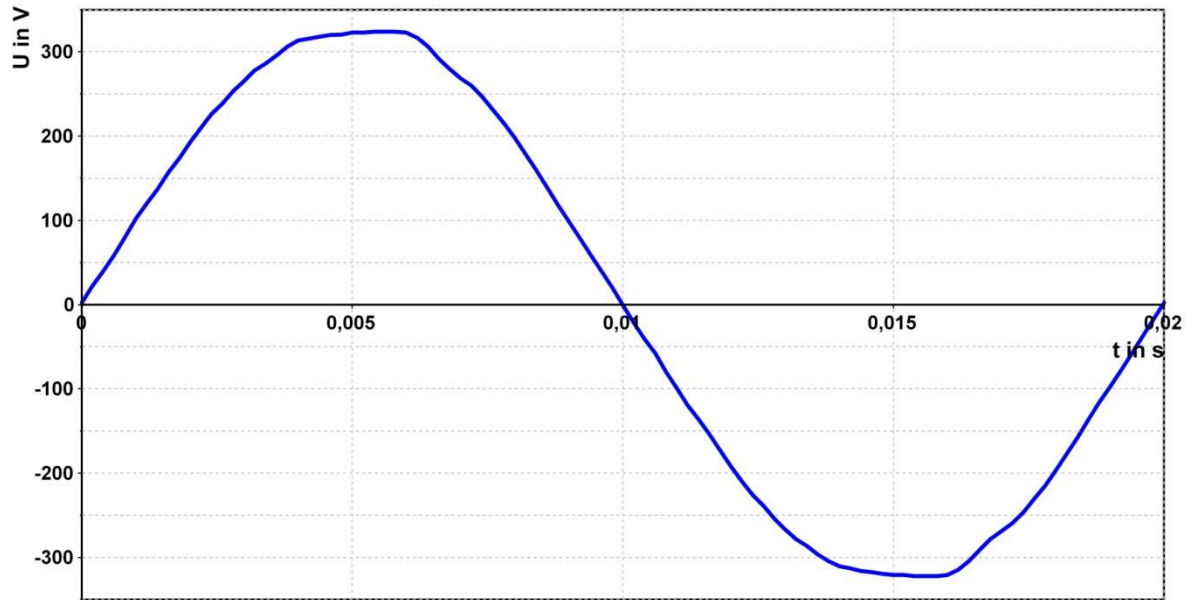


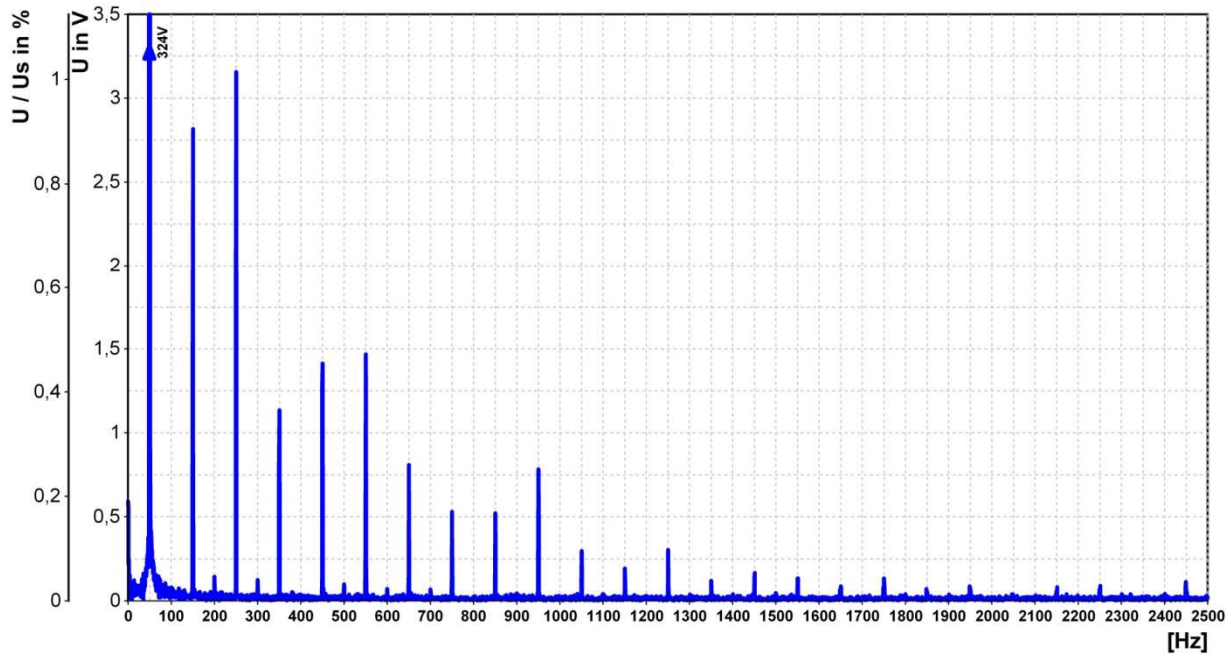
Entstehungen von Stromüberschwingungen

Ungerade Oberschwingungen				Gerade	
Nichtvielfache von 3		Vielfache von 3		Oberschwingungen	
ν	$\% U_{b \max}$	ν	$\% U_{b \max}$	ν	$\% U_{b \max}$
5	≤ 6	3	≤ 5	2	≤ 2
7	≤ 5	9	$\leq 1,5$	4	≤ 1
11	$\leq 3,5$	15; 21	$\leq 0,5$	6; ...; 24	$\leq 0,5$
13	≤ 3				
17	≤ 2				
19; 23; 25	$\leq 1,5$				

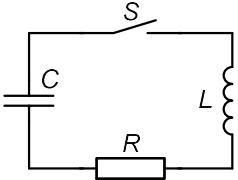
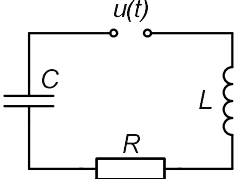
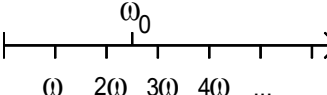
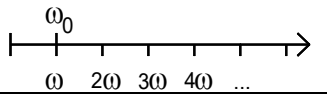
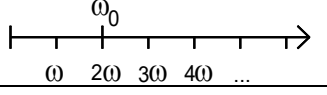
