

---

# Parasitäre Effekte von Bauelementen

---

# Gliederung

---

## 1. Definition:

- I. Parasitäre Effekte
- II. Ersatzschaltbild
- III. Entstehung

## 2. Widerstand

- I. Ersatzschaltbild und Eigenschaften
- II. Anwendungsbereiche

# Gliederung

---

## 3. Kondensator

- I. Ersatzschaltbild und Eigenschaften
- II. Anwendungsbereiche

## 4. Spule

- I. Ersatzschaltbild und Eigenschaften
- II. Anwendungsbereiche

## 5. Quellen

# 1. Was sind parasitäre Effekte?

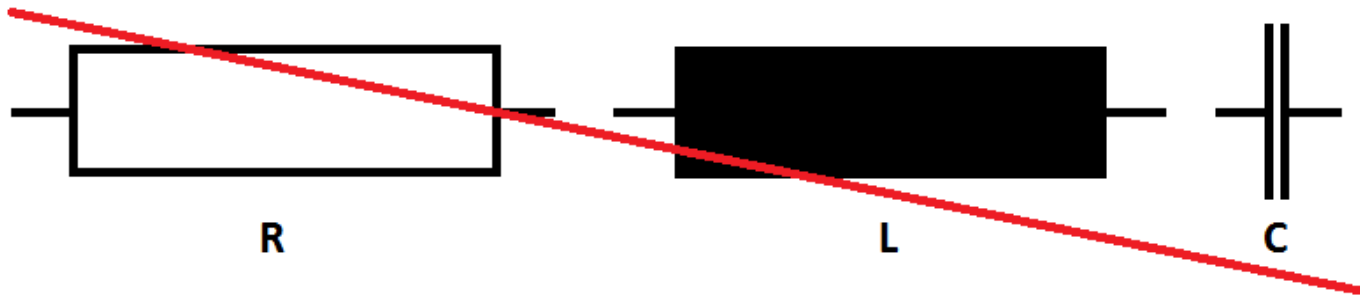
---

- Unerwünschte Nebeneffekte
- Entstehung durch physikalische Eigenschaften der Bauelemente
- Beschreibung durch Ersatzschaltbild

