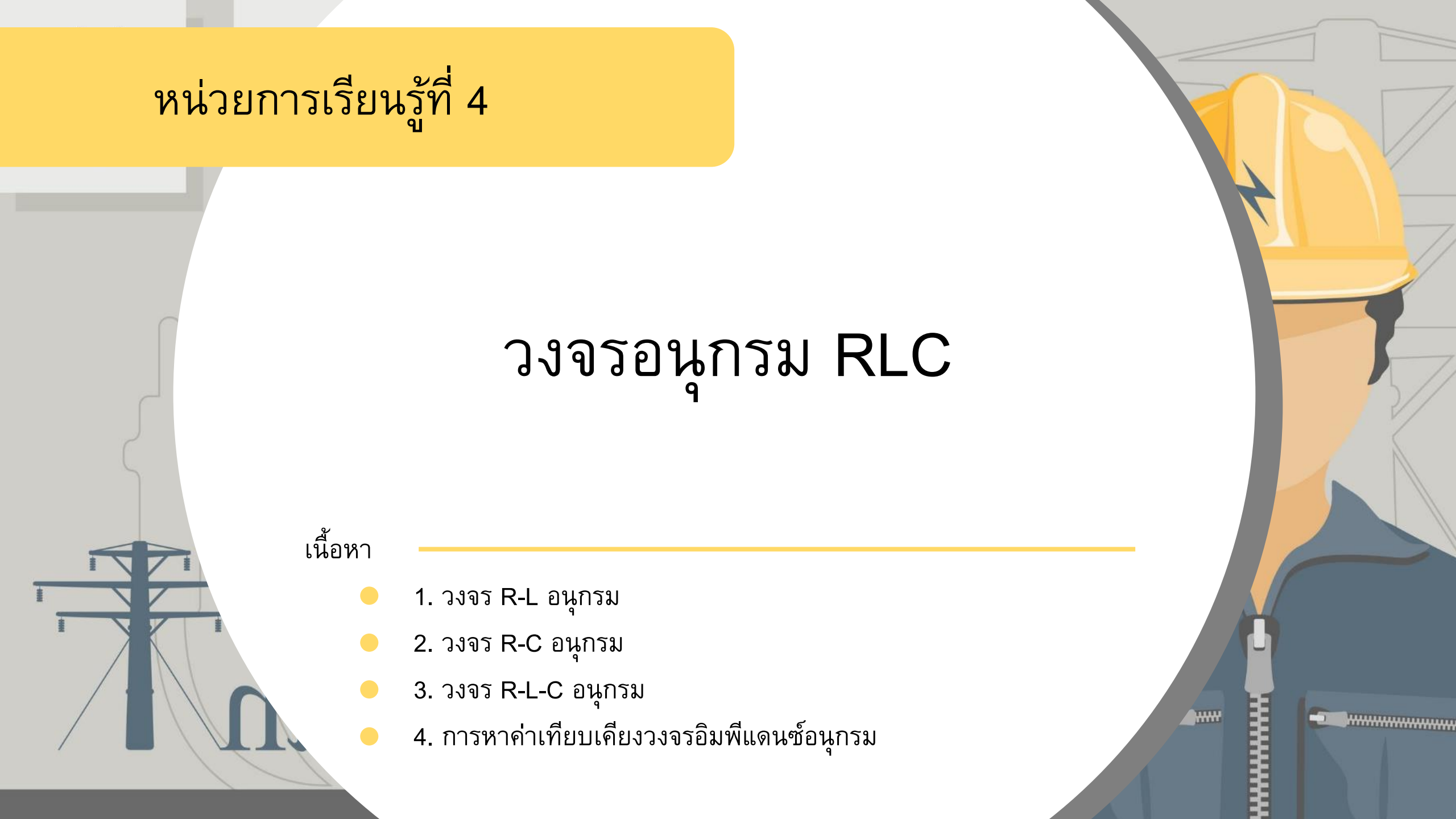
หน่วยการเรียนรู้ที่ 4

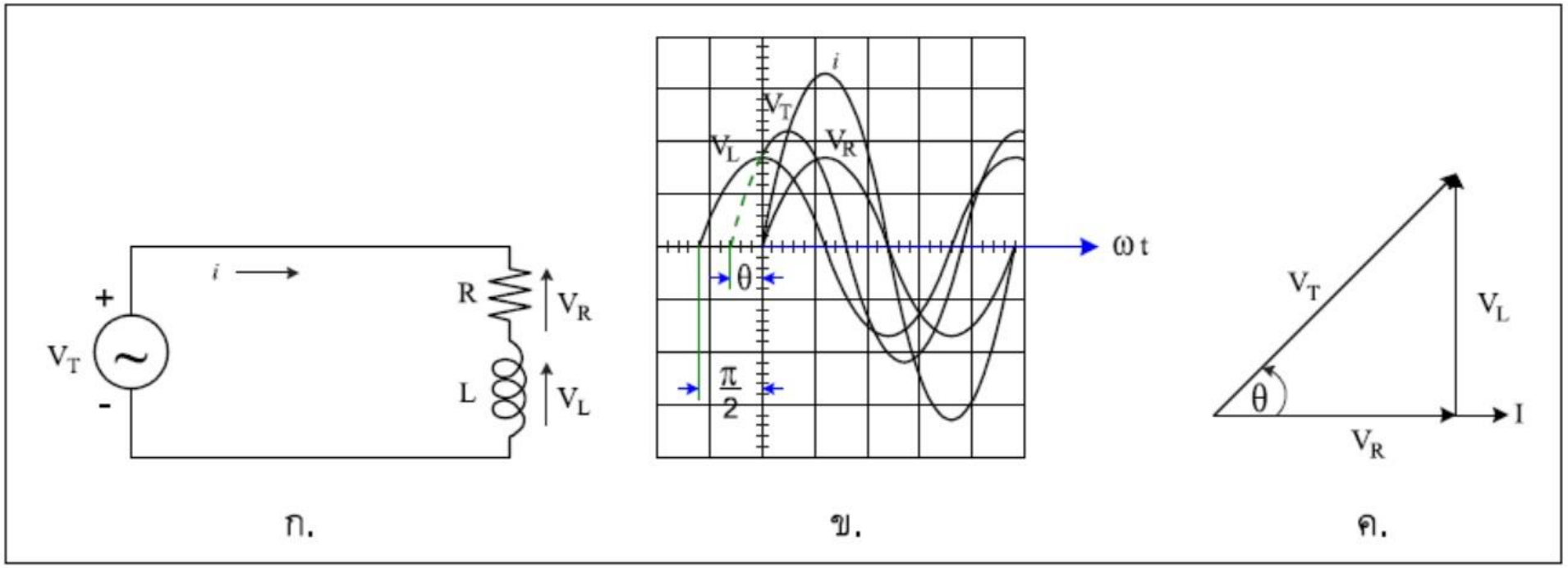
วงจรอนุกรม RLC

เนื้อหา

- 1. วงจร R-L อนุกรม
- 2. วงจร R-C อนุกรม
- 3. วงจร R-L-C อนุกรม
- 4. การหาค่าเทียบเคียงวงจรอิมพีแดนซ์อนุกรม



วงจร R-L อนุกรม



- เมื่อป้อนแรงดันรูปคลื่นไซน์ให้กับวงจร R-L จะเกิดแรงดันและกระแสรูปคลื่นไซน์ในวงจร
- กระแสรวมในวงจร R-L จะล้าหลังแรงดันที่แหล่งกำเนิดเสมอ
- แรงดันที่ตัวต้านทานจะอินเฟสกับกระแสไฟฟ้าเสมอ
- แรงดันที่ตัวเหนี่ยวนำจะนำหน้ากระแสไฟฟ้า 90°
- อิมพีแดนซ์ในวงจร R-L หาได้จากผลรวมทางเฟสเซอร์ R และ X_L

- อิมพีแดนซ์มีหน่วยเป็นโอห์ม
- ถ้าทราบแรงดันที่ป้อนให้กับวงจรและกระแสรวมแล้วเราอาจหาอิมพีแดนซ์ได้จากกฎของโอห์ม
- มุมต่างเฟสของวงจร R-L อนุกรมเปลี่ยนแปลงตามความถี่ ความต้านทาน และอินดักแตนซ์
- ในวงจรที่มีความต้านทานเพียงอย่างเดียวมี pf = 1 ส่วนวงจรที่มีรีแอ็กทิฟเพียงอย่างเดียวมี pf = 0

