

Probe zur Lösung der Berechnungsbeispiele BB_15.x:

Allgemeine Hinweise:

Eine zusätzliche Simulation ausgewählter Schaltungen der BB 15.x mit **PSpICE** soll eine weitere Kontrolle der Lösungen ermöglichen und den Bearbeiter der Berechnungsbeispiele (**nach** dem Durchrechnen) zum Nachvollziehen dieser Simulationsergebnisse anregen.

Zur Simulation der BB 15.x wurde die Quelle VSIN verwendet. Dieser Sinusgenerator ist AC-Sweep-fähig, so dass die Messgeräte AC-Ameter und AC-Vmeter eingesetzt werden können. Die im Ergebnis der Simulation ermittelten Messwerte findet man im Output-File oder unter > watch < im PROBE-Fenster.

Zur Darstellung von Frequenzgängen und Ortskurven kann zusätzlich die Funktionsdarstellung im PROBE-Fenster aufgerufen werden. Bei gleichzeitigem Einsatz der AC-A/Vmeter findet man alle Daten, die PSpICE zur Funktionsdarstellung der gemessenen Größen verwendet, im Output-File.

Um die ständige Umrechnung zwischen Maximalwert und Effektivwert zu vermeiden, wurden der Maximalwert ($U_{q,max} = \hat{U}_q$) der Quellenspannung als Effektivwert ($U_{q,ers}$) ausgeführt. Damit können die im Output-File angegebenen Messwerte der simulierten Spannungen und Ströme als Effektivwerte aufgefasst werden (siehe Bild 15.0).

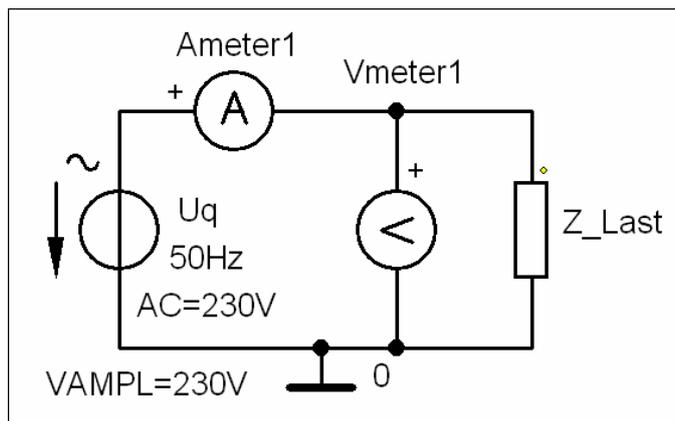
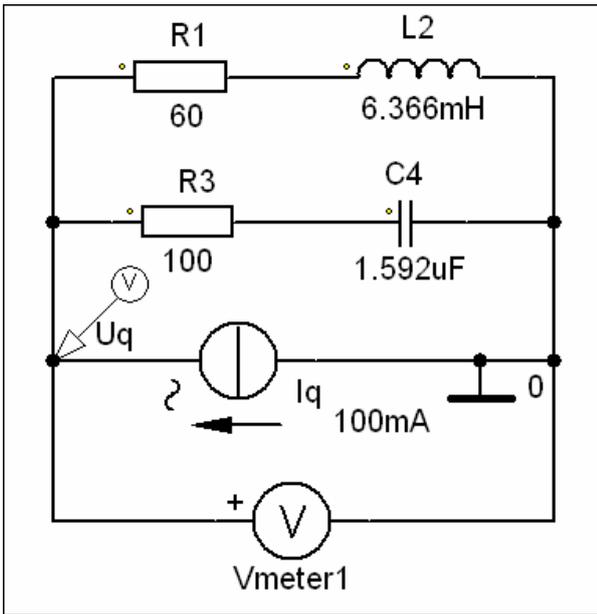


Bild 15.0: Einstellung der Quelle VSIN bzw. ISIN zur Ermittlung der folgenden Simulationsergebnisse

Anmerkung:

Die Lehrbeispiele des Kapitels 15 und die Berechnungsbeispiele BB 15.1, BB 15.3 sowie BB 15.7 und 15.8 sind infolge der geforderten allgemeinen Lösung nicht für eine Simulation geeignet!

