

## หน่วยการเรียนรู้ที่ 6

# วงจรเรโซแนนซ์ และวงจร ฟิลเตอร์

เนื้อหา

- 1. วงจรเรโซแนนซ์แบบอนุกรม
- 2. วงจรเรโซแนนซ์แบบขนาน
- 3. วงจรกรองความถี่เบื้องต้น

## วงจรเรโซแนนซ์แบบอนุกรม

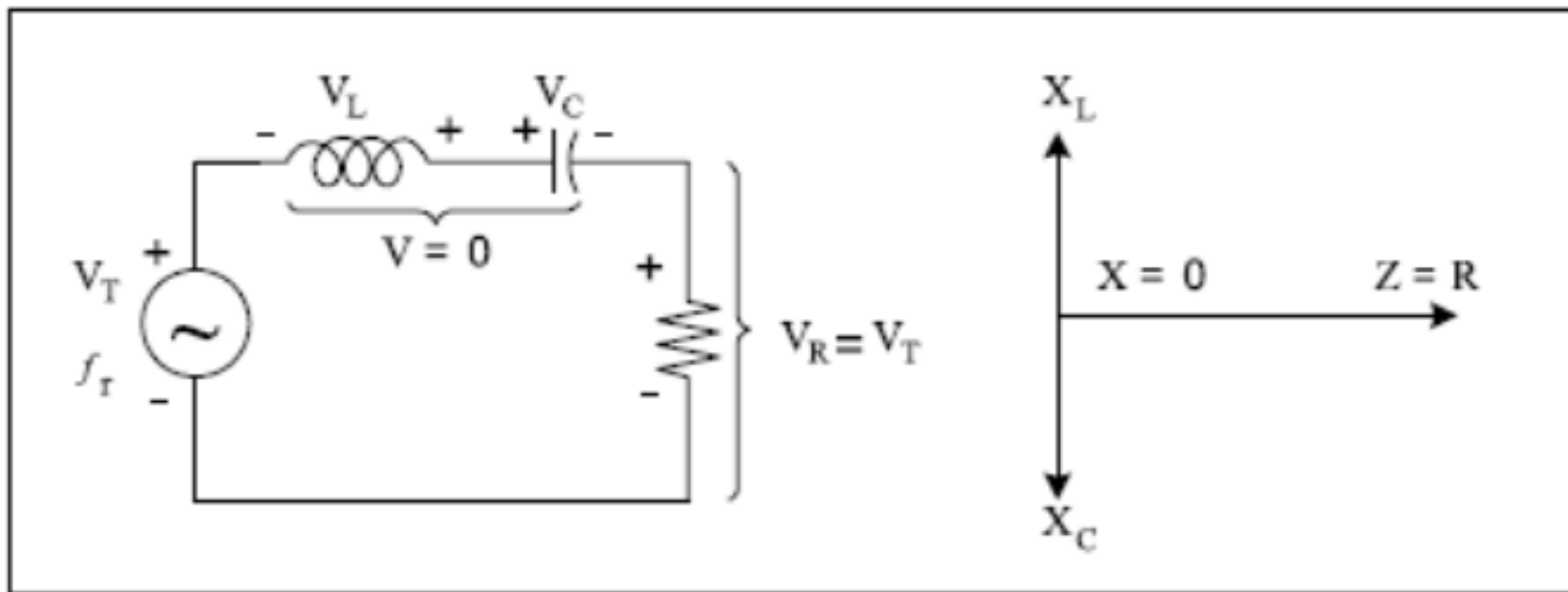
วงจร R-L-C เรโซแนนซ์อนุกรมจะเกิดสถานะเรโซแนนซ์ได้ก็ต่อเมื่อ  $X_L = X_C$  ในการที่จะทำให้  $X_L = X_C$  ในวงจร R-L-C อนุกรมมีค่าเท่ากันได้นั้น เราสามารถปรับค่าใดค่าหนึ่งใน 3 ค่า ของวงจร ดังนี้

ปรับความถี่ (f)  
ที่แหล่งจ่าย

ปรับค่าอินดักแตนซ์ (L)

ปรับค่าคาปาซิแตนซ์ (C)

สภาวะของวงจร R-L-C อนุกรมเรโซแนนซ์เมื่อความถี่เปลี่ยนแปลง





เงื่อนไขของการเกิดเรโซแนนซ์ในวงจรไฟฟ้า คือ แรงดันไฟฟ้า  
และกระแสจะมีเฟสเดียวกัน



$X_L$  และ  $X_C$  ในวงจร R-L-C มีคุณสมบัติ  
หักล้างกัน



ในวงจรเรโซแนนซ์อนุกรม  $X_L = X_C$





วงจร R-L-C อนุกรมมีอิมพีแดนซ์เท่ากับความต้านทานที่  
ความถี่เรโซแนนซ์



วงจร R-L-C อนุกรมมีกระแสสูงสุดที่ความถี่เรโซแนนซ์



ในวงจร R-L-C อนุกรม แรงดัน  $V_L$  และ  $V_C$  จะหักล้างกัน  
หมดไปที่ความถี่  
เรโซแนนซ์ เพราะ  $V_L$  และ  $V_C$  มีขนาดเท่ากัน แต่มีมุม  
ต่างเฟสกัน  $180^\circ$

