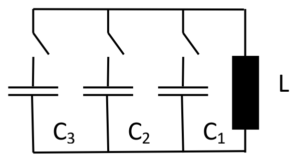
Der LC-Parallelschwingkreis

1. Ein Kondensator C_1=1,2µF wird an einer Gleichspannungsquelle U=6,0V aufgeladen und zur Zeit t=0s mit einer Spule L_1=528mH verbunden. Es entsteht eine (ungedämpfte) elektromagnetische Schwingung.
   a) Berechnen Sie die Periodendauer und Frequenz der Schwingung.
   b) Geben Sie die Schwingungsgleichung u(t) an und zeichnen Sie das Schwingungsbild für 2 Perioden.
   c) Wie verändert sich qualitativ und quantitativ die Eigenfrequenz des Schwingkreises, wenn ein zweiter Kondensator mit C_2=0,5µF (parallel) dazu geschalten wird?
   d) Beim Entfernen des Eisenkerns und der Kapazität C_1 ändert sich die Frequenz um Δf = 520Hz. Welchen Wert hat die Permeabilitätszahl μ_r des Spulenkerns?

2. Ein Schwingkreis besteht aus einer 8cm langen Luftspule mit 1500Windungen und 1,5cm Durchmesser sowie einem Plattenkondensator mit zwei quadratischen Platten der Seitenlänge a=10cm im Abstand von d=2mm. Zwischen den Platten befindet sich als Dielektrikum Luft.
   a) Berechnen Sie die Eigenfrequenz f_0 des Schwingkreises.
   b) Wie verändert sich die Eigenfrequenz f_0 des Schwingkreises, wenn:
      (1) ein Eisenkern in die Spule geschoben wird,
      (2) die Kondensatorplatten auseinander gezogen werden,
      (3) ein Dielektrikum (ε_r>1) zwischen die Platten des Kondensators gebracht wird?
   c) Bei einem Dielektrikum wurde experimentell die Eigenfrequenz von f_0=135kHz gemessen. Bestimmen Sie daraus die Dielektrizitätszahl ε_r des Stoffes.

3. Mit der (vereinfacht) dargestellten Schaltung soll ein Tongenerator für Frequenzen von 20Hz bis 16kHz aufgebaut werden. Die Kondensatoren können einzeln und unabhängig voneinander zugeschaltet werden. Die Induktivität L der Spule betrage 250mH.
   a) Wie viele <u>verschiedene</u> Frequenzen können mit dieser Anordnung erzeugt werden?
   b) Mit C_1 wird die maximale Frequenz erzeugt. Berechnen Sie dessen Kapazität.
   c) C_1 und C_2 ergeben zusammen den Kammerton A mit 440Hz. Wie groß ist C_2?
   d) Wie groß muss C_3 sein, damit die tiefste Frequenz entsteht?
   e) Beschreiben Sie eine Möglichkeit die Frequenzen <u>kontinuierlich</u> zu verändern.



Lösungen

1. a) $f = 1/(2\pi\sqrt{0{,}528H \cdot 1{,}2 \cdot 10^{-6}F}) = 200Hz$ T = 5ms
   b) $u(t) = 6V \cdot \cos(400\pi \cdot \frac{t}{s})$
   c) Parallelschaltung: C_{ges} wird größer Frequenz wird kleiner
      C_{ges} = 1,7µF f = 168Hz
   d) die Induktivität nimmt ab, d.h. die Frequenz nimmt zu. f = 720Hz
      $L_0 = \frac{1}{C\cdot(2\pi f)^2} = 40{,}7mH$ $\mu_r = \frac{L}{L_0} = 12{,}97$

2. a) $C = \varepsilon_0 \cdot \varepsilon_r \cdot \frac{A}{d} = 4{,}43 \cdot 11^{-11}F = 44{,}3pF$ $L = \mu_0 \cdot \mu_r \cdot \frac{N^2 \cdot A}{l} = 6{,}25 \cdot 10^{-3}H = 6{,}25mH$
      $f = \frac{1}{2\pi\cdot\sqrt{5{,}25\cdot10^{-3}\cdot4{,}43\cdot10^{-11}}} = 3{,}02 \cdot 10^5\text{Hz} = 302{,}5\text{kHz}$
   b) (1) Induktivität wird größer Frequenz wird kleiner
      (2) Kapazität wird kleiner Frequenz wird größer
      (3) Kapazität wird größer Frequenz wird kleiner
   c) $C = \frac{1}{L\cdot(2\pi f)^2} = 2{,}224 \cdot 10^{-10}F = 222{,}4pF$ $\varepsilon_r = \frac{C}{C_0} = 5$

3. a) 7 verschiedene Frequenzen
   b) f_1 =16kHz $C = \frac{1}{L\cdot(2\pi f)^2} = 3{,}96 \cdot 10^{-10}F = 396pF \approx 400\text{pF}$
   c) f = 440Hz $C_{ges} = \frac{1}{L\cdot(2\pi f)^2} = 5{,}234 \cdot 10^{-7}F = 523{,}4nF$ $C_2 = C_{ges} - C_1$=523nF
   d) f = 20Hz C_{ges} = … = 253,3µF $C_3 = C_{ges} - (C_1 + C_2)$ = 252,5µF
   e) 1. Kondensator mit variabler Kapazität – Drehkondensator
      2. Verschiebung des Eisenkerns in der Spule