BB 15.2: Zeigerbild und Ortskurve



a) AC-Sweep:
 1 Pts/Decade
 StartFreq.: 1kHz
 EndFreq.: 1kHz

b) AC-Sweep:
 5000 Pts/Decade
 StartFreq.: 10Hz
 EndFreq.: 10MHz

Bild BB 15.2_1: Simulationsschaltung zum BB 15.2

a) Komplexer Leitwert bei einer festen Betriebsfrequenz:

f_B (gewählt) = 1 kHz

Output – File:			Bedeutung:
FREQ	VM(Uq,0)	VP(Uq,0)	\underline{U}_{ges}
1.000E+03	5.967E+00	9.245E+00	5,97 V ; $\angle +9,2^\circ$

$$\underline{Y} = \frac{\underline{I}}{\underline{U}_{ges}} = \frac{100 \text{ mA} \cdot e^{j0}}{5,967 \text{ V} \cdot e^{j9,2^\circ}} = 16,76 \text{ mS} \cdot e^{-j9,2^\circ}$$

b) Ortskurve des komplexen Leitwertes:

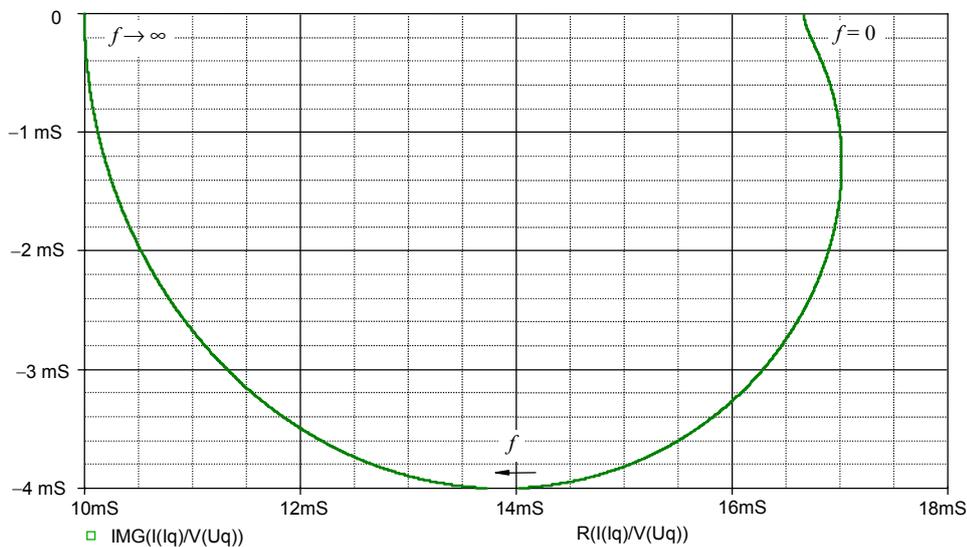


Bild BB 15.2_2: Ortskurve zum BB 15.2

BB 15.4: Ortskurve des komplexen Widerstandes und Leitwertes

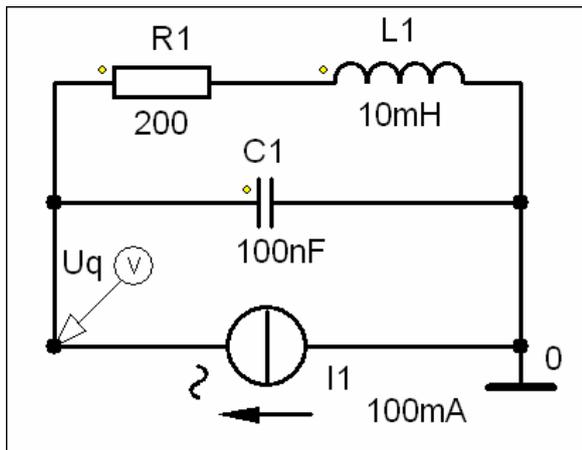


Bild BB 15.4_1: Simulationsschaltung zum BB 15.4 (Stromeinspeisung für Ortskurve von \underline{Z} und Spannungseinspeisung für Ortskurve von \underline{Y})

