

Labor Elektrische Energieübertragung
Versuch Drehstromnetzmodell

André Schieleit,
Heiko Stuis,
Martin Rehm,
Michael Ludolf

18.11.2004

Inhaltsverzeichnis

1	Versuch Drehstromnetzmodell	3
1.1	Spannungs- und Strommessungen am Drehstromnetz	3
1.1.1	Fehlerfreier Betriebszustand	3
1.1.2	Isolierter Sternpunkt	4
1.1.3	Mittelohmige Sternpunktterdung	6
1.1.4	Starre(niederohmige) Sternpunktterdung	8
1.2	Überspannungen bei Erdschluss mit isoliertem Sternpunkt	10

Abbildungsverzeichnis

1	Zeigerdiagramm für fehlerfreien Betrieb	3
2	Zeigerdiagramme für 1poligen Fehler mit isoliertem Sternpunkt	4
3	Zeigerdiagramme für 2poligen Fehler mit isoliertem Sternpunkt	5
4	Zeigerdiagramme für 1poligen Fehler mit mittelohmigem Sternpunkt	6
5	Zeigerdiagramme für 2poligen Fehler mit mittelohmigem Sternpunkt	7
6	Zeigerdiagramme für 1poligen Fehler mit starrem Sternpunkt	8
7	Zeigerdiagramme für 2poligen Fehler mit starrem Sternpunkt	9
8	Schaltüberspannung bei Phasenwinkel 0°	10
9	Schaltüberspannung bei Phasenwinkel 10°	11
10	Schaltüberspannung bei Phasenwinkel 20°	11
11	Schaltüberspannung bei Phasenwinkel 30°	12
12	Schaltüberspannung bei Phasenwinkel 40°	12
13	Schaltüberspannung bei Phasenwinkel 50°	13
14	Schaltüberspannung bei Phasenwinkel 60°	13
15	Schaltüberspannung bei Phasenwinkel 70°	14
16	Schaltüberspannung bei Phasenwinkel 80°	14
17	Schaltüberspannung bei Phasenwinkel 90°	15
18	Phasenverschiebung nach Fehlerwegfall	15
19	Spannungsverlauf nach Fehlerwegfall	16
20	Spannungsverlauf nach Fehlerwegfall	16

Tabellenverzeichnis

1	Messung im fehlerfreien Betrieb	3
2	Messung bei Erdschluss an L3 mit isoliertem Sternpunkt	4
3	Messung bei Erdschluss an L2 und L3 mit isoliertem Sternpunkt	5
4	Messung bei Erdschluss an L1, L2 und L3 mit isoliertem Sternpunkt	5
5	Messung bei Erdschluss an L3 mit mittelohmig geerdetem Sternpunkt	6
6	Messung bei Erdschluss an L2 und L3 mit mittelohmig geerdetem Sternpunkt	7
7	Messung bei Erdschluss an L1, L2 und L3 mit mittelohmig geerdetem Sternpunkt	7
8	Messung bei Erdschluss an L3 mit niederohmig geerdetem Sternpunkt	8
9	Messung bei Erdschluss an L2 und L3 mit niederohmig geerdetem Sternpunkt	9
10	Messung bei Erdschluss an L1, L2 und L3 mit niederohmig geerdetem Sternpunkt	9
11	Messung der Überspannungen abhängig vom Phasenwinkel	10

1 Versuch Drehstromnetzmodell

Dieser Versuch wurde an einem Drehstromnetzmodell durchgeführt, dessen maximale Spannung bei 40V liegt. In allen Oszillogrammen stellt die obere Kurve den Spannungsverlauf an L1 und die untere Kurve den an L2 dar.

1.1 Spannungs- und Strommessungen am Drehstromnetz

1.1.1 Fehlerfreier Betriebszustand

<u>Spannungen in Volt:</u>	<u>Ströme in Ampere:</u>
$U_{ME} = 0$	
$U_{1E} = 23$	$I_1 = 0$
$U_{2E} = 23$	$I_2 = 0$
$U_{3E} = 23$	$I_3 = 0$
$U_{12} = 40$	
$U_{23} = 40$	

Tabelle 1: Messung im fehlerfreien Betrieb

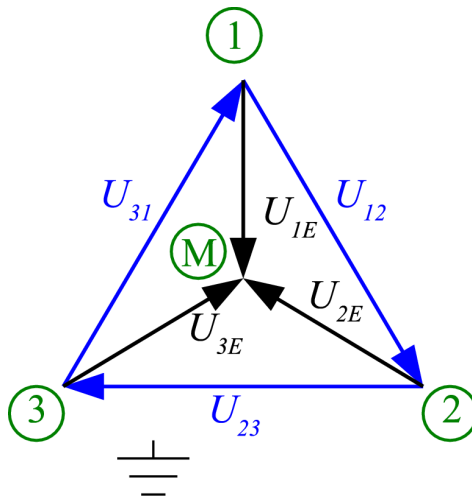


Abbildung 1: Zeigerdiagramm für fehlerfreien Betrieb

1.1.2 Isolierter Sternpunkt

<u>Spannungen in Volt:</u>		<u>Ströme in Ampere:</u>	
$U_{ME} =$	23,29	$I_1 =$	0
$U_{1E} =$	40	$I_2 =$	0
$U_{2E} =$	40	$I_3 =$	0
$U_{3E} =$	0		
$U_{12} =$	40		
$U_{23} =$	40		