# Ersatzschaltbild

---

- Reale Bauteile haben keine idealen Eigenschaften



- Beschreibung des realen Bauteils durch andere passive Bauelemente

# Entstehung

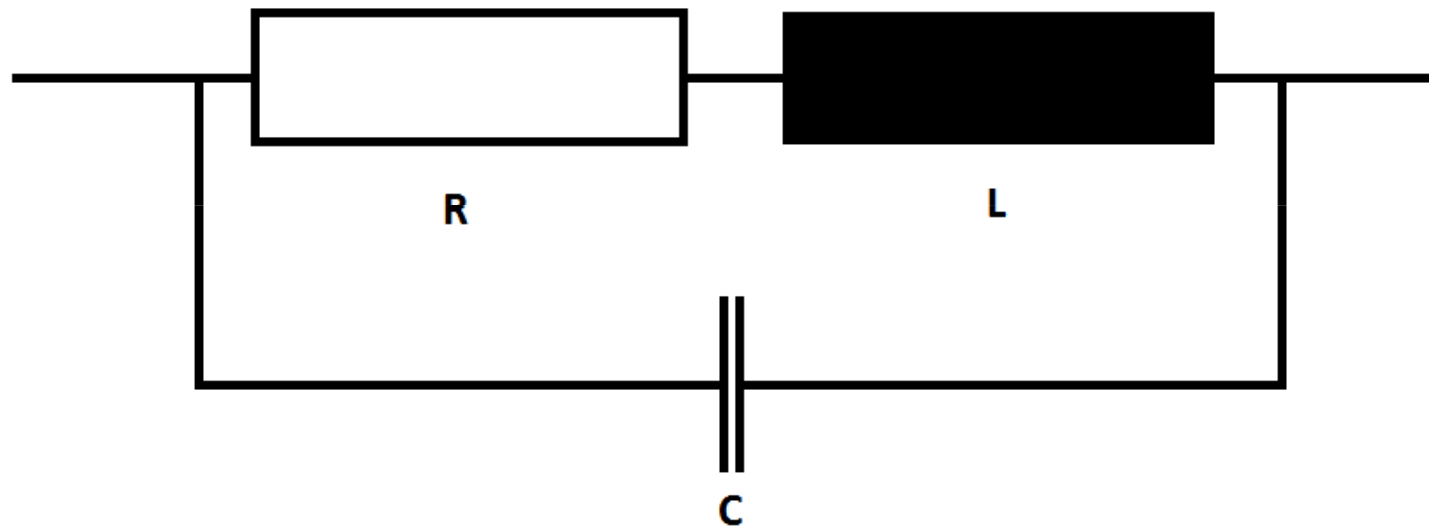
---

○ Aufgrund von Stromfluss durch das Bauteil entstehen :

- magnetische Felder → parasitäre Induktivität
- elektrische Felder → parasitäre Kapazität

## 2. Widerstand - Ersatzschaltbild

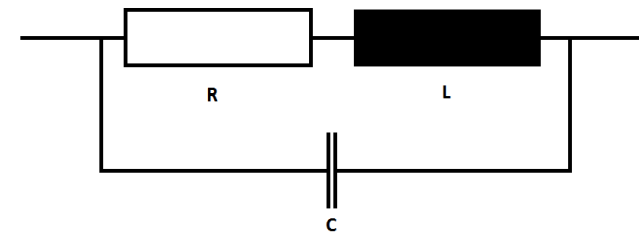
---



# Widerstand - Ersatzschaltbild

---

Gesamtimpedanz: 
$$\underline{Z} = \frac{R}{1 + j\omega \frac{L}{R} + j\omega RC}$$



Für große R: 
$$\underline{Z} \approx \frac{R}{1 + j\omega RC} \quad (\text{kapazitives Verhalten})$$

Für kleine R: 
$$\underline{Z} \approx R(1 + j\omega \frac{L}{R}) \quad (\text{induktives Verhalten})$$

*(gilt für Frequenzen  $\omega \ll 1/\sqrt{LC}$ )*

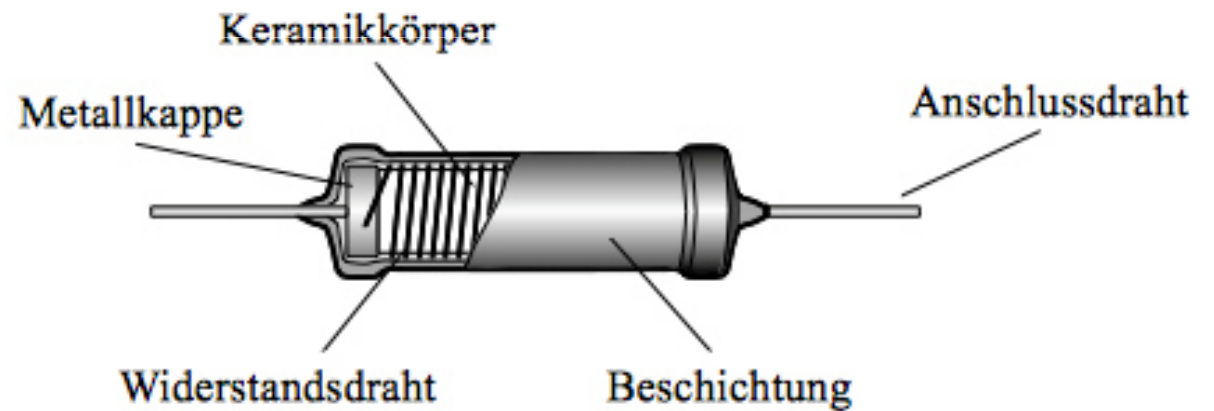


# Widerstand

---

## Anwendungsbereiche:

- Drahtwiderstand:
  - Großen induktiven Anteil, deshalb für niedrige Frequenzen geeignet

