

AfuTUB-Kurs

Technik Klasse A 04: Schwingkreis und Filter

Schwingkreis

- Reihenschwingkreis
- Parallelschwingkreis
- Resonanzfrequenz
- Bandbreite
- Güte

Quarz

Filter

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

Referenzen

DL0XK

Amateurfunk Forschungs Gruppe der TU Kaiserslautern

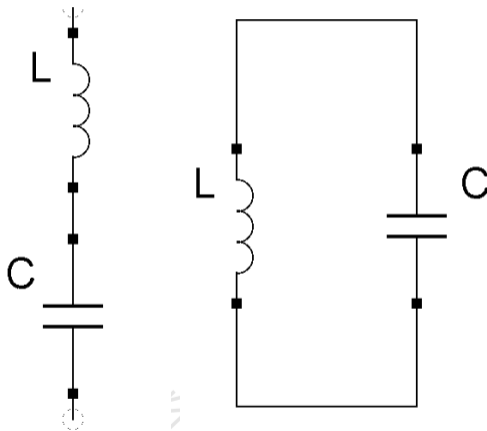
<https://www.amateurfunk.uni-kl.de/home/>



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

Amateurfunkgruppe der Technische Universität Kaiserslautern, DL0XK, Stand: Thu May 9 16:08:10 2019 +0200
basierend auf dem Kurs der Amateurfunkgruppe der Technische Universität Berlin (AfuTUB), DKØTU

Schwingkreise



Schwingkreis

Reihenschwingkreis
 Parallelschwingkreis
 Resonanzfrequenz
 Bandbreite
 Güte

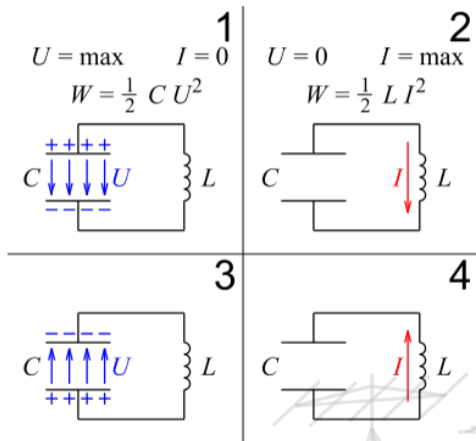
Quarz

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

Abb. 1: Energie in einem LC-Schwingkreis (von X3ntar)

Reihenschwingkreis

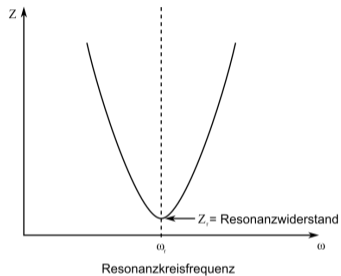
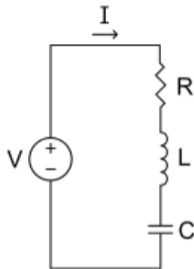


Abb. 2: Serienschwingkreis (von V4711)

Abb. 3: 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

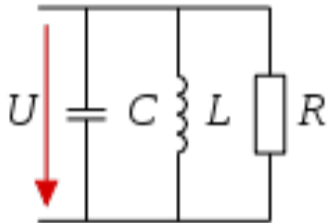


Abb. 4: Parallelschwingkreis (von Tillmann Walther)

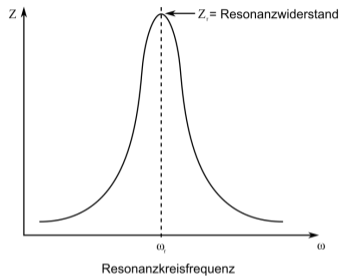


Abb. 5: Resonanzwiderstand (von Unknown)

- 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:

$$X_L = X_C$$

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

$$\omega^2 \cdot L = \frac{1}{C} \quad \div L$$

$$\omega^2 = \frac{1}{L \cdot C} \quad \sqrt{\quad}$$

$$\omega = \frac{1}{\sqrt{L \cdot C}} \quad \text{mit } \omega = 2\pi \cdot f$$

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

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

Schwingkreis

Reihenschwingkreis

Parallelschwingkreis

Resonanzfrequenz

Bandbreite

Güte

Quarz

Filter

Tiefpass

Hochpass

Bandpass

Bandpass-Frequenzgang

Saugkreis

Sperrkreis

Resonanztransformation

Referenzen

Resonanzfrequenz Beispiel

Resonanzfrequenz

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

Prüfungsfrage TD209

Welche Resonanzfrequenz f_{res} hat die Reihenschaltung einer Spule von $100 \mu\text{H}$ mit einem Kondensator von $0.01 \mu\text{F}$ und einem Widerstand von 100Ω ?