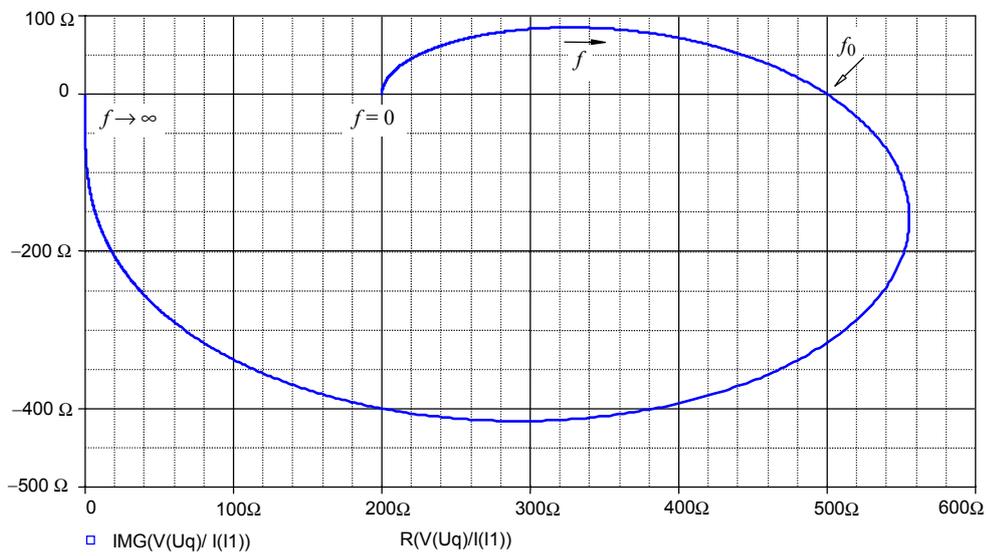


Bild BB 15.4_2: Ortskurve des komplexen Widerstandes

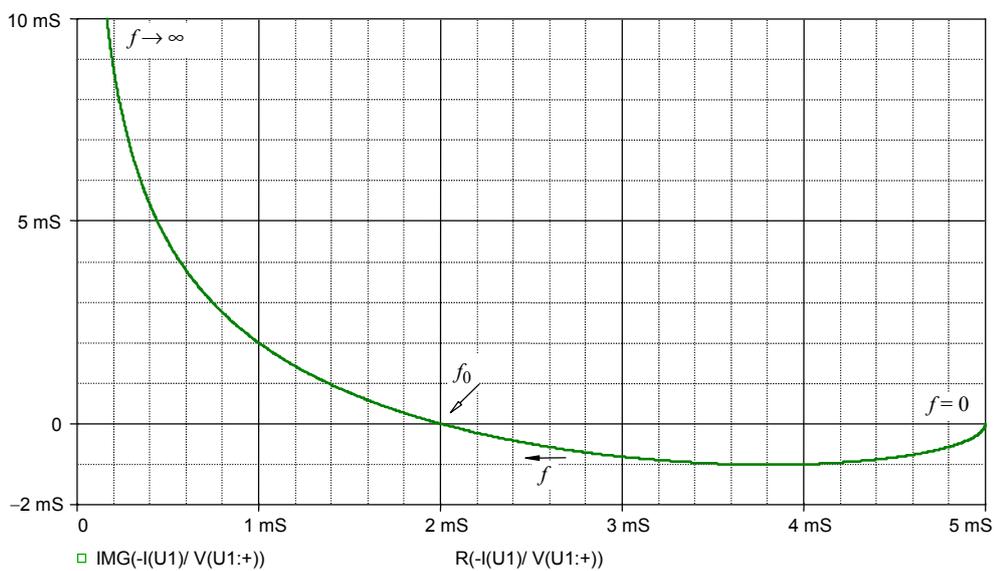
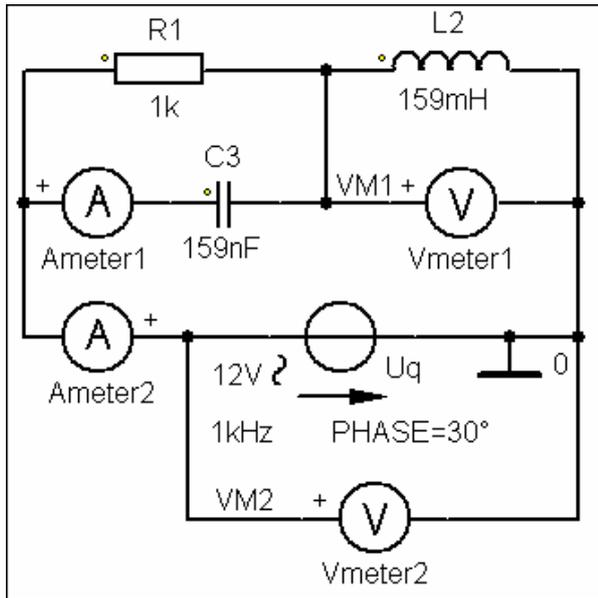