Tabelle 2: Messung bei Erdschluss an L3 mit isoliertem Sternpunkt

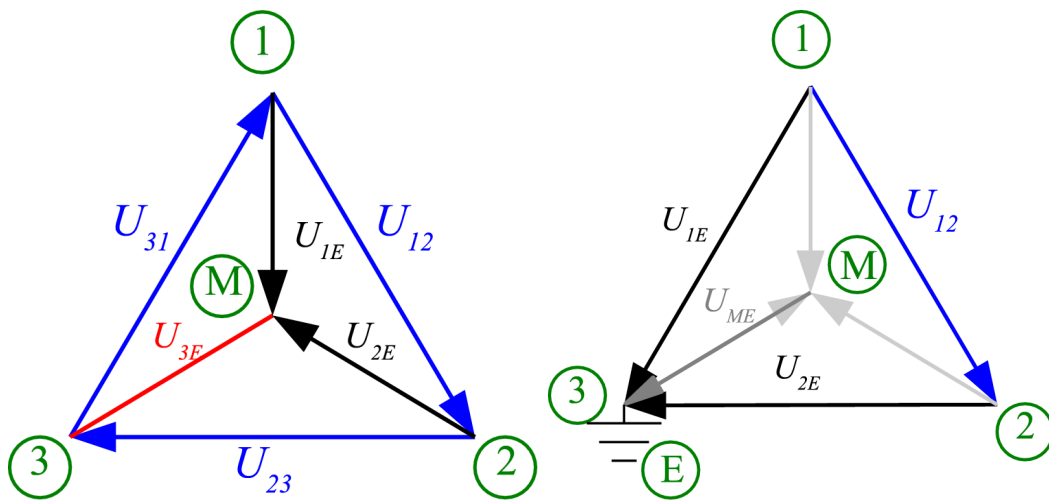


Abbildung 2: Zeigerdiagramme für 1poligen Fehler mit isoliertem Sternpunkt

Spannungen in Volt:		Ströme in Ampere:	
$U_{ME} =$	12,39	$I_1 =$	0
$U_{1E} =$	36	$I_2 =$	0,4
$U_{2E} =$	0	$I_3 =$	0,4
$U_{3E} =$	0		
$U_{12} =$	36		
$U_{23} =$	0		

Tabelle 3: Messung bei Erdschluss an L2 und L3 mit isoliertem Sternpunkt

Im Zeigerdiagramm kann man gut erkennen, dass eine Phasenverschiebung von U_1 und U_2 eintritt. Die Phasenverschiebung von U_1 zu U_2 verändert sich von 120° auf 60° . Diese Phasenverschiebung lässt sich auch später in den Oszillogrammen erkennen.

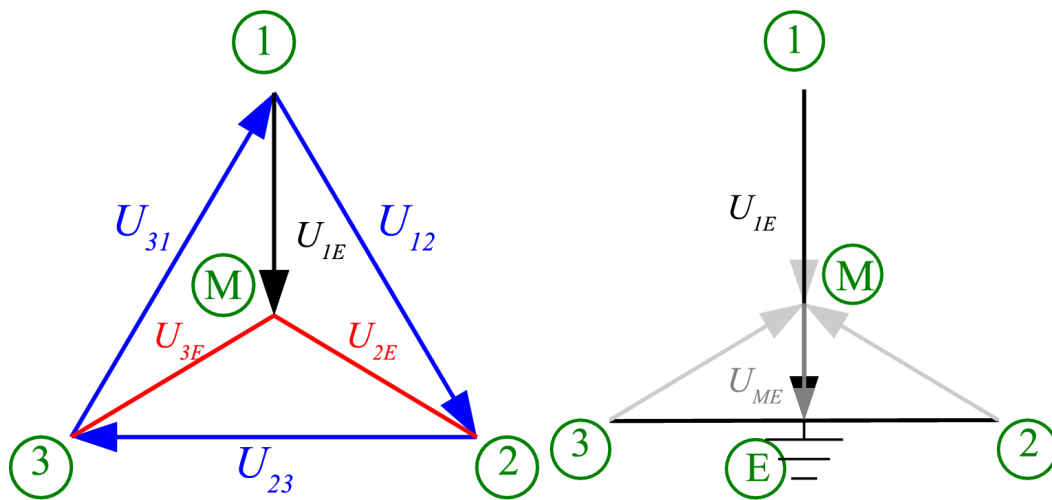


Abbildung 3: Zeigerdiagramme für 2poligen Fehler mit isoliertem Sternpunkt

Spannungen in Volt:		Ströme in Ampere:	
$U_{ME} =$	2,15	$I_1 =$	0,52
$U_{1E} =$	0	$I_2 =$	0,44
$U_{2E} =$	0	$I_3 =$	0,49
$U_{3E} =$	0		
$U_{12} =$	0		
$U_{23} =$	0		

Tabelle 4: Messung bei Erdschluss an L1, L2 und L3 mit isoliertem Sternpunkt

Zu diesem Fehlerfall lohnt es sich nicht ein Zeigerdiagramm anzufertigen, da alle Spannungen in einem Punkt zusammentreffen.

