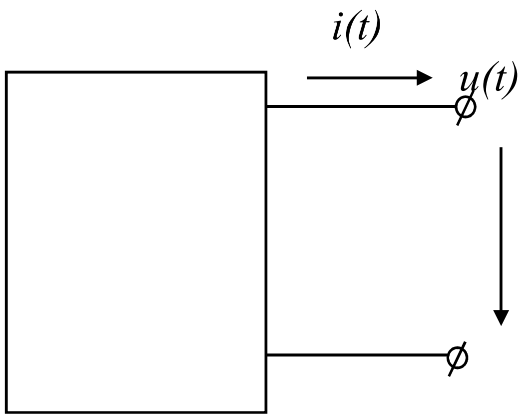
Токов резонанс

Резонансът във верига с **паралелни клонове с разнородни реактивни** съпротивления се нарича **токов** (паралелен резонанс).



$$u(t) = u_m sin(\omega t + \psi_u),$$

$$i(t) = i_m sin(\omega t + \psi_i)$$

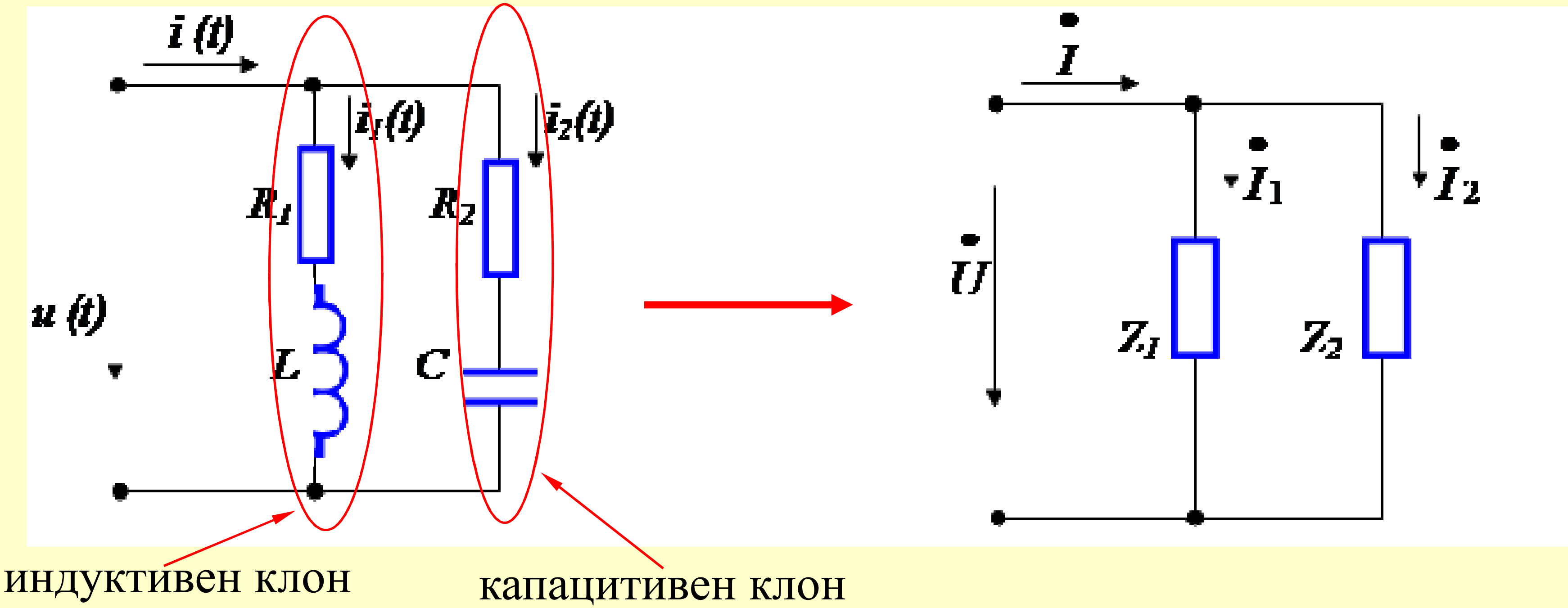
Фазово условие за резонанс

$$\boxed{\varphi = \psi_u - \psi_i = 0}$$

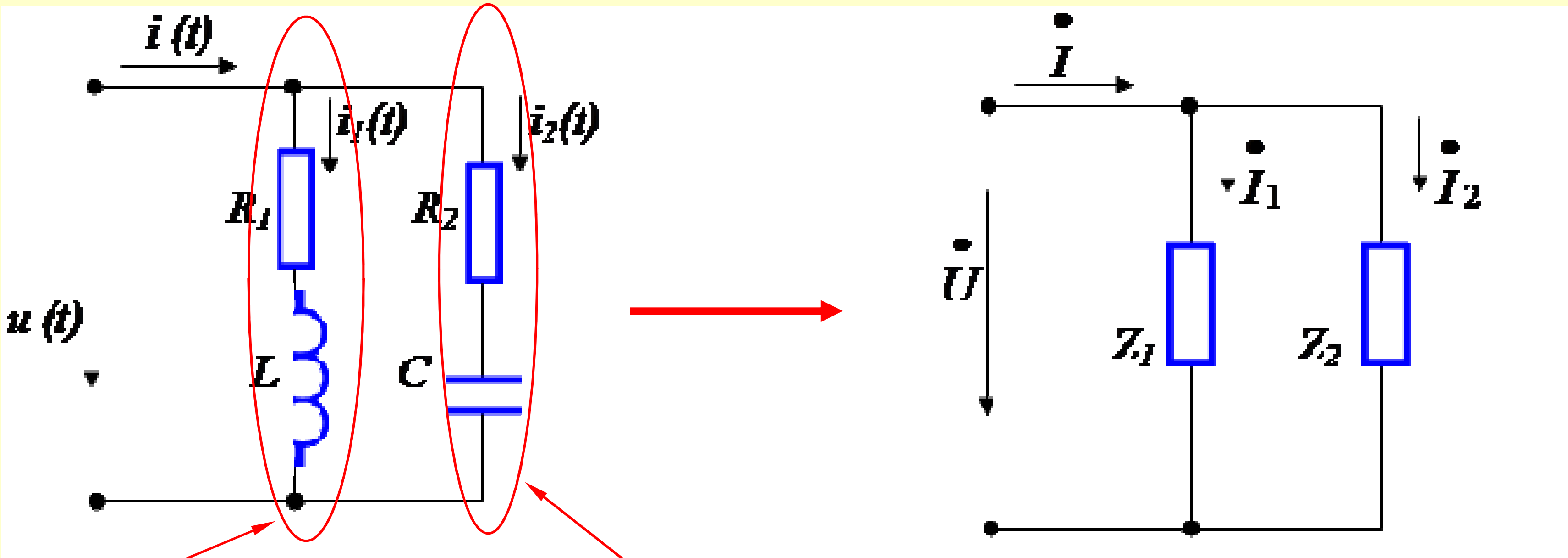
По отношение на външната верига двуполюсникът в който има токов резонанс **има поведение на активна проводимост**.

