Resonanzschwingungen im RLC-Schaltkreis

Schwingungen sind Prozesse, bei denen bestimmte Werte mit der Zeit abwechselnd abnehmen und zunehmen. Man kann sie in frei, unterdrückt und gezwungen teilen. Das Phänomen der **Resonanz** kann bei erzwungenen Schwingungen beobachtet werden. Es besteht darin, dass die Amplitude der Schwingungen erhöht. Das ist durch die Einwirkung auf das Schwingungssystem des Äußeren zeitlich veränderliche Erregungskraft verursacht, gekennzeichnet durch eine Resonanzfrequenz (oder nahe daran). Simulation funktioniert für eine serielle und parallele RLC-Schaltung, d. h. eine, in der ein Widerstand, eine Induktivität und Kondensator in Reihe oder parallel geschaltet sind. Jedes Element hat sein eigenes Impedanz:

- Widerstandsimpedanz $Z_R = R$; R - Widerstand ausgedrückt in Ohm [Ω]
- Induktivitätsimpedanz $Z_L = i\omega L$; L - Spuleninduktivität ausgedrückt in Henr [H]
- Kondensatorimpedanz $Z_C = \frac{1}{i\omega C}$; C - Kapazität des Kondensators, ausgedrückt in Farad [F]

Im Allgemeinen hat jede Impedanz zwei Komponenten: real, d. h. Widerstand R, und imaginär, d. h. Reaktanz X.

$$Z(\omega) = R(\omega) + iX(\omega)$$

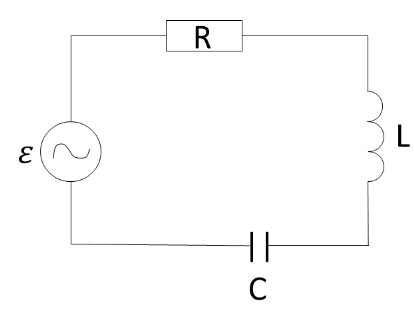
Für beide $\varepsilon(t) = Asin(\omega t)$

1 Serielle Schaltung

In diesem Fall sind die Elemente in Reihe geschaltet, sodass die äquivalente Impedanz die Summe der Impedanzen der einzelnen Elemente ist.

$$Z = Z_R + Z_L + Z_C$$

$$Z = R + i\left(\omega L - \frac{1}{\omega C}\right)$$



Die Reaktanz für dieses System ist $X(\omega) = \omega L - \frac{1}{\omega C}$.
Resonanz tritt auf, wenn die Reaktanz gleich 0 ist.
Es wird passieren, wenn $\omega L = \frac{1}{\omega C}$. Somit ist es $\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}}$, daher die Resonanzfrequenz aufgrund der Tatsache, dass $\omega = 2\pi f$ wird $f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$
Wenn man Kirchhoffs Gesetz für diese Schaltung schreibt, erhält man

$$\omega Acos(\omega t) = \frac{d\varepsilon(t)}{dt} = \frac{di(t)}{R} + L\frac{d^2 i(t)}{dt^2} + \frac{i(t)}{C}$$

Es ist bekannt, dass die Impedanz im Allgemeinen eine komplexe Größe und die Stromstärke eine reale Größe ist. Der Impedanzmodul wird durch die Formel ausgedrückt

$$|Z| = \sqrt{R^2 + X^2}$$

Das Lösen der Differentialgleichung in Bezug auf i(t) ergibt die Lösung:

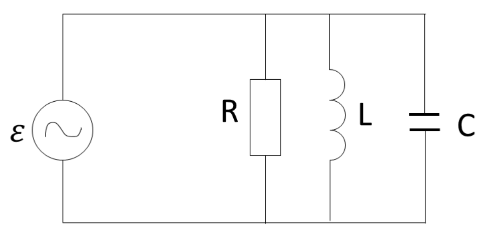
$$i(\omega) = \frac{A}{|Z|} sin(\omega t - \varphi_s)$$

$$\varphi_s = -arctg \frac{\omega L - \frac{1}{\omega C}}{R}$$

φ_s es ist die Phasenverschiebung zwischen Strom i(t) und $\varepsilon(t)$, die aufregende Kraft der Schaltung bildet.
Die Amplitude des fließenden Stroms in der Schaltung wird durch die Formel gegeben

$$\mathbf{I_{max}}(\omega) = \frac{\mathbf{A}}{\sqrt{\mathbf{R^2} + \left(\omega \mathbf{L} - \frac{\mathbf{1}}{\omega \mathbf{C}}\right)^{\mathbf{2}}}}$$

2 Parallelschaltung



In einer Parallelschaltung ist der Kehrwert der Impedanz die Summe des Kehrwerts der Impedanz der einzelnen Schaltungskomponenten. Diese Menge wird als Admittanz Y bezeichnet.

$$Y = \frac{1}{Z} = \frac{1}{R} + i\omega C - i\frac{1}{\omega L}$$

Der Admittanzmodul ist gleich $|Y| = \sqrt{\left(\frac{1}{R}\right)^2 + \left(\omega C - \frac{1}{\omega L}\right)^2}$
Die Abhängigkeit der Amplitude des fließenden Stroms in der Schaltung von der Frequenz beträgt

$$I_{max}(\omega) = A\sqrt{\left(\frac{1}{R}\right)^2 + \left(\omega C - \frac{1}{\omega L}\right)^2}$$

$$\mathbf{I_{max}(f)} = \mathbf{A}\sqrt{\left(\frac{\mathbf{1}}{\mathbf{R}}\right)^{\mathbf{2}} + \left(\mathbf{2\pi f C} - \frac{\mathbf{1}}{\mathbf{2\pi f L}}\right)^{\mathbf{2}}}$$

Bei dieser Schaltung tritt Resonanz auf, wenn der fließende Strom in der Schaltung seinen Minimalwert erreicht.
Somit wird die Resonanzfrequenz aus der Formel abgeleitet $\omega L = \frac{1}{\omega C}$

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

$$\mathbf{f_0} = \frac{\mathbf{1}}{\mathbf{2\pi\sqrt{LC}}}$$

Die Phasenverschiebung zwischen Strom und Spannung beträgt

$$\varphi_d = -arctg\left(R\left(\omega C - \frac{1}{\omega L}\right)\right)$$