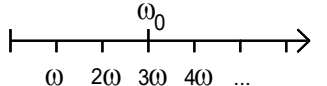
Zulässige Oberschwingungen nach DIN EN 50160 „Merkmale der Spannung ...“ -
Gesamtüberschwingungsgehalt von $8\% \cdot U_s$ ($U_{b \max}; U_m$)



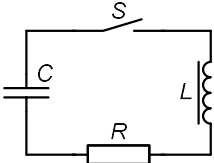
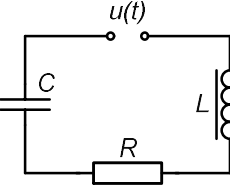
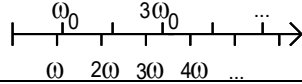
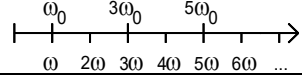
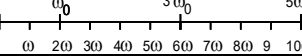
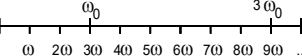
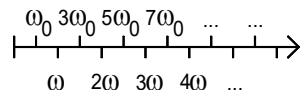
Oszillogramm der Spannung an einer NS-Steckdose



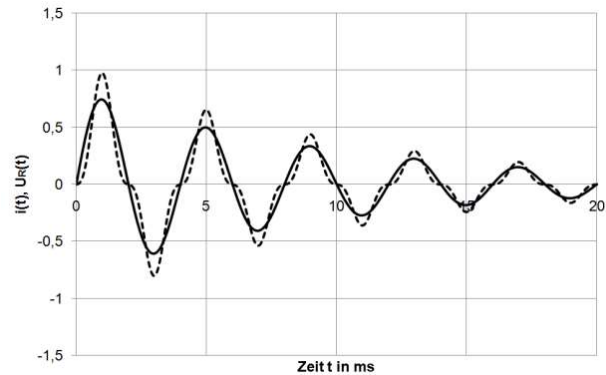
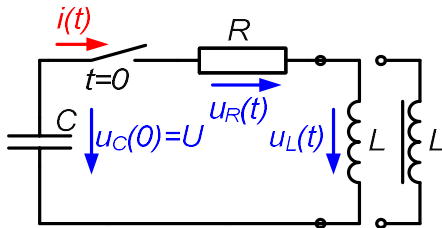
Amplitudenspektrum der Spannung an einer NS-Steckdose

