

Anwendungsbeginn

Anwendungsbeginn dieses Dokuments ist 2018-12-01.

Inhalt

	Seite
Nationales Vorwort.....	9
Nationaler Anhang NA (informativ) Zusammenhang mit europäischen und internationalen Dokumenten	9
Nationaler Anhang NB (informativ) Literaturhinweise.....	11
1 Anwendungsbereich.....	12
2 Normative Verweisungen	13
3 Arten von HGÜ-Systemen.....	14
3.1 Allgemeines	14
3.2 HGÜ-Kurzkupplung	14
3.3 HGÜ-Monopol-System mit Erdrückleitung	16
3.4 HGÜ-Monopol-System mit metallischer Rückleitung	18
3.5 HGÜ-Bipol-Erdrückleitungssystem.....	19
3.6 Bipolares HGÜ-System mit metallischer Rückleitung	23
3.7 Zwei 12-Puls-Gruppen je Pol	25
3.8 Anordnungen von Stromrichtertransformatoren.....	25
3.9 Betrachtungen zu Gleichstrom-Schalteinrichtungen	28
3.10 Reihenkondensatorkompensierte HGÜ-Systeme	30
3.11 Bipolares Hybridsystem aus LCC und VSC	34
4 Umweltangaben.....	35
5 Bemessungswerte für Leistung, Strom und Spannung.....	38
5.1 Bemessungsleistung	38
5.1.1 Allgemeines	38
5.1.2 Bemessungsleistung an einem HGÜ-System mit Übertragungsleitung.....	39
5.1.3 Bemessungsleistung an HGÜ-Kurzkopplungssystemen	39
5.1.4 Richtung der Leistung	39
5.2 Bemessungsstrom.....	39
5.3 Bemessungsspannung.....	39
6 Überlast und Leistungsvermögen der Betriebsmittel	40
6.1 Überlast	40
6.2 Leistungsvermögen der Betriebsmittel	41
6.2.1 Allgemeines.....	41
6.2.2 Leistungsvermögen der Stromrichtervertile.....	41
6.2.3 Leistungsvermögen von ölgekühlten Transformatoren und Drosselspulen.....	41
6.2.4 Wechselstrom-Oberschwingungsfiler und Leistungsvermögen von Betriebsmitteln zur Blindleistungskompensation.....	41
6.2.5 Schaltgeräte und Leistungsvermögen der Sammelschienen.....	42

	Seite
7	Minimale Leistungsübertragung und Bereitschaftszustand ohne Last 42
7.1	Allgemeines 42
7.2	Mindeststrom 42
7.3	Betrieb bei verringerter Gleichspannung 42
7.4	Bereitschaftszustand ohne Last 43
7.4.1	Allgemeines 43
7.4.2	Stromrichtertransformator – Bereitschaftszustand ohne Last 43
7.4.3	Stromrichterventile – Bereitschaftszustand ohne Last 43
7.4.4	Wechselstromfilter und Blindleistungskompensation – Bereitschaftszustand ohne Last 43
7.4.5	Gleichstromdrosseln und -filter – Bereitschaftszustand ohne Last 43
7.4.6	Hilfssystem – Bereitschaftszustand ohne Last 43
7.4.7	Regelungs- und Schutzeinrichtungen – Bereitschaftszustand ohne Last 44
8	Wechselstromsystem 44
8.1	Allgemeines 44
8.2	Wechselspannung 44
8.2.1	Bemessungs-Wechselspannung 44
8.2.2	Spannungsbereich im eingeschwungenen Zustand 44
8.2.3	Gegenspannung 45
8.3	Frequenz 45
8.3.1	Bemessungsfrequenz 45
8.3.2	Frequenzbereich im eingeschwungenen Zustand 45
8.3.3	Kurzzeitige Frequenzschwankungen 45
8.3.4	Frequenzschwankungen in Notfällen 45
8.4	Netzimpedanz bei Grundfrequenz 46
8.5	Netzimpedanz bei Oberschwingungsfrequenzen 46
8.6	Mit- oder Nullsystemen-Wellenwiderstand 46
8.7	Weitere Quellen für Oberschwingungen 46
8.8	Untersynchrone Torsionswechselwirkung (SSTI) 46
9	Blindleistung 46
9.1	Allgemeines 46
9.2	Herkömmliche HGÜ-Systeme 47
9.3	Reihenkapazitätskompensierte HGÜ-Systeme 48
9.4	Blindleistungsaufnahme des Stromrichters 48
9.5	Blindleistungskompensation mit dem Wechselstromnetz 48
9.6	Blindleistungsversorgung 49
9.7	Maximale Größe von schaltbaren VAR-Bänken 49
10	HGÜ-Leitung, Erdelektrodenleitung und Erdelektrode 49
10.1	Allgemeines 49
10.2	Freileitung(en) 50

