

Inhalt

	Seite
Vorwort.....	2
Einleitung	8
1 Anwendungsbereich	8
2 Normative Verweisungen	9
3 Begriffe	10
3.1 Allgemeine Begriffe	10
3.2 Begriffe zur Messunsicherheit und zum Betriebsverhalten	11
3.3 Begriffe zu elektrischen Phänomenen.....	14
3.4 Begriffe zu Messverfahren.....	17
3.5 Notationen	18
3.5.1 Funktionen.....	18
3.5.2 Symbole und Abkürzungen	19
3.5.3 Indizes	19
4 Anforderungen	19
4.1 Allgemeine Anforderungen	19
4.2 Allgemeiner Aufbau von PMD	20
4.3 Klassifizierung von PMD.....	21
4.4 Liste der anwendbaren Klassen des Betriebsverhaltens	22
4.4.1 Liste der für PMD ohne externe Sensoren geltenden funktionsbezogenen Genauigkeitsklassen	22
4.4.2 Liste der für PMD ohne externe Sensoren geltenden System-Genauigkeitsklassen	22
4.5 Betriebs- und Referenzbedingungen für PMD	22
4.5.1 Referenzbedingungen	22
4.5.2 Bemessungsbetriebsbedingungen	23
4.6 Anlaufbedingungen.....	25
4.7 Anforderungen an die Funktionen von PMD (ausgenommen PMD-A)	25
4.7.1 Messung der Wirkleistung (P) und der Wirkenergie (E_d).....	25
4.7.2 Messung der Blindleistung (Q_A, Q_V) und der Blindenergie (E_{TA}, E_{TV})	31
4.7.3 Messung der Scheinleistung (S_A, S_V) und der Scheinenergie (E_{apA}, E_{apV}).....	35
4.7.4 Messung der Frequenz (f)	38
4.7.5 Messung der Effektivwerte des Phasenstroms (I) und des Neutralleiterstroms (I_N, I_{Nc})	39
4.7.6 Messung von Effektivwerten der Spannung (U).....	43
4.7.7 Messung des Leistungsfaktors (PF_A, PF_V)	45
4.7.8 Messung von Kurzzeit-Flicker (P_{st}) und Langzeit-Flicker (P_{lt}).....	45
4.7.9 Messung von Spannungseinbrüchen (U_{dip}) und Spannungsüberhöhungen (U_{swl})	46
4.7.10 Messung von transienten Überspannungen (U_{tr})	49

	Seite
4.7.11	Messung von Spannungsunterbrechungen (U_{int})..... 49
4.7.12	Messung der Spannungsunsymmetrie ($U_{\text{nb}}, U_{\text{nba}}$)..... 50
4.7.13	Messung der Spannungsoberschwingungen (U_{h}) und der THD der Spannung (THD_{u} und $THD-R_{\text{u}}$) 51
4.7.14	Messung der Strom-Oberschwingungen (I_{h}) und der THD des Stroms (THD_{i} und $THD-R_{\text{i}}$) 52
4.7.15	Messung von Tiefstwert, Höchstwert, Spitzenwert, Dreiphasen-Mittelwert und Bedarfswert 53
4.8	Anforderungen an die Funktionen von PMD-A..... 53
4.9	Allgemeine mechanische Anforderungen 54
4.9.1	Schwingungsanforderungen 54
4.9.2	IP-Anforderungen 55
4.10	Sicherheitsanforderungen..... 55
4.10.1	Luft- und Kriechstrecken..... 55
4.10.2	Anschluss eines fest installierten PMD an einen Stromwandler 55
4.10.3	Anschluss eines PMD an einen Hochspannungssensor 55
4.10.4	Berühnbare Teile 56
4.10.5	Gefährliche aktive Teile 56
4.11	Analogausgänge 56
4.11.1	Allgemeine Anforderungen 56
4.11.2	Vergleichsspannung 56
4.11.3	Wechselanteil von Analogausgängen 56
4.11.4	Ansprechzeit von Analogausgängen 56
4.11.5	Begrenzung des Signals des Analogausgangs 57
4.11.6	Impulsausgänge 57
5	Kennzeichnungen und Bedienungsanweisungen..... 57
5.1	Kennzeichnungen 57
5.2	Bedienungs- und Einbauanweisungen 57
5.2.1	Allgemeine Kenngrößen 57
5.2.2	Unbedingt erforderliche Kenngrößen 58
5.2.3	Sicherheitskenngrößen 60
6	Prüfungen 60
6.1	Typprüfung von PMD 61
6.1.1	Prüfung des Temperatureinflusses..... 61
6.1.2	Wirkleistung 61
6.1.3	Scheinleistung 63
6.1.4	Leistungsfaktor 64
6.1.5	Prüfung der Gleichtakt-Spannungsunterdrückung 64
6.1.6	Frequenz..... 64
6.1.7	Messung von Spannungsoberschwingungen..... 65