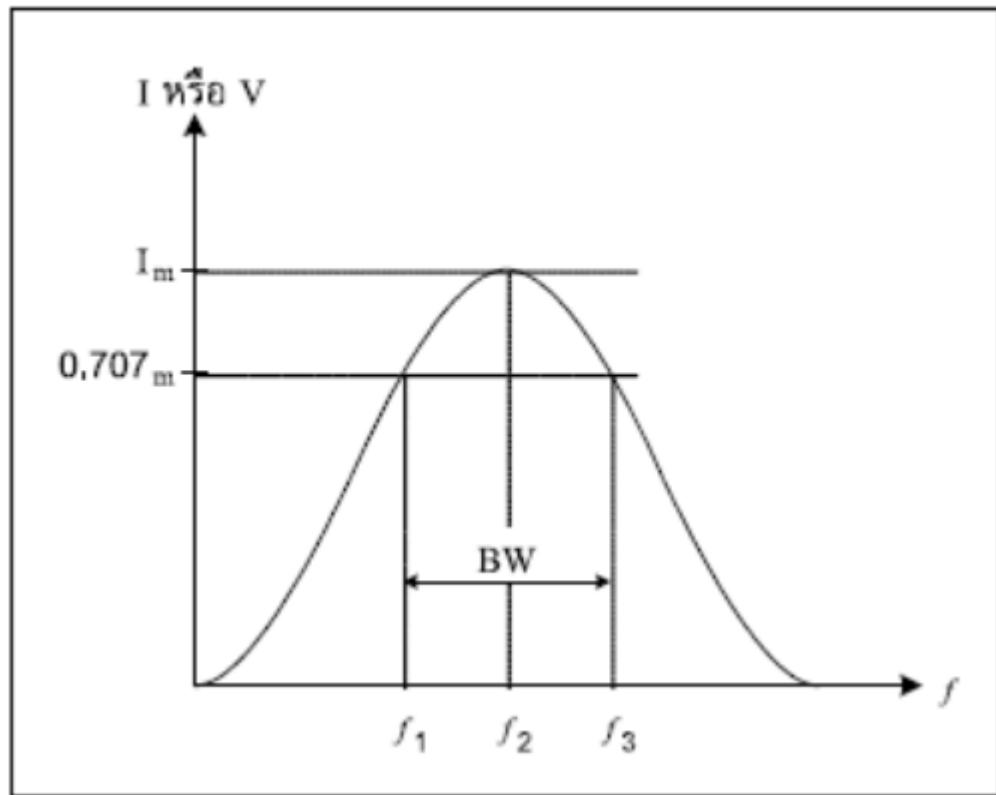


## ตัวประกอบคุณภาพ

หมายถึง ปัจจัยที่แสดงคุณสมบัติของวงจร R-L-C อนุกรมในไฟฟ้ากระแสสลับขณะเรโซแนนซ์ว่า เราสามารถขยายแรงดันไฟฟ้าที่ตกคร่อมตัวเหนี่ยวนำ ( $V_L$ ) และแรงดันไฟฟ้าที่ตกคร่อมตัวเก็บประจุ ( $V_C$ ) ได้มากน้อยเพียงใด ดังนั้นในขณะเรโซแนนซ์ถ้าค่าความต้านทานของตัวต้านทานในวงจร R-L-C อนุกรมมีค่าน้อย ปริมาณกระแสไฟฟ้าในวงจรจะมากขึ้น ดังนั้นจะเกิดแรงดันไฟฟ้าที่เพิ่มขึ้นที่ L และ C ขณะเรโซแนนซ์ ด้วยเหตุนี้ในวงจร R-L-C อนุกรม เรามักต่อวงจร R-L-C เรโซแนนซ์กับความต้านทานต่ำสุดเท่าที่จะเป็นไปได้

## แบนด์วิดท์

แบนด์วิดท์ หมายถึง ช่วงกว้างของ  
แถบความถี่ซึ่งได้จากกราฟระหว่างความถี่  
กับกระแสไฟฟ้าหรือแรงดันไฟฟ้า



