

**Niederspannungsschaltgeräte –
Teil 5-2: Steuergeräte und Schaltelemente –
Näherungsschalter**

Inhalt		Seite
1	Anwendungsbereich.....	10
2	Normative Verweisungen.....	11
3	Begriffe.....	12
3.1	Grundbegriffe.....	15
3.2	Teile eines Näherungsschalters.....	17
3.3	Betätigung eines Näherungsschalters.....	20
3.4	Kennzeichnende Merkmale eines Schaltelements.....	22
4	Einteilung.....	24
4.1	Allgemeines.....	24
4.2	Einteilung nach der Erfassungsart.....	25
4.3	Einteilung nach den mechanischen Einbaubedingungen.....	25
4.4	Einteilung nach der Bauform und Größe.....	25
4.5	Einteilung nach der Funktion des Schaltelements.....	25
4.6	Einteilung nach der Art des Ausgangs.....	26
4.7	Einteilung nach der Art des Anschlusses.....	26
5	Kennzeichnende Merkmale.....	26
5.1	Allgemeines.....	26
5.1.1	Zusammenstellung der kennzeichnenden Merkmale.....	26
5.1.2	Betätigung eines induktiven oder kapazitiven Näherungsschalters.....	26
5.1.3	Betätigung eines Ultraschallnäherungsschalters.....	26
5.1.4	Betätigung eines fotoelektrischen Näherungsschalters.....	26
5.1.5	Betätigung eines magnetischen Näherungsschalters.....	27
5.2	Betätigungsbedingungen.....	27
5.2.1	Schaltabstand (s) von induktiven und kapazitiven Näherungsschaltern.....	27
5.2.2	Bemessungsschaltabstand (s_n).....	28
5.2.3	Schaltabstand (Schaltabstände) eines Ultraschallnäherungsschalters.....	28
5.2.4	Schaltabstand (Schaltabstände) eines fotoelektrischen Näherungsschalters.....	29
5.3	Bemessungs- und Grenzwerte für Näherungsschalter und Schaltelemente.....	30
5.3.1	Spannungen.....	30
5.3.2	Ströme.....	30
5.3.3	Bemessungsfrequenz des Versorgungsnetzes.....	31
5.3.4	Schaltfrequenz (f).....	31
5.3.5	Übliche und unübliche Lastbedingungen.....	31
5.3.6	Verhalten unter Kurzschlussbedingungen.....	31

	Seite
5.4	Gebrauchskategorien des Schaltelements..... 31
6	Produktinformation 32
6.1	Art der Information – Identifizierung 32
6.2	Aufschriften..... 33
6.2.1	Allgemeines 33
6.2.2	Bezeichnung von Anschlüssen und Kennzeichnung 33
6.2.3	Kennzeichnung der Funktion..... 33
6.3	Einbau-, Bedienungs- und Wartungsanweisungen 33
6.4	Umweltinformation..... 34
6.4.1	Umweltgerechter Entwicklungsprozess 34
6.4.2	Verfahren für den Nachweis einer Materialdeklaration 34
7	Übliche Betriebs-, Einbau- und Transportbedingungen 34
7.1	Übliche Betriebsbedingungen 34
7.1.1	Allgemeines 34
7.1.2	Umgebungstemperatur..... 34
7.1.3	Höhe 34
7.1.4	Klimabedingungen..... 34
7.2	Transport- und Lagerungsbedingungen 35
7.3	Einbau..... 35
8	Anforderungen an den Bau und das Verhalten 35
8.1	Bauanforderungen..... 35
8.1.1	Werkstoffe 35
8.1.2	Stromführende Teile und ihre Verbindungen 36
8.1.3	Luft- und Kriechstrecken 36
8.1.4	Betätigung 36
8.1.5	Bleibt frei..... 36