Следователно е в сила **фазовото условие за резонанс $\varphi = 0$.**

Токов резонанс

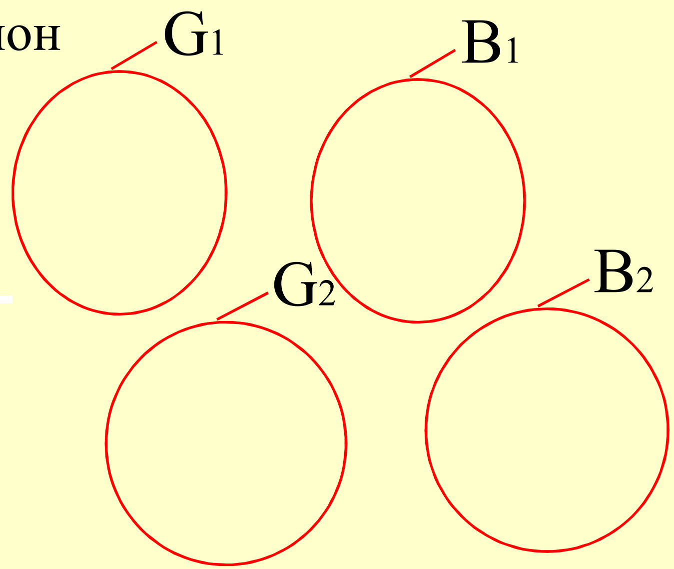


Токов резонанс

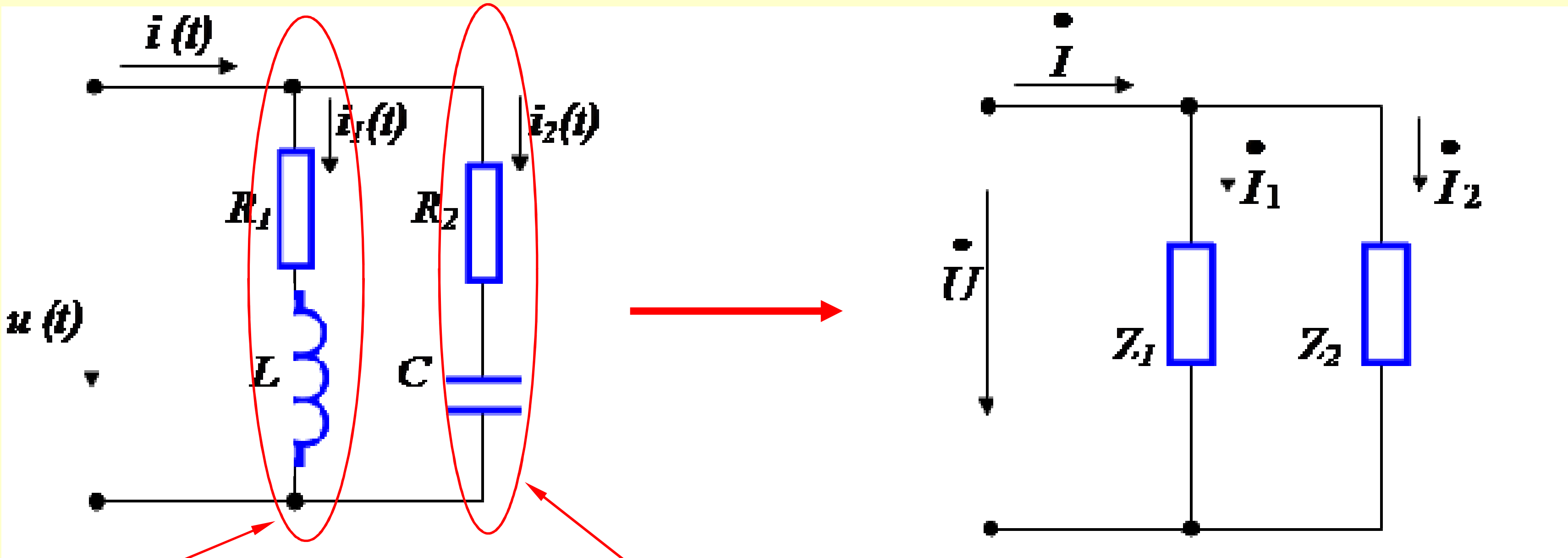


индуктивен клон

капацитивен клон



Токов резонанс

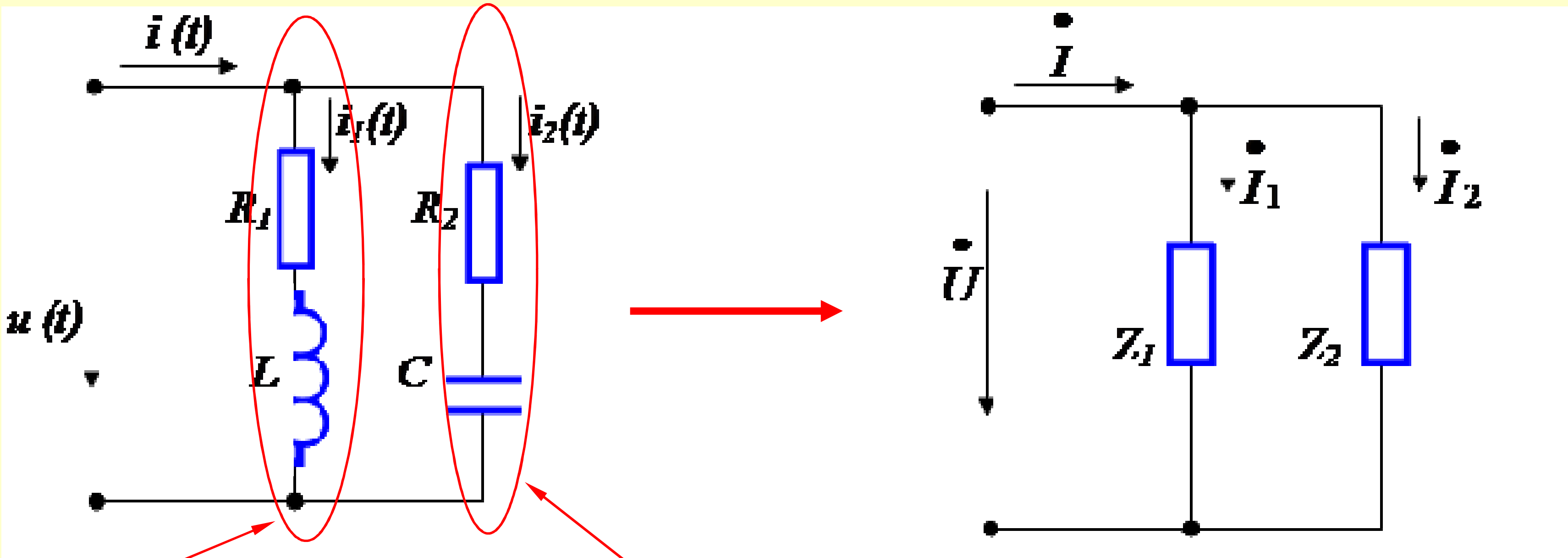


индуктивен клон

капацитивен клон

$$\dot{I} = \dot{I}_1 + \dot{I}_2 = \dot{U}(Y_1 + Y_1) = \dot{U}\, Y_{екв} = \dot{U}(G_{екв} - jB_{екв})$$

