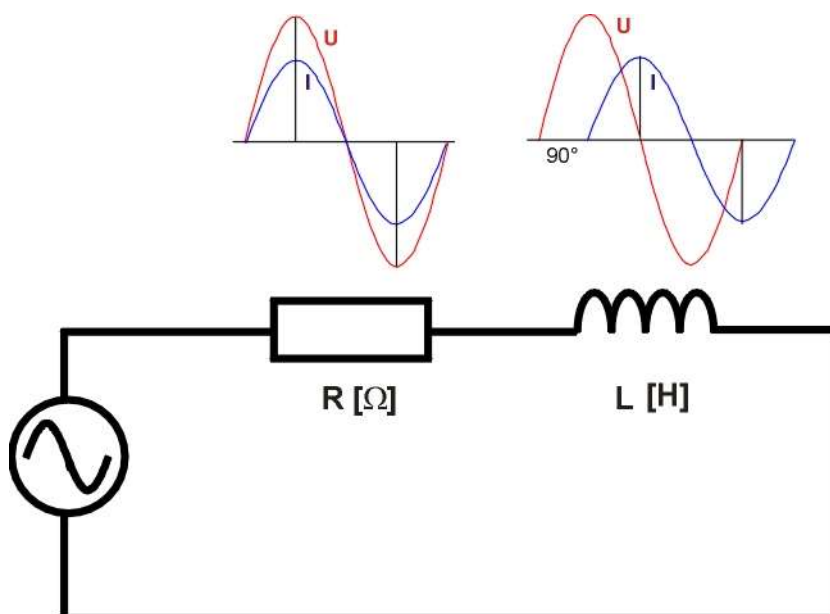


## Raðtengdar RL, RC og RLC rásir

Í raðtengdum rásum er sami straumur í gegnum alla íhluti rásarinnar. Hann er táknaður með láréttum vektor af sömu lengd og stærð straumsins.

### Raðtengd RL rás



Samkvæmt ELICE reglunni ( ELI ) er spennan  $90^\circ$  á undan straumnum í spólu. Spennan og straumurinn eru í fasa í raunviðnáminu  $R$ .

Viðnámið  $R$  er óháð tíðni ( $f$ ). Viðnámið í spólunni,  $X_L$ , er hinsvegar háð tíðninni samkvæmt:

$X_L = 2\pi \cdot f \cdot L$ . Sjáum að viðnám spólunnar fer stækkandi með hækkandi tíðni.

Heildarviðnámið  $Z$  er reiknað með:  $Z = \sqrt{R^2 + X_L^2}$  (líka kallað sýndarviðnám eða samviðnám)

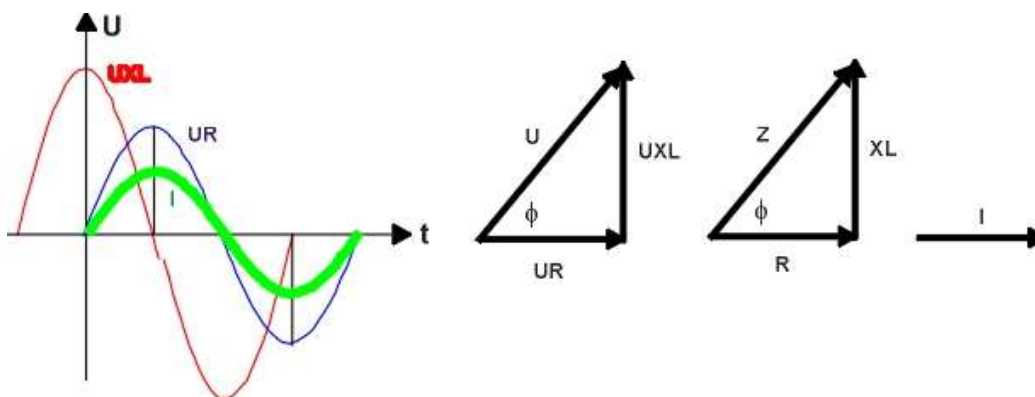
Fasvikið í rásinni er:  $\varphi = \tan^{-1}\left(\frac{X_L}{R}\right)$ . Heildarstraumurinn er:  $I = \frac{U}{Z}$

Til að finna út hvenær  $R = X_L$  stillum við upp jöfnunni  $R = 2\pi \cdot f \cdot L$  og tíðnin  $f$  einangruð úr

jöfnunni. Þá fæst:  $f = \frac{R}{2\pi \cdot L}$

Við þessa tíðni er fasvikið  $45^\circ$  og  $U_R = U_X$





### Vektormynd fyrir raðtengda RL rás.

Sami straumur fer í gegnum bæði R og  $X_L$ .