Schwingkreis

Reihenschwingkreis

Parallelschwingkreis

Resonanzfrequenz

Bandbreite

Güte

Quarz

Filter

Tiefpass

Hochpass

Bandpass

Bandpass-Frequenzgang

Saugkreis

Sperrkreis

Resonanztransformation

Referenzen

Resonanzfrequenz Beispiel

Resonanzfrequenz

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

Prüfungsfrage TD209

Welche Resonanzfrequenz f_{res} hat die Reihenschaltung einer Spule von $100 \mu\text{H}$ mit einem Kondensator von $0.01 \mu\text{F}$ und einem Widerstand von 100Ω ?

$$\begin{aligned} f_0 &= \frac{1}{2\pi \cdot \sqrt{100 \cdot 10^{-6} \text{H} \cdot 0.01 \cdot 10^{-6} \text{F}}} \\ &= \frac{1}{2\pi \cdot \sqrt{1 \cdot 10^{-12} \text{H} \cdot \text{F}}} \\ &= 159.155 \text{ Hz} \end{aligned}$$

Schwingkreis

- Reihenschwingkreis
- Parallelschwingkreis
- Resonanzfrequenz
- Bandbreite
- Güte

Quarz

Filter

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

Referenzen

Bandbreite eines Schwingkreises

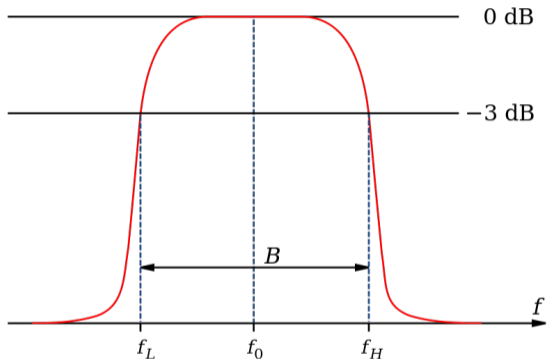


Abb. 6: Bandbreite (von Inductivload ⚡ ©©)

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 Blindwiderstand 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

Benötigte Bandbreiten

- CW → 500 Hz
- SSB → 2,3 kHz
- AM → 6 kHz
- FM → 12 kHz

Schwingkreis

Reihenschwingkreis

Parallelschwingkreis

Resonanzfrequenz

Bandbreite

Güte

Quarz

Filter

Tiefpass

Hochpass

Bandpass

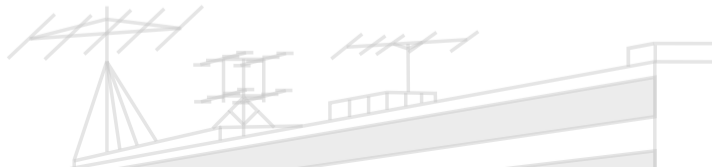
Bandpass-Frequenzgang

Saugkreis

Sperrkreis

Resonanztransformation

Referenzen



Der Quarz als Schwingkreis

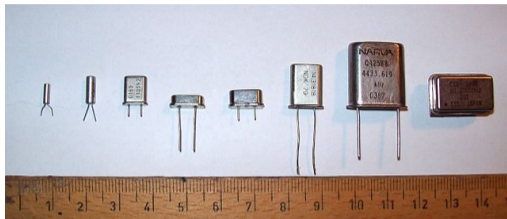


Abb. 7: Verschiedene Bauformen von Quarzen (von Stefan Riepl (Quark48)

- Englisch: **quartz**
- Besteht aus reinem Siliziumdioxid und wird aus einem Quarzkristall als dünnes Plättchen herausgeschnitten
- umgekehrter piezoelektrischer Effekt
- 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