8.1.6	Bleibt frei..... 36
8.1.7	Anschlüsse 36
8.1.8	Bleibt frei..... 39
8.1.9	Maßnahmen für Schutzerdung..... 39
8.1.10	Schutzart 39
8.1.11	Anforderungen an Näherungsschalter mit integrierten Anschlussleitungen 39
8.1.12	Schutzisolierte Näherungsschalter (Schutzklasse II)..... 39
8.1.13	Chemische Belastung 39
8.1.14	Gerätedesign..... 40
8.1.15	Schutz gegen künstliche, optische Strahlung 40
8.1.16	Biologische und chemische Auswirkungen 41
8.1.17	Unbeaufsichtigter Betrieb 41

	Seite
8.1.18 Sicherheitsbezogene Schutzmaßnahmen	41
8.1.19 Anforderungen für eingebettete Software	41
8.2 Anforderungen an das Verhalten	41
8.2.1 Betätigungsbedingungen	41
8.2.2 Erwärmung	45
8.2.3 Isolationseigenschaften	46
8.2.4 Ein- und Ausschaltvermögen unter üblichen und unüblichen Lastbedingungen	46
8.2.5 Bedingter Kurzschlussstrom	48
8.2.6 Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV)	48
8.3 Abmessungen	52
8.4 Schocken und Schwingen	52
8.4.1 Schocken	52
8.4.2 Schwingen	52
8.4.3 Beurteilung der Prüfergebnisse	52
8.4.4 Spezielle Umweltbedingungen – Feuchte Wärme, Salznebel, Schwingen und Schocken	52
9 Prüfungen	53
9.1 Arten von Prüfungen	53
9.1.1 Allgemeines	53
9.1.2 Typprüfungen	53
9.1.3 Stückprüfungen	53
9.1.4 Stichprobenprüfungen	53
9.1.5 Sonderprüfungen	53
9.2 Übereinstimmung mit Bauanforderungen	53
9.2.1 Allgemeines	53
9.2.2 Werkstoffe	54
9.3 Verhalten	54
9.3.1 Prüffolgen	54
9.3.2 Allgemeine Prüfbedingungen	55
9.3.3 Verhalten ohne Last, mit üblicher Last und mit unüblicher Last	57
9.3.4 Verhalten unter Kurzschlussbedingungen	63
9.4 Prüfung der Schaltabstände	64
9.4.1 Induktive, kapazitive, nichtmechanisch-magnetische und Ultraschallnäherungsschalter	64
9.4.2 Fotoelektrischer Näherungsschalter	65
9.5 Prüfung der Schaltfrequenz	68
9.5.1 Allgemeines	68
9.5.2 Verfahren zur Messung der Schaltfrequenz	68
9.5.3 Beurteilung der Prüfergebnisse	70
9.5.4 Fotoelektrische Näherungsschalter	71

	Seite
9.6 Nachweis der elektromagnetischen Verträglichkeit	73
9.6.1 Allgemeines	73
9.6.2 Störfestigkeit.....	73
9.6.3 Störaussendung	74
9.7 Prüfergebnisse und Prüfbericht.....	74
Anhang A (informativ) Typische Abmessungen und Schaltabstände von Näherungsschaltern	75
A.1 Bauform IA, IB-Zylindrische, induktive Näherungsschalter mit Gewindehülsen (IA) oder glatter Hülle (IB) mit Kabel oder Verbindungsstück	75
A.1.1 (IA, IB) Abmessungen	75
A.1.1.1 (IA, IB) Abmessungen – Kabeltypen	75
A.1.1.2 (Ausführungen A, B, C) Abmessungen – Typen mit Verbindungsstück	76
A.1.2 (IA,IB) Bemessungsschaltabstände	78
A.1.3 (IA,IB) Einbau Gewindehülse (IA) und glatte Hülse (IB)	79
A.1.4 (IA, IB) Schaltfrequenz (f).....	79
A.2 Bauform IC – Induktive, rechteckige Näherungsschalter mit quadratischer Stirnfläche	80
A.2.1 (IC) Abmessungen.....	80