Stundum er gert ráð fyrir því að spólan innihaldi raunviðnám. Þá er því viðnámi bætt við R í útreikningum.

Heildarspennan  $U$  er reiknuð með:  $U = \sqrt{U_R^2 + U_{XL}^2}$  Þetta má líka skrifa sem:

$$U_R = \sqrt{U^2 - U_{XL}^2} = U \cdot \cos(\phi) \quad \text{og} \quad U_L = \sqrt{U^2 - U_R^2} = U \cdot \sin(\phi)$$

### Dæmi:

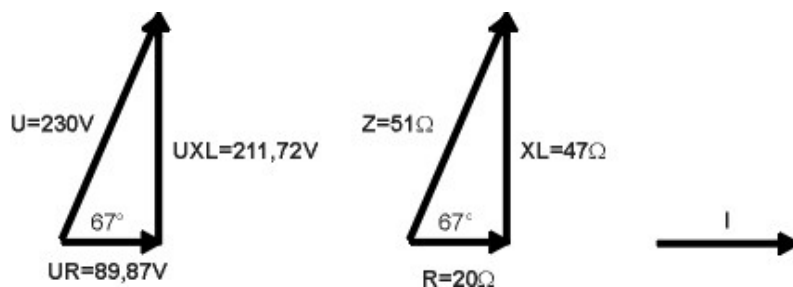
$R = 20\Omega$ ,  $L = 150\text{mH}$ ,  $U = 230\text{V}$   $50\text{Hz}$

$L = 0,150\text{H} \rightarrow X_L = 2\pi \cdot 50 \cdot 0,150 = 47\Omega$

$$Z = \sqrt{20^2 + 47^2} = 51\Omega. \quad \phi = \tan^{-1}\left(\frac{47}{20}\right) = 67^\circ$$

$$U_R = 230 \cdot \cos(67^\circ) = 230 \cdot 0,39 = 89,87\text{V} \quad (39\% \text{ af } U)$$

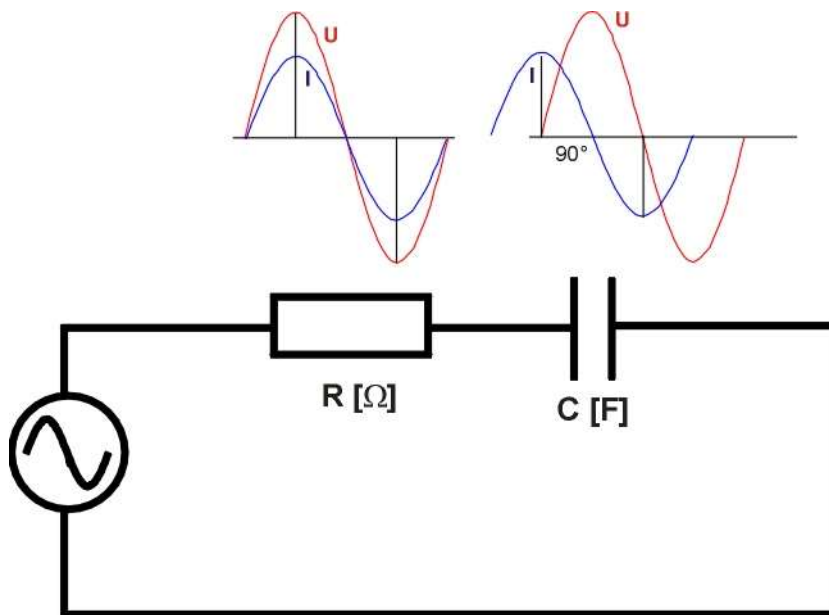
$$U_{XL} = 230 \cdot \sin(67^\circ) = 230 \cdot 0,92 = 211,72\text{V} \quad (92\% \text{ af } U)$$



Við hvaða tíðni er  $R = X_L$ ?  $f = \frac{R}{2\pi \cdot L} = \frac{20}{2\pi \cdot 0,150} = 21,23\text{Hz}$



## Raðtengd RC rás



Samkvæmt ELICE reglunni ( ICE ) er straumurinn  $90^\circ$  á undan spennunni í þétti. Spennan og straumurinn eru í fasa í raunviðnáminu  $R$ .

