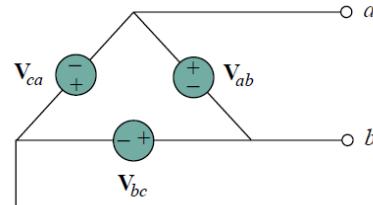
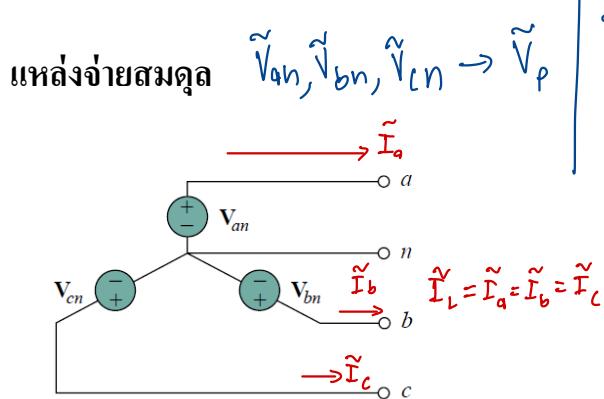


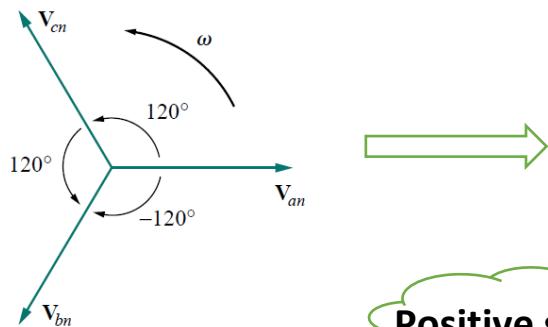
Three – Phase Circuits

วงจรไฟฟ้าสามเฟส (Three – Phase Circuits)

วงจรไฟฟ้าสามเฟสแบบสมดุล



สมดุลแบบ Y



สมดุลแบบ Δ

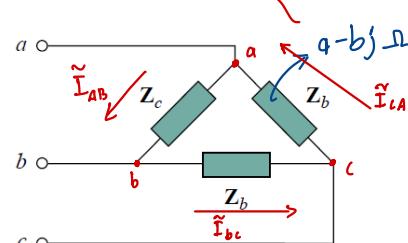
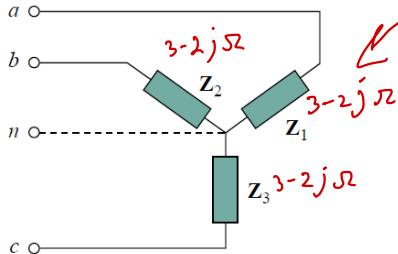
$$V_{an} = V_p \angle 0^\circ$$

