

EL2-Praktikum #11: Bandpassfilter mit LTspice

In diesem Praktikum wird das Frequenzverhalten eines Bandpasses zweiter Ordnung untersucht.

Das Bandpassfilter soll gemäss Abbildung 1 realisiert werden. Dabei sind die Werte für den Kondensator mit $C = 2.2 \mu\text{F}$ und für die reale Spule mit Induktivität $L = 2.2 \text{ mH}$ und ohmschem Widerstand $R_S = 2 \Omega$ vorgegeben. R ist der Widerstand aus dem Praktikum Tiefpassfilter (42.7Ω). Sie erhalten also das Bandpassfilter, indem Sie die gleichen Elemente wie beim Tiefpassfilter zweiter Ordnung verwenden, aber anders anordnen.

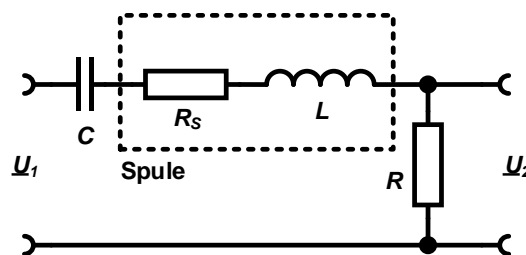


Abbildung 1. LCR-Serieschwingkreis als Bandpassfilter

Vorbereitende Berechnungen

Berechnen Sie für das Filter nach Abbildung 1 formal und numerisch:

- Die Mittenkreisfrequenz ω_0 und die Mittenfrequenz f_0
- Den Gütefaktor Q
- Die Bandbreite B mittels der Formel $B = \frac{\omega_0}{2\pi Q}$ aus dem Skript

1. Bode-Diagramm

Verwenden Sie Matlab, um ein theoretisches Bode-Diagramm mit Amplitude und Phase des Filters darzustellen, beginnend mit $1/100$ der Mittenfrequenz f_0 bis zu $100 \cdot f_0$.

Kontrollieren Sie im Bodediagramm, ob Ihre berechnete Mittenfrequenz stimmt.

Weshalb weicht die im Plot gemessene Bandbreite B von der tatsächlichen Bandbreite ab?

Wie gross ist die Dämpfung bei der Mittenfrequenz?

1. Simulation

«Bauen» Sie das Filter mit LTspice auf. Schliessen Sie eine Wechselspannungsquelle an und stellen Sie die Amplitudengänge und Phasengänge für den gleichen Frequenzbereich wie im Matlab-Plot mit LTspice dar. Da die Resultate von Matlab und LTspice identisch sein müssen, können Sie die Korrektheit Ihrer Berechnungen und Simulationen durch Vergleich überprüfen.

Alternative Realisierung eines Bandpasses

Durch Umgruppierung der identischen Elemente von Abbildung 1 kann eine alternative Realisierung eines Bandpasses basieren auf einer Parallelresonanz erreicht werden. Zu beachten ist, dass die Spulenelemente (L und R_S) dabei nicht aufgetrennt werden dürfen. Gestalten Sie Ihre Lösung in LTspice und überprüfen Sie, ob tatsächlich um den Spitzenwert der Amplitude ein ähnliches Bandpassverhalten vorhanden ist.

Formale Beschreibung des alternativen Bandpasses

Stellen Sie Frequenzgangfunktion von Ihrem gestalteten Bandpassfilter auf und stellen in Matlab das zugehörige Bode-Diagramm dar. Die Frequenzgangfunktion muss dazu nicht normiert werden.

Vergleich der Topologien

Passen Sie in der alternativen Struktur interaktiv von Hand R so an, dass beide Filter im Durchlassbereich, d.h. über die Bandbreite, ungefähr übereinstimmen. Eine exakte Übereinstimmung ist dabei nicht möglich. Was fällt auf? Wie kann man, basierend auf der Schaltung, verstehen, weshalb es zu einer sichtbaren Abweichung vom idealen Bandpassverhalten bei einer der beiden Lösungen kommt? Welche Bandpass-Lösung ist daher mit den gegebenen Elementen eindeutig besser?