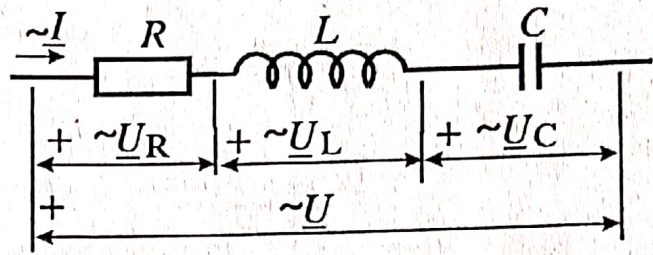


1.3. РЕДНА ВЕЗА ОТПОРНИКА, КАЛЕМА И КОНДЕНЗАТОРА

Редна веза отпорника, калема и кондензатора је приказана на сл. 1.3.1. Кроз ову редну везу протиче наизменична струја I . На елементима имамо напоне U_R , U_L и U_C , док је укупан напон означен са U .



Сл. 1.3.1. – Редна веза отпорника, калема и кондензатора

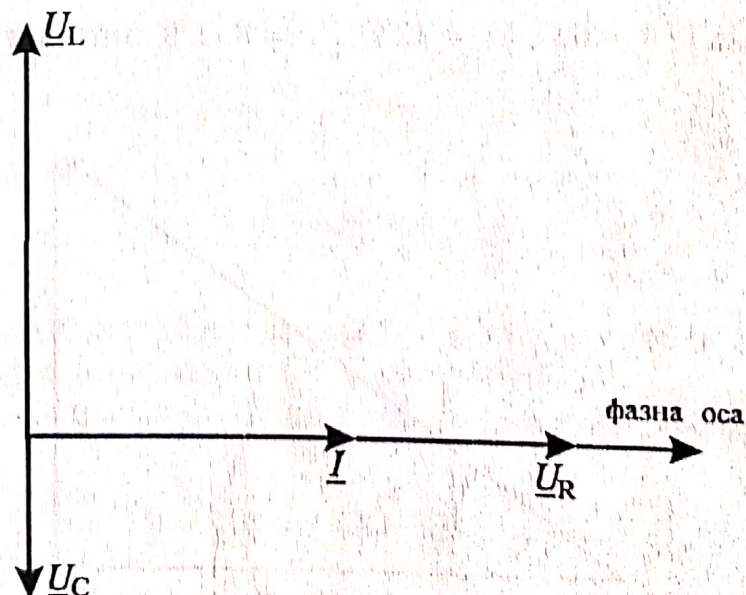
Код овог кола је ће бити нацртан само фазорски дијаграм.

Фазор укупног напона U једнак је збиру фазора напона на елементима R , L и C :

$$\underline{U} = \underline{U}_R + \underline{U}_L + \underline{U}_C. \quad 1.3.1$$

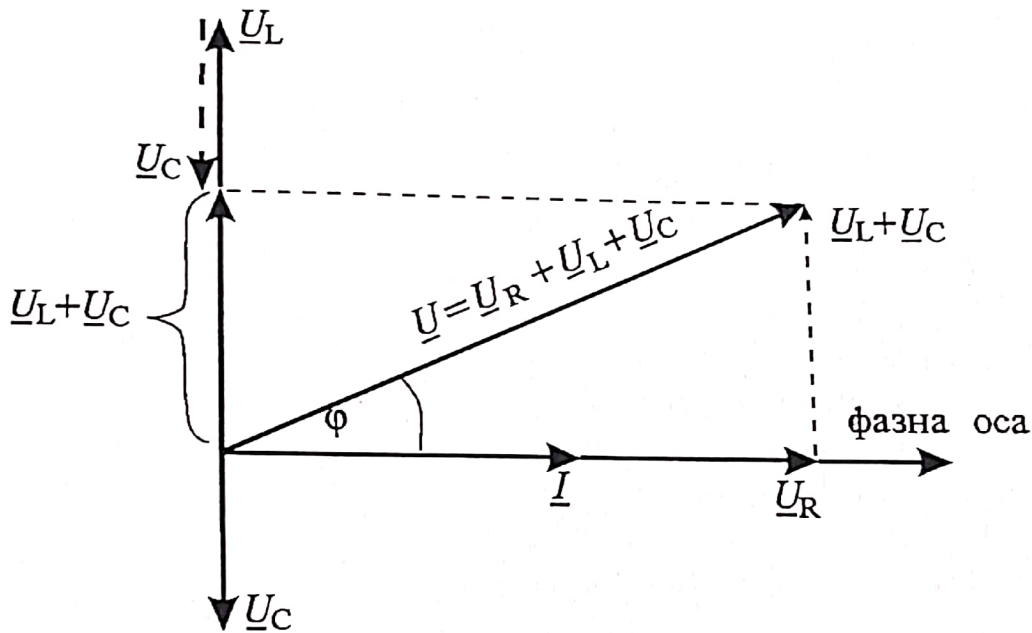
Цртање фазорског дијаграма је најлакше почети од заједничке величине, што је и у овом случају фазор струје I . На сл. 1.3.2 је нацртан фазор струје I на фазној оси. Напон U_R је у фази са струјом, па се и његов фазор црта на фазној оси. Напон U_L иде испред струје за $\pi/2$. Напон U_C иде иза струје I за $\pi/2$. Нека је у овом случају модуо напона U_L већи од модула напона U_C .

