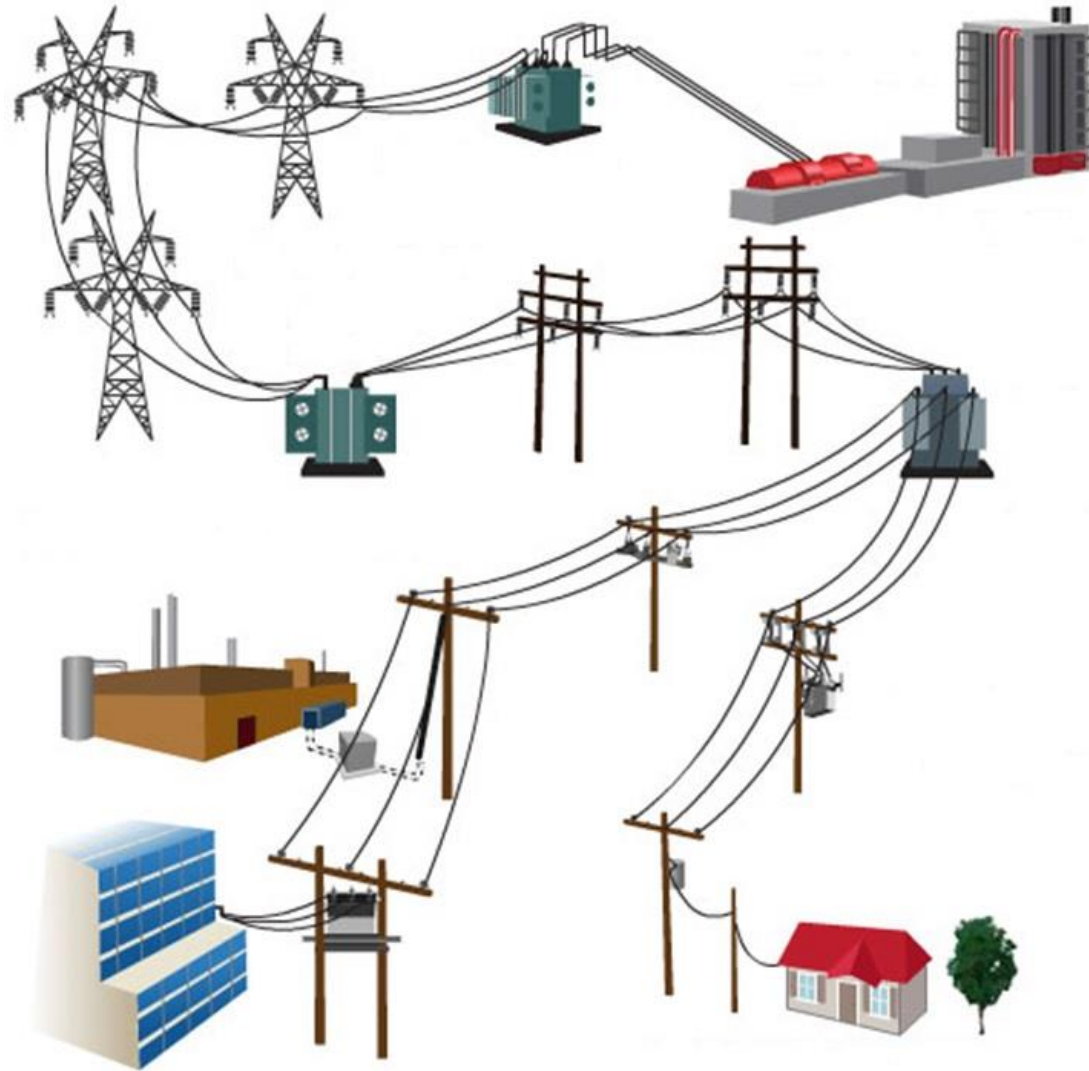
มาตรฐานการปฏิบัติวิชาชีพ (Code of Practice)

ข้อกำหนดและหลักเกณฑ์ในการปฏิบัติงานของผู้ได้รับใบอนุญาต
เพื่อใช้เป็นแนวทางปฏิบัติในการประกอบวิชาชีพวิศวกรรมควบคุม

- ▶ International Standard
- ▶ National Standard
- ▶ มาตรฐานจากหน่วยงานของรัฐหรือองค์กรวิชาชีพที่เป็นที่ยอมรับทั้งในและต่างประเทศ

องค์ความรู้ที่จำเป็นในการประกอบวิชาชีพวิศวกรรมไฟฟ้า

Transmission & Distribution System



Generation System



Load System



เทคโนโลยีที่สำคัญในการประกอบวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

Power Generation Technology

Transmission & Distribution Technology

Motor & Speed Control Technology

Energy Storage Technology

Programmable Controller Technology

Data Analysis

Artificial Intelligence (AI)

Internet of Things (IoT)



