

Circuit RLC serie în regim sinusoidal

Prin conectarea în serie a unei bobine și a unui condensator (componente tehnice) se obține un circuit rezonant serie **RLC** deoarece pierderile de putere prin efect Joule din bobina cât și din condensator pot fi modelate printr-un același rezistor în serie cu **L** și **C**. Dacă în cazul condensatorului rezistența proprie de pierderi serie are o valoare destul de mică, în cazul bobinei rezistența de pierderi serie nu poate fi neglijată. Astfel cele mai performante bobine (construcție speciala) au factorul de calitate de maxim **300** în timp ce condensatoarele din producția de serie mare de tip : poliester metalizat, stiroflex, ceramice multistrat de calitate au uzual factorul de calitate mai mare de **500**.

În Fig.1 se prezintă un circuit serie RLC în care elementele de circuit sunt ideale, rezistența **R** incluzând și rezistențele echivalente de pierderi ale bobinei și condensatorului. În fig.2 se prezintă diagrama fazorială, presupunând că circuitul se comportă inductiv.

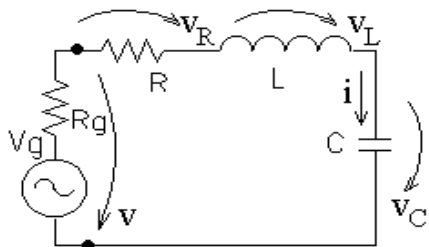


Fig 1

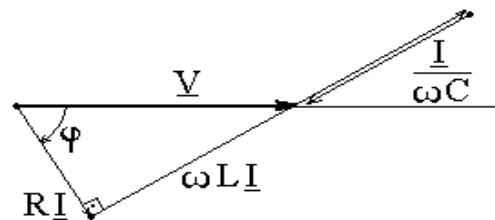


Fig 2

$$i(t) = I_m \sin(\omega \cdot t + \varphi), \quad u(t) = U_m \sin(\omega t)$$

$$u(t) = u_R(t) + u_L(t) + u_C(t), \quad \text{în valori instantanee, sau,}$$

$$\underline{U} = \underline{U}_R + \underline{U}_L + \underline{U}_C \quad \text{în valori complexe.}$$

În circuite ce conțin inductanțe și capacități, tensiunile și curenții sunt mărimi complexe (deoarece apar defazaje între tensiuni și curenți).

$$\underline{U} = R \underline{I} + \underline{Z}_L \underline{I} + \underline{Z}_C \underline{I}, \quad \text{deci,}$$

$$\underline{I} = \underline{U} / (R + \underline{Z}_L + \underline{Z}_C), \quad \text{în care,}$$

$$\underline{Z}_L = j\omega L \quad \text{și} \quad \underline{Z}_C = 1/(j\omega C), \quad \text{sunt impedanțele bobinei și condensatorului.}$$

$$\underline{Z} = R + j X, \quad \text{este impedanța circuitului.}$$

$$\underline{I} = |\underline{I}| e^{j\varphi}, \quad |\underline{I}| \quad \text{este modulul curențului complex } \underline{I},$$

$$\varphi = \varphi(\omega), \quad \text{este defazajul curențului față de tensiune.}$$

S-a considerat tensiunea $u(t)$ cu faza inițială nulă.

Dacă se reprezintă grafic variația modulului și fazei curențului în funcție de frecvență, se obțin graficele din fig.3 și respectiv fig.4. Presupunând că valorile U , R , L , C sunt constante la orice frecvență se observă existența unui maxim al curențului la o frecvență f_0 numită **frecvență de rezonanță**, (la care defazajul curențului total prin circuit față de tensiunea de la intrarea lui se anulează, deci **circuitul se comportă rezistiv la f_0**)

Condiția $\varphi(\omega_0) = 0$ cere ca partea imaginară a impedanței (reactanța totală) să se anuleze, deci:

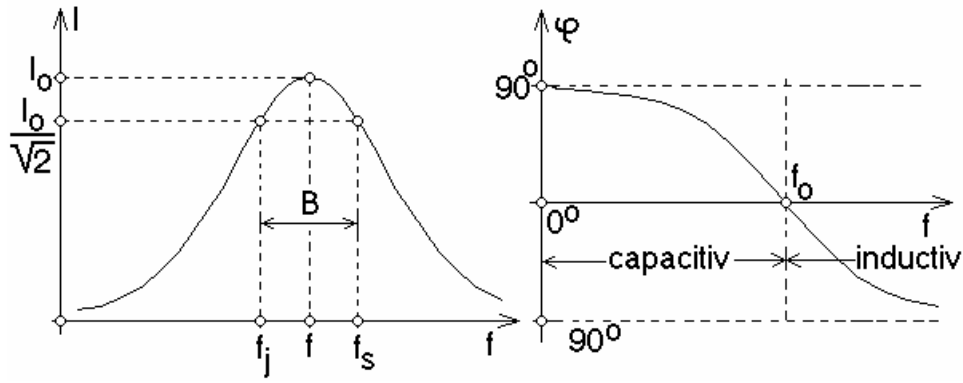


Figura 3

Figura 4

$\omega_0 L - 1/(\omega_0 C) = 0$, de unde,
 $\omega_0 = 1/(LC)^{1/2}$, este **pulsația de rezonanță**, iar,
 $f_0 = 1/[2\pi(LC)^{1/2}]$, se numește **frecvența de rezonanță**.

