

EL2-Praktikum #14: Realer Spule mit LTspice

In diesem Praktikum wird das Frequenzverhalten einer realen Spule untersucht.

Reale Spule, Modellierung mit dem Ersatzschaltbild

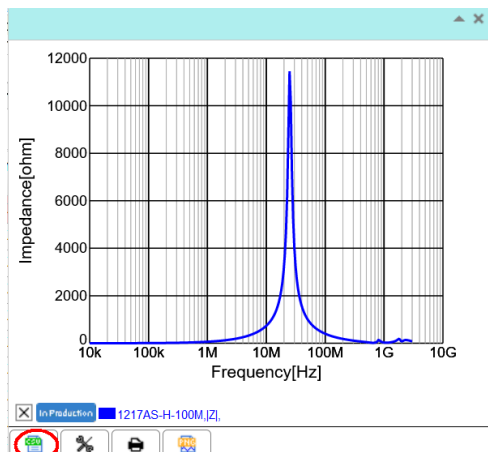
Rufen Sie die Seite <https://ds.murata.co.jp/simsurfing/powerinductor.html?lcid=en-us> auf, das «License Agreement» ist zu akzeptieren. Wählen Sie sodann eine Spule aus, indem Sie in eine Zeile klicken. Danach klicken Sie auf den Button $|Z|$, siehe Abbildung 1.

The screenshot shows the Murata SimSurfing website interface. The 'Power Inductors' section is active. The 'Basic' tab is selected, and the $|Z|$ button is circled in red. Below the tabs, there are search filters for Part Number, Status, Inductance, Size code, T size, and I temp. A table lists available inductors, with the first row highlighted in red and a red arrow pointing to it.

Part Number	Status	Inductance(uH)	Size code (inch/mm)	T size (mm Max.)	I temp.(mA)
1217AS-H-100M	In Production	10	3131/8080	4.5	3900

Abbildung 1. Ausschnitt auf der SimSurfing Webseite von Murata.

Sie erhalten den Impedanzverlauf des gewählten Spulentyps dargestellt:



Klicken Sie unten links auf das Symbol (hier rot eingekreist) um die Daten zum Frequenzverlauf herunterzuladen.

Benutzen Sie Matlab, um die heruntergeladene Datei einzulesen und die Daten darzustellen:

```
M=csvread('1217AS-H-100M_InProduction.csv',7);  
semilogx(M(:,1),M(:,2))
```

Der Name der Datei muss dabei passen und die Datei muss sich im aktuellen Arbeitsverzeichnis von Matlab befinden.

Bestimmen Sie mit Matlab die Selbstresonanzfrequenz f_0 der Spule sowie die parasitäre Kapazität C für das einfache Ersatzschaltbild nach Abbildung 2.

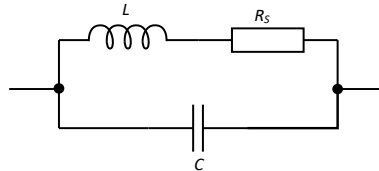


Abbildung 2. Einfaches Ersatzschaltbild für eine reale Spule.

Bestimmung von R_s

Der Widerstand R_s ist nicht gleich dem Betrag der maximalen Impedanz im Impedanzverlaufdiagramm. Dies ist sofort verständlich, wenn man bei der Selbstresonanzfrequenz das Ersatzschaltbild gemäss Abbildung 3 für die Spule ansetzt.

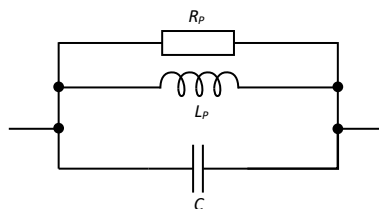


Abbildung 3. Verwendetes Ersatzschaltbild für die reale Spule bei der Selbstresonanzfrequenz.

