

Planung und Analyse elektrischer Energieversorgungsnetze

Teil 2.2

Einbindung moderner Erzeuger

Ausgabe 0.1, 31.07.2020

Autoren: Stephan Rupp

Kontakt: stephan.rupp@srupp.de

Web: <http://www.srupp.de>

Veröffentlicht unter [CC-BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/)

Inhaltsverzeichnis

1. Niederspannungsnetze.....	5
1.1. Anschlussrichtlinien.....	5
1.2. Erzeuger und Energiespeicher in der Niederspannung.....	5
1.3. Ladeinfrastruktur.....	5
1.4. Optimierung der Auslastung.....	5
1.5. Fehlerbehandlung.....	5
1.6. Stationsautomatisierung.....	5
2. Mittelspannungsnetze.....	6
2.1. Anschlussrichtlinien.....	6
2.2. Systemdienstleistungen.....	6
2.3. Erzeuger und Energiespeicher in der Mittelspannung.....	6
2.4. Gleichstromsysteme.....	6
2.5. Fehlerbehandlung.....	6
2.6. Stationsautomatisierung.....	6
3. Hochspannungsnetze.....	7
3.1. Anschlussrichtlinien.....	7
3.2. Systemdienstleistungen.....	7
3.3. Hochspannungs- Gleichstrom-Übertragung.....	7
3.4. Optimierung der Auslastung.....	7
4. Gleichspannungsnetze.....	9
4.1. Anbindung erneuerbarer Erzeuger.....	9
4.2. Systemdienstleistungen.....	9
4.3. Verteilnetz.....	9
4.4. Anschlussrichtlinie.....	9
5. Schalt- und Ausgleichvorgänge im Netz.....	11
5.1.	11
5.2.	11
5.3.	11
5.4.	11
6. Leistungsregelung im Netz.....	13
6.1.	13
6.2.	13
6.3.	13
6.4.	13

1. Niederspannungsnetze

...

1.1. Anschlussrichtlinien

Erstellen Sie ein einfaches Drehstromnet

1.2. Erzeuger und Energiespeicher in der Niederspannung

stallieren Sie für die folgenden Übungen diese Software auf Ihrem Rechner.

1.3. Ladeinfrastruktur

stallieren Sie für die folgenden Übungen diese Software auf Ihrem Rechner.

1.4. Optimierung der Auslastung

stallieren Sie für die folgenden Übungen diese Software auf Ihrem Rechner.

1.5. Fehlerbehandlung

stallieren Sie für die folgenden Übungen diese Software auf Ihrem Rechner.

1.6. Stationsautomatisierung

2. Mittelspannungsnetze

er Schaltungen ist die Basis für das Verständnis der Netze.

2.1. Anschlussrichtlinien

In Energieversorgungsnetzen wird d

2.2. Systemdienstleistungen

In Energieversorgungsnetzen wird d

2.3. Erzeuger und Energiespeicher in der Mittelspannung

In Energieversorgungsnetzen wird d

2.4. Gleichstromsysteme

In Energieversorgungsnetzen wird d

2.5. Fehlerbehandlung

In Energieversorgungsnetzen wird d

2.6. Stationsautomatisierung

In Energieversorgungsnetzen wird d

...

Frage 5.1.1: ...

Lösung: ...

Frage 5.1.2: ...

Lösung: ...

Frage 5.1.3: ...

Lösung: ...

Frage 5.1.4: ...

Lösung: ...

3. Hochspannungsnetze

3.1. Anschlussrichtlinien

...

Frage 5.1.1: ...

Lösung: ...

Frage 5.1.2: ...

Lösung: ...

Frage 5.1.3: ...

Lösung: ...

Frage 5.1.4: ...

Lösung: ...

3.2. Systemdienstleistungen

...

Frage 5.2.1: ...

Lösung: ...

Frage 5.2.2: ...

Lösung: ...

Frage 5.2.3: ...