องค์ความรู้ที่จำเป็นในการประกอบวิชาชีพวิศวกรรมไฟฟ้า

วัสดุทางวิศวกรรม

สนามไฟฟ้าและสนามแม่เหล็ก

การเขียนแบบทางวิศวกรรม

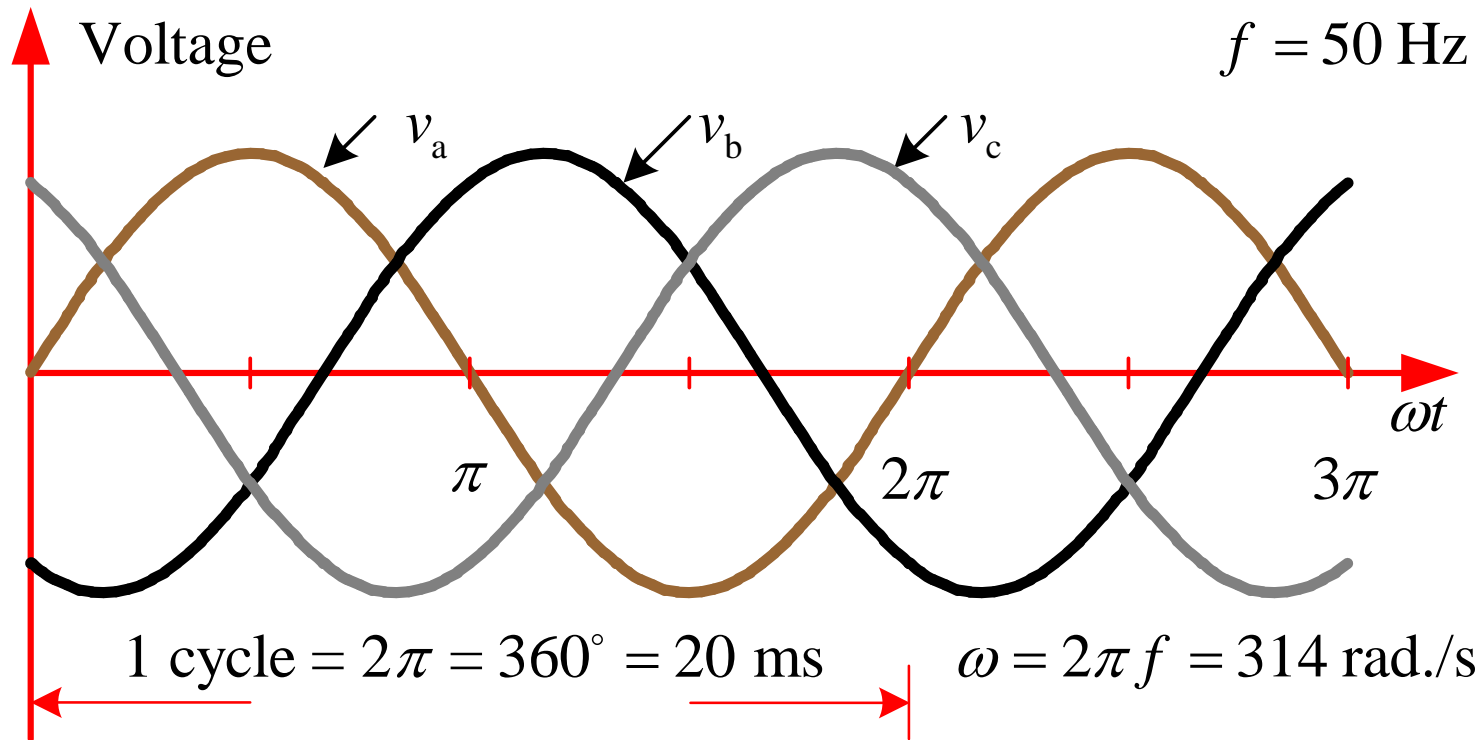
วงจรไฟฟ้า

พื้นฐานทางด้านวงจรไฟฟ้า

ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส 4 สาย

3-phase, 230/400 V, 50 Hz, Star-connection

แรงดันไฟฟ้าที่ระบุ (Nominal voltage)



$$v_a(t) = 325 \sin 314t$$

$$v_b(t) = 325 \sin(314t - 120^\circ)$$

$$v_c(t) = 325 \sin(314t - 240^\circ)$$

เมื่อใช้ Phasor ของเฟส a เป็นแกนอ้างอิง

$$V_a = 230 \angle 0^\circ$$

$$V_b = 230 \angle (-120^\circ)$$

$$V_c = 230 \angle (-240^\circ)$$

Average voltage

$$V_{\text{av}} = \frac{1}{T} \int_0^T v(t) dt$$

Root mean square or effective voltage

$$v(t) = V_m \sin(\omega t)$$

$$V_{\text{rms}} = \frac{V_m}{\sqrt{2}} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T v^2(t) dt}$$

ระบบไฟฟ้ากระแสสลับ

ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส

แรงดันเป็นคลื่นรูปไซน์ (Sine wave voltage)

แรงดันไฟฟ้าและความถี่มีค่าคงที่

ทำไมเราต้องผลิตไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส?

ทำไมต้องเป็นคลื่นรูปไซน์?

ทำไมแรงดันไฟฟ้าและความถี่ต้องคงที่?

ระบบการใช้ไฟฟ้ากระแสสลับ

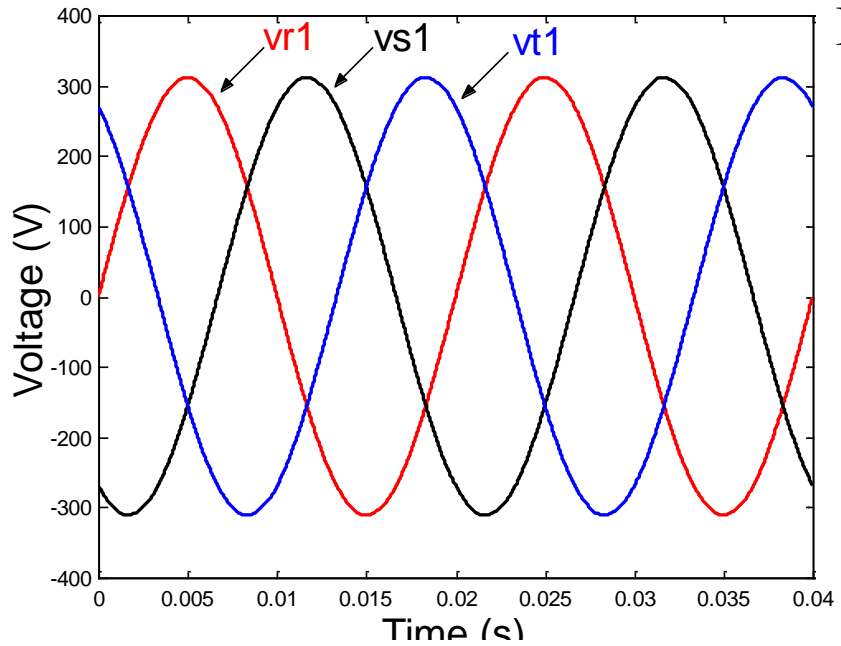
ภาระทางไฟฟ้าอะไรที่ต้องการไฟฟ้ากระแสสลับ

ภาระอะไรทางไฟฟ้าที่ต้องการไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส

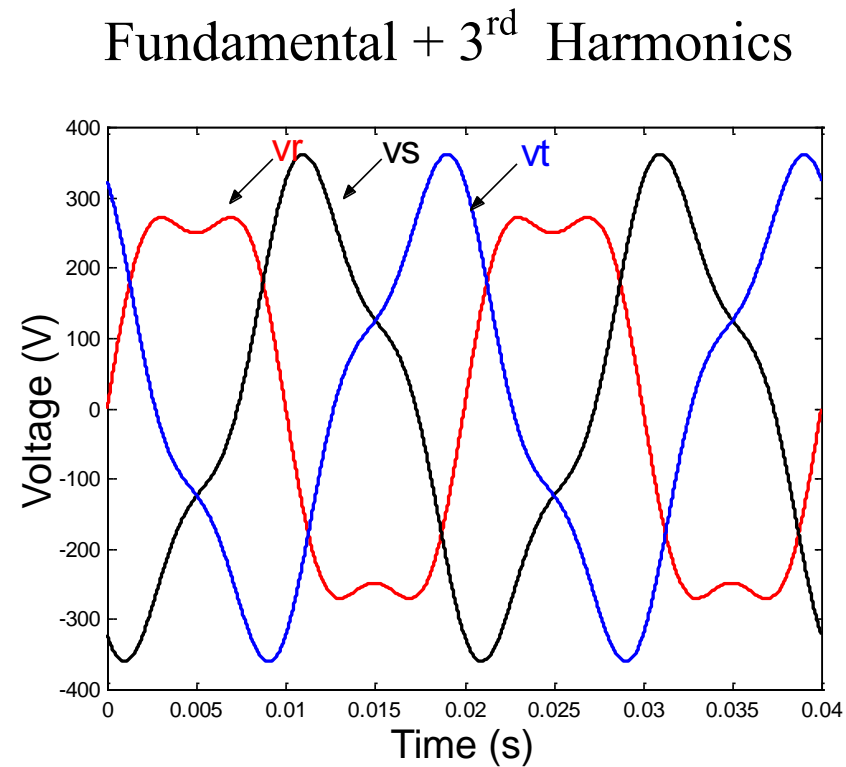
ภาระทางไฟฟ้าอะไรที่ต้องคลื่นแรงดันเป็นรูปไซน์ (Sine wave voltage)