A.2.1.1 (IC) Ausführung I1C26	80
A.2.1.2 (IC) Ausführung I2C40 und I1C40.....	81
A.2.1.3 (IC) Ausführung I2IMC and I1IMC.....	82
A.2.2 (IC) Bemessungsschaltabstände	82
A.2.3 (IC) Einbau.....	83
A.2.3.1 (IC) Ausführung I1C	83
A.2.3.2 (IC) Ausführung I2C	83
A.2.4 (IC) Schaltfrequenz (f).....	84
A.3 Bauform ID – Induktive, rechtwinklige Näherungsschalter mit rechtwinkligem Wirkungsquerschnitt.....	85
A.3.1 (ID) Maße	85
A.3.1.1 Ausführung I2D.....	85
A.3.1.2 (ID) Ausführung I1IDC.....	85
A.3.2 (ID) Einbau.....	86
A.3.3 (ID) Schaltfrequenz (f).....	86
A.4 Bauform IX (IN, IS, Flachgehäuse, kubische induktive rechtwinklige und würfelförmige Näherungsschalter mit kleinen Größen)	87
A.4.1 (IX) Maße.....	87
A.4.2 (Flachgehäuse) Maße	88
A.4.3 (Kubische) Maße	88
A.4.4 (IX) Bemessungsschaltabstand.....	90
A.4.5 (IX) Einbau	90
A.4.6 (IX) Schaltfrequenz (f).....	90

	Seite
A.5 Bauform CA – Kapazitive, zylindrische Näherungsschalter mit Gewindehülse	91
A.5.1 (CA) Abmessungen	91
A.5.2 (CA) Bemessungsschaltabstand (s_n)	92
A.5.3 (CA) Einbau	92
A.5.4 (CA) Schaltfrequenz (f)	93
A.6 Bauform CB – Kapazitiver Näherungsschalter mit glatter Hülse	93
A.7 Bauform CC – Kapazitive, Rechtwinklige Näherungsschalter mit Rechteckquerschnitt	93
A.7.1 (CC) Abmessungen	93
A.7.2 (CC) Bemessungsschaltabstand (s_n)	94
A.7.3 (CC) Einbaubedingung	95
A.7.4 (CC) Schaltfrequenz (f)	95
A.8 Bauform CD – Kapazitve rechtwinklige Näherungsschalter Bauform mit Rechteckquerschnitt	95
A.8.1 (CD) Abmessungen	95
A.8.2 (CD) Bemessungsschaltabstand (s_n)	96
A.8.3 (CD) Einbaubedingung	96
A.8.4 (CD) Schaltfrequenz (f)	97
A.9 Bauform CX- Kapazitive Näherungsschalter mit anderen Formen, Abmessungen und kleinen Größen	97
A.10 Bauform UA – Gewindehülse zylindrische Ultraschall-Näherungsschalter	97
A.10.1 (UA) Abmessungen	97
A.10.2 (UA) Erfassungsbereich	98
A.10.3 (UA) Einbaubedingung	98
A.10.4 (UA) Schaltfrequenz (f)	98
A.11 Bauform UD – Rechtwinkliger Ultraschall-Näherungsschalter mit Rechteckquerschnitt	99
A.11.1 (UD) Abmessungen	99
A.11.2 (UD) Erfassungsbereich	99
A.11.3 (UD) Einbaubedingung	99
A.11.4 (UD) Schaltfrequenz (f)	99
Anhang B (normativ) Schutzisolierte Näherungsschalter, isoliert durch Vergussverkapselung (Schutzklasse II) – Anforderungen und Prüfungen	100
B.1 Allgemeines	100
B.2 Begriffe	100
B.6 Kennzeichnung	100
B.8 Anforderungen an den Bau und das Verhalten	101
B.8.1 Auswahl der Vergussmasse	101
B.8.2 Haftvermögen der Vergussmasse	101
B.8.3 Isolationseigenschaften	101
B.9 Prüfungen	101
B.9.1 Art der Prüfungen	101

	Seite
B.9.1.1 Allgemeines	101
B.9.1.2 Typprüfungen	102
B.9.1.3 Stückprüfungen	103
Anhang C (normativ) Zusätzliche Anforderungen an Näherungsschalter mit integrierten Anschlussleitungen.....	104
