

Anwendungsbereich

Anwendungsbereich dieser Norm ist ...

Inhalt

	Seite
Nationales Vorwort.....	8
Nationaler Anhang NA (informativ) Zusammenhang mit Europäischen und Internationalen Dokumenten	9
Nationaler Anhang NB (informativ) Literaturhinweise.....	11
Einleitung	14
1 Anwendungsbereich.....	15
2 Normative Verweisungen	16
3 Begriffe	17
3.1 Allgemeine Begriffe	17
3.2 Begriffe zur Messunsicherheit und zum Betriebsverhalten.....	18
3.3 Begriffe zu elektrischen Phänomenen.....	22
3.4 Begriffe zu Messverfahren.....	25
3.5 Notationen	25
3.5.1 Funktionen.....	25
3.5.2 Symbole und Abkürzungen	26
3.5.3 Indizes	26
4 Anforderungen.....	27
4.1 Allgemeine Anforderungen.....	27
4.2 Allgemeiner Aufbau von PMD	27
4.3 Klassifizierung von PMD.....	28
4.4 Aufbau von PMD	29
4.5 Liste der anwendbaren Klassen des Betriebsverhaltens	30
4.5.1 Liste der für PMD ohne externe Sensoren geltenden funktionsbezogenen Genauigkeitsklassen	30
4.5.2 Liste der für PMD ohne externe Sensoren geltenden System-Genauigkeitsklassen	30
4.6 Betriebs- und Referenzbedingungen für PMD	30
4.6.1 Referenzbedingungen	30
4.6.2 Bemessungsbetriebsbedingungen	31
4.7 Anlaufverhalten der Geräte	32
4.8 Anforderungen an die Funktionen von PMD	32
4.8.1 Allgemeine Anforderungen.....	32
4.8.2 Messung der Wirkleistung (P) und der Wirkenergie (E_a).....	32
4.8.3 Messung der Blindleistung (Q_A, Q_V) und der Blindenergie (E_{rA}, E_{rV}).....	37
4.8.4 Messung der Scheinleistung (S_A, S_V) und der Scheinenergie (E_{apA}, E_{apV}).....	41
4.8.5 Messung der Frequenz (f).....	44
4.8.6 Messung der Effektivwerte des Phasenstroms (I) und des Neutralleiterstroms (I_N, I_{Nc}).....	45

	Seite
4.8.7	Messung von Effektivwerten der Spannung (U) 49
4.8.8	Messung des Leistungsfaktors (PF_A, PF_V) 51
4.8.9	Messung von Kurzzeit-Flicker (P_{st}) und Langzeit-Flicker (P_{lt}) 51
4.8.10	Messung von Spannungseinbrüchen (U_{dip}) und Spannungsüberhöhungen (U_{swl}) 52
4.8.11	Messung von Spannungsunterbrechungen (U_{int}) 57
4.8.12	Messung von transienten Überspannungen (U_{tr}) 58
4.8.13	Messung der Spannungsunsymmetrie ($U_{nb}, U_{nba}, V_{nb}, V_{nba}$) 58
4.8.14	Messung der Spannungsoberschwingungen (U_h) und der THD der Spannung (THD_U und $THD-R_U$) 59
4.8.15	Messung der Stromunsymmetrie (I_{nb}, I_{nba}) 60
4.8.16	Messung der Strom-Oberschwingungen (I_h) und der THD des Stroms (THD_i und $THD-R_i$) 61
4.8.17	Messung von Maximalwert, Spitzenwert, Dreiphasen-Mittelwert und Bedarfswert 62
4.9	Allgemeine mechanische Anforderungen 62
4.9.1	Schwingungsanforderungen 62
4.9.2	IP-Anforderungen 62
4.10	Sicherheitsanforderungen 63
4.10.1	Luft- und Kriechstrecken 63
4.10.2	Anschluss eines fest installierten PMD an einen Stromwandler 63
4.10.3	Anschluss eines PMD an einen Hochspannungssensor 63
4.10.4	Berührbare Teile 64
4.10.5	Gefährliche aktive Teile 64
4.11	Ein- und Ausgänge 64
4.11.1	Analogausgänge 64
4.11.2	Impulsausgänge 65
4.11.3	Steuerausgänge 65
4.11.4	Analogeingänge 65
4.11.5	Impuls- und Steuereingänge 65
5	Kennzeichnungen und Bedienungsanweisungen 65
5.1	Kennzeichnungen 65
5.2	Bedienungs- und Einbauanweisungen 66
5.2.1	Allgemeine Kenngrößen 66
5.2.2	Notwendige Kenngrößen 66
5.2.3	Sicherheitskenngrößen 68
6	Prüfungen 68
6.1	Typprüfung von PMD 68
6.1.1	Prüfung der Eigenunsicherheit 68
6.1.2	Prüfung der Streuung der Messunsicherheit unter Einflussgrößen 68
6.1.3	Prüfung des Temperatureinflusses 69