สูตรวงจร R-L อนุกรม

$$X_L = jX_L$$

$$Z = R + jX_L$$

$$Z = \sqrt{R^2 + X_L^2}$$

$$\theta = \tan^{-1}\frac{X_L}{R}$$

$$Z = \sqrt{R^2 + X_L^2} \angle \tan^{-1}\left(\frac{X_L}{R}\right)$$

$$V_T = V_R + jV_L$$

$$V_T = \sqrt{V_R^2 + V_L^2} \angle \tan^{-1}\left(\frac{V_L}{V_R}\right)$$

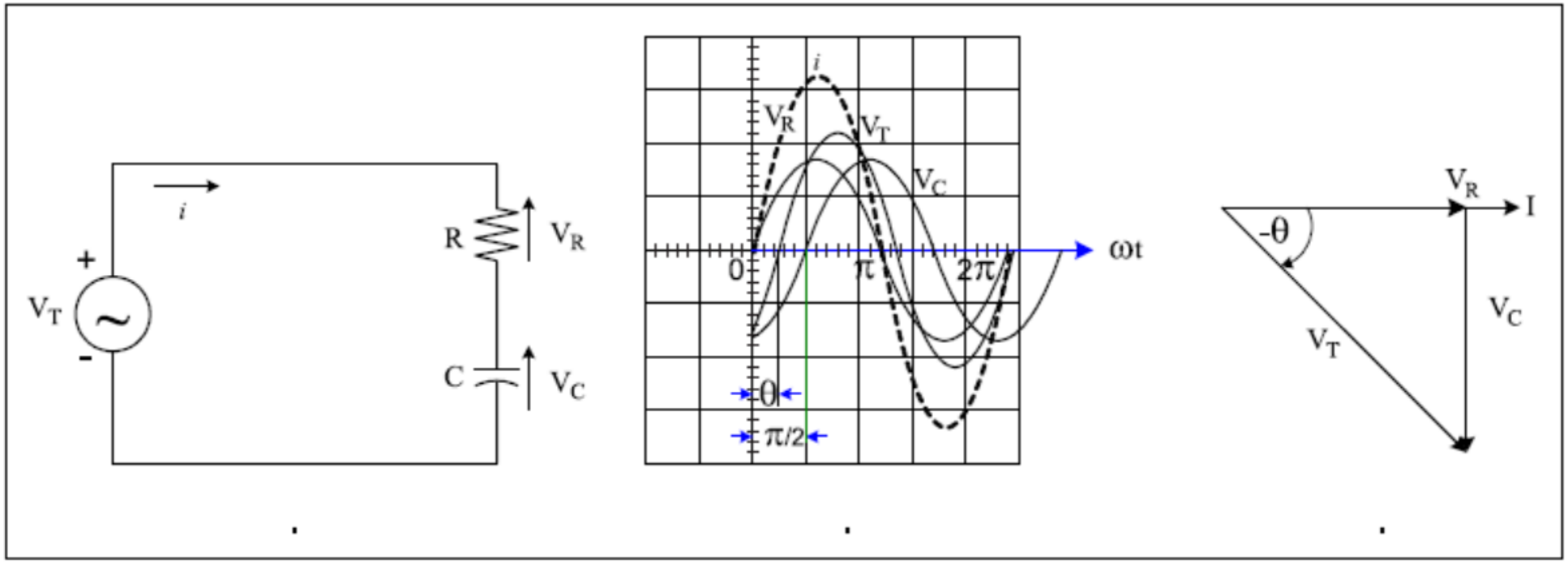
$$V_T = \sqrt{V_R^2 + V_L^2}$$

$$\theta = \tan^{-1}\left(\frac{V_L}{V_R}\right)$$

สูตรกำลังไฟฟ้าในวงจร R-L อนุกรม

P	=	$VI\cos\theta$	=	I^2R	W
Q	=	$VI\sin\theta$	=	I^2X_L	Var
S	=	VI	=	I^2Z	VA
pf	=	$\cos\theta$	=	$\frac{P}{S}$	

วงจร R-C อนุกรม



- เมื่อป้อนแรงดันรูปคลื่นไซน์ให้กับวงจร R-C จะเกิดแรงดันและกระแสรูปคลื่นไซน์ที่มีความถี่เท่ากับแรงดันที่ป้อนให้กับวงจร
- กระแสรวมในวงจร R-C จะนำหน้าแรงดันที่แหล่งกำเนิดเสมอ
- แรงดันที่ตัวต้านทานจะอินเฟสกับกระแสไฟฟ้าเสมอ
- แรงดันที่ตัวเก็บประจุจะล้าหลังกระแสไฟฟ้า 90^{o}
- อิมพีแดนซ์ในวงจร R-C หาได้จากผลรวมทางเฟสเซอร์ของ R และ X_C