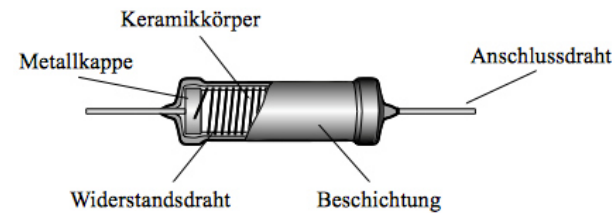


# Widerstand

---

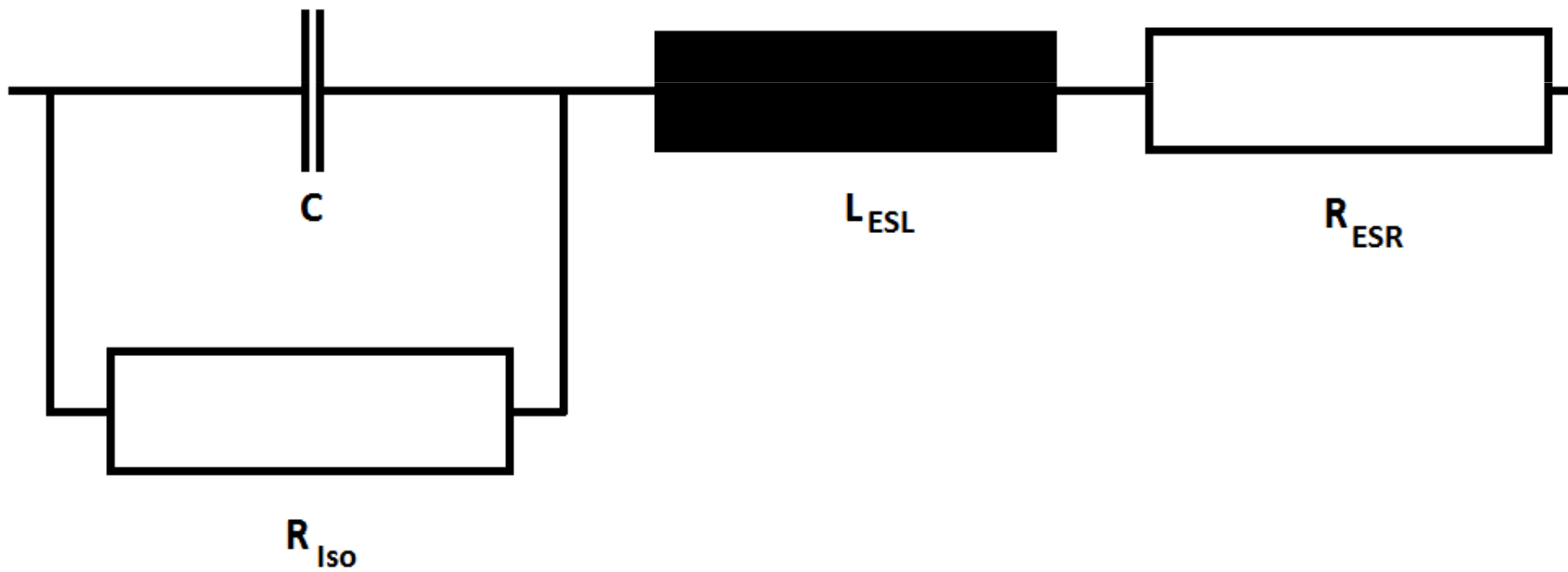
## Anwendungsbereiche:

- Drahtwiderstand:
  - Großen induktiven Anteil, deshalb für niedrige Frequenzen geeignet
  
- SMD-Widerstand:
  - Keinen Anschlussdraht, dadurch geringer induktiver Anteil, für HF geeignet