แรงดันไฟฟ้าและความถี่มีผลอย่างไรต่อภาระทางไฟฟ้า

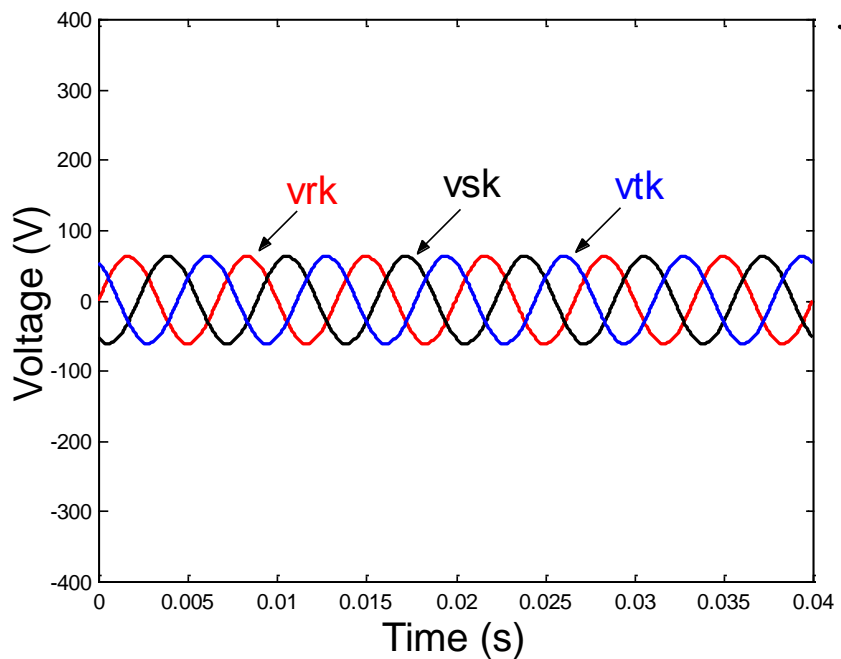
ถ้าใช้ภาระทางไฟฟ้าโดยไม่สมดุล 3 เฟส ได้หรือไม่เพราะอะไร



Fundamental (50 Hz)



Fundamental + 3rd Harmonics



3rd Harmonics (150 Hz)

$$v_R(t) = V_{m,1} \sin(\omega_0 t) + V_{m,k} \sin(k\omega_0 t + \phi_k)$$

$$v_S(t) = V_{m,1} \sin(\omega_0 t - 120^\circ) + V_{m,k} \sin(k\omega_0 t - 120^\circ + \phi_k)$$

$$v_T(t) = V_{m,1} \sin(\omega_0 t - 240^\circ) + V_{m,k} \sin(k\omega_0 t - 240^\circ + \phi_k)$$

rms value for several sine and cosine terms

$$x = a_0 + (a_1 \cos(\omega t) + a_2 \cos(2\omega t) + \dots) + (b_1 \sin(\omega t) + b_2 \sin(2\omega t) + \dots)$$

$$X_{\text{rms}} = \sqrt{a_0^2 + \frac{1}{2}(a_1^2 + a_2^2 + \dots) + \frac{1}{2}(b_1^2 + b_2^2 + \dots)}$$

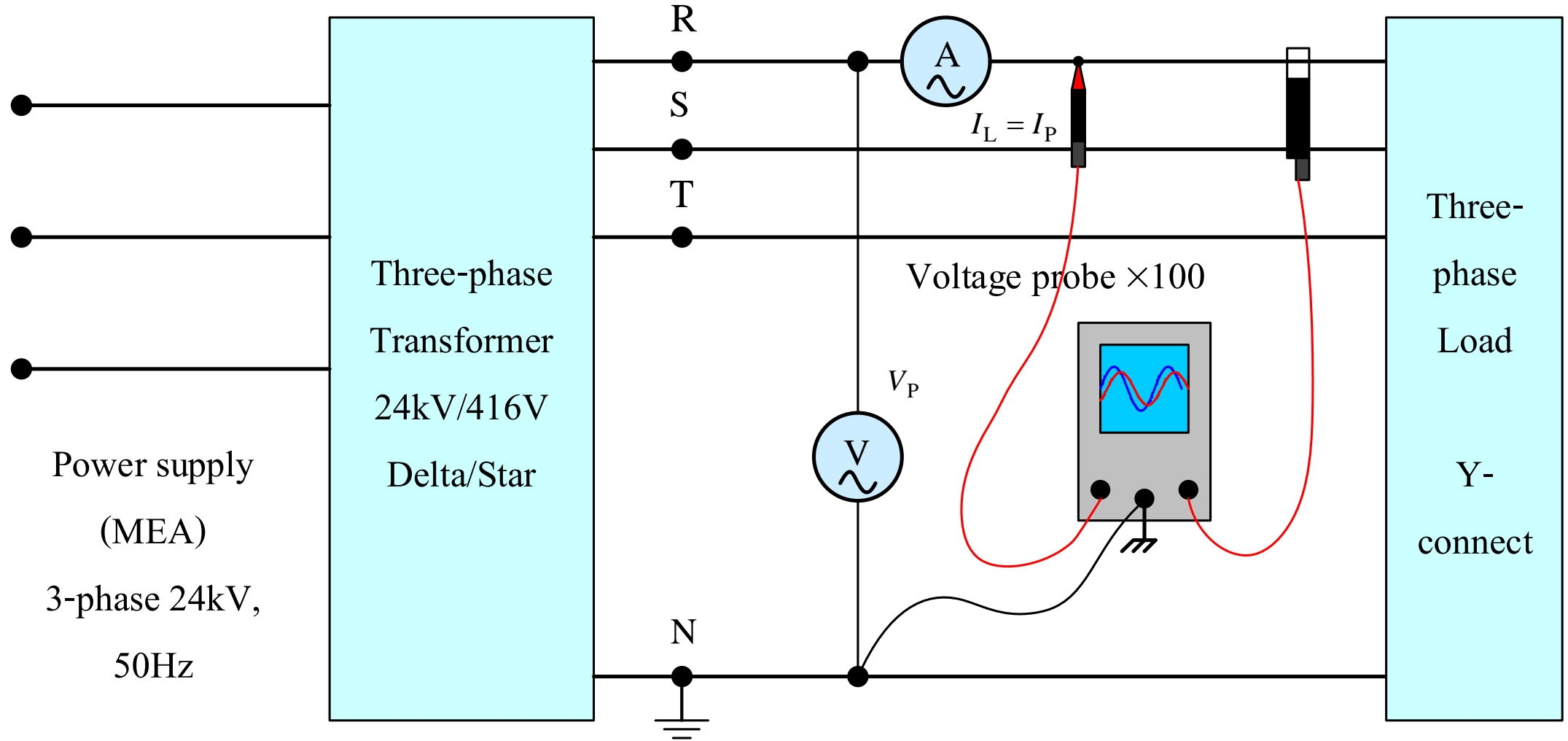
Voltage Distortion Factor (VDF)

$$\text{VDF} = \frac{V_k}{V_1} \times 100 \quad \%$$

หม้อแปลงไฟฟ้า

แหล่งจ่ายไฟฟ้า (Electric supply)