- อิมพีแดนซ์มีหน่วยเป็นโอห์ม
- มุมต่างเฟสของวงจร R-C อนุกรม เป็นมุมระหว่างกระแสรวมกับแรงดันที่แหล่งกำเนิดหรือแรงดันที่ป้อนให้กับวงจร
- อิมพีแดนซ์ของวงจร R-C อนุกรมเปลี่ยนแปลงผกผันกับความถี่และคาปาซิแตนซ์
- มุมต่างเฟสของวงจร R-C อนุกรมเปลี่ยนแปลงผกผันกับความถี่และคาปาซิแตนซ์และความต้านทานในวงจร
- วงจร R-C อนุกรมสามารถเปลี่ยนเป็นวงจรอนุกรมเทียบเคียงได้

- หาอิมพีแดนซ์ของวงจรได้จากแรงดันที่ป้อนให้วงจรและกระแสรวมตามกฎของโอห์ม
- เฟสเซอร์ของกำลังไฟฟ้าที่ปรากฏเกิดจากผลรวมทางเฟสเซอร์ของกำลังไฟฟ้าที่มีความต้านทาน (กำลังไฟฟ้าจริง) และกำลังไฟฟ้าต้านกลับ
- กำลังไฟฟ้าที่ปรากฏมีหน่วยเป็นโวลต์-แอมแปร์
- วงจรที่มีความต้านทานเพียงอย่างเดียวมีตัวประกอบกำลัง (pf) เป็น 1 ส่วนวงจรที่มีคาปาซิแตนซ์เพียงอย่างเดียว
มีตัวประกอบกำลังเป็น 0

สูตรวงจร R-C อนุกรม

$$X_C = -jX_C$$

$$Z = R - jX_C$$

$$Z = \sqrt{R^2 + X_C^2}$$

$$\theta = -\tan^{-1}\frac{X_C}{R}$$

$$Z = \sqrt{R^2 + X_C^2} \angle -\tan^{-1}\frac{X_C}{R}$$

$$V = IZ$$

$$I = \frac{V}{Z}$$

$$Z = \frac{V}{I}$$

$$V_T = V_R - jV_C$$

$$V_T = \sqrt{V_R^2 + V_C^2} \angle -\tan^{-1}\frac{V_C}{V_R}$$

$$V_T = \sqrt{V_R^2 + V_C^2}$$

$$\theta = -\tan^{-1}\frac{V_C}{V_R}$$

สูตรกำลังไฟฟ้าในวงจร R-C อนุกรม

P	=	$VI\cos\theta$	=	I^2R	W
Q	=	$VI\sin\theta$	=	I^2X_C	Var
S	=	VI	=	I^2Z	VA
pf	=	$\cos\theta$	=	$\frac{P}{S}$	

วงจร R-L-C อนุกรม

- เมื่อป้อนแรงดันรูปคลื่นไซน์ให้กับวงจร R-L-C อนุกรม จะเกิดแรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้ารูปคลื่นไซน์ในวงจร

- กระแสไฟฟ้ารวมในวงจรจะนำหน้าหรือล้าหลังแรงดันไฟฟ้าขึ้นอยู่กับขนาดของ X_L และ X_C ที่ต่อในวงจร เพราะ X_L และ X_C ในวงจร R-L-C มีคุณสมบัติหักล้างกัน

สูตรวงจร R-L-C อนุกรม

$$X = X_L - X_C$$

$$Z = R + j(X_L - X_C)$$

$$Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2} \angle \tan^{-1} \frac{(X_L - X_C)}{R}$$

หรือ

$$Z = \sqrt{R^2 + X^2} \angle \tan^{-1} \frac{X}{R}$$

$$\theta = \tan^{-1} \frac{X}{R}$$

$$V_T = V_R + jV_L - jV_C$$

$$V_T = \sqrt{V_R^2 + (V_L - V_C)^2} \angle \tan^{-1} \frac{(V_L - V_C)}{V_R}$$

สูตรกำลังไฟฟ้าในวงจร R-L-C อนุกรม

$$P = VI\cos\theta = I^2R \quad W$$

$$Q = VI\sin\theta = I^2X \quad Var$$

$$S = VI = I^2Z \quad VA$$

$$pf = \cos\theta = \frac{P}{S}$$

การคำนวณหาแรงดันไฟฟ้าโดยวิธีแบ่งแรงดัน

$$V_X = \frac{Z_X}{Z_T} \cdot V_T$$

เมื่อ V_X = แรงดันไฟฟ้าที่ต้องการหาค่า

Z_X = อิมพีแดนซ์ตัวที่ต้องการหาค่าแรงดันที่ตกคร่อม

Z_T = อิมพีแดนซ์รวมของวงจร

V_T = แรงดันไฟฟ้าที่จ่ายให้แก่วงจร