1.1.3 Mittelohmige Sternpunktterdung

<u>Spannungen in Volt:</u>		<u>Ströme in Ampere:</u>	
$U_{ME} =$	22,8	$I_1 =$	0
$U_{1E} =$	39	$I_2 =$	0
$U_{2E} =$	39	$I_3 =$	0
$U_{3E} =$	0		
$U_{12} =$	40		
$U_{23} =$	39		

Tabelle 5: Messung bei Erdschluss an L3 mit mittelohmig geerdetem Sternpunkt

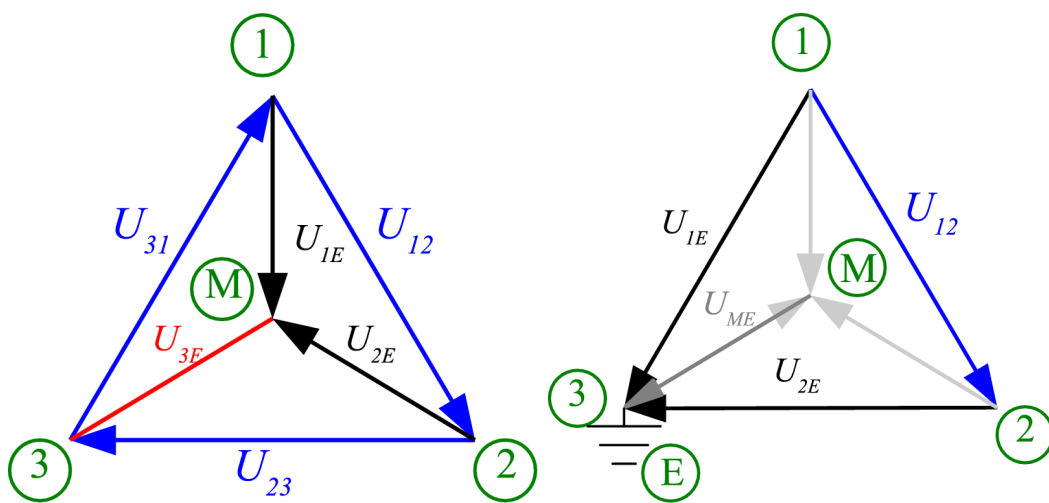


Abbildung 4: Zeigerdiagramme für 1poligen Fehler mit mittelohmigem Sternpunkt

<u>Spannungen in Volt:</u>		<u>Ströme in Ampere:</u>	
$U_{ME} =$	12,2	$I_1 =$	0
$U_{1E} =$	35	$I_2 =$	0,39
$U_{2E} =$	0	$I_3 =$	0,39
$U_{3E} =$	0		
$U_{12} =$	36		
$U_{23} =$	0		

Tabelle 6: Messung bei Erdschluss an L2 und L3 mit mittelohmig geerdetem Sternpunkt

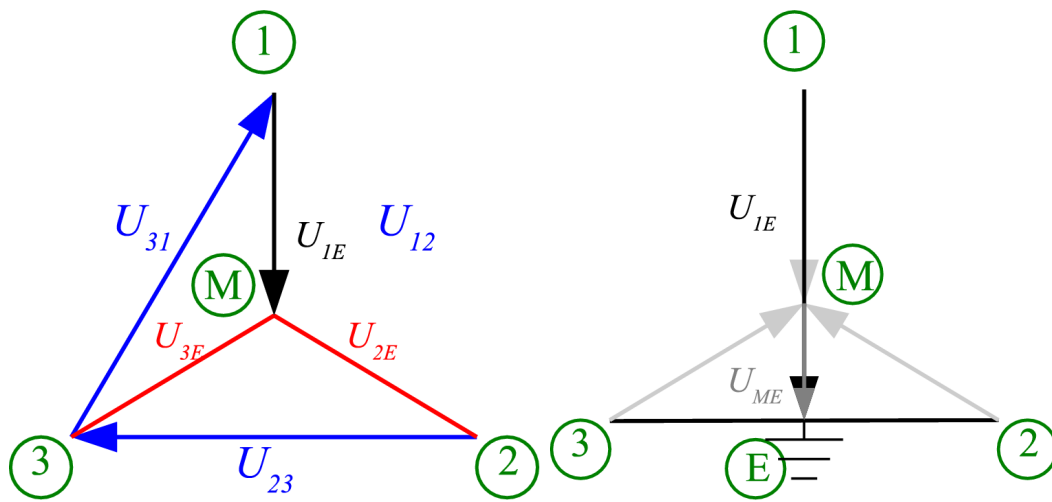


Abbildung 5: Zeigerdiagramme für 2poligen Fehler mit mittelohmigem Sternpunkt

<u>Spannungen in Volt:</u>		<u>Ströme in Ampere:</u>	
$U_{ME} =$	2,1	$I_1 =$	0,52
$U_{1E} =$	0	$I_2 =$	0,44
$U_{2E} =$	0	$I_3 =$	0,49
$U_{3E} =$	0		
$U_{12} =$	0		
$U_{23} =$	0		