3-phase, 240/416 V, Star-connection

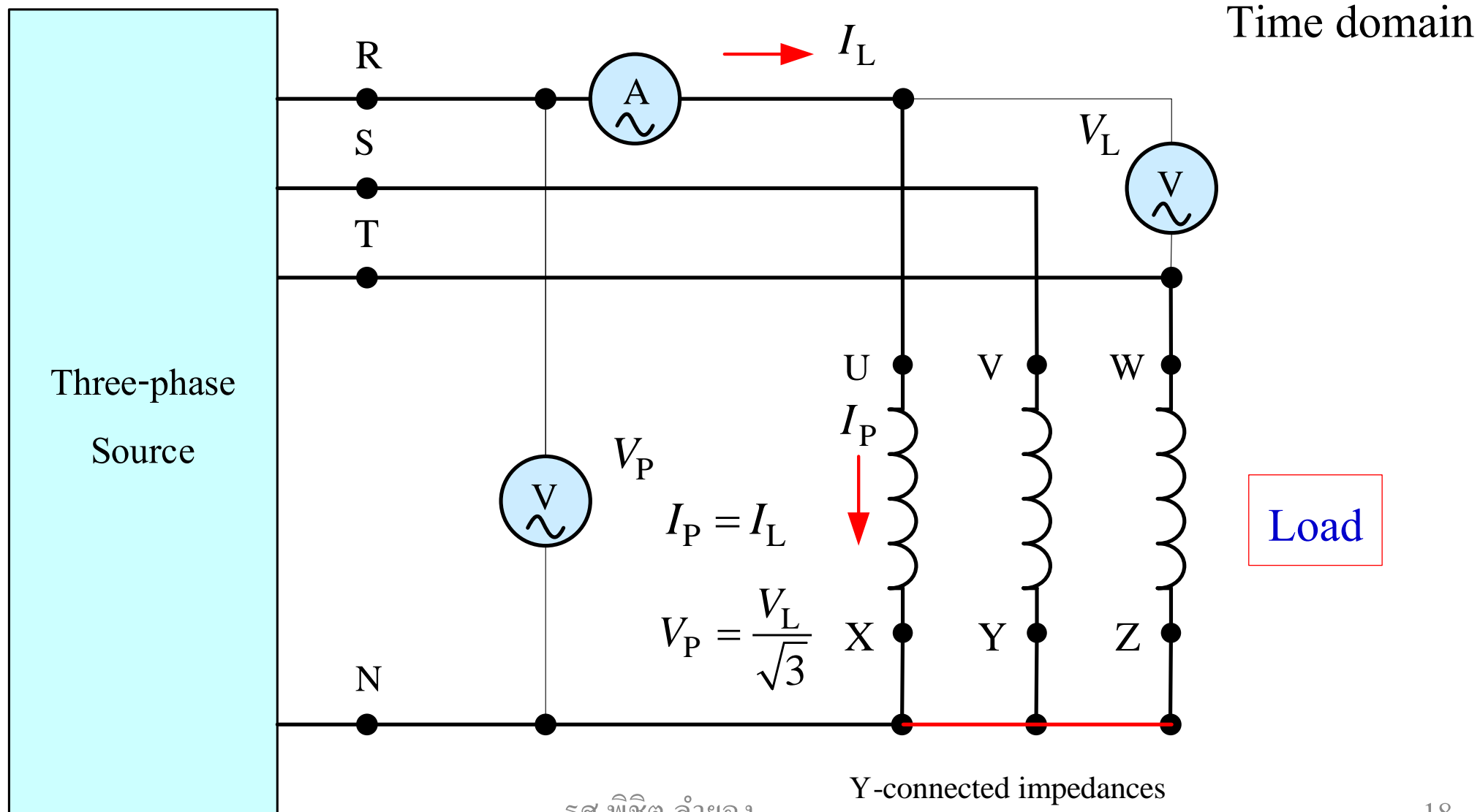


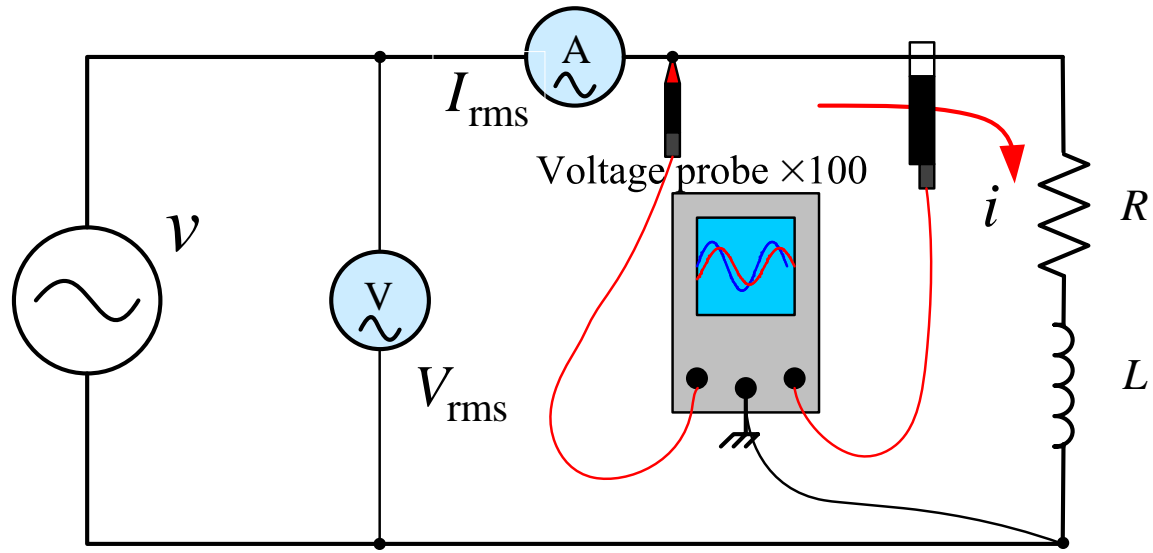
แรงดันไฟฟ้าที่พิกัด (Rated voltage)

ระบบไฟฟ้า

3-phase, 230/400 V, Star-connection

แรงดันไฟฟ้าที่ระบุ (Nominal voltage)