Pentru frecvențe mai mari decât frecvența de rezonanță se observă că efectul inductiv este mai puternic, circuitul comportându-se ca o bobina reală (echivalentă cu o bobină ideală în serie cu un rezistor ideal) și curentul prin circuit este defazat în urma tensiunii la bornele circuitului.

La frecvențe mai mici decât frecvența de rezonanță circuitul se comportă capacitiv, (curentul prin circuit este defazat înaintea tensiunii la bornele circuitului).

La frecvența de rezonanță, curentul prin circuit este în fază cu tensiunea la bornele sale, efectele reactive ale bobinei și condensatorului compensându-se reciproc. Prin circuit va apărea un curent maxim deoarece este limitat doar de rezistența **R**. Tensiunea pe inductanța **L** este egală, în modul, cu tensiunea pe condensatorul C dar este defazată față de aceasta înainte cu **180°** electrice (π radiani = opoziție de fază) deci toată tensiunea de la intrare o regăsim pe rezistența **R**. Dacă se notează cu **Q = factorul de calitate al circuitului**, atunci se poate arăta că la rezonanță în circuitul serie, valoarea efectivă a tensiunii pe inductanța și respectiv capacitate este de Q ori mai mare decât valoarea efectivă a tensiunii la bornele circuitului.

$$U_{L_0} = Q \cdot U, \quad U_{C_0} = Q \cdot U$$

Factorul de calitate se mai numește și **factor de supratensiune**, el arătându-ne de câte ori este mai mare la rezonanță serie, tensiunea la bornele elementelor reactive decât tensiunea generatorului.

Modul de lucru

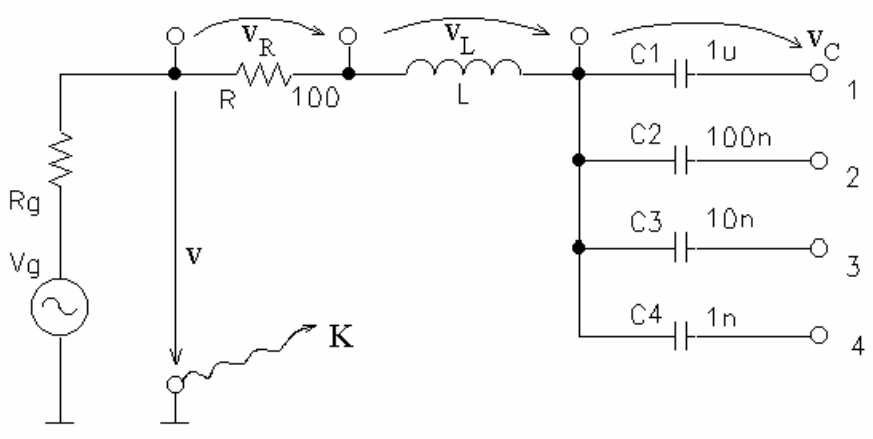


Figura 5

1. Se aplică la intrarea circuitului din figura 5 un generator sinusoidal având frecvența de 10kHz și valoarea efectivă a tensiunii la borne (în gol) între 1 și 2 V.
2. Se realizează un circuit serie RL și se măsoară valorile efective ale tensiunilor ce apar la bornele rezistorului (U_R) și ale bobinei (U_L).

Se calculează : $I = U_R/R$ și $L = U_L/(2 \pi f.I)$

3. Cu valoarea inductanței astfel determinată se calculează frecvențele de rezonanță corespunzătoare celor 4 condensatoare:

$f = 1/2\pi(LC)^{1/2}$, notându-se cele 4 frecvențe de rezonanță **calculate**

4. Se realizează un circuit rezonant serie selectând cu "k" condensatorul C1 și se acordează frecvența generatorului pentru a obține rezonanță în circuitul R,L,C1 (frecvența de rezonanță se poate determina vizualizând tensiunea pe rezistorul R și reglând frecvența generatorului până la obținerea unei valori maxime a lui U_R – notată V_m). Se notează f_0 **măsurată** și se modifică frecvența generatorului pentru a se obține valorile necesare completării tabelului următor (T1):

V_R	0.2Vm	0.7Vm	V_m	0.7Vm	0.2Vm
f				f_j	f_0	f_s			
V_L									
V_C									

5. Se **calculează** factorul de calitate al circuitului:

$Q = f_0/(f_s - f_j)$

6. Se determină valoarea **măsurată** a factorului de calitate al circuitului:

$Q = U_L/U_R = U_C/U_R$ la frecvența de rezonanță.

7. Se desenează pe hârtie milimetrică graficele celor 3 tensiuni în funcție de frecvență (cu valorile din tabelul T1)
8. Se repetă punctele 4,5,6,7 pentru celelalte 3 condensatoare.