	Seite
6.1.8	Messung von Stromüberschwingungen 65
6.1.9	Spannungseinbrüche und Spannungsüberhöhungen..... 66
6.1.10	Spannungsunterbrechungen 66
6.1.11	Ausgangsprüfungen 66
6.1.12	Klimaprüfungen 67
6.1.13	EMV-Prüfungen 68
6.1.14	Prüfung des Einschaltverhaltens 68
6.2	Typprüfung von PMD-A 68
6.3	Routineprüfungen 68
6.3.1	Prüfung der Schutzleiterverbindungen 68
6.3.2	Spannungsfestigkeitsprüfung 68
6.3.3	Unsicherheitsprüfung..... 69
Anhang A (informativ)	Definitionen elektrischer Parameter..... 70
Anhang B (normativ)	Definitionen für die Messungen von Tiefst-, Höchst-, Spitzen- und Bedarfwerten..... 74
Anhang C (informativ)	Eigenunsicherheit, Betriebsunsicherheit und Gesamt-Systemunsicherheit..... 76
Anhang D (informativ)	Empfohlene Klassen für die Sensoren verschiedener Arten von PMD 78
Anhang E (normativ)	Anforderungen, die auf PMD und auf PMD-A anwendbar sind..... 81
Literaturhinweise	..... 82
Anhang ZA (normativ)	Normative Verweisungen auf internationale Publikationen mit ihren entsprechenden europäischen Publikationen 84
Anhang ZZ (informativ)	Zusammenhang mit grundlegenden Anforderungen von EG-Richtlinien 86
Bild 1 – PMD, allgemeine Messkette	..... 20
Bild 2 – Beschreibung verschiedener PMD-Typen	..... 21
Bild 3 – Beziehung zwischen Umgebungslufttemperatur und relativer Luftfeuchte	..... 25
Bild 4 – Wellenform für die Wirkleistungsprüfung mit Einfluss ungerader Oberschwingungen	..... 62
Bild 5 – Spektralgehalt für die Wirkleistungsprüfung mit Einfluss ungerader Oberschwingungen	..... 62
Bild 6 – Wellenform für die Wirkleistungsprüfung mit Einfluss von Unterschwingungen	..... 63
Bild 7 – Spektralgehalt für die Wirkleistungsprüfung mit Einfluss von Unterschwingungen	..... 63
Bild 8 – Gleichtaktspannung Einflussprüfung	..... 64
Bild 9 – Wellenform für die Prüfung der Frequenz mit Einfluss von Oberschwingungen	..... 65
Bild A.1 – Arithmetische und vektorielle Scheinleistung bei Sinusschwingungen	..... 72
Bild A.2 – Geometrische Darstellung von Wirk- und Blindleistung	..... 73
Bild B.1 – Bedarf in Bezug auf thermischen Strom	..... 74
Bild C.1 – Verschiedene Arten von Unsicherheiten	..... 76
Tabelle 1 – Klassifizierung von PMD	..... 21
Tabelle 2 – Liste der für PMD ohne externe Sensoren geltenden funktionsbezogenen Genauigkeitsklassen	..... 22
Tabelle 3 – Liste der für PMD ohne externe Sensoren geltenden System-Genauigkeitsklassen	..... 22

