

AfuTUB-Kurs

Technik Klasse A 04: Schwingkreise & Filter

DK0TU
Amateurfunkgruppe der TU Berlin

<https://dk0tu.de>

WiSe 2017/18 – SoSe 2018



This work is licensed under the *Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 3.0 License*.

Amateurfunkgruppe der Technische Universität Berlin (AfuTUB), DKØTU, Stand: Thu Nov 16 19:02:10 2017 +0100

Schwingkreis

Reihenschwingkreis

Parallelschwingkreis

Resonanzfrequenz

Bandbreite

Güte

Quarz

Filter

Tiefpass

Hochpass

Bandpass

Bandpass-Frequenzgang

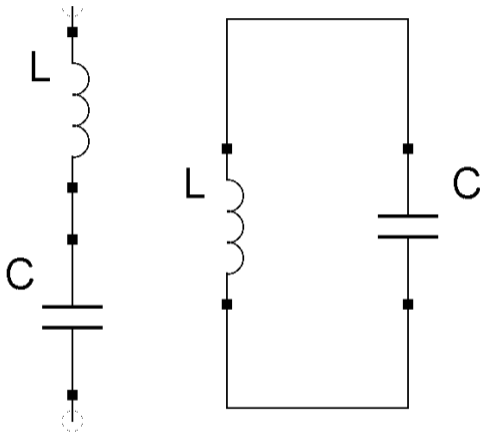
Saugkreis

Sperrkreis

Resonanztransformation

Referenzen

Schwingkreise



Serien- & Parallelschwingkreis

Schwingkreis

Reihenschwingkreis

Parallelschwingkreis

Resonanzfrequenz

Bandbreite

Güte

Quarz

Filter

Tiefpass

Hochpass

Bandpass

Bandpass-Frequenzgang

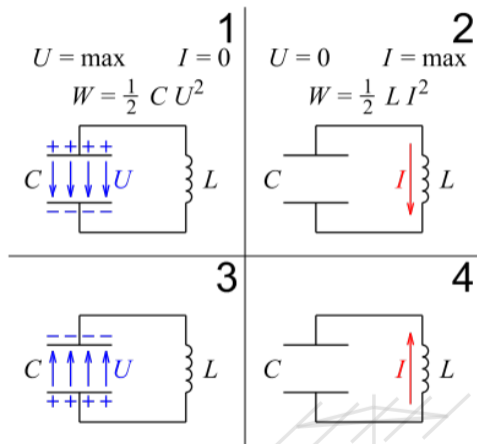
Saugkreis

Sperrkreis

Resonanztransformation

Referenzen

Schwingungserzeugung



- durch Verluste kommt es zur gedämpften Schwingung
- [↗ animierte Darstellung](#)

Schwingkreis

Reihenschwingkreis
 Parallelschwingkreis
 Resonanzfrequenz
 Bandbreite
 Güte

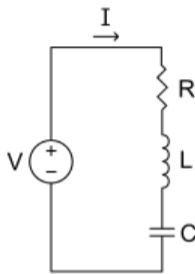
Quarz

Filter

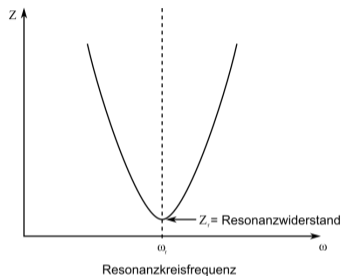
Tiefpass
 Hochpass
 Bandpass
 Bandpass-Frequenzgang
 Saugkreis
 Sperrkreis
 Resonanztransformation

Referenzen

Reihenschwingkreis



Serienschwingkreis (von V4711)



Resonanzwiderstand (von Unknown)

- Im Verlauf der Frequenzänderung ändert sich der Gesamtwellenwiderstand Z des Schwingkreises
- Der Schwingkreis hat als minimale Impedanz seinen ohmschen Wert, da sich bei der Resonanzfrequenz f_R die induktiven und kapazitiven Anteile gegenseitig aufheben