	Seite
10.2.1 Allgemeines	50
10.2.2 Elektrische Parameter	50
10.3 Kabelleitung(en)	50
10.3.1 Allgemeines	50
10.3.2 Elektrische Parameter	51
10.4 Erdelektrodenleitung	51
10.5 Erdelektrode	51
11 Zuverlässigkeit	51
11.1 Allgemeines	51
11.2 Nichtverfügbarkeit	52
11.2.1 Allgemeines	52
11.2.2 Geplante Nichtverfügbarkeit	52
11.2.3 Störungsbedingte Nichtverfügbarkeit	52
11.3 Leistung	52
11.3.1 Allgemeines	52
11.3.2 Maximale Dauerleistung P_m	52
11.3.3 Nichtverfügbarkeitsleistung P_o	52
11.3.4 Nichtverfügbarkeits-Reduzierfaktor (ODF)	52
11.4 Benennungen für die Nichtverfügbarkeitsdauer	53
11.4.1 Tatsächliche Nichtverfügbarkeitsdauer (AOD)	53
11.4.2 Äquivalente Nichtverfügbarkeitsdauer (EOD)	53
11.4.3 Periodenstunden (PH)	53
11.4.4 Tatsächliche Nichtverfügbarkeitsstunden (AOH)	53
11.4.5 Äquivalente Nichtverfügbarkeitsstunden (EOH)	53
11.5 Energie-Nichtverfügbarkeit (EU)	54
11.5.1 Allgemeines	54
11.5.2 Störungsbedingte Energie-Nichtverfügbarkeit (FEU)	54
11.5.3 Geplante Energie-Nichtverfügbarkeit (SEU)	54
11.6 Energie-Verfügbarkeit (EA)	54
11.7 Maximal zulässige Anzahl störungsbedingter Nichtverfügbarkeiten	55
11.8 Statistische Wahrscheinlichkeit von Nichtverfügbarkeiten	55
11.8.1 Ausfälle von Bauelementen	55
11.8.2 Äußere Ausfälle	55
12 HGÜ-Regelung	55
12.1 Ziele der Regelung	55
12.2 Regelungsstruktur	56
12.2.1 Allgemeines	56
12.2.2 Stromrichtergruppen-Zündregelung	56
12.2.3 Polregelung	58