Сабирање фазора према једначини 1.3.1 у принципу, може да се изведе било којим редом, али је најпогодније најпре сабрати фазоре U_L и U_C , јер су на истом правцу, а затим њихов резултат сабрати са фазором U_R , као на сл. 1.3.3. Фазор напона U_C се помери до врха фазора U_L (на сл. 1.3.3 је померени фазор U_C нацртан испрекиданом линијом) и његова се дужина одузме од дужине фазора U_L . Преостали део фазора U_L представља фазорски збир напона $U_L + U_C$, док та иста дужина бројно износи $U_L - U_C$ (без фазорских ознака). Сада се фазор $U_L + U_C$ сабере са фазором U_R на принципу формирања паралелограма, па се добије фазор укупног напона $\underline{U} = \underline{U}_R + \underline{U}_L + \underline{U}_C$. Види се да укупан напон \underline{U} у овом случају, иде испред струје I (пред-



Сл. 1.3.2. – Фазорски дијаграм струје и напона код редне везе отпорника, калема и кондензатора

њачи струји) за неки угао φ . Да је модуло напона U_C био већи од модула напона U_L , дужина напона U_L одузимала би се од дужине напона U_C ; укупан напон би ишао иза струје и угао φ би био негативан.



Сл. 1.3.3. – Фазорско сабирање напона са сл.1.3.2.

На сл. 1.3.4 приказан је издвојен троугао напона. Када се на њему не би налазиле фазорске ознаке, тада би му висина била $U_L - U_C$.

Ако се троугао напона подели са струјом, која се налази на фазној ос и која је реална, добија се троугао отпорности, као на сл. 1.3.5. Вертикална страница троугла је једнака:

$$\underline{Z}_L + \underline{Z}_C = j\omega L + \frac{1}{j\omega C} = j\left(\omega L - \frac{1}{\omega C}\right) = j(X_L - X_C). \quad 1.3.2$$

Према сл. 1.3.5 може да се напише израз за комплексну импедансу:

$$\underline{Z} = R + j(X_L - X_C) = R + j\left(\omega L - \frac{1}{\omega C}\right). \quad 1.3.3$$

$$\underline{Z} = \frac{U}{I}$$

1.3.12

Пример: Нека је $\underline{U} = (30 + j15) \text{ V}$ и $\underline{I} = (2 + j3) \text{ A}$. Импеданса износи: $\underline{Z} = (8,07 - j4,61) \Omega$.

Ако се узму модули наведених величина, добија се Омов закон за ефективне вредности напона и струје:

$$U = I \cdot Z = I \cdot \sqrt{R^2 + (\omega L - \frac{1}{\omega C})^2}$$

1.3.13

$$I = \frac{U}{Z} = \frac{U}{\sqrt{R^2 + (\omega L - \frac{1}{\omega C})^2}}$$

1.3.14

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

1.3.15

Редна резонанса. – Код редне везе отпорника, калема и кондензатора може да наступи случај када су модули напона на калему и кондензатору једнаки односно када је $U_C = U_L$. Тада је $X_C = X_L$, па је израз у загради у једначини 1.3.7 једнак нули. Импеданса \underline{Z} је минимална, реална и једнака активно отпорности R :

$$\underline{Z} = R$$

1.3.16

Због минималне импедансе у колу, струја је кроз коло највећа и једнака U/R . Каже се да је у колу наступила редна резонанса. Напони постоје на калему U_L и на кондензатору U_C , али је њихов фазорски збир једнак нули. Фазорски дијаграм редног RLC кола у резонанси је приказан на сл. 1.3.7. Напони U_L и U_C могу појединачно да буду знатно већи од укупног напона па се каже се да су у колу наступили пренапони (превелики напони) на калему и кондензатору. Редна резонанса се такође назива напонска резонанса. Остаје још да се види на којој учестаности наступа редна резонанса.

Интересантно је размотрити шта се стварно дешава у редном RLC колу у резонанси. Видели смо да се могу сабирати комплексне и тренутне вредности напона. На сл. 1.3.7 приказане су тренутне вредности напона и струје код редне резонансе. Види се да су напони u_L и u_C једнаки по интензитету али супротни по фази и збир ових напона у сваком тренутку је једнак нули.

Видели смо да су при резонанси реактивне отпорности калема и кондензатора X_C једнаке:

$$X_L = X_C$$