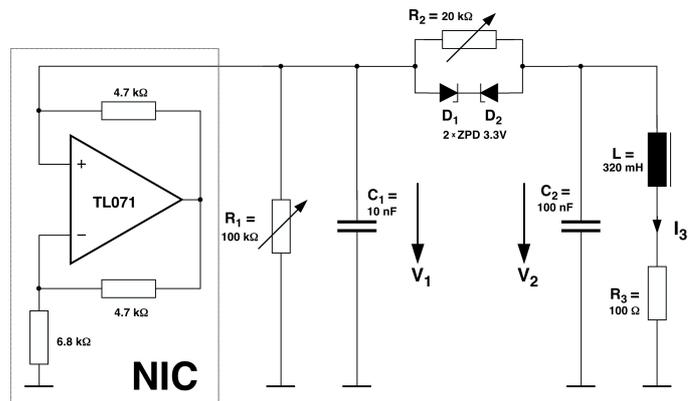


Bauanleitung Shinriki-Oszillator

Bei einem Shinriki-Oszillator handelt es sich um einen rauscharmen, nichtlinearen elektrischen Schwingkreis. Ein Parallelschwingkreis L/C_2 wird an einen als Negative Impedance Converter (NIC) geschalteten Operationsverstärker gekoppelt. Dieser erzeugt eine negative Dämpfung, durch welche der Schwingkreis angeregt wird. Durch die nichtlineare Kopplung über das Zenerdiodenpaar D_1/D_2 zeigt die Schaltung ein ausgeprägtes nichtlineares Schwingungsverhalten und eignet sich dadurch zum Studium nichtlinearer dynamischer Effekte wie z.B. Bifurkation, Hysterese, Periodenverdopplung bis hin zu deterministischem Chaos.

Die Schaltung:

Der negative Impedanzkonverter (NIC) wird mittels eines Operationsverstärkers TL 101 aufgebaut. Er simuliert an seinem nichtinvertierenden Eingang einen negativen differentiellen Eingangswiderstand. Das zum NIC parallel geschaltete Potentiometer R_1 regelt die Leistung, die über den NIC in die restliche Schaltung eingekoppelt wird, stellt also somit einen Kontrollparameter des Systems dar. Das nichtlineare Element des Shinriki-Schwingkreises wird durch zwei gegeneinander geschaltete Zener-Dioden vom Typ ZPD 3,3 V realisiert.



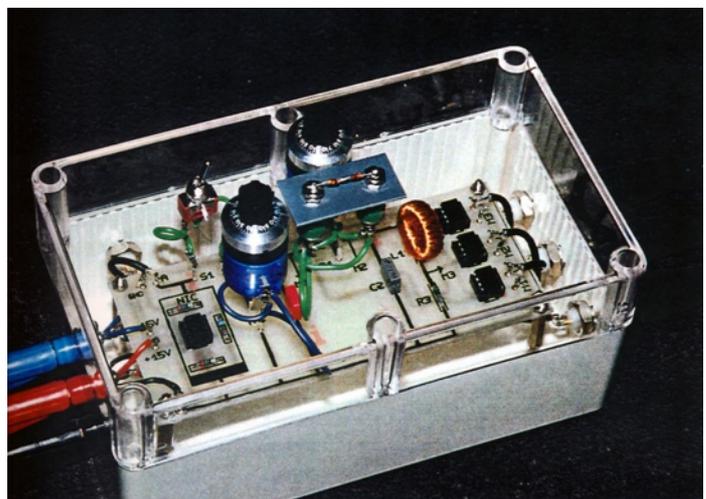
Die Gleichungen, die die Dynamik des Shinriki-Oszillators beschreiben, lassen sich mit Hilfe der Kirchhoffschen Gesetze aufstellen. Sie lauten:

$$\begin{aligned} C_1 \dot{V}_1 &= V_1 \left(\frac{1}{R_{NIC}} - \frac{1}{R_1} \right) - f(V_1 - V_2) \\ C_2 \dot{V}_2 &= f(V_1 - V_2) - I_3 \\ L \dot{I}_3 &= -I_3 R_3 + V_2 \end{aligned}$$

wobei $f(V)$ den funktionellen Verlauf des Kopplungsglieds, bestehend aus den gegeneinander geschalteten Zener-Dioden und dem Widerstand R_2 , beschreibt.

Aufbau:

Um einen leicht zu durchschauenden Aufbau zu gewährleisten, wurde die Schaltung auf einer geätzten Platine so aufgebaut, dass die einzelnen Bauteile gemäß der Anordnung im Schaltplan auf der Platine platziert wurden (Platinenlayout s. unten). Die Platine ist in ein Plastikgehäuse mit einem durchsichtigen Deckel aus Plexiglas eingebaut und die Leiterbahnen sind auf der Platinenseite gut sichtbar nachgezeichnet.



Als Operationsverstärker (OPV) wurde ein JFET-OPV vom Typ TL071 verwendet. C_1 und C_2 sind Folienkondensatoren. Als Stellwiderstände wurden 10-Gang-Potentiometer mit einem Drehknopf mit eingebauter Skala verwendet, so dass eine Einstellgenauigkeit von 1/1000 des Widerstand-Endwertes erreicht wird. Die Spule wurde mit einem 0.3 mm Kupferlackdraht auf einen Ferritkern mit der relativen Permeabilität $\mu \approx 4300$ gewickelt und besitzt einen ohmschen Widerstand von $R_L = 1.6 \Omega$. Des Weiteren wurden die Messpunkte M_1 bis M_3 durch Pufferverstärker, die wiederum mit OPVs vom Typ TL071 aufgebaut wurden, vom Ausgang entkoppelt. Dabei haben die Ausgangsverstärker von M_1 und M_2 als reine Spannungsfolger eine Verstärkung von 1, während bei an M_3 das Signal um den Faktor 10 verstärkt wird. Durch die direkte Verstärkung auf der Platine wird das Signal-Rausch-Verhältnis hier wesentlich verbessert, da das Signal an M_3 etwa um den Faktor 10 kleiner ist.