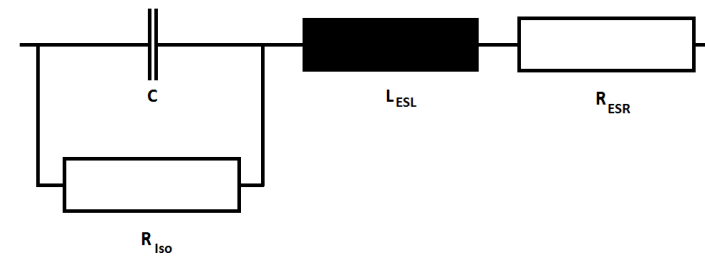
### 3. Kondensator - Ersatzschaltbild

---



# Kondensator - Ersatzschaltbild

---

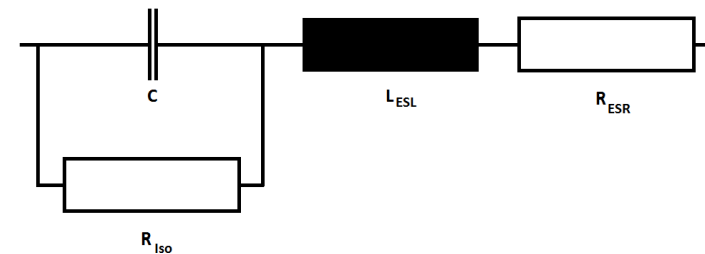


- $R_{ISO}$  - Isolationswiderstand (100 G $\Omega$  – 1 T $\Omega$ )
- $L_{ESL}$  - Äquivalente Serieninduktivität
- $R_{ESR}$  - Äquivalenter Serienwiderstand

# Kondensator - Ersatzschaltbild

---

○ Gesamtimpedanz:  $\underline{Z} \approx \frac{1}{j\omega C} + \text{ESR} + j\omega L$

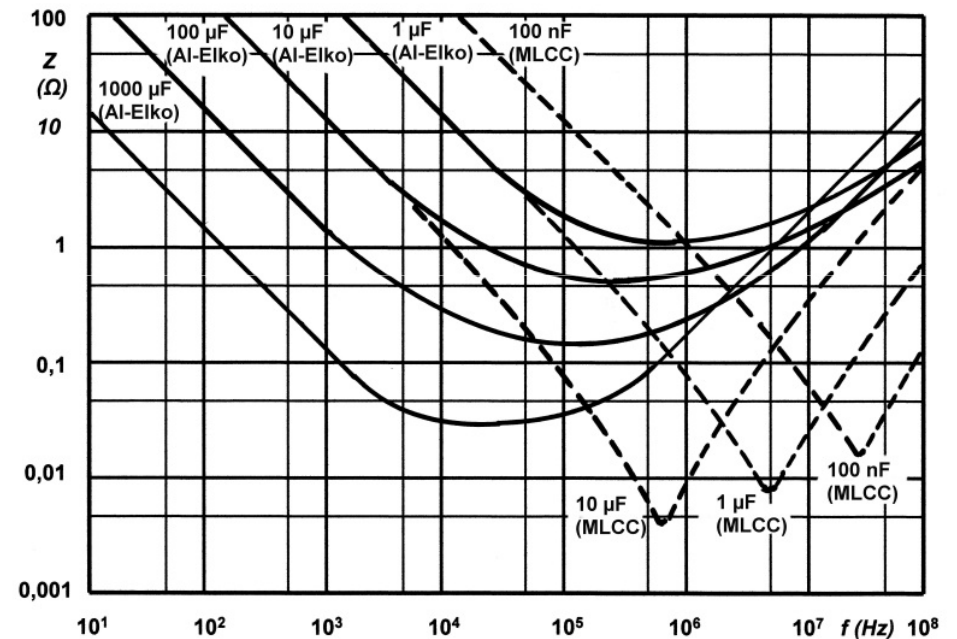


○ Für große  $\omega$ :  $\underline{Z} \approx \text{ESR} + j\omega L$  (induktives Verhalten)

○ Für kleine  $\omega$ :  $\underline{Z} \approx \frac{1}{j\omega C} + \text{ESR}$  (kapazitives Verhalten)

# Kondensator

- $|Z|$  wird über der Frequenz aufgetragen
- $|Z|$  sinkt für größer werdende Frequenzen
- Ab bestimmter Frequenz, steigt  $|Z|$  wieder
- Bei Minimum liegt Grenzfrequenz  $f_0$