C.1 Allgemeines	104
C.2 Begriffe	104
C.8 Anforderungen an den Bau und das Verhalten.....	104
C.8.1 Bauanforderungen.....	104
C.8.1.1 Werkstoff der Leitung	104
C.8.1.2 Leitungsverankerung.....	105
C.8.1.3 Leitungseinführungsabdichtung	105
C.8.2 Anforderungen an das Verhalten	105
C.9 Prüfungen	105
C.9.1 Typprüfungen	105
C.9.1.2 Zugprüfung	105
C.9.1.3 Verdrehprüfung.....	107
C.9.1.4 Schubprüfung	107
C.9.1.5 Biegeprüfung	107
C.9.2 Bewertung der Prüfergebnisse	108
Anhang D (normativ) Gerätestecker für steckbare Näherungsschalter.....	109
Anhang E (normativ) Zusätzliche Anforderungen an Näherungsschalter, geeignet für die Verwendung in starken magnetischen Feldern.....	116
E.1 Einleitung.....	116
E.3 Begriffe	116
E.4 Einteilung.....	117
E.4.1 Einteilung nach Art des beeinflussenden Feldes	117
E.4.1.1 Störfestigkeit gegen ein magnetisches Wechselfeld.....	117
E.4.1.2 Störfestigkeit gegen ein magnetisches Gleichfeld	117
E.4.1.3 Störfestigkeit gegen ein magnetisches Wechsel- und Gleichfeld	117
E.8 Bauanforderungen und Betriebsverhalten.....	117
E.8.1 Schaltfrequenz eines induktiven und kapazitiven Näherungsschalter	117
E.8.2 Störfestigkeit gegen ein magnetisches Feld.....	117
E.8.2.1 Allgemeines	117
E.8.2.2 Verhalten	117
E.9 Prüfungen	118
E.9.1 Nachweis der Störfestigkeit.....	118
E.9.1.1 Störfestigkeit gegen ein magnetisches Wechselfeld.....	118
E.9.1.2 Störfestigkeit gegen ein magnetisches Gleichfeld	119

	Seite
Anhang F (informativ) Symbole für Näherungsschalter	122
F.1 Allgemeines	122
F.2 Allgemeines Symbol	122
F.3 Zusätzliche Symbole für fotoelektrische Näherungsschalter	123
F.3.1 Erfassungsprinzip	123
F.3.2 Optische Betätigung	123
F.3.3 Funktionale Symboldefinitionen	123
Literaturhinweise	125
Bilder	
Bild 1 – Zusammenhang zwischen Schaltabständen induktiver und kapazitiver Näherungsschalter (siehe 8.2.1.3 und 9.4.1)	27
Bild 2 – Schaltabstände eines Ultraschallnäherungsschalters	28
Bild 3 – Zusammenhang zwischen den Schaltabständen eines Ultraschallnäherungsschalters (siehe 8.2.1.3 und 9.4.1)	28
Bild 4 – Erfassungsbereich und Arbeitsbereich fotoelektrischer Näherungsschalter (siehe 8.2.1.3 und 9.4)	29
Bild 5 – Zusammenhang zwischen U_e und U_B	30
Bild 6 – Verfahren zur Messung des Schaltabstands (siehe 9.3.2.1 und 9.4.1)	56
Bild 7 – Prüfkreis für den Nachweis des Bereitschaftsverzugs (siehe 8.2.1.7 und 9.3.3.2.1)	58
Bild 8 – Signal über der Last nach Bild 7 (siehe 9.3.3.2.1)	59
Bild 9 – Prüfkreis zum Nachweis des kleinsten Betriebsstroms, des Reststroms, des Spannungsfalls und des unabhängigen Sprungverhaltens (siehe 9.3.3.2.2, 9.3.3.2.3, 9.3.3.2.4 und 9.3.3.2.5)	60
Bild 10 – Prüfkreis zum Nachweis des Ein- und Ausschaltvermögens (siehe 9.3.3.5)	63
Bild 11 – Kurzschlussprüfung (siehe 9.3.4.2)	64