Токов резонанс



индуктивен клон

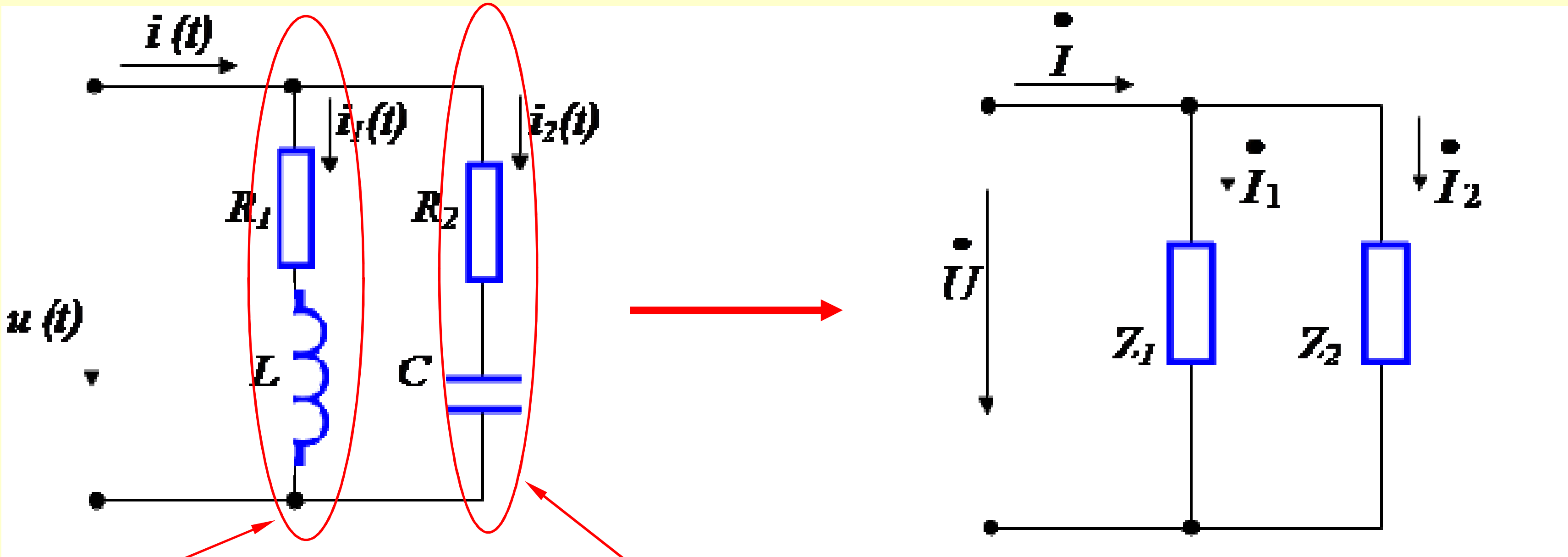
капацитивен клон

поведение на активна проводимост:

$$Y = G_{екв} - j\cancelto{0}{B_{екв}}$$

$\varphi = 0 \Rightarrow \boxed{B_{екв} = 0}$ - **условие за токов резонанс**

Токов резонанс



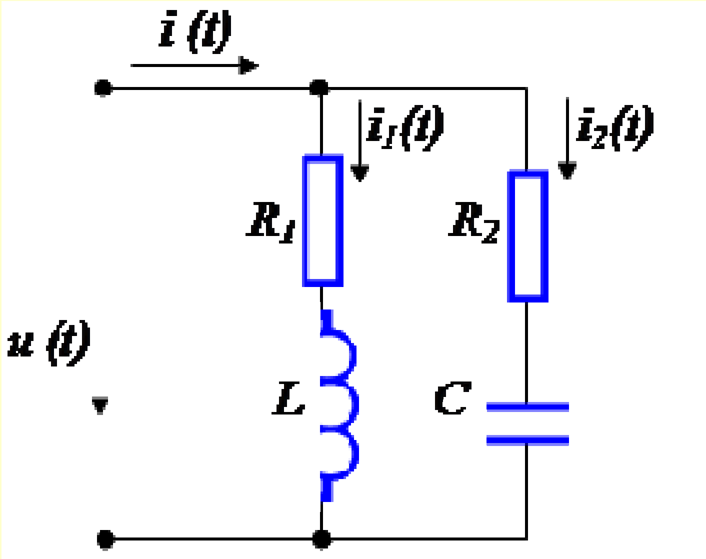
индуктивен клон

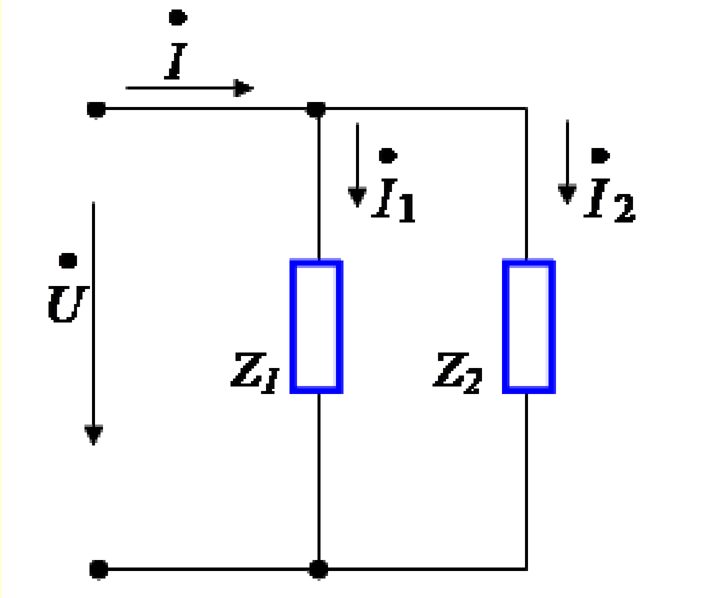
капацитивен клон

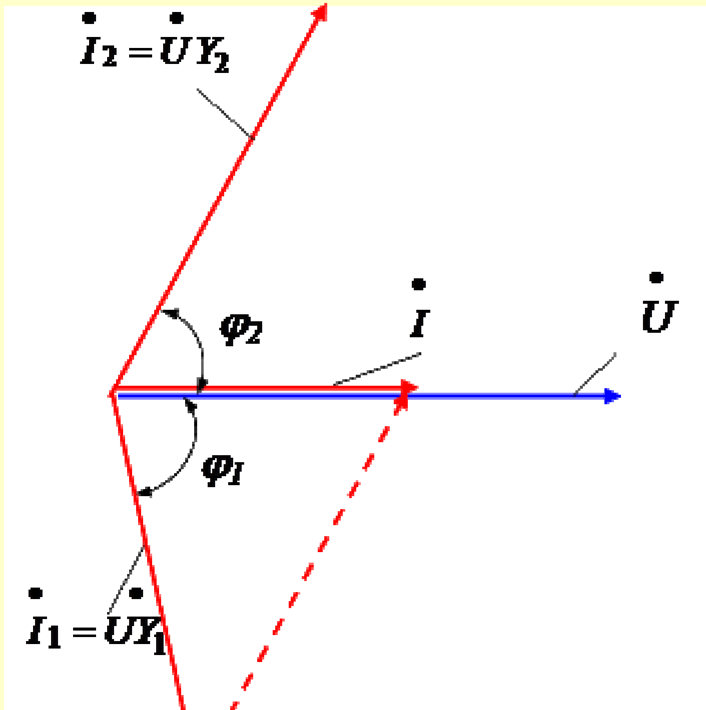
$$B_{екв} = 0$$

$$B_{екв} = \frac{\omega L}{R_1^{\,2} + \omega^2 L^2} - \frac{1/\omega C}{R_2^{\,2} + \frac{1}{\omega^2 C^2}} = 0$$

Токов резонанс



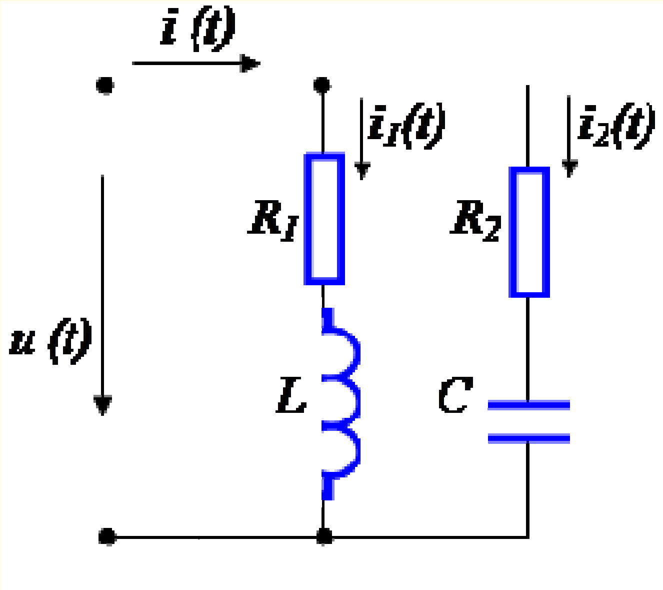




фиг.2

$$\dot I = \dot I_1 + \dot I_2 = I_1 e^{j\varphi_1} + I_2 e^{j\varphi_2}$$

Определяне на резонансната честота ωр за веригата



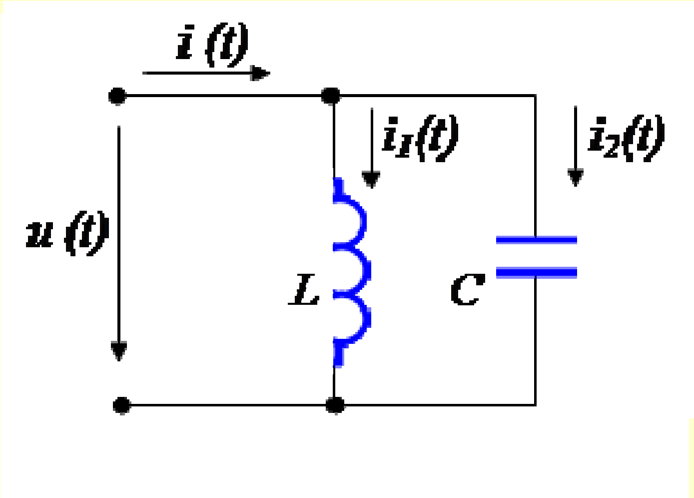
$$B_{екв} = \frac{\omega L}{R_1^{\ 2} + \omega^2 L^2} - \frac{1/\omega C}{R_2^{\ 2} + \dfrac{1}{\omega^2 C^2}} = 0$$

$$\frac{\omega L}{R_1^{\ 2} + \omega^2 L^2} = \frac{1/\omega C}{R_2^{\ 2} + \dfrac{1}{\omega^2 C^2}} \qquad \textbf{(1)}$$

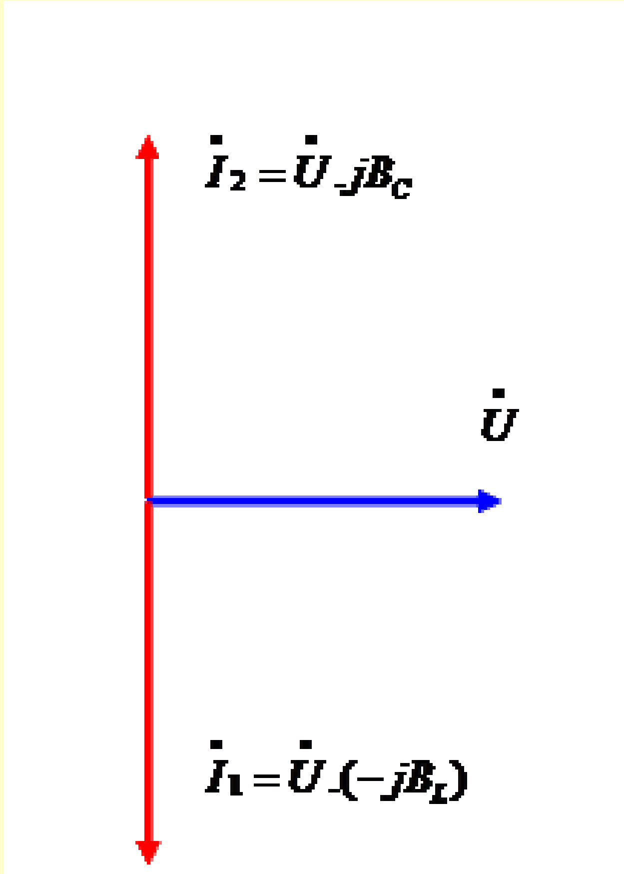
1. Идеализиран контур без загуби $R_1 = R_2 = 0$

$$\frac{1}{\omega_p L} = \omega_p C \quad \rightarrow \quad \omega_p = \omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}}$$