Bei der Selbstresonanzfrequenz heben sich die Einflüsse von L_p und C auf die Schaltung auf, übrig bleibt R_p . Dieser letztere Wert muss dem Impedanz-Spitzenwert entsprechen.

Berechnen Sie R_s mittels der passenden Formel unter der Annahme $L_p \approx L$. Zeigen Sie nachträglich, dass die Annahme gut zutrifft.

Vergleich der Impedanzverläufe

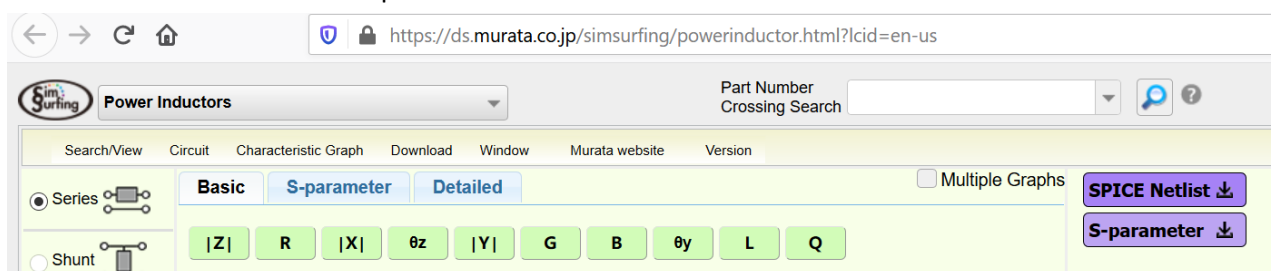
Stellen Sie in Matlab den Impedanzverlauf der gewählten Spule gemäss den berechneten Parametern und dem Ersatzschaltbild nach Abbildung 2 im gleichen Diagramm mit den importierten Daten dar.

Beantworten Sie folgende Fragen:

- Berechnen Sie die Abweichung der simulierte Spitze von derjenigen mit den Daten von Murata.
- Begründen Sie, weshalb bei tiefen Frequenzen die simulierte Kurve von der Kurve gemäss Murata abweicht. Beachten Sie dazu die Ausführung über Verluste bei Spulen im Skript.

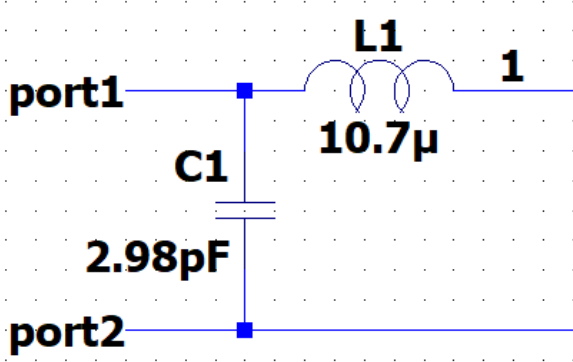
Komplexes Modell

Laden Sie mittels des Schaltknopfs «SPICE Netlist» die damit verbundene Datei herunter.



Diese Datei könnte in LTspice direkt eingebunden werden, jedoch folgt daraus keine Einsicht, sondern nur der Verlauf, welcher schon in Matlab dargestellt wurde. Stattdessen soll das Modell in LTspice explizit dargestellt werden.

Öffnen Sie dazu die heruntergeladene Datei mit einem Texteditor. Bearbeiten Sie die Zeilen zwischen der Zeile «.SUBCKT...» und «.ENDS ...» wie folgt und analog zum folgenden Beispiel:

Erste Zeilen in der «.mod» Datei	Umsetzung
<pre>C1 port1 port2 2.98e-12 L2 port1 1 1.07e-5</pre>	

Erstellen Sie damit das komplexe Ersatzschaltbild für die reale Spule.

Simulationen

Simulieren Sie das komplexe Modell und vergleichen Sie den Impedanzverlauf mit der Darstellung gemäss den Daten von Murata.