Schwingkreis

Reihenschwingkreis

Parallelschwingkreis

Resonanzfrequenz

Bandbreite

Güte

Quarz

Filter

Tiefpass

Hochpass

Bandpass

Bandpass-Frequenzgang

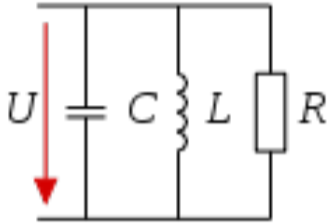
Saugkreis

Sperrkreis

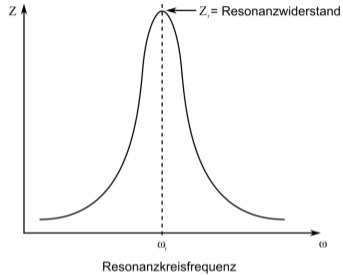
Resonanztransformation

Referenzen

Parallelschwingkreis



Parallelschwingkreis (von Tillmann Walther)



Resonanzwiderstand (von Unknown)

- Der Parallelschwingkreis verhält sich genau entgegengesetzt zum Reihenschwingkreis
- Dieser zeigt bei niedrigen und hohen Frequenzen das Verhalten eines Leiters
- Bei der Resonanzfrequenz hingegen steigt der Wellenwiderstand an, da hier nur noch der ohmsche Widerstand wirkt

Schwingkreis

Reihenschwingkreis

Parallelschwingkreis

Resonanzfrequenz

Bandbreite

Güte

Quarz

Filter

Tiefpass

Hochpass

Bandpass

Bandpass-Frequenzgang

Saugkreis

Sperrkreis

Resonanztransformation

Referenzen

Resonanzfrequenz

Resonanzfrequenz

Frequenz der äußeren Anregung, bei der die resultierende Amplitude maximal wird.

Das gilt, wenn der induktive Blindwiderstand X_L gleich dem kapazitiven Blindwiderstand X_C ist. Damit ergibt sich für die Resonanzfrequenz f_0 :

Resonanzfrequenz

$$f_0 = \frac{1}{2\pi \cdot \sqrt{L \cdot C}}$$

Schwingkreis

[Reihenschwingkreis](#)[Parallelschwingkreis](#)[Resonanzfrequenz](#)[Bandbreite](#)[Güte](#)

Quarz

Filter

[Tiefpass](#)[Hochpass](#)[Bandpass](#)[Bandpass-Frequenzgang](#)[Saugkreis](#)[Sperrkreis](#)[Resonanztransformation](#)

Referenzen

Resonanzfrequenz

Herleitung:

$$X_L = X_C$$

$$\omega \cdot L = \frac{1}{\omega \cdot C}$$

mit $\omega = 2\pi \cdot f$

$$2\pi \cdot f \cdot L = \frac{1}{2\pi \cdot f \cdot C}$$

$$\cdot 2\pi \cdot f$$

$$4\pi^2 \cdot f^2 \cdot L = \frac{1}{C}$$

$$\div L$$

$$4\pi^2 \cdot f^2 = \frac{1}{L \cdot C}$$

$$\sqrt{\quad}$$

$$2\pi \cdot f = \frac{1}{\sqrt{L \cdot C}}$$

$$\div 2\pi$$

$$f = \frac{1}{2\pi \cdot \sqrt{L \cdot C}}$$

Schwingkreis

Reihenschwingkreis

Parallelschwingkreis

Resonanzfrequenz

Bandbreite

Güte

Quarz

Filter

Tiefpass

Hochpass

Bandpass

Bandpass-Frequenzgang

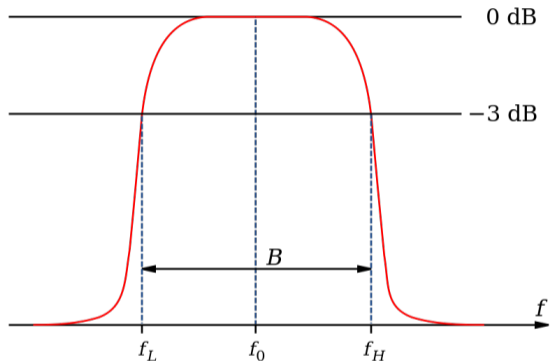
Saugkreis

Sperrkreis

Resonanztransformation

Referenzen

Bandbreite eines Schwingkreises



Bandbreite (von Inductiveload \varnothing © ∞)

Untere f_L und obere Grenzfrequenz f_H festgelegt beim -3dB -Punkt.