	Seite
6.1.4 Wirkleistung	69
6.1.5 Scheinleistung	71
6.1.6 Leistungsfaktor	71
6.1.7 Prüfung der Gleichtakt-Spannungsunterdrückung	71
6.1.8 Frequenz	72
6.1.9 Messung von Spannungsüberschwingungen	73
6.1.10 Messung von Stromüberschwingungen	73
6.1.11 Spannungseinbrüche und Spannungsüberhöhungen	73
6.1.12 Spannungsunterbrechungen	74
6.1.13 Ausgangsprüfungen	74
6.1.14 Klimaprüfungen	74
6.1.15 EMV-Prüfungen	75
6.1.16 Prüfung des Einschaltverhaltens	75
6.1.17 Prüfung der lückenlosen Messung	76
6.2 Routineprüfungen	76
6.2.1 Prüfung der Schutzleiterverbindungen	76
6.2.2 Spannungsfestigkeitsprüfung	76
6.2.3 Messunsicherheitsprüfung	76
Anhang A (informativ) Anwendungen für das Erfassen, Messen und Überwachen	77
A.1 Anwendungen auf der Verbraucher- und der Erzeugerseite	77
A.2 Zusammenstellung von Anwendungen, Geräten und Normen	78
Anhang B (informativ) Definitionen elektrischer Parameter	79
B.2 Festlegungen für Netze mit Neutralleiter	79
B.2 Leistungsmessung in 3-Phasen 3-Leiter-Systemen unter Verwendung der 2 Wattmeter- Methode	84
B.2.1 Allgemeines	84
B.2.2 Gesamtwirkleistung	85
B.2.3 Gesamte vektorielle Blindleistung unter Verwendung der Phasenverschiebung	85
B.2.4 Gesamte vektorielle Blindleistung unter Verwendung der Definition von Budeanu	85
B.3 Zusätzliche Beziehungen bei sinusförmigen Spannungen	86
Anhang C (informativ) Festlegungen zum Vorzeichen des Leistungsfaktors	87
C.1 Allgemeines	87
C.2 Festlegungen zum Leistungsfaktor (Verbrauchersicht)	87
C.3 Festlegungen zum Leistungsfaktor (Erzeugersicht)	88
Anhang D (normativ) Definitionen für die Messungen von Tiefst-, Höchst-, Spitzen- und Bedarfswerten	89
D.1 Bedarfsgrößen	89
D.1.1 Leistungsbedarf	89
D.1.2 Strombedarf	89
D.1.3 Bedarf in Bezug auf thermischen Strom (oder Bimetallstrom)	89