Bild BB 15.4_3: Ortskurve des komplexen Leitwertes

BB 15.5: Komplexer Lastzweipol 1



BEACHT:

PSpICE gibt alle Winkel im Watch-Fenster relativ zur eingespeisten Größe (hier: \underline{U}_q mit 0°) an. Der bei \underline{U}_q festgelegte Winkel (PHASE=30°) ist nur bei der Transienten-Analyse wirksam !

Korrekturmaßnahme:

- 1) Zu allen Nullphasenwinkeln der Spannungen (Watch) ist der Nullphasenwinkel der eingespeisten Spannung \underline{U}_q zu addieren.
- 2) Zu allen Nullphasenwinkeln der Ströme (Watch) ist je nach Polarität des Ameter der Nullphasenwinkel der eingespeisten Spannung zu addieren oder zu subtrahieren.
(Hier: Teilströme ... PHASE(\underline{U}_q) addieren
Gesamtstrom ... PHASE(\underline{U}_q) addieren)
- 3) Der resultierende Phasenwinkel von Z stimmt wieder!

Bild BB 15.5_1: Simulationsschaltung zum BB 15.5

Output – File:			Bedeutung:
FREQ	VM(VM2,0)	VP(VM2,0)	\underline{U}_{ges} 12 V ; $\angle 0^\circ$
1.000E+03	1.200E+01	0.000E+00	
FREQ	IM(V_Ameter2)	IP(V_Ameter2)	\underline{I}_{ges} 16,98 mA ; $\angle -45^\circ$
1.000E+03	1.698E-02	-4.492E+01	
FREQ	VM(VM1,0)	VP(VM1,0)	\underline{U}_{L2} 16,96 V ; $\angle +45^\circ$
1.000E+03	1.696E+01	4.508E+01	
FREQ	IM(V_Ameter1)	IP(V_Ameter1)	\underline{I}_{C3} 12 mA ; $\angle 0,1^\circ$
1.000E+03	1.200E-02	1.116E-01	

$$\underline{I}_{ges} = 16,98 \text{ mA} \cdot e^{j(-45^\circ+30^\circ)} = 16,98 \text{ mA} \cdot e^{-j15^\circ}$$

$$\underline{Z} = \frac{\underline{U}_{ges}}{\underline{I}_{ges}} = \frac{12 \text{ V} \cdot e^{j30^\circ}}{16,98 \text{ mA} \cdot e^{-j15^\circ}} = 707 \Omega \cdot e^{j45^\circ} = 500 \Omega + j500 \Omega$$

$$\underline{I}_{C3} = 12 \text{ mA} \cdot e^{j(0^\circ+30^\circ)} = 12 \text{ mA} \cdot e^{j30^\circ}$$

$$\underline{U}_{L2} = 16,96 \text{ V} \cdot e^{j(45^\circ+30^\circ)} = 16,96 \text{ V} \cdot e^{j75^\circ}$$