Lösung: ...

Frage 5.2.4: ...

Lösung: ...

3.3. Hochspannungs- Gleichstrom-Übertragung

...

Frage 5.3.1: ...

Lösung: ...

Frage 5.3.2: ...

Lösung: ...

Frage 5.3.3: ...

Lösung: ...

Frage 5.3.4: ...

Lösung: ...

3.4. Optimierung der Auslastung

...

Frage 5.4.1: ...

Lösung: ...

Frage 5.4.2: ...

Lösung: ...

Frage 5.4.3: ...

Lösung: ...

Frage 5.4.4: ...

Lösung: ...

4. Gleichspannungsnetze

4.1. Anbindung erneuerbarer Erzeuger

...

Frage 6.1.1: ...

Lösung: ...

Frage 6.1.2: ...

Lösung: ...

Frage 6.1.3: ...

Lösung: ...

Frage 6.1.4: ...

Lösung: ...

4.2. Systemdienstleistungen

...

Frage 6.2.1: ...

Lösung: ...

Frage 6.2.2: ...

Lösung: ...

Frage 6.2.3: ...

Lösung: ...

Frage 6.2.4: ...

Lösung: ...

4.3. Verteilnetz

...

Frage 6.3.1: ...

Lösung: ...

Frage 6.3.2: ...

Lösung: ...

Frage 6.3.3: ...

Lösung: ...

Frage 6.3.4: ...

Lösung: ...

4.4. Anschlussrichtlinie

...

Frage 6.4.1: ...

Lösung: ...

Frage 6.4.2: ...

Lösung: ...

Frage 6.4.3: ...

Lösung: ...

Frage 6.4.4: ...

Lösung: ...

5. Schalt- und Ausgleichsvorgänge im Netz

5.1. ...

...

Frage 7.1.1: ...

Lösung: ...

Frage 7.1.2: ...

Lösung: ...

Frage 7.1.3: ...

Lösung: ...

Frage 7.1.4: ...

Lösung: ...

5.2. ...

...

Frage 7.2.1: ...

Lösung: ...

Frage 7.2.2: ...

Lösung: ...

Frage 7.2.3: ...

Lösung: ...

Frage 7.2.4: ...

Lösung: ...

5.3. ...

...

Frage 7.3.1: ...

Lösung: ...

Frage 7.3.2: ...

Lösung: ...

Frage 7.3.3: ...

Lösung: ...

Frage 7.3.4: ...

Lösung: ...

5.4. ...

...

Frage 5.4.1: ...

Lösung: ...

Frage 5.4.2: ...

Lösung: ...

Frage 5.4.3: ...

Lösung: ...

Frage 5.4.4: ...

Lösung: ...

6. Leistungsregelung im Netz

6.1. ...

...

6.2. ...

...

6.3. ...

...

6.4. ...

...

Englisch - Deutsch

Active power	Wirkleistung
Apparent power	Scheinleistung
Capacitor	Kapazität
Circuit breaker	Leistungsschalter
Line voltage	Leiter-zu-Leiter Spannung (Effektivwert)
Inductor	Induktivität
Nominal power	Nennleistung
Nominal voltage	Nennspannung
Peak value	Spitzenwert
Phase voltage	Leiter-zu-Nullleiter Spannung (Effektivwert)
Reactive power	Blindleistung
Resistor	Widerstand
Transformer	Transformator
Transmission	Übertragung
Voltage source	Spannungsquelle
Winding	Wicklung
...	
...	

