

## Versuch EÜV1 - Symmetrische Komponenten

---

### 1 Versuchsziel

Die symmetrischen Komponenten sollen für verschiedene Netzzustände bestimmt werden. Dabei werden unterschiedliche Belastungen und Netzfehler simuliert und die natürlichen sowie die symmetrischen Komponenten gemessen. Weiterhin soll der Einfluss der Sternpunktbehandlung auf die symmetrischen Komponenten gezeigt werden.

### 2 Versuchsvorbereitung

1. Wiederholen Sie die Transformation zur Bestimmung der symmetrischen Komponenten! Welche Bedeutung besitzen diese für die Elektroenergieversorgung?
2. Welche Arten von Sternpunktbehandlungen gibt es? Erklären Sie die Unterschiede!
3. Welche Fehlerzustände können in Elektroenergieversorgungsnetzen auftreten? Nennen Sie beispielhafte Szenarien, wie diese Fehlerzustände entstehen können! Erklären Sie den Unterschied zwischen Erdkurzschluss und Erdschluss!
4. Erklären Sie die Messverfahren zur Bestimmung der symmetrischen Komponenten!

### 3 Versuchsaufgaben

Simulieren Sie am Versuchsstandes folgende Netzzustände:

1. **Symmetrische ohmsche Belastung** bei starrer Sternpunktterdung
2. **Unsymmetrische Belastung** (ohmsche Belastung an L1 und L2, induktive Belastung an L3) bei starrer Sternpunktterdung
3. **Symmetrischer Kurzschluss** am Leitungsende bei starrer Sternpunktterdung
4. **Zweipoliger Kurzschluss ohne Erdberührung** in der Leitungsmittle bei starrer Sternpunktterdung und ohne Belastung
5. **Zweipoliger Kurzschluss mit Erdberührung** in der Leitungsmittle bei starrer Sternpunktterdung und ohne Belastung
6. **Erdschluss** (bei isolierten Sternpunkt) in der Leitungsmittle und zugeschalteten Leiter-Erde-Kapazitäten (jeweils  $15 \mu\text{F}$ ) ohne Belastung

Messen Sie jeweils die Leiter-Erde-Spannungen, die Null-, Mit- und Gegenspannungen sowie die Nullströme am Leitungsanfang, in der Leitungsmittle (zwischen den Leitungsimpedanzen) und am Leitungsende. Nehmen Sie zudem die Leiterströme und gegebenenfalls

den Fehlerstrom auf! Bei Netzzustand 1-7 werden Amplitude und Phasenwinkel der Leiter-Erde-Spannungen mit einem Oszilloskop bestimmt.

**Für die Messwertaufnahme stehen am Versuchsstand geeignete EXCEL-Tabellen zur Verfügung!**

Kenngröße			Leitungsanfang	Leitungsmitte	Leitungsende
Spannung L1-E	$\hat{U}_{L1-E}$	[V]	...	...	...
Spannung L2-E	$\hat{U}_{L2-E}$	[V]	...	...	...
Spannung L3-E	$\hat{U}_{L3-E}$	[V]	...	...	...
Phasenlage $U_{L1-E}$	$\varphi_{L1-E}$	[°]	...	...	...
Phasenlage $U_{L2-E}$	$\varphi_{L2-E}$	[°]	...	...	...
Phasenlage $U_{L3-E}$	$\varphi_{L3-E}$	[°]	...	...	...
Nullspannung	$U_0$	[V]	...	...	...
Mitspannung	$U_1$	[V]	...	...	...
Gegenspannung	$U_2$	[V]	...	...	...
Nullstrom	$I_0$	[A]	...	...	...
Leiterstrom L1	$I_{L1}$	[A]	—	...	—
Leiterstrom L2	$I_{L2}$	[A]	—	...	—
Leiterstrom L3	$I_{L3}$	[A]	—	...	—
Fehlerstrom	$I_F$	[A]	—	...	—