Tabelle 7: Messung bei Erdschluss an L1, L2 und L3 mit mittelohmig geerdetem Sternpunkt

1.1.4 Starre(niederohmige) Sternpunktterdung

Spannungen in Volt:	Ströme in Ampere:
$U_{ME} = 0$	
$U_{1E} = 23$	$I_1 = 0$
$U_{2E} = 23$	$I_2 = 0$
$U_{3E} = 0$	$I_3 = 0,49$
$U_{12} = 40$	
$U_{23} = 23$	

Tabelle 8: Messung bei Erdschluss an L3 mit niederohmig geerdetem Sternpunkt

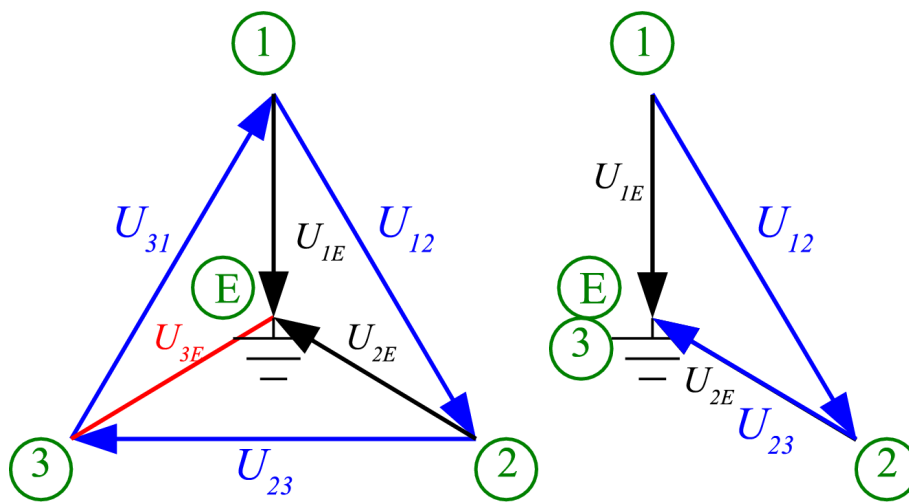


Abbildung 6: Zeigerdiagramme für 1poligen Fehler mit starrem Sternpunkt

<u>Spannungen in Volt:</u>	<u>Ströme in Ampere:</u>
$U_{ME} = 0$	
$U_{1E} = 23$	$I_1 = 0$
$U_{2E} = 0$	$I_2 = 0,42$
$U_{3E} = 0$	$I_3 = 0,49$
$U_{12} = 23$	
$U_{23} = 0$	

Tabelle 9: Messung bei Erdschluss an L2 und L3 mit niederohmig geerdetem Sternpunkt

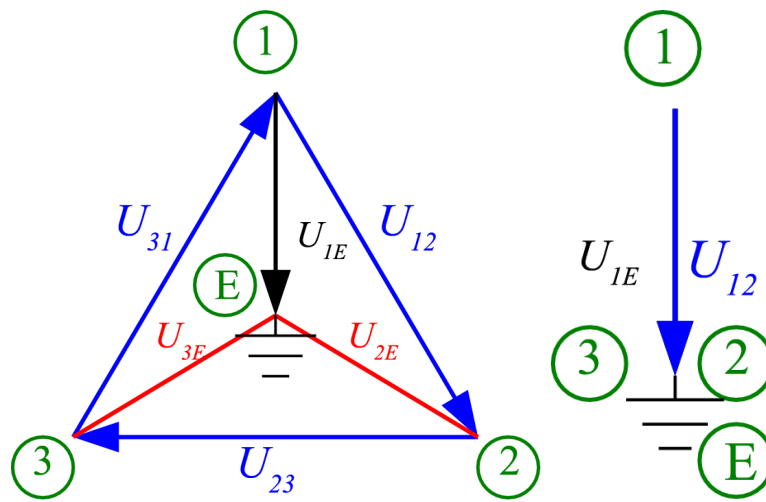


Abbildung 7: Zeigerdiagramme für 2poligen Fehler mit starrem Sternpunkt

<u>Spannungen in Volt:</u>	<u>Ströme in Ampere:</u>
$U_{ME} = 0$	
$U_{1E} = 0$	$I_1 = 0,54$
$U_{2E} = 0$	$I_2 = 0,41$
$U_{3E} = 0$	$I_3 = 0,5$
$U_{12} = 0$	
$U_{23} = 0$	

Tabelle 10: Messung bei Erdschluss an L1, L2 und L3 mit niederohmig geerdetem Sternpunkt

1.2 Überspannungen bei Erdschluss mit isoliertem Sternpunkt

Es wurden die Schaltspannungen bei Eintritt eines einpoligen Erdschlusses im Netz mit isoliertem Sternpunkt aufgenommen. Der Fehler wurde auf L3 eingeleitet und die Spannungen an L1 und L2 mit dem Oszilloskop gemessen.