## วงจรเรโซแนนซ์แบบขนาน

ในวงจร R-L-C ขนาน จะเกิดสภาวะเรโซแนนซ์ได้ก็ต่อเมื่ออินดักทิฟแซสเซนซ์มีค่าเท่ากับคาปาซิทิฟแซสเซนซ์ หรือกล่าวคือ  $B_L = B_C$  ซึ่งในวงจร R-L-C ขนาน ในการที่จะทำให้  $B_L = B_C$  ได้นั้น เราสามารถทำการปรับค่าใดค่าหนึ่งใน 3 ค่าของวงจร ดังนี้

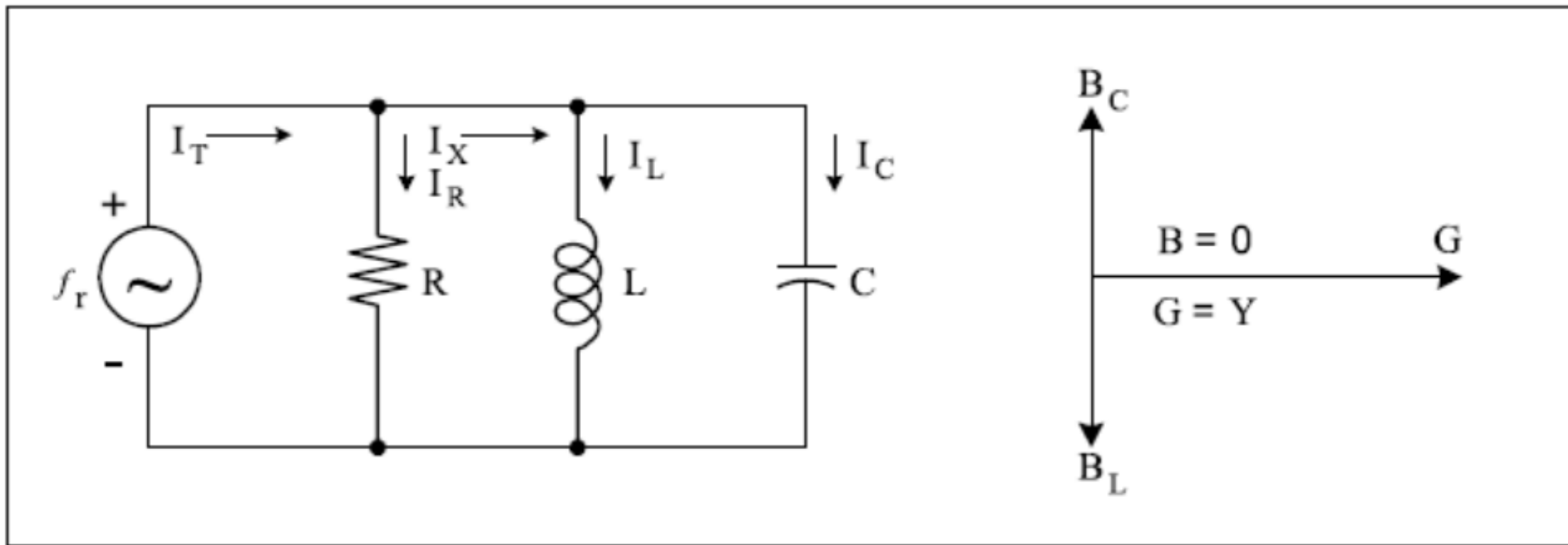
ปรับความถี่ (f)  
ที่แหล่งจ่าย

ปรับค่าอินดักแตนซ์ (L)

ปรับค่าคาปาซิแตนซ์ (C)



สภาวะของวงจร R-L-C ขนาน เรโซแนนซ์เมื่อความถี่  
เปลี่ยนแปลง





วงจร R-L-C ขนานมีอิมพีแดนซ์สูงสุดที่ความถี่เรโซแนนซ์



วงจร L-C ขนานในสภาวะเรโซแนนซ์ที่เรียกอีกอย่างว่า วงจรแท็งก์



วงจรเรโซแนนซ์ขนานมีค่าอิมพีแดนซ์เท่ากับความต้านทานที่ความถี่เรโซแนนซ์





แบนด์วิดท์ของวงจรเรโซแนนซ์อนุกรม เป็นปัจจัยของ  
ความถี่ที่อิมพีแดนซ์มีค่าเท่ากับ หรือมากกว่า  $0.707 Z_{\max}$