Viðnámið  $R$  er óháð tíðni ( $f$ ). Viðnámið í þéttinum,  $X_C$ , er hinsvegar háð tíðninni samkvæmt:

$$X_C = \frac{1}{2\pi \cdot f \cdot C} \quad \text{Sjáum að viðnám þéttisins fer minnkandi með hækkandi tíðni.}$$

Heildarviðnámið  $Z$  er reiknað með:  $Z = \sqrt{R^2 + X_C^2}$  (líka kallað sýndarviðnám)

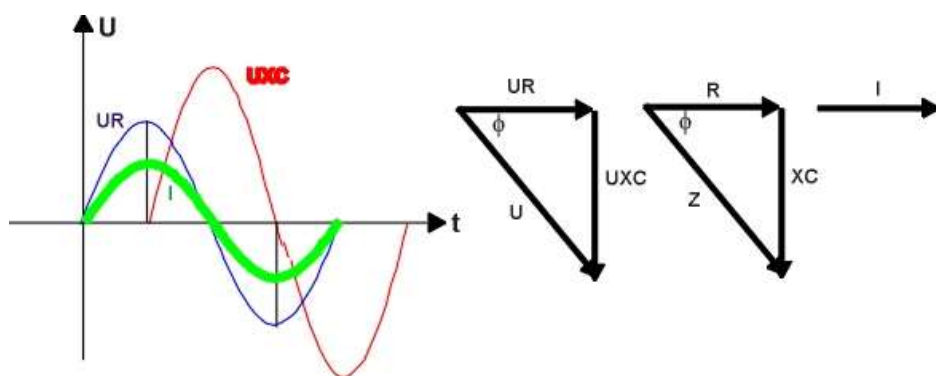
Fasvikið í rásinni er  $\varphi = \tan^{-1}\left(\frac{X_C}{R}\right)$ . Heildarstraumurinn er:  $I = \frac{U}{Z}$

Til að finna út hvenær  $R = X_C$  stillum við upp jöfnunni  $R = \frac{1}{2\pi \cdot f \cdot C}$  og tíðnin  $f$  einangruð úr

jöfnunni. Þá fæst:  $f = \frac{1}{2\pi \cdot R \cdot C}$

Við þessa tíðni er fasvikið  $45^\circ$  og  $U_R = U_{X_C}$





**Dæmi:**

$$R = 20\Omega, C = 150\mu\text{F}, U = 230\text{V } 50\text{Hz}$$

$$C = 0,000150\text{F} \rightarrow X_C = \frac{1}{2\pi \cdot 50 \cdot 0,000150} = 21,23\Omega$$

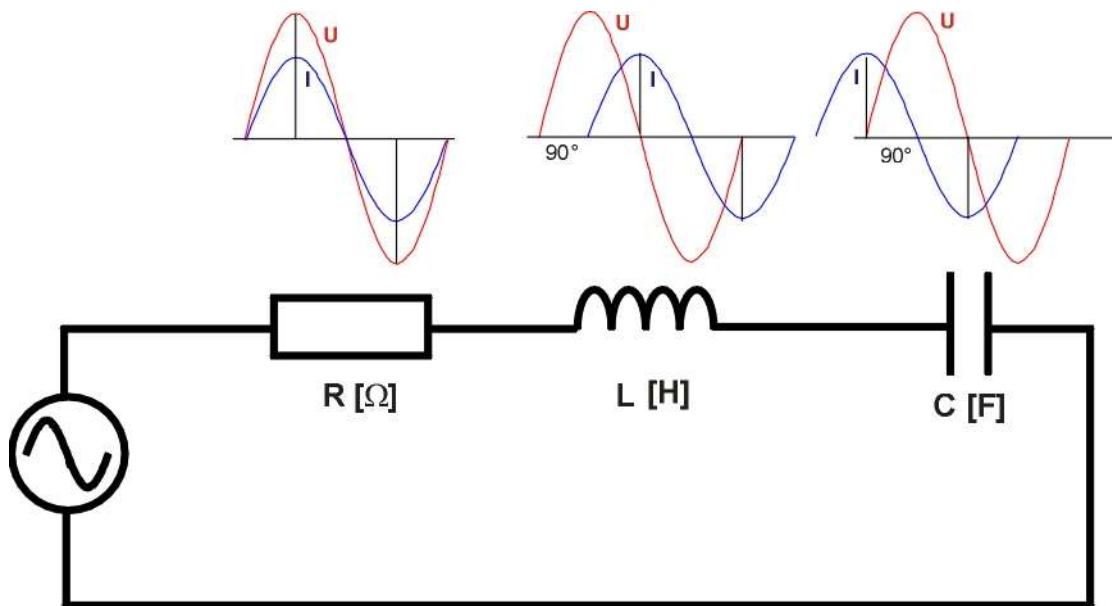
$$Z = \sqrt{20^2 + 21,23^2} = 29,17\Omega. \quad \phi = \tan^{-1}\left(\frac{21,23}{20}\right) = 46,71^\circ$$