$$V_{\text{rms}} = \frac{V_m}{\sqrt{2}} = 230 \text{ V}$$

$$I_{\text{rms}} = \frac{I_m}{\sqrt{2}} = 100 \text{ A}$$

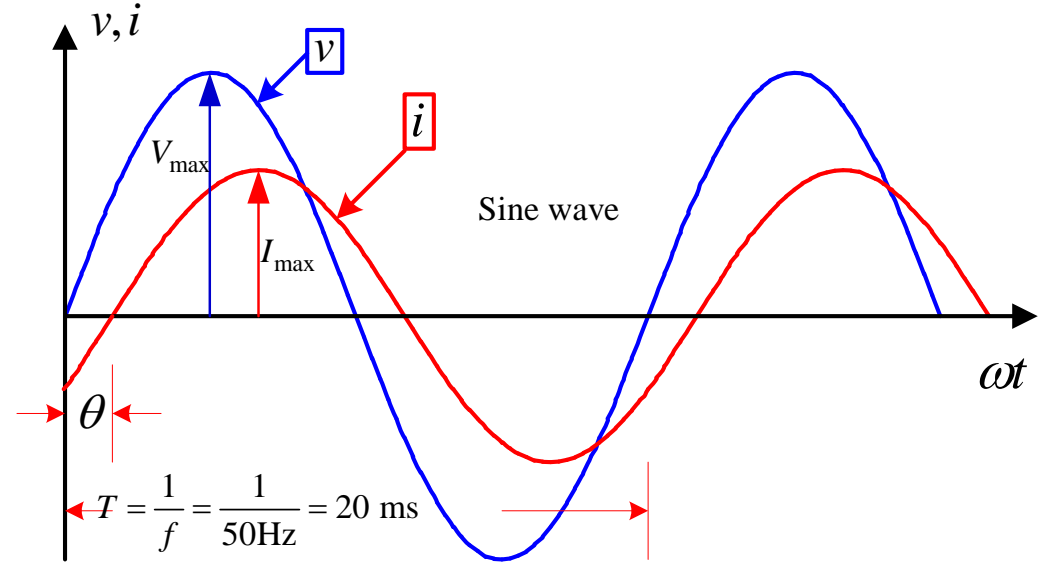
$$f = 50 \text{ Hz} \quad \omega = 2\pi f \quad \theta = 30^\circ$$

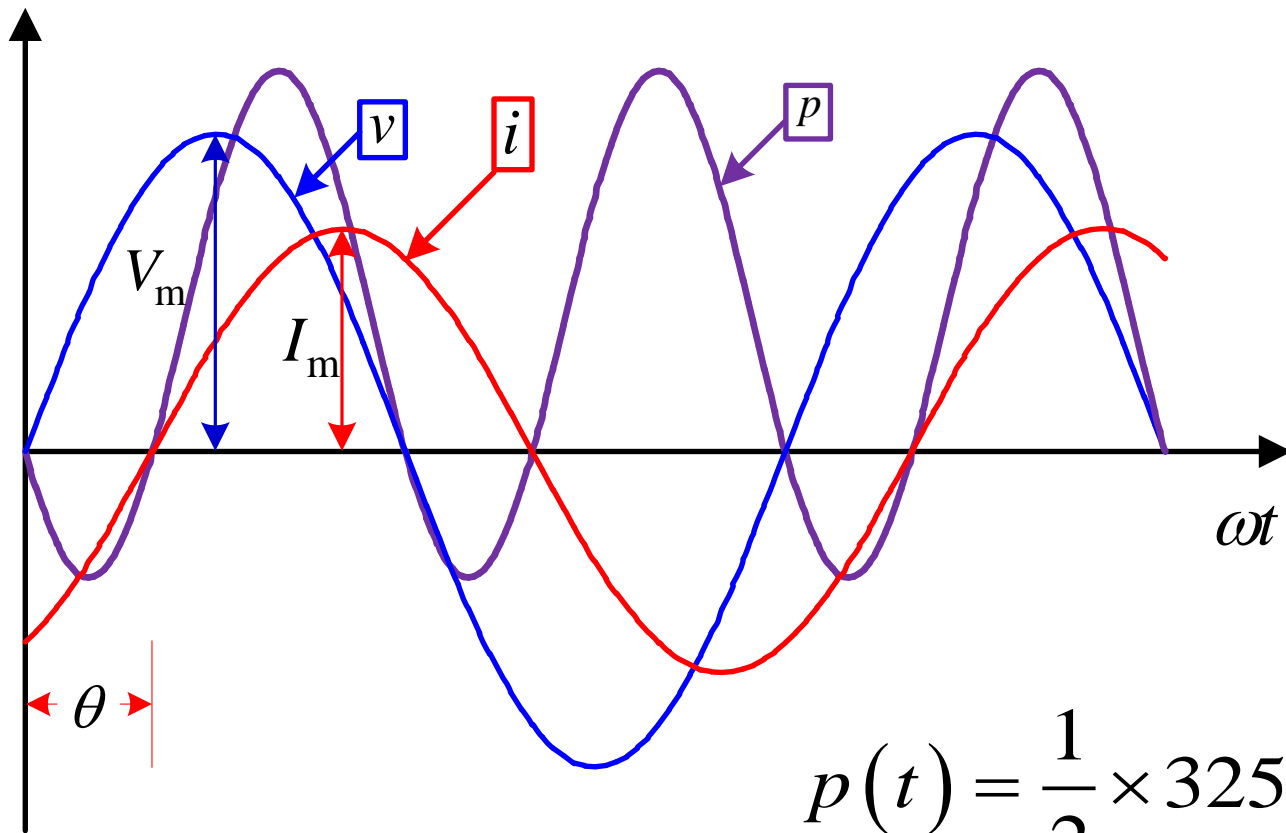
$$\omega = 2\pi \times 50 = 314 \text{ rad./s}$$

$$v(t) = V_m \sin(\omega t) = 325 \sin(314t)$$

$$i(t) = I_m \sin(\omega t - \theta) = 141.4 \sin(314t - 30^\circ)$$

กระแสไฟฟ้าตามหลังแรงดัน (I)





$$v(t) = 325 \sin(314t)$$

$$i(t) = 141.4 \sin(314t - 30^\circ)$$

$$p(t) = v(t)i(t)$$

$$p(t) = \frac{1}{2} \times 325 \times 141.4 \left(\cos 30^\circ - \cos(628t - 30^\circ) \right)$$

$$p(t) = 23,000 \cos 30^\circ - 23,000 \cos(628t - 30^\circ)$$

$$p(t) = 19,900 - 23,000 \cos(628t - 30^\circ) \text{ W}$$

Phasor notation

Frequency domain

$$\hat{V} = V_{\text{rms}} \angle 0^\circ = 230 \angle 0^\circ \text{ V}$$

$$\hat{I} = I_{\text{rms}} \angle -\theta = 100 \angle -30^\circ \text{ A}$$

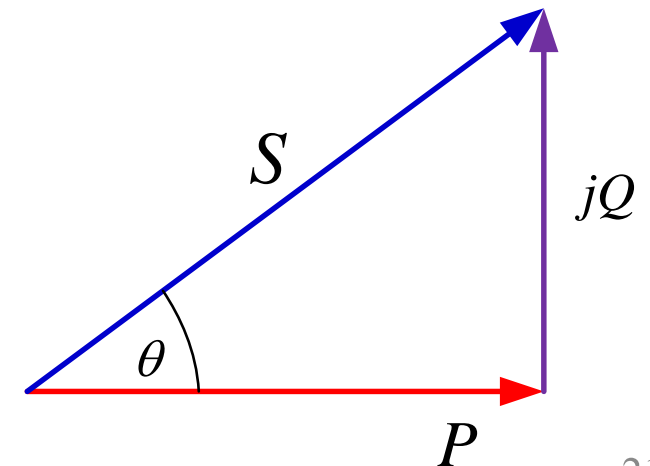
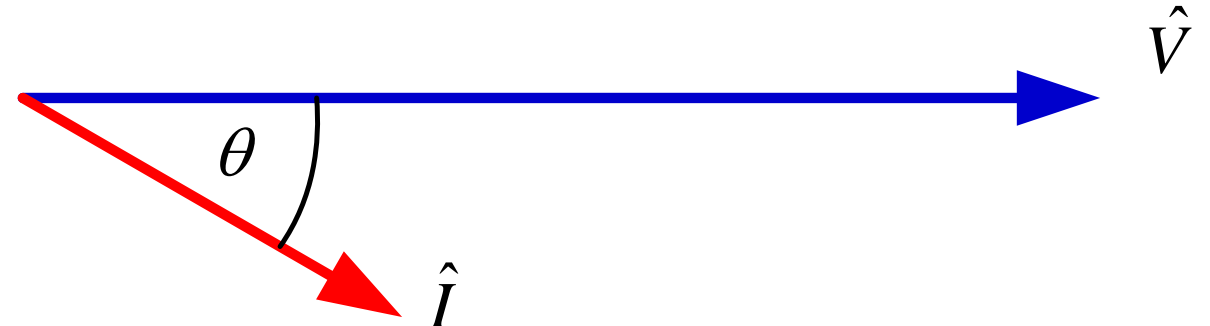
$$\hat{S} = \hat{V}\hat{I}^* = P + jQ$$