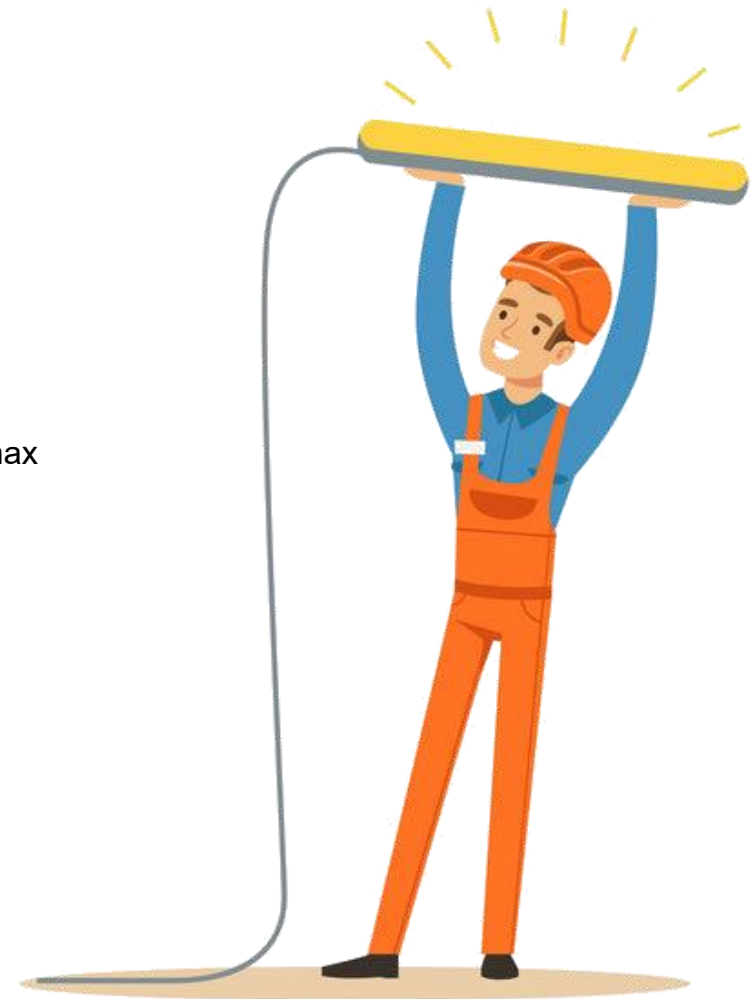
$Z_{\max}$



แบนด์วิดท์ของวงจรเรโซแนนซ์ขนาน เป็นปัจจัยของ  
ความถี่ที่อิมพีแดนซ์มีค่าเท่ากับ หรือมากกว่า  $0.707 Z_{\max}$



เมื่อ Q สูงขึ้น แบนด์วิดท์จะแคบลง



## สูตรวงจรเรโซแนนซ์แบบอนุกรม

$$Z_T = R + jX_L - jX_C$$

$$X_L = X_C$$

$$Z_T = R$$

$$f_r = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

$$Q_s = \frac{X_L}{R}$$

$$BW = \frac{f_r}{Q_s}$$

## สูตรวงจรเรโซแนนซ์แบบขนาน



$f_r$  ทางอุดมคติหาค่าได้จาก

$$f_r = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

หรือ  $f_r = \frac{f_2 - f_1}{2}$

$f_r$  ที่ไม่เป็นอุดมคติ

$$f_r = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} \sqrt{\frac{Q^2}{Q^2 + 1}}$$

$$f_r = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} \sqrt{1 - (R_L^2 C / L)}$$

$$BW = f_2 - f_1 \quad \text{หรือ} \quad BW = \frac{f_r}{Q}$$

## วงจรกรองความถี่เบื้องต้น

### วงจรเลือกความถี่

หมายถึง วงจรที่จะให้สัญญาณไฟสลับผ่านไปได้ในช่วงใดช่วงหนึ่งที่ต้องการ โดยสัญญาณที่ผ่านไปได้เรียกว่า สัญญาณที่เลือก ข้อกำหนดในการเลือกความถี่คือจุดความถี่ที่เลือกจะมีกำลังทางเอาต์พุต เป็นครึ่งหนึ่งของกำลังทางอินพุตซึ่งจะเท่ากับแรงดันหรือกระแสมีค่าเป็น 0.707 เท่าของแรงดันหรือกระแสทางอินพุต



วงจรกรองความถี่สูงผ่านใช้หลักการของวงจร R-C โดยใช้ C เป็นตัวกั้นสัญญาณ และให้ R เป็นเอาต์พุต โดยใช้คุณสมบัติของตัวเก็บประจุที่ให้สัญญาณความถี่สูงผ่านได้ดีกว่าความถี่ต่ำ จุดตัดความถี่จะได้

$$X_C = R \text{ หรือ } f_L = \frac{1}{2\pi RC}$$



วงจรกรองความถี่ต่ำผ่านใช้หลักการของวงจร R-L โดยใช้ L เป็นตัวกั้นสัญญาณ ให้ R เป็นเอาต์พุต โดยใช้คุณสมบัติของตัวเหนี่ยวนำที่ให้ความถี่ต่ำผ่านได้ดีกว่าความถี่สูง จุดตัดความถี่จะได้

$$X_L = R \text{ หรือ } f_H = R / 2 \pi L$$