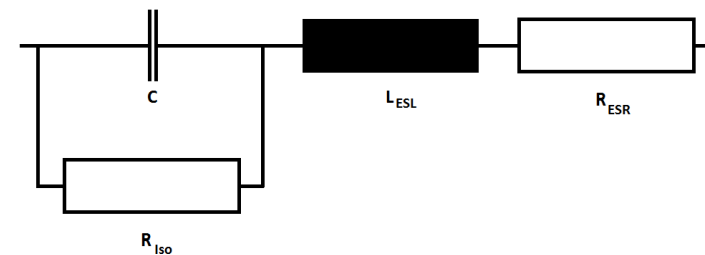


# Kondensator

---

- Bei  $f_0$  geht das Verhalten vom kapazitiven zum induktiven Verhalten über

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

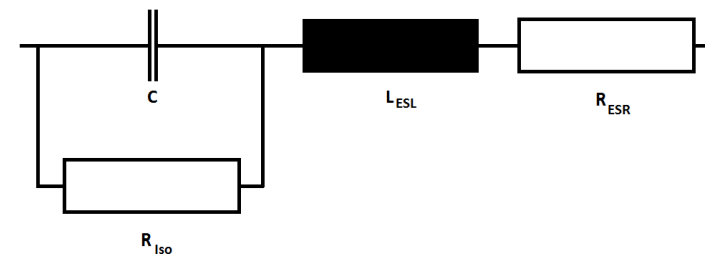


$$\underline{Z} \approx \frac{1}{j\omega C} + \text{ESR} + j\omega L$$

# Kondensator

---

- Für den Resonanzfall ( $f = f_0$ ) gilt:  
→ Kondensator ist ein Serienschwingkreis
- Nur unterhalb von  $f_0$  wirkt der Kondensator als Kapazität



$$\underline{Z} \approx \frac{1}{j\omega C} + \text{ESR} + j\omega L$$



# Kondensator

---

Beispielrechnung:

Geg.:

$C=1\text{nF}$ ;  $L=10\text{nH}$  (Zuleitung)

# Kondensator

---

Beispielrechnung:

Geg.:

C=1nF; L=10nH (Zuleitung)

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

# Kondensator

---

Beispielrechnung:

Geg.:

C=1nF; L=10nH (Zuleitung)

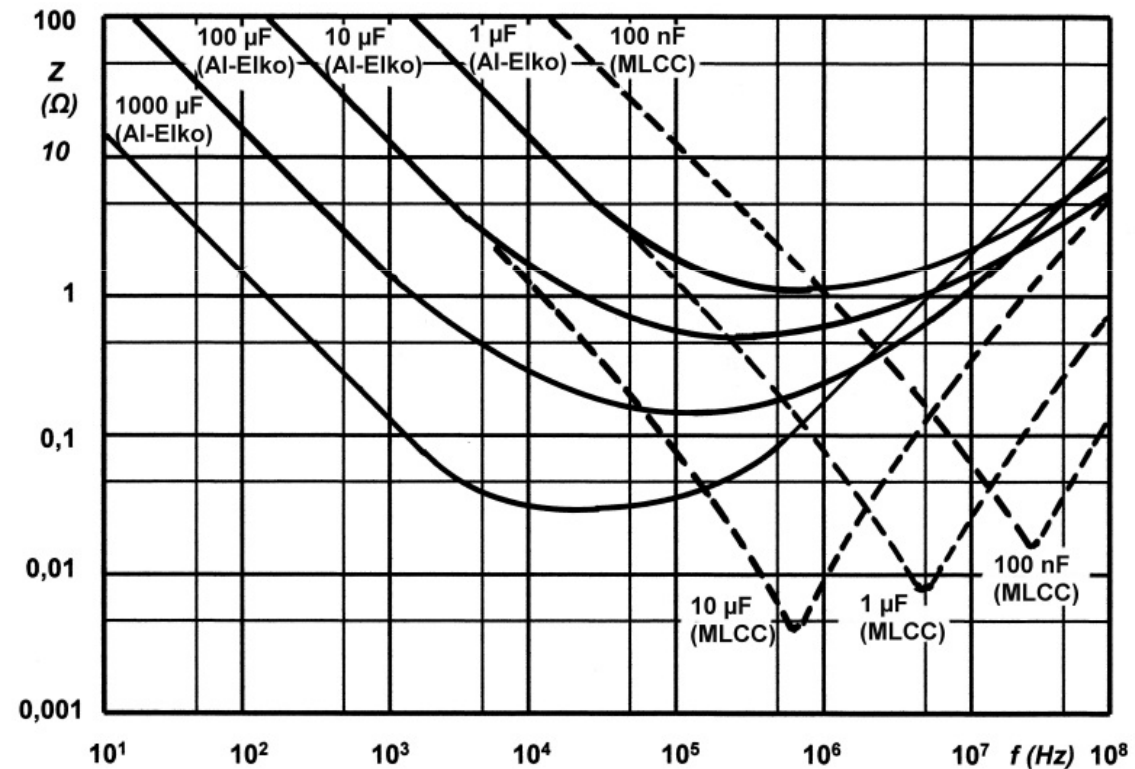
$$f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} = \frac{1}{2\pi\sqrt{1nF*10nH}} = 50 \text{ MHz}$$