Schaltung	Schwingungsart	Verhältnis ω_0 / ω	(<u>verstärkt</u>) auftretende Frequenzen
	Eigenschwingungen		
			ω_0
	Zwangsschwingungen		
	asynchrone		$\omega, 2\omega, 3\omega, \dots$
	synchrone, harmonische		$\underline{\omega}, 2\omega, 3\omega, \dots$
	synchrone, ultraharmon.		$\omega, \underline{2\omega}, 3\omega, \dots$
			$\omega, 2\omega, \underline{3\omega}, \dots$

Eigen- und Zwangsschwingungen für lineare Netzelemente

Schaltung	Schwingungsart	Verhältnis ω_0 / ω	(verstärkt) auftretende Frequenzen
	Eigenschwingungen		
			$\omega_0, 3\omega_0, 5\omega_0$
	Zwangsschwingungen		
	asynchrone		$\omega, 2\omega, 3\omega, \dots$
	synchrone, harmonische		$\underline{\omega}, \dots, \underline{3\omega}, \dots, \underline{5\omega} \dots$
	synchrone, ultraharmon.		$\underline{2\omega}, \dots, \underline{6\omega}, \dots, \underline{10\omega} \dots$
			$\underline{3\omega}, \dots, \underline{9\omega}, \dots$
synchrone, subharmon.		$\underline{\frac{1}{2}\omega}, \underline{\omega}, \underline{\frac{3}{2}\omega}, \underline{2\omega}, \dots$	

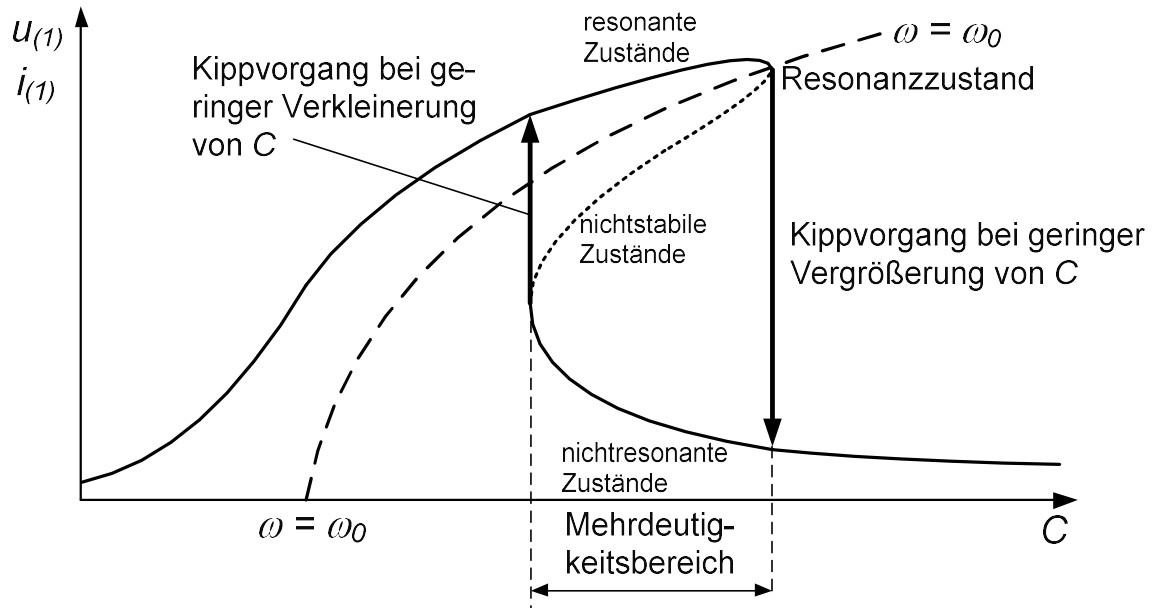
Eigen- und Zwangsschwingungen für nichtlineare Netzelemente