Die Schaltung benötigt für die Operationsverstärker eine geglättete symmetrische Versorgungsspannung von $\pm 12 \dots 15V$. Diese kann aus einem Labornetzgerät entnommen werden oder mit Hilfe von Festspannungsreglern selbst aufgebaut werden.

Liste der Bauteile:

Art	Menge und Wert	Conrad-Artikelnummer
Fest-Widerstand	1x100 Ω , 1x1k, 2x4,7k Ω , 1x6,8k Ω , 1x10k	403130, 403253, 403334, 403350, 403377
10-Gang Potentiometer	1x20k Ω , 1x 100k Ω	429317, 429333
Feinstellskala (optional)	2x	712418
Folien-Kondensator	1x100nF, 1x10nF	455393, 455334
Zener-Dioden	2xZD 500 MW 3,3 V	180041
Operationsverstärker	4xTL071CP	181447
IC-Fassung (empfohlen!)	4xDIP-8	189502
Ferritkern	$\mu_r = 4300$; $D_A=35,5\text{mm}$, $d_i=19,2\text{mm}$, $h=13.6\text{mm}$	500695
Kupferlackdraht	$\varnothing 0,3\text{mm} / 50\text{m}$	607584
Gehäuse	(Lx B x H) 191 x 113 x 61 mm	522512
Bananenbuchsen	1xrot, 1xblau, 1xschwarz	731140, 731130, 731155
BNC-Buchsen	3x	740853
Stifte&Hülsen (optional)	je 1 Tüte	526191, 526164

Zur Spule:

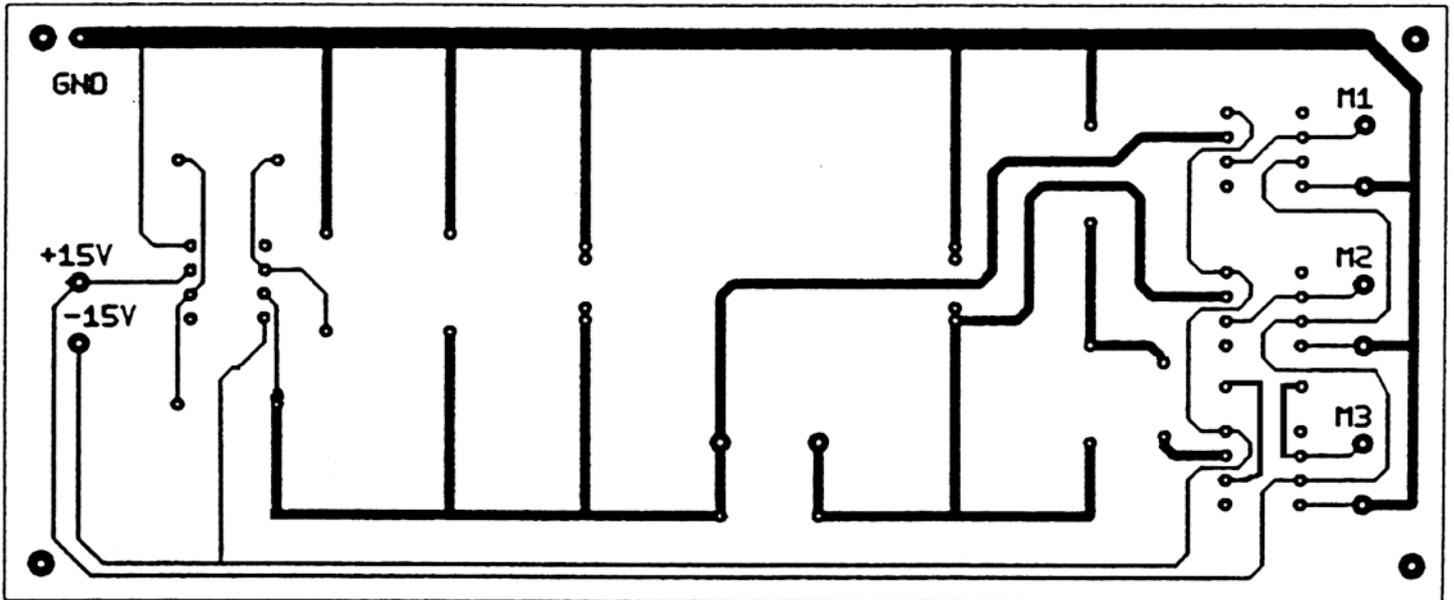
Die Induktivität von Spulen mit Ringkernen kann näherungsweise in Analogie zur Kreisringspule berechnet werden. Die Feldlinien verlaufen nahezu ausschließlich im Kern. Bei rechteckigem Kernquerschnitt mit gegebener Höhe h und den Durchmessern d_i und D_A wird die Induktivität einer Spule mit Ringkern genau nach folgender Gleichung berechnet:

$$L = N^2 \cdot \frac{\mu_0 \cdot \mu_r \cdot h}{2\pi} \cdot \ln \frac{D_A}{d_i}$$

Mit den Daten des oben angegebenen Ferritkerns ergibt sich eine Windungszahl von 210 um eine Spule mit der geforderten Induktivität von 320 mH zu erhalten.

Platinenlayout:

Unterseite:



Oberseite (nur Info):