Schwingkreis

Reihenschwingkreis

Parallelschwingkreis

Resonanzfrequenz

Bandbreite

Güte

Quarz

Filter

Tiefpass

Hochpass

Bandpass

Bandpass-Frequenzgang

Saugkreis

Sperrkreis

Resonanztransformation

Referenzen

Die Güte

- Bandbreite hängt von der Güte des Schwingkreises ab
- Güte hängt vom (reellen) Widerstand der Spule X_L ab
- Kondensatorverluste sind bei niedrigen und mittleren Frequenzen vernachlässigbar klein

Reihenschwingkreis

$$Q = \frac{X_L}{R_S}$$

Parallelschwingkreis

$$Q = \frac{R_P}{X_L}$$

Schwingkreis

Reihenschwingkreis

Parallelschwingkreis

Resonanzfrequenz

Bandbreite

Güte

Quarz

Filter

Tiefpass

Hochpass

Bandpass

Bandpass-Frequenzgang

Saugkreis

Sperrkreis

Resonanztransformation

Referenzen

Die Güte

Kennt man die Güte und die Resonanzfrequenz f_0 eines Schwingkreises, so lässt sich die Bandbreite bestimmen:

Bandbreite

$$B = \frac{f_0}{Q}$$

Und damit ergibt sich dieser Zusammenhang:

Güte

$$Q = \frac{f_0}{B} = \frac{R_P}{X_L} = \frac{X_L}{R_S}$$

Schwingkreis

Reihenschwingkreis

Parallelschwingkreis

Resonanzfrequenz

Bandbreite

Güte

Quarz

Filter

Tiefpass

Hochpass

Bandpass

Bandpass-Frequenzgang

Saugkreis

Sperrkreis

Resonanztransformation

Referenzen

Schwingkreis

Reihenschwingkreis

Parallelschwingkreis

Resonanzfrequenz

Bandbreite

Güte

Quarz

Filter

Tiefpass

Hochpass

Bandpass

Bandpass-Frequenzgang

Saugkreis

Sperrkreis

Resonanztransformation

Referenzen

TD214	Welchen Gütefaktor Q hat die Reihenschaltung einer Spule von $100\mu H$ mit einem Kondensator von $0,01\mu F$ und einem Widerstand von 10Ω?
A	1
B	0,1
C	10
D	100

Schwingkreis

Reihenschwingkreis

Parallelschwingkreis

Resonanzfrequenz

Bandbreite

Güte

Quarz

Filter

Tiefpass

Hochpass

Bandpass

Bandpass-Frequenzgang

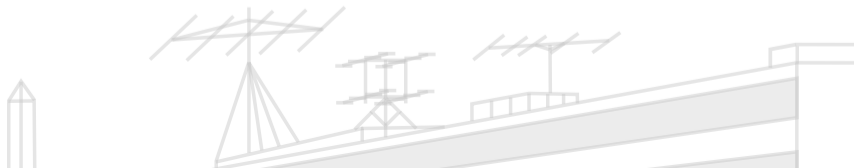
Saugkreis

Sperrkreis

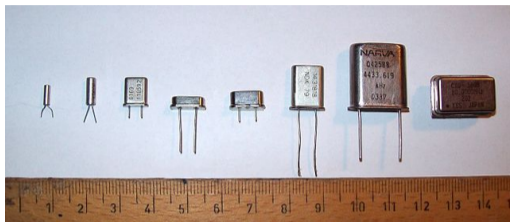
Resonanztransformation

Referenzen

TD214	Welchen Gütefaktor Q hat die Reihenschaltung einer Spule von $100\mu H$ mit einem Kondensator von $0,01\mu F$ und einem Widerstand von 10Ω?
A	1
B	0,1
C ✓	10
D	100



Der Quarz als Schwingkreis



Verschiedene Bauformen von Quarzen (von Stefan Riepl (Quark48) ☞ ©)

