Royer-Oszillator –

ein Hochspannungsgenerator

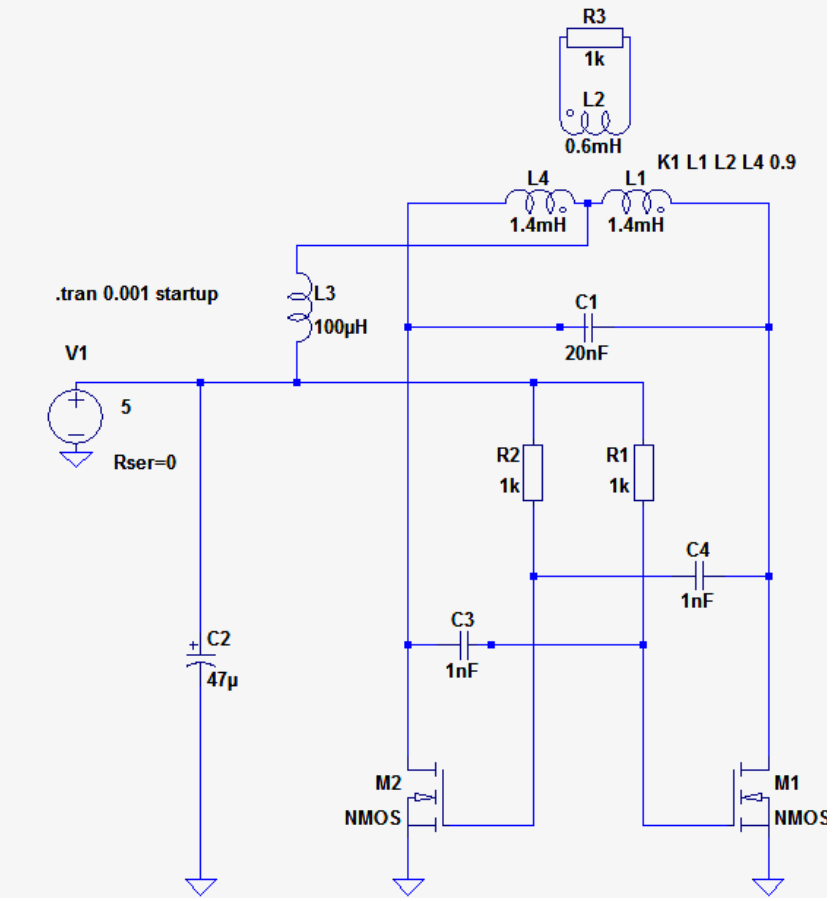
1. Grundlagen
1.1 Royer-Oszillator – Schaltung und Wirkungsweise
1.1.1 LT-Spice Simulation
1.1.2 Berechnung der Komponenten
1.2 Hochspannung – Planarspule
1.2.1 Berechnung der Spule
1.2.2 CAD-Konstruktion
2. Aufbau
3. Inbetriebnahme
4. Messungen
5. Literatur

Stand März/April 2025, ergänzt - Verfasser:
© Copyright: Dipl.-Ing. Peter Salomon, Heinrich-Grüber-Str.159, 12621 Berlin

1.1. Royer-Oszillator – Schaltung und Wirkungsweise

1.1.1 LT-Spice Simulation

1. Versuch mit MOS-Leistungstransistoren



Die LT-Spice-Simulation lies sich nicht durchführen, weil folgender Fehler in der Log-Datei angezeigt wird:

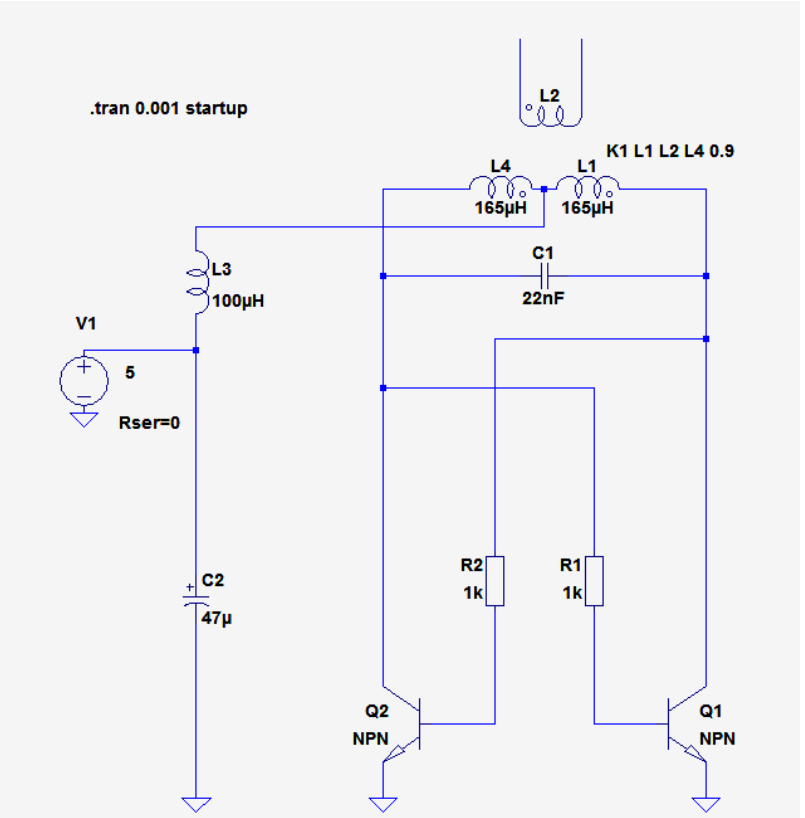
Fatal Error: M1: Only a level 9 B3SOI can have 5 nodes, deutsch:

Schwerwiegender Fehler: M1: Nur ein B3SOI der Stufe 9 kann 5 Knoten haben.

