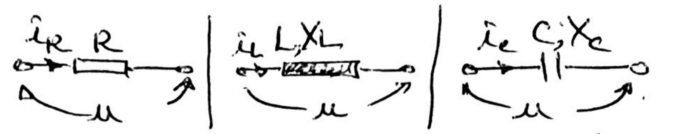
cl. 11a - (S 17.1) - Circuitul RLC-serie în c.a. 18.01.2021

pg. 74-76. c.c - curent continuu; c.a. - curent alternativ.

1. Efectele R, L, C în c.a.
2. Schema circ. RLC-serie în c.a.
3. Ec. tensiunilor instantanee în c.a.
4. Diagrama fazorială RLC în c.a.
5. Impedanța, Z_s pt. RLC-serie.
6. Defazajul, $tg\,\varphi_L$ circ. RLC-serie.
7 Dcaracterul circuitului pt. val. $\varphi \gtrless 0$



$\begin{cases} u = U_{max}\sin\omega t = U_{ef}\sqrt{2}\sin\omega t, \text{ ec. tensiunii în c.a.} \\ U_{max} = U_{ef}\sqrt{2}\ ;\ I_{max} = I_{ef}\sqrt{2}\sin\omega t \end{cases}$

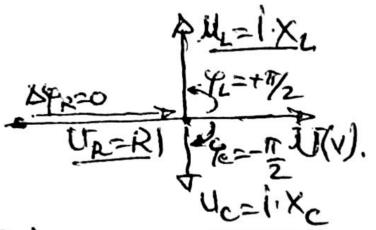
$\begin{cases} \omega = 2\pi\nu,\ X_L = \omega L = 2\pi\nu L,\ L = \mu_0\mu_r \frac{N^2 S}{\ell} \\ R = \rho\frac{\ell}{S}\ ,\ X_C = 1/\omega C = \frac{1}{2\pi\nu C},\ C = \frac{q}{u} = \frac{\varepsilon S}{d} \end{cases}$

1. Fixare: a) (R) în c.a.
- se comportă similar ca în c.c.
- aplicându-i o tens. alternativă $u = U_m \sin\omega t$
- curentul $\boxed{i = \left(\frac{u}{R}\right) = \left(\frac{U_{max}}{R}\right)\sin\omega t = I_{max}\sin\omega t}$; $\boxed{I_{max} = \frac{U_{max}}{R}}$

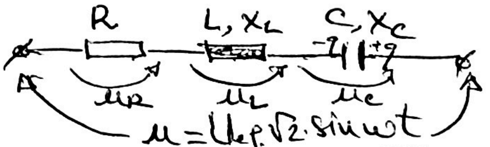
$\Delta\varphi = 0$ lg. Ohm în c.a. în val. instantanee. lg. Ohm cu val. max.
- nu defazează curentul (i) în rap. cu tens. (u)

b) Bobină/inductanța, L ideală ($R_L = 0$)
- conduce curentul, (i_L) defazându-l înaintea tens. u_L cu $\Delta\varphi_L = +\pi/2$ înaintea acesteia.
- introduce o rez. aparentă $X_L = \omega L = 2\pi\nu L$ - reactanță inductivă
- bobină/inductanța reală prezintă și o rez. parazită, R_L

c) Condensatorul, C
- conduce curentul alternativ (i_C), $dq = i_C \cdot dt$
- introduce o rez. aparentă, $X_C = \frac{1}{\omega C} = \frac{1}{2\pi\nu C}$ - reactanța capacitivă
- defazează curentul (i_C) în urma tensiunii (u) cu $\Delta\varphi_C = -\frac{\pi}{2}$



2). Schema circ. RLC-serie în c.a.



$u = U_{max}\sin\omega t$

- compusă din cele 3 elem. R, L, C legate în serie, la borne se aplică (t.e.m)
- pe fiecare elem. cade câte o tensiune proporțională cu rez. reală/aparentă

$\begin{cases} U_R = I \cdot R \\ U_L = I \cdot X_L = I\omega L = I \cdot 2\pi\nu \cdot L \\ U_C = I \cdot X_C = I/\omega C = I/2\pi\nu C \end{cases}$

$\begin{cases} U_{ef} = \frac{U_{max}}{\sqrt{2}} = 0{,}707 \cdot U_{max} \\ I_{ef} = \frac{I_{max}}{\sqrt{2}} = 0{,}707 \cdot I_{max} \end{cases}$ - relațiile dintre val. max. și ef - efective.

u, i, i_L, i_C, i_R - val. instantanee ale m. el. (tip. undă sinusoidală)

3). Ec. tensiunilor circ. RLC-serie în c.a.

u - tensiunea de alimentare instantanee.

$u = U_{max}\sin\omega t = U_{ef}\sqrt{2}\sin\omega t$ - tensiunea rețelei c.a.