1. Контур без загуби $\quad R_1 = R_2 = 0$

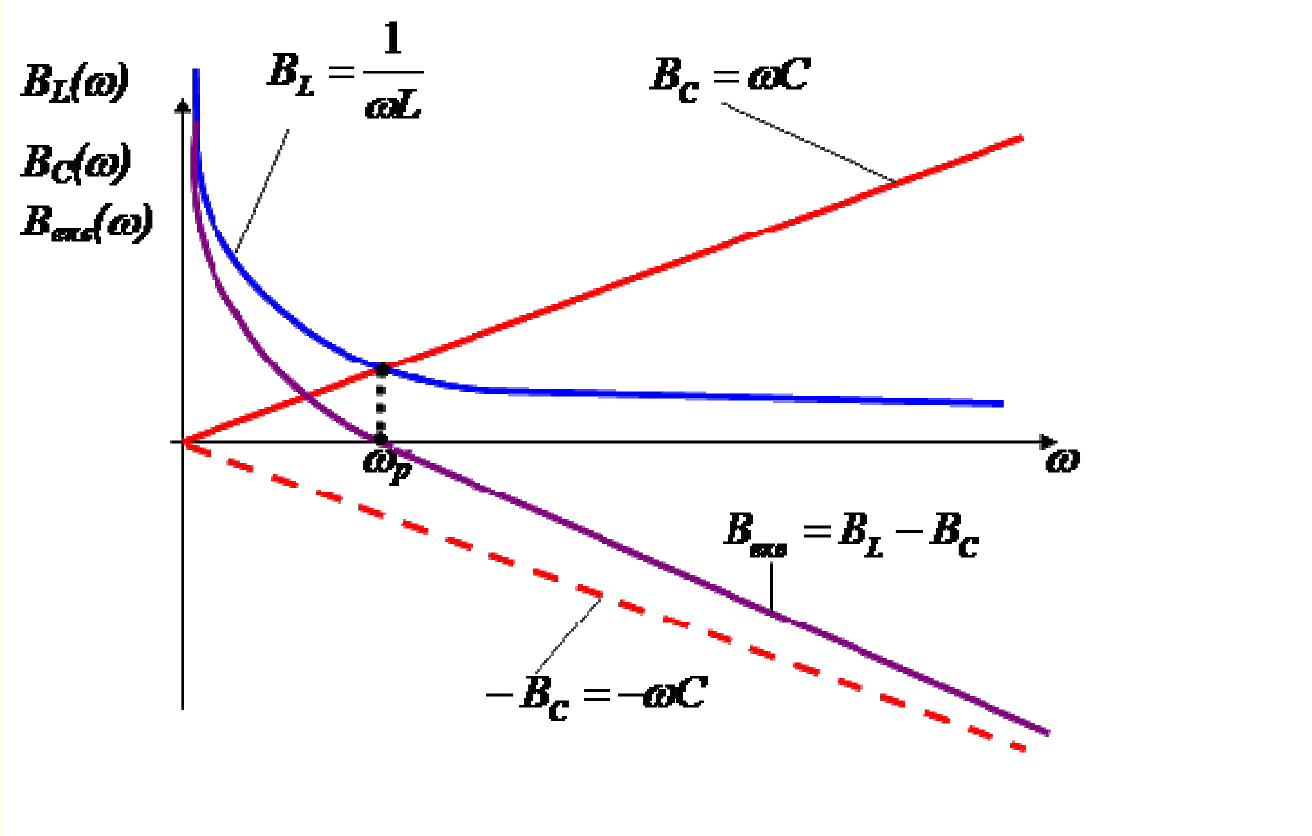


$$B_L = B_C \rightarrow \dot{I} = \dot{I}_1 + \dot{I}_2 = 0$$



$$B_L = \frac{1}{\omega_p L}; \quad B_C = \omega_p C$$

Честотни характеристики

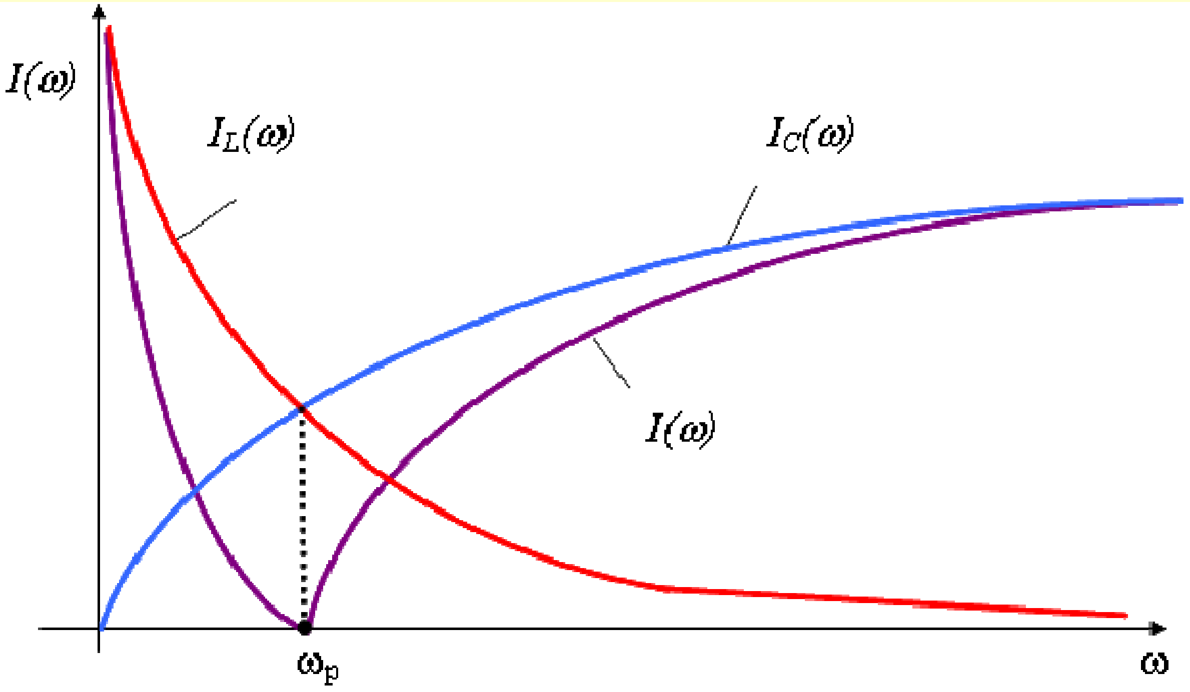


$\omega < \omega_p \Rightarrow$ проводимостта има индуктивен характер

$\omega = \omega_p \Rightarrow$ ***Векв = 0;   I=0***

$\omega > \omega_p \Rightarrow$ проводимостта има капацитивен характер

Ефективни стойности на токовете I_1, I_2 и I



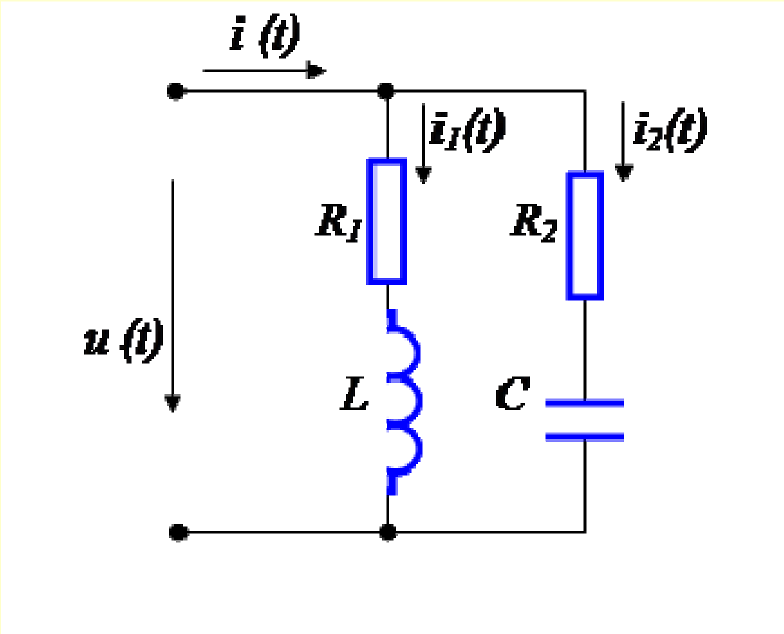
фиг.5

$\omega < \omega_p \Rightarrow$ проводимостта има индуктивен характер

$\omega = \omega_p \Rightarrow$ ***Векв = 0;   I=0***