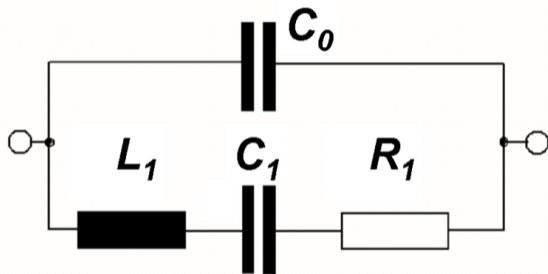
Bandpass-Frequenzgang

Saugkreis

Sperrkreis

Resonanztransformation

Referenzen



Serienschwingkreis

$$f_S = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC_1}}$$

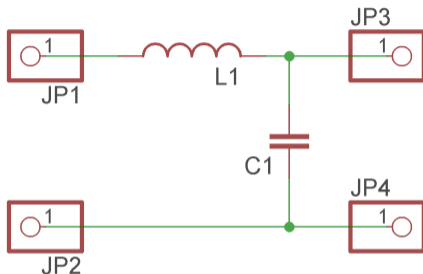
Parallelschwingkreis

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

Abb. 8: Ersatzschaltbild eines Schwingquarzes (von Elcap, Jens

Both ☞ ©)

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

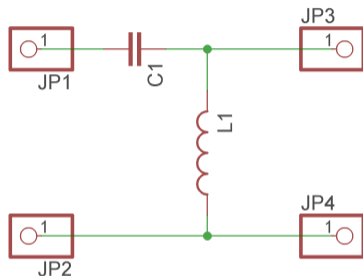
Quarz

Filter

Tiefpass
 Hochpass
 Bandpass
 Bandpass-Frequenzgang
 Saugkreis
 Sperrkreis
 Resonanztransformation

Referenzen

Hochpass



- 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

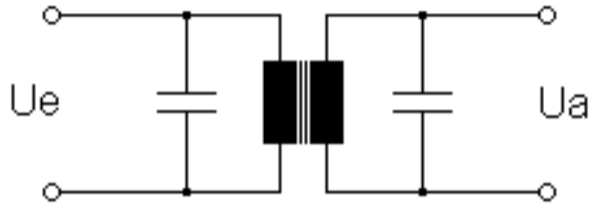


Abb. 9: Bandfilter mit magnetisch gekoppelten Spulen (von PeterFrankfurt)

- Verkopplung von Parallelschwingkreisen (hier induktiv)
- auch kapazitive Kopplung möglich

Schwingkreis

Reihenschwingkreis
 Parallelschwingkreis
 Resonanzfrequenz
 Bandbreite
 Güte

Quarz

Filter

Tiefpass
 Hochpass
 Bandpass
 Bandpass-Frequenzgang
 Saugkreis
 Sperrkreis
 Resonanztransformation

Referenzen

Bandpass

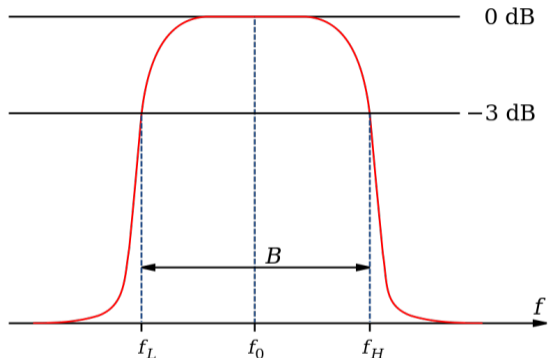


Abb. 10: Bandpassfilter-Betragsfrequenzgang (von Inductiveload ⌘ ©)

- kritische, überkritische, unterkritische Kopplung -> Bandbreite
- kritisch: ebener Bereich des Resonanzmaximums mit größtmöglicher Bandbreite

Schwingkreis

Reihenschwingkreis
 Parallelschwingkreis
 Resonanzfrequenz
 Bandbreite
 Güte

Quarz

Filter

Tiefpass
 Hochpass
 Bandpass
 Bandpass-Frequenzgang
 Saugkreis
 Sperrkreis
 Resonanztransformation

Referenzen

Saugkreis

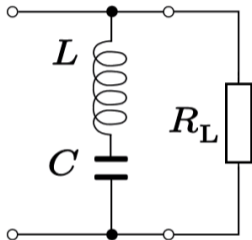


Abb. 11: Saugkreis (von Herbertweidner ☞ ©)

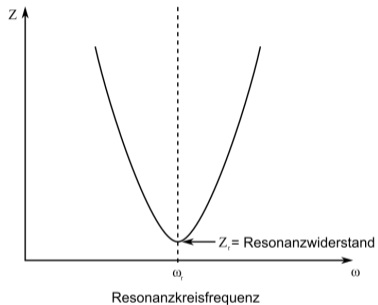


Abb. 12: Resonanzwiderstand (von Unknown ☞ ©)

Schwingkreis

- Reihenschwingkreis
- Parallelschwingkreis
- Resonanzfrequenz
- Bandbreite
- Güte