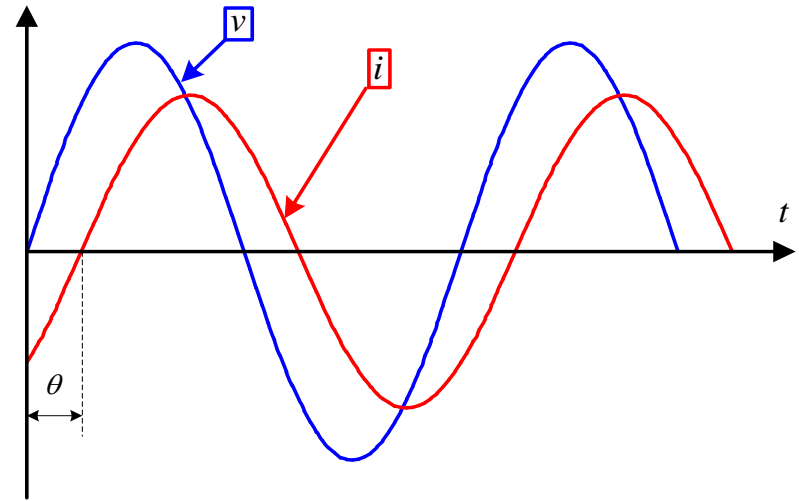
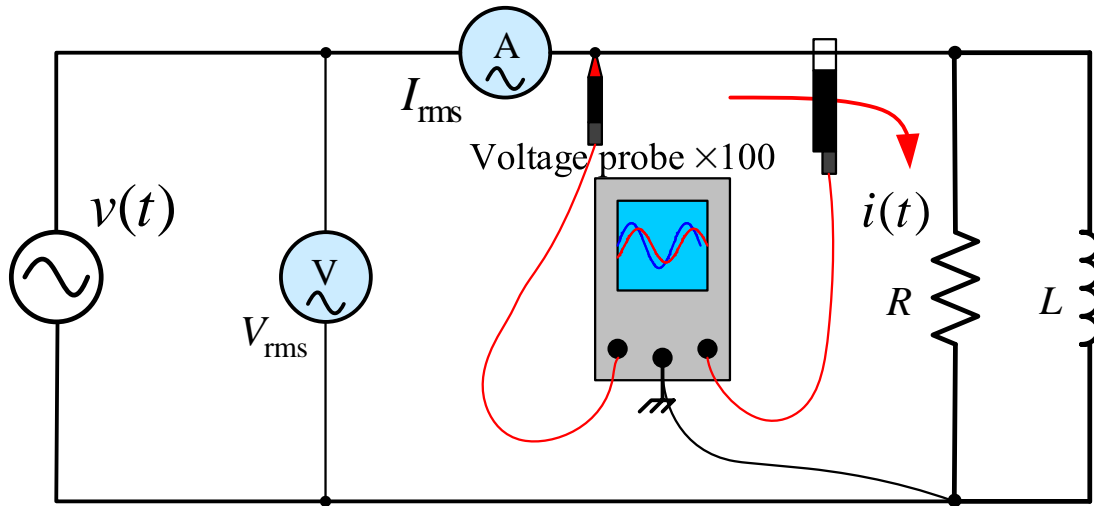
$$\hat{S} = \hat{V}\hat{I}^* = 230 \angle 0^\circ 100 \angle 30^\circ = 23000 \angle 30^\circ = 19,900 + j11,500 = P + jQ$$

$$S = 23,000 \text{ VA} = 23 \text{ kVA}$$

$$P = 23,000 \cos 30^\circ = 19,900 \text{ W} = 19.9 \text{ kW}$$

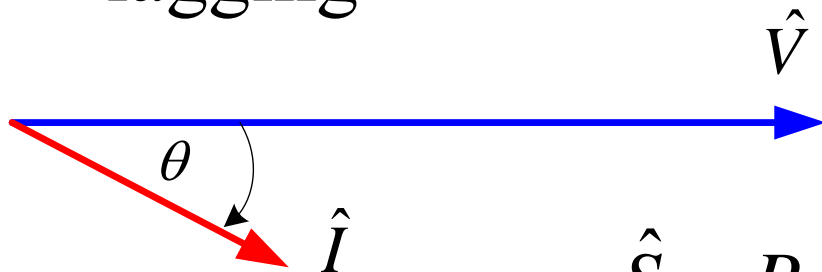
$$Q = 23,000 \sin 30^\circ = 11,500 \text{ var} = 11.5 \text{ kvar}$$



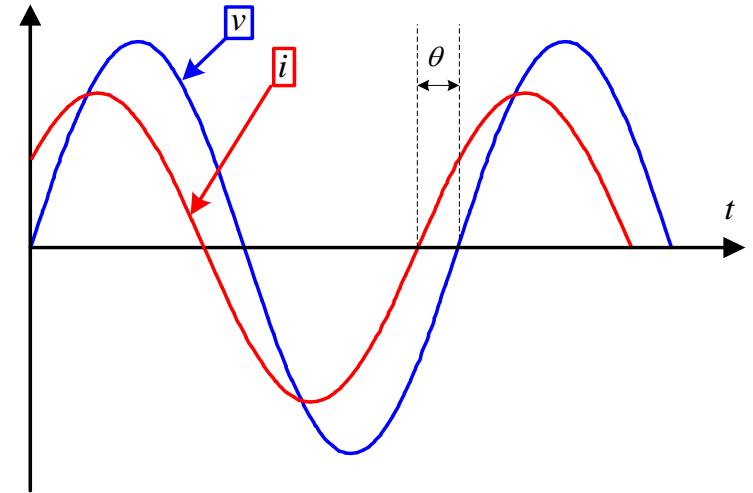
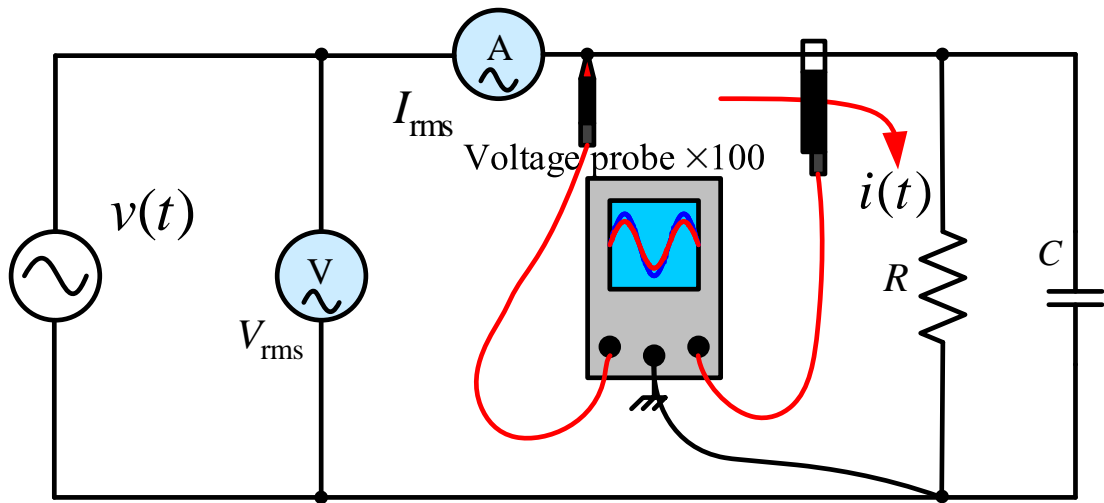