$\omega > \omega_p \Rightarrow$ проводимостта има капацитивен характер

Частен случй, когато $R_2=0$, $R_1<<\omega L$



$$\frac{\omega L}{R_1^{\,2}+\omega^2 L^2}=\frac{1/\omega C}{R_2^{\,2}+\dfrac{1}{\omega^2 C^2}} \qquad \textbf{(1)}$$

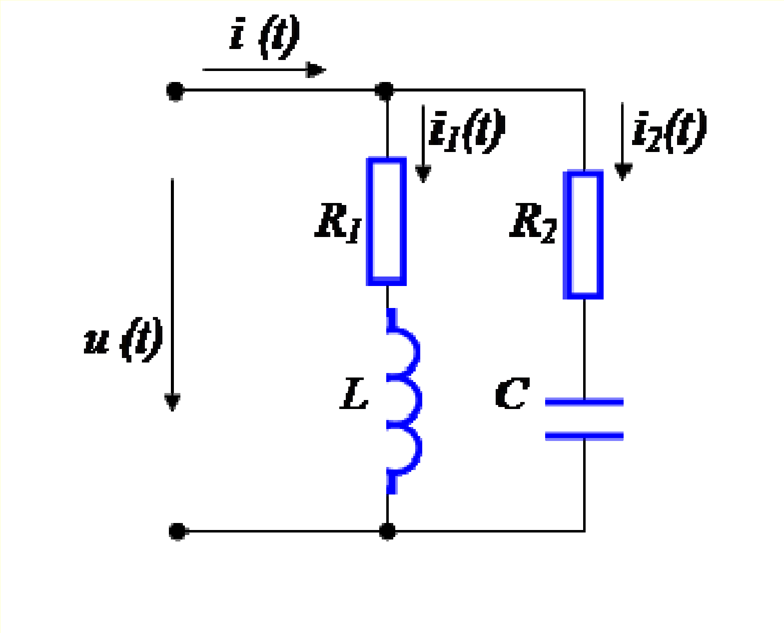
$R_2=0$, $R_1\approx 0$

$$\frac{1}{\omega_p L}\approx \omega_p C$$

$$\omega_p \approx \omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}}$$

Токът *I* може да се окаже **нищожно малък** в сравнение с I_1 и I_2.

Частен случй, когато $R_2=0$, $R1\neq 0$

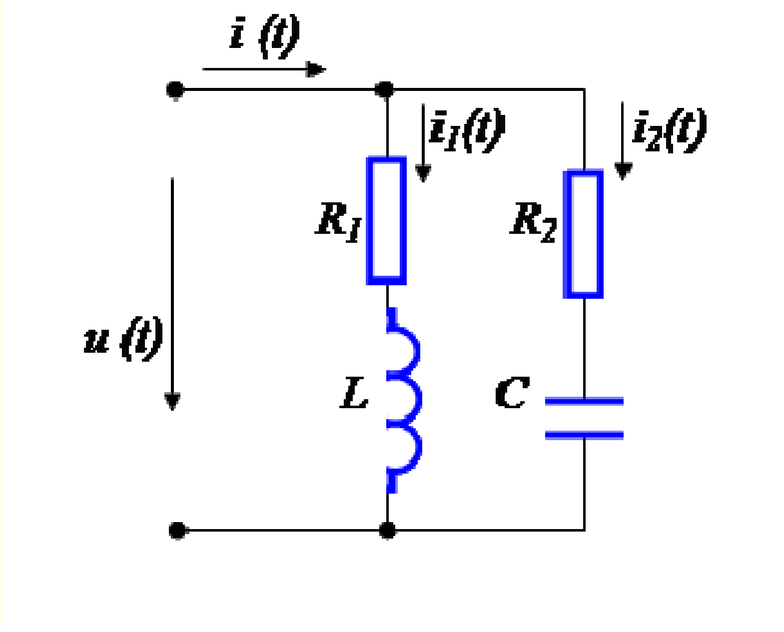


$$\frac{\omega L}{R_1^{\ 2}+\omega^2 L^2}=\frac{1/\omega C}{R_2^{\ 2}+\dfrac{1}{\omega^2 C^2}} \qquad \textbf{(1)}$$