Das deutet also auf einen Komponentenfehler hin – Ursache?

Die MOSFETs sind nicht hinreichend definiert. Dazu das letzte Tutorial von 2017 (im Ordner “Programme/Schaltungsimulation“) noch mal nachlesen

2. Versuch mit bipolaren npn-Leistungstransistoren



Q1 und Q2 sind 2SC4977.

L1 und L2 sind jeweils 10Wdg auf 20mm-PVC-Rohr aus 0,3mm-PVC-Schaltdraht gewickelt.

Eine LT-Spice-Simulation steht noch aus – soll aber nachgeholt werden.

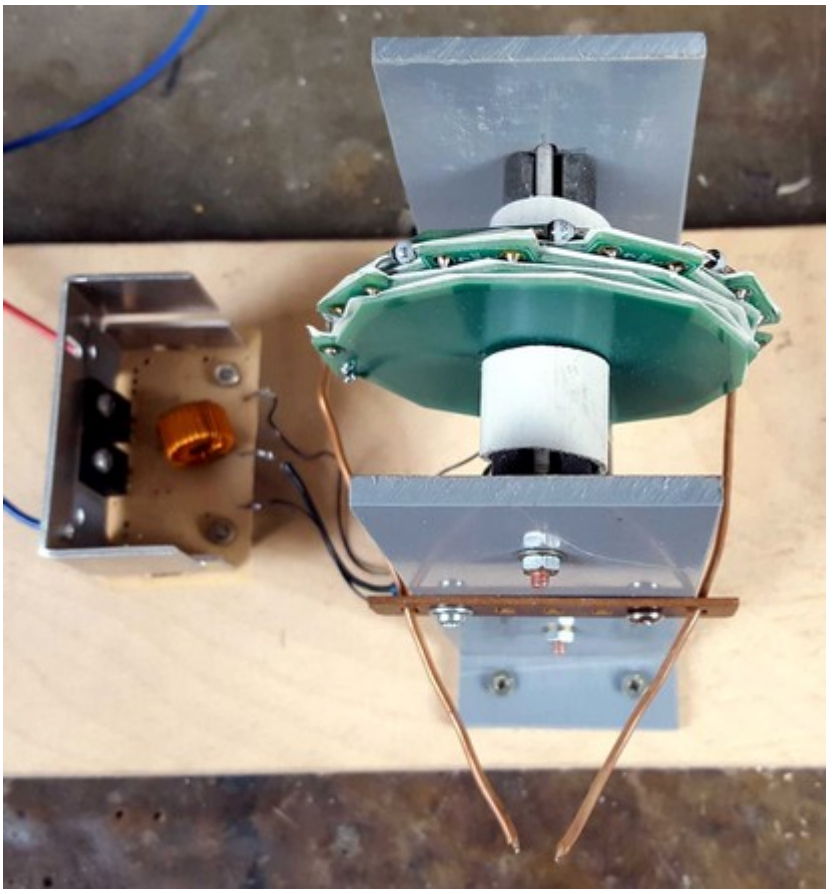
Im praktischen Versuchsaufbau und -betrieb hat sich dann ergeben, dass die Dimensionierung der Basis-Widerstände R1 und R2 sehr kritisch ist.

Mit jeweils 2,2k schwingt der Generator zwar auch noch an, es ergibt sich sogar eine relativ saubere Sinus-Schwingung von ca. 20kHz (bei der vorhandenen C1-Dimensionierung). Allerdings treten dann schon infolge der geringfügigen Erwärmung der Leistungstransistoren Unstabilitäten auf, was einen erhöhten Aufwand zur Arbeitspunkt-Stabilisierung hätte erforderlich gemacht.

Deshalb wurde bei der 1k-Dimensionierung geblieben, obwohl dadurch offensichtlich durch zu hohen Kollektorstrom durch die Primärwicklung der Ferritkern bereits in die Sättigung getrieben wird. Erkennbar ist das an der verzerrten Form der Sinus-Schwingung mit erheblich größeren Spitzenwerten.

An der Sekundärseite mit der Dioden-Split-Anordnung ergeben sich bei 5 doppelseitigen Planarspulen mit jeweils 300 Wdg ca. 15kV Gleichspannung.

Eine exakte Messung mit der vorhandenen HV-Mess-Spitze war leider nicht möglich – die Anzeigen auf dem Vielfachmesser III (“Mellenbach“) und auch mit digitalen Vielfachmessern waren nicht plausibel.
Deshalb konnte nur eine Abschätzung anhand der Überschlagweite von >5mm vorgenommen werden, was einer Spannung von ca. 15kV entspricht.
Der Versuchsaufbau sieht wie folgt aus:



Die Schaltungseinheit “Royer-Oszillator“ wurde als komplette Einheit aus einem ausgedienten Schaltnetzteil entsprechend umgebaut. Die beiden herausragenden Drahtstücken dienen als “Überschlagsstrecke“.