

Bericht

Modellierung einer HF-Drossel für SPICE

21. Januar 2003

Hans Gall
BAUSCH-GALL GmbH
www.Bausch-Gall.de

Allgemeines

Von einer Simulation mit SPICE [1] oder PSpice [2] sind nur dann aussagekräftige Ergebnisse zu erwarten, wenn die verwendeten physikalischen Modelle die Eigenschaften der Bauelemente genau genug beschreiben. Für passive Bauelemente werden z.B. Modelle benötigt, die parasitäre Effekte und Verluste enthalten. In diesem Bericht wird am Beispiel einer HF-Drossel gezeigt, wie man aus einfachen Messungen ein brauchbares Modell ermitteln kann.

Aufgabenstellung

Eine Drossel mit einer Nenninduktivität $L_N = 40 \mu\text{H}$ [3] (Entstördrossel ähnlich Bauform B82131-A5301-M für max. Gleichstrom $I_N = 0.3 \text{ A}$) soll für SPICE modelliert werden. Die Drossel besteht aus einem Zylinderkern aus Karbonyleisen (Eisenpulver), auf den eine einlagige CuL-Draht-Wicklung aufgebracht ist. Diese ist Windung an Windung gewickelt und mit einer Isolierumhüllung aus Polyester-Schrumpffolie umgeben.

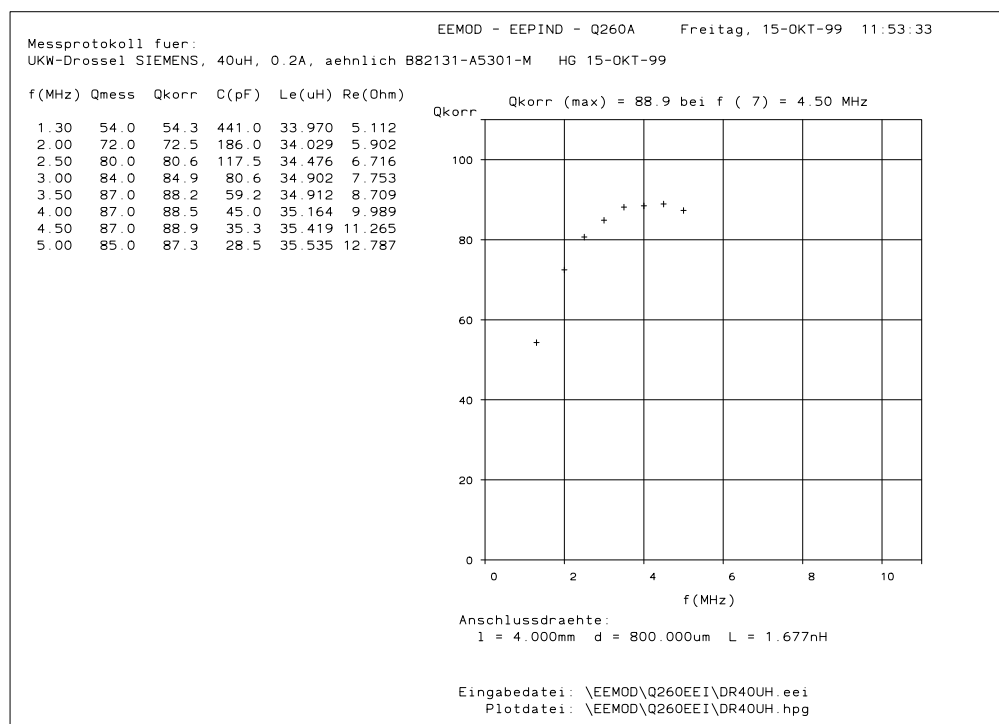
1. Messung der Niederfrequenzinduktivität

Ergebnis mit HAMEG LC-Meter HM8018 bei $f_{\text{mess}} = 16 \text{ kHz}$:

$$L_N = 35.6 \mu\text{H}, R_s = 3.71 \Omega$$

2. Messung der frequenzabhängigen Güte mit BOONTON Q Meter 260-AP

dr40uh.eps

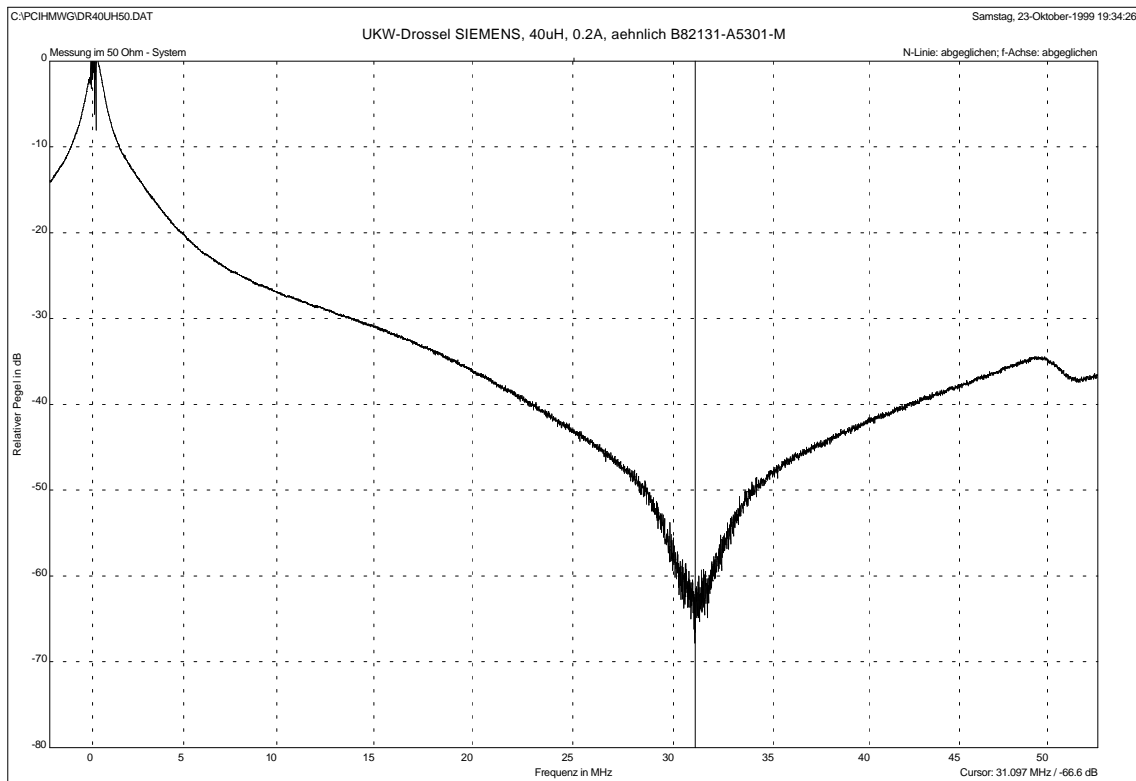


Wie bei allen Spulen mit magnetischem Kern, die weit unter ihrer Eigenresonanz betrieben werden, ergibt sich ein Gütemaximum, das hier bei etwa 4.5 MHz liegt. Die Induktivität der Anschlußdrähte bei der Messung ist mit etwa 1.7 nH so klein, daß wir sie nicht berücksichtigen müssen. Der aus der Güte Q_{korr} berechnete Reihenverlustwiderstand R_e (Ohm) steigt mit der Frequenz stark an.

3. Messung im 50 Ω -System

Um die erste Eigenresonanz zu bestimmen, wurde die Drossel in Reihe zwischen zwei BNC-Buchsen eingefügt und die Durchlaßkurve mit dem HAMEG Tracking Generator HM 8038 und HAMEG Spectrum Analyzer HM 8028 [4] von 0 bis 50 MHz gemessen. Die Kurve wurde mit dem PC-Interface PC-I-HM8028 [5] aufgezeichnet.

dr40uh50 .eps

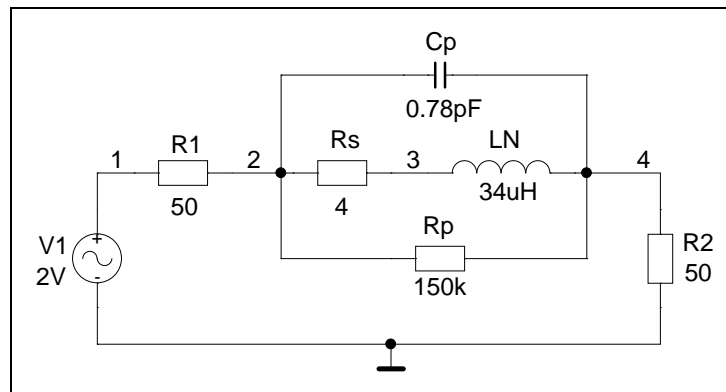


Aus der Parallelresonanz bei etwa 31.1 MHz und $L = 34 \mu\text{H}$ errechnen wir eine Parallelkapazität $C_p \approx 0.78 \text{ pF}$. Aus der Dämpfung von etwa 63.5 dB im Resonanzpunkt ergibt sich ein Ersatzparallelwiderstand $R_p \approx 150 \text{ k}\Omega$. Oberhalb der Resonanz nimmt die Impedanz mit der Frequenz ab, d.h. die Drossel verhält sich dort wie eine verlustbehaftete Kapazität.