BB 15.6: Komplexer Lastzweipol 2

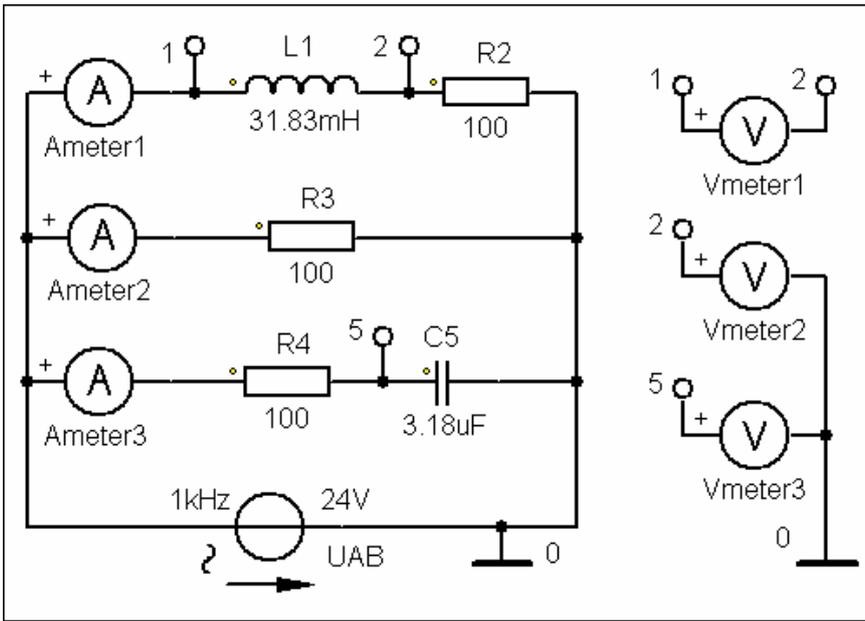


Bild BB 15.6_1: Simulationsschaltung zum BB 15.6

Output – File:			Bedeutung:
FREQ	IM(V_Ameter1)	IP(V_Ameter1)	I_1
1.000E+03	1.073E-01	-6.343E+01	107 mA ; $\angle -63^\circ$
FREQ	VM(VM1,2)	VP(VM1,2)	U_1
1.000E+03	2.147E+01	2.657E+01	21,47 V ; $\angle +27^\circ$
FREQ	VM(VM2,0)	VP(VM2,0)	U_2
1.000E+03	1.073E+01	-6.343E+01	10,73 V ; $\angle -63^\circ$
FREQ	IM(V_Ameter2)	IP(V_Ameter2)	I_3
1.000E+03	2.400E-01	0.000E+00	240 mA ; $\angle 0^\circ$
FREQ	IM(V_Ameter3)	IP(V_Ameter3)	I_4
1.000E+03	2.146E-01	2.659E+01	215 mA ; $\angle +27^\circ$
FREQ	VM(VM5,0)	VP(VM5,0)	U_5
1.000E+03	1.074E+01	-6.341E+01	10,74 V ; $\angle -63^\circ$

$$\underline{U}_1 = 21,47 \text{ V} \cdot e^{j27^\circ}$$

$$\frac{\underline{U}_2}{\underline{U}_5} = \frac{10,73 \text{ V} \cdot e^{-j63^\circ}}{10,74 \text{ V} \cdot e^{-j63^\circ}} \approx 1 \cdot e^{j0^\circ}$$

$$\underline{I}_4 = 215 \text{ mA} \cdot e^{j27^\circ} = 192 \text{ mA} + j98 \text{ mA}$$

$$\frac{\underline{I}_3}{\underline{I}_2} = \frac{240 \text{ mA} \cdot e^{j0^\circ}}{107 \text{ mA} \cdot e^{-j63^\circ}} = 2,24 \cdot e^{j63^\circ}$$

