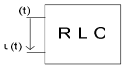
34. Резонансни явления

Фазов резонанс – такова стационарно състояние на двуполюсна пасивна ел. верига съставена от десипативни и консервативни елементи, при което при sin режим входното U и I съвпадат по фаза.

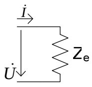


$u(t) = u_m \sin(\omega t + \varphi_u)$, $\varphi_u = \varphi_i$

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

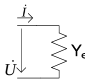
$\varphi_p = \varphi_u - \varphi_i = 0$, $tg\varphi_p = 0$

Пасивната верига може да се разгледа и

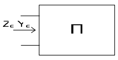


така: $Z_e = R_e + jX_e$, $Im[Z_{ep}] = X_{ep} = 0$, $Z_{ep} = R_e$

Заместваме във веригата с комплексен двуполюсник



$Y_e = G_e + jB_e$, $Im[Y_{ep}] = B_{ep} = 0$, $Y_{ep} = y_{ep} = G_e$



$$\left| \begin{array}{l} Im[Z_{ep}] = 0 \\ Im[Y_{ep}] = 0 \end{array} \right.$$

Нямаме реакт. съпротивл. => при резонанс източника на U и I не доставя реакт. мощност на П. Фазов резонанс в една верига се постига ч/з изменение на парам на веригата или измен. на честотата. При опр. условия, ампл. на някои от sin величини могат да надвишат ампл. на вх. сигнал.

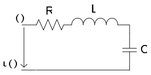
Основни етапи:

1. Определяне на резонансните честоти, които съвпадат с реалните корени на у-нието: $X_e(\omega_p) = 0$ или $B_e(\omega_p) = 0$

2. Намиране на резонансно съпротивл. $Z_p = R_e$, $Y_{ep} = y_{ep} = G_e$.

3. Изследване на зависимостите на разл. величини във функ. на честотата, определяне на честотните зависимости.

Напрежителен резонанс в RLC двуполюсник от посл. тип



$Z = R + j(\omega L - \frac{1}{\omega C})$,

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

$\varphi = arctg\frac{X}{R}$, $Im[Z_{ep}] = X_{ep} =$

$\omega_p L - \frac{1}{w_p C} = 0$ -> $\omega_p = \frac{1}{\sqrt{LC}}$,

$Z_p = R$ – приема мин. стойност.

вълново съпротивление - $\rho = \sqrt{\frac{L}{C}}, [\rho] = \Omega$;

$$X_{Lp} = \omega_p L = \frac{1}{\sqrt{LC}} L = \sqrt{\frac{L}{C}} = \rho$$;

$$X_{Cp} = \frac{1}{\omega_p C} = \frac{\sqrt{LC}}{C} = \sqrt{\frac{L}{C}} = \rho$$

=> $X_{Lp} = X_{Cp} = \rho$

Ток при резонанс: $I_p = \frac{U}{Z_p} = \frac{U}{R}$ - приема max. стойност,

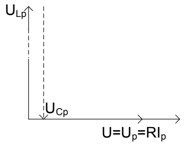
$$I_p = \frac{U}{\sqrt{R^2 + (\omega L - \frac{1}{\omega C})^2}}$$

Напрежение в/у капацитивния и индуктивен елем при резонанс:

$U_{Lp} = \omega_p L I_p = X_{Lp} I_p =$, $\rho \frac{U}{R} = \frac{\rho}{R} U = \Theta U$

аналог. $U_{Cp} = \Theta U$ => са равни.

$\Theta = \frac{\rho}{R}$ - качесвен фактор на RLC двупол. Определя колко пъти при резонанс ампл. на напр. в/у консервативните елем са по-големи от ампл. на вх U. Стойността на Θ може да е няколко стотин. Ампл. на U са равни но като компл. вел. са противопол. по посока.



$U_{Lp} = U_{Cp} >> U = U_R = RI_p$,

$\dot{U}_{Lp} = jX_{Lp}; \dot{U}_{Cp} = -jX_{Cp}$

Енергиини съотношения при резонанс. Енергията съхранена в инд. и капац. елем:

$W_L = \frac{1}{2}Li^2; W_C = \frac{1}{2}CU_C^2$; токът $i = i(t) = i_m \sin(\omega t + \varphi_i)$,

$U_C = \frac{1}{C}\int idt$ след заместване и интегриране получаваме:

$\frac{1}{C}\int i_m \sin(\omega t + \varphi_i)dt =$;

$\frac{i_m}{C}\cos(\omega t + \varphi_i)$

$$W = W_L + W_C = \frac{1}{2}Li_m^2 \sin^2(\omega t + \varphi_i) + \frac{i_m^2}{\omega^2 C^2}\cos^2(\omega t + \varphi_i)$$

; $W = \frac{1}{2}i_m^2[L\sin^2(\omega t + \varphi_i)$; $+ \frac{1}{\omega^2 C^2}\cos^2(\omega t + \varphi_i)]$

$\omega_p^2 = \frac{1}{LC}$;

$W_p = \frac{1}{2}i_m^2[L\sin^2(\omega t + \varphi_i)$ -> $+ L\cos^2(\omega t + \varphi_i)]$

$W_p = \frac{1}{2}Li_m^2 = const$ => сумарната ел. магн ен. е конст и няма енергиини колебания.