- Englisch: **quartz**
- Besteht aus reinem Siliziumdioxid und wird aus einem Quarzkristall als dünnes Plättchen herausgeschnitten
- Verhalten ist durch den umgekehrten piezoelektrischen Effekt gekennzeichnet
- Ist ein Schwingkreis von hoher Güte und geringer Bandbreite
- Bessere Frequenzstabilität als LC-Oszillatoren

Schwingkreis

Reihenschwingkreis
 Parallelschwingkreis
 Resonanzfrequenz
 Bandbreite
 Güte

Quarz

Filter

Tiefpass
 Hochpass
 Bandpass
 Bandpass-Frequenzgang
 Saugkreis
 Sperrkreis
 Resonanztransformation

Referenzen

Zusatzwissen für Interessierte: ESB eines Quarzes

Schwingkreis

Reihenschwingkreis

Parallelschwingkreis

Resonanzfrequenz

Bandbreite

Güte

Quarz

Filter

Tiefpass

Hochpass

Bandpass

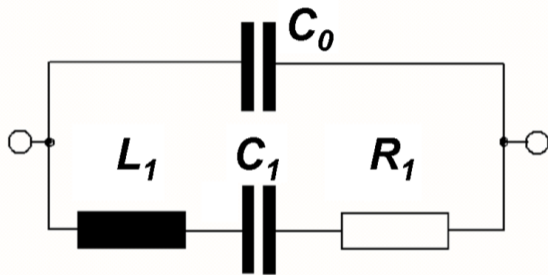
Bandpass-Frequenzgang

Saugkreis

Sperrkreis

Resonanztransformation

Referenzen



Serienschwingkreis

$$f_S = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC_S}}$$

Parallelschwingkreis

$$f_P = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC_{ges}}}$$

Ersatzschaltbild eines Schwingquarzes (von Elcap, Jens)

Both

Schwingkreis

Reihenschwingkreis

Parallelschwingkreis

Resonanzfrequenz

Bandbreite

Güte

Quarz

Filter

Tiefpass

Hochpass

Bandpass

Bandpass-Frequenzgang

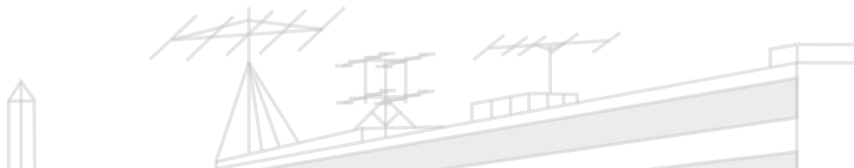
Saugkreis

Sperrkreis

Resonanztransformation

Referenzen

TD234	Ein Quarzfilter mit einer der (<i>sic!</i>) 3-dB-Bandbreite von 500 Hz eignet sich besonders zur Verwendung in einem Sendeempfänger für
A	SSB.
B	FM.
C	AM.
D	CW.



Schwingkreis

Reihenschwingkreis

Parallelschwingkreis

Resonanzfrequenz

Bandbreite

Güte

Quarz

Filter

Tiefpass

Hochpass

Bandpass

Bandpass-Frequenzgang

Saugkreis

Sperrkreis

Resonanztransformation

Referenzen

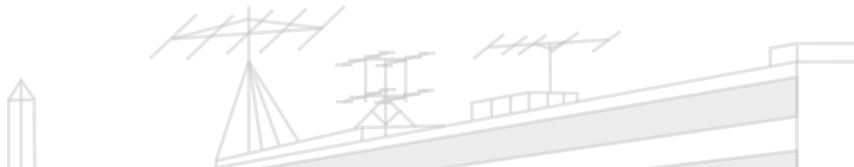
TD234	Ein Quarzfilter mit einer der (<i>sic!</i>) 3-dB-Bandbreite von 500 Hz eignet sich besonders zur Verwendung in einem Sendeempfänger für
A	SSB.
B	FM.
C	AM.
D ✓	CW.