Die normale Spannung liegt bei $23\text{V} \cdot \sqrt{2} = \hat{U} = 32,5\text{V}$. Aus diesen Oszillogrammen lassen sich folgende Messwerte für die auftretende Überspannung aufnehmen, dabei ist zu beachten, dass die Werte stark gerundet sind, da ein Ablesen aus den Oszillogrammen nicht sehr genau ist.

Phasenwinkel in °	höchste Überspannung \hat{u} in Volt
0	60
10	60
20	70
30	80
40	80
50	80
60	75
70	80
80	85
90	90

Tabelle 11: Messung der Überspannungen abhängig vom Phasenwinkel

Es ist gut zu erkennen, dass bei 90° die größte Spannungsüberhöhung auftritt.

Nachfolgend sind die Oszillogramme fuer verschiedene Phasenwinkel dargestellt, bei denen der Fehler eingeleitet wurde.

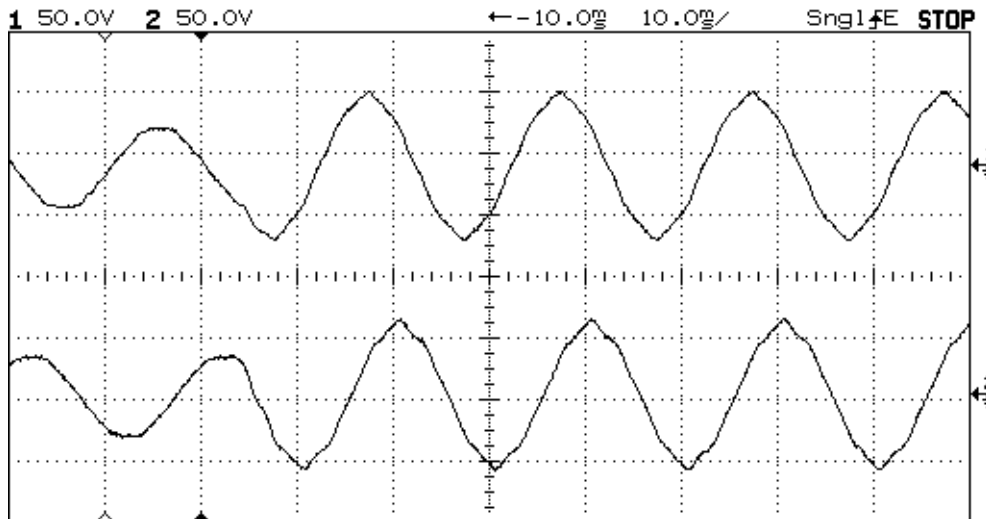


Abbildung 8: Schaltüberspannung bei Phasenwinkel 0°

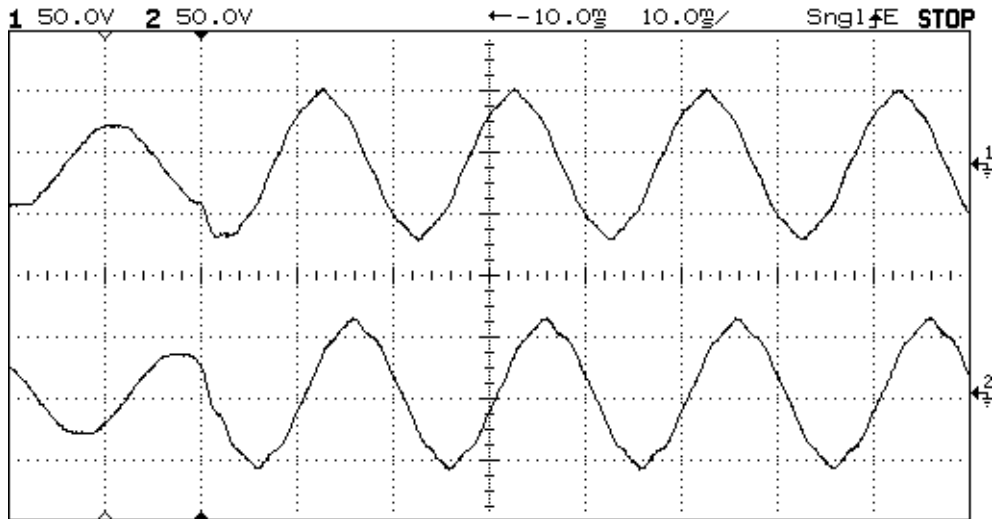


Abbildung 9: Schaltüberspannung bei Phasenwinkel 10°