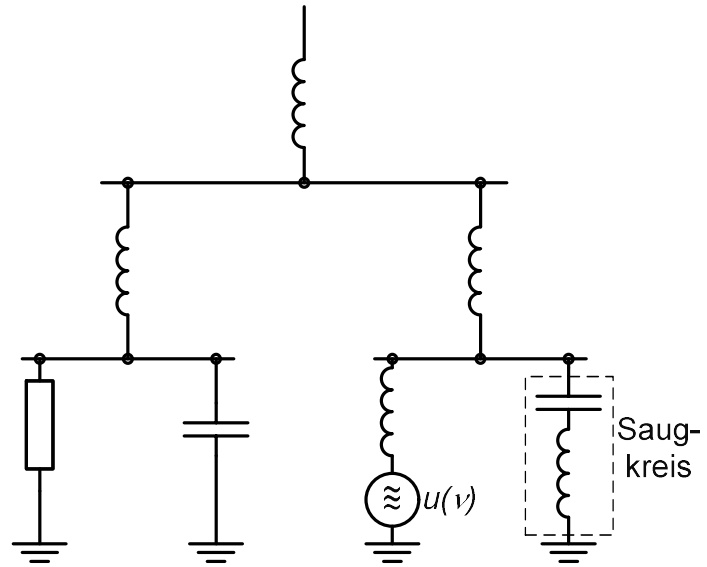
Gedämpfte Eigenschwingung ohne Oberschwingungen (lineare Induktivität) und mit Oberschwingungen (nichtlineare Induktivität)



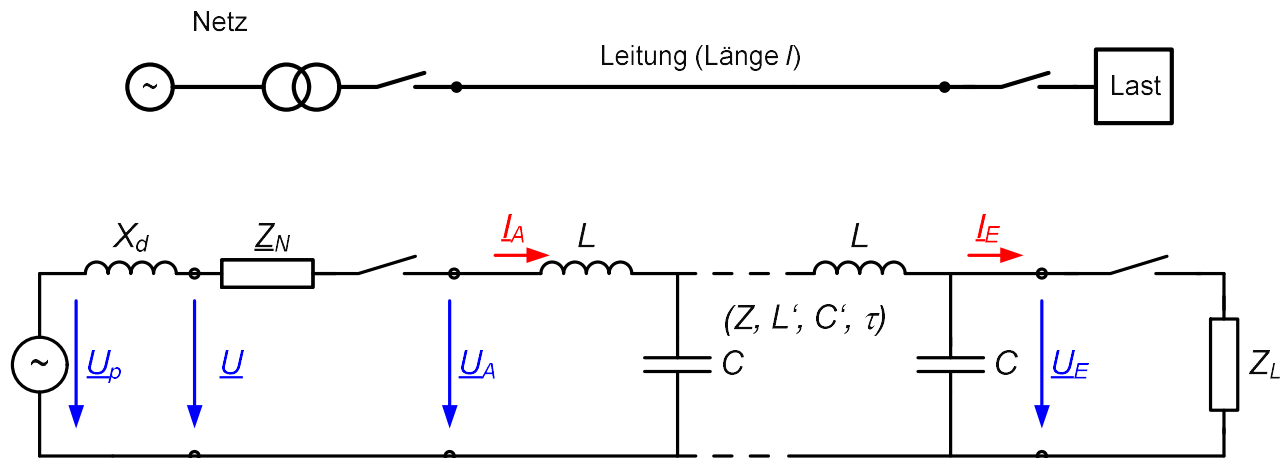
**Gedämpfte Eigenschwingung ohne und mit Oberschwingungen,
überlagert einer sinusförmigen Wechselgröße**



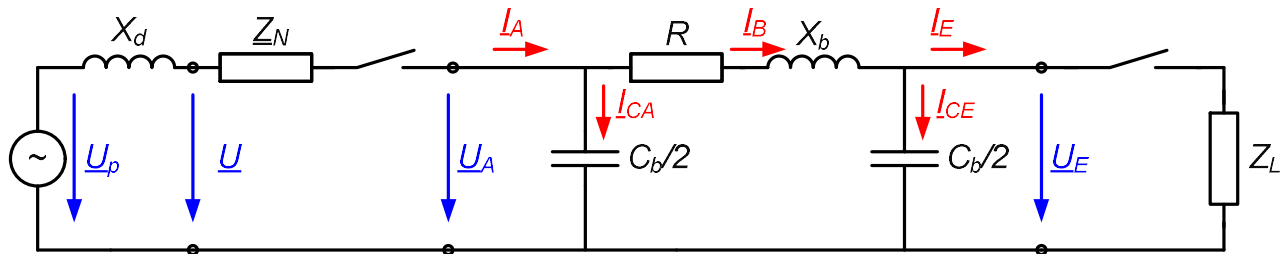
Kippvorgänge bei nichtlinearen Induktivitäten