$$V_{bn} = V_p \angle -120^\circ$$

$$V_{cn} = V_p \angle +120^\circ$$

Positive sequence

โหลดสมดุล



สมดุลแบบ Y

$$Z_1 = Z_2 = Z_3 = Z_Y$$

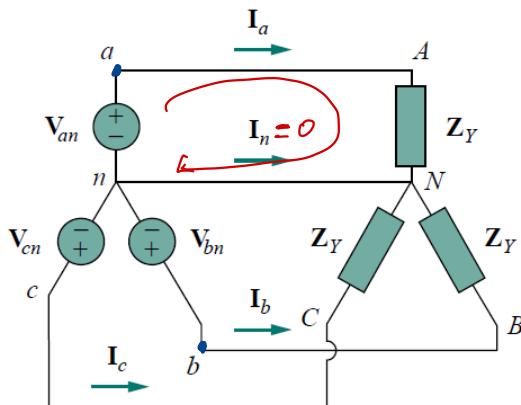
สมดุลแบบ Δ

$$Z_a = Z_b = Z_c = Z_\Delta$$

$$Z_\Delta = 3Z_Y \quad \text{or} \quad Z_Y = \frac{1}{3}Z_\Delta$$

Three – Phase Circuits

สมดุลแบบ **Y – Y**



$$\rightarrow I_p = I_L \quad -\tilde{V}_{an} + \tilde{Z}_Y \tilde{I}_a = 0$$

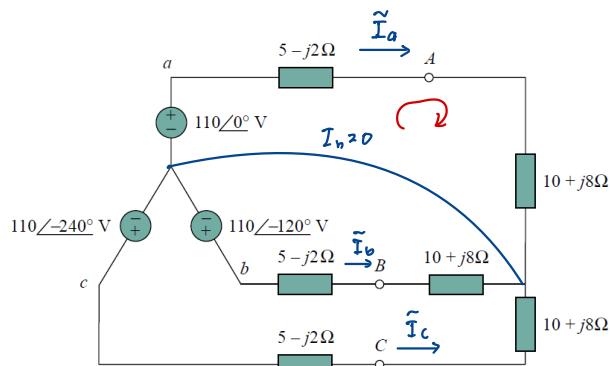
$$\tilde{I}_a = \frac{\tilde{V}_{an}}{\tilde{Z}_Y} =$$

$$\begin{aligned}\tilde{V}_{ab} &= +V_{an} - V_{bn} \\ &= V_p \angle 0^\circ - V_p \angle -120^\circ \\ &= V_p [1 \angle 0^\circ - 1 \angle -120^\circ] \\ &= \sqrt{3} V_p \angle 30^\circ \\ \tilde{V}_{ab} &= 10 \angle 10^\circ - 10 \angle -110^\circ \\ &= 10\sqrt{3} \angle 10^\circ \\ &= 10\sqrt{3} \angle 60^\circ \text{ V.}\end{aligned}$$

$$I_a = \frac{V_{an}}{Z_Y}$$

$$V_L = \sqrt{3} V_p$$

ตัวอย่าง 1 จงหากระแสเส้น(Line current) ของวงจรสามเฟสดังรูป



$$-110 \angle 0^\circ + (5-2j) \tilde{I}_q + (10+6j) \tilde{I}_q = 0$$

$$\tilde{I}_q = \frac{110 \angle 0^\circ}{15+6j}$$

$$\begin{cases} \tilde{I}_q = 6.81 \angle -21.8^\circ \text{ A} = \tilde{I}_{AN} \\ \tilde{I}_b = 6.81 \angle -141.8^\circ \text{ A} = \tilde{I}_{BN} \\ \tilde{I}_c = 6.81 \angle 98.2^\circ \text{ A} = \tilde{I}_{CN} \end{cases} \left. \right\} \tilde{I}_p$$

$$\begin{aligned}\tilde{V}_{ab} &= +110 \angle 0^\circ + 110 \angle -120^\circ \\ &= 110\sqrt{3} \angle 30^\circ \text{ V.}\end{aligned}$$

$$\tilde{V}_{bc} = 110\sqrt{3} \angle -90^\circ \text{ V.}$$

$$\tilde{V}_{ca} = 110\sqrt{3} \angle 150^\circ \text{ V.}$$

Three – Phase Circuits

ตัวอย่าง 2 แหล่งจ่ายไฟฟ้าสามคุลسامเฟสแบบ Y มีค่าความต้านทานเชิงช้อน $0.4 + 0.3j$ โอห์ม ต่อเข้ากับโหลดซึ่งมีค่าอิมพีเดนซ์ $24 + 19j$ โอห์ม สามคุลแบบ Y เช่นเดียวกัน ถ้าแหล่งจ่ายเป็นแบบ positive sequence และ $\tilde{V}_{an} = 120 < 30^\circ V$. และถ้าระหว่างแหล่งจ่ายกับโหลดมีอิมพีเดนซ์ $0.6 + 0.7j$ โอห์ม จงหา a) line voltages b) line current

Answer: (a) $207.85 \angle 60^\circ V$, $207.85 \angle -60^\circ V$, $207.85 \angle -180^\circ V$,
(b) $3.75 \angle -8.66^\circ A$, $3.75 \angle -128.66^\circ A$, $3.75 \angle -248.66^\circ A$.