$$\hat{I} = \hat{I}_R + \hat{I}_L = \frac{\hat{V}}{R} + \frac{\hat{V}}{j\omega L} = \frac{V \angle 0^\circ}{R} + \frac{V \angle 0^\circ}{j\omega L} = \frac{V}{R} - j \frac{V}{\omega L}$$

lagging

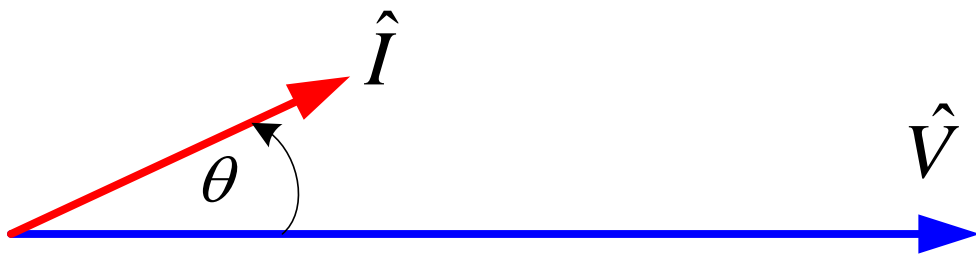


$$\hat{S} = P + jQ = \hat{V}\hat{I}^* = V \angle 0^\circ \left(\frac{V}{R} + j \frac{V}{\omega L} \right) = \frac{V^2}{R} + j \frac{V^2}{\omega L}$$



$$\hat{I} = \hat{I}_R + \hat{I}_C = \frac{\hat{V}}{R} + \frac{\hat{V}}{\frac{1}{j\omega C}} = \frac{V \angle 0^\circ}{R} + j\omega CV \angle 0^\circ = \frac{V}{R} + j\omega CV$$

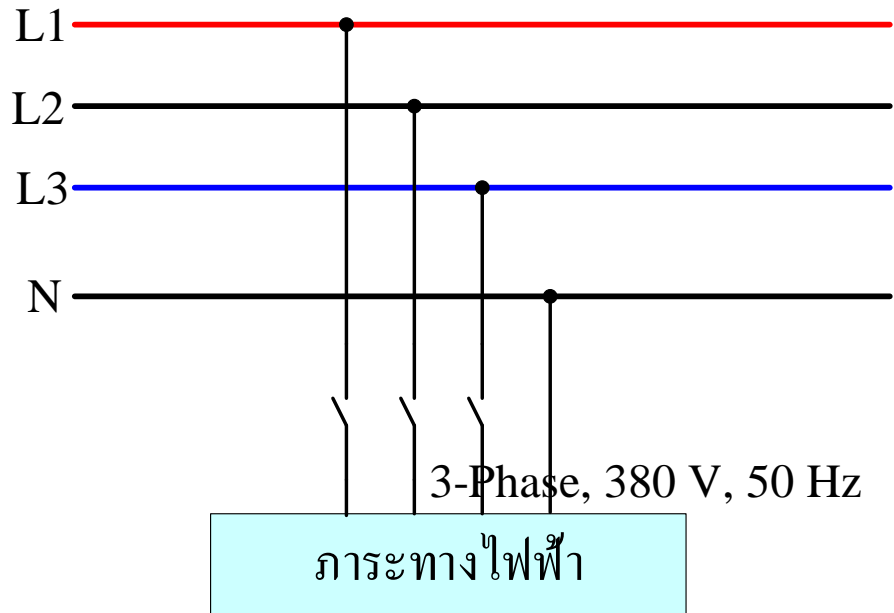
Leading



$$\hat{S} = P + jQ = \hat{V}\hat{I}^* = V \angle 0^\circ \left(\frac{V}{R} - j\omega CV \right) = \frac{V^2}{R} - j\omega CV^2$$

ภาระทางไฟฟ้า

ภาระทางไฟฟ้าขนาด 380 V, 2,000 kVA, 0.8 p.f. lagging

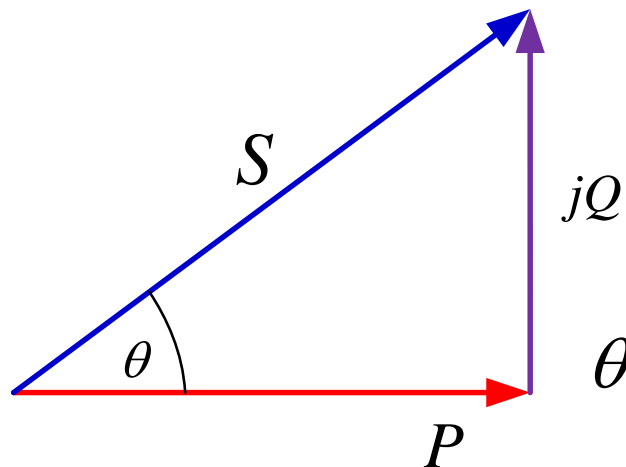


$$S_{3-\phi} = \sqrt{3}V_L I_L$$

$$I_L = \frac{S_{3-\phi}}{\sqrt{3}V_L} = \frac{2,000,000}{\sqrt{3} \times 380} = 3,038.8 \text{ A}$$