	Seite
D.1.4 Für die Bedarfsberechnung festgelegte Intervalle	89
D.2 Spitzenbedarfsgrößen	90
D.3 Dreiphasen-Durchschnittsgrößen	90
D.4 Höchst- und Tiefstwerte bestimmter Größen	90
Anhand E (informativ) Empfohlene Klassen für die Sensoren verschiedener Arten von PMD	91
E.1 Allgemeine Überlegungen	91
E.2 PMD mit externem Stromsensor oder Spannungssensor	91
E.3 PMD mit externem Stromsensor und Spannungssensor	92
E.4 Bereich der anwendbaren Genauigkeitsklassen	92
E.5 Liste der Funktionen, die durch die Unsicherheit von externen Sensoren beeinflusst werden	93
Anhang F (informativ) Eigenunsicherheit, Betriebsunsicherheit und Gesamt-Systemunsicherheit	94
F.1 Betriebsunsicherheit	94
F.2 Gesamt-Systemunsicherheit	94
Anhang G (informativ) Begriff Messunsicherheit	96
G.1 Allgemeine Betrachtungen	96
G.2 Berechnung der erweiterten Messunsicherheit	96
G.2.1 Geschätzte Standardabweichung	96
G.2.2 Erweiterte Messunsicherheit	96
G.2.3 Messunsicherheit als Maß für die Genauigkeit	97
G.3 Bestimmung der Messunsicherheit	97
G.3.1 Der systematische Fehler als Maß der Genauigkeit	97
G.3.2 Kombination von Genauigkeit und Präzision zur Gesamt-Messgenauigkeit	98
G.4 Verwendung der Messunsicherheit als bestanden/nicht bestanden Kriterium	99
G.4.1 Prüfung der Eigenunsicherheit	99
G.4.2 Prüfung unter Einflussgrößen	99
G.4.3 Gesamt-Kriterium bestanden/nicht bestanden	99
Literaturhinweise	100
Bilder	
Bild 1 – PMD, allgemeine Messkette	28
Bild 2 – Beschreibung verschiedener PMD-Typen	29
Bild 3 – Beziehung zwischen Umgebungslufttemperatur und relativer Luftfeuchte	32
Bild 4 – Wellenform für die Wirkleistungsprüfung mit Einfluss ungerader Oberschwingungen	69
Bild 5 – Spektralgehalt für die Wirkleistungsprüfung mit Einfluss ungerader Oberschwingungen	70
Bild 6 – Wellenform für die Wirkleistungsprüfung mit Einfluss von Unterschwingungen	70
Bild 7 – Spektralgehalt für die Wirkleistungsprüfung mit Einfluss von Unterschwingungen	71
Bild 8 – Gleichtaktspannung Einflussprüfung	72
Bild 9 – Wellenform für die Prüfung der Frequenz mit Einfluss von Oberschwingungen	72
Bild A.1 – Vereinfachter Überblick zu Messaufgaben auf der Erzeuger- und der Verbraucherseite	77

	Seite
Bild B.1 – Arithmetische und vektorielle Scheinleistung bei Sinusschwingungen.....	84
Bild B.2 – 3-Phasensystem ohne Neutralleiter	84
Bild C.1 – Darstellung des Leistungsfaktors aus Verbrauchersicht.....	87
Bild C.2 – Darstellung des Leistungsfaktors aus Erzeugersicht.....	88
Bild D.1 – Bedarf in Bezug auf thermischen Strom	89
Bild F.1 – Verschiedene Arten von Unsicherheiten	94
Bild G.1 – Veranschaulichung des Begriffes Messunsicherheit	98

Tabellen

Tabelle NA.1	9
Tabelle 1 – Klassifizierung von PMD anhand ihrer Mindestfunktionalität.....	28
Tabelle 2 – Aufbau von PMD	29
Tabelle 3 – Liste der für PMD ohne externe Sensoren geltenden funktionsbezogenen Genauigkeitsklassen	30
Tabelle 4 – Liste der für PMD mit externen Sensoren geltenden System-Genauigkeitsklassen	30
Tabelle 5 – Referenzbedingungen für die Prüfung.....	30
Tabelle 6 – Bemessungsbetriebstemperaturen für tragbare Betriebsmittel	31
Tabelle 7 – Bemessungsbetriebstemperatur für fest installierte Betriebsmittel	31
Tabelle 8 – Betriebsbedingungen Relative Luftfeuchte und Höhenlage	31
Tabelle 9 – Eigenunsicherheit der Messung von Wirkleistung und Wirkenergie	33
Tabelle 10 – Einflussgrößen bei der Wirkleistungs- und Wirkenergiemessung	34
Tabelle 11 – Anlaufstrom für die Wirkleistungs- und Wirkenergiemessung	36
Tabelle 12 – Eigenunsicherheit der Messung von Blindleistung und Blindenergie.....	37
Tabelle 13 – Einflussgrößen der Messung von Blindleistung und Blindenergie	38
Tabelle 14 – Anlaufstrom für die Wirkleistungs- und Wirkenergiemessung	40
Tabelle 15 – Eigenunsicherheit der Messung von Scheinleistung und Scheinenergie.....	41
Tabelle 16 — Einflussgrößen der Messung von Scheinleistung und Scheinenergie	42
Tabelle 17 – Eigenunsicherheit der Frequenzmessung	44
Tabelle 18 – Einflussgrößen bei der Frequenzmessung.....	45
Tabelle 19 – Bemessungsbetriebsbereich für die Messung des Phasenstroms.....	45
Tabelle 20 – Bemessungsbetriebsbereich für die Messung des Neutralleiterstroms	46
Tabelle 21 – Eigenunsicherheit der Messung des Phasenstroms	46
Tabelle 22 – Eigenunsicherheit der Messung des Neutralleiterstroms	46
Tabelle 23 – Eigenunsicherheit der Berechnung des Neutralleiterstroms	47
Tabelle 24 – Einflussgrößen bei der Messung von Phasenstrom und Neutralleiterstrom	48
Tabelle 25 – Bemessungsbetriebsbereich für die Messung von Effektivwerten der Spannung	49
Tabelle 26 – Eigenunsicherheit der Messung von Effektivwerten der Spannung	49
Tabelle 27 – Einflussgrößen bei der Messung von Effektivwerten der Spannung.....	50
Tabelle 28 – Eigenunsicherheit der Messung des Leistungsfaktors	51