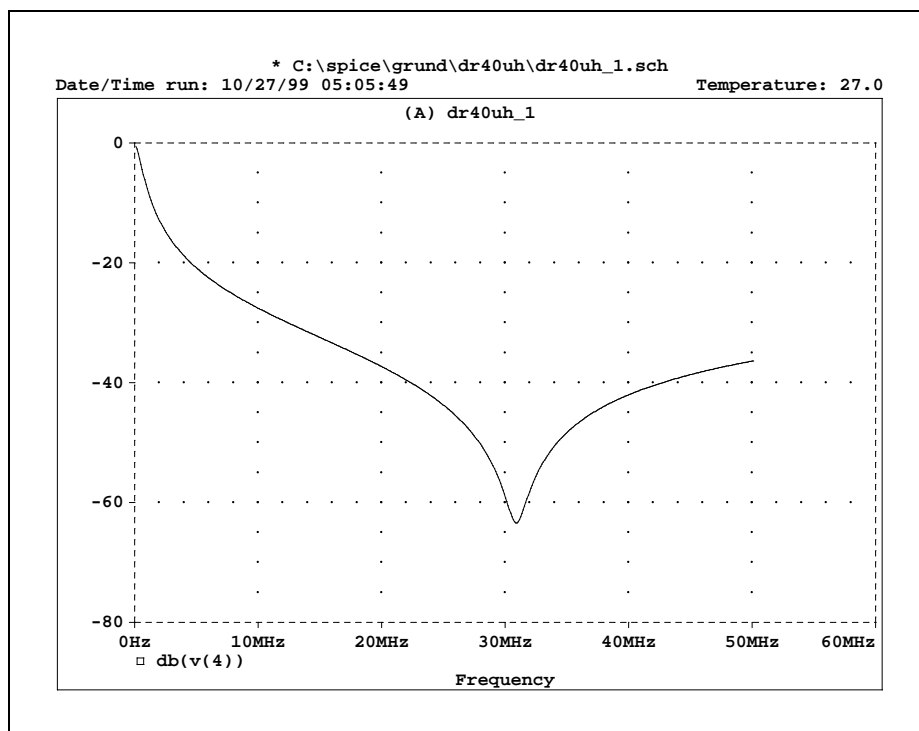
4. AC-Analyse für PSpice-Modell im 50 Ω -System

Wir fassen die gemessenen Ersatzschaltbildwerte zusammen und bilden mit einer PSpice-AC-Analyse die Messung der Durchlaßkurve im 50- Ω -System nach:

dr40uh1.eps



dr40uh1v.eps



Mit diesem linearen Modell wird die frequenzabhängige Impedanz der Drossel bis 50 MHz brauchbar beschrieben. Nichtlineare Effekte im Kernmaterial werden nicht erfaßt. Durch den konstanten Verlustwiderstand $R_s = 4 \Omega$ wird der frequenzabhängige Güteverlauf nicht modelliert.

Bei PSpice steht eine Laplace-Funktion zur Verfügung, mit der der Verlustwiderstand als Funktion der Frequenz modelliert werden könnte. Solche Modelle sind inzwischen von manchen Bauelementherstellern verfügbar. Die EPCOS AG (www.epcos.de) bietet z.B. auf ihrer Homepage unter "Tools für Entwickler" eine umfangreiche Modellbibliothek für SMD-Induktivitäten zum Herunterladen an.

Literatur

- [1] Laurence W. Nagel,
"SPICE2: A Computer Program to Simulate Semiconductor Circuits",
Memorandum No. ERL-M520, 9 May 1975,
Electronics Research Laboratory, College of Engineering,
University of California, Berkeley, CA 94720, U.S.A.,
web: www.eecs.berkeley.edu
- [2] Reference Manual "Microsim PSpice A/D", Version 8.0, June 1997
- [3] "EMV-Bauelemente", Datenbuch 1996,
Herausgegeben von Siemens Matsushita Components GmbH & Co. KG,
Marketing Kommunikation, Postfach 80 17 09, D-81617 München,
Telefon 089/4144-0, Telefax 089/4144-2689,
Bestell-Nr. B424-P2413, DB 02968,
web: www.epcos.de
- [4] "HM8028/HM8038 Spectrum Analyzer/Tracking Generator",
Bedienungsanleitung, 9/90,
HAMEG GmbH, Kelsterbacher Straße 15 - 19, D-60528 Frankfurt
- [5] "PC-Interface zum HAMEG Spectrum Analyzer HM8028",
PC-I-HM8028, Version 1.0, Bedienungsanleitung,
BAUSCH-GALL GmbH, München, 13-FEB-95,
email: info@Bausch-Gall.de, web: www.Bausch-Gall.de
- [6] BAUSCH-GALL GmbH, München,
"Modellierungs- und Dimensionierungsprogramm EEMOD",
Bedienungsanleitung, 1988,
Aktuelle Version 1.2+002, 18-JAN-03
email: Hans.Gall@Bausch-Gall.de, web: www.Bausch-Gall.de