Three – Phase Circuits

ตัวอย่าง 2 แหล่งจ่ายไฟฟ้าสามคูลลามเฟสแบบ Y มีค่าความต้านทานเชิงช้อน $0.4 + 0.3j$ โอห์ม ต่อเข้ากับโหลดซึ่งมีค่าอิมพีเดนซ์ $24 + 19j$ โอห์ม สามคูลลามแบบ Y เช่นเดียวกัน ถ้าแหล่งจ่ายเป็นแบบ positive sequence และ $\tilde{V}_{an} = 120 \angle 30^\circ V$. และถ้าระหว่างแหล่งจ่ายกับโหลดมีอิมพีเดนซ์ $0.6 + 0.7j$ โอห์ม จงหา a) line voltages b) line current \underline{I}_L , complex power

$$\rightarrow \tilde{s} = 3 \tilde{V}_p \tilde{I}_L^*$$

$$\tilde{V}_p = \tilde{V}_{an} = 120 \angle 30^\circ V$$

$$\tilde{I}_L = \tilde{I}_q = 3.75 \angle -8.66^\circ A$$

$$\tilde{s} = 3 \tilde{V}_{an} \tilde{I}_q^* = 3 (120 \angle 30^\circ) (3.75 \angle -8.66^\circ)$$

$$\tilde{s} = 1054 + 443j \text{ VA} \rightarrow P = 1054 \text{ Watt}$$

$$Q = 443 \text{ VAR}$$

$$\tilde{s} = 1350 \angle 38.66^\circ \text{ VA} \rightarrow s = 1350 \text{ VA}$$

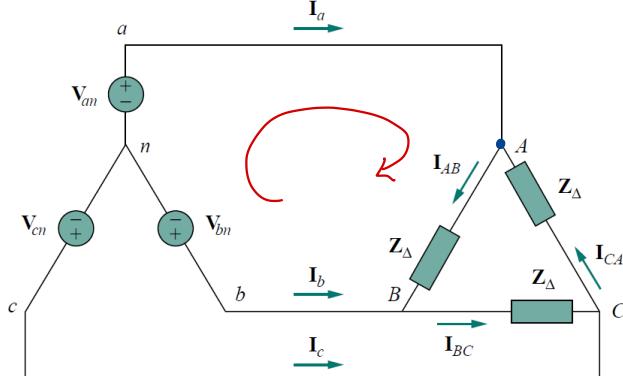
$$PF = \frac{P}{s} = \cos 38.66^\circ$$

$$PF = 0.78 \text{ lagging}$$

Answer: (a) $207.85 \angle 60^\circ V$, $207.85 \angle -60^\circ V$, $207.85 \angle -180^\circ V$,
 (b) $3.75 \angle -8.66^\circ A$, $3.75 \angle -128.66^\circ A$, $3.75 \angle -248.66^\circ A$.

Three – Phase Circuits

สมดุลแบบ $Y - \Delta$



$$-\tilde{V}_{an} + \tilde{\sum}_{\Delta} \tilde{I}_{AB} + \tilde{V}_{bn} = 0$$

$$\tilde{I}_{AB} = \frac{\tilde{V}_{an} - \tilde{V}_{bn}}{\tilde{Z}_{\Delta}}$$

KCL ที่ node A.

