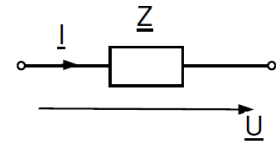


lineare Zweipole



Einfache Zweipole:

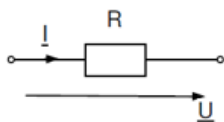
- Zwei stromführende Anschlüsse
- „Eintor“ bzw. engl. One Port Device
- aktiv / passive Zweipole

$$\underline{Z} = \frac{U}{I} = Z e^{j\varphi_Z} = Z(\cos \varphi_Z + j \sin \varphi_Z) = Z / \varphi_Z$$

$$|z| = \sqrt{\text{Re}^2 + \text{Im}^2}$$

$$\varphi = \arctan\left(\frac{\text{Im}}{\text{Re}}\right)$$

Wirkwiderstand:

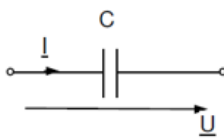


$$u = R \cdot i \quad \underline{Z} = R \quad |\underline{Z}| = R \quad \varphi = 0^\circ$$

$$\text{Re}\{\underline{Z}\} = R$$

$$\text{Im}\{\underline{Z}\} = 0$$

Kapazitiver Widerstand:

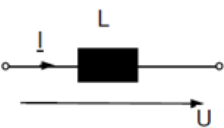


$$i = C \frac{du}{dt} \quad \underline{Z} = \frac{1}{j\omega C} \quad |\underline{Z}| = \frac{1}{\omega C} \quad \varphi = -90^\circ$$

$$\text{Re}\{\underline{Z}\} = 0$$

$$\text{Im}\{\underline{Z}\} = -\frac{1}{\omega C}$$

Induktiver Widerstand:



$$u = L \frac{di}{dt} \quad \underline{Z} = j\omega L \quad |\underline{Z}| = \omega L \quad \varphi = +90^\circ$$

$$\text{Re}\{\underline{Z}\} = 0$$

$$\text{Im}\{\underline{Z}\} = \omega L$$

RL, RC Serien- bzw. Parallelschaltung siehe Präsentation.

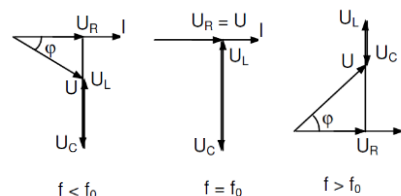
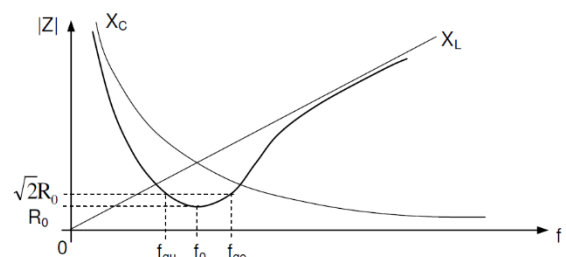
Schwingkreise:

- Schaltung mit Induktivitäten + Kapazitäten
- Periodischer Austausch der Energie
- Verluste → zeitlich begrenzt

Serienschwingkreis:

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

$$|\underline{Z}| = \sqrt{R^2 + \left(\omega L - \frac{1}{\omega C}\right)^2} \quad \left| \begin{array}{l} Q(\omega) = \frac{Z_0}{R} = \frac{\sqrt{L}}{R} \\ \omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}} \quad Z_0 = \sqrt{\frac{L}{C}} \end{array} \right.$$



Parallelschwingkreis:

$$\underline{Z} = \left(\frac{1}{R} + \frac{1}{j\omega L} + j\omega C \right)^{-1} = \frac{j\omega RL}{j\omega L + R - \omega^2 RLC}$$