	Seite
12.2.4	Regelung der HGÜ-Station 60
12.2.5	Hauptregelung 60
12.3	Einstellungen der Regelungsbefehle 60
12.4	Stromgrenzwerte 61
12.5	Redundanz des Regelungskreises 61
12.6	Messungen 61
13	Telekommunikation 62
13.1	Arten der Telekommunikationsverbindungen 62
13.2	Telefon 62
13.3	Trägerfrequenzübertragung auf Hochspannungsleitungen (PLC) 62
13.4	Richtfunk 63
13.5	Funkübertragung 63
13.6	Lichtwellenleiter-Übertragung 63
13.7	Einteilung der zu übertragenden Daten 64
13.8	Telekommunikation mit hoher Übertragungsrate 64
13.9	Zuverlässigkeit 64
14	Hilfsstromversorgungen 65
14.1	Allgemeines 65
14.2	Zuverlässigkeit und Einteilung der Last 65
14.3	Wechselstrom-Hilfsversorgungen 66
14.4	Batterien und unterbrechungsfreie Stromversorgungen (USV) 66
14.5	Notstromversorgung 67
15	Geräusche 68
15.1	Allgemeines 68
15.2	Belästigung der Öffentlichkeit 68
15.2.1	Allgemeines 68
15.2.2	Ventile und deren Kühleinrichtungen 68
15.2.3	Stromrichtertransformatoren 68
15.2.4	Gleichstromdrosseln 69
15.2.5	Wechselstromdrosseln 69
15.3	Geräusche im Arbeitsbereich 69
16	Oberschwingungsstörungen – Wechselstrom 69
16.1	Wechselstromseitige Erzeugung von Oberschwingungen 69
16.2	Filter 70
16.3	Kriterien für die Störbeeinflussung 73
16.4	Störpegel 74
16.5	Betriebsverhalten der Filter 75
17	Oberschwingungsstörungen – Gleichstrom 75
17.1	Gleichstromseitige Störungen 75

	Seite
17.1.1	Oberschwingungsströme in der HGÜ-Leitung 75
17.1.2	Charakteristische und nicht charakteristische Oberschwingungen..... 75
17.1.3	Gruppen der Oberschwingungen 76
17.1.4	Berechnung der Oberschwingungsströme 76
17.1.5	Berechnung induzierter Spannungen..... 76
17.1.6	Sicherheit von Personen 76
17.1.7	Gleichstromfilter..... 76
17.2	Betriebsverhalten der Gleichstromfilter 77
17.2.1	Anforderungen an Sprachkommunikationskreise 77
17.2.2	Störpegel 78
17.2.3	Sicherheit..... 78
17.3	Spezifikationsanforderungen 78
17.3.1	Wirtschaftlicher Grad der Filterung..... 78
17.3.2	Allgemeine Kriterien 79
17.3.3	Faktoren, die bei Berechnungen zu berücksichtigen sind 79
17.3.4	Berechnung der Ströme 80
18	Störung der Trägerfrequenzübertragung auf Hochspannungsleitungen (PLC) 80
18.1	Allgemeines 80
18.2	Spezifikation des Betriebsverhaltens 81
19	Funkstörungen..... 83
19.1	Allgemeines 83
19.2	Funkstörungen durch HGÜ-Systeme 83
19.2.1	Quellen für Funkstörungen..... 83
19.2.2	Ausbreitung der Funkstörungen 83
19.2.3	Kennwerte von Funkstörungen 84
19.3	Spezifikation des Funkstörverhaltens..... 85
19.3.1	Risikobewertung bei Funkstörungen..... 85
19.3.2	Festlegung der Grenzwerte von Funkstörungen und deren Verifizierung 85
19.3.3	Betrachtungen zur Auslegung 86
20	Leistungsverluste..... 86
20.1	Allgemeines 86
20.2	Hauptsächlich beitragende Quellen 87
20.2.1	Allgemeines 87
20.2.2	Wechselstromfilter und Blindleistungskompensation 87
20.2.3	Stromrichterbrücken 87
20.2.4	Stromrichtertransformator 87
20.2.5	Gleichstromdrossel..... 87
20.2.6	Gleichstromfilter..... 88
20.2.7	Hilfseinrichtungen 88