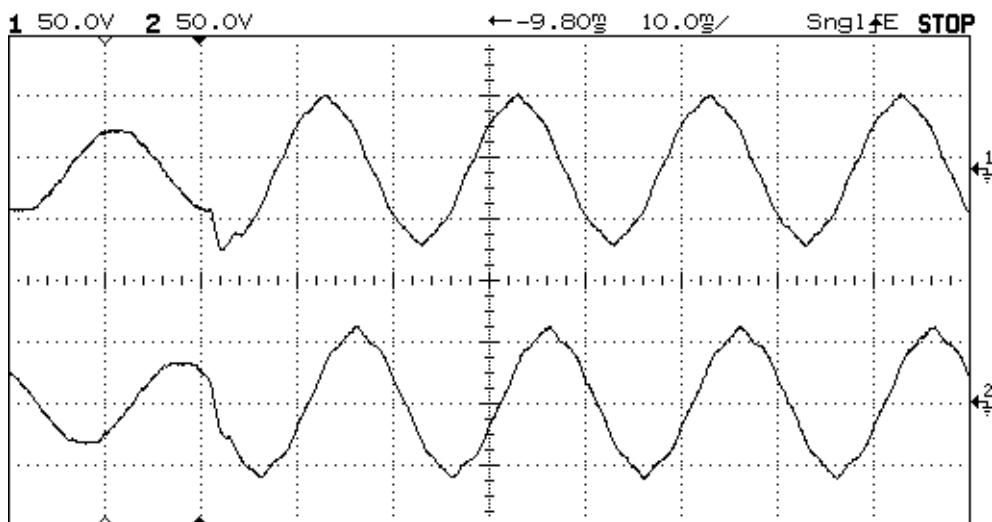


Abbildung 10: Schaltüberspannung bei Phasenwinkel 20°

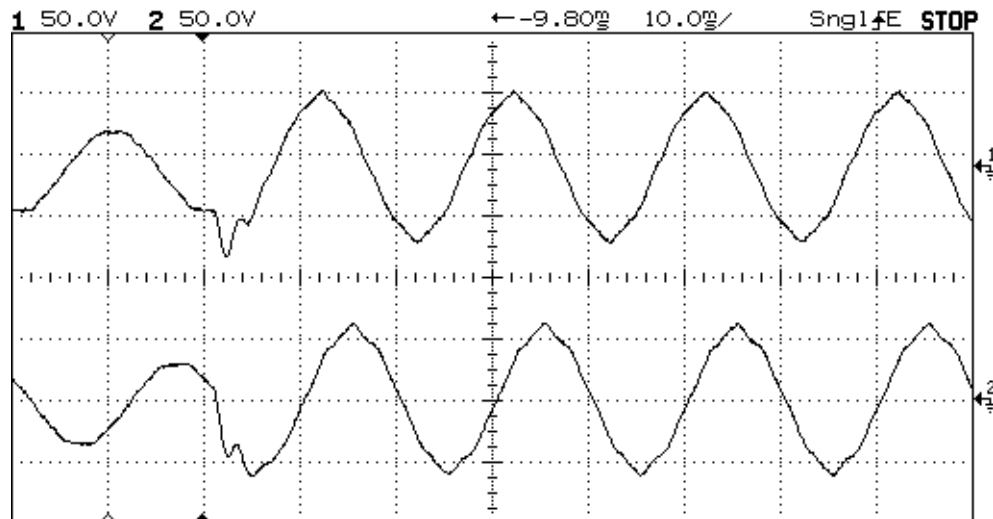


Abbildung 11: Schaltüberspannung bei Phasenwinkel 30°

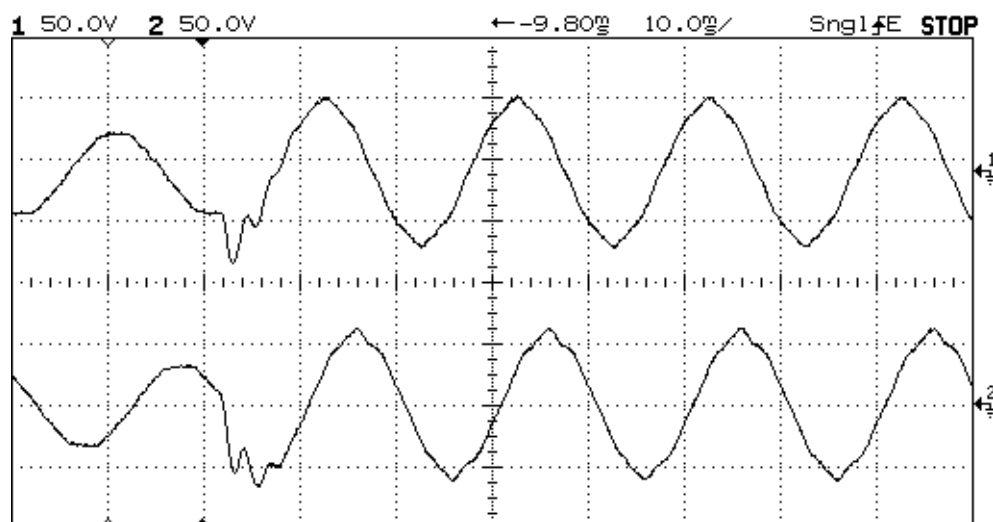


Abbildung 12: Schaltüberspannung bei Phasenwinkel 40°

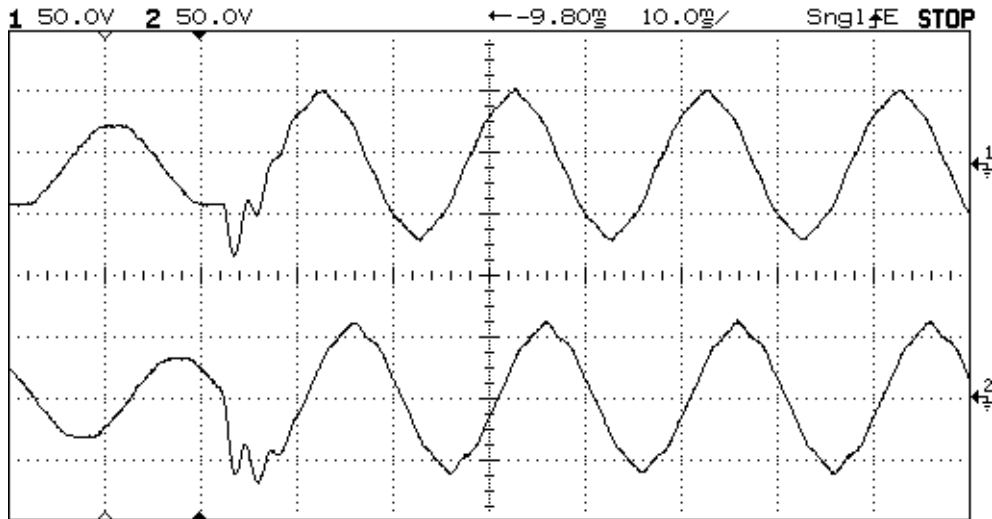


Abbildung 13: Schaltüberspannung bei Phasenwinkel 50°

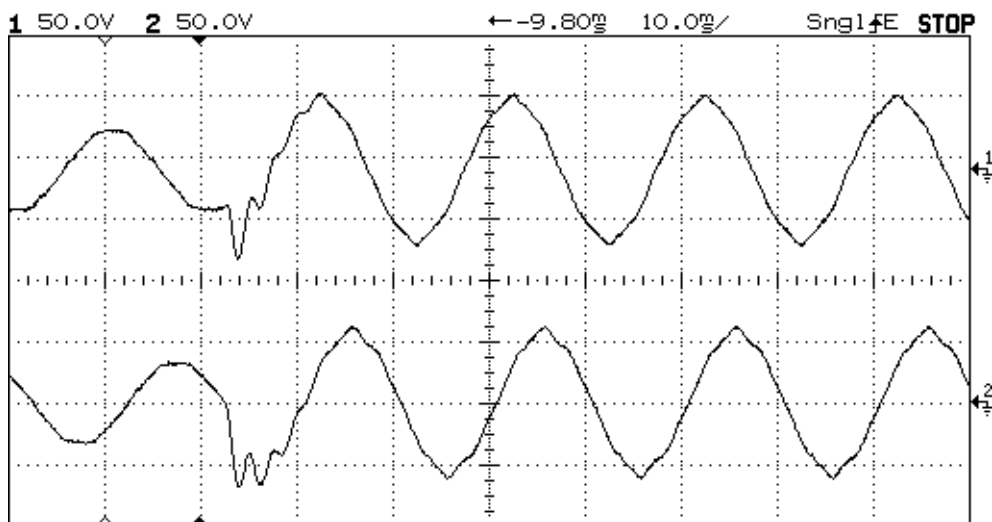