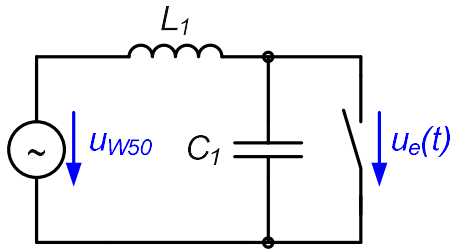
Saugkreis



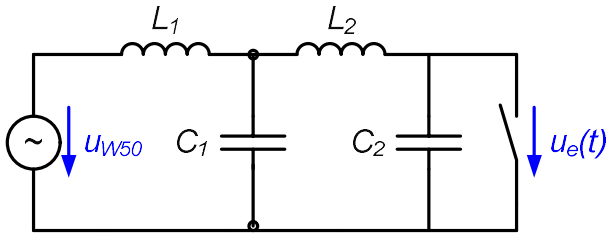
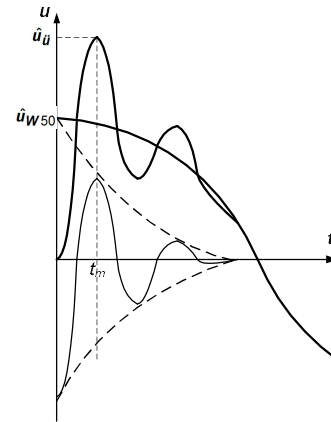
Lange Leitung mit Ansatz für Leitungsgleichungen



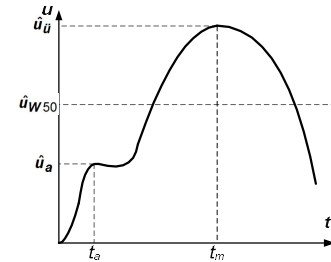
FERRANTI-Effekt für konzentrierte Leitungselemente



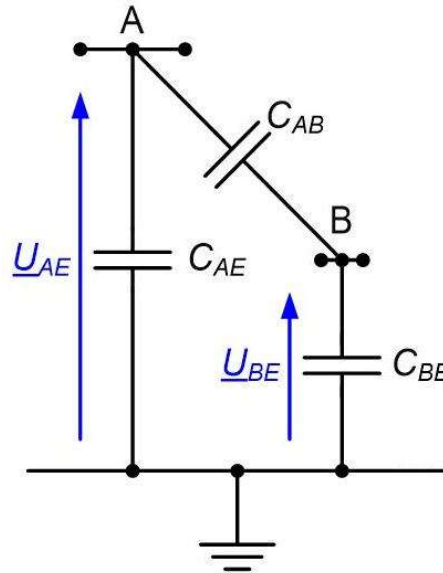
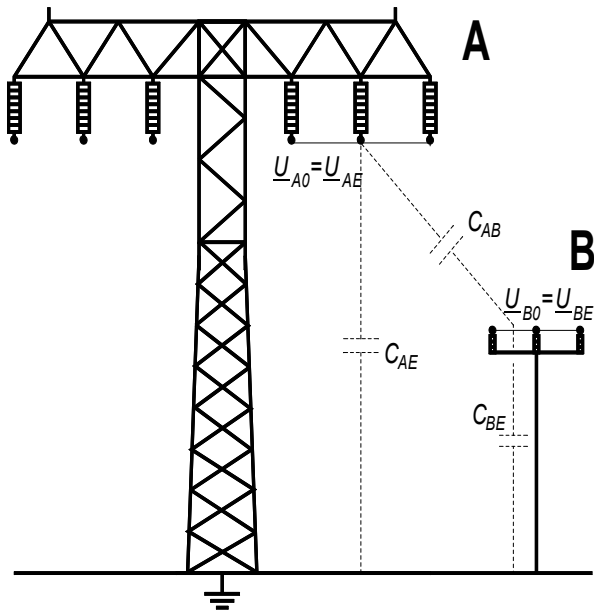
Einfachschwingkreis



