

Inhalt

Vorwort	.....	5
Inhalt	.....	9
1	Das Konzept der Elektromagnetischen Verträglichkeit	13
2	Spannungsschwankungen und Flicker	23
3	IEC-Flickermeter	31
4	Summationseffekt	39
5	Flickermessungen	55
5.1	Beurteilung von vertraglich vereinbarten Spannungs- qualitätsmerkmalen	55
5.2	Beurteilung der Spannungsqualität in öffentlichen Elektrizitäts- versorgungsnetzen	59
5.3	Beurteilung der Störaussendung von Nieder-, Mittel- und Hochspannungsanlagen	60
5.4	Störaufklärung	60
6	Ast-Verfahren	65
7	Flicker durch Zwischenharmonische	69
8	Berechnung der Flickerstärke	75
8.1	Begriffe und Definitionen	75
8.2	Vorausberechnung des Flickerpegels für einfache Spannungs- änderungsverläufe	77
8.3	Ast-Verfahren	91
9	Ermittlung des Spannungsänderungsverlaufs zur Beurteilung der Störaussendung einzelner Verbrauchs- einrichtungen	93
9.1	Bestimmung der Kurzschlussleistung	93
9.1.1	Netzeinspeisung	94
9.1.2	Transformatoren	95
9.1.3	Freileitungen und Kabel	96
9.1.1	%/MVA-Verfahren	105
9.2	Berechnung der relativen Spannungsänderung	110
9.2.1	Symmetrische Belastung	110

9.2.2	Unsymmetrische Belastung	115
9.2.2.1.	Belastung zwischen den Leitern L1 und L2	115
9.2.2.2	Belastung zwischen den Leitern L1 und L0	118
9.2.2.3	Anschluss über einen Transformator an das Netz	119
10	Verteilung der Flickerpegel im Netz	131
10.1	Abwärtstransfer	132
10.2	Aufwärtstransfer	137
10.3	Verteilung der Flickerstärke im Strahlennetz	139
10.4	Flicker in vermaschten Netzen	140
10.5	Flicker in zwei gekoppelten Teilnetzen	140
10.7	Summation der P_{st} -Werte von verschiedenen Sammelschienen	142
10.7	Verlegung des Anschlusspunkts einer Last	145
11	Motoren	157
12	Flicker-Erzeuger großer Leistung	167
12.1	Drehstrom-Lichtbogenofen	167
12.1.1	Anschluss und Betrieb eines Drehstrom-Lichtbogenofens an das öffentliche Netz	190
12.2	Widerstandsschweißmaschinen	193
12.3	Windenergieanlagen	211
12.3.1	Physikalische Grundlagen der Windenergienutzung	211
12.3.2	Aufbau einer Windenergieanlage	216
12.3.3	Betrieb von einzelnen Windenergieanlagen	219
12.3.3.1	Schwankungen der Windgeschwindigkeit	221
12.3.3.2	Turmstau-/Turmschatteneffekt	222
12.3.3.3	Einfluss der Geländeart	226
12.3.3.4	Einfluss der Generatorart	226
12.3.3.5	Einfluss des Netzimpedanzwinkels	229
12.3.3.6	Schalthandlungen	229
12.3.4	Windparks	233
12.3.5	Betrieb von Windenergieanlagen	237
12.3.6	Anschluss von Windenergieanlagen an das MS-Netz	239
12.3.6.1	VDEW-Richtlinie	240
12.3.6.1.1	Spannungsanhebung	240
12.3.6.1.2	Schaltbedingte relative Spannungsänderung	241
12.3.6.1.3	Langzeitflickerstärke	243
12.3.6.2	Anwendung der Norm DIN EN 61400-21 (VDE 0127-21)	249
12.3.6.2.1	Spannungsanhebung	249
12.3.6.2.2	Schaltvorgänge	249
12.3.6.2.3	Langzeitflickerstärke	251
12.3.6.2.4	Prüfung von WEA nach DIN EN 61400-21 (VDE 0127-21)	252
12.3.6.2.4.1	Bestimmung des Flickerbeiwerts	254

12.3.6.2.4.2	Bestimmung des Flickerformfaktors	260
12.3.6.2.4.3	Bestimmung des Spannungsänderungsfaktors	261
12.3.7	Anschluss von Windenergieanlagen an das HS-Netz	262
13	Flickerkompensation	267
13.1	Lastsymmetrierung	267
13.2	Kompensationsverfahren	273
13.2.1	Thyristorgeschaltete Kondensatoren (TSC)	274
13.2.2	Thyristorgeregelte Induktivitäten (TCR)	274
13.2.3	Aktive Filter (AFC)	278
13.2.4	Dynamische Flickerkompensation bei bekannten, vorausbestimmbaren Spannungsänderungsverläufen	283
13.2.4.1	Dynamische Flickerkompensation (DFC) bei puls förmigen Spannungsänderungsverläufen	283
13.2.4.2	Dynamische Flickerkompensation bei beliebigen Spannungs- änderungsverläufen	288
14	Anschluss von Flicker erzeugenden Anlagen an das öffentliche Mittel- und Hochspannungsnetz	297
14.1	Die Regelungen der IEC 61000-3-7:1996-10	297
14.1.1	Begriffe, Definitionen, grundlegende Konzepte	297
14.1.2	Bestimmung der Störaussendungspegel einer einzelnen Kundenanlage	301
14.1.3	Koordination der Störgrößen im Mittel- und Hochspannungsnetz	305
14.1.3.1	Allgemeine Betrachtungen	305
14.1.3.2	„Stufe 1“ – Zulassung	306
14.1.3.3	„Stufe 2“-Zulassung	308
14.1.4	„Stufe 3“-Zulassung	315
14.1.5	Begrenzung der maximalen Spannungsänderung	315
15	DIN EN 50160:2000-03	325
15.1	Allgemeines	325
15.2	Technische Anforderungen (Auszug)	328
16	Begriffe und Definitionen	333
16.1	Englisch/Deutsch	333
16.2	Deutsch/Englisch	339
Formelzeichen	. . . . .	349
Indizes	. . . . .	350
Stichwortverzeichnis	. . . . .	353