Für  $f < 50 \text{ MHz}$  funktioniert das Bauteil als Kapazität

# Kondensator

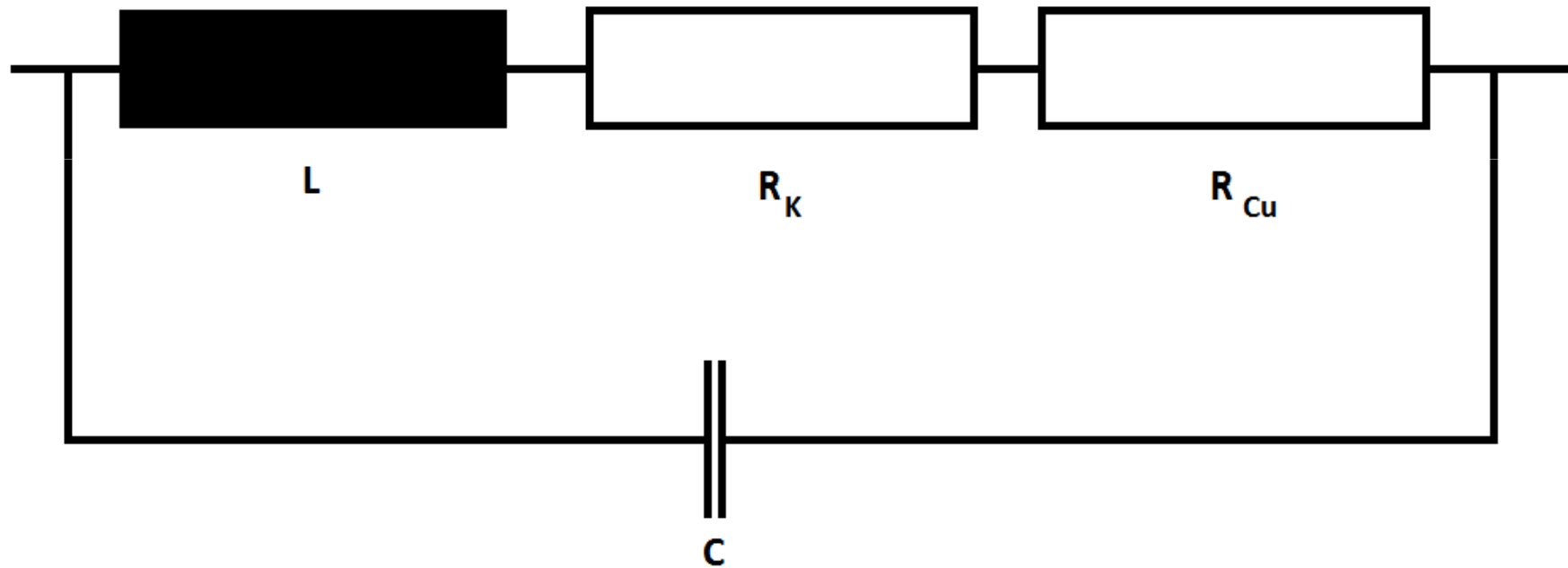
## Anwendungsbereich:

- kleine Frequenzen: Elektrolytkondensator
- hohe Frequenzen: Keramikkondensator
- hohe Frequenzen und hohe Kapazität: Elko und Kerko parallel



## 4. Induktivität - Ersatzschaltbild

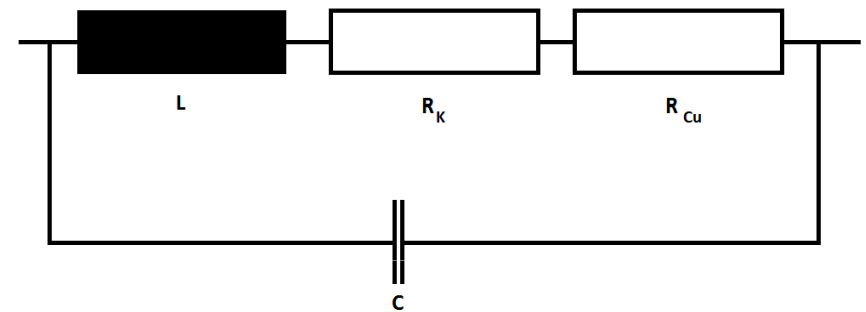
---



# Induktivität - Ersatzschaltbild

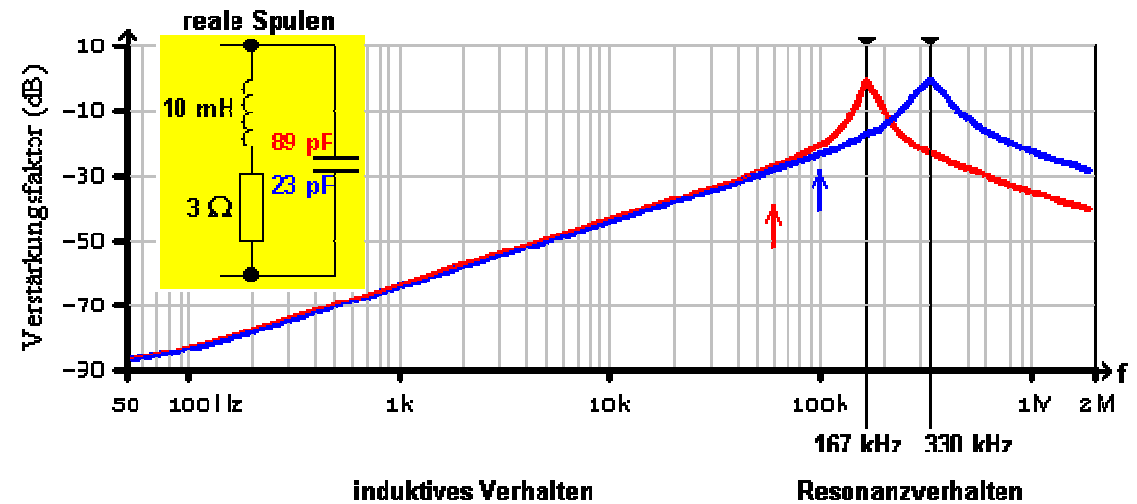
---

- $R_K$  - Widerstand des Kerns
- $R_{Cu}$  - Kupferwiderstand
- $C$  - Teilkapazitäten zwischen den Windungen



# Induktivität - Ersatzschaltbild

- $|Z|$  wird über der Frequenz aufgetragen
- $|Z|$  steigt für größer werdende Frequenzen
- Ab bestimmter Frequenz, sinkt  $|Z|$  wieder
- Bei Maximum liegt Grenzfrequenz  $f_0$