Die Frage gibt es für alle Antwortmöglichkeiten, aber unterschiedlichen Bandbreiten:

2,3 kHz →

6 kHz →

12 kHz →



Schwingkreis

Reihenschwingkreis

Parallelschwingkreis

Resonanzfrequenz

Bandbreite

Güte

Quarz

Filter

Tiefpass

Hochpass

Bandpass

Bandpass-Frequenzgang

Saugkreis

Sperrkreis

Resonanztransformation

Referenzen

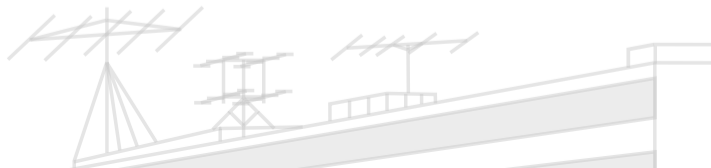
TD234	Ein Quarzfilter mit einer der (<i>sic!</i>) 3-dB-Bandbreite von 500 Hz eignet sich besonders zur Verwendung in einem Sendeempfänger für
A	SSB.
B	FM.
C	AM.
D ✓	CW.

Die Frage gibt es für alle Antwortmöglichkeiten, aber unterschiedlichen Bandbreiten:

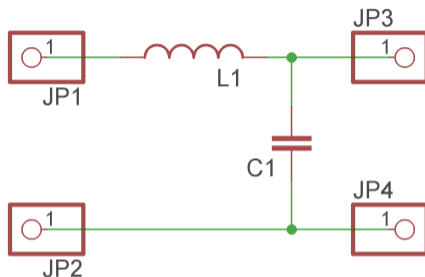
2,3 kHz → SSB

6 kHz → AM

12 kHz → FM



Tiefpass



LC-Tiefpass

- Bei steigender Frequenz sinkt der Blindwiderstand X_L und der Blindwiderstand X_C steigt
- Bei sinkender Frequenz hingegen steigt X_L und X_C sinkt
- Dadurch werden nur niedrige Frequenzen durchgelassen

Schwingkreis

Reihenschwingkreis
 Parallelschwingkreis
 Resonanzfrequenz
 Bandbreite
 Güte

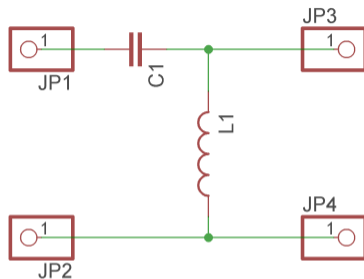
Quarz

Filter

Tiefpass
 Hochpass
 Bandpass
 Bandpass-Frequenzgang
 Saugkreis
 Sperrkreis
 Resonanztransformation

Referenzen

Hochpass



LC-Hochpass

- Bei steigender Frequenz steigt der Blindwiderstand X_L und der Blindwiderstand X_C sinkt
- Bei sinkender Frequenz hingegen sinkt X_L und X_C steigt
- Dadurch werden nur hohe Frequenzen durchgelassen

Schwingkreis

Reihenschwingkreis
 Parallelschwingkreis
 Resonanzfrequenz
 Bandbreite
 Güte

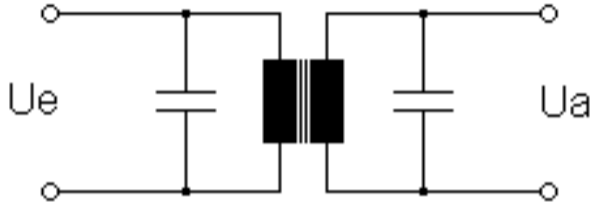
Quarz

Filter

Tiefpass
 Hochpass
 Bandpass
 Bandpass-Frequenzgang
 Saugkreis
 Sperrkreis
 Resonanztransformation

Referenzen

Bandpass



Bandfilter mit magnetisch gekoppelten Spulen (von PeterFrankfurt [↗](#) [©](#))

- Mehrere Parallelschwingkreise können zu Bandpässen gekoppelt werden
- Je nachdem wie fest / lose die Schwingkreise gekoppelt sind, ändert sich die Bandbreite des Bandpasses