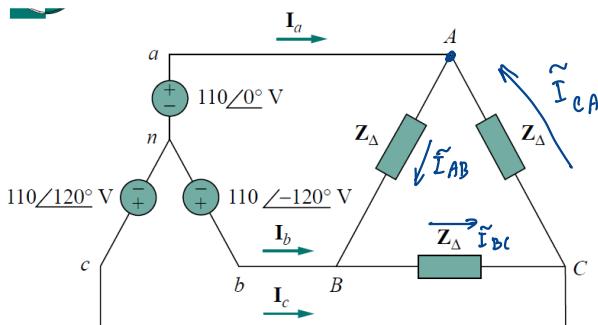
$$\tilde{I}_a + \tilde{I}_{CA} = \tilde{I}_{AB}$$

$$\tilde{I}_a = \tilde{I}_{AB} - \tilde{I}_{CA}$$

$$I_{AB} = \frac{V_{AB}}{Z_{\Delta}}, \quad I_{BC} = \frac{V_{BC}}{Z_{\Delta}}, \quad I_{CA} = \frac{V_{CA}}{Z_{\Delta}}$$

$$I_L = \sqrt{3} I_p$$

ตัวอย่าง 3 จงหา line current and phase current ของวงจรสามเฟสตั้งรูป $\tilde{Z}_{\Delta} = 6+9j \Omega$



$$-110 \angle 0^\circ + (6+9j) \tilde{I}_{AB} + 110 \angle -120^\circ = 0$$

$$\tilde{I}_{AB} = \frac{110 \angle 0^\circ - 110 \angle -120^\circ}{6+9j}$$

$$\tilde{I}_{AB} = 17.61 \angle -26.31^\circ A$$

$$\tilde{I}_{BC} = 17.61 \angle -146.31^\circ A$$

$$\tilde{I}_{CA} = 17.61 \angle 93.69^\circ A$$

$$\tilde{I}_a + \tilde{I}_{CA} = \tilde{I}_{AB}$$

$$\begin{aligned} \tilde{I}_a &= \tilde{I}_{AB} - \tilde{I}_{CA} \\ &\approx 17.61 \angle -26.31^\circ - 17.61 \angle -146.31^\circ \end{aligned}$$

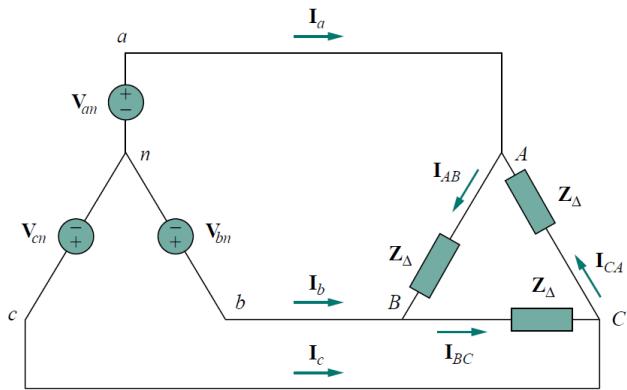
$$\tilde{I}_a = 30.5 \angle -56.3^\circ A$$

$$\tilde{I}_b = 30.5 \angle -176.3^\circ A$$

$$\tilde{I}_c = 30.5 \angle 63.7^\circ A$$

Three – Phase Circuits

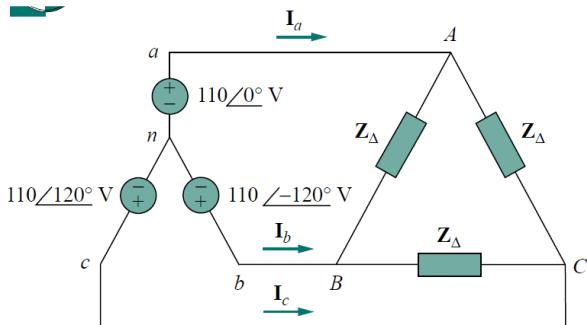
ສມຄລແບນ **Y – Δ**



$$I_{AB} = \frac{V_{AB}}{Z_{\Delta}}, \quad I_{BC} = \frac{V_{BC}}{Z_{\Delta}}, \quad I_{CA} = \frac{V_{CA}}{Z_{\Delta}}$$