$\begin{cases} u_R = U_R\sin\omega t = IR\sin\omega t,\ U_R = I \cdot R \text{ - tens. pe rezistor.} \\ u_L = U_L\sin(\omega t + \frac{\pi}{2}) = I \cdot X_L\sin(\omega t + \frac{\pi}{2}); U_L = I \cdot X_L = I(\omega L),\ X_L = \omega L \text{ - reactanța inductivă} \\ u_C = U_C\sin(\omega t - \pi/2) = IX_C\sin(\omega t - \frac{\pi}{2});\ U_C = I \cdot X_C = I/\omega C,\ X_C = 1/\omega C \text{ - reactanța capacitivă} \end{cases}$

ec. tensiunilor circ. RLC se scrie astfel.

(1) $u = u_R + u_L + u_C$, înlocuind fiecare tens. scrisă anterior.

obținem: $U \sin \omega t = U_R \sin \omega t + U_L \sin(\omega t + \frac{\pi}{2}) + U_C \sin(\omega t - \frac{\pi}{2})$

$$\begin{cases} U_R = I \cdot R \\ U_L = I \cdot X_L = \hat{I} \cdot \omega L \\ U_C = I \cdot X_C = I/\omega C \end{cases}$$

4). Diagrama fazorială a tensiunilor în c.a pt. RLC-serie.

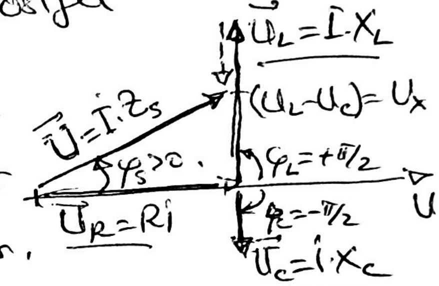
– Se asociază câte un FAZOR – vector rotitor cu $\vec{\omega}$ în jurul originii fiecărei tensiuni $\vec{U}_R, \vec{U}_L, \vec{U}_C$ care au modulul/val. și orientarea dată de amplitudinea tensiunii rezultantei și viteza unghiulară $\vec{\omega}$ dată de pulsația ω – a aceleiași mărimi astfel.

$\vec{U}$ – fazorul tensiunii totale la bornele circ. de c.a. $U = I \cdot Z$.

$\vec{U}_R = I \cdot R$ – fazorul tensiunii ce cade pe R-rezistență

$\vec{U}_L = I \cdot X_L$ – fazorul tensiunii ce cade pe L-inductanță

$\vec{U}_C = I \cdot X_C$ – fazorul tens. ce cade pe C-condensator.



Obs. În Δ-triunghiul dreptunghic format/definit de fazorii tensiunilor se poate scrie teorema lui Pitagora astfel.

5) Z_S-impedanța

$$\begin{cases} U^2 = U_R^2 + (U_L - U_C)^2 \\ U^2 = I^2 R^2 + (I X_L - I X_C)^2 \end{cases} \text{ sau } \begin{cases} U^2 = I^2 [R^2 + (X_L - X_C)^2] \\ U^2 = I^2 \cdot Z_S^2 \end{cases}, \quad Z_S = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2} \text{ – impedanța cir. RLC-serie}$$

$\boxed{\hat{I} = U/Z_S}$ forma leg. Ohm. în val. max (ef.) sau $\boxed{\hat{I} = \frac{U}{\sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}} = \frac{U}{\sqrt{R^2 + (\omega L - 1/\omega C)^2}}}$

$\boxed{Z_S = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}}$ – impedanța circ. serie RLC în c.a.

Impedanța Z_S – joacă rolul rezistenței totale a circ. RLC în c.a.

6) Defazajul total; (φ_S) al circ. RLC – în c.a.

defazajul φ_S – se calculează cu ajutorul $tg\,\varphi_S$ din triunghiul fazorial al tensiunilor U_R, U_L, U_C și U–total astfel.

$$tg\,\varphi_S = \frac{(U_L - U_C)}{U_R} = \frac{\hat{I}\omega L - \hat{I}/\omega C}{\hat{I} \cdot R} = \frac{X_L - X_C}{R}$$

7) Caracterul circ. RLC – serie, discuție după val. lui (φ_S // $tg\,\varphi_S$)

$\varphi_S > 0 \to tg\,\varphi_S = \frac{X_L - X_C}{R} > 0 \Leftrightarrow X_L > X_C \to$ caracter inductiv (domină bobina)

$\varphi_S = 0 \to tg\,\varphi_S = \frac{X_L - X_C}{R} = 0 \Leftrightarrow X_L = X_C$ – efectul bobinei/inductanței L – este compensat de C-cond. Rezonanță

$\varphi_S < 0 \to tg\,\varphi_S = \frac{X_L - X_C}{R} < 0 \Leftrightarrow X_L < X_C$ – efectul inductanței X_L este dominat de condensator X_C – e mai puternic ca bobina

Caracter capacitiv.