BB 15.9: Spezielle Ortskurven

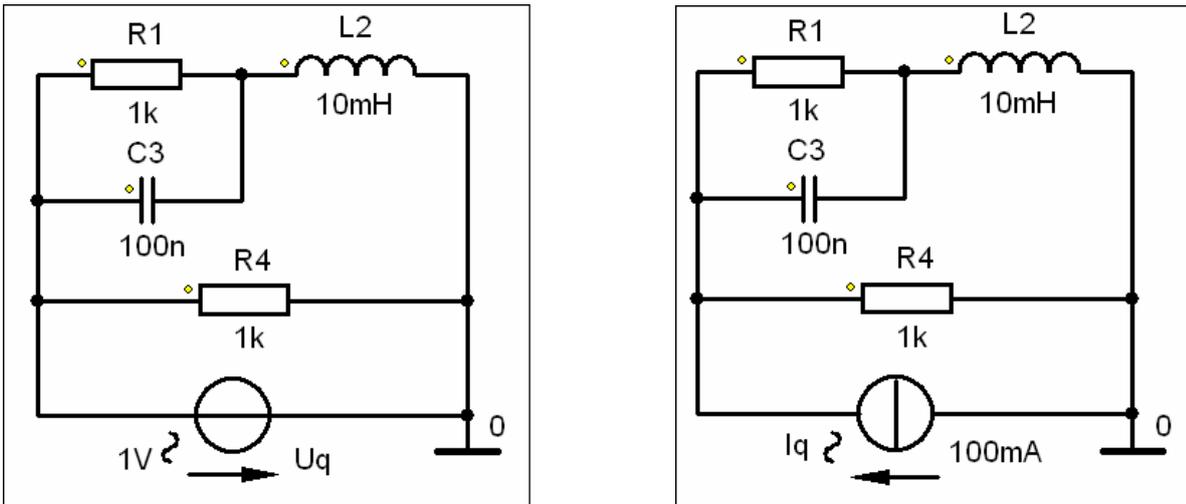


Bild BB 15.9_1: Simulationsschaltungen zum BB 15.9 (links: Ortskurve I_2 und rechts: Ortskurve Z)

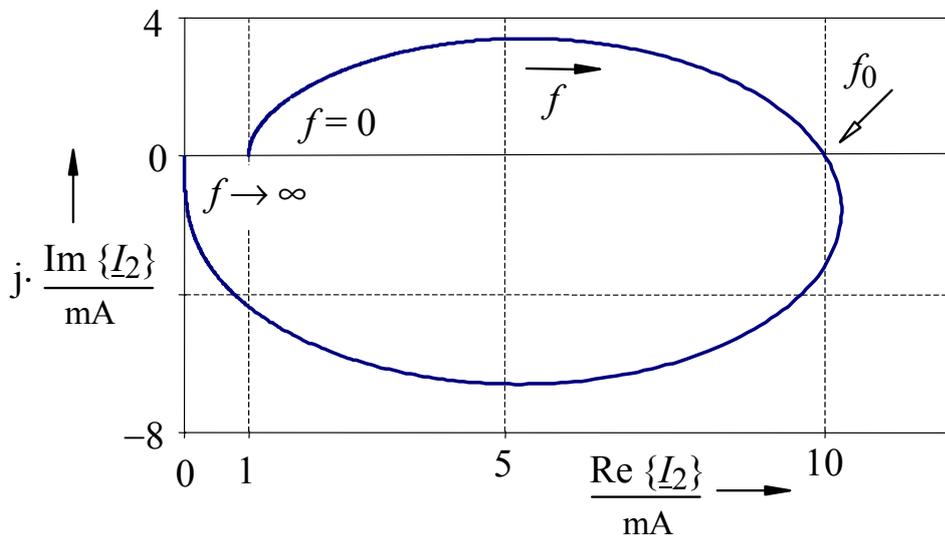


Bild BB 15.9_2: Ortskurve für den Teilstrom I_2

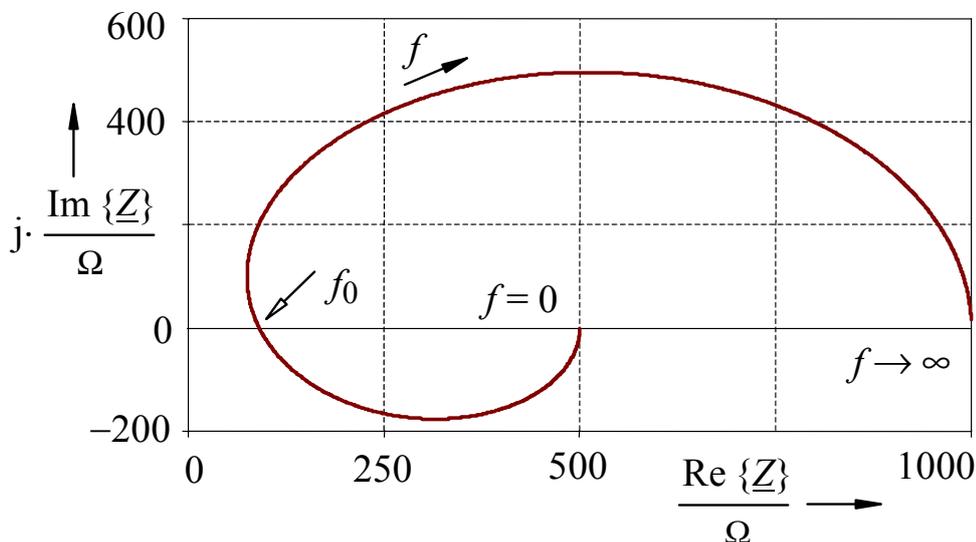


Bild BB 15.9_3: Ortskurve des komplexen Widerstandes Z