Abkürzungen

AC	Alternating Current, Wechselstrom
DC	Direct Current, Gleichstrom
$T = 1/f$	Schwingungsdauer, Periodendauer [s]
$f = 1/T$	Frequenz, Anzahl der Schwingungen pro Zeiteinheit [1/s]
$\omega = 2\pi f = 2\pi/T$	Kreisfrequenz, Winkelgeschwindigkeit der Kreisbewegung [1/s]
E	Energie [Joule, J, Nm, Ws, $\text{kg m}^2/\text{s}^2$] potentielle Energie $E_p = 1/2 k y^2$, kinetische Energie, Translation $E_k = 1/2 m v^2$, kinetische Energie, Rotation $E_r = 1/2 J \omega^2$, Energie elektrisches Feld $E_C = 1/2 CU^2$, Energie magnetisches Feld $E_L = 1/2 LI^2$
RMS	Root mean square (Effektivwert)
Z	komplexer Widerstand (Impedanz, impedance)
R	Wirkwiderstand (resistance)
X	Blindwiderstand (Reaktanz, reactance)
Y	komplexer Leitwert (Admittanz, admittance)
G	Wirkleitwert (conductance)
B	Blindleitwert (susceptance)
S	Scheinleistung (apparent power, in VA = Volt Ampere)
P	Wirkleistung (power, in Watt)
Q	Blindleistung (reactive power, in Var = Volt ampere reactive)
A	Ampere
deg	degrees (Phasenwinkel in Grad)
kV	Kilo Volt (1000V)
kVA	Kilo Volt Ampere (Scheinleistung S, zur Unterscheidung von kW = Wirkleistung))
kVar	Kilo Volt Ampere reactive (Blindleistung, Q)
MS	Mittelspannung
NS	Niederspannung
ONT	Ortsnetztransformator
p.u.	per unit (auf Nennwert und physikalische Einheit normierte Größe)
PV	Photovoltaik
W	Watt (Wirkleistung, P)

Literatur

- (1) Stephan Rupp, Planung und Analyse elektrischer Energieversorgungsnetze, [Teil 1.1: Aufbau der Netze](#), Vorlesungsunterlage, siehe auch: <http://www.srupp.de>
- (2) Gerd Balzer und Claus Neumann, Schalt- und Ausgleichsvorgänge in elektrischen Netzen, Springer Vieweg, 2016, ISBN-13: 978-3662445464
- (3) Adolf J. Schwab, Elektroenergiesysteme: Erzeugung, Übertragung und Verteilung elektrischer Energie; Springer Vieweg, 4. Auflage, 2015, ISBN-13: 978-3662468555
- (4) Scilab/Xcos Open Source Simulationswerkzeug: <http://www.scilab.org/download/5.5.2>
- (5) Horst Kuchling, Taschenbuch der Physik, Carl Hanser Verlag GmbH & Co. KG; 21. Auflage, 2014; ISBN-13: 978-3446442184
- (6) Klaus Heuck, Klaus-Dieter Dettmann, Detlef Schulz: Elektrische Energieversorgung: Erzeugung, Übertragung und Verteilung elektrischer Energie für Studium und Praxis, Vieweg+Teubner Verlag, 8. Auflage, 2010, ISBN 978-3834807366
- (7) Valentin Crastan, Elektrische Energieversorgung 1: Elektrische Energieversorgung 1: Netzelemente, Modellierung, stationäres Verhalten, Bemessung, Schalt- und Schutztechnik, Springer Vieweg, 4. Auflage, 2015, ISBN-13: 978-3-662-45984-3
- (8) Valentin Crastan, Elektrische Energieversorgung 2: Energiewirtschaft und Klimaschutz, Elektrizitätswirtschaft und Liberalisierung, Kraftwerkstechnik und alternative Stromversorgung, chemische Energiespeicherung, Springer Vieweg, 2. Ausgabe, 2017, ISBN-13: 978 - 3662489642
- (9) Valentin Crastan, Elektrische Energieversorgung 3: Dynamik, Regelung und Stabilität, Versorgungsqualität, Netzplanung, Betriebsplanung und -führung, Leit- und Informationstechnik, FACTS, HGÜ, Springer, 2. Ausgabe, 2012, ISBN-13: 978-3642200991

Anhang A - ...

...

...

Anhang B – ...

...

...

Anhang C – ...

...