	Seite
Tabelle 29 – Eigenunsicherheit der Flickermessung	51
Tabelle 30 – Bemessungsbetriebsbereich für die Messung von Spannungseinbrüchen und Spannungsüberhöhungen.....	55
Tabelle 31 – Eigenunsicherheit der Messung von Spannungseinbrüchen und Spannungsüberhöhungen.....	55
Tabelle 32 – Einflussgrößen bei der Messung von Spannungseinbrüchen und Spannungsüberhöhungen.....	56
Tabelle 33 – Eigenunsicherheit der Messung von Spannungsunterbrechungen.....	58
Tabelle 34 – Eigenunsicherheit der Messung von transienten Überspannungen.....	58
Tabelle 35 – Eigenunsicherheit bei der Messung der Spannungsunsymmetrie	59
Tabelle 36 – Bemessungsbetriebsbereich für die Messung der Spannungsüberschwingungen	59
Tabelle 37 – Eigenunsicherheit der Messung der Spannungsüberschwingungen	60
Tabelle 38 – Eigenunsicherheit der Messung von THD _U oder THD-R _U der Spannung	60
Tabelle 39 – Eigenunsicherheit bei der Messung der Stromunsymmetrie.....	61
Tabelle 40 – Bemessungsbetriebsbereich für die Messung der Stromüberschwingung	61
Tabelle 41 – Eigenunsicherheit der Messung der Strom-Oberschwingungen.....	61
Tabelle 42 – Eigenunsicherheit der Messung der THD _I und der THD-R _I des Stroms	62
Tabelle 43 – IP-Mindestanforderungen für ein PMD.....	63
Tabelle 44 – Formular für die Spezifikation von PMD.....	66
Tabelle 45 – Vorlage für die Spezifikation der Kenngrößen.....	67
Tabelle A.1 – Typische Messanwendungen.....	78
Tabelle B.1 – Symbole und ihre Definitionen	79
Tabelle B.2 – Definitionen zur Berechnung elektrischer Parameter	80
Tabelle C.1 – Festlegungen zum Vorzeichen des Leistungsfaktors aus Verbrauchersicht.....	87
Tabelle C.2 – Festlegungen zum Vorzeichen des Leistungsfaktors aus Erzeugersicht.....	88
Tabelle E.1 – Mit einem Stromsensor verbundene PMD SD oder mit einem Spannungssensor verbundene PMD DS	91
Tabelle E.2 – PMD SS mit angeschlossenen Sensoren für Strom und Spannung.....	92
Tabelle E.3 – Bereich der auf PMD ohne die dazugehörigen externen Sensoren anwendbaren Genauigkeitsklassen	92
Tabelle E.4 – Bereich der bei der Berechnung der Genauigkeitsklasse von PMD mit den dazugehörigen externen Sensoren anwendbaren Genauigkeitsklassen.....	93
Tabelle E.5 – Liste der Funktionen, die durch die Unsicherheit von externen Sensoren beeinflusst werden.....	93
Tabelle G.1 – Korrekturfaktor C(N) für die Stichprobengröße N	97