	Seite
Tabelle 4 – Referenzbedingungen für die Prüfung	23
Tabelle 5 – Bemessungsbetriebstemperaturen für tragbare Betriebsmittel	23
Tabelle 6 – Bemessungsbetriebstemperatur für fest installierte Betriebsmittel	24
Tabelle 7 – Betriebsbedingungen Relative Luftfeuchte und Höhenlage	24
Tabelle 8 – Eigenunsicherheit der Messung von Wirkleistung und Wirkenergie	26
Tabelle 9 – Einflussgrößen bei der Wirkleistungs- und Wirkenergiemessung	27
Tabelle 10 – Anlaufstrom für die Wirkleistungs- und Wirkenergiemessung	31
Tabelle 11 – Eigenunsicherheit der Messung von Blindleistung und Blindenergie	31
Tabelle 12 – Einflussgrößen der Messung von Blindleistung und Blindenergie	32
Tabelle 13 – Anlaufstrom für die Wirkleistungs- und Wirkenergiemessung	35
Tabelle 14 – Eigenunsicherheit der Messung von Scheinleistung und Scheinenergie	35
Tabelle 15 – Einflussgrößen der Messung von Scheinleistung und Scheinenergie	36
Tabelle 16 – Eigenunsicherheit der Frequenzmessung	38
Tabelle 17 – Einflussgrößen bei der Frequenzmessung	39
Tabelle 18 – Bemessungsbetriebsbereich für die Messung des Phasenstroms	40
Tabelle 19 – Bemessungsbetriebsbereich für die Messung des Neutralleiterstroms	40
Tabelle 20 – Eigenunsicherheit der Messung des Phasenstroms	40
Tabelle 21 – Eigenunsicherheit der Messung des Neutralleiterstroms	41
Tabelle 22 – Eigenunsicherheit der Berechnung des Neutralleiterstroms	41
Tabelle 23 – Einflussgrößen bei der Messung von Phasenstrom und Neutralleiterstrom	42
Tabelle 24 – Bemessungsbetriebsbereich für die Messung von Effektivwerten der Spannung	43
Tabelle 25 – Eigenunsicherheit der Messung von Effektivwerten der Spannung	43
Tabelle 26 – Einflussgrößen bei der Messung von Effektivwerten der Spannung	44
Tabelle 27 – Eigenunsicherheit der Messung des Leistungsfaktors	45
Tabelle 28 – Eigenunsicherheit der Flickermessung	46
Tabelle 29 – Bemessungsbetriebsbereich für die Messung von Spannungseinbrüchen und Spannungsüberhöhungen	46
Tabelle 30 – Eigenunsicherheit der Messung von Spannungseinbrüchen und Spannungsüberhöhungen	47
Tabelle 31 – Einflussgrößen bei der Messung von Spannungseinbrüchen und Spannungsüberhöhungen	48
Tabelle 32 – Eigenunsicherheit der Messung von transienten Überspannungen	49
Tabelle 33 – Eigenunsicherheit der Messung von Spannungsunterbrechungen	50
Tabelle 34 – Eigenunsicherheit bei der Messung der Spannungsunsymmetrie	51
Tabelle 35 – Bemessungsbetriebsbereich für die Messung der Spannungsüberschwingungen	51
Tabelle 36 – Eigenunsicherheit der Messung der Spannungsüberschwingungen	52
Tabelle 37 – Eigenunsicherheit der Messung von THD_U oder $THD-R_U$ der Spannung	52
Tabelle 38 – Bemessungsbetriebsbereich für die Messung der Stromüberschwingung	52
Tabelle 39 – Eigenunsicherheit der Messung der Strom-Oberschwingungen	53
Tabelle 40 – Eigenunsicherheit der Messung der THD_I und der $THD-R_I$ des Stroms	53

	Seite
Tabelle 41 – Ergänzende Kenngrößen von PMD-A	54
Tabelle 42 – IP-Mindestanforderungen für ein PMD	55
Tabelle 43 – Formular für die Spezifikation von PMD	58
Tabelle 44 – Vorlage für die Spezifikation der Kenngrößen	59
Tabelle 45 – Vorlage für die Spezifikation der Kenngrößen	60
Tabelle A.1 – Symbole und ihre Definitionen.....	70
Tabelle A.2 – Definitionen zur Berechnung elektrischer Parameter, für dreiphasig, sinusförmig, unsymmetrisch, mit Neutralleiter	71
Tabelle D.1 – Mit einem Stromsensor verbundene PMD SD oder mit einem Spannungssensor verbundene PMD DS.....	78
Tabelle D.2 – PMD SS mit angeschlossenen Sensoren für Strom und Spannung.....	79
Tabelle D.3 – Bereich der auf PMD ohne die dazugehörigen externen Sensoren anwendbaren Genauigkeitsklassen	80
Tabelle D.4 – Bereich der bei der Berechnung der Genauigkeitsklasse von PMD mit den dazugehörigen externen Sensoren anwendbaren Genauigkeitsklassen.....	80
Tabelle D.5 — Liste der Funktionen, die durch die Unsicherheit von externen Sensoren beeinflusst werden	80
Tabelle E.1 – Anforderungen, die auf PMD und PMD-A anwendbar sind.....	81