

Planung und Analyse elektrischer Energieversorgungsnetze

Teil 2.2

Netzbetrieb mit erneuerbaren Energien

Ausgabe 0.1, 31.10.2021

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. Anlagen am Gleichspannungsnetz.....	5
1.1. Stromgeführter Betrieb.....	5
1.2. Spannungsgeführter Betrieb.....	5
1.3. Inselnetz.....	5
1.4. Verbundnetz.....	5
2. Anlagen am AC-Netz.....	6
2.1. Stromgeführter Betrieb.....	6
2.2. Spannungsgeführter Betrieb.....	6
2.3. Inselnetz.....	6
2.4. Verbundnetz.....	6
3. Maschinen und Umrichter.....	7
3.1. Umrichter am Netz.....	7
3.2. Maschinen am Netz.....	7
3.3. Verbundbetrieb von Generatoren.....	7
3.4. Generisches Modell für Maschinen und Umrichter.....	7
4. Betrieb von HGÜ-Kopfstationen.....	8
4.1. Stromgeführter Betrieb.....	8
4.2. Spannungsgeführter Betrieb.....	8
4.3. Bereitstellung von Momentanreserve.....	8
4.4. Leistungsregelung.....	8
5. Kraftwerksbetrieb mit Windparks.....	9
5.1. Netzstruktur.....	9
5.2. Betrieb der Kopfstation.....	9
5.3. Transformatoren im Gleichspannungsnetz.....	9
5.4. Betrieb der unterlagerten Systeme.....	9
5.5. Bereitstellung von Momentanreserve.....	9
5.6. Verbundbetrieb mit Kraftwerken.....	9
6. Übungen.....	10
6.1.	10
6.2.	10
6.3.	10
6.4.	10

1. Anlagen am Gleichspannungsnetz

...

1.1. Stromgeführter Betrieb

...

1.2. Spannungsgeführter Betrieb

...

1.3. Inselnetz

...

... DC-Netz mit Erzeugungsanlagen und Bezugsanlagen

...

1.4. Verbundnetz

...

... Parallelbetrieb spannungsgeführter Umrichter

2. Anlagen am AC-Netz

... Spannung im Drehstromnetz

...

...

2.1. Stromgeführter Betrieb

...

... Anlagenmodell einschließlich Regler

...

2.2. Spannungsgeführter Betrieb

...

2.3. Inselnetz

...

2.4. Verbundnetz

...

...

Frage 5.1.1: ...

Lösung: ...

Frage 5.1.2: ...

Lösung: ...

Frage 5.1.3: ...

Lösung: ...

Frage 5.1.4: ...

Lösung: ...

3. Maschinen und Umrichter

3.1. Umrichter am Netz

...

3.2. Maschinen am Netz

...

3.3. Verbundbetrieb von Generatoren

...

...

3.4. Generisches Modell für Maschinen und Umrichter

...

4. Betrieb von HGÜ-Kopfstationen

4.1. Stromgeführter Betrieb

...

...

4.2. Spannungsgeführter Betrieb

...

...

4.3. Bereitstellung von Momentanreserve

...

...

4.4. Leistungsregelung

...

...

5. Kraftwerksbetrieb mit Windparks

5.1. Netzstruktur

...

5.2. Betrieb der Kopfstation

...

5.3. Transformatoren im Gleichspannungsnetz

...

...

...

5.4. Betrieb der unterlagerten Systeme

...

...

...

...

5.5. Bereitstellung von Momentanreserve

...

...

...

5.6. Verbundbetrieb mit Kraftwerken

...

...

6. Übungen

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 $E_C = 1/2 C U^2$, Energie magnetisches Feld $E_L = 1/2 L I^2$
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 – ...

...