# Induktivität

---

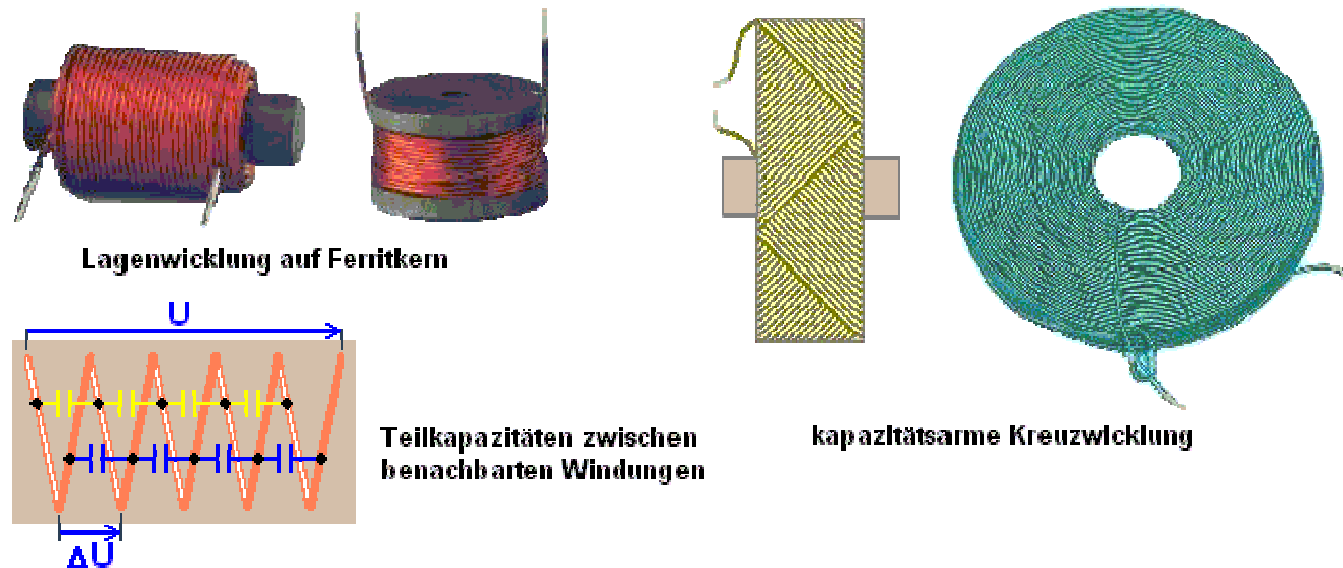
- Für den Resonanzfall ( $f = f_0$ ) gilt: → Induktivität ist ein Parallelschwingkreis
- Nur unterhalb von  $f_0$  wirkt die Spule als Induktivität



# Induktivität

## Anwendungsgebiete:

- kapazitiver Anteil hängt von Wickelmethode ab
- für hohe Frequenzen:
  - Spule mit Ferritkern
- für niedrige Frequenzen:
  - Spule mit Eisenkern



# 5. Quellenangaben

---

## Inhalte:

- [https://www.hft.tu-berlin.de/fileadmin/fg154/HFT/Skript/HFTI/Skript\\_HFT1\\_2013\\_gesamt.pdf](https://www.hft.tu-berlin.de/fileadmin/fg154/HFT/Skript/HFTI/Skript_HFT1_2013_gesamt.pdf)
- <http://www.elektronik-kompodium.de/sites/bau/0205141.htm>
- [https://de.wikipedia.org/wiki/Widerstand\\_%28Bauelement%29](https://de.wikipedia.org/wiki/Widerstand_%28Bauelement%29)
- [https://de.wikipedia.org/wiki/Kondensator\\_%28Elektrotechnik%29](https://de.wikipedia.org/wiki/Kondensator_%28Elektrotechnik%29)

# Quellenangaben

---

## Bilder:

- <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Kondensator-Impedanzverl%C3%A4ufe-Wiki-1.jpg#/media/File:Kondensator-Impedanzverl%C3%A4ufe-Wiki-1.jpg>
- <http://elektroniktutor.de/bauteilkunde/spule.html>
- <http://elektronik-kurs.net/elektrotechnik/festwertwiderstande-arten-und-herstellungsverfahren/>
- <http://de.rs-online.com/web/p/smd-widerstande/2230528/>