	Seite
20.2.8 Weitere Bauteile	88
21 Vorkehrungen für Erweiterungen von HGÜ-Systemen	88
21.1 Allgemeines	88
21.2 Spezifikation für Erweiterungen	88
Anhang A (informativ) Faktoren, die die Zuverlässigkeit und Verfügbarkeit von Stromrichterstationen beeinflussen	91
A.1 Konstruktion und Dokumentation	91
A.1.1 Allgemeines	91
A.1.2 Allgemeine Konstruktionsgrundsätze	91
A.1.3 Ausführlichere Konstruktionsgrundsätze	92
A.1.4 Konstruktionsgrundsätze für die Software	92
A.1.5 RAM-Aufzeichnungen	93
A.2 Betrieb	93
A.2.1 Schulung	93
A.2.1.1 Die Bedeutung von Schulungen zu „RAM“ einer HGÜ-Station	93
A.2.1.2 Kurse	93
A.2.2 Instandhaltungsprogramme mit Auswirkung auf die Zuverlässigkeit	94
A.2.2.1 Grundlagen	94
A.2.2.2 Auslegung der Systeme und Festlegung der Ausrüstung für optimale Instandhaltbarkeit	94
A.2.2.3 Planung von Instandhaltungsprogrammen	94
A.2.3 Ersatzteile	95
A.2.3.1 Ersatzteiltypen	95
A.2.3.2 Bewertung	96
A.2.3.3 Eine typische Ersatzteilliste	96
Literaturhinweise	98
Bilder	
Bild 1 – 12-Puls-Stromrichtergruppe	12
Bild 2 – Beispiele für HGÜ-Kurzkupplung	15
Bild 3 – HGÜ-Monopol-System mit Erdrückleitung	16
Bild 4 – Zwei 12-Puls-Stromrichtergruppen in Reihenschaltung	17
Bild 5 – Zwei 12-Puls-Stromrichtergruppen in Parallelschaltung	18
Bild 6 – HGÜ-Monopol-System mit metallischer Rückleitung	19
Bild 7 – Bipolares System	21
Bild 8 – Metallischer Rückleitungsbetrieb des störungsfreien Pols in einem bipolaren System	23
Bild 9 – Bipolares HGÜ-System mit metallischem Rückleiter	24
Bild 10 – Bipolares System mit zwei 12-Puls-Gruppen je Pol in Reihenschaltung	26
Bild 11 – Bipolares System mit zwei 12-Puls-Gruppen je Pol in Parallelschaltung	27
Bild 12 – Gleichstrom-Schalteinrichtungen von Außenleitern	28
Bild 13 – Gleichstrom-Schalteinrichtungen von Stromrichterpolen	29

	Seite
Bild 14 – Gleichstrom-Schalteinrichtungen – Freileitung zu Kabel.....	30
Bild 15 – Gleichstrom-Schalteinrichtungen – Zwei bipolare Stromrichter und Leitungen	31
Bild 16 – Gleichstrom-Schalteinrichtungen – Zwischenschaltung.....	32
Bild 17 – Anordnungen mit kondensatorgeführtem Stromrichter	33
Bild 18 – Schwankungen der Blindleistung Q in Abhängigkeit von der Wirkleistung P an einem HGÜ-Stromrichter.....	47
Bild 19 – Hierarchische Struktur der Regelung	57
Bild 20 – Strom-Spannung-Kennlinien eines Stromrichters	59
Bild 21 – Beispiele von Wechselstrom-Filterschaltungen für ein HGÜ-Bipol-System.....	71
Bild 22 – Stromlaufpläne für verschiedene Filtertypen.....	72
Bild 23 – Gemittelte Ergebnisse eines RY COM-Geräuschemessgerätes – Typische Kurve der Stromrichter-Geräuschpegel an der Gleichstromleitung, korrigiert und normiert auf eine Bandbreite von 3 kHz, 0 dBm = 1 mW, was 0,775 V bei einem Pol-zu-Pol-Wellenwiderstand von 600 Ω entspricht	82
Bild 24 – Erweiterungsmöglichkeiten von HGÜ-Systemen	90
Bild 25 – Empfohlenes Messverfahren mit Definition von Messstellen.....	86
Bild 26 – Bipolares Hybridsystem aus LCC und VSC	35
Tabellen	
Tabelle 1 – Bereitzustellende Angaben für eine HGÜ-Station	36
Tabelle 2 – Parameter des Betriebsverhaltens für Sprachkommunikationskreise: Teilnehmer- und Fernleitungskreise	77