$$U_R = 230 \cdot \cos(46,71^\circ) = 230 \cdot 0,69 = 157,71\text{V} \quad (69\% \text{ af } U)$$

$$U_{X_L} = 230 \cdot \sin(46,71^\circ) = 230 \cdot 0,73 = 167,42\text{V} \quad (73\% \text{ af } U)$$

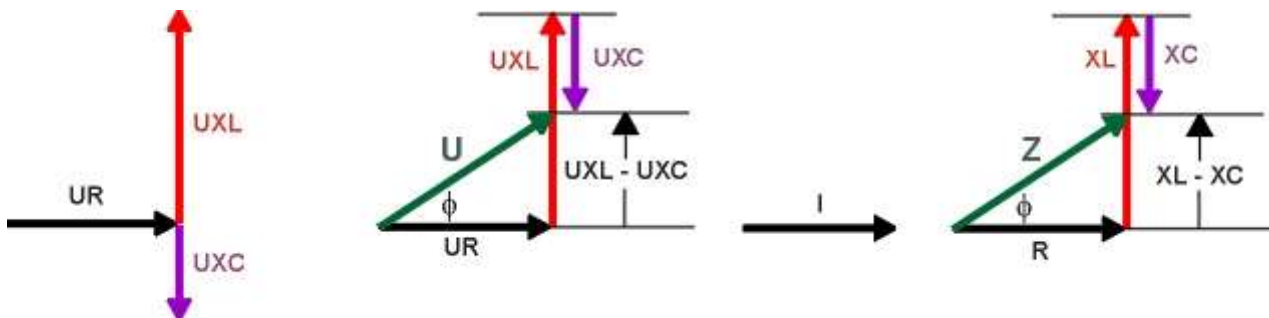


## Raðtengd RLC rás



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

$$\varphi = \tan^{-1} \left( \frac{X_L - X_C}{R} \right). \text{ Heildarstraumurinn er: } I = \frac{U}{Z}$$



Þegar  $X_L = X_C$  þá er rásin hreint raunviðnám  $R$ , með fasvik  $0^\circ$ . Tíðnin þar sem þetta gerist er fengin

með því að leysa jöfnuna  $2\pi \cdot f \cdot L = \frac{1}{2\pi \cdot f \cdot C}$  fyrir tíðnina  $f$ . Það gefur niðurstöðuna:

$$f = \frac{1}{2\pi} \cdot \sqrt{\frac{1}{L \cdot C}} \quad \text{sem er kölluð eigintíðni rásarinnar.}$$



## Dæmi:

$R = 120\Omega$ ,  $L = 300\text{mH}$  og  $C = 50\mu\text{F}$ .  $U = 230\text{V}$ ,  $50\text{Hz}$

$$X_L = 2\pi \cdot 50 \cdot 0,3 = 94,2\Omega \quad X_C = \frac{1}{2\pi \cdot 50 \cdot 0,00005} = 63,66\Omega$$

$$X_L - X_C = 94,2\Omega - 63,66\Omega = 30,54\Omega$$

$$Z = \sqrt{120^2 + 30,54^2} = 123,83\Omega$$

$$\varphi = \tan^{-1}\left(\frac{30,54}{120}\right) = 14,28^\circ \quad \text{Heildarstraumurinn er: } I = \frac{230}{123,83} = 1,86\text{A}$$

$$\text{Eigintíðnin er: } f = \frac{1}{2\pi} \cdot \sqrt{\frac{1}{0,3 \cdot 0,00005}} = \frac{258,2}{2\pi} = 41,11\text{Hz}$$

Hægt er að leika sér í Excel með svona dæmi og skoða tíðnisvörðunina á  $U_R$ ,  $U_{X_L}$  og  $U_{X_C}$  fyrir tíðni frá  $10\text{Hz}$  til  $10.000\text{Hz}$  á log-lín grafi.