Schwingkreis

Reihenschwingkreis
 Parallelschwingkreis
 Resonanzfrequenz
 Bandbreite
 Güte

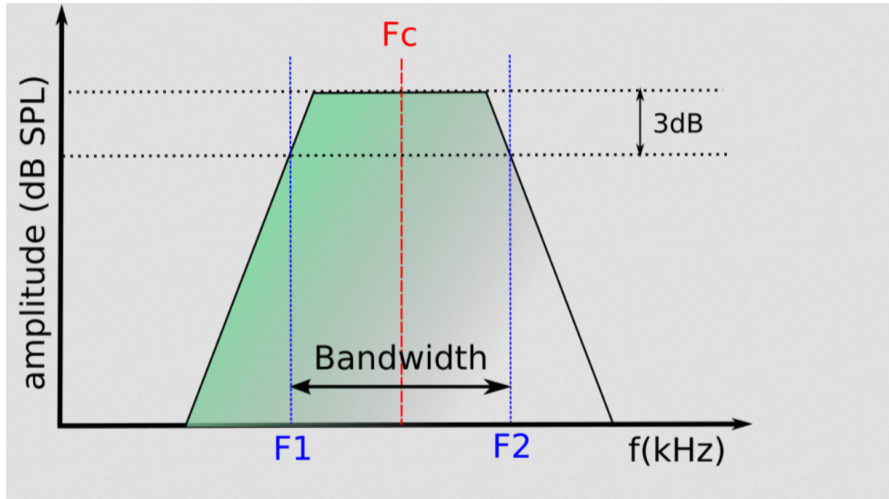
Quarz

Filter

Tiefpass
 Hochpass
 Bandpass
 Bandpass-Frequenzgang
 Saugkreis
 Sperrkreis
 Resonanztransformation

Referenzen

Bandpass



Schwingkreis

- Reihenschwingkreis
- Parallelschwingkreis
- Resonanzfrequenz
- Bandbreite
- Güte

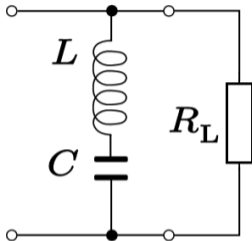
Quarz

Filter

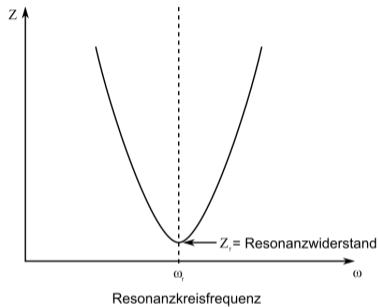
- Tiefpass
- Hochpass
- Bandpass
- Bandpass-Frequenzgang
- Saugkreis
- Sperrkreis
- Resonanztransformation

Referenzen

Saugkreis



Saugkreis (von Herbertweidner ☞ ©)



Resonanzwiderstand (von Unknown ☞ ©)

Schwingkreis

- Reihenschwingkreis
- Parallelschwingkreis
- Resonanzfrequenz
- Bandbreite
- Güte

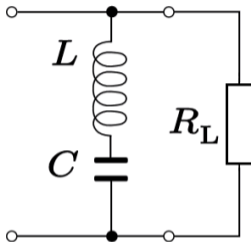
Quarz

Filter

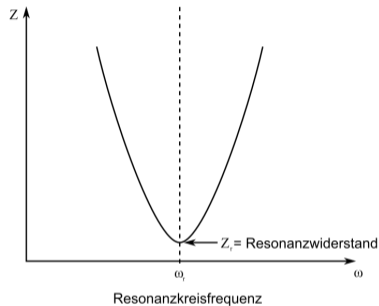
- Tiefpass
- Hochpass
- Bandpass
- Bandpass-Frequenzgang
- Saugkreis
- Sperrkreis
- Resonanztransformation

Referenzen

Saugkreis



Saugkreis (von Herbertweidner)



Resonanzwiderstand (von Unknown)

- bei Resonanzfrequenz besonders geringer Gesamtwiderstand
- Wechselspannung umgeht bei Resonanzfrequenz den Widerstand
- Anwendung: Kurzschluss einer bestimmten Frequenz; Unterdrücken unerwünschter Signale; 50Hz-Filter