$$I_L = \sqrt{3} I_p$$

ຕົວອໍາຍ່າງ 3 ຈຶ່ງຫາ line current and phase current ຂອງວັງຈາກສາມເພື່ອສັງຮູປ

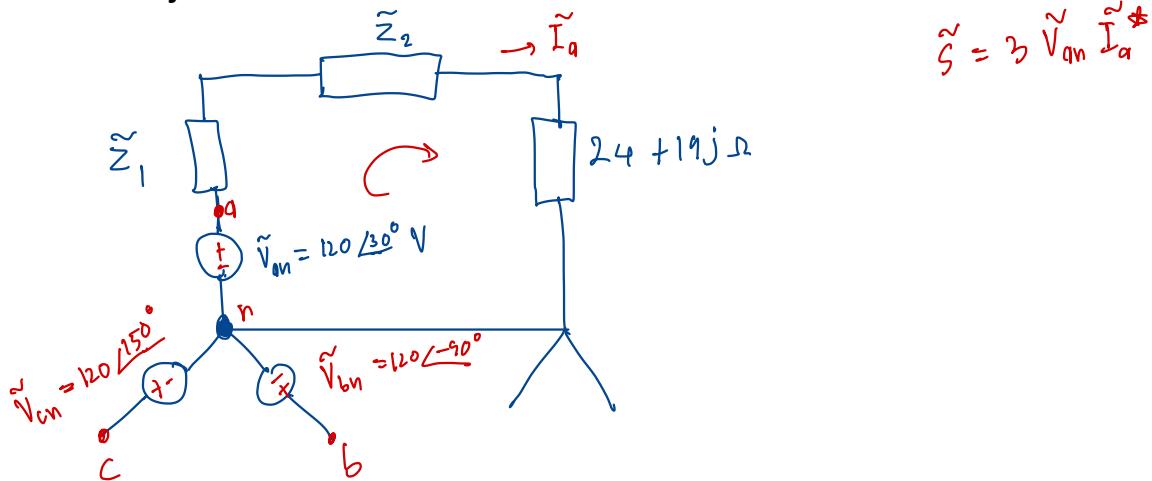


Three – Phase Circuits

ตัวอย่าง 4 วงจรไฟฟ้าสามเฟส มีแหล่งจ่ายสมดุลแบบ Y ซึ่ง $\tilde{V}_{an} = 100\angle 10^\circ V$. ต่อเชื่อมกับโหลดสมดุลแบบ Δ ซึ่ง $\vec{Z} = 8 + 4j \Omega$ ต่อเฟส จงหา phase and line currents

Three – Phase Circuits

ตัวอย่าง 7 แหล่งจ่ายไฟฟ้าสามคุณลักษณะแบบ Y มีค่าความต้านทานเชิงช้อน $0.4 + 0.3j$ โอห์ม ต่อเข้ากับ โหลดซึ่งมีค่าออมพิแคนซ์ $24 + 19j$ โอห์ม สามคุณลักษณะแบบ Y เช่นเดียวกัน ถ้าแหล่งจ่ายเป็นแบบ positive sequence และ $v_{an} = 120 < 30^\circ V$. และถ้าระหว่างแหล่งจ่ายกับโหลดมีออมพิแคนซ์ $0.6 + 0.7j$ โอห์ม จงหา กำลังไฟฟ้าเชิงช้อนของแหล่งจ่าย โหลด และ ไอล์น.



