

**Inhalt**

	Seite
Europäisches Vorwort .....	2
Einleitung .....	6
1 Anwendungsbereich .....	7
2 Normative Verweisungen .....	7
3 Begriffe .....	7
4 Spannungen an den Anschlussklemmen einer umrichter gespeisten Maschine .....	11
5 Elektrische Beanspruchungen im Isoliersystem der Maschinenwicklungen .....	14
5.1 Allgemeines .....	14
5.2 Spannungsbeanspruchung der Leiter-Leiter-Isolierung .....	15
5.3 Spannungsbeanspruchung der Leiter-Erde-Isolierung .....	15
5.4 Spannungsbeanspruchung der Windungsisolierung .....	15
5.4.1 Allgemeines .....	15
5.4.2 Runddrahtwicklungen .....	15
5.4.3 Wicklungen mit vorgeformten Elementen .....	16
6 Bemessungsspannungen bei Typ II-Isoliersystemen .....	16
7 Beanspruchungsfaktoren für umrichter gespeiste Typ II-Isoliersysteme .....	17
8 Qualifizierungsprüfungen .....	19
8.1 Allgemeines .....	19
8.2 Qualifizierungsprüfungen .....	19
9 Qualifizierung der Hauptisolierung .....	20
9.1 Allgemeines .....	20
9.2 Prüfverfahren .....	20
9.3 Nutzung der 50 Hz/60 Hz-Lebensdauerkurve zur Ermittlung der Betriebslebensdauer bei Umrichterbetrieb .....	21
10 Qualifizierung der Windungsisolierung .....	22
10.1 Allgemeines .....	22
10.2 Prüfverfahren .....	23
11 Qualifizierung des Systems zur Steuerung der Beanspruchung .....	24
11.1 Allgemeines .....	24
11.2 Prüfverfahren .....	25
12 Vorbereitung der Prüfobjekte .....	26
12.1 Allgemeines .....	26
12.2 Prüflinge für die Hauptisolierung .....	26
12.3 Prüflinge für die Windungsisolierung .....	26
12.4 Prüflinge für den Glimmschutz .....	26
13 Qualifizierungs-Prüfverfahren .....	26
13.1 Allgemeines .....	26
13.2 Hauptisolierung .....	27
13.3 Windungsisolierung .....	27

	Seite
13.4 System zur Steuerung der Beanspruchung .....	28
14 Qualifizierungskriterien .....	28
14.1 Hauptisolierung.....	28
14.2 Windungsisolierung .....	28
14.3 System zur Steuerung der Beanspruchung .....	29
15 Stückprüfung .....	29
16 Optionale Probe-Prüfungen.....	29
17 Auswertung, Prüfbericht und Klassifizierung.....	29
Anhang A (informativ) Beiträge zur Alterung der Hauptisolierung.....	30
A.1 Lebensdauerverbrauch in der Hauptisolierung .....	30
A.2 Berechnung der Beiträge zur Alterung bei einem Drei-Level-Umrichter.....	30
A.3 Berechnung äquivalenter Spannungsspitzen und Frequenzen .....	31
Anhang B (informativ) Beispiel-Schaltungen zur Erzeugung von Impulsspannungen.....	33
B.1 Schaltung für die Erzeugung der Impulsprüfspannung mit einem Halbleiterschalter .....	33
B.2 Typischer Spannung-Zeit-Verlauf, erzeugt vom Impulsgenerator .....	34
B.3 Alternativer Schaltkreis für die Impulsspannungsprüfung mit einem Halbleiterschalter .....	34
Anhang C (informativ) Ableitung einer Kurzzeit-Prüfspannung.....	36
Anhang D (informativ) Bestimmung der Impulsspannungs-Isolationsklasse des Isoliersystems der Maschine .....	37
Anhang E (normativ) Ableitung einer IVIC, wenn keine Referenz-Lebensdauerkurve des Herstellers vorhanden ist.....	40
E.1 Ableitung einer IVIC aus Lebensdauerprüfungen .....	40
E.1.1 Hauptisolierung.....	40
E.1.2 Windungsisolierung .....	41
E.1.3 System zur Steuerung der Beanspruchung .....	41
E.2 Ableitung einer IVIC X auf Basis hinreichender Betriebserfahrung .....	41
E.3 Ableitung einer IVIC S auf Basis hinreichender Betriebserfahrung .....	41
Anhang F (informativ) Optionale elektrische Prüfungen.....	42
F.1 Allgemeines.....	42
F.2 Kurzzeit-Beständigkeitsprüfung für die Hauptisolierung .....	42
F.3 Stehspannungsprüfung .....	42
Literaturhinweise.....	43
Anhang ZA (normativ) Normative Verweisungen auf internationale Publikationen mit ihren entsprechenden europäischen Publikationen .....	45
<b>Bilder</b>	
Bild 1 – Parameter des Impulsspannungs-Zeitverlaufes.....	11
Bild 2 – Zeitverlauf einer vollständigen Periode der Leiter-Leiter-Spannung an den Anschlussklemmen einer Maschine, gespeist von einem 3-Level-Umrichter.....	12
Bild 3 – Sprungspannung ( $U_j$ ) an den Anschlussklemmen einer Maschine bei Umrichterbetrieb .....	13
Bild 4 – Maximale Spannungsüberhöhung an den Anschlussklemmen der Maschine mit unendlicher Impedanz als Funktion der Kabellänge bei verschiedenen Anstiegszeiten .....	14