Bild 12 – Prüfung des Erfassungsbereichs (siehe 9.4.2)	67
Bild 13 – Verfahren zur Messung der Schaltfrequenz für induktive, kapazitive und nichtmechanisch- magnetische Näherungsschalter (falls zutreffend)	69
Bild 14 – Verfahren zur Messung der Schaltfrequenz f von Ultraschallnäherungsschaltern	70
Bild 15 – Ausgangssignal eines Näherungsschalters für Gleichspannung während der Messung der Schaltfrequenz f	70
Bild 16 – Messeinrichtung für Einschaltverzug t_{on} und Ausschaltverzug t_{off}	71
Bild 17 – Einschaltverzug t_{on} -Messung	72
Bild 18 – Ausschaltverzug t_{off} -Messung	72
Bild A.1 – (IA) – Abmessungen Gewindehülse Kabel	75
Bild A.2 – (IB) – Abmessungen glatte Hülse, Kabel	75
Bild A.3 – Ausführung A – Gehäuse M5x0,5, M8x1, Ø 4, Ø 6,5 mit Verbindungsstück M5/M8	76
Bild A.4 – Ausführung B – Gehäuse M5x0,5, M8x1, Ø 4, Ø 6,5 mit Verbindungsstück M8/M12	77
Bild A.5 – Ausführung C – Gehäuse M12x1, M18x1, M30x1,5 mit Verbindungsstück M12	77
Bild A.6 – (IA, IB) – Einbau	79

	Seite
Bild A.7 – Maße von Ausführung I1C26 (in Millimeter).....	81
Bild A.8 – Maße von Ausführung I2C40 und I1C40 (in Millimeter).....	81
Bild A.9 – Maße von Ausführungen I2IMC and I1IMC (IMC) 40 x 40 (Würfel).....	82
Bild A.10 – Einbau eines I1C Näherungsschalter in dämpfenden Werkstoff	83
Bild A.11 – (IC) Einbau eines I2C in dämpfenden Werkstoff.....	84
Bild A.12 – (ID) Maße	85
Bild A.13 – (IDC) Maße.....	86
Bild A.14 – (ID) Einbau in dämpfenden Werkstoff.....	86
Bild A.15 – (IN) mit Leitung oder Anschluss M8 Eingang.....	87
Bild A.16 – (IS) mit Leitung oder Anschluss M8 Eingang.....	88
Bild A.17 – (Flachgehäuse) mit Leitung oder M8 Anschluss Eingang.....	88
Bild A.18 – (5 × 5 mm) Kubische mit Leitung	89
Bild A.19 – (8 x 8 mm) Kubische mit Leitung.....	89
Bild A.20 – (8 x 8 mm) Kubische mit M8 Anschluss.....	90
Bild A.21 – (CA) – Maße.....	91
Bild A.22 – (CA) – Einbaubedingungen.....	93
Bild A.23 – Bauform CC – Abmessungen	94
Bild A.24 – (CC) – Einbaubedingung.....	95
Bild A.25 – (CD) – Abmessungen in Millimeter	96
Bild A.26– (CD) – Einbaubedingung.....	97
Bild A.27 – (UA) – Abmessungen.....	98
Bild A.28 – (UD) – Abmessungen der Ausführung D80 in Millimeter	99
Bild B.1 – Umhülltes Gerät	101
Bild B.2 – Prüfgerät.....	102
Bild D.1 – M12-Gewinde, 3-pol. Gerätestecker für Wechselspannungs-Näherungsschalter.....	109
Bild D.2 – M12-Gewinde, 5-pol. Gerätestecker für Gleichspannungs-Näherungsschalter	110
Bild D.3 – 8-mm-Gewinde, 3-pol. Gerätestecker für Gleichspannungs-Näherungsschalter	111
Bild D.4 – 8-mm-Gewinde, 4-pol. Gerätestecker für Gleichspannungs-Näherungsschalter	112
Bild D.5 – M12-Gewinde, 4-pol. Gerätestecker für Wechselspannungs-Näherungsschalter.....	112