R2=0, R1≠0

$$\frac{\omega L}{R_1^{\ 2}+\omega^2 L^2}=\omega C$$

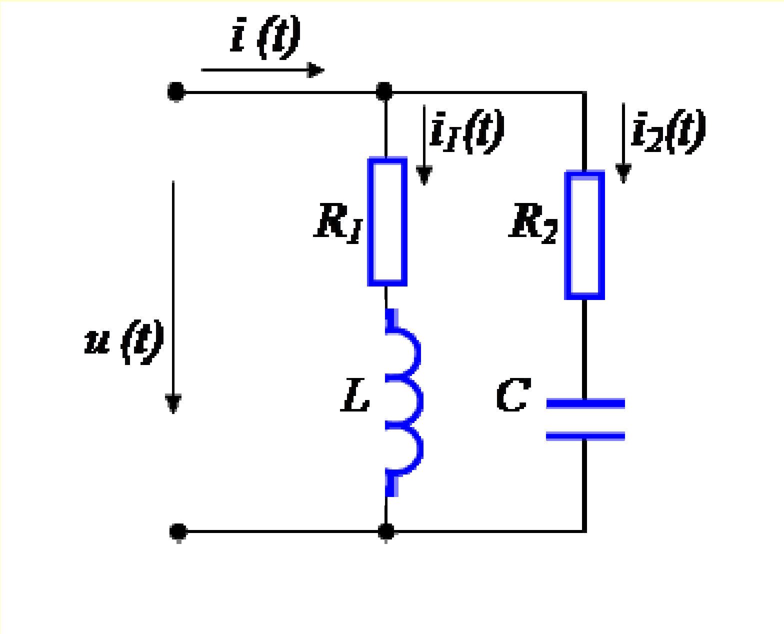
R1≠0 и R2≠0



$$\frac{\omega L}{R_1^{\,2} + \omega^2 L^2} = \frac{1/\omega C}{R_2^{\,2} + \dfrac{1}{\omega^2 C^2}} \qquad \textbf{(1)}$$

$$\Rightarrow \omega_p = \sqrt{\frac{1}{LC}\frac{R_1^{\,2} - \dfrac{L}{C}}{(R_2^2 - \dfrac{L}{C})}} = \frac{1}{\sqrt{LC}}\sqrt{\frac{R_1^{\,2} - \dfrac{L}{C}}{(R_2^2 - \dfrac{L}{C})}}$$

R1≠0 и R2≠0



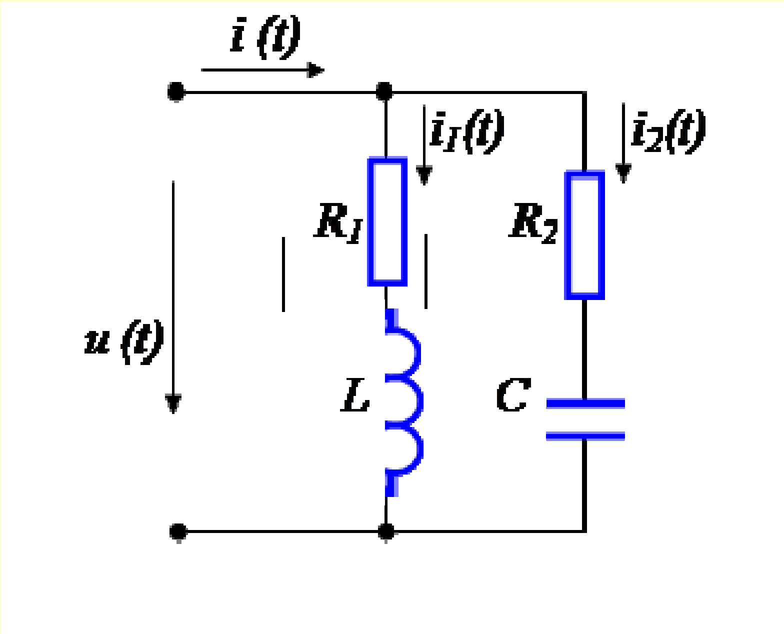
$$\omega_p = \frac{1}{\sqrt{LC}}\sqrt{\frac{R_1^{\,2} - \frac{L}{C}}{(R_2^2 - \frac{L}{C})}}$$

$$\frac{1}{\sqrt{LC}} = \omega_0$$ - резонансна честота на контур без загуби

$$\rho = \sqrt{\frac{L}{C}}$$ - вълново съпротивление

$$\omega_p = \omega_0\sqrt{\frac{R_1^{\,2} - \rho^2}{R_2^2 - \rho^2}}$$

R1≠0 и R2≠0



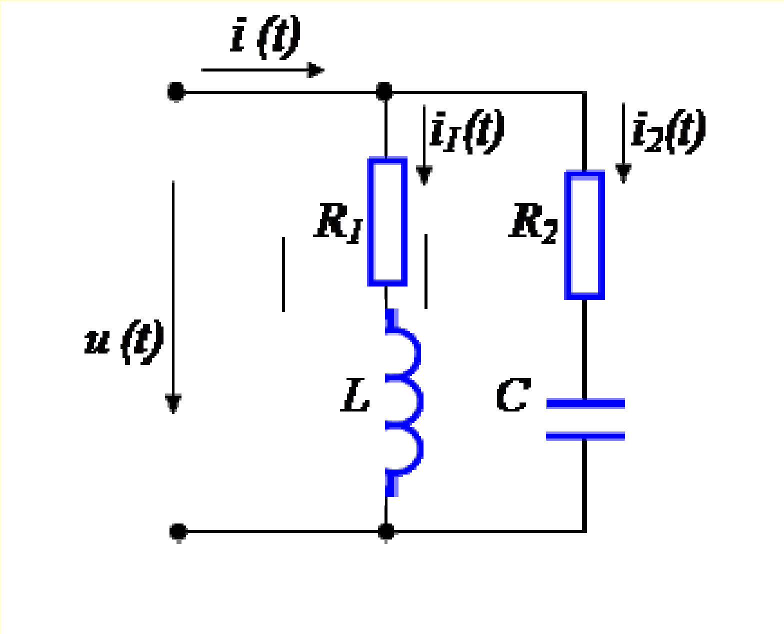
$$\omega_p = \omega_0 \sqrt{\frac{R_1^{\,2} - \rho^2}{R_2^2 - \rho^2}}$$

1. $\begin{vmatrix} R_1 \langle \rho \\ R_2 \rangle \rho \end{vmatrix}$ или $\begin{vmatrix} R_1 \rangle \rho \\ R_2 \langle \rho \end{vmatrix}$

ω_p - имагинерна стойност

резонанс е невъзможен посредством регулиране на честотата.

R1≠0 и R2≠0

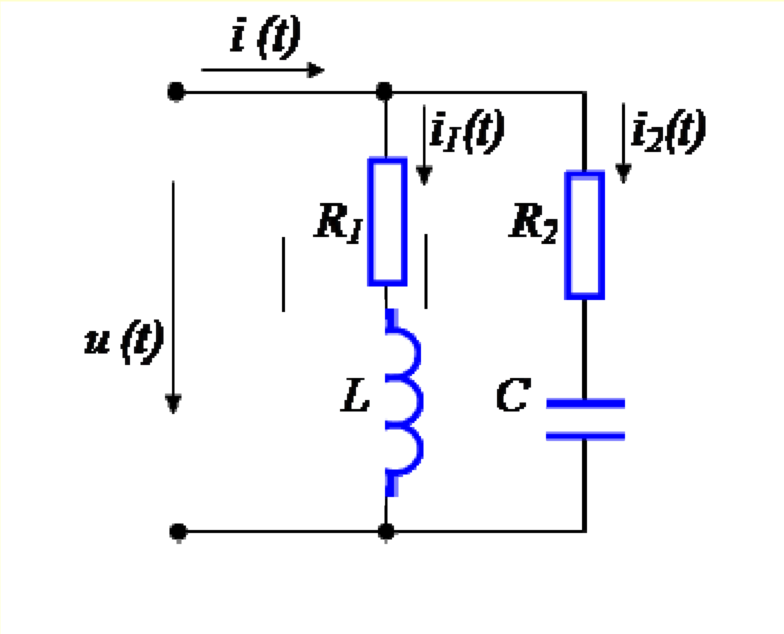


$$\omega_p = \omega_0 \sqrt{\frac{R_1^{\,2} - \rho^2}{R_2^2 - \rho^2}}$$

2. $\begin{vmatrix} R_1 \langle \rho \\ R_2 \langle \rho \end{vmatrix}$ или $\begin{vmatrix} R_1 \rangle \rho \\ R_2 \rangle \rho \end{vmatrix}$