Tabelle 1: Messwerttabelle

## 4 Versuchsauswertung

1. Führen Sie eine einphasige Rechnung für die symmetrischen Netzzustände durch! Berechnen Sie dafür die Effektivwerte der Leiter-Erde-Spannungen an Leitungsanfang, Leitungsmitte und Leitungsende sowie der Leiterströme. Vergleichen Sie die Ergebnisse mit den gemessenen Werten.
2. Berechnen Sie die symmetrischen Komponenten für die Spannung bei symmetrischer ohmscher Belastung. Vergleichen Sie diese Ergebnisse mit den gemessenen Werten!
3. Berechnen Sie den kapazitiven Erdschlussreststrom (Fehlerstrom in Aufgabe 6) und vergleichen Sie diesen mit dem gemessenen Wert. Erklären Sie die Ursache dieses Stromes und zeichnen Sie diesen Fehlerfall in einem Ersatzschaltbild!
4. Erklären Sie für alle Netzzustände das Verhalten der elektrischen Größen. Gehen Sie dabei auch auf die entstandenen Zeigerbilder ein.

## 5 Hinweise für die Berechnung

Leiter-Erde-Spannung am Transformator 1:	$U_{LE} = 50 \text{ V}$
Netzfrequenz:	$f = 50 \text{ Hz}$
Leitungsimpedanzen:	$Z_a = Z_b = 2,5 \Omega$
Lastwiderstand:	$R_{Last} = 26 \Omega$
Lastinduktivität:	$L_{Last} = 0,76 \text{ mH}$
Leiter-Erde-Kapazitäten:	$C_{LE} = 15 \mu\text{F}$

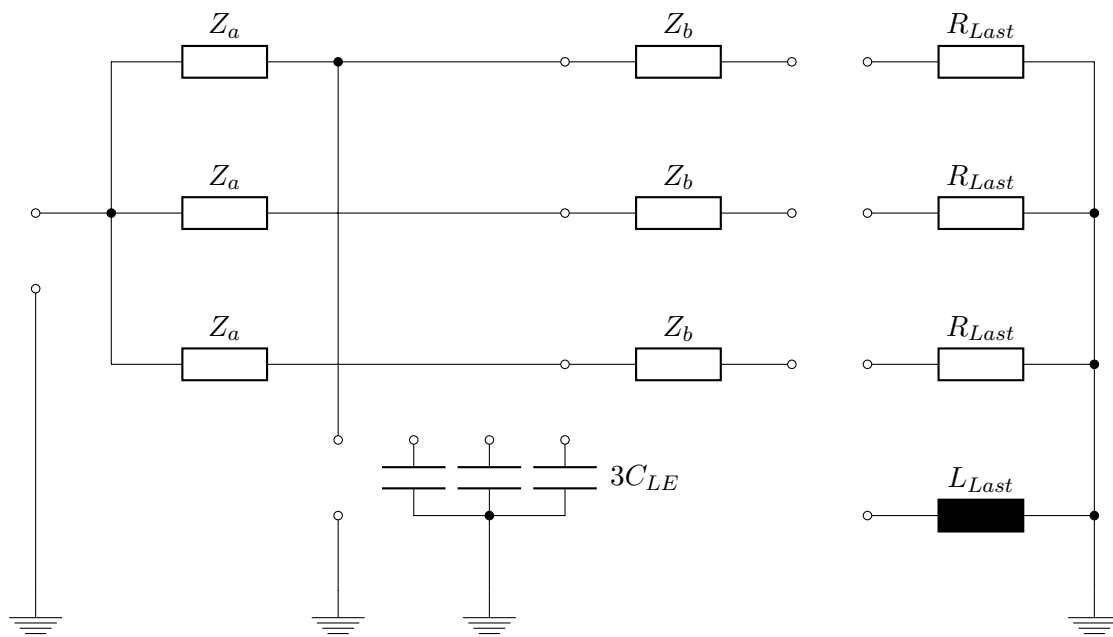


Abbildung 1: Prinzipieller Versuchsaufbau

## Literatur

- [1] PUNDT, Hans: *Lehrbriefe Elektroenergiesysteme*. Vierte Auflage. 1982
- [2] PUNDT, Hans ; SCHEGNER, Peter: *Wissensspeicherheft Elektroenergiesysteme*. Korrigierte Auflage. 1997
- [3] SCHLABBACH, Jürgen: *Elektroenergiesysteme*. Zweite Auflage. VDE Verlag GmbH Berlin/Offenbach, 2003. – ISBN: 3-8007-2662-9
- [4] SCHUFFT, Wolfgang: *Taschenbuch der Elektrischen Energietechnik*. Erste Auflage. Carl Hanser Verlag München, 2007. – ISBN: 978-3-446-40475-5