Bild D.6 – M12-Gewinde, 5-pol. Gerätestecker für Wechselspannungs-Näherungsschalter.....	113
Bild D.7 – M12-Gewinde, 6-pol. Gerätestecker für Wechselspannungs-Näherungsschalter.....	114
Bild D.8 – M5-Gewinde, 4-pol./3-pol. Gerätestecker für Gleichspannungs-Näherungsschalter	115
Bild E.1 – Beispiel der Prüfanordnung zum Nachweis der Störfestigkeit gegen ein magnetisches Wechselfeld.....	119
Bild E.2 – Beispiel der Prüfanordnung zum Nachweis der Störfestigkeit gegen ein magnetisches Gleichfeld	121
Bild F.1 – Beispiele von Symbolen für Näherungsschalter.....	122
Bild F.2 – Beispiele für Symbole von fotoelektrischen Näherungsschaltern	124

	Seite
Tabellen	
Tabelle 1 – Einteilung von Näherungsschaltern.....	25
Tabelle 2 – Querverweis zwischen einem aktiv optischen Signal und der Ausgangsfunktion.....	27
Tabelle 3 – Gebrauchskategorien von Schaltelementen	32
Tabelle 4 – Prüfbedingungen für die Glühdrahtprüfung	36
Tabelle 5 – Anschluss- und Verdrahtungskennzeichnung	38
Tabelle 6 – Brandschwelle	46
Tabelle 7 – Nachweis des Ein- und Ausschaltvermögens von Schaltelementen unter üblichen Bedingungen entsprechend den Gebrauchskategorien	47
Tabelle 8 – Nachweis des Ein- und Ausschaltvermögens von Schaltelementen unter unüblichen Bedingungen entsprechend den Gebrauchskategorien	48
Tabelle 9 – Annahmekriterien.....	49
Tabelle 10 – Störfestigkeitsprüfungen.....	50
Tabelle 11 – Normmessplattengröße von Ultraschallnäherungsschaltern	56
Tabelle 12 – Prüfspannungen	62
Tabelle A.1 – (IA, IB) – Bevorzugte und untergeordnete Baureihen für glatte Hülsen und Hülsen mit Gewinde, Kabeltypen	76
Tabelle A.2 – (IA, IB) – Abmessungen Muttern in Millimeter	76
Tabelle A.3 – (Ausführungen A, B, C) – Bevorzugte and untergeordnete Baureihen, Hülsen glatt und mit Gewinde, Typen mit Verbindungsstück – Abmessungen in Millimeter	78
Tabelle A.4 – (IA) – Bemessungsschaltabstände	78
Tabelle A.5 – (IA, IB) Schaltfrequenz (f) in Schaltspielen je Sekunde – Mindestanforderungen.....	80
Tabelle A.6 – (IC) – Bemessungsschaltabstand	83
Tabelle A.7 – (IC) – Schaltfrequenz (f) in Schaltspielen je Sekunde – Mindestanforderungen.....	84
Tabelle A.8 – (ID) – Maße	85
Tabelle A.9 – (ID) Schaltfrequenz (f) inSchaltspielen je Sekunde – Mindestanforderung	87
Tabelle A.10 – (IX) – Bemessungsschaltabstände IN, IS, Flachgehäuse, kubisch.....	90
Tabelle A.11 – (IX) – Schaltfrequenz IN, IS, Flachgehäuse und kubisch (f) in Schaltspiele je Sekunde	91
Tabelle A.12 – (CA) – Maße.....	92
Tabelle A.13 – (CA) – Bemessungsschaltabstand.....	92
Tabelle A.14 – (CC) – Bemessungsschaltabstand	95
Tabelle A.15 – (UA) – Abmesungen in Millimeter	98
Tabelle C.1 – Werkstoff Eigenschaften	105
Tabelle C.2 – Beispiele von Standardleitungstypen.....	106
Tabelle C.3 – Zugkräfte	106