Abbildung 14: Schaltüberspannung bei Phasenwinkel 60°

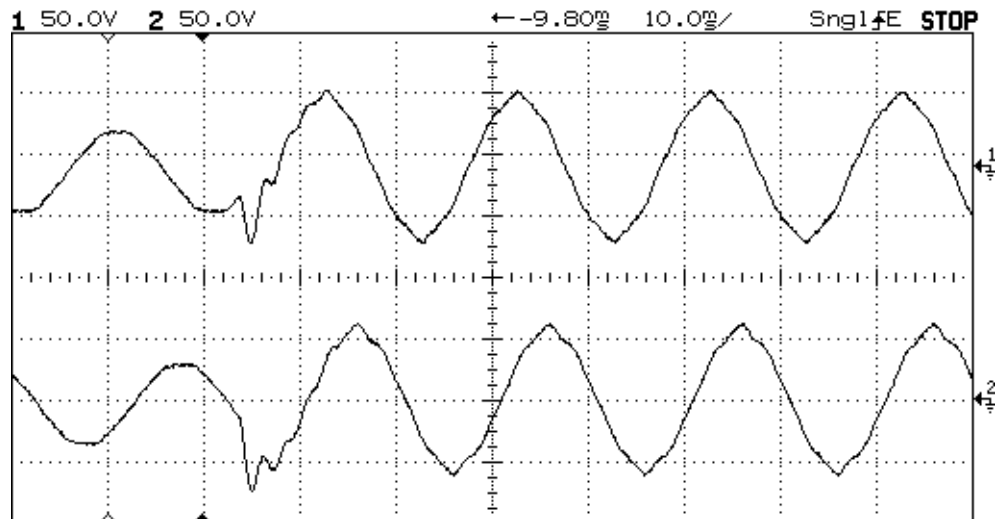


Abbildung 15: Schaltüberspannung bei Phasenwinkel 70°

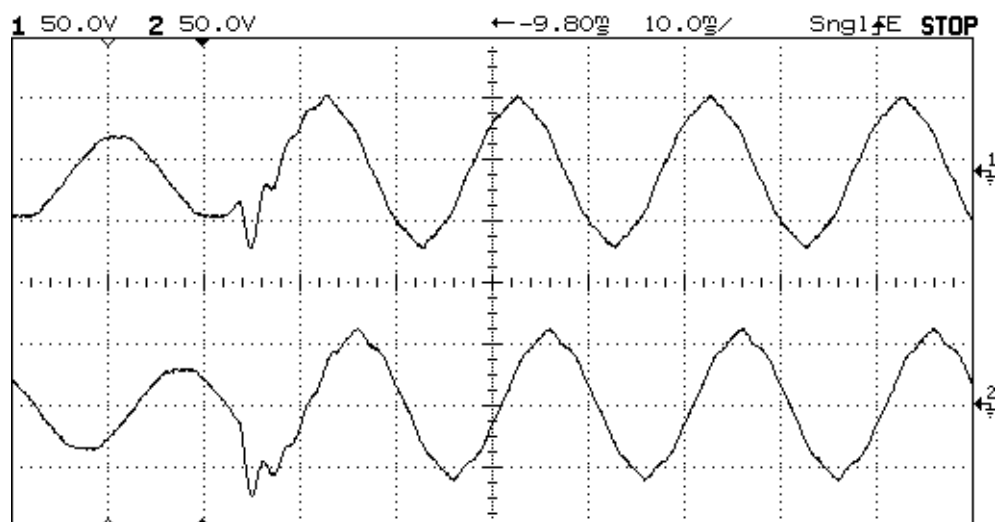


Abbildung 16: Schaltüberspannung bei Phasenwinkel 70°

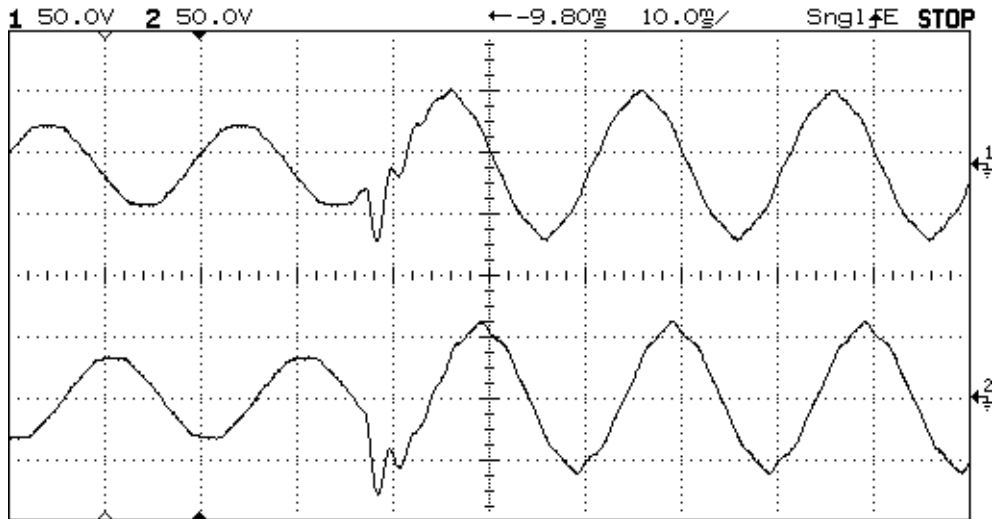


Abbildung 17: Schaltüberspannung bei Phasenwinkel 80°

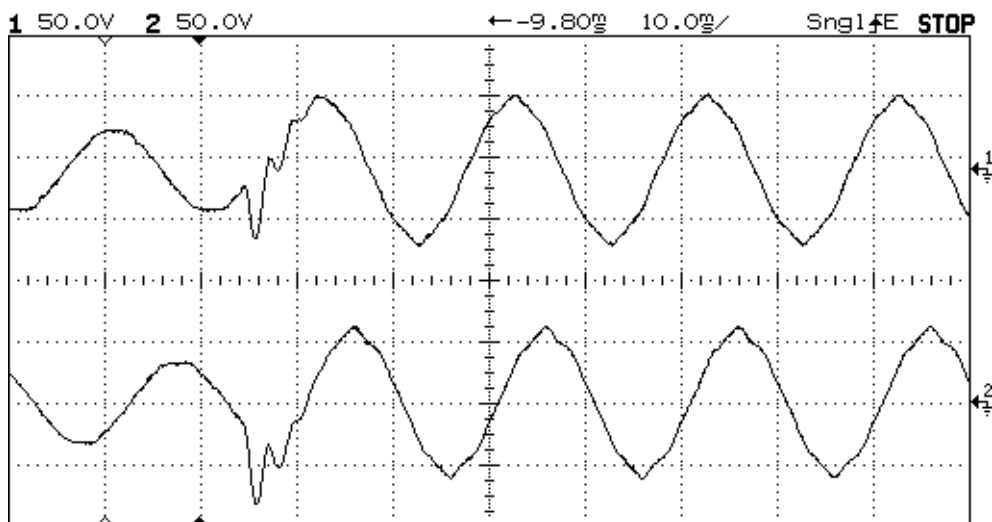


Abbildung 18: Schaltüberspannung bei Phasenwinkel 90°