	Seite
Bild 5 – Beispiel für eine Runddrahtwicklung .....	15
Bild 6 – Beispiel für eine Wicklung mit vorgeformten Elementen.....	15
Bild 7 – Ungünstigste Spannungsbeanspruchung der Windungsisolierung bei einer Reihe von Ständern mit Runddrahtwicklung in Abhängigkeit von der Impulsanstiegszeit .....	16
Bild 8 – Beispiel einer Lebensdauerkurve für die Hauptisolierung eines Typ II-Isoliersystems.....	22
Bild 9 – Beispiel für eine Lebensdauerkurve der Windungsisolierung .....	24
Bild A.1 – Darstellung der Leiter-Leiter-Spannung an den Anschlussklemmen einer von einem Drei- Level-Umrichter gespeisten Maschine .....	30
Bild A.2 – Prozentualer Lebensdauerverbrauch (y-Achse) zwischen Impulsspannung und Spannung mit Grundfrequenz als Funktion des Verhältnisses $U_{pk/pk}$ zu $U'_{pk/pk}$ bei verschiedenen Verhältnissen aus Impuls-Wiederholfrequenz/Grundfrequenz ( $n = 10$ ).....	32
Bild B.1 – Beispiel eines einfachen Schaltkreises zur Nachbildung der Umrichterspannung.....	33
Bild B.2 – Typischer Spannung-Zeit-Verlauf, erzeugt vom Impulsgenerator .....	34
Bild B.3 – Beispiel eines einfachen Schaltkreises zur Nachbildung der Umrichterspannung.....	35
Bild B.4 – Typischer Spannung-Zeit-Verlauf, erzeugt vom Impulsgenerator .....	35
Bild E.1 – Referenz-Lebensdauerkurve für die Hauptisolierung .....	40
<b>Tabellen</b>	
Tabelle 1 – Beispiele für Spannungsparameter an den Anschlussklemmen von zwei umrichtergespeisten Maschinen .....	12
Tabelle 2 – Einfluss der Parameter der Umrichterspannung auf die Beschleunigung der Alterung von Komponenten in einem Typ II-Isoliersystem .....	18
Tabelle A.1 – Beitrag zur elektrischen Alterung durch 1-kHz-Impulse aus einem Drei-Level- Umrichter prozentual zur Alterung durch die 50-Hz-Spannung mit Grundfrequenz (Lebensdauerkoeffizient 10).....	31
Tabelle D.1 – Leiter-Erde-Prüfspannungen nach IVIC für Typ II-Isoliersysteme .....	38
Tabelle D.2 – Impulsspannungs-Isolationsklassen (IVIC).....	39