Schwingkreis

Reihenschwingkreis
Parallelschwingkreis
Resonanzfrequenz
Bandbreite
Güte

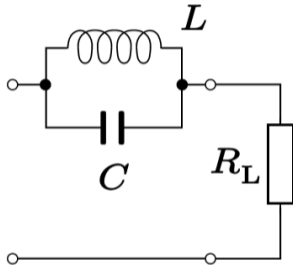
Quarz

Filter

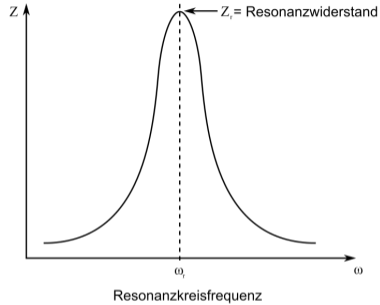
Tiefpass
Hochpass
Bandpass
Bandpass-Frequenzgang
Saugkreis
Sperrkreis
Resonanztransformation

Referenzen

Sperrkreis



Sperrkreis (von Herbertweidner)



Parallelschwingkreis (von Tillmann Walther)

Schwingkreis

- Reihenschwingkreis
- Parallelschwingkreis
- Resonanzfrequenz
- Bandbreite
- Güte

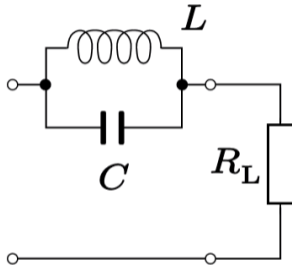
Quarz

Filter

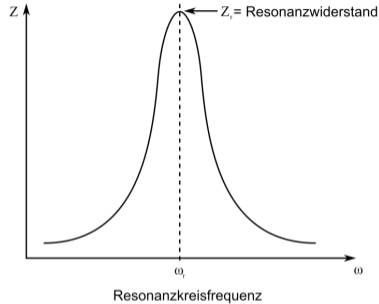
- Tiefpass
- Hochpass
- Bandpass
- Bandpass-Frequenzgang
- Saugkreis
- Sperrkreis
- Resonanztransformation

Referenzen

Sperrkreis



Sperrkreis (von Herbertweidner)



Parallelschwingkreis (von Tillmann Walther)

- bei der Resonanzfrequenz hoher Widerstand
- die Resonanzfrequenz wird blockiert
- Anwendungen: Mehrbandantennen; Filtern von starken Sendern

Schwingkreis

Reihenschwingkreis

Parallelschwingkreis

Resonanzfrequenz

Bandbreite

Güte

Quarz

Filter

Tiefpass

Hochpass

Bandpass

Bandpass-Frequenzgang

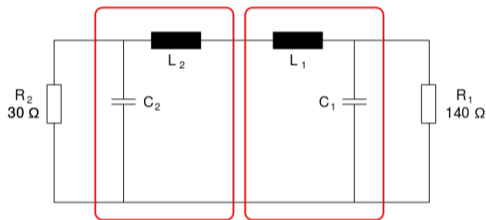
Saugkreis

Sperrkreis

Resonanztransformation

Referenzen

Resonanztransformation



Pi- oder auch Collinsfilter (von Frank Murmann

© (cc)

- Schwingkreise in Resonanz eignen sich gut zum Anpassen von Impedanzen
- Nicht die Induktivität, sondern die Kapazitäten sind für die Anpassung verantwortlich
- Oft werden Drehkondensatoren benutzt, um stufenlos anpassen zu können
- Eingesetzt in Tunern oder Verstärkern (mit den zwei Drehkondensatoren *Load* und *Plate*).

Schwingkreis

Reihenschwingkreis

Parallelschwingkreis

Resonanzfrequenz

Bandbreite

Güte

Quarz

Filter

Tiefpass

Hochpass

Bandpass

Bandpass-Frequenzgang

Saugkreis

Sperrkreis

Resonanztransformation

Referenzen

Referenzen/Links

[1] Moltrecht A 04:

<https://www.darc.de/der-club/referate/ajw/lehrgang-ta/a04/>

[2] Wikipedia DE:

http://de.wikipedia.org/wiki/Elektrische_Energie#Elektrische_Energie_in_einem_elektrischen_Feld

Schwingkreis

Reihenschwingkreis

Parallelschwingkreis

Resonanzfrequenz

Bandbreite

Güte

Quarz

Filter

Tiefpass

Hochpass

Bandpass

Bandpass-Frequenzgang

Saugkreis

Sperrkreis

Resonanztransformation

Referenzen