$$P = S \cos \theta = 2,000 \times 0.8 = 1,600 \text{ kW}$$

$$Q = S \sin \theta = 2,000 \times 0.6 = 1,200 \text{ kvar}$$



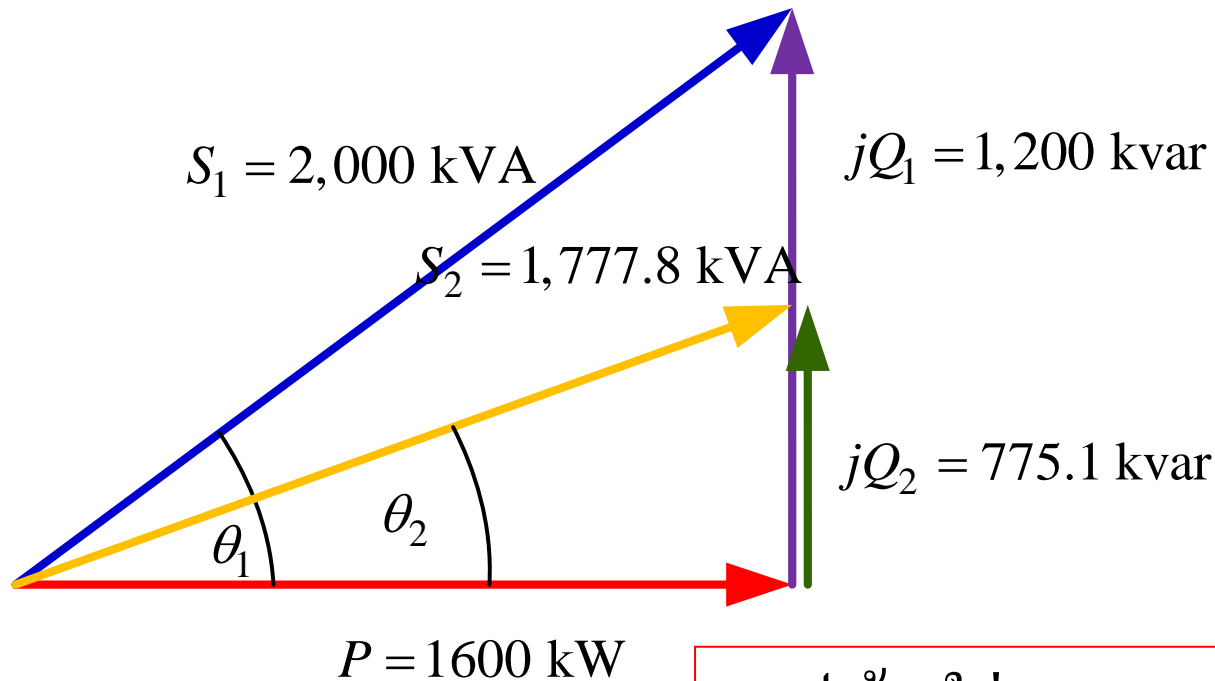
$$S = P + jQ$$

$$\theta = \cos^{-1}(0.8) = 36.9^\circ$$

$$P_{3-\phi} = \sqrt{3}V_L I_L \cos \theta$$

ถ้าต้องการควบคุมให้มีค่า Power factor ไม่เกิน 0.9 p.f. lagging

เราใส่ Capacitor ไปแก้ค่า Power factor ให้ค่าลดลงเป็น 0.9 p.f. lagging
แต่ไม่ได้แก้ไขการใช้งานทางด้านกำลังไฟฟ้า ค่าของ Real power ยังคงเดิมเท่ากับ 1,600 kW



$$S = \frac{P}{\cos \theta} = \frac{1,600 \text{ kW}}{0.9} = 1,777.8 \text{ kVA}$$

$$\sin \theta = \sqrt{1^2 - 0.9^2} = 0.436$$

$$Q = S \sin \theta = 1,777.8 \times 0.436 = 775.1 \text{ kvar}$$

สรุป ต้องใส่ Capacitor ไปแก้ค่า Power factor = $1,200 - 775.1 = 424.9 \text{ kvar}$
Three-phase capacitor 80 kvar จำนวน 6 ตัว จะได้ 480 kvar

Three-phase capacitor 80 kvar, 525 V, delta-connection

ขณะที่ใช้งานที่พิกัดแรงดัน 525 V, delta-connection

$$Q / \text{phase} = Q_{1-\phi} = \frac{Q_{3-\phi}}{3} = \frac{80}{3} = 26.7 \text{ kvar}$$

$$I_C = \omega CV = 314 \times 308 \times 10^{-6} \times 525 = 50.8 \text{ A}$$

หรือ

$$I_C = \frac{Q_{1-\phi}}{V} = \frac{26,700}{525} = 50.8 \text{ A}$$

$$Q_{1-\phi} = I_C V = \omega CV^2$$

$$C = \frac{Q_{1-\phi}}{\omega V^2} = \frac{26,666.7}{314 \times 525^2} = 308 \mu\text{F/phase}$$

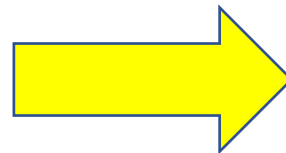
ถ้านำมาใช้งานที่พิกัดแรงดัน 400 V (Nominal voltage), delta-connection

$$I_C = \omega CV = 314 \times 308 \times 10^{-6} \times 400 = 38.7 \text{ A}$$

$$Q_{3-\phi} = 3\omega CV^2 = 3 \times 314 \times 308 \times 10^{-6} \times 400^2 = 46.4 \text{ kvar}$$

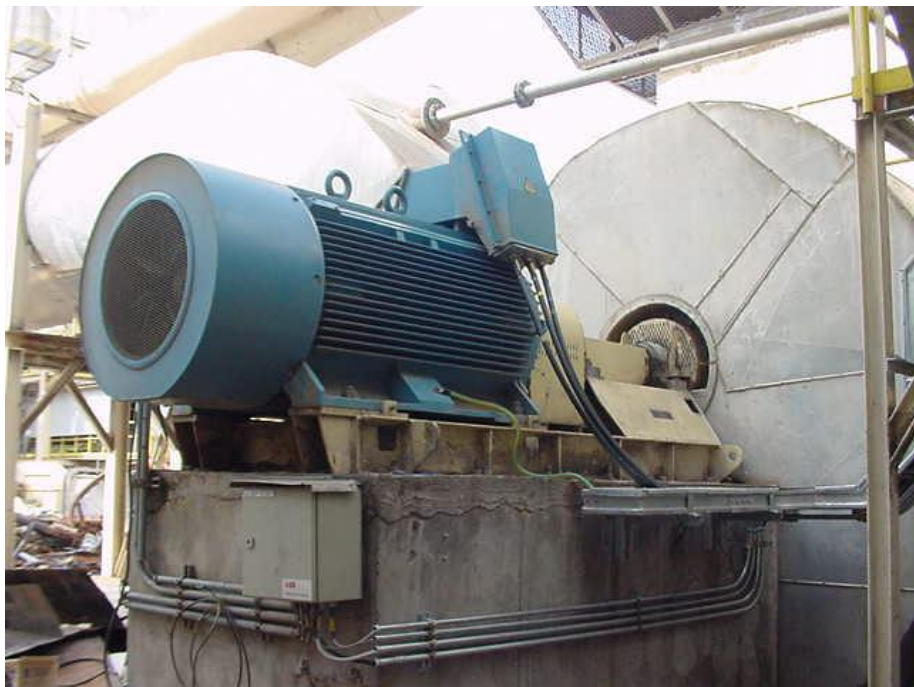
สรุป การแก้ power factor จะไม่เป็นไปตามที่ออกแบบ

$$Q_{3-\phi, 525 \text{ V}} = 80 \text{ kvar}$$



$$Q_{3-\phi, 400 \text{ V}} = 46.4 \text{ kvar}$$

ระบบและเครื่องจักรกลไฟฟ้า



ระบบและเครื่องจักรกลไฟฟ้า

Electric machines

Protection system

Control system (PLC & SCADA)

Starting and speed control system

Circuit diagram (Power circuit & Control circuit)

Q&A