$$-120 < 30^\circ + (Z_1 + Z_2 + Z_3) \tilde{I}_a = 0$$

$$\tilde{I}_a = \frac{120 < 30^\circ}{25 + 20j} = 3.75 < -4.66^\circ A.$$

$$\tilde{I}_b = 3.75 < -124.66^\circ A$$

$$\tilde{I}_c = 3.75 < 111.34^\circ A$$

$$\begin{aligned}\tilde{V}_{ab} &= +120 < 30^\circ - 120 < -90^\circ \\ &\approx 120\sqrt{3} < 60^\circ V\end{aligned}$$

$$\tilde{V}_{bc} = 120\sqrt{3} < -60^\circ V$$

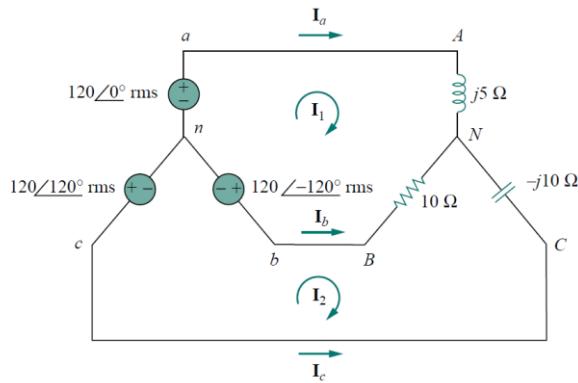
$$\tilde{V}_{ca} = 120\sqrt{3} < 160^\circ V$$

Answer: $-(1054 + j843.3)$ VA, $(1012 + j801.6)$ VA.

Three – Phase Circuits

UNBALANCED THREE-PHASE SYSTEMS

ตัวอย่าง 8 จงหา line current กำลังไฟฟ้าเชิงช้อนของโหลด และกำลังไฟฟ้าเชิงช้อนของแหล่งจ่าย



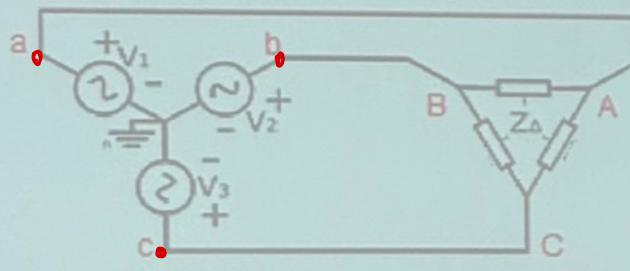
$$\mathbf{S}_L = \mathbf{S}_A + \mathbf{S}_B + \mathbf{S}_C = 6480 - j2156 \text{ VA}$$

$$\mathbf{S}_s = \mathbf{S}_a + \mathbf{S}_b + \mathbf{S}_c = -6480 + j2156 \text{ VA}$$

Three – Phase Circuits

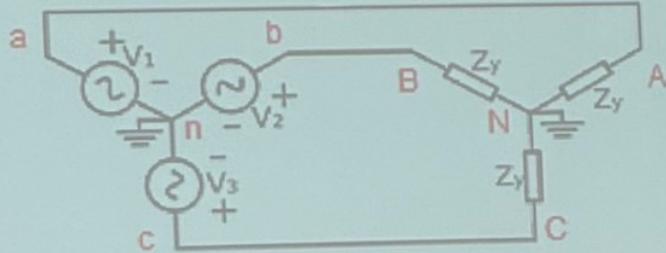
A balanced Y- Δ three phase system, using abc reference and

$$\tilde{V}_{bc} = 390\angle 0^\circ \text{ V. } Z_\Delta = 35\angle 45^\circ \Omega \text{ Find } \tilde{V}_{AB}, \tilde{V}_{BC} \text{ and } \tilde{V}_{CA}$$



Three – Phase Circuits

A balanced Y-Y three phase system, using abc reference and
 $\tilde{V}_{ca} = 390 \angle -120^\circ \text{ V}$. $Z_y = 50 \angle 30^\circ \Omega$. Find \tilde{V}_{AN} , \tilde{V}_{BN} and \tilde{V}_{CN}



$$\tilde{V}_{AN} = 225 \angle 90^\circ \text{ V}$$

$$\tilde{V}_{BN} = 225 \angle -30^\circ \text{ V}$$

$$\tilde{V}_{CN} = 225 \angle -150^\circ \text{ V}$$