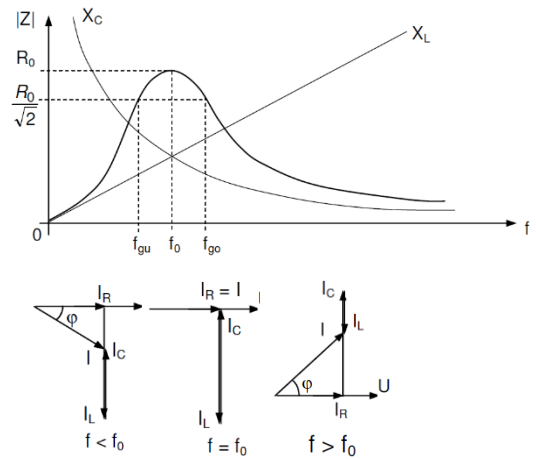
$$|\underline{Z}| = \frac{|j\omega RL|}{|j\omega L + R - \omega^2 RLC|} = \frac{\omega RL}{\sqrt{(R - \omega^2 RLC)^2 + (\omega L)^2}}$$

$$\varphi = 90^\circ - \arctan\left(\frac{\omega L}{R - \omega^2 RLC}\right)$$

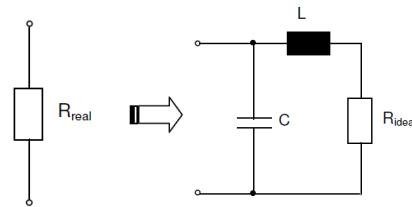
$$Q(\omega) = \frac{R}{Z_0} = R \sqrt{\frac{C}{L}}$$

$$Z_0 = \sqrt{\frac{L}{C}}$$

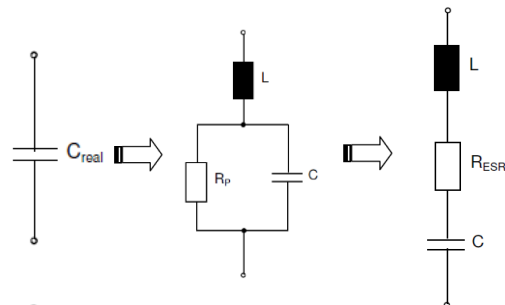
$$\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}}$$

**Reale Bauteile:****Realer Widerstand:**

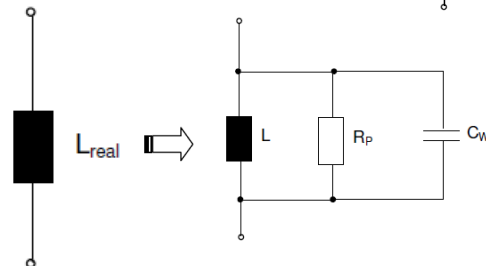
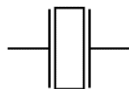
- C infolge der Anschlüsse
- Kapazität zwischen 0,1 und 0,5 pF
- 1 cm Draht ≈ 10 nH
- $\rightarrow$ Chip-Widerstände

**Realer Kondensator:**

- Anwendungen (HF):
 - Trennung Wechsel- und Gleichanteil
 - KS Wechselgrößen nach Masse
 - Filterschaltungen

**Reale Spule:**

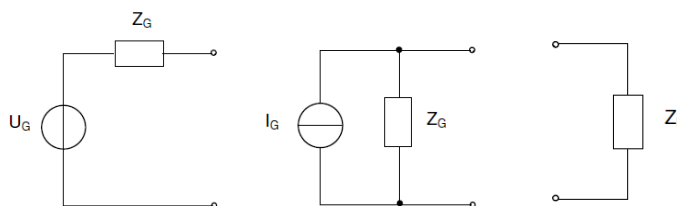
- Anwendungen (HF):
 - HF – blocking (RF-blocking)
 - Filterschaltungen
 - Drossel

**Schwingquarz:**

- Quarzkristall
- Druck ausüben $\rightarrow$ **piezoelektrischer Effekt**
- Quarz elektrischem Feld aussetzen $\rightarrow$ **reziproker piezoelektr. Effekt**
- dämpfungsarme Aufhängung $\rightarrow$ mechanische Schwingung mit Eigenfrequenz $\rightarrow$ oszillierende Spannung
- Abmessung der Scheibe bestimmt Resonanzfrequenz

Ersatzzweipole:

- Spannungsquelle
- Stromquelle
- Last (Senke)



QUELLEN: KSN Skriptum 3. Jhg., Wikipedia: <https://de.wikipedia.org/wiki/Zweipol>