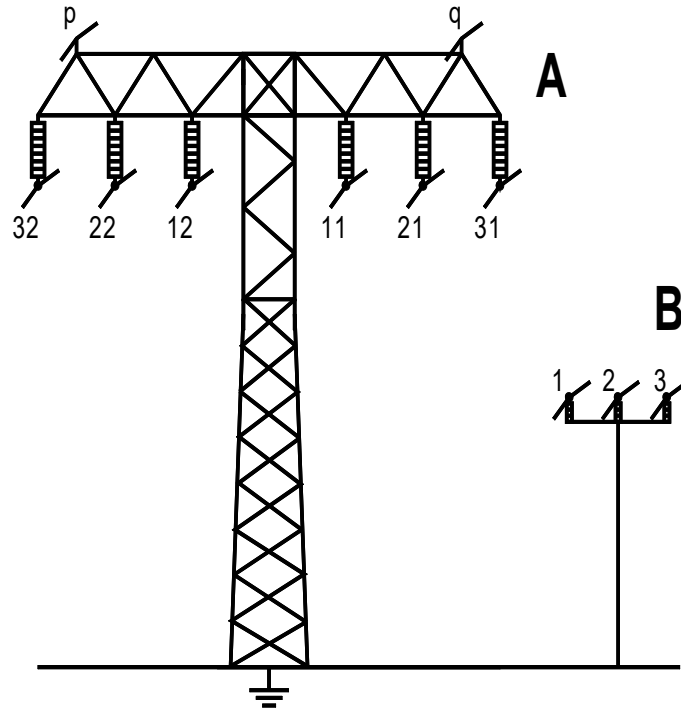
Mehrfachschwingkreis



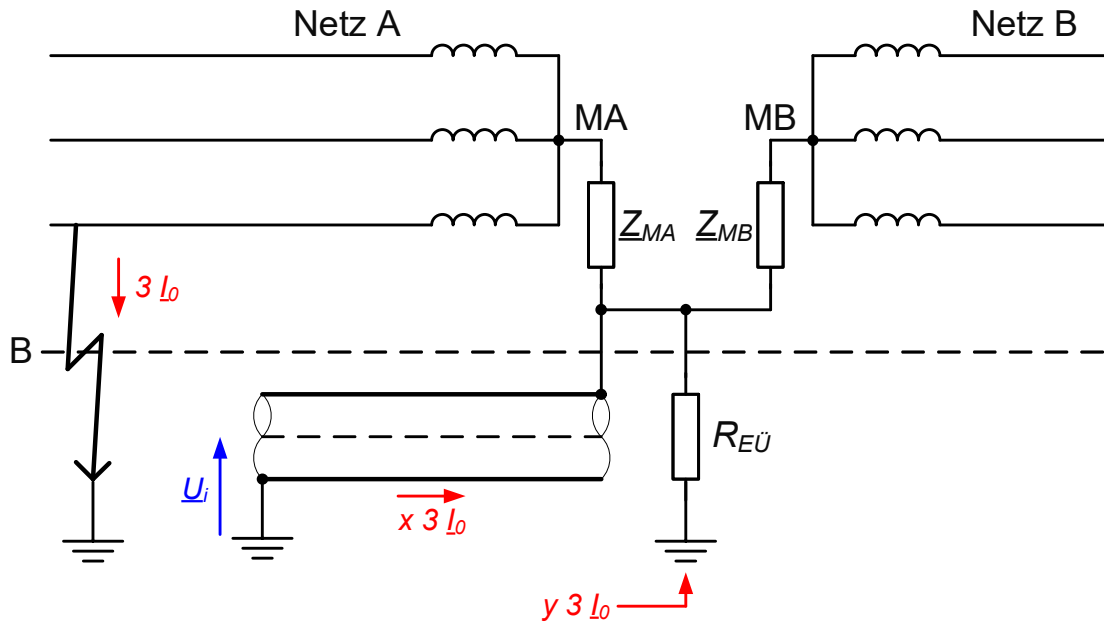
Spannungsverläufe im Einfach- und Mehrfachschwingkreis



Kapazitive Überspannungen auf Leitung B (Mittelspannungs-Freileitung), herrührend von Leitung A (Hochspannungs-Freileitung)



Entstehung induktiver Koppelüberspannungen auf einer Mittelspannungs-Freileitung (B), herrührend von einer Hochspannungs-Freileitung (A)



Zur Entstehung galvanischer Koppelüberspannungen