ω_p - реална стойност

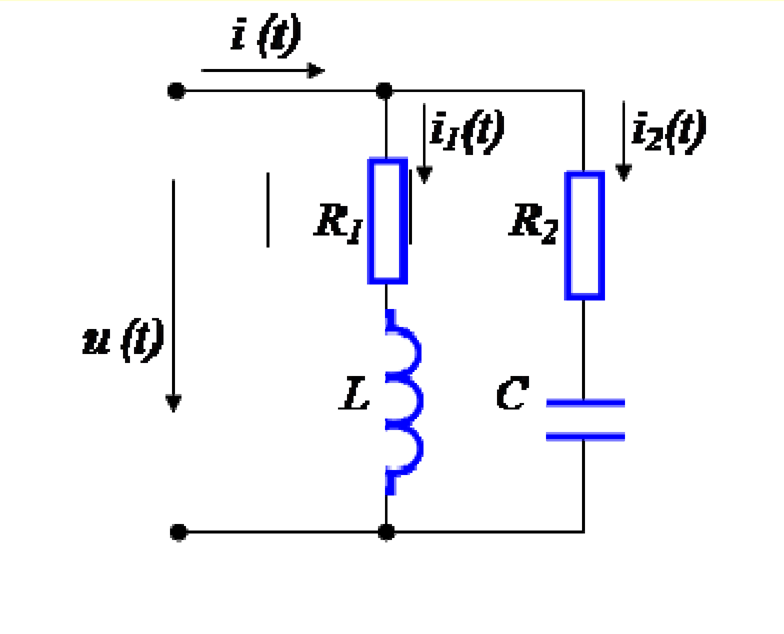
*резонанс е **<u>възможен</u>** посредством регулиране на честотата.*



$$\omega_p = \omega_0 \sqrt{\frac{R_1^{\ 2} - \rho^{\ 2}}{R_2^2 - \rho^{\ 2}}}$$

3. ако $R_1 = R_2 \neq \rho$

$\omega_p = \omega_0$

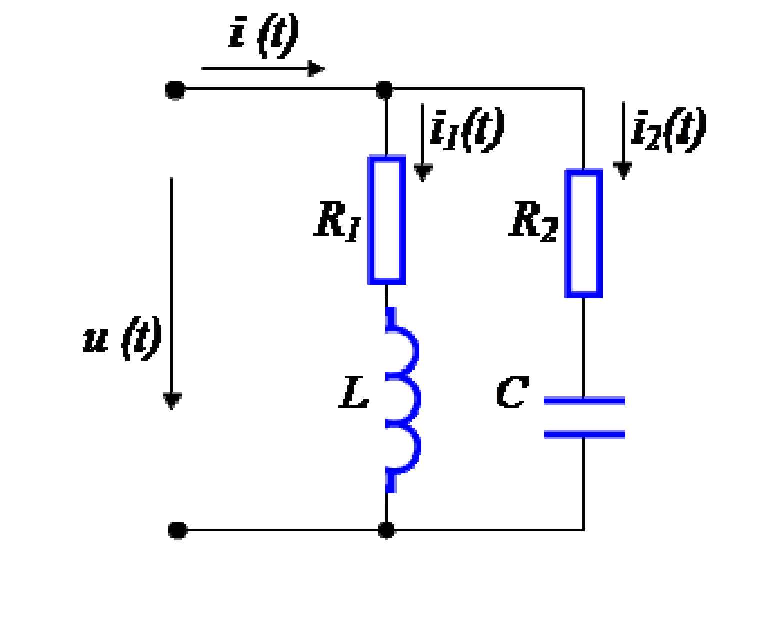


$$\omega_p = \omega_0 \sqrt{\frac{R_1^{\ 2} - \rho^2}{R_2^2 - \rho^2}}$$

4. ако $R_1 = R_2 = \rho$

<u>резонанс при всички честоти</u>

$R_1 = R_2 = \rho$ - **резонанс при всички честоти**



Доказателство:

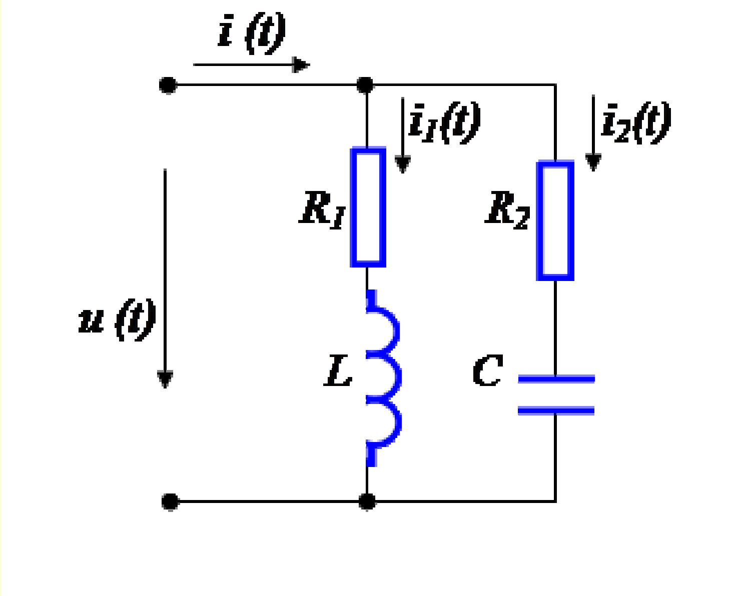
Определяме входното съпротивление на веригата:

$Z_{екв} = \rho$ **не зависи от честоттата!**

$$Z_1 = R + j\omega L, \quad Z_2 = R - j\frac{1}{\omega C}$$

$$Z_{екв} = \frac{Z_2 Z_3}{Z_2 + Z_3}$$

$R_1 = R_2 = \rho$ - **резонанс при всички честоти**



$$Z_{екв} = \rho = R$$

$$I = \frac{U}{z} = \frac{U}{\rho} = const$$

За **всяка честота** кривата на тока е права успоредна на абсцисната ос