Quarz

Filter

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

Referenzen

Saugkreis

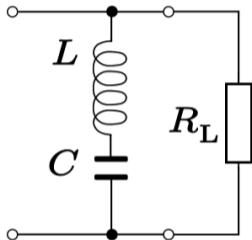


Abb. 11: Saugkreis (von Herbertweidner)

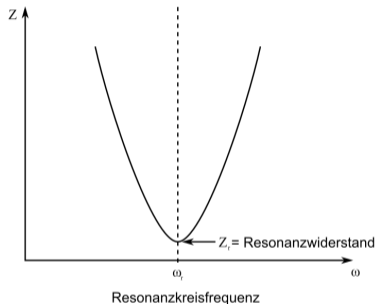


Abb. 12: Resonanzwiderstand (von Unknown)

- 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

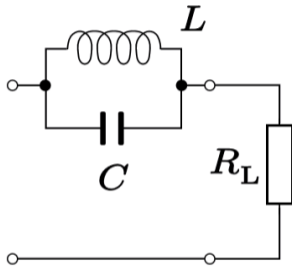


Abb. 13: Sperrkreis (von Herbertweidner)

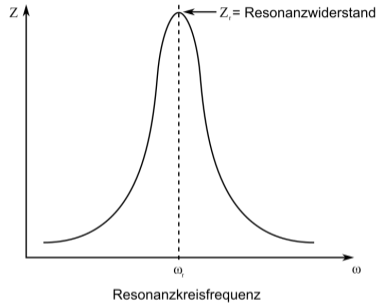


Abb. 14: Parallelschwingkreis (von Tillmann Walther)

Schwingkreis

Reihenschwingkreis

Parallelschwingkreis

Resonanzfrequenz

Bandbreite

Güte

Quarz

Filter

Tiefpass

Hochpass

Bandpass

Bandpass-Frequenzgang

Saugkreis

Sperrkreis

Resonanztransformation

Referenzen

Sperrkreis

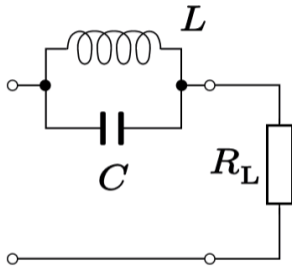


Abb. 13: Sperrkreis (von Herbertweidner)

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

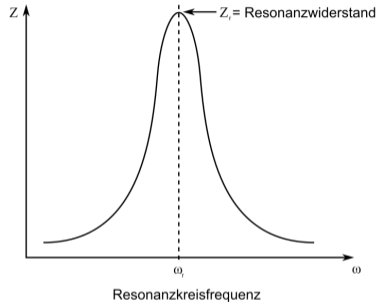


Abb. 14: Parallelschwingkreis (von Tillmann Walther)

Schwingkreis

Reihenschwingkreis

Parallelschwingkreis

Resonanzfrequenz

Bandbreite

Güte

Quarz

Filter

Tiefpass

Hochpass

Bandpass

Bandpass-Frequenzgang

Saugkreis

Sperrkreis

Resonanztransformation

Referenzen

Resonanztransformation

Schwingkreis

Reihenschwingkreis
 Parallelschwingkreis
 Resonanzfrequenz
 Bandbreite
 Güte

Quarz

Filter

Tiefpass
 Hochpass
 Bandpass
 Bandpass-Frequenzgang
 Saugkreis
 Sperrkreis
 Resonanztransformation

Referenzen

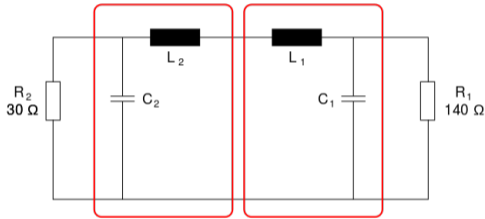


Abb. 15: Pi- oder auch Collinsfilter (von Frank Murmann

↪ © ©

- Schwingkreise in Resonanz eignen sich gut zum Anpassen von Impedanzen
- Eingesetzt in Tunern oder Verstärkern (mit den zwei Drehkondensatoren *Load* (C_1) und *Plate* (C_2)).

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

AfuTUB-Kurs

Technik A 04

Schwingkreis

Reihenschwingkreis

Parallelschwingkreis

Resonanzfrequenz

Bandbreite

Güte

Quarz

Filter

Tiefpass

Hochpass

Bandpass

Bandpass-Frequenzgang

Saugkreis

Sperrkreis

Resonanztransformation

Referenzen

